

**Aus dem
Institut für Tierschutz, Tierverhalten und Versuchstierkunde
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin**

**Auswirkungen des Flugunfähigmachens auf das Wohlbefinden
von Rosapelikanen auf der Grundlage von Kortikosteron
Bestimmung und Verhaltensbeobachtungen**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin**

**vorgelegt von
Gudrun Haase
Tierärztin aus Ribnitz-Damgarten**

**Berlin 2024
Journal-Nr.: 4452**

Aus dem Institut für Tierschutz, Tierverhalten und Versuchstierkunde
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

**Auswirkungen des Flugunfähigmachens auf das Wohlbefinden
von Rosapelikanen auf der Grundlage von Kortikosteron
Bestimmung und Verhaltensbeobachtungen**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Gudrun Haase
Tierärztin aus Ribnitz-Damgarten

Berlin 2024
Journal-Nr.: 4452

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Uwe Rösler
Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Christa Thöne-Reineke
Zweiter Gutachter: PD Dr. Roswitha Merle
Dritter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Thomas Alter

Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):
pelecanus, animal welfare, corticosterone, animal behaviour, feathers, wings, clipping

Tag der Promotion: 03.07.2024

Bibliografische Information der *Deutschen Nationalbibliothek*
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN: 978-3-96729-256-5

Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2024

Dissertation, Freie Universität Berlin
D188

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen, usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

This document is protected by copyright law.

No part of this document may be reproduced in any form by any means without prior written authorization of the publisher.

alle Rechte vorbehalten | all rights reserved

© Mensch und Buch Verlag 2024 Choriner Str. 85 - 10119 Berlin
verlag@menschundbuch.de – www.menschundbuch.de

Für Manni

Inhalt

	Seite
Abbildungen	III
Tabellen.....	V
Abkürzungen	VI
Definitionen.....	VII
1 Einleitung.....	1
2 Literatur.....	5
2.1 Fliegen innerhalb der Klasse der Vögel am Beispiel des Rosapelikans	5
2.1.1 Morphologie der Feder	5
2.2 Der Rosapelikan (Pelecanus onocrotalus).....	7
2.3 Das Flugunfähigmachen von Zoovögeln.....	8
2.3.1 Gesetzlicher Hintergrund in Deutschland und anderen Ländern.....	8
2.3.2 Methoden des Flugunfähigmachens	9
2.3.3 Öffentliche Ansichten zum Thema Flugunfähigmachen	10
2.3.4 Wissenschaftliche Veröffentlichungen zum Thema Flugunfähigmachen ..	12
2.4 Stress beim Vogel	15
2.4.1 Physiologie Stress	15
2.4.2 Feder Kortikosteron	17
2.4.3 Bestimmung von Feder Kortikosteron	18
2.5 Definition Wohlbefinden	19
2.6 Definition Leiden	20
2.7 Ziele der Arbeit und Hypothesen.....	20
3 Material und Methoden	23
3.1 Ethik	23
3.2 Zoologische Einrichtungen und ihre Pelikangruppen.....	23
3.3 Verhaltensbeobachtung	24
3.4 Probenentnahme.....	27
3.5 Kortikosteron Bestimmung der Federproben	29
3.6 Statistik.....	31

4	Ergebnisse	35
4.1	Verhaltensbeobachtungen	35
4.2	Auswertung Kortikosteron Werte	42
4.2.1	Kortikosteron Werte der zoologischen Einrichtungen und der untersuchten Lebensparameter (Flugstatus, Gruppengröße, Alter und Geschlecht)	42
4.2.2	Zusammenhänge zwischen den einzelnen Parametern und den Feder Kortikosteron Werten.....	45
5	Diskussion	49
5.1	Rechtliche Vorgaben zum Flugunfähigmachen	49
5.2	Verhaltensbeobachtungen	50
5.3	Feder Kortikosteron Werte einzelner Lebensparameter	54
5.3.1	Variable Gruppengröße	54
5.3.2	Variablen Geschlecht und Alter	55
5.3.3	Variable Flugstatus.....	55
5.4	Ergebnisse der zielführenden Fragen und Hypothesen.....	56
5.5	Limitationen der Studie	57
5.5.1	Verhaltensbeobachtungen.....	57
5.5.2	Feder Kortikosteron Werte	58
6	Zusammenfassung	61
7	Summary	63
	Literaturverzeichnis	65
	Anhang	IX
	Publikationen	XXIII
	Danksagung	XXV
	Finanzierung	XXVI
	Erklärung zu Interessenskonflikten	XXVII
	Selbstständigkeitserklärung	XXVIII

Abbildungen

	Seite
Abbildung 1: Verteilung der beprobten Rosapelikane nach ihrem Flugstatus	28
Abbildung 2: Verteilung der beprobten Rosapelikane nach ihrem Geschlecht.....	28
Abbildung 3: Verteilung der beprobten Rosapelikane nach ihrem Alter	29
Abbildung 4: Histogramm der Original-Feder Kortikosteron Werte.....	32
Abbildung 5: Histogramm der logarithmierten Feder Kortikosteron Werte mit Normalverteilung.....	32
Abbildung 6: Darstellung der Verteilung der Verhaltensweisen in der gesamten Pelikanpopulation	35
Abbildung 7: Grafische Darstellung der Verteilung der beobachteten Verhaltensweisen bei allen beobachteten Rosapelikanen in den einzelnen zoologischen Einrichtungen.....	36
Abbildung 8: Darstellung des prozentualen Anteils der Verhaltensweise, „ruhen“ der Rosapelikangruppen in den einzelnen zoologischen Einrichtungen.....	37
Abbildung 9: Darstellung des prozentualen Anteils der Verhaltensweise, „putzen“ der Rosapelikangruppen in den einzelnen zoologischen Einrichtungen.....	37
Abbildung 10: Darstellung des prozentualen Anteils der Verhaltensweise, „fliegen“ der Rosapelikangruppen in den einzelnen zoologischen Einrichtungen.....	38
Abbildung 11: Darstellung des prozentualen Anteils der Verhaltensweise, „schwimmen“ der Rosapelikangruppen in den einzelnen zoologischen Einrichtungen	38
Abbildung 12: Darstellung des prozentualen Anteils der Verhaltensweise „Futter suchen“ der Rosapelikangruppen in den einzelnen zoologischen Einrichtungen	39
Abbildung 13: Darstellung des prozentualen Anteils der Verhaltensweise, „flattern“ der Rosapelikangruppen in den einzelnen zoologischen Einrichtungen.....	40
Abbildung 14: Darstellung des prozentualen Anteils der, „sozialen Verhaltensweise“ der Rosapelikangruppen in den einzelnen zoologischen Einrichtungen.....	40
Abbildung 15: Darstellung des prozentualen Anteils der Verhaltensweise, „dehnen“ der Rosapelikangruppen in den einzelnen zoologischen Einrichtungen.....	41

- Abbildung 16:** Darstellung des prozentualen Anteils der Verhaltensweise „wachsam“ der Rosapelikangruppen in den einzelnen zoologischen Einrichtungen..... 41
- Abbildung 17:** Darstellung des prozentualen Anteils der Verhaltensweise „bewegen“ der Rosapelikangruppen in den einzelnen zoologischen Einrichtungen..... 42
- Abbildung 18:** Mittelwerte, Maximum und Minimum der verschiedenen logarithmierten Kortikosteron Werte der Rosapelikangruppen nach Flugstatusgruppe:
1=flugfähig, 2=exstirpiert, 3=kupiert, 4=beschnitten 44

Tabellen

	Seite
Tabelle 1: Aufstellung der zoologischen Einrichtungen und der Anzahl der gehaltenen Rosapelikane.....	23
Tabelle 2: Aufstellung der gehaltenen Rosapelikane nach ihrem Flugstatus in den zoologischen Einrichtungen.....	25
Tabelle 3: Ethogramm des Rosapelikans.....	26
Tabelle 4: Anzahl der beprobten Tiere pro zoologische Einrichtung.....	27
Tabelle 5: Geräte für die Laboruntersuchungen.....	31
Tabelle 6: Medianwerte der logarithmierten Kortikosteron Werte mit der 25. bzw. 75. Perzentile aller zoologischen Einrichtungen.....	43
Tabelle 7: Mittelwerte der logarithmierten Feder Kortikosteron Werte mit den jeweiligen Minimum- und Maximum-Werten der unterschiedlichen Flugstatusgruppen.....	44
Tabelle 8: Mittelwerte der logarithmierten Feder Kortikosteron Werte mit den jeweiligen Minimum- und Maximum-Werten der unterschiedlichen Gruppengrößen	45
Tabelle 9: Mittelwerte der logarithmierten Feder Kortikosteron Werte mit den jeweiligen Minimum- und Maximum-Werten der weiblichen und männlichen Pelikane.....	45
Tabelle 10: Mittelwerte der logarithmierten Feder Kortikosteron Werte mit den jeweiligen Minimum- und Maximum-Werten der unterschiedlichen Altersgruppen	45
Tabelle 11: p-Werte der einzelnen Variablen in dem univariaten Modell	46
Tabelle 12: p-Werte der Variablen aus dem multivariablen Modell.....	46

Abkürzungen

ACTH	Adrenocorticotropes Hormon
CORT	Kortikosteron
CORTf	Feder Kortikosteron
EAZA	European Association of Zoos and Aquaria
HHNA	Hypothalamus-Hypophysen-Nebennieren-Achse
LC/NAS	Locus-coeruleus /Noradrenalin System
PeTA e. V.	People for the Ethical Treatment of Animals e. V.
TVT e. V.	Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz e. V.
VdZ e. V.	Verband der zoologischen Gärten
WAZA	World Association of Zoos and Aquariums

Definitionen

Flugunfähigmachen:

Das Flugunfähigmachen umfasst einen Eingriff an einem Flügel des Vogels, woraufhin sich dieser im Ungleichgewicht befindet und nicht mehr fliegen kann.

Zoovögel:

Als Zoovögel werden alle in zoologischen Einrichtungen gehaltenen Vögel bezeichnet.

Ex situ Population:

Hierbei handelt es sich um zoologisch gehaltene Tiere, welche durch Erhaltungszuchtprogramme eine genetisch stabile Population bilden.

1 Einleitung

Die Anzahl an flugunfähig gemachten Vögeln, die in zoologischen Einrichtungen gehalten werden, ist nicht genau bestimmbar, aber laut einer Umfrage aus dem Jahr 2016 der „European Association of Zoos and Aquaria“ (EAZA) gaben 92,3 Prozent der befragten zoologischen Einrichtungen an, flugunfähig gemachte Vögel zu halten, vor allem Gänse, Flamingos, Enten, Pelikane, Kraniche und Störche (Reese et al. 2020a). Diese werden auf großen Freianlagen gehalten, die nicht übernetzt sind. Um ein Verlassen bzw. Entfliehen dieser Anlagen zu verhindern, muss der Vogel flugunfähig gemacht werden. In früheren Jahren, vor 1998, war das irreversible Flugunfähigmachen von zoologisch gehaltenen Vögeln eine gängige Praxis und wurde nicht hinterfragt. So waren bis 1998 Amputationen nach Paragraph 6 des Deutschen Tierschutzgesetzes erlaubt, sofern hierdurch die Haltung von Tieren weitergeführt werden konnte. Dadurch war es kein Problem, große boden- oder wassernah lebende Vögel, wie zum Beispiel Kraniche, Flamingos oder Pelikane in großen nicht übernetzten Anlagen zu halten. Mit dem Wegfall dieses Artikels im Jahr 1998, ist das permanente Flugunfähigmachen von Vögeln nicht mehr erlaubt. Daher werden die Tiere, die auf großen, nicht übernetzten Anlagen gehalten werden sollen, nun reversibel flugunfähig gemacht, indem ihnen die Schwungfedern auf einer Flügelseite geschnitten werden. Jedoch wird selbst das Schneiden der Federn von einigen als Eingriff nach Paragraph 6 des Deutschen Tierschutzgesetzes gewertet (Maisack und Schmidt 2017) und wäre somit ebenfalls als nicht zulässig anzusehen. Als alternative Haltung wäre dann die Volieren Haltung flugfähiger Tiere nötig. Wobei die Volieren eine bestimmte Größe erfüllen müssten, um ein sicheres Losfliegen und Landen zu gewähren und es somit nicht zu Verletzungen durch Anflugtraumen kommt (Dollinger et al. 2013). Die Statik solch großer Volieren und die finanziellen Aufwendungen hierfür überschreiten allerdings oft die zoologischen Gegebenheiten. Somit fallen die Volieren entweder kleiner aus, sodass für den Vogel keine Möglichkeit besteht zu fliegen und er weniger Fläche zur Verfügung hat als auf den Freianlagen oder die Haltung dieser Vögel wird komplett aufgegeben, falls das Flugunfähigmachen zoologisch gehaltener Vögel lückenlos unterbunden wird (Dollinger et al. 2013; Reese et al. 2020b). Die Aufgabe der Vogelhaltung bestimmter Arten würde dazu führen, dass keine genetisch stabile ex situ Population in zoologischen Einrichtungen erhalten werden kann (Verband der Zoologischen Gärten 2016). Damit wäre das Ziel der zoologischen Einrichtungen, genetisch stabile ex situ Populationen zu erhalten, nicht mehr realisierbar.

Aufgrund dieser Gegebenheiten steht die Vogelhaltung in zoologischen Einrichtungen oft im Fokus von Diskussionen, welche nicht nur fachspezifisch geführt werden, sondern oft auf emotionaler Basis. Die „Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz e. V.“ weist in ihrer Stellungnahme zum Flugunfähigmachen von Zoovögeln auf die Notwendigkeit von wissenschaftlich belegten Studien hin um das Flugunfähigmachen besser bewerten zu können. Es ist für weitere Diskussionen,

Richtlinien, Bewertungen und auch für die Haltung von Vögeln in zoologischen Einrichtungen von hoher Bedeutung, das Thema Flugunfähigmachen von Vögeln durch wissenschaftliche Studien aus der Perspektive der Tiere oder tierbasiert zu evaluieren. Dabei stellt sich einerseits die Frage, ob ein einmal invasiv flugunfähig gemachter Vogel ein anderes Wohlbefinden zeigt als ein reversibel flugunfähig gemachter Vogel, welcher regelmäßig eingefangen werden muss, um die Federn geschnitten zu bekommen. Und andererseits ob flugfähige Vögel in der Volieren Haltung, welche weniger Platz für die Tiere impliziert, ein anderes Wohlbefinden aufweisen.

Nach Paragraph 2 des Deutschen Tierschutzgesetzes sind Tiere ihren Bedürfnissen entsprechend artgemäß oder tiergerecht zu halten. Darüber hinaus dürfen ihnen nach Paragraph 1 des Deutschen Tierschutzgesetzes nicht ohne vernünftigen Grund Schmerzen, Leiden oder Schäden zugeführt werden. In Bezug auf das Flugunfähigmachen ergeben sich hier mehrere Fragestellungen und Hypothesen. Es ist unklar, ob bodengebundene Vögel leiden, wenn sie nicht fliegen können und ob bzw. wie die Tiere dieses Leid zeigen.

Um hierzu erste tierbasierte wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse zu erlangen, wurde diese Studie durchgeführt.

Die wissenschaftlichen Studien im Zusammenhang mit Zootieren sind breit gefächert. Jedoch beträgt der Anteil an Studien in Bezug auf die Klasse der Vögel in den letzten 10 Jahren weniger als 10 Prozent (Kaplan 2022; Woods et al. 2022). Das Wohlbefinden bei der Klasse der Vögel ist ebenfalls noch kaum untersucht. Die Bestimmung der Konzentrationen von Glukokortikoid Hormonen, wie Cortisol bei Säugetieren und Fischen und Kortikosteron bei Vögeln, Reptilien und Amphibien, ist eine der am weitesten verbreitete Methode zur Quantifizierung von Stressreaktionen (Tallo-Parra et al. 2023). Glucocorticoide sollten aber nie alleine betrachtet werden, sondern immer mit anderen physiologischen oder ethologischen Untersuchungen kombiniert werden. Die Kombination mehrerer Methoden kann zu einem besseren Verständnis von Verhalten und Wohlergehen führen (Rose und Riley 2021). Auch beim Vogel wurde die Kortikosteron Messung aus Federn etabliert und in der Forschung innerhalb der letzten Jahre vermehrt eingesetzt, um verschiedene Zusammenhänge zu untersuchen und um die Bedeutung des Feder Kortikosterons noch mehr zu verdeutlichen. Das Kortikosteron wird bei Stresssituationen ausgeschüttet und zirkuliert im Blutkreislauf und lagert sich auch in den Federn ein. Dies ermöglicht durch Messungen des Feder Kortikosterons in Kombination mit Verhaltensbeobachtungen, etwaige stressauslösende Faktoren zu erkennen, die das Wohlbefinden beeinflussen könnten. Beim Flugunfähigmachen der Vögel gehen einige Betrachter davon aus, dass die Vögel aufgrund der Einschränkung, dass sie nicht mehr fliegen können, Stress erfahren und es somit zu erhöhten Feder Kortikosteron Werten kommt. Aufgrund dessen sind in dieser Studie verschiedene Rosapelikangruppen mit unterschiedlichen Anzahlen an Tieren in 21 deutschen zoologischen Einrichtungen untersucht worden. Da es kaum Forschungen zum Rosapelikan gibt und um ein grundlegendes Verstehen des Verhaltens der Pelikane in

den zoologischen Einrichtungen zu ermöglichen, wurden Verhaltensbeobachtungen der Gruppen durchgeführt. Die Kombination der Verhaltensbeobachtung mit der Messung des Feder Kortikosterons führte zu Erkenntnissen über weitere Stressoren, die bei den Vögeln etwaige Stressreaktionen auslösen und somit zu höheren Feder Kortikosteron Werten führen könnten.

Das Verhalten von Vögeln kann nicht verallgemeinert werden, es ist daher notwendig spezies-spezifische Untersuchungen durchzuführen. In dieser Studie wurde der Rosapelikan untersucht, um erste wissenschaftliche Erkenntnisse zum Verhalten dieser Tiere zu erlangen. Des Weiteren soll die Frage beantwortet werden, ob flugunfähige Rosapelikane in zoologischen Einrichtungen unter ihrer Flugunfähigkeit leiden.

2 Literatur

2.1 Fliegen innerhalb der Klasse der Vögel am Beispiel des Rosapelikans

Vor circa 150 Millionen Jahren entwickelte sich die Klasse der Vögel. Mit ihnen optimierte sich auch die Fähigkeit zu fliegen. Hierbei fingen zunächst die großen Vögel an, sich von hohen Absätzen gleiten zu lassen, bevor sich immer mehr Arten mit unterschiedlichen Flugtechniken, angepasst an ihren speziellen Lebensraum, entwickelten (Rüppell 2003).

Ein Vogel fliegt, indem er in der Luft mit seinen Flügeln schlägt, damit sowohl Schub als auch Auftrieb erzeugt werden und er mit seinem Stoß steuert (Sankar Chatterjee 2015), wobei die Tätigkeit der Flügel ebenso wichtig für das Lenken ist (Grzimek 1968).

Der Flug ist somit eine kennzeichnende Eigenschaft eines Vogels (Grzimek 1968). Der anatomische Aufbau eines Vogels ist hierbei mit der Umbildung der Vordergliedmaßen zu Flügeln und der Pneumatisierung der Knochen, um Gewicht zu sparen, auf die Flugfähigkeit eines Vogels ausgerichtet (Salomon et al. 2020).

Da sich Vögel im Laufe der Jahre an ihre Anforderungen angepasst haben, gibt es aber auch Vögel, die die Fähigkeit zum Fliegen nicht mehr benötigen. Ihre Flügel haben sich im Zuge dessen zurückgebildet, wodurch diese circa 60 Arten von Natur aus flugunfähig sind, wozu zum Beispiel Laufvögel, Pinguine oder Kakapos zählen (Dollinger et al. 2013).

Der Rosapelikan zählt zu den größten fliegenden Vögeln der Welt (Crivelli und Schreiber 1984). Das leichte Gewicht seiner hohlen Knochen von nur einem Kilogramm, sowie die Verteilung seiner Luftsäcke, ermöglichen es dem Pelikan, trotz seiner Größe leicht und weit zu fliegen (Josep del Hoyo et al. 1992). So kann er 300 Kilometer am Stück fliegen, ohne zu landen (Alain et al. 1997) und insgesamt Strecken von bis zu 2460 Kilometern, entsprechend seiner Energiereserven, zurücklegen (Shmueli et al. 2008). Er kann bis zu 24 Stunden ohne Pause durchgängig fliegen, mit einer maximalen Fluggeschwindigkeit von 56 Kilometer pro Stunde (Josep del Hoyo et al. 1992). Um Energie beim Fliegen zu sparen, nutzt der Pelikan den Formationsflug in V-Formation. Hierbei gleitet er vermehrt und schlägt weniger mit den Flügeln, wodurch er weniger Energie verbraucht und seine Reichweite erhöhen kann (Weimerskirch et al. 2001).

2.1.1 Morphologie der Feder

Durch die Entwicklung der Feder war es der Klasse der Vögel möglich, die Fähigkeit des Fliegens auszubauen (Rüppell 2003). Jedoch ist es bisher ungeklärt, ob die Feder sich entwickelt hat, um die Flugfähigkeit zu steigern oder sie sich aufgrund der Zurschaustellung oder der Wärmefunktion weiterentwickelte. Aufgrund neuer archäologischer Funde des Urvogels

„Archaeopteryx“, entstehen immer neue Theorien rund um die Evolution der Feder und des Vogelflugs, wodurch neue Aussagen getroffen werden können (Foth 2021).

Allgemein sind aber Federn das kennzeichnende und einzigartige Merkmal für Vögel, da kein anderes Tier Federn besitzt (Grzimek 1968). Sie dienen der Wärmeisolierung des Körpers, schützen den Vogel gegen mechanische Einflüsse, sind wasserabweisend und sind die Voraussetzung für das Fliegen (Salomon et al. 2020). Außerdem können farbliche Veränderungen des Gefieders dem Balzverhalten der Vögel und der Zurschaustellung dienen (Strehlow 2021).

Die Feder entwickelt sich aus dem Federfollikel, einer Vertiefung in der Haut. Zunächst entwickelt sich hier die Federspule, die im Wachstum der Feder mit Mark und Blutgefäßen gefüllt ist (Salomon et al. 2020).

Die fertig gewachsene Feder stellt eine tote, extrem komplexe, epidermale Struktur dar, die hauptsächlich aus Keratin besteht (Videler 2006). Sie besteht zum einen aus dem Federkiel, der aus der hohlen Federspule und dem Federschaft zusammengesetzt ist. Zum anderen gehört zu den Bestandteilen der Feder die zweiseitige Federfahne, welche aus der Innen- und Außenfahne besteht. Im Allgemeinen werden mehrere Federarten unterschieden. So sind die Körper-, Schwung-, Steuer-, und Deckfedern die sogenannten Konturfedern. Zu den kleineren Dunenfedern zählen die Halbdunen, Fadenfedern, Borstenfedern und Puderfedern (Salomon et al 2020; Videler 2006). Die Flugfedern unterscheiden sich von den Deckfedern durch ihren asymmetrischen Aufbau, indem die Außenfahne meist schmaler als die Innenfahne ist (Eder und Fiedler 2017) und somit aerodynamisch wird (Foth 2021).

Da die Federn einer starken Abnutzung unterliegen, müssen sie immer wieder erneuert werden. Diesen Vorgang bezeichnet man als Mauser, welcher häufig nach der Fortpflanzungszeit passiert (Kronberger 1978). Die alten, abgenutzten Federn fallen aus, während Neue gebildet werden. Man unterscheidet die Vollmauser, bei der alle Federn erneuert werden, sowie die Teilmauser, bei der nur einige Federn ersetzt werden. Zusätzlich gibt es auch die sogenannte Simultanmauser, bei der alle Schwungfedern gleichzeitig gemausert werden, sodass der Vogel in diesem Zeitraum flugunfähig ist. Dies ist beispielsweise oft bei Gänsevögeln der Fall, die sich währenddessen vermehrt auf dem Wasser oder Land aufhalten. Bei Greifvögeln hingegen verläuft die Mauser über einen sehr langen Zeitraum, damit der Greifvogel währenddessen flugfähig bleibt.

Eine Besonderheit ist hierbei noch die Schreckmauser, bei der der Vogel im Zuge eines Erlebnisses, wie zum Beispiel beim Fangen eines Tieres, mehrere kleine Federn auf einem Mal verliert (Strehlow 2021). Die Mauser verläuft somit bei verschiedenen Vogelarten sehr spezifisch, wobei ein Mal im Jahr bei allen Vögeln eine vollständige Mauser stattfindet.

2.2 Der Rosapelikan (*Pelecanus onocrotalus*)

Der Rosapelikan ist der größte Zugvogel Israels (Shmueli et al. 2008). Mit einem Gewicht von bis zu 15 Kilogramm und einer Größe mit bis zu 1,75 Metern zählt der Rosapelikan zu den größten Wasservögeln der Welt (Josep del Hoyo et al. 1992).

Es gibt zwei größere Populationen von Rosapelikanen, zum einen die Population in Afrika und zum anderen die europäisch-asiatische Population, welche zum Winter hin in wärmere Regionen zieht (Crivelli und Schreiber 1984). So wurden in Israel 71.000 Rosapelikane bei ihrem Zwischenstopp in wärmere Regionen gezählt (Shmueli et al. 2000). Die Population in Afrika hingegen umfasst 6000 bis 9000 Individuen (Bowker et al. 2010).

Der Rosapelikan brütet in großen Kolonien von über 1000 Tieren (Alain et al. 1997). Sie migrieren in Gruppen mit der Größenordnung von 50 bis 500 Individuen, wobei selbst die kleineren Untergruppen 20 bis 100 Rosapelikane umfassen (Alain et al. 1997). Im Donaudelta in Rumänien wurden im Jahr 2016 19.155 brütende Rosapelikane gesichtet (Marinov et al. 2016). Um erfolgreich brüten zu können, benötigen die Rosapelikane Gebiete mit einem soliden Fischbestand, da ein Pelikan bis zu 10 Prozent seines eigenen Körpergewichts pro Tag frisst. Des Weiteren sind nicht einsehbare Gebiete, in denen sie in Ruhe brüten können ein wichtiges Kriterium (Brown und Urban 1969). Die passende Gruppengröße und die Struktur des Raumes zum Brüten scheinen auch bei Rosapelikanen, welche in zoologischen Einrichtungen gehalten werden, beim Zuchterfolg eine Rolle zu spielen (Brouwer et al. 1994). Eine Zunahme des wachsamens Verhaltens der Rosapelikane scheint darauf hinzuweisen, dass sie kurz vor der Brut stehen (Brereton et al. 2021).

Insgesamt zählt der Rosapelikan jedoch zu den wenig untersuchten Spezies unter den Vogelarten (Danel et al. 2020). Bisher konnte wissenschaftlich nur belegt werden, dass Rosapelikane durchaus von anderen Pelikanen lernen können, wobei hierzu nicht die Anwendung von Hilfsmitteln gehört (Danel et al. 2022). In einer Studie in einer englischen zoologischen Einrichtung wurde das Brutverhalten der Rosapelikangruppe beobachtet. Hierbei war die Zunahme des wachsamens Verhaltens vor der Brut auffällig. Bei diesen Studien wurden nur sehr kleine Gruppen an Rosapelikanen betrachtet, wie es sie in vielen zoologischen Einrichtungen gibt.

In Europa werden 1072 Rosapelikane in 129 zoologischen Einrichtungen gehalten (Zoological Information Management System - ZIMS). In Deutschland sind es mehr als 260 Individuen, die in 24 zoologischen Einrichtungen gehalten werden (ZIMS). Diese werden oft auf bis zu 1 Hektar großen Freianlagen mit einem Teich gehalten (Dollinger et al. 2013). Da solch große Anlagen nur schwer zu übernetzen sind und die Tiere nicht entweichen sollen, müssen die Rosapelikane oft flugunfähig gemacht werden. Ob die Alternative die Vögel nicht flugunfähig

zu machen und in Volieren zu halten die artgerechtere Haltungsform ist, ist bisher nicht untersucht und fraglich.

2.3 Das Flugunfähigmachen von Zoovögeln

2.3.1 Gesetzlicher Hintergrund in Deutschland und anderen Ländern

Das Flugunfähigmachen von Vögeln fällt in Deutschland unter das Tierschutzgesetz. Dort steht in Absatz 6 (1) geschrieben, dass jede vollständige oder teilweise Amputation von Körperteilen oder die vollständige oder teilweise Entfernung oder Zerstörung von Organen oder Geweben eines Wirbeltiers verboten ist, außer es gibt eine tierärztliche Indikation (Tierschutzgesetz 2006). Dieses Gesetz schließt jedes Wirbeltier ein, weshalb es für Vögel ebenso gilt (Bennett und Baumgartner 2015). Da jegliche Form von Zerstörung oder Entfernung von Gewebe genannt ist, kann dies auch auf das Schneiden von Federn bezogen werden (Maisack und Schmidt 2017), wenn man eine vollständig gemauserte Feder, deren Wachstum abgeschlossen ist, als Gewebe betrachtet, was bisher vielfach kontrovers diskutiert wird (Beckmann und Thal 2017; Dollinger et al. 2013; Maisack und Schmidt 2017; Reese et al., 2020a). Diese Gesetzesauslegung und Betrachtungsweise wird in anderen Ländern nicht geteilt:

So ist das Kupieren in den Niederlanden seit 2018 verboten, wohingegen auf das Federschneiden nicht eingegangen wird (Wet Dieren 2.8. 2019).

In Österreich ist ebenfalls das Kupieren verboten, das Federschneiden wird allerdings ausdrücklich gestattet (*BGB1.II Nr. 486/2004* 2005).

Das Schneiden von Federn wird auch in England gestattet, das Kupieren ist jedoch nur bei Vögeln erlaubt, welche keine Nutztiere sind (*Animal Welfare Act 2006*).

In Belgien und in Frankreich ist das Flugunfähigmachen von Zoovögeln, welche in offenen Freianlagen gehalten werden, erlaubt, damit die Tiere nicht ihre Anlage verlassen können (*Arrêté royal relatif aux interventions autorisées sur les vertébrés pour l'exploitation utilitaire de l'animal ou pour limiter la reproduction de l'espèce* 2009), (*Arrêté du 25 mars 2004 fixant les règles générales de fonctionnement et les caractéristiques générales des installations des établissements zoologiques à caractère fixe et permanent, présentant au public des spécimens vivants de la faune locale ou étrangère* 2017).

In Schweden hingegen existiert eine Liste von Vogelarten, welche flugunfähig gemacht werden dürfen, auf der zum Beispiel auch der Pelikan geführt wird (*Djurskyddsmyndighetens föreskrifter om djurhållning i djurparker* 2004).

Ebenso gibt es auch in Süd Australien einen Codex (*South Australian Code of Practice for the Husbandry of Captive Birds* 2011), der das Kupieren untersagt, aber für verschiedene Vogelarten, die vor allem wasser- und bodenbezogen leben, eine Ausnahme macht.

Darüber hinaus gibt es auch einige Länder, deren Tierschutzgesetze sich nur auf Haustiere beziehen und Zoovögel nicht berücksichtigen, wie zum Beispiel die Schweiz oder Luxemburg (*Tierschutzverordnung vom 23. April 2008*), (15.03.1983 - Règlement grand-ducal du 31 juillet 1987 déterminant les motifs zootechniques impératifs pour l'amputation ou l'amputation partielle d'un d'un animal).

Insgesamt gibt es in den verschiedenen Ländern unterschiedliche tierschutzrechtliche Regelungen in Bezug auf das Flugunfähigmachen von zoologisch gehaltenen Vögeln und auch die Verbote und Gebote variieren ebenfalls stark zwischen den verschiedenen Methoden des Flugunfähigmachens (Reese et al. 2020a).

2.3.2 Methoden des Flugunfähigmachens

Im Laufe der Jahre gab es mehrere Methoden, um Zoovögel flugunfähig zu machen (Reese et al. 2020a). Man unterscheidet hierbei zwischen den irreversiblen und reversiblen Methoden. Um einen Vogel flugunfähig zu machen, muss ihm die Funktionstüchtigkeit eines Flügel genommen werden, um eine Asymmetrie herzustellen, die dem Vogel das nötige Gleichgewicht nimmt (Dollinger et al. 2013; Hesterman et al. 2001).

Zu den irreversiblen Methoden, bei denen der Vogel zu keinem Zeitpunkt mehr fliegen kann, zählen mittlerweile mehrere nicht mehr angewandte Varianten.

Hierzu zählen zum Beispiel solche Methoden, bei denen Gelenke wie beispielsweise das Handwurzelgelenk versteift wurden, Sehnen des Musculus pectoralis profundus oder die Flughaut durchtrennt wurden oder auch Teile des Nervus radialis oder Nervus ulnaris entfernt wurden (Bennett und Baumgartner 2015).

Auch das Exstipieren der Federn, was dazu führte, dass die Schwungfedern nicht mehr nachwachsen konnten, wird nicht mehr angewendet (Krawinkel 2016). Hier wurde zunächst der Federfollikel chirurgisch unter Vollnarkose entfernt, wodurch eine Nachsorge mit Wundkontrolle folgte. Später wurde die Federfollikelexstirpation mittels Laser oder Kryochirurgie optimiert. Hierfür wurde nur die Spule der Feder belassen, durch die dann der Zugang zum Follikel erfolgte, welcher mittels Laser oder Kryosonde verödet wurde. Diese Vorgehensweise erübrigte dann eine Nachsorge (Bennett und Baumgartner 2015). Das Exstipieren hatte insofern einen Vorteil, als dass die Tiere danach alle anderen Verhaltensweisen, bis auf das Fliegen, ausführen konnten und keine Gleichgewichtsprobleme zeigten, wie dies zum Beispiel bei kupierten Tieren beim Kopulieren vorlag (D'Agostino et al. 2006; Krawinkel 2016).

Beim Kupieren wird die Flügelspitze hinter dem Daumen amputiert, sodass dem Vogel die komplette Handschwinge bis auf den Daumen fehlt. Bis zu einem Alter von 10 Tagen werden die Vögel ohne Anästhesie kupiert, meist mittels eines Scherenschlags, da die Knochen der Küken zu diesem Zeitpunkt noch weich sind und der Eingriff meist unblutig und ohne Komplikationen ist. Zu einem späteren Lebenszeitpunkt müssen die Tiere unter Vollnarkose kupiert werden und es bedarf einer zeitintensiven Nachsorge inklusive Wundkontrolle (Bennett und Baumgartner 2015). In Deutschland ist das Kupieren aufgrund des Amputationsverbots des Deutschen Tierschutzgesetz untersagt. Daher werden Zoo Vögel in Deutschland reversibel flugunfähig gemacht. Jedoch werden noch eine Vielzahl an permanent flugunfähig gemachten Rosapelikanen in Deutschland gehalten, die ein hohes Alter aufweisen und vor den gesetzlichen Regelungen permanent flugunfähig gemacht wurden.

Zu den reversiblen Methoden des Flugunfähigmachen zählen das Schneiden der Schwungfedern, sowie das Hochbinden eines Flügels, das sogenannte *Brailing*.

Beim Schneiden der Schwungfedern werden vollständig gemauserte Federn meist mithilfe einer Schere abgeschnitten. Die geschnittenen Federn wachsen dann in der nächsten Mauser wieder nach, wodurch sich die Häufigkeit des Schneidens demnach nach der Mauser der betreffenden Vögel richtet. Da es sich bei den geschnittenen Federn um vollständig gemauserte Federn handelt, sind diese nicht mehr mit Blutgefäßen und Nerven innerviert, weshalb dieser Eingriff für das Tier nicht mit Schmerzen verbunden ist (Bennett und Baumgartner 2015; Hesterman et al. 2001).

Beim Hochbinden des Flügels muss darauf geachtet werden, den Flügel nicht länger als 2 bis 4 Wochen zu immobilisieren, damit kein irreversibler Schaden in Bezug auf die Funktionstüchtigkeit des Flügels eintritt (Dollinger et al. 2013).

Es gibt bisher wenig systematische wissenschaftliche Untersuchungen zu den Konsequenzen des Flugunfähigmachen in Bezug auf das Wohlbefinden der betroffenen Tiere, die belegen, dass sie bei einem Vogel Stress auslösen (Reese et al. 2020a). In einer Untersuchung von Rosaflamingos konnte bisher kein Einfluss des Flugfähigkeitsstatus auf das Wohlbefinden oder das Verhalten der Tiere nachgewiesen werden (George und Rose 2023; Reese et al. 2020b).

2.3.3 Öffentliche Ansichten zum Thema Flugunfähigmachen

Da das Thema Flugunfähigmachen von zoologisch gehaltenen Vögeln ein viel diskutiertes Thema ist, gibt es auch Stellungnahmen innerhalb der Tierrechtsorganisationen und innerhalb wissenschaftlicher Vereinigungen. So gab es in England durch die Vereinigung CAPS (Captive Animal Protection Society) eine Kampagne, die ein Verbot des Kupierens forderte, um dem Leiden ein Ende zu bereiten (CAPS 2013). Auch in Deutschland fordert die

Tierrechtsorganisation *People for the Ethical Treatment of Animals* (PeTA) das Leiden, welches durch das Flugunfähigmachen verursacht würde, zu beenden (PeTA 2017).

Die *Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz* e. V. (TVT) hingegen hat eine differenziertere Stellungnahme veröffentlicht, in der sie 2,15 Prozent aller flugfähigen Vogelarten, wie zum Beispiel Flamingos, Pelikane, Störche, Marabus oder auch Hornrabben aufzählt, bei denen ein Flugunfähigmachen durch Federschneiden tierschutzkonform sei. Diese Vogelarten sind primär bodennah und wassernah lebende Arten, die in der Wildbahn vor allem aufgrund der Feindvermeidung und zum Aufsuchen von Ressourcen fliegen. Wenn diese Tiere in Volieren gehalten werden, könnte es zu Verletzungen durch zum Beispiel Anflugtraumata kommen und es wäre durch die verminderte Größe der Voliere im Gegensatz zu den Freianlagen fraglich, ob die flugfähig gehaltenen Tiere in den Volieren alle ihre Verhaltensweisen ausleben könnten. Daher könnten die vorher genannten Vogelarten durch das Leben auf großen Freianlagen tiergerechter gehalten werden und ein höheres Maß an Wohlbefinden zeigen. Außerdem sind viele flugunfähig gehaltene Vögel Teil verschiedener Erhaltungszuchtprogramme, die dem Artenschutz dienen und dem Artensterben in der Wildnis entgegenwirken. Ein Rückgang der Haltung flugunfähig gemachter Vögel hätte auch einen Rückgang der Beteiligung an den Erhaltungszuchtprogrammen zur Folge (TVT 2015).

Der *Verband der zoologischen Gärten* (VdZ) schließt sich dieser Meinung an. Ein grundsätzliches Verbot des Federschneidens sehen die Mitgliedsinstitutionen des VdZ weder aus §6 Abs.1 noch aus §2 des Deutschen Tierschutzgesetzes ableitbar. Ähnlich wie die TVT sieht der VdZ für ca. 3 Prozent der flugfähigen Vogelarten einen Vorteil in der Haltung auf großen Freianlagen für die Vögel, für die die Verhaltensweise Fliegen von untergeordneter Bedeutung sei und welche auf den Freianlagen ein größeres Verhaltensrepertoire ausleben könnten als in den meist kleineren Volieren. Ebenso weist der VdZ darauf hin, dass mehrere Arten in der zoologischen Haltung verloren gehen würden, wenn diese nicht mehr flugunfähig gehalten werden dürfen (VdZ 2016).

In internationalen zoologischen Organisationen gibt es ebenfalls Empfehlungen zum Flugunfähigmachen. Bei der *World Association of Zoos and Aquaria* (WAZA) gibt es einen Abschnitt im „Code of Ethics and Animal Welfare“, in dem darauf hingewiesen wird, dass Kupieren nur dann akzeptabel ist, wenn es dem Zweck dient, dass der Vogel nicht entweichen kann und es keine andere Möglichkeit gibt, dieses zu verhindern (WAZA 2017).

Die europäische Zoovereinigung *European Association of Zoos and Aquaria* (EAZA) empfiehlt eher das Halten von Vögeln in Volieren, statt großer Freianlagen, wo das Kupieren des Vogels die einzige Möglichkeit wäre, nicht aus der Freianlage zu entweichen (Reese et al. 2020a). Gemeinsam mit der Zoovereinigung der britischen und irischen zoologischen Einrichtungen, der *British and Irish Association of Zoos and Aquariums* (BIAZA) weist die EAZA aber auch

daraufhin, dass zum Beispiel bei Wassergeflügel, welches zu 95 Prozent auf dem Wasser lebt, das Kupieren einen längerfristigen positiven Effekt auf das Wohlbefinden haben könnte, wenn die Entscheidung zum Kupieren auf einer wissenschaftlichen Basis beruht, welche noch weiterhin geschaffen werden müsste (EAZA und BIAZA 2017).

2.3.4 Wissenschaftliche Veröffentlichungen zum Thema Flugunfähig machen

In der Literatur sind wenig Publikationen zum Thema Flugunfähig machen zu finden. Es sind vor allem die Methoden zum Flugunfähig machen publiziert worden (Bennett und Baumgartner 2015; Dollinger et al. 2013), Untersuchungen auf die Auswirkungen auf das Wohlbefinden der betreffenden Vögel sind bisher selten das Thema. Hestermann konstituierte, dass flugunfähige Vögel auf den großen Freianlagen mehr Platz haben, um andere Verhaltensweisen, wie zum Beispiel das Futter suchen, auszuleben (Hesterman et al. 2001). Wichtig wäre hier aber vor allem, dass die Freianlagen vor Raubtieren geschützt sind, da flugunfähige Vögel auch ihre Fähigkeit des Entfliehens vor Feinden verloren haben (Hesterman et al. 2001). Bei Rosaflamingos konnte kein Einfluss zwischen dem Flugfähigkeitsstatus und ihrem Wohlbefinden evaluiert werden (Reese et al. 2020b). Ebenso konnte bei einer Verhaltensstudie in einer englischen zoologischen Einrichtung bei einer Gruppe von 41 Rosaflamingos kein signifikanter Einfluss des Flugfähigkeitsstatus auf das Verhalten, die sozialen Verbindungen, das Brutverhalten oder die Nutzung der Anlage nachgewiesen werden. Hier schienen eher die Faktoren Alter und Geschlecht einen größeren Einfluss zu haben (George und Rose 2023).

Die verschiedenen Argumente für oder gegen das Flugunfähig machen von Zoovögeln hat Dollinger 2013 zusammengefasst. Zunächst geht er auf die verschiedenen Arten des Fliegens ein, als auch auf die Funktionen des Fliegens. Hier wurden vor allem die Feindvermeidung, die Nahrungssuche, die Migration, das Balzverhalten und die Reviermarkierung, sowie das Ruhen und Brüten und das Spielverhalten von Vögeln angegeben. Er sieht bei Vögeln, bei denen das Fliegen dem Migrieren, der Feindvermeidung und dem Aufsuchen sicherer Schlafplätze dient, keine Einschränkung durch das Flugunfähig machen, da sie diese Verhaltensweisen in einer zoologischen Einrichtung nicht benötigen.

Er differenziert zwischen den einzelnen Vogelarten, da zum Beispiel Kormorane nach dem Eingriff des Kupierens nach einiger Zeit nicht mehr versuchen zu fliegen, kleinere Enten hingegen immer wieder versuchen, durch Fliegen einem Stressor aus dem Weg zu gehen, was dann zum Überschlagen der kupierten Enten führen kann. Das Flugunfähig machen ist somit immer speziesabhängig zu bewerten.

Hierfür hat Dollinger eine Kategorisierung zur Haltung von Vögeln angegeben, die wie folgt lautet (Dollinger et al. 2013):

A) Flugfähig im Freilauf gehalten werden können:

- Nicht invasive, standorttreue Hühnervögel (Galliformes), wie Pfau, Ohrfasanen, Silberfasan, Helmpferlhuhn, Wildtruthuhn, ferner Haustauben

*B) Flugunfähig gut in Freigehegen zu halten sind
(nebst den von Natur aus flugunfähigen Arten):*

- Größere Lappentaucher (Podicipediformes)
- Pelikane (Pelecanidae)
- Flamingos (Phoenicopteridae)
- die meisten Gänsevögel (Anseriformes)
- größere Störche (Ciconiidae), z.B. Marabus (Leptoptilus spp.)
- Sekretär (Sagittarius serpentarius)
- Kraniche (Gruidae)
- große Trappen (Otididae)

*C) Gleichwertige Haltung in allseits geschlossenen Gehegen oder Freigehegen ist möglich
beifolgenden Taxa:*

- Tölpel (Sulidae)
- Kormorane (Phalacrocoracidae)
- Schlangenhalsvögel (Anhingidae)
- mittelgroße Störche (Ciconiidae, z.B. Schwarzstorch (Ciconia nigra))
- die unter A) genannten Hühnervögel (Galliformes)
- Schuhschnabel (Balaeniceps rex)
- mittelgroße Trappen (Otididae)
- Seriemas (Cariamidae)
- Hornraben (Bucorvus spp.)

*D) Nur flugfähig in allseits geschlossenen Gehegen (Volieren, Ökosystemhallen o.ä.)
sollten gehalten werden*

- Reiher (Ardeidae)
- Greifvögel (Falconiformes), außer falknerische Haltung und Sekretär (Sagittarius serpentarius)
- Papageien (Psittaciformes)
- Eulen (Strigiformes)
- Hornvögel (Coraciiformes), ausgenommen Hornraben (Bucorvus spp)
- Sperlingsvögel (Passeriformes)

Somit sieht Dollinger vor allem die Vögel aus Kategorie B dafür prädestiniert, flugunfähig gemacht auf großen Freianlagen gehalten zu werden. Er sieht hier allerdings die Gefahr im Entweichen bei beschnittenen Vögeln, da nicht alle Tiere gleich mausern und die entwichenen Tiere dann durch Nahrungsmangel, Feindbegegnung oder klimatischen Veränderungen einen negativen Einfluss auf ihr Wohlbefinden hätten. Zudem ist das Entweichen aus dem Gehege laut Bundesnaturschutzgesetz §42 (3) 3 untersagt, damit die lokale Biodiversität erhalten bleibt und keine gebietsfremden, invasiven Arten, zu denen entwichene Zoovögel zählen, die einheimischen Arten verdrängen, was somit zu Veränderungen im Ökosystem führen würde.

Da zoologische Einrichtungen nicht nur den Bildungsauftrag und Forschungsauftrag haben, sondern auch den Auftrag Artenschutz zu betreiben, liegt es im Interesse der zoologischen Einrichtungen, sowohl die heimische Fauna zu schützen als auch eine genetisch stabile ex situ Population der bedrohten Tierarten zu erhalten. Sollte somit die Haltung flugunfähig gemachter Vögel eingestellt werden, würde dies auch Auswirkungen auf die ex situ Populationen haben, da zoologische Einrichtungen die Haltung dieser Tiere wahrscheinlich beenden würden (Dollinger et al. 2013).

Bračko, King und Klausen hingegen sehen im Zeigen von flugunfähig gemachten Vögeln eine falsche Realität und hinterfragen die ethische Aufrichtigkeit dieser zoologischen Einrichtungen (Bračko und King, 2013; Klausen 2014). Sie sehen Volieren auch als Schutz vor Prädatoren an, da die flugunfähigen Tiere auf Freianlagen nicht vor Feinden fliehen könnten, die Masche der Volieren hingegen vor dem Eindringen von Prädatoren schützen kann. Allerdings ist das Eindringen von Prädatoren auch nicht immer auszuschließen, da es auf die Größe der Masche ankommt und gerade bei großen Volieren eine größere Masche aus statischen Gründen gewählt wird (Reese et al. 2020a).

Vinke et al empfehlen zusätzlich einen 3 Punkte Plan, um die Entscheidung einen Vogel flugunfähig zu machen besser abwägen zu können. Man sollte hier nicht nur nach der Vogelart entscheiden, sondern alle Gegebenheiten evaluieren. Zunächst sollte man Daten zur Biologie des Vogels sammeln, wozu er zum Beispiel seine Flügel nutzt, sowie zur Haltung insgesamt und zum vorhandenen Management. Dann muss kritisch hinterfragt werden, ob das Flugunfähigigmachen nur das Management erleichtert oder das Wohlbefinden des Tieres steigern würde. Zuletzt müsse man abwägen, ob die permanenten oder reversiblen Methoden angewandt werden sollten, wobei darauf zu achten ist, ob der Vogel an Menschen gewöhnt ist und somit keinen Stress beim Einfangen haben würde. Ein ideales Gehege sollte das Ausleben aller Verhaltensweisen eines Vogels erlauben (Paul-Murphy et al. 2016). Ob ein Vogel in einer Voliere diese alle ausleben kann, hängt von der Größe der Voliere ab. Flugunfähig gemachte Vögel sind meist große Tiere, die beim Starten zum Fliegen viel Anlauf brauchen, daher müssten die Volieren entsprechend groß sein. Aufgrund statischer und finanzieller Gegebenheiten ist es den zoologischen Einrichtungen oft nicht möglich solche Volieren einzurichten und führt

dazu, dass die Tiere in kleineren Volieren gehalten werden. Diese Haltung in kleineren Volieren ist kritisch zu betrachten und der Haltung flugunfähig gemachter Vögel auf großen Freianlagen vorzuziehen (Dollinger et al. 2013).

Ob nun das Flugunfähigmachen sich negativ auf das Wohlbefinden der Vögel auswirkt und die Vögel wirklich nur aufgrund der Feindvermeidung und der Migration fliegen (Woods et al. 2022), sollte wissenschaftlich untersucht werden, wobei diese wissenschaftlichen Untersuchungen bisher limitiert und schwierig zu verallgemeinern sind.

Dies betont auch Dollinger, es fehlen Forschungsarbeiten zum Einfluss auf das Wohlbefinden der Tiere durch das Flugunfähigmachen und ob die Tiere dadurch Stress erfahren (Dollinger et al. 2013).

2.4 Stress beim Vogel

2.4.1 Physiologie Stress

Wenn sich ein Tier in seinem physiologischen und emotionalen Gleichgewicht befindet, muss sein Organismus in einem stabilen Zustand bleiben. Hierfür hat jeder Organismus ein System an physiologischen Prozessen, die auf Veränderungen reagieren und diese kompensieren, damit das innere Milieu nicht geschädigt wird. Dieses System nennt sich Homöostase (Charmay 2016). Wenn Tiere beispielsweise durch sogenannte Stressoren aus ihrem physiologischen und emotionalen Gleichgewicht, der Homöostase, gebracht werden, findet eine Stressreaktion statt (Kappeler 2017). Eine Stressreaktion ist somit eine Anpassungsreaktion, die durch einen Stressor ausgelöst werden kann. Es werden dann das Locus-coeruleus /Noradrenalin System (LC/NAS) mit dem sympathischen Nervensystem, sowie die Hypothalamus-Hypophysen-Nebennieren-Achse (HHNA) aktiviert (Wippert und Beckmann 2009). Hierbei wird eine neuroendokrinologische Kaskade ausgelöst, bei der das Adrenocorticotrope Hormon (ACTH) durch die Hypophyse freigesetzt wird, was zur weiteren Freisetzung von Adrenalin aus dem Nebennierenmark und Glucocorticoiden aus der Nebennierenrinde ins Blut führt.

Die Freisetzung dieser Hormone dient dazu, dem Tier die Möglichkeit zu geben, auf die Stressoren zu reagieren, zum Beispiel durch die „Kampf- oder Fluchtreaktion“ (Kappeler 2017). Das Ausschütten des Adrenalins führt vor allem zu kurzzeitig verfügbaren Energiereserven, die dem Tier eine sofortige Reaktion auf die Stressoren ermöglicht (Siegel 1980). Die Aktivierung der HHNA führt beim Vogel zum Ausschütten von Kortikosteron ins Blut, welches dem Kortisol beim Säugetier gleichgesetzt werden kann und der längerfristigen Reaktion auf Stressoren dient (Blas 2015; Sheriff et al. 2011).

Das Aktivieren beider Systeme, der HHNA und des LC/NAS, soll den Organismus optimal an die Veränderungen anpassen. So werden mehrere Körperfunktionen erhöht, wie zum Beispiel

der Puls und die Atemfrequenz, der Blutdruck und das Herzzeitvolumen. Eine erhöhte Sensitivität der Blutdruckrezeptoren, eine erhöhte Gefäßkontraktilität, sowie eine Umverteilung der Durchblutung mit Konzentration auf die quergestreifte Muskulatur, das Gehirn und den Herzmuskel und die vermehrte Verfügbarkeit von Glucose, Aminosäuren und freien Fettsäuren im Blut, ermöglichen es dem Körper, optimal zu reagieren. Die ausgeschütteten Glucocorticoide hemmen die Kollagen- und Glycosaminoglycan Synthese und den Knochenneubau und unterdrücken die reproduktive Funktion. So werden die Aktivitäten zweitrangiger Funktionen kurzfristig herabgesetzt und die überlebenswichtigen Funktionen unterstützt (Wippert und Beckmann 2009).

Der Prozess, der zum Erreichen der Stabilität nach der Veränderung gebraucht wird, nennt sich Allostase. Sie ist die Hilfe, die zum Adaptieren benötigt wird (McEwen und Wingfield 2010).

Die Summe der Energie, die der Organismus zu einem bestimmten Zeitpunkt fordert, wird allostatische Belastung genannt, bei der zwei Typen unterschieden werden. Bei Typ 1 muss Energie mobilisiert werden, was zu einem Überschreiten des Energiebedarfs führt und somit eine negative Energiebalance zur Folge hat. Es handelt sich hier um einen kurzzeitigen Zustand, welcher aber zum Beispiel zu Gewichtsverlust und einem Unterdrücken der Reproduktion führen kann. Typ 2 hingegen betrifft eine Langzeitreaktion und führt zu chronischen Glucocorticoid Ausschüttungen, welche zu pathologischen Veränderungen führen können (Blas 2015). Das Prinzip der allostatischen Belastung wird immer wieder aufgegriffen und zuletzt von Romero 2009 erweitert, indem er das „Reactive Scope Model“ entwarf (Romero et al. 2009).

Glucocorticoide sind immer im Blut vorhanden. Die Konzentration von Glucocorticoiden in der Homöostase nennt man basale Glucocorticoid Konzentration. Durch eine sogenannte Habituation hingegen kann es aufgrund der Abnahme der Reaktionsintensität auf einen wiederholten Reiz, zu einer geringeren Ausschüttung von Glucocorticoiden kommen und somit zu gleichbleibenden Glucocorticoid Werten in Bezug auf die basalen Glucocorticoid Werte (Cyr und Romero 2009). Ein Organismus kann sich auch auf bestimmte Reize einstellen und passt sich demnach vorausschauend an. So führt zum Beispiel die Saisonalität bei Vögeln zu keinem Anstieg der Glucocorticoid Konzentrationen, da sie sich auf externe und interne Umwelteinflüsse einstellen können, wie das Beispiel des Distelfinken zeigt. Trotz Temperaturen bis zu -20 Grad Celsius konnten keine erhöhten Glucocorticoid Konzentrationen nachgewiesen werden (Dawson et al. 1992).

Die Messung von Glucocorticoiden beim Säugetier basiert vor allem auf Untersuchungsmaterialien wie Kot, Blut, Speichel oder Urin (Palme et al. 2018). In Blut und Speichel werden vor allem kurzzeitige und in Urin und Kot mittelfristige Anstiege von Glucocorticoiden untersucht. Um Langzeitmessungen für Glucocorticoide zu realisieren eignen sich Federn oder Haare, da

festgestellt wurde, dass sich die Glucocorticoid Konzentrationen, die frei im Blut zirkulieren, auch in Haaren oder Federn während ihres Wachstums einlagern (Harris et al. 2016). Somit gewann die Messung von Kortisol in Haaren und Kortikosteron in Federn immer mehr an Bedeutung.

2.4.2 Feder Kortikosteron

Mit der Bestimmung von Feder Kortikosteron wurde eine Möglichkeit gefunden, Langzeitstress bei Vögeln zu messen (Bortolotti et al. 2018). Diese Methode erlaubte es, neue Fragestellungen zur Ökologie und Gesundheit von Vögeln wissenschaftlich anhand von Feder Kortikosteron Messungen erörtern zu können (Bortolotti et al. 2009). Die Messung von Feder Kortikosteron wurde somit nicht nur ein wertvolles Instrument für den Naturschutz (Jenni-Eiermann et al., 2020), sondern ist auch zur Evaluierung des Wohlbefindens bei Nutztieren wie zum Beispiel Legehennen eingesetzt worden (Häffelin et al. 2020; Lee et al. 2022).

Als Stärken des Feder Kortikosteron werden vor allem die minimalinvasive Probenentnahme als auch die langfristige Kortikosteron Exposition übers Federwachstum hinweg gesehen, welche das Basislevel an Kortikosteron, sowie die Reaktionen auf Stressoren inkludiert (Romero und Fairhurst 2016). Es gibt zahlreiche Studien, die auf der Messung von Feder Kortikosteron basieren. Hierbei wurden verschiedene Zusammenhänge zwischen Feder Kortikosteron und zahlreichen physiologischen Gegebenheiten betrachtet. So konnten zum Beispiel keine Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Tieren in Bezug auf die Feder Kortikosteron Werte erfasst werden (Adámková et al. 2019; Bosholn et al. 2020; Monclús et al. 2020; Reese et al. 2020b). Unterschiede wurden jedoch vielfach in verschiedenen Altersklassen der untersuchten Tiere gefunden, wobei die Feder Kortikosteron Konzentration mit zunehmendem Alter oft sank (Adámková et al. 2019; Johns et al. 2018). Es gibt auch Studien, die keinen Zusammenhang zwischen dem Alter und der Feder Kortikosteron Konzentration der Tiere darstellen konnten (Bosholn et al. 2020; Reese et al. 2020b).

Neben den physiologischen Gegebenheiten wurden auch mehrfach äußere Einflüsse beurteilt, welche sich auf die Feder Kortikosteron Werte auswirken könnten. Zum Beispiel konnte dargestellt werden, dass ein Einrichtungswechsel in Volieren von Kiefernähern zu einem Anstieg der Feder Kortikosteron Werte bei den Tieren führen konnte (Fairhurst et al. 2011).

Das Fangen von Tieren führte ebenso zu einer Beeinflussung der Feder Kortikosteron Werte, da hier der Zeitpunkt des Fangens von Kondoren mit deren höheren Feder Kortikosteron Werten in Verbindung gebracht werden konnte (Glucs et al. 2018).

Einige Autoren befassten sich außerdem mit der Thematik, inwieweit Futterumstellungen die Feder Kortikosteron Werte beeinflussen könnten. Hierbei wurde zum Beispiel bewiesen, dass Küken, die mit einer restriktiven Fütterung aufwuchsen, höhere Feder Kortikosteron Werte

zeigten als Küken, die mit einer normalen Futterration aufwuchsen (Will et al. 2014). Futterbedingter Stress konnte zum Beispiel sowohl beim Nashornalk (Will et al. 2015) als auch beim Steinwälzer nachgewiesen werden (Aharon-Rotman et al. 2016).

Die Fitness der Tiere scheint hingegen keinen Einfluss auf die Feder Kortikosteron Werte zu haben (Boves et al. 2016). Jedoch führten äußere Einflüsse, bei denen die Tiere mehr Energie aufbringen mussten, zu höheren Feder Kortikosteron Werten (Johns et al. 2018). Ebenso wurden oft Zusammenhänge zwischen dem Brutgeschehen der Vögel und ihren Feder Kortikosteron Werten erfasst. So konnten bei Rauchschnalben vor und nach der Brut unterschiedliche Werte gemessen werden (Adamkova et al. 2019). Beim Waldrapp kam es bei niedrigen Feder Kortikosteron Werten zu einem Bruterfolg, bei höheren Werten nicht. Hingegen wurden bei Truthühnern aus einer Zuchtlinie, die mehr Eier legt als andere Linien, höhere Werte erfasst (Leishman et al. 2021). Bei Eiderenten und Schneegansen konnten hingegen keine Zusammenhänge zwischen Feder Kortikosteron und der Zucht dargestellt werden (Legagneux et al. 2013). Wobei hier die Feder Kortikosteron Werte der Eiderenten positiv durch die Spatsommertemperaturen beeinflusst wurden. Unterschiedliche Temperaturen scheinen ebenfalls zu einer Beeinflussung der Feder Kortikosteron Werte zu führen, was bei mehreren Studien mit Hühnern gezeigt wurde (Kim et al. 2021; Lee et al. 2022). Außerdem scheint Licht einen Einfluss zu haben. So wurden bei Hennen, bei denen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang imitiert wurden, bessere Legeleistungen und niedrigere Feder Kortikosteron Werte ermittelt (Feuerborn 2022).

2.4.3 Bestimmung von Feder Kortikosteron

Bortolotti konnte in einer ersten Studie den Zusammenhang zwischen frei zirkulierendem Kortikosteron und in Federn eingelagertem Kortikosteron bei Rothuhnern darstellen und zusätzlich eine Erhöhung des Feder Kortikosterons nach Stresssituationen bei Rothuhnern ermitteln (Bortolotti et al. 2018).

Dieser Zusammenhang zwischen Kortikosteron Konzentrationen im Blutplasma und den Feder Kortikosteron Konzentrationen wurde in weiteren Studien bestätigt (Aharon-Rotman et al. 2021; Fairhurst et al. 2013; Fischer et al. 2017). Ebenso besteht eine Korrelation zwischen der Lokalisation und der Farbe der Feder und den darin ermittelten Kortikosteron Werten. Hierbei sollten immer Federn mit der gleichen Morphologie untersucht werden (Bortolotti et al. 2009; Fischer et al. 2017; Häffelin et al. 2020; Harris et al. 2016). So erhöhte zum Beispiel das Vorhandensein von Melanin die Einlagerung von Kortikosteron in der Feder (Jenni-Eiermann et al. 2018).

Beim Interpretieren der Feder Kortikosteron Werte sollte immer beachtet werden, dass es gerade bei mehreren Individuen oft unklar ist, wann die Mauser stattfand und welchen Zeitraum die gemessenen Werte genau abbilden (Romero und Fairhurst 2016). Weiterhin scheint die

Bearbeitung der Proben, ob die Federn klein geschnitten oder pulverisiert wurden, Auswirkungen auf die gemessenen Feder Kortikosteron Werte zu haben (Freeman und Newman 2018). Ebenso ist der gewählte Standard ausschlaggebend, ob die Federlänge (Bortolotti et al. 2018) oder die Federmasse (Freeman und Newman 2018; Mikkelsen et al. 2022) genutzt wird. Nichtsdestotrotz gewinnt die Feder Kortikosteron Messung als tierbasierter Indikator für das Wohlbefinden bzw. für Stress bei Vögeln immer mehr an Bedeutung (Häffelin et al. 2020; Jenni-Eiermann et al. 2020; Lee et al. 2022).

Ergebnisse neuer Studien evaluierten eine neue Probenentnahmetechnik, das Federschneiden, als ebenso verlässliche Variante wie das Federrupfen. Durch das Federschneiden ist somit eine schmerzfreie, weniger invasive Entnahmetechnik für Proben zur Ermittlung des Feder Kortikosteron möglich (Voit et al. 2020).

2.5 Definition Wohlbefinden

Das Wohlbefinden eines Tieres beschreibt den subjektiven Zustand, welcher durch die körperliche und psychische Verfassung des Tieres festgelegt wird, unabhängig von gesellschaftlichen Ansichten die das Wohlbefinden betreffen (Hosey et al. 2013). Es wird als „der Zustand körperlicher und geistlicher Harmonie des Tieres in sich und mit der Umwelt“ definiert (Hirt et al. 2016; Lorz und Metzger 2008), der „durch Freiheit von Schmerzen und Leiden charakterisiert wird“.

Gesundheit und Normalverhalten gelten als Anzeichen für das Wohlbefinden (Pollmann und Tschanz 2006). Gerade in der Nutztierhaltung gewinnt das Wohlbefinden des Tieres auf gesellschaftlicher und politischer Ebene immer mehr an Bedeutung (Mondon et al. 2017). Bereits 1979 wurde in Großbritannien das Farm Animal Welfare Committee (FAWC) gegründet, um Verbesserungen und Bewertungen des Tierwohls vornehmen zu können. Basierend darauf wurden die „Fünf Freiheiten“ deklariert, um das Wohlbefinden eines Tieres zu bewerten. Daniel Wawrzyniak übersetzte sie folgendermaßen aus dem Englischen aus dem Farm Animal Council:

1. Freisein von Hunger und Durst – durch Zugang zu frischem Wasser und einer Ernährung, die Gesundheit und Vitalität aufrechterhält
2. Freisein von Unwohlsein – durch die Bereitstellung einer angemessenen Umgebung, die Behausung und bequeme Ruheplätze beinhaltet
3. Freisein von Schmerz, Verletzung und Krankheit – durch Vorbeugen oder schnelle Diagnostizierung und Behandlung
4. Freiheit, normales Verhalten auszuleben – durch Bereitstellung ausreichenden Platzes, angemessener Anlagen/Räumlichkeiten und Gesellschaft durch Artgenossen

5. Freisein von Angst und Stress – durch ein Sicherstellen von Lebensbedingungen und Behandlung, die mentales Leid vermeiden (Wawrzyniak 2019).

Wenn all diese Freiheiten erfüllt sind, sollte das Tier auf einem angemessenen Niveau seines Wohlbefindens sein (Hosey et al. 2013).

Hierzu gab es aber bereits Kritiken, dass das FAWC sich mit den 5 Freiheiten nur auf die negativen Aspekte des Wohlbefindens beziehen würde und es darauf basierend schwierig ist, ein zufriedenstellendes Tierschutzniveau im ethischen Sinne zu erreichen (McCulloch 2013). Ebenfalls scheinen die kulturellen Unterschiede, wie Tiere behandelt werden, die Herangehensweise an die Forschung zum Thema Wohlbefinden zu beeinflussen (Fraser 2008).

2.6 Definition Leiden

Ist das Wohlbefinden beeinträchtigt, spricht man von Leiden. Somit können Abweichungen vom Normalverhalten ein Leiden anzeigen. Leiden umfasst „alle nicht bereits vom Begriff des Schmerzes umfassten Beeinträchtigungen im Wohlbefinden, die über ein schlichtes Unbehagen hinausgehen und eine nicht ganz unwesentliche Zeitspanne fortauern“ (Pollmann und Tschanz 2006).

Dem Tierschutzrecht nach werden Leiden durch „der Wesensart des Tieres zuwiderlaufende, instinktwidrige und vom Tier gegenüber seinem Selbst- und Arterhaltungstrieb als lebensfeindlich empfundene Einwirkungen und durch Beeinträchtigungen seines Wohlbefindens verursacht“ (Hirt et al. 2016). Ein Tier kann leiden, wenn es durch sein arttypisches Verhalten oder eine Verhaltensanpassung eine unzureichende Bewältigungsfähigkeit erfährt, indem es zum Beispiel durch sein Normalverhalten nicht seinen Bedürfnissen nachkommen kann (Pollmann und Tschanz 2006). Weiterhin wird im Deutschen Tierschutzgesetz die Angst unter Leiden subsumiert.

2.7 Ziele der Arbeit und Hypothesen

In dieser Studie sollen die Einflüsse des Flugunfähigmachens auf das Wohlbefinden bei Rosapelikanen evaluiert werden. Hierfür soll das Verhalten der Rosapelikangruppen ausgewertet werden und in Kombination mit der Untersuchung von Feder Kortikosteron etwaige Zusammenhänge von Verhalten, Flugfähigkeitsstatus und Lebensparametern dargestellt werden. Die zu untersuchenden Pelikane wurden anhand ihres Flugstatus in folgende 3 Gruppen eingeteilt: flugfähig, irreversibel flugunfähig, reversibel flugunfähig.

Es wurden folgende Fragestellungen bearbeitet:

- Gibt es signifikante Unterschiede der durchschnittlichen Feder Kortikosteron Werte in den 3 Untersuchungsgruppen?
- Gibt es signifikante Unterschiede der durchschnittlichen Aktivitätsbudgets in den 3 Untersuchungsgruppen?
- Gibt es signifikante Korrelationen zwischen den Feder Kortikosteron Werten und einem der erfassten Lebensparameter?
- Gibt es signifikante Korrelationen zwischen den Feder Kortikosteron Werten und einer Verhaltensweise?

Hypothese 1:

Rosapelikane haben aufgrund der Einschränkung, dass sie nicht fliegen können, Stress erfahren und weisen daher hohe Feder Kortikosteron Werte auf.

Hypothese 2:

Rosapelikane, die reversibel flugunfähig gemacht werden, weisen höhere Feder Kortikosteron Werte auf als irreversibel flugunfähig gemachte Tiere, da sie durch das regelmäßige Einfangen zum Beschneiden Stress erfahren.

Hypothese 3:

Der Flugstatus hat keinen signifikanten Einfluss auf die Feder Kortikosteron Werte und somit keinen Einfluss auf das Wohlbefinden der Rosapelikane.

3 Material und Methoden

3.1 Ethik

In dieser Studie wurden Federn von Rosapelikanen gezogen, um darin die Kortikosteron Werte zu ermitteln. Hierbei wurde das Deutsche Tierschutzgesetz, sowie die RICHTLINIE 2010/63/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES berücksichtigt.

Es wurde in den teilnehmenden Bundesländern ein Tierversuchsantrag gestellt, welcher unter folgender Genehmigungsnummer bewilligt wurde: 55.2 DMS 2532-2-337.

Die Tiere wurden beim routinemäßigen Einfangen zum Winter hin beprobt, um ein zusätzliches Fangen der Tiere für die Studie zu vermeiden und so im Sinne der 3R (Replace, Reduce, Refine) zu handeln.

3.2 Zoologische Einrichtungen und ihre Pelikangruppen

Innerhalb des Verbandes der Zootierärzte (VZT) wurde die Menge der teilnehmenden deutschen Zoos, welche Rosapelikane in ihrem Bestand halten, mit Hilfe einer Umfrage ermittelt.

Zielführend haben 21 zoologische Institutionen teilgenommen, wobei eine Institution zwei Gruppen Rosapelikane hielt, welche als zwei selbstständige Gruppen deklariert wurden.

Nachfolgend werden die zoologischen Einrichtungen dem Alphabet folgend mit Buchstaben bezeichnet:

Zoologische Einrichtung *a* - Zoologische Einrichtung *v*.

Alle teilnehmenden zoologischen Einrichtungen samt ihrer Anzahl der Pelikane, welche in der Verhaltensbeobachtung eingeschlossen wurden, befinden sich in Tabelle 1.

Tabelle 1: Aufstellung der zoologischen Einrichtungen und der Anzahl der gehaltenen Rosapelikane

Zoologische Einrichtung	Anzahl der gehaltenen Pelikane
<i>a</i>	16
<i>b</i>	10
<i>c</i>	3
<i>d</i>	16
<i>e</i>	13
<i>f</i>	5
<i>g</i>	25

Zoologische Einrichtung	Anzahl der gehaltenen Pelikane
<i>h</i>	16
<i>i</i>	8
<i>j</i>	4
<i>k</i>	10
<i>l</i>	9
<i>m</i>	4
<i>n</i>	4
<i>o</i>	16
<i>p</i>	10
<i>q</i>	3
<i>r</i>	8
<i>s</i>	9
<i>t</i>	10
<i>u</i>	5
<i>v</i>	8

3.3 Verhaltensbeobachtung

Die Verhaltensbeobachtung der Pelikangruppen mit insgesamt 215 Rosapelikanen erfolgte in dem Zeitraum Mai 2016 bis September 2016. Die Beobachtungen erfolgten pro Pelikangruppe an 3 aufeinanderfolgenden Tagen, jeweils 2-mal am Tag über eine Dauer von jeweils 2 Stunden. Die Daten wurden alle 3 Minuten auf einem Tablet mittels einer Scan-Sampling-Methode eingegeben. Diese wurden dann durch das Programm „The Observer“ der Firma Noldus analysiert.

Die Rosapelikane wurden in 3 Testgruppen anhand ihres Flugfähigkeitsstatus wie folgt eingeteilt:

- irreversibel (kupierte und extirpierte Individuen),
- reversibel (beschnittene Individuen)
- flugfähig (vollständig befiederte Pelikane)

Die Einteilung der Rosapelikane nach ihrem Flugstatus pro zoologische Einrichtung wird in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Aufstellung der gehaltenen Rosapelikane nach ihrem Flugstatus in den zoologischen Einrichtungen

Zoologische Einrichtung	Anzahl der gehaltenen irreversibel flugunfähigen Pelikane	Anzahl der gehaltenen reversibel flugunfähigen Pelikane	Anzahl der flugfähigen Pelikane
<i>a</i>	17	1	0
<i>b</i>	10	0	0
<i>c</i>	3	0	0
<i>d</i>	9	7	0
<i>e</i>	9	5	0
<i>f</i>	5	0	0
<i>g</i>	26	0	0
<i>h</i>	16	0	0
<i>i</i>	8	0	0
<i>j</i>	4	0	0
<i>k</i>	6	4	0
<i>l</i>	8	0	1
<i>m</i>	0	0	4
<i>n</i>	4	0	0
<i>o</i>	14	2	0
<i>p</i>	4	6	0
<i>q</i>	0	3	0
<i>r</i>	4	4	0
<i>s</i>	7	0	2
<i>t</i>	6	4	0
<i>u</i>	3	2	0
<i>v</i>	0	8	0

Die Lebensparameter der einzelnen Tiere wurden ebenfalls aufgezeichnet.

Das folgende Ethogramm, dargestellt in Tabelle 3, wurde für die Verhaltensbeobachtung anhand einer eigenen Beobachtung der Rosapelikangruppe im Vogelpark Marlow, sowie mit Hilfe der Studien von Inge Meischner 1958 (Verband Deutscher Zoodirektoren et al. 1949), sowie der Verhaltensbeobachtung von braunen Pelikanen durch V. Gokula im Jahr 2011 (Gokula 2012), erstellt.

Tabelle 3: Ethogramm des Rosapelikans

Verhaltensweise	Definition
bewegen	Rosapelikane bewegen sich, indem sie ihr Gewicht von einer Seite zur anderen verlagern und einen Fuß nach dem anderen aufsetzen. Sie setzen den Fuß erst mit dem Ballen auf, um dann über die Zehen abzurollen. Pelikane können sich mit unterschiedlicher Geschwindigkeit bewegen und öffnen manchmal dabei die Flügel, um die Balance zu halten.
dehnen	Rosapelikane können sich auf verschiedene Arten dehnen. Einerseits strecken sie ihren Kopf nach vorne in die Horizontale, während sie ihre Flügel zurückziehen. Andererseits strecken sie Fuß und Flügel der gleichen Seite zur selben Zeit nach hinten.
putzen	Rosapelikane können sich auf verschiedene Weisen putzen. Bei allen Arten kann man den Kontakt des Schnabels mit den Federn des Tieres erkennen. Pelikane können alle Federn zeitgleich aufstellen und dann wieder ablegen. Das Kratzen gehört ebenfalls zum Putzen dazu, wobei sie sich vor allem mit dem Fuß am Kopf kratzen. Während des Sonnenbadens öffnen Pelikane ihre Flügel beidseits, um die Federn zu trocknen.
schwimmen	Rosapelikane schwimmen im Wasser, indem sie mit ihren Füßen paddeln.
ruhen	Das Ruhen wird dadurch gekennzeichnet, dass der Rosapelikan auf beiden Füßen steht oder liegt und dabei die Augen offen oder geschlossen hat. Der Kopf wird zurückgezogen und liegt auf dem Rücken, wobei der Schnabel teilweise im Federkleid des Rückens abgelegt wird.
Futter suchen	Um Fisch im Wasser zu fangen, tauchen Rosapelikane ihren Kopf mit geöffnetem Schnabel unter.
soziale Verhaltensweisen	Als soziale Verhaltensweisen werden die Interaktionen zwischen mehreren Rosapelikanen bezeichnet.
wachsam	Ein Rosapelikan gilt als wachsam, wenn er seinen Hals und Kopf nach oben streckt und die Augen geöffnet sind.
flattern	Flattern wird dadurch gekennzeichnet, dass der Rosapelikan sich fortbewegt und dabei mit den Flügeln auf und ab schlägt.
fliegen	Der Rosapelikan fliegt, wenn er durch das Auf und Abschlagen der Flügel in der Horizontalen ist und keine Verbindung mehr zum Boden hat.

3.4 Probenentnahme

Die Probenentnahme erfolgte im Winter 2016, zeitgleich mit den Fangaktionen in den zoologischen Einrichtungen zur Umquartierung der Rosapelikane in ihre Winterquartiere. Hierbei wurden Federn auf dem Rücken zwischen den Schulterblättern der Tiere gezogen. Es wurden 5 bis 10 Federn gezogen, um eine finale Gesamtlänge von 20 Zentimetern pro Pelikan zu erreichen, welche für die Laboruntersuchung benötigt wurde.

Pro Gruppe wurden mindestens 10 Tiere, welche randomisiert ausgesucht wurden, beprobt. Bei Gruppengrößen unter 10 Tieren wurden alle Tiere beprobt. Flugfähige Pelikane wurden immer beprobt. Insgesamt ergab sich somit Probenmaterial von 182 Rosapelikanen.

Die Anzahl der Federproben pro Zoo sind in Tabelle dargestellt.

Tabelle 4: Anzahl der beprobten Tiere pro zoologische Einrichtung

Zoologische Einrichtung	Anzahl der beprobten Tiere
<i>a</i>	10
<i>b</i>	10
<i>c</i>	3
<i>d</i>	16
<i>e</i>	13
<i>f</i>	5
<i>g</i>	10
<i>h</i>	11
<i>i</i>	8
<i>j</i>	4
<i>k</i>	10
<i>l</i>	9
<i>m</i>	4
<i>n</i>	4
<i>o</i>	12
<i>p</i>	10
<i>q</i>	3
<i>r</i>	8
<i>s</i>	9
<i>t</i>	10
<i>u</i>	5
<i>v</i>	8

Die Federproben wurden in Papierbriefumschlägen sofort trocken und dunkel bei Zimmertemperatur gelagert und nach 6 Monaten ins Labor der Autonomen Universität Barcelona (UAB) gebracht.

Die Rosapelikane wurden bei der Probenentnahme nach ihrem Flugstatus eingeteilt. So wurden 7 *flugfähige* Tiere, 6 *exstirpierte*, 128 *kupierte* und 41 *beschnittene* Rosapelikane beprobt. Die Verteilung ist in Abbildung 1 dargestellt.

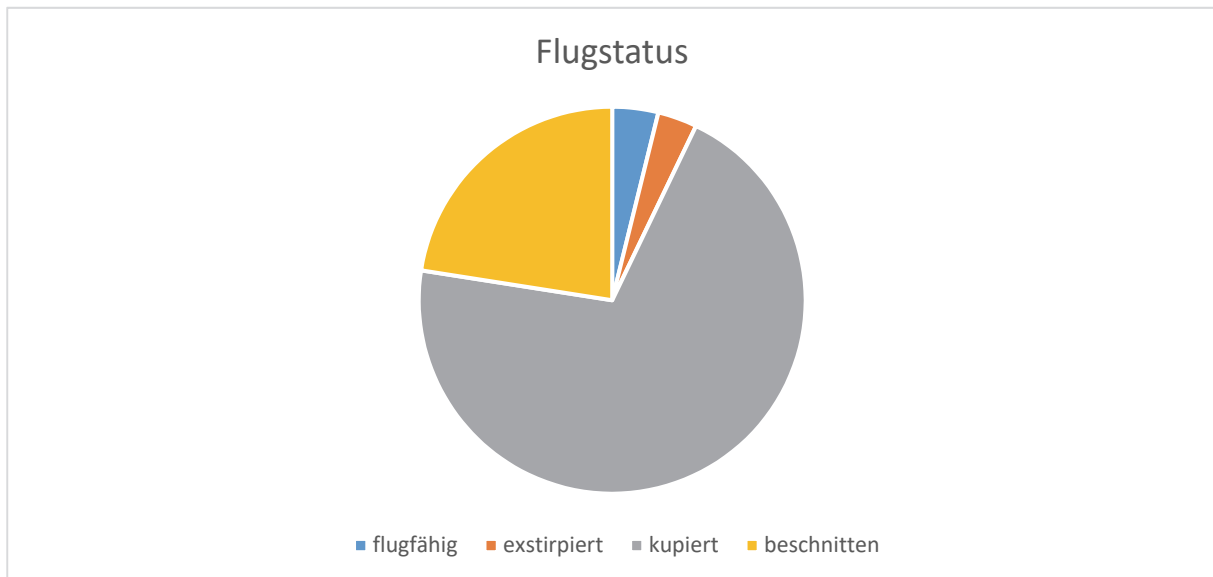


Abbildung 1: Verteilung der beprobten Rosapelikane nach ihrem Flugstatus

Die Verteilung der beprobten Rosapelikane nach ihrem Geschlecht ist in Abbildung 2 dargestellt. Das Verhältnis von männlichen zu weiblichen Tieren war fast ausgeglichen, da 98 weibliche Tiere und 84 männliche Tiere beprobt wurden.



Abbildung 2: Verteilung der beprobten Rosapelikane nach ihrem Geschlecht

Die Verteilung der Rosapelikane nach ihrem Alter wird in Abbildung 3 dargestellt. Es wurden 175 adulte Rosapelikane (> 3 Jahre), 4 subadulte Rosapelikane (1 - 3 Jahre) und 3 juvenile Rosapelikane (< 1Jahr) beprobt.

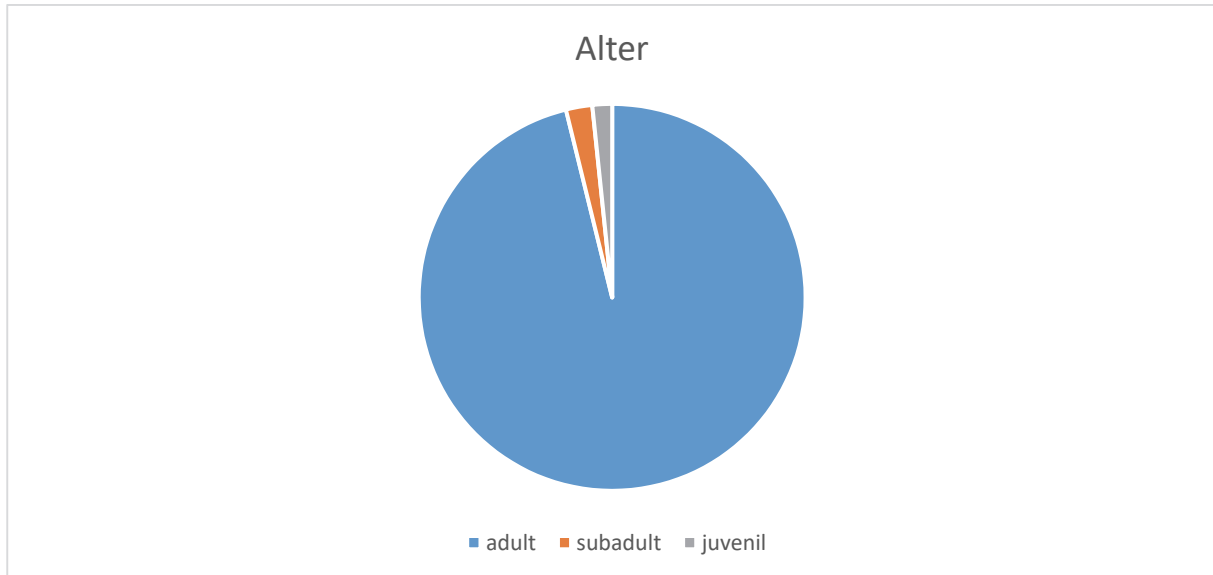


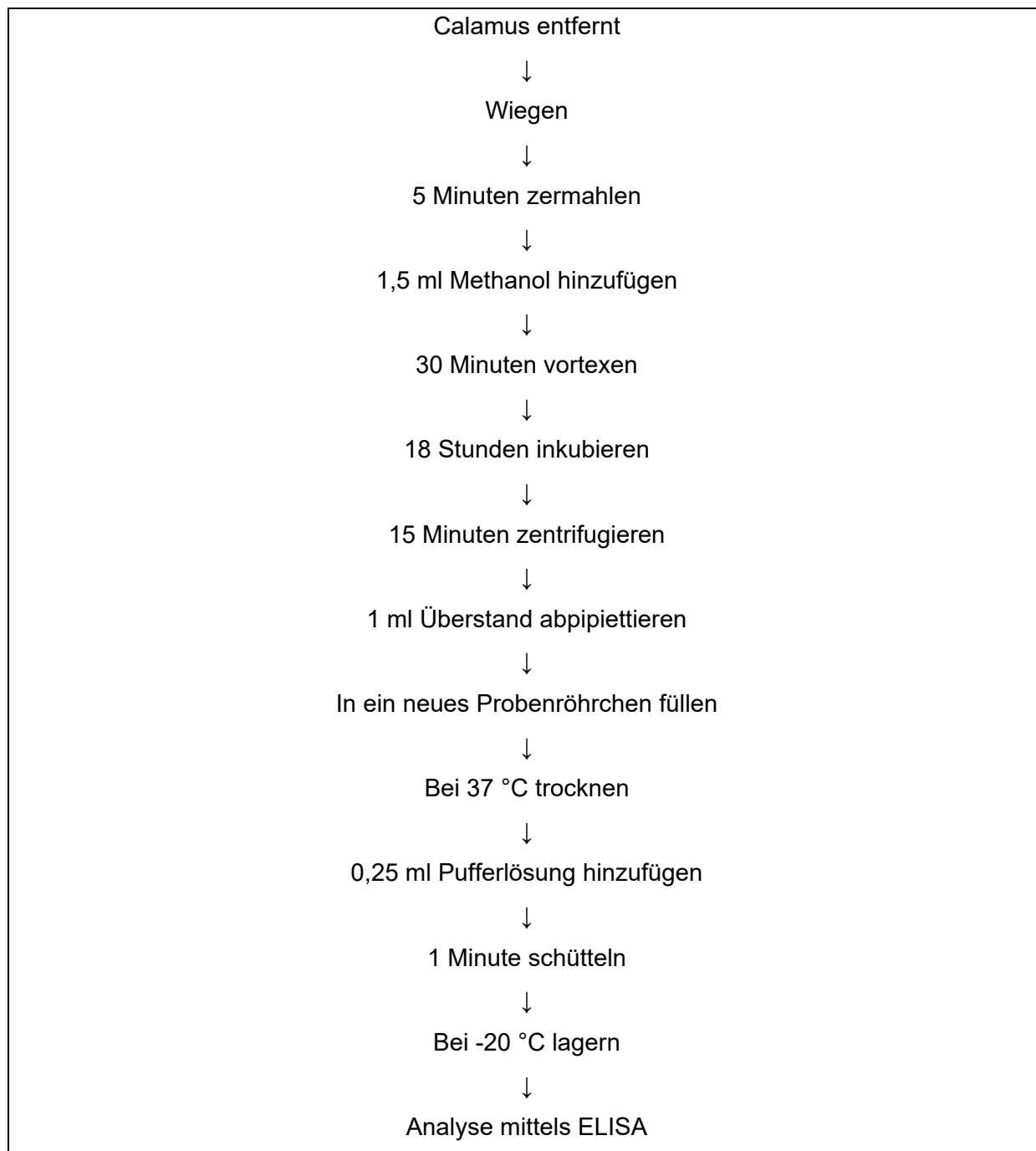
Abbildung 3: Verteilung der beprobten Rosapelikane nach ihrem Alter

3.5 Kortikosteron Bestimmung der Federproben

Im Labor der UAB wurden die Federproben zunächst auf Verunreinigungen untersucht. Anschließend wurden pro Tier die Federn vermessen und diejenigen rausgesucht, die zusammen eine Länge von 20 Zentimetern erreichten, um eine Homogenität zwischen den Proben herzustellen. Eine handschriftliche Liste wurde geführt, bei der die Federanzahl und die erreichte Gesamtlänge pro Probe aufgeführt wurden. Es wurden 2-8 Federn pro Tier mit einer durchschnittlichen Gesamtlänge von 206-+32mm in nummerierte Röhrchen gelegt.

Danach wurden die Proben im Labor der UAB durch die dortigen Mitarbeiter nach folgendem Protokoll und mittels folgender Geräte (Tabelle 5) weiterbearbeitet und analysiert.

Protokoll für die Kortikosteron Extraktion



Zunächst wurden die Federn im ersten Schritt aufbereitet. Hierbei wurde der Calamus der Feder entfernt, bevor jede Feder einzeln gewogen wurde.

Mit einer Schwingmühle wurden die Proben 5 Minuten lang bei 25 Herz zermahlen, bis die Federpartikel eine Größe unter 2 mm erreicht hatten. Danach wurde jede Probe mit 1,5 ml Methanol versetzt.

Im Vortex-Mixer wurden die Proben anschließend für 30 Minuten bei Raumtemperatur gemischt, bevor sie für 18 Stunden bei 37 C inkubiert wurden. Hiernach folgte die Zentrifugation der Proben für 15 Minuten bei 6000 rpm. Die Probe wurde aufgeteilt, wobei 1 ml des Überstandes in ein neues Röhrchen überführt wurde. Dieses wurde dann bei 37 C in einem Ofen vollständig getrocknet.

Zum Schluss wurden die Proben mit 0,25 ml Pufferlösung versetzt und für eine Minute geschüttelt. Hiernach wurden die Proben bei -20 C bis zur Analyse gelagert.

Die Analyse auf Kortikosteron wurde anhand des ELISA-Kits der Firma Neogen[®] Corporation, Ayr, UK, entsprechend der Vorlagen des Herstellers durchgeführt.

Die Ergebnisse der Messung wurden dann per E-Mail mitgeteilt.

Die laut Untersuchungsprotokoll benutzten Geräte sind in Tabelle 5 aufgelistet.

Tabelle 5: Geräte für die Laboruntersuchungen

Gerät	Firma, Land
Schwingmühle MM 200	Retsch, Deutschland
Vortex Mixer S0200-230 V-EU	Labnet International Inc., Edison, NJ, USA
G24 Environmental Incubator Shaker	New Brunswick Scientific Co. Inc., Edison, NJ, USA
Hermle Z300K	Hermle Labortechnik, Wehingen, Deutschland
Ofen	Kendro Laboratory Products, Langenselbold, Deutschland

3.6 Statistik

Die statistischen Auswertungen wurden mit Unterstützung des Instituts für Veterinär-Epidemiologie und Biometrie der Freien Universität Berlin durchgeführt.

Zunächst wurden die Daten in MS Excel[®] 2016 zusammengestellt, bevor die statistische Analyse mit dem Programm IBM SPSS Statistics Version 24 erfolgte.

Per Deskription und visueller Inspektion mithilfe eines Histogramms und eines qq-Plots wurden die Daten auf Normalverteilung geprüft. Die Residuen waren homoskedastisch. Da die Normalverteilung der Originalwerte leicht verschoben war (Abbildung 4), wurden die Feder Kortikosteron Werte logarithmiert um diese Schiefe auszugleichen und eine Normalverteilung der Werte ohne Schiefe zu erreichen (Abbildung 5).

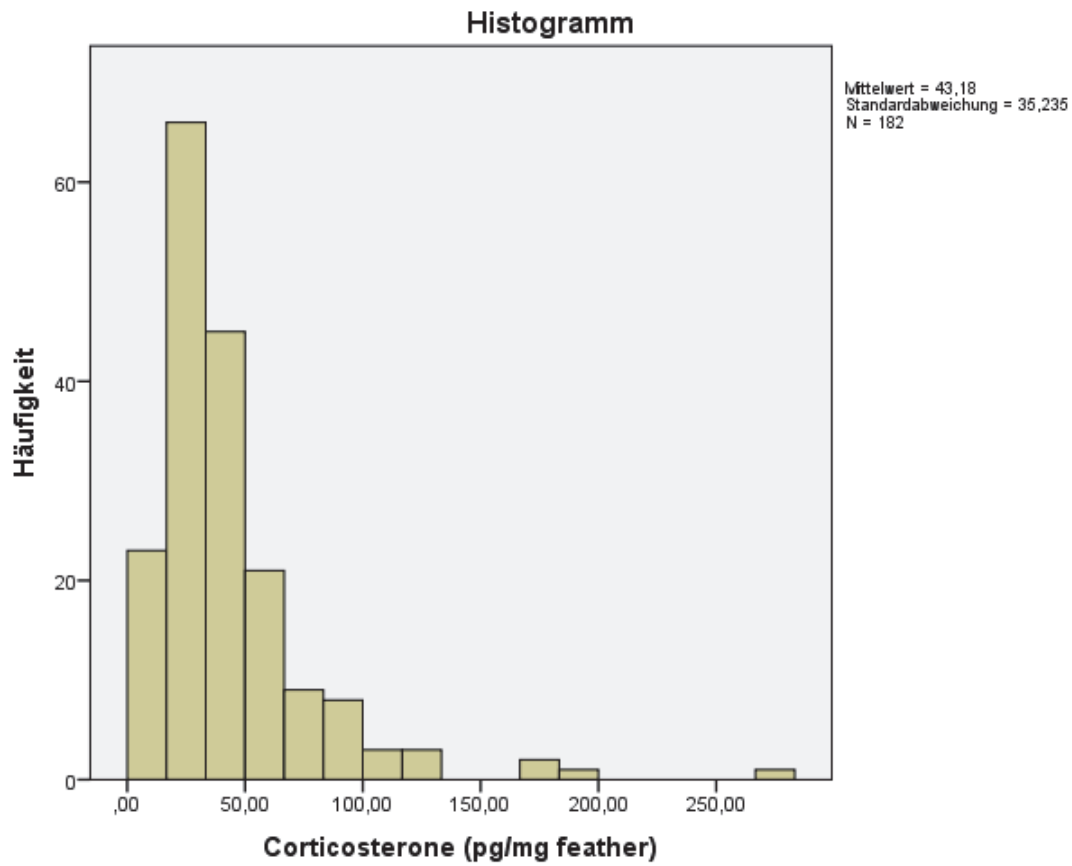


Abbildung 4: Histogramm der Original-Feder Kortikosteron Werte

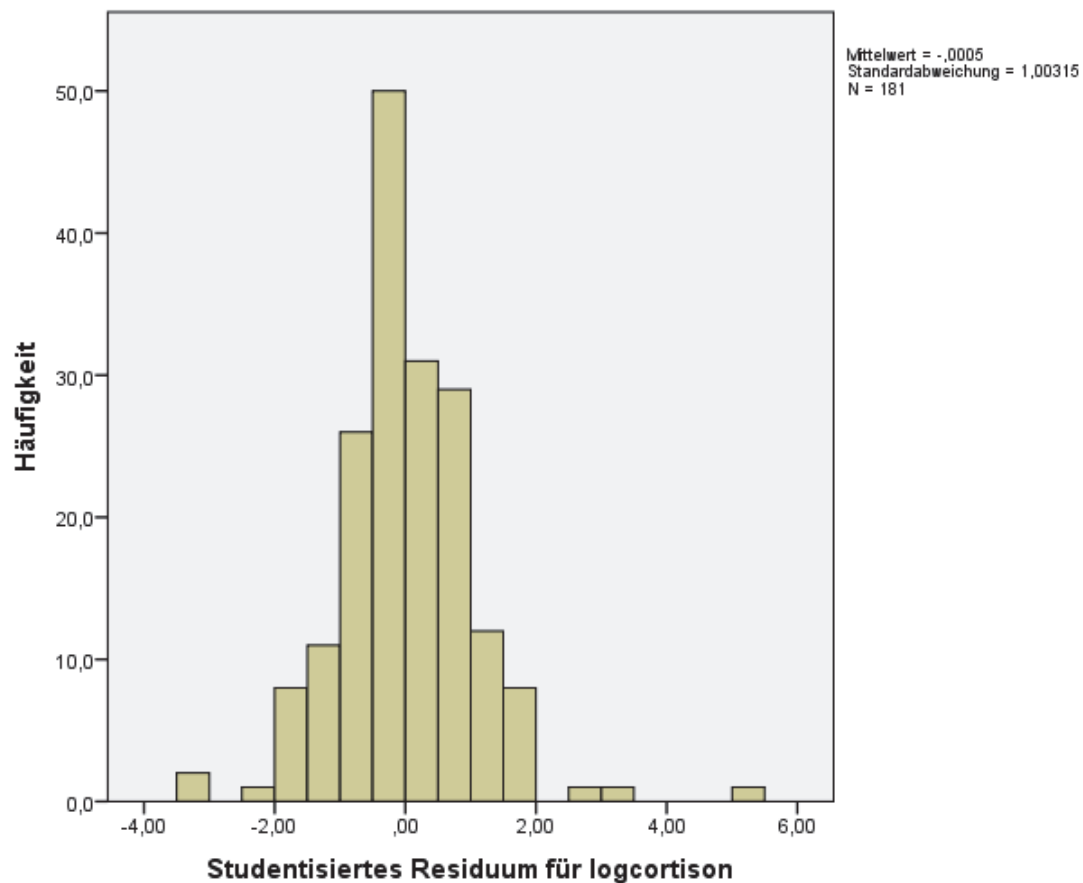


Abbildung 5: Histogramm der logarithmierten Feder Kortikosteron Werte mit Normalverteilung

Für weitere Auswertungen wurden die logarithmierten Feder Kortikosteron Werte verwendet. Die Verhaltensbeobachtungen wurden deskriptiv in Prozenten beschrieben. Hierfür wurden für jede zoologische Einrichtung als auch für die gesamte Pelikanpopulation Balkendiagramme erstellt.

Die einzelnen Variablen wurden in Sektor Diagramme dargestellt, um die Häufigkeit einer Kategorie übersichtlicher darzustellen (Abbildung 8, Abbildung 9, Abbildung 10, Abbildung 11, Abbildung 12, Abbildung 13, Abbildung 14, Abbildung 15, Abbildung 16, Abbildung 17).

Um den Einfluss der verschiedenen Variablen auf die Zielvariablen der logarithmierten Feder Kortikosteron Werte zu untersuchen, wurde zunächst jede Variable univariat für sich analysiert und basierend darauf ein multivariablen Modell nach den p-Werten der univariablen Modelle erstellt. Hierbei wurde die Variable Zoo als zufälliger Faktor eingesetzt. Die Variable des Flugstatus wurde im Modell trotz eines im univariablen Modell beobachteten, geringen Einflusses im multivariablen Modell behalten, da sie die Hauptgröße darstellte.

Der p-Wert wurde auf $p=0,05$ festgelegt.

Als multivariablen Modell wurde ein linear gemischtes Regressionsmodell angewandt. Hierbei wurden unabhängige Variablen durch die Rückwärtselimination anhand der Veränderungen im Likelihood-Quotiententest bestimmt und entfernt, sodass im finalen Modell nur die Hauptgröße und die Faktoren eingeschlossen wurden, welche den größten Einfluss auf die Zielgröße haben könnten.

4 Ergebnisse

4.1 Verhaltensbeobachtungen

Die Verhaltensbeobachtungen geben einen ersten Überblick, ob Unterschiede zwischen den einzelnen Pelikangruppen ersichtlich sind.

Zunächst gibt folgendes Kreisdiagramm in Abbildung 6 einen ersten Überblick über die Verteilung der einzelnen Verhaltensweisen innerhalb der gesamten beobachteten Rosapelikanpopulation.

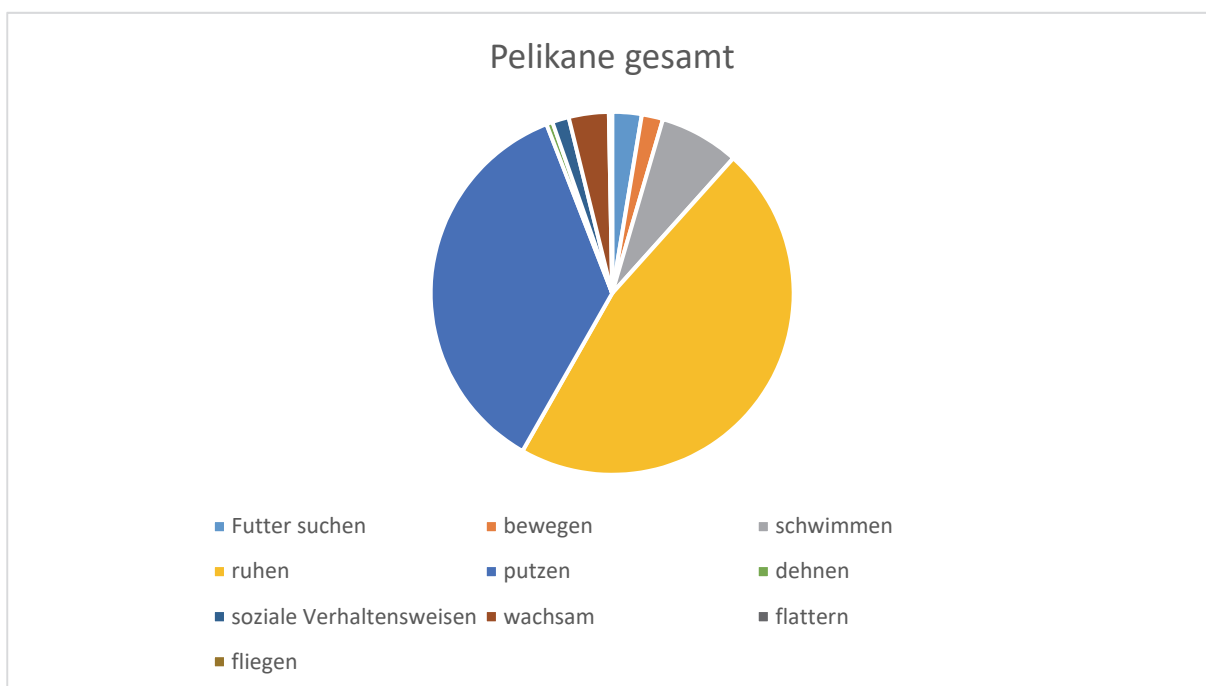


Abbildung 6: Darstellung der Verteilung der Verhaltensweisen in der gesamten Pelikanpopulation

Es wurden alle 215 Rosapelikane anhand der Scan-Sampling-Methode beobachtet und die beobachteten Verhaltensweisen aller beobachteten Rosapelikane zusammenfassend in Abbildung 6 dargestellt. Hervorzuheben ist die Verhaltensweise *putzen* mit einem Anteil von 35,8% und die Verhaltensweise *ruhen* mit einem Anteil von 46,5%.

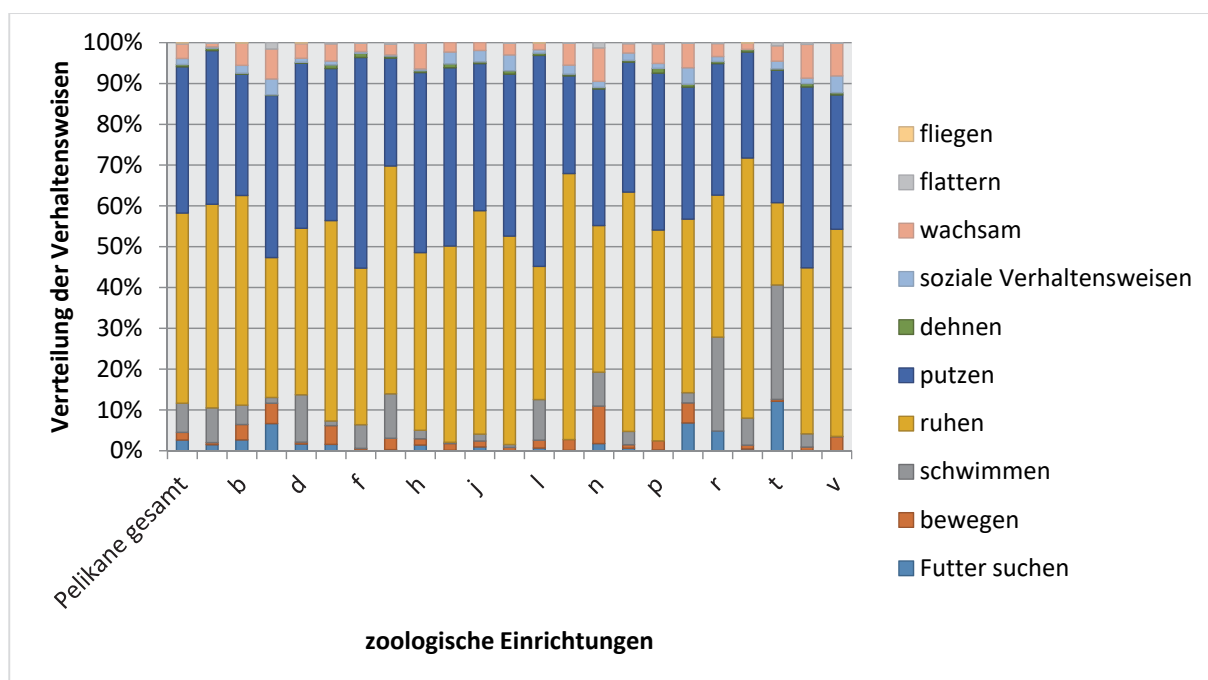


Abbildung 7: Grafische Darstellung der Verteilung der beobachteten Verhaltensweisen bei allen beobachteten Rosapelikanen in den einzelnen zoologischen Einrichtungen

Die prozentuale Verteilung der verschiedenen Verhaltensweisen in den unterschiedlichen zoologischen Einrichtungen sind in einem Balkendiagramm vergleichend dargestellt (Abbildung 7). Hier sind keine Unterschiede bezüglich der unterschiedlichen Flugstatusgruppen erkennbar.

Die besonders hervorzuhebenden Verhaltensweisen *ruhen* und *putzen* hatten in allen zoologischen Einrichtungen außer bei Zoo *t* hohe Anteile.

Es folgen die Verteilungen der einzelnen Verhaltensweisen, um die am meisten beobachteten Verhaltensweisen zu evaluieren.

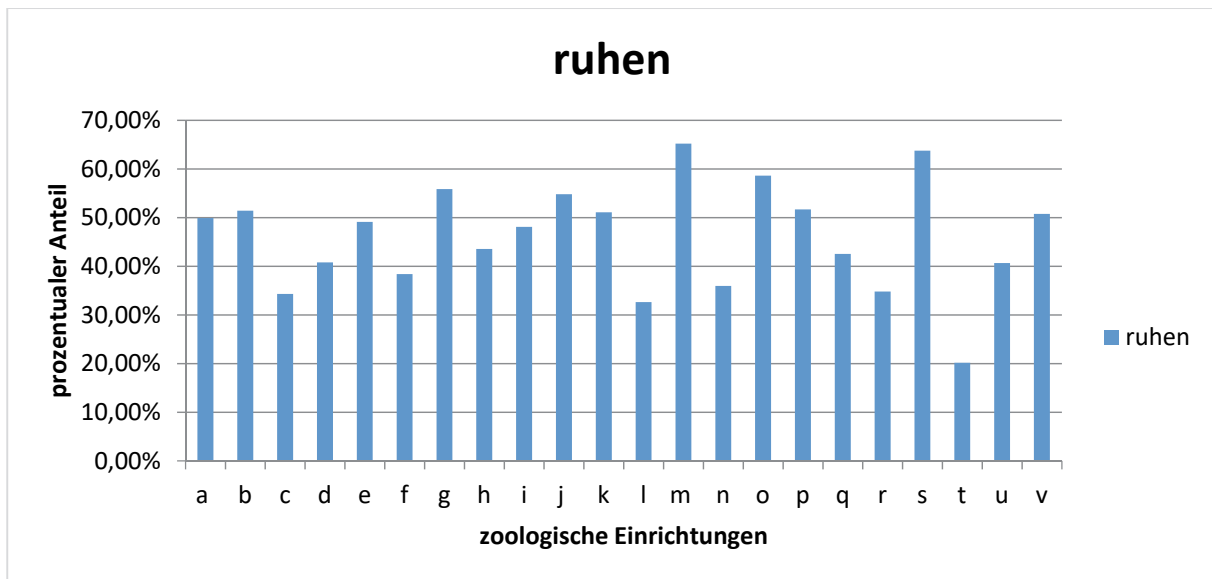


Abbildung 8: Darstellung des prozentualen Anteils der Verhaltensweise „ruhen“ der Rosapelikangruppen in den einzelnen zoologischen Einrichtungen

In Abbildung 8 ist der prozentuale Anteil der Verhaltensweise *ruhen* für alle untersuchten zoologischen Einrichtungen dargestellt. *Zoo m* hatte den höchsten Anteil von circa 65 Prozent, wohingegen *Zoo t* den geringsten Anteil von circa 20 Prozent aufwies.

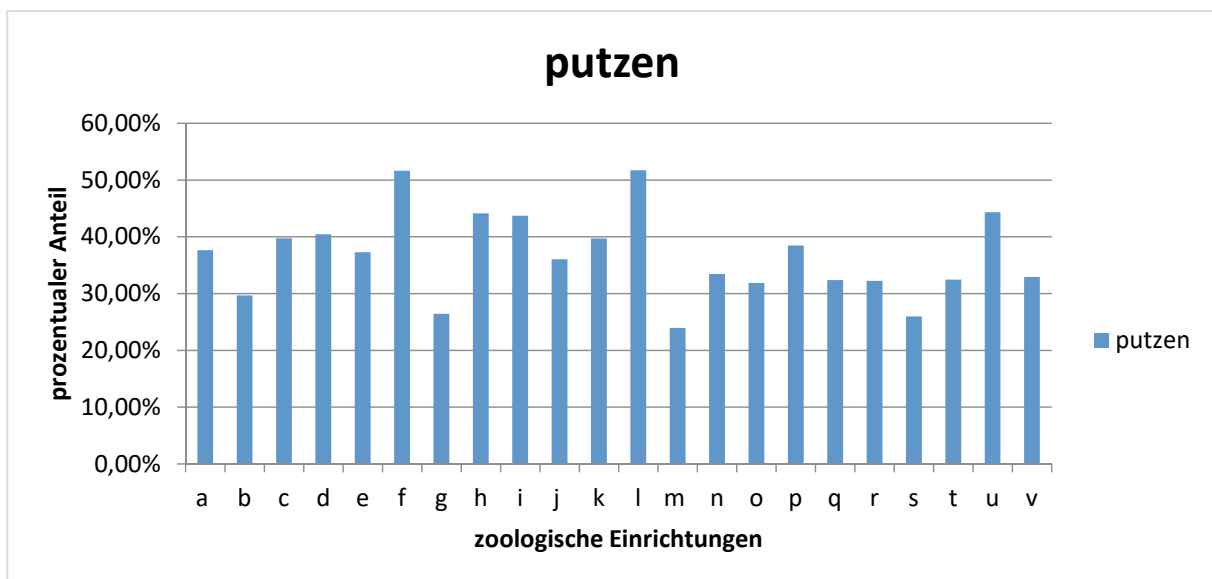


Abbildung 9: Darstellung des prozentualen Anteils der Verhaltensweise „putzen“ der Rosapelikangruppen in den einzelnen zoologischen Einrichtungen

In Abbildung 9 ist der prozentuale Anteil der Verhaltensweise *putzen* in den einzelnen zoologischen Einrichtungen dargestellt. Die zoologischen Einrichtungen *f* und *l* zeigten den höchsten Anteil an der Verhaltensweise *putzen* mit je über 51 Prozent. Den niedrigsten Anteil wies *Zoo m* mit 21 Prozent auf.

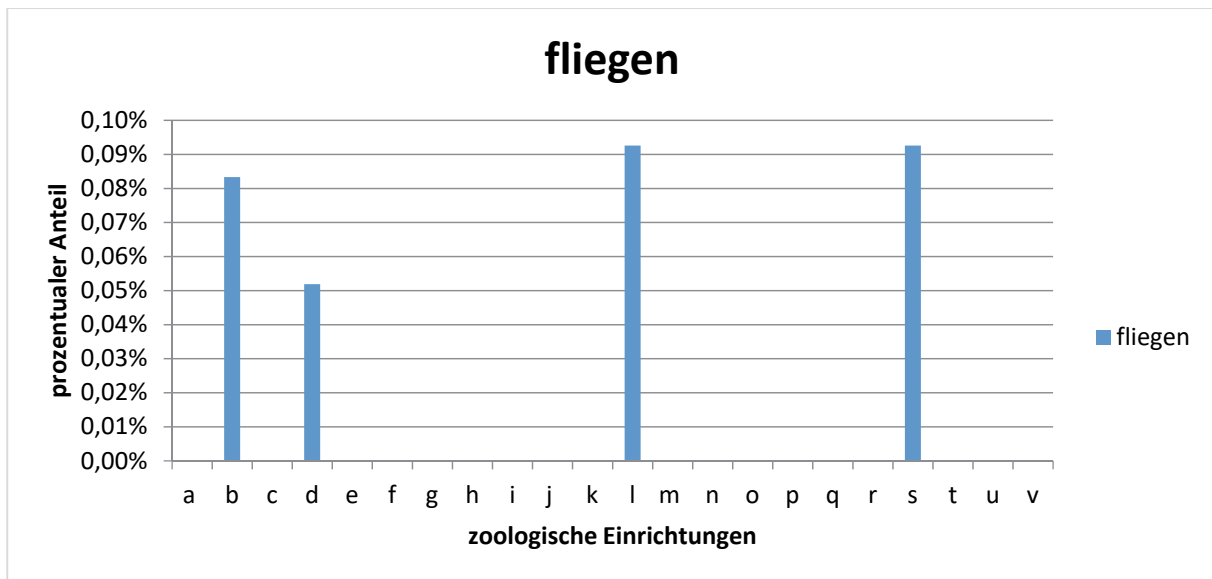


Abbildung 10: Darstellung des prozentualen Anteils der Verhaltensweise, „fliegen“ der Rosapelikangruppen in den einzelnen zoologischen Einrichtungen

Bei den Gruppen mit flugfähigen Pelikanen lag der prozentuale Anteil der Verhaltensweise *fliegen* bei 0,09 %. In Zoo *b* waren nur irreversibel flugunfähig gemachte Pelikane, wobei 1 Tier extirpiert war. In Zoo *d* waren kupierte und beschnittene Tiere vorhanden. In Zoo *m* konnte bei den flugfähigen Pelikanen in der Voliere kein fliegen beobachtet werden.

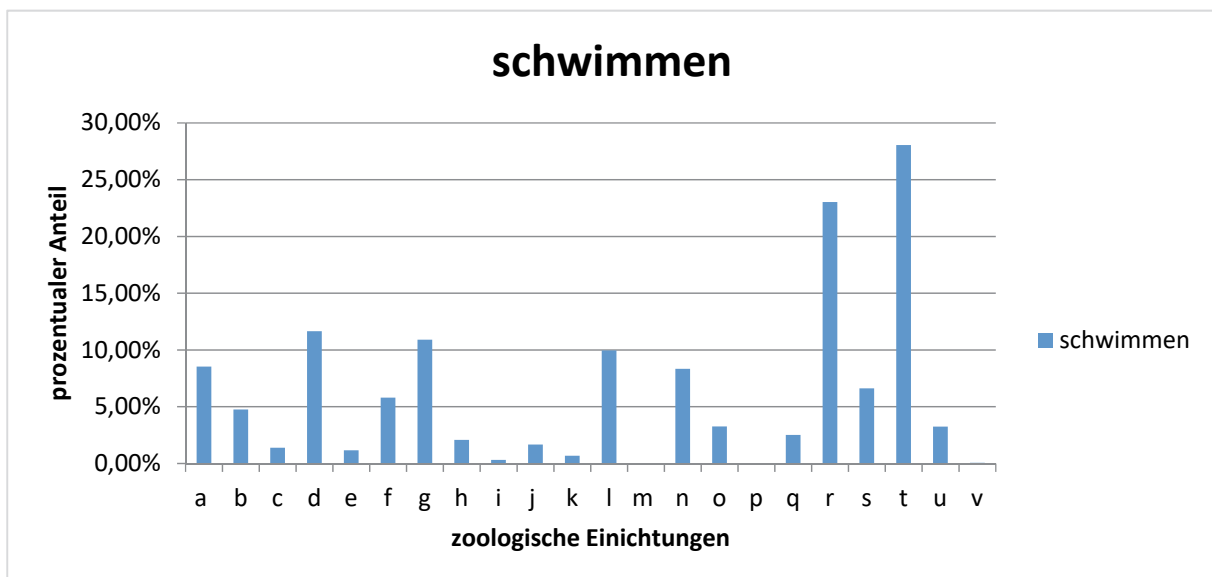


Abbildung 11: Darstellung des prozentualen Anteils der Verhaltensweise, „schwimmen“ der Rosapelikangruppen in den einzelnen zoologischen Einrichtungen

Die Verhaltensweise *schwimmen* war in den zoologischen Einrichtungen unterschiedlich ausgeprägt. Hier schwankten die prozentualen Anteile zwischen 0 und 28 %. Zoo *t* zeigte hier den höchsten Anteil und in den zoologischen Einrichtungen *m* und *p* konnte die Verhaltensweise schwimmen nicht beobachtet werden.

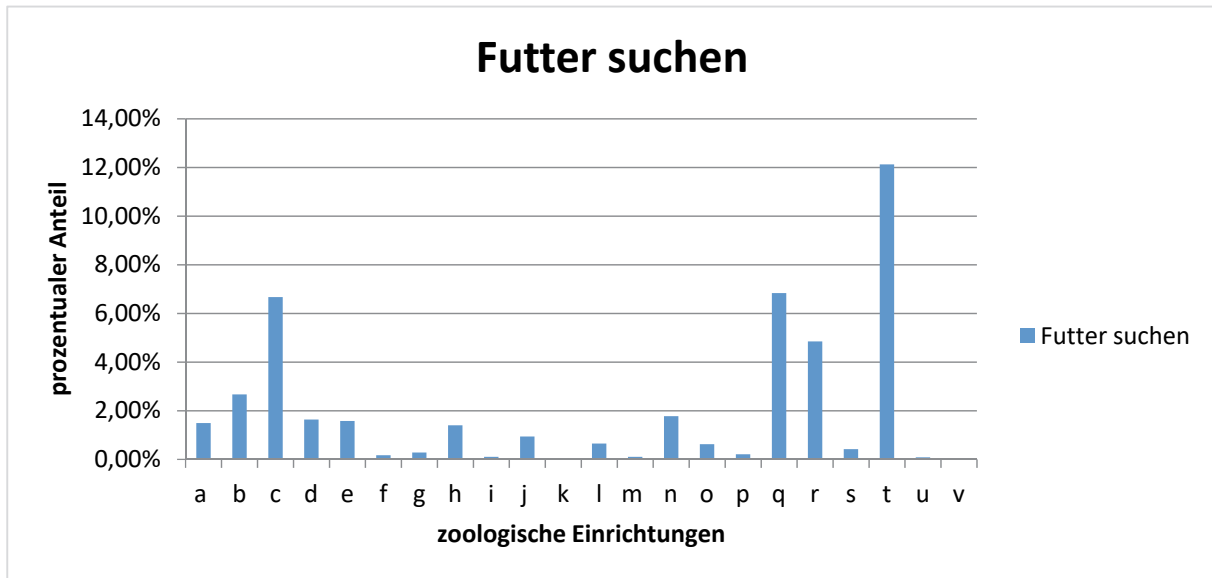


Abbildung 12: Darstellung des prozentualen Anteils der Verhaltensweise „Futter suchen“ der Rosapelikangruppen in den einzelnen zoologischen Einrichtungen

Obwohl die Rosapelikane außerhalb der Fütterungszeiten beobachtet worden waren, konnte die Verhaltensweise *Futter suchen* dennoch beobachtet werden. Hierbei lagen die prozentualen Anteile von 0 bis 12,1%, wobei der höchste Wert hier mit dem Zoo übereinstimmt, bei dem die Rosapelikane zu 28% geschwommen sind.

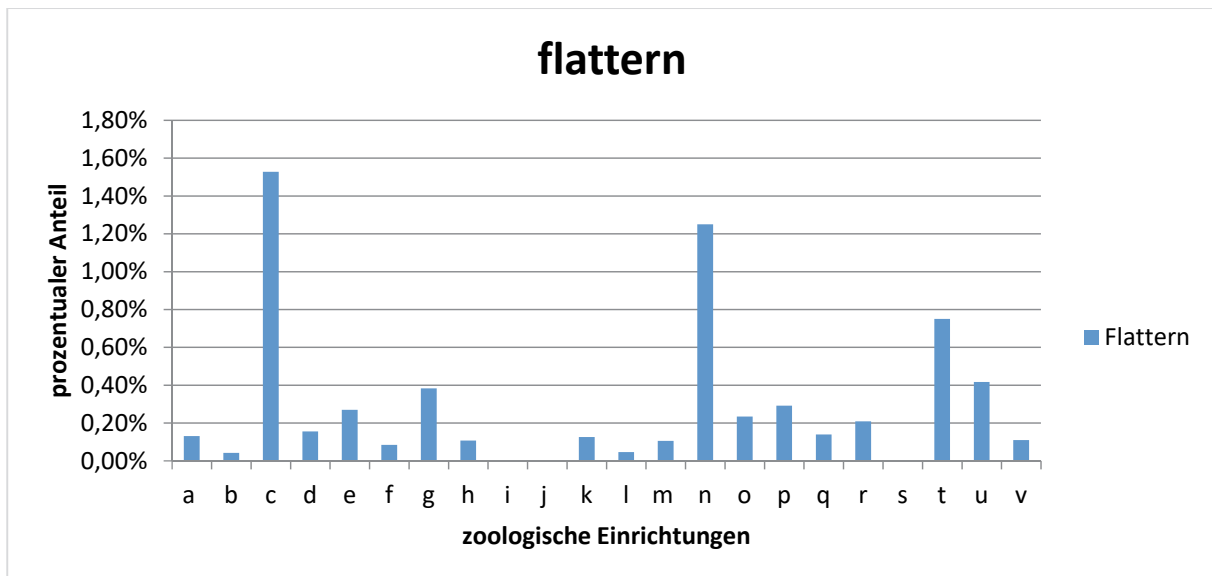


Abbildung 13: Darstellung des prozentualen Anteils der Verhaltensweise, „fluttern“ der Rosapelikangruppen in den einzelnen zoologischen Einrichtungen

Die Verhaltensweise *fluttern* wurde bei 3 Einrichtungen gar nicht beobachtet. Der höchste prozentuale Anteil in einer Einrichtung lag hier bei 1,5 %. Die beiden zoologischen Einrichtungen mit den höchsten Werten waren Zoo c, gefolgt von Zoo n.

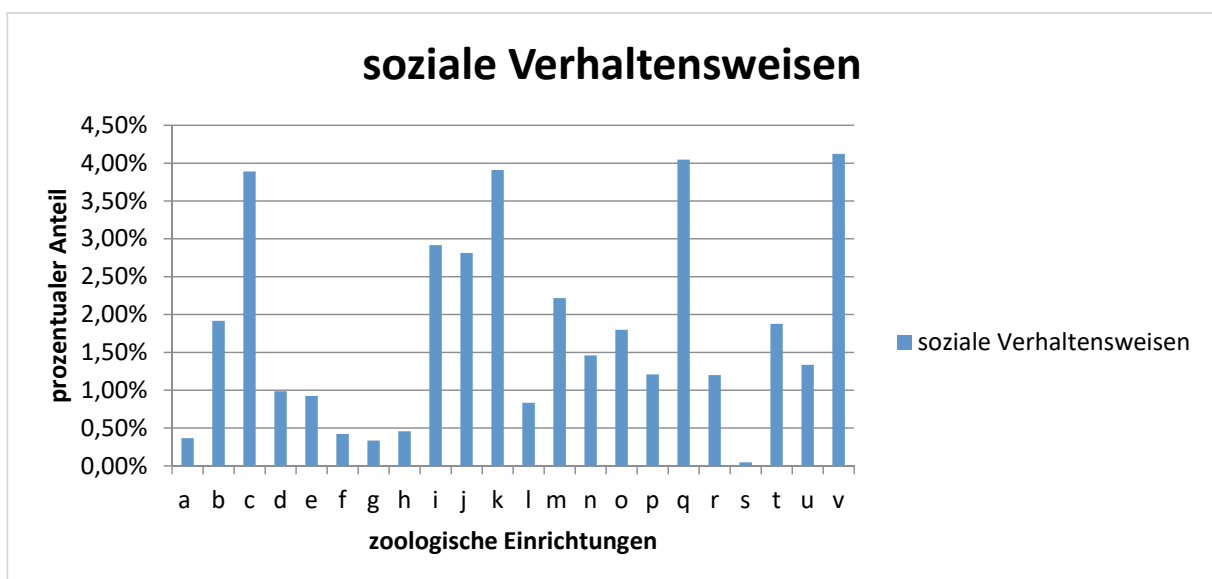


Abbildung 14: Darstellung des prozentualen Anteils der „sozialen Verhaltensweise“ der Rosapelikangruppen in den einzelnen zoologischen Einrichtungen

Soziale Verhaltensweisen konnten nur in einem geringen Maße beobachtet werden. Die prozentualen Anteile schwankten hier zwischen 0,04 und 4,1 %.

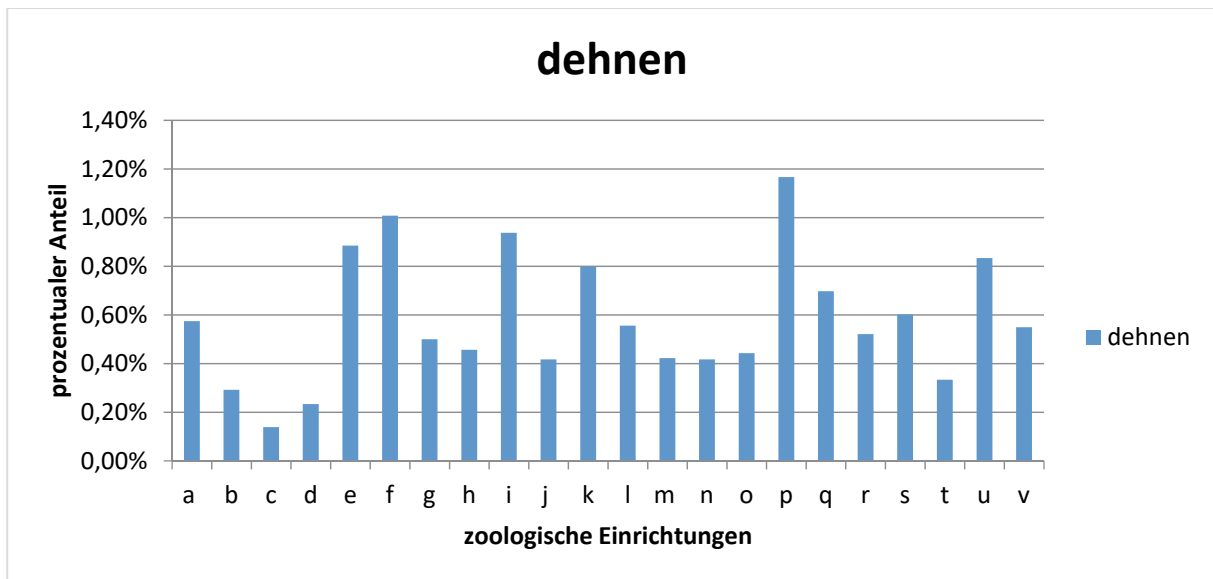


Abbildung 15: Darstellung des prozentualen Anteils der Verhaltensweise, „dehnen“ der Rosapelikangruppen in den einzelnen zoologischen Einrichtungen

Die Verhaltensweisen *dehnen*, *wachsam* und *bewegen* lagen in einem ähnlichen prozentualen Bereich. Allgemein hatte *dehnen* einen prozentualen Anteil von 0,5%, *wachsam* lag bei 3,5% der gesamten Rosapelikane und die Verhaltensweise *bewegen* zeigten 1,8% der Rosapelikane.

Der niedrigste Wert bei der Verhaltensweise *dehnen* wurde in *Zoo c* beobachtet, wohingegen der höchste Wert bei *Zoo p* beobachtet wurde.

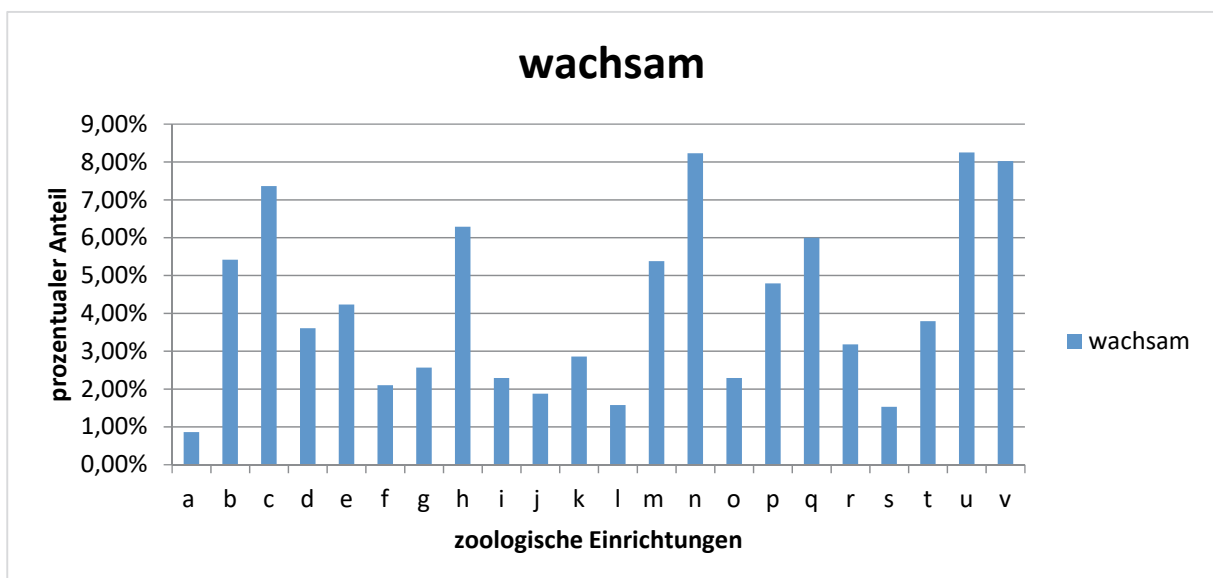


Abbildung 16: Darstellung des prozentualen Anteils der Verhaltensweise, „wachsam“ der Rosapelikangruppen in den einzelnen zoologischen Einrichtungen

Die Verhaltensweise *wachsam* wurde in folgenden zoologischen Einrichtungen am meisten beobachtet: *Zoo c*, *Zoo n*, *Zoo u* und *Zoo v*. Bei diesen Einrichtungen waren die Rosapelikane über 7% der beobachteten Zeit *wachsam*.

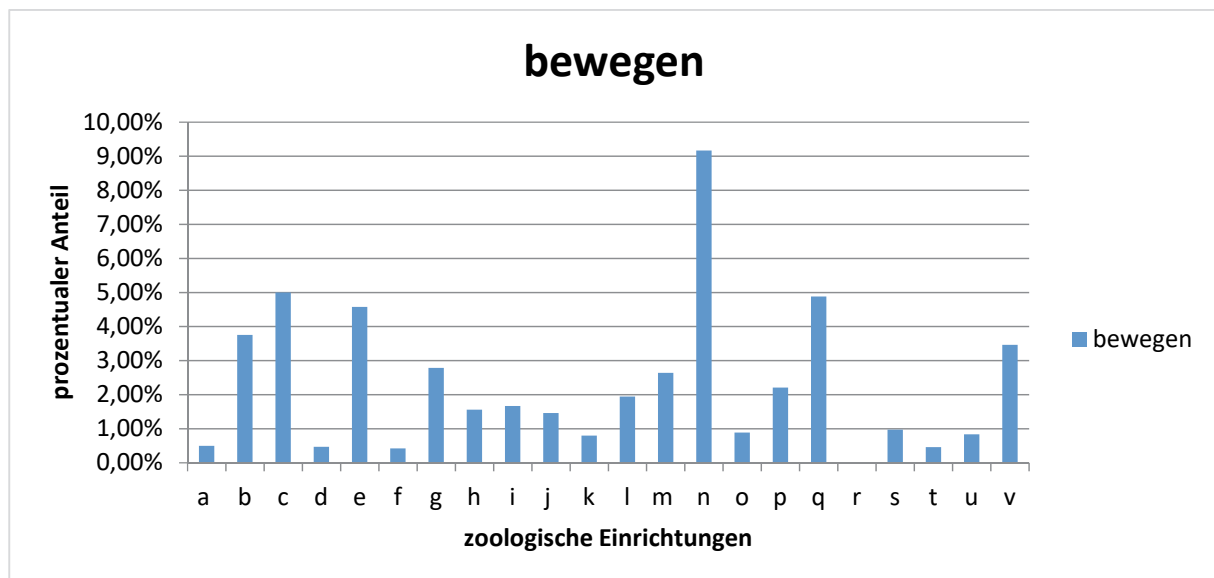


Abbildung 17: Darstellung des prozentualen Anteils der Verhaltensweise, „bewegen“ der Rosapelikangruppen in den einzelnen zoologischen Einrichtungen

In den zoologischen Einrichtungen *c* und *n* *bewegten* sich die Rosapelikane über 5% der beobachteten Zeit, wohingegen bei *Zoo n* die beobachtete Zeit des *Bewegens* über 9% betrug.

4.2 Auswertung Kortikosteron Werte

4.2.1 Kortikosteron Werte der zoologischen Einrichtungen und der untersuchten Lebensparameter (Flugstatus, Gruppengröße, Alter und Geschlecht)

Um etwaige Zusammenhänge zwischen den Verhaltensweisen und den Lebensparametern zu evaluieren, wurden die Feder Kortikosteron Werte den einzelnen zoologischen Einrichtungen zugeordnet, sowie den einzelnen Tieren.

Insgesamt wurden von den 215 beobachteten Rosapelikanen 182 Tiere für die Kortikosteron Wertbestimmung beprobt.

Für einen vergleichenden Überblick wurden in Tabelle 6 die Medianwerte der zoologischen Einrichtungen samt ihrer 25. Perzentile und 75. Perzentile dargestellt. Auffällig waren hier die zoologischen Einrichtungen *a*, *h* und *l* mit den niedrigsten Medianwerten, sowie die zoologischen Einrichtungen *c*, *f*, *k* und *n* mit den höchsten Medianwerten der logarithmierten Kortikosteron Werte.

Tabelle 6: Medianwerte der logarithmierten Kortikosteron Werte mit der 25. bzw. 75. Perzentile aller zoologischen Einrichtungen

Zoologische Einrichtung	Median	Perzentil 25	Perzentil 75
<i>a</i>	1,24	1,2	1,34
<i>b</i>	1,34	1,28	1,4
<i>c</i>	1,79	1,45	1,83
<i>d</i>	1,6	1,52	1,83
<i>e</i>	1,54	1,51	1,68
<i>f</i>	1,91	1,89	2,02
<i>g</i>	1,4	1,32	1,52
<i>h</i>	1,25	1,24	1,33
<i>i</i>	1,43	1,4	1,6
<i>j</i>	1,51	1,44	1,57
<i>k</i>	1,91	1,71	1,93
<i>l</i>	1,23	1,18	1,28
<i>m</i>	1,44	1,42	1,54
<i>n</i>	2,17	2,05	2,35
<i>o</i>	1,61	1,51	1,7
<i>p</i>	1,59	1,51	1,68
<i>q</i>	1,77	1,75	1,98
<i>r</i>	1,58	1,45	1,64
<i>s</i>	1,67	1,62	1,7
<i>t</i>	1,76	1,72	1,97
<i>u</i>	1,35	1,19	1,46
<i>v</i>	1,48	1,34	1,65

Nachfolgend befinden sich die deskriptiven Tabellen der logarithmierten Feder Kortikosteron Werte einzelner Faktoren.

Der Flugstatus als Hauptgröße wurde in Tabelle 7 beschrieben. Hierbei ist zu erwähnen, dass *flugfähige* und *kupierte* Rosapelikane denselben Mittelwert zeigten. Lediglich die *beschnittenen* Tiere zeigten einen höheren Mittelwert bei den Feder Kortikosteron Werten, wobei jedoch der höchste Feder Kortikosteron Wert bei einem *kupierten* Individuum bestimmt wurde.

Tabelle 7: Mittelwerte der logarithmierten Feder Kortikosteron Werte mit den jeweiligen Minimum- und Maximum-Werten der unterschiedlichen Flugstatusgruppen

Status	n	Mittelwert	Minimum	Maximum
<i>flugfähig</i>	7	1,53	1,24	1,95
<i>exstirpiert</i>	6	1,46	1,05	1,73
<i>kupiert</i>	128	1,53	0,89	2,45
<i>beschnitten</i>	41	1,67	1,17	2,25

In Abbildung 18 werden die logarithmierten Kortikosteron Werte der flugfähigen, exstirpierten, kupierten und beschnittenen Rosapelikane aus Tabelle 7 grafisch dargestellt. Dadurch wird deutlich, dass sich die Mittelwerte der Feder Kortikosteron Werte der flugfähigen, exstirpierten und kupierten Rosapelikane auf fast demselben Niveau befinden und lediglich die beschnittenen Tiere einen höheren Mittelwert zeigten.

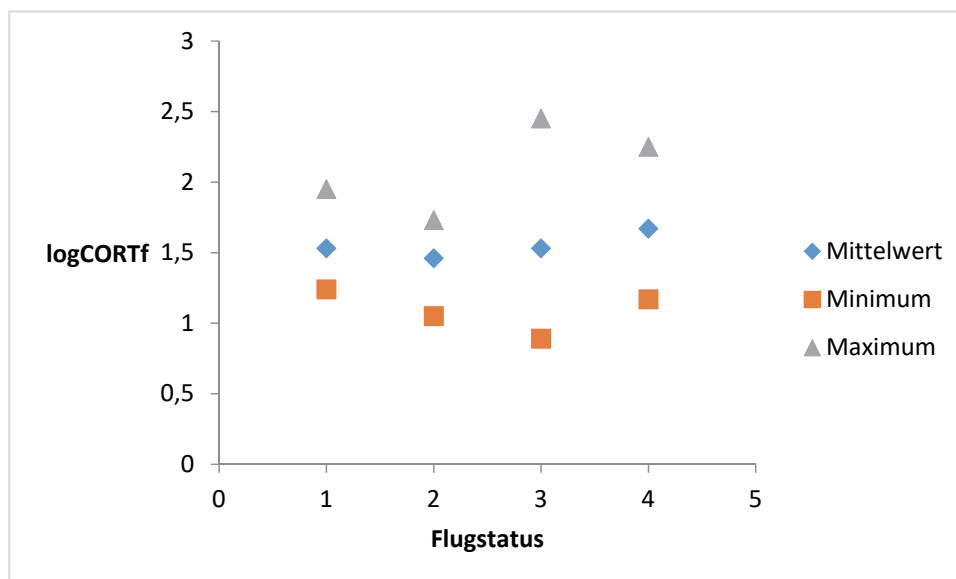


Abbildung 18: Mittelwerte, Maximum und Minimum der verschiedenen logarithmierten Kortikosteron Werte der Rosapelikangruppen nach Flugstatusgruppe: 1=flugfähig, 2=exstirpiert, 3=kupiert, 4=beschnitten

In Tabelle 8 werden die Mittelwerte der Kortikosteron Werte den 3 Gruppengrößen zugeordnet. Hierbei ist deutlich ersichtlich, dass mit zunehmender Gruppengröße die Mittelwerte sanken. Der niedrigste Kortikosteron Wert wurde bei einem Tier aus einer Gruppe von über 10 Tieren bestimmt. Der höchste Kortikosteron Wert hingegen wurde bei einem Tier aus einer Gruppe mit einer Gruppengröße von 1 – 5 Tieren bestimmt.

Tabelle 8: Mittelwerte der logarithmierten Feder Kortikosteron Werte mit den jeweiligen Minimum- und Maximum-Werten der unterschiedlichen Gruppengrößen

Gruppengröße	N	Mittelwert	Minimum	Maximum
1 - 5 Pelikane	28	1,71	1,18	2,45
6 -10 Pelikane	82	1,57	1,07	2,09
> 10 Pelikane	72	1,48	0,89	2,29

In Tabelle 9 werden die Mittelwerte der Kortikosteron Werte den Geschlechtern der Rosapelikane zugeordnet. Hierbei wurden der niedrigste und auch der höchste Kortikosteron Wert bei einem weiblichen Tier bestimmt, wohingegen sich die Mittelwerte zwischen männlich und weiblich nur minimal unterschieden.

Tabelle 9: Mittelwerte der logarithmierten Feder Kortikosteron Werte mit den jeweiligen Minimum- und Maximum-Werten der weiblichen und männlichen Pelikane

Geschlecht	n	Mittelwert	Minimum	Maximum
weiblich	98	1,58	0,89	2,45
männlich	84	1,54	1,12	2,29

Die Verteilung der Mittelwerte der Feder Kortikosteron Werte zwischen den 3 verschiedenen Altersklassen wird in Tabelle 10 beschrieben. Hierbei wird der niedrigste Mittelwert bei den adulten Rosapelikanen, welche über 3 Jahre alt waren, ermittelt.

Tabelle 10: Mittelwerte der logarithmierten Feder Kortikosteron Werte mit den jeweiligen Minimum- und Maximum-Werten der unterschiedlichen Altersgruppen

Alter	n	Mittelwert	Minimum	Maximum
< 1 Jahr	3	1,72	1,50	2,02
1 - 3 Jahre	4	1,76	1,43	2,09
> 3 Jahre	175	1,55	0,89	2,45

4.2.2 Zusammenhänge zwischen den einzelnen Parametern und den Feder Kortikosteron Werten

Um signifikante Zusammenhänge zwischen den Feder Kortikosteron Werten und den einzelnen untersuchten Parametern zu bestimmen, werden die p-Werte dieser bestimmt.

In Tabelle 11 werden die p-Werte der untersuchten Variablen aus dem univariablen Modell dargestellt. Die Variable *flattern* zeigte bereits hier einen p-Wert unter 0,05, was auf einen signifikanten Zusammenhang hindeutet.

Tabelle 11: p-Werte der einzelnen Variablen in dem univariaten Modell

Variable	p-Wert univariabel
<i>Futter suchen</i>	0,215
<i>bewegen</i>	0,081
<i>schwimmen</i>	0,611
<i>ruhen</i>	0,241
<i>putzen</i>	0,757
<i>dehnen</i>	0,688
<i>soziale Verhaltensweisen</i>	0,296
<i>wachsam</i>	0,471
<i>flattern</i>	0,03
<i>fliegen</i>	0,284
<i>Gruppengröße</i>	0,154
<i>Alter</i>	0,821

In Tabelle 12 werden die p-Werte des finalen multivariablen Modells dargestellt. Nur die Variable *flattern* weist einen p-Wert unter 0,05 auf und war somit signifikant. Die Variable *Gruppengröße* war die einzige Variable, die einen p-Wert um 0,083 zeigte, jedoch nicht unter 0,05.

Tabelle 12: p-Werte der Variablen aus dem multivariablen Modell

Variable	p-Wert multivariabel
<i>dehnen</i>	0,26
<i>flattern</i>	0,043
<i>Gruppengröße</i>	0,083
<i>Alter</i>	0,885
<i>Geschlecht</i>	0,609
<i>Flugstatus</i>	0,946

Es konnten somit keine signifikanten Unterschiede der durchschnittlichen Feder Kortikosteron Werte in den 3 Untersuchungsgruppen dargestellt werden.

Ebenso konnten keine signifikanten Korrelationen zwischen den Feder Kortikosteron Werten und einem der erfassten Lebensparameter evaluiert werden und keine signifikanten Unterschiede der durchschnittlichen Aktivitätsbudgets in den 3 Untersuchungsgruppen.

Es gab eine signifikante Korrelation zwischen den Feder Kortikosteron Werten und der Verhaltensweise flattern. Tiere, welche vermehrt die Verhaltensweise flattern zeigten, hatten höhere Feder Kortikosteron Werte. Die Verhaltensweise *flattern* hatte den höchsten prozentualen Anteil von 1,5% in der zoologischen Einrichtung *c*, gefolgt von der zoologischen Einrichtung *n* mit einem Anteil von 1,25%. Beide Einrichtungen halten irreversibel flugunfähig gemachte Rosapelikane und in Gruppen von 3 und 4 Tieren. Die höchsten Feder Kortikosteron Werte zeigten die Rosapelikane in *Zoo n*.

5 Diskussion

Rosapelikane werden in zoologischen Einrichtungen oft auf großen Freianlagen gehalten. 21 der 22 Rosapelikangruppen in dieser Studie wurden in nicht übernetzten Anlagen gehalten, die in einen Landteil und einen Wasserteil gegliedert waren. Diese Strukturierung der Freianlagen entspricht den Empfehlungen der TVT und Dollinger, wie sie in Kapitel 2.2.3 erläutert wurden. Ob sie der Volieren Haltung im Hinblick auf das Wohlbefinden der Rosapelikane vorzuziehen ist, ist bisher nicht wissenschaftlich nachgewiesen.

Flugfähige Rosapelikane wurden nur in 3 Pelikangruppen gehalten, wonach der Anteil an flugunfähig gemachten Rosapelikanen deutlich überwog. Ob die Tiere aufgrund dieser Einschränkung leiden, da sie in ihrem Wohlbefinden gestört sind (Maisack und Schmidt 2017) oder sie diese Einschränkung durch andere Verhaltensweisen kompensieren und es damit keinen Einfluss auf ihr Wohlbefinden hat (Dollinger et al. 2013), konnte bisher nicht wissenschaftlich belegt werden. Ziel dieser Arbeit war es daher, erste wissenschaftliche Erkenntnisse zum Verhalten der in zoologischen Gärten gehaltenen Rosapelikane zu erlangen und durch das Bestimmen von Feder Kortikosteron Zusammenhänge zwischen den beobachteten Verhaltensweisen, dem Flugstatus, sowie den verschiedenen Lebensparametern der Rosapelikane zu evaluieren. Hierdurch konnten erste wissenschaftliche Erkenntnisse zu dem Einfluss des Flugunfähigmachen auf das Wohlbefinden der Rosapelikane gewonnen werden.

5.1 Rechtliche Vorgaben zum Flugunfähigmachen

Die zoologischen Einrichtungen in Deutschland unterliegen zum einen der Europäischen Zoo-Richtlinie 1999/22/EG Artikel 3, welche besagt, dass Tiere entsprechend ihrer Biologie gehalten werden müssen.

Ebenso verpflichtet das Deutsche Tierschutzgesetz Paragraph 2 zu folgendem: „Wer ein Tier hält, betreut oder zu betreuen hat,

1. muss das Tier seiner Art und seinen Bedürfnissen entsprechend angemessen ernähren, pflegen und verhaltensgerecht unterbringen,

2. darf die Möglichkeit des Tieres zu artgemäßer Bewegung nicht so einschränken, dass ihm Schmerzen oder vermeidbare Leiden oder Schäden zugefügt werden“.

Zudem verbietet das Deutsche Tierschutzgesetz gemäß Paragraph 6 (1) „das vollständige oder teilweise Amputieren von Körperteilen oder das vollständige oder teilweise Entnehmen oder Zerstören von Organen oder Geweben eines Wirbeltieres“, außer es gibt eine tierärztliche Intervention (Tierschutzgesetz, 2006). Da dieses Gesetz jedes Wirbeltier einschließt, gilt es auch für Vögel (Bennett und Baumgartner 2015).

Jede zoologische Haltung von Tieren basiert auf der Bewegungseinschränkung dieser. Ob die Tiere nun durch Volieren, Elektrozäunen oder anderen Begrenzungen, wie zum Beispiel durch das Flugunfähigmachen, eingeschränkt sind, ist zunächst von untergeordneter Bedeutung. Insgesamt darf diese Bewegungseinschränkung nicht zu Schmerzen, Leiden oder Schäden führen, somit darf es nicht das Wohlbefinden eines Tieres negativ beeinflussen. Um das Wohlbefinden eines Tieres zu evaluieren, muss das Normalverhalten der zu beurteilenden Tierart bekannt sein, um etwaiges Abweichen von diesem, was als Leiden definiert werden kann, zu erkennen. Kennt man das Normalverhalten eines Tieres nicht, kann man sein Wohlbefinden nicht beurteilen und sollte den Tieren nicht ihre Bewegungsfreiheit nehmen, um Schmerzen, Leiden oder Schäden zu vermeiden. Daher sind speziesspezifische Kenntnisse eine unentbehrliche Voraussetzung für die Haltung von Zootieren und daher bedarf es auch speziesspezifische Betrachtungsweisen hinsichtlich der Gesetzmäßigkeiten.

Die Betrachtungsweise des Amputationsverbotes hingegen lässt betreffend des irreversiblen Flugunfähigmachens keine Ausnahme zu. Lediglich beim Federschneiden variieren die Auslegungen des Gesetzes. Zum einen sehen Maisack und Schmidt im Federschneiden eine Zerstörung von Gewebe, welche funktionale Beeinträchtigungen implizieren, die das Wohlbefinden des Vogels einschränken (Maisack und Schmidt 2017). Andererseits werden die geschnittenen Federn durch die Mauser erneuert und wachsen nach, wodurch das Federschneiden somit nicht unter das Amputationsverbot fallen würde (Beckmann und Thal 2017; Dollinger et al. 2013; Reese et al. 2020a). Diese Ansichten und Gesetzmäßigkeiten basieren grundsätzlich nicht auf wissenschaftlich fundierten Erkenntnissen. Da das heutige Tierwohlmanagement immer auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen basieren sollte, war unsere Studie notwendig, um das Normalverhalten der zoologisch gehaltenen Rosapelikane zu bestimmen und das Wohlbefinden der flugunfähig gemachten Pelikane zu evaluieren.

5.2 Verhaltensbeobachtungen

Um das Wohlbefinden eines Tieres zu bewerten und um etwaige Abweichungen von seinem Normalverhalten zu erkennen, was als Indikator für Leiden angesehen wird (Pollmann und Tschanz 2006), muss das Verhalten der zu untersuchenden Tierart bekannt sein. Bislang gab es nur eine Verhaltensstudie aus dem Jahr 1958 über den Rosapelikan in zoologischen Einrichtungen, welche ausschließlich im Innengehege der Rosapelikane in einer zoologischen Einrichtung gemacht wurde. Daher war es wichtig, einen Überblick über das Verhalten von Rosapelikanen auf ihren Außenanlagen in mehreren zoologischen Einrichtungen zu bekommen. Bisherige Studien zu Rosapelikanen in zoologischen Einrichtungen belegten, dass Rosapelikane von anderen Rosapelikanen Verhalten erlernen können (Danel et al. 2020). Allgemeines Verhalten wurde jedoch nicht betrachtet, sodass es zu der vorliegenden Arbeit keine

vergleichende Literatur gab. Lediglich für den Graupelikan existierte ein erstelltes Ethogramm, mit dem Hinweis, wie wichtig es sei, das Verhalten einer Art zu kennen, um die Haltung dieser Art verbessern zu können (Gokula 2012).

Da die Verhaltensbeobachtungen in den zoologischen Einrichtungen einheitlich ausfielen, kann mit dem gewonnenen Überblick das Normalverhalten eines Rosapelikans in einer zoologischen Einrichtung definiert werden.

Lediglich bei 2 von 128 kupierten Tieren kam es zum Beobachten abweichender Verhaltensweisen. Diese 2 Rosapelikane waren sehr stark *kupiert*, indem auch ein Teil der Armschwinge zusätzlich zu der Handschwinge entfernt worden war und sie somit eine so starke Dysbalance aufwiesen, dass sie sich beim Schwimmen zum Beispiel im Kreis drehten. Man könnte hier eine Abweichung vom Normalverhalten sehen und dies somit als einen Leidensindikator identifizieren (Hirt et al. 2016). Solche abweichenden Verhaltensweisen kommen zum Beispiel auch bei flugunfähig gemachten kleinen Enten vor, welche in Stresssituationen versuchen zu fliegen, was darin endet, dass sie sich aufgrund ihrer Dysbalance überschlagen (Dollinger et al. 2013). Von einer zu starken Dysbalance, die zum Beispiel durch das Entfernen der Hand und Armschwinge zustande kommt, sollte beim Flugunfähigmachen somit abgesehen werden, damit die Tiere keine Abweichungen ihres Normalverhaltens aufweisen.

Insgesamt konnten in dieser Studie keine signifikanten Unterschiede in den 3 Untersuchungsgruppen (flugfähig, irreversibel flugunfähig, reversibel flugunfähig) in den durchschnittlichen Aktivitätsbudgets festgestellt werden. Somit scheint der Flugstatus keinen Einfluss auf das Verhalten von Rosapelikanen zu haben, was vergleichbar mit den Ergebnissen von bisher erfolgten Studien bei Rosaflamingos ist (George und Rose 2023; Reese et al. 2020b).

Verhaltensbeobachtungen werden oft zur Beurteilung des Wohlbefindens der beobachteten Tiere eingesetzt, vor allem um ihre Haltungsbedingungen zu evaluieren und zu verbessern (Rose und Riley 2021). Daher werden oft Indikatoren für ein positives Wohlbefinden festgelegt. Beim Nutzgeflügel zählen hierzu vor allem die Verhaltensweisen putzen, Staubbaden, brüten, bewegen, schwimmen, ruhen und Futter suchen (Papageorgiou et al. 2023; Woods et al. 2022). Die Rosapelikane in den untersuchten Gruppen zeigten vor allem die Verhaltensweisen *ruhen* (46%) und *putzen* (36%). Diese Verhaltensweisen zeigten die Rosapelikane vor allem, wenn keine Stressoren oder Störfaktoren vorhanden waren. Sowohl beim *Ruhen* als auch *Putzen* machte der Rosapelikan den Eindruck, dass er keinen Stressoren entweichen muss und sich somit in seinem inneren Gleichgewicht befindet.

Hervorzuheben ist auch die Verhaltensweise *schwimmen*, da man dem Rosapelikan, welcher zu den Ruderfüßern gehört, eine Wasseraffinität zusagt. So wird er oft als wassernah lebender Vogel bezeichnet (Dollinger et al. 2013; TVT 2015), da seine Füße, bei denen die Zehen durch Schwimmhäute verbunden sind, prädestiniert für das Schwimmen sind. Auffällig war hier, dass

in einem Zoo die beobachteten Rosapelikane nicht einmal *schwimmen* waren. Nach Aussage der Tierpflegerin wurde in diesem Zoo das Wasser des Rosapelikanteiches nicht oft gewechselt und hatte keinen Frischwasserzulauf. Ob dies dazu führte, dass die Pelikane nicht geschwommen sind oder der Zeitraum der Beobachtung zu kurz war und sie zu einem anderen Zeitpunkt *schwimmen* waren, kann nicht eindeutig bestimmt werden. Hervorzuheben ist jedoch, dass die Verhaltensweise *schwimmen* mit bis zu 28% als die dritt häufigste Verhaltensweise beobachtet wurde.

Die Verhaltensweise des *Futter Suchens* schließt die Verhaltensweise des *Schwimmens* mit ein, da der Rosapelikan hierzu im Wasser schwimmt und mit seinem Schnabel unter die Wasseroberfläche taucht. Diese Verhaltensweise konnte auch außerhalb der Fütterungszeiten beobachtet werden, obwohl in den meisten Wasseranlagen keine Fische vorhanden waren. Den höchsten Anteil an dieser Verhaltensweise zeigte auch die Rosapelikangruppe, welche am meisten geschwommen ist. Ob hier Fische im Wasser vorhanden waren, ist nicht bekannt. Bei Hühnern gilt das Picken, was die Futterraufnahme vom Boden miteinschließt, als Indikator für positives Wohlbefinden. Dies könnte mit dem *Futter Suchen* der Rosapelikane gleichgesetzt werden.

Daraus, dass die am meisten beobachteten Verhaltensweisen beim Rosapelikan *putzen* (38%), *ruhen* (46%), *schwimmen* (7%) und *Futter suchen* (3%) waren, lässt sich ableiten, wenn man sich auf die Indikatoren beim Nutzgeflügel bezieht, dass die beobachteten zum großen Teil flugunfähig gemachten Rosapelikane durch die genannten Verhaltensweisen ein positives Wohlbefinden zeigten. Dies würde Dollinger in seiner Annahme, dass das Flugunfähigmachen keinen Einfluss auf das Wohlbefinden der Tiere hat, da diese die Flugunfähigkeit durch andere Verhaltensweisen kompensieren könnten (Dollinger et al. 2013), bestätigen.

Die *sozialen Verhaltensweisen*, *dehnen* und *bewegen*, welche zum Teil beim Nutzgeflügel auch als Indikatoren für positives Wohlbefinden gewertet werden, wurden hingegen wenig aufgezeichnet. Da vor allem natürliche Verhaltensweisen als Indikatoren für positives Wohlbefinden gewertet werden, kann hierzu beim Rosapelikan auch die Verhaltensweise *fliegen* angesehen werden.

Jedoch wurde die Verhaltensweise *fliegen* nur gering beobachtet, wobei die Studie nur 7 Rosapelikane einschloss, welche fliegen konnten. Auffällig war hier, dass auch in Einrichtungen, wo nur beschnittene, extirpierte und kupierte Tiere gehalten wurden (Zoo *b* und *d*), die Verhaltensweise *fliegen* ebenso beobachtet wurde. Dies lässt sich dadurch erklären, dass gerade beschnittene Rosapelikane durchaus kurze Strecken fliegen können, wenn sie einen guten Auftrieb bekommen. Bei extirpierten Tieren könnten nicht genügend Federfollikel entfernt worden sein, sodass der Rosapelikan trotz Lücken im Gefieder Auftrieb bekommen könnte. Bei den flugfähigen Rosapelikanen war zudem auch zu beobachten, dass sie trotz Lücken in

den Schwungfedern fliegen konnten. Daher ist es nicht verwunderlich, dass auch beschnittene Rosapelikane nachmausern und fliegen können, wenn der Tierpfleger den richtigen Zeitpunkt zum Nachschneiden verpasst hat. Dies bestätigt die Annahme Dollingers, dass reversibel flugunfähig gemachte Tiere entweichen könnten, was negative Einflüsse sowohl auf das entflohenen Tier, als auch auf das umgebende Ökosystem haben könnte (Dollinger et al. 2013). Dass die flugfähigen Tiere, welche in einer Voliere gehalten wurden, kein Fliegen gezeigt haben, lässt den Rückschluss zu, dass die Voliere von der Größe her zu klein war. Die Tiere flogen täglich während der Tierpräsentation auf kurzer Strecke, der Beobachtungszeitraum dieser Tiere lag jedoch außerhalb der Tierpräsentationszeiten. Die anderen 3 beprobten, flugfähigen Tiere flogen auch im Beobachtungszeitraum, wobei das *Fliegen* vor allem nach der Fütterungszeit gezeigt wurde. Ein Rosapelikan konnte beim Kreisen zusammen mit Weißstörchen beobachtet werden. Laut Dollinger fliegen große Vögel, wie Störche und Flamingos um Futter zu suchen oder zu migrieren (Dollinger et al. 2013). Da die beobachteten Rosapelikane erst nach der Fütterung flogen, scheint das Futter suchen kein Grund für das beobachtete *Fliegen* zu sein. Da die Rosapelikane auch immer wieder bei ihrer eigenen Kolonie landeten, ist auch die Migration als Grund auszuschließen. Demzufolge bleibt der Grund für das Flugverhalten unbekannt, auch wenn das von Dollinger erwähnte Spielverhalten ein Grund sein könnte (Dollinger et al. 2013). Nach Klausen fliegen Pelikane nur aus dem Grund um zu fliegen (Klausen 2014) was hier auch zutreffen könnte. Ebenso war kein langer Anlauf für das Starten zum Fliegen beobachtbar, wie es oft als nötig deklariert wird (Dollinger et al. 2013; Reese et al., 2020a; TVT 2015).

In einer Studie in einer englischen zoologischen Einrichtung wurde bei einer Gruppe Rosapelikane die Verhaltensweise *wachsam* als Indikator für ein baldiges Brutgeschehen beim Rosapelikan evaluiert (Brereton et al. 2021). In unserer Studie wirkte der Rosapelikan bei der Verhaltensweise *wachsam* alarmiert, um vielleicht etwaige Stressoren zu erkennen (zum Beispiel Tierpfleger, welche auf die Anlage gingen). *Wachsam* waren die Pelikane aber nur in geringem Maße in dem beobachteten Zeitraum, was vielleicht auf den Zeitpunkt der Beobachtung nach der Brutphase zurückzuführen ist.

Als einzige Verhaltensweise zeigte die Variable *flattern* einen signifikanten Zusammenhang in Bezug auf die Feder Kortikosteron Werte.

Diese Verhaltensweise wurde in drei zoologischen Einrichtungen nicht beobachtet, in zwei zoologischen Einrichtungen (*Zoo c* und *n*) war sie jedoch im Gegensatz zu den anderen beobachteten Rosapelikangruppen auffällig hoch. Diese beiden Gruppen bestanden nur aus 3 bzw. 4 Tieren und die Feder Kortikosteron Werte waren bei *Zoo n* am höchsten. Die Verhaltensweise *flattern* wird dadurch charakterisiert, dass der Rosapelikan sich bewegt und dabei die Flügel bewegt. Ob der Rosapelikan bei der gezeigten Verhaltensweise im Allgemeinen einem Stressor ausweichen oder entkommen möchte, indem er versucht zu fliegen, ist nicht

genau festzulegen. Zusätzlich können Rosapelikane beim Laufen auch ihre Flügel zur Hilfe nehmen, um ein besseres Gleichgewicht zu erlangen, da gerade beim schnellen Laufen Rosapelikane ihre Flügel oft öffnen. Das Flügelschlagen könnte eine Abwehrbewegung sein oder eine Verhaltensweise, die vom Normalverhalten des Rosapelikans abweicht. Dies würde indizieren, dass das Tier in seinem Wohlbefinden gestört ist und somit Leiden anzeigt. Es kann aber auch Teil seines Normalverhaltens sein und wie erwähnt eine Reaktion auf einen Stressor darstellen. Um diese Verhaltensweise zu validieren, wären Verhaltensbeobachtungen von wild lebenden Pelikanen essenziell. Zum jetzigen Zeitpunkt bleibt der Ursprung der Verhaltensweise *fluttern* unklar, die erzielten Ergebnisse könnten jedoch beim Flattern auf einen Indikator für Stressverhalten schließen lassen, da die viel flatternden Tiere höhere Feder Kortikosteron Werte zeigten.

5.3 Feder Kortikosteron Werte einzelner Lebensparameter

5.3.1 Variable Gruppengröße

Die Gruppengrößen der Rosapelikangruppen variierten stark zwischen den zoologischen Einrichtungen. Die geringste Anzahl an Rosapelikanen bestand aus 3 Tieren, die größte Gruppe umfasste 26 Tiere. Die Einteilung der Gruppen erfolgte in folgende Kategorien: Gruppen mit 3 bis 5 Tieren, Gruppen mit 6 bis 10 Tieren und Gruppen über 10 Tiere. Hier war auffällig, dass die Feder Kortikosteron Werte mit der Größe der Gruppe kleiner wurden. Mit 0,083 war dieser Zusammenhang nicht signifikant, auch wenn diese Tendenz dennoch den Gedanken erlaubt, dass Rosapelikane in größeren Gruppen die geringeren Feder Kortikosteron Werte aufweisen und somit weniger Stress erfahren. Da Pelikane in sehr großen Kolonien leben, mit bis zu 17.000 Brutpaaren (Marinov et al. 2016), wäre dieser Gedanke nachvollziehbar. So bestand die Rosapelikangruppe mit den höchsten Feder Kortikosteron Werten lediglich aus 4 Tieren. Bei anderen Tierarten, wie zum Beispiel dem Rosaflamingo, konnte zudem nachgewiesen werden, dass die Tiere in größeren Gruppen eine bessere Reproduktionsrate besaßen (Pickering 1992; Reese et al. 2020b). Dies lässt den Schluss zu, dass die Tiere Energie für die Reproduktion aufbringen konnten, was wiederum heißt, dass wenig Glucocorticoide ausgeschüttet wurden, welche die Reproduktion hemmen würden. Daraus ergibt sich die Annahme, dass Rosaflamingos in größeren Gruppen besser brüten, da sie weniger Stress haben und somit ihr Wohlbefinden besser ist. Bei der vorliegenden Arbeit wurde das Brutverhalten der Rosapelikane nicht ins Ethogramm mit aufgenommen, da die Tiere meist im Winterquartier brüten und somit das Brutverhalten für die vorliegende Verhaltensstudie der Rosapelikane auf ihren Freianlagen als nicht essenziell eingeordnet wurde, da die Rosapelikane diese Verhaltensweise im geplanten Beobachtungszeitraum nicht gezeigt hätten. Es ist jedoch festzuhalten, dass gerade bei den Rosapelikangruppen von über 10 Tiere im Winter oft gebrütet wurde, was

vergleichbar mit den zuvor genannten Ergebnissen der Studien bei Rosaflamingos ist und ebenso ein Hinweis auf ein positives Wohlbefinden darstellt.

5.3.2 Variablen Geschlecht und Alter

Weiterhin konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Variable *Geschlecht* und *Alter* und den Feder Kortikosteron Werten festgestellt werden. Dies stimmt mit bisherigen Studien bei anderen Vogelarten überein (Adámková et al. 2019; Bosholn et al. 2020; Reese et al. 2020b). Jedoch konnten bei der Variablen *Alter* Tendenzen aufgezeigt werden, da adulte, über 3-jährige Rosapelikane, niedrigere Werte zeigten, was auch schon bei anderen Vogelarten gezeigt wurde (Adámková et al. 2019).

5.3.3 Variable Flugstatus

Die Hauptgröße, der Flugstatus, erzielte ebenfalls keinen signifikanten Zusammenhang zu den Feder Kortikosteron Werten, auch wenn hier Tendenzen sichtbar waren.

Die *irreversibel flugunfähig* gemachten Rosapelikane zeigten die niedrigsten Feder Kortikosteron Werte, gefolgt von den *flugfähigen* Tieren, wohingegen die *beschnittenen* Rosapelikane die höchsten Feder Kortikosteron Werte aufwiesen. Jedoch wurden nur 7 *flugfähige* Rosapelikane im Gegensatz zu 128 *kupierten*, 6 *extirpierten* und 41 *beschnittenen* Rosapelikanen untersucht. Hierbei wiesen die *extirpierten* Rosapelikane einen Feder Kortikosteron Mittelwert von 1,46 und die *kupierten* Tiere einen Mittelwert von 1,5 auf. Die *flugfähigen Tiere* ergaben einen Mittelwert von 1,53 und die *beschnittenen* Tiere einen Wert von 1,6.

Hier könnte die Annahme getroffen werden, dass solche Tiere, die ein- bis zweimal im Jahr gefangen werden müssen, damit ihre Federn beschnitten werden und sie somit flugunfähig bleiben, Stress erfahren und somit die höheren Feder Kortikosteron Werte zeigten. Da es aber schwierig ist, den Zeitpunkt des Einfangens mit dem Wachstum der Federn zu korrelieren, kann kein aussagekräftiger Zusammenhang zwischen dem stressigen Vorgang des Einfangens und Beschneidens mit den ermittelten Feder Kortikosteron Werten bestimmt werden. Dass das Fangen von Vögeln jedoch durchaus ein Stressor sein kann, evaluierte Glucs mittels einer Studie an Kondoren (Glucs et al. 2018).

Die niedrigeren Feder Kortikosteron Werte bei den *irreversibel flugunfähig* gemachten Rosapelikanen könnten ein Hinweis darauf sein, dass der Vogel sich an den Zustand des Flugunfähigseins gewöhnt hatte und daher keinen Stress aufgrund dieser Einschränkung empfand. Laut Dollinger hatte Heini Hediger schon im Jahr 1932 beschrieben, dass Kormorane wenige Wochen, nachdem sie irreversibel flugunfähig gemacht wurden, nicht mehr zu fliegen versuchten, da sie sich an den Zustand des Flugunfähigseins gewöhnt hatten (Dollinger et al. 2013). Diese Gewöhnung kann durch eine Abnahme des Reaktionsreizes auf das Flugunfähigsein gekennzeichnet sein, was zu niedrigeren Feder Kortikosteron Werten führen würde aufgrund

der Habituation. Demnach kann sich ein Organismus auf einen bestimmten Reiz einstellen und passt sich dementsprechend an (Cyr and Romero 2009). Ob diese Gewöhnung bei verschiedenen Techniken des irreversibel Flugunfähigmachens gleich ist, kann aus den Daten dieser Studie nicht geschlussfolgert werden.

Die Analyse des Unterschieds zwischen *kupierten* und *exstirpierten* Rosapelikanen wäre in einer Folgestudie aufschlussreich, da hier nur 6 exstirpierte Tiere untersucht wurden, was einen Vergleich erschwert. In der Literatur wird jedoch oft von Vorteilen der Federfollikellexstirpation gegenüber dem Kupieren gesprochen (Krawinkel 2016), da das Tier durch das beidseitige Erhalten der Flügel ein besseres Gleichgewicht besitzt. Dies könnte sich auch positiv auf das Wohlbefinden der Rosapelikane auswirken, wenn man bedenkt, dass 2 zu stark kupierte Tiere Abweichungen vom Normalverhalten zeigten, was einer Form des Leidens entspricht. Demnach könnte man das Exstirpieren dem Kupieren vorziehen, da es nach dem Exstirpieren nicht zu einer so starken Dysbalance kommt, die zum Abweichen vom Normalverhalten führt. Jedoch ist das permanente Flugunfähigmachen in Deutschland verboten (Reese et al. 2020a). Bei Folgestudien sollte auf ein ausgeglichenes Verhältnis der verschiedenen Status der Tiere geachtet werden.

5.4 Ergebnisse der zielführenden Fragen und Hypothesen

Zusammenfassend können aufgrund der zuvor erläuterten Ergebnisse der Studie die Fragen und Hypothesen aus Kapitel 2.7 wie folgt beantwortet werden.

Es gab keine signifikanten Unterschiede der durchschnittlichen Aktivitätsbudgets innerhalb der 3 aufgrund ihres Flugstatus unterteilten Untersuchungsgruppen und keine signifikanten Korrelationen zwischen den Feder Kortikosteron Werten und einem der erfassten Lebensparameter.

Es gab eine signifikante Korrelation zwischen den Feder Kortikosteron Werten und den Verhaltensweisen. Die Verhaltensweise *flattern* zeigte einen p-Wert unter 0,05. Die Tiere, die die Verhaltensweise *flattern* am meisten zeigten, hatten die höchsten Kortikosteron Werte.

Es gab keine signifikanten Unterschiede der durchschnittlichen Feder Kortikosteron Werte in den drei Untersuchungsgruppen. Somit konnte die Hypothese, dass Rosapelikane aufgrund ihrer Einschränkung, dass sie nicht fliegen können, Stress erfahren und daher höhere Feder Kortikosteron Werte aufweisen, nicht bestätigt werden. Flugfähige Pelikane hatten ähnliche Feder Kortikosteron Werte wie die irreversibel flugunfähigen Pelikane.

Rosapelikane, die reversibel flugunfähig gemacht wurden, wiesen höhere Feder Kortikosteron Werte auf als irreversibel flugunfähig gemachte Tiere, diese sind jedoch nicht signifikant. Die

zweite Hypothese ist aufgrund der fehlenden Signifikanz nicht verifizierbar, jedoch sollten die Tendenzen der Feder Kortikosteron Werte durch Folgestudien weiterhin evaluiert werden.

Anhand der Kombination von Verhaltensbeobachtungen und der Bestimmung von Feder Kortikosteron konnte kein signifikanter Einfluss des Flugstatus auf die Feder Kortikosteron Werte und somit auf das Wohlbefinden der Rosapelikane dargestellt werden, womit die 3. Hypothese bestätigt ist.

Diese Studie führt somit zu ersten neuen Erkenntnissen über die in zoologischen Einrichtungen lebenden Rosapelikane und gibt erste wissenschaftliche Hinweise darauf, dass das Flugunfähigmachen der Rosapelikane keine Auswirkungen auf ihr Wohlbefinden hat.

5.5 Limitationen der Studie

5.5.1 Verhaltensbeobachtungen

Die Verhaltensbeobachtungen stellen eine wertvolle Methode zur Evaluierung des Wohlbefindens in Kombination mit anderen Methoden dar (Rose und Riley 2021). Die Scan Sampling Methode anhand des erstellten Ethogramms hat sich als geeignet erwiesen. Um eine noch bessere Vergleichbarkeit zu bekommen, sollten die Beobachtungszeiträume besser angepasst werden. Bei den untersuchten 4 Stunden am Tag können durchaus Verhaltensweisen nicht gezeigt worden sein, die in den verbliebenen Stunden vorkamen. Es könnten zum Beispiel genau die Ruhephasen der Rosapelikane beobachtet worden sein. Daher wäre eine Beobachtungszeit während der gesamten Tageslichtlänge aufschlussreich, um alle Verhaltensweisen zu registrieren. Hier könnte man auch die Tagesabläufe der unterschiedlichen zoologischen Einrichtungen mit den beobachteten Verhaltensweisen vergleichen, um so noch besser etwaige Stressoren aufzudecken. Auch könnten durch längere Beobachtungsintervalle die gewonnenen Erkenntnisse validiert werden. Weiterhin sollte eine Videobeobachtung durchgeführt werden, um sicher zu stellen, dass keine Beeinflussung des Verhaltens durch die beobachtende Person erfolgt.

Daten von Wildtieren könnten ebenfalls helfen, die Ergebnisse der Studien in zoologischen Einrichtungen zu validieren (Rose und Riley 2021). Die vorhandenen Studien zu Wildpopulationen bei Rosapelikane konzentrierten sich meist auf die Brutbiologie (Brown und Urban 1969) oder ihre räumliche Verteilung und ihr Vorkommen in der Natur (Bowker et al. 2010; Marinov et al. 2016). Wie sie sich genau verhalten oder wie oft sie zum Beispiel fliegen, ist nicht wissenschaftlich belegt.

Da bei einer anderen Verhaltensstudie über Rosapelikane Unterschiede zwischen den Beobachtungszeiträumen vor und nach der Brutsaison auftraten (Brereton et al. 2021), sollte

man diese Erkenntnisse auf Folgestudien ausweiten und ebenfalls Beobachtungszeiträume vor und nach der Brutsaison ansetzen.

Zusätzlich wären individuelle Zuordnungen der Tiere bei den Beobachtungen aufschlussreich. In einer Verhaltensstudie in einer englischen zoologischen Einrichtung konnten bei 41 Rosaflamingos keine signifikanten Unterschiede zwischen dem Flugstatus und dem Verhalten der Tiere evaluiert werden. Die Tiere waren mit Farbringen markiert und so konnte jeder Flamingo individuell beobachtet werden und ihm seine Verhaltensweise zugeordnet werden (George und Rose 2023). Bei weiterführenden Studien wäre somit die Markierung der Rosapelikane sinnvoll, um eine genaue Zuordnung der Verhaltensweisen zu den einzelnen Tieren und ihrem Flugstatus zu erzielen.

5.5.2 Feder Kortikosteron Werte

Glucocorticoid Bestimmung ist die bisher am meisten genutzte Methode in zoologischen Einrichtungen, um Stressantworten zu quantifizieren (Tallo-Parra et al. 2023). Gerade die langfristige Kortikosteron Exposition über das Federwachstum hinweg kann Aufschluss über das Basislevel, sowie eventueller Stressoren geben (Romero und Fairhurst 2016). Da jedoch der Zeitpunkt des Wachstums der gezogenen Federn, welche zur Feder Kortikosteron Messung genutzt wurden, nicht eindeutig bestimmt werden konnte, ist es fraglich, welche Stressoren genau für höhere Kortikosteron Werte verantwortlich waren. Infolge des unterschiedlichen Aufbaus jeder zoologischen Einrichtung und des unterschiedlichen Managements, war es für diese Studie nicht möglich, im Allgemeinen einheitliche Gegebenheiten und somit standardisierte Bedingungen zu schaffen. Daher kann die zoologische Einrichtung selbst als Faktor auch Einfluss auf die Feder Kortikosteron Werte nehmen (Reese et al. 2020). Um Feder Kortikosteron Werte zu interpretieren, sollten daher immer zusätzliche Methoden, wie zum Beispiel die Verhaltensbeobachtung angewandt werden, die zu den Feder Kortikosteron Werten in Bezug gesetzt werden können und diese komplementieren. Diese Kombination kann zu einem besseren Verständnis von Verhalten und Wohlbefinden führen (Rose und Riley 2021).

Diese ersten Feder Kortikosteron Messungen bei Rosapelikanen können einen ersten Überblick geben, die Interpretation der Werte ist aber aufgrund ausbleibender Vergleiche vorsichtig zu betrachten. Daher sollten die erzielten Ergebnisse durch Folgestudien dieser Vogelart validiert werden.

Mit den neuen Forschungsergebnissen, dass gezogene Federproben dieselben Feder Kortikosteron Werte aufwiesen wie geschnittene Federproben (Voit et al. 2020), können nachfolgende Studien mit flexibleren Probenentnahmen vereinfacht werden, da diese nicht als Tierversuch eingestuft werden und kein Tierversuch beantragt werden muss. Es könnten Vergleichsgruppen und Wildpopulationen mit in die Forschung einbezogen werden. Der Vergleich zu wild lebenden Pelikanen, sei es in der Verhaltensbeobachtung oder der Bestimmung

von Feder Kortikosteron Werten, könnte die vorliegende Studie validieren und die Forschungsergebnisse über den Rosapelikan erweitern.

Nur wenn die Biologie und somit die Bedürfnisse eines Tieres untersucht sind, kann man im Vergleich dazu das Wohlbefinden eines Tieres valide beurteilen.

6 Zusammenfassung

Flugunfähige Vögel sind in zoologischen Einrichtungen keine Seltenheit. In früheren Jahren war das Flugunfähigmachen von Vögeln die gängige Praxis, um sie daran zu hindern, ihrem Gehege zu entweichen.

Mit der Änderung des Deutschen Tierschutzgesetzes im Jahre 1998 wurde jedoch das irreversible Flugunfähigmachen durch Paragraph 6 des Deutschen Tierschutzgesetzes verboten. Nichtsdestotrotz gibt es auch die Ansicht, dass auch das reversible Flugunfähigmachen mittels Federschneiden unter diesen Paragrafen fallen würde.

So kommt es immer wieder zu kontroversen Diskussionen, ob der Vogel aufgrund seiner Flugunfähigkeit leidet, oder dies durch andere Verhaltensweisen kompensiert werden könnte. Jeglichen Argumenten fehlt aber die wissenschaftliche Grundlage, da der Zusammenhang zwischen dem Flugunfähigmachen eines Vogels und seinem Wohlbefinden bisher nicht wissenschaftlich untersucht wurde.

Mit der Entwicklung der Kortikosteron Messung aus der Feder eröffnete sich nun die Möglichkeit, erste Zusammenhänge tierbasiert untersuchen zu können. Da das Wohlbefinden von zoologisch gehaltenen Tieren immer mehr im Fokus der öffentlichen Debatte steht, mit der Forderung einer tiergerechten Tierhaltung, wurde diese Studie entwickelt, um erste Daten zum Rosapelikan (*Pelecanus onocrotalus*) in Bezug auf sein Wohlbefinden und dem Flugunfähigmachen zu generieren.

Hierzu wurden in 21 deutschen, zoologischen Einrichtungen Daten gesammelt, welche auf der Kombination von Verhaltensbeobachtungen und der Messung von Feder Kortikosteron beruhten. Insgesamt wurden 215 Rosapelikane mithilfe eines erstellten Ethogramms beobachtet. Pro zoologische Einrichtung wurden die Tiere drei Tage lang für je zwei Mal zwei Stunden am Tag mittels Scan-Sampling-Methode beobachtet. Die Pelikane der Gruppen wurden je einem Flugstatus zugeteilt: *flugfähig*, *reversibel flugunfähig* oder *irreversibel flugunfähig*. Im selben Jahr der Verhaltensbeobachtung wurden dann von den Pelikanen Federproben genommen und das Feder Kortikosteron gemessen. Hierbei wurden 182 Pelikane beprobt. Die Daten wurden in einem linearen gemischten Regressionsmodell analysiert.

Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied im Feder Kortikosteron zwischen den einzelnen Flugstatusgruppen, jedoch waren Tendenzen ersichtlich. Die *reversibel flugunfähig* gemachten Rosapelikane zeigten die höchsten Feder Kortikosteron Werte. Auch die Gruppengröße der gehaltenen Rosapelikane hatte einen Einfluss, der jedoch nicht signifikant war. Hier hatten die größten Gruppen mit über 10 Tieren die niedrigsten Feder Kortikosteron Werte. Andere Variablen wie das *Geschlecht* oder das *Alter* der Tiere hatten ebenfalls keinen signifikanten Einfluss auf die Feder Kortikosteron Werte. In Bezug auf die Verhaltensbeobachtungen und

die Feder Kortikosteron Werte zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang mit höheren Werten an Feder Kortikosteron und dem Verhaltensmuster *flattern*.

Es konnten somit Daten zu den Rosapelikanen in zoologischen Einrichtungen erhoben werden, die einen ersten Überblick über diese Art verschaffen.

Das Flugunfähigmachen scheint somit keinen signifikanten Einfluss auf das Wohlbefinden der Rosapelikane zu haben, obwohl Tendenzen ersichtlich waren. Das Verhaltensmuster *flattern* könnte ein Indikator für Stress sein, da hier höhere Feder Kortikosteron Werte festgestellt wurden.

Jedoch sind dies die ersten Ergebnisse der ersten Untersuchungen an Rosapelikanen in zoologischen Einrichtungen und diese sollten durch weitere Studien validiert werden.

7 Summary

Effects of deflighting procedures on welfare of Great White Pelicans (*Pelecanus onocrotalus*) living in different German zoos

Flightless birds are not an uncommon sight in zoological institutions. In prior years, immobilizing birds was a common practice to prevent them from escaping their enclosure.

The amendment of the German Animal Welfare Act in 1998 prohibited irreversible flight restriction by paragraph 6 of the German Animal Welfare Act. There are even some views that reversible feather clipping could also fall under this paragraph.

Discussions arise as to whether the bird is suffering because of its inability to fly or whether it could compensate for it through other behaviors. However, no argument is scientifically proven, since the association between deflighting a bird and its well-being has not been scientifically investigated.

With the development of corticosterone measurement of feathers, the possibility was now given to investigate first associations. The well-being of zoo animals is increasingly becoming the focus of good animal husbandry and so this study was designed to obtain initial data on the Great White Pelican (*Pelecanus onocrotalus*) in relation to its welfare and flight restriction. For this purpose, data were collected in 21 German zoological institutions, which are based on the combination of behavioral observations and the measurement of feather corticosterone. In total, 215 Great White Pelicans were observed using a developed ethogram. For each zoological institution, the groups were observed twice a day for two hours on three consecutive days using scan sampling. The pelicans were each assigned a flight status: airworthy, reversibly deflighted or irreversibly deflighted. In the same year of behavioral observation, feather samples were taken from the individual pelicans and the feather corticosterone was examined. 182 pelicans were sampled. The data were analyzed in a linear mixed regression model.

However, a significant difference between the individual flight status groups was not proven, although tendencies were evident. The reversibly deflighted Great White Pelicans showed the highest feather corticosterone levels. There were also visible tendencies concerning the group size of the examined pelicans, but these were not significant. The largest groups with more than 10 animals had the lowest feather corticosterone values. Other variables such as gender or age also showed no significant differences in feather corticosterone. The behavioral pattern of fluttering showed a significant correlation with higher levels of feather corticosterone.

Thus, first data on the Great White Pelican in zoological institutions was collected, which provide a first overview of this species. Flight restrictions do not appear to have an impact on Great White Pelicans' welfare, although tendencies were evident. The behavioral pattern of fluttering could be an indicator of stress, since higher levels of feather corticosterone were assessed.

These are the first results of the first studies on Great White Pelicans in zoological institutions and these results should be validated with follow-up investigations.

Literaturverzeichnis

- Adámková, M., Bílková, Z., Tomášek, O., Šimek, Z., Albrecht, T., 2019. Feather steroid hormone concentrations in relation to age, sex, and molting time in a long-distance migratory passerine. *Ecol. Evol.* 9, 9018–9026. <https://doi.org/10.1002/ece3.5447>
- Aharon-Rotman, Y., Buchanan, K.L., Clark, N.J., Klaassen, M., Buttemer, W.A., 2016. Why fly the extra mile? Using stress biomarkers to assess wintering habitat quality in migratory shorebirds. *Oecologia* 182, 385–395. <https://doi.org/10.1007/s00442-016-3679-1>
- Aharon-Rotman, Y., Buttemer, W., Koren, L., Wynne-Edwards, K., 2021. Experimental corticosterone manipulation increases mature feather corticosterone content: implications for inferring avian stress history from feather analyses. <https://doi.org/10.1101/2021.01.11.425815>
- Alain, C., Catsadorakis, G., Naziridis, T., 1997. *Pelecanus onocrotalus* Great White Pelican. *BWP Update* 1, 144–148.
- Animal Welfare Act 2006. Abgerufen am 06.07.2020 um 17:54, von <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2006/45/section/5>.
- Arrêté du 25 mars 2004 fixant les règles générales de fonctionnement et les caractéristiques générales des installations des établissements zoologiques à caractère fixe et permanent, présentant au public des spécimens vivants de la faune locale ou étrangère, 2017. Abgerufen am 04.08.2023 um 08:43, von <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000610915/>
- Arrêté royal relatif aux interventions autorisées sur les vertébrés pour l'exploitation utilitaire de l'animal ou pour limiter la reproduction de l'espèce, 2009. Abgerufen am 04.08.2023 um 09:52, von <http://environnement.wallonie.be/legis/bienetreanimal/bienetre043.html>
- Beckmann, M., Thal, D., 2017. Flugunfähigkeitsbewirkende Behandlungen von Zoovögeln – Rechtliche Rahmenbedingungen des Tier- und Naturschutzrechts. *Nat. Recht* 39, 154–163. <https://doi.org/10.1007/s10357-017-3151-y>
- Bennett, R.A., Baumgartner, K., 2015. Chapter 65 - Avian Deflighting Techniques, in: Miller, R.E., Fowler, M.E. (Eds.), *Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine*, Volume 8. W.B. Saunders, St. Louis, pp. 650–660. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-7397-8.00065-7>

- BGB1.II Nr. 486/2004, 2004. 486. Verordnung der Bundesministerin für Gesundheit und Frauen über die Haltung von Wirbeltieren, die nicht unter die 1. Tierhaltungsverordnung fallen, über Wildtiere, die besondere Anforderungen an die Haltung stellen und über Wildtierarten, deren Haltung aus Gründen des Tierschutzes verboten ist (2. Tierhaltungsverordnung) Abgerufen am 03.08.2023 um 10:08, von <https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/II/2004/486>
- Blas, J., 2015. Chapter 33 - Stress in Birds, in: Scanes, C.G. (Ed.), *Sturkie's Avian Physiology (Sixth Edition)*. Academic Press, San Diego, pp. 769–810. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407160-5.00033-6>
- Bortolotti, G.R., Marchant, T., Blas, J., Cabezas, S., 2009. Tracking stress: localisation, deposition and stability of corticosterone in feathers. *J. Exp. Biol.* 212, 1477–1482. <https://doi.org/10.1242/jeb.022152>
- Bortolotti, G.R., Marchant, T.A., Blas, J., German, T., 2018. Corticosterone in feathers is a long-term, integrated measure of avian stress physiology. *Funct. Ecol.* 22, 494–500. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2008.01387.x>
- Bosholn, M., Anciães, M., Gil, D., Weckstein, J.D., Dispoto, J.H., Fecchio, A., 2020. Individual variation in feather corticosterone levels and its influence on haemosporidian infection in a Neotropical bird. *Ibis* 162, 215–226. <https://doi.org/10.1111/ibi.12709>
- Boves, T.J., Fairhurst, G.D., Rushing, C.S., Buehler, D.A., 2016. Feather corticosterone levels are related to age and future body condition, but not to subsequent fitness, in a declining migratory songbird. *Conserv. Physiol.* 4, cow041. <https://doi.org/10.1093/conphys/cow041>
- Bowker, M.B., Taylor, R.H., Downs, C.T., 2010. Numbers and distribution of the Great White Pelican *Pelecanus onocrotalus* and the Pink-backed Pelican *P. rufescens* in north-eastern KwaZulu-Natal, South Africa. *Ostrich* 81, 179–188. <https://doi.org/10.2989/00306525.2010.517965>
- Bračko, Andrea, King, Catherine. E., 2013. Advantages of aviaries and the Aviary Database Project: a new approach to an old housing option for birds. *International Zoo Yearbook* 48(1):166–8. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/izy.12035/full>
- Brereton, J.E., Fryer, J., Rose, P.E., 2021. Understanding sociality and behavior change associated with a nesting event in a captive flock of great white pelicans. *Zoo Biol.* 40, 386–397. <https://doi.org/10.1002/zoo.21616>
- Brouwer, K., Hiddinga, B., King, C.E., 1994. Management and breeding of pelicans *Pelecanus* spp: in captivity. *Int. Zoo Yearb.* 33, 24–39. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1090.1994.tb03552.x>

- Brown, L.H., Urban, E.K., 1969. The Breeding Biology of the Great White Pelican *Pelecanus Onocrotalus Roseus* at Lake Shala, Ethiopia. *Ibis* 111, 199–237. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1969.tb02527.x>
- CAPS, 2013. Pinioning birds in English zoos - Mutilated for your viewing pleasure. Abgerufen am 03.08.2023 um 11:10, von <https://www.yumpu.com/en/document/view/11988590/mutilated-captive-animals-protection-society>
- Chamary, J., 2016. Homöostase, in: Chamary, J. (Ed.), 50 Schlüsselideen Biologie. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 136–139. https://doi.org/10.1007/978-3-662-48381-7_34
- Crivelli, A.J., Schreiber, R.W., 1984. Status of the Pelecanidae. *Biol. Conserv.* 30, 147–156. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(84\)90063-6](https://doi.org/10.1016/0006-3207(84)90063-6)
- Cyr, N.E., Romero, L.M., 2009. Identifying hormonal habituation in field studies of stress. *Gen. Comp. Endocrinol.* 161, 295–303. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2009.02.001>
- D'Agostino, J.J., Snider, T., Hoover, J., West, G., 2006. Use of Laser Ablation and Cryosurgery to Prevent Primary Feather Growth in a Pigeon (*Columba livia*) Model. *J. Avian Med. Surg.* 20, 219–224. [https://doi.org/10.1647/1082-6742\(2006\)20\[219:UOLAAC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1647/1082-6742(2006)20[219:UOLAAC]2.0.CO;2)
- Danel, S., Troina, G., Dufour, V., Bailly-Bechet, M., von Bayern, A.M.P., Osiurak, F., 2020. Social learning in great white pelicans (*Pelecanus onocrotalus*): A preliminary study. *Learn. Behav.* 48, 344–350. <https://doi.org/10.3758/s13420-019-00404-6>
- Danel, S., von Bayern, A.M.P., Osiurak, F., 2022. Great white pelicans (*Pelecanus onocrotalus*) fail to use tools flexibly in problem-solving tasks. *Ethology* 128, 99–110. <https://doi.org/10.1111/eth.13243>
- Dawson, W.R., Carey, C., Hof, T.J.V., 1992. Metabolic Aspects of Shivering Thermogenesis in Passerines during Winter. *Ornis Scand. Scand. J. Ornithol.* 23, 381–387. <https://doi.org/10.2307/3676664>
- Djurskyddsmyndighetens föreskrifter om djurhållning i djurparker , 2004 Djurskyddsmyndigheten L: Sweden. Abgerufen am 07.07.2021, von https://www.jordbruksverket.se/download/18.26424bf71212ecc74b08000877/1370040445226/DFS_2004-19.pdf
- Dollinger, P., Pagel, T., Baumgartner, K., Encke, D., Engel, H., Filz, A., 2013. Flugunfähigmachen von Vögeln – Für und Wider. *Zool. Gart.* 82, 293–339. <https://doi.org/10.1016/j.zoolgart.2014.01.004>

- EAZA und BIAZA, 2017. „Joint Response from the European Association of Zoos and Aquaria and the British and Irish Association of Zoos and Aquariums to the Release of the Born Free Foundation’s ‘Beyond the Bars’ Report on Wild Animal Welfare in the United Kingdom“. Abgerufen am 03.08.2023 um 11:10, von 2017-03-EAZA-and-BIAZA-response-to-the-release-of-the-Born-Free-Foundation-report-on-wild-animal-welfare-in-the-United-Kingdom-FINAL.pdf
- Eder, H., Fiedler, W., 2017. Bionik der Flugfeder. *Biol. Unserer Zeit* 47, 54–59. <https://doi.org/10.1002/biuz.201710614>
- Fairhurst, G.D., Frey, M.D., Reichert, J.F., Szelest, I., Kelly, D.M., Bortolotti, G.R., 2011. Does Environmental Enrichment Reduce Stress? An Integrated Measure of Corticosterone from Feathers Provides a Novel Perspective. *PLoS ONE* 6, e17663. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0017663>
- Fairhurst, G.D., Marchant, T.A., Soos, C., Machin, K.L., Clark, R.G., 2013. Experimental relationships between levels of corticosterone in plasma and feathers in a free-living bird. *J. Exp. Biol.* 216, 4071–4081. <https://doi.org/10.1242/jeb.091280>
- Feuerborn, H., 2022. Effects of sunrise/sunset lighting on corticosterone levels in Coturnix quail (*Coturnix coturnix*). *Poult. Sci. Undergrad. Honors Theses*.
- Fischer, C.P., Rao, R., Romero, L.M., 2017. Exogenous and endogenous corticosterone in feathers. *J. Avian Biol.* 48, 1301–1309. <https://doi.org/10.1111/jav.01274>
- Foth, C., 2021. Eine kurze Geschichte der Vogelfeder. *Archaeopteryx* 37, 23–29.
- Fraser, D., 2008. Understanding animal welfare. *Acta Vet. Scand.* 50, S1. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-50-S1-S1>
- Freeman, N.E., Newman, A.E.M., 2018. Quantifying corticosterone in feathers: validations for an emerging technique. *Conserv. Physiol.* 6, coy051. <https://doi.org/10.1093/conphys/coy051>
- George, A.J., Rose, P.E., 2023. Wing condition does not negatively impact time budget, enclosure usage, or social bonds in a flock of both full-winged and flight-restrained greater flamingos. *Zoo Biol.* n/a. <https://doi.org/10.1002/zoo.21791>
- Glucs, Z.E., Smith, D.R., Tubbs, C.W., Jones Scherbinski, J., Welch, A., Burnett, J., Clark, M., Eng, C., Finkelstein, M.E., 2018. Glucocorticoid measurement in plasma, urates, and feathers from California condors (*Gymnogyps californianus*) in response to a human-induced stressor. *PLOS ONE* 13, e0205565. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205565>

- Gokula, V., 2012. An ethogram of Spot-billed Pelican (*Pelecanus philippensis*). *Chin. Birds* 2, 183–192. <https://doi.org/10.5122/cbirds.2011.0030>
- Grzimek, B., 1968. *Grzimeks Tierleben*. Kindler Verlags AG, Zürich, ISBN 3-423-03205-7
- Häffelin, K. E. et al, 2020. Corticosterone in feathers of laying hens: an assay validation for evidence-based assessment of animal welfare. *Poult. Sci.* 99, 4685–4694. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.06.065>
- Harris, C.M., Madliger, C.L., Love, O.P., 2016. Temporal overlap and repeatability of feather corticosterone levels: practical considerations for use as a biomarker. *Conserv. Physiol.* 4. <https://doi.org/10.1093/conphys/cow051>
- Hesterman, H., Gregory, N.G., Boardman, W.S.J., 2001. Deflighting Procedures and their Welfare Implications in Captive Birds. *Anim. Welf.* 10, 405–419.
- Hirt, A., C. Maisack and J. Moritz, 2016. *Tierschutzgesetz (TierSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006. Tierschutzgesetz mit TierSchHundeV, TierSchNutzV, TierSchVersV, TierSchTrV, EU-Transport-VO, TierSchIV, EU_TierSchlacht-VO: Kommentar.*
- Hosey, G., Melfi, V., Pankhurst, S., 2013. *Zoo Animals: Behaviour, Management, and Welfare*. OUP Oxford.
- Jenni-Eiermann, S., Almasi, B., Müller, C., Schmid, B., Roulin, A., Jenni, L., Schmid, B., Jenni, Vogelwarte, S., Seerose, 2020. Die Modulation der Stressantwort bei Vögeln und ihre Bedeutung für den Naturschutz.
- Jenni-Eiermann, S., Helfenstein, F., Vallat, A., Glauser, G., Jenni, L., 2018. Corticosterone: effects on feather quality and deposition into feathers. *Methods Ecol. Evol.* 6, 237–246. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12314>
- Johns, D.W., Marchant, T.A., Fairhurst, G.D., Speakman, J.R., Clark, R.G., 2018. Biomarker of burden: Feather corticosterone reflects energetic expenditure and allostatic overload in captive waterfowl. *Funct. Ecol.* 32, 345–357. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12988>
- Josep del Hoyo et al., 1992. *Handbook of the birds of the world, Volume 1*. Barcelona, Spain Lynx Edicions.
- Kaplan, G., 2022. Casting the Net Widely for Change in Animal Welfare: The Plight of Birds in Zoos, Ex Situ Conservation, and Conservation Fieldwork. *Animals* 12, 31. <https://doi.org/10.3390/ani12010031>
- Kappeler, P., 2017. *Verhaltensbiologie*, 4. Aufl. 2017. ed. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-53145-7>

- Kim, D.Y., Kim, J.H., Choi, W.J., Han, G.P., Kil, D.Y., 2021. Comparative effects of dietary functional nutrients on growth performance, meat quality, immune responses, and stress biomarkers in broiler chickens raised under heat stress conditions. *Anim. Biosci.* 34, 1839–1848. <https://doi.org/10.5713/ab.21.0230>
- Klausen, B., 2014. A mixed-species exhibit for African water birds (including pelicans, flamingos, spoonbills and storks) at Odense Zoo, Denmark: breeding success, animal welfare and education. *Int. Zoo Yearb.* 48, 61–68. <https://doi.org/10.1111/izy.12043>
- Krawinkel, Pia, 2016. „Feather Follicle Extirpation: Operative Techniques to Prevent Zoo Birds from Flying“, in: *Fowler’s Zoo and Wild Animal Medicine Current Therapy*. Elsevier Health Sciences.
- Kronberger, H., 1978. *Haltung von Vögeln, Krankheiten der Vögel: 5 Tabellen / von Harry Kronberger., 3., überarb. und erw. Aufl. ed. Fischer, Stuttgart [u.a.*
- Lee, C., Kim, J.H., Kil, D.Y., 2022. Comparison of stress biomarkers in laying hens raised under a long-term multiple stress condition. *Poult. Sci.* 101, 101868. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101868>
- Legagneux, P., Harms, N.J., Gauthier, G., Chastel, O., Gilchrist, H.G., Bortolotti, G., Bêty, J., Soos, C., 2013. Does Feather Corticosterone Reflect Individual Quality or External Stress in Arctic-Nesting Migratory Birds? *PLoS ONE* 8, e82644. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082644>
- Leishman, E.M., van Staaveren, N., Mohr, J., Wood, B.J., Freeman, N.E., Newman, A.E.M., Harlander-Matauschek, A., Baes, C.F., 2021. The Effect of Egg Laying on Feather and Plasma Corticosterone Concentrations in Turkey (*Meleagris gallopavo*) Hens. *Animals* 11, 1892. <https://doi.org/10.3390/ani11071892>
- Lorz A, Metzger E, 2008. *Tierschutzgesetz. Tierschutzgesetz mit Allgemeiner Verwaltungsvorschrift, Rechtsverordnungen und Europäischen Übereinkommen sowie Erläuterungen des Art. 20a GG. Kommentar., 6. ed. Beck.*
- Maisack, C., Schmidt, T., 2017. Zum Flugunfähigmachen von Vögeln in Zoos und privaten Geflügelhaltungen. *Nat. Recht* 39, 734–741. <https://doi.org/10.1007/s10357-017-3250-9>
- Marinov, M., Tamiris, P., Dorosencu, A., Nichersu, I., Vasile, A., Trifanov, C., Bozagievici, R., Tošić, K., Botond, J., 2016. Monitoring the Great White Pelican (*Pelecanus onocrotalus* Linnaeus, 1758) breeding population using drones in 2016 - the Danube Delta (Romania). *Sci. Ann. Danube Delta Inst.* 22, 41–52.

- McCulloch, S.P., 2013. A Critique of FAWC's Five Freedoms as a Framework for the Analysis of Animal Welfare. *J. Agric. Environ. Ethics* 26, 959–975. <https://doi.org/10.1007/s10806-012-9434-7>
- McEwen, B.S., Wingfield, J.C., 2010. What is in a name? Integrating homeostasis, allostasis and stress. *Horm. Behav.* 57, 105–111. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2009.09.011>
- Mikkelsen, A.J., Lesmeister, D.B., O'Reilly, K.M., Dugger, K.M., 2022. Feather corticosterone reveals developmental challenges in a long-term study of juvenile northern spotted owls. *Funct. Ecol.* 36, 51–63. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13944>
- Monclús, L., Tallo-Parra, O., Carbajal, A., Quevedo, M.A., Lopez-Bejar, M., 2020. Feather corticosterone in Northern Bald Ibis *Geronticus eremita*: a stable matrix over time able to predict reproductive success. *J. Ornithol.* 161, 557–567. <https://doi.org/10.1007/s10336-019-01741-z>
- Mondon M, Thöne-Reineke C, Merle R, 2017. BMTW OA 16080 Thoene-Renecke. Berl Münch Tierärztl Wochenschr. <https://doi.org/10.2376/0005-9366-16080>
- Palme, R., Rettenbacher, S., Touma, C., El-Bahr, S.M., Möstl, E., 2018. Stress Hormones in Mammals and Birds: Comparative Aspects Regarding Metabolism, Excretion, and Non-invasive Measurement in Fecal Samples. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1040, 162–171. <https://doi.org/10.1196/annals.1327.021>
- Papageorgiou, M., Goliomytis, M., Tzamaloukas, O., Miltiadou, D., Simitzis, P., 2023. Positive Welfare Indicators and Their Association with Sustainable Management Systems in Poultry. *Sustainability* 15, 10890. <https://doi.org/10.3390/su151410890>
- Paul-Murphy •, J., Koch •, V.W., Briscoe •, J.A., Vinke •, C.M., Schoemaker •, N.J., Meijboom •, F.L.B., van Zeeland •, Y.R.A., Endenburg •, N., Greenacre, C.B., 2016. CHAPTER 22 - Advancements in management of the welfare of avian species, in: Speer, B.L. (Ed.), *Current Therapy in Avian Medicine and Surgery*. W.B. Saunders, pp. 669–718. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-4671-2.00031-8>
- PeTA, 2017. Geduldete Tierquälerei: Zoos machen Vögel flugunfähig. Abgerufen am 12.07.2023 um 08:43, von <https://www.peta.de/themen/flugunfaehige-voegel-in-zoos/>
- Pickering, S.P.C., 1992. The comparative breeding biology of flamingos Phoenicopteridae at The Wildfowl and Wetlands Trust Centre, Slimbridge. *Int. Zoo Yearb.* 31, 139–146. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1090.1991.tb02377.x>
- Pollmann, U. und Tschanz, B., 2006. Leiden - ein Begriff aus dem Tierschutzrecht. Abgerufen am 03.08.2023 um 07:21, von https://www.ua-bw.de/uploaddoc/cvuafr/leiden_begriff_tierschutz.pdf

- Reese, L., Ladwig-Wiegard, M., Fersen, L. von, Haase, G., Will, H., Merle, R., Encke, D., Magdefrau, H., Baumgartner, K., Thöne-Reineke, C., 2020a. Deflighting zoo birds and its welfare considerations. *Anim. Welf.* 29, 69–80. <https://doi.org/10.7120/09627286.29.1.069>
- Reese, L., Baumgartner, K., von Fersen, L., Merle, R., Ladwig-Wiegard, M., Will, H., Haase, G., Tallo-Parra, O., Carbajal, A., Lopez-Bejar, M., Thöne-Reineke, C., 2020b. Feather Corticosterone Measurements of Greater Flamingos Living under Different Forms of Flight Restraint. *Animals* 10, 605. <https://doi.org/10.3390/ani10040605>
- Romero, L.M., Dickens, M.J., Cyr, N.E., 2009. The reactive scope model — A new model integrating homeostasis, allostasis, and stress. *Horm. Behav.* 55, 375–389. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2008.12.009>
- Romero, L.M., Fairhurst, G.D., 2016. Measuring corticosterone in feathers: Strengths, limitations, and suggestions for the future. *Comp. Biochem. Physiol. A. Mol. Integr. Physiol., Ecophysiology methods: refining the old, validating the new and developing for the future* 202, 112–122. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2016.05.002>
- Rose, P.E., Riley, L.M., 2021. Conducting Behavioural Research in the Zoo: A Guide to Ten Important Methods, Concepts and Theories. *J. Zool. Bot. Gard.* 2, 421–444. <https://doi.org/10.3390/jzbg2030031>
- Rüppell, G., 2003. Die Eroberung des Luftraumes: Wie die Tiere fliegen lernten. *Biol. Unserer Zeit* 33, 231–243. <https://doi.org/10.1002/biuz.200310224>
- Salomon F, Geyer H, Gille U, 2020. Anatomie für die Tiermedizin, Hrsg. 4., aktualisierte Auflage. ed. Thieme, Stuttgart.
- Sankar Chatterjee, 2015. The Rise of Birds : 225 Million Years of Evolution, UPCC Book Collections on Project MUSE. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Sheriff, M.J., Dantzer, B., Delehanty, B., Palme, R., Boonstra, R., 2011. Measuring stress in wildlife: techniques for quantifying glucocorticoids. *Oecologia* 166, 869–887. <https://doi.org/10.1007/s00442-011-1943-y>
- Shmueli, M., Izhaki, I., Arieli, A., Arad, Z., 2008. Energy requirements of migrating Great White Pelicans *Pelecanus onocrotalus*. *Ibis* 142, 208–216. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2000.tb04860.x>
- Shmueli, M., Izhaki, I., Zinder, O., Arad, Z., 2000. The physiological state of captive and migrating Great White Pelicans (*Pelecanus onocrotalus*) revealed by their blood chemistry. *Comp. Biochem. Physiol. A. Mol. Integr. Physiol.* 125, 25–32. [https://doi.org/10.1016/S1095-6433\(99\)00162-2](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(99)00162-2)

- Siegel, H.S., 1980. Physiological Stress in Birds. *BioScience* 30, 529–534.
<https://doi.org/10.2307/1307973>
- South Australian Code of Practice for the Husbandry of Captive Birds, 2011. Abgerufen am 03.08.2023, von <https://ablis.business.gov.au/service/sa/south-aust-ralian-code-of-practice-for-the-husbandry-of-captive-birds/492>
- Strehlow, 2021. Vögel Zootierhaltung, 4. ed. Europa-Lehrmittel.
- Tallo-Parra, O., Salas, M., Manteca, X., 2023. Zoo Animal Welfare Assessment: Where Do We Stand? *Animals* 13, 1966. <https://doi.org/10.3390/ani13121966>
- Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz e.V., 2015. „Stellungnahme der TVT Arbeitskreis 7 (Zoo und Zirkus) zum Flugunfähigmachen von Vögeln“. Abgerufen am 08.09.2023 um 08:12, von <https://www.tierschutz-tvt.de/alle-merkblaetter-und-stellungnahmen/>
- Tierschutzverordnung vom 23. April 2008, Abgerufen am 03.08.2023 um 13:10, von <https://fedlex.data.admin.ch/filestore/fedlex.data.admin.ch/eli/cc/2008/416/20080901/de/pdf-a/fedlex-data-admin-ch-eli-cc-2008-416-20080901-de-pdf-a.pdf>
- Tierschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006 (BGBl. I S. 1206, 1313), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 20 des Gesetzes vom 20. Dezember 2022 (BGBl. I S. 2752) geändert worden ist, Abgerufen am 04.08.2023 um 09:15, von <https://www.gesetze-im-internet.de/tierschg/BJNR012770972.html>
- Verband der Zoologischen Gärten (VdZ) e.V., 2016. Hintergrundinformation des Verbands der Zoologischen Gärten (VdZ) zur Einschränkung des Fliegens einiger weniger Vogelarten in Zoos. Abgerufen am 09.07.2023 um 13:15, von <https://www.vdz-zoos.org/verband/faktenblatt>
- Verband Deutscher Zoodirektoren, International Union of Directors of Zoological Gardens, World Zoo Organization, 1949. Der zoologische Garten.
- Videler, J.J., 2006. Avian Flight, Oxford Ornithology Series. University Press, Oxford.
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199299928.001.0001>
- Voit, M., Merle, R., Baumgartner, K., von Fersen, L., Reese, L., Ladwig-Wiegard, M., Will, H., Tallo-Parra, O., Carbajal, A., Lopez-Bejar, M., Thöne-Reineke, C., 2020. Validation of an Alternative Feather Sampling Method to Measure Corticosterone. *Animals* 10, 2054.
<https://doi.org/10.3390/ani10112054>
- Wawrzyniak, D., 2019. Tierwohl und Tierethik: Empirische und moralphilosophische Perspektiven, in: Tierwohl und Tierethik. transcript Verlag.
<https://doi.org/10.1515/9783839445600>

- WAZA, 2017. Code of Ethics and Animal Welfare : WAZA : World Association of Zoos and Aquariums. Abgerufen am 21.07.2023 um 09:53, von URL <http://www.waza.org/en/site/conservation/code-of-ethics-and-animal-welfare>
- Weimerskirch, H., Martin, J., Clerquin, Y., Alexandre, P., Jiraskova, S., 2001. Energy saving in flight formation. *Nature* 413, 697–698. <https://doi.org/10.1038/35099670>
- Will, A., Watanuki, Y., Kikuchi, D.M., Sato, N., Ito, M., Callahan, M., Wynne-Edwards, K., Hatch, S., Elliott, K., Slater, L., Takahashi, A., Kitaysky, A., 2015. Feather corticosterone reveals stress associated with dietary changes in a breeding seabird. *Ecol. Evol.* 5, 4221–4232. <https://doi.org/10.1002/ece3.1694>
- Will, A.P., Suzuki, Y., Elliott, K.H., Hatch, S.A., Watanuki, Y., Kitaysky, A.S., 2014. Feather corticosterone reveals developmental stress in seabirds. *J. Exp. Biol.* jeb.098533. <https://doi.org/10.1242/jeb.098533>
- Wippert, P., Beckmann, J., 2009. Stress- und Schmerzursachen verstehen: Gesundheitspsychologie und -soziologie in Prävention und Rehabilitation. Georg Thieme Verlag.
- Woods, J.M., Eyer, A., Miller, L.J., 2022. Bird Welfare in Zoos and Aquariums: General Insights across Industries. *J. Zool. Bot. Gard.* 3, 198–222. <https://doi.org/10.3390/jzbg3020017>

Anhang

Haase, G.; Baumgartner, K.; von Fersen, L.; Merle, R.; Wiegand, M.; Will, H.; Reese, L.; Tallo-Parra, O.; Carbajal, A.; Lopez-Bejar, M.; et al. Feather Corticosterone Measurements and Behavioral Observations in the Great White Pelican (*Pelecanus onocrotalus*) Living under Different Flight Restraint Conditions in German Zoos.

Submission received: 19 July 2021

Revised: 22 August 2021

Accepted: 23 August 2021

Published: 27 August 2021


Animals **2021**, *11*(9), 2522; <https://doi.org/10.3390/ani11092522>

This publication is licensed under CC BY 4.0.



Article

Feather Corticosterone Measurements and Behavioral Observations in the Great White Pelican (*Pelecanus onocrotalus*) Living under Different Flight Restraint Conditions in German Zoos

Gudrun Haase ^{1,2,*}, Katrin Baumgartner ³, Lorenzo von Fersen ³ , Roswitha Merle ⁴ , Mechthild Wiegard ¹ , Hermann Will ³, Lukas Reese ⁵, Oriol Tallo-Parra ⁶ , Annais Carbajal ⁶ , Manel Lopez-Bejar ^{6,7} , and Christa Thöne-Reineke ¹ 



Citation: Haase, G.; Baumgartner, K.; von Fersen, L.; Merle, R.; Wiegard, M.; Will, H.; Reese, L.; Tallo-Parra, O.; Carbajal, A.; Lopez-Bejar, M.; et al. Feather Corticosterone Measurements and Behavioral Observations in the Great White Pelican (*Pelecanus onocrotalus*) Living under Different Flight Restraint Conditions in German Zoos. *Animals* **2021**, *11*, 2522. <https://doi.org/10.3390/ani11092522>

Academic Editors: Darryl Jones and Jukka Jokimäki

Received: 19 July 2021

Accepted: 23 August 2021

Published: 27 August 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

¹ Animal Behavior and Laboratory Animal Science, Institute of Animal Welfare, Freie Universität Berlin, Königsberg 67, D-14163 Berlin, Germany; mechthild.wiegard@fu-berlin.de (M.W.); Christa.Thoene-Reineke@fu-berlin.de (C.T.-R.)

² Vogelpark Marlow, Kölzower Chaussee 1, D-18337 Marlow, Germany

³ Zoo Nuremberg, Am Tiergarten 30, D-90480 Nuremberg, Germany; Katrin.Baumgartner@stadt.nuernberg.de (K.B.); lorenzo@vonfersen.org (L.v.F.); Hermann.Will@stadt.nuernberg.de (H.W.)

⁴ Institute for Veterinary Epidemiology and Biostatistics, Freie Universität Berlin, Königsberg 67, D-14163 Berlin, Germany; Roswitha.Merle@fu-berlin.de

⁵ Zoologischer Stadtgarten Karlsruhe, Ettlinger Straße 6, D-76137 Karlsruhe, Germany; Lukas.reese@zoo.karlsruhe.de

⁶ Veterinary Faculty, Universitat Autònoma de Barcelona, Campus UAB, ESP 08193 Bellaterra, Spain; Oriol.Tallo@uab.cat (O.T.-P.); anais.carbajal@uab.cat (A.C.); Manel.Lopez.Bejar@uab.cat (M.L.-B.)

⁷ College of Veterinary Medicine, Western University of Health Sciences, Pomona, CA 91766, USA

* Correspondence: tierarzt@vogelpark-marlow.de

Simple Summary: The welfare of zoo birds kept under flight restraint is a frequently discussed topic. Therefore, this study was conducted with one of the most regularly kept types of deflighted birds in German zoos, the great white pelican, to find scientific data regarding welfare assessments of deflighted birds. The detection of corticosterone in feathers (CORTf) as a stress indicator for birds is an almost completely noninvasive form of measurement meant to evaluate the effects of deflighting birds in zoos. Three groups of animals were compared: irreversibly deflighted pelicans that were pinioned or extirpated, reversibly deflighted individuals that were feather-clipped, and airworthy pelicans that were able to fly. Combining two independent research methods, behavioral observation and the measurement of CORTf levels of great white pelicans, we aimed to obtain an objective overview of whether deflighted birds showed differences in CORTf or behavior compared to airworthy birds. As a result of the analysis, we found no significant differences in CORTf between flight-restricted and airworthy birds. However, reversibly deflighted pelicans had higher CORTf values than irreversibly deflighted and airworthy pelicans. In addition, pelicans living in groups consisting of more than 10 individuals showed lower CORTf values than pelicans in groups of less than 10 individuals. “Fluttering” behavior was significantly associated with higher CORTf values. In conclusion, the flight restriction of great white pelicans does not seem to impact the welfare indicators assessed in this study, adrenal activity, or behavior. The data show that the living conditions of pelicans (such as group size) may influence the welfare of these birds. To confirm this, further studies on other ground- and water-based birds are needed to provide more scientific data on animal welfare and living conditions in zoos.

Abstract: The pinioning of birds was previously one of the most-accepted forms of mutilation in zoos. Despite a lack of knowledge on the effects of deflighting procedures with regard to the well-being of deflighted birds, pelicans are often reversibly deflighted by feather-clipping to keep them in open enclosures, including those with ponds without netting. In the present study, we focused on the welfare implications of flight restraint on one of the most commonly kept types of birds in German

zoos, the great white pelican. A combination of behavioral observations and feather corticosterone concentrations (CORT_f) of pelicans with different deflighting statuses (i.e., irreversibly deflighted, reversibly deflighted, and airworthy) was used to evaluate the effects of deflighting status on pelican welfare. We observed 215 individuals in 21 different German zoos. The pelicans lived in differently designed exhibits. An ethogram for these species was developed and their behavior was evaluated by scan sampling. Feather samples from 182 individuals were collected to determine if different deflighting conditions influenced the CORT_f and therefore stress levels. The hypothesis was that the CORT_f values of airworthy pelicans differ from those of deflighted pelicans. Tendencies with regard to the flight status groups were found. Conversely, reversibly deflighted pelicans had higher CORT_f levels than irreversible deflighted and airworthy pelicans. Tendencies with regard to CORT_f values and the group size of the kept pelicans were observed. The CORT_f values were lower in groups consisting of more than 10 animals. In addition, the frequency of fluttering behavior was positively associated with CORT_f values. Pelicans that frequently showed fluttering had higher CORT_f values. Therefore, fluttering behavior might be considered a sign of stress levels in pelicans. This study is one of the first important steps in assessing the impact of deflighting procedures on the welfare of great white pelicans kept in zoos.

Keywords: feather corticosterone; great white pelican; zoo animal welfare; pinioning; clipping feathers; behavior; deflighting

1. Introduction

The EC Zoos Directive (1992/22/EC) [1] states that animals must be accommodated under conditions that aim to satisfy the biological and conservational requirements of the individual species. A need remains to evaluate the welfare of zoo animals. Discussions about the well-being of zoologically kept animals have increased in the last decade [2,3].

All zoo animals deserve special attention. With regard to flying bird species, enclosure size and space to fly are two crucial aspects to consider when keeping fully winged birds in zoos. Often, large flying bird species under human care are prevented from escaping using a practice called pinioning. Although the debate is ongoing regarding this practice, to what extent pinioning affects the welfare of the animal and when the animal will adapt to the consequent physiological changes remain open questions [4–8]. Until now, scientists have not reached a consensus because of the lack of studies addressing this issue.

The legal regulations in these situations are diverse and vary from country to country, ranging from the prohibition of any deflighting procedures to their unequivocal permission [9]. In Germany, the Animal Welfare Law prohibits any type of surgical deflighting procedure, as regulated in Article 6 (1): The total or partial amputation of body parts or the complete or partial removal or destruction of organs or tissues of a vertebrate are prohibited, except where there is a veterinary indication. This law includes all vertebrates, meaning birds are not exempted [10].

In contrast, in Sweden, England, and Wales for example, the deflighting of zoo birds is allowed [11]. Reese et al. presented a detailed overview of the legal status of deflighting procedures in different countries [9].

In addition to these different legal regulations, there are various ethical views on the deflighting of zoo birds [9]. For example, it was argued that for pelicans, as water- and ground-based birds, the need to fly is not as important as the need for ponds and large terrestrial areas for walking [4].

Despite some difficulties, in the last decades efforts to improve and measure animal welfare have been made [12–14]. Animal welfare science has achieved important steps in developing valid animal welfare assessment tools, especially regarding the development and validation of animal-based indicators [15].

Within the zoo community, researchers incorporated glucocorticoid (GC) measurements to evaluate stress levels and thereby the welfare of their animals. Cortisol mea-

measurements are performed primarily by using the following matrices: blood, saliva, feces, and urine [16]. Although these methods are well-established and provide reliable results when used correctly, they only measure short-term circulating cortisol levels, over periods usually not exceeding 24 h. In recent years, because long-term GC measurements are useful for welfare purposes, other matrices such as hair and feathers have been used for GC analyses. The use of these two matrices is based on GC being accumulated in the hair shaft and the feathers in direct proportion to its free concentration in the blood during matrix growth [17].

Bortolotti et al. [18] reported that measuring corticosterone (CORT) concentrations in feathers can be used as a non-invasive measure of integrative long-term GC levels. The authors showed that the feather CORT concentrations (CORT_f) can be used as a measure of the hypothalamic–pituitary–adrenal (HPA) axis activity in red-legged partridge (*Alectoris rufa*). They found that CORT deposition in feathers correlates with plasma CORT levels. They also found that feathers, just like hair, provide a historical record of past HPA activity and, therefore represent a means to track stress over the time. Knowledge regarding the length of the developing feather, its growth rate, and the history of the bird regarding stressful situations enables the correlation of CORT_f levels and stressful situations. In several studies, CORT_f has been successfully measured to evaluate long-term stress in several species, from raptors to hens [19–21]. In zoo birds living under different flight restraint conditions, CORT_f was measured in flamingos [22]. As pelicans are another popular bird species in zoos, the present study was conducted on the great white pelican.

In Europe, 129 zoos keep 1072 great white pelicans (*Pelecanus onocrotalus*) (Species 360, Zoological Information Management System (ZIMS)). In 24 German zoos, more than 260 great white pelicans are kept (ZIMS) under different conditions. These pelicans often live in large enclosures, including ponds without netting where flight restriction is needed.

Keeping airworthy pelicans that are among the largest flying birds in the world [23] necessitates a large free-flight aviary to provide the opportunity to fly. This is provided in a 1-hectare aviary for airworthy Dalmatian Pelicans (*Pelecanus crispus*) in ZooParc de Beauval in France. Another example of these large free-flight aviaries was constructed at Odense Zoo in Denmark in 2009. The mixed-species exhibit for African water birds (including pelicans, flamingos, spoonbills, and storks) was described by Klausen as an exciting interaction giving both keepers and visitors a new perspective on the life of these species [24]. Klausen argued that the birds appear to exhibit a full range of natural behaviors including flight, suggesting that the possibility of flight is an important aspect of ensuring the optimal welfare of great white pelicans under human care, because flying is part of the pelicans' natural behavior [24].

The loss of flight restricts a range of behaviors, including the ability to escape, roost, and migrate [8]. Thus, Hestermann [8] discussed that deflighting can, in practice, be related to better opportunities to perform some other natural behaviors. Permanently deflighted birds can be kept in the open, which provides them more freedom to express natural behaviors such as foraging and exploring than conditions within the confines of an aviary.

In relation to welfare problems, Hestermann [8] underlined the importance of flying as response to escape from threats, especially predators. Thus, to ensure an optimal welfare level in deflighted birds, Hestermann stated that all free-range enclosures should be predator-safe. As such, the flight-restricted pelicans can display their natural behavior on secure grounds and be free from other stimuli that may provoke an antipredatory or escape response.

To date, no scientific studies have evaluated the effect of deflighting on great white pelicans under human care.

The contrasting regulations in many countries and the different individual opinions demonstrate the need for studies providing new knowledge on the question whether deflighted birds have a lower welfare status than airworthy ones as measured by stress indicators.

In this study, we investigated the impact of deflighting on great white pelicans kept in German zoological gardens using behavioral data and CORTf measurements to obtain animal-based data.

2. Materials and Methods

2.1. Ethics

This study was performed according to the guidelines of the German Animal Welfare Act and the European Directive 2010/63/EU for the protection of animals used for scientific purposes and was approved by the competent legal authorities of the respective German federal states where the participating zoos were located (approval number: 55.2 DMS 2532-2-337).

2.2. Study Design and List of the Participating Zoos

All German zoos keeping great white pelicans were asked to participate in this study (evaluated by Verband der Zootierärzte in 2015), with 22 pelican groups in the 21 out of 24 zoos agreeing to participate. Zoos provided the number, age, and sex of the animals, together with further information regarding animal husbandry such as breeding time and feeding procedures. The groups of great white pelicans were divided into 3 groups regarding their flight status: irreversibly deflighted (if they were pinioned or extirpated), reversibly deflighted (if they were feather-clipped), or airworthy (if they had intact wings and were potentially able to fly). The sample size calculation included the number of animals to be sampled to validate the study's hypotheses with sufficient statistical power. To consider the expected cluster effect within the zoos, the number of animals per zoo was estimated based on preliminary data. Consequently, feathers had to be plucked from 10 randomly selected pelicans in each participating zoo irrespective of the defeathering status. If less than 10 individuals were kept, all animals were sampled. Concerning airworthy pelicans, all animals were sampled (see Table 1).

Table 1. Overview of the participating zoos and their populations of great white pelicans and their flight status.

Zoo	Total Number of Observed Animals	Feather Samples for CORTf	Flight Status Airworthy	Flight Status Irreversibly Deflighted	Flight Status Reversibly Deflighted
a	18	10		10	
b	10	10		10	
c	3	3		3	
d	16	16		9	7
e	14	13		13	
f	5	5			5
g	25	10		10	
h	16	11		11	
i	8	8		8	
j	4	4		4	
k	10	10		6	4
l	9	9	1	8	
m	4	4	4		
n	4	4		4	
o	16	12		12	
p	10	10		6	4
q	3	3			3
r	8	8		4	4
s	9	9		7	
t	10	10	2	6	4
u	5	5		3	2
v	8	8			8
Total	215	182	7	134	41

2.3. Behavioral Observation

Based on observations of a group of 9 great white pelicans at Vogelpark Marlow and considering Spot-Billed Pelicans (*Pelecanus philippensis*) from Gokula in 2012 [25] and pelicans kept at the zoo in Leipzig reported by Inge Meischner in 1958 [26], an ethogram was developed (Table 2). During this observation, 10 behavioral categories were defined, as described in Table 2.

Table 2. Ethogram of great white pelican.

Behavior Pattern	
Locomotion	Pelicans shift their weight from 1 side to another, 1 foot is set on the ground by the other in sequence. They roll over from the heel to the toes. The speed depends on the circumstances; they can also run. The wings are sometimes opened for balance.
Stretching	There are 2 types of stretching: the pelicans stretch their head horizontally while the wings are pulled backwards, or the pelicans stretch one foot horizontally backward and the equilateral wing is pulled backward.
Preening	There are different types of preening, but commonly, “preening involves the contact between the bill and feathers” [25]. The feathers of the whole body can be erected and laid straight back. The wings are opened during sunbathing to dry their feathers. Scratching is also a type of preening.
Swimming	Pelicans swim by paddling with their feet in the water.
Resting	They stand on their feet on the ground, or they lay down and their eyes can be closed or be open. The head is placed vertically on their back. In this position they often put their beak in the feathers on the back.
Foraging	Pelicans try to catch fish by diving with their head or with only their beak under water while opening their beak.
Social behavior	Social behavior is described as interactions between 2 or more pelicans. It can be antagonistic behavior or, for example, allopreening, when “it preens the plumage of another bird” [27].
Vigilant	If pelicans are alert, the neck will be stretched upward and the eyes will be open. Pelicans stand or sit in this position.
Fluttering	Fluttering is expressed by walking, running, or standing combined with moving of the wings.
Flying	If there is no connection to the ground, the pelicans are flying by moving their wings up and down.

This ethogram was applied to the behavioral observation of 215 pelicans in the participating zoos. Behavior was recorded by scan sampling twice a day for two hours on three consecutive days in a row at each zoo, for a total of 12 h observation per zoo. The behavioral observation occurred at the time before or after pelicans’ feeding time. Every zoo was visited between May and September 2016. The data were collected every 3 min on a tablet computer and analyzed using The Observer software from Noldus (The Observer XT, Wageningen, NL, USA). Life parameters were recorded for each pelican from zoo records.

2.4. Feather Collection

In winter 2016, feather collection started. In all zoos, feathers were collected individually, benefiting from routine capture due to animal relocation to winter quarters to avoid stress for the animals. For each animal, 5 to 10 feathers from the interscapular region were plucked to reach a sum length of 20 cm. All collected feathers were fully molted. They did not contain any blood; their growth was complete. The pulled feathers were stored in paper envelopes, dry at room temperature in a dark place, and after approximately 6 months, they were sent to the laboratory (Laboratorio de Análisis de Indicadores Hormonales, Estrés, Bienestar y Reproducción Animal (LAIHA)) of the Universitat Autònoma de Barcelona (UAB).

2.5. Corticosterone Extraction and Corticosterone Concentration Measurements

At the UAB, all feather samples were prepared and weighted as described by Reese et al. in 2020 [22]. A total feather length of 200 mm was needed for each pelican to homogenize feather samples between individuals. Therefore, 2–8 feathers of each feather sample were chosen to reach this length. The average length of the feather samples was 206 ± 32 mm.

Corticosterone was extracted using a methanol-based extraction technique based on Bortolotti [18], modified by Monclus [28], and described in detail by Reese et al. in 2020 [22].

The calamus of each single feather was cut off and each feather was weighed individually. With a ball mill (Retsch, MM 200 type), each feather sample was minced for 5 min with 25 Hz into feather particles of <2 mm. 1.5 mL methanol was added to each aliquot. The samples were vortexed (Vortex Mixer S0200-230 V-EU, Labnet International Inc., Edison, NJ, USA) for 30 min at room temperature; afterwards, they were incubated for 18 h at 37 °C (G24 Environmental Incubator Shaker, New Brunswick Scientific Co. Inc., Edison, NJ, USA). After incubation, the samples were centrifuged for 15 min at 6000 rpm. Then, 1 mL of the supernatant was placed into a new aliquot, and the samples were placed in an oven (Kendro Laboratory Products, Langenselbold, Germany) at 37 °C until total dryness. Subsequently, 0.25 mL of buffer solution was added to each sample, and shaken for another minute. After this, the samples were stored at -20 °C until analysis.

A Corticosterone ELISA Kit #402810 of the Neogen Corporation (Corticosterone ELISA kit, Neogen® Corporation, Ayr, U.K.) was used. ELISA was performed according to the manufacturer's instructions.

2.6. Statistics

Data of the behavioral observation and the corticosterone values were transferred to an MS Excel® 2016 file and analyzed using IBM SPSS Statistics version 24. Continuous data were checked for normal distribution using descriptive statistics and visual inspection (histogram and Q-Q plot). Due to the skewed distribution, the corticosterone values were converted to logarithmic scales. The occurrence of behaviors is described in terms of percentages. The influence of life parameters, behavior, and deflighting status on the corticosterone values was analyzed by mixed linear regression models with zoos included as random factors. The group size was categorized into 1–5 birds, 6–10 birds, or >10 birds. Initially, each variable was analyzed individually to assess its influence on the logarithmic CORT levels. Based on these results, a multivariable mixed linear regression model was used to investigate the common influence factors.

A manual forward selection was performed based on the p -values of the univariable analysis. Variables were selected by the change of $-2\log$ likelihood after uptake of another variable into the model. The flight status was retained in this model because it was the key factor in the research study. Location was fitted as a random effect. Model diagnostics included visual inspection of normality and homoscedasticity of residuals.

The level of significance was set at $p = 0.05$.

3. Results

3.1. Behavioral Observations

The average frequency of the observed behavior for all pelicans is displayed in Figure 1.

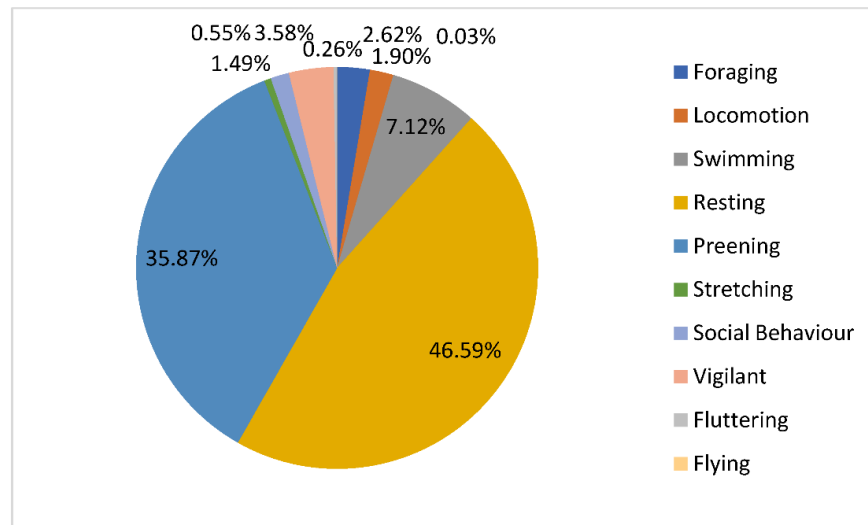


Figure 1. The average proportions of time spent by all 215 pelicans performing various behaviors.

Overall, more than 46% of the time the observed pelicans were resting. The proportion of time spent preening by the animals was 35.9%. These were the most frequently observed activities. The proportion of swimming was only 7% and the proportion of vigilant pelicans was 3.5%. Other observed activity proportions were <3.5%.

Figure 2 shows that the behavioral proportions differed between the zoos, but resting and preening were the two most frequently observed activities in each zoo. The proportion of swimming differed between 0% (two zoos) and 28%. One of the zoos showing no swimming behavior kept its pelicans in an aviary with a small pond and the other one without swimming behavior kept its pelicans in an aviary with a pond without fresh water delivery.

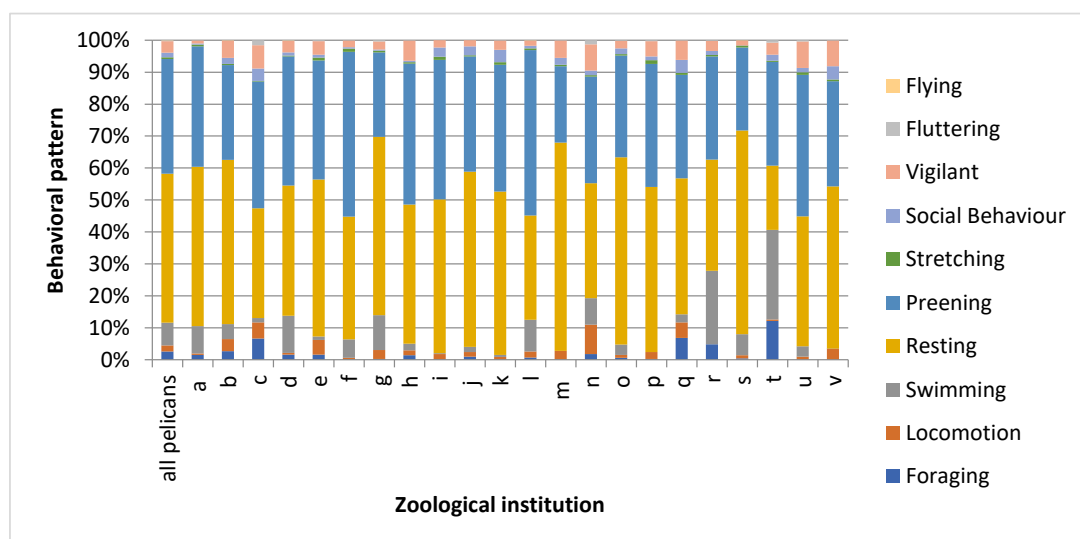


Figure 2. Activity of pelicans kept in 22 German zoos: the percentages of time that the animals spent on each behavior.

In zoos keeping airworthy pelicans, the proportion of flying was 0.09%.

3.2. Feather Corticosterone Concentrations

The CORTf levels showed tendencies between flight status, age, and group size of the pelicans. Feather-clipped pelicans had higher CORTf than pinioned, extirpated, and airworthy pelicans. Adult pelicans (>3 years) had lower CORTf values. CORTf values differed between group sizes: smaller groups had higher values.

The mean, minimum, and maximum CORTf values for all variables are displayed in Table 3.

Table 3. Mean, minimum, and maximum of logarithmic CORTf values in pg/mm; n = number of pelicans in the different zoos.

	n	Mean	Minimum	Maximum
Status				
Airworthy	7	1.53	1.24	1.95
Extirpated	6	1.46	1.05	1.73
Pinioned	128	1.53	0.89	2.45
Feather-clipped	41	1.67	1.17	2.25
Group size				
1–5 pelicans	28	1.71	1.18	2.45
6–10 pelicans	82	1.57	1.07	2.09
>10 pelicans	72	1.48	0.89	2.29
Sex				
Female	98	1.58	0.89	2.45
Male	84	1.54	1.12	2.29
Age				
<1 year	3	1.72	1.50	2.02
1–3 years	4	1.76	1.43	2.09
>3 years	175	1.55	0.89	2.45

Univariable analyses were carried out for each of the mentioned factors (Table 4). For the observational variables, only walking and fluttering had *p*-values <0.2. Size and location also had *p*-values <0.2. Thus, the final model included walking, fluttering, group size, age, sex, and deflighting status.

Table 4. The *p*-values of the univariable and multivariable models.

Parameter	<i>p</i> -Value Univariable	Effect Size	<i>p</i> -Value Multivariable	Effect Size
Foraging	0.215	0.233		
Walking	0.081	0.283		
Swimming	0.611	0.103		
Resting	0.241	0.222		
Preening	0.757	0.058		
Stretching	0.688	0.079	0.260	0.197
Social behavior	0.296	0.188		
Vigilant	0.471	0.126		
Fluttering	0.030	0.303	0.043	0.282
Flying	0.284	0.218		
group size	0.154	0.001	0.083	0.1
Age	0.821	0.047/0.038	0.885	0.047/0.038
Sex			0.609	0.019
Status			0.946	0.021/0.020

As the zoo was included as a random factor into the models, no *p*-value is presented for the differences between locations. For the final model, the percentage of variance attributed to the variance between the locations is provided.

In Table 4, all *p*-values of the univariable and multivariable model are presented.

In the final model, only one variable was significantly associated with the corticosterone values: fluttering ($p = 0.043$).

Pelican groups in zoos with frequent fluttering had higher CORTf values. Figure 3 displays the percentage of fluttering at each zoo. The highest proportion of fluttering was found in zoos c and n; both zoos keep pelicans in groups with only three individuals.

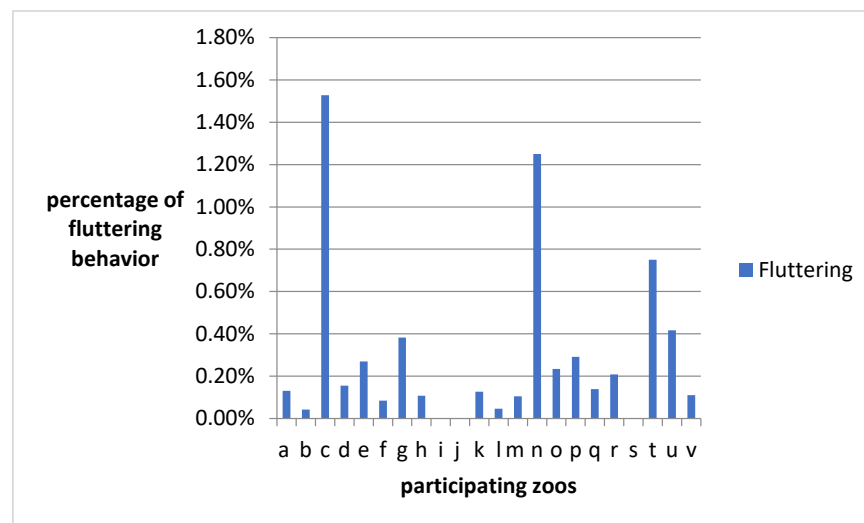


Figure 3. The percentage of fluttering at the different zoos.

4. Discussion

The findings of this study provide interesting insights into the associations between husbandry conditions, behavior, and CORTf levels in great white pelicans in German zoos. CORTf, as an animal-based welfare indicator, is able to provide some information about the stress experienced by the birds.

We obtained different findings through our investigation. We found no significant associations between CORTf values and the flight status per se; however, tendencies were detected as reversibly deflighted pelicans had higher CORTf values in comparison to irreversibly deflighted and airworthy pelicans.

The tendency towards higher CORTf values in reversibly deflighted pelicans may be explained by the predominately stressful procedure of feather-clipping in birds. The pelicans are captured at most twice per year to be feather-clipped. This procedure seems to be stressful for the captured pelicans and might be reflected in the higher CORTf values, as stressful situations can lead to increased CORTf [28]. This procedure occurs at different times of the year, mostly in spring and autumn. It could not be clearly verified if the plucked feathers of the pelicans included higher CORTf values due to the procedure of feather-clipping; nor can it be stated whether these elevated measurements reflect the HPA peak during the procedure or whether these are the result of generally higher HPA activity. Feather-clipped pelicans under human care might develop chronic stress caused by the fear of being caught again. In general, pelicans molt partially before the breeding season; complete molt is reached commonly during or after it [29]. Great white pelicans produce a colored plumage at the time of breeding [30]. This coloration provides evidence to determine the exact time of the breeding season of pelicans that mostly occurs in winter in German zoos. That would be comparable to the molt of brown pelicans

(*Pelecanus occidentalis*), which molt mainly during their breeding season in winter [31]. Accordingly, interscapular feathers of the great white pelicans were plucked after a period of approximately 6 months regarding to the observation of pelicans and before the breeding season in winter.

The results of this study also reveal non-significant associations between CORTf, life parameters, and behavior. The finding that the pelicans' sex did not affect CORTf is comparable to the findings of other studies such as those in northern bald ibises (*Geronticus eremita*) [32]. The age of the pelicans seems to affect CORTf. Adult pelicans (>3 years) showed lower CORTf values than juveniles. This is similar to other findings in swallows (*Hirundo rustica*) [33].

Tendencies between CORTf and the group size of pelicans under human care were found. The group sizes ranged from 3 to 25 individuals. Groups with more than 10 individuals had lower CORTf concentrations than groups with less than 10 individuals. This is in line with findings in the wild. Great white pelicans breed in their natural habitat, for example, at the Danube Delta, in groups of thousands of pairs of pelicans [34]. The same applies to African colonies [31]. The reason for this may be antipredator strategies such as the many-eyes hypothesis or the dilution hypothesis [35], or it might be because of finding more and better food in these places [36]. Many advantages are obtained by animals living in larger groups [37]. Therefore, this finding is perhaps related to this natural behavior of pelicans, where pelicans living in groups with more than 10 individuals show lower CORTf. Another option is that zoos with larger groups of pelicans provide better husbandry than zoos with smaller groups. It is important to be cautious when drawing outcomes from the findings regarding the welfare of the great white pelican. The findings show tendencies, giving us only a direction toward the overall outcome of this study. Additional studies concentrating on these findings could verify these hypotheses.

A significant association between CORTf and fluttering behavior was found. As we performed a group behavioral assessment and only collected feather samples from some randomly selected individuals, we state that the connections are identified at the group level and not at the individual level. Groups of great white pelicans with higher frequency of fluttering behavior showed higher CORTf. This indicates that fluttering can possibly be an indicator for an increased allostatic load. At present, the reinforcers of this behavior are not known, nor is the evolutionary reason for fluttering clear. One possible explanation is as a flight or attack response or social stress or social conflict. Furthermore, it is unclear whether airworthy pelicans fly after fluttering. Individual behavioral assessments of each animal are necessary to find answers to these questions. Moreover, different factors need to be considered. For instance, further studies may focus on the size of the exhibit, the feature of the landscape, the size of the pond, interaction with visitors, interaction with animal keepers, interaction with other animals, feeding time, and feeding conditions. For water-based birds, the water quality of the pond and the size of the pond may other factors influencing pelicans' behavior. In zoos where the ponds did not have the delivery of fresh water or the pond was small, the proportion of swimming behavior was 0%. All these conditions might impact different behaviors and CORTf values. The coherences between the aforementioned factors and behavior add valuable information regarding pelicans' well-being in zoos. Fluttering, as a potential stress indicator, might be helpful in further research studies regarding the well-being of pelicans kept in zoos. Further studies should be performed to confirm these results. The finding of Voit et al. [38], that a non-invasive technique such as cutting feathers can be used instead of plucking feathers for CORTf measurement, may facilitate future studies. In flamingos, another ground- and water-based bird, no significance differences between flight status and CORTf values [22] were determined as in pelicans as well. Therefore, future studies should be conducted on other deflighted species at zoos to evaluate their welfare. For further studies it is important to include a balanced number of irreversibly deflighted, reversibly deflighted and airworthy pelicans to make an adequate comparison. Unfortunately, this was not possible in our study, as we could only include existing groups in the study. Further improvements to

support the results include an extended time of behavioral observation and an individual behavioral assessment.

5. Conclusions

The results of this study demonstrate the necessity of the combination of behavioral observation and CORTf measurements to assess the well-being of zoo birds. This was a first promising approach for assessing the welfare of pelicans living in different zoos. The initial findings are informative and may offer the first approaches for the improvement of the pelicans' well-being by considering for example fluttering behavior. The behavioral observation of pelicans and measurements of CORTf can only reveal part of the complex issue of animal welfare and need to be further investigated.

Author Contributions: Conceptualization, K.B., L.v.F., H.W. and M.L.-B.; methodology, K.B., L.v.F., O.T.-P. and H.W.; software, G.H., L.v.F. and R.M.; validation, R.M., C.T.-R. and M.W.; formal analysis, R.M., G.H. and O.T.-P.; investigation, G.H., L.R., M.L.-B. and A.C.; resources, M.L.-B., K.B. and L.v.F.; data curation, G.H., L.v.F. and R.M.; writing—original draft preparation, G.H.; writing—review and editing, K.B., O.T.-P., L.v.F., R.M., M.L.-B., C.T.-R., M.W., L.R. and H.W.; visualization, G.H. and R.M.; supervision, K.B., C.T.-R. and L.v.F.; project administration, K.B. and G.H.; funding acquisition, K.B. and L.v.F. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research was funded by the German Association of Zoological Gardens (Verband der Zoologischen Gärten, VdZ) with 20,000 Euro. The publication of this article was funded by Freie Universität Berlin.

Institutional Review Board Statement: This study was conducted according to the guidelines of the Animal Welfare Law and the European Directive 2010/63/EU and was approved by the District of Lower Franconia (file number: 55.2 DMS 2532-2-337) in September 2016.

Informed Consent Statement: Not applicable.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses, or interpretation of data; in the writing of the manuscript, or in the decision to publish the results.

References

1. Council Directive 1999/22/EC of 29 March 1999 Relating to the Keeping of Wild Animals in Zoos. Available online: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.1999.094.01.0024.01.ENG (accessed on 7 July 2021).
2. Ward, S.J.; Sherwen, S.; Clark, F.E. Advances in Applied Zoo Animal Welfare Science. *J. Appl. Anim. Welf. Sci.* **2018**, *21*, 23–33. [CrossRef]
3. Binding, S.; Farmer, H.; Krusin, L.; Cronin, K. Status of Animal Welfare Research in Zoos and Aquariums: Where Are We, Where to Next? *J. Zoo Aquar. Res.* **2020**, *8*, 166–174. [CrossRef]
4. Dollinger, P.; Pagel, T.; Baumgartner, K.; Encke, D.; Engel, H.; Filz, A. Flugunfähigmachen von Vögeln—Für und Wider. *Zool. Gart.* **2013**, *82*, 293–339. [CrossRef]
5. Peng, S.J.-L.; Chang, F.-C.; Sheng-Ting, J.; Fei, A. Welfare Assessment of Flight-Restrained Captive Birds: Effects of Inhibition of Locomotion. *Thai J. Vet. Med.* **2013**, *43*, 235–241.
6. Maisack, C.; Schmidt, T. Zum Flugunfähigmachen von Vögeln in Zoos und privaten Geflügelhaltungen. *Nat. Recht* **2017**, *39*, 734–741. [CrossRef]
7. Tyson For an End to Pinioning: The Case Against the Legal Mutilation of Birds in Captivity. *J. Anim. Ethic* **2014**, *4*, 1–4. [CrossRef]
8. Hesterman, H.; Gregory, N.G.; Boardman, W.S.J. Deflighting Procedures and Their Welfare Implications in Captive Birds. *Anim. Welf.* **2001**, *10*, 405–419.
9. Reese, L.; Ladwig-Wiegand, M.; Von Fersen, L.; Haase, G.; Will, H.; Merle, R.; Encke, D.; Maegdefrau, H.; Baumgartner, K.; Thöne-Reineke, C. Deflighting zoo birds and its welfare considerations. *Anim. Welf.* **2020**, *29*, 69–80. [CrossRef]
10. Tierschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006 (BGBl. I S. 1206, 1313), das Zuletzt Durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. Juni 2021 (BGBl. I S. 1828) Geändert Worden ist. Available online: <https://www.gesetze-im-internet.de/tierschg/BJNR012770972.html> (accessed on 7 July 2021).
11. Djurskyddsmyndighetens Föreskrifter om Djurhållning i Djurparker 2004 Djurskyddsmyndigheten L: Sweden. Available online: https://www.jordbruksverket.se/download/18.26424bf71212ecc74b08000877/1370040445226/DFS_2004-19.pdf (accessed on 7 July 2021).
12. Hosey, G.; Melfi, V.; Pankhurst, S. *Zoo Animals: Behaviour, Management, and Welfare*; OUP Oxford: Oxford, UK, 2013; ISBN 978-0-19-969352-8.

13. Häffelin, K.; Lindenwald, R.; Kaufmann, F.; Döhring, S.; Spindler, B.; Preisinger, R.; Rautenschlein, S.; Kemper, N.; Andersson, R. Corticosterone in feathers of laying hens: An assay validation for evidence-based assessment of animal welfare. *Poult. Sci.* **2020**, *99*, 4685–4694. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
14. Johns, D.W.; Marchant, T.A.; Fairhurst, G.D.; Speakman, J.R.; Clark, R.G. Biomarker of burden: Feather corticosterone reflects energetic expenditure and allostatic overload in captive waterfowl. *Funct. Ecol.* **2018**, *32*, 345–357. [[CrossRef](#)]
15. Paul-Murphy, J. Foundations in Avian Welfare. In *Current Therapy in Avian Medicine and Surgery*; Speer, B.L., Ed.; Elsevier: St. Louis, MO, USA, 2016.
16. Palme, R.; Rettenbacher, S.; Touma, C.; El-Bahr, S.M.; Möstl, E. Stress Hormones in Mammals and Birds: Comparative Aspects Regarding Metabolism, Excretion, and Noninvasive Measurement in Fecal Samples. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* **2005**, *1040*, 162–171. [[CrossRef](#)]
17. Harris, C.M.; Madliger, C.L.; Love, O.P. Temporal overlap and repeatability of feather corticosterone levels: Practical considerations for use as a biomarker. *Conserv. Physiol.* **2016**, *4*, cow051. [[CrossRef](#)]
18. Bortolotti, G.R.; Marchant, T.A.; Blas, J.; German, T. Corticosterone in feathers is a long-term, integrated measure of avian stress physiology. *Funct. Ecol.* **2008**, *22*, 494–500. [[CrossRef](#)]
19. Monclús, L.; Lopez-Bejar, M.; De La Puente, J.; Covaci, A.; Jaspers, V.L. First evaluation of the use of down feathers for monitoring persistent organic pollutants and organophosphate ester flame retardants: A pilot study using nestlings of the endangered cinereous vulture (*Aegypius monachus*). *Environ. Pollut.* **2018**, *238*, 413–420. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
20. Glucs, Z.E.; Smith, D.R.; Tubbs, C.W.; Scherbinski, J.J.; Welch, A.; Burnett, J.; Clark, M.; Eng, C.; Finkelstein, M.E. Glucocorticoid measurement in plasma, urates, and feathers from California condors (*Gymnogyps californianus*) in response to a human-induced stressor. *PLoS ONE* **2018**, *13*, e0205565. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
21. Carbajal, A.; Tallo-Parra, O.; Sabes-Alsina, M.; Mular, I.; Lopez-Bejar, M. Feather corticosterone evaluated by ELISA in broilers: A potential tool to evaluate broiler welfare. *Poult. Sci.* **2014**, *93*, 2884–2886. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
22. Reese, L.; Baumgartner, K.; Thöne-Reineke, C.; Von Fersen, L.; Merle, R.; Ladwig-Wiegard, M.; Will, H.; Haase, G.; Tallo-Parra, O.; Carbajal, A.; et al. Feather Corticosterone Measurements of Greater Flamingos Living under Different Forms of Flight Restraint. *Animals* **2020**, *10*, 605. [[CrossRef](#)]
23. Crivelli, A.J.; Schreiber, R.W. Status of the Pelecanidae. *Biol. Conserv.* **1984**, *30*, 147–156. [[CrossRef](#)]
24. Klausen, B. A mixed-species exhibit for African water birds (including pelicans, flamingos, spoonbills and storks) at Odense Zoo, Denmark: Breeding success, animal welfare and education. *Int. Zoo Yearb.* **2014**, *48*, 61–68. [[CrossRef](#)]
25. Gokula, V. An ethogram of Spot-billed Pelican (*Pelecanus philippensis*). *Chin. Birds* **2012**, *2*, 183–192. [[CrossRef](#)]
26. Verband Deutscher Zoodirektoren; International Union of Directors of Zoological Gardens; World Zoo Organization. Der Zoologische Garten: Zeitschrift für die Gesamte Tiergärtnerei; Offizielles Organ des Verbandes der Zoologischen Gärten-VdZ; Organ of the World Association of Zoos & Aquariums-WAZA. 1949. Available online: <https://www.biodiversitylibrary.org/creator/233898/author?bpg1&ppg=1&size=250#/titles> (accessed on 7 July 2021).
27. Harrison, C.J.O. Allopreening as Agonistic Behaviour. *Behaviour* **1965**, *24*, 161–208. [[CrossRef](#)]
28. Monclús, L.; Carbajal, A.; Tallo-Parra, O.; Sabés-Alsina, M.; Darwich, L.; López, R.M.; Lopez-Bejar, M. Relationship between feather corticosterone and subsequent health status and survival in wild Eurasian Sparrowhawk. *J. Ornithol.* **2017**, *158*, 773–783. [[CrossRef](#)]
29. del Hoyo, J.; Elliott, A.; Sargatal, J. (Eds.) *Handbook of the Birds of the World*; Lynx Edicions: Barcelona, Spain, 1992; Volume 1.
30. Brown, L.H.; Urban, E.K. The breeding biology of the great white pelican *Pelecanus onocrotalus roseus* at Lake Shala, Ethiopia. *Ibis* **2008**, *111*, 199–237. [[CrossRef](#)]
31. Schreiber, R.W.; Schreiber, E.A.; Anderson, D.W.; Bradley, D.W. *Plumages and Molts of Brown Pelicans*; Natural History Museum of Los Angeles County: Los Angeles, CA, USA, 1989.
32. Monclús, L.; Tallo-Parra, O.; Carbajal, A.; Quevedo, M.A.; Lopez-Bejar, M. Feather corticosterone in Northern Bald Ibis *Geronticus eremita*: A stable matrix over time able to predict reproductive success. *J. Ornithol.* **2020**, *161*, 557–567. [[CrossRef](#)]
33. Adámková, M.; Bílková, Z.; Tomášek, O.; Šimek, Z.; Albrecht, T. Feather steroid hormone concentrations in relation to age, sex, and molting time in a long-distance migratory passerine. *Ecol. Evol.* **2019**, *9*, 9018–9026. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
34. Marinov, M.; Tamiris, P.; Dorosencu, A.; Nichersu, I.; Vasile, A.; Trifanov, C.; Bozagievici, R.; Tošić, K.; Botond, J. Monitoring the Great White Pelican (*Pelecanus Onocrotalus* Linnaeus, 1758) Breeding Population Using Drones in 2016-the Danube Delta (Romania). *Sci. Ann. Danube Delta Inst.* **2016**, *22*, 41–52.
35. Breed, M. 1973 The Many Eyes Hypothesis. In *Conceptual Breakthroughs in Ethology and Animal Behavior*; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 2017; pp. 121–122. ISBN 978-0-12-809265-1.
36. Rubenstein, D.I.; Wrangham, R.W. *Ecological Aspects of Social Evolution: Birds and Mammals*; University Press: Princeton, NJ, USA, 1987; ISBN 978-0-691-61016-0.
37. Kappeler, P. *Verhaltensbiologie*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2017; ISBN 978-3-662-53144-0.
38. Voit, M.; Merle, R.; Thöne-Reineke, C.; Baumgartner, K.; Von Fersen, L.; Reese, L.; Ladwig-Wiegard, M.; Will, H.; Tallo-Parra, O.; Carbajal, A.; et al. Validation of an Alternative Feather Sampling Method to Measure Corticosterone. *Animals* **2020**, *10*, 2054. [[CrossRef](#)]

8 Publikationen

Originalartikel

Haase G, Baumgartner K, von Fersen L, Merle R, Wiegard M, Will H, Reese L, Tallo-Parra O, Carbajal A, Lopez-Bejar M, Thöne-Reineke C. Feather Corticosterone Measurements and Behavioral Observations in the Great White Pelican (*Pelecanus onocrotalus*) Living under Different Flight Restraint Conditions in German Zoos. *Animals*. 2021; 11(9):2522. <https://doi.org/10.3390/ani11092522>

Reese, Lukas, Mechthild Ladwig-Wiegard, Lorenzo von Fersen, Gudrun Haase, Hermann Will, Roswitha Merle, Dag Encke, Helmut Maegdefrau, Katrin Baumgartner, und Christa Thöne-Reineke. 2020a. „Deflighting Zoo Birds and Its Welfare Considerations“. *Animal Welfare* 29(1):69–8

Reese L, Haase G, von Fersen L, Ladwig-Wiegard M, Will H, Merle R, Lopez-Bejar M, Talló-Parra O, Katrin Baumgartner K, Thöne-Reineke C. Feather corticosterone measurement of flight restrained greater flamingos. *Animals* 2020, 10, 605; doi:10.3390/ani10040605

Kongressbeiträge

Haase, Gudrun, Baumgartner, Katrin, von Fersen, Lorenzo, Merle, Roswitha, Ladwig-Wiegard, Mechthild, Will, Hermann, Reese, Lukas, Talló-Parra, Oriol, Lopez-Bejar, Manel, und Thöne-Reineke, Christa: Federcorticosteron-Messungen bei Rosapelikanen (*Pelecanus onocrotalus*) und Rosaflamingos (*Phoenicopterus roseus*) unterschiedlichen Flugfähigkeitsstatus

4. Jahrestagung der Fachgruppe "Zier-, Zoo- und Wildvögel, Reptilien, Amphibien und Fische (ZZWRAF) 4. – 6. März 2021

Haase, Gudrun, Baumgartner, Katrin, von Fersen, Lorenzo, Merle, Roswitha, Ladwig-Wiegard, Mechthild, Will, Hermann, Reese, Lukas, Talló-Parra, Oriol, Lopez-Bejar, Manel, und Thöne-Reineke, Christa: Auswirkungen des Flugunfähigmachens von Vögeln in zoologischen Einrichtungen

ATF/TiHo/ITTN/DVG: Live-Online-Seminar Aktuelle Probleme des Tierschutzes, 02.09.2021

Haase, Gudrun, Baumgartner, Katrin, von Fersen, Lorenzo, Merle, Roswitha, Ladwig-Wiegard, Mechthild, Will, Hermann, Reese, Lukas, Talló-Parra, Oriol, Lopez-Bejar, Manel, und Thöne-Reineke, Christa: Auswirkungen des Flugunfähigmachens auf das Wohlbefinden von Rosapelikanen auf der Grundlage von Corticosteronbestimmung und Verhaltensbeobachtung

Seminar der Tierärztlichen Vereinigung für Tierschutz e. V. (TVT), des Bundesverbands beamteter Tierärzte e. V. (BbT), des Verbands der Zoologischen Gärten e. V. (VdZ), des Verbands der Zootierärzte (VZT) und der Akademie für tierärztliche Fortbildung (ATF) im Tiergarten Nürnberg, 23.06.2023

Danksagung

Mein aufrichtiger Dank gilt allen Menschen, die mich auf dem Weg dieser Arbeit begleitet haben.

Besonderer Dank kommt meiner Doktormutter Prof. Dr. Christa Thöne-Reineke zu. Ich bedanke mich für das anhaltende Vertrauen, die vielen wertvollen Anregungen und für die allgemeine hervorragende Betreuung.

Ich danke PD Roswitha Merle, für die immerwährende Unterstützung, ganz besonders im Bereich der Statistik. Homoskedastisch ist nun kein Fremdwort mehr für mich.

Ich bedanke mich herzlich bei dem Team des Nürnberger Tiergarten, ohne euch wäre dieses Projekt nicht zustande gekommen.

Danke Dr. Dag Encke, durch den ich Teil dieses Projektes werden durfte.

Danke Dr. Katrin Baumgartner, Dr. Hermann Will und Dr. Lorenzo von Fersen, für die fachliche Unterstützung und ausgezeichnete Betreuung.

Mein Dank gilt Dr. Mechthild Wiegard, für die konstruktiven Anmerkungen.

Danke an Daniela Rickert, für die Beratung in allen rechtlichen Angelegenheiten.

Besten Dank an Dr. Lukas Reese, der mir stets ein Vorbild war – Danke für die kollegiale Zusammenarbeit und die fachliche Unterstützung.

Ich danke dem gesamten Team der Universitat Autònoma de Barcelona, für die Bearbeitung der Federproben.

Besten Dank an Dr. Oriol Talló-Parra, für die wertvollen Anmerkungen und Tipps.

Danke dem Verband der Zoologischen Gärten e.V. für die finanzielle Unterstützung.

Ebenso danke ich allen zoologischen Einrichtungen, die durch ihre Beteiligung diese Studie ermöglicht haben. Danke für die Freundlichkeit, Hilfsbereitschaft und das sehr angenehme Arbeitsklima.

Ich danke meinem Arbeitgeber, dem Vogelpark Marlow, ohne den diese Arbeit nicht realisierbar gewesen wäre.

Ganz besonders danke ich meiner Familie, meinen Eltern Elke Zöger und Matthias Haase und meiner Schwester Franziska Haase. Dank eurer anhaltenden Unterstützung und eurer Rücksichtnahme konnte ich diese Arbeit fertig stellen.

Und zuletzt gilt mein Dank unseren Rosapelikanen, die mich viel gelehrt haben.

Finanzierung

Diese Studie wurde finanziell vom Verband der Zoologischen Gärten e.V. (VdZ) gefördert.

Auf das Studiendesign, die Datenerhebung, die Analyse, die Publikationen hatte der VdZ keinen Einfluss.

Erklärung zu Interessenskonflikten

Im Rahmen dieser Arbeit bestehen keine Interessenskonflikte durch Zuwendungen Dritter.

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit bestätige ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt habe. Ich versichere, dass ich ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfen in Anspruch genommen habe.

Berlin, den 03.07.2024

Gudrun Haase



9 783967 292565

mbvberlin mensch und buch verlag

49,90 Euro | ISBN: 978-3-96729-256-5