

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

**Zum Flugunfähigmachen von Zoovögeln unter besonderer  
Berücksichtigung des Tierwohlaspekts am Beispiel des  
Rosaflamingos**

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



vorgelegt von

**Lukas Reese**

Tierarzt aus Herrenberg

Berlin 2020

Journal-Nr.: 4237



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

**Zum Flugunfähigmachen von Zoovögeln unter besonderer Berücksichtigung des  
Tierwohlaspekts am Beispiel des Rosaflamingos**

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

**vorgelegt von  
Lukas Reese  
Tierarzt  
aus Herrenberg**

**Berlin 2020**

**Journal-Nr.: 4237**

**Gedruckt mit Genehmigung  
des Fachbereichs Veterinärmedizin  
der Freien Universität Berlin**

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Jürgen Zentek

Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Christa Thöne-Reineke

Zweiter Gutachter: PD Dr. Roswitha Merle

Dritter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Hafez Mohamed Hafez

Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):

Phoenicopterus, animal welfare, animal behaviour, zoological gardens, feathers, flight, corticosterone, biological indicators

Tag der Promotion: 29.09.2020

*Meiner Mama*

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Abkürzungen.....	III
1. Einleitung.....	1
1. Literatur.....	2
2.1 Flugunfähig machen.....	2
2.1.1. Arten des Flugunfähig machens.....	2
2.1.2 Gesetzlicher Rahmen im deutschsprachigen Raum.....	3
2.1.3 Status praesens.....	5
2.1.4 Wahrnehmung des Flugunfähig machens.....	6
2.2 Begriffsdefinitionen.....	11
2.2.1 Wohlbefinden.....	11
2.2.2 Leiden.....	12
2.3 Stress und die Rolle von Glucocorticoiden.....	12
2.3.1 Definition Stress.....	12
2.3.2 Die physiologische Stressantwort.....	13
2.3.3 Basale Glucocorticoidkonzentrationen.....	13
2.3.4 Glucocorticoide und chronischer Stress.....	14
2.3.5 Die Feder als kumulative Matrix.....	15
2.3.6 Feder-Corticosteron als Bioindikator.....	16
2.4 Ziel der Untersuchungen.....	17
3. Deflighting zoo birds and its welfare considerations.....	19
4. Feather Corticosterone Measurements of Greater Flamingos Living under Different Forms of Flight Restraint.....	32
5. Diskussion.....	47
5.1 Der gesetzliche Hintergrund.....	47
5.1.1 Bewegungseinschränkung vor dem Hintergrund des deutschen Tierschutzgesetzes.....	47
5.1.2 Flugunfähig machen als Eingriff.....	48
5.1.3 Konsequenz.....	48
5.2 Modellstudie: Ergebnisse hinsichtlich des Flugfähigkeitsstatus.....	49
5.2.1 Prämisse: Das Leben unter Flugunfähigkeit ist ein Stressor für Rosaflamingos.....	49
5.2.2 Prämisse: Das Leben unter Flugunfähigkeit ist kein Stressor für Rosaflamingos.....	51
5.2.3 Verhaltensstudie.....	51

5.3	Modellstudie: Weitere Ergebnisse .....	53
5.4	Eignung, Limitationen und Ausblick des Modells .....	55
5.4.1	Federcorticosteronmessung .....	55
5.4.2	Verhaltensbeobachtungen.....	56
6.	Zusammenfassung .....	57
7.	Summary.....	59
8.	Literaturverzeichnis .....	61
9.	Publikationen.....	IV
9.1	Originalartikel.....	IV
9.2	Beteiligung der Autoren an den Originalartikeln .....	IV
9.3	Kongressbeiträge.....	IV
9.4	Posterbeiträge .....	V
10.	Danksagung .....	VI
11.	Selbstständigkeitserklärung .....	VIII

## **Abkürzungen**

ACTH	Adrenocortikotropes Hormon
BIAZA	British and Irish Association of Zoos and Aquariums
CORT	Corticosteron
CRH	Corticotropin-releasing Hormon
EAZA	European Association of Zoos and Aquariums
GC	Glucocorticoid
HPA-Achse	Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse
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 e.V.
WAZA	World Association of Zoos and Aquariums



## 1. Einleitung

Das Flugunfähigmachen von Vögeln stellt eine seit Jahrhunderten gängige Praxis in zoologischen Einrichtungen aller Art weltweit dar (Reese et al. 2020a), ermöglicht es doch die Präsentation von Vögeln in offenen Anlagen, die sich durch kaum mehr als einen Zaun begrenzen lassen. Zweifelsohne geboren aus praktischen Überlegungen sowie der für Besucher attraktiven Präsentationsform, hat diese Form der Vogelhaltung bis in die heutige Zeit überdauert. Flamingos, Pelikane und Kraniche werden nach wie vor in den meisten deutschen Zoos flugunfähig gemacht in großen, nach oben geöffneten Anlagen gezeigt.

In den vergangenen Jahren ist insbesondere in Deutschland hierzu eine Debatte entbrannt, inwiefern das Flugunfähigmachen noch eine zeitgemäße Präsentationsform in modernen Zoos sein kann. Diese wird seither auf unterschiedlichsten Ebenen geführt: Die zoologischen Dachverbände ebenso wie zootierärztliche Fachgremien setzen sich damit auseinander, genau wie die einzelnen Zoos mit ihren regionalen Behörden (Reese et al. 2020a). Juristische Gutachten bezüglich der Vereinbarkeit mit dem Tierschutzgesetz wurden erstellt und Tierrechtsorganisationen wie PeTA e.V. prangerten diese Haltungsform als „Tierquälerei“ öffentlich an (PeTA Deutschland e.V. 2017).

Obwohl innerhalb vieler Diskussionen das Tierwohl eine zentrale Rolle einnimmt, so stellt dieses zugleich den am wenigsten untersuchten Faktor dar. Bis zum Erscheinen des in dieser Arbeit enthaltenen Artikels (Reese et al. 2020b) gab es keine wissenschaftliche Erhebung, die sich mit dem Wohlbefinden von Vögeln unter dem Aspekt des Flugunfähigmachens befasste (Reese et al. 2020a).

Diesem Umstand und auch dem erhöhten gesellschaftlichen Interesse an Tierschutzfragen ist die Erstellung dieser Arbeit geschuldet. Sie trägt das bisher gesammelte Wissen zum Flugunfähigmachen zusammen, stellt die Positionen unterschiedlicher Akteure sowie die gesetzlichen Rahmenbedingungen in verschiedenen Ländern dar, beschreibt die unterschiedlichen Techniken und Arten des Flugunfähigmachens und demonstriert den Mangel an wissenschaftlichen Studien hinsichtlich des Tierwohlaspektes (Reese et al. 2020a). Die zweite Publikation stellt eine Studie vor, die genau dies anhand von Untersuchungen an Rosaflamingos (*Phoenicopterus roseus*) in deutschen Zoos tierbasiert evaluiert (Reese et al. 2020b). Mittels Feder-Corticosteronbestimmungen sowie Verhaltensbeobachtungen wurden Tiere unterschiedlichen Flugfähigkeitsstatus miteinander verglichen.

## 1. Literatur

### 2.1 Flugunfähigmachen

Das Flugunfähigmachen von Vögeln im Allgemeinen dient dem Zweck, diese vom Fliegen abzuhalten und so eine Flucht aus zumeist offenen Anlagen zu verhindern (Dollinger et al. 2014). Anwendung findet dies nicht nur im Bereich der zoologischen Gärten, sondern auch im Bereich der privaten Vogel- und Geflügelhaltung (Antinoff 2002, Reese et al. 2020a). Da der Schwerpunkt dieser Arbeit auf das Flugunfähigmachen von Vögeln in zoologischen Einrichtungen gelegt ist, beziehen sich auch die durchgeführten Recherchen auf diesen Bereich.

#### 2.1.1. Arten des Flugunfähigmachens

Grundsätzlich wird zwischen zwei Kategorien unterschieden: Solchen Methoden, die eine dauerhafte, unumkehrbare Flugunfähigkeit erzielen (irreversible Methoden) und solche, die lediglich zu einer vorübergehenden Flugunfähigkeit führen (reversible Methoden) (Hesterman et al. 2001). Diese Methoden werden in der Regel nur auf der einen Flügelseite des betroffenen Vogels angewandt, so dass es beim Flugversuch zu einer Dysbalance kommt (Hestermann et al. 2001).

##### 2.1.1.1. Irreversible Methoden

**Kupieren** stellt die häufigste irreversible Methode dar (Reese et al 2020a). Dabei wird die Flügelspitze und mit ihr die Wachstumsanlage der ersten Handschwingen entfernt (Bennett und Baumgartner 2015). Üblicherweise wird und wurde dies zwischen dem dritten und zehnten Lebensstag mit einer scharfen Schere vollzogen, wenn die Knochen der Küken noch relativ weich sind. Die Methode wird als unblutig und komplikationsarm bis -frei beschrieben, eine analgetische Abdeckung ist unüblich (Flinchum 2006). Beim ausgewachsenen Tier hingegen handelt es sich um einen komplexen, chirurgischen Eingriff, der mit einem hohen Blutungsrisiko einhergeht, und ausschließlich in Vollnarkose, mit Analgesie und außerhalb der Mauser durchgeführt werden muss (Bennett und Baumgartner 2015). Ein vergleichsweise hoher Nachsorgeaufwand (Verbände, Wundkontrollen) und die damit verbundene Notwendigkeit, die Tiere mehrfach einzufangen, stellen zusätzliche Stressoren dar.

Die **Federfollikel-Exstirpation** beschreibt die Entnahme der Wachstumsanlage (Federfollikel) der, bzw. einiger Handschwingen, wobei das knöchernen Skelett geschont wird. Diese Methode wurde über einige Jahrzehnte hinweg insbesondere im deutschsprachigen Raum verwendet und von Krawinkel 2011 publiziert. Auch bei diesem Eingriff ist eine

Vollnarkose, Analgesie sowie eine anschließende Wundkontrolle notwendig (Krawinkel 2011; Bennet und Baumgartner 2015).

Eine Weiterentwicklung der Exstirpation stellt die **Verödung des germinativen Gewebes mittels Laser, bzw. Kryosonde** dar (D'Agostino et al 2006; Shaw et al 2012; Bennet und Baumgartner 2015). Dazu werden die Federfahnen der zu verödenden Follikel abgeschnitten, die Sonde über den hohlen Schaft in die Federspule eingeführt und die Wachstumsanlage zerstört. Diese Methode hat den Vorteil, dass zwar ebenfalls Anästhesie und Analgesie verwendet werden müssen, jedoch keine post-operative Nachsorge nötig ist (Bennett und Baumgartner 2015) und Komplikationen wie Wundinfektionen nicht erwartet werden.

Alternative, irreversible Techniken wie **Tenektomien**, also das Durchschneiden der Sehnen der zu den Knochen des Flügels ziehenden Flugmuskeln (Degernes und Feduccia 2001; Demirkan et al 2010), **Arthrodesen**, bezeichnet die knöchernen Versteifung von einzelnen Gelenken des Flügels (Bennett und Baumgartner 2015), **Patagiektomien**, benennt die chirurgische Entnahme der Flügelhäute (Bennett und Baumgartner 2015) oder **Neurotomien**, das Durchschneiden von bestimmten Nerven, die Flugmuskeln innervieren (Hesterman et al. 2001) wurden nie in größerem Stil durchgeführt und sind lediglich von experimenteller und historischer Bedeutung (Reese et al. 2020a).

#### *2.1.1.2 Reversible Methoden*

Hier stellt das **Beschneiden der Handschwinger/“Federschneiden“** die einzige auf Routinebasis durchgeführte Technik dar (Reese et al. 2020a): Die betroffenen Federfahnen der durchgemauserten Armschwinger werden – meist mit einer Schere – abgeschnitten (Hesterman et al. 2001, Bennett und Baumgartner 2015; Reese et al. 2020a). Da die Feder außerhalb ihrer Wachstumsphase weder innerviert noch durchblutet ist, bedarf es weder Anästhesie noch Analgesie, da dieser Vorgang nicht mit Schmerzen für das betroffene Tier einhergeht. Für eine erfolgreiche, kontinuierliche Verhinderung der Flugfähigkeit muss dies mit jeder Mauser, also in der Regel ein- bis zweimal im Jahr, wiederholt werden (Hesterman et al. 2001; Bennett und Baumgartner 2015).

#### 2.1.2 Gesetzlicher Rahmen im deutschsprachigen Raum

##### *2.1.2.1. Deutschland*

Es gibt in Deutschland kein Gesetz, das sich explizit auf das Flugunfähigmachen von Vögeln bezieht. Somit stellt das Tierschutzgesetz die gesetzlichen Rahmenbedingungen für diese Fragestellung, ohne diese jedoch präzise zu beantworten (Beckmann und Thal 2017):

§2 (2) besagt, dass „wer ein Tier hält, betreut oder zu betreuen hat, darf die Möglichkeit des Tieres zu artgemäßer Bewegung nicht so einschränken, dass ihm Schmerzen oder vermeidbare Leiden oder Schäden zugefügt werden“.

Laut §6 (1) Tierschutzgesetz ist das „vollständige oder teilweise Amputieren von Körperteilen oder das vollständige oder teilweise Entnehmen oder Zerstören von Organen oder Geweben eines Wirbeltieres“ verboten. Als eine der darauffolgenden Ausnahmen wird in §6 (1) 1. a) „der Eingriff im Einzelfall nach tierärztlicher Indikation“ aufgeführt. Somit ist der Einsatz von irreversiblen Techniken zur Flugunfähigmachung gesetzlich verboten, da es sich in jedem der aufgeführten Fälle um eine Amputation und/oder eine Zerstörung von Geweben handelt. Inwiefern das jedoch auch auf das Beschneiden von Federn zutrifft, ist nach wie vor Bestandteil gesellschaftlicher, wissenschaftlicher und juristischer Diskussionen – insbesondere die Frage, ob die Feder nach abgeschlossenem Wachstum noch als ‚Gewebe‘ angesprochen werden kann (Dollinger et al. 2014; Schmidt und Jäger 2015; Maisack und Schmidt 2017; Beckmann und Thal 2017).

In deutschen Zoos wurde und wird diese Gesetzgebung aufgrund des föderalen Systems auf behördlicher Ebene regional unterschiedlich ausgelegt und angewandt, da Tierschutz Ländersache ist. Bis vor einigen Jahren wurde selbst der Einsatz von irreversiblen Methoden in vielen deutschen zoologischen Einrichtungen geduldet, weshalb es bis heute noch zahlreiche kupierte Tiere gibt, da einige betroffene Vogelarten sehr alt werden (Dollinger et al. 2014; Schmidt und Jäger 2015; Maisack und Schmidt 2017; Beckmann und Thal 2017; Reese et al. 2020a). Heute werden diese nicht mehr angewandt, bezüglich reversibler Methoden besteht jedoch ein hohes Maß an Uneinigkeit zwischen den unterschiedlichen Behörden. Während einige Zoos weiter Federn beschneiden dürfen, wird anderen dies von offizieller Seite untersagt (Maisack und Schmidt 2017; Reese et al. 2020a). Es werden aber zunehmend Stimmen laut, die ein vollständiges Verbot des Flugunfähigmachens in Deutschland fordern (Schmidt & Jäger 2015; Maisack & Schmidt 2017) und auch Tierrechtsorganisationen wie PeTA Deutschland e.V. prangern diese Praktik an (PeTA Deutschland e.V.2017)

#### *2.1.2.2 Schweiz*

In der Schweiz verbietet die Tierschutzverordnung Artikel 24 b. „operative Eingriffe zur Erleichterung der Haltung von Heimtieren, wie Zahnresektion, Coupieren der Flügel oder Entfernen von Sekretdrüsen; ausgenommen sind Eingriffe zur Verhütung der Fortpflanzung

oder das Entfernen der Afterkrallen“, sowie in Artikel 20 b. „das Coupieren der Kopfanhänge und der Flügel“ beim Hausgeflügel. Diese Gesetze werden jedoch nicht auf Zoos und Tierpärke angewendet, da diese in der Schweiz als von „übergeordnetem Interesse“ gelten und deren gesellschaftlicher Beitrag die Belastung, die von dem Eingriff auf das Tier ausgeht, überwiegen (Stellungnahme des Bundesrates vom 07.09.2016).

### 2.1.2.3 Österreich

In §4 (6) der 2. Tierhaltungsverordnung Österreichs ist die Gesetzeslage zum Flugunfähigmachen eindeutig geregelt. Dort heißt es: „Die dauerhafte Einschränkung der Flugfähigkeit durch operative Eingriffe ist verboten. Das Einschränken der Flugfähigkeit darf nur aus tier- oder artenschutzrelevanten Gründen durch regelmäßiges Kürzen der Schwungfedern der Handschwingen erfolgen.“

### 2.1.3 Status praesens

Genauere Zahlen, wie viele Zoovögel derzeit in Deutschland flugunfähig gehalten werden, sind nicht verfügbar. Eine Studie der European Association of Zoos and Aquariums (EAZA) von 2016 vermittelt jedoch einen groben Überblick (Dekker 2016; Reese et al. 2020a). In dieser wurden die Mitglieder mittels Fragebogen aufgefordert, über Art und Anzahl der kupierten Vögel Auskunft zu geben – allerdings wurden diese lediglich den nicht-kupierten gegenübergestellt, so dass keine Aussagen über reversibel flugunfähig gemachte Tiere getroffen werden können. Alle 18 antwortenden zoologischen Einrichtungen aus Deutschland gaben an, zwar nicht mehr selbst zu kupieren, aber nach wie vor kupierte Tiere in ihrem Bestand zu haben. Von den vier antwortenden Zoos aus der Schweiz kupierten zwei nach wie vor, und drei besaßen kupierte Tiere. In Österreich antwortete lediglich ein Zoo, der zu dem Zeitpunkt ebenfalls kupierte Tiere zeigte (Dekker 2016).

Da die EAZA Mitglieder auch aufgefordert waren, alle Vogelarten aufzulisten, die oftmals kupiert werden und über deren Flugfähigkeitsstatus aufzuklären, lassen sich zumindest Rückschlüsse über den Anteil der kupierten Vögel in Bezug auf die Vogelfamilien herstellen. Da in der Studie an der Stelle nicht zwischen den Staaten aufgeschlüsselt wurde, beziehen sich folgende Daten auf die Teilnehmer aus dem gesamten EAZA-Raum: Demnach waren zum Zeitpunkt der Erhebung 80,5 % der Gänse, 62,8 % der Flamingos, 62,6 % der Enten, 61,1 % der Pelikane und 24 % der Störche kupiert (Dekker 2016, Reese et al. 2020a). Auch hier kann jedoch keine Aussage über die Haltungsförm der nicht-kupierten Vögel gemacht werden, da deren Status nicht weiter definiert wurde (Volierenhaltung oder reversibel flugunfähig).

## 2.1.4 Wahrnehmung des Flugunfähigmachens

### 2.1.4.1 Dachverbände der Zoos

Der höchste, internationale Dachverband der Zoos und Aquarien, die WAZA (World Association of Zoos and Aquariums) macht ihren Mitgliedern diesbezüglich keine expliziten Vorgaben. Der 2003 verabschiedete Ethikkodex der WAZA (WAZA's Code of Ethics and Animal Welfare 2003), dem sich die untergeordneten Verbände und Zoos verpflichten, besagt lediglich, dass das „Kupieren aus edukativen oder haltungsbezogenen Gründen nur dann durchgeführt werden sollte, wenn keine andere Form der Fluchtbeschränkung möglich ist“.

Auch der europäische Dachverband der Zoos und Aquarien, die EAZA, stellt diesbezüglich keine verbindlichen Regularien an seine Mitglieder, äußerte sich aber 2014 in seinen „Standards for the Accomodation and Care of Animals in Zoos and Aquaria“ (Vorgaben für die Haltung und Pflege von Tieren in Zoos und Aquarien) etwas präziser. Demnach solle das Kupieren der Flügel nur dann akzeptabel sein, wenn sich dadurch „ein Vorteil für das Wohlbefinden des betroffenen Tieres und/oder seiner Artgenossen“ ergäbe. Weiter seien „geschlossene Volieren angemessener Größe offenen Gehegen, bei denen das Kupieren die einzig effiziente Fluchtbeschränkung darstelle, stets vorzuziehen“. In einer gemeinsamen Stellungnahme (Joint Response from EAZA and BIAZA to the release of the Born Free Foundation's Beyond the Bars report on wild animal welfare in the United Kingdom in 2017) mit dem entsprechenden Dachverband für Großbritannien und Irland BIAZA (British and Irish Association of Zoos and Aquaria) als Reaktion auf eine Kampagne der Tierschutzorganisation „Born Free Foundation“ wurde dies nochmals unterstrichen. Sie konstatierten außerdem, dass in manchen Fällen „Kupieren einen langfristig vorzuziehenden Effekt auf das Wohlbefinden haben könnte, sofern die Entscheidung auf Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse beruhe“; dass dies aber noch Bestandteil aktueller Forschung sei und sein müsse (Reese et al. 2020a).

Der Verband der Zoologischen Gärten e.V. (VdZ) sieht das in Deutschland vorherrschende, generelle Kupierverbot kritisch. Zwar unterstützt der Verband „das Flugfähighalten von mehr als 97 % aller bekannten Vogelarten“, räumt aber ein, dass für wenige Arten das Fliegen von untergeordneter Bedeutung sei und das Flugunfähigmachen für diese die Möglichkeit biete, ein größeres Verhaltensrepertoire auszuleben, als es in den meisten Volieren möglich wäre. Weiter wird auf die Gefahr des Verlustes dieser Arten in tiergärtnerischer Haltung hingewiesen. Die Argumentation des VdZ in ihrem Positionspapier „Hintergrundinformation des Verbands der Zoologischen Gärten (VdZ) zur Einschränkung des Fliegens einiger weniger Vogelarten in Zoos“ folgt dabei im Großen und Ganzen der von

Dollinger et al. (2014) sowie der Stellungnahme der Tierärztlichen Vereinigung für Tierschutz e.V. (TVT) zum Flugunfähigmachen von Vögeln (2015) und wird im folgenden Absatz ausführlich dargestellt.

#### *2.1.4.2 Wissenschaft*

In der wissenschaftlichen Literatur spielt das Flugunfähigmachen eine untergeordnete Rolle. Zwar findet es immer wieder Erwähnung - auch sind diverse Methoden zum Flugunfähigmachen publiziert (Bennett und Baumgartner 2015) – hinsichtlich des Tierschutzaspektes und des Wohlbefindens der betroffenen Tiere sind jedoch keinerlei wissenschaftliche Daten verfügbar. Nichtsdestotrotz finden sich einige Meinungen in der Literatur wieder, diese fußen jedoch auf persönlichen Erfahrungen und Beobachtungen, Abwägungen und Transferleistungen aufgrund biologischer Daten (Reese et al. 2020a). Hier ist insbesondere „Flugunfähigmachen von Vögeln – Für und Wider“ von Dollinger et al. (2014) hervorzuheben, da es die verschiedenen Argumente für und gegen das Flugunfähigmachen in allen Facetten darstellt, nicht ohne auf das Fehlen von Daten hinsichtlich des Tierschutzaspektes hinzuweisen.

Dollinger et al. (2014) befürchtet im Falle einer konsequenten Durchsetzung des Verbotes des Flugunfähigmachens einen dramatischen Rückgang der betroffenen Arten in den Zoos, da eine Umstellung auf Volierenhaltung für viele Einrichtungen mit erhöhten Schwierigkeiten einhergeht. So verbietet in vielen Fällen der Denkmalschutz, die Größe oder Strukturierung die Netzüberspannung des bestehenden Geheges, so dass ein Umzug auf eine neue – oftmals bedeutend kleinere – Fläche nötig wäre. Auch überstiegen die Kosten solcher Projekte die Möglichkeiten vieler zoologischer Institutionen – insbesondere, da es sich bei den betroffenen Vogelarten selten um solche Tiere handelt, denen ein „Starcharakter“ zugeschrieben wird, wie das bei Elefanten, Gorillas oder Giraffen der Fall ist (Carr 2016). Folglich befürchtet Dollinger et al. (2014), dass im Falle eines generellen Verbotes die meisten Zoos aufhören würden, diese Vogelarten zu halten. In seiner Argumentation orientiert sich Dollinger et al. (2014) stark an der „EU Zoorichtlinie“ (RL 1999/22/EG des Rates vom 29.März 1999 über die Haltung von Wildtieren in Zoos), bzw. deren nationale Umsetzungen im Bundesnaturschutzgesetz §42. Diese definiert auch die gesellschaftlichen Aufgaben der Zoos, zu denen neben Forschung (BNatSchG §42 (3) 7.a)) und Arterhalt (BNatSchG §42 (3) 7.b)) auch der Bildungsauftrag (BNatSchG §42 (3) 7.c)) gehört. Der Wegfall vieler Individuen und möglicherweise auch ganzer Arten in den Zoos würde den formulierten Zielen der Zootierhaltung entgegenstehen. Mit wenigen Tieren könnten kaum stabile ex-situ Populationen aufrechterhalten werden, was insbesondere bei bedrohten Arten wider den Zoogedanken wäre. Auch die Aufgabe solcher Tiere als „Botschafter für den Artenschutz“ der in-situ Populationen ginge bei Abschaffung einer

Tierart verloren, ebenso die Vermittlung von Kenntnissen über diese an die Besucher. Letzterem setzen Kritiker entgegen, dass flugunfähig gemachte Vögel eine falsche Realität widerspiegeln und daher ungeeignet seien, zu Lehrzwecken ausgestellt zu werden (Klausen 2014; Bračko und King 2014).

Ebenfalls kritisch sieht Dollinger et al. (2014) die Ächtung irreversibler Methoden vor dem Hintergrund, dass Zoos verpflichtet sind, „dem Eindringen von Schadorganismen sowie dem Entweichen der Tiere“ vorzubeugen (BNatSchG §42 (3) 3.), da das Federschneiden immer auch mit dem Risiko der Flucht der betroffenen Tiere einhergeht. Da nicht immer alle Individuen gemeinsam mausern, kann auch nicht zuverlässig sichergestellt sein, dass immer alle Tiere flugunfähig sind und so besteht die Gefahr des Entweichens einzelner Tiere. Dies sei nicht nur vom Standpunkt des Schutzes der heimischen Fauna vor invasiven Spezies relevant, sondern auch aus Sicht des Tierschutzes und dem Wohlbefinden des geflohenen Individuums. Dieses könne außerhalb des Zoos mit Nahrungsmangel, Beutegreifern und klimatischen Herausforderungen konfrontiert sein, auf die es nicht adäquat reagieren könnte.

Insbesondere in Bezug auf das Kupieren - aber teilweise auch auf andere Methoden des Flugunfähigmachens - bemängeln Bračko und King (2014) die damit einhergehenden, schlechteren Reproduktionsraten bei einigen Spezies. Insbesondere Männchen großer und langbeiniger Spezies, die bei der Paarung auf dem Rücken der Weibchen stehen, sollen durch die Asymmetrie der Flügel Probleme mit der Balance haben. Dies wurde bei Flamingoarten bereits in verschiedenen Veröffentlichungen berichtet und sogar quantifiziert (Pickering 1992; King 1994; Farrell et al. 2000; King und Bračko 2014). Allerdings sind gerade bei Flamingos viele Zoopopulationen bekannt, die – obwohl sie flugunfähig gemacht sind – gute Reproduktionsergebnisse liefern (Rose et al. 2014, Reese et al. 2020a). Auch konnte Rose et al. (2013) keine Unterschiede im Paarungsverhalten von Rosaflamingos unterschiedlichen Flugfähigkeitsstatus feststellen.

Ebenfalls als Argument gegen das Flugunfähigmachen führen Bračko und King (2014) den verbesserten Schutz der Vögel in Volieren gegenüber Raubtieren an, da diese durch den allseitigen Verschluss zuverlässiger vom Eindringen abgehalten werden könnten. Nicht publizierte Auswertungen von Wildkamerabildern aus dem Tiergarten Nürnberg zur Überprüfung der Gehegesicherheit gegenüber wilden Raubtieren zweifeln diese Aussage jedoch an (Reese et al. 2020a). Insbesondere in solchen Klimaten, in denen mit regelmäßigen Schneevorkommen gerechnet werden muss, gestaltet sich die Auswahl einer Maschenweite, die zuverlässig Prädatoren fernhält und gleichzeitig weit genug ist, um Schneelastproblemen vorzubeugen, als problematisch (Katrin Baumgartner 2020, persönliche Mitteilung)



Hinsichtlich der für das Flugunfähigmachen geeigneten Vogelarten herrscht überwiegend Konsens (Reese et al. 2020a). Grundsätzlich wird die große Mehrheit der Klasse Aves für absolut ungeeignet gehalten – der bereits erwähnten Stellungnahme der TVT e.V. zufolge sind dies 97,85 % (TVT e.V. 2015). Die verbleibenden 2,15 % bestehen aus solchen Arten, die eine starke Bindung an den Boden oder das Wasser zeigen und die in der Wildbahn überwiegend zur „Feindvermeidung“ und/oder zum „Aufsuchen von Ressourcen“ Gebrauch von ihren Flügeln machen (TVT e.V. 2015). Auf Grundlage biologischer und ethologischer Daten bezüglich der vermuteten Bedeutung des Fliegens stellt Dollinger et al (2014) eine Liste vor, in die er sämtliche Vogelarten, bzw. -ordnungen und -familien hinsichtlich ihrer Eignung, flugunfähig gehalten zu werden, einteilt. Diese Liste enthält vier Kategorien, die sich wie folgt zusammensetzen (Dollinger et al. 2014):

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 bei folgenden Taxa:

- Tölpel (Sulidae)
- Kormorane (Phalacrocoracidae)
- Schlängenhalsvögel (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 (*Sagittariusserpentarius*)
- Papageien (Psittaciformes)
- Eulen (Strigiformes)
- Hornvögel (Coraciiformes), ausgenommen Hornraben (*Bucorvus* spp)
- Sperlingsvögel (Passeriformes)

[...]

Insbesondere für die Vögel der Gruppe B sieht Dollinger et al (2014) die Möglichkeit, dass sie – flugunfähig gemacht - von der Haltung im Freigehege profitieren können. Dies begründet er damit, dass den Tieren ein viel größerer und reichhaltig strukturierterer Raum zur Verfügung gestellt werden kann, als das in Volieren möglich ist. Diese Einschätzung findet sich auch bei Hesterman et al. (2001) wieder. Da der Flug bei diesen Arten in der Wildbahn nur in Situationen genutzt würde, die in tiergärtnerischer Haltung nicht vorkommen (Nahrungssuche, Flucht, usw.), würden die Vorteile der offenen Freilandhaltung hier überwiegen. Weiter gibt Dollinger et al (2014) zu bedenken, dass es sich bei den meisten Vögeln in der Gruppe B um große und teilweise schwere Arten handelt. Der arttypische Flug sei bei diesen meist „gerade und schnell“ und einige benötigten eine längere Anlaufstrecke, um überhaupt abheben zu können. Daher müsste eine Voliere, die diesen arttypischen Flug erlaube, sehr große Dimensionen haben – eine Haltung in kleineren Volieren, die lediglich dazu dienen, die Tiere potentiell flugfähig zu halten, ohne ihnen aber die Gelegenheit dazu zu geben, ist daher kritisch zu sehen (Dollinger et al. 2014; Reese et al. 2020a). Darüber hinaus müsse man selbst in diesen aufgrund der hohen Fluggeschwindigkeit sowie geringen Wendigkeit von einem erhöhten Verletzungsrisiko ausgehen, insbesondere wenn der Flugversuch aus einem Schreckmoment resultiert (Krawinkel 2011; Dollinger et al. 2014; Reese et al. 2020a). Bračko und King (2014) geben aber auch zu bedenken, dass auch

flugunfähig gemachte Vögel einem erhöhten Verletzungsrisiko ausgesetzt sein können, wenn sie in Momenten der Panik versuchen zu fliehen.

Einigkeit besteht jedoch bei allen Autoren dahingehend, dass die unterschiedlichen Vogelspezies hinsichtlich ihres Wohlbefindens unter Flugunfähigkeit differenziert betrachtet werden müssen. Die Listen, wie sie Dollinger et al (2014) oder auch die TVT e.V. (2015) vorschlagen, können allenfalls als grobe Orientierung gelten. Dennoch bedürfe es präziser Forschungsarbeit an den einzelnen Arten, wie und unter welchen Bedingungen eine Haltung unter Flugunfähigkeit mit dem Wohlbefinden der Tiere zu vereinen ist (Dollinger et al. 2014; Rose et al. 2014; TVT e.V. 2015).

## **2.2 Begriffsdefinitionen**

### 2.2.1 Wohlbefinden

Im Deutschen wird der Begriff Wohlbefinden im Zusammenhang mit dem Tierschutzgesetz oftmals mit dem „Zustand körperlicher und seelischer Harmonie des Tieres in sich und mit der Umwelt“ definiert (Hirt et al. 2016). Die Abwesenheit von Schmerzen, Leiden, sowie schweren Ängsten und ein ungestörter, artgemäßer sowie verhaltensgerechter Ablauf der Lebensvorgänge gelten dabei als Voraussetzung (Hirt et al. 2016, Hohlbaum 2019). Als Indikatoren für Wohlbefinden gelten Gesundheit und Normalverhalten (Hohlbaum 2019).

Der Begriff „animal welfare“ stellt hier das Pendant in der englischsprachigen Literatur dar. Dieser wird häufig im Zusammenhang mit den „Fünf Freiheiten“ definiert, die vom Farm Animal Welfare Council, Vereinigtes Königreich 1992 veröffentlicht wurden (Boutreau et al. 2007). Diese Freiheiten bestehen aus der Freiheit von 1) Hunger und Durst, 2) Unbehagen, 3) Schmerz, Verletzung und Krankheit, 4) Angst und Leiden sowie 5) der Freiheit, natürliches Verhalten auszuleben (Boutreau et al. 2007). Auch wenn dieses Konzept weiterhin eine wichtige Grundlage darstellt, so gilt es dennoch nicht mehr als zeitgemäß und wurde in den vergangenen Jahren weiter modifiziert und präzisiert. So schlug David J. Mellor (2016) vor, den Denkansatz von den 5 Freiheiten hin zu einem „Leben, das es wert ist, gelebt zu werden“ zu verschieben: Er kritisierte, dass die Freiheit von negativen Empfindungen gleichzeitig natürliches Verhalten unterdrücke, das dem Überleben diene. Doch auch das Meideverhalten von negativen Einflüssen und die damit einhergehenden Problemlösungsstrategien seien ein wichtiger Bestandteil des Lebens und könnten in ihrer Durchführung wiederum zur kognitiven Förderung sowie dem Gefühl von Selbstbelohnung beitragen (Mellor 2016).

## 2.2.2 Leiden

Auch Leiden ist ein unbestimmter Rechtsbegriff und wird im Deutschen Tierschutzgesetz §1 definiert, demnach „niemand [...] einem Tier ohne vernünftigen Grund Schmerzen, Leiden oder Schäden zufügen“ darf. Lorz und Metzger definierten Leiden als „alle nicht bereits vom Begriff des Schmerzes umfassten Beeinträchtigungen im Wohlbefinden, die über ein schlichtes Unbehagen hinausgehen und eine nicht ganz unwesentliche Zeitspanne fortauern“ (Lorz et al. 2019). Letzteres bedeutet, dass Augenblicksempfindungen zwar nicht als Leiden definiert sind, diese aber auch nicht nachhaltig und lang andauernd sein müssen (Lorz et al. 2019). Ergänzend heißt es bei Hirt, Maisack und Moritz: „Leiden werden durch der Wesensart des Tieres zuwiderlaufende, instinktwidrige und vom Tier gegenüber seinem Selbst- oder Arterhaltungstrieb als lebensfeindlich empfundene Einwirkungen und durch sonstige Beeinträchtigungen seines Wohlbefindens verursacht“ (Hirt et al. 2016). Leiden müssen daher speziesabhängig und teilweise sogar individuell beurteilt werden. Es impliziert außerdem nicht, dass ein Tier krank oder verletzt sein muss um Leiden zu erfahren, sondern vielmehr, dass es seine Bedürfnisse nicht befriedigen kann und sein Normalverhalten beeinträchtigt ist (Hirt et al. 2016, Lorz et al. 2019). Als hauptsächliche Indikatoren zählen – neben Krankheit, Verletzung und messbaren Funktionsstörungen - Verhaltensstörungen als Ausdruck erheblichen Leidens (Hirt et al. 2016).

## 2.3 Stress und die Rolle von Glucocorticoiden

### 2.3.1 Definition Stress

Seit Beginn der Stressforschung durch Hans Selye in den 30er Jahren des letzten Jahrhunderts wurden zahlreiche Versuche unternommen, Stress zu definieren, ohne dass eine konsistente Definition gefunden wurde (Romero et al. 2009). Eine verbreitete Definition besagt, Stress sei die reale oder interpretierte Bedrohung der physiologischen oder psychologischen Integrität eines Individuums, die in physiologischen und/oder verhaltensbezogenen Reaktionen resultiert (McEwen 2000). Gemein ist nahezu allen Definitionen, dass sie drei wesentliche Ebenen beschreiben: Die des Inputs (also des auslösenden Reizes oder „Stressors“), die der Prozessierung und subjektiven Wahrnehmung des Individuums sowie zuletzt der Ebene der Outputs (also die physiologische und verhaltensassoziierte Reaktion, die „Stress Response“) (Levine 2005). Eine wichtige Rolle – und gleichzeitig eine der großen Schwierigkeiten – stellt die Einordnung dessen, was gemeinlich als „chronischer Stress“ bezeichnet wird, dar. Also die Überbeanspruchung

dieses Systems hin zu einer pathologischen Konsequenz. Zur Erklärbarkeit dieses Phänomens wurde zunächst das Konzept der Homöostase eingeführt, das den Zustand physiologischer und verhaltensbezogener Stabilität beschreibt und Stress als die Disharmonie desgleichen (Chrousos und Gold 1992). Dieses wurde durch McEwen und Wingfield (2003) um den Begriff Allostase erweitert, der wiederum all die physiologischen Vorgänge und Anpassungen beschreibt, die nötig sind, die Homöostase zu erhalten („Stabilität durch Veränderung“) (Sterling und Eyer 1988). Die Summe der Vorgänge, die dazu zu einem bestimmten Zeitpunkt nötig ist, bekam die Bezeichnung „Allostatic Load“. Wenn dieser zu hoch (Typ I) oder zu langanhaltend (Typ II) ist, als dass die Homöostase beibehalten werden kann, spricht man von „Allostatic Overload“. Romero et al. (2009) nahmen dieses Konzept auf und visualisierten es in Form des „Reactive Scope Models“.

### 2.3.2 Die physiologische Stressantwort

Eine wesentliche Rolle bei der unmittelbaren Antwort auf Stressoren spielen Hormone (Sapolsky et al. 2000). Dabei werden im Wesentlichen zwei Hormonkaskaden unterschieden: Die erste Welle folgt unmittelbar binnen Sekunden auf einen Stressor, indem das sympathische Nervensystem die Ausschüttung von Adrenalin und Noradrenalin in den Blutkreislauf anregt (Chrousos 2009). Gleichzeitig schüttet der Hypothalamus Corticotropin-Releasing Hormon (CRH) aus, direkt gefolgt von der gesteigerten Sekretion von Adrenocorticotropin (ACTH) aus der Hypophyse. Nach wenigen Minuten beginnt die Sekretion von Glucocorticoiden (GC), den wichtigsten Effektoren dieser Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse (HPA-Achse) (Chrousos 2009). Bei den meisten Säugetieren und Fischen wird vor allem Cortisol, bei Vögeln, Reptilien, Amphibien und Nagetieren überwiegend Corticosteron (CORT) in den Kreislauf sezerniert (Cockrem 2013; Dickens und Romero 2013). GC haben zahlreiche Effekte, die zum Überleben des Organismus beitragen sollen, wie z.B. die Erhöhung des Blutdruckes und des pro Zeiteinheit gepumpten Blutvolumens, Wasserretention, Aktivierung kataboler Stoffwechselwege wie Glykogenolyse, Lipolyse und Proteolyse, Hemmung des Immunsystems zum Schutz vor überbordenden Entzündungsreaktionen u.v.m. (Sapolsky et al. 2000). Hinzu kommt die Unterdrückung von Reproduktionsverhalten sowie von Hunger (Sapolsky et al. 2000). Mittels eines negativen Feedback-Mechanismus begrenzt sich die Ausschüttung aller beteiligten Mediatoren innerhalb der HPA-Achse selbst. Die wichtige Rolle, die GC in der Stressantwort spielen, haben dazu geführt, dass sie vereinfacht gern als „Stresshormone“ bezeichnet werden (Vera et al. 2017; MacDougall-Shackleton et al. 2019). Dies ist jedoch sehr kritisch zu sehen, da GC weit mehr Funktionen im Körper übernehmen.

### 2.3.3 Basale Glucocorticoidkonzentrationen

Glucocorticoide sind zu allen Lebenszeiten eines Wirbeltieres im Blut messbar (Dickens und Romero 2013; Vera et al. 2017). Die Grundkonzentration von GC wird als basal („baseline concentrations“) beschrieben – wobei auch das irreführend ist, da es sich nicht um eine starre Konzentration handelt, sondern vielmehr ein flexibles System, das teilweise starken natürlichen Schwankungen ausgesetzt ist (Romero 2002). Die Unterschiede in der basalen GC-Plasmakonzentration sind circadian, saisonal und von den Lebensphasen eines Wirbeltieres beeinflusst (Romero 2002). Und auch wenn viele der direkten Auslöser für Anstiege und Senkungen nicht bekannt und verstanden sind, so sind die basalen GC-Profile für eine Tierart doch relativ konsistent (Romero 2002). So sind zum Beispiel bei vielen Vogelarten, wie dem europäischen Star (*Sturnus vulgaris*) oder dem Haussperling (*Passer domesticus*) die GC-Plasmakonzentrationen während der Brutzeit übermäßig hoch und fallen danach sehr stark ab. Bei anderen Arten wiederum wie z.B. dem Kaktuszaunkönig (*Campylorhynchus brunneicapillus*) oder der Schwarzkehl-Ammer (*Amphispiza bilineata*) verhält es sich genau andersherum. Bei diesen beiden Arten steigen die GC-Konzentrationen nach der Brut stark an, während sie unterdessen unterhalb des Jahresmittelwertes liegen (Romero 2002). Dies lässt sich (unter anderem) damit erklären, dass Glucocorticoide nicht nur reaktiv ausgeschüttet werden, sondern auch eine präparative Dimension besitzen (Sapolsky et al. 2000). Zwar sind die Mechanismen, die zu diesen präparativen, „geplanten“ Erhöhungen führen, nicht geklärt – sie stellen jedoch ein unverzichtbares Element der Allostase dar, dessen Versagen wiederum prädiktiven Wert für Überlebens- sowie Reproduktionserfolg besitzt (s.u., „carry-over Effekte“).

#### 2.3.4 Glucocorticoide und chronischer Stress

Wie es zu einer Ausschüttung und somit einer Erhöhung der Plasmakonzentration von GC im Rahmen eines konkreten Stressors kommt, ist in 2.3.2 beschrieben und relativ gut untersucht (Sapolsky et al. 2000; Dickens und Romero 2013). Anders verhält es sich mit chronischem Stress – nicht nur eine einheitliche Definition, auch die Suche nach einem einheitlichen GC-Profil stellt die Wissenschaft vor erhebliche Schwierigkeiten – so erheblich, dass Dickens und Romero (2013) ein Review mit dem Namen „A consensus profile for chronically stressed wild animals does not exist“ (Ein Konsensusprofil für chronisch gestresste, wilde Tiere existiert nicht) veröffentlichten. In diesem wird deutlich, wie schwer es ist, den Verlauf eines GC-Profils hinsichtlich einer chronischen Stresssituation vorauszusagen. Zwar konnte bei der Mehrzahl der untersuchten Studien eine (erwartungsgerechte) Erhöhung von GC nachgewiesen werden – allerdings fand sich auch eine beträchtliche Anzahl von Studien, die entweder keinen Anstieg oder sogar einen Abfall unterhalb die basale GC-Konzentration ergaben. Als wichtige Einflussgrößen auf das

Verhalten der HPA-Achse stellten Dickens und Romero (2013) die individuelle Tierart sowie die Qualität des Stressors heraus:

So können selbst eng miteinander verwandte Arten völlig unterschiedlich auf identische Stressoren reagieren. Dies konnte u.a. auch von Bisson et al. (2009 und 2011) gezeigt werden. Während die in den USA weit verbreiteten Weißaugenvireos (*Vireo griseus*) keinerlei Veränderung in ihrer Herzschlagfrequenz in einem Stressversuch zeigten (Bisson et al. 2009), reagierten die eng verwandten, aber stark bedrohten Schwarzkopfvireos (*Vireo atricapilla*) im selben Versuchsaufbau mit signifikant höhere Pulsfrequenzen (Bisson et al. 2011).

Die Qualität eines Stressors lässt sich nicht nur hinsichtlich seiner Intensität bei erstmaligem Auftreten und der daraus resultierenden Stressantwort bewerten. Als besonders relevant ist dabei das Gewöhnungspotential („habituation capacity“) zu nennen. Dieses ist besonders hoch bei gleichartigen und kontinuierlich auftretenden Reizen (z.B. eine bauliche Veränderung in einem bekannten Gehege) und sinkt mit zunehmender Heterogenität und zeitlicher Unvorhersagbarkeit des Auftretens (z.B. ein hoher Prädatorendruck auf eine Population durch verschiedenste Raubtiere). Das Phänomen der Habituation auf endokrinologischer Ebene - also ein Absinken der GC-Konzentration während der Exposition mit einem anhaltenden oder wiederkehrenden Stressor - konnte bereits bei verschiedenen Vogelarten nachgewiesen werden (Walker et al. 2006; Rich und Romero 2005; Rees et al. 1983; Fischer et al. 2018). Je intensiver, unvorhersagbarer und frequenter ein Stressor also ist, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass das exponierte Tier sich daran gewöhnen kann (Cyr und Romero 2009). Die Folge ist eine Dysregulation der HPA-Achse und somit eine Überschreitung der funktionellen Kapazität der Stressantwort (Romero et al. 2009, Dickens und Romero 2016). Dieser Zustand wird als chronischer Stress bezeichnet – in der Regel begleitet von den damit einhergehenden physiologischen Folgen: Einstellung von Sexualverhalten, Schwächung des Immunsystems und Gewichtsverlust. Letzteres stellte auch in dem von Dickens und Romero (2013) veröffentlichten Review den zuverlässigsten Indikator für chronischen Stress dar. Ein einheitliches GC-Profil jedoch konnte – wie bereits erwähnt – nicht gefunden werden.

### 2.3.5 Die Feder als kumulative Matrix

Eine übliche Methode, GC zu messen, ist die über das Blut, bzw. Plasma. Darüber kann eine exakte Konzentrationsbestimmung zu einem bestimmten Zeitpunkt vorgenommen werden. Diese Methode hat allerdings – je nach Fragestellung und betroffenem Tier – ihre Nachteile. Da das Fangen, Fixieren und Blutabnehmen (potentielle) Stressoren sind, müssen diese innerhalb sehr kurzer Zeit erfolgen, um der GC-gestützten Stressantwort auf dieses

Ereignis zuvorzukommen (Sapolsky et al. 2000). In den meisten experimentellen Studien wird hier ein Zeitlimit von 3-5 Minuten angestrebt (Bartolotti et al. 2008). Ein wiederholtes Fangen oder auch die Beprobung eines weiteren Tieres aus derselben Gruppe ist aus nachvollziehbaren Gründen problematisch.

Eine weniger leicht durch die Beprobung selbst beeinflussbare Methode stellt die Messung von GC in Kot dar (Touma und Palme 2005). Die Integration von GC in den Kot erfolgt über die intestinale Passage hinweg, wodurch Messungen weniger einen Zeitpunkt sondern eine kurze Zeitspanne repräsentieren.

Die Messung von GC in einer kumulativen Matrix, meist auf Keratinbasis, stellt eine weitere Alternative zur Plasmamessung dar, die auch längere Zeiträume erfassen kann. GC-Bestimmungen aus Haaren (Stalder und Kirschbaum 2012), abgestoßener Haut bei Reptilien (Carbajal et al. 2018), Klauenhorn von Kühen (Comin et al. 2014) und sogar aus Barten von Bartenwalen (Hunt et al. 2018) zeigen, wie vielfältig die Möglichkeiten in diesem Bereich sind.

2008 stellten Bartolotti und Marchant erstmals auch die Messung von Corticosteron (CORT) in Federn von Rothühnern (*Alectoris rufa*) vor und zeigten, dass stressinduzierte Plasma-CORT-Erhöhungen auch in der Feder nachweisbar sein können (Bartolotti et al. 2008). Eine zeitliche Limitation stellt hier das Wachstum der Feder dar: Eine Integration von CORT kann nur während der Wachstumsphase der Feder erfolgen, solange diese gefäßversorgt ist und CORT passiv aus dem Blut in die Federmatrix diffundieren kann (Jenni-Eiermann et al. 2015). Seit dieser Erststudie wurden und werden zunehmend Arbeiten publiziert, die mit dieser Methodik arbeiten, sie weiter verfeinern und weiterführende technische Fragestellungen adressieren. So zeigten Bartolotti et al. (2009) weiter, dass CORT in der Federmatrix stabil ist und selbst Federn von Museumspräparaten potentiell verwendet werden können. Dies wurde an anderer Stelle genutzt, um zu zeigen, dass die Federfarbe einen Einfluss auf die Feder-CORT-Konzentration hat (Kennedy et al. 2012), was wiederum für die Vergleichbarkeit von Federn verschiedener Tiere bedeutsam ist. Als weiter relevant stellte sich die verwendete Maßeinheit heraus: Die Ablagerung von CORT in die wachsende Feder erfolgt zeit- und nicht masseabhängig, so dass die aktuell übliche Einheit zur Angabe von Federcorticosteron in pg/mm und nicht in pg/mg angegeben wird (Bartolotti et al. 2008, Bartolotti et al. 2009, Bartolotti 2010). Allerdings scheint neuerdings diesbezüglich keine Einigkeit (mehr) zu herrschen (Freeman und Newman 2018), so dass die Angabe beider Einheiten für zukünftige Studien empfehlenswert scheint.

### 2.3.6 Feder-Corticosteron als Bioindikator



Seit der Einführung von Federcorticosteronmessungen (Bartolotti et al. 2008), wurden verschiedenste Versuche gemacht, diese als Bioindikator nutzbar zu machen. So zeigten beispielsweise Fairhurst et al. (2011), dass Kiefernhäher (*Nucifraga columbiana*) auf die Neueinführung von Enrichment in ihr Gehege mit einem initialen Anstieg der Feder-CORT-Konzentration reagierten, gefolgt von einem Abfall auf das Ursprungsniveau nach Entfernung. Besonders wertvoll macht diesen Versuch, dass eine Kontrollgruppe, die kein Enrichment bekam, ausgewertet wurde und deren CORT-Werte relativ konstant blieben. Studien dieser Art sind allerdings selten.

Weit verbreiteter sind Studien, die versuchen, Korrelationen zwischen Umweltbedingungen und Feder-CORT-Konzentrationen und/oder carry-over-Effekte darzustellen, die prädiktiven Wert besitzen (Kouwenberg et al. 2013, Kouwenberg et al. 2016, Sild et al. 2014, Robertson et al. 2017, Monclús et al. 2017; Monclús et al. 2018a; Monclús et al. 2018b; Beaugeard et al. 2018; Bosholn et al. 2019). Haussperlinge (*Passer domesticus*), deren im Herbst gewachsene Federn hohe CORT-Konzentrationen enthielten, hatten ein signifikant höheres Risiko, im darauffolgenden Winter zu versterben (Koren et al. 2011). Federproben von Küken des Nashornalks (*Cerorhinca monocerata*) unter Nahrungsentzug wiesen signifikant höhere CORT-Konzentrationen auf, als die von unter Normalbedingungen aufwachsenden Küken (Will et al. 2014). Bei Waldrappen (*Geronticus eremita*) korrelierte die Feder-CORT-Konzentrationen negativ mit dem reproduktiven Erfolg in der darauffolgenden Saison (Monclús 2020). Mittlerweile gibt es zahlreiche Studien, die mit diesem Ansatz arbeiten. Und auch, wenn einige dieser Messungen Ergebnisse liefern, deren Interpretation die Wissenschaft (noch) vor große Probleme stellt, so birgt dieses relativ neue Forschungsgebiet aus Sicht der meisten, die darin partizipieren, ein großes Potential – insbesondere in der Arbeit und Forschung mit Wildtieren. Die Möglichkeit, durch Federziehen (oder sogar nur durch Federsammeln) Rückschlüsse auf die HPA-Achsen-Aktivität eines Individuums oder einer Population zu ziehen, ohne nennenswerten Einfluss auf die Lebensbedingungen eines Wildtieres auszuüben, stellt einen vielversprechenden Ansatz dar, der allerdings noch vieler weiterer Forschung bedarf.

## **2.4 Ziel der Untersuchungen**

Das Ziel der Untersuchung stellt eine kritische Auseinandersetzung mit dem Flugunfähigmachen von Zoovögeln dar. Diese besteht aus einer Literaturrecherche, die in Form eines systematischen Review-Artikels veröffentlicht wurde, sowie einem experimentellen Teil. Erstere soll einen Überblick über den wissenschaftlichen Kenntnisstand

des Flugunfähigmachens, insbesondere vor dem Hintergrund des Tierwohlaspektes, darstellen.

Im experimentellen Teil wird ein Modell etabliert, dass der Evaluation des Wohlbefindens einer Vogelart unter verschiedenen Arten der Flugeinschränkung dienen soll. Vorausgesetzt das Unvermögen, fliegen zu können, stellt die Nichterfüllung eines Bedürfnisses einer Vogelart dar, so müsste in der Konsequenz *per definitionem* von Leiden ausgegangen werden (Hirt et al. 2016). Als hauptsächlichen Indikator für Leiden nennen Hirt et al. (2016) – neben Krankheits- und Verletzungsanzeichen sowie physisch messbare Funktionsstörungen – Verhaltensstörungen. Diese werden als jedes von der arttypischen Norm abweichende Verhalten, das temporär oder permanent auftritt und ererbt, erworben oder erzwungen sein kann, definiert (Meyer 1984). Als eindrücklichstes und offensichtlichstes Beispiel für Verhaltensstörungen gelten Stereotypien. Diese sind jedoch bei Vögeln weit weniger erforscht als bei Säugetieren – und dort in erster Linie bei Papageienvögeln (*Psittaciformes*), sowie dem Haushuhn und dem Star (*Sturnus vulgaris*) (Mellor et al. 2017). Für die vom Flugunfähigmachen hauptsächlich betroffenen Arten (siehe 2.1.4.2) sind keine Stereotypien dokumentiert (Mellor et al. 2017). Abweichungen von Normalverhalten sind jedoch dokumentierbar und stellen daher einen wichtigen Teil der Untersuchungen dar.

Als zentrales Element der Studie soll die Messung von CORT in den Federn betroffener Vögel dienen. Es soll evaluiert werden, ob sich Unterschiede in der HPA-Achsen-Aktivität von Vögeln unterschiedlichen Flugfähigkeitsstatus finden lassen, die Rückschlüsse auf einen Mangel in der Haltung dieser Tiere zulassen.

Dieses Modell wird in einer Pilotstudie an einer der am häufigsten vertretenen Vogelarten, die flugunfähig gehalten werden - dem Rosaflamingo (*Phoenicopterus roseus*) – erprobt, sowie in der Folge kritisch diskutiert. Als übergeordnetes Ziel dieser Untersuchung soll diese ermutigen, das angewandte Modell zu optimieren und auf weitere Vogelarten, für die sich diese Frage stellt, anzuwenden.

### **3. Deflighting zoo birds and its welfare considerations**

Autoren: Lukas Reese<sup>1</sup>, Mechthild Ladwig-Wiegard<sup>1</sup>, Lorenzo von Fersen<sup>2</sup>, Gudrun Haase<sup>1</sup>, Hermann Will<sup>2</sup>, Roswitha Merle<sup>3</sup>, Dag Encke<sup>2</sup>, Helmut Mägdefrau<sup>2</sup>, Katrin Baumgartner<sup>2</sup>, Christa Thöne-Reineke<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Freie Universität Berlin, Institut für Tierschutz, Tierverhalten und Versuchstierkunde, Königsweg 67, D-14163 Berlin

<sup>2</sup>Tiergarten Nürnberg, Am Tiergarten 30, D-90480 Nürnberg

<sup>3</sup>Freie Universität Berlin, Institut für Veterinärepidemiologie und Biometrie, Königsweg 67, D-14163 Berlin

Jahr: 2020

Journal: Animal Welfare, Volume 29, Nummer 1

URL:

<https://www.ingentaconnect.com/content/ufaw/aw/2020/00000029/00000001/art00007>

DOI: <https://doi.org/10.7120/09627286.29.1.069>

Abstract:

For over a century the practice of deflighting has taken place in zoological collections in order to ensure birds remain in open-topped enclosures. Over time, efforts have been made to improve or develop new (surgical) techniques, reduce risk of complications during deflighting and minimise stress and pain during the procedure. However, increased public interest in issues of animal welfare has coincided with a questioning of the practice of removing a bird's ability to fly. The ensuing debate, which continues to progress among a variety of differing stakeholders, has led to various legislative adjustments across a number of countries. Despite significant legislation, the dialogue has been both subjective and highly emotive. A plethora of opinions exist as to why deflighting should be outlawed, why it is necessary, or how it has the potential to improve a bird's living conditions. However, most are based on assumption or issues unrelated to welfare. To the authors' knowledge, to date, no scientific data have been published on the welfare implications of deflighting for the commonly deflighted bird species, such as waterfowl, flamingos (Phoenicopteridae), pelicans (Pelecanidae), storks (Ciconiidae), cranes (Gruidae) and herons (Ardeidae). The aim of this study is to present an overview of the relevance of deflighting to zoo husbandry, the species primarily affected, the techniques currently in use, the legality in differing countries and the extent of scientific knowledge as regards potential ethological and welfare concerns. An urgent need for evidence-based studies is highlighted, to further inform this practice at a species-specific level.

## Deflighting zoo birds and its welfare considerations

L Reese<sup>\*†</sup>, M Ladwig-Wiegard<sup>‡</sup>, L von Fersen<sup>‡</sup>, G Haase<sup>‡</sup>, H Will<sup>‡</sup>, R Merle<sup>§</sup>, D Encke<sup>‡</sup>,  
H Maegdefrau<sup>‡</sup>, K Baumgartner<sup>‡</sup> and C Thöne-Reineke<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Freie Universität Berlin, Institute of Animal Welfare, Animal Behaviour and Laboratory Animal Science, Königsberg 67, D-14163 Berlin, Germany

<sup>‡</sup> Tiergarten Nürnberg, Am Tiergarten 30, D-90480 Nuremberg, Germany

<sup>§</sup> Freie Universität Berlin, Institute for Veterinary Epidemiology and Biostatistics, Königsberg 67, D-14163 Berlin, Germany

\* Contact for correspondence: [lukas.reese@fu-berlin.de](mailto:lukas.reese@fu-berlin.de)

### Abstract

For over a century the practice of deflighting has taken place in zoological collections in order to ensure birds remain in open-topped enclosures. Over time, efforts have been made to improve or develop new (surgical) techniques, reduce risk of complications during deflighting and minimise stress and pain during the procedure. However, increased public interest in issues of animal welfare has coincided with a questioning of the practice of removing a bird's ability to fly. The ensuing debate, which continues to progress among a variety of differing stakeholders, has led to various legislative adjustments across a number of countries. Despite significant legislation, the dialogue has been both subjective and highly emotive. A plethora of opinions exist as to why deflighting should be outlawed, why it is necessary, or how it has the potential to improve a bird's living conditions. However, most are based on assumption or issues unrelated to welfare. To the authors' knowledge, to date, no scientific data have been published on the welfare implications of deflighting for the commonly deflighted bird species, such as waterfowl, flamingos (*Phoenicopteridae*), pelicans (*Pelecanidae*), storks (*Ciconiidae*), cranes (*Gruidae*) and herons (*Ardeidae*). The aim of this study is to present an overview of the relevance of deflighting to zoo husbandry, the species primarily affected, the techniques currently in use, the legality in differing countries and the extent of scientific knowledge as regards potential ethological and welfare concerns. An urgent need for evidence-based studies is highlighted, to further inform this practice at a species-specific level.

**Keywords:** animal welfare, birds, deflighting, pinioning, wing-clipping, zoo

### Introduction

In zoological institutions, most of the commonly displayed bird species are kept in aviaries that allow behaviour primarily associated with the avian class to be performed, notably flight (J Dekker, EAZA, personal communication 2016). Notwithstanding those species naturally unable to fly, only a small minority of bird species are commonly in open display under flight restraint (Dollinger *et al* 2014). Flamingos (*Phoenicopteridae*), pelicans (*Pelecanidae*), geese (*Anseriformes*), cranes (*Gruidae*) and other species regularly undergo deflighting throughout the world (Hesterman *et al* 2001; Bennett & Baumgartner 2015; J Dekker, EAZA, personal communication 2016), leading many to question whether or not deflighting is compatible with the animals' welfare and, if so, under which circumstances.

According to the Zoos Directive of the European Union (Council Directive 1999/22/EC), zoological institutions are obliged to accommodate “their animals under conditions which aim to satisfy the biological and conservation require-

ments of the individual species” as well as to prevent “the escape of animals in order to avoid possible ecological threats to indigenous species”. A number of zoo representatives are of the opinion that in certain instances and for certain bird species, both goals can best be achieved through the use of deflighting procedures (Hesterman *et al* 2001; Dollinger *et al* 2014). As a contrast some authors are critical of surgical alterations (Tyson 2014), considering deflighting to be a relic from a bygone era (Bračko & King 2014) that, indeed, should even be made illegal (Schmidt & Jäger 2015). Furthermore, this debate extends beyond zoological institutions to include each individual country's individual legal regulations which show wide variation, ranging from prohibition of any deflighting procedure to their unequivocal permission (see Table 1). Additionally, flight restraint — pertaining in particular to the practice of pinioning — is subject to increasing criticism from animal rights organisations declaring it to be a violation of animal welfare (CAPS 2013; PeTA Deutschland eV 2017).

**Table 1** Legislation towards flight restraint in selected countries.

Country	Irreversible methods	Reversible methods	Explanation	Legislation/source
<i>Europe</i>				
Germany	Forbidden, exemptions on the municipal level no longer exist	Forbidden, exemptions on the municipal level exist	In zoos, deflighting methods have been tolerated/not punished by the authorities over the last 20 years, no uniformity among the local communities, continued toleration unlikely	Tierschutzgesetz 2006; Dollinger <i>et al</i> 2014; Schmidt & Jäger 2015; Maisack & Schmidt 2017; Beckmann & Thal 2017
Austria	Forbidden	Allowed	Allowance for animal welfare-related or species conservational purposes	Tierhaltungs-verordnung 2004
Switzerland	Forbidden for private individuals, allowed for zoos	Allowed	General exception from prohibition for zoological institutions due to their status of being of superordinate interest	Tierschutzverord-nung 2008
The Netherlands	Forbidden	Allowed		Wet Dieren 2019
England and Wales	Allowed (exception: farmed birds)	Allowed (including farmed birds)	Pinioning needs to be carried out by a veterinarian	Mutilations Regulations 2007; Animal Welfare Act 2006; Welfare of Livestock Regulations 1982
Belgium	Allowed	Allowed	Allowance for ornamental birds and fowl that are usually not kept in fully closed exhibits to preclude the risk of escaping	Ministry of Social Affairs 2001
France	Allowed	Allowed	Allowance for ornamental birds and fowl that are usually not kept in fully closed exhibits to preclude the risk of escaping	Ministry of the Environment 2004
Sweden	Allowed only for listed birds	Allowed only for listed birds		Djurskyddsmyndighetens föreskrifter om djurhållning i djurparker 2004
<i>North America</i>				
USA	Allowed	Allowed	Birds in exhibitions are excluded from the Animal Welfare Act. In some cases, pinioning is even officially and explicitly prescribed	Animal Welfare Act 1966
<i>Oceania</i>				
Australia	Mostly allowed	Allowed	Individual Territory legislations, eg in New South Wales unreservedly allowed, in South Australia only allowed for quail, pheasants, plovers and water birds	Animal Welfare Regulations 2012; South Australian Code of Practice for the Husbandry of Captive Birds (undated); NSW Guidelines for the pinioning of birds 1996

The purpose of this article is to provide an account of the occurrence of deflighting in zoos, the species affected, techniques currently in use, different legal stances adopted in various countries and the extent of scientific knowledge on the subject. Additionally, there will be discussion of ethological and welfare concerns. Welfare implications are framed within the context of their compatibility with flight restraint.

### Overview of deflighting techniques

Although a number of deflighting techniques have been developed and described, very few are in regular usage

(Bennett & Baumgartner 2015; J Dekker, EAZA, personal communication 2016). Most of the procedures have experimental or historical merit and have been discussed extensively (Hesterman *et al* 2001; Bennett & Baumgartner 2015). The majority are typically performed on only one wing in order to create a functional asymmetry to prevent birds from gaining balance mid-air (Hesterman *et al* 2001). Attempts to inhibit the physiological, flight-enabling movement of the wing by tenectomy (Demirkan *et al* 2010), tenotomy (Degernes & Feduccia 2001), arthrodesis of wing joints (Bennett & Baumgartner 2015), patagiec-tomy (Bennett & Baumgartner 2015) or neurotomy

**Table 2** Deflighting techniques regularly used.

Method	Implementation (Utilisation)	Timing/Frequency	Potential complications	Welfare implications
<i>Reversible</i>				
Wing clipping/Wing feather trimming <sup>1,2,3,11</sup>	Cutting the primaries of one side (very common)	Repeatedly, after/during every molt	Feathers need to be fully molted, otherwise heavy bleeding and pain might occur	Repetitive capture (at least annually). Feather stumps irritating the skin can provoke excessive grooming and even automutilation behaviour
Brailing <sup>1,2,4</sup>	A brail secures the carpal joint in flexion (uncommon)	Permanently	Brail needs to be switched between both sides every 2 to 4 weeks to avoid irreversible arthrodesis or soft tissue changes	Repetitive capture in short time interval. Potential discomfort due to foreign body
<i>Irreversible</i>				
Pinioning <sup>1,2,5,6</sup>	Amputation of the wing tip	Once, irreversible	High vulnerability of the stump (depending on the technique used)	
Hatchlings	One clean cut with scissors through the metacarpal bone (very common)	Between the third and tenth day	Very low risk of complication	Usually carried out without anaesthesia/analgesia, believed to produce little pain (empirically)
Adults/juveniles	Surgical removal under anaesthesia and analgesia, various techniques described (occasionally)	As soon as the first remiges are molted	Increased risk of haemorrhage, re-injury and infection	Surgical intervention; afterwards repeated capture is necessary as bandaging and post-operative analgesia is advised; hospitalisation problematic (especially in group-living species)
Feather follicle extirpation <sup>2,7,8</sup>	Surgical excision of the primaries' feather follicles (occasionally – especially in Germany over the last decades)	Once, irreversible, feathers should not be in growth during procedure	Increased risk of haemorrhage and infection, repeated capture is necessary as bandaging and post-operative analgesia is advised	Surgical intervention; afterwards repeated capture is necessary as bandaging and post-operative analgesia is advised; hospitalisation problematic (especially in group-living species)
Feather follicle destruction <sup>2,9,10</sup>	Destruction of germinal tissue via the hollow shaft of the cut feather with diode laser or cryoprobe (occasionally)	Once, irreversible, feathers must not be in growth during procedure	Relatively new technique, equipment settings are still in evaluation	Minimally invasive surgical intervention; no post-operative care needed

<sup>1</sup> Hesterman *et al* 2001; <sup>2</sup> Bennett & Baumgartner 2015; <sup>3</sup> Lin Zhang *et al* 2010; <sup>4</sup> Curton 2001; <sup>5</sup> Joint response from the EAZA and BIAZA to the release of the Born Free Foundation's *Beyond the Bars* report on wild animal welfare in the United Kingdom 2017; <sup>6</sup> Flinchum 2006; <sup>7</sup> Krawinkel 2011; <sup>8</sup> Vollmerhaus & Sinowatz 2004; <sup>9</sup> D'Agostino *et al* 2006; <sup>10</sup> Shaw *et al* 2012; <sup>11</sup> Vinke *et al* 2016.

(Hesterman *et al* 2001) turned out not only surgically challenging and with high complication rates, but also capable of leading to unsatisfactory results in terms of preventing flight (Bennett & Baumgartner 2015). As a result they tend not to have been used on a large scale in displayed birds despite failing to have an obvious effect on birds' appearance. More reliable results have been recorded with techniques that involve the loss of flight feathers or their germinal tissues, therefore it's these that are used as a matter of routine in most zoological facilities (Dollinger *et al* 2014; J Dekker, EAZA, personal communication 2016) and are described in Table 2.

### Legal issues

Often, decisions regarding deflighting are not made solely on an institutional basis. Legal regulations, recommendations from umbrella organisations and public pressure through animal protection or animal rights organisations can all have an impact on a zoo's deflighting management. Whether deflighting itself is allowed and, if so, by which of the methods mentioned, is stipulated each country's own laws and regulations and these vary considerably from country to country. This is described in Table 1.

## Present state of affairs

In principle, in terms of welfare, deflighting only affects individual species considered less dependent on or even independent of the ability to fly (Dollinger *et al* 2014). Commonly deflighted species tend to be those strongly bound to the ground or water and that use their ability to fly to mainly escape predators, reach elevated sleeping places or migrate (Dollinger *et al* 2014). Neither predator avoidance nor food shortage/unsuitable climatic conditions are supposed to occur under human care. It is assumed therefore that species belonging to this group do not experience a loss in their urge to carry out this natural behaviour when deflighted in captivity.

Overall, general consensus exists amongst zoo personnel as to which species are deemed suitable for deflighting or not (TVT 2015). The most commonly deflighted zoo birds are flamingos, pelicans, most species of Anseriformes, storks (*Ciconiidae*), cranes, some grebes (*Podicipediformes*), some bustards (*Otitiidae*), seriemas (*Cariamidae*) and ground hornbills (*Bucorvidae*) (Dollinger *et al* 2014; TVT 2015; J Dekker, EAZA, personal communication 2016). Less often, deflighting is seen in vultures (*Aegyptiinae*, *Gypaetinae*, and *Cathartidae*), other Pelecaniformes such as herons (*Ardeidae*) and *Threskiornithidae*, cormorants (*Phalacrocoracidae*), screamers (*Anhimidae*) and the secretary bird (*Sagittarius serpentarius*) (Dollinger *et al* 2014; TVT 2015; J Dekker, EAZA, personal communication 2016). An exception to the general consensus that exists concerns the case of deflighting parrots. In US zoos, in particular, it is common practice to present deflighted parrots on perching structures or ‘parrot islands’ (Association of Zoos and Aquaria, AZA, Parrot Taxon Advisory Group, TAG, personal communication 2015). According to the chair of the European Association of Zoos and Aquaria (EAZA) Parrot TAG, this form of exhibit is rarely seen in European zoos. Parrots’ popularity as companion birds has meant that the question of deflighting has extended to the pet sector, becoming a controversial and widely discussed topic amongst specialists (Antinoff 2002; Engebretson 2006; Vinke *et al* 2016).

In June 2016, a survey conducted for EAZA (available only on personal request) provided information on current deflighting management as well as the future prospects of 78 Full-Member EAZA Zoos from 23 European countries (J Dekker, EAZA, personal communication 2016). According to the report, 72 of all the participating zoos (92.3%) were keeping pinioned birds in their collections. However, only 29 (37.2%) stated that they still carried out the procedure, indicating that the remaining 43 zoos either still have birds in their collection that were previously pinioned or were pinioned upon procurement. The surveyed zoos were asked to list all the flamingo, cormorant, stork, pelican, swan, goose and duck species in their collections and divide them into numerical groups, ie ‘pinioned’ and ‘fully winged’ (including birds that are wing-clipped). Additionally, a statement concerning ‘future plans (5–10 years)’ for the mentioned species was requested.

The survey revealed that 80.5% of geese, 62.8% of flamingos, 62.6% of ducks, 61.1% of pelicans, 44.9% of cranes and 24% of storks were kept pinioned. However, no mention was made of the flight status of the non-pinioned birds of these species — whether they were irreversibly deflighted via methods other than pinioning, whether they are wing-clipped or live in aviaries. Therefore, no definitive conclusions can be drawn regarding birds’ flight status in these institutions, since the mere presence of pinioned birds — especially in long-lived species — does not reveal the status of the rest of the group. That said, despite the incomplete nature of the information provided, a decrease in the use of pinioning is detectable (J Dekker, EAZA, personal communication 2016; Van Lint 2017).

Even though no exact figures are available on numbers of birds held under flight restraint, it is clear that deflighted zoo birds still commonly exist in European and North American zoos.

## Perception among different stakeholders

### Zoo governing and accrediting bodies

The World Association of Zoos and Aquaria (WAZA) is the umbrella organisation for zoos around the world and unites, *inter alia*, local associations as well as national zoo organisations. All members agree to comply with WAZA’s Code of Ethics and Animal Welfare adopted in 2003 in San José, Costa Rica. The only reference to deflighting noted: “Pinioning of birds for educational or management purposes should only be undertaken when no other form of restraint is feasible.”

EAZA went a little further in their 2014 Standards for the Accommodation and Care of Animals in Zoos and Aquaria, with “there should be a net welfare benefit to the individual animal and/or its conspecifics before accepting [...] pinioning of birds”. And, further, that “closed aviaries of appropriate size are thus preferred to open enclosures where pinioning is the only efficient method of restraint.”

The British and Irish Association of Zoos and Aquaria (BIAZA) released a Position Statement on Bird Flight Restraint in 2012, which recommended that “wherever possible [...] birds are maintained in large, complex, but fully enclosed aviaries that allow expression of a wide range of natural behaviours, including flight” but also “that in some cases a form of flight restraint may be more appropriate.” All members are obliged to carry out a cost/benefit analysis addressing the welfare concerns of each affected species, which should also take into account its conservation status. To serve as a guideline and assist BIAZA members perform an appropriate assessment, a table comparing potential costs and benefits in relation to flight status is provided. However, BIAZA points out that “there is little published evidence for the welfare effects, positive or negative, of most forms of flight restraint.”

This stance on flight restraint in zoos has recently been further emphasised by EAZA and BIAZA which repeatedly asserted their overall preference for aviaries over pinioning as well as their recognition that, in some cases, “pinioning

may represent a more favourable long-term welfare outcome, if [...] a decision [...] is made on the strength of scientific evidence” (joint response from EAZA and BIAZA to the release of the Born Free Foundation’s *Beyond the Bars* report on wild animal welfare in the United Kingdom in 2017). In addition, they both announced the continuation of their own research as well as their intention to follow recommendations of impartial welfare scientists.

Likewise, the Avian Scientific Advisory Group (ASAG) of AZA released *Recommendations for Developing an Institutional Flight Restriction Policy* in 2013. Although less specific about preference, ASAG strongly recommends that its members establish a “written policy on if, when, and how flight restriction is employed” as well as to “collect data that could be relevant to the choice of flight restriction methodologies on individual animals.” The group also underlined the need for scientific investigation into this matter. The Parrot TAG of AZA even states that the “beauty of flight” should be promoted wherever possible and asked “all facilities to evaluate this practice in their own collections” (AZA Parrot TAG, personal communication 2015).

The Association of Zoological Gardens (Verband Zoologischer Gärten, VdZ) in Germany recommended the adoption of a regulation that allows zoological institutions to deflight a specified group of bird species (VdZ 2016)—as is the case in Sweden (see Table 1). The Association also points out that enforcing prohibition in Germany might lead to a decrease of those endangered species that are commonly kept deflighted under human care. This would affect not only German zoos but also others throughout Europe, since reducing numbers of individuals in a species lowers its genetic variability and thus the chance to maintain a genetically stable *ex situ* population—especially in less commonly kept species.

### Veterinary associations

As many of the deflighting techniques described in Table 2 are associated with surgery, the discussions also extend into the veterinary sector where they become the subject of lively, international debate between zoo veterinarians at conferences (eg Baumgartner *et al* 2012 [in Bussolengo]; Vinke *et al* 2015 [in Bristol]).

A number of veterinary associations have even released official statements: The Veterinary Association for Animal Welfare (TVT) in Germany released a statement in 2015 (Stellungnahme der TVT Arbeitskreis 7 zum Flugunfähig machen von Vögeln 2015) in which they express their categorical disapproval of deflighting. However, for 2.15% of avian species they concede that under certain conditions deflighting could, theoretically, offer a greater degree of welfare compared to housing in aviaries. The species in question are listed in the statement’s appendix and again consist of those with a strong attachment to the ground or water (eg flamingos, pelicans, cranes). Although, at present and in light of current knowledge, the TVT considers wing-clipping of these species justifiable, they are also keen for further research.

In 2012, the New Zealand Veterinary Association (NZVA) stated that permanent flight restriction is not approved and “that in the future, enclosures are designed or modified in such a way as to incorporate broad welfare considerations including the ability for a bird to display flight” (NZVA 2012).

The Association of Avian Veterinarians (AAV) considered pinioning as “an acceptable practice in [...] flighted species that are routinely kept in open enclosures” (AAV undated) without elaborating any further.

### In peer-reviewed and scientific literature

The majority of peer-reviewed articles dealing with deflighting concentrate on the assessment of surgical techniques (see Table 2) rather than whether the practice itself should come into question. However, a number of authors have either justified or criticised particular aspects of the different practices. A very precise evaluation of the issue was offered by Dollinger *et al* (2014) in *Flugunfähig machen von Vögeln – Für und Wider* (published in German). Against an increasingly complicated backdrop the authors set out an exhaustive evaluation of the pros and cons of deflighting and the range of techniques deployed.

An argument against prohibiting the keeping of deflighted birds is the resultant interference with zoos’ social function, in terms of education, research and conservation (Council Directive 1999/22/EC). Few would have sufficient funds in place to support relocating all species of bird under flight restraint in open display to larger aviaries. Expense, not to mention restrictions due to preservation orders, often make it impossible to build new exhibits or turn such exhibits, which are commonly dominated by large water areas, into aviaries (Dollinger *et al* 2014). This predicament is further exacerbated by the fact that birds “do not have the star attraction appeal” of large mammals, such as elephants or gorillas (Carr 2016), meaning zoos might be reluctant to invest large sums of money in the creation of large aviaries (Bračko & King 2014). This led Dollinger *et al* (2014) to express concerns that prohibition of deflighting might lead zoos to give up keeping, breeding and exhibiting affected species, thereby endangering the role of zoo-kept birds as ambassadors for their relatives in the wild. It would also jeopardise the security of a genetically stable *ex situ* backup population as well as limiting the possibility of gaining scientific knowledge about these species. Klausen (2014) and Bračko and King (2014) argue, on the other hand, that presenting deflighted birds interferes with zoos’ mission to educate its visitors, since it not only reflects false reality but also brings into question the zoos’ ethical sincerity.

An advantage of keeping birds either irreversibly deflighted or in fully closed aviaries is the prevention of escape (Dollinger *et al* 2014). This should be seen not only as protection for the escapee, which might suffer predation, food shortage or climatic discomfort, but also for local biodiversity and protection from potentially invasive species. An advantage that may be lost with wing-clipping since the need for newly grown feathers to be cut in the narrow time slot between finished growth and full flight capacity comes with a high risk of escape (Dollinger *et al* 2014).



In terms of breeding, Bračko and King (2014) note that fully flighted birds — especially large and long-legged species — are generally considered to have better copulation results. The wing asymmetry created by deflighting is presumed to impact negatively on copulation success in those species that copulate standing, as it may interfere with the male's attempt to maintain balance on the female's back while cloacal contact is made. This has been studied extensively in flamingos where low rates of copulation success, especially in pinioned birds, have been reported and even quantified in various publications (Pickering 1992; King 1994; Farrell *et al* 2000; King & Bračko 2014). Bračko and King (2014) also posited the notion that the prospective attractiveness of deflighted males from species that wing flap as part of their courtship display might be reduced. On the other hand, self-sustaining flamingo populations kept under flight restraint (including pinioned groups) commonly occur (Rose *et al* 2014), eg the three largest flocks of greater flamingos in Germany all show continuous breeding success despite being deflighted, ie Weltvogelpark Walsrode (dpa 2018), Wilhelma Zoologisch-Botanischer Garten Stuttgart (data obtained via Zoological Information Management System, ZIMS) and Tierpark Hellabrunn Munich (Tierpark Hellabrunn 2018). Moreover, Rose *et al* (2013) were not able to find a difference in overall behaviour between airworthy and pinioned greater flamingos within a flock — neither in breeding nor in other behaviours.

A commonly held opinion is that in some cases and species, deflighting can be “a practice that delivers benefits to the captive bird by, ironically, increasing its freedom within captivity” (Hesterman *et al* 2001). This opinion is also supported by Dollinger *et al* (2014) and the TVT (2015). They state, that for some bird species under human care, flight restraint might actually offer a higher state of welfare than can be provided without, for example, those with a strong binding to the ground and/or water and the presumed insignificance of flight under human care. Therefore, Dollinger *et al* (2014) focused their attention on discussing the significance and biological function of flight in general for different bird species and its use in their daily behavioural repertoire. The use of flight varies greatly among different bird species, with some even evolving to give up their capacity to fly. It follows that in species that only make use of their wings in situations not occurring under human care, eg searching for new feeding grounds or predator avoidance, or in situations physically impossible to recreate, eg migration, it might be appropriate for emphasis to be placed on ensuring birds are able to carry out their more relevant behavioural repertoire in the best way possible.

Considering species' biology as well as the potential need for a species to fly, Dollinger *et al* (2014) proposed a list whereby bird species commonly kept in zoos were assigned to one of four categories: i) suitable to be kept free-ranging and flight capable (eg Indian peafowl [*Pavo cristatus*]); ii) preferentially kept deflighted in open display (eg flamingos, pelicans); iii) equally suitable to be kept deflighted or in an aviary (eg shoebill [*Balaeniceps rex*]); and iv) only to be

kept in aviaries (eg herons, parrots [*Psittaciformes*]). This classification system is largely analogous to the proposed list of the TVT (2015). Vinke *et al* (2016) suggested that every decision on whether or not to deflight should be made not only at a species level but also taking into account the given circumstances of the animal or group in question. Therefore, they presented a three-step decision tree encouraging establishments to first collect data on the species' biology (ie the role wing use plays in the species' life), the individual's previous life experience (including the habituation to contact with humans) and the given housing and management situation (ie social group structure, potential hazards). The second step is a critical evaluation of whether the purpose of the intervention is merely to simplify management procedures or whether it genuinely promotes welfare. Provided the latter applies, the third step is to help choose between permanent and reversible deflighting techniques. Again, special attention is paid to the question of whether a bird is socialised to humans. The authors provide advice regarding birds unaccustomed to human contact, emphasising the need to not underestimate the stress animals experience during capture and restraint.

Although they concede that an ideal exhibit would allow expression of the full behavioural repertoire, including proper flight, Dollinger *et al* (2014) doubt the feasibility of this for most zoological institutions for the reasons mentioned earlier. This point is emphasised by the fact that many, if not most, of the species in categories (ii) and (iii) are relatively large birds that need a long runway to take off and demonstrate low manoeuvrability in flight. An aviary providing not only an opportunity for safe take-off and landing but also a choice between directions in mid-air would require to cover a very large area. Therefore, the display of birds in aviaries only to avoid deflighting procedures but without enabling actual flight needs to be evaluated critically, especially when large well-structured areas for keeping deflighted birds would be available. Moreover, some authors report an increased risk of bird injury upon collision with the boundaries of unsuitable aviaries (Krawinkel 2011; Dollinger *et al* 2014), while others point out that an inability to fly can lead to traumatic injuries in deflighted birds (Hesterman *et al* 2001; Bračko & King 2014).

Another advantage of fully closed aviaries is that of improved control of predators. Foxes (*Vulpes* spp), racoons (*Procyon* spp), rats (*Rattus* spp), crows (*Corvus* spp), martens (Mustelidae) and other indigenous predators (Bračko & King 2014; Schmidt & Jäger 2015) threaten not only nests, eggs and chicks but also adult birds. Exhibits closed on all sides facilitate establishment of successful predator control (Bračko & King 2014). However, trials with hidden cameras at Nuremberg Zoo revealed mustelids readily entered exhibits thought to be predator-proof (K Baumgartner, personal communication 2018).

Odense Zoo in Denmark, which opened in 2009, has a large aviary for African water birds which has been cited as a positive example of the successful realisation of an alterna-

tive to deflighting (Klausen 2014; Schmidt & Jäger 2015). Built mainly to “move away from the pinioning of birds” (Klausen 2014), the aviary accommodates commonly deflighted species such as greater flamingos, pink-backed pelicans (*Pelecanus rufescens*) and hottentot teals (*Spatula hottentota*), among others. The former vice director of Odense Zoo, Bjarne Klausen (2014), stated that “in the new aviary the birds appear to fly for no other reason than just to fly.” This was confirmed by the chief zoologist of Odense Zoo, Nina Collatz Christensen, who stated that all bird species with the exception of flamingos and helmeted guinea fowl (*Numida melagris*) can indeed be observed to fly on a regular basis, without any visible stimulus.

Finally, it has to be noted that although opinions are strongly divergent, attempts to actually measure the effects of deflighting procedures on avian welfare using animal-based measures have not yet been made, a fact that most authors — regardless of their position — agree upon (Dollinger *et al* 2014; Rose *et al* 2014).

## Discussion

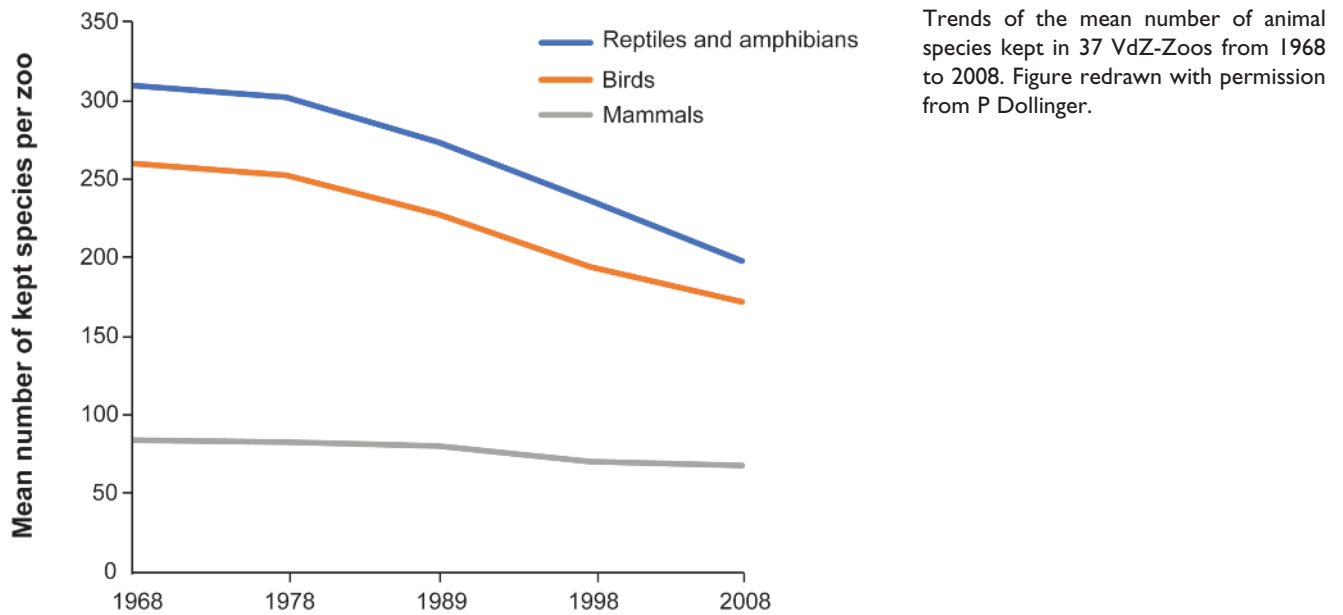
The present overview shows the relatively small extent to which the effects of deflighting have been discussed in peer-reviewed literature. Almost all arguments are based on assumptions, observations, institutional or financial interests or even basic empathy. Although welfare implications are mentioned occasionally, they appear as an aside to other questions and therefore seldom advance to the level of a technical discussion. Elevation of this discussion away from mere speculation to evidence-based arguments demands not only reliable research but also a precise and scientifically sound approach.

For evaluation, one must be aware that the concept of displaying animals inevitably includes the restraint of movement of all species presented, irrespective of their mode of locomotion. Therefore, every zoo animal has its freedom abridged in some form or another. Moreover, a zoo will never be able to provide conditions that exactly match a species' habitat. Nevertheless — or even because of it — every zoo is responsible for ensuring its inhabitants have the best standards of welfare possible within the limitations that exist. This balancing act between curtailing and providing animals with the possibility to express species-specific behaviours describes the challenge of every modern animal husbandry unit and demands a precise assessment of welfare (eg Botreau *et al* 2007; Mellor 2016). This, again, requires extensive knowledge of a species' behavioural repertoire and specific needs. Taking all this into consideration, one may be tempted to deny the necessity for any bird to fly under human care — no predators, no food shortage, no external migratory pressure. This leads us to ask: is the ability to fly inextricably linked to a bird species' need to express ‘appropriate behaviour’ (Botreau *et al* 2007)? For most members of the avian class, this can be answered easily: yes, their daily routine is so obviously dictated by the use of their wings (eg for all passerines [Passeriformes], Charadriiformes, Piciformes and more) that keeping them in aviaries is mandatory. For other species, however, evalu-

ation of this question is far more complex. Greater flamingos (*Phoenicopterus roseus*), for example, seem to be bound very strongly to the ground, and although able to fly long distances, these flights seem associated only with migration and foraging (Bouaguel *et al* 2013; Rose *et al* 2014). Therefore, the question of the significance of flight is justifiable, and efforts to attain extensive knowledge not only for greater flamingos but for every single species in doubt are desirable. Although assumed by some authors, it is simply not known whether for certain species a large and well-structured exhibit — allowing the full remaining behavioural repertoire to be expressed — can balance out this inability to fly. Nor is it known whether offering life in a relatively small aviary that allows intact wings but no proper flight (as is often the case for larger species that have low manoeuvrability and require a lot of space for take-off, eg flamingos, cranes) is a valid compromise. In general, it has to be conceded that the behavioural need for flight apart from being directly connected to another purpose (eg moving from A to B, hunting, flight etc) is barely understood. Large aviaries that permit flight can help by collecting data from their resident species and their need to fly under human care. Observations such as those from Odense Zoo might indicate the diversity of how species make use of this opportunity, although it is important to point out that the behaviours shown (Klausen 2014) only rely on anecdotal observations that have not yet stood up to peer-reviewed scientific scrutiny.

The lists of birds mentioned that seem appropriate for being deflighted are valuable compilations indicating the species for which research is needed. All single taxa demand their own unbiased approach and collected data should be transferred to other species very meticulously, especially to those distantly related to the species studied. Phylogenetic comparative methods (Mellor *et al* 2018) are useful tools to include the varying relationships between species in the statistical analysis and should be used once sufficient data are available. These indicate that factors influencing a species' welfare are more likely to be transferable to a closely related species than to one more distantly related. In practice, this means that, for example, findings pertaining to the greater flamingo are more likely to also be applicable to the American flamingo (*Phoenicopterus ruber*) than to the Dalmatian pelican (*Pelecanus crispus*). Therefore, concentrating on one or two popular representatives of every order or family in doubt first and transferring data on less commonly kept species rather than trying to exhaustively evaluate one order after the other would appear reasonable. However, even between closely related species major differences may occur. The brown pelican (*Pelecanus occidentalis*), for example, uses its wings for several behaviours. It partly nests and roosts in trees (Nelson 2005) and its foraging strategy relies on plunge-diving for fish from a height of several meters (Schreiber *et al* 1975). This feeding behaviour shows a strong similarity with the distantly related gannets and boobies (*Sulidae*) (Nelson 2005). The close relative, on the other hand (Kennedy *et al* 2013), the American white pelican (*Pelecanus erythrorhynchos*), hunts

Figure 1



whilst swimming and nests aground; thereby showing a resemblance with more distantly related pelican species from the Old World (Nelson 2005). This example shows the importance of considering both the biobehavioural knowledge and the phylogeny.

The effect of increased awareness of animal welfare by the general public as well as growing knowledge about zoo animals and their behavioural needs as a result of research can be observed in zoos worldwide. Species' exhibits are growing as well, as are attempts to address animals' needs through structure and management. This development is most gratifying but needs also to extend to bird-keeping. Yet consideration must be given to the fact that this development is occurring in conjunction with the ongoing depletion of species in most zoos, especially birds, reptiles and amphibians (see Figure 1). This evolution, however, has limited compatibility with what zoos are supposed to stand for, i.e. 'preservation', 'education' and 'research' (Council Directive 1999/22/EC). To ensure a genetically stable *ex situ* population of a species, several independently existing zoo populations that exchange individuals are required. Therefore, the reduction of species in zoos endangers biodiversity; either through keeping populations that falter due to the lack of genetically valuable exchange partners or by establishing a common agreement on which few species are to be kept to guarantee a genetic variability (VdZ 2016). The diversity of bird species in zoos is already decreasing dramatically (Dollinger 2014); possibly due to their reduced popularity compared to mammals (Moss & Esson 2010; Carr 2016). The fact that few zoos are willing or even able to hold on to species that are of low visitor interest is troubling. Many are in dire need of fundamental management and housing changes and afflicted by high financial and/or spacial expenses. A decrease in the keeping and subsequent preserva-

tion of affected species seems unavoidable. However, the role of zoos in wildlife conservation consists not only of breeding but also showing species, education and fundraising — all of which being linked inextricably (Swanagan 2000; Conway 2003; Tribe & Booth 2003). Therefore, especially in the case of (critically) endangered species, conservation needs must be met in accordance with animal welfare standards. Moreover, it is crucial for these two goals not to be seen to be competing, but as different aspects of the same common aim: the welfare of the species and the individual (Fraser 2010).

As far as Europe is concerned, there is movement away from pinioning and more towards wing-clipping (J Dekker, EAZA, personal communication 2016). This would appear a generalised reaction to the banning of pinioning (and other irreversible methods of deflighting) as opposed to a revised outlook based on concerns for welfare. And it is worth noting that these prohibitions lack any scientific basis. Basic empathy leads to the over-riding notion of pinioning and other surgical interventions as being nothing more than 'mutilations'. Nevertheless, it remains highly questionable whether such a stark outlook is necessarily accurate and whether wing-clipping represents a better alternative, simply as a result of being less invasive. Wing-clipping necessitates repeated capture; for most species once or even twice a year. The impact of these potentially stressful and harmful intrusions remains unknown — and the risk of injury connected with repeated capture and restraint, especially in species with a greater risk of capture-induced myopathy, such as flamingos (Brown & King 2005), should also come into consideration. Moreover, the increased risk of escape in wing-clipped birds is undeniable. Not only does this contravene the EU Zoos Directive, which demands prevention of "the escape of animals in order to avoid possible ecological threats to indigenous species" (Council Directive

1999/22/EC), there is also the potential for preventable suffering or harm to escaped individuals to be considered. Obviously, an escaped bird is much more likely to experience stress, hunger or harm due to disorientation, isolation, predators, lack of food, inappropriate climate, etc. Various incidents of bird escape have shown that not all individuals are recoverable and, as a result, pose a potential threat to themselves or to the unfamiliar ecological habitat they enter.

Another aspect requiring further clarification is the extent to which the lowered copulation rate (Pickering 1992; King 1994; Farrell *et al* 2000; King & Bračko 2014) in some deflighted bird species enters the realm of diminishing welfare. In species commonly kept in pairs (such as cranes and most storks) the process of deflighting may directly affect conservation efforts, since a non-reproducing pair is of limited or even non-existent value to the conservation of a threatened species. In well-reproducing flocks (eg flamingos, pelicans) this is less of an issue, although the observation that wing-clipped birds struggle less to mount the female, compared to pinioned ones remains noteworthy (Farrell *et al* 2000). Repeated failed attempts to mount has the potential to be deeply stressful, thereby impinging on the birds' welfare. Similarly there is also the suggestion that deflighted males may appear less attractive to females than their intact conspecifics. Limited data availability fail to corroborate these hypotheses (Rose *et al* 2013), however both considerations are worthy of scientific examination.

### Animal welfare implications and conclusion

It is possible that further investigation will reveal that for some of the bird species in question, flight is an essential component of their ability to carry out appropriate behaviour. In such cases, the only suitable exhibit for these animals will be large aviaries, and the associated high costs and management difficulties might lead to certain species becoming a rarity in zoos of the future. In the face of such a scenario the only reasonable approach is science-based animal welfare assessment. Increasing public concern about animal welfare, however heartening, must act as the catalyst for a scientific endeavour and not be the platform for fundamental changes. From the “outdated” (Mellor 2016) ‘Five Freedoms’ (Farm Animal Welfare Council 1992) to the “12 subcriteria” (Botreau *et al* 2007) up to the differentiated concept of “a life worth living” (Mellor 2016) various concepts and improvements to animal welfare evaluation have been proposed as tools to facilitate exhaustive assessment. These should also be applied here and adjusted to take into account species of bird in question to attain credible scientific results that justify far-reaching decisions, be it at a legislative or institutional level.

### Acknowledgements

We would like to thank Dr Kristen Kerksiek, Dr Christin Galster and Grace Eleanor Mitchell for proofreading and commenting on earlier versions of this manuscript. We are grateful to Simon Bruslund, Nina Collatz Christensen, Dr Mads Bertelsen and Dr Peter Dollinger for, respectively, their assistance and permission to reproduce their work. We would also thank the anonymous reviewers for their comments and constructive criticism.

### References

- Animal Welfare Act 1966** United States Department of Agriculture L: United States of America. <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/USCODE-2015-title7/html/USCODE-2015-title7-chap54.htm>
- Animal Welfare Act 2006 (c45)** Parliament of the United Kingdom L: United Kingdom. [https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2006/45/pdfs/ukpga\\_20060045\\_en.pdf](https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2006/45/pdfs/ukpga_20060045_en.pdf)
- Animal Welfare Regulations 2012** Department for Environment and Water L: South Australia. <https://www.legislation.sa.gov.au/LZ/C/R/ANIMAL%20WELFARE%20REGULATIONS%202012/CURRENT/2012.187.AUTH.PDF>
- Antinoff N** 2002 Anatomic alteration in birds. *Journal of Avian Medicine and Surgery* 16: 57-64. [https://doi.org/10.1647/1082-6742\(2002\)016\[0057:AAIB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1647/1082-6742(2002)016[0057:AAIB]2.0.CO;2)
- Association of Avian Veterinarians** undated Position Statement of the AAV On Permanent Anatomic Alterations of Avian Species. <https://www.aav.org/general/custom.asp?page=surgicalalter>
- Baumgartner K, Kempf H, Will H and Lendl C** 2012 Feather follicle atrophy by laser: an improvement of extirpation for animal welfare reasons. *Proceedings of the International Conference on Diseases of Zoo and Wild Animals* pp 22-25. 16-19 May 2012, Bussolengo, Italy
- Beckmann M and Thal D** 2017 Flugunfähigkeitsbewirkende Behandlungen von Zoovögeln. Rechtliche Rahmenbedingungen des Tier- und Naturschutzrechts. *Natur und Recht* 39: 154-163. [Title translation: Deflighting procedures in zoo birds. Legal framework of Animal Welfare Law and Conservation Law]. <https://doi.org/10.1007/s10357-017-3151-y>
- Bennett RA and Baumgartner K** 2015 Avian deflighting techniques. In: Miller RE and Fowler ME (eds) *Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine* pp 650-660. Elsevier/Saunders: St Louis, Missouri, USA. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-7397-8.00065-7>
- Botreau R, Veissier I, Butterworth A, Bracke MBM and Keeling L** 2007 Definition of criteria for overall assessment of animal welfare. *Animal Welfare* 16: 225-228
- Bouaguel L, Saheb M, Bensaci E, Bougoudjil S, Bouslama Z and Houhamdi M** 2013 Status and diurnal behavior of the greater flamingo (*Phoenicopterus roseus*) in Algerian eastern high plains. *Annals of Biological Research* 4: 232-237
- Bračko A and King CE** 2014 Advantages of aviaries and the Aviary Database Project: a new approach to an old housing option for birds. *International Zoo Yearbook* 48: 166-183. <https://doi.org/10.1111/izy.12035>

- Brown C and King C** 2005 *Flamingo husbandry guidelines: a joint effort of the AZA and EAZA in cooperation with WWT*. <https://docplayer.net/20893564-Flamingo-husbandry-guidelines.html>
- Captive Animals' Protection Society (CAPS)** 2013 *Mutilated for your viewing pleasure - Pinioning birds in English zoos*. [https://forms.freedomforanimals.org.uk/wp-content/uploads/2013/03/CAPS\\_Birds\\_in\\_Zoos\\_Summary\\_0313\\_FINAL\\_v2.pdf](https://forms.freedomforanimals.org.uk/wp-content/uploads/2013/03/CAPS_Birds_in_Zoos_Summary_0313_FINAL_v2.pdf)
- Carr N** 2016 Ideal animals and animal traits for zoos: General public perspectives. *Tourism Management* 57: 37-44. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2016.05.013>
- Conway W** 2003 The role of zoos in the 21st century. *International Zoo Yearbook* 38: 7-13. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1090.2003.tb02059.x>
- Council Directive 1999/22/EC** 1999 *Council of the European Union*. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=uriserv:OJ.L\\_.1999.094.01.0024.01.ENG](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=uriserv:OJ.L_.1999.094.01.0024.01.ENG)
- Curton JM** 2001 Brailing... a flight restraint technique. *AVA Watchbird* 28: 34-35
- D'Agostino JJ, Snider T, Hoover J and West G** 2006 Use of laser ablation and cryosurgery to prevent primary feather growth in a pigeon (*Columba livia*) Model. *Journal of Avian Medicine and Surgery* 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)
- Degernes LA and Feduccia A** 2001 Tenectomy of the supracoracoideus muscle to deflight pigeons (*Columba livia*) and cockatiels (*Nymphicus hollandicus*). *Journal of Avian Medicine and Surgery* 15: 10-16. [https://doi.org/10.1647/1082-6742\(2001\)015\[0010:TOTSMT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1647/1082-6742(2001)015[0010:TOTSMT]2.0.CO;2)
- Demirkan I, Altin S, Demirkan A and Korkmaz M** 2010 Comparison of the effects of flight restraint in the partridge (*Alectoris chukar*) by tenectomy, capsulectomy or tenectomy plus capsulectomy techniques. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi* 16: 1017-1024. <https://doi.org/10.9775/kvf.2010.2296>
- Djurskyddsmyndighetens föreskrifter om djurhållning i djurparker** 2004 *Djurskyddsmyndigheten L: Sweden*. [https://www.jordbruksverket.se/download/18.26424bf71212ecc74b08000877/1370040445226/DFS\\_2004-19.pdf](https://www.jordbruksverket.se/download/18.26424bf71212ecc74b08000877/1370040445226/DFS_2004-19.pdf). [Title translation: Animal welfare Regulations on Animal Husbandry in Zoos]
- Dollinger P, Pagel T, Baumgartner K, Encke D, Engel H and Filz A** 2014 Flugunfähig machen von Vögeln – Für und Wider. *Der Zoologische Garten* 82: 293-339. <https://doi.org/10.1016/j.zoolgart.2014.01.004>. [Title translation: Deflighting birds – pros and cons]
- dpa** 2018 *July 10 Babyboom bei den Flamingos im Vogelpark Walsrode*. <http://www.neuepresse.de/Nachrichten/Niedersachsen/Uebersicht/Babyboom-bei-den-Flamingos-im-Vogelpark-Walsrode>
- EAZA/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*. <https://www.eaza.net/assets/Uploads/EAZA-Documents-Other/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>
- Engebretson M** 2006 The welfare and suitability of parrots as companion animals: a review. *Animal Welfare* 15: 263-276
- European Association of Zoos and Aquariums (EAZA)** 2014 *Standards for the Accommodation and Care of Animals in Zoos and Aquaria*. <https://www.eaza.net/assets/Uploads/Standards-and-policies/Standards-for-the-Accommodation-and-Care-of-Animals-2014.pdf>
- Farm Animal Welfare Council** 1992 FAWC updates the Five Freedoms. *Veterinary Record* 17: 357
- Farrell MA, Barry E and Marples N** 2000 Breeding behavior in a flock of Chilean flamingos (*Phoenicopterus chilensis*) at Dublin zoo. *Zoo Biology* 19: 227-237. [https://doi.org/10.1002/1098-2361\(2000\)19:4<227::AID-ZOO1>3.0.CO;2-H](https://doi.org/10.1002/1098-2361(2000)19:4<227::AID-ZOO1>3.0.CO;2-H)
- Flinchum GB** 2006 Management of waterfowl. In: Harrison GJ and Lightfoot TL (eds) *Clinical Avian Medicine* pp 831-848. Spix Publishing, Inc: Palm Beach, FL, USA
- Fraser D** 2010 Toward a synthesis of conservation and animal welfare science. *Animal Welfare* 19: 121-124
- Hesterman H, Gregory NG and Boardman WSJ** 2001 Deflighting procedures and their welfare implications in captive birds. *Animal Welfare* 10: 405-419
- Kennedy M, Taylor SA, Nádorník P and Spencer HG** 2013 The phylogenetic relationships of the extant pelicans inferred from DNA sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 66: 215-222. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2012.09.034>
- King CE** 1994 Management and research implications of selected behaviours in a mixed colony of flamingos at Rotterdam Zoo. *International Zoo Yearbook* 33: 103-113. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1090.1993.tb00612.x>
- King CE and Bračko A** 2014 Nineteen years of management for Phoenicopteriformes in European Association of Zoos and Aquaria institutions: The Fabulous Flamingo Surveys and strategies to increase reproduction in captivity. *International Zoo Yearbook* 48: 184-198. <https://doi.org/10.1111/izy.12041>
- 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. *International Zoo Yearbook* 48: 61-68. <https://doi.org/10.1111/izy.12043>
- Krawinkel P** 2011 Feather follicle extirpation: Operative techniques to prevent zoo birds from flying. In: Miller RE and Fowler ME (eds) *Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine* pp 275-280. Elsevier Health Sciences: St Louis, Missouri, USA. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4377-1986-4.00036-6>
- Lin Zhang S, Hui Yang S, Li B, Xu YC, Hua Ma J, Feng Xu J and Guang Zhang X** 2011 An alternate and reversible method for flight restraint of cranes. *Zoo Biology* 30: 342-348. <https://doi.org/10.1002/zoo.20326>
- Maisack C and Schmidt T** 2017 Zum Flugunfähig machen von Vögeln in Zoos und privaten Geflügelhaltungen. *Natur und Recht* 39: 734-741. <https://doi.org/10.1007/s10357-017-3250-9>. [Title translation: About the deflighting of birds in zoos and private bird collections]
- Mellor DJ** 2016 Updating animal welfare thinking: Moving beyond the Five Freedoms towards 'a life worth living'. *Animals* 6: 21. <https://doi.org/10.3390/ani6030021>

- Mellor E, Kinkaid HM and Mason G** 2018 Phylogenetic comparative methods: Harnessing the power of species diversity to investigate welfare issues in captive wild animals. *Zoo Biology* 37: 369-388. <https://doi.org/10.1002/zoo.21427>
- Ministry of the Environment** 2004 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. (JORF n°78) Ministère de l'Environnement L: France. <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2004/3/25/DEVN0430016A/jo/texte>. [Title translation: Order of March 25 2004, laying down the general operating rules and general characteristics of installations of fixed and permanent zoos, presenting to the public live specimens of local or foreign fauna]
- Ministry of Social Affairs** 2001 Arrêté royal relatif aux interventions autorisées sur les vertébrés pour l'exploitation utilitaire de l'animal ou pour limiter la reproduction de l'espèce. (2001016198) ministère des affaires sociales, de la sante publique et de l'environnement et ministère des classes moyennes et de l'agriculture L: Belgium. [http://www.etaamb.be/fr/arrete-royal-du-17-mai-2001\\_n2001016198.html](http://www.etaamb.be/fr/arrete-royal-du-17-mai-2001_n2001016198.html). [Title translation: Royal Decree on authorised interventions on vertebrates for the utilitarian use of the animal or to limit the reproduction of the species]
- Moss A and Esson M** 2010 Visitor interest in zoo animals and the implications for collection planning and zoo education programmes. *Zoo Biology* 29: 715-731. <https://doi.org/10.1002/zoo.20316>
- Nelson JB** 2005 *Pelicans, Cormorants and their Relatives: The Pelecaniformes, First Edition*. Oxford University Press: Oxford, UK
- New Zealand Veterinary Association** 2012 Flight restriction in birds. <http://www.nzva.org.nz/?page=policyflights>
- NSW Guidelines for the pinioning of birds** 1996 Department of Primary Industries L: New South Wales. <https://www.dpi.nsw.gov.au/animals-and-livestock/animal-welfare/general/bird-pinioning>
- PeTA Deutschland eV** 2017 Systematische Verstümmelung von Vögeln – PETA erstattet Strafanzeige gegen Tierpark Cottbus sowie 19 weitere Zoos und Tierparks. <https://www.peta.de/systematische-verstuemmelung-von-voegeln-peta-erstattet-strafanzeige-gegen-6>. [Title translation: Systematic mutilation of birds – PETA brings charges against Zoo Cottbus and 19 other zoos]
- Pickering SPC** 1992 The comparative breeding biology of flamingos (*Phoenicopteridae*) at The Wildfowl and Wetlands Trust Centre, Slimbridge. *International Zoo Yearbook* 31: 139-146. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1090.1991.tb02377.x>
- Rose P, Croft D, Dow S and George A** 2013 Investigating the behaviour and welfare of captive flamingos. Conference paper. Bristol Zoo Gardens, Bristol, UK. [https://www.researchgate.net/profile/Paul\\_Rose4/publication/282287727\\_Investigating\\_the\\_behaviour\\_and\\_welfare\\_of\\_captive\\_flamingos/links/560a854208ae576ce63fe31d.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Paul_Rose4/publication/282287727_Investigating_the_behaviour_and_welfare_of_captive_flamingos/links/560a854208ae576ce63fe31d.pdf)
- Rose PE, Croft DP and Lee R** 2014 A review of captive flamingo (*Phoenicopteridae*) welfare: a synthesis of current knowledge and future directions. *International Zoo Yearbook* 48: 139-155. <https://doi.org/10.1111/izy.12051>
- Schmidt T and Jäger C** 2015 Das Flugunfähigmachen von Vögeln in zoologischen Einrichtungen unter Tierschutzgesichtspunkten. *Amtstierärztlicher Dienst (BbT)* 31/5: 163-167. [Title translation: Deflighting birds in zoological institutions in the light of animal welfare]
- Schreiber RW, Woolfenden GE and Curtsinger WE** 1975 Prey capture by the brown pelican. *The Auk* 92: 649-654. <https://doi.org/10.2307/4084778>
- Shaw SN, D'Agostino JJ, Davis MR and McCrae EA** 2012 Primary feather follicle ablation in common pintails (*Anas acuta acuta*) and a white-faced whistling duck (*Dendrocygna viduata*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 43: 342-346. <https://doi.org/10.1638/2010-0114.1>
- South Australian Code of Practice for the Husbandry of Captive Birds** undated Department for Environment and Water L: South Australia. <https://ablis.business.gov.au/service/sa/south-australian-code-of-practice-for-the-husbandry-of-captive-birds/492>
- Swanagan JS** 2000 Factors influencing zoo visitors' conservation attitudes and behavior. *The Journal of Environmental Education* 31: 26-31. <https://doi.org/10.1080/00958960009598648>
- The Mutilations (Permitted Procedures) (England) Regulations** 2007 *The Mutilations (Permitted Procedures) (England) Regulations*. Defra: London, UK. <https://www.legislation.gov.uk/ukdsi/2007/9780110757797>
- The Welfare of Livestock Regulations** 1982 *The Welfare of Livestock Regulations*: UK. Defra: London, UK. [https://www.legislation.gov.uk/uksi/1982/1884/pdfs/uksi\\_19821884\\_en.pdf](https://www.legislation.gov.uk/uksi/1982/1884/pdfs/uksi_19821884_en.pdf)
- Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz eV** 2015 Stellungnahme der TVT Arbeitskreis 7 (Zoo und Zirkus) zum Flugunfähigmachen von Vögeln. [https://www.tierschutz-tvt.de/index.php?id=50&no\\_cache=1&download=TVT-Stellungn\\_Flugunf%C3%A4higmachen\\_von\\_V%C3%B6geln\\_Mai\\_2015\\_.pdf&did=175](https://www.tierschutz-tvt.de/index.php?id=50&no_cache=1&download=TVT-Stellungn_Flugunf%C3%A4higmachen_von_V%C3%B6geln_Mai_2015_.pdf&did=175). [Title translation: Statement of the Veterinary Association for Animal Welfare, work group 7 (zoo and circus) regarding the deflighting of birds]
- Tierhaltungsverordnung 2** 2004 (BGBl. II Nr 486/2004) Bundesministerium für Gesundheit L: Austria. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20003860>. [Title translation: Second Ordinance on Animal Husbandry]
- Tierpark Hellabrunn** 2018 Die ersten Sommer-Vorboten sind geschlüpft – Flamingo-Küken in Hellabrunn. [https://www.hellabrunn.de/uploads/media/32\\_Pressemitteilung\\_Sommer-Vorboten\\_Flamingo-Kueken.zip](https://www.hellabrunn.de/uploads/media/32_Pressemitteilung_Sommer-Vorboten_Flamingo-Kueken.zip). [Title translation: The first harbingers of summer are hatched – flamingo chicks in Hellabrunn]
- Tierschutzgesetz** 2006 Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz L: Germany. <https://www.gesetze-im-internet.de/tierschg/BjNR012770972.html>. [Title translation: Animal Welfare Law]
- Tierschutzverordnung** 2008 *Der Schweizerische Bundesrat L: Switzerland*. <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20080796/index.html>. [Title translation: Ordinance on animal protection]

- Tribe A and Booth R** 2003 Assessing the role of zoos in wildlife Conservation. *Human Dimensions of Wildlife* 8: 65-74. <https://doi.org/10.1080/10871200390180163>
- Tyson E** 2014 For an end to pinioning: The case against the legal mutilation of birds in captivity. *Journal of Animal Ethics* 4: 1-4. <https://doi.org/10.5406/janimaethics.4.1.0001>
- Verband der Zoologischen Gärten (VdZ) eV** 2016 Hintergrundinformation des Verbands der Zoologischen Gärten (VdZ) zur Einschränkung des Fliegens einiger weniger Vogelarten in Zoos. [https://www.vdz-zoos.org/fileadmin/user\\_upload/08112016\\_-\\_zur\\_Flugeinschraenkung\\_von\\_Voegeln.pdf](https://www.vdz-zoos.org/fileadmin/user_upload/08112016_-_zur_Flugeinschraenkung_von_Voegeln.pdf). [Title translation: Background information of the Association of Zoological Gardens, Germany towards deflighting of few bird species in zoos]
- Vinke CM, Schoemaker NJ, Meijboom FLB and van Zeeland YRA** 2015 Some welfare and ethical considerations on flight restraint methods in birds. *Conference Proceedings AWSELVA-ECAWBM-ESVCE Congress* pp 19-20. 30 September-4 October 2015, Bristol, UK
- Vinke CM, van Zeeland YRA, Schoemaker NJ and Meijboom FLB** 2016 As free as a bird on a wing: some welfare and ethical considerations on flight restraint methods in birds. In: Speer BL (ed) *Current Therapy in Avian Medicine and Surgery* pp 683-709 First Edition: St Louis, Missouri, USA
- Vollmerhaus B and Sinowatz F** 2004 Haut und hautgebilde. In: Nickel R, Schummer A and Eugen Seiferle E (eds) *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Band 5. Anatomie der Vögel*. Parey im MVS: Stuttgart, Germany. <https://doi.org/10.1055/b-0037-148467>. [Title translation: Skin and integumentary appendages]
- Wet Dieren (Animal Law)** 2019 *Ministerie van Economische Zaken en Klimaat L: The Netherlands*. [https://maxius.nl/wet-dieren/artikel2.8/?fbclid=IwAR39MbTKcM-GN\\_Lfylr293rj3llswliTqZKwtrTqVEc4ujeNvLTiIi7L7HA](https://maxius.nl/wet-dieren/artikel2.8/?fbclid=IwAR39MbTKcM-GN_Lfylr293rj3llswliTqZKwtrTqVEc4ujeNvLTiIi7L7HA)
- William van Lint** 2017 Pinioning: here to stay? *Zooquaria* 96: 12-14
- World Association of Zoos and Aquariums (WAZA)** 2003 *Code of Ethics and Animal Welfare*. <http://www.waza.org/en/site/conservation/code-of-ethics-and-animal-welfare>

#### **4. Feather Corticosterone Measurements of Greater Flamingos Living under Different Forms of Flight Restraint**

Autoren: Lukas Reese<sup>1</sup>, Katrin Baumgartner<sup>2</sup>, Lorenzo von Fersen<sup>2</sup>, Roswitha Merle<sup>3</sup>, Mechthild Ladwig-Wiegard<sup>1</sup>, Hermann Will<sup>2</sup>, Gudrun Haase<sup>1</sup>, Oriol Tallo-Parra<sup>4</sup>, Annaïs Carbajal<sup>4</sup>, Manel Lopez-Bejar<sup>4,5</sup> und Christa Thöne-Reineke<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Freie Universität Berlin, Institut für Tierschutz, Tierverhalten und Versuchstierkunde, Königsweg 67, D-14163 Berlin

<sup>2</sup>Tiergarten Nürnberg, Am Tiergarten 30, D-90480 Nürnberg

<sup>3</sup>Freie Universität Berlin, Institut für Veterinärepidemiologie und Biometrie, Königsweg 67, D-14163 Berlin

<sup>4</sup>Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, Campus UAB, ES-08193 Bellaterra

<sup>5</sup>College of Veterinary medicine, Western University of Health Sciences, Pomona, CA 91766, USA

Jahr: 2020

Journal: Animals, Volume 10, Nummer 4

URL: <https://www.mdpi.com/2076-2615/10/4/605/htm>

DOI: <https://doi.org/10.3390/ani10040605>





Abstract:

Deflighting zoo birds is a practice that receives increasing criticism due to its presumed incompatibility with animal welfare. To our knowledge, this is the first approach to address this problem in a scientific way. To do this, we compared feather corticosterone (CORTf) from Greater Flamingos (*Phoenicopterus roseus*, n = 151) of different flight status (i.e., pinioned, feather clipped, airworthy) from twelve different zoological institutions. To complement the hormone measurements, behavioral observations (scan samplings) were conducted prior to feather sampling within the presumed time frame of feather growth. We hypothesized that CORTf of the deflighted flamingos would differ from CORTf of their airworthy conspecifics. No significant difference in CORTf was found between the three groups, and our hypothesis was rejected. However, the impact of the institution itself (i.e., the housing conditions) proved to be the most dominant variable (variance between the institutions = 53.82%). Due to high variability, the behavioral observations were evaluated descriptively but did not give rise to doubt the findings in CORTf. Therefore, we assume that the method of flight restraint of Greater Flamingos does not have a measurable effect on CORTf. We consider this model for evaluating animal welfare of zoo birds a useful tool and provide ideas for further adjustments for consecutive studies.



Article

# Feather Corticosterone Measurements of Greater Flamingos Living under Different Forms of Flight Restraint

Lukas Reese <sup>1,\*</sup>, Katrin Baumgartner <sup>2</sup>, Lorenzo von Fersen <sup>2</sup>, Roswitha Merle <sup>3</sup>, Mechthild Ladwig-Wiegard <sup>1</sup>, Hermann Will <sup>2</sup>, Gudrun Haase <sup>1</sup>, Oriol Tallo-Parra <sup>4</sup> , Annaïs Carbajal <sup>4</sup> , Manel Lopez-Bejar <sup>4,5</sup>  and Christa Thöne-Reineke <sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Animal Behaviour and Laboratory Animal Science, Institute of Animal Welfare, Freie Universität Berlin, Königsweg 67, D-14163 Berlin, Germany; Mechthild.Ladwig-Wiegard@fu-berlin.de (M.L.-W.); zootieraerztin@vogelpark-marlow.de (G.H.); Christa.Thoene-Reineke@fu-berlin.de (C.T.-R.)

<sup>2</sup> Tiergarten Nürnberg, Am Tiergarten 30, D-90480 Nuremberg, Germany; Katrin.Baumgartner@stadt.nuernberg.de (K.B.); lvfersen@odn.de (L.v.F.); Hermann.Will@stadt.nuernberg.de (H.W.)

<sup>3</sup> Institute for Veterinary Epidemiology and Biostatistics, Freie Universität Berlin, Königsweg 67, D-14163 Berlin, Germany; Roswitha.Merle@fu-berlin.de

<sup>4</sup> Veterinary Faculty, Universitat Autònoma de Barcelona, Campus UAB, 08193 Bellaterra, Spain; Oriol.Tallo@uab.cat (O.T.-P.); anais.carbajal@uab.cat (A.C.); Manel.Lopez.Bejar@uab.cat (M.L.-B.)

<sup>5</sup> College of Veterinary medicine, Western University of Health Sciences, Pomona, CA 91766, USA

\* Correspondence: Lukas.Reese@fu-berlin.de

Received: 16 February 2020; Accepted: 31 March 2020; Published: 1 April 2020



**Simple Summary:** Greater Flamingos are commonly kept under flight restraint in zoos. Some are pinioned, others only feather clipped and some remain physically intact but live in aviaries that are often not large enough to fly. In this study, we compared these three groups by measuring corticosterone (a hormone associated with stress) in their feathers in order to find out which of the restraining methods is most compatible with animal welfare. Additionally, we carried out behavioral observations on all groups to detect potential stressors other than the status of flight itself. We expected to find differences in CORTf between deflighted and airworthy flamingos. However, no significant differences in feather corticosterone were measured between the three groups and the hypothesis was rejected. The most important factor for the level of corticosterone was found to be the zoological institution itself, reflecting the housing conditions. We hypothesize that the method by which a Greater Flamingo is hindered from flying does not have measurable effect on the corticosterone concentration in its feathers. Although these findings suggest that all methods are equally impacting animal welfare, we highlight the need for further improved studies based on this model.

**Abstract:** Deflighting zoo birds is a practice that receives increasing criticism due to its presumed incompatibility with animal welfare. To our knowledge, this is the first approach to address this problem in a scientific way. To do this, we compared feather corticosterone (CORTf) from Greater Flamingos (*Phoenicopterus roseus*, n = 151) of different flight status (i.e., pinioned, feather clipped, airworthy) from twelve different zoological institutions. To complement the hormone measurements, behavioral observations (scan samplings) were conducted prior to feather sampling within the presumed time frame of feather growth. We hypothesized that CORTf of the deflighted flamingos would differ from CORTf of their airworthy conspecifics. No significant difference in CORTf was found between the three groups, and our hypothesis was rejected. However, the impact of the institution itself (i.e., the housing conditions) proved to be the most dominant variable (variance between the institutions = 53.82%). Due to high variability, the behavioral observations were evaluated descriptively but did not give rise to doubt the findings in CORTf. Therefore, we assume that the

method of flight restraint of Greater Flamingos does not have a measurable effect on CORTf. We consider this model for evaluating animal welfare of zoo birds a useful tool and provide ideas for further adjustments for consecutive studies.

**Keywords:** feather corticosterone; animal welfare; Greater Flamingo; deflighting; pinioning; bird

---

## 1. Introduction

The assessment of zoological animals' well-being is a major challenge for everyone involved in the exhibiting and showcasing of wild animals. Particularly in terms of zoological birds, little has been published to enable a science-based welfare evaluation [1,2]. This also applies to the question of the behavioral significance of flight for zoological bird species. In Germany, however, a more stringent interpretation of §6 Animal Welfare Act has resulted not only in a strict prohibition of all irreversible deflighting procedures, but also in an inconsistent prosecution of wing clipping (i.e., feather clipping) depending on the local authorities [2–4]. Accordingly, the question of welfare implications of flight restraint in zoological kept birds has gained increased relevance in recent years; a change that does not only apply to Germany. In particular, pinioning (the amputation of the wing tip) has not only become a widely discussed topic amongst zoological representatives and zoological animal scientists but has also drawn the attention of politics and the general public [5–9]. Therefore, in some European countries (e.g., Austria, the Netherlands), irreversible deflighting techniques (i.e., pinioning and the extirpation or destruction of feather follicles) have been outlawed in order to meet the expectations of a supposed higher state of welfare [2,10]. However, there is no general consensus that a ban on deflighting actually serves this purpose [11]. Some authors state that under certain circumstances deflighting may provide a higher state of welfare than can be achieved without, at least for some species [12]. They argue that the commonly deflighted species are usually large birds that have a strong binding to the ground and/or water, for example flamingos (*Phoenicopteridae*), pelicans (*Pelicanidae*) and cranes (*Gruidae*), and that based on the behavioral knowledge about these species, flight can be considered a less important need. Therefore, they are commonly kept in open display on large areas, often in combination with large water surfaces, that offer the opportunity to show a diverse behavioral repertoire. Because of management limitations (e.g., preservation orders, statics, costs), a prohibition of deflighting procedures may result in smaller, less versatile aviaries that solely serve the purpose to keep intact birds, thereby compromising available space and structure without enabling actual flight [2,11].

It must be noted that both assumptions lack a scientific basis. It has neither been scientifically evaluated whether commonly deflighted bird species are in a lower state of welfare, nor if the ability to fly can be considered negligible or even outweighed by other, more important behaviors [2]. With a view to contribute to this question, we considered the Greater Flamingo (*Phoenicopterus roseus*) a suitable species for this study for the following reasons: (1) it is common and is the most frequently kept flamingo species in German zoos; (2) it is usually presented in larger flocks with more than ten individuals, which positively impacted the sample size; (3) it is commonly kept under flight restraint in open display [13]; (4) flamingos in general are relatively well-studied and belong to the most popular zoological birds [14] (thus a relatively large number of publications concerning biology and even welfare-related considerations of captive and free-ranging flamingos already exist and could be included in the evaluation [15–21]); and (5) flamingos are known to be powerful flyers that can travel long distances if needed [22]. On the other hand, observations from the wild suggest that they are reluctant flyers that only make use of their wings if absolutely necessary [19,23]. This is supported by observations from one of the few aviaries large enough to enable actual flight of flamingos, in Odense, Denmark [6], where Greater Flamingos are only rarely observed flying for short distances [2]. In their review about captive flamingo welfare, Rose et al. therefore suggest that flight-restraint might not

affect the key behaviors that significantly impact on welfare [23]. However, they also highlight the need for scientific data in this context.

Glucocorticoids (GC) are well-described to play an important role in the response to stressful events in vertebrates. Along with an immediate enhanced secretion of catecholamines, the hypothalamic–pituitary–adrenal (HPA) axis in mammals and birds (hypothalamic–pituitary–interrenal (HPI) axis in reptiles, amphibians and fish) is activated, and within minutes a cascade of associated hormones and mediators (inter alia corticotropin-releasing hormone (CRH), adrenocorticotropin (ACTH), prolactin (PRL)) results in the release of GC into the bloodstream [24,25]. As a result, two waves of endocrine actions exist in a response to a stressor: a first adrenal catecholamine-mediated and a subsequent GC-mediated response, which are referred to as ‘fight-or-flight’ and ‘vigilance’ responses [24]. While the predominant GC in most mammals and fish is cortisol, in birds, reptiles, amphibians and rodents, it is corticosterone (CORT) [26,27]. The sudden increase in GC concentration leads to various effects in order to respond properly to threats and ensure survival. These include the increase of cardiac output and blood pressure, enhanced water retention, the metabolization of energy carriers (stimulation of gluconeogenesis, glycogenolysis, lipolysis and proteolysis) and protection against an overshooting immune response [24]. Additionally, CRH is believed to suppress hunger as well as reproductive physiology and behavior [24]. Via a negative feedback mechanism, sudden GC elevations are limited in time and their effects last from hours to days at the most [24]. The physiological consequences of GCs and their associated mediators are well-studied and have earned GCs the name ‘stress hormones’ [25].

The term ‘stress hormone’ is however considered misleading in modern endocrinology and is mostly avoided as it implicates a unidimensional view on the role of GC [25]. GCs are detectable not only at all times in vertebrates, but also in varying concentrations that cannot easily be related to stressors. Internal (e.g., sex, age, reproductive status, body condition) as well as external (e.g., season, climate) factors have shown to impact baseline GC concentrations [26]. Over the last two decades, various attempts have been made to better understand the role of these varying concentrations, especially in terms of how the HPA axis responds to long-lasting challenges, often referred to as ‘chronic stress’. Sapolsky et al. reviewed the physiological effects of GCs and highlighted their role in maintaining homeostasis throughout stressful events by categorizing their actions as permissive, suppressive, stimulating and preparative [24]. McEwen and Wingfield [28] proposed to apply the concept of allostasis [29] (stability, or homeostasis, through change) to the HPA axis, which has been picked up and modified by Romero et al. in the form of the ‘reactive scope model’ [30].

Measuring CORT concentrations in feathers (CORT<sub>f</sub>) is a rather new but increasingly used method in the field of stress research in birds [31]. Compared to the conventional measurement of plasma CORT, the assessment of CORT<sub>f</sub> has some advantages: (1) it is minimally or even noninvasive—feathers can be plucked both from live [32–34] or dead birds [35] or even collected from molting individuals without capturing them [31]; (2) it enables a retrospective, integrated measure of HPA-axis activity for the time period of feather growth and cannot be distorted by capture as long as feather growth is finished at the time of collection [35]; and (3) feathers are a stable matrix that apart from being stored dry and clean do not require additional storage conditions or processing [31,36–39]. These advantages are especially useful in wild animals and in field work when (repeated) access to birds is difficult and equipment is limited.

First described in 2008, Bartolotti et al. [32] showed not only that CORT is deposited into the growing feather, but also that its concentration increased when Red-legged Partridges (*Alectoris rufa*) experienced stress (in the form of a catch-and-release protocol) during feather growth. Consecutive studies provided evidence that the circulating CORT actually diffuses from the plasma into the feather and that plasma elevations also result in elevated CORT<sub>f</sub> [34,40,41]. Since then, numerous studies evaluated CORT<sub>f</sub> of different species, many of them focusing on carry-over effects of wild birds as a predictive measure for reproductive success [42,43], survival [36,44] or immunocompetence [45]. Only few controlled experiments have been conducted to evaluate the impact of environmental changes

during feather growth on CORTf. However, results have consistently led to the conclusion that CORTf is a useful measure to show HPA-axis reactions to stimuli in order to predict an alteration in allostatic load. Fairhurst et al. [33] were able to show a short-term increase of CORTf followed by a long-term decrease in Clark's Nutcrackers (*Nucifraga columbiana*) in response to enrichment. Will et al. [46] measured elevated CORTf levels in food-deprived Rhinoceros Auklet (*Cerorhinca moncerata*) chicks. Surprisingly, in a similar experiment, food-deprived Caspian Tern chicks (*Hydroprogne caspia*) were found to have lower CORTf levels than a normally fed control group, but the tern chicks also demonstrated reduced feather development which did not apply for the auklet chicks [47]. These results demonstrate that measurement of CORTf is a promising field that demands further research.

For interpretation of CORTf, knowledge about the feathers that are being used is essential. Molting patterns of Greater Flamingos are primarily described for the development from the immature to adult plumage [48,49] as well as for the remige molt [18,50]. In breeding populations, the molt of the flight feathers is dictated by the breeding season [50], which itself depends on season, local climates and food supplies in the habitat [18]. Breeding individuals usually molt their remiges after incubation, whereas nonbreeders usually molt during incubation. Shannon [50] observed that the cover feathers of different body parts of adult Caribbean flamingos were molted in a specific order over months beginning in the prebreeding season and extending into the period afterwards. Only the interscapular coverts appeared to be molted continuously throughout the whole year without showing any specific pattern. Changes in the feather coloration of chick-raising flamingos (feathers growing in this period are less colorful) indicate that body coverts are being molted at least twice a year [50].

Based on these findings, we assumed that CORTf of the interscapular coverts might reflect an average measure of the HPA axis of the previous six months. Our overall objective was to evaluate whether flamingos of different flight status showed differences in CORTf that allow conclusions to be drawn about their state of welfare. We hypothesized that if being deflighted goes along with severe confinements in the flamingos' welfare, an increased allostatic load and consecutive changes in CORTf can be presumed. Therefore, we expected CORTf of these groups to be either higher or lower than CORTf of the airworthy conspecifics. To minimize the chance of misinterpretation, concomitant behavioral observations were carried out to detect additional potential influences on allostatic load other than the flight status.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Ethics

Plucking feathers is categorized as an 'animal experiment' according to German legislation. The experiment has been approved by the competent legal authorities of the respective German federal states where the participating zoos were located, since the experiment took place in 12 zoos in eight different federal states. The experimental design was first submitted to the District Government of Lower Franconia and approved in September 2016 (registered under the file number 55.2 DMS 2532-2-337). Based on this approval, the application was transferred to the remaining authorities and approved within the next months.

### 2.2. Zoological Institutions and Behavioral Observations

Twelve German zoological institutions with flocks of Greater Flamingos took part in the study. The inquiry to participate was sent to all members of the German Association of Zoological Gardens (Verband der Zoologischen Gärten e.V., VdZ) that kept Greater Flamingos at that time. The majority confirmed participation. Eleven zoos kept their flamingos in open display under flight restraint (i.e., pinioned and/or wing clipped), and one zoo (Zoo H) kept the flock in an aviary with most of the individuals therein having intact wings. Additionally, in one openly kept flock (Zoo D), single airworthy flamingos were among the deflighted majority (see Table 1).

**Table 1.** Overview of the involved zoological institutions and their flocks of Greater Flamingos.

Zoo	Total Group Size and Classification	Reproduction	Socialization	Sampled Animals + Flight Status
A	64 (II)	B	1	13 (2p + 11r)
B	67 (II)	B	2	19 (10p + 9r)
C	27 (I)	NB	2	9 (9p)
D	22 (I)	NB	1	15 (5a + 10p)
E	15 (I)	NB	3	15 (15p)
F	43 (II)	B	1	10 (10p)
G	2 (I)	NB	2	2 (2p)
H	46 (II)	B	1	37 (27a + 10p)
I	2 (I)	NB	2	2 (2p)
J	7 (I)	B	2	7 (4p + 3r)
K	36 (I)	NB	3	13 (3p + 10r)
L	12 (I)	NB	3	9 (9p)
<b>Total</b>				<b>151 (32a + 86p + 33r)</b>

I = 2–40; II ≥ 40; B = breeding group; NB = nonbreeding group; 1 = only flamingos (including all *Phoenicopteridae*); 2 = mixed-species exhibit, but no interaction witnessed; 3 = mixed-species exhibit, agonistic behavior witnessed; a = airworthy; p = pinioned/irreversibly deflighted; r = wing clipped.

Prior to feather sampling, all Greater Flamingo groups were visited between May and September 2016. Together with the responsible veterinarians, curators and keepers, information on the husbandry conditions such as group size, socialization, breeding status, demographic composition and flight status was collected by a questionnaire and categorized (see Table 1). Then, behavioral observations were carried out on three consecutive days in each institution. For the qualitative behavioral assessment, instantaneous scan sampling was used to characterize the proportionate behaviors within the flock [51]. The underlying ethogram was compiled after reviewing activity budgets from previous studies [52–55] and tested in a prerun series. The ethogram that was ultimately applied consisted of the following behaviors: foraging, resting, preening, locomotion (i.e., walking), reproductive behavior (including nesting, courtship display [56], feeding the young), aggression (taking in account the first two levels of aggression described by Schmitz and Baldassarre [57]), showing alarm and fluttering. The detailed ethogram can be found in Table S1.

Scans were recorded on three consecutive days in real time. Each day consisted of a morning session of two hours between 08:00 and 12:00 and a second two-hour-session in the afternoon between 13:00 and 17:00. These time frames of observation were chosen at least half an hour apart from daily disturbances involving zookeepers entering the exhibits (i.e., feeding, cleaning works, others). Behaviors were documented every 3 min on a tablet computer using the software Noldus (Pocket Observer, Wageningen, NL) and afterwards imported into Noldus (The Observer XT, Wageningen, NL). Scans always included the whole flock.

### 2.3. Feather Collection

Feather collection started in late autumn 2016 and went on until the end of the same year due to two reasons. First, the collected feathers were most likely to have grown within the time period of observation as well as the preceding spring and summer. This also represents the time of the year where all flamingos are living in their main exhibits; in some zoos they have to be kept indoors during winter due to cold climates. Second, for animal welfare reasons, the feather collection was done only during routine captures (i.e., routine medical examinations, wing clipping, transport to wintering quarters), and most of the German zoos carry out these procedures at the end of the year. Due to the highly variable time schedules of the individual zoos (on which the sampling depended on), the feather collection extended over a time frame of two months. For animal welfare reasons, only a representative number of individuals of each group was sampled depending on flock size, flight status and age.

Greater Flamingos under one year of age were excluded. Feathers were plucked from the interscapular region of each individual [39,58] and stored dry and in the dark in labeled paper envelopes.

#### 2.4. Corticosterone Extraction and Measurement

All feathers were inspected for integrity and cleanliness. The calamus was cut off and the feather length was individually measured up to an accuracy of 0.1 mm [38]. To homogenize feather samples between individuals, a total of at least 200 mm feather lengths was required. Due to different initial feather lengths, between two and ten feathers of the same type and length were selected from each sample, and the exact length and weight to the nearest 0.1 mg was recorded. The average length of actual samples was  $293 \pm 81$  mm. For the CORTf extraction procedure, the protocol of Bartolotti et al. [32], modified and validated by Monclús et al. [36], was used. The feather samples were minced using a ball mill (Retsch, MM200 type) to obtain a feather particle size  $<2$  mm. The feather dust of each sample was mixed with 1.5 mL methanol (99.9%) and put in a vortex (Vortex Mixer S0200-230 V-EU; Labnet International, NJ) for 30 min at room temperature. The mixture was then incubated for 18 h at  $37^\circ\text{C}$  (G24 Environmental Incubation Shaker, New Brunswick Scientific, Edison, NJ, USA) and centrifuged at 6000 RPM ( $4000 \times g$ ) for 15 min (Hermle Z300K; Hermle Labortechnik, Wehingen, Germany). Afterwards, 0.75 mL of the supernatant were pipetted in a new sealable microtube and dried in an oven at  $37^\circ\text{C}$ . The residue was reconstituted with 0.25 mL of the buffer solution provided by the used commercial enzyme immunoassay kit (ELISA Neogen Corporation, Ayr, UK), shaken for another minute using the vortex and frozen at  $-20^\circ\text{C}$  until analysis. The CORT measurement was performed as indicated by the manufacturer. All measured values were put in relation to the feather length as well as to its weight. For assay validation, samples were run in duplicates and triplicates. The inter- and intra-assay coefficients of variation for the analysis were 7.37% and 4.68%, respectively. After these values had been confirmed, samples were measured in single runs randomly and blindly distributed over a total of five EIA kits.

#### 2.5. Statistical Analysis

Statistical analysis was performed using IBM SPSS Statistics v. 24. Prior to analysis, frequency tables were created and continuous values (CORTf) were checked for normal distribution by visual inspection and Shapiro–Wilk test. Since CORTf violated normality assumptions, logarithmic values were calculated (which were normally distributed) and used for further analyses.

Frequency tables were created for each institution, sorted and named (from A to L) by their mean CORTf value in ascending order and visualized in a box-and-whisker diagram. Additionally, for those institutions that kept airworthy flamingos together with deflighted animals (i.e., zoos D and H), a direct comparison within each population was made by using Student's t-tests.

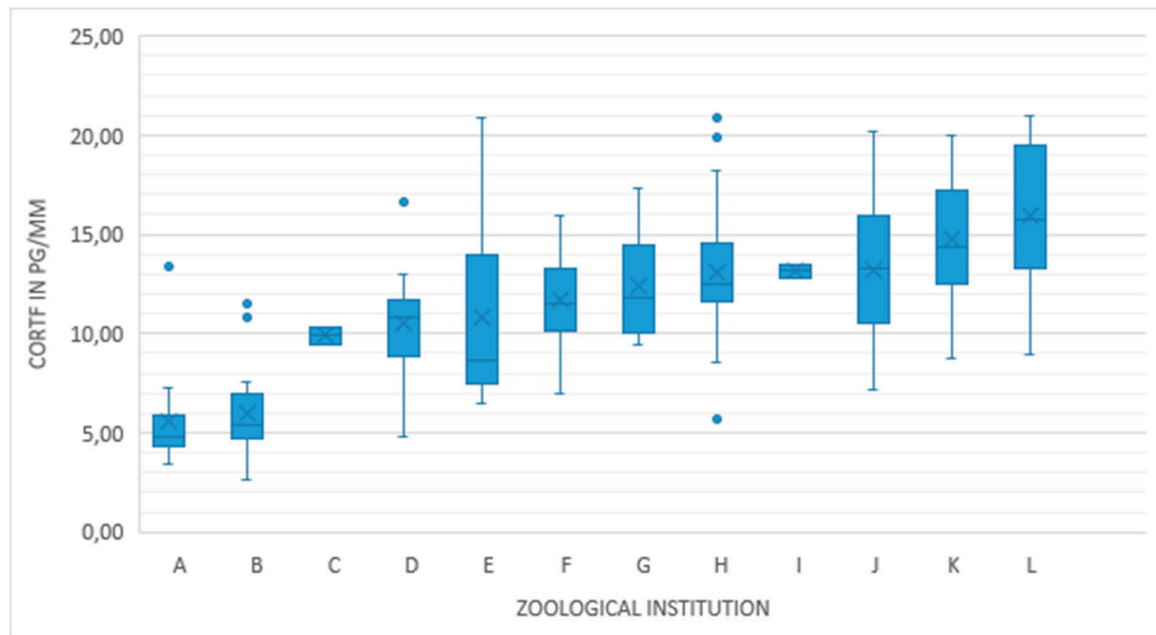
A linear mixed regression model was chosen to determine the influence of different variables on CORTf. Therefore,  $\log\text{CORTf}$  was set as a dependent variable, the zoological institution as a random factor and the remaining variables as fixed factors. All variables that were not related to the behavioral observations (i.e., flight status, sex, socialization, age, breeding status, group size) and their two-way-interactions were included in the full model. Manual backward selection of variables was used to remove nonsignificant variables. The change in the  $-2$  log-likelihood ( $-2$  LL) was used as decision criterium. Secondly, the activity budgets from the behavioral observations were inserted one by one and inspected for their influence on the  $-2$  LL. Thus, the final model included all variables that were statistically significant as well as those that had significantly affected the  $-2$  LL. Residuals were checked for normality and homoscedasticity. All  $p$ -values below 0.05 were considered significant.

The data collected during behavioral observations were used to create activity budgets for each group. These are visualized in a bar diagram for qualitative analysis.

### 3. Results

Median CORTf of all samples ( $n = 151$ ) regardless of their origin was  $11.46 \text{ pg/mm}$  (IQR: 5.9). The minimum was  $2.66 \text{ pg/mm}$  and the maximum was  $20.93 \text{ pg/mm}$ .

Figure 1 shows the distribution of CORTf within the individual zoological institutions. In every individual zoo the CORTf values spread across their respective means, which range from  $5.62 \text{ pg/mm}$  for zoo A up to  $15.96 \text{ pg/mm}$  for zoo L.



**Figure 1.** Feather corticosterone (CORTf) values of 151 Greater Flamingos within 12 zoological institutions.

Student's *t*-tests for the zoos with flamingo groups that contained deflighted and airworthy individuals revealed no significant differences in  $\log\text{CORTf}$  between the two groups of each population despite mean  $\log\text{CORTf}$  values appearing to be slightly higher in airworthy flamingos than in their deflighted conspecifics in both populations. In Zoo D, mean CORTf was  $11.11 \pm 3.27 \text{ pg/mm}$  ( $df = 4$ ) for airworthy and  $10.23 \pm 2.41 \text{ pg/mm}$  ( $df = 9$ ) for pinioned flamingos ( $t = 0.594$ ,  $p = 0.566$ ); in Zoo H, mean CORTf was  $13.37 \pm 3.35 \text{ pg/mm}$  ( $df = 27$ ) for airworthy and  $12.12 \pm 1.71 \text{ pg/mm}$  ( $df = 8$ ) for deflighted (pinioned and feather-clipped) flamingos ( $t = 1.069$ ,  $p = 0.293$ ).

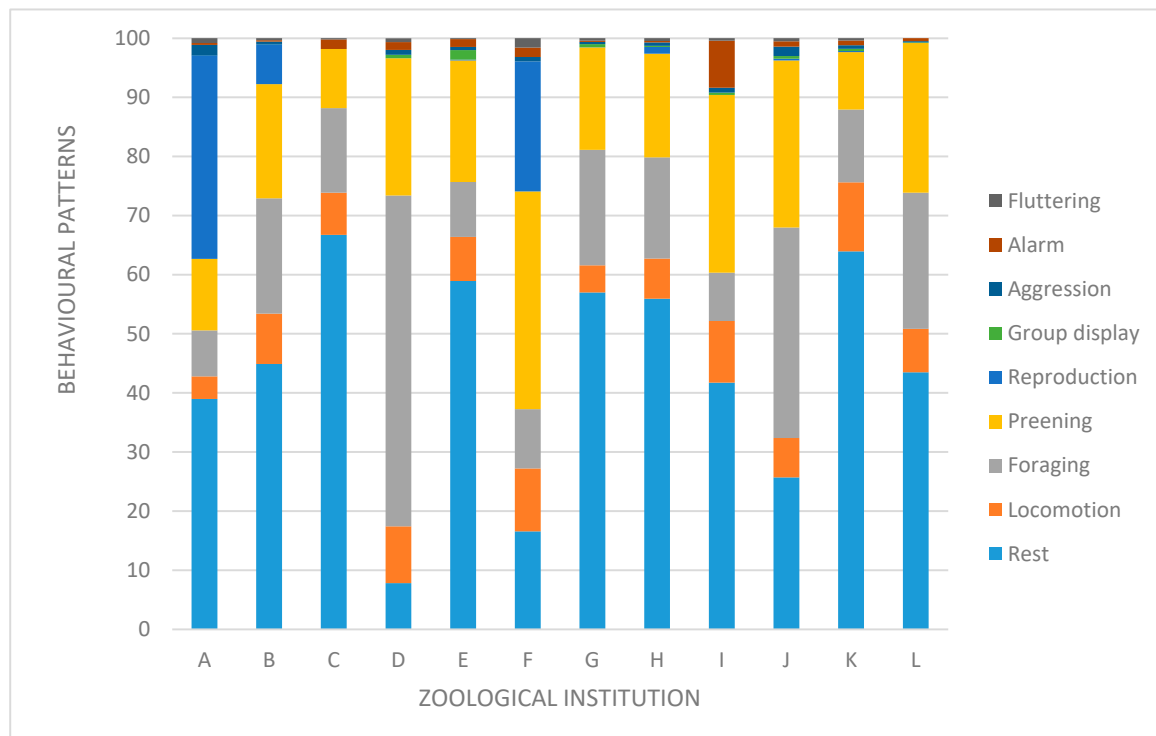
The initial linear mixed regression model included group size, breeding status, sex, age, status of flight and socialization. Since group size, age and breeding status of the colony were not found to have a significant effect on CORTf, they and the respective interactions were removed one by one. The final model included the variables flight status, sex and socialization as well as the interaction between socialization and sex. Influence of sex on CORTf was not statistically significant as a risk factor, nor was it significant when considered in interaction with socialization, but  $-2 \text{ LL}$  changed significantly when removing one of the factors. In groups in interaction with other species (Socialization = 3), females tended to have higher CORTf values while males had higher values in groups with contact to other animals but without interaction (see Table 2).

**Table 2.** Final mixed linear regression model: investigation of 151 Greater Flamings in 12 different zoological institutions with zoos as random effects and the influencing factors sex, status of flight, socialization as well as the interaction between sex and socialization as fixed effects. The global *p*-values for these variables are integrated in italics.

Influencing factor	Estimate logCORTf in pg/mm	<i>p</i> -Value	95% Confidence Interval	
			Lower Limit	Upper Limit
Intercept	1.067	<0.001	0.929	1.205
Female	0.090	0.200	0.015	0.166
Male	0	<i>0.257</i>	-	-
Airworthy	0.040	0.441	-0.063	0.113
Pinioned	-0.004	0.904	-0.077	0.068
Wing clipped	0	<i>0.502</i>	-	-
Socialization = 1	-0.133	0.176	-0.333	0.067
Socialization = 2	-0.086	0.350	-0.275	0.103
Socialization = 3	0	<i>0.136</i>	-	-
Sex = female * Socialization = 1	-0.090	0.075	-0.189	0.009
Sex = female * Socialization = 2	0.107	0.059	-0.217	0.004
Sex = female * Socialization = 3	0	-	-	-
Sex = male * Socialization = 1	0	-	-	-
Sex = male * Socialization = 2	0	-	-	-
Sex = male * Socialization = 3	0	<i>0.109</i>	-	-

The influence of the hierarchical level ‘zoological institution’ was investigated in terms of variance composition. It was found that 53.82% of the total variance was due to variance between zoological institutions (variance within the zoos: 0.0133; variance between the zoos: 0.0155). Residuals of the model were normally and homoscedastically distributed.

The activity budgets of the different groups are visualized in Figure 2.



**Figure 2.** Activity budgets of the flocks of Greater Flamings within the individual zoological institutions evaluated via scan sampling.

The documented behavioral patterns show a high level of variability in their proportionate occurrence. This is impeded by a more variable breeding cycle: while in one zoo 50% of the group



was involved in reproduction and their chicks hatched in May, in another zoo not more than 20% of the group were building nests in June, and others did not breed at all. Consecutively, incubating individuals that spent between 45% and 50% of the time per day on the nest were compared with parents feeding a few times per day or individuals that are not engaged in reproduction at all. Due to the low number of zoos and the high variability, we decided to do description only.

In some groups, observations could indicate an increased allostatic load. In zoo K, the Greater Flamingos shared their exhibit with a Black Crowned Crane (*Balearica pavonina*), and in zoo L they shared with a breeding pair of Common Cranes (*Grus grus*). In both zoos, the cranes could be observed showing aggressive behavior repeatedly towards the flamingos (e.g., repressing, chasing, attacking). In zoo E, the flamingos shared their exhibit with a common crane, a pair of Demoiselle Cranes (*Grus virgo*), White Storks (*Ciconia ciconia*) and a Great White Pelican (*Pelecanus onocrotalus*). However, interspecific encounters during the time of observation did not result in more than neck-stretching towards the opponent and raising back and shoulder feathers, which are described as being a medium level of aggression also commonly witnessed as an intraspecific behavior.

In terms of actions linked to flying, no specific behaviors could be observed. None of the airworthy animals actually flew or tried to take off, including the deflighted flamingos.

#### 4. Discussion

Significant differences in feather corticosterone were not found between any of the categorized groups (i.e., flight status, sex, group size, socialization, reproduction). The only variable found to have a strong impact on CORTf seemed to be the institution, reflecting differences in housing conditions. In the following, we discuss which conclusions can and, of equal importance, cannot be drawn.

The behavioral observations and activity budgets differed in various aspects. Therefore, these data could rarely be used for specific quantification of the deflighting technique on CORTf. Several husbandry conditions, e.g., feeding habits and times, group composition and habitat size, were not standardized but may have a huge impact on activity budgets, which interferes with the comparability. Additionally, the different groups were highly variable in terms of their breeding cycle and proportion. Although description is possible, statistical comparability in these cases is low. For further studies, behavioral observations should be improved.

In terms of qualitative analysis, the observations made during scan sampling were more promising. As predicted, in the two zoos in which cranes were observed to intentionally attack the flamingos (i.e., zoos K and L) the highest CORTf values were measured. This supports the hypothesis that repetitive and/or severe stressful events can have a measurable influence on CORTf [32,33].

One of the most surprising findings of this work were the large differences in CORTf between the institutions which proved to outweigh all other tested variables (e.g., sex, deflighting status). The median CORTf values were highly variable between the animal groups in different zoos (ranging between  $4.77 \pm 1.07$  pg/mm and  $15.75 \pm 3.56$  pg/mm), but they were relatively constant within the respective groups. This suggests that whatever external factors influence the HPA-axis activity in a group of Greater Flamingos appear to have a similar effect. For this, numerous influencing factors come into question and—although we tried to include as many as possible—some just prove not to be palpable or verifiable. For example, a Red Fox (*Vulpes vulpes*) pacing at the other side of the fence or an Eagle Owl (*Bubo bubo*) sitting in the flamingos' visual field could be unnoticed nocturnal disturbances that still have the potential to significantly impact CORTf. Furthermore, even internal factors could play a role. For example, it has been shown that CORT baseline concentrations in Barn Owls (*Tyto alba*) are genetically correlated [59]. Therefore, population-dependent CORTf baseline concentrations are conceivable as well.

Another surprising finding was that the breeding status did not affect CORTf. For some bird species it has been shown that CORT elevates in prebreeding season [60] as well as during feeding of the chicks [61]—therefore, elevations in CORTf in breeding populations would have been predictable. It is possible that these findings do not apply to flamingos. However, we consider it more probable that

these elevations were not detectable due to our study design, since as the flamingos were not marked individually, it was not possible to tell which individuals were actually involved in the breeding process. Additionally, for detection, the feathers should have grown in the exact time frames of elevated CORT.

For interpretation, it is important to note that we only compared potentially airworthy with deflighted animals. None of the birds included in this study had the opportunity to actually fly on a regular basis. The animals in the zoo D, although in an open display, stuck with their group, and those in zoo H were limited in flight due to the aviary's dimensions. However, we consider this an important group as this is the case in most flamingo aviaries. For further studies it could be useful to examine samples from flamingos that live in exhibits large enough to allow actual flight, such as in Odense Zoo, Denmark [6]. Another valuable examination group might be free-ranging flamingos. As in any other exotic animal under human care, the wild animal in its natural habitat is supposed to be the reference for evaluating its behavioral needs. However, it must also be considered that free-ranging animals struggle with challenges that do not occur under human care and that might have an influence on their allostatic load, such as predation pressure, food shortage or extreme climates. These factors may complicate comparisons but are nevertheless certainly worth examining.

In our study, the status of flight did not have a significant impact on CORTf levels, neither in the regression model which included all individuals nor when comparing intact with deflighted flamingos from the same group. We therefore have to reject the hypothesis that CORTf from deflighted Greater Flamingos differs from CORTf of their intact conspecifics. Additionally, the method of deflighting did not have a measurable effect on allostatic load in our study. Whether this also applies to Greater Flamingos living in aviaries large enough to allow proper flight remains unclear. Caution is advised when drawing conclusions from these findings regarding the welfare status of the Greater Flamingos in this study. However, we detected highest CORTf levels in the two groups that were experiencing social stress (e.g., from being attacked), and therefore we assume that chronically stressful events do affect CORTf in Greater Flamingos. Consequently, it can be presumed that none of the techniques providing flight restraint mediate an effect associable to these conditions. At the same time, it also has to be considered that statistical noise in our study was quite high. Although we tried to take this into consideration by choosing the appropriate statistical model, it is likely that our model predominantly detected major alterations, whereas more subtle changes in CORTf due to one variable (in this case: status of flight) may remain below the limit of detection. This is aggravated by the fact that, by using interscapular feathers, only an average measure of the last six months can be provided, whereas it is not possible to determine exactly when the individual feathers were molted.

Additionally, the status of flight is a long-lasting (if not life-long) variable that might lead to a status of habituation or possibly even resignation. In Magellanic Penguins (*Spheniscus magellanicus*) [62], European Starlings (*Sturnus vulgaris*) [63] and Mallards (*Anas platyrhynchos*) [64], it has been shown that plasma corticosterone concentrations decreased over time in the presence of repetitive stressors (e.g., anthropogenic disturbances, catch-and-restraint protocols and a 'work-out'). Therefore, it must be considered that Greater Flamingos may have become either accustomed to not being able to fly or even resigned.

## 5. Conclusions

We think that combining CORTf measurements and behavioral analysis is a promising approach, not only in terms of deflighting but also in general when evaluating bird welfare. However, further studies should improve the observation mode for reliable quantification. A valuable addition might be the inclusion of free-ranging animals to compare them with animals under human care. We also suggest prolonging the observation time to cover the whole day (eventually by extending the interval) and ideally even the nighttime as Greater Flamingos even show activity after dusk [20]. If possible, a time of the year with higher synchronicity between the different groups and their reproductive status should be chosen.

Our results indicate that the method of keeping a Greater Flamingo from flying might not affect CORTf levels. However, we see this work as a first approach but still sound a note of caution in terms of interpreting these results. Further studies with some adjustments discussed above are planned to confirm these results and to expand this model to other species affected by deflighting.

**Supplementary Materials:** The following are available online at <http://www.mdpi.com/2076-2615/10/4/605/s1>, Table S1: Definition of the activity budget for Greater Flamingos.

**Author Contributions:** Conceptualization, K.B., L.V.F., H.W. and M.L.-B.; methodology, K.B., L.V.F. and H.W.; software, L.R., L.V.F. and R.M.; validation, R.M., C.T.-R. and M.L.-W.; formal analysis R.M., L.R. and O.T.-P.; investigation, L.R., G.H., M.L.-B. and A.C.; resources, M.L.-B., O.T.-P., K.B. and L.V.F.; data curation, L.R., L.V.F. and R.M.; writing—original draft preparation, L.R.; writing—review and editing, M.L.-W., K.B., O.T.-P., L.V.F., R.M., C.T.-R., M.L.-B. and H.W.; visualization, L.R. and R.M.; supervision, K.B., C.T.-R. and L.V.F.; project administration, K.B. and L.R.; 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 supported by the German Association of Zoological Gardens (Verband der Zoologischen Gärten e.V, VdZ) with 20,000 €.

**Acknowledgments:** The authors want to thank the zoological institutions that allowed us to include their groups of Greater Flamingos in our study and whose veterinarians, curators and zookeepers supported us and our project wherever they could. Special thanks are directed to Daniela Rickert for her help and advice concerning the application for animal experiments. Thanks to Anna Palomares and Encarna Casas for their help at the endocrinological laboratory. We also owe a debt of gratitude to the anonymous reviewers and the editor, Jukka Jokimäki, for their comments and constructive criticism. Finally, we want to thank Dag Encke and Helmut Mägdefrau for their help in the conceptualization of the study and the discussion of the results.

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

## References

1. 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.
2. Reese, L.; Ladwig-Wiegard, M.; Fersen, L.; von Haase, G.; Will, H.; Merle, R.; Encke, D.; Maegdefrau, H.; Baumgartner, K.; Thöne-Reineke, C. Deflighting zoo birds and its welfare considerations. *Anim. Welfare* **2020**, *29*, 69–80. [[CrossRef](#)]
3. Beckmann, M.; Thal, D. Flugunfähigkeitsbewirkende Behandlungen von Zoovögeln—Rechtliche Rahmenbedingungen des Tier- und Naturschutzrechts. *Natur und Recht* **2017**, *39*, 154–163. [[CrossRef](#)]
4. Maisack, C.; Schmidt, T. Zum Flugunfähigmachen von Vögeln in Zoos und privaten Geflügelhaltungen. *Natur und Recht* **2017**, *39*, 734–741. [[CrossRef](#)]
5. Bračko, A.; King, C.E. Advantages of aviaries and the Aviary Database Project: A new approach to an old housing option for birds. *Int. Zoo Yearb.* **2014**, *48*, 166–183. [[CrossRef](#)]
6. 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](#)]
7. Schmidt, T.; Jäger, C. Das Flugunfähigmachen von Vögeln in zoologischen Einrichtungen unter Tierschutzgesichtspunkten. *ATD* **2015**, 163–167.
8. Tyson, E. For an End to Pinioning: The Case Against the Legal Mutilation of Birds in Captivity. *J. Anim. Ethics* **2014**, *4*, 1–4. [[CrossRef](#)]
9. Captive Animals' Protection Society (CAPS) Mutilated for your viewing pleasure-Pinioning birds in English zoos 2013. Available online: <https://www.yumpu.com/en/document/view/11988590/mutilated-captive-animals-protection-society> (accessed on 14 February 2020).
10. Dekker, J.; Van Hall Larenstein, University of Applied Sciences, Leeuwarden and Velp, Netherlands. Future Prospects of Commonly Kept Pinioned Bird Species at EAZA Zoos. Personal communication, 2016.
11. Dollinger, P.; Pagel, T.; Baumgartner, K.; Encke, D.; Engel, H.; Filz, A. Flugunfähigmachen von Vögeln—Für und Wider. *Zool. Gart.* **2014**, *82*, 293–339. [[CrossRef](#)]
12. Hesterman, H.; Gregory, N.G.; Boardman, W.S.J. Deflighting Procedures and their Welfare Implications in Captive Birds. *Anim Welfare* **2001**, *10*, 405–419.

13. Smith, K. Housing and Enclosure Requirements. In *Flamingo Husbandry Guidelines—A Joint Effort of the AZA and EAZA in Cooperation with WWT*; Brown, C., King, C., Eds.; Dallas Zoo: Dallas, TX, USA, 2005.
14. Carr, N. An analysis of zoo visitors' favourite and least favourite animals. *Tour. Manag. Perspect.* **2016**, *20*, 70–76. [[CrossRef](#)]
15. Brown, C.; King, C. *Flamingo Husbandry Guidelines—A Joint Effort of the AZA and EAZA in Cooperation with WWT*; Dallas Zoo: Dallas, TX, USA, 2005.
16. Johann, A. Die neue Flamingo-Anlage im NaturZoo Rheine. *Zool. Gart.* **2007**, *77*, 1–14. [[CrossRef](#)]
17. Studer-Thiersch, A. Behavioral Demands on a New Exhibit for Greater Flamingos at the Basle Zoo, Switzerland. *Waterbirds* **2000**, *23*, 185–192. [[CrossRef](#)]
18. Studer-Thiersch, A. What 19 Years of Observation on Captive Greater Flamingos Suggests about Adaptations to Breeding under Irregular Conditions. *Waterbirds* **2000**, *23*, 150–159. [[CrossRef](#)]
19. Rose, P.E.; Croft, D.P.; Lee, R. A review of captive flamingo (Phoenicopteridae) welfare: a synthesis of current knowledge and future directions. *Int. Zoo Yearb.* **2014**, *48*, 139–155. [[CrossRef](#)]
20. Rose, P.E.; Brereton, J.E.; Croft, D.P. Measuring welfare in captive flamingos: Activity patterns and exhibit usage in zoo-housed birds. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **2018**, *205*, 115–125. [[CrossRef](#)]
21. Rose, P.E.; Croft, D.P. Evidence of directed interactions between individuals in captive flamingo flocks. *Wildfowl* **2015**, *65*, 121–132.
22. Richardson, T.; Pickering, S.W.; Shannon, P. Natural History. In *Flamingo Husbandry Guidelines—A Joint Effort of the AZA and EAZA in Cooperation with WWT*; Brown, C., King, C., Eds.; Dallas Zoo: Dallas, TX, USA, 2005.
23. Studer-Thiersch, A. Personal communication, Basle, Switzerland. 2016.
24. Sapolsky, R.M.; Romero, L.M.; Munck, A.U. How Do Glucocorticoids Influence Stress Responses? Integrating Permissive, Suppressive, Stimulatory, and Preparative Actions. *Endocr. Rev.* **2000**, *21*, 55–89.
25. Vera, F.; Zenuto, R.; Antenucci, C.D. Expanding the actions of cortisol and corticosterone in wild vertebrates: A necessary step to overcome the emerging challenges. *Gen. Comp. Endocrinol.* **2017**, *246*, 337–353. [[CrossRef](#)]
26. Cockrem, J.F. Individual variation in glucocorticoid stress responses in animals. *Gen. Comp. Endocrinol.* **2013**, *181*, 45–58. [[CrossRef](#)]
27. Dickens, M.J.; Romero, L.M. A consensus endocrine profile for chronically stressed wild animals does not exist. *Gen. Comp. Endocrinol.* **2013**, *191*, 177–189. [[CrossRef](#)]
28. McEwen, B.S.; Wingfield, J.C. The concept of allostasis in biology and biomedicine. *Horm. Behav.* **2003**, *43*, 2–15. [[CrossRef](#)]
29. Sterling, P.; Eyer, J. Allostasis: A new paradigm to explain arousal pathology. In *Handbook of Life Stress, Cognition and Health*; John Wiley & Sons: Oxford, UK, 1988; pp. 629–649.
30. Romero, L.M.; Dickens, M.J.; Cyr, N.E. The reactive scope model—A new model integrating homeostasis, allostasis, and stress. *Horm. Behav.* **2009**, *55*, 375–389. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
31. Romero, L.M.; Fairhurst, G.D. Measuring corticosterone in feathers: Strengths, limitations, and suggestions for the future. *Comp. Biochem. Phys. A* **2016**, *202*, 112–122. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
32. 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](#)]
33. Fairhurst, G.D.; Frey, M.D.; Reichert, J.F.; Szelest, I.; Kelly, D.M.; Bortolotti, G.R. Does Environmental Enrichment Reduce Stress? An Integrated Measure of Corticosterone from Feathers Provides a Novel Perspective. *PLoS ONE* **2011**, *6*, e17663. [[CrossRef](#)]
34. Lattin, C.R.; Reed, J.M.; DesRochers, D.W.; Romero, L.M. Elevated corticosterone in feathers correlates with corticosterone-induced decreased feather quality: A validation study. *J. Avian Biol.* **2011**, *42*, 247–252. [[CrossRef](#)]
35. Kennedy, E.A.; Lattin, C.R.; Romero, L.M.; Dearborn, D.C. Feather coloration in museum specimens is related to feather corticosterone. *Behav. Ecol. Sociobiol.* **2013**, *67*, 341–348. [[CrossRef](#)]
36. Monclús, L.; Carbajal, A.; Tallo-Parra, O.; Sabés-Alsina, M.; Darwich, L.; Molina-López, R.A.; Lopez-Bejar, M. Relationship between feather corticosterone and subsequent health status and survival in wild Eurasian Sparrowhawk. *J. Ornithol.* **2017**, *158*, 773–783. [[CrossRef](#)]
37. Bortolotti, G.R.; Marchant, T.; Blas, J.; Cabezas, S. Tracking stress: Localisation, deposition and stability of corticosterone in feathers. *J. Exp. Biol.* **2009**, *212*, 1477–1482. [[CrossRef](#)]
38. Bortolotti, G.R. Flaws and pitfalls in the chemical analysis of feathers: Bad news—good news for avian chemoecology and toxicology. *Ecol. Appl.* **2010**, *20*, 1766–1774. [[CrossRef](#)]

39. Monclús, L.; Ballesteros-Cano, R.; De La Puente, J.; Lacorte, S.; Lopez-Bejar, M. Influence of persistent organic pollutants on the endocrine stress response in free-living and captive red kites (*Milvus milvus*). *Environ. Pollut.* **2018**, *242*, 329–337. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
40. Fairhurst, G.D.; Marchant, T.A.; Soos, C.; Machin, K.L.; Clark, R.G. Experimental relationships between levels of corticosterone in plasma and feathers in a free-living bird. *J. Exp. Biol.* **2013**, *216*, 4071–4081. [[CrossRef](#)]
41. Jenni-Eiermann, S.; Helfenstein, F.; Vallat, A.; Glauser, G.; Jenni, L. Corticosterone: effects on feather quality and deposition into feathers. *Methods Ecol. Evol.* **2014**, *6*, 237–246. [[CrossRef](#)]
42. Kouwenberg, A.-L.; Hipfner, J.M.; McKay, D.W.; Storey, A.E. Corticosterone and stable isotopes in feathers predict egg size in Atlantic Puffins *Fratercula arctica*. *Ibis* **2013**, *155*, 413–418. [[CrossRef](#)]
43. Monclús, L.; Lopez-Bejar, M.; De la Puente, J.; Covaci, A.; Jaspers, V.L.B. 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](#)]
44. Koren, L.; Nakagawa, S.; Burke, T.; Soma, K.K.; Wynne-Edwards, K.E.; Geffen, E. Non-breeding feather concentrations of testosterone, corticosterone and cortisol are associated with subsequent survival in wild house sparrows. *Proc. R. Soc. B* **2012**, *279*, 1560–1566. [[CrossRef](#)]
45. Sild, E.; Meitern, R.; Männiste, M.; Karu, U.; Hõrak, P. High feather corticosterone indicates better coccidian infection resistance in greenfinches. *Gen. Comp. Endocrin.* **2014**, *204*, 203–210. [[CrossRef](#)]
46. Will, A.P.; Suzuki, Y.; Elliott, K.H.; Hatch, S.A.; Watanuki, Y.; Kitaysky, A.S. Feather corticosterone reveals developmental stress in seabirds. *J. Exp. Biol.* **2014**, *217*, 2371–2376. [[CrossRef](#)]
47. Patterson, A.G.L.; Kitaysky, A.S.; Lyons, D.E.; Roby, D.D. Nutritional stress affects corticosterone deposition in feathers of Caspian tern chicks. *J. Avian Biol.* **2015**, *46*, 18–24. [[CrossRef](#)]
48. Sileo, L.; Tuite, C.H.; Hopcraft, J.B.D. Plumages and primary moult in Lesser Flamingos. *Wildfowl* **1977**, *28*, 4.
49. Johnson, A.; Cézilly, F.; Boy, V. Plumage development and maturation in the Greater Flamingo, *Phoenicopterus ruber roseus*. *Ardea* **1993**, *81*, 25–33.
50. Shannon, P. Plumages and Molt Patterns in Captive Caribbean Flamingos. *Waterbirds* **2000**, *23*, 160. [[CrossRef](#)]
51. Altmann, J. Observational Study of Behavior: Sampling Methods. *Behaviour* **1974**, *49*, 227–266. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
52. Arengo, F.; Baldassarre, G.A. Effects of Food Density on the Behavior and Distribution of Nonbreeding American Flamingos in Yucatan, Mexico. *Condor* **1995**, *97*, 325–334. [[CrossRef](#)]
53. Bouaguel, L.; Saheb, M.; Bensaci, E.; Bougoudjil, S.; Bouslama, Z.; Houhamdi, M. Status and Diurnal Behavior of the Greater Flamingo *Phoenicopterus Roseus* in Algerian Eastern High Plains. *Ann. Biol. Res.* **2013**, *4*, 232–237.
54. Espino-Barros, R.; Baldassarre, G.A. Numbers, Migration Chronology, and Activity Patterns of Nonbreeding Caribbean Flamingos in Yucatan, Mexico. *Condor* **1989**, *91*, 592–597. [[CrossRef](#)]
55. Khaleghizadeh, A. Diurnal Behaviour of the Greater Flamingo *Phoenicopterus roseus* during a Tidal Cycle on the Bandar Abbas Coast, Persian Gulf. *Ann. Biol. Res.* **2010**, *6*, 232–237.
56. Studer-Thiersch, A. Die Balz der Flamingogattung *Phoenicopterus*, unter besonderer Berücksichtigung von *Ph. ruber roseus*. *Z. Tierpsychol.* **1974**, *36*, 212–266. [[CrossRef](#)]
57. Schmitz, R.A.; Baldassarre, G.A. Contest Asymmetry and Multiple Bird Conflicts during Foraging among Nonbreeding American Flamingos in Yucatan, Mexico. *Condor* **1992**, *94*, 254–259. [[CrossRef](#)]
58. 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](#)]
59. Béziers, P.; San-Jose, L.M.; Almasi, B.; Jenni, L.; Roulin, A. Baseline and stress-induced corticosterone levels are heritable and genetically correlated in a barn owl population. *Heredity* **2019**, *123*, 337–348. [[CrossRef](#)]
60. Lattin, C.R.; Breuner, C.W.; Michael Romero, L. Does corticosterone regulate the onset of breeding in free-living birds? The CORT-Flexibility Hypothesis and six potential mechanisms for priming corticosteroid function. *Horm. Behav.* **2016**, *78*, 107–120. [[CrossRef](#)]
61. Love, O.P.; Breuner, C.W.; Vézina, F.; Williams, T.D. Mediation of a corticosterone-induced reproductive conflict. *Horm. Behav.* **2004**, *46*, 59–65. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
62. Walker, B.G.; Boersma, P.D.; Wingfield, J.C. Habituation of Adult Magellanic Penguins to Human Visitation as Expressed through Behavior and Corticosterone Secretion. *Conserv. Biol.* **2006**, *20*, 146–154. [[CrossRef](#)]

63. Rich, E.L.; Romero, L.M. Exposure to chronic stress downregulates corticosterone responses to acute stressors. *Am. J. Physiol.-Regul. Integr. Comp. Physiol.* **2005**, *288*, R1628–R1636. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
64. Rees, A.; Harvey, S.; Phillips, J.G. Habituation of the corticosterone response of ducks (*Anas platyrhynchos*) to daily treadmill exercise. *Gen. Comp. Endocrin.* **1983**, *49*, 485–489. [[CrossRef](#)]



© 2020 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 (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

## **5. Diskussion**

Der zweite Artikel, der einen ersten wissenschaftlichen Ansatz zur Fragestellung des Wohlbefindens von flugunfähig gemachten Vögeln darstellt, versteht sich als Konsequenz aus den Erkenntnissen aus dem ersten. Diese sollen zunächst – insbesondere vor dem Hintergrund des deutschen Tierschutzgesetzes – diskutiert werden, gefolgt von der Diskussion der Ergebnisse aus dem zweiten Teil.

### **5.1 Der gesetzliche Hintergrund**

#### **5.1.1 Bewegungseinschränkung vor dem Hintergrund des deutschen Tierschutzgesetzes**

Keine Form der Tierhaltung kommt ohne Einschränkung der Bewegungsfreiheit aus. Dies gilt gleichsam für Nutztiere, den liebevoll gepflegten Familienhund und auch für jedes Zootier - und dennoch nicht gleichermaßen. Die Qualität der Bewegungseinschränkung in diesen Beispielen ist selbstverständlich gänzlich unterschiedlich. Die rechtlich zulässigen Grenzen dieser Bewegungsfreiheit werden vom Gesetzgeber vorgegeben: Sie dürfen die „Möglichkeit des Tieres zu artgemäßer Bewegung nicht so einschränken, dass ihm Schmerzen oder vermeidbare Leiden oder Schäden zugefügt werden“ (TSchG §2 2.). Insofern muss die Bewertung, ob die Haltung von flugunfähig gemachten Zoovögeln tierschutzkonform sein kann, auch auf Grundlage dieser Gesetzesstelle erfolgen. Der Prozess des Flugunfähigmachens selbst fällt darüber hinaus in den Zuständigkeitsbereich des Amputationsverbotes (TSchG §6) und wird daher erst im folgenden Abschnitt behandelt. Es muss hauptsächlich evaluiert werden, ob das Unvermögen, fliegen zu können, Leiden hervorruft oder hervorrufen kann. Wie in 2.2.2 beschrieben handelt es sich bei Leiden um „Beeinträchtigungen im Wohlbefinden, die über ein schlichtes Unbehagen hinausgehen“ (Lorz et al. 2019), ausgelöst dadurch, dass ein Tier seine Bedürfnisse nicht befriedigen kann und sein Normalverhalten beeinträchtigt ist (Hirt et al. 2016, Lorz et al. 2019). Als Ausdruck von Wohlbefinden gilt Normalverhalten, als Indikator erheblichen Leidens werden Verhaltensstörungen gewertet (Hohlbaum 2019; Hirt et al. 2016). Aus diesen Definitionen ergibt sich unweigerlich, dass eine Beurteilung von Wohlbefinden und Leiden lediglich auf Speziesebene erfolgen kann und Kenntnisse über Normalverhalten sowie potentielle Abweichungen des Normalverhaltens (wie z.B. Verhaltensstörungen) essentiell sind. Somit muss aus wissenschaftlicher Sicht auch eine generelle Ablehnung der Haltung von Zoovögeln unter Flugunfähigkeit aus Gründen vermuteten Leidens hinterfragt werden. Eine

dezidierte Auseinandersetzung mit den einzelnen Spezies, die davon betroffen sind, ist daher unumgänglich (Dollinger et al. 2014, TVT e.V. 2017, Reese et al. 2020a).

### 5.1.2 Flugunfähigmachen als Eingriff

Das deutsche Tierschutzgesetz verbietet „das vollständige oder teilweise Amputieren von Körperteilen oder das vollständige oder teilweise Entnehmen oder Zerstören von Organen oder Geweben eines Wirbeltieres“ in §6 (1). Eine Ausnahme stellt lediglich „der Eingriff im Einzelfall nach tierärztlicher Indikation“ (TSchG §6 (1) 1. a)) dar.

Damit sind alle üblichen Methoden, die zu einer dauerhaften Flugunfähigkeit führen (siehe 2.1.1.2), unter Routinebedingungen von diesem Verbot betroffen (siehe auch 2.1.2.1). Beckmann und Thal (2017) stellen dieses grundsätzliche Verbot hinsichtlich des Flugunfähigmachens infrage, da eine tierärztliche Indikation sich nicht nur auf kurative Behandlungen beziehen müsse und auch eine tierärztliche Entscheidung für eine Zoopopulation einer bestimmten Vogelspezies eine Einzelfallentscheidung darstellen könne – noch dazu, wenn sie deren Wohlbefinden diene. Weiter bemängeln sie die Konsequenz des Gesetzgebers, der zahlreiche Ausnahmen für das Amputationsverbot vorsieht, die vordergründig dem Tierwohl dienen sollen (z.B. Kürzen der Ruten bei Jagdhunden, Schnabelkürzen bei Nutzgeflügel, Schwanzkürzen bei Kälbern usw.), letztlich aber unter dem Verdacht stehen, eine Anpassung des Tieres an seine Nutzungsform darzustellen (Beckmann und Thal 2017). Nichtsdestotrotz ist das irreversible Flugunfähigmachen in Deutschland verboten (Reese et al. 2020a).

Hinsichtlich der reversiblen Methode des Flugunfähigmachens ist dies weniger klar geregelt (siehe auch 2.1.2.1). Die Diskussion diesbezüglich zielt vor allem auf die Fragestellung ab, ob das Verbot der Gewebszerstörung das Kürzen von Federn miteinschließt. Maisack und Schmidt (2017) sehen dies mit der damit einhergehenden funktionalen Beeinträchtigung bestätigt und gehen daher von einer erheblichen Einschränkung des Wohlbefindens des Vogels aus. Beckmann und Thal (2017) verneinen dies, da die Federn mit der jeder Mauser nachwachsen, und betrachten daher die Diskussion hinsichtlich des reversiblen Flugunfähigmachens auf Grundlage von §6 TSchG als hinfällig. Entsprechend dem großen Interpretationsspielraum verhält sich auch die aktuelle Situation in Deutschland – die Frage, ob ein Zoo seine Vögel beschneiden darf, wird regional von den Veterinärämtern entschieden.

### 5.1.3 Konsequenz

Die Konsequenz und Lösung aus oben genannten Argumenten kann nur ein wissenschaftlicher Ansatz sein, der die Frage nach dem Wohlbefinden bzw. dessen



vermuteter Einschränkung evaluiert, da selbst juristische Auseinandersetzungen von Prämissen ausgehen, die keineswegs wissenschaftlich gestützt sind. Nur dieser Ansatz kann die auftretenden Fragen bezüglich Wohlbefinden und Leiden tatsächlich adäquat adressieren und damit eine tatsächliche Diskussionsgrundlage schaffen. Und wie bereits mehrfach erwähnt, kann dies auch nur auf Speziesebene erfolgen, da allgemeingültige Aussagen über eine ganze Klasse deren einzelnen Arten niemals gerecht werden kann (Dollinger et al. 2014; TVT e.V. 2017; Reese et al. 2020a). Auf Grundlage dieser Einschätzung ist die vorliegende Studie entstanden (Reese et al. 2020b), deren Ergebnisse in der Folge diskutiert werden sollen.

## **5.2 Modellstudie: Ergebnisse hinsichtlich des Flugfähigkeitsstatus**

Der Flugfähigkeitsstatus hatte keinerlei signifikanten Einfluss auf Feder-CORT – weder im Gesamtmodell, noch innerhalb einzelner Zoopopulationen, die (potentiell) flugfähige Individuen mit flugunfähig gemachten zusammenhielten. Auch zwischen irreversibel und reversibel flugunfähig gemachten Tieren wurden keine Unterschiede gefunden. In der Folge sollen die möglichen Erklärungen für dieses Phänomen systematisch diskutiert werden.

### **5.2.1 Prämisse: Das Leben unter Flugunfähigkeit ist ein Stressor für Rosaflamingos**

Diese Prämisse geht folglich davon aus, dass ein Rosaflamingo, der flugunfähig ist, ungeachtet der Technik Stress und auch entsprechend erhöhte Corticosteron-Plasmakonzentrationen aufweist. Ob dies so ist, ist anhand der Studie nicht zu erklären, da zeitliche Entwicklungen in der Querschnittsstudie nicht untersucht werden konnten.

Eine mögliche und nicht unwahrscheinliche Erklärung ist, dass das Unvermögen zu fliegen einem Habituationsprozess unterliegt. Unter der Annahme, dass die Erfahrung des Nicht-Fliegen-Könnens ein Stressor ist, handelt es sich nach den Kriterien von Dickens und Romero (2013) um einen kontinuierlichen (und damit homotypischen) Stressor – folglich um die Art von Stress, die dem höchsten Habituationpotential unterliegt (siehe 2.3.4). Da bekannt ist, dass Flamingos in Schrecksituationen das Bedürfnis haben, loszurennen und mit den Flügeln zu schlagen – analog dem Anlaufen kurz vorm Abheben – muss aber auch in Betracht gezogen werden, dass die Tiere dem Unvermögen zu fliegen nur in diesen Situationen gewahr werden. Unter dieser Prämisse handelte es sich um einen nicht-kontinuierlichen, aber vorhersagbaren homotypischen Stressor, der nach Dickens und Romero (2013) das nächsthöhere Habituationpotential besitzt. Sollten die Ergebnisse das Resultat von Habituation sein, so lässt sich daraus auch etwas über den Grad des Stressors „Flugunfähigkeit“ schließen, da nicht jede Art von Stressor habituerbar ist. Habituation

bedeutet per Definition, dass Stimuli, die chronischen Stress hervorrufen, über Zeit als harmlos wahrgenommen werden (Cyr & Romero 2009). In diesem Fall könnte man sogar den Verdacht von Leiden oder gar erheblichen Leiden verwerfen. Vielmehr könnten die Ergebnisse der Studie so interpretiert werden, dass Rosaflamingos in der Lage sind, den Mangel zu kompensieren.

Cyr & Romero (2009) warnen allerdings davor, niedrige GC-Konzentrationen bzw. deren Attenuierung ausschließlich mit Habituation gleichzusetzen, weshalb auch weniger wahrscheinliche, aber dennoch mögliche Erklärungsszenarien diskutiert werden:

Ein weiterer Erklärungsansatz ist das Phänomen der Erschöpfung, das bereits von Selye vorgeschlagen wurde (Cyr & Romero 2009). Dies entspricht im Kern dem, was McEwen und Wingfield (2003) als „Allostatic Overload“ und Romero et al. (2009) als „Homeostatic Overload“ bezeichnen. Dabei handelt es sich um eine Überbeanspruchung und Dysregulation der HPA-Achse, gefolgt von einem Zusammenbruch und dem Unvermögen, auf Stressoren adäquat zu reagieren. Dieser Zusammenbruch geht allerdings auch mit beschriebenen Begleiterscheinungen chronischen Stresses einher, den pathologischen Konsequenzen: Einstellung von Sexualverhalten, Schwächung des Immunsystems und Gewichtsverlust (siehe 2.3.4). Für diese fanden sich jedoch in der Studie keine Hinweise, weshalb dieser Ansatz als weniger wahrscheinlich angesehen werden muss. Dagegen spricht unter anderem auch, dass einige Gruppen flugunfähiger Tiere, nicht unerhebliche Bruterfolge verzeichneten (Zoo A, B, F und J). Weiter handelt es sich in diesem Szenario um eine generelle Erschöpfung, d.h. auch gegenüber anderen Stressoren würde eine stark reduzierte oder ausbleibende Antwort – sowohl physiologisch wie auch im Verhalten - erwartet. Dies ist insbesondere aufgrund der Flamingos, die durch vergesellschaftete Kraniche gejagt wurden und darauf sowohl im Verhalten als auch im Feder-CORT reagierten, nahezu auszuschließen.

Cyr & Romero (2009) stellten außerdem auch die Möglichkeit heraus, dass ein Stressor so schwerwiegend ist, dass das ihn erfahrende Individuum nicht in der Lage ist, sich an ihn zu gewöhnen, wobei gleichzeitig auf hormoneller Ebene genau dies durch physiologische Prozesse (*downregulation* von Hormonproduktion, Änderungen von Transkriptionsschemata etc.) geschieht. Sie bezeichnen dies als „physiologische Desensibilisierung ohne Habituation“. Dieser Prozess ist naturgemäß schwer nachzuweisen - allerdings würden in diesem Fall wesentliche Veränderungen des Verhaltens erwartet. Inwiefern dies der Fall war, wird weiter unten diskutiert.

Schließlich ist noch in Erwägung zu ziehen, dass das vorgeschlagene Modell schlicht nicht hochauflösend genug war, geringe Abweichungen in der HPA-Achse darzustellen. Die vorgelegte Studie hat ein hohes Potential für Störfaktoren durch verschiedene Umstände:

Zum einen handelt es sich um eine Studie, die in verschiedenen Zoos durchgeführt wurde, wodurch standardisierte Bedingungen nicht möglich waren – alle Tiere befanden sich in unterschiedlichen Gehegen, in unterschiedlichen Gruppenkonstellationen und Vergesellschaftungen, unterlagen unterschiedlichen Fütterungsregimes und Betreuungsfaktoren usw. Insofern sind diverse äußere Faktoren denkbar, die ebenfalls einen Einfluss auf die HPA-Achse haben können und nur in einzelnen Einrichtungen auftreten bzw. in den Einrichtungen unterschiedlich auftreten. Diesem Umstand wurde zwar mit dem verwendeten linearen gemischten Regressionsmodell Rechnung getragen, dennoch sind solche „Feldbedingungen“ immer auch mit einem gewissen Maß an Vorsicht zu interpretieren und können nicht bedenkenlos generalisiert werden.

Zum anderen muss bedacht werden, dass die Federn keinem definitiven Zeitraum zugeordnet werden konnten. Es wurden Federn aus einem Gefiederareal (Interskapularbereich) entnommen, welches sukzessiv über das ganze Jahr hinweg gemausert wird (Johnson et al. 1993; Studer-Thiersch 2000b; Shannon 2000). Dadurch sollte ein durchschnittliches Corticosteron-Maß für den Zeitraum des letzten halben Jahres ermittelt werden. Dieses zwar intendierte Vorgehen hat auch seine Schwäche, derer man sich bei der Beurteilung bewusst sein muss: Durch diesen „Durchschnittswert“, den die Federn eines Individuums liefern, ist das analytische Rauschen erheblich größer, als wenn die Federn einem fest definierten Zeitraum zugeordnet werden könnten. In diesen definierten Zeitraum hätte dann jedoch auch die Beobachtungszeit fallen müssen, was aus organisatorischen Gründen nicht möglich war. Für zukünftige Studien wäre dieser Ansatz – sofern realisierbar – jedoch interessant und sollte unbedingt in Betracht gezogen werden.

#### 5.2.2 Prämisse: Das Leben unter Flugunfähigkeit ist kein Stressor für Rosaflamingos

Unter diesen Umständen wäre das Ergebnis der Studie folgerichtig, da keine Unterschiede zwischen den Tieren verschiedenen Flugfähigkeitsstatus zu erwarten wären.

#### 5.2.3 Verhaltensstudie

Zur Stützung und besseren Interpretation der CORT-Ergebnisse wurden Verhaltensbeobachtungen in allen Institutionen durchgeführt. Ziel war es, mögliche Störfaktoren auszumachen, die einen zusätzlichen Einfluss auf CORT haben könnten, sowie zu evaluieren, ob Unterschiede im Verhalten zwischen den Gruppen verschiedenen Flugfähigkeitsstatus zu ermitteln sind bzw. ob Verhaltensauffälligkeiten auftreten. Dazu wurde zur Quantifizierung gezeigter Verhaltensweisen Scan Sampling nach Altmann (1974) auf Gruppenebene verwendet. Eine individuelle Zuordnung war aufgrund der Gruppengröße sowie in Ermangelung äußerlich sichtbarer Einzelkennzeichnung nicht möglich. Da in 6 der

12 untersuchten Gruppen Rosaflamingos zweier unterschiedlicher Flugfähigkeitsstatus lebten (in den anderen 6 Gruppen waren ausschließlich kupierte Tiere), konnte folglich auch keine definitive Zuordnung der Verhaltensweisen zum jeweiligen Flugfähigkeitsstatus erfolgen (siehe Table 1 in Reese et al. 2020b).

Auf qualitativer Ebene konnten keine Unterschiede zwischen Gruppen mit intakten Tieren (Zoo D und H) und Tieren anderer Gruppen festgestellt werden. Auch auf Leiden hinweisende Verhaltensstörungen (siehe 2.2.2) wurden in keiner der Gruppen identifiziert. Dies war erwartungsgemäß, da Verhaltensstörungen bei Flamingos bisher nicht beschrieben sind (Mellor et al. 2017). Auch konnte weder wirklicher Flug (Zoo D und H) noch erfolglose Flugversuche beobachtet werden. In Zoo D wurden die Tiere in einem Freigehege gehalten, in dem die meisten Tiere kupiert waren. Einzelne Tiere waren intakt und flugfähig. Diese zeigten während der Zeit der Beobachtung keinerlei Bestreben, dies zu nutzen und sich von der Gruppe zu entfernen. Auch war dies nach Angaben der Verantwortlichen in den Jahren zuvor nicht der Fall (persönliche Mitteilung 2016). In Zoo H waren zum Zeitpunkt der Erhebung 27 von 37 Rosaflamingos flugfähig. Diese wurden in einer Voliere mit deutlich über 100m Länge gehalten. Allerdings muss an der Stelle erwähnt werden, dass Rosaflamingos eine sehr lange Anlaufstrecke benötigen, um abheben zu können. Die Länge dieser Strecke ist zwar nicht fest definiert oder gemessen (Abram (1972) gibt sie mit mehreren 100 Metern an) - sie ist allerdings so groß, dass eine Haltung von flugfähigen Flamingos auch in nicht überdachten Gehegen möglich ist, sofern mittels baulicher Maßnahmen dieser Anlauf unterbunden wird (Johann 2007). Insofern scheint es verständlich, dass auch in Zoo H kein Flugverhalten gezeigt wurde und auch keine Flugversuche beobachtet wurden (ungeachtet der möglichen Motivation der Tiere).

Dieser Umstand lässt eine weitere Hypothese zu, die sich beider zuvor formulierter Prämissen zuordnen ließe: Die Studie vergleicht Rosaflamingos, die auf unterschiedliche Weise am Fliegen gehindert werden – sei es am Tier selbst, oder durch bauliche Anpassungen. Dadurch ist zumindest kritisch zu hinterfragen, inwiefern Tiere, die physisch flugfähig sind und darüber hinaus auch den Raum haben, diesen zum Fliegen zu nutzen, sich nochmals von den untersuchten Rosaflamingos unterscheiden. Dies zu untersuchen, birgt jedoch Schwierigkeiten, da Volieren, die dies tatsächlich ermöglichen, nach Recherchen der Autoren eine Seltenheit darstellen (Reese et al. 2020a). Hinzu kommt, dass von einer solchen Voliere in Odense, Dänemark bekannt ist, dass auch die darin lebenden Rosaflamingos die Möglichkeit zu fliegen, nicht wahrnehmen (Klausen et al. 2014, Reese et al. 2020a). Eine weitere, alternative Vergleichsgruppe stellen wildlebende Flamingos dar, die nicht nur fliegen können, sondern aufgrund ihrer Lebensumstände (Futtersuche, Feindvermeidung, etc.) dies auch müssen. Allerdings stellt sich hier in besonderem Maße die

Frage der Vergleichbarkeit, da Rosaflamingos aus Wildpopulationen aufgrund ebendieser Lebensumstände anderen Belastungen ausgesetzt sind, die eine erhöhte allostatistische Last vermuten lassen.

Von einer quantitativen Analyse der Scan Samplings wurde nach Visualisierung der Activity Budgets in den einzelnen Institutionen abgesehen (siehe Figure 1 in Reese et al. 2020b). Grundsätzlich erwies sich das im Vorfeld geplante Ethogramm als geeignet. Die Verhaltensweisen, die in der Literatur sowohl im Freiland (Arengo und Baldassare 1995; Bouaguel et al. 2013; Espino-Barros et al. 1989; Khaleghizadeh 2010, Schmitz und Baldassare 1992) als auch in Menschenhand (Studer-Thiersch 1974, 2000a, 2000b) beschrieben wurden, konnten auch bei den Rosaflamingos in der Studie beobachtet werden. Insofern kann das Verhaltensrepertoire der beobachteten Tiere – vom Fliegen einmal abgesehen – als vollständig betrachtet werden. Die Beobachtungszeiträume stellten sich jedoch als nicht umfassend genug heraus, um vergleichbare Activity Budgets zu erheben. Dies lag einerseits daran, dass die Tagesabläufe in den verschiedenen Flamingogruppen, bedingt durch unterschiedliche Fütterungszeiten und -intervalle, zeitliche Abläufe des Pflegepersonals (Reinigungsarbeiten, anderweitiges Betreten des Geheges) sowie witterungsbedingte Umstände, stark voneinander abwichen. An dieser Stelle wäre ein längerer Beobachtungszeitraum, ggfs. mit einem größeren Sampling Intervall sinnvoller gewesen. Die zweite Schwierigkeit ergab sich durch den Reproduktionsstatus. Dadurch, dass in einigen Gruppen keine oder nur sehr wenig Tiere mit der Balz, Brut oder Aufzucht beschäftigt waren, in anderen hingegen das Gros der Gruppe, führte dies zu sehr starken Unterschieden im Zeitaufwand für die einzelnen Aktivitäten. Hinzu kam, dass die Rosaflamingos in deutschen Zoos zusätzlich sehr große Variabilität in der zeitlichen Determinierung der Brutsaison zeigten. Während einige Tiere im April bereits Küken im Nest hatten, waren andere zur selben Zeit noch mit dem Nestbau beschäftigt. Eine formale Auswertung der erhobenen Scan Samplings mit statistischen Methoden wurde daher als nicht zielführend bewertet.

### **5.3 Modellstudie: Weitere Ergebnisse**

Auch in Bezug auf das Geschlecht, die Gruppengröße, den Reproduktionsstatus sowie die Vergesellschaftung mit anderen Tierarten fanden sich keine signifikanten Unterschiede in der Federcorticosteronkonzentration zwischen den unterschiedlichen Gruppen. Der Einfluss der individuellen Institutionen selbst erwies sich hingegen als überraschend groß – 53,82% der absoluten Varianz entfielen auf die Varianz zwischen den Zoos. Die CORT-Werte innerhalb der Institutionen waren überraschend konsistent. Es ist

also zu vermuten, dass die Faktoren, die die allostatistische Last eines Rosaflamingos beeinflussen, dies in ähnlichem Maße auch beim Rest der Population tun. Die individuellen Unterschiede scheinen also weniger stark zu sein. Dieses Ergebnis sollte dazu ermutigen, die Einflüsse, die von den in dieser Studie nicht erfassten Haltungsparemtern ausgehen, näher zu untersuchen.

Einer dieser Parameter, der zwar statistisch nicht signifikant war, jedoch eine auffällige Assoziation aufwies, ist die Vergesellschaftung mit großen Kranichen. In den zwei Zoos mit den höchsten mittleren CORT-Werten (Zoo K und L), wurden wiederholte Angriffe von vergesellschafteten Kranichen (Schwarzhals-Kronenkranich (*Balearica pavonina*), bzw. Eurasischer Kranich (*Grus grus*)) auf die Flamingogruppen beobachtet. Die Rosaflamingos reagierten auf diese Angriffe in allen beobachteten Momenten mit Fluchtverhalten. Noch dazu waren diese Situationen schwierig vorherzusagen, da die Kraniche sich zeitweise ruhig in unmittelbarer Nähe der Flamingos aufhielten, ohne dass es zu einer Interaktion kam. In wieder anderen Momenten breiteten sie ihre Flügel aus und rannten zielgerichtet in kleinere Flamingogruppen hinein. In der Fluchtbewegung schlugen einige der Flamingos mit ihren Flügeln, ohne aber eine längere Strecke so zurückzulegen. Nach einigen Schritten verlangsamten sie ihre Bewegungen und gingen scheinbar wieder in Normalverhalten über. Ein tatsächlicher Flugversuch oder auch ein Sturz in der Fluchtbewegung wurde nicht beobachtet. Dass dieses wiederkehrende, unvorhersehbare Ereignis (homotypisch, nicht vorhersehbarer Stressor) einen Einfluss auf die HPA-Achse der betroffenen Rosaflamingos genommen hat, ist in Anbetracht der gemessenen CORT-Werte als wahrscheinlich zu erachten. Vergesellschaftungen mit den deutlichen kleineren Jungfernkranichen (*Grus virgo*) hingegen, wie sie in Zoo E und in Zoo K vorgefunden wurden, führten im Zeitraum der Beobachtungen zu keiner nachvollziehbaren Interaktion. Diese Ergebnisse suggerieren, dass die Vergesellschaftung von Rosaflamingos mit großen Kranicharten als nicht empfehlenswert bewertet werden muss. Für die Studie hingegen sind diese Beobachtungen von großem Wert, da sie darauf hinweisen, dass Stressoren einer bestimmten Qualität sich mit dem verwendeten Modell abbilden lassen.

Als überraschend muss außerdem gewertet werden, dass sich kein Zusammenhang zwischen CORT und dem Reproduktionsstatus der Tiere herstellen liess. Von den zwölf untersuchten Gruppen waren fünf im Jahr der Untersuchung reproduktiv, von denen zwei vergleichsweise niedrige (Zoo A und B), zwei eher mittlere (Zoo F und H) und eine hohe CORT-Werte (Zoo J) aufwies. Dieser Eindruck bestätigte sich auch statistisch: Der Einfluss des Reproduktionsstatus auf die -2 Log Likelihood im Regressionsmodell war so minimal, dass er nicht einmal im Finalmodell bestehen blieb (siehe Table 2, Reese et al. 2020b). Eine klare Zuordnung der HPA-Achsen-Aktivität zu bestimmten Lebensereignissen, wie dies bei

diversen Vogelarten schon vorgenommen werden konnte (siehe 2.3.3), ist auf der Grundlage dieser Ergebnisse nicht möglich. Bemerkenswert ist auch, dass die vier zahlenmäßig größten Flamingogruppen zugleich auch vier der fünf reproduzierenden Populationen stellten (Zoo A, B, F und H). Dies unterstützt ein weiteres Mal die Vermutung, dass die Gruppengröße einen entscheidenden Einfluss auf den Bruterfolg hat (Pickering et al. 1992; Brown und King 2005), wobei Zoo J als fünfte reproduzierende Gruppe mit einer Gesamtgröße von gerade einmal sieben Tieren einen erstaunlichen Ausreißer bildet.

Da unter den reproduzierenden Tieren alle Flugfähigkeitsstatus (mehrfach) vertreten waren, bestätigt es auch, dass eine Fortpflanzung grundsätzlich für Rosaflamingos jeden Flugfähigkeitsstatus möglich ist (Reese et al. 2020b). Über reduzierte Kopulations- oder Befruchtungsraten von flugunfähig gemachten Tieren kann zwar keine Aussage gemacht werden – eine erfolgreiche Nachzucht von Rosaflamingos ist jedoch zweifelsfrei auch mit kultierten und oder federbeschnittenen Tieren möglich.

#### **5.4 Eignung, Limitationen und Ausblick des Modells**

Das in Reese et al. (2020b) vorgestellte Modell wurde entwickelt, um sich der Thematik des Flugunfähigmachens unter dem Aspekt des Tierwohls auf wissenschaftliche Art und Weise zu widmen – auch in dem Bestreben einen Grundstein für ähnliche Studien dieser Art zu legen, die auf weitere betroffenen Spezies angewandt werden können. Die dabei erhobenen Daten erwiesen sich als vielversprechend und ermutigen zur weiteren Verwendung und Weiterentwicklung.

##### **5.4.1 Federcorticosteronmessung**

Die Messung von CORT in den Federn hat den großen Vorteil, dass sie minimal-invasiv ein integriertes Maß für die HPA-Achsenaktivität für einen bestimmten Zeitraum (Federwachstum) liefert. Damit kann sie Zustände, die über einen längeren Zeitraum hinaus andauern, besser abbilden als Matrizen wie Plasma, Speichel oder auch Kot, die lediglich Momentaufnahmen widerspiegeln können. Auch ist die Feder - und damit das in ihr enthaltene CORT - nach Abschluss ihrer Wachstumsphase unveränderlich, so dass eine Beeinflussung der CORT-Konzentrationen durch die Probennahme nahezu auszuschließen ist. Da es sich bei dem in dieser Studie untersuchten Flugfähigkeitsstatus um einen Dauerzustand handelt, ist die Evaluation über ein Maß wie Feder-CORT also folgerichtig.

Zugleich stellt die Kumulation des CORT in der Feder eine entscheidende Limitation dar: Es besteht die Gefahr des Verwässerungseffektes durch basale aber auch andere stress-induzierte CORT-Konzentrationen. Die Feder kann lediglich einen Mittelwert abbilden und eine Zuordnung zu Inzidenzen oder anderen Zuständen, als die, die untersucht werden,

ist schwierig. Dies ist insbesondere für in Zoos durchgeführte Studien wichtig zu beachten, da standardisierte Bedingungen nicht herzustellen sind. Eine Situation, wie sie in den beiden Zoos mit den höchsten CORT-Werten und dem damit vermuteten Zusammenhang (Kranichangriffen) vorzufinden war, ist hierfür bezeichnend. Dies unterstreicht noch einmal die in der Literatur mehrfach getätigte Aussage, dass Feder-CORT niemals als alleiniges Maß für eine Interpretation genommen werden sollte, sondern immer durch weitere Untersuchungen (Plasma-CORT, Verhaltensbeobachtungen) komplementiert werden sollte (Romero und Fairhurst 2016; Vera et al. 2017).

Darüber hinaus muss bedacht werden, dass es sich um die erste Studie dieser Art handelt. Dies erschwert naturgemäß die Interpretation, da nicht auf ähnliche Studien zurückgegriffen werden kann. Folglich können die Ergebnisse zunächst nur dargestellt und die möglichen Ursachen diskutiert werden. Eine abschließende Bewertung hinsichtlich des Wohlbefindens ist auf Grundlage dieser Daten nicht möglich, es konnten allerdings erste Tendenzen festgestellt werden. Fortführungen dieses Ansatzes in Form weiterer Studien könnten möglicherweise auch retrospektiv weitere Erkenntnisse in Bezug auf diese Untersuchung ermöglichen. Dazu gehören – neben der Anwendung des Modells auf andere Spezies – auch die Untersuchung tatsächlich fliegender und/oder wildlebender Rosaflamingos (siehe auch 5.2.3).

#### 5.4.2 Verhaltensbeobachtungen

Die Verhaltensbeobachtungen haben sich als bedeutsames Tool zur Interpretation der Feder-CORT-Werte herausgestellt, ohne welches wichtige Erkenntnisse nicht hätten evaluiert werden können. Insofern ist auch für weiterführende Studien auf diesem Gebiet die Integration von Observationsdaten als obligatorisch zu erachten. In der vorgelegten Studie wurden diverse qualitativ erhobene Beobachtungen hinzugezogen – eine quantitative Auswertung war auf dieser Grundlage nicht durchführbar. Für zukünftige Studien sollte dies optimiert werden (siehe auch 5.2.3): Die Beobachtungszeiträume sollten bestenfalls auf die gesamte Tageslichtlänge erstreckt werden, um eine zuverlässigere Vergleichsgrundlage zwischen den unterschiedlichen Populationen zu bilden. Um dies auch praktisch umsetzen zu können, könnten beispielsweise die Scan-Intervalle erhöht werden.



## 6. Zusammenfassung

Das Flugunfähigmachen von Zoovögeln stellt bis heute weltweit eine gängige Praxis dar, um Flamingos, Pelikane und einige weitere Vögel, die eine starke Bindung an den Boden oder an Wasser haben, in Freianlagen zeigen zu können. In Deutschland ist das Kupieren - also die Amputation der Flügelspitze - durch §6 des deutschen Tierschutzgesetzes verboten – durch die Langlebigkeit vieler Vogelarten leben jedoch noch sehr viele so flugunfähig gemachte Individuen in deutschen Zoos. Nicht eindeutig geregelt ist das reversible Flugunfähigmachen, also das Beschneiden der Schwungfedern, das mit jeder Mauser wiederholt werden muss. Dies stellt die aktuell gängige Praxis in den meisten deutschen Zoos dar. Diese Haltungsform gerät aber zunehmend in die Kritik, da die Vereinbarkeit des Flugunfähigmachens mit dem Tierwohl der betroffenen Vogelarten von einigen Zoorepräsentanten, aber auch Politikern und Tierrechtsorganisationen in Zweifel gezogen wird.

In der wissenschaftlichen Literatur ist die Fragestellung nach dem Tierwohl im Zusammenhang mit dem Flugunfähigmachen bisher nicht bearbeitet worden. Es finden sich zwar zahlreiche Argumente für und wider dieser Haltungsform – diese befassen sich jedoch entweder mit anderen Aspekten (z.B. der Praktikabilität dieser Haltung vor dem Hintergrund des Artenschutzes oder der reduzierten Kopulationsfähigkeit flugunfähig gemachter Tiere) oder aber sie beruhen auf Vermutungen hinsichtlich des Tierwohls - teilweise auf Grundlage verhaltensbiologischer Daten, teilweise aber auch schlicht aus vermenschlichenden Gedankengängen. Auch beziehen sich viele der diesbezüglich getätigten Aussagen generalisiert auf die Klasse der Vögel ohne dabei der Vielfalt der Arten und deren spezieseigenen Bedürfnissen Rechnung zu zollen. Belastbare, wissenschaftliche Daten existierten bisher nicht.

Die im Rahmen der vorliegenden Arbeit erhobenen Daten wurden an Rosaflamingos (*Phoenicopterus roseus*) in insgesamt zwölf deutschen zoologischen Einrichtungen evaluiert und basieren auf der Kombination von Federcorticosteronmessungen mit Verhaltensbeobachtungen. Dabei wurde von insgesamt 152 Rosaflamingos unterschiedlichen Flugfähigkeitsstatus (irreversibel flugunfähig, reversibel flugunfähig, flugfähig) die Federcorticosteronkonzentration bestimmt und in einem gemischten linearen Regressionsmodell ausgewertet. Im Vorfeld wurde jede der teilnehmenden Gruppen über drei konsecutive Tage hinweg mittels Scan Sampling beobachtet, um potentiell anders geartete Stressoren, die das Federcorticosteron beeinflussen könnten, auszumachen.

Zwischen den drei Gruppen unterschiedlicher Flugfähigkeitsstatus wurden keine signifikanten Unterschiede in der Federcorticosteronkonzentration festgestellt. Auch die

Faktoren Geschlecht, Gruppengröße, Vergesellschaftung mit anderen Vogelarten sowie der Reproduktionsstatus zeigten keinen signifikanten Einfluss. Als maßgeblicher Faktor konnte der Einfluss der Einrichtung selbst (also die individuellen Haltungsbedingungen jedes Zoos) herausgestellt werden, der mittels Varianzanalyse mit 53,82 % als wichtigste Einflussgröße bestimmt wurde. Die Daten aus der Verhaltensbeobachtung wurden qualitativ hinzugezogen und konnten die Corticosteron-Messungen stützen.

Die Ergebnisse der Studie geben erste Hinweise auf das Wohlbefinden von flugunfähig gemachten Rosaflamingos. Die erhobenen Daten lassen kein erhebliches Leiden durch das Unvermögen zu fliegen vermuten. Wie bereits erwähnt, handelt es sich um die erste Studie dieser Art, so dass diese Ergebnisse mit Vorsicht zu interpretieren sind. Zu weiterer Forschung mit einem optimierten Modell an weiteren Flamingopopulationen sowie anderen von der Haltungsform betroffenen Vogelspezies soll daher ermutigt werden.

## 7. Summary

### **Deflighting zoo birds with particular regard to animal welfare by the example of greater flamingos**

Deflighting of zoo birds is still a common practice worldwide in flamingos, pelicans and other birds that have a strong binding to water or the ground to keep them in open display. In Germany, pinioning is prohibited by the animal welfare law §6 but due to the longevity of many avian species there are still lots of pinioned individuals in German zoos. The legal status of reversible deflighting methods, i.e. feather clipping, which has to be repeated with every molt, is not clearly regulated. Therefore, it is the common practice in German zoos today. Nevertheless, this form of presentation is increasingly coming into criticism as some zoo representatives, politicians and animal right organisations doubt the compatibility of deflighting with the animals' welfare.

However, there are no approaches to evaluate this question in scientific literature. Although many arguments in favor or against this practice can be found, these only deal with other aspects such as the practicability of this form of presentation in the light of conservational issues or the reduced copulation success of deflighted birds. Those, that actually refer to animal welfare base on presumptions referring to biobehavioural knowledge or even humanisation. Additionally, many of those statements refer to 'birds' in general not considering the huge diversity of the avian class and consecutively, the different needs of the many different species. Until today, there are no scientifically valid data regarding this question.

In this work, greater flamingos (*Phoenicopterus roseus*) from twelve German zoological institutions were assessed based on a combination of feather corticosterone measurement and behavioural observations. Feather corticosterone was measured in 152 greater flamingos of different flight status (irreversibly deflighted, reversibly deflighted, airworthy) and evaluated in a mixed linear regression model. All flamingo populations were observed in advance via scan sampling for three consecutive days to detect potential stressors affecting feather corticosterone.

No significant differences in feather corticosterone were found between the animals of different flight status. The variables sex, group size, socialisation with other species and breeding status did not have a significant impact on feather corticosterone either. The most important influence showed to be the institution itself (i.e. the housing conditions) which could be numbered as 53.82 % by variance analysis. The findings of the behavioural observations were analysed qualitatively and supported the corticosterone measurements.

The results of this study give a first impression of greater flamingo welfare under flight restraint. The evaluated data do not support the presumption of considerable suffering by the inability to fly. As mentioned before, this is the first study of its kind which is why it should be interpreted with caution. It is meant to encourage to optimize the model and apply it to other flamingo populations as well as to other birds species affected by flight restraint.

## 8. Literaturverzeichnis

- Abram, M. 1972. „Breeding of Flamingo in the Zoo Tel-Aviv“. *The Journal of Zoo Animal Medicine* 3(1):42–44.
- Altmann, Jeanne. 1974. „Observational Study of Behavior: Sampling Methods“. *Behaviour* 49(3):227–66.
- Antinoff, Natalie. 2002. „Anatomic Alteration in Birds“. *Journal of Avian Medicine and Surgery* 16(1):57–64.
- Arengo, Felicity, und Guy A. Baldassarre. 1995. „Effects of Food Density on the Behavior and Distribution of Nonbreeding American Flamingos in Yucatan, Mexico“. *The Condor* 97(2):325–34.
- Beaugeard, Erika, François Brischoux, Pierre-Yves Henry, Charline Parenteau, Colette Trouvé, und Frédéric Angelier. 2019. „Does urbanization cause stress in wild birds during development? Insights from feather corticosterone levels in juvenile house sparrows (*Passer domesticus*)“. *Ecology and Evolution* 9(1):640–52.
- Beckmann, Martin, und Daniel Thal. 2017. „Flugunfähigkeitsbewirkende Behandlungen von Zoovögeln – Rechtliche Rahmenbedingungen des Tier- und Naturschutzrechts“. *Natur und Recht* 39(3):154–163.
- Bennett, R. Avery, und Katrin Baumgartner. 2015. „Avian Deflighting Techniques“. S. 650–60 in *Fowler’s Zoo and Wild Animal Medicine*. Bd. Volume 8 [i.e. Eighth edition], herausgegeben von R. E. Miller und M. E. Fowler. St. Louis, Missouri: Elsevier/Saunders.
- Bisson, I. A., L. K. Butler, T. J. Hayden, P. Kelley, J. S. Adelman, L. M. Romero, und M. C. Wikelski. 2011. „Energetic Response to Human Disturbance in an Endangered Songbird“. *Animal Conservation* 14(5):484–91.
- Bisson, Isabelle-Anne, Luke K. Butler, Tim J. Hayden, L. Michael Romero, und Martin C. Wikelski. 2009. „No Energetic Cost of Anthropogenic Disturbance in a Songbird“. *Proceedings. Biological Sciences* 276(1658):961–69.
- Bortolotti, G. R., T. A. Marchant, J. Blas, und T. German. 2008. „Corticosterone in Feathers Is a Long-Term, Integrated Measure of Avian Stress Physiology“. *Functional Ecology* 22(3):494–500.
- Bortolotti, Gary R. 2010. „Flaws and Pitfalls in the Chemical Analysis of Feathers: Bad News–Good News for Avian Chemoecology and Toxicology“. *Ecological Applications* 20(6):1766–74.

- Bortolotti, Gary R., Tracy Marchant, Julio Blas, und Sonia Cabezas. 2009. „Tracking Stress: Localisation, Deposition and Stability of Corticosterone in Feathers“. *Journal of Experimental Biology* 212(10):1477–82.
- Bosholn, Mariane, Marina Anciães, Diego Gil, Jason D. Weckstein, Janice H. Dispoto, und Alan Fecchio. 2020. „Individual Variation in Feather Corticosterone Levels and Its Influence on Haemosporidian Infection in a Neotropical Bird“. *Ibis* 162(1):215–26.
- Botreau, Raphaëlle, Isabelle Veissier, Andrew Butterworth, M. B. M. Bracke, und Linda Keeling. 2007. „Definition of criteria for overall assessment of animal welfare“. *Animal Welfare* 16 (2007) 2 16.
- Bouaguel, Leila, Menouar Saheb, Ettayib Bensaci, Sabrina Bougoudjil, Zihad Bouslama, und Moussa Houhamdi. 2013. “Status and diurnal behavior of the greater flamingo *Phoenicopterus roseus* in Algerian eastern high plains.” *Annals of Biological Research* 4 (8):232-237
- Bračko, Andrea, und Catherine. E. King. 2014. „Advantages of Aviaries and the Aviary Database Project: A New Approach to an Old Housing Option for Birds“. *International Zoo Yearbook* 48(1):166–83.
- Brown, Chris, und Catherine King, Hrsg. 2005. *Flamingo Husbandry Guidelines - A Joint Effort of the AZA and EAZA in Cooperation With WWT*. Dallas, TX. Abgerufen am 06.07.2020 um 17:32, von [http://aviansag.org/Husbandry/Unlocked/Care\\_Manuals/Flamingo%20Husbandry%20Guidelines.pdf](http://aviansag.org/Husbandry/Unlocked/Care_Manuals/Flamingo%20Husbandry%20Guidelines.pdf)
- Carbajal, Annaïs, Oriol Tallo-Parra, Laura Monclús, Manel Aresté, Hugo Fernández-Bellon, Vanessa Almagro, und Manel Lopez-Bejar. 2018. „Corticosterone measurement in Komodo dragon shed skin“. *Herpetological Journal* 28(3):110–16.
- Carr, Neil. 2016. „An analysis of zoo visitors' favourite and least favourite animals“. *Tourism Management Perspectives* 20:70–76.
- Chrousos, George P. 2009. „Stress and Disorders of the Stress System“. *Nature Reviews Endocrinology* 5(7):374–81.
- Chrousos, George P., und Philip W. Gold. 1992. „The Concepts of Stress and Stress System Disorders: Overview of Physical and Behavioral Homeostasis“. *JAMA* 267(9):1244–52.
- Cockrem, John F. 2013. „Individual Variation in Glucocorticoid Stress Responses in Animals“. *General and Comparative Endocrinology* 181:45–58.

- Comin, A., T. Peric, L. Magrin, M. Corazzin, G. Cornacchia, und A. Prandi. 2014. „Study of Progesterone and Cortisol Concentrations in the Italian Friesian Claw“. *Journal of Dairy Science* 97(9):5491–96.
- Cyr, Nicole E., und L. Michael Romero. 2009. „Identifying Hormonal Habituation in Field Studies of Stress“. *General and Comparative Endocrinology* 161(3):295–303.
- D’Agostino, Jennifer J., Timothy Snider, John Hoover, und Gary West. 2006. „Use of Laser Ablation and Cryosurgery to Prevent Primary Feather Growth in a Pigeon (*Columba livia*) Model“. *Journal of Avian Medicine and Surgery* 20(4):219–24.
- Degernes, Laurel A., und Alan Feduccia. 2001. „Tenectomy of the Supracoracoideus Muscle to Deflight Pigeons (*Columba livia*) and Cockatiels (*Nymphicus hollandicus*)“. *Journal of Avian Medicine and Surgery* 15(1):10–16.
- Dekker, Jacob. 2016. „Future Prospects of Commonly Kept Pinioned Bird Species at EAZA Zoos“ herausgegeben von William van Lint für EAZA. Nur zu bekommen auf persönliche Anfrage.
- Demirkan, I., S. Altin, Ac Demirkan, und M. Korkmaz. 2010. „Comparison of the Effects of Flight Restraint in the Partridge (*Alectoris chukar*) by Tenectomy, Capsulectomy or Tenectomy Plus Capsulectomy Techniques“. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi* 16(6):1017–1024.
- Dickens, Molly J., und L. Michael Romero. 2013. „A consensus endocrine profile for chronically stressed wild animals does not exist“. *General and Comparative Endocrinology* 191:177–89.
- Dickens, Molly J., und Michael Romero. 2016. „Coping with Stress in Wild Birds – the Evolutionary Foundations of Stress Responses“. S. 145–58 in *Posttraumatic Stress Disorder*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Dollinger, Peter, Theo Pagel, Katrin Baumgartner, Dag Encke, Heiner Engel, und Andreas Filz. 2014. „Flugunfähig machen von Vögeln – Für und Wider“. *Der Zoologische Garten* 82(5):293–339.
- EAZA. 2014. „Standards for the Accommodation and Care of Animals in Zoos and Aquaria“. Abgerufen am 06.07.2020 um 17:35, von <https://www.eaza.net/assets/Uploads/Standards-and-policies/Standards-for-the-Accommodation-and-Care-of-Animals-2014.pdf>
- 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 06.07.2020 um 17:36, von <https://www.eaza.net/assets/Uploads/EAZA-Documents-Other/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>

Espino-Barros, Ricardo, und Guy A. Baldassarre. 1989. „Numbers, Migration Chronology, and Activity Patterns of Nonbreeding Caribbean Flamingos in Yucatan, Mexico“. *The Condor* 91(3):592–97.

Fairhurst, Graham D., Matthew D. Frey, James F. Reichert, Izabela Szelest, Debbie M. Kelly, und Gary R. Bortolotti. 2011. „Does Environmental Enrichment Reduce Stress? An Integrated Measure of Corticosterone from Feathers Provides a Novel Perspective“. *PLOS ONE* 6(3):e17663.

Farrell, Mairéad A., Elizabeth Barry, und Nicola Marples. 2000. „Breeding Behavior in a Flock of Chilean Flamingos (*Phoenicopterus Chilensis*) at Dublin Zoo“. *Zoo Biology* 19(4):227–37.

Fischer, Clare Parker, Jessica Wright-Lichter, und L. Michael Romero. 2018. „Chronic Stress and the Introduction to Captivity: How Wild House Sparrows (*Passer Domesticus*) Adjust to Laboratory Conditions“. *General and Comparative Endocrinology* 259:85–92.

Flinchum, Gwen B. 2006. „Management of Waterfowl“. S. 831–48 in *Clinical Avian Medicine*. Bd. Volume II, herausgegeben von Greg J. Harrison und Teresa L. Lightfoot. Palm Beach, Florida: Spix Publishing, Inc.

Freeman, Nikole E., und Amy E. M. Newman. 2018. „Quantifying Corticosterone in Feathers: Validations for an Emerging Technique“. *Conservation Physiology* 6(1).

Hesterman, H., N. G. Gregory, und W. S. J. Boardman. 2001. „Deflighting Procedures and their Welfare Implications in Captive Birds“. *Animal Welfare* 10(4):405–19.

Hirt, Almuth, Christoph Maisack, und Johanna Moritz. 2016. *Tierschutzgesetz: mit TierSchHundeV, TierSchNutzV, TierSchVersV, TierSchTrV, EU-Tiertransport-VO, TierSchIV, EU-Tierschlacht-VO: Kommentar*. 3. Auflage. München: Verlag Franz Vahlen.

Hohlbaum, Katharina. 2019. „Beurteilung des Schweregrades von wiederholten Narkosen bei Mäusen durch objektive Ermittlung tierbasierter Indikatoren für Wohlbefinden“ (Dissertation). Abgerufen am 06.07.2020 um 17:40, von <https://refubium.fu-berlin.de/handle/fub188/23794>

Hunt, Kathleen E., Nadine S. J. Lysiak, Cory J. D. Matthews, Carley Lowe, Alejandro Fernández Ajó, Danielle Dillon, Cornelia Willing, Mads Peter Heide-Jørgensen, Steven H. Ferguson, Michael J. Moore, und C. Loren Buck. 2018. „Multi-Year Patterns in Testosterone,



- Cortisol and Corticosterone in Baleen from Adult Males of Three Whale Species“. *Conservation Physiology* 6(1).
- Jenni-Eiermann, Susanne, Fabrice Helfenstein, Armelle Vallat, Gaétan Glauser, und Lukas Jenni. o. J. „Corticosterone: Effects on Feather Quality and Deposition into Feathers“. *Methods in Ecology and Evolution* 6(2):237–46.
- Johann, Achim. 2007. „Die neue Flamingo-Anlage im NaturZoo Rheine“. *Der Zoologische Garten* 77(1):1–14.
- Johnson, Alan, Frank Cézilly, und V. Boy. 1993. „Plumage development and maturation in the Greater Flamingo, *Phoenicopterus ruber roseus*“. *ARDEA* 81:25-34
- Kennedy, Eileen A., Christine R. Lattin, L. Michael Romero, und Donald C. Dearborn. 2013. „Feather Coloration in Museum Specimens Is Related to Feather Corticosterone“. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 67(2):341–48.
- Khaleghizadeh, Abolghasem. 2010. „Diurnal Behaviour of the Greater Flamingo *Phoenicopterus Roseus* during a Tidal Cycle on the Bandar Abbas Coast, Persian Gulf“. *Podoces* 5(2):107-111.
- King, Catherine E., und Andrea Bračko. 2014. „Nineteen Years of Management for *Phoenicopteriformes* in European Association of Zoos and Aquaria Institutions: The Fabulous Flamingo Surveys and Strategies to Increase Reproduction in Captivity“. *International Zoo Yearbook* 48(1):184–98.
- King, Catherine E. 1994. „Management and Research Implications of Selected Behaviours in a Mixed Colony of Flamingos at Rotterdam Zoo“. *International Zoo Yearbook* 33(1):103–13.
- 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“. *International Zoo Yearbook* 48(1):61–68.
- Koren, Lee, Shinichi Nakagawa, Terry Burke, Kiran K. Soma, Katherine E. Wynne-Edwards, und Eli Geffen. 2012. „Non-Breeding Feather Concentrations of Testosterone, Corticosterone and Cortisol Are Associated with Subsequent Survival in Wild House Sparrows“. *Proceedings Biological Sciences* 279(1733):1560–66.
- Kouwenberg, Amy-Lee, J. Mark Hipfner, Donald W. McKay, und Anne E. Storey. 2013. „Corticosterone and Stable Isotopes in Feathers Predict Egg Size in Atlantic Puffins *Fratercula Arctica*“. *Ibis* 155(2):413–18.

- Kouwenberg, Amy-Lee, J. Mark Hipfner, Donald W. McKay, und Anne E. Storey. 2016. „Corticosterone Levels in Feathers and Blood of Rhinoceros Auklets *Cerorhinca monocerata* Are Affected by Variation in Environmental Conditions“. *Marine Biology* 163(2):42.
- Krawinkel, Pia. 2011. „Feather Follicle Extirpation: Operative Techniques to Prevent Zoo Birds from Flying“. in *Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine Current Therapy*. Bd. 7, herausgegeben von E. R. Miller und M. E. Fowler. Elsevier Health Sciences.
- Levine, Seymour. 2005. „Chapter 1.1 - Stress: An Historical Perspective“. S. 3–23 in *Techniques in the Behavioral and Neural Sciences*. Bd. 15, *Handbook of Stress and the Brain*, herausgegeben von T. Steckler, N. H. Kalin, und J. M. H. M. Reul. Elsevier.
- Lorz, Albert, Ernst Metzger, C. H. Beck. 2019. *Tierschutzgesetz: mit Allgemeiner Verwaltungsvorschrift, Art. 20a GG sowie zugehörigen Gesetzen, Rechtsverordnungen und Rechtsakten der Europäischen Union : Kommentar*. 7., neubearbeitete Auflage. München: CHBeck.
- MacDougall-Shackleton, S. A., F. Bonier, L. M. Romero, und I. T. Moore. 2019. „Glucocorticoids and “Stress” Are Not Synonymous“. *Integrative Organismal Biology* 1(1).
- Maisack, Christoph, und Torsten Schmidt. 2017. „Zum Flugunfähigmachen von Vögeln in Zoos und privaten Geflügelhaltungen“. *Natur und Recht* 39(11):734–41.
- McEwen, Bruce S. 2000. „Stress, definition and concepts of“. S. 508–9 in *Encyclopedia of Stress*. Bd. Volume 3, herausgegeben von G. Fink. San Diego: Academic Press.
- McEwen, Bruce S., und John C. Wingfield. 2003. „The concept of allostasis in biology and biomedicine“. *Hormones and Behavior* 43(1):2–15.
- Mellor, David J. 2016. „Updating Animal Welfare Thinking: Moving beyond the “Five Freedoms” towards “A Life Worth Living”“. *Animals* 6(3):21.
- Mellor, Emma, Ben Brilot, und Sarah Collins. 2017. „Abnormal repetitive behaviours in captive birds: a Tinbergian review“. *Applied Animal Behaviour Science*.
- Meyer, Peter. 1984. *Taschenlexikon der Verhaltenskunde*. 2. Paderborn: UTB für Wissenschaft/Uni-Taschenbücher.
- Monclús, L., A. Carbajal, O. Tallo-Parra, M. Sabés-Alsina, L. Darwich, R. A. Molina-López, und M. Lopez-Bejar. 2017. „Relationship between Feather Corticosterone and Subsequent Health Status and Survival in Wild Eurasian Sparrowhawk“. *Journal of Ornithology* 158(3):773–83.

- Monclús, Laura, Rubèn Ballesteros-Cano, Javier De La Puente, Silvia Lacorte, und Manel Lopez-Bejar. 2018a. „Influence of persistent organic pollutants on the endocrine stress response in free-living and captive red kites (*Milvus milvus*)“. *Environmental Pollution* 242:329–37.
- Monclús, Laura, Manel Lopez-Bejar, Javier De la Puente, Adrian Covaci, und Veerle L. B. Jaspers. 2018b. „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*)“. *Environmental Pollution* 238:413–20.
- Monclús, Laura, Oriol Tallo-Parra, Anais Carbajal, Miguel Angel Quevedo, und Manel Lopez-Bejar. 2020. „Feather Corticosterone in Northern Bald Ibis *Geronticus Eremita*: A Stable Matrix over Time Able to Predict Reproductive Success“. *Journal of Ornithology* 161(2):557–67.
- Pickering, S. P. C. 1992. „The Comparative Breeding Biology of Flamingos Phoenicopteridae at The Wildfowl and Wetlands Trust Centre, Slimbridge“. *International Zoo Yearbook* 31(1):139–46.
- Rees, A., S. Harvey, und J. G. Phillips. 1983. „Habituation of the Corticosterone Response of Ducks (*Anas Platyrhynchos*) to Daily Treadmill Exercise“. *General and Comparative Endocrinology* 49(3):485–89.
- 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):69–80.
- Reese, Lukas, Katrin Baumgartner, Lorenzo von Fersen, Roswitha Merle, Mechthild Ladwig-Wiegard, Hermann Will, Gudrun Haase, Oriol Tallo-Parra, Annaïs Carbajal, Manel Lopez-Bejar, und Christa Thöne-Reineke. 2020b. „Feather Corticosterone Measurements of Greater Flamingos Living under Different Forms of Flight Restraint“. *Animals* 10(4):605.
- Rich, Erin L., und L. Michael Romero. 2005. „Exposure to chronic stress downregulates corticosterone responses to acute stressors“. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 288(6):R1628–36.
- Robertson, Joshua K., Cameron Muir, Conner S. Hurd, Jing S. Hing, und James S. Quinn. 2017. „The effect of social group size on feather corticosterone in the co-operatively breeding Smooth-billed Ani (*Crotophaga ani*): An assay validation and analysis of extreme social living“. *PLoS ONE* 12(3).

- Romero, L. M. 2002. „Seasonal Changes in Plasma Glucocorticoid Concentrations in Free-Living Vertebrates“. *General and Comparative Endocrinology* 128(1):1–24.
- Romero, L. Michael, Molly J. Dickens, und Nicole E. Cyr. 2009. „The reactive scope model — A new model integrating homeostasis, allostasis, and stress“. *Hormones and Behavior* 55(3):375–89.
- Romero, L. Michael, und Graham D. Fairhurst. 2016. „Measuring corticosterone in feathers: Strengths, limitations, and suggestions for the future“. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* 202:112–22.
- PeTA Deutschland e.V. 2017. „Geduldete Tierquälerei: Zoos machen Vögel flugunfähig“. Abgerufen am 06.07.2020 um 18:05, von <https://www.peta.de/flugunfaehige-voegel-in-zoos>
- Rose, Paul, E., Darren Croft, und Ro-Na Lee. 2014. „A Review of Captive Flamingo (Phoenicopteridae) Welfare: A Synthesis of Current Knowledge and Future Directions“. *International Zoo Yearbook* 48(1):139–55.
- Rose, Paul, Darren Croft, Sue Dow, und Adam George. 2013. „Investigating the behaviour and welfare of captive flamingos“. Bristol Zoo Gardens, Bristol, UK.
- Sapolsky, Robert M., L. Michael Romero, und Allan U. Munck. 2000. „How Do Glucocorticoids Influence Stress Responses? Integrating Permissive, Suppressive, Stimulatory, and Preparative Actions“. *Endocrine Reviews* 21(1):55–89.
- Schmidt, Torsten, und Cornelia Jäger. 2015. „Das Flugunfähigmachen von Vögeln in zoologischen Einrichtungen unter Tierschutzgesichtspunkten“. *Amtstierärztlicher Dienst (BbT)* (3. Quartal 2015):163 ff.
- Schmitz, Richard A., und Guy A. Baldassarre. 1992. „Contest Asymmetry and Multiple Bird Conflicts during Foraging among Nonbreeding American Flamingos in Yucatan, Mexico“. *The Condor* 94(1):254–59.
- Shannon, Peter. 2000. „Plumages and Molt Patterns in Captive Caribbean Flamingos“. *Waterbirds: The International Journal of Waterbird Biology* 23:160.
- Shaw, Shannon N., Jennifer J. D’Agostino, Michelle R. Davis, und Elizabeth A. McCrae. 2012. „Primary feather follicle ablation in common pintails (*anas acuta acuta*) and a white-faced whistling duck (*dendrocygna viduata*)“. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 43(2):342–46.
- Sild, Elin, Richard Meitern, Marju Männiste, Ulvi Karu, und Peeter Hõrak. 2014. „High feather corticosterone indicates better coccidian infection resistance in greenfinches“. *General and Comparative Endocrinology* 204:203–10.

Stalder, Tobias, und Clemens Kirschbaum. 2012. „Analysis of Cortisol in Hair – State of the Art and Future Directions“. *Brain, Behavior, and Immunity* 26(7):1019–29.

Sterling, Peter, und Joseph Eyer. 1988. „Allostasis: A new paradigm to explain arousal pathology“. S. 629–49 in *Handbook of life stress, cognition and health*. Oxford, England: John Wiley & Sons.

Studer-Thiersch, Adelheid. 1974. „Die Balz Der Flamingogattung *Phoenicopterus*, Unter Besonderer Berücksichtigung von *Ph. Ruber Roseus*“. *Zeitschrift Für Tierpsychologie* 36(1-5):212–66.

Studer-Thiersch, Adelheid. 2000a. „Behavioral Demands on a New Exhibit for Greater Flamingos at the Basle Zoo, Switzerland“. *Waterbirds: The International Journal of Waterbird Biology* 23:185–92.

Studer-Thiersch, Adelheid. 2000b. „What 19 Years of Observation on Captive Greater Flamingos Suggests about Adaptations to Breeding under Irregular Conditions“. *Waterbirds: The International Journal of Waterbird Biology* 23:150–59.

Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz e.V. 2015. „Stellungnahme der TVT Arbeitskreis 7 (Zoo und Zirkus) zum Flugunfähigmachen von Vögeln“. Abgerufen am 06.07.2020 um 17:54, von

[https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiFr432\\_bjqAhUuUBUIHRtWBKqQFjAAegQIBhAB&url=https%3A%2F%2Fwww.tierschutz-tvt.de%2Falle-merkblaetter-und-stellungnahmen%2F%3Fno\\_cache%3D1%26download%3DTVt-Stellungn.\\_Flugunf%25C3%25A4higmachen\\_von\\_V%25C3%25B6geln\\_\\_Mai\\_2015\\_.pdf%26did%3D175&usg=AOvVaw1\\_uVLISVFzutSyhTdfVc7E](https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiFr432_bjqAhUuUBUIHRtWBKqQFjAAegQIBhAB&url=https%3A%2F%2Fwww.tierschutz-tvt.de%2Falle-merkblaetter-und-stellungnahmen%2F%3Fno_cache%3D1%26download%3DTVt-Stellungn._Flugunf%25C3%25A4higmachen_von_V%25C3%25B6geln__Mai_2015_.pdf%26did%3D175&usg=AOvVaw1_uVLISVFzutSyhTdfVc7E)

Touma, Chadi, und Rupert Palme. 2005. „Measuring Fecal Glucocorticoid Metabolites in Mammals and Birds: The Importance of Validation“. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1046(1):54–74.

Vera, Federico, Roxana Zenuto, und C. Daniel Antenucci. 2017. „Expanding the actions of cortisol and corticosterone in wild vertebrates: A necessary step to overcome the emerging challenges“. *General and Comparative Endocrinology* 246(Supplement C):337–53.

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 06.07.2020 um 17:56, von [https://www.vdz-zoos.org/fileadmin/user\\_upload/08112016\\_-\\_zur\\_Flugeinschraenkung\\_von\\_Voegeln.pdf](https://www.vdz-zoos.org/fileadmin/user_upload/08112016_-_zur_Flugeinschraenkung_von_Voegeln.pdf)

Walker, Brian G., P. Dee Boersma, und John C. Wingfield. 2006. „Habituation of Adult Magellanic Penguins to Human Visitation as Expressed through Behavior and Corticosterone Secretion“. *Conservation Biology* 20(1):146–54.

Will, Alexis P., Yuya Suzuki, Kyle H. Elliott, Scott A. Hatch, Yutaka Watanuki, und Alexander S. Kitaysky. 2014. „Feather Corticosterone Reveals Developmental Stress in Seabirds“. *Journal of Experimental Biology* 217(13):2371–76.

World Association of Zoos and Aquariums (WAZA). 2003. „Code of Ethics and Animal Welfare“. Abgerufen am 06.07.2020 um 17:56, von <https://www.waza.org/wp-content/uploads/2019/05/WAZA-Code-of-Ethics.pdf>

## **9. Publikationen**

### **9.1 Originalartikel**

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):69–80.

Reese, Lukas, Katrin Baumgartner, Lorenzo von Fersen, Roswitha Merle, Mechthild Ladwig-Wiegard, Hermann Will, Gudrun Haase, Oriol Tallo-Parra, Annaïs Carbajal, Manel Lopez-Bejar, und Christa Thöne-Reineke. 2020b. „Feather Corticosterone Measurements of Greater Flamingos Living under Different Forms of Flight Restraint“. *Animals* 10(4):605.

### **9.2 Beteiligung der Autoren an den Originalartikeln**

Lukas Reese: Beteiligung der Entwicklung des Studiendesigns, Studienplanung, Erstellen des Tierversuchsantrags, Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Experimente, Versorgung der Tiere, Schreiben der Ursprungsentwürfe der Manuskripte und Durchführen der Änderungen entsprechend der anderen Koautoren oder Gutachter

Koautoren: Bereitstellen der Ressourcen, Beteiligung an der Entwicklung des Studiendesigns, der Studienplanung, am Tierversuchsantrag und an der Interpretation der Ergebnisse, Supervision, Unterstützung bei der Konzeptplanung der Manuskripte, Review der Ursprungsentwürfe der Manuskripte.

### **9.3 Kongressbeiträge**

Reese, Lukas, Baumgartner, Katrin, von Fersen, Lorenzo, Merle, Roswitha, Ladwig-Wiegard, Mechthild, Will, Hermann, Haase, Gudrun, Talló-Parra, Oriol, Lopez-Bejar, Manel, and Thöne-Reineke, Christa.: Dissertation zum Flugunfähigmachen von Zoovögeln – Ein Update. Verband der Zootierärzte, Zootierärzte Süd. Nürnberg, Deutschland – 24.02.2018.

Reese, Lukas, Baumgartner, Katrin, von Fersen, Lorenzo, Merle, Roswitha, Ladwig-Wiegard, Mechthild, Will, Hermann, Haase, Gudrun, Talló-Parra, Oriol, Lopez-Bejar, Manel, and Thöne-Reineke, Christa: Dissertation zum Flugunfähigmachen von Zoovögeln – Ein Update. 38. Arbeitstagung Verband der Zootierärzte. Stuttgart, Deutschland - 13.05.2018.

Reese, Lukas, Baumgartner, Katrin, von Fersen, Lorenzo, Merle, Roswitha, Ladwig-Wiegard, Mechthild, Will, Hermann, Haase, Gudrun, Talló-Parra, Oriol, Lopez-Bejar, Manel, and Thöne-Reineke, Christa: Messung von Feder-Corticosteron bei Rosaflamingos

unterschiedlichen Flugfähigkeitsstatus. Jahreshauptversammlung des Verbands der Zoologischen Gärten (VdZ). Rostock, Deutschland – 22.06.2019.

#### **9.4 Posterbeiträge**

Reese, Lukas, Haase, Gudrun, von Fersen, Lorenzo, Ladwig-Wiegard, Mechthild, Lopez-Bejar, Manel, Talló-Parra, Oriol, Will, Hermann, Merle, Roswitha, Encke, Dag, Maegdefrau, Helmut, Baumgartner, Katrin, and Thöne-Reineke, Christa: Deflighting Zoo Birds in the 21st Century: A New Way for Welfare Assessment of Deflighted Zoo Birds. UFAW Animal Welfare Conference. Newcastle, UK – 28.06.2018



## **10. Danksagung**

Mein Dank gilt all jenen, die mich in den vergangenen Jahren auf unterschiedlichste Art und Weise unterstützt haben.

Dies war zunächst das ganze Team, das mit mir zusammen an diesem Projekt über die letzten vier Jahre gearbeitet hat. Unermüdlich an meinen Texten feilte, meine Ergebnisse mit mir diskutierte, mich an den richtigen Stellen kritisierte, motivierte und lobte – und mir dennoch immer den Freiraum ließ, meine eigene Arbeit zu schreiben und auch Entscheidungen respektierte, die sie anders getroffen hätten. Dies waren

...meine universitäre Betreuerin Prof. Christa Thöne-Reineke, die mir das Thema überließ und mir eine engagierte und stets hilfsbereite Doktormutter war.

...meine externe Betreuerin Dr. Katrin Baumgartner, die ich zu jeder Zeit anrufen konnte. Es ist zu viel, um es aufzuzählen. Einfach danke für Alles!

...mein externer Betreuer Dr. Lorenzo von Fersen - dem Mann, der nie Zeit hatte und sie sich trotzdem immer genommen hat.

...PD Dr. Roswitha Merle, die mir das siebensieglige Buch der Statistik zu öffnen vermochte.

...Dr. Mechthild Ladwig-Wiegard, die den Blick für das kleinste Detail hat – und dadurch das große Ganze maßgeblich mitgestaltete.

...Dr. Hermann Will, der ebenfalls von Anfang bis Ende in seiner zurückhaltenden Art wertvolle Beiträge geliefert hat.

...Gudrun Haase, die mit mir auf Federjagd gegangen ist.

...Dr. Oriol Talló-Parra, el hombre más perceptivo del mundo.

...Dr. Dag Encke und Dr. Helmut Mägdefrau, die sich in so manche Diskussion einschalteten und wertvolle Gedanken hinzugefügt haben.

...Daniela Rickert, die uns beim Tierversuchsantrag und in allen rechtlichen Belangen beraten hat. Außerdem hat sie den entscheidenden Grundstein bereits während meiner Studienzzeit gelegt, ohne den sich meine gesamte berufliche Laufbahn womöglich völlig anders entwickelt hätte. Dafür kann ich Dir nicht genug danken!

Dann ein herzliches Dankeschön im Namen des ganzen Teams an den Verband der Zoologischen Gärten e.V., der diese Studie größtenteils finanziert hat. Und ein ebensolches an die Zoos, die sich bereit erklärt haben, an unserer Studie teilzunehmen. An die DirektorInnen, TierärztInnen, KuratorInnen und TierpflegerInnen, die uns ihr Vertrauen

entgegengebracht haben, ihre Tiere und Unterkünfte bereitgestellt haben und halfen, wo sie konnten.

Weiter bedanke ich mich bei meiner Familie. Bei meinen Eltern, die mich während meines Studiums und darüber hinaus emotional und - teilweise über ihre eigenen Verhältnisse - materiell unterstützt haben. Die mir beide von Kindesbeinen an die Begeisterung für die Tierwelt und die Naturwissenschaften im Allgemeinen vorgelebt haben. Meiner Schwester, die zusammen mit ihrem Mann immer für mich da war – egal wie oft ich umgezogen bin. Meinem Onkel, der mein Interesse an der Forschung und dem wissenschaftlichen Arbeiten geweckt hat und der mitsamt seiner wundervollen Familie ein weiteres Zuhause für mich war. Und dem ganzen Rest meiner Familie, der meinen Werdegang mit viel Wohlwollen und Interesse verfolgt hat.

Und dann ein großes Dankeschön an all die Freunde, die mir in den Erholungsphasen geholfen haben, die Kraft und Freude für die Arbeitsphasen aufzubringen – und die mich das ein oder andere Mal auch aus letzteren herausgezogen, wenn ich in diesen zu tief versank.

Und zuletzt meinem inneren Schweinehund. Du warst ein würdiger Gegner.

## **11. Selbstständigkeitserklärung**

Ich erkläre gegenüber der Freien Universität Berlin, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe. Die vorliegende Arbeit ist frei von Plagiaten.

Alle Ausführungen, die wörtlich oder inhaltlich aus anderen Schriften entnommen sind, habe ich als solche kenntlich gemacht.

29.09.2020

Lukas Reese

Die Studie wurde größtenteils finanziell gefördert vom Verband der Zoologischen Gärten e.V. (VdZ). Der Förderer hatte keinen Einfluss auf das Studiendesign, die Datenerhebung, die Analyse oder die Publikationen.