

# DER ZOOLOGISCHE GARTEN

## THE ZOOLOGICAL GARDEN

Zeitschrift für die gesamte Tiergärtnerei (Neue Folge)



Offizielles Organ des Verbandes der Zoologischen Gärten – VDZ  
Organ of the World Association of Zoos and Aquariums – WAZA



# DER ZOOLOGISCHE GARTEN

## THE ZOOLOGICAL GARDEN

**Zeitschrift für die gesamte Tiergärtnerei (Neue Folge)**  
**Offizielles Organ des Verbandes der Zoologischen Gärten – VdZ**  
**Organ of the World Association of Zoos and Aquariums – WAZA**

DER ZOOLOGISCHE GARTEN ist eine internationale, wissenschaftliche Zeitschrift, die allen die Tiergärtnerei (im weitesten Sinne) betreffenden Originalarbeiten offensteht. Neben größeren Abhandlungen werden Kurzmitteilungen und Nachrichten aus Zoologischen Gärten aufgenommen.

THE ZOOLOGICAL GARDEN is an international scientific journal which is open to all original papers concerning zoo biology and related topics. In addition to larger original scientific contributions, we accept short notes and news from zoological gardens.

Founded in 1859 and continued since 1929 as “New Series” by Georg Grimpe, Karl Max Schneider, Heinrich Dathe, Hans-Günter Petzold, Wolfgang Grummt, Bernhard Blaszkiewitz and Ragnar Kühne.

### **Aims and Scope**

THE ZOOLOGICAL GARDEN covers all aspects of zoological gardens, as for example

- experiences in breeding and keeping zoo animals
- management of zoological gardens
- behavioral science
- research on animals in the wild
- conservation of rare and threatened species
- reintroduction projects
- planning, building and designing at zoological gardens including horticulture
- veterinary medicine
- zoological pedagogy
- history of zoological gardens
- news from zoological gardens
- book reviews

### **Editor-in-Chief**

Prof. Theo B. Pagel  
AG Zoologischer Garten Köln  
Riehler Str. 173  
50735 Köln  
Deutschland/Germany

### **Co-editors in Chief**

Dr. Alexander Sliwa  
Prof. Dr. Thomas Ziegler  
Bernd Marcordes

### **Editorial board**

Dr. Bernhard Blaszkiewitz  
Dr. Sven Hammer  
Dipl. Biologe Volker Homes  
Prof. Dr. Dieter Jauch  
Dipl. Biologe Claus Pohle  
Dr. Dennis Rödder  
Dipl. Biologe Michael Schröpel  
Dr. Ulrich Schürer  
Dr. Mona van Schingen-Khan

### **Editorial Assistant**

Maerte Siemen  
E-Mail: editor@koelnerzoo.de  
Tel.: +49 221 7785 102

# **DER ZOOLOGISCHE GARTEN**

**THE ZOOLOGICAL GARDEN**

**Zeitschrift für die gesamte Tiergärtnerei (Neue Folge)**

Volume 89 · 2021



# DER ZOOLOGISCHE GARTEN

## THE ZOOLOGICAL GARDEN

**Zeitschrift für die gesamte Tiergärtnerei (Neue Folge)**

Volume 89 · 2021



**VNW**

Verlag Natur & Wissenschaft · Solingen



## Der Umbau des Afrikahauses im Zoo Dresden – Zusammenfassung und Erfahrungen innerhalb einer 3-Jahres-Retrospektive

Summary and 3-years-experience with the reconstruction of  
the Africa House at Zoo Dresden, Germany

Thomas Brockmann\*

Zoo Dresden, Tiergarten Straße 1, D-01219 Dresden

### Zusammenfassung

Im April 2018 wurde das Afrikahaus im Zoo Dresden nach gut drei Jahren Umbauzeit wiedereröffnet. Probleme der Statik im alten Haus machten den Umbau zwingend nötig, ermöglichten aber gleichzeitig eine Modernisierung der Tiergehege, in deren Zusammenhang die Anlage der Afrikanischen Elefanten (*Loxodonta africana* Blumenbach, 1797) deutlich erweitert und für den geschützten Kontakt umgebaut werden konnte. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf ein flexibles Tiermanagement gelegt, welches über eine Vielzahl von Toren und Kompartimenten erreicht wurde. Nach nun fast drei Jahren Betrieb können wir ein positives Gesamtfazit ziehen. Das Afrikahaus bietet jetzt einen modernen Arbeitsplatz für TierpflegerInnen, der einen sicheren Umgang bei der Pflege mit Elefanten ermöglicht und gleichzeitig eine tiergerechte und artgemäße Haltung der größten Landsäugetiere der Erde erlaubt. Zudem konnte die Haltung der Mandrills (*Mandrillus sphinx* Linnaeus, 1758) signifikant verbessert und das Besucherlebnis mit pädagogischem Anspruch ausgebaut werden.

**Schlüsselwörter:** Afrikanische Elefanten, Geschützter Kontakt, Gehegedesign, Tiermanagement

### Einleitung

Mit der Wiedereröffnung des Afrikahauses am 18.04.2018 endete nach fast drei Jahren Bauzeit das größte Umbauprojekt in der Geschichte des Zoo Dresden. Mit einem Kostenvolumen

---

\*Autor:

E-Mail: brockmann@zoo-dresden.de (Thomas Brockmann)

von über 8 Millionen Euro ist es gleichzeitig auch, neben dem Bau des Prof.-Brandes-Hauses, die bisher größte Einzelinvestition in der Zoogeschichte. Zu Beginn der Umbauarbeiten im Mai 2015 war das Afrikahaus 16 Jahre alt, was selbst in der sich schnell ändernden Tiergärtnerei kein langer Zeitraum ist. Dennoch gab es verschiedene Gründe, die einen so aufwendigen Umbau nach so kurzer Zeit erforderten.

### Das Afrikahaus bis 2015

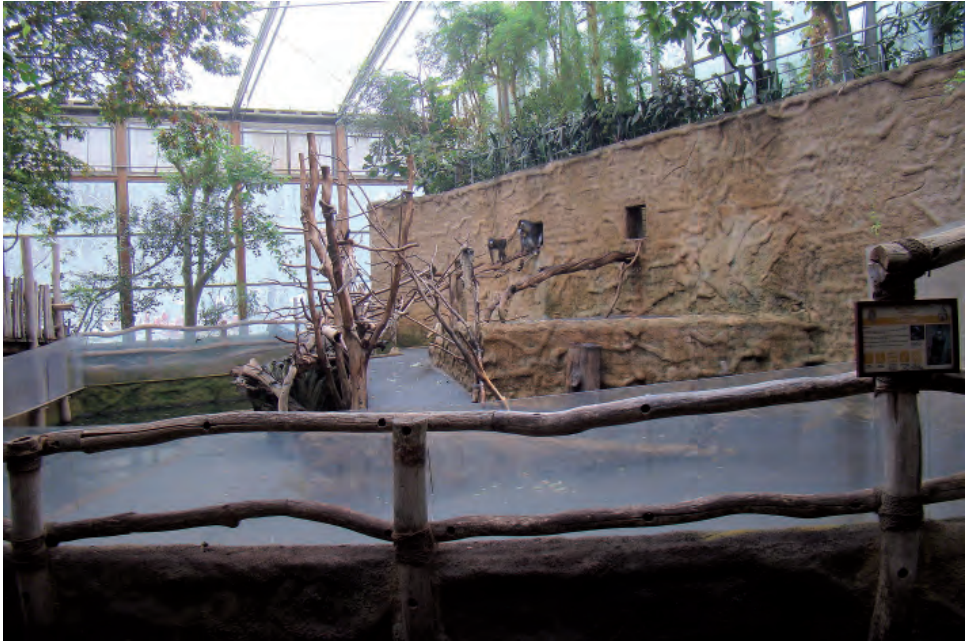
Die Eröffnung des Afrikahauses 1999 war aus damaliger Sicht ein Meilenstein für den Zoo Dresden, war es doch das bis dahin mit Abstand größte Bauprojekt. Wie bereits von Lücker (2001) berichtet, verband das Haus Tierhaltung mit einem neuen und dringend benötigten Eingangsbereich, neuer Gastronomie sowie Tagungs- und Zooschulräumen. Eingangsbereich, Tagungs- und Zooschulräume sowie der Gastronomiebereich blieben vom jetzt getätigten Umbau weitgehend unangetastet. Doch während die drei erstgenannten Bereiche nach wie vor ihre ursprüngliche Funktion haben, gibt es das ehemalige Restaurant heute nicht mehr. Dieser Bereich wird heute ebenfalls von der Zooschule und für Kindergeburtstage und Zootouren genutzt. Vom Umbau betroffen war fast ausschließlich die eigentliche Tierhalle.



**Abb. 1:** Blick ins alte Afrikahaus im Jahr 2002. Die Besucherbrücke, die bis zum Umbau bestand, wurde erst später eingebracht. Foto: Archiv Zoo Dresden

**Fig. 1:** View into the old Africa House in 2002. The visitor bridge, which existed until the reconstruction, was brought in later. Photo: Archive Zoo Dresden





**Abb. 2:** Eindruck der alten Innenanlage der Mandrills im Jahr 2013. Zu beachten sind die nur spärlich vorhandenen Klettereinbauten und die damit kaum vorhandene Erschließung des Raumes. Foto: Archiv Zoo Dresden

**Fig. 2:** Impression of the old indoor enclosure for Mandrills in 2013. Note the only sparse climbing structures and thus little existing access to the space. Photo: Archive Zoo Dresden

## Der Umbau

### Planung des Umbaus

Ideensammlung und Vorplanung für einen Umbau des Afrikahauses starteten bereits 2010. Die Planung des Umbaus erfolgte mit Rasbach Architekten aus Oberhausen – einem der führenden Büros mit Spezialisierung auf Zooarchitektur und -gestaltung. Für den Umbau standen dabei mehrere Aspekte im Vordergrund. Prioritär mussten die Probleme der Statik beseitigt werden, die im ursprünglichen Bau durch das tropische Klima unter Verwendung ungeeigneten Holzes bereits nach kurzer Zeit aufgetreten waren. Schon 2006 war es nach einer Prüfung der Standsicherheit notwendig, die Holzstützen durch Stahlrohrstützen zu ersetzen. 2012 musste dann auch die Nordfassade notdürftig mittels einer Stahlkonstruktion abgestützt werden. Zweitens sollten die baulichen Gegebenheiten des Hauses an eine Umstellung des Managements der Afrikanischen Elefanten (*Loxodonta africana*) auf geschützten Kontakt angepasst werden. Dritter und vielleicht wichtigster Aspekt war eine Aufwertung der Tierhaltung. Für die Afrikanischen Elefanten wurde eine Erweiterung der Innenauflfläche mit natürlichem Bodensubstrat, ein separater Anbau für die Boxen und eine Erweiterung der Außenanlage angestrebt. Die Mandrills (*Mandrillus sphinx*) sollten statt der vorhandenen Insel mit Wassergraben eine übernetzte Innenanlage erhalten, die eine Erschließung des nutzbaren Raums mit Einbauten ermöglicht. Einhergehen sollten diese Maßnahmen mit einer Verbesserung des Besuchererlebnisses. Wei-

tere Tierhaltung, wie sie es bisher im Afrikahaus gab, war nicht vorgesehen. Nacktmulle (*Heterocephalus glaber* Rüppell, 1842) und Kurzohrrüsselspringer (*Macroscelides proboscideus* Shaw, 1800) würden im Eingangsfoyer des Afrikahauses aber weiterhin präsentiert werden. Freiflächen für eine umfangreiche Edukation waren einzuplanen.

## Die Umbauarbeiten

Vor Start der Bauarbeiten mussten alle Tiere des Afrikahauses anderweitig untergebracht werden. Die Nacktmullgruppe (6,8,12) und der Rüsselspringer (0,1) fanden im vorhandenen, separaten Zuchtraum für die beiden Arten im Verwaltungsgebäude einen Platz. Für die neunköpfige Mandrillgruppe wurde innerhalb des Zoos ein Bereich hinter den Kulissen neben dem Orang-Utan-Haus entsprechend umgebaut. Diese Maßnahme umfasste auch die Schaffung einer etwa 33 m<sup>2</sup> großen Außenanlage mit einer Gitterhöhe von 3 m. Während der gesamten Bauzeit waren so weder Mandrills noch die beiden Kleinsäugerarten für Besucher zu sehen. Um diesen während der Bauzeit zumindest Elefanten im Zoo präsentieren zu können, wurde entschieden, die drei Elefantenkühe in einer eigens für sie errichteten Industriehalle auf dem Gelände des Zoos unterzubringen. Die dafür benötigte Baufreiheit wurde durch Abriss der noch verbliebenen Hälfte des alten Raubtierhauses 2013 geschaffen. Von März bis Juni 2014 erfolgte dann der Bau der 33 m langen und 7,80 m hohen „Interimshalle“. Die Interimshalle (System-Bau-Elemente Vertriebs GmbH) wurde an die bestehende Außenanlage der Elefanten angeschlossen und diente während des Umbaus des Afrikahauses als Unterkunft für die drei Elefantenkühe des Zoos. Den Tieren standen dabei drei je 35 m<sup>2</sup> große Innenboxen und eine 300 m<sup>2</sup> große Lauffläche zur Verfügung. Auf der in Quadranten geteilten Lauffläche wurden verschiedene Bodensubstratmischungen ausgetestet, um für den späteren Umbau die geeignetste Mischung zu finden. Für die Elefanten war es das erste Mal, dass sie innen auf sandartigem Substrat standen. Die Halle war



**Abb. 3:** Bau der Interimshalle an der Stelle des alten Raubtierhauses im Jahr 2014 als Vorbereitung für den eigentlichen Umbau des Afrikahauses. Foto: Archiv Zoo Dresden

**Fig. 3:** Construction of the interim hall on the site of the old carnivore house in 2014 in preparation for the rebuilding of the Africa House. Photo: Archive Zoo Dresden



**Abb. 4:** Elefantenkuh Mogli beim Erkunden der Baustelle der Interimshalle – zur Zeit der Aufnahme wurden die Elefanten noch im direkten Kontakt gepflegt. Foto: Archiv Zoo Dresden

**Fig. 4:** Elephant cow Mogli exploring the construction site of the interim hall – at the time this photo was taken, the elephants were still being cared for in direct contact. Photo: Archive Zoo Dresden

aber für Besucher weder einseh- noch begehbar. Den Großteil des Jahres konnten die Elefanten allerdings auf der Außenanlage beobachtet werden. Die Gesamtkosten für die Errichtung der Interimshalle beliefen sich auf etwa 900.000 €.

Zur Zeit des Baus der Interimshalle wurde im Zoo Dresden noch die Elefantenhaltung im direkten Kontakt praktiziert. Für den Aufbau der Interimsunterkunft hatte dies den Vorteil, dass die Elefanten regelmäßig den Baufortschritt sehen, ertasten und erleben konnten. Auch das Überführen der drei Kühe in die neue Unterkunft im April 2015 war so problemlos möglich. Auf Grund einer kritischen Situation im Umgang mit einer der Kühe wurde entschieden, sofort und noch in der Interimshalle auf geschützten Kontakt umzustellen. Entsprechende bauliche Anpassungen, wie von außen manuell zu bedienende Tore, wurden kurzfristig eingebaut.

Nach dem erfolgreichen Umzug der Elefanten konnten im Mai 2015 die Bauarbeiten am Afrikahaus beginnen. Zunächst handelte es sich fast ausschließlich um Abbrucharbeiten, da die gesamte Tierhalle entkernt und sowohl Dachkonstruktion als auch West- und Nordfassade abgetragen wurden (Abb. 5). Anschließend konnte der Aufbau der neuen Strukturen erfolgen. Wie schon vor dem Umbau, kam erneut ein Folienkissendach mit ETFE-Membranen (Sattler Ceno Top-Tex GmbH) zum Einsatz. Die Gesamtfläche des rekonstruierten Daches beträgt 1.670 m<sup>2</sup>. Zwei 30 m lange Stahlbinder wurden für eine freitragende Dachkonstruktion eingebracht. Durch den Verzicht auf Pylone konnte mehr Lauf- und Nutzfläche für die Elefanten geschaffen werden. Während der Neuerrichtung der Nordfassade wurde in Richtung der Außenanlage ein kompletter Neubau an das vorhandene Gebäude angesetzt. Hier sind die rückwärtig



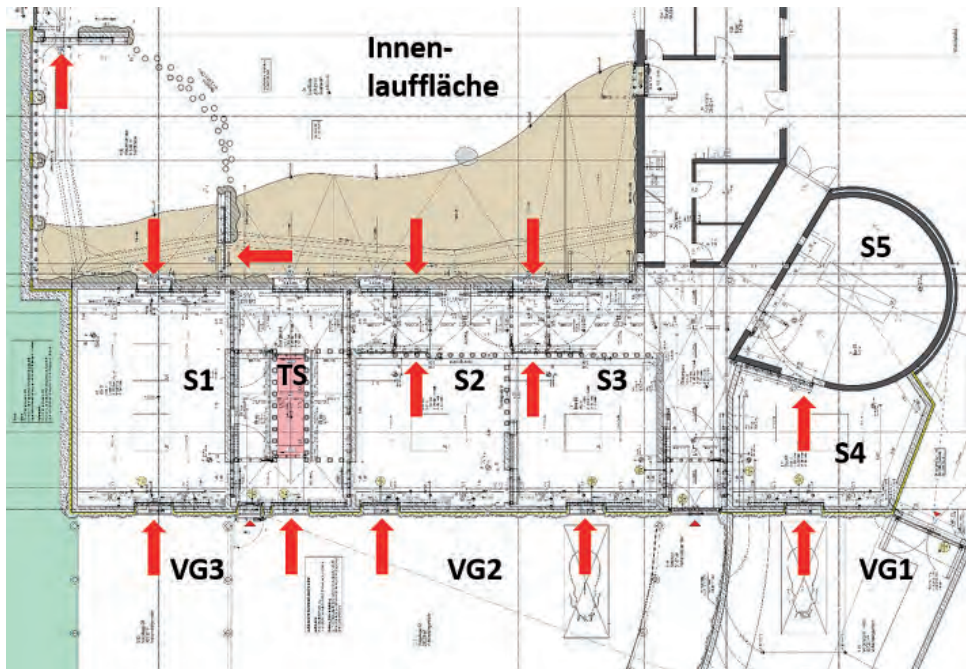
**Abb. 5:** Blick ins entkernte Afrikahaus mit fehlender Westfassade im Jahr 2016. Noch zu erkennen sind die v-förmigen Dachträger, welche später durch eine freitragende Dachkonstruktion ersetzt wurden. Foto: Archiv Zoo Dresden

**Fig. 5:** View into the stripped Africa House with missing west front in 2016. Still visible are the v-shaped roof beams, which were later replaced by a cantilevered roof structure. Photo: Archive Zoo Dresden

angelegten Elefanteställe untergebracht, die so aus dem Schaubereich verschwinden und mehr Lauffläche ermöglichen.

Dadurch wurde die Innenlauffläche signifikant auf etwa 1000 m<sup>2</sup> vergrößert. Sie kann überdies in ein 876 m<sup>2</sup> großes Haupt- und 120 m<sup>2</sup> großes Nebengehege unterteilt werden. An die Innenlauffläche grenzen fünf Innenställe, die nicht für den Besucher einsehbar sind. Zwei dieser Ställe befinden sich als Doppelstall (S4: 65 m<sup>2</sup> & S5: 76 m<sup>2</sup>) im separaten Bullenbereich des Hauses. Die drei anderen Ställe (S1: 94 m<sup>2</sup>, S2 & S3: je 64 m<sup>2</sup>) haben alle Zugang zur Lauffläche des Afrikahauses. Die Höhe der Ställe beträgt etwa 7 m. Zwischen den Ställen und dem Außengehege befinden sich ferner zwei Vorgehege mit 101 m<sup>2</sup> (Vorgehege 3) und 281 m<sup>2</sup> (Vorgehege 2) Grundfläche. Dem Doppelstall im Bullenbereich ist der von einer etwa 5 m hohen Mauer umgebene Bullen-Kral angeschlossen, der gleichzeitig als Vorgehege dient (Vorgehege 1: 187 m<sup>2</sup>). Die einzelnen Zugänge der Ställe zu den Vorgehegen und der Innenlauffläche sind in Abb. 6 dargestellt. Für einen Zugang zur Innenanlage aus den Ställen 2 und 3 muss vorher der Pflegegang gequert werden. Dieser kann über manuelle Tore gesichert werden. Ebenfalls in diesem Bereich ist zusätzlich der Trainingsstand oder Chute untergebracht.

Prinzipiell steht jeder Bereich jedem Elefanten zur Verfügung, inklusive Bullen. Dieses hohe Maß an Flexibilität war von Beginn an Teil der Planung des neuen Afrikahauses. Die Abgrenzung der Innenlauffläche zum Besucher sowie auch große Teile der Vorgehege und der Umfriedung des Außengeheges bestehen aus einer Stahlseilabgrenzung, deren ca. 3 m (Mindesthöhe 2,80 m) hohe Metallpfosten (Durchmesser: 277 mm, Wandstärke: 10 mm) 3 m tief in die Erde gerammt wurden. Zwischen den einzelnen Pfosten, die einen Abstand von  $\leq 3$  m haben, sind fünf 28 mm starke Drahtseile aus Stahldraht gespannt. Drei dieser Stahlseile sind stromführend (6.500 V bei 2 A). Neben der Abgrenzung mit Drahtseilen sind Anteile der Vor- und Innengehege nur mit dicht stehenden, baugleichen Metallpfosten abgegrenzt (Abb. 15). Die Abstände der Pfosten variieren zwischen 30 und 60 cm. Ebenso ist die Höhe variabel, unterschreitet die



**Abb. 6:** Übersicht über den Stallbereich. S = Stall; TS = Trainingsstand; VG = Vorgehege; rote Pfeile = Durchgänge für Elefanten durch vollautomatische Hydrauliktore. Quelle: Zoo Dresden  
**Fig. 6:** Overview of stable area. S = stable; TS = training stall; VG = pre-enclosure; red arrows = passages for elephants through fully automatic hydraulic gates. Source: Zoo Dresden



**Abb. 7:** Die Vorgehege 3 (vorne) und 2 aus Sicht der Besucher. Die beiden Vorgehege sind über ein Tor auch direkt miteinander verbunden. Quelle: Zoo Dresden  
**Fig. 7:** The front enclosures 3 (front) and 2 as seen by the visitors. The two front enclosures are also directly connected via a gate. Source: Quelle: Zoo Dresden



**Abb. 8:** Die Metallpfosten verhindern das Aussteigen eines Elefantenbullens aus dem 3 m tiefen Badebecken. Quelle: Zoo Dresden

**Fig. 8:** The metal posts prevent a bull elephant from getting out of the 3 m deep bathing pool. Source: Zoo Dresden

Mindesthöhe von 2,40 m aber nicht. Insgesamt wurden 28 dieser Pfosten im Haus und 52 im Außenbereich verbaut. Um ein Aussteigen eines Elefantenbullens am Badebecken zu verhindern wurden hier zusätzliche Metallpfosten eingebracht (Abb. 8).

### **Flexibilität – Das A und O moderner Tierhaltung**

Die einzelnen Kompartimente sind über Tore (Abb. 6) vielfältig kombinierbar und ermöglichen so ein flexibles Management der Elefantenherde. Insgesamt wurden 28 vollautomatische Hydrauliktore eingebaut. Die Kosten für eines dieser Tore beliefen sich auf 18.000 – 25.000 €. Alle vollautomatischen Tore werden über einen mobilen Handschalter, welcher mit einem Kontrollpult verbunden ist, von den TierpflegerInnen bedient (Abb. 10). Es wurde bewusst auf den Einsatz einer funkgesteuerten Bedienung verzichtet, um Störung und Fremdeinwirkung zu vermeiden. Insgesamt stehen im Innenbereich fünf und im Außenbereich ein weiteres dieser Kontrollpulte zur Verfügung. Die Kontrollpulte erlauben aber grundsätzlich nur die Bedienung der Tore, welche von der jeweiligen Position einsehbar sind. Jedes Tor besitzt sein eigenes Hydrauliksystem, sodass beim Defekt eines Tores die anderen funktionsfähig bleiben. Die vielfältigen Zugänge und Kombinationsmöglichkeiten der einzelnen Kompartimente geben zusätzliche Sicherheit im Falle eines Torausfalls. Jederzeit können Elefanten zwischen Innenanlage, Boxen, Vorgehegen und Außenanlage wechseln, auch wenn ein Tor beschädigt sein sollte. In Bereichen, in denen automatische Tore aus Sicherheitsgründen nicht zwingend notwendig sind, wurden manuelle Tore eingesetzt.



**Abb. 9:** Blick in den Pflegegang des Stallbereichs. Links die Ställe 2 und 3. Am Ende des Ganges befindet sich der größere Stall 1. Rechts befindet sich der Zugang zur Lauffläche. Um von hier in die Ställe zu kommen, muss der Pflegegang durch die Elefanten gequert werden. Manuelle Klappstore, wie rechts und weiter hinten im Gang zu sehen, können dazu den Gang abtrennen und bilden anschließend einen Quergang für die Tiere. Foto: Archiv Zoo Dresden

**Fig. 9:** View into the keeper's corridor of the stable area. On the left are stalls 2 and 3. At the end of the corridor is the larger stall 1. On the right is the walkway of the animal hall. To enter the stalls from here, the keeper's corridor must be crossed by the elephants. Manual gates, as seen on the right and further back in the aisle, can separate the corridor for this purpose and form a cross aisle for the animals. Photo: Archive Zoo Dresden



**Abb. 10:** Aufnahme des großen Stalls 1 („Mutter-Kind-Box“) vom Pflegergang aus. Das Tor auf der linken Seite führt zum Vorgehege 3, während das rechte Tor auf die Innenlauffläche führt. Tore sind deutlich sichtbar nummeriert und ermöglichen eine eindeutige Kommunikation zwischen den Tierpflegern. Foto: Zoo Dresden

**Fig. 10:** View of large stall 1 (“mother-child box”) from the keeper’s walkway. The gate on the left side leads to the front enclosure 3, while the right gate leads to the indoor run area. Gates are clearly numbered and allow a clear communication between animal keepers. Photo: Zoo Dresden



**Abb. 11:** Der Trainingsstand oder Chute wird von den Elefanten regelmäßig passiert. Das tägliche Training findet aber in den Ställen statt. Dies ist der einzige Bereich, der statt eines Asphaltbodens mit einem Gummiboden ausgelegt ist. Foto: Zoo Dresden

**Fig. 11:** The chute is passed by the elephants regularly. However, daily training takes place in the stables. This is the only area that is covered with a rubber floor instead of an asphalt floor. Photo: Zoo Dresden





**Abb. 12:** Aufnahme in den Stall 2 vom Vorgehege 2 aus. Das Gitter an der rechten Wand dient als Trainingsgitter und trennt Stall 2 und 3. In der Regel wird das Training mit dem Elefanten in Stall 2 stehend durchgeführt. Foto: Zoo Dresden

**Fig. 12:** Insight of stable 2 from the pre-enclosure 2. The grid on the right wall serves as a training grid and separates stall 2 and 3. Usually training is carried out with the elephant standing in stall 2. Photo: Zoo Dresden



**Abb. 13:** Kontrollpult mit verbundenem Handschalter zur Bedienung der automatischen Tore. Nur die jeweils vom Standort einsehbaren Tore können von hier aus bedient werden. Foto: Zoo Dresden

**Fig. 13:** Control panel with connected manual switch for operating the fully automatic gates. Only the gates that can be seen from this site can be operated from here. Photo: Zoo Dresden

Bei der Dimensionierung von Toren und Flächen wurden natürlich auch Ansprüche an zukünftige Transporte berücksichtigt. Die Außenanlage ist für Schwerlasttransporter und Kräne befahrbar. Die Durchfahrt erfolgt über Vorgehege 1, dessen Tore die entsprechenden Dimensionen aufweisen. Der davorliegende Wirtschaftshof bietet genug Platz für die Durchfahrt oder das Abstellen entsprechender Fahrzeuge. Transportkisten können sowohl an den Bullenstall (Stall 4) als auch den anderen Ställen des neuen Anbaus angestellt werden. Beide Möglichkeiten wurden bereits für die Transporte der Bullen Tembo und Tonga genutzt.

Der gesamte Tierbereich ist kameraüberwacht, was für Transporte, Eingewöhnungen und Tierbeobachtungen sehr hilfreich ist. Signale der Kameras werden auf Monitoren in Pflegerküche, Büro und Aufenthaltsraum angezeigt. Über eine Festplatte werden die Aufnahmen aufgezeichnet und nach sieben Tagen überschrieben. Im Innenbereich wurden stationäre Kameras ohne Zoom und Nachtsichtmodus verbaut. Der Außenbereich wird über eine dreh- und zoombare Kamera abgedeckt.

Eine Arbeitererleichterung ist der Radlader Thaler 2126/A®, der im Bereich vielfältige Anwendung findet. Das gesamte Haus inklusive der Tore ist so konzipiert, dass alle Ställe und Gehegekompartimente mit ihm erreichbar sind. Das Arbeitsgerät wird aber auch in anderen Bereichen des Zoos verwendet.



**Abb. 14:** Verladung des Elefantenbullens *Tembo* zum Transport nach Wien im November 2020. Anders als bei seiner Entladung, die noch im Vorgehege 1 (Kraal) stattfand, wurde dieses Mal im Vorgehege 2 an der Tür zu Stall 3 beladen. Foto: Zoo Dresden

**Fig. 14:** Loading of the bull elephant *Tembo* for transport to Vienna in November 2020. Unlike the unloading that took place in the front enclosure 1 (Kraal), this time loading was performed in the front enclosure 2 at the door to stall 3. Photo: Zoo Dresden

## Ergebnisse

### Geschützter Kontakt

Das tägliche medizinische Training findet ausschließlich hinter den Kulissen statt. Dafür wurden eigens entworfene Arbeitsgitter angefertigt und verbaut. Das Design entstand in enger Zusammenarbeit zwischen Kurator und Revierleiter mit der Firma Werner Metall GmbH. Einbezogen wurden dabei auch Erfahrungen und Informationen aus anderen Zoos. Ziel war der Entwurf von Arbeitsgittern, die den Elefanten ein Höchstmaß an Komfort beim Training ermöglichen und gleichzeitig die Arbeit für die TierpflegerInnen einfach, aber sicher gestalten. Auch die Arbeitsgitter bieten viel Flexibilität. So lassen sich Größe der Öffnungen und Höhen

der Fußablagen variieren und ermöglichen so eine Anpassung an die Bedürfnisse der Elefanten im Zoo.

Für gewöhnlich steht der Elefant während des Trainings in Stall 2 und der Tierpfleger oder die Tierpflegerin in Stall 3. Hier wird sowohl mit Kühen als auch Bullen gearbeitet. In der Doppelbox des Bullenbereichs kann die Tür zwischen den Boxen ebenfalls als Trainingswand genutzt werden. Um Besuchern Einblick in die tägliche Trainingsroutine zu geben, läuft im Besucherbereich des Afrikahauses ein eigenproduziertes Video, welches das medizinische Training im Zoo zeigt und erklärt. Auch wenn hier von einer Trainingsroutine gesprochen wird, variiert das Training dennoch. Sowohl die Reihenfolge der Elefanten als auch Zeit, Dauer und Ablauf wechseln täglich. Das Training erfolgt ausschließlich in Zwei-Personen-Arbeit. Um für das Training und eventuelle medizinische Maßnahmen optimale Bedingungen zu schaffen, sind die Boxen großzügig dimensioniert und durch Deckenfenster sehr hell. Zusätzlich gibt es künstliche Beleuchtung. Da die Elefanten über Nacht nicht in den Boxen verbleiben, wurde aus Kostengründen hier auf einen Gummibelag (mit Ausnahme des Trainingsstandes) verzichtet und Asphalt verwendet. Sollte sich ein Elefant längere Zeit über Nacht nur in den Boxen aufhalten, wird ein Sandhaufen eingebracht. Den Elefanten stehen als Herde je nach Witterung auch nachts die Außen- und Innenanlagen zur Verfügung. Dabei werden abwechselnd verschiedene Bereiche des Anlagenkomplexes angeboten. Die Anwesenheit des Bullen variiert in Abhängigkeit vom Zyklusgeschehen der Kühe. Der Bulle steht also temporär nachts auch separiert, kann aber über das Nebengehege der Innenlauffläche oder die Vorgehege einfach Kontakt zur Kuhherde halten.

Nachdem nun bereits der zweite Bulle in der umgebauten Anlage beobachtet werden konnte, kann ein positives Fazit über die Gemeinschaftshaltung von Bullen und Kühen gezogen werden.



**Abb. 15:** Training mit Elefantenbulle *Tembo* am Arbeitsgitter zwischen Stall 2 und 3 (2019). Foto: Zoo Dresden.

**Fig. 15:** Training with bull elephant *Tembo* at the working grid between stalls 2 and 3 (2019). Photo: Zoo Dresden

Die Möglichkeiten, einzelne Kompartimente je nach Bedarf zu kombinieren oder zu trennen, vereinfachen eine Zusammengewöhnung sehr. Die komplett auch für ausgewachsene Elefantenbullen konstruierte Anlage bietet den Bullen darüber hinaus Abwechslung und vielfältige Sinneseindrücke.

### Innengestaltung

Die Innenlauffläche besteht aus verschiedenen Arten von Sand. Nur vor den Durchgängen zu den Ställen befindet sich eine Prägebetonfläche, die den Elefanten sowohl Abwechslung beim Bodengrund bietet als auch als eine Art Sandabtreter vor Betreten des Stallbereichs dienen soll. Ein großer, etwa 2 m hoher Sandhaufen dient dem Komfortverhalten der Elefanten und wird als Schlafplatz genutzt. Für die Lauffläche wurde eine etwa 1 m tiefe Sandkiesschicht eingebracht, unter der sich zusätzlich eine 25-cm-Drainageschicht befindet. Vor Aufschütten des Sandhaufens wurden große Sandsteinblöcke eingebracht, die als Grundgerüst für den Sandhaufen fungieren. Die mit Kunstfels verkleideten Wände wurden durch das Anbringen von Totholzstämmen aufgelockert. Zusätzlich stehen große Totholzbäume als Strukturelemente auf der Lauffläche. Insgesamt wurden 125 Totholzstämme verbaut. Ergänzt werden die Totholzbäume durch Kunstbäume, die gleichzeitig als Futterbäume dienen und mit einem verkleideten Stahlseilgewinde versehen sind. Mit Hilfe der Stahlseile können mit Heu und Stroh gefüllte Edelstahl-Gitterkugeln auf etwa 5 m Höhe gezogen werden. Weitere künstliche Strukturen wie ein Termitenhügel – ursprünglich eines der Fundamente für die alten Dachstützen – und die Nachbildung eines Baobabs bieten weitere Versteckmöglichkeiten für Futter.



**Abb. 16:** Elefantenkuh Mogli auf der Prägebetonfläche vor den Durchgängen zu den Ställen – an den Wänden sind Totholzstämmen befestigt, um die Kunstfelswand aufzulockern. Foto: Anke Wolten-Thom  
**Fig. 16:** Female elephant Mogli on the embossed concrete area in front of the passages to the stalls – deadwood logs are attached to the walls to break up the artificial rock wall. Photo: Anke Wolten-Thom



**Abb. 17:** Zwei ruhende Elefanten auf dem Sandhaufen der Innenanlage. Im Hintergrund ist gut das abtrennbare Nebengehege zu erkennen, welches über zwei vollautomatische Tore mit der Lauffläche verbunden ist. Am rechten Bildrand ist außerdem das Auffangbecken der sogenannten Regenwalddusche zu erkennen. Foto: Zoo Dresden

**Fig. 17:** Two resting elephants on the sand pile of the indoor enclosure. In the back, the separable enclosure, which is connected to the larger enclosure via two fully automatic gates, can be seen. On the right side of the picture is the basin of the so-called rainforest shower. Photo: Zoo Dresden



**Abb. 18:** Elefantenbulle *Tembo* an einer mit Gras und Heu gefüllten Gitterkugel (Futterkugel) im Innengehege. Leider zeigte sich, dass er Freude hatte, diese dauerhaft zu bearbeiten und zu verbiegen. In der Folge konnten wir die Futterkugeln nur noch in Abwesenheit des Bullen nutzen. Foto: Zoo Dresden

**Fig. 18:** Elephant bull *Tembo* at a grid ball (Food ball) filled with grass and hay in the indoor enclosure. Unfortunately, it turned out that he enjoyed to work and bend it permanently. As a result, we could only use the feed balls in the bull's absence. Foto: Zoo Dresden

Bei der Planung erhielt zusätzliche Lauffläche den Vorzug vor einem Badebecken. Auf das Innenbecken konnte guten Gewissens verzichtet werden, da die Elefanten ihr großes Außenbecken fast ganzjährig nutzen. In der Mitte der Anlage wurde stattdessen die sogenannte Regenwald-dusche installiert, die von den TierpflegerInnen bedient werden kann. Das Wasser sammelt sich dann in einer kleinen, etwa 50 cm tiefen Senke am Boden, die den Elefanten auch als Tränke dient. Selbsttränken finden sich außerdem sowohl auf der Innenanlage als auch in den Ställen. Neben einer alten, nur mit dem Rüssel erreichbaren Tränke auf der Innenanlage aus Altbestand stehen den Elefanten in Ställen und dem Separee der Innenanlage frei zugängliche Selbsttränken zur Verfügung. Hier kamen Modelle aus der Pferdehaltung zum Einsatz, die einfach, aber robust und schnell zu wechseln sind.

Insgesamt wurden etwa 270 m Beregnungsschlauch verlegt und 36 Beregnungsdüsen im Deckenbereich installiert. Diese dienen sowohl der Befeuchtung der Sandfläche als auch der Beregnung der Pflanzen. Die einzelnen Querstränge können einzeln angesteuert werden, sodass Besucherbereich und Mandrillanlage samt Grünpflanzen öfter beregnet werden können als die Elefantenanlage. Alle zwei Tage gibt es eine einstündige Überkopfberegnung. Zusätzlich gibt es eine regelmäßige Bewässerung der Pflanzen über eine Unterflurbewässerung mittels Tropfrohr. Darüber hinaus werden die Grünpflanzen zusätzlich aktiv durch das Gärtner-team des Zoos bewässert.

Die angestrebte Raumtemperatur in der Tierhalle schwankt zwischen 18 °C bei den Elefanten und 23 °C auf Seite der Mandrills. Geheizt wird mittels Heißluftspiralen und Heizsträngern unter der Decke, welche die warme Luft nach unten blasen. Auf eine aktive Lüftung in der Tierhalle hat man verzichtet und sich stattdessen für eine passive Lüftung entschieden. Um im Sommer



**Abb. 19:** Ein Eindruck der Tierhalle vom Aufstieg zur Besucherplattform aus. Foto: Anke Wolten-Thom

**Fig. 19:** An impression of the animal hall seen from the ascent to the visitor platform. Photo: Anke Wolten-Thom

hohe Temperaturen zu vermeiden, wurde die innerste Folienlage mittels grauer Pigmentierung zu etwa 50 % verschattet.

Der Stallbereich hingegen verfügt über eine aktive Belüftung. Die Temperatur von 18 °C wird über Deckenstrahlplatten erreicht. Die Außenwände besitzen eine integrierte Wandheizung, die aber für das Raumklima nur untergeordnet verantwortlich ist. Eine Fußbodenheizung wurde mit Rücksicht auf die empfindlichen Füße der Elefanten nicht verwendet. Im Gehege der Mandrills gibt es allerdings einen Bereich mit Boden- und Wandheizung.

### Das neue Afrikahaus aus Sicht der Besucher

Während im Rahmen der Umbauarbeiten der Besucherbereich deutlich verkleinert wurde, liegt der Fokus der Tierhalle nun deutlich mehr auf Seite der Elefanten. Um neben der offenen und trockenen Savannenlandschaft der Elefanten eine anheimelnde grüne Szenerie für Besucher zu gestalten, wurden etwa 450 Stauden und Gehölze gepflanzt. Optisch konnte so ein Übergang von den savannenbewohnenden Elefanten auf der einen und den im Regenwald heimischen Mandrills auf der anderen Seite geschaffen werden. Zu den größeren Pflanzenarten im Bereich gehören unter anderem ein Afrikanischer Tulpenbaum (*Spathodea campanulata* P. Beauv) und ein Gelber Trompetenbaum (*Catalpa ovata* G. Don).

Beim Betreten des Afrikahauses durchschreitet der Besucher nun eine grüne Landschaft mit Mandrills auf der einen und den Elefanten auf der anderen Seite. Neben dem ebenerdigen Einblick in die Elefantenanlage können die Besucher beim Betreten einer 4 m hohen Besucherplatt-



**Abb. 20:** Blick von der Elefantenanlage auf den grünen Besucherbereich und die Mandrillanlage. Auf dem Bild vorne rechts ist der Termitenhügel zu erkennen, der jetzt zur Tierbeschäftigung genutzt wird und vormals ein Fundament für die Dachstützen war. Das ETFE-Dach und die östliche Glasfassade lassen viel Licht ein und die gesamte Anlage sehr hell und offen wirken. Foto: Zoo Dresden.

**Fig. 20:** View from the elephant enclosure to the green visitor area and the mandrill enclosure. The picture in the front right shows the termite mound, which is now used for animal activity and was formerly a foundation for the roof supports. The ETFE roof and the eastern glass facade let in a lot of daylight, providing a bright and open atmosphere. Photo: Zoo Dresden





**Abb. 21:** Der barrierefreie Besucherweg durchs Afrikahaus wurde aus Prägebeton gefertigt. Große Panoramaischeiben ermöglichen Besuchern den Einblick in die Anlage der Mandrills (rechts). Foto: Zoo Dresden

**Fig. 21:** The barrier-free visitor path through the Africa House was made of embossed concrete. Large panoramic windows allow visitors to view the Mandrills' enclosure (right). Photo: Zoo Dresden



**Abb. 22:** Die Einfriedung des Geheges der Elefanten mit vertikalen Metallpfosten und horizontalen Stahlseilen. Das obere, mittlere und untere Seil sind stromführend. Der Bereich zwischen Elefanten und Besuchern wurde reichlich bepflanzt. Obwohl in Rüsselreichweite, bleiben die Pflanzen von den Elefanten nahezu unbeschädigt. Foto: Zoo Dresden

**Fig. 22:** The fencing of the enclosure of elephants with vertical metal posts and horizontal steel cables. The upper, middle and lower ropes are live. The area between elephants and visitors has been abundantly planted. Although within trunk reach, the plants remain virtually undamaged by the elephants. Photo: Zoo Dresden

form das gesamte Areal auch von oben überblicken. Der gesamte Innenbereich ist so gestaltet, dass die Elefanten aus unterschiedlichen Perspektiven gut zu sehen sowie akustisch und olfaktorisch erlebbar sind. Darüber hinaus gibt es einen weiteren Einblick von der Afrika Lodge, dem Imbiss im Außenbereich, auf die Innenanlage durch eine etwa 15 m<sup>2</sup> große, 4,25 t schwere und 11 cm dicke Glasscheibe in der Nordfassade des Hauses. Einblickmöglichkeiten bestehen weiterhin aus dem Auditorium in die Tierhalle.

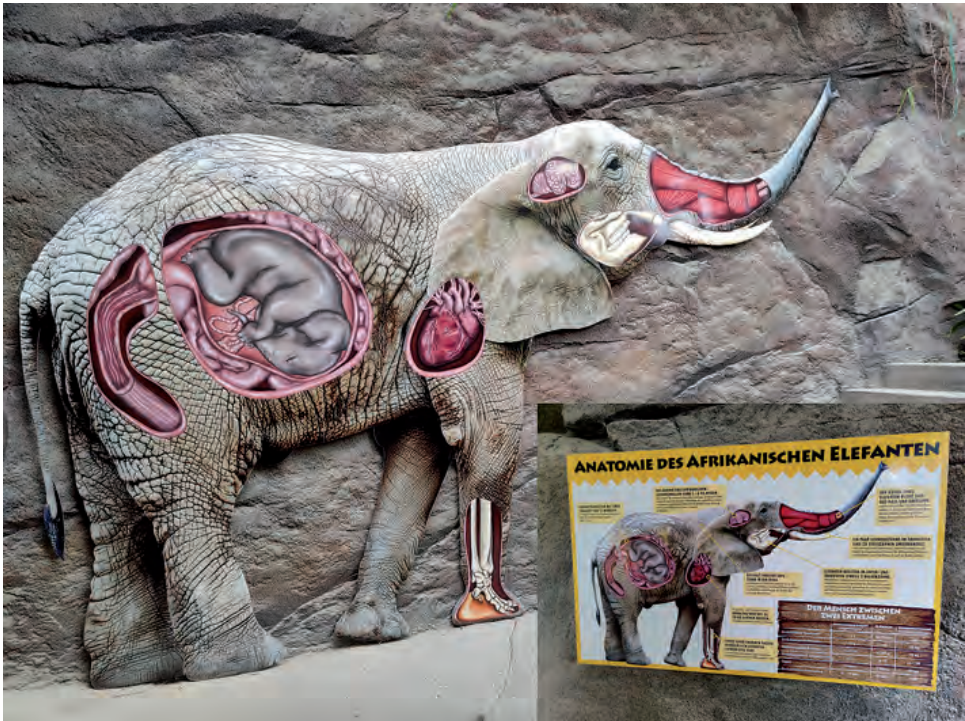
Die Mandrills sind innen durch vier große Panoramascheiben zu beobachten. Der Besucherweg verläuft heute in etwa da, wo früher der Wassergraben die alte Anlage der Mandrills begrenzte. Durch das Überspannen mit einem Edelstahlnetz (Carl Stahl Hebetchnik GmbH – Maschenweite 50/50 mm, 2,4 mm Drahtstärke) konnte der Raum für die Affen sehr viel besser genutzt werden. Drei Kunstbäume erschließen alle Ebenen der Anlage und werden durch eingebrachte Totholzquerstangen, Seile und Netze ergänzt. Ein Teil des Bodens wurde mit Rindenmulch und Holzhäckseln ausgelegt. Die beiden Innenställe und die Außenanlage blieben beim Umbau unverändert. Der alte Nebenausgang an der Mandrillanlage, der früher an einer Anlage für Ägyptische Langohrigel (*Hemiechinus auritus aegyptius* Gmelin, 1770) vorbeiführte, liegt heute außerhalb des Besucherbereichs und führt in eine Futterküche.



**Abb. 23:** Die Innenanlage ist deutlich reichhaltiger strukturiert als vor dem Umbau (vgl. Abb. 2). Die eingebrachten Holzhäckseln bringen Abwechslung und Beschäftigungsmöglichkeiten. Um den gesamten Bereich nicht zu sehr zu durchnässen, wird die Beregnung nur alle zwei Tage aktiviert. Foto: Zoo Dresden

**Fig. 23:** The indoor facility is much richer structured than before the reconstruction (see Fig. 2). Wood chippings on the floor provide a variety and activity opportunities. In order not to wet the entire area too much, the sprinkler system is activated every other day. Photo: Zoo Dresden

Eine vielfältige Beschilderung in der Halle informiert die Besucher unter anderem über die präsentierten Tierarten des Afrikahauses. Auf großen Thementafeln wird über die naturschutzrelevanten Themen Bushmeat und Elfenbeinhandel informiert und die vielfältigen Lebensräume Afrikas mit Tierarten des Zoos verknüpft. Im Foyer erklärt eine große Tafel den Zusammenhang der Lebensweisen subterranean Nagetiere Afrikas an die ökologischen Faktoren des bewohnten Habitats. Highlight der Beschilderung ist die lebensgroße Darstellung einer tragenden Afrikanischen Elefantenkuh mit Detailzeichnungen einiger anatomischer Strukturen.



**Abb. 24:** Schematische Darstellung einiger anatomischer Merkmale einer Afrikanischen Elefantenkuh auf einer lebensgroßen Schautafel. In der rechten Ecke ein Foto des Zusatzschildes mit entsprechenden Erläuterungen dazu. Foto: Zoo Dresden

**Fig. 24:** Schematic presentation of some anatomical features of an African elephant cow in a life-size display board. In the right corner a photo of the additional sign with corresponding explanations. Photo: Zoo Dresden

## Außenanlage und künftige Planung

Der an der Westfassade errichtete Anbau und die davorliegenden Vorgehege verkleinerten die übrige Außenauflfläche der Elefanten von knapp 3.000 m<sup>2</sup> auf etwa 1.300 m<sup>2</sup>. Der derzeit noch geringen Größe der Außenanlage wurde versucht, mit guter Strukturierung etwas entgegenzuwirken. Wie im Innenbereich stehen massive Totholzstämmе als vertikale Strukturelemente auf der Anlage. Die Lehmsuhle war bereits vor den Umbauarbeiten vorhanden. Ein großer Sandhaufen bietet den Elefanten bei entsprechender Witterung einen komfortablen Schlafplatz. Neu eingebracht wurde ein großer Metallgalgen, der über ein Stahlseilgewinde eine Futterkugel in

5 m Höhe anbietet. Eine Betonwand dient als Halterung für Heuraufen. Da bei den Bauarbeiten eine große Platane (*Platanus × hispanica*), die auch als Schattenspender für die Herde diente, gefällt werden musste, wurde eine neue, etwa 12 m hohe und 6 m breite Platane als Ersatz gepflanzt. Die Kosten für diesen Baum beliefen sich auf etwa 7.000 €.

Mit dem im Herbst 2020 getätigten Abbau der Interimshalle, die zur Nachnutzung an eine andere zoologische Einrichtung veräußert wurde, ist nun die nötige Freifläche vorhanden, um das Außengehege der Elefanten bis zum aktuellen Löwenhaus zu erweitern. Das jetzige Außengehege wird dadurch um etwa 1.500 m<sup>2</sup> erweitert. Die Planung ist eine Fortsetzung der bereits durchgeführten Maßnahmen. Planung und Bau erfolgt mit dem Ingenieurbüro HJW & Partner. Für die Umsetzung der Pläne sind Mittel in Höhe von knapp 700.000 € vorgesehen. Im Sommer des Jahres 2021 sollen die Arbeiten abgeschlossen sein.

Der neuzuschaffende Teil des Außengeheges lässt sich über ein manuelles Schiebetor vom alten Teil abtrennen. Das bietet für das Management der Herde mehr Flexibilität und gibt auch



**Abb. 25:** Der bereits fertiggestellte Teil des Außengeheges umfasst etwa eine Fläche von 1.300 m<sup>2</sup>. Er beinhaltet ein großes Außenbad (Fertigstellung 2006), eine Lehmsuhle und einen Sandhaufen. Im Gegensatz zur Innenanlage wurde die Konstruktion zum Hochziehen der Futterkugel nicht verkleidet und ist als rötlicher Metallgalgen in der Bildmitte zur erkennen. Auf der rechten Seite entsteht dann künftig die Erweiterung der Außenanlage. Foto: Zoo Dresden

**Fig. 25:** The presently completed part of the outdoor enclosure covers an area of about 1,300 m<sup>2</sup>. It includes a large outdoor bath (completed in 2006), a clay mound and a sand pile. In contrast to the indoor enclosure, the construction for raising the feed ball was not covered and can be seen as a reddish metal gallows in the center of the picture. On the right side, the extension of the outdoor facility will be built in the future. Photo: Zoo Dresden



**Abb. 26:** Übersichtszeichnung des Afrikahauses und der künftigen Außenanlage der Elefanten. Die Erweiterung der Außenanlage entspricht dabei aber noch einem älteren Planungsstand. VG = Vorgehege, AA1 = Außenanlage Bestand, AA2 = Außenanlage in Planung . Quelle: Zoo Dresden & Rasbach Architekten

**Fig. 26:** Overview drawing of the Africa House and the future outdoor facilities for the elephants. However, the extension of the outdoor facility still corresponds to an older planning status. VG = front enclosure, AA1 = outdoor enclosure stock, AA2 = outdoor enclosure planning. Source: Zoo Dresden & Rasbach Architekten

den TierpflegerInnen die Möglichkeit, einen unbesetzten Teil zu reinigen oder mit Futter zu bestücken. Vom Erweiterungsteil ist der Zugang für die Elefanten zum Afrikahaus aber nur über den bisherigen Teil des Außengeheges möglich.

Um die künftige Elefantenanlage besucherattraktiv zu präsentieren, sollen neue Einblicke ins neue Gehege geschaffen werden. Vorbei am jetzigen Elefantenbad gelangen die Besucher künftig zu einer leicht erhöhten Besucherplattform mit etwa 40 m<sup>2</sup> Grundfläche. Von hier hat man Einblicke auf den gesamten neuen Teil des Außengeheges. Die bereits jetzt vorhandene Plattform auf dem kleinen Teil des alten Raubtierfelsens ermöglicht einen Rundumblick über die gesamte, langgestreckte Anlage. Die Schlucht zwischen den beiden Teilen des Felsens wird künftig direkt am Gehege der Elefanten mit einer Panzerglasscheibe enden. Besucher und Tiere werden hier nur durch eine große Glasscheibe getrennt sein. Der Rundweg durch den Raubtierfelsens zu den Löwen wird so nicht mehr möglich sein, sondern wird dann direkt an der Kattainsel vorbeiführen.

Die Einzäunung des neuen Geheges erfolgt, wie bereits im Innengehege oder den Vorgehegen, mit 3 m hohen Metallpfosten und fünf gespannten Stahlseilen. Der Abstand zwischen Besuchern und Elefanten beträgt immer mindestens 4 m. Um das Gehege der Elefanten vom Bereich der Löwen optisch abzutrennen, wird eine Bambuspflanzung für Sichtschutz sorgen.



**Abb. 27:** Eine detaillierte Darstellung des Erweiterungsteils. Als roter Halbkreis ist die künftige Besucherplattform zu erkennen. Sand wird als Substrat für den größten Teil der Anlage genutzt werden. Als dunkles Rechteck zu erkennen ist eine bereits vorhandene Betonfläche, die künftig als weitere Futterstelle für die Elefanten dienen soll. Auf dieser Fläche waren die drei Boxen in der Interimshalle untergebracht. Quelle: Zoo Dresden & HJW Partner

**Fig. 27:** A more detailed view of the extension section. The future visitor platform can be seen as a red semicircle. Sand will be used as substrate for most of the site. An existing concrete area can be seen as a dark rectangle, will serve as another feeding place for the elephants in the future. Originally the three boxes in the interim hall were situated on this surface. Source: Zoo Dresden & HJW Partner

## Fazit

Der Umbau des Afrikahauses rüstet den Zoo Dresden in vielerlei Hinsicht für die zukünftige Elefantenhaltung. Als vielleicht wichtigsten Punkt erlaubt er eine moderne Haltung von Elefanten im geschützten Kontakt in einer tiergerechten Anlage. Diese ermöglicht darüber hinaus die zeitweilige Haltung eines Elefantenbullens für die Zucht. Der Aufbau der gesamten Anlage macht dabei ein hochflexibles Management der Herde möglich. Die TierpflegerInnen können so auf unterschiedlichste Situationen innerhalb der Herde reagieren. Darüber hinaus wurden auch für die TierpflegerInnen ein moderner und attraktiver Arbeitsplatz und die Möglichkeit eines sicheren Umgangs mit Elefanten geschaffen. Positives Feedback aus Fachkreisen wie beispielsweise im Rahmen des Elefantenpflegertreffens 2018 in Dresden zeigt, dass von der Planung und Umsetzung des Projektes durchaus als Erfolg gesprochen werden kann.

Für Elefanten und Mandrills wurden die Haltungsbedingungen verbessert und an ein modernes Verständnis für Tierhaltung angepasst. Und nicht zuletzt konnte für die Besucher des Zoo Dresden ein neues Highlight mit attraktiver Tierpräsentation und vielfältigem Aufklärungspotential geschaffen werden.

Für den Abschluss des Projektes bleibt zu hoffen, dass trotz der schwierigen Situation der durch SARS-CoV-2 hervorgerufenen Pandemie und damit einhergehenden Einschränkungen die Erweiterung der Außenanlage im Laufe des Jahres 2021 fertiggestellt wird. Das Gesamtprojekt, dessen Planung bereits 2010 begann, könnte dann abgeschlossen werden.

**Tab. 1:** In der Tabelle sind einige Fakten zum Umbau des Afrikahauses zusammengefasst.

**Tab. 1:** The table summarizes some facts about the rebuilding of the Africa House.

<b>Bauzeit</b>	Mai 2015 – April 2018
<b>Richtfest</b>	03. November 2016
<b>Eröffnung</b>	11. April 2018
<b>Kosten</b>	8,62 Mio €
<b>Plankosten für Maßnahme Außenanlage</b>	ca. 750.000 €
<b>Innenanlage</b>	Vor dem Umbau 500 m <sup>2</sup> – nach dem Umbau ca. 1.000 m <sup>2</sup> + teilbar
<b>Außenanlage</b>	Nach Fertigstellung etwa 2.800 m <sup>2</sup> - teilbar
<b>Vorgehege</b>	3 (inklusive eines Bullenkrals)
<b>Stallboxen</b>	5 + 1 Trainingsstand
<b>Tore</b>	28 ferngesteuerte Hydrauliktore + 12 manuelle Handtore

## Danksagung

Ich möchte mich bei der Hilfe und Unterstützung für diesen Artikel bei Dr. Wolfgang Ludwig, Eva Ziemssen und Dimitri Widmer bedanken, die Korrektur lasen und zum Feinschliff dieser Arbeit maßgeblich beigetragen haben.

## Summary

In April 2018, the Africa House at Dresden Zoo was reopened to public after a three-year renovation period. Problems with the statics in the old house made the reconstruction imperative, but enabled a modernization of the animal enclosures at the same time, in the course of which the enclosure of the African elephants (*Loxodonta africana*) was significantly expanded and converted for protected contact. Particular attention was paid to a flexible animal management, which was achieved through a variety of gates and compartments. After almost three years of operation, we can draw a positive overall conclusion. The Africa House now offers a modern workplace for animal keepers, which allows a safe handling of elephants and equally important an animal-friendly and species-appropriate keeping of the largest land mammals on earth. In addition, the husbandry of the mandrills (*Mandrillus sphinx*) has been improved significantly and the visitor experience has been expanded with educational requirements.

## Literatur

Lücker, H. (2001). Das Afrikahaus im Zoo Dresden. Der Zoologische Garten, 72, 197-209.



## Is the Markhor (*Capra falconeri*) the ancestor of domestic Girgentana goat?

### Ist der Markhor (*Capra falconeri*) der Stammvater der Rasse Girgentana?

Kai Frölich<sup>1,5\*</sup>, Dietmar Lieckfeldt<sup>2</sup>, Anabell Jandowsky<sup>1</sup>, Maike Lücht<sup>3</sup> & Arne Ludwig<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup>Tierpark Arche Warder e.V., Warder (Germany)

<sup>2</sup>Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung Berlin, Abteilung für Evolutionsgenetik (Germany)

<sup>3</sup>Münchener Tierpark Hellabrunn AG, München (Germany)

<sup>4</sup>Humboldt Universität zu Berlin, Lebenswissenschaftliche Fakultät, Albrecht Daniel Thaer-Institut (Germany)

<sup>5</sup>Universität Hildesheim, Fachbereich Mathematik, Naturwissenschaften, Wirtschaft & Informatik, Institut für Biologie & Chemie (Germany)

### Abstract

Girgentana is a charismatic breed of domestic goat (*Capra hircus*) characterised by unique corkscrew-shaped horns. They are commonly kept as livestock in Sicily, where they are indigenous, but are also shown in many European zoos because of their interesting morphology. Although the bezoar, or wild goat (*Capra aegagrus*), is commonly accepted as the ancestor of modern domestic goat breeds, recently the markhor (*Capra falconeri*) has been investigated as a precursor to Girgentana due to their similar horns and coats. Here, we examined the genetic relationship between Girgentana, bezoar and markhor using mitochondrial DNA sequences and Y-chromosomal SNPs. These genetic markers produced evidence that only the bezoar is an ancestor of Girgentana, and the markhor is evolutionarily unrelated.

**Keywords:** ancestry, Caprinae, Girgentana, livestock, local breed

---

\*Corresp. author:

E-Mail: kfroelich@arche-warder.de (Kai Frölich)

## Introduction

The Girgentana (Fig. 1a) is a domestic breed of goat indigenous to the Italian island of Sicily. In the past, more than 30,000 individuals inhabited the southern part of the island, but today the breed is highly endangered (Giaccone et al., 1994). The number of purebred animals has decreased in Italy since the end of the 20<sup>th</sup> century due to changes in sanitary regulations. Traditionally farmers sold their products directly to consumers' homes. Following new sanitary regulations this was no longer possible and the breed has lost its importance. In recent years, the numbers of animals has started to grow again thanks to the characteristics of Girgentana milk and its dairy products. Recently, the global population has increased due to several zoo-based breeding programs, as well as the efforts of private breeders. In 2018, 1130 females and 94 males were registered in Italy, and 41 females and 18 males were registered in Germany (FAO, 2020; TGRDEU, 2020).

It is widely accepted that domestic goats are descendants of the bezoar (*Capra aegagrus*) (Ben-ecke, 1994; Luikart et al., 2001; Sultana et al., 2003; Joshi et al., 2004) (Fig. 1b), having been domesticated in the Fertile Crescent around 10,000 B.C. (Luikart et al., 2001). Early archaeological evidence of domestic goats exists in South-Eastern Anatolia (Zeder & Hesse, 2000) and the Zagros Mountains of Iran (Naderi et al., 2008). However, the Girgentana has several characteristic traits (e.g. long, spiralled “corkscrew” horns) in common with the markhor (*Capra falconeri*), which results in suspicions that the markhor may be an ancestor species (Clutton-Brock, 1999).

Portolano speculated in 1987 that Girgentana were introduced from the regions of Afghanistan and the Himalayas to the islands of the Mediterranean. The markhor (Fig. 1c), a native species of these regions, has several subspecies and is well adapted to mountainous terrains (Castello, 2016). In 2015, the markhor's classification was changed from “Endangered” to “Near





**Fig. 1:** Girgentana (a), Bezoar (b) and Markhor (c). Photos: (a), (b) K. Frölich, (c) J. Giese.

Threatened” on the IUCN Red List (IUCN, 2020), but the species is still under pressure due to overhunting, habitat destruction, competition with domestic animals, and hybridisation with domestic goats. Hybrids of markhor and domestic goats are reproductively fertile.

The aim of this study was to characterise the genetic relations between Girgentana, bezoar and markhor in order to investigate the Girgentana’s ancestry.

**Tab. 1:** Origin and details of samples analysed in this study.

Chip ID			Sex	Origin	Mother	Father
9684830172	Markhor	<i>C. falconeri</i>	1.0	Munich, Germany	Ronja /Munich, Germany/00-0075-9120	Mastroiani/Liberec, Czech Republic /00-001B-A101
9411926153	Markhor	<i>C. falconeri</i>	0.1	Munich, Germany	Romana/Munich, Germany/0125-DAB7	Mastroiani/Liberec, Czech Republic /00-001B-A101
9411962616	Markhor	<i>C. falconeri</i>	1.0	Munich, Germany	Mareike/01C5-E258	Mastroiani /Liberec, Czech Republic /00-001B-A101
9685224742	Markhor	<i>C. falconeri</i>	1.0	Munich, Germany	Mareike/01C5-E258	Mastroiani/Liberec, Czech Republic /00-001B-A101
22198	Girgentana	<i>C. hircus</i>	0.1	Private, Germany	unknown	unknown
69030	Girgentana	<i>C. hircus</i>	0.1	Warder, Germany	unknown	unknown
22197	Girgentana	<i>C. hircus</i>	0.1	Warder, Germany	22198 / Z03	unknown
92951	Girgentana	<i>C. hircus</i>	0.1	Warder, Germany	69030 / Z04	Berlin, Germany/ 04929/Z13
22196	Girgentana	<i>C. hircus</i>	0.1	Private, Germany	22198 / Z03	unknown
87294	Girgentana	<i>C. hircus</i>	0.1	Private, Germany	unknown	unknown
11110004929	Girgentana	<i>C. hircus</i>	1.0	Berlin, Germany	K11/ Berlin, Germany	Luigi/ IT 054000170913-0, Italy
10311567658	Girgentana	<i>C. hircus</i>	1.0	Lelkendorf, Germany	unknown	unknown
019	Bezoar	<i>C. aegagrus</i>	0.1	Dählhölzli, Switzerland	B30097 /Bern, Switzerland	A70026/ Berlin, Germany
109	Bezoar	<i>C. aegagrus</i>	1.0	Dählhölzli, Switzerland	B40212 / Stuttgart, Germany	A70026/ Berlin, Germany
756098100685700	Bezoar	<i>C. aegagrus</i>	1.0	Dählhölzli, Switzerland	unknown	unknown

## Material and methods

Fourteen blood samples (EDTA) were collected from markhor (n=4), bezoar (n=2) and Girgentana goats (n=8) at the Hellabrunn and Ark Warder zoos (Tab. 1), in accordance with German animal welfare laws.

### Genetic analysis

DNA extraction was performed using the DNeasy Blood & Tissue Kit (Qiagen). A diagnostic part of the mitochondrial hypervariable region 1 (HVI) was amplified as previously described (Luikart et al., 2001), with slight modifications. This fragment harbours many diagnostic mutations and a huge set of goat sequences is available in public databases. We followed Vidal et al. (2017) for amplification and sequencing of Y-chromosome-specific fragments. Considering the small number of samples, we detected SNPs using PCR and Sanger sequencing. All amplifications were carried out on a peqStar 96X gradient cycler (peqLab). Each 25- $\mu$ l reaction contained 50 ng of DNA, 2 mM MgCl<sub>2</sub>, 10 mM Tris-HCl (pH 8.3), 50 mM KCl, 200  $\mu$ M of each dNTP, 10 pmol of each primer, and 0.5 units of FastStart Taq DNA polymerase (Roche). Reaction mixtures were subjected to the following cycling protocol: initial denaturation and activation of the enzyme (95 °C, 10 min), 35 cycles (95 °C for 20 s; 30 s each at 50 °C for mt-fragments, 55 °C for Y-regions, or 58°C for Y-SNPs; 72 °C for 30 s), and final extension (72 °C, 7 min). PCR products were purified by treatment with Exo/FastAP-Kit (Thermo Fisher) and directly sequenced. Sanger sequencing was performed using the BigDye Ready Reaction kit v.1.1 (Applied Biosystems) on a 3130 xl Genetic Analyzer (Applied Biosystems) following standard procedure.

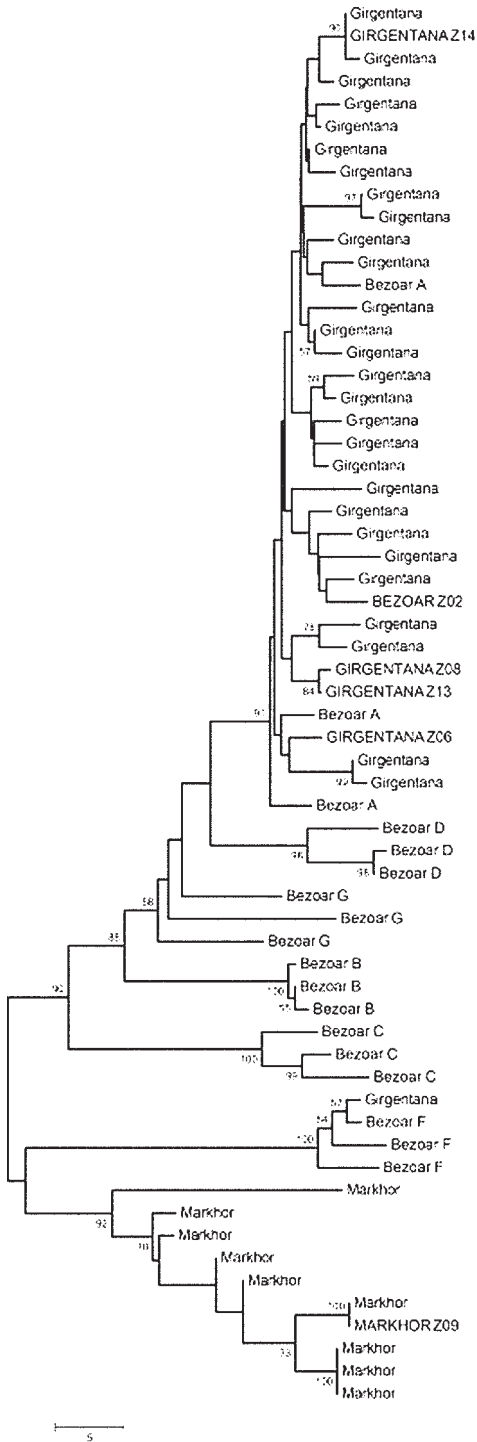
Alignments were performed with SeqMan from the DNASTAR Lasergene package (DNASTAR Lasergene, 2020). MEGA (MEGA Software 2020) was used for tree building (NJ, 1000 bootstrap, no. of differences, pairwise deletion option). A phylogenetic network was calculated using Network 10 (Free Phylogenetic Network Software, 2020; Polzin & Daneschmand, 2003).

## Results and discussion

Girgentana are part of the cultural heritage of Sicily. Historically, Girgentana were primarily reared for milk production. However, in recent years, they have been increasingly used for landscape conservation of arid areas.

Origin and breed relationships are basic research questions for the management of domestic animals. Therefore, this study aimed to define the ancestor(s) of the Girgentana breed. The morphology of Girgentana (e. g. their unique horns and coats) has cast doubt on the assumption that they are descended from the bezoar. Based on these unique features, the markhor has been considered a potential ancestor by different institutions, including the SAVE Foundation and the Society for the Conservation of Old and Endangered Livestock Breeds (GEH).

Our results demonstrate that Girgentana is still a diverse breed. Four out of eight samples showed new haplotypes. Considering all available sequences of Girgentana in GenBank, we found 32 mitochondrial haplotypes (maternal lineages); all are clustered together with bezoar haplotypes, indicating at least a maternal ancestry from bezoar (Fig. 2). However, there exist several markhor haplotypes which are also placed within the bezoar-Girgentana cluster (Tab. 2). Notably, it was previously discovered that around one-third of all markhor in captivity share mitochondrial haplotypes with domestic goats (Hammer et al., 2008). Although natural hybrids among wild species of goat are rare, all combinations among them are fertile. Hybrids have been produced in captivity several times. Considering the overlapping occurrence of domestic



**Fig. 2:** Phylogenetic tree based on partial D-loop sequences calculated in MEGA (NJ, 1000 bootstrap, no. of differences, pairwise deletion option).

**Tab. 2:** Mitochondrial sequences of analysed samples and their best matches in Genbank.

Samples	Breed	Acc. Nr.	Mitochondrial lineage	Haplogroup
Z14	Girgentana	AJ317684	<i>Capra hircus</i> ChGIR66 Girgentana Sicily (Luikart et al. 2001)	A
		JN085645	<i>Capra hircus</i> isolate 115 Sardinian sample (Piras et al. 2012)	A5
		EF989187	<i>Capra aegagrus</i> 98,48% Turkey: Tunceli (Naderi et al. 2008)	A
Z13	Girgentana	EF617813 a.o.	<i>Capra hircus</i> isolate CH213 German Alpine (Naderi et al. 2007)	A
		EF989167	<i>Capra aegagrus</i> 98,92% Iran: Lar (Naderi et al. 2008)	A
Z08	Girgentana	AB004078	<i>Capra hircus</i> mitochondrial DNA for D-loop African Dwarf (Takada et al. 1997)	A
		EF989190	<i>Capra aegagrus</i> 98,92% Turkey: Sumbul (Naderi et al. 2008)	A
			<i>Capra hircus</i> 99,57% best match isolate HM42CMA81 and others; Cameroon and Morocco (Pereira et al. 2009)	A
Z03-Z07	Girgentana	GQ169004	<i>Capra aegagrus</i> 98,70% Iran: Lar (Naderi et al. 2008)	A
Z01-Z02	Bezoar	AJ317689	<i>Capra hircus</i> isolat ChGr3, Greek Mountain (Luikart et al. 2001)	A
		EF989189	<i>Capra aegagrus</i> 98,54% Turkey: Gaziantep, Iran (Naderi et al. 2008)	A
Z09-Z12	Markhor	FJ207525	<i>Capra falconeri</i> (Hassanin et al. 2009)	
		KM198642	<i>Capra hircus</i> isolate NGS64 89,39% Nepal, Sinhal [unpublished]	

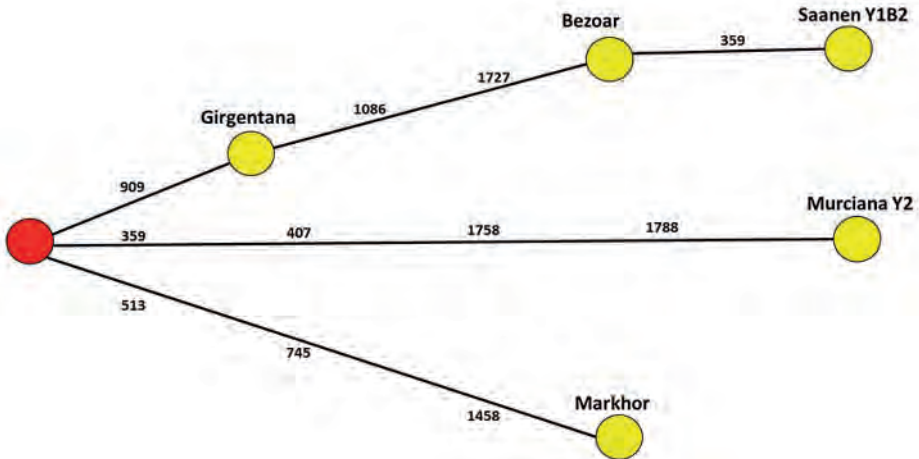
goats with both wild bezoar and markhor, we can assume that is hard to find purebred animals of these species nowadays. Consequently, using only mitochondrial DNA evidence to determine the ancestry of Girgentana must be handled with care. Only ancient DNA studies including artefacts prior to the domestication of goats can produce definitive evidence of the original purebred ancestor species. In this study, we tried to minimise the risk of false positives by using descendants of individuals originally identified as purebred markhor and bezoar (Hammer et al., 2008). Previous data on modern goats indicated the bezoar was their only identified ancestor (Colli et al., 2015), but in contrast to the markhor, ancient bezoar DNA data does exist. These data, based on 83 ancient genomes from the Near East, demonstrate that different lineages of bezoar contributed to goat domestication (Daly et al., 2018). Our data supports the theory of multiple bezoar lineages, as the mitochondrial haplotypes of Girgentana are diverse and do cluster with different bezoar haplogroups (Fig. 2).

Although variation is lower for Y-chromosomal markers, paternal SNPs also support a bezoar ancestry (Tab. 3). In the Median Joining Network, Girgentana is grouped in haplogroup Y1B2 together with the bezoar (Fig. 3). Haplogroup Y1B is found in goats from the Iberian Peninsula and, less frequently, from Northern Africa, but it is often observed in Central-Northern Europe and Italy (Pereira et al., 2009). Pereira et al. (2009) postulated a bidirectional gene flow between Africa and Southern Europe, causing admixture on both sides of the Strait of Gibraltar. Inbreeding as a tool for breed management is a recent development in animal husbandry. In the past, the mixing of different stock was a more commonly-used practice. For millennia, domestic animals were valuable goods and were shipped around the world. This exchange of animals, as well as rare local hybridisation with other wild *Capra* species, can blur the true origins of domestic goat lineages in modern research (Amills et al., 2017). Nevertheless, our data produced significant evidence for the hypothesis that the bezoar is the only ancestor of Girgentana.

**Tab. 3:** Alignment of Y chromosomal SNPs.

	111111
	34579046777
	50140851258
	97359688788
Murciana Y2	TCGCTCAATAG
Saanen Y1B2	TGGCTAAAGA
Markhor	AGATTCGATGA
Girgentana	AGGCCCACTGA
Bezoar	AGGCCTANAGA

**Fig. 3:** Median joining network of Y chromosomal haplotypes based on eleven SNPs calculated in Network 10.



## Zusammenfassung

Girgentana-Ziegen sind Hausziegen (*Capra hircus*), welche aufgrund ihres charismatischen Aussehens häufig in Zoologischen Gärten gehalten werden. Besonders auffällig sind ihre korzenzieherartig gedrehten Hörner, welche in ihrer Morphologie den Trophäen des Markhors (*Capra falconeri*) sehr ähnlich sind und sich deutlich von den Hörnern der Bezoarziegen (*Capra aegagrus*) unterscheiden. Ursprünglich stammt die Rasse Girgentana aus Sizilien, Italien. Auch in Deutschland erfreut sie sich seit einigen Jahren zunehmender Beliebtheit. Gegenwärtig gilt die Bezoarziege als Stammart der Hausziegen. Trotzdem wird eine Abstammung der Girgentana-Ziegen vom Markhor aufgrund der morphologischen Ähnlichkeiten vielfach diskutiert. Mehrere Zoologischen Gärten in Italien und Deutschland geben nach wie vor den Markhor als Stammart der Girgentana-Ziegen an. Deshalb haben wir unter Einsatz genetischer Marker die mütterliche (mitochondriale DNS) und väterliche (Y-Chromosomale Variationen) Abstammung der Girgentana-Ziegen bestimmt. Unsere Ergebnisse zeigen, dass die Rasse Girgentana auch von der Bezoarziege abstammt und dass der Markhor keinen genetisch nachweisbaren Beitrag zur Rasse Girgentana leistete.

## References

- Amills, M., Capote, J., Tosser-Klopp, G. (2017). Goat domestication and breeding: a jigsaw of historical, biological and molecular data with missing pieces. *Animal Genetics*, 48, 631-644.
- Benecke, N. (1994). *Der Mensch und seine Haustiere. Die Geschichte einer jahrtausendealten Beziehung*. 1. Auflage, Konrad Theiss Verlag, Stuttgart, 238-248.
- Castello, J.R. (2016). *Bovids of the World: Antelopes, Gazelles, Cattle, Goats, Sheep, and Relatives*. Princeton Field Guides, Princeton University Press.
- Clutton-Brock, J. (1999). *Domesticated animals from early times*. The Natural History Museum, Cambridge University Press.
- Colli, L., Lancioni, H., Cardinali, I., Olivieri, A., Capodiferro, M.R., Pellicchia, M., Rzepus, M., Zamani, W., Naderi, S., Gandini, F., Vahidi, S.M.F., Agha, S., Randi, E., Battaglia, V., Sardina, M.T., Portolano, B., Rezaei,



- H.R., Lymberakis, P., Boyer, F., Coissac, E., Pompanon, F., Taberlet, P., Ajmone-Marsan, P., Achilli, A. (2015). Whole mitochondrial genomes unveil the impact of domestication on goat matrilineal variability. *BMC Genomics*, 16, 1115.
- Daly, K.G., Delsler, P.M., Mullin, V.E., Scheu, A., Mattiangeli, V., Teasdale, M.D., Hare, A.J., Burger, J., Pereira Verdugo, M., Collins, M.J., Kehati, R., Ereik, C.M., Bar-Oz, G., Pompanon, F., Cumer, T., Çakırlar, C., Mohaseb, A.F., Decruyenaere, D., Davoudi, H., Çevik, Ö., Rollefson, G., Vigne, J.-D., Khazaeli, R., Fathi, H., Bezaee Doost, S., Sorkhani, R.R., Vahdati, A.A., Sauer, E.W., Kharanaghi, H.A., Maziar, S., Gasparian, B., Pinhasi, R., Martin, L., Orton, D., Arbuttle, B.S., Benecke, N., Manica, A., Kolska Horwitz, L., Mashkour, M., Bradley, D.G. (2018). Ancient goat genomes reveal mosaic domestication in the Fertile Crescent. *Science*, 361, 85-88.
- DNASTAR Lasergene. Available online: [www.dnastar.com](http://www.dnastar.com) (Accessed on 10 September 2020).
- FAO. Available online: [www.fao.org/dad-is/browse-by-country-and-species/en/](http://www.fao.org/dad-is/browse-by-country-and-species/en/) (Accessed on 21 September 2020).
- Free Phylogenetic Network Software. Available online: [www.fluxus-engineering.com](http://www.fluxus-engineering.com) (Accessed on 19 September 2020).
- Giaccone, P., Portolano, B., Bonanno, A., Leto, G. (1994). Aspetti quantitativi della produzione latteada analisi della variabilità ambientale in caprinidi razza Girgentana. *Tecn. Agric.*, 4, 3-18.
- Hammer, S.E., Schwammer, H.M., Suchentrunk, F. (2008). Evidence for Introgressive Hybridization of Captive Markhor (*Capra falconeri*) with Domestic Goat: Cautions for Reintroduction. *Biochemical Genetics*, 46, 216-226.
- IUCN Red List. Available online: <https://www.iucnredlist.org/species/3787/97218336> (accessed on 23 September 2020).
- Joshi, M.B., Rout, P.K., Mandal, A.K., Tyler-Smith, C., Singh, L., Thangaraj, K. (2004). Phylogeography and origin of Indian domestic goats. *Molecular Biology and Evolution*, 21 (3), 454-462.
- Luikart, G., Gielly, L., Excoffier, L., Vigne, J.D., Bouvet, J., Taberlet, P. (2001). Multiple maternal origins and weak phylogeographic structure in domestic goats. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98, 5927-5932.
- MEGA Software. Available online: [www.megasoftware.net](http://www.megasoftware.net) (Accessed on 19 September 2020).
- Naderi, S., Rezaei, H.-R., Pompanon, F., Blum, M.G.B., Negrini, R., Naghash, H.-R., Balkiz, O., Mashkour, M., Gaggiotti, O.E., Ajmone-Marsan, P., Kence, A., Vigne, J.-D., Taberlet, P. (2008). The goat domestication process inferred from large-scale mitochondrial DNA analysis of wild and domestic individuals. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105, 17695-17664.
- Pereira, F., Queiros, S., Gusmao, L., Nijman, I.J., Cuppen, E., Lenstra, J.A., Econogene Consortium, Davis, S.J.M., Nejmeddine, F., Amorim, A. (2009). Tracing the History of Goat Pastoralism: New Clues from Mitochondrial and Y Chromosome DNA in North Africa. *Molecular Biology and Evolution*, 26, 2765-2773.
- Polzin, T., Daneschmand, S.V. (2003). On Steiner trees and minimum spanning trees in hypergraphs. *Operations Research Letters*, 31, 12-20.
- Portolano, N. (1987). *Pecore e Capre Italiane*. Edagricole, Bologna, 249- 73.
- Sultana, S., Mannen, H., Tsuji, S. (2003). Mitochondrial DNA diversity of Pakistani goats. *Animal Genetics*, 34, 417-421.
- TGRDEU. Available online: [www.tgrdeu.genres.de/default/hausundnutztiere/detailansicht/detail/63E5D466-B941-FD58-E040-A8C0286E751D](http://www.tgrdeu.genres.de/default/hausundnutztiere/detailansicht/detail/63E5D466-B941-FD58-E040-A8C0286E751D) (accessed on 21 September 2020).
- Vidal, O., Drögemüller, C., Obexer-Ruff, G., Reber, I., Jordana, J., Martínez, A., Bâlteanu, V.A., Delgado, J.V., Eghbalsaid, S., Landi, V., Goyache, F., Traoré, A., Pazzola, M., Vacca, G.M., Badaoui, B., Pilla, F., D'Andrea, M., Álvarez, I., Capote, J., Sharaf, A., Pons, À., Amills, M. (2017). Differential distribution of Y-chromosome haplotypes in Swiss and Southern European goat breeds. *International Journal of Scientific Reports*, 7, 16161.
- Zeder, M., Hesse, B. (2000). The initial domestication of goats (*Capra hircus*) in the Zargos Mountains 10,000 years ago. *Science*, 287, 2254-2257.



## Foot care in Asian elephants (*Elephas maximus*) in European zoos

### Fußpflege bei Asiatischen Elefanten (*Elephas maximus*) in europäischen Zoos

Paulin Wendler<sup>1\*</sup>, Nicolas Ertl<sup>1</sup>, Michael Flügger<sup>2</sup>, Endre Sós<sup>3</sup>,  
Jean-Michel Hatt<sup>1</sup>, Marcus Claus<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Clinic for Zoo Animals, Exotic Pets and Wildlife, Vetsuisse Faculty, University of Zurich, Switzerland

<sup>2</sup>Tierpark Hagenbeck, Hamburg, Germany

<sup>3</sup>Budapest Zoo & Botanical Garden, Hungary

#### Abstract

Foot health is a common concern of captive Asian elephants (*Elephas maximus*). Besides offering adequate husbandry conditions to improve foot health, foot care is implemented to treat and prevent pathological lesions. Foot care management varies for example in contact type, frequency and equipment. By interviewing elephant keepers, recording video footage of a routine foot care procedure and taking photographs of the elephants' feet, data was collected of 243 Asian elephants in 69 European institutions, obtaining a general overview of applied foot care methods. Additionally, the influence of different approaches on the foot health status was analyzed. Nearly all institutions (97.0%) performed regular foot care, but only 16.7% did so under a prophylactic (as opposed to reactive) regime. Whereas the contact type had no significant influence on the foot health ( $p = 0.056$ ), a higher frequency was linked to better foot health conditions ( $p = 0.009$ ). Elephant staff showed a strong theoretical knowledge base of principle pedicure steps (75.8% named four of four steps). However, a complete practical treatment was only carried out in 29.4% of the cases with necessity. Most common tools were hoof knives, rasps and electric grinders. The usage of grinders was linked to more/more severe foot problems ( $p = 0.031$ ) compared to the usage of manual tools: it was associated with a higher frequency of solar horn defects ( $p = 0.049$ ) and a higher frequency of too-narrow interdigital spaces ( $p = 0.015$ ). This leads to the recommendation to rather use hoof knives and rasps instead of grinders.

**Keywords:** Elephant foot health, ParSev Score, pedicure, tools

\*Corresp. author:

E-Mail: paulin.wendler@web.de (Paulin Wendler)

## 1 Introduction

By the end of 2015, the European studbook listed 98 zoological institutions keeping 89 male and 256 female Asian elephants (*Elephas maximus*) (Damen & van Wees, 2016). The studbook is led by the European Endangered Species Programme (EEP) for Asian elephants of the European Association of Zoos and Aquaria (EAZA), and 70 of the 98 listed institutions are members of the EEP. Although elephant husbandry and management are constantly improving, for example by providing larger enclosures and refraining from tethering, foot health problems are still very common (Harris et al., 2008; Haspeslagh et al., 2013; Miller et al., 2016; Wendler et al., 2019). Besides offering improved husbandry conditions, the common approach to treat and prevent foot problems in elephants remains manual foot care typically provided by keepers (Roocroft & Oosterhuis, 2001; Lehnhardt, 2006).

The treatment of existing pathological lesions such as nail cracks and abscesses usually comprises a mechanical debridement of necrotic tissue and a shortening of structures to decrease pressure on them. This is often combined with local drug delivery (Rutkowski et al., 2001b; West, 2001). In theory, foot care is also prophylactically implemented to prevent pathological lesions of feet. There are various opinions and philosophies on how to perform adequate foot care, since there is no “gold standard”. Instead, the approach needs to be adapted to each elephant’s circumstances, which includes aspects such as age, housing and level of training (Roocroft & Oosterhuis, 2001).

In general, there are four different structures of interest when approaching foot care: I) cuticles, which should be attended if they are overgrown, frayed, attached to the nail or contain fluid pockets, II) interdigital spaces, which should be trimmed at least one finger wide so that moisture does not accumulate, and to avoid the development of abnormal pressures between the nails, III) nails, of which nail surface (dorsal wall segment) and nail sole (distal part of the nail) are to be considered and which should be kept in natural shape and short to prevent abnormal pressure due to ground contact when standing, and IV) pads, which can be affected by foreign bodies, overgrowth and the formation of pockets and should be attended in these cases (Kock, 1994; Roocroft & Oosterhuis, 2001).

Besides the frequency of foot care and the question whether and how to trim the pad, one main topic of differing opinions is which tools are to be used. Whereas Roocroft & Oosterhuis (2001) recommend the usage of hoof knives and rasps and advise against using power tools, for Hughes & Southard (2001) the benefits of power tools outweigh the disadvantages when applied with caution. Negative aspects of using power tools are the risk of cutting too deep and damaging healthy tissue as well as distraction of the elephant by noise and vibration. On the other hand, they facilitate the execution of foot care, abbreviating the process significantly, and might therefore enable the animal keepers to attend the elephants’ feet more frequently. Yet, the actual effect of the usage of power tools on the foot health and foot care condition is still unknown.

The aim of this study was to describe and discuss preventive pedicure methods applied in Asian elephants in European zoos and to link them to the presence of pathological lesions of feet, care issues and the general foot health.

## 2 Material and methods

### 2.1 Ethics statement

The project was authorized by the management of each participating institution. Additionally, it was approved by the Elephant Taxon Advisory Group (TAG) of the EAZA and the British and

Irish Association of Zoos and Aquariums (BIAZA). The study was non-invasive. The presentation of a routine foot care was part of the regular pedicure schedule in each zoo.











## 2.2 Data collection

Between August 2016 and July 2017, 69 zoos that are members of the EEP were visited personally by one of two project veterinarians (Wendler et al., 2019). In each institution, the elephant staff was interviewed concerning various aspects of their foot care program (Tab. 1), video footage was taken of a routine foot care procedure and, to detect pathological lesions of feet and the general foot health status, photographs were taken of each elephant's nails and pads. Due to the necessity of a certain level of training, only elephants with at least 5 years of age were included in the study. For video recordings and pictures, a Panasonic Lumix DMC-GF1 or a Sony Cyber-Shot DSC H9 were used, respectively, if necessary under light supplementation by a Neewer Flashgun FC100.

**Tab. 1:** Variables concerning foot care in Asian elephants (*Elephas maximus*) recorded by interviewing the elephant teams of 69 European collections.

Variable	Description	Values
Contact	Contact type the elephants are worked with	1 = Direct contact (hands on) 2 = Protected contact
Cooperativity	Cooperativity the elephant shows while undertaking foot care, evaluated by the keepers	1 = Foot care not possible 2 = Refuses to cooperate often, but foot care possible with difficulties 3 = Refuses sometimes 4 = Cooperates most of the time without many problems 5 = Cooperates all the time
Concept	Concept of foot care	1 = Prophylactic complete regular foot care irrespective to occurring pathological lesions 2 = Reactive non-regular foot care, only if pathological lesions occur 3 = No foot care
Frequency	Frequency of foot care	1 = Never 2 = Every 6 - 12 months 3 = Every 4 - 5 months 4 = Every 2 - 3 months 5 = Monthly 6 = Every 2 - 3 weeks 7 = Weekly
Record	Record of foot care and foot status	1 = Not recorded 2 = Written 3 = Photographically 4 = By video footage
Theoretical approach	Number of the following principle steps of foot care, that could be named by the keepers:  - cutting cuticles - widening interdigital space - shortening nails - attending pad	[0 - 4]

**Tab. 2:** Necessity of foot care in different locations of the feet of Asian elephants (*Elephas maximus*) evaluated in the video footage illustrated by sample images. Photos: P. Wendler and N. Ertl

Location	Intervention necessary	Intervention not necessary
Cuticle	Frayed or attached to the nail	Smooth
		
Interdigital space	Less than one finger wide	At least one finger wide
		
Nail length	Longer than the pad → touch the ground when standing	Shorter than the pad → do not reach the ground when standing
		
Nail surface	Misshaped or rough	Well shaped and smooth
		
Nail defects	Present and not cut out	Not present or cut out completely
		

Analyzing the video footage of each institution, the necessity of foot care of five areas was evaluated at the beginning of the footage, i.e. before pedicure was applied. These five areas were cuticles, interdigital spaces, nail length, nail surface and nail defects (Tab. 2). At the end of the footage, i.e. after foot care, the completeness of the treatment concerning these five areas was assessed (Tab. 3). Additionally, it was observed whether the pad was trimmed completely, partly, whether only sulci were cut out or whether it was not attended at all (Fig. 1). For all areas including the pad, the tools used for processing were recorded.

**Tab. 3:** Completeness of the pedicure treatment of different locations in Asian elephants (*Elephas maximus*).

Location	Treatment complete	Treatment incomplete	Not treated
Cuticle	Care taking in full length	Care taking only in parts	Not attended
Interdigital space	Widened to at least one finger width	Widened, but still less than one finger wide	Not widened
Nail length	Shortened, so that the nail is further away from the ground than the pad	Shortened, but the nail is still not further away from the ground than the pad	Not shortened
Nail surface	Nail trimmed to normal shape and surface smoothed	Surface attended, but nail not in normal shape and/or surface not smooth	Not attended
Nail defects	Necrotic tissue cut out completely	Necrotic tissue cut out incompletely	Not attended

In the same animals, the state of all feet (before the respective foot care) was documented by photography. The evaluation of clinical pathology using the photographic documentation of the feet (Wendler et al., 2019), as well as the development of a foot health score (Ertl et al., 2020) have been described previously. The pictures of the feet were examined regarding pathological lesions, care issues and pad surface (Wendler et al., 2019). Each pathological lesion was associated with a score between 0 and 3 according to its severity; the general foot health score of an elephant was determined by squaring and summarizing each nail's and pad's score and was called Particularised Severity Score (ParSev Score) (Ertl et al., 2020). In consequence, a higher ParSev Score arose as a result of more or more severe pathological lesions. The pad's surface was classified in four grades, according to the amount of surface covered with sulci, which were summed up for all four feet to a Pad Score (Wendler et al., 2019; Ertl et al., 2020).

### 2.3 Statistical analysis

Statistical analyses were carried out with R software Version 3.4.4. The information was only included in the analyses if there was no change within the last year before examination. For each zoological institution, the mean number of each pathological lesion and care issue per elephant was calculated as well as the mean ParSev Score. Correlations with dichotomous variables were initially tested using Wilcoxon rank sum test with continuity correction and, in case of significant ( $p < 0.05$ ) or nearly significant ( $p < 0.10$ ) results, the point-biserial correlation coefficient was calculated. For ordinal variables, Kruskal-Wallis rank sum test and Spearman rank correlation coefficient were used similarly. Multiple comparisons were performed



**Fig. 1:** Example pictures for different methods of pad trimming in Asian elephants (*Elephas maximus*): a) completely trimmed, b) partly trimmed, c) only sulci trimmed, d) not trimmed. Photos: P. Wendler and N. Ertl

using Dunn's test with Holm p-value adjustment. The pathological findings and care issues were only included in the correlation calculations if they occurred in at least 10 institutions.

### 3 Results

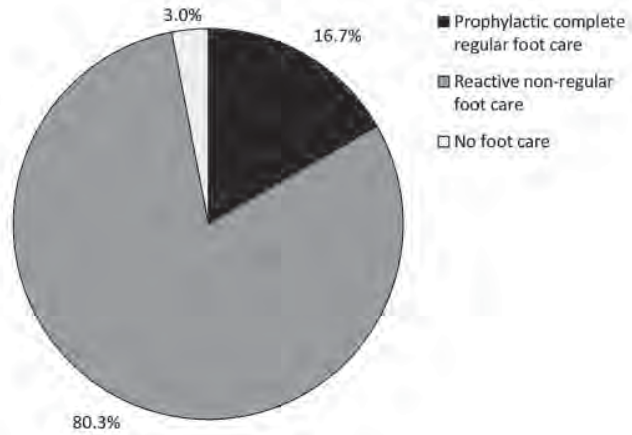
#### 3.1 Results from interviews and correlations to ParSev Score

Of 243 elephants, 33.7% were kept in direct contact, whereas 66.3% were trained in protected contact. Although the point-biserial correlation between contact and ParSev Score was barely not significant ( $r = -0.13$ ,  $p = 0.056$ ), elephants treated in protected contact tended towards lower ParSev Scores than elephants in direct contact. A significant correlation could be found between contact and cooperativity of the elephants during foot care ( $r = -0.20$ ,  $p = 0.002$ ), which means that elephants in direct contact were considered by the keepers as being more cooperative.

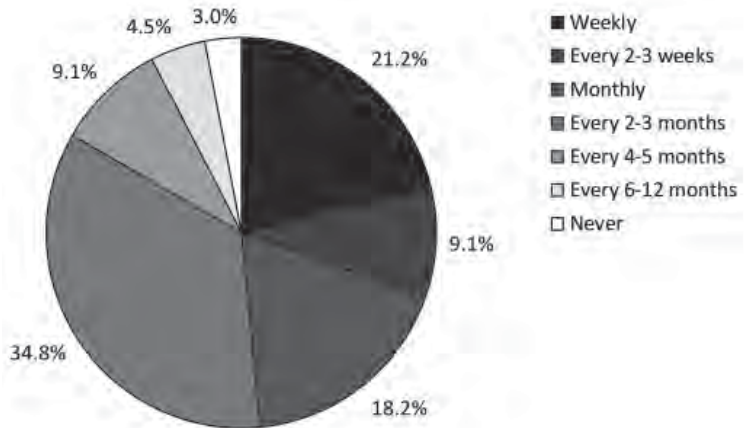
The majority of zoos (53 of 66 with no change within the last year) performed a reactive, non-regular pedicure, which means foot care was only performed if pathological lesions were noted. A prophylactic regular pedicure concept, i.e. performing a complete foot care irrespective of whether or not pathological lesions occur, was applied by 11 zoos. In two institutions, no foot care was performed (Fig. 2). With respect to these different approaches to foot care, no significant impact on the mean ParSev Score could be found ( $p = 0.214$ ).

About a third of the institutions (34.8%) performed foot care every two to three months. Half of the institutions (48.5%) performed their foot care at shorter intervals, and 16.6% at longer intervals (Fig. 3). Spearman rank correlation revealed that the frequency of foot care was significantly, negatively correlated with the mean ParSev Score ( $r = -0.34$ ,  $p = 0.009$ ), indicating less, or less severe, pathological lesions of feet with a higher frequency of foot care (Fig. 4). For particular pathological lesions and care issues, Kruskal-Wallis rank sum test did not reveal a significant result.





**Fig. 2:** Distribution of the concept of foot care in Asian elephants (*Elephas maximus*) in European (EAZA) institutions (n = 66).



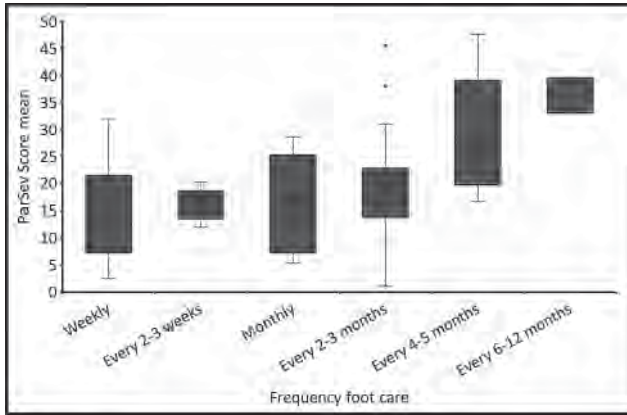
**Fig. 3:** Distribution of the frequency of foot care in Asian elephants (*Elephas maximus*) in European (EAZA) institutions (n = 66).

Whereas 41.8% of the zoos did not record their elephants’ foot status, 35.8% took written and 22.4% photographic records (Fig. 5). None of the zoos used video recordings. Using Dunn’s test for multiple comparisons, there was no significant impact of the recording method on the mean ParSev Scores per institution.

Three quarters of the keepers could name all four of the principle steps (attending cuticles, nails, interdigital spaces and pads) of a routine foot care, 15.2% mentioned three of four, 7.6% two steps, and 1.5% of the teams named only one step, but at least one step was named by every team (Fig. 6). No significant correlation was found between the theoretical knowledge of the keepers and the mean ParSev Score.

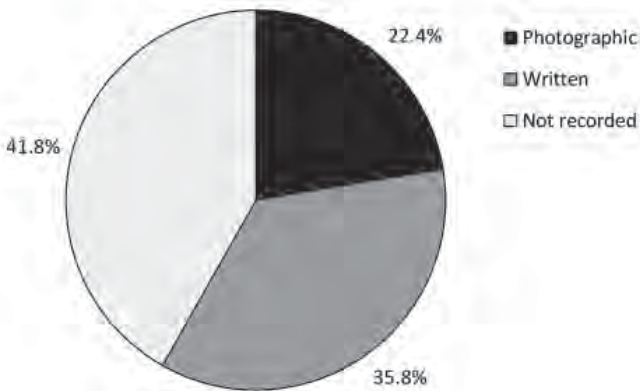
### 3.2 Results from videos

Video footage of the pedicure approach could be sampled from 54 institutions. In these videos, foot care in the five distinct locations (cuticles, nail surface, nail sole, interdigital space, pad) was necessary in 57.7% to 90.7% of the recorded feet. The lowest necessity was found on the nail surface, followed by the interdigital space (69.8%), the cuticle (73.1%), the nail length



**Fig. 4:** Mean ParSev Scores in relation to the frequency of foot care in Asian elephants (*Elephas maximus*) in European (EAZA) institutions (n = 59).

(88.7%), and it was highest for nail defects. From the cases with necessity for foot care, 29.4% were treated completely, 46.6% incompletely and 24.0% were not treated. Highest rates of a complete treatment were found for the nail length (55.3%) followed by the nail surface (33.3%). The highest rates of an incomplete treatment were found for the interdigital space (64.9%) and

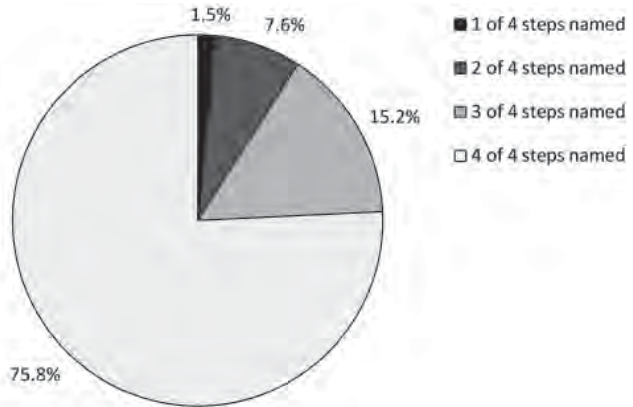


**Fig. 5:** Distribution of record taking of foot care in Asian elephants (*Elephas maximus*) in European (EAZA) institutions (n = 67).

nail defects (59.2%). The most-often not-attended locations were cuticles (36.8%) and the nail surface (36.7%) (Fig. 7).

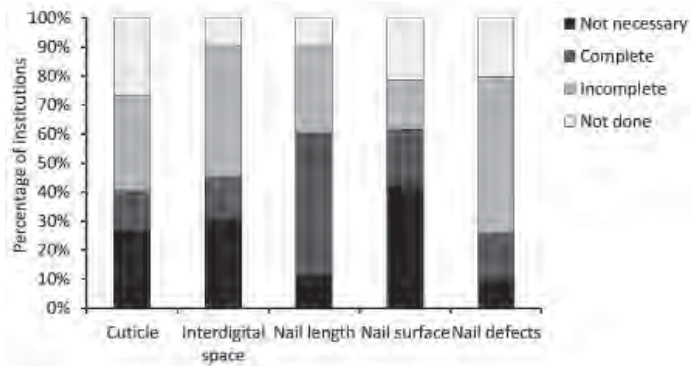
The different treatment methods of the pad were evenly distributed (n = 49): 32.7% of the zoos trimmed the pad on the complete surface, 24.5% trimmed only a part of the pad surface, 16.3% solely cut out sulci and holes and 26.5% did not trim the pad at all. Using Kruskal-Wallis rank sum test, the different pad trimming methods were neither linked to significant differences in the mean ParSev Scores ( $\chi^2 = 0.806$ , df = 3, p = 0.848), nor did they reveal a significant impact on the mean Pad scores ( $\chi^2 = 0.736$ , df = 3, p = 0.865).

The most frequently used tools were hoof knives (highest percentage for treatment of cuticles, nail defects and pad) and rasp (highest percentage for treatment of interdigital space, nail length and nail surface). As an electric device, the angle grinder had second highest percentage for treatment of cuticles, nail length and nail surface (Tab. 4). Using point-biserial correlation, the



**Fig. 6:** Distribution of the theoretical knowledge of elephant foot care among elephant keepers in European (EAZA) institutions (n = 66).

usage of an angle grinder came along with a significantly higher mean ParSev Score ( $r = 0.28, p = 0.031$ ) as well as a significantly higher occurrence of solar horn defects ( $r = 0.26, p = 0.049$ ) and interdigital spaces narrower than one finger width ( $r = 0.32, p = 0.015$ ). These relations are also evident when plotting the distribution of the mean ParSev Scores (Fig. 8) and the solar horn defects per elephant (Fig. 9) in relation to the use of an angle grinder. The elephants of twice as many institutions were affected by too narrow interdigital spaces when their foot care was per-









**Fig. 7:** Necessity of foot care and completeness of treatment in Asian elephants (*Elephas maximus*) ( $n_{\text{Cuticle}} = 52, n_{\text{InterdigitalSpace}} = 53, n_{\text{NailLength}} = 53, n_{\text{NailSurface}} = 52, n_{\text{NailDefects}} = 54$ ).

formed using an angle grinder compared to manual treatment using hoof knives and rasps (Fig. 10). No significant difference was found for the frequency of foot care depending on the grinder usage via Wilcoxon rank sum test ( $W = 630.5, p = 0.090$ ), indicating that institutions using an angle grinder did not perform foot care more frequently (Table 5).

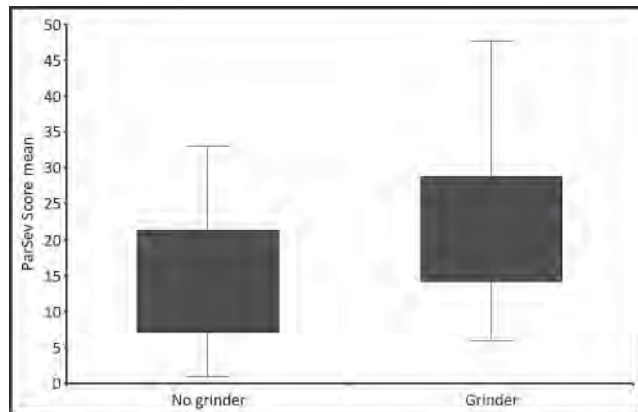
## 4 Discussion

Foot care in Asian elephants is implemented in the management schedule of 97% of the considered institutions and is an important topic of elephant husbandry. Investigating individual data of 243 elephants and video footage of 54 institutions, this study gives an overview of various aspects of the routine foot care approach in Asian elephants.

**Tab. 4:** Absolute and relative frequencies of tool usage in European institutions for each location in the feet of Asian elephants (*Elephas maximus*). Drawings: M. Ziegler

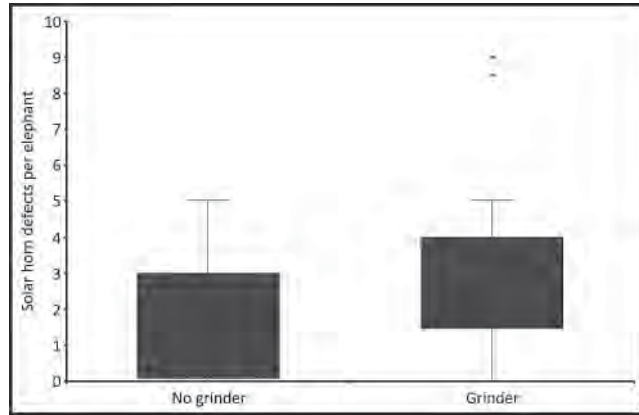
Location	Hoof knife	Swiss hoof knife	Rasp	Pliers	Angle grinder	Rotary grinder
						
Cuticle	15 45.5%	1 3.0%	6 18.2%	3 9.1%	7 21.2%	1 3.0%
Interdigital space	23 39.7%	3 5.2%	24 41.4%	0 0%	8 13.8%	0 0%
Nail length	14 18.7%	8 10.7%	32 42.7%	1 1.3%	20 26.7%	0 0%
Nail surface	0 0%	0 0%	15 53.6%	0 0%	13 46.4%	0 0%
Nail defects	27 51.9%	5 9.6%	11 21.2%	0 0%	8 15.4%	1 1.9%
Pad	21 44.7%	17 36.2%	2 4.3%	0 0%	7 14.9%	0 0%
All combined	100 34.1%	34 11.6%	90 30.7%	4 1.4%	63 21.5%	2 0.7%

**Fig. 8:** Mean ParSev Score in relation to angle grinder usage during foot care in Asian elephants (*Elephas maximus*) ( $n_{NoGrinder} = 33$ ,  $n_{Grinder} = 26$ ).

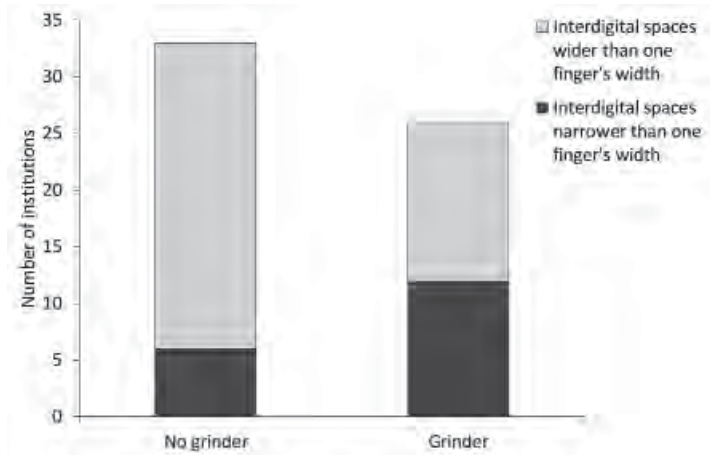


Although acquiring information was sometimes affected by language barriers, data acquisition of information and photographs of the individual elephants followed a standardized protocol to provide comparable data. The evaluation of the video footage must be viewed with caution, since only one foot care procedure was recorded per institution, in order to characterize the foot

**Fig. 9:** Solar horn defects per elephant in relation to angle grinder usage during foot care in Asian elephants (*Elephas maximus*) ( $n_{\text{NoGrinder}} = 33$ ,  $n_{\text{Grinder}} = 26$ ).



**Fig. 10:** Distribution of the care conditions of interdigital spaces in the feet of captive Asian elephants (*Elephas maximus*) depending on the usage of an angle grinder during foot care.



care procedure for each zoo. It is probable that the approach varied from the usually performed one, either due to the desire to present a more complete procedure than usually performed, or because of demonstrating a reduced approach due to time limitations caused by our data collection. Another aspect is that only the approach of one elephant keeper on one elephant was recorded, which might not be sufficiently representative for the approach of the other keepers, or on the other elephants, in the same institution. Nevertheless, this analysis serves for the presentation of the principle aspects of foot care in captive Asian elephants and reveals several noteworthy correlations.

#### 4.1 Contact

One third of the evaluated elephants were kept in direct contact. The remaining two thirds were worked with in protected contact, which means that a barrier separates the working spaces of elephants and keepers (Fowler, 2006). Protected contact training is based on a positive reinforcement operant conditioning, where the elephant participates voluntarily and the trainers work without any punishment or negative reinforcement (Desmond & Laule, 1991).

In some institutions, the whole herd was kept in protected contact, whereas in others the cows were treated in direct and only the bulls in protected contact. To perform proper foot care,

**Tab. 5:** Statistical analyses on correlations concerning foot care in Asian elephants (*Elephas maximus*).

Variable	Correlated with	Non-parametric statistical test	Correlation	Mean values	Median values	
<b>I) Multiple comparison with Dunn's test and Holm p-value adjustment</b>						
Record	Mean ParSev Score	Not recorded to written: $z = 0.964, p_{adj} = 1.000$		20.17 (not recorded)	17.47 (not recorded)	
		Photographic to not recorded: $z = 0.024, p_{adj} = 0.981$		18.11 (photographic)	20.17 (photographic)	
		Written to photographic: $z = -0.809, p_{adj} = 0.419$		16.64 (written)	16.00 (written)	
<b>II) Wilcoxon rank sum test and point-biserial correlation for dichotomous variables</b>						
Contact	ParSev Score	$W = 5671, p = 0.056^{**}$	$r = -0.13, p = 0.056^{**}$	21.74 (direct contact) 17.38 (protected contact)	18.00 (direct contact) 17.00 (protected contact)	
	Cooperativity	$W = 8069, p = 0.002^*$	$r = -0.20, p = 0.002^*$	4.55 (direct contact) 4.08 (protected contact)	5.00 (direct contact) 4.00 (protected contact)	
Grinder	Mean ParSev Score	$W = 289, p = 0.033^*$	$r = 0.281, p = 0.031^*$	22.30 (grinder) 15.41 (no grinder)	19.43 (grinder) 15.00 (no grinder)	
	Minor nail cracks <sup>†</sup>	$W = 326, p = 0.117$				
	Attached cuticles <sup>‡</sup>	$W = 349, p = 0.226$				
	Solar horn defects <sup>‡</sup>	$W = 301, p = 0.051^{**}$	$r = 0.257, p = 0.049^*$	2.90 (grinder) 1.78 (no grinder)	2.30 (grinder) 1.75 (no grinder)	
	Major nail cracks <sup>†</sup>	$W = 362, p = 0.308$				
	Altered tissues <sup>‡</sup>	$W = 361.5, p = 0.132$				
	Frayed edges of pads <sup>‡</sup>	$W = 415, p = 0.810$				
	Narrow interdigital spaces <sup>‡</sup>	$W = 301, p = 0.017^*$	$r = 0.315, p = 0.015^*$	0.17 (grinder) 0.09 (no grinder)	0 (grinder) 0 (no grinder)	
	Frayed cuticles <sup>‡</sup>	$W = 353, p = 0.248$				
	Solar fissures <sup>‡</sup>	$W = 344.5, p = 0.199$				
	Rough nail surface <sup>‡</sup>	$W = 462.5, p = 0.613$				
Frequency foot care	$W = 630.5, p = 0.090$	$r = -0.213, p = 0.089$	4.42 (grinder) 4.95 (no grinder)	4 (grinder) 5 (no grinder)		
<b>III) Kruskal-Wallis rank sum test and Spearman rank correlation for ordinal variables</b>						
Concept	Mean ParSev Score	$\chi^2 = 1.542, df = 1, p = 0.214$				
Frequency	Mean ParSev Score	$\chi^2 = 11.199, df = 5, p = 0.048^*$	$r = -0.339, p = 0.009^*$			
	Minor nail cracks <sup>†</sup>	$\chi^2 = 4.189, df = 5, p = 0.523$				
	Attached cuticles <sup>‡</sup>	$\chi^2 = 5.286, df = 5, p = 0.382$				
	Solar horn defects <sup>‡</sup>	$\chi^2 = 8.650, df = 5, p = 0.124$				
	Major nail cracks <sup>†</sup>	$\chi^2 = 9.711, df = 5, p = 0.084^{**}$	$r = -0.082, p = 0.537$			
	Altered tissues <sup>‡</sup>	$\chi^2 = 5.364, df = 5, p = 0.373$				
	Frayed edges of pads <sup>‡</sup>	$\chi^2 = 3.984, df = 5, p = 0.552$				
	Narrow interdigital spaces <sup>‡</sup>	$\chi^2 = 3.196, df = 5, p = 0.670$				
	Frayed cuticles <sup>‡</sup>	$\chi^2 = 3.839, df = 5, p = 0.573$				
	Solar fissures <sup>‡</sup>	$\chi^2 = 7.557, df = 5, p = 0.182$				
	Rough nail surface <sup>‡</sup>	$\chi^2 = 2.205, df = 5, p = 0.820$				
	Theoretical approach	Mean ParSev Score	$\chi^2 = 0.493, df = 2, p = 0.782$			
		Pad trimming	$\chi^2 = 0.806, df = 3, p = 0.848$			
	Pad Score	$\chi^2 = 0.736, df = 3, p = 0.865$				

\* p-value < 0.05, \*\* p-value between 0.05 and 0.10, <sup>†</sup> pathological lesions and <sup>‡</sup> care issues according to Wendler et al. (2019)

different structural and training conditions are required depending on the actual contact type (Roocroft & Oosterhuis, 2001). In direct contact, the elephant is typically trained and controlled using an ankus. Foot care is usually performed by two trained keepers: one calls the elephant's attention, whereas the other one works on the feet. An elephant tub serves to position the elephant's foot properly (Hughes & Southard, 2001). In protected contact, target training is used to teach the elephant to present its feet through an opening in the stall front of the protected area.

As for the direct contact, two keepers are needed to position the elephant and perform the pedicure (Kalk & Wilgenkamp, 2001). Schwammer (2001) described direct contact as being best for foot care, whereas Roocroft & Oosterhuis (2001) state that depending on proper training, foot care can be performed successfully irrespective of the contact type.

Due to the interviews, keepers assessed elephants that were handled in direct contact as being more cooperative than the ones trained in protected contact. Nevertheless, no significant correlation was found between contact type and the ParSev Score, which implies that the feet can be cared for equally well in both systems. Given the prospect that protected contact will be the most common zoo elephant husbandry system in the future, this finding is reassuring. Actually, the nearly significantly ( $p = 0.056$ ) better foot health status of animals in protected contact might indicate that this husbandry type is potentially associated with other factors, such as larger enclosures and the use of sand substrate, that may also contribute to elephant foot health (Wendler et al., 2020).

## 4.2 Foot care schedule

To prevent the development of foot problems, prophylactic regular complete foot care procedures are recommended by Roocroft & Oosterhuis (2001). Nevertheless, this concept was only followed by 16.7% of the zoos. The majority of institutions (80.3%) carried out a reactive, non-regular foot care, where the feet are only trimmed when pathological lesions occur. This might be due to a deficient number of elephant keepers and a lack of time in their daily work schedules, which was reported by many teams, or by a general concept focusing on reactive rather than prophylactic care. As no significant difference in the mean ParSev Score values could be found, the general concept of the foot care does not seem to be influential on the general foot health. A reason for that could be generally improving husbandry conditions, and focusing on an environment, where nails and pads wear naturally, so that a problem-based foot care suffices.

Roocroft & Oosterhuis (2001) propose 90 days as a sensible pedicure interval. From the different intervals that were stated in this study (Fig. 3), 'every 2-3 months' was most common with 34.8%. But weekly and monthly performed foot care were also named by roughly a fifth of the institutions each. The correlation of the mean ParSev Score to the frequency reveals a better general foot health when the feet are cared for more frequently. So, to maintain the elephants' feet in a good health condition, it appears to be more important to attend to them more frequently than to always do a complete foot care. Irrespective of foot care procedures, feet should be inspected daily to ensure early detection of problems and timely reaction (Fowler, 2001; Schwammer, 2001; West, 2001).

To keep track of the foot care schedule especially in case of prolonged healing processes, taking records can be very helpful. They can be carried out in written form, e.g. using a computerized database, photographically or by videotapes (Rutkowski et al., 2001a). More than half of the included zoos used records either in written or photographic form, but this had no influence on the ParSev Score.

An effective foot care can only be achieved if the staff possesses the specific knowledge and skills (Roocroft & Oosterhuis, 2001). Targets for the pedicure are cuticles, nails, interdigital spaces and pads (Kock, 1994; Roocroft & Oosterhuis, 2001). Most of the teams could name them entirely, indicating sound basic theoretical knowledge. The opportunity to acquire specific foot care knowledge by participating in workshops, having a consultant, or visiting other teams was given to 43 of 69 elephant teams. The remaining teams transferred the knowledge from experienced to the following keepers within the institutions. Reason for the non-significance of the correlation between theoretical knowledge and the mean ParSev Score could be the strongly declining distribution, with 75.6% naming four of four steps. This result might also mean that improving the theoretical knowledge of elephant staff is a less promising approach towards bet-

ter foot health than the instigation of other measures, such as installing regular, high-frequency foot care procedures as part of the general husbandry concept. So, rather than only focusing on theoretically educating staff, staff should be given more time to apply their knowledge.

### 4.3 Foot care approach in videos

After the evaluation of the theoretical knowledge, the analysis of the videos allowed an evaluation of the actual practical skills. Roocroft & Oosterhuis (2001) and Kock (1994) describe necessary steps of a pedicure. To prevent overgrowth, fraying and the development of fluid pockets, cuticles need to be trimmed. Nails should be shortened, and the edge rasped to a rounded shape. The interdigital space should be rasped to one finger's width and existing defects like cracks or abscesses need to be treated by removing necrotic material. Even though 'one finger's width' appears as a subjective measure, it is a practical instruction that is easily understood and applied during foot care procedures.

The high necessity of foot care in the present study, with 76.0% on average at the beginning of a documented pedicure session, must not be interpreted as a bad condition, since the keepers were asked to present their approach on a foot that was 'in turn'. But only 22.7% of the necessary areas were treated completely. In some cases, an incomplete treatment might be part of the training routine, because some elephants might be more cooperative in the long term if training is rather short and positive, instead of long and with declining interest of the elephant. This is particularly applied when the elephant is not used to the approach yet, or when foot care might be associated with pain, for example when treating nail defects, or due to arthrosis. As compensation for shorter and incomplete treatments, they should be applied more frequently. Testing the correlation between the completeness of treatment and the frequency revealed that the more areas were treated incompletely in our sample, the higher was the reported frequency of foot care ( $r = 0.43$ ,  $p = 0.002$ ), clearly indicating this strategy. In pain-free and well-trained elephants, prophylactic foot care should nevertheless be complete as this helps preventing foot problems (Roocroft & Oosterhuis, 2001). Neither lack of time nor lack of experience should be a reason for an incomplete treatment. In addition to teaching theoretical concepts to the keepers, good instruction and practical exercises under supervision through workshops, consultants or more experienced colleagues are essential to increase the practical skills and knowledge about a complete procedure. Evidently, schedules for keepers must allow for sufficient time.

Different states of, and approaches to caring for, the pads were found. Some pad surfaces were completely smooth, while others had a thick horn layer crisscrossed by deep sulci. Some were completely trimmed, others partly or only the sulci were cut out, and some were not trimmed at all. With sufficient strain like walking on different substrates, digging or processing branches, the pads should theoretically wear down naturally. In case of a lack of these activities in captivity, pad trimming might be necessary, but should always be done carefully, leaving enough horn tissue (Kock, 1994; Roocroft & Oosterhuis, 2001). Since no significance to the mean ParSev Score could be found, it can be suggested that the pad trimming method has no influence on the general foot health. Unexpectedly, there was also no significant correlation to the mean pad score. This suggests that other factors such as substrate or activity are more influential on the pad's structure than the trimming method.

### 4.4 Tools

Basic tools used for pedicure in elephants are hoof knives and hoof rasps (Roocroft & Oosterhuis, 2001), which can be individually supplemented by special equipment like hoof groovers, Swiss hoof knives and hoof nippers (Fowler, 2001). This corresponds to the results of our study:



the most frequently used tools were hoof knives and rasps, but also Swiss hoof knives, pliers and rotary tools were applied.

There are controversial opinions on the use of power tools, like sanders, planers or angle grinders. On the one hand, they make the foot work less strenuous and quicker, which may allow implementing foot care at a higher frequency (Hughes & Southard, 2001). On the other hand, they increase the risk for injuries, since they remove foot tissue rapidly and the generated heat inhibits bleeding, so that it is more difficult to notice when to stop trimming. Additionally, power tools generate noise and vibrations, which could distract the elephants if not trained well enough (Roocroft & Oosterhuis, 2001).

An angle grinder was applied in 41% of institutions, and it was used to process all parts of the nail and the pad. A positive correlation was found between the usage of an angle grinder and the mean ParSev Score, which means that the general foot health was better in zoos that did *not* use a grinder. Reason for this correlation could be the previously mentioned injuries due to the high speed of these tools. Besides, no significantly higher frequency of foot care could be found for the institutions using an angle grinder. Actually, comparing mean values of the frequencies, manually proceeding facilities tended ( $p = 0.089$ ) to perform foot care more frequently than the ones using power tools. Analyzing the prevalence of the pathological lesions depending on the grinder usage, a higher occurrence of solar horn defects was found in zoos where the grinder was used. These solar horn defects could be a consequence of smaller injuries. Additionally, significantly more interdigital spaces were too narrow, which implies that the grinder is not the preferable tool for this part of the foot and that hoof knives and rasps are more suitable. Although there was no significant correlation, we particularly advise against using the electric grinder for cuticle trimming, since this is soft and very sensitive tissue, which can easily be damaged causing pain for the elephant. Pliers and hoof knives are more suitable tools for cuticle work.

Yet, no matter which tools are used, it is important to create adequate circumstances to perform an effective foot care. Tools must be clean and sharp (Fowler, 2001; Roocroft & Oosterhuis, 2001; Schwammer, 2001). Hones might be used for sharpening, but with regard to work facilitation and time saving, the one-off purchase of an electric knife sharpener should be considered. Additionally, it is important to have good light conditions during the pedicure. Since especially in the central and northern European countries, foot care is usually performed indoors, and the training areas often do not have sufficient natural light, the usage of an additional spotlight is advisable. Furthermore, the position should be comfortable for both, elephants and keepers, as the complete care of one foot takes about one hour (Roocroft & Oosterhuis, 2001). The height, on which the elephant needs to position its feet, should be adjustable for front and hind legs and the individual body heights. Knee pads may support the keepers in uncomfortable positions. Alternatively, the training area could be designed so that the elephant stands higher than the keeper, which helps relieve back strain for the latter. In case of the occurrence of pathologies in the elephants' feet, the cooperation of the keeper team with the veterinary team of the institution is of high importance. These additional recommendations result from the observations and experiences gained in the course of this study but have not been part of the general data collection or analysis.

Besides the general aspects of foot care presented in this study, the approach should always be adapted to the individual needs, considering for example shape and size of the foot, leg conformation and health issues. To further analyze the condition of an elephant's foot and for individual adaptation, additional methods such as radiography or pressure plate measurements can be useful (Siegal-Willott et al., 2008; Panagiotopoulou et al., 2012; Regnault et al., 2017). However, it is unlikely that these can be applied on a routine basis for the regular foot care necessary in many elephant husbandry systems.

## 5 Conclusion

The majority of zoos used foot care to improve the elephants' foot health condition. The approaches varied between the institutions especially concerning contact type, frequency, record-taking and equipment. Correlations with pathological foot lesions revealed that applying foot care in a high frequency and using manual tools like hoof knives and rasps instead of angle grinders are beneficial for foot health. Basic prerequisites for performing an adequate pedicure are well-trained elephants and theoretically and practically skilled staff with sufficient time.

## Acknowledgements

We would like to thank all contributing institutions for participating, and in particular the patient assistance of elephant keepers, curators and veterinarians when collecting photographs and videos. We acknowledge the EAZA Elephant TAG, the BIAZA, Mandy Ziegler for the artistic contribution, as well as the Stiftung Hagenbeck for the financial support. PW and NE thank their respective families for the encouragement and support during this project.

## Zusammenfassung

Fußerkrankungen gehören zu den häufigsten gesundheitlichen Problemen von Asiatischen Elefanten (*Elephas maximus*), die in zoologischen Einrichtungen gehalten werden. Neben adäquaten Haltungsbedingungen ist eine der wichtigsten Maßnahmen zur Erhaltung und Verbesserung der Fußgesundheit das regelmäßige Durchführen einer Fußpflege. Hierbei unterscheiden sich die Herangehensweisen zum Beispiel hinsichtlich der Kontaktart zu den Elefanten, der Frequenz sowie der eingesetzten Werkzeuge. Diese Studie soll einen generellen Überblick über die angewandten Methoden der Fußpflege von Asiatischen Elefanten geben. In 69 europäischen Zoos wurden dafür die Elefantenpfleger zu diesem Thema befragt, Videosequenzen einer Routinefußpflege aufgenommen sowie die Füße von 243 Elefanten fotografiert. Außerdem wurde der Einfluss der verschiedenen Herangehensweisen auf die Fußgesundheit untersucht. Fast alle Einrichtungen (97,0 %) führten eine regelmäßige Fußpflege durch, wobei nur 16,7 % der Institutionen die Fußpflege prophylaktisch, also unabhängig vom Auftreten von Fußveränderungen durchführten. Während die Art des Kontaktes keinen signifikanten Einfluss auf die Fußgesundheit hatte ( $p = 0,056$ ), ging das häufigere Durchführen einer Fußpflege mit einem besseren Gesundheitszustand der Füße einher ( $p = 0,009$ ). Die Elefantenpfleger verfügten über sehr gute theoretische Kenntnisse über die grundsätzliche Durchführung einer Fußpflege (75,8 % nannten vier von vier Grundschritten), doch eine vollständige praktische Bearbeitung erfolgte nur in 29,4 % der Fälle, in denen die Bearbeitung notwendig war. Die am häufigsten benutzten Werkzeuge waren Hufmesser, Feilen und Winkelschleifer. In Zoos, in denen Winkelschleifer eingesetzt wurden, traten signifikant mehr bzw. schwerwiegendere Fußprobleme auf als in Zoos, die die Fußpflege ausschließlich mit manuellen Werkzeugen durchführten ( $p = 0,031$ ). Es traten insbesondere mehr Defekte in der Nagelsohle auf ( $p = 0,049$ ) und die Zwischenräume zwischen den Nägeln waren häufiger zu eng ( $p = 0,015$ ). Somit kann geschlussfolgert werden, dass der Einsatz manueller Werkzeuge gegenüber dem von Winkelschleifern zu empfehlen ist.

## References

- Damen, M., & van Wees, M. (2016). European studbook for Asian elephants (*Elephas maximus*). Rotterdam: Royal Rotterdam Zoological & Botanical Garden.
- Desmond, T., & Laule, G. (1991). Protected-contact elephant training. American Association of Zoological Parks and Aquariums Annual Conference, 606-613.
- Ertl, N., Wendler, P., Sós, E., Flügger, M., Schneeweis, F., Schiffmann, C., Hatt, J.-M., & Clauss, M. (2020). Theory of medical scoring systems and a practical model for the foot health of Asian elephants (*Elephas maximus*) in European zoos. *Animal Welfare*, 29, 163-176.
- Fowler, M.E. (2001). Elephant foot care: concluding remarks. In B. Csuti, E.L. Sargent, & U.S. Bechert (Eds.), *The elephant's foot: prevention and care of foot conditions in captive Asian and African elephants* (pp. 145-149). Ames: Iowa State University Press.
- Fowler, M. E. (2006). Physical restraint and handling. In M.E. Fowler, & S.K. Mikota (Eds.), *Biology, medicine, and surgery of elephants* (pp. 75-90). Ames: Blackwell Publishing Professional.
- Harris, M., Sherwin C., & Harris S. (2008). *The welfare, housing and husbandry of elephants in UK zoos*. Bristol: University of Bristol.
- Haspelslagh, M., Stevens J., De Groot E., Dewulf J., Kalmar I., & Moons C. (2013). A survey of foot problems, stereotypic behaviour and floor type in Asian elephants (*Elephas maximus*) in European zoos. *Animal Welfare*, 22, 437-443.
- Hughes, J. A., & Southard M. (2001). Preventive foot care for an Asian elephant at Mesker Park Zoo and Botanic Garden. In B. Csuti, E.L. Sargent, & U.S. Bechert (Eds.), *The elephant's foot: prevention and care of foot conditions in captive Asian and African elephants* (pp. 73-77). Ames: Iowa State University Press.
- Kalk, P., & Wilgenkamp C. (2001). Elephant foot care under the voluntary-contact system: problems and solutions. In B. Csuti, E.L. Sargent, & U.S. Bechert (Eds.), *The elephant's foot: prevention and care of foot conditions in captive Asian and African elephants* (pp. 63-64). Ames: Iowa State University Press.
- Kock, K. (1994). *Elefanten – mein Leben*. Hamburg: Rasch und Röhrling Verlag.
- Lehnhardt, J. (2006). Husbandry. In M. E. Fowler, & S. K. Mikota (Eds.): *Biology, medicine, and surgery of elephants* (pp. 45-55). Ames: Blackwell Publishing Professional.
- Miller, M. A., Hogan, J. N., & Meehan, C. L. (2016). Housing and demographic risk factors impacting foot and musculoskeletal health in African elephants (*Loxodonta africana*) and Asian elephants (*Elephas maximus*) in North American zoos. *PLoS One*, 11, e0155223.
- Panagiotopoulou, O., Pataky, T.C., Hill, Z., & Hutchinson, J.R. (2012). Statistical parametric mapping of the regional distribution and ontogenetic scaling of foot pressures during walking in Asian elephants (*Elephas maximus*). *The Journal of Experimental Biology*, 215, 1584-1593.
- Regnault, S., Dixon J.J., Warren-Smith, C., Hutchinson, J.R., & Weller, R. (2017). Skeletal pathology and variable anatomy in elephant feet assessed using computed tomography. *PeerJ*, 5, e2877.
- Roocroft, A., & Oosterhuis, J. (2001). Foot care for captive elephants. In B. Csuti, E. L. Sargent, & U. S. Bechert (Eds.), *The elephant's foot: prevention and care of foot conditions in captive Asian and African elephants* (pp. 19-52). Ames: Iowa State University Press.
- Rutkowski, C., Hopper, R., & Marion, F. (2001a). Record keeping as an aid to foot care in the Asian elephant. In B. Csuti, E.L. Sargent, & U.S. Bechert (Eds.): *The elephant's foot: prevention and care of foot conditions in captive Asian and African elephants* (p. 17). Ames: Iowa State University Press.
- Rutkowski, C., Marion, F., & Hopper, R. (2001b). Split nails, abscesses, and cuticular fluid pockets. In B. Csuti, E. L. Sargent, & U.S. Bechert (Eds.): *The elephant's foot: prevention and care of foot conditions in captive Asian and African elephants* (pp. 85-86). Ames, United States of America: Iowa State University Press.
- Schwammer, H.M. (2001). Elephant husbandry and foot care at the Schönbrunner Tiergarten, Vienna. In B. Csuti, E.L. Sargent, & U.S. Bechert (Eds.): *The elephant's foot: prevention and care of foot conditions in captive Asian and African elephants* (pp. 69-71). Ames: Iowa State University Press.
- Siegal-Willott, J., Isaza, R., Johnson, R., & Blaik, M. (2008). Distal limb radiography, ossification, and growth plate closure in the juvenile Asian elephant (*Elephas maximus*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 39, 320-334.
- Wendler, P., Ertl, N., Flügger, M., Sós, E., Schiffmann, C., Clauss, M., & Hatt, J.-M. (2019). Foot health of Asian elephants (*Elephas maximus*) in European zoos. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 50, 513-527.
- Wendler, P., Ertl, N., Flügger, M., Sós, E., Torgerson, P., Heym, P.P., Schiffmann, C., Clauss, M., & Hatt, J.M. (2020). Influencing factors on the foot health of captive Asian elephants (*Elephas maximus*) in European zoos. *Zoo Biology*, 39, 109-120.
- West, G. (2001). Occurrence and treatment of nail/foot abscesses, nail cracks, and sole abscesses in captive elephants. pp. 93-97. In: B. Csuti, E.L. Sargent, & U.S. Bechert (Eds.), *The elephant's foot: prevention and care of foot conditions in captive Asian and African elephants* (pp. 93-97). Ames: Iowa State University Press.



**Behavior patterns of the white-shouldered ibis *Pseudibis davisoni* (Hume, 1875) in a captive environment at the Angkor Centre for Conservation of Biodiversity, Cambodia**

**Verhaltensmuster des Weißschulteribis *Pseudibis davisoni* (Hume, 1875) in einer Großvoliere im Angkor Centre for Conservation of Biodiversity, Kambodscha**

Markus Woesner<sup>1</sup>, Michael Meyerhoff<sup>1,2</sup> & Philipp Wagner<sup>1,3\*</sup>

<sup>1</sup> Angkor Centre for Conservation of Biodiversity, Kbal Spean, Phnom Kulen National Park, Banteay Srei, Siem Reap Province, Cambodia

<sup>2</sup> Zoo Leipzig, Pfaffendorfer Str. 29, 04105 Leipzig, Germany

<sup>3</sup> Allwetterzoo, Sentruper Str. 315, 48161 Münster, Germany

**Abstract**

The white-shouldered ibis (*Pseudibis davisoni*) is considered to be one of the most threatened large water bird species in Southeast Asia. Once widespread throughout Southeast Asia, now up to 95% of the 670 remaining mature individuals are limited to a few sites in Cambodia. The primary cause for decline lays in destruction of habitats, such as dipterocarp forests, which provide an important habitat for *P. davisoni*. The Angkor Centre for Conservation of Biodiversity (ACCB) located in the Phnom Kulen National Park in Northern Cambodia houses seven (three females and four males) rescued mature *P. davisoni*. After being moved to a new enclosure in 2019, the seven individuals became the founder group for an ex situ conservation program for this species. This study will be used to develop a first attempt at captive breeding and it has yielded initial results about the daily behavior patterns of *P. davisoni* in a captive environment. The individuals were observed on twelve days over an 18 day period. Even though the study period was relatively short, and behavior was highly dependent on current weather conditions, the results offer initial insights on *P. davisoni* diurnal behavior in captivity. An increased occurrence of ground behavior during mid-day as well as during the feeding times was observed. Outside these times, *P. davisoni* seemed to prefer higher ground and stayed mostly in

\*Corresp. author:

E-Mail: wagner@allwetterzoo.de (Philipp Wagner)

the trees. Since scientific knowledge plays a decisive role for successful conservation, the data presented might provide a basis for further behavioral and conservation research to increase conservation success in this species.

**Keywords:** *Pseudibis davisoni*; white-shouldered ibis; behavior; conservation; captive breeding; Cambodia

## Introduction

Cambodia is considered to be one of the most biodiverse countries in Southeast Asia (Flora and Fauna International, 2020). This great biodiversity is based on the variety of habitats such as wetlands, different forests, the Tonlé Sap Lake with its floodplain, coastal and marine environments. However, Namkhan et al. (2020) have shown that between 1998 and 2018 Southeast Asia has lost 50% of its lowland forest, with Cambodia as the most heavily impacted country. These losses of critical habitats in combination with other threats, for example wildlife hunting, result in a rapid decline of biodiversity. Wetlands and the associated fauna, especially the large wetland bird species such as *Thaumatibis gigantea* and *Pseudibis davisoni* (Wright et al., 2012a) are particularly affected.

According to the assessment of the International Union for the Conservation of Nature (IUCN) approximately 670 mature individuals of *P. davisoni* remain in the wild (BirdLife International, 2018), therefore it has been described as the most threatened large water bird species in Southeast Asia (Tordoff et al., 2005). As an estimated 95% of the population is resident in Cambodia (Wright 2012), this country has the main responsibility to protect the species. Outside Cambodia, only small and scattered subpopulations remain in Southern Laos and East Kalimantan, Indonesia (Wright et al., 2013a).

The threats in Cambodia are diverse and connected to housing, commercial development, poverty, illegal logging and hunting as well as the overall change of the agricultural system (BirdLife International, 2018). However, traditional farming seems to be highly important for conservation of the species. Farmed cattle might adopt the role of now extirpated large herbivorous mammals and graze on so-called trapeangs (seasonal shallow ponds). As cattle reduce the height of vegetation, the habitat becomes more suitable for *P. davisoni* (Wright et al., 2010). *Pseudibis davisoni* inhabits dry forests, but especially during the breeding season, the mid to late dry season, the trapeangs are important. During this period, the ibis forages at more exposed trapeangs and open habitats to feed their chicks (Wright et al., 2013b). Because of this relationship, suitable habitats for *P. davisoni* are often outside protected areas. Wright et al. (2012b) confirmed that indeed 74% of the roost trees are located outside protected areas. This presumably makes the population more vulnerable and exposed to threats by poachers.

Since information about *P. davisoni* is lacking and is limited to wild individuals, conservation approaches have to fall back on knowledge of closely related species (Wright et al., 2012a). For instance, *T. gigantea*, the giant ibis, occurs sympatrically, hence there may be an opportunity to safeguard them through joint conservation measures. We compared the foraging ecology of *P. davisoni* and proximity to people in an attempt to unravel their ecological differences and better inform conservation. Landscape-scale habitat use was assessed by using different monitoring data of ibis sightings at a 75,000 ha dry forest landscape; white-shouldered ibises were surveyed over 526 journeys (totalling 17,032 km). In other ibis species, conservation programs have shown that an increase of the wild population is possible with the support of captive bred individuals. For instance, *Nipponia nippon*, the Chinese crested ibis, was once nearly extinct in the wild, before the number of birds increased again. From only seven individuals left in the wild, a reintroduction program supported the increase to more than 1,500 wild birds (Wu et al.

2017). Even though, contrary to *P. davisoni*, *N. nippon* is a colonial breeder, the basic approach remains similar and knowledge provided by this study can be transferred to increase conservation success (Wingfield et al. 2008).

The number of known *P. davisoni* individuals in captivity is believed to be lower than ten. The ACCB, a rescue and conservation centre of Allwetterzoo Münster in Cambodia, holds the majority of this species in captivity with seven individuals (Fig. 1). The Phnom Tamao Wildlife Rescue Center houses a further single specimen (sex unknown), which was rescued as a fledgling and has been hand-raised by their staff (N. Leroux, pers. com. May 22<sup>nd</sup>, 2020). Another individual is believed to be in the Nakhon Ratchasima Zoo in Thailand according to George Archibald (pers. com.).



**Fig. 1:** Two of the seven captive individuals of *Pseudibis davisoni* at ACCB. Photo: Philipp Wagner, ACCB.

The individuals at ACCB are intended to become the founders of a captive breeding program. For that purpose, a new enclosure was built and more are scheduled. Two months after the seven individuals were introduced to the new enclosure an observation tent was erected and daily behaviors were recorded. The observation of behavior in the enclosure is aimed to support the captive breeding attempt by increasing knowledge about *P. davisoni* and its behavior.

## Animals, Material & Methods

The individuals were observed on twelve non-consecutive days over a period of 18 days. Behaviors were recorded with the Obansys© application on an Ipad 6<sup>th</sup> Generation 32 GB. All birds were observed over a period of six hours, alternating the first half (6:30 AM-12:30 PM) and the second half of the day (12:30 PM-6:30 PM). The start of the observation was February 4<sup>th</sup>, 2020, while the last day was February 21<sup>st</sup>, 2020. The six-hour observation period was split into twelve sections lasting approximately 20 minutes with five scans. The time interval between each of the scans was 4 minutes. During each scan the behavior of each visible *P. davisoni* was recorded. The enclosure was observed from two observation points close to each other (Fig.



**Fig. 2:** Cover tarp with small holes cut for observation. The third hole was rarely used for the identification of *Pseudibis davisoni* with the telescope. Photo: Markus Woesner, ACCB.

2). One of them provided a good view onto the resting trees of almost the entire enclosure. The other one offered a view on the ground with the feeding area and the pond. Before collecting the data, the *P. davisoni* individuals were located by searching for a maximum of ten seconds. Subsequently, if a *P. davisoni* was discovered, it was observed for three seconds (counting 1, 2, 3). If the individual disappeared during these three seconds, no behavior was recorded. If the behavior changed in the moment of identifying it, the previous behavior was counted. The observation of individuals on the ground was challenging due to rapid movements and the obstruction of vision by many plants and bushes. Therefore, only the number of individuals on the ground was counted without differentiating between their behaviors. The individuals were observed using a binocular (Nikon Prostaff 7s). A telescope (Zeiss Conquest Gavia 85) was used to identify the individuals displaying social behavior. The feeding procedure always took place around 8:30 AM and 4:45 PM and was part of the daily feeding routine conducted by two local staff members. Subsequent to the feeding as well as any disruptive event, for example inspection of the enclosure, the current observation was paused for five minutes.

**Tab. 1:** Dates for the morning and evening observations. The red dates indicate non-observation days and the green dates mark days with either only eight scans per hour or whole hours missing February 11<sup>th</sup> 2020 (no observation from 12.30 PM -2.30 PM) and February 21<sup>st</sup> 2020 (12.30 PM -1.30 PM).

February	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
<b>Morning</b>	x	x					x					x		x				x	
<b>Evening</b>		x	x					x					x		x				x



## Animals

All seven mature *P. davisoni* (three females and four males) currently kept in the enclosure at ACCB were part of the study. Six of them were rescued as chicks or young birds and were raised at ACCB's facilities. The seventh individual was rescued from the Koh Kroach Islands, Stung Treng Province, Cambodia, as an adult specimen. The exact age of this male is unknown, but it is assumed that it is at least five years old as it was already fully mature in 2018. Two, respectively three of the seven animals are siblings (for more details see Table 2).

**Tab. 2:** Available information about the origin of the *Pseudibis davisoni* individuals. The same color of the ID number indicates siblings. The time of births is estimated.

ID	0180006	0180007	0180008	0180009	0180010	0180011	0180012
SEX	Male	Female	Male	Female	Female	Male	Male
DATE OF BIRTH	Feb 2017	Feb 2017	Feb 2017	Dec 2017	Feb 2018	Feb 2018	Jan 2015
BIRTH LOCATION	Lumphat Wildlife Sanctuary, Ratanakiri	Lumphat Wildlife Sanctuary, Ratanakiri	Lumphat Wildlife Sanctuary, Ratanakiri	Kracheh Province, Kampong Pneu Village, Sambor District	Kracheh Province, Sambor District	Kracheh Province, Sambor District	Stung Treng Province, Koh Kroach island, Siem Bak District, Sre Krasaing
RESCUE DATE	18 March 2017	18 March 2017	18 March 2017	16 Jan 2018	15 March 2018	15 March 2018	7 Nov 2018
LEG RING (NOTE: LEFT LEG MALES)	UV	GA	Spinal	—	AL	KK	No ring

## Enclosure

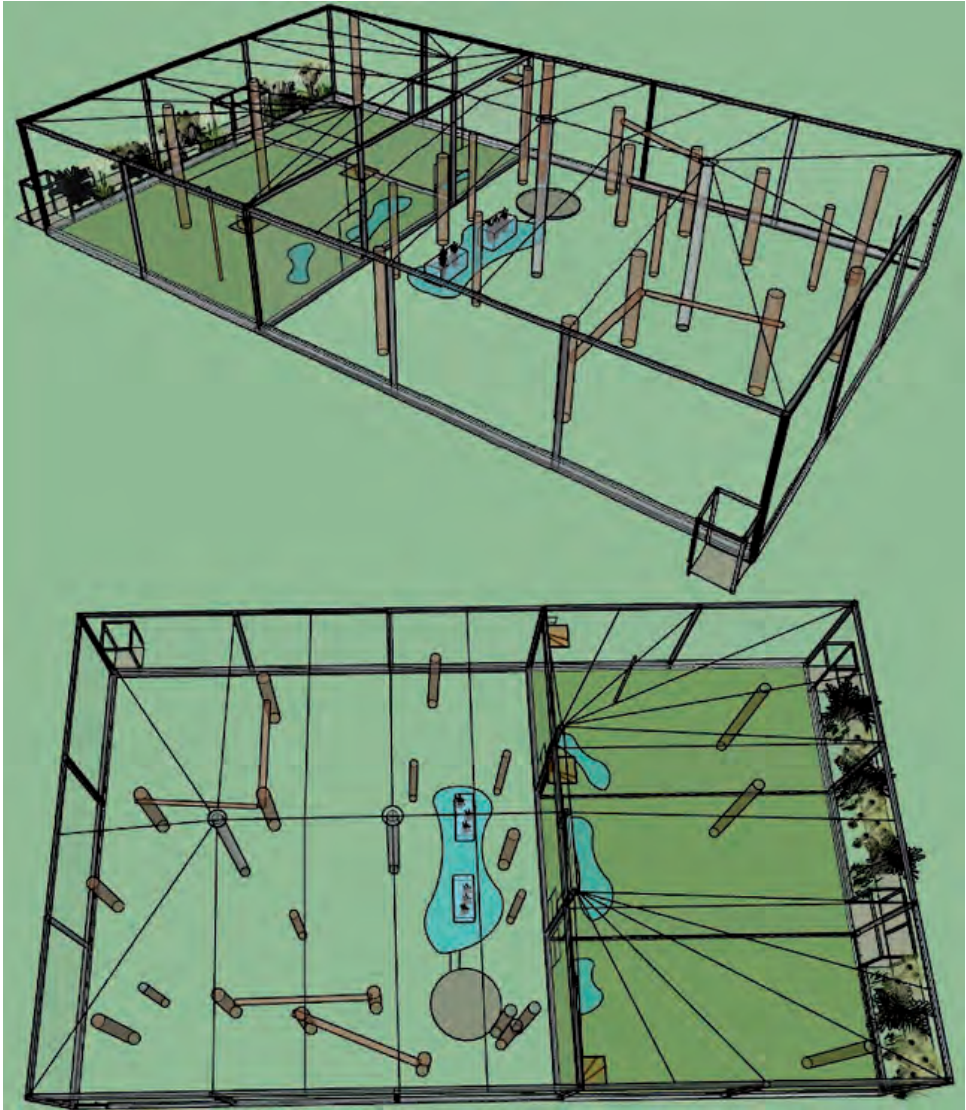
The enclosure (18m x 30m x 5m) was put into use at the end of 2019 and consists of a main aviary, which currently houses all seven individuals. Attached to the back end of the main aviary are three smaller, separated aviaries, each includes a nesting platform and a small pond (Fig. 3).

The enclosure is on ACCB's premises, separated from other enclosures with other species and is mostly surrounded by trees. It is accessible via an approximately 50 m long path from an ACCB internal laterite road, which is frequently used by motorbikes. Besides the daily feeding, staff occasional inspections and maintenance of the enclosure the individuals do not have any further contact with humans. Therefore, the individuals were extremely timid and flew up skittishly if someone besides the regular keeper approached the enclosure. To avoid these occasions as much as possible an observation hide was set up. As a result, it was possible, with extreme caution, to access the observation points unnoticed and move covered by the visual barriers of the hide from one to another (Fig. 2).

## Results

### Ethogram

The first part of the observation consisted of the identification, definition and classification of each visible behavior during daytime. All observed behaviors were listed in the ethogram (Tab. 3). Eventually, only seven of the behaviors mentioned in table 3 were recorded, since many did either not occur at all or to a negligible amount. The recorded behavior was defined and



**Fig. 3:** Model of the *Pseudibis davisoni* enclosure (30m x 18m x 5m) at ACCB created with SketchUp. The model outlines the main features of the enclosure. The brown poles indicate possible roosting trees and horizontal placed poles illustrate branches. Each enclosure has a blue pond with water. The pond of the big roosting enclosure contains two smaller separated enclosures with plants and additionally a “wetland” with a water holding concrete covered with sand. The small breeding enclosures provide a nesting platform in each enclosure. Source: Pau Puigcerver, ACCB.

listed separately (Tab. 4). Five of the seven recorded behaviors are shown in the pictures in figure 4.

Furthermore, social behavior was originally split in three different social behaviors: conspecific feather grooming, billing and social distance. However, in the following results they have

**Tab. 3:** Observed behaviors in *Pseudibis davisoni* in captivity during the observation period from January 22<sup>nd</sup> to February 22<sup>nd</sup> 2020. In the following *P. davisoni* is abbreviated with WSI (white-shouldered ibis).

Behavior name	Observation/Definition
<b>Body care</b>	
Plumage grooming	Whether the WSI is on the ground, or on a tree it uses its bill to clean the plumage. The bill grooms the feathers by taking the feathers inside. Thereby each part of the body is reached by bending or stretching the body. Moreover, to reach specific feathers, the feathers or the whole wings are erected from the body.
Plumage shaking	WSI ruffles its feathers; shakes the body around the body axis. Feathers are erected. Occurs mostly during general body care.
Scratching	WSI uses claws and legs to scratch head and bill. Raises claws to neck level and/or lowers the head. Occurs mostly during general body care.
Head turning	WSI turns the head in the neck and rotates it with a quick movement for a half turn. Thereby the head touches the back briefly.
Clean legs	WSI pecks its own legs with its beak carefully. Probably intended to reduce parasites.
<b>Comfort</b>	
Yawn	WSI opens bill. Bill remains open for approximately 2 seconds. This behavior is difficult to distinguish from open bill behavior.
Open bill	WSI opens bill slightly. Most of the time followed by quick movements of the throat. Observed only on the trees or on branches.
Heat reduction	WSI spreads wings from the body and remains in a bent position for some time. Observed only on the trees.
<b>Vocalization</b>	
Screeching (basic call)	WSI opens bill for a few centimeters, sound rings out for around two seconds. Often one individual starts, and the others join or answer. The behavior is mostly observed while resting or during body care. Furthermore, screeching occurs almost solely in the morning and evening (before and during dawn).
Broken call	WSI starts calling like screeching, but the first screech is interrupted and followed by a couple of short screeches. Often displayed during interaction with a conspecific (courtship behavior especially billing).
<b>Movements</b>	
Flying	WSI flies through the enclosure. The wings are moved quickly for very short periods of gliding flight, most likely because the available space in the enclosure is restricted.
Resting/observing on tree	WSI stands on a tree without movement of the legs, only the head may move a little bit.
Careful observation	WSI carefully sights the surroundings before going on the ground to feed or forage. WSI puts head in skewed position or moves it with sudden movements.
Observation erased objects	WSI walks or sits on elevated places in the enclosure e.g., termite mound or lower branches.
Walking	WSI walks either on the ground, on a branch or to a small degree in the trees. While the WSI walks, its head moves back and forth.
<b>Predator avoidance</b>	
Freeze	WSI suddenly stops moving, remains motionless for a short period of time. Often observed in the trees as well as on the ground. The head is moved in a skewed position. From the ground the trees and the sky are probably observed.

**Tab. 3:** Continued.

Behavior name	Observation/Definition
<b>Interspecific behavior</b>	
Billing	Two WSIs face each other and rub their beaks up and down against each other's beak. Often seen in combination with other courtship behaviors or vocalization (Especially broken call: two WSI raise their heads and join in the call)
Conspecific grooming	WSI grooms' feathers or the legs of a conspecific next to it. Often seen in combination with other courtship behaviors.
Body pecking	WSI tries to or pecks a conspecific. Thereby the active WSI approaches conspecific and pecks its body or moves its beak in the direction of the conspecific (not a strong peck). Conspecific backs off and/or leaves (either walks or flies away). Observed between both sexes.
<b>Foraging</b>	
Food search	WSI sticks bill in the ground, between leaves, in the water or in other places/unknown objects. Only one time perforation of a termite hill has been observed. Mostly performed with quick up and down movements of the head and including pecking.
Feeding	WSI pecks food out of the food bowl and swallows it while putting the head back. Sometimes the food (fish or frogs) was dropped into a bigger water bowl and shaken before eating. The same behavior was shown after carrying a piece of fish or frog to the pond.
Drinking	WSI sticks the bill in the pond and removes it shortly after. Bill makes chewing-like movements (open and close a bit). Afterwards shakes the head quickly.
<b>Nesting</b>	
Stick collecting	WSI grabs a stick from the ground, presents it to a conspecific or carries it through the enclosure before dropping it.
<b>Others</b>	
Tree ripping	WSI grabs leaf or stick on the tree and tries to rip it off. Explores the tree trunk and sticks the head down next to it. The WSI seemed to search for something; however, the real purpose of this behavior remains unclear.
Head shaking	WSI shakes head in the normal natural position without touching other parts of the body.
Defecate	WSI defecates.

been summarized as one. The three different types of social behavior were only recorded on trees, due to the difficulties observing *P. davisoni* on the ground.

Figure 5 presents the relative mean value of visible *P. davisoni* during five scans (20 minutes) for each behavior (respectively three scans; see methods). The following behaviors are shown: [1] Observing tree (OB Tree); [2] Plumage grooming (PLG); [3] Ground behavior (G Beh); [4] Tree ripping (Tree Rip); [5] Open bill (OP Bill); [6] Screeching (Screech); [7] Social behavior (SOC Beh).

## Morning

Observations started at sunrise, as soon as the ibises were clearly visible. The average number of visible *P. davisoni* was over 60% in the morning before it dropped down to its minimum value around 40% around mid-day. The following afternoon the visibility increased to 60% again. The average of the behavior of the first five scans at 6:30 am revealed that all birds stayed in the trees and most of them performed observing tree behavior. During the morning, the plumage grooming increased notably. Moreover, at 9 am, a peak in screeching behavior was observed. There was also a remarkable sharp increase of ground behavior around 8:30 am. Around mid-day, plumage grooming and observing tree behavior decreased considerably, whereas ground

**Tab. 4:** Observed behaviors and their definitions for recording during the twelve days observation period. WSI is used as an abbreviation for *Pseudibis davisoni*.

Observation/Definition	Name
Head and 1/3 of the body visible.	Visible
WSI stands or walks on a tree or on a branch.	Observing tree
WSI uses bill to clean the plumage. Bill grooms the feathers. Touches own body. Behavior just recorded on the trees.	Plumage grooming
WSI is on the ground and visible following the aforementioned criteria.	Ground behavior
WSI grabs leaf or stick on the tree.	Tree ripping
WSI opens bill.	Open bill
WSI opens bill for a few centimeters, screeching is hearable.	Screeching
One WSI is completely visible as well as the second one's head and more than 1/3 of its body. The distance between both individuals is less than one WSI's body length.	Social behavior

behavior reached its maximum at 11:30 am. While social behavior was subject to relatively few changes, open bill behavior was clearly noted from 9:30 am.

## Afternoon

In the afternoon ground behavior decreased, in contrast, behavior on the trees such as plumage grooming, observing tree, open bill, tree ripping and, to a small extent, social behavior rose.

Around 4 pm there was a notable decrease in observing tree and plumage grooming behaviors, and open bill was present, whereas the ground behavior increased sharply again. Shortly after the last scans of the day, ground behavior seems to have decreased again and, correspondingly, observing tree and plumage grooming increased.

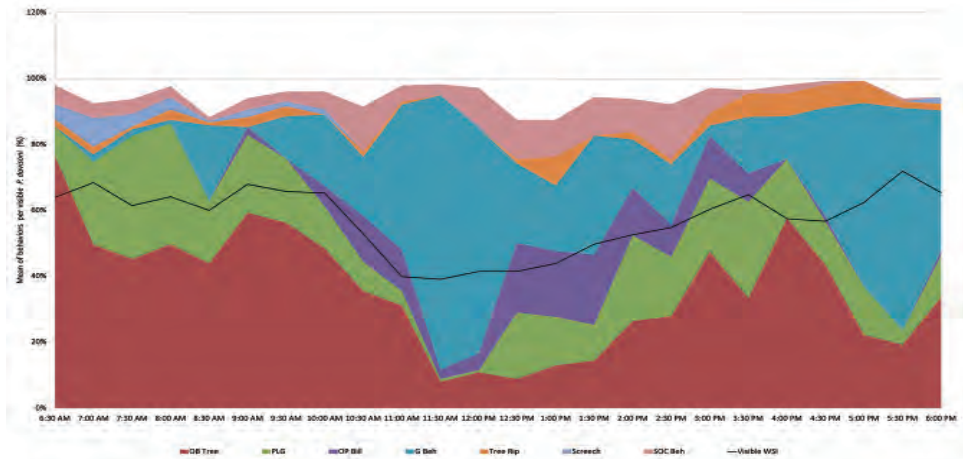
## Discussion

The presented data revealed a distinct behavior pattern over the course of the day. Thus, the displayed behaviors seem to depend on the time of day. The increased occurrence of behaviors on the trees in the morning and forenoon was notable. Potentially, *P. davisoni* prefers to spend the night on higher ground to rest and/or sleep on an more elevated, safer place. Furthermore, vocalization was mainly observed in the morning, which has been also observed in the Southern bald ibis *Geronticus calvus*. In this study scientists revealed different degrees of vocalization in the morning, noon and evening depending on whether pairs were breeding or non-breeding. However, besides being native to South Africa, *G. calvus* is a colonial breeder, which makes this knowledge only partially transferable (Kopij, 2004). Further research is definitely necessary for a better understanding of vocalization in *P. davisoni*. The drop of tree behavior and increase of ground behavior at 8:30 AM was expected, as it presumably reflects the daily feeding schedule. Apparently, the *P. davisoni* individuals are used to the routine and start to feed as soon as new food is provided.

Around mid-day the sun reaches its highest level, therefore the ibises increasingly prefer to stay on the ground. The individuals are probably avoiding the sun and staying more in the cooler shade. The possible influence of the sun/heat on the behavior is supported by the increasing open bill behavior, which is probably a method to cope with high temperatures. Panting is



**Fig. 4:** Behaviors from the top left corner: Observing tree; Open bill; Tree ripping; Plumage grooming; Ground behavior. Social behavior and Screeching were not distinct presentable in pictures.



**Fig. 5:** Average values in percentage of seven major behaviors. OB Tree = Observing tree; PLG = Plumage grooming; G Beh = Ground behavior; Tree rip = Tree ripping; OP Bill = Open bill; Screech = Screeching; SOC Beh = Social behavior as well as the average of visible individuals. The observation was performed from 6:30am to 6:30pm over a period of 18 days from February 4<sup>th</sup> to February 22<sup>nd</sup> 2020. Every half an hour represents a data point, for the sake of better clarity only the full hour is represented on the X-axis.

known as a behavior for thermoregulation in birds such as zebra finches *Taeniopygia guttata* (Howell, 2019). Accompanying the distribution of behaviors, the number of visible *P. davisoni* around mid-day is remarkably low, which presumably is also due to the avoidance of sun and related to their use of less observable bushy areas of the enclosure. In contrast, in the evening the number of animals visible was considerably higher, even though the majority were on the ground. This can presumably be traced back to the fact that most of the individuals flew down to the ground for feeding from the food bowls. These food bowls were located close to the entrance of the enclosure and were therefore easy to observe.

In the evening, the drop of observation tree behavior might have coincided again with the feeding procedure around 4:45 PM. In contrast to the morning, it seemed like it takes *P. davisoni* longer to come down for foraging on the ground. Presumably, they were not as hungry as in the morning, due to the access to food over the entire day period. Besides the mentioned behavior, the poorly understood tree ripping behavior was observed to a small degree in the morning. The peak for tree ripping is reached during mid-day. However, the overall occurrence was too low to draw any conclusions about this behavior. Presumably, the sunrise made the birds more active in comparison with sunset and therefore they increased the level of nesting, social and courtship behavior in the morning.

Social behavior was observed to a similar small extent, like tree ripping. Therefore, it is also difficult to draw significant conclusions related to the time of day. Since the study took place in February, which is considered as the mid-dry season in Cambodia and thus the breeding season of *P. davisoni* in the wild, social behavior of *P. davisoni* was expected to occur to a higher degree. However, the individuals are relatively young and were just introduced to the new enclosure in December 2019. Moreover, the difficulties of observation, as well as the chosen observation method might have played a role in the infrequently recorded social behavior. However, behavior was not tested against different weather conditions, which could influence the behavior of the birds as well.

Overall, the observation of *P. davisoni* in the enclosure was difficult, due to the dense vegetation. Besides limiting natural conditions, the chosen method, which was designed to establish a basic outline of the daily behavior pattern, possibly reduced the number of observed individuals and behavior. In particular, scanning 10 times per hour resulted in the under-recording of behaviors mostly expressed for only a few seconds, for example screeching and tree ripping. Since the possibility of observing two individuals clearly at the same time was relatively low, the recording of social behavior was likewise influenced by the natural enclosure and by the chosen method. Furthermore, the disturbance by different maintenance activities in nearby enclosures might have affected the behavior more than expected. Another unpredictable effect might have been caused by the setup of the large observation tent/tarp and its massive appearance (Fig. 2).

All these factors together could have influenced the diurnal behavior and resulted, together with an overall short observation period and a relatively small sample size of only seven individuals, in a fluctuating behavior pattern. To reduce the fluctuation, an increase of the observation time as well as a modified observation method seems promising.

Nevertheless, the main goal of this study, to give basic insights into behavior patterns of *P. davisoni* in captivity and, thus, to increase behavioral knowledge of the species, has been achieved. As the seasons play a major role in wild conspecifics, future research could aim for a comparison between wild and captive individuals (Wright et al., 2012a) and as they occur sympatrically with *T. gigantea* there may be an opportunity to safeguard them through joint conservation measures. We compared their foraging ecology and proximity to people in an attempt to unravel their ecological differences and better inform conservation. For instance, in captive northern bald ibises (*Geronticus eremita*), a study revealed a high similarity of the variety of behaviors performed in captive and wild individuals. The scientists linked these observations to the well-being of the captive individuals (Spiezio et al., 2018). Because a good condition of the birds is crucial for successful breeding of captive animals, a comparison with the wild conspecifics also constitutes a promising approach in *P. davisoni* (Greggor et al., 2018). Furthermore, reintroduction success very much depends on behavior learned and performed in captivity (Spiezio et al., 2018). Therefore, after implementing a successful breeding program for *P. davisoni* the release of the offspring into the natural habitat should be considered and well planned in a next step to stabilize the population in the wild. The breeding program of *P. davisoni* is still in a very early stage. Therefore, it is essential that the process is scientifically monitored to ensure its success. The success achieved goes hand in hand with the overall increase of knowledge of *P. davisoni*. Together it results in a promising approach to saving the species and thereby countering the general biodiversity loss in Cambodia and in the whole Indo-Burma region.

## Acknowledgements

We thank the ACCB and the ACCB staff for providing the facilities, materials and help for this project. We are grateful to all ACCB visitors who have contributed to the construction of the enclosure through their entrance fees and donations. Thanks to Sylvia Kaiser and Niklas Kästner from the Institute for Neuro- & Behavioral Biology, University of Muenster, Germany, for the support regarding the behavioral questions during the study and for the critical review of the manuscript. We are thankful to the reviewers for the useful comments and to Aaron Bauer for the English review of the manuscript.



## Zusammenfassung

Der Weißschulteribis (*Pseudibis davisoni*) gehört zu den am stärksten bedrohten Arten unter den großen Wasservögeln Südostasiens. Sein Verbreitungsgebiet erstreckte sich lange über große Teile Südostasiens, mittlerweile sind allerdings bis zu 95 % der verbliebenen Population auf wenige Gebiete in Kambodscha beschränkt. Einer der Hauptgründe des dramatischen Schwindens der Population liegt in der Abholzung eines der Haupthabitats von *P. davisoni*, den dip-terocarpen Wäldern. Das Artenschutzzentrum Angkor Centre for Conservation of Biodiversity (ACCB) im Phnom Kulen Nationalpark im Norden Kambodschas beherbergt zurzeit sieben, bis auf eine Ausnahme als Jungtiere aufgenommene, mittlerweile jedoch adulte Individuen. Nachdem diese Ende 2019 in eine neu fertiggestellte Voliere umgesetzt wurden, sind sie nun Teil eines Ex-Situ-Zuchtprogrammes zum Erhalt der Art. Dieser Artikel begleitet den Zuchtversuch und gibt Einblicke in die Verhaltensweisen von *P. davisoni* in menschlicher Obhut. Über einen Zeitraum von 18 Tagen wurden die Individuen an zwölf Tagen beobachtet, um Verhaltensmuster über den Tag auszumachen. Trotz einer sehr kurzen Studienlänge und der Tatsache, dass die Verhaltensweisen stark von äußeren Faktoren wie dem Wetter beeinflusst werden, sind Verhaltensmuster über den Tag zu erkennen. Auffällig ist dabei, dass sich die Individuen über die Mittagszeit und zu den Futterzeiten bevorzugt auf dem Boden aufhalten, sich während des restlichen Tages aber auf die Bäume der Voliere zurückziehen. Da wissenschaftliches Know-How eine sehr wichtige Rolle im Artenschutz spielt, könnten diese ersten Erkenntnisse für ein besseres Verständnis der Art genutzt werden. Darauf aufbauend könnten weitere Studien das Wissen durch Forschungsprojekte in- und ex situ vertiefen.

## References

- Brouwer, K., Schifter, H., & Jones, M.L. (1994). Longevity and breeding records of ibises and spoonbills Threskiornithidae: in captivity. *International Zoo Yearbook*, 33, 94–102. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1090.1994.tb03561.x>.
- BirdLife International (2018). *Pseudibis davisoni*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018. e.T22697531A134189710. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22697531A134189710.en>
- Devkar, R.V., Khanpara, P.S., Bhimani, S.H., & Katara, R.D. (2006). Breeding success of Oriental White Ibis (*Threskiornis melanocephalus* Latham) in captivity. *Current Science*, 90(1), 28–31.
- Flora & Fauna International (2020). Cambodia. Accessed: 20.05.2020, from <https://www.fauna-flora.org/countries/cambodia>
- Greggor, A.L., Vicino, G.A., Swaisgood, R.R., Fidgett, A., Brenner, D., Kinney, M.E., Lamberski, N. (2018). Animal welfare in conservation breeding: Applications and challenges. *Frontiers in Veterinary Science*, 5 (Article 323), 1–6. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00323>
- Howell, C. (2019). TRACE: Tennessee Research and Creative Exchange Thermoregulatory Behavior in Zebra Finches (*Taeniopygia guttata*) in a Lab-Controlled Setting. Master's Thesis, University of Tennessee, 23 pp. [https://trace.tennessee.edu/utk\\_gradthes/5517](https://trace.tennessee.edu/utk_gradthes/5517)
- Kopij, G. (2004). Call function and vocal activity in the southern bald ibis at a breeding site. *Ukrainian Ornithological*, 13(2), 258–261.
- Namkhan, M., Gale, G.A., Savini, T., & Tantipisanuh, N. (2020). Loss and vulnerability of lowland forests in mainland Southeast Asia. *Conservation Biology*, <https://doi.org/10.1111/cobi.13538>
- Spiezio, C., Valsecchi, V., Sandri, C., & Regaiolli, B. (2018). Investigating individual and social behaviour of the Northern bald ibis (*Geronticus eremita*): Behavioural variety and welfare. *PeerJ*, 2018(9), 1–20.
- Tordoff, A.W., Timmins, R., Maxwell, A., Huy, K., Lic, V., & Khou, E.H. (2005). Biological Assessment of the Central Indochina Dry Forest Ecoregion. Phnom Penh, WWF Cambodia Programme.
- Wingfield, J.C., Ishii, S., Kikuchi, M., Wakabayashi, S., Sakai, H., Yamaguchi, N., Wada, M., & Chikatsuji, K. (2008). Biology of a critically endangered species, the Toki (Japanese Crested Ibis) *Nipponia nippon*. *Ibis*, 142(1), 1–11, doi:10.1111/j.1474-919X.2000.tb07677.x.
- Wright, H.L. (2012b). Synanthropic survival: low-impact agriculture and White-shouldered Ibis conservation ecology. Faculty of Science, School of Environmental Sciences, Issue November, <https://ueaeprints.uea.ac.uk/40591/1/2012WrightHLPhD.pdf>

- Wright, H.L., Buckingham, D.L., & Dolman, P.M. (2010). Dry season habitat use by Critically Endangered White-shouldered Ibis in northern Cambodia. *Animal Conservation*, 13 (1), 71–79, <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2009.00301.x>.
- Wright, H.L., Collar, N.J., Lake, I.R., Vorsak, B., & Dolman, P.M. (2012a). Foraging ecology of sympatric White-shouldered Ibis *Pseudibis davisoni* and Giant Ibis *Thaumatibis gigantea* in northern Cambodia. *Forktail*, 28 (28), 93–100.
- Wright, H.L., Collar, N.J., Lake, I.R., Norin, N., Sok Ko, R.V., Phearun, S., & Dolman, P.M. (2012b). First census of the white-shouldered ibis *Pseudibis davisoni* reveals roost-site mismatch with Cambodia's protected areas. *Oryx*, 46, 236–239, <https://doi.org/10.1017/S0030605311001165>.
- Wright, H.L., Ko, S., Norin, N., & Phearun, S. (2013a). White-shouldered Ibis *Pseudibis davisoni* population size and the impending threat of habitat conversion. *Forktail*, 29, 162–165.
- Wright, H.L., Collar, N.J., Lake, I.R., & Dolman, P. M. (2013b). Amphibian concentrations in the desiccating mud may determine the breeding season of the White-shouldered ibis (*Pseudibis davisoni*). *The Auk*, 130 (4), 774–783.
- Wu, J., Zhu, J.G., Wang, K., Cai, D.J., Liu, Y.Y., Bu, Y.Z. & Niu, H.X. (2017). Breeding ecology of a reintroduced population of Crested Ibis (*Nipponia nippon*) in Henan Province, China. *Pakistan Journal of Zoology*, 49, 2027–2035.

## Creation of an Ethogram for Rock Hyrax (*Procavia capensis*) Based on a Group in Osnabrück Zoo (Germany): Individual Behaviour

### Erstellung eines Ethogramms für Klippschliefer (*Procavia capensis*) anhand einer Gruppe im Zoo Osnabrück: Individualverhalten

S. M. Höft<sup>1\*</sup>, U. Gansloßer<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Zoologischer Garten Schwerin gGmbH, correspondence: Zoologischer Garten Schwerin gGmbH, z. Hd. Sabrina Höft, Waldschulweg 1, 19061 Schwerin, Germany

<sup>2</sup> Institut für Zoologie und Evolutionsforschung FSU Jena, Germany

#### Abstract

The following study aims to establish an ethogram of rock hyraxes (*Procavia capensis*). The study's object was a group of rock hyraxes living in the Osnabrück Zoo. The group consisted of one adult male, five adult females (since the 4<sup>th</sup> February 2010 only four) and four juveniles (2.2). The qualitative data acquisition was carried out from 2<sup>nd</sup> December 2009 until 27<sup>th</sup> April 2010. The following paper focuses only on the individual behaviour. The social behaviour will be published in a separate paper.

**Keywords:** Rock Hyrax, *Procavia capensis*, ethogram, individual behaviour

#### Introduction

Rock hyraxes (*Procavia capensis*) are marmot-like or guinea-pig-like mammals. They weigh between 1.8 and 5.4 kg with an average weight of 3.6 kg for females and 4.0 kg for males (Thenius & Hoeck, 1987; Olds & Shoshani, 1982). Their length varies between 30 and 58 cm

---

\*Corresp. author:

E-Mail: hoeft@zoo-schwerin.de (Sabrina M. Höft)

(Olds & Shoshani, 1982). Hyraxes form a separate order within the class of mammals: Hyracoidea. Rock hyraxes are present in large parts of Africa and in parts of the Sinai Peninsula (Rahm, 1964; Sale, 1966a; Taylor & Sale, 1969; Fourie, 1977; Olds & Shoshani, 1982; Estes, 1991; Butynski, 2015). They inhabit steppes, deserts and the edges of rainforests (Hahn, 1934; Coe, 1962; Fourie, 1977; Estes, 1991). They are very good climbers and jumpers (Coe, 1962). Their good climbing ability is due to adhesive power of their soles, which are kept moist by the numerous sweat glands that are placed on the underground with great pressure (Fischer, 1986). This enables the animals to climb even on vertical surfaces (Fischer, 1986). Rock hyraxes cannot maintain their body temperature as well as other mammals can (Turner & Watson, 1965; Sale, 1970a; Hoeck, 1976c) and have a low heat tolerance (Louw et al., 1972). The regulation of their body temperature is mainly controlled by their sunbathing behaviour, by laying next to conspecifics in body contact or by frequenting shadowy areas under plants or in their caves (relatively constant microclimate) (Mendelssohn, 1965; Sale, 1966a, 1970a; Louw et al., 1973). Rock hyraxes live in polygynous family groups with variable group sizes (Hoeck et al., 1982; Fourie & Perrin, 1987). A group consists of several adult females (older than 24 months), sub-adult animals (between 13 and 24 months old) and young animals (0 to 12 months old) of both sexes and a territorial male (Coe, 1962; Hoeck, 1982a; Hoeck et al., 1982; Fourie & Perrin, 1987). The IUCN status of the rock hyrax is “least concern”, because of the wide distribution, the wide range of habitats and the absence of major threats (Butynski et al., 2015).

Modern zoos have four main goals: conservation, education, research and entertainment (WAZA, 2005). To realise these goals, zoos have to establish self-sustaining ex-situ populations of animals, which are preferably genetically diverse and have to maintain high quality standards of animal keeping. Studbooks are the basis for the ex-situ management of a species according to demographic and genetic criteria. The EAZA Small Mammal TAG recommend in their RCP (Regional Collecting Plan) a keeping of rock hyraxes and a monitoring level in a way of an ESB (European studbook). Recommendation criteria are educational reasons for research purposes and the species shall serve as a husbandry model for the future conservation of related, endangered species (Meike et al., 2012). The ESB for rock hyrax was managed by the Osnabrück Zoo from 2008 until 2012 and is currently managed by Zoological Garden of Zagreb (Croatia). In recent years, the number of rock hyraxes has been increasing in zoological facilities. According to the studbook, the number of zoos keeping rock hyraxes has increased from 14 (2006) to 27 (2009) within a time span of only three years. Consequently, the number of animals increased from 101 to 265 (Magiera, personal communication). In 2019, 327 individuals lived in 48 institutions (Beneta, 2019). In order to manage a particular species successfully, gathering extensive behavioural knowledge is a necessity (Eisenberg et al., 1977). For example, to have knowledge about the natural behaviour is important to build up stable breeding groups.

Keeping animals in species-appropriate exhibits, supplying them with species-appropriate feeding and a high level of animal welfare (Barber, 2009; Hill & Broom, 2009; Barongi et al., 2015; Mellor et al., 2015; EAZA, 2019) are important parts of good animal husbandry. The measurement of animal welfare is not easy (Mason & Mendl, 1993; Barber, 2009). The expression of natural behaviour is often seen as one important welfare indicator (Carlstead, 1996; Melfi & Feistner, 2002; Barber, 2009; Hill & Broom, 2009; Maple & Perdue, 2013). The World Organisation for Animal Health recognise the “Five Freedoms” as one of the guiding principles for animal welfare (World Organisation for Animal Health, 2019). The concept of the “Five Freedoms”, formalised in 1979 in a press statement by the UK Farm Animal Welfare Council, defined one freedom as “[...] freedom to display most normal patterns of behaviour [...]”. The EU Zoos Directive Good Practices Document also sees display of natural behaviour as an important welfare indicator (European Union, 2015). Even though this approach is not without criticism (see Veasey et al., 1996), it is also used in legislation. The German Animal Protection

Act, for example, prescribes behaviourally appropriate keeping of animals. Zoos are therefore also legally obligated to have knowledge about the natural behaviour of the animals they keep in order to ensure species-appropriate keeping and animal welfare. Knowledge about the behaviour of a species is necessary to design their exhibit in a species-appropriate fashion. Knowledge about the behaviour makes it easier to judge whether an animal is healthy or whether aggression problems exist in a group etc.

Listing and describing of every behavioural pattern of a species is done in an ethogram (Immelmann, 1982; Grier & Burk, 1992; Kappeler, 2006). Behavioural patterns are “[...] clearly defined, from each other distinguishable behavioural units” (Naguib, 2006, p. 70). A description of these has to be objective and without any appraising or interpretive comments. It is important that the described behavioural patterns are discrete units, which have biological relevance and can be recognised by others (Naguib, 2006). After a description, the behavioural patterns can be subsumed into categories (Grier & Burk, 1992). If such categories include behaviours with the same or similar objective and effect, they can be termed functional systems (German: Funktionskreise) (Tembrock, 1974; Immelmann, 1982).

To define natural or normal behaviour, an ethogram is necessary. In conclusion, an ethogram is helpful to judge animal welfare and is an important part for the definition of species-appropriate keeping. Furthermore, an ethogram is the basis for every behavioural study (Grier & Burk, 1992; Lehner, 1996) and therefore very important. Rock hyraxes are among the species for which no ethogram exists.

## Material and Methods

At the time of observation at Osnabrück Zoo, the group of rock hyraxes consisted of one adult male, five adult females (four since 2<sup>nd</sup> April 2010) and four adolescents (2.2). The indoor enclosure measured 17 m<sup>2</sup> and the outdoor enclosure 50 m<sup>2</sup>. Only when the temperature was lower than 0 degrees on consecutive days the outer slide was closed. The behaviours were observed from the visitor hall or from the visitor path in front of the outdoor enclosure and only during times when the visitor hall was open. For the qualitative description of behavioural patterns, data was collected by the ad-libitum-method (Altmann, 1974) from 2<sup>nd</sup> to 19<sup>th</sup> December 2009 (43.47 observation hours) and new patterns or new characteristics of already recorded behavioural patterns were collected until 27<sup>th</sup> April 2010. To record these observations, a camcorder (“Sony Handycam DCR-HC37E”) was used. The recorded video material was examined and analysed using the program Picture Motion Browser, version 2.0.01, which allowed an analysis of detailed screens of the motion sequences.

## Results: Ethogram

**“Scratching the ground”:** A foreleg or a hind leg is lifted, moved forward and put down. After this, it is pulled backwards (the forepaw or hind paw has contact to the ground), is then lifted again and the movement repeated. The ground can be broken.

### Locomotion

**“Climbing”:** The fingers and toes grasp the branch (fingers are bent) (Fig. 1) or the sole of the hands and feet are pressed against the sides of the branch (when the diameter is too great to



**Fig. 1:** Grasping the branch.  
Photo: S. Höft



**Fig. 2 (left):** "Standing on the hind legs". Photo: S. Höft

**Fig. 3 (above):** "Walking". Photo: S. Höft

grasp the branch). The rock hyrax moves along the branch by putting the extremities forward in an alternating manner (forward movement up or down) or backwards movement (criss-crossing, see "Walking").

**"Galloping":** The forelegs are lifted and moved forward. Through elongating the hind legs, the animal pushes itself forward. To land successfully, the forelegs are stretched forward. Then

the hind legs land next to the forelegs. In doing this, the back is cambered up. The motion sequence is repeated. In gallop, vertical surfaces can be overcome (in combination with “Jumping”).

**“Jumping”:** The hind legs are moved under the body. By stretching the hind legs, the body is pushed forward. In doing so, the forelegs are angled towards the body. For landing the forelegs are stretched forward. The animal lands first on its forepaws then on its hind paws. Sometimes the animal moves forward and backward for some time before jumping.

**“Jumping against”:** The rock hyrax jumps up (see “Jumping up”) against an object. Doing so or while lifting off it turns in the air. With its forelegs or hind legs, the animal pushes itself off the object.

**“Jumping down”:** The head is directed towards a target below. The animal approaches the edge, drops its upper part of the body down and pushes itself with the hind legs from the edge by stretching them. To land the forelegs are stretched forwards. The hind legs land after the forelegs.

**“Jumping up”:** The head is directed toward the intended target. The hind legs are moved more under the body or placed far back (the body is stretched). The forelegs throw the upper part of the body up and the hind legs push the body from the ground upward by elongating. At the same time, the forelegs are angled towards the body. In order to land, the forelegs are stretched forward. The animal lands first on its forepaws then on its hind paws.

**“Lifting up”:** The forelegs are placed on a higher platform. One hind leg is lifted and placed on this higher platform, too. The other hind leg or both hind legs push the body simultaneously upwards. Thereby, the weight is shifted onto the forelegs.

**“Standing on the hind legs”:** The forelegs push up the upper part of the body. The extended hind legs or the hindquarter and the buckled hind legs bear the weight of the rock hyrax. The animal stands either on the complete sole or only on the toes. Optionally, the forelegs are leaned against an object and protect the animal from falling forward (Sale, 1966b). When the animal does not support itself with the forelegs, it can only stand on its hind legs for a short time (in this study maximally for four seconds) (Fig. 2).

**“Turning”:** The rock hyrax’s head is turned to the side over the shoulder the rock hyrax will turn. The forelegs throw the upper part of the body up. It rotates semi-circular in the air and lands next to its hindquarter. Afterwards the hindquarter follows the movement of the upper part of the body.

**“Walking”:** “Walking” occurs in diagonal gait. One foreleg is lifted up and placed forward. Following that, the hind leg from the other side of the body is lifted, moved forward and placed behind the foreleg on the same side. Now this leg is placed forward and then the other hind leg follows. At the same time, only one extremity is lifted from the underground. In this manner of walking the whole sole of the pads does not have to touch the ground. In extreme cases, only the toes and fingers have contact to the ground. “Walking” supports the locomotion in branches in addition to “Jumping” (Fig. 3).

**“Walking backwards”:** The rock hyrax leads with its hindquarters. “Walking backwards” occurs in diagonal gait. One foreleg is lifted up and placed backward. Following that, the hind leg from the other side of the body is lifted, moved backward and placed behind the foreleg on the same side. Now the foreleg from the same side is placed backward and then the other hind leg follows. At the same time, only one extremity is lifted from the underground. In this manner of walking, the whole sole of the paws does not have to touch the ground. In extreme cases, only the toes and fingers have contact to the ground.

**“Walking sideways”:** The paws are placed sideways. Thereby, the extremities are moved crosswise, i.e. after the right foreleg the left hind leg follows and after the left foreleg, the right hind leg follows.

### **Resting and sleeping**

**“Dozing”**: The eyelids are half closed or even closed to a narrow slit (Fig. 4).

**“Eyes closed”**: The eyelids are closed.

**“Lie”** (Serruya & Eilam, 1996): The complete animal’s underside (the neck and chin can touch the ground) touches the ground. The hind paws are under the body or are stretched backwards with the soles facing upwards. The front extremities are either pulled from the front under the body, so that only the paws look out or front legs are placed back to the body’s side so that the front paws’ backs touch the ground (Fig. 5).

**“Lying down”**:

**In the position “Lie”**: One foreleg is lifted and placed closely backwards at the side of the body. The upper part of the body is dropped down or both forepaws are placed forward, and all four extremities are bent so the body is brought down to the ground simultaneously.

**In the position “Lying on the side”**: At first, the animal lies down on its underside by putting the forepaws forward and bending the extremities. After this, the hyrax drops itself down to one side of the body. A second possibility of “Lying down” in “Lying on the side” is to turn the head and the upper part of the body in a 90° angle on the longitudinal axis and then lying down on the ground. The head and the upper part of the body are slid forward with contact to the ground. Thereby the hindquarter is turned in a 90° angle along the longitudinal axis and is laid down on the ground, too.

**“Lying on the side”**: One side of the body touches the ground. The respective side of the head has contact to the ground as well. The extremities are stretched straight away from the body.

**“Sitting down”**: The hind legs are moved under the body and the hindquarter is brought down to the ground until it touches the ground.

**“Standing up”**: The rock hyrax moves from “Squatting”, “Sit”, “Lying down” or “Lying on the side” to a “Stand” position.



**Fig. 4:** “Dozing”. Photo: S. Höft





**Fig. 5:** "Lie". Photo: S. Höft



**Fig. 6:** "Sit". Photo: S. Höft



**Fig. 7:** “Squatting”. Photo: S. Höft

“Standing up” from the “Sit” position: The hind legs are stretched and by doing so they lift the body up from the ground into the standing position.

“Standing up” from the “Squatting” or “Lying” position: The forelegs are straightened followed by the hind legs. By doing so, the animal lifts the body up from the ground into the standing position. When stretching the forelegs, they can move forward.

“Standing up” from the “Lying on the side” position: First, the animal rolls onto its belly. Then forelegs are straightened and then the hind legs. By doing so they lift the body up from the ground into the standing position. When stretching the forelegs, they can move forward.

“Sit” (Serruya & Eilam, 1996): The hindquarters touch the ground and both legs are placed along the side of the body. The forelegs stand parallel to each other. The dorsal line runs parallel to slightly sloping to the ground (Fig. 6).

“Solitary Sunbathing”<sup>1</sup>: The rock hyrax rests under a heat source without physical contact to a conspecific.

“Squatting”: The animal stands on the complete sole of all four paws. The extremities are jointed so that the belly touches the ground (Fig. 7).

“Stand” (Serruya & Eilam, 1996): The body is balanced on all four extremities. The dorsal line runs parallel to the ground. The hind paws do not have to touch the ground with their complete soles. In some instances, only the toes touch the ground.

### **Orientalional behaviour**

“Elongating the neck”: The animal stands, and the forelegs are placed far forward, by which the body is elongated. The neck is stretched very far forward whereby the head is converged to an object or creature. The head is not raised above the dorsal line (Fig. 8).

<sup>1</sup> Belongs to solitary resting according to Sale, 1970a.



**Fig. 8:** "Elongating the neck".  
Photo: S. Höft



**Fig. 9:** "Head raising". Photo: S. Höft

**"Head raising":** The head is raised above the dorsal line by stretching the neck. The head is moved towards the registered stimulus. The ears can be turned forward (Fig. 9).

**"Licking":** The rock hyrax moves its tongue along an object (Fig. 10).

**"Moving the head forwards":** The head is turned towards the information source (e.g. sound). The rock hyrax may also move towards the stimulus.

**"Sniffing":** The rock hyrax's nose gets close to or touches an object, which is then probably olfactorily examined (Fig. 11).



**Fig. 10:** “Licking”. Photo: S. Höft



**Fig. 11:** “Sniffing”. Photo: S. Höft

### **Behaviour related to metabolism**

**“Carrying food”:** The food is grabbed by the incisors, held and then carried to another place for consumption.

**“Defecating”:** The hind legs are placed apart, and the hindquarter is lowered down to the ground a little. The group members frequent the latrines for defecating.

**“Eating”:** To ingest bigger food particles or food that is firmly rooted in the ground (e.g. grass) the head is turned in a 90° angle, pieces are bitten off with the molars and are then transported sideways into the mouth. After this the food is chopped between the premolars and molars by opening and closing the jaw plus lateral movements of the lower jaw (chewing) and is then gulped down. Smaller food particles or sometimes soft food (e.g. mangold) is taken completely into the mouth. Bigger pieces of soft food can hang out of the mouth sideways while it is being chewed.



**Fig. 12:** “Eating”. Photo: S. Höft

Animal pellets or small green fodder pieces are transported frontally into the mouth by the tongue. At group feeding (according to Sale, 1965a; Hoeck, 1975) the animals can position themselves in a star formation towards each other with the heads facing in different directions. For chewing, the head can be lifted and is often turned away from the conspecifics while eating (Fig. 12).

**“Lactation”:** The female rock hyrax stands calmly as the young suck on her teats. The young stand frontally under the female’s head at the pectoral mammae, at the inguinal mammae they stand upright to parallel to the female (Fig. 13).

**“Peeling bark”:** The bark of a tree/bush is peeled off with the lower incisors. To achieve this the incisors are pressed against the tree/bush and the head is moved upwards or the mouth is closed (by doing so, the lower incisors are moved upwards and detach the bark). The peeled off piece is then consumed.

**“Shaking the food”:** A part of the food piece is held with the mouth and the head is moved with a high frequency from one side to the other. When a piece is pulled off, the animal chews and swallows.

**“Sorting the food”:** Food pieces are shifted around in the feeding cup or outside of it with the forepaws. To do so one forepaw is lifted over the food piece. The fingers are buckled behind the food piece and it is then moved by pulling the foreleg backwards.

**“Standing on the food”:** The food piece is fixed with one or both forepaws on the ground by placing it/them on the food piece. The rock hyrax tries to bite or tear off a piece by additionally holding the food with its mouth and moving the head upwards. A further variation is to fix the food piece with the mouth and the forepaws are pressed against the food piece. While doing so the animal stands only on its hind legs (Fig. 14).

**“Urinating”:** The hind legs are placed apart, and the hindquarter is lowered slightly to the ground. The animals also urinate downwards from a higher position. Males buckle the penis with its opening facing backwards between the hind legs. The group members frequently use latrines to urinate.



Fig. 13: "Lactation". Photo: S. Höft



Fig. 14: "Standing on the food". Photo: S. Höft

### Comfort behaviour

**"Chewing empty"**: The rock hyrax performs chewing motions without having food in its mouth, i.e. the lower jaw is moving laterally and away from the upper jaw and back again without opening the mouth.



**Fig. 15:** “Licking the Muzzle”.

Photo: S. Höft

**“Cleaning the teeth”:** The tongue is moved on the inner surface of the teeth in a proximal to distal movement. By doing so, hair is removed from the gaps between the teeth. This behaviour was shown after biting when an animal pulled out hair off a conspecific.

**“Combing oneself”:** The head is turned to the part of the body, which should be combed. The lower incisors rake through the fur by moving the head upwards. The head and the incisors are then removed from the fur and the head is moved downwards to repeat the process with the incisors combing through the fur. This activity can be carried out repeatedly.

**“Humping”:** The hind legs are placed under the body close to the forelegs. They are stretched and the back is pressed upwards. Another variant is pressing the back upwards without



**Fig. 16:** “Nibbling oneself”. Photo: S. Höft

placing the hind legs close to the forelegs, in doing so the hind legs are stretched out and balanced on the toes.

**“Licking the muzzle”:** The rock hyrax moves its tongue along its muzzle, thereby touching/wetting it (Fig. 15).

**“Nibbling oneself”:** The head is turned to the part of the body, which the animal wants to nibble on. Optionally, that part of the body can additionally be moved towards the head. The incisors nibble on this part of the body by quick opening and closing movements of the lower jaw. The mouth is opened only a little bit. “Nibbling oneself” can be interrupted by “Combing oneself”. To nibble the forepaw, it is placed forward. In order to nibble the rear underside, the hind limb is stretched upwards (Fig. 16).

**“Rolling over”:** The animal rolls from the “Lying on the side” on the back and back again or over to the other side of the body. The extremities provide the push.

**“Rubbing oneself”:** The head and body are moved along an object. The body can be moved back and forth, or the head is moved up and down. The animal either stands or lies on one body side.

**“Rubbing the nose”:** The rock hyrax stands with its nose frontally to an object and moves its nose alongside the object mostly in an up and down movement.

**“Sand-bathing”:** The rock hyrax places itself on one side of the body. Now the animal rolls over the back onto the other side of the body and back again or slides on the back for- and backwards. The extremities provide the necessary push. Additionally, it is possible that the rock hyrax gains momentum with the upper body by lifting it from the ground. “Sand-bathing” is an allelomimetic behavioural pattern. After one animal starts, others follow shortly and social behavioural patterns<sup>2</sup> can be observed (Fig. 17).



**Fig. 17:** “Sand-bathing”. Photo: S. Höft

<sup>2</sup> Hoeck, 1976a mentions playing behaviour and agonistic behavioural patterns.



**“Scratching oneself”**: One hind leg is moved to the part which ought to be scratched (on the same body side). Optionally, this part of the body can additionally be moved towards the hind leg. The toes are spread apart, and the grooming claw is moved through the fur by moving the hind paw back and forth. To scratch the belly the foreleg is lifted and pulled backwards and up. The body is tilted slightly to one side (Fig. 18).

**“Shaking”**: The head and body are repeatedly, rapidly rotated along the longitudinal axis from one side of the body to the other.

**“Sliding on the hindquarters”**: The hindquarter is pressed on the ground and the animal moves forward. In this way, the genitalia and the anus are rubbed alongside the ground. This behaviour can be observed after urinating and defecating.



**Fig. 18:** “Scratching oneself”. Photo: S. Höft



**Fig. 19:** “Stretching”. Belly touches the ground. Photo: S. Höft



**Fig. 20:** “Yawning”. Photo: S. Höft

**“Sneezing”:** Air is blown impulsively out of the nose by “sneezing”. The head or body may shake.

**“Stretching”:** The forelegs are placed far forward and extended. The back is stretched downwards sometimes with a hollowed back. The belly can touch the ground. The head can be pulled down between the forelegs to the breast. Thereafter the forelegs are placed back against the body again. For stretching, the rock hyrax may also position itself in front of a wall on its hind legs with its fore paws against the wall (Fig. 19).

**“Stretching the toes”:** From an elevated position, the rock hyrax holds its leg down and stretches it including the toes.

**“Yawning”:** The mouth is opened, the tongue is sticking out, and the corners of the mouth are pulled backwards. The head can be laid back in the nape. The mouth is closed again, and the tongue is retracted. Following that, the lower jaw performs chewing motions without opening the mouth (Fig. 20).



**Fig. 21:** “Playful Pulling”. Photo: S. Höft

### Solitary play

**“Playful pulling”:** The rock hyrax clasps an object with its mouth. Then the head is pulled towards the body (Fig. 21).

**“Playful chewing”:** The rock hyrax gnaws on an object with its teeth.

## Discussion

In this work, different observation methods were chosen to create the ethogram: direct observation and recording with a camcorder. Direct observation allows the observation of the entire group of rock hyraxes and the sounds of them are partially perceived. However, direct observation can lead to errors because behaviours can be misrecognised or overlooked, especially when a number of behaviour patterns occur in rapid sequences. For this reason, the behaviour was additionally recorded with a camcorder. The scenes could thus be analysed more reliably on the PC (Kappeler, 2006).

Direct observation and manual recording with a camcorder made the selective recording of relevant behaviours as well as flexible camera guidance (e.g. zooming in) possible, which is not given in an automated recording. However, the necessary stay in front of the facilities cannot completely rule out the possibility of the observer influencing the animals. It was observed only when visitors were at the zoo to minimise this error. In order to give the animals the opportunity to get used to the changed opening hours of the visitor hall at the beginning of the summer season, the earlier start of recording took place one week after the start of the summer season. The entry to the exhibits has been reduced to a minimum (e.g. temperature measurement under heat lamps) in order to prevent the animals’ reaction to the presence of the observer in the visitor hall. Nevertheless, at the beginning of the observation period (December 2009) visible reactions (e.g. “threatening chewing”, sniffing of the shoes through the windowpane) to observer could be observed, but they were only of short duration. As a conclusion, the influence of the observer’s presence on the behaviour of the animals can be regarded as negligible. In everyday zoo life, special events cannot be avoided.

On 11<sup>th</sup> March, a camera team of a television zoo series filmed at the rock hyraxes. The animals reacted visibly to this. In order to avoid falsification of the data, the data recording was stopped during the presence of the camera team.

Above all, the ethogram requirements are, among others, “completeness, clearness, including the sequence of behavioural patterns [...] and maximum resolution (Feddersen-Petersen, 2008, p. 149). The ethogram’s individual behaviour part was generated on the basis of only one Rock Hyrax group, which was furthermore kept in a zoo. This poses the question if a transferability onto other Rock Hyraxes groups is possible. The animal’s behaviour is adapted to the environmental conditions with which it is confronted respectively has been confronted over the time of evolution (Carlstead, 1996). The environmental conditions in a zoo differ from those in the wild (in which the behaviour evolved) (Carlstead, 1996). The animals have to adapt their behaviour to live under these conditions (Carlstead, 1996; Hosey et al., 2009). Close contact to humans – as it is given with keeping animals in captivity – can lead to numerous behaviour patterns which are not present in an animal, which was born in the wild (Carlstead, 1996). Various studies show that behaviour of individuals living in a zoo and wild ones can be different in some parts (Stoinski et al, 2003; Bezerra et al., 2010). Other studies investigated that behavioural budgeting, but not repertoire differed between animals kept by humans and free-ranging ones (Höhn et al., 2000; Brummer et al., 2010). If animals are kept near-natural, the behaviour of the zoo animals does not differ significantly from the one of wild conspecifics (Walther, 1963; Melfi & Feistner, 2002). According to Kummer (1992) behaviour is determined by genes that change

slowly, so the behaviour of free-ranging animals does not differ much from the one of wild conspecifics. Excluded is the social behaviour of monkeys. In zoos the social behaviour is more diverse because of more “free time” (e.g. absent carnivores, no food searching) (Kummer, 1992). The life of free ranging animals is not totally free of human influences too (Engel, 1999) and even the behaviour of different nearby free-ranging populations varies (Engel, 1999). The advantage of observing zoo animals is that they are habituated to humans and thus their behaviour is less influenced by the humans’ presence (Hosey et al., 2009). The animals can be observed from a shorter distance without disturbing the animals too much. Thereby, the behavioural patterns can be recorded in more detail and more precision (Hosey, 2005) which is essential for an ethogram. Some behaviour patterns, like vocalisations, are difficult to examine in the wild (Engel, 1999). A combination of zoo and wild observations can demonstrate the flexibility of a species’ behaviour (Engel, 1999) and should complement each other (Walther, 1963).

Therefore, it cannot be ruled out that also in rock hyraxes the behaviour between in zoo living individuals and free-ranging rock hyraxes is different. Unfortunately, a complete ethogram for free-ranging hyraxes does not exist so a comparison is only possible for some behaviour patterns. The resting behaviour “Lie”, “Stand” and “Sit” was described by other authors for free-ranging rock hyraxes in the same ways (Serruya & Eilam, 1996; Sale, 1970a). Serruya & Eilam (1996) differ “Lie” (only the trunk touch the ground and the hind legs are flexed underneath the trunk) from “Crouch” (hind legs are extended backwards and sideways and sometimes the head and neck have contact with the ground). The transitions are fluid, so both behaviours were summarised in “Lie” in this study.

The feeding behaviour was described in studies of free-ranging rock hyraxes in the same way. So, the head turning and the bite off the plants with the molars could be observed, too (Sale, 1966b; Hoeck, 1976b). The chewing motions are described in the same way by Sale (1966b) and the star formation of the animals while feeding in group is described by Sale (1965a, 1970b), too. Sale, 1966b described “Chewing empty” in the same way. According to him, this behaviour is shown when the animal is stressed by something new. This could neither be proven nor confirmed by this study. Sale, 1966b observed also “Standing on the Food” in the wild. According to him, this behaviour occurred more frequently in kept animals than in the wild. “Lactation” could only be observed in kept rock hyraxes by Sale. The description is like in this ethogram (Sale, 1965b).

In the complex “Comfort behaviour” Hoeck, 1976a could make some same observations in free-ranging rock hyraxes: “Sliding on the Hindquarters”, “Sand-bathing”, “Combing oneself”, “Scratching oneself” and “Rubbing the Nose”. In addition to Hoeck (1976a) sneezing follows “Rubbing the Nose”. This could not be observed in this study, but this might be because of detection problems rather than not existing.

In conclusion, this ethogram for the individual behaviour provides the basis for further research and supplies the terminology of the behavioural patterns that make a comparison between different studies possible.

## Acknowledgements

For the supervision of the present diploma thesis, we thank Prof. Dr G. Hartl, Dr U. Magiërea and Dr A. Krop-Benesch. We thank zoo director Dr S. Klomburg for the permission to undertake the study in Osnabrück Zoo. Furthermore, we thank the keepers P. Kunze, St. Batz and K. Seifert for their help with the study and the discussions about Rock Hyraxes. For the help with the translation of this publication into English we thank I. Schwarze and A. Warncke. We thank Sven P. Peter for the editing of the pictures.

## Zusammenfassung

Für Klippschliefer (*Procavia capensis*) existiert bisher kein Ethogramm. Ziel der vorliegenden Studie war es unter anderem, ein Ethogramm zu erstellen. Dazu wurde im Zoo Osnabrück eine Gruppe von Klippschliefern im Zeitraum vom 2. Dezember 2009 bis 27. April 2010 beobachtet. Die Gruppe bestand aus einem adulten Männchen und fünf adulten Weibchen (ab dem 4. Februar nur noch vier) sowie vier juvenilen (2,2) Tieren. Die vorliegende Publikation bezieht sich nur auf das Individualverhalten. Das Sozialverhalten wird in einer weiteren Publikation veröffentlicht.

## References

- Altmann, J. (1974). Observational Study of Behavior: Sampling Methods. *Behaviour* 49(3/4), 227-267.
- Barber, J.C.E. (2009). Programmatic approaches to assessing and improving animal welfare in zoos and aquariums. *Zoo Biology*, 28(6), 519-530.
- Barongi, R. Finken, F.A., Parker, M., & Gusset, M. (Eds) (2015). *Committing to Conservation: The World Zoo and Aquarium Conservation Strategy*. Gland: WAZA Executive Office.
- Beneta, D. (2019). Rock hyrax (*Procavia capensis*). *ESB Annual Report 2019*.
- Bezerra, B., Barnett, A., Souto, A., & Jones, G. (2010). Ethogram and Natural History of Golden-backed Uakaris (*Cacajao melanocephalus*). *International Journal of Primatology*, 32(1), 46-68.
- Brummer, S., Gese, E.M., Shivik, J.A. (2010). The effect of enclosure type on the behavior and heart rate of captive coyotes. *Applied Animal Behaviour Science*, 125(3), 171-180.
- Butynski, T., Hoeck, H., Koren, L., & de Jong, Y.A. (2015). *Procavia capensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015. e.T41766A21285876. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-2.RLTS.T41766A21285876.en>. Downloaded on 05 April 2020.
- Carlstead, K. (1996). Effects of Captivity on the Behaviour of Wild Mammals. In D.G. Kleiman, M.E. Allen, K.V. Thompson, & S. Lumpkin (Eds). *Wild mammals in captivity: principles and techniques* (pp. 313-333). Chicago: The University of Chicago Press Paperback edition 1997.
- Coe, M. J. (1962). Notes on the habitat of the Mt. Kenya hyrax (*Procavia johnstoni mackinderi* THOMAS). *Proceedings of the Zoological Society of London*, 138, 639-644.
- EAZA (2019). *EAZA Standards for the Accommodation and Care of Animals in Zoos and Aquaria*. Amsterdam: EAZA.
- Engel, J. (1999). Eine Übersicht über die Vor- und Nachteile von Verhaltensstudien im Zoo. In U. Ganslößer, (Ed.). *Tiergartenbiologie II* (1st ed.) (pp. 197-215). Fürth: Filander Verlag.
- Estes, R.D. (1991). *The Behavior Guide to African Mammals Including Hoofed Mammals, Carnivores, Primates*. The University of California Press First Paperback Printing 1992, 250-258 (chapter Hyraxes).
- European Union (2015). *EU Zoos Directive Good Practices Document*. Brussel.
- Farm Animal Welfare Council (1979). *Press statement*.
- Feddersen-Petersen, D.U. (2008). *Ausdrucksverhalten beim Hund. Mimik und Körpersprache, Kommunikation und Verständigung* (1st ed.). Stuttgart: Franckh-Kosmos-Verlag.
- Fischer, M.S. (1986). Die Stellung der Schliefer (Hyracoidea) im phylogenetischen System der Eutheria. *Zugleich ein Beitrag zur Anpassungsgeschichte der Procaviidae*. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 84, 1-132.
- Fischer, M.S. (1992). Hyracoidea. In Niethammer, J., Schliemann, H. & Starck, D. (Ed.). *Handbuch der Zoologie. Eine Naturgeschichte der Stämme des Tierreichs. Band VIII Mammalia, Teilband 58* (pp. 3-169). Berlin: Verlag Walter de Gruyter.
- Fischer, M.S. (2004). Hyracoidea, Schliefer. In W. Westheide, W. & G. Rieger. *Spezielle Zoologie Teil 2 Wirbel- oder Schädeltiere* (1st ed.) (pp. 655-660). Berlin: Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg.
- Fourie, L.J. (1977). Acoustic Communication in Rock Hyrax, *Procavia capensis*. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 44(2), 194-219.
- Fourie, L.J., & Perrin, M.R. (1987). Social behaviour and spatial relationships of the rock hyrax. *South African Journal of Wildlife Research*, 17(3), 91-98.
- Grier, J.W., & Burk, T. (1992). *Biology of Animal Behavior* pp. 78-85 (2. ed.). Maryland Heights: Mosby Year Book.
- Hahn, H. (1934). Die Familie der Procaviidae. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 9, 207-258.
- Hill, S., & Broom, D. (2009). Measuring zoo animal welfare: theory and practice. *Zoo Biology*, 28(6), 531-544.
- Hoeck, H.N. (1975). Differential Feeding Behaviour of the Sympatric Hyrax *Procavia johnstoni* and *Heterohyrax brucei*. *Oecologia* (Berlin), 22, 15-47.

- Hoeck, H.N. (1976a). *Procavia johnstoni* (Procaviidae) Hautpflegeverhalten (Freilandaufnahmen). Encyclopaedia Cinematographica Film E 2176/1976. Göttingen: Institut für den wissenschaftlichen Film.
- Hoeck, H.N. (1976b). *Procavia johnstoni* (Procaviidae) Nahrungsaufnahme (Freilandaufnahmen). Encyclopaedia Cinematographica Film E 2177/1976. Göttingen: Institut für den wissenschaftlichen Film.
- Hoeck, H.N. (1976c). Sozialverhalten der Schliefer. Bild der Wissenschaft, 76, 58-64.
- Hoeck, H.N. (1982a). Population dynamics, dispersal and genetic isolation in two species of hyrax (*Heterohyrax brucei* and *Procavia johnstoni*) on habitat islands in the Serengeti. Zeitschrift für Tierpsychologie, 59, 177-210.
- Hoeck, H.N., Klein, H., & Hoeck, P. (1982). Flexible Social Organization in Hyrax. Zeitschrift für Tierpsychologie, 69, 265-298.
- Höft, S.M. (2010). Chronoethologische Untersuchungen an einer Gruppe von Klippschliefern (*Procavia capensis*) im Zoo Osnabrück. Diplomarbeit Kiel: Christian-Albrechts-Universität.
- Höhn, M., Kronschnabl, M., & Ganslößer, U. (2000). Similarities and differences in activities and agonistic behavior of male Eastern grey kangaroos (*Macropus giganteus*) in captivity and the wild. Zoo Biology, 19(6), 529-539.
- Hosey, G.R. (2005). How does the zoo environment affect the behaviour of captive primates? Applied Animal Behaviour Science 90, 107-129; doi:10.1016/j.applanim.2004.08.015.
- Hosey, G., Melfi, V., & Pankhurst, S. (2009). Zoo Animals Behaviour, Management and Welfare (pp. 98-127; 475-98; 505-530). Oxford: Oxford University Press, reprinted 2010.
- Immelmann, K. (1982). Wörterbuch der Verhaltensforschung. Berlin: Paul Parey.
- Jordan, M.J.R., Rudloff, K., Heuer, J., & Ruske, K. (2003, updated 2012). The European Association of Zoos and Aquaria regional collection plan for the Lagomorpha, Xenarthra (Pilosa & Cingulata), Hyracoidea, Pholidota, Dermoptera and Tubulidentata 2012-2015. EAZA TAG Small Mammals, 1-4; 12.
- Kappeler, P. (2006). Verhaltensbiologie. (pp. 15-19; 512-518). Heidelberg: Springer Verlag Berlin.
- Kummer, H. (1992). Weiße Affen am Roten Meer. Das soziale Leben der Wüstenpaviane (pp. 37-72, 173-186). München: R. Piper.
- Lehner, P.N. (1996). Handbook of ethological methods (2. ed.). Cambridge: Cambridge University Press, 90-93.
- Louw, E., Louw, G.N., & Retief, C.P. (1972). Thermolability, Heat Tolerance and Renal Function in the Dassie or Hyrax, *Procavia capensis*. Zoologica Africana, 7(2), 451-469.
- Maple, T.L., & Perdue, B.M. (2013). Chapter 2 Defining Animal Welfare. In Zoo Animal Welfare (pp. 21-34). Heidelberg: Springer Verlag Berlin.
- Mason, G., & Mendl, M. (1993). Why is there no simple way of measuring animal welfare? Animal Welfare, 2, 301-319.
- Melfi, V., & Feistner, A. (2002). A Comparison of the Activity Budgets of Wild and Captive Sulawesi crested black macaques (*Macaca nigra*). Animal Welfare, 11, 313-322.
- Mellor, D.J., Hunt, S., & Gusset, M. (Eds) (2015). Caring for wildlife. the world zoo and aquarium welfare strategy. Gland: WAZA Executive office.
- Mendelssohn, H. (1965). Breeding the Syrian Hyrax *Procavia capensis syriaca* Schreber 1784. The International Zoo Yearbook, 5, 116-125.
- Naguib, M. (2006). Quantifizierung von Verhaltensabläufen. In M. Naguib: Methoden der Verhaltensbiologie (pp. 69-89). Heidelberg: Springer-Verlag Berlin.
- Olds, N., & Shoshani, J. (1982). *Procavia capensis*. Mammalian Species, 171, 1-7.
- Rahm, U. (1964). Das Verhalten der Klippschliefer (Hyracoidea). In J.-G. Helmcke, H. von Lengerken, D. Starck, & H. Wermuth (Eds): Handbuch der Zoologie. Eine Naturgeschichte der Stämme des Tierreichs. Band 8 (pp. 1-23). Berlin: Verlag Walter de Gruyter & Co.
- Sale, J.B. (1965a). The feeding behaviour of rock hyraxes (genera *Procavia* and *Heterohyrax*) in Kenya. East African Wildlife Journal, 3, 1-18.
- Sale, J.B. (1965b). Observations on Parturition and Related Phenomena in the Hyrax (Procaviidae). Acta Tropica, 22(1), 37-54.
- Sale, J.B. (1966a). The Habitat of the Rock Hyrax. Journal of the East Africa Natural History Society, 25(3), 210-214.
- Sale, J.B. (1966b). Daily food consumption and mode of ingestion in the hyrax. Journal of the East Africa Natural History Society, 25(3), 215-224.
- Sale, J.B. (1970a). The behaviour of the resting rock hyrax in relation to its environment. Zoologica Africana, 5(1), 87-99.
- Sale, J.B. (1970b). Unusual external adaptations in the rock hyrax. Zoologica Africana, 5(1), 101-113.
- Serruya, D., & Eilam, D. (1996). Stereotypies, compulsions, and normal behaviour in the context of motor routines in the rock hyrax (*Procavia capensis*). Psychobiology, 24(3), 235-246.
- Stoinski, T.S., Beck, B.B., Bloomsmith, M.A., & Maple, T. L. (2003). A behavioral comparison of captive-born, reintroduced golden lion tamarins and their wild-born offspring. Behaviour, 140(2), 137-160.
- Taylor, C.R., & Sale, J.B. (1969). Temperature regulation in the hyrax. Comparative Biochemistry and Physiology, 31, 903-907.

- Tembrock, G. (1974). Grundlagen der Tierpsychologie (pp. 42-49; 234-251). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- Turner, M.I.M., & Watson, R.M. (1965). An introductory study on the ecology of hyrax (*Dendrohyrax brucei* and *Procavia johnstoni*) in the Serengeti National Park. *East African Wildlife Journal*, 3(1), 49-60.
- Veasey, J.S., Waran, N.K., & Young, R.J. (1996). On comparing the behaviour of zoo housed animals with wild conspecifics as a welfare indicator. *Animal Welfare*, 5, 13-24.
- Walther, F. (1963). Über die Möglichkeiten der Verhaltensforschung in Tiergärten. *Säugetierkundliche Mitteilungen*, 11, 62-68.
- WAZA (2005). Zoos und Aquarien für Naturschutz – Die Welt-Zoo und Aquarium Naturschutzstrategie. In Dollinger, P. (Ed.) WAZA-Geschäftsstelle, Bern; translation of the English edition. Building a Future for Wildlife – The World Zoo and Aquarium Conservation Strategy. Dollinger, P. (Ed.). Bern: WAZA Executive Office.
- World Organisation for Animal Health (2019). Section 7. Animal Welfare. Terrestrial Animal Health Code. Paris.





# DER ZOOLOGISCHE GARTEN

Zool. Garten N.F. 89 (2021) 157-159

THE ZOOLOGICAL GARDEN

## In Memoriam

### Professor Dr. Lothar Dittrich

20.04.1932 – 06.08.2021



Lothar Dittrich 2017. Foto: G. Nogge

Am 6. August 2021 verstarb im Alter von 89 Jahren Professor Dr. Lothar Dittrich, der langjährige Direktor des Zoos Hannover. Seine Zoo-Laufbahn begann er 1954, 22-jährig, also noch als Student der Biologie, im Zoo Leipzig bei dem bedeutenden Tiergärtner Karl-Max Schneider. Als dieser ein Jahr später starb, übernahm Heinrich Dathe kommissarisch die Leitung des Zoos, und der ernannte Dittrich zu seinem Stellvertreter. Da Dathe aber gleichzeitig den Auftrag hatte, in der Hauptstadt der DDR den Tierpark Berlin aufzubauen und deshalb meist abwesend war, fiel Dittrich bis zur Berufung von Ludwig Zukowsky im Jahre 1957 praktisch die Leitung des Leipziger Zoos zu.

1956 kam es in Polen und Ungarn zu Demonstrationen gegen das Sowjetsystem, und auch in der DDR, einschließlich der Belegschaft des Leipziger Zoos, brodelte es. Während Dathe Ruhe als die erste Bürgerpflicht ansah, kritisierte Dittrich unverhohlen die Engstirnigkeit,

Kleingeistigkeit und kleinkarierte Bürokratie der Mangelwirtschaft der DDR. Mehrfach geriet er deswegen mit Parteifunktionären aneinander. Die Eskalation, die schließlich 1961 kurz vor dem Bau der Berliner Mauer zur Flucht in den Westen führte, ist in einem 2017 erschienenen Buch von Jan Mohnhaupt mit dem Titel „Der Zoo der anderen“ über die Beziehungen der Zoos in Ost und West während des kalten Krieges nachzulesen. Lothar Dittrich war nicht nur ein Homo zoologicus, sondern auch ein Homo politicus, der aus seiner Meinung nie einen Hehl machte.

In der Bundesrepublik fand er eine Anstellung bei der Tierhandelsfirma Ruhe, die ihm schon bald die Leitung ihres Zoos in Hannover anvertraute, und diese Funktion behielt er auch bei, als die Stadt Hannover 1972 den Zoo in eigene Regie übernahm. Seine Zooarbeit war von bemerkenswerten Zuchterfolgen gekrönt, z.B. bei Elefanten sowie etlichen vom Aussterben bedrohten Antilopenarten. Und die Zuchterfolge bildeten die Grundlage für Wiederansiedlungen in der Natur, z.B. von Mendesantilopen in Tunesien oder Luchsen, Seeadlern, mehreren Eulenarten und Kolkkraben in Deutschland. Lothar Dittrich hat den Zoo Hannover durch Innovationen geprägt wie die Einführung des „Hannoverschen Grabens“ als gitterfreie Gehegeabgrenzung in den Sechzigerjahren, die 1971 eingerichtete „Streichelwiese“, eine Begegnungszone zwischen Mensch und Tier, und nicht zuletzt das 1982 erbaute „Urwaldhaus für Menschenaffen“. Die Glasscheibe als Begrenzung des Geheges für Orang Utans war wegweisend für alle danach gebauten Affenhäuser in den Zoologischen Gärten. Die meisten dieser Baulichkeiten sind allerdings der totalen Umgestaltung des Zoos in den neunziger Jahren zum Opfer gefallen.

Geblichen sind aber die Ergebnisse seiner wissenschaftlichen Arbeiten wie zur Reproduktionsbiologie und Jugendentwicklung diverser Huf- und Raubtiere, zur Gebissentwicklung bei Elefanten und Nashörnern, zu Melanismus und Albinismus und vielen anderen Themen, die ihren Niederschlag in zahlreichen Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften fanden. Mit diesen qualifizierte er sich als Hochschullehrer. 1971 erhielt er einen Lehrauftrag für „Biologie und Haltung der Zootiere“ an der Tierärztlichen Hochschule Hannover, die ihn 1979 auch zum Honorarprofessor ernannte. Seine außerordentliche fachliche Kompetenz war vielfach gefragt, so z.B. als Berater bei der Planung des Zoologischen Gartens in Tel Aviv-Ramat Gan oder in einer Sachverständigengruppe des Bundeslandwirtschaftsministeriums zur Erarbeitung von Mindestanforderungen für die tierschutzgerechte Haltung von Säugetieren. Das von ihm definierte Bündel von fünf „tiergartenbiologischen Kriterien gelungener Adaptation von Wildtieren an konkrete Haltungsbedingungen“ wurde zur allgemeinen Leitlinie für die tierschutzgerechte Haltung von Tieren im Zoo.

Die Wissensvermittlung, nicht nur an der Hochschule, sondern der Bildungsauftrag gegenüber dem gesamten Zoopublikum war Lothar Dittrich ein besonderes Anliegen. Im „Zoofreund“, der 1971 begründeten Zeitschrift des Fördervereins des Zoos, veröffentlichte er über 100 Beiträge über im Zoo Hannover lebende Tiere. Um die Zoobesucher auf aktuelle Ereignisse im Tierbestand aufmerksam zu machen, erfand er den genialen „Springenden Punkt“. Er schrieb etliche populärwissenschaftliche Bücher über Zoos wie „Auf Safari in Europa, Streifzüge durch Europas zoologische Gärten“ oder „Lebensraum Zoo – Tierparadies oder Gefängnis“. Ungezählt sind seine Beiträge in lokalen und überregionalen Printmedien, in Rundfunk und Fernsehen über Tiere in der Natur und in menschlicher Obhut. Von 1965-1992 war er Autor und Moderator der beliebten Fernsehreihen „Aus dem Reich der Tiere“ und „Tele-Zoo“. Schließlich übernahm er von 2000 bis 2012 die Herausgabe von vier Auflagen des Grundlagenbandes der Lehrbuchreihe „Zootierhaltung“ für Tierpfleger.

Anfang der Neunzigerjahre machte man in Hannover Pläne, den Zoo völlig umzukrempeln, gewissermaßen neu zu erfinden. Der Zoo sollte mehr als bisher den Erwartungen der Zoobesucher angepasst und entsprechend vermarktet werden. Mit diesen Plänen konnte sich Lothar Dittrich nicht identifizieren, und deshalb zog er sich 1993 mit den Worten zurück: „Wenn Du

nichts mehr bewegen kannst, musst Du Dich selbst bewegen.“ Das bedeutete aber nicht, dass er sich mit nur 61 Jahren zur Ruhe setzte. Vielmehr begann er eine zweite Karriere, und zwar als Zoo- und Kunsthistoriker. Schon in den Sechzigerjahren hatte er die Historikerin Annelore Rieke-Müller zur Mitarbeit bei der Aufarbeitung der Geschichte des Zoos Hannover gewonnen. Nun begannen die beiden ein umfangreiches, auf Jahre angelegtes und von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanziell gefördertes Projekt zur Erforschung der Entstehung und Entwicklung der Zoologischen Gärten. Die Ergebnisse fanden ihren Niederschlag in einer Reihe viel beachteter Bücher wie „Der Löwe brüllt nebenan. Die Gründung Zoologischer Gärten im deutschsprachigen Raum“ oder „Die Menagerie des Kaisers. Zoo der Wiener, 250 Jahre Tiergarten Schönbrunn“. Von entscheidender Bedeutung für das Gedeihen der Zoos in ihren Anfängen war der Import von Tieren aus aller Welt. Dazu erschienen: „Unterwegs mit wilden Tieren. Wandermenagerien zwischen Belehrung und Kommerz 1750-1850“ und „Carl Hagenbeck. Tierhandel und Schaustellung im deutschen Kaiserreich“. Das aber sind nur die Buchtitel. Dazu kommt eine ganze Reihe zum Teil recht umfangreicher Beiträge in verschiedenen Fachzeitschriften.

Als 1993 „Das Bild der Giraffe“ erschien, das Lothar Dittrich mit seiner Frau Sigrid und Ingrid Faust, der Frau des damaligen Direktors des Frankfurter Zoos, verfasst hatte, machte er erstmals auf seine kunstgeschichtliche Kompetenz aufmerksam. Tatsächlich haben sich Sigrid und Lothar Dittrich jahrzehntelang mit der Darstellung von Tieren in der Kunst und deren Bedeutung beschäftigt, was wiederum zu einer ganzen Reihe einschlägiger Publikationen führte, wovon die bedeutendste das 2004 erschienene, fast 700 Seiten umfassende „Lexikon der Tiersymbole“ ist: „Tiere als Sinnbilder in der Malerei des 14.-17. Jahrhunderts.“ Auch zu dieser Thematik liegen zahlreiche weitere Artikel in Fachzeitschriften vor. Erst im vergangenen Jahr meldeten sich die beiden öffentlich zu Wort, als es zu heftiger Kritik an der Darstellung von Fliegen im von Markus Luppertz geschaffenen Reformationsfenster für die Marktkirche Hannover kam. Die Kritiker mussten sich belehren lassen, dass der Künstler mit den Fliegen lediglich auf ein Symbol in der christlichen Ikonografie zurückgegriffen hatte. Fliegen standen für die Sündhaftigkeit, das Böse schlechthin, und ihr Massenauftreten galt als Strafe Gottes.

Mit Lothar Dittrich verliert die deutsche Zoogemeinschaft einen ihrer profiliertesten Köpfe. Er war nicht nur mit Leib und Seele Tiergärtner, sondern auch mit Herz und Verstand, mit letzterem ganz besonders, denn er war zweifellos der intellektuellste Zoodirektor seiner Zeit. Die deutsche und darüber hinaus internationale Zoogemeinschaft wird ihm ein ehrendes Andenken bewahren.

Gunther Nogge, Köln  
Zoodirektor i.R.

## Literatur

- Blaskiewitz, B. (2012): Lothar Dittrich und „Der Zoologische Garten“. Zool. Garten N.F. 81, 264-266.  
 Böer, M., Everts, W., Brandt, H.-P. & J. Hamann (2002): Lothar Dittrich 70 Jahre. Zool. Garten N.F. 72, 263-267.  
 Dittrich, L. & A. Rieke-Müller (1990): Ein Garten für Menschen und Tiere. 125 Jahre Zoo Hannover. Grütter, 227 pp.  
 Gewalt, W (1992): Lothar Dittrich wird 60. Zool. Garten N.F. 62, 201-204.  
 Haikal, M. & J. Junhold (2003): Auf der Spur des Löwen. 125 Jahre Zoo Leipzig. Pro Leipzig, 272 pp.  
 Mohnhaupt, J. (2017): Der Zoo der anderen. Carl Hanser, 304 pp.

# DER ZOOLOGISCHE GARTEN

Zool. Garten N.F. 89 (2021) 160-162

THE ZOOLOGICAL GARDEN

In Memoriam

**Dr. Dieter Poley**

**26.03.1935 - 19.08.2021**



Dr. Dieter Poley. Foto: Zoo Heidelberg

Der Zoo Heidelberg und die VdZ-Gemeinschaft trauern um den ehemaligen Zoodirektor Dr. Dieter Poley. Ich selbst kannte ihn schon als kleiner Junge, war er doch als Assistent in meiner Geburtsstadt Duisburg aktiv und mit meinem Vater (Vogelliebhaber, auch Kolibris) gut bekannt. Aber gehen wir chronologisch vor.

Dieter Poley wurde am 26.03.1935 in München geboren. Er wuchs im Erzgebirge und Vogtland, also in Sachsen, auf und machte zunächst eine Lehre als Papiermacher. Seinen ursprünglichen Berufswunsch Förster konnte er sich nicht erfüllen – sein Vater galt als „politisch nicht genehm“. 1954 kam er in den Westen Deutschlands. Dort studierte er in Göttingen und Braunschweig Zoologie und Botanik. Poley promovierte über Kolibris, eine seiner Leidenschaften – genauer gesagt arbeitete er über sinnesphysiologische und anatomisch-morphologische Besonderheiten bei Kolibris. Von 1967 bis 1972 war er Assistent und die Vertretung des damaligen Zoodirektors im Zoo Duisburg, dem Urgestein Dr. Wolfgang Gewalt. Eine persönliche Anekdo-

te, die ihn gut beschreibt: Als mein Vater ein neues Vogelzimmer gestaltete, standen zwei Räume zur Wahl, das kleinere, ehemalige Kinderzimmer und das größere, ehemalige Schlafzimmer. Am Ende wurde es das kleinere ehemalige Kinderzimmer. Als Poley uns besuchte und mein Vater aber nicht daheim war, fand mein Vater später an der Vogelzimmertür einen Zettel mit der Aufschrift: „*Sehr schön, aber Ehegemach wäre besser gewesen*“ – ohne Kommentar.

Am 1. April 1972 übernahm Poley die Geschicke des Zoos Heidelberg, damit begann hier eine neue Ära. Ich kann mich noch gut daran erinnern, als meine Eltern und ich ihn in Heidelberg erstmals besuchten und er erzählte, welche Tiere er noch „im Keller und sonstwo“ vorgefunden hatte, die er alle in die Schau brachte. Der Zoo hatte schwere Zeiten, auch wenn das Geld für eine neue Anlage von Dr. Rohr bereits organisiert war. Die Besucherzahlen stagnierten. Relativ viel wirkte verwahrlost und die Anlagen nicht mehr zeitgemäß – das sollte sich ändern. Der damals 37-jährige Poley sagte selbst bei seiner offiziellen Amtseinführung: „*In Heidelberg sollte man sich zunächst darauf beschränken, den Rahmen zu putzen und den Garten gefälliger zu machen*“ (RNZ-Artikel).

In typischer Weise, mit großem Elan und gewaltigem Stimmorgan ausgestattet, entwickelte er den Zoo Heidelberg. So entstanden unter seiner Regie u. a. die Robbenanlage, 1977 das Afrikahaus – in Anlehnung an das Afrikanum in Duisburg, 1979 das Raubtierhaus, die Vogelanlagen, 1981 das Bärenschaukasten, 1989 das Menschenaffenhaus und 1991 das Küstenpanorama. Aus Heidelberg erfuhr ich, dass er bei allen Bauprojekten mit dem Handschuhsheimer Architekten Hans-Peter Pollich zusammenarbeitete. Aus der Zusammenarbeit entwickelte sich eine Freundschaft, die bis zu seinem Tode anhielt. Seine freundschaftliche Beziehung zum damaligen Oberbürgermeister der Stadt Heidelberg Dr. Reinhard Zundel war für die Weiterentwicklung des Zoos sicher ebenfalls förderlich.

Die besondere Aufmerksamkeit galt den Vögeln – eine Gemeinsamkeit. Dies spiegelte sich ja bereits in seiner Promotion wider. In seinem aktiven Berufsleben verfasste Poley zahlreiche wissenschaftliche Veröffentlichungen und Bücher. Er schrieb zudem regelmäßig über die unter seiner Leitung vielbeachteten Züchterfolge aus diesem Bereich, darunter Welterstzuchten bei einigen Eulenarten. Poley reiste gerne und viel, auch mit seiner Gattin. Ein bevorzugtes Ziel war die in Südfrankreich liegende Camargue. Hier war es nicht nur die Vogelwelt, nein, auch Kampfstiere und andere Säuger, später teilweise im Zoo Heidelberg zu sehen, erweckten sein Interesse.

Er war ein durchaus hemdsärmeliger Zoodirektor, der selbst Hand anlegte. Seine liebe Frau Ingrid unterstützte ihn stets, gleich ob in der Wohnung am Zoo allein zwischen 1975 und 1993 mehrere Orang-Utans aufgezogen wurden oder in seinem übernetzten Garten nebst angrenzendem Treibhaus Kolibris brüteten. Am 31. März 1998 ging Dr. Dieter Poley mit 63 Jahren in den Ruhestand. Sein Wirken im Zoo Heidelberg, 1972 – 1998, hat bis heute seine Spuren hinterlassen. Es gelang ihm über die Jahre, den Zoo in Richtung Naturschutzzentrum zu entwickeln. Bereits in den 70er- und 80er-Jahren wies er auf die fortschreitende Naturzerstörung hin – in einer Zeit, als dies noch nicht wie heute in aller Munde war. Er prangerte bereits damals Missstände an. Begriffe wie Vermüllung, Vernichtung des Regenwaldes oder die mangelnde politische Wertschätzung der Natur und Beschäftigung mit dem Erhalt derselben, Dieter Poley hatte den Zoo immer als naturkundliche Bildungseinrichtung begriffen. Dies war die Basis, auf der Dr. Klaus Wünnemann, der seine Nachfolge 1998 antrat, aufbauen konnte.

Auch über seine aktive Zeit hinaus genoss er hohen Respekt bei Kolleginnen und Kollegen. Seine wissenschaftliche Kompetenz und Leistung für den Zoo Heidelberg wurden erkannt. Auch im Verband, damals noch Verband Deutscher Zoodirektoren, war er aktiv. Unter seiner Präsidentschaft von 1991 bis 1994 wurde ich in den Verband, der heute als Verband der Zoologischen Gärten firmiert, aufgenommen.

Nachdem Poley 1998 in den Ruhestand gegangen war, lebte er zurückgezogen in einem kleinen Ort bei Münster in Hessen. Er besuchte unsere Tagungen nicht mehr und widmete sich lieber seinen wissenschaftlichen Arbeiten. Im August dieses Jahres ist der engagierte Tier- und Naturschützer im Alter von 86 Jahren gestorben. Mit ihm verlieren wir einen echten Charakter, einen Zoodirektor alter Schule und einen ausgewiesenen Experten in der Tiergartenbiologie.

Unser Mitgefühl gilt seinen Angehörigen und Freunden. Wir werden sein Andenken in Ehren bewahren.

Prof. Theo B. Pagel  
Zoodirektor Kölner Zoo

# DER ZOOLOGISCHE GARTEN

Zool. Garten N.F. 89 (2021) 163-164

THE ZOOLOGICAL GARDEN

## Buchbesprechung

**Hansruedi Weyrich, Hansjakob Baumgartner, Franziska Lörcher & Daniel Hegglin (2021). Der Bartgeier. Seine erfolgreiche Wiederansiedlung in den Alpen. Haupt-Verlag, Bern. ISBN 978-258-08192-2. 48,00 €**

Die Wiederansiedlung der Bartgeier in den europäischen Gebirgen zählt zu den Erfolgsgeschichten im Naturschutz. Begonnen hatte es 1973 mit dem Versuch, aus Afghanistan importierte Vögel an die Bedingungen des Savoyer Nationalparks zu gewöhnen. Der Versuch war erfolglos, ebenso wie ein zweiter 1975 und 1978. Die Idee der Wiederansiedlung bestand weiter und erhielt Auftrieb durch den ersten Zuchterfolg im Alpenzoo Innsbruck 1973, die folgenden Zuchterfolge und die Untersuchungen zur Brutbiologie der Bartgeier durch Ellen Thaler.

Erst durch ihre Erkenntnisse und Erfahrungen war die spätere erfolgreiche Zucht auch in vielen anderen Zoos und Zuchtstationen möglich, so dass alleine 2020 insgesamt 25 Junge aufgezogen wurden. Auch die Praxis der Auswilderung der noch nicht flüggen Jungvögel konnte immer mehr vervollkommen werden, so dass die Ansiedlung in geeigneten Lebensräumen heute kein Problem mehr darstellt.

Die Autoren des Buches „Der Bartgeier“ schildern diesen Erfolgsweg der Wiederansiedlung des Bartgeiers vor dem Hintergrund der heutigen Kenntnis seiner Biologie. Dabei berichten sie von den Erfolgen und Misserfolgen, von den Bedingungen, die für eine Aussiedlung notwendig sind, wie etwa ausreichende Wildbestände und Haustierbestände, deren verunglückte Tiere eine wichtige Voraussetzung für die Ansiedlung sind.

Der erste Teil enthält die wichtigsten biologischen Informationen über den Bartgeier, seinen Lebensraum, seine Ernährung, die Fortpflanzung, das Sozialverhalten, die Wanderungen und die verwandten europäischen Arten. Der zweite Teil berichtet über die Ausrottung der Bartgeier in den Alpen, vor allem durch Aberglaube, aber auch durch falschen Sammeleifer von „Trophäenjägern“. Der größte Teil des Buches befasst sich mit der Wiederansiedlung in den Alpen und ihren Voraussetzungen. Dabei spielen die Zoologischen Gärten eine wichtige Rolle. Nur durch die erfolgreiche Zucht im Alpenzoo Innsbruck und später auch in anderen Zoologischen Gärten konnte ein Zucht- und Auswilderungsprojekt entstehen, das langfristig genügend Vögel für die Aussiedlung bereitstellt. Natürlich fehlen auch die Bedrohungen für die freilebenden Bartgeier nicht. Es ist vor allem die Menschheit, die durch Landschaftsveränderungen, veränderte Tierhaltung und radikale Kadaverbeseitigung die Lebensgrundlagen inzwischen wieder einschränkt. Das Schlusskapitel befasst sich mit der großen Geierkrise durch ein Medikament, das in großem Maßstab bei Haustieren eingesetzt wird, aber für die Geier tödlich ist. Den Abschluss bilden die Portraits von sieben ausgewilderten Bartgeiern und ihrem Schicksal.

Das Buch zeichnet sich nicht nur durch verständliche Texte und eine umfangreiche Anzahl großformatiger und großartiger Fotografien aus, sondern auch durch 20 1-2-seitige Beiträge vieler Personen, die die Bartgeierauswilderung unterstützen oder direkt mitwirken.

Es ist nicht nur für jeden an Naturschutz und Ornithologie Interessierten zu empfehlen, sondern sollte auch in den Zooshops für Interessierte bereit stehen.

Dr. Harro Strehlow



# DER ZOOLOGISCHE GARTEN

## THE ZOOLOGICAL GARDEN

**Zeitschrift für die gesamte Tiergärtnerei (Neue Folge)**  
**Offizielles Organ des Verbandes der Zoologischen Gärten – VdZ**  
**Organ of the World Association of Zoos and Aquariums – WAZA**

DER ZOOLOGISCHE GARTEN ist eine internationale, wissenschaftliche Zeitschrift, die allen die Tiergärtnerei (im weitesten Sinne) betreffenden Originalarbeiten offensteht. Neben größeren Abhandlungen werden Kurzmitteilungen und Nachrichten aus Zoologischen Gärten aufgenommen.

THE ZOOLOGICAL GARDEN is an international scientific journal which is open to all original papers concerning zoo biology and related topics. In addition to larger original scientific contributions, we accept short notes and news from zoological gardens.

### Abonnement/Subscription

Ich abonniere DER ZOOLOGISCHE GARTEN ab 2021 (2 Ausgaben pro Jahr) zum Preis von 28 €/Jahr (Deutschland, inkl. Porto & Verpackg.) bzw. 30 €/Jahr (außerhalb Deutschlands, inkl. Porto & Verpackg.). Ältere Ausgaben auf Anfrage an den Verlag.

I subscribe to THE ZOOLOGICAL GARDEN as of 2021 (2 issues per year) for the price of 28 €/year (Germany, incl. S & H) or 30 €/year (outside Germany, incl. S & H)  
Back issue are available from the publisher Verlag Natur & Wissenschaft upon request.

Das Abonnement muss im Voraus bezahlt werden (etwa per SEPA), in D Lieferung auch per Rechnung. Das Abonnement kann zum Jahresende jedes Jahres beendet werden.

The subscription has to be paid in advance (e.g. by SEPA) and includes shipping; it may be cancelled in writing (e.g. E-Mail) by the end of each year.

Name: \_\_\_\_\_

Lieferanschrift/Ship to Address:

\_\_\_\_\_

Rechnungsanschrift, falls abweichend/Bill to Address, if different:

\_\_\_\_\_

Ort/Place \_\_\_\_\_ Datum/Date \_\_\_\_\_

Unterschrift/Signature: \_\_\_\_\_

Bankeinzug/SEPA: ja \_\_\_ yes \_\_\_ / nein \_\_\_ no \_\_\_ (please tick), bei „ja“ bitte ausfüllen/if „yes“ please fill in

**SEPA-Mandat für Abonnement DER ZOOLOGISCHE GARTEN (nur EU+CH)/**  
**SEPA Direct Debit Mandate for THE ZOOLOGICAL GARDEN (EU+CH only)**

Debitorennummer/Debit Nr. DE84ZZZ00000007478 Mandatsnummer s. Adressaufkleber

IBAN: \_\_\_\_\_ BIC: \_\_\_\_\_

Bank Name: \_\_\_\_\_

Datum, Ort/Date, Place: \_\_\_\_\_ Unterschrift/Signature: \_\_\_\_\_

Bitte ausschneiden oder kopieren und senden an/Please clip or copy and send to:

Verlag Natur & Wissenschaft  
Dompfaffweg 53  
42659 Solingen  
Germany  
E-Mail: info@verlagnw.de



# DER ZOOLOGISCHE GARTEN

THE ZOOLOGICAL GARDEN

<b>Hinweise für Autoren</b>	<b>Instruction for authors</b>
<p>DER ZOOLOGISCHE GARTEN ist eine fachübergreifende wissenschaftliche Zeitschrift für die gesamte Tiergärtnerei. Zur Veröffentlichung angenommen werden Manuskripte, die im weitesten Sinne dazu beitragen, die Kenntnisse über die Tierhaltung in Zoologischen Gärten zu erweitern. Hierzu gehören neben wissenschaftlichen Originalbeiträgen auch Kurzmitteilungen über bemerkenswerte Beobachtungen und Nachrichten aus dem Umfeld zoologischer Einrichtungen sowie Buchbesprechungen (siehe „Aims and Scope“). Manuskripte sind einzureichen an editor@koelnerzoo.de.</p> <p>Manuskripte sind in deutscher oder englischer Sprache zu verfassen. Texte sind unformatiert und als Fließtext in gängiger Schriftart (Arial, Calibri oder Times New Roman) als Worddokument einzureichen. Ihr Aufbau sollte folgendermaßen strukturiert sein: Titel in deutscher und englischer Sprache mit Kennzeichnung für die Redaktion, ob britisches (UK) oder amerikanisches Englisch (US) verwendet wird; Kurzübersicht mit maximal 45 Zeichen, Vor- und Nachnamen sowie Forschungsstätten und Adressen sämtlicher Autoren; Anzahl der Abbildungen und Tabellen; Zusammenfassung und englisches Abstract (sofern der Artikel in Deutsch verfasst wurde); 3-5 Keywords in der Sprache, in der der Artikel verfasst wird; Einleitung; Hauptteil des Manuskripts (mögliche, aber nicht notwendige Gliederung, z. B.: Material und Methoden, Ergebnisse und Diskussion); Danksagung; Literatur; Zusammenfassung; Abbildungslegenden; Tabellen einschließlich ihrer Titel.</p> <p>Alle Abbildungen (einschließlich Bilder und Grafiken) sowie Tabellen sind fortlaufend zu nummerieren. Im Text ist an passenden Stellen auf jede Abbildung und Tabelle</p>	<p>DER ZOOLOGISCHE GARTEN is a multidisciplinary scientific journal publishing articles about zoo biology and related topics. We accept manuscripts for publication which will help to increase the knowledge of animal husbandry in zoological gardens. In addition to original scientific contributions this also includes short notes on remarkable observations and news from zoological institutions as well as book reviews (see “Aims and Scope”). Please send manuscripts by e-mail to editor@koelnerzoo.de.</p> <p>All manuscripts must be written in German or English. Texts have to be submitted as Word documents, unformatted and as continuous text in common fonts (Arial, Calibri or Times New Roman) with the following structure: title in German or English (for English texts, please indicate for the editorial staff whether British (UK) or American (US) English is used); short title in the main language with a maximum of 45 characters; first name, surname as well as affiliated institutions and addresses of each author; e-mail address of the corresponding author; number of figures and tables; abstract in English and also in German (if the article was written in English); 3-5 keywords in the language in which the article is written; introduction; main part of the text (e.g. material and methods, results and discussion); acknowledgement; summary; references; figure captions; tables with headings.</p> <p>All figures (including images and charts) and tables have to be numbered consecutively. Please check that all figures and tables have been cited in the text. Example: [Fig. 1] or [Tab. 2] etc.</p> <p>Figure legends and table titles should be comprehensive but brief. Captions in texts</p>

hinzuweisen. Beispiel: [Abb. 1] oder [ Tab. 2] etc. Die Legenden der Abbildungen und die Überschriften der Tabellen sollen informativ, komplett aber kurz sein. Die Bildunterschriften in Manuskripten, die in deutscher Sprache eingereicht werden, sind in Deutsch und Englisch anzugeben. Zu allen Abbildungen (d. h. Bilder, Grafiken etc.) muss der Fotograf bzw. die Quelle angegeben werden. Beispiel: Abb. 1: Text. Foto: T.B. Pagel. Oder Abb. 1: Text. Quelle: Archiv Kölner Zoo.

Die Bilder und Grafiken müssen unabhängig vom Text als eigenständiges Dokument eingereicht werden, wenn möglich in digitaler Form. Empfohlene Speicherformate sind TIFF, JPEG, EPS und PDF. Grafiken werden auch als Excel-Dateien angenommen. Die Abbildungen müssen als Farb- oder Graustufenbilder eine Druckauflösung von 300 dpi aufweisen. Bitmap-Grafiken benötigen für den Druck eine Auflösung von 600-1200 dpi. Im Titel sind wissenschaftliche Artnamen komplett mit Autor und Beschreibungsdatum anzugeben. Gattungsname und Artepitheton sind bei ihrer Erstnennung im Text auszuschreiben. Im Folgenden wird der Gattungsname durch den ersten Buchstaben abgekürzt. Artnamen und Gattungsbezeichnungen werden kursiv geschrieben.

Im Text müssen Autoren an entsprechenden Passagen in chronologischer Abfolge zitiert werden: Mayr (2003); Darwin & Wallace (2007)

Wenn mehrere Autoren in Klammern eingefügt zitiert werden, sind sie durch ein Semikolon voneinander zu trennen, z.B. (Wilson, 2001; Flemming & Gould, 2010). Sofern auf verschiedene Veröffentlichungen eines Autors im selben Jahr verwiesen wird, sollte dies so erfolgen: (Morgan 2003a, b; Wallace et al., 2013a, b). Wenn mehrere Autoren in Klammern eingefügt zitiert werden, sind sie durch ein Semikolon voneinander zu trennen,

submitted in German must be in German and English.

Example:

Fig. 1: Text. Photo: T.B. Pagel. or

Fig. 1: Text. Source: Archive Cologne Zoo.

Please submit images and charts as separate files, if possible in digital form. Recommended storage formats are TIFF, JPEG, EPS and PDF. Charts are also accepted as Excel files. Printing in journal quality requires color or grayscale images with resolutions of 300 dpi. Bitmap graphics require a resolution of 600-1200 dpi for printing.

Please indicate the photographer or source for all figures (i.e. pictures, graphics, etc.). Indicate scientific species names in the title completely with author and date. Binominal species names in the text should appear with the complete generic name when first mentioned. Thereafter, abbreviate the generic name with its first letter. All genus and species group names must be in italics. In-text citations to literature must be in chronological order, i.e. author's surname followed by the year of publication: Mayr (2003); Darwin & Wallace (2007); if a publication has more than two authors, cite first authors as e.g. Wallace et al. (2013), with all authors listed in the references. If more than one publication is cited in parenthesis, please separate the names by a semicolon, e.g. (Wilson, 2001; Flemming & Gould, 2010). If reference is made to more than one paper by the same author published in the same year, this should be indicated as follows: (Morgan, 2003a, b; Wallace et al, 2013 a, 2013 b).

Please list the cited publications in the reference section alphabetically by author's name according to the following examples:

Journals or magazines:

<p>z.B. (Wilson, 2001; Flemming &amp; Gould, 2010; Mayer et al., 2013). Sofern auf verschiedene Veröffentlichungen eines Autors im selben Jahr verwiesen wird, sollte dies so erfolgen: (Morgan 2003a, b; Wallace et al., 2013a, b).</p> <p>Die zitierten Publikationen sind am Ende des Artikels geordnet nach der alphabetischen Reihenfolge der Autoren aufzuführen. Die Literaturverweise sind nach folgendem Schema anzufertigen:</p> <p>Zeitschriften:</p> <p>Der Titel von Zeitschriften ist immer ganz auszuschreiben, aber nicht in Kapitälchen anzugeben.</p> <p>Backhaus, D., &amp; Frädrich, H. (1965). Experiences keeping various species of Ungulates together at Frankfurt Zoo. <i>International Zoo Yearbook</i>, 5, 14-24.</p> <p>Bücher:</p> <p>Fowler, M.E., &amp; Miller, R.E. (2003). <i>Zoo and wild animal medicine</i>. (5th ed.). Philadelphia: W.B. Saunders &amp; Co.</p> <p>Kapitel aus Büchern:</p> <p>Folch, A. (1992). Family Apterygidae (Kiwis). In J. del Hoyo, A. Elliott, &amp; J. Sargatal (Eds), <i>Handbook of the Birds of the World</i>. Vol. 1. Ostrich to Ducks (pp. 104-110). Barcelona: Lynx Edicions.</p> <p>An Stelle eines Honorars steht den Autoren ein PDF-Dokument ihres Betrages kostenlos zur Verfügung. Sonderdrucke können gegen Rechnung bezogen werden.</p>	<p>The title of journals or magazines must always be written out in full but not in small caps:</p> <p>Backhaus, D., &amp; Frädrich, H. (1965). Experiences keeping various species of Ungulates together at Frankfurt Zoo. <i>International Zoo Yearbook</i>, 5, 14-24.</p> <p>Books:</p> <p>Fowler, M.E., &amp; Miller, R.E. (2003). <i>Zoo and wild animal medicine</i>. (5th ed.). Philadelphia: W.B. Saunders &amp; Co.</p> <p>Book chapter citations:</p> <p>Folch, A. (1992). Family Apterygidae (Kiwis). In J. del Hoyo, A. Elliott, &amp; J. Sargatal (Eds), <i>Handbook of the Birds of the World</i>. Vol. 1. Ostrich to Ducks (pp. 104-110). Barcelona: Lynx Edicions.</p> <p>Instead of a gage, the authors will receive a PDF file of the article free of charge. Off-prints will be available on request and invoice.</p>
--	--



**Verlag Natur & Wissenschaft**  
gegründet 1991

Im Verlag werden folgende Arten von Schriften veröffentlicht:

- Wissenschaftliche Bücher und Zeitschriften
- Sachbücher und -zeitschriften
- Reihen, Serien und Supplementbände
- Magister- und Doktorarbeiten, Habilitationsschriften
- Auftragsarbeiten für Universitäten und Hochschulen
- Bücher und Auftragsarbeiten von Vereinen und Privatleuten

Das Verlagsangebot umfasst:

- Inverlagnahme mit ISBN, Aufnahme ins Verzeichnis lieferbarer Bücher
- Prüfung auf Druckprobleme (Auflösung, Layout)
- Druck bei erprobten Druckereien zur bestmöglichen Qualität und zum bestmöglichen Preis
- Ablieferung aller Pflichtexemplare
- Layout bis zum Druckfertigvermerk mit Korrekturläufen
- Korrektorat (auf Wunsch) in Deutsch für Rechtschreibung und Grammatik; englische Texte nach Absprache
- Lektorat (auf Wunsch fachliche Beratung)
- für Auflagenhöhen ab 10 bis ??
- Versand an Empfänger wie Abonnenten, Bibliotheken etc.
- Abonnementsverwaltung für Zeitschriften und Serien
- Abwicklungsdauer je nach Auftragsumfang zwischen sieben und 20 Werktagen nach Vorliegen der druckreifen Fassung

Fordern Sie bei Interesse einfach ein Angebot an

**Verlag Natur & Wissenschaft**  
**Postfach 170209, D-42624 Solingen**  
**Tel.: +49-212-819878; E-Mail [info@verlagnw.de](mailto:info@verlagnw.de)**

## Impressum

---

### AG Zoologischer Garten Köln

Editorial Board:  
DER ZOOLOGISCHE GARTEN/THE ZOOLOGICAL GARDEN  
Riehler Str. 173  
50735 Köln  
Deutschland/Germany

**DER  
ZOOLOGISCHE  
GARTEN**  
THE ZOOLOGICAL GARDEN

### Verband der Zoologischen Gärten (VdZ) e.V.

#### Association of Zoological Gardens

Bundespressehaus (Büro 4109)  
Schiffbauerdamm 40  
10117 Berlin  
Deutschland/Germany

### Weltzooverband (WAZA)

#### World Association of Zoos and Aquariums

WAZA Executive Office  
Carrer de Roger de Llúria, 2, 2-2  
08010 Barcelona  
Spanien/Spain

**Hinweise für Autoren** findet man auf den letzten Seiten des Heftes.

**Rezensionsexemplare** senden Sie bitte direkt an die Anschrift der AG Zoologischer Garten Köln (siehe oben).

**Instructions for Authors** can be found on the last pages of each issue.

**Books for review:** Please send books for review directly to the address of AG Zoologischer Garten Köln (see above).

### Copyright:

Die in dieser Zeitschrift veröffentlichten Artikel sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Kein Teil der Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung der AG Zoologischer Garten Köln in irgendeiner Form gewerblich genutzt werden.

The articles published in this journal are protected by copyright. All rights are reserved. No part of the journal may be used commercially in any form without the written permission of AG Zoologischer Garten Köln.

### Satz und Druck/Typesetting and Printing:

Verlag Natur & Wissenschaft Harro Hieronimus  
Dompfaffweg 53  
42659 Solingen

### Umschlagseite/Cover:

Das Foto auf der Umschlagseite zeigt den Weißschulter-Ibis (*Pseudibis davisoni*) im Nachzuchtprogramm. Foto: Philipp Wagner, ACCB.

The cover shows the whiteshouldered ibis (*Pseudibis davisoni*) in the captive breeding program. Photo: Philipp Wagner, ACCB.

All rights reserved.



## Contents/Inhalt

Der Umbau des Afrikahauses im Zoo Dresden – Zusammenfassung und Erfahrungen innerhalb einer 3-Jahres-Retrospektive. THOMAS BROCKMANN . . . . .	67
Is the Markhor ( <i>Capra falconeri</i> ) the ancestor of domestic Girgentana goat?. KAI FRÖLICH, DIETMAR LIECKFELDT, ANABELL JANDOWSKY, MAIKE LÜCHT & ARNE LUDWIG . . . . .	93
Foot care in Asian elephants ( <i>Elephas maximus</i> ) in European zoos. PAULIN WENDLER, NICOLAS ERTL, MICHAEL FLÜGGER, ENDRE SÓS, JEAN-MICHEL HATT, MARCUS CLAUSS . . . . .	103
Behavior patterns of the white-shouldered ibis <i>Pseudibis davisoni</i> (Hume, 1875) in a captive environment at the Angkor Centre for Conservation of Biodiversity, Cambodia. MARKUS WOESNER, MICHAEL MEYERHOFF & PHILIPP WAGNER . . . . .	121
Creation of an ethogram for rock hyrax ( <i>Procavia capensis</i> ) based on a group in Osnabrück Zoo (Germany): individual behaviour. S. M. HÖFT & U. GANSLOSSER . . . . .	135
In memoriam Prof. Dr. Lothar Dittrich. GUNTHER NOGGE . . . . .	157
In memoriam Dr. Dieter Poley. THEO B. PAGEL . . . . .	160
Buchbesprechung: Hansruedi Weyrich, Hansjakob Baumgartner, Franziska Lörcher & Daniel Hegglin (2021). Der Bartgeier. Seine erfolgreiche Wiederansiedlung in den Alpen. Haupt-Verlag, Bern . . . . .	163

**Die Publikationen sind frei zugänglich unter [www.vdz-zoos.org](http://www.vdz-zoos.org)  
The published articles are open access at [www.vdz-zoos.org](http://www.vdz-zoos.org)**

### **Bibliographiert/Indiziert in – Abstracted/Indexd in**

Biological Abstracts; BIOSIS database; CAB Abstracts database; Fisheries Review; Key Word Index of Wildlife Research; NISC – National Information Services Corporation; Protozoological Abstracts; Referativnyi Zhurnal; Wildlife & Ecology Studies Worldwide; Wildlife Review (Fort Collins); Zoological Record.