

DER ZOOLOGISCHE GARTEN

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

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.

DER ZOOLOGISCHE GARTEN 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 and Bernhard Blaszkiewitz.

Aims and Scope

DER ZOOLOGISCHE GARTEN 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 pedagogic
- 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

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

Editorial Assistant

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

DER ZOOLOGISCHE GARTEN

Zeitschrift für die gesamte Tiergärtnerei (Neue Folge)

Volume 87 · 2019

DER ZOOLOGISCHE GARTEN

Zeitschrift für die gesamte Tiergärtnerei (Neue Folge)

Volume 87 · 2019



VNW

Verlag Natur & Wissenschaft · Solingen

DER ZOOLOGISCHE GARTEN

Zool. Garten N.F. 87 (2019) 1-6

Ling Yu – Wen Wang's animal collection and the ambiguous translation of “Garden of Intelligence”

Ling Yu – Wen Wangs Tiersammlung und die missverständliche Übersetzung des „Garten der Intelligenz“

Sören Lackmann

Freie Universität Berlin, Kaiserswerther Str. 16-18, 14195 Berlin, Germany

Abstract

Research on the earliest known animal collections is still a rarity to this day. Most of the cited works are copied from older sources. However, a historical perspective helps to develop a better understanding of the role of Zoos in the 21st century and is thus important for zoo educators and historians. The ancient Chinese wildlife reserve ‘Ling-Yu’ [1100BCE], commonly known as the ‘Garden of Intelligence’, is discussed through its primary source and its reception. ‘Garden of Intelligence’ is one of several feasible literal translations for its name, but the contemporary understanding by zoo historians as a ‘garden of intelligence’ or ‘garden for the promotion of knowledge’ is possibly misleading. Older Chinese sources such as Mao and Men-cius link the name of the preserve to Wen Wang’s personal virtues and thus integrate it into the political concept of the *Mandate of Heaven*. Other misconceptions, such as the known animal inventory of the Ling Yu, are addressed; the source material only mentions fish, deer and white birds and not tapirs or giant pandas as sometimes mentioned in secondary source material.

Keywords: education, history, ancient zoos, China

Introduction

Studies on the origins of zoological gardens in history play a crucial role in fostering a coherent holistic understanding about their heritage, as well as their role and importance throughout the

* Author:
E-Mail: soeren.lackmann@fu-berlin.de (Sören Lackmann)

centuries. However, in many instances research into the roots and foundations of zoological gardens still lacks a critical examination.

One of the earliest zoological gardens mentioned in literature is the animal collection of Wen Wang of the Zhou dynasty, the 靈囿 or ‘Ling Yu’ (established approx. 1100BCE), more commonly known today as the ‘Garden of Intelligence’. The first and primary mention of the Ling Yu is found in the 詩經 or Shijing, 11th-7th century BCE, subsequently called the *Book of Songs*. The *Book of Songs* is one of the five ancient classics of the Confucian canon and the oldest collection of Chinese poems. The book consists of 305 poems mainly written in a strict scholarly four-syllable metre.

The section concerning the Ling Yu is found in the ‘Major kingdom odes’ (大雅), in ‘King Wen’s decade’ (文王之什).

The widespread translation of Wen’s park as ‘Garden of Intelligence’ in specialist literature regarding zoo history can be traced back to the article ‘Sinologisch-zoologische Notizen. Chinesischen Originalquellen entnommen’ (Sinological-zoological notes. Taken from Chinese primary sources) published by *Der Zoologische Garten* in 1862. The article was written by the German doctor, theologian and linguist Hermann Victor Andreea. From there on it started to be cited in most historical accounts regarding ancient zoological gardens (such as Stricker 1879, Loisel 1912, Poley 1993, Batary & Hadouin-Fugier 1998, Kisling 2000) and found its way into common reference works such as *Brockhaus*, *Meyers Konversations-Lexikon* or *Encyclopaedia Britannica*.

Today, a section in the Central Park Zoo, New York City is named ‘Intelligence Garden’ in honor of Wen’s park.

While ‘Garden of Intelligence’ serves as a literal translation of Ling Yu, a closer examination of the different meanings of the characters used and a critical historical perspective is needed.

The various meanings of Ling Yu

In his account of ancient Chinese hunting parks and animal enclosures, Schafer (1968) wrote the following about the meaning of Yu (囿):

“The old Chinese word for a large park was yüan. The Shuo wen dictionary says that a fenced yüan is called a yu, while giving the alternative definition: “with bird and beasts it is called a yu.” This ambiguous statement seems to mean that a yu had, as its primary purpose, the maintenance of animals, while in a yüan other activities had importance. This interpretation is confirmed by the definition in Feng su t’ung, which states: “A yu is a place where fish and turtles are stocked; yu is like yu “possess”.). But some texts are vague about this distinction. So Chang Heng wrote: “One feeds and tames beasts in yu and yüan.” Careful usage, at least from Han times on, seems to have required the meaning of “royal park; forest reserve” for yüan, and “wildlife enclosure; fenced animal preserve” for yu. In this study, I shall translate yüan as “[hunting]park”, yu as “[animal] preserve”. Both words were also used metaphorically, as were yüan “garden” and lin “forest”, for the refuges, retreats and congregations of scholars, scribes and literati, and for the collections of their valued products, in such phrases as “preserve of writings” (shu yu), “preserve of [Confusian] pedagogues” (ju yu), and “preserve of poetry (shih yu). Paradises were also called “preserves of the gods” (ti yu).”

Yu can thus be translated as a park/garden with the main focus as a wildlife preserve. Ling (靈) has two distinguished meanings:

As an adjective it can mean *alert, clever, effective, efficacious, quick, sharp*, while as a noun it can mean *departed soul, elf, intelligence, spirit*.

Those meanings can be interconnected. In one of the earlier Mao commentaries on the *Book of Songs* (毛詩故訓傳), attributed to either Mao Chang or Mao Heng (pre 221 BCE) (Kern 2010), it is argued that Ling (simplified as 灵 instead of 靈) stems from the good virtue of Wen:

“囿，所以域养禽兽也。天子百里，诸侯四十里。灵者，言文王之有灵德也。灵囿，言道行苑囿也”

“Yu, a place which is used to raise captured birds and beasts. The emperor’s [Yu] is one hundred Li, those of the various lords forty Li long. It is called Ling, for Wen Wang’s virtuous spirit. They also called the wildlife garden Ling Yu.”

The Mao commentary favored the meaning of ‘spirit’ over intelligence linking the Ling Yu to the Chinese concept of the Mandate of Heaven. The Zhou under King Wu were usurpers, overthrowing the much larger Shang-Dynasty, which struggled with internal conflicts. To legitimate their rule, the Western Zhou introduced the concept of the Mandate of Heaven (天命, tian ming also will of heaven and fate) arguing that the heavens granted a holy sacred bond which the last king of the Shang lost because he ruled poorly and which was subsequently given to the Zhou rulers due to their virtuous conduct. What started as a tool of propaganda, also served as a reminder to future rulers that the only way to stay in power was to reign benevolently. This concept of the Mandate of Heaven is still influential in Chinese politics to this very day (Zhao 2009). In the *Book of Songs*, the very first poem in ‘The decade of Wen Wang’ is a praise ode to Wen that introduces his sacred appointment by the heavens and how it extends to his descendants for hundreds of generations. Keeping the Mandate of Heaven in mind is why King Wen’s virtuous spirit and intelligence are directly linked to a divine power.

This philological interconnection of wit and divinity explains why the Ling Yu is sometimes translated as the Divine Park. This reading of the text is further supported by the Chinese philosopher Mencius’ (372–289 BCE) account that Wen’s Park was 70 Li, not as big as the Yu of the emperor (天子 tianzi, Son of heaven) but much bigger than the 40 Li Yu of the common kings (Legge 1861). However, in the West, the attribute ‘divine’ has a slight different connotation, giving more credit to a divine being and does not emphasize the interwoven wit, virtue and blessing of a king favored by the gods.

To capture both the meaning of intelligence and higher spirit, as well as the wonder described in the poem, a translation as ‘ingenious park’ is used here for the Ling Yu, giving the following translation for the whole passage in the Book of Songs:

王在靈囿

The king was in the ingenious park,

麛鹿攸伏

Where does and deer lay wide and far,

麛鹿濯濯

The does and deer so sleek and fat;

白鳥翯翯

And white bird’s plumage glistened

王在靈沼

The king was by the ingenious pond;

於物魚躍

How plenty of leaping fish there were!

While 白鳥 (white bird) refers in Japanese, a language strongly influenced by Chinese, only to swans, in Chinese it can mean any white feathered bird such as swans, cranes or herons. A second aspect of note is the lyrical metre of the Book of Songs. The name, Ling Yu, also serves as a lyrical choice. The attribute Ling (here translated as ingenious), not only refers to the wildlife reserve (靈囿) but also to a tower (靈臺) in the previous section and a pond (靈沼) two lines beneath the mentioning of the Ling Yu. Besides the rhyming of the second and fourth lines, repetition and slight variation is an important aspect of the *Book of Songs* (Frankel 1978). The choice of 濡濯 (fat and sleek) seems to be such a case, as a single character 濡 means to wash out, to cleanse, and thus preludes to the ingenious pond and the glistening white birds.

Transcribed into Latin scripture the importance of the rhyming scheme for the naming choice also becomes clearer.

王在靈囿 Wang zai ling yu.

The king was in the ingenious park.

王在靈沼 Wang zai ling gu.

The king was at the ingenious pond.

The Ling Yu in the European reception

The first European translation of the *Book of Songs* was made by the French missionary Lacharme in 1733. According to Klawitter (2013) the text wasn't published until 1830 because it was stored at the Paris observatory together with his scientific and astronomical writings. Lacharme's version is not literal and can be seen as a free adaption of the *Book of Songs*. Lacharme avoided a direct translation of Ling Yu and used 'sylvarum Linyo' instead (Lacharme/Mohl, 1830).

Friedrich Rückert, who was not able to read or understand Chinese used Lacharme's Latin text for his *Schi-King: Chinesisches Liederbuch* (Shi-King: Chinese Songbook) (1833). It is problematic to use Rückert's poem 'Wen Wang's Ruhe' (Wen Wang's solitude) for an analysis of the original poem. Rückert's interpretations of the *Book of Songs* are in an unauthentic Westernized form that show no resemblance to the original source material.

Even though Friedrich Rückert's Schi-King is one of the most famous transcriptions of the *Book of Songs*, the translation of Andreeae for *Der Zoologische Garten* was more important.

It is, however, possible that Andreeae was inspired by the works of the French sinologist Guillaume Pauthier, who translated some of the same passages Andreeae used in *Der Zoologische Garten* as early as 1837 with similar translation choices and which were available translated into German shortly after (Cramer 1844), but Andreeae's subheading of his article 'Taken from Chinese primary sources' suggest that he used the translation 'Park of Intelligence' independently from Pauthier.

Other notable translations of the poems can be found by Legge (1871), Von Strauß (1880), Jennings (1891) and Couvreur (1892). These poems favor the translation of 'wondrous' and 'marvelous' for Ling. Only Couvreur used a comparable nominator to 'Garden of Intelligence' with his choice of 'Parc des esprits'.

As previously noted by Reichenbach (1998), other common misconceptions of Ling Yu can be traced back to Dr. Dieter Poley's celebratory speech '*Vom Garten der Intelligenz zum Zoo 2000*' ('From the Garden of Intelligence to the Zoo 2000') (1993). He mistook and combined the ancient Ling Yu with the Imperial Nanyuan Royal Hunting Garden, which was not related to the Ling Yu in any way and was destroyed in 1900 by the European troops in the Boxer rebellion (Twigger 2001).

This mix-up explains the sometimes repeated notion (e.g. Livingston 2000, Lamp 2009) that Malayan tapir (*Tapirus indicus*), Milu (*Elaphurus davidianus*) and giant panda (*Ailuropoda melanoleuca*) were held at the Ling Yu, for which there are no indications in the primary sources. Even though in later times the royal gardens featured a wide range of exotic wildlife, the *Book of Songs* only mentions fish, deer and white birds. It can be deemed highly unlikely that any non-native species outside of the Zhou territory were held without being explicitly mentioned. In his speech, Poley describes the Park as being approximately 400 hectares. This is a conversion from the aforementioned size mentioned in the *Teachings of Mencius*, who described the Park as being 70 Li (sometimes called a Chinese mile), which Poley did not explain in the speech. A modern Li is defined as exactly 500m, but its length varied widely in different times and places. A Li could have been anything between 300–600m. Furthermore, Poley mistakes Wen with his son King Wu

and anachronistically attributes the title of emperor to him. The first Chinese emperor however was Qin Shi Huang (260-210BCE) who lived 800 years after the reign of Wen of Zhou.

Conclusion

A critical examination of the sources shows that while ‘Garden of Intelligence’ is one of the possible literal translations of Ling Yu, the original intention was to show the virtue and wit of its founder Wen of Zhou and is rooted in the concept of the Mandate of Heaven. Other translations of the poems in works concerning the history of zoological gardens favored the monikers of ‘wondrous’, ‘marvelous’ or ‘divine’ over ‘intelligence’ and might be closer to the intended meaning. The notion that a closer translation of the Ling Yu might be ‘Garden for the Promotion (Encouragement) of Knowledge’ (Kisling 2000, p. 17) can be rejected with some certainty considering the statements of Mao and Mencius.

However, a study of the Chinese classics continues to be of great value for modern zoo historians and educators alike. Within the *Teachings of Mencius*, in the same section where the Confucian scholar and philosopher praises the Ling Yu, hides a message that is still highly relevant to this very day, and might be one of the first examples of an ecological, conservational and environmental awareness in human history:

不違農時，穀不可勝食也；數罟不入洿池，魚鼈不可勝食也；斧斤以時入山林，材木不可勝用也。穀與魚鼈不可勝食，材木不可勝用，是使民養生喪死無憾也。養生喪死無憾，王道之始也

”If the seasons of husbandry are not interfered with, the grain will be more than can be eaten. If close nets are not allowed to enter ponds and lakes, the fishes and turtles will be more than can be consumed. If the axes and bills enter the hills and forests only at the proper time, the wood will be more than can be used. When the grain and fish and turtles are more than can be eaten, and there is more wood than can be used, this enables the people to nourish their living and mourn for their dead, without any ill feeling against any. This condition is the ideal principle of royal government.“

Zusammenfassung

Bis heute sind Arbeiten über die ältesten überlieferten Tiersammlungen eine Seltenheit. Oftmals handelt es sich bei diesbezüglichen Abhandlungen allerdings nur um übernommene Zitate aus älterer Sekundärliteratur. Jedoch kann die Kenntnis über die historischen Ursprünge Zoologischer Gärten zu einem stärkeren Selbstverständnis moderner Zoos führen und mag daher für Fachleute von Interesse sein.

Der althinesische Park „Ling-Yu“ (in moderner Umschrift Ling-You) [1100 v.Chr.], in der westlichen Welt oft als „Garten der Intelligenz“ übersetzt, wird hier durch seine Primärquelle und die darauffolgende Rezeption besprochen. Auch wenn „Garten der Intelligenz“ eine von mehreren wörtlichen Übersetzungen von Ling-Yu darstellt, so verbergen sich hinter dem Namen Bedeutungsnuancen, die sich nicht ganz mit dieser Übersetzung decken und einer Erläuterung bedürfen. Ältere chinesische Quellen wie Mao oder Mencius erklären den Namen nicht als Versuch einer Volksbildung, sondern stellen den Namen des Reservat in Verbindung mit den persönlichen Tugenden des Herrschers Wen Wang und integrieren es somit in das chinesische politisch-philosophische Konzept des Mandat des Himmels.

Andere Missverständnisse in der Rezeption, wie beispielsweise zum bekannten Tierbestand werden angesprochen. Die Primärquelle spricht allein von Fischen, Hirschen und weißen Vögeln und nicht von Milus, Tapiren oder Riesenpandas, wie manchmal in Sekundärquellen behauptet.

References

- Andreae, V. (1862) Sinologisch-zoologische Notizen. Chinesischen Originalquellen entnommen. Der Zoologische Garten, 3, 178-180.
- Batary, E., & Hadouin-Fugier, E. (1998). Zoos. Histoire des jardins zoologiques en Occident (XVI e-XX e siècles). La Découverte, Paris.
- Couvreur, S. (1892). Cheu-king; Texte chinois avec une double traduction en français et en Latin. Hokkien: Mission Catholique.
- Cramer, J. (ed.) (1844). Confucius und Mencius. Die Vier Bücher der Moral- und Staatsphilosophie China's. Crefeld: J.H. Funcke.
- Creamer, T.B. (1989). Shuowen Jiezi and Textual Criticism in China. International Journal of Lexicography, 2(3), 176-187.
- Frankel, H.H. (1978). The Flowering Plum and the Palace Lady: Interpretations of Chinese Poetry. New Haven: Yale University Press.
- Jennings, W. (1891). The Shi King: The Old „Poetry Classic“ of the Chinese. London & New York: George Routledge and sons.
- Kern, M. (2010). „Early Chinese Literature, Beginnings Through Western Han“. In: Owen, S. The Cambridge History of Chinese Literature, 1, 1-115. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kisling, V.N. (ed.). (2000). Zoo and aquarium history: Ancient animal collections to zoological gardens. Boca Raton: CRC press.
- Klawitter, A. (2013). Wie man chinesisch dichtet, ohne Chinesisch zu verstehen. Arcadia, 48(1), 98-115.
- Lacharme, P. & Mohl, J. (eds) (1830). Confucii Chi-King: Sive liber Carminum: Ex latina P. Lacharme interpretatione. Stuttgart & Tübingen: Cotta.
- Lamp, B.J.J. (2009). Entwicklung der Zootiermedizin im deutschsprachigen Raum. Doctoral dissertation, Universitätsbibliothek Gießen.
- Legge, J. (1861). The works of Mencius. Hongkong: Eigenverlag & London: Trübner & Co.
- Legge, J. (1871). The She king, or the Lessons from the States. The Chinese Classics, 4. Hongkong: Eigenverlag & London: Trübner & Co.
- Livingston, B. (2000). Zoo: Animals, people, places. New York, Nebraska & Shanghai: iUniverse.
- Loisel, G. (1912). Histoire des ménageries de l'antiquité à nos jours. Vol. 1: Antiquité. Moyen Âge. Paris: Octave Doin et fils & Henri Laurens.
- Pauthier, G. (ed.). (1841). Les quatre livres de philosophie morale et politique de la Chine. Paris: Charpentier.
- Poley, D. (1993) Vom Garten der Intelligenz zum Zoo 2000. Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich, 130, 244-257.
- Reichenbach, H. (1998). Der David vom Davidshirsch. Armand David (1826–1900) und die europäische Entdeckung chinesischer Tiere. Bongo, 28, 23-35.
- Rückert, J.M.F. (1833). Schiking: chinesisches Liederbuch. Altona: Hammerich.
- Schafer, E.H. (1968). Hunting parks and animal enclosures in ancient China. Journal of the Economic and Social History of the Orient/Journal de l'histoire économique et sociale de l'Orient, 11(3), 318-343.
- Strauss, V. von (1880). Schi-king. Das kanonische Liederbuch der Chinesen. Heidelberg: Carl Winter's Universitätsbuchhandlung.
- Stricker, W. (1879). Geschichte der Menagerien und zoologischen Gärten. In Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge, 14, Vol. 336. Berlin: Carl Habel.
- Twigger, R. (2001). The Extinction Club. New York: William Morrow.
- Zhao, D. (2009). The mandate of heaven and performance legitimization in historical and contemporary China. American Behavioral Scientist, 53 (3), 416-433.

DER ZOOLOGISCHE GARTEN

Zool. Garten N.F. 87 (2019) 7-24

Breeding and larval development of the Yellow-banded Pipefish *Dunckerocampus pessuliferus*, including an overview of the current zoo population: An approach towards sustainable captive populations

Nachzucht und Larvalentwicklung der Sulu-Seenadel *Dunckerocampus pessuliferus*, einschließlich eines Überblicks über die aktuelle Zoopopulation: Ein Ansatz in Richtung nachhaltige Bestände in Menschenhand

Johann Kirchhauser¹, Marion Pfeiffer², Sarah Jakobs^{2,3}, Bodo Lang²,
Alex Mendoza-Weber¹, Michael Speck¹ & Thomas Ziegler^{2,3*}

¹⁾Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe, Vivarium, Erbprinzenstraße 13,
76133 Karlsruhe, Germany

²⁾AG Zoologischer Garten Köln, Riehler Straße 173, 50735 Köln, Germany

³⁾Institut für Zoologie, Universität zu Köln, Zülpicher Straße 47b, 50674 Köln, Germany

Abstract

As guideline for increased *Dunckerocampus* breeding, based on *D. pessuliferus* as husbandry analogue, we oppose husbandry management, captive reproduction and larval development of the species in the State Museum of Natural History Karlsruhe, Germany, and in the Aquarium of the Cologne Zoo, Germany. We observed mating, during which eggs were attached to the male, lasting up to an hour. Juveniles hatched after eight days at sizes of 4-5 mm. Adult color pattern developed after three weeks and maturity was reached after six months, at total sizes of 10.5-11 cm. We present survival rates and provide recommendations for optimum feeding. We further performed a ZIMS (Zoological Information Management System) database analysis (in October 2016 and May 2018) and observed a recent increase in the keeping of *D. pessuliferus*

*Corresp. Author:

E-Mail: ziegler@koelnerzoo.de (Thomas Ziegler)

with currently nine institutions in a global scale (five of them being in Europe) holding this species (with 43 individuals in total). As not all zoos enter their collection data into ZIMS, we also checked the website “Zootierliste” (<http://www.zootierliste.de/>) for locating additional species holdings in Germany and other countries in Europe, however, which also includes private zoos and animal rescue facilities. Entries on the website “Zootierliste” from May 2018 showed a total of 17 European institutions holding *D. pessuliferus*: In total ten institutions in Germany and seven institutions in different European countries. Six of the listed institutions from Germany and other European countries were not included in ZIMS. According to ZIMS, only two further species of the seven currently recognized *Dunckerocampus* species are held in zoos globally: *D. dactyliophorus* with 70 individuals distributed among 16 zoos in North America (10), Europe (5), and Africa (1), and *D. multiannulatus* with 4 individuals in only one institution in Europe. We emphasize the importance of breeding efforts of not yet or so far only rarely bred marine fish species as well as improved exchange of knowledge and available zoo stock between institutions including publication of husbandry management and breeding successes for more sustainable aquaristics.

Keywords: Syngnathiformes, Syngnathidae, *Dunckerocampus*, *D. pessuliferus*, behavior, development, reproduction, zoo biology, zoo holdings

Introduction

The Syngnathidae are a family of fishes which are characterized amongst others by the relatively long snout and an elongated body with a series of bony rings. They include the seahorses, the pipefishes, the pipehorses, and the leafy, ruby, and weedy seadragons, which mostly are marine species but also can be found in brackish or even fresh water. Usually they inhabit shallow water with the males carrying the eggs and incubating them until hatching (Nelson, 1994). According to Eschmeyer (2014), 57 genera are known containing 300 species, which have a wide distribution range, but most of them living in the tropics such as in the Indian or Pacific Ocean. The genus *Dunckerocampus* contains seven species (Froese & Pauly, 2018): the redstripe pipefish (*D. baldwini*), the broad-banded pipefish (*D. boylei*), the glowtail pipefish (*D. chapmani*), the ringed pipefish (*D. dactyliophorus*), the many-banded pipefish (*D. multiannulatus*), the naia pipefish (*D. naia*), and the yellow-banded pipefish (*D. pessuliferus*); in the World Register of Marine Species (WORMS) also *D. caulleryi* is given as a valid species, but it is not listed with specific status in FishBase. *Dunckerocampus* representatives occur within a wide distribution range in the Indo Pacific Ocean region (Froese & Pauly, 2018).

Dunckerocampus pessuliferus, formerly also referred to as *Doryrhamphus pessuliferus*, is a coastal marine pipefish with a maximum size of 16 cm that dwells in coral patches on sandy or muddy slopes at depths of 15–35 m. The species inhabits water around the Coral Triangle including the Philippines, Indonesia, and northwestern Australia. Since these fish are active cleaners, they remove crustacean parasites from other fishes (Dawson, 1985; Kuiter, 1998; Allen & Erdmann, 2012).

In the IUCN Red List of Threatened Species, *D. pessuliferus* is listed as Least Concern together with *D. baldwini*, *D. boylei*, *D. multiannulatus*, and *D. naia*, whereas the remaining species of *Dunckerocampus* are listed as Data Deficient (Pollom, 2016). However, *D. pessuliferus* is under threat from ongoing coral and habitat loss, degradation, traditional medicine and trade for use in aquariums (Bruno & Selig, 2007, Carpenter et al., 2008, Vincent et al., 2011, Normile, 2016).

To counteract such negative trend and in particular to promote sustainable aquaristics, we herein report about the successful zoo breeding of this species in the public aquarium sections

of the State Museum of Natural History Karlsruhe and of Cologne Zoo, both in Germany. As a practical guideline for improved and increased breeding we opposed both the husbandry management and reproduction successes of *D. pessuliferus* at both institutions. We further provide a description of the larval development and give an overview of zoological gardens keeping this species based on information obtained from the Zoological Information Management System database, an international record keeping database for zoological institutions, complemented with data from “Zootierliste”.

Material and methods

Captive management at the State Museum of Natural History Karlsruhe

The first breeding pair of *Dunckerocampus pessuliferus* was purchased from a zoo shop (Kölle Zoo) in 2006.

Data acquisition started in 2008. At that time, the breeding pair was held in a circulation system consisting of six cylindrical tanks with sizes of H (height) 22 x R (radius) 66 cm each and two aquariums with an actual capacity of 130 l each, L (length) 100 x W (width) 40 x H 40 cm in size (see also Fig. 1, Tab. 1). Originally, the circulation system was built for the breeding of longsnout seahorses (*Hippocampus reidi*) which required a distinct current installation including a downstream at the edges of the tank.

The aquariums with a total capacity of 1.000 l were filled with a few artificial plastic *Valisneria* and had a skimmer type AP 703 from “Deltec”. Furthermore, two sides were covered with black PVC plates and four 40W spotlights and one 36W fluorescent tube were installed on top of the aquariums. Additionally, we equipped the aquariums with three fine pored suction

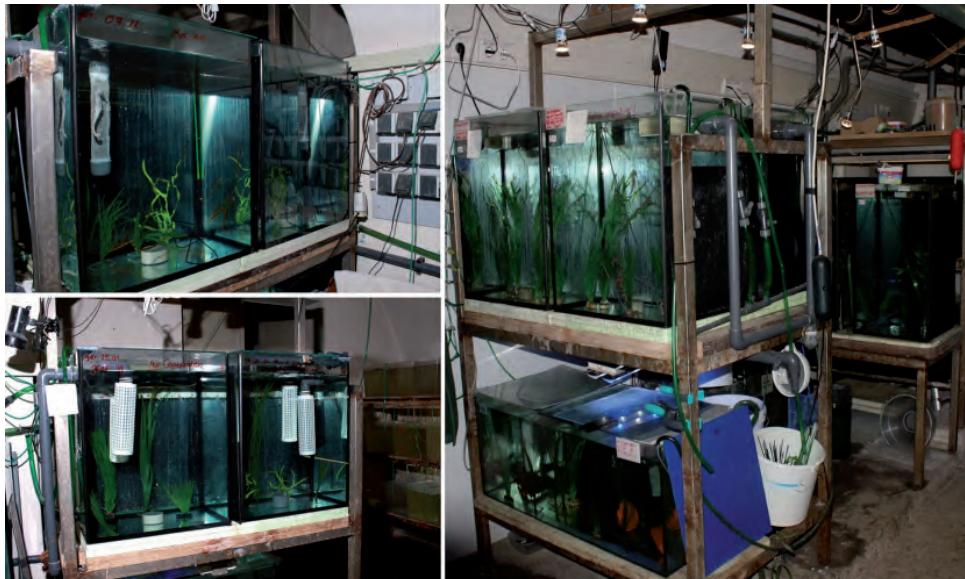


Fig. 1: Rearing tanks for *Dunckerocampus pessuliferus* at the State Museum of Natural History Karlsruhe, Germany: for juveniles (upper left), for larvae with fine pored mesh (lower left), and rearing tanks plus captive tanks for breeding pairs (right). Photos: J. Kirchhauser.

Tab. 1: Overview of husbandry parameters for *Dunckerocampus pessuliferus*.

	State Museum of Natural History Karlsruhe	Cologne Zoo
Aquarium sizes (LxWxH)	100 x 40 x 40 cm	60 x 40 x 40 to 120 x 60 x 60 cm
Cylindrical tank sizes (HxR)	66 x 22 cm	55 x 15 cm
Water temperature	26 °C	24-25 °C
Water parameters	NO ₃ ⁻ 10-12.5 mg/l, PO ₄ ³⁻ 0.25-0.34 mg/l	NO ₃ ⁻ 10-25 mg/l, PO ₄ ³⁻ 0,25-1 mg/l, carbonate hardness: 6, density: 1,024 g/cm ³ , salinity: 32-33 PSU
Equipment	skimmer type AP 703 ("Deltec"), black PVC-plates, 4x40W spotlights, 36W fluorescent tube, 2x18W UV-cleaner ("JBL"), 3 fine pored suction strainers type classic 600 ("Eheim")	3 skimmer ("Schuran") including biofilters, 6 x 54W T5 lamps ("Aqua Science"), 55W UV-cleaner ("Aqua Medic"), two heaters ("Sera"), SolarStinger SunStrip Marine 70 W lamp ("Econlux")
Decoration	plastic <i>Vallisneria</i>	plastic eel-, surf- and turtlegrass
Nourishment	copepods, <i>Artemia</i> , <i>Mysis</i>	<i>Brachionus</i> , copepods, <i>Artemia</i> , <i>Mysis</i>

strainers, type classic 600 of "Eheim", as well as pure wadding filling and a small bucket with holes including wadding for coarse dirt.

To avoid an infection with Hydrozoa, the aquariums and the interior were repeatedly sanitized within two weeks with fresh water for 24 hours each. In addition, the complete water system flowed through two 18W UV sterilization lights ("JBL") to control a resurgence of Hydrozoa and bacteria.

The tanks had a flow rate of 50 l per hour and a water temperature of 26 °C. On average, the NO₃⁻ (nitrate) value ranged between 10-12.5 mg/l and the PO₄³⁻ (phosphate) value ranged between 0.25-0.34 mg/l.

Two days prior to hatching the rearing aquariums were filled with saltwater and every 14 days the juveniles were transferred into a fresh water cleaned cylindrical tank to ensure a Hydrozoa free environment.

The male fish were transferred into the rearing tank when the eggs turned darker 1-2 days before hatching.

Captive management at Cologne Zoo

In October 2016, breeding was started with a pair of *Dunckerocampus pessuliferus* received from a zoo shop ("von Wussow") in July 2016 (at that time the female had a total length of 14 cm and the male of 14.5 cm).

They were kept in an aquarium with 330 l volume, a water temperature of 24-25 °C and measurements of L 120 x W 60 x H 60 cm with a skimmer ("Schuran") including a biofilter and two T5 54W lamps, type Aqua Science special ("Aqua Science") (see also Fig. 2, Tab. 1). For the progeny, we used three different aquarium systems. The first alternative was a small cuboid tank with 66 l linked to a system with 650 l, a skimmer ("Schuran"), a 55W UV-cleaner ("Aqua Medic"), two heaters ("Sera") and SolarStinger SunStrip Marine 70 W lamp ("Econlux"). The second option was a bigger cuboid tank with measurements of L 40 x W 60 x H 60 cm and an



Fig. 2: Keeping and rearing tanks for *Dunckerocampus pessuliferus* at the Cologne Zoo: Tank of the adult breeding pair (upper left), and different rearing tanks: cylindrical tanks (upper right), and cubical tanks (version 1, lower left, version 2, lower right). Photos: M. Pfeiffer.

actual capacity of 120 l linked to a system with more than 20,000 l. The tank was illuminated with one T5 Aqua Science duo and one T5 Aqua Science special both with 54W. As a third alternative, we used a cylindrical tank with measurements of H 55 x R 15 cm, actually including up to 40 l. Another tank was linked with the cylinder including 370 l and two T5 lamps with 54W Aqua Science special. The filtration was identical to the system of the breeding tank.

All tanks were arranged with different plastic eel-, surf- and turtlegrass, obtained from “Pangea Rocks”, DK. The NO_3^- (nitrate) value in the parental aquarium was 10 mg/l and the PO_4^{3-} (phosphate) value was 1.0 mg/l with 6 °KH (carbonate hardness). The rearing aquarium had slightly different values with a 0.25 mg/l PO_4^{3-} (phosphate) value and the NO_3^- (nitrate) value was 25 mg/l. During the breeding process, we made various water changes with fresh saltwater and vacuumed the aquarium ground. The male yellow-banded pipefish was either transferred into the breeding tank one day before hatching, which was the main method, or the freshly hatched *D. pessuliferus* were transferred into the breeding tank shortly after hatching.

Nutrition

In Karlsruhe, the larvae and adult *Dunckerocampus pessuliferus* were nourished with self-raised copepods, *Artemia* and *Mysis*. In addition, the larvae in Cologne Zoo were fed with *Brachionus*. The living food was nourished with marine phytoplankton, *Spirulina* or dry food and enriched with INVE Selco® S.presso and S.parkle directly before they were provided to

the juvenile yellow-banded pipefishes. Moreover, Cologne Zoo purchased another species of copepods (*Tisbe*) from “Meerwassershop” and special small eggs of *Artemia* from “Ocean Nutrition”. Those eggs were removed from the capsule with chlorine before hatching.

The aquariums were supplied with copepods two days before hatching so that the juveniles could find food immediately. In Cologne, we filled the tanks with phytoplankton and *Brachionus* and sieved 60–150 µm sized copepods for first feeding. Depending on size, they were fed daily up to six times.

The juveniles received increased quantities of food in the first few days. In Karlsruhe, they were provided with living copepods three times a day for the first two weeks. Afterwards they were fed with freshly hatched *Artemia* and as soon as possible with *Mysis*. After six months, they were nourished with frozen *Mysis*. At Cologne Zoo feeding took place with micro-*Artemia* (5th or 6th day) in addition to the feeding with copepods. Whilst the offspring gained in mass, the size of the living food likewise was adapted and changed from small copepods to *Artemia* and *Mysis*. The *Brachionus* and primary copepods were acquired from “Poseidon Aquaculture”. Furthermore, another generation of *D. pessuliferus* in Karlsruhe was only fed with *Artemia* during larval development.

ZIMS and “Zootierliste” analyses

We analyzed 1) the species of *Dunckerocampus* held in zoos, 2) their individual numbers, and 3) the number of institutions currently keeping *D. pessuliferus* based on available data on living specimens from the ZIMS database. Our ZIMS analysis examined the status of the yellow-banded pipefish maintained in zoos both in Europe and abroad, and was performed in October 2016 and May 2018 based on available data on living specimens. Furthermore, we analyzed the current status of the remaining six species of *Dunckerocampus* recognized at time; this analysis was performed in May 2018.

Many zoos subscribe to and enter their collection data into ZIMS; however, the completeness of these data cannot be guaranteed, as some data may be obsolete or have not (yet) been entered and some zoos do not participate in ZIMS. Thus, actual counts may be higher. Therefore, we also checked the website “Zootierliste” (<http://www.zootierliste.de/>) for locating additional species holdings and institutions in Germany and Europe. However, it must be taken into account that this website also includes some private zoos and animal rescue facilities.

Results

Mating and oviposition

In Karlsruhe, the first breeding happened in 2008, two years after the first couple was obtained. Cologne Zoo received the first pair in July 2016 and four weeks later the first reproductive behavior could be observed. The first hatching event at Cologne Zoo occurred eight weeks after the receipt of the breeding pair; two months later the first successful hatching events took place.

Mating and oviposition was observed at Cologne Zoo in the morning, one to two hours after switching on the light. Mating started with the male and female moving side by side, with repeated quick laterally reversed bending of the tail region. Their fins were bent outwards and they were swimming with quick contracting movement. The foreplay could take up to one hour. Subsequently, they turned their bellies towards each other and the male offered his belly surface. The spawn was attached by the female with the ovipositor along the ventral side of

the male through repeated up and down motions (Fig. 3). Fertilization of eggs and attaching to the belly of the male took only a few minutes. The male carried the initially light orange eggs until hatching, which took place around eight days after oviposition. New egg depositions were observed to take place already one day after the last hatching event. Up to 99 eggs were counted per egg deposition, with eggs having a diameter of 1.5 mm including eggshell.

Development

In the beginning of the embryonic phase the eggs slowly turned from light orange to dark gray with a clear black embryonic structure inside. Those structures appeared about two days before hatching. Eight days after the egg deposition the larvae hatched at nighttime. We observed the



Fig. 3: Mating (left) and oviposition (right and lower left) of *Dunckerocampus pessuliferus* at the State Museum of Natural History Karlsruhe. Photos: J. Kirchhauser.

larvae to prefer the upper part of the tanks. In Cologne, it took one or two days for the larvae to hatch usually during the morning hours with either all hatching in one day or a few hatchlings at the first day and another 20-50 hatchlings during the second day. From the Karlsruhe spawn 40-70 juveniles hatched per egg deposition in one day. The freshly hatched larvae were transparent and had sizes of 4-5 mm. In comparison to the adults, their snout was shorter and they had an upwards bent body posture. Due to their initially lower head posture the larvae resembled the



Fig. 4: Egg development of *Dunckerocampus pessuliferus*: freshly attached eggs on 1st day (upper left), 2nd day (upper right), on 5th day, few days before hatching (lower left) and 8th day plus partially hatched larvae (lower right). Photos: J. Kirchhauser/M. Pfeiffer.

body structure of a seahorse. After three days, the first red pigmentation appeared on the caudal fin. In Cologne Zoo, the first pigmentation occurred seven days after hatching. Eight days after hatching, the larvae measured 11 mm and the caudal fins were completely red colored with a light pattern.

After two weeks in Karlsruhe and after ten days in Cologne Zoo, the juvenile *D. pessuliferus* had a size of 14 mm with a discernible banded color pattern, but with broader and irregular banding compared to the adult pattern. The yellow and white parts on the caudal fin were not yet noticeable.

During a period of three weeks, beginning three days after hatching, the juveniles frequently showed their fin directed upwards. Their body shape and color now resembled that of the adults in also having a white stripe above the caudal fin. At that stage they had reached a size of 25 mm. Throughout the next weeks the pigmentation developed further and they began to actively search for shelter, for example nearby plants. Another breeding attempt in Karlsruhe was implemented with *Artemia* as sole nourishment. After ten days, the juveniles had developed the distinct bending of the caudal fin. The first pigmentation started 12 days after hatching and was completed six days later. Moreover, there was a noticeable size deficit characterized by 10–13 mm smaller juveniles compared to copepod nourished fish. There was only a 7% survival rate with the nourishment exclusively with *Artemia*. In Karlsruhe, *D. pessuliferus* offspring had grown up to 9 cm after six months and first reproduction appeared after eight months. The juveniles in Cologne had a size of 4 cm after two months with the first reproduction attempts being observed after six months, with maximum sizes of 10.5–11 cm. After one year, they were grown to 13.5 cm. For details of the development see also Figs 4–7.

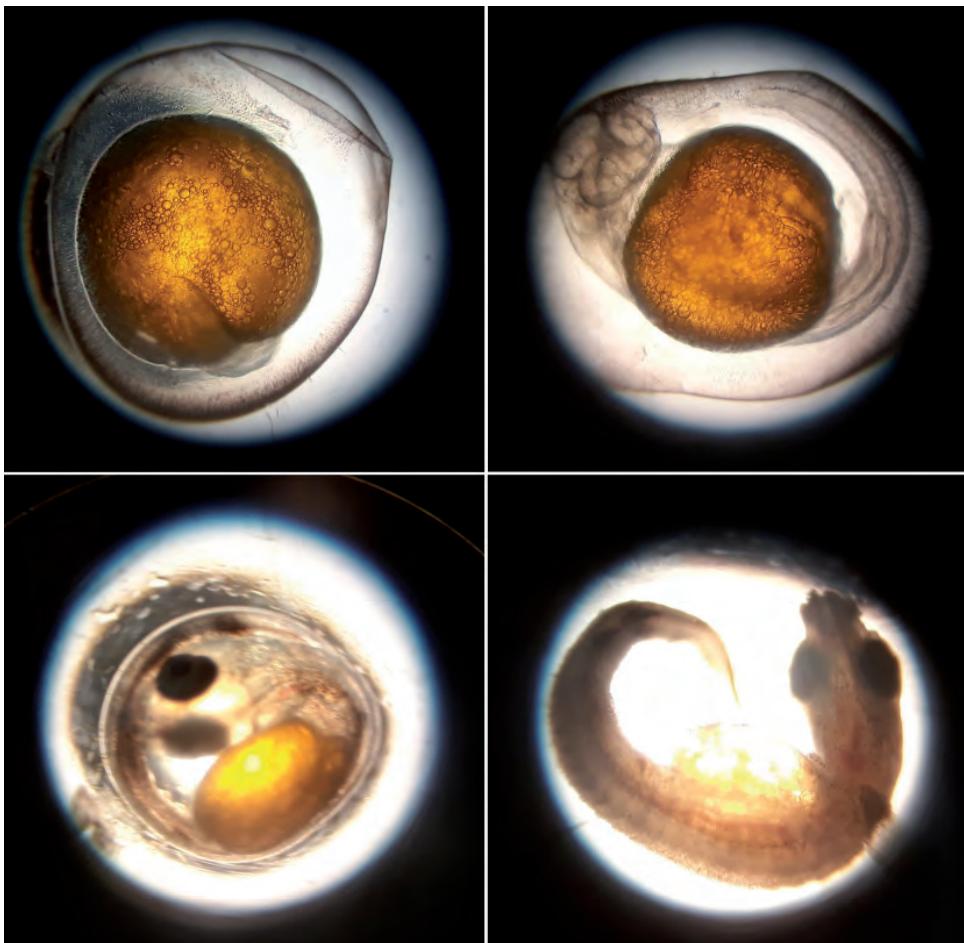


Fig. 5: Close-up development of one egg from *Dunckerocampus pessuliferus*: 2nd day (upper left), 3rd day (upper right), 6th day (lower left), and 7th day (premature hatching event, lower right). Photos: M. Pfeiffer.

Breeding success

In total, ten rearing events happened in Karlsruhe during the time of data acquisition. 15–35 juveniles matured per generation, the overall survival rate was 50%. In Cologne, so far eight rearings happened successfully with a hatching rate of 50%. The survival rate ranged from 6–47.3% in the first month (there were some losses due to a *Vibrio* infection) up to an average of 70% in the second month. The average survival rate in the first month was 25% subsequently followed by almost 100%. The strongest outage in Cologne was observed in the first five days. Until the 10th day only scattered death cases were observed (Fig. 8). In Karlsruhe, the highest outage occurred during the first three weeks. Thereafter the populations showed a stable development with only a few occasional deaths. We also observed that not all of the eggs showed to be fertilized and further eggs were detached from the male and got destroyed later on or did

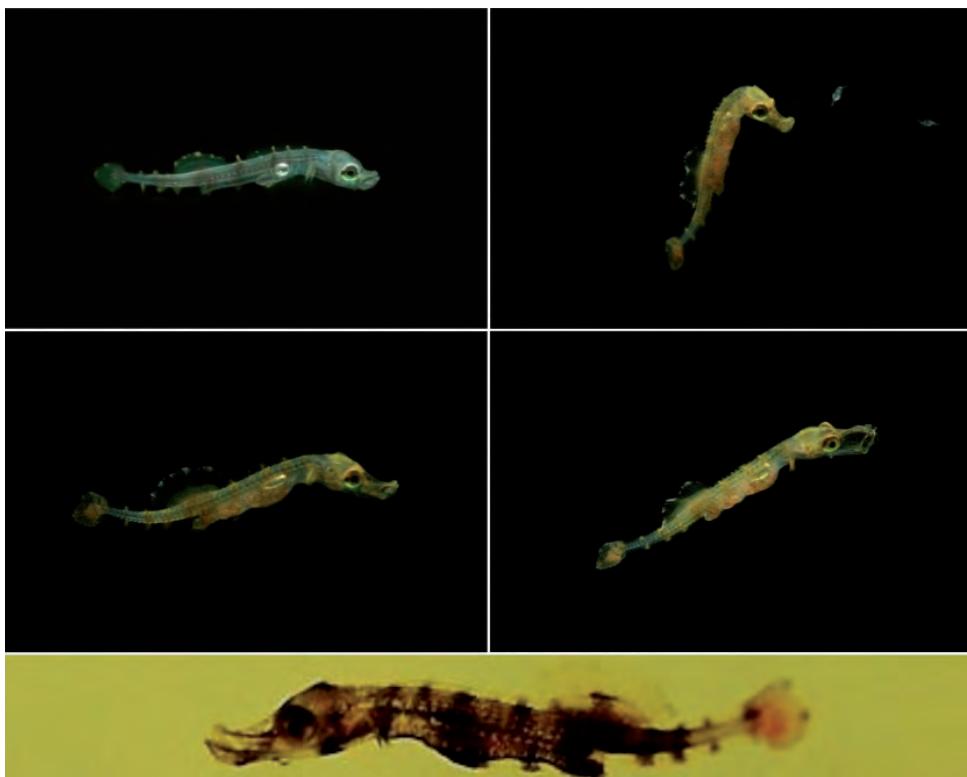


Fig. 6: Freshly hatched *Dunckerocampus pessuliferus* juveniles and few days old juvenile (bottom) with beginning coloration on the caudal fin. Photos: J. Kirchhauser/M. Pfeiffer.

not show further development. Larvae which hatched before the 8th day were not viable. After hatching they sunk and subsequently died. Parents then reacted with new and faster egg depositions. Usually, after 4 to 5 ovipositions only normal breeding behavior could be observed.

We further observed that breeding proved to be unsuccessful when different stages of yellow-banded pipefish were held together in one aquarium (Karlsruhe). The joint keeping of different male yellow-banded pipefish after mating led to distinct rivalry. To the contrary, co-housing with seahorses was possible (Cologne Zoo).

The ten documented hatching events in Karlsruhe derived from the same breeding pair; the eight documented hatching events in Cologne likewise derived from one and the same breeding pair. At the time of the article writing only F1 offspring was available in both institutions, whereas during printing of this MS (November 2019) the fourth generation in Karlsruhe started breeding as well as the second generation in Cologne. In Karlsruhe, subsequent breeding pairs were formed by siblings or offspring from siblings, without any indication of inbreeding. Since July 2019, the individuals in Karlsruhe were paired with F1 offspring from Cologne.

ZIMS and “Zootierliste” analyses

In 2016, according to ZIMS, *Dunckerocampus pessuliferus* (still listed therein as *Doryrhamphus pessuliferus*) was kept by only six institutions worldwide with a total individual number



Fig. 7: Up to half year old juvenile *Dunckerocampus pessuliferus*: juvenile with fin directed upwards (upper left), juvenile shortly before reaching the complete color pattern (upper right), few weeks old juveniles (lower left), half year old juveniles (lower right). Photos: J. Kirchhauser.

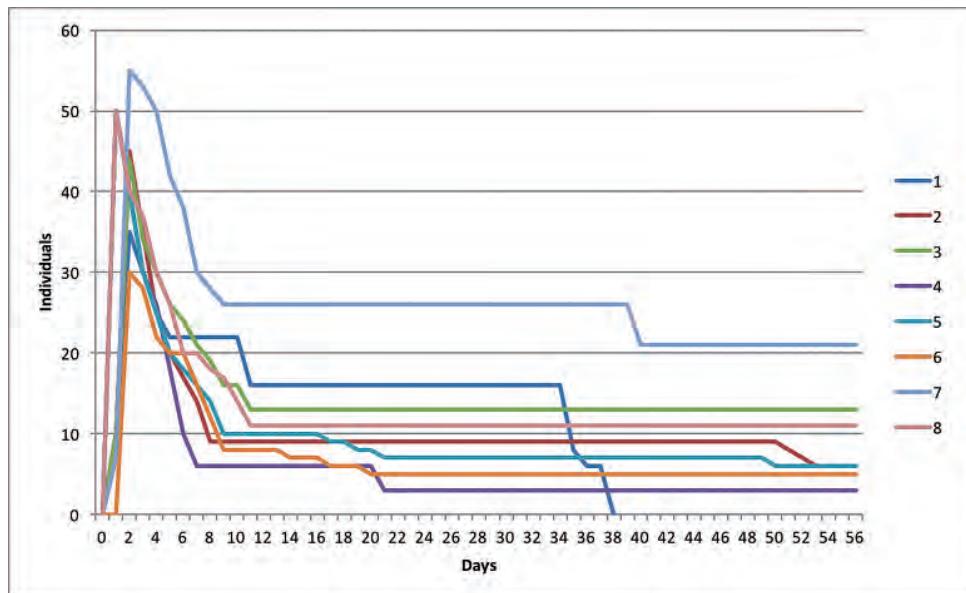


Fig. 8: Individual losses per *Dunckerocampus pessuliferus* hatch in Cologne Zoo starting with the first hatching event in October 2016 and the last recorded one in June 2017.

of only eight individuals: a single individual was held in each of the four institutions in North America (Birch Aquarium at Scripps Institute, Rosamond Gifford Zoo at Burnet Park, Tennessee Aquarium and Toledo Zoological Gardens) and two individuals in each of the two institutions in Europe (Cologne Zoo, Oceanario de Lisboa).

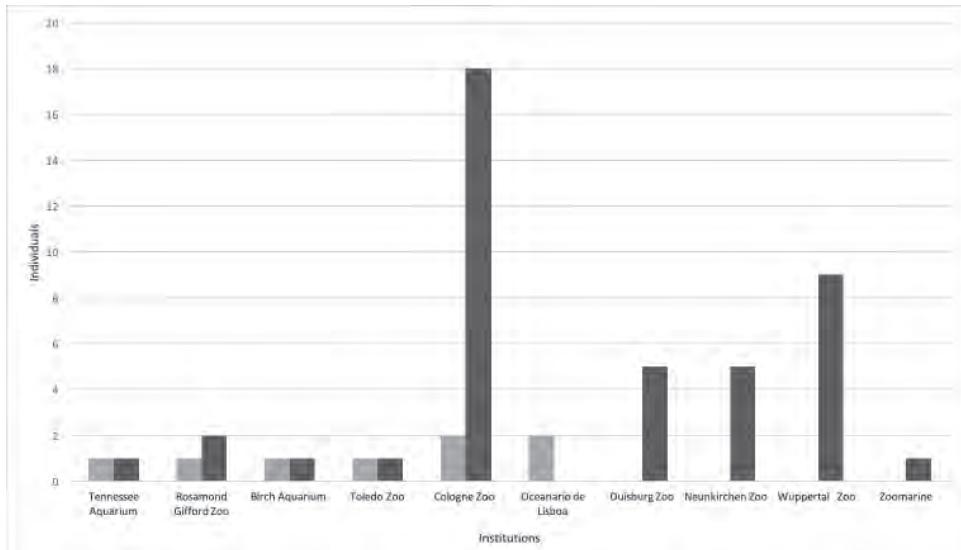


Fig. 9: Institutions worldwide keeping *Dunckerocampus pessuliferus*: data (including individual numbers) from October 2016 (light gray) versus May 2018 (dark gray) according to ZIMS.

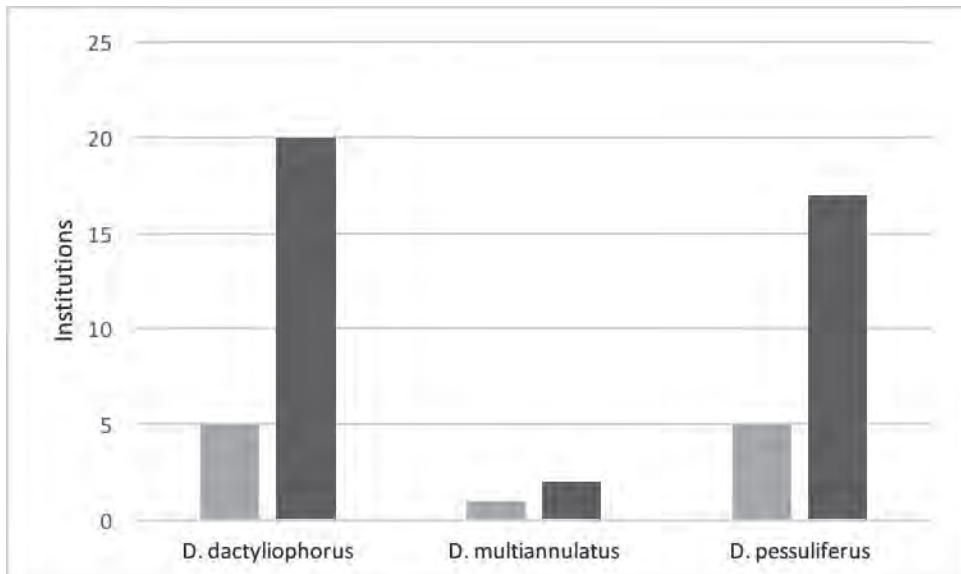


Fig. 10: Total number of institutions keeping *Dunckerocampus* in Europe (light gray: data according to ZIMS; dark gray: data from “Zootierliste”)

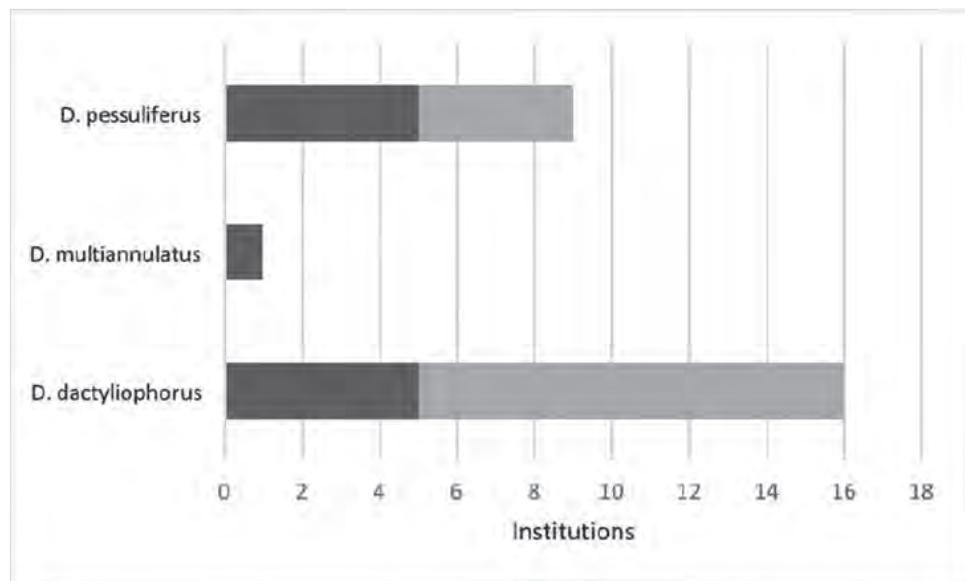


Fig. 11: Total number of institutions keeping *Dunckerocampus* (dark gray: Europe; light gray: globally) according to ZIMS.

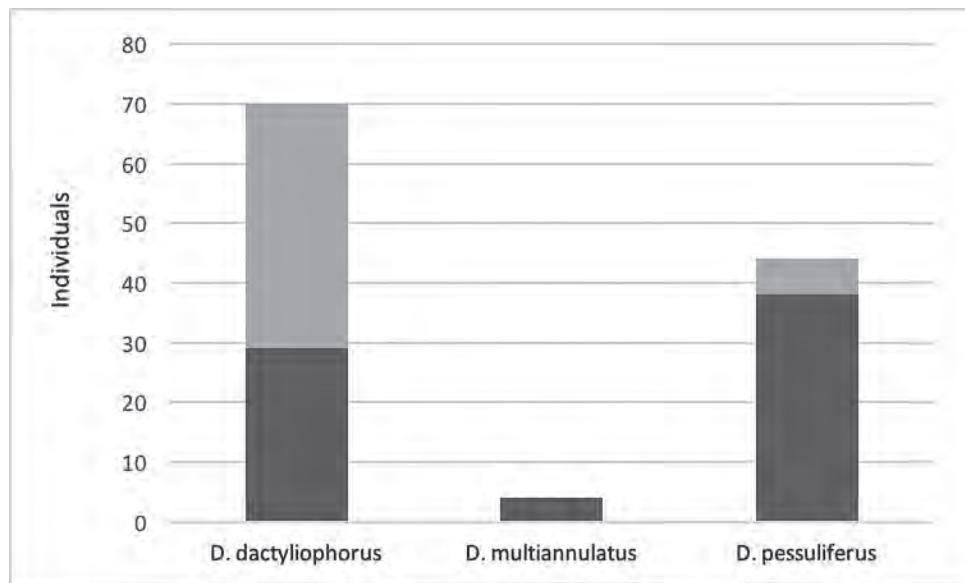


Fig. 12: Total individual numbers of *Dunckerocampus* kept in institutions (dark gray: Europe; light gray: globally) according to ZIMS.

In May 2018, the global number of institutions keeping *D. pessuliferus* had increased from six to nine according to ZIMS. Whereas holding institutions in the US stayed the same, in Europe Oceanario de Lisboa in Portugal resigned keeping *D. pessuliferus* whereas

Tab. 2: Overview of *Dunckerocampus* kept in zoos (May 2018) in a world-wide scale according to ZIMS (n = total number of individuals).

Species	n
<i>D. dactyliophorus</i>	
In total 16 institutions from 3 regions	70
Africa: 1 institution (males: 0; females: 0; other: 2)	
Durban/Sea World uShaka	2
Europe: 5 institutions (males: 0; females: 0; other: 29)	
Beauval/Zoo Parc de Beauval	1
Cologne/Cologne Zoo	21
Lisboa/Oceanario de Lisboa	1
St Peters/Leningrad Zoo	5
Wuppertal/Wuppertal Zoo	1
North America: 10 institutions (males: 4; females: 4; other: 31)	
Quebec/Aquarium du Quebec	2
Chattanooga/Tennessee Aquarium	4
Epcot/Living Seas	2
Moody/Aquarium & Rainforest at Moody Gardens	1
Montemarin/Monte Marine Lab and Aquarium	1
Niagara Falls/Aquarium of Niagara	8
Denver/Landry's Downtown Aquarium	2
Rio Grande/Albuquerque BioPark Zoo	11
Steinhart/Steinhart Aquarium (CA Acad of Science)	6
Tampa/Florida Aquarium	2
<i>D. multiannulatus</i>	4
In total 1 institution from 1 region	
Europe: 1 institution (males: 0; females: 0; other: 4)	
Munich/Münchener Tierpark Hellabrunn	4
<i>D. pessuliferus</i>	43
In total 9 institutions from 2 regions	
Europe: 5 institutions (males: 2; females: 2; other: 34)	
Duisburg/Duisburg Zoo	5
Cologne/Cologne Zoo	18
Neunkirch/Neunkircher Zoo	5
Wuppertal/Wuppertal Zoo	9
Zoomarine/Zoomarine - Mundo Aquatico S.A.	1
North America: 4 institutions (males: 0; female: 0; other: 5)	
Chattanooga/Tennessee Aquarium	1
La Jolla/Birch Aquarium at Scripps Institute	1
Syracuse/Rosamond Gifford Zoo at Burnet Park	2
Toledo/Toledo Zoo	1

four new zoos stepped into the keeping of the species: Duisburg Zoo (n = 5 individuals), Neunkirchen Zoo (n = 5) and Wuppertal Zoo (n = 9) in Germany, as well as Zoomarine (n = 1) in Portugal. In the meantime, Cologne Zoo was able to increase the number of held yellow-banded pipefish from two to 18 individuals. In the US, Rosamond Gifford Zoo at Burnet Park was able to increase the number of animals from one to two individuals (Fig. 9). Therefore, in 2018 the total number of *D. pessuliferus* held in institutions around the

Tab. 3: Overview of *Dunckerocampus* kept in zoos (May 2018) in Europe according to "Zootierliste".

	Institutions	
	Germany	remaining Europe
<i>D. dactyliophorus</i>	11	9
<i>D. multiannulatus</i>	-	2
<i>D. pessuliferus</i>	10	7

world grew from initially eight to 43 individuals. The highest increase in individuals took place in Europe and here in particular in Germany (from 4 individuals to 37) mainly due to transfers of offspring from Cologne Zoo. However, gender in most cases is still unknown mostly due to recent hatching events.

Entries on the website "Zootierliste" from May 2018 showed a total of 17 European institutions holding *D. pessuliferus*: In total ten institutions in Germany and seven institutions in different European countries. Six listed institutions each from Germany and from other European countries were not included in ZIMS.

Further species of *Dunckerocampus* held in zoos based on ZIMS and "Zootierliste" data from May 2018 are shown in Tables 2 and 3 (see also Figs 10-12). Thus, of the currently seven recognized species 4 (57%) are presently not held in Zoos (*D. baldwini*, *D. boylei*, *D. chapmani*, and *D. naia*). However, it cannot be excluded that some zoos keep aforementioned species under different names or respective information has not yet been entered into ZIMS.

Discussion

Of the seven currently recognized *Dunckerocampus* species only three are represented within zoos (*D. dactyliophorus*, *D. multiannulatus*, *D. pessuliferus*), mostly in Europe and North America. There is only scarce information published about husbandry and breeding of *Dunckerocampus* (Lange, 1989; Nikolay et al., 2011; Krause, 2012). It thus was the aim of this publication to provide a guideline for increased *Dunckerocampus* breeding, based on *D. pessuliferus* as husbandry analogue, adapted from experiences with the husbandry and successful and repeated reproduction both at the State Museum of Natural History Karlsruhe and in the Aquarium of the Cologne Zoo, Germany.

Based on our experiences with the breeding of *D. pessuliferus* we found that continuous and adequate nourishment in sufficient densities and increased quantities with growing larval size was among the most important parameters for successful keeping and breeding. Also, nutrition of larvae with diverse food supply is recommended as feeding with *Artemia* solely revealed to be insufficient. However, feeding with *Brachionus* was discontinued at the State Museum of Natural History Karlsruhe, as pipefish and also seahorses scarcely reacted to the sliding movements of the rotifers. There have been different studies on other pipefish species which revealed copepods to be the main prey, amounting to 83.5%. Due to the small mouth opening and the particular feeding mechanism prey cannot exceed a particular size (Teixeira & Vieira, 1995; Garcia et al., 2005). Larger growing prey such as *Artemia* larvae might be inappropriate or more difficult and cost expensive to overwhelm especially for juvenile pipefish (Gerking, 1994; Garcia et al., 2005).

In general, the breeding of marine fishes in zoos is still comparatively low and almost all of the marine fishes in the trade are wild-caught (Andrews, 2006). One of the reasons for the

limited captive breeding in zoos is still the lack of basic rearing knowledge for many marine species (Ajith Kumar et al., 2015). Compared to freshwater species which mostly derive from captive breeding, 90 to 99% of marine fishes traded are from wild origin (Oliver, 2003; Tissot & Hallacher, 2003; Calado, 2006). Furthermore, they are mostly harvested with techniques that have a high impact on the marine ecosystem such as the use of cyanide. Due to the increasing effects of climate change including rising sea surface temperatures and ocean acidification, pollution and overfishing, the marine biodiversity is under threat (Moore, 2008; Teuten et al., 2009; Thompson et al., 2009; Ryan et al., 2009; Tanaka et al., 2013). Because of the rapid deterioration of marine ecosystems, increased breeding as well as conservation breeding can significantly contribute to the maintenance of marine organisms.

D. pessuliferus is protected in the Australian portion of its range by the Environment Protection and Biodiversity Conservation Act (1999). However, there are no species-specific conservation actions in place. As breeding and provision of sufficient offspring to other zoos is feasible, as we were able to demonstrate herein, sustainable aquaristics is approachable regarding this species.

Our analyses showed that both collections keeping *D. pessuliferus* and the number of individuals kept distinctly increased in the past two years. Meanwhile, in Germany, the State Museum of Natural History Karlsruhe is able to provide around 50 young every year and also Cologne Zoo, that later initiated breeding, was already able to provide more than 20 young to supply four zoos in Germany. Two of the latter institutions subsequently initiated successful breeding of *D. pessuliferus* in Germany. And our experiences with the keeping and breeding of *D. pessuliferus* are also generally applicable to the management of other *Dunckerocampus* species. *D. dactyliophorus* was also successfully bred both at the Cologne Zoo and the State Museum of Natural History Karlsruhe applying the same methods described herein for *D. pessuliferus*.

Recently there has been a rethinking of ocean conservation in zoos (Barongi et al., 2015). There is an increasing number of aquariums which have implemented research programs and contribute to or have built up conservation programs for specific marine ecological systems or fish species. Even though such efforts are in place, fish are still underrepresented in terms of re-establishing projects of wild populations (Gilbert et al., 2017). In addition, only about half of the known extant fish species have been assessed for The IUCN Red List of Threatened Species (Pollom, 2016).

With targeted species selection and more investment in breeding efforts, investigation and communication there is a chance to enhance from public display and education purposes towards buildup of sustainable captive colonies and even conservation breeding/assurance populations under human care. Increase in knowledge of husbandry and breeding as well as of the general biology of species further can assist wildlife biologists and conservationists in the management of the species and also can be critical for the development of new culture methods or transferring culture systems to other species (e.g. Dhert et al., 1997). Only recently, da Silva et al. (2019) highlighted both the great value of aquarium and zoo collections for addressing the aquatic biodiversity crisis as well as the importance that they maintain comprehensive, standardized globally shared taxonomic data.

Acknowledgements

We thank Maerte Siemen (Cologne), Ariel Jacken (Leipzig) and Prof. Dr. Dieter Jauch (Dauchingen) for their useful comments on a previous version of the manuscript.

Zusammenfassung

Als Leitfaden für eine optimierte *Dunckerocampus*-Nachzucht, basierend auf *D. pessuliferus* als sogenannter „Husbandry analogue“ Art, stellen wir die Haltung und Vermehrung in Menschenhand sowie die Larvalentwicklung dieser Art im Staatlichen Museum für Naturkunde Karlsruhe, Deutschland, und im Aquarium des Kölner Zoos, Deutschland, gegenüber. Beobachtete Paarungen, bei der die Eier an das Männchen geheftet wurden, dauerten bis zu einer Stunde. Die Jungtiere schlüpften nach acht Tagen mit Größen von 4-5 mm. Die Erwachsenenfärbung entwickelte sich nach drei Wochen und nach sechs Monaten waren die Sulu-Seenadeln mit einer Gesamtlänge von 10,5-11 cm geschlechtsreif. Wir geben Überlebensraten an und machen Empfehlungen für eine optimale Fütterung. Zusätzlich führten wir eine ZIMS-Datenbankanalyse (Zoological Information Management System) (Oktober 2016 und Mai 2018) durch, die auf einen Anstieg der Haltungen von *D. pessuliferus* verwies. Derzeit halten neun Institutionen weltweit (fünf davon in Europa) diese Art (mit insgesamt 43 Individuen). Da nicht alle Zoos ihre Bestandszahlen in ZIMS eingeben, überprüften wir ebenfalls die Webseite „Zootierliste“ (<http://www.zootierliste.de/>), um zusätzliche Arthaltungen in Deutschland und anderen Ländern in Europa zu finden, die allerdings auch private Zoos und Auffangstationen beinhalten. Eintragungen auf der Webseite „Zootierliste“ vom Mai 2018 zeigten insgesamt 17 Einrichtungen in verschiedenen europäischen Ländern, davon zehn Institutionen in Deutschland und sieben in anderen Ländern Europas. Jeweils sechs der aufgeführten Einrichtungen aus Deutschland und anderen europäischen Ländern waren nicht in ZIMS enthalten. Laut ZIMS wurden nur zwei weitere Arten der sieben derzeit anerkannten *Dunckerocampus*-Arten weltweit in Zoos gehalten: *D. dactyliophorus* verteilt sich mit 70 Individuen auf 16 Zoos in Nordamerika (10), Europa (5) und Afrika (1) und *D. multiannulatus* ist mit vier Individuen in nur einer Einrichtung in Europa vertreten. Die Wichtigkeit von Nachzuchtbemühungen von noch nicht oder bislang kaum gezielteten Meerwasserfischarten sowie verbessertem Austausch von Kenntnissen und verfügbaren Beständen zwischen den Einrichtungen, einschließlich Veröffentlichungen über Haltungsmanagement und Nachzuchterfolgen für eine nachhaltigere Aquaristik, wird betont.

References

- Allen, G.R. & Erdmann, M.V. (2012). Reef fishes of the East Indies. Volumes I-III. Perth: Tropical Reef Research, University of Hawai'i Press.
- Andrews, C. (2006). The ornamental fish trade and conservation. Journal of fish biology, 37. 53-59.
- Ajith Kumar, T.T., Gunasudari, V. & Prakash, S. (2015): Breeding and Rearing of Marine Ornamentals. Advances in Marine and Brackishwater Aquaculture, 101-107. DOI 10.1007/978-81-322-2271-2_11.
- Barongi, R., Fiskin, F.A., Parker, M. & Gusset, M. (eds) (2015). Committing to conservation: the world zoo and aquarium conservation strategy. Gland: WAZA Executive Office.
- Calado, R. (2006). Marine ornamental species from European waters: A valuable overlooked resource or a future threat for the conservation of marine ecosystems? Scientia Marina, 70. 389-398.
- da Silva, R., Pearce-Kelly, P., Zimmermann, B., Knott, M., Foden, W. & Conde, D.A. (2019). Assessing the conservation potential of fish and corals in aquariums globally. Journal for Nature Conservation, 48, 1-11.
- Dawson, C.E. (1985). Indo-Pacific pipefishes (Red Sea to the Americas). Ocean Springs: The Gulf Coast Research Laboratory.
- Dhert, P., Lim, L.C., Candreva, P., van Duffel, H. & Sorgeloos, P. (1997). Possible applications of modern fish larviculture technology to ornamental fish production. Aquarium Science and Conservation, 1, 119-128.
- Eschmeyer, W.N. (ed.) (2014). Catalog of fishes. California Academy of Sciences. <http://research.calacademy.org> (01/2011). Updated internet version, 18 June 2014. Catalog databases of CAS cited in FishBase (website).
- Fowler, H.W. (1938). Descriptions of new fishes obtained by the United States Bureau of Fisheries steamer "Albatross", chiefly in Philippine seas and adjacent waters. Proceedings of the United States National Museum, 85(3032), 31-135.

- Froese, R. & Pauly, D. (eds) (2018). FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (06/2018).
- Garcia, A.M., Geraldi, R.M. & Vieria, J.P. (2005). Diet composition and feeding strategy of the southern pipefish *Syngnathus folletti* in a widgeon grass bed of the Patos Lagoon estuary, RS, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 3(3), 427-432.
- Gerking, S.D. (1994). Feeding ecology of fish. San Diego: Academic Press.
- Gilbert, T., Gardner, R., Kraaijeveld, A.R. & Rior-Dan, P. (2017). Contributions of zoos and aquariums to reintroductions: historical reintroduction efforts in the context of changing conservation perspectives. *International Zoo Yearbook*, 51, 15-31.
- Krause, I. (2012). Successful Breeding of the Yellow-Banded Pipefish (*Doryrhamphus tesselliferus*). *CORAL Magazine*, 9, 100-104.
- Kuitert, R.H. (1998). Pipefishes of the syngnathid genus *Dunckerocampus* (Syngnathiformes: Syngnathidae), with a description of a new species from the Indian Ocean. *Aqua Journal for Ichthyology and Aquatic Biology*, 3(2), 81-84.
- Kurhn, R.H. (2001). Seepferdchen, Seenadeln, Fetzenfische und ihre Verwandten; Syngnathiformes. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.
- Lange, J. (1989). The breeding of different coral fishes in the Zoo Aquarium Berlin. *Bulletin de l'Institut Océanographique de Monaco*. 5. 219-222.
- Moore, C.J. (2008): Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. *Environmental Research*, 108, 131-139.
- Nelson, J.S. (1994): Fishes of the world. Third edition. New York: John Wiley & Sons.
- Nikolay, P., Bätzner, C. & Kirchhauser, H. (2011). Die Nachzucht der Gelbband „Sulu“ Seenadel *Dunckerocampus tesselliferus*. *Der Meerwasser-Aquarianer*, 3, 34-41.
- Olivier, K. (2003). World trade in ornamental species. In: J.C. Cato & Brown, C.L. (eds): *Marine ornamental species – Collection, culture & conservation*, 49-63. Iowa: Iowa State Press.
- Pollom, R. (2016). *Dunckerocampus tesselliferus* (errata version published in 2017). The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T65367059A115421785. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T65367059A67624145.en>. Downloaded on 03 June 2018.
- Ryan, P.G., Moore, C.J., van Franeker, J.A. & Moloney, C.L. (2009). Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. *Philosophical Transactions of the Royal Society Series B*, 364(1526), 1999-2012.
- Tanaka, K., Takada, H.R., Yamashita, R., Mizukawa, K., Fukuwaka, M. & Watanuki, Y. (2013). Accumulation of plastic-derived chemicals in tissues of seabirds ingesting marine plastics. *Marine Pollution Bulletin*, 69, 219-222.
- Teixeira, R.L. & Vieira, J.P. (1995). The breeding population of the pipefish, *Syngnathus folletti* (Pisces: Syngnathidae) from southern Brazil. *Atlântica*, Rio Grande, 17, 123-134.
- Teuten, E.L., Saquing, J.M., Knappe, D.R.U., Barlaz, M.A., Jonsson, S., Björn, A., Rowland, S.J., Thompson, R.C., Galloway, T.S., Yamashita, R., Ochi, D., Watanuki, Y., Moore, C., Viet, P.H., Tana, T.S., Prudente, M., Boonyatumanond, R., Zakaria, M.P., Akkhavong, K., Ogata, Y., Hirai, H., Iwasaki, S., Mizukawa, K., Hagiwara, Y., Imamura, A., Saha, M. & Takada, H. (2009). Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society Series B* 364 (1526), 2027-2045.
- Thompson, R.C., Swan, S.H., Moore, C.J. & vom Saal, F.S. (2009). Our plastic age. *Philosophical Transactions of the Royal Society Series B*, 364(1526), 1973-1976.
- Tissot, B.N. & Hallacher, L.E. (2003). Effects of aquarium collectors on coral reef fishes in Kona, Hawaii. *Conservation Biology*, 17, 1759-1768.

DER ZOOLOGISCHE GARTEN

Zool. Garten N.F. 87 (2019) 25-40

Does genetic screening reveal first zoo breeding of the Cryptic Golden Tegu (*Tupinambis cryptus*)?

Genetischer Nachweis der ersten Zoonachzucht des Kryptischen Goldtejus (*Tupinambis cryptus*)?

Thomas Ziegler^{1*}, Anna Rauhaus¹ & Miguel Vences²

¹⁾ AG Zoologischer Garten Köln, Riehler Str. 173, 50735 Köln, Germany

²⁾ Zoologisches Institut, Technische Universität Braunschweig, Mendelssohnstr. 4, 38106 Braunschweig, Germany

Abstract

Until recently, the type species of the Tegu genus *Tupinambis*, *T. teguixin*, was considered to be a widespread lizard in South America. In an integrative taxonomic approach, Murphy et al. (2016) inferred that *T. teguixin* in fact consists of four cryptic species (*T. teguixin* as well as *T. cryptus*, *T. cuzcoensis* and *T. zuliensis*). Subsequently, Silva et al. (2018) described another species, *T. matipu*. This probably has consequences for the conservation status of *T. teguixin*, because instead of a widely distributed single species *T. teguixin sensu lato* (viz., in the widest sense) now several rather range-restricted taxa and conservation units with consequently lower population sizes are involved. Based on these findings we aimed to redetermine a *Tupinambis* couple held at the Terrarium Section of the Cologne Zoo in Germany, initially received as *T. teguixin*. To gain an overview of *Tupinambis* held in zoos, we gathered collection information from the Zoological Information Management System (ZIMS) database and from the website “Zootierliste”. We found that only one *Tupinambis* species is currently held by zoos in a worldwide scale, viz. *T. teguixin*. According to ZIMS, the species is held in at least 12 institutions in Europe, in 18 institutions in North America and in 6 institutions in South America. According to “Zootierliste”, only *T. teguixin* is held in 22 zoos in the Greater Europe. As some of the morphological characters of the *Tupinambis* couple held at the Cologne Zoo applied to *T. cryptus*, others to *T. teguixin*, we undertook a genetic identification based on DNA sequences of the mitochondrial ND4 gene, which revealed identification as *T. cryptus*. We herein further report the first successful zoo breeding of *T. cryptus* in Cologne Zoo. How-

* Corresp. Author:
E-Mail: ziegler@koelnerzoo.de (Thomas Ziegler)

ever, despite mitochondrial DNA sequences apparently being able to differentiate the various *Tupinambis* species, this marker alone cannot exclude a hybrid origin. Here, only future studies including nuclear genes can help to ultimately confirm species status of the various *Tupinambis* taxa, and define diagnostic markers at the nuclear DNA level. As this case has shown, there might be other institutions which keep *T. cryptus* or another of the recently discovered cryptic species or maybe even hybrids but not yet noticed and still being hidden under the name *T. teguixin sensu lato*. However, an unambiguous identification of held tegus is crucial to avoid mispairings and hybridization events among zoos. Extended genetic analyses will be required in the future, both by the inclusion of *T. matipu* in the existing phylogeny and of nuclear markers to better delimit the various species and to identify hybrids. This underlines the importance of proper identification in particular of cryptic species by the use of modern methods to receive unequivocal results, which is a prerequisite in particular in the frame of conservation breeding projects which aim at subsequent release into the wild.

Keywords: Sauria, Teiidae, *Tupinambis*, *T. cryptus*, *T. teguixin*, captive breeding, molecular biology, morphology, reproduction, taxonomy, zoo biology, zoo holdings

Introduction

Tegus of the monophyletic genera *Tupinambis* Daudin and *Salvator* Duméril & Bibron are sister to each other and related to *Callopistes* (Pyron et al., 2013) in the family Teiidae. The species of both genera reach the largest body sizes among Neotropical lizards and are harvested for their skin and meat at an alarming intensity. Between 1977 and 2006, 34 million specimens appeared in the international trade, which accounts for an annual average harvest of 1.0-1.9 million individuals (Fitzgerald, 2012; Murphy et al., 2016). Since 1977, all *Tupinambis* and *Salvator* species have been listed in Appendix II of the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES). Tegus often are habitat generalists which can be found in savannahs, forests, riparian, mangrove and human-modified habitats, where they are important predators, scavengers and seed dispersal agents (Murphy et al. 2016); they also have established populations outside of their native range, e.g. in Florida (e.g. Jarnevich et al., 2018; Pyron et al., 2019).

According to Harvey et al. (2012) currently three *Salvator* species are known (*S. duseni*, *S. merianae* and *S. rufescens*), and until recently four species of *Tupinambis* were recognized, three of which were described in the late 1990s or in the early 21st century, mostly occurring in Brazil (*T. longilineus*, *T. palustris* and *T. quadrilineatus*). Until recently, the type species of the genus, *T. teguixin*, described in 1758 by Linnaeus, was considered to be a widespread lizard occurring in Bolivia, Brazil, Colombia, Ecuador, French Guiana, Guyana, Peru, Suriname, Trinidad and Tobago, as well as in Venezuela. In an integrative taxonomic approach Murphy et al. (2016) inferred that *T. teguixin* in fact consists of four cryptic, in part sympatric taxa that differ in morphology and genetics (*T. teguixin* as well as *T. cryptus*, *T. cuzcoensis* and *T. zuliensis*). *T. cryptus* (with the type locality in Guyana) is known from Trinidad and Tobago, Venezuela, the Guianas, and Brazil; *T. cuzcoensis* (type locality in Peru) occurs in Brazil, Ecuador and Peru; and *T. zuliensis* is currently only known from Venezuela (see also Silva et al., 2018). With the recognition of the additional species, the distribution of *T. teguixin sensu stricto* became somewhat uncertain, but it at least is occurring in Guyana, Suriname, French Guiana, and Brazil, encompassing northeastern, central and eastern Amazonia, the northern Cerrado, and at least a few areas in the northern Caatinga (Silva et al., 2018). According to this taxonomic hypothesis, the



Fig. 1: The *Tupinambis* couple (bottom: male; top: female) held at the Terrarium Section of the Cologne Zoo in public exhibit. Photo: T. Ziegler.

diversity within the morphologically conservative, viz. cryptic *Tupinambis teguixin* species group, is obviously higher than previously assumed.

Subsequently, Silva et al. (2018) described another species from central South America, *T. matipu*. This eighth currently recognized *Tupinambis* species occurs in a transitional region between the Amazonia, Cerrado and Pantanal biomes where it partially can be found in sympatry with *T. cuzcoensis*, *T. longilineus* and *T. quadrilineatus*, and maybe even with *T. teguixin*. However, Silva et al. (2018) did not provide molecular evidence for their new species, which they described based on divergent scalation and colour pattern only.

Based on these new findings, in an attempt to redetermine a *Tupinambis* couple held at the Terrarium Section of the Cologne Zoo in Germany, initially received as *T. teguixin*, we noticed that some of their morphological characters applied to *T. cryptus*, others to *T. teguixin*. As these two taxa sometimes occur in sympatry (Murphy et al., 2016), and knowledge about the geographical source is thus of limited value, we undertook a genetic identification based on DNA sequences of the ND4 gene and report these results herein. Further, to gain an overview of *Tupinambis* held in zoos, we gathered collection information from the Zoological Information Management System (ZIMS) database and from the website “Zootierliste”. We further report about the successful reproduction of the *Tupinambis* kept at the Cologne Zoo.

Material & Methods

For morphological identification, we took photographs of our *Tupinambis* couple, already received as adults in 2010 (source code „F“), held at the Terrarium Section of the Cologne Zoo (Figs. 1-4) and examined the diagnostic characters given in Murphy et al. (2016) and Silva et al. (2018), except for the vertebral scale rows which we did not count to avoid excessive handling stress. The offspring likewise was only photographed; we refrained from taking scalation data due to the juvenile age and shyness of individuals.

Genetic identification was performed based on the ND4 gene from blood samples (MVTIS3228, MVTIS3229) of the two adult *Tupinambis* at the Zoological Institute of the Technische Universität Braunschweig. We amplified a segment of the mitochondrial gene for NADH-Dehydrogenase subunit 4 (ND4) using standard primers and aligned the sequences to all available homologous *Tupinambis* sequences, selected *Salvator* sequences, and one outgroup (*Contomastix*). We used MEGA7 (Kumar et al. 2016) to determine a K2P+G substitution model to best fit the data and to run a heuristic tree search under the Maximum Likelihood optimality criterion, with 500 bootstrap replicates to assess node support. The two newly determined sequences were submitted to Genbank (accession numbers MN530957–MN530958).

We surveyed/screened the Zoological Information Management System (ZIMS) database in June 2019. Many zoos subscribe to, and enter their collection data into ZIMS; however, the completeness of these data cannot be guaranteed, as some data may be obsolete or have not (yet) been entered, and some zoos do not participate in ZIMS. In addition we checked species holdings for further institutions in Germany and Europe using the website “Zootierliste” (<http://www.zootierliste.de/>). Here, further holding institutions can be found as this website also includes zoos which are not member of ZIMS and rescue stations, however, completeness of data likewise cannot be guaranteed.

Results

Morphology

Morphological examination revealed the two *Tupinambis* specimens held at the Cologne Zoo have the supratemporal arrangement and the position of the anterior inside corner of the orbit typical for *T. cryptus*, according to Murphy et al. (2016). However, the morphological arrangement of the ciliaries and occipitals was ambiguous, and the pattern of the dorsal surface of hind legs corresponded with *T. teguixin* (see Table 1).

Subsequent morphological comparisons with *Tupinambis matipu*, which was described based on morphology only (see Silva et al., 2018) revealed the *Tupinambis* couple held at the Cologne Zoo have the mesoptychial arrangement and the ventral colour pattern typical for *T. cryptus*, whereas the morphological arrangement of the supratemporals and the pattern of the dorsal surface of hind legs was ambiguous (see Table 2).

Molecular identification

The analysis of the ND4 gene (Fig. 5) revealed that the *Tupinambis* couple from Cologne Zoo clearly clustered with sequences assigned to *T. cryptus* (Murphy et al., 2016).

The haplotypes of the two *Tupinambis* individuals held at the Cologne Zoo differed from each other by one mutation in the total 636 bp of ND4 studied. For the 324 bp in which our sequence overlapped with previously sequenced specimens, the Cologne Zoo individuals were most

Tab. 1: Diagnostic characters for *Tupinambis teguixin* and *T. cryptus* after Murphy et al. (2016), and character states observed in the couple held at Cologne Zoo; * defined as the posterior junction between the first subocular and the first ciliary (see Murphy et al., 2016), ** with younger animals having irregular vermiculations.

	<i>T. teguixin</i>	<i>T. cryptus</i>	Cologne Zoo couple
Anterior inside corner of the orbit*	above third supralabial	above fourth supralabial	above fourth supralabial
Ciliaries contacting the last supraocular	two	three	two or three
Supratemporals	usually two	three	three
Occipitals contacting the interparietal	usually three	usually one	one large plus two smaller ones
Dorsal surface of hind legs in older adults	light colored round spots (but may also show reticulations)	uniform**	reticulations

Tab. 2: Diagnostic characters for *Tupinambis cryptus*, *T. matipu* and *T. teguixin* after Silva et al. (2018) and character states observed in the couple held at the Cologne Zoo; * plus a lower row of enlarged but smaller scales (see Silva et al. 2018); ** not indicated in the comparisons section.

	<i>T. cryptus</i>	<i>T. matipu</i>	<i>T. teguixin</i>	Cologne Zoo couple
Mesoptychials	5	6–9	4–8	5
Enlarged supratemporal scales in one row	2*	3–5	2–5	3
Venter	usually with heavy mottling and black dots on the gular region, smaller spots on the belly	large irregular black spots on gular region, belly, and proximal subcaudals	spotted with small black dots on the gular region and base of tail, smaller spots on the belly	with mottling and black dots on the gular region, smaller spots on the belly
Dorsal surface of hind legs	uniform in older adults and vermiculated in younger individuals	brown, with dash-like, cream-colored spots, bordered by black, both in adults and in younger individuals	**	reticulations



Fig. 2: Top: *Tupinambis* female held at the Terrarium Section of the Cologne Zoo during quarantine showing throat and belly pattern; bottom: dorsal head surface of *Tupinambis* female in public exhibit. Photo: T. Ziegler.



Fig. 3: Lateral aspects of the head of the *Tupinambis* female held at the Terrarium Section of the Cologne Zoo, showing head side scalation. Photo: T. Ziegler.

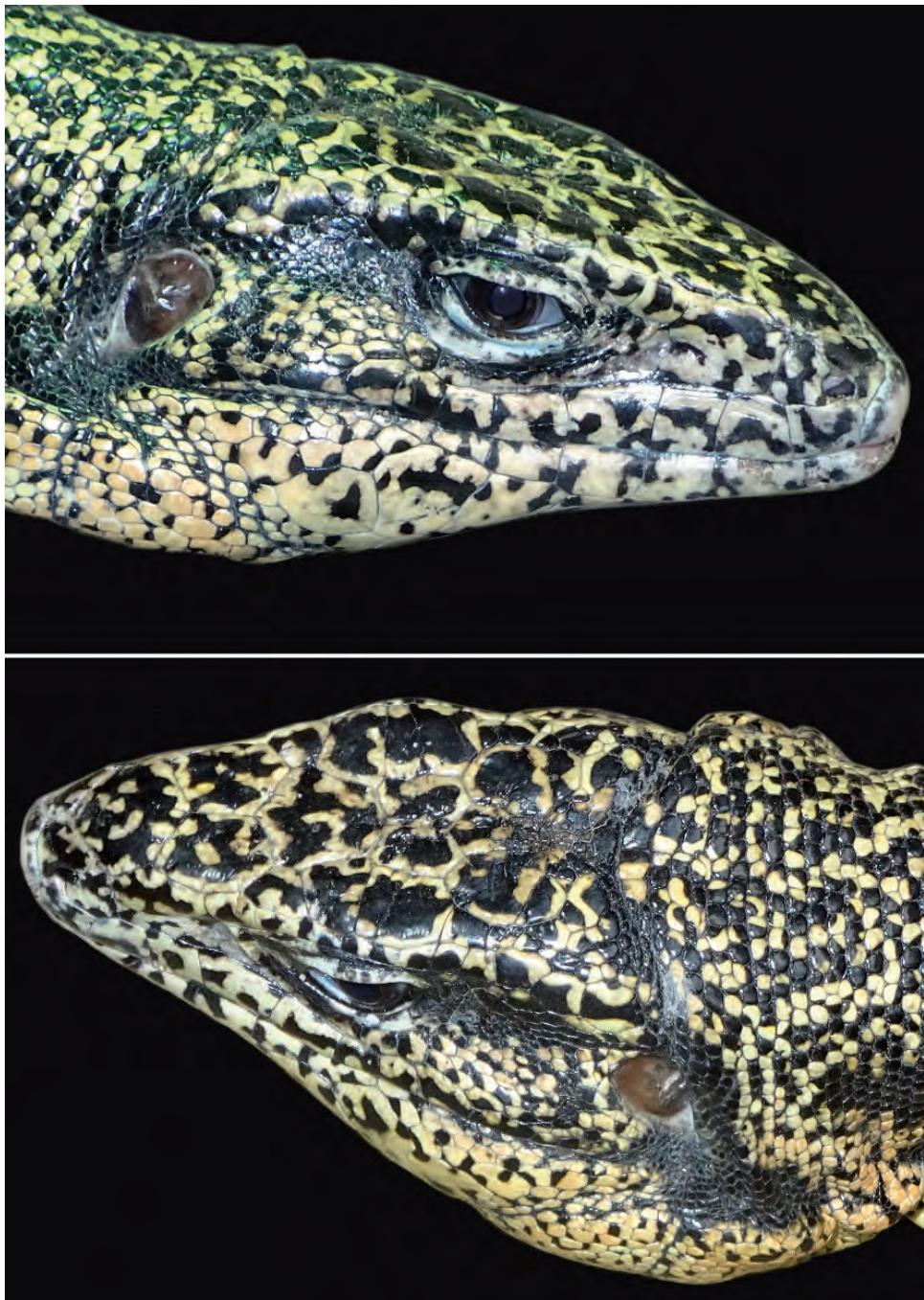


Fig. 4: Oblique views of the head of the *Tupinambis* male held at the Terrarium Section of the Cologne Zoo, showing both dorsal and lateral scalation. Photo: T. Ziegler.

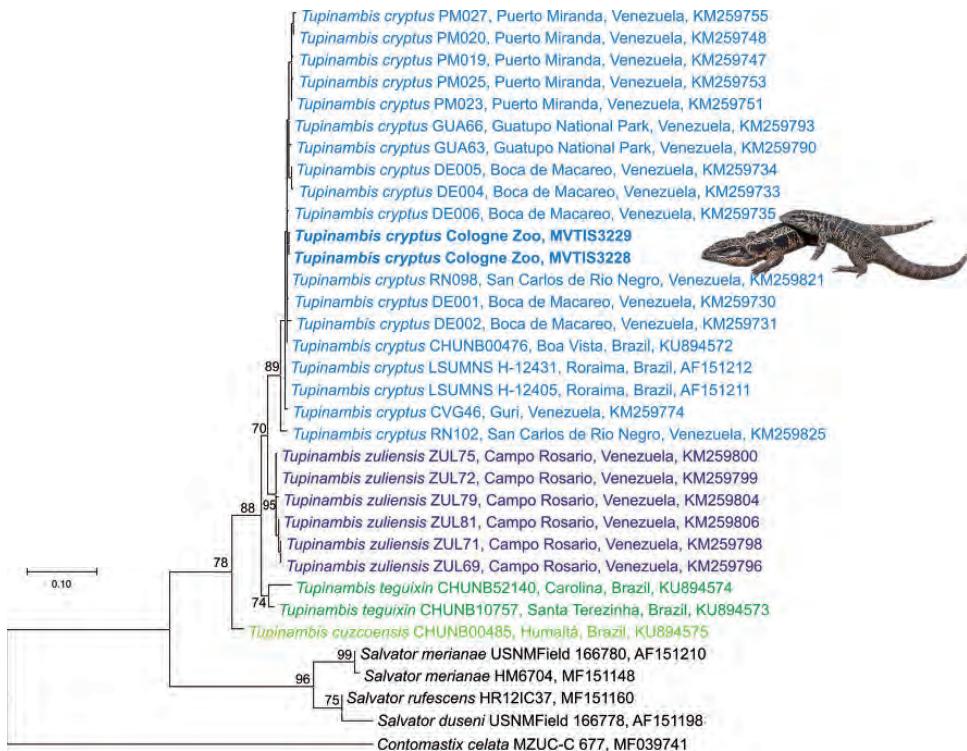


Fig. 5: Maximum likelihood phylogenetic tree of representatives of the genera *Tupinambis* and *Salvator* (with one *Contomastix* as outgroup), based on 324 nucleotides of the mitochondrial ND4 gene, and showing the highly supported clustering of the individuals from Cologne Zoo with *T. cryptus*. Node support is shown as bootstrap values in a percent from an analysis with 500 replicates. GenBank accession numbers of all samples are given at the end of the terminal labels.

similar to the *T. cryptus* sample KM259821 in Murphy et al. (2016) from the Amazon region of Venezuela (from which they differed each by one mutation, corresponding to an uncorrected p distance of 0.3%). From the other available *T. cryptus* sequences, the Cologne Zoo *Tupinambis* differed by 2–8 mutations (0.6–2.5%), from sequences of *T. teguixin* by 21 mutations (6.5%), from *T. zuliensis* by 14–15 mutations (4.3–4.6%), and from the more distantly related *T. cuzcoensis* by 28 mutations (8.6%).

Breeding of *Tupinambis* at Cologne Zoo

Subsequent to probably several unrecognized (and unsuccessful) egg depositions which were noticed only later on the basis of egg shells, we first recognized a fresh egg deposition in December 2017. Over a period of several days six eggs were deposited by the egg-bound female after application of oxytocin. However, the eggs did not develop. On 31 August 2018, another egg deposition took place. This time, the clutch consisted of five eggs. After two weeks, two of them were found to be fertilized. At incubation temperatures ranging from 29.3 to 29.8°C, the eggs hatched on 19th and 21st February 2019 (Fig. 6). The first juvenile had a snout vent length

of 9.0 cm and a tail length of 15.0 cm, the weight was 22 g. The second juvenile that hatched two days later had a snout-vent length of 9.1 cm and a tail length of 15.2 cm, the weight was 20 g. In December 2018 we observed another egg deposition; however the eggs ($n = 6$) were not fertilized, or maybe have not developed due to application of antibiotics to the female due to respiratory problems prior to egg deposition.

Zoo holdings

The ZIMS analysis revealed that only one *Tupinambis* species is kept by zoos, namely *T. teguixin*. According to ZIMS, the species is held in at least 12 institutions in Europe, in 18 institutions in North America and in six institutions in South America (see Tables 3–4).

According to “Zootierliste”, only *T. teguixin* is held in zoos in the Greater Europe: Belarus (1 x), Czech Republic (1 x), Denmark (1 x), France (1 x), Germany (2 x), Hungary (3 x), Israel (2 x), Italy (1 x), Norway (2 x), Poland (1 x), Russia (4 x), Spain (2 x), Ukraine (1 x), (Table 3).

Discussion

Morphological identification

Based on the molecular (mitochondrial) data, the *Tupinambis* couple held at Cologne Zoo was assigned to *T. cryptus*. When applying morphological identification only, differentiation between *T. cryptus* und *T. teguixin* according to diagnostic characters given in Murphy et al. (2016) and between *T. cryptus* and *T. matipu* according to Silva et al. (2018) remained dubious for some characters such as the dorsal surface pattern of hind legs or the number of enlarged supratemporals (for which data additionally differed between Murphy et al. (2016) and Silva et al. (2018)).

Some ecological studies already could be allocated to *T. cryptus* after its description (e.g. Everard & Boos, 1975), however, the colour pattern of hatchlings and young are for large parts unknown for the representatives of the *T. teguixin* species group. Murphy et al. (2016) assumed that hatchlings of *T. teguixin* have broad dark transversal bands separated by thin yellow or white transversal bands, versus alternating light and dark transversal bands of nearly the same width in hatchlings and young of *T. cryptus*. Because the hatchlings at Cologne Zoo showed broad dark transversal bands separated by thin yellow crossbands, we herein cannot confirm the general statement about the colour pattern of hatchlings and young *T. cryptus* by Murphy et al. (2016). Together with the evidence of diverging crossbanded pattern in young individuals from Tobago (Murphy et al., 2016), our observations indicate that this character does not allow for a reliable distinction of these two taxa, or could be due to hybridization in captive specimens, but potentially also in the wild, as reported in the genus *Salvator* (Cabaña et al., 2014). Murphy et al. (2016) also stated that young *T. cryptus* have the dorsal surface of hind legs with irregular vermiculations, whereas the young at Cologne Zoo showed ocellated colour pattern consisting of yellow blotches framed by dark (Figs. 6–7), which, however, may change/dissolve with age.

Moreover, considering the considerable colour pattern variation in *T. cryptus* (Murphy et al., 2016), it certainly is high time for inclusion of a genetic sample of *T. matipu* in the existing tegu phylogeny to receive a reliable reference for future *Tupinambis* species determination, in particular when locality data is missing or animals derive from sites with proven sympatric occurrences of two or even more *Tupinambis* species. Furthermore, potential hybridization among the closely related *Tupinambis* taxa which is further discussed below, cannot be ruled out.



Fig. 6: Development of the first *Tupinambis* hatchling at the Cologne Zoo. Top, left: juvenile after hatching at 19th February 2019; top, right: one day old juvenile at 20th February 2019; bottom, left: at 16th May with the age of three months; bottom, right: at 7th June 2019. Photos: T. Ziegler, A. Rauhaus.

Tab. 3: Number of institutions keeping *Tupinambis teguixin* sensu lato in Europe (ZIMS/“Zootierliste”).

Country	ZIMS	“Zootierliste”
Belarus	1	1
Czechia	1	1
Denmark	1	1
France	-	1
Germany	1	2
Hungary	2	3
Israel	-	2
Italy	-	1
Netherlands	1	-
Norway	-	2
Poland	-	1
Russia	3	4
Spain	-	2
UK	2	-
Ukraine	-	1
Total	12	22

Tab. 4: Number of institutions keeping *Tupinambis teguixin* *sensu lato* per region (ZIMS).

Region	Number of institutions
Africa	1
Asia	1
Europe	12
North America	18
South America	6

**Fig. 7:** The two young *Tupinambis* in the public offspring terrarium in the Terrarium Section at 17th September 2019. Photo: A. Rauhaus.

Molecular analysis

Given the still limited geographical coverage of molecular data, and the wide distribution of rather similar haplotypes according to Murphy et al. (2016), reliably tracing of the geographical origin of the *T. cryptus* held at the Cologne Zoo was not possible at this time. Despite the integrative taxonomic approach of Murphy et al. (2016), which combined molecular and morphological analyses, their taxonomic hypothesis will require further testing. It is important to stress that so far, no evidence from nuclear DNA has been published, but such data would be crucial to confirm that the currently accepted *Tupinambis* species are truly independent evolutionary lineages without widespread hybridization.

Furthermore, it should be taken into account that the mitochondrial genetic divergences between the morphologically cryptic species of tegus are quite low. For example, *T. cryptus* and *T. zuliensis*, in the highly variable ND4 gene, differ by a genetic divergence of only 4.0–5.2% (comparing all available sequences from GenBank to each other), and the most distinctly differentiated *T. cuzcoensis* has a maximum divergence to all other *Tupinambis* of only 8.6%. In the more conserved 16S rRNA gene, the divergences among these species range from 1.0–2.5%, and the more distinctly differentiated *T. quadrilineatus* bears high 16S divergences of 4.2–5.2% to other species within the genus. These levels of divergence in other squamate groups such as skinks, chameleons or geckos rather characterize intraspecific units, i.e. subspecies. As one example of particularly high divergences, Ratsoavina et al. (2012) observed ND4 divergences of up to 9.5% among supposedly conspecific populations of the gecko *Uroplatus phantasticus*, and of up to 3.9% (28 mutations in a 704 bp alignment) among sister phylogroups occurring at neighboring sites in the Ranomafana area, Madagascar. Distances among species of the same group of geckos were as high as 21.7–35.2%, thus almost ten times higher than among species of the *T. teguixin* complex. For COI, a mitochondrial protein-coding gene as ND4, Nagy et al. (2012) assessed average distances of 6.2–13.3% between pairs of sister species in different groups of squamates from Madagascar. Despite these considerations, which could point to intraspecific morphological and molecular variation in *Tupinambis* being larger than assumed by Murphy et al. (2016), and these taxa thus not being valid, we here follow the current taxonomic hypothesis by these authors and assume that all species genetically defined represent valid taxa, probably at species level. This obviously has consequences for conservation, because instead of a widely distributed single species *T. teguixin sensu lato* now rather several range-restricted taxa and conservation units with consequently lower population sizes are involved, which requires reassessment of their conservation status.

Despite mitochondrial DNA sequences apparently being able to differentiate the various *Tupinambis* species (Murphy et al., 2016), it also became evident that this marker alone cannot completely exclude a hybrid origin of the specimens held at Cologne Zoo. The ambiguous morphological character states of these individuals could be explained by a yet incompletely understood extent of intraspecific variation, hybridization or rather point to inconsistent characters without taxonomic significance. Here, only future studies including nuclear genes can help to ultimately confirm species status of the various *Tupinambis* taxa, and define diagnostic markers at the nuclear DNA level, as in crocodiles where such gene sequence or microsatellite genotypes are regularly used to identify purebred individuals to be included in captive breeding programs (e.g. Hauswaldt et al., 2012; Ziegler et al., 2015; Nguyen et al., 2018; Chattopadhyay et al., 2019).

Reproduction

According to Murphy et al. (2016), mating and egg deposition in *T. cryptus* and *T. teguixin* takes place during the dry season, approximately in between February and April. Accordingly, eggs incubate towards the first heavy rains in June or July, with incubation period of 150 to 180 days. The incubation time documented at Cologne Zoo, ranging from 172 to 174 days, well conformed to these previous data. At least in human care, reproduction does not seem to be seasonal, as in Cologne egg depositions were observed both in August (summer) and in December (winter), which agrees with the observations by Köhler & Langerwerf (2000) for *T. teguixin*. At Cologne Zoo we also made the experience that for a successful reproduction, it was beneficial to separate mature individuals for several weeks.

Tupinambis in zoos: conclusions

Our ZIMS and “Zootierliste” analyses revealed only one *Tupinambis* species to be held by zoos in a worldwide scale, viz. *T. teguixin*. However, as our case at the Cologne Zoo has shown, there might be other institutions which keep *T. cryptus* or another of the recently discovered cryptic species or maybe even hybrids but not yet noticed and still being hidden under the name *T. teguixin sensu lato*.

As *Tupinambis* diversity in zoos might be higher as previously thought, we thus recommend re-examination of individuals considering novel data. An unambiguous identification of held tegus is crucial to avoid mispairings and hybridization events. Here, in particular extended genetic analyses will be required in the future, both by the inclusion of *T. matipu* in the existing phylogeny and of nuclear markers to better delimit the various species and to identify hybrids. This underlines the importance of proper identification in particular of cryptic species by the use of modern methods to receive unequivocal results (see also Norman et al., 2018), which is a prerequisite in particular in the frame of conservation breeding projects which aim at subsequent release into the wild (see also Ziegler et al., 2015; Nguyen et al., 2018).

Acknowledgements

We thank Dr. Sandra Marcordes (Cologne Zoo) for taking the blood samples, and Dr. Mona van Schingen (Cologne) as well as Fabian Schmidt (Basel) for commenting on a previous version of the manuscript and thus improving it. Thanks also to the terrarium team of the Cologne Zoo: Joana Kuchenbecker, Christian Niggemann, Rebecca Wolf and Alexander Rosenthal.

Zusammenfassung

Bis vor kurzem galt die Typusart der Teju-Gattung *Tupinambis*, *T. teguixin*, als weitverbreitete Echse in Südamerika. Basierend auf einem integrativ-taxonomischen Ansatz folgerten Murphy et al. (2016), dass *T. teguixin* tatsächlich aus vier kryptischen Arten (*T. teguixin* sowie *T. cryptus*, *T. cuzcoensis* und *T. zuliensis*) besteht. Nachfolgend beschrieben Silva et al. (2018) eine weitere Art, *T. matipu*. Dies dürfte Auswirkungen auf den Schutzstatus von *T. teguixin* haben, da anstatt einer weitverbreiteten, einzelnen Art, *T. teguixin sensu lato* (d.h. im weitesten Sinne), vielmehr mehrere Taxa bzw. Schutzeinheiten mit kleinerer Ausbreitung und demnach geringeren Populationsgrößen existieren. Aus diesem Grund haben wir ein *Tupinambis*-Pärchen, das in der Terrarienabteilung des Kölner Zoos in Deutschland gehalten wird und ursprünglich als *T. teguixin* erhalten wurde, nachzubestimmen versucht. Um einen Überblick über die in Zoos gehaltenen *Tupinambis* zu erhalten, untersuchten wir die in das „Zoological Information Management System“ (ZIMS) eingegebenen Daten sowie die von der Internetseite „Zootierliste“. Demnach ist weltweit lediglich eine *Tupinambis*-Art in Zoos vertreten, nämlich *T. teguixin*. Nach ZIMS wird die Art in mindestens zwölf Institutionen in Europa, in 18 Institutionen in Nordamerika und in sechs Institutionen in Südamerika gehalten. Basierend auf „Zootierliste“ wird nur *T. teguixin* in 22 Zoos im europäischen Großraum gehalten. Da einige der morphologischen Merkmale des im Kölner Zoo gehaltenen *Tupinambis*-Pärchens auf *T. cryptus* zutrafen, andere auf *T. teguixin*, führten wir eine genetische Identifizierung durch. Nach den untersuchten DNA-Sequenzen des mitochondrialen ND4-Gens handelt es sich bei dem im Kölner Zoo gehaltenen Pärchen um *T. cryptus*. Wir berichten hier weiterhin über die erste erfolgreiche Zoo-Nachzucht von *T. cryptus* im Kölner Zoo. Obwohl mitochondriale

DNA-Sequenzen anscheinend dazu geeignet sind, die unterschiedlichen *Tupinambis*-Arten voneinander zu differenzieren, können sie alleine einen Hybridstatus nicht ausschließen. Erst zukünftige Studien mittels nuklearer Gene werden basierend auf diagnostischen nuklearen DNA-Markern klären können, inwiefern die verschiedenen *Tupinambis*-Taxa eigenständige Arten darstellen. Der vorliegende Fall zeigt, dass auch andere Institutionen *T. cryptus* oder eine andere der vor kurzem entdeckten kryptischen Arten – verborgen unter dem Namen *T. teguixin sensu lato* – halten könnten oder vielleicht sogar Hybriden, was aber bis jetzt noch nicht bemerkt worden ist. Eine eindeutige Identifizierung gehaltener Tejus ist ausschlaggebend, um Fehlpaarungen und Hybridisierungen in Zoos zu vermeiden. Zukünftig werden erweiterte genetische Analysen erforderlich sein, zum einen mit *T. matipu* im phylogenetischen Stammbaum, zum anderen basierend auf nuklearen Markern, um die Arten besser differenzieren und Hybriden ausfindig machen zu können. Das unterstreicht die Bedeutung geeigneter, moderner Identifizierungsmethoden insbesondere bei kryptischen Arten, um eindeutige Bestimmungen zu erhalten, was schließlich Grundvoraussetzung insbesondere für Erhaltungszuchtpogramme mit dem Ziel der späteren Auswilderung ist.

References

- Cabana, I., Gardenal, C.N., Chiaravaglio, M. & Rivera, P.C. (2014). Natural hybridization in lizards of the genus *Tupinambis* (Teiidae) in the southernmost contact zone of their distribution range. *Annales Zoologici Fennici*, 51, 340-348.
- Chattopadhyay, B., Garg, K.M., Soo, Y.J., Low, G.W., Frechette, J.L. & Rheindt, F.E. (2019). Conservation genomics in the fight to help the recovery of the critically endangered Siamese crocodile *Crocodylus siamensis*. *Molecular Ecology* <https://doi.org/10.1111/mec.15023>
- Everard, C.O.R. & Boos, H.E.A. (1975). Aspects of the ecology of the lizard *Tupinambis nigropunctatus*. *Journal of the Trinidad and Tobago Field Naturalists Club*, 47, 16-21.
- Fitzgerald, L.A. (2012): Studying and monitoring exploited species. In: McDiarmid, R.W. (ed.) *Reptile Biodiversity: Standard Methods for Inventory and Monitoring*, 323-333. New York: University of California Press.
- Harvey, M.B., Ugueto, G.N. & Gutberlet, R.L. (2012). Review of teiid morphology with a revised taxonomy and phylogeny of the Teiidae (Lepidosauria: Squamata). *Zootaxa*, 3459, 1-156.
- Hauswaldt, J.S., Vences, M., Louis, E., Brennemann, R. & Ziegler, T. (2012). Genetic screening of captive Philippine crocodiles (*Crocodylus mindorensis*) as prerequisite for starting a conservation breeding program in Europe. *Herpetological Conservation and Biology*, 8, 75-87.
- Jarnevich, C.S., Hayes, M.A., Fitzgerald, L.A., Yackel Adams, A.A., Falk, B.G., Collier, M.A.M., Bonewell, L.R., Klug, P.E., Naretto, S. & Reed, R.N. (2018). Modeling the distributions of tegu lizards in native and potential invasive ranges. *Scientific Reports*, 8, 10193.
- Köhler, G. & Langerwerf, B. (2000). Tejus. *Lebensweise, Pflege, Zucht*. Offenbach: Herpeton.
- Kumar, S., Stecher, G. & Tamura, K. (2016). MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 for bigger datasets. *Molecular Biology and Evolution*, 33(7), 1870-1874.
- Murphy, J.C., Jowers, M.J., Lehtinen, R.M., Charles, S.P., Colli, G.R., Peres Jr, A.K., Hendry, C.R. & Pyron, R.A. (2016). Cryptic, sympatric diversity in tegu lizards of the *Tupinambis teguixin* group (Squamata, Sauria, Teiidae) and the description of three new species. *PLoS ONE*, 11: e0158542.
- Nagy, Z.T., Sonet, G., Glaw, F. & Vences, M. (2012). First large-scale DNA barcoding assessment of reptiles in the biodiversity hotspot of Madagascar, based on newly designed COI primers. *PLoS One*, 7: e34506.
- Nguyen, T.T., Ziegler, T., Rauhaus, A., Nguyen, T.Q., Tran, D.T.A., Wayakone, S., Luu, V.Q., Vences, M. & Le, M.D. (2018). Genetic screening of Siamese crocodiles (*Crocodylus siamensis*) in Laos and Vietnam: Identifying purebred individuals for conservation and release programs. *Crocodile Specialist Group Newsletter*, 37, 8-14.
- Norman, A.J., Putnam, A.S. & Ivy, J.A. (2018). Use of molecular data in zoo and aquarium collection management: Benefits, challenges, and best practices. *Zoo Biology*, 2018, 1-13.
- Pyron, R.A., Burbrink, F.T. & Wiens, J.J. (2013). A phylogeny and revised classification of Squamata, including 4161 species of lizards and snakes. *BMC Evolutionary Biology*, 13, 93.
- Pyron, R.A., Reed, R.N., Colston, T.J. & Rochford, M.R. (2019). Morphology and molecular data reveal invasion of cryptic golden tegus (*Tupinambis cryptus* Murphy et al., 2016) in Florida. *BioInvasions Records* 8: 465-470.

- Ratsoavina, F.M., Vences, M. & Louis Jr, E.E. (2012). Phylogeny and phylogeography of the Malagasy leaf-tailed geckos in the *Uroplatus ebenaui* group. African Journal of Herpetology, 61, 143-158.
- Silva, M.B., Ribeiro-Júnior, M.A. & Ávila-Pires, T.C.S. (2018). A new species of *Tupinambis* Daudin, 1802 (Squamata: Teiidae) from Central South America. Journal of Herpetology, 52, 94-110.
- Ziegler, T., Hauswaldt, S. & Vences, M. (2015). The necessity of genetic screening for proper management of captive crocodile populations based on the examples of *Crocodylus suchus* and *C. mindorensis*. Journal of Zoo and Aquarium Research, 3, 123-127.

DER ZOOLOGISCHE GARTEN

Zool. Garten N.F. 87 (2019) 41-44

Zum Lebensalter einiger Limikolen (Aves: Charadriiformes) im Zoo Vivarium Darmstadt

On the longevity of some waders (Aves: Charadriiformes)
at Zoo Vivarium Darmstadt

Frank Velte

Zoo Vivarium Darmstadt, Schnampelweg 5, 64287 Darmstadt

Kurzübersicht

Da nur wenige Angaben zum Lebensalter von einheimischen Limikolen in Menschenobhut vorliegen, werden Daten von Tieren des Zoo Vivarium Darmstadt präsentiert. Ein Stelzenläufer, der im 24. Lebensjahr ist, hat damit einen neuen Altersrekord für seine Art aufgestellt.

Schlüsselwörter: Lebensdauer; *Haematopus ostralegus*; *Vanellus vanellus*; *Tringa totanus*; *Himantopus himantopus*; *Recurvirostra avosetta*

Einleitung

Im Gegensatz zur Vielzahl von Publikationen über einheimische Watvögel (Charadriiformes), auch Limikolen genannt, aus der Feldforschung (z. B. Büttger et al., 2006; Schonert et al., 2014) finden sich nur wenige Angaben über diese Tiergruppe aus der Zootierhaltung. In der tiergärtnerischen Literatur führen Limikolen eher ein Schattendasein, obwohl eine Vielzahl von zoologischen Einrichtungen in Europa Vertreter dieser Vogelordnung halten und züchten. Simpson (2013) führt 17 Arten auf, die in EAZA-Zoos regelmäßig gepflegt werden, von denen wiederum sechs Arten mit deutlich mehr als 100 Individuen vertreten sind. Möglicherweise liegt der Grund für den Mangel entsprechender Publikationen darin begründet, dass zahlreiche einheimische Limikolenarten meist unproblematisch zur Brut schreiten. Schon Ruempler (1971) nahm sich dieses Themas an und berichtete über die damals noch heikle Haltung von Säbelschnäblern im Tierpark Rheine, während Koivisto (1977) die Zuchterfahrungen mit nordischen Limikolen aus dem Zoo Helsinki mitteilte.

* Autor:

E-Mail: frank.velte@darmstadt.de (Frank Velte)

Ebenfalls aus dem Tierpark Rheine publizierte Johann (1998, 2001, 2005) Zucht- und Aufzuchtergebnisse von Kampfläufern sowie Salzert & Schelshorn (1979) solche von Säbelschnäblern. Berenz (1999 a,b, 2009) berichtete über die Vermehrung verschiedener Limikolenarten aus dem Vogelpark Bobenheim-Roxheim. Auch Angaben zum Lebensalter dieser Vögel sind teilweise in den genannten Publikationen zu finden. Nehls (2014) stellte einige Lebensalterangaben zur Verfügung und in der umfangreichen Arbeit von Wasser & Sherman (2010) finden sich ebenfalls Altersdaten von 52 Limikolenarten, davon allerdings nur eine aus der Haltung in Menschenobhut. Im Vergleich zur Vielzahl von Publikationen über Lebensalterangaben aus anderen Tiergruppen, hierbei vorwiegend Säugetiere, gibt es nur wenige konkrete Daten über Altersnachweise oder Haltungsdauern bei Limikolen in Menschenobhut. In der vorliegenden Arbeit sollen Angaben über das Alter, welche Vertreter dieser Vogelgruppe im Zoo Vivarium Darmstadt erreicht haben, präsentiert werden.

Ergebnisse und Diskussion

Austernfischer (*Haematopus ostralegus*)

Diese Art wird seit 1979 im Zoo Vivarium gepflegt. Zumindest ein Vogel wurde damals über den Tierhandel bezogen und lebte bis zum 3.4.2014. Geht man davon aus, dass 1979 auch das Geburtsjahr des Vogels war, wurde das Tier 35 Jahre alt. Nehls (2014) listet als höchst bekanntes Lebensalter 43 Jahre auf. Staav (1998) gibt nach Ringfunden des Euring-Programms ein maximales Lebensalter von 43 Jahren und 4 Monaten bei einem wild lebenden Austernfischer an. Dabei wurde dieses Tier von einem Greifvogel gerissen.

Kiebitz (*Vanellus vanellus*)

Die ersten Kiebitze wurden 1976 im Zoo Vivarium gehalten. Bei Baumaßnahmen am Rande Darmstadts wurden verlassene Gelege entdeckt, in den Zoo überführt und in einer Brutmaschine erbrütet (Koch-Isenburg, 1976). Über den weiteren Werdegang dieser Tiere ist aber nichts bekannt. Kontinuierlich wird diese Art in Darmstadt erst seit 1999 mit der Errichtung der neuen Watvogelanlage gehalten (Velte, 2016). Am 26.8.1999 wurden Kiebitze aus der Nachzucht des NaturZoo Rheine übernommen, die dort zwischen April und Juni desselben Jahres geschlüpft waren (Johann, schriftl. Mitteilung). Einer dieser Vögel lebte bis zum 2.2.2016 und erreichte damit ein Lebensalter von etwa 16 ¾ Jahren. Kiebitze werden im natürlichen Lebensraum durchschnittlich zwei bis drei Jahre alt. Individuen mit 14 Jahren sind schon sehr selten, mit über 20 Jahren die absolute Ausnahme (Kooiker & Buckow, 1997). Dafür nennen die Autoren nur vier belegte Fälle. Als Rekordalter wird 25 ¼ Jahre angegeben (Kooiker & Buckow, 1997). Der Darmstädter Kiebitz erreichte folglich ein sehr hohes Lebensalter.

Rotschenkel (*Tringa totanus*)

Diese Limikolenart wird seit 1999 im Zoo Vivarium gepflegt. Der Bestand gründet sich auf Tiere, die ebenfalls aus der Zucht des NaturZoo Rheine stammen. Zzt. (7. 2019) lebt noch ein Vogel des Anfangsbestands, der im Frühling 1999 schlüpfte (Johann, schriftl. Mitteilung) und damit ein Lebensalter von 20 Jahren hat. Nehls (2014) gibt als bekanntes Maximalalter für Rotschenkel 17 Jahre an, doch erwähnen Fransson et al. (2010) einen Rotschenkel, der 26 Jahre und 11 Monate alt wurde. Ein vom privaten Vogelhalter Ludger Bremehr, Verl, im Jahr 1994 nachgezogener Rotschenkel kam im gleichen Jahr von dort in den NaturZoo Rheine, wo er im

Juli 2019 – also mit einem Alter von 25 Jahren – noch lebte (Johann, schriftl. Mitteilung). Der Darmstädter Rotschenkel hat damit schon jetzt ein ungewöhnlich hohes Lebensalter erreicht.

Stelzenläufer (*Himantopus himantopus*)

Die Haltung dieser Art begann 1994 mit einem Paar, welches aus der Zucht des Tierparks Bochum erworben wurde. Ein Jahr später brütete dieses Paar zum ersten Mal in Darmstadt. Am 21.7.1995 schlüpften vier Küken, von denen zwei nach Erreichen der Geschlechtsreife abgegeben wurden. Die beiden anderen, ein Männchen und ein Weibchen, verblieben im Zoo Vivarium und züchteten mehrfach. Das Männchen musste am 6.7.2016, aus Altersgründen eingeschläfert werden und erreichte damit ein Lebensalter von 21 Jahren und viereinhalb Monaten. Das Weibchen lebt zum Zeitpunkt des Manuskriptabschlusses (Juli 2019) im 24. Lebensjahr. Altersangaben für diese Art sind in der Literatur sehr spärlich. So nennt Nehls (2014) 10 Jahre als maximales Lebensalter und Fransson et al. (2010) geben 10 Jahre und drei Monate an. Allerdings berichtete schon Schenker (1978) aus dem Zoo Basel von einem Tier welches 14 Jahre und zwei Monate alt wurde. Für den Amerikanischen Stelzenläufer (*Himantopus mexicanus*) ist ein Lebensalter von 25 Jahren in Menschenobhut verbürgt (Shannon, 2013), während diese Art im natürlichen Lebensraum nur fünf Jahre alt wird (Wasser & Sherman, 2010). Der noch lebende Stelzenläufer aus dem Zoo Vivarium erreicht somit einen neuen Altersrekord für diese Art.

Säbelschnäbler (*Recurvirostra avosetta*)

Die ersten Vögel dieser Art, die in Darmstadt gehalten wurden, konnten 1979 aus dem Tierhandel erworben werden, doch ist das genaue Ankunftsdatum nicht bekannt. Am 4.6.2002 starb der letzte Vogel dieses Imports. Geht man davon aus, dass 1979 das Geburtsjahr dieses Tieres war, erreichte dieser Säbelschnäbler ein Lebensalter von 23 Jahren. Ein weiterer Vogel dieses Imports lebte $21 \frac{3}{4}$ Jahre. Am 8.11.1991 wurden von einem privaten Züchter weitere halbjährige Säbelschnäbler übernommen. Von diesen Tieren starb am 11.6.2012 ein Individuum mit einem Lebensalter von 21 Jahren, ein weiteres am 13.11.2012 mit $21 \frac{1}{2}$ Jahren. Nehls (2014) gibt als maximales Lebensalter 18 Jahre an, während Fransson et al. (2010) ein Individuum nach Ringfunden mit 27 Jahren und 10 Monaten nachweisen konnten. Wie die Säbelschnäbler im Zoo Vivarium Darmstadt aber zeigen, können diese Tiere auch in Menschenobhut regelmäßig ein Alter von über 20 Jahren erreichen.

Schlussfolgerungen

Wie obenstehend gezeigt wurde, kann eine ganze Reihe von Limikolenarten in Menschenobhut ein Alter von über 20 Jahren erreichen. Selbst im Durchschnitt sollten gehaltene Watvögel deutlich über zehn Jahre alt werden. Dabei gibt es aber artspezifische Unterschiede. So erreichen Säbelschnäbler, Stelzenläufer und vor allem Austernfischer ein durchschnittlich bedeutend höheres Alter als z.B. Kampfläufer, die nur ausnahmsweise ein hohes Alter von 16 oder 17 Jahren erreichen, mit 10 bis 12 Jahren aber schon als „alt“ angesehen werden müssen. Im natürlichen Lebensraum unter Konkurrenzdruck durch Artgenossen und die Bedrohung durch Beutegreifer erreichen die meisten dieser Vogelarten nur eine Lebensspanne von wenigen Jahren (Wasser & Sherman, 2010, Kooiker & Buckow, 1997), obwohl auch im natürlichen Lebensraum Watvögel, wie Austernfischer, Rotschenkel, Kiebitz oder Säbelschnäbler, ein erstaunliches Alter erreichen können (Kooiker & Buckow, 1997, Staav, 1998, Fransson et al., 2010). Wenn die Haltungsbedingungen geeignet sind, sollte das Alter, welches diese Vögel im natürlichen Lebensraum erreichen, auch in Menschenobhut machbar sein oder es sogar noch übertreffen. Daten zu durchschnittlichen

und einzelnen Höchstaltern sind somit auch für die individuelle Tierbestandsplanung sowie für das Konzept eines Zuchtprogramms von großer Bedeutung.

Danksagung

Herrn Achim Johann, NaturZoo Rheine, danke ich für die kritische Durchsicht des Manuskriptes, die Angaben zum Schlupf verschiedener Vögel aus der Rheiner Zucht sowie für wertvolle Literaturhinweise. Herrn Dipl.-Biol. Ruben Holland, Zoo Leipzig, danke ich ebenfalls für wichtige Literatur.

Summary

Only a few data are published about the longevity of European waders in captivity. Therefore some longevity records of these birds from the collection of Zoo Vivarium Darmstadt are given. A black-winged stilt, 24 years old and still alive, reaches a longevity record for this species.

Literatur

- Berenz, R. (1999). Über die Haltung und Zucht von Säbelschnäblern (*Recurvirostra avosetta*). Die Voliere, 22, 367-371.
- Berenz, R. (1999). Über die Haltung und Zucht des Kampfläufers (*Philomachus pugnax*) – Erfahrungsbericht aus dem Vogelpark Bobenheim. Die Voliere, 22, 277-281.
- Berenz, R. (2009). Haltung und Zucht des Europäischen Kiebitz im Vogelpark Bobenheim-Roxheim. Europäische Vogelwelt, 9, 82-90.
- Büttger, H., Thyen, S. & Exo, K.-M. (2006). Nistplatzwahl, Prädation und Schlupferfolg von Rotschenkeln *Tringa totanus* auf der Insel Wangerooge. Vogelwarte, 44, 123-130.
- Fransson, T., Kolehmainen, T., Kroon, C., Jansson, L. & Wenninger, T. (2010). EURING list of longevity records of European birds. Online im Internet. URL: <http://euring.org/data-and-codes/longevity-list> (Access: 15 März 2017).
- Johann, A. (1998). Haltung, Zucht und künstliche Aufzucht von Kampfläufern (*Philomachus pugnax*) im Tierpark Rheine. Zoologischer Garten Neue Folge, 68, 156-166.
- Johann, A. (2001). Hohes Lebensalter und lange Haltungsdauer beim Kampfläufer (*Philomachus pugnax*). Zoologischer Garten Neue Folge, 71, 278.
- Johann, A. (2005). Altersrekord beim Kampfläufer (*Philomachus pugnax*). Zoologischer Garten Neue Folge 75, 266.
- Koch-Isenburg, L. (1976). Der Kiebitz. Vivarium Darmstadt Informationen, 1976 (3), 17-18.
- Koivisto, I. (1977). The breeding and maintenance of some northern European waders. International Zoo Yearbook, 17, 150-153.
- Kooiker, G. & Buckow, C.V. (1997). Der Kiebitz. Wiesbaden: AULA-Verlag.
- Nehls, H.-W. (2014). Ordnung Wat-, Möwen- und Alkenvögel (Charadriiformes). In W. Grummt & H. Streblow (Hrsg.), Zootierhaltung – Tiere in Menschenobhut – Vögel, 289-325. (2. Aufl.). Haan-Gruiten: Verlag Europa-Lehrmittel.
- Ruempler, G. (1971). Erfahrungen mit der Haltung von Säbelschnäblern. Zeitschrift des Kölner Zoos, 14, 111-113.
- Salzert, W. & Schelshorn, D. (1979). Maintaining and breeding avocets (*Recurvirostra avosetta*) at the Rheine Zoo. International Zoo Yearbook, 19, 143-145.
- Schenker, A. (1978). Höchstalter europäischer Vögel im Zoologischen Garten Basel. Ornithologischer Beobachter, 75, 96-97.
- Schonert, B., Byrkjedal, I. & Lislevand, T. (2014). Plumage ornaments in male Northern lapwings *Vanellus vanellus* may not be a reliable indicator of their mating success. Ornis Fennica, 91, 79-87.
- Shannon, S. (2013). Special needs are for Black-necked Stilts (*Himantopus mexicanus*). The Shorebird, 2013, 18-20.
- Simpson, N. (2013). EAZA Charadriiformes TAG Overview. The Shorebird, 2013, 3-4.
- Staav, R. (1998). Longevity list of birds ringed in Europe. Euring Newsletter, 2, 9-17.
- Velte, F. (2016). Von Darmstadts Tiergarten zum Zoo Vivarium. In Wissenschaftsstadt Darmstadt (Hrsg.), 60 Jahre Zoo Vivarium, 11-19. Darmstadt: EAD-Eigenverlag.
- Wasser, D.E. & Sherman, P.W. (2010). Avian longevities and their interpretation under evolutionary theories of senescence. Journal of Zoology, 280, 103-155.

DER ZOOLOGISCHE GARTEN

Zool. Garten N.F. 87 (2019) 45-56

Retrospektive Auswertung von Kotuntersuchungen an Schimpansen (*Pan troglodytes* Blumenbach, 1775) in einem deutschen Zoo

Retrospective analysis of coproscopic examination of
chimpanzees (*Pan troglodytes* Blumenbach, 1775) in a
German zoo

Laura J. Platner^{1*}, Pia Krawinkel², Anja Joachim¹

¹Institut für Parasitologie, Department für Pathobiologie, Veterinärmedizinische Universität Wien,
Veterinärplatz 1, A-1210 Wien, Österreich

²ZOOM Erlebniswelt, Grimberger Allee 3, 45889 Gelsenkirchen

Kurzübersicht

Parasiten können auch in der modernen Zootierhaltung eine bedeutende Rolle für die Tiergesundheit, gelegentlich auch als Zoonoseerreger, spielen. In einer retrospektiven Studie wurde untersucht, welche Parasiten wie häufig im Zeitraum 1992 bis 2016 (n = 378 Proben) bei Schimpansen (*Pan troglodytes*) in der ZOOM Erlebniswelt Gelsenkirchen vorkamen. Es wurden Eier von Nematoden (Ancylostomatidae sowie *Enterobius*, *Trichuris*, *Strongyloides*, *Ascaris* und *Physaloptera*) und Stadien von Protozoen (*Troglodytella*, *Balantidium* und *Entamoeba*) nachgewiesen. *Troglodytella* wurde mit 52,6 % weitaus am häufigsten gefunden, gefolgt von *Balantidium* (10,6 %), *Enterobius* (5,3 %) und *Ascaris* (3,7 %). Jahreszeitlich wiederkehrende Verläufe im Parasitenaufkommen wurden nicht festgestellt. Über die Jahre wurden weniger Arten nachgewiesen und auch die Anzahl der Nachweise nahm ab. *Troglodytella abrasarti* stellte hier die einzige Ausnahme dar, allerdings ist dieser Ziliat nicht unbedingt als Parasit, sondern eher als wirtsspezifischer Kommensale anzusehen und ist bei Schimpansen häufig, vor allem bei solchen in menschlicher Obhut. Der Zoo hat ein etabliertes System der Überwachung, Prophylaxe und Therapie des Parasitenbefalls, so dass viele Parasiten im Untersuchungszeitraum erfolgreich eliminiert werden konnten. In der Vergangenheit wurden aber mehrfach Tiere aus anderen Einrichtungen aufgenommen, woraufhin Parasiten bei diesen und auch bei den etablierten Tieren außerhalb der Quarantäne nachweisbar waren. Maßnahmen, die den erneuten Eintrag von Parasiten eindämmen, sollten daher verstärkt werden.

* Korresp. Autorin:

E-Mail: laupla@web.de (Laura Platner)

Schlüsselwörter: Affen; Primaten; Endoparasiten; *Troglodytella abrassarti*; Koproskopie

Einleitung

Die Lebensraumzerstörung und Trennung einzelner Populationen sowie Jagd und Wilderei haben dazu geführt, dass heute weniger als 300.000 Schimpansen frei in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet leben. Damit ist diese Tierart auf der Roten Liste der International Union for Conservation of Nature (IUCN) als „stark gefährdet“ eingestuft (Humle et al., 2016; Jane Goodall Institut Austria 2017). Modernen Zoos fällt daher eine wichtige Rolle bei der Arterhaltung zu. In der Zootierhaltung kann es jedoch, wie in jeder Tierhaltung, auch zu Infektionen mit diversen Erregern, einschließlich Parasiten, kommen. In einer Querschnittsstudie zu Sektionsbefunden bei in menschlicher Obhut gehaltenen Schimpansen war Parasitenbefall einer der häufigsten Befunde (Kumar et al., 2017).

Neben einem möglichen Einfluss auf die Tiergesundheit ist auch das zoonotische Potenzial einiger Parasiten nicht zu unterschätzen, wie zum Beispiel von *Balantidium coli*, *Strongyloides stercoralis* oder einigen Amöbenarten (Krebs, 2008; Handermann et al., 2012; McLennan et al., 2017). In den letzten Jahrzehnten wurden hinsichtlich der Haltungsbedingungen, Fütterung und Hygiene bei Zootieren große Fortschritte gemacht, die sich auch im Gesundheitszustand der Tiere niederschlagen. Das Gesundheitsmonitoring, vor allem die Überwachung des Parasitenbefalls, spielt dabei eine wesentliche Rolle. Auch die Entwicklung neuer Antiparasitika hat maßgeblich dazu beigetragen, dass der Parasitenbefall bei im Zoo gehaltenen Tieren mittlerweile sehr gut unter Kontrolle ist und daher die Anlagen, in denen Tiere gehalten werden, heute wesentlich naturnaher und abwechslungsreicher gestaltet werden können, ohne dass es zu einer Akkumulation parasitärer Umweltstadien kommt (Loomis, 2018).

Um die Effizienz der Überwachung und Kontrolle von Parasiteninfektionen bei Schimpansen in einem deutschen Zoo über einen längeren Zeitraum zu beurteilen, wurden rückblickend die Daten der Kotuntersuchungen aus der Gesundheitsüberwachung des Zoos aus 24 Jahren ausgewertet. Die Prävalenzen der verschiedenen Parasiten wurden hinsichtlich des Verlaufs über die gesamte Zeit, der Jahreszeit und Ereignissen wie der Einführung neuer Tiere in die Gruppe verglichen.

Diese Arbeit wurde im Rahmen einer Diplomarbeit (Platner, 2018) durchgeführt; die wichtigsten Ergebnisse sind hier zusammengefasst.

Material und Methoden

Schimpansen und deren Haltung

Die ZOOM Erlebniswelt Gelsenkirchen entstand in den Jahren 2000-2006 durch den Umbau des Ruhrzoos. Im Zuge dessen änderten sich auch die Haltung und der Bestand der Schimpansen grundlegend. Dieser Zoo hält seit 1953 Schimpansen. Die Gruppengröße variierte über die Jahre stark. Im untersuchten Zeitraum bewegte sie sich zwischen zwei Tieren zu Beginn und einen Höchststand von zwölf Tieren im Jahr 2010. Insgesamt wurden über den Untersuchungszeitraum 20 Schimpansen in unterschiedlicher Gruppenzusammensetzung im Zoo gehalten. Seit 2006 leben die Tiere auf einer Innenanlage mit 400 m² und einer ausgestalteten Außenan-

lage mit 1136 m². Der Gießharzboden im Innenbereich wird einmal täglich mit Wasser und ggf. Seifenlauge und Bürste gereinigt. Die Parasitenkontrolle erfolgt durch den Einsatz geeigneter Anthelminthika über das Futter nach positivem Befund der koproskopischen Untersuchungen (Helminthen), die unabhängig von klinischen Anzeichen mehrmals im Jahr durchgeführt werden. Nach der Behandlung wird der Erfolg mittels Untersuchung einer weiteren Kotprobe kontrolliert.

Daten

Bei den ausgewerteten Daten handelt es sich um die Befunde der Koproskopie (Flotations- und Auswandlerverfahren) von Schimpansen der ZOOM Erlebniswelt Gelsenkirchen aus den Jahren 1992 bis 2016. In den Jahren 1992-1998 und 2000-2001 wurden insgesamt 1-7 Proben/Jahr untersucht, 2003-2010 11-19 Proben/Jahr und 2011-2016 21-42 Proben/Jahr verteilt auf mehrere Untersuchungszeiträume. 1999 und 2002 wurden keine Proben untersucht. Die Proben stammten zum Teil von Einzeltieren, wobei bei Gruppenhaltung keine individuelle Zuordnung möglich war und mehrere Proben zusammengefasst wurden. Proben wurden über mehrere (üblicherweise drei) Tage genommen und einzeln untersucht. Die Befunde bis einschließlich April 1994 wurden in einem externen Labor ausgewertet. Neuere Befunde wurden vor Ort vom Personal der veterinärmedizinischen Abteilung erhoben. Die vom Zoo aufgezeichneten Daten wurden qualitativ ausgewertet und deskriptiv dargestellt. Es wurde angenommen, dass es über die untersuchte Zeit hinweg zu einer Reduzierung des Parasitenvorkommens bei den Schimpansen kam.

Ergebnisse

Übersicht

Da die Untersuchungen über eine lange Zeit von verschiedenen Personen durchgeführt wurden, wurde angenommen, dass die quantitative Befundung nicht vergleichbar war. Auch waren einige Befunde nicht ausreichend genau zuzuordnen. Daher wurden nur die Ergebnisse in die retrospektive Analyse aufgenommen, in denen die Bestimmung der Parasiten ausreichend genau war. So ergaben sich aus den Befunden elf Parasitenkategorien unterschiedlicher Differenzierungsgrade, wobei hierfür „*Necator*“, „*Ancylostoma*“, „*Trichostrongyliden*“ und „*Hakenwürmer*“ zu „*Ancylostomatidae*“ zusammengefasst wurden, ebenso „*Enterobius*“, „*Oxyuris*“ und „*Passalurus*“ zu „*Oxyuridae*“. „Larven“ und „Protozoen“ (als Kategorien ohne weitere Differenzierung), wurden nicht berücksichtigt.

Von den insgesamt 378 gesammelten Kotproben waren 248 (65,6 %) positiv für mindestens ein Parasitenstadium im Flotations- oder Auswandlerverfahren, dabei war *Troglodytella abrasarti* mit 52,6 % weitaus am häufigsten, gefolgt von *Balantidium* sp. (10,6 %). Von den Helminthen waren die häufigsten Befunde *Enterobius* sp. (5,3 %) und *Ascaris* sp. (3,7 %) (Abb. 1).

Im Verlauf der Untersuchungsjahre ging der Parasitenbefall mit Ausnahme von *T. abrasarti* tendenziell zurück. Dieser Einzeller trat im Jahr 2000 erstmals auf und blieb ab 2003 auf gleichbleibend hohem Niveau, während alle anderen Parasiten ab dieser Zeit seltener auftraten (Abb. 2). Im Frühjahr und Herbst war der relative Anteil der positiven Proben etwas höher als im Sommer und Winter, was maßgeblich auf die hohe Rate *T. abrasarti*-positiver Proben zurück-

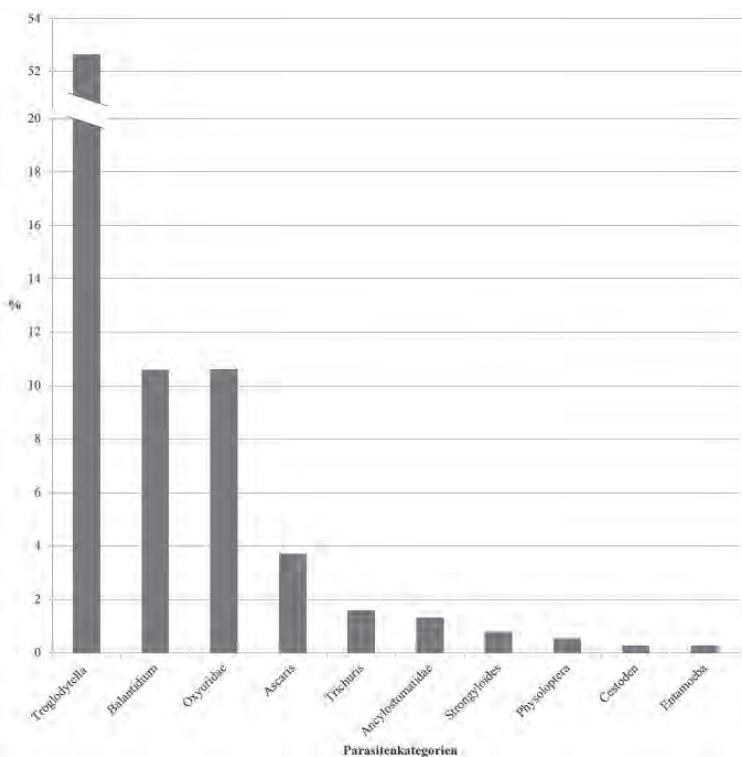


Abb. 1: Anteil an positiven Kotproben ($n = 378$) in %, verteilt auf verschiedene Parasitenkategorien.

zuführen war (Tab. 1). Im Jahresverlauf konnte jedoch aufgrund der jährlichen Schwankungen kein wiederkehrendes Muster bestimmt werden.

Zeitlicher Verlauf der Nachweise einzelner Parasiten

Änderungen in der Gruppenzusammensetzung beeinflussten die Ausscheidung von Parasitenstadien, wenn Tiere aus einem anderen Zoo aufgenommen wurden. Am eindeutigsten war dies für *T. abrassarti* festzustellen. Dies war der mit Abstand am häufigsten nachgewiesene Endoparasit; er trat ab dem Jahr 2000 wiederkehrend auf (Abb. 2), erstmalig bei der Gruppe der männlichen Tiere (Gruppe 1). Die Prävalenzen schwankten von 20-94 % ohne erkennbare Abnahme. Der nächste Nachweis erfolgte 2003, ebenfalls bei Gruppe 1, diesmal in sechs von 14 Proben (42,9 %). 2004 wurde er im Frühjahr in Gruppe 2 (zwei Weibchen) und Gruppe 1 nachgewiesen, bis 2006 nur noch bei den Männchen (Gruppe 1). Im Jahr 2006 kam eine Gruppe neuer Schimpansen in den Zoo (Gruppe 3), die in der Quarantäne bereits begannen, *T. abrassarti* auszuscheiden. Kurze Zeit später konnte bei den weiblichen Tieren, die schon vorher im Zoo gewesen waren (Gruppe 2), nach zwei Jahren Abwesenheit des Einzellers wieder ein Nachweis erbracht werden. Im Jahr 2008 wurden die Gruppen 2 und 3, nachdem sie zwischenzeitlich zu-

sammen im Gehege waren, wieder getrennt. In diesem Jahr waren die Kotproben beider Gruppen im Frühjahr positiv und im Herbst negativ. Ab dem Frühjahr 2009 schieden beide Gruppen regelmäßig *T. abrassarti* aus. 2016 wurde eine vierte Gruppe von zwei Tieren eingeführt, die ebenfalls *T. abrassarti* ausschieden. Gruppe 1 hatte den Zoo bereits 2007 verlassen.

Ähnlich verhielt es sich bei den Balantidien, die 2003 erstmalig nachgewiesen wurden, 2008–2015 aber nicht mehr; bis sie wieder bei der im Jahr 2016 neu eingeführten Gruppe 4 und anschließend auch bei der bereits etablierten Gruppe nachgewiesen wurden. Andere Einzeller (*Entamoeba* sp.) wurden nur sporadisch nachgewiesen.

Helminthen wurden insgesamt in geringerer Prävalenz diagnostiziert als Protozoen. Pfrummenschwänze (Oxyuridae) traten von Beginn der Untersuchungen 1992 bis Anfang 2009 immer wieder auf und danach erst wieder 2016 (Tab. 2) mit der Einführung von Gruppe 4. Ähnlich wurden Spulwürmer der Gattung Ascaris, Peitschenwürmer (*Trichuris* sp.) und Hakenwürmer (Familie Ancylostomatidae) bis 2008 sporadisch gefunden, danach bis 2014 bzw. 2015 nicht mehr (Tab. 2). *Trichuris* sp. wurden 2016 bei allen Gruppen gefunden, nachdem zwei neue Schimpansen in den Zoo gekommen waren. Andere Helminthen (Nematoden der Gattungen *Strongyloides* und *Physaloptera* sowie nicht weiter bestimmte Cestoden) wurden nur in Einzelfällen nachgewiesen (Tab. 2).

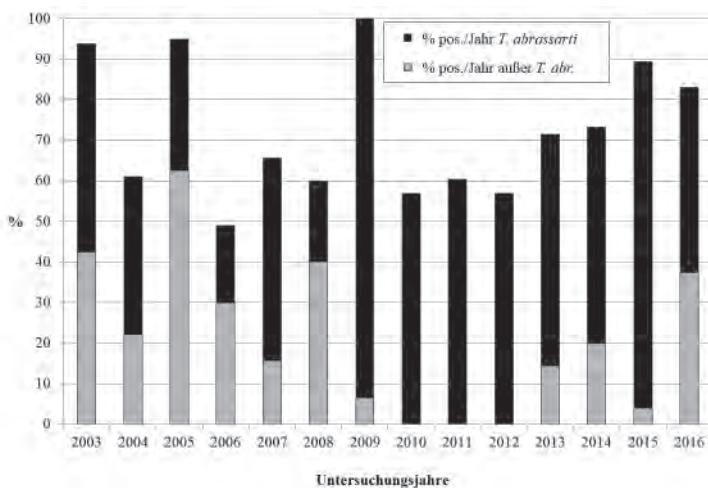


Abb. 2: Prävalenz der positiven Kotproben (schwarz: *T. abrassarti*, grau: alle anderen Parasiten kumuliert) 1992–2016. Leere Bereiche: keine/keine positive Probe, vgl. Tab. 2.

Tabelle 1: Anteil positiver Proben insgesamt und für *T. abrassarti* nach Jahreszeiten.

	N Proben	Positiv gesamt [%]	Positiv <i>T. abrassarti</i> [%]
Frühjahr (März – Mai)	74	51 [68.9]	44 [59.5]
Sommer (Juni – August)	77	47 [61.0]	35 [45.5]
Herbst (September – November)	101	72 [71.3]	58 [57.4]
Winter (Dezember – Februar)	126	78 [61.9]	62 [49.2]

Tab. 2: Nachweise verschiedener Parasiten in einzelnen Jahren. Jahre, in denen nicht untersucht wurde/keine Proben positiv waren, sind nicht dargestellt.

Diskussion

Diese retrospektive Studie sollte einen Überblick darüber geben, welche Parasiten bei Schimpansen in der ZOOM Erlebniswelt Gelsenkirchen zwischen 1992 und 2016 festgestellt wurden. Insbesondere wurde untersucht, ob sich der Verlauf der Parasiteninfektionen über diesen relativ langen Zeitraum, in dem auch verschiedene Kontrollmaßnahmen, wie die Anwendung von Anthelminthika zur Therapie eines nachgewiesenen Befalls, sowie die Übersiedelung in eine neue Anlage und die Aufnahme von Affen aus anderen Zoos stattgefunden hatten, verändert hatte. Für die ersten Jahre konnte eine starke Schwankung in den mittleren Befallsraten gezeigt werden, wobei die Anzahl untersuchter Proben pro Jahr ($n = 2-5$) recht gering war. Ein verzerrender Effekt bei der Auswertung durch die wechselnden, insgesamt steigenden Frequenzen der Kotuntersuchungen muss bei der Beurteilung der Prävalenzen positiver Proben einzelner Jahre mit in Betracht gezogen werden. Ab den 2000er Jahren pendelte sich die Häufigkeit der positiven Kotproben zwar in einem Bereich ein, der meist zwischen 60 und 70 % lag, allerdings fand eine wesentliche Veränderung bei den Befunden einzelner Parasiten statt. Der Großteil der positiven Kotproben war bei den späteren Untersuchungen durch den Nachweis von *T. abrassarti* begründet, während andere Parasiten nur noch selten vorkamen. Die ZOOM Erlebniswelt Gelsenkirchen, von der die zur Verfügung gestellten Daten stammen, führt seit vielen Jahren eine gezielte Parasitenkontrolle durch, wobei jedes Jahr mehrfach nach einem festen Plan, sowie bei klinischer Auffälligkeit, Kotproben der Tiere parasitologisch untersucht werden, die Behandlung abgestimmt auf die Diagnose erfolgt und der Erfolg der Behandlung anschließend kontrolliert wird. Mit der Probennahme zweimal jährlich über fünf aufeinanderfolgende Tage sind die Empfehlungen der Association of Zoos and Aquariums für die Überwachung des Parasitenstatus von Schimpansen im Zoo mehr als erfüllt (AZA Ape TAG 2010). Durch die Kombination der Behandlung mit der täglichen Reinigung der Anlage wird die Infektionskette offenbar zumindest im Innenbereich zuverlässig unterbrochen. Dies erklärt, warum sich auch direkt übertragene Nematoden nicht längerfristig in der Haltung etablieren konnten. Zwischen zwei Funden einer Parasitenart lagen meist mehrere Jahre. Die lediglich sporadischen Funde von Helminthen, die einen Zwischenwirt benötigen, wie Cestoden oder *Physaloptera* sp. (Ordnung Spirurida), zeigen, dass auch die Kontrolle von Zwischenwirten auf der Anlage ausreichend ist.

Einen deutlichen Effekt auf das Wiederauftreten von Parasiten hatte die Aufnahme neuer Tiere aus anderen Zoos. Parasiten, die zuvor mehrere Jahre nicht diagnostiziert worden waren, traten nach der Eingliederung neuer Gruppen (Gruppe 3 und Gruppe 4) und der temporären Zusammenführung von Gruppe 2 und Gruppe 3 wieder auf. Da parasitäre Dauerstadien vor allem in naturnahen Anlagen kaum zu eliminieren sind, stellt die Quarantäne mit gründlicher Untersuchung und notwendiger gezielter antiparasitärer Therapie die wichtigste Maßnahme zur Verhinderung der (erneuten) Einschleppung von Parasiten in einen freien Bestand dar. Während eine Reihe von Darmprotozoen wie *Giardia* sp., *Cryptosporidium* sp., *Cystoisospora* (syn. *Isospora*) sp. oder *Entamoeba* sp. bei Schimpansen als Durchfallerreger beschrieben sind (Rijpstra, 1967; Acha & Szyfres 2003; Gonzalez-Moreno et al., 2013; Drakulovski et al., 2014; Debenham et al., 2015), wird *T. abrassarti* als wenig pathogener Darmkommensale angesehen, gegen den in der Regel nicht vorgegangen werden muss. *T. abrassarti* scheint bei Schimpansen in menschlicher Obhut häufiger zu sein als *in situ*; stärkere Nahrung, wie sie in Zoos angeboten wird, soll die Besiedelung des Verdauungstrakts begünstigen (Pomajbíková et al., 2010a; Pomajbíková et al., 2010b). Auch in der vorliegenden Studie wurde *T. abrassarti* seit seinem ersten Auftreten dauerhaft mit hohen Prävalenzen (im Durchschnitt 52.6 %) nachgewiesen. Es handelt sich um eine wirtsspezifische Art, die keine bekannten Umweltstadien bildet (Modrý et al., 2009), daher vermutlich durch direkten Kontakt übertragen wird und durch Umwelthygiene-Maßnahmen entsprechend kaum beeinflussbar ist. Die Frage, warum *T. abrassarti* im Jahr 2000

plötzlich auftrat, ohne dass neue Tiere in den Bestand eingeführt worden waren, kann rückblickend kaum beantwortet werden. Es ist möglich, dass Schimpansen vorher schon Träger waren, aber jahrelang keine Stadien ausschieden, oder dass sich die Fütterung so verändert hatte, so dass *T. abrassarti* häufiger nachweisbar war.

Im Gegensatz zu *T. abrassarti* bilden Vertreter der Gattung *Balantidium* resistente Umweltstadien (Zysten) und kommen auch bei Menschen vor, wobei das tatsächliche Zoonosepotenzial nicht ganz geklärt ist. Ob Schimpansen empfänglich sind für zoonotische *Balantidium coli* (syn. *Neobalantidium coli*; Pomajbíková et al., 2013) oder ob nicht vielmehr bei Affen in menschlicher Obhut ein Zyklus mit Ratten als Reservoir existiert, ist ungeklärt; Balantidien sind bei freilebenden Schimpansen nicht bekannt und erst seit den 1970er Jahren bei Tieren menschlicher Obhut nachgewiesen, wobei der Befall oft klinisch inapparent bleibt, allerdings auch zu einer Typhlokolitis führen kann (Kim et al., 1978; Lim et al., 2008; Pomajbíková et al. 2010a, 2010b; Drakulovski et al., 2014). Falls evidenzbasierte oder genetische Studien auf eine zoonotische Übertragung hinweisen, gilt *Balantidium* bei Schimpansen im Zoo sicher als bekämpfungswürdig. Ähnliches gilt für *Cyclospora* sp., der ebenfalls ausschließlich bei Schimpansen in menschlicher Obhut beschrieben ist (Debenham et al., 2015; Marangi et al., 2015), was auf eine anthropozoonotische Übertragung schließen lässt. Allerdings kommen *Cyclospora*-Infektionen bei Menschen in Europa nicht endemisch vor (ECDC 2017) und daher ist in europäischen Zoos mit diesem Erreger bei Primaten nicht zu rechnen. Wechselseitige Übertragung weiterer Protozoen wie *Cystoisospora belli*, *Cryptosporidium* spp. oder *Giardia* spp. zwischen Menschen und anderen Primaten ist denkbar, da diese Parasiten bei Schimpansen nachgewiesen wurden (Mayers & Kuntz 1972; Gunasekera et al., 2012; Sa et al., 2013), allerdings belegen die bisherigen Studien keine genaue Art- oder Genotypisierung, die diese Annahme unterstützt.

Während Amöben (identifiziert als *Entamoeba coli*) in der vorliegenden Studie nur einmal gefunden wurden, sind Arten der Gattung *Entamoeba* häufig bei Freilandpopulationen zu finden (Muehlenbein, 2005; Akpan et al. 2010; Drakulovski et al., 2014; Deere et al., 2019).

Zweiwirtige Helfminthen sind in der Primatenhaltung in Zoos aufgrund ihres Lebenszyklus von untergeordneter Bedeutung, da die Tiere in Außengehegen nur begrenzten und in Innenräumen gar keinen Zugang zu Zwischenwirten haben sollten. Einzelne Funde eines nicht näher bestimmten Cestodeneis bzw. Spirurideneis könnten auch auf eine Kontamination mit Nagerkot hindeuten. Allerdings ist *Physaloptera* sp. auch als Parasit freilebender Schimpansen beschrieben (Murray et al., 2000). Einwirtige Nematodenarten sind dagegen, ähnlich wie viele gastrointestinale Protozoen, aufgrund ihrer resistenten Umweltstadien schwieriger zu kontrollieren. Bei massivem Befall des Magen-Darm-Trakts mit Rundwürmern können die Affen gesundheitlich beeinträchtigt sein, vor allen durch pathogene Vertreter wie hämatophage Hakenwürmer (Mapua et al., 2017), Knötchenwürmer der Gattung *Oesophagostomum* (Petrzelková et al., 2010; Polderman & Blotkamp, 1995; van Lieshout et al., 2005), dem Madenwurm *Enterobius* sp. (Toft, 1982; Krief et al., 2010; Kumar et al., 2017) oder dem Peitschenwurm *Trichuris* sp. (Toft, 1982; Drakulovski et al., 2014). Der Zwerghadenwurm *Strongyloides* führt bei massivem Befall zu Erkrankungen mit Gewichtsabnahme und Verdauungsstörungen (Brack, 1987; Sa et al., 2013). *Ascaris* sp. (Toft, 1982) und *Capillaria* sp. (Graczyk et al., 1999; Metzger, 2014) können zu einer für Schimpansen potenziell tödlichen Hepatitis führen. Auch unter den Nematoden der Schimpansen sind einige Arten mögliche oder nachgewiesene Zoonoseerreger (Brack, 1987; McLennan et al., 2017).

Die im untersuchten Zoo regelmäßig gefundenen Nematodengattungen beschränkten sich auf Vertreter der Pfriemenschwänze (*Enterobius* sp.) und Spulwürmer (*Ascaris* sp.); Peitschenwürmer, Zwerghadenwürmer und Hakenwürmer wurden nur selten oder sporadisch entdeckt. Befunde wie „Larven“ deuten auf weitere mögliche Nachweise von *Strongyloides* sp. hin, allerdings ließ ich das nachträglich nicht verifizieren. Oxyuriden gelten als häufige Nematoden bei

Schimpansen in menschlicher Obhut (Kumar et al., 2017) und sind auch in wildlebenden Populationen zu finden (Krief et al., 2010; Petrzeková et al., 2010), allerdings gibt es keine eindeutige Übereinstimmung der Arten (Petrzelková et al., 2010), so dass eine anthropozoonotische Infektion von Schimpansen im Zoo (und damit auch die Möglichkeit der umgekehrten Übertragung) in Betracht gezogen werden muss. *Ascaris* sp. sind bei Schimpansen sowohl im Freiland (Gillespie et al., 2010) wie in menschlicher Obhut (Dawet, 2013) beschrieben und scheinen in letzterer häufiger zu sein (Mbaya & Udendeye, 2011). Im Kopenhagener Zoo wurde bei Schimpansen der Schweinespulwurm *Ascaris suum* nachgewiesen. Es ist durchaus denkbar, dass es zu Verschleppungen der überaus resistenten und langlebigen Eier aus dem Kot infizierter Schweine in Zoohaltungen kommen kann, die eine Infektionsquelle für Primaten darstellen (Nejsum et al., 2006). *Trichuris* sp. ist auch bei *in situ* lebenden Schimpansenpopulationen beschrieben (Gillespie et al., 2010; Drakulovski et al., 2014). Die taxonomische Zuordnung der etwa einhundert derzeit bekannten *Trichuris*-Arten gilt als schwierig und die Übertragung zwischen verschiedenen Wirtsspezies ist ungeklärt (Cavallero et al., 2019). Eine Infektion von Schimpansen in Zoos ist also denkbar, obgleich auch der murine Peitschenwurm *Trichuris muris*, wie auch andere Nagerparasiten, ein nicht zu unterschätzendes Potenzial des Pseudoparasitismus aufweist.

Schlussfolgerung

Zusammenfassend ist festzustellen, dass das Parasitenpektrum der untersuchten Schimpansen im Vergleich zu wildlebenden Populationen eingeschränkt war und dass die Prävalenzen der vorhandenen Parasiten, vor allem der Nematoden, über die Jahre deutlich reduziert werden konnten. Eine Ausnahme bildet *T. abrassarti*, der aber keine zoonotische und nach heutigem Kenntnisstand auch keine gesundheitliche Bedeutung für die Tiere hat. Die Einführung von Tieren aus anderen Zoos war in mehreren Fällen mit dem Wiederauftreten von Parasiten korreliert. Quarantänemaßnahmen müssen daher auf diese Problematik abgestimmt sein. Insbesondere ist darauf zu achten, dass Umweltstadien von Parasiten aus dem Kot befallener Tiere nicht weiterverbreitet werden. Grundsätzlich dürfen Tiere erst aus der Quarantäne entlassen werden, wenn die Kotuntersuchung negativ ist, wobei die geringe Sensitivität der Koproskopie verhindert, dass eine Infektion in allen Fällen damit nachzuweisen ist. Bei erneutem Befall sollten entsprechende therapeutische Maßnahmen getroffen werden. Die vollständige Beseitigung von parasitenhaltigem Kot und die chemische oder physikalische Inaktivierung parasitärer Umweltstadien sind insbesondere in naturnah gestalteten Gehegen nicht möglich, so dass sich die Kontrolle von Parasiteninfektionen auf die oben genannten Maßnahmen beschränkt. Gegebenenfalls ist es sinnvoll, die Tierpfleger auf das konkrete zoonotische Potenzial von Parasiten (Scott, 2008) hinzuweisen. Eine anthropozoonotische Übertragung einiger Parasiten von Menschen auf Schimpansen ist denkbar, jedoch aufgrund der geringen Befallsraten humarer Patienten in Mitteleuropa wohl eher selten. Trotz der in manchen Fällen eingeschränkten Aussagekraft der Koproskopie ist die regelmäßige Kotuntersuchung eine unverzichtbare Entscheidungshilfe für ein effektives Parasitenmanagement. Wirtsspektren und Übertragungswege können in Fällen, in denen entsprechende Daten bereits vorliegen, gegebenenfalls mithilfe molekularer Analysen aufgeklärt werden.

Summary

Even in modern zoo animal management parasites can play a significant role for animal health and occasionally as zoonotic pathogens. In a retrospective study the occurrence and

prevalence of parasites of chimpanzees (*Pan troglodytes*) in the ZOOM Erlebniswelt Gelsenkirchen from 1992 to 2016 (n=378 samples) were analysed. Nematode eggs (Ancylostomatidae well as *Enterobius*, *Trichuris*, *Strongyloides*, *Ascaris* und *Physaloptera*) and protozoan stages (*Troglodytella*, *Balantidium*, *Entamoeba*) were detected. *Troglodytella* was by far the most common finding (52.6%), followed by *Balantidium* (10.6%), *Enterobius* (5.3%) and *Ascaris* (3.7%). Recurrent seasonal variations in the occurrence of parasites were not observed. The number of species and the infection rates decreased over time. The only exception was *Troglodytella abrassarti*, which is presumed to be a commensal rather than a parasite of the gastrointestinal tract of chimpanzees and frequently occurs especially in chimpanzees in captivity. The examined zoological garden has a well working system of monitoring, prophylaxis and therapy of parasite infections. During the evaluated period, the majority of parasites could successfully be eliminated. However, in the past animals were repeatedly introduced from other zoos, and subsequently parasites could be found in their faeces as well as in those of the established animals outside the quarantine within a short time. Measures to reduce the reintroduction of parasites should be enforced.

Literatur

- Acha, P.N. & Szyfres, B. (2003). Parasitoses (3. Aufl.). Washington, DC: Pan American Health Organization.
- Akpan, P.A., Abraham, J.T. & Ekwetiong, P.O. (2010). Survey of gastro-intestinal parasites of chimpanzees and drill monkeys in Drill Ranch, Calabar, Cross River State-Nigeria. African Research Review, 4, 334-340.
- AZA Ape TAG (2010). Chimpanzee (*Pan troglodytes*) care manual. Silver Spring, MD: Association of Zoos and Aquariums.
- Brack, M. (1987). Agents Transmissible from Simians to Man. Springer, Berlin, Heidelberg: Springer.
- Cavallero, S., Nejsum, P., Cutillas, C., Callejón, R., Doležalová, J., Modrý, D. & D'Amelio, S. (2019). Insights into the molecular systematics of *Trichuris* infecting captive primates based on mitochondrial DNA analysis. Veterinary Parasitology, 272, 23-30.
- Dawet, A. (2013). Survey of gastrointestinal parasites of non-Human primates in Jos zoological garden. Journal of Primatology, 2, 1-3.
- Debenham, J.J., Atencia, R., Midtgård, F. & Robertson, L.J. (2015). Occurrence of *Giardia* and *Cryptosporidium* in captive chimpanzees (*Pan troglodytes*), mandrills (*Mandrillus sphinx*) and wild Zanzibar red colobus monkeys (*Procolobus kirkii*). Journal of Medical Primatology, 44, 6065.
- Deere, J.R., Parsons, M.B., Lonsdorf, E.V., Lipende, I., Kamenya, S., Collins, D.A., Travis, D.A. & Gillespie, T.R. (2019). *Entamoeba histolytica* infection in humans, chimpanzees and baboons in the Greater Gombe Ecosystem, Tanzania. Parasitology, 146, 1116-1122.
- Drakulovski, P., Bertout, S., Locatelli, S., Butel, C., Pion, S., Mpoudi-Ngole, E., Delaporte, E., Peeters, M. & Mallie, M. (2014). Assessment of gastrointestinal parasites in wild chimpanzees (*Pan troglodytes troglodytes*) in southeast Cameroon. Parasitology Research, 113, 2541-2550.
- ECDC 2017. European Center for Disease Control. *Cyclospora* infections in European travellers returning from Mexico. <https://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/documents/rapid-risk-assessment-cyclospora-infections-in-travellers-to-Mexico-21-july-2017.pdf>. Aufruf: 1.11.2018.
- Gillespie, T.R., Lonsdorf, E.V., Canfield, E.P., Meyer, D.J., Nadler, Y., Raphael, J., Pusey, A.E., Pond, J., Pauley, J., Mlengeya, T. & Travis, D.A. (2010). Demographic and ecological effects on patterns of parasitism in eastern chimpanzees (*Pan troglodytes schweinfurthii*) in Gombe National Park, Tanzania. American Journal of Physical Anthropology, 143, 534-544.
- Gonzalez-Moreno, O., Hernandez-Aguilar, R.A., Piel, A.K., Stewart, F.A., Gracenea, M., Moore, J. (2013). Prevalence and climatic associated factors of *Cryptosporidium* sp. infections in savanna chimpanzees from Ugalla, Western Tanzania. Parasitology Research, 112, 393-399.
- Graczyk, T.K., Lowenstine, L.J. & Cranfield M.R. (1999). *Capillaria hepatica* (Nematoda) infections in human-habituuated Mountain Gorillas (*Gorilla gorilla beringei*) of the Parc National de Volcans, Rwanda. Journal of Parasitology, 85, 1168-1170.
- Gunasekera, U.C., Wickramasinghe, S., Wijesinghe, G. & Rajapakse, R.R.V.J. (2012). Gastrointestinal parasites of captive primates in the national zoological gardens of Sri Lanka. Taprobanica, 4, 3741.

- Humle, T., Maisels, F., Oates, J.F., Plumptre, A. & Williamson, E.A. (2016). *Pan troglodytes* (errata version published in 2016). The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T15933A129038584. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T15933A17964454.en>. Aufruf 13.08.2019.
- Jane Goodall Institut Austria (2017). Über Schimpansen. <http://www.janegoodall.at/schimpansen/uber-schimpanesen/>, Aufruf 07.04.2018.
- Kim, J.C.S., Abec, C.R. & Wolf, R.H. (1978). Balantidiosis in a chimpanzee (*Pan troglodytes*). Laboratory Animals, 12, 231-233.
- Krebs, E. (2008). Primatenhaltung im Zoo. Fürth: Filander-Verlag.
- Krief, S., Vermeulen, B., Lafosse, S., Kasenene, J.M., Nieguitila A., Berthelemy, M., L'Hostis, M., Bain, O. & Guillot J. (2010). Nodular worm infection in wild chimpanzees in Western Uganda. A risk for human health? PLoS Neglected Tropical Diseases, 3, e630.
- Kumar, S., Laurence, H., Owston, M.A., Sharp, R.M., Williams, P., Lanford, R.E., Hubbard, G.B. & Dick, E.J. Jr. (2017). Natural pathology of the captive chimpanzee (*Pan troglodytes*): A 35-year review. Journal of Medical Primatology, 46(5), 271-290.
- Lim, Y.A.L., Ngui, R., Shukri, J., Rohela, M. & Mat Naim, H.R. (2008). Intestinal parasites in various animals at a zoo in Malaysia. Veterinary Parasitology, 157, 154-159.
- Loomis, M.R. (2018). Preventive Medicine for Zoo Animals. MSD Veterinary Manual. <https://www.msdvetmanual.com/exotic-and-laboratory-animals/zoo-animals/preventive-medicine-for-zoo-animals>. Aufruf: 1.11.2018.
- Mapua, M.I., Pafčo, B., Burgunder, J., Profousová-Pšenková, I., Todd, A., Hashimoto, C., Qablan, M.A., Modrý, D. & Petrželková, K.J. (2017). No impact of strongylid infections on the detection of *Plasmodium* spp. in faeces of western lowland gorillas and eastern chimpanzees. Malaria Journal, 16(1) 175, 1-6
- Marangi, M., Koehler, A.V., Zanzani, S.A., Manfredi, M.T., Brianti, E., Giangaspero, A. & Gasser, R.B. (2015). Detection of *Cyclospora* in captive chimpanzees and macaques by a quantitative PCR-based mutation scanning approach. Parasites & Vectors, 8, 274, 1-5.
- Mbaya, A.W. & Udeneye, U.J. (2011). Gastrointestinal parasites of captive and free-roaming primates at the Afi mountain primate conservation area in Calabar, Nigeria and their zoonotic implications. Pakistan Journal of Biological Sciences, 14, 709-714.
- McLennan, M.R., Hasegawa, H., Bardi, M. & Huffman, M.A. (2017). Gastrointestinal parasite infections and self-medication in wild chimpanzees surviving in degraded forest fragments within an agricultural landscape mosaic in Uganda. PLoS One, 12(7), e0180431.
- Metzger, S. (2014). Gastrointestinal helminth parasites of habituated wild chimpanzees (*Pan troglodytes verus*) in the Tai NP, Côte d'Ivoire – including characterization of cultured helminth developmental stages using genetic markers. Berlin: Dissertation, Freie Universität Berlin, Veterinärmedizinische Fakultät.
- Modrý, D., Petrželková, K.J., Pomajbíková, K., Tokiqa, T., Křížek, J., Imai, S., Vallo, P., Profousová, I. & Šlapeta, J. (2009). The occurrence and ape-to-ape transmission of the entodiniomorphid ciliate *Troglodytella abrassarti* in captive gorillas. Journal of Eukaryotic Microbiology, 56, 83-87.
- Muehlenbein, M.P. (2005). Parasitological analyses of the male chimpanzees (*Pan troglodytes schweinfurthii*) at Ngogo, Kibale National Park, Uganda. American Journal of Primatology, 65, 167-179.
- Murray, S., Boudreau, B. & Goodall, J. (2000). Intestinal parasites of baboons (*Papio cynocephalus anubis*) and chimpanzee (*Pan troglodytes*) in Gombe National Park. Journal of Zoo and Wildlife Medicine, 3, 176-178.
- Nejsum, P., Grondahl, C. & Murrell, K.D. (2006). Molecular evidence for the infection of zoo chimpanzees by pig *Ascaris*. Veterinary Parasitology, 139, 203-210.
- Petrzelková, K.J., Hasegawa, H., Appleton, C.C., Huffman, M.A., Archer, C.E., Moscovice, L.R., Mapua, M.I., Singh, J. & Kaur, T. (2010). Gastrointestinal parasites of the chimpanzee population introduced onto Rubondo Island National Park, Tanzania. American Journal of Primatology, 72, 307-316.
- Platner, L.J. (2018). Retrospektive Auswertung von Kotuntersuchungen an Schimpansen (*Pan troglodytes*) in der ZOOM Erlebniswelt Gelsenkirchen 1992 bis 2016. Wien: Diplomarbeit, Veterinärmedizinische Universität Wien.
- Polderman, A.M. & Blotkamp, J. (1995). *Oesophagostomum* infections in humans. Parasitology Today 11, 451-456.
- Pomajbíková, K., Petrželková, K.J., Profousová, I., Petrášová, J. & Modrý, D. (2010a). Discrepancies in the occurrence of *Balantidium coli* between wild and captive African great apes. Journal of Parasitology, 96, 1139-1144.
- Pomajbíková, K., Petrželková, K.J., Profousová, I., Petrášová, J., Kisidayová, S., Varádyová, Z. & Modrý, D. (2010b). A survey of entodiniomorphid ciliates in chimpanzees and bonobos. American Journal of Physical Anthropology, 142(1), 42-48.
- Pomajbíková, K., Oborník, M., Horák, A., Petrželková, K.J., Grim, J.N., Levecke, B., Todd, A., Mulama, M., Kiyang, J. & Modrý, D. (2013). Novel insights into the genetic diversity of *Balantidium* and *Balantidium*-like cyst-forming ciliates. PLoS Neglected Tropical Diseases, 7, e2140.
- Rijpstra, A.C. (1967). Sporocysts of *Isospora* sp. in a chimpanzee (*Pan troglodytes*, L.). Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen. Series C. Biological and medical sciences, 70, 395-401.

- Sa, R.M., Petrášová, J., Pomajbíková, K., Profousová, I., Petrželková, K.J., Sousa, C., Cable, J., Bruford, M.W. & Modrý D. (2013). Gastrointestinal symbionts of chimpanzees in Cantanhez National Park, Guinea-Bissau with respect to habitat fragmentation. American Journal of Primatology, 75, 1032-1041.
- Scott, M.E. (2008). *Ascaris lumbricoides*. A review of its epidemiology and relationship to other infections. Annales Nestlé, 66, 7-22.
- Toft, J.D. (1982). The pathoparasitology of the alimentary tract and pancreas of nonhuman primates: A review. Veterinary Pathology, 19, 44-92.
- van Lieshout, L., de Gruijter, J.M., Adu-Nsiah, M., Haizel, M., Verweij, J.J., Brienen, E.A., Gasser, R.B. & Polderman A.M. (2005). *Oesophagostomum bifurcum* in non-human primates is not a potential reservoir for human infection in Ghana. Tropical Medicine & International Health, 10, 1315-1320.

DER ZOOLOGISCHE GARTEN

Zool. Garten N.F. 87 (2019) 57-65

Kein einfacher Patient – Chirurgische Intervention bei einem Gefleckten Schlangenaal (*Myrichthys maculosus* Cuvier, 1816) im Aquazoo Löbbecke Museum Düsseldorf

Not a simple patient – Surgery in a tiger snake-eel
(*Myrichthys maculosus* Cuvier, 1816)
at Aquazoo Löbbecke Museum Düsseldorf

Karin Grassl^{1*}, Julia Bauer², Verena Jung-Schroers²

¹Aquazoo Löbbecke Museum, Kaiserswerther Str. 380, 40474 Düsseldorf

²Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Institut für Parasitologie, Fachgebiet Fischkrankheiten und Fischhaltung, Bünteweg 17, 30559 Hannover

Kurzübersicht

Wegen eines nicht heilenden Geschwürs am Bauch wurde ein 20 Jahre alter Gefleckter Schlangenaal am 1. Dezember 2018 anästhesiert und das betroffene Gewebe chirurgisch entfernt. Die pathohistologische Untersuchung ergab eine hochgradige chronische Entzündungsreaktion mit Beteiligung des Enddarms. Trotz eingehender medizinischer Behandlung dauerte die Wundheilung mehrere Wochen. Der genesene Schlangenaal wurde am 15. März 2019 in das Aquarium der Ausstellung zurückgesetzt.

Schlüsselwörter: *Myrichthys maculosus*, Gefleckter Schlangenaal, Anästhesie, Chirurgie, Wundversorgung

Einleitung

Der Gefleckte Schlangenaal (*Myrichthys maculosus*) ist ein Vertreter der Aalartigen (Anguilliformes: Ophichthidae) und bewohnt sandige Küstenregionen und Korallenriffe des Indo-Pa-

* Korresp. Autorin:
E-Mail: karin.grassl@duesseldorf.de (Karin Grassl)

zifiks (Myers, 1999). Tagsüber ruht er sich im Sand und zwischen Steinen vergraben aus und macht nachts Jagd auf kleine Fische und Krebstiere (Lieske & Myers, 1994). Es gibt wenige wissenschaftliche Aufzeichnungen über Krankheiten (Herbst et al., 2001; Meegan et al., 2012; Clode et al., 2012; Boylan et al., 2016), Behandlungsmöglichkeiten, angewandte Medikamente und Dosierungen bei Aalartigen. Dieser Fallbericht beschreibt die chirurgische und medikamentöse Versorgung einer ulzerativen Veränderung bei einem in Menschenobhut gehaltenen Gefleckten Schlangenaal.

Haltung

Im Aquazoo Löbbecke Museum lebt seit 20 Jahren ein Gefleckter Schlangenaal in einem 2.200 Liter fassenden Riffaquarium, zusammen mit Zwergfeuerfischen (*Dendrochirus zebra*, *D. biocellatus*, *Pterois antennata*, *P. radiata*), Drachenköpfen (*Sebastapistes cyanostigma*), Schaukelfischen (*Taenianotus triacanthus*) und Pfaffenhat-Seeigeln (*Tripneustes gratilla*). Die Wassertemperatur des Aquariums liegt bei 25 °C, das spezifische Gewicht bei 1,023, der pH-Wert beträgt 8, der Nitratwert 7 mg/l und der Nitritwert < 0,05 mg/l.

Zwei bis drei Mal pro Woche erhalten alle Fische und Wirbellosen eine abwechslungsreiche Kost aus Muscheln, Tintenfisch und verschiedenen Speisefischen. Regelmäßig wird das Futter mit Vitaminen (Multibionta®, Merck, Darmstadt, Deutschland) und Beta-Glukanen (Immustim®, almapharm, Deutschland) angereichert.

Der Gefleckte Schlangenaal ist tagsüber in der Regel im Sand zwischen Steinen und Lederkorallen eingegraben. Aktiv, d. h. frei im Wasser schwimmend, ist er in der Regel nur während der Fütterungszeit.

Vorbericht

Am 1. Oktober 2018 fiel bei der täglichen Visite ein zweiteiliges Geschwür auf, ungefähr 1 cm kranial des Afters. Ursächlich standen Verletzungen und anschließende bakterielle Infektionen durch abgebrochene Seeigelstacheln oder Gewebereaktionen durch die giftigen Stacheln der Feuerfische unter Verdacht. Differentialdiagnostisch kamen auch chronische Formen der Fischtuberkulose (*Mycobacterium* sp.) oder neoplastische Veränderungen in Frage. Der Schlangenaal zeigte unverändertes Allgemein- und Fressverhalten.

Um Abstriche für eine Bakteriologie und Gewebeproben zu entnehmen, wurde versucht, den Aal mittels Futter in ein Netz zu manövrieren, was jedoch fehlschlug.

Eine dreiwöchige antibiotische Behandlung mit Enrofloxacin (Baytril® 10 % 15 mg/kg alle drei Tage, Bayer Vital GmbH, Leverkusen, Deutschland) und die anschließende zweiwöchige Behandlung mit Meloxicam (Metacam® 1,5 mg/ml 0,2 mg/kg alle zwei Tage, Boehringer Ingelheim Vetmedica GmbH, Deutschland), die, in Futterstückchen appliziert, oral verabreicht wurden, führten zu keiner langfristigen Besserung.

Anfang Dezember verschlechterte sich der Zustand des Schlangenaals, er verließ seltener seine Höhle und verweigerte häufiger die Futteraufnahme. Im Bereich der Ulzera kam es zu einer zunehmenden Schwellung und Rötung des Gewebes.

Operativer Eingriff und postoperativer Verlauf

Als invasivere, aber notwendige therapeutische Maßnahme, wurde ein chirurgischer Eingriff geplant und am 13. Dezember 2018 durchgeführt. Für das Narkosebad wurden 20 l Wasser aus



Abb. 1: Geschwür am Unterbauch des Gefleckten Schlangenaals (*Myrichthys maculosus*). Foto: K. Grassl

dem Aquarium des Schlangenaals in eine 70 cm tiefe Kunststofftonne gefüllt und belüftet. Die Raumtemperatur des Operationszimmers wurde auf 26 °C angehoben.

Zur Einleitung der Anästhesie wurden 100 mg/l Tricainmethansulfonat (PharmaQLtd., Großbritannien) und 200 mg/l Natriumbikarbonat (Kaiser-Natron®, Arnold Holste Wwe. GmbH & Co. KG, Bielefeld, Deutschland) in der Tonne gelöst. Der Schlangenaal konnte mit einem Netz gefangen und in das Narkosewasser verbracht werden. Da er sich nach fünf Minuten immer noch hektisch bewegte, wurde die Dosis schrittweise auf weitere 50 mg/l Tricainmethansulfonat und 100 mg/l Natriumbikarbonat erhöht. Erst bei einer Dosis von 200 mg/l Tricainmethansulfonat konnte das chirurgische Toleranzstadium nach 3-4 Minuten erreicht werden. Der narkotisierte Schlangenaal wurde in eine flache Kunststoffwanne verbracht und abwechselnd manuell mit Narkosewasser (150 mg/l Tricainmethansulfonat und 300 mg/l Natriumbicarbonat) und narkosefreiem Wasser versorgt. Die wassergefüllten Spritzen wurden ins Maul eingeführt und versorgten die Kiemen mit dem Anästhetikum. Die Tiefe der Narkose konnte am Zustand der Muskeln des Kiefernapparates beurteilt werden. War die Narkose zu oberflächlich, kam es zu geringgradigen Zuckungen der Kiefermuskeln und kurze Zeit darauf zu Bewegungen des ganzen Körpers.

Der zu operierende Körperabschnitt des schleimigen Schlangenaals, wurde auf einer eigens von den Haustechnikern angefertigten Kunststoffhalterung außerhalb des Wassers fixiert. Die miteinander verwachsene Haut- und Muskelschicht im Bereich der Ulzera konnte gelöst und verändertes Gewebe entfernt werden.



Abb. 2: Narkosevorbereitungen durch die Mitarbeiter der Meerwasserabteilung. Foto: K. Grassl

Anschließend wurde die Muskelschicht mit resorbierbarem monofillem Nahtmaterial der Stärke 3/0 (Polyglecaprone, Surgicryl® Monofast, Smi AG, St. Vith, Belgien) mittels Einzelknopfnähten adaptiert. Die Haut wurde durch Einzelknopfnähte mit nicht resorbierbarem monofillem Nahtmaterial der Stärke 2/0 (Nylon, Daclon®, Smi AG, St. Vith, Belgien) geschlossen. Postoperativ wurden Enrofloxacin (Baytril® 2,5 %, 10 mg/kg i.p., Bayer Vital GmbH, Leverkusen, Deutschland) und Meloxicam (Metacam® 2 mg/ml®, 0,2 mg/kg s.c., Boeringer Ingelheim Vetmedica GmbH, Deutschland) verabreicht.

Die Aufwachphase in einer Kunststofftonne mit frischem Aquarienwasser dauerte wenige Minuten. Nachdem der Schlangenaal koordinierte Bewegungen ausführte und ruhig atmete, wurde er in ein Quarantäneaquarium mit Bodengrund überführt. Der gesamte Eingriff dauerte eine Stunde.

Zwei Tage nach der Operation nahm der Schlangenaal schon wieder Futterstückchen auf, die mit Medikamenten präpariert waren. Über zwei Wochen wurde er antibiotisch (Baytril® 10 %, 10 mg/kg alle zwei Tage; Suanatem®, Metronidazol 50 mg/kg alle drei Tage) und analgetisch (Metacam® 1,5 mg/ml, 0,4mg/kg alle zwei Tage) versorgt. Um die Darmpassage im Bereich der Wunde zu erleichtern, wurde außerdem Lactulose (Lactulose Albrecht® 0,5 ml/kg, Albrecht GmbH, Aulendorf, Deutschland) in die Futterstückchen appliziert. Leider hatte das Tier nach einer Woche alle Hautfäden durch Reiben am Boden selbst gezogen. Die Wundheilung wurde außerdem durch Borstenwürmer gestört, die das Gewebe an den Wundrändern anknabberten. Erst nach dem Umsetzen in ein borstenwurmfreies Aquarium ohne Bodengrund heilte die Operationswunde komplikationslos ab.



Abb. 3: Geschwür auf dem OP-Tisch deutlich erkennbar. Foto: K. Grassl

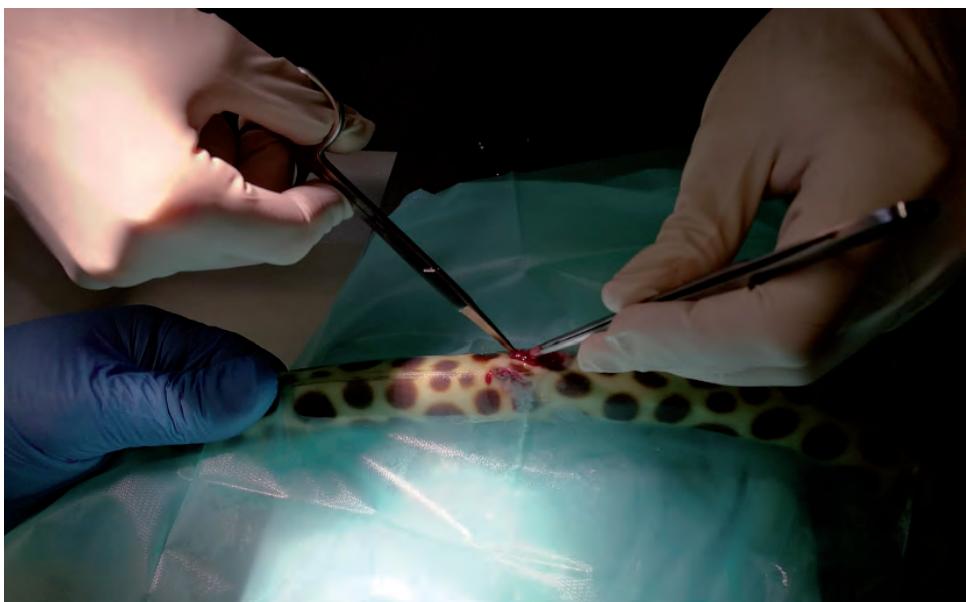


Abb. 4: Chirurgischer Eingriff. Foto: S. Weidenbach

Histologische Untersuchung

Eine Gewebeprobe wurde in Formaldehydlösung (4 %, gepuffert) fixiert und nach Infiltration mit Paraffin eingebettet. Die Färbung der 2-4 µm dicken Schnitte erfolgte mittels Hämatoxylin-Eosin (HE).



Abb. 5: Hautnähte postoperativ. Foto: K. Grassl

Die Präparate zeigten viele Anschnitte von Zellreihen hochprismatischer Zellen mit basalem Zellkern. Innerhalb dieser Zellreihen konnten hochgradig ovale Zellen nachgewiesen werden. Die Morphologie dieser Strukturen war übereinstimmend mit der von Darmepithelzellen und Becherzellen. Eine Bindegewebeschicht, die aufgrund ihrer Lage als Lamina propria mucosae beschrieben werden müsste, erschien hochgradig hyperplastisch und multifokal hochgradig mit Lymphozyten infiltriert.

Einzelne Muskelzellen konnten innerhalb des hyperplastischen Bindegewebes nachgewiesen werden. Diese waren jedoch ungeordnet und nur an wenigen Stellen mit der Struktur einer Lamina muscularis mucosae vereinbar.

Multifokal waren nekrotische Areale sichtbar, in deren Umgebung einzelne Melanomakrophagen, geringgradig Melanomakrophagenreaktionszentren und hochgradig Lymphozytenansammlungen, sowie fokal Blutstauungen und Einblutungen ins Gewebe festgestellt werden konnten.

Der augenscheinlich infiltrative Charakter der Veränderung und die starke Mischung von Gewebearten (bunte Schnittfläche) müssen als Charakteristika eines malignen Tumors differentialdiagnostisch beachtet werden, wobei weder eine Kapillarisierung noch eine verstärkte Mitoserate erkennbar waren.

Aufgrund der histologischen Befunde ist eine hochgradige, chronische, fokal nekrotisierende Entzündungsreaktion mit Beteiligung des Enddarmes und bindegewebiger Umgebungsreaktion wahrscheinlich.

Resultat

Es gibt wenig veröffentlichte klinische Berichte über die Diagnose und Therapie von Erkrankungen bei Aalartigen. In diesem Fallbericht wird ein Gefleckter Schlangenaal mit einer ulzerativen Veränderung am Bauch vorgestellt. Es wird ausführlich über die Narkose, den chirurgischen Eingriff und die postoperative Wundversorgung berichtet.

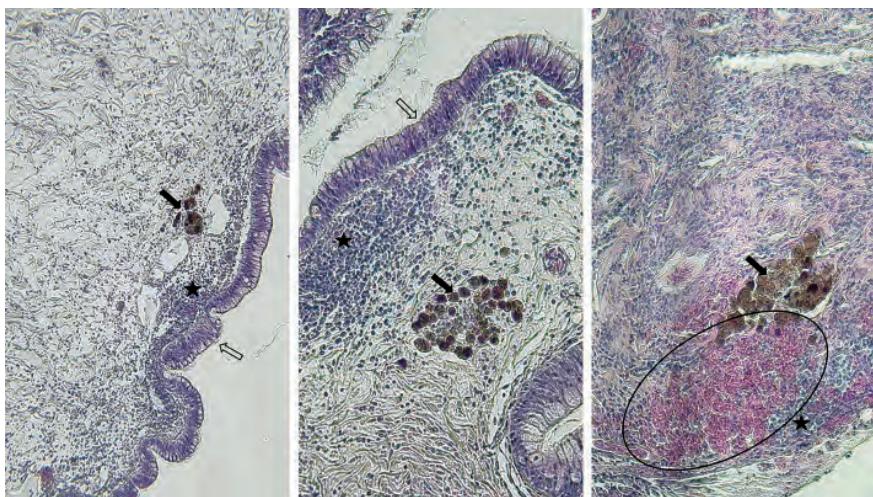


Abb. 6: Histologische Schnitte der untersuchten Gewebeprobe (HE Färbung, 100x/200x) mit hochgradigem Bindegewebsanteil, Darmepithel- und Becherzellen (weiße Pfeile), Melanomakrophagenreaktionszentren (schwarze Pfeile), Lymphozytenansammlungen (Sterne) und Einblutung (Kreis). Foto: J. Bauer



Abb. 7: Selbstentfernte Hautnähte und durch Borstenwürmer angefressene Wunde. Foto: K. Grassl
Abb. 8: Narbige Wundheilung. Foto: K. Grassl

Ätiologisch ist die bereits anfangs vermutete Stichverletzung durch Fremdkörper, mit anschließender lokaler Entwicklung einer rezidivierenden, chronischen Entzündungsreaktion und kompensatorischer Hyperplasie des umgebenden Bindegewebes, eine mögliche und wahrscheinliche Ursache dieses Krankheitsgeschehens.

Nach drei Monaten konnte der Gefleckte Schlangenaal wieder in sein vertrautes Aquarium in der Ausstellung zurückgesetzt werden und zeigte bisher keine gesundheitlichen Beschwerden mehr, bis auf eine kleine Narbe.

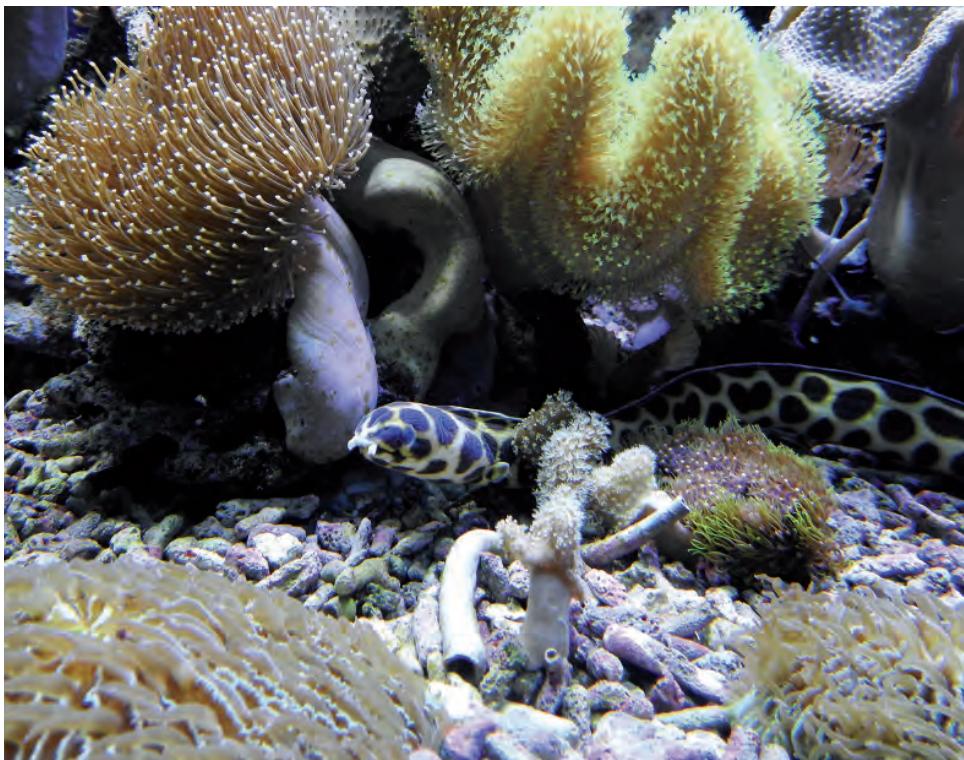


Abb. 9: Genesener Schlangenaal zurück im heimatlichen Aquarium. Foto: P. Schröder

Summary

Because of severe ulcerative injuries on the belly, a twenty year old tiger snake-eel was anesthetized and the effected tissue was removed surgically on December 1, 2018. The pathohistological examinations showed severe chronic inflammations and the involvement of intestinal epithelium. Despite extensive medical review, the wound healing took several weeks. The recovered eel was moved into the exhibition tank on March 15, 2019.

Literatur

- Boylan, S.M., Camus, A., Gaskins, J., Oliverio, J., Parks, M., Davis, A. & Cassel, J. (2016). Spondylosis in a green moray eel, *Gymnothorax funebris* (Ranzani 1839), with swim bladder hyperinflation. *Journal of Fish Diseases*, 40(7), 963-969.
- Clode, A.B., Harms, C.A., Fatzinger, M.H., Young, F., Colitz, C. & Wert, D. (2012). Identification and management of ocular lipid deposition in association with hyperlipidaemia in captive moray eels, *Gymnothorax funebris* (Ranzani 1839), *Gymnothorax moringa* (Cuvier) and *Muraena retifera* (Goode and Bean). *Journal of Fish Diseases*, 35(9), 683-693.
- Herbst, L.H., Costa, S.F., Weiss, L.M., Johnson, L.K., Bartell, J., Davis, R., Walsh, M. & Levi, M. (2001). Characterization of *Mycobacterium montefiorensense* sp. nov., a Novel Pathogenic Mycobacterium from Moray Eels that is related to *Mycobacterium triplex*. *Infection and Immunity*. American Society for Microbiology, 69(7), 4639-4646.

- Lieske, E. & Myers, R. (1994). Collins Pocket Guide. Coral reef fishes. Indo-Pacific & Caribbean including the Red Sea (p 400). Harper Collins, New York.
- Meegan, J., Sidor, I.F., Field, C., Roddy, N., Sirpenski, G. & Dunn, J.L. (2012). Endoscopic evaluation and biopsy collection of the gastrointestinal tract in the Green Moray Eel (*Gymnothorax funebris*): Application in a case of chronic regurgitation with gastric mucus gland hyperplasia. Journal of Zoo and Wildlife Medicine, 43(3), 615-620.
- Myers, R.F. (1999). Micronesian reef fishes: a comprehensive guide to the coral reef fishes of Micronesia, 3rd revised and expanded edition. Barrigada, Guam: Coral Graphics.

DER ZOOLOGISCHE GARTEN

**Zeitschrift für die gesamte Tiergärtnerie (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 Tiergärtnerie (im weitesten Sinne) betreffenden Originalarbeiten offensteht. Neben größeren Abhandlungen werden Kurzmitteilungen und Nachrichten aus Zoologischen Gärten aufgenommen. DER ZOOLOGISCHE GARTEN 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 2020 (2 Ausgaben pro Jahr) zum Preis von 30 €/Jahr (Deutschland) bzw. 50 €/Jahr (außerhalb Deutschlands).

Der Abonnementpreis ist im Voraus zu entrichten und enthält die Versandkosten. Die schriftliche Kündigung ist zum Jahresende möglich.

I subscribe to DER ZOOLOGISCHE GARTEN as of 2020 (2 issues per year) for the price of 30 €/year (Germany) or 50 €/year (outside Germany)

The subscription has to be paid in advance and includes shipping; it may be cancelled in writing at 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/ SEPA Direct Debit Mandate for DER ZOOLOGISCHE GARTEN

IBAN: _____ BIC: _____

Bank Name: _____

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

AG Zoologischer Garten Köln
Editor-in-Chief: Prof. Theo B. Pagel
Riehler Strasse 173
50735 Köln
E-Mail: editor@koelnerzoo.de

DER ZOOLOGISCHE GARTEN

Hinweise für Autoren	Instruction for authors
<p>DER ZOOLOGISCHE GARTEN ist eine fach-übergreifende 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; Kurztitel 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; 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; 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>

<p>hinzzuweisen. 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.</p>	<p>submitted in German must be in German and English.</p>
<p>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 Artepithezon sind bei ihrer Erstnennung im Text auszuschreiben. Im Folgenden wird der Gattungsname durch den ersten Buchstaben abgekürzt. Artnamen und Gattungsbezeichnungen werden kursiv geschrieben.</p>	<p>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.</p>
<p>Im Text müssen Autoren an entsprechenden Passagen in chronologischer Abfolge zitiert werden: Mayr (2003); Darwin & Wallace (2007); falls eine Veröffentlichung mehr als zwei Autoren hat, werden sie im Text als z.B. Wallace et al. (2013) zitiert und vollständig dann im Literaturverzeichnis. 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).</p>	<p>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. Binomial 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).</p> <p>Please list the cited publications in the reference section alphabetically by author's name according to the following examples:</p> <p>Journals or magazines:</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., & Frädrich, H. (1965). Experiences keeping various species of Ungulates together at Frankfurt Zoo. International Zoo Yearbook, 5, 14-24.</p> <p>Bücher:</p> <p>Fowler, M.E., & Miller, R.E. (2003). Zoo and wild animal medicine. (5th ed.). Philadelphia: W.B. Saunders & Co.</p> <p>Kapitel aus Büchern:</p> <p>Folch, A. (1992). Family Apterygidae (Kiwis). In J. del Hoyo, A. Elliott, & J. Sargatal (Eds), Handbook of the Birds of the World. 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., & Frädrich, H. (1965). Experiences keeping various species of Ungulates together at Frankfurt Zoo. International Zoo Yearbook, 5, 14-24.</p> <p>Books:</p> <p>Fowler, M.E., & Miller, R.E. (2003). Zoo and wild animal medicine. (5th ed.). Philadelphia: W.B. Saunders & Co.</p> <p>Book chapter citations:</p> <p>Folch, A. (1992). Family Apterygidae (Kiwis). In J. del Hoyo, A. Elliott, & J. Sargatal (Eds), Handbook of the Birds of the World. 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. Offprints 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
- Abwicklungsduer 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**

Impressum

DER ZOOLOGISCHE GARTEN

AG Zoologischer Garten Köln

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

Verband der Zoologischen Gärten (VdZ) e.V.

Association of Zoological Gardens
Bundespressehaus (Büro 4109)
Schiffbauerdamm 40
10117 Berlin
Deutschland/Germany

Weltzoooverband (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 Print:

Verlag Natur & Wissenschaft Harro Hieronimus
Dompfaffweg 53
42659 Solingen

Umschlagseite/Cover:

Das Foto auf der Umschlagseite zeigt einen Kiebitz (*Vanellus vanellus*). Foto: R. Schlosser.
The cover shows a lapwing. Photo: R. Schlosser.

All rights reserved.

Contents/Inhalt

Ling Yu – Wen Wang's animal collection and the ambiguous translation of “Garden of Intelligence”, SOEREN LACKMANN, Berlin	1
Breeding and larval development of the Yellow-banded Pipefish <i>Dunckerocampus pessuliferus</i> Fowler, 1938, including an overview of the current zoo population: An approach towards sustainable captive populations. JOHANN KIRCHHAUSER, MARION PFEIFFER, SARAH JAKOBS, BODO LANG, ALEX MENDOZA-WEBER, MICHAEL SPECK & THOMAS ZIEGLER, Deutschland	7
Does genetic screening reveal first zoo breeding of the Cryptic Golden Tegu (<i>Tupinambis cryptus</i>)? THOMAS ZIEGLER, ANNA RAUHAUS & MIGUEL VENCES, Deutschland	25
Zum Lebensalter einiger Limikolen (Aves: Charadriiformes) im Zoo Vivarium Darmstadt, FRANK VELTE, Darmstadt	41
Retrospektive Auswertung von Kotuntersuchungen an Schimpansen (<i>Pan troglodytes</i> Blumenbach, 1775) in einem deutschen Zoo, LAURA J. PLATTNER, PIA KRAWINKEL, ANJA JOACHIM, Wien (Österreich)	45
Kein einfacher Patient – Chirurgische Intervention bei einem Gefleckten Schlangenaal (<i>Myrichthys maculosus</i> Cuvier, 1816) im Aquazoo Löbbecke Museum Düsseldorf. KARIN GRASSL, JULIA BAUER, VERENA JUNG-SCHROERS, Deutschland	57

Die Publikationen sind frei zugänglich unter www.vdz-zoos.org
The published articles are open access at 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.