

Goethe-Universität Frankfurt

FB12

SoSe 2019

Seminar: Mathematik im Zoo

ENTWURF

**zur Durchführung einer Exkursion zum
„Frankfurter Zoo“
für die Klassenstufe 6**

Thema:

Artgerechte Haltung am Beispiel der Haltung des Australien-Krokodils

Vorgelegt von

E.G.

Lehramt Gymnasium,

Inhaltsverzeichnis

1. Bildungspolitischer und gesellschaftlicher Rahmen	1
2. Auswahl und Begründung der Inhalte	2
3. Sachanalyse	4
(i) Der Lebensraum des <i>Crocodylus johnsoni</i>	4
(ii) Das Verhalten des <i>Crocodylus johnsoni</i>	4
(iii) Beobachten und Erheben von Daten	6
(iv) Grafische Darstellungen	6
4. Lernzielsetzung	7
5. Vorbereitung	8
6. Nachbereitung	8
7. Literaturverzeichnis	10
8. Anhang	11

1. Bildungspolitischer und gesellschaftlicher Rahmen

Der im Folgenden dargestellte Entwurf eines Besuches des Frankfurter Zoos steht unter der Prämisse der Naturschutzerziehung. Er soll Schüler*innen einer sechsten Jahrgangsstufe aufzeigen, wie ein respektvoller, reflektierter und verantwortlicher Umgang mit den Lebewesen dieser Erde und der Umwelt aussehen sollte (vgl. Kerncurriculum für Hessen – Biologie, 11). Dazu bildet das Zentrum dieser Exkursion das Studium einer Tierart, die jahrzehntlang in ihrem Bestand dezimiert wurde und bereits auf der „Roten Liste“ der bedrohten Tierarten stand: dem Krokodil.

Im 19. und der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts waren nicht viele Menschen bereit, sich für den Schutz der wildlebenden Naturdenkmäler einzusetzen (vgl. Webb, Grahame in Trutnau & Sommerlad, 2006, 9). Krokodile galten als bössartige Monster und Menschenfresser, die in Abenteuergeschichten auftauchten und aus den dunkelsten, noch unerforschten Regionen der Erde stammten (vgl. ebd.). In den 70er und 80er Jahren des 20. Jahrhunderts stellte sich im Umgang mit den wildlebenden Tieren jedoch allmählich ein Umdenken ein: Das Interesse vieler Menschen und Organisationen an Krokodilen stieg und mit diesem die Bereitschaft, etwas zur Erhaltung der Reptilien weltweit zu unternehmen (vgl. ebd.).

Definiert man Erhaltung als „*die Endsumme der Handlungen, die wir ausführen, um Dinge zu bewahren, denen wir einen positiven Wert zuweisen*“, so zeigt sich im positiven Wert eine wesentliche Grundvoraussetzung der Erhaltung (ebd., 10). Dieser wird Reptilien allgemein derzeit jedoch nur bedingt entgegengebracht: Im Gegensatz zu „kuscheligen“ Tieren wie Pandas oder Tigern wird die Notlage von Reptilien, mit größerer Gleichgültigkeit hingenommen (vgl. National Geographic Deutschland, 2006, 23). Dies zeigt sich auch in einer Befragung hinsichtlich des Empathieempfindens, die Nolte 2002 an Schüler*innen durchführte und in der sie feststellen konnte, dass die hypothetische Anwendung von Gewalt bei Hunden deutlich größeres Mitleid auslöst als etwa bei Schlangen (vgl. Nolte 2002, 85ff).

Um beim Menschen die Bereitschaft zur Erhaltung gegenüber bedrohten Reptilien wie den Krokodilen, die einen erheblichen Beitrag innerhalb der Ökosysteme leisten, zu erhöhen, muss also der Wert, der den Tieren entgegengebracht wird, steigen. Dies lässt sich im Wesentlichen durch drei Schritte realisieren: Innerhalb von Aufklärungsprogrammen ist es erstens notwendig, die Rolle der Reptilien in den Ökosystemen zu würdigen und zweitens über Maßnahmen zur Instandsetzung beschädigter und zerstörter Lebensräume, aber auch über Programme zur Wiederherstellung alter Bestände in zoologischen Gärten und Krokodilfarmen zu informieren (vgl. National Geographic Deutschland, 23). Daneben sollte drittens auch die Ausbildung von Empathie gegenüber dem Tier im Fokus stehen, sodass Menschen Krokodile aus unterschiedlichen Motiven zu schätzen und daher auch zu schützen lernen (vgl. Webb, Grahame in Trutnau & Sommerlad, 2006, 10). Der hier beschriebene Besuch des Frankfurter Zoos soll auf verschiedenen Wegen einen Beitrag zu allen drei Schritten leisten.

Das Thema „Angepasstheit von Reptilien an ihren Lebensraum“ und das Unterthema „Regulationsmöglichkeiten der Körpertemperatur“ sind verbindliche Inhalte des Biologieunterrichts der sechsten Jahrgangsstufe, die im Rahmen der Exkursion aufgegriffen und an einem konkreten Beispiel, dem Australien-Krokodil, vertieft werden (siehe Lehrplan Biologie für Hessen, 15). Ein neuer Aspekt, der durch die Exkursion aufgenommen wird und ebenfalls im Lehrplan der sechsten Jahrgangsstufe zu finden ist, ist die artgerechte Haltung von Lebewesen, die unmittelbar mit den Kenntnissen von Physiologie und Verhalten der Tiere verbunden ist (vgl. ebd., 17). Die Nachzucht und damit verbundene Erholung von dezimierten Krokodilbeständen, die anschließend wiederum in ihren natürlichen Lebensraum eingegliedert werden, stellt eine wesentliche Komponente im Rahmen der Arterhaltung wildlebender Krokodile dar. Gelingt Krokodilnachwuchs in zoologischen Gärten, so kann darin ein

bedeutender Schritt im Rahmen der Erhaltung gesehen werden. Daneben gilt Krokodilnachwuchs unter Krokodilexperten als Beweis für eine artgerechte Haltung und damit als Krönung der Krokodilpflege (vgl. Trutnau & Sommerlad, 2006, 343). Die seit 1990 betriebene Haltung von Süßwasserkrokodilen im Frankfurter Zoo stellt daher ein Paradebeispiel für die Krokodilpflege und damit auch für deren Erhaltung dar: Seit 1994 entspringen jener Zuchtgruppe im Exotarium junge Zuchttiere, die mittlerweile sowohl im Baltimore Zoo in den USA als auch auf der Utairatch-Krokodilfarm in Thailand leben (siehe Informationsbeschreibung auf der Homepage des Frankfurter Zoos). Diese Nachzucht gelingt, da die Australien-Krokodile im Frankfurter Zoo eine großzügige Anlage vorfinden, in der zum einen die Witterungsbedingungen der natürlichen Lebensräume der Tiere erfolgreich nachgeahmt und zum anderen arttypische Verhaltensweisen der Tiere berücksichtigt werden (vgl. Trutnau & Sommerlad, 2006, 343).

2. Auswahl und Begründung der Inhalte

Wie genau die Raum- und Witterungsbedingungen des Krokodil-Geheges im Frankfurter Zoo beschaffen sind und welchen Einfluss diese auf die Tiere haben, soll im Rahmen dieses Zoo-Besuchs unter verschiedenen Blickwinkeln genauer erfasst und analysiert werden. Dazu erheben die Schüler*innen unmittelbar vor dem Krokodil Daten hinsichtlich der artgerechten Haltung und dem Verhalten der Süßwasser-Krokodile, die sie anschließend mit zuvor erworbenem fachlichem Wissen abgleichen, in grafische Darstellungen übersetzen, analysieren und diskutieren. Dafür werden die Schüler*innen in sechs Gruppen á fünf bis sechs Schüler*innen eingeteilt, von denen jeweils zwei Gruppen parallel denselben Arbeitsauftrag unmittelbar vor den Krokodilen ausführen, während sich die übrigen Gruppen frei im Zoo bewegen. Durch diese Einteilung wird zum einen gewährleistet, dass die Haltung der Krokodile aus drei verschiedenen Blickwinkeln gleichzeitig betrachtet und in der Nachbereitung zusammengeführt werden kann, zum anderen aber auch, dass sich die Schüler*innen abwechselnd über einen Zeitraum von dreieinhalb Stunden vor dem Gehege im Exotarium befinden und damit über längere Zeit das Verhalten der Krokodile beobachten können. Daneben sind die Schüler*innen auf diese Weise gefordert, die Aufgaben gemeinsam im Team zu bearbeiten, Ideen und Gedanken auszutauschen und so ihre **Sozialkompetenz** zu erweitern (vgl. Kerncurriculum Biologie für Hessen, 9f).

In den ersten beiden Gruppen wird sowohl der den Tieren innerhalb des Geheges zur Verfügung stehende Flächeninhalt errechnet als auch die Verteilung von Land- zur Wasserfläche abgeschätzt. In den beiden Gruppen, die den zweiten Arbeitsauftrag bearbeiten, messen die Schüler*innen die Umgebungstemperatur des Geheges, erfragen die Wassertemperatur und berechnen die sich draus ergebende Temperaturdifferenz. Die beiden Gruppen des dritten Arbeitsauftrages widmen sich Sicherheitsbestimmungen wie der Höhe der Umzäunung und dem Abstand zwischen dem Zugang des Geheges und der Wasserfläche, welche abgemessen bzw. abgeschätzt werden. In diesen Arbeitsprozessen erleben die Schüler*innen die Mathematik in ihrer Funktionalität und damit als sinnvolles Instrument im außerschulischen Kontext (vgl. Büchter & Leuders, 2005, 13). Durch echte und damit authentische, sowohl einfache als auch komplexe Anwendungsbezüge von Mathematik wird ihnen die **Mathemathikhaltigkeit der sie umgebenden Umwelt** vor Augen geführt (vgl. Büchter & Leuders, 2005, 76). Bereits im Mathematikunterricht erworbene Begriffe und Verfahren wie die Bestimmung von Inhalten zusammengesetzter Flächen, das Messen im Rahmen des Sachrechnens, das Zerlegen eines Ganzen in und die Berechnung von Anteilen, das Vergleichen und in Beziehung setzen von Bruchanteilen sowie die Arbeit mit Maßstäben und Proportionen werden aufgrund ihrer Nützlichkeit angewandt und verknüpft, um zu rationalen Argumenten hinsichtlich der Haltung der Süßwasser-Krokodile zu gelangen. Diese rationalen Kriterien werden schließlich im realen Kontext abgewogen und dienen damit als Ausgangslage zum

außermathematischen Argumentieren, was in der anschließenden Nachbereitungsphase zum Tragen kommt (vgl. ebd., 45).

Da sich das von den Schüler*innen zu lösende Problem, nämlich die Beurteilung der Haltung der Krokodile im Frankfurter Zoo, in einer Realsituation zeigt, sind diese angehalten, Informationen aus der Realität so zu vereinfachen, dass ein mathematisches Modell darauf angewandt werden kann, wodurch die Schüler*innen ihre **Modellierungskompetenz** erweitern (vgl. Kerncurriculum Mathematik für Hessen, 13). Zwar wird in der Aufgabe zur Berechnung der Gehegefläche im ersten Arbeitsauftrag der Hinweis gegeben, fehlende Angaben zu schätzen und mit aus dem Geometrieunterricht bekannten Grundformen zu arbeiten, dennoch handelt es sich bei dieser Aufgabe um eine **offene Problemlöseaufgabe**, die eine aktive Auseinandersetzung mit den mathematischen Gegenständen erfordert, da kein vorgezeichneter Lösungsweg vorhanden ist (vgl. Büchter & Leuders, 2005, 28). So können die Schüler*innen die Fläche sowohl durch recht grobe als auch durch sehr viele kleine feine Rechtecke annähern und damit die Genauigkeit ihrer Lösung beeinflussen. Eine Reflektion des gewählten Lösungsweges und der damit verbundenen Genauigkeit der Lösung wird durch den Zusatz „Beschreibt Euer Vorgehen!“ und „Wie genau sind Eure Schätzungen? Könnt Ihr Fehlerschranken angeben?“ angeregt. Dabei können die Schüler*innen insbesondere die Relevanz von Ungenauigkeiten im Realkontext abwägen, indem sie hinterfragen, wie sich geringe Flächenunterschiede auf das Bewegungsmuster und das Verhalten der Tiere auswirken könnten. Eine unmittelbare Hilfestellung bildet in diesem Zusammenhang die Erstellung einer Skizze, in der abgeschätzte Längen eingetragen und Verhältnisse zueinander besser erkennbar werden können. Um diese Skizze zu erstellen ist es jedoch erforderlich, in der Realsituation abgeschätzte Längen über einen selbst festgelegten Maßstab in auf dem Papier abzutragende Streckenlängen umzurechnen, wodurch das Sachrechnen mit Größen im realen Kontext wiederholt und geübt wird.

Die Erstellung einer maßstabsgerechten Skizze wird auch durch die Schüler*innen der anderen beiden Arbeitsaufträge, hier jedoch unter einem weiteren Aspekt, vollzogen. Wie bereits erwähnt, berücksichtigt eine artgerechte Haltung die **arttypischen Verhaltensweisen** der Tiere (vgl. Trutnau & Sommerlad, 345). Zu diesen gehören sowohl das Selbsterhaltungsverhalten als auch das Sozial- und Fortpflanzungsverhalten (vgl. Ross, 2002, 102). Eine wesentliche Rolle spielt im Rahmen des Selbsterhaltungsverhaltens die Thermoregulation, die das Heben und Senken der Körpertemperatur bei poikilothermen Tieren beschreibt und sich unmittelbar im **Bewegungsmuster der Wärmeselektion**, dem bewussten Aufsuchen von bestimmten Temperaturbereichen, also auch im Hin- und Herwandern zwischen Wasser- und Landflächen widerspiegelt (vgl. ebd., 48). Um **objektive Aussagen über das Befinden der Tiere und deren Reaktion auf die sie umgebenden Raum- und Witterungsbedingungen treffen** zu können, sollen die beiden Tiere anderthalb Stunden sowohl hinsichtlich des Hin- und Herwechsels von Land- und Wasserflächen als auch hinsichtlich ihres Bewegungsmusters beobachtet werden. Fragestellungen, die im Rahmen dieses **Beobachtungsvorganges** und dem anschließenden Vergleich mit den erhobenen Daten zur Gehegegröße und -temperierung untersucht werden sollen, sind zum einen, ob die Tiere Verhaltensweisen zeigen, die auf zu hohe oder zu niedrige Temperaturen verweisen bzw., ob die Gehegegröße hinreichende Bewegungsmöglichkeiten bietet, die von den Tieren in Form der Ausführung vielfältiger arttypischer Tätigkeiten genutzt werden. Dazu stoppen die Schüler*innen zum einen die Zeit, die sich die Tiere jeweils an Land bzw. im Wasser befinden und stellen diese in Anteilen dar. Zudem zeichnen sie die von den Krokodilen innerhalb des Geheges zurückgelegten Strecken in ihre Skizze ein und schätzen mit Hilfe des Maßstabes die zurückgelegten Distanzen. Daneben achten sie auf Tätigkeiten, die die Tiere zeigen, notieren diese und suchen nach Begründungen, die durch die Fachliteratur belegen.

In beiden Untergruppen, die zum dritten Arbeitsauftrag arbeiten, achten die Schüler*innen zusätzlich auf die Interaktion der beiden Australien-Krokodile untereinander, mit freiliegenden Gegenständen und mit dem Tierpfleger. Dazu stoppen sie u.a. die Zeit, in der die Krokodile gemeinsame Tätigkeiten vollziehen und setzen diese ins Verhältnis zu jener Zeit, in der sie voneinander unabhängige Tätigkeiten zeigen. Ziel dieses Beobachtungsauftrages soll vor allem die kritische, auf **objektive Beobachtungen** gestützte Auseinandersetzung mit dem bei vielen Menschen verankerten Bild der Krokodile von einzelgängerische, in der Sonne faulenzenden Räufern sein, was wiederum dem **Empathieverhalten** der Schüler*innen gegenüber dem Tier entgegenarbeiten kann (vgl. ebd., 102).

3. Sachanalyse

(i) Der Lebensraum des *Crocodylus johnsoni*

Aufgrund seiner geringen Länge von maximal 2,6 bis 3,2 m, dem sich daraus unmittelbar ergebenden geringen Platzbedarf und seinem verträglichen Verhalten ist das *Crocodylus johnsoni*, auch Australien- oder Süßwasser-Krokodil genannt, insbesondere für Zoologische Gärten von Interesse (vgl. Trutnau & Sommerlad, 2006, 470 und 479). 1990 entschied sich daher auch der Frankfurter Zoo für die Haltung von Australienkrokodilen, von denen derzeit ein Männchen und ein Weibchen, im Exotarium des Frankfurter Zoos zu besichtigen sind.

Das Weibchen, welches eine Größe von 1,50 m aufweist (das Männchen ist im Vergleich dazu mit 1,70 m etwas länger als das Weibchen), wurde im australischen MCKinley River, etwa 130 km südöstlich von Darwin, gefangen (vgl. ebd., 474). Diese Gegend gehört zum Verbreitungsgebiet des *Crocodylus johnsoni*, welches sich über die Küstengebiete und das Hinterland des nördlichen Westaustraliens, dem Norden des Northern Territory und den Norden und Osten von Queensland erstreckt (vgl. ebd., 471). Bei einem ganzjährig sehr warmen und tropischen Klima von bis zu 32°C (im Winter etwa 23°C) mit starken Niederschlägen im Sommer, Dürreperioden im Winter und Wassertemperaturen von 24-29°C lebt das Australien-Krokodil hier in Flüssen, Lagunen und seeartigen, verschlammten Seitengewässern eines mäandrierenden Flusses und damit bei optimalen Nahrungs- und Habitatsbedingungen (vgl. ebd. & *Klima-Daten von Darwin*, in „Australien-info.de“). Versiegen die Oberläufe der Flüsse in der trockenen Jahreszeit (Mai-Oktober) zunehmend, so wandert das *Crocodylus johnsoni* in die im Flussbett übriggebliebenen, isolierten und mehr oder weniger tiefen Tümpel und Teiche, wo es mit vielen anderen kleinen und großen Krokodilen für Wochen oder gar Monate eng, aber dennoch friedlich zusammenlebt (vgl. Trutnau & Sommerlad, 2006, 471ff). Um an genügend Wasser zu kommen, wandert das Australien-Krokodil von einem zum anderen Wasserloch und legt dabei Distanzen von bis zu 40 km über Land zurück, was für Krokodile eine ungewöhnlich große Distanz ist (vgl. ebd., 474). Damit das Süßwasser-Krokodil auch in Gefangenschaft genügend Bewegungsfreiraum besitzt, fordern Krokodilexperten für die Haltung von zwei 1,50m – 1,70m großen Exemplaren eine Gehegegröße von mindestens 10 m² (diese Angabe ergibt sich unter Berücksichtigung der Größe der Australien-Krokodile aus der Formel für die Berechnung der Mindest-Gehegegröße, welche bei Baur et al. auf Seite 24 zu finden ist).

(ii) Das Verhalten des *Crocodylus johnsoni*

Das Verhalten des *Crocodylus johnsoni* kann nach seinen primären Funktionen in drei Bereiche, nämlich das Selbsterhaltungsverhalten, das Sozialverhalten und das Fortpflanzungsverhalten eingeteilt werden (vgl. Ross, 2002, 102).

Das Selbsterhaltungsverhalten beinhaltet alle Aktivitäten, die das Tier täglich wiederkehrend unternimmt, um sein Überleben zu sichern (vgl. ebd.). Zu diesen Aktivitäten zählen vor allem jene die es dem Tier ermöglichen, seine Körpertemperatur zu heben und zu senken (Thermoregulation) (vgl. ebd., 48). Krokodilier sind poikilotherm, was bedeutet, dass ihre

Körpertemperatur von der Umgebungstemperatur abhängt und nur durch diese beeinflusst wird (vgl. ebd.). So suchen die Tiere etwa bestimmte Temperaturbereiche wie Sonnen- oder Schattenplätze auf, um ihre Körpertemperatur zu regulieren (Wärmeselektion), wofür in zoologischen Gärten ausreichend Landfläche zur Verfügung stehen sollte (vgl. ebd.). Wasser kann bzgl. der Wärmeselektion aufgrund des langsamen Auskühlens als Wärmequelle in Zeiten niedriger Temperaturen, wie etwa nachts, aber auch zur Abkühlung dienen (vgl. ebd.). Die Sonneneinstrahlung an Land wird häufig morgens und nachmittags während des Sonnenbadens genutzt, um den Körper nach der vergangenen Nacht aufzuwärmen (vgl. ebd., 49). Eine weitere Tätigkeit, die die Krokodile durchführen können, um ihre Körpertemperatur zu regulieren, stellt das Aufsperrn des Maules dar, bei dem über feuchte Membranen im Maul die Wärmeaustauschrate des Kopfes gegenüber derjenigen des Körpers angehoben wird (vgl. ebd., 48). Die Habitatsbedingungen, die das *Crocodylus johnsoni* im Norden Australiens vorfindet, machen deutlich, dass es auch in Gefangenschaft recht warm gehalten werden sollte. Es bevorzugt, so Trutnau und Sommerlad, sonnige Behälter mit tageslichtdurchlässigen Dächern und Temperaturen von 26-32°C, örtlich sogar bis zu 40°C (vgl. Trutnau & Sommerlad, 2006, 475).

Hinsichtlich des Sozialverhaltens wurde bereits angemerkt, dass das *Crocodylus johnsoni* äußerst verträglich ist. Entgegen dem Ruf, wild zu sein, bewachen alle Krokodile und Alligatoren regelmäßig ihre Nester, befreien die Jungen aus dem Nest und beschützen ihre Nachkömmlinge über Wochen oder sogar Monate (vgl. Ross, 2002, 102). In freier Wildbahn sind daher nicht selten Familiengemeinschaften anzutreffen, die Aufschluss über ein komplexes Beziehungsnetz geben (vgl. ebd.). Das Sozialleben der Krokodile beginnt bereits im Ei, wenn die Jungen über Lautäußerungen miteinander kommunizieren und damit den Zeitpunkt des Schlüpfens synchronisieren (vgl. ebd., 104). Sind die Jungen geschlüpft, so bleiben sie auch weiterhin in der Nachbarschaft ihres Nistplatzes in einer Art Kinderstube, wo sie eine soziale Gruppe bilden (vgl. ebd., 110). Über „Kontaktrufe“ halten sie den Zusammenhalt der Gruppe aufrecht (vgl. ebd., 105). Fühlt sich ein Jungtier bedroht und sendet einen „Kummerschrei“ aus, so werden innerhalb kürzester Zeit andere Individuen in der Nähe animiert, mit einem Schein- oder richtigen Angriff auf mögliche Eindringlinge zu reagieren (vgl. ebd., 104). Während sich die Jungtiere des *Crocodylus johnsoni* bei über 30°C sehr munter zeigen und ungewöhnlich häufig das Wasser zum Schwimmen aufsuchen bzw. dann wieder an Land gehen, sind die adulten Tiere weniger gesellig (vgl. Trutnau & Sommerlad, 2006, 475). Dennoch versammeln auch sie sich in lose organisierten sozialen Gruppen und übermitteln soziale Botschaften untereinander durch Töne, Gesten, Bewegungen, Düfte und den direkten Kontakt (vgl. Ross, 2002, 104). Um soziale Beziehungen zu etablieren und aufrecht zu erhalten, senden Krokodile Botschaften, die dazu dienen sollen, die Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen: Dazu zählen etwa das Kopfschlagen, bei dem das Tier plötzlich den Kopf auf das Wasser schlägt und dabei einen lauten Knall verursacht, das Schlagen des Schwanzes auf die Wasseroberfläche, das Brüllen, Kieferklappern und das Bilden von Blasen (vgl. ebd., 105ff). Über die Haltung von Kopf, Rücken und Schwanz werden ebenfalls Informationen über den sozialen Status transportiert. Hebt das Weibchen bei täglichen sozialen Begegnungen mit dem Männchen die Schnauze emp, so handelt es sich hierbei etwa um ein Signal der Unterwerfung (vgl. ebd., 108).

Krokodilier sind aufgrund einer relativ stark gefalteten Großhirnrinde die am höchsten entwickelten Reptilien (vgl. Trutnau & Sommerlad, 2006, 342). Nach Trutnau und Sommerlad zeigen sie aufgrund dieser Tatsache sogar Neugier und Spielverhalten, stöbern in der Obhut des Menschen gewöhnlich jeden Behälterwinkel durch und beriechen und bewegen herumliegende lose Gegenstände, in die sie gelegentlich auch hineinbeißen (vgl. ebd. & Baur et al., 2008, 17). Für den Menschen ist das Australien-Krokodil ungefährlich, da es nicht zu dessen Beutespektrum gehört (vgl. ebd., 471). Fühlt es sich bedroht oder hat es Sorge um seine Jungtiere, kann es beim Menschen jedoch erhebliche Verletzungen wie etwa tiefe Bisse

herbeiführen, weshalb die Umzäunungen der Gehege ausbruchssicher und stabil sein und eine Höhe von mindestens 1,50m aufweisen sollten (vgl. Baur et al., 2008, 9). Um bei plötzlichen Angriffen des Krokodils als Tierpfleger schnell flüchten zu können, sollten zudem Abstände von mindestens zwei Metern zwischen den Zugängen zum Zoogehege und der Wasserfläche liegen (vgl. ebd., 10).

Bezüglich des Fortpflanzungsverhaltens des *Crocodylus johnsoni* lässt sich anmerken, dass sowohl Paarung als auch Kopulation einer Reihe von Verhaltensweisen folgen, die sich ausschließlich im Wasser zeigen (vgl. Ross, 2002, 116). So geht der Kopulation selbst etwa ein aus verschiedenen artspezifischen Verhaltensweisen aufgebautes Vorspiel voraus, bei dem die beiden Partner umeinander herschwimmen, sich ausgiebig um Kopf und Nackenpartie berühren, ihre Schnauzen im Gleichklang überkreuzen und unter Wasser Blasen erzeugen (vgl. ebd.). Um diese Verhaltensweisen gewährleisten zu können ist daher bei 1,50 m -1,70 m großen Tieren eine Mindestgröße der Wasserfläche von 7 m^2 unabdingbar (diese Angabe ergibt sich unter Berücksichtigung der Größe der Australien-Krokodile aus der Formel für die Berechnung der Mindest-Gehegegröße und dem Anteil von Land zu Wasser, welche bei Baur et al. auf Seite 24 zu finden sind). Da die Tiere bei der Kopulation übereinanderschwimmen, ist auch die Wassertiefe von nicht unwesentlicher Bedeutung (vgl. Ross, 2002, 116). So wird für das *Crocodylus johnsoni* etwa eine Wassertiefe von mindestens 0,5- 0,8 m gefordert (diese Angabe ergibt sich unter Berücksichtigung der Formel zur Errechnung der Mindestwassertiefe, die bei Baur et al. auf Seite 24 zu finden ist sowie aus der durchschnittlichen Angabe bei Baur et. al., 2008, 27).

(iii) Beobachten und Erheben von Daten

Um Daten zu erheben, bietet sich neben der Befragung und dem Experimentieren auch die systematische Beobachtung an (vgl. Eichler & Vogel, 2009, 12). Dabei wird die Aufmerksamkeit auf eine bestimmte Situation oder einen bestimmten Prozess gerichtet (vgl. ebd.). Ausgangspunkt einer Beobachtung stellt eine Frage dar, die im Rahmen der Beobachtung durch das Sammeln von Daten erörtert und beantwortet wird (In dieser Erhebung: Werden die Süßwasserkrokodile im Frankfurter Zoo artgerecht gehalten?) (vgl. ebd.). Bei einer statistischen Untersuchung werden Daten genutzt, um Aussagen über den Kontext, in welchem sie erhoben wurden, treffen zu können (vgl. ebd., 14). Im Vorfeld einer solchen Untersuchung werden also nicht nur die zu erörternde Fragestellung, sondern auch Merkmale (Aufsuchen von Wasser vs. Aufsuchen von Land; zurückgelegte Wegstrecken), Merkmalsträger (weibliches und männliches Süßwasserkrokodil) und Merkmalsausprägungen (konkrete Dauer, die sich das Tier im Wasser/an Land aufhält; konkrete Distanzen, die das Tier zurücklegt) festgelegt (vgl. ebd., 18). Im Rahmen der statistischen Untersuchung wird über das Messen jedem Merkmalsträger jeweils eine Merkmalsausprägung zugeordnet (vgl. ebd., 18f). Das Paar aus Merkmalsträger und Merkmalsausprägung wird dabei als statistisches Datum, die Gesamtheit der erhobenen Paare als Menge der statistischen Daten bezeichnet (vgl. ebd., 18). Da die festgelegten Merkmale nur innerhalb weniger Stunden beobachtet werden können, stellen statistische Untersuchungen immer nur Beobachtungsausschnitte dar, die jedoch genutzt werden um zu Schlussfolgerungen und Verallgemeinerungen zu gelangen (vgl. ebd., 12 ff). Einfluss auf die Merkmalsausprägungen nehmen bei diesen Beobachtungsausschnitten sowohl die Zeit als auch der ausgewählte Ort (vgl. ebd., 12). In der hier vorgestellten Untersuchung spielt insbesondere die Wahl der Tages- aber auch der Jahreszeit eine wesentliche Rolle, weshalb diese bei der anschließenden Analyse der erhobenen Daten mitzubersichtigen sind.

(iv) Grafische Darstellungen

Die grafische Darstellung von Daten kann verschiedene Beweggründe haben: Grafiken eignen sich besonders gut, um stochastische Phänomene zu visualisieren und sie damit unmittelbar dem Betrachter zugänglich zu machen. Auf diese Weise erleichtern sie insbesondere die

Kommunikation über erhobene Daten (vgl. ebd., 39). In der explorativen Datenanalyse dienen Grafiken zur Erkennung von vorurteilsfreien Mustern und zur Bildung von Hypothesen (vgl. ebd., 31). Grafische Darstellungen können also auch den eigenen Analyseprozess wesentlich steuern und Argumentationen unterstützen (vgl. ebd., 39). Werden Daten visualisiert, so werden diese immer auch hinsichtlich ihres Informationsgehaltes reduziert, da nicht die Daten selbst sondern Abbilder der Daten dargestellt werden (vgl. ebd.).

Jede Grafik lässt sich als Modell für die zugrundeliegenden Daten begreifen und hinsichtlich ihrer Nützlichkeit bewerten (vgl. ebd.). Da verschiedene Methoden zur Visualisierung existieren, müssen deren Vor- und Nachteile für den speziellen Datensatz stets abgewogen werden (vgl. ebd.). Die in der Sek I gängigsten standardisierten grafischen Darstellungen sind das Säulen- bzw. Stabdiagramm, das Kreisdiagramm, sowie das Balkendiagramm (vgl. Griesel & Postel, 2015, 223). Bei Säulen- bzw. Stabdiagrammen werden gemessene Merkmalsausprägungen durch die Länge eines Stabes oder Balkens angegeben (vgl. Eichler & Vogel, 2009, 35). Dabei können insbesondere Verhältnisse der Größen zueinander gut veranschaulicht werden (vgl. Griesel & Postel, 2015, 223). Kreisdiagramme hingegen stellen eine sehr häufig verwendete grafische Darstellung dar, um die Häufigkeitsverteilung eines Merkmals abzubilden (vgl. Eichler & Vogel, 2009, 36). Dabei wird die Fläche des Kreisdiagramms in Kreissektoren zerlegt, die sich in ihren Flächen an den Häufigkeiten der jeweiligen Merkmalsausprägung orientieren (vgl. ebd.). Im Gegensatz zur Erstellung von Säulen- bzw. Stabdiagrammen ist die Erstellung von Kreisdiagrammen händisch aufwändiger (vgl. ebd.). Hierzu müssen zur Erstellung der einzelnen Kreissektoren zunächst die betreffenden prozentualen Anteile in ein entsprechendes Winkelmaß umgerechnet werden, wobei dem Vollwinkel von 360° 100% zugeordnet werden (vgl. ebd.). Vorteile, die sich bei der Verwendung von Kreisdiagrammen zeigen, sind die leicht erkennbare Abbildung der optischen Einheit des Stichprobenumfangs und die gute Vergleichbarkeit der Anteile einzelner Merkmalsausprägungen zueinander (vgl. ebd.). Ähnlich verhält es sich bei der Erstellung von Balkendiagrammen. Hier werden einzelne Teilbalken, die die jeweiligen Anteile einzelner Merkmalsausprägungen darstellen, gestapelt, um auf diese Weise einen ganzen Balken zu erhalten, der 100% entspricht (vgl. Griesel & Postel, 2015, 223). Über ein Tabellenkalkulationsprogramm lassen sich nach Erstellung einer Tabelle mit den erhobenen Daten per Mausklick verschiedene Diagrammtypen erstellen (vgl. ebd., 222).

4. Lernzielsetzung

Die hier dargestellte Exkursion zum außerschulischen Lernort „Frankfurter Zoo“ zielt auf folgende Lernziele ab: Am Ende der Nachbereitung sollen die Schüler*innen

- die Anpasstheit von Reptilien an ihren Lebensraum anhand des Beispiels Krokodil beschreiben können, indem sie zum einen Regulationsmöglichkeiten der Körpertemperatur und zum anderen Anpassungen des Tieres an das Wasser benennen.
- in der Lage sein, grundlegende Informationen zum Lebensraum des Australien-Krokodils, dessen Verhalten und artgerechte Haltung wiederzugeben und diese Kenntnisse in Form einer durch rationale und objektive Argumente gestützte Beurteilung der Haltungsbedingungen der Süßwasser-Krokodile im Frankfurter Zoo anzuwenden.
- die drei verschiedenen Diagrammtypen Balken-, Säulen- und Kreisdiagramm auf ihre Vor- und Nachteile hinsichtlich bestimmter zugrundeliegender Datensätze abwägen und sowohl digital als auch analog erstellen können.

5. Vorbereitung

Die Vorbereitung auf die Exkursion umfasst vier Unterrichtsstunden, von denen zwei in der Mathematik und zwei in der Biologie zu verorten sind.

Im Biologieunterricht lesen sich die Schüler*innen zum einen in Fachliteratur hinsichtlich des Lebensraums und des Verhaltens der Australien-Krokodile und zum anderen in Fachliteratur zum Thema „Artgerechte Haltung“ ein. Um den Arbeitsaufwand pro Schüler*in möglichst überschaubar zu halten, wird diese Vorabrecherche jedoch auf drei Themenschwerpunkte verteilt, von denen jeweils zwei der insgesamt sechs Gruppen einen dieser Themenschwerpunkte bearbeiten. Die jeweiligen Themenschwerpunkte sind: 1. Der Lebensraum des Australien-Krokodils, dessen Bewegungsmuster und die Mindestanforderung an die Gehegegröße bei Haltung von Australien-Krokodilen in Zoologischen Gärten, 2. Die Temperierung des Lebensraums, die Thermoregulation und die sich daraus ergebenden Bewegungsmuster des Australien-Krokodils und die Mindestanforderungen an die Gehegegestaltung bei Haltung in Zoologischen Gärten und 3. Das Sozialverhalten und die möglichen Gefahren des Australien-Krokodils für den Menschen, Mindestanforderungen bzgl. der Sicherheitsbestimmung innerhalb von Zoologischen Gärten und die Beschäftigung, die innerhalb von Zoos mit den Tieren in Form von Therapien stattfinden sollte. Diese Vorarbeit soll sowohl eigenständig zu Hause als auch gemeinsam in der Gruppe erfolgen: Dazu Recherchieren die Schüler*innen zunächst eigenständig zu Hause, arbeiten die zur Verfügung gestellten Materialien zu den Mindestanforderungen durch und tauschen sich anschließend im Unterricht und innerhalb ihrer Kleingruppen über die recherchierten Informationen und mögliche Verständnisschwierigkeiten hinsichtlich ihres Materials aus. Daneben wird ihnen bereits im Vorfeld des Zoo-Besuchs der dort auszuführende Arbeitsauftrag ausgeteilt, sodass sie vorab eine Orientierung über die Gestaltung der Exkursion erhalten und bereits einzelne Teilaufgaben untereinander verteilen können.

In den beiden Mathematikstunden, in denen die Exkursion vorbereitet wird, werden zum einen die drei Diagrammtypen Säulen-, Balken- und Kreisdiagramm vorgestellt und deren Verwendung hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile in verschiedenen Anwendungskontexten und zugrundeliegender Datensätze erörtert. Zum anderen sollen alle Schüler*innen diese drei Diagrammtypen mindestens einmal sowohl analog als auch digital mit Hilfe von Tabellenkalkulationsprogrammen erstellen. Als Einstieg bietet sich in diesem Zusammenhang etwa die von Eichler und Vogel vorgeschlagene Schokolinsen-Aufgabe an, in der die Schüler*innen die farbliche Zusammensetzung einer Schokolinsenpackung zunächst durch händisches Sortieren und anschließend mittels unterschiedlicher Diagrammtypen grafisch darstellen (vgl. Eichler & Vogel, 31ff).

6. Nachbereitung

Die Nachbereitung des Zoo-Besuchs gliedert sich in drei Phasen, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten angesetzt sind.

Unmittelbar nach Erhebung der Daten werden die frisch gesammelten Eindrücke ausgewertet und diskutiert, indem sie zum einen mit den aus der Fachliteratur bekannten Informationen über den Lebensraum des Australien-Krokodils, den Mindestanforderungen zur Gehegegestaltung und zum anderen mit dem arttypischen Verhalten der Tiere abgeglichen werden. Dabei kommen die Schüler*innen zu einer abschließenden Beurteilung, ob der Frankfurter Zoo seine Süßwasser-Krokodile unter den ihnen zugeteilten Aspekten artgerecht hält. Diese Beurteilung wird in der Kleingruppe gemeinsam diskutiert, dokumentiert und soll schließlich in der dritten Nachbereitungsphase der gesamten Klasse präsentiert werden.

Um die Beurteilung durch rationale und objektive Argumente zu stützen, werden die erhobenen Daten in der zweiten Nachbereitungsphase durch vielfältige, selbst ausgewählte

Diagrammtypen visualisiert, die die Kommunikation über diese in der gemeinsamen Nachbereitungsphase erleichtern sollen.

In der dritten Nachbereitungsphase, die nun im Plenum stattfindet, werden zunächst die von den Schüler*innen in Kleingruppen gestoppten Zeiten, die sich die Krokodile jeweils an Land bzw. im Wasser befinden, an der Tafel gesammelt und addiert. Es wird ein gemeinsames Diagramm erstellt, was die zeitliche Verteilung der Krokodile auf Wasser und Land über den gesamten Beobachtungszeitraum hinweg abbildet. Daneben werden die von den Schüler*innen in der Skizze verzeichneten und geschätzten zurückgelegten Strecken der Krokodile innerhalb des Geheges an der Tafel gesammelt und verrechnet. Es wird eine gemeinsame Skizze erstellt, in die die zurückgelegten Strecken eingezeichnet werden, um ein gemeinsames Bewegungsmuster zu erhalten, aus dem sich Auffälligkeiten und wiederkehrende Verhaltensmuster ableiten lassen. Diese nun an der Tafel vermerkten gemeinsam erhobenen Daten werden anschließend von den unterschiedlichen Gruppen aus den ihnen zugeteilten Blickwinkeln interpretiert: Beide Gruppen, die zu Arbeitsauftrag 1 „Tierschutzaspekte und Gehegegröße“ gearbeitet haben, stellen kurz dar, wie sich die Daten in Hinblick auf die Gehegegröße und die Verteilung von Wasser zu Land interpretieren lassen. Beide Gruppen, die zu Arbeitsauftrag 2 „Beleuchtung, Thermoregulation und Gehegegestaltung“ gearbeitet haben, stellen kurz dar, wie sich die Daten in Hinblick auf die Thermoregulation und die Umgebungstemperatur des Geheges interpretieren lassen. Abschließend halten alle sechs Gruppen unter Einbezug der erstellten Diagramme ihre Abschlussplädoyers, in denen sie unter den ihnen zugeteilten Aspekten und unter Hinzunahme ihrer erhobenen Daten bewerten, ob der Frankfurter Zoo seine Süßwasserkrokodile artgerecht hält. In Anlehnung an die gemeinsam interpretierten Daten und die vorgestellten Abschlussplädoyers wird ein gemeinsames Resümee verfasst, wobei sowohl positive als auch negative Aspekte der Haltung in einer Tabelle an der Tafel gesammelt werden. Zudem werden etwaige Verbesserungsvorschläge zusammengetragen und hinsichtlich ihrer Realisierbarkeit diskutiert.

7. Literaturverzeichnis

- Baur, Markus; Brandstätter, Frank; Friz, Tobias; Jensch, Bernd; Schmidt, Fabian; Sommerlad, Ralf; Voigt, Karl-Heinz (2008): *Mindestanforderungen an die artgerechte Haltung von Krokodilen in privaten Terrarien und zoologischen Einrichtungen*, abzurufen unter: http://www.kroko-treff.de/agkrokodile_neu/docs/Mindestanforderungen_Krokodile.pdf.
- Berck, Karl-Heinz; Graf, Dittmar (2010): *Biologiedidaktik – Grundlagen und Methoden*, 4. Auflage, Quelle & Meyer Verlag GmbH & Co, Wiebelsheim.
- Büchter, Andreas; Leuders, Timo (2005): *Mathematikaufgaben selbst entwickeln – Lernen fördern-Leistung überprüfen*, Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co. KG, Berlin.
- Eichler, Andreas; Vogel, Markus (2009): *Leitidee und Zufall – Von konkreten Beispielen zur Didaktik der Stochastik*, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden.
- Griesel, Heinz; Postel, Helmut; Suhr, Friedrich; Ladenthin, Werner (2015): *Elemente der Mathematik - 6*, Hessen G9, Schroedel, Braunschweig.
- Hessisches Kultusministerium (2011): *Bildungsstandards und Inhaltsfelder – Das neue Kerncurriculum für Hessen, Sekundarstufe I – Gymnasium, Biologie*, Wiesbaden.
- Hessisches Kultusministerium (2011): *Bildungsstandards und Inhaltsfelder – Das neue Kerncurriculum für Hessen, Sekundarstufe I – Gymnasium, Mathematik*, Wiesbaden.
- Hessisches Kultusministerium: *Lehrplan Biologie – Gymnasialer Bildungsgang, Jahrgangsstufen 5-13*, Wiesbaden.
- Hessisches Kultusministerium: *Lehrplan Mathematik – Gymnasialer Bildungsgang, Jahrgangsstufen 5-13*, Wiesbaden.
- Klaes, Esther (2007): *Stand der Forschung zum Lehren und Lernen an außerschulischen Lernorten*, in „Beitrag zum Tagungsband der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik in Essen“, S.263-265, abzurufen unter URL: http://www.ph-heidelberg.de/org/physik/mitarbeiter/klaes/pubikationen_k.html.
- Klingenberg, Konstantin (2011): *Lebende Tiere im Unterricht – Analysen-Studien-Konzepte*, Logos Verlag, Berlin.
- National Geographic Deutschland (2006): *Die Enzyklopädie der Reptilien – Amphibien & Wirbellose*, G+J/RBA GmbH & Co KG, Hamburg.
- N.N. (2016): *Klima-Daten von Darwin*, in „Australien-info.de“, URL: <https://www.australien-info.de/klima-darwin.html> [Stand: 26.07.2019/ 21:32 Uhr].
- Nolte, Elisabeth (2002): *Zur Mensch-Tier-Beziehung bei Kindern der 5. und 6. Klasse einer Berliner Grundschule*, abzurufen unter DARWIN, Digitale Dissertationen, FU Berlin, URL:<http://webdoc.sub.gwdg.de/ebook/diss/2003/fu-berlin/2002/300/> [Stand: 26.07.2019/ 20:11 Uhr].
- Ross, Charles A. (2002): *Krokodile und Alligatoren – Entwicklung, Biologie und Verbreitung*, Orbis Verlag, Niedernhausen/Ts.
- Rue III, Leonard Lee (1994): *Krokodile*, Parkland Verlag, Stuttgart.
- Trutnau, Ludwig; Sommerlad, Ralf (2006): *Krokodile – Biologie und Haltung*, Chimaira Buchhandels-gesellschaft mbH, Frankfurt am Main.

8. Anhang

Grober Zeitplan

11:30 Uhr	Eintreffen am Frankfurter Zoo nach gemeinsamer Anreise
11:30 Uhr – 12:00 Uhr	Orientierung in Kleingruppen
12:00 Uhr – 13:00 Uhr	Beide Gruppen, die zum Arbeitsauftrag 1 „ <i>Tierschutzaspekte und Gehegegröße</i> “ arbeiten, bearbeiten ihre Aufgabe im Exotarium vor den Krokodilen
	Beide Gruppen, die zum Arbeitsauftrag 2 „ <i>Thermoregulation/ Beleuchtung/Gehegegestaltung</i> “ arbeiten, dürfen sich frei im Zoo bewegen
	Beide Gruppen, die zum Arbeitsauftrag 3 „ <i>Sicherheit und Behavioral Enrichment</i> “ arbeiten, dürfen sich frei im Zoo bewegen
13:00 Uhr – 13:30 Uhr	Gemeinsame Mittagspause, Sammeln erster Eindrücke (Treffpunkt am Eingang)
13:30 Uhr – 14:30 Uhr	Beide Gruppen, die zum Arbeitsauftrag 1 „ <i>Tierschutzaspekte und Gehegegröße</i> “ arbeiten, befinden sich an ruhigem Ort zur Nachbereitung
	Beide Gruppen, die zum Arbeitsauftrag 2 „ <i>Thermoregulation/Beleuchtung/Gehegestaltung</i> “ arbeiten, bearbeiten ihre Aufgabe im Exotarium vor den Krokodilen
	Beide Gruppen, die zum Arbeitsauftrag 3 „ <i>Sicherheit und Behavioral Enrichment</i> “ arbeiten, dürfen sich im Zoo frei bewegen
14:30 Uhr – 15:30 Uhr	Beide Gruppen, die zum Arbeitsauftrag 1 „ <i>Tierschutzaspekte und Gehegegröße</i> “ arbeiten, dürfen sich im Zoo frei bewegen
	Beide Gruppen, die zum Arbeitsauftrag 2 „ <i>Thermoregulation/Beleuchtung/Gehegestaltung</i> “ arbeiten, befinden sich an ruhigem Ort zur Nachbereitung
	Beide Gruppen, die zum Arbeitsauftrag 3 „ <i>Sicherheit und Behavioral Enrichment</i> “ arbeiten, bearbeiten Ihre Aufgabe im Exotarium vor den Krokodilen

15:30 Uhr – 16:30 Uhr

Beide Gruppen, die zum Arbeitsauftrag 1 „*Tierschutzaspekte und Gehegegröße*“ arbeiten, dürfen sich im Zoo frei bewegen

Beide Gruppen, die zum Arbeitsauftrag 2 „*Thermoregulation/Beleuchtung/Gehegestaltung*“ arbeiten, dürfen sich im Zoo frei bewegen

Beide Gruppen, die zum Arbeitsauftrag 3 „*Sicherheit und Behavioral Enrichment*“ arbeiten, befinden sich an ruhigem Ort zur Nachbereitung

16:30 Uhr

Gemeinsamer Abschluss (Treffpunkt am Ausgang)