

Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

Institut für Didaktik der Mathematik und Informatik

Sommersemester 2019

Mathematikdidaktische Vertiefung

Planung einer Exkursion zum außerschulischen Lernort

„Frankfurter Zoo“ für die 9. Klasse.

Verfasserin: J.H.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| 1. BILDUNGSPOLITISCHER UND GESELLSCHAFTLICHER RAHMEN | 1 |
| 2. AUSWAHL UND BEGRÜNDUNG DER INHALTE | 1 |
| 3. SACHANALYSE | 3 |
| 3.1. SYSTEMATIK VON NASHORN- UND WÜSTENLEGUAN SOWIE BART- UND WASSERAGAME | 3 |
| 3.2. LEBENSRAUM UND VERHALTEN DER LEGUANE UND AGAMEN | 3 |
| 3.3. ARTGERECHTE HALTUNG IM TERRARIUM | 4 |
| 3.4. BEOBACHTEN UND ERHEBEN VON DATEN | 5 |
| 3.5. EINFÜHRUNG IN FUNKTIONALES DENKEN: STREUDIAGRAMM UND STRECKUNGSFAKTOR | 6 |
| 3.6. ÖKO GEOGRAPHISCHE (KLIMA-)REGELN | 7 |
| 4. LERNZIELSETZUNG | 7 |
| 5. VOR- UND NACHBEREITUNG | 8 |
| 5.1 VORBEREITUNG..... | 8 |
| 5.2 NACHBEREITUNG..... | 9 |
| 6. LITERATURVERZEICHNIS..... | 10 |
| 7. ANHANG | 12 |

1. Bildungspolitischer und gesellschaftlicher Rahmen

Im Folgenden werde ich einen Entwurf zu dem außerschulischen Lernort „Frankfurter Zoo“ vorstellen. Das Leitthema ist „Artgerechte Haltung im Terrarium von Reptilien“. Der Entwurf wird insbesondere die australische Wasseragame und die streifenköpfigen Bartagame sowie den Wüstenleguan und den Nashornleguan thematisieren. Der mathematische Grundgedanke ist funktionelles Denken und wird durch die Nutzung von Streudiagrammen, Ähnlichkeitsabbildungen und dem Streckungsfaktor gefördert. Dieser Entwurf ist für eine 9. oder 10. Klasse konzipiert.

Betrachtet man den Biologie-Lehrplan ausgehend von G9, so werden „Reptilien“ in der 6. Klasse behandelt und das „Ökosystem“ alternierend in der 7. oder 8. Klasse. Biologie wird ebenfalls alternierend in der 9. oder 10. Klasse behandelt. Die Themen sind die Aufnahme und Verarbeitung von Informationen sowie das Blut und das Immunsystem. Im Mathematik-Lehrplan für G9 wird in der 9. Klasse das Streudiagramm und die zentrische Streckung eingeführt sowie Ähnlichkeitsabbildungen im Sinne des Spiralcurriculums wieder aufgegriffen und vertieft. Darum sollte dieser Ausflug im Idealfall Mitte oder Ende der 9. Klasse durchgeführt werden, wenn Biologie erst in der 10. Klasse unterrichtet wird. Grund dafür ist, dass die mathematischen Inhalte wie die Einführung des Streudiagrammes und der zentrischen Streckung sinnvoll in den Unterricht integriert werden können und gleichzeitig auf den Ausflug vorbereiten. Da in diesem Beispiel in der 9. Klasse das Fach Biologie nicht unterrichtet wird, können die Inhalte „Reptilien“ und „Ökosystem“ aus den vorherigen Jahrgangsstufen wiederholt und vertieft werden, bevor die neuen Themen in der 10. Klasse eingeführt werden.

Aufgrund des Klimawandels werden laut Forschern vor allem die Ökosysteme in den Tropen bedroht. Die Erhöhung der ohnehin schon recht warmen Temperatur „steigert die Stoffwechselrate der wechselwarmen Tropenbewohner, die ihre Körpertemperatur der Umgebungstemperatur anpassen“ (Wissenschaft.de, 2010). Das Problem sei, dass die Reptilien durch die erhöhte Stoffwechselrate mehr Nahrung und Wasser brauchen, sodass mehr Zeit und Energie für die Futtersuche aufgewendet werden muss. Z.B. der in diesem Entwurf behandelte Nashornleguan stand bis vor ein paar Jahren noch unter strengem Artenschutz. Der Frankfurter Zoo hat ein sehr großes Gehege für den Nashornleguan. Als Gehegegröße und wird in der Fachliteratur bei diesem dieses Gehege oft als Referenzrahmen für artgerechte Haltung bezeichnet. Mittlerweile haben sich die Bestände des Nashornleguan durch Zuchtmaßnahmen wieder einigermaßen normalisiert. Oftmals finden nicht nur Schülerinnen und Schüler (SuS), sondern auch Erwachsene Tiere mit Fell niedlicher als Tiere mit Schuppen. Deshalb wird diesen Tieren im Allgemeinen mehr Aufmerksamkeit gewidmet. Die SuS sollen in dieser Einheit lernen, dass jedes Leben wertvoll und dass der Klimawandel mitverantwortlich für die Bedrohung vieler Arten ist. Deshalb soll das Interesse für das Thema „Artgerechte Haltung“ insbesondere bei Reptilien bei den SuS gesteigert werden.

2. Auswahl und Begründung der Inhalte

Durch den Besuch im Frankfurter Zoo sollen die SuS einen Teil ihrer Umwelt mathematisch wahrnehmen (Winter'sche Grunderfahrung, G1). Sie sollen sowohl ihre Fachkompetenz in den Fächern Biologie und Mathematik sowie die **Sozialkompetenz** verbessern. Die Vor- und die Nachbereitung und auch die Aufgabe im Zoo selbst bestehen größtenteils aus Gruppenarbeiten. Die Aufgaben sind so konzipiert, dass sowohl *Kooperation und Teamfähigkeit* als auch der *Umgang mit Konflikten* gefördert werden. Beispielsweise bei Aufgabe 5 b) sollen die SuS aufgrund ihrer geschätzten Werte entscheiden, ob es eine lineare Abbildung des einen Leguans auf den anderen (analog bei Agamen) gibt und dies begründen. Um diese Frage zu beantworten, müssen sie zusammenarbeiten, ihre Ideen austauschen sowie ihre Position sachlich und

begründet vertreten. Eine andere Möglichkeit, kooperativ zusammenzuarbeiten, liegt darin, dass die SuS die Beobachtungsaufgaben sinnvoll aufteilen und anschließend ihre Beobachtungen austauschen.

Die mathematische Leitidee, bzw. das mathematische Inhaltsfeld dieses Entwurfs lautet „**Funktionaler Zusammenhang**“. Es werden Grundvorstellungen zu proportionalen funktionalen Zusammenhängen in Aufgabenteil 5 sowie zu nicht-proportionalen funktionalen Zusammenhängen, wie in der Nachbereitung bei Gruppe 4 ausgebildet. Die Zusammenhänge werden aus einem von den SuS erstellten Streudiagramm abgelesen, beschrieben, interpretiert und ausgewertet.

Die beiden ersten Aufgaben beinhalten das Schätzen der Länge des Leguans oder der Agame mit und ohne Schwanz sowie das Schätzen der Länge der Vorder- und Hinterbeine dieser. Da keine Vorgaben darüber gemacht werden, wie diese Werte geschätzt werden sollen, könnte man annehmen, es handle sich um eine *problemorientierte, schülerorientierte* Aufgabenstellung. Da Schätzen jedoch bereits in den vorhergehenden Jahrgangsstufen behandelt wurde und die SuS mehrere Wege kennen, die Länge zu schätzen, handelt es sich um eine Schätzaufgabe, die unter der **fundamentalen Idee des Messens** steht. Innerhalb der Gruppe sollen die geschätzten Ergebnisse mit Blick auf die tatsächliche Länge interpretiert und reflektiert werden. Dies können die SuS tun, indem sie ihre geschätzten Werte der beiden Leguane sowie die geschätzten Verhältnisse der Gliedmaßen miteinander vergleichen oder eine Skizze anlegen, in der sie das Terrarium sowie den Leguan zerlegen, um die Längen besser schätzen zu können. Alternativ könnten sie dies auch mit Hilfe eines Fotos versuchen. Somit wird hier zusätzlich die Kompetenz „**Probleme mathematisch lösen**“ (Hessisches Kerncurriculum, 2011, S. 12) gefördert. Vorkenntnisse, Erfahrungen und Interessen der SuS werden durch die Vorbereitung auf den Ausflug sowie die Gruppeneinteilung berücksichtigt.

Bei Aufgabenteil 5 (a) wird die mathematische Kompetenz „**Mathematische Darstellungen verwenden**“ gefördert, indem ein Streudiagramm erstellt und anschließend interpretiert werden soll. Diese Kompetenz wird insbesondere auch in der Nachbereitung bei allen Gruppen gefördert. Eng damit verknüpft ist das „**mathematische Argumentieren**“ und das „**mathematische Kommunizieren**“. Die SuS sollen in ihren Gruppen diskutieren, ob es eine lineare Abbildung des einen Leguanes auf den anderen gibt und ob es einen funktionalen Zusammenhang zwischen den beiden gibt. Dazu müssen sie das Streudiagramm verstehen, Messfehler beim Schätzen berücksichtigen und anschließend begründete Vermutungen aufstellen. Diese können je nach Schüler unterschiedlich sein, weshalb die SuS sich gegenseitig ihre Lösungswege vorstellen, erläutern, diese vergleichen und bewerten sollen. Anschließend sollen sie ihre Vermutungen überdenken und gegebenenfalls revidieren. Diese Kompetenz wird insbesondere auch durch die Zusatzaufgabe „Anwendung der zwei Klimaregeln“ gefördert. Selbst Forscher und Wissenschaftler sind sich uneinig, ob die Bergmann'sche Regel nur für gleichwarme oder auch für wechselwarme Tiere gilt und ob sie intra- oder interspezifisch anwendbar ist, sodass diese sehr viel Diskussionsstoff bietet. In der Nachbereitung wird der *Computereinsatz* anhand des DGS GeoGebra geschult. Die Aufgaben bieten *Kohärenz- und Differenzenerfahrungen*, da sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede zwischen den verschiedenen Reptilien gefunden werden können.

In der Biologie steht das Inhaltsfeld „**Biologische Strukturen und ihre Funktion**“ im Vordergrund. Die SuS sollen Körperformen und Merkmale von Wüstenleguanen, Nashornleguanen, der australischen Wasseragame und der streifenköpfigen Bartagame sowie deren Lebensweise beschreiben. Durch gezieltes *Beobachten* sollen die SuS Informationen über die Reptilien sowie über deren Terrarium sammeln. Anschließend sollen die SuS ihre

Ergebnisse durch schriftliches Festhalten *beschreiben* und danach *vergleichen*. Diese drei Aspekte gehören zum Kompetenzbereich der **Erkenntnisgewinnung** (Hessisches Kerncurriculum, 2011, S. 14). In der Nachbereitung untersuchen die SuS, ob die Leguane und Agamen im Frankfurter Zoo artgerecht gehalten werden, indem sie ihre Ergebnisse mit Angaben aus der Literatur vergleichen und **bewerten** sowie sich darüber austauschen, diskutieren und **kommunizieren**.

Im Hessischen Kerncurriculum der Biologie (2011) steht, dass zu den **lernzeitbezogenen Kompetenzerwartungen** am Ende der 9./10. Klasse gehört, dass die SuS gesellschaftsrelevanten Aussagen aus unterschiedlichen Perspektiven mit fachspezifischen Kenntnissen diskutieren und bewerten können. Dies wird durch die Frage der artgerechten Haltung sowie die Diskussion der ökogeographischen Regeln gefördert. Das Fällen der Entscheidung auf Grundlage von den Informationen der Beobachtungen sowie vorgegebenen Kriterien zur artgerechten Haltung aus der Literatur zu Leguanen und Agamen, wird insbesondere in der Nachbereitung gefördert (Hessisches Kerncurriculum, 2011, S. 26).

3. Sachanalyse

3.1. Systematik von Nashorn- und Wüstenleguan sowie Bart- und Wasseragame

Reptilien sind poikiotherm, d.h. wechselwarme, ektotherme Tiere. Sie haben eine trockene, schleim-, feder- und fellose Körperbedeckung, bestehend aus Schuppen und laufen meist auf vier Beinen im Spreizgang. Leguane und Agamen gehören zur Klasse Reptilien. Sie haben nach Lehr (2002) die gemeinsame Ordnung Schuppenkriechtiere, sowie die Zwischenordnung Leguanartige (Iguania).

Der Nashorn- und der Wüstenleguan gehören zur Familie der Leguane (Iguanidae). Der Wüstenleguan ist von der Gattung *Dipsosaurus* und der Nashornleguan von der Gattung *Cyclura* (Wirtelschwanzleguane). Im Gegensatz dazu gehören die Wasser- und die Bartagame zur Familie der Agamen (Agamidae) (Manthey & Schuster, 1992, S. 6). Die australische Wasseragame (*Physignathus lesueurii*) gehört zur Gattung der Wasseragamen und wird wissenschaftlich als *Physignathus* bezeichnet (Werning, 2002, S. 9). Die streifenköpfige Bartagame (*Pogona vitticeps*) gehört zur Gattung der Bartagamen. Der wissenschaftliche Name der Gattung lautet *Pogona* (Hausschild & Borsch, 1997, S. 24).

Zur Zwischenordnung Iguania gehören Leguane, Agamen und Chamäleons (Bosch & Werning, 1991, S. 6). Die Chamäleons kann man aufgrund ihrer abweichenden Körperform recht gut von den Leguanen und Agamen unterscheiden. Das „äußere Erscheinungsbild“ der Agamen hingegen gleicht laut Hausschild und Bosch (1997) dem der Leguane. Leguane haben eine pleurodonte Zahnstellung, d.h. die Zähne sind an der Innenseite der Kieferbögen inseriert, stehen einzeln und können bei Ausfall ersetzt werden. Bei Agamen und Chamäleons ist die Zahnstellung akrodont, d.h. die Zähne sind auf dem Kieferbogen, meist zu Zahnleisten vereint. Somit kann man Leguane und Agamen an ihrer Zahnstellung unterscheiden.

3.2. Lebensraum und Verhalten der Leguane und Agamen

Leguane und Agame haben die gleiche ökologische Nische, aber kommen fast nie zusammen vor, sondern haben die Kontinente praktisch unter sich aufgeteilt. Leguane leben vor allem in Nord- und Südamerika (Bosch & Werning, 1991, S. 8). Die Agamen kommen in Europa (vorwiegend in Griechenland), in Asien, Australien und in Teilen von Afrika vor. Die einzige Ausnahme bilden die Fidji und Tonga-Inseln, auf denen sowohl Leguane als auch Agamen leben (Mathey & Schuster, 1992, S. 8). Sowohl die Leguane als auch die Agame halten im Winter eine ein- bis zwei monatige Winterruhe.

Die Schwanzbeschuppung des Nashornleguans ist in „Wirteln“ angeordnet und hat ihm den volkstümlichen Namen Wirtelschwanzleguan eingebracht. Er wird in der Regel über einen Meter (ca. 1,20 m) groß und kommt ausschließlich auf den Westindischen Inseln vor. Die Tagestemperaturen seiner Umgebung schwanken meist zwischen 20 und 30 °C. Er lebt in trockenen Gebieten, die mit Kakteen und Dornenbüschen bewachsen sind (Schmidt & Henkel, 2006). Nur wenigen Zoos außerhalb der Karibik ist es bislang gelungen, die Nashornleguane so zu halten, dass diese Nachwuchs hervorbrachten. Eine der wenigen Ausnahmen bildet der Frankfurter Zoo, der Ende der 80 er Jahre ein Jungtier erfolgreich aufzog und auch eigenen Nachwuchs nachweisen kann. Der Nashornleguan stand damals unter strengstem Artenschutz (Bosch & Werning, 1991, S. 44). Laut einem Zoologen und Reptilienexperten (2019) des Frankfurter Zoos haben sich die Bestände der Nashornleguane durch Zucht wieder einigermaßen erholt. Zur Fortpflanzung legt das Leguan- oder Agamenweibchen Eier oder trägt diese im Körper (Ovioparite) aus. Der Wüstenleguan wird bis zu 40 cm lang, hat einen rundlichen Körper, einen kleinen Kopf mit abgerundeter, stumpfer Schnauze und einen langen Schwanz. Er kommt in den Wüsten rings um den Golf von Kalifornien, in den USA in Süd-Nevada, Süd-West-Kalifornien, Südost-Arizona und in Mexiko im Baja California vor (Bosch & Werning, 1991, S. 48). Die Art lebt in wüstenähnlichen Gebieten bis hin zu Sandwüsten (Schmidt & Henkel, 2006, S. 95f). Das Klima ist arid und sehr warm, bis zu 50 °C.

Australische Wasseragamen haben einen dreieckigen Kopf und sind beige, braun, grau gefärbt. Sie werden meist zwischen 70 bis zu 100 cm groß und kommen an der Ostküste Australiens vor. Sie leben meist in bewaldeten Gewässern. Bei dem Gewässer kann es sich um einen Fluss oder auch einen kleinen Tümpel handeln. Sie leben in den Subtropen bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 55 – 80 % und Temperaturen von 13,5 bis 21,5° C (Werning, 2002, S. 73). Die streifenköpfige Bartagame wird etwa 60 cm groß und ist kräftig gebaut. Ihr Kopf ist langgestreckt und massig und sie ist graugefärbt. Sie kommt im Binnenland aller östlicher Bundesstaaten bis zur östlichen Hälfte Südaustraliens vor. Sie lebt im trockenen Klima in einer Wüsten- oder Steppenlandschaft bei etwa 20 bis 40 ° C in tropischen oder subtropischen Regionen (Hausschild & Borsch, 1997, S. 55).

3.3. Artgerechte Haltung im Terrarium

Laut Bosch & Werning (1991) ist für Leguane und Agamen ausreichender Platz und somit ein großes Terrarium wichtig. Für Leguane im Terrarium ist Licht insbesondere für Arten in offenen Lebensräumen wie Wüste oder Steppe essenziell. UV-Licht ist wichtig, da es die Vitalität und Vitamin-D3-Aufnahme ermöglicht. Im Frankfurter Zoo gibt es im Gehege des Nashornleguans drei 1000-Watt-Halogenstrahler, die für die nötige Lichtintensität sorgen. Für die wärmebedürftigen Wüstenleguane sind z. B. 150-Watt-HQI-Strahler empfehlenswert. Der Nashornleguan stand bis vor kurzem noch unter strengem Artenschutz, weshalb die artgerechte Haltung bei diesen besonders wichtig ist. Deshalb ist die Einzelhaltung von Nashornleguanen abzulehnen, da diese den sozialen Kontakt zu ihren Artgenossen brauchen und außerdem die Fortpflanzung gefördert werden soll. Deshalb kommen nur sehr große Gehege in Frage. Als Richtlinien schlagen Schmidt und Henkel (2006) das Terrarium des Frankfurter Zoos vor. Für 10 Jungtiere wurde eine Fläche von 18 m² und 2,5 m Höhe eingerichtet. Momentan lebt jedoch nur ein einzelner Nashornleguan alleine im Gehege. Grund sei laut einem Frankfurter Zoologen (2019), dass sich die Bestände der Nashornleguane soweit erholt haben, dass sie das Gehege lieber für eine andere, bedrohtere Leguanart nutzen würden, jedoch bislang noch keine adäquate Alternative zur Unterbringung des Nashornleguans gefunden hätten.

Bei den Wüstenleguanen sollte immer ein Männchen mit zwei Weibchen zusammen leben. Dies ist im Frankfurter Zoo der Fall. Laut Henkel (1995) sollte die Temperatur des Terrariums beim Nashornleguan zwischen 26 und 42 °C und die relative Luftfeuchtigkeit bei 30 bis 70 % liegen. Beim Wüstenleguan soll die Temperatur zwischen 30 und 45 °C liegen, denn ab 28 °C

ist es für sie zu kalt, sodass ihre Verdauung nicht mehr funktioniert. Im Frankfurter Zoo leben die Wüstenleguanen zusammen mit den blauen Felsenleguanen (1,2) und den Chuckwallas (1,3,11). Hier steht die erste Zahl für die Anzahl an Männchen, die zweite für Weibchen und die dritte für Jungtiere. Bei Nashornleguanen sollte der Boden aus einer dicken Sandschicht, die unten leicht feucht ist, bestehen und mit Baumstämmen sowie Felsimitationen ausgestattet sein, welche für den nötigen Sichtschutz sorgen. Die Wüstenleguane sollten in ihrem Terrarium in der Lage sein, sich Höhlen in den feuchten Sand zu graben, deshalb sollte die Sandhöhe mindestens 20 bis 40 cm betragen. Die Wände sollten als kleine Felslandschaften verkleidet und der Boden mit Wurzeln, Bepflanzung und Felsaufbauten ausgestattet werden (Schmidt und Henkel, 2006, S. 96). Die Ernährung bei Leguanen sollte abwechslungsreich sein. Der Nashornleguan frisst in erster Linie vegetarisch, nur trüchtige Weibchen und Jungtiere sollten ab und zu Insekten bekommen. Die Nahrung sollte durch ein Vitamin-Mineralstoff-Gemisch aufgewertet werden. Der Wüstenleguan ernährt sich ebenfalls überwiegend vegetarisch von Löwenzahn, Wildkräutern, Salat, Maiskörner, Pflanzensamen, u.ä.

Die Wasseragamen sind eine der pflegeleichtesten Agamen und robuster als die Bartagamen. Wenn man geduldig ist und sich ihnen mit langsamen Bewegungen nähert, dann gewöhnen sich die australischen Wasseragamen an die Pfleger, werden jedoch nicht ganz so zutraulich wie die Bartagamen. Die Mindestterrariengröße bei Bartagamen beträgt 125cm x 100cm x 75cm (Köhler, Gießhammer & Schuster, 2003, S. 55). Da Wasseragamen in der Regel größer als Bartagamen sind, sollte auch ihr Terrarium etwas größer sein. Die Wasseragamen können laut Werning (2002) auch mit vielen ihrer Art in einem Terrarium leben, ohne sichtbar Schaden zu nehmen oder krank zu werden. Im Gegensatz dazu sollte man es bei Bartagamen vermeiden, mehrere Männchen gleichzeitig in einem Terrarium zu halten, da diese sich gegenseitig bis zum Tode stressen und attackieren würden. Beide Agamen brauchen wie die Leguane Heizmatten oder -strahler zum Aufwärmen sowie UV-Licht Bestrahlung (ca. 30 bis 60 Minuten) zur Verbesserung der Agilität, Aufmerksamkeit und Fortpflanzung (Köhler, Gießhammer & Schuster, 2003, S. 59f). Die australische Wasseragame ist eine „Raubechse“. Sie frisst z.B. Krabben Zikaden, Wasserkäfer, Frösche, kleinere Echsen, Mäuse, Fische und auch Aas sowie Früchte, Blüten oder Seegras. Die streifenköpfige Bartagame ist ebenfalls ein Allesfresser und frisst z. B. Insekten, Spinnen, Reptilien, Kräuter, Blätter, Blüten und Früchte. Im Frankfurter Zoo lebt ein australisches Wasseragamen-Weibchen mit den australischen Schlangenhalschildkröten und ein Bartagamen-Weibchen mit mehreren Kragen- und Tannenechsen zusammen. Die Überwinterung gehört sowohl bei Agamen als auch bei Leguanen zu einer artgerechten Haltung dazu.

3.4. Beobachten und Erheben von Daten

Im Rahmen des Zoobesuches sollen zur Datenerhebung gezielte Beobachtungen durchgeführt werden. Die beiden zentralen Fragen, die es zu beantworten gilt, lauten: „Werden Leguane und Agamen im Frankfurter Zoo artgerecht im Terrarium gehalten?“ „Und gibt es einen funktionalen Zusammenhang zwischen den Leguanen/Agamen?“

Das Erkenntnisziel der Statistik liegt in der Entwicklung von Methoden und Verfahren. Diese stellt die Statistik anderen wissenschaftlichen Disziplinen zur Verfügung (Kaun, 2008, S. 11). Bei der Beobachtung handelt es sich um ein systematisches Vorgehen, d.h., es gibt Regeln des wissenschaftlichen Arbeitens und Reflektierens, denen die wissenschaftliche Beobachtung folgt. Das, was als interessant erachtet wird, wird schriftlich festgehalten. Die Daten und Beobachtungen werden in ein Symbolsystem überführt, welches in Form einer Tabelle mit Texten oder Zahlen dargestellt werden kann. Beobachtungen dienen einem wissenschaftlichen Ziel und damit einem avisierten Erkenntnisgewinn.

Der Zweck wissenschaftlicher Beobachtungen ist es, Phänomene zu explorieren und zu beschreiben, um daraus wissenschaftliche, theoretische Aussagen entwickeln zu können (Weischer, & Gehrau, 2017, S. 17f). Die SuS sollen ihre Beobachtungen schriftlich als Text in einer Tabelle festhalten, um anschließend mit diesen weiter zu arbeiten. Durch die Formulierungen der Aufgabenstellung werden die Kriterien des wissenschaftlichen Beobachtens eingehalten.

3.5. Einführung in funktionales Denken: Streudiagramm und Streckungsfaktor

Für den Arbeitsauftrag im Zoo ist der Begriff der linearen Abbildung, der Ähnlichkeitsbegriff, der Begriff des Streckungsfaktors sowie das Streudiagramm von Relevanz. Eine lineare Abbildung ist nach Definition von Prof. Dr. Stix (2019) eine Abbildung von einem K -Vektorraum V in einen K -Vektorraum W , die homogen und additiv ist.

In der Schule werden vor allem bijektive affine Selbstabbildungen behandelt. In der Sekundarstufe I betrachtet man die folgenden Abbildungen in der Ebene: Achsen- und Punktspiegelung, Verschiebung, Drehung, Ähnlichkeitsabbildungen sowie insbesondere die zentrische Streckung. Eine affine Abbildung ist eine Abbildung eines affinen Raumes A in einem affinen Raum B mit folgenden Eigenschaften: Geradentreue, Paralleltreue, Teilverhältnistreue (Henn & Filler, 2015, S. 345). Wenn man Kongruenz- und Ähnlichkeitsabbildungen behandelt, muss man darauf achten, den Fehlvorstellungen geometrischer Abbildungen immer geradentreu entgegenzuwirken, z. B. durch dynamische Geometriesysteme wie GeoGebra. Dies wird in der Nachbereitung thematisiert. Die Themen „Ähnlichkeit“ und „zentrische Streckung“ sollten in der neunten Klasse laut Mathematiklehrplan (vgl. S. 32) behandelt werden. „Zwei geometrische Figuren nennt man *ähnlich*, wenn die eine eine proportionale Vergrößerung oder Verkleinerung der anderen ist“ (Scharlau, 2001, S. 34).

Streudiagramme sollen im gymnasialen Stochastik-Unterricht der 9./10. Klasse genutzt werden, um aus bivariaten metrischen Daten Zusammenhänge zwischen zwei Merkmalen eines Objektes zu untersuchen. Bei dem Arbeitsauftrag wird das Vorhandensein eines linearen Zusammenhanges zwischen den Längenverhältnissen der beiden unterschiedlichen Agamenarten oder Leguanarten untersucht. Als Einführung von Streudiagrammen nutzt man meist die Wertepaare Körpergröße und Spannweite der Arme. Die Daten können per Hand in ein Streudiagramm eingezeichnet werden oder mit einem geeigneten Computerprogramm wie GeoGebra. Zusätzlich soll die Ausgleichsgerade im Streudiagramm bei funktionalen Zusammenhängen thematisiert werden (Krüger, Sill & Sikora, 2015, S. 209 ff).

Der einheitliche, mathematische Grundgedanke dieses Unterrichtsvorschlages ist das funktionale Denken. Die Leitidee lautet somit „funktionaler Zusammenhang“. Laut Vollrath & Weigand (2009) sind die drei grundlegenden Sachverhalte des funktionalen Zusammenhangs: Der *Zuordnungscharakter*, bei dem durch Funktionen Zusammenhänge zwischen Größen hergestellt werden, das *Änderungsverhalten*, bei dem durch die Funktion erfasst wird, wie sich die Änderungen der unabhängigen Größe auf die abhängige auswirkt und die *Sicht als Ganzes*, bei der man die Wertepaare nicht einzeln, sondern alle gleichzeitig betrachtet. Innerhalb der Schulzeit entwickelt sich funktionales Denken und es werden verschiedene Fähigkeiten bei den Schülerinnen und Schülern (SuS) ausgebildet. Zu diesen Fähigkeiten gehört, dass die SuS Zusammenhänge zwischen Größen feststellen, angeben, annehmen und erzeugen können sowie Hypothesen über die Art des Zusammenhanges und über den Einfluss von Änderungen bilden, kontrollieren und ggf. revalidieren können (Vollrath & Weigand, 2009, S. 140). Durch das Eintragen der Wertepaare von beispielsweise Wüsten- und Nashornleguan wie bei Aufgabe 5 wird ein funktionaler Zusammenhang zwischen den Längenverhältnissen der Gliedmaßen der

beiden Leguane sichtbar (Zuordnungscharakter). Wenn die SuS richtig schätzen, sollte in etwa ein linearer Zusammenhang zwischen Wüsten- und Nashornleguan (analog bei Bart- und Wasseragame) sowie das Änderungsverhalten zu sehen sein. Bei Aufgabenteil 5 b) werden die SuS durch die Fragestellung „Handelt es sich hierbei um eine lineare Abbildung des einen Leguans auf den anderen? Ja oder nein und warum?“ dazu angeregt, die Funktion als Ganzes zu betrachten. Diese Aspekte werden insbesondere auch in der Nachbereitung fokussiert.

Im Verlauf der Einheit „Mathematik im Zoo“ sollen die SuS feststellen, dass es einige Leguane und Agamen gibt, bei denen funktionale, meist lineare Zusammenhänge feststellbar sind wie z.B. beim Nashorn- und beim Wüstenleguan. Durch die Nachbereitung sollen die SuS feststellen, dass diese Zusammenhänge jedoch nicht zwangsläufig auf andere Leguane oder Agamen übertragbar sind. Wie Meiri (2010) sagt, handelt es sich hierbei um ein Muster, nicht um einen Mechanismus. Der Grund, weshalb es schwierig ist, einen funktionalen Zusammenhang zwischen den Längenverhältnissen der Leguane zu finden, ist, dass man diesen nur einseitig betrachtet. Die Biologie ist komplex und nur schwer auf bestimmte Regeln und Regelmäßigkeiten runter zu brechen. In unserem Beispiel wird der Lebensraum der Leguane, einschließlich Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit, sowie die genetischen und adaptiven Bedingungen dieser nicht berücksichtigt, weshalb wir einen eindimensionalen Zusammenhang betrachten, der nur beschränkt Informationen liefern kann. Zu dieser Erkenntnis sollen die SuS am Ende der Einheit gelangen.

3.6. Ökogeographische (Klima-)Regeln

Die Bergmannsche Regel besagt, dass „large homeotherms are found at higher latitudes, or in colder climates than closely related smaller ones“ (Meiri, 2010, S. 203). Meiri ist der Meinung, dass die Bergmannsche Regel, egal auf welchem taxonomischen Level, untersucht werden kann. Bergmann vermutet, dass größere Tiere aufgrund des Volumen-Flächen-Verhältnisses die Wärme besser speichern können und die Tiere in kälteren Regionen deshalb größer seien. Nach Bergmann gilt die Regel nur für gleichwarme und nicht für wechselwarme Tiere. Darüber wurde jedoch in den letzten Jahren viel geforscht und diskutiert.

Meiri argumentiert, dass die Bergmannsche, die Allensche und viele ähnliche Klimaregeln lediglich bestimmte Regelmäßigkeiten in der Natur zu beschreiben versuchen. Ob eine Regel stimmt oder nicht, sage jedoch kaum etwas über die Funktionsweise der Regel aus. Das Temperatur-Größenverhältnis sei ein Muster, kein Mechanismus. Der Mechanismus könnte, wie Bergmann behauptet, die Speicherung von Wärme sein. Alternativ wäre es nach Meiri (2010) auch möglich, dass Tiere in wärmeren Regionen sich weniger bewegen, weniger essen und deshalb kleiner seien. Meiri (2010) weist daraufhin, dass einige Autoren der Meinung seien, Bergmanns Regel sei auf einem intraspezifischen Level zu verstehen, andere denken sie, seien auf einem interspezifischen oder Assemblage-Level (Gemeinschaft aller am gleichen Ort zur gleichen Zeit lebenden Organismen eines Taxons) zu verstehen. Meiri (2010) selbst schlägt vor, die Bergmannsche Regel wie folgt zu definieren: „a tendency of organisms to be smaller at higher temperatures and high latitudes“ (S.205). Er denkt, die Regel wird eher auf gleich- als auf wechselwarme Tiere anwendbar sein und eher auf einem intra- und interspezifischen als auf einem Assamblage Level basieren, schließt jedoch die Gültigkeit in keinem der Bereiche aus.

4. Lernzielsetzung

Der in dieser Hausarbeit vorgestellte Entwurf zu dem außerschulischen Lernort „Frankfurter Zoo“ zielt auf die im Folgenden dargestellten Lernziele ab.

- Die SuS können den Lebensraum des Wüsten- und Nashornleguans sowie der streifenköpfigen Bartagame und der australischen Wasseragame beschreiben.

- Die SuS kennen die Aspekte der Artgerechten Haltung für Leguane und Agamen und können diese am Beispiel des Wüstenleguanes, des Nashornleguanes, der australischen Wasseragame oder der streifenköpfigen Bartagame erläutern.
- Die SuS kennen die Unterschiede zwischen dem Wüsten-, dem Nashornleguan sowie der streifenköpfigen Bartagame und der australischen Wasseragame.
- Die SuS lernen den verantwortungsvollen Umgang mit einigen Reptilien und entwickeln Empathie für diese.
- Die SuS wissen, was ein Streudiagramm ist, wie man es analog oder digital (mit GeoGebra) nutzt und können begründete Interpretationen zu diesem aufstellen. Insbesondere können sie an diesem begründen, ob es einen funktionalen Zusammenhang zwischen zwei Objekten gibt oder nicht und wie dieser Zusammenhang aussieht.
- Die SuS können ihre Standpunkte mit Hilfe von Daten objektiv begründen sowie die Standpunkte anderer nachvollziehen. Anschließend können sie aus den neuen Informationen ihren Standpunkt ggf. begründet revidieren.

5. Vor- und Nachbereitung

5.1. Vorbereitung

Es sollten zwei Stunden im Fach Biologie und zwei in der Mathematik als Vorbereitung dienen. Da in der 9. Klasse nach dem Lehrplan kein Biologie-Unterricht vorgesehen ist, müssen entweder 4 Mathestunden für die Vorbereitung genutzt werden oder mit dem Chemie- oder Physiklehrer abgeklärt werden, ob zwei ihrer Stunden für die Vorbereitung genutzt werden darf. Vor der Biologie-Vorbereitungs-Stunde bekommen alle SuS jeweils eines der Tiere als Aufgabengebiet zugeteilt, um den Aufwand gering zu halten: einen Leguan (Wüsten- oder Nashornleguan) oder eine Agame (australische Wasseragame oder streifenköpfige Bartagame). Als Hausaufgabe zur nächsten Stunde sollen sie sich die vorgegebenen Texte zu ihrem Reptil durchlesen sowie die Informationen in die Tabellenspalte zu ihrem Reptil ausfüllen (siehe Anhang, Vorbereitung). Die Texte beinhalten Informationen zum Aussehen und zur Größe der Agamen und Leguane, zum Lebensraum, den Klimabedingungen sowie der artgerechten Haltung im Terrarium. Anschließend wird in der Schule die Methode des Gruppenpuzzles, damit alle SuS die vollständigen Informationen zu den Agamen oder Leguanen haben. D.h. die SuS, die sich z.B. mit dem Wüstenleguan befasst haben, kommen als Expertengruppe zusammen und tauschen ihre Ergebnisse zu diesem aus und ergänzen die Informationen gegebenenfalls. Die SuS, die den Nashornleguan behandelt haben, machen das gleiche. Danach mischen sich die beiden Gruppen (Stammgruppen) und berichten einander, was sie über „ihren“ Leguan herausgefunden haben. Diese Informationen sollen alle SuS schriftlich in der Tabelle ergänzen. Anschließend überlegen die SuS in ihren Stammgruppen, welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede es zwischen den Leguanen gibt und wie diese artgerecht zu halten sind. Analog soll die Aufgabe mit den Agamen durchgeführt werden. Danach werden die Ergebnisse von den SuS präsentiert und es wird je ein Zettel einer Gruppe der Leguane und der Agamen eingesammelt, kopiert und an alle SuS verteilt, sodass diese sich die Informationen vor dem Zoobesuch nochmal durchlesen können.

Im Mathematikunterricht kann davon ausgegangen werden, dass in der Einheit Geometrie die zentrische Streckung sowie Ähnlichkeitsabbildungen bereits behandelt wurden. Am Ende der 9. Klasse wird der Streuparameter sowie Streudiagramme eingeführt. Diese werden mit Hilfe der Wertepaare (Körpergröße, Spannweite) eingeführt. Zunächst sollen die SuS die Werte per Hand in ein Streudiagramm einzeichnen. Anschließend wird dies mit dem DGS GeoGebra wiederholt. Die SuS sollen versuchen, eine Abhängigkeit zwischen den beiden Größen festzustellen. In diesem Zusammenhang kann man den Begriff Streckungsfaktor einführen und

die Klasse diskutieren lassen, welches der Streckungsfaktor zwischen Körpergröße und Spannweite ist und wie das begründet werden könnte.

5.2. Nachbereitung

Für die Nachbereitung sollen wie bei der Vorbereitung zwei Stunden im Bereich der Biologie (Chemie/Physik) und zwei in der Mathematik genutzt werden. Die SuS sollen in „ihren“ Expertengruppen den jeweiligen Leguan oder die jeweilige Agame vertieft zum Thema „Artgerechte Haltung“ thematisieren. Dazu sollen sie eine Tabelle (siehe Anhang, Nachbereitung) ausfüllen, in der sie Informationen zur Temperatur, dem Licht, zu den Essgewohnheiten u.ä. im Terrarium angeben und mit der Lebensweise in der Natur vergleichen. Anschließend sollen sie daraus ableiten, ob der Leguan oder die Agame artgerecht gehalten wird und ein Plakat für die anschließende Präsentation vorbereiten. Insbesondere beim Nashornleguan sollen den SuS die Widersprüchlichkeiten zwischen Literatur, dass immer mehrere Nashornleguane zusammengehalten werden sollen und der Realität, dass nur ein einzelner Nashornleguan im Frankfurter Zoo gehalten wird, auffallen. In diesem Rahmen kann man die SuS Hypothesen aufstellen lassen, weshalb dies der Fall ist und in der abschließenden Diskussion erklären, dass sich die Bestände der Nashornleguane wieder normalisiert haben, dieser nicht mehr unter strengstem Artenschutz steht und bald eine stärker bedrohte Leguanart in diesem Terrarium im Frankfurter Zoo leben soll.

In der Mathematik-Nachbereitung werden ebenfalls vier Gruppen gebildet. Die erste Gruppe untersucht den funktionalen Zusammenhang zwischen den Längenverhältnissen von Leguanen und Agamen, indem sie die geschätzten oder vorgegebenen Werte in Streudiagramme per Hand einzeichnet und diese anschließend interpretiert. Die zweite Gruppe untersucht den funktionalen Zusammenhang zwischen Agamen, die dritte selbigen zwischen Leguanen mit Hilfe des DGS GeoGebra. Die vierte Gruppe untersucht den funktionalen Zusammenhang zwischen der Temperatur, in der ein Leguan lebt, und der Größe des Leguans. Im zweiten Teil der Aufgabe macht die Gruppe das gleiche für Agamen und interpretiert anschließend die Ergebnisse. Es werden sowohl einige fast lineare Zusammenhänge als auch Abbildungen, bei denen es scheinbar keinen Zusammenhang gibt, gefunden werden. Wichtig ist, dass die SuS aus ihren Ergebnissen begründete Schlüsse ziehen und diese als Gruppe zum Schluss mit einem Plakat vor der Klasse präsentieren (siehe Anhang, Nachbereitung). Diese werden nach den Einheiten im Klassenzimmer aufgehängt.

6. Literaturverzeichnis

- Bosch, H. & Werning, H. (1991): *Leguane*, Ratingen/Münster, Herpetologischer Fachverlag
- Hauschild, A. & Bosch, H. (1997): *Bartagamen und Kragenechsen*, Münster, Natur und Tier – Verlag
- Henn, H. & Filler, A. (2015): *Didaktik der Analytischen Geometrie und Linearen Algebra – Algebraisch verstehen – Geometrische veranschaulichen und anwenden*, Berlin, Springer Spektrum
- Henkel, F. (1995): *Leguane*, Stuttgart, Eugen Ulmer GmbH & Co
- 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
- Kaun, A. (2008): *Didaktik der Statistik – Eine fachdidaktische Grundlegung*, Hamburg, Verlag Dr. Kovac
- Köhler, G., Griebhammer, K. & Schuster, N. (2003): *Bartagamen – Biologie, Pflege, Zucht, Erkrankungen*, Herpeton, Verlag Elke Köhler
- Krüger, K., Sill, H. & Sikora, C. (2015): *Didaktik der Stochastik in der Sekundarstufe I*, Berlin, Springer Spektrum
- Lehr, E. (2002): *Amphibien und Reptilien in Peru*, Münster, Natur und Tier - Verlag
- Manthey, U. & Schuster, N. (1992): *Agamen*, Münster, Herpetologischer Fachverlag
- Meiri, S. (2010): *Bergman's Rule – what's in a name?*, Global Ecology and Biogeography, Blackwell Publishing Ltd, S. 203 – 207
- Prof. Dr. Stix, J. (2019): *Lineare Algebra Skript*, Goethe Universität
- Scharlau, W. (2001): *Schulwissen Mathematik: Ein Überblick – Was ein Studienanfänger von der Mathematik wissen sollte*, Braunschweig/Wiesbaden, Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH
- Schmidt, W. & Henkel, F. (2006): *Leguane – Biologie, Haltung, Zucht*, Stuttgart (Hohenheim), Ulmer Verlag

Vollrath, H. & Weigand, H. (2009): *Algebra in der Sekundarstufe*, Heidelberg, Akademischer Verlag

Weischer, C. & Gehrau, V. (2017): *Die Beobachtung als Methode in der Soziologie*, Universität Münster, UVK Verlag, Online-Ressource der Universitätsbibliothek Frankfurt

Werning, H. (2002): *Wasseragamen und Segeleichen*, Münster, Natur und Tier – Verlag

Wissenschaft.de (2010): *Fragile Ökosysteme – Astronomie + Physik – Erde+Klima*, Konradin Medien GmbH, <https://www.wissenschaft.de/astronomie-physik/fragile-oekosysteme/>, Zugriff [09.09.19]

Zoologe und Reptilienexperte des Frankfurter Zoo (2019): *Interview*