



Universität Hamburg

DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

Der Einfluss von anthropogener Störung auf die Diversität von Amphibien im Serengeti-Park, Hodenhagen

von Christopher Sonten

geboren am

16.02.1994

Bachelorarbeit

im Studiengang Biologie Bachelor of Science

der Universität Hamburg

Erscheinungsjahr: 2018

1. Prüfer: Dr. Julian Glos
2. Prüfer: Prof. Jörg Ganzhorn

1. Abstract

Amphibians are one of the most endangered groups of vertebrates worldwide. They live in different types of habitats in their life stages and that's why they are more likely to be threatened to habitat destruction than other groups. To reduce the threat to the animals, the factors of danger have to be detected and reduced. Next to habitat destruction, environmental pollution or pesticides, the direct contact to humans belongs to the negative influences on the diversity of amphibians. In this study, it was observed, if there is a relation between the anthropogenic abundance and the number of amphibian species in a pond. Here we show, that the nearness of humans have no impact on the diversity of amphibians in a high disturbed area. The hypothesis was, that the closer a pond with amphibians was to pedestrian paths or carousels in an amusement park, the less species were living in it. This relation was not determined. Even in ponds, which were really close to anthropogenic disturbance, relatively many species were found. It was also suggested, that specific pond characteristics influence the number of species. This hypothesis was partially approved, because it was shown, that the closer a pond was to a possible terrestrial habitat, the more species lived in the waters. We could conclude out of this, that the species in the park are very robust against human disturbances and have a broad ecological valence.

1.1. Zusammenfassung

Amphibien gelten mit zu den meist bedrohten Wirbeltierklassen weltweit. Um die Bedrohung für die Tiere zu vermindern, müssen die Ursachen detektiert und reduziert werden. Neben Lebensraumzerstörung, Umweltverschmutzung oder Pestiziden gilt die direkte Nähe zu Menschen als negativer Einfluss auf die Abundanz von Amphibien. In dieser Studie wurde gezeigt, dass die Anwesenheit von Menschen keinen Einfluss auf die Amphibiendiversität in einem hochgestörten System hat. Es wurde vermutet, dass je näher ein Gewässer, in dem Amphibien leben, an Fußgängerwegen oder Fahrgeschäften in einem Vergnügungspark liegen, desto weniger Arten würden darin vorkommen. Dieser Zusammenhang konnte nicht festgestellt werden. Auch in Gewässern, die anthropogener Störung direkt ausgesetzt waren, wurden relativ viele Arten gesichtet. Außerdem wurde vermutet, dass verschiedene Gewässerfaktoren einen Einfluss auf die Artenanzahl hatten. Es wurde festgestellt, dass je näher ein Gewässer an einem Sommerquartier lag, desto mehr Arten kamen darin vor. Aus den Ergebnissen kann geschlossen werden, dass die lokalen Arten eine große ökologische Valenz besitzen, also tolerant gegen Störungen sind.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	4
2. Material und Methoden	8
3.1. Untersuchungsgebiet	8
3.2. Untersuchungszeitraum	9
3.3. Transekte	9
3.4. Bestimmungsmethoden	10
3.5. Gewässerfaktoren	10
3.6. Statistische Methoden	13
3. Ergebnisse	13
4. Diskussion	21
5. Danksagung	25
6. Quellenverzeichnis	25
7. Abbildungsverzeichnis	28
8. Erklärung	29

2. Einleitung

Der Mensch hat seit jeher einen großen Einfluss auf die weltweite Biodiversität. Aus aller Welt sind rückläufige Zahlen von Tier- und Pflanzenarten bekannt. Die Welt steckt in einer Biodiversitätskrise. Viele dieser Rückgänge haben mit ihre Ursache in unmittelbaren menschlichen Einwirkungen, wie Zerstörung und Fragmentation des Lebensraumes oder Umweltverschmutzung (Greßler, 1995). Die Aussterberate liegt 100-1000 Mal höher in gut bekannten und taxonomisch diversen Gruppen als in der Zeit, bevor die Menschheit die Erde besiedelte (Pimm et al., 1995). Das Verschwinden von Arten hat nicht nur einen weitreichenden Schaden für die Ökosysteme dieser Welt, sondern auch für den Menschen auf lange Sicht, da wir auf viele Eigenschaften der Natur angewiesen sind, zum Beispiel durch Bestäubung unserer Nutzpflanzen durch Bienen oder Medikamente, die wir aus Pflanzen oder Tieren gewinnen.

Amphibien gehören mit Reptilien zu den am stärksten gefährdeten Wirbeltierklassen. Fast ein Drittel der weltweiten Amphibienarten sind gefährdet. Außerdem können schätzungsweise um die 159 Arten ausgestorben sein, und 38 Arten sind sicher ausgestorben (IUCN, 2008).

Laut diversen Studien gibt es keine Zweifel, dass der vielzählige Verlust von Amphibienpopulationen weltweit auf menschlichem Einwirken basiert, unter anderem durch Lebensraumzerstörung, -veränderung und Einführung von exotischen Prädatoren (Glandt, 2008; Kühnel et al., 2015; Greßler, 1996). Diese Rückgänge und das Verschwinden der Populationen stellen ein Phänomen dar, das noch über die bereits dramatische Biodiversitätskrise hinaus geht.

Nach Maxell und Hokit gibt es sieben anthropogene Hauptstörfaktoren, die für das vermehrte Sterben von Amphibienpopulationen verantwortlich sind (1999). Der schwerwiegendste Faktor ist die Habitatszerstörung. Laichgewässer, die essentiell als Lebensraum und zur Fortpflanzung dienen, werden zugeschüttet oder trockengelegt. Landhabitate werden durch Landwirtschaft und Bautätigkeit zerstört und so wird den Tieren die Lebensgrundlage genommen.

Ein weiterer Grund ist die Habitatsfragmentierung, bei der durch die Isolierung von Habitaten, Emigration und Immigration unterbunden wird und ein genetischer Austausch zwischen Populationen nicht mehr möglich ist. Durch die Manifestation von genetischen Defekten kann es zum Aussterben einer Population kommen. Außerdem kommt es durch einen höheren Anteil von Randbereichen zur Verringerung von den für die Arten wichtige innere Bereiche, was sich ebenfalls negativ auf das Artenüberleben auswirkt.

Schadstoffe und Pestizide von Landwirtschaft und Industrie kontaminieren Gewässer und vernichten die Nahrungsgrundlage der Tiere, was ebenfalls zum Aussterben führen kann. Der Fang von Amphibien, sei es zur Nahrungsmittelproduktion oder für den Heimtierbedarf ist ein weiterer gefährdender Faktor für das Amphibienüberleben. Außerdem stellt die Einführung von nicht-heimischen Prädatoren einen Faktor dar, der zum Artensterben führt, wie zum Beispiel exotische Fische, die den Laich beziehungsweise die Kaulquappen fressen (Greßler, 1996).

Amphibien stellen eine Organismengruppe dar, die ein sensibler Indikator für generelle Umweltbelastungen ist (Wilburn und Pechmann, 1994). Dies hat verschiedene Gründe.

Amphibien sind weltweit verbreitet und in verschiedenen Lebensraumtypen angesiedelt, von der Wüste über tropische Regenwälder bis zu urbanen Gebieten. Unsere heimischen Amphibien stellen den Prototyp eines Amphibs dar, der in verschiedenen Lebenszyklen verschiedene Habitate bewohnt (Kühnel et al., 2003). Die meisten Arten leben den größten Teil ihres Lebens an Land, und kehren lediglich zur Fortpflanzung ins Wasser zurück, in das Laichgewässer. Zudem sind viele Arten sehr laichplatztreu, das heißt, dass sie zum laichen an das Gewässer ihrer Geburt zurückkehren, was zu Strecken von, zum Beispiel, bis zu 5 km Wanderungen bei der Erdkröte führen kann. Nach dem Laichen suchen sie wieder ihre Landlebensräume auf, und sobald der Winter einbricht, verfallen Amphibien in eine Winterstarre in ihrem geschützten Quartier, das sich meist unter der Erde befindet (Thielke et al., 1983). Durch die breite Palette an Lebensräumen sind sie also anfälliger für Gefährdungen, die auf der Zerstörung des Habitats basieren.

Des weiteren besitzen Amphibien eine dünne, drüsenreiche Haut, die zur Atmung und zum Schutz gegen Austrocknung dient. Da diese Haut besonders permeabel ist, sind die Tiere sensibler gegen äußere Einflüsse, wie Umweltgifte durch Versauerung oder Verschmutzung des Gewässers (Greßler, 1996).

Der Zustand einer Amphibienpopulation, gemessen an der Anzahl an Individuen, spiegelt so die kombinierten Effekte mehrerer separierter Einflüsse auf ein Ökosystem wieder. Das weltweite Verschwinden von Amphibienpopulationen ist auch deswegen fatal, weil sie verschiedene trophische Nischen und so einen wichtigen Teil in einem Ökosystem einnehmen (Hopkins, 2007).

Nicht nur der indirekte Einfluss von Menschen auf das Amphibiensterben durch unter anderem Lebensraumzerstörung, sondern auch der direkte anthropogene Kontakt stellt einen Störfaktor dar.

Im Räuber – Beute – Verhältnis von Tieren wird angenommen, dass Störungsstimuli, die von Menschen hervorgerufen werden, analog zu Prädationsrisiko sind. Beutetiere haben sich Verhaltensstrategien zur generellen Verminderung des Prädationsrisikos angeeignet, wie die Reaktion auf laute Geräusche oder schnell bewegende Objekte in ihrer Umgebung. Diese sind teilweise gleich zu stellen mit anthropogenen Störungsquellen, wie vorbeigehenden Menschen oder einem passierenden Fahrzeug. Diese Stimuli beeinflussen die Zeit und Energie, die ein Individuum für andere Aktivitäten aufbringen kann, die seine Fitness verbessern, wie Futtersuche, Brutverhalten oder Partnersuche und so hat dies einen negativen Einfluss auf die gesamte Populationsdynamik (Frid und Dill, 2002).

Künstliches Licht (oder ökologische Lichtverschmutzung) stellt eine Störquelle für das Ruf- und Bewegungsverhalten von brütenden Fröschen dar. Unter Einwirken von künstlichem Licht, was durch Lichtanlagen wie Laternen entsteht, geben die Tiere weniger Paarungsrufe ab und bewegen sich mehr als unter normalen Bedingungen (Gaston und Bennie, 2014). Außerdem konnte nachgewiesen werden, dass eine menschengemachte Geräuschkulisse das Rufverhalten einiger Froscharten durch Veränderung von Rufraten oder das komplette Unterlassen des Paarrufes stört (Sun und Narins, 2003).

Eine Studie über den Spanischen Frosch (*Rana iberica*), der auf der iberischen Halbinsel Spaniens angesiedelt ist, hat ergeben, dass Populationsgrößen direkt mit der Nähe zu Erholungs- und Freizeitgebieten von Menschen zusammenhängen. Es konnte gezeigt werden, dass die Nutzung eines Flussufers als Habitat der Froschart um 80 % zurückging, wenn sich die menschliche Besuchsrate dort verfünffachte (Rodriguez-Prieto und Fernandez-Juricic, 2004).

Die Nähe zu Menschen, menschengemachte Geräusche und künstliches Licht haben also potentiell einen negativen Effekt auf den Fortpflanzungserfolg und weiter die Populationsdynamik von Amphibien (Hamer und McDonnell, 2008).

Es ist dringend notwendig, die Faktoren, die zum Aussterben unserer heimischen Arten beitragen, zu erkennen und zu vermindern, sodass sich die Populationen erholen können.

Zu diesem Zwecke wird eine Studie zur Artenvielfalt im Serengeti-Park Hodenhagen in Niedersachsen durchgeführt. In Niedersachsen sind 19 Amphibienarten heimisch von denen bereits 11 Arten, also über die Hälfte, auf der Roten Liste stehen (Podlousky und Fischer, 2013).

Der Standort ist ein Vergnügungspark, der 14 verschiedene Gewässer aufweist, die größtenteils von Amphibien bewohnt werden. Da der Park stark von Besuchern frequentiert

ist, könnten diese, genau wie die Mitarbeiter, einen Störfaktoren für die Tiere darstellen, da sie an den Gewässern entlanggehen oder fahren und, unter anderem, eine Geräuschkulisse erzeugen, die die heimischen Amphibien in ihrem Brutverhalten negativ beeinflussen können. Primär sollte mit dieser Studie also die direkten Effekte menschlicher Störung auf die Amphibiendiversität in einem gestörten System untersucht werden. Hierfür werden zwei Hypothesen aufgestellt.

- 1) Die erste Hypothese sagt aus, dass anthropogener Stress einen negativen Einfluss auf die Artenanzahl von Amphibien vor Ort hat. Dieser Stress definiert sich durch die direkte Nähe zu Menschen. Es wird vermutet, dass je näher ein Gewässer an Fußgängerwegen oder Fahrgeschäften im Park ist, desto weniger Arten kommen darin vor. Es wurde die Artenanzahl untersucht, weil die Zahl der Individuen zwischen den Arten zu sehr schwankte.
- 2) Die zweite Hypothese sagt aus, dass es Gewässerfaktoren gibt, die, kombiniert mit den anthropogenen Störfaktoren, einen negativen Einfluss auf die Anzahl der Amphibienarten an den verschiedenen Standorten hat. Gewässerfaktoren definieren die Eigenschaften der Habitate der Amphibien, die nicht direkt vom Menschen beeinflusst werden. Untersucht wurde der pH-Wert, die Temperatur, der Bewuchs von Pflanzen oberhalb und unterhalb der Wassergrenze, die Beschattung, die Möglichkeit in das Gewässer zu gelangen, die Entfernung zum Sommerquartier, die Größe und die Tiefe eines Gewässers. Diese Eigenschaften könnten einen verstärkenden Effekt auf den Stress haben, der durch die Nähe zu Menschen bereits vorhanden ist. Es wird vermutet, dass je vorteilhafter die einzelnen Faktoren für die Amphibien sind, desto mehr Arten würden in einem Gewässer vorkommen.

Die Ergebnisse sollen der Parkleitung und den dort arbeitenden Biologen vorgelegt werden, damit diese den detektierten Störungsquellen angepasste Maßnahmen zum Schutz der lokalen Amphibenarten vornehmen können.

3. Material und Methoden

3.1. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet lag innerhalb des Tier- und Freizeitparks „Serengeti-Park“ in Hodenhagen in Niedersachsen, Deutschland. Der Park umfasst eine Fläche von 220 Hektar und teilt sich auf in einen Vergnügungspark mit über 40 Fahrgeschäften, Restaurants, Übernachtungsmöglichkeiten und Einkaufsläden und ein Tierreservat mit über 1500 exotischen Tieren. 2004 erhielt der Park die unbefristete Genehmigung als Zoologischer Garten nach der aktuellen EU-Richtlinie und auf Basis des LANA-Gutachtens (<https://www.serengeti-park.de/ueber-den-serengeti-park-in-hodenhagen/>).

Es gibt 14 verschiedene natürliche und künstlich angelegte Gewässer in dem Park, die teilweise von Amphibien besiedelt sind. Für die Gestaltung des Parks wurden Änderungen an natürlichen Gewässern vorgenommen, wie die Änderung der Vegetation, des Laufes oder der Uferzone. Mit rund 755.000 Besuchern im Jahr 2016 ist der Park stark frequentiert besucht (<http://www.parkerlebnis.de>).

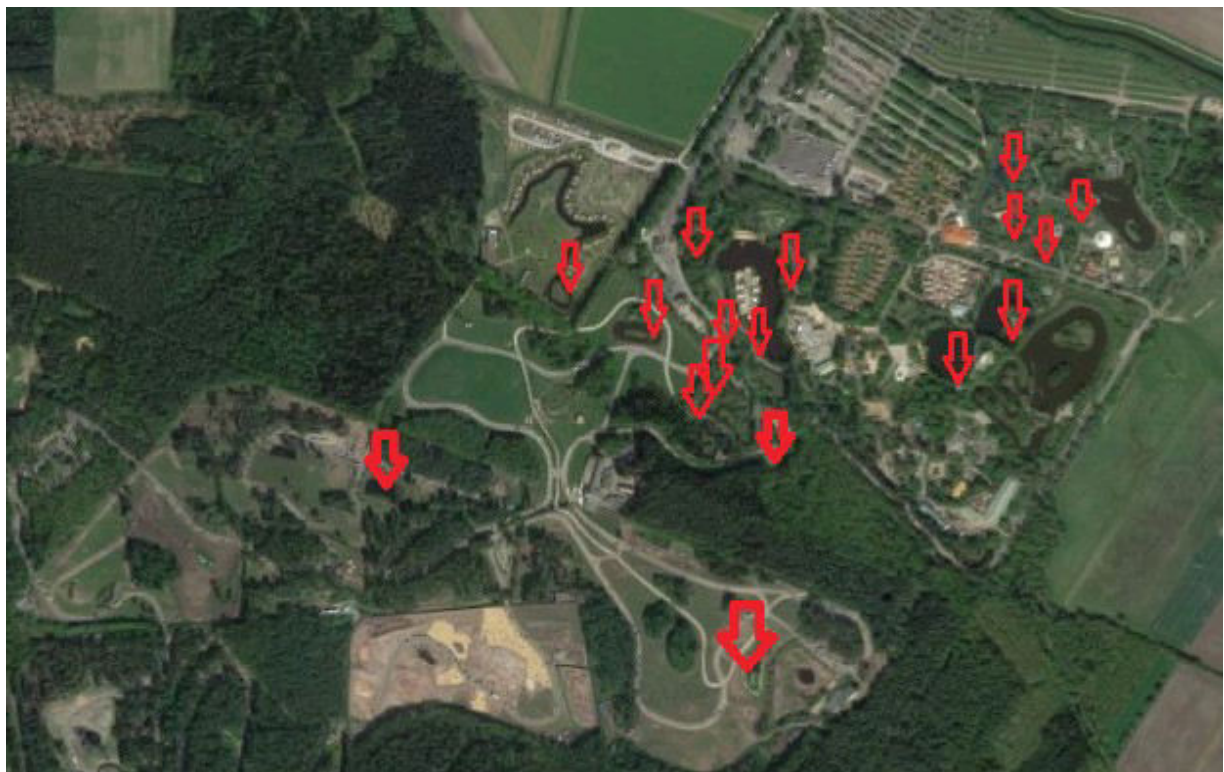


Abbildung 1: Satellitenbild des Serengeti-Park Hodenhagen mit Markierungen, die die Lage der Transekte anzeigen (<https://www.google.de/maps>).

1.2. Untersuchungszeitraum

Die Zeit der Feldarbeit erstreckte sich vom 14.4.2017 bis zum 30.4.2017. In diesen Zeitraum fällt auch die Laichzeit der meisten lokalen Amphibienarten. Die Frosch- und Schwanzlurche kommen dann aus ihren Winterquartieren und kehren in die Gewässer zurück.

Dabei werden jedoch unterschiedliche Strategien verfolgt: Die Erdkröte zum Beispiel ist ein Explosionslaicher, deren Laichzeit im Wasser sehr kurz und intensiv ist, und die danach wieder größtenteils an Land lebt. Der Wasserfrosch hingegen lebt auf längere Dauer im Wasser und ist so nach Beginn des Frühjahrs auch länger in Gewässern anzutreffen.

1.3. Transekte

Um den anthropogenen Einfluss auf die Diversität der Amphibien vor Ort zu bestimmen, musste eine Bestandsaufnahme der heimischen Frosch- und Schwanzlurche durchgeführt werden.

Dafür wurden 14 Gewässer innerhalb des Gebietes untersucht, die insgesamt 17 Transekte umfassten. Ein Transekt besaß eine Länge von 20 Metern und eine Breite von vier Metern an einem Gewässer und wurde entlang der Wasserlinie am Ufer bestimmt (siehe Abbildung 2 und 3). Diese Transekte wurden so gewählt, dass sie repräsentative Eigenschaften für das gesamte Gewässer besaßen. An drei Gewässern wurden jeweils zwei Transekte bestimmt, weil die jeweiligen Gewässer zu groß und zu unterschiedlich waren, um nur einen Bereich zu untersuchen. Jedes Transekt wurde an vier Tagen jeweils sechs Mal gegangen. Drei Begehungen morgens bzw. mittags und drei Begehungen abends bzw. nachts. Bei der jeweiligen ersten Begehung eines jeden Transekts wurden die Gewässerfaktoren (siehe 1.5) bestimmt.



Abbildung 2, 3: Beispiele für Transekte im Park

1.4. Bestimmungsmethoden

Es wurden drei unterschiedliche Methoden bei allen Transekten gleich angewandt, um die Artenanzahl zu bestimmen.

Akustische Erfassung

Bei der Annäherung an das Gewässer wurde das Transekt zuerst fünf Minuten verhört. Froschlurche sind in der Lage Laute zu erzeugen, die durch die Schallblase verstärkt werden. Diese Laute sind von Art zu Art unterschiedlich und so kann man die Arten schon ohne visuellen Kontakt identifizieren.

Visuelle Erfassung

Danach wurde das Transekt langsam abgegangen, visuell nach Individuen abgesucht und notiert, welche und wie viele Individuen gefunden wurden. Hierbei wurde darauf geachtet, sich langsam zu bewegen, da viele Froschlurcharten sehr empfindlich auf Bewegungen und Geräusche reagieren und in das Gewässer fliehen. Um einige Individuen zu fangen, damit die Art bestimmt werden konnte, wurde ebenfalls ein Kescher benutzt.

Reusen

Außerdem wurden bei der jeweils ersten Begehung eines Transektes am Tag 2 - 3 Kleinfischreusen im Wasser platziert, um Tiere zu fangen, die sich unter oder am Wasser bewegten. Diese waren ca. 70 – 100 cm lang und 40 cm hoch und enthielten 1-2 Schwimmkörper, die sie an der Wasseroberfläche hielten. Die Reusen wurden unbeködert so im Wasser platziert, dass der oberste Teil aus dem Wasser ragte, um den Lurchen zu ermöglichen an die Oberfläche zu kommen. Nach 24 Stunden wurden die Reusen kontrolliert, notiert welche und wie viele Individuen gefangen wurden und geleert. Dieses Verfahren wurde jeweils drei Mal pro Gewässer durchgeführt.

1.5. Gewässerfaktoren

Ob eine Amphibienart an einem Gewässer anzutreffen ist, kann von mehreren Faktoren abhängen. Biotische und abiotische Eigenschaften wurden beim ersten Transektgang bestimmt.

Abiotische Faktoren, die einen Einfluss haben können und gemessen wurden, sind:

Temperatur, Leitfähigkeit, pH-Wert, Beschattung, Tiefe, Größe, der Abstand zum

Sommerquartier und die Möglichkeit des Zugangs.

Biotische Faktoren sind der Kontakt zu Menschen, definiert durch den Abstand zu Fußwegen und den Abstand zu Fahrgeschäften, emergente Vegetation und submerse Vegetation.

Sommerquartier

Die Entfernung des Gewässers zu einem Sommerquartier für Amphibien wurde in Metern mit einem Zollstock ausgemessen.

Biologische Relevanz:

Amphibien sind Tiere, die halbaquatisch und halbterrestrisch leben. Die meisten unserer heimischen Arten verbringen die meiste Zeit des Jahres an Land und das Wasser wird lediglich zur Fortpflanzung genutzt (Glandt, 2008). Für die Bestandsaufnahme wurden die Lurche am oder im Gewässer gezählt, weil man sie dort besser ausfindig machen konnte.

Zugang

Die Zugänglichkeit des Laichgewässers für Amphibien wurde in Prozent visuell abgeschätzt, wobei 0 % einen unmöglichen und 100 % einen barrierefreien Zugang darstellt.

Biologische Relevanz:

Zwischen den terrestrischen und aquatischen Lebensräumen von Amphibien findet saisonal zur Laichzeit eine große Wanderung statt (Kühnel et al, 2015).

Sie laichen immer im Wasser, also muss auch der Weg dorthin für sie möglich sein.

Beschattung

Die Beschattung des Laichgewässers durch nahe Vegetation wurde in Prozent visuell abgeschätzt, wobei 0 % ein komplett sonnenexponiertes und 100 % ein vollständig beschattetes Gewässer darstellt.

Biologische Relevanz:

Amphibien sind ektotherme Tiere, das heißt, dass ihr Stoffwechsel stets von der Außentemperatur abhängig ist. Also spielt die Sonneneinstrahlung auf das Gewässer eine große Rolle, da sie desto aktiver sind, je mehr Sonne vorhanden ist (Glandt, 2008).

Gewässerchemische Faktoren

Die Temperatur in °C, der pH – Wert und die Leitfähigkeit in µS/cm wurden mithilfe eines Kombimesstgeräts der Firma „Hanna instruments“ ermittelt.

Biologische Relevanz:

Die Leitfähigkeit dient als Grad der Eutrophierung für ein Gewässer und der pH-Wert beeinflusst, ob Amphibien in einem Gewässer überleben können.

Tiefe und Größe

Die Größe des Gewässers in m² wurde mithilfe des Flächenmessers der Website „Google Maps“ bestimmt.

Die Tiefe des Gewässers in Metern wurde mithilfe eines Zollstabs bestimmt, jedoch nur bis 2 Meter Tiefe. Jedes Gewässer mit größerer Tiefe wurde mit „>2 Meter“ angegeben.

Biologische Relevanz:

Tiefere Bereiche eines Gewässers wirken sich günstig auf viele Arten aus, sodass sich zusammen mit den Flachufern im Querschnitt ein Stockwerkbau resultiert. Tiefere Bereiche dienen Molchen im Hochsommer zur Abkühlung und Wasser- und Grasfröschen als Fluchtmöglichkeit und teilweise auch zur Überwinterung (Glandt, 2008).

Emergente und submerse Vegetation

Der Bewuchs des Gewässers oberhalb und unterhalb des Wasserspiegels wurde mit einer Fläche von 2x2 Meter zwei Mal am Transekt visuell abgeschätzt, wobei 0% kein Bewuchs und 100% einen sehr dichten Bewuchs darstellt.

Biologische Relevanz:

Pflanzen, die oberhalb und unterhalb der Wassergrenze den Lebensraum der Amphibien prägen, dienen den Tieren als Ort, um ihren Laich anzuheften, zu ruhen oder als Fluchtmöglichkeit (Glandt, 2008).

Fahrgeschäfte und Wege

Der Abstand des Gewässers zu Fahrgeschäften und Fußgängerwegen wurde in Metern mit einem Zollstock gemessen.

Biologische Relevanz:

Durch Geräusche und Bewegungen von Menschen in der Nähe könnten die Tiere gestört werden, springen vom Ufer ins Gewässer und werden so auch bei ihrem Brutverhalten beeinflusst.

1.6. Statistische Methoden

Die Daten der Bestandsaufnahmen wurden mithilfe der Statistik- und Analysesoftware „SPSS Statistics“ der Firma IBM ausgewertet, welches Zugriff auf verschiedene statistische Tests hat.

Spearman-Rangkorrelation

Die Rangkorrelationsanalyse nach Spearman berechnet den linearen Zusammenhang zweier mindestens ordinalskalierten Variablen. Da stets der Zusammenhang zwischen zwei Variablen untersucht wird, wird von einem „bivariaten Zusammenhang“ gesprochen. Er nimmt ebenso Wert von -1 (perfekte negative Korrelation) bis +1 (perfekt positive Korrelation) an, und ist nahe bei 0, falls gar keine Korrelation vorliegt.

Allgemeines lineares Modell

Während bei der Spearman-Rangkorrelation nur ein Faktor auf den Zusammenhang zur abhängigen Variable getestet werden kann, kann das „Allgemeine lineare Modell“ oder „LM“ mehrere Faktoren und deren Interaktionen miteinander auf die abhängige Variable testen.

Die abhängige Variable wäre in diesem Fall die Anzahl der Arten und die unabhängigen, die miteinander agieren, sind die Gewässerfaktoren als Univariate.

4. Ergebnisse

Quantitative Analyse

Insgesamt wurden von den 19 in Niedersachsen vorkommenden Amphibienarten fünf durch die beschriebenen Methoden in dem Untersuchungsgebiet gefunden:

Erdkröte (*Bufo Bufo*), Grasfrosch (*Rana temporaria*), Teichmolch (*Lissotriton vulgaris*), Bergmolch (*Ichthyosaura alpestris*) und der Wasserfrosch-Komplex (*Pelophylax esculentus*, *Pelophylax ridibundus*).

Über den Untersuchungszeitraum wurden insgesamt 1145 Individuen gezählt.

Tabelle 1: Arten und ihr Vorkommen in Zahlen

Artname	Anzahl Individuen
<i>Bufo Bufo</i>	26
<i>Rana temporaria</i>	62
<i>Lissotriton vulgaris</i>	8
<i>Ichthyosaura alpestris</i>	2
<i>Pelophylax spp.</i>	1047

Den größten Teil der gefundenen Individuen machte der Wasserfrosch-Komplex mit einem Anteil von 91% aus. Kaum anzutreffen waren die Schwanzlurche Bergmolch (*Ichthyosaura alpestris*) und Teichmolch (*Lissotriton vulgaris*), da diese nur durch Reusenfang gezählt werden konnten und so schwerer aufzunehmen waren.

Zu beachten bei der Zählung ist jedoch, dass ein Individuum wahrscheinlich öfters als einmal gezählt wurde, und so doppelt oder dreifach in die Zählung einfließen kann, da die Transekte mehrere Male begangen wurden.



Abbildung 4: Teichfrosch (*Pelophylax esculentus*)



Abbildung 5: Teichmolch (*Lissotriton vulgaris*)



Abbildung 6: Erdkröte (*Bufo bufo*) (© D. Smirnov)



Abbildung 7: Grasfrosch (*Rana temporaria*) (© Richard Bartz)



Abbildung 8: Bergmolch (*Ichthyosaura alpestris*) (© T. Reich)

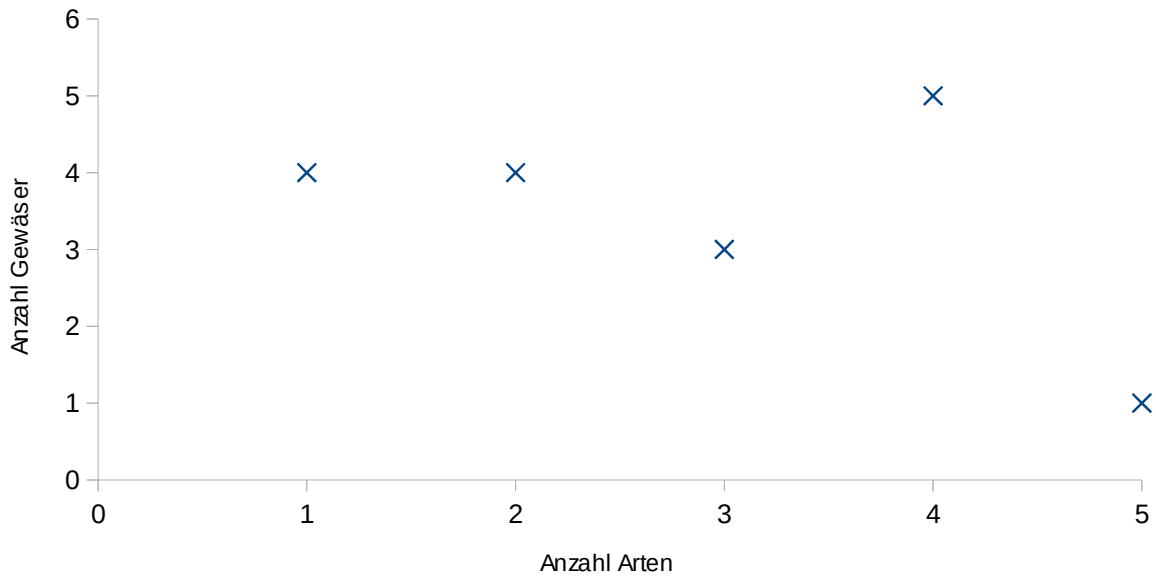


Abbildung 9: Anzahl der Arten pro Gewässer. Alle fünf im Park vorkommenden Arten leben nur in einem Gewässer. Durchschnittlich leben 2,6 Amphibienarten in einem Gewässer im Serengeti-Park.

Gewässerfaktoren:

Tabelle 2: Deskriptive Werte zu Gewässerfaktoren mit Stichprobengröße, Maximum, Minimum und Mittelwert.

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert
Größe (m²)	17	46	8215	2765
Tiefe (m)	17	0,87	>2	1,7
Leitfähigkeit (µS)	17	141	593	338
pH	17	3,56	9,9	6,88
Temperatur (°C)	17	9,9	12,4	11,6
Vegetation (submers, %)	17	0	100	40
Vegetation (emergent, %)	17	0	90	36
Beschattung (%)	17	5	60	24

Tabelle 2: Deskriptive Werte zu Gewässerfaktoren mit Stichprobengröße, Maximum, Minimum und Mittelwert.

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert
Zugang (%)	17	10	100	59
Sommerquartier (m)	17	2	30	12
Fahrgeschäft (m)	17	2	100	50
Wege (m)	17	1	40	8

Wetter

Das Wetter in den Tagen der Feldarbeit war sehr wechselhaft. Die durchschnittliche Temperatur betrug 10,5 °C, die durchschnittliche Niederschlagsmenge 1 mm und die durchschnittliche Anzahl an Sonnenstunden 5,3. Die Daten wurden durch die Wetterstation in Walsrode im Internet ermittelt (<https://www.wetteronline.de>).

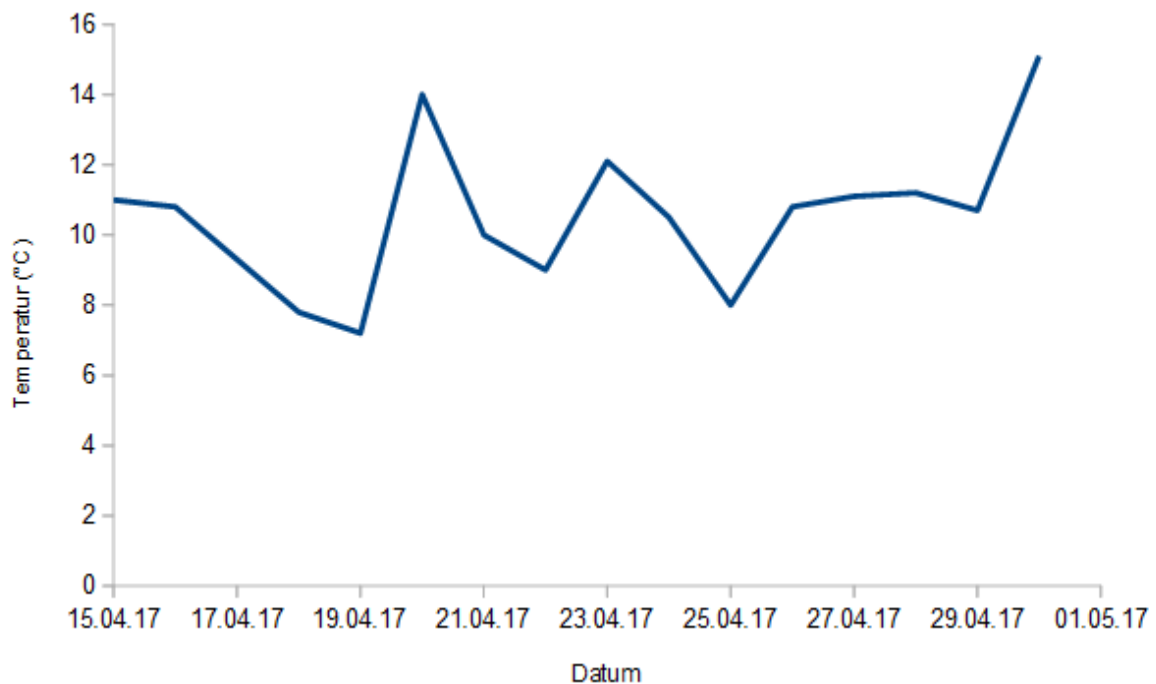


Abbildung 10: Die Außentemperatur über den Zeitraum der Untersuchung (wetteronline.de)

Um die erste Hypothese, dass der Mensch einen negativen Einfluss auf die Amphibiendiversität hat, zu überprüfen, wurde eine Spearman-Rangkorrelation mit der Anzahl der Arten und dem jeweiligen anthropogenen Störfaktor durchgeführt.

Es konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Abstand zu Wegen und der Artenanzahl festgestellt werden ($N_{\text{Gesamt}} = 17$; $p = 0,960$; Korrelationskoeffizient = 0,013) (siehe Abbildung 11).

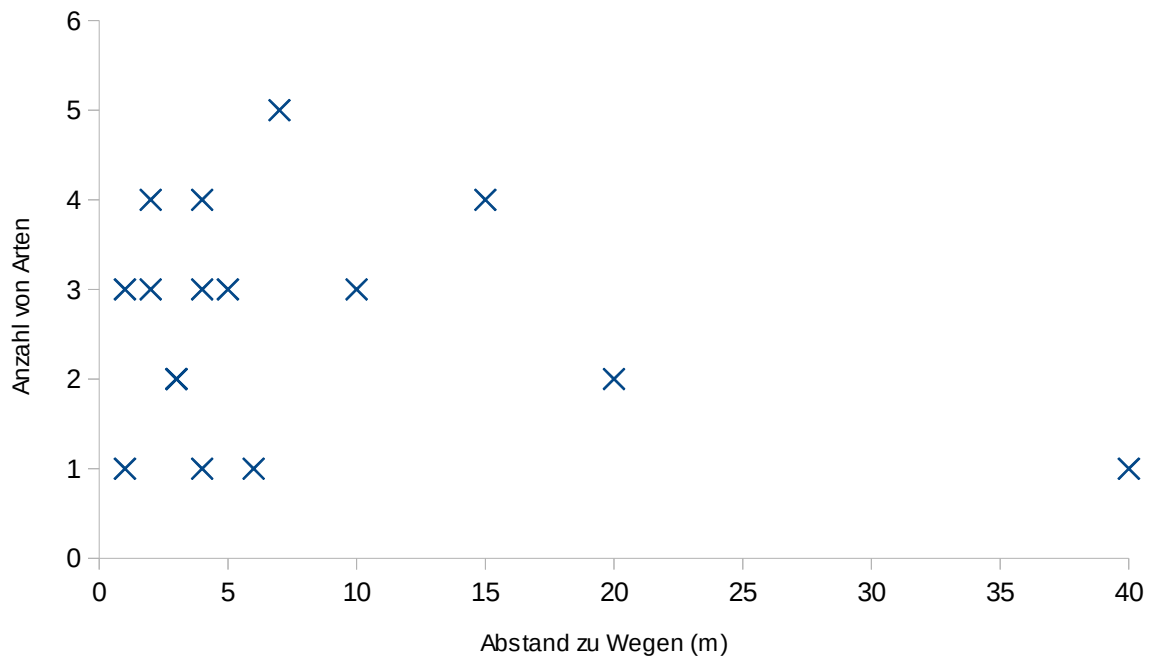


Abbildung 11: Abhängigkeit von Anzahl der Arten zu Abstand der Gewässer zu Wegen. Viele Arten halten sich auch in Gewässern auf, die sehr nahe an Fußgängerwegen liegen.

Durch den Spearman-Rangkorrelations-Test konnte ebenfalls kein signifikanter Zusammenhang mit dem zweiten anthropogenen Störfaktor, dem Abstand zu Fahrgeschäften, festgestellt werden

($N_{\text{Gesamt}} = 17$; $p = 0,753$; Korrelationskoeffizient = 0,083) (siehe Abbildung 12).

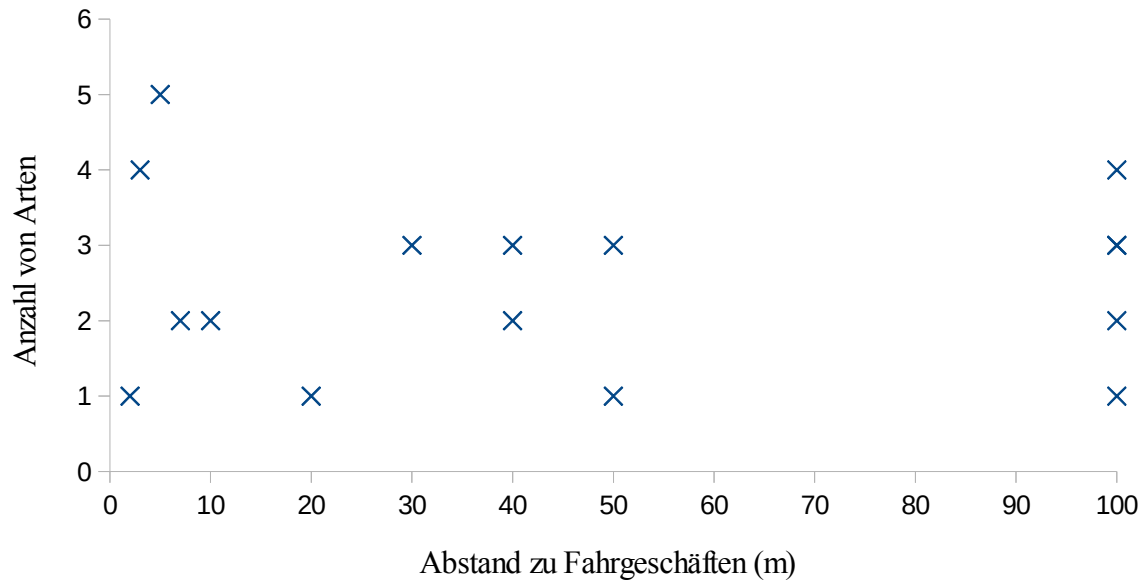


Abbildung 12: Die Anzahl von Arten in Abhängigkeit zum Abstand zu Fahrgeschäften. Viele Arten kommen auch in Gewässern vor, die sehr nahe an Fahrgeschäften liegen.

Es zeigt sich keine Tendenz, dass je weiter entfernt ein Gewässer von einem Fahrgeschäft ist, desto mehr Arten vorkommen.

Tabelle 3: Korrelationskoeffizient und p – Wert der getesteten Variablen bezogen auf die Anzahl der Arten. Die Tabelle ist aufsteigend nach p – Wert geordnet.

Gewässerfaktor	p - Wert	Korrelationskoeffizient
Sommerquartier	0,029	-0,530
Zugangsmöglichkeit	0,105	0,407
Emergente Vegetation	0,220	0,314
Temperatur	0,400	-0,218
Submerse Vegetation	0,480	-0,184
pH	0,499	0,176
Leitfähigkeit	0,581	-0,144
Tiefe	0,666	0,113
Beschattung	0,715	-0,096
Größe	0,782	-0,073

Bis auf die Entfernung zum Sommerquartier hat kein Gewässerfaktor einen signifikanten Einfluss auf die Artenanzahl. Der Korrelationskoeffizient von -0,530 des Faktors des

Sommerquartiers zeigt, dass die jeweilige Entfernung zum Sommerquartier einen Einfluss auf die Amphibiendiversität hat. Je näher ein Gewässer an einem Sommerquartier liegt, desto mehr Arten kommen vor (siehe Abb. 13).

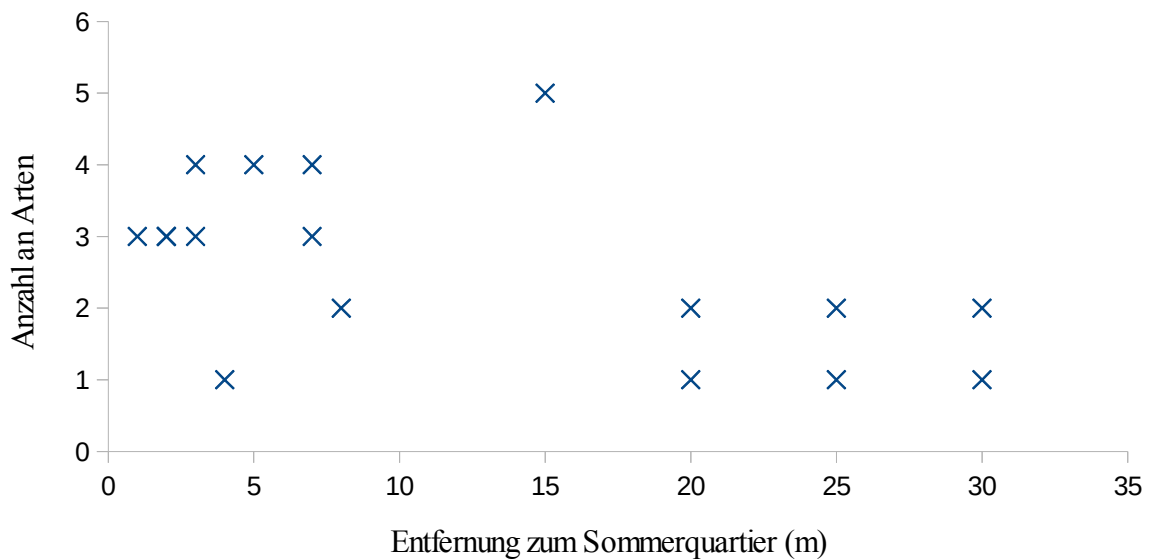


Abbildung 13: Die Anzahl von Arten in Abhängigkeit zur Entfernung des Gewässers zum Sommerquartier. Je näher ein Gewässer an einem Sommerquartier lag, desto mehr Arten kamen darin vor.

Um die Interaktion der Gewässerfaktoren und den menschlichen Störfaktoren im Zusammenhang mit dem abhängigen Faktor Artenanzahl zu überprüfen, wurde das „Allgemeine lineare Modell“ angewandt. Es wurden bewusst Kombinationen getestet, die eine biologische Relevanz für die Amphibien darstellen (Glandt, 2008).

Tabelle 4: Ergebnisse des Allgemeinen linearen Modells über verschiedene Variablenkombination. Es wurde der Einfluss auf die Artenanzahl in den Gewässern getestet.

Modell	N	p - Wert	R ² - Wert
Wege, Tiefe	17	0,55	0,87
Fahrgeschäfte, Sommerquartier	17	0,10	0,28
Wege, emergente Vegetation	17	0,63	0,07
Fahrgeschäfte, submerse Vegetation	17	0,36	0,13

Die Kombination von Sommerquartier und Fahrgeschäften zeigt nur knapp keine Signifikanz zur Amphibienartenanzahl. Die sonstigen Kombinationen von Gewässerfaktoren und anthropogenen Störquellen zeigen keinen Zusammenhang.

5. Diskussion

Eine Erkenntnis der Studie ist, dass kein negativer Einfluss von menschlicher Störung auf die Amphibiendiversität im Vergnügungspark besteht. Weder die Nähe zu Fußgängerwegen, noch die Nähe zu Fahrgeschäften beeinträchtigt die Anzahl an Arten in den Gewässern.

Dies mag darauf zurückzuführen sein, dass die meisten der Arten, die dort vorkommen, wie die Erdkröte, der Teichmolch und der Wasserfrosch-Komplex, eine breite ökologische Valenz besitzen und als Generalisten gelten, was bedeutet, dass sie ein breites Nahrungs- und Habitatsspektrum nutzen und eher robust gegen Störungen sind (Brandt und Feuerriegel, 2004). Dass sie trotz der massiven Störung, der sie ausgesetzt sind, so präsent in dem Gelände sind, zeigt, dass Amphibienarten, die als Generalisten gelten, sehr tolerant und anpassungsfähig sein können. Außerdem kann daraus geschlossen werden, dass sich die Tiere an die Anwesenheit von Menschen gewöhnt haben und sich nicht mehr von ihnen stören lassen. Der Park wurde 1974 eröffnet, was eine relativ lange Zeit für Amphibien ist, um sich an die Menschen zu gewöhnen. Die Tiere waren in ihrer Individualentwicklung immer in der Nähe von Menschen, was es ihnen möglich machte, eine gewisse Toleranz ihnen gegenüber aufzubauen. Durch die Veränderungen, die am Gelände des Parks vorgenommen wurden, wie die Modifizierung von Gewässern, und der Errichtung von Zäunen oder Fußgänger- und PKW-Wegen kann man ihn als hochgestörtes System klassifizieren. Außerdem herrscht dort eine künstliche Beleuchtung durch Laternen und eine Geräuschkulisse, die durch Menschen, Fahrzeuge und Karussells erzeugt wird. Amphibienarten, die nicht als Generalisten gelten, und störungsempfindlicher sind, könnten durch die Modifizierung des Geländes bereits lange vor der Untersuchung so beeinträchtigt worden sein, dass sie in diesem Gebiet nicht mehr vorkommen. Arten, wie die Wechselkröte oder die Gelbbauchunke, haben ein größeres Spektrum von Ansprüchen, die gedeckt sein müssen, damit sie ein Habitat bewohnen (Schmitt, 2003). Wie bereits in der Studie von Rodriguez-Prieto und Fernandez-Juricic festgestellt wurde, werden Populationen von Froscharten, die eine niedrige Toleranz haben, wie der spanische Frosch, negativ durch die Nähe zu Menschen beeinflusst (2005). Dies

könnte auf Arten zugetroffen haben, die zum Zeitpunkt der Untersuchung den Park schon nicht mehr bewohnt haben. Ob künstliches Licht und Lärmbelästigung eine direkte Beeinträchtigung für das Brutverhalten hat, wie bereits erforscht, wurde in diesem Fall nicht untersucht (Sun und Narins, 2003; Baker und Richardson, 2006). Jedoch wird vermutet, dass diese Faktoren auch keinen Einfluss auf die Arten, die im Park vorkommen, haben, da sie diesen Störfaktoren bereits ausgesetzt sind und bereits schon nicht durch die direkte Anwesenheit von Menschen beeinflusst werden.

Der einzige Gewässerfaktor, der einen Einfluss auf die Artenanzahl hatte, war die Entfernung zum Sommerquartier. Sommerlebensräume können sehr unterschiedlich sein: Wälder, Hecken, Gebüsche, Wiesen, Weiden, Gärten oder Abgrabungen (Glandt, 2008). Damit wurde die Vermutung bestätigt, dass die Artenvielfalt größer ist an Gewässern, die näher an Sommerquartieren sind, weil die meisten Amphibienarten den größten Teil ihres Lebens an Land verbringen und nur zur Fortpflanzung das Wasser aufsuchen. In einem gestörten System sollte also weiterhin die Erhaltung von solchen terrestrischen Lebensräumen gefördert werden.

Überraschend war, dass ein Gewässer ein pH-Wert von 3,5 aufwies, und dieses trotzdem relativ viel von Wasserfröschen bewohnt war (38 Zählungen). Da ein Säuregrad von unter 4,5 lethal für Kaulquappen der meisten Amphibienarten ist, ist dies verwunderlich (Skei und Dolmen, 2006). Diese Lethalität würde bedeuten, dass die Ressourcen und Energie, die die Amphibien in dieses Gewässer investieren, von keinem Nutzen für ihre Reproduktion und so ein Nachteil für die Populationsdynamik wäre.

Es wurde vermutet, dass je tiefer und je näher an Wegen ein Gewässer gelegen sei, desto mehr Arten seien vorhanden, weil sich die Tiere in tiefere Bereiche vor der Störung durch den Menschen zurückziehen könnten (Glandt, 2008). Dies hat sich jedoch auch nicht bestätigt, was ein weiterer Hinweis darauf sein kann, dass sich die Arten an den Menschen gewöhnt haben. Der Aspekt der Fluchtmöglichkeit hat sich ebenfalls nicht durch den Test mit dem Zusammenhang von Wegen und emergenter oder submerser Vegetation zur Artenanzahl bestätigt. Pflanzen am und im Wasser könnten den Amphibien zum Schutz vor anthropogener Störung von den Wegen dienen, was anscheinend aber auch keine Rolle für sie spielt.

All diese Aspekte lassen darauf schließen, dass die Toleranz der im Park vorkommenden Arten sich auch gegenüber Gewässerfaktoren, die ihren Lebensstil beeinträchtigen können, erhöht hat und diese sich durch diese weniger beeinflussen lassen.

Im Vergleich zu einer Studie, die bereits im Jahr 2013 zum Amphibienbestand und zum

Störungsgrad durch den Menschen im Park durchgeführt wurde, gab es einige Unterschiede. So wurden 2013 nur vier Arten in dem Untersuchungsgebiet gefunden (Neumann). 2017 waren fünf Arten anzutreffen, weil sich der Bergmolch neu angesiedelt hat. Der Bergmolch gilt auch als eine anpassungsfähige Art, der verschiedene Gewässertypen bewohnt (Brandt und Feuerriegel, 2004). Dass dieser sich angesiedelt hat, bestätigt, dass das Gebiet ein geeigneter Lebensraum für Arten mit einer breiten ökologischen Valenz ist. Außerdem war in Neumanns Bestandsaufnahme mit 48% der gefundenen Tiere ein deutlich größerer Anteil an Erdkröten anzutreffen, was 2017 nicht mehr der Fall war (2%). Obwohl der Untersuchungszeitraum der beiden Studien gleich ist, unterscheidet sich der Anteil enorm, was darauf zurückzuführen sein kann, dass die Bedingungen zum laichen für Erdkröten 2017 zu einem früheren Zeitpunkt im Jahr besser waren. Dass so wenige Teichmolche anzutreffen waren im Gegensatz zu 2013 (2017: 8; 2013: 82), könnte daran liegen, dass diese Art bereits ihr Sommerquartier aufgesucht hat. Diese Bedingungen könnten, wie bei der Erdkröte, bereits früher im Jahr eingesetzt haben, wie die Durchschnittstemperatur von 21 °C im Jahr 2013 beweist (Neumann, 2013).

Dass so wenige Individuen von anderen Arten als dem Wasserfrosch anzutreffen waren, kann darauf zurückzuführen sein, dass das Wetter mit durchschnittlich nur 5,3 Sonnenstunden und 10,5°C Durchschnittstemperatur sehr durchwachsen war (siehe Abbildung 9). Die ektothermen Tiere sind eher an der Wasseroberfläche oder am Uferbereich wenn die Sonne scheint, um sich aufzuwärmen. An den meisten Tagen war es jedoch nur verhangen, weswegen sie wahrscheinlich eher in ihren Sommerquartieren blieben. Wasserfrösche halten sich dauerhaft im Wasser auf und lassen sich durch die Besonnung in diesem Fall weniger beeinflussen.

Schlussfolgerung

Der Schutz der heimischen Amphibienarten ist ein Thema von großer Bedeutung, da sie in einigen Gebieten die größte Gruppe von Vertebraten darstellen, und ihre Absenz das Funktionieren der restlichen ökologischen Gemeinschaft ernsthaft schädigen kann. Als Prädatoren von Moskitos, Fliegen oder Fischen und ebenso als Futter von Fischen, Säugetieren und Vögeln nehmen sie eine mittlere trophische Ebene im Nahrungsnetz ein (Blaustein und Wake, 1995). Unter den Tieren, die Amphibien erbeuten, sind auch viele, die

der Mensch gern als Schädlinge bezeichnet, weil sie seine Nutzpflanzen vertilgen. Von daher können sie einen Beitrag zur sogenannten biologischen Schädlingsbekämpfung leisten (Glandt, 2008).

Um grundsätzlich etwas für den Schutz von heimischen Amphibien zu tun, sollte die Leitung des Parks verschiedene Maßnahmen in Betracht ziehen, die helfen könnten, die Bedingungen für die Arten, die keine breite ökologische Valenz besitzen, zu verbessern. Zuerst sollte durch eine zukünftige Studie untersucht werden, welche Arten natürlich in der Nähe des Parks in ungestörterer Form vorkommen, um Maßnahmen zur Verbesserung des Geländes an diese Arten anzupassen. Zwar scheint die direkte Nähe zu Menschen keinen Einfluss auf das Vorkommen von lokalen Amphibienarten zu haben, jedoch könnten andere Faktoren für störungsempfindlichere Arten entscheidend sein. Zum Beispiel könnte der Zugang zum Gewässer durch die partielle Öffnung von Zäunen oder Ebnung von einigen steilen Teilen des Gewässerrandes verbessert werden. Außerdem sollte versucht werden, den Säuregrad des Gewässers mit dem pH – Wert von 3,5 zu verringern, da dort keine Kaulquappen überleben können.

6. Danksagung

Ich möchte mich bei Dr. Julian Glos für die gute Betreuung bei meiner Abschlussarbeit bedanken. Ebenfalls möchte ich mich bei Inga Kilian für die Feldarbeitsphase und Vorbereitung bedanken, die sehr Spaß gemacht hat. Außerdem bedanke ich mich bei der Serengeti-Park Stiftung und speziell bei Stephan Worm, der die Studie erst möglich gemacht hat, und uns sehr hilfreich zur Seite stand.

7. Quellenverzeichnis

Baker, B.J., Richardson, J.M.L. (2006): The effect of artificial light on male breeding-season behaviour in green frogs, *Rana clamitans melanota*, *Canadian Journal of Zoology*

Blaustein, A., Wake, D. (1995): The puzzle of declining amphibian populations,, *Scientific American*

Brandt, I., Feuerriegel, K. (2004): Artenhilfsprogramm und Rote Liste: Amphibien und Reptilien in Hamburg: Verbreitung, Bestand und Schutz der Herpetofauna im Ballungsgebiet Hamburg, *Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Naturschutzamt*

Frid, A., Dill, L.M. (2002): Human-caused Disturbance Stimuli as a Form of Predation Risk, *Ecology and Society*

Gaston, K., Bennie, J. (2014): Demographic effects of artificial nighttime lighting on animal populations, *Environmental Review*

Glandt, D. (2008): Heimische Amphibien, *Aula Verlag*, S. 13 – 16; S. 83; S. 117ff

Greßler, S. (1996): Was passiert mit unseren Fröschen, *Biologiezentrum Linz/Austria*

Hamer, A., McDonnell, M. (2008): Amphibian ecology and conservation in the urbanising world: A review, *Biological conservation* 141

Hopkins, W. (2007): Amphibians as Models for Studying Environmental Change, *ILAR Journal*,
S. 270-277

Kühnel, D., Krone, A., Biehle, A. (2003): Rote Liste und Gesamtartenliste der Amphibien und Reptilien von Berlin, In: *Der Landbeauftragte für Naturschutz und Landschaftspflege / Senatsverwaltung für Stadtentwicklung*

Maxell, B., Hokit, G. (1999): Amphibians and Reptiles: Effects of recreation on rocky mountain wildlife, *Montana chapter of the wildlife society*

Neumann, M. (2013): Artenvielfalt, Bestandszahlen und Lebensraum-Diversität der Amphibien in den Gewässern des Serengeti-Parks in Hohenhausen, *Universität Hamburg*

Pimm, S.L., Russell, G.J., Gittleman, J.L., Brooks, T.M. (1995): The future of biodiversity, *Science*

Podlousky, R., Fischer, C. (2013): Rote Listen und Gesamtartenlisten der Amphibien und Reptilien in Niedersachsen und Bremen, *Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz*

Rodriguez-Prieto, I., Fernandez-Juricic, E. (2004): Effects of direct human disturbance on the endemic Iberian frog *Rana iberica* at individual and population levels , *Biological Conservation*

Schmitt, T. (2003): Lebensraumansprüche und Verbreitung von Tierarten in Klima-, Pflanzen- und Tierwelt, *Spektrum*, S 124-127

Skei, J.K., Dolmen, D. (2006): Effects of pH, aluminium, and soft water on larvae of the amphibians *Bufo Bufo* and *Triturus vulgaris*, *Canadian Journal of Zoology* Vol 84

Sun, J., Narins, P. (2003): Anthropogenic sounds differentially affect amphibian call rate, *Biological Conservation*

Wilbur, H., Pechmann, J. (1994): Putting declining amphibian populations in perspective: Natural fluctuations and human impacts, *Herpetologica*, Vol. 50

Trutnau, L. (1975): Europäische Amphibien und Reptilien, *Belser Verlag*, S. 6ff ; S. 112-134

Internetquellen:

Google (Hrsg.) (2018): Google Maps. Screenshot – Serengeti-Park Hodenhagen
<https://www.google.de/maps> (03.12.2017)

IUCN Global Species Programme Red List Unit, 2008

URL: <http://www.iucnredlist.org/initiatives/amphibians/analysis> (30.01.2018)

Serengeti-Park Hodenhagen GmbH (Hrsg.) (2018) Über den Serengeti-Park in Hodenhagen

URL: <https://www.serengeti-park.de/ueber-den-serengeti-park-in-hodenhagen/> (05.01.2018)

Thomas (2016): Serengeti-Park beendet erfolgreiche Saison 2016: Besucherzahlen leicht gestiegen

URL: parkerlebnis.de/serengeti-park-2016-besucherzahlen_34430.html (06.02.2018)

Wetter Online GmbH (Hrsg.), URL:

<https://www.wetteronline.de/wetterdaten/walsrode?>

[pcid=pc_rueckblick_data&gid=x5296&pid=p_rueckblick_diagram&sid=StationHistory&iid=10235&metparaid=SDLD&period=4&month=04&year=2017](https://www.wetteronline.de/wetterdaten/walsrode?pcid=pc_rueckblick_data&gid=x5296&pid=p_rueckblick_diagram&sid=StationHistory&iid=10235&metparaid=SDLD&period=4&month=04&year=2017) (05.01.2018)

Bilderquellen:

Bartz, R. (o.J): *Rana temporaria temporaria*, URL: <http://stadtwildtiere.org/tiere/grasfrosch>

Reich, T. (2017): *Bergmolch im Kanton Glarus*,

URL: <https://www.naturzentrumglarnerland.ch/glarner-naturlexikon/b/bergmolch-gl/>

Smirnov, D. (2004): *Bufo bufo*,

URL: http://ftp.funet.fi/index/Tree_of_life/batrachia/anura/bufonidae/bufo/bufo-2.jpg

8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Satellitenbild des Serengeti-Park Hodenhagen mit Markierungen, die Lage der Transekte anzeigen

Abbildung 2: Transekt im Park

Abbildung 3: Transekt im Park

Abbildung 4: Teichfrosch (*Pelophylax esculentus*)

Abbildung 5: Teichmolch (*Lissotriton vulgaris*)

Abbildung 6: Erdkröte (*Bufo bufo*)

Abbildung 7: Grasfrosch (*Rana temporaria*)

Abbildung 8: Bergmolch (*Ichthyosaura alpestris*)

Abbildung 9: Streudiagramm über die Anzahl der Arten pro Gewässer

Abbildung 10: Die Außentemperatur über den Zeitraum der Untersuchung

Abbildung 11: Streudiagramm zur Abhängigkeit von der Anzahl der Arten zum Abstand der Gewässer zu Wegen

Abbildung 12: Streudiagramm zur Abhängigkeit von der Anzahl von Arten zum Abstand zu Fahrgeschäften

Abbildung 13: Streudiagramm zur Abhängigkeit von der Anzahl von Arten in Abhängigkeit zur Entfernung zum Sommerquartier

8. Erklärung

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass die vorliegende Arbeit von mir selbstständig verfasst wurde und ich keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel – insbesondere keine im Quellenverzeichnis nicht benannten Internet-Quellen – benutzt habe und die Arbeit von mir vorher nicht einem anderen Prüfungsverfahren eingereicht wurde. Die eingereichte schriftliche Fassung entspricht der auf dem elektronischen Speichermedium. Ich bin damit einverstanden, dass die Bachelorarbeit veröffentlicht wird.

Christopher Sonten

9. Anhang

Anhang 1: Transekte mit den jeweiligen GPS - Daten

Transekt	Name	GPS-Daten
Transekt 1	Orange	N 52°45'05 E 9°37'34
Transekt 2	Wasserbahn	N 52°45'08 E 9°37'29
Transekt 3	Schild	N 52°45'04 E 9°37'29
Transekt 4	Langer	N 52°45'03 E 9°37'31
Transekt 5	Riesenrad	N 52°44'57 E 9°37'25
Transekt 6	Trampolin	N 52°44'59 E 9°37'29
Transekt 7	Ende	N 52°44'53 E 9°37'30
Transekt 8	Mari - Lodges	N 52°45'01 E 9°36'54
Transekt 9	Streichelzoo	N 52°44'52 E 9°36'41
Transekt 10	Nashorn	N 52°44'44 E 9°37'09
Transekt 11	Giraffen	N 52°45'00 E 9°37'01
Transekt 12	Schilf	N 52°44'58 E 9°37'10
Transekt 13	Schimpansen vorne	N 52°44'57 E 9°37'07
Transekt 14	Schimpansen hinten	N 52°44'56 E 9°37'04
Transekt 15	Kapuziner	N 52°45'04 E 9°37'04
Transekt 16	Zanzibar	N 52°44'59 E 9°37'11
Transekt 17	Siamang	N 52°44'59 E 9°37'07

Anhang 2: Gewässervariablen der Transekte

Transekt	Wege (m)	Fahr- geschäfte (m)	Sommer- quartier (m)	Zugang (%)	pH	Leit- fähigkeit (μS/cm)
1	2	3	7	80	6,13	544
2	7	5	15	70	9,9	370
3	4	30	7	100	6,6	560
4	4	20	20	90	3,56	593
5	3	10	8	30	6,4	434
6	3	7	25	30	6,4	435
7	15	100	3	90	7,23	219
8	4	100	5	70	7,03	213
9	20	100	20	10	6,53	141
10	40	100	30	75	6,8	252
11	10	100	2	50	7	289
12	3	40	30	10	7,49	289
13	2	40	2	80	6,7	246
14	1	50	1	80	6,7	246
15	1	50	4	30	7,2	350
16	5	100	3	90	7,49	289
17	6	2	25	20	7,84	284

Anhang 2: Gewässervariablen der Transekte

Transekt	Temperatur (°C)	Vegetation (emergent) (%)	Vegetation (submers) (%)	Tiefe (m)	Größe (m²)	Beschattung (%)
1	10,6	20	0	2	274	10
2	9,9	60	10	1,2	115	30
3	10,6	70	30	2	46	25
4	11,8	80	90	1,2	87	5
5	11,4	10	40	2	7800	20
6	11,4	15	45	2	7800	40
7	10,9	25	50	1,4	120	30
8	12,01	20	10	1,7	4300	0
9	11,1	40	40	2	1785	50
10	11,5	0	100	2	1680	10
11	11,8	15	5	1,1	1800	5
12	11,9	70	40	2	8215	10
13	13,9	30	70	2	1837	15
14	13,9	60	60	2	1837	60
15	12,4	0	0	0,8	596	60
16	11,9	90	90	2	8215	20
17	10,9	0	0	0,8	508	25