



Universität Hamburg

Fachbereich Biologie



Auswirkung von anthropogenen Störungen auf eine Population des Teichmolchs (*Lissotriton vulgaris*)

Von

Helge Henning

Geboren am

05. April 1991

Erscheinungsjahr

2014

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

Inhaltsverzeichnis:

1. Abstract und Zusammenfassung.....	3
1.1 Abstract.....	3
1.2 Zusammenfassung.....	3
2. Einleitung.....	4
3. Material und Methoden.....	7
3.1 Untersuchungszeitraum.....	7
3.2 Untersuchungsgebiet.....	7
3.3 Transekte.....	8
3.4 Habitatvariablen.....	9
3.5 Nachweismethoden.....	12
3.6 Statistische Auswertung.....	13
4. Ergebnisse.....	13
4.1 Einfluss der Habitatvariablen auf die Abundanz.....	15
4.2 Generalisiertes lineares Modell.....	18
5. Diskussion.....	19
6. Literatur.....	22
7. Internetquellen.....	23
8. Danksagung.....	24
9. Erklärung.....	25
10. Anhang.....	26

1. Abstract und Zusammenfassung

1.1 Abstract

The Serengeti-Park in Hodenhagen is the home of many exotic animals. However, until now there is no refuge for any amphibians. That is why the intern foundation gave the objective to catalog the existent amphibians and list all of the different habitat's parameters. Especially the smooth newt (*Lissotriton vulgaris*) should be examined because the probability to find it was the greatest. His high tolerance level to environmental influences predestines him for research in non-ideal habitats. After three weeks, 82 newts were caught by fish traps and their presence was brought in relation with the examined parameters. There was no significant connection between the degree of anthropogenic disturbance, for example fixation of the pond's edge or garden work in near surroundings, and the relative frequency found. However, it was found that the most important parameters to explain the abundance of smooth newts were the pond's size and whether there were fish present or not. The smaller the pond and the less fish in it, the higher was the probability to find newts. Likewise important is the pH-value of a pond, it has to be slightly basic to bear newts. For comparative values it is recommended to do further research, also in the nearer surroundings. Also, a little change of the environment near the ponds could attract more amphibians and improve the habitat.

1.2 Zusammenfassung

Der Serengeti-Park in Hodenhagen ist für seine exotischen Großtiere und seine Freizeitparkattraktionen bekannt. Doch die Serengeti-Park-Stiftung möchte auch etwas für die ansässigen Amphibien tun, weshalb erstmals eine Bestandsaufnahme der dort lebenden Amphibien durchgeführt und gleichzeitig die Störungsanfälligkeit untersucht wurde. Der Fokus wurde auf den Teichmolch (*Lissotriton vulgaris*) gelegt, da dieser weit verbreitet ist und somit die Wahrscheinlichkeit für den Fund von Amphibien am Größten war. Durch seine hohe Toleranz gegenüber Umwelteinflüssen ist er besonders als Untersuchungsobjekt in nicht optimalen Habitaten geeignet. In einem Zeitraum von drei Wochen wurden insgesamt 82 Teichmolche durch Reusenfänge und einzelne Sichtkontrollen gefunden und deren Vorkommen später mit den gemessenen Gewässerparametern in Verbindung gebracht. Dabei konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen anthropogenen Störungen, wie zum Beispiel Befestigungen des Teichrands oder Gartenarbeiten in direkter Umgebung, mit der relativen Häufigkeit von Teichmolchen festgestellt werden. Jedoch wurde herausgefunden, dass die wichtigsten Para-

meter für eine Teichmolchpopulation die Größe eines Teichs und das Vorkommen von Fischen sind. Je kleiner und fischärmer ein Teich ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, Teichmolche in ihm zu finden. Ebenfalls vorteilhaft für ein Vorkommen ist ein leicht basischer pH-Wert, doch auch hier ist der Teichmolch tolerant. Weitere Untersuchungen, auch in der näheren Umgebung des Parks, werden für Vergleichswerte und Abundanzmessungen empfohlen, ebenso wie kleine Veränderungen der Teiche und Umgebung im Rahmen des Möglichen, um die Habitate bewohnbarer zu machen.

2. Einleitung

Das Bundesamt für Naturschutz veröffentlichte 2009 die zurzeit aktuelle Rote Liste. Teil seiner alarmierenden Einschätzung war Folgendes: „[...] 32 % aller 22 Amphibienarten gelten in Deutschland als in ihren Beständen gefährdet.“ (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 2009). Zusätzlich prognostizierte es, dass 15 Arten der in Deutschland heimischen Lurche langfristig an Populationsdichte abnehmen werden, bei elf hiervon ist diese Entwicklung schon kurzfristig zu erwarten. Diese Situation hat vielfältige Gründe. Der wohl gravierendste ist die fortdauernde Habitatzerstörung durch den Menschen. Entweder werden ihre Rückzugsorte durch Ackerbau zerstört oder ihre Paarungsmigration wird durch Straße behindert (HOULAHAN ET AL., 2000).

Doch der Einfluss von menschlichen Störungen wächst immer mehr und schränkt nicht nur ihren Lebensraum ein. Durch Freizeitaktivitäten und Tourismus werden sowohl Amphibien als auch andere Tierarten beim Brüten oder der Aufzucht von Jungen gestört. Dabei reicht es schon, wenn der Mensch für das brütende Tier sichtbar wird, um eine Stressreaktion und damit Energieverbrauch auszulösen (ELLENBERG ET AL., 2006). Dies ist auch der Haupteffekt, den Störung auf Tiere hat. Wenn sie gestört werden, können sie weniger Zeit in die Nahrungssuche und die Regenerationszeit investieren. Sie fliehen unter Energieaufwand von den ausgewählten Orten mit guter Nahrungsausbeute in Gebiete, die weniger Energiereich sind und verdoppeln so ihre Energiekosten (DURIEZ, 2003). Es konnte gezeigt werden, dass die Nutzung eines Flussufers vom Spanischen Frosch (*Rana iberica*) um 80 % zurückging, wenn sich die menschliche Besuchsrate verfünffachte (RODRÍGUEZ-PRIETO und FERNÁNDEZ-JURICIC, 2005). Und auch Nicht-menschliche Primaten reagieren empfindlich auf menschliche Anwesenheit, indem sie sich höher in Bäume flüchten oder ihre generelle Aktivität reduzieren (DE LA TORRE, 2000). Diese Beispiele veranschaulichen, wie die Tiere durch menschliche Präsenz höhere Energiekosten und weniger Energieaufnahme haben, was sich auch auf die Anzahl und

Größe der Nachkommen auswirken kann. Man kann in Habitaten mit großer menschlicher Aktivität von einem temporären Verlust der Verfügbarkeit des Habitats sprechen, der bei abnehmender menschlicher Präsenz wieder vergeht (HILL ET AL., 1997).

Was Amphibien aber zu guten Indikatororganismen macht, ist ihre Empfindlichkeit für wichtige Umweltparameter, wie die Qualität eines Habitats oder Verschmutzungen; an Land oder im Wasser. Doch tragen die Vergiftung der Umwelt, Krankheit und der Klimawandel auch zum starken Rückgang der Amphibienpopulationen auf der ganzen Welt bei (HOULAHAN ET AL., 2000). Selbst kleine Veränderungen in einem ihrer beiden Lebensräume können sich dramatisch auf ihren Lebenszyklus und damit die Population auswirken (DUNSON ET AL., 1992). Geht eine Population also zurück, ist dies ein Warnzeichen für andere Lebewesen, die im näheren Umkreis davon leben.

Die Empfindlichkeit gegenüber Umweltgiften und Krankheitserregern lässt sich durch die Permeabilität ihrer Haut erklären. Da sie größtenteils über ihre Haut atmen, nehmen sie Giftstoffe sehr einfach auf (ROWE ET AL., 2003). Durch ihre ektotherme Physiologie können sie auch energiearme Ressourcen effizient verarbeiten und helfen somit, Energie entlang der Nahrungskette zu transportieren (BEARD ET AL., 2002). Diese hohe Effizienz bei der Ressourcenverarbeitung zusammen mit ihrer permeablen Haut führen zwangsläufig zu einer starken Bioakkumulation von Giften, wenn sie diesen ausgesetzt sind. Und was den Amphibien so schadet, hat höchstwahrscheinlich auch eine negative Wirkung auf andere Lebewesen, Menschen eingeschlossen (UNRINE ET AL., 2007).

Diese Arbeit befasst sich genauer mit dem Teichmolch (*Lissotriton vulgaris*), eine der häufigsten Molcharten in Mitteleuropa (SCHLÜPMANN, 2006). Durch sein häufiges Auftreten eignet er sich besonders als Forschungsobjekt in nicht optimalen Habitaten, um die generelle Eignung dieses Habitats als Lebensraum zu untersuchen. Dadurch, dass der Teichmolch eine hohe Toleranz und geringere Anforderungen an seinen Lebensraum als seine Artgenossen hat, kommt er auch in Gebieten vor, die von anderen Amphibien gemieden werden. Wird ein Habitat also sogar von Teichmolchen gemieden, ist dies ein großes Indiz für die ungünstigen Bedingungen, die dort herrschen. Im Weiteren soll ein genauerer Blick auf die Eigenschaften und Lebensweise des Teichmolchs geworfen werden.

Zu Beginn werden die befruchteten Eier der Teichmolche von den Muttertieren an Wasserpflanzen geheftet, in deren Blätter sie eingerollt werden. Dabei werden vor allem stille Ge-

wässer bevorzugt. Nach dem Schlüpfen halten sich zuerst weiterhin an den Blättern der Pflanzen mit ihrem Mundsaugnapf fest. Bei einer Größe von 9 mm lösen sich die Larven zwar von dem Blatt, bleiben die meiste Zeit aber regungslos und jagen vorbeiziehende Cladoceren. Bis zur vollständigen Metamorphose vergehen insgesamt 90 bis 100 Tage, danach verlassen sie zum ersten Mal das Wasser (BELL und LAWTON, 1975).

Nachdem die Teichmolche das Gewässer verlassen haben, müssen sie sich einen geeigneten Platz zur Fortpflanzung suchen. Allerdings geschieht dies nicht sofort. Das Durchschnittsalter der ersten Reproduktion liegt bei sechs bis sieben Jahren. Dies liegt daran, dass die Fekundität bei älteren Molchen im Vergleich zu jüngeren gesteigert ist, sie also mehr Eier legen können. Das ist jedoch problematisch, da die Überlebensrate bei erwachsenen Teichmolchen nur bei ca. 50 % liegt, teilweise auch durch verschiedene Überwinterungsorte. Erwachsene Molche überwintern oft an Land, und sind trockenen Wintern ungeschützt ausgeliefert, was sich negativ auf die Gesamtzahl der Teichmolche auswirkt. Es gibt zwei Fortpflanzungsmigrationen, eine bevorzugte im Frühling und eine im Herbst, jedoch legt ein Individuum nur einmal im Jahr Eier. Hierbei bleiben erwachsene Molche sehr oft am gleichen Teich und bewegen sich selten fort. Daraus lässt sich schließen, dass die Besiedlung neuer Gewässer von jungen Molchen unternommen wird, die eher zur Migration tendieren (BELL, 1977).

Um der fortschreitenden Entwicklung der Umweltzerstörung entgegenzuwirken, werden vielerorts Naturschutzgebiete errichtet, damit sich gefährdete Tierarten wieder erholen können. Auch die Serengeti-Park-Stiftung versucht, gefährdete Tiere zu unterstützen. Neben den größeren Säugetieren hat sie sich auch den Amphibien verschrieben und eine Untersuchung in Auftrag gegeben, um die Lebensbedingungen im Park zu erfassen und gegebenenfalls zu verbessern. In der vorliegenden Arbeit soll das Vorkommen des Teichmolchs im Serengeti-Park Hodenhagen untersucht werden, im Besonderen die Auswirkung von menschlichen Störungen auf eine Population. Dazu wurden die verschiedenen Störungsarten im Freizeitpark untersucht und mehrere Habitatvariablen aufgenommen. Als Störungen wurden zum Beispiel die Gartenarbeiten um die Teiche herum erachtet oder auch die Nähe zum Gehweg. Konkret wurde die Fragestellung untersucht, ob es einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Störungsgrad eines Gewässers und dem Vorkommen der Teichmolche gibt. Weiterhin wurde die Hypothese aufgestellt, dass andere biotische und abiotische Faktoren einen Einfluss auf die Teichmolchpopulation haben.

3. Material und Methoden:

3.1 Untersuchungszeitraum

Die Untersuchungen wurden vom 16. April 2013 bis zum 02. Mai 2013 durchgeführt.

3.2 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet war der „Serengeti-Park“ in 29691 Hodenhagen. Ein Zoo und Freizeitpark, der auf einer Gesamtfläche von 200 ha angelegt ist. Unterteilt ist er in die „Wasserwelt“, die „Freizeitwelt“ und die „Affenwelt“, in denen die untersuchten Gewässer liegen und die zusammen eine Größe von ca. 32 ha haben. Zudem gibt es noch die „Safariexpedition“, in der jedoch keine Untersuchungen stattfanden. Durch die vielen freilaufenden gefährlichen Tiere hätten hier keine regelmäßigen Begehungen durchgeführt werden können.

In den drei erwähnten Untersuchungsgebieten gibt es mehrere künstlich angelegte und wenige natürliche Gewässer, von denen eine Auswahl von 16 Gewässern getroffen wurde. Bei der Auswahl wurde auf eine breite Abdeckung des gesamten Gebiets und möglichst unterschiedliche Habitate geachtet. Insgesamt wurden so 21 Transekte markiert. Auf der folgenden Karte sieht man einen Überblick über die Freizeitpark-Fläche mit angrenzendem Parkplatz. Die Transekt-Orte sind mit Wegpunkten markiert.

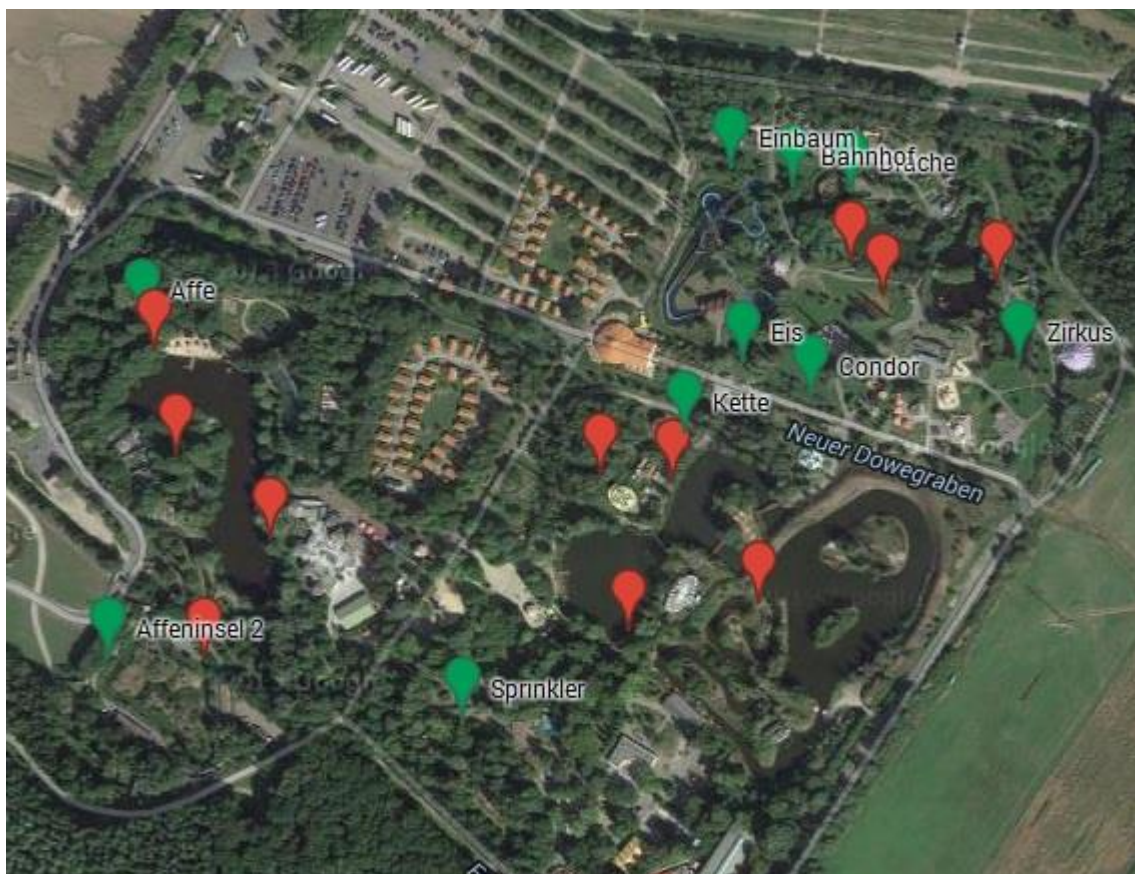


Abbildung 1: Übersicht über das gesamte Untersuchungsgebiet des Serengeti-Parks. Die Transekte sind auf ihren GPS-Koordinaten markiert. Zur besseren Übersicht sind alle Transekte, in denen Teichmolche gefunden wurden, grün markiert und mit Namen versehen. Die Transekte ohne Beobachtungen sieht man in rot. (© Google Maps 2014)

Der Serengeti-Park ist Privatgelände. Die Genehmigung für die Untersuchungen wurde mündlich durch den Geschäftsführer Fabrizio Sepe und die leitenden pädagogischen Angestellten Mirjam Becker und Daniela Lahn erteilt. Der Auftrag erfolgte in Kooperation mit der Serengeti-Park-Stiftung.

3.3 Transekte

An jedem der ausgewählten Gewässer wurden zur besseren Vergleichbarkeit Transekte von 20 Meter mal 4 Meter markiert, zwei Meter Breite am Ufer und zwei Meter Breite im Wasser. An größeren Gewässern wurden auch mehrere Transekte abgesteckt, jedoch immer 100 Meter voneinander entfernt, und alle dann in regelmäßigen Abständen beprobt. Auf die Entfernung wurde geachtet, um die Wahrscheinlichkeit von Migration zwischen den Transekten zu minimieren. Durch das hohe Besucheraufkommen konnten die Transekte nicht auffällig markiert werden, es wurde sich aber an Bäumen, Sträuchern oder Ähnlichem orientiert und gegebenen-

falls Stöcke in die Erde gesteckt. Zur besseren Unterscheidung wurden den Transekten eigene Namen gegeben, mit denen sie auch im Folgenden dieser Arbeit bezeichnet werden.

3.4 Habitatvariablen

An jedem Transekt wurden einmalig die folgenden Parameter bestimmt, um eine genaue Charakteristik des Gewässers zu zeichnen. Sie dienen außerdem später dazu, die präferierten Faktoren des Teichmolchs zu ermitteln.

- **GPS-Daten**

Die GPS-Koordinaten wurden jeweils für jedes Transekt in der Mitte bestimmt, also genau bei der 10-Meter-Marke.

- **Fläche/Größe**

Die Fläche der Gewässer wurde mit Hilfe eines Lageplans des „Ingenieurbüros für Bauwesen, Karsten Schulz“ näherungsweise bestimmt, indem die Grundfläche mit geometrischen Formen verglichen wurde und so der Flächeninhalt in Quadratmetern ausgerechnet wurde. Die Daten sind metrisch skaliert. Die verwendete Karte stammte aus 2011.

- **Tiefe**

Die Gesamttiefe wurde, wenn möglich, mit Hilfe von Wathosen und eines Zollstocks bestimmt. In der Auswertung werden die Teiche zur besseren Vergleichbarkeit in drei ordinalen Tiefekategorien eingeteilt. Es gibt < 1 Meter, 1 - 2 Meter und > 2 Meter.

- **Bewuchs**

An jedem Transekt wurde der Bewuchs alle zwei Meter für eine 1 Quadratmeter große Fläche, sowohl im Wasser als auch am Ufer, in Prozent geschätzt und am Ende für beide Bereiche getrennt gemittelt. Diese Prozentwerte sind metrisch skaliert.

- **Wasserchemische Werte**

Die Werte für pH-Wert und Leitfähigkeit wurden mit Hilfe eines Kombimesengeräts der Firma „Hanna instruments“ in der Mitte jedes Transekts bestimmt. Die Leitfähigkeit gibt indirekt Aufschluss darüber, wie verschmutzt ein Gewässer ist. Je mehr Ionen sich im Wasser befinden, desto höher ist sie. Beide Datensätze sind metrisch.

- **Störfaktoren**

Die Transekte wurden in vier Störungsgradkategorien eingeteilt. Zur Festlegung wurden mehrere Faktoren berücksichtigt. In der folgenden Tabelle sind die Faktoren der

Bedeutsamkeit nach geordnet. Die Bedeutsamkeitsstufen sind nicht zu verwechseln mit den Störungsgradkategorien.

Tabelle 1: Die vier Faktoren zur Bestimmung des Störungsgrads nach ihrer Bedeutsamkeit geordnet. In der Spalte „Bedeutung für Teichmolche“ ist die Wahrnehmung der Molche dieser Faktoren charakterisiert.

Bedeutsamkeit	Störfaktor	Bedeutung für Teichmolche
1	Nähe zum Gehweg	Lärm, Bewegung
2	Touristenattraktionen, auch Bootsfahrten	Lärm, Bewegung, mögliche Lebensgefahr
3	Befestigung	Fehlende Verstecke und Möglichkeiten zur Eiablage
4	Gartenarbeiten	Lebensgefahr, Verschmutzung

Die Nähe zum Gehweg und Touristenattraktionen in der Umgebung bedeuten für die Molche vor allem starken Lärm und viele Bewegungen von Menschen, die als Prädatoren angesehen werden könnten. Bei sehr großen Gewässern war zudem noch Bootsverkehr mit Motor- oder Ruderbooten möglich, der eine zusätzliche Gefahr darstellte. Eine Befestigung ihres Gewässers bedeutet fehlende Rückzugsorte vor Prädatoren und kein Platz zur Eiablage. Gibt es Gartenarbeiten um den See herum, können viele Molche in den Rasenmäher geraten oder sie werden von entsorgtem Kompost im Teich erdrückt. Die Bedeutsamkeitsstufen dieser Faktoren gibt die Gewichtung an, mit der die Störkategorie ermittelt wurde. Je nach Ausprägung der Faktoren oder eventuellem Zusammenspiel, wurden die Kategorien vergeben. Diese ordinalen Kategorien gehen von 1 bis 4, wobei 1 für ungestörtes oder natürliches Gewässer (im Rahmen eines Freizeitparks), 2 für leicht gestört, 3 für gestört und 4 für stark gestört steht. Es wurde jedoch nicht berücksichtigt, ob ein Teich natürlich geformt oder künstlich angelegt wurde, da diese Information nicht mehr herauszufinden war. Im folgenden Bild sind als Beispiele der unterschiedlichen Störungsarten vier Transekte der dazugehörigen Kategorie abgebildet.



Abbildung 2: Beispiele für die vier Störungskategorien. Von links nach rechts geht es von „ungestört“ über „leicht gestört“ und „gestört“ bis zu „stark gestört“ (Foto: Neumann, M.)

- **Wetter**

Auch das Wetter wurde für jeden Tag des Untersuchungszeitraums notiert. Als Quelle dienten meteorologische Seiten aus dem Internet (www.wetter.com) Im folgenden Diagramm sind Durchschnittstemperatur und Niederschlag der drei Wochen zu sehen.

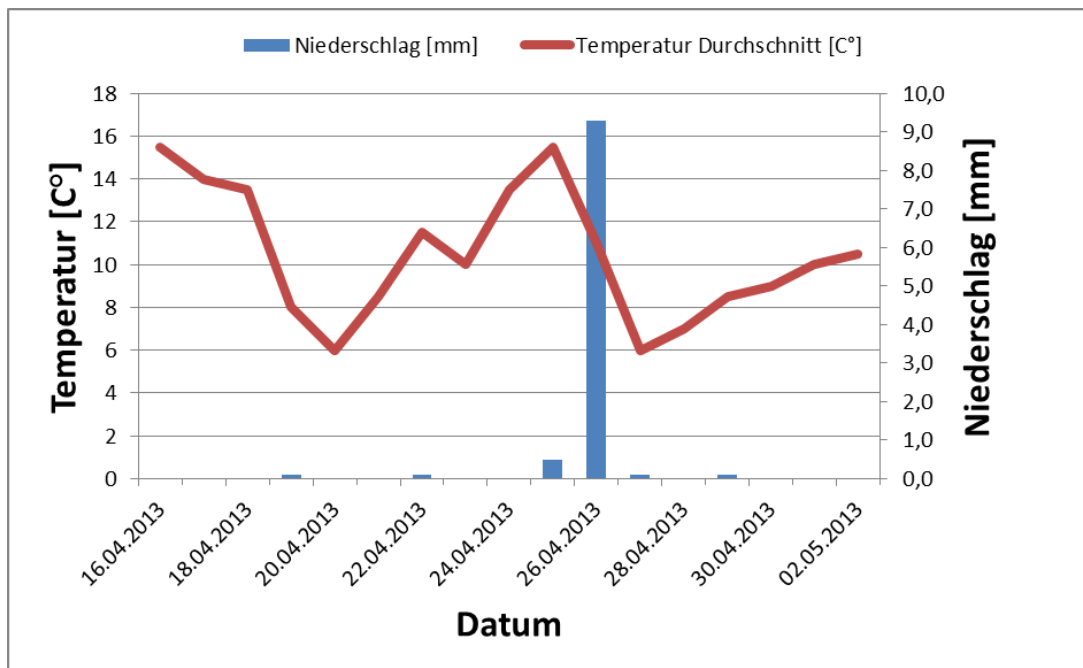


Abbildung 3: Durchschnittstemperatur und Niederschlag vom 16.04.2013 bis zum 02.05.2013 in Hodenhagen.

Zusätzlich wurde die Temperatur stündlich über einen i-Button aufgenommen, die hierbei gewonnenen Ergebnisse decken sich jedoch mit den Daten aus dem Internet. In der Auswertung der Daten wurden die Temperatur und der Niederschlag jedoch nicht

berücksichtigt, da es nur an einem Tag stark regnete, und das Wetter somit keine ausreichenden Werte für ein statistisch signifikantes Ergebnis lieferte.

- **Entfernung zum Sommerquartier**

Da Teichmolche sowohl ein Sommer- als auch ein Winterquartier zum Verstecken und Überwintern brauchen, wurde die Entfernung zur nächsten größeren Baumgruppe gemessen. Wo dies nicht möglich war, wurde sie abgeschätzt. Bei der Auswahl wurde darauf geachtet, dass genug Laub und Versteckmöglichkeiten in den Quartieren zur Verfügung stand. Die metrisch skalierten Daten wurden in Metern angegeben.

- **Prädatoren**

Mögliche Prädatoren wurden über Sichtbeobachtungen und Reusenfänge bestimmt. Als Prädatoren eingestuft wurden die zahlreich vorkommenden Enten (*Anas platyrhynchos*), Schwimmkäfer (*Dytiscus marginalis*) und diverse Arten von Fischen (Bilder im Anhang). Da die Käfer und Enten jedoch in fast jedem Teich vorkamen, wurde die statistische Auswertung hierzu vernachlässigt und nur die Fische näher betrachtet. Die Datenaufnahme für Fische wurde jedoch erst retrospektiv wichtig, weshalb eine Unterscheidung von Prädatoren und Konkurrenten an den jeweiligen Teichen nicht mehr möglich war und sie somit zusammengefasst wurden. Daher beschränken sich diese Daten auf nominale An- und Abwesenheitsdaten.

3.5 Nachweismethoden

Um die Abundanz des Teichmolchs festzustellen, wurden folgende Methoden angewandt.

- **Reusenfänge**

Die Hauptmöglichkeit waren aufgestellte, unbeköderte Reusen, von denen jeweils sechs in vier Transekte gestellt wurden und dort für 24 Stunden blieben. Anschließend wurden sie kontrolliert und in die nächsten vier Transekte gestellt. So wurden insgesamt drei Durchgänge für jedes Transekt erreicht.

- **Sichtkontrollen**

Wo es möglich war, wurden gesichtete Teichmolche auch notiert und gekeschert, um das Geschlecht festzustellen. Tagsüber wurden hierbei keine Hilfsmittel benötigt. Um eventuelle Nachtaktivitäten zu beobachten wurde eine Kopfleuchte und Taschenlampe zu Hilfe genommen.

3.6 Statistische Auswertung

Um zu prüfen, ob bestimmte Variablen einen Einfluss auf die Abundanz der Teichmolche haben, wurde der Zusammenhang durch eine Spearman Korrelation getestet, jeweils mit der Anzahl der Teichmolche und einer der aufgenommenen Habitatvariablen. Der Spearman-Korrelationskoeffizient ist ein Maß für die Stärke des Zusammenhangs zweier Größen. Diese Auswertung diente jedoch lediglich dazu, sich einen ersten Überblick über mögliche Korrelationen zu schaffen.

Um den Einfluss mehrerer Faktoren auf die Abundanz der Teichmolche zu bewerten, wurde ein generalisiertes lineares Modell (GLM) angewandt. In diesem Fall ist die Zahl der beobachteten Teichmolche pro Transekt die abhängige Variable und die Umwelteinflüsse auf die Gewässer die unabhängigen Variablen. So lässt sich erkennen, inwieweit bestimmte Variablen signifikanten Einfluss auf die Individuenzahl der Teichmolche hat. Hierbei wurde darauf gezielt, eine möglichst kleine Zahl an Einflussvariablen bei großer Genauigkeit zu erhalten. Eine große Rolle spielt dabei das korrigierte Akaike Informationskriterium (AICC), da es bei einer geringen Stichprobengröße wie dieser als Referenz für die Güte mehrerer Modelle im Vergleich gilt. Es wurde versucht, den AICC-Wert möglichst klein zu halten, da dies das Maß für das beste und einfachste Modell ist. Die gesamte Auswertung des GLM wurde mit den Binärdaten der Teichmolche ausgeführt, da die Häufigkeitsdaten leider durch viele Gewässer ohne Molchsichtung verfälscht sein könnten.

4. Ergebnisse

Durch Anwendung der oben beschriebenen Methoden, konnte das Vorkommen des Teichmolchs festgestellt werden. Die erfolgreichste Methode war hierbei der Reusenfang. Nur vereinzelt konnten nachts Molche gesichtet werden. Allerdings konnten nur an zehn der 21 Transekte Molche nachgewiesen werden. Das folgende Bild zeigt ein Teichmolchweibchen, erkennbar an dem kaum vorhandenen Kamm und den kleinen Punkten an der Bauchseite.



Abbildung 4: *Lissotriton vulgaris* (Linnaeus, 1758) (Foto: Neumann, M.)

Im folgenden Diagramm sind die gesichteten Teichmolche an den jeweiligen Transekten dargestellt. Zur besseren Übersicht sind nur die zehn der 21 Transekte gezeigt, an denen Teichmolche beobachtet werden konnten.

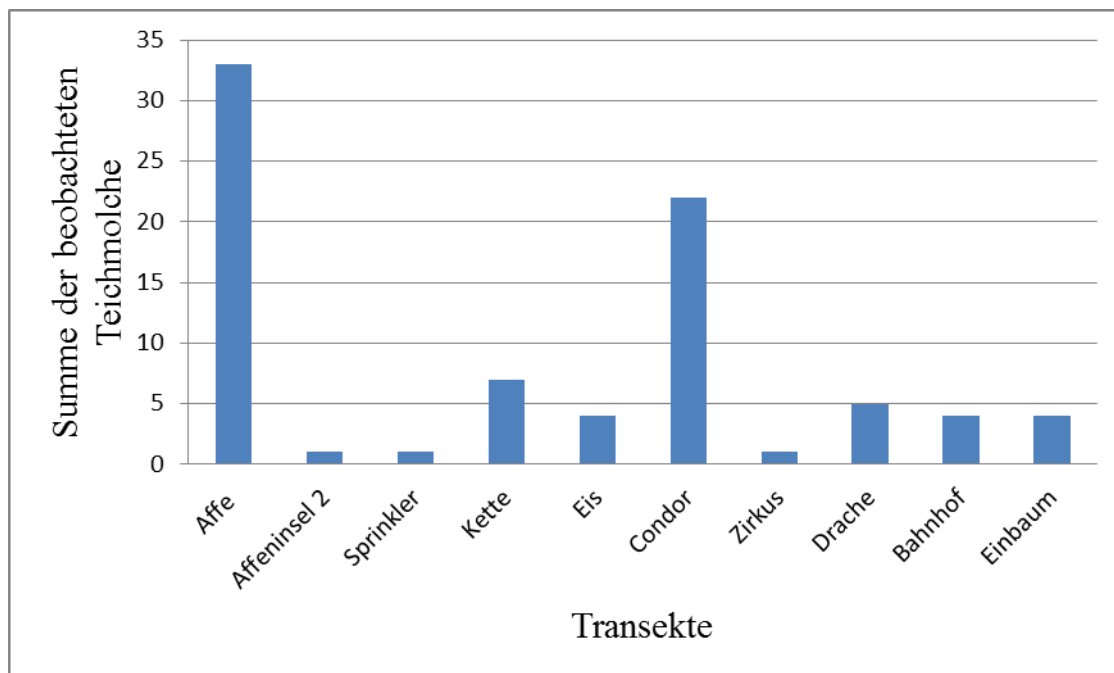


Abbildung 5: Abundanz der Teichmolche in den Gewässern, in denen Teichmolche nachgewiesen werden konnten.

Wie man sehen kann, sind die Ausbeuten an den Teichen sehr verschieden, weshalb sich die Auswertung schwierig gestaltet. Es gibt zwei Teiche, in denen sehr viele Molche gefunden wurden, in den anderen war die Ausbeute hingegen viel kleiner.

4.1 Einfluss der Habitatvariablen auf die Abundanz

Um Festzustellen, ob ein Zusammenhang zwischen verschiedenen Variablen und der Anzahl der Teichmolche in einem Transekt besteht, wurde zur ersten Überprüfung die Signifikanz des Zusammenhangs zwischen einer Variablen und der Anzahl der Teichmolche getestet.

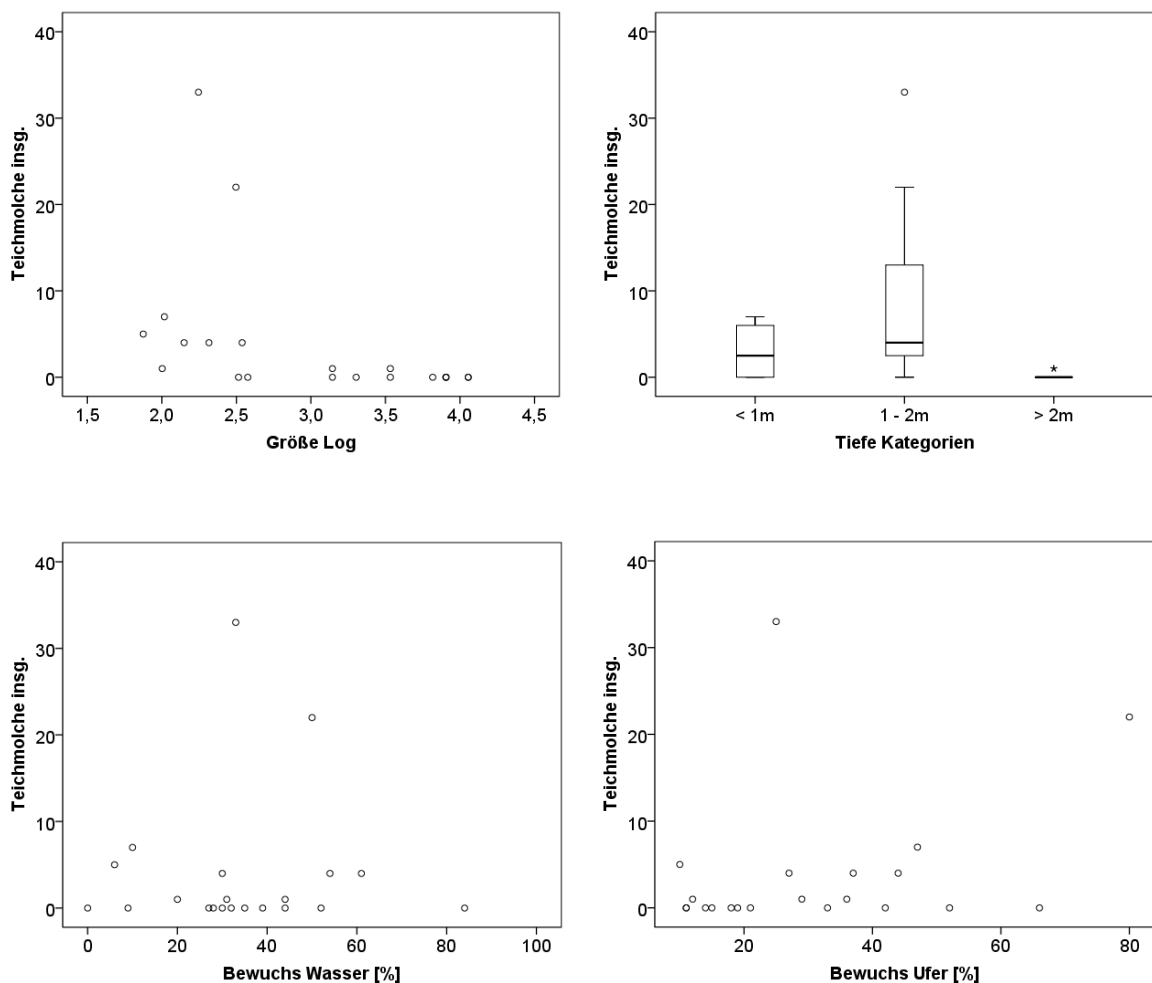
Tabelle 2: Korrelationskoeffizienten und Signifikanz der getesteten Variablen bezogen auf die Anzahl der gesichteten Teichmolche. Die Tabelle ist aufsteigend nach den Korrelationskoeffizienten geordnet.

Korrelation mit Summe der Teichmolche		
Variable	Korrelationskoeffizient	p-Wert
Fische ja/nein	-0,772	0,000
Größe Log	-0,769	0,000
Tiefe Kategorien	-0,509	0,018
Leitfähigkeit	-0,386	0,084
Bewuchs Ufer	0,246	0,282
Störung	-0,244	0,287
pH-Wert	0,207	0,368
Entfernung zum Sommerquartier	-0,097	0,675
Bewuchs Wasser	0,039	0,868

Hoch signifikant sind hier die Zusammenhänge zwischen dem Vorkommen von Fischen bzw. der Größe des Gewässers und der Anzahl an Teichmolchen. Sind Fische im Teich, hat das einen negativen Effekt auf die Abundanz der Molche, ebenso wie die wachsende Größe eines Gewässers. Die Korrelationskoeffizienten liegen hier bei -0,772 und -0,769. Ein weiteres signifikantes Ergebnis zeigt sich bei der Korrelation mit der Tiefe eines Teichs. Der Korrelationskoeffizient beträgt hier -0,509. Der Zusammenhang ist also nicht so stark wie bei der Größe oder der Anwesenheit von Fischen, trotzdem hat die Tiefe einen messbaren Einfluss auf die Anzahl der Teichmolche in einem Gewässer. Alle anderen Werte, auch der Störungsgrad, scheinen keinen sichtbaren Einfluss auf die Anzahl der Teichmolche pro Gewässer zu haben. Um zu überprüfen, ob die Werte der kategorialen Variablen sich signifikant unterscheiden, wurden zusätzlich noch ein Kruskal-Wallis-Test und ein Mann-Whitney-U Test berechnet. Diese Ergebnisse decken sich mit denen aus der Korrelationsanalyse. Mit einem Signifikanzwert von $p = 0,016$ im Kruskal-Wallis-Test zeigt sich, dass sich die Häufigkeiten in den ver-

schiedenen Tiefekategorien signifikant unterscheiden. In der Kategorie 1 - 2 Meter wurden erheblich mehr Molche gefunden als in flacheren oder tieferen Gewässern. Die Kategorien der Variable Störung hingegen unterscheiden sich auch hier nicht mit einem Signifikanzniveau von 0,05 ($p = 0,579$). Somit zeigt auch dieser Test keinen statistisch signifikanten Einfluss von Störungen. Im Mann-Whitney-Test ließ sich aber nachweisen, dass die Häufigkeiten sich signifikant unterscheiden, je nach dem ob Fische im Gewässer vorhanden sind oder nicht ($p = 0,0008$). Sind Fische vorhanden, ist die Häufigkeit der Teichmolche gering.

Im Folgenden sind die erhobenen Daten graphisch aufgetragen.



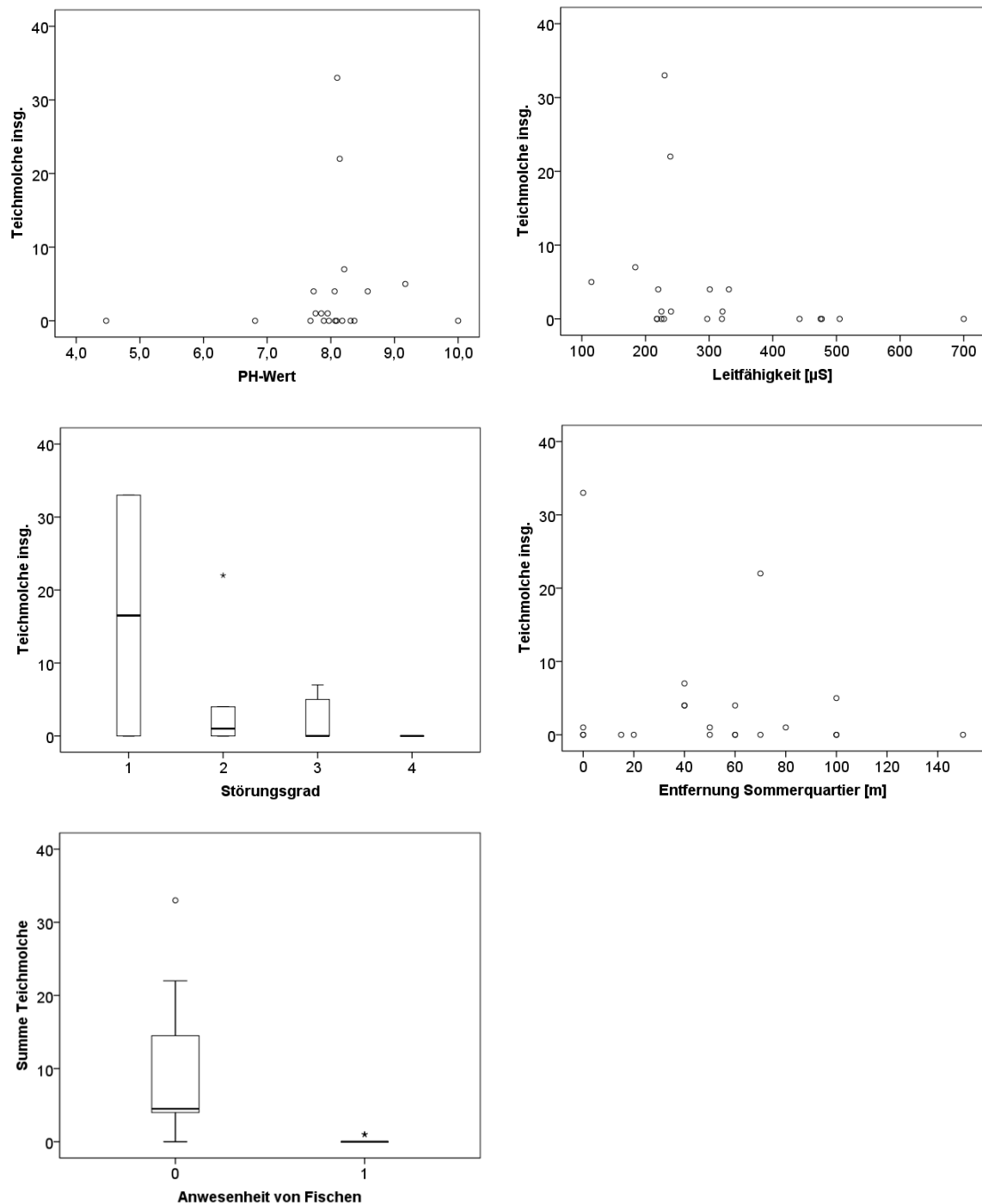


Abbildung 6: Relative Häufigkeit der Teichmolche in allen Gewässern in Abhängigkeit von (a) der logarithmierten Größe des Gewässers, (b) den drei Tiefekategorien, (c) dem prozentualen Anteil der bewachsenen Uferfläche, (d) dem prozentualen Anteil der bewachsenen Wasserfläche, (e) dem pH-Wert des Gewässers, (f) der Leitfähigkeit, (g) den vier Störungsgraden, (h) der Entfernung zum Sommerquartier, (i) dem Vorkommen von Fischen in dem jeweiligen Gewässer. 0 = keine Fische, 1 = Fische vorhanden. Die Balken der Box-Plots stehen für die Spanne zwischen dem 25 % und dem 75 % Quartil, der Strich in der Mitte gibt den Median an. Die Ausläufer darüber und darunter zeigen das Minimum und Maximum, eventuelle Sterne und einzelne Punkte zeigen Ausreißer.

Sowohl die Größe des Gewässers als auch die Anwesenheit von Fischen haben eine sichtbare Auswirkung auf die Teichmolchpopulation. Das Gleiche gilt für die verschiedenen Kategorien der Tiefe eines Gewässers. Allerdings scheinen auch die Störungskategorien eine Auswirkung auf die Population zu haben, sie ist jedoch nicht signifikant.

4.2 Generalisiertes lineares Modell

Zur näheren Überprüfung wurden in einem generalisierten linearen Modell verschiedenen Kombinationen von Variablen auf ihren kombinierten Einfluss getestet. Wie erwähnt, basiert das GLM auf den binären Daten der Sichtungen. Es wurden bewusst nur Parameter und Kombinationen im GLM berechnet, die nach der graphischen Auswertung oder auch in der Literatur (vgl. ROWE ET AL, 2003; WISNIEWSKI, 1989) relevanten Einfluss auf die Population haben. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 3: Ergebnisse des GLM über verschiedene Variablenkombinationen mit relevanten Ergebnissen. Die Tabelle ist aufsteigend nach den AICc-Werten sortiert.

Modell	AICc	Likelihood-Quotient	p gesamt	Einzel p
Fische, Größe	20,503	13,201	0,001	0.621; 0.087
Größe	20,767	12,964	0,000	0,008
Größe, pH	21,288	15,188	0,001	0,012; 0,182
Fische	21,968	8,991	0,003	0,012
Störung, Größe	22,416	20,649	0,000	0,5; 0,053
Fische, Größe, Störung	23,445	20,847	0,001	0,999; 0,147; 1,0
Tiefe, Größe	24,224	15,341	0,002	0,396; 0,06
Störung, Größe, pH	25,794	21,271	0,001	0,64; 0,04; 0,511
pH, Entfernung SQ	34,988	1,488	0,475	0,313; 0,397
Störung, Leitfähigkeit	35,407	7,657	0,105	0,909; 0,091
pH, Bewuchs Wasser	35,748	0,728	0,695	0,436; 0,909
pH, Bew.Wass., Entf. SQ	38,064	1,501	0,682	0,326; 0,911; 0,396
Störung, pH	38,696	4,368	0,358	0,779; 0,323
Störung, pH, Leitfähigkeit	39,327	7,737	0,171	0,964; 0,778; 0,093
Störung, Bew.Wass., Entf. SQ	41,439	5,625	0,344	0,576; 0,171; 0,631

Auch das GLM gibt als einflussreichste Faktoren die anwesenden Fische und die Größe eines Gewässers an. Die AICc-Werte zeigen, dass die Kombination dieser Modelle die Anwesenheit der Teichmolche am besten erklären kann, in einem sehr signifikanten Ausmaß. Die Größe und der pH-Wert als Faktorenkombination hängen ebenfalls mit der Anwesenheit der Teichmolche zusammen. Der pH-Wert allein zeigt jedoch keine Korrelation. Ebenfalls sehr signifikant zeigt sich die Kombination der Faktoren Störung und Größe. Doch erreicht der Faktor „Störung“ allein nie ein Signifikanzniveau unter 0,05. Das bedeutet, dass die Störung möglicherweise einen Einfluss auf die relativen Häufigkeiten der Teichmolche hat, dieser ist jedoch nicht stark genug, um von einer Signifikanz zu reden.

5. Diskussion

Grundsätzlich ließ sich der Teichmolch im Raum des Serengeti-Parks nachweisen, auch wenn seine Anwesenheit nur in knapp der Hälfte der Gewässer beobachtet werden konnte. Die statistische Auswertung zeigt uns, dass sich mit der Größe und dem Fischvorkommen als Faktoren die besten Modelle beschreiben lassen. Unter den Modellen mit dem besten AICc-Wert tauchen die Parameter Fische und Größe am häufigsten auf. Die Molche finden sich also bevorzugt in kleinen Teichen ein, in denen auch die Wahrscheinlichkeit für die Anwesenheit von Fischen gering ist. Somit stehen diese beiden Faktoren auch untereinander in Verbindung. In diesen Zusammenhang lässt sich auch die Gewässertiefe nennen, die ebenfalls als signifikantes Modell im GLM auftaucht. Sie ist oft mit der Größe verbunden und ist damit auch mitverantwortlich für die Teichmolchabundanz. Betrachtet man den Faktor Fische genauer, ist es wahrscheinlicher, dass die Molchpopulation empfindlicher auf Prädatorenfische reagiert als auf Konkurrenten. Doch dieser Sachverhalt lässt sich mit dem vorliegenden Datensatz nicht klären. Man kann nur generell schließen, dass Teichmolche fischlose Gewässer präferieren, da sie in diesen viel häufiger vorkommen. Unterstützt wird dieses Ergebnis durch die Studie von ARONSSON und STENSON (1995), die in ihrer Untersuchung zu dem Schluss kamen, dass Fische vor allem die Larven der Teichmolche jagen und die Population somit dezimieren.

Der Störungsfaktor ergab beim vorläufigen Korrelationstest zwar keinen Zusammenhang, doch im GLM zeigte sich ein signifikantes Ergebnis mit gutem AICc-Wert bei einer Kombination mit der Größe. Diese beiden Faktoren beschreiben also ebenfalls ein gutes und einfaches Modell. Jedoch ließ sich für die Störung allein kein ausreichendes Signifikanzniveau feststellen, weshalb sich zum Einfluss von Störung auf die relativen Häufigkeiten der Teichmolche keine endgültigen Aussagen treffen lassen. Natürlich sind große Gewässer in einem Freizeitpark auch anfälliger für Störung, wie etwa Bootsverkehr, deshalb hängen auch diese beiden Faktoren zusammen. Doch kann man sagen, dass auch kleinere Teiche durch menschlichen Einfluss, wie zum Beispiel Gartenarbeit, gestört werden können, sodass auch hier teilweise nur wenige Molche gefunden wurden. Die Auswirkung von Störung, die DURIEZ (2003) beschreibt, lassen sich nicht gänzlich auf Teichmolche anwenden, da diese bei Störung nicht gleich ihr Habitat verlassen. Doch werden sie möglicherweise bei der Nahrungssuche gestört und erleiden so ebenfalls einen Energieverlust.

Wie alle Amphibien, so sind auch Teichmolche empfindlich bezüglich der Habitatvariablen, weshalb sie so gute Indikatororganismen sind. Doch innerhalb der Amphibien gilt er als äu-

ßerst tolerant gegenüber Gewässerparametern wie pH-Wert und Leitfähigkeit, weshalb man ihn auch in ungünstigeren Habitaten findet (WISNIEWSKI, 1989). Umso erstaunlicher ist die geringe Häufigkeit, mit der der Teichmolch im Serengeti-Park gefunden wurde. Selbst in einem als „natürlich“ eingestuften Teich gab es keine Molche. Das Ungünstige an diesem Teich waren eher die schlechten Gewässerparameter. Mit einem pH-Wert von 4,47 und einer Leitfähigkeit von 700 μS war dieser Tümpel extrem verschmutzt und sauer. Kein für Amphibien geeignetes Laichgewässer. Ihre Haut bildet einen zu geringen Schutz, um in einer solchen Umgebung zu leben (ROWE ET AL, 2003). Solche extremen Werte waren jedoch die Ausnahme. In allen anderen Teichen und Seen konnten durchschnittliche Parameter analysiert werden.

Die bis hierhin beschriebenen Faktoren, allen voran Gewässergröße und Fischvorkommen, liefern im GLM die besten und einfachsten Modelle, um das Vorkommen der Teichmolche zu erklären. Leider sind die Ergebnisse aufgrund der lückenhaften Datensätze nicht eindeutig zu interpretieren, doch lässt sich eine Tendenz ablesen. MARNELL zeigte 1998, dass Teichmolche Gewässer mit Unterholz und Laubbäumen und der Umgebung bevorzugen. Durch die vielen künstlichen Teiche und die Bebauung, ist dies in einem angelegten und von Menschen genutzten Gelände nur selten gegeben. Da der Freizeitpark das Untersuchungsgebiet nur schwer vergleichbar macht, empfehle ich, auch in weiteren Jahren die Teichmolch- und generell die Amphibienpopulation zu beobachten und zusätzlich einige Maßnahmen zu ergreifen, die den Amphibien zugute kommen. Die Möglichkeiten sind sicherlich durch die Umgebung begrenzt, doch könnte man zum Beispiel die Gartenarbeiten um die Gewässer vorsichtiger gestalten und keine Gartenabfälle mehr in die Teiche werfen. Durch größere Erdklumpen ist es wahrscheinlich, dass viele Eier und Larven zerstört werden, die an Wasserpflanzen kleben (BELL, 1975). Zusätzlich könnte man durch gezielte Bepflanzung der Gewässerränder eine Pufferschicht bauen und mit Pflege der bewaldeten Gebiete geeignete Sommer- und Winterquartiere schaffen. Dies könnte dabei helfen, die Sterberate von ausgewachsenen Molchen zu senken (BELL, 1977). Nach der Prämisse von HILL ET AL. (1997) kann man davon ausgehen, dass der Serengeti-Park in der Nebensaison, wenn es weniger Potenzial für Störungen gibt, auch von mehr Tieren bevölkert wird. Im Winter ist der Park generell geschlossen, doch geht hier auch die amphibische Aktivität gegen Null. Ein eventueller Anstieg der Häufigkeiten ließe sich aber nur mit entsprechender Forschung eindeutig belegen.

Bei der Auswertung der erhobenen Daten ergaben sich einige Probleme. Dies könnte an mehreren Faktoren liegen. Zum einen gab es nur zwei Gewässer, die als „natürlich“ eingeschätzt

wurden, das heißt es gab kaum Vergleichswerte für ungestörte Gewässer im gleichen Zeitraum. Das verfälscht die Auswertung, da in einem dieser Teiche die größte Gesamtanzahl von Molchen gefunden wurde, im anderen jedoch kein einziger, obwohl er sehr abgelegen in einem kleinen Waldstück zu finden war. Diese Unregelmäßigkeiten ziehen sich durch den gesamten Datensatz und führen zu so genannter „Zero-inflated Data“. Durch die „Zero-inflated Data“ und die dadurch nötige Maßnahme der Konvertierung von Häufigkeitsdaten in binäre Daten gehen sowohl die Information der Anzahl an den einzelnen Gewässern verloren, als auch die statistische Genauigkeit, da die Werte nun extrem schwanken. Die Ergebnisse dieser Arbeit sind somit zwar im Ansatz richtig, doch muss man für signifikante Ergebnisse die Beobachtungen mehrmals wiederholen.

Als Untersuchungsmethode haben sich die Reusenfänge sehr bewährt, weil hierbei die höchste Wahrscheinlichkeit zum Fangen von Teichmolchen herrscht. Die einzigen Probleme ergaben sich bei dichtem Wasserbewuchs, da die Reusen so nicht eintauchten und weiter vom Ufer weggesetzt werden mussten. Dies könnte zum Verfehlen einiger Molche geführt haben, die sich möglicherweise zwischen den Wasserpflanzen aufgehalten haben. Abhilfe könnte hier eine Beschwerung der Reusen bringen, um sie zum Grund sinken zu lassen. Bei der vorliegenden Untersuchung fehlten die dazu nötigen Mittel, mit denen man sich bei weiterer Forschung vorbereiten sollte. Sichtkontrollen sind eher ungenau und erfassen viele Individuen nicht, außerdem funktionieren sie größtenteils nur nachts mit einer entsprechenden Lampe, da die Molche tagsüber extrem scheu und schwer zu erkennen sind. Der Untersuchungszeitraum von Ende April bis Anfang Mai war gut gewählt, da die Paarungszeit der Teichmolche im Frühling stattfindet, meist sogar von März bis Juni (BELL, 1977). Zu dieser Zeit findet die Paarungsmigration statt und somit ist die größtmögliche Anzahl an Teichmolchen unterwegs. Zur Vertiefung dieser Untersuchung sollte der Zeitraum sogar ausgeweitet werden, um frühe und spätere Paarungsmigrationen besser abzudecken. Um die Migration an sich zu überprüfen, sollte auch eine Analyse des umliegenden Gebietes stattfinden. Der Serengeti-Park ist zwar von einem Zaun umgeben, die Maschen bieten den Molchen aber ausreichend Platz zum hindurchwandern. Insofern ließe sich mit mehr Zeit auch eine Markierung der Teichmolche durchführen und beobachten, ob sie sich nur innerhalb des Freizeitparks oder auch auf den umliegenden Wiesen aufhalten. Außerdem sollten bei einer folgenden Untersuchung auf jeden Fall die anwesenden Fische untersucht und bestimmt werden, um genauere Aussagen über die Wechselwirkung zwischen Fischen als Prädator oder Konkurrenz und Teichmolchen treffen zu können.

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass Teichmolche kleinere, ungestörte Gewässer mit geringem Fischvorkommen bevorzugen. Ideal wären zusätzlich noch eine Schutzschicht aus Gebüsch am Rand des Teichs und eine bewaldete Region für das Landquartier in der Nähe.

6. Literatur

- ARONSSON, S., STENSON, J., 1995. “Newt-fish interactions in a small forest lake”, *Amphibia-Reptilia*, Volume 16, Issue 2, 177-184
- BEARD, K.H., VOGT, K.A., KULMATISKI, A., 2002. “Top-down effects of a terrestrial frog on forest nutrient dynamics”, *Oecologia* 133, Issue 4, 583-593
- BELL, G., LAWTON, J.H., 1975. “The Ecology of the Eggs and Larvae of the Smooth Newt (*Triturus vulgaris* (Linn.))”, *Journal of Animal Ecology*, Volume 44, No. 2, 393-423
- BELL, G., 1977. “The Life of the Smooth Newt (*Triturus vulgaris*) after Metamorphosis”, *Ecological monographs*, Volume 47, No. 3, 279-299
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 2009. „Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands“, Band 1: Wirbeltiere
- DE LA TORRE, S., SNOWDON, C.T., BEJARANO, M., 2000. “Effects of human activities on wild pygmy marmosets in Ecuadorian Amazonia”, *Biological Conservation* 94, Issue 2, 153-163
- DUNSON, W.A., WYMAN, R.L., CORBETT, E.S., 1992. “A Symposium on Amphibian Declines and Habitat Acidification”, *Journal of Herpetology* 26, No. 4, 349-352
- DURIEZ, O., 2003. “Individual wintering strategies in the Eurasian woodcock *Scolopax rusticola*: energetic trade-offs for habitat selection”, PhD thesis, Université de Paris VI, Paris, France
- ELLENBERG, U., MATTERN, T., SEDDON, P., JORQUERA, G.L., 2006. “Physiological and reproductive consequences of human disturbance in Humboldt penguins: The need for species-specific visitor management”, *Biological Conservation* 133, Issue 1, 95-106
- HILL, D., HOCKIN, D., PRICE, D., TUCKER, G., MORRIS, R., TREWEEK, J., 1997. “Bird disturbance: improving the quality and utility of disturbance research”, *Journal of Applied Ecology* 34, No. 2, 275-288

- HOULAHAN, J.E., FINDLEY, C.S., SCHMIDT, B.R., MEYER, A.H., KUZMIN, S.L., 2000. „Quantitative evidence for global amphibian population declines”, *Nature* 404, 752-755
- MARNELL, F., 1998. “Discriminant analysis of the terrestrial and aquatic habitat determinants of the smooth newt (*Triturus vulgaris*) and the common frog (*Rana temporaria*) in Ireland”, *Journal of Zoology*, Volume 244, Issue 01, 1-6
- RODRÍGUEZ-PRIETO, I., FERNÁNDEZ-JURICIC, E., 2005. “Effects of direct human disturbance on the endemic Iberian frog *Rana iberica* at individual and population levels”, *Biological Conservation*, Volume 123, Issue 1, 1-9
- ROWE, C.L., HOPKINS, W.A., BRIDGES, C., 2003. “Physiological ecology of amphibians in relation to susceptibility to natural and anthropogenic factors”, In: LINDER, G., KREST, S., SPARLING, D., eds. *Amphibian Decline: “An Integrated Analysis of Multiple Stressor Effects”*, Pensacola: Society of Environmental Toxicology and Chemistry Press, 9-58
- SCHLÜPMANN, M., 2006. “Häufigkeit und räumliche Verteilung von Molchen (Gattung *Triturus*) in einem Untersuchungsgebiet des nordwestlichen Sauerlandes“, *Zeitschrift für Feldherpetologie*, Supplement 10, 183-202
- UNRINE, J.M., HOPKINS, W.A., ROMANEK, C.S., JACKSON, B.P., 2007. “Bioaccumulation of trace elements in omnivorous amphibian larvae: Implications for amphibian health and contaminant transport”, *Environmental Pollution* 149, Issue 2, 182-192
- WISNIEWSKI, P. J., 1989. “Newts of the British Isles”, Dyfed, U.K.: Shire Publications Ltd.

7. Internetquellen

- Google Maps Karte:
<https://mapsengine.google.com/map/edit?authuser=0&hl=de&mid=zpJBu8wQj7x0.k0Ug53A6UUd4>

8. Danksagung

Ich bedanke mich bei Dr. Julian Glos für die tolle Unterstützung während meiner Arbeit, bei Magdalena Neumann für die lustigen drei Wochen und die bereitgestellten Tierfotos, bei Mirjam Becker und Daniela Lahn für die praktische Unterstützung, beim Serengeti-Park Hodenhagen und der Serengeti-Park-Stiftung für die Möglichkeit, für eine Bachelorarbeit in einem so schönen Gebiet zu forschen und nicht zuletzt bei meinen Freunden und Verwandten, die mir geholfen und mich immer wieder ermutigt haben.

9. Erklärung

Hiermit bestätige ich, dass die vorliegende Arbeit von mir selbständig 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.

Helge Henning

10. Anhang

Anhang 1: Gewässervariablen

Name	Transekte	Größe [m²]	Tiefe Kat	GPS
Affe	Transekt 1	176	2	N 52.75135° E 009.61846°
Umkleide	Transekt 2	8058	3	N 52.75115° E 009.61860°
Tunnel	Transekt 3	8058	3	N 52.75048° E 009.61884°
Sanzibar	Transekt 4	8058	3	N 52.74993° E 009.61983°
Affeninsel 1	Transekt 5	1394	1	N 52.74915° E 009.61913°
Affeninsel 2	Transekt 6	1394	2	N 52.74915° E 009.61810°
Sprinkler	Transekt 7	100,5	3	N 52.74876° E 009.62190°
Rote Brücke	Transekt 8	11354	3	N 52.74934° E 009.62367°
Speedboot	Transekt 9	6560	3	N 52.74951° E 009.62507°
Top Spin	Transekt 10	11354	3	N 52.75031° E 009.62416°
Kette	Transekt 11	104	1	N 52.75061° E 009.62434°
Wald	Transekt 12	377	1	N 52.75035° E 009.62339°
Eis	Transekt 13	345,5	2	N 52.75108° E 009.62491°
Condor	Transekt 14	314	2	N 52.75086° E 009.62564°
Zirkus	Transekt 15	3408	3	N 52.75108° E 009.62786°
Fernboot	Transekt 16	3408	3	N 52.75159° E 009.62762°
Stein	Transekt 17	327	2	N 52.75151° E 009.62640°
Hängebrücke	Transekt 18	2011	3	N 52.75173° E 009.62606°
Drache	Transekt 19	75	1	N 52.75218° E 009.62606°
Bahnhof	Transekt 20	141	2	N 52.75222° E 009.62545°
Einbaum	Transekt 21	207	2	N 52.75234° E 009.62477°

Transekte	PH-Wert	Leitfähigkeit [μS]	Bewuchs Ufer [%]	Bewuchs Wasser [%]
Transekt 1	8,1	230	25	33
Transekt 2	8,31	218	42	44
Transekt 3	8,07	218	15	32
Transekt 4	7,68	229	66	84
Transekt 5	7,89	225	33	52
Transekt 6	7,95	240	29	44
Transekt 7	7,76	225	12	20
Transekt 8	8,09	475	14	27
Transekt 9	8,18	505	19	28
Transekt 10	7,97	477	21	30
Transekt 11	8,21	184	47	10
Transekt 12	4,47	700	18	39
Transekt 13	7,73	331	27	61
Transekt 14	8,14	239	80	50
Transekt 15	7,85	321	36	31
Transekt 16	8,37	320	52	35
Transekt 17	6,81	442	11	0
Transekt 18	10	297	11	9
Transekt 19	9,17	115	10	6
Transekt 20	8,06	220	37	54
Transekt 21	8,58	301	44	30

Transekte	Störungsgrad	Entfernung Sommerquartier [m]	Fische ja/nein
Transekt 1	1	0	0
Transekt 2	2	0	1
Transekt 3	2	15	1
Transekt 4	2	50	1
Transekt 5	2	20	1
Transekt 6	2	50	1
Transekt 7	2	0	1
Transekt 8	3	150	1
Transekt 9	4	60	1
Transekt 10	3	60	1
Transekt 11	3	40	0
Transekt 12	1	0	0
Transekt 13	2	40	0
Transekt 14	2	70	0
Transekt 15	2	80	1
Transekt 16	2	70	1
Transekt 17	4	100	1
Transekt 18	3	100	1
Transekt 19	3	100	0
Transekt 20	2	60	0
Transekt 21	2	40	0

Anhang 2: Kruskal-Wallis und Mann-Whitney Tests

Kruskal-Wallis Tests			
Variable	N	Chi²	p
Tiefe	21	8,327	0,016
Störung	21	1,969	0,579

Mann-Whitney U			
Variable	N	Z	p
Fische	21	-3,15	0,0008

Anhang 3: Bilder der gefundenen Fische





