



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

**Verhaltensbeobachtung an einer wissenschaftlich noch
unbeschriebenen Schlammpringerart (*Periophtalmus
spec.*) unter Zoobedingungen**

Verfasserin

Mag.rer.nat. Barbara Pachner

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat)

Wien, August 2013

Matrikel Nr:	a9804077
Studienkennzahl lt. Studienblatt:	A439
Studienrichtung lt. Studienblatt:	Zoologie
Betreuer:	Univ.-Prof. Dr. Helmut Kratochvil

Kurzfassung

Viele der semi-terrestrischen Schlammpringerarten sind heute durch die zunehmenden Umweltbelastungen gefährdet. Daher interessieren sich heute viele Tiergärtner für die Erhaltung dieser ökologisch zu exponierten Fischgruppe, Bessere Kenntnisse über Biologie der Schlammpringer sind daher wichtig.

In dieser Studie wurden im Tiergarten Schönbrunn verhaltensbiologische Untersuchungen an Schlammpringern im Regenwaldhaus durchgeführt. Untersucht wurde die Bedeutung der räumlichen Struktur und jene der ökologischen Parameter auf die Verteilung der Tiere im Gehege.

Die Ergebnisse zeigen, dass Schlammpringer räumlich gut strukturierte Lebensräume den weniger strukturierten vorziehen, in denen sich nur wenige Möglichkeiten finden im Grenzbereich zwischen Wasser und Land Reviere auszubilden. Ein weiterer Parameter der die räumliche Verteilung der Schlammpringer beeinflusst, ist die Lichtstärke. Zonen hoher Lichtintensität werden denjenigen mit geringerer Einstrahlung vorgezogen.

Abstract

Mudskippers are a Family of fish, which are perfectly adapted to a semi-terrestrial habitat. Most of their life they spent there, collecting food and showing many other behavioural mechanisms. Because of Eco-Tourism and the increasing terrestrialization they might be endangered.

Zoos are important as a conservation centre for many different animals. In the future it might be important to be a conservation centre for mudskippers, too.

In this study, behavioral observations were performed on mudskippers in the Rainforest House in Vienna Zoo. The importance of the spatial structure and environmental parameters on the distribution of animals in the enclosure were investigated.

The results show that Mudskippers prefer diverse habitats instead of those in which only a few districts find ways to form the boundary between water and land. Another parameter which affects the spatial distribution of mudskippers is light intensity. Zones of high light intensity are preferred over those with less exposure.

Keywords

Mudskipper, *Periophthalmus*, behaviour,

1. Einleitung

Die Schlammpringer gehören zur Familie der Gobiidae, Unterfamilie Oxudercinae. In dieser Familie finden sich vier verschiedene Gattungen, *Periophthalmus*, *Periophthalmodon*, *Boleophthalmus*, *Scartelaos*. Sie bewohnen vor allem die Gezeitenzone tropischer Mangrovensümpfe im Indo-West-Pazifik und West-Afrika, die täglichen und saisonalen Schwankungen verschiedener Umweltparameter ausgesetzt ist (NURSALL, 1981; MURDY, 1986, IKEBE & OISHI, 1996; siehe Abb.1).

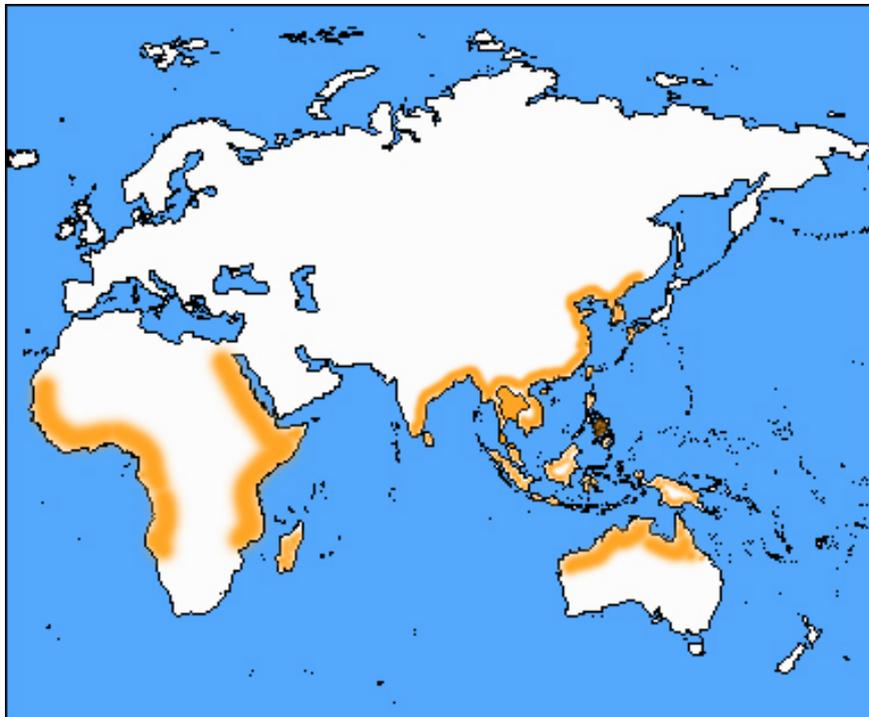


Abb.1.: Verbreitung der Schlammpringer in der Alten Welt.

Diese euryhalinen Fische halten sich bevorzugt außerhalb des Wassers auf, müssen jedoch von Zeit zu Zeit ihre Körperoberfläche befeuchten. Sie haben physiologische, morphologische, biochemische, Verhaltens- und Sinnes-Spezialisierungen für ein amphibisches Leben (GRAHAM & LEE, 2004). In ihrer Lebensweise außerhalb des Wassers zeichnen sie sich durch eine besondere Aktivität an Land aus (BEHBEHANI B & EBRAHIM H, 2010). In der natürlichen Umgebung werden sie dabei durch diverse ökologische Faktoren beeinflusst, wie den Tidengang, Temperatur und relative

Luchtfeuchte (COLOMBINI et al, 1996). Sie ernähren sich während des Aufenthaltes in den Uferregionen von aquatischen Makrophyten, Diatomeen bis hin zu Crustaceen, aquatischen sowie terrestrischen Insekten und Polychaeten (BOB-MANUEL F., 2011). Dabei wird die Nahrungszusammensetzung im Laufe der Entwicklung geändert. Juvenile Schlammpringer ernähren sich eher von Makrophyten, Diatomeen und Aufwuchs, während adulte Schlammpringer eher Crustacea, Insekten und manchmal sogar kleine Fische erbeuten (ZULKIFLI et al, 2012).

Mit Hilfe ihrer armartigen Brustflossen, ihren als Haftorgan ausgebildeten Bauchflossen, und ihrer Schwanzflosse als Widerlager, können sie sich an Land fortbewegen (SWANSON B. & GIBB A., 2004; PACE C.M. & GIBB A., 2009; SCHÄFER, 2002; FISCHER, 2004). Die für die Gattung *Periophthalmus* Namen gebenden großen Augen können in den Kopf zurückgezogen werden, wo sie in einer Hauttasche befeuchtet werden (CLAYTON, 1993). Ebenso besitzen sie die Fähigkeit ihre Atmungsorgane (Kiemen) an Land zu verschließen und sie so vor dem Austrocknen zu schützen. Sie atmen an Land sowohl mit den Aussackungen der Mund- und Kiemenhöhle, als auch über die stark durchblutete Haut, (TEUFEL, 1985). Um die Haut feucht zu halten, rollen sie sich regelmäßig im seichten Wasser (NURSALL, 1981).

Schlammpringer graben in den Uferregionen tiefe Löcher, in die sie vor Angreifern flüchten. Diese werden in der Fortpflanzungsperiode ebenso für die Eiablage und die Aufzucht der Jungtiere verwendet. ISHIMATSU et. al. (1998) zeigten, dass Schlammpringer aktiv Luft in diese Höhlen einbringen. Während der Fortpflanzungsperiode sind die Männchen deutlich aggressiver. Es kommt zu vermehrten Drohungen mit Hilfe der dorsalen Flossen, die schlussendlich auch in Bissattacken gegen den Gegner enden können (CLAYTON & WELLS, 1994).

Die Schlammpringer sind für die Forschung vor allem deswegen so interessant, weil sie als Modell für die Landnahme der Vertebraten im Devon herangezogen werden (GRAHAM & LEE, 2004, LONG & GORDON, 2004).

Die im Regenwaldhaus des Tiergartens Schönbrunn gehaltene Art wurde von Richard MLECZKO anhand mehrerer Bilder als Indischer Schlammpringer (*Periophthalmus sp.*) identifiziert und deren Bestimmung von Edward O. MURDY bestätigt. Dabei handelt es sich um eine kleine, wenig aggressive Art aus Süd-

Thailand, die bislang noch wissenschaftlich unbeschrieben ist. Die Individuen werden etwa 6-7cm groß und zeichnen sich durch eine charakteristisch rot gefärbte erste Dorsalflosse aus (siehe Abb.2). Im Zuge dieser Arbeit wurde auch auf Neubeschreibungen von Schlammpringerarten der Gattung *Periophthalmus* geachtet und die Individuen des Tiergartens mit dem darin veröffentlichten Schlüssel verglichen. Bisher konnte keine der Beschreibungen von JAAFAR Z. & LARSON H. (2008) und LARSON H.Q & TAKITA T. (2001) erfolgreich mit den in Schönbrunn gehaltenen Tieren verglichen werden.



Abb.2: Zwei Individuen von *Periophthalmus sp.* bei Drohgesten durch die erste Dorsalflosse. Deutlich zu sehen ist die charakteristische einheitliche Rotfärbung, die für diese Art typisch ist.

Weitere Recherchen ergaben, dass noch einige andere Zoologische Gärten, wie z.B. das Haus des Meeres Wien, das Universum Bremen, Tropenaquarium Hagenbeck usw. Schlammpringer halten, wobei die Artbestimmung nicht immer gesichert war. In vielen zoologischen Gärten werden große Schlammpringerarten, wie *Periophthalmus barbarus* gehalten. Diese Arten zeichnen sich durch eine recht hohe Aggressivität aus und besetzen auch aufgrund ihrer Größe wesentlich größere Reviere als kleine Arten. Ebenso wurde in Erfahrung gebracht, dass sich die Tiere in Haltung zoologischer Gärten bisher nicht fortpflanzen. Nur ein paar Privatleuten in

Asien ist bisher die erfolgreiche Nachzucht gelungen, wobei es im Zuge dieser Arbeit leider nicht möglich war Kontakt zu diesen Personen herzustellen.

Die Arbeit wurde im Herbst/Winter 2004 begonnen und im darauffolgenden Herbst/Winter 2005 beendet. Im Zuge dieser Studie sollte untersucht werden, ob eine Korrelation zwischen der Anzahl der Schlammpringer in einem bestimmten Areal und Besucherinteraktion bzw. der Lichtstärke besteht. Ein derartiger Zusammenhang wurde in einer Vorgängerarbeit angeführt (JIRSA, 2002).

Außerdem war für den Tiergarten von Interesse, mit welchen einfachen Maßnahmen die Attraktivität der Anlage erhöht werden könnte. Nach dem Bau des Hauses wurde die Mangrovenanlage, zu der auch die Schlammpringeranlage gehört, von den Besuchern meist nur schnell durchwandert. Nur wenige der Besucher nahmen Notiz von den beiden Wasserbecken, die ursprünglich an eine Gezeitenanlage gekoppelt waren. Während der Beobachtungen war die Gezeiteanlage jedoch außer Betrieb. Für den Tiergarten ist es jedoch von Bedeutung auch diese Anlage für die Besucher attraktiver zu gestalten, um den Besuchern mehr über den Lebensraum Mangrove zu vermitteln. Im Zuge dieser Arbeit sollte festgestellt werden, ob es möglich ist, die Schlammpringer deutlicher vor den Besuchern zu positionieren, ohne die Störungen durch die Besucher zu erhöhen.

2. Material und Methoden

2.1. Einteilung der Anlage

Die Schlammpringeranlage wurde beim ersten Besuch im Regenwaldhaus in vier vordere und hintere Sektoren unterteilt (Abb.3). Dabei wurde als Grenzlinie zwischen dem vorderen und dem hinteren Bereich die Uferregion des Wasserteils heran gezogen, die fast gleichmäßig durch das Gehege verläuft. Nur im mittleren Teil reicht dieser Uferbereich etwas weiter nach hinten. Dort wurde die Grenzlinie ungefähr gerade verlängert, bis sie wieder mit der Uferregion übereinstimmte. Dies diente dazu, auch in den beiden hinteren Sektoren in der Mitte des Geheges eine Wasserfläche zu haben. Als Grenze zwischen den einzelnen Sektoren wurden deutlich erkennbare Geländemarken wie Wurzeln herangezogen. Diese wurden imaginär bis zum Rand des Geheges hin verlängert. Somit ergab sich eine etwa annähernd gleiche Größe der einzelnen Sektoren. Jeder dieser Sektoren ist durchschnittlich 1,3m lang und 1,18m breit.

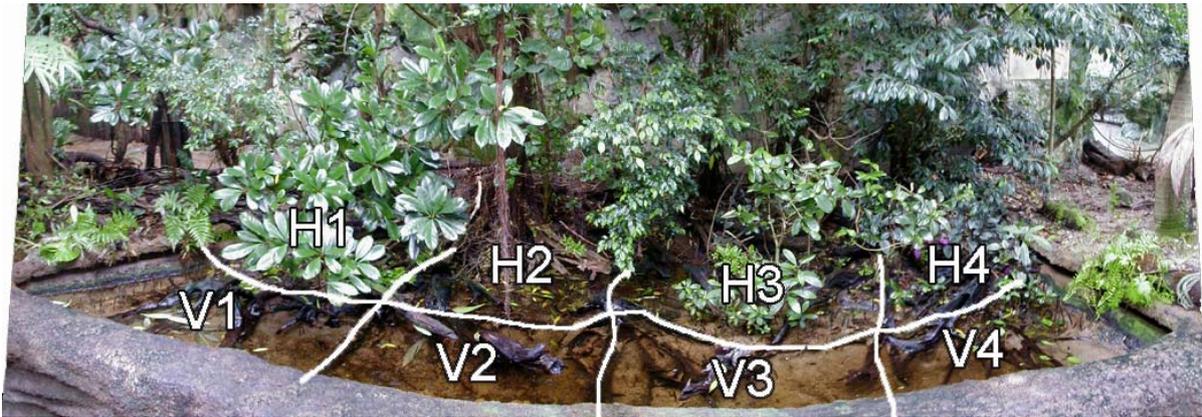


Abb.3. Plan des Schlammpringergeheges im Regenwaldhaus des Tiergarten Schönbrunn. Eingezeichnet ist die Einteilung der Sektoren in die vier vorderen und hinteren Bereiche.

Der Besucherweg, der an diesem Gehege vorbei führt, wurde ebenfalls in vier, den Gehegesektoren entsprechenden Bereiche gegliedert, um die Störungen der Besucher auf die betreffenden Gehegebereiche dokumentieren zu können.

Zusätzlich trat ich während der Beobachtung mit Richard MLECZKO von der Marine Database; Geoscience Australia in Verbindung. Er half bei der genauen Artbestimmung der im Regenwaldhaus des Tiergartens gehaltenen Tiere. Zusätzlich wurde Kontakt zu Edward O. MURDY hergestellt, der die Bestimmung der Schlammpringer nochmals bestätigte. Da keine Tiere der Anlage entnommen werden konnten, um sie zur genauen Bestimmung einschicken zu können, wurde auf Bildmaterial zurückgegriffen. Als Grundlage für die Bestimmung der Art wurden verschiedene Aufnahmen von Drohgebärden der Fische herangezogen, bei denen die Tiere deutlich erkennbar die beiden aufgestellten Dorsalflossen zeigten.

2.2. Zählung der Individuen und Störungen durch Besucher

Die Beobachtungen der Besucherstörungen wurden aus einiger Entfernung dokumentiert. So war gesichert, dass Besucher des Regenwaldhauses nicht durch den Beobachter auf mögliche spezielle Situationen aufmerksam gemacht wurden und sich der Ablauf an der Anlage möglichst normal gestaltete. Alle fünfzehn Minuten wurde die Anzahl der Tiere in jedem Sektor ermittelt und in ein vorgefertigtes Datenblatt eingetragen, wobei darauf geachtet wurde, selber keine Störungen im Gehege zu verursachen. Über den gleichen Zeitraum wurden die passierenden

Besucher gezählt und deren Einfluss auf das Schlammpringergehege dokumentiert. Als Einfluss wurden unter anderem gewertet: Zeigen auf die Tiere, Fotografieren mit Blitzlicht, starkes Hineinbeugen und ins Wasser greifen. Ebenso wurde vermerkt wenn Eltern ihren Kindern erlaubten an der Gehegeabsperrung zu turnen oder die Kinder über das Gehege hielten, egal ob der Auslöser für das Verhalten die Schlammpringer oder andere Ereignisse waren. Mussten Arbeiten durch Pfleger in der Anlage durchgeführt werden, so wurden diese ebenso protokolliert und als Störung vermerkt. Auch Fütterungen wurden als Störung der Anlage vermerkt, wobei dann für einen Zeitraum von 30min keine Zählung der Tiere vorgenommen wurde. Die Anwesenheit der Beobachter wurde während der Arbeit nicht berücksichtigt.

2.3. Messung der Umweltparameter

Mit Hilfe eines Multifunktionsmessgerätes (PeakTech 5035) wurden drei Umweltparameter (Schallpegel, Temperatur, Luftfeuchte) etwa zweimal pro Beobachtungstag für jeden Sektor gemessen. Jede Stunde wurde die Lichtstärke mit demselben Gerät an fixen Punkten in den einzelnen Sektoren erfasst. Diese Punkte befanden sich in den vorderen Sektoren in der Mitte. Das Gerät wurde dabei in den vorderen Sektoren etwa zehn Zentimeter über dem Wasserspiegel gehalten. Um die Daten der hinteren Sektoren zu messen, wurde das Gerät in den hinteren Bereichen etwa 30 Zentimeter über der Wasseroberfläche gehalten. Wobei aufgrund der Größe des Geheges in den hinteren Bereichen nicht genau die Mitte der Sektoren vermessen werden konnte. Um die Tiere bei den Messungen nicht zu sehr zu stören und damit die weiteren Messungen zu gefährden. Zusätzlich wurde die Zählung erst 30min nach der Messung der Lichtstärke wieder fortgeführt, um ebenso wie bei der Fütterung die Tiere wieder zur Ruhe kommen zu lassen.

Etwa nach der halben Beobachtungszeit im Winterhalbjahr wurden in den beiden mittleren vorderen Sektoren zwei neue Strukturen in Form von Wurzeln eingebaut. Bei den Zählungen wurde fortan immer vermerkt, wie viele Tiere sich auf diesen neuen Strukturen befanden. Zusätzlich wurde ein *Ficus benjamini* weggebunden, damit mehr Licht zum Becken dringen konnte. Diese Beobachtungen wurden im folgenden Sommer und Winterhalbjahr fortgeführt. Dabei wurden nach der halben Beobachtungszeit im Sommer die beiden Wurzeln in den vorderen Sektoren von den Pflegern gegeneinander getauscht, um einen Effekt der Wurzelgröße und Landmasse mit der unterschiedlichen Sonneneinstrahlung auszugleichen.

2.4. Individualbeobachtung

Über einen längeren Zeitraum konnte durch einen glücklichen Zufall ein Tier individuell genauer beobachtet werden. Es wurde der Aufenthaltsort und die dort verbrachte zeitliche Dauer genau notiert. Nachdem deutlich zu erkennen war, dass dieses Tier einen bevorzugten Bereich im Gehege als Aufenthaltsort hatte, wurde diese Zone näher unterteilt, um genauere Verhaltensstudien über den Aufenthaltsort machen zu können. Die einzelnen Wurzeln, Randzonen und Flächen wurden durchnummeriert und ebenfalls dokumentiert in welcher Entfernung zum Wasser das Tier seine Zeit verbrachte.

2.5. Sektorengröße und Anteil der Landflächen

Außerdem wurde das Gehege der Schlammpringer vermessen, um die genaue Größe der Sektoren und die Größe der darin befindlichen Landteile zu bestimmen. Dazu wurde in einem Abstand von 1,50m über der Wasseroberfläche senkrecht nach unten auf die Wasseroberfläche fotografiert. Als Kamera diente eine Canon Digital Ixus 40. Knapp über der Wasseroberfläche befand sich ein Maßband, das als Bezugspunkt die Länge von 10cm anzeigte. Mittels Photoshop 7.0 wurden die Größen der einzelnen Sektoren und das Verhältnis von Land zu Wasser bestimmt. Die Analyse der einzelnen Sektoren erfolgte mit Hilfe eines definierten Rasters von 5x5cm. Ein Rasterfeld wurde als Landfläche bezeichnet, wenn mehr als $\frac{2}{3}$ der Fläche ober Wasser lag. Im Anschluss daran wurde die Summe der Landflächenraster zusammengerechnet. Ebenso wurde mit der Berechnung des Grenzbereiches zwischen Wasser und Land verfahren. In diesem Fall wurden Raster als positiv bewertet wenn sie sowohl Wasser als auch Landflächen enthielten. In den hinteren Sektoren wurde der Anteil der Landfläche etwas anders berechnet. Da diese Sektoren in den Landbereich des Geheges übergehen, wurden nur die ersten 20cm des Uferbereichs als Landfläche berechnet. Dabei wurden in allen Bereichen nur feste Strukturen, wie Wurzeln, Erdreich und Steine als Landfläche angesehen. Auch wenn die Schlammpringer auf der Wasseroberfläche schwimmende Blätter nutzten, wurden diese aufgrund ihrer starken Variabilität nicht in die Berechnung der Landfläche miteinbezogen.

2.6. Statistik

2.6.1. Ähnlichkeit der Sektoren

Um die Verteilung der Schlammpringer im Gehege festlegen zu können, wurden die einzelnen Sektoren miteinander verglichen. Für Vergleiche über mehrere Standorte

wurde der Jaccard-Index herangezogen. Dabei diene der Jaccard-Index als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Sektoren. Diese können in diesem Zusammenhang wie einzelne Lebensräume betrachtet werden, zwischen denen die Tiere wechseln können. Je höher der Wert ist der zwischen den einzelnen Sektoren berechnet wird, desto ähnlicher sind sich die einzelnen Sektoren.

Für eine bildliche Darstellung dieser Ähnlichkeiten wurde noch eine computergestützte Clusteranalyse durchgeführt. Diese wurde mit Hilfe von SPSS 14.0 erstellt. Dabei wurde Average Linkage Between Groups verwendet, um die Ähnlichkeiten zwischen den einzelnen Sektoren zu verdeutlichen.

2.6.2. Zusammenhang zwischen Lichtstärke und Anzahl der Schlammpringer

Um einen Zusammenhang zwischen der gemessenen Lichtstärke und den in den einzelnen Sektoren gezählten Schlammpringern zu überprüfen, wurde eine Korrelationsanalyse nach Pearson durchgeführt. Diese wurde ebenso mittels SPSS 14.0 berechnet. Mit Hilfe der Korrelationsanalyse können Beziehungen zwischen einzelnen Variablen festgestellt werden. Dabei wird festgestellt wie sehr die Änderung einer Variablen auch die Änderung der anderen Variablen beeinflusst.

3. Ergebnisse

3.1. Räumliche Verteilung

Im Schnitt konnten 29 Tiere im gesamten Gehege beobachtet werden. Das Maximum wurde mit 38 Tieren erreicht. Dies legt die Vermutung nahe, dass alle eingesetzten Tiere in der Anlage noch vorhanden sind.

Im ursprünglichen Zustand bevorzugten die Tiere die beiden mittleren Sektoren der hinteren Bereiche. Maximal wurden in einem der hinteren Bereiche neun Tiere gleichzeitig gezählt, wobei auch öfters keine Individuen in den hinteren Sektoren zu finden waren. In den vorderen Bereichen wurde ein Maximum von acht Individuen sowohl in V1 als auch in V4 erreicht. Ebenso wie im hinteren wurden im vorderen Bereich ebenso keine Tiere nachgewiesen.

Nach der Änderung des Geheges sank die Anzahl der Tiere im Durchschnitt in den hinteren Sektoren ab, mit Ausnahme von H3. Der Maximalwert der gezählten Individuen blieb allerdings mit neun Tieren in einem Sektor gleich. Durchschnittlich stieg die Zahl der Tiere in den vorderen Sektoren an. In den Bereichen V2 und V4

konnte ein Maximum von 18 Schlammpringern gezählt werden. Der Anstieg in V3 war geringer als in V2. Die neue Wurzel in V2 wurde von den Tieren besser angenommen als die neue Wurzel in V3 (siehe Abb.3).

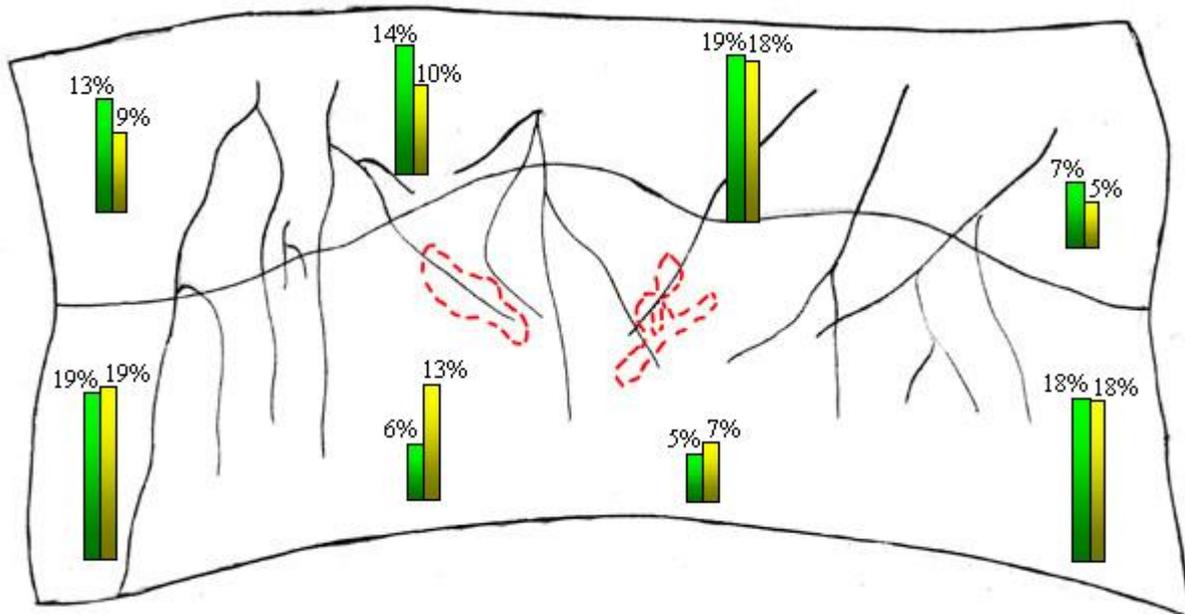


Abb.4. Prozentuelle Verteilung der Schlammpringer im gesamten Gehege vor der Änderung (grün) und nach der Änderung (gelb) während der Beobachtungen im Winterhalbjahr. Eingezeichnet sind die charakteristischen Wurzelstrukturen und die Grenzlinie zwischen Wasser und Land. Die neuen Wurzeln sind in Rot eingezeichnet.

Betrachtet man die über den Beobachtungszeitraum erfasste mittlere Anzahl der Schlammpringer in jedem der einzelnen Sektoren, so erkennt man in manchen Bereichen deutliche Änderungen zum Winterhalbjahr (siehe Abb.5). Während in fast allen Sektoren ein leichter Abfall zu vermerken ist, so ist der Anstieg der Anzahl der Tiere im Sektor V4 deutlich zu erkennen. In diesem Sektor konnte während der Beobachtungen auch ein stärkerer natürlicher Lichteinfall beobachtet werden, als in den anderen Sektoren.

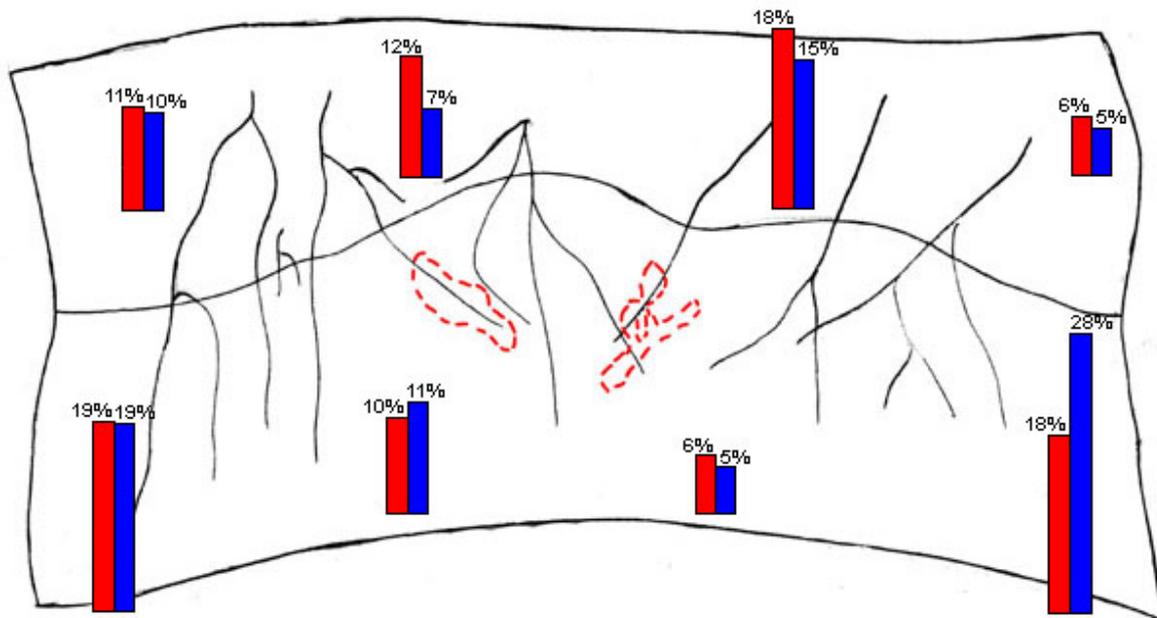


Abb.5: Vergleich der prozentuellen Häufigkeiten der Schlammpringer im Gehege im Winterhalbjahr (rot) und im Sommerhalbjahr (blau). Eingezeichnet sind die charakteristischen Wurzelstrukturen und die Grenzlinie zwischen Wasser und Land. Die neuen Wurzeln sind in Rot eingezeichnet.

Nach der Hälfte der Beobachtungszeit wurden von den Pflegern die beiden im Winterhalbjahr neu im Gehege montierten Wurzeln gegeneinander ausgetauscht. Im Winterhalbjahr wurde nur eine der beiden Wurzeln von den Tieren gut angenommen. Dadurch sollte festgestellt werden, ob es bei den Schlammpringern eine Präferenz für eine der beiden Wurzeln gibt. Jedoch konnte nach dem Wurzelaustausch nur eine geringfügige Änderung bemerkt werden (siehe Abb.6). Nun wurden beide Wurzeln nur mehr im Schnitt von je einem Tier besetzt. Der noch immer höhere Wert in V2 ergibt sich aus einem Wurzelstock, der sich im Laufe der Beobachtungen immer näher zur Wasseroberfläche geneigt hat und schließlich in das Wasser eingetaucht ist. So bot sich den Tieren eine neue Landfläche, die auch sofort genutzt wurde.

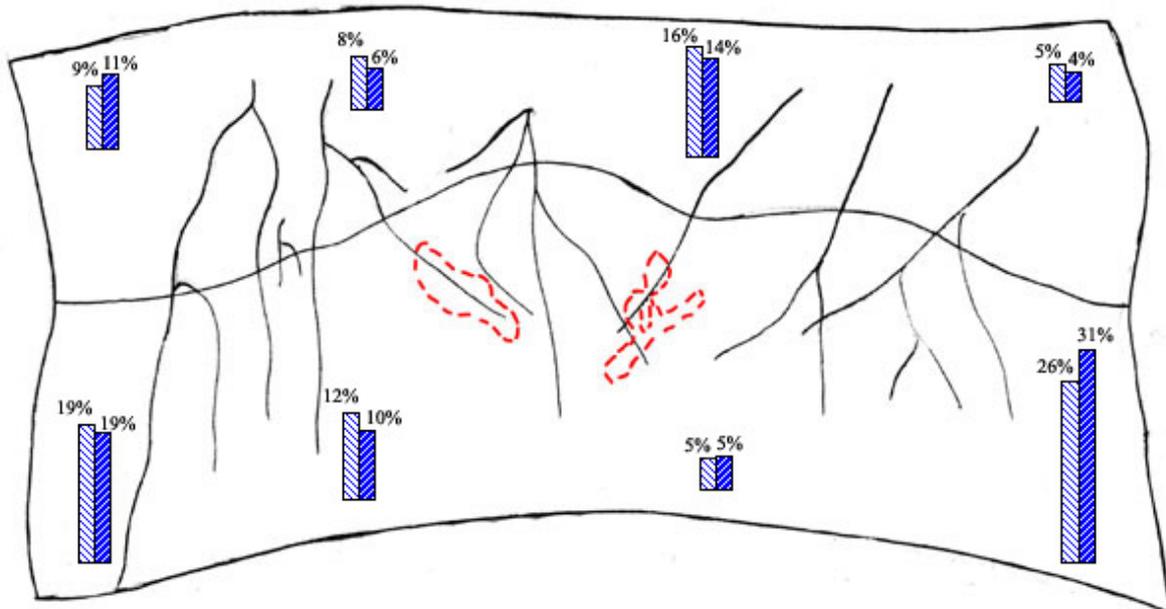


Abb.6: Prozentuelle Häufigkeit der Schlammpringer in den einzelnen Sektoren vor (weiß-blau) und nach (blau-weiß) dem Wurzelaustausch in den Sektoren V2 und V3. Eingezeichnet sind die charakteristischen Wurzelstrukturen und die Grenzlinie zwischen Wasser und Land. Die neuen Wurzeln sind in Rot eingezeichnet.

Im Laufe der Beobachtungen zeigte sich, dass Schlammpringer Landflächen aufsuchen, wobei sie aber nur selten einen gewissen Abstand zum Wasser überschritten. Nur selten wurden Tiere in einem größeren Abstand als 20cm vom Wasserrand entfernt beobachtet. Der Großteil der Tiere hielt sich meist mit einem Körperteil in direktem Kontakt zum Wasser auf. Reine Wasserflächen waren für die Tiere ebenfalls uninteressant und wurden nur kurz bei einem Ortwechsel durchschwommen. Aufgrund dieser Beobachtungen wurden in den beiden vorderen Sektoren in der Mitte des Geheges durch die Pfleger weitere Wurzelstrukturen eingebracht, die schon am nächsten Tag von den Schlammpringern angenommen wurden.

Um die Ähnlichkeit der einzelnen Sektoren festzustellen wurde der Jaccard-Index herangezogen. Der Jaccard-Index aus Tab.1 zeigt deutlich, dass mehrere Sektoren einander sehr ähneln. Eine größere Ähnlichkeit findet sich zwischen den Sektoren V1 und V4, wie auch zu allen Sektoren des hinteren Bereiches. Dies zeigt, dass diese Sektoren einander in den von den Tieren benötigten ökologischen Parametern am ähnlichsten und daher am attraktivsten für die Ausbildung von Revieren sind.

Vergleicht man die Indizes der einzelnen Sektoren, so zeigt sich, dass sich zwei Cluster heraus zu bilden scheinen, die sich deutlich voneinander unterscheiden.

Tab.1: Berechnung des Jaccard-Index für die acht Sektoren der Schlammspringeranlage.

Näherungsmatrix

	Ähnlichkeitsmaß nach Jaccard							
	V1	V2	V3	V4	H1	H2	H3	H4
V1	1,000	,953	,721	,997	,979	,968	,989	,914
V2	,953	1,000	,715	,950	,931	,923	,941	,880
V3	,721	,715	1,000	,721	,702	,701	,711	,687
V4	,997	,950	,721	1,000	,976	,966	,986	,913
H1	,979	,931	,702	,976	1,000	,966	,976	,908
H2	,968	,923	,701	,966	,966	1,000	,969	,897
H3	,989	,941	,711	,986	,976	,969	1,000	,904
H4	,914	,880	,687	,913	,908	,897	,904	1,000

Dies ist eine Ähnlichkeitsmatrix

Um dies deutlicher darzustellen wurde eine Clusteranalyse durchgeführt (siehe Abb.7). Hierbei ist deutlich zu erkennen, dass es sich bei den acht Sektoren um zwei Cluster handelt. Die Sektoren V1, H3 und H4 sind von den restlichen Sektoren deutlich abgetrennt. Sie stellen die Sektoren dar, in denen sich die meisten Tiere finden lassen. Am ähnlichsten sind sich die Sektoren V3 und H4. Darauf folgen H1 und H2, die ebenfalls eine hohe Ähnlichkeit zueinander aufweisen. Obwohl sie allerdings mit dem Ähnlichkeitscluster von V3 und H4 zusammen gehören, sind sie deutlich davon abgetrennt, was eine dramatische Änderung der ökologischen Bedingungen in den einzelnen Sektoren widerspiegelt.

***** H I E R A R C H I C A L C L U S T E R A N A L Y S I S *****

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)

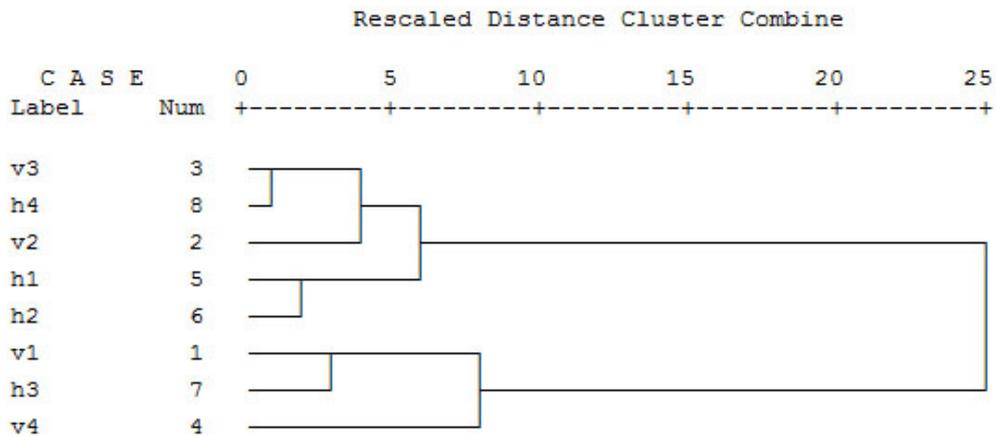


Abb.7: Hierarchische Clusteranalyse der acht Sektoren des Schlammpringergeheges.

3.2. Besuchersektoren

Im Schnitt kamen acht Besucher über einen Zeitraum von fünf Minuten an dem Schlammpringergehege vorbei. Das Maximum lag bei 53 Besuchern innerhalb von fünf Minuten. Die Einflüsse der Besucher lagen vor der Änderung des Geheges etwa bei einer Störung je fünf Minuten. Es kam zu großen Schwankungen in der Störungshäufigkeit. Oft kam es über einen längeren Zeitraum zu keinen nennenswerten Störungen, während dann in relativ kurzer Zeit die Tiere im Gehege von den Besuchern mehrmals hintereinander aufgeschreckt wurden. Das Maximum der Einflüsse lag bei sechs Störungen in einem Sektor im 5 min-Zeitraum.

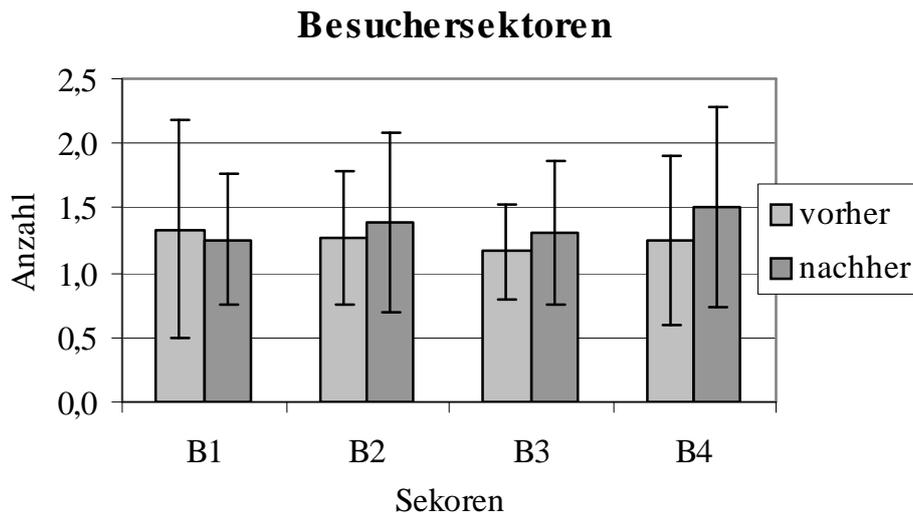


Abb.8. Besuchersektoren vor und nach der Änderung des Geheges. Angegeben sind die mittleren Störungshäufigkeiten und die Standardabweichung in den einzelnen Sektoren.

Im Zuge dieser Beobachtungen konnte keine deutliche Auswirkung auf das Verhalten der Schlammspringer festgestellt werden. Zwar flohen die Tiere bei einer plötzlich auftretenden Störung schnell in den hinteren Bereich des Geheges oder verschwanden unter Wasser, im Normalfall besetzten sie jedoch recht schnell wieder ihre Plätze im Grenzbereich zwischen Wasser und Land. Somit konnte keine länger anhaltende Störung festgestellt werden, außer es wurde gefüttert oder es kam zu größeren Umbauarbeiten in der Anlage.

Das Verhalten der Besucher änderte sich auch nach dem Einbau der neuen Gehegestrukturen kaum. Die Einflüsse verringerten sich sogar etwas (Maximum 4 Störungen je fünf Minuten). Es konnte jedoch kein bestimmter Grund für diese Änderungen in der Störungshäufigkeit ausgemacht werden.

3.3. Einfluss der ökologischen Parameter

3.3.1. Fixe ökologische Parameter

Da das Klima im Regenwaldhaus künstlich reguliert wird, schwanken die Werte für Schallpegel, Temperatur und Luftfeuchte in den einzelnen Sektoren kaum. Sie wurden daher über das gesamte Gehege gemittelt, da keine wesentliche Auswirkung auf das Verhalten der Tiere festgestellt werden konnte. Die genauen Werte finden sich in Tabelle 1.

Tab.2. Mittelwert (MW) und Standardabweichung (Stdabw) des Schallpegels (dB), der relativen Luftfeuchte (%RH) und der Temperatur (°C).

	MW	Stdabw
dB	64,7	3,4
%RH	93,0	3,2
°C	23,8	1,6

3.3.2. Lichtstärke

Da während der Beobachtungen ein deutlicher Unterschied zwischen den einzelnen Sektoren sowohl in Bezug zur Lichtstärke, als auch zur Verteilung der Schlammpringer gesehen wurde, wurden Messungen der Lichtstärke durchgeführt. Vergleicht man die mittlere Lichtstärke der einzelnen Sektoren mit der Anzahl der Tiere, so meint man im Sektor V4 einen deutlichen Zusammenhang erkennen zu können (siehe Abb.9). In diesem Sektor fanden sich während der Beobachtungen bis zu 18 Tiere. Bei den Lichtmessungen traten Lichtstärken von mehr als 20.000 LUX auf, die von dem verwendeten Gerät nicht mehr erfasst werden konnten. Betrachtet man aber die weiteren Sektoren, so bemerkt man bereits bei Sektor V3 einen deutlichen Gegensatz. Hier wurden ebenfalls hohe Lichtstärken erreicht und auch in diesem Sektor konnten diese manchmal vom Gerät nicht erfasst werden. Dennoch fand sich im Schnitt mit zwei Tieren die geringste Anzahl im Gehege. Und bei den Sektoren V1 und V2 scheint diese Entwicklung sogar gegenläufig zu sein.

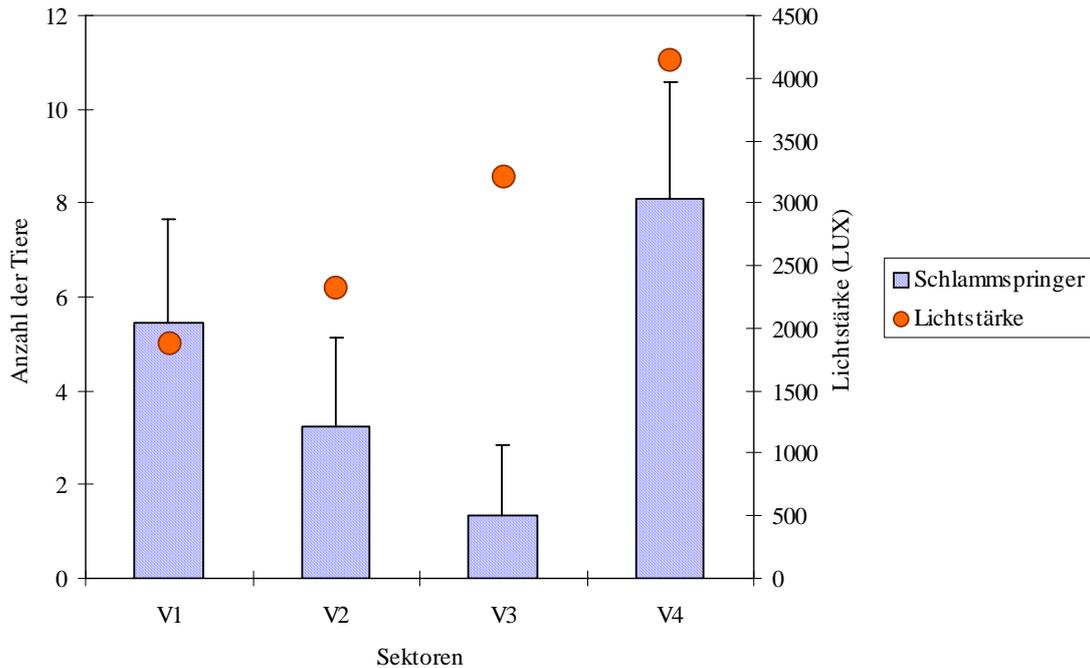


Abb.9: Mittlere Anzahl der Schlammspringer im Bezug zur Lichtstärke in den vorderen Sektoren

In den hinteren Sektoren zeigte sich annähernd das gleiche Bild, wie in den vorderen (siehe Abb.10). Dies lag zum Großteil daran, dass beim Messen der Lichtstärke nicht genau die Mitte der hinteren Sektoren getroffen wurde und daher ein wenig die Lichtstärken des vorderen Gehegebereiches mit einwirken.

Die höchste Lichtstärke konnte in H4 nachgewiesen werden, in der jedoch im Schnitt die wenigsten Tiere gezählt werden konnten. In H3 wurde ein deutlich geringerer Lichteinfluss nachgewiesen, wobei dort die meisten Tiere nachgewiesen wurden. Zu H1 hin nahm die Lichtintensität noch weiter ab. In diesen beiden Sektoren wurden jedoch unterschiedlich viele Schlammspringer gefunden.

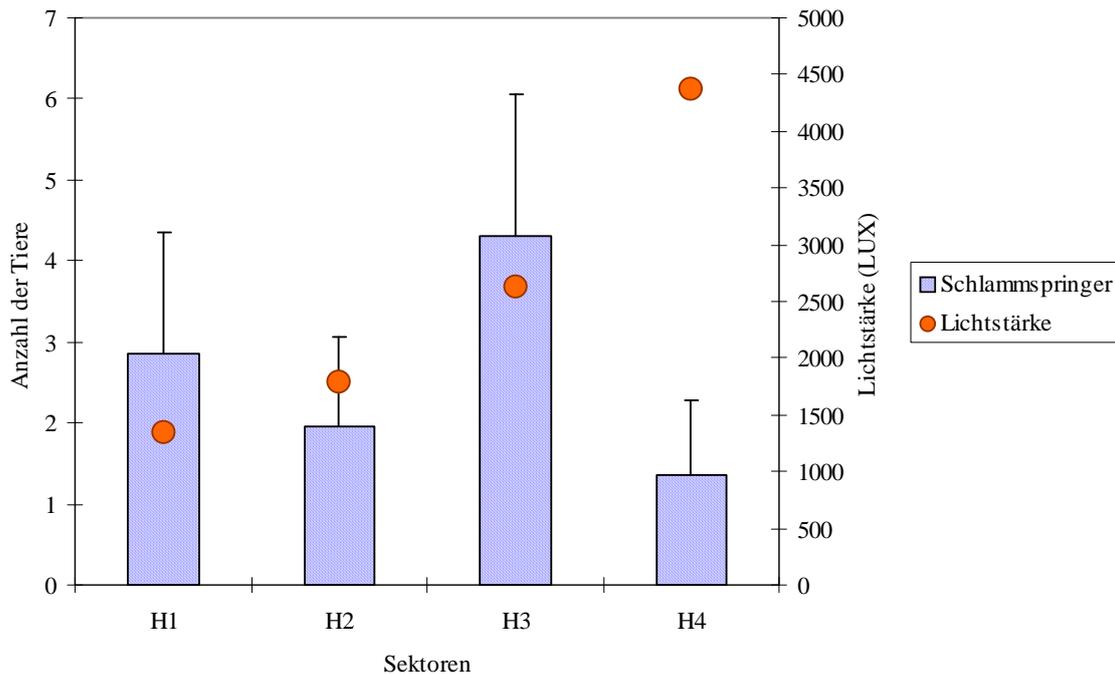


Abb.10.: Vergleich der mittleren Lichtstärke mit der mittleren Anzahl der Schlammspringer in den hinteren Sektoren

Weder in den vorderen noch in den hinteren Sektoren zeigte sich eine Korrelation zwischen der Anzahl der Tiere und der Lichtstärke. Sowohl in V4 als auch in H4 fand sich die höchste Lichtstärke. Diese war in V4 mit der größten Anzahl an Tieren gekoppelt, wobei sich in H4 die wenigsten Tiere fanden.

Vergleicht man die Anzahl der Schlammspringer in den einzelnen Sektoren und der einfallenden Lichtstärke mit Hilfe des Pearson Korrelationsindex, so zeigt sich, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Sektoren V2, V3, V4 (Signifikanzniveau: $p < 0,01$) und H2 (Signifikanzniveau: $p < 0,05$) mit der einfallenden Lichtstärke zu sehen ist. Dabei ist deutlich zu erkennen, dass dieser Zusammenhang nicht mit zunehmender Lichtstärke zusammen hängt. Obwohl in V1 eine höhere Anzahl an Tieren nachgewiesen werden konnte, findet sich trotz einer geringen Lichtstärke hier kein Zusammenhang. Ebenso auffällig ist ein deutlich signifikanter Zusammenhang zwischen der Anzahl der Schlammspringer und der Lichtstärke bei V3, obwohl dort im Schnitt recht wenige Tiere gefunden wurden. Das gleiche Bild zeigt sich ebenso bei den Sektoren des hinteren Gehegebereiches. Hier findet sich nur in H2 ein signifikanter Zusammenhang, obwohl in anderen Sektoren

mehr Tiere gefunden wurden, oder ein höherer Lichteinfluss nachgewiesen werden konnte.

Tab.3: Darstellung der Ergebnisse der Korrelationsanalyse nach Pearson. Markiert sind die Signifikanzniveaus: $p < 0,001$ mit ** und $p < 0,05$ mit *.

V1	V2	V3	V4	H1	H2	H3	H4
-0,06	-0,115**	-0,093**	0,214**	0,006	-0,073*	0,004	-0,038

Es wurde daher der Eindruck gewonnen, dass noch ein weiterer Faktor Einfluss auf die Verteilung der Schlammpringer im Gehege hat.

3.3.3. Einfluss der Sektorengröße und Landflächen

Da Schlammpringer bevorzugt im Grenzbereich zwischen Wasser und Land anzutreffen sind (GORDON et al., 1968), sollten die Anteile an Landflächen in den einzelnen Sektoren für die Tiere von wesentlich größerer Bedeutung sein als die Gesamtfläche.

Da ein Zusammenhang mit der Lichtstärke nicht gegeben zu sein schien, wurde das Gehege ausgemessen und die Größe der einzelnen Sektoren und die Flächendeckung der Landteile erfasst (siehe Tab.4).

Tab.4: Errechnete Größe (in cm^2) und Landfläche (in cm^2) der vorderen Sektoren

Sektoren	Größe (cm^2)	Landfläche (cm^2)
V1	18600	1651
V2	12550	1131
V3	12950	690
V4	11300	1480

Mit 18600cm^2 ist V1 der größte der vier vorderen Sektoren. Er zeichnet sich auch durch den höchsten Anteil an Landflächen mit 1651cm^2 aus. Darauf folgt V3, der jedoch mit nur 690cm^2 einen relativ geringen Landflächenanteil verglichen zu seiner Größe hat. V2 und V3 unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Größe auch deutlich, wobei der wesentlich kleinere Sektor V4 den größeren Landflächenanteil aufweisen kann. Dies ergibt sich bei den einzelnen Sektoren aus den ins Wasser hineinragenden Wurzeln, die am Randbereich verstärkt auftreten und zur Mitte des Gehegen hin weniger werden, um eine freie Wasserfläche zu ermöglichen.

Betrachtet man im Vergleich dazu die Anzahl der gefundenen Schlammpringer, so finden sich die meisten Tiere im Sektor V4, gefolgt von Sektor V1 (siehe Abb.11). Die wenigsten Tiere sind in V3 zu finden, der allerdings auch den geringsten Anteil an Landfläche verglichen zu den anderen Sektoren aufweist.

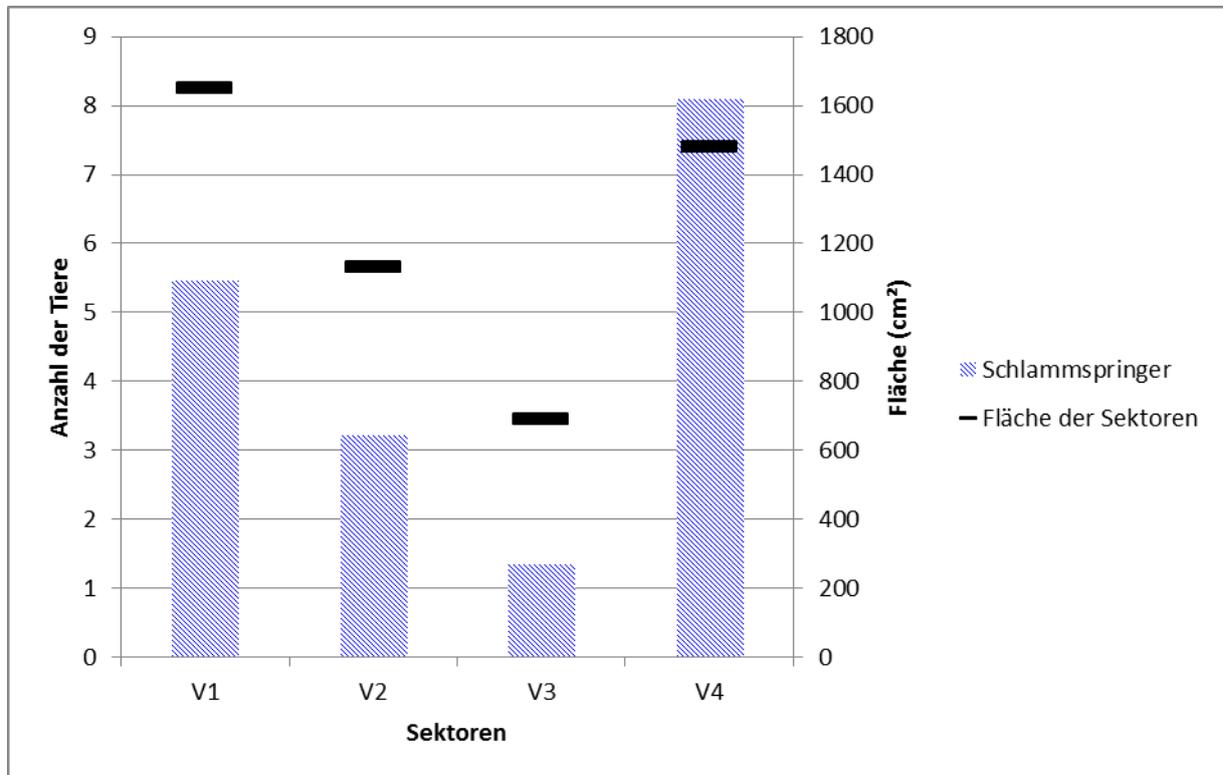


Abb.11: Dargestellt ist die mittlere Anzahl der Schlammpringer in Bezug zur Größe der Landfläche der einzelnen Sektoren.

Bei den hinteren Sektoren war es ohne großen Aufwand und Störung der gesamten Schlammpringeranlage und der Umgebung nicht möglich die gesamte Fläche auszumessen. Nachdem die Anlage bis an die Wand reicht, der letzte Meter allerdings reine Landfläche mit größerer Entfernung zum Wasser darstellt, kann er nicht in die Berechnungen einbezogen werden. Die gesamte Größe der Sektoren wurde nicht berechnet, da der hintere Bereich von dieser Art während der Beobachtungen nie genutzt wurde. Als Landflächenanteil wurden nur die über Wasser befindlichen Strukturen eingerechnet, die sich bis zur Wasserkante befanden und der direkte Uferbereich (20cm Entfernung zum Wasser).

Tab.5: Errechnete Landfläche (in cm²) der vier hinteren Sektoren

Sektor	Fläche (cm ²)
H1	2080
H2	1820
H3	2015
H4	1581

Hier zeigt sich, dass mit 2080cm² H1 der größte Sektor ist, gleich gefolgt von H3 mit 2015cm². Hier ist H4 der kleinste mit 1581cm² (siehe Tab.5). Vergleicht man diese Werte mit der Anzahl der in den Sektoren vorgefundenen Tiere, so scheinen in den hinteren Bereichen die Flächengrößen in einem Zusammenhang mit der Anzahl der Tiere zu stehen (siehe Abb.12). Bei diesen Sektoren muss man aber daran denken, dass durch einen Übergang in den Landbereich, mehr Landflächen vorhanden sind, als in den vorderen Sektoren.

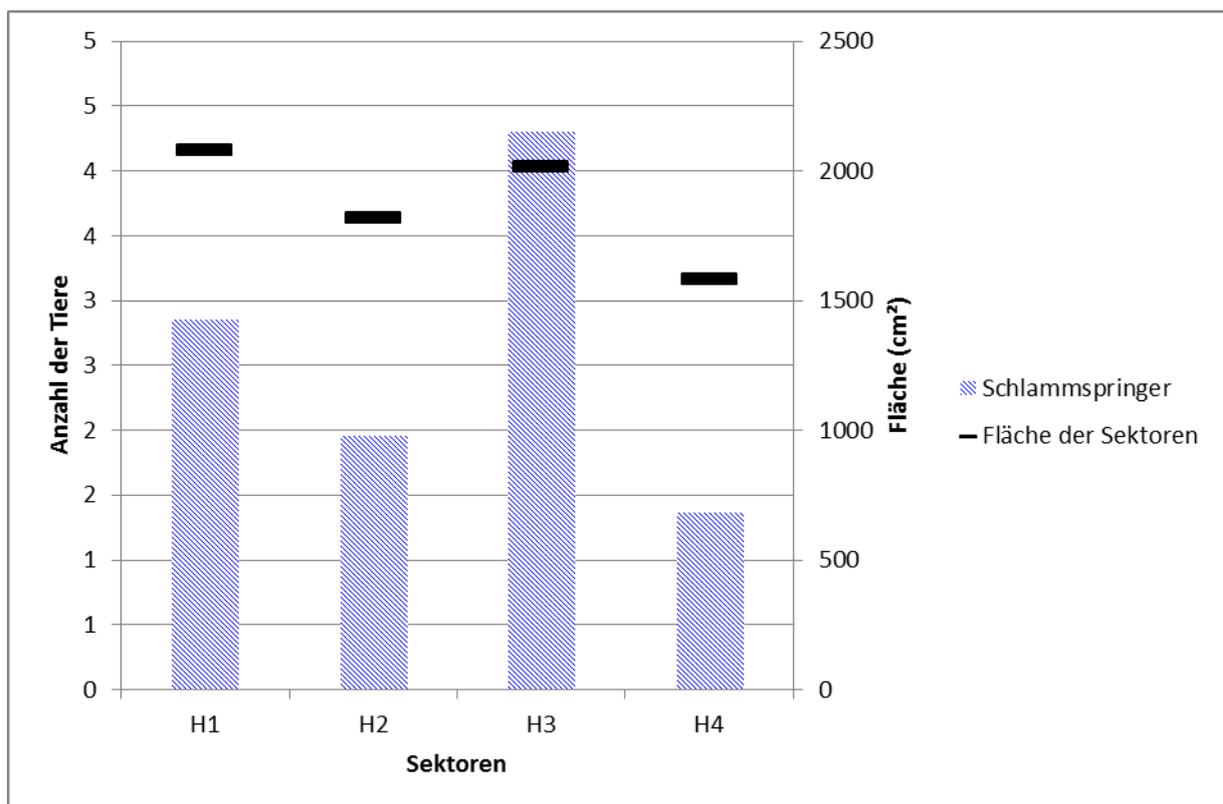


Abb.12: Dargestellt ist die mittlere Anzahl der Schlammspringer in Bezug zur Größe der Landfläche der einzelnen Sektoren.

Nachdem Schlammspringer den Großteil ihrer Zeit im Grenzbereich zwischen Wasser und Land verbringen, wurde noch der prozentuale Anteil des Grenzbereiches

im Vergleich zum Landbereich angesehen. Dabei wurde die gesamte Fläche der einzelnen Sektoren als 100% angesehen und die Fläche des Landteils in Prozenten ausgerechnet. Ebenso wurde mit dem Grenzbereich verfahren, wobei als Grenzbereich nur 10cm ober- und unterhalb des Wasserspiegels angesehen wurden. Diese Größe ergab sich aus der Größe der Schlammpringer, die nur dann als im Grenzbereich sitzend angesehen wurden, wenn sie mit einem Körperteil noch direkten Wasserkontakt hatten.

Wie zu erwarten ist im Zusammenhang zwischen Landfläche und Grenzbereich nur wenig Unterschied zu bemerken (siehe Abb.13). Sektoren mit viel Landfläche, wie V4 und V1 weisen auch einen hohen Anteil an Grenzbereich zwischen Wasser und Land auf. Interessant ist, dass trotz der kleinen Landfläche in V3, ein relativ hoher Bereich zwischen Wasser und Land zu bemerken ist. Das ergibt sich bei näherer Betrachtung aus den in diesem Sektor eher filigranen Wurzeln, die im Gegensatz zu den anderen Sektoren wenig durchgehende Landflächen aufweisen.

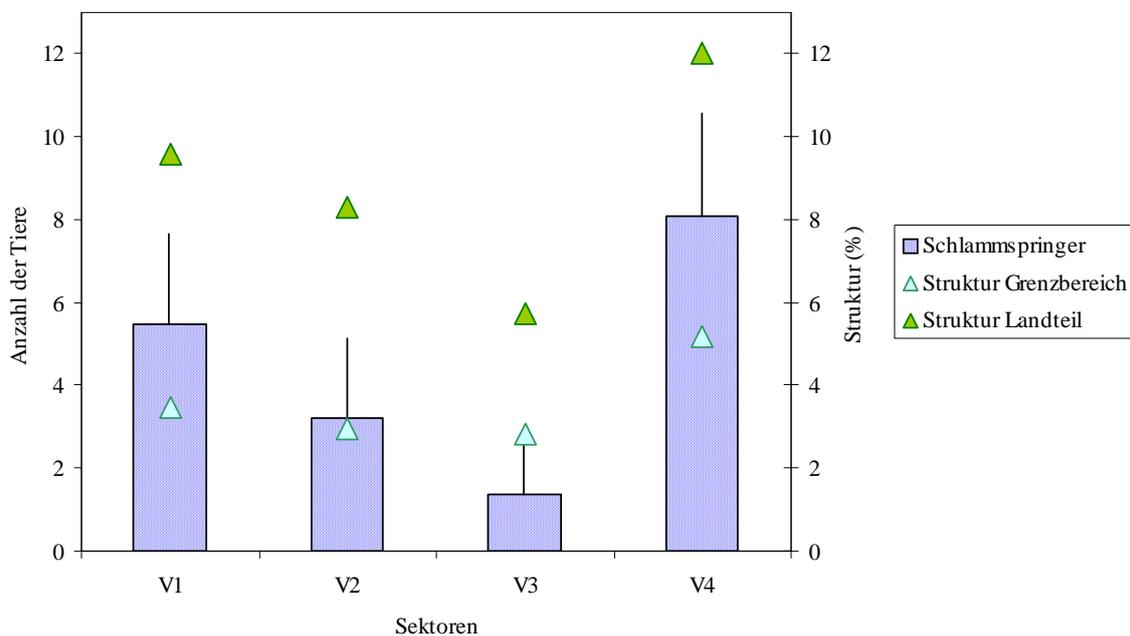


Abb.13: Dargestellt ist die mittlere Anzahl der Schlammpringer in Bezug zur Landfläche (grün) und zum Anteil an Grenzflächen (hellblau) der einzelnen Sektoren.

In Bezug auf die Besucher wäre es wünschenswert den Sektor V3 und eventuell V2 mit mehr Landflächen auszustatten, da dieser Bereich von den Besuchern am besten eingesehen wird. Der Besucherweg erreicht in der Mitte des Geheges seinen tiefsten Punkt und damit für die Erwachsenen die beste Möglichkeit die Tiere zu beobachten.

Genau in diesem Bereich, der sich mit den Sektoren V2 und V3 deckt, finden sich aber kaum Schlammpringer.

3.3.4. Individualbeobachtungen

In weiteren Beobachtungen wurde eine möglichst genaue Verhaltensanalyse eines einzelnen Individuums durchgeführt, das als „Einauge“ bezeichnet wurde, da ihm das linke Auge fehlt.



Abb.14: Das Individuum „Einauge“ im Vergleich mit einem Fisch, der beide Augen besitzt

Dieser Fisch scheint durch das Fehlen des einen Auges keinerlei Beeinträchtigungen zu erfahren und verhält sich wie auch alle anderen Schlammpringer in der Anlage. Er konnte sogar bei einem über zwei Stunden dauernden Zweikampf mit einem weiteren Fisch beobachtet werden (siehe Tab.6) bei dem er erfolgreich seinen Platz verteidigen konnte.

Tab.6: Agonistic Display zwischen „Einauge“ und einem anderen Schlammpringer in der Anlage.

Agonistic display „Einauge“ und Schlammpringer 1 auf Wurzel 2	
Beginn um 10 ⁴² - 10 ⁴⁹ Die beiden Fische drohen sich gegenseitig mit beiden Rückenflossen. Über die Dauer von 1min beißt Einauge in die rechte Wange von Schlammpringer 1. Danach umkreisen sich die beiden Tiere und drohen sich gegenseitig mit den Flossen. Es beißt Schlammpringer 1 in die Dorsale 1. Sie umkreisen sich und drohen. Schlammpringer 1 beißt Einauge in die rechte Wange und zieht Einauge hinunter zur Wasseroberfläche. Einauge reißt sich los und wandert ins Trockene. Beide Fische drohen sowohl mit Dorsale 1 als auch mit Dorsale 2. Blähen auch die Kiementaschen. Schlammpringer 1 schwimmt zur Kante (K). Einauge bleibt auf Wurzel 2 zurück und hat geblähte Kiementaschen (KT).	
10 ⁵²	Schlammpringer 1 schwimmt zu Wurzel 2. Es kommt zu einem kurzen Kampf mit Einauge, bei dem mit Dorsale 1, Dorsale 2 und den Kiementaschen gedroht wird. Danach schwimmt er gleich wieder weg.
10 ⁵⁹	Einauge kurze Jagd nach weißen Mückenlarven. Kehrt danach zurück zu Wurzel 2
11 ⁰²	Schlammpringer 1 wandert nach hinten, Einauge taucht kurz unter
11 ¹⁷ - 11 ¹⁹	Schlammpringer 1 und Einauge auf Wurzel 2 und drohen sich gegenseitig mit Dorsale 1. Kampf an Land und unter Wasser. Beißen sich auch gegenseitig. Kiementaschen blähen. Einauge wandert auf ein Blatt unter Wurzel 2 und von dort weiter zu Wand 1. Dort kommt es zu einem Kampf mit einem weiteren Schlammpringer. Er wird vertrieben und landet wieder auf dem Blatt unter Wurzel 2.
11 ²⁰ - 11 ²⁸	Einauge und Schlammpringer 1 auf Wurzel 2. Es kommt zu einem alles umfassenden Kamp (Blähen der Kiementaschen, Drohen mit Dorsale 1 und Dorsale 2). Die beiden beißen sich gegenseitig in den Mund. Einauge beißt Schlammpringer 1 in die rechte Kiementasche. Schlammpringer 1 schwimmt weg und landet schnell wieder an. Dadurch Einauge vertrieben. Einauge zur Wv (Abschnitt 4)
11 ³²	Einauge nach Blatt unter Wurzel 2. Schlammpringer 1 nach Kante und weiter zu Wurze-Land ohne dass es zu einem Kampf gekommen ist.
11 ⁴⁰	Schlammpringer 1 landet schnell auf Wurzel 2 an. Kampf mit Einauge. Einauge auf Blatt unter Wurzel 2 und weiter zu Kante
11 ⁴⁴ - 11 ⁵⁰	Aus V2 von der neuen Wurzel kommt ein Schlammpringer 2 herüber und landet auf Wurzel 2 an. Gleichzeitig schwimmt auch Schlammpringer 1 zu Wurzel 2 herüber. Im darauffolgenden Kampf wird Einauge vertrieben und schwimmt zum Blatt unter Wurzel 2. Der einzelne Schlammpringer 2 schwimmt wieder nach V2 zurück. Einauge kommt retour nach Wurzel 2 droht und wird wieder vertrieben. Er landet auf Wand 2 und wird vom dort sitzenden Fisch in den Schwanz gebissen. Weiter nach Wand 1, zurück zu Wand 1 und Wand 2 und schließlich Wurzel 2. Dabei landet auch ein weiterer Schlammpringer 3 auf Wurzel 2, der gleich wieder vertrieben wird. Schlammpringer 1 kämpft mit Einauge (Beißt in die Schwanzflosse). Einauge wandert Wurzel 2 ganz hinauf. Schlammpringer 1 bleibt unten. So sitzen sie längere Zeit.
12 ²⁹	Einauge von Wand 2 vertrieben und nach V2 auf die neue Wurzel. Dort wird er vom Schlammpringer 4 mit einer dreieckigen, knall roten Dorsale 1 angedroht.
12 ³⁵	Einauge von der Wurzel in V2 vertrieben, ohne Kampf und Drohen.

Sieht man sich die Verteilung des einzelnen Individuums im Sommerhalbjahr an, so kann man deutlich erkennen, dass er das ganze Gehege ausgenutzt hat. Besonders auffällig ist, dass er den Sektor V1 bevorzugt aufgesucht hat, sich aber auch verhältnismäßig lange in den Sektoren V2, V4 und H3 aufgehalten hat (Abb.15). Vergleicht man diese Daten mit dem Winterhalbjahr, so bemerkt man eine deutliche Änderung, da im Winterhalbjahr dieses Tier ausschließlich in den Sektoren V1 und V2 anzutreffen war. Während der Beobachtungen konnte kein deutlicher Grund für diese Verhaltensänderung bemerkt werden.

Durch diese Beobachtungen war es nicht möglich, festzustellen, ob die Tiere auch in Gefangenschaft Territorien verteidigen. Im Gegensatz zu einer Vorstudie, die im Zuge eines Praktikums an der Anlage durchgeführt wurde, konnte keine Reviergröße für diese Art definiert werden (JIRSA, 2000).

Andere Arten sind stark territorial. Sie bewegen sich dennoch in größeren Gebieten, die sie zur Jagd und sozialen Kontakten nützen (CLAYTON & SNOWDEN, 2000; MURDY, 1986; NURSALL, 1981). Bei anderen Arten werden die Territorien nur während der Fortpflanzungszeit gebildet. Die Ergebnisse lassen die Vermutung zu, dass diese Art zumindest in Gefangenschaft keine eindeutig verteidigten Territorien ausbildet.

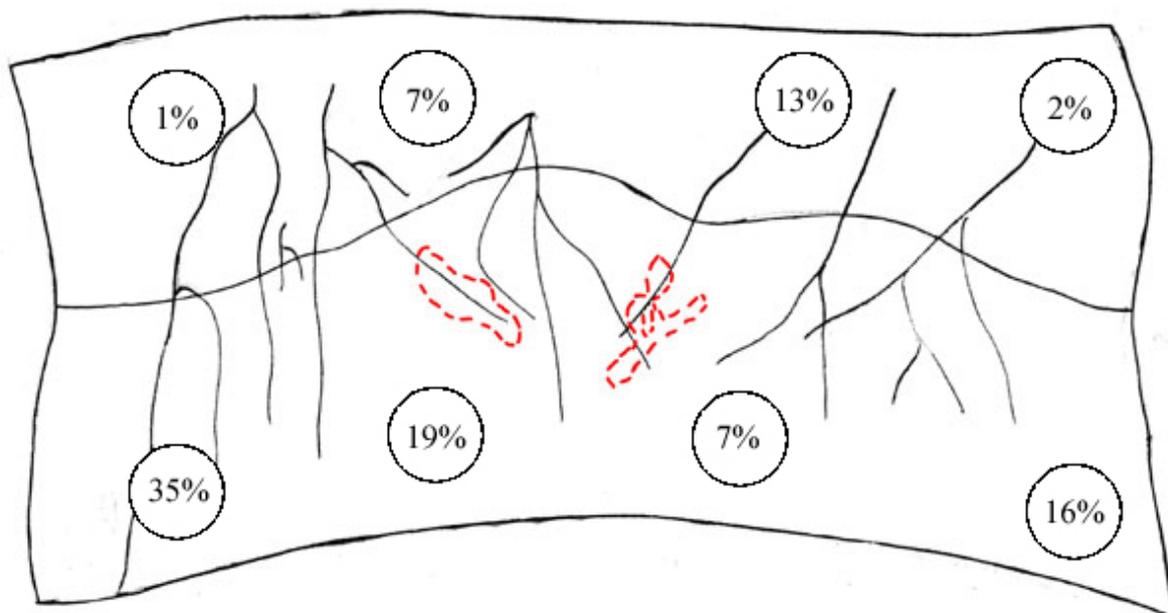


Abb.15: Prozentuelle Aufenthaltsdauer von „Einauge“ im Gehege während der Beobachtungen im Sommerhalbjahr

Um einen Vergleich mit dem Winterhalbjahr vornehmen zu können, wurden die einzelnen Plätze im Sektor V1 herausgenommen, auf denen sich dieses Individuum die meiste Zeit aufgehalten hat. War dieser Schlammpringer im Winterhalbjahr fast ausschließlich an der vorderen Gehegewand zu finden, die von den Besuchern kaum einzusehen ist, so war er im Sommerhalbjahr zu 56% auf der mittleren Wurzel im Sektor V1 auch deutlich von den Besuchern zu sehen (siehe Abb.16). Möglicherweise handelt es sich bei diesem Platz um eine Art von Territorium, bei dem die Grenzen nicht deutlich sichtbar sind. Die Territoriumsgröße dieser Art ist unbekannt. Nach JIRSA (2002) beträgt sie 20x20cm. Diese Beobachtungen konnten weder eindeutig bestätigt noch widerlegt werden.

Im Winterhalbjahr bevorzugte dieses Individuum außerdem noch auf der Wasseroberfläche treibende Blätter als Standorte. Diese befanden sich aber zum Großteil der Beobachtungszeit auch in der Nähe der vorderen Gehegewand (siehe Abb.16). Dieses Verhalten konnte im Sommerhalbjahr so gut wie nicht mehr beobachtet werden. Im Sommerhalbjahr zeigte sich eine deutliche Präferenz der stärker durch das Sonnenlicht bestrahlten Plätze auf den Wurzeln.

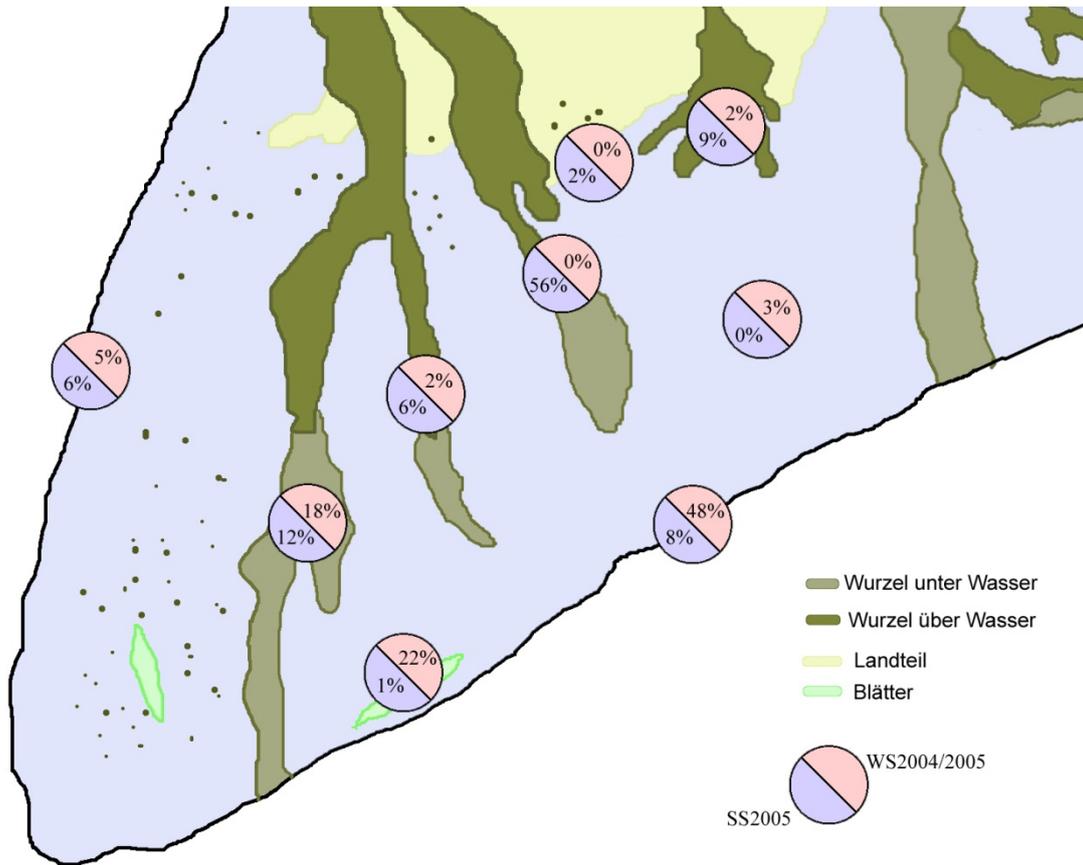


Abb.16.: Prozentuelle Aufenthaltsdauer von „Einauge“ im Sektor V1 während des Winterhalbjahres 2004/2005 und des Sommerhalbjahres 2005

Nach GORDON et al. (1968) verbringen Schlammpringer nahezu die gesamte Zeit außerhalb des Wassers. Kurzen Kontakt mit dem Wasser suchen sie nur von Zeit zu Zeit. Deshalb wurde im Minutentakt beobachtet, welche Stellung der Fisch zum Wasser eingenommen hatte. Den Großteil der Zeit mit 72% verbrachte der Fisch halb im Wasser, wobei in den meisten Fällen der Kopf und der Vorderkörper aus dem Wasser herausragten. 27% seiner Zeit verließ er das Wasser und bewegte sich dabei bis über 20cm vom Wasser weg. Den Großteil seiner Zeit verbrachte er allerdings in einer Entfernung von weniger als 5cm vom Wasser. Der Anteil, den er untergetaucht unter Wasser verbrachte, ist vernachlässigbar klein.

Im Zuge dieser Beobachtungen wurde die Studie von GORDON et al (1968) nicht bestätigt. Auch die Beobachtungen der anderen Schlammpringer, auch wenn diese nicht individuell erkennbar waren, zeigten dass die Tiere den Großteil ihrer Zeit mit einem Teil des Körpers Kontakt zum Wasser suchten.

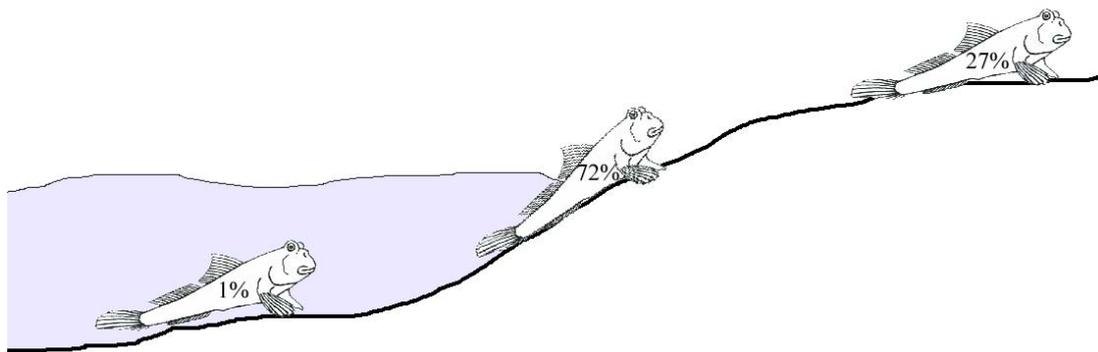


Abb.17: Prozentuelle Aufenthaltsdauer von „Einauge“ im Verhältnis zum Körperkontakt mit Wasser

4. Diskussion

4.1. Räumliche Verteilung

Im Zuge dieser Studie konnte keine deutliche Revierstruktur zwischen den einzelnen Schlammpringern festgestellt werden. Die Tiere verteilten sich innerhalb der Anlage über alle als Land angebotenen Flächen. Bevorzugt wurden Wurzeln und Felsen, die direkten Kontakt zum Wasser boten. POLGAR (2008) verweist in seiner Studie auf den engen Zusammenhang der Reviere zu den Magrovenwäldern und Wattgebieten. Auch NURSALL (1981) weist auf einen engen Zusammenhang zwischen den reichlich strukturierten Mangrovenwäldern und den einzelnen Schlammpringer Territorien hin, wobei dabei die einzelnen Arten von Schlammpringern einander aus dem Weg zu gehen scheinen. Zwischen unterschiedlichen Arten kommt es laut NURSALL zwar zu aggressiven Auseinandersetzungen, die aber schnell wieder zu Ende sind. CHEN et al. (2007) zeigen in ihrer Studie, dass Schlammpringer nur in bestimmten Saisonen Reviere bilden, die darauf zurück zu führen sind, dass die Tiere ihre Futterressource gegenüber anderen Schlammpringern verteidigen. CLAYTON & WRIGHT (1989) stellen ebenfalls fest, dass Territorien zur Sicherstellung der Ernährung gebildet werden.

POLGAR zeigt in seiner Studie ebenfalls, dass unterschiedliche Schlammpringerarten nicht immer in den gleichen Zonen zu finden sind. In diesem Sinne wäre es für den Tiergarten Schönbrunn interessant, sich näher mit dieser Schlammpringerart auseinander zu setzen, um ein für diese Art perfekt gestaltetes Gehege planen zu können. Leider ist es aufgrund der fehlenden wissenschaftlichen Beschreibung der

Art nicht möglich, genaueres zu den Bedingungen in ihrem natürlichen Lebensraum heraus zu finden.

Nachdem die beiden Wurzeln in den Wasserteil der mittleren Sektoren eingebracht worden sind, wurde ein Anstieg der Tiere in diesen Sektoren beobachtet. Dies zeigt ebenfalls, dass sich diese Art an den direkten Grenzbereich zwischen Wasser und Land angepasst hat.

Die Sektoren, die aufgrund des Jaccard-Index und der Clusteranalyse als ähnlicher betrachtet werden können, zeichnen sich zum Großteil durch ein annähernd gleiches Erscheinungsbild aus. Sie weisen eine sehr diverse Struktur durch unterschiedliche Wurzeln und Steinen auf. Studien wie jene von POLGAR, NURSALL, COLOMBINI, IKEBE & OISHI und CHEN zeigen, dass Schlammspringer in sehr diversen Lebensräumen vorkommen. Ausgehend von diesen Studien erscheint es vollkommen klar, dass diese Tiere diverse Lebensräume die eine reichliche Strukturierung aufweisen gegenüber weniger reichlich strukturierten bevorzugen.

4.2. Besucher

Entgegen der Erwartungen mit denen diese Beobachtungen durchgeführt wurden, konnte kein Zusammenhang zwischen der Beeinflussung der Schlammspringer durch die Besucher und deren Verteilung im Gehege festgestellt werden. Auch wenn Schlammspringer durch Besucher kurzfristig gestört wurden, haben sich die Tiere danach wieder sehr schnell beruhigt und sich wie üblich verhalten. RAVI (2011) zeigt in seiner Studie, dass eine Beeinflussung der Schlammspringer durch Öko-Tourismus gegeben ist.

4.3. Einfluss der ökologischen Parameter

In vielen Studien zeigt sich, dass Schlammspringer nicht nur in den Mangrovenwäldern, sondern auch auf den freien Flächen des Watts zu finden sind (Behbehani B. & Ebrahim H., 2010; Polgar, 2008; Nursall, 1981). In diesen Lebensräumen werden die Tiere durch verschiedene ökologische Parameter beeinflusst. So zeigen Schlammspringer Wanderbewegungen die an die Gezeiten des Meeres angepasst sind (Ikebe Y. & Oishi T., 1995; Polgar G. & Crosa G., 2009). TAKEDA et al (2012) zeigen in ihrer Studie, dass sich Schlammspringer mit ihrem Verhalten an die ökologischen Bedingungen anpassen.

Im Regenwaldhaus des Tiergarten Schönbrunn sind die meisten in der Natur variierenden ökologischen Parameter fixiert. So schwanken weder Temperatur, Luftfeuchte noch Schallpegel deutlich. Ebenso kam es während den Beobachtungen zu keiner Gezeitenbildung. Als von außen beeinflussender ökologischer Parameter kam in diesem Sinne nur mehr die Lichtstärke in Frage.

Vergleicht man die Ergebnisse der ökologischen Studien im natürlichen Lebensraum verschiedener Schlammpringerarten (Polgar, 2008, Ikebe Y. & Oishi t., 1995; Polgar G. & Crosa G., 2009; Behbehani B. & Ebrahim H., 2010) mit den Ergebnissen aus den Beobachtungen im Regenwaldhaus so zeigt sich, dass Schlammpringer häufig in sehr sonnendurchfluteten Lebensräumen zu finden sind. Es erscheint daher sinnvoll zu sein, dass Gehege der Schlammpringer einer stärkeren Beleuchtung auszusetzen. Zwischen der einfallenden Lichtstärke und der Verteilung der Schlammpringer konnte ein signifikanter Zusammenhang gefunden werden. Dieser steht noch in einem direkten Zusammenhang mit der vorhandenen Landfläche in den einzelnen Sektoren.

In verschiedenen Studien zeigen Schlammpringer jedoch eine deutliche Verhaltensänderung mit der einfließenden Lichtstärke. Obwohl BERTI R. et al. (1994) keinen Zusammenhang zwischen der Bewegung von Schlammpringern und verschiedenen optischen Parametern nachweisen konnten, zeigt RAVI (2011) deutlich, dass die Schlammpringergemeinschaft abnimmt, wenn die direkte Sonneneinstrahlung durch verschiedene Maßnahmen beeinflusst wird.

4.4. Individualbeobachtung

Bei den Beobachtungen des Einzelindividuums „Einauge“ wurde das Verhalten von Schlammpringern den Tag über beobachtet. BERTI et al. (1992) zeigt sich, dass Schlammpringer eine Orientierung hin zu Erdwällen bevorzugen. Das bedeutet, dass die Tiere eher die Schwanzflosse zum Wasser ausrichten, den Kopf jedoch in Richtung des Landes halten. Dies konnte auch bei den Beobachtungen an dem einzelnen Individuum festgestellt werden. Diese Orientierung der Tiere ergibt sich durch die Suche nach Nahrung und aus der Wachsamkeit bezüglich gegenüber Fressfeinden. GORDON et al. (1985) zeigen in ihren Experimenten ebenso, dass Schlammpringer den semi-terrestrischen Lebensraum gegenüber dem Wasser bevorzugen.

Eine deutliche Revierbildung konnte bei diesem Individuum jedoch nicht festgestellt werden. Nach den Studien von CHEN et al. (2007) und CLAYTON & WRIGHT (1989) scheinen Schlammpringer nicht zwingend das ganze Jahr über Territorien auszubilden. Zur Revierbildung kommt es im natürlichen Lebensraum während der Paarungssaison (MACINTOSH D.J., 2009) oder wenn Nahrungsressourcen gegenüber anderen Tieren verteidigt werden müssen (CHEN et al., 2007).

Eine Verteidigung eines Reviers zur Absicherung der Ernährung ist im Tiergarten Schönbrunn nicht notwendig. Die Tiere werden regelmäßig gefüttert und somit können die Schlammpringer nicht an Mangelerscheinungen aufgrund fehlender Ernährung leiden.

Da eine Nachzucht außerhalb des natürlichen Lebensraumes bisher nicht geglückt ist, kann auch keine Aussage hinsichtlich der Revierbildung aufgrund von Fortpflanzungsperioden getroffen werden. Während der Beobachtung schien es keine Änderung des Verhaltens gegeben zu haben, die auf eine derartige Periode hindeuten würden.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse lässt sich eine klare Aussage treffen. Um die Attraktivität des Geheges für die Besucher zu erhöhen, scheint es angebracht sowohl für eine höhere Sonneneinstrahlung im gesamten Anlagenbereich zu sorgen und in den mittleren Sektoren ebenfalls Landflächen in Form von Wurzeln und Steinaufbauten einzubringen, die von den Schlammpringern angenommen werden können. Auf eine langfristige Störung durch die Besucher muss keine Rücksicht genommen werden, da die Tiere darauf nicht dauerhaft reagieren.

5. Literaturquellen

BEHBEHANI B. & EBRAHIM H., 2010, Environmental Studies on the Mudskippers in the intertidal Zone of Kuwait Bay, *Nature and Science*, 8(5), 79-89

BERTI R., COLOMBINI I., CHELAZZI L., ERCOLINI A., 1994, Directional orientation in Kenyan populations of *Periophthalmus sobrinus* (Eggert): experimental analysis of the operating mechanisms, *Journal of Marine Biology and Ecology*, 181(1), 135-141

BERTI R., CHELAZZI L., COLOMBINI I., ERCOLINI A., 1994, Direction-finding ability in a mudskipper from the delta of the Tana river (Kenya), *Tropical Zoology*, 5, 219-228

BOB-MANUEL F.G., 2011, Food and feeding ecology of the mudskipper *Periophthalmus koelreuteri* (Pallas) Gobiidae at Rumuolumeni Creek, Niger Delta, Nigeria, *Agriculture and Biology Journal of North America*, 2(6), 897-901

BUCHOLTZ R.H., MEILVANG A.S., CEDHAGEN T., CHRISTENSEN J.T., MACINTOSH D.J., 2009, Biological Observations on the Mudskipper *Pseudapocryptes elongatus* in the Mekong Delta, Vietnam, *Journal of the World Aquaculture Society*, 40(6), 711-723

CHEN S., HONG W., ZHANG Q., SU A., 2007, Why does the mudskipper *Boleophthalmus pectinirostris* form territories in farming ponds?, *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87(2), 615-619

CLAYTON D.A., 1993, Mudskippers. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 31, 507-577

CLAYTON D.A. & SNOWDEN R., 2000, Surface activity in the mudskipper, *Periophthalmus waltonii* (Koumans, 1941) in relation to prey activity and environmental factors. *Tropical Zoology*, 13, 239-249

CLAYTON D.A. & WELLS K., 1994, *Discovering Kuwait's wildlife*, Fahad Al Marzoug Printing and Publishing, Kuwait

CLAYTON D.A. & WRIGHT J.M., 1989, Mud walled territories and feeding behaviour of *Boleophthalmus boddarti* (Pisces: Gobiidae) on the Mudflats of Kuwait, *J. Ethol.* 7, 91-95

- COLOMBINI I., BERTI R., ERCOLINI A., NOCITA A., CHELAZZI L., 1995, Environmental factors influencing the zonation and activity patterns of a population of *Periophthalmus sobrinus* Eggert in a Kenyan mangrove, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 27, 135-149
- FISCHER L., 2004, Der bengalische Schlammpringer, *Periophthalmus novemradiatus*. *Aquaristik Fachmagazin und Aquarium Heute*, Nr. 178, 84-86
- GORDON et al, 1968, Additional Observations on the Natural History of the Mudskipper, *Periophthalmus sobrinus*. *Copeia* 1968, No. 4, 853-857
- GORDON M.S., GABALDON D.J., YIP A.W., 1985, Exploratory observations on microhabitat selection within the intertidal zone by the Chinese mudskipper fish *Periophthalmus cantonsensis*, *Marine Biology*, 85(2), 209-215
- GRAHAM J.B. & LEE H.J., 2004, Breathing Air in Air: In What Ways Might Extant Amphibious Fish Biology Relate to Prevailing Concepts about Early Tetrapods, the Evolution of Vertebrate Air Breathing, and the Vertebrate Land Transition? *Physiological and Biochemical Zoology* 77(5), 720-731
- IKEBE Y. & OISHI T., 1996, Correlation between environmental parameters and behaviour during high tides in *Periophthalmus modestus*. *J. Fish Biol.* 49, 139-147
- ISHIMATSU A., HISHIDA Y., TAKITA T., KANDA T., OIKAWA S., TAKEDA T., HUAT K.K., 1998, Mudskippers store air in their burrows. *Nature*, 391, 237f.
- JAAFAR Z. & LARSON H.K., 2008, A New Species of Mudskipper, *Periophthalmus takita* (Teleostei: Gobiidae: Oxudercinae) from Australia, with a Key to the Genus, *Zoological Science*, 25, 946-952
- JIRSA F., 2002, Schlammpringer im Regenwaldhaus des Tiergarten Schönbrunn. Bericht über das Praktikum Beobachten von Zootieren
- LARSON H.K. & TAKITA T., 2001, Two new species of *Periophthalmus* (Teleostei: Gobiidae: Oxudercinae) from northern Australia and a re-diagnosis of *Periophthalmus novaeguineensis*, *The Beagle*, 20, 175-185
- LONG J.A. & GORDON M.S., 2004, The Greatest Step in Vertebrate History: A Paleobiological Review of the Fish-Tetrapod Transition. *Physiological and Biochemical Zoology* 77(5), 700-719

MLECZKO R.; 2005, persönliche Mitteilung

MURDY E.O., 1986, Mudskippers of Malaysia The Lords of the Mudflat. *Freshwater and Marine Aquarium*, 11; 20-23

MURDY E.O., 2005, persönliche Mitteilung

NURSALL J.R., 1981, Behavior and Habitat affecting the distribution of five species of sympatric Mudskippers in Queensland. *B. Marine Scie*, 31(3); 730-735

PACE C.M. & GIBB A.C., 2009, Mudskipper pectoral fin kinematics in aquatic and terrestrial environments, *The Journal of Experimental Biology*, 212, 2279-2286

POLGAR G., 2008, Species-area relationship and potential role as a biomonitor of mangrove communities of Malayan mudskippers, *Wetlands Ecology and Management*, 17(2), 157-164

POLGAR G. & CROSA G., 2009, Multivariate characterisation of the habitats of seven species of Malayan mudskippers (Gobiidae: Oxudercinae), *Mar. Biol.* 156, 1475-1486

RAVI V., 2011, Habitat loss and population reduction of mudskippers (Family: Gobiidae) from Tamil Nadu, S.E. Coast of India, *Marina Biodiversity: Present Status and Prospects*, 37.49

SCHÄFER f., 2002, Schlammpringer, Teil 1: Allgemeines zur Biologie und Systematik sowie Unechte Schlammpringer. *Das Aquarium*, Nr. 392, 66-70

SCHÄFER f., 2002, Schlammpringer, Teil 2: Echte Schlammpringer. *Das Aquarium*, Nr. 393, 63-68

SCHROEDER h., 2004, Die Revierbildung bei Schlammpringern in Abhängigkeit von Ebbe und Flut. *Das Aquarium*, Nr. 423, 10-15

SWANSON B.O. & GIBB A.C., 2004, Kinematics of aquatic and terrestrial escape responses in mudskippers, *The Journal of Experimental Biology*, 207, 4037-4044

TAKEDA T., HAYASHI M, TOBA A., SOYANO K., ISHIMATSU A., 2012, Ecology of the Australian Mudskipper *Periophthalmus minutus*, an amphibious fish inhabiting a mudflat in the highest intertidal zone, *Australian Journal of Zoology*, 59(5), 312-320

TEUFEL R., 1985, Halb Fisch – halb Lurch: Schlammpringer. Aquarien Magazin; Nr. 10; 414-417

TYTLER P. & VAUGHAN T., 1982, Thermal ecology of the mudskippers *Periophthalmus koelreuteri* (Pallas) and *Boleophthalmus boddarti* (Pallas) of Kuwait Bay. J. Fish Biol. 23, 327-337

ZULKIFLI S.Z., MOHAMAT-YUSUFF F., ISMAIL A., MIYAZAKI N., 2012, Food preference of the giant mudskipper *Periophthalmodon schlosseri* (Teleostei: Gobiidae), Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems, 405, 07

6. Curriculum Vitae

Name: Mag.rer.nat. Barbara Pachner

Geburtsdatum: 01. November 1979

Geburtsort: Wien

Staatsbürgerschaft: Österreich

Ausbildung:

1986-1990

Volksschule Felbigergasse

Felbigergasse 97

1140 Wien

1990-1991

Goethe-Gymnasium

Astgasse 3

1140 Wien

1991-1998

Gymnasium und Wkdl. Realgymnasium der Dominikanerinnen

Schloßberggasse 17

1130 Wien

1998-2012

Studium der Zoologie und Ökologie an der Universität Wien

Althanstraße 14

1090 Wien

November 2005

Übernahme der Diplomarbeit *Auswirkungen verschiedener Pflegemaßnahmen auf die epigäische Spinnenfauna einer Heißlände (Obere Lobau) im Nationalpark Donauauen* am Department for conservation biology, vegetation und landscape ecology

Abschluss des Studiums der Ökologie im Oktober 2011

Juni 2013

Übernahme der Diplomarbeit Verhaltensbeobachtung an einer wissenschaftlich noch unbeschriebenen Schlammpringerart (*Periopthalmus spec.*) unter Zoobedingungen

Bisherige Tätigkeiten:

25. Jänner 2002-21. September 2005

Agentur FreeComm

Sternwartestraße 82

1180 Wien

Sanierung eines Aquariums und eines Gartenteiches

Februar-Juli 2006

Mitarbeit am Projekt *Bestandsschätzung der Taubenpopulation in den dichtbebauten Gebieten der Stadt Wien* unter der Leitung von Mag. Fridolin Müller

Brandmayergasse 24/3/11

1050 Wien

1. März 2006-31. Juli 2006

Tutorin an der Universität Wien bei den *Bestimmungsübungen Teil A* unter der Leitung von Prof. Wolfgang Waitzbauer

Althanstraße 14

1090 Wien

6. November 2006-21. September 2009

Akademischer Gästedienst Österreich

Wiedner Hauptstraße 51

1040 Wien

1. März 2007-31. Juli 2007

Tutorin an der Universität Wien bei den *Bestimmungsübungen Teil A* unter der Leitung von Prof. Wolfgang Waitzbauer

Althanstraße 14

1090 Wien

1. März 2008-31. Juli 2008

Tutorin an der Universität Wien bei den *Bestimmungsübungen Teil A* unter der Leitung von Prof. Wolfgang Waitzbauer

Althanstraße 14

1090 Wien

28. August 2009-31. März 2010

PetData

Annagasse 2/3

1010 Wien

Erstellung einer Datenbank für den Tierhandel

Seit 15. April 2010

Veterinärmedizinische Universität Wien

Veterinärplatz 1

1210 Wien

Technische Angestellte am Institut für Anatomie, Histologie und Embryologie

Technische Angestellte am Institut für Labortierkunde und Biomodels Austria

Besuchte Tagungen:

20. Februar 2007-23. Februar 2007

9. Jahrestagung der Gesellschaft für Biologische Systematik

Naturhistorisches Museum Wien; 3. Zoologische Abteilung

Burgring 7

1010 Wien

26. Februar 2007-1. März 2007

Entomologentagung

Universität Innsbruck; Institut für Ökologie

Technikerstraße 25

6020 Innsbruck

13. April 2007-14. April 2007

Biodiversität lernen – eine didaktische Herausforderung

Universität Wien

Althanstraße 14

1090 Wien

10. Dezember 2010-11. Dezember 2010

Österreichischer Histologentag

Veterinärmedizinische Universität Wien

Veterinärplatz 1

1210 Wien

16. Februar 2011-18. Februar 2011

Physiologie und Pathologie der Fortpflanzung

Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover

Bünteweg 2

30559 Hannover

03. November 2011

IGTp Fortbildung der AG Österreich

Veterinärmedizinische Universität Wien

Veterinärplatz 1

1210 Wien

Wissenschaftliche Veröffentlichungen:

GUSECK C. & PACHNER B., 2007, Auswirkungen verschiedener Pflegemaßnahmen auf die Arthropodenfauna einer Heißlände (Obere Lobau) im Nationalpark Donauauen; Tagungsband der 9. Jahrestagung der Gesellschaft für Biologische Systematik in Wien

GUSECK C. & PACHNER B., 2007, Auswirkungen verschiedener Pflegemaßnahmen auf die Arthropodenfauna einer Heißlände (Obere Lobau) im Nationalpark Donauauen; Tagungsband der Entomologentagung in Innsbruck

GUSECK C. & PACHNER B., 2007, Auswirkungen verschiedener Pflegemaßnahmen auf die Arthropodenfauna einer Heißlände (Obere Lobau) im Nationalpark Donauauen; Tagungsband des Fortbildungsprogrammes „Biodiversität lernen – eine didaktische Herausforderung“ in Wien

PACHNER B. & KÖLLE S., 2010, Mechanismen des Embryonentransports im Eileiter der Maus, Tagungsband des Österreichischen Histologentages in Wien

PACHNER B. & KÖLLE S., 2011, Mechanismen des Eizell- und Embryonentransports in der ex vivo Organkultur des Eileiters der Maus, Tagungsband der Tagung zur Physiologie und Pathologie der Fortpflanzung in Hannover

Populärwissenschaftliche Veröffentlichungen:

PACHNER B., 2006, Grünes Monster im Aquarium, Aqua Terra Austria, 6, S. 4-5

KURZBAUER V. & PACHNER B., 2006, Abhängigkeit der räumlichen Verteilung bei *Periophthalmus* sp. von verschiedenen Umweltfaktoren

www.zoovienna.at/schlammspringer.html

PACHNER B., 2007, Reise in die Vergangenheit; Aqua Terra Austria, 4, S.6-7

PACHNER B., 2008, Mit dem Gartenteich durch's Jahr; Aqua Terra Austria, 3, S.19-22

PACHNER B., 2008, Aus den Tagebuch eines Triopszüchters; Aqua Terra Austria, 4, S.14-15

PACHNER B., 2009, Haustiermesse Wien – Aus der Sicht eines Besuchers; Aqua Terra Austria, 1, S.14

PACHNER B., 2009, *Hyla arborea* – Laubfrosch – eine Teichgeschichte, 5, S.6-8

PACHNER B., 2009, Lebenslänglich – *Cryptocoryne affinis*, Aqua Terra Austria, 6, S.4-5

PACHNER B., 2009, Auf der Suche nach den Urzeitkrebse Aqua Terra Austria, 7, S.30-31

PACHNER B., 2009, Muß es immer Seemandel sein, Aqua Terra Austria, 11, S.12

PACHNER B., 2010, Ein Teichlebermoos im Aquarium, Aqua Terra Austria, 1; S.34-35

PACHNER B., 2010, Urzeitkrebse; Online Aquarium Magazin

PACHNER B., 2010, Wasserassel – *Asellus aquaticus*, Aqua Terra Austria, 2, S.36-37

PACHNER B., 2010, *Dytiscus marginalis* – Gelbrandkäfer, Aqua Terra Austria, 5, S.8-10

DRANDIJSKI I.M. & PACHNER B., 2010, Urzeitkrebse nicht nur für Erwachsene, Aqua Terra Austria, 3, S.34

PACHNER B., 2010, Zwerggarnelen im Nanobecken, Aqua Terra Austria, 10, S.28-29

PACHNER B., 2011, Der Schlupf einer Vielflecklibelle, *Libellula quadrimaculata*, Aqua Terra Austria, 4, S.4-7

PACHNER B., 2012, Krebscheren, Aqua Terra Austria, 5, S.14-17

7. Danksagung

Dank sagen möchte ich Prof. Helmut Kratochvil, für die Annahme dieses Themas. Er war ein hervorragender Betreuer in den Jahren meiner Diplomarbeit, der mir stets mit Rat und Tat zur Seite stand.

Ebenfalls großer Dank den Pflegern im Regenwaldhaus des Tiergartens Schönbrunn, allen voran Thomas Wampula und Evy Karell. Sie standen mir bei der ständigen Weiterentwicklung meiner Arbeit zu Seite und haben meine Wünsche schnellstmöglich umgesetzt.

Außerdem bedanke ich mich bei Richard Mleczko von der Marine Database, Geoscience Australia und Edward O. Murdy. Beide haben bei der Bestimmung der Art geholfen, und diese Arbeit mit zusätzlichen Informationen und Literatur versorgt.

Schlussendlich möchte ich auch einem Bekannten aus Japan danken. Er hat mir über seine erfolgreiche Nachzucht des Indischen Schlammpringers berichtet, und viele unserer Fragen zur Haltung der Tiere beantwortet.

Meinem Vater danke ich für die reichliche Unterstützung hinsichtlich der Umsetzung der Bildbearbeitung für das Gehegepanorama und die Auswertungen der Gehegestrukturen mit Hilfe von Photoshop.

Abschließend möchte ich mich bei allen Studienkollegen, meinen Freunden und meine Familie bedanken, die mich durch das Studium und die Diplomarbeit begleitet haben.