

Universität Trier
Fachbereich VI Geographie – Geowissenschaften
Studiengang: BioGeo-Analyse

Auswirkungen eingeschleppter Mauereidechsen auf heimische Zauneidechsen in Nürtingen, Baden-Württemberg

Bachelorarbeit
(Wintersemester 2011/12)
Erstprüfer: PD Dr. Axel Hochkirch
Zweitprüfer: Prof. Dr. Michael Veith
Datum der Abgabe: 31.03.2012

Verfasser: Aurelius Heym
Adresse: Jakobstr. 31, 54290 Trier
Studiengang: BioGeo-Analyse
Matrikelnummer: 933284
E-Mail: s4auhey@uni-trier.de

Inhaltsverzeichnis

1 Abstract.....	1
2 Einleitung.....	3
3 Material und Methoden.....	6
3.1 Verbreitung und Ökologie der beiden Arten.....	6
3.2 Natürliche und erzwungene Sympatrie zwischen Zaun- und Mauereidechsen in Deutschland.....	9
3.3 Bisherige Untersuchungen zum Einfluss eingeschleppter Mauereidechsen auf heimische Biota 11	
3.4 Historie des Vorkommens und Beschreibung der Untersuchungsgebiete.....	12
3.4.1 Tiefenbachtal.....	13
3.4.2 Referenzpopulation Frickenhausen.....	17
3.5 Fotografische Erfassung.....	18
3.6 Begehungen/Beobachtungen.....	20
3.7 Aufnahme der Fundpunkte und weiterer Parameter.....	21
3.8 Temperaturmessung	21
3.9 Populationsgrößenschätzung.....	22
3.10 Analyse der räumlichen Daten.....	23
3.11 Nischenüberlappung und Temperaturvergleich.....	24
4 Ergebnisse.....	25
4.1 Räumliche Verteilung	26
4.2 Wiederfangrate.....	28
4.3 Populationsgrößenschätzung.....	30
4.4 Aktionsräume und kumulierte Distanzen.....	30
4.5 Rückentemperatur, Korrelation von Logger- und Körpertemperatur.....	31
4.6 Substratwahl.....	33
4.7 Verhalten.....	37
4.8 Interaktionen.....	38
5 Diskussion.....	40
6 Zusammenfassung.....	45
7 Danksagung.....	47
8 Literaturverzeichnis.....	47
9 Erklärung zur Bachelorarbeit.....	53

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verbreitung der beiden Arten in Europa. Links: <i>Podarcis muralis</i> , rechts: <i>Lacerta agilis</i> (GASC et al. 1997).....	6
Abbildung 2: Natürliche Verbreitung der beiden Arten in Deutschland. Links: <i>Podarcis muralis</i> , rechts: <i>Lacerta agilis</i> (Quelle: Homepage BfN., abgerufen am 12.03.2011).....	7
Abbildung 3: Verbreitung und Herkunft eingeschleppter Mauereidechsen in Deutschland. Rot umkreist: Sympatrische Vorkommen mit der Zauneidechse, weiße Punkte: Vorkommen unbekannter Herkunft.....	10
Abbildung 4: Lage des Untersuchungsgebietes Tiefenbachtal (rot markierte Flächen).....	14
Abbildung 5: Westlich gelegener Abschnitt des Grabensystems.....	15
Abbildung 6: Zentral gelegener Abschnitt des Grabensystems.....	15
Abbildung 7: Östlich gelegener Abschnitt des Grabensystems.....	15
Abbildung 8: Fläche im Bereich der Schutzhütte	15
Abbildung 9: Fläche auf dem Gartengrundstück.....	16
Abbildung 10: Reisig-/Komposthaufen auf dem Gartengrundstück.....	16
Abbildung 11: Lage des Untersuchungsgebietes Frickenhausen (rot markierte Flächen).....	17
Abbildung 12: Östlich gelegener Bereich außerhalb des Grundstückes.....	18
Abbildung 13: Südlich gelegener Bereich außerhalb des Grundstückes.....	18
Abbildung 14: Holzstrukturen im nördlichen Bereich der Untersuchungsfläche.....	18
Abbildung 15: Steinmauer innerhalb des Grundstückes.....	18
Abbildung 16: Fotostrecke drei verschiedener Zauneidechsen. A-C: Männchen Tiefenbachtal (A: 02.08., B: 04.08. vormittags, C: 04.08. nachmittags), D-F: Weibchen Frickenhausen (D: 29.07., E: 05.08., F: 11.08.), G-I: Männchen Frickenhausen (G: 14.07., F: 05.08., I: 11.08.).	20
Abbildung 17: Data-Logger und Mauereidechsen-Jungtier.....	22
Abbildung 18: Frickenhausen mit allen Funden der Zauneidechse (gelbe Punkte) und 10 m Quadrate	26
Abbildung 19: Tiefenbachtal mit allen Funden der Zauneidechse (gelbe Punkte) und der Mauereidechse (rote Punkte) und 10 m Quadrate.....	27
Abbildung 20: Geschlechtsspezifische Wiederfangraten der Zauneidechse beider Standorte.	29
Abbildung 21: Aktionsräume von Zauneidechsen und Fundpunkte der Mauereidechsen im Tiefenbachtal: Dargestellt sind männliche Zauneidechsen (blaue Polygone), weibliche Zauneidechsen (rote Polygone) und Fundpunkte der Mauereidechsen (gelbe Dreiecke, Geschlechter nicht bestimmt).....	31
Abbildung 22: Ergebnisse Messung der Körpertemperatur beider Arten.....	32

Abbildung 23: Korrelation von Loggertemperatur und Körpertemperatur beider Arten an beiden Standorten. (ME = Mauereidechse, ZE = Zauneidechse, Tief = Tiefenbachtal, Frick = Frickenhausen).....	33
Abbildung 24: Ergebnisse der Substratwahl beider Arten (ZE = Zauneidechse, ME = Mauereidechse).....	34
Abbildung 25: Ergebnisse der Substratwahl im Tiefenbachtal (ME = Mauereidechse, ZE = Zauneidechse)	35
Abbildung 26: Ergebnisse der Substratwahl in Frickenhausen.....	36
Abbildung 27: Fotostrecke beobachteter Interaktionen: Ausgenommen F: Sonnen mit Abstand (A: innerartlich Mauereidechsen, I: innerartlich Zauneidechsen; B,C,D,E,G,I: zwischenartlich). F: Körperkontakt zwischen Zauneidechsen-Weibchen und Mauereidechsen-Männchen infolge von Flucht.....	39

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht einzelner ökologischer Kenngrößen beider Arten.....	8
Tabelle 2: Sympatrische Vorkommen von Mauer- und Zauneidechse in Deutschland (Stand: 25.8.2011) (verändert nach SCHULTE et al. 2011).....	10
Tabelle 3: Chi2-Test für Untersuchung der Klumpung von Zauneidechse und Mauereidechse im Tiefenbachtal für die Quadrate mit 10m Kantenlänge.....	28
Tabelle 4: Nischenüberlappung der Substratwahl beider Arten an beiden Standorten nach Geschlechtern getrennt: Orange Markierung: signifikant höher als erwartet, weiße Markierung: keine Signifikanz. (ZE = Zauneidechse, ME = Mauereidechse, Frick = Frickenhausen, Tief = Tiefenbachtal, W = Weibchen, M = Männchen).....	37
Tabelle 5: Verhaltensweisen beider Arten an beiden Standorten (ME = Mauereidechse, ZE = Zauneidechse, TI = Tiefenbachtal, FR = Frickenhausen). Zeitlich bedeutsame Aktivitäten sind grau hinterlegt.....	38

1 Abstract

One important cause for the loss of biodiversity worldwide is the introduction and spread of invasive species. In Germany, several introduced lineages of the Common Wall Lizard (*Podarcis muralis*) are known. The aim of this thesis is to investigate the influence of an frequently introduced Italian lineage on the native Sand Lizard (*Lacerta agilis*) in Nürtingen/Germany, for the first time. The use of micro-habitats, activity-patterns and interactions of the Sand Lizard in comparison to presence and absence of the Common Wall Lizard had to be determined and compared.

The research took place in two wild populations (sympatric distribution in Nürtingen and reference *L. agilis* population in Frickenhausen) during the hatching-period of both species from the end of June to the end of August 2011. The investigation areas were visited in daily alternation. Determinations of position and monitoring protocols half-hourly were prepared. Photographic captures of all Sand Lizards allowed calculations of population sizes, spatial use and recapture rates. Dorsal temperatures of both species together with ambient air temperatures were metered. Associated with that, the substrate selection, activities and interactions between the two species were documented and tested for niche overlap.

Analysis of spatial distribution of the Sand Lizards in both investigation areas showed stronger aggregations in the sympatric distribution. The spatial niche overlap was significantly higher than expected ($P = 0,017$). In this case, the Common Wall Lizard was significantly more aggregated than the Sand Lizard. Within the sympatric range, the population size of the Sand Lizard comprised 69 individuals, whereas the population size of the Common Wall Lizard was estimated to 192 individuals. Activity ranges of the two species showed a high overlap for the sympatric distribution. Dorsal temperatures of *P. muralis* were at 2 °C significantly higher than ambient air temperatures. Compared with this, dorsal temperatures of *L. agilis* corresponded approximately with ambient air temperatures in both investigation areas. The overlap of substrate selection between the two species in sympatric distribution added up to 86,1%. This value was significantly higher than expected. Especially in the duration of basking, the analysis of behavioral monitoring showed a difference: *P. muralis* spent less time basking and showed more variable behaviors earlier during the course of the day and more often than *L. agilis*. Especially the Common Wall Lizard showed intraspecific interactions. Interspecific interactions were confined to basking at a distance.

Considering the sympatric distribution it has been assumed that the spatial distribution of the species was not coincidental and the distribution was highly overlapping. This assumption

could be confirmed. Highly overlapping distribution or aggregation is depending on several factors: Availability of preferential substrates, different abundance values and social behavior. *P. muralis* showed a more effective behavior of thermoregulation and reached higher body temperatures. The thermoregulative behavior and body temperatures of *L. agilis* showed no difference between the two study sites, indicating that there is no direct evidence for a negative influence through the presence of *P. muralis*. No shift in the habitat use of the Sand Lizard in the presence of the Common Wall Lizard could be observed, in spite of high niche overlap. Although the resource supply might be limited no interspecific aggressive interactions could be noticed.

2 Einleitung

Der Mensch hat schon seit Beginn der Neolithischen Revolution durch Ackerbau und Viehzucht entscheidend zur Erweiterung der Ausbreitungsgebiete von Archäophyten (vor 1492 n. Chr. eingebrachte Pflanzen) und Archäozoen (vor 1492 n. Chr. eingebrachte Tiere) beigetragen. Pflanzen und Tiere, die nach 1492 unbeabsichtigt oder vorsätzlich durch den Menschen in ein neues Ökosystem eingebracht wurden, nennt man Neobiota. Dieses Datum wurde festgelegt, da mit dem Aufkommen der weltweiten Schifffahrt ein enormer globaler Austausch von Pflanzen und Tieren begann. Zu Beginn wurde der Austausch als große Bereicherung für die heimische Pflanzen- und Tierwelt betrachtet. Die Einschleppung und Ausbreitung neuer Arten erreichte mit Einsetzen der Globalisierung (Mitte der 1980er) durch vermehrten Handel und Verkehr eine neue Dimension (SCHULTE 2008). Inzwischen gilt die Einschleppung und Ausbreitung neuer Arten nach der Zerstörung von Lebensräumen als wichtige Ursache für den weltweiten Verlust von Biodiversität (ENSERINK 1999). GEITER et al. (2001) und KOWARIK (2003) befürchten eine zunehmende Homogenisierung der Floren und Faunen, da mit Hilfe des Menschen die natürlichen Ausbreitungsbarrieren der Arten wie Gebirge, Flüsse und Meere überwunden werden können.

Die Beurteilung, ob eine eingeschleppte Art durch Beeinflussung des Ökosystems, Verdrängung oder genetische Unterwanderung heimischer Arten oder durch Einbringen von Parasiten (tierische Vektoren) und Krankheiten (Zoonosen) als invasiv in Erscheinung tritt, ist problematisch. Die Schwierigkeit ergibt sich aus der Komplexität eines Ökosystems sowie in der Sichtweise der Beurteilung, da diese sowohl von populationsbiologischen Charakteristika der eingeschleppten Art als auch von Eigenschaften des Lebensraumes abhängt (SCHULTE 2008). Verschiedene Studien belegen die negativen Auswirkungen, die invasive Arten auf heimische Biota haben können. Sie reichen von Konkurrenzausschluss über Nischenverschiebung, Hybridisierung und Introgression bis Prädation und Extinktion (MOONEY & CLELAND 2001). Eine Nischenverschiebung konnten KENWARD & HOLM (1993) bei dem Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*) in England feststellen, das durch das Grauhörnchen (*Sciurus carolinensis*) aus Nordamerika verdrängt wurde. Die Nischenverschiebung resultierte aus der Nahrungskonkurrenz der beiden Arten. Begünstigt wurde dies durch die Abnahme der von den Eichhörnchen bevorzugten Haselbäumen bei gleichzeitiger Zunahme an Eichen (bevorzugt vom Grauhörnchen). Mit der Einschleppung einiger invasiver Arten in den Lebensraum heimischer Arten kam es zu einem Konkurrenzausschlussprinzip, d. h. es trat eine Konkurrenz zwischen der heimischen und

eingeschleppten Art ein, da beide ähnliche Nischen und ähnliche Ressourcen nutzten. Letztendlich verdrängte die konkurrenzstärkere eingeschleppte Art die schwächere heimische Art. Ein Beispiel hierfür ist die invasive Rote Feuerameise (*Solenopsis invicta*), die für einen Rückgang der nativen Ameisen-Diversität um 70% (von $16,0 \pm 1,6$ Arten in nicht befallenen Gebieten zu $5,0 \pm 1,8$ Arten in befallenen Gebieten) und einen Rückgang der nativen Gesamtindividuenzahl um 90% (von 145 ± 23 Individuen in nicht befallenen Gebieten zu $14,2 \pm 8,7$ in befallenen Gebieten) in Texas/USA verantwortlich war (PORTER & SAVIGNANO 1990). Die Braune Nachtbaumnatter (*Boiga irregularis*) wurde nach ihrer Einschleppung auf Guam während des Zweiten Weltkrieges zu einem direkten Prädator für viele heimische Arten und sorgte für das Aussterben zahlreicher endemischer Vogel- und anderer Kleintierarten auf der Insel (PERRY & RODDA 2011).

Zu denen in Deutschland eingeschleppten Taxa gehören auch verschiedene Linien der Mauereidechse (*Podarcis muralis*). SCHULTE (2008) geht davon aus, dass der größte Teil (80,4%) der eingeschleppten deutschen Vorkommen ($n = 42$), auf beabsichtigte illegale Aussetzungen des Menschen beruht. Dabei handelt es sich meist um Gründerindividuen aus verschiedenen Urlaubsregionen. Es sind bisher acht unterschiedliche Verwandtschaftslinien bekannt, die sich teilweise über lange Zeiträume etablieren und teilweise sogar expandieren konnten. Besonders häufig konnten sich allochthone Populationen etablieren, deren Gründerindividuen aus der Oberitalienischen Seen-Region stammen (*P. m. maculiventris*-West, Südalpen-Linie) (SCHULTE et al. 2011).

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, erstmals die Mikrohabitatnutzung, Aktivitätsmuster und Interaktionen heimischer Zauneidechsen unter An- und Abwesenheit eingeschleppter Mauereidechsen zu erfassen und zu vergleichen. Um keine durch Haltung artifiziell beeinflussten Daten zu erhalten, fand die Untersuchung in zwei frei lebenden Populationen im Zeitraum der Reproduktions- und Schlupfperiode beider Arten zwischen Ende Juni und Ende September 2011 statt. Über einen Vergleich der Einnischung der Zauneidechsen unter An- und Abwesenheit eingeschleppter Mauereidechsen wurde die Frage nach einem potentiellen Mikrohabitatwechsel und einer Verschiebung von Aktivitätsmustern überprüft.

Die Grundfrage, die sich stellt, lautet also: Wird die räumliche Verteilung und Habitatwahl (Mikrohabitat) der Zauneidechse durch die Anwesenheit, bzw. Abwesenheit eingeschleppter Mauereidechsen beeinflusst? Es wurde die Hypothese überprüft, ob beide Arten bei sympatrischem Vorkommen um Ressourcen (Substratwahl, Temperatur) in ihrer Habitatwahl im Tiefenbachtal konkurrieren. Dabei wurde angenommen, dass die räumliche Verteilung der

Arten nicht zufällig ist und eine starke Überlappung aufweist. Des Weiteren wurde die Hypothese überprüft, ob sich die Habitatwahl und die räumliche Verteilung der Zauneidechse unter Anwesenheit der Mauereidechse im Tiefenbachtal von ihrer Habitatwahl und Verteilung unter Abwesenheit der Mauereidechse in Frickenhausen unterscheiden. Die Annahme war, dass es bei sympatrischem Vorkommen zu einem Mikrohabitatwechsel kommt, bzw. einer stärkeren Aggregation von Fundpunkten. Schließlich wurden die Interaktionen zwischen Zaun- und Mauereidechsen genauer betrachtet unter der Annahme, dass sich die Mauereidechsen aggressiv und territorial gegenüber den Zauneidechsen verhalten. Neben diesen Kernhypothesen lassen sich noch weitere Nebenhypothesen anschließen. So wurde angenommen, dass Mauereidechsen höhere Temperaturen als Zauneidechsen bevorzugen und sich exponierter auf offenen Strukturen (Totholz, Gestein) sonnen, während Zauneidechsen auch die Vegetation mit einbeziehen.

3 Material und Methoden

3.1 Verbreitung und Ökologie der beiden Arten

Das natürliche Areal der Mauereidechse (*Podarcis muralis*) erstreckt sich von Zentral- und Nordostspanien über Mittel- und Südeuropa und die Länder des Balkans bis zur Westküste des Schwarzen Meeres und Nordwest-Anatolien, sowie von den Südniederlanden bis nach Kalabrien und Süd-Griechenland (siehe Abbildung 1, SCHULTE 2008).

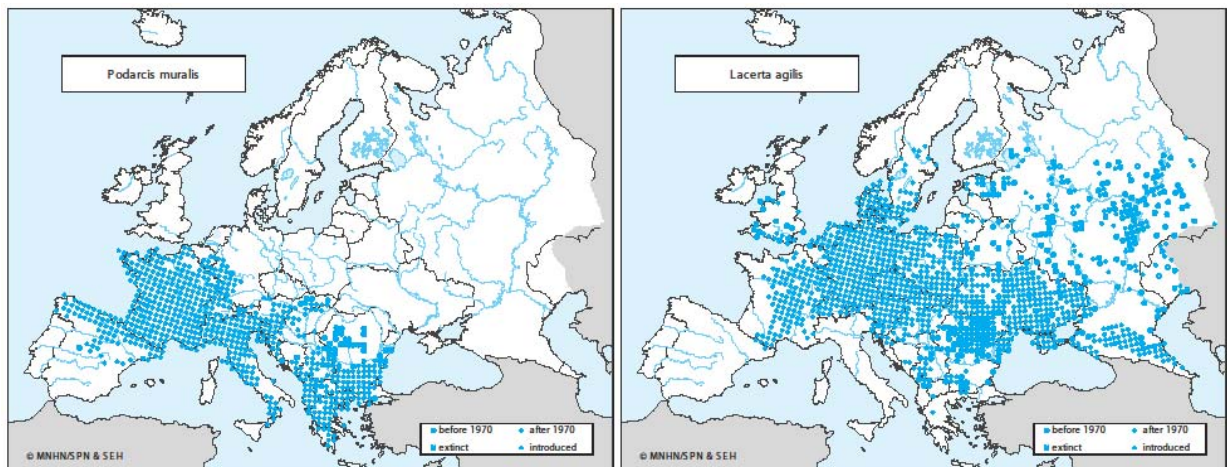


Abbildung 1: Verbreitung der beiden Arten in Europa. Links: *Podarcis muralis*, rechts: *Lacerta agilis* (GASC et al. 1997)

Das Areal der Zauneidechse (*Lacerta agilis*) reicht vom südlichen England bis zur Region des Baikalsees, sowie von Karelien bis nach Zentral-Griechenland (BLANKE 2004). Im Vergleich zur Mauereidechse reicht das Verbreitungsgebiet der Art weiter nach Norden und weniger weit nach Süden.

Unter Berücksichtigung historischer Verbreitungskarten der Mauereidechse in Deutschland wird deutlich, dass sie Ende des 19. Jh. und Anfang des 20. Jh. im Südwesten häufig war und sich sogar ausbreitete (vgl. DÜRIGEN 1897, LAUFER et al. 2007). Das Areal der Art im südlichen Oberrheingebiet und in den Schwarzwaldtälern war vermutlich lückenlos geschlossen (BENDER et al. 1996). Der Mensch war im Laufe der Zeit sowohl für positive, als auch für negative Auswirkungen auf die Bestände der Mauereidechsen verantwortlich (Weinbau, Überbauung) (SCHULTE 2008). Heute ist *Podarcis muralis* hauptsächlich in den Bundesländern Rheinland-Pfalz, dem Saarland und Baden-Württemberg verbreitet. Dort bewohnt sie die klimatisch begünstigten Hanglagen der Flüsse Rhein, Neckar, Mosel, Saar, Nahe, Lahn oder Ahre (GRUSCHWITZ & BÖHME 1986, GÜNTHER et al. 1996, LAUFER et al. 2007). In kleineren Populationen kommt die Art auch im südlichsten Nordrhein-Westfalen, Hessen, und in Bayern vor. Während ihre südeuropäischen Artgenossen auch in

höheren Lagen zu finden sind, bevorzugt sie in Deutschland aufgrund der klimatischen Verhältnisse vorwiegend niedrige Höhenlagen. Die höchstgelegenen Vorkommen befinden sich dennoch bei etwa 800 m üNN im Südschwarzwald (LAUFER et al.2007).

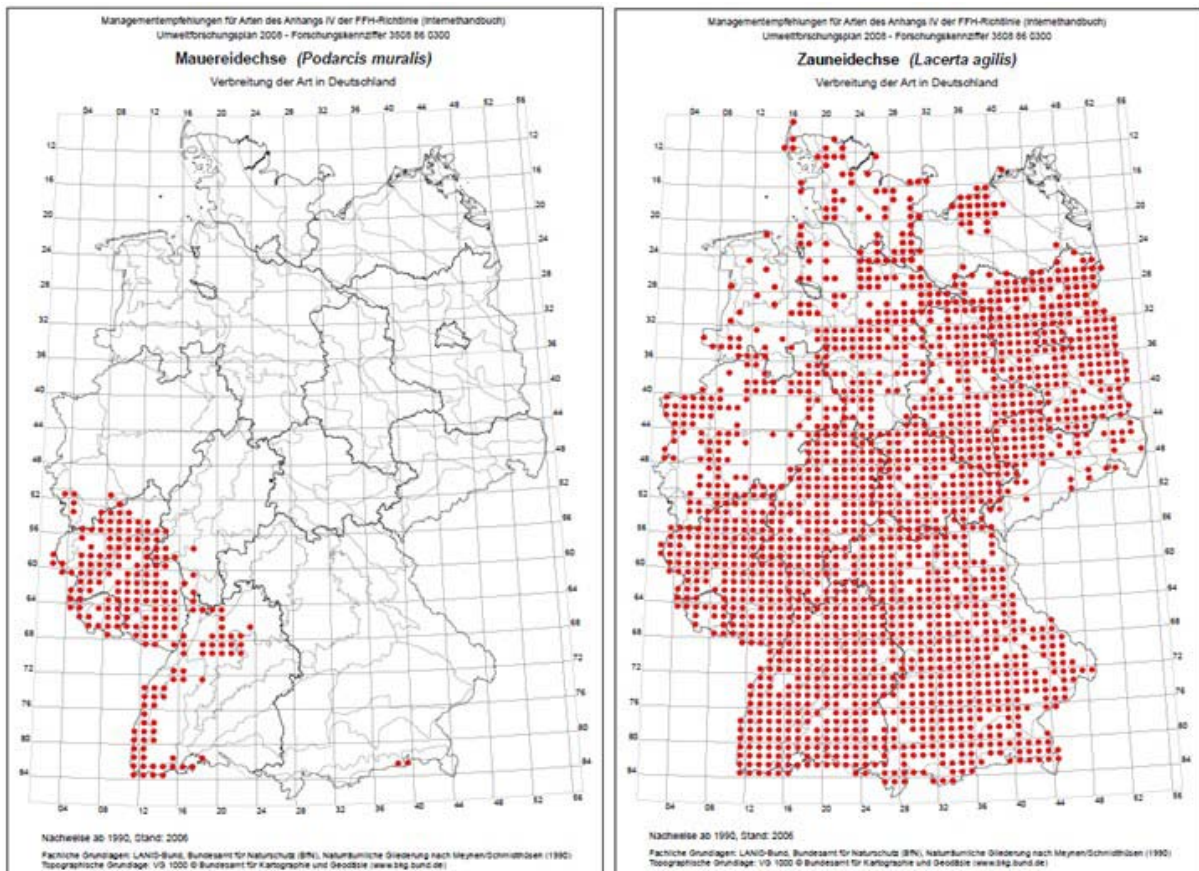


Abbildung 2: Natürliche Verbreitung der beiden Arten in Deutschland. Links: *Podarcis muralis*, rechts: *Lacerta agilis* (Quelle: Homepage BfN., abgerufen am 12.03.2011)

Die Zauneidechse bewohnte ursprünglich Waldsteppen. In jüngerer Zeit profitierte die Art jedoch von der Öffnung ausgedehnter Waldgebiete durch den Menschen, da nun vielfältige Offenland-Habitate entstanden (z. B. Weiden, Hecken, Heiden, lichte Wälder). Die Zauneidechse ist in allen deutschen Bundesländern nachgewiesen, wobei ihre Häufigkeit generell in Richtung Norden abnimmt. Ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt im planaren bis collinen Bereich, wobei die höchstgelegenen Vorkommen auf 1700 m Meereshöhe liegen (BLANKE 2004).

Die Ökologie beider Arten ist recht unterschiedlich. *Podarcis muralis* ist mit einer maximalen Kopf-Rumpf-Länge (KRL) von 74 mm eine relativ kleine Lacertide (DEXEL 1984, MARTIN 1998), die sich durch einen schlanken, abgeflachten Körperbau und einen langen, zugespitzten und ebenfalls abgeflachten Kopf auszeichnet. Sie erreicht die Geschlechtsreife nach der zweiten Überwinterung (ALLAN et al. 2006) und ist in der Lage, zwei Gelege pro Jahr abzulegen (LAUFER et al. 2007). Die Gelegegröße liegt dabei zwischen 2 und 11 Eiern (ALLAN et al. 2006). Die Abundanz der Mauereidechse erreicht bis zu 500

Ind./ha, während die Größe der Aktionsräume zwischen 10 bis 15 m² und 50 m² variiert. Im Jahresverlauf ist sie bis zu 9 Monate aktiv (März bis November) (STRIJBOSCH et al. 1980) und bevorzugt Temperaturen von 33,8 ± 2,0 °C (BRANA 1991). Bei Schönwetterereignissen ist sie mitunter sogar in den Wintermonaten aktiv (Schulte 2008).

Lacerta agilis erreicht eine maximale KRL von 96,2 mm im deutschen Raum (ELBING et al. 1996) und ist eine gedrungene und kräftige Eidechse mit einem relativ großen und hohen Kopf (BISCHOFF 1984, ENGELMANN et al. 1986). Die Männchen erreichen die Geschlechtsreife nach der zweiten Überwinterung (BLANKE 1995), während die Weibchen zum Teil erst nach der dritten Überwinterung am Paarungsgeschehen teilnehmen (STRIJBOSCH 1988). Gelege werden nur in Ausnahmefällen häufiger als einmal abgelegt (STRIJBOSCH 1988) und variieren zwischen 1 und 17 Eiern (BLANKE 2004). Die Zauneidechse erreicht eine Abundanz von 90 bis 300 Tieren pro ha (HARTUNG & KOCH 1988) und nutzt dabei Flächen, die zwischen 3 und 1396 m² liegen (BLANKE 1995, GRAMENTZ 1996, NICHOLSON & SPELLERBERG 1989). Die Art ist im Gegensatz zur Mauereidechse weniger lang im Jahresverlauf aktiv. Der Aktivitätszeitraum beginnt im März und endet meist Anfang oder Mitte Oktober (8 bis 8 ½ Monate) (BLANKE 2004). Ihre Vorzugstemperatur liegt bei 31 °C (SPELLERBERG 1976). Eine Übersicht der Ökologie beider Arten bietet Tabelle 1.

Tabelle 1: Übersicht einzelner ökologischer Kenngrößen beider Arten

	<i>P. muralis</i>	Literaturquelle	<i>L. agilis</i>	Literaturquelle
mittlere Kopfrumpflänge	max. 74 mm	DEXEL 1984, MARTIN 1998	max. 96,2 mm	ELBING et al. 1996
Geschlechtsreife	♀ & ♂ nach zweiter Überwinterung (nach 2 Jahren)	ALLAN et al. 2006	♀: nach zweiter bis dritter Überwinterung ♂: nach zweiter Überwinterung	BLANKE 1995
Gelegegröße	2 – 11 Eier	ALLAN et al. 2006	1 – 17 Eier	BLANKE 2004
Aktionsräume (Größe)	Zwischen 10 bis 15 m ² und 50 m ²	HABERBOSCH & MAY-STÜRMER 1987	Zwischen . 3-5 m ² und 1396 m ²	BLANKE 1995, GRAMENTZ 1996, NICHOLSON & SPELLERBERG 1989
Abundanzen (Ind./ha)	500 Ind./ha	MARTIN 1998	90 – 300/ha	HARTUNG & KOCH 1988
Aktivitätszeitraum (Monate)	März bis November, teilweise Winteraktivität	STRIJBOSCH et al. 1980, Schulte 2008	März bis Oktober	BLANKE 2004
Vorzugstemperaturen	33,8 ± 2,0 °C	BRANA 1991	31 °C	SPELLERBERG 1976

3.2 Natürliche und erzwungene Sympatrie zwischen Zaun- und Mauereidechsen in Deutschland

Natürlicherweise gibt es in Deutschland nur wenige Orte im Südwesten, an denen Zaun- und Mauereidechsen sympatrisch vorkommen. Dies liegt nicht nur an dem begrenzten überlappenden Areal (Abbildung 2), sondern auch an der unterschiedlichen ökologischen Einnischung beider Arten. Nach WAITZMANN (1989) und ZIMMERMANN (1989) kommt es bei sympatrischem Vorkommen innerhalb autochthoner Populationen beider Arten an Trockenmauern zu einer Mikrohabitat-trennung. Der vertikale Mauerbereich wird dabei von *Podarcis muralis* bewohnt, während sich *Lacerta agilis* am Mauerfuß mit lichter Krautschicht aufhält. FRITZ (1987) berichtet ebenfalls von unterschiedlichen Vorzügen der beiden Arten bezüglich des Habitats im selben Gebiet (*P. muralis*: vegetationsfreie Mauer, offene Uferpflasterung, *L. agilis*: Mauerfuß, deckungsreiche Pflasterung).

Ein anderes Bild ergibt sich bei der Betrachtung der zahlreichen Einschleppungen von Mauereidechsen in Deutschland. Nach dem derzeitigen Stand der Forschung sind in Deutschland mindestens 84 eingeschleppte bzw. angesiedelte Mauereidechsen-Vorkommen dokumentiert (SCHULTE, mündl. Mitt. 03.2012). Diese stammen von acht unterschiedlichen Verwandtschaftslinien ab und konnten sich teilweise über lange Zeiträume etablieren und teilweise sogar expandieren (SCHULTE et al. 2011). Besonders häufig konnten sich allochthone Populationen etablieren, deren Gründerindividuen aus der Oberitalienischen Seen-Region stammen (*P. m. maculiventris*-West, Südalpen-Linie) (SCHULTE et al. 2011).

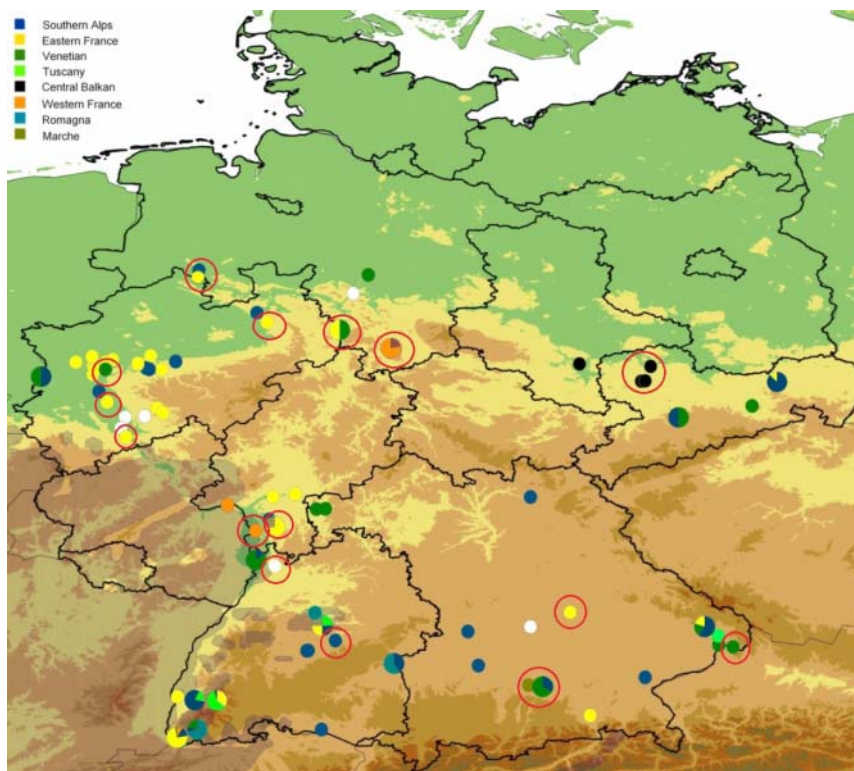


Abbildung 3: Verbreitung und Herkunft eingeschleppter Mauereidechsen in Deutschland. Rot umkreist: Sympatrische Vorkommen mit der Zauneidechse, weiße Punkte: Vorkommen unbekannter Herkunft (verändert nach SCHULTE et al. 2011).

Von besonderem naturschutzfachlichem Interesse sind die insgesamt 26 Standorte, an denen Mauereidechsen unterschiedlicher Herkunft in Zauneidechsenlebensräume eingeschleppt wurden und somit eine Sympatrie erzwungen wurde (Tabelle 2, Abbildung 3). Hierbei handelt es sich sowohl um beabsichtigte Einschleppungen durch den Menschen, als auch um potentielle Verschleppungen von Mauereidechsen durch den Güterverkehr.

Tabelle 2: Sympatrische Vorkommen von Mauer- und Zauneidechse in Deutschland (Stand: 25.8.2011) (verändert nach SCHULTE et al. 2011)

Lage	Lebensraum	Vermutlicher Ursprung/ Jahr der Entdeckung	Bestandsgröße	n	Herkunft/ genetische Linie	Bemerkungen zu Hybridisierungen oder Interaktionen
Niedersachsen						
1. Ueffeln	Steinbruch, Heide	Aussetzung 1979	300 Ind.	2	Südalpen-Linie	Sympatrie mit Zauneidechsen
2. Nörten-Hardenberg	Ruine, Gemäuer, Fels	Aussetzung, Ende der 1980er Jahre	<i>muralis</i> = 600 Ind. <i>liolepis</i> = 150 Ind.	11	Westfranzösische Linie (südl. Pyrenäen)	Sympatrie mit Zauneidechsen
Nordrhein-Westfalen						
3. Schloss-Holte-Stukenbrock	Bahnhof und Umgebung	entflohene Terrarientiere, 1964	etwa 300-500 Ind.	2	Ostfranzösische Linie	Sympatrie mit Zauneidechsen
4. Stahle (Rötanschnitt)	Steilhang im Röt	Aussetzung, 1991 entdeckt	etwa 30-50 Ind.	2	Ostfranzösische Linie Venetien-Linie	Sympatrie mit Zauneidechsen
5. Dortmund (Hengsteysee)	Schieferfelshänge und Garten	Aussetzung, 1987 und in den 1950er Jahren entdeckt	über 200 Ind.	2	Ostfranzösische Linie	Sympatrie mit Zaun- und Waldeidechsen
6. Witten-Bommern	Trockenmauer	Aussetzung	etwa 100 Ind.	1	Südalpen-Linie	Sympatrie mit Zauneidechsen
7. Mühlheim a. d. R.	Sandsteinbruch	Aussetzung, 2003 entdeckt	etwa 50 Ind.	2	Venetien-Linie	Sympatrie mit Zauneidechsen

Lage	Lebensraum	Vermutlicher Ursprung/ Jahr der Entdeckung	Bestandsgröße	n	Herkunft/ genetische Linie	Bemerkungen zu Hybridisierungen oder Interaktionen
8. Nettetal-Kaldenkirchen	Bahndamm	Güterverkehr? mind. 2004	etwa 50-100 Ind.	2	Südalpen-Linie	Sympatrie mit Zauneidechsen
9. Düsseldorf	Botanischer Garten	Aussetzung	etwa 60-100 Ind.	1	Südalpen-Linie	
10. Monheim	Bahnanlage	Aussetzung, 2003 entdeckt, zunehmende Ausdehnung (BöHM) auf 1 km Länge	über 150 Ind.	3	Ostfranzösische Linie	Sympatrie mit Zauneidechsen
11. Weiershagen	Steinbruch	Aussetzung, 2005 entdeckt	etwa 30 Ind.	3	Ostfranzösische Linie	Sympatrie mit Zauneidechsen
12. Köln-Rath	Gleisanlage	Seit 2003 bekannt, möglicherweise erloschen (2009)	etwa 20-40 Ind.		k. A.	Sympatrie mit Zauneidechsen
Sachsen						
13. Ammelshain	NSG „Porphyrtal Haselberg“	Aussetzung, 1980er Jahre	über 1000 Ind.	1	Zentral-Balkan-Linie	Sympatrie mit Zauneidechsen
14. Altenhain		Sekundärverschleppung von Pop. 35., oder Expansion	etwa 200	2	Zentral-Balkan-Linie	Sympatrie mit Zauneidechsen
Hessen						
15. Darmstadt-Eberstadt	NSG „Bessunger Kiesgrube“, Steinhalde, Felswände, Böschungen	Aussetzung, 2003	etwa 200	4	Ostfranzösische Linie Ostfranzösische Linie (Languedoc)	Sympatrie mit Zauneidechsen
16. Gernsheim	Bahnhof, Ruderalfläche und Friedhof	Aussetzung oder Güterverkehr, 1989	über 200	2	Westfranzösische-Linie	Sympatrie mit Zauneidechsen
Baden-Württemberg						
17. Dossenheim	Neckarufer	Vermutliche Satellitenpopulation von Pop. 46	über 100 Ind.			Sympatrie mit Zauneidechsen
18. Nürtingen	Böschung	Aussetzung 1991, 11 Ind. vom Gardasee	etwa 200	3	Südalpen-Linie	Syntopie mit Zauneidechsen
Bayern						
19. Kelheim	stillgelegte Gleisanlage, Siedlungsgebiet	Güterverkehr, ca. 1997, Expansion	etwa 1000 Ind.	1	Ostfranzösische Linie	Sympatrie mit Zauneidechsen
20.-24. Passau - Erlautal – Obernzell - Jochenstein	Veste Oberhaus, Trockenmauern, Ruine Hals, Grubweg, Donauleiten übers erlautal bis Jochenstein	Aussetzung 1932, danach weitere Aussetzungen, ausgebreitet auf 25 km Länge,	4.000-6.000	4	Venetien-Linie	Sympatrie mit Zauneidechsen
25. München Aubing	Bahnanlage, Hang	Güterverkehr? mindestens 2007	über 100 Ind.	1	Marche-Linie	Sympatrie mit Zauneidechsen (T. Dürst)
26. Laim-Donnerberger Brücke	Eisenbahnlinie	Güterverkehr? 1987-1997	über 100 Ind.	3	Südalpen-Linie Venetien-Linie	Sympatrie mit Zauneidechsen

3.3 Bisherige Untersuchungen zum Einfluss eingeschleppter Mauereidechsen auf heimische Biota

Während in Deutschland eher anekdotisch über Konkurrenzsituationen zwischen eingeschleppten Mauereidechsen und Zaun- sowie Waldeidechsen berichtet wurde (MÜNCH 2001, STEINICKE 2000, SCHULTE et al. 2008, SCHULTE 2009), wurden in England und Nordamerika die Auswirkungen der Mauereidechsen auf einheimische Arten bereits stärker untersucht.

MOLE (2008) analysierte die Auswirkungen eingeschleppter Mauereidechsen und Smaragdeidechsen (*Lacerta bilineata*) auf heimische Waldeidechsen (*Zootoca vivipara*) in der Grafschaft Dorset/England. Er konnte eine Zunahme der allochthonen Mauereidechsen-

Population um 40% zu Lasten der Waldeidechsen-Population (Rückgang: 75% zwischen 2002 und 2007) feststellen. Dies führte er allerdings nicht ausschließlich auf die Anwesenheit von *P. muralis* und *L. bilineata* zurück, sondern auch auf den Habitatverlust durch mangelnde Pflege und klimatische Veränderungen.

In Kanada untersuchten sowohl BERTRAM (2004) als auch ALLAN et al. (2006) die Auswirkungen eingeschleppter Mauereidechsen auf die heimische Nördliche Krokodilschleiche (*Elgaria coerulea*). Die Autoren konnten experimentell eine Meidung von Aufenthaltsorten, die Duftstoffe von Mauereidechsen aufwiesen, durch die Krokodilschleichen feststellen. Offen bleibt jedoch die Frage nach einer Bedrohung für die heimische Nördliche Krokodilschleiche (*Elgaria coerulea*).

In Nordamerika überprüften BURKE et al. (2007), inwiefern durch die Einschleppung von *Podarcis* Arten (*P. muralis* & *P. siculus*) auch Parasiten mit in den neuen Lebensraum gelangen und welche Gefahr von ihnen ausgehen kann. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass die eingeschleppten Arten nur sehr wenige Parasiten (Nematoden) tragen und aufgrund dessen keine Gefahr zu erwarten ist. Eine Gefahrenquelle kann auch die Verdrängung heimischer Genotypen durch Hybridisierung invasiver Linien mit nativen Linien darstellen (MOONEY & CLELAND 2001). Bisher wurde der Hybridbildung zwischen eingeschleppten Mauereidechsen-Linien und den heimischen Linien nur wenig Beachtung geschenkt. Eine Arbeit von SCHULTE et al. (im Druck) befasst sich mit dieser Problematik intensiv und zeigt, dass es an zahlreichen Standorten am Oberrheingraben bereits zu einer genetischen Assimilation der heimischen Population gekommen ist. Die Dominanz der italienischen Linien zeigt, dass der Genpool der heimischen Unterart eventuell vollkommen verschwinden kann (gene pool swamping; BARTON & HEWITT 1985). Eine Untersuchung zur potentiellen zwischenartlichen Hybridisierung zwischen *P. muralis* und *P. liolepis* hingegen zeigte eher eine Meidung als Anziehung beider Arten in Südniedersachsen auf (SCHULTE et al. 2012).

3.4 Historie des Vorkommens und Beschreibung der Untersuchungsgebiete

Die Untersuchung erfolgte in zwei frei lebenden Populationen im Zeitraum der Reproduktions- und Schlupfperiode beider Arten zwischen Ende Juni und Ende September 2011. Über den Vergleich der Einnischung der Zauneidechsen unter An- und Abwesenheit eingeschleppter Mauereidechsen wurde die Frage nach einem potentiellen Mikrohabitatwechsel und einer Verschiebung von Aktivitätsmustern überprüft.

Die Mauereidechsen-Population im Tiefenbachtal wurde im März 2010 von Gabriel Werner entdeckt, der den Fund in einem Internet-Forum der ÖGH (Österreichische Gesellschaft für Herpetologie) meldete, wo Werner Mayer vom Naturhistorischen Museum Wien die Tiere anhand der eingestellten Fotos als *Podarcis muralis maculiventris*-West (Südalpen-Linie) identifizierte. Im August 2010 erfolgte die Probenahme genetischen Materials von drei Mauereidechsen durch Guntram Deichsel. Die anschließende Auswertung dieser Proben durch Ulrich Schulte mittels DNA-Sequenzierung bestätigte das Herkunftsgebiet.

Zu Beginn wurde vermutet, dass Gründerindividuen durch Pflanzenlieferungen der benachbarten Gärtnerei in das Tiefenbachtal gelangt sind. Guntram Deichsel fand jedoch durch Mitteilung einer Gewährsperson heraus, dass 1990 elf Mauereidechsen als „Urlaubsmitbringsel“ vom Gardasee in Italien im Tiefenbachtal ausgesetzt wurden. Das Gebiet der Aussetzung befindet sich in einem Streuobstwiesengelände, das von Zauneidechsen in geringer Dichte besiedelt ist. Die Lokalität ist ein zauneidechsentyperischer Lebensraum, der zunächst nicht geeignet für Mauereidechsen erschien. Hier besiedeln die eingeschleppten Mauereidechsen Lebensräume, die von denen in Deutschland nativer Mauereidechsen abweichen. Aufgrund von fehlendem Gesteinssubstrat und fehlenden Mauerstrukturen werden Böschungsbereiche der Streuobstwiese besiedelt. Vermutlich bedingt die Einnischung der Südalpen-Linie eine Etablierung während der letzten 20 Jahre an einem Ort, an dem sonnenexponierte asphaltierte Wegabschnitte das einzige Wärmereservoir darstellen. Als Referenzpopulation, die von einem Mauereidechsen-Vorkommen unbeeinflusst ist, diente ein bekanntes Vorkommen im benachbarten Frickenhausen.

3.4.1 Tiefenbachtal

Das Untersuchungsgebiet befand sich am süd-östlichen Ende der Stadt Nürtingen im Tiefenbachtal (Referenzkoordinaten WSG84: 48° 37' 36" N, 9° 20' 7" O). Laut des Umweltbeauftragten der Stadt Nürtingen, Herrn Hildenbrand, liegt das Tiefenbachtal in einer Kaltluft-Schneise (Jochen Hildenbrand, persönliche Mitteilung, 2.8.2011). Das Untersuchungsgebiet (in Abbildung 4 rot dargestellt) umfasste eine Böschung und ein Grabensystem entlang eines landwirtschaftlichen Fahrweges, der parallel zur K 1243 verläuft (Abbildung 5 und Abbildung 6). Außerdem gehörten zum Untersuchungsgebiet Flächen um eine Schutzhütte (Abbildung 8) und Gartengrundstücke (Abbildung 9).

Untersucht wurde sowohl der Graben als auch die dahinter liegende Böschung (meist ca. 1 m Breite).



Abbildung 4: Lage des Untersuchungsgebietes Tiefenbachtal (rot markierte Flächen)

Der Bedeckungsgrad betrug zwischen 80% (mittlerer Teil des Grabensystems) und fast 100% (Gartengrundstück). Die Höhe der krautigen Vegetation lag bei ca. 10 bis 30 cm. Die Flächen waren süd- oder süd-ost-exponiert und je nach Lage bis 8 bzw. 12 Uhr beschattet. Der Fuß der Hecken entlang des Grabensystems, die die Böschung nach oben abgrenzen, war entsprechend länger beschattet. Das Oberflächensubstrat wurde größtenteils durch Vegetation gebildet, kleinere Flächen mit freiliegender Erde waren ebenfalls vorhanden. Der Totholzanteil betrug insgesamt etwa 5% (einige Baumstümpfe, Reisighaufen [Abbildung 10], einzelne Äste). Gesteinstrukturen waren im östlichen Teil des Grabensystems und auf dem Gartengrundstück zu finden (insg. 1%) (siehe Abbildung 9). Die Hangneigung war diesseits



Abbildung 5: Westlich gelegener Abschnitt des Grabensystems



Abbildung 6: Zentral gelegener Abschnitt des Grabensystems

des Grabens eben, jenseits des Grabens mäßig bis stark geneigt. Die Fläche des östlichen Grabenssystems war eben, während das Gartengrundstück von der Gartenhütte aus nach Norden leicht abfiel. Nagerlöcher, die als Versteckplätze beider Eidechsenarten dienen, waren vor allem an kleineren, vegetationsfreien Flächen zu finden.



Abbildung 7: Östlich gelegener Abschnitt des Grabensystems



Abbildung 8: Fläche im Bereich der Schutzhütte



Abbildung 9: Fläche auf dem Gartengrundstück



Abbildung 10: Reisig-/Komposthaufen auf dem Gartengrundstück

3.4.2 Referenzpopulation Frickenhausen

Die Referenzpopulation befand sich auf einem Gartengrundstück etwas außerhalb der Ortschaft Frickenhausen (Referenzkoordinaten WSG84: 48° 35' 34" N, 9° 21' 40" O). Sie lag ca. 2 km südlich von Nürtingen.

Zum Untersuchungsgebiet gehörten die Flächen innerhalb des eingezäunten Gartengrundstückes (Abbildung 14 und Abbildung 15) mit Blumenbeeten, einer Kalksteinmauer, drei kleinen Tümpeln sowie einer Gartenhütte. Außerdem zählen die ca. 1 m breiten Streifen jenseits des Zaunes um das Grundstück herum (Abbildung 12 und Abbildung 13) und eine Fläche die ca. 20 m nördlich (siehe Abbildung 11) des Grundstückes gelegen war dazu.



Abbildung 11: Lage des Untersuchungsgebietes Frickenhausen (rot markierte Flächen)

Der Bedeckungsgrad betrug fast überall zwischen 90 und 100%. Die Höhe der krautigen Vegetation erreichte in der Regel 10 bis 30cm; einige Brennnesseln, Disteln und Brombeeren sowie Wasserdost erreichten eine Höhe bis zu 1,80 m. Die Beschattung war recht unterschiedlich. Während die östlichen Bereiche bereits ab 8.30 Uhr besonnt wurden und gegen Mittag die Sonnenstrahlen hier verschwanden, wurden die westlichen Bereiche erst mittags besonnt, dafür dann aber bis zum Sonnenuntergang. Vegetation bildete auf der gesamten Fläche vorwiegend das Oberflächensubstrat. Innerhalb der Einzäunung waren die Wege mit Rindenmulch bedeckt. Totholz war in Form eines Reisighaufens, Holzstößen,

Baumstämmen, Holzpaletten und Brettern vorhanden (insg. ca. 7%). Gesteinsstrukturen waren auf einer Länge von ca. 3 m durch künstlich angelegte Blumenkübel aus Stein und Schieferplatten im Süden gegeben, sowie innerhalb des Gartengrundstücks in Form einer



Abbildung 12: Östlich gelegener Bereich außerhalb des Grundstücks



Abbildung 13: Südlich gelegener Bereich außerhalb des Grundstücks

angelegten Mauer aus Kalkstein. Die Hangneigung war im Süden eben, fiel dann Richtung Norden leicht ab (ca. 10%). Die Fläche war sowohl östlich, als auch südlich und westlich exponiert.



Abbildung 14: Holzstrukturen im nördlichen Bereich der Untersuchungsfläche



Abbildung 15: Steinmauer innerhalb des Grundstücks

3.5 Fotografische Erfassung

Für vielerlei Untersuchungen wie z. B. der Berechnung von Populationsgrößen, Raumnutzung oder Wiederfangraten ist eine Individualerkennung der Tiere zwingend erforderlich. Eine geeignete Methode für die Zauneidechse ist die fotografische Wiedererkennung anhand der Zeichnungselemente auf dem Rücken der Tiere (BLANKE 2004). Ein Vorteil dieser Methode ist, dass die Tiere zeitlebens sicher und nachprüfbar unterschieden werden können und keine

negativen Auswirkungen auf ihre Gesundheit oder Verhaltensweise entstehen (SCHAPER 1992, MÄRTENS & GROSSE 1996, HENLE et al. 1997).

Bei jeder Aufnahme erfolgte die fotografische Erfassung des beobachteten Tieres. Für die Zauneidechsen (exklusive der Schlüpflinge) konnte aufgrund der unveränderlichen Rückenzeichnung (Verlauf der hellen oftmals unterbrochenen Mittellinie) jedes adulten Individuums eine Kartei zur Individualerkennung angelegt werden (MÄRTENS & GROSSE 1996). Bei den Mauereidechsen war dies ohne Fang nicht durchführbar. Bei dieser Art ist zwar ebenfalls eine fotografische Wiedererkennung über die individuellen Zeichnungselemente bestimmter Körperpartien (Kopf, Brustschilder, Vorder- und Hinterbein, SCHMIDT-LOSKE 1996, STEINICKE 2000) möglich, da die Beunruhigung der Tiere jedoch zu groß gewesen wäre, wurde darauf verzichtet. Diese Methode wurde im Rahmen einer Diplomarbeit auch für Mauereidechsen angewendet, wobei die Erfolgsquote der Adulti zwischen 55 und 61% lag (DOWIDEIT 2006). Die folgende Fotostrecke zeigt eine männliche Zauneidechse aus dem Tiefenbachtal an unterschiedlichen Tagen bzw. Tageszeiten und soll die Möglichkeit der fotografischen

Wiedererkennung verdeutlichen



Abbildung 16: Fotostrecke drei verschiedener Zauneidechsen. A-C: Männchen Tiefenbachtal (A: 02.08., B: 04.08. vormittags, C: 04.08. nachmittags), D-F: Weibchen Frickenhausen (D: 29.07., E: 05.08., F: 11.08.), G-I: Männchen Frickenhausen (G: 14.07., F: 05.08., I: 11.08.) Durch die fotografische Wiedererkennung war die Berechnung der Wiederfangraten, mittels Microsoft Excel möglich.

3.6 Begehungen/Beobachtungen

Um Erkenntnisse über Verhaltensweisen und Interaktionen sowohl inner- als auch zwischenartlich zu gewinnen, wurden Beobachtungen durchgeführt. Zur Standardisierung der Erfassung wurden die beiden Untersuchungsgebiete im täglichen Wechsel begangen. Innerhalb eines Untersuchungsgebietes wurde mit jeweils unterschiedlichen Bereichen begonnen. Die Begehungen begannen täglich um ca. 8.30 Uhr. Bis zur Mittagszeit (ca. 13 Uhr) sollten Tiere aus allen Bereichen der Untersuchungsgebiete Eidechsen erfasst worden sein, da speziell die Zauneidechse sich aufgrund des bimodalen Aktivitätsmusters um die heiße Mittagszeit zurück zieht (BLANKE 2004). Ab ca. 17 bis 20 Uhr wurden die Untersuchungsgebiete erneut begangen.

Bei Auffinden eines Tieres wurde es im Idealfall 30 min. beobachtet. Fand in einem Bereich eine Beobachtung über die komplette Zeit von 30 min. statt, so wurde der Ort gewechselt. Ziel war es, möglichst viele Individuen zu erfassen und zu beobachten. Als in einem Bereich keine neuen Individuen mehr dazu kamen, wurde darauf geachtet, dass möglichst eine gleiche Anzahl von Einzelbeobachtungen alter Individuen erzielt wurde.

Die beobachteten Verhaltensweisen und Interaktionen wurden deskriptiv mittels Microsoft Excel 2003 ausgewertet.

Für die Populationsgrößenschätzung der Mauereidechsen im Tiefenbachtal wurden an einem sonnigen Tag durch langsames Abschreiten des gesamten Gebietes die adulten Individuen erfasst.

3.7 Aufnahme der Fundpunkte und weiterer Parameter

Bis auf ein Teilstück des Grabensystems im Tiefenbachtal wurden alle Tiere mittels eines GPS-Gerätes (Garmin GPS 12) erfasst. Für die dreißigminütigen Verhaltens-Beobachtungen wurden die Parameter Datum, Fläche, Temperatur, Wetter, Art, Geschlecht, Foto-ID, Alter, Schwanzregenerat, Logger-Nummer sowie GPS-ID als Rahmendaten erfasst. Für die eigentliche Beobachtung wurde im Fünf-Minuten-Takt Uhrzeit, Aufenthaltsort, Besonnung, Körpertemperatur, Deckungsgrad Vegetation, Verhalten, Besonderheiten und Interaktionen notiert.

Die Fundpunkte in Verbindung mit der Individualerkennung waren Grundlage für die Berechnung der Aktionsräume und kumulierter Distanzen mittels Microsoft Excel. Die deskriptive Auswertung der Substratwahl erfolgte mit demselben Programm.

3.8 Temperaturmessung

Da eine Messung der realen Körpertemperatur der Tiere nicht ohne großen Aufwand möglich ist, wurde die Rückentemperatur der Tiere als Annäherung an die Körpertemperatur gemessen. Die Messung erfolgte mit Hilfe eines Infrarotmessgerätes der Marke Peaktech (Modell: 4990). Diese Methode wurde bereits von VIMERCATI (2011) für Untersuchungen des Mauergeckos (*Tarentola mauritanica*) in Italien angewendet. Es wurde darauf geachtet, möglichst den Abstand von Messgerät zu Eidechse konstant auf 1,5 m zu halten um die Vergleichbarkeit der Aufnahmen zu gewährleisten.

Die Messung der Umgebungstemperatur erfolgte mittels Temperatur-Data-Logger (Tinytag plus). Für jedes Untersuchungsgebiet waren eigene Logger vorgesehen. Diese zeichneten die Temperatur im Zehn-Minuten-Takt kontinuierlich auf. Die Logger wurden zur Beobachtungszeit in der unmittelbaren Nähe des zu beobachtenden Tieres ausgebracht (siehe Abbildung 17). Dadurch entsprach die Besonnung des Tieres auch in etwa der Besonnung der Data-Logger.



Abbildung 17: Data-Logger und Mauereidechsen-Jungtier

Die Auswertung der erhobenen Daten erfolgte deskriptiv mittels Microsoft Excel. Ein Vergleich der Korrelation der Rückentemperaturen von Zauneidechse und Mauereidechse im Tiefenbachtal sowie der Zauneidechse in Frickenhausen mit der jeweiligen Loggertemperatur als verfügbare Temperatur in unmittelbarer Umgebung der Sonnenplätze erfolgte mittels eines paarweisen t-Tests mit dem Statistikprogramm R (Version 2.14.0).

3.9 Populationsgrößenschätzung

Die Populationsgrößenschätzung der Zauneidechsen beider Standorte erfolgte mittels POPAN im Programm MARK. Mit POPAN ist es möglich, Wiederfangdaten von Individuen aus offenen Populationen zu analysieren. Es können verschiedene Modelle angewendet werden, die auf der Jolly-Seber-Methode basieren. Zu Beginn wurde das volle Modell berechnet, anschließend weitere Modelle unter Annahme einer konstanten Fangwahrscheinlichkeit getestet.

Für die Populationsgrößenschätzung der Mauereidechsen wurde ein vom Planungsbüro Laufer (LAUFER 1998) entwickelter Korrekturfaktor (Multiplikation der erfassten Individuen mit vier) verwendet.

3.10 Analyse der räumlichen Daten

Aktionsräume, kumulierte Distanzen und Minimum Convex Polygone (MCPs) einiger Individuen wurden mit Hilfe von ArcGIS erstellt. Die Berechnung von Kernel Home Ranges war nicht möglich, da ein Minimum an Fundpunkten von 30 nicht erreicht wurde. Dieser Wert wird nach ROSE (1982) benötigt, um annähernd 100% der wahren Home-Range- bzw. Aktionsraum-Größe einer Art zu erfassen (Anzahl an Sichtungen korreliert mit dem Prozentwert der wahren kumulierten Home-Range- bzw. Aktionsraum-Größe).

Für die Untersuchung der räumlichen Verteilung der beiden Arten wurde ein Dispersionsindex verwendet. Der Dispersionsindex dient zur Ermittlung eines räumlichen Verteilungsmusters von Biota. Dabei unterscheidet man zwischen zufälliger, gleichmäßiger und geklumpfter Verteilung. Für die Analyse wurde der Morisita-Index verwendet. Dieser Index wurde ursprünglich dafür entwickelt, den Einfluss von Quadratgrößen auf die resultierende Aggregation zu testen. Zur Berechnung des Indexes I_σ wird das Untersuchungsgebiet mit den enthaltenden Fundpunkten in Quadrate der festen Größe d unterteilt (MORISITA 1959). Um herauszufinden welche Quadratgröße für die Untersuchungsgebiete am besten geeignet ist, wurden Quadrate mit 5 m, 10 m und 20 m Kantenlänge in ArcGIS angefertigt.

Der Index berechnet sich nach:

$$I_\sigma = Q \frac{\sum_{i=1}^Q n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Mit: N = Gesamtzahl Aufnahmepunkte

n_i = Anzahl Fundpunkte im i -ten Quadrat

Q = Anzahl aller Quadrate

Wenn I_σ etwa dem Wert 1 entspricht, liegt eine zufällige Verteilung der Aufnahmepunkte vor.

Wenn I_σ Werte kleiner 1 annimmt, liegt eine gleichmäßige Verteilung vor und sobald I_σ Werte größer 1 annimmt, handelt es sich um eine geklumpfte Verteilung (MORISITA 1959). Mit Hilfe eines Chi²-Tests in R wurden die durch den Morisita-Index analysierten Verteilungsmuster auf signifikante Unterschiede überprüft.

3.11 Nischenüberlappung und Temperaturvergleich

Die Nischenüberlappung bezüglich der Substratnutzung wurde in EcoSim 7.0 (GOTELLI & ENTSMINGER 2004) mit Hilfe eines Nullmodell-Tests analysiert. Hierfür wurden folgende Einstellungen gewählt: niche breath: retained, zero states: reshuffled, index: Czechanowski, resource states: equiprobable. Aufgrund der Ergebnisse der Temperaturmessungen der Körperoberfläche und der Umgebung konnte ein Temperaturvergleich beider Arten und ein Vergleich der Zauneidechsen zwischen den Standorten mit Hilfe eines einseitigen t-Tests durchgeführt werden. Die Korrelation der Loggertemperatur mit den Ergebnissen der Körpertemperatur wurde grafisch in Microsoft Excel und statistisch mittels eines gepaarten t-Tests mit dem Programm R überprüft.

4 Ergebnisse

Im Zeitraum der Datenerhebung wurden insgesamt 80 etwa halbstündige Beobachtungsprotokolle erstellt, davon entfielen 55 auf das Tiefenbachtal und 25 auf Frickenhausen. Im Tiefenbachtal wurden 28 halbstündige Zauneidechsen-Beobachtungen und 27 halbstündige Mauereidechsen-Beobachtungen durchgeführt. Im Tiefenbachtal wurden in diesem Zeitraum die Positionen von insgesamt 322 Sichtungen (257 Zauneidechsensichtungen, 102 Mauereidechsensichtungen) mittels GPS erfasst. Bei der Aufnahme der GPS-Punkte wurde bei einem Teilstück der Fläche 2 im Tiefenbachtal auf eine Erfassung jedes gesichteten Individuums verzichtet, da hier ausschließlich Mauereidechsen-Schlüpflinge in einer sehr hohen Dichte auftraten und die exakte Erfassung unmöglich machten.

Die ersten Schlüpflinge der Mauereidechse waren bereits bei der ersten Begehung am 22. Juni, etwa drei Wochen vor der bislang dokumentierten Schlupfperiode zu sehen. Der erste Fund eines Zauneidechsen-Schlüpflings erfolgte etwa sechs Wochen später am 03.08. in Frickenhausen. Genau eine Woche später am 10.08. konnte auch im Tiefenbachtal der erste Zauneidechsen-Schlüpfling gefunden werden.

4.1 Räumliche Verteilung

Die Berechnung des Dispersionsindex für die Zauneidechsen in Frickenhausen ergab folgendes Ergebnis: $I_{\sigma} = 2,07$ für die Quadrate mit 5 m Kantenlänge, $I_{\sigma} = 1,6$ für die Quadrate mit 10 m Kantenlänge, $I_{\sigma} = 1,15$ für die Quadrate mit 20 m Kantenlänge. Die 10 m Quadrate sind vermutlich am besten geeignet für die Analyse des Dispersionsindex, da bei den 20 m Quadraten die Verteilung der Zauneidechse zu sehr geklumpt erscheint und der folgende Chi²-Test nur für die 10 m Quadrate ein signifikantes Ergebnis ergab.



Abbildung 18: Frickenhausen mit allen Funden der Zauneidechse (gelbe Punkte) und 10 m Quadrate

Für die Zauneidechsen im Tiefenbachtal ergaben sich weitaus höhere Werte: $I_{\sigma} = 24,3$ für die Quadrate mit 5 m Kantenlänge, $I_{\sigma} = 21,3$ für die Quadrate mit 10 m Kantenlänge und $I_{\sigma} = 8,0$ für die Quadrate mit 20 m Kantenlänge.



Abbildung 19: Tiefenbachtal mit allen Funden der Zauneidechse (gelbe Punkte) und der Mauereidechse (rote Punkte) und 10 m Quadrate

Der χ^2 -Test für die verschiedenen Quadratgrößen ergab für die Größe 10 m ein signifikantes Ergebnis einer geklumpten Verteilung beider Arten (siehe Tabelle 3). Da die Testgröße χ_{obs} (7,14) den kritischen Wert χ_{tab} (5,99) übersteigt, kann die Nullhypothese einer gleichartigen Verteilung verworfen werden: die Mauereidechse ist in ihrem Vorkommen stärker als die Zauneidechse geklumpt verteilt. Die Klumpungen traten am auffälligsten auf Habitatinseln wie der Birke, der Schutzhütte (jeweils östlicher Bereich der Untersuchungsflächen) sowie dem Reisighaufen, dem Stein- und Holzhaufen sowie Obstbäumen (jeweils nördlicher Bereich der Untersuchungsflächen) auf.

Tabelle 3: Chi²-Test für Untersuchung der Klumpung von Zauneidechse und Mauereidechse im Tiefenbachtal für die Quadrate mit 10m Kantenlänge

beobachtet	ZE	ME	Randsumme
1	53	32	85
2	3	10	13
>2	6	4	10
Summe	62	46	108
erwartet	ZE	ME	Randsumme
1	48.80	36.20	85
2	7.46	5.54	13
>2	5.74	4.26	10
Randsumme	62	46	108
Chi2	ZE	ME	Randsumme
1	0.3621407	0.48810268	0.85024338
2	2.6689183	3.59723771	6.266156
>2	0.01170848	0.015781	0.02748948
Randsumme	3.04276748	4.10112139	7.14388886
FG		2	
Chi2-tab		5.99	
wenn chitab < chivers sign. unterschiedlich			

Für die 10 m Quadrate erfolgte zur Kontrolle ein Chi²-Test nach Pearson mit dem Programm R. Das Ergebnis war ebenfalls ein Chi² von 7,14 (df = 2, P = 0,028). Da die Chi²-Approximation inkorrekt sein kann, wurde zusätzlich ein Fisher's Exact Test durchgeführt. Auch hier war der P-Wert mit 0,028 bis auf drei Nachkommastellen quasi identisch.

Für die weitere Untersuchung der räumlichen Nischenüberlappung beider Arten im Tiefenbachtal mit dem Programm EcoSim wurden auf Grund der Signifikanz und unter Berücksichtigung der Aktionsräume beider Arten die Daten der 10 m Quadrate verwendet. Die berechnete Überlappung von 43,2% (P = 0,017) war signifikant größer als erwartet.

4.2 Wiederfangrate

Durch die fotografische Wiedererkennung von Individuen anhand ihres Rückenmusters war es möglich, für die Zauneidechsen beider Standorte Wiederfangraten zu berechnen. Auch wenn die Individuen nicht im herkömmlichen Sinne wiedergefangen, sondern vielmehr wiedergesichtet wurden, wird im Folgenden weiterhin die Begrifflichkeit des Wiederfangs verwendet.

Im Untersuchungsgebiet Tiefenbachtal konnten insgesamt 44 Zauneidechsen fotografisch erfasst werden, davon wurden 20 Individuen mindestens ein weiteres Mal beobachtet. Dies entspricht einer Wiederfangrate von 45,45%. Vier Tiere wurden insgesamt

zweimal erfasst, wohingegen 16 Individuen (34,09%) mehrfach wiedergefangen wurden. Eine geschlechtsspezifische Auswertung der Wiederfangrate ergab folgendes Bild: Es wurden 21 männliche Zauneidechsen erfasst, von denen neun wiedergefangen wurden (42,86%). 33,33% aller fotografisch erfassten Zauneidechsenmännchen wurden mehrfach wiedergefangen. Die Wiederfangrate der weiblichen Zauneidechsen lag mit 47,83% (11 von insgesamt 23 Ind.) geringfügig über der der Männchen. Acht Weibchen wurden mehrfach wiedergefangen (34,78%).

Das Untersuchungsgebiet Frickenhausen ist sowohl von der Gesamtfläche, als auch von der Individuenanzahl im Vergleich zum Tiefenbachtal kleiner. An diesem Standort wurden insgesamt 13 Zauneidechsen fotografisch erfasst, von denen wiederum 11 Individuen (84,61%) wiedergefangen wurden. Ähnlich der im Vergleich zum Standort Tiefenbach höheren Wiederfangrate in Frickenhausen war auch die Mehrfachwiederfangrate (69,23%) an diesem Standort höher. 80%, bzw. 60% der männlichen Zauneidechsen wurden wiedergefangen, bzw. mehrfach-wiedergefangen. Die Wiederfangrate der Weibchen lag mit 87,5% über der Rate der Männchen und auch die Mehrfachwiederfangrate lag mit 75% höher bei den Weibchen. Generell wurden an beiden Standorten etwas mehr Weibchen als Männchen erfasst (siehe Abbildung 20).

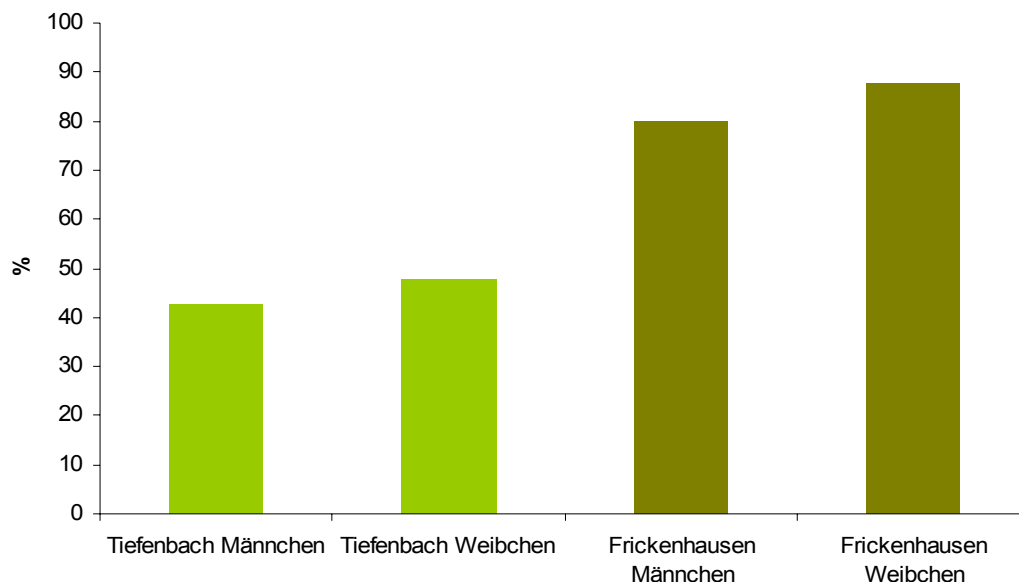


Abbildung 20: Geschlechtsspezifische Wiederfangraten der Zauneidechse beider Standorte

4.3 Populationsgrößenschätzung

Für den Standort Tiefenbachtal war das Modell $\{\phi(\cdot)p(g+t)pent(g\cdot t)N(g)\}$ am besten geeignet, während für den Standort Frickenhausen sich das Modell $\{\phi(\cdot g)p(g\cdot t)pent(g\cdot t)N(g)\}$ als zweckmäßig erwies. Für den Standort Tiefenbachtal berechnete POPAN im Programm MARK unter Annahme konstanter Fangwahrscheinlichkeit eine Populationsgröße von 69 Individuen, bei einem Standardfehler von 7. Die minimale Anzahl an Individuen lag bei 39 Tieren, wobei die maximale Anzahl bei 98 Tieren lag.

Für den Standort Frickenhausen wurde eine Populationsgröße von 13 Individuen berechnet. Der Standardfehler lag hier bei 0,5. Als minimale Anzahl an Individuen wurden 11 Tiere berechnet, als maximale Anzahl an Individuen 16 Tiere.

Die Populationsgrößenschätzung der Mauereidechsen im Tiefenbachtal ergab durch das langsame Abschreiten und der Verwendung des Korrekturfaktors von LAUFER (1998) (Ergebnis des Abschreitens = 48 adulte Tiere, multipliziert mit 4) eine Populationsgröße von 192 Individuen.

4.4 Aktionsräume und kumulierte Distanzen

Für die Berechnung der mittleren Größe der Aktionsräume der Zauneidechsen im Tiefenbachtal konnten neun Individuen (5 ♀, 4 ♂) herangezogen werden, die mindestens zweimal wiedergefangen wurden. Die mittlere Größe der Aktionsräume aller Individuen betrug 14 m² (Bereich: 2 bis 39 m²) bei einer mittleren Anzahl von 5,22 Wiederfinden pro Individuum. Die mittlere Größe der Aktionsräume der Weibchen betrug 13 m², die der Männchen 14 m². Für die Berechnung der mittleren kumulierten Distanzen konnten 12 Individuen für den Standort Tiefenbachtal herangezogen werden, die mindestens zweimal wiedergefangen wurden. Im Mittel wurden von den Individuen Distanzen von 31,5 m zurückgelegt (Bereich: 5 bis 166 m, Standardabweichung: 43,83).

Für die Berechnung der mittleren Größe der Aktionsräume der Zauneidechsen in Frickenhausen wurden fünf Individuen (3 ♀, 2 ♂) herangezogen, die mindestens zweimal wiedergefangen wurden. An diesem Standort lag die mittlere Größe der Aktionsräume mit 348 m² (Bereich: 22 bis 1107 m²) deutlich über der Größe der Aktionsräume im Tiefenbachtal. Die mittlere Größe der Aktionsräume der Weibchen lag mit 204 m² unter der Aktionsraumgröße der Männchen mit 564,5 m². Für sechs Individuen konnten in Frickenhausen kumulierte Distanzen berechnet werden, die im Mittel mit 82 m ebenfalls über den zurückgelegten Distanzen im Tiefenbachtal lagen (Bereich: 22 bis 1107 m, Standardabweichung: 74,23).

Für den nördlichen Bereich der Untersuchungsflächen im Tiefenbachtal wurden beispielhaft die Aktionsräume von einzelnen Zauneidechsen Männchen und Weibchen sowie die Fundpunkte der Mauereidechsen in ArcGIS in Form von Polygonen und Punkten erstellt. Abbildung 21 zeigt, dass die Aktionsräume sowohl von Zauneidechsen Männchen als auch Weibchen, stark mit den Fundpunkten der Mauereidechsen überlappen. Eine Berechnung der Aktionsräume und kumulierter Distanzen für die Mauereidechse war aufgrund der fehlenden Individualzuordnung nicht möglich.



Abbildung 21: Aktionsräume von Zauneidechsen und Fundpunkte der Mauereidechsen im Tiefenbachtal: Dargestellt sind männliche Zauneidechsen (blaue Polygone), weibliche Zauneidechsen (rote Polygone) und Fundpunkte der Mauereidechsen (gelbe Dreiecke, Geschlechter nicht bestimmt)

4.5 Rückentemperatur, Korrelation von Logger- und Körpertemperatur

Die Messung der Rückentemperatur der Eidechsen mittels Infrarotmessgerät ergab, dass die Mauereidechsen insgesamt im Durchschnitt eine höhere Rückentemperatur aufwiesen als die

Zauneidechsen. Die Mauereidechsen erreichten eine mittlere Temperatur von 29,48 °C (Standardfehler: 5,79), während die Zauneidechsen im Tiefenbachtal 25,55 °C (Standardfehler: 4,16) und in Frickenhausen 26,17 °C (Standardfehler: 4,13) aufwiesen (siehe Abbildung 22).

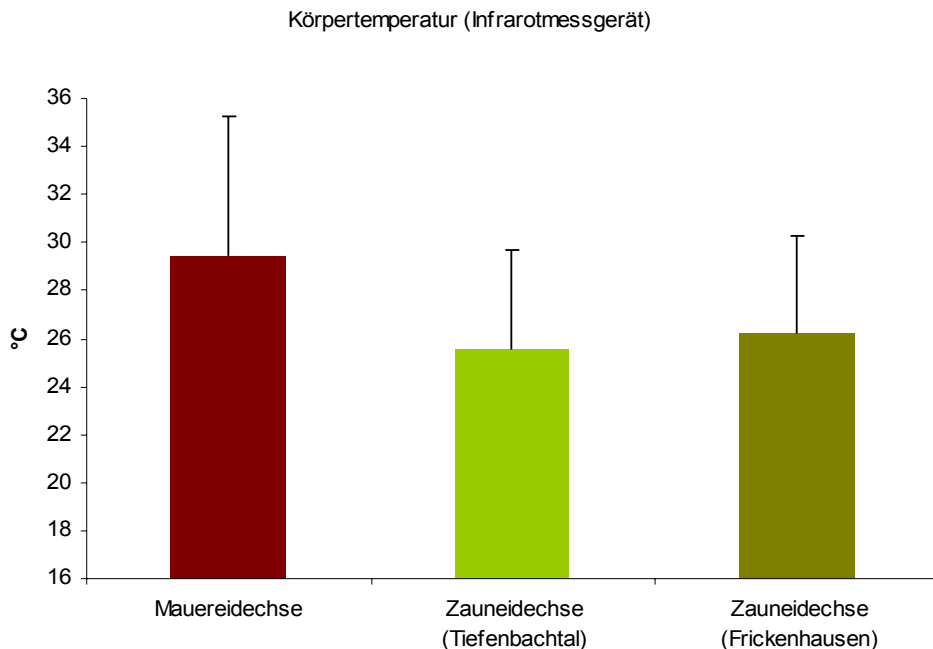


Abbildung 22: Ergebnisse Messung der Körpertemperatur beider Arten

Die Rückentemperaturen der Zauneidechsen im Tiefenbachtal unterschieden sich nicht signifikant von den Rückentemperaturen, die in Frickenhausen erreicht wurden (T-Test, einseitig, $df = 49$, $P = 0,240$).

Ein Auftragen der Loggertemperatur und der Körpertemperatur von Individuen beider Arten in unmittelbarer Umgebung mittels Microsoft Excel zeigte, dass die Körpertemperatur der Mauereidechsen mit etwa 2 °C signifikant über der durch die Logger gemessenen Umgebungstemperatur lag. Dagegen entsprach die Körpertemperaturen der Zauneidechsen sowohl im Tiefenbachtal als auch in Frickenhausen in etwa der der Umgebungstemperatur oder lag sogar leicht darunter (siehe Abbildung 23). Der gepaarte T-Test zwischen Logger- und Körpertemperatur der Zauneidechsen in Frickenhausen ergab: $t = -0,33$, $df = 24$, $P = 0,742$ (keine Signifikanz). Für denselben Test der Zauneidechsen im Tiefenbachtal: $t = 1,03$, $df = 27$, $P = 0,312$ (keine Signifikanz) und für die Mauereidechsen im Tiefenbachtal: $t = -2,47$, $df = 23$, $P = 0,021$ (Signifikanz). Eine geschlechtsspezifische Untersuchung der Korrelation von Logger- und Körpertemperatur war nicht möglich, da der Stichprobenumfang hierfür nicht ausreichte.

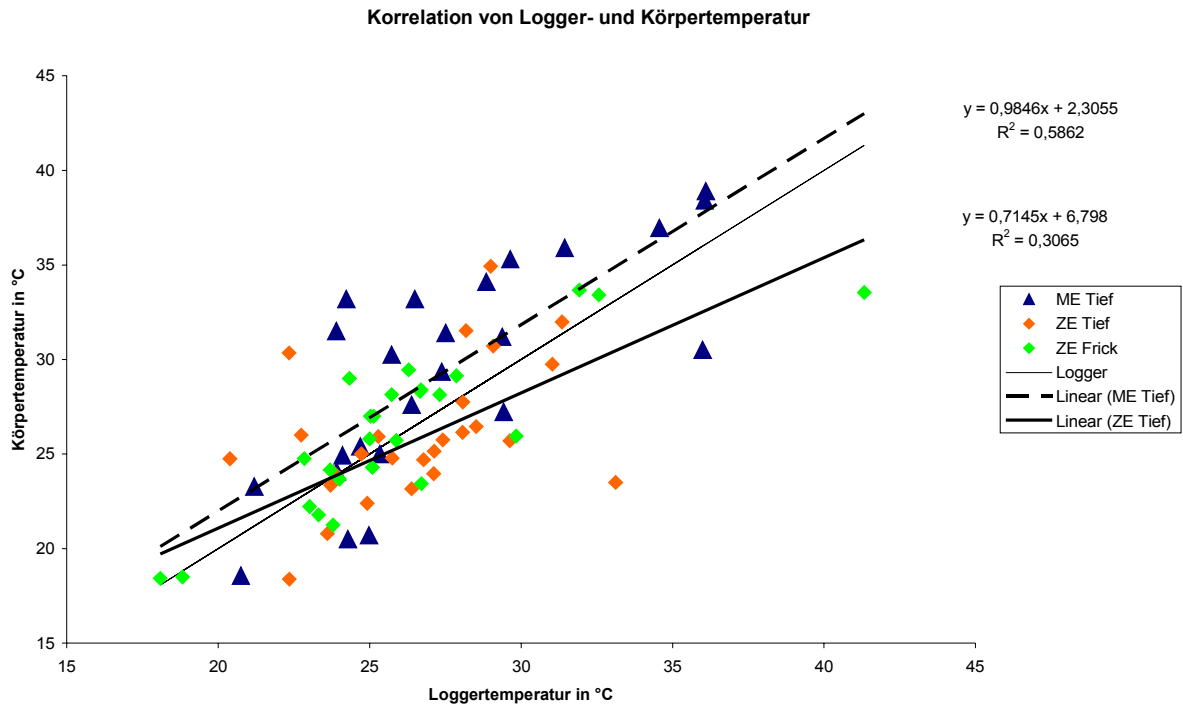


Abbildung 23: Korrelation von Loggertemperatur und Körpertemperatur beider Arten an beiden Standorten. (ME = Mauereidechse, ZE = Zauneidechse, Tief = Tiefenbachtal, Frick = Frickenhausen)

4.6 Substratwahl

In der Wahl des Substrats unterscheiden sich Mauereidechse und Zauneidechse im Tiefenbachtal auf den ersten Blick recht deutlich. Die Mauereidechse hielt sich von 121 Beobachtungen in 78 Fällen auf Totholz und in 38 auf Offenboden auf. Nur dreimal wurde sie auf Stein und einmal auf Vegetation erfasst. Die Zauneidechse im syntopen Vorkommen zeigte in 113 Gesamtbeobachtungen eine gleichmäßigere Verteilung: 42 Mal wurde sie auf Totholz, 38 Mal auf Stein, 23 Mal auf Vegetation und 10 Mal auf Offenboden beobachtet. Im allotopen Vorkommen wurde für die Zauneidechse folgendes festgestellt: Von 135 Gesamtbeobachtungen konnte sie in 56 Fällen auf Vegetation, in 45 Fällen auf Totholz, in 27 Fällen auf Offenboden und in sieben Fällen auf Stein beobachtet werden. Eine Übersicht hierzu bietet Abbildung 24.

Diese Ergebnisse müssen allerdings unter Berücksichtigung der Verfügbarkeit der Substrate gesehen werden (siehe Nischenüberlappung in der Substratwahl). Für den Standort Tiefenbachtal gab es folgende Verteilung: Offenboden 15%, Stein 1%, Totholz 5% und Vegetation 79%. Für Frickenhausen war der Anteil an Offenboden 10%, Stein 5%, Totholz 7% und Vegetation 78%.

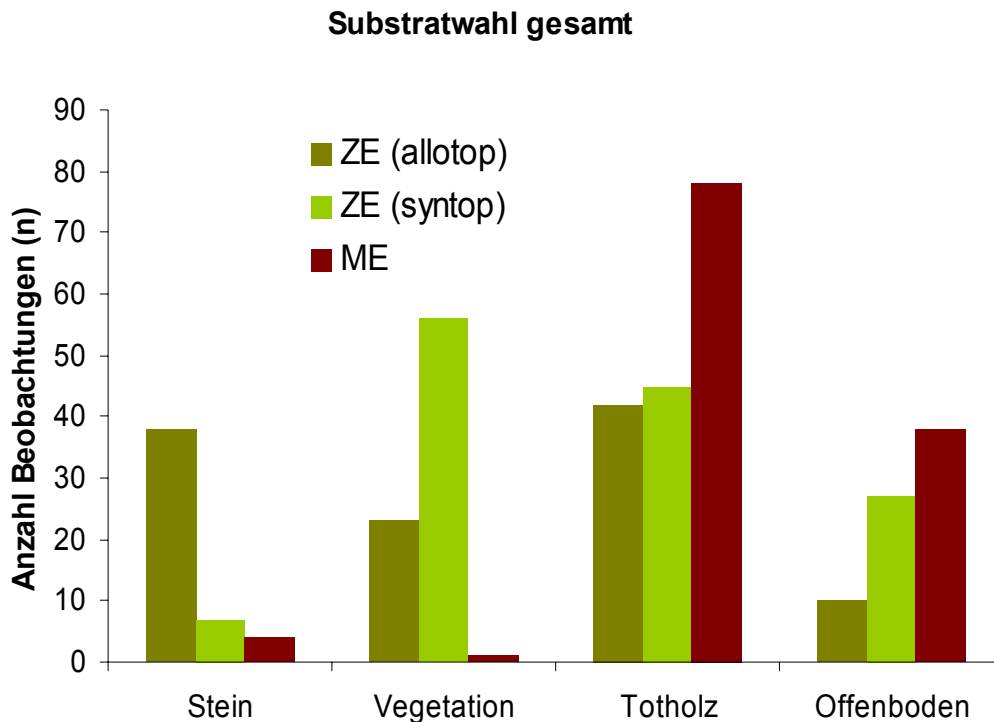


Abbildung 24: Ergebnisse der Substratwahl beider Arten (ZE = Zauneidechse, ME = Mauereidechse)

Wenn man die Ergebnisse nach Standorten und Geschlechtern getrennt betrachtet, fällt auf, dass sich die Mauereidechsen-Weibchen fast ausschließlich auf Totholz aufhielten (83,3%). Offenboden und Stein spielten mit jeweils 8,3% eine untergeordnete Rolle. In der Vegetation wurde sogar keine weibliche Mauereidechse erfasst. Die Mauereidechsen Männchen hielten sich dagegen hauptsächlich auf zwei Arten von Substrat auf: In 56,5% der Fälle auf Totholz und in 41,2% der Fälle auf Offenboden. Auf Stein oder Vegetation hielten sie sich mit jeweils 1,2% kaum auf.

Im Tiefenbachtal (siehe Abbildung 25) hielten sich die Zauneidechsen-Weibchen fast zur Hälfte (48,7%) der Beobachtungen auf Vegetation auf. Bei 23,7% der Erfassungen befanden sie sich auf Offenboden, gefolgt von 18,4% auf Totholz und 9,2% auf Stein. Im Gegensatz dazu konnten die Zauneidechsen Männchen in fast der Hälfte der Beobachtungen (52,5%) auf Totholz erfasst werden. Die Vegetation wurde mit 32,2% dem Offenboden mit 15,2% bevorzugt. Stein wurde von den Männchen gänzlich gemieden (keine Beobachtung).

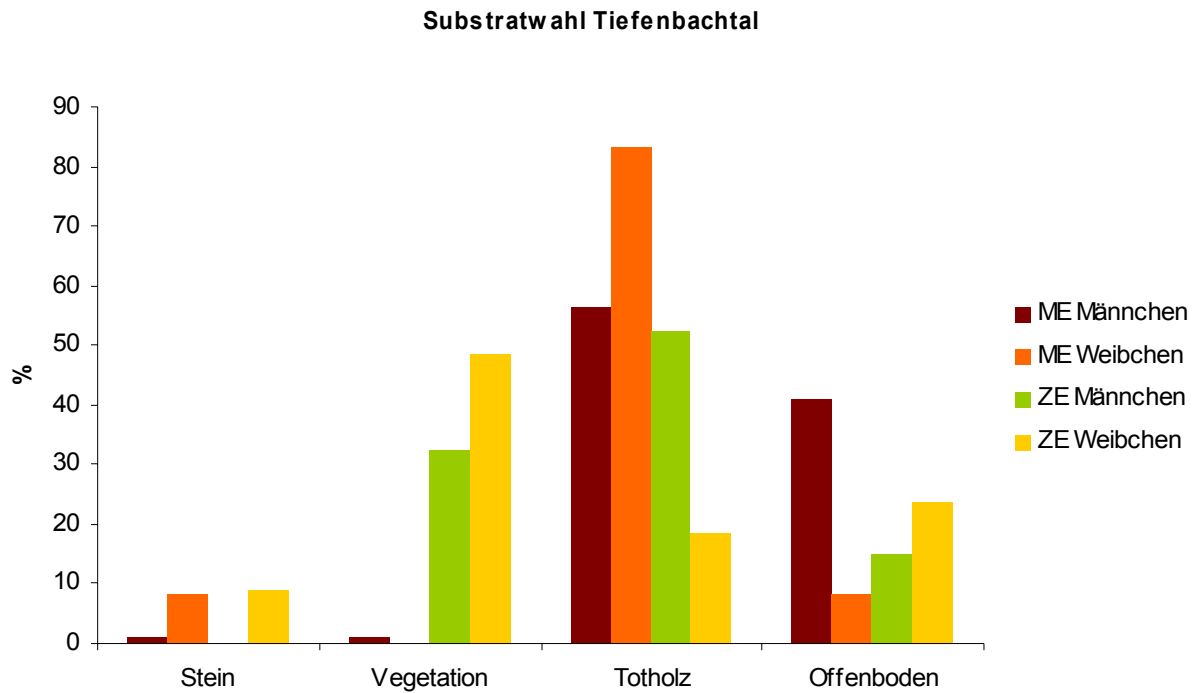


Abbildung 25: Ergebnisse der Substratwahl im Tiefenbachtal (ME = Mauereidechse, ZE = Zauneidechse)

Abbildung 26 verdeutlicht, dass bei dem Standort Frickenhausen die Zauneidechsen-Männchen am häufigsten auf Totholz zu finden waren (70,6% aller Erfassungen). Auf Vegetation hielten sie sich in 17,6% aller Beobachtungen auf. Während kein Männchen auf Offenboden beobachtet werden konnte, waren sie mit 11,8% auf Stein anzutreffen. Die Weibchen zeigten eine recht gleichmäßige Verteilung in ihrer Substratwahl.

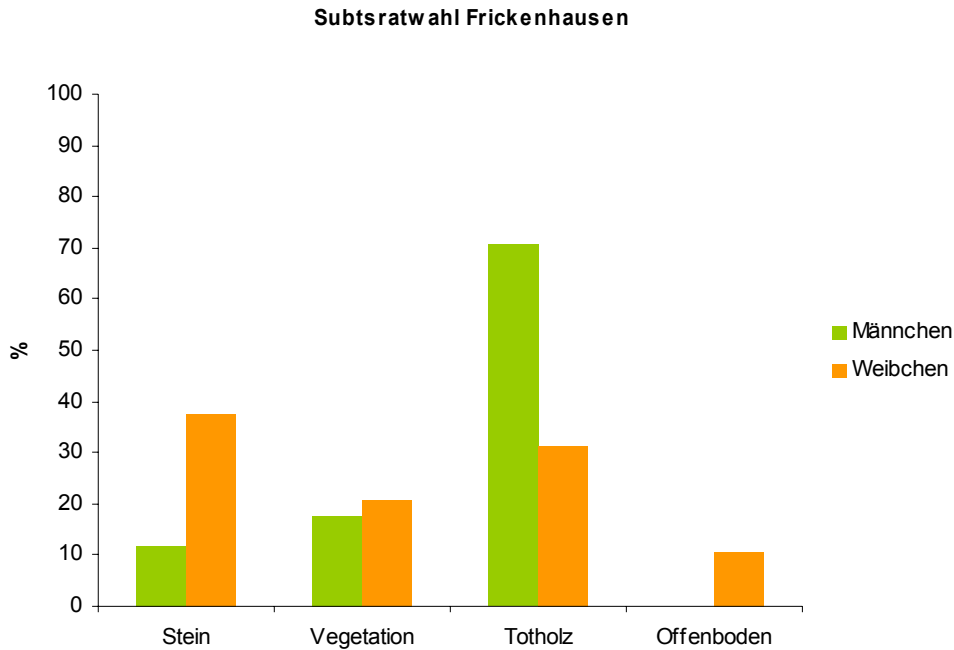


Abbildung 26: Ergebnisse der Substratwahl in Frickenhausen

Nischenüberlappung in der Substratwahl

Als Grundlage der Untersuchungen von Nischenüberlappungen mit dem Programm EcoSim dienten die Mittelwerte an Sichtungen von Individuen auf verschiedenen Substraten an den jeweiligen Standorten. Zuerst wurde die Nischenüberlappung der Zauneidechsen in ihrer Substratwahl im Tiefenbachtal und in Frickenhausen verglichen, wobei die verschiedenen Substrate nach ihrer Verfügbarkeit in den Lebensräumen gewichtet wurden:

1. Tiefenbachtal: Offenboden 15%, Stein 1%, Totholz 5% und Vegetation 79%.
2. Frickenhausen: Offenboden 10%, Stein 5%, Totholz 7% und Vegetation 78%.

Durch diese Wichtung ergab sich eine Überlappung von 53,7% in der Substratwahl der allotopen und syntopen Zauneidechsen (keine Signifikanz).

Betrachtet man die Nischenüberlappung der Mauereidechsen im Tiefenbachtal und der Zauneidechsen in Frickenhausen wird eine Überlappung von 54,9% (keine Signifikanz) sichtbar.

Unter Berücksichtigung der Verfügbarkeit der unterschiedlichen Substrate im Tiefenbachtal (Wichtung) war die Überlappung der Substratwahl zwischen beiden Arten mit 86,1% signifikant größer als erwartet.

Generell sind die Unterschiede zwischen den Standorten größer als zwischen den beiden Arten. Die hohe Überlappung der Substratwahl bei syntopem Vorkommen im Tiefenbachtal zeigt, dass sich beide Arten die Aufenthaltsbereiche teilen und direkt aufeinander treffen. Schließlich wurde eine Trennung der Nischenüberlappung bezüglich der Geschlechter durchgeführt. Zunächst wurden Zaun- und Mauereidechsen im Tiefenbachtal untersucht. Bei den Männchen ergab sich eine wesentlich höhere Überlappung von 92%, als bei den Weibchen (52%). Beim geschlechtsspezifischen Vergleich der Zauneidechsen im Tiefenbachtal und Frickenhausen konnte eine Überlappung von 69% bei den Männchen und 62% bei den Weibchen festgestellt werden. Mit Ausnahme der Zauneidechsen-Weibchen an jeweils beiden Standorten zeigten die Geschlechter beider Arten an beiden Standorten eine signifikant höhere Nischenüberlappung als erwartet. Die Zauneidechsen-Weibchen scheinen eine zufällige Verteilung zu besitzen, wohingegen speziell die Zaun- und Mauereidechsen-Männchen im Tiefenbachtal eine sehr hohe Überlappung (92%) in ihrer Substratwahl besitzen und damit eine hohe Antreffwahrscheinlichkeit haben (siehe Tabelle 4)

Tabelle 4: Nischenüberlappung der Substratwahl beider Arten an beiden Standorten nach Geschlechtern getrennt: Orange Markierung: signifikant höher als erwartet, weiße Markierung: keine Signifikanz. (ZE = Zauneidechse, ME = Mauereidechse, Frick = Frickenhausen, Tief = Tiefenbachtal, W = Weibchen, M = Männchen)

gewichtet	ZE_M_Frick	ZE_W_Frick	ME_M_Tief	ME_W_Tief	ZE_M_Tief	ZE_W_Tief
ZE_M_Frick		0.61	0.7	0.86	0.69	0.5
ZE_W_Frick			0.5	0.59	0.45	0.62
ME_M_Tief				0.82	0.92	0.56
ME_W_Tief					0.77	0.52
ZE_M_Tief						0.55
ZE_W_Tief						

4.7 Verhalten

Tabelle 5 zeigt den Anteil (in %) der einzelnen Aktivitäten von Zaun- und Mauereidechse beider Standorte gemessen an ihrem Gesamtverhalten während des Beobachtungszeitraumes. Auffällig ist, dass die Mauereidechse insgesamt weniger Zeit ins Sonnen investierte als die Zauneidechse und insgesamt einen größeren und schnelleren Wechsel an Verhaltensweisen zeigte. Auch war die Mauereidechse scheuer und flüchtete häufiger. Während sowohl Zaun- als auch Mauereidechse im Tiefenbachtal selten oder nie beim Jagen und Fressen beobachtet wurden, konnte die Zauneidechse in Frickenhausen dabei relativ häufig erfasst werden. Bei einer Erfassung am 17.08. konnte ein Zauneidechsen-Weibchen über die gesamte Aufnahmezeit bei der Jagd und beim Fressen beobachtet werden. Zuerst wühlte sie ein Ameisennest auf und jagte die ausschwärmenden Ameisen. Sie beschränkte sich dabei jedoch

auf die geflügelten Exemplare und fraß insgesamt 11 von ihnen. In dieser Aufnahmezeit war die Zauneidechse sehr aktiv und vollzog häufige Positionswechsel.

Tabelle 5: Verhaltensweisen beider Arten an beiden Standorten (ME = Mauereidechse, ZE = Zauneidechse, TI = Tiefenbachtal, FR = Frickenhausen). Zeitlich bedeutsame Aktivitäten sind grau hinterlegt.

	ME	ZE (TI)	ZE (FR)
sonnen	68,84	84,47	82,61
Flucht	10,01	6,31	3,08
fressen	0,6	/	5,82
sondieren	3,57	1,19	/
treteln	5,95	/	/
verjagen	0,89	0,6	/
versteckt	0,79	0,36	/
wird verjagt	1,31	0,6	/
züngeln	/	0,69	/
Ortswechsel	1,19	/	/
Kampf	0,6	/	/
jagen	1,19	3,73	8,48

4.8 Interaktionen

Von insgesamt fünf beobachteten Interaktionen (intra- als auch interspezifisch) von Zauneidechsen, fanden drei interspezifisch statt. Dagegen konnten von zehn beobachteten Interaktionen (inner- als auch zwischenartlich) von Mauereidechsen nur eine mit Zauneidechsen beobachtet werden.

Die zwischenartlichen Interaktionen beschränkten sich bis auf zwei Ausnahmen auf das Sonnen mit Abstand. Die Distanz zwischen beiden Arten variierte dabei zwischen 5 und 20 cm. Außerdem konnte eine gewisse Zurückhaltung der Mauereidechsen festgestellt werden, wenn ein beliebter Platz zum Sonnen bereits von einer Zauneidechse besetzt war. Die Mauereidechsen suchten sich andere Plätze, anstelle einen Konflikt einzugehen. Dagegen gingen sie diesen Konflikt eher ein, wenn der Sonnenplatz von einer anderen Mauereidechse besetzt war.

In einem Fall konnte außerhalb einer halbstündigen Erfassung beobachtet werden, wie ein Mauereidechsen-Männchen ein Zauneidechsen-Weibchen von einer vegetationsfreien, sonnenbeschienenen Fläche am Hang des Grabensystems verjagte. Kurze Zeit später geschah das Selbe umgekehrt. Eine weitere Ausnahme war die Beobachtung von einem Zauneidechsen-Weibchen und einem Mauereidechsen-Männchen, die beide in dasselbe Erdloch flüchteten, sodass es zum Körperkontakt kam. Innerartlich waren territoriale oder „feindselige“ Interaktionen wesentlich häufiger als zwischenartlich zu beobachten. Besonders bei den Mauereidechsen kam es häufiger zum Verjagen und vereinzelt zu Kämpfen. Die

folgende Fotostrecke (Abbildung 27) zeigt ausgewählte innerartliche und zwischenartliche Interaktionen von beiden Standorten.



Abbildung 27: Fotostrecke beobachteter Interaktionen: Ausgenommen F: Sonnen mit Abstand (A: innerartlich Mauereidechsen, I: innerartlich Zauneidechsen; B,C,D,E,G,I: zwischenartlich). F: Körperkontakt zwischen Zauneidechsen-Weibchen und Mauereidechsen-Männchen infolge von Flucht

5 Diskussion

Nischenüberlappung beider Arten bei syntopem Vorkommen

Um der Grundfrage dieser Arbeit nach dem Einfluss der eingeschleppten Mauereidechsen auf die räumliche Verteilung und die Habitatwahl der heimischen Zauneidechsen nachzugehen, wurden verschiedene Hypothesen formuliert. Die erste Hypothese ging der Frage nach, ob beide Arten bei sympatrischem Vorkommen um Ressourcen (Substratwahl, Temperatur) in ihrer Habitatwahl im Tiefenbachtal konkurrieren. Ich nahm an, dass die räumliche Verteilung der Arten bei sympatrischem Vorkommen nicht zufällig ist und eine starke Überlappung aufweist.

Die Auswertung der mittels GPS-Gerät erfassten Fundpunkte ließ ein geklumpstes Vorkommen sowohl der Zaun- als auch der Mauereidechse im Tiefenbachtal erkennen. Die sehr hohen Dispersionsindex-Werte bestätigte die zuvor vermutete Klumpung der Arten. Auch der Chi²-Test untermauerte dies, wobei die Mauereidechse signifikant geklumpfter vorkam. Diese Klumpung ist vermutlich abhängig von der Verfügbarkeit bevorzugter schnell erwärmbare Substrate, wie Holz oder Stein. Zudem könnten auch die höheren Abundanzwerte (vgl. Tabelle 1) sowie das ausgesprochene Sozialverhalten der Mauereidechse, welches Familienstrukturen und Territorialität (WEBER 1957) umfasst, zu einer stärkeren Klumpung im Vorkommen der Art beitragen. Die konservativ geschätzte Populationsgröße der Mauereidechse war im Tiefenbachtal mit 192 Individuen um ein Vielfaches höher als die berechnete Populationsgröße der Zauneidechsen (69 Ind.). Die Auswertung der räumlichen Nischenüberlappung durch das Programm EcoSim war mit 43,2% ($P = 0,017$) größer als erwartet. Dies kann bedeuten, dass beide Arten ähnliche Habitatpräferenzen besitzen oder aber keine großen Wahlmöglichkeiten haben und die begrenzten günstigen Bereiche besiedeln, sodass entweder eine Konkurrenzsituation oder aber eine Koexistenz entsteht. Letztlich ist eine Konkurrenz-, bzw. Koexistenzsituation abhängig von den verfügbaren Ressourcen im Lebensraum von Arten. Ein Modell, das Aussagen über interspezifische Konkurrenz und den Ausgang von Konkurrenzbeziehungen erlaubt, ist das Lotka-Volterra-Modell. Es berücksichtigt die Größe der beiden Populationen sowie die jeweiligen Kapazitäten und Vermehrungsraten. Bestimmte Kombinationen verursachen das Anwachsen der einen Population bei gleichzeitigem Abnehmen der anderen Population. Dies konnte MOLE (2008) bei Untersuchungen in Dorset/England feststellen: Die heimische Waldeidechsenpopulation nahm in einem Zeitraum von 5 Jahren ab, während die Populationsgrößen der eingeschleppten Mauer- und Smaragdeidechsen anstiegen. Es kann

vorkommen, dass beide Arten einen geringeren Konkurrenzdruck auf die jeweils andere Art als auf sich selbst ausüben. Dies würde geschehen, wenn es zwischen beiden Arten eine Nischendifferenzierung gäbe. Jede Art würde innerhalb ihrer Nische die stärkste Konkurrenz ausüben. Das Ergebnis dieser Konkurrenz ist die stabile Koexistenz. Das Gegenteil hierzu würde bedeuten, dass die Individuen beider Arten stärker mit der jeweils anderen Art als untereinander konkurrieren. Dies kann nur zu zwei stabilen Zuständen führen: Die eine Art erreicht ihre Kapazität und die andere Art stirbt aus oder umgekehrt. Beide Arten können die jeweils andere vollständig verdrängen. Welche dies tut, lässt sich nicht voraussagen, da Ausgangsdichten und Schwankungen der Populationsdichten eine wichtige Rolle spielen (TOWNSEND et al. 2003).

Die beispielhaft erstellten Polygone der Aktionsräume von einigen Zauneidechsen im Tiefenbachtal machen deutlich, dass die Mauereidechsen sich direkt in den Aktionsräumen der Zauneidechsen befinden, sodass eine starke Überlappung der räumlichen Verteilung entsteht.

Ein genauerer Blick auf die Ressource "Sonnenplatz - Aufenthaltsort", beschrieben durch die Substratwahl beider Arten im Tiefenbachtal, zeigte bei der deskriptiven Auswertung zunächst eine starke Trennung, die Analyse mit EcoSim ermittelte dann allerdings eine sehr hohe Überlappung in der Substratwahl, die größer war als erwartet. Demnach sind sich die Zaun- und Mauereidechsen bei syntopem Vorkommen sehr ähnlich in ihrer Nutzung von Sonnenplätzen und Aufenthaltsorten. Durch die eher begrenzte Anzahl an geeigneten Sonnenplätzen, wie Totholz, Gestein etc. im Tiefenbachtal, könnte es zu einer Konkurrenzsituation in der Thermoregulation beider Arten kommen.

Die Annahme, dass *Podarcis muralis* höhere Temperaturen bevorzugt und sich exponierter auf offenen Strukturen wie Totholz oder Gestein sonnt, während *Lacerta agilis* auch Vegetation mit einbezieht, kann zum einen durch die Korrelation von Körper- und Umgebungstemperatur und zum anderen durch die deskriptive Auswertung der Substratwahl bestätigt werden. Die Mauereidechse konnte sich gemessen an den Gesamtaktivitäten kürzer und effektiver. So erreichte sie höhere stetig über der Umgebungstemperatur liegende Rückentemperaturen als die Zauneidechse, deren Rückentemperatur im Durchschnitt etwa der Umgebungstemperatur entsprach. Dies könnte mit der Anatomie der Mauereidechse im Zusammenhang stehen, da sie sich aufgrund ihrer geringeren Körpermasse und ihres abgeflachten Körperbaus schneller erwärmt und früher und flexibler eine Reihe von Verhaltensweisen (z.B. Jagen) zeigen kann. Auch zeigte die Mauereidechse einen nicht so stark ausgeprägten bimodalen Aktivitätszyklus wie die Zauneidechsen und konnte selbst an

warmen, sonnigen Tagen zur Mittagszeit gefunden werden, während keine Zauneidechse zu sehen war. Der bimodale Aktivitätszyklus der Zauneidechsen wurde bereits in einigen Studien untersucht. So konnten HOUSE (1980, in BLANKE 2004) in England und SAINT GIRONS (1976, in BLANKE 2004) in Frankreich an heißen Sommertagen nur bis etwa 10:00 Uhr Zauneidechsen finden und erst nachmittags wieder Aktivitäten dieser Art feststellen. Der Vergleich von Frickenhausen (allotop) und Tiefenbachtal (syntop) zeigte im Sonnenverhalten und in den erreichten Körpertemperaturen der Zauneidechsen keine Unterschiede, sodass es keinen direkten Beleg für eine negative Beeinflussung der Thermoregulation der Zauneidechse seitens der Mauereidechse gibt. Die deskriptive Auswertung machte deutlich, dass die Mauereidechse eher Holz zum Sonnen bevorzugt, während die Zauneidechse auch die Vegetation mit einbezieht.

Während beide Arten durchaus um Sonnenplätze konkurrieren könnten, ist trotz ihrer ähnlichen Präferenzen für Insekten (BLANKE 2004, SCHULTE 2008) nicht davon auszugehen, dass die Nahrungsverfügbarkeit eine limitierende Ressource darstellt. Laut SCHULTE et al. (2008) gibt es eine gewisse Trennung der beiden Arten bezüglich der Nahrungsaufnahme, da die schnelle, bewegliche und gut kletternde Mauereidechse einen Vorteil bei der Jagd gegenüber der massigeren und langsameren Zauneidechse besitzt. Diese ist allerdings durch ihren Größenvorteil und damit auch ihrer höheren Beißkraft in der Lage, größere und härtere Beute zu verwerten. Dagegen könnte die Verfügbarkeit von Eiablageplätzen möglicherweise einen Konkurrenzfaktor darstellen.

Unterscheidet sich die Habitatwahl der Zauneidechse unter An- und Abwesenheit der Mauereidechse?

Die Frage, ob sich die Habitatwahl und räumliche Verteilung der Zauneidechsen unter An- und Abwesenheit der Mauereidechse unterscheiden und ob es zum Habitatwechsel im Tiefenbachtal kommt, lässt sich nicht abschließend beantworten. Die Überlappung der Substratwahl von Zaun- und Mauereidechse im Tiefenbachtal ist zwar signifikant höher als erwartet, ein Habitatwechsel seitens der Zauneidechse ist im Vergleich zum unbeeinflussten Vorkommen in Frickenhausen allerdings nicht zu erkennen. Dagegen zeigen die Ergebnisse des Dispersionsindex eine vergleichbar stärkere Aggregation der Zauneidechsen-Fundpunkte im syntopen Vorkommen als in Frickenhausen. Eine starke Aggregation kommt im Tiefenbachtal hauptsächlich bei Habitatinseln vor, wie z. B. dem Reisighaufen. Die Aggregation ist hier eher auf mangelnde Alternativen an günstigen Mikrohabitaten (vor allem

Sonnenplätzen und Versteckplätzen in unmittelbarer Umgebung) zurückzuführen, zumal hier auch Mauereidechsen aggregiert vorkommen.

Bei bisherigen Beobachtungen zur Sympatrie beider Arten von FRITZ (1987) wurden zwar *P. muralis* und *L. agilis* in einem Habitat angetroffen, interspezifische Rivalitäten konnten jedoch nicht festgestellt werden, da sie unterschiedliche Mikrohabitatbereiche besiedeln (siehe 3.2). Der Autor konnte des Weiteren keine starken *L. agilis*-Bestände in der Nähe von *P. muralis*-Populationen antreffen, wobei er auf eine gewisse Dominanz der Mauereidechse schließt. Dagegen beobachtete BENDER (pers. Mitteilung in DEICHSEL & GIST 2001) eine Art übergreifenden Aggressivität in einzelnen Interaktionen von *P. muralis* mit *L. agilis*.

Die Voraussetzungen der in dieser Arbeit untersuchten Populationen sind dagegen andere. Durch die Einschleppung und durch das beschränkte Ressourcenangebot des Biotops im Tiefenbachtal ist ein räumliches Ausweichen einer der beiden Arten nicht möglich. Dadurch bedingt wurde vermutet, dass es häufiger zu zwischenartlichen Interaktionen kommen wird, wobei die Hypothese aufgestellt wurde, dass aggressive Interaktionen vorwiegend von Seiten der territorialeren *P. muralis* ausgehen. Die Beobachtungen dieser Untersuchung bestätigen dies nicht. Es kam häufiger zu innerartlichem Kontakt zwischen Mauereidechsen als zu zwischenartlichen Interaktionen mit den Zauneidechsen. Dies ist vermutlich durch die unterschiedlichen Individuendichten (*P. muralis*: 73,1 Ind./ha, *L. agilis*: 26,3 Ind./ha jeweils im Tiefenbachtal) beider Arten bedingt. Die Mauereidechse trifft durch ihre höhere Dichte öfter auf Artgenossen und interagiert dementsprechend häufiger innerartlich. Ein generell aggressives Verhalten der Mauereidechsen gegenüber den Zauneidechsen konnte nicht bestätigt werden. Die häufigsten Interaktionen waren Sonnen mit Abstand.

Die Mauereidechsen zeigten sich wesentlich häufiger aggressiv gegenüber ihren Artgenossen, als gegenüber den Zauneidechsen.

Ausblick

Diese vorliegende Arbeit stellt die erste Untersuchung des Einflusses von eingeschleppten Mauereidechsen auf heimische Zauneidechsen in Deutschland dar. Es konnten einige Versuche erfolgreich durchgeführt werden, sodass eine zufrieden stellende Menge an Erkenntnissen gewonnen werden konnte. Dennoch ist die Vielfalt möglicher weiterer Versuche in diesem Gebiet noch lange nicht erschöpft. Anschließende Untersuchungen könnten beispielsweise zu einem früheren Zeitpunkt im Jahr durchgeführt werden, an dem die

Eidechsen im Frühjahr gerade ihr Winterquartier verlassen oder die Paarungszeit beginnt. Dadurch wäre es evtl. möglich, eine höhere Anzahl an Individuen zu sichten, die näher an der wahren Populationsgröße liegen könnte. In dieser Zeit wäre auch die Territorialität beider Arten am größten, was zu weiteren Erkenntnissen bezüglich inner- und zwischenartlichen Interaktionen führen könnte.

Genauere Erkenntnisse zu den Aktionsräumen, kumulierten Distanzen und Wiederfangraten der Mauereidechsen könnten nur durch eine Individualerfassung, wie dies bei der Zauneidechse durchgeführt wurde, gewonnen werden. Dies wäre mit einem wesentlich höheren Arbeitsaufwand verbunden (Fangen der Tiere, Individualmarkierung oder fotografische Erfassung der Halsschilde), die von einer Person allerdings nicht zu bewältigen wäre. Eine zweite Person wäre sicher auch generell hilfreich bei der Durchführung aller Versuche. So könnte die Begehung der Untersuchungs- und Referenzfläche parallel im täglichen Wechsel der beiden Personen erfolgen. Dadurch würden Standardfehler (z. B. Standardrouten bei der Begehung) verringert werden und größere Datenmengen in kürzerer Zeit erhoben werden. Um eine Vielzahl an Variablen auszuschließen, deren Einfluss in Feldexperimenten generell schwierig zu deuten ist, wäre es zu überlegen, Terrarien- oder Enclosure-Experimente mit zuvor eingeholter Genehmigung zur Interaktion beider Arten durchzuführen. Eine vergleichbare Studie wurde im Rahmen einer Masterarbeit 2004 von BERTRAM (2004) in Kanada durchgeführt. Sie stellte im Labor fest, dass die heimische Nördliche Krokodilschleiche (*Elgaria coerulea*) nicht die Orte meidet, die mit dem Geruch der invasiven Mauereidechse (*Podarcis muralis*) versehen waren. Dagegen vermieden beide Arten den direkten Kontakt mit der anderen Art. Es konnte außerdem kein aggressives Verhalten einer Art gegenüber der anderen festgestellt werden.

6 Zusammenfassung

Die Einschleppung und Ausbreitung gebietsfremder Arten gilt als eine wichtige Ursachen für den weltweiten Verlust an Biodiversität. Zu denen in Deutschland eingeschleppten Taxa gehören auch verschiedene genetische Linien der Mauereidechse (*Podarcis muralis*). Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, erstmals die Mikrohabitatnutzung, Aktivitätsmuster und Interaktionen heimischer Zauneidechsen (*Lacerta agilis*) unter An- und Abwesenheit eingeschleppter Mauereidechsen zu erfassen und zu vergleichen.

Die Untersuchung erfolgte in zwei frei lebenden Populationen (sympatrisches Vorkommen in Nürtingen und Referenzpopulation in Frickenhausen) im Zeitraum der Reproduktions- und Schlupfperiode beider Arten zwischen Ende Juni und Ende August 2011. Beide Flächen wurden im täglichen Wechsel begangen. Von beiden Arten wurden Positionsbestimmungen und halbstündige Beobachtungsprotokolle angefertigt. Die fotografische Erfassung aller Zauneidechsen ermöglichte die Berechnung von Populationsgrößen, Raumnutzung und Wiederfangraten. Die Rückentemperatur beider Arten sowie die Umgebungstemperatur wurden gemessen. Begleitend wurden die Substratwahl, die Aktivitäten sowie die Interaktionen zwischen beiden Arten dokumentiert und auf Nischenüberlappung getestet.

Die Analyse der räumlichen Verteilung der Zauneidechsen innerhalb des von Mauereidechsen unbeeinflussten und beeinflussten Vorkommens zeigte stärkere Aggregationen der Zauneidechsen bei sympatrischen Vorkommen. Die Überlappung der räumlichen Nischen beider Arten bei sympatrischem Vorkommen war signifikant größer als erwartet ($P = 0,017$). Dabei war die Mauereidechse signifikant stärker aggregiert als die Zauneidechse. Innerhalb des sympatrischen Vorkommens umfasste die Populationsgröße der Zauneidechsen 69 Individuen, wohingegen die geschätzte Populationsgröße für die Mauereidechse mit 192 Individuen deutlich höher lag. Die Aktionsräume beider Arten zeigten bei sympatrischem Vorkommen eine starke Überlappung. Die Körpertemperaturen der Mauereidechsen lagen mit etwa 2 °C signifikant über der Umgebungstemperatur, wohingegen die Körpertemperaturen der Zauneidechsen an beiden Standorten etwa der Umgebungstemperatur entsprachen. Die Überlappung der Substratwahl zwischen Zaun- und Mauereidechsen im sympatrischen Vorkommen betrug 86,1%, und war signifikant größer als erwartet. Die Auswertung der Verhaltensbeobachtungen zeigte besonders in der Dauer des Sonnens einen Unterschied: Mauereidechsen sonnten sich kürzer und zeigten dadurch schneller und häufiger weitere Verhaltensweisen. Interaktionen konnten hauptsächlich bei den

Mauereidechsen innerartlich beobachtet werden. Zwischenartliche Interaktionen beschränkten sich bis auf wenige Ausnahmen auf Sonnen mit Abstand.

Die Annahme, dass die räumliche Verteilung der Arten bei sympatrischem Vorkommen nicht zufällig ist und eine starke Überlappung aufweist, konnte bestätigt werden. Die starke Überlappung (bzw. Klumpung) der Vorkommen ist von der limitierten Verfügbarkeit bevorzugter Substrate, den unterschiedlichen Abundanzwerten und dem Sozialverhalten abhängig. *P. muralis* zeigte ein effektiveres Thermoregulationsverhalten und erreichte höhere Körpertemperaturen. Das Thermoregulationsverhalten und die erreichten Körpertemperaturen der Zauneidechsen bei allotopem und syntopem Vorkommen unterschieden sich nicht, sodass es keinen Beleg für eine negative Beeinflussung der Thermoregulation durch die Mauereidechse gibt. Die Frage, ob sich die Habitatwahl und räumliche Verteilung der Zauneidechsen unter An- und Abwesenheit der Mauereidechse unterscheiden und ob es zum Habitatwechsel im Tiefenbachtal kommt, lässt sich nicht abschließend beantworten. Die Überlappung der Substratwahl von Zaun- und Mauereidechse im Tiefenbachtal ist zwar signifikant höher als erwartet, ein Habitatwechsel seitens der Zauneidechse ist im Vergleich zum unbeeinflussten Vorkommen in Frickenhausen allerdings nicht zu erkennen. Die Vermutung, es würde durch das beschränkte Ressourcenangebot bei syntopem Vorkommen zu verstärkten aggressiven zwischenartlichen Interaktionen kommen, bestätigte sich nicht.

7 Danksagung

Bedanken möchte ich mich für das Gelingen dieser Arbeit bei Axel Hochkirch, Michael Veith, Guntram Deichsel, Gabriel Werner, Manuel Werner, Ortwin Elle, Jessica Weyer, Jochen Hildenbrand, dem Planungsbüro Deuschle und besonders bei Ulrich Schulte sowie bei der Deutschen Gesellschaft für Herpetologie (DGHT), die durch den Hans-Schiemenz-Fonds für eine Finanzierung dieses Projektes sorgte.

8 Literaturverzeichnis

- ALLAN, G. M., PRELYPCHAN, C. J. & P. T. GREGORY (2006): Population profile of an introduced species, the common wall lizard (*Podarcis muralis*), on Vancouver Island, Canada. – Canadian Journal of Zoology 84: 51-57.
- BARTON, N. H. & G. M. HEWITT (1985): Analysis of hybrid zones. – Annual Review of Ecology and Systematics 16: 113–148.
- BENDER, C., HILDENBRANDT, H., SCHMIDT-LOSKE, K., GRIMM, V., WISSEL, C. & K. HENLE (1996): Consolidation of vineyards, mitigations, and survival of the common wall lizard (*Podarcis muralis*) in isolated habitat fragments. In: SETTELE, J., MARGULES, C. R. POSCHLOD, P. & K. HENLE (eds.). Species Survival in Fragmented Landscapes: 248-261. – Kluwer (Academic Publishers).
- BERTRAM, A. (2004): Ecology of the Introduced European Wall Lizard, *Podarcis muralis*, near Victoria, British Columbia. – Master of Science thesis, BNRS University College of the Cariboo, unbup.
- BISCHOFF, W. (1984): *Lacerta agilis* LINNAEUS 1758 – Zauneidechse. In: BÖHME, W. (Hrsg.): Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas, Band 2/I Echsen II (*Lacerta*): 23-68. – Wiesbaden (Aula).
- BLANKE, I. (1995): Untersuchungen zur Autökologie der Zauneidechse (*Lacerta agilis* L. 1758) im Raum Hannover, unter besonderer Berücksichtigung der Raum-Zeit-Einbindung. – Diplomarbeit Univ. Hannover, unveröff.
- BLANKE, I. (2004): Die Zauneidechse. – Bielefeld (Laurenti).
- BRANA, F. (1991): Summer activity and thermo-regulation in the wall lizard, *Podarcis muralis*. – Herpetological Journal 1: 544-549.

- BURKE, R. L., GOLDBERG, S. R., BURSEY, C. R., PERKINS, S. L. & P. T. ANDREADIS (2007): Depauperate parasite faunas in introduced populations of *Podarcis* (Squamata: Lacertidae) lizards in North America. – *Journal of Herpetology* 41: 755-757.
- DEICHSEL, G. & D. H. GIST (2001): On the origin of the common wall lizards *Podarcis muralis* (Reptilia: Lacertidae) in Cincinnati, Ohio. – *Herpetological Review* 32: 230-232.
- DEXEL, R. (1984): Untersuchungen zur Populationsökologie der Mauereidechse, *Podarcis muralis* (Laurenti 1768), im Siebengebirge. – Diplomarbeit Universität Bonn, unveröff.
- DOWIDEIT, D. (2006): Die Mauereidechse (*Podarcis muralis* Laurenti, 1768) im rechtsrheinischen Bonner Raum: Untersuchungen zur Häufigkeit, Ökologie und Gefährdung sowie Empfehlung entsprechender Schutzmaßnahmen. – Diplomarbeit Universität Bonn, unveröff.
- DÜRIGEN, B. (1897): Deutschlands Amphibien und Reptilien. – Magdeburg (Creutz).
<http://www.archive.org/stream/deutschlandsamph01dr#page/n3/mode/2up>. Abgerufen am 20.02.2012
- ELBING, K., GÜNTHER, R. & U. RAHMEL (1996): Zauneidechse – *Lacerta agilis* LINNAEUS 1758. In: GÜNTHER, R. (Hrsg.): Die Amphibien und Reptilien Deutschlands: 535-557. – Jena (Fischer).
- ENGELMANN, W.-E., FRITZSCHE, J. GÜNTHER, R. & F. J. OBST (1986): Lurche und Kriechtiere Europas. – Stuttgart (Enke).
- ENSERINK, M. (1999): Biological invaders sweep in. – *Science* 285: 1834-1843.
- FRITZ, K. (1987): Die Bedeutung der anthropogener Standorte als Lebensraum für die Mauereidechse (*Podarcis muralis*) dargestellt am Beispiel des südlichen Oberrhein- und des westlichen Hochrheintals. – Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 41: 427-462.
- GASC, J. P., CABELA, A., CRNOBRNJA-ISAILOVIC, J., DOLMEN, D., GROSSENBACHER, K., HAFFNER, P., LESCURE, J., MARTENS, H., MARTINEZ RICA, J. P., MAURIN, H., OLIVEIRA, M. E., SOFIANIDOU, T. S., VEITH, M. & A. ZUIDERWIJK (eds), 1997. Atlas of amphibians and reptiles in Europe. Collection Patrimoines Naturels, 29, Societas Europaea Herpetologica, Muséum National d'Histoire Naturelle & Service du Patrimoine Naturel, Paris, 496 pp.).
- GEITER, O., HOMMA, S. & R. KINZELBACH (2001): Bestandsaufnahme und Bewertung von Neozoen in Deutschland. Untersuchung der Wirkung von Biologie und Genetik ausgewählter Neozoen auf Ökosysteme und Vergleich mit den potenziellen Effekten gentechnisch veränderter Organismen. Umweltforschungsplan des Bildungsministeriums für

- Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. – Forschungsbericht 296 89 901/01, UBA-FB 000215.
- GOTELLI, N. J. & G. L. ENTSMINGER (2004): EcoSim: Null models software for ecology. Version 7. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear. Jericho, VT 05465.
<http://garyentsminger.com/ecosim/index.htm>.
- GRAMENTZ, D. (1996): Zur Mikrohabitatselektion und Antiprädationsstrategie von *Lacerta agilis* L., 1758 (Reptilia: Squamata: Lacertidae). – Zoologische Abhandlungen Staatliches Museum für Tierkunde Dresden 49: 83-94.
- GRUSCHWITZ, M. & W. BÖHME (1986): *Podarcis muralis* (Laurenti, 1768) – Mauereidechse - In: BÖHME, W. (Hrsg.): Handbuch der Reptilen und Amphibien Europas. Bd. 2/II: 155–208. – Wiesbaden (Aula).
- GÜNTHER, R., LAUFER, H. & M. WAITZMANN (1996): Mauereidechse – *Podarcis muralis* (Laurenti 1768). In: GÜNTHER, R. (Hrsg.): Die Amphibien und Reptilien Deutschlands: 600-617. – Jena (Fischer).
- HABERBOSCH, R. & G. MAY-STÜRMER (1987): Ökologische Ansprüche der Mauereidechse (*Podarcis muralis*) an Weinbergsmauern auf der Gemarkung Heilbronn. – Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 41: 407-426.
- HARTUNG, H. & A. KOCH (1988): Zusammenfassung der Diskussionsbeiträge des Zauneidechsen-Symposiums in Metelen. Mertensiella 1: 245-257.
- HENLE, K., KUHN, J., PODLOUCKY, R., SCHMIDT-LOSKE, K. & C. BENDER (1997): Individualerkennung und Markierung mitteleuropäischer Amphibien und Reptilien: Übersicht und Bewertung der Methoden; Empfehlungen aus Natur- und Tierschutzsicht. – Mertensiella 7: 133-184.
- HOUSE, S. M. (1980): An analysis of the sand lizard (*Lacerta agilis*) habitat in southern England. – A programme of research financed by The Natural Environment Research Council, unpubl.
- KENWARD, R. E. & J. L. HOLM (1993): Proceedings of the Royal Society, London Series B 251, 187–194.
- KOWARIK, I. (2003): Biologische Invasionen: Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa. – Stuttgart (Ulmer).
- LAUFER, H. (1998): Ein bedeutendes Vorkommen der Mauereidechse *Podarcis muralis*, am Bahnkörper nördlich von Offenburg (Baden-Württemberg). – Zeitschrift für Feldherpetologie 5: 55-64.

- LAUFER, H., M. WAITZMANN & P. ZIMMERMANN (2007): Mauereidechse *Podarcis muralis* (Laurenti, 1768). In: LAUFER, H., FRITZ, K. & P. SOWIG (Hrsg.): Die Amphibien und Reptilien Baden-Württembergs: 577-596. – Stuttgart (Ulmer).
- MÄRTENS, B. & W.-R. GROSSE (1996): Fotografische Wiedererkennung bei Zauneidechsen (*Lacerta agilis* L., 1758) - Adulti und Juvenes. – Die Eidechse 7: 1-6.
- MARTIN, M. R. (1998): Untersuchungen zur Ökologie der Mauereidechse (*Podarcis muralis*, L.) in Heidelberg. – Die Eidechse 9/1: 10-21.
- MOLE, S. (2008): An investigation into the effects of the western green lizard (*Lacerta bilineata*) and the common wall lizard (*Podarcis muralis*) introduced onto Boscombe Cliffs, Dorset, U. K. – Bachelor of Science thesis, Sparsholt College, unpubl.
- MOONEY H. A. & E. E. CLELAND (2001): The evolutionary impact of invasive species. – Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.
- MORISITA, M. (1959): Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. – Memoires of the Faculty of Science, Kyushu University, Series E (Biology), Vol. 2, No. 4.
- MÜNCH, D. (2001): Gefährden allochthone Mauereidechsen autochthone Zaun- und Waldeidechsen-Populationen? – Dortmunder Beiträge zur Landeskunde (naturwiss. Mitt.) 35: 187-190.
- NICHOLSON, A. M. & I. F. SPELLERBERG (1989): Activity and home range of the lizard *Lacerta agilis* L. – Herpetological Journal 1: 362-365.
- ROSE, B. (1982): Lizard home ranges: Methodology and functions. – Journal of Herpetology 16: 253-269.
- PERRY, G. & G. H. RODDA (2011): Brown Treesnake. In: SIMBERLOFF, D. & M. REJMANEK (eds.). Encyclopedia of Biological Invasions. Berkeley, CA. – University of California Press. p. 78-81.
- PORTER, S. D. & D. A. SAVIGNANO (1990): Invasion of polygyne Fire Ants decimates native Ants and disrupts Arthropod community. – Ecology 71(6): 2095-2106.
- SAINT GIRONS, M. C. (1976): Relations interspecificques et cycle d'activité chez *Lacerta viridis* et *Lacerta agilis* (Sauria, Lacertidae). – Vie et Milieu 26 (1 C): 115-132.
- SCHAPER, B. (1992): Wiedererkennungsmethode für Zauneidechsen (*Lacerta agilis*) auf fotografischem Wege. – Artenschutzreport 2/92: 44-48.
- SCHMIDT-LOSKE, K. (1996): Fotografische Identifikation von *Podarcis muralis* Laur. 1768 – Möglichkeiten und Grenzen. – Die Eidechse 7: 7-12.
- SCHULTE, U. (2008): Die Mauereidechse. – Bielefeld (Laurenti).

- SCHULTE, U. (2009): Expansion einer allochthonen Mauereidechsen-Population bei Leipzig. – Jahresschrift für Feldherpetologie und Ichthyofaunistik Sachsen 11: 2-10.
- SCHULTE, U., THIESMEIER, B., MAYER, W. & S. SCHWEIGER (2008): Allochthone Vorkommen der Mauereidechse (*Podarcis muralis*) in Deutschland. – Zeitschrift für Feldherpetologie 15: 1-18.
- SCHULTE, U., BIDINGER, K., DEICHSEL, G., HOCHKIRCH, A., THIESMEIER, B. & M. VEITH (2011): Verbreitung, geografische Herkunft und naturschutzrechtliche Aspekte allochthoner Vorkommen der Mauereidechse (*Podarcis muralis*) in Deutschland. – Zeitschrift für Feldherpetologie 18: 161–180.
- SCHULTE, U., GASSERT, F., GENIEZ, P., VEITH, M. & A. HOCHKIRCH (2012): Origin and genetic diversity of an introduced wall lizard population and its non-native cryptic congener. – Amphibia-Reptilia 33: 129-140.
- SCHULTE, U., VEITH, M. & A. HOCHKIRCH (im Druck): Rapid genetic assimilation of native wall lizard populations (*Podarcis muralis*) through extensive hybridization with introduced lineages. – Molecular Ecology.
- SPELLERBERG, I. F. (1976): Adaptions of reptiles to cold. In: BELLAIRS, A. D`A. & C. B. COX (eds.): Morphology and Biology of Reptiles. – Linnean Society Symposium Series 3: 261-285.
- STEINICKE, H. (2000): Ökologische Untersuchungen an einer isolierten Population der Mauereidechse, *Podarcis muralis* (LAURENTI 1768) bei Leipzig. – Diplomarbeit Universität Halle-Wittenberg, unveröff.
- STRIJBOSCH, H., BONNEMEYER, J. J. A. M. & P. J. M. DIETVORST (1980): The northernmost population of *Podarcis muralis* (Lacertilia, Lacertidae). – Amphibia-Reptilia 1: 161-172.
- STRIJBOSCH, H. (1988): Reproductive biology and conservation of the sand lizard. – Mertensiella 1: 132-145.
- TOWNSEND, C. R., HARPER, J. L. & M. BEGON (2003): Ökologie. – Berlin (Springer).
- VIMERCATI, G., ZUFFI, M. A. L. & J. NOCCHI (2011): Areas of thermal activity in a wild population of the Moorish gecko *Tarentola mauritanica* from central Italy. – Tagungsband SEH European Congress of Herpetology & DGHT Deutscher Herpetologentag in Luxembourg and Trier, 25th to 29th September 2011.
- WAITZMANN, M. (1989): Untersuchungen zur Verbreitung, Ökologie und Systematik der Äskulapnatter – *Elaphe longissima* (Laurenti, 1768) im südlichen Odenwald und im Donautal

unter besonderer Berücksichtigung aller anderen in den Untersuchungsgebieten auftretenden Reptilienarten. – Projektbericht, Zoologisches Institut Universität Heidelberg, unveröff.

WEBER, H. (1957): Vergleichende Untersuchungen des Verhaltens von Smaragdeidechsen (*Lacerta viridis*), Mauereidechsen (*L. muralis*) und Perleidechsen (*L. lepida*). – Zeitschrift für Tierpsychologie 14: 448-472.

ZIMMERMANN, P. (1989): Zur Ökologie und Schutzproblematik der Mauereidechse (*Podarcis muralis*). – Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 64/65: 221-236.

http://www.ffh-anhang4.bfn.de/ffh_anhang4-zauneidechse.html

http://www.ffh-anhang4.bfn.de/ffh_anhang4-mauereidechse.html

9 Erklärung zur Bachelorarbeit

Hiermit erkläre ich, dass ich die Bachelorarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken als solche kenntlich gemacht habe. Die Bachelorarbeit habe ich bisher keinem anderen Prüfungsamt in gleicher oder vergleichbarer Form vorgelegt. Sie wurde bisher auch nicht veröffentlicht.

Datum:

Unterschrift: