

Der Einfluss der Landschaftsstruktur auf die Populationsdichten der Waldeidechse (*Zootoca vivipara*) in ostbayerischen Mittelgebirgen

WOLFGANG VÖLKL¹ & GÜNTER HANSBAUER²

¹Ökologische Planung, Hohe Eiche 6, D-95517 Seybothenreuth, wolfgang.voelkl@t-online.de

²Bayerisches Landesamt für Umwelt, Bgm.-Ulrich-Straße 160, D-86179 Augsburg,
guenter.hansbauer@lfu.bayern.de

Landscape structure and population density of the common lizard (*Zootoca vivipara*) in Eastern Bavarian mountains

The common lizard is still widespread in the mountainous areas of Eastern Bavaria. However, populations declined considerably in the agricultural landscape. A long-term study in the Fichtelgebirge, carried out between 1984 and 2008, showed a loss of more than 50 % of former habitats during the past 20 years. Most important was the dramatic loss of broad forest edges with short sparse vegetation, and the loss of suitable structures in and along the few remaining hedges. A comparison of lizard densities and population structure in selected edge habitats («ecotones») with nutrient-poor and nutrient-rich conditions revealed significantly higher densities and higher proportions of juveniles in nutrient-poor habitat situations. There was also a significant habitat loss in forest habitats due to the afforestation of meadows and due to changes in modern forestry. However, these losses are partially compensated by the appearance of extended clearings after heavy storms, snow and bark beetle infestations.

Key words: Reptilia, Sauria, Lacertidae, *Zootoca vivipara*, landscape structure, population density, population trends.

Zusammenfassung

Die Waldeidechse ist in Ostbayern in den Mittelgebirgen derzeit noch weit verbreitet. Allerdings nahmen die Vorkommen vor allem im Bereich der Kulturlandschaft deutlich ab. Untersuchungen aus dem Fichtelgebirge zeigen, dass die Waldeidechse in den letzten 20 Jahren aus mehr als der Hälfte ihrer Lebensräume im Waldrand- und Heckenbereich verschwunden ist. Der Grund hierfür ist der drastische Verlust an extensiv genutzten breiten Waldrändern und an strukturreichen Randflächen entlang der verbliebenen Hecken. Eine vergleichende Untersuchung an nährstoffreichen und nährstoffarmen Randstrukturen zeigte, dass in extensiv genutzten Bereichen nicht nur die Waldeidechsendichte höher war, sondern auch der Anteil an Jungtieren. In den Waldlebensräumen gab es einen lokalen Arealverlust durch die Aufforstung von Waldwiesen und durch Änderung in der Waldbewirtschaftung. Allerdings werden diese Habitatverluste durch das Entstehen großflächiger Lichtungen nach Naturereignissen (Sturmwurf, Schneebruch, Borkenkäferkalamitäten) weitgehend kompensiert.

Schlüsselbegriffe: Reptilia, Sauria, Lacertidae, *Zootoca vivipara*, Landschaftsstruktur, Populationsdichte, Populationsentwicklung.

Einleitung

Die Waldeidechse zählt zu den häufigsten Reptilienarten in Deutschland (GÜNTHER & VÖLKL 1996, GLANDT 2001). Ihre derzeit relativ weite Verbreitung hängt vor allem mit der breiten Palette an akzeptierten Lebensraumtypen zusammen. So bewohnt sie neben ihren primären Lebensräumen in sehr lichten Wäldern, Mooren und Moorrändern sowie Feuchtgebieten auch eine Vielzahl von anthropogenen Sekundärhabitaten wie Waldränder, Hecken, Feldraine, trockene und feuchte Magerwiesen und Lichtungen (GÜNTHER & VÖLKL 1996, GLANDT 2001, BOSCHERT & LEHNERT 2007). Deshalb gilt die Waldeidechse derzeit als nicht gefährdet (KÜHNEL et al. 2009). Allerdings gibt es Hinweise auf lokale und regionale Rückgänge und auf gegenläufige Bestandsentwicklungen beim Vergleich von Kulturlandschaft und Waldbereichen. HENLE & RIMPP (1994) fanden bei einer Langzeitstudie in Württemberg lokale Rückgänge, insbesondere in Lebensräumen der Kulturlandschaft. STRIBOSCH & VAN GELDER (1997) und STRIBOSCH (2006) weisen auf einen Rückgang der Waldeidechse in den Niederlanden hin, den sie vor allem mit Veränderungen in der Landschaftsstruktur erklären. Andererseits scheint die Waldeidechse in der Lage, neu entstehende Lebensräume, insbesondere Lichtungen nach Sturmwurf oder Insektenkalamitäten, relativ schnell zu besiedeln (VÖLKL 1991, HENLE & RIMPP 1994, SCHERZINGER et al. 2005). Dies würde eine gewisse Kompensationsmöglichkeit für verloren gegangene Lebensräume bieten.

Die Bestandssituation der Waldeidechse in der Kulturlandschaft und in Waldbereichen muss deshalb möglicherweise getrennt bewertet werden. Während vor allem in den Nadelwaldbereichen der Mittelgebirge in den letzten Jahren durch eine Häufung von schweren Stürmen und von Borkenkäferkalamitäten (insbesondere als Folge der extremen Trockenheit im Sommer 2003 und folgender trockener Sommer) eine Vielzahl von potenziellen neuen Lebensräumen entstand, nahm die Strukturvielfalt in der Kulturlandschaft durch die stetig fortschreitende Intensivierung der Landwirtschaft kontinuierlich ab. Damit reduzierte sich auch der potenzielle Lebensraum für die Waldeidechse. Vor allem die Grenzliniendichte, die für alle Reptilienarten wichtig ist (GLANDT 2001, KÄSEWIETER & VÖLKL 2003), nahm immer stärker ab (BLAB 1989).

Die vorliegende Arbeit stellt Ergebnisse aus einer Studie über die Waldeidechse in Nordbayern dar, die im Rahmen der Grundlagenarbeiten zum »Artenhilfsprogramm Kreuzotter in Bayern« des Bayerischen Landesamts für Umwelt (VÖLKL et al. 2007) durchgeführt wurde. Dabei wurden zwei Schwerpunkte bearbeitet: Zunächst wurde in einem ausgewählten Testgebiet im Fichtelgebirge die langfristige Populationsentwicklung untersucht (VÖLKL 2004). Dabei war die Entwicklung der Landschaftsstruktur ein wesentlicher Aspekt. In einem zweiten Schritt wurde, ebenfalls in Testgebieten am Fichtelgebirgsrand, die Bedeutung von extensiven Grenzlinien für die Waldeidechsenvorkommen im Übergang zwischen Wald und Kulturlandschaft analysiert.

Untersuchungsgebiete

Bereich Bad Berneck – Langfristige Entwicklung der Waldeidechsen-Population

Die langfristige Entwicklung einer Waldeidechsen-Population im Übergangsbereich zwischen Kulturlandschaft und Wald und in angrenzenden kleinparzellierten Waldbereichen (Privatwald und Körperschaftswald) wurde in den Jahren 2003, 2004 und 2008 untersucht. Im gleichen Gebiet wurde bereits 1984/85 eine Untersuchung zum Vorkommen von Kreuzotter und Waldeidechse durchgeführt (VÖLKL 1986), sodass ein Vergleich der lokalen Verbreitungsmuster und eine Beurteilung der Populationsentwicklung möglich war.

Das etwa 435 ha große Untersuchungsgebiet liegt in 450–630 m NN auf einem Höhenrücken nördlich des Maintals bei Bad Berneck im Naturraum »Hohes Fichtelgebirge« (Abb. 1). Der westliche Teil wird landwirtschaftlich genutzt, wobei die Grünlandwirtschaft dominiert. Inzwischen reichen allerdings auch Äcker oft direkt bis an den Waldrand. Die wenigen Hecken werden von Hasel, Vogelbeere und Birke dominiert, im Unterwuchs finden sich oft Zwergsträucher (v. a. Heidelbeere).

Die Waldgebiete im östlichen Teil des Untersuchungsgebiets werden großteils von der Fichte geprägt, die meist in Altersklassenwäldern angebaut wurde oder im Bereich des Privatwaldes noch angebaut wird. Dazu kommen kleine Kiefernforstbereiche. Die Strauchschicht der Koniferenforste besteht vor allem aus Heidelbeere, in den Kiefernforsten teilweise auch aus Preiselbeere. Seit 2003 entstanden in diesem Gebiet aufgrund von Borkenkäferkalamitäten (v. a. im Anschluss an den sehr trockenheißen Sommer 2003), Sturmwurf (v. a. Orkan Kyrill im Januar 2007) und Schneebruch teilweise ausgedehnte Lichtungen, auf denen derzeit die Drahtschmiele (*Deschampsia flexuosa*) aspektprägend ist.

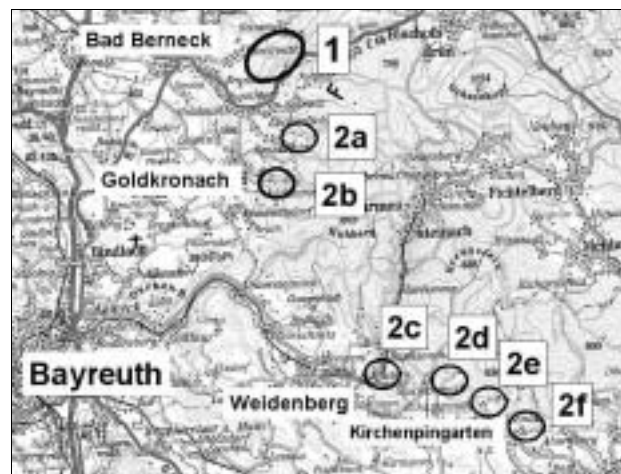


Abb. 1: Lage der Untersuchungsflächen am Fichtelgebirgsrand. 1 = Bereich Bad Berneck; 2 = Flächen am westlichen Fichtelgebirgsrand: 2a = Brandholz, 2b = Sickenreuth, 2c = Sophiental, 2d = Muckenreuth, 2e = Grub, 2f = Lienlas.

Situation of the seven study sites at the western slope of the »Fichtelgebirge«.

Westlicher Fichtelgebirgsrand – Der Einfluss der Landschaftsstruktur in der Kulturlandschaft

Der kleinräumige Einfluss der Landschaftsstruktur in der Kulturlandschaft auf die Siedlungsdichte der Waldeidechse wurde im Frühjahr 2005 in sechs Testgebieten an der Westabdachung des Fichtelgebirges im Übergangsbereich zwischen den Naturräumen »Hohes Fichtelgebirge« und »Obermainisch-Oberpfälzisches Hügelland« untersucht. Die ausgewählten Gebiete liegen zwischen 500–680 m NN bei Goldkronach, Weidenberg und Kirchenpingarten im Landkreis Bayreuth (Abb. 1).

Die Landnutzung ist vor allem durch Grünlandwirtschaft (mit nur wenigen Äckern) geprägt. Die Testgebiete unterscheiden sich hinsichtlich der Dichten an Randstrukturen und an Hecken. Letztere konzentrieren sich vor allem an den (Süd)hanglagen. Sie entstanden dort meist auf ehemaligen Lesesteinriegeln (teilweise als früheren Ackerterrassen zum Ausgleich der Hanglage). Viele Hecken weisen im Unterwuchs ausgedehnte Bestände an Zwergsträuchern (Heidelbeere, Preiselbeere und Besenheide) auf, in der Strauchschicht dominieren Hasel und meist buschförmig wachsende Vogelbeeren. Die angrenzenden Waldbereiche werden durch Altersklassenbestände der Fichte und (im Süden) der Kiefer charakterisiert. Im Altholz sind insbesondere die Kieferbestände oft noch zwergstrauchreich.

Methodik

Erfassung der Waldeidechsen

In allen Untersuchungsgebieten wurden in den jeweils o. g. Untersuchungsjahren an jeweils mindestens fünf Tagen im März, April und Mai detaillierte Freilandfassungen durchgeführt. Die Witterung (insbesondere Intensität des Sonnenscheins, Temperatur und Wind) an den Untersuchungstagen war vergleichbar.

Die Erfassungen wurden jeweils entlang von Transekten durchgeführt. Die Transektverläufe ergaben sich entweder durch die Lebensraumstruktur (lineare Lebensräume: Hecken, Raine und Waldränder) oder wurden in einem flächig ausgeprägten Lebensraum (z. B. Waldlichtungen) meist entlang einer Grenzlinie (z. B. entlang des Waldrands) festgelegt. Dadurch wurden Doppelbeobachtungen weitgehend ausgeschlossen. Für die Auswertung im Rahmen dieser Arbeit wurde jeweils nur die erste Erfassung im Jahr berücksichtigt.

Die Waldeidechsen wurden in drei Altersklassen eingeteilt: (1) juvenil = Tiere bis 1 Jahr; (2) subadult = ein- bis zweijährige Tiere, die noch nicht geschlechtsreif sind; (3) adult = geschlechtsreife Männchen und Weibchen.

Abschätzung der Waldeidechsendichten

In Mitteleuropa wird die Dichte bei Waldeidechsen und anderen Reptilienarten in den meisten Fällen in »Individuen pro Hektar« oder »Individuen pro Hektar geeigneter Lebensraum« angegeben (vgl. GLANDT 2001 und VÖLKL & THIESMEIER 2002 für Übersichtsarbeiten). Die Angabe dieser Dichte setzt entweder sehr intensive Untersuchun-

gen, bei denen ein Großteil der Tiere gefunden wird oder eine Abschätzung der Populationsdichte durch Fang-Wiederfang-Methoden voraus. Dafür ist die individuelle Erkennung von Einzeltieren und eine entsprechend hohe Wiederfangrate notwendig, wie dies aufgrund der limitierten Untersuchungszeit nicht möglich war.

Als Maß für die Waldeidechsendichte verwendeten wir deshalb die Anzahl gefundener Tiere pro Stunde Erfassungszeit. Diese wurde als »Beobachtungsdichte« definiert (vgl. VÖLKL et al. 2004). Dabei ist anzunehmen, dass höhere Individuendichten auch zu einer höheren Antreffwahrscheinlichkeit führen (KÉRY 2002). Die Angabe der Waldeidechsendichte als Funktion des Erfassungsaufwandes ermöglichte somit innerhalb dieser Studie einen Vergleich zwischen einzelnen Untersuchungsgebieten, da von der gleichen Sucheffizienz des Bearbeiters ausgegangen wird. Sie lässt jedoch keinen Vergleich mit den Individuendichten aus anderen Arbeiten zu, die flächenbezogen angegeben werden.



Abb. 2: Links: Extensiv genutzte Grenzlinien. Oben: Waldrand mit breitem kurzrasigem Borstgras; unten: Rain mit Heidelbeere. Rechts: Intensiv genutzte Grenzlinien. Oben: der Acker grenzt direkt an den Waldrand, ein Lebensraum für Reptilien ist nicht mehr vorhanden; unten: stark eutrophierter Waldrand mit hochgrasiger Vegetation ohne Sonnplätze im Übergang zu mehrschüdigem artenarmen Grünland.

Left: Extensively run borderlines. Top: forest edge with matt grass; bottom: borderline between two meadows with blueberry. Right: Intensively run borderlines. Top: missing forest edge, the field has direct contact to trees; below: nutrient-rich forest edge with a vegetation dominated by grasses, in the vicinity basking sites for reptiles are missing at such sites.

Tab. 1: Kriterien für die Beurteilung der Intensität der Nutzung von Grenzlinien in den Untersuchungsgebieten am Fichtelgebirgsrand.
Criteria for the valuation of the intensity of agriculture along ecotones and borderlines in the study area Fichtelgebirge.

Extensiv genutzte Grenzlinien	Intensiv genutzte Grenzlinien
Breite Randstruktur im Übergang zur genutzten Fläche (> 1,5 m)	Schmale Randstruktur im Übergang zur genutzten Fläche (< 1,5 m; meist deutlich weniger)
Kurzrasige lückige Vegetation (< 30 cm auch im Sommer; in der Regel nicht gemäht und nur einmal jährlich mit der Sense)	Hohe dichte Vegetation (über 30 cm; teilweise mehrmalige Mahd im Jahr, auch mit Kreiselmäherwerk)
Oftmals mit Zwergsträuchern	Ohne Zwergsträucher
Ausgeprägtes Mikrorelief erkennbar	Mikrorelief überdeckt oder beseitigt
Nährstoffarme Bedingungen	Eutrophierte Standorte
Geringer Raumwiderstand	Hoher Raumwiderstand

Erarbeitung der Landschaftscharakteristika

Die Waldeidechse profitiert vor allem in der Kulturlandschaft sehr stark von extensiv genutzten Strukturen mit lückigem Bewuchs und kleinen offenen Flächen, auf denen zum einen eine genügend hohe Anzahl an Beutetieren lebt (Boden lebende Insekten und Spinnen) und zum anderen auch die geringe Vegetationsdichte eine erfolgreiche Jagd gewährleistet (GLANDT 2001). Dabei ist sie in der Kulturlandschaft vor allem auf Grenzlinien angewiesen, zu denen Hecken, Raine, Wegränder und Waldränder zählen.

Die Länge dieser Grenzlinien»typen« in den ausgewählten Untersuchungsgebieten wurde anhand von Luftbildern bestimmt, die von Bayerischen Landesamt für Umwelt (©Bayerisches Landesamt für Vermessung) im Rahmen des Artenhilfsprogramms Kreuzotter zur Verfügung gestellt wurden. Die Entscheidung, ob eine Grenzlinie als »intensiv genutzt« oder »extensiv genutzt« eingestuft wurde, erfolgte bei der Erfassung im Freiland (Abb. 2). Die Kriterien hierfür sind in Tabelle 1 gegenübergestellt.

Für die Beurteilung eines Waldeidechsenlebensraums in der Kulturlandschaft wurde die Grenzliniendichte in Meter pro Hektar Untersuchungsfläche (m/ha) berechnet. Für

Tab. 2: Vergleich wichtiger Landschaftsstrukturparameter im Untersuchungsgebiet bei Bad Berneck (Grundlage: eigene Untersuchungen kombiniert mit Flächen-/Entfernungsmessungen über Luftbilder).

Comparison of selected characters of landscape structure in the test area Bad Berneck.

	1984	2004	2008
Extensiv genutzte Waldränder (Länge in m)	8000	1800	1700
Hecken (Länge in m)	250	200	190
Anzahl Waldwiesen	7	2	2
Fläche Waldwiesen (in ha)	8	1,5	1,5
Anzahl Lichtung mit Zwergstrauchdominanz oder Drahtschmielenrasen	9	5	10
Fläche Lichtungen (in ha)	24	14	21

den Vergleich der Landschaftsstruktur im Untersuchungsgebiet Bad Berneck konnten die Daten aus Untersuchungen aus dem Jahren 1984 bis 1986 herangezogen werden (VÖLKL 1986).

Qualität der Waldeidechsenlebensräume im Wald

Im Wald benötigt die Waldeidechse Lichtungen, Kahlschläge, sonnige Wegränder und andere offene Flächen als Lebensraum. Die Dichte der Population wird dabei sehr wesentlich vom Anteil an Freiflächen im Verhältnis zum geschlossenen Wald bestimmt.

Als Freiflächen werden offene Flächen im Wald (Lichtungen, Wiesen, Wegränder) und Aufforstungen oder Sukzessionsflächen mit noch lückigem Baumbestand ohne Kronenschluss definiert. Flächen mit erfolgtem Kronenschluss zählen zum geschlossenen Wald.

Der Vergleich des Anteils an Freiflächen im Untersuchungsgebiet bei Bad Berneck (Tab. 2) erfolgte anhand von Luftbildvergleichen aus den Jahren 1984, 2002 und 2007.

Ergebnisse

Bad Berneck – Langfristige Entwicklungstendenzen der Waldeidechsen-Population

Im Untersuchungsgebiet bei Bad Berneck nahm die Waldeidechse in den letzten 20 Jahren deutlich ab. Von den 31 Flächen, auf denen während einer Untersuchung zwischen 1984/1985 Waldeidechsen nachgewiesen wurden, waren 2003/2004 nur noch 12 besiedelt (Abb. 3). 2008 fehlte die Waldeidechse auf zwei weiteren Flächen, dafür wurden vier größere Lichtungen neu besiedelt, die 2004, 2006 und 2007 nach Sturmwürfen oder nach Borkenkäferkalamitäten entstanden.

Insgesamt gesehen bedeutet dies trotz der Neubesiedlung von Lichtungen, dass etwa 60 % der Habitate in diesem Gebiet verloren gingen. Die Nachweise konzentrierten sich 2003/2004 und 2008 auf Lichtungen und den wenigen verbliebenen Magerrasen, während die Bedeutung von Waldrändern und Wegrändern deutlich zurückging.

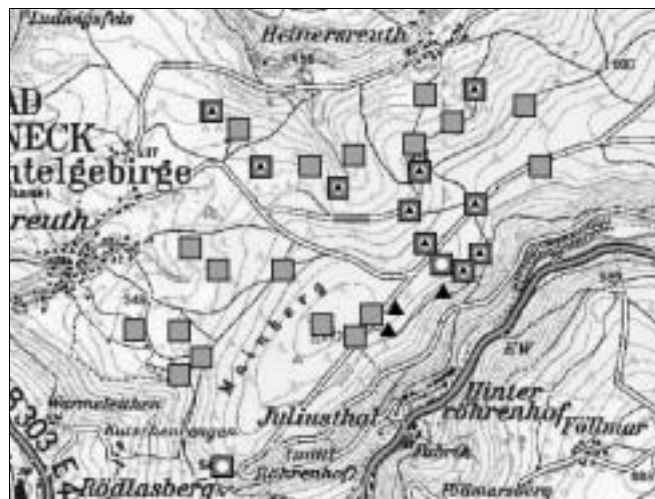
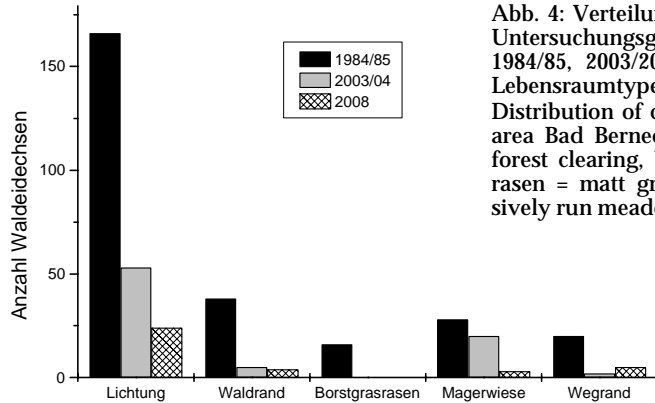


Abb. 3: Verteilung der Waldeidechsenvorkommen im Untersuchungsgebiet Bad Berneck in den Jahren 1984/85, 2003/2004 und 2008. Graue Vierecke: Nachweise nur 1984/85; graue Vierecke mit weißem Kreis: Nachweis nur 1984/86 und 2003/04; graue Vierecke mit weißem Kreis und schwarzem Dreieck: Nachweise 1984/85 und 2003/2004 und 2008; schwarze Dreiecke: Nachweise nur 2008. In Abb. 5 werden nur die Standorte mit Vorkommen 1984/2004 oder 1984/2004/2008 wiedergegeben.

Distribution of common lizard records in the study area Bad Berneck in 1984/85, in 2003/04 and in 2008. Grey squares = only 1984/86, grey squares with white circle = 1984/86 and 2003/2004; grey squares with white circle and black triangle = 1984/86, 2003/2004 and 2008; black triangles = only 2008.



(Abb. 4). Die typischen Borstgrasrasen, die 1984/85 ebenfalls Lebensraum boten, sind inzwischen verschwunden.

Der Hauptgrund hierfür war die Entwicklung der Landschaftsstruktur (Tab. 2): Durch die Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzflächen verschwanden zehn von 13 Vorkommen an Waldrändern oder Hecken. Dies war vor allem auch auf den Verlust von gut drei Viertel der extensiv genutzten Waldränder zurückzuführen. Dagegen war der Rückgang im Wald weniger stark ausgeprägt. Hier stehen 18 besiedelte Flächen in den Jahren 1984/86 insgesamt neun Flächen in den Jahren 2003/04 und 13 Flächen im Jahr 2008 gegenüber. Der Rückgang von 1986 auf 2004 hängt vor allem mit der Aufforstung von fünf der sieben im Jahr 1985 noch vorhandenen Waldwiesen zusammen. Dadurch gingen zusätzlich auch »grenzlinienreiche« Lebensräume verloren. Durch Sukzessionsprozesse auf Lichtungen und zwei Wiederaufforstungen von sehr alten Schlägen (> 30 Jahre) ging die Zahl der sehr lichten Waldlebensräume eben-

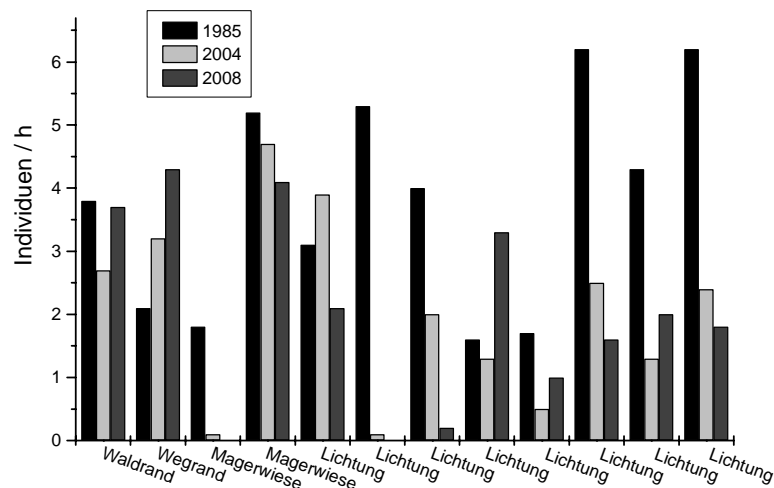


Abb. 5: Vergleich der Beobachtungsdichten (Individuen/h) bei der Waldeidechse in 12 Lebensräumen in einem Untersuchungsgebiet bei Bad Berneck. Comparison of observation densities (= number of common lizards per hour spent for field records) at 12 different sites in the study area Bad Berneck.

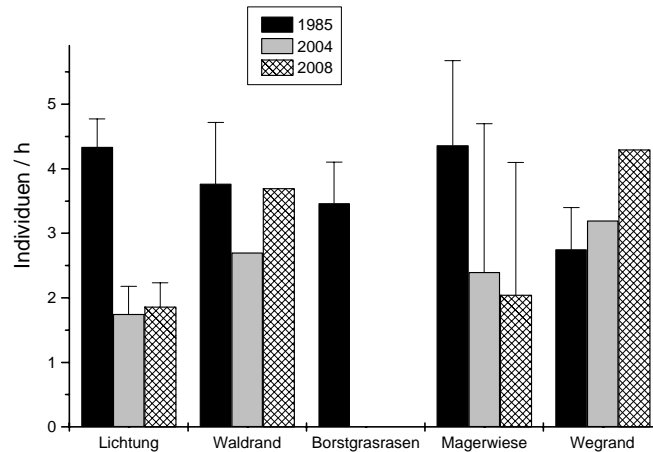


Abb. 6: Vergleich der Beobachtungsdichten (Individuen/h) bei der Waldeidechse in drei Untersuchungszeiträumen in Abhängigkeit vom Lebensraumtyp. Für die drei Untersuchungsperioden wurden nur die jeweils besiedelten Lebensräume berücksichtigt.

Comparison of observation densities in the common lizard in relation to habitat type (for habitats, see fig. 4) in the study area Bad Berneck.

falls deutlich zurück, während im Untersuchungsgebiet bis 2004 nur zwei geeignete neue Lebensräume durch Holzeinschlag entstanden. Erst seit 2004 entstanden vor allem durch Sturmwurf und Borkenkäferkalamitäten sieben neue lichte Waldlebensräume, von denen vier im Jahr 2008 besiedelt waren (Abb. 3).

In den zehn durchgehend besiedelten Lebensräumen war eine deutliche Abnahme der Waldeidechse zu verzeichnen (Abb. 5). Dies gilt auch für die beiden Flächen, die nur 1984/86 und 2003/2004 besiedelt waren. Die Beobachtungsdichten 2003/2004 und 2008 lagen in zehn von 12 Lebensräumen teilweise sehr deutlich unter den Beobachtungsdichten von 1984/85. Nur in zwei Lebensräumen gab es eine Zunahme der Waldeidechse. Dabei handelte es sich um eine Lichtung, die im Rahmen des Holzeinschlags vergrößert wurde und auf denen sich eine ausgedehnte strukturreiche Zwergstrauchvegetation entwickeln konnte, sowie einen breiten sonnigen Wegrand mit einem ausgedehnten Zwergstrauchbestand im Übergang zum Wald.

Ein Vergleich der Beobachtungsdichten in den drei Untersuchungszeiträumen in Abhängigkeit vom Lebensraumtyp (Abb. 6) zeigt einen deutlichen Unterschied zwischen Randstrukturen (Waldrand, Wegrand) einerseits und flächigen Lebensräumen (Lichtung, Magerwiese, Borstgrasrasen) andererseits. Während in den besiedelten »Flächen-Lebensräumen« auch die Beobachtungsdichte der Waldeidechsen 2004 und 2008 gegenüber 1985 deutlich rückläufig war, war diese Tendenz in den 2004 und 2008 noch besiedelten Randstrukturen nicht erkennbar. Allerdings wird der Totalverlust an Lebensräumen an Wald- und Wegränder (vgl. auch Abb. 4) bei diesem Vergleich nicht berücksichtigt.

Westlicher Fichtelgebirgsrand – Einfluss der Landschaftsstruktur

In den sechs Testgebieten am Fichtelgebirgsrand bewohnte die Waldeidechse ebenso wie bei Bad Berneck vor allem sekundäre Lebensräume. Mehr als 80 % der Nachweise

Tab. 3: Kennparameter der Grenzliniendichte in den sechs Testgebieten am Fichtelgebirgsrand.
Comparison of the borderlines and hedges density at the six study sites along the Western slope of the Fichtelgebirge.

	Größe (ha)	Grenzlinien- länge gesamt (m)	Grenzlinien- dichte (m/ha)	Grenzliniendichte (nur extensiv genutzte) (m/ha)	Extensive Grenzlinien (%)	Heckendichte (m/ha)
Brandholz	75	6042	80	17	22,7	10,5
Sickenreuth	214	17856	83	24	29,2	11,7
Sophienthal	139	12864	92	23	28,3	6,6
Muckenreuth	205	14648	71	38	54,5	11,1
Grub	55	8650	157	99	63,2	49,0
Lienlas	40	5896	147	80	54,7	43,7

stammten dabei aus linearen Lebensräumen (Waldrand, Hecke, Rain, Wegrund), wie sie für eine extensiv genutzte und reich strukturierte Kulturlandschaft typisch sind.

Die Ausstattung mit solchen linearen Lebensräumen unterschied sich in den sechs Testgebieten deutlich: Die höchsten Grenzliniendichten mit rund 150 m Grenzlinien/ha Untersuchungsfläche wiesen die Gebiete »Grub« und »Lienlas« auf (Tab. 3), in denen noch größere Heckengebiete zu finden sind. Die Grenzliniendichten in den anderen vier Gebieten lag deutlich unter 100 m/ha.

Bei einem Vergleich der extensiv genutzten Grenzlinien ergab sich ein ähnliches Bild: Die Gebiete »Grub« und »Lienlas« wiesen mehr als doppelt so hohe Dichten auf wie die übrigen vier Testgebiete. Die geringsten Dichten an extensiven Grenzlinien ergaben sich in »Brandholz«, während »Muckenreuth« trotz der geringsten Dichte an Grenzlinien insgesamt (71 m/ha gegenüber 80 m/ha in Brandholz) eine relativ hohe Dichte an extensiven Grenzlinien aufweist (Tab. 3). Dies wird auch durch den Vergleich des Anteils an extensiven Grenzlinien an der Grenzliniendichte insgesamt bestätigt. Während dieser in »Muckenreuth«, »Grub« und »Lienlas« jeweils über 50 % betrug, lag er in »Brandholz«, »Sickenreuth« und »Sophienthal« zwischen 20 % und 30 %. Auch die Heckendichte unterschied sich sehr deutlich: »Grub« und »Lienlas«

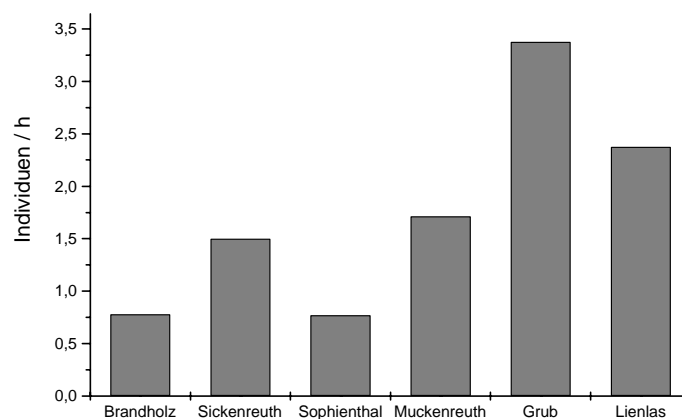
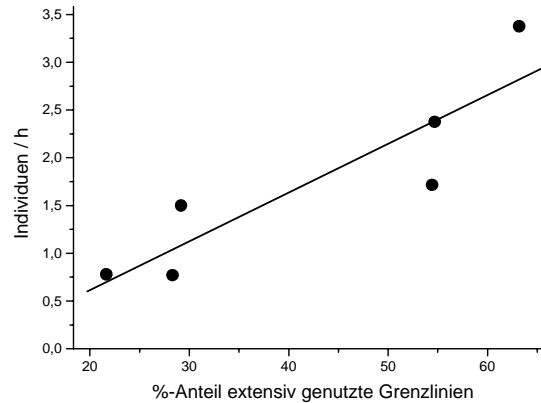


Abb. 7: Beobachtungsdichten der Waldeidechse in den sechs Testgebieten am Fichtelgebirgsrand.
Comparison of observation densities in the common lizard in six study areas at the Western slope of the Fichtelgebirge.

Abb. 8: Beziehung zwischen dem Anteil an extensiv genutzten Grenzlinien in sechs Testgebieten am Fichtelgebirgsrand und der Beobachtungsdichte bei der Waldeidechse (Spearman's Rangkorrelation: $r_s = 0,942$, $n = 6$, $p = 0,002$).

Relation between the proportion of extensively run borderlines and observation density in the common lizard in six study areas at the Western slope of the Fichtelgebirge.



hatten mit den kleinräumig strukturierten Heckengebieten eine etwa vierfach höhere Heckendichte als die übrigen Untersuchungsgebiete (Tab. 3), wobei »Sophienthal« mit nur 6,6 m/ha den geringsten Wert aufweist.

Die Bedeutung der Landschaftsstruktur für die Waldeidechse zeigt sich beim Vergleich der Testgebiete: Die Beobachtungsdichte lag in den beiden Gebieten »Grub« und »Lienlas« mit der hohen Grenzliniendichte mehr als doppelt so hoch als in den anderen vier Gebieten (Abb. 7). Die Beobachtungsdichte korrelierte nicht signifikant mit der »Grenzliniendichte (m/ha)« insgesamt (Spearman's Rangkorrelation: $r_s = 0,486$, $n = 6$, $p = 0,164$), wohl aber mit der Dichte an extensiv genutzten Grenzlinien (in m/ha) (vgl. Tab. 3) (Spearman's Rangkorrelation: $r_s = 0,828$, $n = 6$, $p = 0,021$). Gleichzeitig nahm die Beobachtungsdichte signifikant mit dem Anteil an extensiv genutzten Grenzlinien zu (Abb. 8).

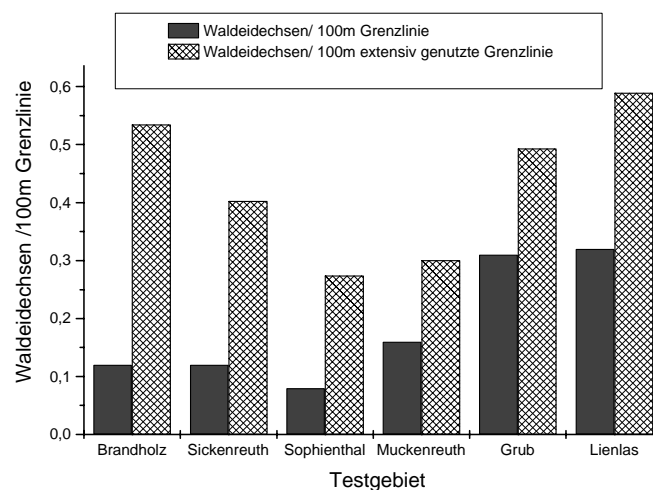


Abb. 9: Waldeidechsenbeobachtungen in Relation zum Grenzlinientyp in sechs Testgebieten am Fichtelgebirgsrand.

Observation densities of the common lizard in relation to borderline type (all borderlines, only extensively run borderlines) in six study areas at the Western slope of the Fichtelgebirge.

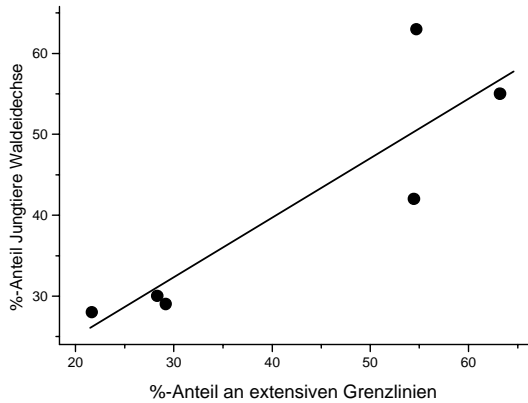


Abb. 10: Beziehung zwischen dem Anteil an extensiv genutzten Grenzlinien und dem Anteil an Jungtieren bei der Waldeidechse in sechs Testgebieten am Fichtelgebirgsrand (Spearman's Rangkorrelation: $r_s = 0,886$, $n = 6$, $p = 0,009$).

Relation between the proportion of extensively run borderlines and the proportion of juvenile common lizards in six study areas at the Western slope of the Fichtelgebirge.

Bezieht man die Anzahl der Waldeidechsennachweise auf »Waldeidechsen/100 m Grenzlinie«, so ergaben sich auch für »Grub« und »Lienlas« deutlich höhere Dichten als für die anderen Gebiete. Dagegen unterschieden sich die Beobachtungswerte pro 100 m extensiv genutzte Grenzlinie nicht mehr wesentlich voneinander (Abb. 9). Dies bedeutet, dass die höheren Waldeidechsendichten in Grub und Lienlas sehr einfach mit den individuenreichen Waldeidechsenvorkommen an extensiv genutzten Grenzlinien erklärt werden können.

Auch der Anteil an Jungtieren lag in den Gebieten mit hoher Grenzliniendichte (»Grub«, »Lienlas«) deutlich höher als in den anderen Gebieten. Zusätzlich ergab sich auch hier ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Anteil an extensiv genutzten Grenzlinien und dem Anteil an Jungtieren (Abb. 10).

Diskussion

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen zeigen sehr deutlich, wie die Landschaftsstruktur und die Intensität der Landnutzung die lokalen Verbreitungsmuster und Dichten der Waldeidechse beeinflusst. Dies gilt sowohl für die Lebensräume der halboffenen Kulturlandschaft als auch für Waldlebensräume.

Im Untersuchungsgebiet bei Bad Berneck am Westrand des Fichtelgebirges, aus dem im Rahmen einer Langzeitstudie über die Kreuzotter seit Mitte der 1980er Jahre Daten zur Waldeidechse vorliegen, gingen in den letzten 25 Jahren mehr als die Hälfte der Lebensräume verloren. Dieser Verlust wirkt sich neben der Waldeidechse auch auf weitere lebensraumtypische Tier- und Pflanzenarten negativ aus. Zu ihnen zählen unter anderem die Kreuzotter (VÖLKL & THIESMEIER 2002), aber auch typische Vogelarten der Waldränder und Lichtungen wie der Baumpieper (*Anthus trivialis*), der in Bayern inzwischen als gefährdet gilt, ehemals verbreitete Pflanzenarten wie Pechnelke (*Lychnis viscaria*), Arnika (*Arnica montana*) oder das stark gefährdete Katzenpfötchen (*Antennaria dioica*). Für diese Entwicklung sind vor allem zwei Faktoren verantwortlich:

- Die strukturellen Änderungen in den Waldlebensräumen ziehen einen beträchtlichen lokalen Arealverlust für die Waldeidechse nach sich. Durch die Aufforstungen von Waldwiesen gingen struktureiche innere Waldränder verloren, die

Grenzliniendichte nahm ab. Gleichzeitig entstanden durch die Änderung in der Waldbewirtschaftung (bevorzugt Entnahme von Einzelstämmen und damit geringerer Anteil an flächiger Holzentnahme, die zu neuen Lichtungen führt) zwischen etwa 1985 und 2005 nur sehr wenig neue Lichtungen und damit lichte Lebensräume im Wald. In den letzten Jahren führte eine schnelle Aufeinanderfolge von Sturmwürfen, Schneebrüchen und Borkenkäferkalamitäten zu einer deutlichen Zunahme von Lichtungen, die von der Waldeidechse aufgrund ihrer hohen Dispersionsfähigkeit (z. B. SIMMS 1969, MASSOT et al. 1994) schnell besiedelt werden konnten (vgl. Abb. 1). Eine vergleichbare Entwicklung lässt sich auch für andere große Waldgebiete erwarten, in denen in den letzten Jahren durch Naturereignisse der Anteil der lichten Flächen deutlich zunahm (z. B. Bayerischer Wald, Schwarzwald, Erzgebirge; vgl. SCHERZINGER et al. 2005, BOSCHERT & LEHNERT 2007).

- In der Kulturlandschaft gab es einen hohen Verlust an extensiv genutzten Randstrukturen mit nährstoffarmen Bedingungen (Waldränder, Heckenränder, Raine). Dieser Prozess vollzog sich in den letzten 25 Jahren schleichend und wurde in seinen Auswirkungen bisher kaum detailliert publiziert, obwohl die Entwicklung bereits bei BLAB (1989) deutlich angesprochen wird und derzeit als »dramatisch« beschrieben werden muss. Dies gilt vor allem für die Waldränder, bei denen die in Tabelle 1 dargestellte Situation für weite Bereiche im Bundesgebiet repräsentativ sein dürfte. Breite Waldränder mit Magerrasen oder Zwergstrauchbewuchs sind inzwischen die Ausnahme, in der Regel wird die Ackernutzung bis in den Kronentrauf der Bäume ausgedehnt. Bei einer Grünlandbewirtschaftung wird meist bis direkt an den Waldrand intensiv gedüngt. Die verbleibenden schmalen Waldsäume werden meist von Hochgräsern oder stickstoffliebender Vegetation dominiert und bieten weder für die Waldeidechse noch für ihre Beutetiere (Boden lebende Arthropoden) entsprechend günstige Bedingungen. Dies führt zu einem deutlichen Rückgang der Waldeidechse in der ehemals extensiv genutzten Kulturlandschaft, wo hohe Dichten nur in Kombination mit nährstoffarmen Verhältnissen zu finden sind, während sie in den meisten nährstoffreichen Ökotonen weitgehend fehlt. Auch der Anteil an juvenilen und subadulten Tieren war in Gebieten mit ungünstiger Habitatstruktur deutlich niedriger als in günstig strukturierten Habitaten, wo die jüngeren Altersklassen meist mehr als 60 % der Individuen stellten. Dieser reduzierte Reproduktionserfolg lässt einen weiteren Rückgang in der Kulturlandschaft erwarten.

Damit ergibt sich zusammenfassend für die Waldeidechse in den Waldlebensräumen für die nächsten Jahre eine relativ günstige Prognose durch die Zunahme an Lichtungen. Sollte es möglich sein, lichte Waldstrukturen auch langfristig zu fördern, könnten damit die Waldlebensräume der Waldeidechse auch für einen längeren Zeitraum gesichert werden. Dagegen ist für die Vorkommen in der Kulturlandschaft ein weiterer Rückgang zu erwarten, da die Intensivierung und die damit verbundenen Lebensraumverluste immer noch fortschreiten. Die Waldeidechse gilt zwar derzeit nicht als gefährdet, doch sollte die Populationsentwicklung selbst dieser noch häufigen Reptilienart in Zukunft in verschiedenen Naturräumen untersucht werden, um die starken lokalen Verluste, die sich aktuell noch nicht auf einen Rückgang im Gesamtareal auswirken (sondern derzeit nur auf die Populationsdichten in den Vorkommensgebieten), erkennen und besser einschätzen zu können.

Danksagung

Die Arbeit wurde im Rahmen des Artenhilfsprogramms Kreuzotter vom Bayerischen Landesamt für Umwelt und vom Landschaftspflegeverband Weidenberg e. V. finanziert. Für Hinweise zum Manuskript danken wir BERND-ULRICH RUDOLPH (Augsburg) und MICHAEL FRANZEN (München).

Literatur

- BLAB, J. (1989): Die Roten Listen werden länger – warum? — NNA-Berichte 2: 42–45.
- BOSCHERT, M. & M. LEHNERT (2007): Waldeidechse– *Zootoca vivipara* (Jacquin, 1787). In: LAUFER, H., K. FRITZ & P. SOWIG (Hrsg.): Die Amphibien und Reptilien Baden-Württembergs: 603–618. – Stuttgart (Ulmer).
- GLANDT, D. (2001): Die Waldeidechse. — Bochum (Laurenti).
- GÜNTHER, R. & W. VÖLKL (1996): Waldeidechse – *Lacerta vivipara* Jacquin, 1787. In: GÜNTHER, R. (Hrsg.): Die Amphibien und Reptilien Deutschlands: 588–600. – Jena (Fischer).
- HENLE, K. & K. RIMPP (1994): Ergebnisse einer 26-jährigen Erfassung der Herpetofauna in der Umgebung von Rutesheim und Renningen, Kreis Böblingen, Baden-Württemberg. – Jahrbuch des Vereins vaterländischer Naturkunde Württemberg 150: 193–221.
- KÄSEWIETER, D. & W. VÖLKL (2003): Makro- und Mikrohabitatnutzung der Schlingnatter (*Coronella austriaca* L.) im Lechtal. – Zeitschrift für Feldherpetologie 10: 159–173.
- KÉRY, M. (2002): Inferring the absence of a species – a case study of snakes. – Journal of Wildlife Management 66: 330–338.
- KÜHNEL, K.-D., A. GEIGER, H. LAUFER, R. PODOUCKY & M. SCHLÜPMANN (2009): Rote Liste und Gesamtartenliste der Kriechtiere (Reptilia) Deutschlands. – Naturschutz und Biologische Vielfalt 70: 231–256.
- MASSOT, M., J. CLOBERT, J. LECOMTE & R. BARBAULT (1994): Incumbent advantage in common lizards and their colonizing ability. – Journal of Animal Ecology 63: 431–440
- SCHERZINGER, W., W. VÖLKL & F. LEIBL (2005): Die Reptilienfauna des Nationalparks Bayerischer Wald. – Zeitschrift für Feldherpetologie 12: 153–176.
- SIMMS, C. (1969): Recolonisation of burnt heath by lizards, *Lacerta vivipara* Jacquin. – British Journal of Herpetology 30: 117–120.
- STRIJBOSCH, H. (2006): Fluctuation in numbers in a *Zootoca vivipara* metapopulation. In: Abstracts of International Symposium on the Common Lizard, Bonn, 17.–19.11.2006: 35.
- STRIJBOSCH, H. & J. J. VAN GELDER (1997): Population structure of lizards in fragmented landscapes and causes of their decline. In: BÖHME, W., W. BISCHOFF & T. ZIEGLER (eds.): Herpetologia Bonensis: 347–351. — Bonn (SEH).
- VÖLKL, W. (1986): Untersuchungen zum Bestand der Kreuzotter (*Vipera b. berus* L.) im Fichtelgebirge. – Schriftenreihe Bayrisches Landesamt für Umweltschutz 73: 125–133.
- VÖLKL, W. (1991): Besiedlungsprozesse in kurzlebigen Habitaten: Die Biozönose von Waldschlägen. – Natur und Landschaft 66: 98–102.
- VÖLKL, W. (2004): Das Artenhilfsprogramm »Kreuzotter im Fichtelgebirge«. – Gutachten im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, unveröff.
- VÖLKL, W. & B. THIESMEIER (2002): Die Kreuzotter. – Bielefeld (Laurenti).
- VÖLKL, W., I. JANSSEN, D. KÄSEWIETER & N. BAUMANN (2004): Gibt es bei der Ringelnatter (*Natrix natrix*) eine Beziehung zwischen der Populationsstruktur und der Amphibiendichte? – Zeitschrift für Feldherpetologie 11: 145–165.
- VÖLKL, W., G. HANSBAUER & A. LIEGL (2007): Lichte Waldlebensräume und Reptilienschutz: Das »Artenhilfsprogramm Kreuzotter« in Bayern. – Naturschutzreport 24: 123–132.

Eingangsdatum: 11.12.2009