

NATUR UND LANDSCHAFT

Zeitschrift für Naturschutz und Landschaftspflege

Verlag W. Kohlhammer

Jahrgang

Vernetzung und Autochthonie nördlicher Arealrandpopulationen der Westlichen Smaragdeidechse (*Lacerta bilineata*)

Connectivity and origin of the Western Green Lizard (*Lacerta bilineata*)
at its northern range margin

Ulrich Schulte, Dirk Alfermann, Wolfgang Böhme, Ulrich Joger, Peter Sound,
Michael Veith, Norman Wagner und Aurelius Heym

Zusammenfassung

Zur Beurteilung der Vernetzung der Westlichen Smaragdeidechse an der Untermosel sowie zur Überprüfung der Autochthonie der hessischen Vorkommen wurde eine Kombination aus maternal (mtDNA: Cytochrom b) und biparental (Mikrosatelliten) vererbten Markern genutzt. Die Ergebnisse zeigen, dass die westlichsten Mosel-Vorkommen als besonders schützenswerte Managementeinheit im genetischen Austausch miteinander stehen. Demgegenüber ist der Genfluss zum mündungsnächsten Vorkommen unterbrochen. Die berechneten effektiven Populationsgrößen belegen, dass es sich um kleine und gefährdete Restbestände der Art handelt. Die Herkunftsanalyse der hessischen Tiere ergab, dass diese wahrscheinlich auf gezielte Aussetzungen von *Lacerta bilineata* vom Kaiserstuhl oder deren Nachkommen zurückgehen. Zudem zeigte sich, dass am Kaiserstuhl Östliche Smaragdeidechsen (*L. viridis*) in *L. bilineata*-Beständen siedeln, ohne dass Hybridisierung nachgewiesen wurde. Aussetzungen von *L. bilineata* aus der Bretagne konnten am Kaiserstuhl ebenfalls nachgewiesen werden. Damit unterstreichen die Ergebnisse die hohe naturschutzfachliche und naturschutzrechtliche Bedeutung molekulargenetischer Herkunftsanalysen.

Reptilien – Lacertidae – FFH-Richtlinie – Populationsgenetik – Herkunft – Populationsmanagement

Abstract

To assess the connectivity of the Western Green Lizard along the lower reaches of the Moselle river and to evaluate the origin of populations in Hesse, we used a combination of maternally inherited markers (mtDNA: cytb) and Mendelian markers (microsatellites). Our results demonstrate that the westernmost populations along the Moselle are connected and compose a management unit of high value. In contrast the gene flow towards populations at the estuary is interrupted. Estimated effective population sizes document that these remaining populations are small and highly endangered. The genetic analysis of populations in Hesse suggests that they stem from systematic introductions of *L. bilineata* from the Kaiserstuhl or the offspring of such introductions. Furthermore, individuals of the Eastern Green Lizard (*L. viridis*) have been introduced within a *L. bilineata* population at the Kaiserstuhl without indication of hybridisation. Likewise we found introductions of *L. bilineata* from Brittany at the Kaiserstuhl. Our results thus emphasise the high relevance of genetic assignments of populations for nature conservation and legislation.

Reptiles – Lacertidae – Habitats Directive – Population genetics – Origin – Population management

Manuskripteinreichung: 27.2.2015, Annahme: 12.8.2015

1 Einleitung

Nicht nur optisch, auch naturschutzfachlich ist die Westliche Smaragdeidechse (*Lacerta bilineata* DAUDIN, 1802) eines der Juwelen der deutschen Fauna. Als Art mit großem Raumbedarf und hohen Qualitätsansprüchen an ihren Lebensraum bietet ihr Schutz die Möglichkeit, die Akzeptanz für den Erhalt qualitativ hochwertiger Lebensräume für eine Vielzahl gefährdeter Tier- und Pflanzenarten zu schaffen („flagship species“ = Leitart) und diese Lebensräume langfristig zu sichern („umbrella

species“ = Zielart). Weit außerhalb des zusammenhängenden heutigen Kernareals der Westlichen Smaragdeidechse, welches in etwa entlang einer Linie von Langres, Vesoul und Baume-les-Dames in Frankreich endet (LESCURE u. DE MASSARY 2013), markieren die rheinland-pfälzischen und südbadischen Vorkommen die rezente nordöstliche Arealgrenze der Art (Abb. 1). Die deutschen Bestände repräsentieren isolierte Vorposten einer postglazialen Wiederbesiedlungswelle aus einem atlantomediterranem Refugialraum (ELBING 2001; BÖHME 2011). Im Gegensatz zu den

stenotopen deutschen Vorkommen der Schwesterart *Lacerta viridis* werden die rheinland-pfälzischen und badischen *L. bilineata*-Populationen als weniger anfällig gegenüber Klimaeinflüssen und in gewissem Maße als „expansiv“ angesehen (BÖHME 1989). Gestützt wird diese Hypothese durch Langzeitbeobachtungen, die einen klimatisch-bedingten Rückgang von *L. viridis* in Brandenburg (PETERS 1970), jedoch eine Persistenz von *L. bilineata* im Westen Deutschlands aufzeigen. Weitere Anhaltspunkte für die Hypothese dieser zwei unterschiedlichen Anpassungseinheiten ergeben

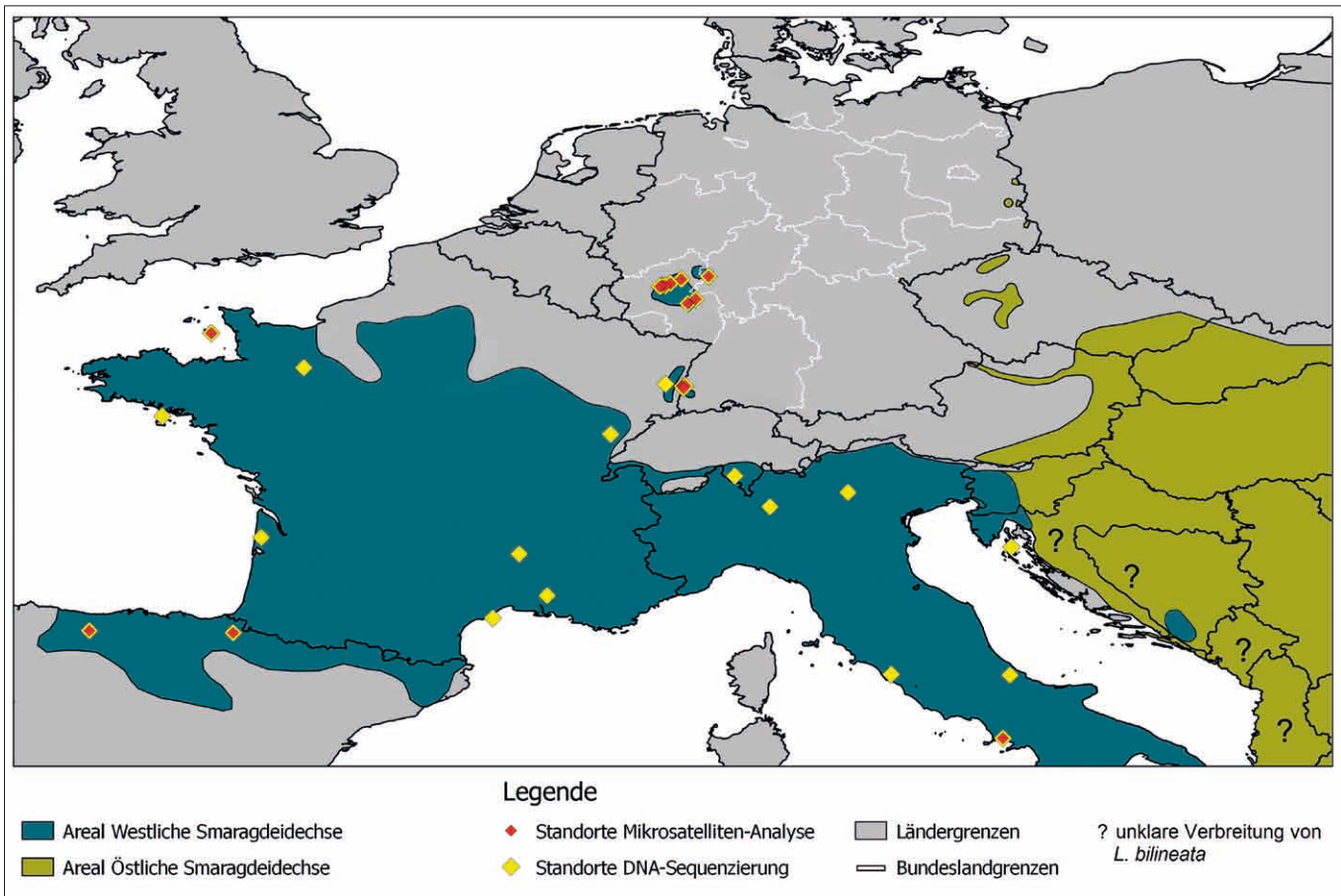


Abb. 1: Verbreitung der Westlichen und Östlichen Smaragdeidechse nach bisherigem Kenntnisstand (verändert nach BÖHME et al. 2007 a, LESCURE u. DE MASSARY und PÉREZ-MELLADO et al. 2009) sowie Lage der untersuchten Populationen.

Fig. 1: Distribution of the Western and Eastern Green Lizard according to the current state of knowledge (modified after BÖHME et al. 2007 a, LESCURE u. DE MASSARY und PÉREZ-MELLADO et al. 2009) as well as location of populations studied.

sich bei Evaluierung dokumentierter Aussetzungen und Wiederansiedlungen beider Arten. Während Wiederansiedlungen der Östlichen Smaragdeidechse in Brandenburg schwierig sind (SCHNEEWEISS 2012), gibt es zahlreiche Belege für „erfolgreiche“ Ansiedlungen der Westlichen Smaragdeidechse (z. B. Tübingen, Stuttgart und Bournemouth in England; FICKERT 1889; DEICHSEL et al. 2007; FRITZ u. SOWIG 2007). Ein wichtiger – wenn auch nicht der alleinige – Grund für die Persistenz der Westlichen Smaragdeidechse an ihrer nördlichen Arealgrenze wird die experimentell nachgewiesene (NETTMANN u. RYKENA 1984), genetisch fixierte und im Vergleich zur Östlichen Smaragdeidechse kürzere Inkubationszeit im atlantischen Klimaraum sein.

Für die isolierten Vorposten in Rheinland-Pfalz sowie die neu in Hessen nachgewiesenen Vorkommen (HENF u. ALFERMANN 2004) ist Deutschland in besonderem Maße verantwortlich (KÜHNEL et al. 2009). In den Roten Listen von Rheinland-Pfalz, Hessen und Baden-Württemberg wird *L. bilineata* als „vom Aussterben bedroht“ eingestuft

(NIEHUIS u. SOUND 1996; FRITZ u. SOWIG 2007; AGAR u. FENA 2010). Bundesweit gilt die Art als „stark gefährdet“ und zählt zu den seltensten Reptilien überhaupt (KÜHNEL et al. 2009). Das sehr gut dokumentierte historische Verbreitungsgebiet der Art sowie ihre auffällige Erscheinung ermöglichen ein recht detailliertes Bild über ihren Rückgang in Westdeutschland. Bereits im ausgehenden 19. Jahrhundert (DÜRIGEN 1897) war die Art in der Basler Region sowie auch im Nahetal im Rückgang begriffen. Seit den 1940er-Jahren gelten die Basler Bestände als ausgestorben. Zudem führten in Rheinland-Pfalz intensive Rebflurbereinigungen am Hardtrand bei Deidesheim, Wachenheim, Dürkheim und Neustadt a. d. Hardt zum regionalen Aussterben der Westlichen Smaragdeidechse (NIEHUIS u. SOUND 1996). Die verbliebenen Restvorkommen am Kaiserstuhl und Tuniberg sowie an Nahe, Mittelrhein und Mosel erfuhren vor allem in den 1960er- bzw. 1980er-Jahren Bestandsrückgänge in Folge von Flurbereinigungen, aber auch zunehmender Verbuchung der Lebensräume nach Aufgabe der Bewirtschaftung. Dies

führte dazu, dass die Art fast ausschließlich an den steilsten und damit nicht zu bewirtschaftenden Hängen von Nahe, Mittelrhein und Mosel überleben konnte, die eine besonders hohe potenzielle Insolation aufweisen. Für einige Populationen entlang des Mittelrheins, der Mosel und der Nahe wurden seit Ende der 1980er-Jahre Naturschutzmaßnahmen durchgeführt (GRUSCHWITZ 1985).

Während großflächige Lebensraumverluste durch Rebflurbereinigungen als wesentlicher Gefährdungsfaktor auf der Hand liegen, fehlen jegliche Kenntnisse zur Gefährdung durch reduzierten Genfluss und genetische Verarmung auf Grund einer zunehmenden Zerschneidung der Restlebensräume. Ziel der Untersuchung war es, deshalb erstmalig die Vernetzung der verbliebenen Restvorkommen der für die Art bundesweit bedeutendsten Teilpopulation am Unterlauf der Mosel mit Hilfe molekulargenetischer Methoden (Mikrosatelliten) zu überprüfen. Es sollten durch Genfluss miteinander vernetzte Populationen als besonders schützenswerte Management-Einheiten (MUs) für Artenschutzbemühungen identifiziert werden (PALSBØLL et al. 2007).



Abb. 2: Männchen der Westlichen Smaragdeidechse. (Foto: Ulrich Schulte)

Fig. 2: Western Green Lizard male.

In einem ergänzenden Projektteil sollte die mögliche Autochthonie der neu für Hessen nachgewiesenen Vorkommen (HENF u. ALFERMANN 2004) untersucht werden. Der Status dieser Populationen war nach der bisherigen DNA-Sequenzierung nicht abschließend geklärt. Aus diesem Grund wurde eine feiner auflösende Mikrosatellitenanalyse unter Abgleich der zu den hessischen Vorkommen nächstgelegenen rechtsrheinischen Population an der Lahnmündung durchgeführt. Im Fall von Autochthonie müsste diese Population im Vergleich zu den Mosel-Populationen weniger stark von den hessischen Vorkommen differenziert sein und je nach Alter der Isolation gemeinsame Allele tragen.

2 Methode

2.1 Probennahme

Insgesamt wurden Proben von 94 Individuen aus dem Gesamtareal analysiert. Hierzu wurden 27 Smaragdeidechsen mit

einer Fangschlinge aus sechs deutschen Populationen (RP, n=24 und HE, n=3) verletzungsfrei gefangen (Abb. 2). Aus Schutzgründen verzichteten wir auf eine genaue Bezeichnung der Fundorte. Die Probennahme fand an insgesamt 12 Tagen mit wechselhafter bis starker Bewölkung und kurzen, sonnigen Abschnitten zwischen dem 8.5. und dem 3.10.2013 statt. Die DNA wurde nicht invasiv mittels Mundschleimhautproben von jedem Individuum gewonnen (SCHULTE et al. 2012). Darüber hinaus wurden 67 Gewebe- und Blutproben aus dem Zoologischen Forschungsmuseum Alexander Koenig sowie dem Staatlichen Naturhistorischen Museum Braunschweig berücksichtigt.

2.2 Sequenzierung und Genotypisierung

Von allen Proben der 94 Individuen wurde die DNA sequenziert. Hierzu wurde ein 656 bp langer Abschnitt des mitochondrialen Cytochrom-b-Gens mittels PCR (Polymerase-Kettenreak-

tion) amplifiziert. Die Sequenzierung erfolgte auf einem MEGABACE 1000® automatisierten Sequenzer. Zur Zuordnung der Sequenzen wurden diese mit verfügbaren Sequenzen aus dem Gesamtareal der Art abgeglichen (BÖHME et al. 2007a; SURGET-GROBA et al. 2006). Die Smaragdeidechsen der deutschen Vorkommen sowie der Populationen aus Jersey, Spanien und Italien (n=69) wurden mittels 9 Mikrosatelliten genotypisiert, die ursprünglich für die Schwesterart *L. viridis* von LAUBE u. KÜHN (2006) entwickelt wurden. Mit dem Programm STRUCTURE 2.3.3® (PRITCHARD et al. 2000) wurde die genetische Strukturierung innerhalb und zwischen den Populationen untersucht. Zur Analyse der Differenzierung von Populationen wurde der Gesamtfixationsindex F_{ST} mit GenAlEx 6.4® berechnet (PEAKALL u. SMOUSE 2006). Um eine erste Vorstellung zur Populationsgröße der Vorkommen an der Unter Mosel zu bekommen, wurde die effektive Populationsgröße (N_e) anhand der Allelfrequenzen mit dem Programm ONeSAMP® berechnet.

3 Ergebnisse

3.1 Populationsstruktur – genetische Einheiten und Autochthonie

Das Programm STRUCTURE® ordnete die Individuen der 10 untersuchten Populationen ($K=4$) 4 genetisch kohärenten Individuenclustern zu (Abb. 3; Gruppierung mit der größten Wahrscheinlichkeit nach EVANNO et al. 2005). Dabei clustern die hessischen Smaragdeidechsen mit der *L. bilineata*-Population vom Kaiserstuhl (blau). Am Kaiserstuhl bilden 6 Individuen der Östlichen Smaragdeidechse, *L. viridis*, ein eigenständiges Cluster (gelb) und 6 Individuen der Westlichen Smaragdeidechse, *L. bilineata*, ein weiteres, klar abgegrenztes Populationscluster (blau), ohne dass es zu einer Vermischung kommt. Die DNA-Sequenzierung der Proben vom Kaiserstuhl legt nahe,

Tab. 1: Paarweise F_{ST} -Werte zwischen den untersuchten Populationen.

Table 1: Pairwise F_{ST} values between populations.

	Kaiserstuhl (<i>L. viridis</i>)	Kaiserstuhl (<i>L. bilineata</i>)	Mosel	Nahe	Mittelrhein	Jersey	Spanien	Italien	Hessen
Kaiserstuhl (<i>L. viridis</i>)		0,459	0,534	0,348	0,412	0,414	0,449	0,273	0,380
Kaiserstuhl (<i>L. bilineata</i>)			0,136	0,194	0,129	0,043	0,200	0,271	0,033
Mosel				0,241	0,093	0,129	0,231	0,330	0,196
Nahe					0,052	0,171	0,259	0,186	0,088
Mittelrhein						0,142	0,211	0,184	0,069
Jersey							0,235	0,242	0,050
Spanien								0,209	0,251
Italien									0,203
Hessen									

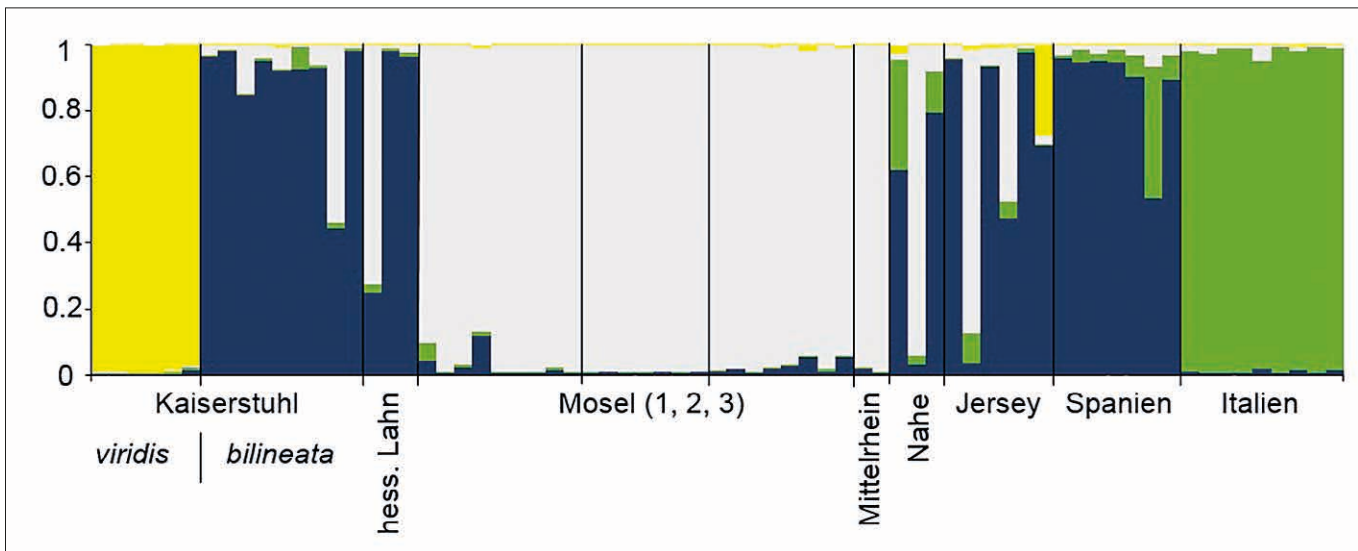


Abb. 3: Genetische Cluster der STRUCTURE-Analyse für 69 Individuen aus 10 Populationen (K = 4). Jedes Individuum ist als einzelner vertikaler Balken dargestellt, dessen vier Farben die Wahrscheinlichkeit der Zugehörigkeit eines Individuums zu den jeweiligen genetischen Clustern wiedergibt.

Fig. 3: Genetic clusters found in the STRUCTURE analysis of 69 individuals of 10 populations (K = 4). Each individual is represented by a single vertical bar, the four colours of which reflect the probability of an individual belonging to the respective genetic clusters.

dass Individuen der Östlichen Smaragdeidechse aus Niederösterreich (BÖHME et al. 2006), nahe der slowakischen Grenze eingeschleppt wurden. Zudem fand sich eine Probe am Kaiserstuhl, die einer *L.-bilineata*-Sequenz aus der Bretagne entsprach (SURGET-GROBA et al. 2006). Alle weiteren Proben waren einem über das gesamte Areal weit verbreiteten und häufigen Haplotyp der Westlichen Smaragdeidechse zuzuordnen. Ein klar abgegrenztes, zusammenhängendes Populationscluster (grau) bilden die drei beprobten Mosel-Vorkommen sowie die Mittelrheinpopulation. Als weitere klar abgegrenzte Populationsgruppe erwiesen sich die zentralitalienischen Smaragdeidechsen (grün).

Der Differenzierungsgrad zwischen den Populationen reicht von schwach ($F_{ST} = 0,033$) bis sehr stark ($F_{ST} = 0,534$) (Tab. 1). Die geringste Differenzierung wurde zwischen den hessischen Smaragdeidechsen und der *L.-bilineata*-Population vom Kaiserstuhl gefunden ($F_{ST} = 0,033$). Demgegenüber zeigt sich eine mäßige Differenzierung ($F_{ST} = 0,136$; Tab. 1) zwischen den Smaragdeidechsen von der Mosel und vom Kaiserstuhl. Die auf Aussetzung beruhende Population der Östlichen Smaragdeidechse vom Kaiserstuhl ist von allen weiteren Vorkommen der Schwesterart sehr stark differenziert.

3.2 Konnektivität und geschätzte Populationsgröße der Mosel-Vorkommen

Unter Berücksichtigung der genetischen Differenzierung zwischen den 3 Mosel-Populationen zeigt sich auch bei

Tab. 2: Paarweise F_{ST} -Werte sowie geographische Distanz zwischen den untersuchten Mosel-Vorkommen.

Table 2: Pairwise F_{ST} values and geographic distance between populations at the Moselle.

	Mosel 1	Mosel 2	Mosel 3
Mosel 1		0,086 (6,2 km)	0,262 (17,8 km)
Mosel 2			0,351 (12,1 km)
Mosel 3			

dieser geringen Stichprobe bereits eine Tendenz zu einem Isolation-by-distance-Muster. Während die mäßigen F_{ST} -Werte zeigen, dass die westlichsten Populationen (Mosel 1 und 2), die etwa 6,2 km entfernt voneinander liegen, im genetischen Austausch miteinander stehen, ist der Genfluss zur mündungsnächsten und genetisch bereits sehr stark differenzierten Population (Mosel 3) unterbrochen (Tab. 2). Dabei ist die Differenzierung zwischen den Vorkommen Mosel 2 und Mosel 3 über eine Distanz von 12,1 km am stärksten. Folglich existieren zwischen diesen Populationen unüberwindbare oder nur sehr schwer überwindbare Barrieren. Der Genfluss zwischen den Beständen an Mosel und Mittelrhein ist vermutlich bereits schon seit einer Zeit vor dem Zweiten Weltkrieg unterbrochen.

Die auf Basis der Allelfrequenzen berechneten effektiven Populationsgrößen belegen, dass es sich um kleine Vorkommen handelt (Tab. 3, S. 70). Dieser Befund wird gestützt durch die geringen Nachweiszahlen an den 12 Begehungstagen. In aktuell besiedelten Lebensräumen an der Mosel konnten an insgesamt 5 Halbtagesbegehungen keine Individuen nachgewiesen werden. Bei Tages- bzw. Halbtagesbegehungen mit Positivnachweis der Art lagen die Individuenzahlen zwischen 2 und 9 Individuen (alle Altersklassen aufsummiert).

4 Diskussion

4.1 Isolation und Vernetzung an der Untermosel

Insbesondere am Unterlauf der Mosel, der für den Gesamtbestand der Westlichen Smaragdeidechse in Deutschland am bedeutendsten ist, haben Rebflurbereinigungen (Erst- und Zweitflurbereinigungen) und der Ausbau von Verkehrswegen, die zunehmende Ausweisung der Hänge als attraktives Baugebiet sowie der Prädationsdruck durch Hauskatzen und Hühner negative Auswirkungen auf die Populationen. Geeignete, aber sehr kleinflächige Lebensräume findet die Art nur noch an den durch Biotoppflegemaßnahmen offen gehaltenen oberen Bereichen ehemaliger Rebhänge oder an den steilsten und damit nicht zu bewirtschaftenden Hängen (s. Abb. 3 sowie Abb. 4, S. 70 und Abb. 5, S. 70). Der einzig verbliebene Ausbreitungs- sowie Verbindungskorridor der Vorkommen ist auf die Bahntrasse entlang der Mosel beschränkt. Oberhalb der Rebhänge verhindert vielerorts die landwirtschaftliche Nutzung eine Ausbreitung bzw. Vernetzung der Populationen. Somit befindet sich die Westliche Smaragdeidechse an der Untermosel trotz ihrer eingangs er-



Abb. 4: Maschinelle Weinlese in einem rebflurbereinigten Weinberg an der Mosel. (Foto: Ulrich Schulte)

Fig. 4: Machine processing of grape harvest within a cleared vineyard at the Moselle.



Abb 5: Restlebensraum an der Untermosel. Die an die flurbereinigten Flächen angrenzenden Steilhänge stellen den verbliebenden Lebensraum dar. (Foto: Ulrich Schulte)

Fig. 5: Residual habitat at the Lower Moselle. The steep rock slopes adjacent to cleared areas represent the remaining habitat.

währten großen Anpassungsfähigkeit und einer aus Sicht der Art zurzeit positiven Entwicklung des Klimas in einer Sackgasse ohne Möglichkeit der Expansion.

Für ein lokales und regionales Populationsmanagement der Westlichen Smaragdeidechse im Sinne einer effektiven Vernetzung der wenigen verbliebenen Vorkommen und um den lokal unterbrochenen Genaustausch (wie z. B. zwischen den Populationen Mosel 2 und 3, bzw. Mosel 1 und 3) wiederherstellen zu können, ist es von entscheidender Bedeutung, die Bahntrasse in Betrieb zu halten. Die geringen Populationsgrößen der Vorkommen (Tab. 3) machen eine Vernetzung umso notwendiger, da stochastische Populationseffekte stärker wirken. Bei zukünftigen, größeren Instandhaltungsmaßnahmen (z. B. Austausch des Schotterbetts) ist der Zeitpunkt der Arbeiten im Sinne von Vermeidungsmaßnahmen artenschutzrechtlich abzustimmen. Entlang der Bahntrassenböschung sowie im Bereich der Hangkuppen am Übergang der Trockenwälder sollten Trittsteinbiotope geschaffen werden, die Migrationen von Individuen erleichtern. Dazu gehören Totholzansammlungen, die leicht aus den ohnehin im Weinberg anfallenden alten Rebstickeln herzustellen sind, die Förderung von Saum- und Heckenstrukturen, Brachstreifen sowie die Freistellung von Trockenmauern.

Um weitere Lebensraumverluste durch die Arrondierung von Rebflächen sowie Bebauung auszuschließen, sollten alle aktuell besiedelten Lebensräume der Art an der Mosel konsequent als Naturschutzgebiete ausgewiesen werden, bzw. muss der Schutzstatus der europarechtlich streng geschützten Art konsequenter beachtet werden. Nahezu alle rezenten rheinland-pfälzischen Vorkommen an Nahe, Mosel und Mittelrhein liegen in FFH-Gebieten. Für die Hanglagen des Mittelrheintals liegen zudem Konzepte zur nachhaltigen Entwicklung vor (SCHMIDT 2012; VEITH et al. 2013). Damit sich der gesetzliche Schutz der FFH-Anhang-IV-Art zukünftig auch positiv auf ihren Erhaltungszustand auswirkt, sollte dem Management ihrer verbliebenden Restlebensräume an der Untermosel besondere Beachtung zukommen.

4.2 Status der badischen und hessischen Vorkommen

Unsere Ergebnisse untermauern eine Einschleppung von Östlichen Smaragdeidechsen sowie gebietsfremder Westlicher Smaragdeidechsen in eine autochthone *L. bilineata*-Population am Kaiserstuhl, die bereits JOGER et al. (2001) nachwies. Die Mikrosatelliten-Analyse bestätigt nun genetisch die Kreuzungsexperimente zur Prü-

fung der Artgrenzen beider Arten, die eine Reproduktionsbarriere offenlegte (RYKENA 1991). Zwei Grundtypen der Interaktion sind in derartigen Populationen denkbar:

1. interspezifische Konkurrenz zwischen *L. viridis* und *L. bilineata* sowie
2. intraspezifische Hybridisierung zwischen eingeschleppten und autochthonen *L. bilineata*, welche bis zur irreversiblen Ausrottung nativer Genotypen führen kann (RHYMER u. SIMBERLOFF 1996).

Hybridisierungen zwischen eingeschleppten und heimischen Linien einer Art betreffen unter den heimischen Reptilienarten in besonderem Maße die Europäische Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis*; SCHNEEWEISS 2003), sowie die Mauereidechse (*Podarcis muralis*) für die entlang des Oberrheingrabens bereits eine schnelle und gründliche genetische Verdrängung natürlicher Populationen durch eine dominante Einkreuzung eingeschleppter italienischer Linien nachgewiesen wurde (SCHULTE et al. 2012). Lokale Anpassungen können durch intraspezifische Hybridisierungen verschwinden und in Auszuchtdepression resultieren (ALLENDDORF et al. 2001). Dies ist von besonderer Bedeutung für Arealrandpopulationen, in denen sich regional entstandene, kleinräumige geni-

Tab. 3: Mit dem Programm OneSamp® berechnete effektive Populationsgröße (N_e , als Bruchteil der Gesamtpopulation) sowie geschätzte Populationsgröße für die drei untersuchten Mosel-Vorkommen.

Table 3: Calculated effective population sizes for three Moselle populations using the OneSamp® program, and estimated population sizes.

Population	effektive Populationsgröße (N_e)	geschätzte Populationsgröße	N
Mosel 1	10,3 ± 2,3	60	8
Mosel 2	11,6 ± 1,2	70	10
Mosel 3	7,6 ± 1,9	40	6

sche Anpassungen unter variierenden Selektionsdrücken herausgebildet haben können. Im Falle der Westlichen Smaragdeidechse sind wichtige regionale Eigenheiten der Populationen zu erwarten, die vor allem das Reproduktionsgeschehen betreffen (Zeitpunkt der Eiablage, mittlere Eiablagetiefe, Eizeitigung) und entscheidend sind für den Fortbestand der südwestdeutschen Populationen. Bei einer intraspezifischen Hybridisierung ist zu erwarten, dass zahlreiche dieser regionalen Anpassungen vor allem im Reproduktionsgeschehen verschwinden oder zumindest verändert werden. Es ist offensichtlich, dass eine Entfernung eingeschleppter Individuen sowie von Hybriden aus gemischten Populationen unmöglich ist. Aus diesem Grund sollten Naturschutzaktivitäten, neben dem Schutz und der Stärkung autochthoner Bestände durch Habitatmanagement, auf die Vermeidung von weiteren absichtlichen menschlichen Einschleppungen abzielen. Als besonders schützenswerte indigene und über Genfluss miteinander vernetzte Lokalpopulationen konnten in dieser Studie die westlichsten Populationen an der Untermosel identifiziert werden.

Die hessischen Populationen gehen nach unseren Ergebnissen zur genetischen Differenzierung und Populationsstruktur auf die Einschleppung von Gründerindividuen der Westlichen Smaragdeidechse vom Kaiserstuhl zurück. Die letzten zweifelsfrei gesicherten Fundorte in Hessen lagen bei Rüdesheim und an der Landesgrenze zu Rheinland-Pfalz bei Kaub (DÜRIGEN 1897). Ersteres Vorkommen ist in den 1970er-Jahren auf Grund von massiven Rebflurbereinigungen erloschen (SOUND 2006).

4.3 Überprüfung zweifelhafter Vorkommen

Meldungen der Art bei Berscheid in der Südeifel nahe der Ourschleife, im Dörsbachtal nahe der Lahn sowie in Brauneberg (Aussetzung) an der Mittelmosel wurden überprüft. An keinem der Standorte konnten 2013 und 2014 Smaragdeidechsen nachgewiesen werden, so dass zumindest in Berscheid sowie im Dörsbachtal davon auszugehen ist, dass es sich bei beiden Meldungen um Zauneidechsenachweise handelte (Nachweis in beiden Gebieten).

5 Literatur

AGAR u. FENA (2010): Rote Liste der Amphibien und Reptilien Hessens (Reptilia et Amphibia), 6. Fassung. Stand 1.11.2010. HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE, LAND-

WIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (Hrsg.), ARBEITSGEMEINSCHAFT AMPHIBIEN- UND REPTILIENSCHUTZ IN HESSEN E. V. UND HESSEN-FORST SERVICESTELLE FORSTEINRICHTUNG UND NATURSCHUTZ, FACHBEREICH NATURSCHUTZ (Bearb.). Wiesbaden. 84 S.

ALLENDORE, F. W.; LEARY, R. F.; SPRUELL, P. u. WENBURG, J. K. (2001): The problems with hybrids: setting conservation guidelines. *Trends in Ecology and Evolution* 16: 613–622.

BÖHME, W. (1989): Klimafaktoren und Artenrückgang am Beispiel mitteleuropäischer Eidechsen (Reptilia: Lacertidae). *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 29: 195–202.

BÖHME, W. (2011): Entwicklung des Klimas, der Landschaft und der Herpetofauna nach der Eiszeit. In: HACHTEL, M.; SCHLÜPMANN, M.; WEDDELING, K.; THIESMEIER, B.; GEIGER, A. u. WIL-LIGALLA, C. (Hrsg.): *Handbuch der Amphibien und Reptilien Nordrhein-Westfalens*. Bielefeld. Laurenti-Verlag: 118–123.

BÖHME, M. U.; SCHNEEWEISS, N.; FRITZ, U.; MORAVEC, J.; MAJLATH, I.; MAJLATHOVA, V. u. BERENDONK, T. U. (2006): Genetic differentiation and diversity of *Lacerta viridis viridis* (LAURENTI, 1768) within the northern part of its species range: An investigation using mitochondrial haplotypes. *Salamandra* 42: 29–40.

BÖHME, M. U.; FRITZ, U.; KOTENKO, T.; DŽUKIĆ, G.; LJUBISAVLJEVIĆ, K.; TZANKOV, N. u. BERENDONK, T. U. (2007a): Phylogeography and cryptic variation within the *Lacerta viridis* complex (Lacertidae, Reptilia). *Zoologica Scripta* 36: 119–131.

BÖHME, M. U.; SCHNEEWEISS, N.; FRITZ, U., SCHLEGEL, M. u. BERENDONK, T. U. (2007b): Small edge populations at risk: genetic diversity of the green lizard (*Lacerta viridis viridis*) in Germany and implications for conservation management. *Conservation Genetics* 8: 555–563.

DEICHSEL, G.; GLEED-OWEN, C. P. u. MAYER, W. (2007): *Lacerta bilineata* (Western Green Lizard) and *Podarcis muralis* (Common Wall Lizard). *Herpetological Review* 38: 100–101.

DÜRIGEN, B. (1897): Deutschlands Amphibien und Reptilien. Eine Beschreibung und Schilderung sämtlicher in Deutschland und den angrenzenden Gebieten vorkommenden Lurche und Kriechtiere. Creutz'sche Verlagsbuchhandlung. Magdeburg. 675 S.

ELBING, K. (2001): Die Smaragdeidechsen – zwei (un)gleiche Schwestern. Laurenti-Verlag. Bochum. 143 S.

EVANNO, G.; REGNAUT, S. u. GOUDET, J. (2005): Detecting the number of clusters of individuals using the software structure: a simulation study. *Molecular Ecology* 14: 2611–2620.

FICKERT, K. (1889): Beiträge zur Fauna der Umgebung von Tübingen. Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg 45: 361–364.

FRITZ, K. u. SOWIG, P. (2007): Westliche Smaragdeidechse *Lacerta bilineata* DAUDIN, 1802. In: LAUFER, H.; FRITZ, K. u. SOWIG, P. (Hrsg.): *Die Amphibien und Reptilien Baden-Württembergs*. Ulmer Verlag: 577–596.

GRUSCHWITZ, M. (1985): Status und Schutzproblematik der Smaragdeidechse (*Lacerta viridis* LAURENTI, 1768) in der Bundesrepublik Deutschland. *Natur und Landschaft* 60 (9): 345–347.

HENE, M. u. ALFERMANN, D. (2004): Neunachweis der Smaragdeidechse im hessischen Lahntal. *Salamandra* 40: 235–238.

JÖGER, U.; AMANN, T. u. VEITH, M. (2001): Phylogeographie und genetische Differenzierung im *Lacerta viridis/bilineata* Komplex. *Mertensiella* 13: 60–68.

KÜHNEL, K.-D.; GEIGER, A.; LAUFER, H.; PODLOUCKY, R. u. SCHLÜPMANN, M. (2009): Rote Liste und Gesamtartenliste der Kriechtiere (Reptilia) Deutschlands. In: HAUPT, H.; LUDWIG, G.; GRUTTIKE, H.; BINOT-HAFKE, M.; OTTO, C. u. PAULY, A. (Red.): *Rote Listen gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilzarten Deutschlands*. Bd. 1: Wirbeltiere. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 70 (1): 231–256.

LAUBE, M. u. KÜHN, R. (2006): Development of microsatellite markers for noninvasive DNA samples of the eastern green lizard *Lacerta viridis*. *Molecular Ecology Notes* 6: 731–733.

LESCURE, J. u. DE MASSARY, J. C. (2013): Atlas des Amphibiens et Reptiles de France. *Collection Inventaires & Biodiversité* 4, Museum National d'Histoire Naturelle. 272 S.

NETTMANN, H. K. u. RYKENA, S. (1984): *Lacerta viridis* (LAURENTI, 1768) – Smaragdeidechse. In: BÖHME, W. (Hrsg.): *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas*. Aula. Wiesbaden. 2/I: 129–180.

NIEHUIS, M. u. SOUND, P. (1996): Westliche Smaragdeidechse – *Lacerta (viridis) bilineata* (DAUDIN, 1802). In: BITZ, A.; FISCHER, K.; SIMON, L.; THIELE, R. u. VEITH, M. (Hrsg.): *Die Amphibien und Reptilien in Rheinland-Pfalz*. Band 1. Landau (zgl. Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz, Beiheft 18/19): 357–376.

PALSBØLL, P. J.; BÉRUBE, M. u. ALLENDORE, F. J. (2007): Identification of management units using population genetic data. *Trends in Ecology and Evolution* 22: 11–16.

PEAKALL, R. u. SMOUSE, P. E. (2006): GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. *Molecular Ecology Notes* 6: 288–295.

PÉREZ-MELLADO, V.; CHEYLAN, M.; GENIEZ, P.; NETTMANN, H. K.; SCHMIDT, B.; PODLOUCKY, R.; SINDACO, R. u. ROMANO, A. (2009) *Lacerta bilineata* (Western Green Lizard). IUCN Red List of Threatened Species, version 2012.2. IUCN. Gland, Switzerland. <http://www.iucnredlist.org/details/61519>.

PETERS, G. (1970): Studien zur Taxonomie, Verbreitung und Ökologie der Smaragdeidechsen. IV. Zur Ökologie und Geschichte der Populationen von *Lacerta v. viridis* (LAURENTI) im mitteleuropäischen Flachland. *Beiträge zur Tierwelt der Mark VII. Veröffentlichungen des Bezirksmuseums Potsdam* 21: 49–120.

PRITCHARD, J. K.; STEPHENS, M. u. DONNELLY, P. (2000): Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics* 155: 945–959.

RHYMER, J. M. u. SIMBERLOFF, D. (1996): Extinction by hybridization and introgression. *Annual Review of Ecology and Systematics* 27: 83–109.

RYKENA, S. (1991): Kreuzungsexperimente zur Prüfung der Artgrenzen im Genus *Lacerta* sensu stricto. *Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum Berlin* 67: 55–68.

SCHMIDT, A. (2012): Das UNESCO-Weltkulturerbe „Oberes Mittelrheintal“ – Beispiele für Naturschutz in kleinparzellierten Landschaften. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 115: 99–116.

SCHNEEWEISS, N. (2003): Demographische und ökologische Situation der Arealrand-Populationen der Europäischen Sumpfschildkröte (*Emys*

orbicularis LINNAEUS, 1758) in Brandenburg. Studien und Tagungsberichte Landesumweltamt Brandenburg 46. 105 S.

SCHNEEWEISS, N. (2012): Missglückter Versuch einer Ansiedlung von *Lacerta viridis* in Nordost-Deutschland. Zeitschrift für Feldherpetologie 19 (2): 145–164.

SCHULTE, U.; VEITH, M. u. HOCHKIRCH, A. (2012): Rapid genetic assimilation of native wall lizard populations (*Podarcis muralis*) through extensive hybridization with introduced lineages. Molecular Ecology 21: 4313–4326.

SOUND, P. (2006): Räumliche und zeitliche Einbindung einer strukturierten Population der Westlichen Smaragdeidechse (*Lacerta bilineata* DAUDIN, 1802) im Mittelrheintal. Dissertation, Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Fachbereich 10, Biologie. 229 S.

SURGET-GROBA, Y.; HEULIN, B.; GUILLAUME, C.-P.; PUKY, M.; SMAJDA, B.; SEMENOV, D.; ORLOVA, V.; KUPRIYANOVA, L. u. GHIRA, I. (2006): Multiple origins of viviparity, or reversal from viviparity to oviparity? The European common lizard (*Zootoca vivipara*, Lacertidae) and the evolution of parity. Biological Journal of the Linnean Society 87: 1–11.

VEITH, M.; BONN, S.; SANDER, U.; ALBRECH, J. u. POSCHLOD, P. (2013): Nachhaltige Entwicklung xerothermer Hanglagen am Beispiel des Mittelrheintals. Naturschutz und Biologische Vielfalt 121. 358 S.

Dank

Für die finanzielle Förderung des Projekts danken wir der Deutschen Gesellschaft für Herpetologie und Terrarienkunde e. V. (Hans-Schiemanz Fonds 2014). Petra Willems danken wir für ihre Hilfe im Labor. Ludwig Simon (LUWG), Herbert Kiewitz (LUWG), Sigrid Lenz und Achim-Rüdiger Börner danken wir für wichtige Hinweise zu Fundorten der Art.

Dr. Ulrich Schulte
Korrespondierender Autor
 Marienstraße 42
 50825 Köln
E-Mail:
 ulr.schulte@web.de



Jahrgang 1978; Studium der Biologie in Bielefeld. Promotion (2012) zur Invasionshistorie der Mauereidechse an der Universität Trier (DBU-Förderung). 2012–2014: Bearbeitung eines Teilprojekts (Amphibien und Reptilien) des F + E-Vorhabens „Vorbereitung der Roten Listen 2020“ des BfN in Zusammenarbeit mit der DGHT e.V. Parallel dazu Mitarbeit in einem Planungsbüro (faunistische Erfassungen). Seit 2011 Schriftleitung der Zeitschrift für Feldherpetologie zusammen mit Dr. Burkhard Thiesmeier. Seit Dezember 2014 Mitarbeiter im BfN im Fachgebiet II 1.3 Monitoring sowie freiberuflicher Gutachter im Artenschutz (Schwerpunkt Amphibien und Reptilien).

Dirk Alfermann
Arbeitsgemeinschaft
Amphibien- und Reptilienschutz
in Hessen e. V. (AGAR)
 Gartenstraße 37
 63517 Rodenbach
E-Mail:
 dirk.alfermann@gmx.de

Prof. Dr. Wolfgang Böhme
Zoologisches Forschungsmuseum
Alexander Koenig
Museumsmeile Bonn
 Adenauerallee 160
 53113 Bonn
E-Mail:
 w.boehme.zfmk@uni-bonn.de

Prof. Dr. Ulrich Joger
Staatliches Naturhistorisches
Museum Braunschweig
 Pockelsstraße 10
 38106 Braunschweig
E-Mail:
 ulrich.joger@snhm.niedersachsen.de

Dr. Peter Sound
Mittelstraße 20
56154 Boppard
E-Mail:
 peter.sound@web.de

Prof. Dr. Michael Veith
Universität Trier
Fachbereich VI –
Raum- und Umweltwissenschaften
Fach Biogeographie
Universitätsring 15
54296 Trier
E-Mail:
 veith@uni-trier.de

Dr. Norman Wagner
Universität Trier
Fachbereich VI –
Raum- und Umweltwissenschaften
Fach Biogeographie
Universitätsring 15
54296 Trier
E-Mail:
 wagnern@uni-trier.de

Aurelius Heym
Universität Trier
Fachbereich VI –
Raum- und Umweltwissenschaften
Fach Biogeographie
Universitätsring 15
54296 Trier
E-Mail:
 aureliushey@hotmail.de

Anzeigen



15 Mio

Füttern verboten?

15 Mio. Euro werden in Deutschland in jedem Winter für die Fütterung der Vögel ausgegeben. Für nur 2,20 Euro in Briefmarken bekommen Sie von uns einen **Ratgeber**, in dem Sie erfahren, wie Sie den Vögeln wirklich helfen.

BUND
 FREUNDE DER ERDE
 Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V.

Am Köllnischen Park 1
 10179 Berlin
 Fax 030 275 86-440
 info@bund.net

www.bund.net



Hirsche brauchen einfach mehr Platz!

Helfen Sie, den Lebensraum der Wildtiere zu schützen.
 Spenden Sie auf unser Konto:

DEUTSCHE WILDTIER STIFTUNG

Konto-Nr.: 380 519 010
 Hamburgische Landesbank, BLZ: 200 500 00
 www.DeutscheWildtierStiftung.de