

Die Überlebenswahrscheinlichkeit von Zauneidechsenpopulationen (*Lacerta agilis* L., 1758)

Bernd Märtens und Thomas Stephan

Synopsis

The survival probability of sand lizard populations (*Lacerta agilis* L., 1758)

The theme of this treatise are the results of simulations with an individual based computer model using life history data from field studies on populations of the sand lizard (*Lacerta agilis*) in the region of Halle (Saale) in Germany and in de Hamert in the Netherlands from STRIJBOSCH & CREEMERS (1988). We simulated populations of different sizes in increasing order (1600 runs for each population size) to determine the time of survival with a 5 % chance of extinction with the aim to investigate the relation between minimum viable population (MVP) and time. One result is, that the longer a population shall survive, the greater must be the population size, and the larger is the area demand of the population depending on the habitat quality. The relation of population size (x) and the time of survival (y) can be calculated using the regression formula $y = 0,2584x^{2,8773}$. If a population shall survive for 100 years, 2800 individuals are needed and for 200 years, 10.000 individuals will be necessary.

Zauneidechse, Aussterberisiko, Minimum Viable Population (MVP), Artenschutz, individuenbasierte Computersimulation

Sand lizard, chance of extinction, minimum viable population (MVP), species conservation, individual based computer simulation

1 Einleitung

Der Gegenstand dieses Beitrages ist ein Modell, ein Gedankenkonstrukt, das auf den Algorithmen eines individuenbasierten Computer-Simulationsprogrammes und auf Ergebnissen ökologischer Feldforschung beruht. Das Ziel dieser Studie ist es, die Größe einer langfristig überlebensfähigen Population (MVP – minimum viable population) zu bestimmen. Uns interessierte jedoch weniger die mittlere Überlebensdauer einer Population (eine Größe bei der man sagen kann: vielleicht überlebt sie, vielleicht nicht), als vielmehr die Frage, wann eine Population mit sicherer

Wahrscheinlichkeit nicht ausstirbt. Also legten wir ein Aussterberisiko von 5 % als Sicherheitsgrenze fest. Die Festlegung auf eine Grenze des Aussterberisikos ist einfach im Verhältnis zu der Definition des Begriffes »langfristig überlebensfähig«. Nach SHAFFER (1981) ist eine Population mit einem 1 %-igem Aussterberisiko nach 1000 Jahren als langfristig überlebensfähig anzusehen.

Ähnliche Probleme bereitet die räumlich-zeitliche Abgrenzung von Populationen. Aufgrund quantitativer und qualitativer Studien über Lebensräume der Zauneidechse ist die Bewertung geeigneter respektive lebensfeindlicher Strukturen möglich, wobei besonders die intensive Agrarwirtschaft, die Flächenversiegelung (Siedlung, Gewerbe, Verkehr und Wasserbau) und die intensive Forstwirtschaft zu nennen sind (MÄRTENS et al., in Druck). So ist bekannt, daß z. B. Flüsse für *L. agilis* eine Isolationsbarriere darstellen, aber ein Austausch von Individuengruppen auch über intensiv genutzte Ackerflächen stattfinden kann (LAUE et al., in Vorber.), deren Grad an Lebensfeindlichkeit von der Art und der Dauer der jeweiligen Nutzung (Feldfrucht) abhängen könnte. Bei der Definition des Begriffes »langfristig überlebensfähig« spielt also die Frage nach Art und Dauer der Isolation genau so eine Rolle, wie die Dynamik ihres Lebensraumes. Die Gefährdung der Zauneidechse und die Bedrohung des Aussterbens besonders an den Grenzen ihres Verbreitungsgebietes (z. B. Südengland, Südschweden, Norddeutschland) wird vornehmlich auf den Lebensraumverlust durch anthropogene Veränderungen zurück geführt (BLAB & NOVAK 1989).

In dieser theoretische Studie soll das Aussterberisiko von Populationen der Zauneidechse mit begrenzten Kapazitäten der Individuenzahl in Abhängigkeit von der Zeit untersucht werden. Der zeitliche Rahmen kann unter dem Aspekt der Dauer der Einflußnahme bestimmter anthropogener Einflüsse betrachtet werden. Ein Beispiel für anthropogene Veränderungen ist die Zerschneidung der Landschaft durch Verkehrswege, die ein bedenkliches Maß angenommen hat. So hat das Netz aller außerörtlichen Straßen in Baden-Württemberg die Länge des zweifachen Erddurchmessers (27.883 km, aus: UMWELTBERICHT BW (1987). Straßen und Kanäle gibt es seit Jahrzehnten und es wird sie auch noch lange geben. In diesem Rahmen ist das Aussterberisiko einer Popu-

lation in Zeiträumen von Jahrzehnten oder Jahrhunderten zu berechnen. Betrachtet man den Einfluß auf Populationen unter dem Aspekt langfristiger, globaler Klimaschwankungen, wie beispielsweise die Kälteperiode im 16. Jh. (»Kleine Eiszeit«) im Vergleich zur heutigen Klimasituation, müßten die Zeiträume auf Jahrhunderte bis Jahrtausende ausgedehnt werden, doch mit der Zunahme des Prognosezeitraumes nimmt die Möglichkeit ab, die Entwicklung der Umwelt vorauszusagen. Auf der Basis der Ergebnisse dieser Studie soll auf das Problem eingegangen werden.

Als Basisdaten für die Simulationen wurden die life history Daten einer Studie aus de Hamert in den Niederlanden (1972–1982) von STRIJBOSCH & CREEMERS (1988) sowie eigene Ergebnisse aus 4-jähriger Forschungsarbeit (1993–1996) im Nordwesten von Halle (Saale) an Zauneidechsenpopulationen verwendet. Die Ergebnisse, die mit einem Modell erzielt werden, sind nur so gut wie die Daten, mit denen man es füttert. Wir wollen uns also nicht anmaßen, Populationsschicksale vorauszusagen, sondern die Möglichkeiten ihrer Entwicklung unter Verwendung gemessener Werte simulieren. Hieraus werden Schlußfolgerungen gezogen, die besonders den Zeitraum betreffen, der bei Planungen des Umwelt-Managements berücksichtigt werden sollte. Alle Simulationen behandeln isolierte Populationen.

2 Methoden

Das Programm simuliert die zeitliche Entwicklung einer Population. Die Dauer eines Zeitschrittes beträgt ein Jahr. Das Programm ist aus funktionellen Einheiten (Module) zusammengesetzt. Die Ereignisse im »Computerleben« einer Eidechse ergeben sich dadurch, daß sie zufällig innerhalb von Wahrscheinlichkeitsbereichen eintreffen, die in einigen Fällen Verteilungsfunktionen untergeordnet sind. In die einzelnen Module werden Werte eingegeben, die das Leben und die Umwelt von *L. agilis* nach dem derzeitigen Wissensstand charakterisieren:

2.1 Altersklassen

Das maximale Alter von Zauneidechsen, das bisher in Freilandversuchen festgestellt wurde, betrug 12 Jahre (STRIJBOSCH & CREEMERS 1988). Nach der zweiten Überwinterung werden sie geschlechtsreif.

2.2 Paarungsverhalten

Zauneidechsen sind polygam, und die Eier der Weibchen können von mehreren Männchen befruchtet wer-

den (OLSSON & al. 1994). Demzufolge können innerhalb der Population alle Weibchen befruchtet werden, zumal das Geschlechterverhältnis etwa 1:1 ist und sich bei Männchen bei längerer »Abstinenz« ein Paarungsdruck einstellt (KITZLER 1941). Im Modell kann sich ein Männchen mit maximal 5 Weibchen paaren. Eine Erhöhung dieser Zahl führte zu keiner Steigerung der Überlebensdauer.

2.3 Überlebensrate und Umweltbedingungen

Die klimatischen Bedingungen innerhalb eines Jahres beeinflussen die Mortalität der Eier (Phase 2) und die postnatalen Stadien (Phase 1). Da Studien über einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten fehlen, mußte die Anzahl der Umweltklassen und die Wahrscheinlichkeit des Eintreffens einer Umweltklasse geschätzt werden. Es wurden 3 Umweltklassen charakterisiert, wobei die Angaben von STRIJBOSCH & CREEMERS (1988) sowie eigene Daten (Tab. 1 und 2) zur Orientierung dienten. Danach setzen wir für schlechte Bedingungen aufgrund der Seltenheit ihres Auftretens (etwa ein Zehntel der Fälle in der de Hamert Population, kein Fall in der eigenen Studie) eine Wahrscheinlichkeit von 0,1 an, für mittlere aufgrund des häufigen Auftretens (etwa 70 % der Fälle, respektive drei Fälle von vier) eine Wahrscheinlichkeit von 0,7 und für gute Bedingungen (etwa 20 % der Fälle, respektive ein Fall von vier) eine Wahrscheinlichkeit von 0,2. Obwohl von STRIJBOSCH & CREEMERS (1988) für die Weibchen eine insgesamt geringfügig höhere Lebenserwartung postuliert wird, läßt sich innerhalb der Altersklassen keine Gesetzmäßigkeit erkennen. Deshalb werden für Männchen und Weibchen gleiche Überlebenswahrscheinlichkeiten angenommen (Tab. 1).

Die von STRIJBOSCH & CREEMERS (1988) ermittelten Individuenzahlen der Altersstadien wurden als minimale Populationsgrößen jeder Altersstufe direkt über die Fang- und Wiederfangzahlen ermittelt. Die dort zu findenden Angaben der Individuenzahlen im Jahresvergleich dienen zur Ableitung der Überlebensraten jeder Altersstufe für unser Modell. Beispielsweise sind die Überlebensraten für die Juvenues vor der ersten Überwinterung (das Alter 0) in guten Jahren 61 % (höchster ermittelter Wert), in mittleren 36 % (Mittelwert aller Prozentangaben dieser Altersklasse) und in schlechten 13 % (niedrigster ermittelter Wert). Im Rahmen eigener Untersuchungsergebnisse wurden die Populationsgrößen von 2 Populationen für die jeweiligen Altersklassen mittels fotografischer Individualerkennung (MÄRTENS & GROSSE 1996) und Anpassung der Frequenzen der Wiederfangraten an eine POISSON-Verteilung kalkuliert (CAUGHLY 1977). Die Flächengrößen der Popula-

Tab. 1
Überlebensraten für die Umweltklassen (gut, mittel und schlecht) männlicher und weiblicher Zauneidechsen innerhalb der Altersklassen nach Daten von und STRIJBOSCH & CREEMERS (1988) sowie die Eimortalität nach STRIJBOSCH & al. (1990).

Alter (Eier)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
gut	0,95	0,61	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
mittel	0,90	0,36	0,48	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
schlecht	0,85	0,13	0,44	0,45	0,45	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46

Table 1
Rate of survival for environment classes (good, medium, bad) of male and female sand lizards for the age classes after data from STRIJBOSCH & al. (1990).

Tab. 2
Populationszahlen (links) und Überlebensraten in Prozent (rechts) der Altersklassen von 2 Untersuchungsflächen aus der Porphyrkuppenlandschaft bei Halle (Saale). Beachten Sie, daß sich die Altersklasse im Übergang zum nächsten Jahr um 1 erhöht. Für die ältesten Tiere in jeder Population kann nur das Alter ab Beginn der Markierungsperiode angegeben werden, so daß das reale Alter auch höher sein kann. a = Frühlingsperiode, b = Herbstperiode.

Population	Populationsgröße der Alterstadien von <i>Lacerta agilis</i>							Überlebensrate (%)						
A	Alter	1993a	1993b	1994	1995a	1995b	1996a	Alter	1993a	1993b	1994	1995a	1995b	1996a
8.800 qm	0		273	444		444		0						
	1	325	280	185	107	88	160	1		86	68	24	82	36
	2	124	102		111	109	44	2		82	73	60	98	50
	3			76	126	124	59	3			75	61	98	54
	4				40	39	79	4				53	98	64
	5						20	5						51
	Alter	1993a	1993b	1994	1995a	1995b	1996a	Alter	1993a	1993b	1994	1995a	1995b	1996a
B	0							0						
	1			29	154			1						
	2			32	17			2				59		
	3			22	22			3				69		
	4				16			4				73		
	5							5						

Table 2
Population sizes (left) and rates of survival (right) in percentages of the age classes from 2 populations of the »Porphyrkuppenlandschaft« near Halle (Saale). Note, that the age class increases by one in the transition to the next year. For the eldest animals in each population the age is given from the beginning of the marking period, though the real age can be higher. a = spring period, b = autumn period.

tionen sowie ihr Isolationsgrad sind unterschiedlich: Population A = isoliert bis 1992, Fläche = 8800 m²; Population B: halbisoliert, Fläche = 5000 m². Die Ergebnisse wurden mit denen der niederländischen Population verglichen. Auch die Mortalität der Eier ist abhängig vom Witterungsverlauf in den Sommermonaten (STRIJBOSCH & al. 1990). Um die Eimortalität in die Simulationen mit einfließen zu lassen, wird für jedes Geschlecht ein zusätzlich verwendeter Faktor der Überlebenswahrscheinlichkeit der Eier zu den 0-jährigen Juvenes (Phase 2) eingegeben (Tab. 1). Die Werte der Überlebensraten für die Eier der Zauneidechsen entnahmen wir den Abgaben von STRIJBOSCH & al. (1990). Danach ergibt sich für gute Umweltbedingungen eine Überlebensrate von 95 % (höchste Rate), für mittlere 90 % (mittlere Rate) und für schlechte 85 % (niedrigste Rate).

2.4 Reproduktion

Die Gelegegröße der mitteleuropäischen Zauneidechsen liegt zwischen 2–14 Eiern (BISCHOFF 1984). Da die Zahl der Eier altersabhängig ist, wird eine altersspezifische Korrektur vorgenommen. Diese ist die Multiplikation der ermittelten Gelegegröße mit einem Faktor. So wird die Gelegegröße der 2-jährigen Weibchen mit 0,5, der 3-jährigen mit 0,65, der 4-jährigen mit 0,75 der 5-jährigen mit 0,85 und der 6-jährigen mit 0,95 multipliziert. Für alle älteren Stadien ist der Multiplikationsfaktor gleich 1. Die Gelegegröße aller Weibchen wird entsprechend der Abgaben von STRIJBOSCH & al. (1990) mit den Wahrscheinlichkeiten einer Gaussverteilung mit dem Mittelwert von 8 und einer Standardabweichung 4 für alle Umweltklassen ermittelt.

2.5 Kapazität

Für die gesamte Population gilt eine Beschränkung der maximalen Territorienzahl (Kapazität) für eine bestimmte Anzahl von Männchen und Weibchen. Für die Startpopulationen wurde die maximale Territorienzahl gewählt. Jede Simulation läuft über 1600 Läufe. Das entspricht der Simulation von 1600 Populationen, wobei jede Eidechse ihr eigenes »Computer-Schicksal« hat. Die Irrtumswahrscheinlichkeit für die Schätzwerte der Überlebensrate ist kleiner als 5 %. Es werden Simulationen mit ansteigender Kapazität durchgeführt (von 10 bis 500 Individuen, Abb. 3), um Auskunft über die Relation von Kapazität und Überlebensdauer bei einem Aussterberisiko von 5 % zu bekommen. Das Geschlechterverhältnis ist etwa 1 : 1. (BISCHOFF 1984).

3 Ergebnisse

Tabelle 2 können Sie entnehmen, daß die Überlebensraten von 2 Populationen (A und B), die von uns untersucht wurden, in den Grenzen der Extremwerte von STRIJ BOSCH & CREEMERS (1988) aus der niederländischen Population liegen. Links befinden sich die Populationsgrößen der Altersstadien innerhalb einer Saison, rechts die daraus resultierenden Überlebensraten. Man sieht, daß die Überlebensrate der Juvenies im ersten Winter am niedrigsten ist. Ferner ist die Überlebensrate in der Periode von einem Jahr zum nächsten niedriger, als die Überlebensrate zwischen Frühjahr und Herbst. Innerhalb der ältesten

Stadien eines Jahres läßt sich am Beginn einer Fang-Wiederfang-Studie das genaue Alter der Adulti mit unseren Methoden nicht genau bestimmen. Diese Stadien können deshalb auch ältere Individuen beinhalten. Die 2-jährigen aus dem Frühling 1993 heißen also 2-jährig und älter und die von 1994 entsprechend 3-jährig und älter.

Das Ergebnis der Simulationen von 1600 Populationen (Läufen) zeigt Abb. 1 für eine Kapazität von 5 Weibchen und 5 Männchen. Die Wachstumsrate beträgt bei allen Durchläufen 1,0. Auf der x-Achse ist die Zeit in Jahren aufgetragen und auf der y-Achse die Aussterberate. An den Balken kann man erkennen, daß etwa 10 % der Populationen nach 5 Jahren ausgestorben sind und nach 10 Jahren fast 50 % der Populationen. Die mittlere Überlebensdauer einer Population von 10 Individuen beträgt 11,8 Jahre. Keine Population übersteht 35 Jahre. In dieser Population besteht ein Aussterberisiko von 5 % bereits nach 2,6 Jahren. Im Vergleich dazu ist in Abb. 2 die Simulation einer Populationen mit einer Kapazität von 250 Männchen und 250 Weibchen dargestellt. Hier besteht ein Aussterberisiko von 5 % erst nach 45,4 Jahren. 40 % der Populationen sind nach etwa 100 Jahren ausgestorben und manche Populationen überstehen die 500 Jahre-Marke.

Das Ergebnis von Simulationen mit ansteigender Kapazität der Populationsgröße ist auf der Abb. 3 dargestellt. Auf der x-Achse ist der natürliche Logarithmus der Populationsgröße und auf der y-Achse die Zeit in Jahren aufgetragen. Die Dreiecke stellen Relation zwischen der Populationsgröße und der Zeit in

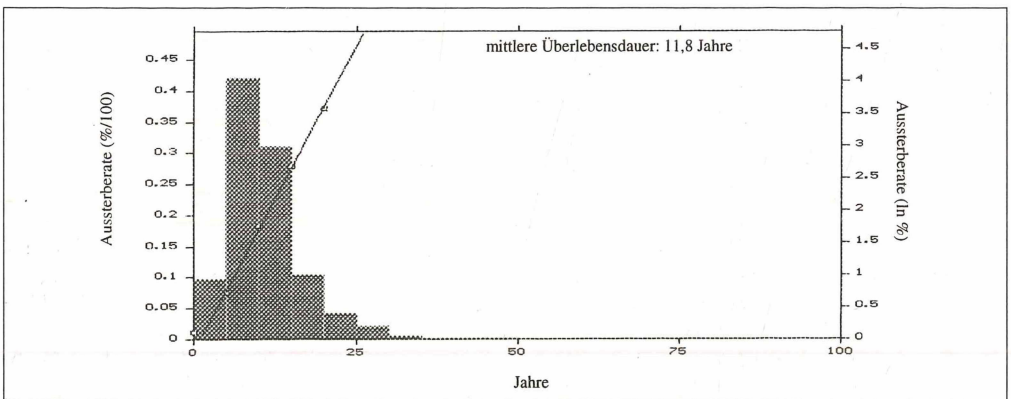


Abb. 1
Aussterberate von 1600 Populationen mit einer Kapazität von 5 Weibchen und 5 Männchen. X-Achse: Zeit (Jahre), Y-Achse links: Aussterberate in %, Y-Achse rechts: Logarithmus der kumulativen Aussterberate in %. Die Regressionsgrade errechnet sich aus der kumulativen, prozentualen Aussterberate in Relation zur Zeit.

Fig. 1
Rate of extinction of 1600 populations with a capacity of 5 females and 5 males. X-axis time (years), Y-axis left: rate of extinction in percentages, Y-axis right: logarithm of cumulative rate of extinction in percentages. The regression line is calculated using the cumulative rate of extinction in percentages in relation of time.

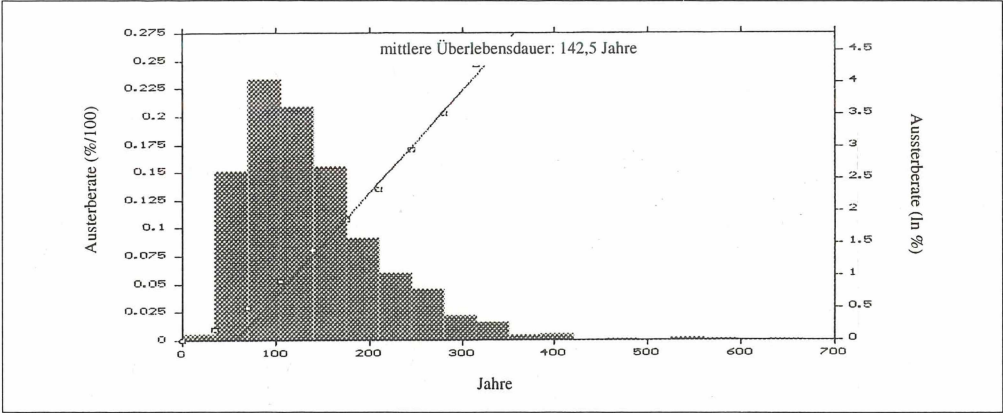


Abb. 2
Aussterberate von 1600 Populationen mit einer Kapazität von 250 Weibchen und 250 Männchen. X-Achse: Zeit (Jahre), Y-Achse links (Aussterberate in %), Y-Achse rechts (Logarithmus der kumulativen Aussterberate in %). Die Regressionsgrade errechnet sich aus der kumulativen, prozentualen Aussterberate in Relation zur Zeit.

Fig. 2
Rate of extinction of 1600 populations with a capacity of 250 females and 250 males. X-axis time (years), Y-axis left: rate of extinction in percentages, Y-axis right: logarithm of cumulative rate of extinction in percentages. The regression line is calculated using the cumulative rate of extinction in percentages in relation of time.

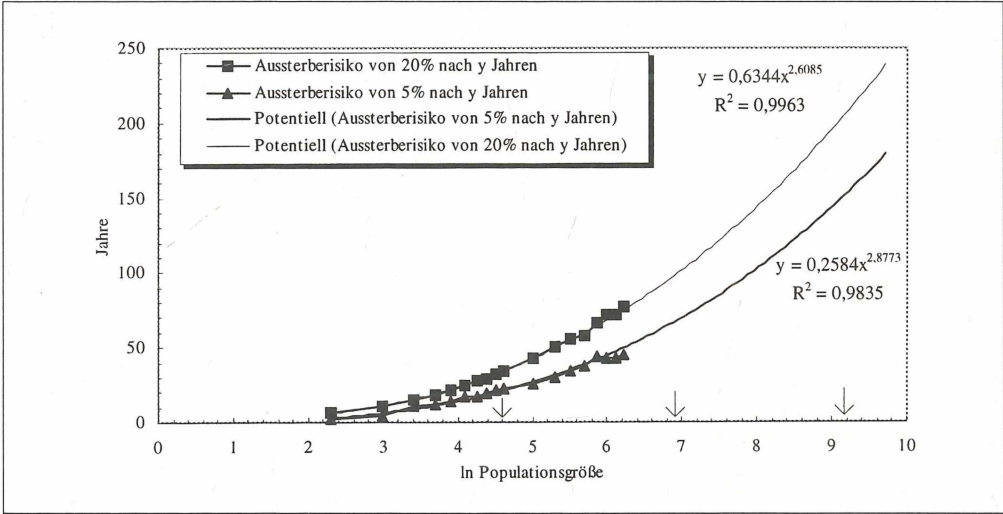


Abb. 3
Überlebenszeit in Abhängigkeit zur Populationsgröße bei einem Aussterberisiko von 5% (20%). Die Kästchen und Dreiecke zeigen die Ergebnisse der Simulationen (Zeit, bei der eine Population mit einem Aussterberisiko von 5% überlebt) in 10er-Schritten von 10 bis 100 und 50er-Schritten von 100 bis 500 Individuen (Männchen/Weibchen = 1:1). X-Achse: Zeit in Jahren, Y-Achse: natürlicher Logarithmus der Populationsgröße. Dargestellt sind die potenziellen Regressionsformeln mit dem Bestimmtheitsmaß = R². Die Pfeile über der x-Achse markieren die 100-, 1000- und 10.000-Markes.

Fig. 3
Time of survival in dependence on the population size with a 5% chance of extinction (20%). The quadrangles and triangles show the results of the simulations (time, a population survives with a 5% chance of extinction) in steps of 10 from 10 to 100 and in steps of 50 from 100 to 500 individuals (males/females = 1:1). X-axis: time in Years, y-axis: natural logarithm of population size. Shown are the non-linear regression formulas and the coefficients of multiple determination = R². The arrows over the x-axis mark the 100-, 1000-, and 10.000-points.

der das 5 %-Aussterberisiko erreicht wird. Die durchgezogene Linie ist die potenzielle Regressionskurve mit dem angeführten Bestimmtheitsmaß, nebst Formel. Die Pfeile zeigen die Marken für 100 Individuen, 1000 Individuen und 10000 Individuen an. Die Quadrate stellen die Simulationswerte für ein Aussterberisiko von 20 Jahren an mit der entsprechenden Verlängerung der Regressionskurve dar. Beide Regressionsgleichungen sind signifikant ($R^2 > 0,98$, Irrtumswahrscheinlichkeit für χ^2 -Test zwischen erwarteter und errechneter Verteilung der Aussterberate $< 0,0001$). Die Überlebenswahrscheinlichkeit bei einem Aussterberisiko von 5 % läßt sich anhand der Regressionsformel ($y = 0,2584x^{2,8773}$) errechnen. An den Regressionskurven läßt sich ablesen, wie lange eine Population mit einer bestimmten Individuenzahl mit einem Risiko von 5 % überlebt.

4 Diskussion

Aus den Ergebnissen wird folgende Beziehung deutlich: Je länger eine Population mit einem Aussterberisiko von 5 % überleben soll, desto höher muß die erforderliche Populationsgröße und damit die Kapazität des Lebensraumes sein. Die Simulationen zeigen, daß bei einem Zeitraum von 100 Jahren die Populationsgröße 2800 Individuen betragen muß, und bei einem Zeitraum von 200 Jahren 10.000 Individuen benötigt werden, um eine Population zu erhalten, die mit 95 %-iger Wahrscheinlichkeit nicht ausstirbt (Abb. 3). Die Relation zwischen Zeit und Populationsgröße steigt potenziell. Auf der Basis von quantitativen Studien zur Habitatqualität der Zauneidechse (MÄRTENS & al., in Druck) läßt sich die erforderliche Fläche kalkulieren, die für eine MVA (minimum viable population) erforderlich ist. Die Kalkulation der erforderlichen Fläche ist abhängig von der Habitatqualität. Die Individuendichte in zonal abgrenzbaren Teilflächen unterschiedlicher Habitatqualität variierte aufgrund der Vegetationshöhe, dem Bedeckungsgrad, der Exposition und der Hangneigung zwischen 0 bis 1650 Individuen pro Hektar (MÄRTENS & al. 1996). Der Flächenanspruch einer Population, die 100 oder 200 Jahre überleben soll (2800 / 10.000 Individuen), beträgt in suboptimaler Habitatqualität (300 Ind./ha) ca. 9,3 / 33,3 ha, während bei nahezu optimaler Habitatqualität (1650 Individuen/ha) nur 1,7 / 6,1 ha benötigt werden. Da diese Daten den Habitatanalysen von 2 Populationen entstammen, sind die hier gemachten Angaben relativ. An dieser Stelle können nur weitere Studien in unterschiedlichen Regionen gefordert werden, um eine sicherere Datengrundlage zu gewährleisten.

In der heutigen Kulturlandschaft finden wir ein eher kleinflächiges Mosaik von Flächen unterschiedlicher Habitatqualität, deren Eignung für Zaun-

eidechsen von lebensfeindlich bis optimal variiert. Über die quantitative Bestimmung der Habitatparameter jeder Fläche läßt sich die Individuendichte per Regressionsformel schätzen (MÄRTENS & al., in Druck) und auf den Umfang jeder Teilfläche (Zone) umrechnen, so daß über die Summe der geschätzten Individuenzahlen aller Teilflächen (Gesamtindividuenzahl) die erforderliche Fläche für eine MVP ermittelbar ist. Da unser Modell nur von einem stationären Zustand ausgeht, bleiben natürliche, dynamische Prozesse (z. B. Sukzession) sowie globale Klimaschwankungen unberücksichtigt. Ihre Entwicklung, die von natürlichen und anthropogenen Prozessen beeinflusst wird, kann bestenfalls für Zeiträume von wenigen Jahrzehnten vorausgesehen werden. Daß die Bewertung der Landschaftsentwicklung für längere Zeiträume unmöglich ist, darf jedoch nicht der Maßstab für den Zeitraum sein, der zur Kalkulation der kleinsten überlebensfähigen Population zugrunde gelegt wird. Beispielsweise beträgt die Kapazität einer Population, die bei einem Aussterberisiko von 5 % 20 Jahre überlebt, 80 Individuen. Nach 30 Jahren erhöht sich das Aussterberisiko auf 21 %, nach 40 Jahren auf 37 % und nach 50 Jahren bereits auf 52 %. Daraus folgt, daß bei der Berechnung des Flächenanspruches einer MVP die zeitliche Entwicklung der Umwelt getrennt von der zeitlichen Entwicklung der Population betrachtet werden sollte. Von unserer Seite kann also nur davor gewarnt werden, die Flächengrößen für eine MVP zu kleinräumig anzusetzen. Die Resultate zeigen ferner, daß von den eingangs erwähnten Zerschneidungen der Landschaft durch lebensfeindliche Strukturen das Aussterberisiko von Zauneidechsenpopulationen erhöht werden kann, wenn die Kapazität ihres Lebensraumes ein bestimmtes Maß unterschreitet. Das Risiko des Aussterbens steigt mit der Dauer, die eine Population unterhalb der Kapazitätsgrenze existieren muß.

Danksagung

Unser Dank gilt dem Bundesministerium für Wissenschaft, Bildung, Forschung und Technik (BMBF - FKZ 0339524 A) für die Förderung im Rahmen des Verbundprojektes: »Bedeutung von Isolation, Flächengröße und Biotopqualität für das Überleben von Tier- und Pflanzenpopulationen in der Kulturlandschaft am Beispiel von Trockenstandorten«.

Literatur	Adressen
BISCHOFF, W., 1984: <i>Lacerta agilis</i> LINNAEUS, 1758 – Zauneidechse. – in: BÖHME, W. (ed.) Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas. – Bd. 2/1 Echsen II (<i>Lacerta</i>), Wiesbaden (Aula): 23–68.	Bernd Märtens Bürgermeister-Fuchs-Straße 12 D-68169 Mannheim
BLAB, J. & E. NOWAK, 1989: Gefährdungscharakteristika und Rückgangsursachen bei Reptilien. – Schr-R. Landschaftspflege Naturschutz, Bonn-Bod-Godesberg, 29: 210–214.	Dr. Thomas Stephan Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle Sektion Ökosystemanalyse Postfach 2 D-04301 Leipzig
KITZLER, G., 1941: Die Paarungsbiologie einiger Eidechsen. – Z. Tierpsychol., Berlin, Hamburg, 4: 353–402.	
LAUE, C., M. PFENNIGER, B. MÄRTENS & A. BAHL, in Vorber.: Untersuchung zur Populationsgenetik der Zauneidechse (<i>Lacerta agilis</i> , L. 1758). – Verh. Ges. Ökol., Bonn.	
MÄRTENS, B. & W. R. GROSSE, 1996: Fotografische Wiedererkennung bei Zauneidechsen (<i>Lacerta agilis</i>) – Adulti und Juvenes –. Die Eidechse, Bonn, Bremen, 17: 1–6.	
MÄRTENS, B., K. HENLE, W. KUHN, R. KRUG, K. JOHST, W. R. GROSSE & C. WISSEL, 1996: Survival of the sand lizard (<i>Lacerta agilis</i> L. 1758) in relation to habitat quality and heterogeneity. – In: SETTELE, J., C. MARGULES, P. POSCHLOD & K. HENLE (eds.) Species Survival in Fragmented Landscapes. – Kluwer, Dordrecht, Boston, London: 241–247.	
MÄRTENS, B., K. HENLE & R. W. GROSSE, 1996: Quantifizierung von Habitatqualität der Eidechsen am Beispiel der Zauneidechse (<i>Lacerta agilis</i> L. 1758). – Mertensiella, Bonn 5 (in Druck).	
OLSSON, M., A. GULLBERG & H. TEGELSTRÖM, 1994: Sperm competition in the sand lizard, <i>Lacerta agilis</i> . – Anim. Behav. 48: 193–200.	
SHAFFER, M. L., 1981: Minimum population sizes for species conservation. – BioScience 31, 131–134.	
STRIJBOSCH, H., G. J. MARTENS & J. S. SPAAGAREN, 1990: Onderzoek aan ei-afzetplaatsen van de Zandhagedis. – Wielwaal 56: 11–16.	
STRIJBOSCH, H. & R.C.M. CREEMERS, 1988: Comparative demography of sympatric populations of <i>Lacerta vivipara</i> and <i>Lacerta agilis</i> . – Oecologia, Berlin, 76: 20–26.	
UMWELTBERICHT BW, 1987 – Ministerium Umwelt, Karlsruhe, 443 S.	

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1996

Band/Volume: [27_1996](#)

Autor(en)/Author(s): Märtens Bernd, Stephan Thomas

Artikel/Article: [Die Überlebenswahrscheinlichkeit von Zauneidechsenpopulationen \(*Lacerta agilis* L., 1758\) 461-467](#)