

Freilanduntersuchungen zur Eizeitigung bei *Lacerta agilis*

KERSTIN ELBING

Mit 5 Abbildungen

Abstract

Field studies on the incubation temperatures in Lacerta agilis

The incubation of eggs of *Lacerta agilis* LINNAEUS, 1758 was studied on the island of Wangerooge (North Sea). Two clutches deposited end of June and early July in 8 and 7.5 cm depth hatched after 56 and 55 days respectively, the respective temperature sums were 1170 and 1176°C. Additional temperature measurements were taken in different soils and depths and evaluated under inclusion of literature records. Some of the results are:

- Under 1991 conditions, the optimal clutch depth would have been below 12 cm.
- The required temperature sum would have been reached even by clutches deposited in late July but hatchlings might have faced a shortage of warm days prior to hibernation.
- Under temperature aspects, the deposition under an open sandy place is more suitable than under mosses. Moss cover however offers better moisture conditions.

Key words: Sauria: Lacertidae: *Lacerta agilis*; field-study; incubation time; incubation temperatures; factors influencing incubation time; factors influencing incubation temperatures.

1. Einleitung

Die Zauneidechse (*Lacerta agilis* LINNAEUS, 1758) kommt am Nordrand ihres Verbreitungsgebietes in England, den Niederlanden und Nordwestdeutschland überwiegend in Sandgebieten vor und wird von BÖHME (1978) als Musterbeispiel für das Prinzip der regionalen Stenözie angeführt. Für die Erklärung dieses Phänomens kommt nach RYKENA & NETTMANN (1987) neben den Habitatansprüchen der Adulti vor allem den Ansprüchen der Gelege und damit der Eizeitigung besondere Bedeutung zu. Auch BÖHME (1989) diskutiert die Verbreitungsgrenzen einiger mitteleuropäischer Lacertidenarten in Zusammenhang mit den jeweiligen Eizeitigungserfordernissen.

Studien zum Einfluß der Eizeitigungstemperaturen auf Inkubationsdauer und Schlupferfolg wurden unter Laborbedingungen bereits mehrfach durchgeführt (JENSEN 1982, ZAKHAROV et al. 1982, RYKENA 1988, STRIJBOSCH 1988). Über Eizeitigungsbedingungen im Freiland liegen hingegen nur wenige Untersuchungen vor (HOUSE & SPELLERBERG 1980, STRIJBOSCH 1987). Da die eindeutige Zuordnung aufgefundener Gelege zu konkreten Ablage- und Schlupfergebnissen unter Freilandbedingungen recht schwierig ist, finden sich in der

genannten Literatur eher allgemeine Angaben zu Temperaturbedingungen an den Eiablageplätzen, die nicht mit individuellen Gelegeparametern korreliert werden.

Zur Erweiterung der Kenntnisse über Eizeitigungsbedingungen im Freiland führte ich im Rahmen einer populationsökologischen Studie an einer Zauneidechsenpopulation auf der Nordseeinsel Wangerooge Untersuchungen zu den Parametern Inkubationstemperatur und -dauer sowie Ablagetiefe und Bodendeckung durch. Dabei war insbesondere der zeitliche und strukturelle Spielraum abzuschätzen, innerhalb dessen 1991 bei dieser Population in Arealrandsituation eine erfolgreiche Fortpflanzung möglich war.

2. Material und Methode

Im Juni 1991 wurden durch die Beobachtung legebereiter Zauneidechsenweibchen bis zur Eiablage zunächst die Eiablageplätze festgestellt. In unmittelbarer Nähe zweier Gelege (G1 und G2) wurden in 4, 8 und 12 cm Bodentiefe 3 Schafttemperatursonden HS UV5 (Grant) installiert. Die Temperatur an der Bodenoberfläche wurde durch eine beschattete Lufttemperatursonde CM-U-V5 (Grant) ermittelt. Ein entsprechender Meßplatz wurde an einer benachbarten Stelle mit gleicher Exposition und Hangneigung aber höherer Bodendeckung aufgebaut, die 1991 nicht als Eiablageplatz genutzt wurde. Die Aufzeichnung und Speicherung der in 30minütigen Abständen gemessenen Temperaturwerte erfolgte mit einem „Ground Squirrel“ SQ1206 der Firma Grant.

Zur Feststellung der Ablagetiefe und des Schlupferfolges wurden die Gelege nach Beendigung des Schlupfes ausgegraben. Zur Auswertung der Temperaturmessungen wurden mit Hilfe der Computerprogramme dBase und Excel Maximum- und Minimumtemperatur, Temperaturverläufe, prozentuale Zeitanteile einzelner Temperaturen, sowie Temperatursumme (die den aufaddierten Tagesdurchschnittswerten entspricht) und Temperaturmittelwert für unterschiedliche Bodentiefen und -deckungen bestimmt. Auf der Basis der Temperatursumme wurden die potentiellen Inkubationsdauern (das heißt, die Zeiträume, die bis zum Erreichen der festgestellten Temperatursumme erforderlich sind) für verschiedene Bodentiefen und -deckungen errechnet.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Eizeitigungsparameter

Die Eiablagen fanden 1991 in der 3. Juni- und der 1. Julidekade statt. Die Termine für den Schlupf der Jungtiere liegen in der 2. August- und in der 1. Septemberdekade. Die entsprechenden Einzeldaten sind der Tabelle 1 zu entnehmen, in der alle Zeitigungsparameter zusammengefaßt sind, die für die Gelege ermittelt werden konnten. Ablage- und Schlupftermin für sich genommen liegen innerhalb des bisher in der Literatur (HOUSE & SPELLERBERG 1980, NULAND & STRIJBOSCH 1981, STRIJBOSCH 1987) dargestellten Zeitrahmens. Betrachtet man die in der vorliegenden Untersuchung erhobenen Daten im Zusammenhang, so ergibt sich eine Inkubationszeit, die mit jeweils etwa

55 Tagen an der unteren Grenze der bisher bekannten Werte liegt. HOUSE & SPELLERBERG (1980) ermittelten unter Freilandbedingungen Zeitigungsdauern von 53–73 Tagen, STRIJBOSCH (1987) von 2–3 Monaten. Da die Eizeitigungsdauer in Abhängigkeit von Witterung und Eiablageplatz zwischen den Populationen beziehungsweise zwischen einzelnen Jahren variieren kann, ist ein direkter Vergleich der festgestellten Zeitigungsdauern mit den in der Literatur dargestellten Angaben nicht sinnvoll möglich. Die ebenfalls in Tabelle 1 aufgelisteten Parameter Ablagetiefe und Anzahl der Eier sind hingegen direkt mit Literaturangaben vergleichbar. Die festgestellte mittlere Gelegetiefe liegt mit 7,8 cm geringfügig unterhalb der von HOUSE & SPELLERBERG mit 7,2 cm ermittelten Durchschnittstiefe und befindet sich innerhalb des von STRIJBOSCH (1987) angegebenen Bereiches von 4–10 cm.

	Gelege 1	Gelege 2
Ablagetag	24.06.	09.07.
Schlupftag	18.06.	01.09.
Dauer (Tage)	56	55
Gelegetiefe (cm)	8	7,5
Anzahl Eier	11	11
Schlupferfolg (%)	100	100
Temperatursumme (°C)	1169,8	1176,2
Durchschnittstemperatur (°C)	21,5	21,6
Temperaturmaximum (°C)	36,3	35,8
Temperaturminimum (°C)	12,6	15,2

Tab. 1. Fortpflanzungsdaten und Zeitigungsparameter der untersuchten Gelege. Ablage- und Schlupftag wurden jeweils als ganze Tage mitgezählt. Die Temperatursumme entspricht den aufaddierten Tagesdurchschnittswerten.

Reproduction dates and incubation parameters of the investigated clutches. Day of egg-deposition and day of hatching were counted as full days. Temperature sum is the addition of the average temperatures for each day.

Die Anzahl der Eier liegt innerhalb der normalen Schwankungsbreite von 1–14 (HOUSE & SPELLERBERG 1980) respektive 2–12 (STRIJBOSCH 1987) Eiern. Mit jeweils 11 Eiern liegen beide Gelege oberhalb der von den genannten Autoren angegebenen Mittelwerte, die bei 5,2 (HOUSE & SPELLERBERG 1980) und 6,1 (STRIJBOSCH 1987) liegen.

Auf Populationsebene ist aber letztlich nicht allein die Anzahl der Eier pro Gelege, sondern die Anzahl der sich fortpflanzenden Weibchen entscheidend. Während HOUSE & SPELLERBERG (1980) davon ausgehen, daß sich geschlechtsreife Weibchen jedes Jahr fortpflanzen, wird aus den Beobachtungen von STRIJBOSCH (1988) deutlich, daß die „relative Teilnahme an der Reproduktion“ mit

dem Alter zunimmt. Auch in der untersuchten Population auf Wangerooge haben sich 1991 nur 4 von 8 zur Fortpflanzungszeit beobachteten adulten Zauneidechsenweibchen – vorwiegend ältere Tiere – fortgepflanzt.

Der Schlupferfolg von 100 % ist als Hinweis auf günstige Zeitigungsbedingungen, insbesondere auf günstige Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen, zu werten. Die Temperaturparameter, die ja von einer ganzen Reihe von Faktoren wie Bodenbewuchs, Feuchte, Wärmeleitung, Sonnenexposition, Wind und damit letztlich auch der Jahreszeit abhängen, erweisen sich bei beiden Gelegen – insbesondere im Hinblick auf den Zeitfaktor – als erstaunlich konstant. So weichen sowohl Temperatursummen (1169,8 bzw. 1176,2°C) als auch Durchschnittstemperaturen (21,5 bzw. 21,6°C) um jeweils weniger als 1 % voneinander ab. Die Schwankungsbreiten der Temperatur differieren etwas stärker und liegen zwischen 21,8 und 23,7°C.

3.2 Einfluß des Ablagedatums auf die Eizeitigungsdauer

Die in Tabelle 1 dargestellten Ergebnisse zeigen, daß unter den gegebenen Bedingungen 1991 für eine erfolgreiche Entwicklung der Zauneidechsen eine Temperatursumme von 1173°C (Mittelwert) erforderlich war.

Die auf der Basis dieser Temperatursumme errechnete potentielle Inkubationsdauer bei Eiablage an anderen Terminen ist in Abbildung 1 dargestellt. Es zeigt sich, daß die theoretisch benötigte Eizeitigungsdauer bei Eiablagen

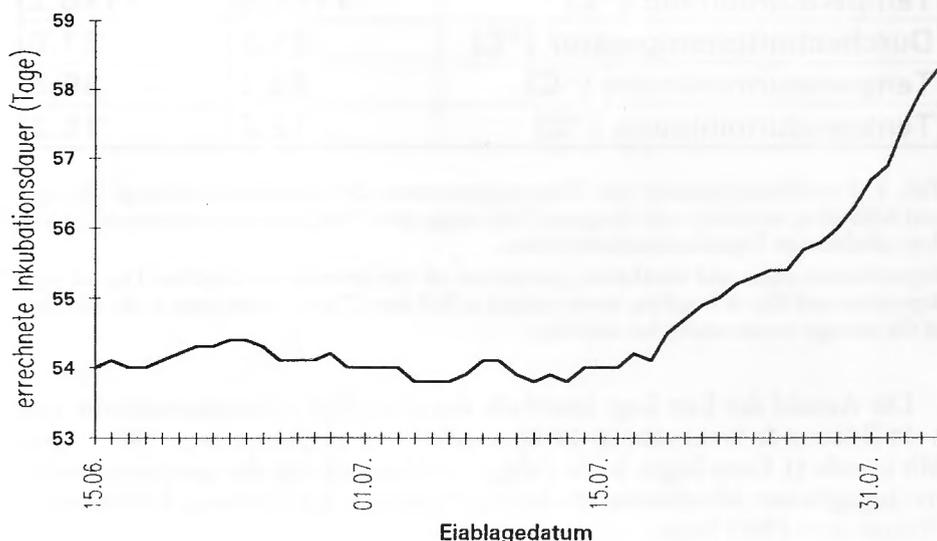


Abb. 1. Errechnete Inkubationsdauern bei Eiablage zwischen dem 17. 6. 1991 und dem 4. 8. 1991. Die Angaben vom 17. 6.–24. 6. sowie vom 28. 7.–4. 8. beruhen auf Extrapolation auf Grundlage von mindestens 80 % der Daten.

Calculated incubation time (days) when egg deposition takes place between 17. 6. 1991 and 4. 8. 1991. The statements from 17. 6.–24. 6. and from 28. 7.–4. 8. are based on at least 80 % of data.

zwischen Ende Juni und Ende Juli trotz uneinheitlichem jahreszeitlichem Wetterverlauf mit zunächst recht niedrigen, dann aber um so höheren Temperaturen, nahezu konstant bei etwa 55 Tagen liegt, und erst danach leicht ansteigt.

Ursache hierfür ist die puffernde Wirkung der 8 cm mächtigen Sandschicht. Nach TOWNSEND (1972, in HOUSE & SPELLERBERG 1980) ermöglicht das Substrat Sand durch seine große Partikelgröße eine schnelle, ungehinderte Drainage. Aufgrund der Kapillarkräfte bleibt das Wasser jedoch verfügbar. Trocknet die oberste Sandschicht aus, so wird die Oberflächen-Evaporation reduziert und dadurch Wärmeenergie gespart. Aufgrund der skizzierten Vorgänge bleiben Temperatur und Feuchtigkeit relativ konstant. Die Bodentemperatur in 8 cm Tiefe wird daher nicht in erster Linie durch die aktuellen Wetterbedingungen, sondern vielmehr durch den allgemeinen jahreszeitlichen Witterungsverlauf bestimmt. In Jahren mit ungünstigerer Hochsommerwitterung dürften ebenfalls relativ konstante Temperaturverhältnisse – allerdings auf niedrigerem Niveau – herrschen. Theoretisch hätten 1991 noch bis Ende September erfolgreiche Schlupfereignisse stattfinden können, so daß der Ablagezeitpunkt von untergeordneter Bedeutung für den Schlupferfolg zu sein scheint. Diese Aussage kann jedoch nicht direkt auf den auf Populationsebene letztlich entscheidenden Fortpflanzungserfolg übertragen werden. Die winterliche Überlebenschance ist nämlich mit großer Wahrscheinlichkeit bei spätem Schlupf geringer als bei frühem, da für die erfolgreiche Überwinterung von Schlüpflingen eine günstige Herbstwitterung (RAHMEL & MEYER 1988) beziehungsweise eine gewisse Anzahl herbstlicher Sonnenscheinstunden (NULAND & STRIJBOSCH 1981) nötig zu sein scheint.

Die erfolgreiche Entwicklung eines zweiten Geleges im Jahr, die aufgrund der Temperaturmessungen 1991 zumindest theoretisch denkbar gewesen wäre, und unter anderem von PETER (1970) und JENSEN (1981) beschrieben wurde, erscheint unter diesem Gesichtspunkt eher unwahrscheinlich, da sie durchgehend optimale Witterungsbedingungen zur Paarungs-, Eizeitigungs-, Schlupf- und Post-Schlupfzeit erfordert, die in Mitteleuropa eher selten sind.

3.3 Der Einfluß der Gelegetiefe auf die Eizeitungstemperaturen

In Abbildung 2 sind über drei Augusttage die Temperaturverläufe an der Bodenoberfläche sowie in 4, 8 und 12 cm Bodentiefe dargestellt. Es wird dabei ersichtlich, daß sowohl die Absolutwerte als auch die Schwankungen der Temperaturen mit zunehmender Bodentiefe zurückgehen, was auf die bereits skizzierte Pufferwirkung des sandigen Substrates zurückzuführen ist. Aus gleichem Grund werden auch Maximal- und Minimalwerte zeitlich verzögert erreicht. Der in Abbildung 2 dargestellte Kurvenverlauf stimmt prinzipiell mit den bisher von HOUSE & SPELLERBERG (1980) veröffentlichten Messungen der Bodentemperatur in der Nähe von Zauneidechsengelegen überein. Die von diesen Autoren für Bodentiefen von 0 und 8 cm vorgelegten Temperaturkurven enthalten allerdings über Zeiträume von 14 wärmeren und 14 kühleren Tagen gemittelte Werte, wodurch die Extremtemperaturen weniger deutlich in Er-

scheinung treten. Infolgedessen reduziert sich auch die Schwankungsbreite der Temperatur. Letztere liegt an der Bodenoberfläche bei maximal 27°C, in 8 cm Bodentiefe hingegen nur noch bei 9°C. Zur Beschreibung der Temperaturbedingungen während der gesamten Inkubationszeit ist diese Darstellung wenig geeignet, da die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ermittelten Temperaturschwankungen mit etwa 50°C (Bodenoberfläche) und etwa 24°C jeweils erheblich größer sind.

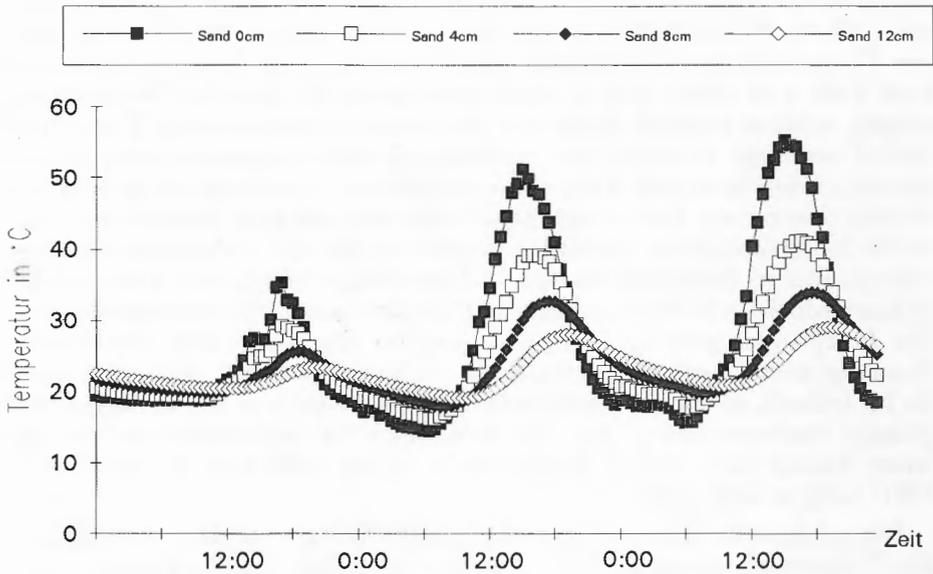


Abb. 2. Temperaturverläufe an der Bodenoberfläche sowie in 4, 8 und 12 cm Bodentiefe an drei Augusttagen.

Temperature curves at the surface and in 4, 8, and 12 cm soil depth during three days in August.

Die in Abbildung 3 zusammengefaßten Meßwerte aller Temperaturfühler für den Gesamtzeitraum vom 24. 6. bis zum 1. 9. 91 verdeutlichen die Unterschiede bei den Temperaturen in unterschiedlichen Bodentiefen. Die Wahl der Eiablagertiefe durch die legebereiten Zauneidechsenweibchen ist dabei insbesondere im Hinblick auf die je nach Tiefe verschiedenen Extremtemperaturen von einiger Bedeutung für Eizeitigungsbedingungen und -erfolg.

Zwar liegen über den Temperaturbereich, innerhalb dessen bei Zauneidechsen Embryonalentwicklung stattfindet oder zumindest nicht dauerhaft gestört wird, keine genauen Angaben vor, doch ist allein aus biochemischen Gründen (Eiweißstabilität!) davon auszugehen, daß Maximaltemperaturen von bis zu 60,5°C außerhalb dieses Bereiches liegen. Hohe Temperaturen oberhalb von 40°C, bei denen zunehmend mit physiologischen Defekten gerechnet werden muß, werden nicht nur kurzfristig, sondern an der Bodenoberfläche zu 9,1 % der Zeit und in 4 cm Bodentiefe immerhin noch zu 1,4 % erreicht. Das Risiko

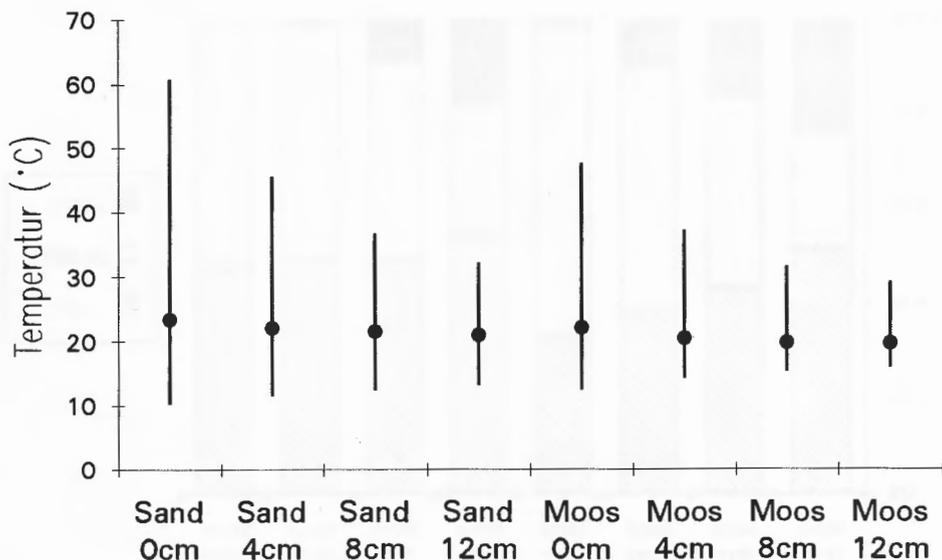


Abb. 3. Temperaturen (Bereiche und Mittelwerte) in verschiedenen Bodentiefen sowie bei unterschiedlichen Bodendeckungen.

Temperatures (ranges and means) in and under sand and moss at the surface and in given depths.

zu hoher beziehungsweise zu niedriger Temperaturen nimmt mit zunehmender Bodentiefe ab. Parallel dazu nehmen auch die Zeitanteile deutlich zu, bei denen die Inkubationstemperaturen in einem Bereich zwischen 20°C und 28°C liegen (Abb. 4), in dem nach RYKENA (1988) eine lineare Beziehung zwischen Inkubationstemperatur und -dauer besteht. Höhere Temperaturen führen nicht zu einer weiteren Beschleunigung der Inkubation, während niedrigere Temperaturen die Zeitigungsdauer erheblich verlängern. Berücksichtigt man darüber hinaus die Angaben von RYKENA & NETTMANN (1987), wonach zumindest unter Laborbedingungen außerhalb eines Bereiches von 22–30°C der Schlupferfolg stark sinkt, so erweisen sich Inkubationstemperaturen von etwa 20–28°C als doppelt günstig. Die optimale Eiablagertiefe wäre dann diejenige, die den höchsten prozentualen Zeitanteil dieser Temperaturen aufweist. Mit größer werdender Bodentiefe nimmt der prozentuale Anteil optimaler Temperaturen zu, derjenige suboptimaler Temperaturen ab (Abb. 4). Von dieser Reduzierung ist insbesondere der prozentuale Anteil suboptimal zu hoher Temperaturen betroffen.

Aufgrund der skizzierten Temperaturverhältnisse ist zu erwarten, daß die prozentualen Anteile optimaler Temperaturen in größeren Bodentiefen nur noch wenig zunehmen oder gar rückläufige Tendenz zeigen. Daraus folgt, daß es eine Optimaltiefe gibt, in der der Anteil optimaler Inkubationstemperaturen maximal ist. Bei den Moosstandorten kann die Optimaltiefe bei etwa 12 cm

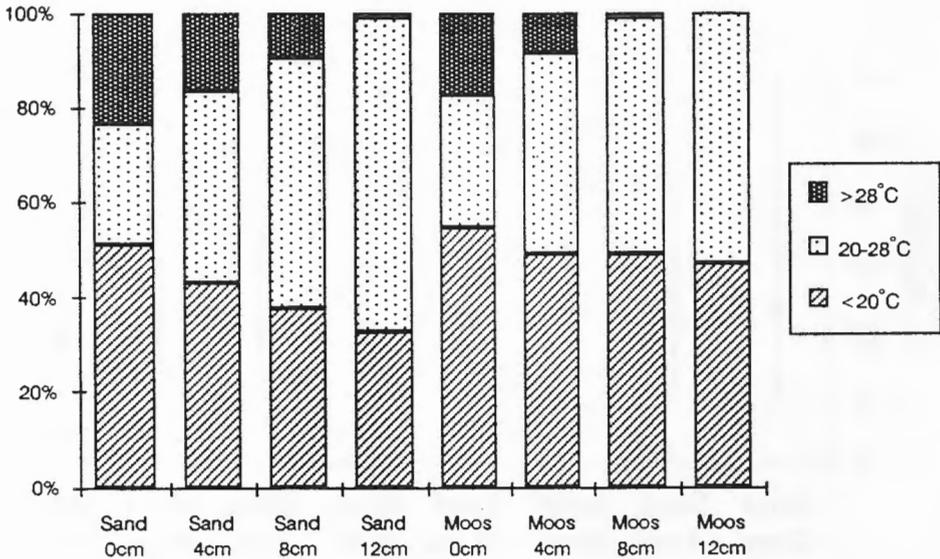


Abb. 4. Prozentuale Zeitanteile optimaler und suboptimaler Inkubationstemperaturen in verschiedenen Bodentiefen. Als optimal wurden dabei Temperaturen zwischen 20 und 28°C angenommen, bei denen eine lineare Beziehung zwischen Inkubationstemperatur und -dauer besteht und die Schlupfquote sehr hoch ist.

Time fraction with optimal and suboptimal incubation temperatures in different soil depths. Temperatures between 20 and 28°C are assumed to be optimal. In this range, the relation of incubation temperature and incubation time is linear and hatching success is large.

angesiedelt werden. Für die Sandstandorte, an denen bis in 12 cm Bodentiefe stetig zunehmende Anteile von Optimaltemperaturen festgestellt wurden, liegt die Optimaltiefe außerhalb des Meßbereiches.

Es ist anzunehmen, daß sich das Verhältnis optimaler und suboptimaler Inkubationstemperaturen sowie die Optimaltiefe je nach Sommerwitterung in einzelnen Jahren unterscheiden. Aufgrund der 1991 günstigen Witterungsbedingungen lag die Optimaltiefe recht tief und wies mit vermutlich deutlich weniger als 33 % (die in 12 cm Bodentiefe festgestellt wurden) einen relativ geringen Anteil suboptimaler Inkubationstemperaturen auf. In kühleren Jahren kann eine Eiablage in einer derart großen Bodentiefe jedoch ein gewisses Risiko darstellen, da sich dann die Optimaltiefe zur Bodenoberfläche hin verschiebt. Gleichzeitig werden mit zunehmender Bodentiefe Temperaturschwankungen (über deren Rolle bei der Eizeitigung bisher nur unzureichende Kenntnisse vorliegen) und der Mittelwert der Temperatur geringer, was zu einer Verlängerung der Inkubationsdauer führen kann. Eine Eiablage in 12 cm Bodentiefe hätte den Schlupf allerdings um lediglich 1–2 Tage verzögert (Abb. 5). Andererseits würde sich selbst bei Ablage an der Bodenoberfläche die Inkubationszeit – rein rechnerisch und unter Nichtberücksichtigung schädlicher Extremtemperaturen von bis zu 60,5°C – nur um 4 Tage verkürzen.

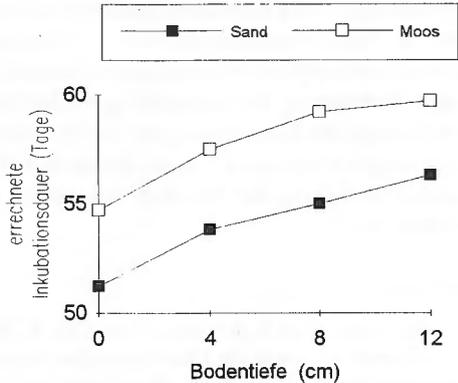


Abb. 5. Veränderung der errechneten Inkubationsdauer bei Eiablage in unterschiedlichen Bodentiefen.

Variation of calculated incubation time for eggs deposited in different soil depths.

3.4 Der Einfluß der Bodendeckung auf die Eizeitigungstemperaturen

In der Literatur wird mehrfach berichtet, daß Zauneidechsenweibchen nicht nur offen-sandige Bereiche als Eiablageplätze wählen, sondern auch in mehr oder weniger enger Assoziation mit Pflanzenwurzeln oder Moosen ihre Eier ablegen (HOUSE & SPELLERBERG 1980, BERGLIND 1988, STRIJBOSCH 1988). Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung konnte ich keine Eiablage an beoosten Stellen registrieren. Dennoch bot sich dort die Erhebung von Temperaturparametern an, um Anhaltspunkte dafür zu gewinnen, wie der Faktor „Bodendeckung“, auf den auch RYKENA & NETTMANN (1987) hinweisen, die Zeitigungstemperaturen beeinflusst. Die Temperaturverläufe an den Moosstandorten entsprechen ungefähr den an den Eiablageplätzen (Abb. 2). Die Bodentemperatur nimmt mit zunehmender Bodentiefe ab, und die Extrema werden zeitlich hinausgeschoben. Die Temperaturschwankungen sind allerdings durch Verdunstungskühle und Abkoppelung von direkter Sonneneinstrahlung noch etwas stärker abgepuffert als unter der freien Sandfläche, was sich insbesondere bei der Oberflächentemperatur bemerkbar macht (Abb. 3), aber auch im Boden. Dementsprechend ist auch die optimale Eiablagetiefe – also die Tiefe mit einem hohen Anteil optimaler Inkubationstemperaturen – in geringeren Bodentiefen zu lokalisieren als bei den Sandstandorten (Abb. 4). Bei einer Eiablage unter einer Moossschicht würde sich die benötigte Inkubationsdauer aufgrund geringerer Temperaturmittelwerte und des ungünstigeren Verhältnisses optimaler und suboptimaler Temperaturen um bis zu 5 Tage verlängern (Abb. 5).

Die Vorteile, die eine Ablage unter einer Moossschicht haben könnte, sind wohl kaum auf dem Gebiet der Temperatur zu suchen. Denkbar sind in diesem Zusammenhang auch mechanische Gründe, etwa die „feste“ Struktur des Sandes in der Nähe von Moosen, wie BERGLIND (1988) betont. Nach HOUSE & SPELLERBERG (1980) liegt der entscheidende Vorteil einer Eiablage unter Moos aber darin, daß das Vorhandensein dünner, lebender Wurzeln für die Aufrecht-

erhaltung eines konstant feuchten Bodenklimas sorgt. STRIJBOSCH (1988) konnte an Moos-Standorten mit 4,1 % eine gegenüber Sandstandorten mit 1,9 % etwa verdoppelte Feuchtigkeit messen. Die Differenz könnte von entscheidender Bedeutung für eine erfolgreiche Entwicklung der Zauneidechsen – die während der Eizeitigung auf die kontinuierliche Anwesenheit von Kontaktwasser angewiesen sind – sein, da sie die Abhängigkeit von zufälligen Regenschauern abmildert, die bei den insgesamt recht geringen Feuchtigkeitswerten immens ist.

Dank

Ich danke Frau S. RYKENA, Herrn H.-K. NETTMANN und Herrn U. RAHMEL für anregende Gespräche sowie die Durchsicht des Manuskriptes. Dank gilt auch der Fachbehörde für Naturschutz in Hannover, ohne deren finanzielle Unterstützung die Freilanduntersuchungen kaum durchzuführen gewesen wären.

Zusammenfassung

Im Rahmen einer populationsökologischen Studie *Lacerta agilis* LINNAEUS, 1758 wurden Eizeitigungsparameter untersucht. Dabei war insbesondere die Abschätzung des zeitlichen und strukturellen Spielraums von Interesse, innerhalb dessen 1991 eine erfolgreiche Fortpflanzung möglich war.

Die Ergebnisse zeigen, daß die zeitliche Begrenzung für eine erfolgreiche Fortpflanzung nicht in erster Linie durch im Spätsommer zunehmende Eizeitigungsdauern erfolgt. Der Schlupf muß aber so rechtzeitig erfolgen, daß den Schlüpflingen eine bestimmte Anzahl herbstlicher Sonnenscheinstunden zur Verfügung steht, die für den Erfolg ihrer ersten Überwinterung erforderlich ist. Die Eignung unterschiedlicher Bodentiefen für die Eizeitigung bestimmt sich nicht in erster Linie aufgrund der Temperaturmittelwerte, sondern aufgrund der Extremtemperaturen, der prozentualen Zeitanteile, optimaler und suboptimaler Inkubationstemperaturen sowie dem damit verbundenen Temperaturregime. Eine Eiablage in mindestens 8 cm Tiefe erweist sich dabei als vorteilhaft. Die optimale Tiefe lag 1991 deutlich unterhalb von 12 cm Bodentiefe. Die Eiablage unter einer Mooschicht ist thermisch ungünstiger als eine Eiablage im offen-sandigen Bereich, verbessert jedoch die Feuchtigkeitsbedingungen ganz erheblich.

Schriften

- BERGLIND, S.-A. (1988): Sandödlan, *Lacerta agilis* L., på Brattforsheden i Värmland – habitat, hot och vardatgärder. – Fauna Flora, Stockholm, 83: 241–255.
- BÖHME, W. (1978): Das Kühnelt'sche Prinzip der regionalen Stenozie und seine Bedeutung für das Subspeziesproblem: Ein theoretischer Ansatz. – Z. zool. Syst. Evolut.-forsch., Hamburg, 16: 256–266.
- (1989): Klimafaktoren und Artenrückgang am Beispiel mitteleuropäischer Eidechsen (Reptilia: Lacertidae). – Schr.-R. Landschaftspfl. Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg, 29: 195–202.
- HOUSE, S.M. & I.F. SPELLERBERG (1980): Ecological factors determining the selection of egg incubation sites by *Lacerta agilis* in southern England. – Proc. Euro. Herp. Symp. C. W. L. P., Oxford, 1980: 41–54.
- JENSEN, J.-K. (1981): Sand lizard (*Lacerta agilis* L.) with a second clutch in Denmark. – Amphibia-Reptilia, Wiesbaden, 2: 267.
- (1982): Relations between temperature and incubation time for eggs of the sand lizard (*Lacerta agilis* L.). – Amphibia-Reptilia, Wiesbaden, 2: 385–386.

- NULAND, van G. J. & H. STRIJBOSCH (1981): Annual rhythmicity of *Lacerta vivipara* (JAQUIN) and *Lacerta agilis* (L.) (Sauria, Lacertidae) in the Netherlands. – Amphibia-Reptilia, Wiesbaden, 2: 83–95.
- 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. – Beitr. Tierw. Mark, Potsdam, 7 (21): 49–119.
- RAHMEL, U. & S. MEYER (1988): Populationsökologische Daten von *Lacerta agilis argus* (LAURENTI, 1768) aus Niederösterreich. – In: Glandt, D. & W. Bischoff (Hrsg.): Biologie und Schutz der Zauneidechse (*Lacerta agilis*). – Mertensiella, Bonn, 1: 132–145.
- RYKENA, S. (1988): Innerartliche Differenzen bei der Eizeitigungsdauer von *Lacerta agilis*. – In: Glandt, D. & W. Bischoff (Hrsg.): Biologie und Schutz der Zauneidechse (*Lacerta agilis*). – Mertensiella, Bonn, 1: 41–53.
- RYKENA, S. & H.-K. NETTMANN (1987): Eizitigung als Schlüsselfaktor für die Habitatansprüche der Zauneidechse. – Jb. Feldherpetol., Köln, 1: 123–136.
- STRIJBOSCH, H. (1987): Nest site selection of *Lacerta agilis* in the Netherlands. – Proc. Fourth. Ord. Gen. Meet. S. E. H., Nijmegen, 1987: 375–378.
- (1988): Reproductive biology and conservation of the sand lizard. – In: Glandt, D. & W. Bischoff (Hrsg.): Biologie und Schutz der Zauneidechse (*Lacerta agilis*). – Mertensiella, Bonn, 1: 132–145.
- ZAKHAROV, W. M., A. S. BARANOV & A. W. VALETZKY (1982): Influence of incubation temperature on duration of development in the sand lizard, *Lacerta agilis* (Lacertidae, Squamata). – Zool. Zh., Moskau, 61: 883–889 (in russ.).

Eingangsdatum: 3. Oktober 1992

Verfasserin: KERSTIN ELBING, Universität Bremen, AG Evolutionsbiologie, Postfach 330440, D-28334 Bremen.