

Temperaturuntersuchungen an Laichgewässern der Kreuzkröte *Bufo calamita* LAURENTI, 1768

(Anura: Bufonidae)

DETLEV BREGULLA

Mit 5 Abbildungen

Abstract

The temperature in six breeding ponds of the Natterjack toad, *Bufo calamita*, was studied during three years. The results show its preference for relatively warm spawning waters. Under adverse weather conditions small ponds are warmer than larger ones.

Key words: Anura; Bufonidae; *Bufo calamita*; breeding pond; water temperature.

Einleitung

Als eher kontinentale Art bevorzugt die Kreuzkröte relativ warme Standorte (vgl. z. B. MÖLLER & STEINBORN 1981). Auch sind die Laichgewässer gewöhnlich sonnenexponierte, kleinere Gewässer, in denen erstaunlich hohe Temperaturen herrschen können (NIEKISCH 1983, SACHER 1986). Systematische Freilanduntersuchungen fehlen bislang, jedoch wurden bereits Laboruntersuchungen zur Entwicklung von Kreuzkrötenlarven in Abhängigkeit von der Temperatur durchgeführt (HEMMER & KADEL 1973).

Hohe Wassertemperaturen werden in der Regel als notwendige Bedingung für die erfolgreiche Entwicklung des Laiches und der Larven angesehen. Kreuzkröten benutzen selbst dann scheinbar suboptimale Gewässer regelmäßig, wenn temporäre, sonnenexponierte Gewässer in unmittelbarer Nähe vorhanden sind (BREGULLA 1986).

Im folgenden stelle ich dreijährige (1985-1987) Untersuchungen an sechs verschiedenen Laichgewässern der Kreuzkröte vor, die über einen längeren Zeitraum und statistisch abgesichert Temperaturdaten dokumentieren.

Untersuchungsgebiet und Methoden

Neben den bereits ausführlich beschriebenen Gewässern A bis D (BREGULLA 1986), deren Kurzcharakteristika zusammen mit den folgenden Gewässern in

Tabelle 1 genannt sind, wurden folgende größere Weiher in die Untersuchung einbezogen.

Gewässer E (TK 25: 4208/4): Beständiger Weiher mit etwa 40 m Durchmesser, maximale Tiefe 1,0 m. Bodengrund Lehm, nahezu vollständig mit *Elodea canadensis* bewachsen. Randbereiche zu etwa 40 % bis in 0,2 m Wassertiefe nicht bewachsen (engerer Laichbereich). Besonnung 100 %, keine Austrocknungstendenz, da Grundwasseranschluß vorhanden. Starker Fischbesatz (im wesentlichen Moderlieschen), sehr starke *Rana lessonae*/*Rana „esculenta“*-Mischpopulation, neben *Bufo bufo* (selten), *Triturus vulgaris* und *T. alpestris* sowie wenigen Grasfröschen, *Rana temporaria*. Laichplatz von etwa 15 Kreuzkröten. In unmittelbarer Nähe befindet sich ein Kleingewässerkomplex (8 m × 4 m, maximale Tiefe 0,2 m), vergleichbar Gewässer D, der von gleich vielen Kröten zum Laichen genutzt wird.

Gewässer F (TK 25: 4409/2): Weiher, etwa 40 × 80 m, künstlich mit Folie abgedichtet. Maximale Tiefe 2,5 m. Bodengrund Sand und Lehm. Randbereiche zu 80 % bis in 0,4 m Tiefe bewachsen. Zwei sonnenexponierte Flachufer als Laichbereich für die Kreuzkröte vegetationslos. Neben 8 bis 12 *Bufo calamita* kleinere Bestände von *Rana lessonae*/*Rana „esculenta“*, *R. temporaria*, *Bufo bufo*, *Triturus vulgaris* und *T. alpestris*. Keine Austrocknungstendenz. In das Gewässer wurden verschiedene Zierfische und Karauschen eingesetzt.

Die Temperatur maß ich mit einem auf 0,1 K ablesbaren Quecksilberthermometer, das so in die Wasserschicht gelegt wurde, daß eine Fadenkorrektur entfiel. Die Messungen erfolgten in 5 bis 10 cm Wassertiefe, soweit diese Tiefe noch erreicht wurde, ansonsten in unmittelbarer Nähe des Laichs und der Larven.

Gewässer	A	B	C	D	E	F
Größe (m)	8 × 10	12 Ø	12 × 5	3 × 2 2,5 × 2	40 Ø	40 × 80
Tiefe (m)	0,35	0,4	0,6	0,35	0,2*	0,4*
Bodengrund	Lehm Altberge	Altberge	Lehm	Lehm	Lehm	Sand/ Lehm
Bewuchs	60 %	40 %	95 %	0 %	40 %*	10 %*
Besonnung	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %*	100 %*
Anzahl Laichschnüre	15—20	30—35	6—10	10—15	4—6	3—6
Fischbesatz	—	—	—	—	+	+

* bezieht sich auf die Flachwasserbereiche, die von *Bufo calamita* zum Laichen aufgesucht werden.

Tab. 1. Zusammenstellung wesentlicher Charakteristika der untersuchten Gewässer.
Short discription of the ponds.

Die Tagesperiodik ermittelte ich aus 5 bis 8 Messungen pro Jahr während der Hauptlaichzeit der Kreuzkröte im Mai und Juni. Die Gewässer wurden von mir rasch aufeinanderfolgend vermessen, der Abstand zwischen jeder Messung betrug 2 h. Dabei habe ich zwischen günstiger Witterung und ungünstiger Witterung — im folgenden durch T und T* gekennzeichnet — unterschieden.

Die Jahresperiodik ermittelte ich aus 3 bis 5 Messungen zwischen 12 und 15 Uhr MESZ pro Monat und Jahr. Der Meßzeitraum war hier März bis Oktober. Unterschiedliche Witterungsverhältnisse sind hier nicht berücksichtigt, sondern in die Mittelwerte einbezogen.

Zur Auswertung der Messungen wandte ich folgende diagnostischen Kriterien an:

Mittlere Tagestemperatur \bar{T} und \bar{T}^* : Mittelwert aus den durchschnittlichen Temperaturen von 6 bis 22 Uhr mitteleuropäischer Sommerzeit (MESZ).

Mittlere höchste Tagestemperatur \bar{T}_{\max} und \bar{T}_{\max}^* : Mittelwert aus den höchsten gemessenen Temperaturwerten von 6 bis 22 Uhr MESZ.

Mittlere niedrigste Tagestemperatur \bar{T}_{\min} und \bar{T}_{\min}^* : Mittelwert aus den niedrigsten Temperaturmeßwerten von 6 bis 22 Uhr MESZ.

Mittlere Tagestemperaturdifferenz ΔT_{Mit} und ΔT_{Mit}^* : Differenz der 6 Uhr MESZ Meßwerte (Mittelwerte) und der höchsten Meßwerte (meist 14 Uhr MESZ-Meßwerte).

Maximale Temperaturdifferenz $\overline{\Delta T}_{\max}$ und $\overline{\Delta T}_{\max}^*$: Differenz zwischen dem höchsten und niedrigsten Meßwert.

Mittlere Tagestemperaturdifferenz ΔT_{τ} und ΔT_{τ}^* : Differenz zwischen dem höchsten und niedrigsten durchschnittlichen Temperaturmeßwert.

Mittlere monatliche Temperatur \bar{T}_M in der Vorlaichzeit (April bis Mitte Mai), der Hauptlaichzeit (Mai bis Mitte Juli) und der Nachlaichzeit (Juli und August): Mittelwert der Messungen an den Gewässern aus Messungen zwischen 12 und 15 Uhr MESZ.

Maximale und minimale Temperatur T_{\max} und T_{\min} sowie Temperaturdifferenz in den drei Laichzeiten ΔT .

Ergebnisse und Diskussion

Die Abbildungen 1 bis 4 zeigen die Tagestemperaturprofile der untersuchten Gewässer zur Hauptlaichzeit in Mai und Juni, Tabelle 2 die daraus ermittelten diagnostischen Kriterien.

Das Tagestemperaturprofil der Gewässer A, B, D im Mai zeigt einen relativ raschen Temperaturanstieg bis etwa 15 Uhr MESZ, gefolgt von einem verhältnismäßig flachen Temperaturabstieg bis 24 Uhr. Die durch die Bodenstruktur bevorzugten Gewässer A und B erreichen bereits hohe Temperaturen, während das Gewässer D, das etwa dem „Prototyp-Laichgewässer“ entspricht, stets eine geringfügig niedrigere durchschnittliche wie höchste Temperatur aufweist.

Das Temperaturprofil der Gewässer C, E, F ist wesentlich ausgeglichener. Die Temperaturschwankungen sind nicht so hoch wie bei den Gewässern A, B und D. Das Gewässer C nimmt als Kleingewässer zwischen temporärem Kleinstgewässer und Weiher eine Mittelstellung ein: ΔT , ΔT_{\max} und ΔT_{Mit} liegen zwischen den Kleinstgewässern und den Gewässern A, B und D. Diese Gewässer zeigen erheb-

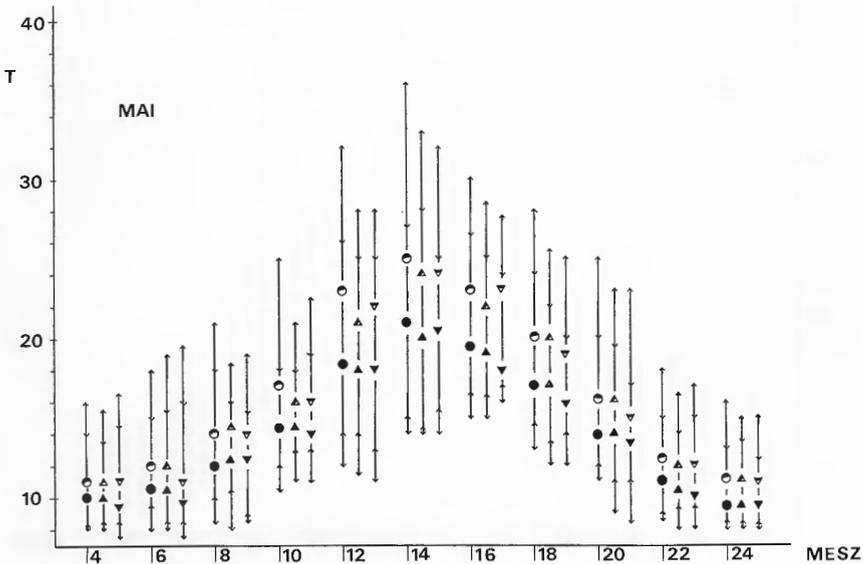


Abb. 1. Tagestemperaturprofil der Gewässer A, B und D im Mai. ○, △, ▼ bezeichnen mittlere Wassertemperaturen und ^ höchste und niedrigste Wassertemperaturen bei folgenden, günstigen Wetterbedingungen: Tageslufttemperatur > 23° C, Sonnenscheindauer > 70 % der maximalen Sonnenscheindauer und keinen nennenswerten Niederschlägen (< 1 mm). ●, ▲, ▼ bezeichnen mittlere Wassertemperaturen und v höchste und niedrigste Wassertemperaturen bei folgenden, ungünstigen Wetterbedingungen: Tageslufttemperatur zwischen 18° C und 23° C, Sonnenscheindauer von 40 % bis 70 % der maximalen Dauer und wenig Niederschlägen (< 1 mm).

Temperatures of the ponds A, B and D in May. ○, △, ▼ indicate water temperatures and ^ maximum/minimum temperatures under favourable weather conditions: $T > 23^{\circ} \text{C}$, sun period > 70 % of maximum and little rain (< 1 mm). ●, ▲, ▼ indicate the same values and v maximum/minimum values under less favourable weather conditions: Temperature between 18°C and 23°C , sunperiod 40 % up to 70 % of maximum and maximum rain ratio 1 mm.

lich höhere Temperaturschwankungen ΔT und ΔT_{Mit} als die Gewässer E und F; auch sind die höchsten Temperaturdifferenzen um nahezu 10°C größer als bei E und F.

Die mittleren Temperaturen der Gewässer sind hingegen nahezu ausgeglichen und vergleichbar. Die höchsten Temperaturen, die in A, B und D erreicht werden, liegen jedoch signifikant über denen von C, E und F. Erwartungsgemäß liegen die Verhältnisse bei den niedrigsten Temperaturen umgekehrt, da die kleinen Gewässer aufgrund ihres ungünstigen Verhältnisses von Wassermenge zu Wasseroberfläche schnell auskühlen.

Das Profil der Gewässer ist im Juni ähnlich wie oben beschrieben, jedoch extremer. Der Temperaturanstieg beginnt früher und es werden schneller höhere Tem-

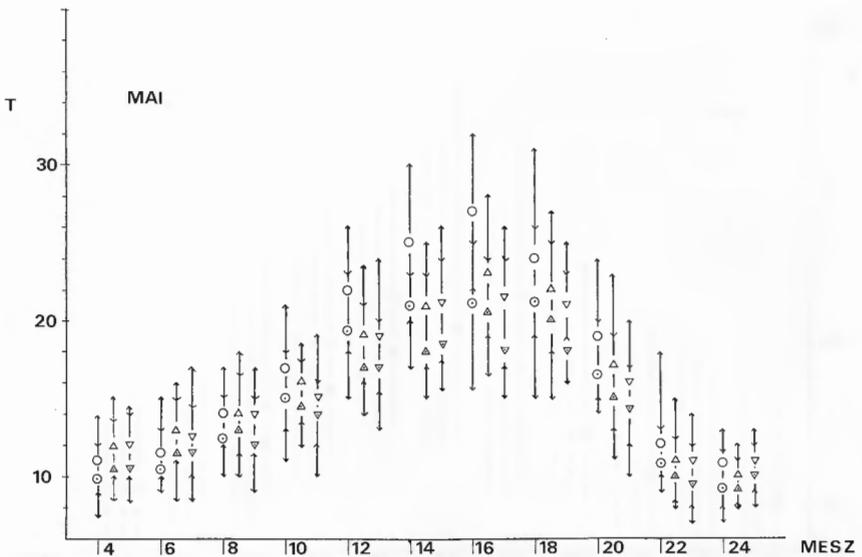


Abb. 2. Tagestemperaturprofil der Gewässer C, E und F im Mai. ○, △, ▽ und △ sowie ○, △, ▽ und ▽ wie in Abb. 1.

Temperatures of the ponds C, E and F in May. Signs as in Fig. 1.

peraturen erreicht. Besonders bemerkenswert sind hier maximale Temperaturen von mehr als 40°C , die die Larven jedoch ohne optisch erkennbare Schädigung vertragen haben. Solche Temperaturen wurden allerdings nur selten (vier Ereignisse) und nur kurzzeitig erreicht (2 bis 3 h).

Auffallend ist, daß sich sowohl die mittleren Temperaturen als auch die maximalen Temperaturen angleichen. Ein signifikanter Unterschied besteht jedoch in den Differenzwerten, insbesondere zwischen den Gewässern A, B und D sowie E und F. Die kleinen Gewässer erreichen somit schneller höhere Temperaturen; bei ungünstiger Witterung sind sie gegenüber den größeren Gewässern zwar bei den durchschnittlichen Temperaturen nicht wesentlich bevorzugt, erreichen jedoch höhere Maximalwerte der Temperatur. Auch ist die Zeitdauer der erhöhten Temperatur um den Faktor vier bis fünf größer.

Die mittleren Temperaturen aller untersuchten Gewässer liegen in dem Bereich, der die optimale Larvalentwicklung erlaubt (HEMMER & KADEL 1973). Die Gewässer A, B und D zeigen jedoch gegenüber C, E und F längere Phasen dieses Temperaturbereiches. Höhere Temperaturen, bei denen die Larvalentwicklung wieder langsamer verläuft, treten hier zwar auf, kompensieren sich in ihrer Gesamtheit jedoch offenbar.

Höchstwerte von 38 bis 39°C sollen nach SACHER (1986) mit erheblichen Larvalverlusten begleitet sein. Da keine Angaben zur Dauer der Temperatureinwir-

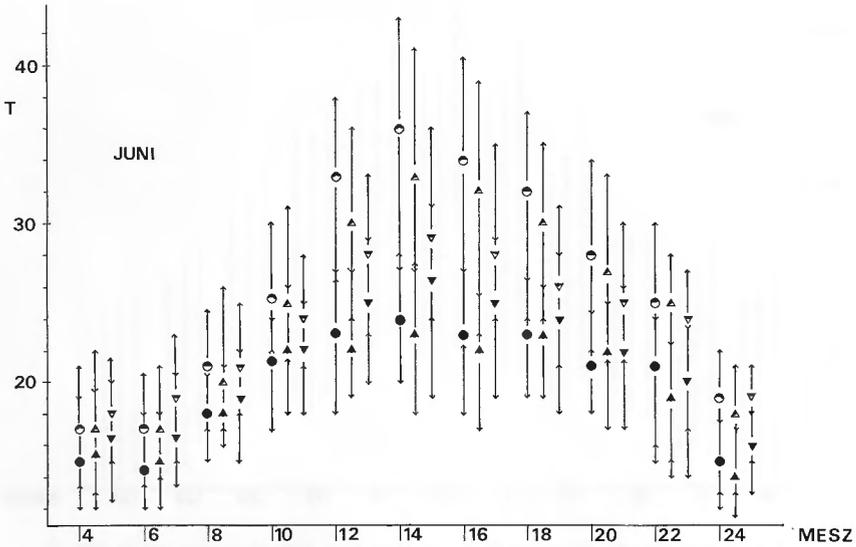


Abb. 3. Tagestemperatur der Gewässer A, B und D im Juni. Bezeichnungen wie in Abb. 1. Wetterbedingungen: $T > 25^{\circ}\text{C}$, Sonnenscheindauer $> 70\%$ und wenig Niederschlägen ($< 1\text{ mm}$) (günstige Wetterbedingungen). $T < 25^{\circ}\text{C}$, Sonnenscheindauer zwischen 30% und 70% und unwesentlichen Niederschlägen ($1\text{--}2\text{ mm}$) (ungünstige Wetterbedingungen).

Temperatures in ponds A, B and D. Signs as in Fig. 1. Favourable weather conditions: $T > 25^{\circ}\text{C}$, Sun period $> 70\%$ and little rain ($< 1\text{ mm}$). Unfavourable weather conditions: $T < 25^{\circ}\text{C}$, sun period from 30% up to 70% and maximum rain ration $1\text{--}2\text{ mm}$.

kung gemacht wurden, kann keine Wertung erfolgen. Nach meinen Beobachtungen sind kurzzeitige Temperaturen auch von weit mehr als 40°C jedoch durchaus tolerabel.

Alle untersuchten Gewässer weisen ähnliche durchschnittliche Temperaturen auf und werden von Kreuzkröten als Laichgewässer genutzt. Dies scheint nach den vorliegenden Ergebnissen vor allem darauf zurückzuführen sein, daß kleinere Gewässer rascher die Temperaturen für eine optimale Entwicklung erreichen. Besonders bei ungünstiger Witterung ist dieser Effekt ausgeprägt: Nur in Kleinstgewässern werden dann noch die Temperaturen erreicht, die eine rasche und erfolgreiche Larvalentwicklung erlauben. In diesem Zusammenhang sei auf die Bedeutung von Höchsttemperaturen hingewiesen: SACHER (1986) beobachtete einen Wachstumssprung von rund 33% innerhalb von vier Tagen bei einer durchschnittlichen 16 Uhr-MESZ-Temperatur von $29,8^{\circ}\text{C}$ (12. bis 16. Tag nach dem Schlupf). Die Laichentwicklung verläuft bei $26,5^{\circ}\text{C}$ innerhalb von knapp zwei Tagen, bei 24°C innerhalb von 3 und bei 13 bis 14°C innerhalb von 5 bis 7 Tagen bis zur freischwimmenden Larve. Ich ermittelte von der Laichabgabe bis zur frei-

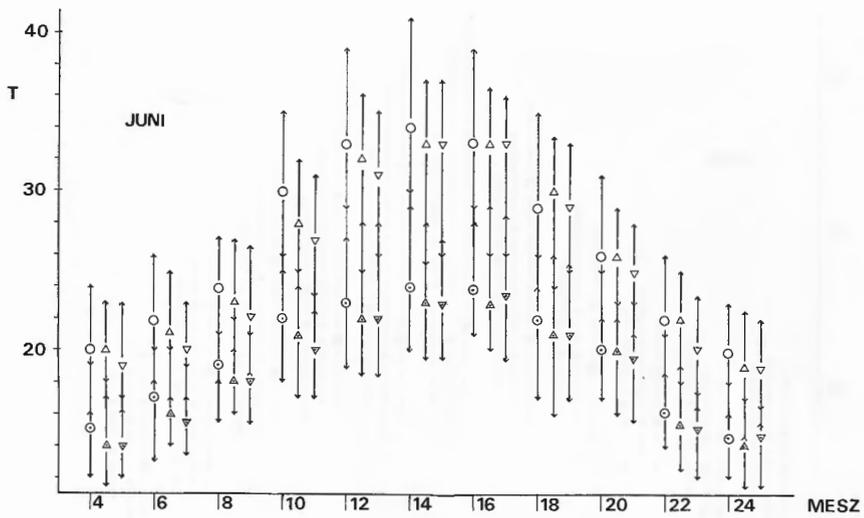


Abb. 4. Tagestemperatur der Gewässer C, E und F im Juni. Bezeichnungen wie in Abb. 2.
 Temperatures in the ponds C, E and F in June. Signs as in Fig. 3.

Gewässer/ Monat	\bar{T}	\bar{T}_{\max}	\bar{T}_{\min}	\bar{T}^*	\bar{T}_{\max}^*	\bar{T}_{\min}^*	ΔT_{\max}	ΔT_{\max}^*	ΔT_{\max}	ΔT_{Mit}	ΔT_{Mit}^*
A/Mai	18,2	25,9	12,5	15,3	20,8	11,2	7,7	5,5	28	13	10,5
B/Mai	17,5	23,8	12,2	15,1	20,3	10,7	6,3	5,2	25	12	9,5
D/Mai	17,5	23,7	12,9	14,6	19,7	10,7	6,2	5,1	25	13	11,0
C/Mai	19,4	23,8	15,4	16,7	19,7	12,6	4,4	4,1	23	13,5	11,0
E/Mai	17,5	21,5	14,3	15,7	19,3	12,1	4,6	3,6	19,5	10,0	9,0
F/Mai	16,8	20,9	13,3	14,9	18,4	11,5	4,1	3,5	19,5	7,5	7,0
A/Juni	27,9	30,8	21,3	21,0	24,4	16,7	6,6	4,3	31,0	19,0	15,0
B/Juni	25,1	32,2	18,8	20,7	24,4	14,9	7,1	5,8	29	16,0	15,0
D/Juni	24,8	29,5	20,5	22,2	25,9	17,0	4,7	5,2	27,0	11,0	14,5
C/Juni	28,1	33,2	23,3	20,7	25,2	17,0	5,1	4,5	28	12,0	7,0
E/Juni	27,4	31,2	23,7	19,6	23,2	16,6	3,8	3,6	23	12	7,0
F/Juni	26,7	30,3	22,2	19,7	23,5	16,4	4,5	3,8	23,5	11	8,0

Tab. 2. Diagnostische Kriterien der Gewässer im Mai und Juni. * kennzeichnet die ungünstigen Wetterbedingungen.

Diagnostic criteria of the ponds in May and June. * indicate unfavourable weather conditions.

schwimmenden Larve bei Tagestemperaturen von $28,5^{\circ}\text{C}$ (Dauer etwa 4 bis 5 h pro Tag) einen Zeitraum von 66 h (BREGULLA 1988).

In den Gewässern mit hohen Temperaturen findet man regelmäßig durchschnittlich größere Mengen Laich (Tab. 1). Die von der Biozönose und Populationsstruktur ähnlichen Bestände D und E belegen dies. Bei D findet man Laich ausschließlich in einem Kleingewässer, während bei Gewässer E eine gewisse Unspezifität beim Laichen zu beobachten ist, da ein Teil der Population den Weiher, ein anderer Teil die angrenzenden Kleinstgewässer benutzt.

Die Anzahl Laichschnüre pro Gewässer korreliert positiv mit steigender Temperatur.

Die Jahresperiodik erlaubt Einblicke in die Vor- und Nachlaichzeit (Abbildung 5 und Tabelle 3). Man erkennt zwar ähnliche Durchschnittstemperaturen, aber erheblich größere ΔT -Werte zwischen den Gewässern A, B und D sowie C, E und F. Auch stellt man fest, daß hohe Temperaturen durchschnittlich häufiger sind und längere Zeit anhalten. Die Nachlaichzeit zeigt im Gegensatz zur Vorlaichzeit keine so deutlichen Tendenzen.

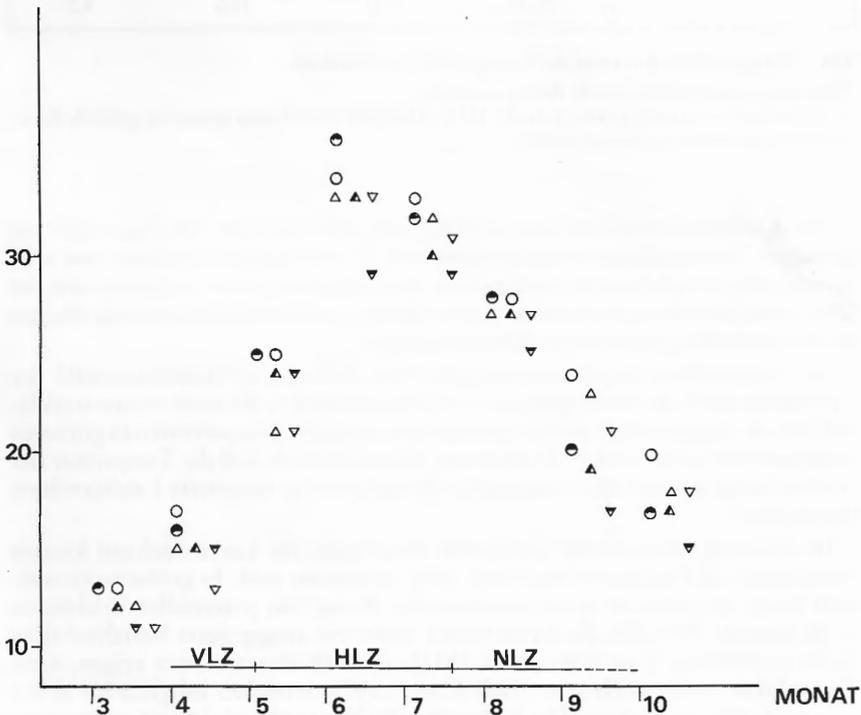


Abb. 5. Mittlere Temperaturen der untersuchten Gewässer im Jahresverlauf.
Water temperatures of the ponds during the year.

Laichzeit Gewässer	$\overline{T_M}$	T_{max}	T_{min}	ΔT
A/VLZ	16,0	28,0	9,0	12,0
B/VLZ	15,0	26,0	9,5	11,0
D/VLZ	15,0	25,0	8,5	10,0
C/VLZ	17,0	22,0	8,5	5,0
E/VLZ	15,0	20,0	7,5	5,0
F/VLZ	13,0	17,0	7,5	5,0
A/HLZ	30,8	43,0	14,0	12,2
B/HLZ	28,8	41,0	14,0	12,2
D/HLZ	27,0	39,0	14,0	12,0
C/HLZ	29,2	40,0	17,0	10,8
E/HLZ	28,0	39,0	15,0	11,0
F/HLZ	27,6	38,0	15,5	10,4
A/NLZ	29,3	36,0	16,0	6,7
B/NLZ	28,0	34,0	15,0	6,0
D/NLZ	26,3	34,0	14,0	7,7
C/NLZ	29,6	39,0	22,0	9,4
E/NLZ	28,6	38,0	23,0	9,4
F/NLZ	28,3	35,0	22,0	6,7

Tab. 3. Diagnostische Kriterien der Gewässer im Jahresverlauf.

Diagnostic criteria of the ponds during the year.

VLZ: Vorlaichzeit (early spawn period), HLZ: Hauptlaichzeit (main spawning period), NLZ: Nachlaichzeit (after spawning period).

Das Laichgeschehen der Kreuzkröte, einer sehr flexiblen Art, kann sich bei günstiger Witterung, also einem warmen und relativ regenreichen April und Mai, fast quantitativ auf diese Vorlaichperiode konzentrieren. Die Laichplatzwahl der Kreuzkröte korreliert hier eindeutig mit günstigeren Entwicklungsmöglichkeiten in den wärmeren, temporären Kleingewässern.

Die vorgestellten Ergebnisse belegen zwar, daß sich die Laichplatzwahl der Kreuzkröte auch durch die günstigeren Temperaturen in Kleinstgewässern erklären läßt, sie zeigen jedoch auch, daß durchaus geeignete Temperaturen in größeren Gewässern erreicht werden. Es ist wenig wahrscheinlich, daß die Temperatur der einzige Faktor ist, der die Präferenz der Kreuzkröte für temporäre Laichgewässer begründet.

In kleineren, temporären Gewässern unterliegen die Larven nahezu keinem Feinddruck, da Prädatoren praktisch nicht vorhanden sind. In größeren Gewässern findet sich stets ein nicht unerheblicher Besatz von potentiellen Prädatoren (z. B. SACHER 1986). Da die Kreuzkröten weder ein ausgeprägtes Sozialverhalten (Schwarmingbildung [EIBL-EIBESFELDT 1953]) noch Fluchtreaktionen zeigen, kann dieser Effekt maßgeblich sein. Nach KADEL (1975) erreichen lediglich 0,2% der Larven die Metamorphose. Die Bedeutung der Wasserchemie ist erst seit neuerer Zeit untersucht (BEEBEE et al. 1983, BREGULLA 1986) und erlaubt noch keine abschließende Bewertung, lediglich der pH-Wert scheint wesentlich, da Gewässer

mit einem pH unter 4 nicht als Laichgewässer genutzt werden (BEEBEE et al. 1983). Bedeutsam für die Laichplatzwahl der Kreuzkröte könnte auch das Nahrungsangebot in den extrem nährstoffarmen Gewässern sein (HEMMER & KADEL 1973, VIERTEL 1984), wengleich hier Angaben zur eigentlichen Nahrung fehlen. Die Bedeutung von „wachstumshemmenden“ Substanzen, die sowohl artfremde wie arteigene Larven absondern sollen (BEEBEE et al. 1983) ist derzeit noch spekulativ, könnte sich jedoch als wichtig erweisen.

Dank

Ich danke dem Bund für Umwelt und Naturschutz Nordrhein-Westfalen, Kreisgruppe Herne, sowie der Stadt Herne für finanzielle Unterstützung dieser Arbeit.

Zusammenfassung

Die Temperaturen in sechs Laichgewässern der Kreuzkröte wurden von 1985 bis 1987 untersucht. Die Temperaturen in allen Gewässern sind relativ hoch und belegen die Präferenz dieser Art für wärmere Laichgewässer. Kleinere Gewässer erreichen sehr hohe Maximaltemperaturen, die durchschnittlichen Temperaturen sind jedoch mit denen größerer Gewässer vergleichbar. Alle Kleinstgewässer erreichen jedoch wesentlich schneller höhere Temperaturen; auch sind die Phasen erhöhter Temperatur länger. Bei ungünstigen Witterungsverhältnissen sind die kleineren Gewässer deutlich wärmer als größere Gewässer. Die Temperatur ist sicherlich nicht der einzige Faktor für die Laichplatzwahl der Kreuzkröte.

Schriften

- BEEBEE, T., S. BOLWELL, J. BUCKLEY, K. CORBETT, J. GRIFFIN, M. PRESTON & J. WEBSTER (1983): Observation and Conservation of a Relict Population of the Natterjack Toad *Bufo calamita* (LAURENTI) in Southern England over the Period 1972-1981. — *Amphibia-Reptilia*, Wiesbaden, 3: 33-52.
- BREGULLA, D. (1986): Untersuchungen zur Wasserchemie von Kreuzkrötenlaichgewässern. — *Salamandra*, Bonn, 22: 173-179.
- (1988): Die Pfütze als Kleinstlebensraum — Überlebensstrategie einer bemerkenswerten einheimischen Kröte. — *Praxis Naturwiss.*, Teil Biologie, Köln, 37: 37-39.
- EIBL-EIBESFELDT, I. (1953): Die Bestimmung der Kaulquappen nach ihrem Verhalten. — *Aquar.-u. Terrar.-Z.*, Stuttgart, 6: 16-18.
- KADEL, K. (1975): Freilandstudien zur Überlebensrate von Kreuzkrötenlarven (*Bufo calamita*, LAUR.). — *Revue suisse Zool.*, Genève, 82: 237-244.
- KOWALEWSKI, L. (1974): Observations on the phenology and ecology of amphibia in the region of Czechochowa. — *Acta zool. cracov.*, Krakau, 19: 391-460.
- HEMMER, H. & K. KADEL (1973): Beobachtungen zur ökologischen Adaption bei der Ontogenese der Kreuzkröte (*Bufo calamita*) und der Wechselkröte (*Bufo viridis*). — *Salamandra*, Frankfurt/M., 9: 7-12.
- MÖLLER, E. & G. STEINBORN (1981): Kreuzkröte. — In: FELDMANN, R. (Hrsg.): *Die Amphibien und Reptilien Westfalens*. — *Abh. Landesm. Naturkde. Münster*, 43: 83-88.
- NIEKISCH, M. (1983): Kreuzkröte. — In: GEIGER, A. & M. NIEKISCH: *Die Lurche und Kriechtiere im nördlichen Rheinland. Vorläufiger Verbreitungsatlas*. — S. 95-99, Selbstverlag des Bund für Umwelt und Naturschutz Nordrhein-Westfalen, Neuss.

- SACHER, P. (1983): Zur Entwicklung und Lebensweise von Kreuzkrötenlarven. — Zool. Abh. Staatl. Mus. Tierkde. Dresden, 42: 107-124.
- VIERTTEL, B. (1984): Filtration, eine Strategie der Nahrungsaufnahme der Larven von *Xenopus laevis*, *Rana temporaria* und *Bufo calamita*. — Verh. Ges. Ökol. Bern, 12: 563-575.

Eingangsdatum: 1. März 1988

Verfasser: DETLEV BREGULLA, Voß-Straße 1, D-4690 Herne 1.