

# Zur Biologie von *Cardioglossa leucomystax* (BOULENGER, 1903) im Taï-Nationalpark, Elfenbeinküste

MARK-OLIVER RÖDEL, GERTRUD SCHORR & RAFFAEL ERNST

## Abstract

*On the biology of Cardioglossa leucomystax (BOULENGER, 1903) in the Taï National Park, Ivory Coast.*

As part of our research on anuran communities of the Ivory Coast we investigated *Cardioglossa leucomystax* from January 1999 to October 2000 in the Taï National Park. This species almost exclusively inhabited parts of primary rain forest in close vicinity to running water. Males called throughout the year. Highest call activity was during the rainy season. The combination of the highly specific habitat selection of *C. leucomystax* with the possibility to collect quantitative population data makes it a possible target species for monitoring programs.

Key Words: Amphibia; Anura; Arthroleptidae; *Cardioglossa leucomystax*; habitat selection; biology; monitoring; rain forest; Taï National Park; Ivory Coast.

## Zusammenfassung

Im Rahmen unserer Untersuchungen über Amphibiengemeinschaften der Elfenbeinküste untersuchten wir, von Januar 1999 bis Oktober 2000, *Cardioglossa leucomystax* im Taï Nationalpark. Diese Art bewohnte fast ausschließlich primäre Regenwaldbereiche in unmittelbarer Nachbarschaft von Fließgewässern. Männchen riefen das ganze Jahr über. Der Höhepunkt der Fortpflanzungsaktivität lag jedoch in der Regenzeit. Die Kombination aus quantitativer Erfassbarkeit von Populationsdaten mit hoher Habitatspezifität macht *C. leucomystax* zu einer möglichen Zielart von Monitoring-Programmen.

Schlagwörter: Amphibia; Anura; Arthroleptidae; *Cardioglossa leucomystax*; Habitatwahl; Biologie; Monitoring; Regenwald; Taï-Nationalpark; Elfenbeinküste.

## Résumé

*Sur la biologie de Cardioglossa leucomystax (BOULENGER, 1903) au Parc National de Taï, Côte d'Ivoire.*

Dans le cadre de nos recherches sur les communautés des amphibiens de la Côte d'Ivoire du janvier 1999 jusqu' à l'octobre 2000, nous avons étudié la biologie de *Cardioglossa leucomystax* au Parc National de Taï. Cette espèce habite presque exclusivement dans les forêts primeurs tout près des eaux courantes. Des males ont vocalisé pendant toute l'année, mais le maximum des activités sexuelles était pendant la saison de pluie. La combinaison de l'enregistrement quantitatif avec la spécificité distinguée pour l'habitat fait de *C. leucomystax* une espèce cible des programmes de suivi écologiques.

Mots clés: Amphibia; Anura; Arthroleptidae; *Cardioglossa leucomystax*; sélection d'habitat; biologie; suivi écologique; forêt pluviale; Parc National de Taï; Côte d'Ivoire.

## 1 Einleitung

Die afrikanische Herpetofauna ist auch zu Beginn des 21. Jahrhunderts nur unzulänglich erforscht. Mit Ausnahme des südlichen Afrikas ist es in den meisten Fällen noch unbekannt wie viele Arten in bestimmten Gebieten vorkommen. Noch weniger wissen wir naturgemäß über die Biologie dieser Arten. Ausnahmen sind einige Anurenarten Kameruns, deren Biologie insbesondere J.-L. AMIET in einer Vielzahl von Veröffentlichungen bekannt gemacht hat, sowie die Savannenamphibien Westafrikas (aktuellste Übersicht bei RÖDEL 2000). Wenig oder nichts wissen wir dagegen über die Biologie

westafrikanischer Regenwaldfrösche. Wie jüngste Untersuchungen zeigen, kommen hier noch eine Vielzahl unbekannter Arten vor (RÖDEL 1998, RÖDEL & ERNST 2000 sowie unveröffentlichte Daten). In den letzten 20 Jahren wurden fast 80% der nicht geschützten Wälder Westafrikas abgeholzt, und dieser Raubbau droht sich auch immer mehr auf Schutzgebiete auszudehnen (CHATELAIN et al. 1996). Erste Auswirkungen dieses Kahlschlags in Form verringerter Niederschlagsmengen sind heute schon messbar (D. ANHUF pers. Mitt.). Es liegt auf der Hand, dass sich die Vernichtung großer Gebiete primären Waldes und damit verbundene klimatische Änderungen, dramatisch auf die Amphibienfauna auswirken werden. Die Empfindlichkeit von Amphibien gegenüber bestimmten Störungen macht sie jedoch zu sensiblen „Bioindikatoren“ für Umweltveränderungen. Im Rahmen eines längerfristig angelegten Projektes versuchen wir westafrikanische Amphibiengesellschaften als Indikatoren für den Zustand von Lebensräumen zu etablieren. Voraussetzung hierfür ist ein detailliertes Wissen über die Biologie möglicher Zielarten. Dies umfasst Kenntnisse zur Lebensraumwahl, zur Aktivität und Phänologie, zur Reproduktionsbiologie sowie zu Populationsgrößen und zur methodischen Erfassbarkeit dieser Arten.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde *Cardioglossa leucomystax* (BOULENGER, 1903), ein Vertreter der Arthroleptidae, untersucht. Diese Art ist von Gabun im Süden bis Guinea im Norden und dem Kongo und der Demokratischen Republik Kongo im Osten nachgewiesen worden (FROST 2000, Tab. 1). *Cardioglossa leucomystax* ist damit eine der wenigen Arten, die die Regenwaldlücke im östlichen Ghana und Benin (Dahomey-Gap) überwindet und sowohl im kongolesischen als auch im guineischen Faunenraum vorkommt (LAMOTTE 1966, AMIET 1975). Wie fast alle Arten der Gattung bewohnt auch *C. leucomystax* ausschließlich die Regenwaldzonen dieser Länder (z.B. SCHIØTZ 1963, 1967; LAMOTTE 1966; AMIET 1972c, 1986).

Wir wollten insbesondere wissen, welche Lebensräume von *C. leucomystax* besiedelt werden, zu welchen Zeiten des Jahres und des Tages die Tiere dort anzutreffen, sprich aktiv sind, und ob und wie gut sie im Hinblick auf Populationsabschätzungen

Land / country	Quelle / source
Gabun / Gabon	FRÉTEY & DEWYNTER 1998; FRÉTEY & BLANC 2000
Äquatorial Guinea / Equatorial Guinea	BOULENGER 1903 (Typuslokalität, type locality); FRÉTEY & BLANC 2000
Kamerun / Cameroon	PERRET 1966; AMIET & PERRET 1969; AMIET 1972b, c, 1973, 1975, 1978, 1986; LAWSON 1993; FRÉTEY & BLANC 2000
Demokratische Republik Kongo / Democratic Republic of Congo	FRÉTEY & BLANC 2000
Kongo / Congo	LARGEN & DOWSETT-LEMAIRE 1991; FRÉTEY & BLANC 2000
Nigeria	SCHIØTZ 1963, 1967
Ghana	HUGHES 1988
Elfenbeinküste / Ivory Coast	GUIBÉ & LAMOTTE 1958; LAMOTTE 1961, 1966; diese Arbeit
Liberia	GUIBÉ & LAMOTTE 1958; LAMOTTE 1961, 1966
Guinea	GUIBÉ & LAMOTTE 1958; LAMOTTE 1961, 1966

Tab. 1. Bekannte Verbreitung von *Cardioglossa leucomystax*.

Known distribution of *C. leucomystax*.

zu erfassen sind. Daneben sammelten wir Daten zur Morphologie und Reproduktionsbiologie.

## 2 Untersuchungsgebiet

Alle Beobachtungen wurden im 4.550 km<sup>2</sup> großen Tai-Nationalpark (TNP, 5°08'–6°07' N, 6°47'–7°25' W) im Südwesten der Elfenbeinküste gemacht. Der an Liberia grenzende Park ist das größte noch zusammenhängende Regenwaldgebiet der Elfenbeinküste (RIEZEBOS et al. 1994, PACPNT 2000). Pflanzengeographisch gehört der TNP mit seiner dichten, immergrünen und regenfeuchten Vegetation zur Guinea-Kongo-Region (GUILLAUMET 1967). Die jährlichen Niederschlagsmengen schwanken zwischen 2.200 mm im Südwesten und 1.700 mm im Nordosten des Nationalparks (Abb. 1). Die Regenzeit dauert ungefähr von März bis November, der August ist relativ regenarm. Die Tagestemperaturen bewegen sich zwischen 15–33 °C. Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei 25 °C (FGU-KRONBERG 1979). Die relative Luftfeuchtigkeit schwankt zwischen 80–100%, kann aber in der Trockenzeit auch im geschlossenen Wald unter 60% abfallen (eigene Messungen).

Die Untersuchungsgebiete lagen wenige Kilometer entfernt von der „Station de Recherche en Écologie Tropicale“ (SRET, 5°50,003' N, 7°20,536' W) in der Mitte des Parks, circa 20 km südöstlich der Stadt Tai. Abbildung 1 vermittelt einen Eindruck von der saisonalen Regenverteilung an der SRET.

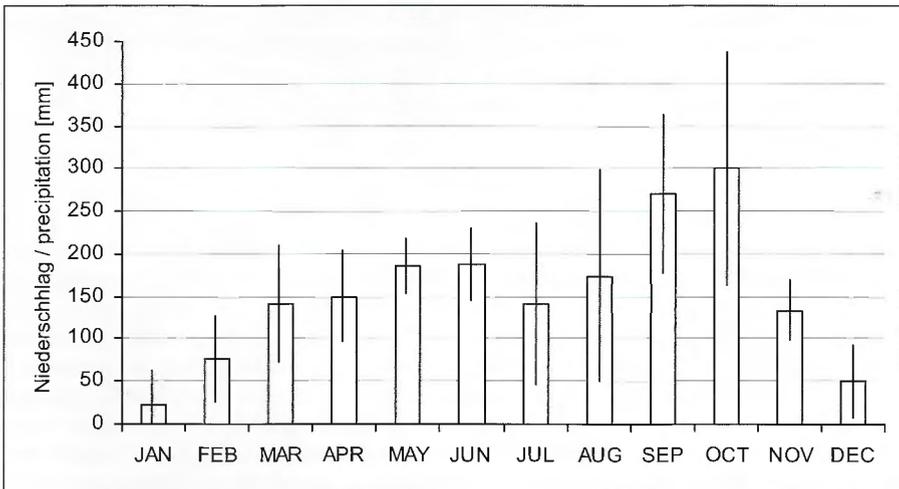


Abb. 1. Mittlerer monatlicher Niederschlag (mit Standardabweichung) an der SRET von 1991-1999 (Daten: „Projet Singe“).

Mean monthly precipitation at the SRET (with standard deviation) from 1991-1999 (data base: „Projet Singe“).

### 3 Material und Methoden

#### 3.1 Untersuchungsgebiete

##### 3.1.1 Transekte

Von Januar 1999 bis Oktober 2000 wurden Frösche im TNP, sowohl auf Sicht als auch akustisch entlang von 10 Transekten aufgenommen. Alle Frösche die sich in einem Band von etwa 2 m Breite auf einem Transekt befanden, beziehungsweise maximal 12 m von diesem entfernt riefen, wurden gezählt und wenn möglich, vermessen und markiert (s. 3.2). Für jedes Tier wurden, wenn möglich, die unter 3.1.2 genannten Habitatparameter aufgenommen. Jedes der Transekte war 600 m lang und umschloss eine rechteckige Waldfläche von 200 × 100 m. Die 600 m wurden in 24 Abschnitte unterteilt. Für jeden dieser Abschnitte wurde der Bodengrund, die Laubauflage, die Vegetationsdichte in vier Strata (Tab. 2) sowie die Verfügbarkeit von Laichgewässern erfasst. Die Transekte I-VI lagen in Primärwaldbereichen, die Transekte VII-X im Sekundärwald. In den Transekten I, III, IV, V, sowie VII-X befanden sich Bachläufe. Transektgänge fanden in regelmäßigen Abständen sowohl tags als auch nachts statt. Insgesamt wurden 18.024 25-m-Abschnitte auf *C. leucomystax* kontrolliert.

Stratum / storey	Höhe / heighth [m]
Krautschicht / under storey	< 0,5
Strauchschicht / shrub storey	0,5-1,5
Baumschicht / tree storey	3-10
Kronenschicht / canopy	> 20

Tab. 2: Höhe der einzelnen Vegetationsstraten.

Height of the four vegetation storeys.

##### 3.1.2 Hauptuntersuchungsflächen

Entlang zweier Bäche wurden im Zeitraum vom 13.3.-24.4.2000 sechs Untersuchungsflächen (Plots) à 5 x 5 m eingerichtet (Tab. 3). Dabei wurden Bereiche ausgewählt, die von der Vegetation und dem Bodenrelief her unterschiedlich strukturiert waren. Fünf Plots lagen an einem Bach der auch in der Trockenzeit zumindest noch Restwasserpflützen aufweist (B1). Die sechste Untersuchungsfläche lag an einem nur periodisch, meist erst nach starken Regen wasserführenden Bach (B2). Die Plots waren zwischen 25 und 100 Bachmeter voneinander entfernt. Auf die Plots wurde ein Koordinatensystem mit 25 je 1 Quadratmeter großen Teilflächen projiziert. Auf jedem Quadratmeter wurden folgenden Habitatparameter aufgenommen: Laubauflage, Vegetationsdichte in vier Strata (Kraut-, Strauch-, Baum- und Kronenschicht), Bodenart, Bodenfeuchte, Exposition und Neigung, Höhlungen, Wurzeln und Todholzauflage. Tabelle 4 gibt einen Überblick über die für die einzelnen Parameter verwendeten Kategorien.

Die Dicke der Laubschicht wurde aus dem Mittelwert von 10 zufälligen Würfeln mit einem gespitzen Bleistift bestimmt. Gewertet wurde die Zahl der vom Bleistift

Plot	Neigung / inclination soil [%]	Boden / soil	Laub / leaf litter [%]	Vegetationsdichte / vegetation density				Bemerkungen / remarks
				K	S	B	KR	
P1	0-10	sandig, humos / sandy, humus	70-100	1,6	1,5	3	2,5	fließt nur nach starken Regen, meist trocken / running water only after heavy rain, most often dry
P2	0-10	sandig, humos / sandy, humus	0-10	1,2	1,9	2,5	3	immer wenigstens Rest- pfützen, viel Todholz / at least puddles remain, rotten wood
P3	71-100	sandig / sandy	11-30	1,8	1,3	2,7	2,6	immer Wasser, westliche Böschung unterspült / always water, western bank washed out
P4	11-30	sandig / sandy	50-100	1,7	1,6	2,6	2,5	viele Verstecke (Wurzeln, Laub) / lots of hiding places
P5	0-30	sandig / sandy	11-30	1,3	1,6	3,3	2,6	immer wenigstens Rest- pfützen, tiefe Stelle / at least puddles remain at deeper parts
P6	11-70	sandig / sandy	100	-	-	-	-	immer wenigstens Rest- pfütze / at least puddles remain

Tab. 3. Kurzbeschreibung der Plots (P1-P6); P1 liegt an Bach 2, alle anderen an Bach 1; K= Krautschicht, S = Strauchschicht; B = Baumschicht; KR = Kronenschicht (Mittelwerte der Vegetationsdichte, Kategorien siehe Tab. 1 und 4). Short description of the plots (P1-P6); P1 lays at brook 2, all other plots are at brook 1; K = under storey; S = shrub storey; B = tree storey; KR = canopy (for values of vegetation density and other categories compare Tab. 1 and 4).

Kategorie/ category	Bodenfeuchte/ humidity of soil soil	Bodenart/ soil	Vegetationsdichte (für alle Straten)/ vegetation density (all storeys)	Neigung/ inclination [%]	Ø von Bäumen, Totholz, Wur- zeln/ Ø of trees, rotten wood, roots [cm]
1	trocken/ dry	Sand/ sand	nicht vorhanden/ lacking	0-10	0-5
2	feucht/ humid	Kies&Sand/ gravel&sand	Lücken überwiegen/ openings predominate	11-30	6-10
3	stehendes Wasser/ open water	Sand&Humus /sand&humus	Vegetation überwiegt/ vegetation predominates	31-70	11-50
4	-	Humus/ humus	Vegetation geschlossen/ closed vegetation	71-100	>50

Tab. 4. Auf den Untersuchungsplots erfasste Parameter (in Kategorien).  
Habitat parameter (in categories) of the plots.



Abb. 2. *Cardioglossa leucomystax*: a) Männchen aus dem Tai Nationalpark (beachte den verlängerten dritten Finger); b) Männchen ventral; c) Weibchen ventral; d) Weibchen mit Eiern. *Cardioglossa leucomystax*: a) male from Tai National Park (note lengthened third finger); b) male, ventral view; c) female, ventral view; d) female with eggs.

durchstoßenen Blätter. Die prozentuale Laubabdeckung wurde in 10% Schritten abgeschätzt. Jeder Quadratmeter wurde weiterhin den Kategorien „ufernah“ (0-2 m vom Bachufer entfernt) und „uferfern“ (>2 m vom Bachufer entfernt) zugeordnet.

### 3.2 Erfassung der Tiere

Auf den Transekten (Januar-Dezember 1999; März-September 2000) und den Plots wurde die Zahl rufender *C. leucomystax* erfasst, um die Fortpflanzungsaktivität in Abhängigkeit verschiedener Faktoren (Saison, Klima, Tageszeit) zu bestimmen. Auf



den Plots wurde außerdem die Aufenthaltsdauer einzelner Männchen am Rufort und die Charakteristika der Rufwarten ermittelt. Männchen wurden gezielt nach ihren Rufen gesucht, Weibchen wurden zufällig erfasst. Die Kopf-Rumpf-Länge (KRL) und die Länge des dritten Fingers der Männchen wurde auf 0,1 mm genau mit einer mechanischen Schublehre bestimmt. Das Gewicht wurde mit einer elektronischen Waage (Ohaus-Model CT 10 V) auf 10 mg Genauigkeit bestimmt. Wir geben immer Mittelwerte mit Standardabweichung an. Alle gefangenen und vermessenen Frösche wurden individuell durch „toe-clipping“ markiert (verändert nach DONNELLY et al. 1993: der dritte Finger der Männchen wurde nicht gekürzt, da wir dessen Bedeutung bei der Paarung nicht einschätzen konnten).

Folgende Belegexemplare wurden konserviert und sind im Staatlichen Museum für Naturkunde Stuttgart (SMNS) deponiert: SMNS 9632 1-3 3 Männchen: 22.3. & 30.3.2000, SRET Transekt 1 (leg. G. SCHORR); SMNS 9633 1-5 1 Männchen, 4 Weibchen: 1996, Guiroutou, südlicher Tai National Park (leg. M.-O. RÖDEL); SMNS

9634 1-3 + Eier 1 Männchen, 1 Weibchen, 1 subadultes Weibchen: Frühjahr 1999, SRET Station (leg. R. ERNST & M.-O. RÖDEL); SMNS 9635 1 Männchen: 1999, SRET Transekt 1 (leg. R. ERNST & M.-O. RÖDEL).

### 3.3 Chorgrößen

Für P4 und P6 wurde die Chorgröße nach JOLLY-SEBER berechnet (vgl. SETTELE et al. 1999). Wir wählten dieses Verfahren, da es zwischen den einzelnen Erfassungen variierende Fang- und Überlebenswahrscheinlichkeiten zulässt und weil es auch dann anwendbar bleibt, wenn Individuen weniger als 10 mal wiedergefangen wurden. Notwendige Bedingungen für das Rechenverfahren sind, dass a) die Tiere individuell markiert sind und b) der jeweils vorige Fangtermin eines Individuums bekannt ist. Für jeden Erfassungstag kann dann eine Populationsgröße abgeschätzt werden. Da wir fast nur rufende Männchen fingen, umfasste die tatsächliche Population natürlich mehr Tiere (nicht rufende Männchen, Weibchen, Jungtiere).

### 3.4 Abhängigkeit der Rufaktivität von Niederschlägen

Für P4 und P6 wurde jeweils getrennt ermittelt, ob sich die Anzahl der rufenden Männchen an Tagen mit und ohne Regenereignis unterschieden ( $\chi^2$ -Test). Da sowohl die Bodenfeuchtigkeit, als auch der Wasserstand des Baches, von vorangegangenen Niederschlägen mitbeeinflusst wurden, versuchten wir diesen Faktor zu berücksichtigen. Hierfür errechneten wir, in einer separaten Analyse, eine Regenmengensumme für jeden Tag. Diese Summe setzte sich zusammen aus der, an dem entsprechenden Tag gefallenen Regenmenge, plus der Hälfte der Regenmengensumme des vorherigen Tages. Auf Korrelationen zwischen der Zahl rufender Männchen und der gefallenen Regenmenge (eigene Messungen in der Nähe der Plots) testeten wir mit der Spearman Rangkorrelation.

### 3.5 Rufwartenwahl

Analysen zur Wahl der Rufwarten führten wir nur für P4 durch. Verglichen wurden dabei Quadratmeter mit und ohne rufende Männchen. Getestet wurde mit dem exakten Test nach Fischer beziehungsweise dem  $\chi^2$ -Mehrfeldertest (nach CAVALLI-SFORZA 1980).

Wir registrierten wo sich die Frösche beim Rufen befanden: auf oder unter Laub, neben Wurzeln, auf Sand, in der Vegetation oder unter Todholz. Bei der Analyse der Abhängigkeit der Verteilung der Männchen von der Entfernung vom Bach, poolten wir die ufernah beziehungsweise uferfern liegenden Quadratmeter (vgl. 3.1.2). Die Zahl der in den jeweiligen Zonen gefangenen Männchen verglichen wir sowohl gepoolt vom 13.3.-24.4.2000, als auch getrennt für die Zeiträume vor und nach dem 30.3.2000. Dieses Datum wurde gewählt, da der Bach während der Untersuchung an diesem Tag seinen Höchststand erreichte. Durch das Hochwasser wurden viele Versteckplätze, in Form von Laub und Todholz weggespült, so dass sich die aufgenommenen Habitatparameter auf den einzelnen Quadratmetern vor und nach diesem Tag unterschieden.

### 3.6 Rufe und Rufaktivität

Um die Rufaktivität zu bestimmen wurde die Zahl der Rufe auf einem Plot, jeweils über 5 min gezählt. Insgesamt standen uns Rufe über drei komplette Tagesgänge zur

Verfügung. Diese wurden allerdings nicht zusammenhängend, sondern in jeweils mehrstündige Zeitabschnitte pro Tag über den Zeitraum vom 24.3.-24.4.2000 erfasst. Der „Horchposten“ war bei allen Aufnahmen der Gleiche und lag etwas erhöht, außerhalb von P4. Unterschieden wurden „normale“ Anzeigerufe und wesentlich leisere Triller. Außerdem registrierten wir Frösche die „Anzeigerufe“ mit stark erhöhter Frequenz abgaben.

Die Rufe wurden mit einem Sony Professional Walkman und einem Sony-Richtmikrophon auf BASF CSII Kassetten aufgenommen. Die Analyse der Rufe erfolgte mit dem Programm Canary 1.2, Bioacoustic Research Program, Cornell Laboratory of Ornithology, Ithaca, NY.

Nach Ablauf einer 5-min-Einheit wurde abgeschätzt, wie viele Tieren gerufen hatten. Dies war möglich da, vom „Horchpostens“ aus, die Position der einzelnen Rufer sehr genau abgeschätzt werden konnte. Wir beobachteten nie, dass Männchen ihre Rufwarte innerhalb einer 5-min-Einheit wechselten.

### 3.7 Statistik

Berechnungen wurden mit den Programmen Excel 97 und Statistika 5.1M durchgeführt. Der Chi<sup>2</sup>-Mehrfeldertestes wurde manuell berechnet (CAVALLI-SFORZA 1980). Das Signifikanzniveau lag bei 0,05.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Morphometrie und Fortpflanzung

Das Aussehen und die Färbung der Tiere ist der Abbildung 2a-d zu entnehmen. Männchen waren kleiner (KRL:  $26,2 \pm 1,4$  mm,  $n = 55$ ) als Weibchen ( $29,7 \pm 5,1$  mm,  $n = 5$ ). Das größte Tier war ein Weibchen und maß 34 mm. Männchen wogen  $1,3 \pm 0,2$  g ( $n = 55$ ) und zeichneten sich durch einen verlängerten dritten Finger aus (Abb. 2a; Länge  $8,9 \pm 1,0$  mm). Rechter und linker Finger waren meist leicht unterschiedlich lang (rechts:  $8,8 \pm 1,2$  mm; links:  $9,0 \pm 1,0$  mm,  $n = 55$ ). Auf der Unterseite dieses Fingers befanden sich 14-24 kleine Dornen ( $17,8 \pm 2,4$ ,  $n = 12$ ). Weibchen besaßen weder verlängerte Finger, noch Dornen auf deren Unterseite. Während die Haut der Oberschenkel bei Männchen glatt war, war diese bei Weibchen um die Kloake stark gerunzelt. Die Kehlen männlicher Tiere waren violett gefärbt (Abb. 2b). Auf den Kehlen der Weibchen setzte sich das Fleckenmuster des Bauches fort (Abb. 2c). Das kleinste gefangene Jungtier maß 6 mm KRL. Ein Weibchen legte in Gefangenschaft 33 reinweiße, unbefruchtete Eier ab (Abb. 2d). Der Durchmesser der Eier mit Gallerte betrug 3,0 mm, der Dotteranteil hatte einen Durchmesser von 2,5-2,8 mm. Ein im Amplexus gefangenes Paar blieb im Terrarium drei Tage zusammen, ohne abzulaichen. Den Tieren waren dabei Bereiche mit und ohne Wasser sowie diverse Verstecke angeboten worden.

### 4.2 Transektdaten: Habitatwahl und Phänologie

Auf den 10 Transekten registrierten wir in insgesamt 392 Transektstunden (Th) 785 *C. leucomystax*, 756 dieser Tiere riefen. Wir beobachteten signifikant mehr Individuen in Primärwaldbereichen (2,45 Frösche/h, 733 Tiere in 299 Th) als in Sekundärwaldbereichen (0,34 Frösche/h, 32 Tiere in 93 Th; Chi<sup>2</sup>-Vierfeldertest,  $\chi^2 = 102,7$ ,  $p < 0,001$ ). 728 Frösche fanden wir an Bächen oder in Bachnähe. 568 dieser Tiere trafen

wir an permanenten Bächen an, die auch in der Trockenzeit zumindest Restpfützen halten; die anderen 160 Tiere beobachteten wir im Bereich temporärer Bachläufe. Für 350 auf den Transekten erfasste *C. leucomystax* haben wir detailliertere Habitatangaben. Diese Tiere fanden sich in Lebensräumen mit durchschnittlich 73% ( $\pm 17,8\%$ ) Laubauflage. Die durchschnittlichen Vegetationsdichtekategorien (vgl. Tab. 4) waren: Krautschicht  $2 \pm 0,4$ ; Strauchschicht  $2 \pm 0,8$ ; Baumschicht  $3 \pm 0,6$ ; Kronenschicht  $2 \pm 0,4$ . Dies entspricht einem Waldtyp mit relativ lockerem Unterwuchs, fast geschlossener Baumschicht und lückigem Kronendach.

Rufende Männchen registrierten wir über den gesamten Untersuchungszeitraum. Das erste rufende Tier wurde am 23.2.1999, das letzte am 7.11.1999 notiert. Auf den Transekten (Tab. 5) hörten wir 1999 die meisten rufenden Männchen in der großen Regenzeit (September, Oktober) im Jahr 2000 dagegen zu Beginn der kleinen Regenzeit (April). Jungtiere entdeckten wir während des gesamten Jahres. Sehr kleine Tiere wurden am 17.1.99, 10.2.99, 7.4.00, 7.8.00 und 21.8.00 protokolliert.

### 4.3 Plotdaten

#### 4.3.1 Fang-Wiederfang

Insgesamt wurden auf den Plots 42 Männchen gefangen und individuell markiert. Die Wiederfangrate lag, über die gesamte Untersuchungszeit gemittelt, bei 51%. Gegen Ende des Untersuchungszeitraumes wurden fast nur noch markierte Tiere gefangen.

In P4 wurden die meisten Tiere gefangen, in P6 war die Wiederfangrate am höchsten (Tab. 6). In P5 wurden lediglich zwei Frösche gefangen, wovon einer zweimal, der andere dreimal wiedergefangen wurde. Im P2 wurde nur ein einziges Tier gefangen. In P1 und P3 entdeckten wir *C. leucomystax* nie. In der Nähe von P1 wurden nach starken Regenfällen einzelne Männchen gehört.

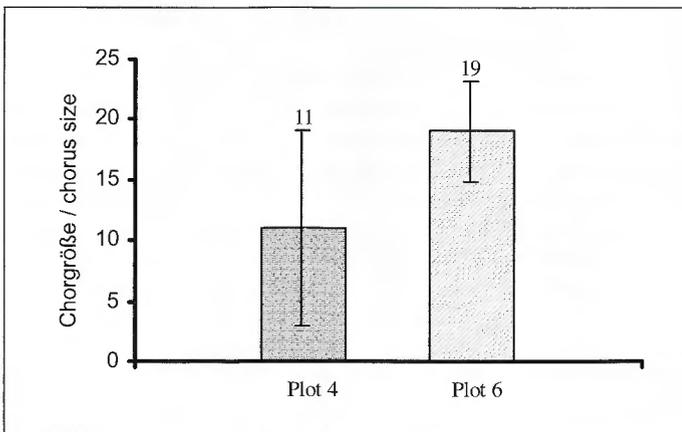


Abb. 3. Mittlere Chorgröße mit Standardabweichung für Plot 4 (14 Erfassungen) und Plot 6 (10 Erfassungen).

Mean chorus size with standard deviation at plot 4 (14 calculations) and 6 (10 calculations).

		1999		2000	
	Frösche / frogs	Frösche pro 25 m / frogs per 25 m	Frösche / frogs	Frösche pro 25 m / frogs per 25 m	
Jan	0	0	–	–	
Feb	4	0,059	–	–	
Mar	70	0,050	8	0,029	
Apr	60	0,037	95	0,089	
May	12	0,052	52	0,059	
Jun	–	–	63	0,028	
Jul	–	–	125	0,037	
Aug	–	–	72	0,036	
Sep	112	0,075	6	0,012	
Okt	72	0,063	–	–	
Nov	5	0,004	–	–	
Dec	0	0	–	–	

Tab. 5. Anzahl auf den Transekten registrierter, rufender *Cardioglossa leucomystax*. Insgesamt wurden 756 Tiere auf 18.024 25-m-Abschnitten (0,042 Tiere pro Abschnitt) erfasst.

Number of calling *C. leucomystax* on the transects. We observed 756 frogs on 18,024 transect parts of 25 m length (0.042 frogs per 25 m).

In P4 schwankten die berechneten Chorgrößen zwischen 2-28 Männchen. Im Mittel befanden sich 11 Männchen im Plot. Für P6 berechneten wir 14-27 Individuen (die einzelnen Schätzungen wichen nicht vom Mittelwert ab:  $\chi^2$ -Test,  $p = 0,487$ ). Im Mittel wurden in P6, mit 19 Individuen, mehr Männchen als in P4 angetroffen (Abb. 3). Die Schwankungen der Chorstärke waren unregelmäßig; Trends waren nicht auszumachen. Die Anzahl rufender Männchen pro Fangnacht in beiden Plots blieb über den gesamten Zeitraum betrachtet konstant (Chi<sup>2</sup>-Test: P6:  $\chi^2 = 10,0$ ;  $df. = 9$ ;  $p < 0,530$ ; P4:  $\chi^2 = 13,29$ ;  $df. = 13$ ;  $p < 0,425$ ).

#### 4.3.2 Verweildauer und Rufplatztreue

In P4 wurden 22 (65%), in P6 17 (50%) Männchen nur einmal gefunden. In P6 wurde ein Drittel der Männchen über einen Zeitraum von 17-32 Tagen gefangen. Lediglich einzelne Männchen riefen in drei bis vier aufeinander folgenden Nächten. Während einzelne Männchen kontinuierlich in ihren Plots angetroffen wurden, blieben andere bis zu drei Wochen unauffindbar, ehe sie im selben Plot wieder gefunden wurden. Im Laufe des Untersuchungszeitraumes fand ein Wechsel der Tiere einer Rufgemeinschaft

	alle / all plots	Plot 4	Plot 6
Fänge gesamt / total captures	88	41	39
Wiederfänge / recaptures	45	17	23
Wiederfangrate / recapture rate [%]	51	41	59

Tab. 6. Übersicht über Fänge und Wiederfangraten auf den Plots (Erläuterungen im Text).

Capture and recapture rates on our plots (compare text).

Parameter / parameter	Kategorie / category	Anzahl verfügbarer m <sup>2</sup> / number of m <sup>2</sup>	Anzahl genutzter m <sup>2</sup> / used m <sup>2</sup>	% genutzt / % of used m <sup>2</sup>
Boden	Sandboden / sandy soil	12	5	42
	sandiger Waldboden / sandy & humus	10	7	70
Neigung / inclination	0-10 %	9	4	44
	11-30 %	6	3	50
	31-70 %	7	6	86
	71-100 %	2	1	50
Unterwuchs / under storey	1	9	3	Männchen / males 3
	2	14	11	37
	3	2	1	1
	4	0	0	0
Verstecke / hiding places*	ja / yes	12	5	42
	nein / no	13	8	62

Tab. 7. Besetzung von 25 einzelnen Quadratmetern durch *Cardioglossa leucomystax* in Abhängigkeit verschiedener Parameter in Plot 4. Ein Quadratmeter galt als genutzt, wenn mindestens ein Männchen darauf gefangen wurde. Wo  $N_{ges.}$  von 25 abweicht, konnten manche Quadratmeter keiner der entsprechenden Kategorien eindeutig zugeordnet werden. Mehrfach gefangene Tiere gingen mehrfach in die Tabelle mit ein; \* Todholz, Wurzeln.

Use of 25 one-square-meter-areas within plot 4 by *C. leucomystax* in relation to different habitat parameters. In some cases our sample size was lower than 25, because assignment to a distinct parameter wasn't possible. Frogs that have been captured repeatedly were listed in the table more than ones; \* wood, roots.

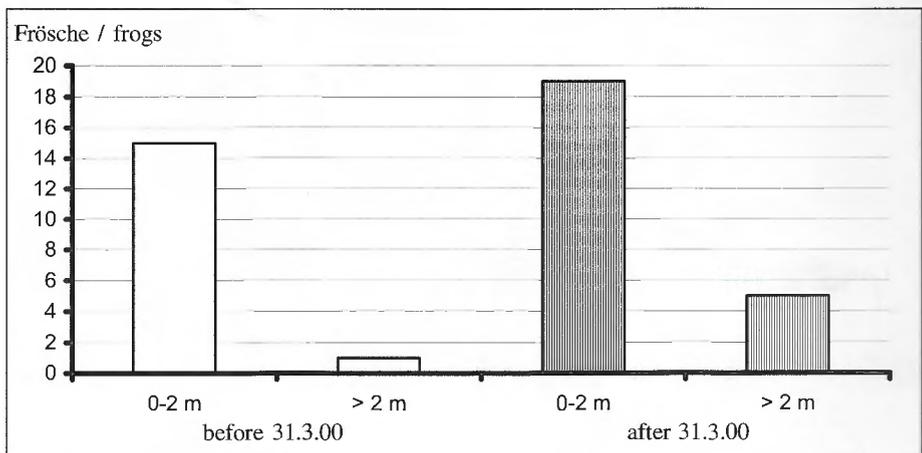


Abb. 4: Häufigkeit von *Cardioglossa leucomystax*-Männchen im Verhältnis zum Abstand vom Bachbett vor und nach dem 31.3.2000. Die meisten Männchen (34 von 40) fanden sich ufernah (vgl. Text).

Male abundance in relation to distance to shore of the brook, before and after 31 March 2000 (compare text). Most males (34 out of 40) occurred in close vicinity to the brook.

statt. Ein Frosch wurde in beiden Plots gefangen. Er wanderte 25 m bachaufwärts. Von fünf Fröschen in P4, die mehrmals gefangen wurden, wurden vier zwei- bis dreimal auf dem gleichen Quadratmeter gefangen; zwei von ihnen einmal auf einem direkt benachbarten Quadratmeter. Ein Männchen wurde nacheinander an verschiedenen Stellen auf dem selben Plot angetroffen.

#### 4.3.3 Abhängigkeit der Aktivität vom Niederschlag

In P4 riefen an Regentagen mehr Männchen, als an trockenen Tagen ( $\chi^2 = 29,7$ ; df. = 1;  $p < 0,001$ ;  $n = 10$ ). In P6 war ein Trend in diese Richtung erkennbar ( $\chi^2 = 12,46$ ; df. = 1;  $p = 0,053$ ;  $n = 7$ ). In P4 wurden die höchsten Männchenzahlen an Tagen mit weniger als 5 mm Niederschlag registriert. In beiden Plots bestand keine Korrelation zwischen der Männchenzahl und der Regenmenge (P4:  $r_s = 0,432$ ;  $p = 0,095$ ;  $n = 16$ ; P6:  $r_s = 0,402$ ;  $p = 0,195$ ;  $n = 12$ ).

#### 4.3.4 Rufwartenwahl

Von 51 rufenden Männchen saßen 92% auf oder im Laub. Die Besetzung von Rufwarten war nicht mit der Dicke der Laubschicht korreliert, die Varianz der

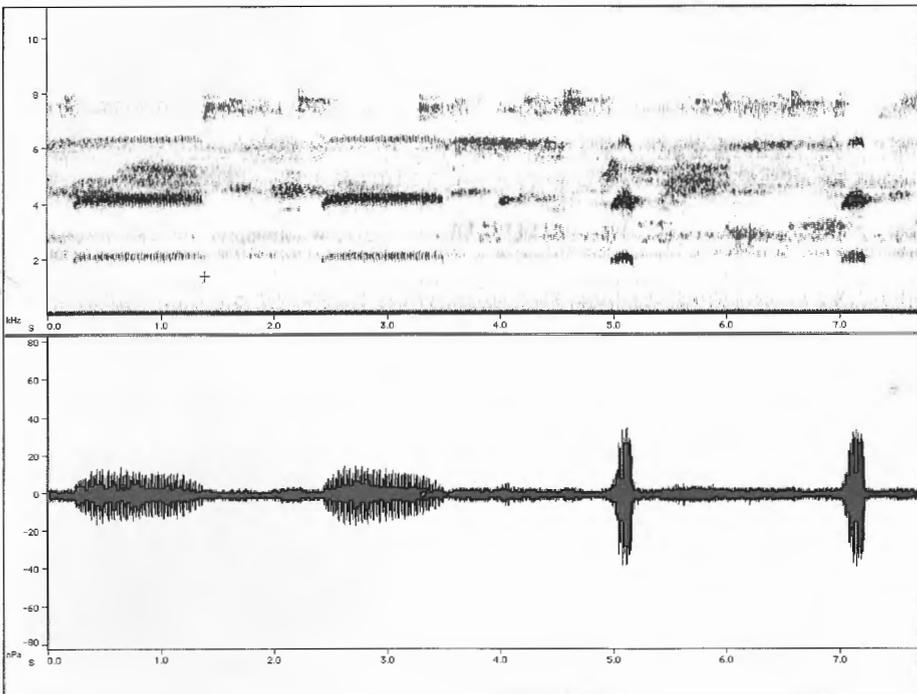


Abb. 5. Spektrogram (oben) und Oszillogram der Rufe von *Cardioglossa leucomystax*. Auf zwei „Trillerlaute“ (vgl. Text) folgen zwei Anzeigerufe.

Spectrogram (top) and oscillogram of two „warble“ calls (compare text) followed by two advertisement calls of *C. leucomystax*.

Laubdicke war mit  $0,62 \pm 0,33$  Blattlagen allerdings relativ einheitlich. Versteckt unter Laub oder Ästen beziehungsweise Wurzelwerk riefen 67% der Männchen, 33% saßen frei sichtbar auf dem Untergrund. Eine Abhängigkeit der Rufwarten von der Bodenart war nicht festzustellen. Die Männchen wählten in P4 Plätze mit einer mittleren Neigung. Die Nutzung verschiedener Flächen als Rufwarten, abhängig von der Neigung war nicht signifikant. Die meisten Männchen (37 von 41) riefen auf Flächen mit lückigem Unterwuchs (2-3; Tab. 7). Andere potentielle Versteckmöglichkeiten, wie Wurzelwerk und Todholz, waren offenbar nicht von Bedeutung bei der Wahl der Rufwarten. Tabelle 7 fasst die Parameter potentieller und tatsächlich genutzter Rufwarten zusammen.

Die Verteilung der Männchen auf die einzelnen Quadratmeter im Plot war unregelmäßig. Die meisten Männchen saßen in unmittelbarer Ufernähe oder, weniger häufig, weiter vom Bach entfernt. In 2-3 m Entfernung vom Bach wurden nur sehr wenige Tiere angetroffen. Am 24.4.2000 fingen wir, während eines starken Regens zwischen 20 und 23 Uhr, die meisten Frösche mehrere Meter vom Uferbereich entfernt. Es handelte sich dabei um markierte Frösche, welche zuvor im Böschung- oder Bachbettbereich von P4 und P6 gefangen worden waren. Vor dem 31.3.2000 riefen 6,3% der Frösche in bachfernen Bereichen, nach diesem Datum waren es 20,8%. Die Verteilung der Männchen auf bachnahe und bachferne Abschnitte vor und nach diesem Datum unterschied sich jedoch nicht signifikant (Abb. 4).

#### 4.3.5 Rufe

Der typische Anzeigeruf von *C. leucomystax* ist ein hoher Pfeiflaut, der entweder einzeln oder in Sequenzen von wenigen bis 120 Rufen in Folge abgegeben wurde (Abb. 5). Die Pausen zwischen den einzelnen Rufen betragen 0,8-0,9 sec. Die 0,22-0,28 sec langen Rufe erstrecken sich über eine Frequenz von 3,6-4,4 kHz. Die Dominanzfrequenz liegt bei 4 kHz. Rufe dieser Struktur können auch in wesentlich schnellerer Abfolge geäußert werden.

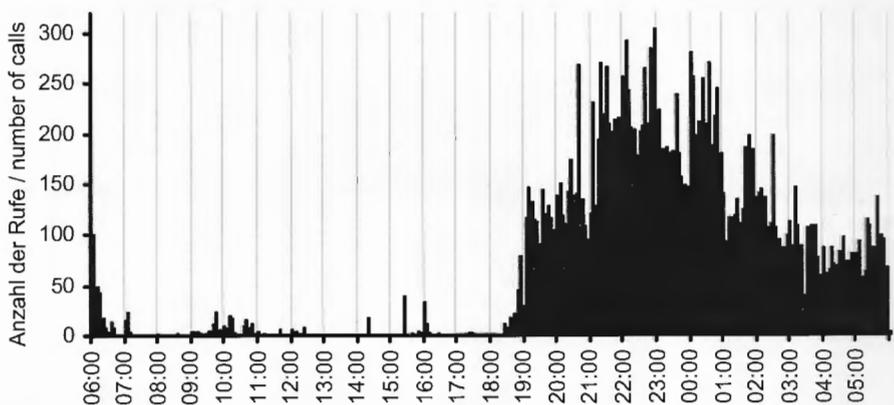


Abb. 6. Rufaktivität von *Cardioglossa leucomystax* über einen Tagesgang hinweg (von 6 - 6 Uhr). Werte aus drei Beobachtungszeiträumen.

Daily call activity of *C. leucomystax* (6 a.m. - 6 a.m.).

Zeit / time	alle Rufe / all calls	Triller / warble calls
18.00-18.05	0	0
18.05-18.10	0	0
18.10-18.15	0	0
18.15-18.20	0	0
18.20-18.25	0	0
18.25-18.30	33	6
18.30-18.35	22	7
18.35-18.40	44	6
18.40-18.45	41	29
18.45-18.50	64	5
18.50-18.55	136	62
18.55-19.00	162	21

Tab. 8. Rufprotokoll vom 25.3.00 zwischen 18.00 und 19.00 h an Plot 4.

Protocol of calling activity on plot 4 on 25 March between 18.00 and 19.00 h.

Während der Anzeigeruf relativ weit (im geschlossenen Wald mindestens 50 m) zu hören war, konnte der sehr leise „Triller“ nur in der Nähe (maximal 5 Meter) rufender Tiere gehört werden. Der aus circa 40 Pulsen bestehende Ruf dauert 0,96 sec und erstreckt sich über ein Frequenzband von 3,9-4,2 kHz (Abb. 5). Seine Dominanzfrequenz erreicht er bei 4,1 kHz. Beide Rufotypen haben zwei weitere, schwächer ausgeprägte Harmonien bei 2 und 6,2 kHz.

#### 4.3.6 Rufaktivität

Am Tag waren selten Rufe zu hören. Meist handelte es sich dabei um Einzeltiere, die wenige bis maximal 120 Rufe in Folge abgaben. Auf die Rufe folgten tags Pausen von fünf Minuten bis zu mehreren Stunden. Ab circa 18.30 Uhr, etwa der Beginn der Dämmerung, begannen die Frösche dann in Chören zu rufen (Abb. 6, Tab. 8).

Ein oder zwei Männchen begannen und lösten damit eine von AMIET (1973) als „Stimmenwelle“ beschriebene Reaktion aus, bei der sich die Rufe über die gesamte Rufgemeinschaft wellenartig weiterleiteten. Über die Nacht war die Rufaktivität normalverteilt (Shapiro-Wilkes,  $W = 0,964$ ;  $p < 0,482$ ). Die Hauptrufzeit lag zwischen 21 und 1 Uhr, mit einer kleinen Depression zwischen 23 und 24 Uhr. Mit der Morgendämmerung gegen 7 Uhr verstummten die Chöre (Abb. 6).

Die meisten Rufe waren Anzeigerufe. Der Anteil der Triller lag bei ungefähr 5% ( $\pm 1,7\%$ ). Auffällig höher war der Anteil der Triller zwischen 18 und 19 Uhr (15-19%). Diese Werte basieren allerdings ausschließlich auf den Daten vom 25.3.00 (Tab. 8).

Nachts registrierten wir meist vier bis sechs rufende Frösche innerhalb eines 5-min-Intervalls. Wie die Populationsgrößenberechnungen zeigen, überstieg die Zahl anwesender Männchen die Zahl der rufenden Frösche. Die Anzahl rufender Tiere nahm ab 18 Uhr bis zur Mitte der Nacht hin zu und ab 3 Uhr wieder ab.

Die Anzeigerufe wurden häufig, aber in unregelmäßigen Abständen, mit erhöhter Frequenz abgegeben.

## 5 Diskussion

### 5.1 Taxonomie und Morphometrie

Aus der Gattung *Cardioglossa* lebt neben *C. leucomystax* im oberguineischen Waldblock, nur noch der für Sierra Leone endemischen *C. aureoli* SCHIÖTZ, 1964. Bei den von aus Liberia beschriebenen *C. decorata* BARBOUR & LOVERIDGE, 1927 und *C. liberiensis* BARBOUR & LOVERIDGE, 1927 handelt es sich um Vertreter der Gattung *Phrynobatrachus* (BARBOUR & LOVERIDGE 1930, FROST 2000). Oberguineische *C. leucomystax* scheinen etwas kleiner zu sein als unterguineische und zentralafrikanische. So stimmen die von uns ermittelten KRL mit den Angaben von GUIBÉ & LAMOTTE (1958) für Tiere am Mont Nimba überein. Sie nennen für Männchen bis 25 mm, für Weibchen bis 33 mm KRL. Für Männchen aus Nigeria (SCHIÖTZ 1963), Kamerun (PERRET 1966, AMIET 1972b) und Gabun (FRÉTEY & DEWYNTER 1998) wurden Maße bis 30 mm KRL publiziert. In der Länge des dritten Fingers, in der Zahl der Dornen auf diesen und in der Zeichnung gibt es keine Unterschiede zwischen unseren Exemplaren und Tieren aus Nigeria (SCHIÖTZ 1963).

### 5.2 Habitatwahl

Primäre Wälder in Verbindung mit Fließgewässern nennen SCHIÖTZ (1963, 1967), AMIET (1986), LARGEN & DOWSETT-LEMAIRE (1991), LAWSON (1993) und FRÉTEY & DEWYNTER (1998) als typisches Habitat für *C. leucomystax*. Nach LAMOTTE (1966) werden zu stark degradierte Wälder gemieden. PERRET (1966) und AMIET (1975) nennen als potentielle Lebensräume auch deutlich degradierte Habitate wie Weideflächen. In Kamerun kommt *C. leucomystax* von 50-750 m NN vor (AMIET 1972b, 1975); am Mont Nimba (Liberia, Guinea, Elfenbeinküste) wurde die Art bis in 500 m NN nachgewiesen (GUIBÉ & LAMOTTE 1958).

Nach unseren Untersuchungen im TNP besiedelt *C. leucomystax* überwiegend primären Regenwald mit relativ lückigem Unterwuchs und mehr oder weniger geschlossener Baumschicht. Die Kronenschicht war lückig bis geschlossen. Nur vereinzelt konnten wir *C. leucomystax* auch in Sekundärwaldhabitaten nachweisen.

Nach unseren und früher publizierten Erkenntnissen (PERRET 1966, AMIET & PERRET 1969, AMIET 1973, 1975), findet man *C. leucomystax* fast ausschließlich am Waldboden in der Nähe von Flüssen und Bachläufen mit sandigem, schlammigem oder kiesigem Ufer sowie an steilen, oftmals unterspülten Uferböschungen dieser Gewässer. Ungewöhnlich erscheint deshalb die Beobachtung von LAMOTTE (1961) dessen Beschreibung von *C. leucomystax*-Kaulquappen auf Tieren beruht, die in einem Waldtümpeln am Mont Nimba gesammelt wurden. Aus seinen Angaben geht nicht hervor, ob es sich bei den Tümpeln um Resttümpel von Bächen gehandelt haben könnte oder es stehende Gewässer waren. In letzterem Fall sollte die Beschreibung mit *Skepsis* betrachtet werden. SCHIÖTZ (1963) fand ein gravid Weibchen weit von Wasser entfernt. Unsere Beobachtungen zeigen, dass *C. leucomystax* durchaus an scheinbar trockenen Stellen im Wald auftauchen und sogar rufen kann. Bislang erwiesen sich diese Habitate aber spätestens nach starken Regenfällen immer als Teile von Bachsystemen (z.B. Bach 2).

### 5.3 Rufwartenwahl

Wir fanden die meisten rufenden Männchen in Bereichen mit sandigem Waldboden, lückigem Unterwuchs und einer mäßig geneigten, bis steilen Böschung (31-70%). Wichtigstes Kriterium für die Wahl einer Rufwarte war das Vorhandensein von Versteckmöglichkeiten. 92% der Männchen riefen dabei aus dem Laub. In anders strukturierten Bachabschnitten (P 1-3, 5) riefen deutlich weniger oder gar keine Männchen. Nach starken Regenfällen verlagerten einige Frösche ihre Rufwarten vom Bach weg. Das Verlassen der Uferbereiche während und nach Regenfällen ist auch bei anderen Anurenarten zu beobachten (z.B. RÖDEL 1995, 2000). Zum einen stellen die dann oftmals reißenden Bäche eine direkte Gefahr dar, zum anderen bilden sich in anderen Teilen des Waldes neue Bäche und damit neue Fortpflanzungshabitate. Außerdem waren in B2 nach heftigen Regen das Laub und andere Verstecke weggespült und frühere Rufwarten noch geflutet.

### 5.4 Fang und Wiederfang

*Cardioglossa leucomystax* ruft, wie die meisten anderen Arten dieser Gattung, überwiegend in Chören. Unsere Rufgemeinschaften umfassten im Mittel 11 bis 19 Männchen. Ein Grund für die höhere Männchendichte in P6 könnte die dort höhere Laubabdeckung sein. Wie unsere fast 100%igen Wiederfangraten gegen Ende der Untersuchung zeigten, sind *C. leucomystax* Männchen an ihren Rufwarten gut erfassbar. AMIET (1972c) beobachtete temporäre Chöre mit mehreren duzend Männchen. Mit 3-4 Männchen, die mindestens einen m voneinander entfernt sitzen, bildet *C. elegans* BOULENGER, 1906 wesentlich kleinere Rufgemeinschaften (AMIET 1972a).

### 5.5 Verweildauer und Rufplatztreue der Männchen in der Rufgemeinschaft

Die Tiere eines Chores wechselten im Laufe der Zeit. Da Rufen energetisch aufwendig ist, müssen die Männchen eventuell den Chor von Zeit zu Zeit verlassen. Ob das Nahrungsangebot im unmittelbaren Bereich der Rufwarten nicht ausreichend war, können wir nicht sagen, da von uns keine Nahrungsanalysen vorgenommen wurden. Es ist auch möglich, dass wir nichtrufende Männchen aufgrund ihrer hervorragenden Tarnfärbung (vgl. AMIET 1972c, BÖHME 1975) übersehen haben. Zumindest fanden wir jedoch vereinzelte Exemplare auch weiter von offenem Wasser entfernt. Aussagen über die maximale Verweildauer der Männchen in einer Rufgemeinschaft müssen vorläufig bleiben, da wir nicht jeden Plot in jeder Nacht kontrollieren konnten. Unsere Daten sprechen aber dafür, dass etwa ein Drittel der Frösche mehrere Wochen in einer Rufgemeinschaft verbleiben, wobei sie nicht jeden Abend rufen. Den Wechsel eines Männchens zwischen zwei benachbarten Rufgemeinschaften konnten wir nur einmal feststellen.

### 5.6 Rufe

Wir beobachten drei verschiedene Ruftypen. Der am häufigsten zu hörende und von uns als Anzeigeruf interpretierte Laut stimmt mit dem von AMIET (1973) publizierten Anzeigeruf überein. AMIET beschreibt einen scharfen Pfiff, der in einer langen Abfolge von 20 und mehr Rufen wiederholt wird. Aus seinen Abbildungen lassen sich Ruflängen von 0,25 sec und ein Frequenzbereich von 4-4,5 kHz abmessen.

Über die Funktion des Trillers ist nichts bekannt. Wenn es sich um einen Territorialruf handeln sollte, sollte er in der Dämmerung, wenn die Frösche ihre Rufplätze besetzen, verstärkt zu vernehmen sein. Tatsächlich beobachteten wir in dieser Zeit einen stark erhöhten Anteil von Trillern. Allerdings gehen diese Berechnungen auf die Daten eines einzigen Tages zurück. Wir fanden auch keine anderen Hinweise für die Existenz von Territorien. So trillerten Frösche, die nur 10 cm voneinander entfernt riefen, nicht häufiger (zumindest augenscheinlich) als einzeln sitzende Tiere.

Die Rufe mit schneller Abfolge glichen normalen Anzeigerufen. SCHIÖTZ (1964) beschrieb einen ähnlichen Ruf für zwei Männchen von *C. pulchra* SCHIÖTZ, 1963 die gemeinsam in einer Plastiktüte saßen. Er vermutete, dass diese Rufe Territorialrufe waren. Für *C. nigromaculatum* NIEDEN, 1908, *C. gratiosa* AMIET, 1972 und *C. escalerae* BOULENGER, 1903 beschreibt AMIET (1973) je zwei Ruftypen die grundsätzlich ähnlich aufgebaut, aber unterschiedlich lang sind. Den längeren deutet er als potentiellen Territorialruf. Generell schilderte er Territorialrufe der Gattung *Cardioglossa* als gezogene, schnell wiederholte Töne (AMIET 1981).

### 5.7 Tagesaktivität und Fortpflanzungsphase

Unsere Beobachtungen decken sich weitgehend mit den Angaben von AMIET (1972c, 1973), wonach *C. leucomystax* hauptsächlich nachtaktiv ist und vor Einbruch der Dunkelheit selten zu hören ist. Andere Arten der Gattung rufen tags (*C. schioetzi* AMIET, 1981), während der Dämmerung (*C. escalerae*, *C. gratiosa*, *C. pulchra*, *C. venusta* AMIET, 1972) oder erst bei völliger Dunkelheit (*C. elegans* BOULENGER, 1906; *C. melanogaster* AMIET, 1972; AMIET 1972a, 1989). Eine Abnahme der Rufaktivität zwischen 19.30–20.00 Uhr wie sie von AMIET (1972b) für die Gattung als gängig beschrieben wird, beobachteten wir nicht. Nach LAWSON (1993) ist *C. leucomystax* im Korup Nationalpark, Kamerun, bei Tag und Nacht aktiv.

In unserem Gebiet waren zwei *Arthroleptis*-Arten die häufigsten, benachbart rufenden Arten (unpubl. Daten). Diese von offenem Wasser völlig unabhängigen Frösche riefen meist in den oberen Böschungsbereichen und angrenzenden Waldabschnitten. Ihre Rufe ähneln stark denen von *C. leucomystax* (vgl. auch AMIET 1973). Während *C. leucomystax* das Maximum seiner Rufaktivität zwischen 21 und 1 Uhr erreichte, riefen die beiden *Arthroleptis*-Arten verstärkt in der Abend- und Morgendämmerung (G. LEISTNER & M.-O. RÖDEL unpubl.). Ob es sich hierbei um eine zeitliche Einnischung der Rufaktivität der drei Arten handelt können wir nicht entscheiden.

Wir konnten *C. leucomystax*, zumindest vereinzelt, während des ganzen Jahres rufen hören. Häufiger riefen die Tiere allerdings während der Regenzeit. Die Rufaktivität über die Saison unterschied sich in den Jahren 1999 und 2000. Während wir 1999 die meisten Tiere in der Kernregenzeit im September/Oktober hörten, waren 2000 die meisten Tiere zu Beginn der Regenzeit im April aktiv. Für den TNP können wir damit die Vermutung von AMIET & PERRET (1969), dass sich *C. leucomystax* in der Trockenzeit vermehrt, nicht bestätigen. Diese Autoren fanden in Kamerun juvenile Tiere im Mai. Im TNP beobachteten wir fast das ganze Jahr über Jungtiere. Bei unterguineischen und zentralafrikanischen *C. leucomystax* Populationen scheint die Fortpflanzungsphase typischerweise gegen Ende der jeweiligen Trockenzeiten zu liegen (AMIET 1972c, 1973; FRÉTEY & DEWYNTER 1998). Die meisten *Cardioglossa*-Arten haben, wie *C. leucomystax*, eine längere, mindestens zweimonatige, Rufperiode (AMIET 1972a, 1989). Ihre Hauptaktivitätsphase liegt dabei unterschiedlich. So rufen *C.*

*schioetzi* und *C. nigromaculatum* zu Beginn der Regenzeiten (AMIET 1972a, 1981), *C. gracilis* BOULENGER, 1900 durchgängig über die gesamte Regenzeit (AMIET 1972c), und *C. elegans* beginnt mit der Trockenzeit zu rufen (AMIET 1972a).

### 5.8 Abhängigkeit der Rufaktivität von aktuellen Niederschlägen

*Cardioglossa leucomystax* scheint im TNP die Froschart mit der längsten Fortpflanzungsperiode zu sein (M.-O. RÖDEL & R. ERNST unpubl.). Die Wahl, meist permanenter Bäche, als Lebensraum macht die Art möglicherweise weitgehend unabhängig von aktuellen Niederschlägen (vgl. auch AMIET 1972c). Feuchtigkeit ist hier wohl immer ausreichend vorhanden. Hohe Niederschläge und damit verbunden, reißende Bäche, könnten sogar, sowohl für die Adulten, als auch für die Gelege eine unmittelbare Gefahr darstellen. Dies deckt sich mit unserer Beobachtung, dass die Rufaktivität mit Regen zwar zunimmt, jedoch keine Korrelation mit der Regenmenge feststellbar war und die meisten rufenden Männchen bei Niederschlägen unter 5 mm beobachtet werden konnten.

### 5.9 Fortpflanzung und Larven

Die von einem unserer Weibchen abgelegten Eier scheinen die ersten, von *C. leucomystax* bekannt gewordenen zu sein. Sie ähneln sehr stark denen von *C. gracilis*. Im Terrarium legte letzt genannte Art 36 reinweiße Eier mit einem Durchmesser von 3,5 mm. Nur die Eier die nicht im Wasser lagen entwickelten sich. Die Larven schlüpften bei 24°C nach 20 Tagen (AMIET 1972c). *Cardioglossa* Quappen leben vergraben im Laub oder Detritus fließender Gewässer (AMIET 1972c, 1989). Die Kaulquappen von *C. leucomystax* wurden von GUIBÉ & LAMOTTE (1958) in Tümpeln gefangen und nach morphologischen Reihen sortiert. Die Bestimmung erfolgte mit Hilfe metamorphosierender Tiere. Nach diesen Autoren und LAMOTTE (1961) sind die Larven lang gestreckt und dorsoventral abgeflacht. Ihr Schwanz trägt einen sehr niedrigen Flossensaum und ist zweimal so lang wie der Rumpf, die Augen sind winzig, das Spiraculum ist sehr weit nach hinten gerückt. Die Hornkiefer sind stark gezähnt, der obere konkav, der untere konvex gebogen. Hornzähne fehlen. Die Beschreibung entspricht damit der anderer Quappen der Gattung (AMIET 1972c, vgl. aber 5.2).

## 6 Schlussfolgerungen

*Cardioglossa leucomystax* kommt zwar in Waldtypen unterschiedlichster Degradationsstufen vor, bevorzugt dabei jedoch eindeutig Primärwaldbereiche. In diesen fanden wir die höchsten Populationsdichten. Die Frösche halten sich dort fast ausschließlich im unmittelbaren Bereich von Fließgewässern auf. Ihre langen Verweildauern an den Rufwarten und ihre lange Fortpflanzungsphase mit vorhersehbaren Aktivitätsmaxima macht sie, trotz ihrer Tarnung, verhältnismäßig einfach und quantitativ erfassbar. Ihre Habitatspezifität in Kombination mit der quantitativen Erfassbarkeit lässt die Art für ein langfristiges Monitoring geeignet erscheinen. Da der Hauptfortpflanzungszeitpunkt von Jahr zu Jahr schwanken kann, sollten Erfassungen am besten zweimal jährlich zu Beginn der kleinen und in der großen Regenzeit stattfinden.

## Danksagung

Die Aufenthalte 1999 und 2000 von M.-O. RÖDEL in der Elfenbeinküste wurde vom Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD) im Rahmen des PostDoc-Programmes gefördert. Die Auswertung der Daten erfolgte im BIOLOG Programm des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF; Projekt BIOTA W08, 01 LC0017). Für die Vermittlung zum Erhalt unserer Forschungsgenehmigung danken wir Dr. MICHAEL DE PAUW (Fondation TROPENBOS, Büro Abidjan). Die Forschungsgenehmigung erteilte das „Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique“ der Republik Elfenbeinküste, die Zugangsberechtigung für den Taï National Park wurde vom „Ministère de la Construction et de l'Environnement“ ausgestellt. Das „Projet Autonome pour la Conservation du Parc National de Taï“ (PACPNT) und das „Centre de Recherche en Ecologie“ (CRE) stellten die Unterkünfte zur Verfügung. Prof. Dr. RONALD NOË (Straßburg, „Projet Singe“) erlaubte uns die Auswertung seiner Klimaaufzeichnungen. Den MitarbeiterInnen von „Projet Singe“ und „Projet Chimpanzé“ sind wir für vielfältige Hilfe dankbar.

## Schriften

- AMIET, J.-L. (1972a): Notes faunistiques, éthologiques et écologiques sur quelques amphibiens anoures du Cameroun. – Ann. Fac. Sci. Cameroun, **9**: 127-153.
- (1972b): Description de cinq nouvelles espèces camerounaises de *Cardioglossa* (Amphibiens Anoures). – Biologia Gabonica, **8**: 201-231.
- (1972c): Les *Cardioglossa* camerounaises. – Science et Nature, **114**: 11-24.
- (1973): Voix d'Amphibiens camerounais II. – Arthroleptinae: genre *Cardioglossa*. – Ann. Fac. Sci. Cameroun, **14**: 149-164.
- (1975): Écologie et distribution des amphibiens anoures de la région de Nkongsamba (Cameroun). – Ann. Fac. Sci. Yaoundé, **20**: 33-107.
- (1978): Les amphibiens anoures de la région de Mamfé. – Ann. Fac. Sci. Yaoundé, **25**: 189-219.
- (1981): Une nouvelle *Cardioglossa* orophile de la dorsale camerounaise: *C. schioetzi* nov. sp. (Amphibia, Anura, Arthroleptinae). – Ann. Fac. Sci. Yaoundé, **28**: 117-131.
- (1986): La batrachofaune sylvicole d'un secteur forestier du Cameroun : la région de Yaoundé. – Mém. Mus. Nat. Hist. Nat., nouvelle sér., Sér. A, **132**: 29-42.
- (1989): Quelques aspects de la biologie des amphibiens anoures du Cameroun. – Ann. Biol., **28**: 73-136.
- & J.-L. PERRET (1969): Contributions à la faune de la région de Yaoundé (Cameroun) II. – Amphibiens Anoures. – Ann. Fac. Sci. Cameroun, **3**: 117-137.
- BARBOUR, T. & A. LOVERIDGE (1930): Reptiles and amphibians from Liberia. – In: STRONG, R.P. (Eds.): The African republic of Liberia and the Belgian Congo, based on the observations made and material collected during the Harvard African Expedition 1926-1927, Vol. 2, Greenwood Press (New York): 769-786.
- BÖHME, W. (1975): Zur Herpetofaunistik Kameruns, mit Beschreibung eines neuen Scinciden. – Bonn. zool. Beitr., **26**: 1-48.
- BOULENGER, G.A. (1903): Descriptions of new batrachians in the British Museum. – Ann. Mag. nat. Hist., **12** (7): 552-557.
- CAVALLI-SFORZA, L. (1980): Biometrie - Grundzüge biologisch-medizinischer Statistik. – Gustav Fischer Verlag (Stuttgart), 212 S.
- CHATELAIN, C., L. GAUTIER & R. SPICHTER (1996): A recent forest fragmentation in southwestern Ivory Coast. – Biodiversity and Conservation, **5**: 37-53.
- DONNELLY, M.A., C. GUYER, J.E. JUTERBOCK & R.A. ALFORD (1993): Techniques for marking amphibians. – In: HEYER, R., M.A. DONNELLY, R.W. McDIARMID, L.-A. HAYEK & M.S. FOSTER

- (Eds.): Measuring and monitoring biological diversity – standard methods for amphibians, Smithsonian Institution Press (Washington & London): 277-284.
- FGU-KRONBERG (1979): Gegenwärtiger Status der Comoé- und Tai-Nationalparks sowie des Azagny-Reservates und Vorschläge zu deren Erhaltung und Entwicklung zur Förderung des Tourismus, PN: 73.2085.6, Band III: Tai-Nationalpark. – GTZ-Bericht (Eschborn), 155 S.
- FRÉTEY, T. & C.P. BLANC (2000): Liste des amphibiens d'Afrique centrale. Cameroun, Congo, Gabon, Guinée-Equatoriale, République Centrafricaine, République Démocratique du Congo, São Tomé et Príncipe. – Les dossiers de l'ALDE, Série Biodiversité, N°2 : 1-39.
- & M. DEWYNTER (1998): Amphibiens anoures de la forêt des Abeilles (Gabon). – J. Afr. Zool., **112**: 171-184.
- FROST, D.R. (2000): Amphibian species of the World: an online reference, V2.20 (1 September 2000) [<http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>].
- GUIBÉ, J. & M. LAMOTTE (1958): La réserve naturelle intégrale du Mont Nimba. XII. Batraciens (sauf *Arthroleptis*, *Phrynobatrachus* et *Hyperolius*). – Mem. Inst. fond. Afr. noire, **53**: 241-273.
- GUILLAUMET, J.-L. (1967): Recherches sur la végétation et la flore de la région du Bas-Cavally (Côte d'Ivoire). – Mém. O.R.S.T.O.M., **20**, 247 S. + 15 Tafeln.
- HUGHES, B. (1988): Herpetology in Ghana (West Africa). – Brit. Herp. Soc. Bull., **25**: 29-38.
- LAMOTTE, M. (1961): Contribution à l'étude des batraciens de l'Ouest Africain XII. – Le développement larvaire de *Cardioglossa leucomystax* BLGR. – Bull. Inst. fond. Afr. noire, Sér. A, **23**: 211-216.
- LAMOTTE, M. (1966): Types de répartition géographique de quelques batraciens dans l'Ouest Africain. – Bull. Inst. fond. Afr. noire, Sér. A, **28**: 1140-1148.
- LARGEN, M.J. & F. DOWSETT-LEMAIRE (1991): Amphibians (Anura) from the Kouilou River basin, République du Congo. – Tauraco Research Report, **4**: 145-168.
- LAWSON, D.P. (1993): The reptiles and amphibians of the Korup National Park project, Cameroon. – Herpetological Natural History, **1**: 27-90.
- PACPNT (2000): Flore du Parc National de Taï. – Kasperek Verlag (Heidelberg), 320 S.
- PERRET, J.-L. (1966): Les amphibiens du Cameroun. – Zool. Jb. (Syst.), **8**: 289-464.
- RÖDEL, M.-O. (1995): *Phrynobatrachus francisci* im Comoé-Nationalpark, Elfenbeinküste: Lebensräume, Aktivität und Nahrung in der ausgehenden Trockenzeit. – Salamandra, **31**: 79-92.
- (1998): A new *Hyperolius* species from Tai National Park, Ivory Coast (Anura: Hyperoliidae: Hyperoliinae). – Rev. fr. aquariol. herpétol., **25**: 123-130.
- (2000): Herpetofauna of West Africa, Vol. I: Amphibians of the West African Savanna. – Edition Chimaira (Frankfurt/M.), 335 S.
- & R. ERNST (2000): *Bufo taiensis* n. sp., eine neue Kröte aus dem Taï-Nationalpark, Elfenbeinküste. – herpetofauna, Weinstadt, **22** (125): 9-16.
- RIEZEBOS, E.P., A.P. VOOREN & J.L. GUILLAUMET (1994): Le Parc National de Taï, Côte d'Ivoire. – Tropenbos Series 8 (Wageningen), 323 S..
- SCHJØTZ, A. (1963): The amphibians of Nigeria. – Vidensk. Meddr dansk naturh. Foren., **125**: 1-92 + 4 Tafeln.
- (1964): A preliminary list of amphibians collected in Sierra Leone. – Vidensk. Meddr dansk naturh. Foren., **127**: 19-33 + 1 Tafel.
- (1966): On a collection of amphibia from Nigeria. – Vidensk. Meddr dansk naturh. Foren., **129**: 43-48 + 3 Tafeln.
- (1967): The treefrogs (Rhacophoridae) of West Africa. – Spolia zool. Mus. haun., **25**: 1-346.

SETTELE, J., R. FELDMANN, K. HENLE, K. KOCKELKE & H.-J. POETHKE (1999): Methoden der quantitativen Erfassung von Tagfaltern. – In: SETTELE, J., R. FELDMANN & R. REINHARDT (Eds.): Die Tagfalter Deutschlands, Ulmer (Stuttgart): 144-185.

Eingangsdatum: 15. Februar 2001

Verfasser: MARK-OLIVER RÖDEL<sup>1,2</sup>, GERTRUD SCHORR<sup>1</sup>, RAFFAEL ERNST<sup>1</sup>, <sup>1</sup> Universität Würzburg, Theodor-Boveri-Institut (Biozentrum), Lehrstuhl für Tierökologie und Tropenbiologie, Am Hubland, D-97074 Würzburg; <sup>2</sup> Universität Mainz, Institut für Zoologie, Saarstraße 21, D-55099 Mainz; E-Mail: roedel@biozentrum.uni-wuerzburg.de.