

Ökologie, Haltung und Fortpflanzung im Terrarium von *Graptemys caglei*, *G. flavimaculata*, *G. nigrinoda nigrinoda* und *G. oculifera*

STEFAN HERTWIG

Abstract

Ecology, care and reproduction in captivity of *Graptemys caglei*, *G. flavimaculata*, *G. nigrinoda nigrinoda* and *G. oculifera*.

Distribution, Ecology, natural history and legal status of the genus *Graptemys* (Chelonia, Emydidae) are presented as a brief review of literature. Husbandry and breeding of four species of the *pseudogeographica*-group (*Graptemys caglei*, *G. flavimaculata*, *G. oculifera* and *G. nigrinoda nigrinoda*) are described as a result of ten years of experience. Important features of the developed management in indoor terraria under exactly controlled conditions include the analysis of literature on the ecology of these species, the consequent follow up of the seasonal rhythm, separation of sexes, adequate and natural feeding, best quality and quantity of light, as well as the requirements of space and necessary cover of the animals. High waterlevel and an efficient mechanical and biological filtration by external filters are necessary. After losses of animals due to secondary infections most likely caused by stress, all males are kept separatedly in single aquaria. They are allowed to come together with the females only for a few days per year. Females accept only one copulation per breeding season. The reproductive cycles of both sexes are described. Until 2000 a total of 194 young hatched from the four kept species. Pivotal temperatures (ranging from 29-30 °C) and data on the periods sensitive for sex determination are given. Important principles of husbandary applied to turtles in captivity are discussed.

Key words: Chelonia: Emydidae: Deirochelynae: *Graptemys caglei*, *G. flavimaculata*, *G. oculifera*, *G. nigrinoda nigrinoda*, ecology, distribution, systematic, care and breeding in captivity, seasonal rhythm, incubation.

Zusammenfassung

Verbreitung, Ökologie, Lebensweise und Schutzstatus der Gattung *Graptemys* (Testudines, Emydidae) werden zusammenfassend nach Literaturdaten dargestellt. Gefangenschaftshaltung und kontinuierliche Reproduktion von vier Arten der *pseudogeographica*-Gruppe (*Graptemys caglei*, *G. flavimaculata*, *G. oculifera* und *G. nigrinoda nigrinoda*) als Ergebnis von zehn Jahren Erfahrung werden beschrieben. Als Basis des entwickelten Haltungssystems unter exakt kontrollierbaren Bedingungen in Innenanlagen, werden neben der Auswertung der Originalliteratur zum Freileben, die konsequente Einhaltung saisonaler Rhythmik, die Getrennthaltung der Geschlechter, adäquate und den natürlichen Verhältnissen angenäherte Ernährung, optimale Lichtquantität und -qualität sowie die Beachtung des Raum- und Sicherheitsbedürfnisses der Schildkröten angesehen. Auf hohen Wasserstand und gute mechanische und biologische Filterung mit Außenfiltern wird Wert gelegt. Nach Verlusten auf Grund stressverursachter Sekundärinfektionen werden alle Männchen einzeln gehalten und nur tageweise zu den Weibchen gesetzt. Die Weibchen akzeptieren meist nur eine Paarung pro Fortpflanzungssaison. Es werden Angaben zum Reproduktionszyklus beider Geschlechter gemacht. Insgesamt schlüpften bereits 194 Jungtiere der vier Arten. Es werden Schwellentemperaturen der Geschlechtsdetermination (29-30 °C) und die Spanne der sensitiven Phase der Embryonalentwicklung angegeben. Prinzipielle Gesichtspunkte für die Erhaltungszucht von Wasserschildkröten werden diskutiert.

Schlagwörter: Testudines: Emydidae: Deirochelynae: *Graptemys caglei*, *G. flavimaculata*, *G. oculifera*, *G. n. nigrinoda*; Ökologie, Verbreitung, Systematik, Haltung, Fortpflanzung in Gefangenschaft, saisonaler Rhythmus, Ernährung, Inkubation.

1 Einleitung

Im Gegensatz zu den ausgesprochen seltenen Publikationen im deutschsprachigen Raum (PETERS 1966, ENGERT 1986, HERTWIG & HOHL 2000) über Lebensweise und Gefangenschaftshaltung von *Graptemys* existiert eine umfangreiche amerikanische Literatur zu Verbreitung, Systematik und Ökologie der Gattung. Insbesondere über die seit längerem streng geschützten Arten sind mittlerweile viele Aspekte ihrer Lebensweise bekannt. Diese umfangreichen Daten können als Grundlage zur Entwicklung von Haltungsmethoden dienen. Im vorliegenden Artikel werden die Erfahrungen mit der Nachzucht von *Graptemys caglei*, *G. flavimaculata*, *G. nigrinoda nigrinoda* und *G.*



Abb. 1. *Graptemys* Habitat im Alabama River-System, Alabama. Hier wurden neben anderen Schildkrötenarten auch *G. pulchra* beobachtet. – Foto: HANS HERRSCHE.

Graptemys habitat in the Alabama River system, Alabama. *G. pulchra* and other turtle species have been observed. – Photo: HANS HERRSCHE.



Abb. 2. Für *Graptemys* typischer Sonnenplatz auf Totholz mit *Graptemys* spec., möglicherweise *G. pulchra*, beim Sonnenbad. – Foto: HANS HERRSCHE.

Typical basking site of *Graptemys* on dead wood with basking *Graptemys* spec., possibly *G. pulchra*. – Photo: HANS HERRSCHE.

oculifera in Gefangenschaft beschrieben. Aus diesem Grund soll zu Beginn eine zusammenfassende Übersicht großer Teile der verfügbaren Originalliteratur gegeben werden. Dabei geht es in den daraus gezogenen Konsequenzen nicht um das ohnehin unmögliche Kopieren der Bedingungen im Freiland, sondern darum, aus entscheidenden Parametern von Freilanddaten und physiologischen Studien notwendige Rah-



Abb. 3. *Graptemys flavimaculata*, adultes Weibchen mit typischer gelber Fleckenzeichnung der Pleuralia.

Graptemys flavimaculata, adult female with typical yellow blotches on the pleuralia.



Abb. 4. *Graptemys oculifera*, adultes Weibchen. Beachte die typische rote Ringzeichnung.

Graptemys oculifera, adult female. Note the typical red rings.

menbedingungen für eine kontinuierliche Haltung und Nachzucht unter kontrollierten Bedingungen abzuleiten.

2 Verbreitung und Ökologie

Die Gattung *Graptemys* ist mit ihren heute zwölf beschriebenen Arten im Südosten der USA verbreitet und bewohnt dort mit Ausnahme der auch weiter nördlich vorkommenden *G. geographica* ausschließlich die in den Golf von Mexico entwässernden Flusssysteme von Florida bis ins südliche Texas. Dabei ist nahezu jede Art auf einzelne Tieflandflüsse beschränkt (IVERSON 1992). Kommen in einem Flusssystem zwei beziehungsweise drei *Graptemys* sympatrisch vor, so gehören sie unterschiedlichen Artengruppen mit abweichenden ökologischen Präferenzen an. *Graptemys*-Habitate sind saubere, klare oder sedimentgetriebene stark mäandrierende Flüsse, die oberhalb der „Fall Line“ entspringen, das heißt jenseits der Linie, die das Küstentiefland vom daran anschließenden Bergland trennt (Abb. 1) (Die Fall Line stellt eine Ausbreitungsgrenze vor allem für limnische Arten dar, da sich die von ihr getrennten Flussabschnitte klimatisch und physiogeografisch deutlich unterscheiden). Bis auf *G. caglei*, die in Texas auch Gebiete des Edwards-Plateaus besiedelt, sind die hier behandelten Arten ausschließlich in den mäandrierenden Flussbereichen der Küstenebenen verbreitet (PRITCHARD 1979, GEORGE 1990, MOUNT 1996). Alle Arten der Gattung *Graptemys* sind sehr aquatil und somit eng an die von ihnen bewohnten Gewässer gebunden. Sie verlassen, von seltenen Ausnahmen abgesehen, das Wasser nur zum Sonnenbaden und zur Eiablage. Der Untergrund der Flüsse wird von Kalkgestein oder abgelagertem Sand gebildet. Ursprünglich waren die Ufer von dichten und artenreichen Waldgesellschaften bedeckt, die im Zuge der Besiedlung im vorigen Jahrhundert starken Rodungen unterlagen. Des Weiteren sind die Flusssysteme des Küstentieflandes durch eine ausgeprägte Dynamik gekennzeichnet: sich verlagernde Wasserläufe setzen ständig Sediment ab, neue Sandbänke entstehen, andere werden abgetragen oder unterliegen sukzessiven Veränderungen und Altarme werden abgetrennt. Von dieser Dynamik hängen die flussbewohnenden Schildkröten in starkem Maße ab, da dadurch stets neue, spärlich bewachsene Sandbänke zur Eiablage entstehen und ins Wasser gestürzte Baumstämme als Sonnenplätze zugänglich werden (GEORGE 1990). *Graptemys* sind auf diese teilweise aus dem Wasser ragenden Stämme und Äste angewiesen, da sie so gut wie nie Sonnenplätze mit Zugang zum Ufer akzeptieren (Abb. 2). Außerdem stellt das Totholz Siedlungsplatz für Gesellschaften sessiler Nahrungsorganismen dar (ERNST et al. 1994, LINDEMANN 1998, 1999). Die besiedelten Flussläufe müssen so breit sein, dass eine Besonnung während der Aktivitätsphase für mindestens sechs Stunden gegeben ist (MC COY & VOGT in GEORGE 1990).

2.1 *Graptemys flavimaculata* (CAGLE, 1954)

Graptemys flavimaculata (Abb. 3 & 11, Weibchen bis 180 mm CL, Männchen bis 120 mm CL; CL = Carapaxlänge als Stockmaß) ist ein Endemit des Pascagoula Systems in Mississippi, in dem sie mit *G. gibbonsi* sympatrisch lebt. Im heute durch zahlreiche Industrieansiedlungen gekennzeichneten Pascagoula und seinen Nebenflüssen, die meist 10-80 m breit sowie bis zu 12 m tief sind, bewohnt die Art bevorzugt Randbereiche mit moderater Strömung und zahlreichen Deckungsmöglichkeiten (CAGLE 1954). Gelegentlich werden auch stehende Gewässer wie Altarme und Überschwemmungsseen abseits des Flussbettes genutzt. Dabei ist der Lebensraum durch saisonal schwankende Wasserstände im Zusammenhang mit der Hauptniederschlags-

zeit in den Wintermonaten geprägt. Von November bis Mai nehmen Durchflussrate, Sedimentlast und Strömungsgeschwindigkeit des Wassers zu. Eine leicht unterschiedliche Habitatpräferenz, auch auf Grund größenbedingter Zusammensetzung des Nahrungsspektrums, wurde zwischen den Geschlechtern festgestellt. Männchen bevorzugen flachere Bereiche mit schwächerer Strömung. Beide Geschlechter variieren auch saisonal in ihrer Habitatwahl. Die Weibchen halten sich in der Nistperiode bevorzugt in Nähe der Niststrände auf und wandern anschließend in geeignete Habitate mit reichem Nahrungsangebot ab. Im Verlauf einer Telemetriestudie wurde ein Weibchen dabei beobachtet, als es nach der letzten Eiablage den Hauptstrom verließ und den Sommer in einem nahrungsreichen nur durch eine kurze Strecke über Land getrennten Altarm verbrachte. Von Juni bis Oktober begrenzten die meisten Schildkröten ihre Aktivität auf 50-200 m Uferlinie. Dagegen finden im Frühjahr auch Ortsveränderungen über längere Distanzen statt (JONES 1996). Obwohl die Art nicht als primär molluscivor beschrieben wird, soll *G. flavimaculata* teilweise von Abwassereinleitungen und daraus resultierenden größeren Molluskenpopulationen profitiert haben (CAGLE 1954). Mittlerweile befürchtet man aber stark negative Einflüsse auf die Schildkrötenbestände durch zunehmende Wasserverschmutzung (GEORGE pers. Mitt.). Gegenwärtig ist die Art bereits aus Teilen ihres Verbreitungsgebietes verschwunden (SEIGEL & BRAUMAN in US FWS Report 1997).

2.2 *Graptemys oculifera* (BAUR, 1890)

Graptemys oculifera (Abb. 4 & 9, Weibchen bis 220 mm CL, Männchen bis 110 mm CL) bewohnt den Pearl River und dessen Zuflüsse in Louisiana und dem angrenzenden Mississippi. Dort lebt ebenfalls eine Population von *G. gibbonsi*, die im Vergleich als deutlich seltener vorkommend eingeschätzt wird (ERNST et al. 1994, Lindeman 1998). Die Habitatansprüche sind prinzipiell mit denen der zuvor genannten Art identisch. Auch hier werden Bereiche mit tiefem, mäßig strömendem Wasser, zahlreichen in das Wasser gestürzten Baumstämmen und ausgedehnte, zur Eiablage geeignete Sandbänke als wesentlich angesehen (CHANEY & SMITH 1950, MC COY & VOGT in GEORGE 1990, KOFRON 1991, JONES & HARTFIELD 1995). Der mündungsnaher Bereich des Pearl River, der zeitweise Brackwasser führt, wird nicht besiedelt (KOFRON 1991). CAGLE (1953) berichtet von der ausgeprägten Fähigkeit, auch gegen starke Strömung zu schwimmen. Die Populationen von *G. oculifera* sind wie die von *G. flavimaculata* deutlich rückläufig. Zum Teil wurden innerhalb weniger Jahre um 40 % kleinere Bestandszahlen registriert (JONES in US FWS Report, 1997).

2.3 *Graptemys nigrinoda* (CAGLE, 1954)

G. nigrinoda (Abb. 5 & 10, Weibchen bis 221 mm CL, Männchen bis 122 mm CL, Nominatform meist unter 200 mm bzw. 110 mm CL) ist endemisch im Alabama River und Tombigbee System und dessen kleineren Nebenflüssen in Alabama und Mississippi, die gemeinsam in die Mobile Bay entwässern. Von dieser Art sind zwei Unterarten beschrieben, die vor allem anhand der Ausdehnung der schwarzen Zeichnungselemente auf den Ventralia unterschieden werden. Die Nominatform bewohnt die Oberläufe des Verbreitungsgebietes von der Fall Line flussabwärts bis zur Wilcox-Monroe County-Linie. Südlich davon und wohl auch im Warrior River leben Mischlinge mit der Unterart *G. n. delticola*. Bei dieser bedeckt die Zeichnung der Ventralia mindestens 60 % der Fläche. Typische *G. n. delticola* bewohnen nur ein äußerst kleines Verbreitungsgebiet im Delta der Zuflüsse der Mobile Bay Drainage in Baldwin

und Mobile County. Die Intergradationszone der Unterarten hingegen scheint sehr ausgedehnt zu sein (FOLKERTS & MOUNT 1969; LAHANAS in ERNST et al. 1994, MOUNT 1996). Die Ansprüche an den Lebensraum gleichen denen von *G. flavimaculata* und *G. oculifera*. Allerdings sind die besiedelten Flüsse meist größer und tiefer (CAGLE



Abb. 5. *Graptemys nigrinoda nigrinoda*, adultes Männchen mit charakteristisch abgeflachten Carapax und stark entwickelten schwarzen knopfartigen Dornen auf den Vertebralia. Die Vorderkrallen sind deutlich verlängert.

Graptemys nigrinoda nigrinoda, adult male with characteristically flattened carapace and strong developed knoblike projections on the vertebralia. The foreclaws are clearly elongated.



Abb. 6. *Graptemys caglei*, adultes Weibchen. Beachte die gelbliche Zeichnung auf grüner Grundfarbe des abgeflachten Panzers.

Graptemys caglei, adult female. Note the yellowish markings on green ground colour of the flattened carapace.

1954). Außer der detaillierten Studie von Lahanas (in ERNST et al. 1994) über *G. n. delticola* ist wenig über diese Art bekannt geworden. Die Populationen der Nominatform in Mississippi unterlagen einem deutlichen Rückgang (ERNST et al. 1994).

Alle bisher genannten Arten können in ihren Verbreitungsgebieten mit folgenden Schildkröten vergesellschaftet sein: *Chrysemys picta*, *Pseudemys concinna*, *Pseudemys alabamensis*, *Trachemys scripta*, *Apalone mutica*, *Apalone spinifera*, *Sternotherus carinatus*, *Sternotherus minor*, *Sternotherus odoratus*, *Kinosternon subrubrum*, *Chelydra serpentina*.

2.4 *Gratemys caglei* (HAYNES & MCKOWN, 1974)

Aus dem Bild ökologischer Ansprüche der bisher erörterten und sehr eng miteinander verwandten Arten (LAMB et al. 1994) fällt die erst Anfang der siebziger Jahre bekannt gewordene *G. caglei* (Abb. 6 & 12, Weibchen bis 213 mm CL, Männchen bis 126 mm CL) in einigen Punkten ihrer Lebensweise heraus. *G. caglei* bewohnt das südlichste Verbreitungsgebiet der Gattung und besiedelt nur Flüsse des Guadalupe und San Antonio River-Systems im südlichen Texas. Dabei ist die Art außer im Guadalupe River nur selten in anderen Flüssen dieses Einzugsgebietes, wie zum Beispiel im San Antonio, im Medina und im San Marcos, gefunden worden (HAYNES & MCKOWN 1974, PRITCHARD 1979). Heute gilt die Art als gefährdet, da sie im San Antonio River nicht mehr nachgewiesen werden kann, sonst rückläufige Populationszahlen aufweist und durch geplante Dammprojekte im Guadalupe River weiter in Bedrängnis kommen könnte (KILLEBREW 1988, VERMERSCH 1992). Die von *G. caglei* bewohnten Flüsse entspringen auf dem Edwards Plateau. Dort weisen die Habitate einen Untergrund aus Kalkstein auf, in dem zahlreiche ausgewaschene Pools und kleine Seen von 1-3 m Tiefe durch Abschnitte flachen Wassers verbunden sind. Die Wasserläufe sind gekennzeichnet durch ein breites Bett von 50-70 m, ein geringes Wasservolumen sowie eine mäßige Strömung in den sich oft in schmale Kanäle geringer Tiefe verzweigenden Flüssen. *Gratemys* sonnen sich hier auf Felsen in den flachen Bereichen, auf im Wasser liegenden Bäumen oder Zypressenstämpfen in den Ausbuchtungen. Mit dem Verlassen des Edwards Plateaus ändert sich der Charakter der Wasserläufe. Sie werden tiefer und schlammiger bei schwächerer Strömung. In diesen Flussabschnitten leben die größten Populationen von *G. caglei* (HAYNES & MCKOWN 1974). Die Besiedlung räumlich begrenzter Gewässerabschnitte bei daraus resultierend begrenzten Ressourcen könnte eine Erklärung für die höhere intraspezifische Aggressivität von *G. caglei* und auch von *G. versa* sein, die im Colorado River vergleichbare Habitate bewohnt (PETERS 1966). Im Verbreitungsgebiet von *G. caglei* lebt keine weitere *Gratemys*. Sympatrisch verbreitete aquatische Schildkröten sind *Trachemys scripta*, *Pseudemys texana*, *Kinosternon flavescens*, *Kinosternon subrubrum*, *Apalone mutica* und *Apalone spiniferus*.

3 Nahrung

Eine der detailliertesten Studien zum Nahrungsspektrum von *Gratemys* stammt aus den Sektionsergebnissen von Lahanas (in ERNST et al. 1994), der die Ökologie von *G. n. delticola* untersuchte (Tab. 1). Danach ist die Art in erster Linie ein Gräser sessiler Invertebraten (Porifera, Bryozoa, Mollusca) und Süßwasseralgen (*Cladophora*, *Ulothrix*, *Spirogyra*). Vor allem von unter Wasser liegenden Holzteilen wird der Aufwuchs regelrecht abgeweidet. Auch für *G. flavimaculata* (SEIGEL & BRAUMAN 1994) und *G. oculifera* (CAGLE 1953, KOFRON 1991) ist das Gras von Algen/Invertebraten-Gesell-

schaften belegt und dürfte somit bei allen schmalköpfigen Arten der Gattung eine wichtige Rolle in der Ernährung spielen (LINDEMAN 1998). Die Befunde der Magenuntersuchungen von HAYNES & MCKOWN (1974) an *G. caglei* mit einem hohen Anteil von Rindenpartikeln und Algen sprechen ebenfalls für die Aufnahme von Aufwuchs an Holzteilen. In Gefangenschaft werden laufend Algenrasen von den im Wasser liegenden Ästen „abgenagt“. Dazu passt wohl auch der Bau des überständigen Oberkiefers mit glatter, stark ausgeprägter Hornschneide.

Des Weiteren belegen Untersuchungen an *G. nigrinoda*, *G. flavimaculata*, *G. oculifera* und *G. caglei* neben der Aufnahme verschiedener Mollusken (Gastropoda, Bivalvia) den hohen Insektenanteil in der Nahrung. Insekten stellen sowohl als Anflughahrung als auch in Form limnischer Insekten beziehungsweise deren Larvenstadien eine wichtige und proteinreiche Ergänzung zur Ernährung von Aufwuchs dar. Dabei wurden Beutetiere folgender Ordnungen nachgewiesen: Trichoptera, Ephemeroptera, Odonata, Diptera, Coleoptera (CAGLE 1953, WAHLQUIST 1970, PRITCHARD 1979, MOUNT 1996, KOFRON 1991, ERNST et al. 1994). Interessanterweise liegt auch bei männlichen, juvenilen und subadulten Tieren der *pulchra*-Gruppe eine größen-spezifisch deutlich insektivore Ernährung vor. Erst größere weibliche Exemplare werden stark molluscivor (SHEALY 1976). Möglicherweise sind Insekten in verschiedenen Untersuchungen jedoch überrepräsentiert im Vergleich zu Bryozoen und Schwämmen, auf Grund des schwer verdaulichen Chitinanteils im Integument. Für *G. ouachitensis*, *G. pseudogeographica* und *G. geographica* wurden des Weiteren nachgewiesen: höhere Pflanzen (*Cabomba*, *Ceratophyllum*, *Lemna*, *Potamogeton*, *Vallisneria*), diverse Insekten, verschiedene Gastropoden, Crustaceen und Arachniden sowie Detritus. Dabei wiesen die drei sympatrisch lebenden Arten einen artspezifisch unterschiedlichen Prozentsatz am Volumen des Mageninhaltes an Insekten, Mollusken und Pflanzen auf (MOLL 1976, VOGT 1980).

Art der Nahrung	Männchen (n = 15)	Weibchen (n = 17)
tierischer Anteil	58,3 %	69,2 %
Porifera		
<i>Corvospongilla</i> ,		
<i>Trochospongilla</i>	36,5 %	27,6 %
Bryozoa		
<i>Plumatella</i>	11,7 %	23,7 %
Mollusca		
<i>Modiolus</i>	9,6 %	17,9 %
pflanzlicher Anteil	40,4 %	28,1 %
3 Algenarten		
<i>Cladophora</i>		
<i>Ulothrix</i>		
<i>Spirogyra</i>		

Tab.1. Zusammensetzung der Nahrung von *Graptemys nigrinoda delticola* in Volumenprozent zusammengefasst nach Sektionsergebnissen von LAHANAS in ERNST et al. (1994).

Summary of composition of food in percent of volume from *Graptemys nigrinoda delticola* based on dissections (LAHANAS in ERNST et al. 1994).

4 Jahreszyklus und Reproduktion

In den Wintermonaten ist in den Heimatgebieten der *Graptemys*-Arten der Golfküstenregion mit einer von November bis März dauernden Ruhephase zu rechnen, die allerdings durch Tage mit warmer Witterung unterbrochen wird. Dabei ist zum Beispiel *G. nigrinoda* bei Wassertemperaturen unter 10 °C inaktiv und beginnt sich bei über 15 °C zu sonnen. Das Sonnenverhalten ist in hohem Grade abhängig von der Lichtintensität sowie den Wasser- und Lufttemperaturen (LAHANAS in ERNST et al. 1994). JONES (1996) veröffentlichte Wassertemperaturen aus dem Unterlauf des Pascagoula River, gemessen innerhalb eines Jahres, die nicht unter 10 °C im Winter sowie bei maximal 29 °C im Sommer lagen. Unter diesen Bedingungen wurden bei *Graptemys flavimaculata* in allen Monaten Aktivitäten registriert. *Graptemys*-Arten nehmen bei Wassertemperaturen unter 19 °C kaum noch Nahrung auf (SHEALY 1976, LAHANAS in ERNST et al. 1994). Die jährliche Wachstumsaison von *Graptemys ernsti* in der Deltaregion des Alabama River beträgt 170-180 Tage (SHEALY 1976).

Angaben zum Verlauf des Reproduktionszyklus stammen aus Untersuchungen, die auf Sektionen von *Graptemys* verschiedener Arten basieren (SHEALY 1976, Vogt 1980, KOFRON 1991, LAHANAS in ERNST et al. 1994) beziehungsweise aus der zusammenfassenden Darstellung der Reproduktionsbiologie der Schildkröten von KUCHLING (1999) und MOLL (in HARLESS & MORLOCK 1979). Klimafaktoren wirken als auslösende Reize und Zeitgeber der Fortpflanzung bei Schildkröten. Dabei nimmt die Umgebungstemperatur eine zentrale Schlüsselstellung bei der Regulation der Reproduktionszyklen beider Geschlechter ein, während die Photoperiode eine vergleichsweise untergeordnete Bedeutung bei Ektothermen hat. Hohe Temperaturen sind notwendig für die Spermiogenese, sinkende dagegen stimulieren Vitellogenese bereits vergrößerter Follikel und Paarungsbereitschaft. Steigende Temperaturen nach der Ruheperiode wirken als Stimulans der Ovulation (KUCHLING 1999). Allerdings muss angemerkt werden, dass in nicht tropischen Lebensräumen Veränderungen der Parameter Temperatur und Photoperiode miteinander korreliert sind (MÜLLER 1996).

Der Verlauf der Spermatogenese bei den männlichen Schildkröten beginnt im Frühjahr, erreicht ihren Höhepunkt im August und ist im Herbst abgeschlossen. Während der Spermiogenese, das heißt Umwandlung der Vorläuferzellen in bewegliche Spermatozoen, in den wärmsten Sommermonaten erreichen die Testis ihre maximale Größe. Danach werden die Spermien bis zur Paarung in den Nebenhoden gespeichert. Aus dem Vorhandensein reifer Spermien zu allen Jahreszeiten und aus Freilandbeobachtungen wird eine vom Spätherbst über Warmphasen im Winter bis zum Frühjahr dauernde Paarungszeit bei *Graptemys* und anderen nordamerikanischen Emydiden für möglich gehalten (VOGT 1980, GIBBONS 1990, GRAHAM & GRAHAM 1992, ERNST et al. 1994). Unter Gefangenschaftsbedingungen ist die Balz- und Paarungsaktivität der Männchen im Herbst und Frühjahr bei relativ niedrigen Wassertemperaturen und reduziertem Lichtregime am stärksten ausgeprägt.

Bei den weiblichen Schildkröten gemäßiger Klimazonen beginnt die Vitellogenese, das heißt die Synthese von Lipoproteinen in der Leber des Muttertieres und deren Einlagerung in die Follikel als Dotter, nach der Ablage des letzten Geleges im August/September (ERNST et al. 1994, KUCHLING 1999). Das Wachstum eines einzelnen Follikels bis zum ablagebereiten Ei nimmt mehrere Monate in Anspruch. Kleine Follikel der Größenklassen 1 (< 5mm) und 2 (5-10 mm) sind dann vor allem im September und Oktober nachweisbar. Die Follikel des ersten Geleges des darauf folgenden Jahres erreichen die Größenklasse 3 (11-16 mm). Sie sind dann kenntlich durch die bereits erfolgte Einlagerung gelb gefärbter Dotterbestandteile. Aus diesen

reifen, mit Unterbrechung durch die Ruhephase im Winter, die Eier bis zur Ablage im darauf folgenden Frühjahr und Sommer heran. Im Oktober enthalten die Follikel bei *Chrysemys picta* bereits circa 50 % der endgültigen Energiereserve in Form der im Dottersack gespeicherten Lipide und Proteine. Diese Energie stammt in dieser Phase direkt aus der aufgenommenen Nahrung. Die restlichen im Frühjahr investierten 50 % der Energie stammen dann jedoch fast vollständig aus den Fettreserven des Weibchens, da in der kurzen Zeit nach der Winterruhe bis zum Absetzen des ersten Geleges kaum adäquate Futtermengen aufgenommen werden können (VOGT 1980, GIBBONS 1990). Die Ovulation erfolgt wenige Tage vor der Eiablage. In diesem Zeitraum findet der Aufbau der Eischale in den Ovidukten statt. Die für die Befruchtung zur Verfügung stehende Zeitspanne zwischen Ovulation und Sekretion der Eischale ist demzufolge nur sehr kurz. Wie vermutlich bei allen Schildkröten findet auch bei *Graptemys* eine Speicherung aktiver Spermien in den Ovidukten der Weibchen statt, sodass eine einzige von der Ovulation unabhängige Paarung je Saison für die Befruchtung aller Gelege zumindest eines Jahres ausreichend ist. Die Spermien-speicherung ermöglicht also den asynchronen Produktionszyklus der Gameten beider Geschlechter (KUCHLING 1999).

Die Geschlechtsdetermination erfolgt bei *Graptemys* in Abhängigkeit von der Inkubationstemperatur der Eier. Die Schwellentemperatur der Festlegung des Geschlechtes der Embryonen liegt für verschiedene *Graptemys*-Arten bei 29,0-29,5 °C (BULL et al. 1982, EWERT & NELSON 1991), wobei Weibchen im oberen Temperaturbereich schlüpfen. Für *G. caglei* geben WIBBELS et al. (1991) folgende Temperaturbereiche an: 26,0-28,0 °C nur Männchen, 29,0-29,5 °C beide Geschlechter, bei über 30,5 °C nur Weibchen. Bei im Tagesverlauf schwankenden Temperaturen scheint die Zeit ausschlaggebend zu sein, in der sich die Eier bei einer Temperatur über beziehungsweise unter der Schwellentemperatur entwickeln (SCHWARZKOPF & BROOKS 1985, APPLIED ECOLOGY RESEARCH GROUP CANBERRA 1997). Der diesem Modus der Geschlechtsdetermination zu Grunde liegende molekulargenetische Mechanismus ist allerdings bislang nicht vollständig geklärt. Die sensitive Phase für die Geschlechtsdetermination in der Embryogenese ist auf das mittlere Drittel der Entwicklung beschränkt, und zwar auf die Stadien 10-19 nach YNTEMA (1968) (GUTZKE & CHYMIY 1988).

5 Gefährdung und Schutzstatus

Auf Grund ihrer kleinräumigen Verbreitungsgebiete sowie darin stattfindenden anthropogenen Habitatveränderungen müssen die hier behandelten Arten (*Graptemys caglei*, *G. flavimaculata*, *G. oculifera* und *G. nigrinoda*) als potenziell gefährdet gelten. Ursachen für rückläufige Bestandszahlen sind: verschlechterte Wasserqualität durch Einleitung von Abwässern, Störungen der Niststrände, Entfernung umgestürzter Bäume, Eingriffe in die natürliche Dynamik der Flüsse durch Dämme oder Kanalbauten zur Schiffbarmachung der Wasserwege, Landwirtschaft, Bootsverkehr, anthropogen bedingte Zunahme von Prädatoren sowie direkte Verfolgung durch so genannte Sportschützen und Fischer. Auch der illegale Fang als Nahrungsmittel beziehungsweise für den Tierhandel spielt eine Rolle (GEORGE 1990, ERNST et. al. 1994, US FWS Report 1997, LINDEMANN 1998, 1999, SACHSSE, schriftliche Mitt.). In diesem Zusammenhang ist auch an mögliche indirekte Folgen durch Eingriffe an den Eiablageplätzen zu denken, die über Temperaturveränderungen in den Nistgruben langfristig das Geschlechterverhältnis in betroffenen Populationen beeinflussen können (WIBBELS et al. 1991). *G. oculifera* und *G. flavimaculata* sind auf Grund negativer Bestandsentwicklung seit



Abb. 7. Aquarium einer Weibchengruppe. Beachte den hellen Sonnenplatz mit vollspektrum HQI-Lampe als Licht- und Wärmequelle in Kontrast zum dunklen reich strukturierten Wasserbereich. Die Außenfilter stehen unter der Anlage.

Aquarium tank of a group of females. Note the bright basking site with full spectrum HQI lamp as light and heat source in contrast to the dark and strongly structured tank. The external filters are below the aquarium.

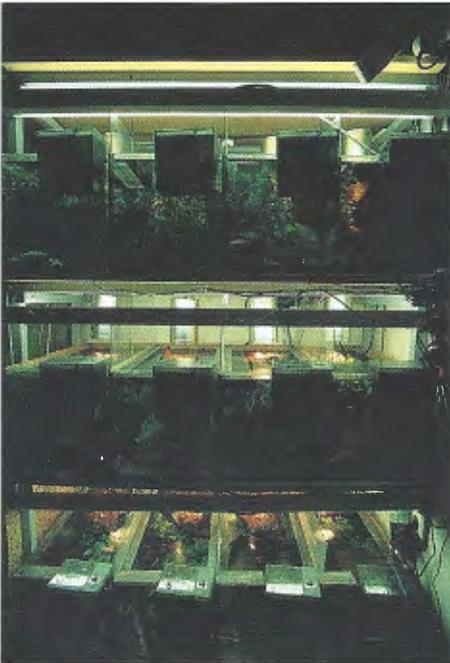


Abb. 8. Aquarien der separiert gehaltenen Männchen. Die Außenfilter hängen an den Frontseiten.

Aquaria for the seperatedly kept males. The external filters hang on the front of each aquarium.

1986 im U.S. Endangered Species Act in der Kategorie „bedroht“ gelistet und somit bundesweit streng geschützt. *G. nigrinoda nigrinoda* wird in Mississippi als „gefährdet“ geführt. Bis auf *G. nigrinoda* sind die hier behandelten Arten in die internationale Rote Liste der IUCN aufgenommen worden (US FWS Report 1997). *G. oculifera* ist eine der wenigen Schildkrötenarten, für die ein spezielles Schutzgebiet eingerichtet wurde. Dabei handelt es sich um das Ringed Sawback Sanctuary am Pearl River oberhalb des Ross Barnett Reservoirs, Louisiana (GEORGE 1990).

6 Haltung und Nachzucht

6.1 Tierbestand

Der Bestand des Autors von *G. n. nigrinoda* basiert auf Tieren, die als Schlüpflinge im Zoohandel erworben wurden und auf einem später hinzugekommenen adulten Wildfangweibchen. Auf Grund des schlechten Allgemeinzustandes kam es kurze Zeit nach Erwerb zu etwa 50 % Verlusten bei den aus dem Handel stammenden Jungtieren. Ursache dürften nicht ausreichende Transportbedingungen im Handel sein. Insgesamt bestand die Zuchtgruppe aus zwei männlichen und zwei weiblichen Wildfangtieren, davon ist ein Paar mittlerweile zehn Jahre in Gefangenschaftshaltung. Bei den anderen Arten erwies sich die Beschaffung von Tieren über mehrere Jahre hinweg als Problem. Mitte der achtziger Jahre fanden die letzten Importe von *G. caglei*, *G. oculifera* und *G. flavimaculata* statt. Die wenigen Exemplare in Europa reproduzierten nur in wenigen Fällen, sodass zu Beginn der Suche vor allem von *G. oculifera* und *G. caglei* nur verstreute Restbestände, abgesehen von der Zuchtgruppe CHRISTOPHER HOHLS, in den Sammlungen weniger Liebhaber vorhanden waren. Im Verlauf mehrerer Jahre gelang die Zusammenstellung der heute vorhandenen Gruppen, sodass gegenwärtig vier Männchen und vier Weibchen von *G. flavimaculata*, fünf Männchen und drei Weibchen von *G. oculifera* und zwei Männchen und ein Weibchen von *G. caglei* an Wildfangtieren als Basis zur Verfügung stehen. Leider waren auf Grund langjähriger mangelhafter Haltungsbedingungen vor allem die Weibchen in teilweise schlechtem Zustand. Aus den Nachzuchtbeständen von CHRISTOPHER HOHL stammen weitere *G. oculifera*.

6.2 Haltung

Bereits seit mehreren Jahren werden die Adulti nach Geschlechtern getrennt gehalten. Die weiblichen Tiere sind in kleinen Gruppen zu 3-4 Stück in Aquarien der Abmessungen 140×60×50 cm beziehungsweise 160×60×60 cm (L×B×H) untergebracht (Abb. 7). Das einzige *G. caglei* Weibchen wird einzeln in einem Becken von 100×50×50 cm und vergleichbarer Ausstattung gehalten. Der Wasserstand in den Anlagen beträgt jeweils 50 beziehungsweise 60 cm. Auf die Aquarien ist ein Glasaufsatz geklebt, dessen Höhe 40 cm beträgt. Dieser Aufsatz erhielt eine strukturierte Rückwand aus Polystyrol und Polyurethanschaum, die mit Latex-Bindemittel und Sand beschichtet wurde. Darauf ist eine dichte Bepflanzung (*Bacopa*, *Ficus*, *Philodendron*, *Pilea*) vorhanden. Um eine gute Luftzirkulation zu gewährleisten, wurde bei allen Anlagen auf eine geschlossene Abdeckung verzichtet. Integriert ist ein mit 25 cm tiefem Sand-Torf-Gemisch gefüllter Landteil der Maße 60×30×30 cm. Die Oberkante der Substratschicht liegt circa 10 cm über der Wasseroberfläche. Der Sonnenplatz besteht aus einer Korkinsel, deren Größe allen im Becken befindlichen Schildkröten das Sonnenbaden erlaubt. In einem Abstand von 15 cm ist darüber ein HQI-Strahler mit einem 150-W-Brenner der Lichtfarbe Daylight von Osram angebracht. Es

wird darauf geachtet, dass auf dem Kork mindestens 45 °C als Oberflächentemperatur erreicht werden. Korkinseln entsprechen den Ansprüchen der Tiere an den Sonnenplatz am ehesten, da sie eine schnelle Flucht in tiefes Wasser nach allen Seiten ermöglichen. Zusätzlich wird die Anlage durch zwei Leuchtstoffröhren von je 38 W des Typs Osram Biolux beleuchtet.

Das Wasser wird mit zwei Topfaußenfiltern (Sacem Marathon) mit einer Leistung von 1000 beziehungsweise 2000 l/h gefiltert. Als Filtersubstrat finden Keramikröhrchen und besonders grobe Filterwatte Verwendung. Das Reinigungsintervall der Filter beträgt etwa zwei Monate. Der schwächere Filter wird zur Berieselung der Pflanzenrückwand genutzt, der andere sorgt für eine starke Strömung im Becken. Die Rieselfilterung erhöht zum einen den Sauerstoffgehalt des Wassers, zum anderen findet hier eine biologische Wasseraufbereitung durch Bakterien- und Algenrasen auf der Rückwand sowie durch die Wurzeln der Bepflanzung statt.

Die Männchen sind seit 1997 einzeln ohne gegenseitigen Sichtkontakt in 60×30×30 cm großen Aquarien bei 30 cm Wasserstand untergebracht (Abb. 8). Jedes Tier hat eine Korkinsel mit einem 50-W-Halogenstrahler zur Verfügung. Eine Leuchtstofflampe Osram-Biolux-36-W dient für eine Reihe von vier Aquarien als zusätzliche Beleuchtung. Die Filterung erfolgt durch jeweils einen Motoraußenfilter (Aqua clear 150) mit einer Umwälzleistung von maximal 550 l/h.

Im Intervall von 14 d werden in allen Anlagen etwa 50 % des Wassers ausgetauscht. Bei dieser Behandlung ist das Aquarienwasser aller Becken stets glasklar und geruchsfrei. Vergesellschaftet sind alle Schildkröten mit verschiedenen Wildformen der Familien Goodeidae und Poeciliidae. Dabei handelt es sich um Arten der Gattungen *Ataenobius*, *Brachyrhapis*, *Characodon*, *Cyprinodon*, *Gambusia*, *Girardinus*, *Ilyodon*, *Limia*, *Poecilia*, *Priapella*, *Xenotoca* und *Xiphophorus*, also mit teilweise durchaus anspruchsvollen Fischarten. Alle vergesellschafteten Fische erfreuen sich bester Gesundheit und vermehren sich reichlich! Die Vorteile der gemeinsamen Haltung liegen unter anderem in der Funktion der Fische als Indikatoren der Wasserqualität (insbesondere *Characodon*, *Xiphophorus pygmaeus*, *X. alvarezii*, *X. clemenciae* und *Priapella* sind empfindlich gegen eine zu hohe Nitrat- bzw. Nitritbelastung). Als Vertilger feiner Nahrungspartikel, die beim Füttern der Schildkröten anfallen und das Wasser belasten, machen sich die Fische zudem sehr nützlich.

In jedem Aquarium sorgen zahlreiche Plastikpflanzen sowie Eichen- oder Buchenäste für eine starke Strukturierung und dienen als Ruhezone und Sichtschutz. Diese Ausstattung wird auf Grund des ausgeprägten Deckungsbedürfnisses der sehr scheuen *Graptemys* als notwendig angesehen. Wichtig ist sicher auch, dass das Wasser durch Landteile, Korkinseln und schwarz eingefärbte Seitenscheiben nur eine gedämpfte Beleuchtung trotz des notwendigen sehr hellen Sonnenplatzes erhält. Zusätzliche UV-Bestrahlung wird grundsätzlich nicht vorgenommen.

6.3 Ernährung

Da sich eine ausgewogene Fütterung der Tiere an der natürlichen Nahrung orientieren sollte, stellen Angaben zur Freilandernährung (siehe oben) die Grundlage des folgenden Fütterungskonzeptes dar. Die Ernährung der *Graptemys* mit einem artenreichen Aufwuchs diverser Organismen ist sicher nicht zu imitieren, kann aber durch möglichst vielseitige Versorgung mit ballaststoffreichen Futtermitteln niedrigen Fettgehaltes weitgehend ersetzt werden. Gefüttert wird täglich und in ausreichender Menge! Den größten Anteil am Futtermittelvolumen haben diverse Frostfuttersorten, wie zum Beispiel Süßwassergarnelen, Feederfish (kleine Poeciliiden), Herz- und Miesmuscheln, Krill,

Rote, Weiße und Schwarze Mückenlarven, Bachflohkrebse, *Daphnia* und *Artemia*. Daneben werden ein Gelatinefutter modifiziert nach dem Rezept von PAULER in MÜLLER (1987), reichlich Insekten (Mehlkäferlarven, Wachsmottenraupen, Schaben, Grillen), Regenwürmer und selten Babyratten gereicht. Pflanzliche Nahrung wird nur bei höheren Wassertemperaturen vor allem im späten Frühjahr und Sommer in Form von Wildkräutern wie Löwenzahn (*Taraxacum*), Ackerwinde (*Convolvulus*) oder Wasserpflanzen (*Lemna*, *Spirodela*, *Najas*) angenommen und steht dann vor allem den Weibchen immer zusätzlich zur Verfügung. Dagegen akzeptieren die männlichen Tiere im Gegensatz zu den Freilandbeobachtungen von LAHANAS (in ERNST et. al. 1994) fast keine zusätzliche Pflanzenkost. Allerdings sind im Gelatinefutter reichlich vegetarische Komponenten enthalten. Eine zusätzliche Zufuhr von Vitaminen und Mineralstoffen zur Prophylaxe von Mangelerscheinungen erfolgt durch die Verwendung von Korvimin® ZVT als Zusatz zum Gelatinefutter und zum Einstäuben der Futterinsekten. Vitakalk® wird der Nahrung der Futterinsekten beigegeben.

Ein wichtiger Hinweis zum Gelatinefutter: wegen Entzündungen und Abszessbildungen im Maul und Rachen mehrerer Tiere, die wahrscheinlich auf Verletzungen durch Grätensplitter zurückzuführen sind, wird nur noch sorgfältig enträteter Fisch zu dessen Herstellung verwendet. Der Mineralstoffgehalt kann problemlos durch entsprechende Futterzusatzstoffe gewährleistet werden. In allen Aquarien befinden sich außerdem stets einige Sepiaschalen, die vor allem von den Weibchen in der Legeperiode regelmäßig zur zusätzlichen Kalkaufnahme genutzt werden.

6.4 Zucht Konzept und Reproduktionszyklus

Neben der notwendigen getrennten Haltung der Geschlechter außerhalb der Paarungszeit werden die *Graptemys* zur Stimulation des Fortpflanzungsverhaltens im Jahresverlauf einem den natürlichen Bedingungen angenäherten saisonalen Rhythmus unterzogen. Dabei konnte auf die positiven Erfahrungen von CHRISTOPHER HOHL (persönl. Mitt.) bei der Überwinterung seiner *G. oculifera* und *G. nigrinoda delticola* zurückgegriffen werden. Des Weiteren wurden Klimadaten (MÜLLER 1996) und Freilandstudien zu Rate gezogen.

Unter Gefangenschaftsbedingungen erwies sich eine zwei Monate dauernde Winterruhe bei Temperaturen von 6-12 °C und völliger Dunkelheit als unproblematisch. Dazu werden alle Schildkröten einzeln in Wannen mit einem Wasserstand von doppelter Panzerhöhe in einem Schrank auf einem ungeheizten aber stets frostfreien Dachboden untergebracht. Auch kurzzeitige Tiefstwerte von 3 °C wurden sogar von drei Monate alten Schlüpflingen schadlos überstanden. Da keine intermittierende Sonnenmöglichkeit besteht (*Graptemys* wurden im Freiland bei geeignetem Wetter in allen Monaten beim Sonnenbad angetroffen), wurde die Winterruhe auf die zweimonatige Dauer begrenzt. Vor beziehungsweise nach der Ruheperiode werden die Tiere über mehrere Wochen kontinuierlich sinkenden beziehungsweise steigenden Temperaturen und Beleuchtungszeiten ausgesetzt. In Vorbereitung der Winterruhe wird eine Nahrungskarenz von circa drei Wochen bei bereits abgesenkten Temperaturen eingehalten.

Aus dem dargestellten Verlauf des Reproduktionszyklus in der Natur ergibt sich die Notwendigkeit, den Weibchen nicht nur während sondern auch im Anschluss an die Legeperiode im Sommer und Herbst bei optimierten Bedingungen und reichlicher Ernährung die Möglichkeit zu geben, in die Fortpflanzung zu investieren. Bei den Männchen findet in diesem Zeitraum die wichtigste Phase der Spermatogenese statt.

Daher werden die Wassertemperaturen bei adulten Tieren für drei Monate auf 28-30 °C erhöht, die Beleuchtungsdauer auf 14 h (Leuchtstoffröhren), beziehungsweise 8 h (HQI-Strahler) verlängert. Die Temperaturen werden gegen Ende Oktober abgesenkt.

Zur Paarung werden die Männchen für maximal drei Tage kurz vor beziehungsweise nach der Ruhephase und bei Wassertemperaturen von maximal 20 °C in die Aquarien der Weibchen gesetzt. Bei inaktiven Männchen bewährte sich ein Einsetzen eines zweiten Männchens pro Weibchen, wenn eines der rivalisierenden männlichen Tiere nach kurzer Zeit wieder entfernt wurde.

6.5 Eiablage, Inkubation und Aufzucht

Die installierten Landteile werden von den Weibchen stets problemlos zur Eiablage akzeptiert, wenn Helligkeit, Temperatur und Feuchtigkeitsgrad des Substrates den Ansprüchen der legebereiten Tiere entsprechen. Ein 75-W-Halogenstrahler und eine senkrecht eingegrabene 8-W-Heizmatte sorgen für eine starke lokale Erwärmung mit ausgeprägtem Temperaturgradienten im Landteil. Außerdem wird auf eine gute Durchfeuchtung des Torf-Sand-Gemisches geachtet, das an der Oberfläche leicht antrocknen sollte. Das Substrat muss eine grabfähige Konsistenz zum Anlegen der Eigrube aufweisen.

Möglichst bald nach der Eiablage werden die Eier ausgegraben, vom größten Substrat befreit und in die Inkubatoren überführt. Allerdings traten auch bei Gelegen, die erst nach drei Wochen gefunden wurden und sich bereits deutlich im Landteil entwickelt hatten, keinerlei Probleme in der weiteren Entwicklung auf. Im Jahr 1999 sind sogar zwei gesunde Jungtiere von *G. n. nigrinoda* aus einem übersehenen Gelege direkt im weitgehend ausgetrockneten Landteil geschlüpft. Die Eier werden nach der Entnahme aus dem Landteil zur Inkubation in Vermiculite eingebettet, welches im Massenverhältnis Vermiculite : Wasser = 1 g : 2,5 g angefeuchtet wurde. Vor dem letzten Drittel der Inkubationsdauer wird die Substatfeuchtigkeit durch mischen mit trockenem Vermiculite deutlich reduziert. Die Eier werden stets circa 5 mm mit Substrat bedeckt. Alle Plastikdosen zur Aufnahme der Gelege sind mit einem Deckel und einer Belüftung versehen. Die verwendeten Inkubatoren sind in den Maßen 50×50×50 cm aus 3 cm starkem Polystyrol selbst gefertigt und werden über einen Aquarienheizer mit 30 W Leistungsaufnahme im Wasserbad am Boden des Behälters erwärmt. Die Gelege werden je nach gewünschtem Geschlechtsverhältnis auf die beiden vorhandenen Brutbehälter aufgeteilt, in denen 28 °C Tagestemperatur, Absenkung nachts für 9 h auf 24 °C, beziehungsweise 31 °C und 26 °C herrschen. Die Nachtabsenkung der Temperatur ist über eine Schaltuhr gesteuert und an den Thermostaten (Biocontrol 2.1 nt) frei einstellbar. Auf Grund des 5 l fassenden Volumens der zur Beheizung dienenden Wasserschale vollziehen sich alle Temperaturveränderungen relativ langsam. Der Einsatz naturnah schwankender Temperaturverläufe erbrachte deutlich größere und kräftigere Jungtiere. Auch in den Eigruben im Freiland herrschen keine konstanten Temperaturen (DEEMING & FERGUSON 1991). VOGT (1980) ermittelte für Nester von *G. ouachitensis* und *G. pseudogeographica* tägliche Schwankungen von 2,2-12,2 °C, im Mittel 6,7 °C.

Die Jungtiere werden bis zum selbstständigen Verlassen der Eischale und der kompletten Resorption des Dottersackes in den Inkubationsbehältnissen gelassen. Meist vergehen nach der Öffnung der Schale einige Tage bis zu zwei Wochen, ehe die Jungtiere ins Wasser gesetzt werden können. Nach der vollständigen Resorption des Dottersackes werden die Jungtiere etwa 2-4 Tage in einer Schale mit flachem Wasser

bei etwa 28 °C untergebracht. Die Identifizierung der Nachzuchttiere wird sichergestellt, um jederzeit ihre Verwandtschaftsverhältnisse rekonstruieren zu können. Danach werden sie in Aquarien von 50-100 l Inhalt bei 30 cm Wasserstand, starker Filtrierung und reichlich Plastikpflanzen umgesetzt, die den Jungtieren vor allem in direkter Oberflächennähe Halt und Deckung bieten. Die Beleuchtung erfolgt mit 80-W-HQL-Lampen über Korkinseln. Gefüttert wird täglich vorwiegend mit feinem Frost- und Gelatinefutter, sowie Lebendfutter (Insekten, Süßwasserplankton). Eine Winterruhe von etwa zwei Monaten wird bereits im ersten Winter konsequent durchgeführt. Die Aufzucht erfolgt in kleinen Gruppen bis zum Eintritt der Geschlechtsreife der Männchen nach circa 1,5 Jahren. Dann werden die Geschlechter getrennt, um den Weibchen ein ungestörtes Heranwachsen zu gewährleisten.

Einer zusätzlichen UV-Bestrahlung während der Aufzucht wird keine Beachtung geschenkt.

7 Ergebnisse und Diskussion

7.1 Sozialverhalten

Das Balzverhalten von *Graptemys* besteht aus mehreren aufeinander folgenden Verhaltensabläufen. *G. nigrinoda* zeigt dabei die Elemente Kopfnicken und Krallenzittern des werbenden Männchens, das währenddessen mit Nasenkontakt frontal vor dem Weibchen steht. Bei *G. oculifera* und *G. flavimaculata* steht das zitternde Bestreichen des weiblichen Kopfes mit den Krallen im Vordergrund (siehe auch FRITZ 1991). Bei diesen Arten sind die Vorderkrallen der Männchen extrem verlängert. *G. caglei* zeigt eine sehr temperamentvolle Balz beider Partner ausschließlich mit Kopfnicken. Dementsprechend weisen Männchen dieser Art keine verlängerten Vorderkrallen auf. Weitere typische Sequenzen im Balzverhalten aller beobachteten Arten sind die Präsentation der Schwanzregion durch die männlichen Tiere (Pheromonabgabe ?), sowie das parallele berührungslose Überschwimmen des Weibchens. Die nur wenige Minuten dauernde Paarung wurde nur selten beobachtet. Meist dürften die Kopulationen in Dämmerlichtphasen ohne störende Zuschauer stattfinden. Bei den bisher beobachteten Paarungen bei *G. flavimaculata*, *G. oculifera* und *G. nigrinoda* kopulierten die Tiere circa 2 bis 15 min. nach Einsetzen des Männchens, nachdem das Weibchen eindeutig Paarungsbereitschaft durch herausgestreckte Weichteile und Inaktivität signalisierte und zwar ohne oder nur kurzes vorhergehendes Balzverhalten. Angesichts des deutlichen Geschlechtsdimorphismus in der Größe ist in jedem Falle die Paarungsbereitschaft des Weibchens ausschlaggebend. Bei der Paarung lässt sich das Männchen abgleiten und kopuliert nahezu in Rückenlage. CHRISTOPHER HOHL (persönl. Mitt.) beobachtete bei seinem *G. oculifera*-Weibchen nach der Paarung ein auffällig erregtes Verhalten mit schlecht koordinierten, ruckartigen Schwimmbewegungen. Ähnlich auffällig verhielt sich ein *G. flavimaculata*-Weibchen des Verfassers.

Verschiedenen Beobachtungen zufolge lassen die weiblichen *Graptemys* nur eine Paarung pro Saison zu (Beobachtungen des Autors, CHRISTOPHER HOHL, persönl. Mitt.). Danach reagieren sie aggressiv auf weitere Annäherung. Bei der mit *G. caglei* nahe verwandten *G. versa* gab es mehrere tödlich verlaufende Verpaarungsversuche (ELMAR MEIER, RAINER ENGERT, persönl. Mitt.). Selbst bei der als friedlich geltenden *G. oculifera* ist ein Fall aufgetreten, bei der das Weibchen das über Tage zugesetzte Männchen enthauptete (HARALD FUCHS, persönl. Mitt.). Wegen der Möglichkeit derartiger Abwehrreaktionen wird eine getrennte Haltung der Geschlechter praktiziert und ist auch dringend angeraten angesichts etlicher Männchen, die in vergesellschaftet gehaltenen

Gruppen durch Bissverletzungen den Penis eingebüßt haben (HANS HERSCHE, persönl. Mitt.). Weitere Vorteile der Trennung liegen in der Minimierung des Stresses für die Weibchen durch die nahezu ständig balzenden Männchen. Die Separierung von Männchen und Weibchen wirkt sich auch positiv auf die Paarungsbereitschaft beider Geschlechter aus. Außerdem werden gezielte und kontrollierte Paarungen bestimmter Tiere ermöglicht.

Männchen aller hier dargestellten Arten erwiesen sich wiederholt sowohl untereinander als auch teilweise gegenüber den weiblichen Tieren als aggressiv.

7.2 Nachzuchtergebnisse und Bestandsentwicklung

Nach der durch die Ruhephase unterbrochenen Paarungszeit im November beziehungsweise Februar erfolgen die Eiablagen ab Anfang April. Dabei ist das Reproduktionsverhalten der Weibchen unabhängig davon, ob das Tier Kontakt zu einem Männchen hatte oder nicht (FRANK KÖBIS, persönl. Mitteilung; Beobachtung des Autors). Legebereitschaft signalisieren die Weibchen wenige Tage vor der Eiablage durch ausgeprägte Unruhe, sonst praktisch niemals stattfindende Landgänge und reduzierte Nahrungsaufnahme. Die Gelege werden bei durchschnittlich 29 °C in circa 10-15 cm Tiefe vergraben. Die Eiablage erfolgt in der Morgen- oder Abenddämmerung, wenn die Anlagen nur indirektes Licht erhalten und keine Störungen erfolgen. Bereits nach etwa 24-48 h ist an der einsetzenden weißen Verfärbung zu erkennen, welche Eier sich entwickeln werden. Der Abstand zwischen zwei Gelegen beträgt 14-28 Tage. Bei der hohen Zahl abgesetzter Eier im Verlauf einer Legeperiode in Relation zur Körpermasse, ist der erhöhte Kalziumbedarf der Weibchen nicht verwunderlich. Dabei wird möglicherweise die Knochenmasse des Panzers als Kalziumreservoir genutzt, sodass bei Weibchen in der Legeperiode röntgenologisch entmineralisierte Bereiche nachweisbar sind (FRANK KÖBIS, persönl. Mitt.; siehe auch KILLEBREW 1979, BERTL & KILLEBREW 1983).

Frisch geschlüpfte *Graptemys* weisen etwa 35-40 mm CL und ein sehr helles und schwach gezeichnetes artspezifisches „Embryonalkleid“ auf (Abb. 9 & 12). Allerdings sind sich *G. nigrinoda delticola* und *G. oculifera* in der Juvenilfärbung zum Verwechseln ähnlich (CHRISTOPHER HOHL, persönl. Mitt.). Die Schlüpflinge sind anfangs weitgehend inaktiv und nehmen erst mehrere Tage nach dem Verlassen des Eies die erste Nahrung an. Das stimmt überein mit den Angaben, dass die Tiere in Freiheit 8-10 d in der Nestgrube verbleiben und sich erst danach herausgraben (ERNST et al. 1994). Der resorbierte Dottervorrat gewährleistet den Jungtieren auch nach dem Schlupf für eine gewisse Zeit eine ausreichende Nährstoffversorgung ohne das sofort Nahrung aufgenommen werden muss (GIBBONS 1990).

Die Resultate der mittlerweile zehn Jahre währenden *Graptemys*-Haltung des Autors sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Insgesamt schlüpften 194 Jungtiere der hier behandelten Arten, so dass eine umfangreiche Grundlage zur Beurteilung der Haltungsmethode gegeben ist. Die Nachzuchtergebnisse bei *G. n. nigrinoda* dürften in den Werten des Reproduktionserfolgs der einzelnen Weibchen deutlich über denen des Freilebens liegen, und zwar sowohl in der Anzahl der Eier pro Saison als auch in der Quote der schlüpfenden Jungtiere (Tab. 3). Einerseits fehlt selbstverständlich der Einfluss jeglicher Prädatoren, zum anderen scheint bei guter Ernährung der Tiere eine Tendenz zu einer größeren Zahl von Gelegen pro Saison zu bestehen. Dabei liegt aber die durchschnittliche Zahl der Eier pro Gelege mit 4,1 unter den von Lahanas (in ERNST et al. 1994) für *G. nigrinoda delticola* ermittelten Werten (im Mittel 5,5). Lahanas schätzt die Anzahl der Gelege pro Saison und Weibchen auf vier bis fünf. Zu den

Ergebnissen bei *G. n. nigrinoda* muss angemerkt werden, dass bei dieser Art das Ausgangsmaterial entweder bereits in guter physischer Konstitution war, beziehungsweise als Jungtiere erworben und selbst aufgezogen werden konnte. Die beiden Weibchen liegen mittlerweile mit circa 900 g im oberen Bereich der Werte, die für die Masse der Nominatform angenommen werden dürfen.

Die bei *G. n. nigrinoda* ermittelte Inkubationsdauer ist in Tabelle 4 zusammengefasst. LAHANAS (in ERNST et. al. 1994) gibt für *G. nigrinoda delticola* Inkubationsperioden von 60-68 d (durchschnittlich 62,9 d), bei einer durchschnittlichen Temperatur in den Nestern von 30 °C an. Der überwiegende Teil der Gelege im Freiland scheint sich danach im Bereich des Schwellenwertes der Geschlechtsdetermination zu



Abb. 9. *Graptemys flavimaculata*, drei Monate alt.
Graptemys flavimaculata, three month old.

Art	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Summe
<i>G. n. nigrinoda</i>	1	17	15	36	52	21	–	142
1990-1999 im Bestand	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)	(2)		
<i>G. flavimaculata</i>				1	8	3	8	20
seit 1992 im Bestand				(1)	(2)	(1)	(2)	
<i>G. oculifera</i>					1	–	18	19
seit 1996 im Bestand					(1)		(3)	
<i>G. caglei</i>							13	13
seit 1997 im Bestand							(1)	

Tab.2. Nachzuchtergebnisse aller vom Autor gepflegten *Graptemys*, in Klammern die Anzahl der beteiligten Weibchen. 1999 wurden von *G. n. nigrinoda* nicht alle befruchteten Gelege inkubiert.
Breeding results of *Graptemys* kept by the author. In brackets the number of successfully involved females. In 1999 not all fertile clutches of *G. n. nigrinoda* were incubated.

Jahr	Weibchen Nr.	Gelege	Eier	unentw.	abgestorben	Jungtiere
1994	1	4	14	12	1	1
1995	1	8	26	1	8	17
1996	1	6	23	3	5	15
	2	1	6	6	0	
1997	1	6	25	2	1	13
	2	5	25	1	1	23
1998	1 + 2	13	58	4	2	52
Summe		43	177	29	18	121
%				16,4 %	10,2 %	68,4 %
Mittelwert		5,6	4,1			

Tab. 3. Nachzuchtergebnisse von *G. n. nigrinoda* von 1994-1998 mit Angabe der Gelegeanzahl pro Saison und der Eier pro Gelege. unentw. = unentwickelt.

Results of breeding of *G. n. nigrinoda* from 1994-1998 including the number of clutches per season and the number of eggs per clutch. unentw. = without development.

entwickeln, wenn man die Dauer der Zeitigung von durchschnittlich 75,0 d im Inkubator mit niedriger eingestellter Temperatur als Vergleichswert berücksichtigt.

Bei den anderen Arten zeichnet sich mittlerweile trotz problematischeren Ausgangsbestandes ebenfalls eine positive Entwicklung ab (Tab. 2). Mittlerweile gelang bei *G. oculifera* die Vermehrung in zweiter Generation. Es bestehen keine prinzipiellen Unterschiede in Ansprüchen, Haltbarkeit und Zuchtverhalten von *G. flavimaculata*, *G. n. nigrinoda* und *G. oculifera*. *G. caglei* weicht von diesem Haltungsschema insofern ab, das bei dieser Art unter Umständen bereits Schlüpflinge auf Grund des aggressiven Verhaltens untereinander einzeln gehalten werden müssen (HARALD FUCHS, persönl. Mitt.).

7.3 Aufzuchtergebnisse

Die Umfärbung der Jungtiere beginnt zwei bis drei Wochen nach dem Schlupf (Abb. 10). Die Wachstumsraten liegen unter den geschilderten Bedingungen bei allen Arten deutlich über den in Freilandstudien ermittelten Werten. Im Alter von 1,5 Jahren sind bereits die Geschlechter eindeutig erkennbar. Die Männchen beginnen mit gut zwei Jahren intensiv zu balzen, zeigen alle typischen sekundären Geschlechtsmerk-

Temperatur	28 °/	31 °/
Tag/ Nacht	24 °C	26 °C
Inkubation	73-74 d	63-74 d
Mittelwert	75,0 d	67,4 d
Anzahl	n = 12	n = 24

Tab. 4. Dauer der Inkubation in Abhängigkeit von der Temperatur basierend auf den Ergebnissen bei *G. n. nigrinoda* von 1997.

Temperature dependent duration of incubation based on results with *G. n. nigrinoda* in 1997.

male und sind damit als geschlechtsreif anzusehen (KUCHLING 1999). Entsprechend den Inkubationsbedingungen sind in den Nachzuchten beide Geschlechter vertreten.

Ein 1992 als Jungtier erworbenes wildgefangenes weibliches Exemplar von *G. n. nigrinoda* hatte zu diesem Zeitpunkt ein Gewicht von 12 g. Es wuchs bis zum April 1994 auf 100 mm CL und 150 g heran. 1996 wies dieses Weibchen im Alter von sechs Jahren 165 mm CL und 690 g auf und setzte in diesem Jahr erstmalig ein nicht entwicklungsfähiges Gelege ab. Ein weiteres Jahr später reproduzierte es erfolgreich mit 175 mm CL und 730 g. Aus seinen Gelegen schlüpften 23 Jungtiere. Das erste Nachzucht Männchen von *G. nigrinoda* sorgte nach 1,5 Jahren für zahlreichen Nachwuchs, und zwar bei 68 mm CL. Vergleichbare Zuwachsraten erzielte CHRISTOPHER HOHL mit *G. oculifera*-Nachzuchten. Die Weibchen dieser Art sind im Alter von 6 Jahren bis 650 g schwer und beginnen mit erfolgreichen Eiablagen.

Im Freiland erreichen die Männchen von *G. nigrinoda delticola* die Geschlechtsreife nach circa 3-5 Jahren mit etwa 70 mm Plastronlänge, die Weibchen erst nach frühestens neun Jahren und etwa 170 mm Plastronlänge (LAHANAS in ERNST et al. 1994). Für *G. oculifera* wird für das Erreichen der Geschlechtsreife der Männchen eine Dauer von 2,5-4,5 Jahren beziehungsweise von 10-16 (!) Jahren für Weibchen geschätzt (JONES 1995).

Die Aufzucht junger Schildkröten unter künstlichen Bedingungen ist stets eine Gratwanderung. Einerseits ist ein Proteinanteil von mindestens 20 % in der täglichen Nahrungsmenge notwendig, um das Wachstum von Jungtieren vorwiegend carnivorer Arten zu ermöglichen (AVERY et al. 1993). Andererseits besteht bei zu proteinreicher, ballast- und mineralstoffarmer Nahrung und gleichzeitig zu hohen konstanten Haltungstemperaturen, das Risiko von Störungen in der Mineralisation des Skelettsystems (HARALD FUCHS, persönl. Mitt., MEESKE et al. 2000). Um eventuelle Probleme durch zu schnelles Heranwachsen zu vermeiden, wird der Anteil besonders energiereichen Futters, wie zum Beispiel Gelatinefutter und Mehlkäferlarven, in der nicht zu umfangreichen täglichen Ration relativ gering gehalten. Möglichst häufig wird lebendes Süßwasserplankton gereicht. Auf die Einhaltung der beschriebenen Winterruhe auch im ersten Lebensjahr wird besonderer Wert gelegt.

Unter geschilderten Bedingungen traten bisher keinerlei Mangelerscheinungen bei Adulti oder Nachzuchtieren auf. Entweder reichen bei carnivoren Schildkröten die über die Nahrung substituierten Vitamin D3 Dosen zum physiologischen Knochenwachstum aus oder der von den Leuchtmitteln (Osram Biolux, HQL) emittierte UV-Anteil beziehungsweise andere Stoffwechselwege gewährleisten eine adäquate Vitamin D3 Synthese aus den aus der Ernährung verfügbaren Vorstufen (HIGHFIELD 1996). Es ergaben sich nie Hinweise auf die Notwendigkeit einer zusätzlichen UV Bestrahlung. Alle aufgezogenen Tiere zeigten nach wenigen Monaten einen festen Panzer. Demnach scheint physiologisches Knochenwachstum in erster Linie von Nahrungsqualität und -quantität sowie der effektiven Wachstumsgeschwindigkeit im Zusammenhang mit den klimatischen Bedingungen abhängig zu sein.

7.4 Optimierung von Haltung und Zucht

Im Folgenden werden einige prinzipielle Aspekte der Haltung von *Graptemys* erörtert, die auch auf die Haltung zahlreicher anderer Wasserschildkröten zutreffen. Die dargestellte Haltungsmethode für *Graptemys* hat sich im Verlauf mehrerer Jahre entwickelt. Die Eckpfeiler des heutigen Konzepts, das weitgehend auf der grundsätzlichen Orientierung an Literaturdaten aus Freilandstudien und dem Erfahrungsaus-

tausch mit erfolgreichen Haltern beruht, sind vor allem: 1) saisonaler Rhythmus, 2) Beachtung sozial bedingter Handlungsprobleme, 3) adäquates Angebot an Schwimmraum und Deckungsmöglichkeiten, 4) Strömung und Filterung des Wassers, 5) Lichtquantität und -qualität sowie 6) artgemäße und ausreichende tägliche Fütterung.

Bei der Haltung von Schildkrötenarten aus den Golfküstenstaaten der USA ist eine kalte Ruheperiode in den Wintermonaten wichtig, um den Fortpflanzungsrhythmus und naturnahe Wachstumsraten aufrechtzuerhalten. Saisonal schwankende Temperaturen und Veränderungen des Lichtregimes sind notwendige Reize für ein artgemäßes Reproduktionsverhalten (RUDLOFF 1990, siehe oben). Die gewählte Form der Überwinterung stellt einen praktikablen und sicheren Kompromiss dar, da die Bedingungen des Winters im Habitat über Monate hinweg schwierig zu simulieren sind. Bei anfänglich durchgeführter angedeuteter Ruhephase bei 16-18 °C magerten vor allem die Männchen deutlich ab. Während der später praktizierten kalten Winterruhe über etwa zwei Monate war bislang kein Verlust zu verzeichnen, auch nicht bei nur wenige Wochen alten Schlüpflingen. Allerdings ist zumindest bei den Männchen eine getrennte Unterbringung in der Winterruhe absolut notwendig, da sich die männlichen Tiere sonst mit Balzverhalten im Zeitlupentempo gegenseitig belästigen und einem riskanten Energieverlust unterliegen (CHRISTOPHER HOHL, persönl. Mitt.).

Nach mehreren Verlusten an männlichen *Graptemys* gab es 1997 keine Alternative zur dauerhaft separierten Haltung ohne Sichtkontakt. Die bei unterschiedlichen Instituten durchgeführten Sektionen an verendeten, ausschließlich männlichen Tieren verschiedener *Graptemys*-Arten des Autors ergaben ein heterogenes Bild diverser Sekundärerkrankungen. Folgende Todesursachen wurden festgestellt: Abszesse an Extremitäten, Maulhöhle oder Weichteilen, Pneumonien, Darm- oder Leberinfektionen. Es wurden nur fakultativ pathogene Keime, wie zum Beispiel *Pseudomonas aeruginosa* identifiziert. Da jeweils nur einzelne, oft schon länger durch schlechte Kondition auffällig gewordene Tiere und ausschließlich Männchen betroffen waren, ergab sich nie das Bild eines epidemischen Krankheitsgeschehens. Als fakultativ pathogen wird vom Verfasser nach langjährigen Erfahrungen auch *Entamoeba invadens* bei Wasserschildkröten betrachtet.

Ursache für die Infektionsanfälligkeit könnte die ständige Belastung durch sozial bedingten Stress sein, den insbesondere dominante und teilweise aggressive Männchen verursachen. Sozialer Stress kann langfristig, über vermehrte Ausschüttung von adrenocorticotropem Hormon (ACTH), zu einer Reduktion der immunologischen Abwehrkräfte führen (PENZLIN 1996). Schließlich dürfte permanentes Balz- und Drohverhalten gegenüber potenziellen Konkurrenten, auch bei den dominanten Tieren zu Stress und erhöhtem Energieumsatz im Stoffwechsel führen. Auch wenn gegenwärtig hierzu bei Schildkröten keine physiologischen oder ethologischen Studien vorliegen, ist der allgemeine Zusammenhang zwischen sozialem Stress und neurologisch sowie hormonell bedingter Immunsuppression nachgewiesen. Immerhin wurden die Tiere vor Juli 1997 zu maximal vier Exemplaren in geräumigen Becken mit reicher Strukturierung und HQL-Beleuchtung sowie dem bereits beschriebenen Fütterungs- und Pflege regime gehalten. Die seither mit den einzeln gehaltenen Männchen gemachten Erfahrungen sind durchweg positiv. Es sind keine weiteren Erkrankungen aufgetreten. Selbst sehr alte Exemplare zeigten bereits nach einem Jahr Einzelhaltung zumindest geringfügiges Wachstum bei gesteigerter Nahrungsaufnahme. Die Männchen sind deutlich aktiver bei Paarungsversuchen. Ein weiterer Vorteil ist die bessere Kontrollmöglichkeit jedes einzelnen Tieres. Auch bei adulten weiblichen *Graptemys*, die sich

bei Vergesellschaftung in Weibchengruppen nicht gut entwickelten, wurden bei stressfreier Einzelhaltung hervorragende Zuwachsraten erzielt.

Alles in allem sollte das Bild der „friedlich“ und „gesellig“ in Gruppen lebenden Wasserschildkröten dringend überdacht werden. Aus dem Freiland wurde sogar von aggressivem Verhalten am Sonnenplatz berichtet (LINDEMANN 1999). *G. caglei* sollte ohnehin einzeln gehalten werden. Männliche Tiere dieser Art begannen ohne Umschweife einen Beschädigungskampf und mussten getrennt werden. Mit der Methode der Separierung stressempfindlicher Schildkröten lassen sich auch zahlreiche andere Arten erfolgreich vermehren (Beobachtungen des Verfassers, MEIER 2000, u. a. mit *Clemmys*, *Cuora*).



Abb. 10. Eine Woche alte *Graptemys oculifera*. Beachte die blasser Färbung im Vergleich zu adulten Tieren und den stark gesägten Hinterrand des Carapax.

One week old *Graptemys oculifera*. Note the pale colouration in comparison to adult animals and the strongly serrated posterior carapacial rim.



Abb. 11. *Graptemys nigrinoda nigrinoda*, drei Wochen alt.

Graptemys nigrinoda nigrinoda, three weeks old.



Abb. 12. *Graptemys caglei*, eine Woche alt.
Graptemys caglei, one week old.

Bei Gesellschaftshaltung mehrerer *Graptemys*-Arten beiderlei Geschlechts sind mehrfach Hybriden bekannt geworden, so zum Beispiel *G. n. delticola* × *G. babouri* oder jüngst *G. flavimaculata* × *G. n. delticola*. Derartige Hybriden sind nur von Erfahrenen schnell als solche zu identifizieren und dann von der weiteren Zucht auszuschließen. Über die Fruchtbarkeit dieser Tiere liegen keine Angaben vor. Ein Hybrid-Weibchen *G. n. delticola* × *G. babouri* legte bei RAINER ENGERT (persönl. Mitt.) mehrfach nicht entwicklungsfähige Eier.

Eine starke Filterung des Wassers in Zimmeranlagen für aquatile Schildkröten ist angesichts der umfangreichen Futtermengen in jedem Fall notwendig. Versuchsweise in den Anlagen des Autors durchgeführte Messungen des Nitratgehaltes ergaben erst nach etwa einer Woche einen sehr langsamen Anstieg der Nitratbelastung in den beschriebenen Aquarien. Auch eine Bestimmung der Keimzahlen im Aquarienwasser nach 14 d ohne Wasserwechsel ergab überraschend positive Ergebnisse. Lediglich die Zahl der Enterobacteriaceen lag um eine Zehnerpotenz über dem zulässigen Grenzwert für Trinkwasser, nicht jedoch die Gesamtkeimzahl. Auf Grund des Stichprobencharakters der Tests haben diese sicher nur eingeschränkte Aussagekraft, können aber als Indiz für eine effiziente Filterung gelten. Voraussetzung dafür ist, dass mit der Filterung eine starke Sauerstoffanreicherung des Wassers und ein mäßiger Besatz der Becken verbunden sind (SACHSSE 1967). Trotz wirkungsvoller Filterung wird ein Wasserwechsel zu 30-50 % alle 14 d für notwendig gehalten. Es ist schwer vorstellbar, dass eine Haltung in verschmutztem, sauerstoffarmen und geruchsbelasteten Wasser, dem Wohlbefinden von Tieren zuträglich ist, die in fließendem, allenfalls sedimentgetriebenen Wasser vorkommen. Schließlich spielt der Geruchssinn eine bedeutende Rolle in der intraspezifischen Kommunikation und der Nahrungsaufnahme von Schildkröten (HARLESS & MORLOCK 1979, KUCHLING 1999). Andererseits wird die Wasserschildkrötenpflege für den Halter durch geeignete Filteranlagen entscheidend erleichtert, der Wasserverbrauch wird reduziert und Geruchsbelästigungen sind ausgeschlossen (MÜLLER 1987, HIGHFIELD 1996). Wiederholt geäußerte Aussagen versierter Halter, dass aggressive und stressempfindliche Arten in verschmutztem Wasser am Besten gedeihen, da dieses die Sicht der Tiere auf die Mitinsassen des Behälters einschränkt, disqualifizieren sich von selbst. Unter räumlich begrenzten Gefangenschaftsbedingungen liegt selbst bei völlig getrübttem Wasser die Kontaktfrequenz der Tiere deutlich über der des Freilands. Fragwürdig ist hingegen das auf möglichst geringen Arbeitsaufwand ausgelegte Haltungskonzept von BARTELS (1994, 1999), bei dem augenscheinlich den mikrobiologischen Versuchen mehr Aufmerksamkeit geschenkt wird als der Schildkrötenhaltung. Sieben Jahre gehaltene und nur 170 g schwere *Chelodina novaeguineae* sind dafür ein Hinweis. Nachzuchten sind dabei ausgeschlossen.

Auch der Bedeutung von Lichtqualität und -quantität im sichtbaren Spektrum muss höchste Aufmerksamkeit gewidmet werden (SACHSSE 1967). Das Sonnenverhalten von *G. nigrinoda* wird nicht nur von den Wasser- und Lufttemperaturen bestimmt, sondern auch von der Lichtintensität (ERNST et al. 1994). Da bei dieser Art nach ausgiebigem, freiwilligem Sonnenbad unter Laborbedingungen 39 °C Kloakentemperatur gemessen wurden, sind hohe Temperaturen unter dem Strahler notwendig, 30 °C (DGHT 1997) sind sicher zu wenig. Ungestörte Tiere liegen stundenlang bei circa 45 °C am Sonnenplatz. Derartige Temperaturen erlauben den ektothermen Schildkröten erst das physiologisch notwendige Thermoregulationsverhalten (HARLESS & MORLOCK 1979). Dabei müssen die Wassertemperaturen deutlich niedriger liegen (20-30 °C in der Aktivitätsphase je nach Jahreszeit). Die Möglichkeit zur aktiven Thermo-

regulation spielt in der Physiologie der Schildkröten eine zentrale Rolle. Zahlreiche Aspekte der Verdauung und Resorption der Nahrung sind direkt von der eingestellten Körpertemperatur abhängig (GIBBONS 1990). Empfehlenswert ist die Verwendung leistungsfähiger Leuchtmittel, wie HQI, HQL oder MLR angemessener Leistungsaufnahme. Dabei ergeben sich beim Einsatz der HQI-Technik die günstigste Lichtausbeute im dem Sonnenlicht ähnlichen Spektralbereich. Die bei den Männchen gegenwärtig eingesetzten Halogenstrahler sind eine unbefriedigende Lösung, die durch HQL-Beleuchtung ersetzt werden soll. Der Wasserteil sollte möglichst dunkel und nur der eigentliche Sonnenplatz durch niedrig gehängte Strahler hell erleuchtet und warm sein. Nahezu alle *Graptemys* sind äußerst scheue Tiere, die unbedingt geeignete Deckungsmöglichkeiten im Wasserteil benötigen und die auch nur eingeschränkt für eine Haltung in stark frequentierten Räumen geeignet sind.

Eine Haltung unter ungeschützten Freilandbedingungen wird für nahezu alle nordamerikanischen Arten auf Grund der ungeeigneten klimatischen Verhältnisse in Mitteleuropa (MÜLLER 1996) grundsätzlich abgelehnt. Anfängliche Versuche des Autors mit der Freilandhaltung von *Graptemys pseudogeographica kohni* verliefen nicht zufriedenstellend.

Eier von Schildkrötenweibchen mit saisonalem Rhythmus der gemäßigten nördlichen Breiten unterliegen mehrmonatigen Reifungsprozessen. Daher ermöglicht nur eine langfristig gute Kondition und Ernährungslage der Weibchen eine erfolgreiche Fortpflanzung. Kontinuierliche Nachzucht setzt deswegen voraus, dass die weiblichen Tiere im Spätsommer nach den letzten Eiablagen in der Lage sind, bei optimalen Lichtbedingungen, Temperaturen und Futterangebot in die Reproduktion des nächsten Jahres zu investieren. Auch Probleme bei der Inkubation von Schildkröteneiern sollten ebenfalls vorrangig unter dem Aspekt der Kondition, Ernährung und Versorgung der Weibchen mit Vitaminen und Mineralstoffen betrachtet werden. Diese essenziellen Nahrungsbestandteile müssen dem Muttertier in ausreichender Menge angeboten werden, um an die Eier weitergegeben werden zu können (DEEMING & FERGUSON 1991, KUCHLING 1999). Vom Muttertier gut ausgestattete Eier entwickeln sich auch unter suboptimalen Inkubationsbedingungen problemlos (siehe oben, Schlupf im ausgetrockneten Landteil, FRANK KÖBIS, persönl. Mitt.), während die Rate nicht entwicklungsfähiger Eier und abgestorbener Embryonen bei konditionell schlechter stehenden Weibchen wesentlich höher ist. Allerdings müssen auch die Männchen unter Bedingungen gehalten werden, die ihnen in den Sommermonaten eine erfolgreiche Spermatogenese erlauben.

Aus den bereits erörterten Gründen ist bei *Graptemys* und vergleichbar agilen Schildkröten eine tägliche Fütterung in der Aktivitätsphase notwendig (im Gegensatz zu KÖLLE et al. 1996). Die tägliche Nahrungsaufnahme in der Aktivitätsperiode dürfte bei der oben geschilderten Ernährung von *Graptemys* in der Natur den Regelfall darstellen. Dabei muss die Nahrung in Gefangenschaft ballaststoffreich und fettarm sein. Säugerfleisch, Katzendosenfutter oder Fischfleisch erfüllen die Anforderungen an eine der natürlichen Nahrungszusammensetzung angenäherte Futtermittelsversorgung sicher nicht (MEESKE et al. 2000). Ob industriell hergestellte pelletierte Futtermittel tatsächlich eine gute Alternative darstellen (KÖLLE et al. 1996), ist zumindest fragwürdig.

Bei weiblichen *Graptemys*, die jahrelang unter unzureichenden Bedingungen gehalten wurden und deshalb keinen altersgemäßen Entwicklungsstand aufweisen, treten später auch unter guten Haltungsbedingungen oft Probleme bei der Fortpflanzung auf. Häufig gestalten sich die ersten Eiablagen derartiger Weibchen schwierig,

da bei ihnen die Relation des Körpervolumens zur Eigröße ungünstiger liegen kann (ELMAR MEIER, persönl. Mitt.). Das erste *G. oculifera*-Weibchen des Verfassers war mit circa 12 Jahren nur 170 g (!) schwer. Es wuchs in 2,5 Jahren auf 330 g bei seiner ersten Eiablage heran und stagniert seitdem in der Massenzunahme. Die weibliche *G. caglei* des Autors wog mit etwa 10 Jahren nur 70 g (!). Zumindest ist ein grosser Arbeitsaufwand und mehrere Jahre Geduld notwendig, um derartige Problemtiere überhaupt zur Nachzucht zu bringen.

Bedauerlicherweise sind anscheinend relativ wenige Liebhaber bereit, den hohen Haltungsaufwand für eine kontinuierliche Zucht von anspruchsvollen Wasserschildkröten zu tragen. Auf Grund der gesetzlichen Schutzmaßnahmen in den USA sowie bislang seltener Zuchterfolge in Europa, sind die Gefangenschaftsbestände verschiedener *Graptemys*-Arten als sehr gering einzuschätzen. Von *G. caglei* beispielsweise existieren weniger als zehn Wildfänge in europäischen Beständen. Mit Nachschub aus den USA ist nicht zu rechnen, nicht zuletzt weil auch dort nur wenige Tiere in Gefangenschaft leben (GEORGE 1990). Erst kürzlich gab es eine Anfrage von einem renommierten amerikanischen Züchter, ob dieser denn *G. oculifera* aus Deutschland bekommen könne! Regelmäßige Nachzuchterfolge möglichst vieler der noch vorhandenen Wildfanglinien und die Koordination der Bestände sind daher essenziell, wenn diese Arten auch in Zukunft im Terrarium gepflegt werden sollen. Nach dem Verständnis moderner Terraristik sollte verantwortungsvollen Terrarianern die Eigenversorgung des vorhandenen Bedarfes durch Nachzuchten am Herzen liegen und nicht das Sammeln von Wildfangtieren. Des Weiteren ist es kaum zu verantworten, Wildtiere unter Bedingungen zu halten, die ihnen ein natürliches Verhaltensrepertoire und damit regelmäßige Vermehrung nicht gestatten. Leider setzt dazu auch das DGHT-Gutachten zu Mindesthaltungsbedingungen (DGHT 1997) kein Zeichen in diese Richtung, da hier bei den Schildkröten die Standards für Raumbedürfnis, technische Ausstattung und Problemen der Gruppenzusammensetzung zu niedrig angesetzt worden sind.

Gemeinsam mit HARALD FUCHS, Göppingen, plant der Verfasser ein Erhaltungs- zuchtprojekt mit *Graptemys oculifera*. Dazu soll die Entwicklung des kleinen Genpools mit insgesamt sieben männlichen und vier weiblichen Wildfangtieren langfristig koordiniert werden. Es sind bereits Nachzuchten aus allen maternalen Linien vorhanden. Eine Vergrößerung des Genpools durch fremdstämmige Nachzuchten oder weitere Wildfänge, sowie die langfristige Mitarbeit anderer Liebhaber oder Zoos wäre äußerst wünschenswert.

Danksagungen

Mein größter Dank gebührt SYNKE EBEL, die mich trotz des nicht einfachen Zusammenlebens mit diversen Schildkröten und mir unter vielen persönlichen Abstrichen stets in jeder Hinsicht unterstützte und dank großer Toleranz die zehn Jahre *Graptemys*- Haltung ermöglicht hat. Seit vielen Jahren ist CHRISTOPHER HOHL ein unschätzbar wichtiger Freund und Gesprächspartner, der mir auch bei der Beschaffung der Literatur äußerst behilflich war sowie freundlicherweise das Manuskript kritisch begutachtete. FRANK KÖBIS danke ich für langjährigen Austausch von Erfahrungen und Tiermaterial. Den Herren W. SACHSSE und K. HENLE danke ich für die kritische Durchsicht des Manuskriptes und ihre zahlreichen Anregungen. Weiterer Dank gilt ELMAR MEIER für seine Hilfe bei der Beschaffung beziehungsweise großzügigen leihweisen Überlassung etlicher Tiere und für zahlreiche Hinweise in der Schildkrötenhaltung. HANS HERSCHE vermittelte mir zahlreiche Kontakte und weitere Tiere. INGO PAULER danke ich für die Überlassung mehrerer Schildkröten. THOMAS LANGE bin ich zu größtem Dank verpflichtet wegen seiner exzellenten Urlaubsbetreuung meiner Tiere. DANIELA WEIDE, GISELA KÖRNER und HARALD FUCHS danke ich für die Korrektur des Manuskriptes.

Schriften

- APPLIED ECOLOGY RESEARCH GROUP (1997): Temperature dependent sex determination in reptiles. Bull's sloping line. – <http://aerg.canberra.edu.au/pub/aerg/tsd/tsd9f.htm>.
- AVERY, H.W., J.R. SPOTILA, J.D. CONGDON, R.U. FISCHER, E.A. STANDORA & S.B. AVERY (1993): Roles of diet protein and temperature in the growth and nutritional energetics of juvenile slider turtles (*Trachemys scripta*). – *Physiol. Zool.* **66**(6): 902-925.
- BARTELS, H.J. (1994): Verbesserte Methoden der mikrobiologischen Wasserreinigung für die Haltung von Wasserschildkröten. – *Salamandra* **30**(2): 33-42.
- (1999): Vergleich von Kreislaufanlagen für Nutzfische und von Gesellschaftsaquarien der Süßwasseraquaristik mit einer Kreislaufanlage für Wasserschildkröten. – *Salamandra* **35**(2): 97-112.
- BERTL, J. & F. KILLEBREW (1983): An osteological comparison of *Graptemys caglei* Haynes and McKOWN and *Graptemys versa* Stejneger (Testudines: Emydidae). – *Herpetologica*, **39**(4): 375-382.
- BULL, J.J., R.C. VOGT & C.J. MCCOY (1982a): Sex determining temperatures in turtles. – *Evolution* **36**: 326-332.
- CAGLE, F.R. (1953): The status of the turtle *Graptemy oculifera*. – *Zoologica*, New York **38**: 137-144.
- (1954): Two new species of the genus *Graptemys*. – *Tulane Stud. Zool.* **1**: 167-186.
- CHANEY, A. & C.L. SMITH (1950): Methods for collecting map turtles. – *Copeia* **1950**: 323-324.
- DEEMING, D.C. & M. FERGUSON (1991): Egg Incubation: its effects on embryonic development in birds and reptiles. – Cambridge, Cambridge University Press.
- DGHT (1997): Mindestanforderungen an die Haltung von Reptilien. – Rheinbach, DGHT.
- ENGERT, R. (1986): Schildkröten der Gattung *Graptemys*, insbesondere *G. flavimaculata* (CAGLE, 1954) – ihre Pflege und Zucht. – *herpetofauna* **8**(42): 17-22.
- ERNST, C.H., J.E. LOVICH & R.W. BARBOUR (1994): Turtles of United States and Canada. – Washington, London. (Smithsonian Institution Press).
- EWERT, M.A. & C.E. NELSON (1991): Sex determination in turtles. – *Copeia* **1991**: 50-69.
- FOLKERTS, G.W. & R.H. MOUNT (1969): A new subspecies of the turtle *Graptemys nigrinoda*. – *Copeia* **1969**: 677-682.
- FRITZ, U. (1991): Balzverhalten und Systematik in der Subtribus Nectemydia Teil 2. – *Salamandra* **27**(3): 129-142.
- GIBBONS, J.W. (1990): Life history and ecology of the slider turtle. – Washington, London (Smithsonian Institution Press).
- GEORGE, G. (1990): Status and Conservation of *Graptemys barbouri*, *G. flavimaculata*, *G. oculifera* and *G. caglei*. – S. 24-30 in: BEAMAN, K.R. (ed.) Proceedings of The First International Symposium on Turtles and Tortoises: Conservation and Captive Husbandry.
- GRAHAM, T.E. & A.A. GRAHAM (1992): Metabolism and Behavior of Wintering Common Map Turtles, *Graptemys geographica*, in Vermont. – *The Canadian Field Naturalist* **106**: 517-519.
- GUTZKE, W.H.N. & D.B. CHYMIY (1988): Sensitive periods during embryogeny for hormonally induced sex determination in turtles. – *General and Comparative Endocrinology* **71**: 265-267.
- HARLESS, M. & H. MORLOCK (1979): Turtles: Perspectives and Research. – New York (John Wiley).
- HAYNES D. & R.R. MCKOWN (1974): A new species of map turtle (genus *Graptemys*) from the Guadalupe River system in Texas. – *Tulane Stud. Zool. Bot.* **18**(4): 143-152
- HERTWIG & HOHL (2000): Sawbacks – Haltung und Zucht kleiner Graptemys-Arten. – *Fachmagazin Schildkröte* **2**: 4-9; 54-59.
- HIGHFIELD, A.C. (1996): Practical Encyclopedia of Keeping and Breeding Tortoises and Freshwater Turtles. – London (Carapace Press).

- IVERSON, J.B. (1992): A Revised Checklist with Distribution Maps of the Turtles of the World. – Privately printed.
- JONES, R.L. (1996): Home range and seasonal movements of the turtle *Graptemys flavimaculata*. – J. Herpetology **30**: 376-385.
- JONES, R.L. & P.D. HARTFIELD (1995): Population size and growth in the turtle *Graptemys oculifera*. – J. Herpetology **29**: 426-436.
- KILLEBREW, F. (1979): Osteological variation between *Graptemys flavimaculata* und *G. nigrinoda*. – Herpetologica **35**: 146-153.
- (1988): Assessment of the ecoogy of a potetially threatened turtle (*Graptemys caglei*). – <http://twri.tamu.edu/twripups/NewWaves/vln3/abstract-5.html>
- KOPRON, C.P. (1991): Aspects of ecology of the thretened ringed sawback turtle, *Graptemys oculifera*. – Amphibia- Reptilia **12**: 161-168.
- KÖLLE, P., M. BAUR & R. HOFFMANN (1996): Ernährung von Schildkröten. – DATZ **5/96**: 292-295; **6/96**: 380-382.
- KUCHLING, G. (1999): The Reproductive Biology of the Chelonia. – Heidelberg, New York (Springer).
- LAMB, T., LYDEARD, C., WALKER R.B. & J.W. GIBBONS (1994): Molecular systematics of map turtles (*Graptemys*): A comparison of mitochondrial restriction site versus sequence data. – Syst. Biol. **43**(4): 543-559.
- LINDEMAN, P.V. (1998): Of deadwood and map turtles (*Graptemys*). – Chelonian Conservation and Biology **3**(1): 137-141.
- (1999): Surveys of basking turtles *Graptemys* ssp. In three river Drainages and the impotence of deadwood abundance. – Biological Conservation **88**: 33-42.
- (1999): Aggressive Interactions during Basking among Four Species of Emydid Turtles. – J. Herpetology **33**(2): 214-219.
- MEESKE, A.-C.M., E. SNIESHKUS & F.W. WELTER-SCHULTES (2000): Aufzucht und Wachstumsanalysen der Europäischen Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis*) aus Litauen. – Salamandra **36**(2): 89-102.
- MEIER, E. (2000): Eine Methode zur Zucht aggressiver und stressempfindlicher Wasserschildkröten. – S. 53-68 in: ARTNER, H. & E. MEIER (ed.): Schildkröten. – Münster (Natur und Tier).
- MOLL, D. (1976): Food and Feeding Strategies of the Ouachita Map Turtle (*Graptemys pseudogeographica ouachitensis*). – The American Midland Naturalist **96**(2): 478-482.
- MOUNT, R.H. (1996): The Reptiles and Amphibians of Alabama. – (Reprint) Tuscaloosa (The University of Alabama Press).
- MÜLLER, G. (1987): Schildkröten. – Stuttgart (Ulmer).
- MÜLLER, M. J. (1996): Handbuch ausgewählter Klimastationen der Erde. – Ruwertal (Forschungsstelle Bodenerosion der Universität Trier, Mertesdorf), 5. Heft.
- PENZLIN, H. (1996): Lehrbuch der Tierphysiologie. – Jena, Stuttgart (Gustav Fischer).
- PETERS, U. (1966): Das Vorkommen von *Graptemys* in einigen Südstaaten der USA. – DATZ **7/1966**: 215-217.
- PRITCHARD, P.C.H. (1979): Encyclopedia of Turtles. – New York (T. F. H. Publications).
- RUDLOFF, H.-W. (1990): Vermehrung von Terrarientieren – Schildkröten. – Leipzig, Jena, Berlin (Urania).
- SACHSSE, W. (1967): Vorschläge zur physiologischen Gefangenschaftshaltung von Wasserschildkröten. – Salamandra **3**: 81-91.
- SCHWARZKOPF, L. & R. BROOKS (1985): Sex determination in northern painted turtles. – Can. J. Zool. **63**: 2543-2547.

- SEIGEL, R.A. & R.J. BRAUMAN (1994): Food habits of the yellowblotched map turtle (*Graptemys flavimaculata*). – Mississippi Mus. Nat. Sci. Tech. Rep.28: 1-20.
- SHEALY, R.M. (1976): The natural history of the Alabama map turtle, *Graptemys pulchra*, in Alabama. – Bull. Florida State Mus. Biol. Sci. **21**(2): 47-111.
- U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE (1997): Amendments to Appendices 1 and 2 of the Convention. – www.fws.gov/r9dia/graptemys.html.
- VERMERSCH, T.G. (1992) : Lizards and Turtles south-central Texas. – Austin (eakin Press).
- VOGT, R.C. (1980): Natural history of the map turtles *Graptemys pseudogeographica* and *G. ouachitensis* in Wisconsin. – Tulane Stud. Zool. Bot. **22**: 17-48.
- WAHLQUIST, H. (1970): Sawbacks of the Gulf Coast. – Int. Turtle Tortoise. Soc. J. **4**(4): 10-13.
- WIBBELS, T., F.C. KILLEBREW & D. CREW (1991): Sex determination in Cagle's map turtle: implications for evolution, development and conservation. – Can. J. Zool. **69**: 2693-2696.
- YNTEMA, C.L. (1968): A series of stages in the embryonic development of *Chelydra serpentina*. – J. Morphol. **125**: 219-252.

Eingangsdatum: 12. Januar 2000

Anschrift des Verfassers: STEFAN HERTWIG, Eugen-Richter-Straße 19, D-99085 Erfurt, E-Mail: shertwig@web.de.