

Über eine erfolgreiche Zeitigung von Eiern des Grünen Leguans, *Iguana i. iguana*, und die damit verbundene Problematik

(Reptilia: Sauria: Iguanidae)

MATT E. BRAUNWALDER

Mit 8 Abbildungen

Obleich der Grüne Leguan, *Iguana i. iguana* (LINNAEUS 1758), zu einem der beliebtesten und meistgehaltenen Terrarientiere gezählt werden muß, ist bislang nur vereinzelt über erfolgreiche Nachzuchten in Gefangenschaft berichtet worden. Deshalb erwiesen sich die Arbeiten von VON BAGH (1962) und ENDERLEIN (1963) über viele Jahre hinweg als die einzigen detaillierten und richtungsweisenden Informationsquellen. Während SHAW (1960) nur unbefriedigende und spärlich verwertbare Angaben liefert, entpuppen sich die in den letzten Jahren veröffentlichten Berichte von VAN APEREN (1969), HUN (1972), VAN ROON (1976), KRAGTEN (1977), DEDEKIND (1977) und K. J. MÜLLER (1977) als entsprechend sehr wertvolle Beiträge zu diesem Gebiet und ergänzen sich vorzüglich in den verschiedensten Erfahrungsbereichen.

Mit ihrer Studie über Laborexperimente, die den Einfluß der Temperatur auf die Embryonalentwicklung des Grünen Leguans untersuchten, haben LICHT & MOBERLY (1965) bis heute einen besonders wertvollen und vielzitierten Markstein auf diesem Gebiet gesetzt. Die dabei erzielten Untersuchungsergebnisse wurden 1973 von RICKLEFS & CULLEN ohne zusätzliche Erläuterungen in ihrer Arbeit über das embryonale Wachstum bestätigt.

Die Ergebnisse jahrelanger Feldbeobachtungen im speziellen von HIRTH (1963a, b), RAND (1968b, 1972), H. MÜLLER (1972), BURGHARDT (1977), BURGHARDT & al. (1977) und anderen, die Gesamtstudie über *Iguana* von SWANSON (1950), LAZELL (1973) und FITCH & HENDERSON (1977) liefern exzellente Hinweise verschiedenster Art und zu Aspekten, die für eine vergleichende, zusammenfassende und grundlagenklärende Arbeit nicht übersehen werden können.

Die vorliegende Arbeit berichtet im ersten Teil über die im Laufe des Frühling/Sommer 1978 gemachten Erfahrungen des Verfassers bei der Zeitigung von Eiern seiner Grünen Leguane. Im zweiten Teil wird versucht, die bislang erzielten Erfolgsergebnisse, in verschiedenen schwerpunktorientierten Tabellen zusammengefaßt, in ihren problemreichsten Aspekten miteinander zu vergleichen, um in der Zukunft Grundlagenverbesserungen anzustreben. Zusätzlich soll das Phänomen der prozentual hohen Brutverluste besonders im allerletzten Zeitigungsstadium, dem bis heute leider nur sehr wenig Aufmerksamkeit geschenkt worden ist, auf seine möglichen und wahrscheinlichen Ursachen hin untersucht und diskutiert werden.

Background, Paarung und Eiablage

Mitte April 1976 erhielt der Verfasser von einem Bekannten ein Pärchen erwachsene, vier Jahre alte Grüne Leguane. Das Männchen wog 2650 g bei einer Gesamtlänge von 129 cm, wovon 43 cm auf Kopf und Rumpf entfielen. Das Weibchen präsentierte sich in einer Gesamtlänge von 104 cm, Kopf-Rumpflänge von 34 cm, bei einem Gewicht von rund 1300 g. In den zwei darauffolgenden Jahren nahm das Wachstum der beiden Tiere nur bescheiden zu: ♂ Gesamtlänge = 137 cm, Kopf-Rumpflänge = 47 cm, Gewicht = 4150 g; ♀ Gesamtlänge = 109 cm, Kopf-Rumpflänge = 37 cm, Gewicht = 1950 g.

Trotz ihres Erwachsenseins unternahmten sie im Laufe des Jahres 1977 keinerlei Anstalten, sich zu paaren. Erst Anfang April 1978 begann das Männchen intensiv zu werben, bis das Weibchen schließlich am 10. IV. 1978 zum erstenmal bereit war. Die beobachtete Kopulation (Abb. 1) dauerte neun Minuten, wobei sich das Männchen im Nacken seiner Partnerin festbiß und rhythmisch seinen Kopf hin und her bewegte. Dieses Schauspiel wiederholte sich noch dreimal bis zum 17. IV. 1978, danach wurden weitere Kopulationsversuche vom übel zugerichteten Weibchen energisch und erfolgreich abgewehrt. Die teils großflächigen Nackenwunden verheilten trotz medikamentöser Behandlung nur sehr langsam und mit sichtbar bleibender Vernarbung, auch gingen einige Stachelenden des Rückenkamms verloren. Das nunmehr trüchtige Weibchen verließ in den folgenden Wochen seinen angestammten Ruheplatz nur noch zur Nahrungsaufnahme, die es ab Mitte Mai schließlich gänzlich einstellte. Dafür aber begann es, durch ein zunehmendes, überdurchschnittlich großes Trinkbedürfnis aufzufallen, dem täglich mit frischem und leicht vitaminisiertem Wasser entsprochen wurde.

Am 5. VI. 1978 war es dann soweit. Das Weibchen wurde im Laufe des Morgens durch das unvorbereitete Absetzen des ersten Eies (Abb. 2) auf dem Terrarienboden überrascht. Während den folgenden drei Stunden setzte nun eine emsige Grabtätigkeit in einer mit angefeuchtetem Torf gefüllten Kunststoffkiste ein, bevor die Eiablage begann. Innerhalb von 105 Minuten wurden dann in zunehmend größer werdenden Intervallen jeweils paarweise hintereinander unter kräftezehrenden Körperbewegungen weitere 36 Eier in das Substrat abgesetzt. Die Erschöpfung des Weibchens war danach augenfällig, und es dauerte noch mehr als zwei Wochen, bis es sich von den Strapazen völlig erholt hatte, wobei durch abwechslungs- und vitaminreiche Nahrung Wesentliches beigetragen wurde.

Einrichtung des Brutkastens

Als Brutkasten diente eine Kunststoffkiste aus PVC mit den Maßen 40×30×18 cm, in die eine rund 10 cm dicke Schicht feuchten Torfs eingebracht wurde. 33 Eier wurden dann jeweils in Reihen im Abstand von ca. 1 bis 2 cm plaziert (Abb. 3), mit einer 5 cm dicken Schicht Torf überdeckt und sorgfältig angedrückt. In einer Ecke der Brutkiste wurden ein Hygrometer und ein Thermometer untergebracht. Zwei zusätzlich in den Torf gedrückte Haushaltsthermometer sollten zur Temperaturmessung des Substrates auf Höhe der Eier dienen.

Der Kistendeckel mit eingeschweißter Drahtgaze wurde mit einer Glasplatte so abgedeckt, daß der Abstand auf der hinteren Seite ausreichende Luftzirkulation gewährleisten würde. Über der in einem separaten Teil des Terrariums untergebrachten Brutkiste wurde eine 60-W-Glühbirne installiert, die für die notwendige Zeitigungstemperatur sorgen sollte.

Die restlichen vier Eier wurden auf die gleiche Art in einem kleinen Styroporkistchen mit angefeuchtem Torf untergebracht und in einen Trockenraum gestellt, wo die relativ konstante Raumtemperatur um 30°C für die Zeitigung ausreichen sollte.

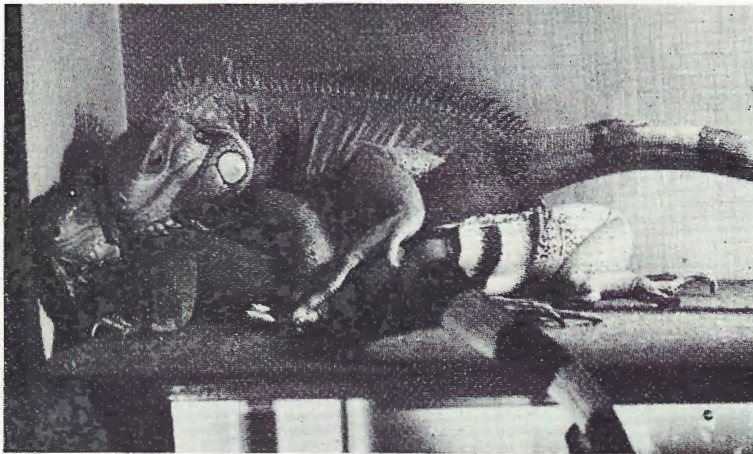


Abb. 1. *Iguana iguana* während der Kopula.

Iguana iguana copulating.

Zeitigungstemperatur und -feuchtigkeit

Aus verschiedenen Gründen konnte der Raum, in dem das Terrarium mit der darin aufbewahrten Brutkiste stand, nicht wärme konstant gehalten werden, das heißt, es ergaben sich zeitweise starke Temperaturgefälle von tagsüber 34°C auf nachts 14 bis 15°C, was sich somit leider auch auf die Luft- und Substrattemperaturen in der Brutkiste auswirkte. Genaue Kontrollen ergaben deshalb Temperaturschwankungen bis 5°C innerhalb weniger als sieben Stunden. Trotz dieser Tatsache war es nicht möglich, die Brutkiste woanders unterzubringen oder sie zusätzlich zu isolieren, einzig die Regulierung der Wärmelampe in ihrer Höhe über dem Brutkasten erbrachte minimale Verbesserungen. Die anfängliche Feuchtigkeitsmenge im Substrat wurde nach den Regeln des „Farbprinzips“ bestimmt, wonach trockener Torf hellbraun, nasser Torf dunkelbraun bis schwarz gefärbt ist, und ein sattes Braun somit die ideale Befeuchtung kennzeichnet. Die angewandte Beheizungsart sorgte deshalb auch dafür, daß die Torfdecke in den

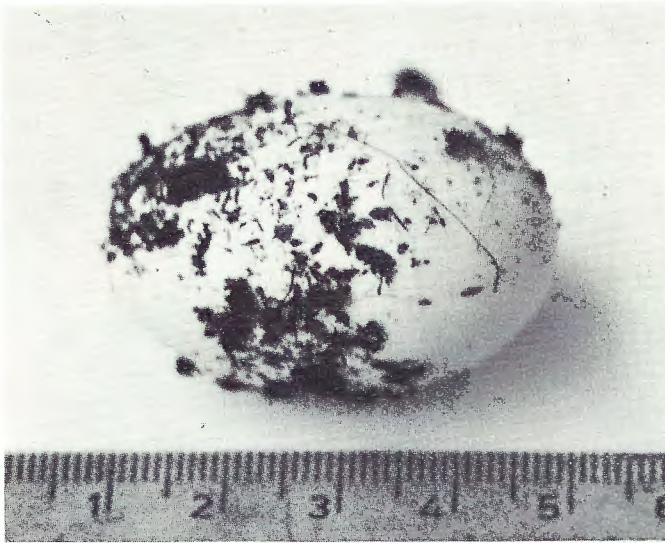


Abb. 2. Das erste von dem Leguanweibchen abgelegte Ei.
The first egg laid by the *Iguana* female.

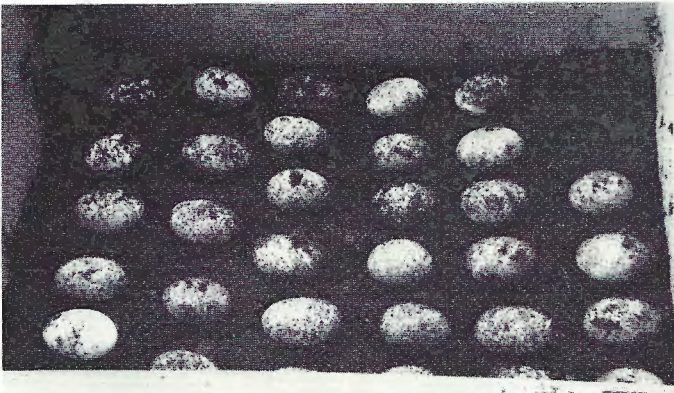


Abb. 3. Die Unterbringung von insgesamt 33 Eiern in der größeren Brutkiste.
Thirty-three eggs placed in the larger incubator.

ersten fünf Wochen der Zeitigung allmählich auszutrocknen und dadurch die Luftfeuchtigkeit zu beeinflussen begann. In enger Anlehnung an die Aussage von HUN (1972), daß nach seiner Erfahrung eine relative Luftfeuchtigkeit um 100% günstiger für die Entwicklung der Eier sei als eine solche um 80%, bespritzte der

Verfasser nun mehrmals während den folgenden Wochen die oberste Substratdecke mit Wasser, um wenigstens einen konstanten Mittelwert gleichmäßig einhalten zu können.

Während der ganzen Zeitigungsdauer wurden die Temperaturen und die Feuchtigkeit täglich dreimal abgelesen, kontrolliert und aufgeschrieben, meist frühmorgens, mittags und spätabends.

Die dabei erzielten und zu Wochenwerten errechneten Resultate sind in nachstehender Tabelle aufgeführt:

Woche	Datum	Temperaturen in °C				rel. Feuchtigkeit in %		
		Luft ϕ	Substrat min. max.		ϕ	min.	max.	ϕ
1.	5. VI. -11. VI.	30,6	25	29	27,1	94	97	95,5
2.	12. VI. -18. VI.	32,1	26	30	27,6	91	95	93,0
3.	19. VI. -25. VI.	32,5	25	29	27,4	91	92	91,7
4.	26. VI. - 2. VII.	32,9	25	30	27,7	90	92	91,2
5.	3. VII. - 9. VII.	32,8	26	31	28,3	87	93	91,0
6.	10. VII. -16. VII.	33,7	28	31	29,3	85	87	86,7
7.	17. VII. -23. VII.	33,6	28	32	29,6	83	94	88,7
8.	24. VII. -30. VII.	34,1	29	33	30,9	89	96	92,6
9.	31. VII. - 6. VIII.	32,7	29	32	30,7	92	96	93,9
10.	7. VIII.-13. VIII.	31,3	28	31	30,1	86	95	90,2
11.	14. VIII.-21. VIII.	30,3	29	31	30,3	92	95	93,3

Die Annäherung der Luft- an die Substrattemperatur in den letzten zwei Wochen der Zeitigung beruht auf der Wegnahme der Torfdecke in der 10. Woche von ursprünglich 5 cm auf 1 cm und der Freilegung der Eioberflächen in den letzten Tagen der Zeitigung, um eine übersichtlichere Kontrolle der Eier zu erhalten.

Somit ergeben sich nachstehende, statistisch zusammengefaßte Endergebnisse der erzielten Temperatur- und Feuchtigkeitwerte (1 = gesamte Zeitigungsdauer; 2 = nur während der Schlupfphase 66. bis 77. Tag):

Schwerpunkte	Temperaturen in °C				relative Feuchtigkeit in %	
	Luft		Substrat		1	2
	1	2	1	2		
Zeitigungswerte:						
— minimal	29	29	25	28	83	87
— maximal	35	32	33	31	97	95
— durchschnittlich	32,4	30,6	29,0	30,0	91,6	92,4
Tagesschwankungen:						
— minimal	1	0	0	0	0	0
— maximal	5	2	5	3	7	4
— durchschnittlich	±1,2	±0,9	±1,4	±1,0	±0,9	±1,2

Die Zeitigungswerte in der kleinen Styroporkiste sind in obigen Tabellen und Statistiken nicht berücksichtigt, da die vier erwiesenermaßen unbefruchteten Eier nach 32 Tagen entfernt worden sind.

Protokoll über Brutverluste und Schlupfvorgänge

Nachstehend sind die Erfahrungen und Beobachtungen des Verfassers über Brutverluste und Schlupfvorgänge während der ganzen Zeitigungsdauer stichwortartig protokolliert:

5. VI. (1. Bruttag); Eiablage und Einrichtung der Brutkiste.

7. VII. (32. Bruttag); Styroporkistchen: vier Eier eingefallen, Farbe dunkelbraun bis schwarz, leicht verpilzt. Öffnungsergebnis: unbefruchtet. Brutkiste: 14 Eier eingefallen, dunkelbraun bis schwarz, leicht verpilzt. Öffnungsergebnis: unbefruchtet. Verbleibende 19 Eier intakt: weiß, prall, teils oval, teils kugelförmig.

20. VII. (45. Bruttag); ein Ei eingefallen, dunkelbraun. Öffnungsergebnis: abgestorbener, ca. 3 cm langer, schwach entwickelter Embryo auf bereits eingetrocknetem Dottersack. Verbleibende 18 Eier intakt. Auf Fingerdruck bleiben keine Dellen zurück.

2. VIII. (58. Bruttag); ein Ei bleibt auf Fingerdruck eingedellt. Eioberfläche jedoch weiß und trocken. Öffnungsergebnis: lebender, 16 cm langer, gut entwickelter, aber farbloser Embryo (Abb. 4). Wird ohne große Hoffnung mit der von DEDEKIND (1977) beschriebenen Methode behandelt: Überführung des Embryos zur Aufrechterhaltung seines Feuchtigkeitsregimes in eine Petrischale mit etwas physiologischer Kochsalzlösung (9 g Kochsalz auf 1 l Wasser bei 38°C), die in etwa dem osmotischen Druck der Blutflüssigkeit entspricht. Embryo stirbt nach zwei Stunden ab. Ausschälung aus Embryonalhülle (Abb. 5) und Überführung in Alkohol. Untersuchung der Eischale zeigt frische Verletzung, vermutlich durch ein Stückchen Holz im Substrat verursacht. Verbleibende 17 Eier intakt.

10. VIII. (66. Bruttag); erstes Jungtier („Primus“) bereits vollständig geschlüpft (Gesamtlänge ca. 190 mm, Kopf-Rumpflänge 62 mm, Gewicht 8 g). Gesamtzustand sehr gut, Schwanz mehrfach kyphotisch deformiert. Nabelanhängsel streichholzkopfgroß (zusammengeschrumpfte Reste des Dottersacks). Untersuchung der Eihülle zeigt gut verheilte Verletzung. Keine Dotterrückstände. Verbleibende 16 Eier intakt.

11. VIII. (67. Bruttag); ein Ei verliert gleichmäßig Feuchtigkeit über die gesamte Eioberfläche, Eifarbe beige. Öffnungsergebnis: abgestorbener, vollentwickelter (schlupfreifer) Embryo von sattgrüner Farbe und mit Zeichnung. Todesursache unbekannt. Untersuchung der Eischale ergibt keine Hinweise auf Verletzung. Embryo wird mitsamt Dottersack in Alkohol überführt. Verbleibende 15 Eier intakt.

12. VIII. (68. Bruttag); ein kugelförmiges Ei verliert Fruchtwasser. Auf Fingerdruck bleibt Oberfläche eingedellt. Versuchsweise Behandlung der gesamten Eioberfläche mit einem Wundspray Acutrol (Gaba AG, Basel) und Isolierung auf trockener Unterlage im Brutkasten. Während 24 Stunden kein weiterer Flüssigkeitsverlust feststellbar. Trotzdem Öffnung, Ergebnis: zwei abgestorbene,



Abb. 4. Lebender Embryo von *Iguana iguana*, 58 Tage alt (Augen offen). Auf der rechten Bildhälfte sind die Eischale und die mit einem Netzwerk von Blutgefäßen versorgte Chorio-Allantois erkennbar.

Living embryo of *Iguana iguana*, 58 days old (eyes open). On the right, the egg-shell and the chorio-allantois with its characteristic network of blood-vessels is to be seen.



Abb. 5. Der nach zwei Stunden abgestorbene Embryo von Abb. 4. Länge 161 mm.

The same embryo as in fig. 4 died two hours later. Length 161 mm.

vollentwickelte und grünfarbene Embryonen in eigenen Embryonalhüllen, jedoch durch gleichen Dottersack verbunden. Die hinteren Extremitäten und die Schwänze beider Tiere sind in der Hülle des einen ineinanderverschlungen. Die Embryonen werden als Rarität in Alkohol überführt (Abb. 6). Verbleibende 14 Eier intakt.

13. VIII. (69. Bruttag); zweites Jungtier („Secundus“) wird geboren. Sein Ei mit trockener Oberfläche bleibt auf Fingerdruck eingedellt. An der Unterseite sind zwei kleine Risse erkennbar, unmittelbar dahinter der Kopf des Tieres. Sorgfältiges Herausdrücken des Leguans und Überführung mit-samt dem im Ei verbleibenden Dottersack in ein kleines Aquarium, das auf 36°C erwärmt wird (Abb. 7). Während der zehnstündigen Geburt kann beobachtet werden: Herzschlag gleichmäßig, feststellbar unmittelbar zwischen Hals und Vorderbeinansatz am Körper. Atmung teils embryonal, teils schon durch die Lungen (krampfartiges Verrenken und Aufbäumen des Körpers bei gleichzeitigem Öffnen des Maules und der Augen, reflexartiges Bewegen der Extremitäten). Auch die Zunahme des Körpervolumens bei gleichzeitiger Abnahme des Dottersackvolumens kann beobachtet werden. Nach Abreißen der Nabelschnur (Anhängsel relativ groß) wird der Leguan vermessen: Gesamtlänge 223 mm, Kopf-Rumpflänge 63 mm, Gewicht 10 g. Gesamtzustand kräftig, gut; Schwanz kyphotisch (Knick 60°), ein Auge protuberiert, zeigt milchigen Schleier auf der Linse. Behandlungsbeginn mit Irgamidsalbe (Geigy, Basel). Untersuchung der Eihülle zeigt gut verheilte Wundstelle, kein Dotterrückstand. Verbleibende 13 Eier intakt.

14. VIII. (70. Bruttag); ein weiteres Jungtier am Schlüpfen: Kopf aus der Eihülle, Augen normal und geschlossen, Farbe des Gaumens und der Zunge grau. Stirbt nach zehn Stunden ohne ersichtliche Ursache (Gesamtlänge 210 mm, Kopf-Rumpflänge 62 mm, Gewicht 10 g). Gesamtzustand gut, Schwanz schwach kyphotisch. Untersuchung der Eihülle zeigt gut verheilte Verletzung, Dottersack nur unwesentlich angebraucht. Erstellung eines Alkoholpräparates. Verbleibende 12 Eier intakt. Nachmittagskontrolle: ein Ei verliert gleichmäßig Fruchtwasser. Öffnungsergebnis: abgestorbener, gut entwickelter aber farbloser Embryo mit stark aufgetriebenem, rosafarbenem Schädeldach. Untersuchung der Eischale: schlecht verheilte Verletzung, gleichenorts bereits teilweise eindickender Dotter. Überführung in Alkohol. Verbleibende elf Eier intakt.

16. VIII. (72. Bruttag); ein Ei bleibt auf Fingerdruck eingedellt, kein Flüssigkeitsverlust feststellbar. Gleiche Behandlung wie bei „Secundus“. Nach vier Stunden selbständige Befreiung aus Eischale. Herz- und Atemrhythmus gleichmäßig; Gesamtzustand kräftig, Schwanz mehrfach kyphotisch, beide Augen stark protuberiert. Nach 16 Stunden keine Abnahme des Dottersackvolumens erkennbar. Atemtätigkeit und Reflexe stark vermindert. Zehn Stunden später gleiche Beobachtungen. Abtötung des Tieres (Gesamtlänge 192 mm, Kopf-Rumpflänge 58 mm, Gewicht 8 g). Ein Jungtier bei normalem Schlüpfvorgang. Beide Augen ebenfalls stark protuberiert. Atemrhythmus kräftig. Nach acht Stunden immer noch im Ei, stark verminderte Atemtätigkeit. Zehn Stunden später gleiche Beobachtung. Ausschälen aus dem Ei. Trotz kräftigen Gesamtzustandes und zunehmender Vitalität wird das Tier aufgrund der nun zusätzlich auftretenden Gleichgewichtsstörungen (starker Tremor des Kopfes, Hin- und Herpendeln des Ober-

körpers, taumelnde Fortbewegung) und wegen der pathologisch veränderten Augen abgetötet (Gesamtlänge 201 mm, Kopf-Rumpflänge 59 mm, Gewicht 7 g). Untersuchung der Eihülle: großer, teilweise eingedickter Dotterrückstand, keine Verletzung. Verbleibende neun Eier intakt.



Abb. 6. Zwillingsembryonen von *Iguana iguana*, 68 Tage alt.
Twin-embryos of *Iguana iguana*, 68 days old.

17. VIII. (73. Bruttag); ein Jungtier („Tertius“) bei normalem Schlüpfvorgang (Gesamtlänge 204 mm, Kopf-Rumpflänge 62 mm, Gewicht 8 g). Gesamtzustand sehr gut, Schwanz an einer Stelle stark kyphotisch (Knick 180°, torquiert). Untersuchung der Eihülle: gut verheilte Wundstelle, keine Dotterrückstände. Verbleibende acht Eier intakt.

18. VIII. (74. Bruttag); ein Jungtier („Quartus“) bereits geschlüpft (Gesamtlänge 218 mm, Kopf-Rumpflänge 60 mm, Gewicht 7 g). Winziges Nabelanhängsel. Gesamtzustand sehr gut, Schwanz nicht kyphotisch, jedoch torquiert. Um Augen, Kehllappen und Halsoberseite orangefarben. Untersuchung der Eihülle zeigt keine Verletzung, jedoch daumengroßes Stück eingedickten Dotters. Verbleibende sieben Eier intakt.

21. VIII. (77. Bruttag); ein Jungtier („Quintus“) schlüpft normal (Gesamtlänge 191 mm, Kopf-Rumpflänge 59 mm, Gewicht 9 g). Ohne Nabelanhänge. Gesamtzustand sehr gut, Schwanz kyphotisch (Knick ca. 150°, torquiert). Eihülle ohne Verletzung; kein Dotterrückstand. Vier Eier verlieren gleichmäßig Fruchtsflüssigkeit. Öffnungsergebnis: vier abgestorbene, vollentwickelte (schlupf reife) Embryonen mit teils schwach, teils stark kyphotischen Schwänzen, einer zusätzlich mit aufgetriebenem Schädeldach und protuberierten Augen. Erstellung von Alkoholpräparaten. Ein intaktes Ei wird geöffnet. Der lebende, vollentwickelte Embryo wird nach (DEDEKIND-)Methode behandelt, stirbt jedoch innerhalb

von zwei Stunden ab. Das letzte, ebenfalls noch intakte Ei wird vermessen und geöffnet. Gleiche Behandlung des vollentwickelten (schlupffreien) Embryos, der noch vollständig in der Embryonalhülle liegt, wie oben, wobei jedoch die Fruchtflüssigkeit das Feuchtigkeitsregime weiterhin übernimmt. Temperatur in der Petrischale um 33°C. Der gleichmäßige Herzpuls ist schwach erkennbar. Körperbewegungen können ebensowenig festgestellt werden wie Reflexe auf Berührung. Nach sechs Stunden Eindickung des Dotters. Embryo stirbt nach elf Stunden ab, ohne die Eihülle durchstoßen zu haben. Ausschälung zeigt Augenanomalien, Mehrfachkyphosen am Schwanz und mangelhaften Bauchwandverschluß.

Eine erste statistische Auswertung dieses Zeitigungsprotokolles ergibt folgendes Erfolgsbild: Von 37 Eiern (100%) erwiesen sich 18 (48,6%) als unbefruchtet. Von den befruchteten, zeitigenden 19 Eiern (51,4%) starben ohne menschliche Einflußnahme acht (21,6%) ab, weitere fünf (13,5%) durch Öffnen der Eier beziehungsweise Abtötung, eines (2,8%) während des Schlupfvorganges. Die positive Seite des Zuchterfolges stellen die fünf überlebenden Jungtiere (13,5%) dar.



Abb. 7. Das zweite Jungtier von *Iguana iguana* „Secundus“ außerhalb der Eischale (69. Tag).

The second juvenile specimen of *Iguana iguana* „Secundus“ outside of its egg-shell (69th day).

Aufzucht der Jungtiere

Die Jungtiere werden in einem geräumigen Terrarium aufgezogen, dessen Bodengrund aus künstlichen Rasenmatten besteht (BRAUNWALDER 1977), die sehr pflegeleicht sind und von den Tieren hauptsächlich zur Nahrungsaufnahme aufgesucht werden. Den Kletterbedürfnissen wird mit knorrigen Ästen Rechnung getragen. Licht spendet eine Truelite-Röhre, Wärme eine Elsteinbirne, die Luft-



Abb. 8. Dasselbe Jungtier von *Iguana iguana* wie in Abb. 7, drei Wochen alt. Deutlich erkennbar sind das noch leicht protuberierte Auge und die Schwanzkyphose. — Alle Aufn. M. E. BRAUNWALDER.

The same juvenile specimen of *Iguana iguana* as in fig. 7, three weeks old. Note the still slightly protuberated eye and the kyphotic tail.

feuchtigkeit im Bereich von 50 bis 70% wird durch täglich mehrmaliges Besprühen des Terrariums gewährleistet. Die Lufttemperatur beträgt tagsüber 30 bis 32°C und fällt nachts auf 14 bis 21°C, je nach Außentemperatur. In den ersten Lebenstagen zehrten die jungen Leguane von den Vorräten des Dotters, den sie während des Schlüpfens eingenommen hatten. Die erste selbständige Nahrungsaufnahme erfolgte bei „Primus“ nach neun, bei „Secundus“ und „Quintus“ nach sechs, bei „Tertius“ nach zwei Tagen und bei „Quartus“ bereits einige Stunden nach der Geburt. DEDEKIND (1977) beschreibt in seiner Arbeit den Tod eines seiner Jungtiere infolge Blähungen, die durch das Verfüttern von Stückchen reifer Bananen hervorgerufen worden sind. Deshalb unterließ es der Verfasser dieser Arbeit, Obst und reife Früchte in den ersten acht Wochen zu verfüttern und bot somit erfolgreich Klee-, Löwenzahn- und Salatblättchen sowie geriebene Karotten an, die mit Vitakalk und feinzerriebenem Wasserschildkrötenfutter für

den lebensnotwendigen Kalk- und Phosphorhaushalt angereichert wurden. Dreimal wöchentlich UV-Bestrahlung während jeweils fünf Minuten wurde mit großer Lebhaftigkeit und leuchtendgrünem Farbenkleid belohnt. Fast zwei Monate nach der Geburt setzte bei allen Tieren die erste Häutung ein, die, an Kopf und Schwanz beginnend, innerhalb einiger Tage den ganzen Körper erfaßt hatte.

Die Kyphosen an den Schwänzen, die vermutlich auf die großen Temperaturschwankungen während der Zeitigung zurückzuführen sind, haben sich in den ersten zwei Lebenswochen leicht zurückgebildet und stabilisieren sich nun endgültig mit zunehmender Verknöcherung. Auf mechanische Einflußnahme wurde aus verschiedenen Gründen (Schmerzzufügung, Gefahr bleibender Lähmungen und erneute Deformationen) bis heute und wird auch in Zukunft verzichtet.

Das protuberierte Auge von „Secundus“ wurde bis zur Abfassung dieser Arbeit konsequent mit Irgamidsalbe behandelt. Der ursprünglich mildige Schleier (vermutlich Eiter) im Augennern sammelte sich in den ersten acht Tagen und begann schließlich durch die Hornhaut auszutreten, die sich selbst immer mehr kegelförmig nach außen bildete. Gleichzeitig schwächte sich die Protuberanz langsam ab. Knapp vierzehn Tage später konnte erstmals ein Bewegen des Auges in seiner Höhle beobachtet werden (Abb. 8). Nach einer weiteren Woche war der mildige Schleier vollständig verschwunden; die Zeichnung der Iris, im Gegensatz zum gesunden Auge sehr dunkel, konnte ausgemacht werden, die Pupille hingegen nicht. Nach zwei Monaten schließlich ist die Protuberanz zu 90% abgeklungen. Ein Irisreflex bei Lichteinwirkung ist nicht erkennbar, er wird mit dem Schließen des Auges kompensiert. Die Sehfähigkeit ist doch beträchtlich, wenn auch vermutlich nicht ganz beeinträchtigt, denn bei normalen Lichtverhältnissen folgt dieses Auge einem langsam vor ihm hin- und herbewegten Gegenstand.

Das Wachstum der Jungtiere im ersten Lebensjahr läßt sich vergleichsweise am besten aus nachstehender Tabelle ersehen:

	Gesamt- länge in mm	Kopf-Rumpf- länge in mm	Gewicht in g
„Primus“:			
bei Geburt	190	62	8
am 12. VIII. 1979	402	141	91
„Secundus“:			
bei Geburt	223	63	10
am 12. VIII. 1979	511	145	104
„Tertius“:			
bei Geburt	204	62	8
am 12. VIII. 1979	371	111	46
„Quartus“:			
bei Geburt	218	60	7
am 12. VIII. 1979	392	112	45
„Quintus“:			
bei Geburt	191	59	9
am 12. VIII. 1979	333	105	44

Schlusfolgerungen

In diesem Teil der Arbeit sollen die wesentlichsten Aspekte der Berichte über die erfolgreichen Gefangenschaftsnachzuchten des Grünen Leguans näher betrachtet werden. Zu diesem Zweck sind verschiedene Tabellen mit schwerpunktorientierten und vergleichenden Zusammenfassungen erarbeitet worden, die zum Teil ohne zusätzliche Erläuterungen die interessanten Merkmale klar betonen und die Diskussion über die kausale Problematik der Brutverluste grundsätzlich bereichern sollen.

In Tab. 1 sind in übersichtlicher Form die wesentlichsten Aussagen über diese Aspekte zusammengefaßt und bedürfen kaum zusätzlicher Erklärungen.

Interessant ist die Beobachtung von K. J. MÜLLER, wonach dessen Tiere sich jeweils in einem 13monatigen Rhythmus paarten und nicht, wie angenommen werden könnte, in einem 12monatigen. Die Eiablagen der Jahre 1975 und 1977 wurden leider beide zerstört, einmal durch eierlegende Schildkröten, das andere Mal durch zu große Feuchtigkeit im Substrat.

Brutkasten: Substrat und Beheizung

In Ergänzung zu Tab. 2 soll an dieser Stelle noch auf gewisse Verbesserungsmöglichkeiten aufmerksam gemacht werden. Es ist vorteilhaft, einen Brutkasten aus einem gut isolierenden Material zur Hand zu haben, zum Beispiel aus Styropor, in dem eine konstante Zeitigungstemperatur bedeutend problemloser erzielt werden kann. Als Substrat eignet sich besonders gut Torf mit seinen wärmeisolierenden Eigenschaften, entweder allein oder in Verbindung mit Sand in einem Verhältnis von 1 : 3 oder 1 : 2. Die idealste Beheizungsart sollte (1) regulierbar sein (Thermostat), (2) das Substrat und die Luft gleichmäßig erwärmen und (3) gegebenenfalls ohne Gefährdung der zeitigenden Eier auswechselbar sein (Defekt).

Zeitigungsbedingungen

a) Temperaturen

LICHT & MOBERLY (1965) erklären in ihrer Arbeit, daß eine Temperatur von 30°C grundsätzlich für die Zeitigung von *Iguana*-Eiern erreicht werden müsse. Das dieser Feststellung zugrundeliegende Experiment erbrachte folgende Ergebnisse: 13 Eier, die bei 36°C, und 13 Eier, die bei nur 20°C gezeitigt wurden, starben bereits nach zwei beziehungsweise sieben Bruttagen ab. Sie erwiesen sich alle als befruchtet. 13 weitere Eier wurden vorerst während 27 Tagen bei 30°C bebrütet, dann wurden je zwei Eier in Temperaturen von 28°C beziehungsweise 32°C überführt, die restlichen verblieben bei 30°C. Nach sechs Tagen wurde je ein Ei aus 28°C und 32°C geöffnet: Sie enthielten beide noch lebende Embryonen. Weitere neun Tage später starben die anderen beiden Eier ab. Lediglich vier Jungtiere schlüpfen nach 73 Tagen bei einer konstanten Temperatur von 30°C. Diese Meßwerte entsprechen ziemlich genau den Meßresultaten von RAND (1972) in der Panamakanalzone und von H. MÜLLER (1972) in Kolumbien, die in ihren

Feldstudien folgende Substrattemperaturen auf Höhe der Gelege festgehalten haben: 31 bis 32°C beziehungsweise $30 \pm 0,3^\circ\text{C}$.

VAN APEREN (1969) verblüfft hier mit der Feststellung, daß seine positive Erfolgsbilanz auf einer wesentlich niedrigeren Substrattemperatur beruht: Seine Jungtiere schlüpften nach $65 + ?$ Tagen bei nur 23,3°C. HUNS Tiere schlüpften nach 107 bis 113 Tagen bei Temperaturwerten um 28 bis 30°C. Der Temperaturbereich bei den übrigen Erfolgen lag bei 26,5 bis 32°C.

Aus diesen Feststellungen kann gefolgert werden, daß *Iguana*-Eier im Prinzip bei jeder Substrattemperatur im Bereiche von 23,3 bis 32°C erfolgreich gezeitigt werden können, hingegen müssen tiefere und höhere Werte als kritisch bezeichnet werden. Maßgebend ist somit weniger die Höhe der einzuregulierenden Temperatur als vielmehr die konstante Erzielung derselben während der ganzen Zeitigungsdauer. Die gesunde embryonale Entwicklung kann durch starke tägliche Temperaturschwankungen von über 1°C gefährdet werden (Bildung von Organ- und anderen Anomalien etc., unter Umständen Absterben des Embryos); deshalb ist die Einhaltung einer konstanten Temperatur ein äußerst wichtiger und zu beachtender Faktor.

Die ideale Zeitigungstemperatur könnte somit nach folgender Regel bestimmt werden: $x^\circ\text{C} \pm 0,5^\circ\text{C}$, wobei x im Bereiche von 23,3 bis 32°C anzusetzen ist. Müssen zeitigende Eier aus irgendwelchen Gründen in eine höhere Temperatur überführt werden oder umgekehrt, so sollte dies in Schritten von täglich maximal $\pm 0,5^\circ\text{C}$ geschehen.

b) Feuchtigkeit

Interessanterweise wird in vielen Berichten, auch über Zeitigungsergebnisse anderer Reptilienarten, den Temperaturen grundsätzlich mehr Beachtung geschenkt als der Feuchtigkeit, obgleich gerade diese sich schlußendlich positiv oder negativ auf die Erfolgsbilanz auswirkt. Bei der Feuchtigkeit muß diejenige der Luft getrennt von derjenigen des Substrates untersucht werden, wobei die letztere für die erfolgreiche Zeitigung maßgebender ist. Die Luftfeuchtigkeit, gemessen in % relativer Feuchte, liefert indes nur relative Bezugswerte, die aufgrund ihrer Beeinflussbarkeit durch die Höhe der Temperatur und die Luftzirkulation durch Lüftungsschlitze im Brutkasten eben nur unzulängliche, aber trotzdem noch verwertbare Schlüsse auf den effektiven Feuchtigkeitsgehalt im Substrat zulassen. Diese Bezugswerte werden um so ungenauer, je tiefer die Eier im Substrat vergraben sind. Mit fortschreitendem embryonalen Wachstum steigt jedoch auch der Bedarf an Feuchtigkeit, was naturgemäß zu einem allmählichen Absinken der Luftfeuchtigkeitswerte in niedrigere Bereiche führen muß. Die im Substrat noch vorhandene beziehungsweise verbleibende Feuchtigkeitsmenge vermag indes diesen steigenden Bedarf bis zum Schlüpfen des Jungtieres jederzeit ausreichend zu decken.

Tab. 1. Zusammenfassung der Daten über Background, Paarung und Eiablage.

Autor	Elterntiere					Beobachtete Kopulationen		Trächtigkeit		Zeitpunkt der Eiablage
	im Besitz des Autors seit	im Zeitpunkt der Paarung.				Anzahl und Zeitpunkt	Dauer in Minuten	Gesamt- dauer in Tagen	davon Fa- stENZEIT in Tagen	
		GL in cm		~ Alter (Jahre)						
		♂	♀	♂	♀					
ENDERLEIN 1963 (Schweden)	Juli 1954	118	123	3 1/4	3 1/4	1x am 8.VIII.1957	?	54	?	1.X.1957
VON BAGH 1962 (Finnland)	Sommer 1959 Sommer 1960	- 115	105 -	- 2 1/2	2 1/2 -	1x am 20.VIII. 1961	30	64	7-10	23.X.1961
WERNER 1968 (DDR)	Sommer 1959 Sommer 1960	? -	- 105	6 -	- 5	2x Februar bis April 1965	1 2 1/2	?	~ 21	?
VAN APBREN 1969 (Australien)	?	?	?	?	?	3x Februar 1967	?	?	?	19.IV.1967
HUN 1972 (Türkei)	Sommer 1969	110	100	3-4	3-4	1x September 1971	3	70-80	40	27.XI.1971
VAN ROON 1976 (Niederlande)	?	?	?	3-4	3-4	?	?	~ 60	?	4.VI.1973
MÜLLER, K.J. 1977 (Schweiz)	Sommer 1973	95 ?	85 ?	2 1/2 4	2 1/2 4	5-8x Dez. 1973 ? x Februar 1976	1-20 1-20	~ 90 ~ 90	? ?	~ 1.IV.1973 Ende V.76
DEDEKIND * 1977 (DDR)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.VI.1975
KRAGTEN 1977 (Niederlande)	1973	?	?	2 1/2-3 3 1/2-4	2 1/2-3 3 1/2-4	?x in 14 Tagen ?	? ?	~ 65 ~ 60	? ?	15.VII.75 ~ 1.IX.1976
BRAUNWALDER (Schweiz)	15.IV.1976	137	107	6	6	1x am 10.IV.1978 1x am 12.IV.1978 1x am 15.IV.1978 1x am 17.IV.1978	8 9 16 11	49	23	5.VI.1978

* Erhielt Eier von Privatperson, deshalb keine Angaben über Background.

Diese Überlegungen finden sich in den Beobachtungen von RAND (1972) bestätigt, wonach *Iguana*-Weibchen in der Panamakanalzone ihre Eier Anfang Februar, also zu Beginn der Trockenzeit, etwa 25 bis 30 cm tief in den feuchten Sand vergraben. Die Jungtiere schlüpfen dann drei Monate später, unmittelbar zu Beginn der Regenzeit. Auch H. MÜLLER (1972), HIRTH (1963a), FITCH & HENDERSON (1977), BURGHARDT (1977) und andere berichten gleiches aus anderen Teilen des Verbreitungsgebietes von *Iguana iguana*. Diesen Beobachtungen zufolge ist der bei der Eiablage im Substrat vorhandene Feuchtigkeitsgehalt vollkommen ausreichend, um den Bedarf der Eier während der gesamten Zeitigungsdauer zu decken. Diese Freilandbedingungen sollten demnach logischerweise auch im Brutkasten für künstlich zeitigende Eier — auch anderer als nur von *Iguana* — berücksichtigt und geschaffen werden, indem das zu Beginn richtig angefeuchtete Substrat über die ganze Dauer der Zeitigung hinweg bis zum Schlüpfen der Jungtiere unangetastet bleibt, auch wenn die Luftfeuchtigkeitswerte bis in normale Bereiche absinken.

RAND (1968a) untersuchte vergleichsweise die Feuchtigkeitsverluste bei Eiern von *Iguana iguana*, *Crocodylus acutus* und *Gallus gallus* (Aves), indem er sie gleichen Bedingungen unterwarf: Die in kleinen, freistehenden Schalen liegenden Eier wurden über einen Zeitraum von zehn Tagen einer Raumtemperatur von 21 bis 25°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 65 bis 80% ausgesetzt und mehrmals täglich gewogen. Während die Hühnereier dank ihrer harten Kalkschale nur einen Gewichtsverlust durch Feuchtigkeit von 2% und die Krokodil-eier einen wenig größeren von 6% verzeichneten, büßten die *Iguana*-Eier mit ihrer ledrigen Eischale 65% ihres ursprünglichen Gewichts während nur acht Kontrolltagen ein. Trotzdem, dieses Experiment beweist wenig, denn RAND benutzte zwei frisch abgelegte Eier, die er gleichentags einem Gelege entnommen hatte; der Embryo hatte, wie wir später erfahren werden, zu diesem Zeitpunkt noch nicht die Voraussetzungen für die Aufrechterhaltung seines Feuchtigkeitsregimes (Bildung der außerembryonalen Hüllen) geschaffen. Demzufolge würde ein Experiment mit *Iguana*-Eiern, die bereits 40 bis 50 Tage gezeitigt hätten, bestimmt andere Resultate geliefert haben. Eine diesbezügliche Beweisführung wäre allerdings noch zu erbringen, ebenso eine solche über die hypothetische Frage, ob Reptilieneier mit ledriger oder pergamentartiger Eischale ganz allgemein nur auf einer angefeuchteten Unterlage, aber sonst freiliegend, in einem Brutkasten bei einer relativen Luftfeuchtigkeit im Bereiche von 80 bis 100% erfolgreich gezeitigt werden könnten oder nicht.

Um die Feuchtigkeitswerte in Tab. 4 grundsätzlich beurteilen zu können, müssen Tab. 2 und 3 hinzugezogen werden. Untersucht man die erzielten Feuchtigkeitswerte mit der Lage der Eier im Substrat, und vergleicht man gleichzeitig diese Informationen mit den Brutverlusten generell und mit jenen spezifizierten in der Spalte „enthalten Embryonen, vollentwickelt, schlupfreif, tot“, so wird ein Zusammenhang auffällig, über dessen Kausalität im nächsten Kapitel gesprochen werden soll. Im direkten Vergleich Feuchtigkeit—Brutverluste—Jungtiere

Tab. 2. Zusammenstellung der Brutvorrichtungen. ▶

Autor	Brutkasten	Lage der Eier im Substrat	Beheizungsart
ENDERLEIN 1963	Tonschale in Plastikschale mit Wasser	zwischen feuchten Lagen Baumwolle gebettet	Wärmekissen
SHAW 1960	Reptilienhaus (?)	auf warmen Platten (?)	warme Platten
VON BAGH 1962	1. Gefäß (?)	auf nassen Torf gelegt, mit Sand 1 cm überdeckt	Zimmerheizkörper
	2. Terrariumboden	in feuchten Sand vergraben	Bodenheizung
LICHT & MOBERLY 1965	Petrischalen	auf feuchte Leinen/Tuch gelegt	?
VAN APEREN 1969	Glastöpfe (jars)	in feuchten Sand vergraben	Zimmertemperatur
HUN 1972	Aquarium	in sterilisierten Flußsand gebettet	?
VAN ROON 1976	Plastikaquarium in Styroporschachtel	auf feuchten Sand gelegt	40 W-Stabheizer
MÜLLER, K. J. 1977	(1974) Terrariumboden	vergraben in losen Jurakalk in 25 cm Tiefe	150 W-Infrarotstrahler
	(1976) Terrariumboden	vergraben in losen Jurakalk in 25 cm Tiefe	150 W-Infrarotstrahler
DEDEKIND 1977	Plastikgefäß	in angefeuchtetes Sphagnum gebettet	Zimmertemperatur
KRAGTEN 1977	(1975) Aufzuchtbox	in Gemisch (3 : 1) feuchten Sand/Torf in 5 cm Tiefe vergraben	60 W-Bodenheizer
	(1976) Aufzuchtbox	in Gemisch (3 : 1) feuchten Sand/Torf in 5 cm Tiefe vergraben	Heizkabel und 100 W-Strahler
BRAUNWALDER	1. Kunststoffbox	in feuchten Torf in 5 cm Tiefe vergraben	60 W-Glühbirne
	2. Styroporkistchen	in feuchten Torf in 5 cm Tiefe vergraben	Zimmertemperatur

verblüfft wiederum VAN APEREN, der unbestritten den größten Erfolg mit einer relativen Feuchtigkeit von „nur“ 54 bis 59% (!) erzielt hatte. Bei ihrem zweiten Erfolg 1976 erwähnte Frau KRAGTEN eine relative Feuchtigkeit von nahezu 100% nur zu Beginn der Zeitigung. Wie groß die Werte gegen Ende der Zeitigung gewesen sind, als das Substrat nochmals mit Wasser bespritzt wurde (entsprechend dem Regenzeitbeginn in der Natur), ist dem Verfasser leider nicht bekannt, doch muß angenommen werden, daß sie bereits in „normale“ Bereiche abgesunken waren. Ähnlich hat es sich bei K. J. MÜLLER bei seinem Erfolg 1974 abgespielt (pers. Mitt.). MÜLLER hatte damals das Substrat nur „gelegentlich“ mit Wasser angefeuchtet, da durch die direkte Wärmeeinwirkung des 150-W-Infrarotstrahlers die Substratdecke rasch und oft austrocknete. Als er nach dem Schlüpfen der Jungtiere das restliche Gelege ausgrub, war das Substrat auf Höhe der Eier nur sehr schwach feucht. Die Erfahrungen des Verfassers mit der Feuchtigkeit sind bereits schon dargelegt worden.

Eine grundsätzliche Regel zur Bestimmung der idealen Feuchtigkeitsmenge im Substrat, die für die ganze Dauer der Zeitigung ausreicht, gibt es nicht. Bei Torf liefert das bereits beschriebene „Farbprinzip“ die befriedigendsten Resultate.

Brutverluste

Für die vorliegende Arbeit wurden die beinahe in allen Berichten erwähnten Brutverluste in Tab. 3 vergleichend zusammengefaßt und in ihren Schwerpunkten einander gegenübergestellt. Leider liefern ENDERLEIN (1963) und KRAGTEN (1977) keine detaillierten Angaben und müssen deshalb entsprechend berücksichtigt werden.

Bei näherer Betrachtung der Tab. 3 fällt sofort auf, daß besonders hohe Brutverluste gegen Ende der Zeitigung in Kauf genommen werden mußten und somit vollentwickelte, schlupffreie Embryonen betroffen waren. Eine statistische Auswertung der Brutverluste von VON BAGH (Gelege 1), VAN APEREN, HUN, VAN ROON, K. J. MÜLLER, DEDEKIND und BRAUNWALDER ergibt: Brutverluste total 138 Eier (100%), davon 51 (36,9%) unbefruchtet, sieben (5,0%) starben im Frühstadium ab, fünf (3,6%) im gut entwickelten (farblos) Stadium und 61 (44,2%) unmittelbar vor oder während der Schlupfzeit. Von diesen 61 Eiern (100%) starben 48 (78,7%) ohne und nur 13 (22,3%) durch menschliche Einflußnahme (Kontrollöffnungen) ab. Vergleicht man an dieser Stelle die letzten Ergebnisse mit den in Tab. 4 erzielten Feuchtigkeitswerten, so wird ein enger Zusammenhang offensichtlich, zumal auch hier VAN APEREN die niedrigsten Verluste im direkten Vergleich mit den geschlüpften Jungtieren verzeichnen konnte.

Über diese Kausalität der Zusammenhänge soll nun diskutiert werden, nachdem folgende Behauptung aufgestellt wird: Sowohl zu hohe wie auch hohe konstante Luft- und Substratfeuchtigkeit führen zum Absterben der Eier generell und speziell in der allerletzten Zeitigungsphase, und zwar durch Erstickungstod des Embryos.

Tab. 3. Übersicht über die Brutverluste (Anzahl Eier nach Bruttagen).

Autor	Jahr	Anzahl Eier zeitig.	Abgestorbene oder zu Kontrollzwecken geöffnete Eier, davon:									Gesamt Brutverluste (in Tab.4)	
			unbefruchtet	enthalten Embryos						ohne Angaben	starben während Schlupf	Anzahl Eier	in % zu Eiern zeitig.
				Frühstadium bis 10 cm Länge		gutentwickelt (noch farblos)		vollentwickelt schlupfreif					
			tot	lebend	tot	lebend	tot	lebend					
ENDERLEIN	1957	~18-19	?	?	?	?	?	?	?	~13-14	-	~13-14	~72,2
VON BAGH	1961	1. 12 2. 16	- ?	5/19 ?	- ?	- ?	- ?	{1/79} {2/80} ?	1/69 ?	- 16*	- -	9 16}25	89,3
VAN APEREN	1967	38	13/?	-	-	-	-	3/?	-	-	-	16	42,1
HUN	1972	16	-	-	-	-	1/95	6/113	-	-	-	7	43,8
VAN ROON	1973	25	-	-	-	-	-	14/?	10/?	-	-	24	96,0
MUELLER, K.J.	1974	12	4/?	-	-	2/?	-	-	-	-	-	6	50,0
	1976	32	-	-	-	-	-	15/?	-	26	-	26	81,2
DEDEKIND	1975	20	16/19	1/19	-	-	-	1/80	-	-	-	18	90,0
KRAGTEN	1975	33	?	?	?	?	?	2/?	?	29	-	31	94,0
	1976	21	?	?	?	?	?	?	?	7	-	7	33,3
BRAUNWALDER	1978	1. 33 2. 4	14/32 4/32	1/45 -	- -	1/70 -	1/58 -	{1/67 1/69** 4/77	2/77 -	2/72*** -	1/70 -	28 4}32	86,5
<u>Laborexperiment:</u> LICHT & MOBERLY	1965	1. 13 2. 2 3. 9 4. 2 5. 13	- - {2/33 1/42}	13/7 - -	- 1/33 1/33	- 1/42 -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - 1/73	13 2 5 2 13}35	89,7

* Eier vertrockneten ** enthält Zwilling-Embryos *** mußten abgetötet werden

Für die Beweisführung dieser Hypothese müssen jedoch einige grundsätzliche Erklärungen gegeben werden, die die embryonale Entwicklung während der Zeitigung beleuchten. In den ersten Wochen nach der Eiablage entwickelt sich nach den Zellteilungen und -wanderungen aus der Keimscheibe der echte Embryo, der sich vorerst mit einem Netzwerk winziger Blutgefäße umgibt, das später durch die Bildung von drei außerembryonalen Hüllen erweitert wird: Chorion, Amnion und Allantois. Unmittelbar unter der Eischale und ihren porösen Häuten setzt sich das Chorion fest. Das Amnion wird zu einem mit Flüssigkeit gefüllten Sack, in dem der Embryo schwimmt. Die Allantois bildet sich aus dem Hinterende des Verdauungskanal, wobei ihr Stiel schließlich mit der Nabelschnur verwächst. Die Allantoisblase, als Speicher für einige stickstoffhaltige Exkrete des Embryos dienend, vergrößert sich bald und verbindet sich schließlich mit dem Chorion zur sogenannten Chorio-Allantois. Bis zu diesem Zeitpunkt ist das zeitigende Ei ungeschützt gegen äußere Einflüsse und Einwirkungen wie zum Beispiel Trockenheit, mechanische Verletzungen der Eischale und anderes, denn erst mit der Bildung der Chorio-Allantois setzen die für die embryonale Entwicklung so wichtigen Mechanismen ein. Die reichlich mit kräftigen Blutgefäßen versorgte Hülle übernimmt nun drei lebenswichtige Funktionen: (1) Sie agiert als embryonale Lunge, indem sie Sauerstoff durch die poröse Eischale aufnimmt und Kohlenstoffdioxid abgibt; (2) sie vermag Verletzungen der Eischale (zum Beispiel spitze Fremdkörper im Substrat, die in das sich ausdehnende Ei eindringen) von innen her zu verschließen und zu heilen; (3) sie gewährleistet die für die fortschreitende embryonale Entwicklung lebensnotwendige Feuchtigkeitsaufnahme. Während der Gasaustausch als wechselseitig wirkender Ventilmechanismus verstanden werden muß, kann die Feuchtigkeit jedoch nur aufgenommen, nicht aber oder nur äußerst beschränkt abgegeben werden. Der Ventilmechanismus arbeitet hier nur in einer Richtung, deshalb die allmähliche Ausdehnung des Eies in seinen Dimensionen. Je mehr Feuchtigkeit das Ei nun aus dem Substrat aufnimmt, desto geringer wird der Feuchtigkeitsgehalt im Substrat, was sich auch im langsamen Absinken der relativen Luftfeuchtigkeitswerte bemerkbar machen muß. Unter normalen (natürlichen) Verhältnissen muß der Embryo beziehungsweise die Chorio-Allantois die Feuchtigkeit unter gleichen Bedingungen aus immer weiter entfernten Reservoiren im Substrat herbeiholen, bis der Tag des Schlüpfens erreicht ist. Bei zu hoher Substratfeuchtigkeit hingegen ist somit die Feuchtigkeitsaufnahme bei fortschreitender Entwicklung nicht abnehmend, sondern zunehmend, so daß vor dem Schlupftermin die Dehnungskapazität (Aufnahmefähigkeit) erreicht ist. Die Chorio-Allantois verhindert jedoch ein Platzen der Eihülle, kann aber auf der anderen Seite die weitere Flüssigkeitsaufnahme nicht regulieren oder gar vermeiden. Diese Tatsache bewirkt nun eine allmähliche Zunahme der Druckverhältnisse im Ei, die schlußendlich so gewaltig werden können, daß ihnen der Embryo erliegt, das heißt, er wird „erdrückt“ und erstickt. Mit dem Absterben des Embryos versagen logischerweise auch die Funktionen der Chorio-Allantois: Der einseitige Ventilmechanismus funktioniert nicht mehr, das Ei verliert über seine gesamte Oberfläche gleichmäßig Fruchtfüssigkeit. Die nachträgliche Unter-

Tab. 4. Zusammenfassung der wichtigsten Zeitigungsdaten. ►

Autor	Eiablage		Zeitigungsperiode				Nachzuchtergebnisse				
	Jahr	Eier abgelegt	Eier zeitigend	Temperatur in °C (S=Substrat)	Luftfeuchtigkeit in % r.F.	Brutverluste (Tab.3)	Schlupfdaten nach Tagen (Zeitigung)	durchschn. Brutdauer in Tagen	Lebende Jungtiere		
									Anzahl	in % zu Eiern abgelegt	zeitigend
ENDERLEIN	1957	37	18-19	25-32	?	~13-14	67-69	68	5	13,5	13,5
SHAW	1959	?	?	?	?	?	?	107	?	?	?
VON BACH	1961	28	1. 12 2. 16	28-35 33 (S)	?	9 16	70-80	74	3	10,7	10,7
VAN APEREN	1967	38	38	29,4-32,2 23,3 (S)	54-59	16	65+?	65+?	22	57,9	57,9
HUN	1972	28	16	28-30	80-100	7	102-113	107	9	32,1	56,3
VAN ROON	1973	25	25	25-27	"maximal"	24	117	117	1	4,0	4,0
MÜLLER, K. J.	1974	12	12	27-33	?	6	~66-72	~69	6	50,0	50,0
	1976	32	32	27-33	?	26	~65-75	~70	6	18,7	18,7
DEDEKIND	1975	39	20	28-34	"hohe"	18	75-76	76	2	5,1	10,0
KRAGTEN	1975	33	33	30-35	80-100	31	71-73	72	2	6,0	6,0
	1976	21	21	32 (S)	80-100	7	~86-93	~89	14	66,7	66,7
BRAUNWALDER	1978	37	1. 33 2. 4	25-33(S) 25-28(S)	83-97 94-96	28 4	66-77	72	5	13,5	13,5
<u>Laborversuch:</u> LICHT/MOBERLY	1965	41	1. 13 2.* 2 3.* 9 4.* 2 5. 13	20 [±] 0,5 28 [±] 0,5 30 [±] 0,5 32 [±] 0,5 36 [±] 0,5	?	13 2 5 2 13	73	73	4	9,8	10,4
<u>Feldstudien:</u> MÜLLER, H. (Kolumbien)	1968			30 [±] 0,3(S)	?			90 [±] ?			
RAND (Panama)	1971			31-32(S)	?			90 [±] ?			

* nach 27 Tagen bei 30°C wurden je zwei Eier bei 28°C beziehungsweise 32°C weitergezeitigt.

suchung der Eihülle ergibt somit keine erklärbaren Hinweise (Verletzungen etc.) für diesen Flüssigkeitsverlust, wie dies der Verfasser mehrere Male selbst erfahren mußte. Auch die genaue Untersuchung der abgestorbenen Embryonen zeigt keine Besonderheiten.

Eine überzeugende Vorstellung dieser Druckverhältnisse mag das nachstehende Beispiel vermitteln: Das erste abgelegte Ei wurde am 5. VI. vermessen und markiert und ließ sich zufälligerweise als das letzte zeitigende identifizieren. Im Verlaufe von 77 Bruttagen dehnte sich das Ei infolge Feuchtigkeitsaufnahme von anfänglich 39×23 mm auf 54×34 mm aus, was einer volumenmäßigen Zunahme von 186% (!) entspricht, gleichgesetzt einer Gewichtszunahme von ursprünglich 16 g auf 46 g. BELLAIRS (1971) errechnete eine durchschnittliche Gewichtszunahme von 66% bei Eiern der Königskobra im Verlaufe der zehn bis elf Wochen dauernden Inkubationszeit.

Das beschriebene Ei wurde nun an seiner Oberfläche mit einer Nadel angestochen. Eine etwa linsengroße Menge Fruchtsflüssigkeit trat aus und gerann in wenigen Sekunden. Hierauf wurde mit einem Skalpell ein ca. 4 mm langer Schnitt ausgeführt: Das Fruchtwasser entwich in einer 25 bis 30 cm (!) hohen Fontäne, sank nach drei Sekunden wieder in sich zusammen und gerann schließlich in ungefähr einer Minute. Auf Fingerdruck blieb das Ei nur unwesentlich eingedellt. Die Höhe der Fontäne (Distanz zwischen Ei und bespritzten Gegenständen) vermag einen Eindruck über den im Ei geherrschten Innendruck geben, zumal es sich bei dem Fruchtwasser um eine leicht klebrige, gallertartige Flüssigkeit handelt, die somit anderen physikalischen Gesetzmäßigkeiten unterworfen ist als etwa reines Wasser.

Die in dieser Arbeit aufgestellte Behauptung und Beweisführung über die vermutliche Ursache der Brutverluste im letzten Zeitigungsabschnitt basiert auf den genauen Beobachtungen und Erfahrungen des Verfassers. Es ist durchaus möglich, daß noch weitere Einflüsse und Faktoren mitwirken, die bislang noch nicht oder nur zu wenig bekannt geworden beziehungsweise untersucht worden sind. Allerdings werden sie kaum eine wesentliche Primärverantwortung übernehmen müssen.

Von dieser Problematik sind vermutlich all jene Reptilieneier betroffen, die ledrige oder pergamentartige Eischalen besitzen. 1975 legte das Weibchen einer Siedleragame (*Agama agama*) sechs Eier ab, die der Verfasser bei 27 bis 30°C und 90 bis 95% relativer Feuchte zeitigte. Drei Eier erwiesen sich als unbefruchtet, die restlichen starben in vollentwickeltem, schlupffreiem Stadium überraschend ab, und die Fruchtsflüssigkeit lief ebenfalls gleichmäßig aus. Die Untersuchung der Eihülle ergab damals ebenfalls keine Hinweise, einzig das Substrat (Torf) wies immer noch eine hohe Feuchtigkeit auf.

Eine regelmäßige Kontrolle der zeitigenden Eier, besonders im letzten Entwicklungsstadium, ist unerlässlich. Sie bewahrt indes nicht vor Enttäuschungen, wie die Erfahrungen beweisen. Gesunde *Iguana*-Eier sind weißlich, prall elastisch und weisen eine trockene Oberfläche auf. Bleibt trotz den anderen Merkmalen

Tab. 5. Vergleichende schematische Darstellung der Fortpflanzungszyklen von *Iguana i. iguana* in Freiheit und Gefangenschaft. ▶

Autor	Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septemb	Oktober	Novemb.	Dezemb.
ENDERLEIN	1957								8. K		A		7-9. S
VON BAGH	1961/62	4-11. sss							20. K		21. S		11 11 11 11
VAN APEREN	1967		2k2k2k		18. H			3-7. S					
HUN	1971/72			8-11. ssss							2k2k		11 11 11 11
VAN ROON	1973				2k2k2k						21. S		
MUELLER, KJ.	1973/74							5-12. sss					2k2k2k
	1976		2k2k2k										
DEDEKIND	1975							11. S		A			
KRAGTEN	1975							45. S			19-24. S		
	1976												21. 11. 11. 11.
BRAUNWALDER	1978				10-12. K	13. H	1. S		10-21. S				
<u>Laborexperiment:</u>													
LICHT/MOBERLY	1965			6. S		12. S							
<u>Feldstudien:</u>													
Chiapas, Mexico													22k2k kkk2kt2t
Belize, Honduras													22k2k kkk2kt
El Salvador													2k2k kkk2kt2t
Costa Rica													22k2k kkk2kt2t
Panamakanalzone													22k2k kkk2kt2t
Kolumbien													22k2k kkk2kt2t

Zeichenerklärung:

KKK = Paarungszeit/Kopulationen
fff = Trächtigkeitsperiode
eee = Eiablageperiode/-termin
iii = Zeitigungsperiode
sss = Schlupfperiode

F = Fastenzeitbeginn
 ? = keine genauen Angaben bekannt
 ?? = Vom Autor geschätzte Termine

auf Fingerdruck eine Delle zurück, so müssen zwei Möglichkeiten als Ursachen in Betracht gezogen werden: (1) Die Eischale wurde von außen her verletzt oder (2) der Schlupfvorgang wird eingeleitet. Wie wir bereits wissen, vermag das gesunde Ei eine Verletzung der Eischale von innen her zu schließen und zu heilen. Ist die Wundstelle sehr groß, kann sie gegebenenfalls mit einem in der Humanmedizin verwendeten Wundverbandspray behandelt werden. Gleichmäßig feuchte bis nasse Eioberfläche bedeutet, daß der Embryo bereits abgestorben ist. Eine Verpilzung der Eier findet nur statt, wenn sie entweder unbefruchtet oder aber befruchtet und abgestorben sind.

Jungtiere

Normal schlüpfende Jungtiere strecken ihren Kopf aus der Eihülle und verbleiben so lange darin, bis der Dottersack aufgebraucht ist, was mitunter länger als zwölf Stunden (HUN 1972) dauern kann. Muß dem Schlupfvorgang aus irgendwelchen Gründen künstlich nachgeholfen werden, so darf das sorgfältig herausgedrückte Jungtier nicht von seinem Dottersack, der in der Eihülle verbleiben sollte (Aufrechterhaltung des Feuchtigkeitsregimes), getrennt werden. Eine Anwendung der mehrmals beschriebenen Methode (DEDEKIND 1977), die sich nur bei vollentwickelten, also schlupffreien Tieren bewährt, sollte dann angestrebt werden.

Wie aus Tab. 4 ersichtlich ist, wurden zum Teil ganz erhebliche Zeitigungsunterschiede erzielt: von 65 bis 117 Tagen. Zwei Drittel der Erfolge basieren auf einer Zeitigungsdauer von 65 bis 77 Tagen (im Durchschnitt 72 Tage), das restliche Drittel mit Werten von 83 bis 117 Tagen und einem Durchschnitt von 105 Tagen. Welches die möglichen Gründe und Ursachen für diese weit auseinanderliegenden Schlupfdaten sind, ist wohl kaum erklärbar. Zahlenmäßig beeindruckt VAN APERENS Erfolg mit 22 Jungtieren, prozentmäßig steht das 1976 gezeitigte Gelege von Frau KRAGTEN an erster Stelle der Erfolgsbilanzen.

Über Jungtiere mit Anomalien wußte außer dem Verfasser niemand zu berichten, einzig VAN APEREN (1969) schilderte, daß die drei während der Schlupfzeit abgestorbenen Embryonen mißgebildet waren (Kopfanomalien).

Die Tab. 5 wurde lediglich für einen direkten Vergleich der Fortpflanzungszyklen von *Iguana iguana* in Freiheit und in Gefangenschaft erstellt, wobei die schematische Darstellung eine bessere Übersicht erlaubt.

An dieser Stelle möchte der Verfasser den nachstehenden Personen danken, die Wesentliches zu dieser Arbeit beigetragen haben: seiner Frau für ihre große Mitarbeit, Frau I. G. KRAGTEN für ihre brieflichen Mitteilungen, Herrn K. J. MÜLLER für die telephonischen Auskünfte und den Herren GORDON M. BURGHARDT, HENRY S. FITCH, RENÉ E. HONEGGER, JAMES B. MURPHY und RICHARD D. WORTHINGTON für ihre außerordentlichen Bemühungen bei der Suche nach Literatur.

Zusammenfassung

37 Eier des Grünen Leguans wurden am 5. VI. 1978 abgelegt und bei Substrattemperaturen von 25 bis 33°C (Mittel: 29,0°C) und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 83 bis 97% (Mittel: 91,6%) gezeitigt. Fünf Jungtiere schlüpften nach 66 bis 77 Tagen (Durchschnitt 72 Tage). Von den restlichen 32 Eiern erwiesen sich 18 als unbefruchtet, acht Eier starben aufgrund zu hoher konstanter Substratfeuchtigkeit ab, drei Eier wurden zu Kon-

trollzwecken geopfert, zwei Jungtiere mußten abgetötet werden (Anomalien) und ein Jungtier starb während des Schlüpfens. Die teils sehr großen Temperaturschwankungen während der Zeitigungsdauer führten zu Schwanzdeformitäten (Kyphosen) bei allen Jungtieren, bei einem zusätzlich zu einem protuberierten Auge, das in den ersten Lebenswochen medikamentös erfolgreich behandelt werden konnte.

Eine erfolgreiche Zeitigung von *Iguana*-Eiern kann grundsätzlich bei einer konstanten Substrattemperatur im Bereiche von 23,3 bis 32°C mit täglichen Höchstschwankungen von $\pm 0,5^\circ\text{C}$ angestrebt werden, wobei die zu Beginn der Zeitigung verwendete Menge Feuchtigkeit im Substrat im Verlaufe der Zeitigungsdauer nicht mehr ergänzt werden sollte, auch wenn die relative Luftfeuchtigkeit allmählich in niedere beziehungsweise „normale“ Bereiche absinkt. Zu hohe konstant erzielte Luftfeuchtigkeit und zu hohe Substratfeuchtigkeit können zum Absterben der vollentwickelten Embryonen unmittelbar vor oder während der Schlupfperiode führen.

S u m m a r y

37 eggs of *Iguana i. iguana* were laid on June 5, 1978, and incubated at temperatures of the substrate between 25-33°C (mean temperature: 29°C) and a relative humidity between 83-97% (mean humidity: 91,6%). Five juveniles hatched after 66 to 77 days (average 72 days). 18 eggs were found to be infertile. Eight eggs died due to a constant high substrate humidity, three eggs had been opened for control, two juveniles were released (heavy anomalies) and one juvenile died while hatching. The partially heavy daily changes in temperatures during the incubation period resulted in tail-deformities (kyphosis) in all juveniles and additionally in a protuberated eye in one which was successfully treated within the first weeks of life by application of an eye-ointment.

Iguana eggs may successfully be incubated at a constant temperature of the substrate in the range of 23,3 to 32°C with highest daily changes of $\pm 0,5^\circ\text{C}$. The initially used content of humidity in the substrate may not become adjusted anymore during the incubation period, even when the values of the relative humidity of the air are slowly decreasing into low and "normal" ranges. Both, too much humidity of the air and substrate are responsible for the death of fully developed embryos immediately before or during the hatching period.

S c h r i f t e n

- APEREN, W. VAN (1969): Notes on the artificial hatching of *Iguana* eggs. — Internat. Zoo Yearb., 9: 44-45. London.
- BAGH, S. VON (1962): Die Zucht des grünen Leguans, *Iguana iguana*, im hohen Norden. — Aquar.-Terrar.-Z., 15 (8): 244-247. Stuttgart.
- BELLAIRS, A. (1971): Die Reptilien. — Enzykl. Natur, 11: 385-767. Lausanne.
- BRAUNWALDER, M. E. (1977): Bemerkungen und Erfahrungen mit künstlichen Rasenmatten in der Terraristik. — Salamandra, 13 (3/4): 187-189. Frankfurt am Main.
- BURGHARDT, G. M. (1977): Of iguanas and dinosaurs: Social behaviour and communications in neonate reptiles. — Amer. Zool., 17: 177-190. Bloomington, Ind.
- BURGHARDT, G. M., GREENE, H. W. & RAND, A. S. (1977): Social behaviour in hatchling Green Iguanas: Life at a reptile rookery. — Science, 195: 689-691. Washington.
- DEDEKIND, K. (1977): Beobachtungen beim Schlupf und bei der Aufzucht eines Grünen Leguans, *Iguana iguana*, im Tierpark Berlin. — Zool. Gart., N. F., 47 (6): 413-418. Jena.
- ENDERLEIN, R. (1963): Freilandhaltung und Zucht des Grünen Leguans, *Iguana iguana*, in Schweden. — Zool. Gart., N. F., 28 (1): 1-7. Leipzig.

- FITCH, H. S. & HENDERSON, R. W. (1977): Age and sex differences, reproduction and conservation of *Iguana iguana*. — Milwaukee publ. Mus. Press, 13: 1-21.
- GREENE, H. W., BURGHARDT, G. M., DUGAN, B. A. & RAND, A. S. (1978): Predation and the defensive behaviour of Green Iguanas (Reptilia, Lacertilia, Iguanidae). — J. Herpetol., 12 (2): 169-176.
- HENDERSON, R. W. (1974): Aspects of the ecology of the juvenile Common Iguana (*Iguana iguana*). — Herpetologica, 30: 327-332.
- HIRTH, H. F. (1963a): The ecology of two lizards on a tropical beach. — Ecol. Monogr., 33 (2): 83-112. Durham, N. C.
- — — (1963b): Some aspects of the natural history of *Iguana iguana* on a tropical strand. — Ecology, 44 (3): 613-615. Brooklyn.
- HUN, E. (1972): Erfolgreiche Zucht des Grünen Leguans, *Iguana iguana*. — Salamandra, 8 (2): 100-101. Frankfurt am Main.
- KRAGTEN, I. G. (1977): Elevage et reproduction de l'Iguane vert, *Iguana iguana*, en captivité. — Centre Obs. belg. Reptil. Amphib. 3 (13/14): 22-26. Bruxelles.
- LAZELL, J. D. (1973): The lizard genus *Iguana* in the Lesser Antilles. — Bull. Mus. comp. Zool., 145 (1): 1-28. Cambridge, Mass.
- LICHT, P. & MOBERLY, W. R. (1965): Thermal requirements for embryonic development in the tropical lizard *Iguana iguana*. — Copeia, 1965: 515-517.
- MCGINNIS, S. M. & BROWN, C. W. (1966): Thermal behaviour of the Green Iguana, *Iguana iguana*. — Herpetologica, 22 (3): 189-199.
- MONTGOMERY, G. G., RAND, A. S. & SUNQUIST, M. E. (1973): Post-nesting movements of iguanas from a nesting aggregation. — Copeia, 1973: 620-622.
- MÜLLER, H. (1972): Ökologische und ethologische Studien an *Iguana iguana* L. (Reptilia: Iguanidae) in Kolumbien. — Zool. Beitr., N. F., 18: 109-131. Berlin.
- MÜLLER, K. J. (1977): Ahnt die Leguanmutter, wann die Jungen schlüpfen? — Tier, 17 (3): 34. Bern, Stuttgart.
- PETZOLD, H. G. (1970): Literatur zur Fortpflanzungsbiologie des Grünen Leguans, *Iguana iguana*. — Aquar. Terrar., 17 (5): 166. Leipzig, Jena, Berlin.
- RAND, A. S. (1968a): Desiccation rates in crocodile and iguana eggs. — Herpetologica, 24 (2): 178-180.
- — — (1968b): A nesting aggregation of iguanas. — Copeia, 1968: 552-561.
- — — (1972): The temperatures of *Iguana* nests and their relation to incubation optima and to nesting sites and seasons. — Herpetologica, 28 (3): 252-253.
- RAND, A. S. & ROBINSON, M. H. (1969): Predation on iguana nests. — Herpetologica, 25 (3): 172-174.
- RICKLEFS, R. E. & CULLEN, J. (1973): Embryonic growth of the Green Iguana, *Iguana iguana*. — Copeia, 1973: 296-305.
- ROON, H. D. VAN (1976): Verzorging en voortplanting van de Groene Leguaan, *Iguana i. iguana*, in gevangenschap. — Lacerta, 34 (6/7): 71-77. Lekkerkerk.
- SEXTON, O. J. (1975): Black vultures feeding on *Iguana* eggs in Panama. — Amer. Mid-land Naturalist, 93 (2): 463-468. Notre Dame, Ind.
- SHAW, S. E. (1960): Lizards with a hundred-million-year history. — Zoonooz, 33 (8): 3-5. San Diego, Cal.
- SWANSON, P. L. (1950): The iguana, *Iguana iguana iguana* (L.). — Herpetologica, 6: 187-193.
- WERNER, L. (1968): Beobachtungen an Grünen Leguanen. — Aquar. Terrar., 15 (1): 18-23. Leipzig, Jena, Berlin.

Verfasser: MATT E. BRAUNWALDER, Finsterrütistraße 5, CH-8134 Adliswil, Schweiz.