

# Nachzucht, Juvenilfärbung und Oophagie von *Mantella laevigata* im Vergleich zu anderen Arten der Gattung (Amphibia: Ranidae)

FRANK GLAW, KATHRIN SCHMIDT & MIGUEL VENCES

## Abstract

*Captive breeding, juvenile colouration, and oophagy of Mantella laevigata in comparison to other species of the genus (Amphibia: Ranidae).*

We report on the captive breeding of eight species of Malagasy poison frogs, genus *Mantella* (*M. laevigata*, *M. betsileo*, *M. viridis*, *M. expectata*, *M. baroni*, *M. madagascariensis*, *M. aurantiaca*, and *M. crocea*) in the years 1996-1998. Reproduction of these species, except of *M. laevigata*, was very similar to each other. Clutches of up to 130 eggs were deposited under moss layers or similar hidden places, or laid open onto the terrarium substrate. Embryonic development until hatching of tadpoles took place in the terrestrial environment. Juvenile colour patterns of the captive-bred species are described and documented by photographs. We also report on captive hybridizations between *M. madagascariensis* and *M. aurantiaca*, *M. aurantiaca* and *M. milotympanum*, and *M. madagascariensis* and *M. expectata*.

*M. laevigata* laid single, relatively large eggs which were attached to waterfilled half coconut shells, mostly above the water level. With a video camera, we were able to observe the mating and egg laying behaviour of one *M. laevigata* couple depositing an egg in the water of a coconut shell that already contained a larva. The tadpole did not show a special begging behaviour. After egg deposition, the tadpole searched for the egg and began eating it. After about one hour, the whole egg was consumed. Feeding experiments corroborated that *M. laevigata* tadpoles are specialized oophags. Larvae that were raised individually consumed a significantly larger number of eggs (up to 17 within 24 hours) than similarly sized tadpoles of *Mantella betsileo*. However, several facts indicate the presence of a relatively primitive egg feeding and parental care system in *Mantella laevigata*.

Key words: Anura; Mantellinae; *Mantella laevigata*; *Mantella* spp.; Malagasy poison frogs; captive breeding; parental care; oophagy; juvenile colouration.

## Zusammenfassung

In den Jahren 1996-1998 gelang uns die Nachzucht von acht Arten der Madagassischen Giftfrösche der Gattung *Mantella* (*M. laevigata*, *M. betsileo*, *M. viridis*, *M. expectata*, *M. baroni*, *M. madagascariensis*, *M. aurantiaca* und *M. crocea*). Die Fortpflanzung der genannten Arten verlief mit Ausnahme von *M. laevigata* sehr einheitlich; Gelege von bis zu 130 Eiern wurden unter Moospolster und in andere Verstecke oder offen auf den Terrarienboden gelegt und entwickelten sich bis zum Schlupf der Quappen außerhalb des Wassers. Die Jungtierfärbungen der gezüchteten Arten werden beschrieben und fotografisch dokumentiert. Wir erhielten lebensfähige Hybriden zwischen *M. madagascariensis* und *M. aurantiaca*, *M. aurantiaca* und *M. milotympanum* sowie *M. madagascariensis* und *M. expectata*.

*M. laevigata* zeichnete sich dagegen durch die Ablage einzelner, relativ großer Eier aus, die in wassergefüllten Kokosnußschalen, meist über dem Wasserspiegel, angeheftet wurden. Mit Hilfe einer Video-Kamera konnte das Paarungs- und Eiablageverhalten von *M. laevigata* in einer wassergefüllten Kokosnußschale dokumentiert werden, in der sich bereits eine Kaulquappe entwickelte. Die Kaulquappe zeigte bei Ankunft des Pärchens kein erkennbares „Bettelverhalten“. Nach der Eiablage suchte die Larve nach dem Ei und begann schließlich,

\* Diese Arbeit wurde mit dem Alfred-A.-Schmidt-Preis (1. Preis 1997) ausgezeichnet



sich durch die Gallerthülle zu beißen. Nach etwa einer Stunde war das Ei bis auf wenige Reste aufgefressen. Fütterungsexperimente bestätigten, daß die Kaulquappen von *M. laevigata* oophag spezialisiert sind und bis zu 17 Eier pro Tag fressen können. Im Vergleich zu ähnlich großen Quappen einer anderen Art (*M. betsileo*) ergab sich eine hochsignifikant größere Zahl von pro Tag gefressenen Eiern. Verschiedene Tatsachen weisen darauf hin, daß *M. laevigata* ein relativ primitives Eifütterungs- und Brutpflegesystem besitzt.

Schlagwörter: Anura; Mantellinae; *Mantella laevigata*; *Mantella* spp.; Madagassische Giftfrösche; Nachzucht; Brutpflegeverhalten; Oophagie; Jungtierfärbungen.

## 1 Einleitung

Die in ihrer Verbreitung auf Madagaskar beschränkte Froschgattung *Mantella* (Familie Ranidae) weist viele auffällige Ähnlichkeiten zu den mittel- und südamerikanischen Pfeilgiftfröschen (Familie Dendrobatidae) auf. Ihre bunte Färbung, Tagaktivität und ihr interessantes Verhalten haben beide Froschgruppen zu beliebten Terrarientieren gemacht. Dennoch ist bislang über das Fortpflanzungsverhalten und die Nachzucht von *Mantella*-Arten recht wenig bekannt. Bereits sehr früh und insgesamt relativ häufig wurde das Goldfröschen *M. aurantiaca* gezüchtet (WEISS 1963, MUDRACK 1965, 1974, ARNOULT 1966, OOSTVEEN 1978, 1985, VAN TOMME 1988, AMMER 1989, SIEGENTHALER 1989).

WOLPERT & MÜLLER (1980) und ZIEGENHAGEN (1981) beschrieben die Nachzucht von Tieren, die sie nach damaligem Kenntnisstand *M. cowani* zuordneten. Soweit aus den entsprechenden Abbildungen nachvollziehbar, handelte es sich wahrscheinlich bei ZIEGENHAGEN (1981) um *M. pulchra* und bei WOLPERT & MÜLLER (1980) um *M. madagascariensis*. Demgegenüber bezieht sich der Zuchtbericht von *M. madagascariensis* (BEUTELSCHIESS & BEUTELSCHIESS 1987) wahrscheinlich auf *M. baroni*.

ZIMMERMANN (1992) und ZIMMERMANN & ZIMMERMANN (1994) schrieben über die Nachzucht von *M. aurantiaca* und *M. crocea* sowie über die Aufzucht von *M. viridis*-Kaulquappen. Über eine vollständige Nachzucht von *M. viridis* wurde bislang nichts publiziert. OTTENSMAHN (1993) verfaßte einen Bericht über die Nachzucht von *M. crocea*. Schließlich berichteten wir (VENCES et al. 1996; GLAW et al. 1998) über erstmalige Nachzuchterfolge von *M. betsileo* und *M. laevigata*.

Allgemeinere Berichte über Haltung und Nachzucht von *Mantella*-Arten wurden von UNFRIED (1987), LEBERRE (1993), HERMANN (1993), BARTHELT (1995) und STANISZEWSKI (1996) verfaßt. Aus diesen Artikeln ist jedoch leider nicht oder nur teilweise erkennbar, welche eigenen Erfahrungen die Autoren bei der Zucht der *Mantella*-Arten gesammelt haben und welche Angaben aus der Literatur oder anderen Quellen übernommen wurden.

Über die Fortpflanzung der *Mantella*-Arten in der Natur ist noch weniger bekannt. ARNOULT (1966) machte erste Angaben zur Reproduktion von *M. aurantiaca*. KLÜCHLING (1993) fand ein Gelege von *M. betsileo* im Freiland, während GLAW & VENCES (1992a) Kaulquappen und Jungtiere dieser Art beschrieben. GLAW & VENCES (1992b, 1994) entdeckten, daß *M. laevigata* bis zu vier Meter hoch auf Bäume klettert und sich im Gegensatz zu den anderen *Mantella*-Arten in wassergefüllten Baumhöhlen und Bambussegmenten fortpflanzt. GLAW & VENCES (1994) beschrieben die Kaulquappen von *M. viridis* aus einem fast ausgetrockneten Bachlauf.

Gegenwärtig lassen sich etwa 17 verschiedene *Mantella*-Formen unterscheiden (VENCES et al. 1999), die sich morphologisch sehr stark ähneln und vor allem anhand ihrer Färbung diagnostizierbar sind; den meisten gebührt zweifellos Artstatus, bei einigen anderen sind diesbezüglich noch weitere Untersuchungen notwendig. Elf dieser Formen wurden von uns im Zeitraum 1995-1997 im Zoologischen Forschungs-

institut und Museum Alexander Koenig (ZFMK), Bonn, gehalten, wobei von einer Form (*Mantella milotympanum*) nur Weibchen und von *M. pulchra* nur zwei Exemplare vorhanden waren. 1996 und 1997 gelang uns die Nachzucht von acht Arten, wobei wir nachfolgend insbesondere über die Fortpflanzung und das Kaulquappenverhalten von *M. laevigata* berichten wollen.

Nach VENCES et al. (1999) verwenden wir hier den Namen *M. baroni* für die Art, die wir bislang (GLAW & VENCES 1994) als *M. madagascariensis* bezeichneten, den Namen *M. madagascariensis* für Tiere, die wir bislang als *M. „lopei“* bezeichneten (vgl. auch VENCES et al. 1998) und den Namen *M. milotympanum* für an *M. aurantiaca* erinnernde Tiere mit schwarzem Trommelfell.

## 2 Haltung

Die Haltung der meisten *Mantella*-Arten im ZFMK erfolgte in Terrarien von 100x60 cm Grundfläche und einer Höhe von 35 cm. Nur *M. laevigata* bezog angesichts ihrer Kletterfähigkeit zunächst ein 94 cm hohes Terrarium mit einer Grundfläche von 50x60 cm. Da die angebotenen Klettermöglichkeiten jedoch kaum genutzt wurden, setzten wir die Tiere 1997 ebenfalls in ein großflächigeres Terrarium (100x60x35 cm) um. Von den meisten Arten wurden Zuchtgruppen von circa 5-15 Tieren gehalten.

Der Boden sämtlicher Terrarien wurde mit einer 2 cm dicken Presskorkplatte ausgelegt, aus der verschieden große Aussparungen herausgeschnitten waren. Die Terrarien wurden schließlich leicht mit Wasser aufgefüllt (Tiefe 1-2 cm), so daß die Aussparungen im Presskork als kleine „Teiche“ fungierten. Die Einrichtung der Terrarien bestand aus Korkplatten, größeren Wurzeln, Kletterrsten und Pflanzen (*Scindapsus*, Araceen, *Ficus pumilio*). In das Terrarium von *M. laevigata* wurden halbierte, wassergefüllte Kokosnußschalen (Abb. 1) und senkrecht aufgestellte, wassergefüllte und unten verschlossene PVC-Röhre eingebracht, die als Baumhöhlen- beziehungsweise Bambusersatz dienen sollten.

Gesunde und eingewöhnte Tiere erwiesen sich in der Haltung als unproblematisch. Günstige Haltungstemperaturen liegen nach unseren Erfahrungen zwischen 20-26 °C, wobei eine Nachtabsenkung um 2-3 °C den Verhältnissen in der Natur entspricht. Vorübergehende Tagestemperaturen von 30 °C schädeten den Tieren nicht. Die Fütterung erfolgte hauptsächlich mit flugunfähigen Fruchtfliegen (*Drosophila melanogaster* und *D. hydei*), die regelmäßig mit verschiedenen Vitaminpräparaten (unter anderem Osspulvit, Necton-Rep, Reptolife) eingestäubt wurden.

Die Beleuchtung erfolgte über Leuchtstoffröhren und bei Bedarf über Glühlampen als Heizung. Darüberhinaus waren die Tiere im Terrarienraum über ein größeres Fenster kontinuierlich dem Einfluß des Tageslichtes ausgesetzt.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Nachzucht von *M. betsileo*, *M. viridis*, *M. expectata*, *M. baroni*, *M. madagascariensis*, *M. aurantiaca* und *M. crocea*

Mit Ausnahme von *M. laevigata* verlief die Fortpflanzung der von uns gezüchteten *Mantella*-Arten weitgehend identisch, allerdings liegen nicht von allen Formen komplette Beobachtungen vor. Generell wurden zusammenhängende Gelege von bis zu 130 Eiern (Abb. 2-5) in feuchte, meist lichtgeschützte Verstecke abgelegt. Im Terrarium erwiesen sich mit Moos durchsetzte Graspolster, die auf feuchten Korkplatten lagen, als besonders geeignete und gut kontrollierbare Eiablageplätze. Dane-





Abb. 1. *Mantella laevigata*-Eier in den wassergefüllten Kokosnußschalen, die im Terrarium zur Paarung und Eiablage genutzt wurden.

Eggs of *Mantella laevigata* in waterfilled half coconut shells, which were used as mating and egg deposition site.

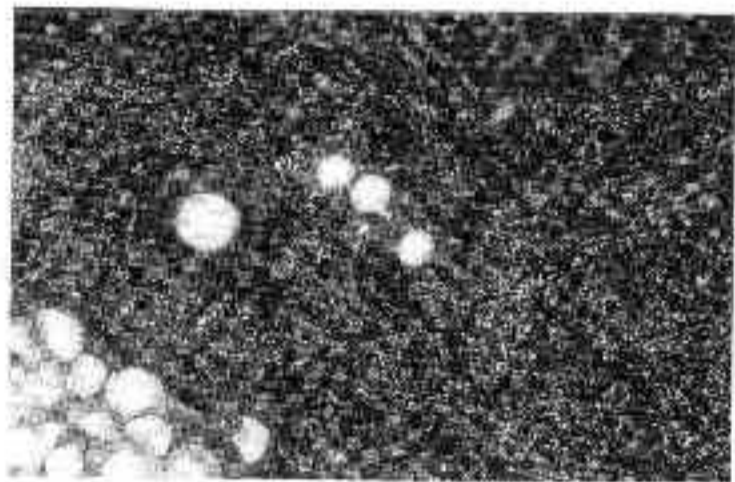


Abb. 2. Ein (großes) Ei von *Mantella laevigata* im Größenvergleich mit mehreren (unbefruchteten) Eiern von *M. milotympanum*.  
One (large) egg of *Mantella laevigata* in comparison to several eggs of an unfertilized clutch of *M. milotympanum*.

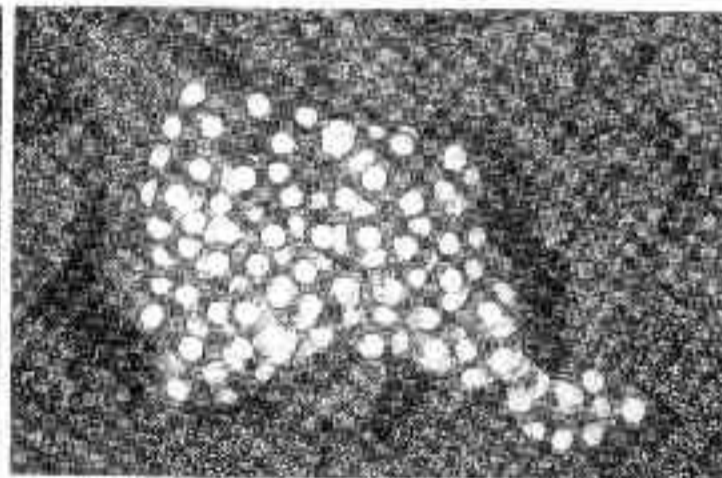


Abb. 3. Frisches Gelege von *Mantella betsileo* (Nachzucht 1996).

Freshly laid clutch of *Mantella betsileo* (captive-bred 1996).

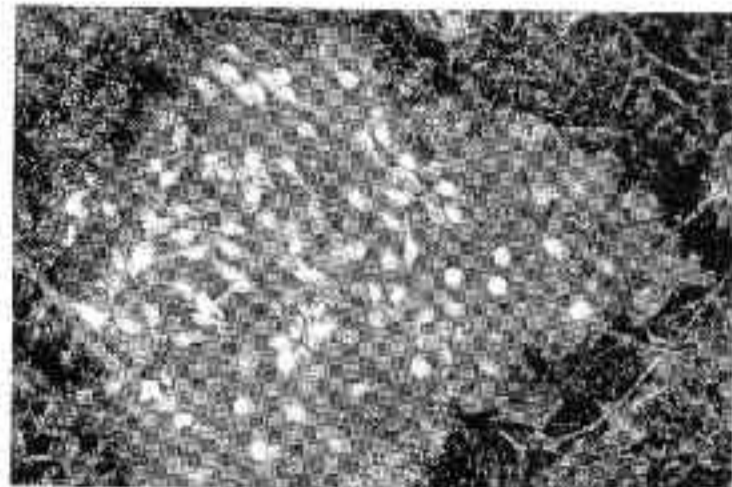


Abb. 4. Sechs Tage altes, beinahe schlupfreifes Gelege von *Mantella viridis* (Nachzucht 1996).

Clutch of *Mantella viridis* (captive-bred 1996) six days after egg deposition; tadpoles nearly ready to hatch.

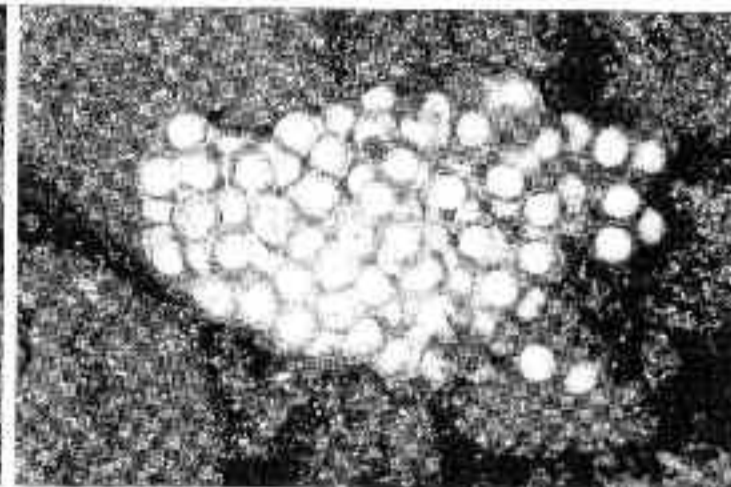


Abb. 5. Einen Tag altes Gelege von *Mantella aurantiaca*.

Clutch of *Mantella aurantiaca* one day after egg deposition.

ben wurde Laich auch unter umgedrehten halbierten Kokosnußschalen und ähnlichen Strukturen, zum Teil auch lichtexponiert, abgelegt.

Im Frühjahr 1995 importierte Tiere pflanzten sich im gleichen Jahr nicht fort. 1996 steigerte sich die Rufaktivität kontinuierlich mit zunehmender Tageslänge. Die Fortpflanzung der meisten Arten begann im Juni, kurz bevor die Tageslänge ihren Höhepunkt erreicht hatte, und erstreckte sich bis September. 1997 begann die Fortpflanzungsaktivität im Mai.

Quappe	Alter	GL	n Versuche	Eier nach 24 h gefressen
<i>Mantella laevigata</i>				
1	28 Tage	24 mm	2	5 (5; 5)
2	19 Tage	13 mm	4	4 (1; 5; 5; 5)
3	16 Tage	13 mm	4	2,75 (2; 1; 4; 4)
4	30 Tage	14 mm	4	0 (0; 0; 0; 0)
5	22 Tage	13 mm	2	0,5 (1; 0)
6	?	19 mm	2	5 (6; 4)
7	?	30 mm	2	4 (7; 1)
8	?	30 mm	2	5,5 (8; 3)
9	?	24 mm	3	5,3 (8; 4; 4)
10	13 Tage	13 mm	4	4 (1; 5; 5; 5)
<i>Mantella betsileo</i>				
1	53 Tage	14 mm	2	0 (0; 0)
2	53 Tage	20 mm	2	0 (0; 0)
3	53 Tage	18 mm	2	0 (0; 0)
4	44 Tage	15 mm	2	2,5 (1; 4)
5	44 Tage	16 mm	3	2 (3; 1; 2)
6	44 Tage	12 mm	3	0 (0; 0; 0)
7	44 Tage	13 mm	3	1,7 (0; 0; 5)
8	44 Tage	13 mm	3	1 (1; 0; 2)
<i>Mantella madagascariensis</i>				
1	62 Tage	31	3	2 (0; 2; 4)

Tabelle 1. Ergebnisse der statistisch ausgewerteten Fütterungsexperimente mit Kaulquappen von *M. laevigata*, *M. betsileo* und *M. madagascariensis*. Die Anzahl gefressener Eier pro Quappe wird als Mittelwert der *n* durchgeführten Versuche angegeben (Ergebnisse der Einzelversuche dahinter in Klammern).

Results of feeding experiments for tadpoles of *M. laevigata*, *M. betsileo*, and *M. madagascariensis*. Tadpoles were offered different numbers of *Mantella* eggs, and after 24 h, the number of eggs consumed was recorded („Eier nach 24 h gefressen“). For each tadpole, we carried out 2-4 experiments (*n*), and used the mean value of each specimen for statistical analysis (in parentheses; results of the single experiments). GL = total length of tadpole; Alter = age of tadpole in days. Only experiments used for statistical analysis are listed; in additional trials, up to 17 eggs were eaten by *M. laevigata* tadpoles. Differences between *M. laevigata* and *M. betsileo* were statistically significant ( $p < 0.01$ , U-test;  $p < 0.05$ , ANCOVA with GL as covariable).





Abb. 6. Jungtier von *Mantella laevigata* (ZFMK 65629, Nachzucht 1996) 137 Tage nach der Metamorphose (KRL 20-21 mm).  
Juvenile of *Mantella laevigata* (ZFMK 65629; captive-bred 1996; snout-vent length 20-21 mm) 137 days after metamorphosis.



Abb. 7. Ventralseite des Tieres von Abbildung 6.  
Ventral side of specimen shown in Figure 6.



Abb. 8. Jungtier von *Mantella betsileo* (Nachzucht 1996) etwa acht Wochen nach der Metamorphose.  
Juvenile of *Mantella betsileo* (captive-bred 1996) approximately eight weeks after metamorphosis.

Die Entwicklung der Gelege verlief ohne erkennbaren Grund sehr unterschiedlich; bei vielen schlüpften aus fast allen Eiern gesunde Larven, andere Gelege entwickelten sich nur zum Teil oder gar nicht. Die Gelege ohne erkennbare Entwicklung waren vermutlich nicht befruchtet.

Frische Gelege erwiesen sich zum Teil als empfindlich gegenüber Entfernung vom Eiablageplatz, so daß es manchmal zum Abbruch der Entwicklung kam. Gelege mit bereits deutlich erkennbaren Embryonen zeigten diese Probleme nicht. Die



Abb. 9. Jungtier von *Mantella viridis* (Nachzucht 1996) wenige Tage nach der Metamorphose.

Juvenile *Mantella viridis* (captive-bred 1996) few days after metamorphosis.

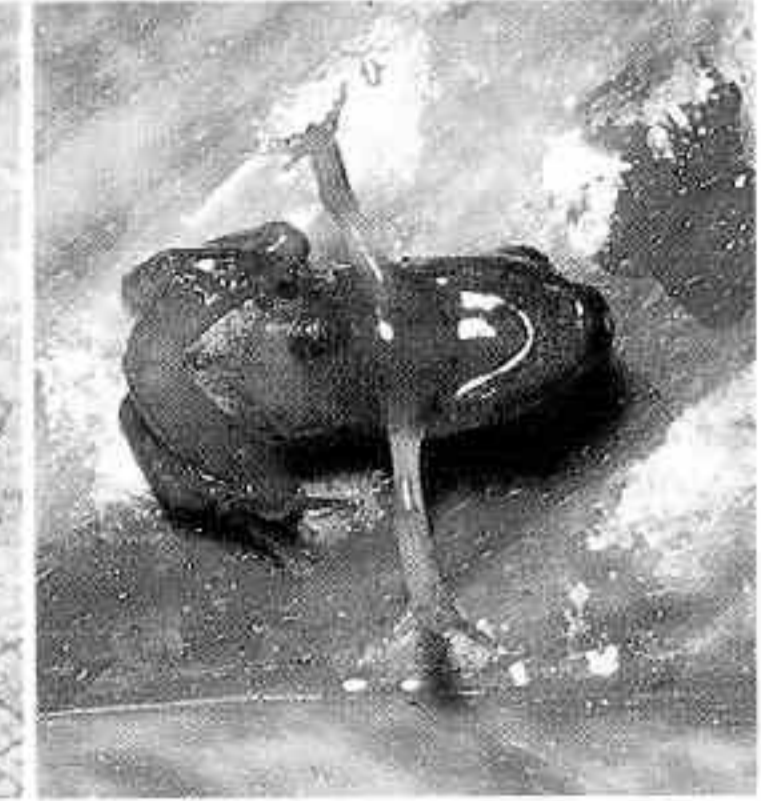


Abb. 10. Ventralseite eines Jungtiers von *Mantella viridis* (Nachzucht 1998) wenige Tage nach der Metamorphose.

Ventral side of a juvenile *Mantella viridis* (captive-bred 1998) few days after metamorphosis.



Abb. 11. Jungtier von *Mantella viridis* (Nachzucht 1996) circa 5-7 Monate nach der Metamorphose.

Juvenile *Mantella viridis* (captive-bred 1996) approximately 5-7 months after metamorphosis.



Abb. 12. Ventralseite des Tieres von Abbildung 11.

Ventral side of specimen shown in Figure 11.



Gelege wurden daher in diesem Stadium zur besseren Kontrolle in einzelne Schalen umgesetzt. Ein Grund für die Empfindlichkeit einiger Gelege gegenüber Störungen war nicht zu erkennen. Es kann jedoch ausgeschlossen werden, daß – wie in der Literatur oft vermutet – Lichtempfindlichkeit des Laichs dafür verantwortlich war, da sich auch dauerhaft lichtexponierte und sogar mit starkem Blitzlicht fotografierte Gelege problemlos entwickelten. Um ein Austrocknen der Gelege zu verhindern, wurden sie dennoch nach dem Umsetzen weitgehend abgedeckt.

Nach 9-16 Tagen waren die Gelege schlupffrei und wurden mit Wasser überflutet, um den Schlupf der Larven auszulösen. Die Kaulquappen wurden in Aquarien überführt und hauptsächlich mit handelsüblichem Zierfischfutter (TetraMin und PlectoMin) ernährt. Bei Temperaturen zwischen 18-25 °C vollendeten sie 67-122 Tage nach der Eiablage die Metamorphose. Die Entwicklung der Larven verlief prinzipiell problemlos, allerdings führte eine zu dichte Haltung der Kaulquappen trotz regelmäßigem Wasserwechsel zu sehr kleinen Jungtieren. Larven aus überschaubaren Gelegen erreichten meist selbständig kleine Wasserstellen im Terrarium, in denen sie die Metamorphose vollendeten.

Die Ernährung der Jungtiere erwies sich als relativ problemlos, sobald diese eine Größe von gut einem Zentimeter erreicht hatten und flugunfähige *Drosophila melanogaster* erbeuten konnten. Kleinere Jungtiere wurden mit Springschwänzen gefüttert. Eine kontinuierlich hohe Konzentration vitaminisierter Futtermittel und eine nicht zu hohe Temperatur scheinen für die Aufzucht wichtig zu sein. Weniger als ein Jahr nach der Metamorphose begannen die Nachzuchten mit erster Rufaktivität (sicher beobachtet bei *M. betsileo* und *M. aurantiaca*). Von *M. betsileo*, die wir bereits 1995 nachgezüchtet hatten (VENCES et al. 1996), konnte 1997 die F2 erzielt werden. Insgesamt erhielten wir 1996 etwa 40 sich gut entwickelnde *Mantella*-Gelege, und viele hundert Kaulquappen erreichten die Metamorphose.

Tabelle 1 zeigt für einige Quappen von *M. betsileo* und eine von *M. madagascariensis* die Größe nach 6-9 Wochen. Fünf *M. betsileo*-Larven im Alter von 44 Tagen nach Eiablage hatten Gesamtlängen (Kopf-Rumpf-Längen in Klammern) von 12-16 mm (4-7 mm), drei *M. betsileo*-Quappen im Alter von 53 Tagen maßen 14-20 mm (7 mm), und eine *M. madagascariensis*-Quappe im Alter von 62 Tagen maß 31 mm (9 mm).

### 3.2 Hybridisierungen

Zur Untersuchung der Verwandtschaftsbeziehungen und des taxonomischen Status einiger Formen führten wir eine Reihe kontrollierter Hybridisierungen durch. Kaulquappen aus der Kreuzung *M. aurantiaca*-Männchen × *M. madagascariensis*-Weibchen gelangten 68-82 Tage nach der Eiablage zur Metamorphose, während sich die ersten Jungtiere aus der Kreuzung *M. madagascariensis*-Männchen × *M. aurantiaca*-Weibchen erst nach 110 Tagen verwandelt hatten. Weiterhin gelang die Kreuzung *M. aurantiaca*-Männchen × *M. milotympanum*-Weibchen, aus der 75 Tage nach der Eiablage die ersten Jungtiere hervorgingen. Ein Gelege der Kreuzung *M. madagascariensis*-Männchen × *M. milotympanum*-Weibchen entwickelte sich nicht.

Die Jungtiere aus einem Teil der Hybridisierungen (*M. aurantiaca*-Männchen × *M. madagascariensis*-Weibchen sowie *M. aurantiaca*-Männchen × *M. milotympanum*-Weibchen) zeigten eine starke Anfälligkeit gegenüber Streß. Im Extremfall reichte bereits das Öffnen des Terrariums, um bei den Tieren Krampfstörungen hervorzurufen, die sich besonders durch Zuckungen und das Ausstrecken der Hinterbeine sowie durch eine generelle Unfähigkeit zu kontrollierten Bewegungen äußer-

ten. Nach einigen Minuten Ruhe erholten sich die Frösche jedoch vollständig. Jungtiere aus anderen Gelegen, die unter identischen Bedingungen gehalten wurden, zeigten keine vergleichbare Streßanfälligkeit.

Sechs subadulte Hybridexemplare aus einer unbeabsichtigten Kreuzung, wahrscheinlich zwischen *M. madagascariensis* und *M. aurantiaca*, sind unter den Nummern ZFMK 65631-65136 konserviert. Ein Exemplar aus der Kreuzung *M. madagascariensis* Männchen × *M. aurantiaca* Weibchen ist unter der Nummer ZFMK 65638 konserviert (KRL 18,5 mm).

### 3.3 Neue Daten zur Nachzucht von *M. laevigata*

Das 1996 nachgezogene Jungtier von *M. laevigata* (vgl. GLAW et al. 1998) wurde am 22.10.1997 konserviert (ZFMK 65629). Es hatte bereits am 29.4.1997 eine Kopf-Rumpf-Länge (KRL) von 20-21 mm erreicht; am Konservierungsdatum (ca. 11 Monate nach der Metamorphose) betrug die KRL 20,5 mm.

1997 begannen die ersten Eiablagen von *M. laevigata* am 11.5., nachdem wir unsere Zuchtgruppe (12 Tiere) etwa eine Woche zuvor in ein neu eingerichtetes Becken mit größerer Grundfläche umgesetzt hatten. Einige Tiere konnten aufgrund ihrer Rufaktivität beziehungsweise ihrer plumperen und dickeren Körperform eindeutig als Männchen beziehungsweise Weibchen identifiziert werden, eine eindeutige Geschlechtsunterscheidung war jedoch bei vielen Exemplaren nicht möglich. Eier wurden regelmäßig im Abstand von wenigen Tagen abgelegt. Wie schon im Freiland festgestellt (vgl. GLAW & VENCES 1992b), wurden auch im Terrarium besonders nach starken Regenschauern (z.B. am 8.6.1997) die meisten Eier gelegt (bis zu acht Eier an einem Tag). Die Eiablage erfolgte wie 1996 hauptsächlich in den Kokosnußschalen. Eier, die in mit Blättern ausgekleidete Plastikschälchen abgelegt wurden, waren vermutlich zu einem beträchtlichen Teil unbefruchtet, entwickelten sich jedenfalls durchgängig nicht. Fünf genauer beobachtete Eier schlüpfen nach jeweils 6-9 Tagen. Alle erhaltenen Eier (mehrere Dutzend) wurden einzeln abgelegt und waren einfarbig weiß (pigmentlos).

Zur Aufzucht wurden die Kaulquappen herausgefangen und meist einzeln in kleinen Schalen gehältert. Fünf Kaulquappen wurden hingegen zusammen in ein Aquarium gesetzt und konnten dort problemlos, wie die Larven anderer *Mantella*-Arten, aufgezogen werden.

Da wir festgestellt hatten, daß die adulten *M. laevigata* auf direkte Beobachtung empfindlich reagierten, richteten wir eine Video-Kamera auf eine Kokosnußschale, in der eine mittelgroße Kaulquappe belassen wurde. Am 30.6.1997 gelang es uns auf diese Weise, eine Paarung und Eiablage in dieser Kokosnußschale zu beobachten. Während der Paarung hielt das Männchen die Arme um den Kopf des Weibchens (vgl. Abschnitt 4.3).

Das Ei wurde im Gegensatz zu den bis dahin beobachteten *M. laevigata*-Eiern nicht über, sondern unter der Wasseroberfläche an die Kokosnuß geheftet. Die Kaulquappe in der Kokosnußschale zeigte bei Ankunft des Pärchens kein erkennbares Bettelverhalten. Nach der Eiablage suchte die Larve, offensichtlich olfaktorisch, nach dem Ei, und begann schließlich, sich durch die Gallerthülle zu beißen. Nach etwa einer Stunde war das Ei bis auf wenige Reste aufgeessen und der Bauch der Quappe durch den aufgenommenen Dotter weiß gefärbt. Ein weiteres, auffallend kleines Ei wurde am 5.7.1997, ebenfalls unter der Wasseroberfläche abgelegt und war am 6.7. aufgeessen. Am 8.7. fand sich ein großes Ei (Durchmesser 2,7 mm) etwa 5 mm über dem Wasserspiegel; am 10.7. zeigte dieses Ei erste Entwicklungsspuren.



Das Wachstum dieser im Terrarium aufgewachsenen Kaulquappe, die offensichtlich ausschließlich von arteigenen Eiern lebte, war gegenüber den ohne Eifütterung aufgezogenen Larven erheblich beschleunigt.

Die Gesamtlänge (Kopf-Rumpf-Länge in Klammern) einiger künstlich aufzogener Larven (Tab. 1) betrug im Alter von 16-19 Tagen 13 mm (5 mm; Quappen 4 und 5), im Alter von 28-30 Tagen 14-24 mm (4-8 mm; Quappen 2 und 6), und im Alter von 44 Tagen 29 mm (12 mm; Quappe 3).

Von sechs Quappen können (unvollständige) Angaben zur Entwicklungsdauer gemacht werden. Die Entwicklung dieser Quappen wurde vom Zeitpunkt der Eiab-



Abb. 13. Jungtier von *Mantella expectata* (Nachzucht 1998) wenige Wochen nach der Metamorphose.

Juvenile *Mantella expectata* (captive-bred 1998) few weeks after metamorphosis.



Abb. 15. Jungtier von *Mantella baroni* (Nachzucht 1996) circa 5-7 Monate nach der Metamorphose.

Juvenile *Mantella baroni* (captive-bred 1996) approximately 5-7 months after metamorphosis.



Abb. 14. Ventralseite des Tieres von Abbildung 13.

Ventral side of specimen shown in Figure 13.



Abb. 16. Ventralseite des Tieres von Abbildung 15.

Ventral side of specimen shown in Figure 15.

lage an jeweils 37, 39 42, 59 und 60 Tage lang dokumentiert. Keine der Larven hatte nach den genannten Zeiträumen die Metamorphose vollendet.

### 3.4 Eifütterungsexperimente

Um die Spezialisierung der Kaulquappen von *M. laevigata* auf das Fressen von Eiern auch experimentell nachzuweisen, führten wir Fütterungsexperimente durch. Dabei wurde den einzeln in Plastikschaalen gehaltenen Quappen eine bestimmte Zahl von



Abb. 17. Jungtier von *Mantella madagascariensis* (Nachzucht 1996) wenige Wochen nach der Metamorphose.

Juvenile *Mantella madagascariensis* (captive-bred 1996) few weeks after metamorphosis.



Abb. 18. Ventralseite des Tieres von Abbildung 17.

Ventral side of specimen shown in Figure 17.



Abb. 19. Jungtier von *Mantella crocea* (Nachzucht 1996) circa 5-7 Monate nach der Metamorphose.

Juvenile *Mantella crocea* (captive-bred 1996) approximately 5-7 months after metamorphosis.



Abb. 20. Ventralseite des Tieres von Abbildung 19.

Ventral side of specimen shown in Figure 19.

