

Unterschiede in der Pupillenform bei einigen Arten der Gattung *Phelsuma*

Josua WOHLER

Zusammenfassung: Die Pupillenform von 25 Arten und Unterarten der Gattung *Phelsuma* wurde unter dem Einfluss von Licht untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass alle untersuchten Arten Spaltpupillen in unterschiedlich starker Ausprägung besitzen. Die Pupillenform als Artmerkmal und Spaltpupillen als Überbleibsel der nachtaktiven Vorfahren der Gattung werden diskutiert.

Einleitung

Im Oktober 2012 besuchte ich Mauritius, um mir vor Ort ein Bild von den Verbreitungsvarianten von *Phelsuma cepediana* (MILBERT, 1812) zu machen. Seit der Publikation von AUSTIN et al. (2004) ist bekannt, dass sich innerhalb der Art *P. cepediana* mehrere unbearbeitete, genetische Taxa befinden (vgl. auch HARMON et al. 2008). Eigene Untersuchungen bestätigen dies (WOHLER, in Vorbereitung). Der taxonomische Status von *P. cepediana* ist daher revisionsbedürftig, weshalb ich alle untersuchten Exemplare dieser Art als *P. cepediana* sensu lato bezeichne. Auf meinen Fotografien zeigte sich, dass *Phelsuma cepediana* s. l. deutliche Spaltpupillen vergleichbar mit einem Katzenauge hat. Dies erstaunte mich sehr, da in der mir damals bekannten Literatur lediglich erwähnt wird, dass *Phelsuma guentheri* BOULENGER, 1885 Spaltpupillen hat, bei den anderen Arten der Gattung wird davon ausgegangen, dass sie runde Pupillen haben (vgl. BERGHOF 2008; HALLMANN et al. 2008; ROCHA et al. 2010). Dies veranlasste mich dazu, zu diesem Thema zu recherchieren. Dabei stellte sich heraus, dass dies bereits anderen Autoren auffiel: Gemäss UNDERWOOD (1954) haben *Phelsuma guentheri* und *Phelsuma edwardnewtoni* BOULENGER, 1884 eine „senkrecht-elliptische“ Pupille, wobei er sich bei *Phelsuma edwardnewtoni* auf Präparate stützt. VINSON & VINSON (1969) erwähnen am Rande, dass sämtliche auf Mauritius heimischen Arten der Gattung *Phelsuma* Spaltpupillen aufweisen. Die Pupillenform der auf Mauritius lebenden Arten sei „straight vertical“ (gerade senkrecht). *Phelsuma ornata* GRAY, 1825 weise fast runde, unter starker Beleuchtung senkrechte Pupillen auf, die jedoch runder als bei anderen Maskarenen-Arten seien. Die Ausprägung von Spaltpupillen sei bei den Arten aus Mauritius aufsteigend in folgender Reihenfolge: *Phelsuma ornata*, *Phelsuma guimbeaui* MERTENS, 1963, *Phelsuma rosagularis* VIN-

SON & VINSON, 1969, *Phelsuma cepediana*, *Phelsuma guentheri*. Bei *Phelsuma edwardnewtoni* vermuten VINSON & VINSON (1969) im Gegensatz zu UNDERWOOD (1954), der von Spaltpupillen ausgeht, anhand von Präparaten mehr oder weniger runde Pupillen. MERTENS (1972b) vermutet daraufhin anhand von Präparaten der senckenbergischen Sammlung, dass auch weitere Arten der Gattung „senkrecht-ovale“ Pupillen haben, verweist aber darauf, dass Arten mit senkrechter Pupille als Präparate runde Pupillen und Arten mit runder Pupille durchaus senkrecht-ovale Pupillen aufweisen können (MERTENS 1972). Er beobachtet bei *P. madagascariensis* (GRAY, 1831) runde Pupillen und beschreibt an diesem Beispiel, dass eine runde Pupille sich durchaus leicht seitlich zusammenziehen könne. Er kommt zum Schluss, dass eine kreisrunde Pupille im Leben nicht nur *P. madagascariensis*, sondern auch *P. abbotti* STEJNEGER, 1893, *P. laticauda* (BOETTGER, 1880), *P. lineata* (GRAY, 1842) und *P. quadriocellata* (PETERS, 1883) eigen sei. Eine bemerkenswerte Ausnahme mache *P. standingi* METHUEN & HEWITT, 1913 aus Südwest-Madagaskar. Dabei bezieht er sich auf Präparate (SMF 57863, 59571), aber auch auf eigene Beobachtungen im Terrarium (MERTENS 1972b). Die Angaben von MERTENS erscheinen mir ungenau, da es sich, wie bereits erläutert, um Konservierungsartefakte handeln kann. Ich machte zwei Versuchsreihen, um neue Daten zur Pupillenform zu erhalten und stellte diese bereits vorhandenen Daten gegenüber.

Methoden

Ich leuchtete verschiedenen Exemplaren der Gattung *Phelsuma*, welche ca. 8cm unter einer T-5 Leuchtstoffröhre mit Tageslichtspektrum saßen, aus einer Distanz von ca. 30 cm ca. fünf bis zehn Minuten lang in das mir zugewendete Auge und unterschied lediglich zwischen Spalt- und Rundpupille. Da es mir bei einer *P. kochi* MERTENS, 1954, welche



Abb. 1: *P. v-nigra comoraegrandensis* zusammengesogene Pupille (r). **Fig. 1:** *P. v-nigra comoraegrandensis* with the pupil contracted (r).

gemäß Versuchsreihe 1 runde Pupillen aufweist, in der sommerlichen Außenhaltung beim Aufwärmen in der hellen Morgensonne erschien, dass sie ebenfalls leicht ausgeprägte Spalt Pupillen aufweise, verfeinerte ich die Methode. Ich setzte Tiere in ein Glasröhrchen und legte dieses jeweils für mindestens fünf Minuten in einen Schrank, damit sich die Pupillen vollständig ausweiteten. Ich nahm die Tiere aus dem Schrank und lichtete sie bei gedämpftem Licht so schnell wie möglich ohne Blitzlicht ab, anschließend leuchtete ich für fünf Minuten ein Auge mit einer 150 Watt Mischlichtlampe aus, so dass sich die Pupille zusammen zog. Nun machte ich erneut ein Foto. Dies erbrachte teilweise nicht den gewünschten Effekt und ich stieg auf natürliches Sonnenlicht um. So lichtete ich die Tiere, welche ich für fünf Minuten so hielt, dass die Augen von der Sonne beschienen wurden, erneut im besagten Glasröhrchen ab.

Grundsätzlich wurde ein Exemplar pro Art untersucht, um nicht unnötig viele Tiere zu stressen. Um sicher zu stellen, dass es sich nicht lediglich um innerartliche individuelle Unterschiede handelt, habe ich bei *P. kochi* zusätzlich vier Individuen und bei *P. cepediana* s. l. von zwei Fundorten jeweils zwei Tiere untersucht.

Ich führte die Untersuchung im August 2013 jeweils zwischen drei und acht Uhr nachmittags in meinem Garten (Dettighofen, CH) durch.

Da es sich als schwierig herausstellte, die Bilder in eine sinnvolle Reihenfolge zu bringen, rechnet

ich mit Verhältnissen anhand der Fotos. Um Winkelverzerrungen entgegenzuwirken, integrierte ich die Iris in die Berechnung und erhielt so folgende Formel:

$$\frac{\text{Augenhöhe}}{\text{Pupillenhöhe}} : \frac{\text{Augenbreite}}{\text{Pupillenbreite}}$$

Je näher das Resultat bei 1 liegt, desto runder also die Pupille. Ich teilte die untersuchten Arten in folgende Kategorien ein:

1. Pupillenverhältnis unter Lichteinfall > 0,9
2. Pupillenverhältnis unter Lichteinfall 0,8–0,9
3. Pupillenverhältnis unter Lichteinfall 0,7–0,8
4. Pupillenverhältnis unter Lichteinfall < 0,7

Das Verhältnis sagt wenig über die effektive Form der Pupille aus, deshalb unterscheide ich zusätzlich folgendermaßen:

r: runde Pupille

o: ovale Pupille

v: vier abgerundete Ecken

kr: konvexe Pupille, Spitze rund zulaufend

ks: konvexe Pupille, Spitze spitz zulaufend

kSp: konvexe Pupille, mit Übergang in einen dünnen Spalt an den Spitzen

Da ich eine Verbindung zum eiklebenden Verhalten vermute, bezog ich den Eiablage-Modus (eiklebend oder freilegend) in die Untersuchung ein.

Untersucht wurden folgende Arten und Unterarten der Gattung *Phelsuma*: *P. abbotti* STEJNEGER, 1893 oder *P. a. chekei* (BORNER & MINUTH, 1984) (Unterart ist nicht gesichert), *P. barbouri* LOVERIDGE, 1942, *P. borbonica agalegae* CHEKE, 1975, *P. borbonica borbonica* MERTENS, 1966, *P. borbonica mater* MEIER, 1995, *P. cepediana* s. l. (von den Terrarienlinien lokaler Verbreitungsvarianten „Île au Cerf“ und angeblich „südlich vom Montagne Cocotte“), *P. guimbeaui*, *P. hoeschi* BERGHOF & TRAUTMANN, 2009, *P. inexpectata* MERTENS, 1966, *P. klemmeri* (SEIPP, 1991), *P. kochi*, *P. laticauda laticauda* (BOETTGER, 1880), *P. mutabilis* (GRANDIDIER, 1869), *P. nigristriata* MEIER, 1984, *P. ornata*, *P. cf. dorsivittata* MERTENS, 1964 (vgl. GEHRING et al. 2013, ehemals „*parva* West“), *P. pasteyri* MEIER, 1984, *P. pronki* SEIPP, 1994, *P. quadriocellata quadriocellata* (PETERS, 1883), *P. robertmertensi* MEIER, 1980, *P. rosagularis*, *P. standingi*, *P. vanheygeni* LERNER, 2004, *P. v-nigra comoraegrandensis* MEIER, 1986.

Bei *P. guentheri* stütze ich mich auf die gängige Literatur (z.B. MERTENS, 1972; UNDERWOOD, 1954).

Resultate:
Experiment 1:

Pupille bleibt rund [pupil remains round]	Pupille zieht sich konvex zusammen [pupil contracts convexly]
<i>P. abbotti</i>	<i>P. borbonica agalegae</i>
<i>P. barbouri</i>	<i>P. borbonica borbonica</i>
<i>P. cf. dorsivittata</i>	<i>P. borbonica mater</i>
<i>P. hoeschi</i>	<i>P. cepediana Trou aux Biches</i>
<i>P. klemmeri</i>	<i>P. cepediana s.l. Île au Cerf</i>
<i>P. kochi</i>	<i>P. cepediana s.l. angeblich südl. M. Cocotte</i>
<i>P. laticauda laticauda</i>	<i>P. guimbeaui</i>
<i>P. mutabilis</i>	<i>P. inexpectata</i>
<i>P. nigristriata</i>	<i>P. ornata</i>
<i>P. pasteuri</i>	<i>P. rosagularis</i>
<i>P. pronki</i>	
<i>P. quadriocellata quadriocellata</i>	
<i>P. robertmertensi</i>	
<i>P. standingi</i>	
<i>P. vanheygeni</i>	
<i>P. v-nigra comoraegrandensis</i>	<i>P. guentheri*</i>

*bezieht sich auf Bildmaterial und Literatur [refers to photographic documentation and literature] (vgl. [comp.] BERGHOF 2008; HALLMANN et al. 2008; VINSON & VINSON 1969)



Abb. 2: *P. inexpectata* zusammengezogene Pupille (o).
Fig. 2: *P. inexpectata* with the pupil contracted (o).



Abb. 3: *P. klemmeri* zusammengezogene Pupille (v).
Fig. 3: *P. klemmeri* with the pupil contracted (v).

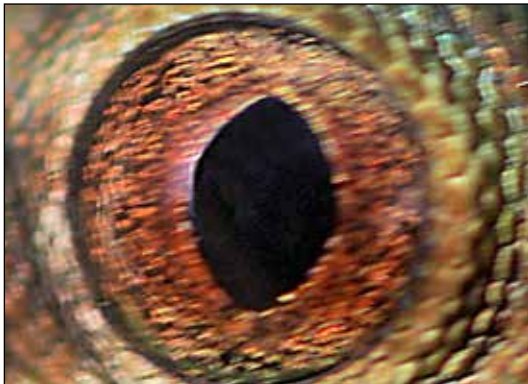


Abb. 4: *P. cepediana* s. l. Île au Cerf zusammengezogene Pupille (ks).
Fig. 4: *P. cepediana* s. l. „Île au Cerf“ with the pupil contracted (ks).



Abb. 5: *P. cepediana* s. l. M. Cocotte zusammengezogene Pupille (kSp).
Fig. 5: *P. cepediana* s. l. „M. Cocotte“ with the pupil contracted (kSp).

Experiment 2:

1. Pupillenverhältnis unter Lichteinfall > 0,9 [pupil ratio remains at > 0,9 when exposed to light]	2. Pupillenverhältnis unter Lichteinfall 0,8–0,9 [pupil ratio 0,8–0,9 when exposed to light]	3. Pupillenverhältnis unter Lichteinfall 0,7–0,8 [pupil ratio 0,7–0,8 when exposed to light]	4. Pupillenverhältnis unter Lichteinfall < 0,7 [pupil ratio < 0,7 when exposed to light]
<i>P. v-nigra comoraegrandensis</i> Eifreileger [eggs „free“] r:0,94/r:0,92	<i>P. q. quadriocellata</i> Eifreileger [eggs „free“] r:1,01/o:0,83	<i>P. ornata</i> Eikleber [eggs „affixed“] o: 0,88/ks:0,71	<i>P. guentheri</i> * Eikleber [eggs „affixed“] ?/?
	<i>P. b. agalegae</i> Eikleber [eggs „affixed“] r:1,02/kr:0,84	<i>P. cepediana</i> s.l. Île au Cerf **** Eikleber [eggs „affixed“] o:0,85/ks:0,73	<i>P. cepediana</i> s.l. M. Cocotte **** Eikleber [eggs „affixed“] ks: 0,89/ksP:0,25
	<i>P. mutabilis</i> Eifreileger [eggs „free“] r:0,92/o:0,86	<i>P. inexpectata</i> Eikleber [eggs „affixed“] r:1,03/o:0,73	<i>P. rosagularis</i> Eikleber [eggs „affixed“] ks:0,71/ks:0,49
	<i>P. standingi</i> Eifreileger [eggs „free“] r: 1,05/o:0,86	<i>P. robertmertensi</i> Eifreileger [eggs „free“] r:0,92/kr:0,75	<i>P. guimbeaui</i> Eikleber [eggs „affixed“] r:0,98/ks:0,52
	<i>P. klemmeri</i> Eifreileger [eggs „free“] r:0,99/v:0,87	<i>P. pronkj</i> ** Eifreileger [eggs „free“] o:0,76/ks:0,78	<i>P. b. mater</i> Eikleber [eggs „affixed“] o:0,88/kr:0,55
	<i>P. l. laticauda</i> Eifreileger [eggs „free“] r:1,02/kr:0,87		<i>P. barbouri</i> Eikleber [eggs „affixed“] o:0,84/ksP:0,56
	<i>P. hoeschi</i> Eifreileger [eggs „free“] r:1,00/o:0,88		<i>P. vanheygeni</i> Eikleber [eggs „affixed“] r:0,94/kr:0,61
	<i>P. cf. dorsivittata</i> Eifreileger [eggs „free“] r:1,00/ks:0,89		<i>P. nigristriata</i> ** Eifreileger [eggs „free“] r:1,05/ks:0,61
			<i>P. abbotti</i> Eifreileger [eggs „free“] r:0,94/ks:0,63
			<i>P. kochi</i> *** Eifreileger [eggs „free“] r:1,05/ks:0,66
			<i>P. pasteuri</i> Eifreileger [eggs „free“] r:0,99/ks:0,67
			<i>P. b. borbonica</i> Eikleber [eggs „free“] o:0,89/kr:0,69

* bezieht sich auf Bildmaterial und Literatur [refers to photographic documentation and literature] (vgl. [comp.] BERGHOF 2008; HALLMANN et al. 2008; VINSON & VINSON 1969)

** Iris auf Fotos trotz mehrerer Versuche zu dunkel, als dass die Angaben als gesichert gelten könnten [In spite of several attempts, iris too dark in photographs for considering data secure]

***Durchschnittswert: n=5, Differenz zwischen Maximalwert und Minimalwert beträgt 0,06 für geöffnete Pupille und 0,04 für zusammengezogene Pupille [Average value: n=5, difference between maximum and minimum values is 0,06 for open and 0,04 for contracted pupil]

**** Durchschnittswert: n=2, Differenz zwischen Maximalwert und Minimalwert beträgt 0,07 für geöffnete Pupille und 0,08 für zusammengezogene Pupille, wobei sich *P. cepediana* vom M. Cocotte als heterogener erwies. [Average value: n=2, difference between maximum and minimum values is 0,07 for open and 0,08 for contracted pupil, with *P. cepediana* from M. Cocotte showing itself as more heterogeneous.]



Abb. 6: *P. kochi* zusammengezogene Pupille (ks; zwei Tiere im Vergleich).
Fig. 6: *P. kochi* with the pupil contracted (ks; two specimens compared).

Alle untersuchten Arten der Gattung *Phelsuma* wiesen bei sehr hellem Licht zumindest eine leicht senkrecht ovale Pupille auf. *P. cepediana* (M. Cocotte), *P. rosagularis* und vermutlich auch *P. guentheri* weisen selbst nach einem fünfminütigen Aufenthalt im Dunkeln noch konvex geformte Pupillen auf.

Die senkrechte Pupillenform war bereits kurze Zeit, nachdem die Tiere im Sonnenlicht waren, erkennbar. Während der fünf Minuten zog sie sich mehrfach zusammen und dehnte sich wieder aus, veränderte sich aber in der Form nur noch minimal.

Vergleichstiere von *P. kochi* und *P. cepediana* s. l. ergaben, dass sich die Pupillenform bei den untersuchten Tieren innerhalb der jeweiligen Art oder des lokalen Fundorts sehr homogen verhält ($\pm 0,04$).

Diskussion der Resultate

Bei schwächeren Lichtverhältnissen scheint es, dass nur die Maskarenen-Arten Spaltpupillen aufweisen. Die Versuchsreihe 2 widerlegt das. Gerade bei Arten mit dunkler Iris, aber auch bei kleinen Exemplaren ist es ohne Foto schwierig zu beurteilen, welche Form die Pupille nun effektiv aufweist. So kann leicht etwas Falsches hineininterpretiert werden. Deshalb erwies sich im Nachhinein die erste Reihe als ungenau und wird in der vorliegenden Diskussion nur sekundär gewichtet. Ähnliche Probleme bei Tieren mit dunkler Iris, welche eine Untersuchung am lebenden Tier erschwert, hatte bereits ANDERSON beim Untersuchen der Pupillenform von Skinken (MERTENS 1972). MERTENS (1972) kommt anhand seiner Beobachtungen ebenfalls zum Schluss, dass Spaltpupillen nur den Maskarenen-Phelsumen eigen seien, korrigiert das

aber in einem Nachtrag (MERTENS, 1972b), welcher sich leider zum Großteil auf Präparate und nicht gesicherte Beobachtungen anderer stützt.

Möglicherweise zieht sich die Pupille bei Arten mit nahezu runder Pupille aufgrund einer Anpassung an helles Licht bei gleichen Lichtverhältnissen weniger stark zusammen. Ob sich unter in meinen Versuchsreihen gegebenen Lichtverhältnissen die Pupille bei diesen Arten zu wenig zusammenzieht, damit eine konvexe Form festgestellt werden kann, lasse ich offen. Bis auf eine lokale Fundortlinie von *P. cepediana* s. l., welche deutlich abweicht, stimmen meine Ergebnisse mit VINSON & VINSON (1969) bezüglich der auf Mauritius lebenden Arten überein. Was meinen Resultaten stark widerspricht ist die Pupillenform von *P. standingi*, bei der sich die Pupille in meiner Versuchsreihe immer nahezu rund zusammenzog, auch ein zweites Tier, welches ich ohne es abzulichten an die Sonne hielt, behielt die runde Pupillenform bei. Auch, dass *P. borbonica* eine ähnliche Merkmalsausprägung wie *P. cepediana* aufweisen soll (vgl. MERTENS 1972), kann ich nicht bestätigen.

MERTENS (1972) diskutierte, die Gattung in zwei Gruppen, welche möglicherweise sogar Untergattungen darstellen, einzuteilen, da die Pupillenform für viele Echsengruppen ein Familienmerkmal sei. Die Pupillenform als Untergattungsmerkmal lässt sich bei der Gattung *Phelsuma* aber anhand meiner Resultate kaum aufrechterhalten (vgl. z.B. die ebenfalls tagaktive Gattung *Pristurus* mit sehr heterogener Pupillenform). Auf der Artebene ist die Pupillenform hingegen innerhalb der von mir untersuchten Arten (*P. kochi*, n=5; *P. cepediana* s. l. von zwei lokalen Fundortlinien,



Abb. 7: *P. b. borbonica* zusammengezogene Pupille (kr).
Fig. 7: *P. b. borbonica* with the pupil contracted (kr).

$n=4$) homogen und könnte bei einer Konstanz als Artmerkmal hinzugezogen werden. Die Homogenität innerhalb einer Art müsste jedoch vorher jeweils durch eine weitere, spezifische, breiter angelegte Studie bestätigt werden und es ist nicht auszuschliessen, dass diese auch bei lokalen Verbreitungsvarianten verschieden sein können (vgl. *P. borbonica*-Unterarten).

Vertreter der Gattung *Phelsuma* waren vermutlich ursprünglich tagaktiv, haben sich dann zu nachtaktiven Spezies weiterentwickelt und sich in einem dritten Schritt wieder an eine diurnale Lebensweise angepasst. Diese Vermutung wird unter anderem durch den Fund spezifisch leistungsfähiger Sehzellen im Phelsumenaug untermauert (HALLMANN et al. 2008; vgl. RÖLL 1990).

RÖSLER (1995) schreibt, dass die Pupillen nachtaktiver Arten zu hundert Prozent formveränderlich seien und tagsüber zu einem schmalen, senkrechten Spalt zusammengezogen werden, während permanent runde Pupillen stets Tagaktivität bedeuten. Dies schliesst nicht aus, dass tagaktive Arten Spaltpupillen aufweisen (z.B. *Naultinus*). Ich gehe deshalb davon aus, dass die nachtaktiven Vorfahren der Gattung *Phelsuma* Spaltpupillen hatten.

Die Pupillenform aller untersuchten Arten war in zusammengezogenem Zustand weder komplett rund (vgl. *Lygodactylus*), noch komplett senkrecht linienförmig (vgl. *Hemidactylus*) und muss als eine Zwischenform betrachtet werden.

Somit ist die Pupillenform ein weiteres anatomisches Merkmal, das die Theorie der tertiären Tagaktivität untermauert und gleichzeitig aufzeigt, dass die

Gattung neben ihrer bimodalen Aktivitätsverteilung (OSADNIK 1987; eigene Biotopbeobachtungen Mauritius, Oktober 2012 und Madagaskar, Juli 2013), welche sich bei Lampenschein bis in die Nacht ausdehnen kann (BRINGSOE 2006; WIRTH 2010) und die entwicklungs geschichtlich frühere Nachtaktivität widerspiegelt, auch morphologisch immer noch Merkmale ihrer nachtaktiven Vorfahren besitzt. *P. cepediana* s. l., welche über stark ausgeprägte Spaltpupillen verfügt, ist vermutlich noch stärker an eine nächtliche Lebensweise angepasst, was eigene Beobachtungen untermauern. So konnte ich speziell bei dieser Art oftmals bei sehr gedämpftem Licht noch Aktivität ausmachen. KUGENBUCH (1976) beschreibt eine ähnliche Beobachtung. *P. cepediana* s. l. zeige im Terrarium selbst bei sehr gedämpftem Licht Drohverhalten gegenüber *Pachydactylus capensis* SMITH, 1846.

Interessant ist weiter, dass eiklebende Arten innerhalb der Gattung bis auf ein paar Ausnahmen stärker ausgeprägte Spaltpupillen aufweisen als Eifreileger. Eiklebendes Verhalten wird auf die felsbewohnenden Vorfahren zurückgeführt und entsprechend als altes Merkmal gewertet (OSADNIK 1984). Ich werte ausgeprägte Spaltpupillen als weiteres altes Merkmal. Genetische Untersuchungen bestätigen, dass Arten, welche sowohl einen eiklebenden Ablagemodus als auch stark ausgeprägte Spaltpupillen aufweisen, als ursprüngliche Arten gedeutet werden müssen (vgl. ROCHA et al. 2010; VENCES et al. 2006).

Die Gattungen *Phelsuma* und *Lygodactylus* sind auf denselben Vorfahren zurückzuführen (WALLS 1934, 1942). Gemäss HALLMANN et al. (2008) weist die afromadagassische Schwestergattung *Lygodactylus* runde Pupillen auf. Es wäre zu prüfen, ob es sich hier mit der Pupillenform ebenso verhält wie bei der Gattung *Phelsuma*. Falls die Gattung *Lygodactylus* die Pupillen tatsächlich rund zusammenzieht, haben wir hier ein Parallelbeispiel einer Gattung, welche komplett runde Pupillen ausgebildet hat.

Dank

Als erstes möchte ich mich ganz herzlich bei Gerd TRAUTMANN (Laboe) für das Bereitstellen von Fachliteratur und die Durchsicht meiner Manuskripte bedanken, bei Notker HELFENBERGER (Berg) bedanke ich mich ebenfalls ganz herzlich für das Zusenden von Fachliteratur. Ein grosser Dank für die kritische Durchsicht meiner Manuskripte geht auch an Herbert RÖSLER (Thale am Harz) und Ulrich MANTHEY (Berlin). Bei Mirko BARTS (Kleinmachnow) bedanke ich mich für die Geduld in der Redaktion. Ein herzliches Dankeschön geht auch an Thomas HOFMANN (Zittau) für Anregungen durch zahlreiche Gespräche.

Summary**Differences in the shape of the pupil in some species of the genus *Phelsuma***

Methods: Experiments with live specs.; positioned in glass tube and placed in dark cupboard for 5 min. and photographed immediately after retrieval without using flashlight (1), then exposed to sunlight (artificial light did not reliably produce results) for 5 min. and photographed (2); checked 1 spec. per sp. after testing for possibility of individual variation turned out as insignificant ($\pm 0,04$); quantification of roundness after formula height of eye : height of pupil : width of eye x width of pupil, so that a value of straight 1 denominates a perfectly round pupil; results categorized as 1. pupil ratio $> 0,9$; 2. pupil ratio = $0,8-0,9$; 3. pupil ratio = $0,7-0,8$ and; 4. pupil ratio $< 0,7$; as this does not describe the actual shape of the pupil, the following distinctions were made in addition: r: round; o: oval; v: four rounded corners; kr: convex with round tip; ks: convex with pointed tip; kSp: convex with transitions to narrow slits in the tips; correlation with mode of oviposition presumed and taken into consideration (eggs “affixed” vs. “free”); taxa investigated: *Phelsuma abboti* ssp. *indet.*, *P. barbouri*, *P. borbonica agalegae*, *P. b. borbonica*, *P. b. mater*, *P. cepediana* s. l. “Île au Cerf” and supposedly “south of M. Cocotte”), *P. guimbeau*, *P. hoeschi*, *P. inexpectata*, *P. klemmeri*, *P. kochi*, *P. l. laticauda*, *P. mutabilis*, *P. nigristriata*, *P. ornata*, *P. cf. dorsivittata* (formerly “*parva* West”), *P. pasteuri*, *P. pronki*, *P. q. quadriocellata*, *P. robertmertensi*, *P. rosagularis*, *P. standingi*, *P. vanbeygeni*, *P. v-nigra comoraegrandensis*, plus literature data for *P. guentheri*.

Results: see Tables 1 & 2; all spp. examined showed an at least slightly oval pupil in very bright sunlight; *P. cepediana* (M. Cocotte) and *P. rosagularis* (and presumably *P. guentheri*) had maintained convex-shaped pupils even after 5 min. in the dark; vertical pupil shape became evident within short period of exposure to sunlight, contracting at expanding repeatedly within the 5 min. of observation, but changing shape only minimally. **Discussion:** Only Mascarene spp. have previously been presumed to have slit pupils in less-than-bright lighting conditions, but Test 2 challenges this assumption; actual shape of pupil is rather difficult to identify in small specs. and spp. with dark iris without using photographs (Test 1 therefore proved to be of limited accuracy); pupils of extra-Mascarene spp. might contract less strongly in response to bright light, and too little to identify convex shape; results agree with VINSON & VINSON (1969) for spp. from Mauritius save for a local variety of *P. cepediana* s. l., which is distinctly different; *P. standingi* always contracted pupils while maintaining round shape; no

confirmation for similarity in character states betw. *P. borbonica* and *cepediana* (comp. MERTENS 1972); pupil shape unfit for generic division in *Phelsuma*, but possibly suitable for specific diagnostics; shape of contracted pupils neither perfectly round (comp. *Lygodactylus*) nor a vertical slit (comp. *Hemidactylus*), representing an intermediate state, and confirming diurnality as tertiary evolutionary development; comparatively well expressed slit pupils of *P. cepediana* s. l. suggest it has maintained better adaptation to nocturnal habits (confirmed by own field obs.; see KUGENBUCH 1976 for terr. obs.); most spp. with oviposition mode “affixed” also have slit pupils, suggesting that both traits are evolutionary basal; with *Lygodactylus* being sister to *Phelsuma*, pupil responses of former should be investigated as well.

Literatur

- AUSTIN, J.J., ARNOLD, E.N. & JONES, C.G. (2004): Reconstructing an island radiation using ancient and recent DNA: the extinct and living day geckos (*Phelsuma*) of the Mascarene islands. – Molecular Phylogenetics and Evolution, San Diego, 31: 102–109.
- BERGHOF, H.P. (2008): Taggeckos – Die Gattung *Phelsuma* – Pflege und Vermehrung. 2. Auflage. – Münster (Natur und Tier - Verlag GmbH), 144 S.
- BRINGSOE, H. (2006): Beobachtungen zur Nachtaktivität von *Phelsuma sundbergi* in der Nähe von künstlicher Beleuchtung auf den Seychellen. – Der Taggecko, Biberach, 55 (3): 20–23.
- GEHRING, P. S., GLAW, F., GEHARA, M., RATSOAVINA, F.M. & VENCES, M. (2013): Northern origin and diversification in central lowlands? – Complex phylogeography and taxonomy of widespread day geckos (*Phelsuma*) from Madagascar. – Organisms, Diversity and Evolution, DOI 10.1007/s13127-013-0143-5, 16 S.
- HALLMANN, G., KRÜGER, J. & TRAUTMANN, G. (2008): Faszinierende Taggeckos – die Gattung *Phelsuma*. 2. Auflage. – Münster (Natur und Tier - Verlag GmbH), 254 S.
- HARMON, L. J., MELVILLE, J., LARSON, A. & LOSOS, J.B. (2008): The role of geography and ecological opportunity in the diversification of Day Geckos *Phelsuma*. – Systematic Biology, Oxford, 57 (4): 562–573.
- KUGENBUCH, G. (1976): Einige Aspekte der Geckohaltung. – Aquarien Terrarien, Leipzig, 23 (7): 222–225.
- MERTENS, R. (1972): Senkrecht-ovale Pupillen bei Taggeckos und Skincken. – Salamandra, Frankfurt a. M., 8 (1): 45–47.

- MERTENS, R. (1972b): Nachtrag und Berichtigung zu senkrecht-ovalen Pupillen in dieser Zeitschrift, 8: 45; 1972. – Salamandra, Frankfurt a. M., 8 (3/4): 187.
- OSADNIK, G. (1984): An investigation of egg-laying in *Phelsuma* (Reptilia: Sauria: Gekkonidae). – Amphibia-Reptilia, Leiden, 5: 125–134.
- OSADNIK, G. (1987): Untersuchungen zur Reproduktionsbiologie des madagassischen Taggeckos *Phelsuma dubia*. – Dissertation, Universität Bochum, 622 S.
- ROCHA, S., RÖSLER, H., GEHRING, P., GLAW, F., POSADA, D., HARRIS, D.J. & VENCES, M. (2010): Phylogenetic systematics of day geckos, genus *Phelsuma*, based on molecular and morphological data (Squamata: Gekkonidae). – Zootaxa, Auckland, 2429: 1–28.
- RÖSLER, H. (1985): Geckos der Welt. 1. Auflage. – Leipzig (Urania Verlag), 266 S.
- RÖLL, B. (1990): Vergleichbare Untersuchungen an Photorezeptoren und Sehfärbstoffen nacht- und tagaktiver Geckos (Reptilia, Gekkonidae). – Dissertation, Ruhr-Universität Bochum, 132 S.
- UNDERWOOD, G. (1954): On the classification and evolution of geckos. – Proceedings of the zoological Society, London, 124: 469–495.
- VENCES, M., KÖHLER, J., ZIEGLER, T. & BÖHME, W. (2006): Herpetologia Bonnensis II. – Proceedings of the 13th Congress of the Societas Europaea Herpetologica: 175–179.
- VINSON, J. & VINSON, J.M. (1969): The saurian fauna of the mascarene islands. – I. A. revision of the fauna. – Bulletin of the Mauritius Institut, Port Louis, 6 (4): 203–320.
- WALLS, G.L. (1934): The reptilian retina. I. A new concept of visual cell evolution. – American journal of ophthalmology, 17: 892–915.
- WALLS, G.L. (1942): The vertebrate eye and its adaptive radiation. – Bloomfield Hills, Michigan (Michigan Cranbrook Institut of Science), 785 S.
- WIRTH, M. (2010): Farbensprühende Schönheiten auf Traumeilanden – die Taggeckos der Inneren Seychellen. – DRACO, Münster, 50 (3): 29–44.

Josua WOHLER
Steckbornstr. 110
8505 Dettighofen
Schweiz



www.Futtertiere-aus-Sachsen.de

je Dose Grillen/Heimchen: 1,15 €		* gut gefüllt	* je Dose Heuschrecken: 2,55 €
1000 Heimchen groß	23,00 €	100 Heuschrecken groß	23,00 €
1000 Heimchen mittel	16,50 €	100 Heuschrecken subadult	23,00 €
1000 Heimchen klein	13,50 €	100 Heuschrecken mittel	18,50 €
		Terfly	1/2 lt Dose 1,95 €
		Regenwürmer	15 St. groß 1,85 €
		Pinkymaden	Dose 1,15 €

Tel. 037207 / 999890, Fax 037207 / 999891
mail@futtertiere-aus-sachsen.de

Weitere Artikel finden Sie unter www.futtertiere-aus-sachsen.de

... aus Sachsen? Kein Problem: Die sprechen ja nicht!