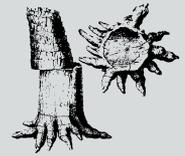


# Die Gottesanbeterin *Pseudocreobotra wahlbergii* STÅL – Beobachtungs- und Forschungsergebnisse bei Haltung und Zucht



Markus Neumann, Chemnitz

## Kurzfassung

Der Beitrag vereint als Monographie der Gottesanbeterin *Pseudocreobotra wahlbergii* über sechs Jahre zusammengetragene Forschungsergebnisse. Er umfasst allgemeingültige Erkenntnisse über die Mantodea und erweitert das entomologische Wissen über die Biologie dieser Insekten. Die Arbeit gliedert sich in die Forschung bezüglich Lebensweise und Verhalten von *P. wahlbergii* sowie den speziellen Einfluss verschiedener Umweltfaktoren auf die Entwicklung der Tiere. Der erste Teil beschreibt die Entwicklung von *P. wahlbergii* unter Einbezug von Häutung, Beutefang, Fressverhalten, Territorial- und Verteidigungsverhalten, Fortpflanzung, Oothekenablage sowie deren Wechselbeziehungen, in Kombination mit der Betrachtung bislang unbeschriebener Beobachtungen, wie dem Schwimmverhalten und Heilungsmethoden bei Krankheiten. Der zweite Teil legt Abhängigkeiten und die Einflussnahme von Umweltfaktoren dar, wobei primär auf Temperatur, Luftfeuchtigkeit und die Vegetation als ausschlaggebende Komponente für die Farbanpassung der Tiere eingegangen wird.

## Abstract

The study combines the results of a six year research work on the praying mantis *Pseudocreobotra wahlbergii* being arranged as a monography. It also includes findings concerning Mantodea generally and extends the entomological knowledge of these insects' biology. The paper has been structured into research regarding the living habits and behaviour of *P. wahlbergii*, as well as the specific influence of several environmental factors on the development of these praying mantids. The first part describes the general development of *P. wahlbergii* including sloughing, prey capture, eating behaviour, territorial and defensive behaviour, reproduction, production of oothecas, as well as the interaction of the latter aspects. Further added are new observations of the author like the swimming behaviour and the cure of diseases. The second part provides dependencies and influences of environmental factors such as temperature, humidity and vegetation, the latter being the major influence on the flower mantis' colouration.

## 1 Einführung

Für die meisten Menschen gehören Insekten wohl zu den unangenehmsten Zeitgenossen, denen sie sich im Alltag zum Teil schutzlos ausgeliefert sehen. Nicht so für mich. Schon im frühesten Alter war es mir eine Freude, diese interessanten Geschöpfe, wie sie in einer Vielzahl in Haus und Garten anzutreffen waren, genauer untersuchen zu können.

Als ich in einer Ausstellung erstmals eine Gottesanbeterin zu Gesicht bekam mit ihrem charakteristischen, ja beinahe menschlichen Aussehen und ihrer einzigartigen Lebens- und Verhaltensweise, weckten diese Tiere eine ganz außergewöhnliche Faszination in mir. So dauerte es nicht lange, bis ich im Alter von 13 Jahren einen Mitbewohner der besonderen Art, das erste Exemplar der Mantodea, bekam.

Mantiden im allgemeinen züchte, studiere und erforsche ich somit seit über 6 Jahren. In dieser Zeit habe ich unzählige Arten der verschiedensten Typen selbst vermehrt, hatte aber auch Gelegenheit, bei diversen Auslandsaufenthalten Individuen in ihrer natürlichen Umgebung zu untersuchen. So war es mir schon bald ein Anliegen, gesammelte Erkenntnisse über diese Tiere, gerade solche, die bisher keinerlei Erwähnung in der Literatur gefunden hatten, selbst niederzuschreiben.

Die Möglichkeit mir diesen Wunsch zu erfüllen, sah ich in meiner „besonderen Lernleistung“, einer wissenschaftlichen Arbeit im Rahmen der Sekundarstufe II auf dem Weg zum Abitur. Diese stützt sich einerseits auf Ergebnisse meiner sechsjährigen Zucht verschiedenster Mantiden, insbesondere aber auf neue Untersuchungen an der Blütengottesanbeterin *Pseudocreobotra wahlbergii*. Dabei wurde die Entwicklung dieser Tiere über mehrere Generationen hinweg festgehalten, zu jedem Zeitpunkt hatte ich zwischen 15 und 250 Versuchstiere beheimatet. In diesem Artikel sind daher verschiedenste Versuchsreihen und Einzelbeobachtungen beschrieben, welche auf täglichen Beobachtungen basieren. Die Ausführungen stellen vor allem praxisnahe Eigenbeobachtungen dar, welche durch Literaturlauswertung gestützt wurden.

## 2 Einordnen in die Systematik nach EHRMANN (Abb. 1)

Klasse:	Insecta (Insekten)	Subfamilie:	Hymenopodinae
Unterklasse:	Pterygota (Geflügelte Insekten)	Tribus:	Hymenopodini
Überordnung:	Blattopteroidea	Gattung:	<i>Pseudocreobotra</i>
Ordnung:	Mantodea (Gottesanbeterinnen)	Art:	<i>P. wahlbergii</i>
Familie:	Hymenopodidae		

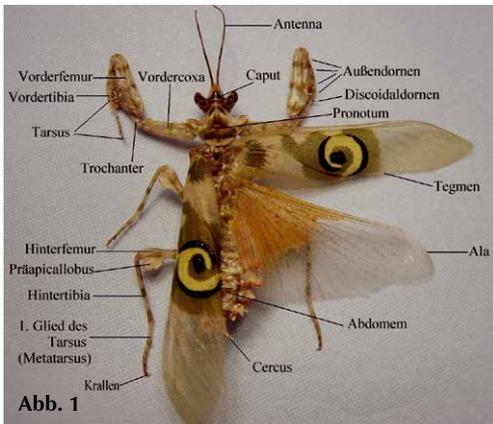


Abb. 1

## 3 Geografische Verbreitung, Auswerten des Fundortes und natürlicher Lebensraum

Den Angaben EHRMANNs zufolge ist *P. wahlbergii* in Zentralafrika verbreitet. Individuen treten in Angola, Süd-Äthiopien, Kenia, Kongo, Malawi, Mosambik, Tansania, Sansibar, Transvaal, Sambia, und in Simbabwe auf (EHRMANN 2002).

Die hier verwendeten Mantiden stammen jedoch aus dem Arabuko Sokoke Forest National Park (Abb. 2, 3), im Nordosten Kenias, wo sie in der Umgebung von Gedi gefunden wurden. Vergleichend dazu sind Klimadiagramme der nächst größeren Stadt Malindi (16 km vom Fundort entfernt) zu betrachten. Diese zeigen das tropische Wechselklima, geprägt durch eine Hauptregenzeit von April bis Juli und erhöhten Niederschlag in der Zeit von Oktober bis November. Die Temperaturen liegen auch während dieser Perioden durchschnittlich bei 25°C.

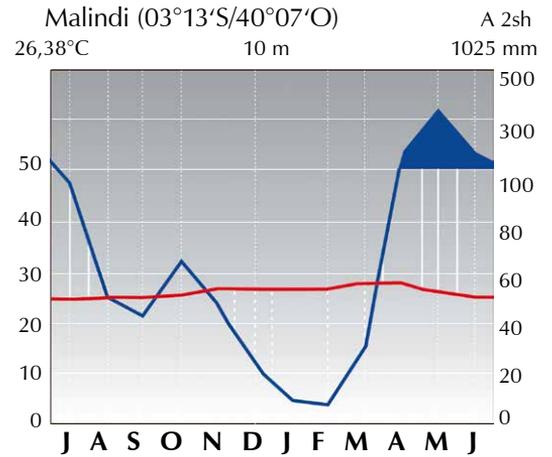
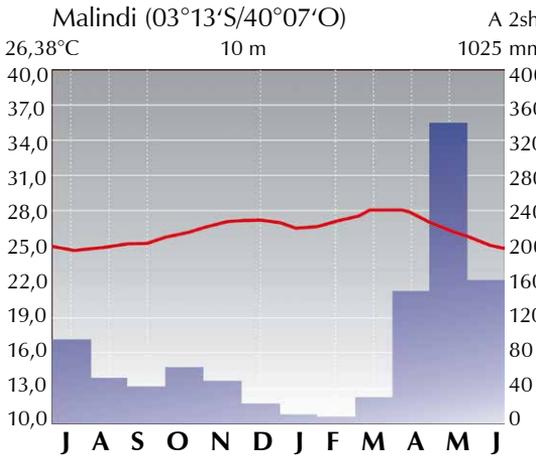


Abb. 2



Abb. 3

In den Trockenzeiten ist es sehr warm und trocken. Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei 26°C. Augenzeugenberichten zufolge steigen die Temperaturen während der Trockenzeiten in den Mittags- bis Spätnachmittagsstunden an sonnenexponierten Stellen bis auf 29-35°C an. Im Arabuko-Sokoke Forest National Park bewohnen die lichenungrigen Tiere vor allem die Steppenregionen (Abb. 05; 06), wo sie sich in der Strauchschicht aufhalten. Büsche und Sträucher mit farbenprächtigen Blüten sind dabei ihr bevorzugter Standort. Hier sind sie besonders auf der Unterseite von Blüten zu finden. MACKINNON (1967) beobachtete sie vor allem auf Arten von *Lantana*, *Vernonia*, *Crotularia*, *Coreopsis* und *Cyperus*.



## 4 Lebensweise und Verhalten

### 4.1 Entwicklung

Obwohl Mantiden eine hemimetabole Entwicklung durchlaufen, bilden sie eine Art Prälarve (L1) aus, welche ihnen den Schlupf aus der Oothek ermöglicht. Dabei winden sich die Tiere aus der Oothek und seilen sich mittels dünner Fäden am Abdominalende der Prälarve ab (Abb. 6, 7). In diesem wurmförmlichen Stadium bleiben sie jedoch nur wenige Sekunden, da sie sich direkt an der Oothek in das zweite Larvenstadium (L2) (Abb. 8) häuten und bereits durch ihr typisches Aussehen und markantes Verhalten auffallen.





Abb. 8



Abb. 9

Eigenen Beobachtungen zufolge schlüpfen die Tiere bei Temperaturen zwischen 28 und 35°C 5-6 Wochen nach Ablage der Oothek. Der Schlupftermin kann jedoch durch eine starke Erhöhung der Luftfeuchtigkeit, beispielsweise durch 15-minütiges Einweichen in Wasser am Abend zuvor, forciert werden. Die jungen Larven benötigen für den problemlosen Schlupf, ähnlich wie bei der Häutung, generell eine sehr hohe Luftfeuchtigkeit. Auch periodisches Schlüpfen konnte beobachtet werden. Die Larven schlüpfen, entgegen dem Regelfall, nicht alle auf einmal. Aus einer Oothek mit geringer Schlupfquote (22 Individuen), die am selben Abend etwa 15 Minuten unter Wasser getaucht worden war, konnte dadurch am nächsten Tag eine noch größere Anzahl (25) von Tieren hervorgehen. Dies war für *Pseudocreobotra* bislang unbekannt.

Die Tiere beginnen immer in den frühen Morgenstunden zu schlüpfen, wobei es aber bei zu hohen Temperaturen zu großen Ausfällen kommen kann, da es den Tieren dann nicht möglich ist, die Prälarvenhaut abzustreifen.

In der Regel nehmen die Larven nach etwa 2 Tagen bereits Futter an. Dies ist jedoch individuell so verschieden, dass auch bereits 24 Stunden nach dem Schlupf Kannibalismus unter den Larven zu beobachten war. Andere nahmen hingegen erst nach 3 Tagen erstmalig Nahrung zu sich. Auch im Rahmen eines Versuches nahmen von 23 Larven 7 Stunden nach ihrem Schlupf lediglich 5 Individuen Nahrung an.

Die Tiere entwickeln sich nun über 7 Häutungen (vgl. 4.2. Häutung) zur Imago, wobei die weitere Entwicklung sehr stark von den Umweltfaktoren abhängt (vgl. 5. Einflüsse und Auswirkungen der Umweltfaktoren). So kann *Pseudocreobotra wahlbergii* bereits nach etwa 90 Tagen, aber auch erst nach ca. 150 Tagen erwachsen sein.



Abb. 10

Völlig unabhängig von den Umgebungsbedingungen ist das Erscheinungsbild der ersten 4 Larvenstadien. So kennzeichnet eine schwarze, glänzende Färbung das zweite Larvenstadium (Abb. 8). Im dritten Larvenstadium (L3) dominiert immer noch die dunkle, glänzende Färbung, welche nun jedoch eher rotbraun scheint und kleine weiße Punkte aufweist (Abb. 9). Dies tritt im folgenden Stadium noch deutlicher hervor, da die glänzenden L4 Larven nun von schwarz, rotbraun bis hellbraun variieren (Abb. 10). Die Geschlechtsunterscheidung kann man ab dem vierten Larvenstadium zuverlässig durchführen, da nun bereits die Abdominalloben erkennbar sind, was aufgrund der noch recht kleinen Abdominalsegmente die Bestimmung erleichtert. Die Weibchen besitzen generell 5 ventrale Abdominalloben und Abdominalsegmente, die Männchen hingegen 6 Abdominalloben und 7 Abdominalsegmente (Abb. 10, 11).



Abb. 11

Die Tiere des 5. Larvenstadiums passen sich zum Teil bereits der Umgebungsfarbe an (vgl. 5.3. Farbanpassung an die Vegetation), sind in ihrer Färbung aber wesentlich heller und haben ihren Glanz vollständig verloren (Abb. 12).

Als zu ergänzende Besonderheit ist zu bemerken, dass sich ohne eine Veränderung der Umweltbedingungen das Phänomen beobachten ließ, dass einige männliche Larven scheinbar ein Larvenstadium übersprangen und sich ohne erkennbaren Auslöser nur über 6 Häutungen zur Imago entwickelten. Obwohl sie auf diese Weise im Vergleich zu Männchen mit normaler Entwicklung eher kleinwüchsig schienen, waren sie jedoch voll fortpflanzungsfähig und auch bei der Partnerwahl nicht benachteiligt. Männliche Tiere entwickeln sich in ihrer natürlichen Umwelt im Durchschnitt schneller, was sie nicht zur selben Zeit wie die Weibchen desselben Schlupfes fortpflanzungsfähig sein lässt. Somit könnte eine zusätzliche Entwicklungsverkürzung in Gefangenschaft eine Strategie sein, um die vorangeschrittene Inzucht innerhalb des Zuchtstammes zu unterbrechen.



Abb. 12

## 4.2 Häutung

Um zu einem adulten Insekt heranzuwachsen, müssen sich *Pseudocreobotra wahlbergii*, wie alle Gliederfüßer im Laufe ihrer Entwicklung mehrfach häuten. So ist von einem zum nächsten Stadium eine Gewichtszunahme bis zu 100% zu verzeichnen. Wird die Häutung von der Prälarve ins zweite Larvenstadium mit eingeschlossen, durchlaufen die Tiere 7 Häutungen in Abständen, die sehr von den Umweltbedingungen abhängen, vor allem von Temperatur (vgl. 5.1. Temperatur) und dem Futterangebot. Beim Häutungsprozess wird die vollständige Cuticula, d. h. die chitinhaltige Insektenhaut, einschließlich die der Antennen und der Facettenaugen, aber auch die Wandungen von Vor- und Enddarm, Atemröhren und Drüsenausgängen abgelöst. Die Tiere suchen kurz vor der Häutung einen Ast bzw. eine schräge Fläche auf, wo sie sich mit den Krallen der Schreitbeine aufhängen und auf diese Weise Kopf abwärts fixieren. Bei *Pseudocreobotra wahlbergii* konnten aber auch erfolgreiche Häutungen an einer vertikalen Fläche beobachtet werden.

Hat das Tier sich an einer geeigneten Stelle platziert, so beginnt die Häutung mit Pumpbewegungen des Abdomens, welche in ein Aufplatzen der alten Cuticula an den Kopfnähten und in der dorsalen Mittellinie des Pronotums resultieren (Abb. 13). Nun windet sich die Gottesanbeterin innerhalb von ca. 10 Minuten aus der alten Haut heraus (Abb. 14), bis sie auch ihre Schreitbeine und Antennen befreit hat und nur noch mit dem Abdomenapex, der Hinterleibsspitze, in der alten Cuticula steckt. (Abb. 15) So verharrt das Insekt, um dort durch Luftaufnahme die noch weiche Körperhülle zu dehnen und anschließend zu trocknen. Danach richtet sich das Tier mit dem Kopf nach oben auf, um so weiterzutrocknen. Der Trocknungsprozess nimmt einen bedeutend längeren Zeitraum in Anspruch als der Häutungsprozess an sich.

*P. wahlbergii* bildet als Imago Flügel aus, welche in den vorherigen Stadien bereits als Flügelscheiden angelegt sind. Die Imaginalhäutung unterscheidet sich daher insofern, dass die Tiere nur kurz an der alten Cuticula hängen bleiben, bevor sie sich mit dem Kopf nach oben platzieren, um nun durch Luft und Körperflüssigkeit auch ihre Flügel aufzupumpen.

Abb. 13



Abb. 14



Abb. 15



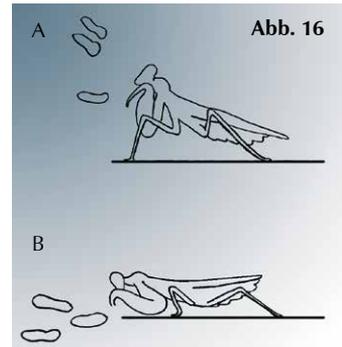
## 4.3 Beutefang

### 4.3.1 Grundlagen

Durch Dokumentationen des Beutefangs mittels Videoaufnahmen wie auch durch persönliche Beobachtung konnten im wesentlichen zwei unterschiedliche Grundpositionen des Beutefangs bestätigt werden. Eine für niedrige und eine für hohe Fangschläge (Abb. 16, Verändert nach PRETE & CLEAL (1996)).

Diese variieren jedoch horizontal, je nach Richtung, aus welcher die Beute kommt. So konnten Thesen früherer Studien (u.a. von BARRÓS-PITA & MALDONADO (1970) und CORRETTE (1990) [5] widerlegt werden, die die Auffassung vertraten, das Tier müsse sich frontal zur Beute positionieren, bevor es den stereotypisch verlaufenden Fangschlag ausführen kann. Diese unzutreffende Interpretation ist der Tatsache geschuldet, dass die Individuen für das Experiment am Pronotum fixiert wurden, was eine immense Bewegungseinschränkung darstellt. Eigene Versuche haben gezeigt, dass der erfolgreiche Fangschlag bis zu 90° seitlich zur Abdominalachse des Tieres ausgeführt werden kann und der Vorwärtsbewegung vor dem Fangschlag ebensoviel Bedeutung beigemessen werden sollte wie diesem selbst. Der eigentliche Beutefang setzt sich aus a) einer Vorwärtsbewegung und b) dem Fangschlag zusammen. Bei der Vorwärtsbewegung streckt das Tier seine Schreitbeinpaare, um sich in Richtung der Beute zu bewegen und somit Beute über größere Distanzen hinweg fangen zu können. In Abhängigkeit von der Position des Beutetieres kann die Vorwärtsbewegung jedoch stark variieren und mitunter ganz ausbleiben. Umso weniger variiert der Fangschlag, welcher immer, im Klappmesserprinzip, mit dem Strecken der Fangbeine beginnt, um dann die Beute mit den bedornten Femora und Tibiae zu fixieren und direkt zu den Mundwerkzeugen zu führen. (Abb. 17-20) Dies geschieht laut CORRETTE innerhalb von 70 ms, mit dem bloßen Auge kaum sichtbar.

Die wichtigsten Sinnesorgane beim Beutefang stellen in der Regel die großen Facettenaugen der Gottesanbeterin dar, mit welchen das Beutetier wahrgenommen wird. Selbst mit hoher Geschwindigkeit fliegende Beute, wie etwa Bienen oder Fliegen, kann so präzise anvisiert und erlegt werden.



### 4.3.2 Beobachtungen, Erkenntnisse

*P. wahlbergii* reagiert selbst dann auf vermeintliche Beuteobjekte und erbeutet diese erfolgreich mit nur einem Fangbein, wenn bereits gefangene Beute gerade verzehrt wird. Die Tiere beginnen danach sofort mit dem Fressen der neuen Beute, wodurch diese in ihrer Beweglichkeit eingeschränkt wird. Dennoch wird das andere Beutetier nicht fallengelassen und im weiteren Verlauf ebenfalls verzehrt. Darüber hinaus gelingt es den Tieren selbst nachts, bei absoluter Dunkelheit, zu beliebigen Zeitpunkten Beute zu fangen. Erforderlich hierfür ist jedoch der direkten Kontakt zwischen Gottesanbeterin und Beutetier, da sie sich bei Dunkelheit kaum noch mit ihren Facettenaugen orientiert. Die Beute wird geradezu reflexartig erbeutet.

Weiteren Beobachtungen zufolge nimmt *P. wahlbergii*, die vor allem auf Fluginsekten spezialisiert ist, fliegende Beute selbst dann wahr, wenn keinerlei Sichtkontakt zur Beute besteht. Flügelvibrationen der Beutetiere scheinen somit gerade dann eine entscheidende Rolle zu spielen, wenn sich das Futter von außerhalb des Sichtfeldes der Gottesanbeterin nähert. Dies erscheint gleichzeitig der Grund dafür, dass, wie in der Literatur beschrieben, fliegende Beute „bevorzugt“ wird. Tatsächlich vereinen Fluginsekten lediglich ein größeres Spektrum für das Tier wahrnehmbarer Reize, wodurch sie die Gottesanbeterin schneller als potenzielle Beute identifizieren kann.

## 4.4. Fressverhalten

Wurde die Beute gefangen, beginnt die Gottesanbeterin sofort zu fressen. Fälschlicherweise kann im Bezug darauf oft gelesen werden, dass Mantiden, um gefangene Insekten schnellstmöglich zu töten, diese immer vom Pronotum her verzehren. Dies bleibt jedoch eher zufälliger Natur, und sogar das Gegenteil kann beim Fang diverser Fluginsekten beobachtet werden. (Abb. 21) Ein dorsales Fixieren wird lediglich durch sitzende oder sich auf dem Untergrund aufhaltende Beute



Abb. 21

begünstigt. Während meiner Zucht, wurden die Mantiden mit einer Auswahl verschiedenster Futtertiere ernährt. So erhielten die Tiere vor allem „fliegendes Futter“, d. h. Bienen, Stubenfliegen, Goldfliegen, Wachsmotten, sowie Wildfangmotten und Schmetterlinge, aber auch „laufendes Futter“ wie Grillen, Heimchen und Wildfangheuschrecken. Larven der ersten Stadien wurden mit *Drosophila melanogaster* ernährt.

Um genauere Aussagen bezüglich des Fressverhaltens und der aufgenommenen Futtertiermenge treffen zu können, wurden die Futtertiere abstrahierend vereinheitlicht. Dabei wurde die Stubenfliege als eine Futtertiereinheit (1 FE) festgesetzt, so dass eine Goldfliege einer halben Futtertiereinheit (0,5 FE) entspricht etc., wie in folgender Tabelle abzulesen.

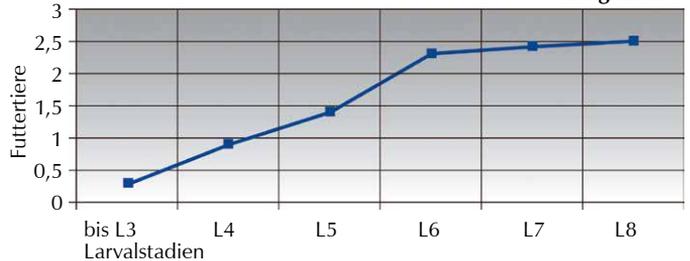
Tabelle 1

	Stubenfliege	Goldfliege	Biene	Grille/ Heimchen mittelgroß	Grille/ Heimchen groß	Schmetterling	Motte	Heuschrecke	Drosophila Melanogaster
Futtertiereinheiten (FE)	1	0,5	1,5	2-3	4	2-3	2-3	3	0,1

Das Ziel dieser Untersuchung war es, das Fressverhaltens allgemein zu dokumentieren. Alle Messungen wurden bei konstanter Normaltemperatur von 25 bis 30°C vorgenommen. Der Bedarf an Futtertieren würde sich mit zunehmender Temperatur entsprechend erhöhen (vgl. 5.1. Temperatur). Alle beim Versuch zur Verfügung stehenden Tiere wurden zudem einzeln untergebracht, um intraspezifischer Konkurrenz vorzubeugen. Der dokumentierte Bedarf an Futtertieren für *P. wahlbergii* in den Larvalstadien wurde im Diagramm 1 dargestellt. Interessanter ist das Fressverhalten der adulten Tiere, gerade in den ersten zwei Monaten nach der Imaginalhäutung. Dabei konnte dokumentiert werden, dass die Weibchen durchschnittlich 4,6 FE, Männchen hingegen lediglich 1,2 FE pro Tag verzehren. Mit zunehmendem Alter nähern sich die Weibchen dem Wert der Männchen an, was mit der verminderten Eiproduktion zu erklären ist. Auch konnte ich einen größeren Unterschied zwischen befruchteten und unbefruchteten Weibchen feststellen, da letztere durchschnittlich nur 3,8 FE am Tag verzehren, erstere hingegen 5,4 FE. Somit lässt sich durch vergleichbare Datenerhebungen generell bei Mantiden feststellen, ob die Weibchen befruchtet wurden. Als ein Überblick des Fressverhaltens adulter Tiere ist Diagramm 2 zu betrachten.

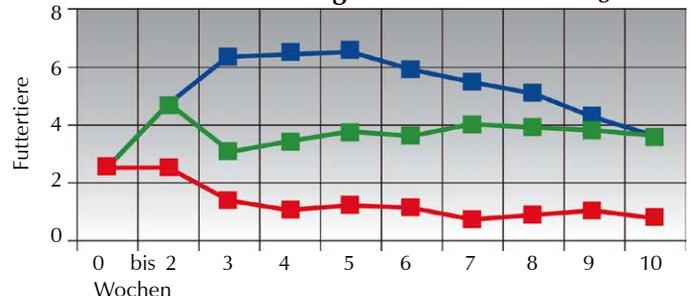
Futtertierbedarf der Larven

Diagramm 1



Futterbedarf der Imagines

Diagramm 2



- befr. Weibchen
- unbefr. Weibchen
- Männchen

Als besondere Beobachtung möchte ich hinzufügen, dass es möglich ist, die Produktivität des Weibchens bezüglich der Oothekenablage zu erhöhen, indem einem bereits fressenden Weibchen weitere Futtertiere untergeschoben werden und es somit bis zur völligen Sättigung weiterfrisst. Die Wahrnehmung fressender, aber auch sich putzender Tiere im Bezug auf ihr direktes Umfeld scheint generell eingeschränkt und ermöglicht es, dem Tier zusätzliches Futter mittels Pinzette zu reichen, welches dann reflexartig gepackt und bis zur völligen Sättigung verzehrt wird. Auf diese Weise kann nicht nur einem Sexualkannibalismus vorgebeugt, sondern auch die Eiproduktion gesteigert werden, so dass derart genährte Weibchen größere Ootheken in geringeren Abständen ablegen.

## 4.5 Territorialverhalten – Verteidigungsverhalten

Auch territoriales Verhalten kann bei Mantiden beobachtet werden. Zwar werden die gebildeten Territorien nicht nach außen hin abgegrenzt oder markiert, bemerkt das Tier jedoch einen Eindringling oder erkennt Gefahr, so ist mit verschiedenen Abwehrreaktionen zu rechnen. Dennoch ist vorwegzunehmen, dass die auftretenden Verhaltensmuster nie absolut stereotypisch sind, sondern individuell und durchaus flexibel sein können, abhängig vom jeweiligen Reiz und der Situation.

### 4.5.1 Das „Boxing“

Das „Boxing“ bezeichnet ein Verhalten, welches bei intraspezifischer Begegnung zweier Larven zu beobachten ist. Es dient der Verteidigung des eigenen Territoriums und der Vertreibung des Eindringlings. Dabei werden vor allem mit den Fangbeinen charakteristische, kreisförmige Bewegungen vollführt, die den Gegner abwehren.

Dennoch kann das „Boxing“ nur bei wenigen Arten der Mantodea beobachtet werden. Es tritt vor allem bei Arten auf, die aufgrund der Beschaffenheit ihrer Fangbeine sowie ihres kompakten Körperbaus in der Lage sind, auch größere Beute als sie selbst zu überwinden und dennoch kaum zum Kannibalismus neigen. Letzteres mag auch bedingt sein durch das „Boxing“ an sich, da es vermutlich zur Erkennung artgener Individuen dient.

Während der Studie an *Pseudocreobotra wahlbergii* konnte bei Larven, welche eine andere in ihr Umfeld eintretende, etwa gleichgroße Larve wahrnahmen, folgendes beobachtet werden: Das Tier beginnt sofort, seinen Körper seitlich, Abdomen und Kopf hingegen frontal auf den Eindringling zu richten. So positioniert, hält die Larve ihre Fangbeine ausgestreckt seitlich vor den Körper und vollführt das eigentliche „Boxing“, wobei das Tier seine Fangbeine mit kreisförmigen Bewegungen abwechselnd streckt und zurückzieht. Unter ständiger Wiederholung dieses Bewegungsablaufes nähert sich die Larve nun dem Eindringling, welcher entweder flieht oder sich ebenfalls mit vergleichbaren Bewegungen nähert.

Falls letzteres der Fall ist, folgt schon bald ein gegenseitiges Attackieren beider Larven mit den Fangbeinen, bis eines der beiden Tiere flüchtet. Beobachtungen haben ergeben, dass zumeist das größere Exemplar oder das Tier, welches mit dem „Boxing“ zuerst begonnen hat, als Sieger hervorgeht.

Einschränkend ist jedoch zu vermerken, dass dieses Verhalten nicht bei Tieren der ersten Larvalstadien beobachtet werden konnte und adulte Tiere dieses Verhalten nur sehr selten vollführen. Kommt es zur intraspezifischen Begegnung zweier Larven unterschiedlicher Größe, so flüchtet das kleinere Tier beinahe ausnahmslos oder geht selten in die Drohhaltung über.

### 4.5.2 Schutz vor Fressfeinden / Verhalten bei Gefahr

Aufgrund ihres bemerkenswerten Beutefangverhaltens werden die Mantodea meist als Räuber und nicht, wie es dennoch der Fall ist, als Beutetier betrachtet. Zur Verteidigung gegenüber potenziellen Fressfeinden haben Mantiden markante und eindrucksvolle Drohhabärdchen entwickelt (Abb. 22). Da speziell für *P. wahlbergii* noch keine Feldstudien vorgenommen wurden, kann hierzu nur die verallgemeinerte Aussage getroffen werden, dass Individuen dieser Spezies, gleichsam wie andere Vertreter der Mantodea, primär von Echsen, Kleinsäugern und Vögeln erbeutet werden. Es ist davon auszugehen, dass letztere aufgrund des von *P. wahlbergii* bevorzugten Aufenthaltsortes auf Pflanzenteilen zu ihren häufigsten Prädatoren zählen. Zusätzlich ist festzuhalten, dass bei adulten Tieren Individuen der eigenen Art ebenfalls zu den Fressfeinden zählen. Ihnen werden dieselben Drohhabärdchen und Abwehrreaktionen entgegengebracht.

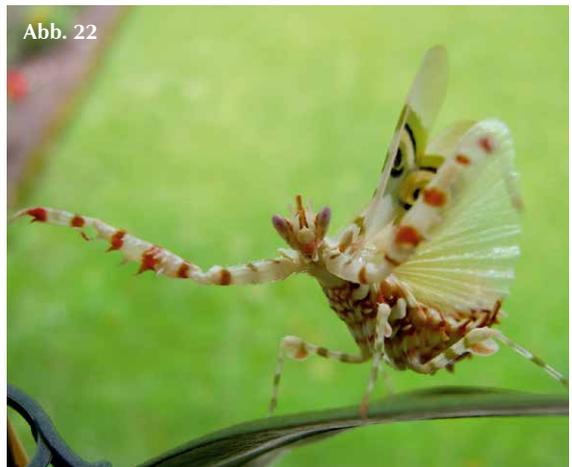


Abb. 22

Das Hauptaugenmerk meiner Untersuchungen habe ich auf entwicklungspezifische Veränderungen im Verhalten von *P. wahlbergii* gegenüber potenziellen Fressfeinden und allgemeinen Gefahren gelegt. Hierfür platzierte ich Tiere verschiedener Stadien auf einer freien Oberfläche neben einem Terrarium, in welchem sich eine agile Maus befand, so dass direkter Blickkontakt hergestellt werden konnte. Im weiteren Verlauf dieses Experiments wurden die Reaktionen von Tieren der Stadien L4, L6 und L8, sowie adulter Mantiden beobachtet. Tatsächlich wurden Verhaltensunterschiede in den

Entwicklungsstadien festgestellt: Tiere im 4. Larvenstadium reagierten noch ausschließlich mit Flucht. Individuen der Stadien L6 und L8 flüchteten hingegen kaum noch, sondern verharrten vollkommen regungslos, obwohl sie die Bedrohung wahrnahmen. Dieses Verhalten ist mit sogenannter Mimese (gr. mimesis = Nachahmung), der Tarnung durch optische Anpassung an die Umgebung der Tiere zu begründen. So kann sie der Fressfeind in der Regel nicht wahrnehmen. Direkte Drohgebärden, wie etwa eine Drohhaltung, scheinen aufgrund der markanten blütengleichen Färbung der Tiere nicht notwendig. Dennoch repräsentiert *Pseudocreobotra* somit gleichzeitig ein Beispiel für das Verschmelzen von Mimese und Peckhamscher Mimikry, denn diese Tarnung ist nicht nur Schutz, sondern auch Angriff: Durch die blütenähnliche Tarnung werden gleichzeitig Fluginsekten angelockt. Das sofortige Flüchten, sowie das allgemein agile Verhalten von *P. wahlbergii* in frühen Stadien ist hingegen mit der Bateschen Mimikry zu begründen: Die Larven schützen sich vor Fressfeinden, indem sie wehrhafte Tieren, nämlich Ameisen, nachahmen (Abb. 23 a, b).

Wiederum anders reagieren die Imagines auf den Fressfeind. Sie gehen fast ausnahmslos in die Drohhaltung über. Dabei nehmen die Tiere eine aufrechte Position ein, klappen ihre Antennen nach hinten und stellen blitzartig ihre Flügel auf, wodurch die Augenflecke auf den Tegmina für den Gegner sichtbar werden. Nun beginnt das Tier, langsam lateral hin und her zu schaukeln, wobei es seine Fangbeine drohend erhebt und diese mit Dornen besetzten Fangapparate seitlich abspreizt. Nähert sich der Feind dennoch, werden die Fangbeine schützend zurückgenommen und der Gegner sogar durch kräftige Fangschläge attackiert. Derartige Fangschläge können durchaus schmerzhaft sein und zu Wunden führen. Zum Teil werden die Mundwerkzeuge eingesetzt, um sich so einerseits beißend zu verteidigen und andererseits eine übel riechende Flüssigkeit abzusondern, wie es von diversen Heuschrecken bekannt ist. Diese Form der Drohgebärde, ausgenommen das Aufstellen der Flügel, konnte jedoch auch sehr vereinzelt bei noch nicht adulten Individuen beobachtet werden. Kommt es zum direkten Kontakt zwischen den Larven und einem potenziellen Gegner, so reagieren auch diese mit kräftigen, abwehrenden Fangschlägen, Absondern von Flüssigkeit aus den Mundwerkzeugen, vereinzelt mit dem Ausscheiden von Exkrementen.



Abb. 23a



Abb. 23b

## 4.6 Fortpflanzung

Weibchen sind bei ausreichendem Futterangebot durchschnittlich 10 Tage nach der Häutung geschlechtsreif, männliche Tiere bereits nach 6 Tagen, wobei die Paarungsfähigkeit der Weibchen vor allem von deren Ernährungszustand abhängt und sich so in einzelnen Fällen auf bis zu 3 Wochen nach der Imaginalhäutung verzögern kann.

### 4.6.1 Verlauf

Aufgrund vorhandener Studien, wurden für diesen Teil der Arbeit vor allem experimentell ermittelte Werte von PRETE et al. (1999) verwendet und nur in einigen Fällen ergänzt.

Kurz nachdem die potenziellen Sexualpartner ins gegenseitige Sichtfeld (Abstand ca. 10–50 cm) gebracht wurden, konnten spezifische Kopfbewegungen beider Individuen beobachtet werden, welche auf ein gegenseitiges Wahrnehmen schließen lassen. Infolge dessen nähert sich das Männchen äußerst langsam, doch mit bemerkenswert aktiven, beinahe tastenden Antennenbewegungen, welche zumerspüren der freigesetzten Pheromone des Weibchens dienen könnten. Dies geht dem eigentlichen Annäherungsversuch voraus, bei welchem 3 verschiedene Strategien zu beobachten waren: Die erste Strategie konnte bei 14 von 22 Paarungen (64%) beobachtet werden. Dabei näherte sich das Männchen dem Weibchen frontal bzw. sichtbar von der Seite. Die zweite Paarungsstrategie bedeutete eine Annäherung des Männchens von hinten, was in 18% der Paarungen dokumentiert werden konnte. Die dritte Strategie konnte ebenfalls in 18% der Fälle beobachtet werden und scheint ausschließlich bei nicht geschlechtsreifen Männchen aufzutreten, welche noch jünger als 6 Tage waren. Dabei näherte sich das Weibchen dem bewegungslosen Partner. Im Zuge des Annäherungsversuches erfolgt bei geschlechtsreifen Partnern der Aufsprung des Männchens, was mit einem sofortigen Umklammern des Weibchens (Abb. 24) einhergeht. Ein Balzverhalten, wie es von anderen Mantidenarten bekannt ist, konnte bei *P. wahlbergii* zu keiner Zeit

dokumentiert werden.

Ferner konnte ich die Beobachtung machen, dass selbst bei scheinbar paarungsunwilligen Männchen ein direktes Platzieren hinter bzw. über dem Weibchen zu einem fast reflexartigen Aufsprung führte. Die eigentliche Kopulation beginnt daraufhin nach wenigen Minuten bis wenigen Stunden. Das Männchen verlagert dabei seine Position weiter nach hinten, um dann seitlich von rechts mit seinem Abdome in die Genitalöffnung des Weibchens einzudringen (Abb. 25), so dass sich die beiden Kopulationsorgane miteinander verhaken.



Abb. 24



Abb. 25

Auf diese Weise verbleiben die Tiere eigenen Beobachtungen zufolge äußerst individuell zwischen 6 und 18 Stunden, wobei die Spermatophore, welche die Spermien des Männchens enthält, übertragen wird. Ist die Paarung beendet, flüchtet das Männchen in der Regel schnell. Dennoch konnte ich Paarungen dokumentieren, bei denen das Männchen bis zur nochmaligen Begattung auf dem Weibchen verblieb.

Ein Zeichen erfolgreicher Begattung ist die abgesonderte, leere Spermatophore, aus welcher die Spermien in das Weibchen geleitet wurden, wo sie nach den Studien PRETES „aufbewahrt“ und ernährt werden, bis die eigentlichen Befruchtung erfolgt. Durch Resorption können sie so auch erst für die Bildung einer späteren Oothek verwendet werden. Dieser Samenvorrat reicht in der Regel zur Befruchtung aller Eier aus. Mehrfachbefruchtungen erhöhen jedoch die Variabilität der Nachkommen und beugen Inzuchterscheinungen vor. Außerdem konnte ich feststellen, dass die Ootheken mehrfach begatteter Weibchen eine beträchtlich höhere Schlupfquote aufwiesen.

Beide Geschlechter zeigten sich während meiner Untersuchungen als äußerst paarungsfreudig, wobei sich selbst männliche Tiere, welche mit zunehmendem Alter als paarungsunwillig gelten, noch 2 Monate nach ihrer Imaginalhäutung verpaarten. Andere Männchen ließen sich zum Teil aller 3 Tage neu verpaaren, was jedoch den verfrühten Tod zur Folge hatte. Unverpaarte Männchen lebten im Vergleich zu ihren sexuell aktiveren Artgenossen, welche etwa nach 2 Monaten verstarben, mit ca. 5 Monaten nach der Imaginalhäutung bedeutend länger. Bei den weiblichen Individuen konnte dasselbe Phänomen, allerdings auch das Gegenteil beobachtet werden. So kam es bei unbefruchteten Weibchen entweder verspätet zur Eiablage, worauf sie noch bis zu 8 Monate lebten, oder ihr Tod trat bereits vor dem Legen einer ersten Oothek ein, so dass sie bereits 2-3 Monate nach ihrer Imaginalhäutung starben. Dieses Phänomen ist einer Legenot der Weibchen zu zuschreiben.

Die Tatsache, dass einzelne Männchen trotz Geschlechtsreife kein Interesse an Weibchen zeigen, ist nach meinen Untersuchungen durch deren ständige Präsenz in einem von weiblichen Pheromonen überfluteten Raum zu begründen. Um diese Männchen dennoch zur Paarung zu bewegen, brachte ich sie für etwa 24 Stunden in einen separaten Raum. Daraufhin zeigten sie sich ausnahmslos paarungsbereit. Abschließend möchte ich die Beobachtung hervorheben, dass die Tiere potenzielle Inzucht umgehen, indem die Männchen durch Entwicklungsverkürzung zu einem anderen Zeitpunkt als ihre Geschwister geschlechtsreif werden und außerdem bei vorangegangener Inzucht spätestens in der 3. Generation kaum noch Interesse an Weibchen der eigenen Blutlinie zeigen, aber durchaus um blutsfremde Weibchen werben.

#### 4.6.2 Sexualkannibalismus

Das wohl bekannteste Phänomen der Mantodea ist zweifellos der Sexualkannibalismus. Dennoch konnte ich in meiner langjährigen Zucht feststellen, dass es nur in den seltensten Fällen zum tatsächlichen „Gattenmord“ kam, weshalb auch dieser Aspekt näher beleuchtet werden soll. Voranzustellen ist die wohl modernste Abhandlung zu diesem Thema von BROWN (1986), der die These aufstellte, dass Begattungskannibalismus artspezifisch sei und selbst dann noch vom individuellen Zustand des Weibchens abhängt, somit also nicht als natürlicher Bestandteil des Paarungsverhaltens von

Mantiden bewertet werden dürfe. Um dies für *P. wahlbergii* zu konkretisieren, wurden verschiedene Paarungsversuche dokumentiert und dabei äußere Faktoren, wie Ernährungszustand und Alter des Weibchens, berücksichtigt. So konnte ich beobachten, dass 3 Fälle des Kannibalismus (Abb. 26) zu unterscheiden sind, welche jeweils durch bestimmte Ursachen hervorgerufen werden. Allgemein kann davon ausgegangen werden, dass Sexualkannibalismus eher als Resultat schlechter Umstände und nicht als natürlicher Bestandteil des Fortpflanzungsverhaltens von Mantiden zu werten ist.

1. Kannibalismus vor der Kopulation. Dieser tritt beim Annäherungsversuch des Männchens nur dann auf, wenn das Weibchen noch nicht paarungsbereit ist oder noch nicht den notwendigen Ernährungszustand erreicht hat, denn. letzterer ist Voraussetzung für die Eiproduktion. Diese Form des Sexualkannibalismus konnte während meiner Versuchsreihen ein einziges Mal dokumentiert werden und sollte mit dem schlechten Ernährungszustand und der Übereifrigkeit des Männchens begründet werden.

2. Kannibalismus während der Kopulation. Der Sexualpartner wird beim eigentlichen Paarungsakt an- oder aufgefressen. Dies ist primär bei aggressiveren Arten *Mantis religiosa* oder *Sphodromantis lineola* zu beobachten. Meist führt das bereits kopflose Männchen dennoch die Begattung erfolgreich fort und wird im Anschluss vollständig verzehrt. Da dieses Verhalten jedoch nie bei *Pseudocreobotra* beobachtet werden konnte und für diese Art auch noch nie in der Literatur Erwähnung fand, soll es hier nicht von Bedeutung sein.

3. Kannibalismus nach der Kopulation. Ausschlaggebend für diese häufigste Form des Sexualkannibalismus' bei *P. wahlbergii* ist wiederum der Ernährungszustand des Weibchens. Wohlgenährte Weibchen erbeuteten niemals ihren Partner, wobei hungrige Weibchen in beinahe 50% der untersuchten Paarungen über den Partner herfielen. Auch kann es zum Übergriff des Weibchens auf das Männchen kommen, wenn sich letzteres nicht schnell genug entfernt. Gerade Weibchen mit schlechtem Ernährungszustand profitieren vom Sexualkannibalismus, da auf diese Weise neue Energie für die Eiproduktion wie auch für die eigenen Stoffwechselprozesse bereitgestellt wird. Dennoch ist zu betonen, dass außer bei Nahrungsknappheit der objektive Nutzen von Sexualkannibalismus gering erscheint, da er dem Männchen das weitere Verbreiten seines Erbgutes verwehrt. Zudem besteht immer auch die Gefahr, dass durch Kannibalismus die Übertragung der Spermatophore gestört wird oder das Weibchen mögliche Verletzungen davonträgt. Dies ist auch als Begründung für das seltene Auftreten von Begattungskannibalismus unter normalen Umständen zu sehen und widerlegt die volkstümliche Annahme bezüglich des Paarungsverhaltens von Mantiden, insbesondere für *P. wahlbergii*. Um auch in der Zucht Sexualkannibalismus auszuschließen, empfiehlt es sich, das Weibchen zur völligen Sättigung zu bringen.



Abb. 26

## 4.7 Eiablage, Oothek

Wurde eine erfolgreiche Paarung vollzogen und das Weibchen befruchtet, so legt dieses schon nach kurzer Zeit die erste Oothek, das Eipaket, ab. Dieser Zeitpunkt wird auch dadurch bedingt, wie weit die Eiproduktion durch gute Ernährung des Weibchens bereits vorangeschritten ist. Die Gottesanbeterin sucht für die Eiablage in den Abend- oder frühen Morgenstunden aktiv nach einer geeigneten Stelle, wofür sie ihr eigentliches Territorium verlässt. Auffällig war während meiner Untersuchungen, dass mit zunehmendem Alter die Distanz vom Standort zum Ablageplatz geringer wurde, so dass die letzten Ootheken schließlich im eigenen Territorium befestigt wurden. Hat sie einen potenziellen Ablageplatz erreicht, prüft sie diesen, indem sie mit Hilfe ihrer Cerci die Oberfläche abtastet, um anschließend mit der eigentlichen Eiablage zu beginnen. Dabei sondert das Weibchen einen weißlichen Schaum aus ihrem Abdomen auf die Oberfläche ab, welcher mit den Cerci bearbeitet wird und hierauf nun 4 Eier gebettet werden. Durch erneute Abgabe von Schaum werden diese Eier bedeckt und dieselbe Stelle erneut bearbeitet, um neue Eier darauf zu platzieren. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis alle Eier eingebettet sind und die Oothek fertig ist (Abb. 27). Auf diese Weise können in einer nur 6 cm langen Oothek über 120 Eier verstaut werden (Abb. 28, 29), aus der jedoch im günstigsten Fall etwa 100 Larven schlüpfen. Beim Trocknen der Oothek verändert sich der anfangs weiche und weißliche Schaum zu einer dunkelbraunen harten Masse, welche perfekt an ähnlich gefärbten Zweigen getarnt ist.

Durchschnittlich legten Weibchen von *P. wahlbergii* 6 Ootheken ab, doch es konnte ein Maximalwert von 10 abgeleg-



Abb. 27



Abb. 28



Abb. 29

ten Ootheken beobachtet werden, wobei die letzten eine Größe von nur noch etwa 3 cm aufwiesen und zum Teil verkrüppelt waren. Die ersten Ootheken werden in einem Abstand von 6-8 Tagen abgelegt, wobei sich die Ablageintervalle mit zunehmendem Alter der Weibchen entsprechend vergrößern.

## 4.8 Besondere Beobachtungen

Als lückenhaft beschriebene Insektenordnung gibt es bei den Mantiden noch eine Vielzahl unerforschter Aspekte, vor allem im Bezug auf ihre Lebens- und Verhaltensweisen. Während meiner langjährigen Zucht konnte ich eine Reihe unbeschriebener Erkenntnisse gewinnen, welche in diesem Abschnitt Erwähnung finden sollen.

### 4.8.1 Schwimmverhalten

Meinen Beobachtungen zufolge gibt es auch unter Gottesanbeterinnen schwimmende und nicht schwimmende Arten. Dieses Thema wurde bisher gänzlich außer Acht gelassen, sollte jedoch bei Arten, die in Gebieten mit starken Niederschlägen beheimatet sind, betrachtet werden. Gemäß ihrer Ansprüche bezüglich Luftfeuchtigkeit und gleichzeitig bedingt durch ihren Körperbau scheinen Gattungen aus Trockengebieten, wie *Empusa*, *Idolomantis*, *Gongylus* oder *Hypsicorypha* sehr hilflos im Wasser, wobei kompakter und kleiner gebaute Arten, wie auch *Pseudocreobotra wahlbergii* einen effektiven Schwimmstil entwickelt haben und ohne Probleme im Wasser vorankommen. Untersuchte Blütengottesanbeterinnen *Creobroter* sowie *Pseudocreobotra*, aber darüber hinaus auch *Sphodromantis* verhielten sich wie folgt: Nachdem sie ins Wasser gesetzt wurden, orientierten sie sich, umherblickend, um dann in eine bestimmte Richtung zu schwimmen. Dabei scheinen die Tiere äußerst sensibel auf visuelle Reize zu reagieren, wobei sie sich, die beiden Fangbeine waagrecht nach vorn ausgestreckt, mit rudelnden Laufbeinschlägen sehr effektiv fortbewegten und einem festen Punkt entgegensteuern. Auf diese Weise suchen sie Halt, um wieder an Land klettern zu können. Dennoch legen sie dabei immer recht kurze Strecken zurück, um sich dann erneut zu orientieren und ein das Wasser überragendes Ziel, wie etwa einen rettenden Ast, anzusteuern. Ist dieser Hilfe spendende Halt erreicht, klettern sie sofort an Land, um sich anschließend durch Streichbewegungen des Abdomens wie des ganzen Körpers über die trockene Oberfläche vom Wasser zu befreien. Auch kommt es immer wieder zu Putzbewegungen und zum Aufrichten der nassen Fühler. Allgemein deutet ich dieses Verhalten als Überlebensstrategie, welche sich die Tieren im Laufe der Evolution angeeignet haben und ihnen ein Fortbestehen während der Regenzeit in ihrem natürlichen Lebensraum sichert.

### 4.8.2 Krankheiten / Verletzungen

Im Laufe der Zucht von Gottesanbeterinnen kommt es immer wieder zu Ausfällen aufgrund von Krankheiten oder Verletzungen. Einige Verfahrensweisen zur Behandlung beeinträchtigter Tiere, vor allem bei *Pseudocreobotra wahlbergii*, sollen hier vorgestellt werden. Eine der am häufigsten auftretenden Krankheiten, die zum Teil tödlich enden kann, ist eine bakterielle Infektion, welche sich durch das orale Absondern rötlich bis bräunlicher Flüssigkeiten äußert, die leicht erkennbar an

der Terrarienscheibe zurückbleibt. Auch zeichnen sich die betroffenen Tiere durch eine verminderte Nahrungsaufnahme aus. Als Ursache dieser Infektion ist unsaubere Nahrung anzusehen. Dies bezieht sich primär auf Fliegen, wenn diese in großer Anzahl in Behältnissen untergebracht und so auf engstem Raum mit ihren Ausscheidungen gedrängt wurden. Derart infizierte Mantiden sind sofort von anderen Gottesanbeterinnen zu isolieren und aufgrund einer potenziellen Ansteckungsgefahr gesondert unterzubringen. Die erkrankten Tiere werden nun einzeln in Gefäßen mit bedeutend höheren Temperaturen untergebracht, wo sie erst nach einigen Tagen wieder mit hochwertigem Futter zu versorgen sind. Dafür können vor allem Wachsmotten, gesunde Grillen und Heuschrecken gereicht werden. Derart behandelte Mantiden erholen sich innerhalb mehrerer Tage vollständig, bis keines der beschriebenen Symptome mehr beobachtet werden kann. Doch nicht nur Infektionen können den verfrühten Tod von Gottesanbeterinnen verursachen, sondern auch Verletzungen durch intraspezifische Auseinandersetzungen, Kannibalismusattacken oder Häutungskomplikationen. So kommt es speziell bei Individuen jüngerer Stadien sehr oft zum Verlust von Gliedmaßen, welche sich jedoch im Laufe der weiteren Entwicklung voll regenerieren. Zu einer stärkeren Beeinträchtigung des Tieres kommt es so nur durch schlimmere Verletzungen der Fangbeine oder Mundwerkzeuge, welche ihnen eine uneingeschränkte Nahrungsaufnahme verwehren. Dennoch ist es möglich, solchen Tieren, gerade wenn sie sich noch in ihrer Larvalentwicklung befinden, eine gesonderte Behandlung zukommen zu lassen, damit sie sich trotz ihrer Beeinträchtigung weiterentwickeln und innerhalb der nächsten Stadien voll erholen können. Gottesanbeterinnen mit Fangbeinverletzungen, welchen es nicht mehr möglich ist, mobile Beute wie Fliegen zu erbeuten, erhalten so mittels Pinzette Futtertiere, die sie mit nur einem Fangbein fixieren können. Problematischer hingegen ist das Versorgen von Tieren mit Verletzungen der Mundwerkzeuge. Die Tatsache, dass es ihnen nicht mehr möglich ist, den Chitinpanzer ihrer Beute zu zerbeißen, würde sie in der Natur schnell verenden lassen. In der Zucht aber ist es möglich, auch solche Mantiden weiter zu versorgen, indem ihnen zerkleinertes Futter oder weiche Fliegenmaden gereicht werden. Kommt solches Futter mit den Mundwerkzeugen der Tiere in Berührung, beginnen sie reflexartig mit dem Fressen, was mit der Feuchtigkeit zerkleinerter Nahrung in Verbindung stehen könnte. Auf diese Weise kann das Tier bis zum nächsten Larvalstadium einzeln versorgt werden. Es wird sich im Regelfall nach der nächsten Häutung wieder voll erholt haben. Des Weiteren können derart beeinträchtigte Tiere auch mit nicht tierischer Nahrung versorgt werden, wie es im nächsten Punkt beschrieben wird.

#### 4.8.3 Ernährungsphänomene

Ein Zufall zu Beginn meiner Zucht von *P. wahlbergii* ermöglichte die Beobachtung einer weiteren Außergewöhnlichkeit. Während eines missglückten Paarungsversuches flog das Männchen unerwartet davon und ließ sich auf einem geöffneten Jogurtbecher nieder, aus welchem es anschließend Jogurt zu sich nahm. Dieses Verhalten ist wohl mit dem Streben nach Flüssigkeitsaufnahme zu erklären, wurde aber zur Grundlage für weitere Untersuchungen. So reichte ich im Rahmen einer Versuchsreihe adulten, befruchteten Weibchen neben dem tierischen Futter vitaminreiche Obstprodukte, wie etwa Kiwis, Mandarinen und Orangen, was interessante Folgen bezüglich der Eiproduktion nach sich zog. Derart ernährte Weibchen legten bedeutend größere Ootheken, welche zudem auch eine äußerst hohe Schlupfquote aufwiesen. Vergleichend dazu wurden die Ootheken von Schwestertieren, welche mit dem gleichen Männchen verpaart worden waren, betrachtet. Diese fielen bedeutend kleiner aus und hatten auch einen geringeren Schlupferfolg zu verzeichnen. Ich vermutete, dieses Phänomen basiert auf energiereichem Zucker, welcher in Form von Früchten leichter aufgenommen werden kann und die Produktivität des Tieres fördert. Gleichsam wurde in einer weiteren Untersuchung überprüft, inwieweit Gottesanbeterinnen auf diese Weise gänzlich ohne tierische Nahrung versorgt werden könnten. Dafür wurden Larven früher Stadien über einen Zeitraum von zwei Wochen ausschließlich mit Obst und Jogurt ernährt und entsprechende Veränderungen dokumentiert. Generell durchliefen derart ernährte Tiere zwar weiterhin eine normale Entwicklung, die jedoch durch die Nahrungsumstellung stark verlangsamt wurde. Auch neigten die Larven schneller zum Kannibalismus. Somit lässt sich allgemein sagen, dass in der Zucht bei unerwartetem Futtertiermangel Gottesanbeterinnen über kürzere Zeiträume auch mit teilweise nicht tierischen Produkten ernährt werden können, da sie ebenfalls Jogurt oder Obst annehmen, wenn beides in die Nähe ihrer Mundwerkzeuge gebracht wird. Dabei kommt dem reflexartigen Packen und Fressen eine besondere Bedeutung zu, welches vor allem bei feuchter Nahrung zu beobachten ist. Dennoch ist es notwendig, lebendiges tierisches Futter zu reichen, da Mantiden als räuberisch lebende Insekten tierisches Eiweiß benötigen.

## 5 Einflüsse und Auswirkungen von Umweltfaktoren

Um Aussagen über die direkte Einflussnahme der Umweltfaktoren treffen zu können, wurden Mantiden im Rahmen der Untersuchungen ab dem 3. Larvenstadium in verschiedenen temperierten Behausungen untergebracht. Dabei wurde darauf geachtet, weitere Faktoren, wie die Populationsdichte, das Futterangebot und die Versteckmöglichkeiten möglichst konstant zu halten, um aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen.

## 5.1 Temperatur

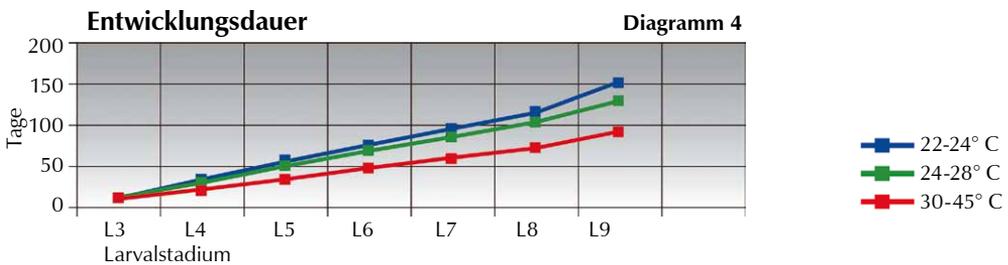
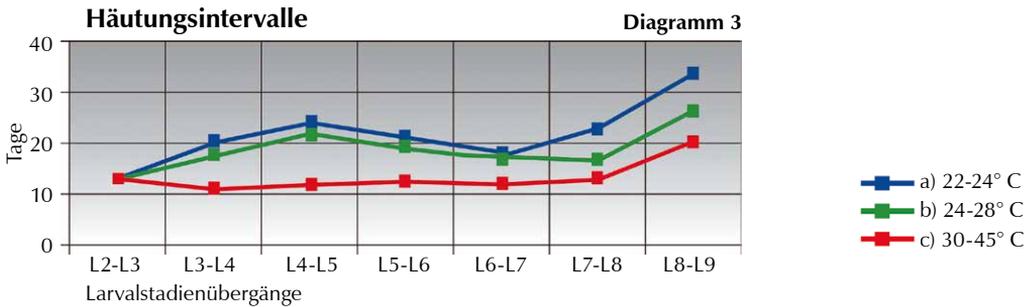
Da Mantiden wie alle Insekten poikilotherm sind, war zu erwarten, dass gerade die Temperatur für die Entwicklung von primärer Bedeutung sein würde. Um dies nachzuweisen und auch die direkten Einflüsse zu untersuchen, wurden die Tiere in unterschiedlich temperierte Behältnisse gebracht. Tägliche Beobachtungen und deren Dokumentation sollten so zu einem möglichst objektiven Ergebnis führen. Die Temperaturen, bei welchen die Tiere gehalten wurden, begründen sich mit den Durchschnittstemperaturen ihrer Fundorte und den experimentellen Möglichkeiten. In Malindi herrschen tagsüber durchschnittlich zwischen 24 bis 28°C, was den Temperaturen bei meinem Versuch im Behältnis b) entsprach. Ableitend davon wurden die anderen Tiere im Behältnis a) bei entsprechend kühleren Temperaturen, im Behältnis c) verhältnismäßig wärmer gehalten. So kam es zu einer Verteilung, dass jeweils 15 Tiere in den Behältern: a) bei 22-24°C, b) bei 24-28°C, sowie c) bei 34-45°C gehalten wurden. Die Versuchsbehältnisse hatten jeweils die gleiche Größe von 15 x 11 x 8 cm bei Individuen bis zum 5. Larvenstadium, wobei in der weiteren Entwicklung bis zum subadulten Stadium jeweils ein Terrarium der Maße 20 x 15 x 25 cm verwendet wurde. Die Häutungsintervalle aller Tiere wurden einzeln erfasst und in Tabelle 2, wie auch in den Diagrammen 3 und 4 mittels Durchschnittswerten gegenübergestellt.

**Tabelle 2**

	a) Zeitspanne in Tagen bei 22-24°C gehaltene Individuen	b) Zeitspanne in Tagen bei 24-28°C gehaltene Individuen	c) Zeitspanne in Tagen bei 30-45°C gehaltene Individuen
L2-L3	12,8	12,8	12,8
L3-L4	20,3	17,4	11,0
L4-L5	24,1	21,6	11,6
L5-L6	20,5	19,1	12,5
L6-L7	17,7	17,2	11,9
L7-L8	22,7	16,4	12,8
L8-L9	33,6	26,3	20,2
Durchschnitt	21,67	18,69	13,26
Entwicklungsdauer	151,7	130,8	92,8

Es konnte beobachtet werden, dass nicht nur die Entwicklungsdauer mit zunehmender Temperatur verkürzt wird, sondern dass auch die Häutungsabstände regelmäßiger werden. Durch die Beeinflussung der Temperatur innerhalb des Toleranzbereiches von *Pseudocreobotra wahlbergii* konnte die Entwicklungsdauer bis zur Imago verändert werden, so dass die Tiere bei hohen Temperaturen in nur 93 Tagen adult sein konnten, aber bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen erst nach 152 Tagen das adulte Stadium erreichten. Diese Tatsache findet speziell in der Zucht Anwendung, da so die geschlechtsspezifische Entwicklungsdauer angeglichen werden kann, um zum entsprechenden Zeitpunkt paarungsfähige Tiere beider Geschlechter zu Verfügung zu haben.

Weiterhin konnte ich beobachten, dass sämtliche Stoffwechselprozesse direkt von der Temperatur abhängen. Eine erhöhte Temperatur steigert den Futterbedarf bis auf das Doppelte der Werte, welche unter 4.4. ermittelt wurden. Auch die Bewegungsaktivität der Tiere nimmt mit erhöhter Temperatur zu, was einen wiederholten Lauerstandortwechsel bedeutet. Sämtliche beschriebenen Verhaltensweisen wie das Boxing oder Drohgebärden können bei wärmer gehaltenen Individuen bedeutend häufiger beobachtet werden. Gleichsam steigert sich jedoch auch die Aggressivität der Mantiden, was durch das Zusammenwirken gesteigerten Bewegungsdranges und erhöhten Futterbedarfs zu erklären ist. Dadurch sind intraspezifische Begegnungen nicht nur gehäuft zu verzeichnen, sie resultieren auch öfter in feindlichen Auseinandersetzungen. So konnte trotz hoher Futtertierdichte im Behälter c) mehrfacher Kannibalismus, vor allem durch frisch gehäutete Individuen, beobachtet werden. Im Behälter a) hingegen verharteten die Mantiden nicht nur vollkommen regungslos, sondern nahmen auch bedeutend weniger Futter auf und zeigten keinerlei Kannibalismus. Insgesamt gab es so im Behälter a) nur einen Ausfall durch natürliche Ursachen. Im Behälter b) kam es zu 2 Ausfällen durch Kannibalismus und im Behälter c) reduzierten sich die 15 Tiere auf 9 Individuen infolge Kannibalismus. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass mit steigender Temperatur Gottesanbeterinnen gleichzeitig aufgrund ihrer gesteigerten Aktivität und ihres Futterbedarfs einen größeren Raum beanspruchen, was ansonsten zu Kannibalismus führt.

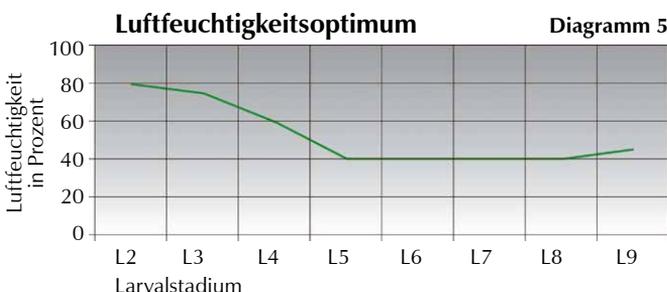


## 5.2 Luftfeuchtigkeit

Um auch die Auswirkungen einer veränderten Luftfeuchtigkeit zu untersuchen, wurden 15 Mantiden der Größe L3 auf 3 Gefäße mit unterschiedlichen Luftfeuchtigkeiten aufgeteilt. So wurde Behälter a) trocken gehalten, Behälter b), in Anlehnung an bisherige Erkenntnisse bezüglich optimaler Haltungsbedingungen alle 2-3 Tage übersprüht und Behälter c) täglich 1-2-mal übersprüht. Das so begonnene Experiment musste sehr schnell eingeschränkt werden, da schon bei der nächsten Häutung ein Ausfall der Tiere in Versuchsbehälter a) von 40% zu verzeichnen war. Derartige Bedingungen beschreiben einen Grenzwert des Toleranzbereiches der Tiere bezüglich der Luftfeuchtigkeit und sollten vermieden werden. Demnach wurde der Versuch lediglich mit Behälter b) und c) weitergeführt. Unerwarteter Weise zeigten die Individuen in den verschiedenen Behältern über die nächsten 2 Entwicklungsstadien keinerlei Unterschiede, weder in ihrer Entwicklungsgeschwindigkeit, noch bezüglich anderer Merkmale.

Erst beim Übergang vom 6. ins 7. Larvalstadium konnten Unterschiede festgestellt werden. Im Gegensatz zu allen Individuen des Behälters b), kam es bei den Mantiden des Behälters c) während der nächsten Häutung zu einem Ausfall, wobei eines der Tiere zwar seine Häutungsposition eingenommen hatte, diese aber nicht vollzog und im Laufe der nächsten Woche verstarb. Selbiges konnte bei zwei weiteren Versuchstieren beim Übergang zu L8 beobachtet werden. Um weiterhin zu präzisieren, inwieweit *Pseudocreobotra wahlbergii* ihre Luftfeuchtigkeitsansprüche während der Entwicklung zum Imago ändert, wurden ihre Bedürfnisse in der weiteren Zucht untersucht. Folgende Ergebnisse waren zu verzeichnen: Larven bis zum 4. Larvalstadium benötigen bedeutend mehr Feuchtigkeit als Individuen späterer Stadien. Gerade frisch geschlüpfte Mantiden suchen feuchte Stellen auf und zeigen aktives Trinkverhalten, wie es aber auch noch bei älteren, frisch gehäuteten Exemplaren zu beobachten

war. Junge Gottesanbeterinnen profitieren somit bis zu diesem Alter sehr von erhöhter Luftfeuchtigkeit, wie sie im Behälter b) und c) geschaffen wurde. Ab L5 geht das Feuchtigkeitsbedürfnis der Tiere stark zurück, so dass man *Pseudocreobotra* ab dem 6. Larvalstadium völlig ohne eine Erhöhung der Luftfeuchtigkeit halten kann. Lediglich adulte Männchen neigen zu einem aktiven Aufsuchen feuchter Stellen, um dann aktiv zu trinken. Sie kommen aber auch ohne



zusätzliche Feuchtigkeit aus. Eine zu hohe Luftfeuchtigkeit bei Gottesanbeterinnen späterer Stadien, wie auch eine zu niedrige bei Jungmantiden führen zu Häutungskomplikationen und sind daher zu vermeiden. Eine Übersicht bezüglich der optimalen Luftfeuchtigkeit der einzelnen Larvalstadien findet sich im Diagramm 5.

### 5.3 Farbanpassung an die Vegetation

Da *Pseudocreobotra wahlbergii* Fangschrecken sind, die vor allem fliegende Insekten erbeuten, haben sie sich an ihre Umgebung angepasst, indem sie die Blüten, auf welchen sie sitzen, perfekt nachahmen (Peckhamsche Mimikry). Charakteristisch dabei ist die große Variabilität ihrer Färbung. Diese erreichen sie wie alle Mantiden durch Pigmente. Gelb-, Braun- und Schwarztöne entstehen durch Einlagerung von Melaninen in die Kutikula. Andere Färbungen basieren primär auf Carotinoiden, welche von Pflanzen produziert und über die Beute aufgenommen werden. Die Tiere färben sich dabei so spezifisch, dass sie nicht nur die jeweilige Pflanzenart und deren Farbe, sondern auch deren jeweiliges Entwicklungsstadium nachahmen. Tiere, die sich primär auf Knospen aufhielten, haben nach MAC KINNON (1967) eine grüne Färbung, jene auf welken Blüten eher eine bräunliche. Diese These zu prüfen, aber auch allgemein zu untersuchen, in welchem Rahmen eine farbliche Anpassung der Tiere an die sie umgebende Vegetation möglich ist, um so weder von Räubern noch von Beute wahrgenommen zu werden, war Mittelpunkt des im Folgenden dokumentierten, aus zwei Versuchen bestehenden Experimentes. Dabei wurden die Larven 1) einzeln und 2) in 3 Gruppen in verschiedenen Terrarien mit jeweils unterschiedlich gefärbter Einrichtung untergebracht. Gleichzeitig sollte jedoch auch beobachtet werden, wie die Tiere auf fremde, in ihrer natürlichen Umgebung nicht vorkommende Farbtöne reagieren. So wurde folgende Versuchsanordnung gewählt:

1) Insgesamt wurden über einen Zeitraum von drei Entwicklungsstadien 16 Larven einzeln in entsprechenden Gefäßen untergebracht, welche jeweils mit folgenden Elementen eingerichtet wurden: a) grüne Vegetationsimitationen, b) braune Zweige, c) rote Blütenimitationen, d) gelbe Blütenimitationen, e) violett-grüne Blütenimitationen, f) blaue Einrichtung, g) weiße Einrichtung, h) schwarze Einrichtung. Um eventuelle Abweichungen bei der Farbanpassung trotz gleicher Umgebung zu dokumentieren, wurden zwei Larven in jeweils gleich eingerichteten Gefäßen untergebracht. Nachdem die Tiere über drei Entwicklungsstadien auf diese Weise gehalten wurden, konnten folgende Farbanpassungen festgestellt werden:

	Färbung Larve 1	Färbung Larve 2
Grüne Vegetationsimitationen	Vor allem grün, doch auch weiß und beige	Primär weiß bis beige, wenig grün
Braune Zweige	Von braun bis beige, wenig grün.	Siehe Larve 1
Rote Blütenimitationen	Von weiß bis rosa	Von rosa bis rot
Gelbe Blütenimitationen	Vor allem beige und gelb, wenig braun.	Primär beige
Violett-Grüne Blütenimitationen	Sowohl rosa, weiß, beige, als auch braun und grün	Primär weiß
Blaue Einrichtung	Primär weiß	Weiß bis beige und grün
Weißer Einrichtung	Primär weiß	Primär weiß, wenig beige
Schwarze Einrichtung	Larve stirbt unerwartet	Dunkles Abdomen, aber auch gelb bis orange

Vergleichend hierzu ist die Abb. 30 zu betrachten, wo eine Auswahl der verschiedenen Farbvarianten zusammengestellt wurde. Zur Präzisierung der ermittelten Beobachtungen wurden im Versuch 2) die in Gruppen gehaltenen Tiere in einem Terrarium mit a) braun und grün gehaltener Vegetation (7 Individuen), b) vorrangig gelben Blütenimitationen (8 Individuen) und c) mit violett-grünen Blütenimitationen (8 Individuen) untergebracht. Die Zahlen der Individuen ist lediglich auf die zum Experiment zur Verfügung stehende Anzahl der Tiere zurückzuführen. Die Tiere wurden nun von L4 bis zum subadulten Stadium wie beschrieben gehalten, und es konnte folgendes dokumentiert werden:

Versuchsbehälter a):

- ausschließlich Mischformen grüner, weißer und leicht beigefarbener Färbungen
- nur bei 2 Tieren Dominanz grüner Farbtöne
- ansonsten Dominanz beige Färbung, wenig grün



Versuchsbehälter b):

- vor allem gelbe und beigefarbene Exemplare
- auch hellbraune Individuen mit grünen Strukturen
- ein vollständig gelbes Exemplar
- ein vollständig rotes Exemplar

Versuchsbehälter c):

- rosafarbene, weiße, orange-rötliche und grüne Exemplare
- wiederum ein vollständig rotes Exemplar

Zusammenfassend ist zu sagen, dass verschiedenste Farbvarianten beobachtet werden konnten, welche jedoch nicht stereotypisch durch die Umgebung hervorgerufen wurden. Die endgültige Färbung scheint individuell bedingt, weist aber stets farbliche Merkmale der Umgebung auf, wodurch die Tiere dennoch optisch mit ihrem Umfeld verschmelzen. Auch spiegelt *Pseudocreobotra* niemals einen Extremwert der Umgebung wider, sondern bildet vielmehr einen ausgeglichenen Farbton heraus. Das Tier selbst wird dadurch bei der entwicklungsbedingten Veränderung der Pflanze nicht auffällig. Dennoch ist hervorzuheben, dass generell typische Farbausprägungen zu weißen, leicht grünen, wie auch gelben und orange-farbenen Tönen dominieren. Als Ausnahme hierzu sind scheinbar vollkommen spontane und individuelle Farbumschläge nach rot zu werten, welche unabhängig von sämtlichen Umweltfaktoren, wie Temperatur, Umgebung, Luftfeuchtigkeit und Futter beobachtet werden konnten und sich somit jeglicher Deutung entziehen.

## 6 Auswertung, Ergebnisse

Abschließend möchte ich die Resultate meiner Arbeit zusammenfassen und einige Erkenntnisse hervorheben:

- 1) Der vorliegende Artikel beschreibt Studien über *Pseudocreobotra wahlbergii*, welche die noch geringe Kenntnis über diese Tiere erweitern. So konnten gerade für Züchter Hinweise bezüglich optimaler Haltung der Tiere zusammengestellt werden.
- 2) Die Entwicklungsdauer der Tiere kann lediglich durch eine Veränderung der Temperatur von etwa 90 Tagen bis zu 150 Tagen variiert werden. Temperaturerhöhungen beschleunigen sämtliche Stoffwechselprozesse, so dass Futtertierbedarf, Bewegungsaktivität, aber auch die Aggressivität der Tiere steigen. Charakteristische Verhaltensweisen sind bei erhöhter Temperatur bedeutend häufiger zu beobachten.
- 3) Weitere Abhängigkeiten von *P. wahlbergii* ließen sich bezüglich der Luftfeuchtigkeit zeigen. Eine zu hohe Luftfeuchtigkeit bei Tieren älterer Stadien, wie auch eine zu niedrige bei Jungmantiden ziehen Häutungskomplikationen nach sich.
- 4) Durch Veränderung der Luftfeuchtigkeit konnte der Schlupftermin der Ootheken forciert und gleichzeitig ein periodisches Schlüpfen nachgewiesen werden.

5) *P. wahlbergii* reagiert selbst dann auf vermeintliche Beuteobjekte, welche sie mit nur einem Fangbein fangen, während sie bereits gefangene Beute verzehren.

6) Untersuchungen bezüglich des Futtertierbedarfs der Larven und Imagines konnten dargestellt werden, so dass ein Rückschluss auf den Befruchtungserfolg weiblicher Tiere möglich ist.

7) Die Eiproduktion des Weibchens wie auch die Schlupfquote der gelegten Ootheken kann durch eine vollständige Sättigung und zusätzlicher Ernährung mit Obst gesteigert werden.

8) Eine Besonderheit der Entwicklung ist, dass ohne äußere Einflüsse männliche Larven scheinbar ein Larvenstadium überspringen können und sich nur über 6 Häutungen zur Imago entwickeln. Dies wird als Ausweichen vor potenzieller Inzucht gedeutet.

9) *P. wahlbergii* kann sich im Wasser, infolge heftiger Regenfällen ihrer natürlichen Umgebung, äußerst schnell und effektiv fortbewegen, was bei Gottesanbeterinnen bislang nicht untersucht wurde. Darüber hinaus wurde eine spezifische Schwimmtechnik beobachtet.

Besonders wichtig scheint es mir, die dokumentierten Beobachtungen in Feldstudien zu überprüfen, um vor allem die Lebens- und Verhaltensweise von Mantiden in ihrem natürlichen Umfeld mit den hier gewonnenen Erkenntnissen gegenüberzustellen und zu ergänzen.

## 7 Dank

Ganz besonders möchte ich Frau MEIXNER für die außerschulische Betreuung dieser „Besonderen Lernleistung“, ihre Diskussionsbereitschaft und ihre unerschöpfliche Mühe beim Probelesen dieser Arbeit danken. Durch sie wurde ich vor über 6 Jahren an dieses Thema herangeführt und mir eine erste Zucht ermöglicht. Gleichermäßen unterstützte sie mich gerade in meinen Anfangsjahren immer wieder mit *Drosophila*-Ansätzen in Notsituationen und stand mir mit hilfreichen Ratschlägen zur Haltung allgemein zur Seite. Mein Dank gilt dem gesamten Museum für Naturkunde Chemnitz, wo ich in wiederholten Praktika mein Wissen bereichern konnte und viel Freude hatte.

Ebenso möchte ich Frau WULLERT als schulinterne Betreuerin für ihre ständige Offenheit bei all meinen Fragen und Vorschlägen, aber auch für ihre Bereitschaft, dieses außergewöhnliche Thema zu betreuen, danken. Sie war es, die mich an „Jugend Forscht“ herangeführt hat, und damit die Grundlage geschaffen hat für die mir zuteil gewordene Ehrung als Landessieger in der Biologie und die Auszeichnung mit dem WERNER RATHMEYER-Preis der Deutschen Zoologischen Gesellschaft e. V. SÖREN MATERNA und TOBIAS SCHULZE stellten mir die Ausgangspopulation für meine Zucht, wie auch unzählige Bilder und mündliche Dokumentationen ihrer Reise nach Kenia zur Verfügung. Herzlichen Dank für die jahrelange Unterstützung. Des Weiteren gilt mein Dank Professor Dr. KALTENBACH und Professor ASPÖCK aus dem Naturhistorischen Museum Wien für ihre Bereitschaft, mir in die weltweit größte Sammlung von Mantiden-Präparaten Einsicht zu gewähren.

Auch möchte ich Herren REINHART EHRMANN und MANFRED BERG für Ratschläge und Emailkontakt danken. MANFRED BERG begleitete und instruierte mich zudem bei ersten Feldstudien mit *Mantis religiosa*.

Nicht zuletzt gilt mein größter Dank meinen Eltern, die mir die Zucht erst ermöglichten und die trotz temporär chaotischer Zustände nicht die Geduld verloren, sondern dieses Hobby immer unterstützten.

## 8 Literatur-, Quellenverzeichnis

BERG, M. & KELLER, M. (2004): Die Gottesanbeterin *Mantis religiosa* im Stadtgebiet von Berlin – Schöneberg, ihre Lebensweise und faunistische Beobachtungen in den Jahren 1998 bis 2003. S. 55. – Märkische Entomologische Nachrichten, 6, Heft 1.

BISCHOFF, I. & R.; HESSLER, C. & MEYER M. (2001): PraxisRatgeber: Mantiden – Faszinierende Lauerjäger. [4] S. 51.; [8] S. 58.; Frankfurt am Main (Chimaira Buchhandelsgesellschaft mbH).

EHRMANN, R. (2001): Gottesanbeterinnen (Mantodea): Eine Übersicht. S. 26.; Reptilia Nr.28.

EHRMANN, R. (2002): Mantodea: Gottesanbeterinnen der Welt. [1] S. 374.; [2] S. 291 f.; [3] S. 292.; Münster (Natur und Tier – Verlag).

Klimagramm (Version 2.0)(1999): Unterrichtsmedien interaktiv. (Westermann).

MACK KINNON, J. (1967): Indications of Territoriality in Mantids. Oxford (Oxford University Press).

PRETE, F.R.; WELLS, H.; WELLS, P.H. & HURD, L.E.(1999): The Praying Mantids. S. 73-80. Baltimore (The Johns Hopkins University Press).

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Veröffentlichungen des Museums für Naturkunde Chemnitz](#)

Jahr/Year: 2006

Band/Volume: [29](#)

Autor(en)/Author(s): Neumann Markus

Artikel/Article: [Die Gottesanbeterin \*Pseudocreobotra wahlbergii\* Stål – Beobachtungs- und Forschungsergebnisse bei Haltung und Zucht 105-122](#)