

# Die Gottesanbeterin, *Mantis religiosa* LINNAEUS, 1758 (Mantodea: Mantidae), im Stadtgebiet von Berlin-Schöneberg - Ihre Lebensweise und faunistische Beobachtungen in den Jahren 1998 bis 2003



Manfred Berg & Manfred Keller, Berlin

## Summary

**The Praying Mantis, *Mantis religiosa* LINNAEUS, 1758 (Mantodea: Mantidae), in the City Borough of Berlin-Schöneberg – A description of their life-cycle as well as observations made in the years 1998 to 2003**

In the summer of 1998 several specimens of the Praying Mantis, *Mantis religiosa* LINNAEUS, 1758, were discovered by chance on the derelict site of the railway sidings east of the Nature Park "Südgelände" in the City Borough of Berlin-Schöneberg, and the species was closely observed by regular visits to the site in the following years to 2003.

In the introduction reasons for the endangerment of *M. religiosa* are given, and their general protection status and the status of their Berlin population are mentioned. After describing the geographical distribution of *M. religiosa* and making suggestions of their probable origin, a short description of the railway sidings and a full account of the life-cycle of the Praying Mantis as well as the observations made in the years 1998 to 2003 are then given. Some peculiarities of the places chosen to deposit the eggs, the ability of a particular egg case to resist protracted high temperatures, the capture of prey and pairing are in our opinion unique and have never been discussed before. Other points mentioned are the egg deposits, their development and the metamorphosis, the occurrence of the larvae, nymphs and the adult insects and the places where they were mainly to be found. Further the results of counting the individual insects each year and for the whole period of their observation are noted. After discussing the nourishment and the enemies of the Praying Mantis, the description of their annual life-cycle is concluded with their pairing and sexual cannibalism.

## Zusammenfassung

Im Sommer des Jahres 1998 wurde durch Zufall ein Vorkommen der Gottesanbeterin, *Mantis religiosa* LINNAEUS, 1758, auf der großen Bahnbrache östlich vom Naturpark „Schöneberger Südgelände“ mitten im Stadtgebiet von Berlin entdeckt und in den Folgejahren bis einschließlich 2003 durch regelmäßiges Aufsuchen des Areals intensiv beobachtet.

Zunächst werden einleitend Gefährdungsursachen für *M. religiosa* genannt und Angaben zu ihrem allgemeinen Schutzstatus sowie dem ihrer Berliner Population gemacht. Nach der geographischen Verbreitung von *M. religiosa*, Überlegungen zur Herkunft der Ursprungspopulation und einer kurzen Beschreibung des Berliner Geländes werden die Lebensweise der Gottesanbeterin sowie eigene faunistische Beobachtungen in den Jahren 1998 bis 2003 ausführlich dargestellt. Einige Besonderheiten bei der Wahl der Eiablageorte, der Widerstandsfähigkeit eines einzelnen Geleges gegenüber lange einwirkenden hohen Temperaturen, beim Beuteerwerb und bei der Paarung werden unseres Wissens hier erstmalig erwähnt und diskutiert. Im Einzelnen finden sich Hinweise zur Eiablage, Embryonalentwicklung und Metamorphose, zur Phänologie der Larven und Imagines sowie zu deren bevorzugten Habitaten. Ferner werden Angaben über die durch Zählung ermittelte Individuenanzahl einzelner Jahre und des gesamten bisherigen Beobachtungszeitraumes gemacht. Nach der Nahrungsbiologie und den Feinden der Gottesanbeterin wird mit der Paarung und dem sexuellen Kannibalismus die Beschreibung ihres jährlichen Lebenszyklus abgeschlossen.

## Inhaltsübersicht

1. Einleitung
2. Geographische Verbreitung
3. Lage und Beschreibung des Berliner Geländes
4. Lebensweise und eigene Beobachtungen von 1998 bis 2003
  - 4.1. Eiablage, Embryonalentwicklung und Metamorphose
  - 4.2. Phänologie der Larven und Imagines
  - 4.3. Bevorzugte Aufenthaltsorte der Larven und Imagines
  - 4.4. Populationsgröße einzelner Jahre sowie des gesamten Beobachtungszeitraumes
  - 4.5. Nahrungsbiologie und Beutetiere
  - 4.6. Feinde (Prädatoren, Eiparasiten)
  - 4.7. Paarung und sexueller Kannibalismus
5. Danksagungen
6. Literatur
7. Farbtafeln

### 1. Einleitung

Im Jahre 1998 wurden gegen Ende Juli auf einer großen Lichtung mit verbuschendem Trockenrasen und einzelnen Hochstaudenfluren der Bahnbrache östlich des Naturparks „Schöneberger Südgelände“ (Abb. 1, 2) zufällig mehrere etwa 50 mm große Fangschrecken-Larven mit deutlichen großen Flügelscheiden gefunden, die teils an noch blühendem Tüpfel-Johanniskraut, *Hypericum perforatum* L. (Johanniskrautgewächse, Hypericaceae), teils an der Sichelmöhre, *Falcaria vulgaris* BERNHARDI (Doldenblütler, Apiaceae), sowie am Land-Reitgras, *Calamagrostis epigejos* (L.) ROTH (Süßgräser, Poaceae), saßen und beim Näherkommen flüchteten und dadurch erst auffielen. Wegen dieses außergewöhnlichen Fundes wurde die Lichtung (Abb. 1, 2) nun fast täglich betreten, und am 23. August 1998 konnten schließlich nach intensiver Suche 19 weibliche und 14 männliche Imagines, aber keine Larven mehr gefunden werden. Die Tiere hatten sich also inzwischen verwandelt und wurden nach HARZ (1957, 1960) sowie KALTENBACH (1963) eindeutig als Gottesanbeterin, *Mantis religiosa* LINNAEUS, 1758 (Ordnung: Mantodea, Fangschrecken – Familie: Mantidae, Gottesanbeterinnen), bestimmt.

Über diese ungewöhnliche Entdeckung wurde zunächst Stillschweigen gewahrt, um zu überprüfen, ob die Gottesanbeterin auch in den Folgejahren auf dem Gelände auftreten würde, da sie durch ihr großes Wärmebedürfnis in Mitteleuropa eigentlich auf ausgesprochene Wärmeinseln beschränkt ist. Der inzwischen vergangene Beobachtungszeitraum hat nun jedoch gezeigt, dass sich auf dem Schöneberger Bahngelände trotz zwischenzeitlich unterschiedlichster Witterungsperioden offenbar eine recht stabile Population von *M. religiosa* entwickelt hat, die regelmäßig zur Reproduktion gelangt und in den letzten Jahren hinsichtlich der Individuenanzahl sogar zugenommen hat. Im September 2000 wurde die Gottesanbeterin bei Pflegearbeiten erstmalig auch auf der großen zentralen Lichtung im unmittelbar an das Bahngelände grenzenden Schutzgebiet des Naturparks entdeckt, so dass nun die Oberste Naturschutzbehörde

des Landes Berlin beim Landesbeauftragten für Naturschutz und Landschaftspflege im Hause der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung von dem Vorkommen Kenntnis erhielt (MACHATZI schriftl. Mitt. 2000 in: EHRMANN 2002, KÖSTLER mündl. Mitt. 2002).

Obwohl *M. religiosa* seit einigen Jahren in Deutschland in der Ausbreitung begriffen ist (BRECHTEL et al. 1996, EHRMANN 2003), wird sie immer noch als selten angesehen und daher in der Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV) als „Besonders geschützte Art“ unter Schutz gestellt. Außerdem gilt sie als „vom Aussterben bedroht“ und wird in der „Roten Liste der Geradflügler Deutschlands“ (nach INGRISCH & KÖHLER 1998) in die Kategorie 3 („gefährdet“) eingruppiert. Sie darf also nicht gefangen, verletzt oder gar getötet werden, und es ist auch verboten, ihre Entwicklungsformen zu stören, zu beschädigen oder der Natur zu entnehmen. Nach Landesrecht zuständige Behörden können Ausnahmen von den Verboten zulassen, z. B. für wissenschaftliche Untersuchungen oder Maßnahmen, die der Wiederansiedlung dienen (KLATT schriftl. Mitt. 2003).

Gefährdungsursachen für *M. religiosa* liegen weniger in der Entnahme von Tieren aus der Natur durch Insektensammler (ZACHER 1917, DETZEL & EHRMANN in: DETZEL 1998), sondern vielmehr in der Vernichtung der wenigen der Gottesanbeterin zuzugewandten Lebensräume, z. B. durch die voranschreitende Intensivierung der Landwirtschaft, den Ausbau der Verkehrswege oder die zunehmende Verbuschung (Sukzession) offener xerothermer Biotope. Weiterhin besteht eine Gefährdung durch die Anwendung von Insektiziden und anderen Pflanzenschutzmitteln in der Land- und Forstwirtschaft, da hierdurch Schadstoffe in die Nahrungskette der räuberischen Gottesanbeterin gelangen können (EHRMANN 2002).

Nach Einschätzung der Obersten Naturschutzbehörde des Landes Berlin ist *M. religiosa* nicht zufällig, auf natürliche Weise nach Berlin gelangt, sondern vermutlich angesalbt, also absichtlich ausgesetzt worden, um eine eigene Population entstehen zu lassen (MACHATZI schriftl. Mitt. 2003). Man kann dies daraus ersehen, dass das Berliner Vorkommen inselartig und weit entfernt von den nächstgelegenen in- und ausländischen *Mantis*-Populationen liegt (vgl. Kapitel 2.). Die bodenständigen (autochthonen) Vorkommen im südwestlichen Deutschland dagegen liegen in unmittelbarer Nachbarschaft zu den französischen Vorkommen und stehen nach Süden durch die Burgundische Pforte mit dem europäischen Hauptverbreitungsgebiet, dem Mittelmeerraum, in Verbindung (DETZEL & EHRMANN in: DETZEL 1998). Nach KLATT (schriftl. Mitt. 2003) ist es schwierig, über den Schutzstatus eingeschleppter, gebietsfremder Tiere weit außerhalb ihres natürlichen Areals zu urteilen, denn einerseits ist es richtig, zunächst heimische Tiere zu schützen, bzw. Lebewesen, die hier ihren Verbreitungsschwerpunkt haben, andererseits sind viele Tiere, die wir heute als einheimisch betrachten, in der Vergangenheit eingeschleppt worden. Der Schutzstatus der Bundesartenschutzverordnung gilt für etablierte Arten in ihrem eigentlichen Verbreitungsgebiet, deshalb ist *M. religiosa* im Land Berlin nicht geschützt (MACHATZI schriftl. Mitt. 2003).

Mit dem vorliegenden Artikel soll die interessante Lebensweise der Gottesanbeterin im Berliner Stadtgebiet Naturfreunden und Insektenliebhabern näher gebracht werden.

## 2. Geographische Verbreitung

*M. religiosa* ist hinsichtlich ihrer geographischen Verbreitung die „erfolgreichste“ Fangschreckenart der Erde. BAZYLUK (1960) führte dies darauf zurück, dass *M. religiosa* gegenüber anderen Arten offenbar über ein wesentlich höheres Vermögen verfügt, sich veränderten Umweltbedingungen anpassen zu können. Keine andere Art hat ein derartig großes Verbreitungsgebiet: Von ihrer Heimat, Afrika, hat sie sich über den gesamten Mittelmeerraum und große Teile Asiens bis nach Japan und Australien verbreitet. Auf den nordamerikanischen Kontinent wurde sie eingeschleppt und hat sich dort im südlichen Ontario (Kanada: Raum Belleville und Chatterton) sowie in nordöstlichen Teilen der USA (z. B. Vermont, Massachusetts, Connecticut, Staat New York: Raum Rochester und Albany, Pennsylvania) eingebürgert (SALT & JAMES 1947, GURNEY 1951, JAMES 1958). In Europa bewohnt sie den gesamten Süden bis etwa zum 46. Breitengrad (KALTENBACH 1963) und dringt nördlich der genannten Linie als einzige mitteleuropäische Art inselartig bis etwa zum 51. Breitengrad in wärmebegünstigten Gegenden vor (Frankreich: Le Havre, Reims; Belgien: Chimay; Tschechien: in Mähren z. B. Bernadov bei Brno, Rohalec, Letnice, Hodonín), wobei das Berliner Vorkommen zur Zeit das nördlichste Mitteleuropas ist (etwa 52,5 Grad nördlicher Breite). Über die derzeitige Verbreitung in Deutschland finden sich ausführliche Angaben in BRECHTEL et al. (1996) und EHRMANN (2003). In Osteuropa liegt die Arealgrenze der Gottesanbeterin weiter nördlich als in Mitteleuropa (ZACHER 1909, 1917, BAZYLUK 1960, KALTENBACH 1963), was ZACHER (1909) auf das ausgeprägte Kontinentalklima dort zurückführte. Seine damalige Vermutung, dass auch das den westrussischen Gebieten (wo *M. religiosa* den 53. Breitengrad erreicht) klimatisch ähnliche Oberschlesien in nicht allzu ferner Zukunft von Osten her besiedelt werden könnte, fand ihre erste Bestätigung in einer kurzen Notiz von PAX (1920), der darin den Fund eines einzelnen Exemplars von *M. religiosa* nahe einer Eisenbahnlinie (!) bei Königshütte erwähnt. In Polen liegen die nördlichsten autochthonen Vorkommen zwischen dem 51. und 52. Breitengrad bei Kozienice, etwa 100 km südlich von Warschau (BAZYLUK 1960), und in den GUS-Staaten dringt *M. religiosa* bis zum 53. Breitengrad vor (ZACHER 1909, 1917, BAZYLUK 1960). Ihren weltweit nördlichsten Punkt erreicht sie nach BEY-BIENKO in: BAZYLUK (1960) östlich des Ural-Gebirges bei Troizk, südlich von Tscheljabinsk, wo sie den 54. Grad nördlicher Breite überschreitet!

Als maximale Höhenverbreitung werden für die Alpen etwa 700 m ü. NN, in Ausnahmefällen 900-1100 m ü. NN angegeben (NADIG 1959 in: KALTENBACH 1963, NADIG 1962 in: DETZEL & EHRMANN in: DETZEL 1998). Für das Ätna-Massiv auf Sizilien ermittelte BACCETTI ein Vorkommen in 1741 m ü. NN (BACCETTI 1959 in: KALTENBACH 1963), doch hielt es KALTENBACH (1963) durchaus für möglich, dass *M. religiosa* in geeigneten Gebieten (z. B. im tropischen Afrika) noch höher steigt. Für die USA findet sich eine Angabe bei GURNEY (1951), wonach die Gottesanbete-

rin in den Green Mountains (nordöstliche USA, Massachusetts, Vermont) auf der Spitze des Mt. Greylock in 1068 m ü. NN nachgewiesen worden ist.

Wie ist nun unser Berliner Vorkommen, das – wie bereits erwähnt – derzeit nördlichste Mitteleuropas, zu bewerten? Nach KLATT (schriftl. Mitt. 2003) sind die Tiere mit Sicherheit eingeschleppt worden, und auch EHRMANN (mündl. Mitt. 2002), MACHATZI (schriftl. Mitt. 2003) sowie THIEL (mündliche Mitt. 2002) sind der Auffassung, dass die Gottesanbeterin nicht zufällig, auf natürlichem Wege nach Berlin gelangt sein kann. Auch von den Verfassern werden diese Ansichten geteilt. Nach MACHATZI (schriftl. Mitt. 2003) werden in Städten immer wieder verschiedene Tiere ausgesetzt. Die völlig isolierte, inselartige Lage, weit entfernt von den nächsten in- und ausländischen Fundorten, lässt im Grunde auch keine andere Interpretationsmöglichkeit zu. KÖSTLER (mündl. Mitt. 2002), die den Tieren im angrenzenden Schutzgebiet des Naturparks während botanischer Untersuchungen im Rahmen eines Bio-Monitorings mehrfach begegnete, äußerte die Vermutung, dass möglicherweise im Bereich der einzigen zur Zeit noch (von den Berliner Stadtreinigungs-Betrieben, BSR) benutzten Gleisstrecke im östlichen Randbereich des Geländes (Abb. 1) Ootheken aus verworfenem Zuchtmaterial aus Containern der BSR herausgefallen sein könnten. Diese an sich bestechende Theorie wird noch dadurch gestützt, dass ausgerechnet in diesem Lichtungsbereich, der an seinem östlichen Rande durch die BSR-Trasse auf einer Länge von etwa 200 Metern begrenzt wird, im Jahre 1998 die ersten Individuen der Gottesanbeterin gefunden wurden. EHRMANN (mündl. Mitt. 2003) hält diese Theorie jedoch für eher unwahrscheinlich und glaubt vielmehr, dass das Gelände schon vor 1998 von den Tieren besiedelt war, diese aber früher übersehen worden sind! Nach THIEL (mündl. Mitt. 2002) sollte auch eine Verschleppung von Ootheken an Gleisschotter im Rahmen von Reparaturarbeiten an veralteten Holzschwellen mit anschließender Auffüllung und Ergänzung von Gleisschotter zur Stabilisierung neuer Betonschwellen in Erwägung gezogen werden.

EHRMANN (mündl. Mitt. 2002, 2003) sieht in genetischen Untersuchungen von Individuen der Berliner *Mantis*-Population und solchen verschiedener deutscher sowie ausländischer Vorkommen eine Möglichkeit, die Herkunft der Ursprungspopulation zumindest einzugrenzen. Vielleicht lassen aber auch morphologische Vergleiche beispielsweise unter Heranziehung der von BAZYLUK (1960) beschriebenen subtilen Unterscheidungsmerkmale verschiedener Unterarten (z. B. Gestaltung des Pronotumrandes) Rückschlüsse auf die Herkunft der Berliner Tiere zu.

### 3. Lage und Beschreibung des Berliner Geländes

Die Fundorte liegen im Zentrum (Flächengröße: Länge etwa 500 m und Breite ca. 150 m) eines in den letzten Jahrzehnten durch Nutzungsaufgabe in Teilbereichen mehr und mehr brachgefallenen typischen Bahngeländes mit einer Gesamtlänge von etwa 1500 m und einer Breite von etwa 150 m, das sich im Berliner Bezirk Schöneberg-Tempelhof vom Prellerweg (im Süden) in nordöstlicher Richtung bis zum Sachsendamm (im Norden) erstreckt. An nahezu seiner gesamten Westseite grenzt das Areal unmittelbar an den teils als Landschaftsschutz-, teils als Naturschutzgebiet ausgewiesenen „Naturpark Schöneberger Südgelände“, lediglich durch einen Drahtzaun

getrennt, an der Ostseite dagegen bildet im südlichen Bereich die „Lindenhof-Siedlung“ mit der Röblingstraße, im mittleren und nördlichen Abschnitt ein umfangreiches, von der Bessemerstraße her zugängliches Industriegebiet die Begrenzung.

Das Bahngelände gehörte ursprünglich zum ehemaligen Tempelhofer Rangierbahnhof und liegt naturräumlich auf der Grundmoränenplatte des Teltow, südlich des Berlin-Warschauer-Urstromtales. Die beim Bau der Gleisanlagen über dem auf der Grundmoränenplatte liegenden Geschiebemergel aufgetragenen meterhohen Schichten von Sanden, Kiesen, Schottern und Schlacke führten dazu, dass der Grundwasserspiegel (in diesem Gebiet zwischen 31 und 32 m ü. NN) mehr als 10 Meter unter der Oberfläche liegt (SENSTADTUM 1990 in: PLANLAND 2000). Selbst tief wurzelnde Gehölze haben daher keinerlei Zugang zum Grundwasser, so dass im Zusammenwirken mit den hohen Skelettanteilen des Oberbodens, die bis zu 80 Vol.-% betragen können, die gesamte Fläche als ausgesprochen trockener Lebensraum für Pflanzen und Tiere angesehen werden muss (AEY in: KOWARIK et al. 1992 in: PLANLAND 2000).

Trotz der Lage des Bahngeländes inmitten der städtischen Wärmeinsel Berlins ist seine Jahresdurchschnittstemperatur mit 10 °C etwas niedriger als der Durchschnittswert der unmittelbar angrenzenden bebauten Gebiete von Schöneberg-Tempelhof, der im gleichen Untersuchungszeitraum 12 °C betrug, während vergleichsweise durchgeführte Messungen im Zentrum des Grunewaldes einen Jahresdurchschnittswert der Lufttemperatur von nur 7 °C für den entsprechenden Zeitraum erbrachten (v. STÜLPNAGEL 1987 in: PLANLAND 2000). Bedingt durch das Oberflächenrelief der Bahnbrache ergeben sich jedoch ausgeprägte kleinklimatische Unterschiede: So weisen tief liegende Bereiche infolge nicht abfließender Kaltluft während der Nachtstunden die niedrigsten Temperaturen auf, Lichtungen mit Trockenrasen dagegen zeigen wesentlich höhere Werte, und die höchsten Temperaturen sind – insbesondere an sonnigen, windstillen Hochsommertagen – auf den xerothermen, vegetationsarmen Sand-, Kies- und Schotterstandorten zu erwarten (HORBERT et al. 1982 in: PLANLAND 2000). Die Niederschläge des Gebietes erreichen nach SCHLAAK (1977 in: PLANLAND 2000) eine durchschnittliche Höhe von nur 580 mm pro Jahr.

Die thermophile Vegetation der Bahnbrache ist ein Mosaik blütenreicher Sandtrockenrasen und hochstaudenreicher Halbtrockenrasen mit einzelnen gestrüpp- oder strauchartigen Gehölzinseln, die teils von Bereichen mit waldartigem Charakter, teils von vegetationsarmen Kies- und Schotterflächen umrahmt werden (Abb. 1, 2). Die Verbuschung und Waldbildung geht hauptsächlich von der Heckenrose, *Rosa canina* L. (Rosengewächse, Rosaceae), dem Sanddorn, *Hippophae rhamnoides* L. (Ölweidengewächse, Elaeagnaceae), dem Blutroten Hartriegel, *Cornus sanguinea* L. (Hartriegelgewächse, Cornaceae), der Sandbirke, *Betula pendula* ROTH (Birkengewächse, Betulaceae), der Robinie, *Robinia pseudoacacia* L. (Schmetterlingsblütler, Fabaceae), und verschiedenen Pappel-Arten, *Populus spec.* (Weidengewächse, Salicaceae), aus. Charakteristische, große Bestände bildende Süßgräser (Poaceae) der Trockenrasen sind neben dem Land-Reitgras, *Calamagrostis epigejos* (L.) ROTH, der Rauhblattschwengel, *Festuca brevipila* TRACEY, der Glatthafer, *Arrhenatherum elatius* (L.) P. BEAUV. ex J. et C. PRESL, die Schmalblättrige Risppe, *Poa angustifolia* L., und die Plathalm-Risppe, *Poa compressa* L. An auffallenden Blütenpflanzen finden

sich z. B. das Tüpfel-Johanniskraut, *Hypericum perforatum* L. (Johanniskrautgewächse, Hypericaceae), die Rispen-Flockenblume, *Centaurea stoebe* L. (Korbblütler, Asteraceae), die Sichelmöhre, *Falcaria vulgaris* BERNHARDI (Doldenblütler, Apiaceae), der Natternkopf, *Echium vulgare* L. (Borretschgewächse, Boraginaceae), und die Nachtkerze, *Oenothera biennis* L. (Nachtkerzengewächse, Onagraceae).

Am westlichen Arealrand unmittelbar neben dem Naturpark werden seit dem Herbst des Jahres 2002 auf einem etwa 50 Meter breiten Streifen für den Neubau einer ICE-Strecke der „Deutsche Bahn AG“ umfangreiche Baumaßnahmen, u. a. durch Aufbringen mächtiger Schichten von Kiesen und Sanden für eine Trassenführung in Dammlage durchgeführt.

#### 4. Lebensweise und eigene Beobachtungen von 1998 bis 2003

##### 4.1. Eiablage, Embryonalentwicklung und Metamorphose

Die Eiablage der Gottesanbeterin erfolgt auf dem Berliner Bahngelände im September und Oktober. Die Eier werden nicht einzeln abgelegt, sondern immer zu mehreren – von einer schützenden Hülle umgeben – als Eierkokon oder Oothek an einer Unterlage befestigt. FABRE (1952) schrieb hierzu: "Man findet diesen Eierkokon der Gottesanbeterin bei uns (Provence, Südfrankreich, Anm. d. Verf.) an sonnigen Stellen so ziemlich überall, auf Stein und Holz, an Rebstöcken, an Sträuchern, an trockenen Pflanzenstängeln und auch an den ‚Gebilden der fleißigen Menschenhand‘, an Trümmerstücken von Backsteinen, groben Leinwandfetzen, hart gewordenen Überresten ausgedienter Schuhe. Jede Art Unterlage ist unbesehen der *Mantis* recht, wenn sich nur Unebenheiten daran bieten, auf denen der Kokon mit der Unterseite festgeklebt werden kann und an denen er festen Halt findet." Da andere Autoren (BEIER & HEIKERTINGER 1952, JAMES 1958, BAZYLUK 1960, SCHOPPMANN & SCHOPPMANN 1988) vor allem Pflanzenteile als Eiablageorte von *M. religiosa* erwähnten, wurde im ersten Beobachtungsjahr 1998 zunächst nur an überwinternden oberirdischen Teilen der Vegetation nach Ootheken gesucht, ohne jedoch Eigelege zu entdecken. Auch in den Folgejahren konnten niemals an Pflanzenteilen befestigte Ootheken festgestellt werden, da die Eierkokons der Gottesanbeterin in Berlin im Gleisschotter (Abb. 4, 5) und an der Unterseite unbenutzter Schienenstränge (Abb. 6, 7) abgelegt werden. In einem besonderen Einzelfall im Spätherbst 1999 fand sich auch an der Innenseite eines alten, rostenden, verformten Blecheimers ein stattlicher Eierkokon, der später noch Gegenstand einer interessanten Beobachtung sein wird.

Das Weibchen der Gottesanbeterin beginnt gewöhnlich einige Tage nach der Begattung mit der Eiablage (PRZIBRAM 1907, HARZ 1957, 1960, KALTENBACH 1963). Ein geeigneter Ablageort wird nicht mit dem Gesichtssinn, sondern durch tastende Bewegungen der beiden Cerci des Weibchens (Abb. 15) ausgewählt (BEIER & HEIKERTINGER 1952, EHRMANN 1984, EHRMANN 2002), wobei das Tier die Oberflächenbeschaffenheit, Temperatur und den Feuchtigkeitsgrad der entsprechenden Stelle prüft (EHRMANN mündl. Mitt. 2003). Warum werden nun auf der Berliner Bahnbrache von *M. religiosa* nur diese besonderen Eiablageorte gewählt, während doch auch ausreichende Vegetationsstrukturen für Ablagemöglichkeiten zur Verfügung stünden? Eine Antwort auf diese Frage findet sich möglicherweise wieder bei FABRE (1952), der in

seiner südfranzösischen Heimat Gottesanbeterinnen zu Studienzwecken einzeln unter geräumigen Drahtglocken hielt, wie sie damals als Fliegenglocken für Speisevorräte verwendet wurden. Jede seiner etwa 10 Drahtglocken stand auf einer mit Sand gefüllten Schüssel, und ein trockenes Büschel Thymian, *Thymus vulgaris* L. (Lippenblütler, Lamiaceae), sowie ein flacher Stein dienten gleichzeitig als Inneneinrichtung und Eiablagemöglichkeit. Die gefangenen Gottesanbeterinnen wählten jedoch regelmäßig den engen Maschendraht ihrer Käfige für die Ablage der Ootheken aus, was FABRE (1952) mit dem besonders festen Halt an diesen Stellen zu begründen versuchte und schrieb: "In der Natur fehlt den Eierkokons aller Schutz; sie müssen die Unbilden des Winters aushalten, den Regengüssen, den Windstößen, dem Frost, den Schneelasten widerstehen, ohne sich loszulösen. Darum eben suchen die Gottesanbeterinnen stets einen unebenen Baugrund, dem sich der Unterbau des Kokons gut anschmiegen und an dem er festen Halt gewinnen kann. Dem Mittelmäßigen wird das Bessere, dem Besseren das Bestgeeignete vorgezogen, sofern es die Umstände gestatten." Die Aussage des letzten Satzes lässt sich nun offenbar auch auf das Berliner Gelände übertragen, wobei schon in den Käfigen die Weibchen ihre Gelege nicht nur wegen des festen Haltes am Maschendraht angeklebt haben werden, sondern den Metalldraht vermutlich eher wegen seiner durch den sonnigen Standort bewirkten Erwärmung ausgewählt haben dürften. Die in der Sonne erfolgende Erwärmung von Gleisschotter und Eisenbahnschienen kann an deren Unterseiten im März/April jedes Jahres bereits zwischen 20 und 25 °C betragen, wie eigene Messungen mit einem digitalen Oberflächenthermometer ergeben haben. Damit wären ideale Bedingungen für die Embryonalentwicklung gegeben, selbst wenn die Luft diese Temperaturwerte noch nicht erreichen sollte. Möglicherweise werden daher von *M. religiosa* in Berlin Pflanzenteile wegen ihrer vergleichsweise geringeren Erwärmung als Ablageorte gemieden (BERG eigene Beob.).

Hat ein Weibchen schließlich eine geeignete Stelle gefunden, so erzeugt es durch seine Genitalnebendrüsen (HARZ 1960) ein schaumiges Sekret, das aus dem Abdomenende austritt und durch spiralgig-kreisende Bewegungen des Hinterleibsendes unter langsamem Vorwärtskriechen des Tieres um die gleichzeitig kunstvoll angefertigten Eikammern verteilt wird (PRZIBRAM 1907, BEIER & HEIKERTINGER 1952). Unentbehrlich für die Formgebung der Oothek sind die beiden Cerci des Weibchens (Abb. 15). Sind sie dem Tier verloren gegangen, ist die Höhe des Kokons bis zu 3 mm geringer als normalerweise, so dass Eikammern teilweise aus der schützenden Schaummasse herausragen können (EHRMANN 1984). Das zunächst schaumige, weißliche Sekret erhärtet an der Luft bald zu einer schwammartigen, bräunlichen Hülle, welche die nur etwa 1/3 des Gesamtvolumens des Geleges einnehmenden Eikammern als 5-10 mm dicke, schützende Wandung umgibt (SCHOPPMANN & SCHOPPMANN 1988).

In Berlin konnten gelegentlich auffallend schlanke Weibchen mit Resten von frischem, noch weißlichem Oothekenschaum an der Hinterleibsspitze beobachtet werden, die offenbar in der näheren Umgebung einen Eierkokon abgelegt haben mussten (Abb. 15). Zwar konnten die Gelege trotz eifriger Suche oft nicht entdeckt werden,



doch fanden sich im Frühling des Folgejahres an den entsprechenden Stellen stets zahlreiche Larven (BERG eigene Beob.).

Bisweilen kommt es auch bei *M. religiosa* zur Ablage unbefruchteter Eier und zu deren parthenogenetischer Entwicklung, aus der aber nur weibliche Larven hervorgehen (HEIDE 1986 in: EHRMANN 2002).

Für die Fertigstellung der Oothek, die nach HARZ (1957, 1960) in den Vormittagsstunden, nach FABRE (1952) fast ausschließlich nachts erfolgt, benötigt die Gottesanbeterin nach BEIER & HEIKERTINGER (1952) vier bis fünf, nach FABRE (1952) zwei, nach KAESTNER (1973 in: SCHOPPMANN & SCHOPPMANN 1988) vier bis sechs Stunden und nach EHRMANN (2002) eine halbe bis eine Stunde.

Die Größe der Oothek schwankt gewöhnlich beträchtlich zwischen 20-40 mm in der Länge und 10-20 mm in der Breite (BERG eigene Beob.), nach SCHOPPMANN & SCHOPPMANN (1988) auch bis 60 mm in der Länge sowie bis 35 mm in der Breite und hängt sowohl vom Ernährungszustand als auch von der Größe und dem Alter des Weibchens ab. Jedes Weibchen ist bei günstigen Bedingungen in der Lage, mehrere Eierkokons herzustellen, wobei deren Größe im allgemeinen innerhalb der von einem Weibchen erzeugten Ootheken-Serie mit zunehmendem Alter des Tieres abnimmt (BEIER 1968). In Berlin dürfte nur unter günstigsten Witterungsbedingungen von der Gottesanbeterin mehr als ein Kokon je Weibchen abgesetzt werden.

Für die in einem Gelege enthaltene Anzahl der Eier, die unmittelbar mit der Größe der Oothek korreliert (BEIER 1968), wurden unterschiedliche Angaben gemacht: BEIER & HEIKERTINGER (1952) sowie HARZ (1957, 1960) gaben 100-200, EHRMANN (1984) 60-70 Eier pro Kokon an. Doch schlüpfen auch unter normalen Bedingungen aus lediglich 75 bis 95 % der Eier lebensfähige Larven (BEIER 1968), bei den im südlichen Ontario (Kanada) eingebürgerten *M. religiosa* beträgt die Schlüpftrate nach dort oft herrschender extremer Winterkälte sogar nur 20,5 bis 29 % (JAMES 1958). In Berlin ergaben versuchsweise Zählungen frisch geschlüpfter Larven zweier Gelege im Frühjahr 2000, soweit sie in unmittelbarer Umgebung ihrer Geburtsstätte entdeckt werden konnten, eine Anzahl von 103 Exemplaren, was eher für die von EHRMANN (1984) genannte Eizahl pro Kokon sprechen würde (BERG eigene Beob.).

Die bräunliche Kokonhülle (Abb. 5, 7) verhindert einerseits eine Austrocknung der Eier, andererseits aber auch deren zu starke Durchnässung und schützt sie gleichzeitig gegen Druck, Stöße oder manche Fressfeinde, vor allem aber ist die "styroporartige" Kokonwandung mit ihren zahllosen kleinen Luftkammern eine ausgezeichnete Isolationsschicht gegen übermäßige Wärme und Kälte (BEIER 1968). Diese hervorragende Isolationswirkung der Ootheken-Hülle ermöglicht es den Eiern, selbst in Gebieten mit außerordentlich starken Winterfrösten, wie kontinentalen Steppengebieten westlich und östlich des Ural-Gebirges oder in Süd-Kanada, zu überdauern. Versuche im südlichen Ontario haben ergeben, dass die Schlüpftrate der Larven nach Winterfrösten bis etwa  $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$  kaum gemindert ist. Nach einer Kälteeinwirkung von  $-34\text{ }^{\circ}\text{C}$  sind immerhin noch etwa 50 % der Eier entwicklungsfähig, und erst ab  $-43\text{ }^{\circ}\text{C}$  sterben sämtliche Eier in den Ootheken ab (SALT & JAMES 1947). Andererseits liefert ein Eierkokon von *M. religiosa* auch dann noch Larven, wenn man ihn – durch ein Rea-

genzglas vor Durchnässung geschützt – 5 Minuten lang in kochendes Wasser taucht (FRITZE 1915).

In diesem Zusammenhang soll eine interessante Beobachtung aus dem Frühsommer des Jahres 2000 erwähnt werden: Eine im Spätherbst 1999 an der Innenseite eines alten, rostenden, verformten Blecheimers entdeckte, frisch abgelegte Oothek (Länge: 38 mm, Breite: 19 mm), wurde im Zeitraum von Anfang Mai bis Anfang Juli des Folgejahres 2000 täglich gegen Nachmittag aufgesucht, um die nähere Umgebung des Eimers auf das Vorhandensein frisch geschlüpfter Larven zu überprüfen. Es ließen sich jedoch an keinem Tag dort Erstlarven oder Larven älterer Stadien nachweisen, während an mehreren anderen damals bekannten Eiablageorten (vom Herbst des vorangegangenen Jahres) bereits ab 14. Mai ein massives Auftreten von L1-Larven beobachtet werden konnte. Auch waren zu keinem Zeitpunkt die für einen frischen Larvenschlupf typischen, vom Kokon herabhängenden Embryonal-Kutikulae festzustellen (vgl. weiter unten). Es wird deshalb vermutet, dass in diesem speziellen Falle trotz der schon beschriebenen hervorragenden Isolationswirkung der die Eikammern umschließenden Kokonhülle die Wärmeeinwirkung des in der Sonne täglich lange und stark erhitzten Bleches infolge seiner nur geringen Dicke praktisch ungemildert an die gesamte Auflagefläche der Oothek weitergeleitet wurde und sozusagen zu einem "Verkochen" und damit Absterben der Embryonen geführt hat. Bei den regelmäßig als Ablageorte gewählten Unterseiten von Schienen und Schotterstücken dagegen (Abb. 5, 7) bewirkt allein die Dicke des Metalls und Gesteins eine Abmilderung der auf der Oberseite gleichfalls enorm hohen Temperaturen auf Werte an der Unterseite, die für die Embryonalentwicklung offenbar geradezu ideal sind. Temperaturmessungen am Blecheimer mit einem digitalen Oberflächenthermometer an vollsonnigen Nachmittagen bestätigten die vermuteten extrem hohen Blechtemperaturen mit Werten von bis zu 71,2 °C an der Außenseite des Eimers und 68,4 °C an der Blechinnenseite unmittelbar neben der Oothek. Leider konnte sie später nicht untersucht werden, da sie vermutlich durch Fraß (vgl. Kapitel 4.6.) verloren ging.

Nach der Eiablage und mit dem Einsetzen der kalten Witterung mit ersten stärkeren Nachtfrösten sterben alle Imagines und eventuell noch vorhandene Larven der Gottesanbeterin ab (geringe Fröste um –2 °C werden jedoch schadlos überstanden! BERG eigene Beob. Sept. 2002, Okt. 2003), nur die Eier in ihrer schützenden Umhüllung überdauern den Winter.

Die Embryonalentwicklung setzt meist noch unmittelbar im Spätsommer oder Herbst der Ablage ein, wird aber durch die allmählich ungünstiger werdenden Witterungsbedingungen gehemmt (Quieszenz) und schließlich durch eine obligatorische Entwicklungsruhe (Diapause) vollständig unterbrochen. Die Diapause ist histologisch durch eine Trennungsmembran zwischen Embryo und Dotter erkennbar (JAMES 1958, BEIER 1972 in: DETZEL 1998) und wird vermutlich durch die abnehmende Tageslänge (Photoperiode) induziert, da sie auch bereits unter noch günstigen Temperaturbedingungen beginnen kann. Dadurch wird bei sehr früh abgelegten Ootheken ein Larvenschlupf noch im Herbst desselben Jahres und ein Absterben ganzer Populationen durch die nicht überwinterrungsfähigen Larven unterbunden (BRUCKHAUS in: DETZEL 1998). Im Gegensatz zur Quieszenz wird bei der Diapause aber auch bei zwischen-

zeitlich einsetzenden mildereren Temperaturen während des Winters die Embryonalruhe beibehalten. Auf diese Weise wird verhindert, dass die Larven im folgenden Frühjahr zu zeitig schlüpfen und unter den ihnen dann noch nicht zusagenden klimatischen Bedingungen zugrunde gehen. Erst wenn die kalte, ungünstige Jahreszeit mit Sicherheit beendet ist, haben die Diapause-Eier von *M. religiosa* durch die Summe der auf sie einwirkenden niedrigen Temperaturen und möglicherweise auch durch die zunehmende Tageslänge ihre Entwicklungshemmung überwunden und nutzen die ansteigenden Temperaturen des Frühlings durch die wärmenden Sonnenstrahlen für ihre vollständige Ausreifung. Dabei wandert der Embryo von der Hinterseite über die Rückseite bis zur Bauchseite des Eies um den Dotter herum, wobei er seine Ausrichtung mit dem Kopfende zum vorderen und mit dem Hinterende zum hinteren Eipol stets beibehält und durch Streckungswachstum und Differenzierung seiner Organe den gesamten Dottervorrat verbraucht. Schließlich wird der Embryo unmittelbar vor dem Schlüpfakt von einer einteiligen, an der Außenseite mit feinen Chitindörnchen besetzten Kutikula umhüllt (BEIER 1968, BRUCKHAUS in: DETZEL 1998, EHRMANN 2002).

Nach Abschluss der Embryonalentwicklung erfolgt das Ausschlüpfen der Larven, und zwar in der Regel morgens oder in den Vormittagsstunden (FABRE 1952, JAMES 1958), da die dann noch vergleichsweise höhere Luftfeuchtigkeit den Schlüpfakt erleichtert. Meist verlassen alle Larven ihren Kokon gleichzeitig (HARZ 1956 in: DETZEL 1998, SCHOPPMANN 1989 in: DETZEL 1998), gelegentlich tritt aber auch ein schubartiges Ausschlüpfen innerhalb weniger Tage auf (FABRE 1952). Die schlüpfreifen, zunächst noch wurmförmigen (vermiformen) Prälarven arbeiten sich durch schlängelnde Bewegungen durch die Schlüpfzone der Oothek, einen Längsstreifen schmaler Austrittsspalten an der Oberseite, hindurch, bis sie an die Kokonoberfläche gelangt sind. Dabei werden sie durch die bereits erwähnte Umhüllung mit ihrer embryonalen Kutikula und eine besonders derbe Scheitelhaube in den engen Austrittsporten geschützt, wobei ihnen die zahlreichen nach hinten gerichteten Chitindörnchen bei der Vorwärtsbewegung helfen (BEIER 1968, HEVERS & LISKE 1991). Zusätzlich erleichtert das Anschwellen des Kopfes unter der Scheitelhaube durch Hineinpumpen von Hämolymphe und die dadurch bewirkte Erweiterung der Geburtskanäle den Schlüpfakt (FABRE 1952). An der Oberseite der Oothek angelangt, wird nun die für eine freie Beweglichkeit der Extremitäten hinderliche Embryonal-Kutikula innerhalb nur weniger Minuten abgestreift, wodurch das erste Larvenstadium (L1) entsteht. Möglich wird diese Häutung erst durch lange Cercalfäden (BEIER 1968), die zwischen den federnden, dachziegelartigen Begrenzungen der Ausschlupfspalten eingeklemmt werden und auf diese Weise verhindern, dass die für ein freies Leben noch ungeeigneten Prälarven nach dem Verlassen der Kokonhülle herunterfallen und zugrunde gehen. Die leeren Hüllen sind noch einige Zeit an der Schlüpfzone der Oothek sichtbar und zeigen dem kundigen Beobachter einen erst kürzlich erfolgten Larvenschlupf an, gehen aber bald durch Witterungseinflüsse verloren (BERG eigene Beob.).

Die frisch geschlüpften, imaginiformen Larven (BEIER 1968) haben eine unvollkommene (hemimetabole) Verwandlung, es wird also im Gegensatz zur Holometabolie

bis zur Erlangung des geschlechtsreifen Imaginalstadiums keine Puppenruhe durchgemacht. Die Larven gleichen demnach von Anfang an sozusagen "Miniaturausgaben" der Imagines, lediglich Flügel und Geschlechtsorgane müssen noch von Häutung zu Häutung schrittweise ausgebildet werden, wobei die Flügel noch bis zur Imaginalhäutung in immer größer werdenden Flügelscheiden verborgen sind. Nach jeder Häutung sind die Larven "sprunghaft" um etwa ein Drittel in der Körperlänge gewachsen, während die Gewichtszunahme von einer Häutung zur anderen in der Regel verdoppelt wird, und auch die abgestreiften Exuvien sind jeweils ungefähr doppelt so schwer wie die unmittelbar vorangegangenen. Dies wird damit erklärt, dass sich in jedem Larvenstadium fast sämtliche Körperzellen einmal teilen und somit verdoppeln (BEIER & HEIKERTINGER 1952, BEIER 1968).

Für die Anzahl der Häutungen bis zum geschlechtsreifen Tier (ohne die Häutung der Prälarve) wurden von PRZIBRAM (1907) sieben, von ZACHER (1928 in: HARZ 1960) sieben bis acht, von HARZ (1957, 1960) fünf bis sechs und von DETZEL & EHRMANN (in: DETZEL 1998) sieben bis acht angegeben, wobei nach HARZ (1957, 1960) die Männchen von *M. religiosa* eine Häutung weniger als die Weibchen durchlaufen sollen. Nach unseren bisherigen Beobachtungen können für das Berliner Gelände allein die Angaben von PRZIBRAM (1907) bestätigt werden, wonach sich beide Geschlechter jeweils siebenmal häuten müssen, um das Imaginalstadium zu erreichen (BERG & KELLER eigene Beob.). Gestützt werden die Angaben von PRZIBRAM und unsere eigenen genauen Beobachtungen außerdem durch die Tatsache, dass beide Geschlechter innerhalb eines Sommers stets etwa zeitgleich, die Männchen sogar eher etwas verzögert erscheinen (vgl. Kapitel 4.2.), während Männchen mit generell um eine Häutung verminderter Metamorphose dementsprechend auch eine um rund 10 Tage kürzere postembryonale Entwicklungszeit haben müssten. Auch der von HARZ (1957) erwähnte Einfluss hoher Temperaturen im Sinne einer Zunahme der Häutungsanzahl konnte selbst im extrem heißen Sommer des Jahres 2003 nicht festgestellt werden (BERG eigene Beob.), denn dadurch müsste sich die Entwicklungszeit eigentlich verlängern, das Gegenteil aber ist der Fall: Durch hohe Temperaturen wird die gesamte postembryonale Entwicklungszeit verkürzt, durch niedrige entsprechend verlängert (BEIER & HEIKERTINGER 1952, HARZ 1957, 1960, BEIER 1968).

Zur Häutung, vor der ein bis mehrere Tage lang die Nahrungsaufnahme eingestellt wurde, suchen die Larven eine möglichst geschützte Stelle in der Vegetation, um sich mit dem Kopf nach unten und mit Hilfe ihrer Tarsenkrallen der beiden Schreitbeinpaare an geeigneten Pflanzenteilen frei aufzuhängen. Durch Schlucken von Luft wird der Körper nun prall aufgebläht, bis die alte Larvenhaut zunächst an der dorsalen Mittellinie der Vorderbrust, dann am Kopf und schließlich an der Rückseite der übrigen Körpersegmente aufplatzt (HARZ 1957). Dann befreit sich das Tier durch wiederholte Krümmungsbewegungen, zwischen denen immer wieder Pausen eingelegt werden, zuerst mit Kopf und Körper aus der alten Larvenhaut. Anschließend werden Fühler und Beine langsam aus ihren "Futteralen" gezogen, bis die Larve nur noch mit ihrem Hinterleibsende (Abdomenapex) in der Exuvie steckt. In dieser Stellung verharrt sie – die Schreitbeine seitlich ausgestreckt – einige Minuten lang, bis das Chitin der neuen Larvenhaut soweit erhärtet ist, dass die Beine ohne Gefahr von Ver-

krümmungen benutzt werden und den Körper tragen können. Nun wird mit einigen schlängelnden Bewegungen auch die Spitze des Abdomens aus der alten Hülle befreit, und die frisch gehäutete Larve dreht sich mit dem Kopf nach oben, um zwischen der Vegetation zur vollständigen Aushärtung und Ausfärbung ihrer neuen Kutikula auszuruhen. Der gesamte Häutungsvorgang dauert etwa 15 Minuten, lediglich bei der Imaginalhäutung wird noch weitere Zeit für die Entfaltung der Flügel benötigt. Meist werden die Häutungen wegen der höheren Luftfeuchtigkeit in den Morgen- oder Vormittagsstunden vollzogen, doch lassen sie sich – vor allem nach kühlem, trübem Tagesbeginn und anschließendem Aufklaren mit deutlichem Temperaturanstieg – auch nachmittags beobachten (BERG eigene Beob.).

Während der postembryonalen Entwicklung können vor allem jüngere Larven verlorene Fühler und Schreitbeine, ja, sogar die hoch spezialisierten Raubbeine, fast vollständig regenerieren (Tarsen der Beinregenerate sind stets nur vier-, anstatt normal fünfgliedrig), doch geht den Larven diese Fähigkeit mit zunehmendem Alter verloren, und den Imagines fehlt ein Regenerationsvermögen völlig (PRZIBRAM 1907, HARZ 1957, BEIER 1968, EHRMANN 2002).

## 4.2. Phänologie der Larven und Imagines

Trotz des relativ kurzen bisherigen Beobachtungszeitraumes von insgesamt nur sechs aufeinander folgenden Jahren mit teilweise doch recht unterschiedlichen Witterungsbedingungen, lassen sich hinsichtlich des jahreszeitlichen Auftretens der einzelnen Entwicklungsstadien von *M. religiosa* dennoch gewisse wiederkehrende Regelmäßigkeiten erkennen. Für die gesamte postembryonale Entwicklung, also vom Auschlüpfen der Larven aus der Oothek bis zum Auftreten der ersten Imagines, konnte eine durchschnittliche Dauer von 77 Tagen ermittelt werden (2003: 66, 2002: 75, 2001: 76, 2000: 91 Tage, 1998 und 1999 wurde noch nicht der gesamte postembryonale Entwicklungsverlauf verfolgt). Da von der Gottesanbeterin sieben Larvenstadien (L1-L7) durchlaufen werden, vergehen demnach durchschnittlich zwischen zwei Häutungen jeweils etwa 11 Tage. Doch lässt sich aus der Schwankungsbreite innerhalb von nur vier Jahren schon ersehen, dass die Dauer der postembryonalen Entwicklung nicht etwa starr vorgegeben, sondern offenbar in hohem Maße vom jeweiligen Witterungsverlauf des einzelnen Sommerhalbjahres und seiner Wärmesumme abhängig ist: Durch hohe Temperaturen wird die Entwicklungszeit verkürzt, durch niedrige entsprechend verlängert (BEIER & HEIKERTINGER 1952, HARZ 1957, 1960, BEIER 1968). Als beispielhaft für dieses Phänomen sei der Entwicklungsverlauf des Sommerhalbjahres 2000 kurz hervorgehoben: In jenem Jahr mit seinem extrem warmen Frühjahr lag das Monatsmittel der Lufttemperatur (Quelle: FU BERLIN-DAHLEM 2000) im April um 3,5 °C, im Mai um 2,9 °C und im Juni noch um 1,3 °C über den langjährigen Mittelwerten (Periode 1961-1990). Entsprechend wurde in diesem Jahr das bisher früheste Auftreten von Erstlarven, nämlich am 14. Mai 2000, registriert. Auch die weitere Larvalentwicklung war bis zur 2. Juni-Dekade schon weit vorangeschritten: So konnten am 12. Juni, also nur etwa vier Wochen nach dem Schlüpfen der Erstlarven, Hunderte Exemplare des L4-Stadiums nachgewiesen werden, während dieses Stadium unter normalen Bedingungen gewöhnlich erst gegen

Ende Juni erreicht wird. Die 3. Juni-Dekade sowie fast der gesamte Juli dieses Jahres zeigten sich dann aber vom weiteren Witterungsverlauf her extrem kühl (Monatsmittel der Lufttemperatur im Juli 2000 mit nur 16,8 °C um 1,7 °C unter dem langjährigen Mittelwert, Quelle: FU BERLIN-DAHLEM). Durch diese über fünf Wochen lang andauernde kühle und teilweise auch niederschlagsreiche Witterungsperiode ging der anfängliche Entwicklungsvorsprung wieder verloren, ja, infolge der ungünstigeren klimatischen Bedingungen kam es nun sogar zu einer Quieszenz, also einer erzwungenen Entwicklungshemmung, die dazu führte, dass Imagines erst ab dem 13. August erschienen, während nach dem Entwicklungsstand von Mitte Juni eigentlich ein erstes Auftreten von Imagines bereits in der 3. Juli-Dekade zu erwarten gewesen wäre. Die Dauer der gesamten postembryonalen Entwicklung war also in diesem Jahr trotz eines anfänglichen Entwicklungsvorsprunges durch eine nachfolgende Entwicklungshemmung mit 91 Tagen um 14 Tage länger als der bisher ermittelte Durchschnittswert. Dennoch wird man wohl für die einzelnen Larvenstadien von *M. religiosa* unter normalen Berliner Bedingungen eine Dauer von jeweils 9-10 Tagen annehmen dürfen, wobei lediglich das L7-Stadium etwas verlängert zu sein scheint. Diese Kenntnis ist entscheidend, weil sich der Larvenschlupf eines Frühjahres, selbst wenn er einmal nicht beobachtet werden konnte, mit ihrer Hilfe und durch den Zeitpunkt des erstmaligen Auftretens der nächstfolgenden Stadien nachträglich noch ermitteln lässt. So konnte im Frühjahr 2003 aus dem ersten Erscheinen von L2-Larven an zahlreichen Stellen am 29. Mai auf einen frühesten Schlupftermin um den 20. Mai geschlossen werden.

Innerhalb des Gesamtareals vollzog sich das Ausschlüpfen der Erstlarven jährlich in einem Zeitraum von etwa 14 Tagen, so dass stets bereits viele Exemplare das L2-Stadium erreicht hatten, während täglich auf dem Gelände noch Larven schlüpften. Dieser Entwicklungsvorsprung zahlreicher Individuen der Gesamtpopulation trat bisher in jedem Jahr auf und konnte durch die jüngeren Artgenossen im Laufe der Sommermonate nie ganz ausgeglichen werden. Man findet daher in jedem Sommer zum gleichen Zeitpunkt in der Regel zwei bis drei verschiedene Entwicklungsstadien nebeneinander. Doch scheinen spät geschlüpfte Individuen gegenüber ihren zeitiger geborenen Artgenossen regelmäßig eine insgesamt etwas beschleunigte Entwicklung durchzumachen, da der zunächst mögliche Entwicklungsvorsprung von etwa zwei Wochen beim Erscheinen der Imagines nicht mehr gegeben ist.

Um den Schlupfzeitpunkt der Larven zu ermitteln, wurden ab dem Jahre 2000 bereits bekannte, gekennzeichnete Eiablageorte zwischen Gleisschotter oder unter Schienen (vgl. Abb. 5, 7) täglich in einem Zeitraum von Anfang Mai bis Anfang Juli nachmittags aufgesucht und deren nähere Umgebung auf das Vorhandensein von Erstlarven überprüft. Wo es möglich war, wurden bei Ootheken von der Schlüpfzone herabhängende Embryonal-Kutikulae als zusätzlicher Hinweis auf einen kürzlich erfolgten Larvenschlupf gewertet. Zur Beobachtung der späteren Larven-Stadien und der Imagines wurde das Gelände ab Anfang Juli jedes Jahres weiterhin täglich am Nachmittag betreten.

Folgende Angaben zur Phänologie der Larven und Imagines können bisher gemacht werden (erstmaliges und letztmaliges Auftreten):

**L1-Larven:** 1998-1999 nicht beobachtet, 2000: 14. Mai bis 8. Juni, 2001: 1. Juni bis 27. Juni, 2002: 24. Mai bis 20. Juni, 2003: 20. Mai bis 16. Juni

**L2-Larven:** 1998-1999 nicht beobachtet, 2000: 23. Mai bis 19. Juni, 2001: 10. Juni bis 6. Juli, 2002: 3. Juni bis 30. Juni, 2003: 29. Mai bis 23. Juni

**L3-Larven:** 1998-1999 nicht beobachtet, 2000: 2. Juni bis 30. Juni, 2001: 21. Juni bis 14. Juli, 2002: 11. Juni bis 9. Juli, 2003: 7. Juni bis 2. Juli

**L4-Larven:** 1998 nicht beobachtet, 1999 (Fläche erstmalig am 01.07. betreten): 1. Juli bis 18. Juli, 2000: 12. Juni bis 11. Juli, 2001: 2. Juli bis 25. Juli, 2002: 20. Juni bis 18. Juli, 2003: 15. Juni bis 11. Juli

**L5-Larven:** 1998 nicht beobachtet, 1999 (Fläche erstmalig am 01.07. betreten): 1. Juli bis 27. Juli, 2000: 21. Juni bis 22. Juli, 2001: 13. Juli bis 2. Aug., 2002: 30. Juni bis 26. Juli, 2003: 26. Juni bis 19. Juli

**L6-Larven:** 1998 nicht beobachtet, 1999: 9. Juli bis 3. August, 2000: 5. Juli bis 3. Aug., 2001: 22. Juli bis 11. August, 2002: 10. Juli bis 4. August, 2003: 5. Juli bis 27. Juli

**L7-Larven:** 1998: 31. Juli bis 21. August, 1999: 18. Juli bis 18. August, 2000: 19. Juli bis 22. August, 2001: 30. Juli bis 23. August, 2002: 20. Juli bis 19. August, 2003: 13. Juli bis 11. August

**Weibliche Imagines:** 1998: 15. August bis 10. Oktober, 1999: 10. August bis 24. Oktober, 2000: 13. August bis 22. Oktober, 2001: 15. August bis 20. Oktober, 2002: 7. August bis 27. September, 2003: 25. Juli bis 8. Oktober

**Männliche Imagines:** 1998: 16. August bis 30. September, 1999: 13. August bis 6. Oktober, 2000: 15. August bis 4. Oktober, 2001: 15. August bis 20. Oktober, 2002: 10. August bis 27. September, 2003: 27. Juli bis 30. September

Zusammenfassend kann nach den bisherigen Erfahrungen gesagt werden, dass die Larven von *M. religiosa* in Berlin gegen Ende Mai schlüpfen und sich um Mitte August (mit Ausnahme des heißen Sommers 2003) zu Imagines verwandeln.

#### 4.3. Bevorzugte Aufenthaltsorte der Larven und Imagines

Beim regelmäßigen Aufsuchen des Geländes und der Fundorte von *M. religiosa* fiel bald auf, dass sich die Habitatpräferenzen der Tiere mit dem Fortschreiten ihrer Entwicklung offenbar nach einem festgelegten Muster änderten, da diese Erscheinungen in jedem Jahr beobachtet werden konnten. Vereinfachend kann gesagt werden, dass die Tiere im Laufe ihrer postembryonalen Entwicklung zunehmend vom Boden in höhere Vegetationsschichten wechseln und mit dem Erreichen fortgeschrittenerer Entwicklungsstadien zugleich immer sesshafter werden (vgl. hierzu auch EHRMANN 1985, 1986). Der Ausbreitungstrieb vor allem jüngerer Larven (L1-L4) und ihre noch geringe Standorttreue sorgen dafür, dass sich die Individuen schon bald nach ihrer Geburt weiträumig über das Gelände verteilen und somit nicht zu gegenseitigen Nahrungskonkurrenten werden. Ein ausnahmsweise zahlreiches Vorkommen von Larven nebeneinander (z. B. mehrere Larven in einem größeren Grashorst) lässt auf außergewöhnliche Ernährungsbedingungen schließen. Das Ausweichen der Tiere von der Bodenregion in höhere Bereiche der Vegetation hängt sicher einerseits mit den geringeren Wärmeansprüchen älterer Larvenstadien und der Imagines zusammen (vgl.

Mikroklima, Kapitel 3.), andererseits auch mit der bemerkenswerten Zunahme ihrer Körpergröße (von 6-9 mm bei Erstlarven bis etwa 70 mm Länge bei Berliner Imagines), durch die trotz Tarntracht beim weiteren Verweilen am Bodengrund ein Verbergen erschwert werden würde.

Die von ERGENE (1955) beschriebenen Versuche, wonach sowohl Larven als auch Imagines von *M. religiosa* gleichfarbige Umgebungsstrukturen (Bodengrund, Vegetation) gegenüber andersfarbigen bevorzugt aufsuchen sollen (vgl. Kapitel 4.6.), können von uns bestätigt werden: Nur in Ausnahmefällen fanden wir grüne Individuen in Ruhestellung zwischen überwiegend braunen Pflanzenteilen oder bräunliche Tiere in grüner Vegetation. Weitere Ausnahmen sind Männchen beim Aufsuchen ihrer Geschlechtspartnerinnen oder weibliche Imagines auf der Suche nach geeigneten Eiablageplätzen (Abb. 3), da hierbei oft die Tarnung vorübergehend aufgegeben wird (BERG & KELLER eigene Beob.).

Hinsichtlich der Habitatpräferenzen der verschiedenen Entwicklungsstadien von *M. religiosa* lassen sich für das Berliner Bahngelände folgende Angaben machen (ergänzt durch die vorherrschenden Färbungen und die auf grünem Millimeterpapier ermittelten Größenverhältnisse der Tiere):

**L1-Larven:** Sie treten häufig in großer Individuendichte (bis 20 Exemplare pro Quadratmeter) auf und finden sich noch mehrere Tage nach dem Verlassen der Oothek in unmittelbarer Umgebung ihrer Geburtsstätte auf wenig bewachsenem, kiesigem Untergrund, auf Gleisschotter und dem sich anschließenden, schütter mit Gräsern bewachsenen Randstreifen (Abb. 4) oder dicht über dem Boden in der Streuschicht der Vegetation, keinesfalls aber, wie von BEIER & HEIKERTINGER (1952) und BEIER (1968) angegeben, „mit Vorliebe an den Spitzen der Zweige, Gräser und Pflanzen“. Färbung der Tiere: grau, bräunlich bis braunrot, der vorherrschenden Grundfarbe ihrer Umgebung (Kies, Gleisschotter, abgestorbene Pflanzenteile vorangegangener Vegetationsperioden) vorzüglich angepasst (vgl. hierzu auch Kapitel 4.6.). Körperlänge: 6-9 mm.

**L2-Larven:** Sie sind mehr zerstreut als die Erstlarven (höchstens bis zu 12 Individuen pro Quadratmeter), aber mit Vorliebe ebenfalls unmittelbar auf dem Boden (Kies, Gleisschotter, zwischen schütterem Grasbewuchs) oder dicht über dem Untergrund in der Streuschicht zu finden. Farbe: bräunlich, grau oder graugrün. Länge: 8-12 mm.

**L3-Larven:** Sie sind wiederum weiter zerstreut als die vorangegangenen Stadien (bis zu 8 Individuen pro Quadratmeter) und leben meist nicht mehr direkt am Boden, sondern gern am Grunde einzelner Grashorste, z. B. vom Silbergras, *Corynephorus canescens* (L.) P. BEAUV., der Grünen Borstenhirse, *Setaria viridis* (L.) P. BEAUV. oder des Kleinen Liebesgrases, *Eragrostis minor* HOST (Süßgräser, Poaceae). Färbung: in der Regel grün, seltener grau oder bräunlich. Länge: 11-16 mm.

**L4-Larven:** Sie haben ähnliche Aufenthaltsorte wie das vorige Stadium, sind aber noch weniger häufig (bis zu sieben Larven pro Quadratmeter). Farbe: meist grün, selten grau, braun oder strohgelb. Erstmalig erkennbare Flügelscheiden. Körperlänge: 15-22 mm.

**L5-Larven:** Sie suchen bereits höhere Bereiche auf und finden sich im Hasenklee, *Trifolium arvense* L. (Schmetterlingsblütler, Fabaceae), in Kriechender Hauhechel,



*Ononis repens* L. (Schmetterlingsblütler, Fabaceae), am Tüpfel-Johanniskraut, *Hypericum perforatum* L. (Johanniskrautgewächse, Hypericaceae), im Gestrüpp der Kratzbeere, *Rubus caesius* L. (Rosengewächse, Rosaceae), oder auch am Reitgras, *Calamagrostis epigejos* (L.) ROTH (Süßgräser, Poaceae). An manchen Stellen konnten bis zu vier Exemplare pro Quadratmeter entdeckt werden. Färbung: wiederum vorwiegend grün, bisweilen aber auch grau, bräunlich oder ganz selten strohgelb. Körperlänge: 19-29 mm.

**L6-Larven:** Sie leben schon sehr vereinzelt (höchstens zwei Tiere pro Quadratmeter) und an ähnlichen Stellen wie vorige, gehen aber bereits zusätzlich in die Strauchregion oder in Hochstaudenfluren. Man findet sie z. B. gelegentlich am Stockausschlag gefällter Sandbirken, *Betula pendula* ROTH (Birkengewächse, Betulaceae), an dicht über dem Boden hängenden Zweigen der Hundsrose, *Rosa canina* L. (Rosengewächse, Rosaceae), am Rainfarn, *Tanacetum vulgare* L. (Korbblütler, Asteraceae), und an der Goldrute, *Solidago canadensis* L. (Korbblütler, Asteraceae). Sehr standorttreu. Färbung: meist grün, nur in Ausnahmefällen bräunlich. Körperlänge: 26-39 mm.

**L7-Larven:** Man findet sie an den gleichen Orten wie ihre etwas jüngeren Artgenossen (ebenfalls nicht mehr als zwei Exemplare pro Quadratmeter). Gern werden als Aufenthaltsorte auch die Sichelöhre, *Falcaria vulgaris* BERNHARDI (Doldenblütler, Apiaceae), und niederliegendes Gestrüpp der Waldrebe, *Clematis vitalba* L. (Hahnenfußgewächse, Ranunculaceae), gewählt. Im Sommer 2003 wurden sie auch öfter in der in diesem Jahr auf dem Bahngelände erstmalig aufgetretenen Besen-Radmelde, *Kochia scoparia* ssp. *densiflora* (TURCZ.) AELL., sowie im Kali-Salzkraut, *Salsola kali* ssp. *ruthenica* (ILJIN) SOÓ (Gänsefußgewächse, Chenopodiaceae), angetroffen. Sehr große Standorttreue. Farbe: überwiegend grün, nur selten bräunlich. Deutliche, große Flügelscheiden. Körperlänge: 34-52 mm.

**Imagines:** Beide Geschlechter bevorzugen ähnliche Orte wie die L7-Larven, sind nach der Imaginalhäutung zunächst sehr standorttreu und lassen sich manchmal tagelang an derselben Pflanze, ja, sogar am selben Trieb oder Sprossteil, wiederfinden (Abb. 8, 9). Die Männchen werden aber bald nach Erlangung der Geschlechtsreife sehr mobil (in Berlin ab Anfang September zu beobachten), indem sie zur Suche der Weibchen häufig ihren Aufenthaltsort wechseln (vgl. dazu auch Kapitel 4.7.). Sie besetzen dann zur Beobachtung der näheren Umgebung manchmal Ansitzwarten (z. B. Hochstauden, Abb. 11) in einer Höhe, die von weiblichen Imagines fast stets gemieden wird. Nur einmal gelang es beispielsweise bisher, ein Weibchen von *M. religiosa* in einem Blütenstand der Goldrute, *Solidago canadensis* L. (Korbblütler, Asteraceae), anzutreffen, obwohl gerade diese Blütenstände zahllose Insekten anlocken. Andererseits lassen sich bisweilen Weibchen in einer Höhe von etwa 1,5 m in Büschen der Hundsrose, *Rosa canina* L. (Rosengewächse, Rosaceae), nachweisen. Vielleicht behagt den Tieren lediglich das im Wind starke Schwanken von gewissen Hochstauden nicht. Gegen Ende September und Anfang Oktober kann man dann auch wieder weibliche Imagines öfter in Bodennähe antreffen (Abb. 3, 12, 17), was sich dadurch erklären lässt, dass die Tiere auf der Suche nach geeigneten Eiablageplätzen (Abb. 4, 6) nun ihre bisherigen, gut getarnten Verstecke in der Vegetation verlassen müssen.

Färbung: in der Regel grün (Abb. 8, 9), gelegentlich aber auch bräunlich (Abb. 11, 12). Körperlänge (M): 45-60 mm, (W): 52-70 mm.

#### **4.4. Populationsgröße einzelner Jahre sowie des gesamten Beobachtungszeitraumes**

In jedem Jahr wurden bei einzelnen Begehungen des Geländes im September die entdeckten Imagines gezählt, um einen ungefähren Überblick der zahlenmäßigen Größe der *Mantis*-Population einzelner Jahre sowie des gesamten Beobachtungszeitraumes von 1998 bis 2003 zu erhalten. Natürlich können diese Angaben bei der Größe der Fläche (untersucht wurde nur der mittlere Bereich von etwa 500 m Länge und 150 m Breite), der Anzahl der zur Verfügung stehenden Beobachter (höchstens zwei Personen) und den mitunter schwierig zu entdeckenden, gut getarnten Tieren nur Näherungswerte sein. Doch dürften sie durchaus einen Eindruck von der Bestandsentwicklung während des Beobachtungszeitraumes vermitteln. Auch lässt sich anhand der adulten Tiere eines Jahres die Anzahl der Erstlarven der im Frühjahr startenden Generation sowie die Anzahl der Ootheken rechnerisch ungefähr ermitteln, wenn man berücksichtigt, dass höchstens 10 % der L1-Larven die Geschlechtsreife erlangen und je Eigelege etwa 60 Larven schlüpfen (EHRMANN mündl. Mitt. 2003). Larvenzählungen wurden lediglich versuchsweise einmal im Frühsommer des Jahres 2000 durchgeführt (vgl. Kapitel 4.1.), dann aber bald wieder abgebrochen, weil einerseits die oft große Anzahl der Tiere auf engstem Raum, andererseits ihre vagabundierende Lebensweise eine genaue Datenermittlung vereitelten. Ferner konnte in den ersten beiden Beobachtungsjahren (1998/1999) nur die Besiedlung des östlichen Teiles des Geländes (Abb. 1, 2) erfasst werden, weil einige Schienen zur damaligen Zeit teilweise noch wochenlang als Abstellgleise für mehr als 100 m lange Reihen aneinander gekoppelter Güterwaggons mit Gleisschotter genutzt wurden, die ein Betreten der mittleren und westlichen Bereiche erschwerten. Im Jahre 2003 ging dann der gesamte westliche Streifen durch den Bau der ICE-Trasse in Richtung Leipzig und München durch die Deutsche Bahn AG verloren. Leider lassen sich zur Zeit auch noch keine Angaben über die Populationsdichte, also die Anzahl der Individuen pro Flächeneinheit, machen, da sich die hier genannten Zahlen nicht auf die Gesamtfläche mit ihren teilweise umfangreichen waldartigen Bereichen, sondern nur auf die dazwischen liegenden offenen Flächen und Lichtungen beziehen, die aber bisher weder im einzelnen noch in ihrer Gesamtheit flächenmäßig erfasst worden sind. Fragen zur Populationsdichte könnten deshalb nur durch weitere Untersuchungen in den Folgejahren beantwortet werden.

Um ähnliche, vergleichbare Bedingungen zu haben, wurden für die Zählung der Imagines jeweils drei warme, sonnige Nachmittagsstunden (13.00-16.00 Uhr) Anfang und Mitte September gewählt. Das Gelände wurde dann „gedanklich“ in drei etwa gleichbreite Streifen (einen östlichen, einen mittleren und einen westlichen Streifen, auf letzterem verläuft heute die neue ICE-Trasse, Breite jeweils etwa 50 m) eingeteilt und dann in wechselnden Himmelsrichtungen, zunächst von Süden nach Norden, dann von Norden nach Süden und schließlich wiederum von Süden nach Norden,

durchstreift, wobei – wie schon erwähnt – die dichten, waldartigen Flächen unberücksichtigt blieben.

Folgende Angaben zur Größe der *Mantis*-Population einzelner Jahre sowie des gesamten Beobachtungszeitraumes (1998-2003) können gemacht werden (jeweils Anfang und Mitte September, W: Weibchen, M: Männchen):

1998 (nur östlicher Streifen): 23 W, 21 M und 20 W, 18 M

1999 (nur östlicher Streifen): 24 W, 19 M und 21 W, 15 M

2000 (östlicher, mittlerer und westlicher Streifen): 27 W, 33 M und 34 W, 26 M

2001 (östlicher, mittlerer und westlicher Streifen): 46 W, 40 M und 42 W, 31 M

2002 (östlicher, mittlerer und westlicher Streifen): 62 W, 51 M und 68 W, 47 M

2003 (östlicher und mittlerer Streifen): 49 W, 38 M und 52 W, 21 M

1998-2003 (Gesamtanzahl): 247 W und 212 M

Insbesondere für den Zeitraum der Jahre 2000-2002, in dem gleichgroße Flächen untersucht wurden, lässt sich eine deutliche Zunahme der Populationsgröße erkennen. Im Jahre 2003 nimmt dann die Anzahl der aufgefundenen Individuen wieder signifikant ab, weil etwa ein Drittel der ehemaligen Gesamtfläche durch die Baumaßnahmen der ICE-Trasse in Richtung Leipzig und München verloren ging.

#### 4.5. Nahrungsbiologie und Beutetiere

*M. religiosa* lebt räuberisch. Durch ihre Tarntracht (Körperform und -färbung) sowie ihr oft stundenlanges, regloses Verharren zwischen Pflanzenteilen ist sie praktisch für ihre Beutetiere unsichtbar, und selbst ein geübter Beobachter hat anfangs immer wieder Schwierigkeiten, die ruhig lauenden Tiere, deren Konturen durch den Effekt der Somatolyse sozusagen mit der unmittelbaren Umgebung „verschmelzen“, in der Vegetation auszumachen (Abb. 8, 9, 16). Die dabei „wie zum Gebet“ erhobenen und „gefalteten“ (geschlossenen) vorderen Raubbeine haben der Gottesanbeterin ihre wissenschaftliche Bezeichnung sowie ihren deutschen Namen eingetragen. Durch ihre großen Facettenaugen beobachtet sie ihre nähere Umgebung genau, und jedes Herannahen eines möglichen Beutetieres wird sogleich mit einer Drehung des überaus beweglichen Kopfes in Richtung der Beute beantwortet. Entfernt sich das Beutetier allzu rasch, so wird von der Gottesanbeterin bald wieder die typische, entspannte Lauerstellung eingenommen (Abb. 8, 9). Kommt die Beute jedoch näher, ohne aber sofort ergriffen werden zu können, so steigert sich die Aufmerksamkeit und Erregung der „Jägerin“ deutlich, indem sie sich nun durch äußerst langsame, kaum wahrnehmbare Bewegungen genau in Richtung des Beutetieres dreht und dieses ganz allmählich anschleicht. Dabei werden stets die durch Wind ausgelösten Bewegungen der Vegetation ausgenutzt, indem die Anpirschbewegungen dann gleichzeitig beschleunigt, nach Abflauen des Windes aber sofort wieder verlangsamt werden, so dass der gesamte Vorgang des Anschleichens mehrere Minuten, bei Windstille manchmal sogar mehr als 10 Minuten, in Anspruch nehmen kann (BERG eigene Beob.). Hat die Gottesanbeterin sich dann ihrer Beute soweit genähert, dass sie in ihrer Reichweite ist, so werden die zuvor noch dicht anliegenden Schienen der beiden Fangbeine etwas von den Schenkeln gelöst, und durch plötzliches Vorschnellen der beiden Fangbeine mit ihren verlängerten Hüften bei gleichzeitiger Streckung der Schreitbeine und da

durch ruckartiger Vorverlagerung des gesamten Körpers (Reichweitenvergrößerung!) wird das Beutetier schließlich ergriffen und zwischen den Dornen der Schenkel und Schienen der Fangbeine unentrinnbar eingeklemmt (CORRETTE 1990 in: HEVERS & LISKE 1991, BERG eigene Beob.). Die Effektivität dieser beiden Greifzangen wird noch dadurch erhöht, dass die Dornen von Schiene (Tibia) und Schenkel (Femur) bei geschlossenen Fangbeinen in entgegengesetzte Richtungen ragen (Femurdornen Richtung Knie, Tibiadornen Richtung Fuß), wodurch ein Entweichen auch derb sklerotisierte Beutetiere in jede Richtung sicher verhindert wird.

Das geschilderte Anschleichen von geeigneten Beutetieren, die zwar in der Nähe einer lauerten Gottesanbeterin waren, aber nicht unmittelbar von ihr erreicht und ergriffen werden konnten, wurde auf dem Berliner Bahngelände immer wieder zu jeder beliebigen Tageszeit beobachtet. Es erfolgt also nicht, wie z. B. von HARZ (1957, 1960) und BEIER (1968) beschrieben, lediglich in der Dämmerung, wobei dann eine durch Pigmentwanderung bewirkte Dunkelfärbung der Facettenaugen eine bessere Ausnutzung des schwachen Lichtes erlaubt (HARZ 1957, 1960, BEIER 1968), sondern immer dann, wenn nahe Beutetiere nicht von allein in die Reichweite von *M. religiosa* gelangen (BERG eigene Beob.). Anders verhält es sich bei Beutetieren, die der getarnten, lauerten Gottesanbeterin selber näherkommen, denn hierbei erfolgt der Fang ohne Anschleichen, indem *M. religiosa* so lange wartet, bis das Opfer in ihre Reichweite gelangt. Der „blitzschnelle“ Fangschlag dauert nur etwa 60 ms (EHRMANN 2002), und die Entfernung zur Beute wird durch das binokulare Sehen der beiden großen Facettenaugen im Zusammenspiel mit seitlichem Hin-und-Her-Wiegen des Kopfes, bzw. des gesamten Körpers abgeschätzt (Bewegungs-Parallaxe und Peering-Bewegungen), so dass Fehlgriffe selten sind (BEIER 1968, KRAL 1999, EHRMANN 2002, BERG eigene Beob. 2002, 2003).

Das gefangene Beutetier wird sofort mit den Fangbeinen zu den Mundwerkzeugen geführt (Abb. 10) und durch beißende Bewegungen der kräftigen, gezähnten Oberkiefer (Mandibeln) sowie der mit Krallenhaken besetzten Unterkiefer (Maxillen) rasch verzehrt (BEIER & HEIKERTINGER 1952), lediglich die Flügel und derb chitinisierte Teile von Extremitäten der Opfer sowie (nach HARZ 1960) der Darminhalt bzw. gesamte Darmtrakt pflanzenfressender Feldheuschrecken werden verschmäht. Ein gelegentlich bei *M. religiosa* beobachtetes Fressen an saftigen Weinbeeren, wie von EHRMANN (2002) beschrieben, dürfte wohl eher der Deckung eines vorübergehenden Flüssigkeitsbedarfs als der Nahrungsaufnahme gedient haben. Nach der Mahlzeit werden die Mundwerkzeuge mit der Putzbürste, einem kleinen, mit kurzen Borsten besetzten Feld an der Innenseite jedes Schenkels unterhalb der beiden Knie, sorgfältig gereinigt und auch die Fangbeine, besonders an und zwischen ihren Dornenreihen, sorgsam abgeleckt und gesäubert (BEIER & HEIKERTINGER 1952, BERG & KELLER eigene Beob.).

Als Beutetiere kommen vor allem Insekten, wie Heuschrecken (Langfühler-, Kurzfühlerschrecken, Abb. 10), Wanzen, Käfer, Hautflügler (Bienen, Wespen), Zweiflügler (Mücken, Fliegen) und Schmetterlinge, in Betracht. Darüber hinaus werden auch Spinnentiere, wie Milben, Weberknechte, Springspinnen, Krabbenspinnen, Wolfsspinnen und Radnetzspinnen, gefangen und verzehrt. In Ausnahmefällen konnte

*M. religiosa* auch schon beim Fressen gefangener Wirbeltiere, z. B. einer Etruskerspitzmaus, *Suncus etruscus* (SAVI, 1822) (EHRMANN & SCHMIDT 1992 in: EHRMANN 2002), oder einer jungen Eidechse (BEIER & HEIKERTINGER 1952, THOMALA 1903 in: HARZ 1957, BEIER 1968), beobachtet werden. Auf dem Berliner Bahngelände wurde im August des Jahres 2001 ein stattliches Weibchen von *M. religiosa* mit einem erbeuteten zarten Jungtier der Zauneidechse, *Lacerta agilis* LINNAEUS, 1758, entdeckt, dessen Weichteile von der Gottesanbeterin fast vollständig gefressen wurden (BERG eigene Beob.).

Als weitere erwähnenswerte Besonderheit fand sich Mitte September 2002 eine weibliche Imago am Boden vor einem tierischen Exkrement (vermutlich eines Hundes) sitzend und mit Erfolg den sich ständig darauf niederlassenden Fliegen auflauernd (BERG eigene Beob.). Ein ähnlicher Fall wurde schon einmal von BEIER & HEIKERTINGER (1952) erwähnt.

Ein von KALTENBACH (1963) für *M. religiosa* beschriebenes interessantes Verhalten, wonach ihre Bereitschaft zum Beutefang außer vom Häutungszustand sowie vom Grade des Hungers und der Trächtigkeit auch von ihrer „individuellen Veranlagung“ abhängig ist, konnte auch gelegentlich auf der Berliner Bahnbrache festgestellt werden: So fanden sich Weibchen mit flachem Abdomen (geringe Nahrungsaufnahme), die versuchsweise in ihre Nähe gebrachte Exemplare des Grünen Heupferdes, *Tettigonia viridissima* LINNAEUS, 1758, und der Wespenspinne, *Argiope bruennichi* (SCOPOLI, 1772), sogleich anzuschleichen versuchten, während andere vergleichbare (hungrige) weibliche Individuen der Gottesanbeterin ein genau entgegengesetztes Verhalten zeigten und die Flucht ergriffen (BERG eigene Beob.).

Abschließend werden nun alle Tierarten erwähnt, die in Berlin während des Beobachtungszeitraumes von 1998-2003 als (natürliche) Beutetiere von *M. religiosa* bestimmt werden konnten (BERG & KELLER eigene Beob.):

**Langfühlerschrecken:** Grünes Heupferd, *Tettigonia viridissima* LINNAEUS, 1758, Punktierte Zartschrecke, *Leptophyes punctatissima* (BOSC, 1792)

**Kurzfühlerschrecken:** Blauflügelige Ödlandschrecke, *Oedipoda caerulea* (LINNAEUS, 1758), Rotleibiger Grashüpfer, *Omocestus haemorrhoidalis* (CHARPENTIER, 1825), Heidegrashüpfer, *Stenobothrus lineatus* (PANZER, 1796)

**eigene Artgenossen:** *M. religiosa* (Larven und Imagines)

**Wanzen:** Rhombenwanze, *Syromastus rhombeus* (LINNAEUS, 1767), Streifenwanze, *Graphosoma lineatum* (LINNAEUS, 1758)

**Hautflügler:** Feldwespe, *Polistes dominulus* (CHRIST, 1791), Honigbiene, *Apis mellifera* LINNAEUS, 1758

**Zweiflügler:** Fleischfliegen *Sarcophaga spec.*, Goldfliegen *Lucilia spec.*, Schwebfliege *Syrphus vitripennis* MEIGEN, 1822, Schmeißfliegen *Calliphora spec.*

**Spinnentiere:** Laufmilben (Trombidiidae), und zwar vermutlich Larven der Roten Samtmilbe, *Trombidium holosericeum* (LINNAEUS, 1758), auf Gleisschotter (häufige Beute der L1- und L2-Stadien), Radnetzspinnen (Araneidae): Wespenspinne, *Argiope bruennichi* (SCOPOLI, 1772), Springspinnen (Salticidae), Weberknechte (Opiliones, Phalangiidae): *Odiellus spinosus* (BOSC, 1792), Wolfsspinnen (Lycosidae)

**einziges Wirbeltier:** Zauneidechse, *Lacerta agilis* LINNAEUS, 1758

#### 4.6. Feinde (Prädatoren, Eiparasiten)

Trotz ihrer kräftigen Bewaffnung hat die Gottesanbeterin viele Feinde. EHRMANN (mündl. Mitt. 2003) schätzt nach seinen langjährigen Erfahrungen, dass von 10 geschlüpften Tieren weniger als 10 Individuen zur Reproduktion gelangen. Unter den Wirbeltieren sind vor allem insektenfressende Vögel zu nennen, deren größere Arten nicht nur den Larven, sondern auch den Imagines nachstellen. Für das Gebiet unserer Bahnbrache sowie den unmittelbar angrenzenden Naturpark kommen insbesondere die Blaumeise, *Parus caeruleus* LINNAEUS, 1758, die Kohlmeise, *Parus major* LINNAEUS, 1758, der Neuntöter, *Lanius collurio* LINNAEUS, 1758, die Elster, *Pica pica* (LINNAEUS, 1758), und die Nebelkrähe, *Corvus corone cornix* (LINNAEUS, 1758), in Betracht (DAHLMANN 1998 in: PLANLAND 2000, KOWARIK et al. 1992 in: PLANLAND 2000).

Unter den Säugetieren treten als Fressfeinde verschiedene Spitzmäuse (Soricidae) und Fledermäuse (Chiroptera) auf (DETZEL & EHRMANN in: DETZEL 1998). Ende April 2001 konnte zufällig eine Brandmaus, *Apodemus agrarius* (PALLAS, 1771), beim Aufspüren und restlosen Verzehren einer an der Unterseite eines Schienenstranges haftenden Oothek (vgl. Abb. 7) beobachtet werden (BERG eigene Beob.). Möglicherweise verschmäht auch der auf dem Gelände recht häufige Fuchs, *Vulpes vulpes* (LINNAEUS, 1758), die Imagines nicht.

Als Vertreterin der Reptilien und bedeutende Räuberin von *Mantis*-Larven muss die auf der Bahnanlage nicht seltene Zauneidechse, *Lacerta agilis* LINNAEUS, 1758, erwähnt werden (BERG eigene Beob. 2001, 2002, 2003).

Als Feinde unter den Insekten sind zunächst die eigenen Artgenossen der Gottesanbeterin zu nennen. Der Trieb des Kannibalismus wohnt bereits den jungen Larven inne und führt dazu, dass die frisch geschlüpften Tiere sich schon bald nach ihrer Geburt in alle Richtungen am Grunde der Vegetation zerstreuen (BAZYLUK 1960, BEIER 1968, SCHOPPMANN & SCHOPPMANN, 1988). Nach JAMES (1958) und TAUSCHER (1986 in: DETZEL 1998) verringert sich nach einem zunächst massiven Auftreten von Erstlarven im Spätfrühling die Populationsdichte der Larven in den natürlichen Lebensräumen im Laufe des Sommers kontinuierlich auch durch den Kannibalismus der Tiere. Anfang Juli 2003 wurde auf der Berliner Bahnanlage erstmalig der Kannibalismus unter *Mantis*-Larven, nämlich eine L5-Larve beim Verzehr einer gleichaltrigen Artgenossin in einem niedrigen Gestrüpp der Kratzbeere, *Rubus caesius* LINNAEUS, 1753 (Rosengewächse, Rosaceae), beobachtet (BERG eigene Beob.). Die bedeutendsten Feinde der Gottesanbeterin sind wohl unter den Hautflüglern (Hymenoptera) zu finden, da Vertreter dieser Ordnung *Mantis*-Populationen durch Parasitierung der Eier in den Ootheken zahlenmäßig besonders dezimieren und somit schädigen können (FABRE 1952, BEIER 1968). Als Beispiel für einen reinen Eiparasiten sei die zur Familie der Erzwespen (Torymidae) zählende Schenkelwespe, *Podagrion pachymerum* (WALKER, 1833), genannt. Auch auf der Berliner Brachfläche wurde gegen Ende Mai 2003 eine an der Unterseite eines Schienenstranges (vgl. Abb. 7) haftende, offenbar parasitierte Oothek gefunden, deren seitliche Wandung zahlreiche kreisrunde, etwa 1 mm große Bohrgänge aufwies. Am 29. Mai fanden sich

vormittags außen an der Oothek fünf kleine, schwarze, geflügelte Insekten, von denen drei durch Überstülpen eines kurzen Kunststoffröhrchens gefangen werden konnten. Mittels einer starken Lupe wurden diese nur etwa 2 mm langen Tiere später mit den von KALTENBACH (1963) dargestellten Eiparasiten verglichen und konnten mit ziemlicher Sicherheit als *Podagrion pachymerum* (WALKER, 1833) identifiziert werden, und zwar handelte es sich um 2 weibliche Exemplare (mit Legeröhre) und ein männliches Individuum (ohne Legeröhre). Da die Anzahl der kleinen Löcher in der Oothekenwandung bis Anfang Juni 2003 noch zunahm, ist anzunehmen, dass sie durch *P. pachymerum* entstanden sind, indem deren Imagines sich mit ihren Mundwerkzeugen beim Ausschlüpfen aus den Eikammern der Oothek durch die schützende seitliche Kokonhülle hindurcharbeiteten (vgl. GERLING 1969 in: EHRMANN 2002, SELLENSCHLO 1979 in: EHRMANN 2002). An größeren Hautflüglern stellen KALTENBACH (1963) zufolge hauptsächlich einige Grabwespen (Sphecidae) der Gottesanbeterin nach, indem sie deren Larven oder sogar Imagines durch gezielte Stiche lähmen und dann als Nahrung für ihre Brut eintragen. Ob auch die nach SAURE (1992 in: PLANLAND 2000) auf den Brachflächen der Schöneberger Bahnanlage lebende Grabwespe *Tachysphex psammobius* (KOHL, 1880) als Feind zumindest der jüngeren Larvenstadien von *M. religiosa* in Frage kommt, muss noch geklärt werden. Zu den Hymenopteren zählen auch die Ameisen (Formicidae), von denen einige Arten gewaltige Verluste unter den Erstlarven von *M. religiosa* anrichten können, indem sie oft schon die sich gerade aus der Oothek herausschlängelnden, noch in der embryonalen Kutikula steckenden Larven mit den Mundwerkzeugen packen und verschleppen. Dies geschieht bevorzugt bei Ootheken, die in der Nähe von Ameisennestern am Boden oder in nur geringer Höhe über dem Untergrund abgelegt wurden (FABRE 1952, JAMES 1958, SCHOPPMANN & SCHOPPMANN 1988, DETZEL & EHRMANN in: DETZEL 1998). In Berlin ist dieses Phänomen jedoch bisher noch nicht beobachtet worden. Schließlich sollen noch als weitere Feinde der Larvenstadien der Gottesanbeterin Vertreter der Weberknechte (Opiliones) sowie der Webspinnen (Araneae) genannt werden. Von den auf der Schöneberger Bahnbrache nach PLATEN in: KOWARIK et al. (1992 in: PLANLAND 2000) nachgewiesenen 57 Spinnenarten aus 16 Familien sind einige Arten mit Sicherheit in der Lage, jüngere *Mantis*-Larven zu überwältigen (BERG eigene Beob.). Beobachtet werden konnte dies bisher bei dem zur Familie der Weberknechte (Phalangidiidae) gehörenden *Odiellus spinosus* (BOSC, 1792), von dem ein über Gleisschotter laufendes Exemplar Anfang Juni 2001 eine L1-Larve mit seinen Cheliceren ergriff und sofort zwischen seinen Mundwerkzeugen zermalmte. Auch auf Gleisschotter jagende Springspinnen (Salticidae) konnten mehrfach (Mitte Mai 2000, Anfang Juni 2001 sowie Ende Mai 2003) beim Fang einzelner Erstlarven von *M. religiosa* beobachtet werden. Anfang Juni 2001 wurde zufällig auf der Oberfläche eines dicht über dem Boden hängenden Blattes einer abgesetzten (gestutzten) Sandbirke, *Betula pendula* ROTH (Birkengewächse, Betulaceae), die Krabbenspinne *Xysticus ulmi* (HAHN, 1832), Familie Thomisidae, Krabbenspinnen, beim Aussaugen einer L1-Larve entdeckt. Mit großer Wahrscheinlichkeit werden auch die in der Streuschicht der Vegetation jagenden Wolfsspinnen (Lycosidae) regelmäßig L1- und L2-Larven der Gottesanbeterin erbeuten.

Zum Schutz vor Feinden und zu deren Abwehr hat die Gottesanbeterin verschiedene Strategien entwickelt:

Wenn *M. religiosa* z. B. durch ein ihr zu großes oder als Feind erscheinendes Tier bedrängt und gestört wird, nimmt sie oft, nachdem zunächst ihre in Richtung des Gegners geschlagenen Fangbeine keine Wirkung erzielt hatten, eine charakteristische Schreck- und Abwehrstellung ein, die in Anlehnung an einen "aufgeplusterten" Truthahn anschaulich auch als Truthahnstellung bezeichnet wird. Bei mährischen Winzern soll sie deshalb auch mit einem Hahn in Imponierpose verglichen und "Weinhahndl" genannt werden (PRZIBRAM 1907, FABRE 1952, HARZ 1957, 1960). Dabei richtet sich das Tier auf, den Blick dem Angreifer zugewandt, wobei es seine dicht zusammen gehaltenen Fangbeine so weit nach außen dreht, dass dem Gegner die schwarzen, bisweilen in der Mitte mit einem weißlichen Makel versehenen Augenflecke auf der Innenseite der Fangbeinhüften "entgegenblicken". Gleichzeitig werden die häutigen Hinterflügel entfaltet sowie parallel und senkrecht zueinander zwischen den waagrecht gelüfteten, derberen Vorderflügeln aufgestellt. Dann werden die Vorderflügel geschüttelt und der Hinterleib zwischen den senkrechten Hinterflügeln durch einen Wechsel von spiraligem Aufrollen seines Endes und anschließender Erschlaffung rhythmisch auf und nieder bewegt, wobei die beiden Cerci links und rechts an den erhabenen Längsadern der Hinterflügel reibend vorbeistreichen und dabei ein "fauchendes" Geräusch erzeugen (HARZ 1957, BEIER 1968). Mitunter wird diese Schreckstellung minutenlang durchgehalten, und erst, wenn der Gegner nicht durch die Drohgebärde zurückweicht, versucht die Gottesanbeterin, sich ihrem Feind durch Flucht in tiefere, dichtere Vegetation zu entziehen (BERG eigene Beob.).

Das von YAGER & HOY (1987) beschriebene Gehörorgan der Gottesanbeterin, äußerlich sichtbar als länglicher, weniger als 0,15 mm schmaler, einzelner Spalt an der Körperunterseite zwischen den vier Hüften der Schreitbeinpaare (Abb. 15), ermöglicht beiden Geschlechtern eine Wahrnehmung von Tonfrequenzen im Ultraschallbereich von 20-50 kHz (YAGER & HOY 1989), also in einem Bereich, der beispielsweise von Fledermäusen beim Ausstoßen von Ultraschalltönen u. a. zum Aufspüren von Beutetieren genutzt wird (30-70 kHz). Das Hörvermögen könnte *M. religiosa* demnach als Warnsystem vor insektenfressenden Fledermäusen dienen, zumal es bei den flugaktiven Männchen noch besser entwickelt ist, wobei allerdings Richtungshören, bedingt durch das bei jedem Individuum nur als Einzelorgan vorhandene Ohr, unwahrscheinlich erscheint (HEVERS & LISKE 1991).

Der grünen oder braunen Färbung von *M. religiosa* (Abb. 8, 9, 11, 12) wurde zunächst durch eine Untersuchung von BELJAJEFF (1927) hinsichtlich einer Schutzwirkung vor Feinden kaum Bedeutung beigemessen, da Individuen der Gottesanbeterin im Versuch sowohl auf gleichfarbigem als auch verschiedenfarbigem Untergrund von ihren Feinden, Vögeln, gleichermaßen erkannt und gefressen wurden. Dabei wurde aber wohl außer Acht gelassen, dass im Gegensatz zum Experiment, wo die Struktur des Untergrundes nicht berücksichtigt wurde, sich im natürlichen Lebensraum zur Homochromie noch die Somatolyse gesellt, also das vollständige Verschmelzen des *Mantis*-Körpers mit der Vegetationsstruktur seiner Umgebung, bedingt durch Farb-



anpassung, Körperform und Ruhe- oder Starrehaltung des Tieres. Versuche von ERGENE (1953, 1955) haben ergeben, dass die Färbung der Individuen von der dominierenden Farbe der sie umgebenden Vegetationsstruktur abhängig ist und die Tiere homochrome Umgebungsstrukturen gegenüber andersfarbigen bevorzugt aufsuchen. Für *Mantis*-Larven traf dies zu 82-83,7 % und für Imagines zu 77-82 % zu. Man wird also der Farbanpassung der Gottesanbeterin an ihre Umgebung im Zusammenspiel mit Körpergestalt und Starrehaltung und der dadurch bewirkten Somatolyse eine gewisse Schutzwirkung zumindest vor sich optisch orientierenden Feinden nicht absprechen können.

#### 4.7. Paarung und sexueller Kannibalismus

Die Gottesanbeterin wird etwa 14 Tage nach der Imaginalhäutung geschlechtsreif (HARZ 1957, 1960, KALTENBACH 1963, BEIER 1968). Dies wird vor allem daraus ersichtlich, dass die vorher noch ziemlich standorttreuen Männchen (einzelne Exemplare fanden sich tagelang an ein und demselben Strauch, ja, mitunter sogar am selben beblätterten Zweig, vgl. dazu auch Kapitel 4.3. und EHRMANN 1985, 1986) nunmehr aktiv ihre Geschlechtspartnerinnen aufsuchen. Dies geschieht nach unseren Beobachtungen oft in der Weise, dass die männlichen Imagines besonders an warmen, sonnigen Tagen von einer möglichst hohen Warte (einzelner Busch, herausragende Staude, Abb. 11), unter Beobachtung der näheren Umgebung und Ausnutzung aufkommender Luftbewegung zu kurzen "Schwirrflügen" (bis etwa 10 m weit) starten. Da die Weibchen im Gelände in der Regel nur sehr zerstreut und einzeln auftreten, werden die Männchen bei der Fernorientierung zunächst überwiegend vom Geruchssinn geleitet, wobei von den paarungsbereiten Weibchen zur Anlockung der Männchen Duftstoffe (Pheromone) abgesondert werden (EDMUNDS 1975 in: EHRMANN 2002). Als Chemorezeptoren dienen den männlichen Imagines die auf den einzelnen Segmenten ihrer besonders langen Fühler (Abb. 14) sitzenden Sinneshaare (BEIER 1968, HEVERS & LISKE 1991). Nach HARZ (1957) sollen der Orientierung beim Flug auch die drei beim Männchen größeren Stirn- und Ocellen dienen. Ist ein Männchen in die Nähe eines Weibchens gelangt und hat dieses erspürt, so tritt nun bei der weiteren Annäherung der Gesichtssinn in den Vordergrund. Das Männchen nähert sich dem Weibchen äußerst vorsichtig und langsam von hinten unter Ausnutzung aller Schwächen des Wahrnehmungssystems seiner ausgewählten Partnerin (HARZ 1957, 1960, FABRE 1952, BEIER 1968). Sollte es bei seinem Vorwärtsdrang einmal durch zu hastige Bewegungen die Aufmerksamkeit des Weibchens erregen, so verharrt das Männchen augenblicklich in einer Art Starrehaltung (HARZ 1960, BERG eigene Beob.), wobei nur die unruhigen Fühler seine Erregung verraten, bis das Weibchen sich – durch irgendetwas abgelenkt – wieder vom Männchen abwendet. Erst dann setzt das Männchen seinen Annäherungsversuch fort, wobei dies vor allem während der durch leichten Wind ausgelösten Bewegungen der von den Tieren besetzten Pflanzenteile geschieht und damit für das Weibchen kaum wahrnehmbar ist (BERG eigene Beob. 2002, 2003). Dieser gesamte Vorgang kann mehrere Stunden in Anspruch nehmen, doch schließlich hat sich das Männchen seiner Partnerin soweit genähert, dass es dann einen kurzen Flugsprung wagt, um von hinten auf dem Rücken des Weibchens

zu landen (HARZ 1957, BEIER 1968, BERG eigene Beob. 2002). Hier klammert es sich mit den Schienen und Schenkeln seiner Fangbeine am Mittelbrustbereich (Mesosternum) des Weibchens fest (Abb. 13), wobei durch die kräftigen Femurdornen in der Regel besonders die basalen Partien der weiblichen Vorderflügel (Elytren) perforiert werden (Abb. 13, 16). Aber auch die hinteren Flächen der Elytren zeigen bisweilen einzelne punktförmige Perforationsstellen (Abb. 16), die dadurch entstehen, dass manche Männchen beim Aufsprung auf das Weibchen nicht gleich optimal landen, sondern durch Hochkriechen bei gleichzeitigen Klammerbewegungen von Femur und Tibia beider Fangbeine das Mesosternum zu erreichen versuchen oder sich sogar auf dem Rücken des Weibchens drehen müssen. Manchmal werden auch Männchen, die noch nicht fest mit den Fangbeinen am Mesosternum verankert sind, beim Weiterkriechen des Weibchens durch die Vegetation teilweise "nach hinten abgestreift" und versuchen dann, die Mittelbrust durch Vorwärtskriechen wiederum zu erreichen (BERG eigene Beob. 2003). Bei wiederholten Paarungen mit verschiedenen Männchen können die basalen Partien der Vorderflügel unmittelbar hinter deren Ansatzstellen durch die Femurdornen derartig oft durchstoßen werden, dass es hier zu großflächigen Nekrosen kommt (Abb. 13, 16). Schließlich können diese Stellen regelrecht instabil werden und bei plötzlichen Windböen sogar brechen (BERG eigene Beob. 2001). Man begegnet dann gelegentlich im Oktober weiblichen Imagines mit "zerfetzten" Vorderflügeln. Durch dieses Phänomen der perforierten Elytren, auf das unseres Wissens noch niemals hingewiesen wurde, lassen sich bereits begattete Weibchen erkennen, deshalb wollen wir hierfür erstmalig den Begriff "Paarungszeichen" verwenden, nicht jedoch zu verwechseln mit dem sog. "Begattungszeichen", nämlich der noch kurze Zeit nach einer Begattung in der weiblichen Geschlechtsöffnung sichtbaren Spermatophore (siehe weiter unten).

Hat sich das Männchen auf dem Rücken des Weibchens richtig "verankert" und verhält sich die Partnerin ruhig, so krümmt es nach einiger Zeit sein schlangenartig bewegliches Hinterleibsende von oben rechts unter die Abdomenspitze des Weibchens herum (Abb. 14), um sein Kopulationsorgan in der weiblichen Geschlechtstasche zu verankern (BEIER 1968). Die eigentliche Kopula kann sowohl tagsüber als auch nachts erfolgen (DETZEL & EHRMANN in: DETZEL 1998) und dauert nach HARZ (1957, 1960) und BEIER (1968) zwei bis zweieinhalb Stunden, nach EHRMANN (1988) in: DETZEL 1998 zwischen einer halben und acht Stunden. Auch in Berlin konnte am 13. September 2002 ein Paar an einem Zweig einer Hundsrose, *Rosa canina* L. (Rosengewächse, Rosaceae), entdeckt werden, das von 10.00 Uhr bis 17.00 Uhr ununterbrochen verpaart war. Selbst am Vormittag des folgenden 14. September 2002 fand sich das Männchen noch immer auf dem Rücken des Weibchens sitzend, doch waren die Geschlechtsorgane nicht mehr miteinander verbunden (BERG eigene Beob. 2002). Während der Vereinigung bildet das Männchen aus dem an der Luft erhärtenden Sekret seiner Anhangdrüsen (HARZ 1957) eine kapselförmige Spermatophore, also einen Samenträger, der zur Übertragung der männlichen Spermatozoen in der weiblichen Geschlechtsöffnung abgesetzt, vom Weibchen aber bald wieder ausgestoßen wird. Die Samenfäden sind jedoch vorher vom Weibchen in seine Samentasche aufgenommen worden und reichen in der Regel zur Befruchtung sämtlicher nachfolgend

gelegter Eier aus, dennoch kommt es vielfach zu weiteren Begattungen mit anderen Männchen, wodurch die genetische Variabilität erhöht wird (PRZIBRAM 1907, HARZ 1957, 1960, BEIER 1968).

Nach der Kopula versucht das Männchen in der Regel, sich durch einen plötzlichen Absprung schnell von seiner Partnerin zu entfernen (HARZ 1957, 1960), doch gelingt ihm dies bisweilen nicht, wenn es vom Weibchen vorher (meist an der Vorderbrust) gepackt und teilweise oder ganz verzehrt wurde. Gelegentlich kommt es auch vor, dass dem Männchen noch während der Kopulation der Kopf und Teile des Pronotums abgefressen werden, wie in drei Fällen im Jahre 2002 und einmal im September 2003 beobachtet werden konnte (BERG & KELLER eigene Beob.). Auffällig war dabei die als große Tropfen aus der Wunde der Vorderbrust austretende Hämolymphe (EHRMANN mündl. Mitt. 2003 hält auch austretende Verdauungssekrete durch Pumpbewegungen des Männchens für möglich), die am Restkörper des Männchens herunterfließen und sich partiell über die Elytren des Weibchens ergießen kann, teilweise hineindiffundiert, antrocknet und verkrustet. Auf diese Weise mögen die auffälligen Flecken auf den Vorderflügeln mancher Weibchen mit zusätzlichen Paarungszeichen entstanden sein (Abb. 17), die man hier und da insbesondere gegen Ende September oder in der ersten Oktoberhälfte finden kann (BERG & KELLER eigene Beob.). Ob diese Vermutung zutrifft, muss aber noch geklärt werden. Die Begattung kann auch in diesen Fällen von vollständig dekapitierten Männchen erfolgreich vollzogen werden, weil die nervliche Steuerung der männlichen Geschlechtsorgane von einem Nervenknotten im Hinterleib (Abdominalganglion) aus erfolgt. Nach BEIER (1968) werden durch die beim Abfressen des männlichen Kopfes und der Vorderbrust bewirkte Zerstörung des Unterschlundganglions die Kopulationsbewegungen sogar intensiviert. Schon diese anatomischen Besonderheiten lassen den Schluss zu, dass der sexuelle Kannibalismus bei *M. religiosa* sozusagen naturgewollt ist und es sich dabei nicht nur um "ein Artefakt der Gefangenschaft" handelt (DAVIS & LISKE 1985 in: EHRMANN & DETZEL in: DETZEL 1998), sondern dieser auch unter Freilandbedingungen vom Hungertrieb des Weibchens ausgelöst wird. Auf diese Weise kann das Männchen in der vorangeschrittenen, zunehmend insektenärmeren Jahreszeit dem Weibchen für die Eiproduktion als zusätzlicher Nahrungsspender dienen und somit zur Erhaltung der Art beitragen. Auch auf dem Berliner Gelände konnten im Jahre 2002 bei insgesamt neun beobachteten Begattungen viermal sexueller Kannibalismus und im darauf folgenden Jahr 2003 bei sechs Kopulationen zwei solcher Fälle registriert werden (BERG & KELLER eigene Beob.). LAWRENCE (1992) stellte bei *M. religiosa* unter natürlichen Bedingungen sexuellen Kannibalismus bei 31 % der beobachteten Paarungen fest. Auch fand er, dass wohlbeleibte Weibchen auf männliche Individuen offenbar eine wesentlich größere Anziehungskraft ausüben als schlanke Exemplare. Diese Beobachtung kann auch für die Berliner *Mantis*-Population bestätigt werden: In allen Fällen handelte es sich bei kopulierenden weiblichen Imagines um Exemplare mit prall gefüllten Abdomina (Abb. 14). Bemerkenswert ist auch eine stetige Abnahme der Anzahl aufgefundener männlicher Individuen zum Ende der Vegetationsperiode hin: Gegen Ende September und Anfang Oktober jedes Jahres wurde bei Feldbegehungen stets nur noch eine geringe Anzahl von Männchen ange-

troffen. Diese Erscheinung stimmt auch mit den Angaben von LAWRENCE (1992) überein und spricht ebenfalls dafür, dass der sexuelle Kannibalismus bei *M. religiosa* auch unter natürlichen Bedingungen nicht selten ist.

Obwohl die Geschlechtsreife bei *M. religiosa* bereits etwa 14 Tage nach der Imaginalhäutung eintritt, ist es im bisherigen Beobachtungszeitraum noch nie gelungen, Paarungen vor einem Zeitablauf von ca. vier Wochen nach dem Auftreten der ersten Imagines zu beobachten. Als Faustregel für das Berliner Gebiet gilt also nach den derzeitigen Erkenntnissen: erste Imagines ab Ende Juli: erste Paarungen ab Ende August (2003), erste Imagines ab Anfang August: erste Paarungen ab Anfang September (2002). In den vorangegangenen Jahren (1998 bis 2001) konnten keine Kopulationen beobachtet werden.

Mit der bald nach der Begattung erfolgenden Eiablage wird der Lebenszyklus der Gottesanbeterin am Ende jedes Sommers geschlossen.

## 5. Danksagungen

Ohne Ermunterung, Zuspruch und Unterstützung zahlreicher Naturfreunde und Kollegen wäre der vorliegende Artikel sicher nicht entstanden, und so gilt unser erster Dank Herrn Thomas Ziska, Berlin, dem Leiter der Fachgruppe Entomologie Berlin (NABU), der den Anstoß zu dieser Arbeit gab. Ferner danken wir der gesamten Redaktion der „Märkischen Entomologischen Nachrichten“, insbesondere Herrn Uwe Heinig, Berlin, für die gute Zusammenarbeit und die großzügige finanzielle Beteiligung an den Druckkosten für die Farbtafeln. Herr Alain Leprêtre, Berlin, Leiter der Bibliothek der Biologischen Bundesanstalt (BBA), Berlin-Dahlem, hat uns dankenswerterweise jede erdenkliche Hilfe bei der Beschaffung der benötigten Literatur zuteil werden lassen. Weiterhin danken wir sehr herzlich Herrn Dr. Rainer Marwitz, Berlin, für seine Bereitschaft, bei einer Exkursion viele Pflanzen, darunter auch einige erst kürzlich aufgetretene Arten, zu bestimmen. Bei mehreren längeren Begehungen des Bahngeländes im Sommer 2002 mit Frau Dörthe Thiel, Potsdam, ergab sich für den Autor Manfred Berg mehrfach ein reger Gedankenaustausch durch interessante Gespräche. Für zahlreiche überaus nützliche Hinweise und Anregungen danken wir Herrn Reinhard Ehrmann, Karlsruhe, dem Mantodeen-Fachmann im Karlsruher Naturkundemuseum. Den Herren Raimund Klatt, Potsdam, sowie Bernd Machatzi, Berlin, sind wir verbunden für ihre Einschätzungen und Angaben zum Schutzstatus der Berliner *Mantis*-Population und Frau H. Köstler, Berlin, für Überlegungen zur Herkunft der Tiere. Herr Hartmut Nowak, Mahlow, fertigte uns freundlicherweise die Vorlagen für die Farbtafeln an. Bedanken möchten wir uns nicht zuletzt aber auch ganz besonders bei den Herren Dr. Jörg Gelbrecht, Königs Wusterhausen, und Dr. Stefan Heise, Berlin, für so manche nützliche Anregung und die kritische Durchsicht des Manuskriptes sowie bei Herrn Robin A. Youett, Berlin, der die englische Übersetzung der Zusammenfassung des Artikels übernahm.

## 6. Literatur

- BAZYLUK, W. (1960): Die geographische Verbreitung und Variabilität von *Mantis religiosa* sowie Beschreibungen neuer Unterarten. Ann. Zoologici 16 (15): 1-42. Warschau.
- BEIER, M. & HEIKERTINGER, F. (1952): Fangheuschrecken. Neue Brehm-Bücherei 64: 1-32. Leipzig.
- BEIER, M. (1968): Ordnung Mantodea (Fangheuschrecken). – In: HELMCKE, J.-G., STARCK, D. & WERMUTH, H. (Hrsg.): Handbuch der Zoologie. Band 4, 2. Hälfte, 2. Aufl., 2. Teil, 12. Beitrag: 1-47. Berlin (W. d. Gruyter).
- BELJAJEFF, M. M. (1927): Ein Experiment zur Bedeutung der Schutzfärbung. Biol. Zentralbl. **47**: 107-113. Leipzig.
- BRECHTEL, F., EHRMANN, R. & DETZEL, P. (1996): Zum Vorkommen der Gottesanbeterin *Mantis religiosa* (Linné, 1758) in Deutschland. Carolina 54: 73-90. Karlsruhe.
- DETZEL, P. (1998): Die Heuschrecken Baden-Württembergs. Stuttgart (E. Ulmer).
- EHRMANN, R. (1984): Die Bedeutung der Cerci für die Bildung der Oothek bei *Mantis religiosa* (L.). Articulata 2 (4): 79-80. Würzburg.
- EHRMANN, R. (1985): Standorttreue von *Mantis religiosa*. Articulata 2 (7): 179-180. Würzburg.
- EHRMANN, R. (1986): Standorttreue von *Mantis religiosa*. Entomol. Zeitschr. 5: 63-64.
- EHRMANN, R. (2002): Mantodea: Gottesanbeterinnen der Welt. Münster (NTV).
- EHRMANN, R. (2003): Die Gottesanbeterin (*Mantis religiosa*), Neufunde in Deutschland. Articulata 18 (2): 253-254. Würzburg.
- ERGENE, S. (1953): Homochrome Farbanpassungen bei *Mantis religiosa*. Zeitschr. vergl. Physiol. **35**: 36-41. Berlin.
- ERGENE, S. (1955): Über die Bevorzugung eines homochromen Milieus bei Heuschrecken und Gottesanbeterinnen. Zool. Jb., Syst. **83**: 318-322. Jena.
- FABRE, J. H. (1952): Von Heuschrecken, Grillen und Gottesanbeterinnen. S. 53-105. Leipzig.
- FRITZE, A. (1915): Widerstandsfähigkeit der Eierkokons der Fangheuschrecken. Zeitschr. Wiss. Insektenbiologie **11**: 275-276. Berlin.
- GURNEY, A. B. (1951): Praying mantids of the United States: native and introduced. Rep. Smithson. Inst. **1950**: 339-362. Washington.
- HARZ, K. (1957): Die Geradflügler Mitteleuropas. S. 39-47. Jena (G. Fischer).
- HARZ, K. (1960): Geradflügler oder Orthopteren (Blattodea, Mantodea, Saltatoria, Dermaptera). In: DAHL, F.: Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. 46. Teil. S. 26-31. Jena (G. Fischer).
- HEVERS, J. & LISKE, E. (1991): Lauernde Gefahr. Das Leben der Gottesanbeterinnen. Braunschweig.
- JAMES, H. G. (1958): Egg development, hatching, and prey taken by the European Mantis, *Mantis religiosa* L., in several habitats. Ann. Rep. Entomol. Soc. **89**: 50-55. Ontario.
- KALTENBACH, A. (1963): Kritische Untersuchungen zur Systematik, Biologie und Verbreitung der europäischen Fangheuschrecken (Dictyoptera-Mantidae). Zool. Jahrb. Syst. 90: 521-598. Wien.
- KRAL, K. (1999): Binocular vision and distance estimation. In: PRETE, F. R., WELLS, H., WELLS, P. H., HURD, L. E. (1999): The Praying Mantids: Research Perspectives. University Press. 114-140. Baltimore & London.
- LAWRENCE, S. E. (1992): Sexual cannibalism in the Praying mantid, *Mantis religiosa*: a field study. Source Anim. Behav. **43**: 569-583.
- PAX, F. (1920): Beiträge zur Orthopterenfauna Schlesiens. Zeitschr. Wiss. Insektenbiologie 16: 41-42. Leipzig.
- PLANLAND – PLANUNGSGRUPPE LANDSCHAFTSENTWICKLUNG (2000): Schöneberger Südgelände Pflege- und Entwicklungsplan. Teil A und B. Im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Berlin. 60 S.
- PRZIBRAM, H. (1907): Die Lebensgeschichte der Gottesanbeterinnen (Fangheuschrecken). Zeitschr. Wiss. Insektenbiol. **3**: 117-123, 147-153.
- SALT, R. W. & JAMES, H. G. (1947): Low temperature as a factor in the mortality of eggs of *Mantis religiosa* L., Canad. Entomol. **79**: 33-36. Toronto.
- SCHOPPMANN, A. & SCHOPPMANN, B. (1988): Zur Fortpflanzungsbiologie der Gottesanbeterin *Mantis religiosa* LINNAEUS, 1758 (Mantodea, Mantidae). Zeitschr. f. Entomologie 9 (16): 345-359. Linz.
- YAGER, D. D. & HOY, R. R. (1987): The midline metathorecic ear of the praying mantid, *Mantis religiosa*. Cell Tissue Res. **250**: 531-541.
- YAGER, D. D. & HOY, R. R. (1989): Audition in the praying mantid, *Mantis religiosa*: Identification of an interneuron mediating ultrasonic hearing. J. comp. Physiol. **165**: 471-493.
- ZACHER, F. (1909): Die Nordgrenze des Verbreitungsgebietes der Mantiden in Europa. Zeitschr. Wiss. Insektenbiologie 5 (4): 134-135. Berlin.
- ZACHER, F. (1917): Die Geradflügler Deutschlands und ihre Verbreitung. S. 78-81. Jena (G. Fischer).

### Anschriften der Verfasser:

Manfred Berg, Eythstraße 39, D-12105 Berlin; E-mail: bergmanfred@gmx.net

Manfred Keller, Löptener Straße 9, D-12305 Berlin; E-mail: manfred.keller@t-online.de

## 7. Farbtafeln

Alle folgenden Abbildungen sind Freilandaufnahmen, die im natürlichen Lebensraum der Gottesanbeterin auf der Schöneberger Bahnanlage im Stadtgebiet von Berlin entstanden sind. Dabei galt als oberstes Gebot, die Tiere nicht zu beunruhigen und so wenig wie möglich zu stören.

Abbildungen 06 und 07: Matthias Berg, Berlin, alle anderen Abbildungen: Manfred Keller, Berlin

- Abb. 01: Bahnbrache Schöneberg, Lichtung mit Trockenrasen, östlicher Rand, Blick nach Norden, mit der einzigen z. Zt. noch (von den Berliner Stadtreinigungs-Betrieben) benutzten Gleisstrecke
- Abb. 02: Bahnbrache Schöneberg, Lichtung mit verbuschendem Trockenrasen, östlicher Rand, Blick nach Süden, im Hintergrund einzelne Häuser der Lindenhof-Siedlung
- Abb. 03: Weibchen von *M. religiosa* auf der Suche nach Ablageplatz für Oothek in Gleisschotter
- Abb. 04: Gleisschotter als typische Ablagestelle für Ootheken im Randbereich einer Lichtung
- Abb. 05: An der Unterseite eines Schotterstückes angeklebte Oothek von *M. religiosa*
- Abb. 06: Alte, stillgelegte Gleise in einem Trockenrasen als Ablagemöglichkeiten für Ootheken
- Abb. 07: Oothek von *M. religiosa* unter dem waagerechten Vorsprung eines alten Schienenstranges
- Abb. 08: *M. religiosa*, Weibchen, grüne Form, in Lauerstellung an Sichelwöhre, *Falcaria vulgaris*
- Abb. 09: *M. religiosa*, Männchen, grüne Farbvariante, im Gestrüpp der Kratzbeere, *Rubus caesius*
- Abb. 10: *M. religiosa*, Weibchen, eine Feldheuschrecke fressend, die Beutereste werden nur noch vom linken Fangbein gehalten
- Abb. 11: Männchen von *M. religiosa*, braune Form, auf hoher, als Ansitzwarte dienender Pflanze
- Abb. 12: *M. religiosa*, Weibchen, braune Variante, in Lauerstellung auf einer Schiene sitzend
- Abb. 13: Pärchen von *M. religiosa* vor der Kopula in der Besen-Radmelde, *Kochia scoparia* ssp. *densiflora*, das Männchen hat sich mit seinen Raubbeinen am Mesosternum des Weibchens festgeklammert, die Elytren des Weibchens haben an der Basis eine großflächige Nekrose, entstanden durch mehrfaches Anklammern einzelner Männchen
- Abb. 14: Pärchen von *M. religiosa* in Kopula, das zierliche Männchen hat sein Hinterleibsende seitlich von oben rechts um das Abdomenapex des Weibchens gekrümmt und seine Geschlechtsorgane in der weiblichen Geschlechtstasche verankert
- Abb. 15: Ventralseite des Abdomens eines Weibchens von *M. religiosa* kurz nach der Eiablage mit noch weißen Resten von Oothekenschäum am Abdomenapex, den beiden Cerci am Hinterleibsende und dem schmalen Spalt der Gehöröffnung zwischen den 4 Hüften der Schreitbeine
- Abb. 16: *M. religiosa*, Weibchen, dorsal, punktförmige Nekrosen (Paarungszeichen) zeigend
- Abb. 17: *M. religiosa*, Weibchen, mit vermutlich Hämolymphe eines Männchens auf den Elytren













