

Entomologica Austriaca	16	73-84	Linz, 20.3.2009
------------------------	----	-------	-----------------

Kurze Vorstellung der Ordnung Mantophasmatodea (Insecta)

M.J.B. EBERHARD

A b s t r a c t : A short introduction of the insect order Mantophasmatodea. The new insect order Mantophasmatodea is described in terms of its recent discovery, identifying characteristics, distribution and habitat, biology and systematics. The actual status of current research is summarized.

K e y w o r d s : Mantophasmatodea, discovery, actual status of current research, biology, systematics.

1. Erforschungsgeschichte

Die Ordnung Mantophasmatodea (Ferschläufer, Gladiatoren, engl.: Heelwalkers) wurde im Mai 2002 erstmals beschrieben (KLASS et al. 2002a). Diese Entdeckung einer ganzen Insektenordnung erregte starkes mediales Interesse – hatte man doch allgemein angenommen, dass eigentlich alle höheren Taxa der Insekten bekannt seien und "nur" noch neue Arten bzw. Gattungen neu beschrieben werden könnten (die letzte neue Insektenordnung, Grylloblattodea, wurde im Jahr 1914 von WALKER beschrieben).

Die Geschichte der Beschreibung der Mantophasmatodea begann eigentlich im Jahr 2001 in der Sammlung des Geologisch-Paläontologischen Instituts und Museums der Universität Hamburg, wo zwei rätselhafte 45 Mio. Jahre alte Bernsteineinschlüsse den damaligen Doktoranden Oliver Zompro (betreut von Joachim Adis am Max-Planck-Institut für Limnologie in Plön) einiges Kopfzerbrechen bescherten. Die Nymphen, die im Bernstein eingeschlossen waren, passten zu keiner bestehenden Insektenordnung. Ein genadeltes, vertrocknetes Individuum aus dem Zoologischen Museum der Universität Lund (Schweden), das sich gerade am Naturgeschichtlichen Museum in London zur Bestimmung befand und 1950 in Tansania gefunden worden war, sowie ein weiterer Bernsteineinschluss aus der Privatsammlung von F. Kernegger kamen hinzu und veranlassten Oliver Zompro, die Museen Europas nach weiteren Individuen dieser ungewöhnlichen Insekten zu durchforsten. Bald wurde im Museum für Naturkunde der Humboldt Universität in Berlin ein altes Alkoholpräparat aus Namibia gefunden (1909). In Zusammenarbeit mit Klaus Dieter Klass und Niels Peder Kristensen, die erste morphologische und anatomische Untersuchungen an den Museums-Fundstücken durchführten, wurde sodann die neue Insektenordnung beschrieben und publiziert (KLASS et al. 2002a). Die Neuigkeit verbreitete sich schnell, und bald wurden weitere Funde, vor allem in Afrikanischen Museen, gemeldet. Die Sensation war perfekt, als man dann sogar lebende Individuen in Namibia (ZOMPRO et al. 2002, 2003) und Südafrika (PICKER et al. 2002) entdeckte. Mein Kollege und co-supervisor meiner Dissertation am Zoology Department der University

of Cape Town, Mike Picker, berichtete mir einmal, dass er und seine Kollegen schon öfter bei Exkursionen und Sammelreisen diese eigenartigen Insekten gesehen hatten, diese jedoch als Nymphen von irgendwelchen orthopteroiden Insekten gehalten und somit wenig beachtet hatten. Erst nach der Publikation der Erstbeschreibung der Mantophasmatodea wurde ihm bewusst, dass er diese "neuen" Insekten schon oft in der Hand gehabt hatte!

Exemplare von Mantophasmatodea wurden daraufhin zu namhaften Wissenschaftlern in die ganze Welt verschickt, um die neue Insektenordnung eingehend zu untersuchen. So wurden die ersten DNA-Analysen durchgeführt (TERRY & WHITING 2005, CAMERON et al. 2006, DAMGAARD et al. 2008), Proteine untersucht (PREDEL et al. 2004, GÄDE et al. 2005), die Embryonal-Entwicklung beobachtet (MACHIDA et al. 2004, TOJO et al. 2004, TSUTSUMI et al. 2004), anatomische und morphologische Untersuchungen durchgeführt (DALLAI et al. 2003, BEUTEL & GORB 2006, BAUM et al. 2007, KLASS & EULITZ 2007, KLUG & KLASS 2007), erste phylogenetische Analysen gemacht (z. B. JARVIS & WHITING 2003, KLASS et al. 2002b, 2003a, 2003b, KLASS 2004, TERRY & WHITING 2005, ZOMPRO 2005, DAMGAARD et al. 2008) und Paarungsverhalten bzw. Vibrationskommunikation untersucht (EBERHARD & PICKER 2008). Darüber hinaus wurden immer mehr Individuen von Mantophasmatodea entdeckt und neue Arten, Genera und Familien beschrieben (KLASS et al. 2003b, ZOMPRO et al. 2002, 2003, ZOMPRO & ADIS 2006, DAMGAARD et al. 2008), sowie einige Fossilfunde untersucht und den Mantophasmatodea zugeordnet (ZOMPRO 2001, 2005, ENGEL & GRIMALDI 2004, ARILLO & ENGEL 2006, HUANG et al. 2008).

2. Erkennungsmerkmale

Die Erkennung von Exemplaren der Ordnung Mantophasmatodea ist verhältnismäßig einfach. Die Insekten erinnern an eine Mischung aus juvenilen Mantodea und Phasmida. Sie sind flügellos und strecken das 5. Tarsalglied sowie den Prätarsus (Arolium und Ungues) vom Boden weg in die Höhe (daher der Name Fersenhäufiger). Das 1. Laufbeinpaar ist am stärksten bedornt und dient zum Fangen der Beute, die beiden anderen Laufbeinpaare unterscheiden sich nur wenig voneinander. Die Antennen bestehen aus Scapus, Pedicellus und einem Flagellum, welches wiederum in einen basalen und einen distalen Teil gegliedert werden kann: dem Basiflagellum und dem Distiflagellum (KLASS et al. 2003b). Das Distiflagellum besteht aus 7 Annuli (Antennengliedern) und ist mit vielen kurzen und einigen längeren Setae besetzt. Das dünnere und meist hellere Basiflagellum besteht je nach Entwicklungsstadium aus unterschiedlich vielen Annuli und besitzt im Gegensatz zum Distiflagellum nur wenige lange Setae. Die Körperfärbung der Mantophasmatodea reicht von dunkel bräunlich-grau über hellbraun-beige bis grasgrün.

Zur genauen Bestimmung der Gattungen und Arten muss meist ein Genitalpräparat angefertigt und untersucht werden; hier sind vor allem das Tergum X, das Vomeroïd (Sklerit im Segment X; KLASS et al. 2002a) und andere kutikuläre Strukturen beim Männchen bzw. die Subgenitalplatte und Spermatheka der Weibchen für die Bestimmung wichtig. Darüber hinaus dienen auch die Cerci der Männchen als gutes Unterscheidungsmerkmal (KLASS et al. 2003b). Oftmals sind auch die Färbung (z. B. der Komplexaugen – gepunktet oder gestreift) oder die unterschiedlich starke Bedornung des Körpers zur Unterscheidung von Familien, Gattungen und Arten nützlich. Auch die artspezifischen

Vibrationssignale sind wahrscheinlich ein recht gutes Unterscheidungsmerkmal (EBERHARD et al. in Vorbereitung).

3. Verbreitung/Habitat

Rezente Mantophasmatodea wurden bis heute ausschließlich im südlichen Afrika gefunden (PICKER et al. 2002, ZOMPRO et al. 2002, 2003, ZOMPRO & ADIS 2006). In Namibia bewohnen die robusten Arten aride Gebiete der Namib, z. B. das Brandberg-Massiv nordwestlich von Windhoek, wo auch die ersten lebenden Mantophasmatodea gefunden wurden (ZOMPRO et al. 2002). ZOMPRO & ADIS (2006) spekulieren sogar, dass auf jeder einzelnen Berggruppe des südlichen Afrikas eine endemische Mantophasmatodea-Art zu finden sein könnte.

Die grazileren südafrikanischen Arten kommen hauptsächlich in semiariden und ariden Gebieten der südwestlichen Kap-Region vor – im Fynbos Florengebiet, das im Westen durch Winterregen und mehr oder weniger ausgeprägte Sommertrockenheit geprägt ist, bzw. in der ariden Karoo-Namib Florenregion, die im Westen und Norden durch spärlichen Winterregen gekennzeichnet ist. Durch die besonderen ökologischen, geologischen und klimatischen Verhältnisse ist die Kap-Region des Western Cape außerordentlich reich an Pflanzen- und Tierarten, sie gilt daher auch als Hot Spot der Biodiversität (PICKER et al. 2002). Im von strauchigen Hartlaubgewächsen dominierten Fynbos leben die Ferschläufer meist in niedrigen Sträuchern und sind an diese auch farblich angepasst (Abb. 1). In trockeneren Gebieten der Succulent- und Nama-Karoo-Region kann man die meisten Arten in höheren Grasbüscheln, die oft vereinzelt zwischen Steinen wachsen, finden. Da die meisten Mantophasmatodea nachtaktiv sind, findet man sie tagsüber nur selten laufend am Boden, sondern versteckt in den Büschen oder im Gras.

Vermutlich handelt es sich bei den Mantophasmatodea um einen kleinen Reliktbestand einer früher weit verbreiteten Insektenordnung (PICKER et al. 2002), immerhin stammen die Bernsteineinschlüsse aus dem Baltikum bzw. ein weiteres Fossil aus China (HUANG et al. 2008). Auf allen anderen Kontinenten konnten bisher keine Vertreter der Mantophasmatodea gefunden werden.

4. Biologie

Die Beschreibung der Biologie der Mantophasmatodea bezieht sich hier hauptsächlich auf die südafrikanischen Arten.

Die Nymphen der Mantophasmatodea schlüpfen in der Kap-Region nach dem ersten großen Winterregen Ende April bzw. Anfang Mai. Etwa 10-12 Nymphen schlüpfen pro "egg pot" (MACHIDA et al. 2004) und besiedeln dann den nächstgelegenen Busch. Die insgesamt 6 Entwicklungsstadien zeichnen sich durch einen Zugewinn an Körpergröße und einen Zugewinn an Annuli im Basiflagellum der Antenne aus (HOCKMAN & PICKER in Vorbereitung). Das Distiflagellum besteht immer aus 7 Annuli, während das Basiflagellum im 1. Nymphenstadium aus 4 Annuli besteht und pro Häutung 2 Annuli durch Teilung des 1. Basiflagellums (Meriston) dazukommen (HOCKMAN & PICKER in Vorbereitung). Nach den insgesamt 5 Häutungen besteht das Basiflagellum des adulten Tieres aus insgesamt 14 (echten) Annuli.

Schon im 1. Nymphenstadium kann man Männchen und Weibchen gut unterscheiden: Die Weibchen besitzen am Hinterende des 9. Sternits zwei kleine spitze Auswüchse, welche wahrscheinlich Vorläufer der dorsalen Valven des adulten Ovipositors darstellen (HOCKMAN & PICKER in Vorbereitung). Im 2. Nymphenstadium sind zusätzlich am Hinterende des 8. Sternits zwei kleine spitze Auswüchse zu sehen (ventrale Valven), zusätzlich entwickeln sich zwischen den Auswüchsen des 9. Sternits zwei sehr kleine Zapfen (innere Valven). Im Zuge der weiteren Entwicklung nehmen die Valven an Größe zu und bilden im adulten Weibchen den Ovipositor. Die Männchen besitzen schon im 1. Nymphenstadium eine Subgenitalplatte, die vom 9. Sternit gebildet wird und das 10. Sternit fast völlig verdeckt. Diese Subgenitalplatte wird im Zuge der Entwicklung immer größer und verdeckt nach der letzten Häutung sogar die Basen der Cerci. Die Cerci selbst wachsen ab dem 2. Nymphenstadium stark an (im Gegensatz zu den Cerci der Weibchen, die klein und unscheinbar bleiben). Die Weibchen wachsen außerdem etwas schneller als die Männchen und sind in jedem Entwicklungs-Stadium größer als die Männchen (HOCKMAN & PICKER in Vorbereitung).

Während der gesamten Entwicklung leben meist alle Nymphen aus einem "egg pot" auf ein- und demselben Busch. Wahrscheinlich erst nach der letzten Häutung beginnt eine Abwanderung und Verbreitung, und es finden sich nur noch ein bis zwei adulte Fersensämlinge auf einem Busch. Eigenen Beobachtungen zufolge breiten sich die Individuen einer Population aber meist nicht weit aus, sondern besiedeln lediglich die umliegenden Büsche bzw. Grasbüschel.

Nach etwa 7-10 Tagen nach der letzten Häutung sind die adulten Mantophasmatodea geschlechtsreif und beginnen mit der Vibrationskommunikation. Männchen wie auch Weibchen klopfen dabei mit dem Abdomen auf das Substrat und erzeugen artspezifische Klopfmuster (EBERHARD & PICKER 2008). Männchen besitzen zur Verstärkung der Vibrations-signale ein Trommelorgan ("median process" – KLASS et al. 2002a, 2003b) auf der Subgenitalplatte, Weibchen klopfen mit dem gesamten Abdomen. Die Vibrations-signale der Männchen bestehen aus einer bestimmten (artspezifischen) Anzahl von mehreren kurzen Pulsen (sog. "pulse trains"), die in gleichen Abständen wiederholt werden. Die Vibrations-signale der Weibchen sind weniger komplex und bestehen aus einzelnen, in regelmäßigen Abständen wiederholten Pulsen. Mithilfe dieser Vibrationskommunikation wird die Arterkennung und Paarfindung gemeistert (EBERHARD & PICKER 2008). Wir vermuten, dass die stationären Weibchen mithilfe von Pheromonen Männchen zu "ihrem" Busch anlocken. Ein angelocktes Männchen klettert ein Stück den Busch hinauf und beginnt, seine Vibrations-signale auszusenden. Sobald das Weibchen diese Signale mithilfe ihrer Vibrationsrezeptoren in den Beinen (wahrscheinlich Subgenualorgane, EBERHARD et al. in Vorbereitung) perzipiert, beginnt es ebenfalls mit seinem monotonen Klopfsignal. Das Männchen bahnt sich daraufhin seinen Weg durch das komplizierte Buschwerk; mithilfe der Klopfzeichen des Weibchens kann es sich relativ leicht und schnell orientieren. Wahrscheinlich werden an Astgabelungen Unterschiede in der Intensität der Vibrations-signale des Weibchens durch das typische Suchverhalten des Männchens festgestellt, wobei auf jede der abzweigenden Äste ein Vorderbein gestellt wird und die übrigen Beine am Hauptstamm bleiben (EBERHARD & PICKER 2008). Ist das Weibchen gefunden, nähert sich das Männchen zunächst sehr langsam, springt dann plötzlich auf den Rücken des Weibchens und klammert sich mit den Beinen dort fest. Die Vibrationskommunikation wird beendet, das Weibchen streckt sein Abdomen etwas nach oben, das Männchen senkt sein Abdomen und biegt es etwas nach links, somit liegt das

Abdomen des Männchens S-förmig gewunden über der rechten Seite des Weibchens (typische orthopteroide Kopulationsstellung, TOJO et al. 2004) (Abb.2-3). Der membranöse Phallus des Männchens wird ausgestülpt und in die Geschlechtsöffnung des Weibchens eingeführt. Die Cerci des Männchens helfen dabei, sich am Abdomen des Weibchens festzuklammern.

Die Kopulation kann bis zu 3 Tage dauern, das Männchen verliert dabei stark an Gewicht, das Weibchen nimmt weiterhin Nahrung auf (EBERHARD & PICKER pers. Beob.). Nach der Beendigung der Kopulation geschieht es häufig, dass das Weibchen das Männchen frisst (VAN NOORT & PICKER 2004). Multiple Kopulationen kommen vor, jedoch beteiligen sich einmal begattete Weibchen nicht mehr an der Vibrationskommunikation (EBERHARD pers. Beob.).

Die Weibchen klettern einige Tage nach vollendeter Kopulation den Busch (bzw. den Grashalm) hinunter und legen eine Art Eikokon in den Boden in der Nähe des Busches bzw. Grasbüschels. Hierbei werden bis zu 12 länglich-ovale Eier mit Sand und Sekreten zu einem länglichen "egg pot" verklebt (MACHIDA et al. 2004). Der entstehende, feste "egg pot" verbleibt im Boden und überdauert so den trockenen, heißen Sommer (TOJO et al. 2004). Ein Weibchen legt oft mehrere Tage hintereinander "egg pots" in den Boden, danach stirbt es. Erst mit dem ersten Winterregen und den ersten mäßig warmen Temperaturen schlüpfen die Nymphen aus den Eiern und starten eine neue Generation.

Fersenkäfer sind ausschließlich karnivor. Ihr Beutespektrum umfasst Insekten wie Schaben, kleinere Stabheuschrecken oder Fliegen, aber auch kleine Spinnen, und sogar kleinere Artgenossen werden nicht verschmäht. Die Beute wird mithilfe der Raubbeine (1. Laufbeinpaar) gefangen und festgehalten. Die Mundwerkzeuge der Mantophasmatodea sind orthognath und typisch beißend-kauend (BAUM et al. 2007).

Natürliche Feinde der Mantophasmatodea sind bis dato nicht bekannt, vermutlich stehen sie aber auf dem Speiseplan diverser Spinnen, Vögel, Eidechsen oder Kleinsäuger. Wie so oft ist auch hier die Zerstörung des Lebensraumes durch den Menschen eine große Bedrohung für Mantophasmatodea; besonders wenn Regionen des Fynbos und Karoo in Rooibos- (Rotbusch-) Plantagen oder Golfplätze umfunktioniert werden.

5. Systematik

Die beiden Museumsexemplare, die zur Beschreibung der neuen Ordnung herangezogen wurden, wurden als *Mantophasma zephyra* ZOMPRO et al., 2002 und *Mantophasma subsolana* ZOMPRO et al., 2002 bezeichnet. Letztere wurde von KLASS et al. (2003b) zu *Tanzaniophasma subsolana* umbenannt und somit in eine 2. Gattung gestellt. ZOMPRO et al. (2002) lieferten die ersten Lebendfunde aus Namibia und ordneten diese der Art *Mantophasma zephyra* zu bzw. beschrieben weitere Individuen als *Praedatophasma maraisi* ZOMPRO & ADIS, 2002. Aus dieser Zeit stammt auch der (meiner Meinung nach etwas unglücklich gewählte) Trivialname "Gladiator", da die namibischen Mantophasmatodea recht bedornt sind und dadurch wehrhaft aussehen.

KLASS et al. (2003b) zählten insgesamt 12 Arten (8 davon wurden von den Autoren erstbeschrieben) und teilten diese aufgrund morphologischer Merkmale in 3 Familien ein (Austrophasmatidae, Mantophasmatidae, Tanzaniophasmatidae). Außerdem führten die Autoren eine erste phylogenetische Stammbaumrekonstruktion unter Verwendung mitochondrialer Gene durch.

Die neueste Stammbaum-Analyse mitochondrialer Gene (COI und 16S) von DAMGAARD et al. (2008) kommt auf insgesamt 20 rezente Arten, wobei 4 davon noch nicht beschrieben wurden. Mantophasmatodea werden in 3 (bzw. 4) Familien mit insgesamt 12 Genera eingeteilt; 3 von ZOMPRO & ADIS (2006) beschriebene Arten werden als Mantophasmatodea incertae sedis geführt, da genaue Studien des Abdomenendes und der DNA noch fehlen. Darüber hinaus änderten DAMGAARD et al. (2008) nach einem Hinweis von ZOMPRO (2005) die Endungen der Artnamen aufgrund von Objektgleichheit von Femininum- zu Neutrum-Endungen, da das Wort "Phasma", das in allen Gattungsnamen steckt, Neutrum ist (z. B. *Karoophasma biedouwensis* änderte sich zu *K. biedouwense*).

Die etwa 45 Millionen Jahre alten Fossilfunde in Bernstein wurden als *Raptophasma kerneggeri* ZOMPRO, 2001, *Adicophasma spinosum* ENGEL & GRIMALDI, 2004 und *Adicophasma grylloblattoides* ARILLO & ENGEL, 2006 bezeichnet. Die Zuordnung eines weiteren Individuums in Bernstein zur Ordnung Mantophasmatodea, das von Zompro (2005) *Ensiferophasma velociraptor* genannt wurde, ist nicht bestätigt. Erst vor kurzem wurde ein noch älteres, versteinertes Fossil in China, *Juramantophasma sinica* HUANG, NEL, ZOMPRO & WALLER, 2008, entdeckt, das etwa 165 Millionen Jahre alt ist (HUANG et al. 2008). Eine vollständige Liste der bisher beschriebenen Arten ist im Anhang zu finden (Tab.1).

Das Verwandtschaftsverhältnis der Mantophasmatodea zu anderen Insektenordnungen ist bis jetzt nicht geklärt. Kurz nach der Erstbeschreibung der Ordnung (KLASS et al. 2002a) wurde sogar angezweifelt, ob es sich bei den Mantophasmatodea wirklich um eine neue Ordnung handle oder ob diese Insekten nicht doch aberrante Vertreter der Orthoptera seien (TILGNER 2002). Dies wurde jedoch durch KLASS in seiner Antwort an TILGNER (2002) widerlegt.

DALLAI et al. (2003) schlagen aufgrund ihrer Untersuchungen der Spermienmorphologie ein Schwestergruppenverhältnis Mantophasmatodea + Mantodea vor. Ein Schwestergruppenverhältnis zu den Grylloblattodea (=Xenonomia) wird von TERRY & WHITING (2005) aufgrund ihrer phylogenetischen Analysen von nukleären Genen und morphologischen Merkmalen vertreten. Dieses Ergebnis wurde ebenfalls von BEUTEL & GORB (2006) nach ihrer cladistischen Analyse morphologischer Merkmale erzielt. Die Untersuchung von Sequenzdaten ganzer mitochondrialer Genome von CAMERON et al. (2006) ergaben Phasmatodea als Schwestergruppe von Mantophasmatodea, bzw. könnten diese sogar innerhalb der Phasmatodea stehen.

6. Sammel- und Präparationsmethodik

Durch ihre kryptische Färbung und ihre nur geringe Aktivität tagsüber sind Mantophasmatodea durch bloßes Suchen nur sehr schwer zu entdecken. Zudem kommen sie erfahrungsgemäß eher nur in kleinen Populationen vor und breiten sich nicht besonders weit aus. Am erfolgreichsten ist man also, wenn man jemanden bei der Sammelreise dabei hat, der ungefähr weiß, wo Mantophasmatodea zu finden sind, bzw. man besorgt sich ein gutes GPS-Gerät und verwendet z. B. die in DAMGAARD et al. (2008) angegebenen Koordinaten.

Darüber hinaus sind noch lange nicht alle Areale der Kap-Region untersucht, genauso wenig die weiter östlichen und nördlichen Regionen bis hin nach Tansania, wo ja auch

ein Museumsexemplar, das für die Erstbeschreibung verwendet wurde, herkommt. Es lohnt sich also, mit dem Auto umherzufahren, bei geeigneten Arealen stehenzubleiben und sich ein wenig umzusehen. Oftmals haben Mike Picker und ich einfach in Büschen oder Grasbüscheln neben der Straße gesucht und Mantophasmatodea (vielleicht sogar neue Arten) gefunden. In einem Land wie Südafrika sollte man jedoch auch beim allergrößten Sammelfieber nicht seine eigene Sicherheit vergessen und (vor allem in der Nähe von Ansiedlungen) immer Vorsicht walten lassen!

Die beste Zeit, zumindest in Südafrika, um Mantophasmatodea zu finden, ist Ende Mai bis Ende September. Von etwa Anfang November bis Anfang Mai findet man mit ziemlicher Sicherheit keine Exemplare, die Suche nach "egg pots" ist wahrscheinlich wenig ergiebig (siehe Kapitel 4).

In dem mit niedrigen Büschen bewachsenen Fynbos hat sich die Methode des "bush beatings" bewährt: man legt ein mehr oder weniger großes, vorzugsweise helles Tablett auf den Boden und schiebt es so weit wie möglich unter einen Busch. Dann schlägt man mit einem Stock mit wenigen kurzen, aber kräftigen Schlägen auf die Äste des Busches. Die meisten Insekten, die auf diesem Busch sitzen, lassen sich fallen und landen auf dem Tablett. Mit ein wenig Glück sind auch Mantophasmatodea dabei.

In den ariden Karoo-Gegenden ist das Sammeln etwas mühsamer: Man klettert auf allen Vieren von Grasbüschel zu Grasbüschel und drückt das Gras mit beiden Händen zur Seite, sodass man den unteren Bereich der Grashalme durchsuchen kann. Ab und zu sitzt dann ein Fersenläufer direkt in der Mitte des Grasbüschels und man kann ihn einsammeln.

Die "sweeping" Methode, bei der ein stabiles Netz (Streifkescher) über die Büsche bzw. Grasbüschel gestreift wird, bringt auch ganz gute Sammelergebnisse, jedoch passiert es hier leicht, dass man die Insekten verletzt oder tötet.

Die beste Präparationstechnik ist wahrscheinlich die Fixierung in Alkohol (70 % Ethanol). Größere Exemplare eignen sich auch zum Nadeln, allerdings habe ich selbst das noch nicht versucht. Der einzige Nachteil bei Alkoholpräparaten ist wie immer der Verlust der Färbung - vor allem die wunderschönen grasgrünen Exemplare werden nach kürzester Zeit milchig-weiß.

Zur Artbestimmung muss oft ein Genitalpräparat angefertigt werden (Mazeration der Segmente VIIff für Weibchen bzw. IXff für Männchen in 10 % KOH – KLASS et al. 2003b).

7. Aktueller Forschungsstand

Durch die noch gar nicht so lang zurückliegende Erstbeschreibung der Ordnung Mantophasmatodea ist es nicht verwunderlich, dass erst wenige Untersuchungen über diese Ordnung existieren.

Besonders über Ökologie, Verbreitung und Lebensweise dieser Insekten ist noch wenig bekannt. Hingegen hat sich auf den Gebieten der Molekularen Phylogenie und der Morphologie einiges getan (siehe Kapitel 1). Darüber hinaus sind etliche Untersuchungen am Laufen, wie z. B. die Untersuchung der Vibrationsperzeption, Anatomie und Elektrophysiologie der Chordotonalorgane von Mantophasmatodea (EBERHARD et al. in Vorbereitung), die Untersuchung der Adhäsions-Strukturen (S. GORB pers. Mitt.), Untersuchun-

gen zur Entwicklung der Insekten vom 1. Nymphenstadium zum Adultus (HOCKMAN & PICKER in Vorbereitung) usw.

Es bleibt zu hoffen, dass sich vor allem engagierte Entomologen in Afrika der Mantophasmatodea annehmen und deren Verbreitung und Verhalten untersuchen. Besonders die Verbreitung der Mantophasmatodea in Afrika, jenseits von Südafrika und Namibia, ist ein spannendes, noch gänzlich unerforschtes Gebiet.

8. Bestimmungsliteratur

Zurzeit existiert nur ein einziges, jedoch sehr genaues und umfangreiches Werk zur Bestimmung einiger Mantophasmatodea-Arten von KLASS et al. (2003b).

9. Danksagung

Ich danke Günther Pass und Mike Picker für die Betreuung meiner Dissertation und für ihr Vertrauen in meine Arbeit. Stefan Eberhard und Franziska Anderle danke ich sehr herzlich für die kritische Durchsicht des Manuskripts und für konstruktive Diskussionen.

10. Zusammenfassung

Die Insektenordnung Mantophasmatodea wird in Hinblick auf deren Erforschungsgeschichte, ihrer Bestimmungsmerkmale, Verbreitung und Habitat, Biologie und Systematik vorgestellt. Die Sammel- und Präparationsmethodik wird kurz beschrieben und der aktuelle Forschungsstand zusammengefasst.

11. Literatur

- ARILLO A. & M.S. ENGEL (2006): Rock crawlers in Baltic amber (Notoptera: Mantophasmatodea). — *American Museum Novitates* **3539**: 1-10.
- BAUM E., DRESSLER C. & R.G. BEUTEL (2007): Head structures of *Karoophasma* sp. (Hexapoda, Mantophasmatodea) with phylogenetic implications. — *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* **45** (2): 104-119.
- BEUTEL R.G. & S.N. GORB (2006): A revised interpretation of the evolution of attachment structures in Hexapoda with special emphasis on Mantophasmatodea. — *Arthropod Systematics and Phylogeny* **64** (1): 3-25.
- CAMERON S.L., BARKER S.C. & M.F. WHITING (2006): Mitochondrial genomics and the new insect order Mantophasmatodea. — *Molecular Phylogenetics and Evolution* **38**: 274-279.
- DALLAI R., FRATI F., LUPETTI P. & J. ADIS (2003): Sperm ultrastructure of *Mantophasma zephyra* (Insecta, Mantophasmatodea). — *Zoomorphology* **122**: 67-76.
- DAMGAARD J., KLASS K.-D., PICKER M.D. & G. BUDER (2008): Phylogeny of the Heelwalkers (Insecta: Mantophasmatodea) based on mtDNA sequences, with evidence for additional taxa in South Africa. — *Molecular Phylogenetics and Evolution* **47** (2): 443-462.
- EBERHARD M.J.B. & M.D. PICKER (2008): Vibrational communication in two sympatric species of Mantophasmatodea (Heelwalkers). — *Journal of Insect Behavior* **21** (4): 240-257.
- EBERHARD M.J.B., PICKER M.D. & G. PASS (in Vorbereitung). Vibrational communication and phylogeny of Mantophasmatodea (Arbeitstitel).

- EBERHARD M.J.B., WOLF H., LANG D. & G. PASS (in Vorbereitung). Anatomy and electrophysiology of the leg chordotonal organs in *Karooophasma biedouwense* (Mantophasmatodea) (Arbeitstitel).
- ENGEL M.S. & D.A. GRIMALDI (2004): A new rock crawler in Baltic amber, with comments on the order (Mantophasmatodea: Mantophasmatidae) — *American Museum Novitates* **3431**: 1-11.
- GÄDE G., MARCO H.G., SIMEK P. & E. MARAIS (2005): The newly discovered insect order Mantophasmatodea contains a novel member of the adipokinetic hormone family of peptides. — *Biochemical and Biophysical Research Communications* **330**: 598-630.
- HOCKMAN D. & M.D. PICKER (in Vorbereitung). The post-embryonic development of *Lobatophasma redelinghuysense* (Austrophasmatidae, Mantophasmatodea) with special reference to the growth of the unique antennae and external genitalia.
- HUANG D., NEL A., ZOMPRO O. & A. WALLER (2008). Mantophasmatodea now in the Jurassic. — *Naturwissenschaften* [online first](https://doi.org/10.1007/s00114-008-0412-x) (DOI 10.1007/s00114-008-0412-x).
- JARVIS K.L. & M.F. WHITING (2003): New insights in Grylloblattodean Phylogeny. — *Entomologische Abhandlungen* **61** (2): 146-147.
- KLASS K.-D. (2004): The new insect order Mantophasmatodea (Insecta: Neoptera): morphology, phylogenetic relationships, and diversity. — *Mitteilung der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine Angewandte Entomologie* **14**: 63-66.
- KLASS K.-D. & U. EULITZ (2007): The tentorium and anterior head sulci in Dictyoptera and Mantophasmatodea (Insecta). — *Zoologischer Anzeiger – A Journal of Comparative Zoology* **246** (3): 205-234.
- KLASS K.-D., DAMGAARD J. & M.D. PICKER (2003a). Species diversity and intraordinal phylogenetic relationships of Mantophasmatodea. *Proceedings of the 1st Dresden Meeting on Insect Phylogeny*. — *Entomologische Abhandlungen* **61** (2): 144-146.
- KLASS K.-D., ZOMPRO O. & J. ADIS (2002b): Mantophasmatodea: a new insect order – II. Morphology and phylogenetic relationships. — *Zoology* **105** (Supplement V): 62.
- KLASS K.-D., ZOMPRO O., KRISTENSEN N.P. & J. ADIS (2002a): Mantophasmatodea: a new insect order with extant members in the afrotropics. — *Science* **296**: 1456-1459.
- KLASS K.-D., PICKER M.D., DAMGAARD J., VAN NOORT S. & K. TOJO (2003b): The taxonomy, genitalic morphology and phylogenetic relationships of Southern African Mantophasmatodea (Insecta). — *Entomologische Abhandlungen* **61** (1): 3-67.
- KLUG R. & K.-D. KLASS (2007): The potential value of the mid-abdominal musculature and nervous system in the reconstruction of interordinal relationships in lower Neoptera. — *Arthropod Systematics and Phylogeny* **65** (1): 73-100.
- MACHIDA R., TOJO K., TSUTSUMI T., UCHIFUNE T., KLASS K.-D., PICKER M.D. & L. PRETORIUS (2004): Embryonic development of Heel-walkers: Reference to some prerevolutionary stages (Insecta: Mantophasmatodea). — *Proceedings of the Arthropodan Embryological Society of Japan* **39**: 31-39.
- PICKER M.D., COLVILLE J.F. & S. VAN NOORT (2002): Mantophasmatodea now in South Africa. — *Science* **297**: 1475.
- PREDEL R., ROTH S., NEUPERT S. & M.D. PICKER (2004): New insect order Mantophasmatodea: species differentiation by mass fingerprints of peptide hormones? — *Journal of Zoological Systematics & Evolutionary Research* **43** (2): 149-156.
- TERRY M.D. & M.F. WHITING (2005): Mantophasmatodea and phylogeny of the lower neopterous Insects. — *Cladistics* **21**: 240-257.
- TILGNER E. (2002): Mantophasmatodea: A new insect order? — *Science* **297**: 731a.
- TOJO K., MACHIDA R., KLASS K.-D. & M.D. PICKER (2004): Biology of South African Heel-walkers, with special reference to reproductive biology. (Insecta: Mantophasmatodea). — *Proceedings of the Arthropodan Embryological Society of Japan* **39**: 15-21.

- TSUTSUMI T., MACHIDA R., TOJO K., UCHIFUNE T., KLASS K.-D. & M.D. PICKER (2004): Transmission electron microscopic observations of the egg membranes of a South African Heel-walker, *Karoophasma biedouwensis* (Mantophasmatodea: Insecta). — Proceedings of the Arthropodan Embryological Society of Japan **39**: 23-29.
- VAN NOORT S. & M.D. PICKER (2004): Order: Mantophasmatodea (Heelwalkers) — Biodiversity explorer <http://www.museums.org.za/bio/insects/mantophasmatodea> (13.July 2005).
- WALKER E.M. (1914): A new species of Orthoptera, forming a new genus and family. — The Canadian Entomologist **46**: 93-99.
- ZOMPRO O. (2001): The Phasmatodea and *Raptophasma* n.gen., Orthoptera *incertae sedis*, in Baltic amber (Insecta: Orthoptera). — Mitteilungen des Geologisch-Paläontologischen Instituts der Universität Hamburg **85**: 229-261.
- ZOMPRO O. (2005): Inter- and intra-ordinal relationships of the Mantophasmatodea, with comments on the phylogeny of polyneopteran orders (Insecta: Polyneoptera). — Mitteilungen des Geologisch-Paläontologischen Instituts der Universität Hamburg **89**: 85-116.
- ZOMPRO O. & J. ADIS (2006) Notes on Namibian *Mantophasma* ZOMPRO, KLASS, KRISTENSEN & ADIS, 2002, with descriptions of three new species (Insecta: Mantophasmatodea: Mantophasmatidae: Mantophasmatini). — Russian Entomological Journal **15** (1): 21-24.
- ZOMPRO O., ADIS J. & W. WEITSCHAT (2002): A Review of the Order Mantophasmatodea (Insecta). — Zoologischer Anzeiger **241**: 269-279.
- ZOMPRO O., ADIS J., BRAGG P.E., NASKRECKI P., MEAKIN K., WITTNEBEN M. & V. SAXE (2003): A new genus and species of Mantophasmatidae (Insecta: Mantophasmatodea) from the Brandberg Massif, Namibia, with notes on behaviour. — Cimbebasia **19**: 13-24.

Anschrift der Verfasserin: Mag. Monika EBERHARD
 Department für Evolutionsbiologie
 Universität Wien
 Althanstraße 14, 1090 Wien, Österreich
 E-Mail: Monika.Eberhard@univie.ac.at

Tab. 1: Artenliste der Ordnung Mantophasmatodea nach DAMGAARD et al. 2008.

Fam. Austrophasmatidae	KLASS, PICKER, DAMGAARD, VANNOORT & TOJO, 2003
Genus <i>Austrophasma</i>	KLASS, PICKER, DAMGAARD, VANNOORT & TOJO, 2003
<i>A. caledonense</i>	KLASS, PICKER, DAMGAARD, VANNOORT & TOJO, 2003
<i>A. gansbaaiense</i>	KLASS, PICKER, DAMGAARD, VANNOORT & TOJO, 2003
<i>A. rawsonvillense</i>	KLASS, PICKER, DAMGAARD, VANNOORT & TOJO, 2003
Genus <i>Hemilobophasma</i>	KLASS, PICKER, DAMGAARD, VANNOORT & TOJO, 2003
<i>H. montaguense</i>	KLASS, PICKER, DAMGAARD, VANNOORT & TOJO, 2003
<i>H. nov.sp.</i>	
Genus <i>Karoophasma</i>	KLASS, PICKER, DAMGAARD, VANNOORT & TOJO, 2003
<i>K. biedouwense</i>	KLASS, PICKER, DAMGAARD, VANNOORT & TOJO, 2003
<i>K. botterkloofense</i>	KLASS, PICKER, DAMGAARD, VANNOORT & TOJO, 2003
Genus <i>Lobatophasma</i>	DAMGAARD, KLASS, PICKER & BUDER 2007
<i>L. redelinghuysense</i>	(KLASS, PICKER, DAMGAARD, VANNOORT & TOJO, 2003)

Genus <i>Namaquaphasma</i>	KLASS, PICKER, DAMGAARD, VANNOORT & TOJO, 2003
<i>N. ookiepense</i>	KLASS, PICKER, DAMGAARD, VANNOORT & TOJO, 2003
Neue, noch nicht beschriebene Austrophasmatidae-Arten (DAMGAARD et al. 2008)	
Austrophasmatidae nov.sp.1	
Austrophasmatidae nov.sp.2	
Austrophasmatidae nov.sp.3	
Fam. Mantophasmatidae	ZOMPRO, KLASS, KRISTENSEN & ADIS, 2002
Genus <i>Mantophasma</i>	ZOMPRO, KLASS, KRISTENSEN & ADIS, 2002
<i>M. zephyrum</i>	ZOMPRO, KLASS, KRISTENSEN & ADIS, 2002
Genus <i>Sclerophasma</i>	KLASS, PICKER, DAMGAARD, VANNOORT & TOJO, 2003
<i>S. paresisense</i>	KLASS, PICKER, DAMGAARD, VANNOORT & TOJO, 2003
Fam. Tanzaniophasmatidae	KLASS, PICKER, DAMGAARD, VANNOORT & TOJO, 2003
Genus <i>Tanzaniophasma</i>	KLASS, PICKER, DAMGAARD, VANNOORT & TOJO, 2003
<i>T. subsolanum</i>	(ZOMPRO, KLASS, KRISTENSEN & ADIS, 2002)
<i>Tyranno-/Praedatophasma</i> clade – noch unbeschriebene Familie	
Genus <i>Praedatophasma</i>	ZOMPRO & ADIS, 2002
<i>P. maraisi</i>	ZOMPRO & ADIS, 2002
Genus <i>Tyrannophasma</i>	ZOMPRO, 2003
<i>T. gladiator</i>	ZOMPRO, 2003
Spezies incertae sedis	
Genus <i>Raptophasma</i> †	ZOMPRO, 2001
<i>R. kerneggeri</i> †	ZOMPRO, 2001
Genus <i>Adicophasma</i> †	ENGEL & GRIMALDI, 2004
<i>A. spinosum</i> †	ENGEL & GRIMALDI, 2004
<i>A. grylloblattoides</i> †	ARILLO & ENGEL, 2006
Genus <i>Juramantophasma</i> †	HUANG, NEL, ZOMPRO & WALLER, 2008
<i>J. sinica</i> †	HUANG, NEL, ZOMPRO & WALLER, 2008
Genus <i>Mantophasma</i> (Zugehörigkeit zur Gattung noch ungeklärt)	
<i>M. gamsbergense</i>	ZOMPRO & ADIS, 2006
<i>M. kudubergense</i>	ZOMPRO & ADIS, 2006
<i>M. omatakoense</i>	ZOMPRO & ADIS, 2006
Spezies, die als Mantophasmatodea beschrieben wurden, deren Zugehörigkeit zu dieser Insektenordnung jedoch noch nicht geklärt ist	
Genus <i>Ensiferophasma</i> †	ZOMPRO, 2005
<i>E. velociraptor</i> †	ZOMPRO, 2005



Abb. 1: Habitat von Mantophasmatodea: die Insekten sitzen tagsüber gut getarnt in den niedrigen Büschen. Aufgenommen bei Clanwilliam, Western Cape, Südafrika. **Abb. 2-3:** Mantophasmatodea in copula. Das Männchen streckt sein Abdomen nach links und unten s-förmig um die rechte Seite des Weibchens herum. Aufgenommen bei Clanwilliam, Western Cape, Südafrika. **Abb. 2:** *Karoophasma biedouwense*. **Abb. 3:** noch unbeschriebene, syntopische Art von *K. biedouwense*.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Entomologica Austriaca](#)

Jahr/Year: 2009

Band/Volume: [0016](#)

Autor(en)/Author(s): Eberhard Monika

Artikel/Article: [Kurze Vorstellung der Ordnung Mantophasmatodea \(Insecta\). 73-84](#)