

Die Fauna südostasiatischer Bambusphytotelmen

Damir KOVAC

Zusammenfassung: Die hohlen Segmente (Internodien) der Riesensambusarten Südostasiens füllen sich mit Regenwasser auf wenn, ihre Wände durchlöchert sind. Auf diese Weise entsteht eine Phytotelme, d. h. ein Kleingewässer auf einer Pflanze. Die Löcher können durch die Einwirkung von Tieren oder durch andere Beschädigungen entstehen. Im Gegensatz zu anderen Phytotelmen, wie z. B. wassergefüllten Baumhöhlen oder Kannenpflanzen, war die Fauna der Bambusphytotelmen bisher fast unbekannt. Im Verlauf der vorliegenden Untersuchung wurden mehrere hundert größtenteils unbeschriebene Taxa gefunden, vor allem Insekten und Spinnen. Die bemerkenswerte Artenvielfalt der Bambusphytotelmen wird damit erklärt, daß ihre Bewohner einen Teil der Nährstoffe von der Pflanze beziehen, daß der geschützte terrestrische Bereich über der Wasseroberfläche eine eigene, artenreiche Fauna beherbergt, die mit der aquatischen in enger Wechselwirkung steht, und daß es eine Vielzahl von verschiedenen „Subhabitaten“ gibt, die völlig unterschiedliche Lebensgemeinschaften beherbergen.

Summary: The hollow culm segments (internodes) of the giant bamboos of Southeast Asia become filled with runoff rainwater, when the culm walls are punctured by animals or otherwise injured. Thus a phytotelma, a small water body within a plant, is created. In contrast to other phytotelmata like water-filled tree holes or pitcher plants, bamboo phytotelmata were poorly known prior to the present study. In all, several hundred mainly arthropod taxa were found, many still undescribed. Several factors contribute to this extraordinary diversity: the nutrients that become available from the decomposition of the internode wall, the secluded and therefore well protected terrestrial zone above the water surface, which harbours a specialized animal community, and the occurrence of different types of "subhabitats" that provide a panoply of different ecological conditions.

Einleitung

Bambus gehört zur Pflanzenfamilie der Süßgräser und hat in den Tropen sehr großwüchsige Arten hervorgebracht. Manche Arten können eine stattliche Höhe von über 30 m Höhe erreichen und haben einen Durchmesser von mehr als 20 cm. Die Halme dieser Pflanzen sind, wie auch die unserer einheimischen Süßgräser, innen hohl. Der Hohlraum ist durch Querwände in Segmente (= Internodien) unterteilt und normalerweise von der Außenwelt abgeschlossen. Wenn in den Bambuswänden Löcher vorhanden sind, z. B. aufgrund der Tätigkeit von Insekten oder Spechten, dann dringt schon nach dem ersten Regenguß Wasser in den Hohlraum ein. Das Regenwasser wird vom Blattwerk aufgefangen und fließt dann am Halm entlang nach unten (der Stammwasserabfluß an einem Bambushalm kann nach eigenen Beobachtungen über 20 Liter pro Tag betragen). Auf diese Weise entsteht eine Phytotelme (griech.: phyton = Pflanze, telma = Pfütze), die von aquatischen oder terrestrischen Tieren besiedelt werden kann. Bekannte Vertreter solcher „Pflanzengewässer“ sind wasergefüllte Baumhöhlen (THIENEMANN 1934, KITCHING 1987, KITCHING 1990), Kleingewässer in rosettenbildenden, epiphytischen Bromelien Südamerikas (FRANK 1983, u. a.) oder die insektenfangenden Kannenpflanzen Südostasiens (THIENEMANN 1932, BEAVER 1979a, 1979b, 1983, 1985, MOGI & YONG 1992).

Die Fauna der Bambusphytotelmen Südostasiens, vor allem die der Internodien mit kleinen Löchern, war bisher größtenteils unbekannt, obwohl sie schon 1903 von LEICESTER erwähnt worden war. Er wies darauf hin, daß auf der Malaiischen Halbinsel durchlöchernte Internodien aufrechter Bambushalme als Brutstätten für Stechmückenlarven dienen können und vermutete, daß sich eine genauere Untersuchung dieses Lebensraumes auch im Hinblick auf andere Arthropoden lohnen würde. In der gleichen Region wurde eine umfangreiche Untersuchung von MACDONALD & TRAUB (1960) durchgeführt, in der hauptsächlich Stechmücken untersucht wurden. Ein Jahrzehnt danach wurden als weitere Bewohner (lebender) Bambusinternodien die Bambusfledermäuse *Tylosycteris pachypus* und *T. robustula* (MEDWAY & MARSHALL 1970, 1972, MEDWAY 1972) sowie die parasitische Fledermausfliege *Basilia hispida* (Nycteribiidae; MARSHALL 1970) untersucht. Die meisten anderen Publikationen über Bambusphytotelmen beziehen sich auf Bambusstümpfe, d. h. auf „offene“ Bambusgewässer. Wichtige Einsichten in diesen Lebensraum verdanken wir THIENEMANN und KITCHING. THIENEMANN (1934) und seine Kollegen sammelten während der Deutschen Linnologischen Sunda Expedition in den Jahren 1928/1929 aquatische Phytotel-

men-Bewohner in Sumatra, Java und Bali. KITCHING (1987, 1990) untersuchte die aquatische Fauna offener Bambusinternodien in Sulawesi und Papua-Neuguinea und entwarf als erster ein Nahrungsnetz-Modell für diesen Lebensraum.

Der Verfasser wurde 1987 durch die Entdeckung einer neuen Wasserläuferart auf die Fauna der Bambusphytotelmen aufmerksam und erforscht seit 1991 intensiv diesen Lebensraum. Seitdem erfolgen regelmäßige, mehrmonatige Aufenthalte in Südostasien, insbesondere auf der Malaiischen Halbinsel. In dem vorliegenden Bericht soll ein weiterer allgemeiner Überblick über die faszinierende Fauna der Bambusphytotelmen und einige ihrer Besonderheiten gegeben werden (erste zusammenfassende Arbeiten: KOVAC 1994a, KOVAC & STREIT 1996). Im folgenden werden unterschiedliche „Internodientypen“, wie z. B. Internodien lebender oder abgestorbener Bambushalme, getrennt behandelt, weil sie völlig unterschiedliche Lebensgemeinschaften beherbergen.

Methoden

Die Untersuchung der Bambusfauna erfolgte hauptsächlich in West Malaysia, Selangor Darul Ehsan, am Ulu Gombak Field Studies Center der University of Malaya. Die Feldstation liegt am Fuß der Genting Highlands, ca. 30 km von Kuala Lumpur entfernt (250 m ü. NN). Es wurde vor allem die in der Umgebung der Station bestandsbildende und für die Malaiische Halbinsel endemische Bambusart *Gigantochloa scortechinii* Gamble untersucht. Die Halme dieser Art werden nach eigenen Messungen bis zu 25 m hoch. Im unteren Bereich beträgt die Länge der Internodien ca. 20-60 cm, der Durchmesser beträgt ca. 8-10 cm und die Wanddicke ca. 1 cm.

Für die Untersuchung der Internodien-Fauna wurden verschiedene Methoden benutzt. Durch das Fällen der Bambushalme, Aufsägen der Internodien und Absammeln der Tiere erfolgte eine erste Bestandsaufnahme der Bambusbewohner. In vielen Fällen war die Zucht der in den Internodien vorhandenen Larven notwendig, um eine Bestimmung zu ermöglichen. Um die Tiere in ihrem Lebensraum beobachten zu können (Verhalten, Nahrungsbeziehungen) wurden mit einem Hand- oder Akku-Bohrer Löcher gebohrt, durch die ein Endoskop eingeführt werden konnte. Das künstliche Bohren von Löchern machte es auch möglich, den Zeitpunkt der Besiedlung zu bestimmen, so daß außer den Interaktionen der Tiere auch die zeitliche Besiedlungsabfolge (Sukzession) erfaßt werden konnte. Für die Untersuchung abgestorbener oder gefällter Bambushalme wurde eine weitere Methode benutzt, die nicht nur die Beobachtung, sondern

auch eine Manipulation (z. B. Entfernen) der Internodienbewohner ermöglichte, ohne den Lebensraum zu zerstören: dazu wurden gefällte Bambushalme in einer Höhe von ca. 1,50 m waagrecht aufgestellt und die Internodien derart aufgesägt, daß der obere Teil auf- und zugeklappt werden konnte. Die Besiedlung der Internodien und das Eindringen des Regenwassers erfolgten durch die seitlichen Schlitze, die ca. 2 mm breit waren.

Die Internodienfauna junger Sprosse

Das Pflanzengewebe junger Sprosse ist weich, sehr nährstoffreich und damit eine ideale Nahrung für viele Tiere. Allerdings sind junge Sprosse mehrfach gegen Freßfeinde geschützt. Sie sind von harten Halmscheiden umgeben, die von den meisten Arthropoden nicht durchgenagt werden können. Außerdem befinden sich auf den Halmscheiden nadelspitze Haare, die Hautirritationen hervorrufen können und die vor allem gegen Säugtiere gerichtet sein könnten. In Südostasien wurden Bambushaare in früheren Jahrhunderten ins Essen gemischt, um mißliebige Menschen umzubringen (PIPER 1992). Einige Bambusarten, z. B. *G. scortechinii*, haben darüber hinaus extraflorale Nektarien entwickelt, die Nektar absondern. Extraflorale Nektarien haben die Funktion, Ameisen anzulocken, die ihrerseits die Pflanze vor Freßfeinden schützen, indem sie sie von der Pflanze vertreiben. Nur die Trophobionten der Ameisen werden geduldet, d. h., Nährsymbionten, die vergleichbar unseren einheimischen Blattläusen die Leitbündel der Pflanze anstechen und zuckerhaltige Sekrete ausscheiden, die von den Ameisen aufgenommen werden. Am jungen Bambussproß werden allerdings nicht Blattläuse als Trophobionten genutzt, sondern mehrere Wanzenarten, z. B. *Cloresmus* sp. (Abb. 1) und *Notobitus affinis* (MASCHWITZ et al. 1987) oder *Semutophila saccharopa*, eine Schmetterlingsraupe aus der Familie Tortricidae (MASCHWITZ et al. 1986).

Trotz der Wehrhaftigkeit der Ameisen gelingt es einigen Tieren, sich ihren Anteil am Nektar zu „erschleichen“. Ein bemerkenswertes Beispiel bietet die Stechmücke *Malaya*, die Ameisen auf dem Weg von der Sproßspitze zum Nest aufhält und von ihnen Zuckertropfen erbettelt (Abb. 2). Dieses Verhalten wurde zum ersten Mal von JACOBSON (1909) in Java beobachtet, wobei hier *Malaya jacobsoni* und die Ameisenart *Crematogaster difformis* Smith beteiligt waren. Weitere Beobachtungen stammen von FARQUHARSON (1918) aus Südnigeria, MUIR aus Formosa (FARQUHARSON 1918), BANKS von den Philippinen (FARQUHARSON 1918) und von MACDONALD (1960) aus Ulu Gombak (an *G. scortechinii*). Nach eigenen Beobachtungen fliegt *Malaya* etwa einen Zentimeter

über der Sproßoberfläche entlang der Ameisenstraße von *Crematogaster* sp. auf und ab, bis eine Arbeiterin mit gefülltem Hinterleib auf dem Weg nach unten vorbeikommt. Die Stechmücke schwebt dicht über der Ameise, die nach der Kontaktaufnahme mit der Stechmücke ihren Lauf unterbricht. Dann landet die Stechmücke vor der Ameise auf der Bambusoberfläche und betrillert in schneller Folge den Kopfbereich der Ameise mit dem umgebildeten Stechrüssel. Auf dieses Signal hin würgt die Ameise einen Nährtopfen hervor, der von der Stechmücke aufgenommen wird.

Trotz der vielen Schutzmechanismen gelingt es einigen Spezialisten, junge Sprosse als Nahrungsquelle für sich zu nutzen. Dazu gehört z. B. die Erzwespe *Tetramesa gigantochloae* Narendran & Kovac (Eurytomidae, Chalcidoidea), die ihre Eier in die Bambuswand einsticht (Abb. 7). Die Larven minieren in der Internodienwand und verbleiben nach einer relativ kurzen Freßphase bis zur nächsten Sprossungssaison in den Gängen (NARENDRAN & KOVAC 1995). In anderen Fällen dringen die Tiere in den Internodien-Hohlraum hinein und hinterlassen ein Loch, das von anderen Tieren zur Besiedlung genutzt werden kann. Ein Beispiel bietet die Rüsselkäfer-Gattung *Cyrtotrachelus*, deren Larven sich ebenfalls vom Pflanzengewebe ernähren. Die Weibchen der Rüsselkäfer bohren mit ihren Mandibeln ein Loch durch mehrere Halmscheiden-Schichten hindurch (Abb. 3) und schieben dann ein Ei in das Loch. Bemerkenswert ist, daß man während des Bohrvorgangs in vielen Fällen eine Fliege (*Taeniostola limbata*, Tephritidae) beobachten kann, die auf den Flügeldecken des Käfers ruht (Abb. 3). Wenn das Loch fertiggestellt ist, dann springt die Fliege auf die Bambusoberfläche und legt ihre eigenen Eier in das Loch hinein. Eine rechtzeitige Anwesenheit am Loch ist vor allem deshalb wichtig, weil sich durch das schnelle Wachstum der Bambussproßlinge (bei *G. scortechinii* nach eigenen Messungen im Durchschnitt 20-25 cm pro Tag) die Halmscheiden gegeneinander verschieben und deshalb in Kürze kein durchgehendes Loch mehr vorhanden ist. Die verpuppungsreifen *Cyrtotrachelus*-Larven, die bis zu 6 cm lang werden können, bohren sich aus dem Sproßling hinaus, um sich in der Erde zu verpuppen. Sie hinterlassen ein kreisrundes Loch mit einem Durchmesser von ca. 1 cm (KOVAC & AZARAE 1994).

Ein weiteres Insekt, das die Sproßwand durchdringt, ist die Larve des Blattkäfers *Lasiochila goryi* (Abb. 5). Die Larve nagt sich im Laufe von einigen Stunden durch die Internodienwand durch und legt bald danach im unteren Bereich des Internodiums ein größeres Ausgangsloch an, durch das der erwachsene Käfer das Internodium später verlassen kann (von außen ist das Loch zunächst nicht sichtbar, weil es von der Halm-

scheide verdeckt ist). Kurze Zeit später füllt sich das Internodium mit Flüssigkeit auf und kann von anderen Organismen besiedelt werden. Die Larven halten sich im Wasser auf, wobei das Hinterende meist in Kontakt zur Wasseroberfläche steht. Sie ernähren sich vom Gewebe der Internodienwand. Die verpuppungsreifen Larven verlassen das Wasser und nagten einen kurzen, schrägen Gang in die Internodienwand, in dem sie sich verpuppen.

Die etwa 1-2 mm langen Löcher der *Lasiochila*-Larven sind der häufigste Lochtyp, den man am jungen Bambussproß finden kann. Die ersten Besiedler von Internodien mit kleinen Eingangslöchern sind Buckelfliegen (Phoridae), deren Larven aquatisch sind, und einige Stechmückenarten, die durch die engen Löcher hindurchkriechen, um ihre Eier auf die Wasseroberfläche zu legen. Andere, größere Zweiflügler (z. B. Tephritidae, Syrphidae und Muscidae), legen ihre Eier neben der Eingangsöffnung ab. Die frischgeschlüpften Larven kriechen selbst in die Internodien hinein. Die Larven verlassen später das Internodium, um sich zu verpuppen. Dazu benutzen sie die größere *Lasiochila*-Ausgangsöffnung (ca. 6-7 mm Länge), nachdem sich die Halmscheide gelockert und das Loch freigegeben hat.

Die Nahrungsgrundlage der Lebensgemeinschaft im Bambussproß ist das noch weiche und nahrhafte Gewebe der Innenwand, das entweder abgefressen wird (*Lasiochila*) oder als Nahrungsgrundlage für Mikroorganismen dient, die von den Stechmückenlarven eingestrudelt werden. Als weitere aquatische Organismen findet man die Larven der Schwebfliege *Graptomyza* sp., die den Untergrund abweiden und die Larven der Gnitzen *Dasyhelea grata* und *D. assimilis*, die an toten Tieren fressen. Dicht über der Wasseroberfläche, im semiaquatischen Bereich, halten sich Bohrfliegenlarven (Tephritidae) auf, die ebenfalls den Untergrund abweiden.

Der einzige Räuber im frühen Stadium der Sukzession ist die Fliegenlarve *Dichaetomyia* sp. (Muscidae), die sich im Wasser aufhält und meist mit den Hinterstigmaen in Kontakt zur Wasseroberfläche steht. Die häufigsten Beuteobjekte sind Stechmückenlarven oder Larven von *Lasiochila*. Sie werden durch eine schnelle Abwärtsbewegung des Kopfes mit den hakenförmigen Mundwerkzeugen erfaßt und meist „an Land“ ausgesogen. Die Verpuppung findet außerhalb des Internodiums statt. Im späteren Stadium der Sukzession, wenn das größere *Lasiochila*-Ausgangsloch zugänglich ist, erfolgt die Besiedlung durch räuberische Stechmückenlarven aus der Gattung *Toxorhynchites* (meist *T. magnificus*) oder andere Organismen, die zu der Fauna ausgewachsener Internodien überleiten.

Die Internodienfauna ausgewachsener Sprosse

Wenn die Bambuswand ausgehärtet ist, dann kann sie nur noch von wenigen Tieren abgebaut werden und der Lebensraum ist entsprechend nährstoffarm. Der Zutritt zum Internodien-Hohlraum erfolgt entweder durch schon vorhandene oder durch neue Löcher, die von Tieren erzeugt werden, die auf aufrechte Bambushalme spezialisiert sind, wie z. B. der Bockkäfer *Abryna regispetri* Paiva. Die Weibchen dieses Bockkäfers beißen eine Kerbe in die Bambuswand, durch die sie jeweils ein Ei pro Internodium einstecken (Abb. 4). Der innere Teil der Öffnung wird danach mit einem Sekret verschlossen. Die Larven halten sich im Internodien-Hohlraum auf und nagen an der Bambuswand. Sie verpuppen sich im Internodium und beißen sich schließlich heraus, wobei sie ein rundes Loch mit einem Durchmesser von etwa 1 cm hinterlassen (KOVAC & YONG 1992).

Nach der Entstehung eines Loches erscheinen zunächst Phoriden und Culicidenlarven, gefolgt von den räuberischen Larven der Stechmücke *Toxorhynchites magnificus*. Im späteren Stadium der Sukzession erfolgt die Besiedlung durch aquatische Käferlarven aus der Gattung *Scirtes* (Scirtidae) oder durch eine bisher unbestimmte Tipulide, die sich beide von Detritus ernähren. Die Wasseroberfläche wird von dem Wasserläufer *Lathriovelia capitata* Andersen (Veliidae) besiedelt, der sich vor allem von Collembolen ernährt. Als wichtigste Prädatoren im terrestrischen Bereich wurden Netzspinnen (vor allem Theridiidae) und die bemerkenswerte Fliege *Truplaya ferox* Kovac & Matile (Keroplastidae) gefunden. *Truplaya ferox* baut Schleimnetze über der Wasseroberfläche, die dem Schutz und Nahrungserwerb dienen. Da die Internodienfauna arten- und individuenarm ist, besteht bei *Truplaya* eine deutliche Orientierung zur Bambusoberfläche hin: die Larven strecken von Zeit zu Zeit ihr Vorderende nach außen und warten regungslos bis potentielle Beute vorbeikommt (Abb. 9). Dann erfolgt ein schnelles Zupacken und Hineinziehen der Beute in das Schleimnetz. Den größten Anteil an Beuteobjekten bilden die zahlreichen Ameisen, die am Halm entlang in die Kronenregion aufsteigen, um ihre Trophobionten aufzusuchen. Auch bei den Netzspinnen bilden die Ameisen den größten Teil der Beute, wobei Netzspinnen ebenfalls häufig im Eingangsloch auf vorbeilaufende Tiere lauern. Im übrigen findet man im terrestrischen Bereich nur wenige weitere Arten. Dazu gehören Ohrwürmer, Schaben, Grillen oder große Spinnen (Heteropodidae), die nachts auf der Bambusoberfläche jagen. Manche Tiere, wie z. B. die Krabbenspinne *Smodicinodes kovaci* Ono (ONO 1993), sind hauptsächlich Bewohner der Bambusoberfläche und ziehen sich nur zur Eiablage in die Internodien zurück.

Manche Ameisen sind nicht nur „Passanten“ am Bambushalm, sondern sie bewohnen auch die Internodienhohlräume. Dazu gehören z. B. Vertreter aus den Gattungen *Polyrhachis* (DOROW & MASCHWITZ 1990, SCHELLERICH-KAADEN et al. 1997), *Camponotus*, *Cataulacus* oder *Tetraponera*. Die zuletzt genannte Gattung hat besonders viele bemerkenswerte Eigenschaften. *Tetraponera* ist die einzige bisher gefundene Ameise, die sich, zumindest in jungen Sprossen, durch die dicken Internodienwände hindurchbeißen kann (KOVAC 1994a). Im Gegensatz zu den meisten anderen im Bambus nistenden Ameisen hält *Tetraponera* das Internodieninnere trocken, indem das eingedrungene Wasser aufgenommen und dann nach außen gespuckt wird (KLEIN et al. 1993; Abb. 8). Bei jungen Sprossen mit frischen Löchern wird außerdem die Flüssigkeit durch schnelle Bewegungen des Abdomens aus dem Loch stoßweise herausgetrieben (KOVAC 1994a). Die Ameise *Cataulacus muticus* benutzt nach eigenen Beobachtungen eine andere Methode, den Internodien-Hohlraum trocken zu halten: wie bei anderen Arten dieser Gattung verschließen die Ameisen den Nest-Eingang mit ihren Köpfen, so daß kein Wasser eindringen kann. Viele der erwähnten Internodienameisen halten in ihren Internodien Schildläuse, von deren Honigtau sie sich ernähren. Die Symbiose zwischen *Tetraponera* und Schildläusen aus der Gattung *Pseudococcus* ist besonders eng: die weiblichen Geschlechtstiere nehmen jeweils eine bis mehrere Schildläuse mit zum Hochzeitsflug, so daß die neugegründete Kolonie gleich mit Nahrung versorgt werden kann (KLEIN et al. 1992).

In den Internodien können auch größere Tiere vorkommen, die im Internodium Schutz oder Nistplatz suchen. So wurde in Singapur beobachtet, daß die Schlange *Dendralaphis pictus* ihre Eier in den Internodien aufrechter Bambushalme ablegte (KOVAC et al. 1995). Zum Eindringen in das Internodium wurde ein Loch benutzt, daß von dem Bockkäfer *Abryna regispetri* stammte und durch Fäulnisvorgänge etwas erweitert war. Seit längerem ist auch bekannt, daß in den Internodien Spechte nisten können oder auch zwei Fledermausarten aus der Gattung *Tylonycteris*, die auf Bambus spezialisiert sind (Abb. 15). Die Bambusfledermäuse („Flat Headed Bats“) benutzen schlitzzartige Löcher, die nach eigenen Beobachtungen von Spechten stammen, um in die Internodien zu gelangen. Tagsüber halten sie sich in den Internodien auf und nachts gehen sie auf Insektenjagd. Obwohl sie sicherlich in den Internodien keine Nahrung zu sich nehmen, beeinflussen sie doch die Zusammensetzung der Arthropoden-Lebensgemeinschaft, z. B. durch Einschleppen von Fledermausparasiten oder durch die Düngung des Internodiengewässers mit Kot.

Die Internodienfauna abgestorbener Sprosse

Bambushalme, die infolge ihres hohen Alters umfallen oder gefällt und dann liegen gelassen werden, bilden den Lebensraum für die Lebensgemeinschaft abgestorbener Bambushalme (KOVAC & STREIT 1996). Zur Besiedlung können schon vorhandene Löcher genutzt werden, wobei die noch vorhandene Fauna lebender Bambushalme langsam abgelöst wird. Es können aber auch neue Löcher entstehen, z. B. durch die Tätigkeit der Malaiischen Pinselschwanz-Baummaus (*Chiropodomys gliroides*), die in umgefallenen Bambushalmen nistet und Löcher herausbeißt, die einen Durchmesser von etwa 2,5 cm haben (MEDWAY 1969).

Die Nahrungsgrundlage des aquatischen Teils der Lebensgemeinschaft bildet das Pflanzengewebe, das abgebaut wird, und der Nährstoffeintrag aus dem terrestrischen Bereich (z. B. tote Tiere). In der Anfangsphase der Sukzession sind Larven der Buckelfliegen häufig (*Megaselia deningi*, *M. kovaci*; s. DISNEY 1991). Sie schaben organische Substanz von der Unterlage, nehmen, von der Wasseroberfläche herunterhängend, freie organische Partikel auf oder fressen an toten Tieren. Im Laufe der Sukzession reichert sich am Internodiengrund Detritus an, da aus dem terrestrischen Bereich des Internodiums tote und lebende Tiere oder sonstige organische Substanzen (z. B. von Ameisen eingetragenes Nestbaumaterial) nach unten fallen und auf den Grund absinken. In diesem Lebensraum findet man eine artenreiche Tiergemeinschaft, die sich hauptsächlich von organischen Partikeln verschiedener Größe und von toten Tieren ernährt. Größere organische Partikel werden von Käferlarven aus der Gattung *Scirtes* aufgenommen und von Gnitzen-Larven einer bisher unbeschriebenen *Forcipomyia*-Art. Feinere organische Partikel werden von Zuckmückenlarven (*Polypedilum convexum*) verwertet, die senkrecht stehende, schornsteinartige Wohnröhren aus Kotkügelchen und Detritus bauen. Durch undulierende Körperbewegungen erzeugen sie einen Wasserstrom, der durch die Röhre bzw. durch ein feinmaschiges Netz hindurchgeleitet wird, in dem organische Partikel hängen bleiben. Die ebenfalls im Detritus vorkommenden Gnitzen-Larven *Dasyhelea grata* und *D. assimilis* fressen an toten Tieren.

Im Gegensatz dazu besiedeln die Larven der Stechmücken auch das freie Wasser, da sie schwimmen bzw. schweben können. Sie ernähren sich hauptsächlich von feinen organischen Partikeln und Mikroorganismen, die sie einstrudeln. Manche Arten bewegen sich dabei an der Internodienwand entlang (*Uranotaenia* sp. A), andere halten sich dicht über dem Grund (*Culex minor*), in den mittleren Wasserschichten (*Uranotaenia* sp. B), oder dicht unterhalb der Wasseroberfläche (*Orthopodomyia anopheloides*) auf. *Anopheles* filtrierte von der Unterseite der Wasserober-

fläche. In der Stechmückengattung *Armigeres* (*Leicesteria*), die in der Anfangsphase der Sukzession dominiert, kommen außerdem räuberische Ernährungsweise und Kannibalismus vor.

Zwei aquatische Prädatoren-Typen wurden in den Experimental-Internodien gefunden: Stechmückenlarven aus der Gattung *Toxorhynchites* (*T. leicesteri* und *T. metallicus*, Abb. 12) und eine bisher unbeschriebene Zuckmückenlarve aus der Unterfamilie Tanypodinae (Pentaneurini cf. *Trissopelopia*). Die *Toxorhynchites*-Arten erbeuten alle im Wasser vorkommenden größeren Organismen. Der überwiegende Teil der Beuteobjekte besteht aus Stechmückenlarven anderer Arten. Im Gegensatz zu anderen Stechmücken kriechen die Weibchen von *Toxorhynchites* nicht in die Internodien hinein, um ihre Eier abzulegen, sondern sie schweben im Schwirflug über der Eingangsöffnung und "schießen" ihre Eier in die Internodien hinein. Pro Internodium wurden bis zu 16 Eier gezählt. Die frischgeschlüpften Larven töten sich nach kurzer Zeit gegenseitig, bis schließlich nur eine Larve pro Internodium übrigbleibt.

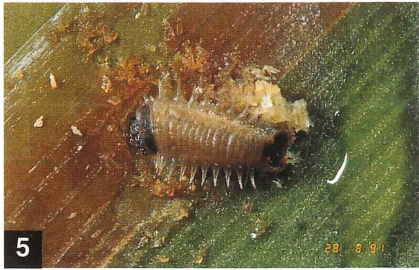
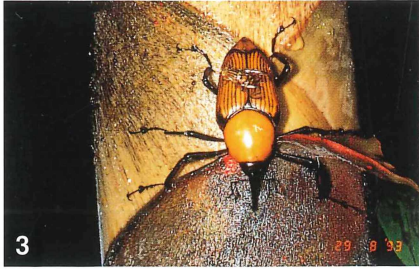
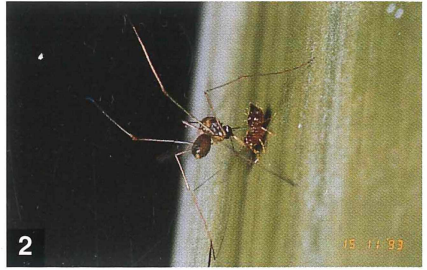
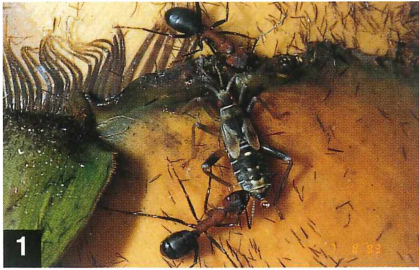
Auf der Wasseroberfläche findet man Springschwänze, Milben, den Wasserläufer *Baptista* (Veliidae) und den Kurzflügelkäfer *Acylophorus*. Die bisher unbeschriebene *Baptista*-Art (Abb. 11), deren Männchen territorial sind, lebt ausschließlich auf der Wasseroberfläche der Bambusphytotelmen. *Baptista* ernährt sich zu einem hohen Prozentsatz von Collembolen (45% der Beuteobjekte bei Nymphen und Adulten, n = 278), die auf der Wasseroberfläche erjagt werden oder von Tieren, die auf die Wasseroberfläche gefallen sind. Die adulten Individuen des Kurzflügelkäfers *Acylophorus* halten sich, im Gegensatz zu ihren Larven, die keine wasserabstoßenden Haare haben, häufig auf der Wasseroberfläche auf. Sie lauern dort auf aquatische Organismen, vor allem auf Larven und Puppen der Stechmücken (ca. 58 % der Beuteobjekte, n = 51). Stechmückenlarven, die zur Wasseroberfläche hochkommen, um neue Luft zu schöpfen, werden ergriffen, aus dem Wasser gezogen und im trockenen Bereich des Internodiums verzehrt.

Zwischen dem aquatischen und terrestrischen Bereich befindet sich die schmale semiaquatische Zone, die von einer dünnen Wasserschicht benetzt ist. Dieser nasse Bereich ist in der Regel nur einige Millimeter breit, kann aber bei entsprechender Witterung und Neigung des Internodiums eine Breite von mehreren Zentimetern erreichen. Die Grenze zum aquatischen bzw. zum terrestrischen Bereich ist fließend. Die Bewohner der semiaquatischen Zone sind verschiedene Zweiflüglerlarven, die den Untergrund abweiden und sich von Aufwuchs-Mikroorganismen ernähren. Sie halten sich entweder ausschließlich in dieser Zone auf oder können ebenso in der aquatischen oder (feuchten) terrestrischen Zone vorkommen.

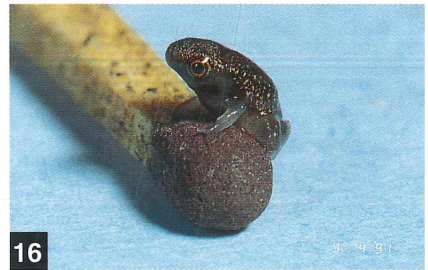
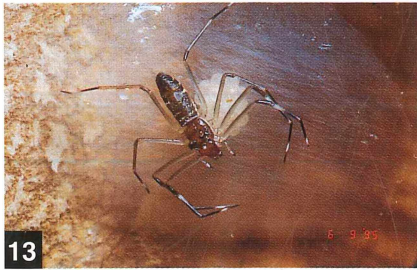
Erläuterungen zu den Abbildungen auf Seite 138

Tafel I

- 1: Die Wanzenlarve *Cloresmus* sp. saugt an einem Bambus-Nektarium (der grüne, schmale Bereich, der sich rechts von dem Blättchen befindet). Das Hinterende der Wanze wird von einer Ameise (*Camponotus* sp.) mit den Antennen betrillert, worauf die Wanzenlarve einen Tropfen Honigtau ausscheidet.
- 2: Die Stechmücke *Malaya* sp. (Körperlänge ca. 3 mm) ist vor einer heimkehrenden Ameise (*Crematogaster* sp.) gelandet und hat von ihr einen Honigtautropfen erbettelt, indem sie den Kopfbereich der Ameise mit dem Rüssel betrillerte.
- 3: Der Rüsselkäfer *Cyrtotrachelus* sp. beißt ein Loch in die Wand eines jungen Bambussprosses, um ein Ei hineinzulegen. Währenddessen ruht die Fliege *Taeniostola limbata* auf den Flügeldecken des Rüsselkäfers. Wenn das Loch fertiggestellt ist, wird die Fliege auf die Bambusoberfläche hinunterhüpfen, um ihre eigenen Eier in das Loch hinein zu legen.
- 4: Der Bockkäfer *Abryna regispetri* Paiva bei der Eiablage. Das Ei wird durch eine Kerbe hindurch eingestochen, die zuvor von dem Weibchen mit ihren Mandibeln in die Internodienwand hineingebissen worden war.
- 5: Die Larve des Blattkäfers *Lasiochila goryi* (Hispiinae) beißt sich durch die Wand eines jungen Sprosses durch.
- 6: Ein Männchen der Waffenfliege *Ptecticus malayensis* Rozkošný & Kovac (Stratiomyidae) ruht auf einem Blatt und bewacht einen von *Cyrtotrachelus* befallenen Sproß. Nach dem Austritt der *Cyrtotrachelus*-Larve wird der Sproß von *Ptecticus*-Weibchen zur Eiablage benutzt.
- 7: Die Erzwespe *Tetramesa gigantochloae* Narendran & Kovac (Eurytomidae) bohrt ihre Eier in die Bambuswand (in natürlicher Lage steht das Tier mit dem Kopf nach unten). Die Larven von *Tetramesa* minieren in der Wand und sind phytophag.
- 8: Die Ameise *Tetraponera* sp. (Körperlänge 9-10 mm, bisher unbeschriebene Art) spuckt eingedrungenes Regenwasser aus dem Internodium hinaus.



Tafel I



Tafel II

Erläuterungen zu den Abbildungen auf Seite 139

Tafel II

- 9: Die Larve der Fliege *Truplaya ferox* Kovac & Matile (Keroplastidae) streckt ihren Vorderkörper aus dem Internodium heraus und lauert auf vorbeilaufende Arthropoden, insbesondere auf Ameisen.
- 10: Der Ohrwurm *Euenkrates brindlei* Srivastava & Kovac mit dem Gelege, das dicht über der Wasseroberfläche abgelegt wird. Wenn die Eier auf die Wasseroberfläche fallen, dann werden sie von dem Weibchen aufs Land zurückgeholt.
- 11: Ein Männchen des Wasserläufers *Baptista* sp. (Körperlänge ca. 5 mm) saugt an einem Springschwanz (Collembola).
- 12: Die räuberische Stechmückenlarve *Toxorhynchites metallicus* hat eine Stechmückenlarve aus der Gattung *Armigeres* erbeutet (die Wasseroberfläche ist links im Bild zu sehen).
- 13: Die Krabbenspinne *Smodicinodes kovaci* Ono, der erste asiatische Vertreter des ansonsten äthiopischen Tribus Smodicini. Diese Art jagt tagsüber auf der Bambusoberfläche. Die Weibchen ziehen sich zur Eiablage in die Internodien zurück.
- 14: Die Springspinne *Paracyrba wanlessi* Zabka & Kovac hat eine räuberische *Toxorhynchites metallicus*-Larve erbeutet.
- 15: Eine von zwei Fledermausarten aus der Gattung *Tylonycteris*, die tagsüber Internodien stehender Bambushalme bewohnen und nachts auf Insektenjagd gehen.
- 16: Der Frosch *Kalophrynus pleurostigma* (Microhylidae) hat seine Metamorphose abgeschlossen und ist beim Verlassen eines am Boden liegenden Internodiums eingesammelt worden. Das Streichholz, auf dem das Tier sitzt, verdeutlicht die anfänglich geringe Größe dieser Tiere (Länge der ausgewachsenen Tiere ca. 4-5 cm).

Auf die semiaquatische Zone beschränkt sind die Larven von *Forcipomyia*, *Philosephedon* sp. und der Tephritide *Ptilona confinis*. Andere Bewohner der semiaquatischen Zone kommen auch im feuchten terrestrischen Bereich vor, z. B. die Larven der Phoridae *Megaselia humida* (DISNEY 1991), der Stratiomyide *Camptopteromyia fractipennis* (ROZKOŠNÝ & KOVAC 1991) sowie die Larven weiterer *Forcipomyia*-Arten. Die meisten Zweiflüglerlarven der semiaquatischen oder terrestrischen Zone verfügen über Schutzmechanismen gegen Feinde, z. B. Schutzsekrete (*Forcipomyia* spp), Tarnung der Oberseite durch aufgelegte Detrituspartikel (*Megaselia humida* und die Psychodide *Philosephedon* sp.) oder Schleimfäden (z. B. Mycetophilidae).

Die Nährstoffzufuhr der Fauna aus dem terrestrischen Bereich ergibt sich aus dem Abbau der Internodienwand und dem Eintrag organischer Substanz von außen, z. B. durch Tiere, die im Internodium Schutz suchen. Bei ausreichender Feuchtigkeit stellen sich Mikroorganismen und vor allem Pilze ein, die die Internodienwand abbauen. Dieser Mikroorganismenaufwuchs wird von verschiedenen Insektenlarven abgeweidet. Bei den Zweiflüglern sind z. B. verschiedene *Forcipomyia*-Arten daran beteiligt oder im späteren Stadium der Sukzession die Larven der Mycetophilidae und Sciaridae; unter den Käfern weiden Larven der Endomychidae, Coccinellidae und Tenebrionidae und bei Schmetterlingen Larven der Arctiidae den Mikroorganismenaufwuchs ab. Ein anderer Typ von Zersetzern sind verschiedene Bohrkäfer (z. B. *Conarthrus*, *Dinoderus*, etc.), die sich von der Wandsubstanz ernähren. Sie halten sich zu Beginn der Sukzession kurzfristig in dem Internodien-Hohlraum auf, um sich von dort aus in die Bambuswand einzubohren. Eine weitere Komponente der terrestrischen Fauna bilden Tiere, die hauptsächlich tote organische Substanz abbauen (Detritus, etc.). Dazu gehören feuchtigkeitsliebende Arten, wie z. B. Asseln, Springschwänze, Staubläuse, Ohrwürmer (z. B. *Euenkrates brindleyi* Srivastava & Kovac; SRIVASTAVA & KOVAC 1993; Abb. 10) Regenwürmer, Wanzen (z. B. *Carvalhofulvius gigantochloae* Stonedahl & Kovac; STONEDAHL & KOVAC 1995).

Die terrestrischen Räuber gehören zu den Gruppen der Wanzen, Käfer, Ameisen und Spinnen. Die Raubwanze *Emesopsis streiti* Kovac & Yang (KOVAC & YANG 1995) erbeutet mit ihren zu Fangbeinen umgestalteten Vorderbeinen kleine, weichhäutige Insekten, z. B. Springschwänze und Gnitzen, aber auch größere Tiere z. B. adulte Stechmücken. Ein ähnliches Beutespektrum hat der Kurzflügelkäfer *Stilicopsis* sp. (Staphylinidae). Die wichtigsten Prädatoren in abgestorbenen Internodien sind Spinnen. Die Springspinne *Paracyrba wanlessi* Zabka & Kovac (Abb. 17) ernährt sich zu etwa 50 % (n = 84) von aquatischen Tieren, vor allem Stechmückenlarven, die vom Land aus erbeutet wurden (ZABKA &

Erläuterungen zu den Abbildungen auf Seite 139

Tafel II

- 9: Die Larve der Fliege *Truplaya ferox* Kovac & Matile (Keroplastidae) streckt ihren Vorderkörper aus dem Internodium heraus und lauert auf vorbeilaufende Arthropoden, insbesondere auf Ameisen.
- 10: Der Ohrwurm *Euenkrates brindleyi* Srivastava & Kovac mit dem Gelege, das dicht über der Wasseroberfläche abgelegt wird. Wenn die Eier auf die Wasseroberfläche fallen, dann werden sie von dem Weibchen aufs Land zurückgeholt.
- 11: Ein Männchen des Wasserläufers *Baptista* sp. (Körperlänge ca. 5 mm) saugt an einem Springschwanz (Collembola).
- 12: Die räuberische Stechmückenlarve *Toxorhynchites metallicus* hat eine Stechmückenlarve aus der Gattung *Armigeres* erbeutet (die Wasseroberfläche ist links im Bild zu sehen).
- 13: Die Krabbenspinne *Smodicinodes kovaci* Ono, der erste asiatische Vertreter des ansonsten äthiopischen Tribus Smodicini. Diese Art jagt tagsüber auf der Bambusoberfläche. Die Weibchen ziehen sich zur Eiablage in die Internodien zurück.
- 14: Die Springspinne *Paracyrba wanlessi* Zabka & Kovac hat eine räuberische *Toxorhynchites metallicus*-Larve erbeutet.
- 15: Eine von zwei Fledermausarten aus der Gattung *Tylonycteris*, die tagsüber Internodien stehender Bambushalme bewohnen und nachts auf Insektenjagd gehen.
- 16: Der Frosch *Kalophrynus pleurostigma* (Microhylidae) hat seine Metamorphose abgeschlossen und ist beim Verlassen eines am Boden liegenden Internodiums eingesammelt worden. Das Streichholz, auf dem das Tier sitzt, verdeutlicht die anfänglich geringe Größe dieser Tiere (Länge der ausgewachsenen Tiere ca. 4-5 cm).

Auf die semiaquatische Zone beschränkt sind die Larven von *Forcipomyia*, *Philosephedon* sp. und der Tephritide *Ptilona confinis*. Andere Bewohner der semiaquatischen Zone kommen auch im feuchten terrestrischen Bereich vor, z. B. die Larven der Phoridae *Megaselia humida* (DISNEY 1991), der Stratiomyide *Camptopteromyia fractipennis* (ROZKOŠNÝ & KOVAC 1991) sowie die Larven weiterer *Forcipomyia*-Arten. Die meisten Zweiflüglerlarven der semiaquatischen oder terrestrischen Zone verfügen über Schutzmechanismen gegen Feinde, z. B. Schutzsekrete (*Forcipomyia* spp), Tarnung der Oberseite durch aufgelegte Detrituspartikel (*Megaselia humida* und die Psychodide *Philosephedon* sp.) oder Schleimfäden (z. B. Mycetophilidae).

Die Nährstoffzufuhr der Fauna aus dem terrestrischen Bereich ergibt sich aus dem Abbau der Internodienwand und dem Eintrag organischer Substanz von außen, z. B. durch Tiere, die im Internodium Schutz suchen. Bei ausreichender Feuchtigkeit stellen sich Mikroorganismen und vor allem Pilze ein, die die Internodienwand abbauen. Dieser Mikroorganismenaufwuchs wird von verschiedenen Insektenlarven abgeweidet. Bei den Zweiflüglern sind z. B. verschiedene *Forcipomyia*-Arten daran beteiligt oder im späteren Stadium der Sukzession die Larven der Mycetophilidae und Sciaridae; unter den Käfern weiden Larven der Endomychidae, Coccinellidae und Tenebrionidae und bei Schmetterlingen Larven der Arctiidae den Mikroorganismenaufwuchs ab. Ein anderer Typ von Zersetzern sind verschiedene Bohrkäfer (z. B. *Conarthrus*, *Dinoderus*, etc.), die sich von der Wandsubstanz ernähren. Sie halten sich zu Beginn der Sukzession kurzfristig in dem Internodien-Hohlraum auf, um sich von dort aus in die Bambuswand einzubohren. Eine weitere Komponente der terrestrischen Fauna bilden Tiere, die hauptsächlich tote organische Substanz abbauen (Detritus, etc.). Dazu gehören feuchtigkeitsliebende Arten, wie z. B. Asseln, Springschwänze, Staubläuse, Ohrwürmer (z. B. *Euenkrates brindleyi* Srivastava & Kovac; SRIVASTAVA & KOVAC 1993; Abb. 10) Regenwürmer, Wanzen (z. B. *Carvalhofulvius gigantochloae* Stonedahl & Kovac; STONEDAHL & KOVAC 1995).

Die terrestrischen Räuber gehören zu den Gruppen der Wanzen, Käfer, Ameisen und Spinnen. Die Raubwanze *Emesopsis streiti* Kovac & Yang (KOVAC & YANG 1995) erbeutet mit ihren zu Fangbeinen umgestalteten Vorderbeinen kleine, weichhäutige Insekten, z. B. Springschwänze und Gnitzen, aber auch größere Tiere z. B. adulte Stechmücken. Ein ähnliches Beutespektrum hat der Kurzflügelkäfer *Stilicopsis* sp. (Staphylinidae). Die wichtigsten Prädatoren in abgestorbenen Internodien sind Spinnen. Die Springspinne *Paracyrba wanlessi* Zabka & Kovac (Abb. 17) ernährt sich zu etwa 50 % (n = 84) von aquatischen Tieren, vor allem Stechmückenlarven, die vom Land aus erbeutet wurden (ZABKA &

KOVAC 1996). Die übrigen Spinnen sind überwiegend netzbauende Vertreter aus verschiedenen Familien, deren Netze sich im oberen Bereich des Internodiums befinden. Die Mehrzahl der Arten gehört zu den Theridiidae, deren häufigste Beuteobjekte Ameisen und Käfer sind.

Einige Besonderheiten der Bambusphytotelmen

Die Bestandsaufnahme der Bambusphytotelmen hat bisher mehrere hundert Organismen ergeben, die in vielen Fällen noch unbeschrieben waren. Damit gehören die Bambus-Kleingewässer zu den artenreichsten bisher bekannter Phytotelmen. Die Gründe für diese immense Artenvielfalt hängen mit mehreren Faktoren zusammen. Ein wesentlicher Grund ist, daß die Fauna der Bambusphytotelmen einen Teil der Nährstoffe von der Pflanze selbst bezieht, während bei anderen Phytotelmen die meisten Nährstoffe von außen kommen (z. B. Nährstoffeintrag durch hineingefallene Blätter bei wassergefüllten Baumhöhlen). Hinzu kommt, daß der von der Umwelt abgeschlossene, terrestrische Bereich über der Wasseroberfläche einen Lebensraum bietet, der bei anderen Phytotelmen nicht vorhanden ist. In diesem terrestrischen Lebensraum hat sich eine artenreiche, spezialisierte „Landfauna“ entwickelt, die in enger Wechselwirkung mit der aquatischen Fauna steht. Einige auffällige Trends in diesem Lebensraum sind, daß viele Arten Stechmückenlarven jagen (die auch die größte tierische Nahrungsressource in den Bambusinternodien bilden) und daß viele Arten, die zu Gruppen gehören, die bisher als rein terrestrisch angesehen wurden, in diesem Lebensraum in das aquatische Medium vorgezogen sind.

Schließlich ergibt sich die hohe Artenvielfalt dadurch, daß Bambusinternodien eine große Anzahl von unterschiedlichen „Subhabitaten“ bilden, die aufgrund der unterschiedlichen Nährstoff- oder anderer Bedingungen jeweils spezifische Lebensgemeinschaften beherbergen. So sind die Wände junger Sprosse sehr nährstoffreich, und die Tiere dieses Lebensraums erreichen häufig eine beachtliche Größe. Aber das weiche Sproßgewebe ist nur für wenige Wochen vorhanden, weil sich die Bambuswand danach verfestigt. Daher müssen sich die Sproßbewohner schnell entwickeln und viele von ihnen gehen nach der Freßphase in eine mehrmonatige Ruhephase über, die bis zur nächsten Sprossungssaison andauert. Die Internodien aufrechter Halme können dagegen über viele Jahre bestehen bleiben (ca. 10 Jahre oder länger), aber sie sind, abgesehen von einer kurzen Anfangsphase, sehr nährstoffarm. In diesem Lebensraum findet man vor allem räuberische Tiere, die hauptsächlich auf den Nährstoffeintrag von außen angewiesen sind und notfalls wochenlang hungern

können. Die Individuendichte in solchen Internodien ist im Gegensatz zu jungen Sprossen niedrig. In abgestorbenen Bambushalmen findet man schließlich die größte Artenvielfalt und eine relativ hohe Individuendichte der Internodienbewohner. In diesem Fall erfolgt ein stetiger Abbau des Lebensraums über einen Zeitraum von 1-2 Jahren oder länger.

Mit den drei behandelten „Internodientypen“ ist die Vielfalt der Bambusphytotelmen keineswegs ausgeschöpft, da durch variierende Faktoren wie Lochgröße, Höhe der Internodien, etc., unterschiedlichste Lebensbedingungen geboten werden. Neben den oben vorgestellten Internodien mit kleinen Löchern gibt es auch solche, die große Öffnungen aufweisen, bis hin zu den ganz offenen Bambusstümpfen. In diesem Lebensraum findet man größere Tiere wie z. B. Libellenlarven, Schwimmkäfer oder verschiedene Froscharten (Abb. 16). Obwohl die aquatische Fauna der Bambusstümpfe, die eine große Ähnlichkeit mit der Fauna wassergefüllter Baumhöhlen aufweist, relativ gut bekannt war, konnten auch hier im Verlauf der Untersuchung neue Tierarten entdeckt. Dazu gehört z. B. *Graphomyia kovaci* Pont, eine Muscide mit aquatischen Larven, die in Bambusstümpfen auf der Insel Bali gefunden wurde (KOVAC et al. 1997) oder die Stratiomyide *Odontomyia latitibia* Rozkošný & Kovac aus Bambusstümpfen in Borneo (ROSKOŠNÝ & KOVAC 1994b). In Bambusstümpfen junger Sprosse wurden besonders viele neue Insektenarten gefunden, z. B. die Larve der Waffenziege *Ptecticus flavifemoratus* Rozkošný & Kovac (Erstnachweis aquatischer Lebensweise in der Unterfamilie Sarginae). Die Familie der Waffenziegen (Stratiomyidae) ist besonders artenreich in abgestorbenen Bambussprossen vertreten, die einen eigenen Lebensraum bilden (Abb. 6). Die Larven mancher Arten kommen hinter den Halmscheiden vor, in der Internodienwand, im Internodien-Hohlraum oder ausschließlich in abgestorbenen Sprossen, die noch aufrecht stehen (KOVAC & ROZKOŠNÝ 1997, ROZKOŠNÝ & KOVAC 1994a, 1996, 1997a, 1997b). Berücksichtigt man die weltweite Verbreitung und den Artenreichtum der Bambuspflanzen, dann ist zu erwarten, daß die Fauna der Bambusphytotelmen noch weitere Überraschungen bereithält.

Dank

Die vorliegende Arbeit wurde größtenteils im Rahmen des DFG-unterstützten Schwerpunktprogramms „Mechanismen der Aufrechterhaltung tropischer Diversität“ in Kooperation mit B. STREIT, Universität Frankfurt, durchgeführt. Die taxonomische Bearbeitung erfolgte mit Unterstützung von mehr als 40 Taxonomen, denen an anderer Stelle gedankt wurde. Besonderer Dank gilt H. S. YONG und I. AZARAE von der Univer-

sity of Malaya, Kuala Lumpur, den Kollegen C. M. YANG und P. NG von der National University of Singapore, dem Economic Planning Unit, Prime Minister's Department, Malaysia, der die Untersuchung genehmigt hat, sowie der Unterstützung durch das Forschungsinstitut Senckenberg.

Schriften

- BEAVER, R. A. (1979a): Biological studies of the fauna of pitcher plants (*Nepenthes*) in West Malaysia. - Ann. Soc. Entomol. France (NS) **15**:3-17.
- (1979b): Fauna and foodwebs of pitcher plants in West Malaysia. - Malayan Nat. J. **33**:1-10.
- (1983): The communities living in *Nepenthes* pitcher plants: Fauna and food webs. - In: FRANK, J. H. & LOUNIBOS, L. P. (Hrsg.): Phytotelmata: Terrestrial plants as hosts for aquatic insect communities: 129-159. - Plexus, Medford, New Jersey.
- (1985): Geographical variation in food web structure in *Nepenthes* pitcher plants. - Ecol. Entomol. **10**:241-248.
- DISNEY, R. H. L. (1991): The aquatic Phoridae (Diptera). - Entomol. Scandinavica, **22**:171-191.
- DOROW, W. H. O. & MASCHWITZ, U. (1990): The *Arachne*-group of *Polyrhachis* (Formicidae, Formicinae): Weaver ants cultivating Homoptera on bamboo. - Insectes Sociaux, **37**:73-89.
- FARQUHARSON, C. O. (1918): *Harpagomyia* and some other Diptera fed by *Cremastogaster* ants in S. Nigeria. - Proc. Ent. Soc. Lond. 1918:29-39.
- FRANK, J. H. (1983): Bromeliad phytotelmata and their biota, especially mosquitoes. In: FRANK, J. H. & LOUNIBOS, L. P. (Hrsg.): Phytotelmata: Terrestrial plants as hosts for aquatic insect communities. - Plexus, Medford, New Jersey.
- JACOBSON, E. (1909): Ein Moskito als Gast und diebischer Schmarotzer der *Cremastogaster difformis* Smith und eine andere schmarotzende Fliege. - Tijdschr. Entomol., **52**:158-164.
- KITCHING, R. L. (1987): A preliminary account of the metazoan foodwebs in phytotelmata from Sulawesi. - Malayan Nat. J., **41**:1-12.
- (1990): Foodwebs from phytotelmata in Madang, Papua New Guinea. - Entomologist, **109**:153-164.
- KLEIN, R., KOVAC, D., SCHELLERICH, A. & MASCHWITZ, U. (1992): Mealybug-carrying by swarming queens of a Southeast Asian bamboo-inhabiting ant. - Naturwissenschaften, **79**:422-423.
- KLEIN, R., MASCHWITZ, U. & KOVAC, D. (1993): Flood control in ants: A Southeast Asian bamboo-dwelling *Tetraponera* (Formicidae: Pseudomyrmecinae) bails excess water from its internode nests. - Insectes Soc., **40**:115-118.

- KOVAC, D. & YONG, H. S. (1992): *Abryna regispetri*: a bamboo long-horned beetle. - Nat. Malaysiana, 17:92-98.
- KOVAC, D. (1994a): Die Tierwelt des Bambus: Ein Modell für komplexe tropische Lebensgemeinschaften. - Natur und Museum 124:119-136.
- KOVAC, D. & AZARAE, I. (1994b): Depredations of a bamboo shoot weevil: an investigation. - Nature Malaysiana 19(4):115-122.
- KOVAC, D. & MATILE, L.: *Truplaya ferox*, a new Malayan Keroplatidae from bamboo phytotelmata with larvae predaceous on ants (Diptera, Mycetophiloidae). - Raffles Bull. Zool. 45(1):15-28.
- KOVAC, D., PONT, A. C. & SKIDMORE, P. (1997): *Graphomyia kovaci* sp. n. (Diptera: Muscidae) from Indonesia: adult, immature stages, and biology. - Senckenbergiana biologica 77:37-45.
- KOVAC, D. & ROZKOŠNÝ, R. (1997): Contributions to the taxonomy and biology of Malaysian soldier flies (Diptera, Stratiomyidae). - Folia Fac. Sci. Nat. Masarykianae Brunensis, Biologia 9x (1997):89-92.
- KOVAC, D. & STREIT, B. (1996): Arthropod community in bamboo internodes in Peninsular Malaysia: microzonation and trophic structure. - In: EDWARDS, D. S. et al. [Hrsg.], Tropical Rainforest Research - Current Issues, S. 85-99 (Monographiae Biologicae 74); Dordrecht, Boston, London (Kluwer Academic Publishers).
- KOVAC, D. & YANG, C. M. (1995): A new species of *Emesopsis* Uhler (Insecta: Hemiptera: Reduviidae) from Peninsular Malaysia with notes on biology. - Raffles Bull. Zool. 43:329-336.
- KOVAC, D., YANG, C. M. & SEBASTIAN, A. (1995): Snakes in bamboo.-Malayan Naturalist 49:14-15.
- KURIHARA, Y. (1983): The succession of aquatic dipterous larvae inhabiting bamboo phytotelmata. - In: FRANK, J. H. & LOUNIBOS, L. P. (Hrsg.). - Phytotelmata: Terrestrial plants as hosts for aquatic insect communities, 55-77. - Plexus, Medford, New Jersey.
- LEICESTER, G. F. (1903): A breeding place of certain forest mosquitoes in Malaya. - J. Trop. Med. Hygiene 6:291-292.
- MACDONALD, W. W. & TRAUB, R. (1960): An introduction to the ecology of the mosquitoes of the lowland dipterocarp forest of Selangor, Malaya. Malaysian Parasites XXXV-XLIX. - Stud. Inst. med. Res. F. M. S. 29:79-109.
- MARSHALL, A. G. (1970): The life cycle of *Basilisa hispida* (Diptera: Nycterbiidae) in Malaysia. - Parasitology 61:1-18.
- MASCHWITZ, U., DUMPERT, K. & TUCK, K. R. (1986): Ants feeding on anal exudate from tortricid larvae: A new type of trophobiosis. - J. Nat. Hist. 20:1041-1050.
- MASCHWITZ, U., FIALA, B. & DOLLING, W. R. (1987): New trophobiotic symbioses of ants with South East Asian bugs. - J. Nat. Hist. 21:1097-1107.
- MEDWAY, L. (1969): The wild mammals of Malaya and offshore islands including Singapore. Kuala Lumpur: Oxford University Press. xix + 125 S.

- (1972): Reproductive cycles of the flat-headed bats *Tylonycteris pachypus* and *T. robustula* (Chiroptera: Vespertilioninae) in a humid equatorial environment. - Zool. J. Linnean Soc. **51**:33-61.
- MEDWAY, L. & MARSHALL, A. G. (1970): Roost-site selection among flat-headed bats (*Tylonycteris* spp.). - J. Zool., London **161**:237-245.
- (1972): Roosting associations of flat-headed bats, *Tylonycteris* species (Chiroptera: Vespertilionidae) in Malaysia. - J. Zool., London **168**:463-482.
- MOGI, M. & YONG, H. S. (1992): Aquatic arthropod communities in *Nepenthes* pitchers: the role of niche differentiation, aggregation, predation and competition in community organization. - Oecologia **90**:172-184.
- NARENDRAN, T. C. & KOVAC, D. (1995): A new species of *Tetramesa* (Eurytomidae) associated with bamboos in West Malaysia. - Raffles Bull. Zool. **43**:329-336.
- ONO, H. (1993): An Interesting New Crab Spider (Araneae, Thomisidae) from Malaysia. - Bulletin of the National Science Museum **19**(3):87-92.
- PIPER, J. M. (1992): Bamboo and Rattan. Traditional uses and beliefs. - Oxford University Press, Singapore, Oxford, New York, 88 S.
- ROZKOŠNÝ, R. & KOVAC, D. (1991): First description of the male and the larva of *Camptopteromyia fractipennis* de Meijere from Malaysia (Diptera: Stratiomyidae). - Entomol. Scandinavica, **22**:297-304.
- (1994a): Adults and larvae of two *Ptecticus* Loew from Peninsular Malaysia (Diptera, Stratiomyidae). - Tijdschrift voor Entomologie **137**: 75-86.
- (1994b): A new species of *Odontomyia* Meigen (Insecta: Diptera: Stratiomyidae) from Sabah, Borneo. - Raffles Bull. Zool. **42**:859-867.
- (1996): The Malaysian soldier flies of the genus *Ptecticus* Loew 1855, including new records and descriptions of three new species (Insecta: Diptera: Stratiomyidae). - Senckenbergiana biologica **75**:181-191.
- (1997a): *Ptecticus minimus* sp. n. from West Malaysia including the description of its larva and puparia (Diptera, Stratiomyidae). - Raffles Bull. Zool. **45**(1):39-52.
- (1997b): Larvae and puparia of *Ptecticus flavifemoratus* and *P. brunetti* from the Oriental Region with notes on the biology of the species. - Journal of European Entomology (im Druck).
- SHELLERICH-KAADEN, A. L., DOROW, W. H. O., LIEFKE, C., KLEIN, R. W. & MASCHWITZ, U. (1997): Biology of *Polyrhachis schellerichiae*, a specialized bamboo-dwelling ant species from the Malay Peninsula (Insecta: Hymenoptera: Formicidae). - Senckenbergiana biologica **77**(1):77-87.
- STONEDAHL, G. M. & KOVAC, D. (1995): *Carvalhofulvius gigantochloae*, a new genus and species of bamboo-inhabiting Fulviini from West Malaysia (Heteroptera: Miridae: Cylapinae). - Proc. Entomol. Soc. Washington **97**(2):427-434.
- SRIVASTAVA, G. K. & KOVAC, D. (1993): Notes on some Dermaptera from Malaya with the description of two new species. - Records of the Zoological Survey of India **93**(1-2):253-266.

- THIENEMANN, A. (1932): Die Tierwelt der *Nepenthes*-Kannen. - Arch. Hydrobiol., Suppl.-Bd., 11:1-54.
- (1934): Die Tierwelt der tropischen Pflanzengewässer. - Arch. Hydrobiol., Suppl.-Bd., 13:1-91.
- ZABKA, M. & KOVAC, D. (1996): *Paracyrba wanlessi* - a new genus and species of Spartheinae (Araneae: Salticidae) from Malaysia with notes on biology. - Senckenbergiana biologica 76:153-161.

Verfasser:

Dr. Damir KOVAC, Forschungsinstitut Senckenberg, Senckenberganlage 25, D-60325 Frankfurt.

Ankündigung

Das
Verzeichnis deutschsprachiger Entomologen & Arachnologen
Arbeitsgebiete: Biologie, Faunistik, Taxonomie
3. Auflage

erscheint Mitte Februar 1998

Die dritte, wesentlich erweiterte Auflage umfaßt ca. 230 Seiten und beinhaltet etwa 1250 Anschriften. Die bewährte Gliederung wurde durch ein Städtereister ergänzt.

Bestellungen unter Beifügung von **DM 10,00 (keine Briefmarken!)** an:

Dr. M. GEISTHARDT
Museum Wiesbaden
Naturwiss. Sammlung
Friedrich-Ebert-Allee 2
D-65185 Wiesbaden

oder

Dr. H. BATHON
Biologische Bundesanstalt
Pflanzenschutz
Heinrichstraße 243
D-64287 Darmstadt

Die Übersendung eines Adressenaufklebers ist hilfreich und beschleunigt die Zusendung.

Bitte informieren Sie auch Ihnen bekannte Kollegen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des Internationalen Entomologischen Vereins](#)

Jahr/Year: 1998

Band/Volume: [22 3-4 1998](#)

Autor(en)/Author(s): Kovac Damir

Artikel/Article: [Die Fauna südostasiatischer Bambusphytotelmen 127-147](#)