

**Makroinvertebraten-Gemeinschaften in Fließgewässern des St. Paul  
Nationalparks, Palawan, Philippinen**

**Dissertation (kumulativ)**



zur Erlangung des akademischen Grades

doctor rerum naturalium (Dr. rer. nat.)

vorgelegt der

Mathematisch-Naturwissenschaftlichen-Technischen Fakultät  
(mathematisch-naturwissenschaftlicher Bereich)  
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

von Herrn Hendrik Freitag

geb. am: 10.06.1974 in: Dessau

Gutachterin bzw. Gutachter:

1. Prof. Dr. Michael Stubbe
2. Prof. Dr. Peter Zwick
3. Prof. Dr. Wilfried Wichard

Datum der Verteidigung: 01.11.2004, Halle (Saale)

**urn:nbn:de:gbv:3-000007506**

[<http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=nbn%3Ade%3Agbv%3A3-000007506>]

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	1
1. 1.	Allgemeine Einführung	1
1.2.	Auswahl des Untersuchungsgebietes	2
1.3.	Stand der Forschung	3
1.4.	Methodenwahl	4
1.5.	Ziele und Hypothesen	4
<b>2.</b>	<b>Adaptations of an Emergence Trap for Use in Tropical Streams</b>	<b>6</b>
2.1.	Abstract	6
<b>3.</b>	<b>Composition and Longitudinal Patterns of Aquatic Insect Emergence in Small Rivers of Palawan Island, the Philippines</b>	<b>7</b>
3.1.	Abstract	7
<b>4.</b>	<b>Two new Species of <i>Parathelphusa</i> H. MILNE EDWARDS, 1853, from the Philippines (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Parathelphusidae)</b>	<b>8</b>
4.1.	Abstract	8
<b>5.</b>	<b>Longitudinal Zonation Patterns and Determinants in Decapoda (Crustacea) in Rivers of Palawan Island, the Philippines</b>	<b>9</b>
5.1.	Abstract	9
<b>6.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>10</b>
<b>7.</b>	<b>Literatur</b>	<b>13</b>
	Danksagung	29
	Manuskriptstatus	30
	Lebenslauf	31
	Erklärung	32

# 1. Einleitung

## 1. 1. Allgemeine Einführung

Während ökologische Aspekte der Fließgewässer in Europa und Nordamerika seit Jahrzehnten intensiver Forschungsgegenstand waren, was sich in der breiten Anwendung vielfältiger Untersuchungsmethoden niederschlägt, ist in tropischen Gebieten die Erarbeitung der taxonomischen Grundlagen noch lange nicht abgeschlossen. Von einem tieferen Verständnis und der Etablierung allgemeingültiger Bewertungskriterien ist die wissenschaftliche Fachwelt noch weit entfernt. Eine starke Bevölkerungszunahme, die wirtschaftliche Abhängigkeit von entwickelten Industriestaaten und die teilweise rasante Wirtschaftsentwicklung in den asiatischen Entwicklungs- und Schwellenländern fordern ihren Tribut in Form von Übernutzung natürlicher Ressourcen und der Abkehr von traditionellen, naturnahen oder autarken Landnutzungsformen (vgl. MARGRAF & VOGGESBERGER, 1988). In Hinblick auf diesen Entwicklungstrend sind die Philippinen das Land Südostasiens, welches im negativen Sinne eine Spitzenstellung einnimmt. Große Landesbereiche und ganze Inseln weisen bereits heute keine ursprünglichen Landschaftsbestandteile mehr auf (HEANEY & REGALADO, 1998). Wenn auch der technische Verbau von Fließgewässern außerhalb urbaner Bereiche noch nicht soweit fortgeschritten ist wie in Europa, so zeichnet sich dennoch eine zunehmende Beeinflussung durch Entwaldung, Landwirtschaft und Abwässer ab (DUDGEON, 1999).

HYNES (1970) postulierte global eine große biotische Einheitlichkeit (auf höherer taxonomischer Ebene) an Flussoberläufen. DUDGEON (1999, 2000) stellt jedoch heraus, dass die abiotischen Muster (z. B. Saisonalität), und die biotische Reaktion darauf nur allein im tropischem Asien sehr uneinheitlicher sind. Folglich wären auch pauschale bzw. generalisierende Einschätzungen nicht möglich. Dies ist die Ausgangsthese für die vorliegende Arbeit. Um ihr Gültigkeit zu be- oder widerlegen, bzw. einzugrenzen, müssen die Spezifika vieler Fließgewässersysteme ermittelt und quantifiziert werden, woraus sich ein dringender Forschungsbedarf mit regionalfaunistischem Bezug ableitet. In diesem Kontext ist die hier bearbeitete Fragestellung zu sehen, ob und welche Zonierungsmuster die Makroinvertebraten-Gemeinschaften von Fließgewässern in Südostasiens im longitudinalen Verlauf unter anthropogen beeinflussten und natürlichen Gegebenheiten aufweisen. Dies wird im Hinblick auf das Artenspektrum, die Abundanz und die Diversität untersucht. Der Begriff Makroinvertebraten wird hier auf die vorherrschenden Taxa der Insekten und Decapoden angewendet, wobei nicht impliziert werden soll, dass keine weiteren Taxa in den studierten Flüssen vorzufinden waren, die dem Begriff zuzuordnen sind.

Die vorliegende kumulative Dissertationsschrift umfasst neben der Einleitung und Zusammenfassung vier Kapitel, die für eine separate Publikation in geeigneten Fachzeitschriften aufbereitet und im Stil den jeweils entsprechenden Normen angepasst wurden. Einige Wiederholungen bei einführenden oder gebietsbeschreibenden Informationen waren unvermeidlich. Sofern dies sinnvoll erschien, wurden sie aber durch Verweis auf bereits getätigte Aussagen limitiert.

Da die Verwendung von Emergenzfallen in den Tropen weitgehend unbekannt ist, befasst sich das **2. Kapitel** ausführlich mit dieser Methode und liefert neben konkreten Anleitungen einen Überblick über den methodisch-technischen Stand der Emergenzforschung an Fließgewässern.

Das **3. Kapitel** liefert weltweit die ersten Emergenzdaten der Längszonierung eines Flusslaufes vom Quellbach bis zum Ästuar. Auf höherem taxonomischem Niveau werden

Zonierungsmuster und Abundanzveränderungen zwischen den Probestellen ausgewertet und die Zusammensetzung der Insektenemergenz im Regionenvergleich diskutiert.

Die vergleichsweise überschaubareren Decapodengemeinschaften wurden auf Artniveau behandelt. Im Zuge der taxonomischen Einarbeitung am organismischen Material wurde dabei eine unbeschriebene Parathelphusidae vorgefunden, die zusammen mit einer weiteren Art der gleichen Gattung neu beschrieben werden konnte. Diesen Dissertationsabschnitt umfasst das **4. Kapitel**. Die Zonierungsmuster der Decapoden im Längsverlauf der Flüsse und die dafür verantwortlichen Determinanten werden im **5. Kapitel** erörtert.

## 1.2. Auswahl des Untersuchungsgebietes

*Palawan* und die vorgelagerten Inseln bilden die gleichnamige philippinische Provinz, die im Vergleich zu den meisten übrigen philippinischen Inseln noch eine niedrigere Bevölkerungsdichte und einen höheren Anteil natürlicher und naturnaher Ökosysteme aufweist (GÖLTENBOTH & MILAN, 1998). In Bezug auf das Vertebraten-Fauneninventar unterscheidet sich die faunistische *Palawan*-Region ohne vulkanische Aktivität deutlich vom übrigen Inselkomplex, was dem Sachverhalt geschuldet ist, dass durch den 120 m niedrigeren Meeresspiegel im späten Pleistozän vor ca. 18000 Jahren große Landbrücken zu den übrigen Inseln des Sundaschelfs (z. B. *Borneo*) bestanden, während die östlichen Inseln des Archipels letztmalig vor ca. 160.000 Jahren mit diesem verbunden waren (HEANEY, 1985). Daraus wird eine größere Faunen- und Florenähnlichkeit *Palawans* mit *Borneo* abgeleitet, die sich auch in der Zuordnung als dessen faunistische Unterregion ausdrückt (VANE-WRIGHT, 1990).

Für die Entomofauna (untersucht an Trichoptera) wurde diese Aussage durch MEY (2001) relativiert, der einen allmählichen Faunenübergang über große Bereiche des Südostasiatischen Archipels belegt hat, der frei von abrupten Faunenänderungen an den erdgeschichtlich begründeten Trennungsbarrieren (z. B. Wallace Linie) ist und auf die Verbreitung von Artengruppen über Meeresbarrieren hinweg zurückgeführt wird (MEY 1999, 2003).

Den Philippinen wird in jüngerer Zeit verstärkt eine Schlüsselrolle für die Biodiversität der Region zugesprochen (VANE-WRIGHT, 1990; MEY, 2003).

Der *Cabayugan River* auf Palawan bildet ein überschaubares Flusssystem im Mittelteil der Insel, welches zum Südchinesischen Meer entwässert. Die Zuflüsse entspringen küstennahen Bergketten (bis maximal 800 m), die überwiegend bewaldet sind und damit naturnahe Verhältnisse erwarten lassen. Mit dem Eintritt des Flusslaufes in das *Cabayugan*-Becken treten stärkere anthropogene Einflüsse zu Tage. Ein Teil des Wassers wird ufernahen Reisfeldern zugeführt, die historisch in allen Teilen Südostasiens in den Überflutungsaunen angelegt wurden (TERRA, 1958). Mit dem Eintritt in den „*St. Pauls Subterranean National Park*“ verbleiben noch wenige hundert Meter Fließstrecke im Primärwald bis zum Eintritt in ein 8 km langes Höhlensystem, was dem Fluss hier den Namen *Underground River* beschert. Unmittelbar an der Küste tritt der Fluss wieder zu Tage und wird in diesem Bereich bis weit in die Höhle hinein von den Gezeiten beeinflusst.

In einem Bericht des „Planning Workshop St. Paul’s Subterranean River National Park 29.-30. April 1996“ (PNNI 1996, unveröfftl.) werden ein Defizit an Kenntnissen zu vielen taxonomischen Gruppen, an Know-how in der Biodiversitätsforschung, fehlende Erkundungsaktivitäten des Höhlenbereiches und mangelnde Anbindung anderer Institutionen beklagt. Die Umsetzung der per Gesetz (SENAT AND HOUSE OF REPRESENTATIVES OF THE PHILIPPINES, 1992) geforderten biologischen Forschung im Rahmen des „Strategic

Environmental Plan" (SEP) bedarf hier verstärkter Forschungsaktivitäten. Da die gesamte Insel seit ca. zehn Jahren anerkanntes Biosphärenreservat ist, sollen entsprechend der Prämissen des „Man and Biosphere Program“ besonders hier Forschungsaktivitäten unternommen werden und Weichen für eine nachhaltige Entwicklung gestellt werden (CASTANEDA, 1993), was bisher nicht in ausreichendem Maße erfolgte.

Bisherige faunistische Untersuchungen beschränken sich im Wesentlichen auf die Vorstellung einzelner Arten aus dem Höhlenbereich (z. B. ZONIA, 1991) und einen Überblick über das Arteninventar in und um den Nationalpark (PTFPP, 1998, unveröffl.), wobei aquatische Invertebraten ohne speziellen Habitatbezug inventarisiert wurden und die Artenzahlen (max. 34 Insektenarten pro Untersuchungsbereich) eine große Unvollständigkeit erwarten ließen. Vom PAMB (Protected Area Management Board) wird ausdrücklich empfohlen, Untersuchungen zur Fauna und Flora des *Underground River* und *Cabayugan*-Flusssystem mit Bezug auf die Wasserqualität durchzuführen.

### 1.3. Stand der Forschung

Komplexe Untersuchungen der Makrozoobenthoszönose in Fließgewässern des tropischen Asiens wurden bisher nur sporadisch vorgenommen. Am fortgeschrittensten erscheint der Stand der Forschung in Hongkong und in Singapur/Malaysia, worüber zahlreiche Publikationen vorliegen. Letztere lassen sich aufgrund der Zugehörigkeit zum Faunenkomplex des Sundaschelfes für Vergleiche mit der Insel Palawan heranziehen. Ein vielzitiertes und sehr nützliches Werk stellt insbesondere die Arbeit von BISHOP (1973) dar, der einen westmalaysischen Fluss eingehend studiert hat. Auf dem asiatischen Festland befasste sich DUDGEON (siehe Referenzen in den einzelnen Kapiteln) ausgiebig mit Makroinvertebraten der Flüsse in Hong Kong und lieferte eine umfangreiche monographische Übersicht (DUDGEON, 1999) für das gesamte tropische Asien, die als Standardwerk angesehen werden kann. Häufiger finden sich aktuelle Abhandlungen zu einzelnen Invertebratengruppen, darunter auch Arbeiten von den Philippinen, auf die an entsprechender Stelle verwiesen wird. Ausführlich untersucht wurden Reisfeld-Biozönosen auf den Philippinen (z. B. MARTIN, 1994; SETTELE, 1992, 1998), die aber kaum für Vergleiche mit Fließgewässerzönosen herangezogen werden können.

Die longitudinale Zonierung der Makroinvertebraten-Gemeinschaften in Flüssen der Philippinen war bisher nicht Forschungsgegenstand und ist im tropischen Asien generell selten studiert worden (DUDGEON, 1999). Eine dieser wenigen Arbeiten (STARMÜHLNER, 1984) zeigte eine Abundanzabnahme des Zoobenthos im Gewässerlängsverlauf in Richtung niedrigerer topographischer Höhe und abnehmender Fließgeschwindigkeit.

Der überwiegende Teil von Arbeiten zu diesem Thema fand in den gemäßigten Breiten statt (siehe Referenzen in CUSHING *et al.*, 1995; HAWKES, 1975; HYNES, 1970), die wesentliche Veränderungen der Invertebratengemeinschaften im Längsverlauf der Gewässer belegen. Da dort die Decapodenfauna sehr artenarm ist oder fehlt, sind deren longitudinale Zonierungsmuster und Determinanten weitestgehend unberücksichtigt geblieben.

Emergenzdaten von Fließgewässerinsekten aus Südost-Asien sind bisher nicht bekannt. Für die gesamten Tropen liegen nur wenige Arbeiten vor, die alle wesentlichen Insektenordnungen einschließen. Die „aktuellste“ dieser Arbeiten zu Emergenzen von Puerto Rico (Einführung in MASTELLER & BUZBY, 1993) datiert auf die Jahre 1991/1992. Im Vergleich zu den gemäßigten Breiten wurde dabei eine wesentliche Verschiebung der Bedeutung

einzelner Ordnungen (Diptera, Trichoptera, Ephemeroptera, Plecoptera) postuliert (MASTELLER, 1993), was einer kritischen Überprüfung bedarf.

Die Untersuchung subterranean Fließgewässer ist vergleichsweise selten Forschungsgegenstand aufgrund der hohen Spezifität, schlechten Zugänglichkeit und seltenen Ausprägung solcher Habitate. Cavernicole Fließgewässer waren innerhalb der Region (Malaysia, Indonesien, Japan) in Sarawak, Java, Sumba (HOLTHUIS, 1978, 1979, 1984) und Ryukyu (SHOKITA & NISHIJIMA, 1976) Forschungsgegenstand. Innerhalb der vorliegenden Arbeit wird diesem Thema als sekundärem Aspekt Aufmerksamkeit gewidmet.

Ausführliche Darlegungen zum Stand der Forschung sind den jeweiligen Kapiteln zu entnehmen.

## 1.4. Methodenwahl

Da innerhalb des Makrozoobenthos divergierende ontogenetische Muster eminent sind (viele Insektengruppen emergieren als Imagines aus dem aquatischen Lebensraum, Decapoden unternehmen teilweise longitudinale Leich-, und Larvalmigrationen), wurden verschiedene Beprobungstechniken angewendet, die eine optimale quantitative Erfassung für die jeweilige Gruppe ermöglichen.

Aufgrund des unzureichenden Kenntnisstandes der Larvaltaxonomie von aquatischen Insekten in den Tropen wurde diese Gruppe mit Emergenzenfallen beprobt. Dabei wurde auf die ausgiebigen Erfahrungen des Max-Planck-Institutes für Limnologie in Schlitz, Hessen (Prof. Dr. P. ZWICK, Prof. Dr. R. WAGNER) zurückgegriffen. Zum Einsatz kamen kostengünstige, modifizierte Emergenzfallen, die den besonderen Niederschlags- und Abflussverhältnissen der humiden Tropen Rechnung tragen. Dabei ist eine Quantifizierbarkeit und Vergleichbarkeit der Proben gewährleistet.

Während beim kontinuierlichen Einsatz von Emergenzfallen prinzipiell diurnale und saisonale Rhythmen Eingang in die Datensammlung finden, wurden bei der Decapodenbeprobung diese Amplituden durch den kombinierten Einsatz zweier methodischer Ansätze berücksichtigt. Zum einen kamen Kolonisierungsfallen zum einjährigen Einsatz. Sie ermöglichen eine spatiale Quantifizierbarkeit der Daten, insbesondere wenn Stellen unterschiedlichster Gewässersohlenstruktur einbezogen werden, wie es bei longitudinalen Fließgewässerstudien der Fall ist. Weiterhin wurden Driftnetze über je einen Tag-Nacht-Zyklus eingesetzt. Deren Ausbeute lässt sich über das Durchflussvolumen quantifizieren.

Detaillierte Erörterungen zur Methodik finden sich in den entsprechenden Kapiteln, insbesondere Kapitel 2.

## 1.5. Ziele und Hypothesen

Übergeordnetes Ziel dieser Arbeit ist es, zur Erforschung der fundamentalen Charakteristika tropischer Fließgewässer beizutragen, um massive Lücken selbst grundlegender Kenntnisse zu schließen, wie es beispielsweise durch DUDGEON (1999) für das gesamte tropische Asien, oder im „Strategic Environmental Plan“ (siehe 1.2.) für die Insel Palawan gefordert wird. Dabei stehen folgende **Hypothesen** im Mittelpunkt:

Kann die Beprobung von aquatischen Insektenemergenzen in den humiden Tropen im Longitudinalverlauf von Fließgewässern erfolgreich durchgeführt werden, um ein wesentliches Potential für die Biodiversitätsforschung, sowie quantitative Fragestellungen der Fließgewässerlimnologie zu erschliessen?

---

Bestehen in Fließgewässern Palawans (hier stellvertretend für Südostasien) auf Ordnungsniveau grundsätzlich ähnliche Abundanzzusammensetzungen emergierender Insekten wie in den gemäßigten Breiten?

Ist eine Abnahme an Abundanzen emergierender, aquatischer Insekten im longitudinalen Flussverlauf von der Quelle zu Ästuar feststellbar?

Reflektiert die Decapodenfauna palawanischer Flüsse die Zugehörigkeit der Insel zum Sundaschelf? Gibt es Endemismen?

Weisen diese Decapodengemeinschaften longitudinale Zonierungsmuster auf, obwohl viele Arten während ihrer Ontogenese auf Salzwasser angewiesen sind?

Sind die hydraulischen Verhältnisse die wichtigsten Determinanten für die erwarteten longitudinalen Zonierungsmuster, wie es für insektendominierte Invertebratengemeinschaften bekannt ist?

Stellt der unterirdische Flussabschnitt des *Cabayugan / Underground River* nur ein Sonderhabitat dar, oder auch eine Barriere für die Durchlässigkeit des Flusskontinuums? Gibt es Taxa, die in besonderer Weise an die hypogäischen Bedingungen adaptiert sind?

In welcher Weise beeinflussen anthropogene Aktivitäten in der *Cabayugan Ebene* die abiotischen Verhältnisse des Flusses? Schlagen sich diese in einer geringeren Artendiversität nieder?

Spiegelt sich die Bedeutung des Philippinischen Archipels als Biodiversitätszentrum auch im Artenreichtum der Fließgewässerfauna Palawans wider?

---

## 2. Adaptations of an Emergence Trap for Use in Tropical Streams

FREITAG, H.

Internat. Rev. Hydrobiol. 89 (2004) 4: 363-374

---

### **2.1. Abstract**

An emergence trap based on the MPI Schlitz model was designed for use in the tropics and it was tested over one year in Palawan, the Philippines. Instructions for construction and use are given here. Only commonly available materials were used, except for the collection assembly made of UV-light permeable acrylic glass. Heavy and bulky assemblies were avoided to enable easy transportation in the field. A special modification allows a fast and easy replacement of the screen when damaged by flooding, as is often required when traps are used downstream of headwaters. This type of trap also allows sampling of a wide littoral strip. Problems concerning the use of emergence traps in the humid tropics are discussed based on experience at different longitudinal stream sections in Palawan. The results presented here suggest that this trap should be used especially for qualitative or semi-quantitative approaches.

---

### 3. Composition and Longitudinal Patterns of Aquatic Insect Emergence in Small Rivers of Palawan Island, the Philippines

FREITAG, H.

Internat. Rev. Hydrobiol. 89 (2004) 4: 375-391

---

#### 3.1. Abstract

This study presents the first emergence trap samples from streams in the Philippines and Greater Sunda. Aquatic insect emergence from two small rivers and longitudinal patterns including estuaries are compared. A decline of total emergence towards estuaries was observed, affecting all major orders. Diptera, namely Chironomidae, dominated all sites. High abundances in Ceratopogonidae, Odonata, and Coleoptera were found, compared to other emergence studies from tropical and temperate latitudes. Ephemeroptera displayed a highly variable contribution to the emergence from Palawan as well as in other comparative studies either supported by the appropriate conditions for certain functional groups or limited by environmental variables such as pH. Trichoptera are likely to tolerate a wider range of environmental conditions and they are consequently able to fill further niches where Ephemeroptera are under-represented. Except for scarce abundances of Plecoptera observed in this and other studies from the tropics, no substantial differences in emergence composition at order level existed between temperate and tropical rivers, however, with a remarkable local variation. Components of riparian and non-aquatic insects and non-emergent fauna contributing to the collections are discussed based on trap features.

---

4. Two new Species of *Parathelphusa* H. MILNE EDWARDS, 1853,  
from the Philippines (Crustacea: Decapoda: Brachyura:  
Parathelphusidae)

FREITAG, H. and YEO, D. C. J.  
Raffles Bull. Zool. 52 (2004) 1: 227-237

---

**4.1. Abstract**

Two new species of freshwater crabs in the genus *Parathelphusa* H. MILNE EDWARDS, 1853, are described from Palawan Island in the Philippines. The new species are each easily distinguished from their closest congeners by characters of the male first pleopod, in conjunction with a unique combination of other morphological characters. A key to the *Parathelphusa* species of the Philippines is provided.

---

## 5. Longitudinal Zonation Patterns and Determinants in Decapoda (Crustacea) in Rivers of Palawan Island, the Philippines

FREITAG, H.

Submitted to Arch. Hydrobiol.

---

### 5.1. Abstract

This study presents the first data of longitudinal zonation in Crustaceans from streams in the Philippines. Two small rivers in Palawan including their estuaries and a riverine cave are compared concerning their Decapoda assemblages. One of them, the Cabayugan or "Underground" River was sampled in seven stations along the longitudinal course. The biotic data were obtained with colonization samplers at two distinct sub-habitats of each stream section and additionally with drift nets, which were used at all freshwater sites. Thirty five species of Decapoda belonging to 10 families were recorded including 9 Atyidae, 8 Palaemonidae and 7 Grapsidae. Among these there are also a recently described *Parathelphusa* sp. and some taxa not previously recorded in Palawan. The longitudinal zonation patterns are illustrated by species congruity curves and Detrended Correspondence Analyses (DCA). The latter were correlated with the environmental variables water temperature, pH, electrical conductivity, dissolved oxygen, BOD, stream width, stream order, water depth, discharge, altitude, the site distance from the estuary and source as well as various descriptive variables for the substrates and for the stream hydraulics. The DCA produced best results when pooled data of colonization and drift were used and when mass occurrences of juveniles were excluded from the ordination. Topographic features such as altitude, distance from the estuary and stream width were found to be the major determinants for decapod zonation in these streams. The diversity (Shannon-Wiener and species richness) was highest at estuarine sites and lowest in an anthropogenically altered middle stream course. A complete species turn over from the headwater to the estuary was observed for the Cabayugan River when unidentifiable juveniles had been excluded. As many of the recorded species are amphidromous or potamodromous, the role of the river course as a passage appeared to be functioning.

## 6. Zusammenfassung

Emergenzbeprobung dürfte die einzige entomologische Methode sein, bei der determinierbare (Sub-)Imaginalstadien aquatischer Insekten mit einem Habitatbezug und quantifizierbar beprobt werden können. Daraus ergibt sich ein hohes, bisher kaum genutztes Potential für die limnologische Forschung in tropischen Breiten. Diese, wie auch die Grenzen des Einsatzes von Emergenzfallen in den humiden Tropen, wurden erstmalig in konzentrierter Form aufgezeigt. Durch den über einjährigen Einsatz und durch Vergleiche mit anderen Autoren konnten wichtige Kriterien für die erfolgreiche Anwendung der Methode herausgestellt werden. Kurzfristig stark erhöhte Abflussmengen, die besonders an Flussabschnitten ab der 3. Ordnung auftraten, führten sporadisch zu so hohen Wasserständen, dass eine permanente und vollständige Emergenzsammlung über längere Zeiträume durch Überflutung der Fallen ausgeschlossen wurde. Daher werden kurze Beprobungsintervalle und die Verwendung einfacher austauschbarer Fangzelte in Verbindung mit einer dauerhaften konservierenden Sammeleinrichtung empfohlen. Ein derartiger modifizierter Fallentyp wird in detaillierter Form vorgestellt, wobei weitestgehend auf teure und sperrige Komponenten verzichtet wird. Derartige Konstruktionen wurden erstmalig vom Quellbach bis zum Ästuar eines Flusslaufes mit den genannten Einschränkungen erfolgreich eingesetzt.

Die so gewonnenen Daten sind die ersten longitudinalen Emergenzmuster die ein fast komplettes Flusssystem abbilden. Im *Cabayugan River* wurde eine Abnahme der Gesamtemergenz aller zahlenmäßig bedeutsamen Ordnungen in Richtung Ästuar festgestellt. Die Proben sämtlicher Untersuchungsstellen wurden von Dipteren (insbesondere Chironomiden) dominiert, wie es auch für gemäßigte Breiten bekannt ist und durch Studien in Zentralafrika (BÖTTGER, 1975) und Kolumbien (WOLF *et al.*, 1989) belegt wurde. Während Plecopteren in der temperierten Zone zumeist die zweitstärkste Gruppe (nach Abundanzen) darstellen, weisen sie in den Tropen auffallend geringe Emergenzzahlen auf. Hierin ist der wesentlichste Unterschied von Fließgewässern niedriger Ordnung zwischen den geographischen Breitenzonen zu sehen. Eine gravierende Verschiebung der Besetzung der tropischen Nischen und damit der Emergenzzusammensetzung in den Tropen mit Rückgang der Chironomiden und Zunahme von Trichopteren und Ephemeropteren wurde von MASTELLER (1993) herausgestellt. Diese These konnte widerlegt werden und mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die unzureichende Anpassung der Methode an die tropischen Verhältnisse zurückgeführt werden (insbesondere Maschenweite des Fangschirmes). Vielmehr stehen Trichopteren und Ephemeropteren nach Abundanzen deutlich hinter den Chironomiden, unabhängig von der geographischen Breite, wobei für Ephemeroptera höhere intraregionale Schwankungen augenscheinlich sind, die in der vorliegenden Arbeit auf physiko-chemische Wasserparameter (in erster Linie pH) zurückgeführt wurden. Demgegenüber scheinen Trichopteren als Gesamtheit besser anpassungsfähig und in der Lage tropische Nischen der Ephemeroptera zu besetzen, wenn diese durch abiotische Faktoren zurückgedrängt werden.

Bestätigt durch Emergenzmuster kann also für aquatische Insekten die Aussage von HYNES (1970) bekräftigt werden, dass eine erstaunliche Ähnlichkeit auf höherer taxonomischer Ebene eines der auffälligsten Charakteristika beim weltweiten Vergleich kleinerer Fließgewässer mit mineralischer Sohle ist.

Die verfügbaren Artenzahlen für einige Ordnungen an den anthropogen gering beeinflussten Oberläufen deuten eine sehr hohe Artendiversität für die untersuchten Flüsse Palawans an. Die Artenzahlen gehören zu den höchsten unter den weltweit vorliegenden

Emergenzstudien. Das trifft vor allem auf aquatische Coleoptera zu, was die Frage aufwarf, ob dieser Gruppe bisher unzureichend Aufmerksamkeit zuteil wurde, oder sie tatsächlich auf Palawan herausragend divers ist. Auffällig für die Emergenzproben von Palawan war ein bedeutender Anteil nicht-emergierender und nicht-aquatischer Taxa (ca. 19 %), darunter zahlreiche Dipterenfamilien, in besonderem Umfang Cecidomyiidae. Diese Tatsache wird auf die eingesetzten Fallen zurückgeführt, die einen breiten Littoralstreifen einschließen, der andererseits auch für aquatische Gruppen eine wichtige Funktion als Aufstiegsweg hat. Da terrestrische und nicht-emergierende Komponenten überwiegend auf höherem taxonomischen Niveau erkannt werden können, stellt das Vorkommen diese Gruppen in den Proben keinen gravierenden Nachteil dar. Für Biodiversitätsuntersuchungen, denen in taxonomisch unerschlossenen Regionen eine hohe Bedeutung attestiert wird (BRAATZ *et al.* 1992; DUDGEON 1999; 2000), könnte darin sogar ein besonderes Potential erwachsen.

Die Decapodenfauna palawanischer Flüsse und des St. Paul Nationalparks wurde mit der vorliegenden Arbeit erstmals umfassend untersucht. Es liegt eine Artenliste vor, die neue Nachweise für die Insel beinhaltet, bis hin zur Neubeschreibung von *Parathelphusa cabayugan* FREITAG & YEO und einer nahe verwandten Art, die mit hoher Wahrscheinlichkeit in eng begrenzten Bereichen der Insel endemisch sind, aber dort eine dominante Position innerhalb der Brachyura-Zönosen einnehmen.

Im Vergleich zu ähnlichen Arbeiten über Decapoden in tropischen Fließgewässern erscheinen die beprobten Gewässer in besonderem Maße artenreich. Auch für diese Gruppe kann nicht abschließend beurteilt werden, ob jenen Artenzahlen methodische Ursachen zugrunde liegen, da vergleichbare Untersuchungen im Allgemeinen nicht mit der selben Intensität (mehrere Methoden, Berücksichtigung jahres- und tageszeitlicher Aspekte, dichtes Netz an Probestellen) durchgeführt wurden.

Die vorgefundenen Decapodentaxa bestätigten eher einen allmählichen, großräumigen Faunenwechsel ähnlich den Verhältnissen, die von MEY (1999, 2001) für Trichopteren nachgewiesen wurden, als einem deutlichen Faunenwechsel an erdgeschichtlichen Barrieren (z. B. Wallace Linie), wie in der klassischen Zoogeographie angenommen, der sich auch in der Zuordnung von Palawan zum zoogeographischen Sundakomplex ausdrückt VANE-WRIGHT (1990). Dies wird darauf zurückgeführt, dass ein großer Teil dieser Arten im Laufe der Ontogenese Lebensphasen im Brack- oder Meerwasser verbringt, was eine Verbreitung über marine Barrieren hinweg zu ermöglichen scheint. Hingegen sind die in starkem Maß süßwasseradaptierten Vertreter der Parathelphusidae und Potamididae eher in der Lage (in erdgeschichtlichen Zeiträumen) Landbrücken zu überwinden, als Meeresbereiche (BOTT, 1969b, 1972). Die Gattung *Parathelphusa* ist überwiegend auf die Sunda-Region begrenzt. *Insulamon* wird als endemisch für Palawan angesehen (NG & TAKEDA, 1992). Die Faunengrenzen sind folglich nicht allgemeingültig, sondern stehen in engem Bezug zu den Präadaptationen (BOTT, 1969b) und resultierenden Verbreitungsstrategien der Taxa.

Es wurden quantitativ vergleichbare Abundanzdaten für eine Untersuchung der Zonierung der Decapoda in Flusssystemen herangezogen. Mit Hilfe von Ordination (Detrended Correspondence Analysis) und Artgefüge-Diagrammen (Congruity curves) wurden klare longitudinale Zonierungsmuster belegt und die topographischen Variablen Entfernung zum brackigen Ästuar und Höhe über NN als Hauptdeterminanten für die Decapodenzonierung herausgestellt. Hydraulische Parameter, die für die Längszonierung des gesamten Makrozoobenthos als entscheidende Determinanten angesehen werden (STATZNER & HIGLER, 1986; STATZNER *et al.* 1988, WARD & VOELZ, 1990; DEGANI *et al.* 1993), hatten hingegen

nur untergeordnete Bedeutung. Dieser Sachverhalt wird darauf zurückgeführt, dass zahlreiche Decapoden in ihrer Ontogenese Leichwanderungen und / oder Larvalmigrationen zwischen Ästuar und stromaufwärts gelegenen Flussabschnitten absolvieren, und daher die horizontalen und vertikalen Entfernungsgradienten von besonderer Bedeutung sind. Die Ökotope der Ästuarie wiesen die höchste Diversität an Decapoden im Longitudinalverlauf der beprobten Gewässer auf. Im Höhlenbereich des *Cabayugan / Underground River* wurde eine Decapodenfauna vorgefunden, die sowohl hochspezialisierte troglobionte, anpassungsfähige troglaxene Taxa, als auch zahlreiche Arten einschließt, die bisher nur aus Oberflächengewässern bekannt waren, und die auch Flussbereiche stromaufwärts der Höhle besiedelten. Daraus wurde geschlossen, dass der 8 km lange hypogäische Verlauf keine nennenswerte Barriere für die ontogenetischen Migrationsprozesse der davon betroffenen Arten darstellt.

Für die Insektenemergenz, wie auch die Decapodengemeinschaften wurde ersichtlich, dass die natürlichen Zonierungsmuster von anthropogenen Einflüssen überlagert werden. Im Bereich der von Siedlungen und Reisfeldern dominierten *Cabayugan* Ebene (CR3) wurden für viele Taxa drastische Abundanzrückgänge bis hin zur völligen Eliminierung festgestellt, die sich folglich auch auf die Diversität der Makroinvertebraten-Gemeinschaften auswirkte. In Anbetracht der o. g. Tatsache, dass viele Decapoden während ihrer Individualentwicklung Habitatwechsel durchführen müssen, resultiert daraus eine potentielle Gefahr der Artenextinktion selbst für stromaufwärts gelegene Abschnitte. Mit der vorliegenden Arbeit liegt eine Zustandsbeschreibung vor, auf deren Basis Managementstrategien für die betroffenen Zonen des Nationalparks entwickelt werden können. Hierbei erscheint die organisch Belastung mit schnell abbaubaren Stoffen allein, die sich im wesentlichen im erhöhten Biochemischen Sauerstoffbedarf (BSB) äußerte, zum Untersuchungszeitpunkt weniger kritisch, als mögliche weitere Einflüsse (z. B. Pestizide), die nicht erfasst wurden. Der BSB stabilisierte sich bereits bis zur nächsten Probestelle wieder, während dieser Prozess nur ansatzweise für die Makroinvertebraten-Gemeinschaften verzeichnet wurde.

Die vorliegenden Daten der Decapoda, sowie der nach Artenzahlen betrachteten Insektenordnungen bestätigen die Rolle der Region als Biodiversitätszentrum (VANE-WRIGHT, 1990; HEANEY & REGALADO, 1998; MEY, 2003). Das Arteninventar scheint in besonderer Weise von der Position des Archipels als Bindeglied zwischen Paläotropis und Australis (MEY, 2001), dessen Zusammensetzung aus verschiedenen geologischen Blöcken kontinentalen und ozeanischen Ursprungs (HALL, 1998), sowie einem häufigen Wechsel von Regression und Transgression des Meeres (BOTT, 1969b) in der jüngeren Erdgeschichte (Tertiär, Quartär) profitiert zu haben. Diese Verhältnisse haben unterschiedliche Verbreitungsstrategien befördert und ermöglichten ein intervallartiges Vordringen neuer Taxa, sowie deren adaptive oder taxonomische Radiation.

## 7. Literatur

- ABELE, L. G., & BLUM, N., 1977: Ecological aspects of the freshwater decapod crustaceans of the Perlas Archipelago, Panama. - *Biotropica* **9**: 239-252.
- ALABASTER, J. S., 1986: Review of the state of water pollution affecting inland fisheries in Southeast Asia. - *FAO Fisheries Technical Paper* **260**: 1-25.
- ALCOCK, A., 1910: On the classification of the Potamonidae (Telphusidae). - *Records of the Indian Museum* **5**: 252-261.
- ALLAN, J. D. & FLECKER, A.S., 1993: Biodiversity conservation in running waters. - *Bioscience* **43**: 32-42.
- ANKER, A., 2001: Two New Species of Snapping Shrimps from the Indo-Pacific, with Remarks on Colour Patterns and Sibling Species in Alpheidae (Crustacea: Caridea). - *Raffles Bull. Zool.* **49**:57-72.
- ANKER, A., 2003: Alpheid Shrimps from the Mangroves and Mudflats of Singapore. Part I. Genera *Salmoneus*, *Athanas* and *Potamalpheops*, with the Description of two new Species (Crustacea: Decapoda: Caridea). - *Raffles Bull. Zool.* **51**: 283-314.
- ASHTON, E. C., MACINTOSH, D. J. & HOGARTH, P. J., 2003: A baseline study of the diversity and community ecology of crab and molluscan macrofauna in the Sematan mangrove forest, Sarawak, Malaysia. - *J. Trop. Ecol.* **19**: 127-142.
- BĂNĂRESCU, P., 1995: Zoogeography of Fresh Water. - Vol. 3 Distribution and Dispersal of Freshwater Animals in Africa, Pacific Areas and South America. Wiesbaden: AULA, pp. 1099-1617.
- BARNES, D. K. A. & ARNOLD, R. J., 2001: Ecology of subtropical hermit crabs in SW Madagascar: cluster structure and function. - *Mar. Biol.* **139**: 463-474.
- BEISEL, J.-N., USSEGLIO-POLATERA, P. & MORETEAU, J.-C., 2000: The spatial heterogeneity of a river bottom: a key factor determining macroinvertebrate communities. - *Hydrobiologia* **422**: 163-171.
- BEISEL, J.-N., USSEGLIO-POLATERA, P., THOMAS, S. & MORETEAU, J.-C., 1998: Stream community structure in relation to spatial variation: the influence of mesohabitat characteristics. - *Hydrobiologia* **389**: 73-88.
- BENKE, A. C. & JACOBY, D. I., 1986: Growth rate of mayflies in a subtropical river and their implications for secondary production. - *J.N. Amer. Benthol. Soc.* **5**: 107-114.
- BENSTEAD, J. P., 1996: Macroinvertebrates and the processing of leaf litter in a tropical stream. - *Biotrop.* **28**: 367-375.
- BENSTEAD, J. P., MARCH, J. G. & PRINGLE, C. M., 2000: Estuarine larval development and upstream postlarval migration of freshwater shrimps in two tropical rivers, Puerto Rico. - *Biotrop.* **32**: 545-548.
- BENZIE, J. A. H., 1984: The colonisation mechanisms of stream benthos in a tropical river (Menik Ganga: Sri Lanka). - *Hydrobiologia* **111**: 171-179
- BEYNON, T. G., 1995: *Leucorrhinia dubia* (Van der Linden) at Shooters Pool, Chartley Moss, Staffordshire, in 1994. - *J. Brit. Dragonfly Soc.* **11**: 1-9.
- BIRCH, L. C., 1957: The meanings of competition. - *Am. Nat.* **91**: 5-18.
- BISHOP, J. E., 1973: Limnology of a Small Malayan River, Sungai Gombak. - *Monogr. Biol.* **22**: 1-485.
- BLANCO, G. J., 1939: Four New Philippine Species of Freshwater Shrimps of the Genus *Caridina*. - *Phi. J. Sci.* **70**: 389-395.
- BOERGER, H., 1981: Species composition, abundance and emergence phenology of midges (Diptera: Chironomidae) in a brown-water stream of west-central Alberta, Canada. *Hydrobiologia* **80**: 7-30.

- BOTT, R., 1969a: Flusskrabben aus Asien und ihre Klassifikation. (Crustacea, Decapoda). - *Senckenbergiana biologica* **50**: 359-366.
- BOTT, R., 1969b: Präadaptation, Evolution und Besiedlungsgeschichte der Süßwasserkrabben der Erde. - *Natur und Museum* **99**: 266-275.
- BOTT, R., 1972: Stammesgeschichte und geographische Verbreitung der Süßwasserkrabben. - *Natur und Museum* **102**: 63-77.
- BÖTTGER, K., 1975: Produktionsbiologische Studien an dem zentralafrikanischen Bergbach Kalengo. - *Arch. Hydrobiol.* **75**: 1-31.
- BÖTTGER, K., HOLM U., and MIKOWSKI, K., 1987: Vergleichende Emergenzstudien an einem naturnahen und einem naturfernen Abschnitt des Fließgewässersystems der Fuhlenau in Schleswig-Holstein. - *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.* **72**: 339-368.
- BOULTON, A. J.; SPANGARO, G. M. & LAKE, P. S., 1988: Macroinvertebrate distribution and recolonization on stones subjected to varying degrees of disturbance: an experimental approach. - *Arch. Hydrobiol.* **113**: 551-576.
- BOYERO, L. & BOSCH, J., 2002: Spatial and Temporal Variation of Macroinvertebrate Drift in Two Neotropical Streams. - *Biotrop.* **34**: 567-574.
- BOYLE, T. P., 1979: New Floating Trap for Capturing and Preserving Emerging Aquatic Insects. - *The Progressiv Fish-Culturist* **41**: 69-70.
- BRAATZ, S., DAVIS, G., SHEN, S. & REES, C., 1992: Conserving biological diversity. A strategy for protected areas in the Asia-Pacific Region. - World Bank Technical Paper 193: 1-66.
- BREHM, J. & MEIJERING, M. P. M., 1996: Fließgewässerkunde. - Wiesbaden: Quelle & Meyer (2nd ed.), 302 pp.
- BRIGHT, G. R., 1982: Secondary benthic production in a tropical island stream. *Limnology* **27**: 472-480.
- BRITTAİN, J. E., 1990: Life history strategies in Ephemeroptera and Plecoptera. - *In*: CAMPBELL, I. C. (Ed.), *Stoneflies and Mayflies: Life Histories and Biology*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, pp. 1-12.
- BRITTAİN, J. E., and EIKELAND, T. J., 1988: Invertebrate drift - a review: - *Hydrobiologia* **166**: 77-93.
- BRÖNMARK, C., HERRMANN, J., MALMQUIST, B., OTTO, C. & SJÖRSTRÖM, P., 1984: Animal community structure as a function of stream size. - *Hydrobiologia* **112**: 73-79.
- BROOKES, A., 1994: River channel change. - *In*: CALOW, P. & PETTS, G. E. (Eds.): *The River Handbook Vol. 2*. Blackwell Science, Oxford, pp. 55 - 75.
- BROWN, A. V., BROWN, K. B., JACKSON, D. C. & BRUSSOCK, P. P., 1983: A riffle-pool concept for stream ecosystems. - *Bull. Ecol. Soc. Am.* **64**: 136.
- BROWN, B. L., 2003: Spatial heterogeneity reduces temporal variability in stream insect communities. - *Ecology Letters* **6**: 316-325.
- BRUCE, A. J. & ILIFFE, T. M., 1992: *Potamalpheops pininsulae* sp. nov., a new stygophilic shrimp from New Caledonia (Crustacea: Decapoda: Alpheidae). - *Stygologia* **7**: 231-242.
- BUSSE, R. & JÖDICKE, R., 1996: Langstreckenmarsch bei der Emergenz von *Sympetrum fonscolombii* (Selys) in der marokkanischen Sahara (Anisoptera: Libellulidae). - *Libellula* **15**: 89-92.
- CAO, Y., BARK, A. W. & WILLIAMS, W. P., 1997: A comparison of clustering methods for river benthic community analysis. - *Hydrobiologia* **347**: 25-40.
- CASPERS, N., 1984: Mycetophiliden aus Lunz, Niederösterreich (Diptera, Nematocera, Mycetophilidae). - *Entomofauna (Linz)* **5**: 173-205.
- CASTANEDA, P. G., 1993: Management planning for the Palawan Biosphere Reserve. - *Nature and Resources* **29**: 35-38.

- CEN [COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION], 1998: Water quality - Determination of biochemical oxygen demand after  $n$  days ( $BOD_n$ ) - Part 2: Method for undiluted samples (ISO 5815: 1989, modified). 16 pp.
- CHACE, F. A., 1997: The caridean shrimps (Crustacea: Decapoda) of the Albatross Philippine Expedition (1907-1910) part 7: families Atyidae, Eugonatonotidae, Rhynchocinetidae, Bathypalaemonellidae, Processidae and Hippolytidae. - *Smithson. Contrib. Zool.* **587**: 1-106.
- CHACE, F. A. & BRUCE, A. J., 1993: The caridean shrimps (Crustacea: Decapoda) of the Albatross Philippine Expedition (1907-1910) part 6: superfamily Palaemonoidea. - *Smithsonian Contrib. Zool.* **543**: 1-152.
- CHACE, F. A. & HOBBS, H. H., 1969: The freshwater and terrestrial decapod crustaceans of the West Indies with special reference to Dominica. - *Bull. U. S. nat. Mus.* **292**: 1-258.
- CHAVAN, V. S.; INGOLE, B. S., REDDY, R., CHANDRAMOHAN, D., CHAPGAR, B. F., KAVLEKAR, D. P. and KULKARNI, V., 1998: CDROM on Marine Crabs of India [NIO's Database on Marine Life of India (NIODMLI)] [CDROM] - 403 004, Module 2, ver. 1.0., Goa: Bioinformatics Center, National Institute of Oceanography, Dona Paula
- CLIFFORD, H. F., 1966: The ecology of invertebrates in an intermittent stream. - *Invest. Indiana Lakes Streams* **7**: 57-98.
- COFFMAN, W. P., 1995: Conclusions. - *In*: ARMITAGE, P. D., CRANSTON, P. S. and PINDER, L. C. V. (Eds.), *The Chironomidae: Biology and Ecology of Non-biting Midges*. Chapman and Hall, London, pp. 436-447.
- COOPER, S. D., DIEHL, S., KRATZ, K. & SARNELLE, O., 1998: Implications of scale for patterns and processes in stream ecology. - *Aust. J. Ecol.* **23**: 27-40.
- CORBET, P. S., 1999: *Dragonflies. Behavior and Ecology of Odonata*. - Cornell Univ. Press, New York, 829 pp.
- COSTA, H. H., 1984a: The ecology and distribution of free-living Meso and Macrocrustacea of inland waters. - *In*: FERNANDO, C.H. (Ed.), *Ecology and Biogeography in Sri Lanka*. - *Monographiae Biologicae* **57**. Dr. W. Junk Publishers, The Hague, pp.195-213.
- COSTA, H. H., 1984b: Results of the Austrian-Indian Hydrobiological Mission 1976 to the Andaman-Islands: part 5: Taxonomy and Ecology of the Decapoda-Caridea. - *Ann. Naturh. Mus. Wien (B)* **86**: 205-211.
- COVICH, A. P., 1988: Atyid shrimp in the heatwaters of the Luquillo Mountains, Puerto Rico: filter feeding in natural and artificial streams. - *Verh. Int. Ver. Limnol.* **23**: 2108-2113.
- CULP, J. M., WALDE, S. J. & DAVIES, R. W., 1983: Relative Importance of Substrate Particle Size and Detritus to Stream Benthic Macroinvertebrate Microdistribution. - *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **40**: 1568-1574.
- CUMMINS, K. W., 1962: An Evaluation of Some Techniques for the Collection and Analysis of Benthic Samples with Special Emphasis on Lotic Waters. - *Am. Midl. Nat.* **62**: 477-504.
- CUMMINS, K. W., 1964: Factors limiting the micro-distribution of larvae of the caddis-flies *Pycnopsyche lepida* (HAGEN) and *Pycnopsyche guttifer* (WALKER) in a Michigan stream. - *Ecol. Monogr.* **34**: 271-285.
- CUMMINS, K.W. & LAUFF, G.H., 1969: The Influence of substrate particle size on the microdistribution of the stream macrobenthos. - *Hydrobiologia* **34**: 145-81.
- CUSHING, C. E., CUMMINS, K. W. & MINSHALL, G. W., 1995: *River and stream ecosystems*. Amsterdam: Elsevier. 817 pp.

- DAI, A. Y., 1999: Fauna Sinica (Arthropoda. Crustacea. Malacostraca. Decapoda. Parathelphusidae. Potamidae). - Editorial Committee of Fauna Sinica, Academia Sinica, Beijing: Science Press, 501 pp.
- DANGLES, O. & GUÉROLD, F., 1998: A comparative study of beech litter breakdown, energetic content, and associated fauna in acidic and non-acidic streams. - Arch. Hydrobiol. **144**: 25-39.
- DAVIES, I. J., 1984: Sampling Aquatic Insect Emergence. - In: DOWNING, J. A. & RIGLER, F. H. (eds), A manual on methods for the assessment of secondary production in fresh waters. - Oxford: Blackwell Scientific Publications (2. ed.), pp. 161-227.
- DAVIES, J. & GREEN, J., 1990: A preliminary survey of Lake Manguao, Palawan, the Philippines. - Kuala Lumpur and Cebu: AWB/CRAB, 39 pp.
- DE MAN, J. G., 1905: On Crustaceans from Christmas Island. Proc. - Zool. Soc. **1905**: 537-550.
- DE MARCH, B. G. E., 1976. Spatial and Temporal Patterns in Macrobenthic Stream Diversity. - J. Fish. Res. Board Can. **33**: 1261-1270.
- DE SILVA, K. H. G. M., 1989: Temperature Tolerance and Geographic Distribution of Three Species of *Caridina* (Decapoda, Atyidae) in Sri Lanka. - Int. Rev. ges. Hydrobiol. **74**: 95-107.
- DEGANI, G., HERBST, G. N., ORTAL, R., BROMLEY, H. J., LEVANON, D., NETZER, Y., HARARI, N. & GLAZMAN, H., 1993: Relationship between current velocity, depth and the invertebrate community in a stable river system. - Hydrobiologia **263**: 163-172.
- DIGBY, P. E., and KEMPTON, R. A., 1984: Multivariate Analysis of Ecological Communities. London: Chapman and Hall, 206 pp.
- DUDGEON, D., 1982: Aspects of the hydrology of Tai Po Kau Forest Stream, New Territories, Hong Kong. - Arch. Hydrobiol. Suppl. **64**: 1-35.
- DUDGEON, D., 1984: Longitudinal and temporal changes in functional organization of macroinvertebrate community in the Lam Tsuen River, Hong Kong. Hydrobiologia **111**: 207-217.
- DUDGEON, D., 1992: Endangered ecosystems: a review of the conservation status of tropical Asian rivers. - Hydrobiologia **248**: 167-191.
- DUDGEON, D., 1999: Tropical Asian Streams - Zoobenthos, Ecology and Conservation. - Hong Kong: Hong Kong Univ. Press, 830 pp.
- DUDGEON, D., 2000: Going with the flow: large-scale hydrological changes and prospects for riverine biodiversity in tropical Asia. - BioScience **50**: 793-806.
- DVWK [DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E.V.] (Ed.), 1988: Feststofftransport in Fließgewässern: Berechnungsverfahren für die Ingenieurpraxis. Hamburg: Parey, 135 pp.
- ELLIOTT, J. M., 1969: Diel periodicity in invertebrate drift and the effect of different sampling periods. - Oikos **20**: 524-528.
- ENGLISH, W. R., 1987: Three Inexpensive Aquatic Invertebrate Samplers for the Benthos, Drift and Emergent Fauna. - Entomol. News **98**: 171-179.
- ERMAN, D. C. & ERMAN, N. A., 1984: The response of stream macroinvertebrates to substrate size and heterogeneity. - Hydrobiologia **108**: 75-82.
- FELDMETH, C. R., 1970: The respiratory energetics of two species of stream caddisfly larvae in relation to water flow. - Comp. Biochem. Physiol. **32**: 193-202.
- FERRINGTON, L. C., BUZBY, K. M. & MASTELLER, E. C., 1993: Composition and Temporal Abundance of Chironomidae Emergence from a Tropical Rainforest Stream at El Verde, Puerto Rico. - J. Kans. Entomol. Soc. **66**: 167-180.

- FIÈVET, E., TITO DE MORAIS, L. & TITO DE MORAIS, A., 1996: Quantitative sampling of freshwater shrimps: comparison of two electro-fishing procedures in a Caribbean stream. - Arch. Hydrobiol. **138**: 273-287.
- FLANNAGAN, J. F. & D. G. COBB, 1994: Studies on some riverine insect emergence traps: effect of sampling frequency and trap design. - Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. **0**: 1-10.
- FLECKER, A. S., 1992: Fish trophic guilds and the structure of a tropical stream: weak direct vs. strong indirect effects. - Ecology **73**: 927-940.
- FLINT, O. S. jr., 1991: Studies of Neotropical Caddisflies, XLV: The Taxonomy, Phenology, and Faunistics of the Trichoptera of Antioquia, Columbia. - Smithson. Contr. Zool. **520**: 1-113.
- FLINT, O. S. jr. & E. C. MASTELLER, 1993: Emergence Composition and Phenology of Trichoptera from a Tropical Rainforest Stream at El Verde, Puerto Rico. - J. Kans. Entomol. Soc. **66**: 140-150.
- FOREST, J., 1953: Crustacés Décapodes marcheurs des îles de Tahiti et des Tuamotu. I. Paguridea. - Bull. Mus. Nation. Hist. nat. Paris (2. sér.) **25**: 441-450.
- FOSSATI, O., MOSSERON, M. & KEITH, P., 2002: Distribution and habitat utilization in two atyid shrimps (Crustacea: Decapoda) in rivers of Nuku-Hiva Island (French Polynesia): - Hydrobiologia **472**: 197-206.
- FREITAG, H., 2001: An Easily Constructed Emergence Trap for Use in Tropical Streams.- Abstract - In: AZHAR, I. et al. (Eds.), Proceedings - The 4<sup>th</sup> Asia Pacific Conference of Entomology, MAPPS & ENTOMA, Kuala Lumpur, p. 72.
- FREITAG, H., 2004: Adaptations of an Emergence Trap for Use in Tropical Streams. Int. Rev. Hydrobiol. **89**: 363-374.
- FREITAG, H., 2004: Composition and Longitudinal Patterns of Aquatic Insects Emergence in Small Rivers of Palawan Island, the Philippines. Int. Rev. Hydrobiol. **89**: 375-391.
- FREITAG, H. & YEO, D. C. J., 2004: Two new Species of *Parathelphusa* H. Milne Edwards, 1853, from the Philippines (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Parathelphusidae). - Raffles Bull. Zool. **52**: 227-237.
- FUKUI, Y., WADA, K. & WANG, C. H., 1989: Ocypodidae, Mictyridae and Grapsidae Crustacea Brachyura from some Coasts of Taiwan. - J. Taiwan Mus. **42**: 225-238.
- GAGNIER, D. L. & BAILEY, R. C., 1994: Balancing loss of information and gains in efficiency in characterizing stream sediment samples. - J. N. Am. Benthol. Soc. **13**: 170-180.
- GAUCH, H. G., 1982: Multivariate analysis in community ecology. Cambridge: Cambridge University Press, 298 pp.
- GELHAUS, J. K., MASTELLER, E. C. & BUZBY, K. M., 1993: Emergenz Composition and Phenology of Tipulidae (Diptera) from a Tropical Rainforest Stream at El Verde, Puerto Rico. - J. Kans. Entomol. Soc. **66**: 160-166.
- GODBOUT, L. & HYNES, H. B. N., 1983: The three dimensional distribution of the fauna in a single riffle in a stream in Ontario. - Hydrobiologia **97**: 87-96.
- GÖLTENBOTH, F. & MILAN, P. P. (ed.), 1998: A guide to the ecosystems of Palawan, Philippines. Singapore: Times Editions, 120 pp.
- GORE, J. A. & BRYANT, R. M. jr., 1990: Temporal shifts in physical habitat of the crayfish, *Orconectes neglectus* (FAXON). - Hydrobiologia **199**: 131-142.
- GORE, J. A. & JUDY, R. D., 1981: Predictive models of benthic macro-invertebrate density for use in instream flow studies and regulated flow management. - Can J. Fish. Aquat. Sci. **38**: 1363-1370.

- GUÉROLD, F., VEIN, D., JACQUEMIN, G. & PIHAN, J. C., 1995: The macroinvertebrate communities of streams draining a small granitic catchment exposed to acidic precipitation (Vosges Mountain, North-eastern France). - *Hydrobiologia* **300**: 141-148.
- GÜMBEL, D., 1976: Emergenz-Vergleich zweier Mittelgebirgsquellen 1973. - *Arch. Hydrobiol. Suppl.* **50**: 1-53.
- HAINES, T., 1981: Acidic precipitation and its consequences for aquatic ecosystems: a review. - *Trans. Am. Fish. Soc.* **110**: 669-707.
- HALL, R., 1998: The plate tectonics of Cenozoic SE Asia and the distribution of land and sea. - *In*: HALL, R. & HOLLOWAY, J. D. (Eds.), *Biogeography and geological evolution of SE Asia*. Leiden: Backhuys Publisher. pp. 99-131.
- HARPER, P. P. & PILON, J.-G., 1970: Annual patterns of emergence of some Quebec stoneflies (Insecta: Plecoptera). - *Can. J. Zool.* **48**: 681-694.
- HARRISON, A. D. & RANKIN, J. J., 1976: Hydrological studies of Eastern Lesser Antillean Islands III. St. Vincent: Freshwater fauna - its distribution, tropical river zonation and biogeography. - *Arch Hydrobiologia Suppl.* **50**: 275-311.
- HART, R. C., 1983: Temperature tolerance and southern African distribution of a tropical freshwater shrimp *Caridina nilotica* (Decapoda, Atyidae). - *S. Afr. J. Zool.* **18**: 67-70.
- HAWKES, H. A., 1975: River zonation and classification. - *In*: WHITTON, B.A. (Ed.), *River Ecology*. Oxford: Blackwell Scientific publications, pp. 312-374.
- HAWKINS, C. P. & SEDELL, J. R., 1981: Longitudinal and seasonal changes in functional organization of macroinvertebrate communities in four Oregon streams. - *Ecology* **62**: 387-397.
- HAYASHI, K.-I. & HAMANO, T., 1984: The complete larval development of *Caridina japonica* DE MAN (Decapoda, Caridea, Atyidae) reared in the laboratory. - *Zool. Sci.* **1**: 571-589.
- HEANEY, L., 1985: Zoogeographic Evidence for Middle and Late Pleistocene Land Bridges to the Philippines. - *Mod. Quaternary Res. SE Asia* **9**: 127-143.
- HEANEY, L. R. & REGALADO, J. C. jr., 1998: *Vanishing Treasures of the Philippine Rain Forest*. Chicago: The Field Museum, 88 pp.
- HENDRICKS, A., PARSONS, W. M., FRANCISCO, D., DICKSON, K., HENLEY, D. & SILVEY, J. K. G., 1969: Bottom fauna studies of the Sabine River. - *Texas J. Sci.* **21**: 175-187.
- HESS, A. D., 1941: New limnological sampling equipment. - *Spec. Publ. Limnol. Soc. Am.* **6**: 1-5.
- HESSE, R., 1924: *Tiergeographie auf ökologischer Grundlage*. Jena: Fischer, 613 pp.
- HILL, M. O., 1979: DECORANA - a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ithaca, NY: Ecology and Systematics, Cornell University.
- HILL, M. O., and GAUCH Jr., H. G., 1980: Detrended correspondence analysis, an improved ordination technique. - *Vegetatio* **42**: 47-50.
- HOLMQUIST, J. G., SCHMIDT-GENGENBACH, J. M. & YOSHIOKA, B. B., 1998: High dams and marine-freshwater linkages: effects on native and introduced fauna in the Caribbean. - *Conserv. Biol.* **12**: 621-630.
- HOLT, C. S. & WATERS, T. F., 1967: Effects of light intensity on the drift of stream invertebrates. *Ecology* **48**: 225-234.
- HOLTHUIS, L. B., 1978: A collection of decapod Crustacea from Sumba, Lesser Sunda Islands, Indonesia. - *Zool. Verhandl.* **162**: 1-55.
- HOLTHUIS, L. B., 1979: Cavernicolous and Terrestrial Decapod Crustacea from Northern Sarawak, Borneo. - *Zool. Verhandl.* **171**: 3-47.

- HOLTHUIS, L. B., 1984: Freshwater Prawns (Crustacea Decapoda: Natantia) from Subterranean Waters of Gunung Sewu Area, Central Java, Indonesia. - *Zool. Meded.* **58**: 141-148.
- HOLTHUIS, L. B., 1986: Decapoda. - *In*: BOTOSANEANU, L. (Ed.), *Stygofauna Mundi*. Brill/Backhuys, Leiden, pp. 588-615.
- HUET, M., 1949: Aperç des relation la pente et les populations piscicole des eaux courante. - *Schweizer Zeitschrift für Hydrologie* **11**: 332-351.
- HUGHES, J. M., GRIFFITHS, M. W. & HARRISON, D. A., 1992: The Effects of an Organophosphate Insecticide on Two Enzyme Loci in the Shrimp *Caradina* sp. - *Biochem. Syst. Ecol.* **20**: 89-97.
- HUNTE, W., 1978: The distribution of freshwater shrimps (Atyidae and Palaemonidae) in Jamaica. - *Zool. J. Linn. Soc* **64**: 135-150.
- HYNES, H. B. N., 1970: *The Ecology of Running Waters*. Liverpool: Liverpool University Press, 555 pp.
- HYNES, H. B. N., 1971: Zonation of the Invertebrate fauna in a West Indian Stream. - *Hydrobiologia* **38**: 1-8.
- HYNES, H. B. N., 1975: Annual cycles of macroinvertebrates of a river in Southern Ghana. - *Freshwater Biol.* **5**: 71-83.
- HYNES, H. B. N., 1976: Biology of Plecoptera. - *Ann. Rev. Entomol.* **21**: 135-153.
- HYNES, H. B. N. & WILLIAMS, T. R., 1962: The effect of DDT on the fauna of a central African stream. - *Ann. Trop. Med. Parasitol.* **56**: 78-91.
- ILLIES, J., 1953: Die Besiedlung der Fulda (insbes. das Benthos der Salmonidenregion) nach dem jetzigen Stand der Untersuchungen. - *Berichte der Limnologischen Flussstation Freudenthal* **5**: 1-28.
- ILLIES, J., 1961: Versuch einer allgemeinen biozönotischen Gliederung der Fliessgewässer. - *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.* **46**: 205-213.
- ILLIES, J., 1965: Phylogeny and Zoogeography of Plecoptera. - *Ann. Rev. Entomol.* **10**: 117-140.
- ILLIES, J., 1971: Emergenz 1969 im Breitenbach. - *Arch. Hydrobiol.* **69**: 14-59.
- ILLIES, J., 1972: Emergenzmessung als neue Methode zur produktionsbiologischen Untersuchung von Fliessgewässern. - *Schlitzer Produktionsbiologische Studien Nr. 2*. - *Verhandlungsbericht der Deutschen Zoologischen Gesellschaft* **65**: 65-68.
- ILLIES, J., 1975: A new attempt to estimate production in running waters. - *Verh. Int. Verein Limnol.* **19**: 1705-1711.
- ILLIES, J., 1978: Vergleichende Emergenzmessung im Breitenbach 1969-1976 (Ins.: Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera). - *Arch. Hydrobiol.* **82**: 432-448.
- ILLIES, J., 1982: Längsprofil des Breitenbaches im Spiegel der Emergenz (Ins. Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera). - *Arch. Hydrobiol.* **95**: 157-168.
- ILLIES, J., 1983: Ökosystemforschung an einem Mittelgebirgsbach (Emergenzanalyse). - *Verhandlg. Gesell. Ökol.* **10**: 247-253.
- ILLIES, J. & BOTOSANEANU, L., 1963: Problèmes et methods de la classification et de la Zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. - *Mitt. Int. Ver. Limnol.* **12**: 1-57.
- IWATA, T., NAKANO, S. & INOUE, M. 2003: Impacts of past riparian deforestation on stream communities in a tropical rain forest in Borneo. - *Ecol. Appl.* **13**: 461-473.
- JÄCH, M. A., 1998: Annotated check list of aquatic and riparian/littoral beetle families of the world (Coleoptera). - *In*: JÄCH, M. A. and Ji, L. (eds.), *Water Beetles of China*, Vol. II, Zoologisch-Botanische Gesellschaft in Österreich and Wiener Coleopterologenverein, Wien. pp. 25-42.

- JACOBSEN, D., SCHULZ, R. & ENCLADA, A., 1997: Structure and diversity of stream invertebrate assemblages: the influence of temperature with altitude and latitude. - *Freshwat. Biol.* **38**: 247-261.
- JALIHAI, D. R., SANKOLLI, K. N. & SHENOY, S., 1993: Evolution of larval development patterns and the process of freshwaterization in the prawn genus *Macrobrachium* BATE, 1868 (Decapoda, Palaemonidae). - *Crustaceana* **65**: 365-376.
- JÖDICKE, M. & JÖDICKE, R., 1996: Changes in diel emergence rhythm of *Orthetrum cancellatum* (L.) at a Mediterranean irrigation tank (Odonata: Libellulidae). - *Opuscula Zoologica Fluminensia* **140**: 1-11.
- JOHNSON, D. S., 1963: Distributional and other notes on some freshwater prawns (Atyidae and Palaemonidae) mainly from the Indo-West Pacific Region. - *Bull. National Mus. Singapore* **32**: 5-30.
- JOHNSON, D. S., 1973: Notes on some species of the genus *Macrobrachium* (Crustacea: Decapoda: Caridea: Palaemonidae). - *J. Singapore Nation. Acad. Sci.* **3**: 273-291.
- JOHNSON, S. L., COVICH A. P., CROWL, T. A., ESTRADA-PINTO, A., BITHORN, J. & WURTSBAUGH, W. A., 1998: Do seasonality and disturbance influence reproduction in freshwater atyid shrimp in headwater streams, Puerto Rico? - *Verh. Int. Ver. Limnol.* **26**: 2076-2081.
- JOOST, W., KLAUSNITZER, B. & ZIMMERMANN, W., 1986: Die Sekundärproduktion eines Thüringer Wald-Baches im Ergebnis dreijähriger Emergenz-Untersuchungen. - *Limnologica* **17**: 29-52.
- JOWETT, I. & RICHARDSON, J., 1990: Microhabitat preferences of benthic invertebrates in a New Zealand river and the development of in-stream models for *Deleatidium* spp. - *New Zeal. J. Mar. Freshwat.* **24**: 19-30.
- KEITH, P., VIGNEUX, E. & MARQUET, G., 2002: Atlas des poissons et des crustacés d'eau douce de Polynésie française. - *Patrimoines naturels* **55**: 1-175.
- KEVAN, S. D. & PEARSON, R. G., 1993: Toxicity of Diquat Pulse Exposure to Tropical Freshwater Shrimp (*Caridina nilotica*, Atyidae). - *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **51**: 564-567.
- KEY, P. B., CHUNG, K. W., OPATKIEWICZ, A. D., WIRTH, E. F. & FULTON, M. H., 2003: Toxicity of the insecticides fipronil and endosulfan to selected life stages of the grass shrimp (*Palaemonetes pugio*). - *Bull. Environ. Contamin. Toxicol.* **70**: 533-540.
- KIMERLE, R. A. & ANDERSON, N. H., 1967: Evaluation of aquatic insect emergence traps. - *J. Econ. Entomol.* **60**: 1255-1259.
- KONAR, M., 1990: Synopsis über driftende Makroinvertebraten europäischer Fließgewässer. - *Wasser und Abwasser* **34**: 31-53.
- KOPELKE, J.-P., 1981: Ökologische Studien an Eintagsfliegen am Beispiel der Emergenz des zentralafrikanischen Bergbaches Kalengo (Zaire). - *Entomol. Abh. Staatl. Mus. Tierk.* **44**: 9-43.
- KOVALAK, W. P., 1978: Relationships between size of stream insects and current velocity. - *Can. J. Zool.* **56**: 178-186.
- KOVALAK, W. P., 1979: Day-night changes in stream benthos densities. - *Arch. Hydrobiol.* **87**: 1-18.
- KRUMBEIN, W. C., 1936: Application of logarithmic moments to size frequency distributions of sediments. - *Ibid.* **6**: 35-47.
- LAVOIE-DORNIK, J. & PILON, J. G., 1987: Possible function of UV rays during Coenagrionid emergence Zygoptera. - *Odonatologica* **16**: 185-192.
- LESAGE L. & A. D. HARRISON, 1979: Improved traps and techniques for the study of emerging aquatic insects. - *Ent. News* **90**: 65-78.

- LÖHR, P.-W., 1987: Schwebfliegen (Diptera: Syrphidae) aus den Emergenzfallen der Limnologischen Flussstation in Schlitz am Breitenbach (Schlitzlerland). *Beitr. Naturk. Osthessen* **23**: 81-93.
- MACARTHUR, R. O. & WILSON, E. O., 1967: *The Theory of Island Biogeography*. Princeton: Princeton University Press, 203 pp.
- MALICKY, H., 1989: Fünfzehn Jahre Emergenzuntersuchungen in Lunz, Niederösterreich. - *Verh. Int. Symp. Entomofaun. Mitteleuropa* **11**: 311-316.
- MALICKY, H., 2002: A quantitative field comparison of different types of emergence traps in a stream: general, Trichoptera, Diptera (Limoniidae and Empididae). - *Ann. Limnol.* **38**: 133-149.
- MALLEY, D. F. & REYNOLDS, J. B., 1979: Sampling Strategies and Life History of Non-Insect Freshwater Invertebrates. - *J. Fish. Res. Board Can.* **36**: 311-318.
- MALMQVIST, B. & BRÖNMARK, C., 1985: Reversed trends in the benthic community structure in two confluent streams; one spring-fed, the other lake-fed. - *Hydrobiologia* **124**: 65-71.
- MARCH, J. G., PRINGLE, C. M., TOWNSEND, M. J. & WILSON, A. I., 2002: Effects of freshwater shrimp assemblages on benthic communities along an altitudinal gradient of a tropical island stream. - *Freshwat. Biol.* **47**: 377-390.
- MARCHANT, R., 1982: Life spans of two species of tropical mayfly nymph (Ephemeroptera) from Magela Creek, Northern Territory. - *Aust. J. mar. Freshwat. Res.* **33**: 173-179.
- MARKGRAF, J. & VOGGESBERGER, M., 1988: Traditionelle Agrarökosysteme der Ifogaos (Provinz Ifogao, Philippinen) aus biologischer Sicht. - *PLITS 6*, Margraf, Stuttgart.
- MARQUET, G., 1991: Freshwater crustaceans of French Polynesia: taxonomy, distribution, and biomass (Decapoda). - *Crustaceana* **61**: 125-140.
- MARTEN, M. & Zwick, P., 1999: Emergenz. - *In*: TÜMPLING, W. VON and FRIEDRICH, G. (Eds.), *Methoden der Wasseruntersuchung*. Bd. 2 Biologische Gewässeruntersuchung. Fischer, Jena, pp. 227-238.
- MARTIN, K., 1994: Struktur und Nahrungsnetze aquatischer Reisfeld-Biozönosen im traditionellen System der Ifugao (Nord-Luzon, Philippinen). - *PLITS 12*, Margraf, Stuttgart.
- MASON, J. C., 1976: Evaluating a substrate tray for sampling the invertebrate fauna of small streams, with comment on general sampling problems. - *Arch. Hydrobiol.* **78**: 51-70.
- MASTELLER, E. C., 1977: An aquatic insect emergence trap on a shale stream in western Pennsylvania. - *Melsheimer Entomol. Ser.* **23**: 10-15.
- MASTELLER, E. C., 1993: Comparison of Tropical and Temperate Emergence Phenology of Aquatic Insects from Puerto Rico and Pennsylvania. - *J. Kans. Entomol. Soc.* **66**: 133-139.
- MASTELLER, E. C. & BUZBY, K. M., 1993: Composition and Temporal Abundance of Aquatic Insect Emergence from a Tropical Rainforest Stream, Quebrada Prieta, at El Verde, Puerto Rico. - *J. Kans. Entomol. Soc.* **66**: 133-139.
- MASTELLER, E. C. & FLINT, O. S., 1980: Caddisfly (Trichoptera) Emergence Patterns from two Streams of the Allegheny National Forest Area of Pennsylvania. *Melsheimer Entomol. Ser.* **29**: 12-22.
- MASTELLER, E. C. & FLINT, O. S., 1984: Trichoptera Emergence Patterns from a small Stream in Northwestern Pennsylvania Influenced by Sewage Effluent. - *In*: MORSE, J. C. (Ed.), *Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Symposium on Trichoptera*. Dr. W. Junk Publishers, The Hague, pp. 225-233.

- MAUDE, S. H. & WILLIAMS, D. D., 1983: Behaviour of crayfish in water currents: hydrodynamics of eight species with reference to their distribution patterns in southern Ontario. - *Can. J. Fish. Aquat. Res.* **40**: 68-77.
- MCCUNE, B. & GRACE, J. B. 2002: *Analysis of Ecological Communities*. Glenden Beach (Oregon): MJM Software Design, 300 pp.
- MCCUNE, B. & MEFFORD, M. J., 1999: *PC-ORD for Windows. Multivariate Analysis for Ecological Data. Version 4.14.*, Glendon Beach (Oregon): MJM Software Design.
- MEY, W., 1992: Die Trichopteren-Emergenz im Mittellauf eines Bergbaches des Thüringer Waldes (Insecta, Trichoptera). - *Int. Revue. ges. Hydrobiol.* **77**: 265-289.
- MEY, W., 1998: Weitere Emergenz-Daten zur Trichoptera-Besiedlung der Vesser (Thüringer Wald). - *Abh. Ber. Mus. Gotha* **20**: 73-78.
- MEY, W., 1999: Origin and formation of the distributional patterns of *Rhyacophila* species in the islands of South-East Asia. - *Senckenbergiana biologica* **78**: 193-203.
- MEY, W., 2001: Australasian distributions in Trichoptera (Insecta) - a frequent pattern or a rare case? - *In*: METCALFE, I., SMITH, J. M. B., MORWOOD, M. & DAVIDSON, I. (eds). *Faunal and Floral Migrations and Evolution in SE Asia-Australasia*. A. A. Balkema Publishers, Lisse, 416 pp.
- MEY, W., 2003: Insular radiation of the genus *Hydropsyche* (Insecta, Trichoptera: Hydropsychidae) PICTET, 1834 in the Philippines and its implications for the biogeography of Southeast Asia. - *J. Biogeogr.* **30**: 227-236.
- MILNE EDWARDS, H., 1853: Mémoire sur la Famille des Ocyподiens. *Annales des Sciences naturelles, Zoologie* **20**: 163-228.
- MINSHALL, G. W., 1984: Aquatic insect-substratum relationships. - *In*: RESH, V.H. & ROSENBERG, D. M (Eds.), *The Ecology of Aquatic Insects*. CBS Educational and Professional Publishing, New York, pp. 358-400.
- MINSHALL, G. W. & MINSHALL, J. N., 1977: Microdistribution of benthic invertebrates in a Rocky Mountain (U.S.A.) stream. - *Hydrobiologia* **55**: 231-249.
- MINSHALL, G. W. & PETERSEN, R. C., 1985: Towards a theory of macroinvertebrate community structure in stream ecosystems. - *Arch. Hydrobiol.* **104**: 49-76.
- MOON, H. P., 1935: Methods and apparatus suitable for an investigation of the littoral region of oligotrophic lakes. - *Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr.* **32**: 319-333.
- MOON, H. P., 1939: Aspects of the ecology of aquatic insects. - *Trans. Soc. Brit. Entomol.* **6**: 39-49.
- MORGAN, N. C., 1971: Factors in the design and selection of insect emergence traps. - *In*: EDMONDSON, W. T. & WINBERG, G. G. (Eds.), *A manual on methods for the assessment of secondary production in fresh waters*. - *IBP Handbook 17*. Blackwell, Oxford, pp. 93-108.
- MORGAN, N. C., WADDELL, A. B. & HALL, W. B., 1963: A comparison of the catches of emerging insects in floating box and submerged funnel traps. - *J. Anim. Ecol.* **32**: 203-219.
- MÜLLER, K., 1966: Die Tagesperiodik von Fließwasserorganismen. - *Z. Morphol. Ökol. Tiere* **56**: 93-142.
- MÜLLER, K., 1974: Stream drift as a chronological phenomenon in running water ecosystems. - *Ann. Rev. Ecol. Syst.* **5**: 309-323.
- MÜLLER, K., 1982: The Colonization Cycle of Freshwater Insects. - *Oecologia (Berlin)* **52**: 202-207.
- MUNDIE, J. H., 1956: Emergence traps for aquatic insects. - *Mitt. Int. Ver. Angew. Limnol.* **7**: 113.
- MUNDIE, J. H., 1971: Techniques for sampling emerging aquatic insects. - *In*: EDMONDSON, W. T. & WINBERG G. G. (Eds.), *A manual on methods for the*

- assessment of secondary production in fresh waters. - IBP Handbook 17. Blackwell, Oxford, pp. 80-93.
- NAGABHUSHANAM, R., SAROJINI, R. & REDDY, T. S., 1984: Impact of organophosphates on the ovarian changes in freshwater caridean prawn *Caridina weberi*. - Acta Physiol Pol. **35**: 551-557.
- NAIYANETR, P., 1994: On three new genera of Thai ricefield crabs allied to *Somanniathelphusa* Bott, 1968 (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Parathelphusidae). - Raffles Bull. Zool. **42**: 695-700.
- NAKANO, A. & TANIDA, K., 1999: Species richness of Trichoptera in a mountain stream in Japan: some practical and statistical test to reveal the diversity in mother community. - In: MALICKY, H. & CHANTARAMONGKOL, P. (Eds.), Proceedings of the 9th International Symposium on Trichoptera. Chiang Mai University, Chiang Mai, pp. 273-283.
- NAKASONE, Y., 1977: Crab Zonation in the Yuhi River, Okinawa Island. - Jap. J. Ecol. **27**: 61-70.
- NEEDHAM, J. G., 1908: Report of the entomological field station conducted at Old forge, NY in the summer of 1905. - N. Y. State Mus. Bull. **124**: 167-172.
- NG, P. K. L., 1988: The Freshwater Crabs of Peninsular Malaysia and Singapore. Singapore: Shinglee Press, pp. 1-156.
- NG, P. K. L., 1990: The Freshwater crabs and Prawns of Singapore. - In: CHOU, L. M. & NG, P. K. L. (Eds.), Essays in Zoology. Department of Zoology, National University of Singapore, Singapore, pp. 189-204.
- NG, P. K. L., 1994: On a collection of freshwater decapod crustaceans from the Kinabatangan River, Sabah, Malaysia, with descriptions of three new species. - Sabah Mus. J. **1**: 73-92.
- NG, P. K. L., 1995: *Somanniathelphusa lacuvita*, a new ricefield crab from Tonle Sap, Cambodia (Crustacea: Brachyura: Parathelphusidae). - Asian J. Trop. Biol. **1**: 26-30.
- NG, P. K. L. & GOH, R., 1987: Cavernicolous freshwater crabs (Crustacea:Decapoda: Brachyura) from Sabah, Borneo. - Stygologia **3**: 313-330.
- NG, P. K. L. & NAIYANETR, P., 1993: New and recently described freshwater crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Potamidae, Gecarcinucidae and Parathelphusidae) from Thailand. - Zool. Verhandl. **284**: 1-117.
- NG, P. K. L. & TAKEDA, M., 1992: The freshwater crab fauna (Crustacea, Brachyura) of the Philippines. I. The family Potamidae Ortmann, 1896. - Bull. Nation. Sc. Mus. Tokyo, (A) **18**: 149-166.
- NG, P. K. L. & TAKEDA, M., 1993. The freshwater crab fauna (Crustacea, Brachyura) of the Philippines. II. The genus *Parathelphusa* H. Milne Edwards, 1853.- Bull. Nation. Sc. Mus. Tokyo, (A) **19**: 1-19.
- NIMBARGI, P. M., and RODGI, S. S., 1976: Toxicity Studies of Dimecron to the Freshwater Prawn, *Cairdina* sp.- Marathwada Univ. J. Sci. **15**: 45-49.
- NOWEL, A. R. M. & JUMARS, P. A., 1984: Flow environments of aquatic benthos. - Ann. Rev. Ecol. Syst. **15**: 303-328.
- OMKAR, UPADHYAY, V. B., SHUKLA, G. S., 1986. Impact of phosphamidon on the carbohydrate metabolism of a freshwater prawn, *Macrobrachium lamarrei*. - Environ Res. **41**: 591-597.
- OOSTERBROEK, P., 1998: The families of Diptera of the Malay Archipelago. - Fauna Malesiana Handbook 1. - Brill. Leiden. 227 pp.
- PALMER, M. A., BELY, A. E. & BERG, K. E., 1992: Response of invertebrates to lotic disturbance: a test of hyporheic refuge hypothesis. - Oecologia **89**: 182-194.

- PAMB [PROTECTED AREA MANAGEMENT BOARD] PUERTO PRINCESA CITY, 1998: St. Paul Subterranean National Park Management Plan, 68 pp.
- PCSDS [PALAWAN COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT STAFF], 2001: Cabayugan Rainfall Data. (unpubl.)
- PECKARSKY, B. L., 1984: Sampling the Stream Benthos. - *In*: DOWNING, J. A. & RIGLER, F. H. (Eds.), A manual on methods for the assessment of secondary production in fresh waters. - Oxford: Blackwell Scientific Publications (2. ed), pp. 133-160.
- PECKARSKY, B. L., 1986: Colonization of natural substrates by stream benthos. - *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **43**: 700-709.
- PESCADOR, M. L., MASTELLER, E. C. & BUZBY, K. M., 1993: Composition and Phenology of Ephemeroptera from a Tropical Rainforest Stream at El Verde, Puerto Rico. - *J. Kans. Entomol. Soc.* **66**: 151-159.
- PNNI [PALAWAN NGO NETWORK, INC.], 1996: Proceedings of the Planning Workshop 29.-30. April 1996. (unpubl.) 19 pp.
- POFF, N.L. & WARD, J.V., 1990: Physical habitat template of lotic systems: recovery in the context of historical pattern of spatiotemporal heterogeneity. - *Environ. Manage.* **14**: 629-645.
- PRETZMANN, G., 1984 : Results of the Austrian-Indian Hydrobiological Mission 1976 to the Andaman-Islands. Part 3: Brachyura from the Andaman Islands. - *Ann. Naturh. Mus. Wien (B)* **86**: 141-144.
- PRINGLE, C. M., and RAMÍREZ, A., 1998: Use of both benthic and drift sampling techniques to assess tropical stream invertebrate communities along an altitudinal gradient, Costa Rica. - *Freshw. Biol.* **39**: 359-373.
- PTFPP [PALAWAN TROPICAL FORESTRY PROTECTION PROGRAMME], 1998: Floristic and Faunistic Survey and Assessment of St. Pauls Subterranean National Park and Vicinities, Palawan. (unpubl.) 137 pp.
- PTFPP [PALAWAN TROPICAL FORESTRY PROTECTION PROGRAMME], 2000: Soil types of Cabayugan Catchment. Map 1:50000. unpubl.
- RABENI, C. F. & MINSHALL, G. W., 1977: Factors affecting micro-distribution of stream benthic insects. - *Oikos* **29**: 33-43.
- RADDUM, G. G. & FJELLHEIM, A., 1984: Acidification and early warming organisms in freshwater in Western Norway. - *Verh. Intern. Verein Limnol.* **22**: 1972-1979.
- RAHAYU, D. L. & FOREST, J., 1992: Le genre *Clibanarius* (Crustacea, Decapoda, Diogenidae) en Indonésie, avec la description de six espèce nouvelles. - *Bull. Mus. Nat. Hist. Paris* **14**: 745-779.
- RAMÍREZ, A. & PRINGLE, C. M., 1998: Invertebrate drift and benthic community dynamics in a lowland Neotropical stream, Costa Rica: *Hydrobiologia* **386**: 19-26.
- RESH V. H. & DE SZALAY F. A., 1995: Streams and rivers of Oceania. - *In*: CUSHING, C. E., CUMMINS, K. W. & MINSHALL, G. W. (Eds.), *River and Stream Ecosystems*. Elsevier, Amsterdam, pp. 717-737.
- RINGE, F., 1974: Chironomiden-Emergenz 1970 in Breitenbach und Rohrwiesenbach. - *Arch. Hydrobiol. Suppl.* **45**: 212-304.
- RÖSER, B., 1978: Quantitative Makrozoobenthosuntersuchungen von Grobschottersubstraten fließender Gewässer mit einer Substratnetzmethode. - *Decheniana* **131**: 221-227.
- ROSSARO, B. & PIERTRANGELO, A., 1993: Macroinvertebrate distribution in streams: a comparison of CA ordination with biotic indices. - *Hydrobiologia* **263**:109-118.
- ROUX, J., 1933: Crustacés décapodes d'eaux douce. - *Mem. Mus. Roy. Hist. Nat. Bel.* **3**: 1-18.

- RYAN, P. A., 1991: Environmental effects of sediment on New Zealand streams: a review. - *New Zealand J. Marine Freshwater Res.* **25**: 207-221.
- RYAN, P. A. & CHOY, S. C., 1990: Observations on the mass upstream migration of *Varuna litterata* (Fabricius) megalopae (Decapoda, Brachyura, Grapsidae) in Fiji. - *Crustaceana* (Leiden) **58**: 237-249.
- SANDROCK, F., 1978: Vergleichende Emergenzmessung an zwei Bächen des Schlitzerlandes (Breitenbach und Rohrwiesenbach 1970-1971). - *Arch. Hydrobiol. Suppl.* **54**: 328-408.
- SCOTT, W. & OPDYKE, D. F., 1941: The emergence of insects from Winona Lake. - *Invest. Ind. Lakes* **2**: 3-14.
- SENAT AND HOUSE OF REPRESENTATIVES OF THE PHILIPPINES, 1992: Republic Act 7611. An act adopting the Strategic Environmental Plan for Palawan, creating the administrative machinery to it's implementation, converting the Palawan Integrated Area development Project Office to support staff, providing funds therefore, and other purposes. Chapter IV, Section 14.
- SETTELE, J., 1992: Auswirkungen der Intensivierung des Naßreisbaus auf die terrestrischen Arthropodengemeinschaften philippinischer Reisterrassen. - *PLITS* **10**, Margraf, Stuttgart,
- SETTELE, J., 1998: Land use changes and conservation of natural resources – agroecological research in Philippine rice terraces. - *PLITS* **16**, Margraf, Stuttgart, 181-204.
- SHAW, D. W. & MINSHALL, G. W., 1980: Colonization of an introduced substrate by stream macroinvertebrates. - *Oikos* **34**: 259-271.
- SHOKITA, S. & NISHIJIMA, S., 1976: Faunal List of Inland-Water Malacostraca of Amani Group, the Ryukyu Islands. - *Ecological Studies of Nature Conservation of the Ryukyu Islands* **2**: 31-38.
- SIDDIQUI, F. A. & KAZMI, Q. B. 2003: A checklist of marine anomurans (Crustacea: Decapoda) of Pakistan, northern Arabian Sea. - *Memoirs Mus. Victoria* **60**: 87-89.
- SIVINSKI, J. M., 1998: Phototropism, bioluminescence, and the Diptera. - *Florida Entomologist* **81**: 282-292.
- SNELLING, B., 1958: The distribution of intertidal crabs in Brisbane river. - *Austr. J. Mar. Freshw. Res.* **10**: 67-83.
- SPEIR, J. A. & ANDERSON, N. H., 1974: Using of emergence data for estimating annual production of aquatic insects. - *Limnol. Oceanogr.* **19**: 154-156.
- STARMÜHLNER, F., 1969: Die Schwertach. Ein Beitrag zur Kenntnis der Fließgewässer. Wien: Notring, 325 pp.
- STARMÜHLNER, F., 1984: Mountain stream fauna, with special reference to Mollusca. - *In*: FERNANDO, C.H. (Ed.), *Ecology and Biogeography in Sri Lanka*. - *Monographiae Biologicae* **57**. Dr. W. Junk Publishers, The Hague, pp. 215-255.
- STATZNER, B., 1975: Zur Longitudinalzonierung eines zentralafrikanischen Fließgewässersystems unter besonderer Berücksichtigung der Köcherfliegen (Trichoptera, Insecta). - *Arch. Hydrobiol.* **76**: 153-180.
- STATZNER, B., 1976: Die Köcherfliegen-Emergenz (Trichoptera, Insecta) aus dem zentralafrikanischen Bergbach Kalengo). - *Arch. Hydrobiol.* **78**: 102-137.
- STATZNER, B., 1981: The relationship between “hydraulic stress” and microdistribution of benthic macroinvertebrates in a lowland running water system, the Schierenseebrooks (North Germany). - *Arch. Hydrobiol.* **91**: 192-218.
- STATZNER, B. & HIGLER, B., 1985: Questions and Comments on the River Continuum Concept. - *Can. J. Fish. Aquat. Res.* **42**: 1038-1044.
- STATZNER, B. & HIGLER, B., 1986: Stream hydraulics as a major determinant of benthic invertebrate zonation patterns. - *Freshw. Biol.* **16**: 127-139.

- STATZNER, B. & HOLM, T. F., 1982: Morphological adaptations of benthic invertebrates to stream flow - an old question studied by means of a new technique (Laser Doppler Anemometry). - *Oecologia* **53**: 290-292.
- STATZNER, B. & HOLM, T. F., 1989: Morphological adaptations of shape to flow: Microcurrents around lotic macroinvertebrates with known Reynolds numbers at quasi natural flow. - *Oecologia* **78**: 145-157.
- STATZNER, B. & RESH, V. H., 1993: Multiple-site and -year analyses of insect emergence: a test of ecological theory. - *Oecologia* **96**: 65-79.
- STATZNER, B., GORE, J. A. & RESH, V. H., 1988: Hydraulic stream ecology: observed patterns and potential applications. - *J. N. Am. Benth. Soc.* **7**: 307-360.
- STEFFAN, A. W., 1997: Driftemergenz-Fanggeräte zur Erfassung schlüpfender Fließgewässer-Insekten (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Diptera). - *Entomol. Gener.* **21**: 293-306.
- STRAKA, V. & SAMIETZ, R., 1992: Terrestrische Tanzfliegen (Diptera; Brachycera; Empidoidea) der Familien Empididae und Hybitidae in der Vessel-Emergenz 1987. - *Abh. Ber. Mus. Nat. Gotha* **17**: 33-40.
- SWEENEY, B. W., 1978: Bioenergetic and developmental response of a mayfly to thermal variation. - *Limnol. Oceanogr.* **23**: 461-477.
- TAN, C. G. S. & NG, P. K. L., 1994: An annotated checklist of mangrove brachyuran crabs from Malaysia and Singapore. - *Hydrobiologia* **285**: 75-84.
- TAN, S. H. & NG, P. K. L., 1998: The freshwater crab fauna (Crustacea: Brachyura) of the Philippines. V. On a new genus and species of potamid from Palawan island, Philippines. - *Hydrobiologia* **379**: 93-96.
- TANIDA, K. and TAKEMON, Y., 1993: Trichoptera emergence from streams in Kyoto, central Japan. - *In*: OTTO, C. (Ed.), *Proceedings of the 7th International Symposium on Trichoptera*. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 239-249.
- TER BRAAK, C. J. F., 1987: The analysis of vegetation-environment relationships by Canonical Correspondence Analysis. - *Vegetatio* **69**: 69-77.
- TERRA, G. J. A., 1958: Farm systems in Southaest Asia. - *Neth. J. agric. Science* **6**: 157-182.
- TESCH, J. J., 1918: The Decapoda Brachyura of the Siboga Expedition. I. Hymenosomatidae, Retroplumidae, Ocypodidae, Grapsidae and Gecarcinidae. - *In*: WEBER, M. (Ed.), *Siboga Exped., Mon.* **39c**, Leiden: Brill, 148 pp.
- TOWNSEND, C. R., HIGLER, A. G. & FRANCIS, J. E., 1983: Community structure in some southern English streams: the influence of physicochemical factors. - *Freshwat. Biol.* **13**: 521-544.
- TWEEDIE, M. W. F., 1936: New and interesting Malaysian species of *Sesarma* and *Utica* (Crustacea, Brachyura). - *Bull. Raffles Mus.* **12**: 88-112.
- UCHIDA, S., 1990: Distribution of Plecoptera in the Tama-Gawa River System, Central Japan. - *In*: CAMPBELL, I. C. (Ed.), *Stoneflies and Mayflies: Life Histories and Biology*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, pp. 181-188.
- ULFSTRAND, S., 1968: Benthic animal communities in Lapland streams. - *Oikos Suppl.* **10**: 1-120.
- VANE-WRIGHT, R. I., 1990: Chapter 2: The Philippines - Key to the biogeography of Wallacea? - *In*: KNIGHT, W. J. & HOLLOWAY, J. D. (Eds.), *Insects and the rain forests of South East Asia (Wallacea)*. Royal Entomological Society, London, pp. 19-34.
- VANNINI, M. & VALMORI, P., 1981: Researches on the coast of Somalia. The shore and the dune of Sar Uanle. 30. Grapsidae (Decapoda Brachyura). - *Ital. J. Zool. (N.S.) Suppl.* **6**: 57-101.

- VANNOTE, R., MINSHALL, G. W., CUMMINS, K. W., SEDELL, I.R., CUSHING, C.E., 1980: The river continuum concept. - *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **37**: 130-137.
- VERWEY, J., 1930: Einiges über die Biologie Ost-Indischer Mangrovenkrabben. - *Treubia* **12**: 167-261.
- WAGNER, R., 1980: Die Dipterenemergenz am Breitenbach (1969-1973). - *Sphixiana* **3**: 167-177.
- WAGNER, R., 1982: Dipteren-Emergenz zweier Lunzbäche 1972-1974 nebst Beschreibung einer neuen Empidide (Diptera). - *Arch. Hydrobiol.* **95**: 491-506.
- WAGNER, R. & E. C. MASTELLER, 1993: Composition and Temporal Abundanz of Mothflies (Diptera, Psychodidae) from a Tropical Rainforest Stream at El Verde, Puerto Rico. - *J. Kans. Entomol. Soc.* **66**: 181-186.
- WALLISCH, S., 1990: 2. Äquivalente Sandrauheiten und Stricklerbeiwerte fester und beweglicher Strömungsberandungen. - *In*: SCHRÖDER, R. (Ed.), *Hydraulische Methoden zur Erfassung von Rauheiten*. DVWK Schriften **92**, München. pp.192-303.
- WALSH, C.J., 1993: Larval development of *Paratya australiensis* KEMP, 1917 (Decapoda, Caridea, Atyidae), reared in the laboratory, with comparisons of fecundity and egg and larval size between estuarine and riverine environments. - *J. Crustacean Biol.* **13**: 456-480.
- WARD, J. V., 1985: Thermal characteristics of running waters. - *Hydrobiologia* **125**: 31-46.
- WARD, J. V., 1986: Altitudinal Zonation in a Rocky Mountain stream. - *Arch. Hydrobiol. Suppl.* **74**: 133-199.
- WARD, J. V. & VOELZ, N. J., 1990: Gradient analysis of interstitial meiofauna along a longitudinal stream profile. - *Stygologia* **5**: 93-99.
- WARD, M., 1941: New Brachyura from the Gulf of Davao, Mindanao, Philippine Islands. - *Am. Mus. Nov.* **1104**: 1-15.
- WARINGER J. A., 1986: The abundance and distribution of caddisflies (Insecta: Trichoptera) caught by emergence traps in the "Ritrodat" research area of the Lunzer Seebach (Lower Austria) from 1980 to 1982. - *Freshw. Biol.* **16**: 49-59.
- WARINGER, J. A., 1996: Phenology and abundance of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera caught by emergence traps at the Weidlingbach near Vienna, Austria. - *Int. Revue ges. - Hydrobiologia* **81**: 63-77.
- WATERS, T. F., 1972: The drift of stream insects. - *Ann. Rev. Ent.* **17**: 253-272.
- WELTON, J. S., COOLING, D. A. & LADLE, M., 1982: A Comparison of Two Colonisation Samplers with a Conventional Technique for Quantitative Sampling of Benthic Macroinvertebrates in the Gravel Substratum of an Experimental Recirculating Stream. - *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* **67**: 901-906.
- WENTWORTH, C. K., 1922: A scale of grade and class terms for clastic sediments. - *J. Geol.* **30**: 377-392.
- WERMUTH, P., 2000: Bioindikation der Gewässerverhältnisse an der Birs (CH, Kanton Basel-Land) mit Hilfe von Emergenzfallen. - *Mitt. Dtsch. Ges. allg. angew. Ent.* **12**: 255-257.
- WESTRICH, B., 1988: Fluvialer Feststofftransport - Auswirkung auf die Morphologie und Bedeutung für die Gewässergüte. München: GWF, 173 pp.
- WILEY, M. J. & KOHLER, S. L., 1980: Positioning changes of mayfly nymphs due to behavioral regulation of oxygen consumption. - *Can. J. Zool.* **58**: 618-622.
- WILLIAMS, D. D., 1980: Some relationships between stream benthos and substrate heterogeneity. - *Limnol. Oceanogr.* **25**: 166-172.
- WILLIAMS, D. D., 1982: Emergence Pathways of Adult Insects in the Upper Reaches of a Stream. - *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* **67**: 223-234.

- WILLIAMS, D. D. & HYNES, H. B. N., 1974: The occurrence of benthos deep in the substratum of a stream. - *Freshw. Biol.* **4**: 233-256.
- WILLIAMS, D. D. & MOORE., K. A., 1985: The role of epilithon in substrate selection by stream invertebrates. - *Arch. Hydrobiol.* **105**: 105-115.
- WOLF, E. M., MATTHIAS, U. & ROLDAN, P., 1989: Estudio del Desarrollo de los Insectos Acuáticos, su Emergencia y Ecología en tres Ecosistemas Diferentes en el Departamento de Antioquia. - *Actualidades Biológicas* **17**: 2-27.
- WOWOR, D. & CHOY, S. C. 2001: The freshwater prawns of the genus *Macrobrachium* BATE, 1868 (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) from Brunei Darussalam. - *Raffles Bull. Zool.* **49**: 269-289.
- YADAV, B. S., SAROJINI, R. & NAGABHUSHANAM, R., 1991: Toxicity of Pesticide Endosulfan on Freshwater Prawn, *Caridina weberi*. - *J. Adv. Zool.* **12**: 19-22.
- YEO, D. C. J. & NG, P. K. L., 1996: A new species of freshwater snapping shrimp, *Alpheus cyanoteles* (Decapoda: Caridea: Alpheidae) from Peninsular Malaysia and a redescription of *Alpheus paludicola* and a new *Alpheus* species. - *Raffles Bull. Zool.* **44**: 37-63.
- YEO, D. C. J. & NG, P. K. L., 1997: The alpheid shrimp genus *Potamalpheops* POWELL, 1979, (Crustacea: Decapoda: Caridea: Alpheidae) from southeast Asia, with descriptions of three new species. - *J. Nat. Hist.* **31**: 163-189.
- YEO, D. C. J. & NGUYEN, X. Q., 1999: Description of a new species of *Somanniathelphusa* (Decapoda, Brachyura, Parathelphusidae) from Vietnam. - *Crustaceana* **72**: 339-349.
- YULE, C.M., 1996: Trophic relationships and food webs of the benthic invertebrate fauna of two aseasonal streams on Bougainville Island, Papua New Guinea. - *J. Trop. Ecol.* **12**: 517-534.
- ZONIA, S. 1991: A new species of Cholevidae from the Philippines: *Ptomaphagius pygmaeus* n. sp. (Coleoptera, Cholevidae, Eucatopinae). - *Boll. Mus. Civ. Storia Nat. Verona* **18**: 45-51.
- ZWICK, P., 1976: *Neoperperla* (Plecoptera: Perlidae) Emerging from a Mountain Stream in Central Africa. - *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* **61**: 683-697.
- ZWICK, P., 1977: Plecopteren-Emergenz zweier Lunzer Bäche, 1972-1974. - *Arch. Hydrobiol.* **80**: 458-505.

## Danksagung

Für die freundschaftliche Unterstützung während der Arbeitsphase am Institut für Zoologie der Universität Halle-Wittenberg danke ich den Kollegen und Studenten der Arbeitsgruppe Tierökologie, insbesondere Prof. Dr. MICHAEL STUBBE, der die Arbeit betreute, sowie PD Dr. JOSEPH SETTELE (UFZ Halle). Dank auch an Prof. Dr. REINHOLD JAHN (Inst. f. Bodenk., Uni. Halle), der nicht die Mühe scheute, sich von der Arbeit auf Palawan selbst ein Bild zu machen, Wasserproben analysieren ließ und mit Rat zur Verfügung stand.

Besonders dankbar bin ich auch den Kollegen und Studenten an der Western Philippines University, Puerto Princesa Campus, in erster Linie Prof. Dr. SABINE SCHOPPE, die dem Aufenthalt auf Palawan einen familiären Charakter gaben und ohne die viele „logistische“ und bürokratische Probleme nicht lösbar gewesen wären.

Dem kooperativen Verhalten der Tagbanua in Cabayugan und Marufinas ist es geschuldet, dass die Arbeit auf Palawan nicht abgebrochen wurde, nachdem anfänglich unerfüllbare Forderungen einzelner Stammesmitglieder fast dazu geführt hätten. Ohne den dankenswerten, unbürokratischen Einsatz eines Mitarbeiters des Bureau of Fisheries and Aquatic Resources (Manila), läge vermutlich bis heute noch keine Sammelgenehmigung vor. In diesem Zusammenhang sei auch LINDA BACOSA (PTFPP) und STEFFEN BUTZEK (Carpus e.V.) für ihre vermittelnde Hilfe gedankt, sowie allen in das Genehmigungsverfahren involvierten Institutionen und Personen: Mayor EDWARD HAGEDORN, PCSDS, PAMB und PNNI. Den Mitarbeitern des St. Paul Subterranean National Park danke ich für ihre stets freundschaftliche Kooperation und dem Superintendenten für die Duldung der Feldforschung. Für die Hilfe bei der Vegetationsaufnahme bedanke ich mich bei Prof. ELISABETH GERONILLA von Herbar der Palawan State University. Expertise bei der Emergenzbeprobung stellte mir uneigennützig Dr. KARL MATTHIAS WANTZEN (Uni. Konstanz) zur Verfügung, wie auch Prof. Dr. RÜDIGER WAGNER und Prof. Dr. PETER ZWICK (MPIIL Schlitz), denen ich gleichzeitig für die Verbesserung eines Manuskripts und die Determination von Material danken möchte.

Dies gilt in gleicher Weise für DIETRICH BRAASCH (Potsdam), Dr. WOLFRAM MEY (Naturkundemus. Berlin) und Prof. Dr. VICTOR GAPUD (Uni. of the Philippines). Sehr kooperativ und darüber hinaus durch ihre menschlichen Qualitäten in bester Erinnerung waren und sind die Kollegen vom Naturhistorischen Museum in Wien, insbesondere Dr. MANFRED JÄCH und Dr. HARALD SCHILLHAMMER. Sie vermittelten auch den Kontakt zu Dr. CHI-FENG LEE (Acad. Sinica, Taipei) der mir gern behilflich war.

Prof. Dr. PETER K. L. NG und Dr. DARREN C. J. YEO sei herzlich gedankt, die beratend oder als Koautor an der Beschreibung der neuen Arten ihren Anteil haben und in sehr unkomplizierter Weise den Kontakt zu Doktoranden und Mitarbeitern des Raffles Museum of Biodiversity Research hergestellt haben, welche mir wesentlich bei der Bestimmung von Taxa und der taxonomischen Einarbeitung geholfen haben: DAISY WOWOR, YIXIONG CAI, NGAN KEE NG, KELVIN K. P. LIM, sowie Dr. ARTHUR ANKER (Uni. of Alberta).

Prof. Dr. DAVID DUDGOEN (Hong Kong Uni.) und Prof. Dr. XIAOLI TONG (Uni. Guangzhou), bei denen ich kurze Zeit zu Gast sein durfte, gaben mir wichtige Anregungen und stellten ihre Bibliothek zur Verfügung. Herzlichen Dank an NIELS HAGGE (Hamburg), der mich stets nach besten Kräften unterstützte, Dr. KARSTEN WESCHE (Inst. f. Botanik, Uni. Halle) für Ratschläge zu statistischen Fragen, sowie SARAH GWILLYM (UFZ, Halle) und JAN MOLTZER (Halle) für die linguistische Durchsicht der Manuskripte.

DANNY BILLONES (Cabayugan) und Familie waren eine große Hilfe bei der Beprobung und wurden während dieser Zeit zu Freunden. Bei MANJA und DANTE AUSAN im Sabang war ich stets bestens einquartiert und erlebte viele schöne Abende.

Allen genannten und nicht erwähnten gebührt herzlicher Dank, der auch meine Eltern und Lebenspartner einschließt, die nicht zuletzt unter meiner langen Abwesenheit gelitten haben.

## Manuskriptstatus und Anteil des Co-Autors

Alle Manuskripte außer Kapitel 4 wurden eigenständig konzipiert und verfasst. Die Anteile des Koautors an Kapitel 4 werden nachfolgend ausgewiesen.

### **Kapitel 2:**

FREITAG, H., 2004: Adaptations of an Emergence Trap for Use in Tropical Streams.

International Revue of Hydrobiology 89 (4): 363-374.

### **Kapitel 3:**

FREITAG, H., 2004: Composition and Longitudinal Patterns of Aquatic Insects Emergence in Small Rivers of Palawan Island, the Philippines.

International Revue of Hydrobiology 89 (4): 375-391.

### **Kapitel 4:**

FREITAG, H. & YEO, D. C. J., 2004: Two new Species of *Parathelphusa* H. MILNE EDWARDS, 1853, from the Philippines (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Parathelphusidae).

Raffles Bulletin of Zoology 52 (1): 227-237.

DARREN C. J. YEO vom Raffles Museum of Biodiversity Research, National University of Singapore hat die Analysen am Vergleichsmaterial durchgeführt, entwickelte die Vergleichstabelle der *Parathelphusa* spp. der Region und den Schlüssel für *Parathelphusa* spp. der Philippinen. Er verfasste die Abschnitte „4.4.1.5.; 4.4.2.5. (Remarks)“ und wesentliche Teile der Abschnitte „4.4.1.2; 4.4.2.2. (Diagnosis)“. Seine Expertise bei der Formulierung taxonomischer Termini war darüber hinaus von großem Nutzen.

### **Kapitel 5:**

FREITAG, H. Longitudinal Patterns and Determinants in Decapoda Zonation (Crustacea) in Rivers of Palawan Island, the Philippines.

Eingereicht am 07. Juni 2004 bei Archiv für Hydrobiologie (Monographic Studies)

Zur Revision erhalten: 01. November 2004

## Lebenslauf

### Hendrik Freitag

- 10.06.1974 geboren in Dessau
- 1980-1988 zehnklassige, allgemeinbildende 10. Oberschule Dessau
- 1988-1992 Spezialklasse für Neusprachen der Erweiterten Oberschule und des späteren 1. Gymnasiums „Philanthropinum“ Dessau; Abschluss mit der Hochschulreife; Durchschnittsnote: 1,6
- 1992-1994 Grundstudium der Fachrichtung Biologie an der Martin-Luther-Universität Halle–Wittenberg; Durchschnittsnote: 1,1
- 1994-1995 Zivildienst in der Unteren Naturschutzbehörde der Stadt Dessau
- 1995-1997 Hauptstudium der Fachrichtung Biologie an der Martin-Luther-Universität Halle–Wittenberg als Stipendiat der Friedrich-Ebert-Stiftung
- 1998-1999 Diplomarbeit im Hauptfach Zoologie (Tierökologie), Titel: Das Makrozoobenthos unter Einfluß des Elbebibers *Castor fiber albicus*, MATSCHIE 1907; Abschluss als Dipl.-Biol.; Durchschnittsnote: 1,3
- Seit 2000 Promotionsstudent an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg als graduerter Stipendiat der Friedrich-Ebert-Stiftung
- 2000-2001 Feldökologische Forschung auf Palawan, Philippinen und Gastlektor am State Polytechnic College of Palawan

Halle, den 10.05. 2004

Hendrik Freitag

## Erklärung

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich diese Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, keine anderen, als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und die den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Halle, den 10.05.04

Hendrik Freitag