

MICHAELA VANICEK, JOACHIM ADIS & WILFRIED PAARMANN

Untersuchungen zur Biologie dreier Laufkäferarten (Coleoptera, Carabidae, Harpalini) aus amazonischen Regenwäldern

Kurzfassung

Mit drei Laufkäferarten des Tribus Harpalini (Carabidae) aus zentralamazonischen Regenwäldern wurden Aufzuchtversuche mit unterschiedlichem Nahrungsangebot und Nahrungswahlversuche im Labor durchgeführt, sowie die Entwicklungsdauer bestimmt. Ergänzend wurden Mandibelgestalt von Larven und Käfern untersucht. Zwei der Käferarten (*Notiobia* sp. 1 und sp. 2) durchlaufen ihre präimaginale Entwicklung auf Feigenfruchtflächen (*Ficus* spp.) im Festlandregenwald bei Manaus (Amazonien, Brasilien). Die dritte Art *Athrostictus batesi* lebt in Weißwasser-Überschwemmungswäldern bei Manaus und wurde bisher nicht auf den Fruchtflächen des nichtüberschwemmten Regenwaldes beobachtet. *A. batesi* gehört im Gegensatz zu den *Notiobia*-Arten zu den weniger ausgeprägt spermophagen Harpalini. Ein Vergleich der Entwicklungsdauer aller drei Arten im Labor zeigte jedoch, daß die Spezialisierung der beiden Fruchtflächenarten auf ihre nur kurzfristig existierenden Habitate offenbar nicht zu einer Beschleunigung der präimaginalen Entwicklung geführt hat. Die Larven, aller drei Arten, zeigten in den Aufzuchtversuchen häufig Kannibalismus oder räuberisches Verhalten. Samen von Melastomataceen, die anderen *Notiobia*-Arten im Festlandregenwald als Nahrungsgrundlage dienen, wurden von den Adulten beider hier untersuchten *Notiobia* Arten gefressen, ihre Larven lehnten sie dagegen ab und entwickelten sich bei diesem Nahrungsangebot nicht. Die Käfer könnten eventuell Melastomataceen-Fruchtflächen als Trittsteinhabitate auf der Suche nach Feigenfruchtflächen nutzen. Eine gewisse Nischenaufteilung zwischen den beiden unterschiedlich großen *Notiobia*-Arten auf Feigenfruchtflächen deutet sich an: Larven des I. Stadiums der kleineren Art können größere Samen nicht öffnen, wodurch diese auf Fruchtflächen kleinsamiger Feigen beschränkt sein sollte.

Abstract

Investigations on the biology of three carabid species (Coleoptera, Carabidae, Harpalini) from central Amazon rainforests

For three carabid species of the tribe Harpalini (Coleoptera: Carabidae) from central Amazon rainforests we realized rearing experiments with different diets and food selection experiments in the laboratory. Duration of development, size of larval stages and the structure of mandibles of larvae and adults were also studied. Two species (*Notiobia* sp. 1 and sp. 2) pass their preimaginal development on fruit fall sites of figs (*Ficus* spp.) in an Amazon upland rainforest near Manaus (Brazil). The third species *Athrostictus batesi* lives in whitewater inundation forests near Manaus and was not observed on fruit fall sites in the non-inundated forest.

In contrast to the *Notiobia* species, *Athrostictus batesi* is a less pronounced spermophageous Harpalini. A comparison of the development times of the three species showed that the specialization of the two species of *Notiobia* to only temporarily existing fruit fall sites of figs did not result in an accelerated

preimaginal development. The larvae of *A. batesi* and of both *Notiobia* species showed preference for animal diet and cannibalism or predatory behaviour in the experiments. Seeds of Melastomataceae, which serve other species of *Notiobia* in the same forest as food, were also eaten by imagines of the two species of *Notiobia* studied here. However, the larvae did not accept the seeds and they did not develop on this diet. The beetles might eventually use the fruit fall sites of Melastomataceae as stepping stone habitat during their search for fruit fall sites of figs. Niche partitioning between the two *Notiobia* species, which differ in size, is indicated: first instar larvae of the smaller species are incapable of opening larger seeds, and therefore its reproduction might be restricted to fruit fall sites of figs with small seeds.

Resumo

Investigações sobre a biologia de três espécies de carabídeos (Coleoptera, Carabidae, Harpalini) de floresta tropical úmida na Amazônia central

Fez-se observações da opção alimentar, experimentos de criação com ofertas alimentares diversas, identificação do tempo de desenvolvimento e do tamanho dos diferentes estádios, bem como observações concernentes a forma das mandíbulas de larvas e adultos, de duas espécies de carabídeos do gênero *Notiobia* (Coleoptera, Carabidae, Harpalini). O desenvolvimento pré-imaginal ocorre em áreas de queda de frutos de figueira (*Ficus* sp.) numa floresta tropical de terra firme. A fim de comparação, estudou-se a espécie *Athrostictus batesi*, espécie esta que ocorre numa floresta inundável da várzea, mas não em áreas de queda de figos. As áreas de origem de todas as espécies situam-se nos arredores da cidade de Manaus (Amazonas, Brasil).

A. batesi pertence aos Harpalini de pouco caráter espermóforo, ao contrário das espécies do gênero *Notiobia*. Porém a especialização das duas espécies de *Notiobia* nas áreas apenas temporárias da queda de frutos, não conduziu à aceleração do desenvolvimento do estágio pré-imaginal, em comparação à espécie *A. batesi*. As larvas de *A. batesi*, bem como as das espécies de *Notiobia*, apresentam grande tendência para a alimentação animal e para o canibalismo ou predação. Sementes de melastomatáceas (Melastomataceae), que servem de base alimentar para outras espécies do gênero *Notiobia*, também foram aceitas pelos adultos das duas espécies de *Notiobia* aqui estudadas, não, porém, pelas suas larvas, que não se desenvolveram com este alimento. Os adultos das duas espécies eventualmente poderiam utilizar as áreas da queda dos frutos de melastomatáceas como „habitat de passada" (stepping stone habitat), na procura de áreas adequadas de figueiras. Uma certa repartição de nichos entre as duas espécies *Notiobia* ocorrentes nas figueiras é suposta: larvas iniciais da menor das duas espécies teriam o seu desenvolvimento limitado às áreas de queda de figos de sementes diminutas.

Autoren

Dipl.-Biol. MICHAELA VANICEK & Priv.-Doz. Dr. JOACHIM ADIS, Max-Planck-Institut für Limnologie, AG Tropenökologie, Postfach 165, D-24302 Plön;
Prof. Dr. WILFRIED PAARMANN, Fachhochschule Hildesheim/ Holzminde, Büsgenweg 4, D-37077 Göttingen/Weende.

Gefördert mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (Schwerpunktprogramm „Mechanismen der Aufrechterhaltung tropischer Diversität“); in Zusammenarbeit mit dem Nationalen Institut für Amazonasforschung (INPA) in Manaus, Brasilien.

1. Einleitung

Im Laufkäfertribus Harpalini finden sich viele phytophage Arten, die besonders zur Spermophagie, dem Fressen von Samen, neigen (SKUHRÁVY 1959, ALLEN 1979, FORSYTHE 1983). Von der Arbeitsgruppe BRANDMAYR wurden umfangreiche Untersuchungen zur Verbreitung der Spermophagie unter den italienischen Harpalini durchgeführt (Zusammenfassung bei BRANDMAYR 1990). Das Spektrum von Arten reicht von solchen mit fast ausschließlich räuberischer Lebensweise bis zu Arten mit reiner Spermophagie.

Im Gegensatz zu den meist flugunfähigen Laufkäfern der Waldbiotope gemäßigter Breiten, kann ein hoher Prozentsatz der Laufkäfer tropischer Regenwälder ausgezeichnet fliegen. Sie treten geklumpt auf Fruchtlflächen auf, die oft nur wenige Wochen existieren. Dies zwingt sie zu einer ständigen Wanderung von Fruchtlfläche zu Fruchtlfläche (ERWIN 1979). Spermophagie dürfte unter diesen Carabiden eine große Rolle spielen. In Rahmen des Forschungsprojektes „Mechanismen des Diversitätserhalts bei tropischen Laufkäfern“ ist ein Hauptthemenbereich das Studium der Carabidengemeinschaften auf Fruchtlflächen. Zum Verständnis von Zusammensetzung und Dynamik dieser Gemeinschaften ist es wichtig, das Nahrungsspektrum von Larven und Imagines der verschiedenen Arten zu kennen. Um dies festzustellen, wurden die Larven mit unterschiedlichem Futter aufgezogen und der Entwicklungserfolg ermittelt. Beobachtungen zur Nahrungswahl von Larven und Käfern sollten die dadurch gewonnenen Ergebnisse ergänzen. Von Untersuchungen der Mandibelmorphologie erwarteten wir weitere Hinweise auf die Ernährungsweise.

Die dominanten Käferarten der bisher untersuchten Fruchtlächengemeinschaften unter Feigenbäumen (Gattung *Ficus*, Moraceae) und unter verschiedenen Baumarten der Familie Melastomataceae gehören zur Gattung *Notiobia* (Harpalini). NOONAN (1973), der die nord- und mittelamerikanischen Arten dieser Gruppe bearbeitet hat, macht keine Angaben über die Lebensweise der Larven. Leider ist die Taxonomie der südamerikanischen Vertreter dieser Gattung noch nicht ausreichend bearbeitet.

Zu Beginn der Untersuchungen standen in Deutschland zwei *Notiobia*-Arten von Feigenfruchtlflächen aus Amazonien zur Verfügung. Aus Freilanduntersuchungen war bekannt, daß beide Arten ihre präimaginale Entwicklung auf diesen Fruchtlflächen durchlaufen (PAARMANN & ADIS, unveröff.). Als Vergleichsart aus dem Tribus Harpalini zogen wir *Athrostictus batesi* BATES, 1878 heran, die bisher nicht auf Fruchtlflächen gefunden wurde.

2. Versuchstiere und Methoden**2.1 Versuchstiere**

Die Käfer für die Laborzuchten (*Notiobia* sp. 1 und *Notiobia* sp. 2) stammen aus einem Primärwald (terra firme), der Reserva Florestal A. Ducke (vgl. PENNY & ARIAS 1982), 26 km nördlich von Manaus. Adulte und Larven kommen auf den Fruchtlflächen noch unbestimmter Feigenarten („Gamelaira“, *Ficus* sp.) vor. Sie wurden im Juli/August 1991 und im Februar/März 1992 gefangen. Die Imagines beider Arten sind nachtaktiv, flugfähig und verbringen den Tag im oberen Bodenhorizont.

Die Elterngeneration der Versuchstiere von *Athrostictus batesi* wurden als Imagines auf der Ilha de Marchantaria, einer Insel im Rio Solimões-Amazonas, ca. 15 km oberhalb des Zusammenflusses mit dem Rio Negro, im Februar/März 1992 gesammelt. Sie lebten in der Laubstreu eines Weißwasser-Überschwemmungswaldes (vgl. ADIS et al. 1990, ADIS 1992). Die Imagines sind ebenfalls nachtaktiv, flugfähig und verstecken sich tagsüber im Boden.

2.2 Haltung und Zucht

Imagines und Larven der drei Laufkäferarten wurden unter kontrollierten Bedingungen in Thermoschrank (10 h 27 °C / 14 h 21 °C; 12 h Licht (06 - 18 Uhr); 100 % Luftfeuchte) gehalten. Käfer aller drei Arten lebten in feuchtem Torf in abgedeckten 1 l-Weckgläsern (= Haltungsgläser). Die Larven wurden einzeln in offenen Schnappdeckelgläsern (50 ml) aufgezogen, die zur Hälfte mit feuchtem Torf gefüllt waren und in abgedeckte Kühlschrankschalen gestellt wurden. Larven und Adulte der beiden *Notiobia*-Arten bekamen zerdrückte Kiwisamen ohne Fruchtfleisch als Ersatzfutter für die amazonischen Feigenfrüchte, mit denen im getrockneten Zustand die Larvenaufzucht in Deutschland nicht gelungen ist, sowie zerteilte Mehlwurmstücke. *Athrostictus batesi* wurde mit zerteilten Mehlwurmstücken und Fischtrockenfutter „TetraMin“ gefüttert (TetraMin-Zusammensetzung: Fischmehl, Trockenhefe, brauner Reis, Krabbenmehl, Stärke, trockene Kartoffelprodukte, Hafermehl, Sojabohnenmehl und Öl, Algenmehl, Sorbitol, Lecithin, Gelatin, natürliche und künstliche Farbstoffe, Ethoxyquin (Antibiotikum zur Schimmelvorbeugung), sowie L-ascorbyl-2-polyphosphate als Vitaminzugabe; min. Rohprotein 45 %, min. Rohfett 5 %, max. Rohfaser 2 %, max. Feuchtigkeit 6 %). Alle Imagines und Larven der drei *Harpalini*-Arten wurden dreimal pro Woche mit frischem Futter versorgt und frischgeschlüpfte Larven aus den Haltungsgläsern der Käfer in Schnappdeckelgläsern überführt.

Für die Aufzuchtversuche von Larven zu Imagines mit unterschiedlicher Nahrung wurden nur junge Larven des ersten Stadiums ausgesucht. Kiwisamen hatten sich als Ersatzfutter an Stelle der amazonischen Feigenfrüchte bewährt, weshalb

sie auch den Larven in unzerdrückter und zerdrückter Form (da größer als Feigenfrüchte) angeboten wurden. *Bellucia dichotoma*-Samen wurden gefüttert, da andere *Notiobia*-Arten ihre Entwicklung auf Fruchtblächen dieser Art durchlaufen (PAARMANN & ADIS, unveröff.). Die weiteren Futtervarianten sind den Tabellen 3, 4 und 5 zu entnehmen.

2.3 Video-Nachtaufnahmen

In Nachtversuchen sollten Nahrungswahl und Freßverhalten beobachtet werden. Hierfür wurden drei Futtervarianten in einer offenen, runden Glasschale (Ø 50 mm), auf feuchtem Filterpapier und im Dreieck angeordnet angeboten: ein Stück eines zerteilten Mehlwurms, zerdrückte Kiwikerne sowie TetraMin. Die Eingewöhnungszeit der Tiere in den Glasschälchen vor Versuchsbeginn betrug ca. 5 Min. Die Beobachtungsdauer pro Versuch, wenn nicht anders vermerkt, betrug 5 ± 1 Min. Die Versuche wurden, entsprechend der Hauptaktivitätsphase der Tiere im Freiland zwischen 18:30 und 22:00 Uhr durchgeführt.

Die Nachtaufnahmen der Nahrungswahlversuche wurden im verdunkelten Labor bei ca. 23 °C Raumtemperatur mit einer Videokamera (S -VHS 625 Panasonic) über einen Restlichtverstärker (Hamamatsu, „Night viewer“ C 3100) und eine CCD-Kamera mit einem 105 mm Macro-Fotoobjektiv (Pentax) erstellt. Die Video-Bandaufnahmen wurden über einen Video-Farbdrucker (Hitachi VY-150 E) ausgedruckt und schwarz-weiß abfotografiert.

Folgende Versuchsserien wurden mit *Notiobia* sp. 1, *Notiobia* sp. 2 und *Athrostictus batesi* durchgeführt:

- I. Beobachtung einzelner Larven im I. Stadium
- II. Beobachtung von 5 Larven des I. Stadiums zusammen
- III. Beobachtung von 5 Larven des II. Stadiums zusammen
- IV. Beobachtung einer Larve des I. bzw. II. Stadiums zusammen mit einem Käfer
- V. Beobachtung von 2-4 Larven des I. Stadiums zusammen mit 2-4 Larven des II. oder III. Stadiums
- VI. Beobachtung von Larven des I. Stadiums beider *Notiobia*-Arten gemeinsam

Tabelle 1. Körperlängen der Imagines.

	<i>Notiobia</i> sp. 1	<i>Notiobia</i> sp. 2	<i>Athrostictus batesi</i>
♂♂	n = 19 12,0-13,2 mm	n = 11 9,0-10,0 mm	n = 13 8,2-9,0 mm
\bar{x}	12,70 ± 0,38	9,60 ± 0,30	8,55 ± 0,27
♀♀	n = 14 11,0-13,0 mm	n = 20 9,0-10,0 mm	n = 17 8,0-10,0 mm
\bar{x}	12,30 ± 0,54	9,80 ± 0,27	9,05 ± 0,58

VII. Beobachtung von *Notiobia*-Larven (I. Stadium) zusammen mit Käfern der anderen *Notiobia*-Art bzw. von *Athrostictus batesi*

Zusätzlich zu diesen Versuchen wurden Video-Nachtaufnahmen von Käfern beider *Notiobia*-Arten gemacht, denen entweder nur das Stück eines zerteilten Mehlwurms oder unzerdrückte Kiwikerne (mittlere Länge x Breite: 2,33 x 1,57 mm) angeboten wurden (Versuch VIII) sowie von Larven des I. Stadiums von *Notiobia* sp. 1 und *Notiobia* sp. 2, denen ausschließlich unzerdrückte Kiwikerne als Futter zur Verfügung standen (Versuch IX).

Mit Käfern der beiden *Notiobia*-Arten wurden noch 5 weitere Versuche durchgeführt, in denen folgendes Futter angeboten wurde:

- 1. zerdrückte Kiwikerne & ganze Kiwikerne
- 2. große Feigensamen (mittlere Länge x Breite: 1,50 x 1,04 mm) & kleine Feigensamen (mittlere Länge x Breite: 0,83 x 0,69 mm)
- 3. kleine Feigensamen & *Bellucia dichotoma* (Melastomataceae)-Samen (mittlere Länge x Breite: 0,77 x 0,49 mm), (Papierausstrich), aufgeweicht
- 4. getötete *Drosophila*-Fliegen
- 5. *Bellucia dichotoma* (Melastomataceae)-Samen (Papierausstrich), aufgeweicht, nach 10 Tagen ohne Fütterung

Tabelle 2. Eimaße, Dauer der Embryonalentwicklung sowie Längen von Kopfkapsel und Körper der Larvenstadien bzw. Puppen.

	<i>Notiobia</i> sp. 1	<i>Notiobia</i> sp. 2	<i>Athrostictus batesi</i>
Ei-Länge [mm]	2,4	2,1	1,6
Ei-Breite [mm]	1,4	1,0	1,1
Dauer der Embryonalentwicklung	6-8 Tage	6-8 Tage	4-8 Tage
Kopfkapsellänge [mm]:			
Stadium I.	1,1 -1,6 (n = 27) (\bar{x} = 1,3 ± 0,14)	0,6 -1,2 (n = 32) (\bar{x} = 0,93 ± 0,17)	0,4 -0,8 (n = 23) (\bar{x} = 0,6 ± 0,16)
Stadium II.	1,6 -1,9 (n = 15) (\bar{x} = 1,7 ± 0,11)	1,2 -1,5 (n = 41) (\bar{x} = 1,3 ± 0,13)	0,8 -1,3 (n = 42) (\bar{x} = 1,1 ± 0,11)
Stadium III.	1,9 -2,3 (n = 37) (\bar{x} = 2,1 ± 0,14)	1,6 -1,7 (n = 31) (\bar{x} = 1,64 ± 0,04)	1,3 -1,7 (n = 37) (\bar{x} = 1,5 ± 0,14)
Körperlänge [mm]:			
Stadium I.	4,9 -6,6 (n = 23) (\bar{x} = 5,9 ± 0,60)	3,8 -6,0 (n = 38) (\bar{x} = 5,4 ± 0,71)	2,9 -5,1 (n = 33) (\bar{x} = 4,4 ± 0,40)
Stadium II.	7,1 -10,2 (n = 31) (\bar{x} = 8,9 ± 0,86)	7,5 -8,9 (n = 28) (\bar{x} = 8,7 ± 0,40)	5,4 -7,7 (n = 41) (\bar{x} = 7,1 ± 0,60)
Stadium III.	10,5 -14,5 (n = 38) (\bar{x} = 12,9 ± 1,10)	9,2 -12,5 (n = 31) (\bar{x} = 10,8 ± 1,13)	8,0 -11,8 (n = 38) (\bar{x} = 10,4 ± 1,10)
Puppe	6,5-8,5 (n = 9)	5,5-7,5 (n = 9)	5,0-7,0 (n = 9)

Larven von *Notiobia* sp. 1 wurde noch in zwei weiteren Versuchen folgendes Futter angeboten:

1. getötete *Drosophila*-Fliege
2. *Bellucia dichotoma* (Melastomataceae)-Samen (Papierausstrich), aufgeweicht

3. Ergebnisse

3.1 Morphometrische Daten und postembryonale Entwicklung

Von den drei untersuchten Arten sind die Imagines von *Notiobia* sp. 1 mit durchschnittlich 12,7 mm die größten (Tab. 1).

Morphometrische Daten zur Eigröße, Körperlänge der Larval- und Pupalstadien sowie zur Kopfkapsellänge der Larven aller drei Arten sind in Tabelle 2 dargestellt.

Die Dauer der embryonalen- sowie der postembryonalen Entwicklung war bei allen drei Arten recht ähnlich. Die postembryonale Entwicklungsdauer von *Notiobia* sp. 1 bis zur Verpuppung betrug 24-29 Tage (N = 25) und bis zur Imago 32-40 Tage (N = 23). Die frischgeschlüpfte weißen Larven des I. Stadiums bildeten innerhalb von 1-1,5 Stunden ihr schwarzes Pigment aus. Das I. Larvenstadium dauerte 5-6 Tage, das II. Larvenstadium 13-15 Tage. Die postembryonale Entwicklungsdauer von *Notiobia* sp. 2 bis zur Verpuppung betrug 23-26 Tage (N = 21) und bis zur Imago 32-36 Tage (N = 21). Nach 5-6 Tagen häuteten sich die Erstlarven zum II. Larvenstadium und nach 13-15 Tagen zum letzten Stadium. Die postembryonale Entwicklungsdauer von *A. batesi* bis zur Verpuppung betrug 22-26 Tage (N = 31) und bis zur Imago 31-35 Tage (N = 29). Das I. Larvenstadium dauerte 5-7 Tage und das II. Larvenstadium 14-15 Tage.

3.2 Aufzucht von Larven mit unterschiedlicher Nahrung

Die Versuchsergebnisse sind in den Tabellen 3, 4 und 5 zusammengestellt. Das Nahrungsspektrum beider *Notiobia*-Arten ist im Versuch sehr ähnlich. Vor allem Mehlwürmer und Kiwikerne ermöglichen eine Entwicklung. TetraMin ist, trotz der ausgewogenen Kombination tierischer und pflanzlicher Komponenten, offenbar nicht als Nahrung geeignet, ebensowenig die Samen von *Bellucia dichotoma* und das Kiwifruchtfleisch. Auffallend ist, daß es auch keine erfolgreiche Entwicklung bei Fütterung mit getrockneten Feigensamen gab. Im Gegensatz zu *Notiobia* sp. 1 entwickelt sich *Notiobia* sp. 2 beim Füttern mit ganzen Kiwikerne nicht bis zum Käfer. Bei *Notiobia* sp. 1 verlief die Entwicklung am schnellsten mit „Mehlwurm & zerdrückte Kiwikerne“ sowie mit „TetraMin & ganze Kiwikerne“ und „ganze Kiwikerne“. Bei Larven von *Notiobia* sp. 2 mit „Mehlwurm“, „Mehlwurm & zerdrückte Kiwikerne“ und „Mehlwurm & TetraMin“.

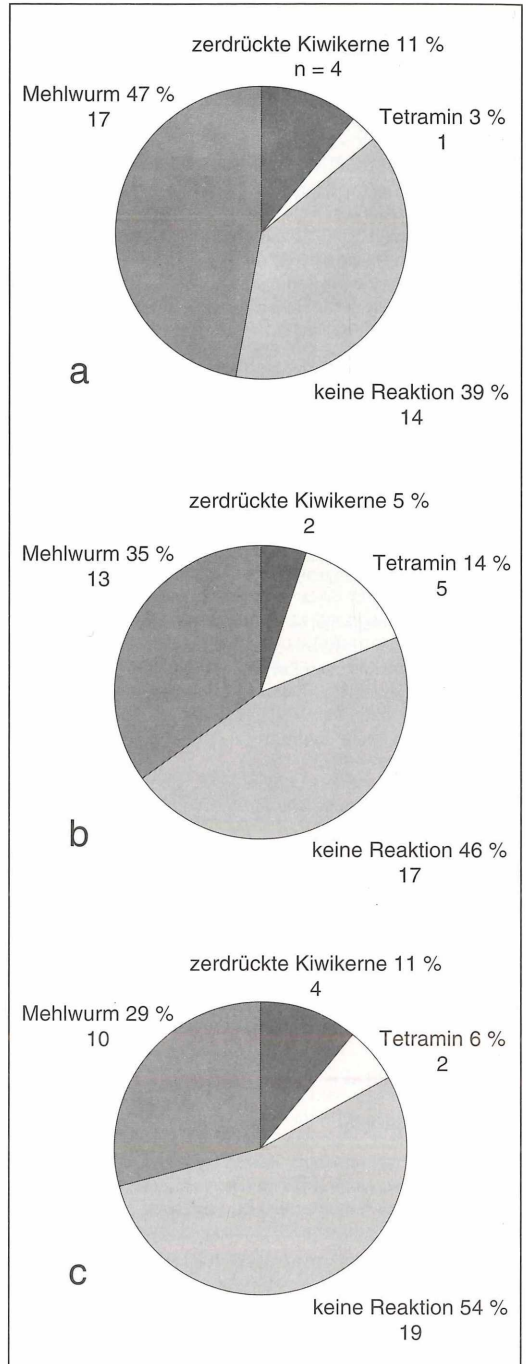


Abbildung 1. Prozentualer Vergleich der Nahrungswahl in den Versuchen mit Video-Nachtaufnahmen bei Larven von a) *Notiobia* sp. 1 (n = 36), b) *Notiobia* sp. 2 (n = 35) und c) *A. batesi* (n = 37).

Tabelle 3. *Notiobia* sp. 1: Ergebnisse der Aufzucht von Larven mit unterschiedlicher Nahrung.

Versuch	Versuchstiere	tote Larven	tote Puppen	geschlüpfte Käfer	Entwicklungserfolg
Mehlwurm & zerdrückte Kiwikerne (Standardfutter)	16	5	1	10	62 %
Mehlwurm	13	4	0	9	70 %
Mehlwurm & TetraMin	8	2	1	5	67 %
TetraMin	5	5	0	0	0 %
TetraMin & ganze Kiwikerne	8	4	0	4	50 %
zerdrückte Kiwikerne	15	6	0	9	60 %
ganze Kiwikerne	16	3	5	8	50 %
Kiwi-Fruchtfleisch	6	6	0	0	0 %
grüne Feige (zerriebene Frucht, trocken)	7	7	0	0	0 %
<i>B. dichotoma</i> (Melastomataceae)-Samen (Papierausstrich, trocken)	8	8	0	0	0 %
<i>B. dichotoma</i> (Melastomataceae)-Samen (Papierausstrich, aufgeweicht)	8	8	0	0	0 %

Tabelle 4. *Notiobia* sp. 2: Ergebnisse der Aufzucht von Larven mit unterschiedlicher Nahrung.

Versuch	Versuchstiere	tote Larven	tote Puppen	geschlüpfte Käfer	Entwicklungserfolg
Mehlwurm & zerdrückte Kiwikerne (Standardfutter)	16	5	2	9	56 %
Mehlwurm	13	8	1	4	31 %
Mehlwurm & TetraMin	17	5	1	11	65 %
TetraMin	5	5	0	0	0 %
TetraMin & ganze Kiwikerne	5	5	0	0	0 %
zerdrückte Kiwikerne	12	6	3	3	25 %
ganze Kiwikerne	13	13	0	0	0 %
Kiwi-Fruchtfleisch	5	5	0	0	0 %
grüne Feige (zerriebene Frucht, trocken)	6	6	0	0	0 %
<i>B. dichotoma</i> (Melastomataceae)-Samen (Papierausstrich, trocken)	8	8	0	0	0 %
<i>B. dichotoma</i> (Melastomataceae)-Samen (Papierausstrich, aufgeweicht)	8	8	0	0	0 %

Tabelle 5. *Athrostictus batesi* -Ergebnisse der Aufzucht von Larven mit unterschiedlicher Nahrung.

Versuch	Versuchstiere	tote Larven	tote Puppen	geschlüpfte Käfer	Entwicklungserfolg
Mehlwurm & TetraMin (Standardfutter)	16	8	0	8	50 %
Mehlwurm	16	9	0	7	44 %
Mehlwurm & zerdrückte Kiwikerne	12	5	1	6	50 %
TetraMin	16	13	3	0	0 %
TetraMin & ganze Kiwikerne	8	4	0	4	50 %
zerdrückte Kiwikerne	10	9	1	0	0 %
ganze Kiwikerne	5	5	0	0	0 %
Kiwi-Fruchtfleisch	5	5	0	0	0 %
grüne Feige (zerriebene Frucht, trocken)	5	5	0	0	0 %
<i>B. dichotoma</i> (Melastomataceae)-Samen (Papierausstrich, trocken)	5	5	0	0	0 %
<i>B. dichotoma</i> (Melastomataceae)-Samen (Papierausstrich, aufgeweicht)	5	5	0	0	0 %

Tabelle 6. Zusätzliche Nahrungswahlversuche bei den *Notiobia*-Arten

Nahrungsangebot	Reaktion		
	<i>Notiobia</i> sp.1 (Imagines)	<i>Notiobia</i> sp.2 (Imagines)	<i>Notiobia</i> sp.1 (Larven)
A) zerdr. Kiwikerne	7x	7x	
B) ganze Kiwikerne	2x	1x	
keine Reaktion	1x (n = 10)	2x (n = 10)	
A) große Feigensamen	6x		
B) kleine Feigensamen	6x	8x	
keine Reaktion	(n = 12)	2x (n = 10)	
A) kleine Feigensamen	10x	3x	
B) <i>B. dichotoma</i> -Samen (Papierausstrich, aufgeweicht)	1x	1x	
keine Reaktion	1x (n = 12)	1x (n = 5)	
A) getötete <i>Drosophila</i>	8x	4x	4x
keine Reaktion	2x (n = 10)	2x (n = 6)	4x (n = 8)
A) <i>B. dichotoma</i> -Samen (Papierausstrich, aufgeweicht), nach 10 Tagen ohne Fütterung	6x	4x	
keine Reaktion	4x (n = 10)	2x (n = 6)	8x (n = 8)

Nur bei vier Futtermaterialien gelang die Aufzucht von *Athrostictus batesi* von der Larve bis zum Käfer: Mehlwurm & TetraMin (die schnellste Entwicklung), Mehlwurm, Mehlwurm & zerdrückte Kiwikerne, TetraMin & ganze Kiwikerne.

3.3 Nahrungswahl bei Larven und Imagines (Video-Nachtaufnahmen)

In den Nahrungswahlversuchen I-VII (vgl. 2.3) wurden insgesamt 36 Larven von *Notiobia* sp. 1 beobachtet. 14 ließen während des Beobachtungszeitraums die Nahrung unberührt, 17 wählten das Mehlwurmsstück, 4 die zerdrückten Kiwikerne und eine Larve das TetraMin. Von den insgesamt 35 beobachteten Larven von *Notiobia* sp. 2 berührten 19 das Futter nicht, 10 Larven wählten das Mehlwurmsstück, vier die zerdrückten Kiwikerne und zwei das TetraMin (Abb. 1; vgl. VANICEK 1993 für Einzelversuche). Zwar ist der Anteil der Larven, die keine Reaktion zeigten bei *Notiobia* sp. 2 höher als bei *Notiobia* sp. 1, in der Nahrungspräferenz sind sich die Arten aber sehr ähnlich. Auffallend ist die starke Bevorzugung der tierischen Nahrung.

Käfer beider *Notiobia*-Arten fraßen sowohl vom Mehlwurm bzw. knackten und fraßen ganze Kiwikerne, wenn kein anderes Futter zur Verfügung stand (Versuch VIII). Mit Versuch IX konnte gezeigt werden, daß nur die Larven des I. Stadiums von *Notiobia* sp. 1 in der Lage sind, ganze Kiwikerne zu knacken und zu fressen, nicht aber Erstarven von *Notiobia* sp. 2. Larven und Käfer beider Arten haben am häufigsten vom Mehlwurm gefressen (Abb. 1). In Versuchen mit Einzelhaltung haben die Larven öfter gefressen als bei gemischter Haltung, bei der sie eine größere Aktivität zeigten.

Bei *Athrostictus batesi* haben von insgesamt 37 Larven in den Nahrungswahlversuchen I-VII (vgl. 2.3) 17 Larven keine Nahrung aufgenommen. 13 Larven fraßen am Mehlwurm, 5 am TetraMin und zwei an zerdrückten Kiwikerne (Abb. 1).

Bei vielen *Notiobia*-Larven wurde interspezifisches Konkurrenzverhalten und Kannibalismus beobachtet. Die Käfer dagegen haben weder Larven der eigenen Art noch der anderen Arten gefressen.

Während der Video-Nachtaufnahmen mit Larven wurden folgende Angriffe mit anschließendem Kannibalismus beobachtet: Bei *Notiobia* sp. 1 hat eine Larve im II. Larvenstadium (LII) eine LI-Larve gefressen, eine LIII-Larve hat eine LI-Larve und eine zweite LIII-Larve hat eine dritte LIII-Larve gefressen. Bei *Notiobia* sp. 2 hat eine LII-Larve zwei LI-Larven gefressen und eine im LIII-Larve eine LII-Larve.

Bei Larven von *Athrostictus batesi* wurden während der Video-Nachtaufnahmen zwar Angriffe mit anschließender Tötung beobachtet, aber kein Kannibalismus. Eine LII-Larve hat eine LI-Larve angegriffen und eine LII-Larve hat mit einer weiteren LII-Larve gekämpft.

3.4 Mandibelmorphologie der drei Arten

Die Larven-Mandibeln der *Notiobia*-Arten sind nur wenig gekrümmt, haben eine breite Basis und ein spitzes Ende. An der Innenbasis befinden sich ein paar Borsten, davor ein medianwärts vorspringender spitzer Zahn, das Retinaculum, und vor ihm vier kleinere, höckerartige Zähne auf dem Terebralkamm. Der Retinaculumzahn und die ventrale Rinne der Mandibeln ist bei *Notiobia* sp. 1 stärker ausgeprägt als bei *Notiobia* sp. 2 (Abb. 2a, b).

Larven von *Athrostictus batesi* haben mehr sichelförmig gekrümmte Mandibeln mit einer schärferen Spitze als bei den *Notiobia*-Arten. Auf dem Terebralkamm befinden sich keine Zähne (Abb. 2c).

Bei Imagines von *Notiobia* sp. 1 und *Notiobia* sp. 2 sind die Mandibeln nur wenig länger als breit und enden in einer stumpfen Spitze. Bei *Notiobia* sp. 1 findet man eine stärker ausgeprägte ventrale Rinne und einen kleineren Retinaculumzahn als bei *Notiobia* sp. 2 (Abb. 3a, b).

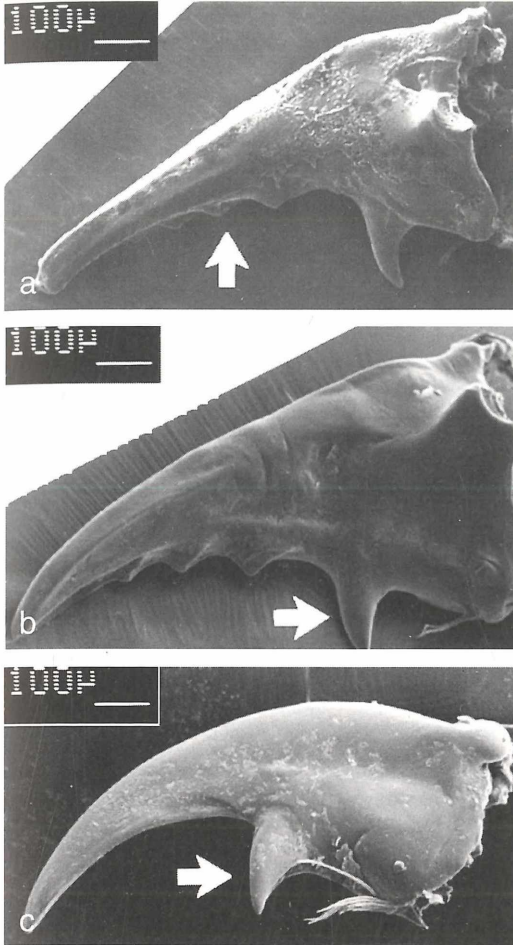


Abbildung 2. a) *Notiobia* sp. 1: Rechte Mandibel (dorsal, REM) der LIII-Larve. Pfeil = Terebralkamm; b) *Notiobia* sp. 2: Rechte Mandibel (dorsal, REM) der LIII-Larve. Pfeil = Retinaculumzahn; c) *Athrostictus batesi*: Rechte Mandibel (dorsal, REM) der LIII-Larve. Pfeil = Retinaculumzahn.

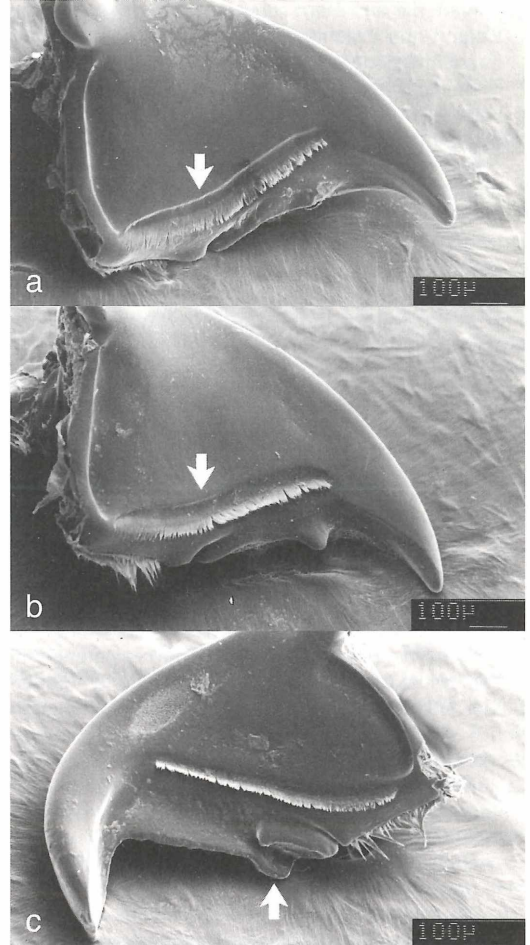


Abbildung 3. a) *Notiobia* sp. 1: Rechte Mandibel (ventral, REM) der Imago. Pfeil = ventrale Rinne; b) *Notiobia* sp. 2: Rechte Mandibel (ventral, REM) der Imago. Pfeil = ventrale Rinne; c) *Athrostictus batesi*: Linke Mandibel (ventral, REM) der Imago. Pfeil = Retinaculumzahn.

Bei Imagines von *Athrostictus batesi* sind die Mandibeln stärker gebogen und enden in einer scharfen Spitze. Der Retinaculumzahn ist gut ausgebildet (Abb. 3c).

4. Diskussion

Aus den Ergebnissen der Aufzuchtversuche (Tab. 3, 4, 5) und der Untersuchungen zur Mandibelgestalt von Larven und Käfern schließen wir, daß *A. batesi* nicht zu den ausgeprägt spermophagen Harpalini-Arten gehört. Dies war zu erwarten, da diese Art, im Gegensatz zu den *Notiobia*-Arten, nicht auf den nur kurzfristig existie-

renden Fruchtblächen beobachtet wurde. Unerwartet ist dagegen der Befund, daß sich die Dauer der Entwicklungszeiten von *A. batesi* und den beiden *Notiobia*-Arten im Labor nicht unterscheiden (Tab. 2, 3, 4). Wir nehmen an, daß die gesamte Entwicklungsdauer vom Ei bis zur Imago bei den *Notiobia*-Arten mindestens so lange dauert wie die Mehrzahl der Feigenfruchtfälle oder länger (PAARMANN et. al., unveröff.). Für die *Notiobia*-Arten ergeben sich dadurch zwei Probleme:

1. Jungkäfer schlüpfen auf einer Fruchtbläche, die von Samen weitgehend leergehäumt ist. Sie können sich somit durch Samen keine Fettreserven für die Wanderung zur nächsten Fruchtbläche anfressen.

2. Larven, die aus Eiern schlüpfen, die nicht gleich zu Beginn des Fruchtfalls abgelegt wurden, können ihre Entwicklung nicht mittels Samenfraß bis zum Ende des Fruchtfalls abschließen. Für diese Larven wäre die beobachtete Fähigkeit, sich bei ausschließlicher Ernährung mit Insekten (Mehlwurm) entwickeln zu können (Tab. 3, 4), von großer Bedeutung. Der beobachtete Kannibalismus der größeren an den kleineren Larven könnte dazu beitragen, daß die Larven, deren Entwicklung schon am weitesten fortgeschritten ist, ihre Entwicklung auch bei Mangel an Früchten abschließen.

Freilanduntersuchungen (PAARMANN & ADIS, unveröff.) ergaben, daß die Larven durchaus ihre gesamte Entwicklung bei alleiniger Fütterung mit Samen bestimmter Feigenarten durchlaufen können. Die in den Aufzuchtversuchen angebotenen Feigenfrüchte stammen offenbar von Baumarten, deren Früchte den Käfern auf ihrer Wanderung zwar als Nahrung dienen mögen, aber keine Entwicklung der Larven zulassen. Auf Melastomataceen-Fruchtflächen entwickeln sich drei weitere *Notiobia*-Arten (PAARMANN & ADIS, unveröff.). Die Käfer der beiden *Notiobia*-Arten von Feigen-Fruchtflächen fressen zwar die Melastomataceensamen, die Larven von *Notiobia* sp. 1 aber nicht (Tab. 6). Larven von *Notiobia* sp. 2 wurden daraufhin nicht untersucht. Jedenfalls ist eine erfolgreiche Entwicklung der Larven beider Arten bei ausschließlicher Fütterung mit Samen von *B. dichotoma* nicht möglich (Tab. 3, 4). Dies deutet darauf hin, daß neben Feigen auch bestimmte Melastomataceen-Bäume durch ihr Fruchtangebot den Käfern auf ihren Wanderungen als Trittsteinhabitats dienen können.

Zwischen den beiden Feigenkäferarten deutet sich eine gewisse Nischenaufteilung an: *Notiobia* sp. 1 ist deutlich größer als *Notiobia* sp. 2 (Tab. 1). Auf Grund dieser Körpergrößenunterschiede, kann *Notiobia* sp. 1 sich deutlich größere Samen als Nahrungsquelle erschließen, als *Notiobia* sp. 2. Diese Vorstellung wird durch die Ergebnisse der Nahrungswahlversuche (Tab. 6) bestätigt: Käfer von *Notiobia* sp. 1 zeigten bei gleichzeitigem Angebot von kleinen und großen Samen keine Bevorzugung eines Samentyps, während die Käfer von *Notiobia* sp. 2 ausschließlich die kleinen Samen wählten.

Aus den Fütterungsversuchen (Tab. 3, 4) ergab sich, daß die kleinere Art (*N.* sp. 2), im Gegensatz zu der größeren (*N.* sp. 1), sich nicht entwickeln kann, wenn unzerstörte Kiwisamen als Futter angeboten werden. Die Larven des I. Stadiums von *Notiobia* sp. 2 sind offensichtlich nicht in der Lage, die vergleichsweise großen Kiwisamen zu öffnen.

Im Lebensraum der Käfer dürften die geschilderten Unterschiede zwischen den Arten dazu führen, daß *Notiobia* sp. 2 optimale Ernährungsbedingungen nur auf Fruchtflächen von kleinfrüchtigen Feigen (= kleinsamig; PAARMANN et al., unveröff.) findet, *Notiobia* sp.

1 dagegen ein breiteres Spektrum an Ernährungsbedingungen vorfindet, da ihre Erstlarven auch Feigen mit größeren Samen nutzen können.

5. Literatur

- ADIS, J. (1992): Überlebensstrategien terrestrischer Invertebraten in Überschwemmungswäldern Zentralamazoniens. – Verh. naturwiss. Ver. Hamburg (NF), **33**: 21-114.
- ADIS, J., PAARMANN, W. & HÖFER, H. (1990): On phenology and life-cycle of *Scarites* (Scaritini, Carabidae) from Central Amazonian floodplains. – In STORK, N. E. (Ed.): The role of ground beetles in ecological and environmental studies: 269-275; Andover (Intercept).
- ALLEN, R. T. (1979): The occurrence and importance of ground beetles in agricultural and surrounding habitats. – In: ERWIN, T. L., BALL, G. E., WHITEHEAD, D. R. & HALPERN, A. L. (Ed.): Carabid beetles: their evolution, natural history and classification: 485-505; The Hague (W. Junk).
- BRANDMAYR, T. Z. (1990): Spermophagous (seed-eating) ground beetles: First comparison of the diet and ecology of the Harpaline genera *Harpalus* and *Ophonus* (Col., Carabidae). – In: STORK, N. E. (Ed.): The role of ground beetles in ecological and environmental studies: 307-315; Andover (Intercept).
- ERWIN, T. L. (1979): Thoughts on the evolutionary history of Ground Beetles: Hypotheses generated from comparative faunal analyses of lowland forest sites in temperate and tropical regions. – In: ERWIN, T. L., BALL, G. E., WHITEHEAD, D. R. & HALPERN, A. L. (Ed.): Carabid beetles: their evolution, natural history and classification: 539-587; The Hague (W. Junk).
- FORSYTHE, T. G. (1983): Mouthparts and feeding of certain ground beetles (Coleoptera: Carabidae). – Zool. J. Linn. Soc., **79**: 319-376.
- NOONAN, G. R. (1973): The Anisodactylines (Insecta: Coleoptera: Carabidae: Harpalini): Classification, evolution, and zoogeography. – Quaest. Ent., **9**: 266-480.
- PENNY, N. D. & ARIAS, J. R. (1982): Insects of an Amazon forest. – 269 S.; New York (Columbia University Press).
- SKUHRAVY, V. (1959): Potrava polních strelíkovitých (Die Nahrung der Feldcarabiden). – Acta Soc. Ent. Cechoslov., **56** (1): 1-18.
- VANICEK, M. (1993): Biologische und morphologische Untersuchungen an drei neotropischen Laufkäferarten (Coleoptera: Carabidae: Harpalini). – 163 S.; Diplomarbeit Univ. Kiel.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Andrias](#)

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: [13](#)

Autor(en)/Author(s): Vanicek Michaela, Adis Joachim, Paarmann Wilfried

Artikel/Article: [Untersuchungen zur Biologie dreier Laufkäferarten \(Coleoptera, Carabidae, Harpalini\) aus amazonischen Regenwäldern 161-168](#)