

Sonderdruck: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Göttingen 1976.

## NAHUNGSSPEKTRUM UND NAHRUNGSKONNEX VON PTEROSTICHUS OBLONGOPUNCTATUS (F.) UND PTEROSTICHUS METALLICUS (F.) (COLEOPTERA, CARABIDAE)\*

H. KOEHLER

### Abstract

Food and food relations of *Pterostichus oblongopunctatus* (F.) and *P. metallicus* (F.) were studied in the German IBP-PT research area, a 125 year old beech stand (Luzulo-Fagetum) in the Solling mountains, by dissecting material from pitfall traps. They were emptied every fortnight throughout 1969. Both species showed to be almost entirely carnivorous on a wide range of prey. Although no food preference could be proved there was a close correlation between biology and phenology of predator and prey respectively. The availability of a certain species of prey is further influenced by peculiarities like hardness of the elytra, which may change during the life cycle.

Die Imagines der beiden Laufkäferarten *Pterostichus oblongopunctatus* und *P. metallicus* besitzen nach den Untersuchungen von Weidemann (1971, 1972) eine beträchtliche ökologische Relevanz im Ökosystem des Hochsolling-Buchenswaldes, die durch ihren Anteil von ca. 18% an der Biomasse aller epigäischen Räuber des Versuchsgebietes belegt wird (Weidemann in litt.). *P. oblongopunctatus*, eine eurypote Waldart, gehört zu den häufigsten Waldcarabiden Deutschlands (Thiele 1964). Auch *P. metallicus* ist ein sehr häufiger Laufkäfer der mon-

Tabelle 1 Charakteristische Daten von *Pterostichus oblongopunctatus* und *P. metallicus* im Solling (nach Weidemann 1972, und mündl. Mitt.).

	<i>P. oblongopunctatus</i>	<i>P. metallicus</i>
Körperlänge	10 – 12 mm	13 – 15 mm
Körpergewicht	50 – 80 mg	100 – 150 mg
Anteil am Bestand der Carabiden	55% (häufigste Art)	17%
Anteil an Biomasse der Carabiden	62%	31%
Anteil an Biomasse aller epigäischer Räuber	beide Arten zusammen 18%	

\* Solling-Projekt der Deutschen Forschungsgemeinschaft; Mitteilung Nr. 192.

tanen Gebiete Mitteleuropas (Lauterbach 1964). Einige charakteristische Daten der beiden Arten sind der Tab. 1 zu entnehmen. Die Rolle der aufgrund ihrer Umsatzleistungen bedeutenden beiden *Pterostichus*-Populationen wurde durch eine Analyse ihrer Nahrungsbeziehungen, über die im folgenden berichtet wird, und ihres Nahrungsumsatzes (Koehler 1976) näher spezifiziert.

Die Art der gefressenen Nahrung wurde mit Hilfe der klassischen Darminhaltsanalyse bestimmt (Forbes 1883). Diese Methode ist für beide Arten sehr gut anwendbar, da sie ihre Nahrung schlucken und nicht, wie einige andere Carabidenarten (z.B. Carabini, Agonini), präoral verdauen (Davies 1953). Im Darminhalt sind daher Chitinbruchstücke und andere unverdauliche Bestandteile zu

Tabelle 2. Die Nahrung von *Pterostichus oblongopunctatus* und *P. metallicus* im Solling.

Beutetiere:		
Coleoptera	Curculionidae:	Polydrosus undatus Phyllobius argentatus Strophosomus melanogrammus Rhynchaenus fagi
	Elateridae:	Athous subfuscus Larve
	Staphylinidae	nicht näher bestimmbare Käfer
Diptera	Fannia spec.	(Larve)
	Lonchoptera spec.	(Larve)
	Sciaridae spec.	(Larve)
	nicht näher bestimmbare Imagines	
Acari	Moosmilbe	
	Tyroglyphidae	nicht näher bestimmbare Milben
Araneae	Coelotes (jung)	nicht näher bestimmbare Spinnen
Aphidinae		
Collembola		
Lepidoptera	Raupen	nicht näher bestimmbare Schmetterlinge
Andere Nahrung:		
Pflanzliche Bestandteile	Buchenpollen	nicht näher bestimmbare Fragmente
Amorpher Nahrungsbrei	nicht näher bestimmbar	

finden, von denen auf die Art der aufgenommenen Nahrung geschlossen werden kann. Die Identifikation erfolgt am sichersten mit Hilfe einer Fotokartei, in der die gefundenen auffallenden Strukturen zusammengestellt sind. Durch Vergleich mit Referenzpräparaten gequetschter Beutetiere kann die Herkunft eines Nahrungspartikels dann genau bestimmt werden. In Tab. 2 sind die Bestandteile der Nahrung der Imagines der beiden untersuchten *Pterostichus*-Arten zusammengefaßt.

Die Identifikation der Beute wird durch die verschiedensten charakteristischen Strukturen ermöglicht. So sind Schuppen gute Erkennungsmerkmale für Lepidopteren, Collembolen und Curculioniden. Letztere können sogar bis zur Art bestimmt werden. *Phyllobius argentatus* z.B. besitzt längliche, spitz zulaufende Schuppen, während die von *Strophosomus melanogrammus* oval und kräftig strukturiert sind (Abb. 1 u. Abb. 2).

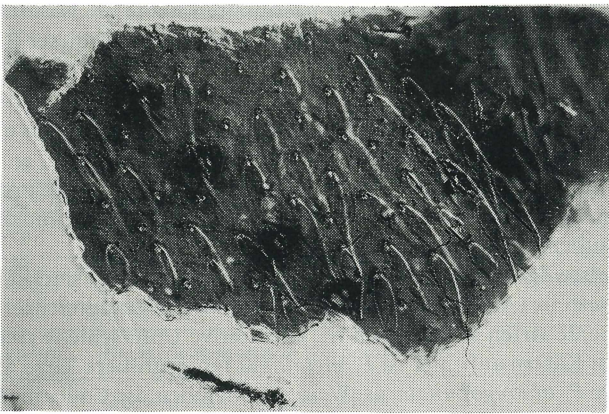


Abb. 1. Kutikulafragment von *Phyllobius argentatus* mit Schuppen.

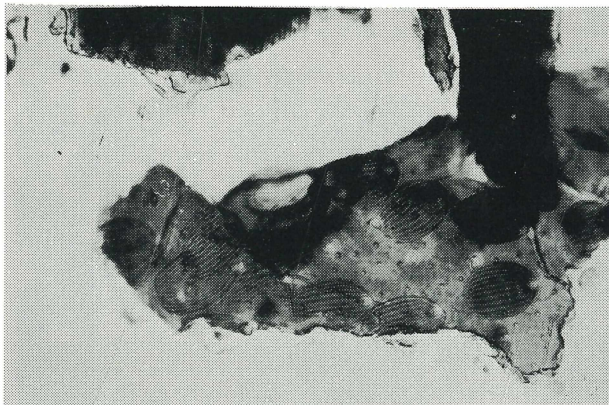


Abb. 2. Kutikulafragment von *Strophosomus melanogrammus* mit Schuppen.

Das Erkennungsmerkmal der Larven von *Fannia* (Abb. 3) und *Lonchoptera*, zweier Dipteren, ist ihre charakteristisch gemusterte Körperoberfläche. Diese Strukturen sind auch bei kleinen Bruchstücken noch eindeutig zu identifizieren. Die Bestimmungsmerkmale der Beutetiere sind in Tab. 3 kurz aufgeführt. Die Auswertung der Darminhaltspräparate birgt aufgrund der unterschiedlichen Erkennbarkeit der einzelnen Bruchstücke einige Probleme. Sehr zarte Fragmente können übersehen werden und dicke Bruchstücke sind im Durchlichtmikroskop nur schlecht differenzierbar. Weiterhin ist der Informationsgehalt der im Darminhalt auftretenden Partikel recht unterschiedlich. Bei einigen Beuteobjekten reicht schon eine einzelne Schuppe oder ein winziger Splitter aus, um auf den Ursprung der Nahrung schließen zu können, wie z.B. bei den erwähnten *Fannia*-Larven.

Die untersuchten Laufkäfer stammen aus Formalinfallen, die 1969 im Buchenaltbestand exponiert waren und in 14-tägigem Rhythmus geleert wurden (Weidemann 1971a). Je Untersuchungszeitraum wurden i.d.R. 20 Käfer präpariert. Um den prozentualen Anteil einer bestimmten Beute am Nahrungsspektrum bestimmen zu können, wurde die Anzahl (m) von Käfern mit dieser Beuteart und die Summe aller gefundenen Beutetiere (M) ermittelt. Der Quotient  $m/M$  gibt dann Aufschluß über den Anteil einer Beuteart an der Nahrung der beiden untersuchten Räuber. Wie Rudge (1968) bei seinen Untersuchungen über das Nahrungsspektrum von *Sorex* nachwies, ist es meist nicht möglich, an Hand von Darminhaltsuntersuchungen die Anzahl der gefressenen Beutetiere pro Räuberindividuum anzugeben. Daher wurde eine bestimmte Beuteart grundsätzlich nur einmal pro Räuberindividuum notiert.

Die Ergebnisse der quantitativen Analyse des Darminhaltes sind in Kreisdiagrammen dargestellt (Abb. 4). Es ist ersichtlich, daß die Zusammensetzung der Nahrung für beide Arten sehr ähnlich ist. Qualitative Unterschiede treten nur bei den erbeuteten Käfern auf: hier ist *P. metallicus* fähig, größere Tiere zu fressen als der kleinere *P. oblongopunctatus*. Weiterhin nehmen die Collembolen bei *P. metallicus* einen größeren Teil des Spektrums ein als bei *P. oblongopunctatus*.



Abb. 3. Kutikulafragment von *Fannia* spec.

Für beide Arten läßt sich sagen, daß ihre Hauptnahrungsobjekte Coleopteren, Aphiden und Collembolen sind. Weiterhin werden *Fannia*- und *Lonchoptera*-Larven sowie Lepidoptera und ihre Larven häufig erbeutet. Spinnen, Milben, Dipteren (Imagines und Larven) und verschiedene nicht exakt ansprechbare Objekte stellen unter der Kategorie „Sonstiges“ ebenfalls eine wichtige Nahrungsquelle dar. Pflanzenreste machen nur einen geringen Prozentsatz aus und sind zudem wahrscheinlich sekundäre Nahrungsbestandteile (Davies 1953).

Anders als der nur wenig größere *P. madidus*, der überwiegend größere Beuteobjekte frißt (Luff 1974), ernähren sich unsere beiden *Pterostichus*-Arten in erheblichem Umfang von Kleinformen wie Collembolen und Blattläusen. Es stellt sich die Frage, welche Faktoren das potentielle Nahrungsangebot beschränken und wovon die Verfügbarkeit der Beute beeinflußt wird. Die jahreszeitlich

Tabelle 3. Identifikationsmerkmale der Nahrung von *P. oblongopunctatus* und *P. metallicus* im Solling.

BEUTE	ERKENNUNGSMERKMAL
Curculionidae	Schuppen; Bestimmung bis zur Art möglich
Staphylinidae	Chagrinerung der Vorderränder der Tergite; Chitinstrukturen, Mundwerkzeuge
Elateridenlarven u. a. Käferlarven	Borsten der Mundzone; Mundwerkzeuge
Fannialarven und -puppen	Hammerschlagmuster, schon bei kleinsten Bruchstücken eindeutig; laterale Chitinstacheln
Lonchopteralarven	Netzartig gemusterte Körperoberfläche
Diptera	Extremitäten-, Fühlerfragmente
Acari	Extremitätenfragmente, Analplatten
Araneae	gezähnte Klauen; Körper- und Extremitätenstücke sind manchmal nur schwer von Dipterenfragmenten zu unterscheiden
Aphidinae	Mundwerkzeuge, ringförmige Strukturen der Körperoberfläche; Augen; Fühler-, Extremitäten-, Flügelfragmente
Collembola	Schuppen
Lepidoptera	Schuppen; Chitin; Schmetterlingsraupen wurden an Hand d. sichel- förmigen Chitinhaken ihrer Kranzfüße erkannt
Puppen (?) (Frank, 1967)	Amorph
Nicht identifizierbar waren weichhäutige Beutetiere wie z.B. Schnecken	
Neben Resten tierischer Nahrung fanden sich auch Buchenpollen, Holzpartikel und andere nicht näher bestimmbare Pflanzenteile	

differenzierte Darminhaltsanalyse ergab keine Hinweise auf eine Nahrungspräferenz; d.h. ein gezieltes Aufsuchen und Auswählen der Beute ist höchst unwahrscheinlich. Es konnte vielmehr festgestellt werden, daß die Koinzidenz von Räuber und Beute von deren Biologie und Phänologie bestimmt wird.

Ein Tier muß im Stratum der Räuber vorhanden sein, um als Beute in Frage

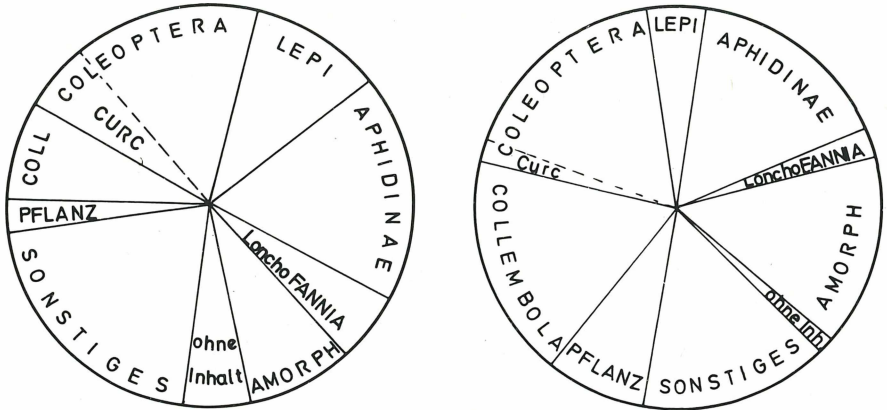


Abb. 4. Anteil verschiedener Beuteobjekte an der Nahrung (Darminhalt) von *P. oblongopunctatus* (links) und *P. metallicus* (rechts n = 64)

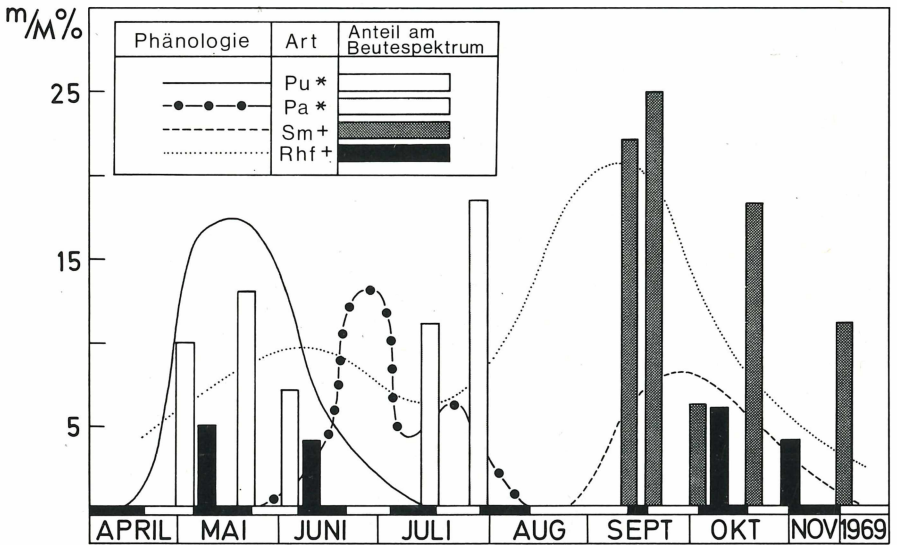


Abb. 5. Phänologie der Curculioniden *Polydrosus undatus*<sup>1</sup>, *Phyllobius argentatus*<sup>1</sup>, *Strophosomus melanogrammus*<sup>2</sup> und *Rhynchaenus fagi*<sup>2</sup> und ihr Auftreten in der Nahrung von *Pterostichus oblongopunctatus* (<sup>1</sup> Boden- und Baumphotoelektorfänge, nach Schauer mann 1973, <sup>2</sup> Baumphotoelektor- und Schüttelfänge, nach Grimm 1973).

zu kommen. Ständige Bewohner der Streuschicht sind unter anderem Collembolen, Elateriden- und Fannia-Larven. Doch auch bei diesen ständigen Streubewohnern muß ihre Biologie berücksichtigt werden, wie an Hand der Diptere *Fannia spec.* verdeutlicht werden soll. Ihr Larvenstadium erstreckt sich vom Spätsommer bis Anfang Juli (Altmüller mündl.). Folglich kommen während einer kurzen Sommerperiode *Fannia*-Larven als Nahrung nicht in Frage. Diesen

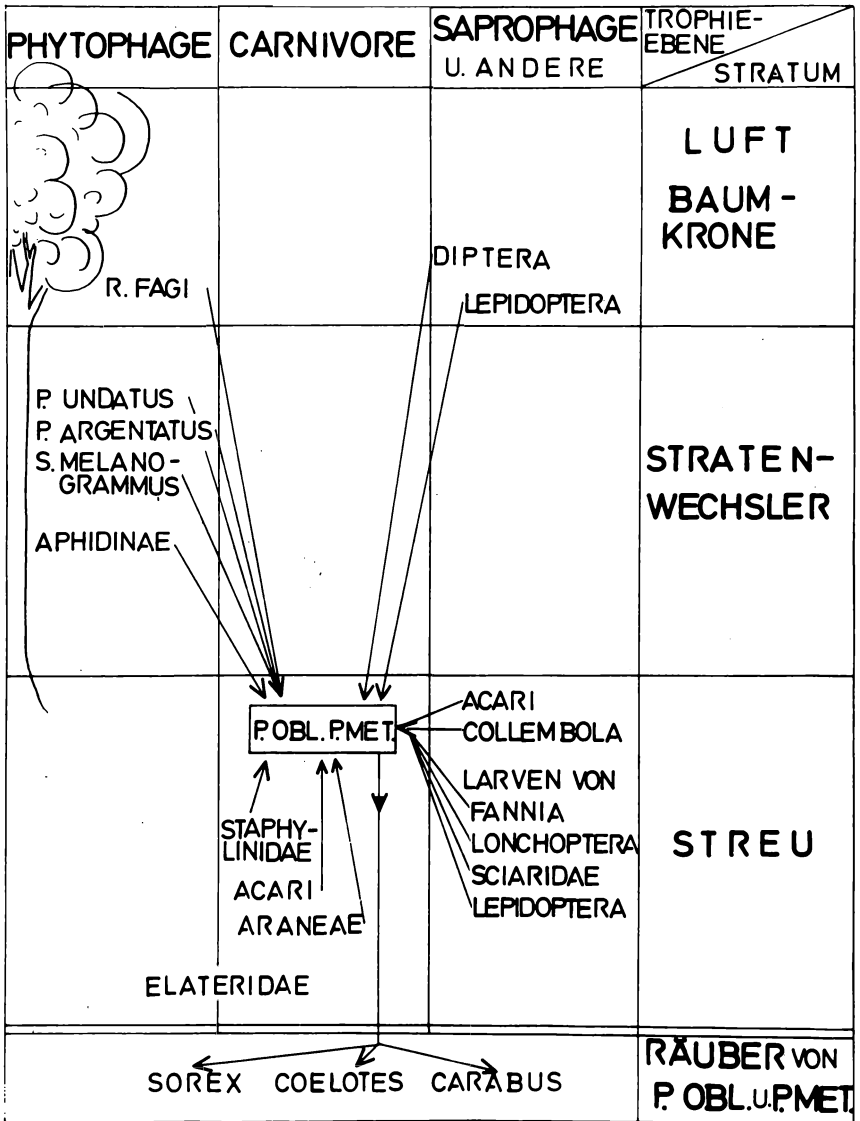


Abb. 6. Die Stellung von *P. oblongopunctatus* und *P. metallicus* im Nahrungskonnex.

phänologischen Daten entsprechen die Befunde der Darminhaltsanalysen: *Fannia*-Larven werden bis Juli und ab Anfang Oktober erbeutet.

Nur zeitweise in der Streu vertreten sind Tiere, die sich im Boden entwickeln und nach dem Schlüpfen das Stratum wechseln, wie z.B. einige Curculionidenarten. *Polydrosus undatus*, *Phyllobius argentatus* und *Strophosomus melanogrammus* wandern zum Reifefraß in die Buchenkronen und sind daher kurz nach dem Schlüpfen in der Streu anzutreffen. Zur Eiablage suchen sie wiederum den Boden auf (Grimm 1973, Schaueremann 1973). Die Befunde der Darminhaltsanalysen decken sich weitgehend mit diesen biologischen Daten (Abb. 5). Lediglich bei *Strophosomus melanogrammus* traten Unregelmäßigkeiten auf, die jedoch mit Hilfe von Fütterungsversuchen geklärt werden konnten. *S. melanogrammus* wird, wie die Darminhaltsuntersuchungen ergaben, nur im Herbst gefressen, zu einer Zeit also, wo diese Curculionidenart schlüpft und zum Fraß in die Buchenkronen wandert (Jungkäferfraß). Im Frühjahr jedoch, wenn *S. melanogrammus* nach der Überwinterung zum Reifefraß in die Baumkronen wandert, wird er nicht mehr erbeutet. Die Fütterungsversuche mit Exemplaren aus der Herbst- und aus der Frühjahrspopulation zeigten, daß das Chitin der Rüsselkäfer im Frühjahr von den Räubern nicht mehr geknackt werden kann, da es während der Winterruhe erhärtet ist.

Von *Rhynchaenus fagi*, einer kleinen Rüsselkäferart, die sich in den Buchenkronen entwickelt, werden vermutlich nur die durch Wind von den Bäumen geschlagenen Exemplare erbeutet. Sie treten zu Perioden ihrer höchsten Abundanz im Nahrungsspektrum von *P. oblongopunctatus* auf.

Außer von den Eigenschaften der Beutetiere wird das Nahrungsspektrum von der Biologie der Räuber geprägt. Die Weibchen von *P. metallicus* betreiben Brutpflege und sind etwa 14 Tage lang völlig inaktiv (Weidemann 1971b). Sie bewachen ihre Gelege und nehmen keine Nahrung auf. Die Aktivität der Männchen ist ebenfalls stark eingeschränkt. Daher kann *P. metallicus* das während dieser Periode arten- und individuenreiche Nahrungsangebot nicht nutzen, im Gegensatz zu *P. oblongopunctatus*, der im Juli noch ziemlich aktiv ist.

Die aus diesen Befunden ableitbare Stellung von *P. oblongopunctatus* und *P. metallicus* im Nahrungskonnex ist in Abb. 6 mit Angabe der Stratenzugehörigkeit und der trophischen Gruppe der Beutetiere dargestellt. Auf der Ebene der beiden untersuchten Räuber werden vor allem die Energieflüsse der Phyto- und Detritophagenkette miteinander verknüpft, d.h. die Imagines von *P. oblongopunctatus* und *P. metallicus* haben Anteil an mindestens zwei Komponenten des Gesamtenergieflusses. Der folgenden Trophieebene, der die Carnivoren *Sorex* (Topcarnivor), *Coelotes* und *Carabus* angehören, steht u.a. die in der Produktion ( $P_{\text{growth}}$ ) der beiden *Pterostichus*-Arten festgelegte Energiemenge zur Verfügung. Neben diesen drei nachgewiesenen Feinden kommen auch Vögel als Räuber der beiden untersuchten Laufkäfer in Frage.

## Literatur

- Altmüller, R. (1976): Zum Energieumsatz von Dipteren im Buchenwald (Luzulo-Fagetum).  
Babel, O. (1975): Untersuchungen an Soricidenmaterial aus einem definierten Fanggebiet

- des Solling. Unveröffl. Staatsexamenarbeit, TiHo Hannover.
- Davies, M.J. (1953): The contents of the crops of some british carabid beetles. *Ent. mon. mag.* 89: 18–23.
- Forbes, S.A. (1883): The food relations of the carabidae and coccinellidae. *Ill. St. Lab. Nat. Hist. Bull.* 1: 33–64.
- Forbes, S.A. (1884): Notes on insectivorous coleoptera. *Bull. Ill. St. Lab. Nat. Hist.* 1 (3): 168–176.
- Frank, J.H. (1967): The insect predators of the pupal stage of the winter moth, *Operophtera brumata*. *J. Anim. Ecol.* 36: 375–389.
- Grimm, R. (1973): Zum Energieumsatz phytophager Insekten im Buchenwald (1). *Oecologia* 11: 187–262.
- Hartmann, P. (1974): Die Staphylinidenfauna verschiedener Waldbestände und einer Wiese des Solling. Diplomarbeit, Göttingen.
- Hassell, M.P., Lawton, J.H. & Beddington, J.R. (1976): The components of arthropod predation (1) The prey-death rate. *J. Anim. Ecol.* 45 (1): 135–165.
- Lauterbach, A.W. (1964): Verbreitungs- und aktivitätsbestimmende Faktoren bei Carabiden in sauerländischen Wäldern, Abh. Landesmus. Naturkunde Münster, W.
- Luff, M.L. (1974): Adult and larval feeding habits of *Pterostichus madidus* (F.) (Coleoptera: Carabidae). *Dep. of Agricult. Zool.* 26: 1–103.
- Rudge, M.R. (1968): The food of the common shrew *Sorex araneus* in Britain. *J. Anim. Ecol.* 37: 365–542.
- Schauermann, J. (1973): Zum Energieumsatz phytophager Insekten im Buchenwald (2). *Oecologia* 13: 313–350.
- Thiele, H.-U. (1964): Experimentelle Untersuchungen über die Ursachen der Biotopbindung bei Carabiden. *Z. Morph. Ökol. Tiere* 53: 387–452.
- Weidemann, G. (1971): Zur Biologie von *Pterostichus metallicus* (Coleoptera, Carabidae). *Faun. ökol. Mitt.* 4: 30–36.
- Weidemann, G. (1971a): Food and energy turnover of predatory arthropods of the soil surface. Methods used to study population dynamics, standing crop and production. *Ecol. Studies* 2: 110–118.
- Weidemann, G. (1972): Die Stellung epigäischer Raubarthropoden im Ökosystem Buchenwald. *Verh. d. Dtsch. Zool. Ges.* 65: 106–116.

#### Anschrift des Verfassers:

Dipl. Biol. Hartmut Koehler, II. Zoologisches Institut der Universität, Abt. Ökologie, Berliner Straße 28, D-3400 Göttingen.