

## ZUR ABUNDANZ- UND BIOMASSENDYNAMIK DER TIERE IN BUCHENWÄLDERN DES SOLLING\*

J. SCHAUERMANN

### *Abstract*

The abundance- and biomass-dynamics of the dominant animal groups were determined in a beech forest (*Luzulo-Fagetum*, 129 years old, 1976). High annual mean values for density and biomass were found for the following groups: Enchytraeidae (76000 Ind./m<sup>2</sup>; 15 kg dry weight/ha), soil living Acari (214000 Ind./m<sup>2</sup>; 9,2 kg dry weight/ha) and Collembola (63000 Ind./m<sup>2</sup>; 2,4 kg dry weight/ha). For soil living larvae of Nematocera the max. values were 14360 Ind./m<sup>2</sup> and 10,6 kg dry weight/ha. The biomass determined with ground-photoelector (Production an Imagines) per year is 14 kg dry weight/ha (4700 Ind./m<sup>2</sup>·year). Hatching abundance and body size of the weevil *Phyllobius argentatus* L. showed significant correlation with one another.

### 1. Einführung

Die Populationsparameter Individuendichte und Biomasse sind zwei charakteristische Größen zur Beschreibung von Struktur und Dynamik der Zoozönose. Es war das Ziel der zoologischen Arbeitsgruppe im Rahmen des Solling-Projekts der DFG, Abundanz und Biomasse der wichtigsten Tierpopulationen im Sauerhumus-Buchenwald (*Luzulo-Fagetum*) zu erfassen (Funke 1971, 1973). Neben den Einzelarbeiten an wichtigen Tierpopulationen (s. Funke 1977) wurde in allen Untersuchungsflächen ein Minimumprogramm (Funke 1971, Grimm et al. 1975) durchgeführt. Als Fangmethode stand hierbei der Boden-Photoelektor im Mittelpunkt. Damit sind sehr genaue Angaben zu Schlüpfdichte und -biomasse möglich. Daraus kann ein Teilwert der sekundären Produktion, die „Produktion an Imagines“ (Funke 1971) berechnet werden.

### 2. Ergebnisse

#### 2.1. Abundanzdynamik

Die Dichten der tierischen Populationen schwanken durch Geburt und Tod, sie oszillieren. Durch fortlaufende Registrierung dieser Oszillation innerhalb einer Generation oder einer Vegetationsperiode lassen sich Durchschnittswerte bzw. Minima und Maxima der Abundanzen ermitteln. Somit ist ein übersichtlicher Vergleich der mittleren Dichten aller Tiergruppen im Ökosystem und mit ande-

\*Ergebnisse des Solling-Projekts der DFG (IBP), Mitteilung Nr. 193.

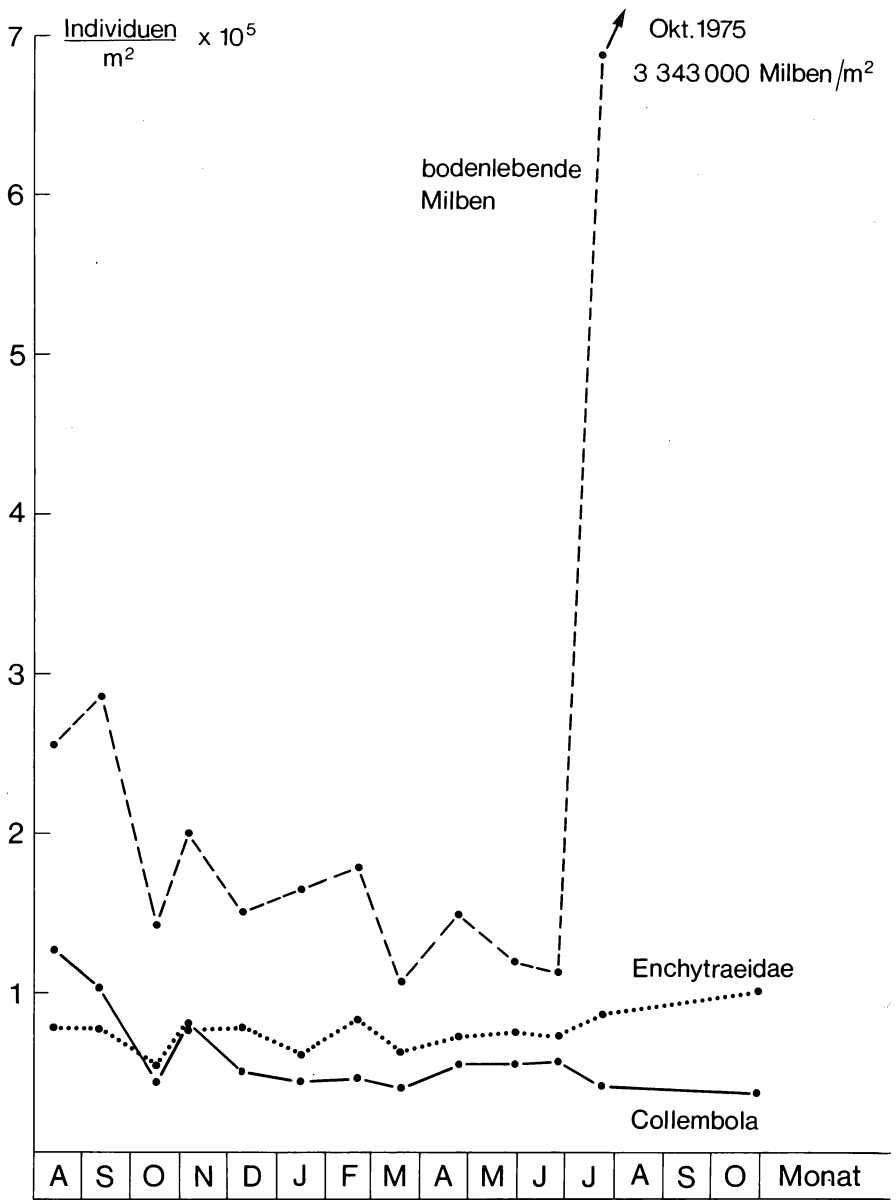


Abb. 1. Oszillationen der Populationsdichte bei *Enchytraeidae* (n = 9), bodenlebenden *Acari* (n = 3) und *Collembola* (n = 3) im Altbuchenbestand (B<sub>1a</sub>, 1974/75). n gibt Teilauswertung der Grundgesamtheit von 12 Stichproben an. Probentiefe bis -2 cm (*Acari*, *Collembola*) bzw. -6 cm (*Enchytraeidae*) im Mineralhorizont (B-Horizont; Babel 1971). Extraktionsverfahren der Bodenproben nach O' Connor (1971) und Macfadyen (1962a, b).

ren Ökosystemen möglich. In Abb. 1 sind am Beispiel der Enchytraeiden, bodenlebenden Milben und Collembolen im Altbuchen-Bestand (B<sub>1a</sub>, 129 Jahre alt, 1976) die intraannuären und intrazyklischen Dichteschwankungen (Schwerdtfeger 1968) dargestellt. Höchste Abundanzwerte finden wir bei den genannten Gruppen im Herbst bei einem hohen Anteil an Jugendstadien. Zeitgleich und an denselben Einzelprobestellen meiner Untersuchungen an Enchytraeiden, Milben und Collembolen führte Hartmann (1974/75) seine Arbeiten durch, die entsprechende Ergebnisse zur Abundanzdynamik für Staphyliniden (Hartmann 1977), *Araneae* (Albert, R. 1977) und Chilopoden (Albert, A. 1977) erbrachten. McColl & Hartmann (unveröffentlicht) konnten mit Hilfe dieser Materialserien nachweisen, dass einige Species der Staphyliniden an verschiedenen Enchytraeidenpopulationen räuberisch leben. Damit ist ein erster Ansatz zur Kausalanalyse der gegenseitigen Beeinflussung von wichtigen Räuber-Beutesystemen bei Bodentieren des Luzulo-Fagetums durchgeführt, die sich in gleichsinnigen oder gegensinnigen Oszillationsverläufen der Dichte ausdrückt.

In Tab. 1 sind die Jahresmittelwerte der Abundanz (bzw. die Minimal- und Maximalwerte) der wichtigsten Tierpopulationen des Hainsimsen-Buchenwaldes aufgeführt. Nur für Einzeller und Fadenwürmer liegen zur Zeit noch keine Angaben vor. Die meisten Tiere hoher Populationsdichten sind an die Boden-Streuschicht gebunden. Anders als im Kalk-Buchenwald (*Melico-Fagetum*), z.B. der Umgebung Göttingens, mit seinen großen Zersetzern wie Schalenschnecken, Regenwürmern, Asseln und Doppelfüßern erreichen im *Luzulo-Fagetum* die *Enchytraeidae* mit 76000 Ind./m<sup>2</sup>, bodenlebende *Acari* mit 214000 Ind./m<sup>2</sup> und *Collembola* mit 63000 Ind./m<sup>2</sup> im Jahresmittel sehr hohe Dichten. Im Oktober 1975 fand ich sogar 3343000 Milben/m<sup>2</sup>. In oben genannten Mittelwert der Dichte bei *Acari* geht dieses Ergebnis nicht ein. Es ist das Vielfache bisher in der Literatur genannter Maximalwerte der Abundanz für terrestrische Ökosysteme überhaupt. Für Laub- und Nadelwaldökosysteme der gemäßigten Zone werden überwiegend niedrigere Dichten der obengenannten Bodentiere angegeben (z.B. O' Connor 1957, Petersen 1972). Die durchschnittlichen Werte der Populationsdichten im Solling dagegen sind Angaben sehr ähnlich, die verschiedene Autoren für boreale subalpine Nadelwälder machen (u.a. Abrahamsen 1972, Huhta 1967, Kitazawa 1971). Entsprechende Abundanzwerte in der älteren Literatur sind in vielen Fällen als zu niedrig anzusehen, da die Untersuchungen meist methodisch nicht das in Phillipson (1971) geforderte Niveau erreichen konnten.

Unter den pterygoten Insekten des Buchenwaldes im Solling sind die *Nematocera* mit 14000 Larven/m<sup>2</sup> im L-, F-Horizont des Bodens als Jahresmaximum (im Herbst) die individuenstärkste Gruppe (Altmüller 1976).

Langfristig gültige Daten der Abundanz sind nur zu ermitteln, wenn auch die Fluktuationen gemessen werden. Jeweils zu bestimmten Zeitpunkten oder in bestimmten Entwicklungsstadien der Tiere muß die Populationsdichte über längere Zeit untersucht werden. Daraus läßt sich eine mittlere ökosystemtypische Dichte (Grimm et al. 1975) errechnen. In Abb. 2 sind Beispiele der Dichtefluktuation von 1968 bis 1976 in verschiedenen Buchenbeständen für adulte Rüssel- und Schnellkäfer zum Zeitpunkt des Schlüpfens am Boden dargestellt. Auffällig ist, daß innerhalb der Gruppe der Curculioniden mit rhizophagen Larvenstadien die Art *Phyllobius argentatus* L. mit einjähriger Entwicklung immer die höchste In-

*Table 1.* Jahresmittelwerte (Minimal-Maximalwert) der Populationsdichte und -biomasse großer freilebender Tiergruppen des Altbuchenbestandes (B1a) im Solling. a – Biomasse berechnet nach Kitazawa, 1971; b – Biomasse berechnet nach Dunger, 1968; c – *Diptera* ohne *Pboridae* und seltene Gruppen; B<sub>4</sub> – 60jähriger Buchenbestand (1970). *Enchytraeidae*, *Acari*, *Collembola* nach Schauer mann (unveröffentlicht). Übrige Daten nach Albert, A. (1977); Albert, R. (1973, 1977); Altmüller (1976); Dirks (1973); Funke (1972, 1973); Grimm (1973); Grimm et. al. (1975); Hartmann (unveröffentlicht); Schauer mann (1973, 1977); Scherner (1976, unveröffentlicht); Strey (1972); Weidemann (1972); Winter (1972).

Gruppe	Abundanz (Ind./m <sup>2</sup> )	Biomasse (mg TG/m <sup>2</sup> )	Anmerkung
Enchytraeidae	76 000 (54 000–101 000)	(1511 <sup>a</sup> )	1974/75
Araneae bodenle bend	796 (585–1001)	165	1972
Acari bodenle bend	214 000 (106 000–688 000)	(922 <sup>a</sup> )	1974/75; Okt. 75 Einzelwert 3 343 000 Ind./m <sup>2</sup>
Chilopoda	73 (35–164)	151 (76–288)	1972–75 (Mittelwert)
Collembola	63 000 (26 000–103 000)	(243 <sup>b</sup> )	1974/75
Dermaptera	16	111,5	1973, beim Schlüpfen am Boden
Psocoptera	39	5,58	„
Thysanoptera	34	0,26	„
Heteroptera	15	6,00	„
Auchenorrhyncha	4	0,5	„ nur Cicadina
Carabidae	0,7–5,5	30–160	1969/70, Adulte
Curculionidae	128–463	125–316	1968–74 (Mittelwert)
Staphylinidae	161–528	66–138	1972–75 (Mittelwert)
Elateridae	151–478	310–1364	1971
Coleoptera sonst.	20	15	1973, beim Schlüpfen am Boden
Hymenoptera- Apocrita	295	10,2	„
Lepidoptera	1010	+	B <sub>4</sub> , 1968–70 Mittelwert (Altraupen)
Nematocera <sup>c</sup>	352–14 360	40–1060	1972/73
Brachycera u. Cyclorrhapha <sup>c</sup>	48–378	18–148	1972/73
Aves	ca. 1,5/ha	ca. 103 g/ha	1973, Dichte = Brut- paare, Biomasse als Frischgew.

dividuellendichte aufweist. Deutliche Unterschiede zwischen Buchenwäldern verschiedenen Alters bestehen nicht.

### 2.2. Biomassendynamik

Tiergruppen mit höchster Biomasse im Jahresmittel (Tab. 1) sind die *Nematodes*,

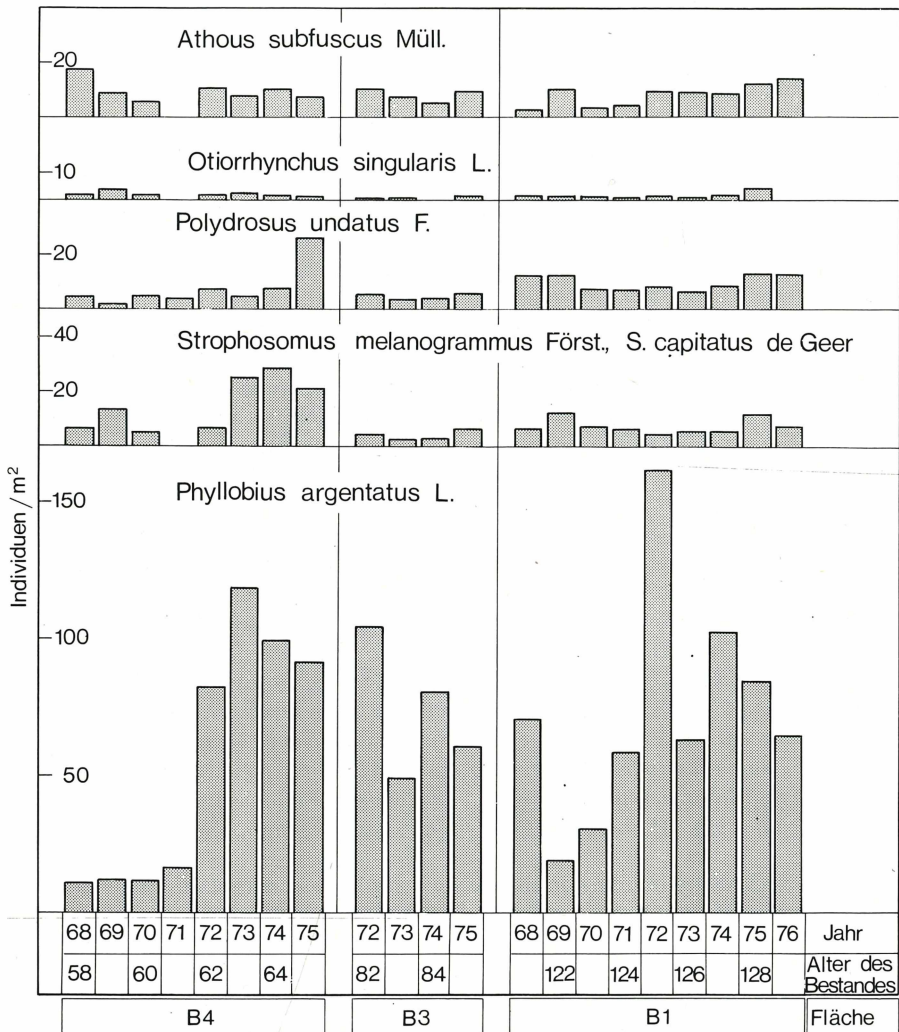


Abb. 2. Fluktuationen der Schlupfdichte am Boden bei rhizophagen Rüsselkäfern und dem Schnellkäfer *Athous subfuscus* Müll. in verschiedenen Hainsimsen-Buchenwäldern (B<sub>1</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>) nach Boden-Photoelektoren (n = 4–16, 1968–1976). 1968 bis 1971 Angaben für *Otiorrhynchus singularis* L., *Strophosomus* spp. und *Athous subfuscus* nach Grimm (1973) und Strey (1972). 1971 in B<sub>4</sub> fehlen einige Daten.

*Enchytraeidae* (15 kg TG/ha), *Acari* (9 kg TG/ha), *Collembola* (2,5 kg TG/ha). Hohe Maximalwerte erreichen die *Chilopoda* (3 kg TG/ha), *Curculionidae* (3 kg TG/ha), *Elateridae* (14 kg TG/ha) und *Nematocera* (10 kg TG/ha).

### 2.3. Abundanz und Biomasse beim Stratenwechsel

Mit dem Boden-Photoelektrode sind für alle Tiere, die obligatorisch einen Stratenwechsel von der Boden-Streuschicht in die Vegetationsschicht durchführen, leicht genaue Angaben zu Schlüpfdichte und -biomasse zu erhalten. In den meisten Fällen werden die adulten Stadien gefangen. Aus der Biomasse der Tiere beim Schlüpfen läßt sich ein Teilwert der Produktion, die „Produktion an Imagines“ (Funke 1971) bestimmen. Funke (1973) und Thiede (1975) diskutierten die Möglichkeiten, auf dieser Basis den Gesamtenergieumsatz vieler Populationen pterygoter Insekten abzuschätzen. In Abb. 3, 4 und Tab. 2 sind am Beispiel des Jahresfangs 1973 im Altbuchenbestand die Anteile der einzelnen Gruppen pterygoter Insekten an Schlüpfdichte und „Produktion an Imagines“ pro Jahr dargestellt (s. auch Schauer mann 1977). Streuzersetzende Mücken und dort vor allem die Trauermücken (*Sciaridae*) ragen mit 83,6% der Individuendichte und 43,4% (6 kg TG/ha) der „Produktion an Imagines“ heraus. Insgesamt 4700 Ind./m<sup>2</sup> bzw. 14 kg TG/ha pterygoter Insekten schlüpfen 1973 aus dem Boden. Das ist Angaben sehr ähnlich, die Thiede (1975) für Siebenstern-Fichtenforste des Solling macht. Im Buchenwald verlassen allein schon im Frühjahrsaspekt 3800 Ind./m<sup>2</sup> den Boden. Neben *Sciariden* dominieren vor allem parasitische Hymenopteren (Sommer) und *Brachycera* zusammen mit dem *Cyclorrbapha* (Hochsommer, Herbst) in den anderen Jahresaspekten.

Betrachtet man statt der Individuendominanz die Anteile der Gruppen an der „Produktion an Imagines“ (Abb. 4, Tab. 2), verschiebt sich das Bild zugunsten der Tierpopulationen mit Arten hohen individuellen Körpergewichts. Schnellkäfer (*Elateridae*, 4,7%, 0,7 kg TG/ha), rhizophage Rüsselkäfer (*Curculionidae*, 12,4%, 1,7 kg TG/ha), Ohrwürmer (*Dermaptera*, 8%, 1,1 kg TG/ha), Schmetterlinge (*Lepidoptera*, 13,2%, 1,8 kg TG/ha) und *Brachycera* zusammen mit den *Cyclorrbapha* (11,1%, 1,6 kg TG/ha) haben hier einen relativ höheren Anteil als die *Nematocera*. Im Frühjahrsaspekt dominieren die *Nematocera*, *Dermaptera*, *Curculionidae*, *Elateridae* und *Lepidoptera*. In den übrigen Jahreszeiten haben *Dermaptera* (Sommer), *Brachycera* und *Cyclorrbapha* (Hochsommer, Herbst), *Strophosomus ssp.* (Herbst) und *Coleoptera* sonstige (Sommer) die größten Anteile.

Eine direkte Bestimmung der Biomasse beim Verlassen des Bodens aus dem fixierten Material der Fangdose des Boden-Photoelektrode ist nicht möglich. Das Tiermaterial wird durch die Pikrinsäure-Fixierung und anschließende Konservierung in 70 %igem Äthylalkohol verändert. Durchschnittlich verliert das Tiermaterial bei dieser Behandlung 30–40% seines Trockengewichts. Dieses Ergebnis erhielt ich aus einem Vergleich des Trockengewichts des Fangdosen-Materials von 1973 mit individuell ermittelten Werten der in Tab. 1, 2 genannten Autoren.

Bodenschlüpfende pterygote Insekten

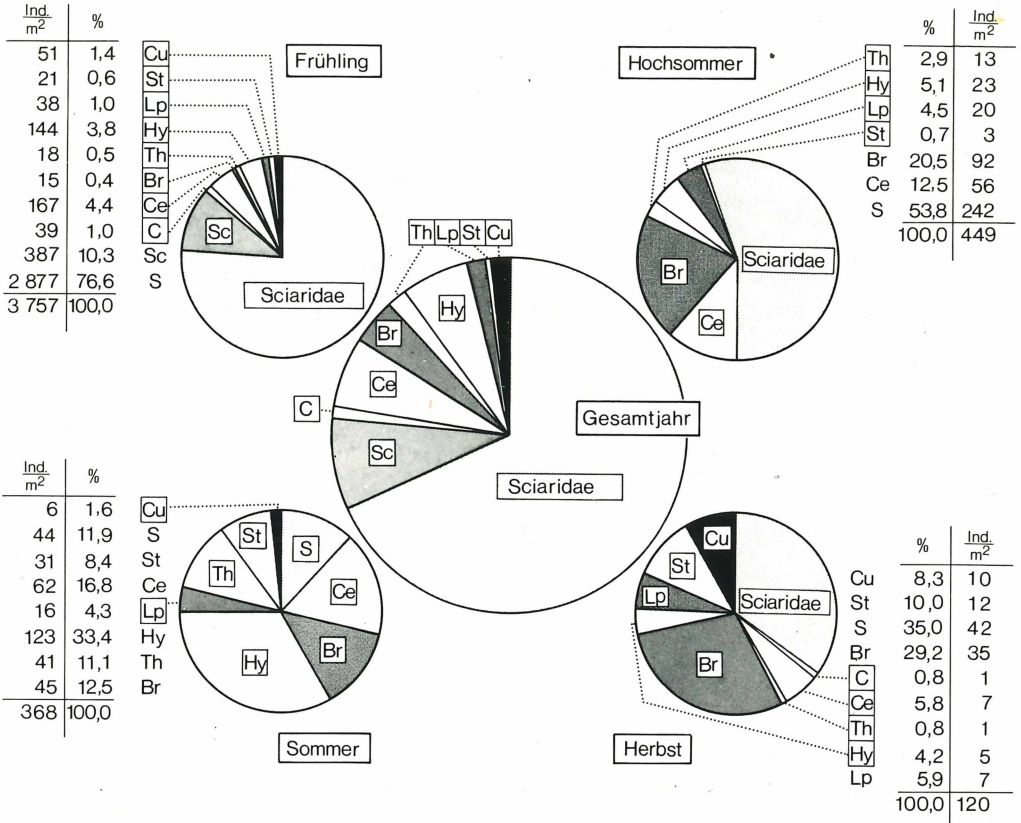


Abb. 3. Schlüpfdichte pterygoter Insekten am Boden im Altbuchenbestand (B<sub>1a</sub>) nach Boden-Photoelektoren (n = 3, 1973, zentrales Diagramm). Kleine Diagramme sind Teilaspekte. Frühling (28. 3. – 14. 6.), Sommer (14. 6. – 12. 7.), Hochsommer (12. 7. – 6. 9.), Herbst (6. 9. – 7. 11.). *Diptera* nach Altmüller (1976), *Staphylinidae* nach Hartmann (unveröffentlicht).

Abkürzungen	% Ind.			
	m² x Jahr			
C	–	Chironomidae, Ceratopogonidae	0,9	40
Ce	–	Cecidomyiidae	6,2	292
Br	–	Brachycera und Cyclorrhapha	3,9	187
Cu	–	Curculionidae	1,4	67
Hy	–	Hymenoptera	6,3	295
Lp	–	Lepidoptera, Planipennia, Cicadina, Dermaptera, Coleoptera sonstige	1,7	81
S	–	Sciaridae	68,3	3205
Sc	–	Sciophilidae	8,2	387
St	–	Staphylinidae	1,4	67
Th	–	Thysanoptera	1,7	73
			100,0	4694

## 2.4. Individuelle Körpergröße und Abundanz

Populationen mit großen Dichteschwankungen von einer Generation zur nächsten können Unterschiede der durchschnittlichen individuellen Körpergröße und damit des Gewichts aufweisen (Schwerdtfeger 1968; Kuno & Hokyo 1970). Daher kann die mittlere Biomasse in wenigen Jahren nur angenähert bestimmt werden. An frisch aus dem Boden geschlüpften Adulten des Rüsselkäfers *Phyllobius argentatus* L. wurden 1968 bis 1976 die Körpermasse Thoraxbreite und Elytrenlänge, sowie die Schlüpfichte im Altbuchenbestand ( $B_{1a}$ ) bestimmt (s. Abb. 2). In Jahren hoher Dichte finden wir kleine Tiere, in Jahren niedriger Dichte große Tiere (Abb. 5). Innerhalb eines Untersuchungsjahres können an Einzelprobestellen (Boden-Photoelektor) mit hoher Schlüpfichte Tiere mit überdurchschnittlicher Körpergröße auftreten und umgekehrt. Ich erwarte, daß nachzuweisen ist, daß Dichte und Körpergröße durch Klimafakto-

### Bodenschlüpfende pterygote Insekten

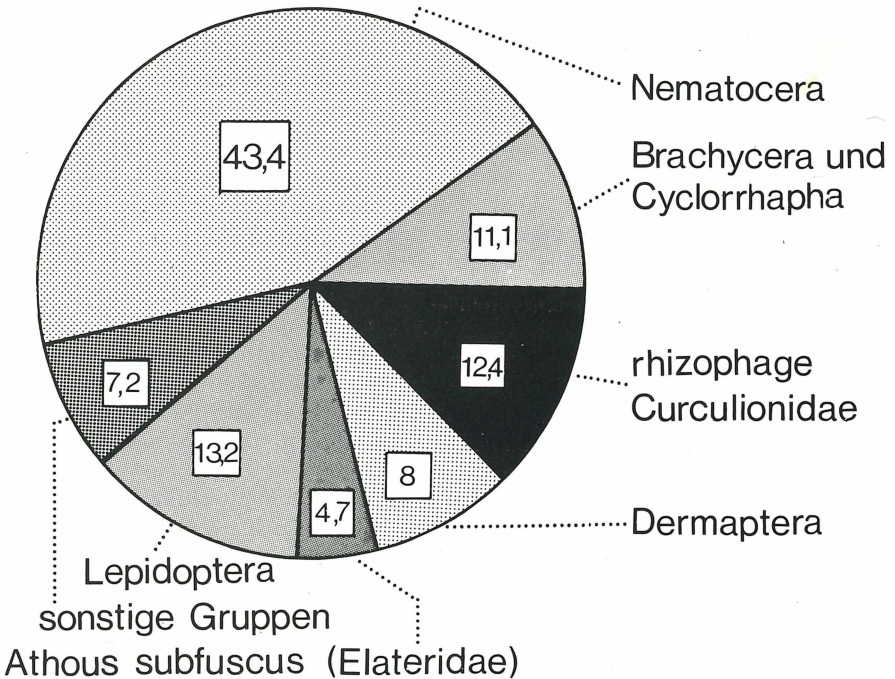


Abb. 4. „Produktion an Imagines“ errechnet aus der Biomasse am Boden schlüpfender Insekten im Altbuchenbestand ( $B_{1a}$ ) nach Boden-Photoelektoren pro Jahr und  $m^2$  ( $n = 3$ , 1973, Einzeldaten s. Tab. 2).

*Tabelle 2* Phänologie der „Produktion an Imagines“ im Sauerhumus-Buchenwald (B1a, 1973). Berechnet nach der Biomasse beim Schlüpfen am Boden, nach Boden-Photoektoren (n = 3).

Gruppe oder Art	mg Trockengewicht pro m <sup>2</sup>						Gesamtjahr 28. 3. – 7. 11.	Biomasse berechnet nach:
	Frühjahr 28. 3 – 14. 6.	Sommer 14. 6. – 12. 7.	Hochsommer 12. 7. – 6. 9.	Herbst 6. 9. – 7. 11.				
Psocoptera	0,14	4,67	0,77	–	–	5,58	Thiede 1975	
Thysanoptera	0,13	0,06	0,06	0,01	–	0,26	„	
Dermaptera	60,00	25,00	18,57	7,93	–	111,50	Schauer mann Thiede 1975	
Heteroptera	0,80	3,87	1,33	–	–	6,00	„	
Cicadina	0,12	0,04	0,32	–	–	0,48	„	
Phyllobius argentatus	99,59	15,13	–	–	–	114,72	Schauer mann 1973	
Polydrosus undatus	15,47	–	–	–	–	15,47	„	
Strophosomus melanogrammus	–	–	–	25,94	–	30,58	Grimm 1973	
S. capitatus, var. rufipes	4,64	–	–	–	–	–	„	
Otiorthynchus singularis	11,00	–	–	–	–	11,00	„	
Staphylinidae	4,20	6,27	0,60	2,40	–	13,47	Grunert 1974 Hartmann 1974	
Athous subfuscus	57,05	8,75	–	–	–	65,80	Strey 1972	
Coleoptera sonstige	14,98	4,88	23,40	19,56	–	62,82	Thiede 1975 Weidemann 1972 Thiede 1975	
Planipennia	–	0,42	2,06	–	–	2,48	„	
Mymaridae (Hymenoptera)	1,08	0,87	0,06	0,03	–	2,04	„	
Hymenoptera – Apocrita sonst.	1,80	2,87	3,07	0,40	–	8,14	„	
Nematocera <sup>+</sup>	–	–	–	–	–	–	„	
Brachycera u. Cyclorrhapha <sup>+</sup>	–	–	–	–	–	–	„	
Chimabacche fagella F.	160,08	–	–	–	–	160,08	Winter 1972	
Lepidoptera sonstige	19,50	3,9	1,3	–	–	24,70	Thiede 1975	
						1397,12		

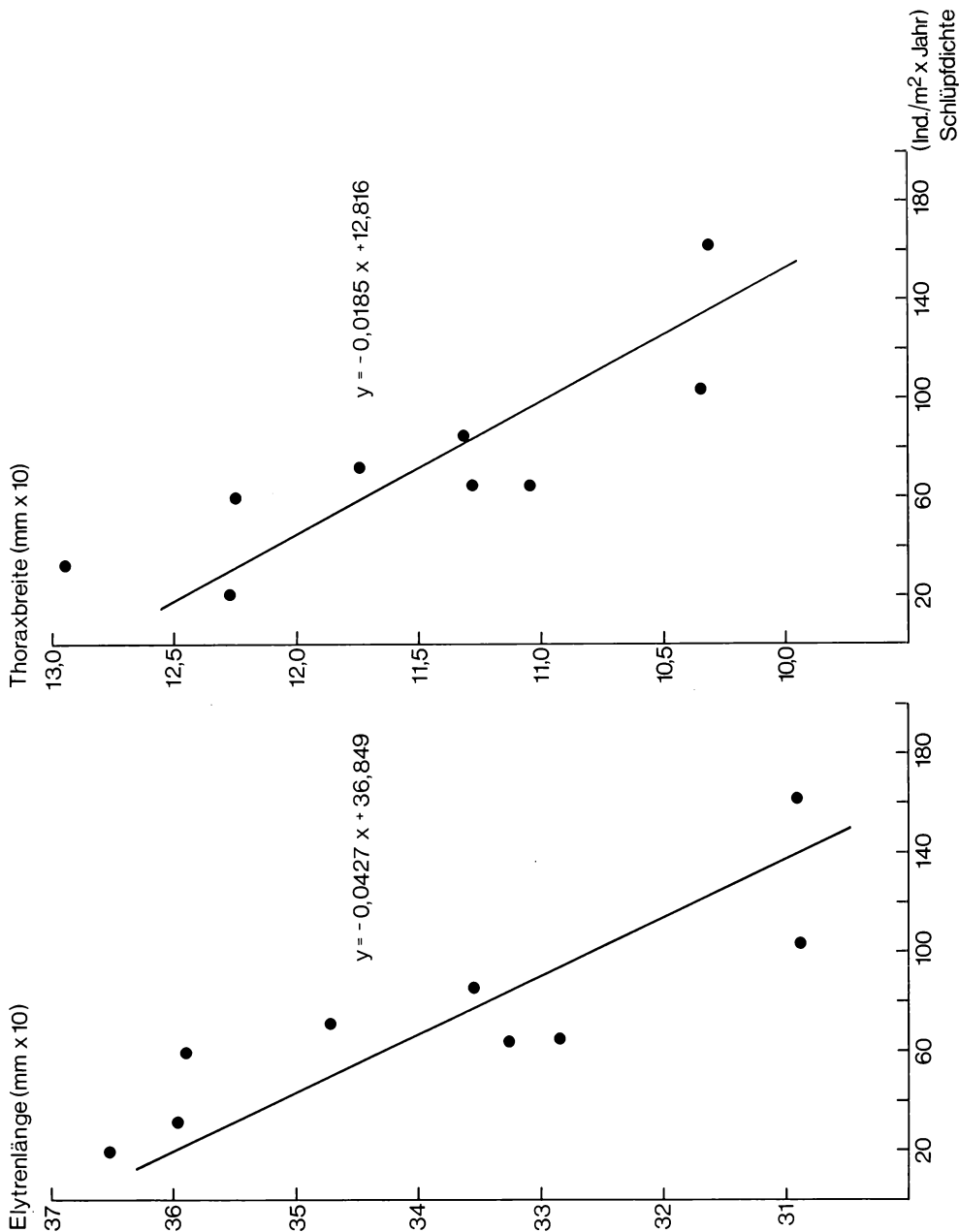


Abb. 5. Korrelation zwischen Körpergröße (Elytrenlänge, Thoraxbreite) und Schlüpfdichte am Boden bei *Phyllobius argentatus* L. (*Col. Curculionidae*) 1968–1876 im Hainsimsen-Buchenwald (B<sub>1a</sub>). Zuordnung Schlüpfdichte – Jahr s. Abb. 2. Je Messpunkt n = 200. Irrtumswahrscheinlichkeit  $\alpha = 0,1\%$ .

ren bestimmt werden. Den Jahren hoher Schlüpfdichte bei *Phyllobius argentatus* L. gingen sehr milde Winter voraus. Eine Korrelationsberechnung mit den Klimadaten ist dazu bisher nicht durchgeführt.

## Literatur

- Albert, A. (1977): Abundanz und Biomasse von Chilopoden-Populationen in einem Buchen-Altbestand des Solling. Verh. Ges. Ökologie, Göttingen 1976. Junk, Den Haag, S. 93–101.
- Albert, R. (1973): Die Spinnenfauna zweier Buchenflächen des Solling. Diplomarbeit Göttingen.
- Albert, R. (1977): Struktur und Dynamik der Spinnen-Populationen in Buchenwäldern des Sollings. Verh. Ges. Ökologie, Göttingen 1976. Junk, Den Haag, S. 83–91.
- Abrahamsen, G. (1972): Ecological study of *Enchytraeidae* (*Oli gochaeta*) in Norwegian coniferous forest soils. *Pedobiologia* 12: 26–82.
- Altmüller, R. (1976): Zum Energieumsatz von Dipterenpopulationen im Buchenwald (*Luzulo-Fagetum*). Dissertation Göttingen.
- Babel, U. (1971): Gliederung und Beschreibung des Humusprofils in mitteleuropäischen Wäldern. *Geoderma* 5: 297–324.
- Dirks, A. (1973): Untersuchungen zur Biologie und ökologischen Energetik von Chilopoden-Populationen in einem Buchen-Altbestand des Solling. Diplomarbeit Göttingen.
- Dunger, W. (1968): Die Entwicklung der Bodenfauna auf rekultivierten Kippen und Halden des Braunkohlentagebaues. *Abb. Ber. Naturkundemuseums Görlitz* 43(2): 1–256.
- Funke, W. (1971): Food and energy turnover of leaf-eating insects and their influence on primary production. In: H. Ellenberg, Hrsg. *Integrated Experimental Ecology. Ecol. Studies* 2: 81–93. Berlin: Springer.
- Funke, W. (1973): Rolle der Tiere im Wald-Ökosystemen des Solling. In: H. Ellenberg, Hrsg. *Ökosystemforschung*, 143–174. Berlin: Springer.
- Funke, W. (1977): Das zoologische Forschungsprogramm im Sollingprojekt. Verh. Ges. Ökologie, Göttingen 1976. Junk, Den Haag, S. 49–58.
- Grimm, R. (1973): Zum Energieumsatz phytophager Insekten im Buchenwald. I. Untersuchungen an Populationen der Rüsselkäfer (*Curculionidae*) *Rhynchaenus fagi* L., *Strophosomus* (Schönherr) und *Otiorrhynchus singularis* L., *Oecologia* (Berl.) 11: 187–262.
- Grimm, R.W. Funke & J. Schauer mann: (1975): Minimalprogramm zur Ökosystemanalyse: Untersuchungen an Tierpopulationen in Wald-Ökosystemen. Verh. Ges. Ökologie, Erlangen 1974. W. Junk, Den Haag, 77–87.
- Grunert, J. (1974): Untersuchungen zur Biologie und ökologischen Energetik zweier Staphyliniden-Populationen im Solling. Diplomarbeit Göttingen.
- Hartmann, P. (1974): Die Staphylinidenfauna verschiedener Waldbestände und einer Wiese des Solling. Diplomarbeit Göttingen.
- Hartmann, P. (1977): Struktur und Dynamik der Staphyliniden-Populationen in Buchenwäldern des Sollings. Verh. Ges. Ökologie, Göttingen 1976. Junk, Den Haag, S. 75–81.
- Huhta, V., E. Karppinen, M. Nurminen & A. Valpas (1967): Effect of silvicultural practices upon arthropod, annelid and nematode populations in coniferous forest soil. *Ann. Zool. Fennici* 4: 87–145.
- Kitazawa, Y. (1971): Biological regionality of the soil fauna and its function in forest ecosystem types. In: UNESCO. *Productivity of forest ecosystems. Proc. Brussels. Symp. 1969. (Ecology and Conservation 4): 485–498.*
- Kuno, E. & N. Hoko (1970): Comparative analysis of the population dynamics of the leafhoppers *Nephotettix cincticeps* Uhler and *Nilaparvata lugens* Stal. with special reference to natural regulation of their numbers. *Res. Popul. Ecol.* 12: 154–184.
- Macfadyen, A. (1962a): Soil arthropod sampling. *Adv. Ecol. Res. Academic Press, London and New York.* 1–34.
- Macfadyen, A. (1962b): Control of humidity in three funnel-type extractors for soil arthropods. *Progress in Soil Zoology. Butterworth's, London.* 158–168.

- O' Connor, F.B. (1957): An ecological study of the enchytraeid worm population of a coniferous forest soil. *Oikos* 8: 162–199.
- O' Connor, F.B. (1971): The Enchytraeids. In: J. Phillipson (ed.), *Methods of Study in Quantitative Soil Ecology: population, production and energy flow*. IBP Handbook No. 18. Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh. S. 83–106.
- Petersen, H. (1972): Collembola data compilation. In: *Soil fauna and decomposition processes*. Report of IBP/PT Theme 8 Meeting. Louvain, July 1972: 82–107.
- Phillipson, J. (ed.) (1971): *Methods of study in quantitative soil ecology: Population, production and energy flow*. IBP Handbook 18, Blackwell Sci. Publ., Oxford and Edinburgh.
- Schauermann, J. (1973): Zum Energieumsatz phytophager Insekten im Buchenwald. II. Die produktionsbiologische Stellung der Rüsselkäfer (*Curculionidae*) mit rhizophagen Larvenstadien. *Oecologia* (Berl.) 13: 313–350.
- Schauermann, J. (1977): Energy metabolism of rhizophagous insects and their role in ecosystem. In: Lohm, U. & Persson, T. (eds.) *Soil Organisms as Components of Ecosystems*. Proc. VI. International Soil Zoology Colloquium. *Ecol. Bull.* (Stockholm) Vol. 25 (in press).
- Schwerdtfeger, F. (1968): *Demökologie*. Hamburg: Parey.
- Strey, G. (1972): Ökoenergetische Untersuchungen an *Athous subfuscus* Müll. und *Athous vittatus* Fbr. (*Elateridae*, *Coleoptera*) in Buchenwäldern. Dissertation Göttingen.
- Thiede, U. (1975): Untersuchungen über die Arthropodenfauna in Fichtenforsten (Populationsökologie, Energieumsatz). Dissertation Göttingen.
- Weidemann, G. (1971): Food and energy turnover of predatory arthropods of the soil surface. In: H. Ellenberg, Hrsg. *Integrated Experimental Ecology*. *Ecol. Studies* 2: 110–118. Berlin: Springer.
- Weidemann, G. (1972): Die Stellung epigäischer Raubarthropoden im Ökosystem Buchenwald. *Verb. Ber. Dt. Zool. Ges.*, 65. Jahresvers., 106–116.
- Winter, K. (1972): Zum Energieumsatz phytophager Insekten im Buchenwald. Untersuchungen an Lepidopterenpopulationen. Dissertation Göttingen.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Jürgen Schauermann, II. Zoologisches Institut der Universität Göttingen,  
Abt. Ökologie, Berliner Straße 28, 3400 Göttingen.