Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal	34	16–22	Wuppertal, 1. 5. 1981

Die Rolle der Käferfauna im Ökosystem Sauerhumus-Buchenwald*

JÜRGEN SCHAUERMANN
Mit 3 Abbildungen

Zusammenfassung
Im Jahresdurchschnitt siedeln 1 000 Käfer pro Quadratmeter im montanen Hainsimsen-Buchenwald des Solling. 11 kg Trockengewicht/ha (15% aller Tierbiomasse) beträgt die mittlere Biomasse. Die Population des Schnellkäfers *Athous subfuscus* weist davon 5,5 kg TG/ha auf. Ebenfalls dominant sind *Pterostichus oblongopunctatus, Pt. metallicus, Dromius fenestratus, Rhynchaenus fagi, Phyllobius argentatus, Strophosomus melanogrammus, Str. capitatus, Othius myrmecophilus, O. punctulatus, Leptusa ruficollis, Oxypoda annularis, Liogluta wüsthoffi, L. granigera, Atheta livida, Nargus wilkini.*

1. Einleitung

Hainsimsen-Buchenwälder (*Luzulo-Fagetum*) haben von Natur aus die weiteste Verbreitung im westlichen Mitteleuropa. Goldhaferwiesen *(Trisetum flavescentis)* und Siebenstern-*(Trientalis-)*Fichtenforste ersetzen diese Wälder häufig auf ihren natürlichen Standorten. Diese Landlebensgemeinschaften wurden daher intensiv auf ihre natürliche Produktivität hin untersucht (ELLENBERG 1971, ELLENBERG et al. 1979). Die Rolle der Käfer in den Buchenwäldern soll an dieser Stelle noch einmal zusammenfassend betrachtet werden. Unter sehr ähnlichen standörtlichen Bedingungen des Tieflandes mit exakt den gleichen Methoden eines Minimalprogramms zur Ökosystemanalyse (GRIMM et al. 1975) hat bisher nur KOLBE (1978, 1979, 1980, 1981) gearbeitet. Dadurch können Überlegungen zur Allgemeingültigkeit der Ergebnisse aus dem montanen Solling angestellt werden. Nach verschiedenen Berichten aus dem Solling (FUNKE 1979, SCHAUERMANN 1977) soll an dieser Stelle auf Methoden und standörtliche Verhältnisse nicht mehr eingegangen werden.

2. Populationsentwicklungen im Jahreslauf

Charakteristische Massenentwicklungen dominanter Tierarten in den Straten des Buchenwaldes kennzeichnen die Jahresrhythmik des Tierlebens. Nur 20 bis 30 Käferarten treten an Dichte und Biomasse gemessen dabei auffällig in Erscheinung. Mehrere hundert Arten können mit umfassendem Methodenprogramm jedoch regelmäßig im Buchenwald nachgewiesen werden (ELLENBERG et al. 1979, KOLBE 1978).
Im Winteraspekt von November bis März sind fast alle Tierpopulationen in der wenige Zentimeter starken Zersetzungsschicht des Bodens konzentriert. Nur die Bewohner besonderer Biochorien wie die Cisiiden der Baumschwämme u. a. verbleiben im strengen Winterklima der Baumschicht. Im zeitigen Frühjahr wird schon vor dem Aufbrechen der Buchenknospen an warmen Tagen die Kronenschicht besiedelt. Die Populationen von *Rhynchaenus fagi* L. und *Xyloterus domesticus* L. fliegen aus dem Winterquartier im Kronenraum der Fichtenforste in großen Schwärmen ein (GRIMM 1973, THIEDE 1977). Als ein Beispiel einer Frühjahrswanderung in umgekehrter Richtung kann der Frühjahrsflug von *Anatis ocellata* L. in die Fichtenforste genannt werden.

* Kurzfassung eines Vortrages, der auf der Tagung der Rheinischen Coleopterologen am 10./11. 11. 1979 im FUHLROTT-Museum gehalten wurde.

Erreichen die Mineralbodentemperaturen im Frühjahr +8° C, verlassen die überwinternden Imagines von *Strophosomus melanogrammus* Först., *Strophosomus capitatus* de Geer und *Polydrosus undatus* F. den Boden. *P. undatus* ist flugfähig. Bei niedrigen Frühlings-Lufttemperaturen wird jedoch in der Regel über die Stammoberflächen der Kronenraum besiedelt (GRIMM 1973, SCHAUERMANN 1973). Im atmungsphysiologischen Experiment ist diese Aktivitätserhöhung im Temperaturbereich um +10° C deutlich zu erkennen (Abb. 1). Bei den integrierten Untersuchungen zum Energie- und Stoffhaushalt im Solling wurden für den gesamten Lebenszyklus der dominanten Arten derartige sehr umfangreiche exakte zusätzliche Datenfundus zur Bionomie erarbeitet.

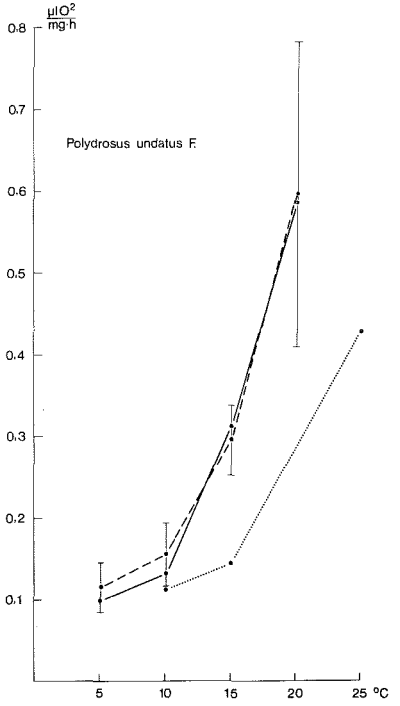

Abb. 1: Temperaturabhängigkeit der Aktivität nach Atmungsmessungen mit der Warburg-Apparatur bei Adulti von Rüsselkäferpopulationen aus dem Solling. *Polydrosus undatus*, 1969/70, ——●—— nach dem Verlassen des Winterquartiers im Mineralboden, – – – ● – – – im Reifefraß, · · · ● · · · Alttiere nach der Fortpflanzungszeit (Juli). Alles Mittelwerte aus ♂♂ und ♀♀-Populationen (SCHAUERMANN, unpubliziert).

Den Juni-Aspekt im Kronenraum prägen die Imaginalpopulationen von *Phyllobius argentatus* L. und *Athous subfuscus* Müll. (SCHAUERMANN 1973, STREY 1972). *R. fagi* hat zu diesem Zeitpunkt seine Jugendentwicklung im oberen Kronenraum fast abgeschlossen (Abb. 3). Danach treten nur noch im September/Oktober die Jungkäfer von *S. melanogrammus* und *S. capitatus* mit einer Massenentwicklung im Kronenraum hervor. Zur Schlüpfzeit der Fichtenrüsselkäfer *Polydrosus impar* Gozis und *Polydrosus atomarius* Oliv. aus dem Boden (THIEDE 1977) sind im Juli auch im Buchenwald starke Schwärme nachzuweisen. Regelmäßiger Kronenräuber unter den Käfern ist nur *Dromius fenestratus*

Fabr. (WEIDEMANN 1977). In tieferen Lagen des Solling tritt häufig der Puppenräuber *Calosoma* im Kronenraum der Buchen auf. Die Stammoberflächen und Kronenzweige werden in der Vegetationszeit von den Imagines der *Leptusa ruficollis* Er. dicht besiedelt (HARTMANN 1979). Auf einem Hektar bewachsener Fläche gibt es mehr als 5 000 m² Stammoberfläche der Buchen.
Der Stratenwechsel der Rüsselkäfer von der Boden- in die Vegetationsschicht ist mit Boden-Photoeklektoren besonders genau phänologisch und quantitativ zu beschreiben. Bei allgemein sehr ähnlichen Phänologien zwischen Lagen der Ebene im Bergischen Land und dem Solling, wie diese in den Massenentwicklungen im Kronenraum bereits beschrieben wurden, fand KOLBE (1980) *Barypithes araneiformis* Schr. als häufigsten Rüsselkäfer, der im Hochsolling nicht vorkommt. 100 bis 200 Imagines wurzelfressender Curculioniden schlüpfen pro Jahr und Quadratmeter am Boden (KOLBE 1980, SCHAUERMANN 1977). Im strengen Schichtenaufbau der Moderböden mit Streu-, Zersetzungs- und Moderhorizonten ermöglichen sehr ausgeglichene Temperatur- und Feuchteverhältnisse ein reiches Tierleben. Bioturbationsprozesse in vertikaler Richtung treten hier nur im Mikromaßstab auf. Der Tiefgräber *Lumbricus terrestris* L. kommt nicht vor. 50 bis 100 Millionen Tiere, meist beschalte Einzeller, leben im Durchschnitt pro m² Bodenfläche (Abb. 2). Die meisten Tiere sind ganzjährig in einer nur vier Zentimeter dicken Zersetzungsschicht konzentriert (ELLENBERG et al. 1979). Mikrostruktur und Mikrostratifizierung der sukzessive abgebauten organischen Bodenbestandteile lassen trotzdem ein Nebeneinander der Populationen von mehr als 1 000 Tierarten zu. Großkörperige *Pterostichus oblongopunctatus* F. und *Pterostichus metallicus* F. können sich nur im Großlückensystem der Laubstreu wirksam entfalten. 2 bis 3 Imagines siedeln pro Quadratmeter mit wenigen Larven (Abb. 2). Diese können bereits tiefere Horizonte erschließen. Dort jagen in den Flachbahnen des Zersetzungshorizontes in den Wintermonaten kleinste, trockenheitsempfindliche *Atheta livida* Muls. Rey (bis 200 Individuen pro m² im Sommer; HARTMANN 1979). In den übrigen Jahreszeiten treten Larvalstadien der übrigen Staphyliniden an ihre Stelle. Bis 30 cm Bodentiefe siedeln in ausgefaulten Wurzelbahnen des Mineralboden die drehrunden Larven des Schnellkäfers *A. subfuscus.* Die Larven fressen in dieser Schicht auch die wurzelfressenden Rüsselkäferlarven *Otiorrhynchus singularis* L., *P. argentatus, P. undatus, S. melanogrammus* und *S. capitatus.* KOLBE (1980) fand auch *Agriotes pallidulus* Illig. sehr häufig. Curculioniden und Elateriden erschließen in ihren verschiedenen Stadien alle Straten des Ökosystems.

3. Quantitative Daten zur Rolle der Käfer

Die Bedeutung der Käfer kann mit Hilfe mehrerer Kriterien abgeschätzt werden. Daten zur Siedlungsdichte allein können dazu nicht ausreichen. Rund 1 000 Käfer siedeln im Jahresmittel pro m² Bodenfläche projiziert (Abb. 2). Bei Einbeziehung der durchschnittlichen Biomasse (und des Energieumsatzes) als Größe stellen sich die *Carabidae, Elateridae, Staphylinidae* und *Curculionidae* als die quantitativ bedeutsamsten Taxa vor (Abb. 2). Innerhalb dieser Familien repräsentieren nur sehr wenige Arten mehr als 90% der Abundanz- und Biomassewerte. Es sind die blatt- und wurzelfressenden Rüsselkäfer *R. fagi, P. argentatus, P. undatus, Strophosomus melanogrammus* und *S. capitatus.* Als Allesfresser tritt allein der Schnellkäfer *A. subfuscus* hervor. Meist räuberisch ernähren sich *Pt. oblongopunctatus, Pt. metallicus, D. fenestratus, Othius myrmecophilus* Kiesw., *Othius punctulatus* Gze., *Oxypoda annularis* Mannh., *Liogluta wüsthoffi* Benick, *Liogluta granigera* Kiesw., *L. ruficollis* und *Nargus wilkini* Spen..
Die mittlere Biomasse der Käfer beträgt 11 kg Trockengewicht pro ha (15% der Gesamt-Tierbiomasse). Diese stellen vier von neunzehn bedeutsamen Taxa des Ökosystems. Die *A. subfuscus*-Population weist mehr als 50% der Biomasse der Käfer im Buchenwald auf. Für Carabiden, Elateriden, Curculioniden und die *Othius* spp. sind detaillierte Energiebilanzen erstellt worden (GRIMM 1973, GRUNERT 1974, SCHAUERMANN 1973, STREY 1972,

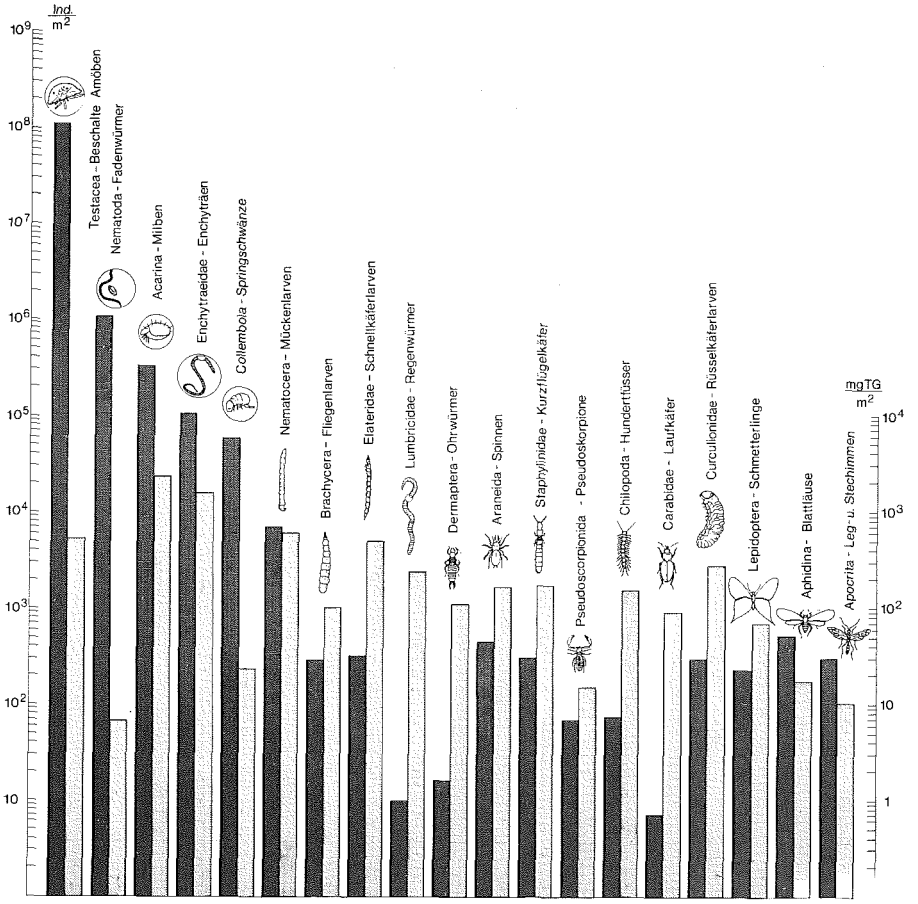

Abb. 2: Mittlere Siedlungsdichten und Biomassen der bedeutenden Tiergruppen in Hainsimsen-Buchenwäldern des Solling. Literatur in ELLENBERG et al. (1979). *Thekamoeba, Dermaptera, Apocrita* als Einzelwerte. *Aphidina*-Daten aus dem dänischen IBP-Projekt (persönl. Mitteilung durch R. J. RUSSEL).

WEIDEMANN 1972). Lange Phasen geringer Aktivität sind kennzeichnend für Pflanzenfresser und Räuber in diesen Bilanzen. Z. B. entnimmt *R. fagi* die meiste Energie aus dem oberen Kronenraum nur im Mai und Juni bei Altkäferreifefraß und Jugendentwicklung (Abb. 3). Von Oktober bis Dezember führen die Rüsselkäferlarven den Hauptwurzelfraß durch. Immer findet das intensivste Wachstum dabei im letzten Larvenstadium statt. Räuberische Käfer haben zur Zeit der Gonadenreife eine zweite intensive Assimilationsphase. Nach den Untersuchungen STREYs (1972) am Allesfresser *A. subfuscus* nimmt dessen Population durch stetige Assimilationsleistung im Jahreslauf eine kompensatorische Stellung ein. Die trophischen Beziehungen sind bei den Phytophagen oft nicht schwierig quantitativ zu messen. Die blattfressenden Insekten konsumieren im Durchschnitt der Jahre nur etwa 5% der Blattmasse (FUNKE 1973). Die Beeinträchtigung des Photosyntheseapparates ist also

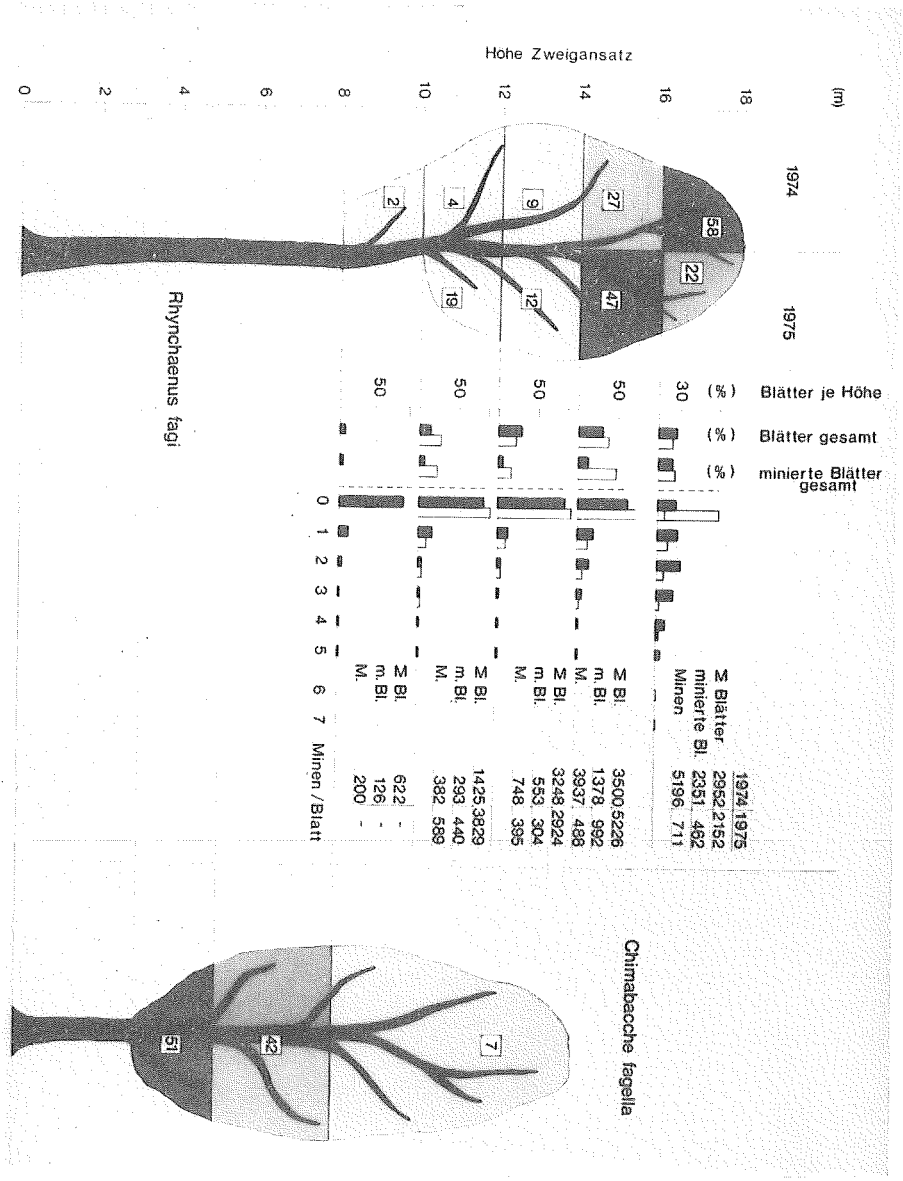

Abb. 3: Vertikalverteilung dominanter blattfressender Insekten im Kronenraum 60- bis 65jähriger Rotbuchen des Hochsolling. *R. fagi* nach SCHAUERMANN (unpubliziert). *Ch. fagella* nach WINTER (1972). Zahlen in den Kronenkompartimenten – Anzahl Minen bzw. Raupen in %. Tabellarisch: Anteile und Befallsgrade des Blattwerks durch *R. fagi*. Schwarze Säulen: 1974, weiße Säulen: 1975.

gering. Der Frühjahrsbefall durch *R. fagi* (Abb. 3) kann durch erhöhte Leistung der Schattenblätter ausgeglichen werden (ELLENBERG et al. 1979). Die Durchlöcherung des oberen Kronenraums mit verstärkter Lichtdurchlässigkeit wird am hohen Minierungsgrad durch *R. fagi* (Abb. 3) besonders verdeutlicht. Vogelfraß und Witterungseinflüsse haben bereits Ende Juni die meisten Minen zerstört. In einem Blatt sind bis zu sieben Minen zu finden (Abb. 3). 3 750 Blätter pro m² Bodenfläche projiziert trägt der Kronenraum. Über 3 000 Blattminen wurden 1974 auf dieser Fläche vor allem im oberen Kronenraum gefunden. Eine Folge des Frühjahrsbefalls der Sonnenblätter weicher Konsistenz durch *R. fagi*. Der Spätsommerfraß in der Schattenkrone erfolgt durch die Schmetterlinge (Abb. 3, WINTER 1972). Zu dieser Zeit geht die Photosynthese-Leistungsfähigkeit der Buchenblätter stark zurück (ELLENBERG et al. 1979). Auch die Düngung aus dem Kronenraum mit nährstoffreichen Exkrementen, Leichen und Fraßabfällen ist relativ leicht meßbar. HERLITZIUS (1977) konnte die dadurch ausgelöste Stimulierung der Mikroorganismen und die Beschleunigung der Streuabbauprozesse nachweisen.
Die Quantifizierung der Einflüsse von Räubern und Allesfressern auf ihre Ressourcen konnte bisher nur in einer detaillierten Analyse der Beziehungen zwischen rhizophagen Curculioniden und Carabiden deutlich gemacht werden (KOEHLER 1977). So wurden 1969 14% aus dem Boden schlüpfender *P. argentatus*-Imagines von *Pt. oblongopunctatus* erbeutet.

4. Qualitative Merkmale zur Leistung der Käfer

Viele komplexe Prozesse der wechselseitigen Steuerung und Regulation lassen sich im Ökosystem nicht quantitativ darstellen. Analysen an häufigen, großen Käfern wie *A. subfuscus,* dem als Samenfresser an Bucheckern vielleicht eine Schlüsselrolle zukommt, denn in Mastjahren steckt die Buche die meiste Produktion in Samen (ELLENBERG et al. 1979), sind möglich. Gleiches gilt auch für Populationen in überschaubaren Biochorien wie *Melanotus rufipes* Hbst. in Buchenstubben und *Coprophilus striatulus* F. an Aas u. a. Seltene und kleine Arten, die die Länge der Artenlisten ausmachen, müssen aus technischen Gründen mit Darminhaltsanalysen u. ä. halb quantifizierend in ihrer Bedeutung gemessen werden. Dennoch muß diesen seltenen Arten unsere ganze Aufmerksamkeit gelten, da diese unter anderen Umweltkonstellationen oft sehr dominant sind. Die Gründe dafür müssen wir kennenlernen.
Kurzzeitige Überwinterungsaufenthalte von *Sitona lineata* L., Durchzugsbewegungen von Schwimmkäfern u. a. sind in ihrer Bedeutung für das Ökosystem im Freiland-Experiment nie zu klären. Sicher stabilisieren diese mosaiksteinartigen Strukturelemente im Ökosystem z. B. durch Ergänzung des Nahrungsspektrums der Räuber, aber auch durch eigenes Ausnutzen von Kleinressourcen. Zur Zeit vollkommen unbeantwortet müssen Fragen nach Unterschieden in den Artenlisten, Dominanzfolgen usw. z. B. zwischen Buchenwäldern der Berge und Ebenen bleiben (KOLBE 1979, SCHAUERMANN 1977). Künftig vertiefte Kenntnis zur Autökologie vieler Arten wird sicher vieles aufklären.

5. Literatur

ELLENBERG, H. (1971): Introductory survey. – Ecol. Stud. **2,** 1–15.
ELLENBERG, H., SCHAUERMANN, J. & ULRICH, B. (1979): Ökosystemforschung im Solling – eine knappe Synthese 1979 –. 1–66; Göttingen.
FUNKE, W. (1973): Rolle der Tiere in Waldökosystemen des Solling. – In: ELLENBERG, H. (Ed.) Ökosystemforschung, 143–164; Heidelberg.
– (1979): Wälder, Objekte der Ökosystemforschung. Die Stammregion, Lebensraum und Durchgangszone von Arthropoden. – Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal **32,** 45–50; Wuppertal.

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 **11,** 187–262; Berlin.

GRIMM, R., FUNKE, W. & SCHAUERMANN, J. (1975): Minimalprogramm zur Ökosystemanalyse: Untersuchungen an Tierpopulationen in Wald-Ökosystemen. – Verh. Ges. f. Ökologie Erlangen 1974, 77–87.

GRUNERT, J. (1974): Untersuchungen zur Biologie und ökologischen Energetik zweier Staphyliniden-Populationen im Solling. – Diplomarbeit an der Universität Göttingen. 49 S.

HARTMANN, P. (1979): Biologisch-ökologische Untersuchungen an Staphylinidenpopulationen verschiedener Ökosysteme des Solling. – Dissertation Göttingen. 173 S.

HERLITZIUS, R. (1977): Untersuchungen zum Streuabbau in Kalk- und Sauerhumusbuchenwäldern. – Verh. Ges. f. Ökologie Göttingen 1976, 161–170.

KOEHLER, H. (1977): Nahrungsspektrum und Nahrungskonnex von *Pterostichus oblongopunctatus* F. und *P. metallicus* F. (Coleoptera, Carabidae). – Verh. Ges. f. Ökologie 1976, 103–111.

KOLBE, W. (1978): Die Käfer des Staatswaldes Burgholz in Wuppertal (MB 4708) – Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal **31,** 107–130; Wuppertal.

– (1979): Anwendung von Arbeitsmethoden aus dem zoologischen Forschungsprogramm des Solling-Projektes im Staatswald Burgholz (MB 4708) und ihre Ergebnisse (Minimalprogramm zur Ökosystemanalyse): Einführung. – Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal **32,** 29–35; Wuppertal.

– (1980): Coleopterologische Ergebnisse aus Fängen mit Boden-Photoeklektoren im Staatswald Burgholz in Solingen (MB 4708). – Beitrag für ein Minimalprogramm zur Ökosystemanalyse. – Entom. Blätter **76,** 171–177.

– (1981): Die Arthropoden-Fauna im Staatswald Burgholz in Solingen (MB 4708) ermittelt mit Boden- und Baum-Photoeklektoren (Minimalprogramm zur Ökosystemanalyse): eine Jahresübersicht. – Decheniana **134** (im Druck).

SCHAUERMANN, J. (1973): Zum Energieumsatz phytophager Insekten im Buchenwald. II. Untersuchungen an Rüsselkäfern (*Curculionidae*) mit rhizophagen Larvenstadien. – Oecologia **13,** 313–350; Berlin.

– (1977a): Untersuchungen an Tierpopulationen in den Buchenwäldern des Solling: Die Tiere der Bodenoberfläche und des Bodens. – Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal **30,** 104–107; Wuppertal.

– (1977b): Zur Abundanz- und Biomassendynamik der Tiere in Buchenwäldern des Solling. – Verh. Ges. f. Ökologie Göttingen 1976, 113–124.

STREY, G. (1972): Ökoenergetische Untersuchungen an *Athous subfuscus* Müll. und *Athous vittatus* Fbr. in Buchenwäldern. – Dissertation Göttingen.

THIEDE, U. (1977): Untersuchungen über die Arthropodenfauna in Fichtenforsten (Populationsökologie, Energieumsatz). – Zool. Jb. Syst. **104,** 137–202.

WEIDEMANN, G. (1972): Die Stellung epigäischer Raubarthropoden im Ökosystem Buchenwald. – Verh. d. Dtsch. Zool. Ges. **65,** 106–116.

– (1977): Struktur der Zoozönose im Buchenwald-Ökosystem des Solling. – Verh. d. Ges. f. Ökologie Göttingen 1976, 59–74.

WINTER, K. (1972) Zum Energieumsatz phytophager Insekten im Buchenwald. III. Untersuchungen an Lepidopterenpopulationen. – Dissertation Göttingen.

Anschrift des Verfassers:
Dr. JÜRGEN SCHAUERMANN
II. Zoologisches Institut d. Universität, Abt. Ökologie Berliner Str. 28, D–3400 Göttingen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahresberichte des Naturwissenschaftlichen Vereins Wuppertal

Jahr/Year: 1981

Band/Volume: 34

Autor(en)/Author(s): Schauermann Jürgen

Artikel/Article: Die Rolle der Käferfauna im Ökosystem Sauerhumus-Buchenwald* 16-22