Sonderdruck: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Göttingen 1976.

DAS ZOOLOGISCHE FORSCHUNGSPROGRAMM IM SOLLINGPROJEKT*

W. FUNKE

Abstract

Aims and present state of the zoological research carried out within the Solling-Projekt of the DFG are outlined in a general report which may also be regarded as an introduction into the other research papers presented at the Congress of the German Ecological Society at Göttingen, 1976. Most investigations are concerned with three essential subjects: a) analysis of structure and dynamics of zoocoenoses and populations, especially in beech and spruce forests; b) the determination of matter and energy turnover in animals, especially arthropods; c) the elucidation of the significance of special animal functions within the ecosystem (i.e. special feeding habits, special behavioral traits etc.).

Special emphasis is put on the so-called „production of insect imagines" (= biomass of freshly emerged holometabolic insects) which has been shown to be a useful parameter for comparing terrestrial ecosystems. It seems also to be a basis for an approximate calculation of the energy turnover in populations. In initiation of a „minimum programm" in secondary productivity it might be useful to employ the more simplified approach of a determination of the total arthropod biomass which can be trapped in ground photo-eclectors (emergence traps) of a definite type during one year. In this case, species determination and determination of systematic categories is not necessary.

Studies on the significance of special animal functions within the ecosystem investigated have yielded some remarkable results. Thus, phytophagous insects in the canopy area are stimulating, at least in the Solling beech forest, by their excrements the litter decomposition on the ground floor by microorganisms. Further studies on the role of animals, apart from energy flow considerations, should be of fundamental interest in the future, and will undoubtedly contribute significantly to our understanding of the functioning of ecosystems.

Das zoologische Forschungsprogramm im Sollingprojekt der Deutschen Forschungsgemeinschaft war im wesentlichen auf drei Ziele ausgerichtet:

1. die Analyse von Struktur und Dynamik von Zoozönosen und Populationen,
2. die Bestimmung der Umsatzleistungen der Tiere und
3. die Klärung spezifischer Funktionen der Tiere im Ökosystem.

Untersuchungsobjekte waren vor allem Buchenwälder. Zur qualitativ-quantitativen Erfassung der Fauna wurden hier Methoden eingesetzt (Funke 1971, Weidemann 1971, 1977), die im Solling später auch in Fichtenforsten (Thiede 1972, 1977a, b, Hartmann 1974) und auf einer Goldhaferwiese (Haas 1972, 1975, Hartmann 1974) Verwendung fanden. Sie haben sich inzwischen – teilweise – auch an anderen Orten bewährt: im Göttinger Wald (Strey 1972) auf der Schwäbischen Alb (Funke, Grimm & Thiede in Vorber.), auf den Brandflächen der Lüneburger Heide (Winter et al. 1977), ja sogar in den tropischen Regenwäldern Amazoniens (DFG-Programm „Überschwemmungswald" – Funke, Adis in Vorber.). Neben verschiedenen Verfahren zur Extraktion von Streu-

* Ergebnisse des Solling-Projekts der DFG(IBP), Mitteilung Nr. 187.

und Bodenproben (Weidemann 1977) standen drei Arbeitsgeräte als „Fangautomaten" im Mittelpunkt: Bodenfallen (Weidemann 1971), Boden-Photoeklektoren und – in Wäldern – zusätzlich Baum-Photoelektronen (Funke 1971; s.auch Abb. 1–4).

Die Untersuchungen wurden vorwiegend an Arthropoden durchgeführt, in den letzten Jahren aber auch auf andere Tiergruppen ausgedehnt, so z.B. auf Nematoden, Enchyträen (Schauermann; Graefe & Graff, in Vorber.) und Vögel (Scherner 1976, 1977).

Programmpunkt „Struktur und Dynamik von Zoozönosen und Populationen"

Die Analyse von Struktur und Dynamik einer Zoozönose ist ein weites Arbeitsgebiet. In den – aus der Sicht des Botanikers – artenarmen Buchen- und Fichtenwäldern des Solling (Ellenberg 1967, 1971, Gerlach 1970) leben allein mindestens je 1000 Arthropodenarten. Einige sind neu für die Wissenschaft, manche in Mitteleuropa erst selten gefunden, andere aus Wäldern bis heute unbekannt. Viele lassen sich jedes Jahr nachweisen; andere scheinen plötzlich aufzutauchen und nach ein oder mehreren Jahren wieder – fast völlig – zu verschwinden. Verschiedene Arten sind nur eine begrenzte Zeit im Jahr nachweisbar, manche auf bestimmte Straten oder Kleinhabitate beschränkt; andere pendeln zwischen Kronenraum und Boden hin und her, wandern mehr oder weniger regelmässig aus Nachbarbiotopen ein, treten als Durchzügler auf oder werden von oft weit entfernt gelegenen, selbst von aquatischen Ökosystemen zufällig und passiv hereingedriftet (detailliertere Angaben z.T. in den vorliegenden Publikationen, z.T. in Vorber.).

Das Strukturbild von Pflanzengesellschaften ist, vor allem in den Wäldern des Solling, verhältnismässig leicht zu erfassen; es variiert im wesentlichen nur mit den Jahreszeiten. Das Strukturbild der Tiergesellschaften dagegen ist wie ein buntes Kaleidoskop, das durch „äussere Einflüsse", Klima und Witterung und „innere Vorgänge", Entwicklungsabläufe und mannigfache Wechselbeziehungen zwischen Individuen und Populationen immer neue Ansichten bietet.

Es ist also ein recht aufwendiges Unterfangen, die Strukturen einer Zoozönose im Sinne von Weidemann (1977) möglichst vollständig zu erfassen. Trotz gemeinsamer Bemühungen fast aller am Sollingprojekt beteiligten Zoologen und einer Reihe ehrenamtlicher Helfer zeigen die Strukturbilder der Zoozönose, z.B. im Ökosystem Buchenwald, zum gegenwärtigen Zeitpunkt erst ein verhältnismässig grobes Raster. Nur an wenigen Stellen lassen sich schärfere Konturen erkennen. So haben vor allem Albert, R. (1976, 1977) und Hartmann (1974, 1977) an Spinnen- und Staphylinidenpopulationen sehr eingehende Untersuchungen über Artenspektren, Dominanzgefüge, Horizontal- und Vertikalverteilung, über Lebenszyklen, Abundanzdynamik und Phänologie durchgeführt. Koehler (1976, 1977) untersuchte „Nahrungsspektrum und Nahrungskonnexe von Carabiden" und leitet damit zu tiefgreifenderen funktionellen Zusammenhängen über, die bei Weidemann (1977) in der „trophischen Struktur" der Zoozönose deutlich werden. Albert, A. (1977) führt mit ihrer Arbeit über die „Biomassendynamik von Chilopoden" bereits zum zweiten der obengenannten

Ziele, der Klärung der Umsatzleistungen der Tiere hin. Scherner (1976, 1977) schliesslich bringt mit „Struktur und Dynamik der Avifauna des Solling" u.a. auch den historischen Aspekt der Entwicklung und Veränderung von Ökosystemen und Landschaftsbild unter dem Einfluss von Klima und Mensch zum Ausdruck.

Programmpunkt „Umsatzleistungen der Tiere"

Die Analyse von Struktur und Dynamik der Tiergesellschaften und Populationen war nur ein Ziel unseres Forschungsprogramms. Wir hätten im Laufe der vergangenen Jahre die Zoozönosen aller Versuchsflächen zweifellos noch gründlicher erfassen können. Wir hätten damit aber kaum wesentlich mehr erreicht als die Zoologen, die sich die Klärung der Struktur von Zoozönosen teilweise schon vor Jahrzehnten zur Lebensaufgabe machten (Lit. u.a. in Schwerdtfeger 1975). So „durfte" im Sollingprojekt die Strukturanalyse von Zoozönosen und Populationen nur an wenigen Stellen in die „Breite" gehen und „Endziel" sein; an anderen – bei einzelnen Populationen oder einzelnen systematischen und trophischen Gruppen – dagegen „musste" sie als unverzichtbare Voraussetzung

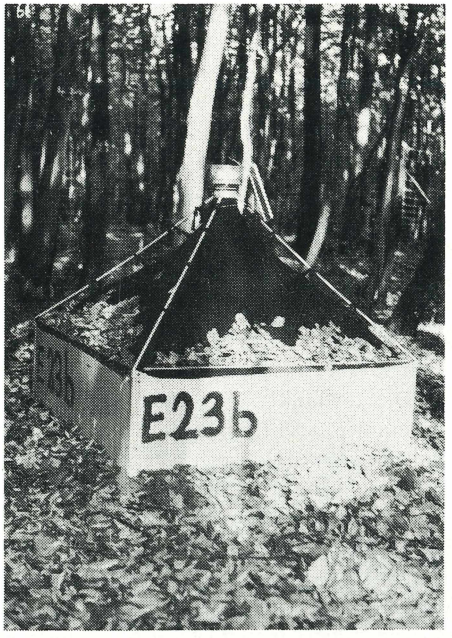

Abb. 1. Boden-Photoeklektor im Buchenwald – Bestimmung von Arteninventar bei Arthropoden, Schlüpfabundanz von Imagines holometaboler Insekten mit bodenlebenden Entwicklungsstadien, Aktivitätsabundanz (in abgeschlossenem Raum), Gewinnung phänologischer Daten etc. (umgrenzte Fläche des Eklektors 1 m^2; Fangdose an der Spitze des Tuchdaches).

einer sauberen Analyse von Leistung und Funktion dienen. Nach den Vorstellungen aus dem Jahre 1967 (s. Ellenberg) sollte es bei unseren Untersuchungen nämlich vor allem darum gehen, die „quantitativ bedeutsamen produktionsbiologischen Prozesse" zu analysieren.

Mit dieser Zielsetzung war das zoologische Forschungsprogramm in die Analyse der „systemeigenen Vorgänge" der Ökosysteme (Ellenberg 1973) voll integriert. Im Brennpunkt stand bei vielen Arbeiten die Frage nach dem Stoff- und Energieumsatz: Was wird konsumiert und wieviel? Wieviel bleibt unverwertet, und was wird z.B. nur abgebissen, aber nicht genutzt? Wieviel wird produziert und veratmet?

Nachdem bereits bei früheren Gelegenheiten über die Umsatzleistungen von Tieren zusammenfassend referiert worden war (Funke 1972, 1973, Weidemann 1972, 1974), kann Grimm (1977) jetzt auf Grund neuer Ergebnisse (z.B. nach Altmüller 1976, 1977) und neuer Berechnungen für das Ökosystem Buchenwald (Solling-Versuchsfläche B 1 a, s. Ellenberg 1971) neues Datenmaterial vorlegen, verschiedene systematische und trophische Gruppen miteinander vergleichen und – nahezu abschliessend – den Anteil der Arthropoden am Energiefluss durch die Lebensgemeinschaft abschätzen.

Das in verschiedenen Arbeiten (s. Funke 1972, Weidemann 1972, Grimm 1973 u.a.) geschilderte Vorgehen zur exakten Ermittlung der Umsatzleistungen der Tiere erforderte einen hohen Aufwand an Arbeitskraft. Es wird sich kaum noch einmal so eindrucksvoll darstellen lassen, wie es im Rahmen des Sollingprojekts möglich war. So werden in Zukunft andere Arbeitsmethoden an Bedeutung gewinnen. Ein Verfahren geht in seinem Ansatz schon auf das Jahr 1968, den Beginn der zoologischen Arbeiten im Sollingprojekt zurück. Mit Bodenphotoeklektoren (Abb. 1–3) kann man bei vielen holometabolen Insekten mit bodenlebenden Entwicklungsstadien die „Schlüpfabundanz" und über Trockengewichts- und Brennwertbestimmungen die „Produktion an Imagines" ermitteln (Funke 1971, 1973).

Beide Grössen sind, wie Schauermann (1977) in einer ersten Übersicht für den Buchenwald demonstriert und Thiede (1977a, b) auf Grund eingehender Untersuchungen in Fichtenforsten noch tiefgreifender aufzeigen kann, für Vergleiche zwischen verschiedenen systematischen und trophischen Gruppen zwischen verschiedenen Jahren und zwischen verschiedenen Ökosystemen sehr gut geeignet (Funke 1972). Die „Produktion an Imagines" wird in ihrem Wert aber noch bedeutsamer, seitdem wir an immer neuen Beispielen erfahren (s. Altmüller 1976), dass sie, gemittelt über mehrere Jahre, ca. 10% der jährlichen Gesamtassimilation von Populationen ausmacht (Funke 1973, Thiede 1973). Damit können wir jetzt den Energieumsatz einer grossen Zahl von Insektenpopulationen auf verhältnismässig einfachem Wege und grössenordnungsmässig sicher weitgehend korrekt abschätzen (s. z.B. Thiede 1977a, b). Unser „Minimalprogramm zur Ökosystemanalyse" aus dem Jahre 1974 (Grimm, Funke & Schauermann 1975), das in erster Linie auf die Ermittlung von Artenspektren, flächen- und zeitbezogenen Populationsdaten ausgerichtet war, ist damit um einen wesentlichen Aspekt erweitert.

Die primäre oberirdische Produktion der höheren Pflanzen eines Landökosystems lässt sich in der Regel auf einfache Weise schnell bestimmen. Die Ermitt-

Abb. 2. Baum- Boden- Photoeklektoren im Buchenwald – Bestimmung von Arteninventar, Schlüpfabundanz etc. im unmittelbaren Stammbereich (umgrenzte Fläche der Eklektoren je 4 m²).

Abb. 3. Boden-Photoeklektoren auf einer Mähwiese im Solling (runde Form; umgrenzte Fläche je 1 m²).

lung der sekundären Produktion der Tiere ist demgegenüber stets äusserst langwierig, aufwendig und bleibt meist unvollständig. In einem Gemeinschaftsprojekt „Ökosystemanalyse" gelangt man auf Grund dieser Situation zwangsläufig oft an die Grenzen einer für alle Seiten voll befriedigenden und erfolgreichen Zusammenarbeit. Nur durch weitgehenden Verzicht auf – nicht nur für den Zoologen interessante – Detaildaten über Struktur und Dynamik von Zoozönosen, Umsatzleistungen und spezifische Funktionen einzelner Populationen liessen sich die auf Grund unterschiedlicher Arbeitsmöglichkeiten notwendigerweise auftretenden Gegensätze mindern. Das erscheint möglich durch eine weitere Vereinfachung des auf Untersuchungen über die sekundäre Produktion der Tiere ausgerichteten Minimalprogramms.

Für grobe Schätzungen und großzügige Vergleiche zwischen Ökosystemen wären tiefgreifendere Aufschlüsselungen des mit Eklektoren (eines genormten Typs) erbeuteten Tiermaterials nach systematischen und trophischen Gruppen oder gar nach Arten u.U. überflüssig. Die gesamte „Produktion an Insekten-Imagines", ggf. ergänzt durch die Biomasse aller anderen pro m^2 und Jahr (in Bodeneklektoren) erbeuteten Arthropoden dürfte in Vollständigkeit und Aussage etwa dem Teil der Primärproduktion vergleichbar sein, der in Wäldern als oberirdischer Bestandsabfall mit Streusammlern jährlich gemessen wird (Heller 1971, Runge 1973).

Abb. 4. Baum- Photoeklektor im Buchenwald (unten offene untereinander verbundene Tuchtrichter mit Fangdose an der Spitze) – Bestimmung von Stammauflauf und – anflug von Arthropoden, Ermittlung der Entwicklungsabläufe bei Stamm- und Kronenbewohnern, Erfassung von Immigranten etc. (Näheres s. Funke 1971).

Programmpunkt „Spezifische Funktionen der Tiere im Ökosystem"

Durch Stoff- und Energieumsatz ist die Funktion der Tiere nur einseitig gekennzeichnet. Die Bestimmung der Umsatzleistungen ist aber oft erforderlich, um den Einfluss der Tiere auf ihre Ökosysteme quantifizierbar zu machen (Funke 1973). Zwei Beispiele sollen das veranschaulichen:

In den Buchenwäldern des Solling verbrauchen die Phyllophagen für ihre Produktion und ihre Respiration jährlich ca. 5% grüne Blattsubstanz. Die Nettoassimilation der Buche wird hierdurch kaum beeinträchtigt (Funke 1972, 1973). Schmetterlingsraupen, Blattwespenlarven und Rüsselkäfer sind also nicht immer unbedingt „Schädlinge". Sie sind aber auch nicht einfach nutzlose „Geniesser" einer pflanzlichen „Überproduktion", sondern ganz offensichtlich „notwendige Komponenten" im Ökosystem. So wissen wir jetzt durch Untersuchungen von Herlitzius (1976, 1977), dass die Blattfresser in den Kronen der Bäume über ihre Exkremente den Abbau der Streu am Boden – zumindest in den Buchenwäldern des Solling – entscheidend beschleunigen.

Dass Dipterenlarven bei der Primärzersetzung der Streu eine grosse Rolle spielen, ist seit langem bekannt; dass sie in den Buchenwäldern des Solling, wo die grossen Streuzersetzer – Diplopoden, Asseln und Gehäuseschnecken – fehlen, Regenwürmer und Nacktschnecken selten sind, fast ausschliesslich deren Funktion übernehmen, lag nahe. Wie hoch ihr Anteil am Primärabbau der Streu ist, war jedoch unbekannt. Über Energieumsatzbestimmungen und nach Literaturdaten über das Verhältnis von Assimilation und Consumtion saprophager Arthropoden kommt Altmüller (1976, 1977) zu dem Schluss, dass allein die Mycetophiliden und die Sciariden etwa 25% der jährlich anfallenden Streu verarbeiten. Nach solchen Befunden möchten wir natürlich wissen, was „treiben" die vielen anderen Tiergruppen im Ökosystem. Was fressen z.B. die Tiere, die wir noch garnicht genauer untersuchen konnten? Wie sieht das aus bei Enchyträen, bei brachyceren Dipteren, z.B. der Gattung *Fannia* Robineau – Dessoidy und anderen Streu- und Humusbewohnern? Wir dürfen uns einfach nicht damit zufrieden geben: sie sind saprophag. Was fressen sie wirklich? Sind sie bakteriovor, mycetophag? Ernähren sie sich selektiv von toter partikulärer oder – und ggf. in welchem Umfang – von gelöster organischer Substanz, oder sind sie pantophag, wie – nach Strey (1972) – z.B. der Schnellkäfer *Athous subfuscus* Müll.? Wie greifen Tiere durch ihre Bewegungsweisen und ihre oft recht komplexen Verhaltensabläufe in ihre Umgebung ein? Wie und in welchem Umfang sind sie also durch ihre vielseitigen „Tätigkeiten" an der Gestaltung ihrer Ökosysteme beteiligt? – Zukünftige Arbeiten werden vor allem an diesen Fragen ansetzen müssen, soll unser Verständnis über das Funktionieren von Ökosystemen weiter vertieft werden.

In dem vorliegenden Bericht über die zoologischen Beiträge zum Sollingprojekt der DFG habe ich im wesentlichen nur den Kern unseres Forschungsprogramms berührt. Fragen nach dem Gültigkeitsbereich der Untersuchungsergebnisse, nach speziellen Anpassungen der Tiere an Bedingungen ihres Lebensraumes, ihrer Aktivitätsperiodik und ihren Orientierungsleistungen wurden nicht berücksichtigt. Struktur und Dynamik von Zoozönosen und Populationen, Umsatzleistungen

und spezielle Funktionen der Tiere, also die Programmpunkte, auf die unsere Arbeit schwerpunktmässig ausgerichtet war, standen im Mittelpunkt (s. Beiträge S. 59–170).

LITERATUR

Zoologische Arbeiten im „Sollingsprojekt"

Adis, J. (1974): Bodenfallenfänge in einem Buchenwald und ihr Aussagewert. Diplomarbeit Göttingen.

Adis, J. & Kramer, E. (1975): Formaldehyd-Lösung attrahiert *Carabus problematicus* (Coleoptera: Carabidae). Ent. Germ. 2: 121–125.

Albert, A.M. (1977): Biomasse von Chilopoden in einem Buchen-Altbestand des Solling. Verhdl. Ges. Ökol. Göttingen 1976. Junk, The Hague, S. 93–101.

Albert, R. (1973): Die Spinnenfauna zweier Buchenflächen des Solling. Diplomarbeit Göttingen.

Albert, R. (1976): Zusammensetzung und Vertikalverteilung der Spinnenfauna in Buchenwäldern des Solling. Untersuchungen mit Hilfe von Baum-Photoeklektoren. *Faun.-Ökol. Mitt.* 5: 65–80.

Albert, R. (1977): Struktur und Dynamik der Spinnenpopulationen in Buchenwäldern des Solling. Verhdl. Ges. Ökol. Göttingne 1976. Junk, The Hague, S. 83–91.

Altmüller, R. (1973): Ökoenergetische Untersuchungen an Dipteren im Buchenwald. Zum Energieumsatz von *Fannia* sp. (Muscidae). Diplomarbeit Göttingen.

Altmüller, R. (1976): Zum Energieumsatz von Dipterenpopulationen im Buchenwald (Luzulo-Fagetum). Dissertation Göttingen.

Altmüller, R. (1977): Ökoenergetische Untersuchungen an Dipterenpopulationen im Buchenwald. Verhdl. Ges. Ökol. Göttingen 1976. Junk, The Hague, S. 133–138.

Babbel, O. (1975): Untersuchungen an Soricidenmaterial aus einem definierten Fanggebiet des Solling. Staatsexamensarbeit Ti. Ho. Hannover.

Baranski, U. (1970): Produktionsökologische Untersuchungen an Dipteren eines Buchenwaldes. Staatsexamensarbeit Göttingen.

Dirks, A. (1973): Untersuchungen zur Biologie und ökologischen Energetik von Chilopoden-Populationen in einem Buchen-Altbestand des Solling. Diplomarbeit Göttingen.

Faasch, H. (1972): Speisezettel einer Moosmilbe. *Mikrokosmos* 12: 361–362.

Faasch, H. (1973): Fallaub – Hauptmenü der Pilzmückenlarven. *Mikrokosmos* 13: 9–12.

Funke, W. (1971): Food and energy turnover of leaf-eating insects and their influence on primary production. *Ecol. Studies* 2: 81–93.

Funke, W. (1972): Energieumsatz von Tierpopulationen in Landökosystemen. *Verh. Deut. Zool. Ges. Helgoland,* 65. Jahresversammlung 1971, S. 95–106.

Funke, W. (1973): Rolle der Tiere im Wald-Ökosystemem des Solling. In: H. Ellenberg, Hrsg. Ökosystemforschung, S. 143–174. Berlin, Springer.

Funke, W. & Weidemann, G. (1971): Food and energy turnover of phytophagous and predatory arthropods. *Ecol. Studies* 2: 100–109.

Graff, O. (1971): Stickstoff, Phosphor und Kalium in der Regenwurmlosung auf der Wiesenversuchsfläche des Sollingprojektes. IV. Coll. Pedobiologiae Dijon 1970. *Ann. Zool. Ecol. anim.*: 503–511.

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.

Grimm, R. (1977): Untersuchungen an Tierpopulationen des Solling: Die blattfressenden Insekten. *Jahresber. d. Naturk. Ver. d. Rheinlande und Westfalens*, Wuppertal 1975 (im Druck).

Grimm, R. (1977): Der Energieumsatz der Arthropodenpopulationen im Ökosystem Buchenwald. Verhdl. Ges. Ökol. Göttingen 1976. Junk, The Hague, S. 125–131.

Grimm, R., Funke, W. & Schauermann, J. (1975): Minimalprogramm zur Ökosystemanalyse: Untersuchungen an Tierpopulationen in Wald-Ökosystemen. Verhdl. Ges. Ökol. Erlangen 1974. Junk, The Hague: S. 77–87.
Grunert, J. (1974): Untersuchungen zur Biologie und ökologischen Energetik zweier Staphyliniden-Populationen im Solling. Diplomarbeit Göttingen.
Haas, H. (1972): Schlüpfphänologie und Schlüpfabundanz von Insekten auf einer Wiese im Solling. Diplomarbeit Göttingen.
Haas, H. (1975): Die Zikaden (Homoptera-Auchenorrhyncha) einer Wiese und ihr Energieumsatz. Dissertation Göttingen.
Haas, H. (1977): Investigations on Secondary Productivity in a Meadow in the Solling, FRG: Homoptera Auchenorrhyncha (in press).
Hartmann, P. (1974): Die Staphylinidenfauna verschiedener Waldbestände und einer Wiese des Solling. Diplomarbeit Göttingen.
Hartmann, P. (1977): Struktur und Dynamik von Staphyliniden-Populationen in Buchenwäldern des Solling. Verhdl. Ges. Ökol. Göttingen 1976. Junk, The Hague, S. 75–81.
Herlitzius, R. (1975): Streuabbau in Laubwäldern. Untersuchungen in Kalk- und Sauerhumusbuchenwäldern. Diplomarbeit Göttingen.
Herlitzius, R. (1977): Untersuchungen zum Streuabbau in Kalk- und Sauerhumusbuchenwäldern. Verhdl. Ges. Ökol. Göttingen 1976. Junk, The Hague, S. 161–170.
Koehler, H. (1976): Nahrungsspektrum und Nahrungsumsatz zweier Carabiden des Solling, *Pterostichus oblongopunctatus* (F.) und *Pterostichus metallicus* (F.). Diplomarbeit Göttingen.
Koehler, H. (1977): Nahrungsspektrum und Nahrungskonnex von *Pterostichus oblongopunctatus* (F.) und *Pterostichus metallicus* (F.) (Coleoptera, Carabidae). Verhdl. Ges. The Hague, S. 103–111.
Reise, K. (1972): Verteilungsmuster räuberischer Arthropoden am Waldboden. Diplomarbeit Göttingen.
Reise, K. & Weidemann, G. (1975): Dispersion of predatory forest floor arthropods. *Pedobiologia* 15: 106–128.
Schauermann, J. (1973): Zum Energieumsatz phytophager Insekten im Buchenwald. II. Die produktionsbiologische Stellung der Rüsselkäfer (Curculionidae) mit rhizophagen Larvenstadien. *Oecologia* 13: 313–350.
Schauermann, J. (1973): Zum Energieumsatz phytophager Insektenpopulationen. In: Belastung und Belastbarkeit von Ökosystemen. Tagungsber. Ges. Ökol. Gießen 1972. Blasaditsch, Augsburg: 65–69.
Schauermann, J. (1977a): Energy metabolism of rhizophagous insects and their role in ecosystem. In: Lohme, U. & Persson, T. (eds.), Soil Organisms as Components of Ecosystems. Proc. VI. International Soil Zoology Colloquium, 1976; *Ecol. Bull.* (Stockholm). 25 (in press).
Schauermann, J. (1977b): Zur Abundanz- und Biomassendynamik der Tiere in Buchenwäldern des Solling. Verhdl. Ges. Ökol. Göttingen 1976. Junk, The Hague, S. 113–124.
Schauermann, J. (1977c): Untersuchungen an Tierpopulationen des Solling: Die Tiere der Bodenoberfläche und des Bodens. Jahresber. d. Naturk. Ver. d. Rheinlande und Westfalens. Wuppertal 1975 (im Druck).
Scherner, E.R. (1976): Grundlagen einer Avifauna des Solling. Diplomarbeit Göttingen.
Scherner, E.R. (1977): Struktur und Dynamik der Avifauna des Sollings. Verhdl. Ges. Ökol. Göttingen 1976. Junk, The Hague, S. 145–160.
Strey, G. (1972): Ökoenergetische Untersuchungen an *Athous subfuscus* Müll. und *Athous vittatus* Fbr. (Elateridae, Coleoptera) in Buchenwäldern. Dissertation Göttingen.
Thiede, U. (1972): Schlüpfphänologie und Schlüpfabundanz von Insekten in Fichtenwäldern des Solling. Diplomarbeit Göttingen.
Thiede, U. (1973): Zur Produktion an Insekten-Imagines in Landökosystemen. In: Belastung und Belastbarkeit von Ökosystemen. Tagungsber. Ges. Ökol. Gießen 1972. Blasaditsch, Augsburg: S. 71–76.
Thiede, U. (1977a): Untersuchungen über die Arthropodenfauna in Fichtenforsten (Populationsökologie, Energieumsatz). *Zool. Jb., Abt. Syst. Ökol. Geogr. Tiere* (im Druck).
Thiede, U. (1977b): Quantitative Untersuchungen an Insektenpopulationen in Fichtenfor-

sten des Solling. Verhdl. Ges. Ökol. Göttingen 1976. Junk, The Hague, S. 139–144.
Weidemann, G. (1971): Food and energy turnover of predatory arthropods of the soil surface. *Ecol. Studies* 2: 110–118.
Weidemann, G. (1971): Zur Biologie von *Pterostichus metallicus* F. (Coleoptera, Carabidae). *Faun.-Ökol. Mitt.* 4: 30–36.
Weidemann, G. (1972): Die Stellung epigäischer Raubarthropoden im Ökosystem Buchenwald. *Verh. Deut. Zool. Ges. Helgoland,* 65. Jahresversammlung 1971: 106–116.
Weidemann, G. (1974): A model of energy flow through consumer compartments in a beech forest. *Göttinger Bodenk. Ber.* 30: 186–197.
Weidemann, G. (1977): Struktur der Zoozönose im Buchenwald-Ökosystem des Solling. Verhdl. Ges. Ökol. Göttingen 1976. Junk, The Hague, S. 59–73.
Winter, K. (1971): Studies in the productivity of Lepidoptera populations. *Ecol. Studies* 2: 81–93.
Winter, K. (1972): Zum Energieumsatz phytophager Insekten im Buchenwald. Untersuchungen an Lepidopterenpopulationen. Dissertation Göttingen.

Sonstige zitierte Literatur

Ellenberg, H. (1967): Internationales Biologisches Programm. Beiträge der Bundesrepublik Deutschland. Bad Godesberg: Deutsche Forschungsgemeinschaft.
Ellenberg, H. (1971): Integrated experimental ecology. Introductory survey. *Ecol. Studies* 2: 1–15.
Ellenberg, H. (1973): Ziele und Stand der Ökosystemforschung. In: H. Ellenberg, Hrsg. Ökosystemforschung, 1–31.
Gerlach, A. (1970): Wald- und Forstgesellschaften im Solling. *Schriftenr. Vegetationsk.* 5: 79–98.
Heller, H. (1971): Estimation of biomass of forests. *Ecol. Studies* 2: 45–47.
Runge, M. (1973): Energieumsätze in den Biozönosen terrestrischer Ökosysteme. *Scripta Geobot.* 4: 1–66.
Schwerdtfeger, F. (1975): Synökologie. Hamburg-Berlin: Parey.
Winter, K., Altmüller, R., Hartmann, P. & Schauermann, J. (1977): Forschungsprojekt Waldbrandfolgen: Populationsdynamik der Invertebratenfauna in Kiefernforsten der Lüneburger Heide. Verhdl. Ges. Ökol. Göttingen. Junk, The Hague, S. 225–234.

Nachtrag (Sollingprojekt-Arbeiten)

Altmüller, R. (1977): Dipteren im Energiehaushalt eines Buchenwaldes. *Verh. Deut. Zool. Ges. Erlangen*, 70. Jarhesversammlung 1977 (im Druck).
Funke, W. (1977): Die Stammregion von Wäldern – Lebensraum und Durch – gangszone von Arthropoden. *Verh. Deut. Zool. Ges. Erlangen*, 70. Jahresversammlung 1977 (im Druck).
Thiede, U. (1977): Qualitativ-quantitativ Untersuchungen sur Populationsökologie von Dipteren in Fichtenforsten. *Verh. Deut. Zool. Ges. Erlangen*, 70. Jahresversammlung (im Druck).

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. W. Funke, Universität Ulm, Abt. Ökologie und Morphologie der Tiere (Biologie III), Oberer Eselsberg, D-7900 Ulm/Donau.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie

Jahr/Year: 1977

Band/Volume: 6_1977

Autor(en)/Author(s): Funke Werner

Artikel/Article: Das zoologische Forschungsprogramm im Solling-Projekt 49-58