

Die terricolen Dipterenlarven im Verknüpfungsgefüge der Waldbiozönose

Von

ADOLF BRAUNS, Braunschweig

(Mit 1 Abbildung)

Eingesandt am 2. 3. 1953

Schon vor mehr als hundert Jahren hat G. Chr. Ehrenberg auf die Bedeutung der kleinsten terricolen Organismen bei der Bodenbildung in grundlegenden Veröffentlichungen hingewiesen. Seitdem wurde von den verschiedensten Seiten umfangreiches Material zusammengetragen, in neueren bodenbiologischen Werken gesichtet und mit heutigen Untersuchungsergebnissen verglichen. Dabei wurde besonderer Wert teils auf eine physiologisch-ökologische, teils auf eine angewandt-ökologische Betrachtungsweise zur Herausarbeitung der vielseitigen Zusammenhänge gelegt. Die Bodenzologie, vor wenigen Jahrzehnten noch höchstens ein Spezialgebiet einzelner interessierter Zoologen, hat jetzt jedoch ohne Zweifel den Rang einer besonderen Disziplin innerhalb der biologischen Wissenschaftsgebiete erreicht. Trotz des offensichtlichen Aufschwunges in der Erforschung der Ökologie der Bodenfauna ist dieser Forschungszweig freilich noch nicht an die Ergebnisse verwandter Disziplinen, etwa der Ökologie der Binnengewässer oder der Meeresökologie, herangekommen, da vor allem in der Beobachtungs- und Sammeltechnik, in der Haltung und Züchtung der Bodenorganismen beträchtliche Schwierigkeiten auftreten. Weiterhin stellt jede bodenökologische Untersuchung an den Wissenschaftler erhebliche Anforderungen in systematischer Hinsicht. Eine wissenschaftliche Durchdringung aller auftretenden Probleme in der Bodenbiologie kann erst dann vollwertig einsetzen, wenn in mühsamer Kleinarbeit die einzelnen Arten determiniert sind.

In dieser Hinsicht war die Kenntnis der Larvenstadien der Diptera noch immer recht unvollkommen. Während man auf der einen Seite vor wenig mehr als zwei Jahrzehnten dieser Insektenordnung offenbar kaum eine bodenbiologische Bedeutung beimessen zu können glaubte und sie daher gar nicht erwähnte (vgl. Hoffmann, 1931), wurde von anderer Seite etwa zur gleichen Zeit bereits die wirtschaftliche Bedeutung auch dieser Larvenzustände herausgestellt (vgl. Friederichs, 1930). In den folgenden Jahren erkannten mehrere Forscher, daß trotz einer verhältnismäßig geringen Besatzdichte gegenüber anderen im Boden vertretenen Gruppen den Dipterenlarven für die Lebensvorgänge im Boden ohne alle Zweifel eine beträchtliche Bedeutung zukomme (u. a. Escherich, 1942; Franz, 1950).

Es war daher an der Zeit, für weitere bodenbiologische Untersuchungen dem Freilandbiologen die notwendige Arbeitsgrundlage zu schaffen an Determinationstabellen, die zumindest ein Ansprechen der einzelnen

Larvenformen aus den verschiedenen Dipterenfamilien ermöglichten und ein Erkennen der differentialdiagnostischen Merkmale erleichterten. Trotz der ausgezeichneten, systematischen Bearbeitung der Dipterenlarven der Welt von Hennig (1948/52), deren dritter Teil mir erst nach Abschluß meiner Arbeit vorlag, erschien mir eine Darstellung der terricolen Larvenformtypen für den Bodenzooologen durchaus nicht überflüssig zu sein, vor allem nicht bei einer ökologischen Zielsetzung. Anlässlich der damit verbundenen wissenschaftlichen Untersuchungen, deren Vorarbeiten mit Hilfe der Klosterkammer Hannover durchgeführt und die mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Bad Godesberg, abgeschlossen wurden (vgl. Brauns, 1953 a), konnte ich mir andererseits durch umfangreiche Außenuntersuchungen eine Übersicht über die Ernährungsbiologie der verschiedenen Larvenformen erarbeiten. Die Beobachtungen wurden zunächst auf forstliche Standorte beschränkt, da die Verhältnisse auf landwirtschaftlichen Nutzungsflächen, vornehmlich auf Ackerböden, infolge der andersartig gelagerten Nutzung und der damit verbundenen Verfahren besonderer Art sind.

Die unterste Lebensschicht ist nicht, wie etwa Francé (1921) erklärte, eine in sich geschlossene Lebensgemeinschaft; im Gegenteil, die biozönotische Kette endet nicht an der Bodenoberfläche. Die terricolen Dipterenlarven sind daher auch wie jede andere subterrane Organismengruppe nur ein Glied der biozönotischen Kette des betreffenden Lebensraumes. Zur Darstellung der intra- und interspezifischen Beziehungen der bodenlebenden Zweiflüglerlarven wäre demnach der Einbau in einen gesamten „biozönotischen Konnex“ eine Möglichkeit, einen Einblick in die Abhängigkeitsbeziehungen dieser Larvenzustände von ihrer Umwelt zu vermitteln (vgl. Tischler, 1951 a und b). Wenn auch schon manche Kenntnisse aus der Lebensweise der gesamten subterranean Organismen in den letzten Jahrzehnten ermittelt worden sind, so fehlen immerhin noch viele Einzelheiten, um auch die Bodenfauna mit ihren sämtlichen Lebensformtypen in einer derartigen diagrammatischen Darstellung unterzubringen. Voraussetzung für eine übersichtliche Aufzeichnung eines biozönotischen Konnexes unter Einbeziehung der terricolen Organismen in verschiedenen Beständen ist meines Erachtens die Auffindung von ökologischen Differentialarten, die sich dann im Gesamtdiagramm einsetzen lassen und die Verhältnisse nicht zu kompliziert gestalten.

Bei dem von mir entworfenen, anliegenden Diagramm kam es mir darauf an, zunächst einmal die Vertreter sämtlicher Familien einer Insektenordnung, zu der terricole Larvenformen zählen, aufzuzeigen. Zum andern sollten möglichst gleichzeitig die jeweils bevorzugten Aufenthaltsorte in dem Stratum der Boden- und Streuschicht abzulesen sein und daneben erkannt werden können, inwieweit die Dipterenlarven mit den

übrigen im gleichen Substrat vorkommenden Organismen in ernährungsbiologischer Beziehung stehen, von ihnen in ihrer Entwicklung gehemmt werden oder wieweit ausgesprochen terricole Formen selbst in anderen Strata vertreten sein können.

Als Biotoptyp wird ein mesophiler Laubholzbestand angenommen, in dem *Fagus sylvatica* L. vorherrschend war, der aber auch einige andere Laubholzarten auf Vergleichsflächen aufwies; der Laubmischbestand wurde deshalb als Bestandestyp zur diagrammatischen Darstellung der Verhältnisse ausgewählt, weil die terricolen Larvenformen in Laubholz- und in Laubmischbeständen sehr viel zahlreicher vertreten sind als in Nadelholzmonokulturen.

Während nun einige Forscher (etwa Glasgow, 1939) die Bewohner der Streuschicht nicht zu den Bodenorganismen zählen wollen, hat sich neuerdings gezeigt, daß „gerade in dieser Schicht für die Bodenbildung außerordentlich wichtige Prozesse ablaufen“ und „die dort lebenden Arten in die Betrachtung einbezogen werden“ müssen (Kühnelt, 1950). Freilich ließ sich im Diagramm nicht die Unterscheidung etwa zwischen Fôrna, F- und H-Schicht (vgl. Kühnelt, 1950) einarbeiten, aber unter dem als Fallaub, Pilzmyzel und Bakterien bezeichneten Substrat kann vorwiegend die Vermoderungs- oder F-Schicht verstanden werden.

Außerdem halte ich es nach meinen Außenuntersuchungen für erforderlich, die Faunula der zerfallenen, amorphen Substanz der Stöcke, der modernden Stämme (die natürlich im Wirtschaftswald seltener anfallen) oder die in modernden Ästen und Zweigen vorkommenden Organismen der Bodenfauna zuzurechnen. Die letzte Befallsfolge in den Successionen der Holzfauna kann dieser nicht mehr zugezählt werden (vgl. Eidmann, 1943; Fourman, 1938). Außerdem finden wir zum Herbst hin in der nächsten Nähe amorpher Stöcke und in ihnen selbst eine größere Besiedlungsdichte gegenüber der Boden- und Streudecke. Viele Arten überwintern im Larvenstadium in den Stöcken oder zumindest in benachbarten Arealen. Die Feuchtigkeits-, aber auch die mikroklimatischen Verhältnisse sind anscheinend in den Stöcken und in ihrer nächsten Umgebung am günstigsten, so daß die Imagines ihre Eiablage auf diese Areale konzentrieren. Andernorts habe ich die Stöcke, vornehmlich jene im vorgeschrittenen Abbaustadium, als „Ausstrahlungspunkte“ bezeichnet, denn im nachfolgenden Frühjahr findet von hier aus eine Besiedlung der weiteren Streu- und Bodenflächen statt (Brauns, 1951 b). Diese Feststellungen erweitern den Kreis der zu berücksichtigenden Zweiflügler-Familien, sind aber notwendig, wenn ein einigermaßen geschlossenes Bild über die Verteilung der terricolen Larvenformen erarbeitet werden soll.

Ich möchte an dieser Stelle nicht übergehen, daß sicherlich noch manche Beziehungen fehlen, die ich bei meinen Freiland-Untersuchungen nicht

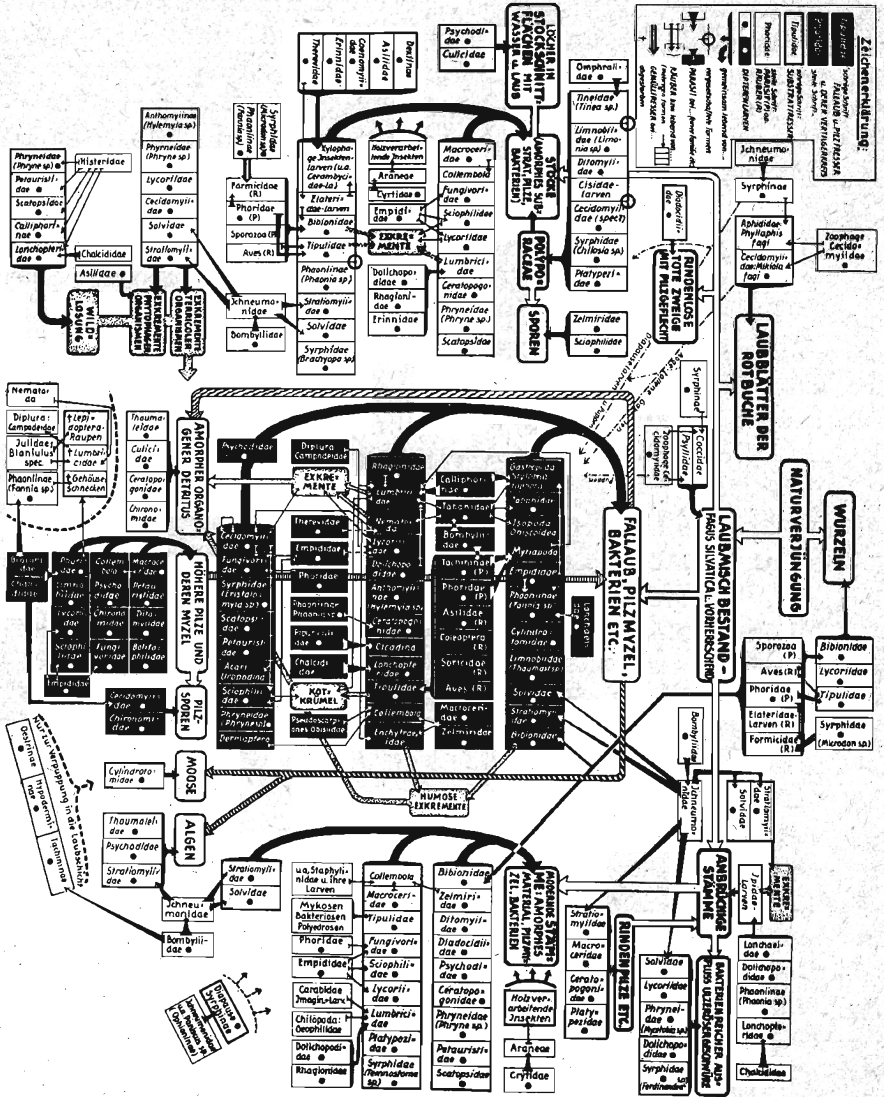


Diagramm: Stellung der terricolen Dipterenlarven im Verknüpfungsgefüge eines mesophilen Laubholzbestandes und bevorzugte Aufenthaltsorte der Larven. Nach Brauns (1953a).

beobachtet habe oder für die ich in den Veröffentlichungen anderer Bodenbiologen keine einwandfreien Belege auffinden konnte. Andererseits finden sich im Diagramm auch Larvenformen, die an anbrüchigen Stämmen vorkommen, obwohl diese bei jeder Durchforstung normalerweise bald beseitigt werden bzw. Larventypen, die lediglich vor der Verpuppung kurze Zeit in den Streu- und Bodenschichten oder in der amorphen Substanz der Stöcke und modernden Stämme als reife Larven oder Diapausestadien aufgespürt werden können (vgl. Brauns, 1953 b). Die oft im Bett des Wildes auftretenden samenkornähnlichen Tönnchen der Hippoboscide *Lipoptena cervi* L. bilden sich bereits in der Haardecke des Wirtstieres oder auch erst am Boden, aber die Larven verlassen den Mutterleib in völlig erwachsenem Zustande und liegen kaum noch einige Zeit unverpuppt in der Streudecke; diese Larvenform ist daher unberücksichtigt geblieben.

Die im Diagramm verwendeten Zeichen sind in der Zeichenerklärung niedergelegt. In der systematischen Benennung habe ich bewußt auf die in vielen Lehr- und Handbüchern der angewandten Zoologie gebräuchlichen Bezeichnungen zurückgegriffen. Die ständigen Abänderungen der wissenschaftlichen Namen haben schon vielfach Verwirrungen hervorgerufen. Nur gelegentlich habe ich die neueren Bezeichnungen angewendet, wenn Verwechslungsmöglichkeiten allenfalls gegeben waren. Wie schnell in systematischen Werken die lateinischen Bezeichnungen wechseln, läßt sich am Beispiel der Petauristidae demonstrieren. Während Hennig (1950) noch diese Bezeichnung für die Trichoceridae bringt, muß neuerdings der Familienname wieder nicht auf Petauristidae lauten, da sich herausgestellt hat, daß der Name *Petaurista* Meigen durch die Nagetiergattung *Petaurista* praeokkupiert ist (Hennig, 1952 und 1954, in litt.).

Aus dem Gesamtbild des Diagramms springt vor allem jene ernährungsbiologische Gruppe heraus, die größtenteils als Ersterzersetzer des Falllaubes humose Exkrememente produziert und daher eine beträchtliche, wirtschaftliche Bedeutung hat. Diese Larvenformen sind mit ihrem Verteilungskreis als oberer geschlossener Block in schwarzen Kästchen mit weißer Schrift in der Mitte des Schemas aufgeführt. Unter diesen sind in gleicher Weise als ein zweiter Block die mycetophagen Dipterenlarven an höheren Pilzen einschließlich ihres Verteilungskreises aufgezeichnet.

Infolge der gerade unter den Larvenstadien der Zweiflügler zu beobachtenden vielseitigen Ernährungsweise ist es nicht zu vermeiden, daß selbst in einem derartigen Diagramm häufig Überschneidungen auftreten. So finden wir terricole Tabanidenlarven einmal in jener wagerechten Kolonne phytosaprophager Arten der Fallaubschicht und gleichzeitig in der zweiten Kolonne, die den bisher bekannten Verteilungskreis umfaßt. Andere

Familien enthalten mycetophage, raptorische, zoonecrophage oder parasitische Larvenformen innerhalb der gesamten Bodenfauna wie etwa die Phoridae, die wir mithin an verschiedenen Stellen entsprechend verzeichnet finden. Larvenformen, die weitgehend Fallaub verarbeiten können, nehmen zumindest gelegentlich Bakterien oder feinstes Pilzmyzel gleichzeitig an, wie Fraßstudien unter dem Mikroskop erkennen ließen; auch in dieser Hinsicht läßt sich daher keine einwandfreie Trennung durchführen. Das gleiche trifft zu bei der Annahme amorpher Substanz in modernden Stämmen oder in Stöcken.

Die Exkremente terricoler Organismen dienen zahlreichen subterranean Dipterenlarven nochmals als Nahrung, wie mehrfach im Diagramm zum Ausdruck kommt. Durch die Fraßtätigkeit phytophager Organismen wird den Bodenschichten laufend zersetzte organische Substanz von humosem Charakter zugeführt. Diese Kotkrümel werden von manchen Dipterenlarven wiederum gefressen. Auch an Wildlosung finden sich terricole Zweiflüglerlarven ein und sind als Verzehrter der Losung von Großtieren für die Bodenbildung nicht bedeutungslos. Beim Zerfall der Kleintier- und Wildlosung werden Teilchen dem „Detritus“ beigemischt. An der Aufarbeitung dieses „Detritus“, der andererseits noch organische Reste in Menge enthält, haben die Larven mancher Familien beträchtlichen Anteil, wenn auch jene der Thaumaleidae und Culicidae nur in äußerst feuchten Beständen.

Spezielle Anpassungsformen finden wir unter den in den Staaten der Formicidae vorkommenden Zweiflüglerlarven, die sich hier vom „Gemüll“ ernähren. Freilich auch *Fannia*-Larven (Muscidae; Phaoniinae) fressen von den Nahrungs- und Exkrementenresten stockbewohnender Ameisen und werden von den Formiciden nicht angegriffen. Gelegentlich finden wir weitere Vergesellschaftungen, bei denen sich die Zusammenhänge aber nicht immer auf ernährungsbiologischer Basis erklären lassen. *Phaonia*-Larven leben sehr wahrscheinlich außer von der amorphen Stocksubstanz zu Zeiten von den Kotkrümeln der Tipuliden; doch bei dem gleichzeitigen Vorkommen der Larven von *Limonia* (*Metalimnobia*) *quadrifasciata* L. mit den Raupen von *Tinea parasitella* Hb. in *Trametes gibbosa* (Polyporaceae) ließ sich genau so wenig das stets gemeinsame Auftreten aufklären wie beim vergesellschafteten Vorkommen der Dipterocecidien einer noch unbekanntem Art (? *Scardia boleti* F.) mit den Larven von *Cis* (*Exidaulus*) *nitidulus* Hrbst. var. *glabratus* und *Cis Jaquemasti* Mell. in den Fruchtkörpern von *Polyporus applanatus* P.

Häufiger als im Diagramm verzeichnet ernähren sich terricole Dipterenlarven von Pilzsporen. Die von größeren Larven aufgenommenen Pilzsporen passieren sicherlich, wie es von anderen subterranean Organismen bekanntgeworden ist, teils den Darm unverdaut und haben in der Larven-

losung dann ein günstiges Nährsubstrat; eingehende Untersuchungen werden darüber erst Aufschluß geben können.

Einige Larvenformen treten neben ihrer Tätigkeit als Erstzersetzer von Fallaub gelegentlich als wirtschaftliche Schädlinge in Erscheinung. Von Tipulidae-Larven werden etwa die Wurzeln der Naturverjüngung geschält, auch abgebissen oder aber die Larven der Bibionidae und Lycoriidae nehmen die Wurzelhärchen an. Derartige Schäden können in Pflanzgärten ohne Gegenmaßnahmen zu empfindlichen Verlusten führen.

Die Stellung der hyperparasitischen Larvenformen ist in der Waldbiozönose unterschiedlich zu bewerten. Während durch den Hyperparasitismus der Bombyliidae bei Tachiniinenlarven der Ablauf einer Schädlingsgradation in wirtschaftlicher Hinsicht nachteilig beeinflußt wird, kann sich ein erhöhter Parasitierungsgrad bei Ichneumonidenlarven, deren Wirtstiere terricole Organismen sind, in bodenbiologischer Hinsicht günstig auswirken.

Der großen Gruppe der räuberischen Formen kann schließlich insofern eine bodenbiologische Bedeutung nicht abgesprochen werden, als sie bei der Durchlüftung des Substrates eine gewisse Rolle spielt. Im allgemeinen tritt diese Ernährungsgruppe den saprophagen Formen gegenüber in der Besatzdichte ganz erheblich zurück. Zudem kommt hinzu, daß carnivore Larven gelegentlich frisch abgestorbene Organismen annehmen oder bei tierischen Fäulnis- und Verwesungsvorgängen beteiligt sein und sogar zu schizophytophager Ernährungsweise übergehen können, so daß sie allein deshalb schon nicht als indifferent anzusehen sind. Bei der Verarbeitung von Tierleichen sind im übrigen die Dipterenlarven zweifellos durch weit mehr Formen vertreten als ich im Diagramm angeführt habe. Etwa gleichzeitig mit dem Beginn bakterieller Zersetzung von innen heraus setzt die Eiablage verschiedener Fliegenarten an das Aas ein. Dabei stellen die Sarcophaginae und Calliphorinae das Hauptkontingent. Da die Mehrzahl dieser Formen auch in anderen Biotopen Tierleichen anfliegen, sind sie nicht als Charakterarten der Waldbiozönose anzusprechen. Wenige Larvenformen, die von anderen Autoren als terricole Organismen beobachtet, von mir aber in fast 1 800 Proben überhaupt nicht aufgefunden wurden, sind gelegentliche Aasfresser; hierher gehören u. a. die Larven der Sepsidae, Piophilidae, Sphaeroceridae und Drosophilidae.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Den bodenbiologischen Fragestellungen wird von allen Seiten immer mehr Interesse entgegengebracht, so daß eine Überarbeitung einer noch wenig bekannten Insektenordnung innerhalb der Bodenfauna, der terricolen Dipterenlarven, dringend erforderlich war. In Anlehnung an ausgedehnte Freilandarbeiten wird hier versucht, die Abhängigkeitsbeziehungen dieser subterranean Organismengruppe in einem Laubmischbestand als ausgewählten Biotoptyp in einem Diagramm aufzuzeigen.

Ob es sich um Zersetzungs Vorgänge der Streu oder um den Holzabbau modern der Stämme bzw. um den Stockabbau handelt, überall sind die terricolen Dipterenlarven wesentlich beteiligt. Besondere Bedeutung kommt dabei den Erstzersetzer des Falllaubes zu, die humose Exkremente produzieren. Neben diese schizophagen Larvenformen gesellen sich u.a. mycetophage, coprophage und raptorische Typen. Nur wenige Arten treten kurz vor der Verpuppung als reife Larven und als Diapausestadien in den Streu- und Bodenschichten, in den Stöcken auf oder aber sind gleichzeitig als wirtschaftliche Schädlinge anzusprechen.

Zum Einbau der terricolen Organismen in die jeweiligen biozönotischen Konnexen der verschiedenen Bestandestypen wird man freilich auf das Aufsuchen ökologischer Differentialarten nicht verzichten können.

Summary

More and more people take an interest in problems of soil-biology, so that there was an absolute need to complete one but little known order of insects of the soil fauna, that are the terricole larvae of Diptera. Corresponding to large field-investigations it has been tried by this to show by diagram the correlations of this subterranean group of organisms living in a mixed stand of hardwood as a chosen biotype.

May it concern decomposition of litter or of the wood of rotting stems or stumps, the terricole larvae of Diptera take an important part in any case. Special importance have those first decomposers of falling leaves which produce humus excrements. These forms of schizophage larvae are accompanied by others, p.e. there are mycetophage, coprophage and raptory types. Only few species appear as larvae shortly before pupae and in the diapouse degree of process in the litter and ground layer and in the stumps, or they are at the same time to be looked at as noxious for forest management.

To place these terricole organisms into the particular biocenotic connexions of the different forest types one must try to find out the species with a different ecological character.

Schrifttum

Aus der großen Zahl diesbezüglicher Veröffentlichungen können nur einzelne Arbeiten angeführt werden. Mit Kreuz (+) sind jene Veröffentlichungen gekennzeichnet, die umfangreiche Schriftenverzeichnisse enthalten.

Brauns, A. (1949): Die ökologische Bedeutung der Zweiflügler (Diptera). Beiträge zur Naturkunde Niedersachsens, 2. Hannover. — + (1951a): Die Bedeutung bodenzöologischer Forschungen für die Forstwirtschaft. Nordd. Holzwirtschaft, 5, 4. Herford. — (1951b): Die Feuchtigkeit als ökologischer Faktor bei der Humifizierung von Stöcken. Nordd. Holzwirtschaft, 5, 30. Herford. — + [1953a]: Terricole Dipterenlarven. Eine Einführung in die Kenntnis und Ökologie der häufigsten bodenlebenden Zweiflüglerlarven der Waldbiozönose auf systematischer Grundlage. Mit 96 Abbildungen auf ganzseitigen Tafeln und im Text. 3 Farbtafeln, 1 Tabelle und 1 Schema. Verlag Musterschmidt, Göttingen. (Erschienen als „Untersuchungen zur angewandten Bodenbiologie“, Bd. 1, 1954). — (1953 b): Beiträge zur Ökologie und wirtschaftlichen Bedeutung der aphidivoren Syrphidenarten. Beiträge zur Entomologie; 3, 3.

Eidmann, H. (1943): Successionen westafrikan. Holzinsekten. Mitt. Hermann Göring — Akademie d. Deutschen Forstwissenschaft; 3, 1. Frankfurt a. M.

- Ehrenberg, G. Chr. (1837): Die fossilen Infusorien und die lebende Dammerde. Berlin. — (1854): Mikrogeologie. Das Erden und Felsen schaffende Wirken des unsichtbaren, kleinen selbständigen Lebens auf der Erde. Leipzig.
- Escherich, K. (1942): Die Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. 5. Berlin.
- + Forsslund, K. H. (1943): Studien über die Tierwelt des nordschwed. Waldbodens. Meddelanden Fran Statens Skogsförsöksanstalt; 34, 1.
- Fourman, K. L. (1938): Untersuchungen über die Bedeutung der Bodenfauna bei der biolog. Umwandlung des Bestandesabfalles forstlicher Standorte. Mitt. Forstwirtschaft Forstwissenschaft. Hannover.
- Francé, R. H. (1921): Das Edaphon. Untersuchungen zur Ökologie der bodenbewohnenden Mikroorganismen. 2. Auflage. Stuttgart.
- Franz, H. (1949): Bodenleben und Bodenfruchtbarkeit. Sammlung „Biologie“, Bd. 8. Wien. — + (1950): Bodenzoologie als Grundlage der Bodenpflege. Berlin.
- Friederichs, K. (1930): Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftl. Zoologie. Bd. 1. Berlin.
- Gisin, H. (1952): Die ökologische Forschung und die Lebensgemeinschaften. Scientia. Sixième Série. 46. Jhg.
- Glasgow, J. P. (1939): A population study of subterranean soil Collembola. J. anim. Ecology, 8.
- + Hennig, W. (1948/52): Die Larvenformen der Dipteren. Teil 1 bis 3. Berlin.
- Hoffmann, R. W. (1931): Die Tiere. (Leben u. Wirken der für den Boden wichtigen Tiere) . . . in Blanck, E.: Handbuch der Bodenlehre, Bd. 7. Berlin.
- Jahn, E. (1946): Die Bodentiere des Waldes. Zentralbl. ges. Forst- u. Holzwirtschaft; 70, 1. Wien. — (1947): Bodenstreu und Bodentiere. Forst- u. hölz-wirtsch. Zeitg.; 2, 22. Wien.
- + Kühnelt, W. (1950): Bodenbiologie. Mit besonderer Berücksichtigung der Tierwelt. Wien.
- + Noordam, D. en van der Vaart-de-Vlieger, S. H. 1948: Een Onderzoek naar Samenstelling en Beteekenis van de Fauna van Eikenstrooisel. Instituut voor toegepast biologisch Onderzoek in de Natuur; Mededeeling 2.
- + Tischler, W. (1949): Grundzüge der terrestrischen Tierökologie. Braunschweig. — (1951a): Der biozönotische Konnex. Bilog. Zentralblatt; 70, 11/12. Leipzig. — (1951b): Zur Synthese biozönotischer Forschung. Acta Biotheoretica, 10. Leiden.

Anschrift des Verfassers: Dr. ADOLF BRAUNS, Braunschweig, Pockelstraße 10a