

Der Waldboden als Entwicklungssubstrat von Dipteren

Von

GERHARD BÄCHLI

Aus dem Zoologischen Museum der Universität Zürich

Bei einem erfolglosen Versuch, Mulm und Bodenschichten des Waldes als Entwicklungsstätten von Drosophiliden nachzuweisen, fielen reichlich Beobachtungen an über andere Insektengruppen. Da solche Ergebnisse für andere Entomologen und Ökologen von Interesse sein können, sollen sie hier wiedergegeben werden. Die Arbeit wurde von Herrn Prof. H. BURLA angeregt, der auch das Manuskript kritisch durchlas. Herr Dr. W. SAUTER vom Entomologischen Institut der ETH Zürich war beim Bestimmen behilflich.

Untersuchungsmethode

An 11 Stellen des Waldes auf dem Zürichberg sammelte ich vom 6. Mai bis 8. August 1964 mindestens einmal pro Woche Proben folgender Materialien (in Klammern die untersuchte Materialmenge, approximativ geschätzt, in Kubikmetern): Mulm (0,3), Streuschicht (10), Bodenmaterial unter Pilzen (0,2).

Die Proben füllte ich im Freiland in Zuchtkisten ein, wie sie schon bei früheren Untersuchungen benützt worden waren (BURLA und BÄCHLI, 1968, BÄCHLI, 1969), und transportierte sie nach dem Zoologischen Institut der Universität. Kleinere Proben füllte ich in Plastiksäcke ein und bewahrte sie in Blumentöpfen von etwa 20 Liter Inhalt auf. Die Zuchtkisten und -töpfe wurden mit Tüll verschlossen. Zweibis dreimal pro Woche saugte ich adulte Insekten, die das Substrat verlassen hatten, mittels eines Exhausters ab.

Die Materialproben wurden während etwa drei Wochen bei Zimmertemperatur aufbewahrt. Eine Zugabe von *Drosophila*-Zuchtfutter in Plastikbechern bot einigen der geschlüpften Insekten Nahrung. Ausserdem wurde der Kisteninhalt regelmässig mit Wasser begossen, um den Insekten Feuchtigkeit im Substrat und in der Luft zu sichern.

Überblick über den Gesamtertrag

Aus den verarbeiteten Proben sammelte ich 2877 Insekten. Tabelle 1 gibt Aufschluss über ihre Herkunft und über ihre Verteilung auf die einzelnen Ordnungen.

Tabelle 1. Ertrag an Insekten, geordnet nach Herkunft und Individuenzahl

Anzahl Proben	Bodenmaterial				Total
	Mulm	Humus	Streuschicht	unter Pilzen	
	3	21	34	7	65
Diptera	216	517	1130	503	2366
Hymenoptera	3	36	108	26	173
Coleoptera	6	27	74	18	125
Collembola	10	30	74	10	124
Lepidoptera	1	5	21	1	28
Psocoptera		10	8	3	21
Thysanoptera	1	2	8	4	15
Dermaptera			11		11
Rhynchota		3	6		9
Neuroptera			3		3
Blattaria			1		1
Plecoptera			1		1
Total	237	630	1445	565	2877

In allen untersuchten Biotopen gehörten mindestens drei Viertel der gefangenen Individuen zu den Dipteren. Ich befasse mich darum in meinen weiteren Ausführungen nur noch mit den Dipteren und den Hymenopteren. Die erbeuteten Hymenopteren sind deshalb von Bedeutung, weil es durchwegs Angehörige parasitischer Familien (hauptsächlich Chalcididae und Ichneumonidae) waren. Als mögliche Dipteren-Parasiten sind sie angemessen zu berücksichtigen.

Es wäre falsch anzunehmen, dass sich alle Larven der erfassten Dipteren von den untersuchten Materialproben ernährt hätten. Ein Teil der Tiere dürfte sich in anderen Substraten entwickelt und die Bodenschichten zur Verpuppung aufgesucht haben. Im konkreten Fall ist es wohl nicht möglich, alle Verpuppungsgäste und Irrgäste als solche zu bezeichnen.

Dipteren aus dem Mulm

Die drei untersuchten Mulmproben stammten von mehrjährigen Wurzelstöcken (BRAUNS, 1964). Daraus wurden 216 Dipteren gefangen, die sich auf 6 Familien verteilen (Tabelle 2, Zahlenkolonne 1).

Mit Ausnahme der überwiegend räuberischen Empididenlarven ernähren sich die Larven aller erfassten Familien saprophag oder mycetophag. Der Mulm liefert für beide Ernährungstypen die geeigneten Substrate (SCHÖNBORN, 1961, KELNER-PILLAULT, 1967). Die kleine Anzahl der festgestellten Dipterenfamilien deutet darauf hin, dass sich im Mulm vorwiegend Nahrungsspezialisten aufhalten. Zu ähnlichen

Tabelle 2. Ertrag an Dipteren, geordnet nach Herkunft und Gesamtindividuenzahl
B/P = Bodenmaterial unter Pilzen

	Mulm	Humus	Streu- schicht	B/P (1)	B/P (2)	Total
Sciaridae	29	112	613	149	26	929
Cecidomyiidae	90	165	237	10	20	522
Phoridae		22	18	16	161	217
Chironomidae	55	33	100			188
Bibionidae		93				93
Drosophilidae				83		83
Empididae	24	32	12	2		70
Scatophagidae		9	51			60
Tipulidae	16	21	9	1		47
Lauxaniidae		12	23	3		38
Mycetophilidae	2	4	1	29		36
Ceratopogonidae		2	25	3		30
Sphaeroceridae			22			22
Dolichopodidae		6	5			11
Tachinidae		3	7			10
Psychodidae			4			4
Rhagionidae		1	1			2
Lonchopteridae			1			1
Sepsidae			1			1
Dryomyzidae		1				1
Agromyzidae		1				1
Total Dipteren	216	517	1130	296	207	2366

Ergebnissen kam auch SCHÖNBORN (1961), der in Kieferstümpfen die Larven von nur 6 Dipterenfamilien fand.

Dipteren aus dem Humus

Die aus dem Humus gesammelten 517 Dipteren verteilen sich auf 16 Familien (Tabelle 2, Zahlenkolonne 2).

Der lockere und gut durchlüftete Waldhumus bildet ein ideales Substrat für Pilzmyzelien. Jene Dipteren, die sich hauptsächlich von Pilzmyzelien ernähren, sollten im Humus durch ihre Abundanz auffallen. Die drei individuenreichsten Familien sind aber überwiegend saprophag, während die eigentlichen Pilzverwerter (Phoridae und Mycetophilidae) nur in geringer Anzahl auftraten. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass der überdurchschnittlich trockene Sommer des Jahres 1964 im Gebiet des Zürichberges das Pilzwachstum allgemein stark beeinträchtigt hat. Es ist möglich, dass das Nahrungsangebot während der Sammelperiode für alle mycetophagen Dipteren klein war.

Wie BRAUNS (1954), PRIESNER (1961) und andere Autoren feststellen, gehören die Bibioniden und die Tipuliden zu den wichtigsten Humusproduzenten. KARPA-CHEVSKY et al. (1968) berechneten, dass durch die Anwesenheit von Bibioniden im Substrat die Abbaugeschwindigkeit verdoppelt wird. Auch die Sciariden und die

übrigen vorwiegend saprophagen Dipteren sind als bedeutende Humusproduzenten zu betrachten.

Von den carnivoren Empididen und Dolichopodiden wurden im Humus total 38 Individuen erbeutet. Mit den gefangenen 3 Tachiniden und 36 Hymenopteren zusammen gehören sie zu den Sekundärkonsumenten, die mindestens teilweise von den Larven der übrigen Familien gelebt haben.

Dipteren aus der Streuschicht

Die Dipteren-Ausbeute aus der Streuschicht umfasst 1130 Individuen, die sich auf 17 Familien verteilen (Tabelle 2, Zahlenkolonne 3).

Auffallend gross war die Anzahl der Sciariden. Deren Larven leben mehrheitlich saprophag und halten sich vorwiegend in der F-Schicht auf. In dieser Schicht wird das anfallende organische Material durch saprophage Insekten und Mikroorganismen abgebaut. Verschiedene Arten von Pilzen beteiligen sich an der Zersetzung und überziehen das Substrat mit weissen Myzelflächen. Die Abbaugeschwindigkeit ist klimabedingt, weil dazu unter anderem eine relativ hohe Feuchtigkeit notwendig ist (BEYER, 1964, NAGLITSCH, 1965). Auch bei genügend grossem Substratangebot gedeihen die Pilzmyzelien in der Streuschicht aus klimatischen Gründen nicht so gut wie im Humus, was für mycetophage Dipterenlarven das Nahrungsangebot beschränken könnte.

Neben einigen carnivoren Dipteren erbeutete ich aus der Streuschicht 108 Hymenopteren. Falls jede Hymenoptere eine Diptere parasitiert hätte, würde dies einem Verlust von etwa 8,7% an Dipteren entsprechen.

Dipteren aus dem Bodenmaterial unter Pilzen

Am 28. Mai 1964 grub ich zwei Pilze zusammen mit den obersten Bodenschichten mit einem Spaten aus und füllte damit einen der grossen Blumentöpfe. In den folgenden drei Wochen sammelte ich daraus total 296 Dipteren (Tabelle 2, Zahlenkolonne 4).

Neben den saprophagen Sciariden setzte sich die Dipteren-Fauna zum grössten Teil aus typischen Pilzbewohnern zusammen. Bei den 83 Drosophiliden handelte es sich durchwegs um *Drosophila phalerata*. Von dieser Art ist bekannt, dass sich ihre Larven in Hutpilzen entwickeln.

Die meisten der erfassten mycetophagen Dipteren ernährten sich wohl vom Pilzfruchtkörper. Mit dem Material rund um die Pilze gelangte aber auch ein Teil des Pilzmyzels zur Untersuchung. Es ist anzunehmen, dass sich einige Dipteren-Larven ausschliesslich oder vorwiegend von Myzelien ernähren. In der Folge untersuchte ich noch einige Male Bodenmaterial unter Pilzen, wobei aber der Fruchtkörper nicht in die Zuchtgefässe gebracht wurde. Ich konnte so nur drei Dipteren-Familien finden (Tabelle 2, Zahlenkolonne 5). Die grosse Ausbeute an Phoriden lässt vermuten, dass viele Phoriden Verpuppungsgäste waren, die den Fruchtkörper als Substrat verwendet und sich in dessen nächster Umgebung verpuppt hatten.

Summary

Samples from different soil strata in a mixed forest near Zurich, Switzerland, taken during the period from May 6 to August 8, 1964, were kept in the laboratory in large containers at room temperature for 3 weeks. At intervals of 3 days, insects emerging from the soil samples were secured. Table 1 lists the orders to which the insects belonged. Diptera were most abundant. They are listed in table 2 according to their families, for the respective strata.

Literatur

- BÄCHLI, G. (1969): Beitrag zur Kenntnis der Überwinterungsstätten von Insekten im Wald. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 114: 455–460.
- BEYER, R. (1964): Über Beziehungen zwischen Standort, Witterung und Aktivität der Fauna der Laubstreu in einem nordwestsächsischen Waldgebiet. Pedobiologia 4: 192–209.
- BRAUNS, A. (1954): Die Beteiligung bodenlebender Zweiflüglerlarven an der Bildung koprogener Humuselemente. Zschr. angew. Zool. 2: 233–241.
- (1964): Taschenbuch der Waldinsekten. Grundriss einer terrestrischen Bestandes- und Standort-Entomologie. Stuttgart, 817 p.
- BURLA, H. und BÄCHLI, G. (1968): Beitrag zur Kenntnis der schweizerischen Dipteren, insbesondere *Drosophila*-Arten, die sich in Fruchtkörpern von Hutpilzen entwickeln. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 113: 311–336.
- KARPACHEVSKY, L. O., PEREL, T. S. and BARTSEVICH, V. V. (1968): The Role of Bibionidae Larvae in Decomposition of Forest Litter. Pedobiologia 8: 146–149.
- KELNER-PILLAULT, S. (1967): Etude écologique du peuplement entomologique des terreaux d'arbres creux (Châtaigniers et Saules). Ann. Sci. natur., Zool., Sér. 12, 9: 1–228.
- NAGLITSCH, H. (1965): Methodische Untersuchungen über den Einfluss von Bodenarthropoden auf die Humifizierung organischer Substanzen. Pedobiologia 5: 50–64.
- PRIESNER, E. (1961): Nahrungswahl und Nahrungsverarbeitung bei der Larve von *Tipula maxima*. Pedobiologia 1: 25–37.
- SCHÖNBORN, W. (1961): Zoozönotische Struktur- und Konnexitätsanalyse in Kiefernstümpfen. Biol. Zbl. 80: 645–663.