©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

MONIKA BRAUN & LUDWIG BECK

Zur Biologie eines Buchenwaldbodens 9. Die Pseudoskorpione

Kurzfassung

Im Rahmen des Forschungsprogramms „Zur Biologie eines Buchenwaldbodens" wurden in einem Moder-Buchenwald des Stadtwaldes Ettlingen im nördlichen Schwarzwald auch die Pseudoskorpione erfaßt. Von 1977–1984 wurden insgesamt 3777 Pseudoskorpione gefangen, 68 % durch Handauslese von Quadratproben, 25 % mit Boden-Fotoeklektoren und 7 % mit Barberfallen. 95 % aller gefangenen Pseudoskorpione gehören zur Art *Neobisium carcinoides* (syn. *N. muscorum*), 5 % zu *Chthonius tetrachelatus.*

Die durchschnittliche monatliche Siedlungsdichte der Pseudoskorpione läßt sich auf 45 (1–153) Ind/m² schätzen, die durchschnittliche monatliche Biomasse auf 27,5 mg/m² (Lebendgewicht). Im 8-jährigen Beobachtungszeitraum war eine deutliche Fluktuation der Populationsstärken um den Faktor 6 zu registrieren.

Bei *Neobisium carcinoides* war das Verhältnis Adulti: Nymphen in den Quadratproben etwa 1:1. Anhand des jahreszeitlichen Auftretens der einzelnen Nymphenstadien und der Adulti lassen sich 2 Fortpflanzungsperioden für diese Art nachweisen: Eine sommerliche Hauptfortpflanzungsperiode zwischen März und Oktober mit einer durchschnittlichen Entwicklungszeit von 6–8 Wochen für jedes Nymphenstadium und eine zweite Fortpflanzungsperiode, die im Juli/August beginnt, den ganzen Winter einschließt und etwa im Mai/Juni endet.

In einer parallelen Untersuchung über die Wirkung der Umweltchemikalien PCP und 2, 4, 5-T auf das Teilökosystem Buchenwaldboden ließ sich eine deutliche Reduzierung der Aktivitätsdichte der Pseudoskorpione durch die Chemikalien feststellen, die wahrscheinlich auf eine ähnlich große Verminderung der Populationsstärke bzw. Siedlungsdichte zurückzuführen ist.

Abstract

On the biology of a beech wood soil 9. The pseudoscorpions

As part of a research program entitled „Studies on the biology of a beech wood soil" the pseudoscorpions were investigated in a moder beech wood of the municipal forest of Ettlingen ("Stadtwald Ettlingen") on the northern piedmont of the Black Forest, West Germany. Between 1977 and 1984 a total of 3777 pseudoscorpions were caught, 68 % of them by handsorting from square samples ("Quadratproben"), 25 % by ground-photoeclectors and 7 % by pitfall traps. 95 % of the collected specimens belong to the species *Neobisium carcinoides (*syn. *N. muscorum* following BEIER 1963), and 5 % belong to the species *Chthonius tetrachelatus.*

The monthly average of population density of all pseudoscorpions can be estimated at 45 individuals/m², the mean monthly biomass at 27.5 mg/m² (fresh weight). During the observation period of 8 years a pronounced fluctuation of population density was registered (by a factor of 6).

In the square-samples the relation between adults: nymphs in *Neobisium carcinoides* was about 1:1. The seasonal occurrence of the different nymphal stages and of the adults leads to the conclusion, that there are 2 reproduction periods per year, a first one between march and october with a developmental time of 6–8 weeks for each nymphal stage, and a second one beginning in july/august and extending through winter, in which period the development of nymphs takes more time.

Additionally, the reaction of the ecosystem, especially of the soil animal population to stress due to chemicals such as pentachlorophenol (PCP) and trichlorophenoxyacetic acid (2, 4, 5-T) was analysed by using pitfall traps and ground-photoeclectors. The activity density of the pseudoscorpions was found to be significantly reduced by these chemicals and there are reasons to believe that this reduction is due not only to a reduced activity, but mainly to a reduced population density.

Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft und des Bundesministers für Forschung und Technologie.

Zur Biologie eines Buchenwaldbodens 8.: Carolinea, **44**: 129–138 (1986).

Autoren

MONIKA BRAUN, Prof. Dr. LUDWIG BECK, Landessammlungen für Naturkunde, Erbprinzenstraße 13, Postfach 3949, D-7500 Karlsruhe 1.

1. Einleitung

Im Rahmen eines Projektes zur Untersuchung der Rolle der Bodenfauna in einem Buchenwald werden seit 1977 Proben der Bodenfauna mit verschiedenen Methoden genommen und ausgewertet. Das Untersuchungsmaterial mehrerer Tiergruppen wie Käfer, Spinnen, Weberknechte, Ohrwürmer, Regenwürmer und Nematoden wurde bereits für eine unterschiedliche Anzahl von Jahren aufgearbeitet (FRIEBE 1983, DUMPERT & PLATEN 1985, FRANKE 1985 a & b, RÖMBKE 1985, ZELL 1985). Gegenüber mengen- und artenmäßig zahlreich auftretenden Gruppen der Meso- und Makroarthropodenfauna treten Pseudoskorpione im Buchenwaldboden zurück; auch produktionsbiologisch ist die Bedeutung dieser Tiergruppe eher gering einzustufen. Trotzdem nehmen die Pseudoskorpione als Räuber einen wichtigen Platz im Nahrungsgefüge der Bodenbiozönose ein.

Die vorwiegend tropisch-subtropisch verbreiteten Pseudoskorpione leben recht verborgen. BEIER (1963) unterscheidet 3 ökologische Gruppen von Arten, nämlich (1) solche mit mehr oder weniger hohen Feuchtigkeitsansprüchen, (2) eine xero-thermophile Gruppe und (3) trockenheitsliebende Arten, die an die Temperatur keine besonderen Anforderungen stellen.

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

Die mitteleuropäischen Arten gehören überwiegend zur ersten Gruppe; sie leben am Boden in Grashorsten, in der Streuschicht oder unter Moos und Steinen. Dort jagen sie kleinere Arthropoden wie Springschwänze, Milben oder Larven anderer Gliederfüßer. Pseudoskorpione nehmen ihre Beute über einen gut ausgebildeten Erschütterungssinn wahr. Entsprechend ihrer räuberischen Lebensweise sind Pseudoskorpione meist einzeln aufzufinden.

Die Fortpflanzung der Pseudoskorpione beginnt wie bei vielen anderen bodenlebenden Arthropoden mit indirekter Samenübertragung mittels Spermatophoren, ohne oder mit einer Paarbildung. Die Eier werden vom Weibchen in einen Brutbeutel abgelegt, der am Körper getragen wird; die Embryonen werden über ein sog. Pumporgan von der Mutter ernährt. Die Aufzucht der Jungen übernimmt ausschließlich das Weibchen. Während dieser Zeit lebt das Weibchen in einem Brutnest, das es mit Hilfe der Spinndrüsen der Scherenspitzen aus Steinchen, Blattresten etc. selbst herstellt (WEYGOLDT 1966).

Einheimische Pseudoskorpione können ein Alter von 2–3 Jahren erreichen, wie bei verschiedenen Arten nachgewiesen wurde, der Bücherskorpion *Chelifer cancroides* sogar bis zu 5 Jahren (STREBEL 1937, SCHLOTTKE 1940). Nach GABBUTT (1970) lassen sich je nach Untersuchungsgebiet 1–2 Generationen pro Jahr feststellen.

2. Untersuchungsgebiet und Methoden

Das Untersuchungsgebiet ist ein Sauerhumus- oder Moder-Buchenwald (Luzulo-Fagetum) ohne Kraut- oder Strauchschicht im Stadtwald Ettlingen, ca. 15 km südlich von Karlsruhe im nördlichen Schwarzwaldvorland. Der Untergrund besteht aus Buntsandstein, der pH-Wert (H_2O) des Bodens liegt zwischen 3,2 und 4,7 Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 8,3° C (50 cm über dem Grund gemessen), der jährliche Niederschlag betrug 1977–1984 durchschnittlich 1040 mm pro Jahr. Weitere Angaben zu Klima und zur Bodenstreu siehe BECK & MITTMANN (1982).

Die Pseudoskorpione wurden wie die übrige Makrofauna mit Quadratproben, Barberfallen und Bodenfotoeklektoren erfaßt (vgl. FRIEBE 1983). Für die Quadratproben werden monatlich an drei Stellen des Untersuchungsgebietes je $^1/_9$ m² mit einem Stechrahmen abgegrenzt. Die organische Bodenauflage wird nach L-, F- und H-Schicht getrennt abgehoben. Im Labor werden die Tiere von Hand ausgelesen und in 75%igem Alkohol fixiert.

Pro Monat werden außerdem 1 Woche lang 12 Barberfallen im Gebiet ausgebracht. Plastikbecher mit 7 cm Öffnungsdurchmesser und 9 cm Tiefe werden bündig mit der Bodenoberfläche eingegraben und zu $^1/_3$ mit 4%igem Formol als Fixierflüssigkeit gefüllt.

Als Boden-Fotoeklektoren verwenden wir Geräte mit 1 m² und 0,2 m² Grundfläche, die mit denen von FUNKE, Ulm im Solling verwendeten identisch sind (vgl. FUNKE, 1971). Die Fangbehälter werden mit einem Gemisch aus Pikrinsäure und Salpetersäure gefüllt und alle 4 Wochen geleert. Nach dem Austauschen der Fangbehälter werden die Eklektoren jeweils auf eine benachbarte Stelle versetzt.

Angaben zur Effektivität und Repräsentanz der Quadratproben-Handauslese und kritische Anmerkungen zur Barberfallen- und Fotoeklektorenmethode sind bei FRANKE, FRIEBE & BECK (im Druck) zu finden. Die aus den Quadratproben stammenden Tierzahlen werden zur Berechnung der Siedlungsdichte mit dem dort angegebenen Effektivitätswert von 0,73 korrigiert; da die monatlichen Streuproben in Abhängigkeit von der Inhomogenität der Streuschicht im Freiland stets eine unterschiedliche Streumenge umfassen, werden die so korrigierten Fangzahlen auf die durchschnittliche Menge eines m² an Bodenstreu 1 $\overline{m}^2$ („Standardquadratmeter") umgerechnet. Die Daten der Barberfallen werden im Standardprogramm auf 10 Fallen und 1 Woche Fangzeit umgerechnet, die der Fotoeklektoren auf 1 m² Stellfläche und 4 Wochen Fangzeit.

Zur Bestimmung der Biomasse wurden Tiere der Handauslese und aus getrennten Aufsammlungen mit einer Mikrowaage (Genauigkeit 0,1 µg) gewogen. Die Tiere wurden dabei aus feuchtem Milieu in geschlossenen Wägeschälchen auf die Waage gebracht; das Gewicht wurde nach 20 sec. abgelesen.

Parallel zu dem geschilderten „Standardprogramm" wurde seit 1982 ein „Chemikalienprogramm" durchgeführt, in dem die Auswirkungen von Umweltchemikalien auf das Teilökosystem Boden geprüft werden; verwendet wurden Pentachlorphenol (PCP) und Trichlorphenoxyessigsäure (2, 4, 5-T) in Dosen von jeweils 1 und 5 g/m², die in zweimonatigem Abstand über 2 Jahre von Januar 1982 bis Januar 1984 ausgebracht wurden. Weitere Angaben hierzu siehe BECK & DUMPERT (1985). Die Makrofauna wurde hierbei nur mit Barberfallen und Fotoeklektoren erfaßt.

Das in 75%igem Alkohol fixierte Tiermaterial wurde nach BEIER (1963) bestimmt.

Für die Nachprüfung der Artbestimmungen und für die fruchtbare Diskussion über weitere Fragen möchten wir Herrn Dr. MAHNERT, Genf recht herzlich danken.

3. Fangergebnisse

Im untersuchten Buchenwald konnten 2 Pseudoskorpion-Arten nachgewiesen werden: *Neobisium carcinoides* (HERMANN, 1804) = *Neobisium muscorum* (LEACH, 1817) und *Chthonius tetrachelatus* (PREYSSLER, 1790). *Neobisium muscorum* wird von BEIER (1963) als Synonym von *Neobisium carcinoides* aufgeführt. Nach der derzeitigen Bestimmungsliteratur (BEIER 1963) handelt es sich bei den untersuchten Tieren trotz Farb- und Größenvarianten um *Neobisium carcinoides*, was von Dr. MAHNERT durch Nachuntersuchung von Stichproben bestätigt wurde.

Im Untersuchungszeitraum von 1977–1984 wurden insgesamt 3777 Pseudoskorpione gefangen; ihre Verteilung auf die beiden Arten und verschiedenen Methoden geht aus Tab. 1 hervor.

Am ergiebigsten war mit 68 % die Quadratproben-Handauslese, gefolgt von Fotoeklektoren mit 25 % und Barberfallen mit 7 %, wobei natürlich der jeweilige Probenumfang und unterschiedliche Zeiträume eine Rolle spielen. Dennoch läßt sich feststellen, daß Pseudoskorpione mit der Handauslese aus Quadratproben verhältnismäßig effektiv erfaßt werden, wenngleich die Probengröße von 3 x $^1/_9$ m² an der Untergrenze des Pro-

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

benumfangs liegt, der bei dieser Tiergruppe für das Untersuchungsgebiet repräsentative Werte erbringt (vgl. Kap. 4).

Die Unterscheidung der Geschlechter, die besonders bei der Berechnung der Biomasse wichtig ist, ist bei gut fixiertem Material einfach: Beim Männchen von *Neobisium carcinoides* ist die durch die Cuticula durchscheinende Querspange im Genitalbereich gut zu erkennen (VON HELVERSEN, schriftl. Mitt.); bei *Chthonius tetrachelatus* sind die Geschlechter durch den von außen unterscheidbaren Geschlechtsapparat zu trennen (MAHNERT, mündl. Mitt.).

Das Verhältnis Männchen:Weibchen war bei *Neobisium carcinoides*

in den Quadratproben 1,3:1
in den Barberfallen 1,2:1
in den Fotoeklektoren 2,7:1.

Der stark erhöhte Anteil der Männchen in den Fotoeklektorfängen läßt darauf schließen, daß die Männchen häufiger am Fuß der Baumstämme oberhalb des Bodens klettern als die Weibchen; sie scheinen dabei aber nicht über den Fuß der Bäume hinauszuklettern, denn bisher wurden keine Pseudoskorpione in zusätzlich eingesetzten Baumeklektoren gefangen.

Nicht nur Individuendominanz und Geschlechterverhältnis der Tiere in den untersuchten Proben sind methodenabhängig, sondern auch der Anteil der Entwicklungsstadien. Die Entwicklungsstadien – Proto-, Deuto- und Tritonymphe, eine freilebende Larve gibt es bei Pseudoskorpionen nicht – lassen sich durch die Anzahl der Trichobothrien am beweglichen Pedipalpenfinger unterscheiden: nach VACHON (1934) und GABBUTT & VACHON (1965) tragen die Nymphen von *Neobisium carcinoides* und *Chthonius tetrachelatus* im Stadium der Protonymphe 1 Trichobothrium, als Deutonymphe 2 und als Tritonymphe 3 Trichobothrien auf dem beweglichen Pedipalpenfinger.

Unseren Fangzahlen zufolge (Tab. 1) werden mit den auf der Laufaktivität der Tiere beruhenden Fangmethoden, Barberfallen und Fotoeklektoren, wesentlich mehr Adulti als Juvenilstadien erbeutet, während das Verhältnis dieser Stadien zueinander bei der Handauslese von Quadratproben etwa 1:1 ist, ja sich bei *Chthonius* sogar zugunsten der Juvenilstadien umkehrt.

Im Vergleich verschiedener mittel- und westeuropäischer Laubwald-Standorte (Tab. 3) scheint die Zahl der Arten in Abhängigkeit sowohl von den Bodenverhältnissen, ausgedrückt durch den pH-Wert, als auch von den großklimatischen Bedingungen zu variieren. Die beiden Kalkbuchenwälder, Lambridge Wood und Göttingen, mit pH > 5 weisen bei völlig verschiedenen Siedlungsdichten der Pseudoskorpione beide 3 Arten auf, saure Standorte mit pH < 5 maximal 2 Arten. An den atlantisch geprägten, in geringer Höhe über NN gelegenen südenglischen Standorten kommen durchschnittlich 3 Arten vor, in den Übergangsgebieten zu kontinentalerem Klima bzw. zum montanen und alpinen Bereich – Standorte am Schwarzwaldrand (Stadtwald Ettlingen) und im Inntal (Stams) – 2 Arten, während im deutlich rauheren submontanen Solling und im alpinen Bereich bei Obergurgl im oberen Ötztal meist nur noch 1 Art gefunden wird mit allenfalls seltenen Beifängen einer weiteren Art. Der Standort in Holland fügt sich allerdings nicht in dieses Erklärungsschema.

Die Art *Neobisium carcinoides* (syn. *muscorum)* erweist sich nicht nur als allgegenwärtig, sie ist meist auch die absolut häufigste Art. Neben ihr gibt es in Laubwaldböden ein offenbar sehr variables Spektrum weiterer Arten, wenngleich in einem Biotop selten mehr als 3 Arten gefunden werden.

Dies wird auch durch weitere, nicht quantitativ orientierte Aufsammlungen bestätigt. Bei Untersuchungen in Kiefern-Eichen-Beständen des Gonsenheimer Waldes bei Mainz fanden HÖREGOTT (1963) und VON HELVERSEN (1966) ebenfalls 3 Arten, in der Dominanzfolge *Neobisium carcinoides, Chthonius tetrachelatus* und *Chelifer cancroides*. In der Bodenstreu mehrerer, sehr verschiedener Waldbiotope der Wutachschlucht im südlichen Schwarzwald fanden VON HELVERSEN & MARTENS (1971) zwar 2 *Chthonius*- und 3 *Neobisium*-Arten, aber auch hier dürfte die Zahl von 3 Arten pro Biotop kaum überschritten werden; *N. carcinoides* und *C. tetrachelatus* scheinen dabei die dominanten Arten zu sein.

Allen Angaben zufolge ist *Neobisium carcinoides* als häufigste Pseudoskorpionart in Mitteleuropa ein ausgesprochen euryökes Tier. Es besiedelt trockene wie auch sehr feuchte Örtlichkeiten, wohingegen *Chthonius tetrachelatus* eher an trockenen bis schwach feuchten und wärmeren Standorten zu finden ist (BEIER 1963, VON HELVERSEN & MARTENS 1971).

Tabelle 1. Anzahl der im Stadtwald Ettlingen gefangenen Pseudoskorpione, aufgeschlüsselt nach Fangmethoden, Arten und Entwicklungsstadien.

Jahr	Pseudosk.	Neobisium		Chthonius		Neobisium		Chthonius	
	Ind	Ind	%	Ind	%	Ad.%	Ny.%	Ad.%	Ny.%
QH 77–84	2580	2477	96	103	4	50	50	23	77
BF 77–84	263	263	76	63	24	79	21	87	13
FE 79, 80, 82, 83	934	915	98	19	2	91	9	67	33
gesamt	3777	3592	95	185	5	63	37	49	51

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

Für die weitere Auswertung (Kap. 4–6) wurden die Fangergebnisse umgerechnet und normiert, wie in Kap. 2 angegeben, und zwar:
Die Siedlungsdichte, berechnet aus Quadratproben, wird bezogen auf 1 $\overline{m}^2$ und multipliziert mit dem Effektivitätswert 1/0,73;
die Aktivitätsdichte, berechnet aus Barberfallen, wird auf 10 Fallen und 1 Woche bezogen,
die aus Fotoeklektoren berechnete Aktivitätsdichte auf 1 m^2 und 4 Wochen.

4. Räumliche Verteilung

Die Pseudoskorpione unseres Untersuchungsgebietes sind ziemlich unregelmäßig über die Fläche verteilt. Bei einem Versuch zur Prüfung der Verteilung der Makrofauna wurde in 3 Parallelproben 13, 20 und 8 Pseudoskorpione pro $^1/_3$ m^2 ausgelesen, woraus sich ein Wert von R = 0,56 für die Flächenrepräsentanz unserer Quadratproben errechnet (FRANKE et al., im Druck). Hieraus erklärt sich ein Teil der beträchtlichen Schwankungen unserer Ausleseergebnisse, die wiederum verdeutlichen, daß jeder Monatswert für sich allein als in weitem Rahmen zufällig angesehen werden muß. Im Zusammenhang mit den zeitlich benachbarten Werten als Gewichtetes Gleitendes Mittel oder als Mittelwert über mehrere Jahre hinweg erlauben die Abundanzzahlen dennoch eine einigermaßen gute Abschätzung der Siedlungsdichte und deren zeitlicher Änderung.
Die durchschnittliche jährliche Siedlungsdichte geht aus Tab. 2 hervor. Im Durchschnitt aller 8 ausgewerteten Jahre berechnet sich die mittlere monatliche Siedlungsdichte aller Stadien zusammen auf 41 Ind./$\overline{m}^2$, davon 39 *Neobisium* und 2 *Chthonius*. Berücksichtigt man die Tatsache, daß Protonymphen in den Fängen wahrscheinlich unterrepräsentiert sind, andererseits die Protonymphen das kürzestlebige freilebende Stadium darstellen, dann läßt sich die durchschnittliche Siedlungsdichte der Pseudoskorpione insgesamt für den Untersuchungszeitraum 1977–1984 auf durchschnittlich 45 Ind./$\overline{m}^2$ schätzen.
Im Vergleich mit anderen mittel- und westeuropäischen Laubwäldern (Tab. 3) liegt die Siedlungsdichte im Stadtwald Ettlingen im unteren Bereich. Dabei sind allerdings die von GABBUTT (1969) angegebenen Werte nach Einschätzung von GODDARD (1976) in jedem Fall Extremwerte; nach ihren Angaben sammelte GABBUTT außer auf dem „normalen" Waldboden auch in laubgefüllten Gräben, deren dicke Streulagen eine große Menge an boden- und streubewohnenden Arthropoden beherber-

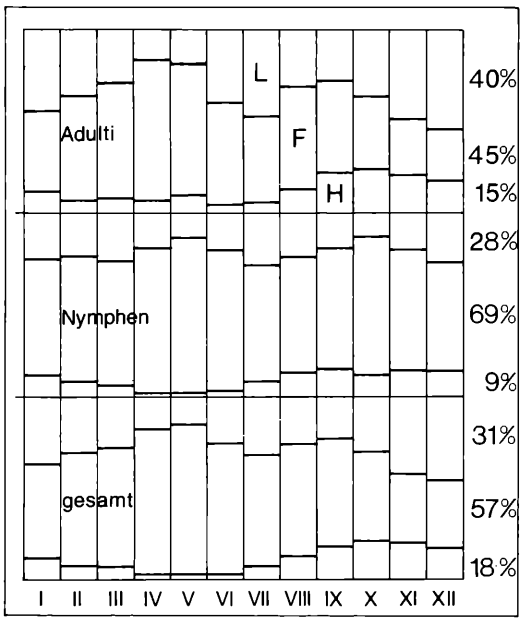

Abbildung 1. Vertikalverteilung von *Neobisium carcinoides* in der Bodenstreu des Stadtwaldes Ettlingen, angegeben in Prozent der Siedlungsdichte der Adulti, der Nymphenstadien und beider zusammen in der Bodenstreu.

Tabelle 2. Siedlungsdichte aller Pseudoskorpione im Stadtwald Ettlingen in Ind./$\overline{m}^2$, ermittelt aus den Quadratproben.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ø
1977	21	19	9	16	4	34	13	21	32	24	79	37	25,8
1978	38	47	41	16	22	37	51	49	30	80	59	47	43,1
1979	50	51	26	39	26	67	59	86	18	81	36	75	51,2
1980	20	54	44	48	16	110	68	48	47	153	57	121	65,5
1981	54	67	60	39	120	38	37	101	35	91	42	45	60,8
1982	16	37	52	17	7	26	30	37	45	28	91	38	35,3
1983	52	54	39	39	4	4	60	65	17	18	24	24	33,3
1984	6	5	14	14	2	2	17	15	3	5	1	40	10,3
77–84	32,1	41,8	35,6	28,5	25,1	39,8	41,9	52,8	28,4	60,0	48,6	53,4	40,7

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

gen. GODDARD selbst gibt leider keine Durchschnittswerte für die Siedlungsdichten an, doch läßt sich aus allen Abundanzzahlen in ihrer Arbeit eine durchschnittliche Siedlungsdichte zwischen 35–40 Ind./m^2 ableiten. Über den Standort Pond Woods ist der Arbeit von GODDARD lediglich zu entnehmen, daß im Unterwuchs Brombeere vorkommt, was auf einen relativ nährstoffreichen und nicht besonders sauren Boden schließen läßt. Damit scheint die Siedlungsdichte weitgehend unabhängig von den grob zu klassifizierenden Standortbedingungen zu variieren; sie dürfte in mitteleuropäischen Laubwäldern im jährlichen Durchschnitt zwischen 20 und 120 Ind./m^2 schwanken, wahrscheinlich in Abhängigkeit von kleinräumigen Unterschieden von Klima, Boden, Streuauflage und den davon mitbestimmten Bestandszahlen an Beutetieren, Konkurrenten und Räubern.

Die Vertikalverteilung läßt sich aufgrund der Unterschiede in den Fangergebnissen der verschiedenen angewandten Methoden, mit denen die beiden vorkommenden Arten erfaßt werden, recht differenziert beurteilen. Obwohl *Chthonius tetrachelatus* in den Barberfallen 24 % der Individuen stellt, ist er in den Fotoeklektoren nur mit 2 % vertreten. Der Lebensraum dieser Art, die allgemein eher etwas trockenere Waldstandorte bevorzugt, scheint vertikal eng begrenzt zu sein auf die oberflächennahe Schicht der Bodenstreu.

Neobisium carcinoides dagegen dürfte, wie die häufigen Funde in Boden-Fotoeklektoren zeigen, durchaus auch den Boden verlassen und den Fuß der Bäume erklimmen, wo man ihn in der Tat im Winter auf Jagd nach dem zu dieser Zeit dort häufigen Kugelspringer *Dicyrtoma ornata* finden kann (BECK 1983). Wie bereits erwähnt, scheinen sich die Pseudoskorpione aber nicht weiter über den Fußbereich der Bäume hinaus zu bewegen, denn in keinem von einigen zusätzlichen, in etwa 1,8 m Höhe an Baumstämmen angebrachten Baum-Fotoeklektoren wurden Pseudoskorpione gefangen. Ansonsten besiedelt *N. carcinoides* vor allem die beiden oberen hohlraumreichen Schichten der Bodenstreu, wobei sich die Schichtenpräferenz der Jugendstadien von der der Adulten unterscheidet (Abb. 1): Die Nymphen bevorzugen ganz deutlich die F-Schicht, während die Adulti das ganze Streuprofil nutzen, vor allem aber auch die L-Schicht und dies außer im Frühsommer besonders im Winter, was sich mit den Befunden aus den Boden-Fotoeklektoren deckt.

5. Zeitliche Verteilung

Die jährlichen Durchschnittswerte der Siedlungsdichte offenbaren eine beträchtliche Fluktuation (Tab. 2, Abb. 3). Vom Beginn der Untersuchungen im Jahre 1977 an steigt die Siedlungsdichte von 26 Ind./$\overline{m}^2$ stetig, bis sie 1980 mit 66 Ind./$\overline{m}^2$ über das 2,5fache des Ausgangswertes erreicht hat; bis 1984 fällt sie dann von diesem Maximum ebenso kontinuierlich auf 10 Ind./$\overline{m}^2$ und damit auf weniger als $^1/_6$ ab.

Diese Werte werden von der Populationsentwicklung von *Neobisium* bestimmt, der 96 % aller in Quadratproben gefangenen Tiere stellt; aber auch bei *Chthonius* verläuft die Entwicklung prinzipiell gleich, was auf eine gemeinsame Steuerung beider Populationsfluktuationen durch Außenfaktoren schließen läßt, ohne daß diese derzeit angegeben werden können. Die Wirkung klimatischer Faktoren dürfte 1983/1984 sichtbar werden:

Tabelle 3. Arten- und Individuenzahlen der Pseudoskorpione in verschiedenen mittel- und westeuropäischen Laubwäldern.

Standort	Vegetation	pH	Arten-zahl	Arten	Individuen ∅	Individuen Min-Max	Methode	Autor
Lambridge Wood Südengland	Buchenwald	7,6–7,8	3	*Roncus lubricus* *Neobisium muscorum* *Chthonius ischnocheles*	500	225–900	Tullgren	GABBUTT (1969)
Stams/Tirol Österreich	Eichenmischwald	5,1	2	*Neobisium carcinoides* *Neobisium sylvaticum*	114	34–262	Kempson	MEYER et al. (1985)
Solling Deutschland	Buchenwald (Luzulo-Fagetum)	3,2–4,2	1	*Neobisium carcinoides*	89	32–141	Kempson	SCHAUERMANN (briefl. Mitt.)
Stadtwald Ettlingen Deutschland	Buchenwald (Luzulo-Fagetum)	3,2–4,7	2	*Neobisium carcinoides* *Chthonius tetrachelatus*	45	1–153	Handauslese	diese Arbeit
Pond Wood Südengland	Buchenwald		3	*Neobisium muscorum* *Chthonius orthodactylus* *Allochernes dubius*		4– 97	Heat Extractor	GODDARD (1976)
Göttingen Deutschland	Buchenwald (Melico-Fagetum)	5,0–6,7	3*	*Neobisium carcinoides*	24		Kempson	SCHÄFER (briefl. Mitt.)
De Hooge Veluwe Holland	Buchenwald	4,0–4,3	1	*Neobisium muscorum*	8		Handauslese & Tullgren	VAN DER DRIFT (1951)

* nach SCHAUERMANN (mdl. Mitt.) geschätzte Artenzahl, nur N. carcinoides als hochdominante Art ist bisher determiniert

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

Im extrem trockenen Sommer 1983 kommt zwar noch das häufige Sommermaximum der Abundanz wie in den Jahren 1979–1981 zum Vorschein; es wird von den Nymphenstadien verursacht, die zu dieser Jahreszeit am zahlreichsten sind, von denen 1983 aber offenbar nur wenige überlebt haben und geschlechtsreif wurden, wie sich aus dem Niedergang der Pseudoskorpione-Zönose im Jahr 1984 ableiten läßt (Abb. 2).

Die jahreszeitlichen Abundanzschwankungen werden ebenfalls ganz vom Massenwechsel von *Neobisium carcinoides* bestimmt. Er zeigt ein Maximum der Siedlungsdichte im Herbst und ein Minimum im Frühjahr (Abb. 3). GODDARD (1976) stellte bei Untersuchungen in Großbritannien mit dem synonymen *Neobisium muscorum* ebenfalls in einem Buchenwald eine vergleichbare Jahresschwankung der Tierabundanz mit einem Maximum im Herbst/Winter und einem Minimum im Frühjahr fest.

Die Populationsentwicklung, die diesem Massenwechsel zugrunde liegt, läßt sich bereits aus der durchschnittlichen monatlichen Häufigkeit der Adulti und Nymphen ableiten. Ab August sinkt die Zahl der Nymphen rasch ab, während die der Adulti ebenso deutlich ansteigt: Die Tritonymphen häuten sich zu adulten Pseudoskorpionen, die dadurch im Oktober–November am zahlreichsten sind. Die freilebenden Nymphenstadien werden im späten Frühjahr wieder häufiger in der Bodenstreu; ihre Zahl erreicht im Juli das Maximum. Demnach liegt die Hauptentwicklungsperiode im Sommer (Abb. 3).

Dennoch sind zu allen Jahreszeiten sowohl Jungtiere wie Adulti da. Die Funde zweier Eipakete-tragender Weibchen bei der Handauslese im April und Juli 1979 machen ebenso wie das ganzjährige Auftreten von Nymphen wahrscheinlich, daß es neben der sommerlichen Hauptentwicklungsperiode eine zweite Fortpflanzungsperiode gibt. Betrachtet man die zeitliche Verteilung der Proto-, Deuto-, Tritonymphen und Adulti von *Neobisium carcinoides* im einzelnen (Abb. 4), dann bestätigt die Abfolge der Abundanzmaxima – trotz der geringen Fundzahlen – die Annahme einer Hauptentwicklungsperiode im Sommer. Sie scheint sogar zeitlich ziemlich genau festgelegt zu sein: Die beiden Hauptfunde an Protonymphen liegen im Mai und Juni, die 4 Maxima der Tritonymphen sämtlich im August und die der Adulti von Oktober bis Dezember. 1980 und 1982 findet man auch korrespondierende Maxima der Deutonymphen im Juli, so daß sich Jahr für Jahr eine deutliche Entwicklungslinie abzeichnet, die mit dem Schlüpfen der Protonymphen etwa im Mai beginnt. Die 3 Häutungen zum Deutonymphen-, Tritonymphen- und Adultstadium folgen offenbar in 6–8wöchigem Abstand aufeinander. Die längere Lebensdauer der Adulti führt dann dazu, daß diese stets bis Jahresende noch zahlreich in den Proben zu finden sind.

Die sommerliche Hauptfortpflanzungsperiode dürfte mit der Eiablage im zeitigen Frühjahr beginnen, wie sie WEYGOLDT (1966) gerade im Zusammenhang mit *Neobisium muscorum* (= *N. carcinoides*) diskutiert. Mit Sicherheit pflanzt sich *N. carcinoides* im Stadtwald Ettlingen aber auch außerhalb dieser Periode fort. In jedem Monat des Jahres sind stets einige oder alle Entwicklungsstadien zu finden; Tritonymphen treten beispielsweise nach ihrem Abundanzmaximum im August während des ganzen Herbstes und Winters auf. Da auch Proto- und Deutonymphen stets zu dieser Jahreszeit anzutreffen sind, ist anzunehmen, daß es eine zweite, mengenmäßig kleinere und zeitlich nicht so scharf begrenzte Entwicklungsperiode im Winter gibt, die mit ei-

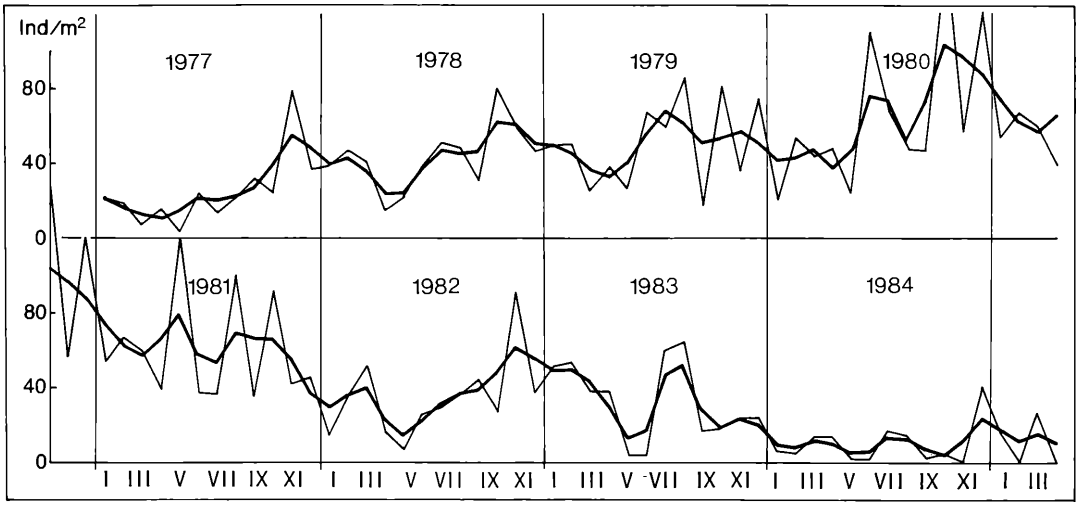

Abbildung 2. Verlauf der monatlichen Siedlungsdichte der Pseudoskorpione im Stadtwald Ettlingen von 1977 bis in die ersten Monate des Jahres 1985. Dünne Linie: Monatswerte; dicke Linie: Gewichtetes Gleitendes Mittel (der mittlere von jeweils 3 Monatswerten wird doppelt gezählt und zu den beiden benachbarten Werten addiert; die Summe wird durch 4 dividiert).

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

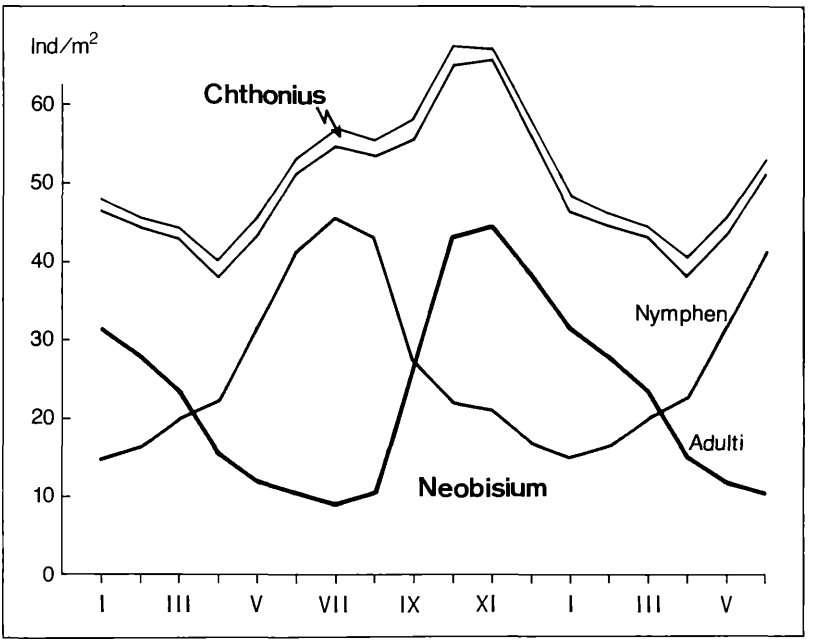

Abbildung 3. Durchschnittliche monatliche Siedlungsdichte der Pseudoskorpione im Stadtwald Ettlingen während der Jahre 1977–1984; aufgeführt sind die Gesamtzahlen der beiden Arten *Neobisium carcinoides* und *Chthonius tetrachelatus* sowie die Anzahl der Adulti und Jungtiere von *N. carcinoides*.

ner spätsommerlichen Eiablage beginnt. Bei den niedrigeren Umgebungstemperaturen im Herbst und Winter dürften sich die einzelnen Stadien langsamer entwikkeln als im Sommer, wodurch sich diese Periode nicht in deutlichen Maxima der Fundzahlen niederschlägt.

MEYER et al. (1985) fanden in ihrem Untersuchungsgebiet bei Stams inTirol 2 distinkte Fortpflanzungsperioden bei *Neobisium carcinoides.* Bei der sommerlichen Fortpflanzungsperiode treten die Protonymphen im Mai/Juni und die Adulti im September/Oktober auf; die winterliche Fortpflanzungsperiode erstreckt sich in Stams von August bis Mai/Juni; die Phänologie von *N. carcinoides* im Stadtwald Ettlingen stimmt sehr gut mit diesen Befunden überein. MEYER et al. (1985) diskutieren die Fortpflanzungszyklen von *Neobisium carcinoides* in Zusammenhang mit dessen großer ökologischen Valenz, wobei sich aber hinter dem Namen *Neobisium carcinoides* (syn. *muscorum*) nach MAHNERT (mdl. Mitt.) möglicherweise eine Gruppe von Arten verbirgt.

In den Barberfallen finden sich Nymphen von *Neobisium carcinoides* hauptsächlich in den Monaten Juli, August und September; diese Funde bestätigen die Annahme einer Hauptfortpflanzungsperiode im Sommer. Es handelt sich zum allergrößten Teil um Deuto- und Tritonymphen; vermutlich sind Protonymphen noch nicht in dem Maß laufaktiv wie Deuto- und Tritonymphen. Daß auch in der Handauslese Protonymphen unterrepräsentiert sind, liegt möglicherweise nicht nur an ihrer geringeren Körpergröße, sondern auch an ihrer mutmaßlich extrem geklumpten Verteilung, da sie nach dem Schlüpfen aus dem Brutbeutel erst nach und nach das Brutnest verlassen.

Tabelle 4. Individualgewicht (Lebendgewicht) der Geschlechter und Entwicklungsstadien von *Neobisium carcinoides*.

	Stadtwald Ettlingen			Stams/Tirol		
	n	mg		n	mg	
Weibchen	13	1,50+/−0,49		86	1,342+/−0,088	
Männchen	6	0,96	0,10	83	0,820	0,028
Tritonymphe	1	0,31		38	0,408	0,020
Deutonymphe	4	0,20	0,06	62	0,180	0,008
Protonymphe*		0,1		27	0,063	0,004

* angenommener Wert

Tabelle 5. Biomasse der Pseudoskorpione im Stadtwald Ettlingen in mg/$\overline{m}^2$, berechnet aus der Siedlungsdichte.

Jahr	gesamt	*Neobisium*		*Chthonius*
		Adult	Juv.	
1977	17,9	15,3	2,5	0,2
1978	34,5	31,0	2,7	0,8
1979	33,3	27,7	5,4	0,2
1980	44,6	37,8	6,3	0,5
1981	37,8	30,8	6,5	0,5
1982	23,8	20,1	3,5	0,2
1983	20,1	16,1	3,9	0,1
1984	8,2	7,3	0,9	
Ø 77–84	27,5	23,3	3,9	0,3

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

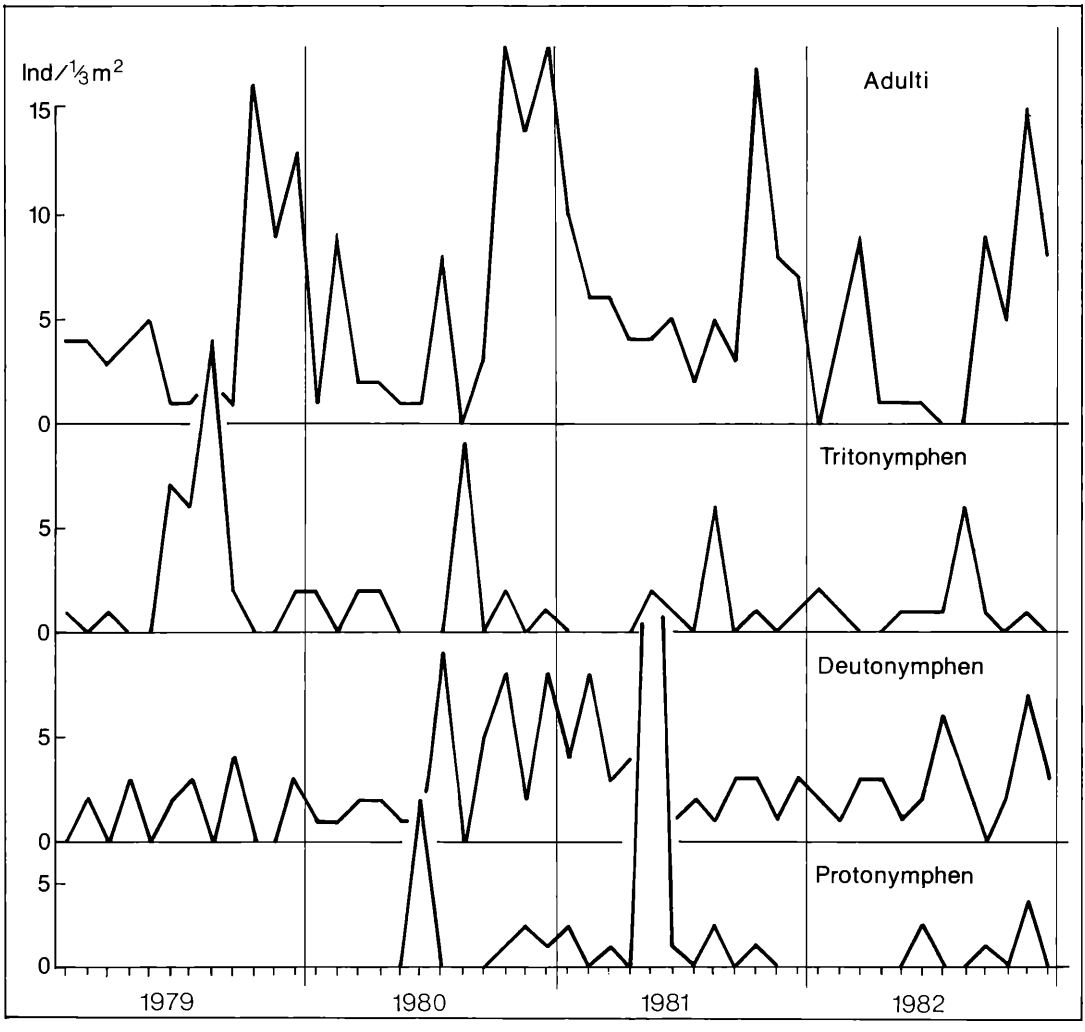

Abbildung 4. Entwicklung der Population von *Neobisium carcinoides* im Stadtwald Ettlingen während der Jahre 1979–82, abgeleitet aus der monatlichen Siedlungsdichte der Proto-, Deuto-, Tritonymphen und der Adulti.

6. Biomasse

Der Berechnung der Biomasse liegen Wägungen lebender Individuen von *Neobisium carcinoides* zugrunde. Aus ihnen ergeben sich die in Tab. 4 aufgeführten durchschnittlichen Lebendgewichte für die einzelnen Stadien.

Da das Verhältnis von Männchen zu Weibchen im untersuchten Material der Quadratproben ca. 1:1 ist (vgl. Kap. 3), kann das Durchschnittsgewicht eines adulten *Neobisium carcinoides* mit 1,2 mg angenommen werden. Bei der Berechnung der Biomasse der Nymphen wurde ein Durchschnittswert der 3 Nymphenstadien von 0,2 mg zugrunde gelegt, wobei der Wert für das Gewicht einer Protonymphe mit 0,1 mg angenommen wurde. Da die Gewichte der Pseudoskorpione jahreszeitlich verschieden sind – unterschiedlicher Entwicklungs- und Ernährungsstand, trächtige Weibchen mit höherem Gewicht überwiegend im zeitigen Frühjahr –, können die Angaben zur Biomasse nur als Schätzungen betrachtet werden. Für die bedeutend kleineren Tiere der Art *Chthonius tetrachelatus* liegen keine Wägungsergebnisse vor. Ihr Vorkommen schlägt bei der Berechnung der Biomasse jedoch kaum zu Buche, da ihre Siedlungsdichte nur 4 % der gesamten Pseudoskorpione-Zönose beträgt. Ihr Durchschnittsgewicht wurde demjenigen der *Neobisium*-Nymphen von 0,2 mg gleichgesetzt.

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

Insgesamt ergibt sich für die Jahre 1977–1984 eine durchschnittliche monatliche Biomasse der Pseudoskorpione von 27,5 mg Lebendgewicht/$\overline{m}^2$ (Tab. 5). Die jahreszeitliche Schwankung dieser Werte folgt ebenso wie die mehrjährige Fluktuation ziemlich genau den Abundanzzahlen der adulten *Neobisium carcinoides*, da diese stets mindestens $^3/_4$ der Biomasse stellen.

7. Die Wirkung von Umweltchemikalien auf die Pseudoskorpione-Zönose

Im „Chemikalienprogramm" können Tiergruppen wie die Pseudoskorpione, die normalerweise hauptsächlich mittels Handauslese aus Quadratproben erfaßt werden, nur eingeschränkt berücksichtigt werden, da aus dem Chemikalienprogramm keine Quadratproben vorliegen; vielstündige routinemäßige Handauslesen ließen sich aus Gründen der Gesundheitsvorsorge nicht durchführen.

Die beiden eingesetzten Methoden, Barberfallen und Fotoeklektoren, liefern grundsätzlich Werte der Aktivitätsdichte; diese ist das Produkt aus der tatsächlichen Siedlungsdichte und der Aktivität, hier der Laufaktivität. Selbst diese Definition der Aktivitätsdichte stellt eine grobe Vereinfachung dar, da zu den Parametern Dichte und Aktivität noch eine unbestimmte Zahl weiterer physiologischer, individualentwicklungsgeschichtlicher und genetischer Faktoren kommen, die nicht in diese beiden Parameter eingehen. Nimmt man dann noch einen experimentellen Faktor wie den Einsatz von Chemikalien hinzu, dann beeinflußt man das Gesamtgefüge der Faktoren, die die Aktivitätsdichte bestimmen, ohne die Wirkungen auf einzelne Faktoren voneinander trennen zu können.

Daraus ergibt sich, daß eine kausale Interpretation von Änderungen der Aktivitätsdichte sehr schwierig ist. Dient die Untersuchung lediglich der Beschreibung des Phänomens, fällt dies nicht ins Gewicht, wohl aber dann, wenn eine Bewertung damit verbunden werden soll. Denn für die Beurteilung der Wirkung einer Chemikalie oder allgemein eines Streßfaktors in einem Ökosystem kommt es entscheidend darauf an, ob die tatsächliche Siedlungsdichte oder die Aktivität oder sonst eine physiologische Reaktion betroffen ist; davon hängt letztlich die Bewertung der beiden wesentlichen Wirkungskriterien ab, nämlich der Intensität und der Nachhaltigkeit.

Eine Wirkung der von uns eingesetzten Chemikalien auf die Aktivitätsdichte ist trotz der insgesamt geringen Fangzahlen sowohl in den Barberfallen wie in den Fotoeklektoren eindeutig zu belegen. Ermittelt man die

Tabelle 6. Fangzahlen und Aktivitätsdichte der Pseudoskorpione in Barberfallen und Boden-Fotoeklektoren und ihre Beeinflussung durch Umweltchemikalien im Stadtwald Ettlingen.

	PCP (5)	PCP (1)	2, 4, 5-T (5)	2, 4, 5-T (1)	Kontr.
Barberfallen, Gesamt-Fangzahlen					
1982–1984	7	11	9	28	59
In % der Kontrolle	12	19	15	47	100
Männchen : Weibchen	1,7 : 1	2,0 : 1	1,8 : 1	1,4 . 1	1,0 : 1
davon in %: *Neobisium carcinoides*	50	25	82	88	93
Chthonius tetrachelatus	50	75	18	12	7
Fotoeklektoren, Gesamt-Fangzahlen					
1982–1984	17	36	76	60	305
In % der Kontrolle	6	12	25	20	100
Männchen : Weibchen	5,3 : 1	5,1 1	4,9 : 1	1,9 : 1	2,3 : 1
davon in %: *Neobisium carcinoides*	74	86	97	90	95
Chthonius tetrachelatus	26	14	3	10	5
Barberfallen, durchschnittliche Aktivitätsdichte in Ind/10BF · 2Wo					
Belastungsphase (1982–1983)	0,23	0,35	0,31	0,81	1,50
Erholungsphase (1984)	0,11	0,22	0,11	0,78	2,22
Fotoeklektoren, durchschnittliche Aktivitätsdichte in Ind/2m² · 4Wo					
Belastungsphase (1982–1983)	0,32	1,28	2,40	2,00	8,96
Erholungsphase (1984)	0,90	0,40	1,60	1,00	8,10

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

durchschnittliche Aktivitätsdichte pro Versuchsserie während der zweijährigen Belastungsphase und für das erste Jahr der Erholungsphase, dann zeichnet sich keine Erholung der Aktivitätsdichte ab (Tab. 6). Unbeschadet der geschilderten grundsätzlichen Interpretationsprobleme macht dies wahrscheinlich, daß hier tatsächlich die Anzahl der Pseudoskorpione pro Fläche, also die Siedlungsdichte, durch die Chemikalie reduziert wurde. Denn würde lediglich die Aktivität gesenkt bei gleichbleibender Populationsstärke, dann müßte sich jene nach Absetzen der Chemikalie wieder normalisieren.

Die Reduzierung der Aktivitätsdichte fällt in allen Flächen deutlich aus: In den 2,4,5-T-Fächen geht sie auf 47–15 %, in den PCP-Flächen auf 19–6 % zurück. Ausmaß und Abstufung der Reaktion stimmen sehr gut mit den Ergebnissen von FRANKE (1985a) an den Weberknechten aus dem gleichen Versuch überein.

Geben die Fangzahlen tatsächlich relative Siedlungsdichten wieder, dann müßten die Weibchen empfindlicher auf die Chemikalienanwendung reagieren als die Männchen; denn in der Kontrollfäche liegt das Verhältnis Männchen:Weibchen auch im langjährigen Mittel bei 1,3–1,0:1, in den Chemikalienflächen dagegen bei 1,4–2,0:1. Möglicherweise ist der höhere Männchenanteil aber nur auf eine gesteigerte Laufaktivität zurückzuführen; dies würde zumindest durch die Feststellung gestützt, daß in den Fotoeklektoren, deren Fänge auf einer im Vergleich zu den Barberfallen höheren Laufaktivität beruhen, die Männchen auch in der Kontrollfläche im Verhältnis 1,7:1 überrepräsentiert sind. Letztlich würde sich damit bestätigen, daß die Trennung zwischen Aktivität und Siedlungsdichte bei der Interpretation von Barberfallen- und Fotoeklektorzahlen ohne ergänzende Proben mit anderen Methoden schwierig ist.

8. Literatur

BECK, L. (1983): Zur Bodenbiologie des Laubwaldes. – Verh. Dtsch. Zool. Ges. 1983: 37–54; Stuttgart.

BECK, L. & DUMPERT, K. (1985): Vergleichende ökologische Untersuchungen in einem Buchenwald nach Einwirkung von Umweltchemikalien. – In: SCHEELE, B., FÜHR, F. & STÜTTGEN, E. (Hrsg.): Auffindung von Indikatoren zur prospektiven Bewertung der Belastbarkeit von Ökosystemen, Bd. 6. Spez. Ber. KFA Jülich, **296**: 12–30; Jülich.

BECK, L & MITTMANN, H.-W. (1982): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 2. Klima, Streuproduktion und Bodenstreu. Carolinea, **40**: 65–90; Karlsruhe.

BEIER, M. (1963): Ordnung Pseudoskorpionidea. Bestimmungsbücher zur Bodenfauna Europas, Bd. 1. – 313 S.; Berlin (Akademie-Verlag).

DRIFT, J. VAN DER (1951): Analysis of the animal community in a beech forest floor. – Tijdschr. Ent., **94**: 1–168; Amsterdam.

DUMPERT, K. & PLATEN, R. (1985): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 4. Die Spinnenfauna. – Carolinea, **42**: 75–106; Karlsruhe.

DUNGER, W. (1983): Tiere im Boden. – 3. Aufl., 280 S.; Wittenberg Lutherstadt (A. Ziemsen).

FRANKE, U. (1985a): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 5. Die Weberknechte. – Carolinea, **42**: 107–114; Karlsruhe.

FRANKE, U. (1985b): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 7. Der Waldohrwurm. – Carolinea, **43**: 105–112; Karlsruhe.

FRANKE, U., FRIEBE, B. & BECK, L. (in Vorb.): Ermittlung der Siedlungsdichte von Bodentieren aus Quadratproben und Barberfallen.

FRIEBE, B. (1983): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 3. Die Käferfauna. – Carolinea, **41**: 45–81; Karlsruhe.

FUNKE, W. (1971): Food and energy turnover of leaf-eating insects an their influence on primary production. – Ecol. Stud., **2**: 81–93; Berlin, Heidelberg, New York (Springer).

GABBUTT, P. (1969): Life-Histories of some British Pseudoscorpions inhabiting Leaf Litter. In: SHEALS, J. G. (Ed.): The Soil Ecosystem. – Syst. Ass. Publ., **8**: 229–235; London.

GABBUTT, P. (1970): Sampling problems and the validity of life history analyses of pseudoscorpions. – J. nat. Hist., **4**: 1–15; London.

GABBUTT, P. & VACHON, M. (1965): The external morphology and life history of the pseudoscorpion *Neobisium muscorum*. – Proc. Zool. Soc. London, **145**: 335–358; London.

GODDARD, S. (1976): Population dynamics, distribution patterns and life cycles of *Neobisium muscorum* and *Chelifer orthodactylus* (Pseudosc., Arachnida). – J. Zool., **178**: 295–304; London.

HÖREGOTT, H. (1963): Zur Ökologie und Phänologie einiger Chelonethi und Opiliones (Arachn.) des Gonsenheimer Waldes und Sandes bei Mainz. Senckenberg. biol., **44**: 545–551; Frankfurt am Main.

HELVERSEN, O. VON (1966): Pseudoskorpione aus dem Rhein-Main-Gebiet. – Senckenberg. biol., **47**: 131–150; Frankfurt am Main.

HELVERSEN, O. VON & MARTENS, J. (1971): Pseudoskorpione und Weberknechte. – In: Die Wutach: 377–385; Freiburg im Breisgau.

MEYER, E., WÄGER, H. & THALER, K. (1985): Struktur und jahreszeitliche Dynamik von Neobisium-Populationen in zwei Höhenstufen in Nordtirol (Österreich) (Arachnida: Pseudoscorpiones). – Rev. Ecol. Biol. Sol, **22**: 221–232; Paris.

RESSL, F. & BEIER, M. (1958): Zur Ökologie, Biologie und Phänologie der heimischen Pseudoskorpione. – Zool. Jb. Syst., **86**: 1–26; Jena.

RÖMBKE, J. (1985): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 6. Die Regenwürmer. – Carolinea, **43**: 93–104; Karlsruhe.

STREBEL, O. (1937): Beobachtungen am einheimischen Bücherskorpion *Chelifer cancroides* L. (Pseudoscorpiones). – Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl., **2**: 143–155; Karlsruhe.

SCHLOTTKE, E. (1940): Zur Biologie des Bücherskorpions *(Chelifer cancroides* L.). – Ber. west-preuss. bot.-zool. Ver., **62**: 1–32; Danzig.

VACHON, M. (1934): Sur le développement post-embryonaire des pseudoscorpionides (1 ère note). – Bull. Soc. Zool. France, **59**: 150–160; Paris.

WEYGOLDT, P. (1966): Moos- und Bücherskorpione. – 84 S.; Wittenberg Lutherstadt (A. Ziemsen).

ZELL, H. (1985): Die Nematodenfauna eines Buchenwaldbodens. – Diss. Karlsruhe, 382 S.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Carolinea - Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: 44

Autor(en)/Author(s): Braun Monika, Beck Ludwig

Artikel/Article: Zur Biologie eines Buchenwaldbodens 9. Die Pseudoskorpione 139-148