

Der Einfluß von Na-PCP auf die Arthropoden-Fauna der Bodenstreu – ein Beitrag zur Ökotoxikologie*

WOLFGANG KOLBE und KARLHEINZ DORN

Mit zwei Abbildungen und drei Tabellen

Kurzfassung

Zur Ermittlung des Einflusses einer einmaligen Biozid-Gabe auf die Arthropoden-Zusammensetzung der Bodenstreu zweier Waldbiotope im Staatswald Burgholz in Solingen (Bergisches Land, FRG) wurden Fangautomaten vom Typ der Boden- und Labor-Photoelektoren eingesetzt. Als Untersuchungsflächen standen ein 95jähriger Rotbuchenbestand (*Luzulo-Fagetum*) und ein 47 Jahre alter Fichtenforst zur Verfügung. Die Gesamtergebnisse eines Jahres werden nach wichtigen Taxa aufgeschlüsselt vorgestellt und diskutiert. – Gleichzeitig werden die Lufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit aus den Boden-Photoelektoren mit den einschlägigen Werten des Makroklimas verglichen.

Abstract

In order to prove the influence of a unique biocid dose investigations were made on the arthropod compound of the litter of two biotopes in the Burgholz State Forest (Bergisches Land, FRG) by means of ground photo-electors and laboratory photo-electors. The areas used for survey were a beech forest (95 years old) and a 47 years old spruce-fir forest. The results of one year are classified and discussed with regard to important taxa. – At the same time the air temperature and the relative air humidity within the ground photo-electors are compared with the data of the macroclimate.

Einleitung

Seit 1978 wurden mit Hilfe von Boden-Photoelektoren im Staatswald Burgholz in Solingen Untersuchungen über die Arthropoden-Fauna der Bodenstreu heimischer Wälder durchgeführt. Die noch nicht abgeschlossene Auswertung dieser Arbeiten lieferte bereits eine Fülle von interessanten faunistischen sowie aut- und synökologischen Ergebnissen (CASPER & DORN 1982, DORN 1982, 1985, DORN & JANKE 1985, KAMPMANN 1981, KOLBE, KAMPMANN & SCHLEUTER 1984, KOLBE 1979, 1980, 1981 a/b, 1984 a/b, NIPPEL 1981, PLATEN 1985).

Aufbauend auf den bisher gewonnenen Erkenntnissen wird seit dem 1. 9. 1983 ein neues Projekt unter der Thematik „Prüfung ausgewählter Insektentaxa aus zwei Forstbiotopen auf ihre Indikatoreignung“ durchgeführt, innerhalb dessen weitere Akzente schwerpunktmäßig einbezogen werden. Dabei geht es speziell um den Einfluß der Referenzchemikalie Pentachlorphenol auf die Arthropoden-Fauna unter besonderer Berücksichtigung der Coleopteren, Nematoceren und Collembolen sowie die Auffindung von Indikatortaxa aus diesen 3 Taxa (KOLBE, DORN & SCHLEUTER 1984). Einzelresultate dieser Untersuchungen über die Coleopteren und Collembolen sind inzwischen publiziert (KOLBE 1985, SCHLEUTER 1985).

In der vorliegenden Arbeit werden die Ergebnisse eines Fangjahres als Gesamtübersicht vorgestellt, um einen Einblick in die bisher gewonnenen Erkenntnisse zu ermöglichen.

* Finanziert vom Bundesminister für Forschung und Technologie

Untersuchungsgebiete und Methoden

Zwei Waldgebiete im Staatswald Burgholz in Solingen (Bergisches Land, FRG) wurden für das Vorhaben ausgewählt. Es waren ein Rotbuchenbestand (Luzulo-Fagetum, 95jährig) und ein Fichtenforst (47jährig), die in dem Zeitraum vom 14. 3. 1983 bis 12. 3. 1984 mit Hilfe von Boden-Photoektoren nach FUNKE (1971) und Labor-Photoektoren auf ihre Arthropoden-Fauna in der Bodenstreu unter dem Einfluß von Na-PCP untersucht wurden. Einzelheiten zu den Waldbiotopen sind bei KOLBE (1979) zusammengestellt.

Die Anlagen umfaßten in jedem Biotop 3 Versuchsglieder, Kontrolle, 0,5 g und 1,0 g Na-PCP/m² mit jeweils 5 Wiederholungen à 0,5 m² Eklektorfläche. Die Einzeldosen der eingesetzten Referenzchemikalie wurden in Aqua demin. gelöst und mit einer Motorspritze auf den markierten Parzellen gleichmäßig verteilt (1 000 ml Spritzbrühe auf 1 m² Probenfläche). Die Kontrollflächen erhielten die gleichen Mengen Aqua demin.

Zur Gewinnung der Bodenproben für die Labor-Photoektoren wurde ein Bohrer aus Edelstahl eingesetzt, der in seinem Innern Polypropylen-Rohrstücke von 117 mm Innendurchmesser und 14 cm Höhe zur Aufnahme der Proben (Bohrtiefe 10 cm) enthielt. So konnten die Bodenproben relativ ungestört dem Bohrer entnommen werden; das Kunststoffrohr mit seinem Inhalt diente direkt als Basisteil des Labor-Photoektors. In dieses wurde ein Pulvertrichter (Ø 120 mm) hineingedrückt und nach oben mit einer Kopfdose abgeschlossen. Die Ektoren stehen auf einer als Dränung dienenden Sandschicht und sind selbst nach unten mit einem wasserdurchlässigen Stoff umgeben. Die Fangflüssigkeit der Kopfdose besteht aus gesättigter Picrinsäurelösung und Aqua demin. im Verhältnis 2:3.

Pro Versuchsglied – Kontrolle, 0,5 g und 1,0 g Na-PCP/m² – und Biotop waren 11 Wiederholungen unmittelbar nach der Behandlung des Bodens aus dem Freiland entnommen und im Labor aufgestellt worden. Weitere Einzelheiten zu den Boden- und Labor-Photoektoren sind bei KOLBE, DORN & SCHLEUTER (1984) zusammengestellt.

Das Absammeln der Tiere aus den Boden- und Labor-Photoektoren erfolgte im Sommerhalbjahr 1 × wöchentlich (montags) und im Winterhalbjahr überwiegend 14tägig.

Die Messungen der Lufttemperaturen und der relativen Luftfeuchtigkeiten in den Boden-Photoektoren und Klimahütten (Gießener Hütten) wurden mit Thermohygrographen vorgenommen. So konnten die Aufzeichnungen dieser beiden Parameter kontinuierlich auf 7-Tage-Diagramm-Streifen erfolgen. Die Temperaturwerte in den Klimahütten wurden durch Maximum- und Minimumthermometer, die Daten der relativen Luftfeuchtigkeit durch gelegentlichen Einsatz eines ASSMANNschen Aspirationspsychrometers überprüft (KUTT LER 1984).

Unsere Mitarbeiterinnen A. BRAKHAGE, H. HOFFMANN, G. KIRCHHOFF und P. KUHN A gilt ein herzlicher Dank für die vielfältige Mitarbeit an den durchgeführten Aktionen. Gleichzeitig danken wir den Herren M. BREDEMEYER, M. BANG und R. FISCHER, die als Zivildienstleistende im Umweltschutz bei der Wartung und Betreuung der Klimameßgeräte im Gelände tätig waren.

Die Fangergebnisse und ihre Diskussion

Die Tab. 1 gibt eine Übersicht der insgesamt ermittelten Arthropoden-Individuen pro m² aus den Boden-Photoektoren der beiden Biotope in Abhängigkeit von den PCP-Applikationen. Da pro Biotop 7,5 m² Grundfläche mit Ektoren bedeckt waren, sind folglich aus dem Buchenwald insgesamt 20 401 und aus dem Fichtenforst 22 600 Arthropoden aus gezählt worden. Allerdings gelten diese Angaben unter Ausschluß der Acarina und Collembolen, deren Individuenzahlen wegen ihrer enormen Höhe noch nicht ermittelt werden konnten. Die Tab. 1 zeigt insgesamt die Abundanzen der 15 Arthropoden-Taxa aus der

Sicht einer einmaligen Kontamination mit 2 PCP-Konzentrationen. Die Abweichungen innerhalb eines Biotops in Abhängigkeit vom PCP sind von Arthropoden-Gruppe zu Arthropoden-Gruppe recht unterschiedlich. Darüber hinaus zeigen sich zusätzliche Veränderungen der Abundanzen bei einer Reihe von Taxa, wenn man einen Vergleich der Ergebnisse aus den beiden Biotopen vornimmt. Sinkt beispielsweise die Anzahl der Nematoceren im Fagus-Bestand bei der niedrigen Applikationsstufe um 9% gegenüber der Kontrolle, so steigt sie bei 1,0 g Na-PCP/m² um 41%. Im Gegensatz dazu erhöht sich die Nematoceren-Ausbeute im Picea-Bestand bei 0,5 g Na-PCP um 17% im Vergleich zur Kontrolle, während der Wert bei der höheren Kontamination um 56% sinkt. Ähnlich diffizil sind die Verhältnisse bei den Coleopteren (Tab. 1). Dennoch lassen sich einige Trends aufzeigen.

g Na-PCP/m ²	<i>Fagus</i> -Bestand			<i>Picea</i> -Bestand		
	0	0,5	1,0	0	0,5	1,0
Nematocera	1 042,4	945,6	1 467,6	2 474,8	2 906,8	1 086,4
Brachycera	298,4	346,4	349,6	190,4	122,0	252,0
Coleoptera	186,4	218,4	176,0	143,2	203,6	216,4
Hymenoptera	194,0	256,4	336,8	63,6	93,2	40,0
Lepidoptera	22,8	20,4	20,0	6,4	13,6	2,0
Thysanoptera	357,6	394,0	566,8	107,6	145,2	126,4
Planipennia	2,4	2,4	4,0	2,4	2,4	0,8
Psocoptera	44,0	60,4	70,8	71,2	88,0	70,4
Rhynchota	107,2	137,2	148,0	69,6	83,6	247,6
Dermaptera	34,4	58,8	44,8	11,2	8,4	10,0
Araneida	95,6	63,6	41,6	88,8	23,6	18,4
Opilionida	13,6	0,4	1,6	11,2	0,8	1,2
Pseudoscorpionida	4,0	10,4	4,0	4,0	6,8	5,2
Isopoda/Myriapoda	6,8	2,8	2,0	4,0	8,4	8,4
Summe aller Arthropoden ohne Acarina u. Collembola	2 409,6	2 517,2	3 233,6	3 248,4	3 706,4	2 085,2

Tab. 1: Anzahl der Arthropoden-Individuen pro m² aus den Boden-Photoelektoren. Fangzeitraum 14. 03. 83 bis 12. 03. 84.

Die Araneiden der Fichtenparzelle reagieren mit deutlicher Fangzahlenminderung auf den Einfluß des Na-PCP (Tab. 1). Zwischen der Kontrolle (88,8 Ind./m²) und der niedrigen Konzentration (23,6 Ind./m²) besteht ein signifikanter, zwischen Kontrolle und der 1,0 g-Stufe (18,4 Ind./m²) ein hochsignifikanter Unterschied. Innerhalb der beiden PCP-belasteten Versuchsglieder bestehen keine biometrisch gesicherten Fangzahlendifferenzen. Offensichtlich setzt sich im Fichtenforst das Artenspektrum aus einigen PCP-empfindlichen Arten zusammen, die aufgrund ihrer Eudominanz die Reaktionsrichtung der gesamten Ordnung repräsentieren. Der Buchenbestand wies bei der Auswertung von Fängen der Jahre 1980–1982 eine mit dem Fichtenforst fast identische Artenzahl, jedoch eine unterschiedliche Arten- und Dominanzstruktur auf (PLATEN 1985). Dadurch könnte sich erklären, daß im Buchenwald nur die höchste Kontaminationsstufe im Vergleich zur Kontrolle signifikant niedrigere Fangwerte zeigt.

Ähnlich wie die Araneiden reagieren die Opilioniden auf die Bodenbelastung mit Na-PCP mit drastischen Fangzahlminderungen. Sie sind in beiden Biotopen zwischen Kontrolle und 0,5 g bzw. 1,0 g Na-PCP/m² hochsignifikant. Innerhalb der Kontaminationsstufen kön-

nen keine Unterschiede nachgewiesen werden. Die absoluten Fangzahlen sind allerdings wesentlich geringer als die der Araneiden.

Im Gegensatz zu den beiden genannten Spinnentier-Ordnungen kann bei den Hymenopteren des Buchenwaldes eine Steigerung der Abundanzen unter PCP-Einfluß aufgezeigt werden (Tab. 1). Die Unterschiede zwischen der Kontrolle (194,0 Ind./m²) und der 1,0 g-Stufe (336,8 Ind./m²) sind hochsignifikant, die der beiden Kontaminationsstufen signifikant.

Im Fichtenforst ist ebenfalls eine Steigerungstendenz von der Kontrolle zur 0,5 g-Stufe zu beobachten. In der hohen Konzentration liegt der Abundanzwert aber noch unter dem Wert der Kontrolle. In beiden Fällen sind die Unterschiede jedoch nicht signifikant. Dies ist nur die Differenz zwischen der 0,5 g- und 1,0 g-Stufe. Ursache der Abundanzsteigerungen kann u. a. in der Streßsituation durch die Giftbelastung liegen. Ähnliches mag für die Thysanopteren zutreffen, die im Buchenwald hochsignifikant mehr Tiere in der höchsten Konzentration aufweisen als in der Kontrolle.

Um etwas mehr Klarheit in die Vielfalt der Resultate zu bringen, ist es erforderlich, die vorliegenden Ergebnisse weiter zu präzisieren. Zunächst ist es daher notwendig, die einzelnen Taxa in ihr jeweiliges Artenspektrum aufzuschlüsseln. Dadurch ergeben sich weitere Detailerkennnisse. Erste einschlägige Arbeiten bei den Coleopteren sind bereits publiziert und liefern neue Aspekte aus der Vielfalt der Möglichkeiten (KOLBE 1985).

g Na-PCP/m ²	Proben aus dem Fagus-Bestand			Proben aus dem Picea-Bestand		
	0	0,5	1,0	0	0,5	1,0
Nematocera	1 340	10 400	5 200	3 050	3 640	2 130
Brachycera	118	118	144	51	68	0
Coleoptera	59	42	34	25	17	17
Hymenoptera	93	245	169	51	118	25
Lepidoptera	0	34	8	17	51	0
Thysanoptera	118	118	144	59	85	8
Planipennia	0	0	0	0	0	0
Psocoptera	118	270	144	0	42	34
Rhynchoptera	51	59	25	8	8	17
Dermaptera	8	17	8	0	0	0
Araneida	186	118	8	76	0	0
Opilionida	0	0	0	0	0	0
Pseudoscorpionida	0	17	8	0	8	0
Isopoda/Myriapoda	0	0	0	0	0	0
Acarina	63 800	50 800	68 800	44 900	62 300	55 400
Collembola	20 100	23 600	14 300	29 700	47 500	17 700
Summe aller Arthropoden	85 991	85 838	88 992	77 937	113 837	75 331
Summe der Arthropoden ohne Acarina u. Collembola	2 091	11 438	5 892	3 337	4 037	2 231

Tab. 2: Anzahl der Arthropoden-Individuen pro m² aus den Labor-Photoelektoren. Fangzeitraum 14. 03. 83 bis 12. 03. 84.

In die Auswertung der Arthropoden-Ausbeute bei den Labor-Photoektoren konnten auch die Collembolen und Acarina einbezogen werden. Sie zeigt bei der Umrechnung auf Individuen/m², daß bei einer Einordnung dieser beiden Arthropoden-Gruppen ihnen besonders hohe Abundanz-Werte zuzuordnen sind (Tab. 2). Die Tab. 2 läßt erkennen, daß 4 Taxa, die bei den Fängen mit Boden-Photoektoren nachgewiesen werden konnten, unter den Gegebenheiten der Labor-Photoektoren nicht festzustellen waren; es handelt sich um die Planipennia, Opilionida, Isopoda und Myriapoda.

Unter den pterygoten Insekten liefern beide Fangautomatentypen die höchsten Abundanz-Werte bei den Nematoceren. Aus der Sicht des Versuchsansatzes mit Labor-Photoektoren wurde von vornherein davon ausgegangen, daß diese Fangmethode die Nematoceren-Ausbeute präferieren sollte; diese Arbeitshypothese erfüllte sich in vollem Umfange. Der auffallend hohe Wert an Nematoceren im Fagusbestand innerhalb der Applikationsstufe von 0,5 g Na-PCP/m² ist vorwiegend auf die große Individuenanzahl von *Epidapus atomarius* zurückzuführen, deren ♀ flügellos sind. Die niedrigen Werte an Coleopteren-Imagines aus den Labor-Ekktoren schließen eine Einbeziehung dieser Arthropoden-Ordnung in eine weiterführende Arbeit mit einschlägigen Fangautomaten aus.

Wie in den Boden-Photoektoren zeigen die Araneiden in den Labor-Ekktoren aus dem Fichtenbestand deutliche Fangzahlenminderungen zwischen Kontrolle und der 0,5 g- bzw. der 1,0 g-Stufe (Tab. 2). In beiden Vergleichen sind die Unterschiede hochsignifikant. Zwischen den Proben des Buchenbestandes konnten keine gesicherten Mittelwertdifferenzen festgestellt werden.

Kurze Erwähnung finden soll noch der bei den Lepidopteren ermittelte signifikante Unterschied zwischen den beiden Kontaminationsstufen bei den Labor-Ekktoren des Fichtenbestandes. Hier sinken die Abundanzwerte (Tab. 2). Die gleiche signifikante Tendenz zeigte sich auch im Freiland. Allerdings sind die absoluten Abundanzwerte so gering, daß allgemeinere Aussagen über die Wirkung des Na-PCP auf die Lepidopteren erst nach mehreren Untersuchungsjahren getroffen werden können.

Die Nematoceren zeigten weder in den Labor-Ekktoren noch in den Boden-Photoektoren in keinem Vergleich biometrisch gesicherte Unterschiede auf Unterordnungsbasis. Die dafür verantwortlichen hohen Restvarianzen resultieren vor allem aus den heterogenen Artenspektren der Populationen mit ihren vielfältigen Existenzansprüchen.

Vergleich der pterygoten Insekten aus verschiedenen Fangjahren

Unabhängig von den durchgeführten gezielten toxikologischen Arbeiten deuten sich in den Böden der beiden Waldbiotope Trends an, die bemerkenswert sind. Die Kontrollwerte der vorliegenden Untersuchungen von 1983/84 können nämlich aufgrund der bereits vorhandenen Resultate aus Voruntersuchungen seit 1978 mit den Fangausbeuten der Jahre 78/79 und 80/81 verglichen werden. Es zeigt sich, daß die beiden Waldbiotope bei dem Einsatz von Boden-Photoektoren interessante Ergebnisse bei pterygoten Insekten-Taxa erkennen lassen. Die Tab. 3 liefert an ausgewählten Beispielen die ausgezählten Arthropoden-Individuen der verschiedenen Fangjahre, die z. T. ausgeprägte Unterschiede erkennen lassen. Besonders fallen die Nematoceren-Abundanzwerte des 2. und 3. Fangjahres (1980/81 und 1983/84) auf, die enorme Reduzierungen gegenüber 1978/79 aufweisen. Auch die einzelnen Werte bei den Brachyceren liegen im 2. und 3. Fangjahr unter denen des ersten. Die coleopterologischen Ausbeuten der 3 ausgewerteten Sammeljahre sind insgesamt niedriger und wesentlich weniger extrem als bei den Nematoceren und Brachyceren; sie zeigen im Fagus-Bestand Reduzierungen und im Picea-Forst Erhöhungen gegenüber 1978/79. Bei den ausgezählten Hymenoptera schließlich steigen die Zahlen im Laubwald von Fangjahr zu Fangjahr stark an, während sie sich im Nadelwald im 3. Fangjahr gegenüber dem ersten fast verdoppeln.

Die Nematoceren-Larven gehören in sauren Wäldern zu den wichtigsten primären Streuzersettern. Dies gilt speziell für die Sciaridae (Trauermücken), die einen Hauptanteil der im Burgholz ermittelten Mücken-Ausbeuten erbrachten. Sinkt die Nematoceren-Anzahl stark ab, wird sich dieses Faktum u. a. auf das Zersetzeretz des Bodens auswirken und es kann davon ausgegangen werden, daß dadurch die Nährstoffversorgung der Gehölze absinkt. Hier liegt also gegebenenfalls ein Faktor der multifaktoriellen Ursachen des Waldsterbens vor. Zu ähnlichen Resultaten kommt auch FUNKE (1983).

	1978/79	1980/81	1983/84
Buchbestand			
<i>Nematocera</i>	15 851	303	1 042
<i>Brachycera</i>	750	327	298
<i>Coleoptera</i>	215	152	186
<i>Hymenoptera</i>	42	120	194
<i>Lepidoptera</i>	2	8	23
Fichtenbestand			
<i>Nematocera</i>	34 824	2 281	2 475
<i>Brachycera</i>	508	204	190
<i>Coleoptera</i>	121	198	143
<i>Hymenoptera</i>	36	32	63
<i>Lepidoptera</i>	1	14	6

Tab. 3: Jahressummen ausgewählter pterygoter Insekten pro m², die mit Boden-Photoektoren in verschiedenen Jahren ermittelt wurden.

Abweichungen des Eklektorklimas vom Makroklima

Die mikroklimatischen Gegebenheiten in einem Boden-Photoektorektor weichen von den Werten in einer Klimahütte ab. Um bei den vorliegenden Gegebenheiten im Burgholz präzisere Einsichten zu gewinnen, wurden parallel zu den Messungen in den Klimahütten auch je ein Thermohygrograph pro Biotop in einem gesonderten Boden-Photoektorektor untergebracht. In den Abb. 1 und 2 sind die Wochenmittelwerte der 14.–43. Woche 1983 (\pm 04. 04.–30. 10. 83) für die Lufttemperatur und die relative Luftfeuchtigkeit eingetragen. Es zeigt sich für beide Biotope, daß die ermittelten Makroklimawerte im allgemeinen unter denen des Eklektorklimas liegen, bei den Lufttemperaturen verlaufen sie partiell parallel zu diesen. Speziell im Frühjahr und Herbst weichen die Eklektor-Temperaturwerte vor allem im Buchbestand relativ stark von dem Makroklima ab; dies wird im Frühjahr durch die erst allmählich eintretende Belaubung verständlich. Die Werte der relativen Luftfeuchtigkeit haben über das ganze Jahr verteilt in beiden Biotopen z. T. stärkere Abweichungen, d. h. daß die Eklektorwerte in weiten Bereichen höher liegen.

Höhere Temperaturen und höhere Luftfeuchtigkeit bedeuten für viele Arthropoden von der „Normal“ abweichende Geschwindigkeit der Embryonal- und Larvalentwicklung, der Gonadenreife u. a. Dieser Tatbestand sollte in einer Methodenfehlerdiskussion nicht unberücksichtigt bleiben. Für die vorliegenden vergleichenden Untersuchungen ist er jedoch zweitrangig, da sich die unvermeidlichen Methodenfehler in allen Wiederholungen gleichmäßig auswirken und biometrisch berücksichtigt werden.

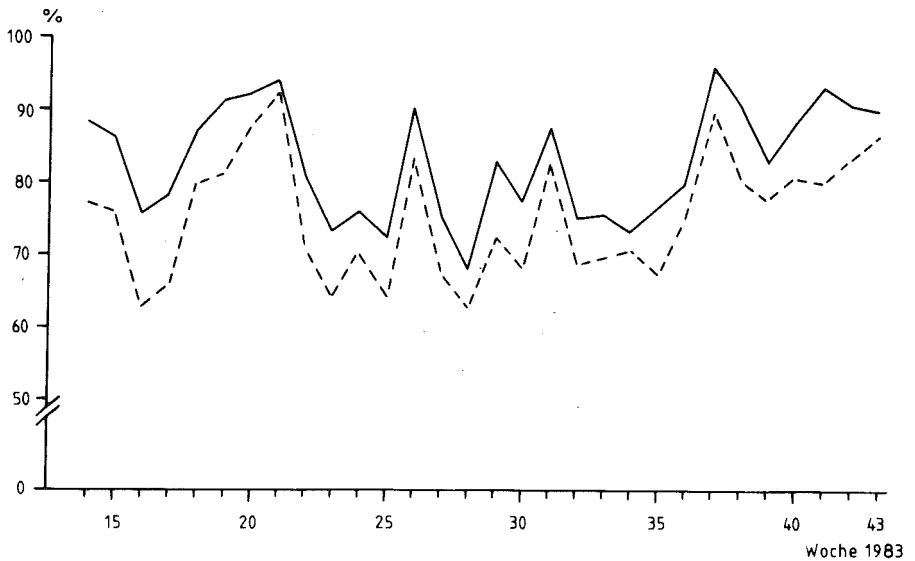
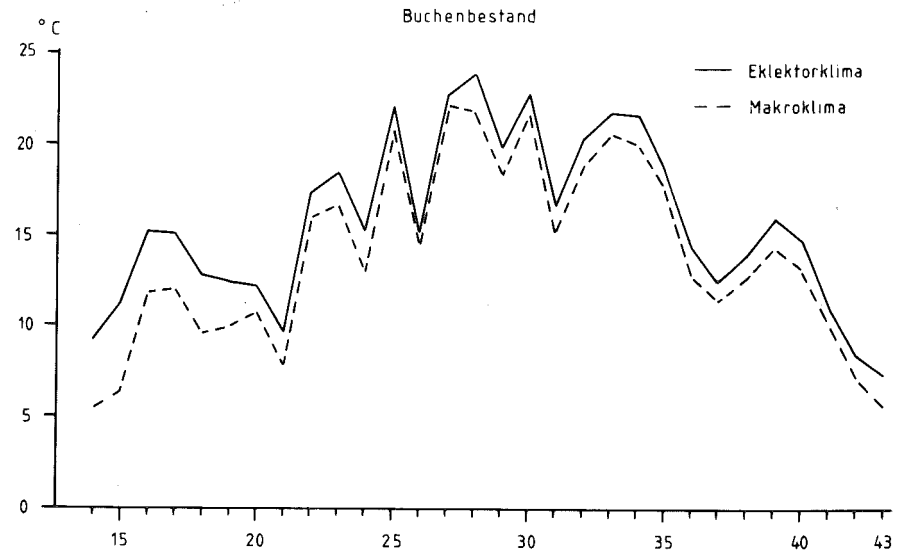


Abb. 1: Abweichungen der Temperatur und relativen Luftfeuchtigkeit im Boden-Photoelektor vom Makroklima. Eingetragen sind die Wochenmittelwerte der 14. bis 43. Woche des Jahres 1983 ($\hat{=}$ 4. 4. bis 30. 10. 83).

Fichtenbestand

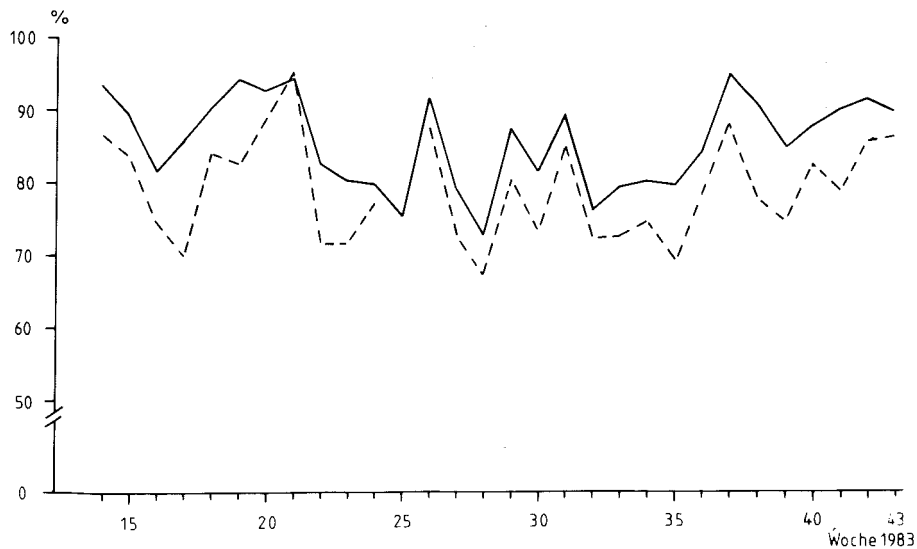
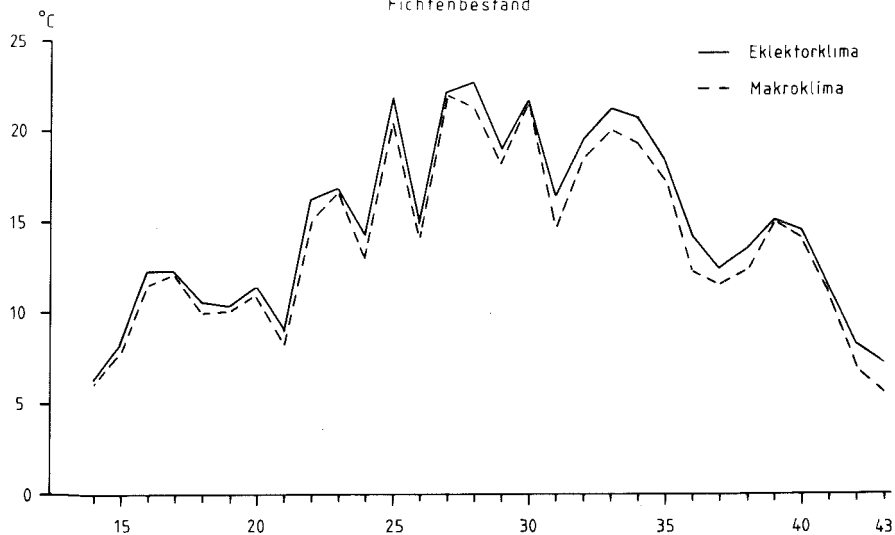


Abb. 2: Abweichungen der Temperatur und relativen Luftfeuchtigkeit im Boden-Photoelektro vom Makroklima. Eingetragen sind die Wochenmittelwerte der 14. bis 43. Woche des Jahres 1983 (\cong 4. 4. bis 30. 10. 83).

Literatur

- CASPERS, N., & DORN, K. (1982): Die Tipuliden, Limoniiden und Mycetophiliden (Diptera, Nematocera) eines Buchenwaldes und eines Fichtenforstes im Staatswald Burgholz (Solingen). – Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **35**, 16–22; Wuppertal.
- DORN, K. (1982): Nematoceren eines Buchenwaldes und Fichtenforstes im Staatswald Burgholz in Solingen. – Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **35**, 8–15; Wuppertal.
- (1985): Dipterenemergenzen in PCP-belasteten Waldböden des Burgholzes – die Brachyceren-Familien im Buchen- und Fichtenforst. – Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **38**, 127–129; Wuppertal.
- DORN, K., & JANKE, V. (1985): Die Nematoceren-Familien (Diptera, Nematocera) eines Buchenwaldes und Fichtenforstes im Burgholz (Solingen) 1978 bis 1982. – Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **38**, 72–74; Wuppertal.
- FUNKE, W. (1971): Food and energy turnover of leafeating insects and their influence on primary production. – Ecol. Studies **2**, 81–93.
- (1983): Wege der Ökosystemforschung. – Verh. Dtsch. Zool. Ges. 1983, 201, G. Fischer Verlag, Stuttgart.
- KAMPMANN, T. H. (1981): Collembolen in Boden- und Baum-Photoelektoren des Staatswaldes Burgholz in Solingen (MB 4708): erste Ergebnisse. – Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **34**, 67–69; Wuppertal.
- KOLBE, W. (1979): Anwendung von Arbeitsmethoden aus dem zoologischen Forschungsprogramm des Solling-Projektes im Staatswald Burgholz (MB 4708) und ihre Ergebnisse (Minimalprogramm zur Ökosystemanalyse): Einführung. – Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **32**, 29–35; Wuppertal.
- (1980): Coleopterologische Ergebnisse aus Fängen mit Boden-Photoelektoren im Staatswald Burgholz in Solingen (MB 4708). Beitrag für ein Minimalprogramm zur Ökosystemanalyse. – Ent. Blätter, **76**, 171–177.
- (1981a): Coleopterologische Fangergebnisse mit Boden- und Baum-Photoelektoren während eines Winterhalbjahres. – Beitrag für ein Minimalprogramm zur Ökosystemanalyse (Burgholz-Projekt). – Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **34**, 5–15; Wuppertal.
- (1981b): Die Arthropoden-Fauna im Staatswald Burgholz in Solingen, ermittelt mit Boden- und Baum-Photoelektoren (Minimalprogramm zur Ökosystemanalyse): eine Jahresübersicht. – Decheniana **134**, 87–90; Bonn.
- (1984a): Arthropodenfänge im Staatswald Burgholz mit Hilfe von Boden-Photoelektoren unter besonderer Berücksichtigung der Coleopteren. – Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **37**, 14–22; Wuppertal.
- (1984b): Die Coleopteren-Fauna aus zwei Forstbiotopen des Staatswaldes Burgholz, ermittelt mit Boden- und Baum-Photoelektoren (Minimalprogramm zur Ökosystemanalyse): das 2. Fangjahr. – Decheniana **137**, 66–78; Bonn.
- (1985): Auswirkungen eines Biozideinsatzes auf die Coleopteren-Fauna der Bodenstreu. – Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **38**, 118–126; Wuppertal.
- KOLBE, W., DORN, K., & SCHLEUTER, M. (1984): Prüfung ausgewählter Insektentaxa aus 2 Forstbiotopen auf ihre Indikatoreignung – ein neuer Aspekt des Burgholz-Projektes. – Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **37**, 91–103; Wuppertal.
- KOLBE, W., KAMPMANN, T. H., & SCHLEUTER, M. (1984): Zur Collembolenfauna der Wälder im Staatswald Burgholz – Vergleich der Resultate zweier Fangjahre. – Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **37**, 69–75; Wuppertal.
- KUTTLER, W. (1984): Zur Filterkapazität und zum Bestandsklima eines Buchen- und Fichtenforstes im Bergischen Land. – Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **37**, 142–155; Wuppertal.

- NIPPEL, F. (1981): Lepidopterologische Ergebnisse aus Fängen mit Photoektoren im Staatswald Burgholz in Solingen. – Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **34**, 64–66; Wuppertal.
- PLATEN, R. (1985): Die Spinnentierfauna (Araneae, Opiliones) aus Boden- und Baumelektoren des Staatswaldes Burgholz (MB 4708). – Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **38**, 75–86; Wuppertal.
- SCHLEUTER, M. (1985): Der Einfluß von Na-PCP auf die Zusammensetzung der Collembolenfauna heimischer Waldböden. – Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **38**, 130–135; Wuppertal.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahresberichte des Naturwissenschaftlichen Vereins Wuppertal](#)

Jahr/Year: 1985

Band/Volume: [38](#)

Autor(en)/Author(s): Kolbe Wolfgang, Dorn Karlheinz

Artikel/Article: [Der Einfluß von Na-PCP auf die Arthropoden-Fauna der Bodenstreu - ein Beitrag zur Ökotoxikologie 108-117](#)