Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal 44 115—132 Wuppertal, 24. 3. 1991

Ökotoxikologische Untersuchungen im Staatswald Burgholz. — Die Wirkung von Na-PCP auf die Spinnentierfauna (Araneida, Opilionida) mit einer Diskussion über die Indikatoreignung von Spinnentieren für Umweltchemikalien

RALPH PLATEN
Mit 10 Abbildungen und 4 Tabellen

Zusammenfassung

Im Forst Burgholz (Solingen) wurden in den Jahren 1983, 1984 und 1986 (jeweils von März bis März) die Wirkung des Biozids Na-PCP auf unterschiedliche Arthropodentaxa getestet. Die Untersuchungen wurden für zwei verschiedene Konzentrationen (0,5 und 1,0 g Na-PCP/m²) und eine Kontrolle (Aqua demin.) jeweils in einem Buchen- und einem Fichten-Bestand durchgeführt. Die Ergebnisse für die Spinnentierfauna werden zusammenfassend dargestellt und im Vergleich mit anderen Untersuchungen ähnlicher Fragestellung diskutiert.

Die Verhältnisse von Arten- und Individuenzahlen in beiden Beständen waren in allen drei Fangjahren sehr ähnlich. In der summarischen Darstellung zeigte sich sowohl für die Spinnen als auch für die Weberknechte eine deutliche Verminderung der Fangzahlen in den PCP-behandelten Parzellen in allen drei Fangjahren. Die Fangzahlen in den PCP-behandelten Parzellen sind teilweise im Vergleich zu den Kontroll-Parzellen auf dem 1%-Niveau statistisch signifikant geringer.

Die Wirkung im Fichtenbestand ist meist deutlicher als im Buchenbestand. Als mögliche Ursache hierfür wird die gitterartige Streustruktur des Fichtenbestandes angenommen, die eine gleichmäßigere Verteilung der Chemikalie im Boden ermöglicht. Der Rückgang der Individuenzahlen in den PCP-behandelten Parzellen ist mit Hilfe der Bodenfallen in den Photo-Eklektoren deutlicher zu belegen als in den Kopfdosen.

Die Weberknechte zeigen ebenfalls deutlich verringerte Individuenzahlen in den behandelten Parzellen.

Die Wirkung auf rein oder überwiegend epigäisch lebende Arten ist stärker als auf Bewohner höherer Straten oder auf Stratenwechsler.

Im Hinblick auf die Beurteilung einer Indikatoreignung von Spinnenarten wird der Einfluß der räumlichen Horizontalverteilung in den Parzellen, die angewandte Erfassungsmethode, die Biologie der einzelnen Arten sowie deren räumliche Einnischung im Ökosystem diskutiert. Einige Spinnenarten werden für serielle Toxizitätstests vorgeschlagen.

Abstract

The influence of the pesticid Na-PCP on different arthropodtaxa has been tested in the field in 1983, 1984 and 1986 (from March to March). Investigations took place in a beech forest and a spruce forest respectively in „Forst Burgholz" near Wuppertal. The arthropods were caught by ground-photoeclectors from areas with different treatments (Control, 0,5 g Na-PCP and 1,0 g Na-PCP/m²).

Spiders and harvestmen showed a distinct decrease in number under the influence of the applied chemical even if it was low concentrated. In general the decrease of individuals was more distinct in the spruce forest than in the beech forest.

Furthermore in all three periods of investigation those spiders and harvestmen caught in the ground traps within the photo-eclectors showed a decrease in the contaminated areas. The number of individuals being caught in the high conterminated areas by the light traps within the photo-eclector was sometimes higher than in the area with low contermination.

Ground-dwelling species react more sensitive when being contaminated than species which change their vertical habitat within their life-cycle.

The aptitude of some spiders and harvestmen species as indicator-organisms is discussed under the aspect of the type of applied chemicals as well as spatial distribution life-cycle, and feeding behavior of the species.

Einleitung und Fragestellung

In den Jahren 1983, 1984 und 1986 wurde in einem Fichten- und einem Buchenbestand des Staatswaldes Burgholz die Wirkung von Na-PCP auf die Arthropodenfauna untersucht. Ihre Erfassung wurde mit Hilfe von Boden-Photoeklektoren mit 0,5 m² Grundfläche durchgeführt. Je fünf dieser Fangautomaten wurden in einer Kontrollfläche, die mit Aqua demin. behandelt wurde sowie in den beiden kontaminierten Flächen (0,5 bzw. 1,0 g Na-PCP/m² — im folgenden als 0,5-PCP und 1,0-PCP bezeichnet) aufgestellt. Ziel dieser Untersuchungen war das Auffinden von Bioindikatoren unter den bearbeiteten Arthropodentaxa. Ergebnisse dieser Untersuchung sind u. a. bereits von DORN & KOLBE (1987), KOLBE (1989) und PLATEN (1988, 1989) publiziert worden.

Die vorliegende Arbeit stellt die Ergebnisse für die Spinnen- und Weberknechtfauna im dritten Fangjahr (März 1986 bis März 1987) dar.

Methoden und Untersuchungszeiträume

Die pro Bestand *(Fagus* und *Picea)* und Parzelle (Kontrolle, 0,5 g Na-PCP/m² und 1,0 Na-PCP/m²) eingesetzten fünf Boden-Photoeklektoren waren vom 10. März 1986 bis 15. März 1987 fängig. Auf den Einsatz von Labor-Photoeklektoren wurde in diesem Fangjahr verzichtet.

Den Herren Prof. G. WEIGMANN und B. KEGEL danke ich für die kritische Durchsicht des Manuskriptes.

Ergebnisse

1. Der Arten- und Individuenbestand

Im Fangjahr 1986 wurden in beiden Beständen insgesamt 63 Webspinnenarten mit 919 Individuen und 4 Weberknechtarten mit 53 Individuen nachgewiesen. Damit war die Zahl der Spinnenarten etwa ebenso hoch wie 1983 und 1984, die Zahl der Individuen nimmt eine Mittelstellung zwischen der beider Fangjahre ein (PLATEN 1988): Wie in den beiden vorangegangenen Fangjahren war der Buchenbestand auch im Fangjahr 1986 sowohl arten- als auch individuenreicher als der Fichtenbestand (vgl. Tab. 1).

Für den Fichtenbestand im Forst Burgholz läßt sich in allen drei Fangjahren daher eine generelle Arten- und Individuenarmut im Vergleich zum Buchen-Bestand feststellen (vgl. auch PLATEN 1985).

Die geringere Artenidentität zwischen den beiden Beständen konnte 1986 ebenfalls festgestellt werden. Lediglich 50% der Arten waren beiden gemeinsam. 20 Arten traten nur im Buchen-, 13 Arten nur im Fichtenbestand auf. Auch diese Zahlenverhältnisse gleichen denen der Fangjahre 1983 und 1984 nahezu vollkommen (vgl. PLATEN 1988).

Der Artenbestand ist im Vergleich ebenfalls erstaunlich übereinstimmend. Die dominanten Arten sind in allen drei Fangjahren dieselben *(Macrargus rufus, Rhabdoria diluta, Tapinocyba insecta* und *Coelotes terrestris)* (vgl. Tab. 2).

1986	FAGUS			PICEA		
Webspinnen	BF	L	Ges	BF	L	Ges
Arten	21	43	49	18	41	44
Individuen	172	484	656	52	211	267
Weberknechte						
Arten	2	2	2	2	3	3
Individuen	11	2	13	18	22	40

Tab. 1: Arten- und Individuenzahlen der Weberknechte des Chemikalien-Programmes im Fangjahr 1986 nach Bestandsart und Methoden (Bodenfallen = BF, Kopfdosen = L) aufgeschlüsselt.

	FAGUS-BESTAND									PICEA-BESTAND								
	BF			L			Gesamtfang			BF			L			Gesamtfang		
FAMILIEN/ARTEN	0	0,5	1,0	0	0,5	1,0	0	0,5	1,0	0	0,5	1,0	0	0,5	1,0	0	0,5	1,0
ARANEIDA - WEBSPINNEN																		
AMAUROBIIDAE - FINSTERSPINNEN																		
Amaurobius fenestralis (Ström)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	4	2	1	4	3	1
DICTYNIDAE - KRÄUSELSPINNEN																		
Lathys humilis (Blackwall)	-	-	-	1	-	2	1	-	2	-	-	-	14	3	8	14	3	8
Nigma walckenaeri (Roewer)	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DYSDERIDAE - SECHSAUGENSPINNEN																		
Harpactea hombergi (Scopoli)	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CLUBIONIDAE - SACKSPINNEN																		
Clubiona brevipes Blackwall	-	-	-	3	13	1	3	13	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Clubiona pallidula (Clerck)	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Clubiona spec. juv.	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ANYPHAENIDAE - ZARTSPINNEN																		
Anyphaena accentuata (Walckenaer)	-	-	-	1	-	1	1	-	1	-	-	-	-	2	-	-	2	-
THOMISIDAE - KRABBENSPINNEN																		
Diaea dorsata (Fabricius)	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PHILODROMIDAE - LAUFSPINNEN																		
Philodromus collinus C.L. Koch	-	-	-	1	-	1	1	-	1	-	-	-	2	-	1	2	-	1
Philodromus spec. juv.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	1	-
SALTICIDAE - SPRINGSPINNEN																		
Neon reticulatus (Blackwall)	-	-	1	3	-	1	3	-	2	-	-	-	1	-	-	1	-	-
AGELENIDAE - TRICHTERSPINNEN																		
Cicurina cicur (Fabricius)	1	1	-	-	-	1	1	1	1	-	-	1	-	1	-	-	1	1
Coelotes inermis (C.L. Koch)	2	1	4	9	15	11	11	16	15	-	-	1	-	1	2	-	1	3
Coelotes terrestris (Wider)	8	4	4	35	52	30	43	56	34	1	-	2	2	1	3	3	1	5
Cryphoeca silvicola (C.L. Koch)	-	-	-	4	-	2	4	-	2	-	-	-	2	2	2	2	2	2
Histopona torpida (C.L. Koch)	-	-	3	5	2	2	5	2	5	-	-	-	-	1	-	-	1	-
THERIDIIDAE - KUGELSPINNEN																		
Enoplognatha ovata (Clerck)	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Robertus lividus (Blackwall)	-	-	-	4	-	12	4	-	12	-	-	1	2	-	-	2	-	1
Theridion mystaceum L. Koch	-	-	-	1	-	2	1	-	2	-	-	-	1	-	1	1	-	1
Theridion pallens (Blackwall)	-	-	-	2	4	2	2	4	2	-	-	-	1	-	-	1	-	-
Theridion varians Hahn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-
Theridion spec. juv.	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1	-	1	1

FAMILIEN/ARTEN	FAGUS-BESTAND BF 0	BF 0,5	BF 1,0	L 0	L 0,5	L 1,0	Gesamtfang 0	Gesamtfang 0,5	Gesamtfang 1,0	PICEA-BESTAND BF 0	BF 0,5	BF 1,0	L 0	L 0,5	L 1,0	Gesamtfang 0	Gesamtfang 0,5	Gesamtfang 1,0
TETRAGNATHIDAE - STRECKERSPINNEN																		
Meta mengei (Blackwall)	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-
Meta segmentata (Clerck)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-	3	-	-
Meta spec. juv.	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tetragnatha obtusa C.L. Koch	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tetragnatha pinicola L. Koch	-	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	8	3	3	8	3	3
ARANEIDAE - RADNETZSPINNEN																		
Araneus diadematus Clerck	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Araneus spec. juv.	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Araniella cucurbitina (Clerck)	-	-	-	1	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Araniella opisthographa Kulczynski	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Araniella spec. juv.	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Zilla diodia (Walckenaer)	-	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	2	-	1	2	-	1
THERIDIOSOMATIDAE - ZWERG-RADNETZSPINNEN																		
Theridiosoma gemmosum (L. Koch)	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LINYPHIDAE																		
ERIGONINAE - ZWERGSPINNEN																		
Diplocephalus latifrons (O.P.-Cbr.)	1	1	-	2	-	-	3	1	-	6	1	-	2	1	2	8	2	2
Diplocephalus picinus (Blackwall)	2	-	-	-	-	-	2	-	-	3	-	-	-	-	-	3	-	-
Entelecara penicillata (Westring)	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Erigone atra (Blackwall)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Gongylidiellum latebricola (Cambr.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Gongylidiellum vivum (O.P.-Cambr.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Jacksonella falconeri (Jackson)	-	-	-	1	2	-	1	2	-	-	-	-	1	3	-	1	3	-
Micrargus herbigradus (Blackwall)	1	-	1	-	-	1	1	-	2	1	-	-	-	-	-	1	-	-
Tapinocyba insecta (L. Koch)	1	1	-	4	-	-	5	1	-	2	-	1	7	-	1	9	-	2
Thyreosthenius parasiticus (Westr.)	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	5	1	2	6	1	2
Walckenaeria corniculans (O.P.-Cbr.)	3	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Walckenaeria cucullata (C.L. Koch)	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Walckenaeria dysderoides (Wider)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-	1	2	-
Walckenaeria obtusa (Blackwall)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-	1	2
LINYPHIINAE - BLADACHINSPINNEN																		
Agyneta saxatilis (Blackwall)	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-
Bathyphantes gracilis (Blackwall)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-
Centromerus aequalis (Westring)	2	2	3	-	-	-	2	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Centromerus leruthi Fage	-	-	-	1	1	1	1	1	1	2	-	-	10	13	13	12	13	13
Centromerus sylvaticus (Blackwall)	2	1	1	-	-	-	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Centromerus spec. juv.	-	-	-	1	1	-	1	1	-	-	-	-	3	-	-	3	-	-
Drapetisca socialis (Sundevall)	1	-	-	2	-	4	3	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Labulla thoracica (Wider)	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lepthyphantes alacris (Blackwall)	-	-	-	-	1	-	-	1	-	4	-	-	6	-	-	10	-	-
Lepthyphantes cristatus (Menge)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-
Lepthyphantes pallidus (O.P.-Cbr.)	2	-	-	-	1	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lepthyphantes zimmermanni Bertkau	21	2	1	12	3	1	33	5	2	5	-	-	2	-	-	7	-	-
Lepthyphantes spec. juv.	2	-	-	-	-	1	2	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-
Linyphia peltata Wider	1	-	-	-	4	3	1	4	3	-	-	-	1	2	3	1	2	3
Macrargus excavatus (O.P.-Cbr.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-
Macrargus rufus (Wider)	35	16	11	45	109	19	80	125	30	7	-	1	13	1	-	20	1	1
Microneta viaria (Blackwall)	22	1	2	8	1	-	30	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pityohyphantes phrygianus (C.L.K.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	1	3	-
Porrhomma campbelli F.O.P.-Cbr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2	2
Porrhomma pallidum Jackson	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6	1	1	1	2	2	7	3
Rhabdoria diluta (O.P.-Cambridge)	-	-	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1
Saaristoa abnormis (Blackwall)	-	-	1	1	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Linyphiinae juv.	-	-	-	-	1	1	-	1	1	-	-	-	1	-	2	1	-	2
Summe Arten	16	12	11	33	18	22	41	25	26	12	4	8	30	25	22	31	25	25
Summe Individuen	107	32	33	162	219	103	269	251	136	34	9	9	103	51	57	137	60	66
OPILIONIDA - WEBERKNECHTE																		
PHALANGIIDAE - SCHNEIDER																		
Lophopilio palpinalis (Herbst)	5	3	-	1	-	-	6	3	-	8	6	-	4	-	1	12	6	1
Mitopus morio (Fabricius)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	5	-	-	9	-	-
Nelima semproni Szalay	3	-	-	1	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Platybunus spec. juv.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	10	-	2	10	-
Summe Arten	2	1	-	2	-	-	2	1	-	2	1	-	3	1	1	3	2	1
Summe Individuen	8	3	-	2	-	-	10	3	-	12	6	-	11	10	1	23	16	1

Tab. 2: Artenliste der Araneida und Opilionida im Fangjahr 1986 mit Angabe der Individuenzahlen in den einzelnen Parzellen und Beständen. BF = Bodenfalle im Boden-Photoeklektor, L = Kopfdose im Boden-Photoeklektor, 0 = Kontrollparzelle, 0,5 = Parzelle mit 0,5 g Na-PCP/m², 1,0 = Parzelle mit 1,0 g Na-PCP/m².

Die Standorte sind daher aus der Sicht der Spinnenfauna als äußerst stabil anzusehen, da trotz unterschiedlicher Witterung in den drei Fangjahren keine größeren Schwankungen im Arten- und Individuenbestand auftraten.

Die einzelnen Arten mit ihren Fangzahlen in Abhängigkeit vom Fangort im Eklektor (Bodenfalle bzw. Kopfdose) und applizierter Chemikalienkonzentration sind in Tab. 2 aufgeführt.

Aus dieser Tabelle läßt sich nochmals die Methodenspezifität des nachgewiesenen Arten- und Individuenbestandes (Bodenfalle bzw. Kopfdose im Boden-Photoeklektor) erkennen. Da dieses Problem in vorangegangenen Arbeiten bereits ausführlich dargestellt wurde (ALBERT 1982, PLATEN 1985, 1988), soll an dieser Stelle auf eine weitere vertiefte Darstellung verzichtet werden.

2. Die Wirkung von Na-PCP auf die Spinnen- und Weberknechtfauna

In den Abb. 1 und 2 wurden die Aktivitätsabundanzen aus den Bodenfallen und Kopfdosen der Boden-Photoeklektoren summarisch dargestellt. Die Fangzahlen wurden wie in den Vorjahren in Individuen/m² umgerechnet (vgl. PLATEN 1988).

Die Aktivitätsabundanzen der Spinnen waren sowohl im Buchen- als auch im Fichtenbestand in allen drei Untersuchungsjahren jeweils in den Kontrollflächen am hächsten (Abb. 1 und 2).

In allen drei Fangjahren zeigten im Buchenbestand jeweils die am höchsten kontaminierten Parzellen die geringsten Aktivitätsabundanzen (Abb. 1), für den Fichtenbestand galt dies nur für das Fangjahr 1983 (Abb. 2).

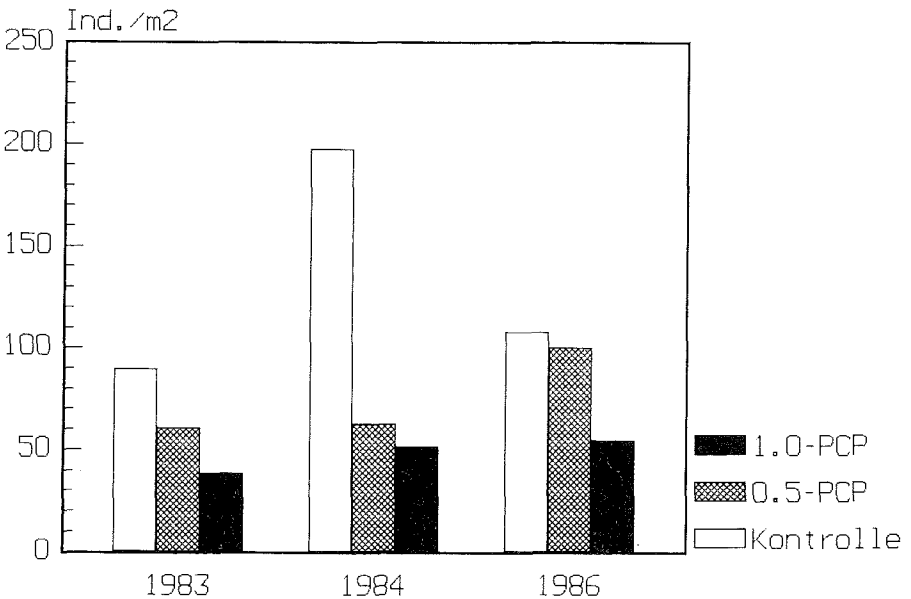

Abb. 1: Summarische Darstellung der Wirkung von Na-PCP auf die Aktivitätsabundanzen der Araneida aus Boden-Photoeklektoren (Bodenfalle und Kopfdose) in drei Fangjahren im Buchen-Bestand des Forst Burgholz.

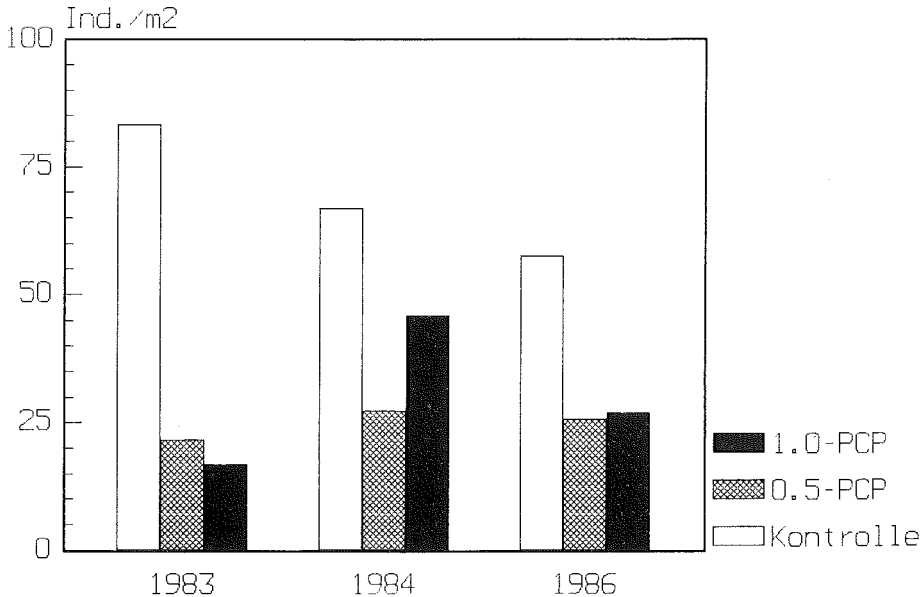

Abb. 2: Summarische Darstellung der Wirkung von Na-PCP auf die Aktivitätsabundanzen der Araneida aus Boden-Photoeklektoren (Bodenfalle und Kopfdose) in drei Fangjahren im Fichten-Bestand des Forst Burgholz.

Zur Absicherung der Ergebnisse wurden der U-Test nach WILCOXON, MANN & WHITNEY (SACHS 1984) durchgeführt. Danach waren die Fangzahlen der Spinnen im Fangjahr 1983 und 1986 zwischen der 0,5-PCP-Parzelle und der Kontrolle im Buchenbestand nicht, diejenigen zwischen der 1,0-PCP-Parzelle und der Kontrolle jedoch hochsignifikant geringer ($p < 0{,}01$, zweiseitig). Im Fangjahr 1984 dagegen waren die Aktivitätsabundanzen sowohl in der 0,5-PCP-Parzelle als auch in der 1,0-PCP-Parzelle hochsignifikant geringer als in der Kontrollfläche (Abb. 1).

Im Fichtenbestand wiesen die Spinnen im Fangjahr 1983 in beiden PCP-behandelten Flächen hochsignifikant ($p < 0{,}01$) geringere Individuenzahlen auf als in der Kontrolle (Abb. 2). In den Fangjahren 1984 und 1986 waren die Fangzahlen in der 1,0-PCP-Parzelle höher als in der 0,5-PCP-Parzelle. 1984 waren weder die geringeren Fangzahlen in den belasteten Parzellen gegenüber der Kontrolle noch die Zunahme der Fangzahlen in der 1,0-PCP-Parzelle gegenüber der 0,5-PCP-Parzelle statistisch signifikant. Im Fangjahr 1986 waren die Unterschiede in den Aktivitätsabundanzen im Vergleich zwischen 0,5-PCP-Parzelle und der Kontrolle auf dem 1%-Niveau, diejenigen zwischen der 1,0-PCP-Parzelle und der Kontrolle jedoch nur auf dem 5%-Niveau (zweiseitig) signifikant.

Die gegenüber der Kontrolle geringeren Aktivitätsabundanzen in den behandelten Flächen sind bei den Weberknechten durchgängig deutlicher ausgeprägt als bei den Spinnen (vgl. die Abb. 1 und 2 mit den Abb. 3 und 4). Die 1,0-PCP-Parzellen zeigen bei den Weberknechten jeweils die niedrigsten Individuenzahlen. Im Fangjahr 1984 wurden in beiden Beständen, 1986 im Buchenbestand in den stark begifteten Parzellen überhaupt keine Individuen mehr nachgewiesen (Abb. 3 und 4).

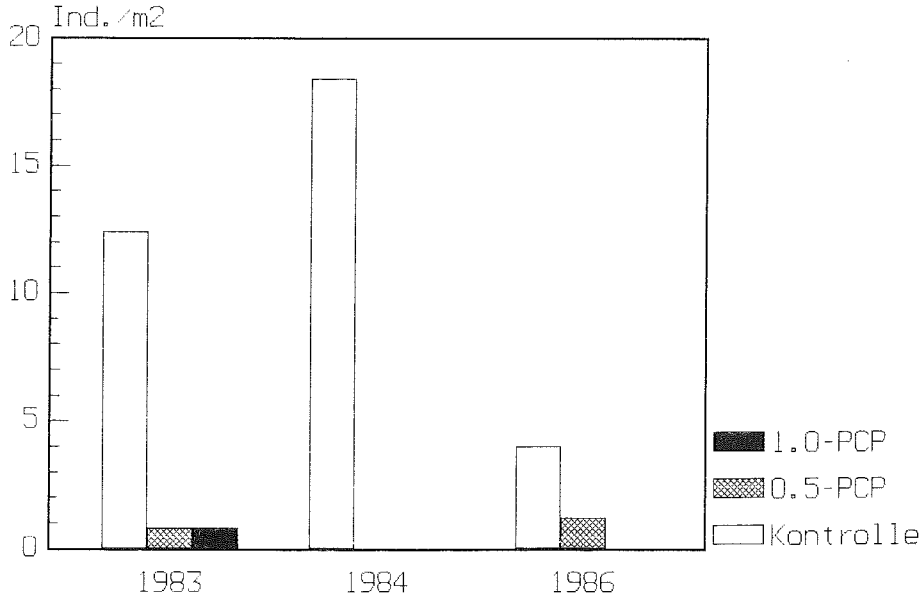

Abb. 3: Summarische Darstellung der Wirkung von Na-PCP auf die Aktivitätsabundanzen der Opilionida aus Boden-Photoeklektoren (Bodenfalle und Kopfdose) in drei Fangjahren im Buchen-Bestand des Forst Burgholz.

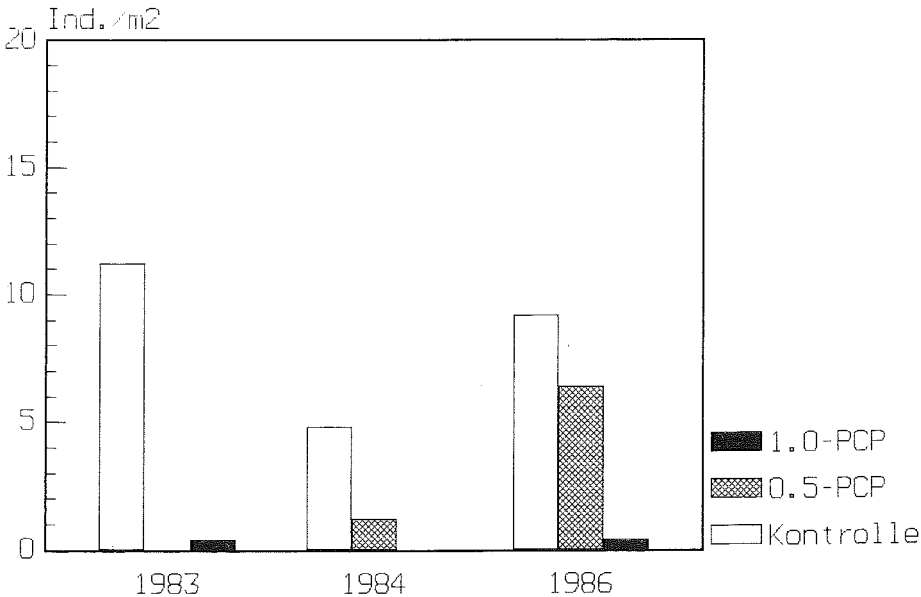

Abb. 4: Summarische Darstellung der Wirkung von Na-PCP auf die Aktivitätsabundanzen der Opilionida aus Boden-Photoeklektoren (Bodenfalle und Kopfdose) in drei Fangjahren im Fichten-Bestand des Forst Burgholz.

Die Unterschiede sind für die Fangjahre 1983 und 1984 in beiden behandelten Parzellen gegenüber der Kontrolle hochsignifikant, 1986 im Buchenbestand in der 0,5-PCP-Parzelle nicht, in der 1,0-PCP-Parzelle signifikant ($p < 0{,}05$, zweiseitig) geringer als in der Kontrollfläche.

Im Fichtenbestand sind die Fangzahlen in beiden begifteten Parzellen gegenüber der Kontrolle signifikant erniedrigt.

Werden die Individuenzahlen der Spinnen für die Bodenfallen und Kopfdosen der Photo-Eklektoren im Fangjahr 1986 getrennt betrachtet, so läßt sich zeigen, daß die Aktivitätsabundanzen im Buchenbestand in den Bodenfallen der beiden kontaminierten Parzellen hochsignifikant geringer sind als in der Kontrolle (Abb. 5). Auch in den Fangjahren 1983 und 1984 konnten geringere Fangzahlen in den Bodenfallen der PCP-behandelten Parzellen gefunden werden, die Unterschiede waren im Vergleich zur Kontrolle jedoch nur im Fangjahr 1984 statistisch signifikant (vgl. PLATEN 1988). Unterschiede in der Abnahme der Individuenzahlen bei juvenilen und adulten Stadien ließen sich für das Fangjahr 1986 statistisch nicht absichern.

Die für den Fichtenbestand durchgeführten Berechnungen zeigten in den Fangjahren 1983 und 1984, jedoch nicht für 1986 gegenüber der Kontrolle statistisch signifikant geringere Individuenzahlen in den Bodenfallen der PCP-behandelten Parzellen (vgl. PLATEN 1988 und Abb. 6).

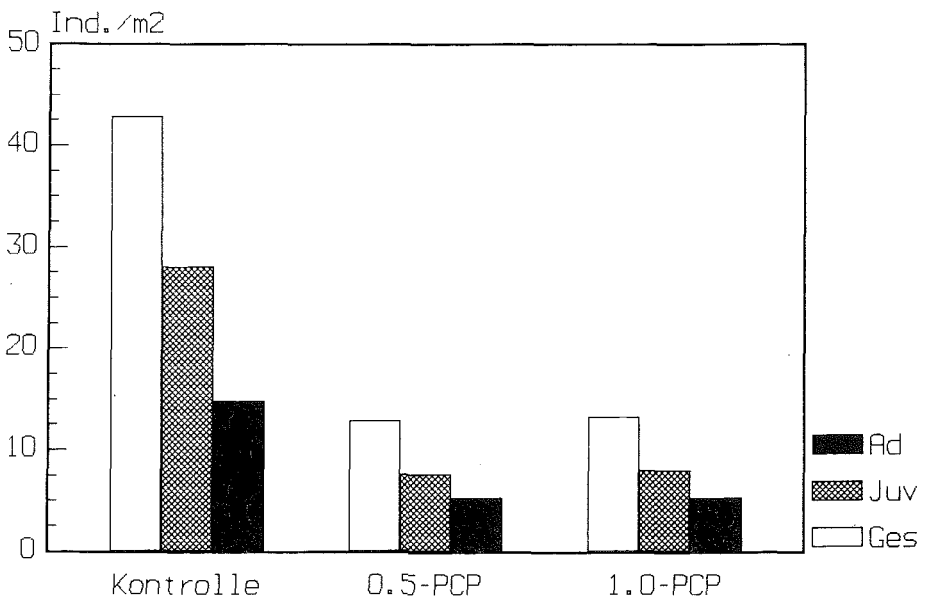

Abb. 5: Aktivitätsabundanzen der Araneida aus den Bodenfallen der Photo-Eklektoren im Buchen-Bestand in Abhängigkeit von der Na-PCP-Konzentration. Ges = Gesamtfang, Ad = Adulti, Juv = Juvenile.

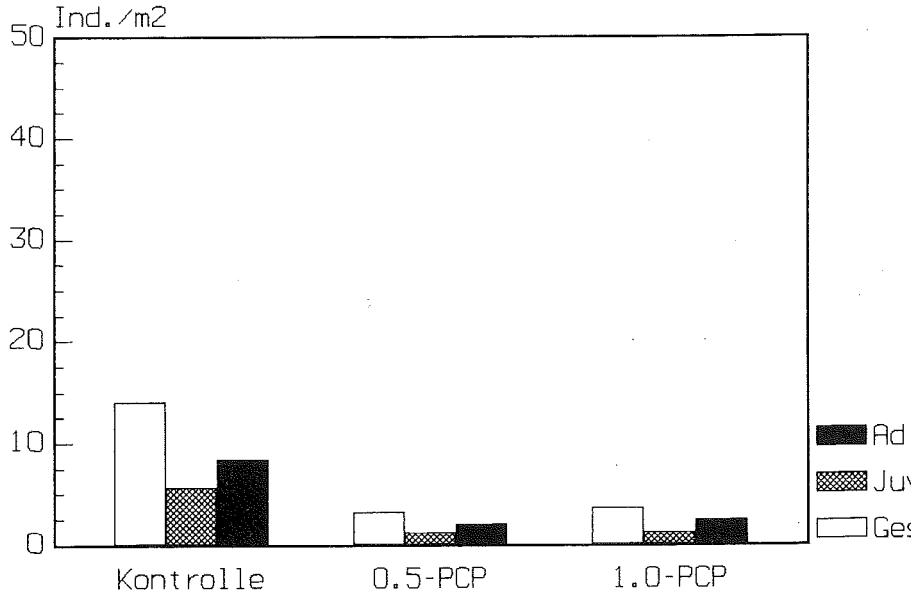

Abb. 6: Aktivitätsabundanzen der Araneida aus den Bodenfallen der Photo-Eklektoren im Fichten-Bestand in Abhängigkeit von der Na-PCP-Konzentration. Ges = Gesamtfang, Ad = Adulti, Juv = Juvenile.

Betrachtet man die Individuenzahlen der Spinnen, die in den Kopfdosen gefangen wurden, so ist zu erkennen, daß sie im Buchenbestand des Fangjahres 1986 in der 0,5-PCP-Parzelle am höchsten sind (Abb. 7). Im Fichtenbestand wurden in der Kontrolle am meisten Individuen gefangen, in den behandelten Parzellen traten jedoch mehr Individuen in der 1,0-PCP-Parzelle als in der 0,5-PCP-Parzelle auf (Abb. 8).

Während bei den Bodenfallenfängen eine stetige Abnahme der Individuenzahlen von der Kontrolle bis zur 1,0-PCP-Parzelle in beiden Beständen und in allen drei Fangjahren zu erkennen ist (vgl. PLATEN 1988 und Abb. 7), zeigt sich diese durchgängig abnehmende Tendenz nicht für die Individuenzahlen in den Kopfdosen. Die Fangzahlen sind dort wie in den Jahren 1984 und 1986 im Fichtenbestand jeweils in der 1,0-PCP-Parzelle h öher als in der 0,5-PCP-Parzelle. Im Buchenbestand sind sie 1986 in der gering kontaminierten Parzelle am höchsten (vgl. PLATEN 1988 und Abb. 8). Keine der Unterschiede sind jedoch statistisch signifikant. Je nach angewandter Methode, kann die Wirkung der Chemikalie auf die Spinnenfauna unterschiedlich interpretiert werden. Betrachtet man ausschließlich die Bodenfallen, so ist eine Abnahme der Individuenzahlen unter dem Einfluß von Na-PCP festzustellen, während bei der Betrachtung der Kopfdosenfänge keine eindeutigen Reaktionen zu erkennen sind. In einem Fall können die Individuenzahlen unter dem Chemikalieneinfluß sinken (Abb. 8), im anderen Falle steigen (Abb. 7).

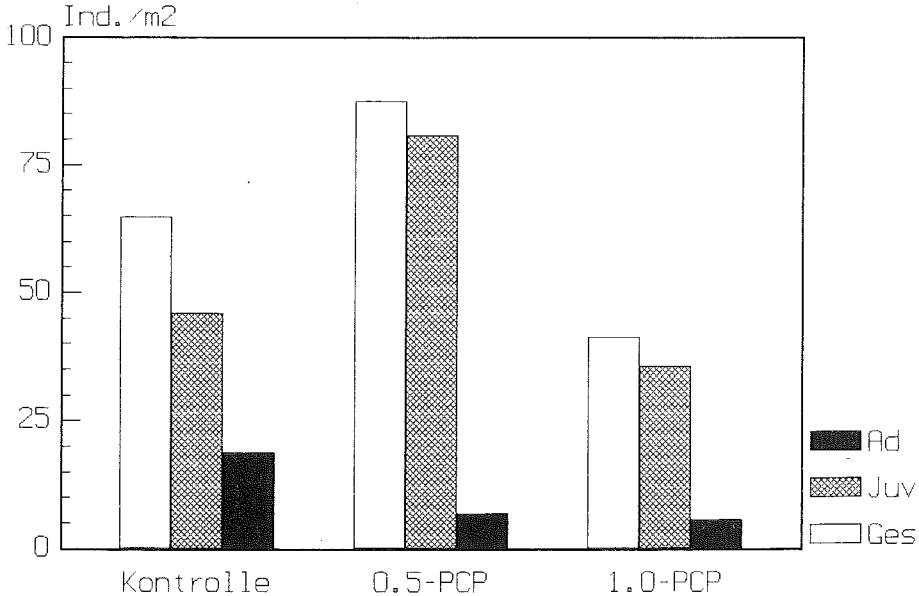

Abb. 7: Aktivitätsabundanzen der Araneida aus den Kopfdosen der Photo-Eklektoren im Buchen-Bestand in Abhängigkeit von der Na-PCP-Konzentration. Ges = Gesamtfang, Ad = Adulti, Juv = Juvenile.

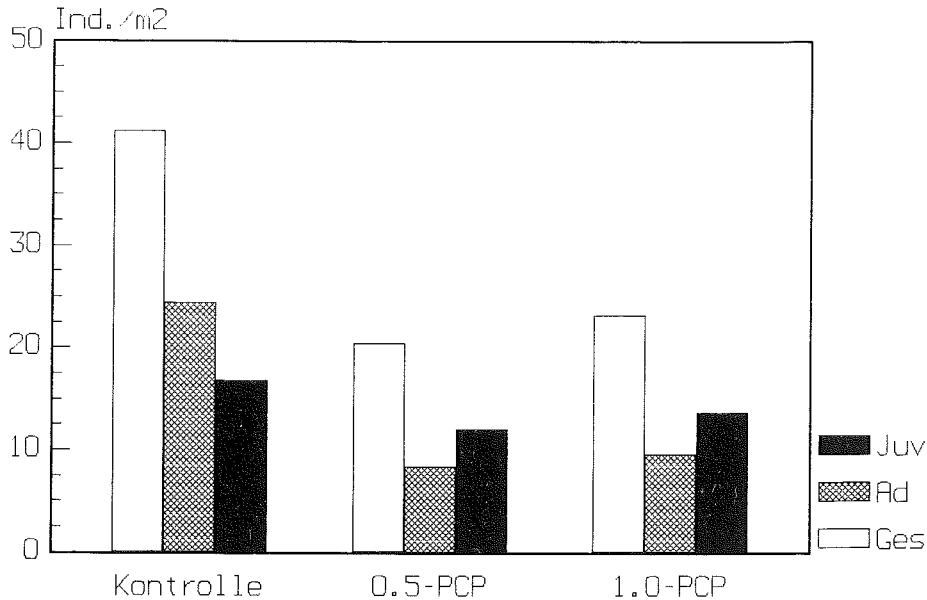

Abb. 8: Aktivitätsabundanzen der Araneida aus den Kopfdosen der Photo-Eklektoren im Fichten-Bestand in Abhängigkeit von der Na-PCP-Konzentration. Ges = Gesamtfang, Ad = Adulti, Juv = Juvenile.

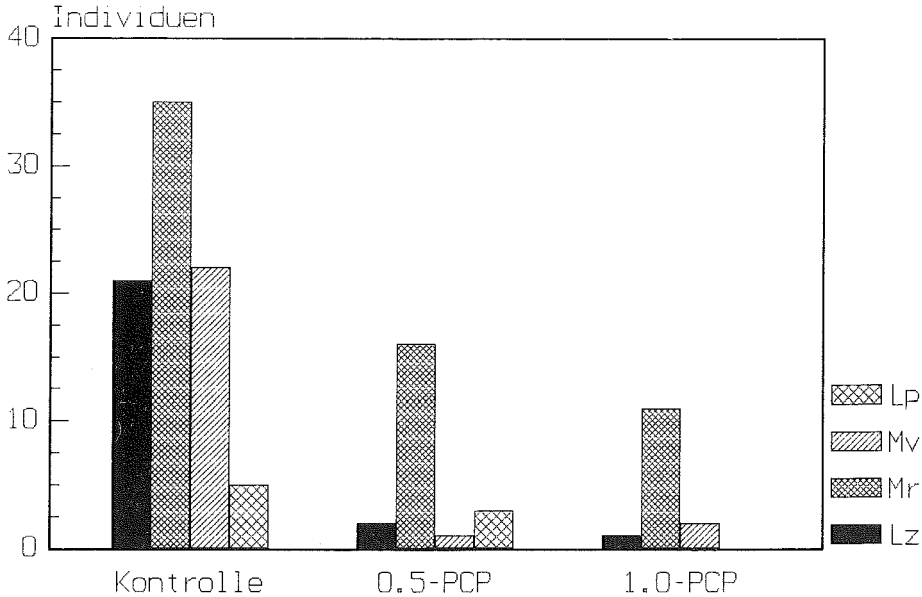

Abb. 9: Die Wirkung unterschiedlicher Konzentrationen von Na-PCP auf die Aktivitätsabundanzen ausgewählter Arachnidenarten aus den Bodenfallen im Buchen-Bestand. Lp = *Lophopilio palpinalis,* Mv = *Microneta viaria,* Mr = *Macrargus rufus,* Lz = *Lepthyphantes zimmermanni.*

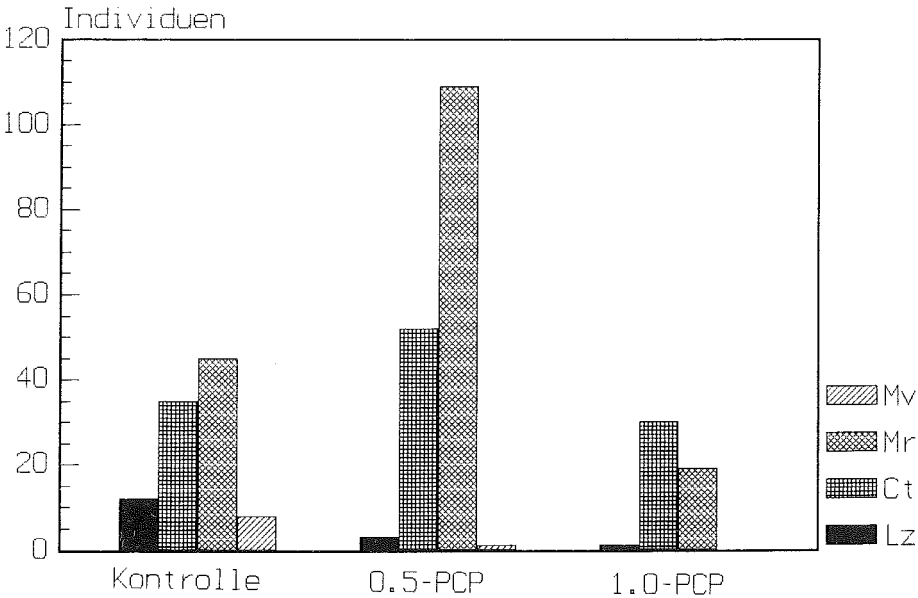

Abb. 10: Die Wirkung unterschiedlicher Konzentrationen von Na-PCP auf die Aktivitätsabundanzen ausgewählter Spinnenarten aus den Kopfdosen im Buchen-Bestand. Mv = *Microneta viaria,* Mr = *Macrargus rufus,* Ct = *Coelotes terrestris,* Lz = *Lepthyphantes zimmermanni.*

4. Die Auswirkungen der Na-PCP-Behandlung im Freiland auf die Individuenzahlen einiger dominanter Arten

Die Individuenzahlen einiger dominanter Spinnen- und Weberknechtarten unter dem Einfluß von Na-PCP im Freiland wurden in Abb. 9 für die Bodenfallenfänge und in Abb. 10 für die Kopfdosenfänge dargestellt.

In den Bodenfallen (Abb. 9) waren die Fangzahlen in der Kontrollparzelle für alle Arten am höchsten. Außer bei *Microneta viaria* sind sie in der stark belasteten Parzelle am geringsten. Die Ergebnisse sind jedoch statistisch nicht signifikant.

In den Kopfdosen (Abb. 10) zeigen die Fangzahlen in den einzelnen Parzellen lediglich für die Arten *Lepthyphantes zimmermanni* und *Microneta viaria* eine durchgehend abnehmende Tendenz wie in den Bodenfallen der Eklektoren (Abb. 9). Für *Lepthyphantes zimmermanni* sind die Aktivitätsabundanzen in der 1,0-PCP-Parzelle signifikant ($p < 0{,}05$, zweiseitig), für *Microneta viaria* in der 0,5-PCP-Parzelle ebenfalls signifikant und in der 1,0-PCP-Parzelle hochsignifikant ($p < 0{,}01$, zweiseitig) geringer als in der Kontrollparzelle.

Für die übrigen Arten *Coelotes terrestris* und *Macrargus rufus* sind sie in der 0,5-PCP-Parzelle am höchsten.

In der Fichtenfläche wurden weiterhin U-Tests für die Abundanzunterschiede der Arten *Lepthyphantes zimmermanni* und *Lophopilio palpinalis* aus den Bodenfallenfängen, für die von *Macrargus rufus* und *Lophopilio palpinalis* auch aus den Kopfdosenfängen durchgeführt. Keiner der Unterschiede war jedoch statistisch signifikant.

Somit zeigt sich auch bei der Auswertung für einzelne Arten, daß die Wirkung des Biozids auf die Spinnentierfauna mit Fängen aus den Bodenfallen deutlicher zu belegen ist als mit Kopfdosenfängen.

Diskussion

Nach den bisherigen Ergebnissen der ökotoxikologischen Freilanduntersuchungen stellt sich die Frage, ob Spinnen und Weberkneche geeignete Bioindikatoren für Umweltchemikalien darstellen.

Die Tab. 3 zeigt einen Überblick über die bisher in Freilandversuchen getesteten Biozide aus neun Untersuchungen in Deutschland. Von 23 getesteten Chemikalien zeigten 10 eine mehr oder weniger deutliche Wirkung auf die Spinnenfauna. Auf 9 der 17 eingeesetzten Insektizide (incl. PCP) reagierten die Spinnen mit einem deutlichen Rückgang der Fangzahlen. Zwei der drei ausgebrachten Herbizide (incl. PCP) verursachten bei den Spinnen einen Rückgang der Individuenzahlen und die beiden Fungizide zeigten im Freilandversuch keinen Einfluß auf die Fangzahlen.

Das in fünf Freilanduntersuchungen eingesetzte Biozid PCP (es wirkt als Insektizid, Herbizid und Fungizid), das aufgrund seiner Breitbandwirkung von SCHEELE (1980) als Referenz-Chemikalie für die Auswertung ökotoxikologischer Untersuchungen empfohlen wird, zeigte bis auf die Untersuchungen von WEIGMANN et al. (1986) immer eine deutliche Wirkung auf die Spinnenfauna. Diese zeigte sich unabhängig von den verwendeten Erfassungsmethoden (ALBERT 1989, BECK et al. 1989) und Konzentrationen (PLATEN 1989, BECK et al. 1989). Wurden in diesen Untersuchungen die Weberknechte mit ausgewertet, so ergaben sich bei dieser Tiergruppe durchgängig sehr deutliche Hinweise auf eine Schädigung durch Na-PCP.

Von den getesteten Insektiziden zeigte der persistente Wirkstoff Cypermethrin (Ripcord) in den Untersuchungen von ALBERT (1989) und SCHMITT et al. (1989) bei allen angewandten Methoden und Konzentrationen, selbst bei 100facher Verdünnung einer 0,5%igen Stamm-Lösung (FUNKE 1986), eine Wirkung auf sämtliche Arthropoden-Gruppen.

Biozid	Untersuchungsort	Autor(en)	Auswirkungen auf die Aktivitätsabundanzen der Araneida	Opilionida
Breitband-Biozide:				
Na-PCP	Hochstaudenflur Berlin	WEIGMANN et al. (1986)	0	(-)
Na-PCP	Buchenwald Forst Ettlingen	FRANKE (1985), BECK et al. (1989)	-	-
Na-PCP	Stellario-Carpinetum Kenzingen	ALBERT (1989)	(-)	-
Na-PCP	Buchen-Bestand, Forst Burgholz	KOLBE et al. (1989) u.	-	-
Na-PCP	Fichten-Bestand, Forst Burgholz	PLATEN (1988, 1989)	-	-
PCP	Lolio-Cynusuretum bei Göttingen	RUNGE et al. (1989)	-	
Insektizide:				
Beosit	Fichtenforst Universitätswald Ulm	SCHMITT et al. (1989)	(-)	
Cypermethrin (Ripcord)	Stellario-Carpinetum Kenzingen	ALBERT (1989)	-	-
Cypermethrin (Ripcord)	Fichtenforst Universitätswald Ulm	SCHMITT et al. (1989)	-	
Decis	Stellario-Carpinetum Kenzingen	ALBERT (1989)	0	0
Dimilin	"	"	0	0
Methoxychlor	Acker in Schleswig-Holstein	BASEDOW et al. (1989)	0	
Metasystox-R	Acker bei Bonn	KRAUSE (1987)	-	
Nexit	Fichtenforst Universitätswald Ulm	SCHMITT et al. (1989)	-	
Parathion	Acker in Schleswig-Holstein	BASEDOW et al. (1989)	0	
Parathion	Acker bei Frankfurt/M.	TURLEY (1985)	-	
Phosalon	Acker in Schleswig-Holstein	BASEDOW et al. (1989)	0	
Perfekthion	Fichtenforst Universitätswald Ulm	SCHMITT et al. (1989)	+	
Primicarb	Acker in Schleswig-Holstein	BASEDOW et al. (1989)	0	
Primicarb	Acker bei Frankfurt/M.	TURLEY (1985)	(-)	
Pirimor	Stellario-Carpinetum Kenzingen	ALBERT (1989)	0	0
Propoxur (Unden)	Stellario-Carpinetum Kenzingen	ALBERT (1989)	(-)	(-)
Spruzit	"	"	0	0
Spruzit	Fichtenforst Universitätswald Ulm	SCHMITT et al. (1989)	-	

Biozid	Untersuchungsort	Autor(en)	Auswirkungen auf die Aktivitätsabundanzen der Araneida	Opilionida
Talcord	Stellario-Carpinetum Kenzingen	ALBERT (1989)	+	0
Thiodan	"	"	0	0
Herbizide:				
Gesaprim	Fichtenforst Universitätswald Ulm	SCHMITT et al. (1989)	+	
MCPA	Acker in Berlin	KEGEL (in Vorb.)	0	
2,4-D	Lolio-Cynusuretum bei Göttingen	RUNGE et al. (1989)	0	
2,4,5,-T	Buchenwald Forst Ettlingen	FRANKE (1985), BECK et al. (1989)	-	-
Fungizide:				
Afugan	Stellario-Carpinetum Kenzingen	ALBERT (1989)	0	0
Bayleton	"	"	0	0

0 = keine erkennbare Wirkung, (-) = schwache Reduktion der Fangzahlen bzw. uneinheitliche Reaktion, - = deutliche Reduktion der Fangzahlen, + = Erhöhung der Fangzahlen, kein Symbol = Tiergruppe nicht näher untersucht

Tab. 3: Die Wirkungsweise unterschiedlicher Biozide auf die Aktivitätsabundanzen der Spinnen- und Weberknechtfauna in Freiland-Versuchen.

Das Insektizid Spruzit wirkte sich in der Eklektor-Untersuchung von ALBERT (1989) nicht, bei der Untersuchung von SCHMITT et al. (1989) jedoch deutlich reduzierend auf die Fangzahlen der Spinnen aus. Lediglich BASEDOW et al. (1989, Seite 290), die die Wirkung der Insektizide Phosalon, Parathion (E 605), Primicarb und Methoxychlor auf die Arthropodenfauna von schleswig-holsteinischen Äckern untersuchte, zogen aus den Ergebnissen den Schluß, daß „. . . Spinnen keine zentrale Bedeutung bei den Aussagen über die Folgen von Insektizidbelastungen . . ." zukommt. Im Gefolge ihrer Untersuchungen wurden allerdings lediglich die Linyphiinae und Erigoninae summarisch und *Erigone atra* als einzige determinierte Art ausgewiesen. Gerade diese Art, und das gleiche gilt für viele Linyphiinae und Erigoninae der Felder, sind aufgrund ihrer Fähigkeit, sich auch im adultem Stadium noch mittels Fadenflug zu verbreiten, extrem flüchtig (DUFFEY 1956).

Da es daher zu großen Fluktuationen kommen kann, die die mögliche Wirkung einer Umweltchemikalie überdecken, erscheint diese Art für Freilandversuche nicht geeignet. Möglicherweise ist eine Wirkung der Insektizide auf diese Arten nur mit Hilfe von Eklektoren, nicht jedoch mit den von BASEDOW et al. (1989) verwendeten Methoden (Bodenfallen und Leerfang von quadratmetergroßen Flächen) festzustellen.

GROH et al. (1981) stellten bei ihren Untersuchungen fest, daß der hohe Aktivitätsanteil der häufigsten Acker-Spinnen *Oedothorax apicatus* und *Erigone atra* die Wirkung der eingesetzten Insektizide auf weniger häufige Arten überdeckt. TURLEY (1985) stellte eine generell deutliche Wirkung des Insektizids Parathion und bei Pirimicarb auf einige nicht dominante Arten fest (vgl. Tab. 4).

Eine deutlich toxische Wirkung des Insektizids Metasystox-R fand auch KRAUSE (1987), die die Wirkung allerdings nur im Labor testete.

Die häufig in Freilandversuchen zu beobachtende geklumpte, nichthomogene Verteilung in den Untersuchungsparzellen kann bei Nichtbeachtung eine Chemikalienwirkung auf die Organismen vortäuschen und so zu Fehlinterpretationen führen (WEIGMANN et al. 1986, ALBERT & BOGENSCHÜTZ 1987).

Epigäisch aktive Arten reagieren in der Regel stärker auf die applizierten Chemikalien als die unter Steinen lebenden, als die Arten, die im Laufe ihres Lebenszyklus eine Vertikalwanderung durchmachen (Stratenwechseler) und als die Bewohner höherer Straten (vgl. Abb. 9 und 10 und PLATEN 1988).

Geringe Konzentrationen von Na-PCP und möglicherweise auch anderer Biozide führen zu einer Erhöhung der Laufaktivität (TURLEY 1985). Es kann daher zu einer Erhöhung der Fangzahlen in den behandelten Parzellen kommen (vgl. KOLBE 1989 und Abb. 10). Die Wirkung von Bioziden im Freiland wird möglicherweise auch durch die Streustruktur beeinflußt (DORN & KOLBE 1987). Die gitterartige Streustruktur im Fichtenbestand sorgt für eine gleichmäßigere Verteilung der Chemikalie im Boden und damit für eine deutlichere Wirkung auf die epigäische Fauna als dies für den Buchenbestand zu beobachten ist (vgl. Abb. 1 und 2).

Da die Fangzahlen in den Boden-Photoeklektoren generell relativ gering sind, kann sich bereits ein Schlüpfen von Jungtieren aus einem Eigelege in einer der behandelten Flächen stark steigernd auf die Fangzahlen auswirken und somit einen Chemikalieneffekt vortäuschen bzw. ihn überlagern (vgl. PLATEN 1989).

Na-PCP und 2,4,5-T wirken auf verschieden große Spinnen unterschiedlich toxisch; BECK et al. (1989) konnten zeigen, daß die Wirkung dieser Biozide mit abnehmender Körpergröße zunimmt. Hierfür machten sie einerseits den besseren kutikularen Schutz der großen Arten *Coelotes inermis* und *Coelotes terrestris,* andererseits das unterschiedliche Nahrungsverhalten von großen und kleinen Arten verantwortlich. Ungeschützt in oder auf der Streu lebende Arten wie *Hahnia montana* werden einerseits selbst stärker kontaminiert, andererseits nehmen sie auch stärker kontaminierte Beute gleicher Lebensweise zu sich. Die Arten der Gattung *Coelotes* hingegen sind durch ihre verborgene Lebensweise unter Steinen oder Baumstümpfen vor dem direkten Kontakt beim Ausbringen der Chemikalie weitgehend geschützt. Sie verzehren auch eher geringer kontaminierte Beute, u. a. Laufkäfer der Gattung *Pterostichus,* die eine ähnlich versteckte Lebensweise besitzen (BECK et al. 1989).

Die Bewertung der Reaktion eines Organismus auf eine Biozidanwendung setzt daher die genaue Kenntnis seiner Biologie und seiner räumlichen, zeitlichen und trophischen Einnischung in das Ökosystem voraus.

Die eingangs gestellte Frage, ob sich Spinnen und Weberknechte als Indikatoren für Biozide eignen, kann unter der Berücksichtigung der Ergebnisse von BASEDOW et al. (1989) und TURLEY (1985) nur dann positiv beantwortet werden, wenn die Bewertung der Reaktionen auf Umweltchemikalien für einzelne Arten gesondert erfolgt.

Liegen für die Gesamtheit einer Organismengruppe Befunde vor, die eine Chemikalienwirkung vermuten lassen, so muß geprüft werden, w e l c h e unter den Arten besonders als Indikatoren geeignet sind.

In Tab. 4 sind Spinnen- und Weberknechtarten aufgeführt, die unter Chemikalienapplikation eine mehr oder weniger deutliche Reduktion der Fangzahlen zeigten. Dabei handelt es sich um ausschließlich oder zumindest überwiegend epigäisch lebende Arten. Arten, die von den jeweiligen Autoren der Untersuchung als Indikatorarten für die Wirkung der getesteten Chemikalien vorgeschlagen wurden, sind mit einem Ausrufungszeichen hinter dem Symbol für die Wirkung gekennzeichnet. *Coelotes terrestris* zeigte bei allen drei aufgeführten Bioziden einen Individuenrückgang.

Arten	BIOZIDE Parathion	Primicarb	Ripcord	Na-PCP	2,4,5,-T
Agyneta rurestris	-[5]	-[5]			
Amaurobius fenestralis				-[4]	
Bathyphantes gracilis	-[5]	-[5]			
Clubiona spec juv.			-[1]		
Coelotes inermis				-[2]	(-)[2]
Coelotes terrestris			-![1]	-[2]	(-)[2]
Dicymbium brevisetosum				-[3]	
Diplocephalus latifrons				-[4]	
Gongylidiellum vivum				-[3]	
Hahnia montana				-![2]	-[2]
Histopona torpida			-![1]	(-)[1]	0[2]
Lepthyphantes tenuis	-[5]	(+)[5]			
Lepthyphantes zimmermanni				-[4]	
Macrargus rufus				-![2][4]	(-)[4]
Microneta viaria				-[4]	
Neottiura bimaculata		-[5]			
Tapinocyba insecta				-[4]	
Tiso vagans				-[3]	
Walckenaeria corniculans			-[1]		
Lophopilio palpinalis				-[4][6]	-[6]

(-)=schwache bzw. uneinheitliche Wirkung, -=deutliche Wirkung, (+)=schwache Erhöhung der Fangzahlen, kein Zeichen=nicht untersucht, ! = als Indikatorart geeignet.

1)=nach ALBERT, A.M. (1989), 2)=nach BECK et al. (1989), 3)=nach RUNGE et al. (1989), 4)=nach eigenen Befunden, 5)=nach TURLEY (1985), 6)=nach FRANKE (1985)

Tab. 4: Die Wirkung unterschiedlicher Biozide auf die Aktivitätsabundanz einzelner Spinnen- und Weberknechtarten in Freiland-Versuchen.

Zur Auffindung eines Organismus, der sich für die serienmäßige Durchführung von Toxizitätstests eignet, ist es notwendig, möglichst viele Chemikalien unterschiedlicher Wirkstoffe in Freiland-, Halbfreiland- und Laborexperimenten zu testen. Aufgrund ihrer bisher durchgängig zu beobachtenden Individuenreduktion bei Applikation der verschiedensten Biozide, scheint die bereits von ALBERT & BOGENSCHÜTZ (1984) im Labor-Experiment verwendete Art *Coelotes terrestris* oder auch *Macrargus rufus* (PLATEN 1989, BECK et al. 1989) für die Durchführung serieller Toxizitätstests besonders geeignet zu sein.

Literatur

ALBERT, R. (1982): Untersuchungen zur Struktur und Dynamik von Spinnengesellschaften verschiedener Vegetationstypen im Hoch-Solling. — Hochschulsammlung Biologie, Bd. 16, Diss.; Freiburg.

ALBERT, R. & BOGENSCHÜTZ, H. (1984): Prüfung der Wirkung von Pflanzenbehandlungsmitteln auf die Nutzarthropode *Coelotes terrestris* (WIDER) (Araneida, Agelenidae) mit Hilfe eines Glasplattentests. — Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz, **57:** 111—117; Hamburg.

ALBERT, A. M. (1989): Untersuchungen zum Einfluß von Chemikalien auf Waldökosysteme und deren Regenerationsfähigkeit mit Hilfe von Parasitoiden als Bioindikatoren. In: SCHEELE, B. & VERFONDERN, M. (Hrsg.): Auffinden von Indikatoren zur prospektiven Bewertung der Belastbarkeit von Ökosystemen. — Jül. Spez. **503:** 3—166; Jülich.

ALBERT, A. M. & BOGENSCHÜTZ, H. (1987): Die Bedeutung nicht äqualer Arthropoden-Verteilung bei Untersuchungen zur Belastbarkeit von Ökosystemen. — Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. **5:** 77—81; Giessen.

BASEDOW, Th., RZEHAK, H. & LIEDTKE, W. (1989): Die Bedeutung von mehrjährig wiederholten großflächigen Pestizidanwendungen für die Stabilität von Agrarökosystemen. In: SCHEELE, B. & VERFONDERN, M. (Hrsg.): Auffindung von Indikatoren zur prospektiven Bewertung der Belastbarkeit von Ökosystemen. — Jül. Spez. **439:** 223—368; Jülich.

BECK, L., DUMPERT, K., FRANKE, U., MITTMANN, H.-W., RÖMBKE, J. & SCHÖNBORN, W. (1989): Vergleichende ökologische Untersuchungen in einem Buchenwald nach Einwirkung von Umweltchemikalien. In: SCHEELE, B. & VERFONDERN, M. (Hrsg.): Auffindung von Indikatoren zur prospektiven Bewertung der Belastbarkeit von Ökosystemen. — Jül. Spez. **439:** 548—701; Jülich.

DORN, K. & KOLBE, W. (1987): Die Arthropodenfauna der Bodenstreu — ökotoxikologische Untersuchungen mit Hilfe von Boden- und Labor-Photoeklektoren. — Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **40:** 62—68; Wuppertal.

DUFFEY, E. (1956): Aerial dispersal in a known spider population. — J. Anim. Ecol., **25:** 85—111.

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

FUNKE, W. (1986): Indikation von Waldschäden durch Bodentiere. In: Umweltbundesamt (Hrsg.): IMA-Querschnittsseminar zur Waldschadensforschung. „Bioindikation". — Umweltbundesamt Texte **18:** 46—55; Berlin.

GROH, K., ASSMUTH, W. & TANKE, W. (1981): Einfluß von Pflanzenschutzmaßnahmen auf die Arthropodenfauna von Zuckerrübenfeldern. — Z. Pflanzenkh. Pflschutz., Sonderheft **IX:** 199—210.

KEGEL, B. (1991, in Vorber.): Freiland, Halbfreiland- und Laboruntersuchungen zur Wirkung von Herbiziden auf epigäische Arthropoden mit besonderer Berücksichtigung der Carabiden, Diss. TU Berlin.

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. (1989): Zur Eignung von Käfern als Bioindikatoren in Wäldern. — Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **42:** 77—85; Wuppertal.

KRAUSE, A. (1987): Untersuchungen zur Rolle von Spinnen in Agrarbiotopen. — Dissertation; Bonn.

PLATEN, R. (1985): Die Spinnentierfauna (Araneae, Opiliones) aus Boden- und Baumeklektoren des Staatswaldes Burgholz (MB 4708). — Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **38:** 75—86; Wuppertal.

— (1988): Der Einfluß von Na-Pentachlorphenol auf die Spinnen- (Araneida) und Weberknechtfauna (Opilionida) zweier unterschiedlicher Bestände des Staatswaldes Burgholz, Teil I. — Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **41:** 78—92; Wuppertal.

— (1989): Der Einfluß von Na-Pentachlorphenol auf die Spinnen- (Araneida) und Weberknechtfauna (Opilionida) zweier unterschiedlicher Bestände des Staatswaldes Burgholz, Teil II. — Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **42:** 96—103; Wuppertal.

RUNGE, M., SCHAEFER, M., WERNER, W., CONRADY, D., NEEMANN, G. & STICKAN, W. (1989): Erarbeitung von Indikatoren für die Auswirkung von chemischen Belastungen auf Grünlandökosysteme. In: SCHEELE, B. & VERFRONDERN, M. (Hrsg.): Auffindung von Indikatoren zur prospektiven Bewertung der Belastbarkeit von Ökosystemen. — Jül. Spez. **503:** B1—B218; Jülich.

SACHS, L. (1984): Angewandte Statistik. — 552 S.; Heidelberg/New York/Tokyo (Springer).

SCHEELE, B. (1980): Referenzchemikalien als Hilfsmittel zur Auswertung eines Forschungsprogramms — Ziele und Kriterien für die Auswahl. — Chemosphere, **9:** 293—309.

SCHMITT, G., FUNKE, W. & KRANIZ, V. (1989): Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Arthropodenfauna eines Fichtenforstes. — Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **42:** 112—115; Wuppertal.

TURLEY, F. (1985): Untersuchungen über die Wirkung von Insektiziden auf die epigäische Spinnenfauna im Getreide. — Diplomarbeit, Frankfurt/M.

WEIGMANN, G., BORNKAMM, R., EBING, W., GRUTTKE, H., HAQUE, A., KIELHORN, U., KRATZ, W., MEYER, G., RICHTARSKY, G. & SCHUPHAN, I. (1986): Wirkung und Verbleib von PCP-Na in einem Brachland-Ökosystem. — Abschlußbericht für die Forschungsvorhaben 03 7288, 03 7289, 03 7294, Bundesminister für Forschung und Technologie, unpubl.; Berlin.

Anschrift des Verfassers:
Dr. RALPH PLATEN, Perwenitzer Weg 3, D-1000 Berlin 20.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahresberichte des Naturwissenschaftlichen Vereins Wuppertal

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: 44

Autor(en)/Author(s): Platen Ralph

Artikel/Article: Ökotoxikologische Untersuchungen im Staatswald Burgholz. - Die Wirkung von Na-PCO auf die Spinnentierfauna (Araneida, Opilionida) mit einer Diskussion über die Indikatoreingnung von Spinnentieren für Umweltchemikalien 115-132