

Untersuchungen zur Vergleichbarkeit von Insektizideffekten auf Collembolen unter Labor- und Freilandbedingungen

Juliane Filser und Roland F. Nagel

Synopsis

The effects of the insecticides Karate (lambda-cyhalothrine), Spruzit (pyrethrines/rotenone) and Lannate (methomyl) on Collembola were investigated. As experimental plots served five hop fields differing in management and/or soil type. Insecticides were sprayed at field rates both in outdoor experiments and in the laboratory treatments (undisturbed soil cores taken from the experimental fields).

The effects of the insecticides on Collembola were often contrary in laboratory and field treatments. Only very distinct negative effects in the laboratory were comparable to results in the field. During storage under laboratory conditions, the community structure of the Collembola considerably changed within two weeks compared to that in the field. The Collembola community showed different reactions to the insecticide applications according to the properties of the experimental fields (soil type, vegetation cover). Furthermore, different susceptibilities to the various insecticides appeared among single species.

Due to these results it is not possible to transfer results from standardized laboratory tests to the field situation. Long-term effects of insecticides can only be studied under outdoor conditions. The testing of short-term effects on soil animals in undisturbed microcosms could be a useful link between laboratory and field tests.

Collembolen, Insektizide, Labortests, Mikrokosmen, Ökotoxikologie, Hopfen, Gründüngung, Pyrethrine, Lambda-Cyhalothrin, Methomyl

1. Einleitung

Die individuenreichste Insektenordnung - Collembolen - deckt mit einer großen Anzahl von Arten ein weitgefächertes Nahrungs- und Habitatspektrum ab. Diese Vielseitigkeit ermöglicht Collembolen auch die Besiedlung extremer oder häufig gestörter Lebensräume. Selbst in landwirtschaftlichen Intensivkulturen wie z.B. Hopfen ist diese Tiergruppe äußerst zahlreich (FILSER 1992). Aufgrund ihrer großen Relevanz für das Ökosystem Boden und ihrer hohen Empfindlichkeit gegenüber Schadstoffen (z.B. BABU & GUPTA 1986, PRASSE 1978) sind Collembolen schon seit längerer Zeit häufiger Gegenstand ökotoxikologischer Forschung. Bisherige Untersuchungen an einzelnen Arten (z.B. THOMPSON & GORE 1972) haben gezeigt, daß die dabei erzielten Ergebnisse wohl einen relativen Vergleich zwischen verschiedenen Wirkstoffen ermöglichten, nicht aber eine Vorhersage der Wirkung auf die Organismengesellschaft in Böden. Einen Versuch der Weiterentwicklung der Mono-Species-Tests stellen Multi-Species-Testsysteme dar, in denen Mikrokosmen mit höheren Pflanzen und Mikroorganismen z.B. verschiedene Regenwurmartenspezies zugesetzt werden (SCHLOSSER 1988). BORN & al. (1989) arbeiteten mit gesiebttem, nicht sterilisiertem Freilandboden. Um eine bestmögliche Näherung an die Feldsituation zu erreichen, führten FILSER (1990) und FROMM & FILSER (1991) Insektizidversuche mit Collembolen an ungestörten Stechzylinderproben aus dem Freiland durch. Mit den reinen Freilanduntersuchungen (z.B. BASEDOW & al. 1988) schließt sich der Kreis derartiger Tests. SCHLOSSER (1988) betont in einem zusammenfassenden Bericht über ökotoxikologische Forschung die Notwendigkeit, sich künftig mit der Übertragbarkeit von Versuchsergebnissen auf Freilandsituationen zu befassen.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war der kritische Vergleich von Insektizideffekten auf Collembolen der gleichen Ausgangspopulation unter Labor- und Freilandbedingungen unter besonderer Berücksichtigung der Bodeneigenschaften und des möglichen Einflusses des Anbaus von Gründüngungspflanzen.

2. Material und Methoden

Tab. 1: Beschreibung der Versuchsflächen.

L = Lehm, S = Sand, P = Pararendzina, G = Gründüngung, M = Mineraldüngung.

	LG	LM	LP	SG	SM
Bodenart	uL	uL	uL	IS	IS
Bodentyp	Kolluvium über Parabraunerde aus Löß		Pararendzina aus Löß	Auengley	
Gründüngung	Raps	-	Raps	Raps	-
Die folgenden Daten gelten nur für die oberen 10 cm (Probennahme: August 1989)					
WKmax /Gew.	56	58	52	54	58
pH (CaCl ₂)	7,2	7,1	7,3	5,2	6,4
C -Gehalt (%)	1,98	2,28	2,03	3,39	2,62
N-Gehalt (%)	0,21	0,25	0,16	0,31	0,25
C/N-Verhältnis	9,5	9,1	12,8	11,1	10,6

Als Untersuchungsflächen wurden fünf Hopfenfelder im oberbayerischen Tertiärhügelland ausgewählt, die sich hinsichtlich der Boden- und Bewirtschaftungsverhältnisse unterschieden (Tab. 1). Die Bodenproben (je 10 Wiederholungen) wurden mit Edelstahlzylindern entnommen und die Mesofauna mit einem modifizierten MacFadyen-High-Gradient-Extraktor extrahiert. Zur Beurteilung der Insektizidwirkung wurden zwei Versuchsreihen durchgeführt. In Versuch 1 wurde die Fragestellung behandelt, ob sich kurz- und mittelfristige Effekte verschiedenen toxischer Insektizide auf Collembolen in Labor und Freiland unterscheiden. Aufgrund der Erkenntnisse aus Versuch 1 wurde in Versuch 2 auf eine längere Lagerung im Labor verzichtet. Um Migrationseffekte auszuschließen, wurden keine Parzellen, sondern ganze Schläge begittet. Zusätzlich wurden der Einfluss des Bodentyps und des Anbaus von Gründüngungspflanzen mit in die Fragestellung einbezogen. In Tabelle 2 sind die beiden Ansätze dargestellt.

Tab. 2: Beschreibung der beiden Versuchsansätze (Abkürzungen siehe Tab. 1).

	Versuch 1	Versuch 2
Versuchsflächen	1 (LP)	4 (LG, LM, SG, SM)
Parzellengröße	je 50 m ²	je 1000 m ²
Insektizide	Spruzit, Lannate	Karate
Wirkstoffe	Pyrethrine/Rotenon (Sp); Methomyl (La)	Lambda-Cyhalothrin
Giftklasse	gesundheitsschädlich (Xn)/keine (Sp); giftig (T) (La)	giftig (T)
Aufwandmengen [kg/ha]	0,1 (Sp); 1,25 (La)	1,5
Probenvolumen und -tiefe	250 cm ³ / 5 cm	200 cm ³ / 4 cm
Ansatz Labor	Spruzit/Lannate/Kontrolle	Karate/Kontrolle
Pestizidapplikation	sofort	sofort
Einwirkzeit	2 / 4 / 6 Wochen	1 Tag
Lagerungstemperatur	4 °C	20 °C
Ansatz Freiland	Spruzit/Lannate/Kontrolle	Karate / 4 Flächen
Pestizidapplikation	sofort	nach 2 Wochen (26.7.1990)
Einwirkzeit	2 / 4 / 6 Wochen	2 Wochen
Zeitraum	12.3. - 20.4.1990	12.7. - 8.8.1990

3. Ergebnisse und Diskussion

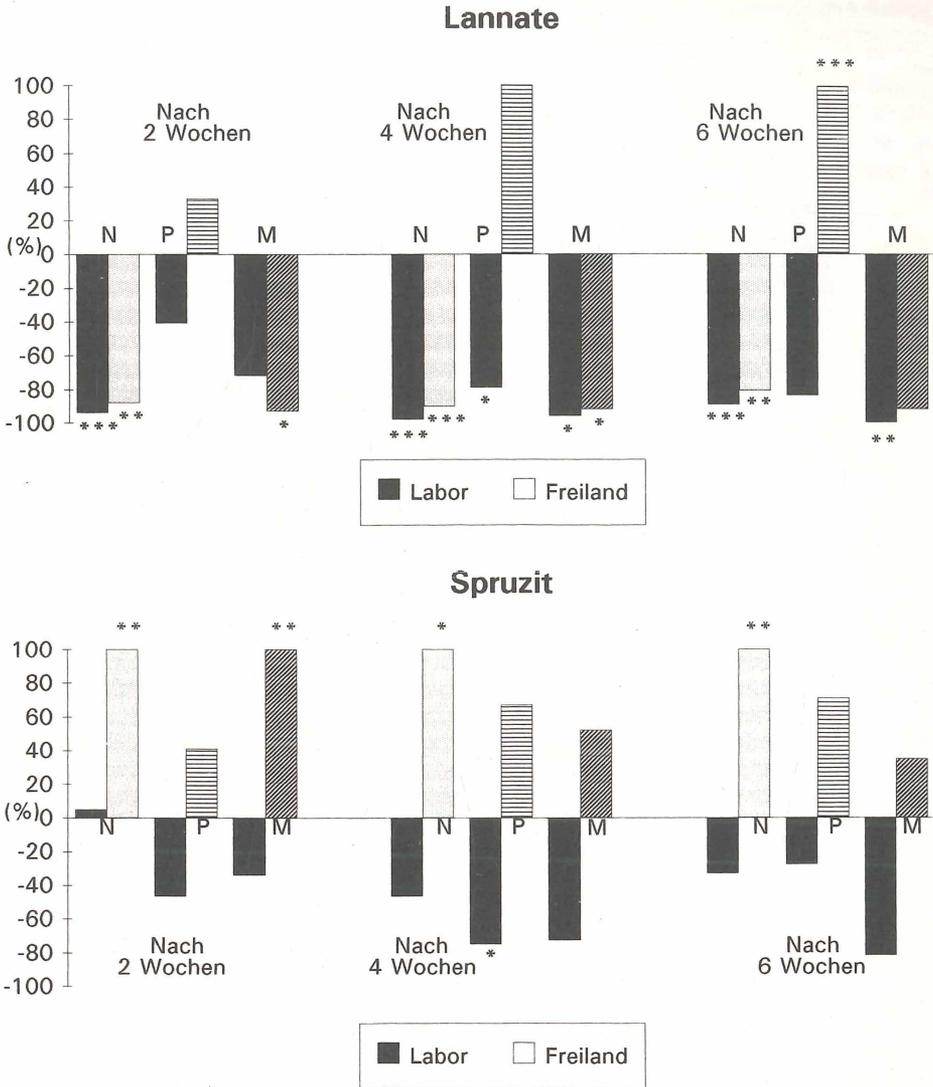


Abb. 1: Versuch 1 - Prozentuale Veränderungen der Collembolenabundanz gegenüber der Kontrolle (100% entspricht $\geq 100\%$), signifikante Abweichungen (U-Test) sind mit * gekennzeichnet.
 N = *Isotoma notabilis*, P = *Isotomurus palustris*, M = *Neelus minimus*.

Abbildung 1 und 2 zeigen, daß alle Insektizide im Laborversuch stärker negative Effekte als im Freiland hervorriefen. Spruzit zeigte im Labortest keine deutliche Wirkung und hatte auch im Freiland keine nachhaltigen Auswirkungen auf Collembolen, während das im Labor stärker toxisch wirkende Lannate im Freiland eine längeranhaltende Populationsreduktion verursachte.

Individuenzahlen Collembolen

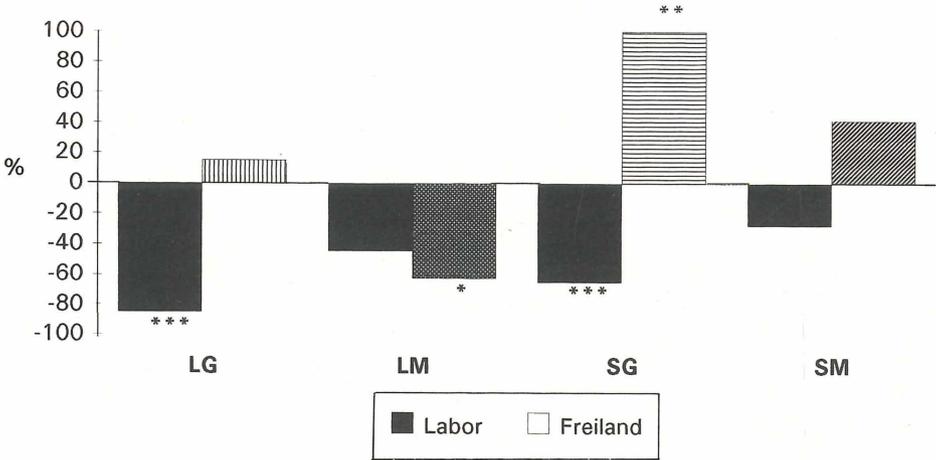


Abb. 2: Versuch 2 - Prozentuale Veränderungen der Collembolenabundanzen gegenüber der Kontrolle (Erläuterungen siehe Abb. 1). L = Lehm, S = Sand, G = Grün-, M = Mineraldüngung.

Aus Abbildung 2 ist ersichtlich, daß sich Karate im Lehm stärker negativ als im Sand auswirkte. Durch den höheren Feinbodenanteil wird das Pestizid vermehrt in der obersten Bodenschicht, dem bevorzugten Aufenthaltsraum der Collembolen, sorbiert. Hinzu kommt die sehr unterschiedliche Populationsstruktur in den beiden Böden: Im Sand dominierten die eher tiefenbewohnenden Onychiuriden, wohingegen im Lehm hauptsächlich hemi- bis epiedaphisch lebende Isotomiden auftraten.

Die großen Unterschiede zwischen Labor und Freiland in SG und LG lassen sich durch die Rapspflanzen erklären: Aufgrund der höheren Bodenfeuchtigkeit hielten sich die Collembolen dort vermehrt in den obersten Bodenschichten auf und waren damit dem Insektizid stärker ausgesetzt als die Tiere in LM und SM. Im Laborversuch wurden die Pflanzen entfernt, um eine möglichst gleichmäßige Applikation zu gewährleisten. Im Feld dagegen boten die großen Blätter einem Teil der Collembolenpopulation Schutz vor dem Sprühnebel.

Tab. 3: Versuch 2 - Prozentuale Veränderungen der Collembolenabundanzen gegenüber der Kontrolle (Abkürzungen siehe Tab. 1).

		LG	LM	SG	SM
Tullbergia macrochaeta	Labor	-87,5		-87,0	-26,0
	Freiland	-87,5		408,7	37,0
Onychiurus armatus	Labor	-100,0	0,0	-92,3	-54,5
	Freiland	0,0	-100,0	546,2	-16,4
Isotoma notabilis	Labor	-86,1	5,0	-66,7	123,1
	Freiland	73,3	-30,0	233,3	238,5
Isotomurus palustris	Labor	-84,1	-46,4	-70,0	-62,5
	Freiland	-43,6	-67,9	355,0	25,0
Pseudosinella alba	Labor	-91,2	-75,0	-50,0	
	Freiland	105,9	-87,5	225,0	

Tabelle 3 macht deutlich, daß die einzelnen Arten unterschiedlich betroffen waren. Dies steht im Einklang mit zahlreichen anderen Untersuchungen (z.B. BECK & al. 1988, BORN & al. 1989, FILSER 1990, KNEITZ & KLOFT 1988, WEIDEMANN & al. 1988). Erklärungsmöglichkeiten dafür bieten nicht nur unterschiedliche Nahrungs- und Mikrohabitatwahl, sondern auch Verhalten (JEPSON & al. 1990), Ausbreitungsgeschwindigkeit und Lebenszyklus einer Art (JEPSON & THACKER 1990).

Daß die Individuenzahlen im Freiland nach der Applikation oft sehr stark anstiegen, kann verschiedene Ursachen haben. Durch die Lagerung der Proben im abgedunkelten Kühlraum wurde die unter UV-Licht stattfindende Photodegradation von Spruzit weitgehend unterbunden. BORN & al. (1989) zeigten, daß sich das Insektizid Aldicarb bei niedrigen Temperaturen stärker auswirkte als bei höheren. Die Temperaturen im Labor lagen in der vorliegenden Untersuchung im Mittel höher als im Freiland. Immigration aus unbehandelten Nachbarflächen kommt nur für Versuch 1 in Frage. Eine weitere Erklärungsmöglichkeit ist, daß die epigäische Räuber, die aufgrund ihrer größeren Mobilität in den Mikrokosmen eher unterrepräsentiert sind, stärker beeinträchtigt wurden als die Collembolen. Dies wurde u.a. von EDWARDS (1977) und GREGOIRE-WIBO (1980) beschrieben und trifft mit hoher Wahrscheinlichkeit für Karate zu. BROWN & al. (1988) und KRAUSE & al. (1990) fanden eine hohe Toxizität dieses Mittels gegen Staphyliniden. Die Haltungsbedingungen im Labor können die natürliche Populationsentwicklung und -struktur der Collembolen stark verändern (Abb. 3), wie auch BORN & al. (1989) feststellten.

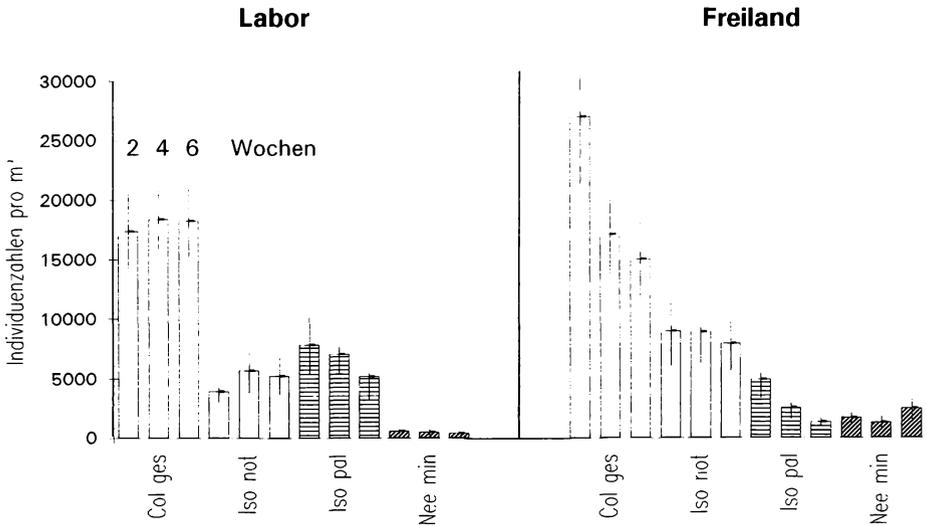


Abb. 3: Versuch 1 - Individuenzahlen der Collembolen in Labor- und Freilandkontrollen (Mittelwerte + Standardfehler) 2, 4 und 6 Wochen nach Einlagerung bzw. 1. Probennahme. Col ges = *Collembolen* gesamt, Iso not = *Isotoma notabilis*, Iso pal = *Isotomurus palustris*, Nee min = *Neelus minimus*.

Die Überlagerung der artspezifisch unterschiedlichen Reaktionen mit den jeweiligen Eigenschaften der Versuchsfläche (Bodentyp, Vegetation etc.) erschwert die Beurteilung der Pestizidwirkung anhand eines vereinfachten (Standard-)Testsystems erheblich. Da strukturelle Veränderungen der Collembolenzönose aufgrund unterschiedlicher Nahrungsansprüche auch funktionelle Veränderungen für den Stofffluß des Systems nach sich ziehen können, ist eine differenzierte Analyse bei Neuzulassungen dringend anzuraten. Dies gilt selbstverständlich auch für andere, für das jeweilige System bedeutende Tiergruppen. Nach ELLIOT & al. (1986), JEPSON & THACKER (1990) und SCHLOSSER (1988) ist es unbedingt notwendig, Informationen aus Labor- und Mikrokosmenstudien auf Ökosystemebene zu integrieren. Die Komplexität des Ökosystems Boden erfordert weiterhin Freilandstudien, da nur hier verlässliche Erkenntnisse zu gewinnen sind (BORN & al. 1989, JEPSON & THACKER 1990, WEIDEMANN & al. 1988).

4. Schlußfolgerungen

Die Untersuchungen zeigen, daß der Mikrokosmentest zumindest für eine erste Beurteilung der Toxizität eines Insektizids herangezogen werden kann. Negative Effekte sind im Labor meist stärker ausgeprägt bzw. halten länger vor als im Freiland. Dies trifft auch bei großflächiger Spritzung zu.

Für eine differenzierte Betrachtungsweise ist der Test jedoch zu ungenau, wie die oftmals konträren Reaktionen in Labor und Freiland beweisen. Bei der Lagerung von Bodenproben im Labor verändert sich die Dominanzstruktur gegenüber dem Freiland stark. Der Bodentyp wie auch der Anbau von Gründüngungspflanzen wirken

sich deutlich auf die Insektizideffekte aus. Ergebnisse von mit Standardböden durchgeführten Tests sind somit nur bedingt übertragbar. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Reaktionen einzelner Arten sind Mono-Species-Tests nur von sehr geringer Aussagekraft.

Literatur

- BABU, B.S. & G.P. GUPTA, 1986: Effect of systemic insecticides on the population of soil arthropods in cotton field. - Journ. of Soil Biology and Ecology 6: 32-41.
- BASEDOW, Th., RZEHAK, H. & W. LIEDTKE, 1988: Die Bedeutung von mehrjährig wiederholten großflächigen Pestizidanwendungen für die Stabilität und die Produktivität von Agrarökosystemen. - Spez. Ber. KFA Jülich 439: 223-368, ISSN 0343-7639.
- BECK, L., DUMPERT, K., FRANKE, U., RÖMBKE, J., MITTMANN, H.-W. & W. SCHÖNBORN, 1988: Vergleichende ökologische Untersuchungen in einem Buchenwald nach Einwirkung von Umweltchemikalien. - Spez. Ber. KFA Jülich 439: 548-701, ISSN 0343-7639.
- BORN, H., PUSCHNIG, M. & J. SCHETTLER-WIEGEL, 1989: Einfluß von Aldicarb und Aldicarb-Sulfon auf die Bodenmesofauna (Enchytraeidae, Acari, Collembola) in Mikrokosmen. - Verh. Ges. Ökol. XIII: 373-378.
- BROWN, R.A., WHITE, J.S. & C.J. EVERETT, 1988: How does an autumn-applied pyrethroid affect the terrestrial arthropod community?. - In: GREAVES, M.P. et al. (Hrsg.): Field methods for the study of environmental effects of pesticides, Symp. (Cambridge). - BCPC Monograph 40: 137-146.
- EDWARDS, C.A., 1977: Investigations into the influence of agricultural practice on soil invertebrates. - Ann. Appl. Biol. 87: 515-520.
- ELLIOT, E.T., HUNT, W.H., WALTER, D.E. & J.C. MOORE, 1986: Microcosms, mesocosms and ecosystems: Linking the laboratory to the field. - Proc. IV Int. Soil Microb. Ecol.: 472-480.
- FILSER, J., 1990: Halbfreilandversuch zur Auswirkung des Insektizids Endosulfan auf Collembolen. - Verh. Ges. Ökol. XIX/II: 302-309.
- FILSER, J., 1992: Dynamik der Collembolengesellschaften als Indikatoren für bewirtschaftungsbedingte Bodenbelastungen - Hopfenböden als Beispiel. - Diss. (Univ. München), Verlag Shaker, Aachen: 136 S.
- FROMM, H., & J. FILSER, 1991: Modellversuch zur Endosulfanwirkung auf Collembolen und Mikroorganismen in Hopfengärten. - Verh. Ges. Ökol. XX/I: 61-66.
- GREGOIRE-WIBO, C., 1980: Effects of pesticides for beetroot on some pests (beetles) and on the underground and above-ground fauna contributing to soil fertility and to the natural control of pest populations (*Acarina*, *Collembola*, *Carabidae*). - Publication trimestrielle, Institut Belge pour l'amélioration de la Betterave 48: 133-165.
- JEPSON, P.C., CHAUDHRY, A.G., SALT, D.W., FORD, M.G., EFE, E. & A.B.M.N.U. CHOWDHURY, 1990: A reductionist approach towards short-term hazard analysis for terrestrial invertebrates exposed to pesticides. - Functional Ecology 4: 339-347.
- JEPSON, P.C. & J.R.M. THACKER, 1990: Analysis of the spatial component of pesticide side effects on non-target invertebrate populations and its relevance to hazard analysis. - Functional Ecology 4: 349-355.
- KNEITZ, G. & W.J. KLOFT, 1988: Untersuchungen zur Ermittlung und Bewertung tierischer Bioindikatoren im Agrarökosystem des Weinberges. - Spez. Ber. KFA Jülich 439: 702-907, ISSN 0343-7639.
- KRAUSE, U., DINTER, A. & H.-M. POEHLING, 1990: Untersuchungen zum Einfluß von Herbstbehandlungen mit Pyrethroiden zur Kontrolle von Getreideblattläusen in Wintergerste und Winterweizen auf epigäische Raubarthropoden. - Mitt. BBA (Berlin-Dahlem) 266: 235.
- PRASSE, J., 1978: Die Struktur von Mikroarthropodenzönosen in Agro-Ökosystemen und ihre Beeinflussung durch Herbizide. - Pedobiologia 18: 381-383.
- SCHLOSSER, H.J., 1988: Auswertung ökotoxikologischer Forschungen zur Belastung von Ökosystemen durch Chemikalien. - PBE-KFA Jülich: 197 S.
- THOMPSON, A.R. & F.L. GORE, 1972: Toxicity of 29 insecticides to *Folsomia candida*: Laboratory studies. - Jour. Econ. Entom. 65: 1255-1260.
- WEIDEMANN, G., MATHES, K. & H. KOEHLER, 1988: Bezugssystem Ödland unter Pestizidbelastung. - Spez. Ber. KFA Jülich 439: 11-229, ISSN 0343-7639.

Adresse

Dr. Juliane Filser, Dipl.-Biol. Roland F. Nagel, GSF-Institut für Bodenökologie, Ingolstädter Landstr. 1, D-W-8042 Neuherberg

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1993

Band/Volume: [22_1993](#)

Autor(en)/Author(s): Filser Juliane, Nagel Roland F.

Artikel/Article: [Untersuchungen zur Vergleichbarkeit von Insektizideffekten auf Collembolen unter Labor- und Freilandbedingungen 397-402](#)