

UMWELTVERHALTEN VON CHEMIKALIEN IN EINEM TERRESTRISCHEN ÖKOSYSTEMAUSSCHNITT: VERBLEIB DER PRÜFSUBSTANZEN

Anke Marcinkowski, E. Zietz und Thomas Knacker

ABSTRACT

To characterize the dynamics of test-substances such as lindane and pentachlorophenol in terrestrial model-ecosystems, the levels of these pesticides were measured in several subsystems after different exposure periods.

Compared to the total amount of pesticides applied, the following relative amounts were found in various subsystems of the microcosms at the end of a 12 week exposure phase: about 12 - 16 % lindane in the top soil layer, 0 - 0.1 % lindane in plants, 0 - 0.02 % lindane and 0 - 0.0025 % pentachlorophenol in the leachate. In plants the lindane contents were about 60 - 70 % higher after a test period of 6 weeks compared to the values at the end of the test.

keywords: *environmental chemicals, microcosms, residue analysis*

EINLEITUNG

Die Persistenz und Mobilität von Pestiziden in der Umwelt wird von zahlreichen Faktoren beeinflusst. Dazu gehören im wesentlichen die physikalisch-chemischen Eigenschaften der Pestizide, die klimatischen Bedingungen während der Exposition der Substanzen, ihre Aufnahme durch Fauna und Flora sowie die Bodenverhältnisse (HELLING et al. 1986).

Zur Charakterisierung der Dynamik von Prüfsubstanzen in terrestrischen Ökosystemausschnitten am Beispiel von Lindan und Na-Pentachlorphenol wurde der Gehalt der beaufschlagten Chemikalien in verschiedenen Systemkomponenten zu unterschiedlichen Zeitpunkten untersucht.

MATERIAL UND METHODE

Die Ökosystemausschnitte (Mikrokosmen) bestanden aus nahezu ungestörten Bodensäulen von 60 cm Länge und einem Durchmesser von 18 cm. Sie wurden einer Streuobstwiese (*Arrhenatheretum elatioris* Assoziation auf Parabraunerde, pH 6) nördlich von Frankfurt entnommen und in Gewächshäuser transportiert. Dort wurden die Mikrokosmen randomisiert zu je 8 Stück in temperaturkontrollierten Halterungen aufgestellt und in regelmäßigen Zeitabständen beregnet. Zur Gewinnung von Sickerwasser wurden, den einzelnen Ökosystemausschnitten angepaßt und Berechnungsmengen bis zur Überschreitung der Feldkapazität eingesetzt. Eine genaue Beschreibung der Methodik ist der in diesem Band abgedruckten Arbeit von KNACKER et al. (1991) zu entnehmen.

Als Prüfsubstanzen wurden Lindan und Natrium-Pentachlorphenol ausgewählt, so daß die aus zahlreichen Untersuchungen bekannten ökotoxikologischen Daten mit denen an Mikrokosmen gewonnenen verglichen werden können. Jeweils 8 in einem Wagen gelagerte Ökosystemausschnitte wurden mit folgenden, in deionisiertem Wasser gelösten Prüfsubstanzmengen behandelt: Na-PCP H: 5 g/m², Na-PCP N: 1 g/m², Lindan H: 0,25 g/m², Lindan N: 0,05 g/m².

Die Pestizide wurden in je 125 ml entionisiertem Wasser gelöst und tropfenweise auf die entsprechenden Ökosystemausschnitte aufgetragen. Die Lindangehalte des Bodens wurden vor und 12 Wochen nach Belastung festgestellt, die der Pflanzen vor Belastung sowie 6 und 12 Wochen nach Belastung, die des Sickerwassers ebenfalls vor Belastung sowie 4, 8 und 12 Wochen nach Belastung.

Nach unterschiedlicher Extraktion und Reinigung der Proben wurde Lindan über die Kopplung von Gaschromatographie und Massenspektroskopie, Pentachlorphenol über Hochdruckflüssigchromatographie quantitativ bestimmt. Die Wiederfindungsraten von Lindan lagen für Pflanzenproben bei 25 %, für Sickerwasserproben bei 115 % und für Bodenproben bei 95 %. die Wiederfindungsraten von Pentachlorphenol im Sickerwasser lagen bei 60 %.

ERGEBNISSE

Von der Gesamtmenge der beaufschlagten Pestizide konnten nach 12 Wochen in den einzelnen Komponenten folgende Rückstände nachgewiesen werden (Abb. 1):

Im Oberboden (bis zu 20 cm Tiefe) wurden 12 - 16 % Lindanrückstände festgestellt; in den oberirdischen Pflanzenorganen hingegen befanden sich lediglich 0 - 0,1 % und im Sickerwasser 0 - 0,02 % des applizierten Lindans. Die Rückstandsmengen von Pentachlorphenol im Sickerwasser lagen zwischen 0 und 0,0025 %. Gegenüber dem Wert 6 Wochen nach Belastung war der Lindangehalt der Pflanzen zu Versuchsende um 60 - 70 % gesunken. Die für Lindan N und Lindan H festgestellten Bioakkumulationsfaktoren zwischen Pflanzen und Boden lagen bei 1,28 und 1,86.

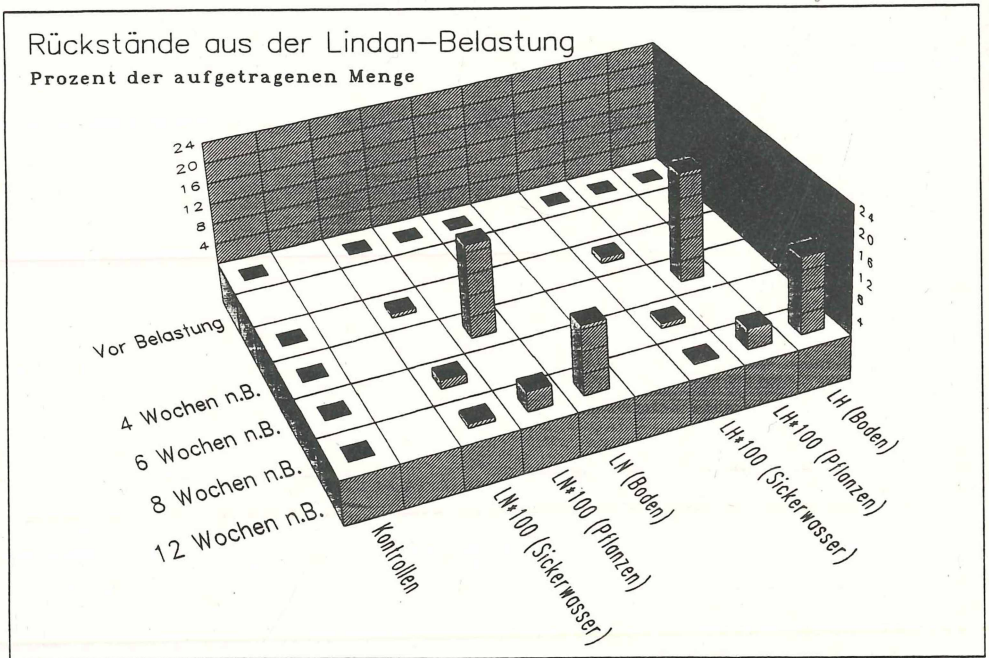


Abb. 1: Relativer Gehalt an Lindan im Sickerwasser sowie in den Pflanzen und im Boden der Ökosystemausschnitte

Tab. 1: Gehalt an Lindan ($\mu\text{g}/\text{kg}$) im Boden, Sickerwasser und in den Pflanzen der Ökosystemausschnitte während eines Zeitraumes von 12 Wochen nach Belastung.

Belastungs- variante	Lindan ($\mu\text{g}/\text{kg}$)			
	4	6	8	12
<u>Boden</u>				
Kontrolle	-	-	-	0
Lindan N	-	-	-	16,6
Lindan H	-	-	-	96,6
<u>Pflanzen</u>				
Kontrolle	-	0	-	0
Lindan N	-	71,6	-	22,0
Lindan H	-	449,2	-	180,0
<u>Sickerwasser</u>				
Kontrolle	0	-	0	0
Lindan N	0,32	-	0,35	0,14
Lindan H	2,88	-	1,40	0,47

Tab. 2: Gehalt an Pentachlorphenol ($\mu\text{g}/\text{kg}$) im Sickerwasser der Ökosystemausschnitte während eines Zeitraumes von 12 Wochen nach Belastung

Belastungs- variante	Pentachlorphenol ($\mu\text{g}/\text{kg}$)		
	4	8	12
<u>Sickerwasser</u>			
Kontrolle	0	0	0
PCP N	39,6	0	0
PCP H	101,2	29,3	1,71

DISKUSSION

Lindanrückstände im Boden

Der durchschnittlich gemessene Lindanrückstand von 12 - 16 % im Oberboden nach 12 Wochen Versuchsdauer entspricht einer Halbwertszeit des Lindans von 48 Tagen. Die in der Literatur angegebenen Halbwertszeiten für Lindan im Boden streuen aufgrund der unterschiedlichen klimatischen Bedingungen und Bodeneigenschaften über einen weiten Bereich und liegen zwischen 20 Tagen (SETHUNATHAN et al. 1978) und 56 Wochen (DFG-BERICHT 1982).

Zur Begründung für die vergleichsweise geringe Halbwertszeit des Lindans in den Ökosystemausschnitten sind folgende Versuchsbedingungen zu berücksichtigen:

- Durch mehrfache Wassersättigung des Bodens bei der Gewinnung des Sickerwassers wurden zeitweise anaerobe Verhältnisse geschaffen. Dadurch wurde die Aktivität anaerober Bakterien gesteigert und der Lindan-Abbau beschleunigt (HAIDER 1979, DFG-BERICHT 1982).

- b) Bei der Applikation wurde Lindan nicht in den Boden eingearbeitet, sondern oberflächlich aufgetragen, so daß ein Teil der Substanz verdunsten konnte (DFG-BERICHT 1982, NASH 1983).
- c) die hohen Berechnungsmengen verursachten einen verstärkten Transport der Substanzen in tiefere Bodenschichten des Mikrokosmos (LOPEZ-AVILA et al. 1986).

Lindanrückstände im Pflanzenmaterial

Über die Wurzel Aufnahme von Lindan bei Pflanzen existieren unterschiedliche Angaben in der Literatur. In der Regel sollen nur geringe Mengen aufgenommen werden (DFG-BERICHT 1982, BACCI et al. 1986). NASH (1983) stellte Lindanrückstände von < 1 % fest.

Lindan- und Pentachlorphenolrückstände im Sickerwasser

Lindan liegt in humushaltigen Böden sehr fest gebunden vor, so daß nach einer einmaligen, praxisnahen Belastung und bei normalen Niederschlagsmengen keine Rückstände im Sickerwasser erwartet werden (DFG-BERICHT 1982). Wie Lysimeterversuche zeigten, kann Lindan jedoch bei Bewässerung mit 56 ml/Tag über eine 50 cm lange Bodensäule innerhalb von 15 Tagen bis ins Sickerwasser transportiert werden (LOPEZ-AVILA et al. 1986).

Die im Vergleich mit den Lindanrückständen geringeren Pentachlorphenol-Rückstände im Sickerwasser können u.a. durch die kürzeren Halbwertszeiten des Pestizids im Boden von 2 - 4 Wochen (CROSBY 1981) und durch festere Bindung des Pentachlorphenols am Boden bei pH 6 verursacht sein (LOPEZ-AVILA et al. 1986). Die Adsorption von Pentachlorphenol am Boden ist pH-abhängig und in saurem Medium hoch, in neutralem und alkalischem Medium hingegen findet keine Adsorption statt (CROSBY 1981). Die bereits zitierten Lysimeterversuche von LOPEZ-AVILA et al. (1986) zeigten während einer Versuchsdauer von 30 Tagen zwar einen vertikalen Transport des Pentachlorphenols im Boden, jedoch keine Rückstände im Sickerwasser.

Durch die großen Berechnungsmengen zur Sickerwassergewinnung bei den Ökosystemausschnitten war eine Auswaschung der Prüfsubstanzen zu erwarten.

Die an den vorgestellten Ökosystemausschnitten gewonnenen Daten stimmen weitgehend mit Freiland- und Laboruntersuchungen anderer Autoren überein. Insofern sind die Mikrokosmen als Bindeglied zwischen Labor- und Freilandversuchen geeignet.

Für die finanzielle Unterstützung danken wird dem Umweltbundesamt (UBA) Berlin.

LITERATUR

- BACCI E., GAGGI C., 1986: Chlorinated pesticides and plant foliage: Translocation experiments. - Bull. Environ. Contam. Toxicol. 37: 850-857.
- CROSBY D. G., 1981: Environmental Chemistry of Pentachlorophenol. - Pure and Appl. Chem. 53: 1051-1080.
- DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT, 1982: Hexachlorcyclohexan-Kontamination - Ursachen, Situation und Bewertung. - Mitteilung IX.
- DEUTSCHE EINHEITSVERFAHREN ZUR WASSER- ABWASSER UND SCHLAMMUNTERSUCHUNG, 1984: Gaschromatographische Bestimmung von schwerflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen und Organochlorpestiziden. VIII Fassung. - Verlag Chemie Weinheim.
- HEIDER K., 1979: Degradation und metabolization of lindane and other hexachlorcyclohexane isomers by anaerobic and aerobic soil microorganisms. - Z. Naturforsch., C: Biosci., 34C (11): 1066-1069.
- HELLING C.S., GISH T.J., 1986: Soil characteristics affecting pesticide movement into ground water. - In: GARNER, W.Y., HONEYCUTT, R. C., NIGG, H. N., (eds): Evaluation of Pesticides in Ground Water. American Chemical Society, Washington D.C.

- KNACKER T., MARCINKOWSKI A., SCHALLNASS H., FÖRSTER B., VINCENA R., RÖMBKE J., 1991: Umweltverhalten von Chemikalien in einem terrestrischen Ökosystem-ausschnitt: Experimentelle Konzeption. - Verh. Ges. f. Ökol. (Osnabrück 1989), Band XIX/III: 131-135.
- LOPEZ-AVILA V., HIRATA P., KRASKA S., FLANAGAN M., TAYLOR J.H. Jr., HERN S.C., MELANCON S., POLLARD J., 1986: Movement of selected pesticides and herbicides through columns of sandy loam. - In: GARNER, W.Y., HONEYCUTT, R.C., NIGG, H.N.,(eds.): Evaluation of Pesticides in Ground Water. American Chemical Society, Washington D.C.: 311-328.
- NASH R., 1983: Distribution of butylate, heptachlor, lindane and dieldrin emulsifiable concentrated and butylate microencapsulated formulations in microagroecosystems chambers. - J. Agric. Food Chem. 31 No. 6: 1195-1201.
- SETHUNATHAN N., SIDDARAMAPPA R., 1978: Microbial degradation of pesticides in rice soils. - In: PONNAMPERUMA, F.N.(ed.): Soils and Rice. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.

ADRESSE

A. Marcinkowski
Frühlingsastr. 15
D-W-6050 Offenbach/M.

E. Zietz
Th. Knacker
Batelle Institut e. V.
Am Römerhof 35
D-W-6000 Frankfurt/M. 90

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: [19 3 1991](#)

Autor(en)/Author(s): Marcinkowski Anke, Zietz E., Knacker Thomas

Artikel/Article: [Umweltverhalten von Chemikalien in einem terrestrischen Ökosystemausschnitt: Verbleib der Prüfsubstanzen 137-141](#)