

Untersuchungen zur Bodenarthropodenfauna zweier Buchenwaldstandorte im Einflußbereich geogener Schwermetalle

Markus Kratzmann, David Russell, Mario Ludwig, Ute Petersen, Claudia Wein, Volker Storch und Gerd Alberti

Synopsis

The diplopod, oribatid, and spider fauna of two beechwood stands with different levels of heavy metal contamination were investigated using pitfall traps and Kempson/Macfadyen-extraction. The control site showed a greater number of species from both arachnid groups. A higher abundance of spiders and a lower abundance of oribatids was found in the control site. An influence on the activity of some species of diplopods and spiders was observable in the highly contaminated site. The coenosis of diplopods is strongly dominated by *Polyxenus lagurus* in the highly contaminated site. The oribatid community of the control site is characterized by species such as *Oppiella ornata*, *Minunthozetes semirufus*, and *Chamobates cuspidatus*. The highly contaminated site is dominated by *Quadroppia*- and *Suctobelba*-species.

Bodenfauna, Oribatida, Araneae, Diplopoda, Schwermetalle, Abundanz, Artzusammensetzung, Aktivität

1. Einführung

Viele Bodentiere verfügen über Mechanismen, der toxischen Wirkung von Schwermetallen auszuweichen, z.B. indem sie sie in immobilisierter Form in ihrem Körper festlegen. Auch bei Vertretern der hier bearbeiteten Arthropodengruppen ist dies nachgewiesen (KÖHLER & ALBERTI 1992, LUDWIG & ALBERTI 1988, LUDWIG & al. 1991).

Dennoch stellt sich immer wieder die Frage wie sich Schwermetalle im Freiland auf die Bestandesstruktur einer ganzen Zönose, möglicherweise auch auf indirektem Wege, auswirken. Um eine Langzeitbelastung und damit einen hohen Adaptionsgrad der untersuchten Faunenkomponenten zu gewährleisten, wurden in einem mit Schwermetallen geogener Herkunft belasteten Gebiet im Raum Heidelberg faunistische Vergleichsuntersuchungen durchgeführt. Im folgenden werden Ergebnisse für ausgewählte Vertreter der Makro- (Spinnen, Diplopoden) und Mesofauna (Oribatida = Hornmilben) dargestellt.

2. Methodik

Als Beobachtungsflächen dienten zwei gut vergleichbare Buchenwaldstandorte auf oberem Muschelkalk im Übergangsbereich Odenwald-Kraichgau:

- eine ehemalige Zink-Erzabbaustätte bei Wiesloch (Wie), die bereits vor Beginn der Untersuchung als stark schwermetallbelastet ausgewiesen war (MÜLLER & al. 1987)
- ein Vergleichsstandort bei Nußloch (Nu) im selben Waldgebiet, ca. 700m von Standort Wiesloch entfernt.

Eine differenzierte Ermittlung des Belastungsgrades [Blei (Pb), Cadmium (Cd), Zink (Zn)] wurde an beiden Standorten vorgenommen (AAS, Perkin Elmer 5000, HGA 500). Zusätzlich wurden weitere für die Untersuchung relevante abiotische Daten erhoben (pH, org.-Mat./Glühverlust, C/N-Verhältnis, Porenvolumen).

Die Bodentiere wurden mit folgenden Methoden erhalten:

- Bodenfallen nach BARBER zur Ermittlung der Aktivitätsdichte der lauffaktiven Makrofauna
- Probenahme mit Metallstechzylinder (Makrofauna: d = 14,5cm, Einstichtiefe 0-5cm; Mesofauna: d = 6,6cm, Einstichtiefen 0-4 u. 4-8 cm) und anschließende Hitzeextraktion nach KEMPSON (Makrofauna) bzw. MACFADYEN (Mesofauna) zur Festlegung der flächenbezogenen Siedlungsdichte (Individuenzahl/m²).

Die Vegetationsperiode 1991 stellte den Beobachtungszeitraum der Spinnen und Diplopoden dar (7 Barberfallen mit 14-tägiger Leerung, 4-malige Probenahme mit Stechzylinder à 24 Einzelproben pro Standort).

Die Untersuchung der Oribatiden erfolgte über einen geschlossenen Jahreszyklus (1991/92, vierteljährliche Probenahme à 8 Einzelproben pro Standort).

3. Ergebnisse

Die abiotische Charakterisierung der beiden Standorte erbrachte folgende Durchschnittswerte im A_n-Horizont (Tab. 1).

Tab. 1: Standortparameter (Durchschnittswerte).

	pH	org.-Mat.	C/N	Grobporenvol. (d > 30µm)	Pb/g	Cd/g Trockenmasse	Zn/g
Wiesloch	6,6	34%	27	28%	1238µg	98µg	5037µg
Nußloch	6,9	16%	17	10%	364µg	25µg	1207µg

Im Rahmen der faunistischen Untersuchungen wurden 14 Diplopoden-, 54 Spinnen- und 65 Oribatidenarten nachgewiesen. Im Untersuchungsgebiet treten drei Oribatidenarten auf, die die Liste der deutschen Hornmilbenarten von WEIGMANN & KRATZ (1981) noch nicht enthält: *Epilohmannia cylindrica minima* SCHUSTER 1960, *Licnodamaeus pulcherrimus* (PAOLI 1908), *Machuella sp.*

Die Artenzahl der Diplopoda ist an beiden Standorten annähernd gleich (Wie 11, Nu 12), während bei Spinnen (Wie 33, Nu 45) und Oribatiden (Wie 45, Nu 54) deutlich höhere Artenzahlen am Vergleichsstandort (Nu) zu verzeichnen sind.

Der Barberfallenfang erbrachte insgesamt, besonders aber im Zeitraum bis Juli, sowohl bei Spinnen (Wie = 53% von Nu) als auch Diplopoden (Wie = 81% von Nu) höhere Aktivitätsdichten am Vergleichsstandort. Entsprechend der höheren Aktivitätsdichte lag bei den Spinnen auch die Besiedlungsdichte am Vergleichsstandort (Nu = 352 Ind/m²) an allen Probeterminen bedeutend höher als am Belastungsstandort (Wie = 176 Ind/m²). Gegensätzlich verhielt sich die Abundanz der Diplopoda, der Belastungsstandort wies eine etwas höhere Individuendichte/m² auf (Wie = 415 Ind/m², Nu = 383 Ind/m²).

Auch die Individuendichte der Oribatida liegt insgesamt am Belastungsstandort (Wie = 58.000 Ind/m²) deutlich über der des Vergleichsstandortes (Nu = 40.000 Ind/m²). Besonders ausgeprägt fand sich diese Tendenz in den Frühjahrs- und Sommerproben. Im Herbst bzw. Winter ging die Populationsdichte an beiden Standorten deutlich zurück, so daß es zu einer relativen Angleichung der beiden Standorte kam.

Berechnet man die tatsächliche Aktivität der Spinnen (Aktivitätsdichte bezogen auf die Individuendichte), so zeigt sich, daß am Belastungsstandort (Wie), trotz geringerer Aktivitätsdichte, die Werte bei Männchen (157%), Weibchen (125%) und Juvenilen (163%) oberhalb 100% von Nußloch liegen. Die Tendenz zu einer Aktivitätssteigerung zeigt besonders die Art *Macrargus rufus* (WIDER 1834) (408% von Nu), die auch in der Aktivitätsdichte am Standort Wiesloch gegenüber Nußloch deutlich dominiert. Andere Arten, mit weniger differierender Dominanz, wie z.B. *Walckenaeria corniculans* (O.P. CAMBRIDGE 1875) (60% von Nu) weisen eine eher reduzierte Aktivität am Belastungsstandort auf.

Bei den Diplopoda erbrachte der flächenbezogene Fang am Belastungsstandort die absolute Dominanz der Art *Polyxenus lagurus* (LINNÉ 1758) (82,3%), die für die erhöhte Individuendichte/m² der Gesamtpopulation verantwortlich ist. Am Vergleichsstandort tritt keine Diplopodenart in ähnlich großer Dominanz auf. Die tatsächliche Laufaktivität der Diplopoden ist wie die Aktivitätsdichte am belasteten Standort eingeschränkt (73% von Nu). Allerdings reagieren auch hier die Einzelarten z.T. recht unterschiedlich. Auffällig reduziert ist z.B. die Aktivität von *Tachypodoiulus niger* (LEACH 1815) (26% von Nu).

Die erhöhte Abundanz der Oribatida am Belastungsstandort (Wie) ist ebenfalls auf ein verstärktes Aufkommen einzelner Arten zurückzuführen, die gegenüber dem Vergleichsstandort (Nu) stark dominieren. Zu nennen sind hier besonders die Arten *Quadropia paolii* (PAOLI 1908) WOAS, 1986 und *Oppiella nova* (OUDEMANS 1902), sowie die *Suctobelba*-Arten (vgl. Abb. 1). Arten, die ausschließlich oder stark überwiegend bei Nußloch auftreten, sind z.B. *Oppiella ornata* (OUDEMANS 1900), *Minunthozetes semirufus* (C.L. KOCH 1841) und *Chamobates cuspidatus* (MICHAEL 1884).

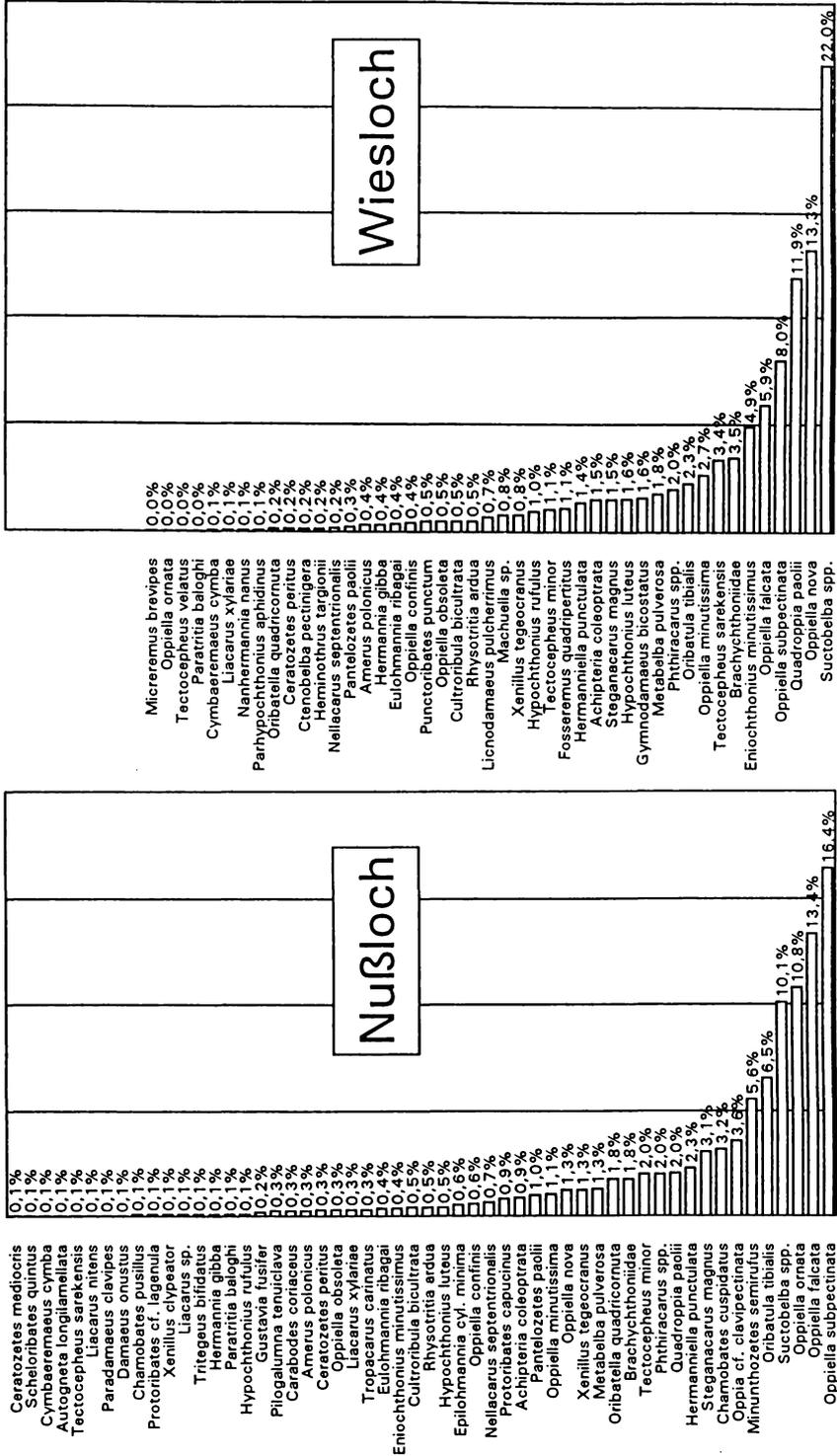


Abb. 1: Dominanzstruktur der Oribatida an den beiden Vergleichsstandorten (bezogen auf Individuendichte).

4. Diskussion

In Baden-Württemberg gelten Böden mit Schwermetallgehalten von ca. 25-50 µg Pb/g, 1-2 µg Cd/g und 50-100 µg Zn/g Trockenmasse als nahezu unbelastet (MÜLLER & al. 1987). Der Vergleichsstandort Nußloch ist demnach als minderbelastet einzustufen. Die im O- und A_h-Horizont gemessenen Schwermetallkonzentrationen weisen dagegen Wiesloch als stark belastet aus.

Die faunistischen Untersuchungen ergaben Bestandesunterschiede, die z.T. einen Einfluß der sehr hohen Schwermetallbelastung am Standort Wiesloch nahelegen.

Im Gegensatz zu Beobachtungen von STROJAN (1978), wonach bei allen untersuchten Arthropodengruppen Rückgänge in der Individuendichte unter Schwermetallbelastung festgestellt wurden, stellt sich die Reaktion der bearbeiteten Bodentiergruppen hier z.T. recht differenziert dar. Nur die räuberischen Spinnen scheinen am Belastungsstandort in ihrer Gesamtabundanz Einbußen zu erleiden.

Allerdings ist die erhöhte Abundanz der Diplopoda am Belastungsstandort allein auf das starke Vorkommen der wenig mobilen Art *P. lagurus* zurückzuführen, was unter anderem auch die niedrige Laufaktivitätsrate der Diplopoden erklärt. Aber auch die Aktivität agiler Arten (z.B. *T. niger*) ist z.T., wie Hälterungsversuche unter Schwermetallbelastung belegen (KÖHLER 1992), beeinträchtigt.

Entsprechend Beobachtungen von BENGTTSSON & RUNDGREN (1984) fand sich unter Schwermetalleinfluß eine erniedrigte Aktivitätsdichte bei den Aranaeen. Bezogen auf die tatsächliche Laufaktivität reagieren die Arten teilweise sehr verschieden. Unterschiedliche Wirkungsweisen der Metalle auf die Aktivität der Tiere kommen in Betracht, z.B. direkte Toxizität oder indirekte Beeinflussungen wie Veränderungen im Bestand der Beutetiere (vgl. UETZ 1979).

In Laborversuchen läßt sich eine erhöhte Mortalität einzelner Oribatidenarten unter Schwermetalleinfluß entweder gar nicht (LUDWIG & al. 1991) oder nur unter hohen Konzentrationen nachweisen (VAN STRAALLEN & al. 1989). Freilanddaten von HOPKIN (1989) bestätigen eine erhöhte Abundanz von Milben, wie im vorliegenden Fall der Oribatida, in Schwermetallböden. Das unter Schwermetallbelastung gehemmte Dekompositionsgeschehen (MCNEILLY & al. 1984, WEIGMANN & al. 1985) scheint sich fördernd auf die Individuendichte der Oribatida auszuwirken, die als überwiegend saprophage Tiere mit organischem Material angereicherte Böden bevorzugen (vgl. org.-Mat. % Wie/Nu). Auch stark versauerte Böden, die ebenfalls einer verminderten Dekomposition unterliegen (NEUVONEN & SUOMELA 1990), zeigen ähnliche Tendenzen (ALBERTI & al. 1989, HÄGVAR & AMUNDSEN 1981).

Erstaunliche Parallelen zu Untersuchungen von VASILIU & MIHAILESCU (1989) ergaben sich im Artenbestand der Belastungs- und Kontrollflächen. So finden sich z.B. *O. ornata*, *M. semirufus* und *Ch. cuspidatus* jeweils an der Kontrollfläche unter den regelmäßig auftretenden Arten, während die Belastungsflächen durch das erhöhte Auftreten von *Quadropia*- und *Suctobelba*-Arten gekennzeichnet sind. Besonders bei den in Buchenwäldern sehr stark vertretenen *Suctobelba*-Arten (WOAS & al. 1989) ist aufgrund ihrer gegenüber anderen Oribatidenarten abweichenden Chelicerenmorphologie eine Beeinflussung über Veränderungen im Nahrungsspektrum im Zuge der Schwermetallbelastung wie bei fungivoren Collembolen (TRANVIK & EIJSACKERS 1989) denkbar.

Die vorliegende Arbeit wurde im Rahmen des Projektes "Wasser, Abfall, Boden" (PWAB) des Kernforschungszentrums Karlsruhe gefördert (Förderkennzeichen: PW 91 102).

Literatur

- ALBERTI, G., KRATZMANN, M., BLASZAK, C. & A. SZEPTYCKI, 1989: Reaktion von Mikroarthropoden auf Waldkalkungen. - Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. 7: 119-122.
- BENGTTSSON, G. & S. RUNDGREN, 1984: Ground-living invertebrates in metal-polluted forest soils. - Ambio 13: 29-33.
- HÄGVAR, S. & T. AMUNDSEN, 1981: Effects of liming and artificial acid rain on the mite (Acari) fauna in coniferous forest. - Oikos 37: 7-20.
- HOPKIN, S.P., 1989: Ecophysiology of metals in terrestrial arthropods. - Elsevier, London/New York: 366 S.
- KÖHLER, H.-R., 1992: Die Dekomposition der Laubstreu durch ausgewählte Saprophagen unter Schwermetallbelastung. - Dissertation Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg: 197 S.
- KÖHLER, H.-R. & G. ALBERTI, 1992: The effect of heavy metal stress on the intestine of diplopods. - In: MEYER, E., THALER, K., & W. SCHEDL (eds.): Advances in Myriapodology. - Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck Suppl. 10: 257-267.

- LUDWIG, M., & G. ALBERTI, 1988: Mineral congregations, "spherites" in the midgut gland of *Coelotes terrestris* (Araneae): structure composition and function. - *Protoplasma* 143: 43-50
- LUDWIG, M., KRATZMANN, M. & G. ALBERTI, 1991: Accumulation of heavy metals in two oribatid mites. - In: DUSB BEK, F. & V. BUKVA (eds.): *Modern Acarology Vol.1.* - Academ. Prague & SPB Academ. Publ. bv, The Hague: 431-437
- MCNEILLY, T., WILLIAMS, S.T. & P.J. CHRISTIAN, 1984: Lead and Zinc in a contaminated pasture at Minera, North Wales, and their impact on productivity and organic matter breakdown. - *The Science of the total Environment* 38: 183-198.
- MÜLLER, G., HAAMANN, L., KUBAT, R. & K. NOE, 1987: Schwermetalle und Nährstoffe in den Böden des Rhein-Neckar-Raums: Ergebnisse flächendeckender Untersuchungen. - *Heidelberger Geowiss. Abh.* 13: 1-346.
- NEUVONEN, S. & J. SUOMELA, 1990: The effect of simulated acid rain on pine needle and birch leaf litter decomposition. - *Journal of Appl. Ecology* 27: 857-872.
- STROJAN, C.L., 1978: The impact of zinc smelter emissions on forest litter arthropods. - *Oikos* 31: 41-46
- TRANVIK, L. & H. EIJSSACKERS, 1989: On the advantage of *Folsomia fimetarioides* over *Isotomiella minor* (Collembola) in a metal polluted soil. - *Oecologia* 80:195-200.
- UETZ, G.W., 1979: The influence of variation in litter habitats on spider communities. - *Oecologia* 40: 29-42.
- VAN STRAALLEN, N.M., SCHOBLEN, J.H.M. & R.G.M. DE GOEDE, 1989: Population consequences of cadmium toxicity in soil microarthropods. - *Ecotoxicol. and Environm. Safety* 17: 190-204.
- VASILIU, N. & R.G.M. MIHAILESCU, 1989: Oribatids (Acarina, Oribatida) as indicatives of forestry soils pollution with heavy metals sulphur dioxide and carbon black. - *Analele Inst. Cerc. Pedol. Agrochim.* 50: 287-302.
- WEIGMANN, G., GRUTTKE, K., KRATZ, W., PAPENHAUSEN, U. & G. RICHTARSKI, 1985: Zur Wirkung von Umweltchemikalien auf den Abbau von *Solidago gigantea*-Streu. - *Verh. Ges. Ökol.* 13: 631-637.
- WEIGMANN, G. & W. KRATZ, 1981: Die deutschen Hornmilbenarten und ihre ökologische Charakteristik. - *Zool. Beitr.* 27: 459-489.
- WOAS, S., WUNDERLE, I. & L. BECK, 1989: Lebensraum Buchenwaldboden 12. Die Oribatiden. - *Verh. Ges. Ökol.* 17: 117-123.

Adresse

Markus Kratzmann, David Russell, Mario Ludwig, Ute Petersen, Claudia Wein, Volker Storch, Gerd Alberti, Zoologisches Institut I, (Morphologie/Ökologie) der Universität Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 230, D-W-6900 Heidelberg

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): diverse

Artikel/Article: [Untersuchungen zur Bodenarthropodenfauna zweier Buchenwaldstandorte im Einflußbereich geogener Schwermetalle 413-417](#)