

Bioabfallkompost im biologischen Landbau – Auswirkungen auf die Gehalte von bioverfügbaren Schwermetallen im Boden

Erhart, E.¹, Hartl, W.¹, Bartl, B.^{1,2}, Putz, B.¹ und Horak, O.²

Keywords: biowaste compost, heavy metals, lithium chloride extract, saturation extract

Abstract

The accumulation of heavy metals in soils is a potential risk that may keep organic farmers from using biowaste compost. As the ecological effects of metals are related to mobile fractions rather than to total contents in the soil, we measured the total (aqua regia extractable) heavy metal contents, the readily available water soluble and the potentially bioavailable LiCl-extractable fraction of soil heavy metals in a field experiment after ten years with total applications of 95, 175 and 255 t ha⁻¹ biowaste compost (fresh matter). Total soil contents of Cd, Cr, Cu, Ni and Pb in the compost treatments were not significantly higher than in the unfertilized control. Total Zn contents increased in the treatment with the highest application rate. In the mobile fractions Cd and Pb were not detectable. Cr, Ni and Zn contents were in the range published for unpolluted soils in other studies and did not show any differences according to treatment. Easily exchangeable Cu (in LiCl extract) was increased with compost fertilization. In several crops, lower Cd contents were measured with compost fertilization than without fertilization. Potatoes which had received mineral fertilizer had significantly higher Cd contents. Crop Zn contents were increased in the compost treatments. In conclusion, fertilization with high quality biowaste compost at such rates and after ten years of application gives no cause for concern with regard to both total heavy metal contents and available heavy metal fractions.

Einleitung und Zielsetzung

Die Erhaltung bzw. Steigerung der Fruchtbarkeit und der biologischen Aktivität des Bodens ist ein zentrales Anliegen des biologischen Landbaus. Normalerweise erreichen dies Biobetriebe durch einen möglichst geschlossenen Betriebskreislauf sowie die Verwendung von Wirtschaftsdüngern und Zwischenfrüchten. Es gibt jedoch im biologischen Landbau einige Betriebstypen, wie viehlose Betriebe oder Gemüsebaubetriebe, die Schwierigkeiten haben den Humusgehalt ihrer Böden aufrechtzuerhalten. Für solche Betriebe, und für Betriebe, die den Nährstoffbedarf der Kulturen nicht aus Biolandbau-eigenen Quellen decken können, kann Bioabfallkompost eine praktikable Humus- und Nährstoffquelle darstellen. Oft wird bezüglich der Verwendung von Bioabfallkomposten noch die Befürchtung geäußert, daß mit dem Kompost Schwermetalle in den Boden eingetragen werden und diese sich in den Pflanzen und Ernteprodukten anreichern könnten. Durch die getrennte Sammlung der Bioabfälle erreichen qualitativ hochwertige Komposte heute jedoch sehr geringe Schwermetallgehalte, die die Vorgaben der EU VO 2092/91 einhalten bzw. unterschreiten. Für die ökologischen Auswirkungen von Schwermetallen im Boden sind nicht so sehr die Schwermetall-Gesamtgehalte, sondern vielmehr die mobilen Anteile ausschlaggebend. Die wasserlösliche Fraktion ist jener Anteil, der für Pflanzen und Bodenorganismen direkt verfügbar ist. Mit Neutralsalzen extrahierbare Fraktionen werden als potentiell bioverfügbar angesehen. Das Ziel der vorliegenden

¹ Bio Forschung Austria, ehemals Ludwig Boltzmann-Institut für Biologischen Landbau, Rinnböckstrasse 15, A-1110 Wien, Österreich, e.erhart@bioforschung.at

² Austrian Research Centers, A-2444 Seibersdorf, Österreich

Untersuchungen war es, die Schwermetall-Gesamtgehalte, die wasserlöslichen und die potentiell bioverfügbaren Anteile (im Königswasseraufschluß, im Sättigungsextrakt und im LiCl-Extrakt) im Boden nach 10-jähriger Düngung mit Bioabfallkompost zu analysieren, um ein detaillierteres Bild der Schwermetall-Verfügbarkeit zu erhalten.

Methoden

Der Feldversuch 'STIKO' wurde im Herbst 1992 in der Oberen Lobau bei Wien angelegt und umfaßt u. a. 3 Varianten mit Kompostdüngung (BK1, BK2, BK3), 3 Varianten mit mineralischer Düngung (N1, N2, N3) und eine ungedüngte Nullvariante (O), in sechs Wiederholungen als lateinisches Rechteck angelegt. Die Aufbringungsmengen des Bioabfallkompostes betragen 9,5, 17,5 und 25,5 t ha⁻¹ a⁻¹ im Durchschnitt von 10 Versuchsjahren. Die mineralisch gedüngten Varianten erhielten jährlich durchschnittlich 28, 45 und 62 kg N ha⁻¹ plus 42 kg ha⁻¹ P₂O₅ und 72 kg ha⁻¹ K₂O. Mit Ausnahme der Düngung wurde der Versuch nach den Richtlinien des Biologischen Landbaus (EU-VO 2092/91) mit praxisüblichem Gerät bewirtschaftet. Die Fruchtfolge ist lokaltypisch und besteht hauptsächlich aus Getreide und Kartoffeln.

Der Boden am Versuchsstandort ist ein kalkhaltiger grauer Auboden (150/620/233 g kg⁻¹ Sand/Schluff/Ton) mit einem pH (KCl) von 7,2, 275 g kg⁻¹ CaCO₃ und 2,0 % C_{org}. Die verwendeten Komposte stammten von der Kompostierungsanlage der Stadt Wien. Das Rohmaterial bestand aus getrennt gesammelten organischen Haushaltsabfällen und Strauchschnitt im Verhältnis 2:3. Die verwendeten Komposte enthielten im Mittel 410 g kg⁻¹ organische Substanz, 0,4 mg kg⁻¹ Cd, 24 mg kg⁻¹ Cr, 52 mg kg⁻¹ Cu, 19 mg kg⁻¹ Ni, 50 mg kg⁻¹ Pb und 183 mg kg⁻¹ Zn (Erhart et al. 2008). Der Sättigungsextrakt wurde im Labor Öko-Datenservice entsprechend OENORM L1092 (1993) hergestellt, der LiCl-Extrakt nach Husz (2001) und der Königswasseraufschluß entsprechend OENORM EN 13650 (2002). Schwermetallgehalte in den Ernteprodukten wurden von Bartl et al. (2002) in den Jahren 1996 bis 1998 mittels ICP-AES nach Aufschluß mit HCl und Perchlorsäure im Labor des ARC Seibersdorf gemessen.

Ergebnisse und Diskussion

Die Boden-Gesamtgehalte von Cd, Cr, Cu, Ni und Pb waren in den Kompostvarianten nicht signifikant höher als in der ungedüngten Kontrolle und in den mineralisch gedüngten Varianten. Die Zn-Gesamtgehalte waren in der Variante mit der höchsten Kompostdüngung leicht erhöht. Der pH-Wert des Bodens (KCl) lag in allen Varianten bei ca. 7,2. Der C_{org}-Gehalt des Bodens betrug in der Nullvariante 1,83 % und war in den Kompostvarianten signifikant höher (2,05 – 2,17 %).

Die Cr- und Ni- Konzentrationen im Sättigungsextrakt lagen im normalen Bereich unbelasteter Böden. Im LiCl-Extrakt war Cr nicht nachweisbar. In den Pflanzen war Cr nicht gemessen worden. Die Verfügbarkeit von Ni wurde in keiner Düngungsvariante signifikant erhöht. Dies korrespondiert auch mit den Ni-Gehalten der Ernteprodukte.

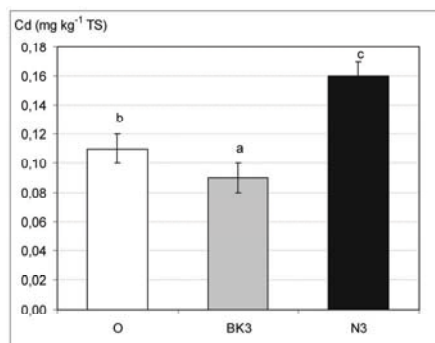
Tab. 1: Schwermetallgehalte des Bodens gemessen im Sättigungsextrakt und im LiCl-Extrakt

Variante	Schwermetallgehalte (0-30 cm Bodentiefe; $\mu\text{g kg}^{-1}$ TS)					
	im Sättigungsextrakt				im LiCl-Extrakt	
	Cr	Cu	Ni	Zn	Cu	Ni
O	2,0 a	15,9 a	4,0 a	9,5 a	0,19 a	1,2 a
BK1	1,3 a	16,6 a	4,2 a	7,9 a	0,21 abc	10,6 a
BK2	1,3 a	18,4 a	5,4 a	9,7 a	0,23 cde	9,6 a
BK3	1,1 a	17,7 a	5,0 a	7,6 a	0,25 de	52,6 a
N1	2,0 a	17,3 a	5,9 a	10,8 a	0,20 abc	8,4 a
N2	1,6 a	16,8 a	4,3 a	9,0 a	0,20 abc	1,2 a
N3	1,2 a	15,0 a	3,2 a	6,6 a	0,19 ab	1,2 a

Mit dem gleichen Buchstaben gekennzeichnete Werte unterscheiden sich nicht signifikant ($P \leq 0,05$). Die Werte für Cd und Pb im Sättigungsextrakt und für Cd, Cr, Pb und Zn im LiCl-Extrakt lagen unter der Bestimmungsgrenze.

Die Cu-Konzentration im Sättigungsextrakt zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten. Das potentiell verfügbare Cu (im LiCl-Extrakt) war in den Kompostvarianten erhöht, was wahrscheinlich auf eine Komplexbildung mit niedermolekularen Komplexbildnern zurückzuführen ist. Bei pH-Werten über 7 wird Cu zunehmend von löslichen organischen Komplexbildnern mobilisiert. Die Pflanzenaufnahme an Cu war mit Kompostdüngung höher als ohne Düngung, wenn auch nicht bei allen Feldfrüchten. Die Cu-Gehalte in den Ernteprodukten lagen jedoch im Bereich der normalen Literaturwerte oder darunter.

Cd war im Sättigungsextrakt und im LiCl-Extrakt nicht nachweisbar. Die Daten der Schwermetallaufnahme des Pflanzenmaterials zeigen ein etwas differenzierteres Bild: Hafer- und Dinkelkörner sowie Kartoffelknollen hatten mit Kompostdüngung signifikant niedrigere Cd-Gehalte als ohne Düngung. In den mineralisch gedüngten Kartoffelknollen hingegen wurden signifikant höhere Cd-Gehalte gefunden, was höchstwahrscheinlich auf den Cd-Input durch Superphosphat- und Triplephosphat-Dünger zurückzuführen ist. Die Cd-Frachten, die durch Phosphordünger eingetragen werden erscheinen gering, sie sind jedoch für Lebewesen viel besser verfügbar als das im Boden gebundene Cd (Sager 1997).

**Abb. 1: Cd-Gehalte von Kartoffelknollen (mg kg^{-1} TS; Bartl et al., 2002)**

Pb war in fast allen Varianten sowohl im Sättigungsextrakt als auch im LiCl-Extrakt aufgrund seiner sehr geringen Löslichkeit und Verfügbarkeit bei pH-Werten oberhalb von 4 nicht feststellbar. Auch in den Feldfrüchten war Pb nicht nachgewiesen worden.

Obwohl die Zn-Gesamtgehalte leicht, aber nicht signifikant angestiegen waren, blieben die verfügbaren Zn-Gehalte unbeeinflusst. Im Sättigungsextrakt waren die Zn-Gehalte im selben Bereich wie die in anderen landwirtschaftlichen Böden gemessenen Werte. Im LiCl-Extrakt konnte Zn nicht nachgewiesen werden. Bei den Ernteprodukten waren die Zn-Gehalte in kompostgedüngten Haferkörnern erhöht, während Dinkel und Kartoffeln unbeeinflusst blieben.

Schlussfolgerungen

Nach zehnjähriger Düngung mit Bioabfallkompost mit Gesamt-Aufbringungsmengen von 95, 175 und 225 t ha⁻¹ (Frischgewicht) waren die Gesamtgehalte von Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel und Blei in den Kompostvarianten nicht signifikant höher als in der ungedüngten Kontrolle. Die Zink-Gesamtgehalte nahmen in der Variante mit der höchsten Kompostgabe zu. In den mobilen Fraktionen (im Sättigungsextrakt und LiCl-Extrakt) waren Cd und Pb nicht nachweisbar. Die Gehalte an Cr, Ni und Zn waren im Bereich der Literaturwerte von unbelasteten Böden und zeigten keine Unterschiede zwischen den Varianten. Die leicht austauschbare Fraktion von Cu (im LiCl-Extrakt) war bei Kompostdüngung erhöht, wahrscheinlich durch Komplexbildung mit niedermolekularen organischen Substanzen.

In den Ernteprodukten fanden sich geringere Cd-Gehalte mit Kompostdüngung als ohne Düngung, während in mineralisch gedüngten Kartoffeln signifikant höhere Cd-Gehalte gemessen wurden. In den kompostgedüngten Haferkörnern wurden erhöhte Zn-Gehalte festgestellt. Die Ergebnisse der mobilen Schwermetall-Fraktionen stimmten, außer für Cd und Zn, gut mit den Daten der Schwermetallaufnahme von Kulturpflanzen überein.

Die Düngung mit Bioabfallkompost von entsprechender Qualität in solchen Mengen gibt also sowohl hinsichtlich der Schwermetall-Gesamtgehalte als auch hinsichtlich der bioverfügbaren Schwermetallfraktionen keinen Grund zu Bedenken.

Danksagung

Wir danken der Stadt Wien, Magistratsabteilung 48, für die finanzielle Unterstützung dieser Untersuchungen. Univ. Doz. Di Dr. Georg Husz (†) danken wir für fruchtbare Diskussionen und wertvolle Hinweise zur Interpretation der fraktionierten Analyse.

Literatur

- Bartl B., Hartl W., Horak O. (2002): Long-term application of biowaste compost versus mineral fertilization: Effects on the nutrient and heavy metal contents of soil and plants. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 165:161-165.
- Erhart E., Hartl W., Putz B. (2008): Total soil heavy metal contents and mobile fractions after 10 years of biowaste compost fertilization. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 171: 378-383.
- Husz G. (2001): Lithium chloride solution as an extraction agent for soils. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 164:71-75.
- Sager M. (1997): Possible trace metal load from fertilizers. *Die Bodenkultur* 48: 217-223.