

Tagungsbeitrag zu:

Jahrestagung der DBG 2009
Kommission II

Titel der Tagung:

Böden – eine endliche Ressource

Veranstalter:

DBG, September 2009, Bonn

Berichte der DBG (nicht begutachtete
online Publikation)

<http://www.dbges.de>

**Auswirkungen des
Düngungssystems auf chemische
Bodeneigenschaften und
Schwermetallgehalte eines
Schwarzerdestandes in Nord –
Ost Rumänien**

*A. Bălan¹⁾, R. Düring²⁾, G. Jităreanu¹⁾,
L. Răus¹⁾, P. Felix-Henningsen²⁾*

Zusammenfassung

Eines der wichtigsten Ziele der Agrarwissenschaft ist die Verbesserung und die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit. Dieses kann durch konservierende Bodenbearbeitung und organische Düngung, wie Klärschlamm, Kompost und Ernte- und Wurzelrückstände, erreicht werden. Seit August 2007 werden auf einem Schwarzerdestandort bei Ezareni die Auswirkungen unterschiedlicher Bodenbearbeitung (Konventionell, Minimalbodenbearbeitung, Direktsaat) auf die chemischen Bodeneigenschaften untersucht. Weiterhin wird der Einfluss des Düngungssystems (mineralische Düngung, organische Düngung, organische und mineralische Düngung)

¹⁾ „Ion Ionescu de la Brad“

Universität für Landwirtschaft und
Veterinärmedizin

Aleea M. Sadoveanu 3

700490 Iasi, Rumänien

Tel.: +40-232-407430

E-mail: adriana.balan@hoemme.ro

²⁾ Justus-Liebig-Universität Giessen

Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung

Heinrich-Buff-Ring 26

35392 Giessen, Germany

auf die chemischen
Bodeneigenschaften dargestellt.

In der Studie werden die Akkumulation organischer Bodensubstanz und der Hauptnährstoffe, sowie eine potentielle Kontamination durch Schwermetalle (Zn, Ni, Mn, Cr, Cu, Cd, Pb) aus der Anwendung von Klärschlamm anhand von Pflanzen- und Bodenproben untersucht. Die Ergebnisse für die Schwermetalluntersuchungen werden im Folgenden präsentiert.

Schlüsselworte: Klärschlamm,
Chernozem, Schwermetalle.

Einleitung

Die Ausbringung von Klärschlamm auf landwirtschaftlich genutzten Flächen und die damit verbundenen Folgen für Pflanze, Tier und Mensch ist somit ein Problemkreis, der nicht allein die Landwirtschaft belastet, sondern zunehmend gesellschaftspolitische Bedeutung erhält (Hill und Nelson, 1993; Mönicke, 2005, Leonard, 2007). Bevor Klärschlamm auf landwirtschaftlich genutzten Flächen ausgebracht werden kann, muss man erst eine Lösung für die Kontamination der Böden mit Schadstoffen gefunden werden (Hill und Nelson, 1993; Mönicke, 2005, Kördel et al., 2007). Ein anderes Teilproblem, nämlich die Untersuchung des Metabolismus der Festsubstanzen des Klärschlammes, ist der Transfer der Schadstoffe aus dem Boden in die Pflanzen (Hill, 1991; Hill und Nelson, 1993, Mönicke, 2005, Kördel et al., 2007).

Material und Methoden

Der Experimentzeitraum beginnt im Juli 2007 mit der Anwendung von Klärschlamm auf einem Chernozem (WRB –SR, 1998) mit toniger Textur und durchschnittlich guter Fruchtbarkeit. Die Anwendung von Klärschlamm erfolgte nur in dem ersten Experimentjahr. Die Resteffekte des Klärschlammes werden in den folgenden Experimentjahren beobachtet.

Der Standort des Experiments wurde nach der „Methode der unterteilten Parzellen“ auf einer Gesamtfläche von 5.670 m² gewählt. Mischproben des bearbeiteten Bodens wurden aus 21 Parzellen in drei Wiederholungen ausgenommen um chemische Analysen zur Bestimmung des pH, des Gehaltes von organischem C und Humus, sowie von Nährstoffen an der Oberfläche und Schwermetalle (Cr, Cu, Cd, Co, Zn, Ni, Pb) durchzuführen.

Faktor A – Bodenbearbeitung:

a₁–konventionelles System (pflügen mit 20-22 cm Tiefe)

a₂–Minimalbodenbearbeitungssystem

a₃–Direktsaat

Faktor B – Kulturpflanzen:

a₁ – Raps

a₂ – Winterweizen

Faktor C – Düngungssystem

a₁–chemische Düngung

Raps Weizen

b₁–ohne Düngung b₁–ohne Düngung

b₂–N64P50K40 b₂–N32P32

b₃–N96P80K60 b₃–N64P64

a₂–organische Düngung

Raps Weizen

b₁–ohne Düngung b₁–ohne Düngung

b₂–20 t/ha b₂–20 t/ha

b₃–30 t/ha b₃–30 t/ha

a₃–organische und chemische

Düngung

Raps

b₁–ohne Düngung

b₂ –20 t/ha + N₆₄P₅₀K₄₀

b₃ –30 t/ha + N₉₆P₈₀K₆₀

Weizen

b₁–ohne Düngung

b₂–20 t/ha

b₃–20 t/ha + N₆₄P₆₄+N₃₂P₃₂

Qualitätsbeschreibung des Klärschlammes

Neben die erwähnten Hauptnährstoffe enthält der Klärschlamm auch Schwermetalle wie Zn, Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, Hg u.a. Eine geeignete Zufuhr mit Schwermetalle in der vorliegenden Dosierung die für Pflanzenernährung nützlich sein, kann nur durch eine Bodenuntersuchung ermittelt werden

(Hoß, 2007). Um eventuelle Schädigung des Klärschlammes auszuschließen, sind Grenzwerte für Schwermetalle vorgegeben (tab. 1).

Tab. 1. Schwermetallgehalte im Durchschnitt der zwei Klärschlammproben in Vergleich zu den Schwermetallgrenzwerten für KS (mg·kg⁻¹ TS)

Metall	Schwermetallgehalte der zwei KS-Proben	Klärschlammgrenzwerte
Zink	7527	5 000
Kupfer	160,7	1 750
Chrom	87,91	-
Blei	156,55	1 200
Nickel	36,96	400
Cadmium	1,22	40
Kobalt	9,14	250
Mangan	784	1200

Schwermetallgesamtgehalte des Bodens

Die Bodenproben wurden mit dem Bohrstock bei drei Rapsvegetationsperiode (vor Düngung, nach Düngung und nach einem Jahr später) entnommen (Tab.2).

Tab. 2. Schwermetallgehalte im Durchschnitt der Bodenproben (mg·kg⁻¹ Trockensubstanz)

Metall	Schwermetallgehalte der zwei KS-Prb.	Klärschlammgrenzwerte
Zink	66,31	300
Kupfer	26,13	140
Chrom	35,36	-
Blei	15,44	300
Nickel	11,22	75
Cadmium	118,56	3
Kobalt	1,22	50
Mangan	400	1200

ERSTE ERGEBNISSE

Die Schwermetallgehalte wurde im Königwasserextrakt bestimmt.

In folgender Tabelle (Tab. 3, 4) sind die Mittelwerte der Schwermetallgehalte der Böden der Parzellen mit unterschiedlicher Düngung und Bodenbearbeitung dargestellt. Außerdem hat das Bodenbearbeitungssystem ebenfalls unterschiedlichen Einfluss auf den Schwermetallgehalt des Bodens: so wiesen bei der konventionellen Bodenbearbeitung die leichter pflanzenverfügbaren Schwermetalle höhere Werte auf, während bei den nicht-konventionell bearbeiteten

Tabelle 3. Schwerer pflanzenverfügbare Schwermetallgehalte in den unterschiedlichen Düngungssystemen (mg kg⁻¹ Fb)

Bodenbearbeitung	Düngungssystem	Vor Düngung				Nach Düngung				Ein Jahr später			
		Cr mg kg ⁻¹	Cu mg kg ⁻¹	Pb mg kg ⁻¹	Mn mg kg ⁻¹	Cr mg kg ⁻¹	Cu mg kg ⁻¹	Pb mg kg ⁻¹	Mn mg kg ⁻¹	Cr mg kg ⁻¹	Cu mg kg ⁻¹	Pb mg kg ⁻¹	Mn mg kg ⁻¹
Konventionell	ohne Düngung	-	23,15	10,6	32	35,50	25,41	14,91	473	4,0	10,8	11,1	31
	N P K 64 50 40									4,1	10,5	11,3	32
	20 t/ha									45,04	28,30	19,67	873
	N P K + 20 t/ha 96 80 60									46,09	28,90	20,42	850
	N P K 96 80 60									4,3	10,3	11,6	31
	30 t/ha									44,98	28,55	21,33	852
N P K + 30 t/ha 64 50 40	46,88	29,34	22,93	846									
Mittlerer Schwermetallgehalt		-	23,15	10,6	32	35,50	25,41	14,91	473	28,06	23,81	16,91	502
Minimalbodenbearbeitung	ohne Düngung	-	23,15	10,6	32	35,70	26,46	15,87	480	4,7	28,5	11,1	33
	N P K 64 50 40									4,6	28,7	11,3	34
	20 t/ha									46,23	30,83	21,23	870
	N P K + 20 t/ha 96 80 60									46,74	32,21	21,43	846
	N P K 96 80 60									4,8	28,2	11,4	33
	30 t/ha									46,44	31,79	23,12	864
N P K + 30 t/ha 64 50 40	47,20	32,28	24,28	855									
Mittlerer Schwermetallgehalt		-	23,15	10,6	32	35,70	26,46	15,87	480	28,67	30,36	17,76	505
Direktsaat	ohne Düngung	-	23,15	10,6	32	34,89	26,51	15,52	501	4,8	28,4	11,7	33
	N P K 64 50 40									5,1	29,2	11,7	33
	20 t/ha									44,32	31,30	20,37	870
	N P K + 20 t/ha 96 80 60									46,00	32,89	20,58	855
	N P K 96 80 60									5,6	29,2	11,8	32
	30 t/ha									44,71	32,34	21,57	863
N P K + 30 t/ha 64 50 40	46,10	33,37	26,12	857									
Mittlerer Schwermetallgehalt		-	23,15	10,6	32	34,89	26,51	15,52	501	28,09	30,96	16,01	502

Tabelle 4. Leichter pflanzenverfügbare Schwermetallgehalte in den unterschiedlichen Düngungssystemen (mg kg⁻¹, µg kg⁻¹ Fb)

Bodenbearbeitung	Düngungssystem	Vor Düngung				Nach Düngung				Ein Jahr später			
		Co mg kg ⁻¹	Ni mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹	Cd µg kg ⁻¹	Co mg kg ⁻¹	Ni mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹	Cd µg kg ⁻¹	Co mg kg ⁻¹	Ni mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹	Cd µg kg ⁻¹
Konventionell	ohne Düngung	1,22	34	0,69	80	11,19	33,08	65,67	108	12,3	32,7	1,7	89
	N P K 64 50 40									12,3	32,6	2,5	81
	20 t/ha									12,99	43,37	117	206
	N P K + 20 t/ha 96 80 60									12,58	43,53	165	219
	N P K 96 80 60									12,3	32,8	3,3	86
	30 t/ha									12,93	43,17	159	219
N P K + 30 t/ha 64 50 40	13,46	43,55	202	240									
Mittlerer Schwermetallgehalt		1,22	34	0,69	80	11,19	33,08	65,67	108	12,69	38,82	92,93	162,86
Minimalbodenbearbeitung	ohne Düngung	1,22	34	0,69	80	11,43	33,96	67,40	117	12,2	31,4	3,8	82
	N P K 64 50 40									12,3	31,4	3,4	89
	20 t/ha									13,14	42,01	87	201
	N P K + 20 t/ha 96 80 60									13,86	42,64	146	219
	N P K 96 80 60									12,3	32,7	3,5	85
	30 t/ha									13,22	42,29	107	218
N P K + 30 t/ha 64 50 40	13,95	42,70	167	219									
Mittlerer Schwermetallgehalt		1,22	34	0,69	80	11,43	33,96	67,40	117	13,00	37,88	73,96	159,00
Direktsaat	ohne Düngung	1,22	34	0,69	80	11,04	33,42	65,87	131	12,6	31,7	3,3	89
	N P K 64 50 40									12,6	31,7	2,9	83
	20 t/ha									13,11	40,94	76	197
	N P K + 20 t/ha 96 80 60									13,21	42,19	134	198
	N P K 96 80 60									12,6	32,0	3,8	87
	30 t/ha									13,46	41,51	115	203
N P K + 30 t/ha 64 50 40	13,63	42,59	148	212									
Mittlerer Schwermetallgehalt		1,22	34	0,69	80	11,04	33,42	65,87	131	13,03	37,52	73,89	152,71

Parzellen höhere Werte für die schwerer pflanzenverfügbaren Schwermetalle festgestellt wurden.

Diskussion und Ausblick

Die Schwermetalle spielen eine besondere Rolle, da sie sich bei unausgewogenem Input/Output-Verhältnis im Boden anreichern können, direkt das Bodenleben beeinflussen und einzelne Schwermetalle von den Pflanzen aufgenommen werden (Leonard I., 2007).

Auf dem Ackerstandort war im Boden eine Anreicherung bei Zn, Cu, Co und Cd feststellbar. Bei Cr, Pb, Ni, Mo und Hg konnte gegenüber der Kontrolle keine Erhöhung gemessen werden (Tab.1). Im Klärschlamm liegen die Schwermetallgehalte deutlich unter den zulässigen Grenzwerten, nur die Werte für Zn liegen etwas darüber.

Nach Durchführung der Düngung, waren die Schwermetallgehalte bei allen Düngungsvarianten höher (Tab.2, 3). Dennoch bleiben die Schwermetallgehalte unter den zulässigen Grenzwerten. Die Ergebnisse zeigen, dass die Konzentration der von den Pflanzen leicht aufnehmbaren Schwermetalle bei der konventionellen Bodenbearbeitung höher ist, während die Konzentration der schwerer verfügbaren Schwermetalle unter dem nicht-konventionellen Bodenbearbeitungssystem erhöht ist. Die Gehalte bewegen sich unter den von CEE (86/278/CEE) angeführten Grenzwerten.

Weitere Versuche zeigten, dass auch die Pflanzen durch die ausgebrachten Schwermetallfrachten nicht allzu sehr beeinflusst wurden.

Da durch Klärschlammgaben aber eine stete Anreicherung von Schadstoffen stattfindet, ist eine Ausbringung auf landwirtschaftlichen Nutzflächen nur unter Einhaltung der gesetzlichen

Vorschriften gerechtfertigt. Eine unkontrollierte Ausbringung muss auf jeden Fall vermieden werden. Die vorliegenden umfassenden ersten Versuchsergebnisse an Pflanzen und Boden lassen nach den derzeitigen gesetzlichen Vorgaben auf keine negativen Auswirkungen für Boden, Tiere und Menschen schließen.

Literatur

- Hoß, T., 2007 – Auswirkungen der Verwertung von Kompost und Klärschlamm auf das Verhalten von Schwermetallen bei Anwendung von konventioneller und konservierender Bodenbearbeitung. desertation.de
- Hyll, A., 1991: Wirkungen unterschiedlicher Klärschlammgaben auf Böden und Pflanzenbestand eines Acker- und eines Grünlandstandortes im unteren Mürztal (Mürzhofen und St. Lorenzen in der Stmk.). Diss. an der Universität für Bodenkultur, Wien, 285 S.
- Hyll, A., Nestro, O., 1993 – Wirkungen unterschiedlicher Klärschlamm gaben auf Böden und Pflanzen bestand eines Acker- und eines Grünland standorte simunteren Mürztal, ppg.379-388
- Kördel, W., Herrchen, M., Müller, J., 2007- Begrenzung von Schadstoff ein tragen bei Bewirtschaftung maß nahmeninder Landwirtschaft bei Düngung und Abfall verwertung. Umweltforschungs plandes Bundesministeriums für um welt, Naturschutz und reaktor sicherheit. Texte30/07
- Leonard, I., 2007–Stabilirea condițiilor de valorificare în agricultură a nămolului orășanesc și a compostului rezultat din acesta. Teză de doctorat;
- Mönicke, R., 2002 – Klärschlamm–ein dringend benötigter preisgünstiger Ergänzungsdünger. KA–Abwasser, Abfall 2005(52) Nr.10