

Verwendung von unbelastetem Bodenaushub zur Sicherung großflächig schadstoffkontaminierter Flächen

Metz, R.¹; Hoffmann, Ch.²; Böken, H.³

1. Institut für Pflanzenbauwissenschaften der Humboldt Universität Berlin, Dorfstr. 9, 13051 Berlin
2. Fachgebiet Bodenkunde, Institut für Ökologie und Biologie der Technischen Universität Berlin
3. Fachbereich Umwelt und Gesundheit beim Umweltbundesamt Berlin

Gegenstand und Zielsetzung

Großflächig schadstoffbelastete Standorte sind nach dem heutigen Kenntnisstand weder ökologisch vertretbar noch ökonomisch realisierbar zu dekontaminieren. Das Bundesbodenschutzgesetz (1998) verpflichtet deshalb Verursacher und Grundstückseigentümer von Altlasten zwar zur Dekontamination und Sicherung derartiger Flächen, muß aber auch Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen auf belasteten Standorten zulassen (§ 4, Pflichten zur Gefahrenabwehr).

Ein Beispiel für großflächig kontaminierte Altlastenstandorte sind die Berliner Rieselfelder (12.000ha), die nach über einhundertjähriger Abwasseraufbringung sehr differenziert mit organischen und mineralischen Schadstoffen belastet sind. Aufforstungsarbeiten Ende der achtziger Jahre haben auf den ehemals landwirtschaftlich genutzten Flächen zur zunehmenden Versauerung und Mineralisierung der organischen Bodensubstanz geführt. Die vorwiegend in dem humosen Oberboden fixierten Schwermetalle gehen dadurch in die Bodenlösung über und belasten sowohl die Bodenflora und Fauna als zukünftig auch das Grundwasser. Nach den Eingreifwerten der Berliner Liste (1996) geht nach unseren Erkenntnissen von den Rieselfeldböden für die Elemente Cadmium, Blei, Kupfer, Zink, sowie für Sulfat und Nitrat eine Gefährdung auf Flächen mit sensibler Nutzung für das Grundwasser aus. Über den Pflanzenwuchs gelangen Schadstoffe in die Futter- und Nahrungskette (Metz u. Wilke 1993) und das standorttreu äsende Wild hat kontaminierte Lebern und Nieren (Langgemach 1995).

Nach zahlreichen unbefriedigenden Untersuchungen zur Fixierung der Schwermetallgehalte bzw. zur Dekontamination der Flächen durch Pflanzenaufnahme wird ein Verfahren erprobt, mit dem flachgründig belastete Standorte durch kontrolliertes Ein-

bringen von unbelastetem, sorptionsstarkem Bauaushub gesichert bzw. reduziert werden können. Auf einer Pilotfläche von 12 ha wurden 50000 m³ Lehm etwa 30 cm stark aufgetragen und anschließend 60 cm tief eingefräst.

Arbeitshypothesen und methodisches Vorgehen

Rieselfelder sind zur Abwasserfilterung auf grundwasserfernen, sorptionsschwachen sandigen Böden (5-7% Ton und Schluff) angelegt worden. Durch das Einmischen von lehmhaltigen Substraten werden mobile Schadstoffe fixiert, der Boden - Pflanzen - Transfer und die Gefahr der Grundwasserbelastung verringert.

- Der Lehmeintrag (30% Ton und Schluff) führt zu einer Erhöhung der Speicherefähigkeit für Wasser und Nährstoffe und ersetzt die schwindende Sorptionsfähigkeit der ehemals humusversorgten, gekalkten und feuchtgehaltenen Rieselflächen.
- Die rasche Ausbreitung von zahlreichen Wildpflanzenarten sowie die sichere Etablierung von Waldbeständen tragen zur Reduzierung der Grundwasserneubildung und damit zum nachhaltigen Schutz von Wasserressourcen bei.
- Mit der Anlage eines Transsektes (200 m Länge) über verschiedene rieselfeldcharakteristische Strukturen werden an festgelegten Meßpunkten die unterschiedlichen Bedingungen (Zuführungsgräben, Dämme, Wege, Absatzbecken, Rieselfeldtafeln) vor und nach dem Fräsen erfaßt.
- Probenahmen in Tiefen 0 bis 20 cm in 10 m Abstand waren bzw. sind vor dem Lehmeintrag, nach dem Fräsen und dann zwei- bis dreimal jährlich festgelegt.
- Ermittelt wurden und werden: Wildpflanzenbesatz, Samenpotential, biologische Aktivität, Mesofauna und in verschiedenen Tiefen, C_t-gehalt, pH-Wert, KAK, Salzgehalt, Schwermetallgehalte gesamt und löslich, Lagerdichte, Durchdringungswiderstand, Aggregatstabilität.
- Mit Gefäßversuchen sind die Untersuchungen begleitet. Hier werden verschiedene Mischungsvarianten von Lehm- und Rieselfeldboden auf ihre Sorptionseigenschaften und auf die Biomassebildung (Testpflanze Senf) geprüft.
- Ältere und vier neue Grundwasserpegel sind in Fließrichtung des Grundwasserleiters so eingebracht, daß unterschiedliche Belastungssituationen erfaßt werden können.

- Durch die Festlegung der Probenahmestellen für alle Untersuchungen lassen sich korrelative Beziehungen für verschiedene Parameter bestimmen (C_t - zu Schwermetallgehalten oder pH-Werten).

Ergebnisse und Diskussion

Mit einem Lehmauftrag auf der Rieselfläche von 30 bis 40 cm Stärke und einer Frästiefe von 60 bis 80 cm, wurde ein Mischungsverhältnis Lehm: Rieselfeldboden von 1:1 hergestellt. Der Einfluß dieses Eingriffes war zuvor in einem Modellversuch in seiner Wirkung auf den Verdünnungseffekt geprüft worden. (Tab.1)

Tab. 1 Schwermetallgesamtgehalt (mg/kg TS) im Bauaushub (Lehm) und im Rieselfeldboden, sowie in deren Mischungen (Modellversuch 98)

Boden / Mischung	Cd	Cu	Zn	Pb	Cr
Lehm (L)	<0,5	11	26	14	15
Rieselfeldboden (R)	3,3	47	190	64	105
L : R = 1 : 1	2,4	35	131	46	76
L : R = 1 : 2	3,0	40	162	58	95
Vorsorgewerte Bd..Sch.V.	0,4	20	60	40	30

Der Verdünnungseffekt im Mischungsverhältnis 1:1 beträgt etwa 30% bei allen Elementen und wird bei höherem Rieselfeldbodenanteil erwartungsgemäß geringer. Neben dem Verdünnungseffekt war sechs Wochen nach dem Lehmeintrag die Veränderung der Mobilität und Pflanzenverfügbarkeit der Schwermetalle nachzuweisen.(Tab. 2)

Tab.2: Schwermetallgehalte (mg/kg TS) in verschiedenen Böden und im Senfsproß (Gefäßversuch 98)

	pH	SM-gesamt			SM-löslich*			SM-Pflanzengehalt		
		Cd	Zn	Cu	Cd	Zn	Cu	Cd	Zn	Cu
Lehm (L)	8,0	<0,4	23	15	<0,1	<0,2	0,1	6,5	110	<0,4
Rieselfeld (R)	5,3	3,5	190	79	0,6	1,0	1,4	10,8	399	0,9
Mischung L:R = 1:1	7,4	2,0	115	46	0,5	2,4	0,8	9,8	138	1,3

(*löslich= Σ mobil und leicht nachlieferbar)

Nur ein sehr geringer Anteil der Gesamtgehalte im Rieselfeldboden ist löslich (pflanzenverfügbar). Insbesondere beim Element Zink wurde der lösliche Anteil durch die Lehm-

zugabe deutlich herabgesetzt. Neben dem Verdünnungseffekt ist hier die höhere Sorption besonders gut zu erkennen.

Die Testpflanze Senf kann als Akkumulatorpflanze bezeichnet werden. Die Pflanzengehalte für Cd und Zn liegen über den Bodengehalten. Das bessere Sorptionsverhalten spiegelt sich auch in den Pflanzenerträgen wieder. Die bessere Wasser- und Nährstoffspeicherung bewirkt schon unmittelbar nach der Bodenmischung eine höhere Biomassebildung (Tab. 3), die sich sowohl auf die ober- wie die unterirdische Pflanzenmasse bezieht. Durch Gülledüngung wird der Ertragseffekt deutlich erhöht. Die Wasserspeicherfähigkeit als ertragsbeeinflussender Parameter ist z. B. von 130 auf 200 l/m² in 10 cm Profiltiefe angestiegen.

Tab.3: Trockenmasseertrag (g/Gefäß) von Senfpflanzen im Gefäßversuch mit Lehm, Rieselfeldboden und deren Mischung (Gefäßversuch 98)

	Ohne Düngung		Mit Gülledüngung		
	Lehm	Rieselfeld	Lehm	Rieselfeld	1:1
Sproß	0,51	1,7	4,4	7,9	8,6
Wurzel	0,29	0,6	1,0	1,6	2,3
Gesamt	0,8	2,3	5,4	9,5	10,9

Das Einmischen von biologisch nahezu sterilem Mergel- und Lehm Boden in belebte Rieselfeldböden führt zwangsläufig zu einer Verdünnung des Substrates. Das läßt sich an bodenbiologischen Tests auch nachweisen. Ein Maßstab der Aktivität des Bodenlebens ist die Kohlendioxidfreisetzung (Bodenatmung). Diese ist trotz erheblicher Verdünnung des belebten Rieselfeldbodens schon wenige Wochen nach der Bodenmischung wieder stark regeneriert. (Tab. 4)

Tab. 4 CO₂ - Freisetzung (mg CO₂/100g Boden) im Bauaushub (L), im Rieselfeldboden (R) und deren Mischung 1:1

Dauer/Tage *	Lehm (L)	Rieselfeld (R)	L:R = 1:1
3	8,7	31	22
7	6,3	27	26
14	6,8	33	34
21	4,9	29	21
Σ	26,7	120	103

(* Bebrütungsdauer bei 25°C)

Vor allem zum ersten und vierten Meßtermin wirkt sich tendenziell eine Reduzierung der Atmung als Folge der Bodenmischung aus. Auch die mikrobielle Zellulosezer-

zung als bodenbiologische Maßzahl ist nach 21 Tagen Bebrütungsdauer mit 33,1% der zugefügten Zellulosemenge schon nahe an der abgebauten Menge von 37,8% im Rieselfeldboden. Der Lehmboden hatte dagegen nur eine Abbaurate von 0,9%.

Einen deutlichen Einfluß auf die Artenvielfalt der Ackerwildflora im Rieselfeldboden hatten die Überlehmung und das anschließende Einfräsen. Während sich in einer etwa 10 jährigen Stilllegungsperiode zwei Leitungsgräser (Quecke und Landreitgras) nahezu flächendeckend ausgebreitet hatten (80-100% Deckungsgrad), stellte sich nach der Durchmischung eine artenreiche Ackerflora ein. Der Queckenteppich war unter der Lehmdecke vor dem Fräseinsatz in etwa 3 Monaten Lagerungsdauer nahezu erstickt. Nach dem Einmischen konnten 44 Wildkraut- und 10 Wildgrasarten auf der Fläche ermittelt werden. Es handelt sich dabei vorwiegend um die ehemalige Unkrautflora der Rieselfelder, die von Distel-, Knöterich-, Rauken- und bodendeckenden einjährigen Pflanzenarten (Ehrenpreis, Vogelmiere u.a.) dominiert wird.

Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

- Schwermetallbelastete Gebiete sind bei dem bisherigen wissenschaftlichen Kenntnisstand weder ökonomisch effektiv noch ökologisch verantwortbar zu sanieren.
- Durch kontrollierten Eintrag von sorptionsstarkem Lehm- und Mergelsubstrat können Schadstoffe im Boden nachhaltig fixiert werden. Es tritt ein Verdünnungseffekt ein und die Löslichkeit der mobilen Schwermetalle Cd und Zn kann herabgesetzt werden.
- Das Pflanzenwachstum wird durch verbesserte Sorptionseigenschaften für Wasser und Nährstoffe gefördert. Damit entstehen gute Bedingungen für die Entwicklung von Flora und Fauna.
- Die bodenbiologische Aktivität wird nach dem Mischen durch den Verdünnungseffekt vorübergehend geringer. Mit einem raschen Wiederanstieg ist durch die Stimulierung des Pflanzenwachstums zu rechnen.
- Gesetzliche Grundlagen sind geschaffen, die die Grundstückseigentümer zu Sicherungsmaßnahmen verpflichten (Bundesbodenschutzgesetz 1998) und die Baubetriebe zur Verwertung von Bodenmaterial auffordern (DIN 19731, 1998).
- Wirksamer Grundwasserschutz sowie Verringerung des Bodentransfers ermöglichen neue Nutzungskonzeptionen auf belasteten Böden im urbanen Raum.
- Wissenschaftliche Begleituntersuchungen sind unabdingbar, weil die Nachhaltigkeit eingeleiteter Bodenveränderungen nachzuweisen ist.

Literatur

1. Anonym (1998): Bundesverband Boden, Bd. 1, Anforderungen an die Verwertung von kultivierteren Bodenmaterial, (Bearbeiter: R. Kohl u.a. - Berlin) Erich-Schmidt-Verlag S. 5
2. Anonym (1996): Sen Stadt Um, Bewertungskriterien für die Beurteilung stofflicher Belastungen von Böden und Grundwasser in Berlin, Berliner Liste 1996, Amtsblatt für Berlin vom 20.03.96, 46 (15): 957-984
3. Anonym (1998): Anforderungen an die Verwertung von kultivierbarem Bodenmaterial, Bundesverband Boden - BVB Materialien;1, Erich-Schmidt-Verlag, S. 5
4. Anonym (1999): B. Bod. Ch. V. Bundes-Bodenschutz und Altlastenverordnung, Bundesgesetzblatt vom 16.07.99 Teil, 36: 1554-1582
5. Anonym: (DIN 19731) Verwertung von Bodenmaterial, Normenausschuß Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
6. Hoffmann, C. u.a., (1999): Verwendung von Bodenaushub zur Sicherung schwermetallbelasteter, großflächiger Altlastenstandorte, Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft (Jahrestagung 1999 - im Druck)
7. Langenach, T. (1995): Die Cadmium und Bleibelastung freilebender Wildtiere auf den ehemaligen Rieselfeldern der Stadt Berlin, Inaugural - Dissertation, Freie Universität Berlin, Fachbereich Veterinärmedizin
8. Metz, R. u. Wilke, B.-M. (1993): Anbau verschiedener Nutzpflanzen zur Dekontamination schadstoffbelasteter Rieselfeldböden, In: Arend u. a., Altlastensanierung, 969-970; Kluwer, Academic Publishers, Printed in the Netherlands
9. Metz, R., u. Kolbe I (1998): Meliorative und chemische Bodenverbesserung belasteter Rieselflächen durch kontrollierten Eintrag von sorptionsstarkem Bodenmaterial; Bodenbiologie und Bodengenese, 26, TU Berlin, Tagungsband, 40