Chemische und biologische Aspekte der Schadstoff-immobilisierung mit Bodenaushub auf ehemaligen Rieselfeldern in Berlin

Metz, R.[1]; H. Böken[1]; S. Pieper[2] und C. Hoffmann[2]

1. Problemstellung und Ausgangsbedingungen

Großflächig, flachgründig schadstoffbelastete Standorte können durch Einträge von Abwasser, Abprodukten, Industrie- oder Verkehrsemissionen entstehen. Derartige Böden sind mit den heute bekannten Möglichkeiten nicht oder nur unvollständig zu sanieren. Die Nutzung im Non-Food-Bereich wird empfohlen und auch Umwidmungen sind Wege zur Gefahrenabwehr (METZ et al. 2000.1 & 2000.2).

Auf flachgründig belasteten Flächen, wie den Berliner Rieselfeldern, sind erhebliche Überschreitungen der Schadenswerte für Schwermetalle, Sulfat und Nitrat festzustellen (SCHLENTHER et al 1996, HOFFMANN et al. 1998). Nach der ackerbaulichen Flächenstillegung und forstlicher Umwidmung treten Bodenversauerungen durch einsetzende Mineralisierung der verrieselungsbedingt, standortuntypischen zwei- bis dreifach überhöhten Gehalte an organischer Bodensubstanz auf. Damit einher gehen die Freisetzung der Schwermetalle und ihre Verlagerung in das Grundwasser (HOFFMANN et al. 1998)

2. Methodisches Vorgehen

Das sandige und tonarme Material der sickerwasserbestimmten Rieselfeldböden kann durch die Einbringung von unbelastetem Geschiebelehm und -mergel, wie er auf Berliner Baustellen in großen Mengen anfällt, in seiner Sorptionskraft und seinem Wasserhaushalt deutlich verbessert werden (HOFFMANN et al. 1999 & 2000, METZ et al. 1999, BÖKEN et al. 2000). Typisch für die Rieselfelder sind Regosole oder Braunerden die eine saure Bodenreaktion aufweisen. Auf einer 20 ha großen planierten ehemaligen Rieselfeldfläche wurde unbelasteter Bauaushub in einer Schichtdicke von 30 cm aufgetragen und mit einer Spezialfräse zwischen 60 und 80 cm tief eingefräst. Dadurch wurde eine Mischung von Rieselfeldboden: Mergel von 1:1 hergestellt. Seit über zwei Jahren werden physikalische, chemische und biologische Bodenveränderungen erfasst, um die Auswirkungen des meliorativen Eingriffes zu verfolgen und zu dokumentieren (HOFFMANN et al. 1998, 1999, 2000)

3. Bodenchemische Veränderungen

Bereits im ersten Jahr nach dem Einfräsen war der pH-Wert von 4,5 auf 7,0 angestiegen. Das eingebrachte Material hatte einen pH-Wert von über 8. Der Humusgehalt war von 3 auf 2 % gesunken. Durch den Verdünnungseffekt war der Schwermetallgesamtgehalt (KW-Aufschluss) um 27 % (Zn) bzw. 34 % (Cu) gesunken.

Wesentlich wirksamer war der Anstieg der Sorptionsleistung für Schwermetalle. Die mobilen Anteile gingen zwischen 20% (Cu) und 97% (Zn) zurück. Die geringere Wirkung beim Element Kupfer lässt sich durch die pH-Werterhöhung und den Rückgang des Sorptionsträgers Humus

[1] Institut für Pflanzenbauwissenschaften der Humboldt-Universität zu Berlin, Dorfstr.9, 13051 Berlin
[2] Techn. Universität Berlin, FG Bodenkunde, Salzufer 12, 10587 Berlin

Tab. 1: Veränderung der Schwermetallgehalte (SM-Gehalte) [mg/kg] in einem Rieselfeldboden durch Mischung mit lehmhaltigem Erdaushub (1999)

	SM-Gesamtgehalte			Mobile SM-Gehalte (NH_4NO_3)		
	Cd	**Cd**	**Cu**	**Zn**	**Cu**	**Zn**
Lehm	0,09	<0,01	0,03	0,01	7,60	46,25
Rieselfeld	4,25	0,12	0,45	9,33	54,75	224,25
Mischung 1:1	3,03	0,02	0,36	0,24	36,00	164,5
Rückgang %	**29%**	**83%**	**20%**	**97%**	**34%**	**27%**

erklären, gleichzeitig kann sich die Mobilität des Kupfers durch die Bildung von Cu-organischen Komplexen bei hohen pH-Werten verstärken.

4. Boden- Pflanzentransfer

Durch die Veränderung der Schwermetallverfügbarkeit konnte ein deutlicher Rückgang des Schadstofftransfers in die Pflanze (geprüft bei Sinapis alba) ermittelt werden. Die geringste Wirkung war erwartungsgemäß beim Element Kupfer und die höchste bei Zink zu registrieren.

Tab. 2: Veränderung der Schwermetallaufnahme [mg/kg TM] im Senfspross auf einem Rieselfeldboden durch Mischung mit lehmhaltigem (1999)

	SM-Pflanzengehalte (Sinapis alba)		
	Cd	**Cu**	**Zn**
Lehm	0,14	3,72	53,41
Rieselfeld	7,04	11,46	927,39
Mischung 1:1	3,13	7,05	196,56
Rückgang %	**56%**	**39%**	**79%**

Ähnlich gute Ergebnisse waren bei den Wildpflanzen Wegrauke, geruchlose Kamille sowie bei der Quecke zu verzeichnen. Damit wird auch der Transfer zu den Wildtieren herabgesetzt.

5. Bodenbiologische Parameter

Die wichtigste Grundlage für das Bodenleben ist die Versorgung mit organischer Substanz. Über die Prüfparameter CO_2-Atmung und Zelluloseabbau wird entlang eines Transektes von 180 Metern die große Heterogenität der Untersuchungsfläche dargestellt.

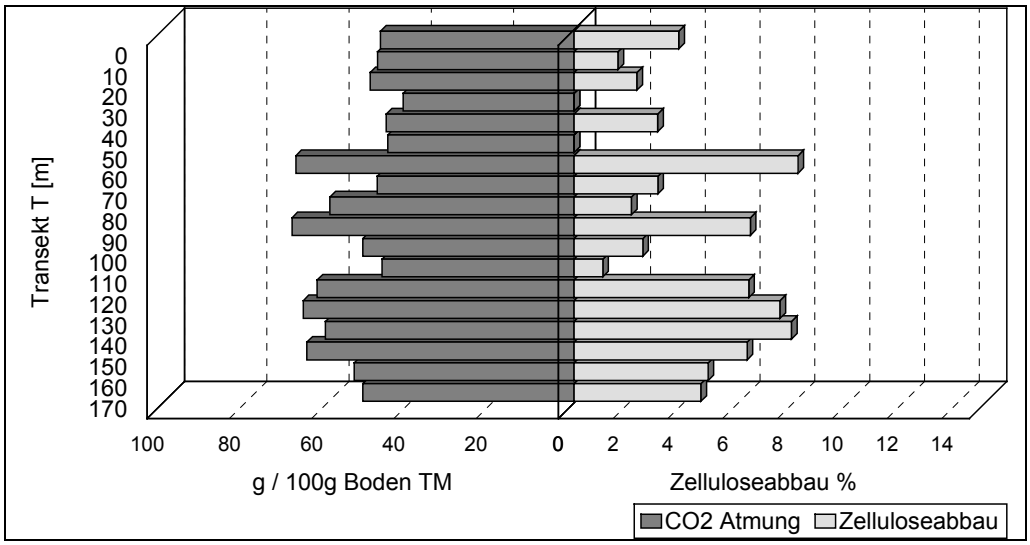

Abb. 1: Bodenatmung und Zellulosezersetzung entlang des Transektes "T", Messung September 2000

Bei einer Ordnung der Humusgehalte ergibt sich der bekannte Bezug zur CO_2-Atmung in Abhängigkeit vom Nahrungsangebot für das Bodenleben.

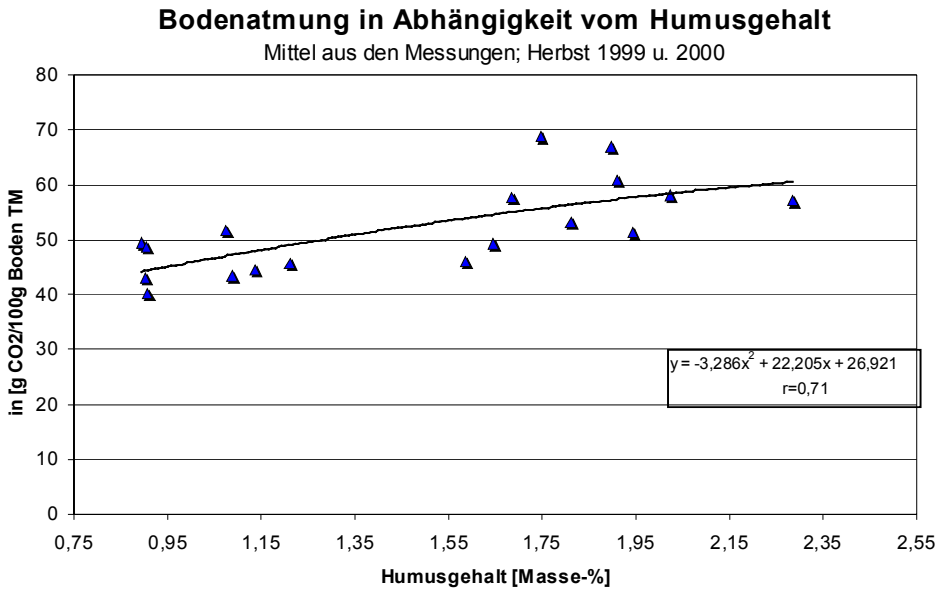

Abb. 2: Bodenatmung in Abhängigkeit vom Humusgehalt,
Mittel aus den Messungen im Herbst 1999 und 2000

Die biologische Aktivität spiegelt sich auch in der Verbesserung der Krümelstabilität wider, wobei auch der Lehmeintrag einen Anteil an der Verkittung des sandigen Substrates einbringt. Auch bei der Mesofauna werden schon im zweiten Jahr nach dem Lehmeintrag hohe Besiedelungsdichten nachgewiesen, wobei die bedeutende Zunahme im Frühjahr 2000 sicher auf die dann günstigeren Feuchtebedingungen zurückzuführen ist. Die nachgewiesenen Individuenzahlen erreichen die Höhe von unbelastetem Acker- oder Grünland.

Tab. 2: Besiedlungsdichten der untersuchten Großgruppen

	Milben (o. Hornmilben)	**Collembolen**	**Hornmilben**	**and. Gruppen**
Herbst 1999 Individuen / m²	70.000	22.000	1.600	2.200
Frühjahr 2000 Individuen / m²	184.000	110.000	6.700	2.600

6. Schlussfolgerungen

- Schadstoffbelastete Standorte können eine Gefahr für die Transferpfade vom Boden zum Grundwasser bzw. zu -Pflanze, -Tier und –Mensch darstellen.
- Großflächig kontaminierte Böden sind mit den bisher bekannten Methoden ökologisch und ökonomisch vertretbar nicht zu sanieren.
- Auf flachgründig belasteten Rieselfeld- und Klärschlammflächen hat sich das kontrollierte Einmischen von schadstofffreiem Lehm- und Mergel-Bauaushub bewährt.
- Es treten ein nachhaltiger Verdünnungseffekt von 30-40% und eine Verringerung der Mobilität von 20 % (Cu) bis 97 % (Zn) auf.
- Der Boden-Pflanzetransfer (Sinapis alba) verringert sich um 39 % (Cu) bis 79 % (Zn).
- Die biologische Aktivität hat sich -ein Jahr nach dem Lehmeintrag- auf standorttypische Werte von unbelastetem Grünland bzw. Ackerland entwickelt.

Literatur

HOFFMANN, C., B. MARSCHNER & M. RENGER (1998): Influence of DOM-quality, DOM-quantity and water regime on the transport of selected heavy metals. Phys. Chem. Earth 23(2): 205-209.

SCHLENTHER, L., B. MARSCHNER, C. HOFFMANN & M. RENGER (1996): Ursachen mangelnder Anwuchserfolge bei der Aufforstung der Rieselfelder in Berlin-Buch. Verh. Ges. Ökol. 25: 349-359.

METZ, R., H. BÖKEN, C. HOFFMANN (2000.1): Boden - Pflanzentransfer und Ertragsbeeinflussung durch Schadstoffe auf Klärschlammeinsatzflächen. Veröff. Inst. f. Kulturtech. Siedlungswawi. Uni Rostock. Tagungsband zur 3. Rostocker Abwassertagung 18.-19.09.00: Abwasser- und Schlammentsorgung – Standards und neue Trends.

METZ, R., H. BÖKEN, C. HOFFMANN (1999): Verwendung von unbelastetem Bodenaushub zur Sicherung großflächig, schadstoffkontaminierter Flächen. Beiträge der 19. Arbeitstagung Mengen- und Spurenelemente, Jena 3.-4.12.1999, Verl. H. Schubert Leipzig, S. 541-546.

METZ, R., H. BÖKEN, C. HOFFMANN (2000.2): Schwermetalle in der Nahrungskette, im Pfad Boden-Pflanze-Tier-Mensch.

HOFFMANN, C., R. METZ, O. ZEUSCHNER, A. JÄNICKE & M. RENGER (1999.4): Verwendung von Bodenaushub zur Sicherung schwermetallbelasteter großflächiger Altlastenstandorte. Mitt. Dtsch. Bodenkdl. Ges. 91(3): 1225-1228.

HOFFMANN, C., H. BÖKEN, R. METZ & M. RENGER (2000): Schadstoffimmobilisierung mit Bodenaushub auf schwermetall-belasteten ehemaligen Rieselfeldern in Berlin. Mitt. Dtsch. Bodenkdl. Ges. 93:

BÖKEN, H.; R. METZ & C. HOFFMANN (2000): Using excavated Material for the Remediation of Sewage Farm Land in Berlin and Brandenburg. Proceedings of the EPA: Phytoremediation – State of the Science Conference, 01.-02.05.00 Boston, Massachusetts USA

HOFFMANN, C., R. METZ, G. GINZEL & M. RENGER (1998): Schadstoffimmobilisation auf den Forstflächen Buch. Abschlußbericht Projektphase 1, im Auftrag der Berliner Forsten. 78 S.

HOFFMANN, C., S. PIEPER, R. METZ, H. BÖKEN & G. WESSOLEK (2000): Schadstoffimmobilisation auf den Forstflächen Buch. Ergänzender Bericht zu den bodenbiologischen und –zoologischen Untersuchungen der Projektphase 2, im Auftrag der Berliner Forsten. 50 S.

HOFFMANN, C., S. PIEPER, R. METZ, H. BÖKEN, G. GINZEL & M. RENGER (1999): Schadstoffimmobilisation auf den Forstflächen Buch. Abschlußbericht Projektphase 2, im Auftrag der Berliner Forsten. 49 S.