

in Zusammenarbeit mit der



**Humboldt-Universität zu Berlin**

und dem

**Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei**  
im Forschungsverbund Berlin e.V.



**Kurzfassung des Abschlußberichtes für das Forschungsvorhaben**

# **Schadstoffimmobilisation auf den Forstflächen Buch**

**Projektleitung:** Prof. Dr. Manfred Renger<sup>1</sup>  
Dipl. Ing. Christian Hoffmann<sup>1</sup>

**Bearbeitung:** Dipl. Ing. Christian Hoffmann<sup>1</sup>  
Prof. Dr. Reinhart Metz<sup>2</sup>  
Dr. Gerhard Ginzel<sup>3</sup>

**unter Mitarbeit von:**

B.Sc. agric. Emma Kofua Baiden<sup>1</sup>  
Dipl. Ing. Holger Boeken<sup>2</sup>  
Dipl. Chem. Jana Dorn<sup>2</sup>  
Dr. Gerhard Einhorn<sup>2</sup>  
Dipl. Ing. Michael Facklam<sup>1</sup>  
cand. Ing. Paul Foellbach<sup>1</sup>  
Dr. Ekkehard Holzbecher<sup>3</sup>  
Dr. Wilfried Hübner<sup>2</sup>  
cand. Ing. agr. Ines Kolbe<sup>2</sup>

cand. Ing. Cordula Negelein<sup>1</sup>  
Chem. Ing. Sibylle Nöther<sup>2</sup>  
Dr. Gunnar Nützmann<sup>3</sup>  
Dipl. Ing. agr. Inge Regenber<sup>2</sup>  
cand. Ing. Henning Schäfer<sup>1</sup>  
Dr. Hubertus Scholz<sup>3</sup>  
Dr. Heinz Stoffregen<sup>1</sup>  
cand. Ing. Karsten Täumer<sup>1</sup>

<sup>1</sup> TU-Berlin

<sup>2</sup> HU-Berlin

<sup>3</sup> IGB-Berlin

**Im Auftrag des Landes Berlin, vertreten durch die Berliner Forsten  
Berlin, Dezember 1998 (Ergänzungen im Mai 1999)**

Mai 1999

## 1. Aufgabenstellung / Hintergrund

Ehemalige Rieselfelder um Berlin stellen großflächige Altlastenstandorte dar. Die Brandenburger Flächen sind gemäß Landesabfallgesetz (§ 29.4) als Altlastenstandort anerkannt. Bei einer Orientierung an der Berliner Liste (SENSUT 1996) geht von den Rieselfeldböden unter anderem eine Gefährdung der Schutzgüter Mensch und Grundwasser aus. Seit Mitte der 70iger Jahre sind diese Bodenbelastungen im Bereich Berlin-Buch bekannt. Im Rahmen der Bestandsaufnahme zum Berliner Altlastenkataster wurden von METZ et al. (1991) die Untersuchungsergebnisse der vorangegangenen Jahre zusammengefaßt und ergänzt. Im Zuge der Wiedervereinigung wurden die Flächen der Bucher Rieselfelder den Berliner Forsten zugeschlagen und seitdem von Ihnen verwaltet und bewirtschaftet. Im Rahmen eines weitergehenden Untersuchungsprogrammes wurde im Zeitraum 1991-92 eine umfassende Bestandsaufnahme für ein Sanierungs- und Gestaltungskonzept der Flächen erarbeitet (AUHAGEN et al. 1994). In den folgenden Jahren konnten durch Monitoringprogramme der Berliner Forsten (HOFFMANN et al. 1994, HOFFMANN et al. 1995, HOFFMANN et al. 1996) sowie Forschungsprojekte der Technischen Universität Berlin (RENGER et al. 1995, RENGER et al. 1998) und des BMBF (KIRCHNER & BAUER 1994, RENGER et al. 1997) weitere Erkenntnisse zur Rieselfeldproblematik gesammelt werden.

Für Cadmium, Blei, Kupfer, Zink, Sulfat und Nitrat konnten z.B. in mehrjährigen Untersuchungen kontinuierliche Überschreitungen der Schadenswerte im oberflächennahen Grundwasser (Kapillarsaum) festgestellt werden. Es wurden erhebliche, großflächige Bodenversauerungen festgestellt - innerhalb von 10 Jahren sank der pH-Wert von 7,5 auf 5,5. Eine entscheidende Ursache für diese Versauerung ist die Mineralisation von organischem Material (Humus & Klärschlamm) nach dem Ende der Verrieselung. Die pH-Absenkung hat zu einer massiven Verlagerung von Schwermetallen in den ersten Grundwasserleiter geführt. Aufgrund von fehlenden langfristig stabilen Sorptionsträgern (Tonminerale) im Unterboden findet nur eine unbedeutende Bindung an Oxide in tieferen Schichten statt.

Erkenntnisse zum Umfang der Verlagerung von organischen Schadstoffen ins Grundwasser liegen bisher noch nicht vor.

Um zu einer Sicherung dieser Flächen beizutragen, wurde die Idee entwickelt, lehmiges bzw. toniges, kalkhaltiges Substrat (Geschiebemergel), welches im Rahmen von Baumaßnahmen für die Verlängerung der U-Bahnlinie 2 nach Pankow anfällt, zu nutzen. Dieses Verfahren wird im folgenden kurz mit Überlehmung bezeichnet. Durch geeignete Einarbeitungstechniken sollte das Bodenmaterial zu einer Verbesserung des Schadstoffbindungsvermögens, des Wasserhaushaltes sowie der Bodenstruktur beitragen. Durch die Maßnahmen sollen die folgenden Ziele erreicht werden:

- Bildung von stabileren Bindungsformen der Schwermetalle im Boden und Reduzierung der Schwermetallauswaschung.
- Niedrigere Schadstoffkonzentrationen in der Bodenlösung führen zu einer Verringerung des ökotoxikologischen Potentials und einer Minderung von schädlichen Auswirkungen auf Pflanzen, deren Wurzeln und Mikroorganismen. Bei einem weiteren Ansteigen der Schadstoffkonzentrationen in der Bodenlösung bei sinkenden pH-Werten ist eine Schädigung der Bestände nicht auszuschließen. Schon jetzt werden Aluminiumkonzentrationen von bis zu 100 mg/l in der Bodenlösung gemessen. Bei Konzentrationen über 20 mg/l sind toxische Wirkungen auf das Wurzelsystem von Waldbäumen nachgewiesen.
- Die Überlehmung führt einerseits zu einer Düngung der Baumbestände und trägt andererseits zur langfristigen Erhöhung der Nährstoffspeicherfähigkeit bei.
- Der erhöhte Tongehalt verbessert die Wasserspeicherkapazität der sandigen Böden und führt damit zu besseren Erfolgen bei der Aufforstung, da Wasser auf diesen Standorten den limitierenden Faktor für das Pflanzenwachstum darstellt.

Mai 1999

- Die schnelle Begründung gesunder Waldbestände führt zu einer über die Reduzierung der Grundwasserneubildung, zum anderen über die Aufnahme mobiler Schwermetalle aus der Bodenlösung zu einer effektiven Verlangsamung der Schadstoffverlagerung.

Da es sich bei dem Projekt um einen bisher einmaligen Versuch handelt, in dieser Größenordnung unbelasteten Bodenaushub zur Reduzierung von Schadstoffausträgern in das oberflächennahe Grundwasser zu nutzen, sollte das Pilotvorhaben wissenschaftlich begleitet werden.

Im Rahmen des Forschungsprojektes sollen vorrangig die folgenden Fragestellungen beantwortet werden:

- Stellt die Überlehmung eine sinnvolle Möglichkeit der Sicherung schwermetallbelasteter Rieselfeldflächen dar?
- Führt die Überlehmung zur Stabilisierung der Schwermetallbindungsformen (Verringerung der mobilen Anteile)?
- Ist die Überlehmung bzw. seine Einarbeitung mit negativen Auswirkungen wie z. B. Humusabbau, Bodenverdichtung, Vegetationsänderungen oder -schäden verbunden?
- Welche Prognosen lassen sich langfristig zum Einfluß auf das Sicker-, Grund- und Oberflächenwasser treffen?
- Ist die Überlehmung eine sinnvolle, in ihren Vor- und unter Umständen auch Nachteilen, überschaubare Maßnahme, welche sich auf andere, vergleichbare Standorte übertragen läßt?

## 2. Untersuchungsansatz / methodisches Vorgehen

Zur Vorbereitung der Geländeuntersuchung wurde das vorliegende Kartenmaterial, alte Fließwegepläne sowie die aktuellen Luftbilder ausgewertet. Aufgrund der durch die TU-Berlin in den letzten Jahren durchgeführten Untersuchungen (SCHLENTHER et al. 1992, HOFFMANN et al. 1994, 1995, 1996, RENGER et al. 1996 & 1998) können bestimmte Annahmen bei der Planung der Untersuchungen berücksichtigt werden:

- alte Rieselfeldstrukturen lassen sich auf Luftbildern anhand der Vegetation identifizieren. Die Bäume zeichnen dabei das Bild der ehemaligen Dämme nach, weil in diesen Bereichen ein höherer Humusgehalt zu finden ist und dadurch eine bessere Wasserversorgung gewährleistet wird.
- ehemalige Einlaßbereiche einer Rieselgalerie sind höher belastet als die anderen Becken. Besonders hohe Schadstoffbelastungen finden sich in den Bereichen, aus denen der Klärschlamm mit dem Ende der Verrieselung nicht entfernt wurde.
- Humusgehalte und Schadstoffe weisen eine signifikante, positive Korrelation auf, d.h. bei hohen Humusgehalten finden sich mit großer Wahrscheinlichkeit auch hohe Schadstoffgehalte.
- mit Transektuntersuchungen lassen sich im Vergleich zu Rasterbeprobungen erheblich günstiger und schneller Informationen zur Belastung von Rieselfeldflächen treffen.

Basierend auf diesen Grundlagen wurden die Verläufe der Transekte so gelegt, daß sie möglichst viele rieselfeld-charakteristische Strukturen schneiden um Informationen zur Belastung der unterschiedlichen Teilelemente der Untersuchungsfläche zu gewinnen (Einleiterbereiche, Dämme, mittlere Becken, Endbereiche).

Bei der Auswahl der Beprobungspunkte für das oberflächennahe Grundwasser (Kapillarsaum) wurde versucht, höher und geringer belastete Bereiche zu erfassen. Der Vorteil der Beprobung des Kapillarsaums liegt darin, daß die konkreten Stoffkonzentrationen ermittelt werden können, welche gerade in den Grundwasserleiter eintreten, ohne schon mit ihm vermischt zu sein. Dadurch können präzisere Aussagen getroffen werden, ohne das eine äußerst kosten- und zeitaufwendige Beprobung des Bodenwassers mit Saugkerzen vorgenommen werden müßte.

Mai 1999

Die vier neuen Grundwasserpegel sollten so angelegt werden, daß sie zum einen einen Schnitt in Fließrichtung durch den Grundwasserleiter ermöglichen und zum anderen möglichst unterschiedliche Belastungsbereiche abgedeckt werden. Weiterhin sollten die vorhandenen Grundwasserpegel im Bereich des Untersuchungsgebietes mit in die Untersuchungen einbezogen werden.

Da es abzusehen war, daß die Überlehmung und Einarbeitung ein längerrfristiger Vorgang ist, daß zum Ende des Projektes noch keine Geländeergebnisse zum Erfolg der Arbeiten vorliegen konnten, wurde seitens der Humboldt-Universität eine Freilandversuchsfläche mit Mergel in Malchow angelegt, auf der verschiedene Pflanzversuche durchgeführt wurden. Weiterhin wurden Gefäßversuche zur Immobilisation von Schwermetallen durchgeführt und der Boden-Pflanze-Transfer untersucht.

Eine Untersuchung der Auswirkungen der Überlehmung auf das Verhalten von organischen Schadstoffen im Boden konnte aus finanziellen Gründen nicht durchgeführt werden. Aufgrund der Erkenntnisse früherer Arbeiten (AUHAGEN et al. 1992) kann jedoch davon ausgegangen werden, daß sich in Bereichen mit hohen Schwermetallkonzentrationen auch hohe Organikakonzentrationen finden. Die Auswirkungen der Überlehmung in bezug auf ihr zukünftiges Abbauverhalten kann nicht getroffen werden. Es scheint unwahrscheinlich, daß die Überlehmung zu einer Mobilisation der sehr stark festgelegten organischen Schadstoffe beiträgt.

### 3. Ergebnisse der Untersuchungen

Die Mischung von Lehm und Rieselfeldboden im Gefäßvorversuch zeigt die Möglichkeiten und Grenzen der Schwermetallimmobilisierung bei geprüften Verhältnissen auf. Der Lehm mit  $\approx 30\%$  Ton- und Schluffanteil gehört zu den lehmhaltigeren Partien des angelieferten Aushubmaterials, der Rieselfeldboden entspricht in seiner Zusammensetzung und Schwermetallbelastung einem häufig auftretenden Substrat in der sehr heterogenen Bodendecke.

**Tab. 1:** Schwermetallgesamtgehalt im Bauaushub (Lehm) und Rieselfeldboden sowie deren Mischungen

<b>Boden / Mischung</b>	Cd <sub>Ges.</sub>	Cu <sub>Ges.</sub>	Zn <sub>Ges.</sub>	Pb <sub>Ges.</sub>	Cr <sub>Ges.</sub>	Ni <sub>Ges.</sub>
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
<b>Lehm (L)</b>	<0,5	11	26	14	15	8
<b>Rieselfeldboden (R)</b>	3,3	47	190	64	105	11
<b>L : R = 1 : 1</b>	2,4	35	131	46	76	11
<b>L : R = 1 : 2</b>	3,0	40	162	58	95	10
<b>L : R = 1 : 3</b>	3,1	40	163	56	93	11
Vorsorgewerte nach BBodSchG						
für Bodenart Sand	0,4	20	60	40	30	15
für Bodenart Lehm	1,0	40	150	70	60	50

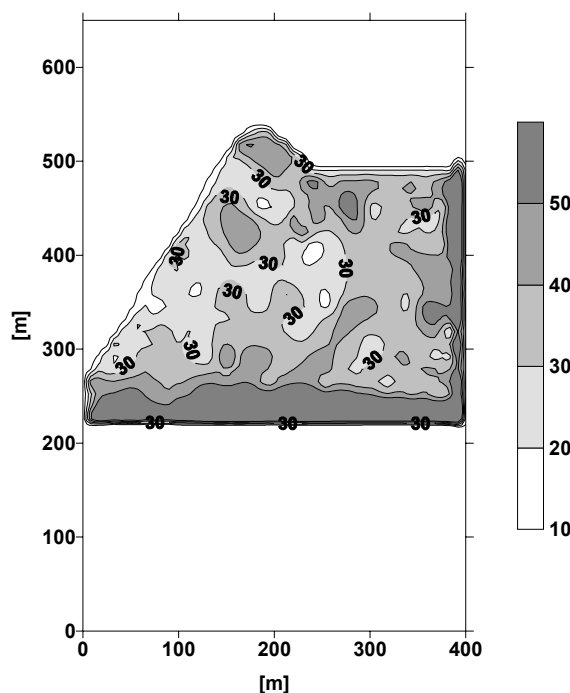
Die Schwermetallgesamtgehalte im Boden wurden durch das Mischen im Verhältnis 1:1 nachvollziehbar in der Konzentration verringert, bei weiterer Erhöhung des Lehmantils war der Effekt nicht mehr eindeutig nachzuvollziehen. Die hohe Mobilität und Pflanzenverfügbarkeit von Zn im Rieselfeldboden konnte durch die Mischung mit Lehm deutlich gesenkt werden. In Vegetationsversuchen mit Senf wurde die Nachwirkung des Nährstoffpotentials der Rieselfelder und die positive Wirkung zusätzlicher organischer Düngerezsätze nachgewiesen. Ungeklärt ist die negative Ertragswirkung höherer Rieselfeldbodenanteile in der Mischung im Vergleich zum reinen Rieselfeldboden. Niedrige Cu-Sproßgehalte deuten auf physiologische Störungen im Wurzelbereich hin. Untersuchungen zur biologischen Aktivität bestätigen die erwarteten Wirkungen durch das Mischen, die sich bei einsetzender Vegetation rasch wieder angleichen werden.

Mai 1999

**Tab. 2:** Gesamtgehalte an Schwermetallen im Bauaushub (Lehm) und Rieselfeldboden sowie deren Mischungen (mit Gülle-/Strohzusatz als Dünger) und Schwermetallgehalt im Senfsproß auf diesen Böden

	Schwermetallgesamtgehalt im Boden [mg/kg TS]						Schwermetallgehalte im Senfsproß [mg/kg TS]					
	Cd	Cu	Zn	Ni	Pb	Cr	Cd	Cu	Zn	Ni	Pb	Cr
Lehm (L)	0,4	13	23	9	13	11	0,2	6,5	110	<2	0,4	<3
Rieself. (R)	3,3	58	192	11	73	118	3,1	10,8	399	4	0,9	<3
L : R = 1 : 1	1,9	30	138	11	44	82	1,4	9,8	138	<2	0,8	<3
L : R = 1 : 2	2,6	45	162	10	61	88	2,0	7,5	121	<2	0,7	<3

Seit April 1998 wurde Geschiebemergel aus dem Bauvorhaben U 2-Verlängerung in Pankow, später auch Geschiebemergel von anderen Baustellen auf der Versuchsfläche ausgebracht. Die Anlieferung erfolgte mit LKW's, welche direkt auf die Fläche fahren konnten. Das Material wurde dann mit einem Radlader verteilt und auf eine Schichtdicke von circa 35 cm Mächtigkeit ausgebracht. Abb. .1 zeigt die erreichten Mergelmächtigkeiten (Stand: 9.98), welche anhand der vom Revierförster Zeuschner erhobenen und zur Verfügung gestellten Daten graphisch umgesetzt wurden.



**Abb. 1:** Mächtigkeit des ausgebrachten Mergels auf der Untersuchungsfläche

Im Oktober 1998 wurde die erste Teilfläche erfolgreich gefräst. Nach der Überlehmung zeigte sich ein deutlicher Anstieg der pH-Werte um circa 2 Einheiten. Sie befinden sich jetzt in einem Bereich von 7,0 bis 7,8 und weisen damit optimale Bedingungen für eine Schwermetallfestlegung im Boden auf (Abb. 2). Da der Kalkgehalt des Mergels bei circa 12,5 % liegt, wurde bei einer durchschnittlichen Lagerungsdichte von 1,9 im Geschiebemergel und einer mittleren Schichtdicke von 35 cm eine Kalkmenge von etwa 83 kg/m<sup>2</sup> bzw. 830 to/ha. Diese Menge reicht aus, um eine langfristige Stabilisierung der pH-Werte zu bewirken.

Mai 1999

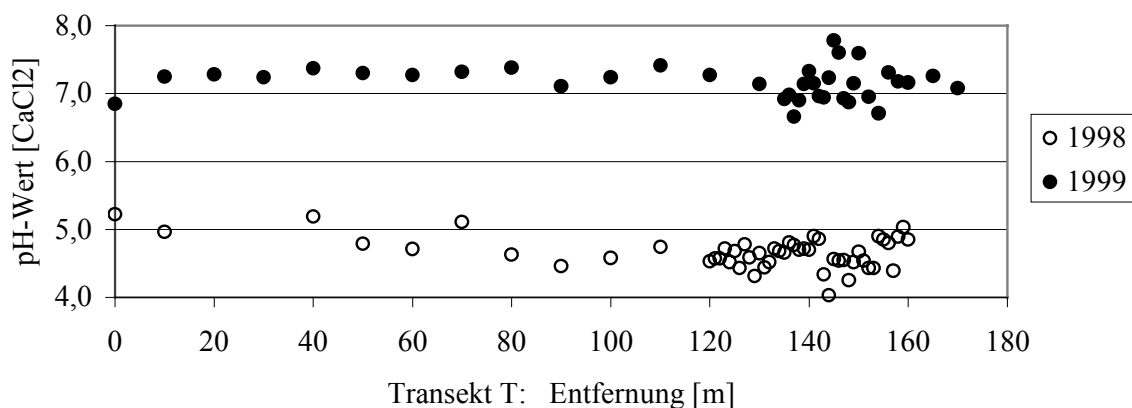


Abb. 2: pH-Werte in CaCl<sub>2</sub> auf dem Transekt T vor der Überlehmung (Sommer 1998) und nach der Überlehmung (Frühjahr 1999)

Die Humusgehalte wurden durch die Mischung mit Mergel reduziert. Sie betragen aber an den meisten Probenahmepunkten ungefähr 2 %, das entspricht Humusgehalten wie sie auf landwirtschaftlich genutzten Flächen gefunden werden (Abb 3).

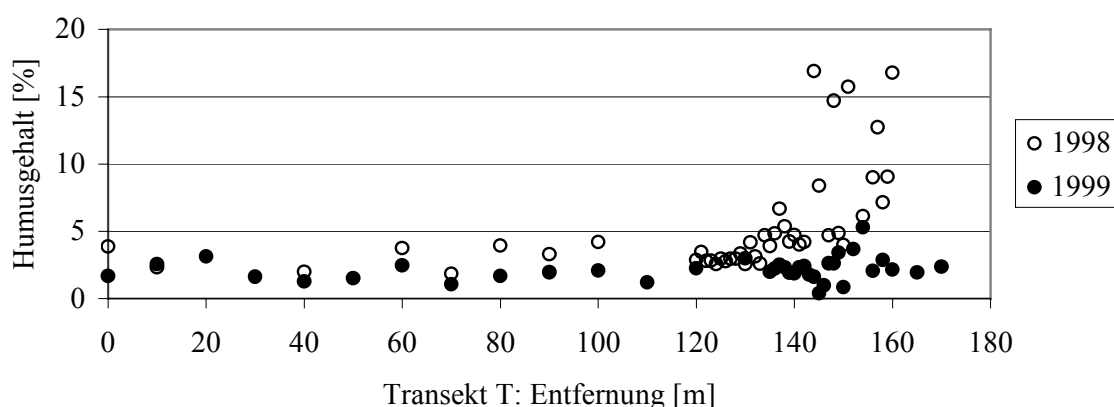


Abb. 3: Humusgehalt [%] auf dem Transekt T vor der Überlehmung (Sommer 1998) und nach der Überlehmung (Frühjahr 1999)

Durch die Vermischung des Rieselfeldbodens mit dem unbelasteten Bodensubstrat wurde eine nachweisbare Schadstoffimmobilisation erreicht. Die Elementkonzentrationen wurden um etwa 50 % reduziert (Abb. 4, Abb. 6, Abb. 8). Die mobilen Schwermetallanteile konnten durch die Überlehmung deutlich reduziert werden. Die mit Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> extrahierbaren Zinkanteile konnten von 30-400 mg/kg auf Werte zwischen 0,04-5,75 mg/kg reduziert werden. Die Cadmiumanteile sanken von 0,46-10,63 mg/kg im Jahr 1998 auf Werte zwischen 0,01 und 0,80 mg/kg im Frühjahr 1999 ab. Beim Kupfer war der Rückgang des mobilen Anteils am geringsten ausgeprägt. Die Konzentrationen lagen 1998 bei 0,09-3,75 mg/kg und wurden durch die Maßnahme auf Werte von 0,01-0,21 mg/kg reduziert. (Abb. 5, Abb. 7, Abb. 9). Blei konnte wie im Vorjahr nur in Spuren in der mobilen Phase nachgewiesen werden.

Mai 1999

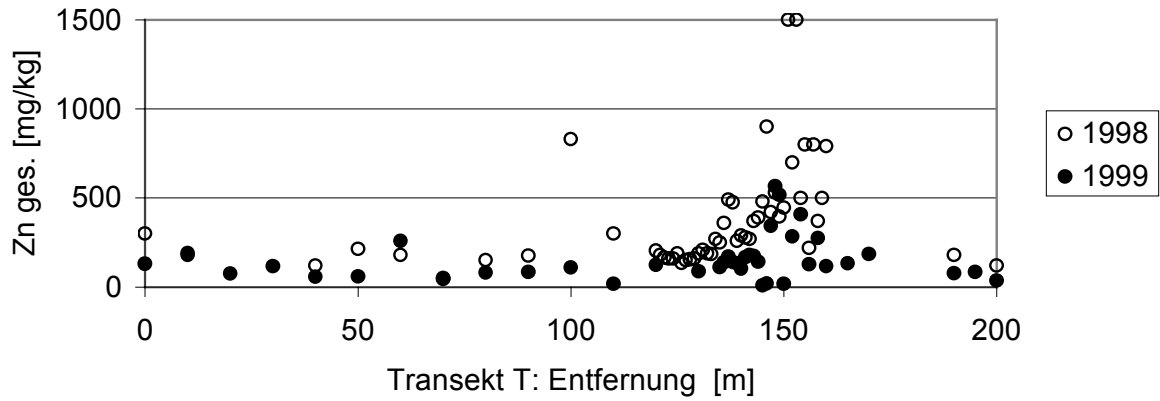


Abb. 4: Gesamt-Zink [mg/kg] auf dem Transekt T vor der Überlehmung (Sommer 1998) und nach der Überlehmung (Frühjahr 1999)

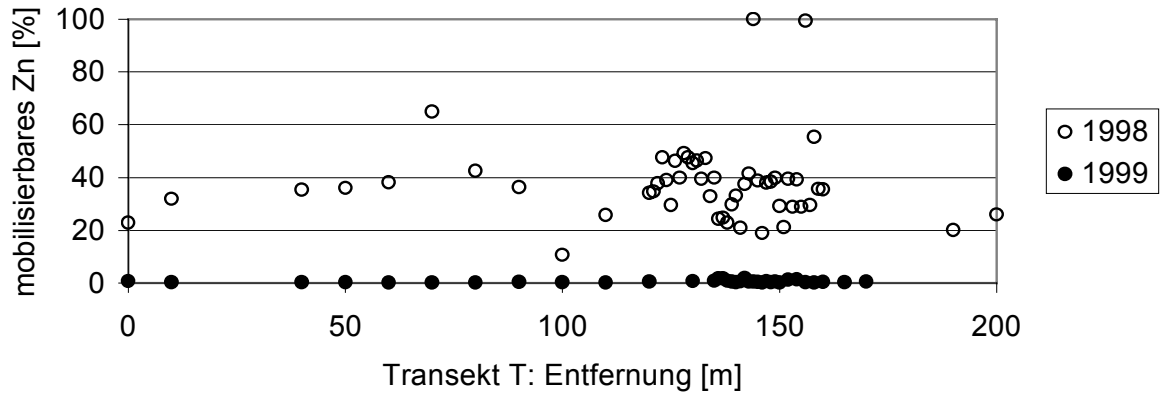


Abb. 5: Mobiler Anteil Zink [mg/kg] auf dem Transekt T vor der Überlehmung (Sommer 1998) und nach der Überlehmung (Frühjahr 1999)

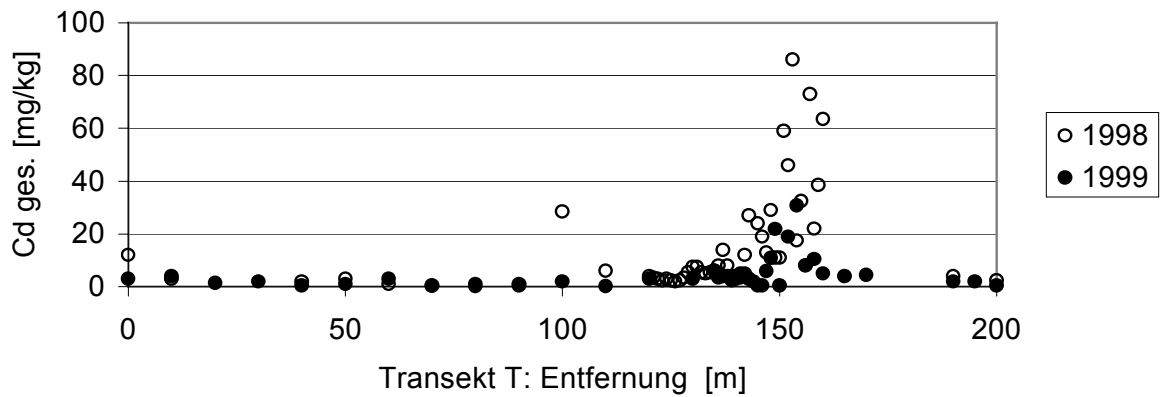


Abb. 6: Gesamt-Cadmium [mg/kg] auf dem Transekt T vor der Überlehmung (Sommer 1998) und nach der Überlehmung (Frühjahr 1999)

Mai 1999

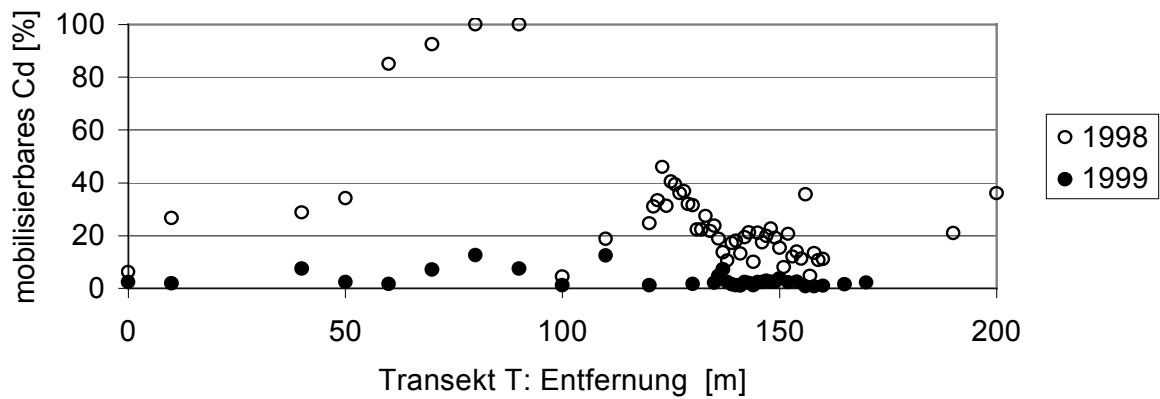


Abb. 7: Mobiler Anteil Cadmium [mg/kg] auf dem Transekt T vor der Überlehmung (Sommer 1998) und nach der Überlehmung (Frühjahr 1999)

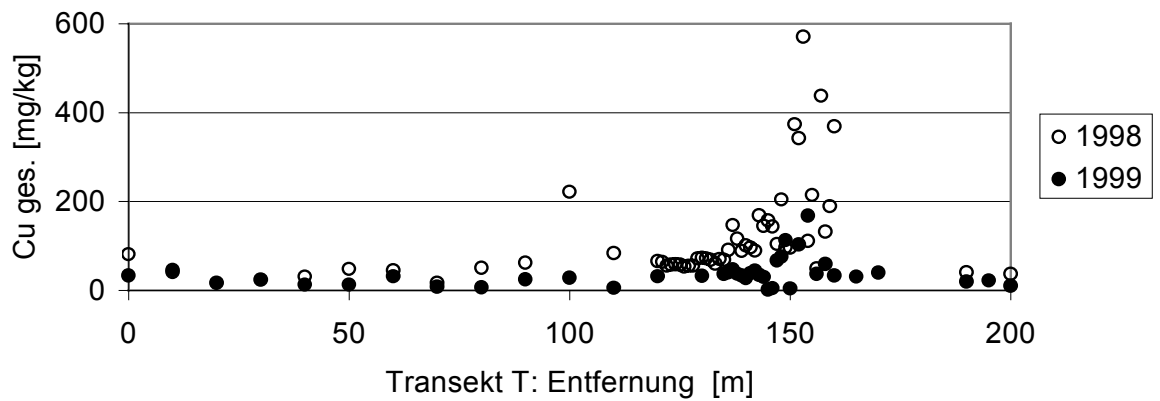


Abb. 8: Gesamt-Kupfer [mg/kg] auf dem Transekt T vor der Überlehmung (Sommer 1998) und nach der Überlehmung (Frühjahr 1999)

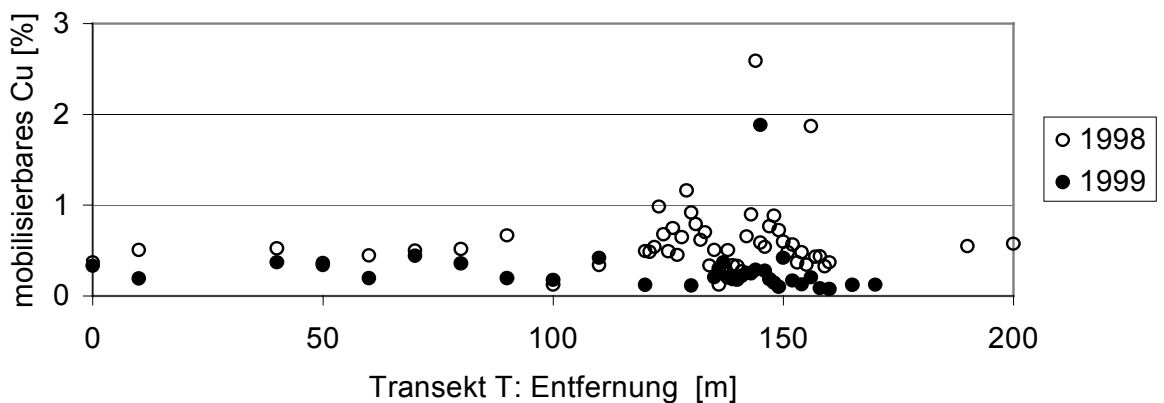


Abb. 9: Mobiler Anteil Kupfer [mg/kg] auf dem Transekt T vor der Überlehmung (Sommer 1998) und nach der Überlehmung (Frühjahr 1999)



Mai 1999

## 4. Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Kapitel sollen die einleitend formulierten Fragen aufgegriffen und anhand der Untersuchungsergebnisse beantwortet werden.

- **Stellt die Überlehmung eine sinnvolle Möglichkeit der Sicherung schwermetallbelasteter Rieselfeldflächen dar?**

Diese Frage kann vor dem Hintergrund der bisherigen Untersuchungen mit JA beantwortet werden. Die Mergelausbringung stellt eine technisch leicht zu realisierende, ökonomisch günstige Verfahrensweise zum Umgang mit hochbelasteten Altlastenstandorten dar. Die Weiterverwendung von unbelastetem Bodenaushub für Sicherungsmaßnahmen im näheren Umfeld des Herkunftsortes ist aus Sicht der Autoren die sinnvollste, ressourcenschonendste Einsatzmöglichkeit für diesen hochwertigen "Abfall"-Boden.

- **Führt die Überlehmung zur Stabilisierung der Schwermetallbindungsformen (Verringerung der mobilen Anteile)?**

Die Untersuchungen haben bestätigt, daß die dynamischen Prozesse auf den ehemaligen Rieselfeldflächen in Berlin-Buch in Abhängigkeit von der Belastungssituation, der Ah-Horizontmächtigkeit und dem pH-Wert, zu einem erheblichen Eintrag von Schwermetallen und Nährstoffen in den ersten Grundwasserleiter beitragen. Momentan fallen diese Schwermetalle aufgrund des hohen pH-Wertes im Grundwasserleiter aus. In den ersten Zentimetern bis zu einem halben Meter dieses Grundwasserleiters ist jedoch schon eine erhebliche Versauerung zu messen, welche zur Remobilisierung der abgelagerten Schwermetalle führt. Die Ergebnisse der Freiland- und Gefäßversuche der Humboldt-Universität zeigen deutlich, daß durch die Überlehmung in Rieselfeldböden eine erhebliche Verringerung der mobilen Schwermetallfraktionen innerhalb weniger Wochen zu erreichen ist. Die Transektuntersuchungen im Frühjahr 1999 bestätigen diese Ergebnisse. Die mobilen Anteile konnten durch die Überlehmung drastisch reduziert werden. Der pH-Wert stieg auf Werte um 7,5 an. Der Kalkanteil im Mergel (ca. 12 %) führt zu einer Ausbringung von ungefähr 830 to/ha Kalk ( $\text{CaCO}_3$  bzw.  $\text{MgCO}_3$ ). Diese Kalkmenge wird in den nächsten Jahrzehnten zu einer lang anhaltenden Sicherung der Flächen beitragen.

- **Ist die Überlehmung mit negativen Auswirkungen wie z. B. Humusabbau, Bodenverdichtung, Vegetationsänderungen verbunden?**

Die bisherige hohe Humusgehalt (bzw. Klärschlammgehalt) wurde durch die Mischungsmaßnahmen reduziert. Eine Abnahme dieser nicht standorttypischen Humusgehalte hätte in den nächsten Jahren zwangsläufig stattgefunden. Welche Humusgehalte sich in Zukunft einstellen werden, hängt entscheidend von der sich in Zukunft entwickelnden Vegetation ab.

Schädigende Bodenverdichtungen konnten bei den Untersuchungen nicht festgestellt werden. Die eingesetzte Bodenfräse führte sogar eher zu einer Bodenlockerung im Unterboden. Die Lagerungsdichten im Oberboden erhöhten sich durch die Überlehmung leicht. Das ist auf den Eintrag des dichten Mergelmaterials und eines gewissen Steinanteils im Mergel zurückzuführen. Die Keimversuche haben gezeigt, daß ein großes Spektrum an keimfähigem Samenpotential im Boden vorhanden ist. Es wurden 54 Arten nachgewiesen. Dabei handelt es sich um typische Ackerbegleitkräuter der Region. Arten der 'Roten Liste' konnten bei den Feldaufnahmen genauso wenig wie bei den Keimversuchen gefunden werden. Durch die teilweise bis zu sechs Monate andauernde Abdeckung der Vegetation mit Mergel führte zu einem großflächigen Ausfaulen der Queckenbestände, was unbedingt als positiv hervorgehoben werden muß. Für die seit dem Frühjahr 1999 aufkeimende Vegetation besteht nun nur noch geringe Konkurrenz, so daß sich eine artenreichere Flora ansiedelt, welche zur Aufwertung der Standortes aus ökologischer wie ästhetischer Sicht führt. Das Durchforsten der vorhandenen Rest-Pappelbestände und der Verbleib des anfallenden Totholzes auf der Fläche schafft neue bisher auf den Flächen nicht existente Habitate die zu einer Aufwertung des Standortes führen.

Mai 1999

Eine Untersuchung der Bodenfauna war nicht Bestandteil dieses Forschungsvorhabens, trotzdem möchten wir an dieser Stelle darauf hinweisen, daß bei mehreren Begehungen an sonnigen Tagen im Frühjahr 1999 eine große Anzahl von Spinnen und Laufkäfern auf den gefrästen Flächen angetroffen wurden. Da es sich bei diesen Tieren um Räuber handelt, kann davon ausgegangen werden, daß zumindest ein Teil der Bodenmesofauna, welche den Spinnen als Nahrungsgrundlage dient, das Fräsen überlebt hat. Die zu wallartigen Strukturen zusammengesetzten Altholzreste und Teile der Grasnabe stellen wichtige Inseln in der Fläche dar von denen aus eine Wiederbesiedlung stattfinden kann.

• **Welche Prognosen lassen sich langfristig zum Einfluß auf das Sicker-, Grund- und Oberflächenwasser treffen?**

Da frühestens in diesem Frühjahr mergelbeeinflusstes Sickerwasser den ersten Grundwasserleiter erreicht, können noch keine Aussagen getroffen werden, welche durch Meßergebnisse belegt sind. Die Untersuchungen der Festphase zeigen jedoch, daß der Austrag von Schwermetallen mit dem Sickerwasser deutlich zurück gehen wird. Da die Abflußspende der Lehmfläche am Gesamtabfluß des Lietzengrabens nur einen Anteil von etwa 2 % hat ist es unwahrscheinlich, daß Auswirkungen der Lehmausbringung im Wasser des Lietzengrabens nachzuweisen sind.

• **Ist die Überlehmung eine sinnvolle, in ihren Vor- und unter Umständen auch Nachteilen, überschaubare Maßnahme, welche sich auf andere, vergleichbare Standorte übertragen läßt?**

Die Bodenverwertung zur Sicherung von schwermetallbelasteten Flächen stellt eine sinnvolle, kostengünstige und umweltfreundliche Methode dar, um eine deutliche Reduzierung des Gefahrenpotentials der genannten Flächen mit überschaubaren, geringen Risiken zu erreichen. Sie läßt sich auf andere vergleichbare Standorte übertragen. Bei der Durchführung weiterer Überlehmungsmaßnahmen sollte darauf geachtet werden, daß möglichst geringe Wegstrecken zwischen öffentlichem Straßenland und Ausbringungsort zurückgelegt werden, um eine Störung der Fauna zu minimieren.

Aus Sicht der beteiligten Forschungseinrichtungen ergibt sich die Verantwortung und Notwendigkeit weiterer wissenschaftlicher Forschung zur Prüfung der Nachhaltigkeit der eingeleiteten Maßnahmen. Das bezieht sich insbesondere auf:

- Kontrolle der Effizienz der Maßnahme durch ein langfristiges, regelmäßiges Grundwasser- und Bodenmonitoring.
- Aussagen zu den Mischungsverhältnissen, die sich durch Heterogenität der Rieselfeldböden, des Bauaushubs und der Auftragsstärke des Lehmbodens in großer Wertespanne ergeben. (Ziel: Festlegen von Orientierungswerten für Bauaushub, Rieselfeldboden bzw. Auftragsstärken, um die Aufgabenstellung der Bodensicherung zu definieren.)
- Beobachten der Dynamik der pH-Werte nach der Bodenmischung in Bezug zur Verfügbarkeit von Phosphor, zur Mineralisierung der organischen Substanz und in Bezug auf die Fixierung bzw. Mobilität der Schwermetalle.
- Weitere Kontrolle der Bodenatmung und der Cellulosezersetzung als Maßstab der biologischen Aktivität im gemischten Substrat.
- Kontrolle der Lagerungsdichte, des Durchdringungswiderstandes, der Aggregatstabilität und der pneumatischen Leitfähigkeit in Zeitreihen, um die Entwicklung bodenphysikalischer Veränderungen zu verfolgen.
- Überwachung der Populationsentwicklung von Wildpflanzen und Bodenmesofauna auf den gefrästen Flächen zur Kontrolle des Ausbreitens bzw. Verdrängens bestimmter Arten.
- Einfluß der mineralischen bzw. organischen Düngung auf die Besiedlung des gemischten Bodens und die Entwicklung von Wild- und Kulturpflanzenbeständen.

Mai 1999

## 5. Quellenverzeichnis

- AUHAGEN, A., R. CORNELIUS, E. KILZ, S. KOHL, M. KRAUß, K. LAKENBERG, B. MARSCHNER, W. SCHILLING, H. SCHLOSSER & A. SCHMIDT (1994): Sanierungs- und Gestaltungskonzeption für die ehemaligen Rieselfelder im Bereich des Forstamtes Buch. Arbeitsmaterialien der Berliner Forsten 4: 1-237.
- HOFFMANN, C., C. BOWO & M. RENGER (1995) : Untersuchungsergebnisse der bodenökologischen Meßstation in Berlin-Buch 1994. Forschungsgutachten im Auftrag der Berliner Forsten. S. 36.
- HOFFMANN, C., C. BOWO & M. RENGER (1996) : Untersuchungsergebnisse der bodenökologischen Meßstation in Berlin-Buch 1995. Forschungsgutachten im Auftrag der Berliner Forsten. S. 44
- HOFFMANN, C., L. SCHLENTHER, C. BOWO & M. RENGER (1994): Untersuchungsergebnisse der bodenökologischen Meßstation in Berlin-Buch 1993. Forschungsgutachten im Auftrag der Berliner Forsten. S. 41.
- KIRCHNER, M. & H. BAUER [Hrsg.] (1995): Statusseminar Förderschwerpunkt Ökotoxikologie des BMBF 4.-5.10.1994 Neuherberg. 1-301.
- METZ, R., P. HEROLD, M. GRÜN & B. MACHELETT (1991): Schwermetallbelastung der Rieselfelder und Dokumentation zu den Dateien "sm-süd", "sm-nord1" und "sm-nord2". Abschlußbericht im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz. 1-25.
- RENGER, M., B. MARSCHNER, U. DÖRING & M. SARNES (1997): Bodenchemische und -biologische Einflußfaktoren der Mobilität und Verfügbarkeit von PAK und PCB im Boden. Abschlußbericht des TP A1 im Verbundvorhaben: Bodenökologische Untersuchungen zur Wirkung und Verteilung von organischen Stoffgruppen (PAK, PCB) in ballungsraumtypischen Ökosystemen. 1-95.
- RENGER, M.; M. JEKEL, G. KALNOWSKI, C. HOFFMANN, T. REEMTSMA, I. SAVRIC & C. KENTER (1998): Bindung, Mobilität, Transport und Wirkung organischer und anorganischer Schadstoffe sowie Abbau von Organika in Rieselfeldökosystemen. Abschlußbericht des IFP 7/21 der TU-Berlin. Förderungsphase 1.1.1994-31.12.1997). 214 S.
- RENGER, M.; M. JEKEL, W. DOTT, G. KALNOWSKI, C. HOFFMANN, C.; T. REEMTSMA & M. SZEBERENYI (1995): Bindung, Mobilität, Transport und Wirkung organischer und anorganischer Schadstoffe sowie Abbau von Organika in Rieselfeldökosystemen. Zwischenbericht des IFP 7/21 der TU-Berlin. Förderungsphase 1.1.1994-31.12.1995). 108 S.
- SCHLENTHER, L., T. EGGERT, C. HOFFMANN & M. RENGER (1992): Bodenökologische Untersuchungen auf den Rieselfeld Buch. Forschungsgutachten im Auftrag der Berliner Forsten. 215 S.
- SENSUT – SENATSVERWALTUNG FÜR STADTENTWICKLUNG, UMWELTSCHUTZ UND TECHNOLOGIE (1996): Bewertungskriterien für die Beurteilung kontaminierter Standorte in Berlin - Berliner Liste. Amtsblatt Berlin 46/15: 2464-2469.