

01.03.1 Blei im Boden / 01.03.2 Cadmium im Boden (Ausgabe 1992)

Problemstellung

Schwermetalle in der Umwelt

Schwermetalle sind natürliche Bestandteile von Böden. Die meisten Elemente sind an ungestörten Standorten des Berliner Raums nur in geringen, ökotoxikologisch unbedeutenden Konzentrationen vorhanden. Einige Schwermetalle sind als Spurennährstoffe wichtig für physiologische Prozesse in Pflanzen und Tieren.

Durch die Herstellung und Verwendung schwermetallhaltiger Stoffe und die Entsorgung der daraus resultierenden Abfälle werden Schwermetalle in Ökosysteme eingetragen. Böden werden dabei z.B. durch Stoffeinträge aus der Atmosphäre, aber auch durch die direkte Ablagerung von Schadstoffen belastet. Die Akkumulation von Schadstoffen wird auch durch die Fähigkeit von Böden unterstützt, diese z.B. an Tonmineralen oder organischer Substanz zu binden.

Blei und Cadmium sind in der Umwelt besonders weit verbreitet und zudem als besonders toxische Elemente anzusehen. Ihre Anreicherung in Böden hat vielfältige Auswirkungen auf deren Nutzbarkeit und Funktionen im Ökosystem.

Wirkungen von Cadmium

Cadmium ist ein besonders toxisches und im Boden leicht mobiles Schwermetall. Schon bei geringen Bodengehalten wird es an Standorten mit einem zu niedrigen pH-Wert oder Humusgehalt von den angebauten Kulturen aufgenommen. Dabei kann es zu Überschreitungen der Lebensmittelricht- bzw. Futtermittelgrenzwerte kommen.

Wirkungen von Blei

Blei ist im Boden weniger mobil und wird daher nur in Ausnahmefällen über die Pflanzenwurzel aufgenommen. Bei beiden Elementen können sich Pflanzenbelastungen durch die oberflächliche Verunreinigung der Pflanzen durch kontaminierten Boden ergeben. Schon bei geringen Bodengehalten kann das Wachstum von Pflanzen beeinträchtigt werden bzw. Schädigungen von Bodenorganismen auftreten.

Bei besonders hohen Blei- oder Cadmiumgehalten können sich z.B. auf Spielplätzen oder in Kleingärten für Kinder gesundheitliche Risiken durch orale Aufnahme ergeben. Übersteigt die Schwermetallbelastung das Bindungsvermögen des Bodens, so besteht die Gefahr, daß Schwermetallverbindungen mit dem Sickerwasser ins Grundwasser verlagert werden.

Die Belastung des Bodens mit Schwermetallen ist besonders problematisch, da diese im Boden nicht abgebaut werden. Daher können im Boden befindliche Schwermetalle nicht dauerhaft beseitigt, sondern allenfalls durch eine Umverteilung im Ökosystem lokal gemindert oder den Stoffkreisläufen durch Immobilisierung entzogen werden.

Datengrundlage

Zur Erstellung der Karten 01.03.1 und 01.03.2 wurden ca. 2 900 Meßpunkte aus **Meßprogrammen** ausgewertet, die mit dem Ziel der großflächigen Erfassung der Schwermetallbelastung bestimmter Flächennutzungen bzw. zur Charakterisierung der Belastung größerer Teile des Stadtgebiets und des angrenzenden Umlands durchgeführt worden sind.

Gutachten, die von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz bzw. von den bezirklichen Umweltämtern im Rahmen der Erstbewertung und Sanierungsvorbereitung von Altlasten für Einzelstandorte erstellt worden sind, wurden nicht berücksichtigt. Da in diesem Rahmen regelmäßig umfangreiche Schwermetalluntersuchungen durchgeführt werden, stellen die hier vorliegenden Karten nur einen Teil der bekannten Bodenverunreinigungen dar.

In der Karte werden Meßdaten, die in verschiedenen Zeiträumen für Flächen unterschiedlicher Nutzung im Stadtgebiet von Berlin und im angrenzenden Umland erhoben worden sind (vgl. Tab.1), nebeneinander ausgewiesen. Eine Zuordnung des zugrundeliegenden Untersuchungsprogramms bzw. des Beprobungszeitpunkts sowie der Untersuchungsmethodik ist auf der Karte nicht möglich. Die dargestellten Meßwerte sind ein Auszug aus der bei der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz, IIIA3 geführten **Schwermetalldatenbank**. In dieser Datenbank sind die vollständigen Informationen zu den dargestellten Meßpunkten abrufbar.

Tab.1: Beschreibung der Untersuchungsprogramme				
Quelle	Nutzung	Anzahl Meßpunkte	Meßzeitraum	dargestellter Bodenbereich, Aufschlußmethode
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz (SenStadtUm 1990, 1991) Biologische Bundesanstalt 1982	Kleingärten	2864	1979-1990	0-20 cm, 2 M HCL und Königswasser oberster Horizont, keine Angabe
	Hausgärten	114	1979-1988	
	Landwirtschaft	410	1986-1988	
	Gartenbau	17	1986-1988	
	Rieselfelder	38	1982	
	Grünflächen	47	1982	
	Sonstige	2	1989	
	Spielplätze	22	1990	
Landesforstamt 1989	Forsten	41	1989	oberster Horizont, 1,5 N HNO ₃
Humboldt-Universität zu Berlin (Metz & Herold 1991)	Landwirtschaft	16	1985	0-20 cm und 0-30 cm, 1,5 N HNO ₃
	Rieselfelder	855	1984-1987	
	Sonstige	2	1985	
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 1991	Kleingärten	6	1990	0-20 cm, HF/HClO ₄
	Hausgärten	4	1990	
	Forsten	9	1990	
	Grünflächen	26	1990	
	Sonstige	41	1990	
Institut für Ökologie der TU Berlin (Stahr 1986, Salt 1987)	Landwirtschaft	5	1985/1986	oberster Horizont, HF/HClO ₄
	Rieselfelder	7	1986/1988	
	Forsten	1	1986	
	Sonstige	3	1986	
Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung 1988	Landwirtschaft	7	1985/1989	oberster Horizont, HF/HClO ₄
	Rieselfelder	2	1985/1989	
	Forsten	39	1985/1989	
	Grünflächen	53	1985/1989	

Tab. 1: Beschreibung der Untersuchungsprogramme

Methode

Lage und Nutzung der Beprobungsorte

Die dargestellten Meßpunkte kennzeichnen die **Lage** des beprobten Standorts, im Falle der Rieselfelder im Süden Berlins und der Landwirtschaftsflächen den Mittelpunkt des beprobten Rieselfeldschlages bzw. der landwirtschaftlichen Nutzfläche.

Für jeden der dargestellten Standorte wird die zum Zeitpunkt der Probenahme vorhandene **Nutzung** angegeben. Unterschieden wird zwischen Kleingärten, Hausgärten, landwirtschaftlichen Nutzflächen, Gartenbaubetrieben, aktuellen und ehemaligen Rieselfeldern, Forsten, Grün- und Freiflächen, Spielplätzen sowie sonstigen Nutzungen. Meßdaten für Grün- und Freiflächen wurden sowohl in größeren Parkanlagen als auch im Begleitgrün anderer Nutzungen (z.B. auf Schulstandorten) ermittelt.

Beprobungstiefen

Dargestellt sind ausschließlich Meßwerte, die die Blei- bzw. Cadmiumgehalte der obersten Bodenzentimeter dokumentieren.

Sofern an einzelnen Standorten auch tiefere Bodenschichten untersucht worden sind, wurden diese Meßwerte nicht berücksichtigt. Die Mehrzahl der Werte repräsentiert Mischproben der obersten 20 Bodenzentimeter, für einen Teil der Rieselfelder im Nordosten Berlins der obersten 30 cm.

Im Bereich der Forsten liegt die **Beprobungstiefe** zwischen 5 und 35 cm. Angegeben ist der Schwermetallgehalt des obersten mineralischen Bodenhorizonts. Schwermetallgehalte der Streuaufgabe werden nicht dargestellt. Bei Spielplätzen wird der Schwermetallgehalt des obersten untersuchten Bodenhorizonts bzw. der verwendeten Oberflächenbeläge dargestellt. Alle Werte beziehen sich auf Materialien, die innerhalb der ersten 10 Bodenzentimeter anstehen. Schwermetallgehalte des Spielsandes werden nicht angegeben. Für Klein- und Hausgärten sowie Gartenbau- und Landwirtschaftsflächen liegen pro Standort zumeist mehrere Werte aus unterschiedlichen Jahren bzw. für verschiedene Aufschlußmethoden vor. Dargestellt wird jeweils der höchste ermittelte Blei- bzw. Cadmiumgehalt, da dieser Wert Anlaß sein kann, Maßnahmen zur Melioration oder Sanierung zu prüfen.

Aufschlußmethoden

Beim direkten Vergleich der ausgewiesenen Meßwerte ist zu berücksichtigen, daß bei der Analyse unterschiedliche Extraktionsmittel zum **Aufschluß der Bodenproben** verwendet worden sind (vgl. Tab.1). Meßwerte, die im 1,5 N HNO₃-, 2 M HCL- bzw. Königswasseraufschluß ermittelt wurden, erfassen etwa 80-90 % des Gesamtschwermetallgehalts. Für einen Teil der Proben in den Berliner Forsten, die Mehrzahl der Werte im Bereich von Grünanlagen und für Meßpunkte in Schönevide wird der Gesamtgehalt (HF/HClO₄-Aufschluß) angegeben.

Richtwerte

Mit zunehmender Kenntnis über Ausmaß und Wirkung der Schwermetallbelastung von Böden zeigt sich, daß Meßergebnisse immer nur schutzgut- und nutzungsspezifisch bewertet werden können. Entsprechend differenzierte Richtwertkataloge werden zur Zeit diskutiert (LAGA 1990, Eickmann & Kloke 1991, LÖLF 1988).

Ausgehend von dieser Diskussion wurden von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz **Richtwerte** für die Beurteilung von Bodenbelastungen in Klein- und Hausgärten (SenStadtUm 1991a) bzw. für die Einschätzung der Belastung landwirtschaftlich und gartenbaulich genutzter Böden (SenStadtUm 1991b) erarbeitet. Von der Senatsverwaltung für Gesundheit wurden zudem Bewertungskriterien für Bodenkontaminationen auf Spielplätzen herausgegeben (SenGes 1991). Alle genannten Richtwertkataloge beurteilen eine mögliche Gefährdung oberflächlicher Nutzungen und orientieren sich an der Notwendigkeit, Bewertungsergebnisse in konkretes Verwaltungshandeln umzusetzen.

Die in den Karten ausgewiesenen Gehaltsstufen entsprechen den in Tab.2 aufgeführten Richtwerten, so daß für Standorte zutreffender Flächennutzung konkrete Empfehlungen zum Umgang mit den dargestellten Belastungen abgeleitet werden können. Die für die übrigen Nutzungen angegebenen Meßwerte können nur im Vergleich zu den natürlichen Schwermetallgehalten Berliner Böden interpretiert werden.

Tab.2: Richtwerte zur Bewertung der Blei- bzw. Cadmiumbelastung von Böden			
Richtwert (mg/kg)		Nutzung	Empfehlung
Blei	Cadmium		
< 30	< 0,25	-	natürlicher Blei- bzw. Cadmiumgehalt Berliner Böden
> 100	> 1	Kleingärten Hausgärten	Einschränkung von Anbau und Verzehr von Blatt- und Wurzelgemüsen und Küchenkräutern, Anhebung des pH-Werts auf 6,5-7 bzw. des Humusgehalts auf > 4 %.
> 200	> 2	Kleingärten Hausgärten	Beschränkung von Anbau und Verzehr auf Kern-, Stein-, Beerenobst und Fruchtgemüse, Anbau von Zierpflanzen, Vermeidung von Staubaufwirbelungen und direktem Bodenkontakt, Abdeckung des Bodens durch dichtwachsende Pflanzen, Einstellung der Eigenwasserversorgung
> 200	> 10	Spielplätze	Austausch von belasteten Deckmaterialien und Spielsanden
> 300	> 2 > 1 1)	Landwirtschaft Gartenbau Rieselfelder	Kontrolle der Schadstoffbelastung von Nahrungs- und Futterpflanzen, Vermeidung stark anreichernder Kulturen, Anhebung des pH-Werts auf 5,5-6,5
> 600	> 4 > 2 1)	Landwirtschaft Gartenbau Rieselfelder	Verzicht auf den Anbau von Nahrungspflanzen und Futtermitteln
> 600	> 20	Kleingärten Hausgärten	Prüfung weiterer Sicherungs- und Sanierungsmaßnahmen zur Vermeidung gesundheitlicher Risiken für Flächennutzer bzw. zum Schutz des Grundwassers

1) für Böden mit der Bodenart Sand bzw. schwach schluffiger Sand und/oder pH-Werten < 6,5)

Tab. 2: Richtwerte zur Bewertung der Blei- bzw. Cadmiumbelastung von Böden

Kartenbeschreibung

Die Böden des Stadtgebietes sind in sehr unterschiedlichem Maße mit Blei bzw. Cadmium belastet. Dabei zeigen sich erhebliche Unterschiede zwischen verschiedenen Flächennutzungen bzw. Teilen des Stadtgebietes. Dies läßt sich insbesondere für Kleingärten, Landwirtschaftsflächen, Rieselfelder und Forsten belegen, da sich aufgrund der Anzahl und Verteilung der untersuchten Standorte für diese Nutzungen ein repräsentatives Belastungsbild ergibt. Die für die übrigen Flächennutzungen ausgewiesenen Meßergebnisse können aufgrund der geringeren Beprobungsdichte nur einen ersten Überblick über Intensität und Verteilung der zu erwartenden Belastungen vermitteln.

Tab. 3: Blei- und Cadmiumgehalte von Böden unterschiedlicher Flächennutzung									
Nutzung	Anzahl Standorte	Blei				Cadmium			
		(mg/kg lufttrockener Boden)							
		50-Perzentil	Durchschnitt	90-Perzentil	Maximum	50-Perzentil	Durchschnitt	90-Perzentil	Maximum
Kleingarten	2870	113	228	391	10459	0,7	1,1	1,6	80,4
Hausgarten	118	52	87	144	391	0,3	0,4	0,6	1,9
Landwirtschaft	438	31	60	112	873	0,3	0,7	1,7	7
Gartenbau	17	24	32	41	711	0,2	0,3	0,5	1
Rieselfeld	902	35	89	43	1049	2,8	4	8,5	42,9
Forsten	90	53	69	125	380	0,3	0,7	1,2	3,9
Grünfläche	115	95	97	198	430	0,2	1,1	1,4	28,9
Spielplatz	22	165	160	408	769	1,1	6,6	15	38
sonstige Nutzung	60	69	210	430	1441	0,6	1	2	3,2

Tab. 3: Blei- und Cadmiumgehalte von Böden unterschiedlicher Flächennutzung

Klein- und Hausgärten

Im Oberboden von **Kleingärten** sind flächendeckend in erheblichem Umfang Blei und Cadmium angereichert. Sowohl der 50-Perzentil-Wert als auch der Mittelwert liegen weit über den natürlichen Grundgehalten und in einem Bereich, in dem eine Schwermetallanreicherung in bestimmten Nahrungspflanzen eintreten kann. Entsprechende Belastungen wurden bei den im Rahmen des Berliner Schwermetalluntersuchungsprogramms durchgeführten Untersuchungen von Nahrungspflanzen nachgewiesen (vgl. 01.03.3).

In Einzelfällen wurden für beide Elemente Gehalte ermittelt, bei denen gesundheitliche Risiken bei direktem Bodenkontakt nicht ausgeschlossen werden können.

Belastete Kleingärten finden sich in allen Teilen des Stadtgebietes, schwerpunktmäßig jedoch im Innenstadtbereich. Dabei zeigt sich für Blei ein deutlicherer Gradient als für Cadmium. Innerhalb einzelner Kolonien, zum Teil auch innerhalb einzelner Parzellen, treten erhebliche Differenzen im Belastungsniveau auf.

Bei der Interpretation der Karte ist zu berücksichtigen, daß aus darstellerischen Gründen die Meßwerte von etwa 1 600 Kleingärten, die in den Jahren 1989 und 1990 im Rahmen differenzierter Nachuntersuchungen beprobt wurden, in der Karte nicht wiedergegeben sind. Die an diesen Standorten ermittelten Werte sind in Tab.3 berücksichtigt.

Hausgärten sind demgegenüber geringer belastet. Hier sind nur an wenigen Standorten Richtwertüberschreitungen ermittelt worden.

Landwirtschaft und Gartenbau

Die Mehrzahl der untersuchten **Landwirtschaftsflächen** ist als gering belastet anzusehen. Mehr als 50 % der untersuchten Standorte liegen im Bereich der natürlichen Blei- bzw. Cadmiumbelastung. Es zeigt sich eine deutliche regionale Differenzierung der Belastungen. Überschreitungen der anzusetzenden Cadmium-Richtwerte wurden fast ausschließlich für Standorte im Umfeld der Gatower Rieselfelder ermittelt. Hier sind auch die Bleigehalte erhöht, wobei Richtwertüberschreitungen nur an wenigen Standorten nachgewiesen wurden. Die Bodenbelastung korreliert mit den hier ebenfalls schwerpunktmäßig ermittelten Belastungen von Nahrungs- und Futterpflanzen (vgl. 01.03.3).

Erhöhte Schwermetallgehalte finden sich auch auf Grünlandstandorten im Nordwesten des Stadtgebietes bzw. in Lübars, was auf den höheren Humusgehalt und die damit verbundene bessere Schwermetallbindung zurückgeführt werden kann.

Für **Gartenbaubetriebe** wurden keine Überschreitungen der Bodenrichtwerte nachgewiesen. Die ermittelten Blei- bzw. Cadmiumgehalte liegen im Bereich der natürlichen Grundbelastung.

Rieselfelder

Besonders hohe Cadmiumbelastungen finden sich fast flächendeckend in den Böden von aufgegebenen bzw. derzeit genutzten **Rieselfeldern** im Stadtgebiet und Umland (vgl. 01.10). Dabei sind die südlich Berlins gelegenen Rieselfelder stärker belastet als die Rieselfelder in Gatow bzw. im nordöstlichen Stadtgebiet. Auch innerhalb der Rieselfeldgebiete lassen sich erhebliche Belastungsgradienten feststellen. Für die überwiegende Mehrzahl der ehemaligen Rieselfeldgebiete, die heute zum größten Teil landwirtschaftlich genutzt ist, sind aufgrund der Bodenbelastungen bedenkliche Cadmiumanreicherungen in den angebauten Kulturen zu erwarten. Entsprechende Belastungen sind für die auf den Rieselfeldern angebauten Kulturen nachgewiesen (vgl. 03.03.3, Grün et al. 1990).

Blei wird in Böden der Rieselfelder ebenfalls angereichert. Jedoch bleiben die Konzentrationen unterhalb der anzusetzenden Richtwerte. Die Homogenität der auf den untersuchten Flächen ermittelten Belastungen läßt erwarten, daß auch in nicht untersuchten Rieselfeldgebieten vergleichbare Schwermetallkonzentrationen zu finden sind.

Forsten und Grünflächen

Auch in den Oberböden der **Forsten** finden sich fast flächendeckend erhöhte Blei- bzw. Cadmiumgehalte. Die hier ermittelten Werte liegen jedoch in der Regel unter den Werten, die für die stärker anthropogen bestimmten Nutzungen gefunden wurden (vgl. Tab.3). Dabei ist zu

berücksichtigen, daß in der nicht dargestellten Streuauflage in der Regel höhere Schwermetallkonzentrationen auftreten als im mineralischen Oberboden.

Die Belastungen von **Grünflächen** und **sonstigen Nutzungen** sind aufgrund der Inhomogenität der dargestellten Standorte nicht zusammenhängend interpretierbar. Auch hier treten Belastungen schwerpunktmäßig im Innenstadtbereich auf. Die im Bereich Schöneweide ausgewiesenen Belastungen dokumentieren die Variationsbreite möglicher Bodenbelastungen innerstädtischer Nutzungen.

Auch einige der im Bereich von **Spielplätzen** untersuchten Böden sind mit Schwermetallen belastet. Lokal wurden Belastungen ermittelt, bei denen gesundheitliche Risiken durch direkten Bodenkontakt nicht auszuschließen sind.

Belastungsursachen

Ablagerungen

Ursächlich für Bodenbelastungen mit Blei bzw. Cadmium sind zumeist **Beimengungen kontaminierter Materialien** (z.B. Bauschutt, Schlacke), die zum Teil aus einer Vornutzung als Deponie oder Industriestandort stammen.

Entsprechend überformte Böden finden sich insbesondere im Bereich von Klein- und Hausgärten, Grünanlagen und sonstigen Nutzungen. So liegen im Westteil der Stadt 115 Kleingartenkolonien auf nachgewiesenen **Altablagerungen** bzw. **Altstandorten** oder im Bereich von **Altlastenverdachtsflächen**. Auffällig sind großflächige Ablagerungen am ehemaligen Stadtrand West-Berlins, die heute kleingärtnerisch genutzt werden (SenStadtUm 1991c). Auch im Innenstadtbereich finden sich großflächige Ablagerungen von **Trümmerschutt**.

An diesen Standorten finden sich regelmäßig die höchsten Schwermetallgehalte. Insbesondere Belastungsspitzen im Außenbereich können vielfach durch anthropogene Ablagerungen erklärt werden. Darüberhinaus können aber auch im Bereich kleinräumiger Verfüllungen, etwa im Zusammenhang mit Baumaßnahmen in Hausgärten, erhebliche Bodenbelastungen auftreten.

Bodenverbesserungsmittel

Auch im Rahmen der Bewirtschaftung von Klein- und Hausgärten sowie gärtnerisch gepflegter Grünflächen kommt es durch die Aufbringung belasteter **Komposte** und **Bodenverbesserungsmittel**, insbesondere unter Berücksichtigung einer regelmäßigen und langfristigen Anwendung, zu erheblichen Schwermetalleinträgen in den Boden. Die Belastung von Komposten wurde im Rahmen der Untersuchungen des Berliner Schwermetallprogramms vielerorts nachgewiesen. Ursächlich hierfür ist vorwiegend die Kompostierung schadstoffhaltiger Abfälle (z.B. von Aschen). Auch die früher weit verbreitete Anwendung belasteter Klärschlammkomposte in Klein- und Hausgärten bzw. Grünanlagen, die heute nur noch kleinflächig erfolgt, hat zur Bodenbelastung beigetragen. Auf Landwirtschaftsflächen im Umfeld der Gatower Rieselfelder wurden **Rieselfeldschlämme** zur Bodenverbesserung eingesetzt.

Abwasser

Die Belastung der Böden auf aktuellen und ehemaligen Rieselfeldern erklärt sich durch die Schadstoffbelastung des aufgebrachten **Abwassers**, wobei sich das Schadstoffspektrum des Abwassers in der Belastung des Bodens widerspiegelt. Die Variationsbreite der Belastung zwischen verschiedenen Rieselfeldgebieten und innerhalb einzelner Rieselfelder resultiert aus der Dauer und Intensität der Beaufschlagung sowie der Herkunft der verrieselten Abwässer. Dabei ist davon auszugehen, daß sowohl die Schadstofffracht der Abwässer als auch die Berieselungsintensität früher wesentlich höher war als bei den aktuell noch in Nutzung befindlichen Flächen.

Belastungsgradienten innerhalb einzelner Rieselfeldgebiete lassen sich durch die inhomogene Bewirtschaftung erklären. So nimmt die Belastung der Tafeln mit zunehmender Entfernung vom Standrohr, von dem aus das Abwasser aufgegeben wird, ab. Besonders hohe Belastungen treten regelmäßig im Bereich von Schlamm-trockenplätzen und Absetzbecken auf. Diese Beziehungen werden beim Vergleich der gemessenen Belastungen mit der in Karte 01.10 dokumentierten Nutzungskartierung der Rieselfelder deutlich.

Die Blei- bzw. Cadmiumbelastungen im Bereich der Tiefwerder Wiesen verdeutlichen die Auswirkungen periodischer **Überflutungen** mit belastetem Oberflächenwasser.

Belastungen von Spielplätzen ergeben sich aus der Verwendung kontaminierter **Deck- und Baumaterialien**, wie z.B. Schlacken und Bauschutt.

Einträge aus der Luft

Schwermetalleinträge aus der Luft führen für alle Nutzungen zu einer zusätzlichen Belastung des Bodens. Aufgrund der höheren Depositionsmenge zeigt sich dieser Einfluß für Blei deutlicher als für Cadmium. Böden im Innenstadtbereich werden stärker belastet als Böden am Stadtrand. Belastungsspitzen zeigen sich in der Umgebung von gewerblichen Emittenten, aber auch in unmittelbarer Nähe von stark befahrenen Straßen (vgl. 01.03.3). Belastungen im Bereich der Forsten sind fast ausschließlich auf die durch deren Filterwirkung noch verstärkte Deposition aus der Luft zurückzuführen. Bei den bearbeiteten Garten- bzw. Landwirtschaftsflächen erfolgt eine regelmäßige Durchmischung des Oberbodens, so daß der Immissionseinfluß nicht sehr deutlich erkennbar ist.

Tab.4: Eintrag und Akkumulation von Blei und Cadmium in Böden					
Belastungsursache	Eintrag		Akkumulation 1)		Quelle
	Blei	Cadmium	Blei	Cadmium	
	(mg/m ² * Jahr)		(mg/kg * Jahr)		
Verrieselung von Abwasser					
Klärwerksablauf Karolinenhöhe (Berieselung 2000 mm/m ² *Jahr)	64	4,3	0,25	0,016	Salt (1987)
biolog.-mechanisch gereinigtes Abwasser/Rieselfeld Sputendorf (ohne Mengenangabe)	22-34	2,8-5,6	0,08-0,13	0,01-0,02	Blumenstein 1991
Schwarzwasser (wässrige Phase) Rieselfeld Sputendorf (Berieselung 2000 mm/m ² *Jahr)	180	-	0,70	-	Blumenstein 1991
Deposition aus der Luft					
Durchschnitt aller Meßpunkte	47	0,69	0,18	0,0026	TÜV 1989
Durchschnitt verkehrsnaher Meßpunkte	103	1,16	0,39	0,0044	
Durchschnitt verkehrsferner Meßpunkte	31	0,56	0,11	0,0021	
Forsten	18	0,42	-	-	
Maximum	199	1,98	0,76	0,0076	
Bodenverbesserungsmittel					
(Aufwandsmenge 2.5 kg/m ² *Jahr)					
Laubkompost BSR Maximum	260	6,0	1,0	0,026	Ehrig & Stahr
Durchschnitt	212	2,8	0,8	0,010	1988
Kleingartenkompost Maximum	7582	14,3	29,1	0,055	SenStadtUm
Durchschnitt	280	1,7	1,1	0,006	1990
1) unter Annahme einer Bearbeitungstiefe von 20 cm und einer Lagerungsdichte von 1,3 g/cm ³					

Tab. 4: Eintrag und Akkumulation von Blei und Cadmium in Böden

Gesamteinschätzung

Art und Vielfalt möglicher Belastungsursachen veranschaulichen, daß die dargestellten Blei- bzw. Cadmiumbelastungen im Oberboden vielerorts nur einen Teil der Belastungssituation des Standorts kennzeichnen. Für einen großen Teil der Standorte sind Kontaminationen mit anderen Schwermetallen (insbesondere Zink, Kupfer und Chrom) nachgewiesen. Hierdurch wird das Risikopotential der Böden zum Teil deutlich erhöht. Im Bereich von Rieselfeldern oder Altlasten wurden zum Teil auch organische Schadstoffe in relevanten Konzentrationen gefunden. Im Bereich von Aufschüttungen, für Rieselfelder und an Standorten mit einem geringen Bindungsvermögen des Oberbodens ist zudem davon auszugehen, daß Schadstoffe auch in tiefere Bodenbereiche eingetragen bzw. ausgewaschen worden sind.

Darüberhinaus ist davon auszugehen, daß vergleichbare Schadstoffgehalte auch auf vielen bisher nicht untersuchten Flächen, insbesondere im Ostteil der Stadt, auftreten können.

Von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz wurden Handlungsmöglichkeiten zur Minderung der von Bodenbelastungen ausgehenden Risiken erarbeitet (vgl. Tab.2). Diese können jedoch nur nach eingehender Ursachenrecherche standortspezifisch und unter Berücksichtigung des Gesamtbelastungsspektrums sinnvoll konzipiert werden. Zum Teil sind auch zusätzliche Informationen zur Bodenbeschaffenheit hinzuzuziehen. Entsprechende Vorgaben wurden den betroffenen Flächennutzern zur Verfügung gestellt. Für besonders belastete Spielplätze sind bereits konkrete Sicherungs- bzw. Sanierungsmaßnahmen eingeleitet worden.

Literatur

- [1] **Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaften 1982:**
Schwermetalluntersuchungen zum Forschungsprojekt über die Ansiedlung landwirtschaftlicher Betriebe im Bereich Karolinenhöhe und Gatow, unveröffentlicht.
- [2] **Blumenstein, O., Grunewald, K., Schubert, R. 1991:**
Das Altlastengebiet Rieselfelder Berlin-Süd - eine geoökologische Herausforderung, in: Potsdamer Geographische Forschungen, Bd.1.
- [3] **Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 1991:**
Umweltgeochemische Bestandsaufnahme des Stadtgebietes Berlin-Schöneeweide, unveröffentlicht.
- [4] **Ehrig, C., Stahr, K. 1988:**
Untersuchung von Laubkompost, TU-Berlin, Institut für Ökologie - Fachgebiet Regionale Bodenkunde, Gutachten im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin, Berlin.
- [5] **Eickmann, T., Kloke, A. 1991:**
Nutzungs- und schutzgutbezogene Orientierungsdaten für (Schad-) Stoffe in Böden, Schriftenreihe des Verbands Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten, Bd.1.
- [6] **Grün, M., Machelett, B., Metz, R., Kronemann, H., Podlesak, W., Schneider, J. 1990:**
Schwermetallbelastung von Boden und Pflanze im Gebiet der Rieselfelder Berlins, in: Exkursionsführer zum 102. VDLUFA-Kongress, Berlin, S.31-42.
- [7] **LAGA (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall) 1990:**
Informationsschrift Altablagerungen und Altlasten. Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis, 37, 1991.
- [8] **Landesforstamt Berlin 1989:**
Forstliche Standortserkundung, unveröffentlicht.
- [9] **LÖLF (Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung Nordrhein-Westfalen) (Hrsg.) 1988:**
Mindestuntersuchungsprogramm Kulturböden, Recklinghausen.
- [10] **Metz, R., Herold, P. 1991:**
Humboldt-Universität zu Berlin /Institut für Pflanzenernährung und Ökotoxikologie Jena, Schwermetalluntersuchungen im Bereich der Rieselfelder im Norden und Süden Berlins, 1984-1987, unveröffentlicht.
- [11] **Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (Hrsg.) 1988:**
F&E-Vorhaben "Kennzeichnung der Empfindlichkeit von Böden gegenüber Schwermetallen", Hannover.
- [12] **Salt, C. 1987:**
Schwermetalle in einem Rieselfeldökosystem, Diss. TU-Berlin. Landschaftsentwicklung und Umweltforschung, Schriftenreihe des Fachbereichs Landschaftsentwicklung der TU-Berlin, 53.
- [13] **SenGes (Senatsverwaltung für Gesundheit Berlin) 1991:**
Bewertungskriterien für Bodenkontaminationen auf Spielplätzen, unveröffentlicht.

- [14] **SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin) 1990:**
Berliner Schwermetalluntersuchungsprogramm für Klein- und Hausgärten, Landwirtschafts- und Gartenbauflächen, 1979-1990, unveröffentlicht.
- [15] **SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin) 1991:**
Ergebnisse der Schadstoffuntersuchungen auf Spiel- und Bolzplätzen, unveröffentlicht.
- [16] **SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin) 1991a:**
Richtwerte zur nutzungsspezifischen Risikobeurteilung von Schwermetallgehalten in Böden bzw. bodenartigen Materialien für Berlin, unveröffentlicht.
- [17] **SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin) 1991b:**
Ergebnisse des Schwermetalluntersuchungsprogramms, unveröffentlicht.
- [18] **SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin) 1991c:**
Kataster der Altlasten- und Altlastenverdachtsflächen, Abt.III.
- [19] **SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin) 1992:**
Umweltatlas, aktualisierte und erweiterte Ausgabe 1992, Karte 01.03.3, Blei und Cadmium in Pflanzen, 1:50 000.
- [20] **SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin) 1993:**
Umweltatlas, aktualisierte und erweiterte Ausgabe 1993, Karte 01.10, Rieselfelder, 1:30 500.
- [21] **SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin) 1994:**
Umweltatlas, aktualisierte und erweiterte Ausgabe 1994, Karte 03.03.3, Emissionen Verkehr 1989, 1:200 000.
- [22] **Stahr, K. (Hrsg.) 1986:**
Soilscapes of Berlin (West), in: Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 50, S.1-204.
- [23] **TÜV (Technischer Überwachungsverein) (Hrsg.) 1989:**
Abschlußbericht über die Messungen und Ergebnisse des Immissions-Meßprogramms Berlin (West) 1988, Berlin.