

Die Ableitung von Handlungswerten für kontaminierte Böden

Priv.-Doz. Dr. med. T. Eikmann

Prof. Dr. agr. A. Kloke

Prof. Dr.-Ing. H.-P. Lühr

Gliederung:

1. Vorbemerkung
2. Konzeption zur Ermittlung von Sanierungszielen
  - 2.1 Kontaminationstyp
  - 2.2 Betroffene Schutzgüter
  - 2.3 Relevante Belastungspfade
3. Quantifizierung der Zielvorstellungen im Bodenschutz
  - 3.1 Das "Drei-Bereiche-System" zur Beurteilung von Schadstoffbelastungen in Böden
    - 3.1.1 Bereich "A"
    - 3.1.2 Bereich "B"
    - 3.1.3 Bereich "C"
  - 3.2 Gewinnung von Daten
4. Schlußbemerkung
5. Literatur

## 1 Vorbemerkung

Die verantwortungsbewußte Anordnung von Sanierungsmaßnahmen ist eines der schwierigsten Aufgabenfelder. Sie setzt eine eindeutige Ermittlung des Gefährdungspotentials und der akuten Gefahrensituation voraus. Dazu zählt in erster Linie die Bestimmung des chemischen Umfeldes mit definitiven Angaben über die relevanten Schadstoffe mit Angabe über Menge (Konzentration/Fracht) und über Verteilung, d.h. ihrer Lage in der kontaminierten Fläche und ihrer Verfügbarkeit (wasserlöslich/unlöslich). Weiterhin sind die möglichen Belastungspfade und die betroffenen Nutzungen zu ermitteln.

Bei der Festlegung von Sanierungszielen muß berücksichtigt werden, ob es sich um Altablagerungen in einer Hügel- oder Grubendeponie oder um einen Altstandort handelt. Damit hängt unmittelbar die Frage zusammen, ob von dem Kontaminationsherd lediglich Gefahren für außerhalb der Kontaminationsfläche vorhandene Nutzungen ausgehen oder ob die Kontaminationsfläche einer zukünftigen Nutzung wieder zugeführt werden soll.

Diese kurze Beschreibung der Problematik macht deutlich, daß die Ableitung von Sanierungszielen sehr vielfältig ist. Deshalb wird es auch keine einfache Liste geben, in denen zu bestimmten Schadstoffen die Sanierungswerte als Zielvorgaben enthalten sind, so sehr es aus der Sicht der Verwaltung wünschbar erscheint.

Was es geben muß, ist eine Anleitung zur Ermittlung von Sanierungszielen, die den besonderen Umständen Rechnung trägt und die den Entscheidungsprozeß nachvollziehbar und transparent macht. Nur so können Fehlanordnungen vermieden werden, wie z.B. halbe TVO- Werte als Sanierungsziel für eine Fläche in einem größerem Industrieareal, obwohl die in der Nähe befindliche Wasserentnahme im Oberstrom des Grundwassers - von der betroffenen Fläche aus gesehen - liegt.

## 2 Konzeption zur Ermittlung von Sanierungszielen

Im konkreten Einzelfall ist für die Festlegung des Sanierungszieles entsprechend Abb. 1 vorzugehen.

Ausgangspunkt dabei ist die Situationserfassung. Dabei spielt der Kontaminationstyp (Altablagerung/Altstandort) eine besondere Rolle, da dadurch einige der möglichen und denkbaren Nutzungen und Schutzgüter, aber auch nicht relevante Belastungspfade wegfallen.

Auf der Entscheidungsebene ist zunächst eine politische Entscheidung über die zukünftige Nutzung zu fällen. Das ist der wichtigste Punkt, um den die Verwaltung nicht herumkommt. Sie muß am Anfang stehen, auch wenn sich am Ende der Betrachtung herausstellt, daß dafür die Verhältnismäßigkeit nicht gegeben ist, so daß es zu einer Umwidmung kommen muß. Dieser Abwägungsprozeß zwischen Besorgnis/Gefahren und Verhältnismäßigkeit muß stattfinden, bevor die Sanierungsmaßnahmen angeordnet werden.

### 2.1 Kontaminationstyp

Der jeweilige Kontaminationstyp hat unmittelbar Einfluß auf die Sanierungsziele. So hat in der Regel eine Hügeldeponie nur Auswirkungen über den Wasserpfad in die nähere und weitere Umgebung. Bebauungen auf ihr finden in der Regel nicht statt. Allerdings kann der Luftpfad Auswirkungen auf die Phytosphäre haben.

Bei einer Grubendeponie können anderweitige Nutzungen möglich werden, wie z.B. land- und forstwirtschaftliche Aktivitäten, Bebauungen.

Ein Altstandort ist in der Regel ein im Flächennutzungsplan ausgewiesener Industrie- oder Gewerbestandort. Seine direkte Weiternutzung als solcher ist die Regel. So wird aus dem Hamburger Hafengebiet wohl kein Naturschutzpark werden, obwohl das auch nicht unmöglich ist, wenn man bedenkt, daß auf ehemaligen Güterbahnhofs- oder Industriegeländen Pflanzen der Roten Liste sehr gut gedeihen. Ein Grund für interessierte Kreise, solche Flächen zu Naturschutzgebieten zu erklären.

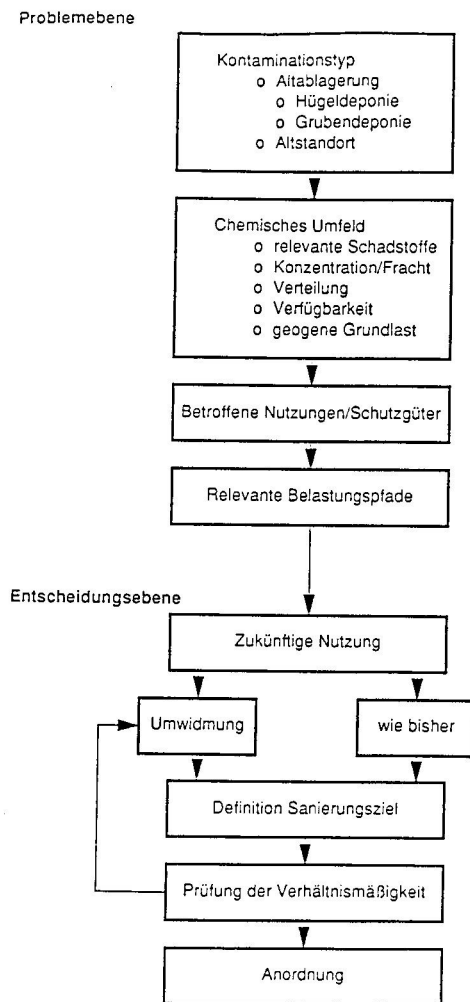
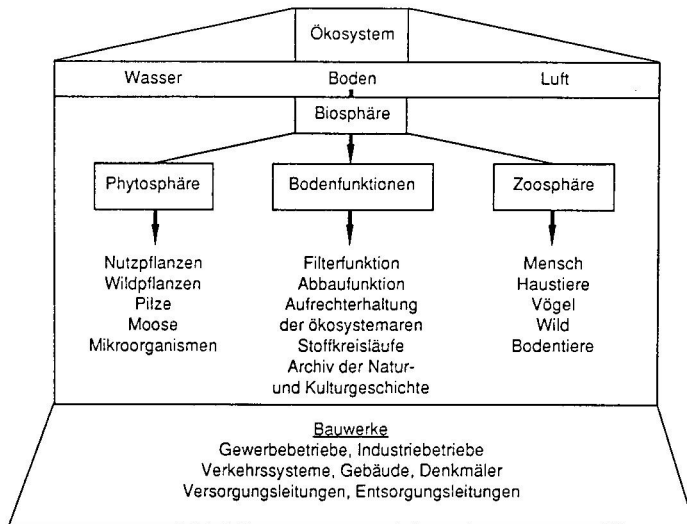


Abb. 1: Vorgehensweise zur Festlegung von Sanierungszielen



## 2.2 Betroffene Schutzgüter

Die Altlast als Quelle für Schadstoffe kann Auswirkungen auf die verschiedenen Schutzgüter haben (Abb. 2).



**Abb. 2:** Zusammenstellung der wichtigsten Schutzgüter

Wie Abbildung 2 zeigt, ist sowohl Grund- und Oberflächenwasser als auch der Boden selbst mit seinen Funktionen Schutzobjekt.

So ist z.B. der Boden gekennzeichnet als

- Teil der Ökosysteme mit ihren Stoffkreisläufen, besonders im Hinblick auf Wasser- und Nährstoffhaushalt
- Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere und Pflanzen
- Archiv der Natur und Kulturgeschichte für den Menschen.

2.3 Relevante Belastungspfade

Betrachtet man das Schutzziel "Menschliche Gesundheit", so können von einer Kontamination in Form einer Altlast verschiedene Schadstoffwege zum Menschen führen. Dabei sind die vier folgenden die relevantesten:

- G: Boden ---> Mensch
- E: Boden ---> Pflanze ---> Mensch
- D: Boden ---> Luft ---> Mensch
- C: Boden ---> Grundwasser (Trinkwasser) ---> Mensch

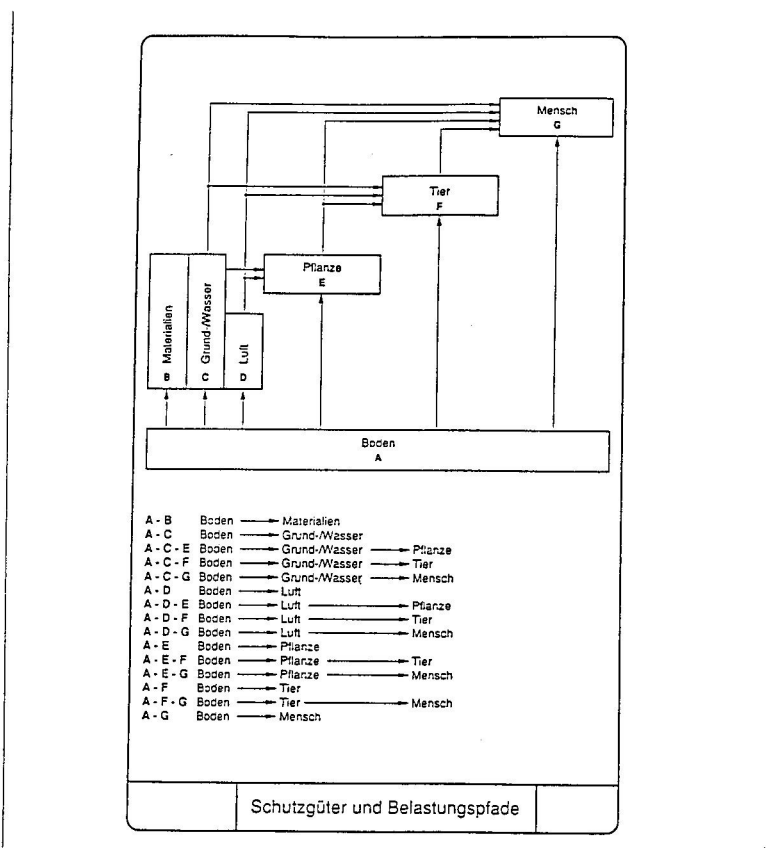


Abb. 3: Der Boden als Donator von Schadstoffen

Für das Schutzziel "Menschliche Gesundheit" sind in Abbildung 4 die möglichen Belastungs- und Gefährdungspfade in einer anderen Form dargestellt. Im einzelnen sind folgende Schadstoffwege zu bedenken:

- + Direkte Aufnahme aus dem Boden
  - oral (Ingestion)
  - pulmonal (Inhalation)
  - kutan (Hautkontakt)
- + Indirekte Aufnahme aus dem Boden
  - Nahrungspflanze (oral)
  - Gewässer - Trinkwasser (oral)

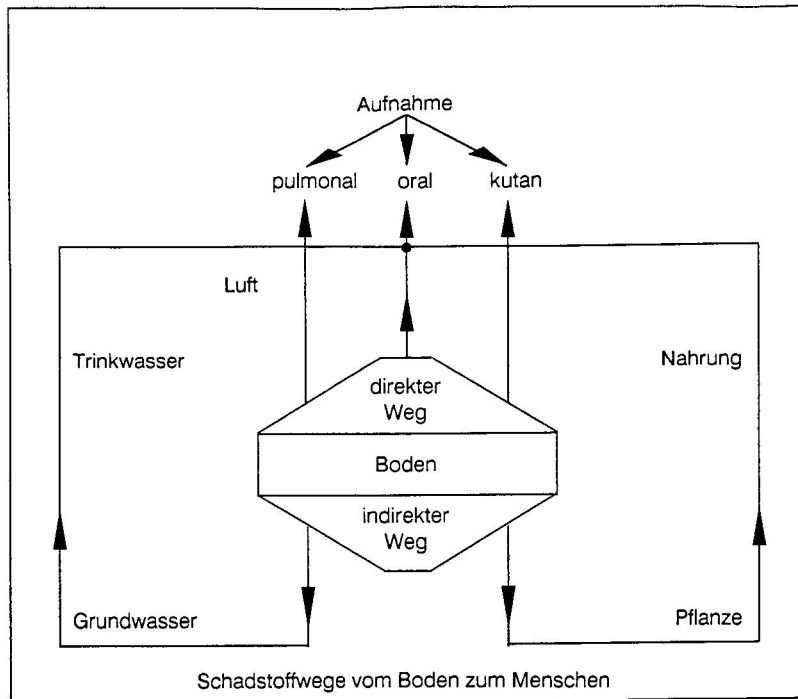


Abb. 4: "Gefährdungspfade" Boden - Mensch

Als nächster Schritt sind für die einzelnen Pfade die höchsten akzeptierbaren Schadstoffgehalte zu ermitteln, so daß im Einzelfall von den möglichen Belastungspfaden der empfindlichste herausgefiltert werden kann. Hierzu läuft ein Forschungsvorhaben des Umweltbundesamtes beim IWS.

Die Ermittlung erfolgt zunächst über ein intensives Literaturstudium. Die weltweit verschiedenen Aussagen zum gleichen Sachverhalt werden zusammenzutragen. Daraus wird dann der jeweilige tolerierbare Richtwert als Konvention festgelegt.

Bei ihrer Festsetzung muß man unterscheiden zwischen solchen Stoffen,

- a) die es im Boden schon immer gegeben hat
- b) und solchen, die erst anthropogen entstanden sind und in den Boden verbracht wurden (Xenobiotica).

Zu a)

Hierzu wird auf Abschnitt 3.1.1 verwiesen.

Zu b)

Für die anthropogenen Stoffe, für "Bodenfremdstoffe", die es natürlicherweise im Boden nie gab, ist die Nennung von Kriterien zur Festsetzung schwierig. Man kann die Null-Forderung stellen, aber auch die gleichen Anforderungen wie an die natürlich im Boden vorhandenen Stoffe. Sie lautet: "Anthropogene Stoffe dürfen auf alle Schutzgüter keinerlei Wirkungen ausüben und die Multifunktionalität des Bodens nicht beeinträchtigen".

Die Richtwerte müssen so niedrig sein, daß nach dem heutigen Stand des Wissens von ihnen bei der gegenwärtigen und auch bei möglichen zukünftigen Nutzungen keinerlei Gefahren für Schutzgüter ausgehen. Folgende Kriterien sind bei ihrer Festsetzung zu berücksichtigen:

- stoffspezifische Kriterien (Schadstoffbezug)
- schutzbezogene Kriterien (Schutzgutbezug)
- nutzungsbezogene Kriterien (Nutzungsbezug)
- standortbezogene Kriterien (Standortbezug) und
- toxikologisch begründete Kriterien (Toxizität)

Für andere Schutzziele sind analoge Systematiken zu entwickeln. Sie können dann durchaus ein differenziertes Richtwertbild haben.

### 3. Quantifizierung der Zielvorstellungen im Bodenschutz

Die verbalen Forderungen zum Schutz der Objekte und Funktionen des Bodens innerhalb der Nutzungsform eines Standortes sind nun in "numerische Sanierungsziele" umzusetzen. Dies kann nur geschehen, wenn die einzelnen Schutzobjekte und Belastungspfade getrennt betrachtet werden (Abb. 3).

Die Abb. 3 macht deutlich, daß für jeden Schadstoff und für jeden dort aufgeführten Pfad tolerierbare Gehalte im Boden, ausgedrückt in mg Schadstoff je kg Boden, ermittelt werden müssen. Bedenkt man, daß in der Abb. 3 nur wenige Schutzgüter genannt sind, so wird klar, welche Aufgaben im Bodenschutz noch vor uns liegen. Die gegenwärtig bestehenden Empfehlungen und Regelungen für Schwermetalle in Böden - Richtwerte '80, Grenzwerte der Klärschlamm-VO, Grenzwerte des Niederländischen Bodenschutzgesetzes, Richtwerte der Schweizer VO zum Bodenschutz - gelten im wesentlichen nur für den Belastungspfad A-E-G (Boden - Pflanzen - Mensch) der Abb. 3.

Die Richtwerte für Schwermetalle in der sog. "Niederländischen Liste", die inzwischen vom Niederländischen Bodenschutzgesetz abgelöst worden ist, waren Hilfsgrößen für die Abschätzung der Gefahren durch Schwermetalle, die über die Belastungspfade A-E-G und A-G der Abb. 3 das Schutzgut "Mensch" erreichen können. Für alle anderen Belastungspfade gibt es bisher keine Empfehlungen oder Regelungen für Schwermetalle und andere Schadstoffe!

#### 3.1 Das "Drei-Bereiche-System" zur Beurteilung von Schadstoffbelastungen in Böden

Das "Drei-Bereiche-System" ist aus der allgemeinen Erfahrung entstanden, daß es für die verschiedensten Nutzungen, Pflanzen und Schutzgüter unterschiedliche Toleranz- oder Toxizitätsbereiche gibt. Folgende drei Bereiche werden unterschieden:

Bereich A Uneingeschränkte, standortübliche Multifunktionalität und Nutzungsmöglichkeit des Bodens

Bereich B Eingeschränkte, aber standort- und schutzgutbezogene Nutzungsmöglichkeit des Bodens

Bereich C Toxizitätsbereich ohne produktive Nutzungsmöglichkeit des Bodens

Der Schadstoffgehalt im Boden steigt vom Bereich A über den Bereich B zum Bereich C hin an. Der Bereich B wird nach unten durch den Bodenwert I (BW I) und nach oben durch den Bodenwert III (BW III) begrenzt. Dazwischen liegt mit einem deutlichen Sicherheitsabstand zum Bereich "C" der Bodenwert BW II.

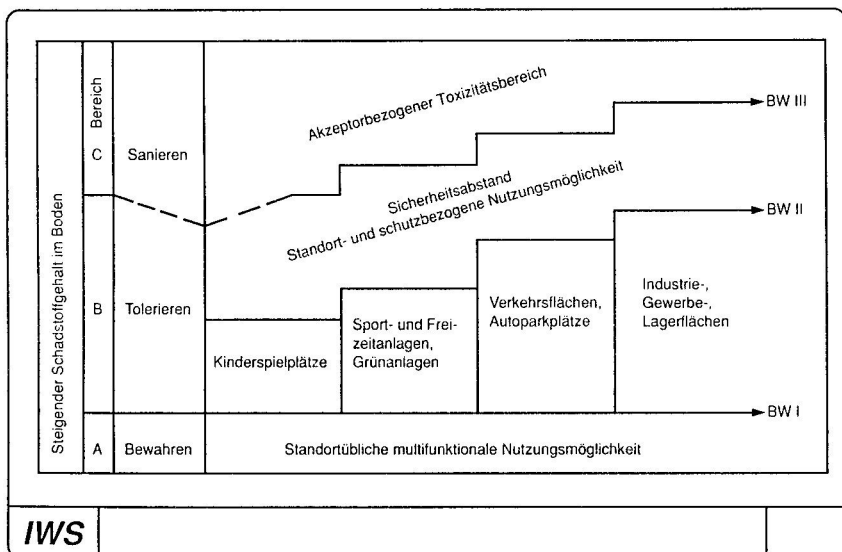


Abb. 5: Abgrenzung der Nutzungsmöglichkeiten des Bodens durch die Bodenwerte BW I, BW II und BW III bei steigenden Schadstoffgehalt im Boden

### 3.1.1 Bereich "A"

Der Boden eines jeden Standortes enthält neben seinen natürlichen Strukturelementen Ton, Schluff, Sand und Humus eine Vielzahl anorganischer und organischer Elemente bzw. Verbindungen, die in ihrer Art und Menge standorttypisch sind. Die Gehalte einiger dieser Elemente (Schwermetalle, org. Verbindungen) in Böden sind in Gesetzen oder Verordnungen verschiedener Länder oder in Veröffentlichungen als Richt- oder Grenzwerte genannt. Diese Werte - hier "Bodenwert I" (BW I) genannt - beschreiben die "gute Bodenqualität", die es zu bewahren gilt.

Der BW I gilt für alle Böden, Flächen und Standorte, wo er geogen oder anthropogen bedingt noch nicht überschritten ist. Er entspricht dem oberen Istwert der "normalen", natürlichen Gehalte der Elemente und Stoffe der meisten land- und forstwirtschaftlich genutzten Böden. Diese sind abhängig von

- den in den bodenbildenden Ausgangsgesteinen vorhanden gewesenen Mengen,
- den chemischen Eigenschaften der einzelnen Elemente und Stoffe,
- der Entwicklungsgeschichte des Bodens.

Seit Jahrtausenden sind auf diesen Böden Pflanzen gewachsen. Sie haben sich in ungezählten Generationen an die im Boden vorhandenen Gehalte angepaßt und beispielsweise Schwermetalle

- in pflanzenphysiologischen/biochemischen Prozessen eingesetzt (z.B. Zink, Kupfer, Eisen) oder
- als nichtessentielle Elemente (z.B. Blei, Nickel, Vanadium), als unerwünschte Stoffe in bestimmten Pflanzenorganen abgelagert und sich auf diese Weise an die boden- und standorttypischen Schwermetallgehalte gewöhnt (Beispiel: Galmeiflora).

Mensch und Tier haben sich seit Jahrtausenden von diesen Pflanzen mit den mehr oder weniger hohen Gehalten an Schwermetallen ernährt und sich auch - ebenso wie die Mikroorganismen im Boden - den gegebenen Element- und Stoffpaletten angepaßt. Der BW I zeigt die Grenze an

- unter der die Normalgehalte der meisten Böden liegen,
- von der keinerlei Wirkungen auf Pflanzen und deren Nutzer ausgehen und
- unter der die standort- und klimabedingte Multifunktionalität eines Bodens oder einer Fläche sichergestellt ist.

Er bildet die Grundlage für die Abschätzung eines gerade noch tolerierbaren Schadstoffeintrags und entspricht in seiner Funktion und Zielsetzung somit den "Richtwerten '80 und den daraus abgeleiteten Grenzwerten der Klärschlammverordnung, wobei die derzeitigen Werte nicht als ein Tabu anzusehen sind, das heißt auch verändert werden können.

Weitere Einträge müssen sich am BW I orientieren und sollten so niedrig gehalten werden, daß er in vertretbaren Zeiträumen (100 - 200 Jahre oder länger) nicht überschritten wird. Die Einträge sind unter Berücksichtigung der Austräge an der Differenz zwischen dem im Boden vorliegenden Gehalt und dem BW I zu messen. Da Einträge überall, auf allen Böden und Flächen, gleich sein können - vergl. Immissionsschutzgesetz und TA Luft - kann es eine räumliche Abgrenzung des BW I nicht geben. Aus diesem Hinweis auf Einträge ist jedoch nicht abzuleiten, daß eine Auffüllung bis zum BW I nicht ohne Not hingenommen werden darf.

### 3.1.2 Bereich "B"

Durch die Tätigkeit des Menschen, durch Immissionen, Klärschlammeinsatz in der Landwirtschaft, gewerbliche und industrielle Aktivitäten und Leckagen von Entsorgungsleitungen wurden vor allem in Böden kommunaler Bereiche oder deren näheren und weiteren Umgebung Elemente und Stoffe so angereichert, daß ihre Gehalte dort über den Bodenwerten I liegen. Diese Gehalte können dann toleriert werden, wenn die Xenobiotika und/oder naturfremden Konzentrationen natürlicher Stoffe trotz ihrer dauernden Einwirkung auf die Schutzgüter deren "normale" Lebenserwartung bzw. deren Nutzbarkeitszeit nicht verkürzen und deren Lebens- bzw. Leistungsqualität nicht negativ beeinträchtigen. Diese standort-, nutzungs- und schutzgutbezogenen, hier als Bodenwerte II (BW II) bezeichneten Gehalte, können nicht generell festgelegt werden. Sie müssen fallbezogen - insbesondere im Hinblick auf das Grundwasser - ermittelt werden. Gesetzliche oder allgemein verbindliche Regelungen hierfür gibt es bisher nicht.

Der BW II gilt nur für die Böden, bei denen der BW I überschritten ist. Der BW II ist jedoch nicht wie BW I ein einziger, einheitlicher Wert. Er ist von Fall zu Fall festzulegen.

Seine Funktion ist es,

- Nutzungsmöglichkeiten eines Bodens/Standortes auszuloten,
- Fehlnutzungen (solche, bei denen bestimmte Schutzgüter geschädigt werden können) zu verhindern und
- Überlegungen einzuleiten, wie Gefahren für betroffene Schutzgüter, die am Standort verbleiben müssen, ausgeschlossen werden können.



Zur Abwehr von Gefahren für alle Schutzgüter gelten für den BW II folgende Forderungen:

Ein bestimmter Schadstoffgehalt im Boden kann toleriert werden, wenn er trotz seiner dauernden Einwirkung auf die Schutzgüter deren "normale" Lebenserwartung bzw. deren Nutzbarkeitszeit nicht verkürzt und deren Lebens- und Leistungsqualität nicht beeinträchtigt. Die Bodenwerte II (BW II) müssen so niedrig sein, daß nach dem heutigen Stand des Wissens von ihnen bei der gegenwärtigen (und gegebenenfalls auch bei einer zukünftigen) Nutzung keinerlei Gefahren für Schutzgüter ausgehen. Im urbanen Bereich steht folgende Forderung im Vordergrund:

- Der Schadstoffgehalt im Boden muß um so niedriger sein, je größer die Wahrscheinlichkeit besteht, daß Kinder und Erwachsene ihn ingestieren oder inhalieren können. Dies gilt auch für Straßenstaub.

Für Böden, die der Nahrungs- und Futterpflanzenproduktion dienen, gilt die Forderung:

- Der Schadstoffgehalt im Boden muß um so niedriger sein, je größer die Mengen sind, die über Pflanze und Tier (direkt oder nach deren Aufarbeitung zu Lebensmitteln) den Menschen erreichen.

Bei der Festsetzung des BW II müssen Kriterien des Schadstoffs, des Standorts, der Nutzung und des Schutzgutes berücksichtigt werden.

### 3.1.3 Bereich "C"

Liegen die Schadstoffkonzentrationen über dem BW II, so daß die Gefährdung eines Schutzgutes, z.B. des Grundwassers, zu besorgen ist - erreichen die Schadstoffgehalte den BW III, den phyto-, zoo-, human- und ökotoxikologischen Grenzwert - ist ein Sanieren des Bodens erforderlich.

Der BW III gilt dann, wenn alle möglichen nutzungs- und schutzgutbezogenen BW II eines gegebenen, zu beurteilenden Standortes (Bodens) überschritten sind. Seinen Geltungsbereich macht auch die Abb. 5 deutlich. Wie oben ausgeführt, wird der Bereich "B" mit eingeschränkter, aber standort- und schutzgutbezogener Nutzungsmöglichkeit nach unten durch den BW I und nach oben durch den BW III abgegrenzt.

Der BW II liegt mit einem deutlichen Sicherheitsabstand unter dem BW III im Bereich "B".

Der BW III ist gleichermaßen wie der BW II kein einheitlicher Wert. Es ist der Punkt, der Bereich, bei/in dem Schäden an Schutzgütern offensichtlich sind. Sie lassen sich wie folgt beschreiben:

bei Pflanzen:

- die Ertragsminderungen sind wirtschaftlich nicht mehr vertretbar
- die Gehalte der Schadstoffe in den in der Regel angebauten Pflanzen überschreiten toxikologische bedenkliche oder (gesetzlich) festgelegte Werte

bei Menschen und Tieren:

- gesundheitliche Schäden wurden nachgewiesen
- Leistungsminderungen wurden nachgewiesen

bei Ökosystemen:

- Veränderungen bei der Zusammensetzung der ortsüblichen Pflanzengesellschaften wurden nachgewiesen

beim Grundwasser:

- Schadstoffanreicherungen im Grundwasser wurden festgestellt.

Der BW III erleichtert es, den BW II verständlich und vertretbar zu machen. Er hilft auch, Nutzungsveränderungen belasteter Standorte zu begründen.

Seine Funktion ist es

- durch den Abstand zum BW II des gegebenen Standortes den Gefahren abwehrenden Charakter des BW II deutlich zu machen

- Überlegungen einzuleiten, wie die gefahrlose Nutzung des Standortes/Bodens möglich gemacht werden kann
- unverzügliche Sanierungen zu begründen.

### 3.2 Gewinnung von Daten

Mit dem für das UBA durchgeführte Vorhaben (UBA-89) wurde nach einer bestimmten Systematik die Fachliteratur des in- und Auslandes ausgewertet. Entsprechend der gewählten Systematik erfolgte eine Zusammenstellung von Informationen in Form von Risikoskalen für die zunächst ausgewählten sechs Elemente Arsen, Blei, Cadmium, Quecksilber, Selen und Beryllium. Diese Risikoskalen, auch "Meßplatten" genannt, dienen zur Ableitung von Bodenwerten entsprechend dem Drei-Bereiche-System und können auch für die Ableitung von Sanierungswerten als Grundlage dienen.

Die Meßplatten sind so aufgebaut, daß im Tabellenkopf die Belastung, die Art der Meßplatte (Nr. 1 - 8, s. unten) sowie ihre Bezeichnung eingetragen wird. Die Formulierung "Meßplatte" für dieses Arbeitsmittel leitet sich davon ab, daß in der Struktur den im logarithmischen Maßstab dargestellten Bodenwerten (linke Seite) jeweils die in den Datenblättern erfaßten Angaben zum Umfeld, Organismus usw. (rechte Seite) wertend gegenüber gestellt werden.

- 1: Bodenart (Grundbelastung)
- 2: Kontamination (Bereiche und Ursachen)
- 3: Bioakkumulation (Belastbarkeit der Nahrung)
- 4: Wirkung auf Pflanzen (Phytotoxizität)
- 5: Wirkung auf Bodenorganismen (Mikroorganismen, Bodentiere)
- 6: Wirkung auf Menschen (Humantoxizität)  
(zur Absicherung der Werte für den Bedeutungspfad "Boden-Mensch" wurden humantoxokologische Studien von Eikmann benutzt.)
- 7: Wirkung auf Ökosysteme (Fauna, Flora, Gemeinschaften)
- 8: Bewertung (Regelungen, Standards)

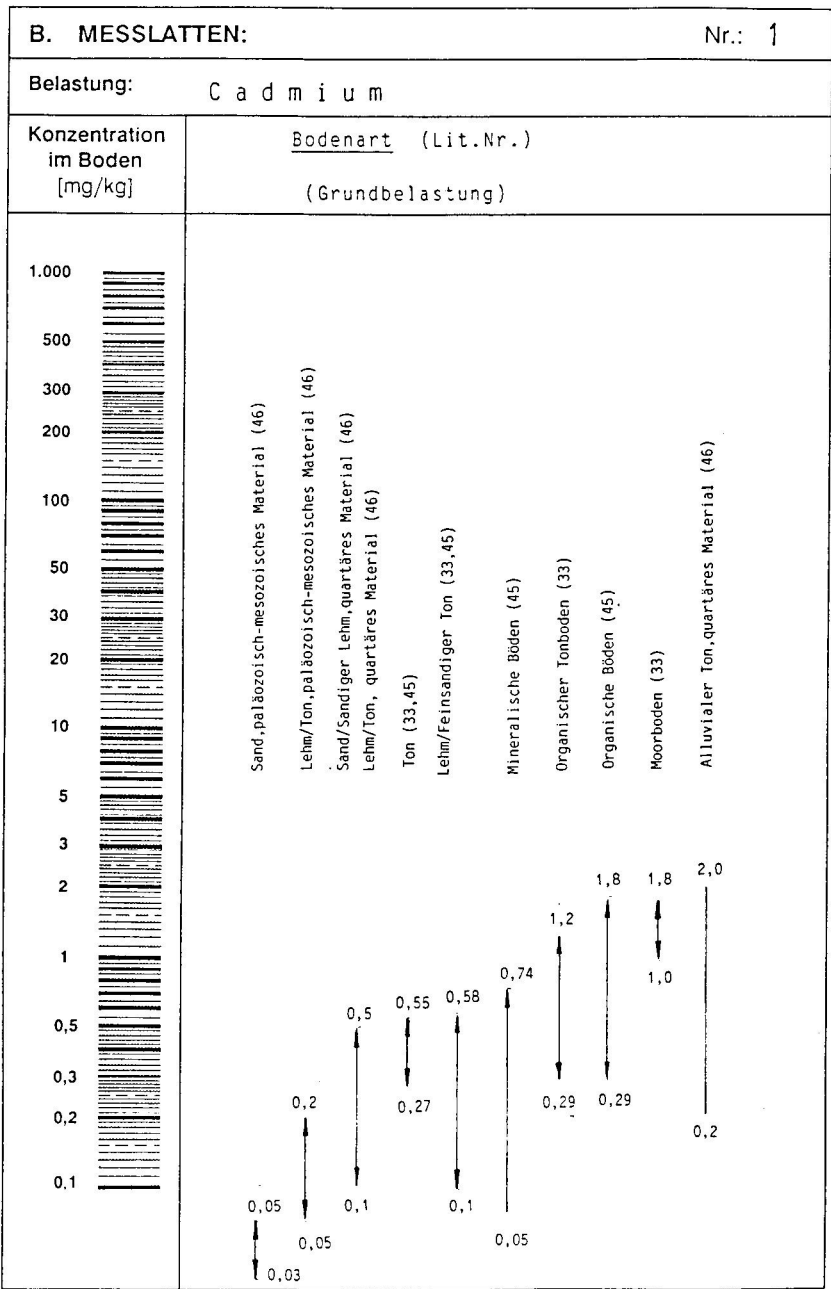
Diese Struktur schafft die Möglichkeit, die zusammengetragenen Daten in einer Form darzustellen, die erst den Vergleich der Daten untereinander und mit anderen Informationsquellen ermöglicht. Allen Aussagen dieser Informationsstruktur wird direkt die betreffende Literaturstelle in Klammern zugesetzt.

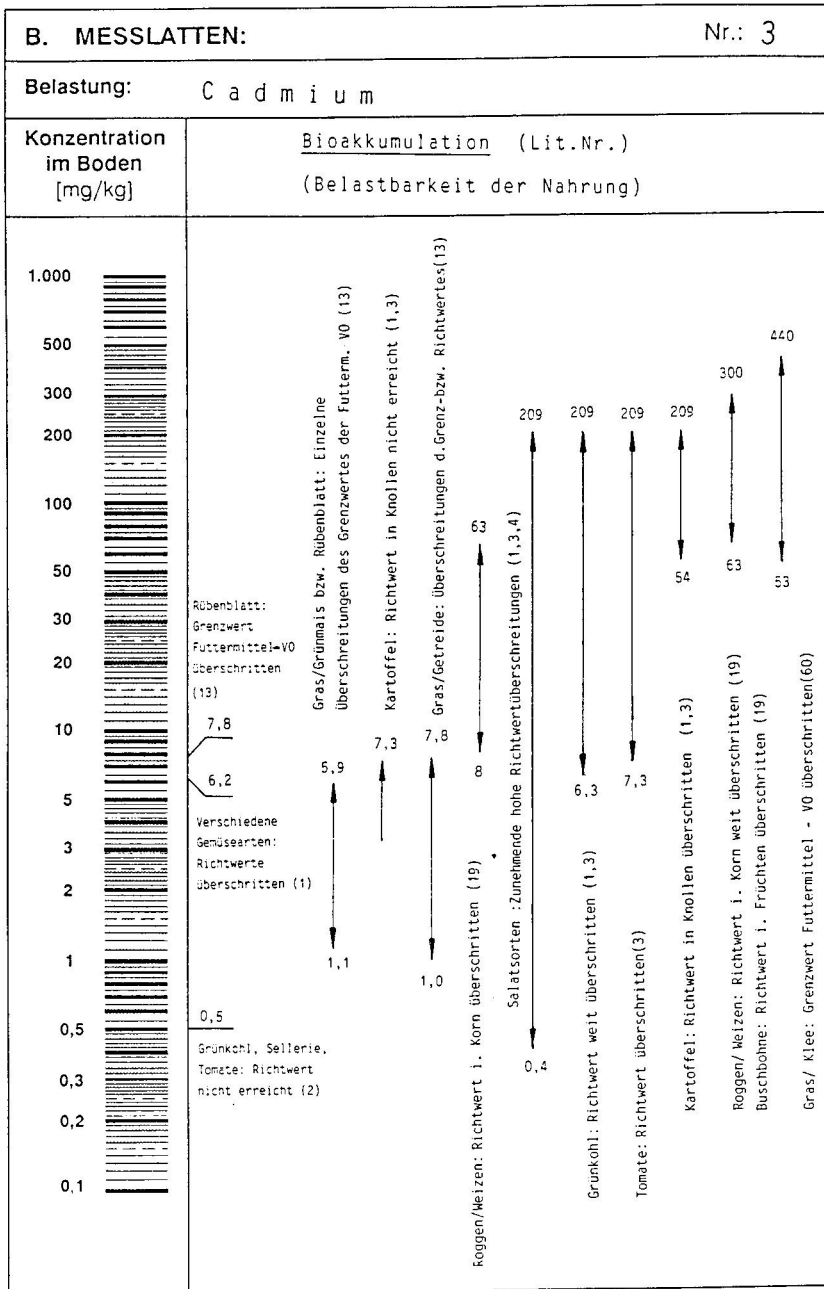
#### 4. Schlußbemerkung

Gegenwärtig werden in verschiedenen Gremien und Instituten der Bundesrepublik Deutschland tolerierbare, schutzgut- und/oder nutzungsbezogenen Gehalte von Schadstoffen erarbeitet. Diese Werte können nach ihrer Anerkennung durch gesetzgeberische Körperschaften zur Ableitung von Sanierungszielwerten herangezogen werden. In einem derartigen Programm wurden am Institut für wassergefährdende Stoffe (IWS) an der TU Berlin im Auftrag des Umweltbundesamtes die erforderlichen Daten zu ausgewählten anorganischen und organischen Chemikalien gesammelt, aufgearbeitet und übersichtlich zusammengestellt.

#### Anlagen:

1. 2 Meßplatten
2. Literatur





5. Literatur

- Scheffer, F.: Agrikulturchemie, Teil A: Boden  
Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart  
2. Auflage 1944.
- Scheffer, F.;  
Schachtschabel, P.: Lehrbuch der Bodenkunde  
Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart  
11. Auflage 1982.
- Scheffer, F.;  
Tornau, O.: Lehrbuch des Ackerbaus  
Verlag Paul Parey,  
Berlin und Hamburg 4. Auflage 1953.
- Anonym: Begriffsliste Bodenverunreinigungen/  
Bodenschutz, NAW VI 1/uA1 01.88 Rev.2,  
Stand Mai 88, DIN Deutsches Institut für Normung,  
Berlin.
- Moen, J.E.T.: Bodenschutz in den Niederlanden.  
Zweiter TNO/BMFT-Kongreß über Altlastensanierung  
11.-15.4.88, Hamburg,  
Verlag Kluwer Academic Publishers Dordrecht,  
Boston, London 1988 Band 2, S. 1533-1541.
- Kloke, A.: Wissenschaftliche Vorgaben zur Reinigung  
schadstoff-, insbesondere schwermetallbelasteter  
Böden. In Franzius (Hrsg.):  
Sanierung kontaminierter Standorte  
BIGTECH/FGU Kongreß. 25.-26.11.86 Berlin  
Verlag Erich Schmidt GmbH Berlin 1987,  
S. 35-39.
- Kloke, A.: Umweltstandards, Material für Raumordnung und  
Landesplanung. In Marx, D. (Hrsg.): Wechselseitige  
Beeinflussung von Umweltvorsorge und Raumordnung.  
(Sitzungsberichte der ARL, Hannover, Bd. 165 S.  
133-177.)  
Curt R. Vincentz Verlag Hannover 1987.

- Kloke, A.: Bodenfunktionen und Belastungsgrenzen für Schadstoffe und Schadelemente.  
In: 5. Arolser Schloßgespräch: Wirkungen von Luftverunreinigungen auf dem Boden  
Hrsg.: VDI-Kom. Reinh. d. Luft,  
Düsseldorf 1987, S. 5-11.
- Anonym: Erste allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (TA-Luft), Fassung 4.2.1983.  
In: Bundesanzeiger 35, Jg. Nr. 63a vom 31.3.1983.
- Anonym: Klärschlamm-Verordnung vom 25.6.1982.  
In: Bundesgesetzblatt Jg. 1982, Teil I, 734-739
- Blumenbach, D.;  
Kloke, A.;  
Lühr, H.-P.: Grundlagen der Formulierung von Sanierungszielen: Beurteilungskriterien, Entscheidungshilfen und Handlungsbedarf. IWS-Schriftenreihe Bd.7, Altlasten; Teil 1: Anforderungen an die Bearbeitung von Verdachtsflächen.  
Erich Schmidt Verlag Berlin 1989, S. 83-98.
- Kloke, A. 1980: Richtwerte '80, Orientierungsdaten für tolerierbare Gesamtgehalte einiger Elemente in Kulturböden.  
In: Mitteilungen VDLUFA, H. 1-3, 9-11, 1980.
- Anonym: Verordnung über Schadstoffe im Boden (VSBo) - Schweiz - vom 9.6.1986 (Stand am 1. April 1987)  
In: Texte zum Umweltschutz.  
Bezugsquelle: Bundesamt für Umweltschutz  
CH-3003 Bern.



- Kloke, A.: Vorschlag für ein "Drei-Bereiche-System" zur Bewertung der Schadstoffbelastung in Böden.  
In: Bodenschutz; Ergänzbare Handbuch der Maßnahmen und Empfehlungen für Schutz, Pflege und Sanierung von Böden, Landschaft und Grundwasser.  
Herausgeber: Rosenkranz, D., Einsele G., Harreß, H.-M.  
Erich Schmidt Verlag Berlin  
BoS 2, Lfg. II 1989, Nr.: 3590 S. 1-12.
- Anonym 1975: Weltweite Rohstoffverknappung erzwingt verstärkte Forschungsanstrengungen.  
In: DFG-Mitteilungen Nr. 3; S. 43 - 45.
- Kloke, A.;  
Lühr, H.-P.: Vorschläge zur Konkretisierung von Sanierungszielen bei Boden- und Grundwasserkontaminationen.  
In: 1. Boden- und Grundwasserforum Berlin  
IWS-Schriftenreihe Band 3  
Erich-Schmidt-Verlag Berlin  
1988, S. 175-184.