

# Handbuch zur Altlastenbehandlung Teil 4

## Gefährdungsabschätzung, Pfad und Schutzgut Boden

*Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie*

### ANLAGENVERZEICHNIS

- Anlage 1 Bewertungsformblatt Boden
- Anlage 2 Bewertungsblatt KONTA
- Anlage 3 Tabellen zur  $r_0$ - und m- Wertbestimmung
  - 3.1 Tabelle 1: Stoffgefährlichkeit für Abfälle und Stoffgemische, Abfalld Definitionen
  - 3.2 Tabelle 2: Stoffgefährlichkeit für Branchen
  - 3.3 Tabelle 3: Stoffgefährlichkeit für chemische Stoffe und Stoffgruppen
  - 3.4 Tabelle 4: Schadstoffaustrag  $m_I$
  - 3.5 Tabelle 5: Schadstoffaustrag  $m_{II}$
  - 3.6 Tabelle 6: Schadstofftransport und –wirkung  $m_{III}$
  - 3.7 Tabelle 7: Bedeutung des Schutzgutes Boden  $m_{IV}$
  - 3.8 Tabelle 8: Prüf- und Maßnahmenwerte für Bodenkontaminationen in verschiedenen Nutzungsklassen
  - 3.9 Tabelle 9: Prüf- und Maßnahmenwerte für Bodenbelastung als Quelle für Grundwasserkontaminationen
- Anlage 4 Erfassung von Proben- und Analysendaten
  - 4.1 Datenerfassungsblätter für Proben- und Analysendaten
  - 4.2 Schlüsselverzeichnis zur Erfassung von Proben- und Analysendaten
- Anlage 5 Sorptionskoeffizienten einiger altlastenrelevanter Stoffe
- Anlage 6 Weitergehende Dokumentation
- Anlage 7 Schadstoffpfad Boden; Merkmale, Tabellen und Regeln für die Gefährdungsabschätzung mit dem Programm GEFA (gesonderte Broschüre)

# ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1	Fallunterscheidungen beim Boden
Abbildung 2	Handlungsmatrix
Abbildung 3	Schematische Darstellung der Fälle 1 und 2
Abbildung 4	Schematische Darstellung der Fälle 3 und 4
Abbildung 5	Übersicht zur Fallauswahl
Abbildung 6	Anzahl der Bewertungsparameter in Abhängigkeit vom Beweisniveau
Abbildung 7	Priorisierung und Handlungsbedarf bei einzelnen Risikowerten für die Schutzobjekte
Abbildung 8	Priorisierung und Handlungsbedarf bei Risikobereichen für die Schutzobjekte

# 1. EINFÜHRUNG

Die Gefährdung, die von einem Schadstoffherd (Altablagerung oder Altstandort) ausgehen kann, betrifft nicht nur das Grundwasser, sondern ebenso den Boden, die Luft und das Oberflächenwasser.

Schadstoffe werden auf oder in dem Boden abgelagert und können als Flüssigkeit, Lösung oder Gas in ihn eindringen. Schadstoffe können im Boden (durch Schwerkraft, Sickerwasser, Bodenluft) und mit dem Boden (Erosion von Bodenteilchen mit Schadstoffen) zu den weiteren Schutzgütern Grundwasser, Luft, Oberflächenwasser transportiert werden (Boden als Transportpfad) bzw. der Boden selbst kann in seinen Funktionen beeinträchtigt werden (Boden als Schutzgut). Der Boden ist Kontaktmedium zu den Schutzgütern Mensch, Tier und Pflanze.

- Eine **Anreicherung** der Schadstoffe im Boden kann durch physikalisch-chemische Mechanismen wie Filtration, Sorptions- und Ionenaustauschprozesse, Fällungsprozesse sowie durch biochemische Prozesse erfolgen.
- Eine **Verminderung** der Schadstoffe im Boden ist durch chemische, physikalische und biochemische (mikrobielle) Prozesse wie Umwandlung oder Abbau möglich.
- Eine **Gefährdung** von **Menschen** oder **Tieren** kann durch eine orale oder inhalative Aufnahme von Schadstoffen oder einen dermalen Kontakt mit Schadstoffen auftreten.
- **Pflanzen** sind sowohl durch Staubablagerungen als auch durch eine Schadstoffaufnahme über den Wurzelbereich aus dem Porenwasser (oder der Bodenluft) gefährdet.

Nach Entwurf Bundesbodenschutzgesetz [1] sind altlastverdächtige Flächen zu erfassen, zu untersuchen und zu bewerten. Im Rahmen der Untersuchung und Bewertung sind insbesondere Art und Konzentration der Schadstoffe, ihre räumliche Verteilung im Boden, die Möglichkeiten einer Ausbreitung in die Umwelt und deren Aufnahme durch Menschen, Tiere und Pflanzen sowie die frühere und derzeitige Bodennutzung zu berücksichtigen ... (§17). Altlasten sind so zu sanieren, daß dauerhaft keine Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit herbeigeführt werden... (§ 18 (1)). Die grundlegende Vorgehensweise bei der Altlastenbehandlung in Sachsen ist in [2] dargelegt. Der vorliegende Teil der Gefährdungsabschätzung behandelt den Boden als Transportpfad zu anderen Schutzgütern und als Schutzgut selbst. Die Bewertung des Bodens als Trägermedium der Schadstoffe zum Grundwasser erfolgt im Teil Grundwasser des Handbuches zur Altlastenbehandlung in Sachsen [3]. Bodenluft und Deponiegas werden gesondert im Teil Luft des Handbuches zur Altlastenbehandlung in Sachsen [4] bewertet werden, hier sind nur einige Hinweise dazu enthalten. Der vorliegende Teil Boden des Handbuches ist für eine formale Gefährdungsabschätzung auf den Beweismiveau 1 und 2 des Stufenprogrammes der Altlastenbehandlung in Sachsen gedacht, wenn noch keine oder nur orientierende Ergebnisse einer technischen Erkundung zur Verfügung stehen. Da sich die Gefährdungsabschätzung beim Boden differenzierter als beim Grundwasser auf seine Nutzungen bezieht, ist die Kenntnis der aktuellen und geplanten Nutzung bereits auf niedrigem Beweismiveau eine wesentliche Voraussetzung. Grundlage der Methodik der Gefährdungsabschätzung Teil Boden ist, wie beim Teil Grundwasser [3], das Baden-Württemberger Verfahren. Einbezogen wurden außerdem verschiedene Bewertungsansätze (DGFZ- Dresden; UW-Freiberg). Mehrere Ingenieurfirmen haben in einer Testphase die Methodik auf Praktikabilität untersucht. Die Erkenntnisse aus den vielfältigen Diskussionen sind in die

vorliegende Arbeit eingeflossen. Anmerkung: Auf diesen niedrigen Erkundungsstufen sind die zu bewertenden Fälle noch Altlastverdachtsflächen. Im allgemeinen fällt die Entscheidung, ob die Altlastverdachtsfläche eine Altlast ist oder nicht nach der Detailerkundung, wenn also die Entscheidung: Sanierung ja/nein, gefällt werden muß. Im Einzelfall kann eine Altlastverdachtsfläche schon nach der orientierenden Erkundung eine Altlast sein.

## **2. Begriffsbestimmungen**

### **ALTLASTEN NACH [1]**

Altablagerungen und Altstandorte, durch die schädliche Bodenveränderungen oder sonstige Gefahren für den Einzelnen oder die Allgemeinheit hervorgerufen werden (§4 (3)).

### **BODEN NACH [1]**

ist die obere Schicht der Erdkruste, soweit sie Träger der nachgenannten Bodenfunktionen ist, einschließlich der flüssigen Bestandteile (Bodenlösung) und der gasförmigen Bestandteile (Bodenluft), ohne das Grundwasser und Gewässerböden.

### **BODENANSPRACHE NACH [5], [6], [7]**

Angaben zum Boden wie:

Bodenart, Skelettanteil, Farbe, Anteil technogener Beimengungen, Geruch, Humusgehalt, Carbonatgehalt, Tiefe, Auffälligkeiten u. s. w. Der Umfang der Eigenschaften des Bodens, die dabei erfaßt werden, ist abhängig von der Art der Erfassung (Schurf, Bohrgut am Bohrer,..) und der Zielsetzung der Bodenbeurteilung.

### **BODENEROSION NACH [2]**

Abtragung von Boden an der Oberfläche durch Wasser, Wind und/oder Gravitation.

### **BODENFUNKTIONEN NACH [11]**

1. Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen,
2. Teil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen,
3. Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, und Nutzungsfunktionen als:
4. Rohstofflagerstätte,
5. Standort für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung,
6. Fläche für die Siedlung und Erholung,
7. Standort für wirtschaftliche Nutzungen, Verkehr, Ver- und Entsorgung und
8. Archiv der Natur- und Kulturgeschichte.

### **BODENLUFT NACH [2]**

Im Hohlraumanteil des Bodens enthaltene gasförmige Phase. Hinweis:

In der Bodenluft erfolgt der Transport gasförmiger bzw. leichtflüchtiger Schadstoffe. Bodenluft wirkt dann als Transportmittel.

## **BODENPFAD NACH [2]**

Boden als Weg des Schadstofftransportes.

## **BODENSCHUTZ NACH [2]**

Maßnahmen und Empfehlungen zur Erhaltung oder Sanierung von Boden bzw. zur Erhaltung und Wiederherstellung der Bodenfunktionen.

## **BODENWASSER NACH [2]**

Wasser im Hohlraumanteil des Bodens.

## **EXPOSITIONSPFAD NACH [8]**

bezeichnet den möglichen oder tatsächlichen Weg, auf dem ein Schadstoff von einem Umweltmedium (Boden, Wasser, ...) zum Schutzgut gelangt.

## **EXPOSITIONSSZENARIUM NACH [8]**

Ein Expositionsszenarium läßt sich durch die betroffenen Nutzergruppen, die Expositionspfade, über die der Schadstoff auf die Nutzergruppe einwirkt und die Häufigkeit und Aufnahmerate dieser Exposition charakterisieren. Ein Expositionsszenarium kann mehrere Expositionspfade gleichzeitig umfassen.

## **KAPILLARWASSER NACH [5]**

Anteil des Haftwassers, der durch Menisken gehalten wird.

## **PRÜFWERT NACH [9]**

Orientierungswert für die Schadstoffkonzentration in Umweltmedien, deren Überschreitung weitere Untersuchungen erfordert und bei deren Unterschreitung in der Regel ein Gefahrenverdacht als ausgeräumt gilt. Dieser Wert gilt nicht für eine Beurteilung des Wiedereinbaus von Böden; dafür müssen die Zuordnungswerte für den Wiedereinbau herangezogen werden.

## **MASSNAHMENWERT NACH [9]**

Orientierungswert für die Schadstoffkonzentration in Umweltmedien, bei deren Überschreitung in der Regel Maßnahmen der Gefahrenabwehr erforderlich werden, gilt nicht für eine Beurteilung des Wiedereinbaus von Böden, dabei müssen die Zuordnungswerte für den Wiedereinbau herangezogen werden.

## **NUTZUNGSKLASSE NACH [9], TABELLE 1**

Einteilung der Böden nach wesentlichen Arten der Nutzung durch den Menschen.

## **NUTZUNGSKRITERIEN NACH VORLIEGENDEM HANDBUCH, TEIL 4**

Einteilung der Böden nach wesentlichen Arten der Nutzung durch Mensch, Tier, Pflanze.

## **SCHUTZGUT BODEN [2]**

Durch Gesetz bzw. Rechtsordnung geschütztes Natur- und Umweltgut der Allgemeinheit.

## **SCHUTZOBJEKT DES BODENS**

konkretes Schutzgut Boden mit Nutzungsangaben, z.B. der Boden eines Kinderspielplatzes (siehe Anlage 3.7). Durch die Bewertung der konkreten Nutzung dieses Bodens werden die Schutzobjekte Mensch, Tier, Pflanze bewertet (die durch den Boden belastet sein können).

## **SORPTIONSKOEFFIZIENT NACH [10]**

entspricht dem Quotienten aus den Stoffkonzentrationen in anorganischen und organischen Strukturen von Böden und Sediment und der diese umgebenden wäßrigen Phase im Gleichgewichtszustand der Stoffverteilung (bezogen auf einen organischen Kohlenstoffgehalt des Bodens von etwa 2%).

## **ZUORDNUNGSWERTE NACH TECHNISCHEN REGELN DER LAGA**

Orientierungswerte für die Zuordnung von Reststoffen/Abfällen (z.B. Bodenaushub) in Einbauklassen (einschließlich Deponieklassen) nach den Technischen Regeln der LAGA: "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/ Abfällen", (September 1994) und nach der zweiten (TA Abfall) und dritten (TA Siedlungsabfall) Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz. Weitere Begriffe und Definitionen der Altlasten und bodenkundliche Fachbegriffe mit Bezug zu Altlasten siehe Terminologie [2].

### 3. Bewertungsverfahren

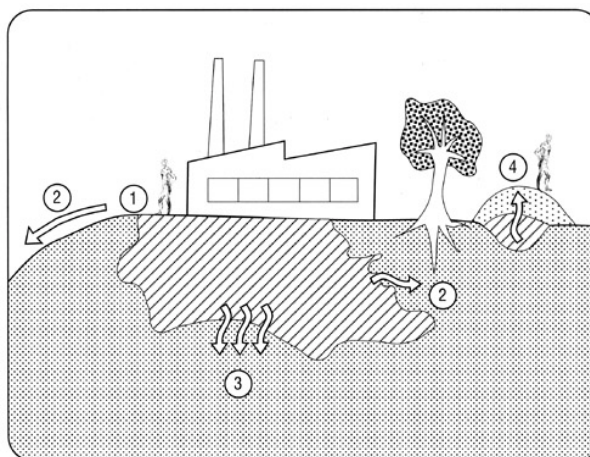
Der Boden ist sowohl in seiner Funktion als Träger- und Transportmedium (Pfad) mit verschiedenen möglichen Ausbreitungsrichtungen als auch als Schutzgut (SG) zu betrachten.

Als **Träger- bzw. Transportmedium** ermöglicht der Boden prinzipiell eine Ausbreitung:

- nach oben mit der Bodenluft bzw. als oberflächliche Ausgasung/Emission und/oder mit dem Aufstieg vom Kapillarwasser (flüchtige oder lösliche Schadstoffe),
- nach unten mit dem Sickerwasser (lösliche Schadstoffe) bzw. als flüssiger und migrationsfähiger Schadstoff
- seitlich durch Winderosion (feste/erosive Schadstoffe) oder Wassererosion (lösliche oder flüssige/erosive Schadstoffe) bzw. unterirdische laterale Ausbreitung im Boden in Abhängigkeit von der lithologischen Ausbildung und dem hypodermischen Abfluß (flüchtige, lösliche oder flüssige Schadstoffe).

Die prinzipiellen Ausbreitungsmöglichkeiten können auch kombiniert auftreten. Da es aber nicht nur eine Ausbreitungsrichtung vom Schadstoffherd zum Schutzgut gibt, wie beim Grundwasser, sondern mehrere, muß eine Fallunterscheidung je nach Ausbreitungsrichtung getroffen werden. In einer Ausbreitungsrichtung können außerdem noch unterschiedliche Schutzobjekte vorhanden sein (Boden eines Kinderspielplatzes oder eines Waldgebietes etc.).

Abbildung 1 veranschaulicht die 4 Fallunterscheidungen beim Pfad und Schutzgut Boden (siehe auch Punkt 4.3).



**Abb. 1: Fallunterscheidungen beim Boden**

Damit erfolgt in jeder möglichen Ausbreitungsrichtung eine Bewertung für die jeweils sensibelsten Schutzobjekte des Bodens. Die Sensibilität eines Schutzobjektes Boden wird anhand der Nutzungskriterien (siehe Anlage 3.7) beurteilt. Je sensibler die vorliegende oder geplante Nutzung ist, desto schutzwürdiger ist der Boden. Grundsätzlich gilt:

Die Schadstoffe sind auf bzw. in der Altlast ursächlich vorhanden. Der Boden in der Umgebung der Altlast wird sekundär bei einem Schadstofftransport von der Altlast belastet. In der Umgebung der Altlast kann der Schadstoff höchstens (bei extremen Austragsbedingungen) in derjenigen Menge



vorliegen wie ursprünglich auf bzw. in der Altlast selbst. Die Konzentration des Schadstoffes in der Umgebung ist im allgemeinen geringer als auf bzw. in der Altlast selbst. Die formale Gefährdungsabschätzung zu den Altlastverdachtsfällen erfolgt für den Boden wie für das Grundwasser anhand der Gleichung:

$$r_0 * m_I * m_{II} * m_{III} * m_{IV} = r_{IV}$$

- $r_0$  = Stoffgefährlichkeit
- $m_I$  = Schadstoffaustrag aus dem Schadstoffherd
- $m_{II}$  = Schadstoffeintrag in das Schutzgut Boden
- $m_{III}$  = Schadstoffverhalten im Boden
- $m_{IV}$  = Bedeutung des Bodens
- $r_{IV}$  = gewichtetes Gefahrenrisiko (entsprechend der Bedeutung des Bodens)

Dieses gewichtete Gefahrenrisiko kann ein Wert sein, aber auch ein Bereich, siehe Punkt 4.6 Datenqualität. Aus dem gewichteten Gefahrenrisiko wird das maßgebende Risiko R abgeleitet, siehe Punkt 4.7.

Um zum Handlungsbedarf zu kommen ist es notwendig, das Beweiseniveau entsprechend dem Stufenprogramm der Altlastenbehandlung zu charakterisieren. Das Beweiseniveau ist Ausdruck für den derzeit vorhandenen Kenntnisstand über die zu bewertende Altlastverdachtsfläche. Durch Kombination des maßgebenden Risikos R (bzw.  $R_{subj}$ ) mit dem Beweiseniveau BN lässt sich auf einfache Weise über die folgende Matrix der Handlungsbedarf ableiten.

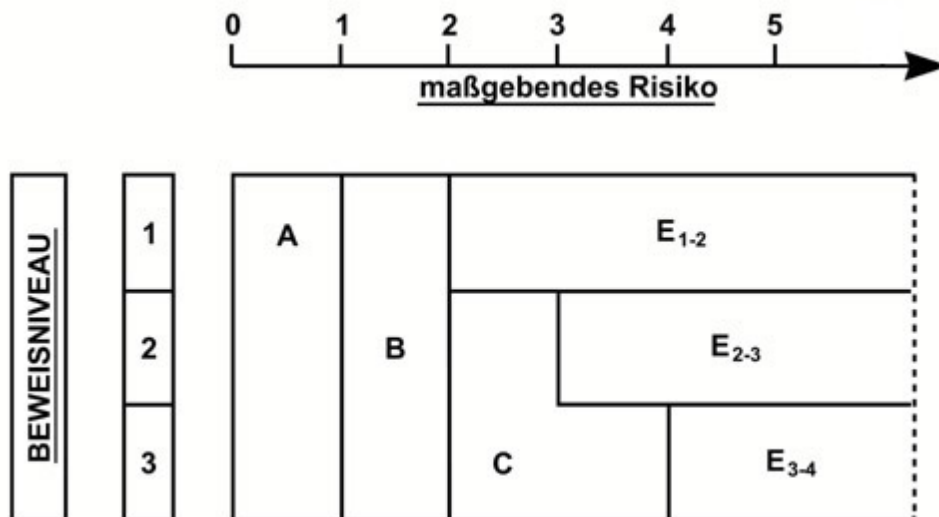


Abb. 2: Handlungsmatrix

## Symbolbedeutung:

- A = Ausscheiden aus der Altlastenverdachtsfalldatei
- B = Belassen in der Altlastenverdachtsfalldatei
- C = Altlastenüberwachung (Fachtechnische Kontrolle)
- E = Erkundung
- E<sub>1-2</sub> = Orientierende Erkundung
- E<sub>2-3</sub> = Detailerkundung
- E<sub>3-4</sub> = Sanierungsuntersuchung

## 4. BEWERTUNGSABLAUF

### 4.1. BEWERTUNGSFORMBLATT SCHUTZGUT BODEN

Als Grundlage für die Bewertung dient das ausgefüllte Bewertungsformblatt Schutzgut Boden (im Sinne eines Datenerfassungsbeleges, siehe Anlage 1), soweit keine Erfassung der Daten über das PC Programm GEFA möglich ist. Der Kopf des Formblattes enthält die Falldaten entsprechend des Altlastenkatasters, die Angabe des zutreffenden Beweismiveaus (1 - Historische Erkundung, 2 - Orientierende Erkundung) sowie die Firma, die die Bewertung durchgeführt hat, das Datum und den Standort der Dokumentation. Eine Bewertung von mehreren Fällen auf einem Formblatt ist möglich. In der Auswertung der bewertungsrelevanten Sachverhalte schließt sich die stufenweise Ermittlung des  $r_0$ -,  $r_I$ -,  $r_{II}$ -,  $r_{III}$ -,  $r_{IV}$ - und R-Wertes an. Entsprechend der Fallzuordnung erfolgt nur eine Bewertung der entsprechend relevanten Einflußfaktoren. Das KONTA- Blatt (siehe Anlage 2) ist die Zusammenfassung der Bewertung (analog GW).

### 4.2. STOFFGEFÄHRLICHKEIT ( $r_0$ )

Ausgangspunkt der Bewertung von Altlastverdachtsfällen ist die Abschätzung der Gefährlichkeit der Schadstoffe im Abfall (Altablagerungen) bzw. im Boden (Altstandorte). Die Stoffgefährlichkeit  $r_0$  (siehe auch [2]) setzt sich zusammen aus:

- akute Toxizität
- chronische Toxizität
- Karzinogenität
- Teratogenität
- Mutagenität
- Bioakkumulierbarkeit

Die Gesundheitsgefährdung des Menschen steht im Vordergrund. Die Ökotoxizität wäre im Bodenpfad mit zu berücksichtigen, ist aber aufgrund der unzureichenden Datenlage nicht einbezogen. Die Einordnung der  $r_0$ -Werte erfolgt im Bereich 0 (ungefährlich) bis 6 (hochgefährlich) und kann in extremen Fällen (z. B. Kampfstoffe) die 6 übersteigen.

Folgende Faktoren sind für die Stoffgefährlichkeit von Bedeutung:

#### **Abfallart (bei Altablagerung, BN1)**

Tabelle 1 in Anlage 3.1 enthält  $r_0$ -Werte bzw. Wertebereiche für Abfallarten zur Abschätzung der Stoffgefährlichkeit. Auf der Stufe der Historischen Erkundung sind überwiegend Abfallarten und branchenbedingte Schadstoffgemische bekannt, aber noch keine Einzelschadstoffe nachgewiesen. Der Tabelle sind die Definitionen der Abfallarten (siehe [2]) angefügt. Betriebe der Umgebung sind bei der Abschätzung des Schadstoffinventars einzubeziehen, sofern nicht widerlegt werden kann, daß die Betriebe dort entsorgt haben. Eine Spezifizierung des  $r_0$ -Bereiches aus der Abfallart ist durch das bewertende Ingenieurbüro möglich.

#### **Branche (bei Altstandort, BN1)**

Tabelle 2 in Anlage 3.2 enthält für Altstandorte das für die Formale Erstbewertung benutzte Branchen-Schlüsselverzeichnis mit den zugehörigen  $r_0$ -Wertebereichen. Der konkrete Wert ergibt sich aus dem jeweils vorhandenen (auch mengenmäßig relevanten ) Schadstoffspektrum

als Wert des Schadstoffes mit der höchsten Gefährlichkeit. Eine Nutzerspezifizierung des  $r_0$ -Bereiches aus der Branche ist möglich.

### **Konkrete Schadstoffe (BN 1, BN 2)**

Tabelle 3 in Anlage 3.3 enthält die  $r_0$ -Werte für die wichtigsten altlastenrelevanten chemischen Stoffe und Stoffgruppen. Mit der fortschreitenden Technischen Erkundung wächst die gesicherte Kenntnis über spezielle Schadstoffe bzw. Schadstoffgruppen am Altstandort oder in der Altablagerung. Für anorganische Stoffe werden, aus der Wasser- bzw. Eluatanalytik bedingt, überwiegend Ionen bestimmt, während die organischen Stoffe als Molekül erfaßt werden.

BN1:

Konkrete Schadstoffe (Angaben aus historischen Unterlagen oder aus Zeitzeugenbefragungen) sollten bewertet werden, wenn die konkreten Schadstoffhinweise nach Art oder Menge nicht typisch sind für die vorher gewählte Branche (bzw. die gewählte Abfallart) und ein größeres  $r_0$  ergeben und konkrete Schadstoffe können bewertet werden, wenn sie eine Konkretisierung des  $r_0$ -Bereiches ermöglichen (sofern nicht durch Nutzerspezifizierung bei Abfallart oder Branche schon erfolgt).

BN2:

Von den als relevant nachgewiesenen Schadstoffen wird der höchste  $r_0$  nach Tabelle 3, Anlage 3.3 zur Bewertung herangezogen. Vermutete, aber durch repräsentative Messungen nicht bestätigte relevante Schadstoffkonzentrationen ( $<$  Prüfwerte), werden nicht in der Stoffgefährlichkeit berücksichtigt. Die Frage der Repräsentanz ist hier von entscheidender Bedeutung. Ergeben die Analysen keine eindeutigen Aussagen hinsichtlich relevanter Schadstoffe, so ist ein  $r_0$  innerhalb des vorgegebenen Bereiches der Tabelle 1, Anlage 3.1 (Abfallart) bzw. der Tabelle 2, Anlage 3.2 (Branche) festzulegen bzw. es ist nachzuerkunden.

#### Altstandort:

Repräsentative Messungen für das Schutzgut Boden sind Bodenanalysen an den technologischen Schwerpunkten und an den Orten der sensiblen Nutzung des Bodens. Liegt der Schwerpunkt der Erkundung auf leichtflüchtigen Schadstoffen, sind Bodenluftmessungen als Methode zur schnellen orientierenden Untersuchung von Kontaminationen des Untergrundes geeignet und lassen auch Rückschlüsse auf die Bodenmatrix zu.

#### Altablagerung:

Repräsentative Analysenwerte von Altablagerungen zu erhalten ist schwierig. Abfallanalysen aus Bohrproben sind im allgemeinen nicht repräsentativ (außer Monodeponie), weil sie nur punktuelle Informationen darstellen. Dagegen liefern Deponiegasanalysen bzw. Bodenluftanalysen (bei Bodenabdeckung der Altablagerung) und je nach Gegebenheit Bodenanalysen (bei Bodenabdeckung) und Grundwasseranalysen bewertbare Aussagen.

#### Bemerkung:

Es ist jedoch auch möglich, daß niedrige  $r_0$ -Werte einer Schadstoffgruppe durch höhere  $m$ -Faktoren zu höheren  $r_{IV}$ -Werten führen als hohe  $r_0$ -Werte einer anderen Schadstoffgruppe mit niedrigen  $m$ -Faktoren (bedingt durch unterschiedliche Stoffeigenschaften). In diesen Fällen muß zur Errechnung des höchsten maßgeblichen Risikos  $r_{IV}$  von mehreren  $r_0$ -Werten ausgegangen werden.

#### Beispiel:

Altstandort mit Schadstoffgruppe 1 und Schadstoffgruppe 2

$$r_{01} \cdot m_{I1} \cdot m_{II1} \cdot m_{III1} \cdot m_{IV} = r_{IV1} \text{ und } r_{02} \cdot m_{I2} \cdot m_{II2} \cdot m_{III2} \cdot m_{IV} = r_{IV2}$$

$r_{01} < r_{02}$  heißt nicht zwingend, daß  $r_{IV1} < r_{IV2}$  (wenn  $m_{I1} > m_{I2}$ ,  $m_{II1} > m_{II2}$ ;  $m_{III1} > m_{III2}$ )

Ergebnis:  $\max(r_{IV1}; r_{IV2})$  wird für Gefährdungsabschätzung herangezogen.

Im allgemeinen wird die Gefährdungsabschätzung nur einmal durchgeführt, da man die verschiedenen Schadstoffgruppen gerade bei Altablagerungen nicht im einzelnen kennt.

Dann werden jeweils die gefährlichsten vermuteten Stoffeigenschaften bei der Abschätzung der m- Faktoren einbezogen. Einflußfaktoren mit \* werden nicht direkt bewertet, können dem Bearbeiter jedoch zur Festlegung des r<sub>0</sub>- Wertes innerhalb der angebotenen r<sub>0</sub>- Bereiche dienen.

**Technologie\***

Bei Altstandorten ergeben sich aus bestimmten Technologien bestimmte Verfahrensschritte und mögliche Schadstoffe mit Angaben zur Einsatzmenge.

**Schadstoffherde\***

Aus der Technologie kann man mögliche Schadstoffherde lokalisieren. Die angebotene Auswahl an Schadstoffherden dient dann der Analyseplanerstellung und der Abschätzung der Kontaminationsfläche.

**Ablagerungs- bzw. Produktionsbeginn und–ende\***

Die Zeitdauer und der Zeitabstand erlauben eine Abschätzung der Einwirkzeit von Schadstoffen und von Umsetzungsprozessen und damit eine Abschätzung der Relevanz von Schadstoffen und können für die Bestimmung von r<sub>0</sub> herangezogen werden.

**Gemeindegröße bzw. Beschäftigtenzahl\***

sind zusätzliche Informationen. Anhand der Gemeindegröße kann auf die Mengen von Hausmüll geschlossen werden.

\*Einflußfaktoren werden nicht direkt bewertet

### 4.3. FALLBESTIMMUNG

Es ergeben sich 4 Fallunterscheidungen (je nach Ausbreitungsrichtung):

Fall 1	<b>der zu schützende Boden ist die Altlast(verdachtsfläche) selbst</b> (z. B. Altstandort soll als Gewerbegebiet wieder genutzt werden)
Fall 2	<b>der zu schützende Boden liegt in der Umgebung der Altlast(verdachtsfläche)</b> (z.B. Boden eines Kinderspielplatzes liegt im Windeinflußbereich einer Altablagerung oder eine natürliche Landschaft im Einflußbereich eines Altstandortes)
Fall 3	<b>der zu schützende Boden liegt unter einer Altlast(verdachtsfläche) in deren Sickerwasserbereich</b> (z.B. Boden unter einer Ablagerung soll zukünftig nach Abtragung der Ablagerung als Gewerbefläche genutzt werden)
Fall 4	<b>der zu schützende Boden (Bodensubstrat) liegt über einer Altlast(verdachtsfläche) als Abdeckmaterial</b> (z.B. Müllkippe ist mit Bodensubstrat abgedeckt und wird als Kleingartenanlage genutzt)

Die einzelnen Fälle sind in den Abbildungen 3 und 4 schematisiert dargestellt.

Werden mehrere relevante Fälle ermittelt, so sind mehrere Gefährdungsabschätzungen durchzuführen.

Ziel ist es, einerseits das höchste Risiko für die Schutzobjekte zu ermitteln und damit die Altlastverdachtsfläche zu priorisieren und andererseits einen Handlungsbedarf möglicherweise bezüglich verschiedener Schutzobjekte festzustellen. Für die weitere Erkundung ist es notwendig alle Schutzobjekte, die einen Handlungsbedarf erfordern, zu ermitteln, um dort gezielte Erkundungs- bzw. Gefahrenabwehrmaßnahmen ansetzen zu können.

Kommt kein Fall in Frage, so ist der Bodenpfad nicht relevant. Dann ist auf Beweisniveau 1 der Sachverhalt zu begründen (Fallauswahl negativ). Die Bewertung entfällt dann auch in eventuell höheren Beweisniveaus. Das kann beispielsweise gegeben sein, wenn eine Altlastverdachtsfläche versiegelt ist und auch versiegelt bleiben soll.

Die Fallfestlegung kann nach dem Schema der Abbildung 5 erfolgen.

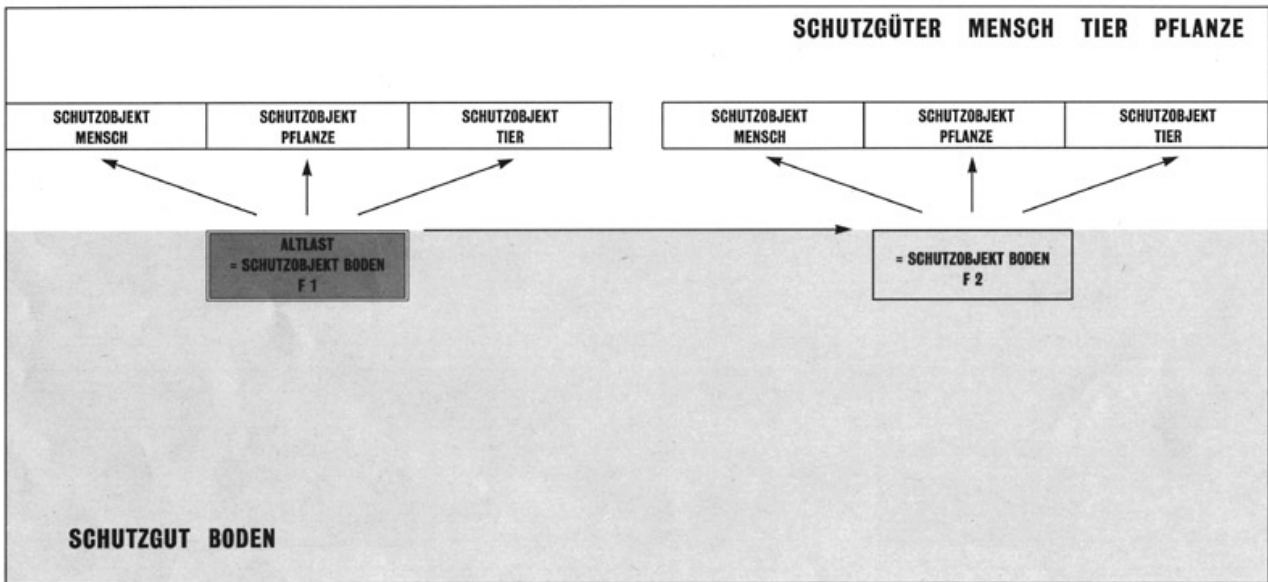


Abb. 3: Schematische Darstellung der Fälle 1 und 2

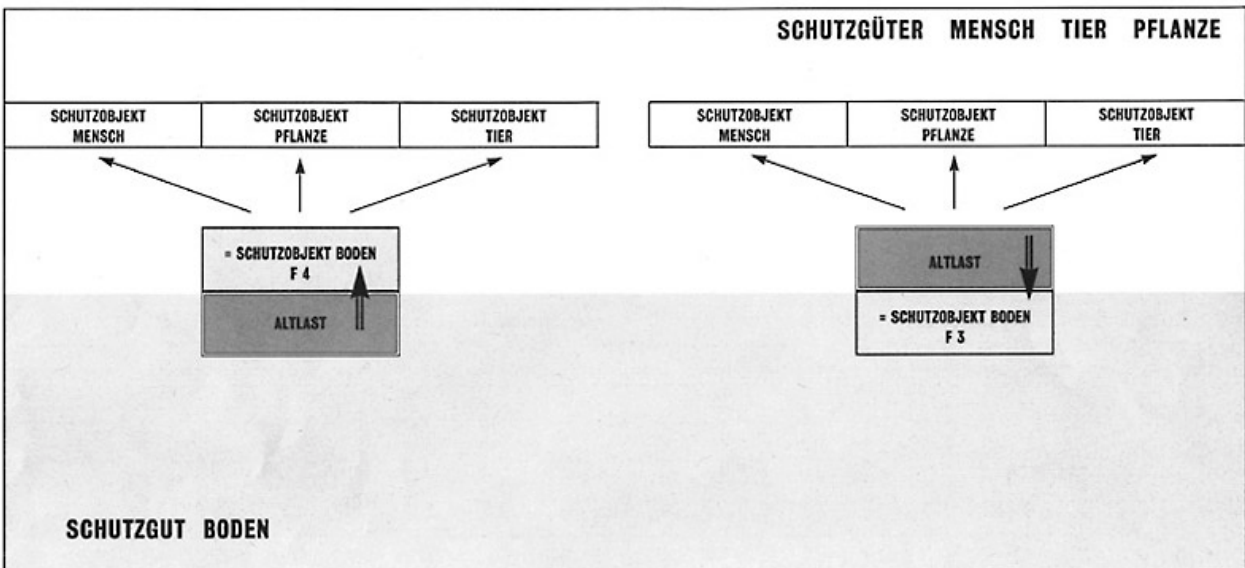


Abb. 4: Schematische Darstellung der Fälle 3 und 4

FALLMÖGLICHKEITEN (= Ausbreitungsmöglichkeiten)			FALLZUORDNUNGEN (SO Boden ist in möglicher Ausbreitungsrichtung vorhanden)		
Standardfall	→ Fall 1 möglich	→ Wird die Altlastverdachtsfläche selbst durch Mensch, Tier oder Pflanze genutzt?	→ ja: → nein:	Auswahl des SO Boden mit sensibelstem Nutzungskriterium und Bewertung nach: keine Bewertung	→ Fall 1
Ist eine seitliche Ausbreitung von der Altlastverdachtsfläche möglich?	→ ja: Fall 2 möglich → nein: keine Bewertung	→ Wird der Boden, der in der möglichen Ausbreitungsrichtung liegt, durch Mensch, Tier, Pflanze genutzt?	→ ja: → nein:	Bewertung des jeweils sensibelsten SO Boden in einer Ausbreitungsrichtung nach: keine Bewertung	→ Fall 2
Ausbreitung nach unten	→ Fall 3 möglich	→ Ist der Boden unter der Altlastverdachtsfläche für eine spätere Nutzung vorgesehen?	→ ja: → nein:	Bewertung dieses SO Boden nach: keine Bewertung	→ Fall 3
Ist eine Ausbreitung nach oben möglich und hat die Altlastverdachtsfläche eine Abdeckung mit Bodensubstrat von mindestens 35 cm?	→ ja: Fall 4 möglich → nein: keine Bewertung	→ Wird diese Abdeckung durch Mensch, Tier oder Pflanze genutzt?	→ ja: → nein:	Auswahl des SO Boden mit dem sensibelsten Nutzungskriterium und Bewertung nach: keine Bewertung	→ Fall 4

Unter Schutzobjekten des Bodens (SO Boden) sind die konkreten Bodenareale zu verstehen, die aufgrund ihrer Nutzung schützenswert sind.

## Abb. 5: Übersicht zur Fallauswahl

### DER FALL 1

Ist Standardfall und dient als Vergleichslage (mit bestimmten Randbedingungen). Bei Altstandorten wird der Boden der Altlastverdachtsfläche selbst meist in irgendeiner Weise genutzt. Bei Altablagerungen kann der Fall 1 relevant sein. Eine direkte Nutzung auf der Altablagerung findet aber seltener statt (ausgenommen Fall 4). Bei fortgeschrittener Bodenbildung aus der Ablagerung siedeln sich zunehmend Pflanzen und Tiere an (Nutzungskriterium 8 oder 9). Der Fall 1 kann auch ausgeschlossen werden (große Halden o.ä.). Das ist eine Entscheidung des bewertenden Ingenieurbüros in Abstimmung mit dem Landratsamt.

### DER FALL 2

weist Besonderheiten auf. Im Fall der Erosion kann es zu einer Aufkonzentrierung von Schadstoffen kommen (konzentrierte Ablagerung an einer bevorzugten Stelle). Außerdem können mehrere Schutzobjekte in der Umgebung auftreten, deren  $m_{II}$ - und  $m_{III}$ -Werte unterschiedlich sind und damit u. U. entsprechend der Anzahl der Schutzobjekte mehrere Gefährdungsrechnungen parallel erfordern. Ziel ist die Ermittlung des Handlungsbedarfes für die Altlastverdachtsfläche selbst und die Schutzobjekte und die Priorisierung anhand des größten  $r_{IV}$  Wertes. Außer der Ausbreitung durch Wasser- und Winderosion ist eine unterirdische seitliche Ausbreitung von Schadstoffen möglich. Diese unterirdische seitliche Ausbreitung ist eine Funktion der örtlichen Verhältnisse. Schutzobjekte in der Umgebung der Altlast können direkt durch diese unterirdische Ausbreitung betroffen sein oder indirekt durch Beeinflussung des Bodens durch kapillaren Aufstieg oder durch Sorption oder Lösung flüchtiger Schadstoffe.

### **DER FALL 3**

ist nur in Ausnahmefällen relevant. Der Mensch hat keinen Kontakt zu dem Boden unter der Altlastverdachtsfläche, Pflanzen erreichen diesen Boden i.d.R. nicht mehr und die Anzahl der Lebewesen in tieferen Bodenschichten nimmt stark ab. Eine Pufferfunktion des Bodens bzgl. einer Ausbreitung von Schadstoffen in das Grundwasser soll hier nicht bewertet werden. Auf notwendige Untersuchungen zum Grundwasserpfad ist hinzuweisen. Die Bewertung des Grundwassers als Schutzgut und Pfad erfolgt dann unter Berücksichtigung des Bodens in [2]. Damit ist dieser Fall nur relevant, wenn der Boden z.B. nach einem Abtragen der Altablagerung selbst wieder genutzt werden soll.

### **DER FALL 4**

wird bewertet, wenn ein Bodensubstrat von mindestens 35-40 cm (Abweichungen sind möglich) auf der Altlastverdachtsfläche aufgetragen wurde, das von unten beeinflusst werden kann und genutzt wird. Bei dieser Abdeckungsstärke von ca. 35-40 cm ist eine gärtnerisch/landwirtschaftlichen Nutzung möglich. Ist allerdings der Wurzelbereich der angesiedelten Pflanzen im allgemeinen nicht mehr in dem aufgetragenen Bodensubstrat, sondern schon im Bereich des Schadstoffherdes selbst, so ist der Fall 1 zu bewerten und nicht der Fall 4. Baumanpflanzungen erfordern einen Bodenauftrag von mindestens 1-2 m je nach Baumart.

## **4.4. BERÜCKSICHTIGUNG DER ÖRTLICHEN VERHÄLTNISSE ( $m_I$ , $m_{II}$ , $m_{III}$ - WERTE)**

Die Stoffgefährlichkeit  $r_o$  wird in den folgenden drei Verfahrensschritten (Multiplikatorenberechnung  $m_I$ ,  $m_{II}$ ,  $m_{III}$ ) an die örtlichen Verhältnisse unter Beachtung der für den Bodenpfad maßgebenden physikalischen Schadstoffeigenschaften angepaßt. Bodeneigenschaften spielen beim Risiko des Schadstoffaustrages und beim Verhalten der Schadstoffe im Schutzobjekt Boden eine wichtige Rolle. Im Beweismiveau 1 können Bodeneigenschaften bei einer Ortsbegehung (wie pH-Wert anhand von Zeigerpflanzen etc.) und aus Bodenkarten ermittelt werden. Im Beweismiveau 2 wird eine Bodenansprache anhand von Bohrungen, Aufschlußwänden u. s. w. durchgeführt [5].

### **SCHADSTOFFAUSTRAG ( $m_I$ - WERT)**

Das Risiko des Schadstoffaustrages aus einer Altlastverdachtsfläche hängt hauptsächlich von den Barrieren (z.B. Abdeckung; Versiegelung), den Schadstoffeigenschaften (z.B. Löslichkeit, Flüchtigkeit), der Schadstoffmenge (z.B. Volumen der Ablagerung) und den Standortverhältnissen (z.B. Bodeneigenschaften, Windverhältnisse) ab. Da je nach Ausbreitungsrichtung die Art, Anzahl und Höhe der Zu- und Abschläge der definierbaren formalen Einflußfaktoren unterschiedlich sind, muß eine Normierung stattfinden. Mit der Festlegung von normierten Grund-  $m_I$ - Werten je nach Ausbreitungsrichtung (Fallfestlegung) wird gewährleistet, daß der Fall 1 am höchsten bewertet wird. Andere Fälle können erst mit maximalen Einflußfaktoren genauso hoch bewertet werden wie Fall 1 (Schadstoffe sind im Fall 1 schon im Schutzobjekt vorhanden und müssen nicht erst transportiert werden). Im Extremfall kann  $m_I$  aufgrund der abmindernden Einflußfaktoren negativ werden. Dann ist  $m_I$  gleich 0,1 zu setzen.



In der Tabelle 4 der Anlage 3 sind die bewertungsrelevanten Einflußfaktoren enthalten. Die Vergleichslage ist definiert mit: Altlast(verdachtsfläche) wird selbst genutzt (Fall 1) und die Kontaminationsfläche (bei Altstandorten) beträgt 100 bis 500 m<sup>2</sup> bzw. das Volumen (bei Altablagerungen) beträgt 10 000 bis 100 000 m<sup>3</sup>.

## **FALLZUWEISUNG**

Damit ist der Grund m<sub>f</sub>- Wert festgelegt.

**VOLUMEN** (bei Altablagerungen)

**KONTAMINATIONSFLÄCHE** (bei Altstandorten)

Dabei ist die Gesamtheit der kontaminationsverdächtigen Flächen (Produktion, Umschlag etc. entsprechend den Schadstoffherden) gemeint.

**BARRIEREN/SCHADSTOFFEIGENSCHAFTEN/STANDORTVERHÄLTNISSE** (fallabhängig)

- **FALL 1:**

- **ABDECKUNG ODER BEWUCHS:**

- Als Barriere wird eine Abdeckung (z.B. Erdabdeckung) oder ein Bewuchs bewertet, im Sinne von erstem dermalen Kontaktschutz oder Windschutz. Ist keine Abdeckung bzw. Bewuchs vorhanden, so gibt es einen Zuschlag.

- Die Schadstoffeigenschaften und Standortverhältnisse spielen für den Schadstoffaustrag aus der Altlastverdachtsfläche keine Rolle mehr, da sich die Schadstoffe schon im zu schützenden Boden befinden.

- **FALL 2:**

- Erosion:

- Für die Abschätzung der Erosionsgefährdung ist die Kenntnis der Erosionsart (Winderosion, Wassererosion) entscheidend. Für jede Erosionsart sind spezifische Schadstoffeigenschaften und Standortverhältnisse wesentlich, die zusammenwirken müssen.

- Bei der Winderosion bedeutet das entsprechend die Berücksichtigung von: Bodenart bzw. Abfallart, Feuchtigkeit des Bodens bzw. der Abfallart, Relief/Lage, Bedeckung und Windstärke/-häufigkeit. Je häufiger die kritische Windgeschwindigkeit von 4 erreicht oder überschritten wird, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit der Erosion.

- Bei der Wassererosionsgefährdung sind das entsprechend die Faktoren: Bodenart bzw. Abfallart, Hangneigung, Relief/Lage, Bedeckung und Niederschlag.

- Im Rahmen der formalen Bewertung können nur Faktoren herangezogen werden, die mit relativ geringem Aufwand ermittelbar sind. Damit werden folgende Faktoren in die Bewertung einbezogen:

- **Erosionsmindernde Körnung** (bei Winderosion oder Wassererosion)

- Diese Stoffeigenschaft ergibt sich bei Standorten aus der Bodenart. Die Bestimmung der Bodenart ist entsprechend der Bodenkundlichen Kartieranleitung [5], Tabellen 10 und 12 mit Ansprachemerkmale bei der Fingerprobe, vorzunehmen. Es werden die Bodenartenhauptgruppen der Sande, Tone und Schluffe unterschieden. Am stärksten sind schluffreiche und feinsandige Bodensubstrate mit minimalem Tongehalt erodierter. Für weniger erosionsanfällige Böden (sandig-kiesige bis lehmig-tonige) gibt es Abschläge. Bei Ablagerungen ist eine Abschätzung dieser Stoffeigenschaft entsprechend der Art des Abfalls notwendig, z.B. sind Aschen stark erodierbar.

- **Erosionsgefährdete Fläche** (bei Winderosion oder Wassererosion)

- Die erosionsgefährdete Fläche ist der Teil der Altlastverdachtsfläche, von dem eine Erosion ausgehen kann. Sie wird in Abhängigkeit vom Bewuchs bewertet. Ist eine Abdeckung (z.B. mit Erde) oder eine Abdichtung vorhanden, ist die Erosion nicht relevant. Bei keinem oder einem geringen Bewuchs (z.B. dünner Grasbewuchs) ist eine Erosion möglich. Die

Winderosion bei Flächen unter 10 m<sup>2</sup> oder bei stärkerem Bewuchs kann vernachlässigt werden.

**- Windrichtung und Lage** (bei Winderosion)

Liegt das Schutzobjekt in Hauptwindrichtung oder in westlicher Richtung [11] von der Altlastverdachtsfläche (Ostwind) und ist die Lage der Altlastverdachtsfläche windexponiert, d.h. das Relief bietet eine gute Windangriffsfläche, so ist die Erosionsgefährdung am größten. Das häufige Auftreten von Ablagerungen in westlicher Richtung von einer Altlastverdachtsfläche ist darin begründet, daß besonders bei Ost-Wetterlagen die beiden begünstigenden Faktoren der Trockenheitsgefährdung und der anhaltend starken Luftbewegungen auftreten. Die Vergleichslage ist so definiert, daß das betrachtete Schutzobjekt Boden in Hauptwindrichtung oder in westlicher Richtung von der Altlast(verdachtsfläche) liegt, die Lage aber nicht besonders windexponiert ist. Sind die Bedingungen für eine Winderosion schlechter als in der Vergleichslage (Schutzobjekt liegt nicht in Hauptwindrichtung oder in westlicher Richtung und/oder die Altlastverdachtsfläche hat ein für die Winderosion ungünstiges Relief), so werden Abschläge zum  $m_f$ -Wert erteilt.

**- Hangneigung** (bei Wassererosion)

Die Wassererosionsgefährdung (wenn SO Boden unterhalb der Altlastverdachtsfläche liegt) beginnt bei ca. 1% Hangneigung. Die Vergleichslage  $\alpha_m=0$  ist mit einer Hangneigung von 7 bis 15 % definiert. Es ist also eine große Wassererosionsgefährdung vorhanden. Wird diese Neigung unterschritten, gibt es einen Abschlag und wird sie überschritten, einen Zuschlag.

**- Niederschlag** (bei Wassererosion)

Die Vergleichslage wird mit einem mittleren Niederschlagswert von 700 bis 1000 mm/a definiert.

**- Fremdwasserzutritte** (bei Wassererosion)

Bei Fremdwasserzutritten erfolgt ein Zuschlag.

Treten Wind- und Wassererosion gleichzeitig in Bezug auf ein Schutzobjekt auf, so sind die folgenden Faktoren zu berücksichtigen:

erosionsmindernde Körnung: Bewertung, die zum größten m-Wert führt

erosionsgefährdete Fläche: Gesamtgefährdungsfläche für Wind- und Wassererosion

Windrichtung/Stärke bzw. Hangneigung: Bewertung, die zum größten m-Wert führt

Niederschlag

Fremdwasserzutritte

Seitliche, unterirdische Ausbreitung:

Die unterirdische, seitliche Ausbreitung von Schadstoffen ist abhängig von der lithologischen Ausbildung des Bodens und dem hypodermischen Abfluß. Eine Bewertung auf den Beweisniveaus 1 und 2 erfolgt nur, wenn die Erosion nicht relevant ist und eine seitliche unterirdische Ausbreitung eine Rolle spielen kann (laut Gutachten). Dann wird entweder die Flüchtigkeit oder die Löslichkeit bewertet ( $\Delta m_{max}$ , also der geringste Abschlag).

**- Flüchtigkeit** (bei unterirdischer, seitlicher Ausbreitung)

Flüchtige Schadstoffe können sich unterirdisch, seitlich ausbreiten und den Boden neben dem Schadstoffherd durch Sorption am Boden oder Lösen im Bodenwasser der ungesättigten Bodenzone beeinflussen. Die Bewertung erfolgt wie im **Fall 4** nach Tabelle 4 der Anlage 3.4. Dieser Spezialfall kann z.B. eine Rolle spielen, wenn eine kontaminierte Fläche versiegelt ist und sich ein Schutzobjekt Boden neben der Versiegelung befindet.

**- Löslichkeit/Aggregatzustand** (bei unterirdischer, seitlicher Ausbreitung)

Lösliche oder flüssige Schadstoffe können sich unterirdisch, seitlich ausbreiten und den Boden neben dem Schadstoffherd durch kapillaren Aufstieg (Kapillarwasseraufstieg bei löslichen Schadstoffen, kapillarer Aufstieg bei flüssigen Schadstoffen) beeinflussen. Die Bewertung erfolgt wie im **Fall 3** nach Tabelle 4 der Anlage 3.4. Dieser Spezialfall kann eine Rolle spielen.

- **FALL 3:**

- **Löslichkeit/Aggregatzustand**

Man geht von leicht wasserlöslichen (oder flüssigen) Schadstoffen aus bei  $\alpha_m=0$ . Für weniger wasserlösliche Schadstoffe, die nicht flüssig sind, gibt es Abschläge.

- **Abdeckung/Abdichtung**

Ist keine Abdeckung bzw. Bewuchs vorhanden, so wird ein Zuschlag erteilt. Ist eine Abdichtung (Folie über Altlast, ...) vorhanden, d.h. eine Auswaschung wird in gewisser Weise verhindert, so gibt es einen Abschlag.

- **Niederschlag**

(siehe Fall 2, Punkt 5.)

- **Fremdwasserzutritte**

(siehe Fall 2, Punkt 6.)

- **Sorption**

Der Humus/Tongehalt des Bodens an einem Altstandort und die Sorbierbarkeit der Schadstoffe sind für die Sorption entscheidende Faktoren. Je größer die Sorption ist, desto kleiner ist die Wahrscheinlichkeit des Austrages der Schadstoffe. Wesentliche Bestandteile des Bodens, die zu einer Sorption beitragen, sind die Humusbestandteile (organische Substanz), die Tonminerale (insbesondere Kaolinit, Montmorillonit und Bentonit) und die Oxide und Hydroxid (besonders von Silizium, Eisen und Aluminium). Für die hier zu bewertenden Beweisniveaus wird nur der Humus- und Tongehalt herangezogen. Als Feldmethode zur Bestimmung des Humusgehaltes dient in erster Linie der Augenschein. Je höher der Humusgehalt, desto dunkler ist der Boden und desto milder fühlt er sich an (Abhängigkeit von Bodenart,...) [5].

Bei einer Ablagerung ist der Anteil der organischen Stoffe zu schätzen bzw. es ist von einem mittleren (Humus) Gehalt auszugehen. Eine Feldmethode zur Bestimmung des Tonanteiles ist die Fingerprobe und eine Einschätzung nach sichtbaren Merkmalen [5]. Die Sorbierbarkeit ist eine Stoffeigenschaft und wird wie bei der Gefährdungsabschätzung Pfad und Schutzgut Grundwasser anhand des Sorptionskoeffizienten SC bewertet. Die Anlage 5 enthält für einige Stoffe den logarithmischen Sorptionskoeffizienten  $\lg SC$ , wie er in den Tabellen 4 und 6 der Anlage 3 für die Bewertung benötigt wird.

Im Vergleichsfall ist eine mittlere bis niedrige Sorbierbarkeit der Schadstoffe bei einem schwachen bis mittleren Humus- bzw. Tongehalt im Schadstoffherd vorhanden.

- **Acidität (pH-Wert)**

Die Acidität des Bodens bzw. des Abfalls wird im Zusammenhang mit der Art der (vermuteten) Schadstoffe bewertet. Der pH- Wert läßt sich im Feld mit Indikatorstäbchen ermitteln. Hinweise können auch Zeigerpflanzen geben. Im BN2 muß der pH-Wert entsprechend den DIN-Vorschriften bestimmt werden. Kann es bei dem ermittelten pH-Wert zu einer Mobilisierung von (vermuteten) Schadstoffen kommen, so gibt es einen Zuschlag. Die Vergleichslage ist durch eine fehlende Mobilisierung gekennzeichnet.

- **Lösungsvermittler**

Sind auf der Altlastverdachtsfläche Lösungsvermittler oder entsprechend wirkende Komplexbildner für die (vermuteten) Schadstoffe vorhanden, d.h. die Schadstoffe werden löslicher und mobiler, gibt es einen Zuschlag. In der Vergleichslage werden die Schadstoffe nicht durch Lösungsvermittler mobilisiert.

- **FALL 4:**

- **Flüchtigkeit**

Leicht flüchtige Schadstoffe können den darüberliegenden Boden durch Sorption an der Bodenbestandteilen oder durch Lösen im Bodenwasser der ungesättigten Zone beeinflussen. Weniger flüchtige Stoffe erhalten einen Abschlag. In der Vergleichslage gibt es leichtflüchtige Schadstoffe.

- **Abdichtung**

Bei vorhandenen Zwischenabdichtungen (gasdurchlässige Folien, etc.), die als Barriere wirken und einen Schadstoffaustrag behindern, aber nicht ausschließen, gibt es einen Abschlag.

Ist der Boden über der Altlast versiegelt und auch kein Schutzobjekt Boden in der Umgebung der Altlastverdachtsfläche, welches durch eine seitliche, unterirdische Ausbreitung beeinflusst werden kann, so ist das Schutzgut Boden nicht relevant und muß nicht bewertet werden.

#### - Sorption

Humus/Tongehalt des Bodens bzw. der Ablagerung im Zhg. mit der Sorbierbarkeit der Schadstoffe werden analog Fall 3, Sorption bewertet.

#### - (Löslichkeit)

Bewertung statt der Flüchtigkeit, wenn kapillarer Aufstieg eine Rolle spielt. Lösliche bzw. flüssige Schadstoffe können durch kapillaren Aufstieg das darüberliegende Bodensubstrat beeinflussen. Die Bewertung erfolgt entsprechend dem Fall 3 nach Tabelle 4, Anlage 3.

Bodenluft und Deponiegas sollen im Teil Boden nicht bewertet werden. Die Gefährdungsabschätzung dazu erfolgt im Teil Luft [4]. Deponiegas kann aber eine akute Gefährdung von Personen darstellen.

Bei folgenden kritischen Werten sind Sofortmaßnahmen zu ergreifen:

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| - Methan 20 - 40 Vol.% Spurenstoffe 0,5 x MAK-Wert | Außerhalb und direkt am |
| oder   | Gebäude                 |
| - Methan 0,5 Vol.% Spurenstoffe 0,1 x MAK-Wert     | Innerhalb von Gebäuden  |

Da der Teil Luft des Handbuches zur Altlastenbehandlung in Sachsen noch nicht fertiggestellt ist, können Meßwerte dazu hier aufgenommen werden. Eine Bewertung erfolgt vorerst anhand des Deponiegasleitfadens von Baden-Württemberg [12]. Im Ausnahmefall, wenn keine Bodenwerte in der orientierenden Erkundung ermittelt wurden und das Schutzgut Boden betroffen ist (z.B. Ablagerungen, z.B. Altstandorte mit vorwiegend flüchtigen Schadstoffen), so können Bodenluftwerte bzw. Deponiegaswerte in  $m_{IV}$  für die Beurteilung des Bodens herangezogen werden.

## SCHADSTOFFEINTRAG IN DAS SCHUTZGUT BODEN ( $m_{II}$ - WERT)

Der Schadstoffeintrag in den zu schützenden Boden (Schutzobjekt) soll abgeschätzt werden. Der Grund- $m_{II}$ - Wert wird durch die Entfernung Altlastverdachtsfläche - Schutzobjekt bestimmt. In Tabelle 5 der Anlage 3 sind folgende bewertbare Einflußkriterien enthalten:

### Entfernung Altlast(verdachtsfläche) - Schutzobjekt Boden

Die Entfernung von der Altlastverdachtsfläche zum Schutzobjekt spielt eine entscheidende Rolle bei der Bewertung des Transportes.

Fall 1:

Schutzobjekt Boden und Altlastverdachtsfläche haben keine Entfernung voneinander.

Fall 2:

die Entfernung kann sehr unterschiedlich sein. Eine Einordnung ist Ermessensfrage.

Anhaltspunkte können sein:

- geringe Entfernung: bis 50 m bei Winderosion, bis 30 m bei Wassererosion oder bei seitlicher Ausbreitung von Schadstoffen im Boden
- mittlere Entfernung: bis 300 m bei Winderosion, bis 100 m bei Wassererosion oder bei seitlicher Ausbreitung von Schadstoffen im Boden

- große Entfernung: größer 300 m bei Winderosion, größer 100 m bei Wassererosion oder bei seitlicher Ausbreitung von Schadstoffen im Boden

Fälle 3 und 4:

Das Schutzobjekt Boden grenzt im allgemeinen an die Altlastverdachtsfläche.

### **Widerstände auf dem Ausbreitungsweg**

Diese werden fallabhängig definiert.

Fall 2:

- Hindernisse auf dem Ausbreitungsweg

Hindernisse können sehr unterschiedlicher Art sein. Kleine und größere Hindernisse (z.B. Gebüsch bei der Erosion) sind nach Ermessen zu bewerten.

- Durchlässigkeit des benachbarten Bodens (bei unterirdischer seitlicher Ausbreitung)

Die Durchlässigkeit wird nur bewertet, wenn die Erosion nicht relevant ist.

Die Gefahr eines kapillaren Aufstiegs ist bei gering durchlässigen Böden groß. Im Gegensatz dazu ist die Gefahr der Ausbreitung von leicht flüchtigen Stoffen bei gering durchlässigen Böden klein.

Fall 3

- Durchlässigkeit des darunterliegenden Bodens

Je geringer durchlässig der Boden ist, desto geringer ist die Gefahr des Schadstoffeintrages.

Fall 4:

- Stärke des abdeckenden Bodensubstrates

Je stärker die Abdeckung ist, desto geringer ist die Gefahr für die darauf erfolgende Nutzung.

Kapillarer Aufstieg kann bis ca. 1,50 m eine Rolle spielen.

- Durchlässigkeit des abdeckenden Bodensubstrates

Je geringer durchlässig der Boden ist, desto geringer ist die Gefahr des Eintrages von flüchtigen Stoffen. Sind flüchtige Schadstoffe nicht relevant, aber es wird eingeschätzt, daß der kapillare Aufstieg eine Rolle spielt, erfolgt die Bewertung nach dem Zusammenhang: Je geringer durchlässig der Boden ist, desto größer ist die Gefahr des kapillaren Aufstiegs.

## **SCHADSTOFFVERHAITENIM SCHUTZGUT BODEN ( $m_{III}$ - WERT)**

Beim Schadstoffverhalten wird der Grund- $m_{III}$ -Wert aus der Einschätzung eines möglichen Abbaus gebildet. Vergleichslage ist eine Altlast(verdachtsfläche), deren Schadstoffe kaum einem Um- oder Abbau unterliegen, eine mittlere Sorption vorhanden ist und bei der keine Schadstoffwirkung am Boden zu erkennen ist.

In Tabelle 6 der Anlage 3 werden folgende Einflußfaktoren bewertet:

- Abbau

Biologischer Abbau, Photolyse und Hydrolyse sind wesentliche Abbaumechanismen, die in Abhängigkeit von Schadstoffeigenschaften (Abbaubarkeit) und Standortbedingungen wirken. Bei der formalen, vergleichenden Bewertung wird anhand der Abbaubarkeit (bei Annahme von rel. günstigen Standortbedingungen) eine Einteilung vorgenommen. In der Vergleichslage ( $m_{III} = 1,0$ ) findet kein relevanter Abbau statt. Bei einem möglichen Abbau mit Abbauraten kleiner 75% innerhalb eines Jahres wird  $m_{III} = 0,9$  gesetzt. Bei einem möglichen Abbau mit Abbauraten größer 75% innerhalb eines Jahres ist  $m_{III} = 0,8$ .

- toxische Abbauprodukte

Sind tox. Abbauprodukte möglich, so wird der m-Wert um den Faktor 0,1 erhöht (z. B. wird der Kampfstoff CLARK 1, Diphenylarsinchlorid, im Wasser langsam hydrolysiert. Die entstehenden Produkte wie das relativ stabile Bisdiphenylarsinoxid sind ebenfalls toxisch. Es findet somit keine Entgiftung durch die Hydrolyse statt).

- Verweilzeit im Boden

Ist die Verweilzeit des Schadstoffes im Schutzgut Boden durch erhöhte Löslichkeit und/oder Flüchtigkeit gering, so wird der m-Wert gemindert.

- Sorption/Bindungsstärke

Es ist die Sorption im Schutzobjekt Boden je nach Nutzung entsprechend a) oder b) zu bewerten. Ist eine orale Bodenaufnahme relevant (Kinderspielplatz, Siedlungsfläche, Freizeit- und Erholungsflächen, Gewerbegebiet), so ist die Bewertung nach Tabelle 6, Sorption/ Bindungsstärke a) anzusetzen. Je größer die Sorption ist, desto länger ist der Boden belastet und desto länger ist eine orale Aufnahme von belastetem Boden möglich. Eine Abschätzung erfolgt analog

Fall 3,  $m_1$  (abhängig von Humus-/Tongehalt und Sorbierbarkeit) und bedeutet:

- hohe Sorption bei stark humosen bzw. stark tonhaltigen Böden und hoher Sorbierbarkeit der Schadstoffe, mittlere Sorption bei schwachem bis mittlerem Humus- bzw. Tongehalt und hoher Sorbierbarkeit oder bei stark humosen bzw. stark tonhaltigen Böden und mittlerer bis niedriger Sorbierbarkeit
- mittlere Sorption bei schwachem bis mittlerem Humus- bzw. Tongehalt und hoher Sorbierbarkeit oder bei stark humosen bzw. stark tonhaltigen Böden und mittlerer bis niedriger Sorbierbarkeit
- keine bzw. geringe Sorption bei schwachem bis mittlerem Humus- bzw. Tongehalt und niedriger bzw. mittlerer Sorbierbarkeit der Schadstoffe.

Die Sorptionskoeffizienten einiger Stoffe sind in **Anlage 5** enthalten. Ist die Bioverfügbarkeit relevant (landwirtschaftliche Nutzung, Böden mit ökologischer Bedeutung, eventuell Gewerbegebiete), so ist entsprechend der Bewertung nach **Tabelle 6**, Sorption b) vorzugehen. Je größer die Sorption der Schadstoffe an der Bodenmatrix, desto geringer ist die Bioverfügbarkeit und desto geringer ist die Gefahr der Belastung von Pflanzen und Bodenorganismen .

- Bei hauptsächlicher Schwermetallbelastung einer Altlastverdachtsfläche ist entsprechend dem Merkblatt des DVWK [13], Tafeln 4, 5, 6, eine Abschätzung der Bindungsstärke vorzunehmen und entsprechend der **Tabelle 6** der Anlage 3 zu bewerten. Entscheidende Faktoren bei der Abschätzung sind: Art des Schwermetalls, Bodenart, pH-Wert, (Redoxpotential).
- Bei organischen Schadstoffen ist eine Abschätzung des Sorptionsverhaltens anhand der Bodenart ohne Testung schwieriger. Beispielsweise sorbieren aliphatische Amine stark an Tonmineralen. Aromatische Amine, Ester und Amide sorbieren überwiegend an organischen Substanzen der Böden. Kohlenstoffreicher Waldpodsol (OC= 4,85) weist bzgl. aromatischen Aminen, Estern und Amidn im Gegensatz zu Parabraunerde und Sedimenten hohe Sorptionsraten auf [14].

Mit steigendem Chlorierungsgrad der chlororganischen Schadstoffe nimmt die Sorption zu. Öl hat einen signifikanten Einfluß auf das Sorptionsverhalten von Schadstoffen (sukzessive Erniedrigung der Adsorption mit ansteigender Ölkonzentration), siehe [15].

Eine Entscheidung, welche Bewertung (ob für orale Bodenaufnahme oder Bioverfügbarkeit) angesetzt werden sollte, ist abweichend davon möglich, wenn sie begründet wird.

### **Wirkung**

Ist eine schädliche Wirkung im Schutzobjekt Boden zu beobachten, die offensichtlich vom Schadstoffherd ausgeht, so kann eine Erhöhung nach Ermessen bis 0,2 realisiert werden.

## 4.5 EINSCHÄTZUNG DER BEDEUTUNG DES BODENS

»Der Boden ist als Naturkörper und Lebensgrundlage für Menschen, Tiere und Pflanzen in seinen Funktionen zu erhalten und vor Belastungen zu schützen.« [16] Aufgrund der begrenzten finanziellen Mittel für die Altlastenbearbeitung sind Prioritätensetzungen erforderlich. Dazu erfolgt eine Bewertung anhand der derzeitigen Nutzung des beeinflussten Bodens. Sensible Nutzungen durch den Menschen werden mit der höchsten Priorität bewertet. Für die Verfolgung einer definierten Ausbreitungsrichtung müssen die Schutzobjekte des Bodens schon bestimmt sein. Hier erfolgt eine formale Wichtung der Schutzobjekte des Bodens entsprechend der Nutzung durch Mensch, Tier, Pflanze. Die Vergleichslage ist ein Boden, der als Wohngebiet genutzt wird (Siedlungsfläche) bzw., dessen Analysenwerte (soweit vorhanden), die entsprechenden Prüfwerte erreichen. In **Tabelle 7** der Anlage 3 sind die bewertbaren Einflußfaktoren enthalten.

### Analysenwerte (BN 2) für Boden

Sind repräsentative Analysenwerte vom Boden vorhanden, so gehen diese in die Bewertung ein. Bewertet werden Analysen vom Schutzgut Boden an der Stelle seiner Nutzung, also vom Schutzobjekt Boden. Es erfolgt eine Einteilung der Analysenwerte in:

n. n =	nicht nachweisbare Schadstoffkonzentration
< P =	alle gemessenen Konzentrationswerte liegen unter dem entsprechenden Prüfwert aus der Tabelle 8, Anlage 3.8
= P =	mindestens ein Konzentrationswert liegt beim entsprechenden Prüfwert der Tabelle 8
> P =	mindestens ein Konzentrationswert liegt über dem Prüfwert aus der Tabelle 8, aber unter dem Maßnahmenwert
Σ M =	Mindestens ein Konzentrationswert liegt bei oder über dem Maßnahmenwert der Tabelle 8

Von dieser formalen Zuordnung kann mit Begründung abgewichen werden, wenn beispielsweise die Hintergrundbelastung (geogen oder anthropogen) schon über den entsprechenden Prüfwerten liegt. Tabelle 8 enthält Prüf- und Maßnahmenwerte aus dem Band 3 der Materialien zur Altlastenbehandlung in Sachsen [9].

Grundlage für die festgelegten Prüf- und Maßnahmenwerte (P/M-Werte) sind Expositionsszenarien, transportpfadspezifische Expositionsabschätzungen und toxikologisch abgeleitete tolerable Körperdosen (bei kanzerogenen Stoffen risikobezogene Dosen).

Bei der formalen Bewertung der Bedeutung des Bodens werden folgende Nutzungskriterien unterschieden, die den Nutzungsklassen nach [9] zugeordnet werden können, aber nicht nur das Schutzgut Mensch betrachten, sondern auch Pflanzen und Tiere:

1. Kinderspielplätze (Nutzungsklasse: Kinderspielplätze)
2. Nahrungsmittelanbau (Nutzungsklasse: Gärtnerische/landwirt. Nutzflächen)
3. Futtermittelanbau (Nutzungsklasse: Gärtnerische/landwirt. Nutzflächen)

4. Böden mit großer ökologischer Bedeutung	(Nutzungsklasse: Gärtnerische/landwirt. Nutzflächen)
5. Wohngebiete	(Nutzungsklasse: Wohngebiete)
6. Park- und Freizeitflächen	(Nutzungsklasse: Park- und Freizeitflächen)
7. Gewerbe und Industrie	(Nutzungsklasse: Gewerbe/Industrie)
8. Böden mit ökologischer Bedeutung	(Nutzungsklasse: Gärtnerische/landwirt. Nutzflächen)
9. Böden mit geringer ökologischer Bedeutung, unzugängliche Standorte	(Nutzungsklasse: Gärtnerische/landwirt. Nutzflächen)

Analysenwerte bei den Nutzungskriterien 1 bis 9 müssen mit den Prüf- und Maßnahmenwerten der o.g. Nutzungsklasse verglichen werden. Bei den folgenden Nutzungen erfolgen nach dieser Bewertung noch Abschläge, weil bei verschiedenen Nutzungskriterien und gleichen Prüf- und Maßnahmenwerte (P/M) noch eine Differenzierung erfolgen soll. Bei dem Nutzungskriterium Gewerbe und Industrie erfolgt ein Abschlag, weil es kein definiertes Expositionsszenarium für den Schadstofftransfer Boden-Mensch (außer Inhalation, die hier im Bodenpfad nicht bewertet wird) gibt und die P/M-Werte formal abgeleitet wurden, siehe auch **[9]**.

Futtermittelanbau: Bewertung anhand der P/M-Werte für gärtnerische/landwirt. Nutzung und Minderung der Bewertung um

$$m = -0,1$$

Gewerbe und Industrie: Bewertung anhand der P/M-Werte für Gewerbe und Industrie und Minderung der Bewertung um

$$m = -0,2$$

Böden mit ökologischer Bedeutung: Bewertung anhand der P/M-Werte für gärtnerische/landwirt. Nutzung und Minderung der Bewertung um

$$m = -0,5$$

Böden mit geringer ökolog. Bedeutung: Bewertung anhand der P/M-Werte für gärtnerische/landwirt. Nutzung und Minderung der Bewertung um

$$m = -0,7$$

Da diese Empfehlung nach **Tabelle 8** der Anlage 3 nur ausgewählte Schadstoffe betrifft, ist die Bewertung der nicht enthaltenen Schadstoffe anhand anderer Listen, deren Randbedingungen etwa mit den Bedingungen an dem zu bewertenden Einzelfall übereinstimmen, möglich. Sind die Meßwerte am Schadstoffherd selbst ermittelt worden und es soll ein Schutzobjekt außerhalb der Altlast bewertet werden, so ist der direkte Nutzungsbezug der ermittelten Werte nicht gegeben.

- **Nutzungskriterien (BN 1, BN 2)**

Sind keine Analysenwerte vorhanden, so wird der  $m_{IV}$ -Wert aus den Nutzungskriterien abgeleitet (BN 1).

In Tabelle 7 der Anlage 3 sind die neun verschiedenen o.g. Nutzungskriterien festgelegt. Für jedes Nutzungskriterium (außer -4. große ökologische Bedeutung, -7. Gewerbe und Industrie, -8. ökologische Bedeutung, -9. geringe ökologische Bedeutung) existiert jeweils ein definiertes



Expositionsszenarium und Expositionsabschätzungsmodelle, siehe auch [9]. Für die Nutzungskriterien 4,7,8,9 gibt es solche Szenarien nicht. Bei einer Einstufung eines Bodens hinsichtlich seiner ökologischen Bedeutung (wenn kein sensibleres Nutzungsszenarium für den Menschen existiert) kann man zunächst formal vorgehen, indem man eine Einteilung der Böden vornimmt in:

- - große ökologische Bedeutung

Dazu sind gesetzlich festgeschriebene Schutzgebiete mit hohem Schutzanspruch (nach Sächsischem Naturschutzgesetz [16]) zu zählen wie: Naturschutzgebiet, Nationalpark, Flächennaturdenkmal

- - ökologische Bedeutung

Dazu zählen Schutzgebiete mit geringerem Schutzanspruch als die oben genannten, wie Landschaftsschutzgebiete, Naturpark und alle natürlichen Landschaften

- - geringe ökologische Bedeutung

Dazu zählen anthropogen stark veränderte Böden oder Substrate, die keine Bodenfunktionen mehr im eigentlichen Sinne erfüllen (z.B. Kippenböden). Auch unzugängliche Standorte können in dieses Nutzungskriterium eingeordnet werden. Eine Abweichung von dieser formalen Einstufung ist mit Begründung möglich.

Vor allem in höheren Beweisniveaus ist abzuwägen, ob dieser Schutzanspruch auch mittels einer eventuellen späteren Sanierung erreicht werden soll. Dabei muß beachtet werden, daß auch eine Sanierung eine Belastung des Ökosystems darstellt. Es ist dann immer eine Einzelfallentscheidung notwendig, die in der Altlastenbewertungskommission in der Diskussion mit dem Fachgebiet Naturschutz gefällt werden muß. Böden mit Schutzanspruch entsprechend dem Wasserhaushaltsgesetz [18] und dem Sächsischen Wassergesetz [19] werden über die Bewertung des Grundwasserpfades und des Oberflächenwasserpfades [3, 20] berücksichtigt. Außerdem drückt sich eine entsprechende Nutzungsbeschränkung in Schutzgebieten in der vorgesehenen Nutzung aus.

## 4.6. DATENQUALITÄT

Die Datenqualität wird einmal durch das Beweisniveau bestimmt und zum anderen innerhalb des Beweisniveaus durch den Bereich des ermittelten Risikos  $r_{IV}$ .

### 1. Beweisniveausicherung:

Je höher das Beweisniveau ist, desto mehr Daten werden erhoben, wobei der Anteil der Meßdaten steigt. Zur Sicherung des Beweisniveaus werden bestimmte Einflußfaktoren zwingend gefordert.

BN	Anzahl der bewertungsrelevanten Parameter	Anzahl der zwingend erforderlichen Parameter
BN 0	ca. 5	ca. 2
BN 1	ca. 21	7
BN 2	ca. 21 und Analysenwerte	14

**Abb. 6: Anzahl der Bewertungsparameter in Abhängigkeit vom Beweisniveau**

Im Beweisniveau 1 müssen folgende Einflußfaktoren eingegeben werden:

Branche bzw. Abfallart, Kontaminationsfläche bzw. Volumen, Abdeckung, Niederschlag soweit relevant, Entfernung Schadstoffherd zum Schutzobjekt, beobachtete Wirkung, Nutzung. Im Beweismiveau 2 müssen folgende Einflußfaktoren zusätzlich eingegeben werden:

konkrete Schadstoffe, relevante Schadstoffeigenschaften je nach Falleinstieg (Körnigkeit oder Löslichkeit oder Flüchtigkeit), Hindernisse auf Ausbreitungsweg, Abbau des am schwersten abbaubaren, nachgewiesenen Schadstoffes, Acidität des Bodens, Ton- bzw. Humusgehalt, Analysenwerte vom Boden. Im Beweismiveau 2 sind die Daten aus dem Beweismiveau 1 zu überprüfen, gegebenenfalls zu präzisieren und zu ergänzen. Im Beweismiveau 1 sind beispielsweise die bodenkundlichen Parameter z.T. aus der Bodenansprache und z.T. Schätzwerte aus Kartenmaterialien. Diese sind im Beweismiveau 2 zu präzisieren.

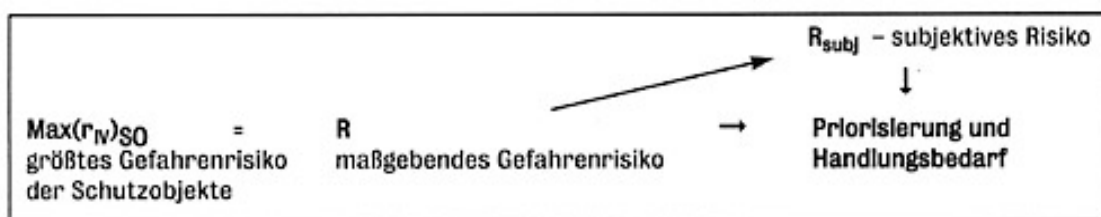
2. Datenqualität innerhalb eines Beweismiveaus:

Sind Einflußfaktoren unbekannt oder lassen sich nur grob eingrenzen, entstehen Bereiche für den m- oder  $\infty$ - Wert und damit für den  $r_{IV}$ - Wert. Für jeden Bereich existieren somit Minimalwert und Maximalwert. Es wird außerdem wie beim Grundwasserpfad ein gewichteter Mittelwert für die Priorisierung festgelegt. Dieser gewichtete Mittelwert beträgt immer  $m = 1,0$  bzw.  $\infty m = 0$  und folgt damit dem Prinzip der Bewertung per Hand: Einflußfaktoren, die unbekannt sind werden nicht bewertet. Die Größe des Bereiches des  $r_{IV}$ - Wertes ist damit ein Maß für die (Un)sicherheit der Datenlage. Je größer der Bereich ist, desto unsicherer sind die Daten, mit denen die formale Risikoabschätzung erfolgt.

### 4.7. BESTIMMUNG DES HANDLUNGSBEDARFES UND DER PRIORISIERUNG

Für jedes Schutzobjekt ist im allgemeinen ein  $r_{IV}$  Wert (oder ein  $r_{IV}$ - Bereich) berechnet worden. Die Ermittlung des Handlungsbedarfes und der Priorisierung für eine Altlastverdachtsfläche erfolgt aus den  $r_{IV}$ - Werten (Bereichen) der einzelnen Schutzobjekte (SO) wie folgt:

bei  $r_{IV}$ - Werten der einzelnen Schutzobjekte (kein Bereich):

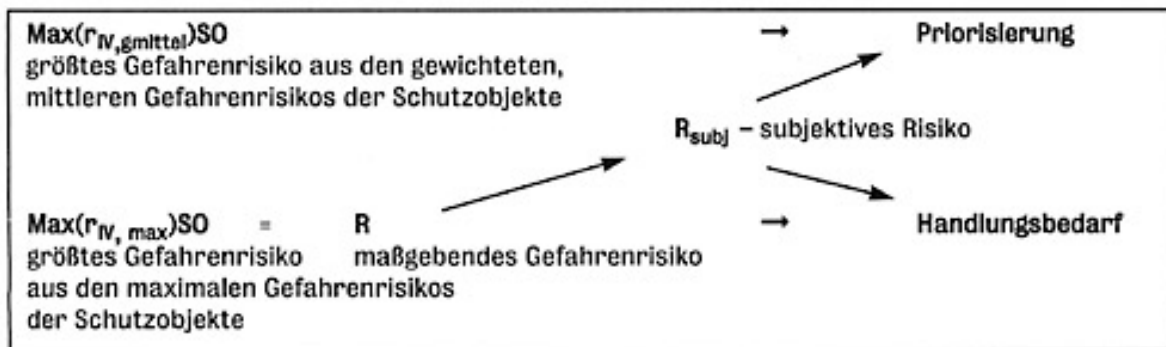


**Abb. 7: Priorisierung und Handlungsbedarf bei einzelnen Risikowerten für die Schutzobjekte**

Der maximale  $r_{IV}$ - Wert von allen betrachteten Schutzobjekten führt zum maßgebenden Gefahrenrisiko R.

Im allgemeinen werden Priorisierung und Handlungsbedarf aus dem maßgebenden Gefahrenrisiko R (=  $r_{IV}$ ) bestimmt. Will man wesentliche zusätzliche Einflußfaktoren berücksichtigen, so kann R geändert werden in ein  $R_{subj}$ . (mit Begründung). Dieses  $R_{subj}$  bestimmt dann Priorisierung und Handlungsbedarf.

$r_{IV}$  der einzelnen Schutzobjekte ist jeweils ein Bereich mit ( $r_{mjn}$ ,  $r_{gmittel}$ ,  $r_{max}$ ):



**Abb. 8: Priorisierung und Handlungsbedarf bei Risikobereichen für die Schutzobjekte**

Zuerst wird der größte der gewichteten mittleren  $r_{IV}$ -Werte aller Schutzobjekte bestimmt (wenn ein Schutzobjekt keinen Bereich hat, wird dafür der  $r_{IV}$ -Wert angesetzt). Das ist der  $\text{Max}(r_{IV, \text{mittel}})_{SO}$ . Er dient der Priorisierung der Altlastverdachtsfläche. Dann muß der größte der maximalen  $r_{IV}$ -Werte aller Schutzobjekte bestimmt werden. Das ist der  $\text{Max}(r_{IV, \text{max}})_{SO}$  und ergibt das maßgebende Risiko  $R$ . Dieses bestimmt dann den Handlungsbedarf für die Altlastverdachtsfläche. Will man andere Einflußfaktoren mit berücksichtigen, so kann  $R$  geändert werden in ein  $R_{\text{subj}}$ , welches dann für Priorisierung und Handlungsbedarf herangezogen wird. Der Handlungsbedarf ergibt sich jeweils aus der Handlungsmatrix, die in Abbildung 2 dargestellt ist.

Beispiele:

Altlastverdachtsfläche 1, BN1: Schutzobjekt 1:  $r_{IV} = 3,8$   
 Schutzobjekt 2:  $r_{IV} = 2,0$   
 Schutzobjekt 3:  $r_{IV} = 3,2$

Handlungsbedarf und Priorisierung ergeben sich aus  $\text{Max}(3,8; 2,0; 3,2) = 3,8$ . Das führt zu einer weiteren Erkundung E 1-2.

Altlastverdachtsfläche 2, BN2: Schutzobjekt 1:  $r_{IV} = (3,5 \dots 5,1)$ ,  $r_{IV, \text{mittel}} = 4,0$   $r_{IV, \text{max}} = 5,1$   
 (Der gewichtete Mittelwert  $r_{IV}$  wurde aus den gewichteten Mittelwerten der einzelnen Merkmale bestimmt.)  
 Schutzobjekt 2:  $r_{IV} = 4,8$

Handlungsbedarf ergibt sich aus  $\text{Max}(5,1; 4,8) = 5,1$ . Das führt zu einer weiteren Erkundung E 2-3. Die Priorisierung erfolgt nach  $\text{Max}(4,0; 4,8) = 4,8$ .

Altlastverdachtsfläche 3, BN2: Schutzobjekt 1:  $r_{IV} = (1,8 \dots 3,8)$ ,  $r_{IV, \text{mittel}} = 3,2$   
 (Der gewichtete Mittelwert wurde aus den gewichteten Mittelwerten der unbekannt Merkmalsbewertungen ermittelt.)  
 Schutzobjekt 2:  $r_{IV} = 1,5$   $R_{\text{subj}} = 3,0$

Handlungsbedarf ergibt sich aus  $R_{\text{subi}} = 3,0$ . Das führt zu einer Kontrolle C. Die Priorisierung wird anhand des  $R_{\text{subi}} = 3,0$  vorgenommen.

Es sind somit für jede Altlastverdachtsfläche zu charakterisieren:

- der Risikowert für jedes Schutzobjekt Boden
- (ev. ein subjektiver Risikowert)
- der Handlungsbedarf
- die Priorisierung
- Schutzobjekte, die einen Handlungsbedarf E bzw. C erfordern.

## 5. DOKUMENTATION DER ERGEBNISSE

### ohne Programm GEFA:

Die Ergebnisse der Bewertung werden im Bewertungsformblatt Schutzgut Boden dokumentiert. Ihre Zusammenfassung erfolgt in übersichtlicher Form auf dem KONTA-Blatt. Vorhandene oder gewonnene Proben- und Analysendaten für Boden und z.T. Bodenluft werden in die Datenerfassungsblätter (siehe Anlage 4.1) wie folgt eingetragen:

- Ausfüllung der Proben- und Analysendaten im Listenkopf
- Beschreibung der Probenentnahmekategorie für jeden Parameter mit Schlüssel nach Anl. 4.2
- Angabe der Gesamtanzahl der Meßwerte für jeden Parameter
- Angabe der Anzahl der davon kritischen Meßwerte
- Angabe des maximalen Meßwertes für jeden Parameter
- Nicht aufgelistete Parameter sind zu ergänzen und die Gesamtanzahl der Meßwerte sowie der maximale Meßwert sind einzutragen.

Die sich aus dem weiteren Handlungsbedarf ableitenden Maßnahmen werden verbal beschrieben (Sofortmaßnahmen, Analyseplan für die nächste Erkundungsstufe, ...)

### mit Programm GEFA:

Steht das Programm GEFA mit dem Bewertungsteil Boden zur Verfügung, so erfolgt die Datendokumentation durch das Bewertungsprotokoll, das KONTA-Blatt und das Analyseprotokoll und wird durch das Programm realisiert. Die sich aus dem weiteren Handlungsbedarf ableitenden Maßnahmen werden verbal beschrieben. Die Dokumentation aller Daten zu einer Altlastverdachtsfläche erfolgt im Gutachten (siehe auch Anlage 6).

## 6. BEISPIELE

### BEISPIEL A:

BN 1

Auf dem Standort befand sich bis vor kurzem eine Zink- und Zinn-Hütte. Die Produktionshallen sind z.T. abgerissen und es liegt der Untergrund vor. Bewertet werden soll der Bereich der ehemaligen Schwefelsäureproduktion. Die historische Erkundung ergab einen Produktionszeitraum von 1954 bis 1990. Auf dem Gelände befand sich eine Säurebeizerei. Hauptsächlich zu erwartende Schadstoffe sind Arsen, Blei, Cadmium, Kupfer und Zink. Die Gesamtfläche beträgt ca. 25.600 m<sup>2</sup>, davon ist die potentielle Kontaminationsfläche ca. 2600m<sup>2</sup> groß. Der Oberboden (oberen 3 dm) ist Sandboden. Der größte Teil der Standortfläche ist noch unversiegelt. Die Versiegelung nimmt in Zukunft mit beginnender Investitionstätigkeit zu. Das Gelände soll als Gewerbefläche genutzt werden. z. Z. ist noch eine Erosion von belastetem Boden in die Umgebung möglich. In östlicher Richtung befindet sich ein Rübenfeld.

### Stoffgefährlichkeit r<sub>0</sub>:

r<sub>0</sub>= 4..6      Branche: NE- Schwermetallhütten (Schlüsselnummer 0570)

r<sub>0</sub>= 5      konkrete Schadstoffe: As, Pb, Cd, Cu, Zn

### **Schutzobjekte des Bodens:**

- Boden für Gewerbegebiet auf Standort (SO<sub>1</sub>)
- Boden in der Umgebung, der landwirtschaftlich genutzt wird (SO<sub>2</sub>)

### **Fallzuweisung:**

Fall 1 für SO<sub>1</sub>

Fall 2 für SO<sub>2</sub>

### Schadstoffaustrag m<sub>i</sub>:

FALL 1		FALL 2	
m <sub>i</sub> =	1,0	m <sub>i</sub> =	0,6
	+ 0,2	+0,2	Kontaminationsfläche von ca. 2600 m <sup>2</sup>
	+ 0,1    keine Abdeckung	+0,2	erosionswirksame Fläche der Kontaminationsfläche beträgt ca.: 2000 m <sup>2</sup>
m <sub>i</sub> =	<b>1,3</b>	- 0,2	erosionsmindernde Körnung: Winderosion, lehmiger Sand
		±0	Hauptwindrichtung
		m <sub>i</sub> =	0,8

Schadstoffeintrag  $m_{II}$ :

**FALL 1**

$m_{II} = 1,2$  Boden der Altlast selbst ist Schutzgut

**FALL 2**

$m_{II} = 0,9$  kleine Entfernung der landwirtschaftlichen Nutzfläche von der Kontaminationsfläche

Schadstoffverhalten  $m_{III}$ :

**FALL 1 UND FALL 2**

$m_{III} = 1,0$  kein Abbau bei Schwermetallen möglich  
 $\pm 0$  bei Standortbedingungen werden keine stärker toxischen Abbauprodukte angenommen  
 $\pm 0$  Verweilzeit der Schadstoffe im Boden ist nicht herabgesetzt  
Sorption/Bindungsstärke bei As, Pb, Cd, Cu, Zn: (Boden pH-Wert wurde mit 5 bestimmt) Pb: 5; Cd: 3; Cu: 4-5; Zn: 3-4;  
Auch Arsenate werden in Böden relativ schnell an Eisen- und Aluminiumhydroxide  
 $\pm 0$  adsorbiert (und damit an Tonminerale) d.h. geringste Bindungsstärke ist 3  
 $\pm 0$  keine direkten Schadstoffauswirkungen sichtbar

---

$m_{III} = 1,0$

Nutzung  $m_{IV}$ :

**FALL 1**

$M_{IV} = 0,8$  Industrie- und Gewerbefläche

**FALL 2**

$m_{IV} = 1,1$  Futtermittelanbau

Damit ist das Gefahrenrisiko  $r_{IV} = r_O \cdot m_I \cdot m_{II} \cdot m_{III} \cdot m_{IV} = 5,0 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 6,2$  (SO<sub>1</sub> Fall 1)  
 $= 5,0 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 4,0$  (SO<sub>2</sub> Fall 2)

$r_{IV} = 6,2$

Das maßgebende Risiko wird mit  $R = 6,2$  festgelegt und führt zum Handlungsbedarf E 1-2. Damit

muß eine orientierende Erkundung durchgeführt werden.

## **BEISPIEL B**

BN 1

Bewertet werden soll ein verfülltes Restloch, in welches Schutt und Hausmüll verbracht wurde. Die historische Erkundung ergab folgendes:

Vor dem 2. Weltkrieg fand hier Lehmabbau statt. Das dadurch entstandene Restloch wurde nach dem 2. Weltkrieg zuerst mit Trümmerschutt und dann mit Hausmüll verfüllt. Das Volumen der Ablagerung beträgt schätzungsweise 40.000 m<sup>3</sup>. Ende der 60er Jahre wurde die Ablagerung mit Mutterboden abgedeckt. Im nördlichen Teil entstanden Kleingärten, im südlichen Teil Garagen. In der Umgebung befinden sich ein Kindergarten und Kinderspielplätze sowie ein Gewerbegebiet. Die Zusammensetzung des Mülls könnte nach den Angaben aus den Unterlagen und Anwohnerbefragungen wie folgt aussehen:

Hausmüll 55%

Bauschutt 15 %

Bodenaushub 15 %

Gartenabfälle 10 %

Schrott und sonstiges 5 %

Hinweise zu Gewerbe- oder Industrieablagerungen gibt es nicht. Es ist eine ländliche Gemeinde.

Stoffgefährlichkeit  $r_0$ :

Die Stoffgefährlichkeit wird entsprechend der Bewertung des Grundwasserpfades eingeschätzt

mit:  $r_0 = 2,5$

### **Schutzobjekte des Bodens:**

- Boden auf der Altlastverdachtsfläche, der für Kleingärten genutzt wird (S<sub>01</sub>)
- Boden auf der Altlastverdachtsfläche, der für Garagen genutzt wird (S<sub>02</sub>)
- Boden des Kinderspielplatzes in östlicher Richtung von der Altlastverdachtsfläche (S<sub>03</sub>)
- Boden, der landwirtsch. genutzt wird in westlicher Richtung von der Altlastverdachtsfläche (S<sub>04</sub>) .

### **Fallzuordnung:**

Fall 4 für S<sub>01</sub> und S<sub>02</sub> (Fall 2 ist wegen der Mutterbodenabdeckung nicht relevant, S<sub>03</sub> und S<sub>04</sub> entfällt)

Schadstoffaustrag  $m_i$ :



$m_I = 0,9$   
 $\pm 0$  Volumen 40.000 m<sup>3</sup>  
 $- 0,4$  Flüchtigkeit wird mit gering eingeschätzt, da Bauschutt, Schrott nicht flüchtig sind und für Hausmüll/Gartenabfälle die aktive Umsetzungsphase vorbei ist (Phase IV nach Rettenberg)  
 $\pm 0$  keine Abdichtung vorhanden  
 $- 0,1$  Sorption (hoher Tongehalt, mittlere oder niedrige Sorbierbarkeit)  
 $\pm 0$  Porenraum

$m_I = 0,4$

Schadstoffeintrag  $m_{II}$ :

$m_{II} = 1,0$  Schutzgut Boden grenzt an Altlast an  
 $\pm 0$  keine Hindernisse zwischen Altlast und aufgetragenem Boden

$m_{II} = 1,0$

Schadstoffverhalten  $m_{III}$ :

$m_{III} = 1,0$  Abbau gering bei bestimmten Schadstoffgruppen  
 $0$  keine toxischen Abbauprodukte bekannt  
 $0$  Verweilzeit im Boden (sonst)  
 $-0,1 \dots +0,1$  Bindungsstärke bzgl. Bioverfügbarkeit: unbekannt, gewichteter Mittelwert = 0  
 $0$  keine beobachtete Wirkung

$m_{III} = 0,9 \dots 1,1$

Schutzgutbedeutung  $m_{IV}$ :

$m_{IV} = 1,2$  gärtnerisch/landwirtschaftliche Fläche (SO<sub>1</sub> ist sensibler als SO<sub>2</sub>)

Damit ist das Gefahrenrisiko  $r_{IV} = r_O \cdot m_I \cdot m_{II} \cdot m_{III} \cdot m_{IV} = 2,5 \cdot 0,4 \cdot 1,0 \cdot (0,9 \dots 1,1) \cdot 1,2 = 1,1 \dots 1,3$

$$r_{IV, \text{mittel}} = 2,5 \cdot 0,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 1,2$$

$$r_{IV} = 1,2 (1,1 \dots 1,3)$$

Damit wird das maßgebende Risiko mit  $R = r_{IV, \text{max}} = 1,3$  festgelegt.

Das bedeutet eine Einordnung in »Belassen« der Ablagerung im Kataster.

## **BEISPIEL C**

BN 1

Eine Ablagerung liegt als Hanganschüttung oberhalb eines Freizeitparkes. Die Hangneigung beträgt über 30 % (mögliche Erosionsfläche ca. 1500 m<sup>2</sup>). Unterhalb der Ablagerung nimmt die Hangneigung ab. Sickerwasseraustritte beeinflussen das Gelände des Freizeitparkes (Tennisplatz). Die historische Erkundung ergab eine Verkippung von Braunkohlenaschen von 1970 bis 1980 und darauffolgend Hausmüllablagerungen. Das Volumen beträgt schätzungsweise ca. 20 000 m<sup>3</sup>. Die Braunkohlenaschen stammen aus dem im Restverbrennungsverfahren anfallenden Rost- und Flugaschen. Die Asche ist unmittelbar auf die darunterliegenden Sande deponiert. Die Ablagerung ist mit Hausmüll und Sperrmüll überdeckt, der in den Jahren von 1980 bis 1990 von Anliegern hinzukam. Eine Winderosion findet kaum statt aufgrund des angesiedelten Bewuchses und der Bäume in der Umgebung. Aus der Bewertung des Grundwasserpfades ergibt sich ein Handlungsbedarf zur weiteren Erkundung.

### Stoffgefährlichkeit r<sub>0</sub>:

Die Stoffgefährlichkeit wird wie beim Grundwasserpfad wie folgt eingeschätzt:

r<sub>0</sub> = 3,2 Braunkohlenasche und nicht mineralisierter Hausmüll, geringe Mengen Sonderabfall (1%)

### **Schutzobjekte des Bodens:**

- Boden der Ablagerung selbst
- Boden, der als Freizeitpark in der Umgebung der Altlastverdachtsfläche genutzt wird

### **Fallzuweisung:**

**Fall 1** für SO<sub>1</sub>

**Fall 2** Belastung des SO<sub>2</sub> durch Wassererosion der Ablagerung

**Fallkombination 3/2** Belastung des SO<sub>2</sub> durch Sickerwasseraustritt am Fußende der Ablagerung

und erosiven Transport des Sickerwassers zum Schutzobjekt 2 (SO<sub>2</sub>)

### **FALL 1**

#### Schadstoffaustrag m<sub>i</sub>:

m <sub>i</sub> =	1,0	
	±0	Volumen
	±0	Abdeckung vorhanden (Bewuchs teilweise)
<hr/>		
<b>m<sub>i</sub>=</b>	<b>1,0</b>	

#### Schadstoffeintrag m<sub>ij</sub>:

$m_{II} = 1,2$

Schadstoffverhalten  $m_{III}$ :

$m_{III} = 1,0$  Abbau gering von bestimmten Schadstoffgruppen  
 $\pm 0$  toxische Abbauprodukte unbekannt  
 $\pm 0$  Verweilzeit im Boden: unterschiedlich (sonst)  
 $- 0,1 \dots + 0,1$  Sorption, Bioverfügbarkeit ist relevant (Ökosystem),  
Pflanzen können durch Hausmüll beeinträchtigt werden,  
Verfügbarkeit der Schwermetalle aus Aschen ist abhängig  
vom pH-Wert des Bodens (dieser ist unbekannt),  
gewichteter Mittelwert 0

---

$m_{III} = 0,9 \dots 1,1$  gewichteter Mittelwert: 1,0

Schutzgutbedeutung  $m_{IV}$ :

$m_{IV} = 0,4$  Boden ohne besondere ökologische Bedeutung, unzugänglicher Standort

Damit ist  $r_{IV} = r_O \cdot m_I \cdot m_{II} \cdot m_{III} \cdot m_{IV} = 3,2 \cdot 1,0 \cdot 1,2 (0,9 \dots 1,1) 0,4 = 1,4 \dots 1,7$

$r_{IV \text{ g.,mittel}} = 1,5$

**FALL 2 BZW. 3/2**

Schadstoffaustrag  $m_I$ :

<b>FALL 3/2</b>	<b>FALL 2</b>
$m_I = 0,7$	$m_I = 0,6$
$\pm 0$ Volumen: 2	$\pm 0$ Volumen
$\pm 0$ Löslichkeit durch unterschiedliches Schadstoffspektrum sehr differenziert	
$\pm 0$ Bewuchs vorhanden	
$\pm 0,1$ Niederschlag: 11	
$\pm 0,1$ Fremdwasserzutritte ja: Hangniederschlagswasser	
$- 0,1$ Sorption: Braunkohlenaschen wirken sorptiv (mittlere bis geringe Sorbierbarkeit der Schadst.)	

± 0	Acidität: Boden pH- Wert beträgt 5		
± 0	Lösungsvermittler sind nicht bekannt		
± 0	erosionsbegünstigende Körnung:		
	Sickerwasser und Wassererosion	- 0,1	Wassererosion des Mülls
- 0,2	erosionsgefährdete Fläche: ca. 200 m <sup>2</sup>	± 0	eros. Fläche ca. 1500 m <sup>2</sup>
± 0,1	Hangneigung: ca. 20% an der Sickerwassertransportstrecke	+ 0,1	Hangneigung größer 30%
<hr/>		<hr/>	
<b>m<sub>I</sub> =</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	

Schadstoffeintrag m<sub>II</sub>:

**FALL 3/2 UND FALL 2**

m <sub>II</sub> =	0,9	Boden des Freizeitparks grenzt in ca. 20 m Entfernung an den Sickerwasseraustritt
	± 0	keine Hindernisse auf Abflußstrecke
<hr/>		
<b>m<sub>II</sub> =</b>	<b>0,9</b>	

Schadstoffverhalten m<sub>III</sub>

**FALL 3/2 UND FALL 2**

m <sub>III</sub> =	1,0	Abbau: gering (wegen Aschen und Schwermetallen)
	± 0	toxische Abbauprodukte: nicht bekannt
	± 0	Verweilzeit im Boden: bei Schwermetallen groß
	- 0,1...+ 0,1	Sorption bzgl. oraler Schadstoffaufnahme ist unbekannt (abhängig vom Boden des Parkes )
	+0,1	beeinträchtigt Pflanzenwuchs entlang der Sickerwasserstrecke
<hr/>		
<b>m<sub>III</sub> =</b>	<b>1,0...1,2</b>	gewichteter Mittelwert: 1,1

Schutzgutbedeutung m<sub>IV</sub>:

**m<sub>IV</sub> = 0,9** Freizeit- und Erholungsfläche

Damit ergibt sich das Risiko zu:  $r_{IV} = r_0 \cdot m_I \cdot m_{II} \cdot m_{III} \cdot m_{IV} = 3,2 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot (1,0...1,2) \cdot 0,9 = 1,8...2,2$

$r_{IV\text{mittel}} = 2,0$

$$r_{lv} = 2,0 (1,8...2,2)$$

Das maßgebende Risiko R wird gleich  $r_{lv \max}$  gesetzt und ergibt einen weiteren Handlungsbedarf. Eine Entscheidung des Ingenieurbüros zu einem kleineren R, also Belassen und keine weitere Erkundung wäre mit Begründung auch möglich.

Für die orientierende Erkundung muß das Sickerwasser untersucht werden und bei entsprechenden Analysenwerten über den Prüfwerten vom Grundwasserpfad (siehe Handbuch Teil 3) sind Bodenanalysen des beeinflussten Bodenareals im Freizeitpark anzusetzen. Das Sickerwasser ist zu untersuchen auf: Schwermetalle, IR-KW, PAK, Phenol- Index, DOC, AOX, LHKW. Das ist ein Teil der geforderten Untersuchungsparameter aus dem Grundwasserpfad. Bei der Bodenbeurteilung spielen beispielsweise BTEX eine untergeordnete Rolle, es gibt dafür keinen Orientierungswert. Die Messungen ermöglichen eine Bewertung des Grundwasser- und des Bodenpfades.

#### **BEISPIEL D:**

BN 2

Am Standort einer ehemaligen chemischen Reinigung (1968-1990) fanden nach der historischen Erkundung Untersuchungen zur CKW-Belastung statt. Im Ergebnis wurden hohe CKW-Belastungen der ungesättigten Bodenzone und des Grundwassers festgestellt. Die Kontaminationsfläche ist größer als 1000 m<sup>2</sup>.

Das Bodenprofil sieht wie folgt aus:

- bis 2 m saalekaltzeitliche Grundmoräne (Geschiebelehm) häufig durch 1-2 m mächtige anthropogene Auffüllungen ersetzt
- bis 15 m saalekaltzeitliche Flußschotter der Hauptterrasse (Sande und Kiese) = Grundwasserleiter
- darunter: tertiäre Sande. z.T. schluffig, tonig

Die Zusammensetzung der CKW: ca. 98 % PER und 2 % TRI, Vinylchlorid wurde nicht nachgewiesen. Schadstoffsituation: Im Schadenszentrum wurden mittels Bodenluftsondierungen Gehalte von 1.400 bis 8.800 mg/m<sup>3</sup> festgestellt. Grundwassermessungen ergaben CKW-Gehalte von ca. 10.000 g/l. Eine Bewertung des Grundwasserpfades für Beweisniveau 2 liegt vor. Eine Bewertung des Bodenpfades kann vorerst anhand der Bodenluftmessungen stattfinden (wenn Handbuch zur Altlastenbehandlung in Sachsen, Teil 6, erarbeitet ist, erfolgt Bewertung der Bodenluft und der atmosphärischen Luft dort).

Der Standort gehört zu einem geplanten Gewerbegebiet.

#### **Stoffgefährlichkeit $r_0$ :**

$r_0 =$  5-6 chemische Reinigungen

$r_0 =$  **6,0** halogenierte organische Lösungsmittel: Tetrachlorethen, Trichlorethen

## Schutzobjekte des Bodens:

Boden des Altstandortes selbst, der als Siedlungsfläche genutzt werden soll

## Fallzuweisung:

Fall 1

### Schadstoffaustrag $m_I$ :

$m_I =$  1,0  
+ 0,2 Kontaminationsfläche > 1000 m<sup>2</sup>  
+ 0,1 Oberflächenabdeckung ist nicht vorhanden  
 **$m_I =$  1,3**

### Schadstoffeintrag $m_{II}$ :

**$m_{II} = 1,2$**

### Schadstoffverhalten $m_{III}$ :

$m_{III} =$  1,0 geringer Abbau  
± 0 Abbauprodukte CIS und VC sind nicht stärker toxisch  
- 0,1 Verweilzeit im Boden: leicht flüchtig  
± 0 Bewertung der Sorption bzgl. oraler Schadstoffaufnahme: geringe Humus- und Tonbestandteile ermöglichen keine wesentliche Sorption  
± 0 keine beobachtete Wirkung  
 **$m_{III} = 0,9$**

### Schutzgutbedeutung $m_{IV}$ :

$m_{IV} =$  1,3 Da noch keine Bodengehalte für Tetra- und Trichlorethen vorliegen, wird hilfsweise die Bodenluft zur Bewertung herangezogen. Die Werte der Bodenluft für -

LHKW gesamt sind um Größenordnungen überschritten. Die Analysenwerte werden mit > M (Maßnahmenwertüberschreitung) bewertet.

**$m_{IV} =$  - 0,2/1,1** Abschlag aufgrund des Nutzungskriteriums von »Gewerbe und Industrie«

Damit ergibt sich das Risiko zu:  $r_0 \cdot m_I \cdot m_{II} \cdot m_{III} \cdot m_{IV} = r_{IV} = 6,0 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1,1 = 9,3$

Das maßgebende Risiko wird entsprechend  $r_{IV}$  mit  $R = 9,3$  festgelegt.

Der Standort muß weiter erkundet werden (Detailerkundung.)

Der Schadensherd und seine Ausbreitung sind weiter einzugrenzen. Der Boden ist zu beproben bzgl. Tri- und Perchlorethen und nutzungsabhängig zu bewerten. Der Luftpfad ist zu bewerten (angrenzende Kellerräume, atmosphärische Luft).

Schutzgut: Boden  
 Altlastenkennziffer: 12345678911111

BN: 1

Bezeichnung der Fläche: Beispiel A

Gemeinde:

Bezeichnung der Teilfläche oder des Schadstoffherdes:

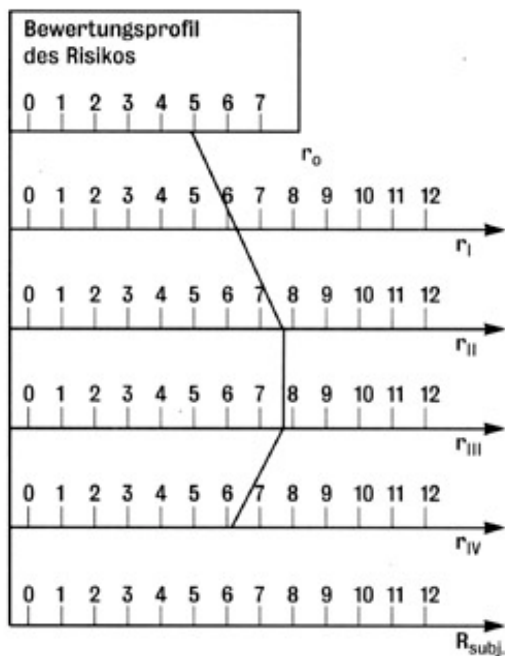
Art der Verdachtsfläche: Altstandort

Bewertungsdatum: 10.03.1995

Firma/Bearbeiter: LfUG

weitere bewertete Schutzgüter: -

<b>0. Stoffgefährlichkeit</b>	
Stoffgruppen:	$r_0 = 5$
<b>I. Austrag</b>	
$m_I = 1,3$	$r_I = 6,5$
<b>II. Eintrag</b>	
$m_{II} = 1,2$	$r_{II} = 7,8$
<b>III. Transport/Wirkung</b>	
$m_{III} = 1,0$	$r_{III} = 7,8$
<b>IV. Bedeutung</b>	
$m_{IV} = 0,8$	$r_{IV} = 6,2$
<b>nutzerbestimmtes Risiko</b>	
$R_{subj.} = -$	



<b>Priorisierung</b>	
nach $r_{IV} = 6,2$	
<b>Handlungsbedarf</b>	
nach $R = 6,2$	E <sub>1-2</sub>

BN

<b>Kommentar</b>	1				● E <sub>1-2</sub>
	2	A	B		E <sub>2-3</sub>
	3		C		E <sub>3-4</sub>

Fallzuordnung	:	Fall 1 (Gewerbegebiet)
(Fall mit maximaler Bewertung unterstreichen)	:	Fall 2 (landwirtschaftl. Fläche)
SO Boden mit Handlungsbedarf	:	Boden des Gewerbegebietes und landwirtschaftliche Fläche

Schutzgut: Boden  
 Altlastenkennziffer: 12345678922222

BN: 1

Bezeichnung der Fläche: Beispiel B

Gemeinde:

Bezeichnung der Teilfläche oder  
 des Schadstoffherdes:

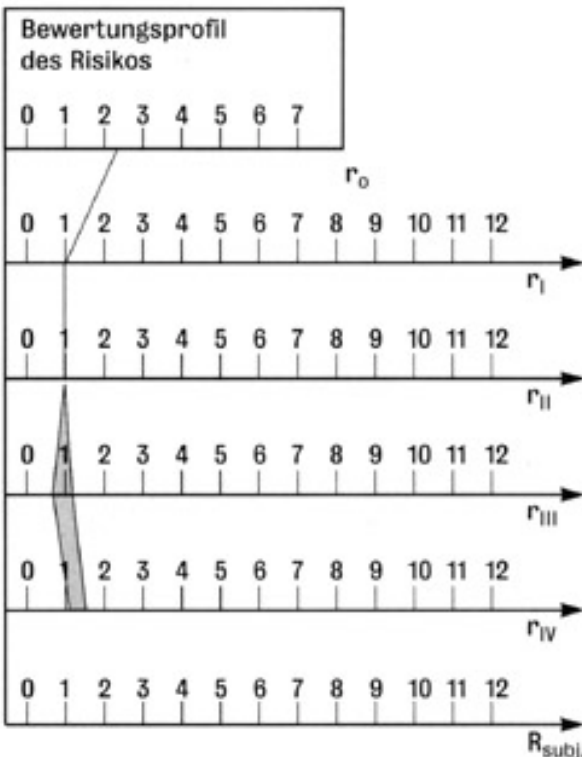
Art der Verdachtsfläche: Altablagerung

Firma/Bearbeiter: LFUG

Bewertungsdatum: 10.03.1995

weitere bewertete Schutzgüter: GW

<b>0. Stoffgefährlichkeit</b>	
Stoffgruppen:	$r_0 = 2,5$
<b>I. Austrag</b>	
$m_I = 0,4$	$r_I = 1,0$
<b>II. Eintrag</b>	
$m_{II} = 1,0$	$r_{II} = 1,0$
<b>III. Transport/Wirkung</b>	
$m_{III} = 0,9...1,1$	$r_{III} = 0,9...1,1$
<b>IV. Bedeutung</b>	
$m_{IV} = 1,2$	$r_{IV} = 1,1...1,3$
<b>nutzerbestimmtes Risiko</b>	
$R_{subj.} = -$	



<b>Priorisierung</b>	
nach $r_{IV, \text{mittel}} = 1,2$	
<b>Handlungsbedarf</b>	
nach $R = 1,3$	B

R

BN

<b>Kommentar</b>	1	A	B	●	E <sub>1-2</sub>
	2				E <sub>2-3</sub>
	3				C

Fallzuordnung (Fall mit maximaler Bewertung unterstreichen)	:	Fall 4 (Kleingärten)
SO Boden mit Handlungsbedarf	:	keine



Schutzgut: Boden  
 Altlastenkennziffer: 12345678933333

BN: 1

Bezeichnung der Fläche: Beispiel C

Gemeinde:

Bezeichnung der Teilfläche oder  
 des Schadstoffherdes:

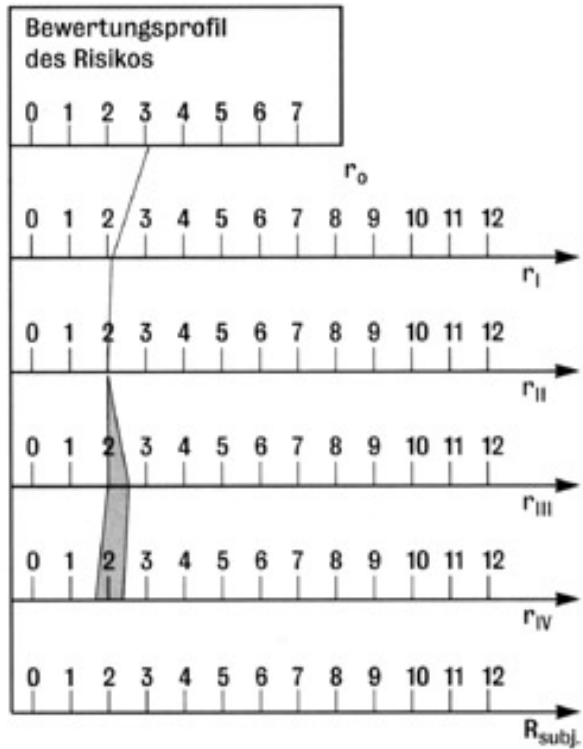
Art der Verdachtsfläche: Altablagerung

Firma/Bearbeiter: LFUG

Bewertungsdatum: 10.03.1995

weitere bewertete Schutzgüter: GW

<b>0. Stoffgefährlichkeit</b>	
Stoffgruppen:	$r_0 = 3,2$
<b>I. Austrag</b>	
$m_I = 0,7$	$r_I = 2,2$
<b>II. Eintrag</b>	
$m_{II} = 0,9$	$r_{II} = 2,0$
<b>III. Transport/Wirkung</b>	
$m_{III} = 1,0...1,2$	$r_{III} = 2,0...2,4$
<b>IV. Bedeutung</b>	
$m_{IV} = 0,9$	$r_{IV} = 1,8...2,2$
<b>nutzerbestimmtes Risiko</b>	
$R_{subj.} =$	



<b>Priorisierung</b>	
nach $r_{IV, \text{mittel}} = 2,0$	
<b>Handlungsbedarf</b>	
nach $R = 2,2$	$E_{1-2}$

BN

<b>Kommentar</b>	1			●	$E_{1-2}$
	2	A	B		$E_{2-3}$
	3			C	$E_{3-4}$

Fallzuordnung (Fall mit maximaler Bewertung unterstreichen)	:	Fall 1 (Boden ohne besondere ökologische Bedeutung) Fall 2 (Freizeitpark) Fall 3/2 (Freizeitpark)
S0 Boden mit Handlungsbedarf	:	Boden des Freizeitparks

Schutzgut: Boden  
 Altlastenkennziffer: 12345678933333

BN: 2

Bezeichnung der Fläche: Beispiel D

Gemeinde:

Bezeichnung der Teilfläche oder  
 des Schadstoffherdes:

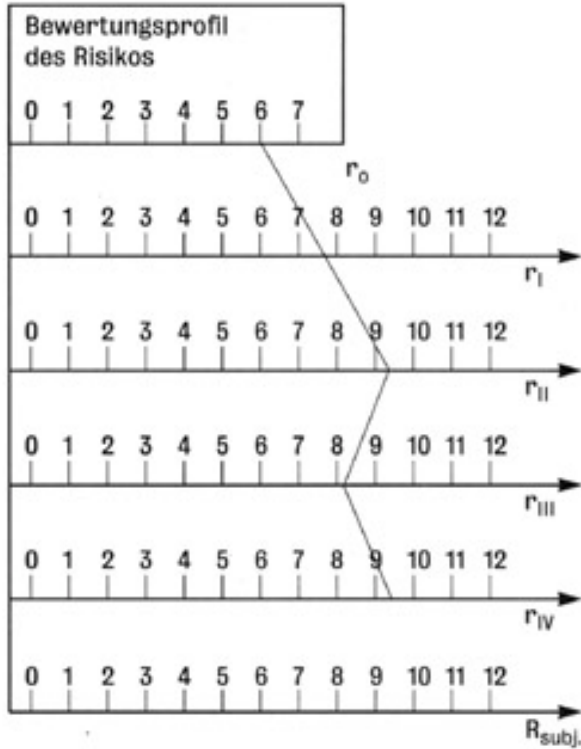
Art der Verdachtsfläche: Altstandort

Firma/Bearbeiter: LfUG

Bewertungsdatum: 10.03.1995

weitere bewertete Schutzgüter: Grundwasser

<b>0. Stoffgefährlichkeit</b>	
Stoffgruppen:	$r_0 = 6,0$
<b>I. Austrag</b>	
$m_I = 1,3$	$r_I = 7,8$
<b>II. Eintrag</b>	
$m_{II} = 1,2$	$r_{II} = 9,4$
<b>III. Transport/Wirkung</b>	
$m_{III} = 0,9$	$r_{III} = 8,4$
<b>IV. Bedeutung</b>	
$m_{IV} = 1,1$	$r_{IV} = 9,3$
<b>nutzerbestimmtes Risiko</b>	
$R_{subj.} =$	



<b>Priorisierung</b>	
nach $r_{IV} = 9,3$	
<b>Handlungsbedarf</b>	
nach $R = 9,3$	<b>E<sub>2-3</sub></b>

R

BN

<b>Kommentar</b>	1				<b>E<sub>1-2</sub></b>
	2	A	B		<b>E<sub>2-3</sub></b> ●
	3			C	<b>E<sub>3-4</sub></b>

Fallzuordnung (Fall mit maximaler Bewertung unterstreichen)	:	Fall 1 (geplante Siedlungsfläche)
SO Boden mit Handlungsbedarf	:	Boden der Siedlungsfläche

## **7 EDV-UNTERSTÜTZUNG**

Eine EDV-Unterstützung erfolgt mit dem Programm GEFA zur Erfassung, Bewertung und Dokumentation der formalen Gefährdungseinschätzung für Altlastenverdachtsfälle auf den Beweisniveaus 1 und 2. Der Programmablauf erfolgt analog Pfad und Schutzgut Grundwasser. Anlage 7 enthält Merkmale, Tabellen und Regeln für die computergestützte Gefährdungsabschätzung von Altlastenverdachtsfällen, Pfad und Schutzgut Boden. Das Anwenderhandbuch (schutzgutunabhängig) für das Programm GEFA ist in den Materialien zur Altlastenbehandlung veröffentlicht (mit Programmdiskette).

## 8. Literatur

- /1/ Entwurf des Gesetzes zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten, Bundes-Bodenschutzgesetz; 4. Referentenentwurf, November 1993
- /2/ Handbuch zur Altlastenbehandlung in Sachsen, Teil 1: Grundsätze der Altlastenbehandlung, Herausgeber: Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung, in Vorbereitung
- /3/ Handbuch zur Altlastenbehandlung in Sachsen, Teil 3: Gefährdungsabschätzung, Pfad und Schutzgut Grundwasser; Herausgeber: Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung, Februar 1995
- /4/ Handbuch zur Altlastenbehandlung in Sachsen, Teil 6: Gefährdungsabschätzung, Pfad und Schutzgut Luft; Herausgeber: Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung; in Vorbereitung
- /5/ Bodenkundliche Kartieranleitung, 4. Auflage 1995
- /6/ Fachinformationssystem Boden- Erfassungsvorschriften, Stammdaten Bodenkunde; Landesamt für Umwelt und Geologie, 1995
- /7/ Fachinformationssystem Boden- Erfassungsvorschriften, Horizont- und Schichtdaten Bodenkunde; Landesamt für Umwelt und Geologie, 1995
- /8/ Doetsch, P.; Simmleit, N.; Hempfling, R.; Mathews, T.; Stubenrauch, S.; Koschmieder, H.; Forschungs- und Entwicklungsvorhaben des Umweltbundesamtes, FKZ 103 40 107, Weiterentwicklung und Erprobung des Gefährdungsabschätzungsmodells für Altlasten, UMS, 1995; in der Erprobung
- /9/ Materialien zur Altlastenbehandlung in Sachsen, Band 2, Empfehlung zur Handhabung von Prüf- und Maßnahmenwerten für die Gefährdungsabschätzung in Sachsen; Herausgeber: Landesamt für Umwelt und Geologie, 1995
- /10/ Koch, R.: Umweltchemikalien, 2. Auflage, Weinheim: VCH Verlagsgesellschaft 1991
- /11/ Pfaff, M.; Schütze, G.; Beig-Zühlke, K.; Ullrich, H., Forschungs- und Entwicklungsvorhaben des Umweltbundesamtes, FKZ 107 02 004/05, Auswirkungen von Güllehochlastflächen in den neuen Ländern auf Böden und Gewässer und Entwicklung von Maßnahmen zur Minimierung der davon ausgehenden Umweltbelastungen, 17.06.1994
- /12/ Handbuch Altlasten Baden-Württemberg, Der Deponiegashaushalt in Altablagerungen - Leitfaden Deponiegas; Herausgeber: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, Oktober 1992
- /13/ DVWK Merkblatt 212/1988, Filtereigenschaften des Bodens gegenüber Schadstoffen, Teil I: Beurteilung der Fähigkeit von Böden, zugeführte Schwermetalle zu immobilisieren
- /14/ v. OEPEN, B.: Sorption organischer Chemikalien an Böden; Wissenschafts-Verlag Dr. W. Maraun, 1. Aufl. 1990
- /15/ Först, C.; Schmidt, G.; Günther, K.; Hauck, A.; Stieglitz, L.: Untersuchungen zur Verteilung organischer Schadstoffe im System Boden/Wasser/Öl; Kooperation SMB-KfK, Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Institut für Heiße Chemie, 1993
- /16/ Erstes Gesetz zur Abfallwirtschaft und zum Bodenschutz im Freistaat Sachsen, EGAB, 1991
- /17/ Sächsisches Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege, SächsNaSchG, 11.10.1994
- /18/ Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts; WHG, 23.11.1986
- /19/ Sächsisches Wassergesetz, SächsWG, 23.2.1993

- /20/ Handbuch zur Altlastenbehandlung in Sachsen, Teil 5: Gefährdungsabschätzung, Pfad und Schutzgut Oberflächenwasser, Herausgeber: Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung; in Vorbereitung
- /21/ Hartge und Horn, Bodenphysikalische Untersuchungen von Böden; Ferdinand Enke Verlag Stuttgart, 3. Auflage 1992

## 9. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BN	Beweisniveau
DGFZ	Dresdner Grundwasserforschungszentrum e.V.
DVWK	Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau
GEFA	Programm zur Gefährdungsabschätzung von Altlasten
LAGA	Länderarbeitsgemeinschaft Abfall
MAK	Maximale Arbeitsplatzkonzentration
OC	Organischer Kohlenstoff
P/M-Werte	Prüf- und Maßnahmenwerte
SO	Schutzobjekt
SG	Schutzgut
R	maßgebendes Gefahrenrisiko
R <sub>subj</sub>	subjektives Risiko
TA	Technische Anleitung
UW	Umweltwirtschaft- Wasser, Boden, Luft, Abfall-GmbH

## 10. Anlagen





# ANLAGE 1 - Bewertungsformblatt Boden

## ALTLASTENPROGRAMM DES LANDES SACHSEN – BEWERTUNGSFORMBLATT – BODEN

<b>BEWERTUNGSFORMBLATT SCHUTZGUT Boden</b>		<b>BEWEISNIVEAU:</b>	
Altlastenkennziffer:		Gemeinde .....	
Standortbezeichnung: .....		Art der Fläche: AA/ AS/ AA+AS	
Teilflächennummer:	-	Bez. d. Teilfläche o. d. Schadstoffherdes	*
Flurstück.....	**	Hoch-/ Rechtswert: ...../ .....	**
Bewertungsdatum:		(Besselkoord., Mittelpunkt)	
Standort der Dokumentation:		Firma:	
<small>* Angabe erfolgt nur, wenn eine Aufteilung der Fläche erfolgt</small>		<small>** Angabe erfolgt für die Teilfläche bzw. die Gesamtfläche</small>	

Bewertung der Schutzgüter: Grundwasser  Luft  Oberflächenwasser  ist erfolgt.

Stoffgefährlichkeit $r_0$	Bewertungsrelevante Sachverhalte	$r_0$ -Wert
1. Branche bzw. Abfallarten	.....	.....
2. Betriebe aus der Umgebung, die möglicherweise abgelagert haben (nur AA)	.....	.....
3. Konkrete Schadstoffe...	.....	.....
4. Technologie (nur AS)	.....	.....
5. Schadstoffherde (nur AS)...	.....	.....
6. Ablagerungs- bzw. Produktionsbeginn/-ende	.....	.....
7. Gemeindegröße bzw. Beschäftigtenzahl	.....	.....
Bemerkungen:	.....	$r_0^m$ .....

## Altlastenprogramm des Landes Sachsen - Bewertungsformblatt-Boden 1/4

Schadstoffaustrag $m_1$	Bewertungsrelevante Sachverhalte	m-Wert
8. Fallzuordnung (mit Schutzobjekten SO)	.....	.....
9. Volumen bzw. Kontaminationsfläche:	.....	.....
10.		
Fall 1: Abdeckung	.....	.....
Fall 2: Körnung	.....	.....
Erosionsfläche	.....	.....
Windrichtung/ Lage bzw. Hangneigung bzgl. Schutzobjekt	.....	.....
Niederschlag	.....	.....
Fremdwasserzutritte (Löslichkeit/ Flüchtigkeit)	.....	.....
Fall 3: Löslichkeit/ Aggregatzustand	.....	.....
Abdeckung/ Abdichtung	.....	.....
Niederschlag	.....	.....
Fremdwasserzutritte	.....	.....
Humus- bzw. Tongehalt	.....	.....
Sorption	.....	.....
Acidität	.....	.....
Lösungsvermittler	.....	.....

## Altlastenprogramm des Landes Sachsen - Bewertungsformblatt-Boden 2/4



Fall 4      Flüchtigkeit .....  
 Abdichtung .....  
 Sorption .....  
 (Löslichkeit) .....

$r_I$  (Fall 1) = .....  
 $r_I$  (Fall 2) für  $SO_{2,1}$  = .....  $SO_{2,2}$  = .....  
 $r_I$  (Fall ) = .....  $m_I$  (Fall 1) = .....  
 $m_I$  (Fall 2) = .....  
 $m_I$  (Fall ) = .....

11. Bodenluft/ Deponiegas .....  
**Schadstoffeintrag  $m_{II}$**       **Bewertungsrelevante Sachverhalte**      **m-Wert**

12. Entfernung Altlast – SO Boden .....  
 .....  
 .....

13. Widerstände auf dem Ausbreitungsweg .....  
 .....  
 .....

Fall 2: Hindernisse: .....  
 (Durchlässigkeit) .....

Fall 3: Durchlässigkeit .....  
 .....

Fall 4: Stärke der Abdeckung .....  
 Durchlässigkeit .....

$r_{II}$  (Fall 1) = .....  
 $r_{II}$  (Fall 2) für  $SO_{2,1}$  = ..... für  $SO_{2,2}$  = .....  
 $r_{II}$  (Fall ) = .....  $m_{II}$  (Fall 1) = .....  
 $m_{II}$  (Fall 2) = .....  
 $m_{II}$  (Fall ) = .....

**Schadstoffverhalten  $m_{III}$**       **Bewertungsrelevante Sachverhalte**

14. Abbaubarkeit im SO Boden: .....  
 .....

15. Toxische Abbauprodukte ? .....  
 .....

16. Verweilzeit im Boden .....  
 .....

**Altlastenprogramm des Landes Sachsen - Bewertungsformblatt-Boden 3/4**

17. Sorption-Bindungsstärke .....  
 .....

18. beobachtete Wirkung .....  
 .....

$r_{III}$  (Fall 1) = .....  
 $r_{III}$  (Fall 2) für  $SO_{2,1}$  = ..... für  $SO_{2,2}$  = .....  
 $r_{III}$  (Fall ) = .....  $m_{III}$  (Fall 1) = .....  
 $m_{III}$  (Fall 2) = .....  
 $m_{III}$  (Fall ) = .....

**Nutzung  $m_{IV}$**       **Bewertungsrelevante Sachverhalte**

19. Nutzungskriterien der SO Boden je Fall .....  
 .....  
 .....

20. Analysenwerte<sup>1)</sup> im SO Boden .....  
 .....  
 .....

$r_{IV}$  (Fall 1) = .....  
 $r_{IV}$  (Fall 2) für  $SO_{2,1}$  = .....  $SO_{2,2}$  = .....  
 $r_{IV}$  (Fall ) = .....  $m_{IV}$  (Fall 1) = .....  
 $m_{IV}$  (Fall 2) = .....  
 $m_{IV}$  (Fall ) = .....

nutzerbestimmtes Risiko: .....  
 .....

Begründung: .....  
 .....

Priorisierung nach R = .....  
 .....

Handlungsbedarf nach R = .....  
 .....

Kommentar (Sofortmaßnahmen, ...): .....  
 .....

1) siehe auch Datenerfassungsblatt für Proben- und Analysedaten

**Altlastenprogramm des Landes Sachsen - Bewertungsformblatt-Boden 4/4**

# ANLAGE 2 - Bewertungsblatt KONTA

## BEWERTUNGSBLATT KONTA

Schutzgut:  
Altlastenkennziffer:

BN:

Bezeichnung der Fläche:

Gemeinde:

Bezeichnung der Teilfläche oder  
des Schadstoffherdes:

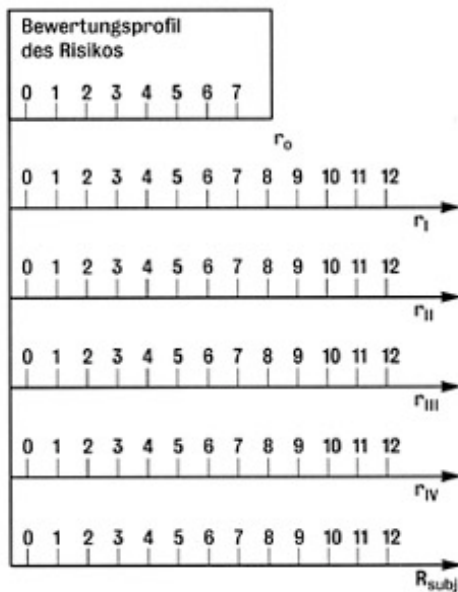
Art der Verdachtsfläche:

Bewertungsdatum:

Firma/Bearbeiter:

weitere bewertete Schutzgüter:

<b>0. Stoffgefährlichkeit</b>	
Stoffgruppen:	$r_0 =$
<b>I. Austrag</b>	
$m_I =$	$r_I =$
<b>II. Eintrag</b>	
$m_{II} =$	$r_{II} =$
<b>III. Transport/Wirkung</b>	
$m_{III} =$	$r_{III} =$
<b>IV. Bedeutung</b>	
$m_{IV} =$	$r_{IV} =$
<b>nutzerbestimmtes Risiko</b>	
$R_{subj.} =$	



<b>Priorisierung</b>	
nach $r_{IV}$ mittel "	
<b>Handlungsbedarf</b>	
nach R =	<input type="text"/>

R

BN

Kommentar	1	A	B	E <sub>1-2</sub>
	2			E <sub>2-3</sub>
	3			E <sub>3-4</sub>

Fallzuordnung (Fall mit maximaler Bewertung unterstreichen)	:	
SO Boden mit Handlungsbedarf	:	

# Anlage 3 - Tabellen zur r<sub>0</sub>- und m- Wertbestimmung

## ANLAGE 3.1 - Tabelle 1

Stoffgefährlichkeit - r<sub>0</sub>- Wert bzw. Wertebereiche für Abfälle und Stoffgemische 1/2

r <sub>0</sub>	Merkmale
ca. 0,2	standortgleicher Bodenaushub mineralisierter Gartenabfall
1,0	nicht standortgleicher Bodenaushub, mit mineralischem Bauschutt, kein Hausmüll, reiner Kompost
2,0	nicht standortgleicher Bodenaushub, mineralisierter Hausmüll, je nach Anteil Hausmüll
2,0	mineralisierter Hausmüll ohne Gewerbe- und Sonderabfall
2,5	Straßenaufbruch Holzabfälle (unbehandelt) Kohlenstaub Erd- und Sandschlämme aus Talsperren Glas- und Keramikabfälle Papier, Pappen und Kartonaageabfälle Textilabfälle Sperrmüll
2,5	teilmineralisierter Hausmüll ohne Gewerbe- und Sonder- abfall, je nach Mineralisierungsgrad
2,5	„die Kippe“ einer kleinen, landwirtschaftlich geprägten Gemeinde, Hausmüll noch nicht vollständig mineralisiert, Anteil Gewerbeabfall (hausmüllähnlich) gering, kein Sonderabfall
2,7	Merkmale wie bei r <sub>0</sub> = 2,5; je nach Art und Anteil Hausmüll sowie Anteil hausmüllähnlicher Gewerbeabfall
2,7	Bauschutt und Baustellenabfälle
3,0	nicht mineralisierter Hausmüll, größere Anteile haus- müllähnlicher Gewerbeabfälle und „unkritischer“ Abfälle und geringe Mengen (ca. 1 %) Sonderabfall
3,0	Tenside Klärschlamm, kommunal Braunkohlen-, Steinkohlenasche Erd- und Sandschlämme aus Flüssen und Teichen Abfälle aus Tierhaltung und -schlachtung Fotochemikalien und Fixierbäder
3,5	je nach Art und Anteil der Sonderabfälle
3,5	„die Kippe“ einer Gemeinde/Stadt mit wenig kritischem Gewerbe- und Industriebesatz
3,5	Kunststoff- und Gummiabfälle Formsand anorganische Kühlmittellösungen

## Stoffgefährlichkeit - $r_0$ - Wert bzw. Wertebereiche für Abfälle und Stoffgemische 2/2

$r_0$	Merkmale
4,0	<p>je nach Art und Anteil des Sonderabfalls bzw. Gewerbe- und Industriebesatzes, Salzschlacke je nach Löslichkeitsanteil</p> <p>Mineralölkontaminierter Boden (Öle, Fette, Wachse)            Sandfangrückstände (aus Abscheideanlagen)            Asche und Schlacke aus Müllverbrennungsanlagen            Bauschutt chemisch verunreinigt (unkritische Stoffe)            Quecksilberhaltige Batterien, Brüniersalze            Abfälle aus der Herstellung u. Verarbeitung von Textilien            Olefine und Paraffine            Eisensilikat und Hochofenschlacke            Schrott (je nach Anteil Cu, Pb, Cd)</p>
4,5	<p>„die Klippe“ einer Gemeinde/Stadt mit überdurchschnittlich kritischem Gewerbe- und Industriebesatz</p> <p>Kunstharzöle, Harzrückstände - nicht ausgehärtet            Braunkohlen-, Steinkohlenteer            Gerbereiabfälle, Bleicherde            Schlämme aus Kokereien und Gaswerken            schwermetallhaltige Schlämme            infektiöse Abfälle</p> <p>je nach Art und Anteil des Sonderabfalls bzw. des Gewerbe- und Industriebesatzes</p>
5,0	<p>wenig Hausmüll, ganz überwiegend Sonderabfall, insgesamt noch oberirdisch ablagerbar</p> <p>Düngemittelreste            Altlacke, Altfarben - nicht ausgehärtet            Anstrichmittel            Produktionsrückstände aus pharmazeutischen Erzeugnissen            behandelte Eisenbahnschwellen            Sprengstoff- und Munitionsabfälle            Galvanikschlämme            altöl-, trafoöl- und hydraulikölgetränkter Boden (PCB-haltig)            Härtereischlämme            Abfälle aus der Erdölverarbeitung u. Kohleveredlung            Lösungsmittelhaltiger Boden und Abfälle            Bauschutt und Bodenaushub chemisch verunreinigt (kritische Stoffe)            Aufbereitungsschlämme der Erzindustrie            Gasreinigermassen</p>
5,5	<p>kein Hausmüll, ausschließlich Sonderabfall, ganz überwiegend nicht oberirdisch ablagerbar</p> <p>Abfälle von Pestiziden, Härtesalze            Stäube der Buntmetallurgie            halogenierte, organische Lösungsmittel und Lösungsmittelgemische</p>
6,0	<p>je nach Ablagerbarkeit und Anteilen des Sonderabfalls</p> <p>ausschließlich extrem kritische, nicht oberirdisch ablagerbare Sonderabfälle</p>

Sonderabfall an Erdoberfläche deponierbar

Sonderabfall an Erdoberfläche nicht deponierbar

## Definition von Abfallarten

### DEFINITION VON ABFALLARTEN

Abfallart	Beschreibung
1. Bodenaushub.....	nicht kontaminiertes, natürlich gewachsenes oder bereits verwendetes Erd- oder Felsmaterial
2. Bauschutt.....	mineralische Stoffe aus Bautätigkeiten, auch mit geringen Fremdanteilen
3. Baustellenabfälle.....	nichtmineralische Stoffe aus Bautätigkeiten, auch mit geringfügigen Fremdanteilen
4. Hausmüll.....	Abfälle hauptsächlich aus privaten Haushalten, die von den Entsorgungspflichtigen selbst oder von beauftragten Dritten in genormten, im Entsorgungsgebiet vorgeschriebenen Behältern regelmäßig gesammelt, transportiert und der weiteren Entsorgung zugeführt werden.
5. Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle .....	in Gewerbebetrieben, auch Geschäften, Dienstleistungsbetrieben, öffentlichen Einrichtungen und Industrie anfallende Abfälle, soweit sie nach Art und Menge gemeinsam mit oder wie Hausmüll entsorgt werden können.
6. Sperrmüll .....	feste Abfälle, die wegen ihrer Sperrigkeit nicht in die im Entsorgungsgebiet vorgeschriebenen Behälter passen und getrennt vom Hausmüll gesammelt und transportiert werden.
7. Straßenaufbruch.....	mineralische Stoffe, die hydraulisch, mit Bitumen oder Teer gebunden oder ungebunden im Straßenbau verwendet waren.
8. Sonderabfall.....	von der öffentlichen Abfallentsorgung ausgeschlossene Abfälle und besonders überwachungsbedürftige Abfälle aus gewerblichen oder sonstigen wirtschaftlichen Unternehmen oder öffentlichen Einrichtungen, die nach Art, Beschaffenheit oder Menge in besonderem Maße gesundheits-, luft- oder wassergefährdend, explosiv oder brennbar sind oder Erreger übertragbarer Krankheiten enthalten oder hervorbringen können.

## ANLAGE 3.2 - Tabelle 2

r<sub>0</sub>-WERT-BEREICHE FÜR BRANCHEN (STAND 1/94)

Schl.-Nr	Branche	r <sub>0</sub> -Wert-Bereich
<b>I.</b>	<b>PRODUZIERENDES UND VERARBEITENDES GEWERBE</b>	
0005	<u>Bereich Gas, Bergbau, Folgeprodukte</u>	2-6
0010	Gaserzeugung (öffentl. Versorgung)	5-6
0020	Steinkohlenbergbau	4-5
0021	Braunkohlenbergbau u. Brikettherstellung	4-5
0022	Eisenerzbergbau	3-6
0023	NE-Metallerzbergbau	4-6
0024	Kali- u. Steinsalzbergbau	2-3
0025	Gew. v. Erdöl, Erdgas	4-5
0030	Kokerei	5-6
0040	H. v. Steinkohlenbriketts	4-5
0045	<u>Bereich Chemie</u>	2-6
0050	H. v. Chem. Grundstoffen	2-6
0060	- Anorg. Grundstoffe u. Chemikalien	2-6
0070	- Handelsdünger	3-6
0080	- Organ. Grundstoffe u. Chemikalien	3-6
0090	- Kunststoffe, Synthet. Kautschuk	3-6
0100	H. v. Chem. Erzeugnissen f. Gewerbe, Landwirtschaft	2-6
0110	H. v. Anstrichmitteln, Druck- und Abziehfarben	4-6
0120	Sonstige Chem. Erzeugnisse	2-6
0130	Abdichtungsmaterial f. Bauzwecke	5-6
0140	Galvanische Chemikalien	4-6
0150	Gerbstoffe, Gerbstoffextrakte	4-5
0160	Härtemittel	5-6
0170	Härter f. Kunststoffe u. Erzeugnisse auf Kunststoffbasis	5-6

0180	Holzschutzmittel	3-6
0190	Industriereinigungsmittel	4-6
0200	Isoliermassen, -mittel	4-6
0210	Kühlmittel	5-6
0220	Klebstoffe	5-6
0230	Konservierungsmittel (auch Lebensmittel)	3-5
0240	Korrosionsschutzmittel	5-6
0250	Mineralöladditive	5-6
0260	Hydraulikflüssigkeit	5-6
0270	Saaten-, Pflanzenschutzmittel, Schädlingsbekämpfungsmittel	5-6
0280	Stabilisatoren f. Kunststoffe u. Erzeugnisse auf Kunststoffbasis	4-5
0290	Entrostungsmittel	4-5
0300	Schmiermittel	4-5
0310	Waschrohstoffe	4-5
0320	Weichmacher	4-6
0330	Explosivstoffe	5-6
0340	Desinfektionsmittel	5-6
0350	Riechstoffe	4-5
0360	Antioxydantien	4-5
0370	Abbeizmittel	4-6
0380	H. v. Pharmazeut. Erzeugnissen	4-6
0390	H. v. Seifen, Wasch- u. Körperpflegemitteln	3-5
0400	H. v. Fotochem. Erzeugnissen	4-6
0410	H. v. Chemiefasern	5-6
0420	Mineralölverarbeitung	5-6
0430	H. v. Kunststoffwaren	4-6
0440	H. v. Gummiwaren	4-6
0445	<u>Bereich Steine, Erden, Zement, Asbest, Keramik, Glas</u>	1-5
0450	Gewinnung von Steinen u. Erden	1-3
0460	H. v. Zement/Beton	2-4
0470	H. v. Kalk, Mörtel, gebranntem Gips	2-3

0480	H. v. Asbestzementwaren	3-4
0490	Verarbeitung v. Asbest	3-4
0500	Grobkeramik	2-5
0510	Ziegelei	2-4
0520	Feinkeramik	2-5
0530	H. u. Verarb. v. Glas	2-5
0535	<u>Bereich Hochöfen, Hütten, Gießereien</u>	3-6
0540	Hochofen, Stahl- u. Warmwalzwerke	3-6
0550	Schmiede-, Press- u. Hammerwerke	3-5
0560	NE-Leichtmetallhütten	4-5
0570	NE-Schwermetallhütten	4-6
0580	NE-Metallumschmelzwerke	4-6
0590	Eisen-, Stahl- u. Tempergießerei	4-6
0600	NE-Metallgießerei	4-6
0605	<u>Bereich Metallverarbeitung, Maschinenbau</u>	3-6
0610	Ziehereien, Kaltwalzwerke	3-5
0620	Stahlverformung/Metallbau/Stahlbau/Metallverarbeitung1)	3-5
0630	Oberflächenveredlung, Härtung	4-6
0640	Maschinenbau/Apparatebau1)	3-4
0650	H. v. Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen1)	3-4
0660	H. v. Kraftwagen u. deren Teilen1)	3-5
0670	Schiffbau, Luft- u. Raumfahrzeugbau1)	3-4
0680	Stahlbauerzeugnisse	3-4
0685	<u>Bereich Elektro, Optik, Eisen, Metallwaren</u>	3-6
0690	Elektrotechnik	3-6
0700	H. v. Batterien, Akkumulatoren	3-5
0710	Feinmechanik, Optik1)	3-5
0720	H. v. Eisen-, Blech- u. Metallwaren/Draht1)	3-5
0730	H. v. Musikinstr., Spielwaren, Sportger., Schmuck u.a.1)	3-5



0735	<u>Bereich Holzbe- und -verarbeitung</u>	2-6
0740	Holzbearbeitung/Verarbeitung von Rohholz	2-3
0750	Holzimprägnierwerke	4-6
0760	Furnierwerke	4-5
0770	Sperrholzwerke	4-5
0780	Holzfaserplattenwerke	4-5
0790	Holzspanplattenwerke	4-5
0800	Holzverarbeitung; Großtischlerei	2-5
0805	<u>Bereich Papier, Druckereien</u>	3-6
0810	H. v. Zellstoff	4-6
0820	H. v. Papier, Pappe	3-6
0830	Druckerei/Vervielfältigung	4-6
0835	<u>Bereich Leder, Schuhe</u>	3-6
0840	Ledererzeugung	4-6
0850	Lederverarbeitung	3-5
0860	H. v. Schuhen	3-5
0865	<u>Bereich Textilverarbeitung</u>	2-6
0870	Textilgewerbe -Aufbereitung	4-6
0880	- Färberei	4-6
0890	- Druck	4-6
0900	- Ausrüstung	3-6
0910	Bekleidungsgewerbe	2-4
0915	<u>Bereich Ernährung, Futter</u>	3-6
0920	Ernährungsgewerbe	3-6
0930	Futtermittel	3-5
0940	Brauereien	3-4

0950	Transformatorenbau	4-6
0960	Kohlemeiler	4-5
0970	Wachs-/Bohnerwachs-/Kerzenherstellung	5-6
0980	Schlackensteinherst., Aufbereitung von Schlacken	4-5
0990	Herstellg. v. Feuerlöschmitteln, Atemschutzgeräten	5-6
1000	Schuhcreme/Pflegemittelproduktion	5-6
1010	Herstellung und Verarbeitung von Neonröhren	4-6
1020	Papierverarbeitung/Verwertung	3-4
1030	Teerverarbeitung	5-6
1040	Matratzenfabrikation	2-4
1050	Acetylenherstellung	5-6
1900	Prod. u. verarb. Gewerbe, nicht näher einzuordnen	1-6

## **II. GROSSHANDEI, DIENSTLEISTUNGSBETRIEBE, VERSORGUNGS-EINRICHTUNGEN**

2000	Tierkörperverwertungsanstalt	3-6
2010	Fuhrpark/Autohandel/Motorradhandel	3-5
2020	Schlachthöfe	3-5
2030	Bahn, Güterbahnhöfe	4-5
2040	Flugplätze	4-6
2050	Kraftwerke und Fernwärmestationen	3-5
2060	Trafo-, Umformerstationen	4-6
2070	Handel u. Lagerung v. Mineralölprodukten u. Altöl	4-6
2080	Tankstellen	5-6
2090	Schrottplätze, Autoverwertung	4-6
2100	Lager u. Großhandel v. tier.- u. pflanzl. Fetten	3-4
2110	Flüssiggaslager	3-4
2120	Speditionen	3-4
2130	Munitions- u. Sprengstofflager (zivil)	3-5
2140	Schießstände (zivil)	3-5
2150	Autoreparaturwerkstätten	3-5
2160	Autolackierereien	5-6
2170	Chemische Reinigungen	5-6
2180	Textilverwertung	3-4

2190	Industrieanstr., Fahrbahnmarkierg., Bautenschutz	4-6
2200	Lackierereien, Handel u. Lagerung von Lacken	4-6
2210	Lagerung von Holz/Holzprodukten	3-4
2220	Vulkanisieranstalten	4-6
2230	Eloxierbetriebe	4-5
2240	Galvano-Technik, Galvano-Anstalten	5-6
2250	Reparaturwerkstätten gr. Betriebe	3-6
2260	Rost- u. Korrosionsschutzbetriebe	5-6
2270	Schlossereien, Heizung-/Sanitärbaugroßbetriebe mit Werkstätten	3-5
2280	Verzinkereien	3-6
2290	Müll-/Fäkalientransp., Abfallumschlag und -behandlung	3-5
2300	Bauunternehmen, Baustoffhandel, Bauhof	3-4
2310	Lagerung und Großhandel v. Imprägnierstoffen	4-6
2320	Großhandel und Lagerung v. Kunststoffherzeugnissen	3-4
2330	Lagerung u. Großhandel v. Eisen-, Metall-, Stahlwaren	3-4
2340	Kläranlagen, kommunal	3-4
2350	Lagerung von Streusalz	2-3
2360	Maschinenreparaturfirmen	3-6
2370	Steinbearbeitung	3-4
2380	Lagerung/Großhandel von/mit Düngemitteln	4-5
2390	Kohlehandel	3-4
2400	Reifenhandel/-Reparatur	3-4
2410	Dachdeckerbetr./Teerpappen-, Bitumenverarbeitung	4-5
2420	Großhandel und Lagerung v./mit Tapeten/ Malereizubehör	3-6
2430	Dreherei/Schleiferei	3-5
2440	Lagerung und Handel von Hydraulikölen	5-6
2450	Materialprüfungsunternehmen	3-6
2460	Lagerung und Handel mit NE-Metallen	3-4
2470	Großhandel und Lagerung von/mit Verpackungen	2-4
2480	Verarb. von Kunststoffherzeugnissen	4-6
2490	Großhandel/Lagerung von/mit chem. Erzeugnissen	2-6
2500	Großhandel/Lagerung von/mit pharmazeut. Produkten	2-5
2510	Lagerung und Großhandel von Eisenwaren	2-4
2520	Friedhöfe	3-4

2530	Gravieranstalten	4-6
2540	Großhandel/Lagerung von/mit Autoteilen, Zubehör	3-4
2550	Großhandel/Lagerung von Bergwerksprodukten	3-4
2560	Glas- und Gebäudereinigung	3-5
2570	Reparatur von Kälteaggregaten	4-6
2900	Großh., Dienstl., Vers.einr.; nicht näher einzuordnen	1-6
<b>III.</b>	<b>DEPONIEN</b>	
	entfällt hier	
<b>IV.</b>	<b>LANDWIRTSCHAFT</b>	
4000	Agrochemisches Zentrum	4-6
4010	Agrarflugplatz	4-5
4020	Landtechnik	3-6
4030	Silo und Speichereinrichtung	3-5
4040	Tieraufzucht (Rind, Schwein, Schaf)	3-5
4050	Güllehochlastfläche	4-5
4060	Lager für Schädlingsbekämpfungsmittel	4-6
4070	Hopfenanbau	3-5
4080	Trockenwerk	3-4
4090	Geflügelhaltung	4-5
4100	Obst- und Gemüseanbau	3-6
4110	Zierpflanzenanbau	3-6
4120	Weinanbau	3-5
4900	Landwirtschaft, nicht näher einzuordnen	1-6
<b>V.</b>	<b>MILITÄRISGHE ALTLASTEN</b>	
	<b>RÜSTUNGSALTLASTEN, KRIEGSFOLGELASTEN,</b>	
5010	Pulver- u. Sprengstoffproduktionsstätten sowie -füllstellen (einschl. Vor- u. Zwischenprodukte)	5-6
5020	Fabriken zur Herstellung von Zündmitteln und pyrotechn. Erzeugnissen	4-6

5030	Kampfstofffabriken u. -füllstellen (einschl. Vor- und Zwischenprodukte)	5-7
5040	Munitionsanstalten	4-6
5050	Munitionslager	3-5
5060	Schießplätze u. -stände sowie Truppenübungsplätze	3-6
5080	Flugplätze	4-6
5090	Tanklager (militär.)	4-6
5100	Munitionsablagerungen (ungeordnet)	3-5
5110	Vergrabungen von Munition (ohne Kampfstoffe)	3-5
5120	Vergrabungen von Kampfmitteln (ohne Munition und Kampfstoffe)	3-5
5130	Vergrabungen von Kampfstoffmunition u. Kampfstoffe	5-7
5140	Munitionsfabriken	3-5
5200	Delaborierungsplätze u. -anlagen (Entschärfungsstellen), Sprengplätze, Brandplätze	4-6
5300	gesonderte Anlagen der reinen Abproduktentsorgung, Abwasser u. a. bei Rüstungsproduktion	3-6
5900	Rüstungs- u. militär. Altlasten (allg., nicht näher einzuordnen)	2-6
<b>VI.</b>	<b>IMMISSIONSFLÄCHEN</b>	
	entfällt hier	
<b>VII.</b>	<b>TRANSPORTLEITUNGEN UND UNTERTAGESPEICHER</b>	
7000	Gasleitungen	4-5
7010	Untergundspeicher	2-6
7020	Soleleitungen	2-3
7030	Ölleitungen	5-6
7040	Abwasserleitungen	4-6
7900	Leitungen, Schadstoffe nicht näher bekannt	2-6

<sup>1)</sup> Bei Galvanik und/oder Härterei:  $r_0 = 6$

### ANLAGE 3.3 - TABELLE 3

#### STOFFGEFÄHRlichkeit – r<sub>0</sub>- WERTE FÜR CHEMISCHE STOFFE UND STOFFGRUPPEN

Parameter	r <sub>0</sub>
Σ PAK	5,0
darunter:	
Naphthalin	4,2
Acenaphthylen	4,5
Fluoren	4,5
Phenanthren	4,5
Anthracen	3,5
Fluoranthen	4,5
Pyren	4,5
Benz(a)anthracen	5,0
Chrysen	5,0
Benz(b)fluoranthen	5,0
Benz(k)fluoranthen	5,0
Benz(a)pyren	5,0
Dibenz(ah)anthracen	5,0
Indeno(1,2,3cd)pyren	5,0
Benz(ghi)perylen	4,5
Acenaphthen	4,5
PCB	5,5
PCDD/PCDF	6,0
Kohlenwasserstoffe DIN H 18	5,0
PBSM	6,0
Σ BTEX-Aromaten	6,0
darunter:	
Benzol	6,0
Toluol	4,8
Ethylbenzol	3,0
Xylol	4,5
Σ LHKW	6,0
darunter:	
Chlormethan	5,0
Dichlormethan	5,0

Trichlormethan	5,5
Tetrachlormethan	6,0
Dichlordifluormethan	4,0
Trichlorfluormethan	3,0
1,1-Dichlorethan	2,0
1,2-Dichlorethan	6,0
1,1,1-Trichlorethan	5,2
1,1,2-Trichlorethan	5,0
Hexachlorethan	4,0
Monochlorethen	6,0
1,1-Dichlorethen	3,0
1,1,1-Trichlorethen	6,0
Tetrachlorethen	6,0
$\Sigma$ HCH	5,5
darunter:	
$\alpha$ - HCH	3,5
$\beta$ - HCH	4,0
$\gamma$ - HCH	5,5
$\delta$ - HCH	3,0
Acrylnitril	6,0
Ammoniak	4,8
Ammonium – Verbindungen	4,2
Antimon + Verbindungen	4,0
Arsen + Verbindungen	5,0
Barium + Verbindungen	4,5
Beryllium + Verbindungen	4,0
Blei + Verbindungen	4,0
Bor + Verbindungen	3,0
Cadmium + Verbindungen	5,0
Calcium + Verbindungen	0,5
Chlorbenzol	4,5
Chlorid	2,0
Chlorphenole	4,5
Chlortoluol	4,5
Chrom + Verbindungen	4,5
Cyanid	5,8
Dichlorbenzol	4,5

2,4-Dichlorphenol	5,2
1,2-Dichlorpropan	5,2
DDT	5,5
2,4-Dinitrophenol	4,5
2,6-Dinitrophenol	4,5
Epichlorhydrin	6,0
Fluorid	4,2
Fluorosilikate	4,5
Hexachlorbenzol	5,0
Kobalt + Verbindungen	2,5
Kohlendioxid	2,0
Kresole	4,8
Kupfer + Verbindungen	4,2
Magnesium + Verbindungen	1,5
Molybdän + Verbindungen	1,0
Nickel + Verbindungen	4,0
Nitrat	1,5
Nitrit	4,8
Nitrobenzol	4,8
Pentachlorphenol	6,0
Phenol	4,8
Phthalate	4,2
Pyridin	4,0
Quecksilber + Verbindungen	5,5
Selen + Verbindungen	4,0
Sulfat	1,5
Sulfid	3,0
Tetraethylblei	5,8
Thallium + Verbindungen	4,8
Thiocyanate	2,5
Trichlorbenzol	5,0
2,4,5-Trichlorphenol	5,2
Uran* + Verbindungen	3,5
Vanadin + Verbindungen	4,0
Zink + Verbindungen	1,5
Zinn + Verbindungen	



Rüstungsaltslasten	
Aminodinitrotoluol	3,0
1,3-Dinitrobenzol	5,3
2,4-Dinitrotoluol	6,0
2,6-Dinitrotoluol	4,5
2-Nitrotoluol	4,8
2,4,6-Trinitrophenol	4,8
2,4,6-Trinitrotoluol	5,0

\* ohne Bewertung der Radioaktivität

# ANLAGE 3.4 - TABELLE 4

## Schadstoffaustrag $m_1$ 1/4

Einflussfaktoren	mögliche Werte	Bewertung
<b>Lage der Altlast zum konkreten SG Boden</b>	Fall 1	$m_l = 1,0$
	Fall 2	$m_l = 0,8$
	Fall 3	$m_l = 0,7$
	Fall 4	$m_l = 0,9$
<b>Volumen</b>	>1 000 000 m <sup>3</sup>	$\Delta m = + 0,2$
	>100 000 ... 1 000 000 m <sup>3</sup>	$\Delta m = + 0,1$
	> 10 000 ... 100 000 m <sup>3</sup>	$\Delta m = 0$
	> 1 000 ... 10 000 m <sup>3</sup>	$\Delta m = - 0,1$
<b>bzw.</b>	$\leq 1 000 \text{ m}^3$	$\Delta m = - 0,2$
<b>Kontaminationsfläche</b>	> 1000 m <sup>2</sup>	$\Delta m = + 0,2$
	> 500 ... 1000 m <sup>2</sup>	$\Delta m = + 0,1$
	> 100 ... 500 m <sup>2</sup>	$\Delta m = 0$
	> 50 ... 100 m <sup>2</sup>	$\Delta m = - 0,1$
	$\leq 50 \text{ m}^2$	$\Delta m = - 0,2$
<b>Fallspezifische Einflussfaktoren:</b>		
<b>Fall 1</b> Abdeckung oder Bewuchs	vorhanden	$\Delta m = \pm 0$
	nicht vorhanden	$\Delta m = + 0,1$

## Schadstoffaustrag m<sub>1</sub> 2/4

Einflussfaktoren	mögliche Werte	Bewertung	
<b>Fall 2</b>			
erosionsmindernde Körnung (bei Erosion)	Körnung	Winderosion	Wassererosion
	sandig-kiesig	$\Delta m = - 0,3$	$\Delta m = - 0,2$
	lehmig-tonig <sup>1)</sup>	$\Delta m = - 0,2$	$\Delta m = - 0,1$
	tonarm-schluffreich	$\Delta m = \pm 0$	$\Delta m = \pm 0^2)$
erosionsgefährdete Fläche (bei Erosion)		keine Abdeckg <sup>3)</sup>	dünner Bewuchs
	>10 000 m <sup>2</sup>	+ 0,3	+ 0,1
	> 1000 ... 10 000 m <sup>2</sup>	+ 0,2	± 0
	> 100 ... 1000 m <sup>2</sup>	+ 0,1	- 0,1
	> 10 ... 100 m <sup>2</sup>	± 0	- 0,2
Windrichtung/Lage (bei Winderosion)	Hauptwindrichtung <sup>4)</sup> u. windexponierte Lage		$\Delta m = + 0,1$
	Hauptwindrichtung <sup>4)</sup> und weniger windexp. Lage		$\Delta m = \pm 0$
	keine Hauptwindrichtung <sup>4)</sup> oder keine windexp.Lage		$\Delta m = - 0,1$
bzw.	geringe Windgefährdung (Richtung, Lage)		$\Delta m = - 0,2$
Hangneigung (bei Wassererosion)	>15 %	$\Delta m = + 0,1$	
	> 7 ... 15 %	$\Delta m = \pm 0$	
	> 2 ... 7 %	$\Delta m = - 0,1$	
	≤ 2 %	$\Delta m = - 0,2$	
Niederschlag (bei Wassererosion)	>1300 mm/a	$\Delta m = + 0,2$	
	>1000 ... 1300 mm/a	$\Delta m = \pm 0,1$	
	> 700 ... 1000 mm/a	$\Delta m = \pm 0$	
	≤ 700 mm/a	$\Delta m = - 0,1$	
Fremdwasserzutritte (bei Wassererosion)	ja	$\Delta m = + 0,1$	
	nein	$\Delta m = \pm 0$	
Löslichkeit bzw. Flüchtigkeit (bei seitlicher unterirdischer Ausbreitung, wenn Erosion nicht relevant )	flüssig, leichtlöslich bzw. leichtflüchtig <sup>5)</sup>	$\Delta m = \pm 0$	
	löslich bzw. flüchtig <sup>5)</sup>	$\Delta m = - 0,2$	
	schwer löslich bzw. schwer flüchtig <sup>5)</sup>	$\Delta m = - 0,4$	

1) auch für inhomogenen Müll

2) auch für Sickerwasser

3) und kein Bewuchs

4) SO liegt in Hauptwindrichtung oder westlich von der Altlastverdachtsfläche

5) siehe auch Löslichkeit Fall 3 und Flüchtigkeit Fall 4

Schadstoffaustrag m, 3/4

Einflussfaktoren	mögliche Werte	Bewertung
<b>Fall 3</b>		
Löslichkeit/Aggregatzustand	flüssig bzw. leicht löslich (>100 mg/l)	$\Delta m = \pm 0$
	löslich (0,1 ... 100 mg/l)	$\Delta m = - 0,2$
	schwer löslich (< 0,1 mg/l)	$\Delta m = - 0,4$
Abdeckung/Abdichtung	Abdeckung nicht vorhanden	$\Delta m = + 0,1$
	Abdeckung vorhanden	$\Delta m = \pm 0$
	Abdichtung vorhanden	$\Delta m = - 0,1$
Niederschlag	> 1300 mm/a	$\Delta m = + 0,2$
	> 1000 ... 1300 mm/a	$\Delta m = \pm 0,1$
	> 700 ... 1000 mm/a	$\Delta m = \pm 0$
	$\leq 700$ mm/a	$\Delta m = - 0,1$
Fremdwasserzutritte	ja	$\Delta m = + 0,1$
	nein	$\Delta m = \pm 0$
Humusgehalt oder	$\leq 5$ % organ. Substanz	schwach-mittel humos
	> 5 ... 15 % organ. Substanz	stark humos
	> 15 ... 30 % organ. Substanz	extrem humos
	> 30 % organ. Substanz	Torf
Tongehalt	$\leq 10$ % Tongehalt	schwacher-mäßiger Tong.
	> 10 ... 20 % Tongehalt	mittlerer Tongehalt
	> 20 ... 50 % Tongehalt	starker Tongehalt
	> 50 % Tongehalt	Ton
Sorption	Sorbierbarkeit Ig SC	Anteil Humus bzw. Ton schwach-mittel stark-Torf/Ton
	hoch > 4	$\Delta m = - 0,1$ $\Delta m = - 0,2$
	mittel 4-2	$\Delta m = \pm 0$ $\Delta m = - 0,1$
	niedrig < 2	$\Delta m = \pm 0$ $\Delta m = - 0,1$
Acidität		Metalle o. basische organ. Verbind.      saure organ. Verbindungen
	saure Verhältnisse (pH < 5)	$\Delta m = + 0,1$ $\Delta m = \pm 0$
	basische Verhältn. (pH > 9)	$\Delta m = \pm 0$ $\Delta m = + 0,1$
	$5 \leq \text{pH} \leq 9$	$\Delta m = \pm 0$ $\Delta m = \pm 0$
Lösungsvermittler	vorhanden	$\Delta m = + 0,1$
	nicht bekannt	$\Delta m = \pm 0$

## Schadstoffaustrag $m_1$ 4/4

Einflußfaktoren	mögliche Werte	Bewertung	
<b>Fall 4</b>			
Flüchtigkeit (oder Löslichkeit bei kapillarem Aufstieg, Bewertung siehe Fall 3)	leicht flüchtig ( $\geq 10^3$ Pa)	$\Delta m = \pm 0$	
	mittel flüchtig ( $< 10^3 \dots 10$ Pa)	$\Delta m = - 0,2$	
	gering flüchtig ( $< 10$ Pa)	$\Delta m = - 0,4$	
Abdichtung	vorhanden	$\Delta m = - 0,1$	
	nicht vorhanden	$\Delta m = \pm 0$	
Sorption	Sorbierbarkeit Ig SC		
	Anteil Humus bzw. Ton		
		schwach-mittel	stark-Torf/Ton
	hoch > 4	$\Delta m = - 0,1$	$\Delta m = - 0,2$
mittel 4-2	$\Delta m = \pm 0$	$\Delta m = - 0,1$	
niedrig < 2	$\Delta m = \pm 0$	$\Delta m = - 0,1$	

# ANLAGE 3.5 - TABELLE 5

## Schadstoffeintrag $m_{II}$

### Schadstoffeintrag $m_{II}$

Vergleichslage: zu schützender Boden grenzt an Altlast(verdachtsfläche), geringe Hindernisse auf dem Ausbreitungsweg

Einflußfaktoren	mögliche Werte	Bewertung
<b>Entfernung</b>  <b>Altlast(verdachtsfläche)</b> <b>- Schutzobjekt Boden</b>	Altlast(verdachtsfläche) selbst ist Schutzobjekt, Fall 1	$m_{II} = 1,2$
	Schutzobjekt grenzt an Altlast-(verdachtsfläche), Fall 2, Fall 3, Fall 4	$m_{II} = 1,0$
	Schutzobjekt hat geringe Entfernung von der Altlast(verdachtsfläche), Fall 2	$m_{II} = 0,9$
	Schutzobjekt hat größere Entfernung von der Altlast(verdachtsfläche), Fall 2	$m_{II} = 0,8$
	Schutzobjekt ist gerade noch im Einflußbereich der Altlast(verdachtsfläche), Fall 2	$m_{II} = 0,7$
Fallspezifische Einflußfaktoren:		
<b>Fall 2</b>		
Hindernisse auf Ausbreitungsweg (bei Erosion)	ungehinderte Ausbreitung möglich	$\Delta m = + 0,1$
	geringe Hindernisse auf Ausbreitungsweg <sup>1)</sup>	$\Delta m = \pm 0$
	größere Hindernisse auf Ausbreitungsweg <sup>1)</sup>	$\Delta m = - 0,1$
(Durchlässigkeit des benachbarten Bodens bei unterirdischer seitlicher Ausbreitung) <sup>2)</sup>	a) bei flüssigen bzw. löslichen Stoffen	
	sandig-kiesiger Boden ( $k_f > 1 \cdot 10^{-8}$ m/s)	$\Delta m = - 0,1$
	toniger Boden ( $k_f < 1 \cdot 10^{-9}$ m/s)	$\Delta m = \pm 0$
	lehmig-schluffiger Boden ( $1 \cdot 10^{-8}$ m/s $\geq k_f \geq 1 \cdot 10^{-9}$ m/s)	$\Delta m = + 0,1$
	oder b) bei flüchtigen Stoffen Bewertung analog Fall 3	
<b>Fall 3</b>		
Durchlässigkeit des darunterliegenden Bodens	sandig-kiesiger Boden ( $k_f > 1 \cdot 10^{-8}$ m/s)	$\Delta m = + 0,1$
	lehmig-schluffiger Boden ( $1 \cdot 10^{-8}$ m/s $\geq k_f \geq 1 \cdot 10^{-9}$ m/s)	$\Delta m = \pm 0$
	toniger Boden ( $k_f < 1 \cdot 10^{-9}$ m/s)	$\Delta m = - 0,1$
<b>Fall 4</b>		
Stärke der Abdeckung	Abdeckung < 1,5 m	$\Delta m = + 0,1$
	1,5 m $\leq$ Abdeckung $\leq$ 3 m	$\Delta m = \pm 0$
	Abdeckung > 3 m	$\Delta m = - 0,1$
Durchlässigkeit des Abdeckmaterials	gegenüber flüchtigen Stoffen Bewertung analog Fall 3	
	oder (gegenüber flüssigen/löslichen Stoffen, Bewertung siehe Durchlässigkeit im Fall 2a) <sup>3)</sup>	

1) Pflanzen, Geländeoberfläche

2) Bewertung nur, wenn Erosion nicht relevant ist, siehe auch (5), (21)

3) Bewertung nur, wenn Austrag durch flüchtige Stoffe nicht relevant und kapillarer Aufstieg möglich

# ANLAGE 3.6 - TABELLE 6

## Schadstoffverhalten $m_{III}$

### Schadstoffverhalten $m_{III}$

Vergleichslage: Schadstoffe unterliegen in dem zu schützenden Boden keinem wesentlichen Abbau, keiner wesentlichen Mobilisierung, Schadstoffe verweilen relativ lange im Boden

Einflussfaktoren	mögliche Werte	Bewertung
Abbau (mikrobiell, chemisch)	kein relevanter Abbau möglich <sup>1)</sup>	$m_{III} = 1,0$
	Abbau möglich <sup>2)</sup>	$m_{III} = 0,9$
	wesentlicher Abbau möglich <sup>3)</sup>	$m_{III} = 0,8$
stärker toxische Abbauprodukte möglich?	nein	$\Delta m = \pm 0$
	ja <sup>4)</sup>	$\Delta m = + 0,1$
Verweilzeit im Boden	leicht lösliche Schadstoffe (> 100 mg/l)	$\Delta m = - 0,1$
	leicht flüchtige Schadstoffe (> 10 <sup>3</sup> Pa)	$\Delta m = - 0,1$
	sonst	$\Delta m = \pm 0$
Sorption/Bindungsstärke	a) Bewertung bzgl. oraler Schadstoffaufnahme	
	hohe Sorption	$\Delta m = + 0,1$
	keine bzw. geringe Sorption	$\Delta m = - 0,1$
	sonst	$\Delta m = \pm 0$
	oder b) Bewertung bzgl. Bioverfügbarkeit	
	hohe Bioverfügbarkeit (rel. Bindungsstärke 0-1) <sup>5)</sup>	$\Delta m = + 0,1$
	geringe Bioverfügbarkeit (rel. Bindungsstärke 4-5) <sup>5)</sup>	$\Delta m = - 0,1$
sonst (relative Bindungsstärke 2-3) <sup>5)</sup>	$\Delta m = \pm 0$	
beobachtete Wirkung (Bodenansprache, Pflanzenwuchs etc.)	nein	$\Delta m = \pm 0$
	ja	$\Delta m$ bis + 0,2 nach eigenem Ermessen

1) z.B. Schwermetalle, Polymere, 2,3,7,8- PCDD/PCDF

2) z.B. PAK, PCB, Polynitroaromaten

3) z.B. MKW, Phenole, LCKW, BTEX

4) z.B. Abbau von Heptachlor zu cis-HCE durch Epoxidierung möglich (toxischer)

5) siehe DVWK Merkblatt 212/1988 [12]

# ANLAGE 3.7 - TABELLE 7

## Schutzgutbedeutung $m_{IV}$

### Schutzgutbedeutung $m_{IV}$

Vergleichslage:  $m_{IV} = 1,0$

Boden erlaubt keine Nahrungsmittelproduktion und wird als offene Siedlungsfläche genutzt, sind Analysenwerte vorhanden, so liegen diese bei den Prüfwerten für Wohngebiete.

Einflußfaktoren	mögliche Werte	Bewertung	
Analysenwerte SG Boden bzw. Eluate	nein / ja		
	n.n.	$m_{IV} = 0,6$	
	< P*	$m_{IV} = 0,8$	
	= P*	$m_{IV} = 1,0$	
	> P* und < M	$m_{IV} = 1,2$	
	≥ M*	$m_{IV} = 1,3$	
Nutzungskriterien	1. Kinderspielplätze	$m_{IV} = 1,3$	
	2. Nahrungsmittelanbau	$m_{IV} = 1,2$	
	3. Futtermittelanbau	$m_{IV} = 1,1$	$\Delta m_{IV} = - 0,1$
	4. Böden mit großer ökologischer Bedeutung (z.B. Nationalpark)	$m_{IV} = 1,0$ bis 1,1	
	5. Wohngebiete, Siedlungsflächen (zum großen Teil offen)	$m_{IV} = 1,0$	
	6. Freizeit- u. Erholungsflächen	$m_{IV} = 0,9$	
	7. Gewerbe und Industrie	$m_{IV} = 0,8$	$\Delta m_{IV} = - 0,2$
	8. Böden mit ökolog. Bedeutung (natürliche Landschaften)	$m_{IV} = 0,6$	$\Delta m_{IV} = - 0,5$
	9. Böden mit geringer ökologischer Bedeutung, anthropogene (anthropogen veränderte) Böden oder unzugängliche Standorte	$m_{IV} = 0,4$	$\Delta m_{IV} = - 0,7$

\* - die nutzungsabhängigen Prüf- und Maßnahmenwerte sind der Anlage 3, Tabelle 8 zu entnehmen, siehe auch [6].



## ANLAGE 3.8 - TABELLE 8

### Prüfwerte (P) und Maßnahmewerte(M) für Bodenkontamination in verschiedenen Nutzungsklassen (nach LAGA-Empfehlung 12/93, "Kloke-Liste" und andere Quellen) 1/3

Prüfwerte (P) und Maßnahmewerte (M) für Bodenkontaminationen in verschiedenen Nutzungsklassen (nach LAGA-Empfehlung 12/93, „Kloke-Liste“ und anderen Quellen)

Stoff	Kinderspielflächen		Wohngebiete		Park- und Freizeitflächen innerstädt. Brachflächen		Gärtnerische/landwirt. Nutzflächen		Gewerbe/Industrie	
	P in mg/kg	M in mg/kg	P in mg/kg	M in mg/kg	P in mg/kg	M in mg/kg	P in mg/kg	M in mg/kg	P in mg/kg	M in mg/kg
<b>Metalle/Metalloide:</b>										
Antimon	2	5	4	10	10	-			20	
Arsen	20	50	40	100	100	-	40	50	200	
Barium, (KL, RPF)	200	500	400	1000	1000	2000	300	1500	2000	2500
Beryllium, (KL)	1	2,5	2	5	5	15	2	20	10	20
Blei	200	500	400	1000	1000	-	300	1000	2000	
Cadmium	6	15	12	30	30	-	2 <sup>f)</sup>	5	60	
Chrom, ges. (KL)	100	250	200	350	300	600	200	500	1000	
Kobalt, (KL, B)	50	150	100	400	250	500	200	1000	500	600
Kupfer	300	750	600	1500	1500	-	100	200	3000	
Molybdän, (KL)	10	25	20	50	50	100	20	100	100	200
Nickel	60	150	120	300	300	-	100	200	600	
Quecksilber	4	10	8	20	20	-	2	20	40	
Selen	40	100	80	200	200	-	5	10	400	
Thallium	0,5	1,25	1	2,5	2,5	-	1	20	5	
Vanadium	8	20	16	40	40	-			80	
Zink, (B)	500	1000	500	1000	1000	3000	500	1000	2500	
<b>Kohlenwasserstoffe:</b>										
Benzo(a)pyren	1	2,5	2	5	5	-	2	2-10 <sup>g)</sup>	10	

### Prüfwerte (P) und Maßnahmewerte(M) für Bodenkontamination in verschiedenen Nutzungsklassen (nach LAGA-Empfehlung 12/93, "Kloke-Liste" und andere Quellen) 2/3

Stoff	Kinderspielflächen		Wohngebiete		Park- und Freizeitflächen innerstädt. Brachflächen		Gärtnerische/landwirt. Nutzflächen		Gewerbe/Industrie	
	P in mg/kg	M in mg/kg	P in mg/kg	M in mg/kg	P in mg/kg	M in mg/kg	P in mg/kg	M in mg/kg	P in mg/kg	M in mg/kg
<b>Halogenkohlenwasserstoffe:</b>										
1.1.1-Trichlorethan	40	100	80	200	200	-			400	
Trichlorethen	6	15	12	30	30	-			60	
Tetrachlorethen	6	15	12	30	30	-			60	
Hexachlorcyclohexan HCH <sup>a)</sup>	0,2	0,5	0,4	1,0	1,0	-			2	
1,2-Dibrommethan	0,05	0,2	0,1	0,3	0,3	-			0,5	
Chlorbenzol	12	30	24	60	60	-			120	
Dichlorbenzol <sup>b)</sup>	50	125	100	250	250	-			500	
1.2.4-Trichlorbenzol	5	12,5	10	25	25	-			50	
Hexachlorbenzol	0,3	0,8	0,6	1,5	1,5	-			3	
DDT	0,4	1	0,8	2	2	-			4	
ΣPBSM, (B)	2	5	4	10	10	-			20	
PCB	6	15	12	30	30	-	0,2		50	
PCDD/F <sup>d) e)</sup>	30	100	60	1000	160	1000	5	40	160	10000
<b>Phenole:</b>										
Phenol	20	50	40	100	100	-			200	
Kresole	30	75	60	150	150	-			300	
Monochlorphenol	3	8	6	15	15	-			30	
2.4-Dichlorphenol	2	5	4	10	10	-			20	
2.4.5-Trichlorphenol	30	80	60	150	150	-			300	
2.4.6-Trichlorphenol	2	5	4	10	10	-			20	
Tetrachlorphenol	15	40	30	75	75	-			150	
Pentachlorphenol	3	10	6	15	15	-			30	

**Prüfwerte (P) und Maßnahmewerte(M) für Bodenkontamination in verschiedenen Nutzungsklassen (nach LAGA-Empfehlung 12/93, "Kloke-Liste" und andere Quellen) 3/3**

Stoff	Kinderspielplätze		Wohngebiete		Park- und Freizeitanlagen innerstädt. Brachflächen		Gärtnerische/landwirt. Nutzflächen		Gewerbe/Industrie	
	P in mg/kg	M in mg/kg	P in mg/kg	M in mg/kg	P in mg/kg	M in mg/kg	P in mg/kg	M in mg/kg	P in mg/kg	M in mg/kg
<b>Nitroaromaten:</b>										
Nitrobenzol	0,6	1,5	1,2	3	3	-			6	
2,4-Dinitrotoluol	1,2	3,0	2,5	6	6	-			12	
2,6-Dinitrotoluol	0,4	1,0	0,8	2	2	-			4	
2,4-Dinitrophenol	1	2,5	2	5	5	-			10	
<b>Sonstige Stoffe:</b>										
Acrylnitril	1	2	2	5	5	-			10	
Cyanid	40	100	80	200	200	-			400	
Fluorid	300	750	600	1500	1500	-			3000	
ΣBTEX, (KL, B)			7				2		25	
Benzol, (RPF, B)			0,2				0,5		1	
Toluol, (RPF, B)			2				0,5		10	
Xylol, (RPF, B)			2				0,5		10	

- a) Gemisch von alpha-, beta- und gamma-HCH
- b) Summe von o-, m- und p-Dichlorbenzol
- c) organisch-chemische Stoffe zur Pflanzenbehandlung und Schädlingsbekämpfung einschließlich ihrer toxischen Abbauprodukte
- d) ng TE/kg (NATO 5 JTE)
- e) Maßnahmewerte nach Empfehlung der Bund-Länder-ArGe „Dioxine“, FS Sachsen, LfUG, Dresden 1992
- f) Bei Überschreitung des Prüfwertes Kontrolle des Boden-pH-Wertes. Dieser sollte > 7 betragen und ggf. durch Kalkzugaben auf Werte > 7 eingestellt werden.  
Bei pH- Werten < 7 gilt ein Prüfwert von 1mg/kg.
- g) Im Bereich von 2-10 mg BaP/kg Boden werden folgende abgestufte Nutzungseinschränkungen empfohlen:  
bis 2 mg/kg Boden uneingeschränkter Anbau von Nahrungs- und Futterpflanzen  
ab 2 mg/kg Boden Verzicht auf Anbau von Möhren, Schwarzwurzel (Spargel) und Erdbeeren (Verschmutzungsrisiko)

- ab 5 mg/kg Boden zusätzlicher Verzicht auf Anbau von diversen Blattgemüsearten, Petersilie, Sellerie, Radies, Rettich, Rote Bete, Kartoffel, Buschbohnen sowie Futterraps, Stoppelrüben, Futterrüben und Rübenblatt (Verschmutzungsgefahr)
- ab 10 mg/kg Boden allgemeiner Verzicht auf den Anbau von Gemüsepflanzen und Ackerfutterpflanzen sowie von Obst

- KL KLOKE-Liste (z. T. Anpassung an LAGA-Werte)
- RPF Liste Rheinland-Pfalz (z. T. Anpassung an LAGA-Werte)
- B Berliner Liste (z. T. Anpassung an LAGA-Werte)

Weitere Anmerkungen für Nutzungsklasse siehe bei -Gärtnerische und landwirtschaftlich genutzte Flächen

## ANLAGE 3.9 - TABELLE 9

Prüf- und Maßnahmenwerte für Bodenbelastungen (Boden als Schadstoffquelle für Grundwasserkontamination) <sup>9)</sup> (Höchstwerte nach LAWA-Empfehlung 10/93)

Parameter	Einheit	Prüfwerte	Maßnahmenwert
PAK, gesamt <sup>1)</sup>	mg/kg	10	100
Naphthalin als Einzelstoff	mg/kg	2	5
LHKW, gesamt <sup>2)</sup>	mg/kg	5	25
Σ LHKW, karzinogen <sup>3)</sup>	mg/kg	1	5
LHKW, gesamt <sup>2)</sup> - in der Bodenluft <sup>8)</sup>	mg/m <sup>3</sup>	10	50
PCB, gesamt <sup>5)</sup>	mg/kg	1	10
Kohlenwasserstoffe <sup>6)</sup> (außer Aromaten)	mg/kg	300 <sup>10)</sup>	1000 <sup>10)</sup>
BTEX-Aromaten, gesamt <sup>7)8)</sup>	mg/kg	10	30
Benzol als Einzelstoff	mg/kg	0,5	3
Phenole, wasserdampfflüchtig	mg/kg	10	25
Chlorphenole, gesamt	mg/kg	5	10
Chlorbenzole, gesamt	mg/kg	5	10

<sup>1)</sup>PAK, gesamt: Summe der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe, in der Regel Summe von 16 Einzelsubstanzen nach der Liste der US Environmental Protection Agency (EAP) ohne Naphthalin; ggf. unter Berücksichtigung weiterer relevanter Einzelstoffe (z.B. Methylnaphthaline)

<sup>2)</sup>LHKW, gesamt: Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe, d.h. Summe der halogenierten C<sub>1</sub>- und C<sub>2</sub>-Kohlenwasserstoffe

<sup>3)</sup>Σ LHKW, karzinogen: besondere Festlegung für die Summe der erwiesenermaßen karzinogenen LHKW Tetrachlormethan (CCL<sub>4</sub>), Chlorethen (Vinylchlorid, C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>Cl) und 1.2-Dichlorethan

<sup>4)</sup>PBSM, gesamt: Organisch-chemische Stoffe zur Pflanzenbehandlung und Schädlingsbekämpfung einschließlich ihrer toxischen Hauptabbauprodukte

<sup>5)</sup>PCB, gesamt: Summe der polychlorierten Biphenyle; in der Regel 6 Kongenere nach Ballschmiter (bzw. Altöl-VO) ggf. unter Berücksichtigung weiterer relevanter Einzelstoffe

<sup>6)</sup>Bestimmung mittels IR-Spektroskopie nach DIN 38409-H18

<sup>7)</sup>BTEX-Aromaten, gesamt: Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (Benzol, Toluol, Xylole, Ethylbenzol, Styrol, Cumol etc.); besondere Festlegung für Benzol

<sup>8)</sup>Die Orientierungswerte für LHKW in der Bodenluft können mit Einschränkungen auch für die Beurteilung von Belastungen mit leichtflüchtigen BTEX-Aromaten herangezogen werden

<sup>9)</sup>Es sind nur Orientierungswerte für leichtflüchtige und lipophile organische Stoffe genannt. Die Tabelle gibt hilfsweise als Übergangslösung Hinweise zur Bewertung. Sie gilt, bis wissenschaftlich fundierte Gesamtgehalte oder einheitliche, aussagekräftige Elutionsverfahren für diese Stoffe vorgelegt werden.

<sup>10)</sup>Untere Grenze des von der LAWA empfohlenen Toleranzbereiches

# Anlage 4 - Erfassung von Proben- und Analysendaten

## ANLAGE 4.1 - Altlastenprogramm des Landes Sachsen - Datenerfassung der Proben- und Analysendaten

Altlastenprogramm des Landes Sachsen - Datenerfassung der Proben- und Analysendaten (Anlage zum Bewertungsformblatt Boden) Seite 1

### ALTLASTENPROGRAMM DES LANDES SACHSEN DATENERFASSUNG DER PROBEN- UND ANALYSENDATEN

(Anlage zum Bewertungsformblatt Boden)

Kennziffer:	Teilflächennummer:	Beweisniveau:
Beprobungsbeginn:	Beprobungsende:	
Tiefe der Sondierungen von:	m bis:	m

Parameter-schlüssel*	Parameter-bezeichnung	Proben-material*	Proben-entnahme-art*	Meßwertanzahl		Max. Meßwert	Dimension (entspr. Param.liste)
				gesamt	kritisch/N*		
AESb	Antimon						mg/kg
AEAs	Arsen						mg/kg
AEBa	Barium						mg/kg
AEBe	Beryllium						mg/kg
AEPb	Blei						mg/kg
AECd	Cadmium						mg/kg
AECr	Chrom, ges.						mg/kg
AECo	Kobalt						mg/kg
AECu	Kupfer						mg/kg
AEMo	Molybdän						mg/kg
AENi	Nickel						mg/kg
AEHg	Quecksilber						mg/kg
AESe	Selen						mg/kg
AETl	Thallium						mg/kg
AEV	Vanadium						mg/kg
AEZn	Zink						mg/kg
AACNF	Cyanid frei						mg/kg
AAFF	Fluorid frei						mg/kg

\* Abgestimmte Schlüssel innerhalb des Informationssystems von Sachsen  
\* Als kritischer Wert ist hier die Überschreitung des nutzungsbezogenen Prüfwertes in Tab.8 mit Angabe der relevanten Nutzung zu verstehen  
Nutzung N: K = Kinderspielflächen  
              W = Wohngebiete  
              P = Park- und Freizeitflächen, innerstädt. Brachflächen  
              L = gärtnerische/landwirtschaftl. Nutzflächen  
              J = Gewerbe/Industrie

Altlastenprogramm des Landes Sachsen - Datenerfassung der Proben- und Analysendaten (Anlage zum Bewertungsformblatt Boden) Seite 2

**ALTLASTENPROGRAMM DES LANDES SACHSEN  
DATENERFASSUNG DER PROBEN- UND ANALYSENDATEN**

(Anlage zum Bewertungsformblatt Boden)

Kennziffer:	Teilflächennummer:	Beweisniveau:
Beprobungsbeginn:	Beprobungsende:	
Tiefe der Sondierungen von:	m bis:	m

Parameter- schlüssel*	Parameter- bezeichnung	Proben- material*	Proben- entnahme- art*	Meßwertanzahl		Max. Meßwert	Dimension (entspr. Param.liste)
				gesamt	kritisch/N*		
OA040	Benz(a)pyren						mg/kg
OL030	1,1,1-Trichlorethan						mg/kg
OL060	1,1,1-Trichlorethen						mg/kg
OL100	Tetrachlorethen						mg/kg
ODHCH	HCH ges.						mg/kg
OL340	Dibromethan						mg/kg
OB010	Monochlorbenzol						mg/kg
OBDCB	Dichlorbenzole ges.						mg/kg
OB220	1,2,4-Trichlorbenzol						mg/kg
OD020	Hexachlorbenzol						mg/kg
ODDDT	DDT						mg/kg
OSPSM	PBSM						mg/kg
OCPCB	PCB						mg/kg
OOF	PCDD/PCDF						mg/kg
OSPIW	Phenole, wdfl.						mg/kg
OXKRE	Kresole						mg/kg
OP010	Monochlorphenol						mg/kg
OP030	2,4-Dichlorphenol						mg/kg
OP041	2,4,5-Trichlorphenol						mg/kg
OP040	2,4,6-Trichlorphenol						mg/kg
OP050	Tetrachlorphenol						mg/kg
OP060	Pentachlorphenol						mg/kg
ON010	Nitrobenzol						mg/kg
ON550	2,4-Dinitrotoluol						mg/kg
ON560	2,6-Dinitrotoluol						mg/kg
ON510	2,4-Dinitrophenol						mg/kg
AXBET	BTEX ges.						mg/kg
OX010	Benzol						mg/kg
OX020	Toluol						mg/kg
OXXYL	Xylole ges.						mg/kg
OW010	Acrylnitril						mg/kg



## **ANLAGE 4.2 - SCHLÜSSELVERZEICHNIS ZUR ERFASSUNG VON PROBEN- UND ANALYSEDATEN**

### **PROBENMATERIAL**

B	Boden
TA	Abfall

### **PROBENENTNAHMEART**

K	Kernprobe, allgemein
KR	Rammkernsondierung
BP	Bohrprobe, allgemein
SC	Schürfprobe



## ANLAGE 5 - SORPTIONSKOEFFIZIENTEN EINIGER ALTLASTENRELEVANTER STOFFE, AUS [10]

Benzen		lg SC = 1,8
Chlorbenzen		lg SC = 2,13
Dichlorbenzene		lg SC = ca. 2,5
Trichlorbenzene		lg SC = ca. 3
Tetrachlorbenzene		lg SC = ca. 3,5
Hexachlorbenzen		lg SC = 5,1
2,3,7,8- Tetrachlordibenzo-p-dioxin		lg SC = 7,5
Chlorierte Phenole:	4-CP	lg SC = 1,95
	2,4-DCP	lg SC = 2,4
	2,4,5-TCP	lg SC = 3,1
	2,4,6-TCP	lg SC = 3,1
	2,3,4,6-TCP	lg SC = 3,76
Chloroform		lg SC = 1,8
Chrysen		lg SC = 4,9
Cresoleo-Cresol		lg SC = 2,16
DDT		lg SC = 5,5
1,2-Dichlorethan		lg SC = 1,9
Dinitrotoluene		lg SC = 2,3
Epichlorhydrin		lg SC = 1,9
Ethylbenzen		lg SC = 2,2
Halogenmethane:	Chlormethan	lg SC = 0,6
	Brommethan	lg SC = 1,0
	Dichlormethan	lg SC = 1,1
	Trichlorfluormethan	lg SC = 1,0
HCH		lg SC = 4,6
Nitrobenzen		lg SC = 2,1
Phenanthren		lg SC = 4,1
Phenol		lg SC = 1,9
Phthalsäureester:	Butylbenzylphthalat	lg SC = 3,6
	Di-(2-ethylhexyl)-phthalat	lg SC = 5,6
Polychlorierte Biphenyle:	Tri- bis Pentachlorbiphenyl	lg SC = 2,1-6,4
PAK:	Acenaphthen	lg SC = 3,8
	Benz(a)anthracen	lg SC = 4,8
	Benz(a)pyren	lg SC = 5,3

	Benz(b)fluoranthen	lg SC = 6,2
Pyren		lg SC = 4,8
Pyridin		lg SC = 0,6
Tetrachlorethan		lg SC = 2,4
Tetrachlorethylen		lg SC = 2,1
Tetrachlormethan		lg SC = 2,0
Toluen		lg SC = 1,8
Trichlorethan		lg SC = 1,6
Trichlorethylen		lg SC = 1,9
Vinylchlorid		lg SC = 1,1

## **ANLAGE 6 - WEITERGEHENDE DATENDOKUMENTATION**

Im Rahmen der Altlastenerkundung, -untersuchung und -behandlung sind Daten zur Umwelt zu erheben, die nach sächsischer Rechtslage z.T. meldepflichtig sind und in das Umweltinformationssystem (UIS) eingespeist werden. Dazu gehören insbesondere geologische sowie bodenkundliche, bodenphysikalische und bodenchemische Daten, die mit dem Altlastengutachten an die Umweltbehörde zu übergeben sind. Im einzelnen betrifft das folgende Inhalte:

Für jeden Aufschluß (Brunnen, Schurf, Sondierung, Probenahmepunkt usw. ) sind zu erfassen:

- Grunddaten geologischer Aufschlüsse

- bodenkundliche Stammdaten

- Horizont- und Schichtdaten

- Probendaten

- bodenphysikalische und bodenchemische Analysendaten

Die gültigen Erfassungsvorschriften sowie geeignete PC-Datenerfassungsprogramme werden vom LfUG, Referat B 2 (Bodenschutz) bei Bedarf zur Verfügung gestellt.

# Impressum

**Herausgeber:** Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung, Ostra – Allee 23, 01067 Dresden, Tel.: (0351) 564 – 0 Fax.: (0351) 564 – 2209

**Bearbeitung:** Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Referat Altlasten, Wasastraße 50, 01445 Radebeul 1, Tel.: (0351) 771303 Fax.: (0351) 771226

**GESTALTUNG + SATZ:** Sprenger Studio's Meißen

**Druck:** Druckerei Thieme, Meißen gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

Dresden, Dezember 1995