

Leitfaden
zum Altlastenprogramm
des Landes Sachsen-Anhalt

BERICHTE des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-
Anhalt 1996 – Heft 20

Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt

Inhaltsverzeichnis

Literaturverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

Einführung

1 Altlastenprogramm des Landes Sachsen-Anhalt

1.1 Rechtliche Grundlagen

1.2 Methodische Herangehensweise an die Altlastenbearbeitung

2 Historische Erkundung

2.1 Flächendeckende Erhebung und formale Erstbewertung

2.1.1 Flächendeckende Erhebung altlastverdächtiger Flächen

2.1.2 Formale Erstbewertung zur Ermittlung von Prioritäten

2.1.3 Mitteldeutsches Altlasteninformationssystem MDALIS

2.2 Historische Erkundung und schutzgutbezogene Erstbewertung

2.2.1 Begriffsbestimmung

2.2.2 Auswertung vorhandener Unterlagen

2.2.2.1 Aktenauswertung

2.2.2.2 Luftbildauswertung

2.2.2.3 Ortsbegehungen, Fotodokumentationen, Befragungen

2.2.2.4 Thematische Karten

2.2.2.5 Branchentypische Inventarisierung des Schadstoffpotentials

2.2.3 Ergebnisdarstellung

2.2.4 Schutzgutbezogene Gefährdungsabschätzung - Bewertungshinweise

3 Technische Erkundung

3.1 Einleitung

3.2 Orientierende Erkundung

3.2.1 Untersuchungsprogramm der Orientierenden Erkundung

3.2.1.1 Untersuchungsumfang für Altablagerungen

3.2.1.1.1 Altablagerungen hausmüllähnlicher Abfälle

3.2.1.1.2 Altablagerungen der Kategorie Sonderabfälle

3.2.1.2 Untersuchungsumfang für Altstandorte

3.2.2 Empfehlungen zur Probenahme

3.2.2.1 Boden

3.2.2.2 Bodenluft/Deponiegas

3.2.2.3 Grundwasser

3.2.3 Empfehlungen zur Analytik

3.2.3.1 Untersuchungsmethoden

3.2.3.1.1 Parameter

3.2.3.1.2 Normverfahren

3.2.3.1.3 Tendenzen

3.2.3.2 Analytik und Untersuchungsstrategie

3.2.4 Bewertungskriterien/Richtwerte

3.2.5 Mustergliederung für einen Bericht zur Technischen Erkundung

3.2.5.1 Erläuterungen zur Berichtsgliederung

3.2.6 Muster eines Leistungsverzeichnisses

3.2.7 Voraussetzungen zur Durchführung einer detaillierten Erkundung

- 3.3 Detaillierte Erkundung (in Bearbeitung)
- 4 Sanierungsuntersuchung (in Bearbeitung)**
- 5 Bewertung bei höherem Beweisniveau - schutzgutbezogene Gefährungsabschätzung**
 - 5.1 Bewertungsgrundlagen
 - 5.2 Schutzgut Grundwasser
 - 5.2.1 Stoffgefährlichkeit r_O
 - 5.2.2 Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse
 - 5.2.3 Bestimmung des Handlungsbedarfs
 - 5.3 Schutzgut Oberflächenwasser (in Bearbeitung)
 - 5.4 Schutzgut Luft (in Bearbeitung)
 - 5.5 Schutzgut Boden (in Bearbeitung)
- 6 Anlagenverzeichnis**
 - 6.1 Datenerfassungsbeleg Schutzgut Grundwasser
 - 6.2 Stoffgefährlichkeit - r_O -Wert bzw. Wertebereiche für Abfälle und Stoffgemische
 - 6.3 r_O -Wert-Bereiche für Branchen (Stand 1/95)
 - 6.4 Stoffgefährlichkeit - r_O -Werte für chemische Stoffe und Stoffgruppen
 - 6.5 Schadstoffaustrag m_I
 - 6.6 Schadstoffeintrag m_{II}
 - 6.7 Schadstofftransport und -wirkung m_{III}
 - 6.8 Bedeutung des Grundwassers m_{IV}

Anhang

- 1 Rechtliche Grundlagen und Verfahrensregelungen
- 2 Empfehlungen der Fachbehörden im Umgang mit Altlasten
 - Handlungsempfehlungen für den Umgang mit kontaminierten Böden im Land Sachsen-Anhalt
 - Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Stand 1/94
 - Auszug: Leitparameter für mögliche Grundwasserverunreinigungen
- 3 Datenerfassungsbeleg
 - Erläuterungsbericht
 - Branchenverzeichnis
 - Abfallkatalog
 - Bewertungsalgorithmus
- 4 Hydrogeologische Standorttypen
- 5 Geophysikalische Verfahren
- 6 Verzeichnis wichtiger Archive
- 7 Beschreibung des Programmes MDALIS
- 8 Begriffserläuterungen

Abkürzungsverzeichnis

AbfG	Abfallgesetz
ALVF	Altlastverdachtsfläche
AOX	Adsorbierbare halogenierte Kohlenwasserstoffe
BBergG	Bundesberggesetz
BTEX	Benzol, Toluol, Ethylbenzol und m,o,p-Xylol
BN	Beweisniveau
BSB	Biologischer Sauerstoffbedarf
CKW	Chlorkohlenwasserstoffe
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
DEV	Deutsche Einheitsverfahren
DOC	Dissolved Organic Carbon
DVGW	Deutscher Verband des Gas- und Wasserfaches
EOX	Extrahierbare Halogenierte Kohlenwasserstoffe
GC-ECD	Gaschromatographie Elektronenempfangsdetektor
GC-FID	Gaschromatographie Flammenionisationsdetektor
GC-MS	Gaschromatographie Massenspektrum
GW	Grundwasser
HPLC	Hochleistungsflüssigkeitschromatographie
ICP-OES	Atomemissionsspektroskopie mit induktiv gekoppeltem Plasma
ITVA	Ingenieur-Technischer Verband Altlasten
LAGA	Landesarbeitsgemeinschaft Abfall
LHKW	Leichtflüchtige Halogenierte Kohlenwasserstoffe
MAK	Maximale Arbeitsplatzkonzentration
MDALIS	Mitteldeutsches Altlasten-Informationssystem
MKW	Mineralölkohlenwasserstoffe
NAW	Normenausschuß Wasserwesen
PAK	Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PEHD	Polyethylenhochdicht
PID	Photo-Ionisations-Detektor
PVC	Poly-Vinyl-Chlorid
RKS	Rammkernsondierung
SOG LSA	Gesetz über die Öffentliche Sicherheit und Ordnung des Landes Sachsen-Anhalt
TOC	Total Organic Carbon
TVO	Trinkwasserverordnung
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
WHG	Wasserhaushaltsgesetz

Einführung

Die Altlastensituation im Land Sachsen-Anhalt ist geprägt durch die Besonderheiten der politischen und wirtschaftlichen Geschichte in entsprechenden regionalen Strukturen, die wie folgt gekennzeichnet werden können /16/:

- großflächige Bergbaufolgelandschaften des Tief- und/oder Tagebaues auf Braunkohle, Kupferschiefer, Kalisalze mit umfassenden Eingriffen in das hydraulische Regime der jeweiligen Großräume,
- Konzentration der auf diesen Rohstoffen aufbauenden Veredlungsindustrie wie Energieerzeugung, Braunkohleveredlung (Brikettfabriken, Schwelereien), Hüttenindustrie, Kaliindustrie, Chemie in Verbindung mit Altablagerungen und Industriedeponien häufig in bergbaulichen Hohlformen,
- Entstehung industrieller Ballungsgebiete wie Bitterfeld/Wolfen, Halle/Merseburg, Zeitz/Weißenfels, Mansfelder Land u. dgl.

Im Bereich der Landwirtschaft ist die Altlastensituation wesentlich durch die industrielle Pflanzen- und Tierproduktion geprägt.

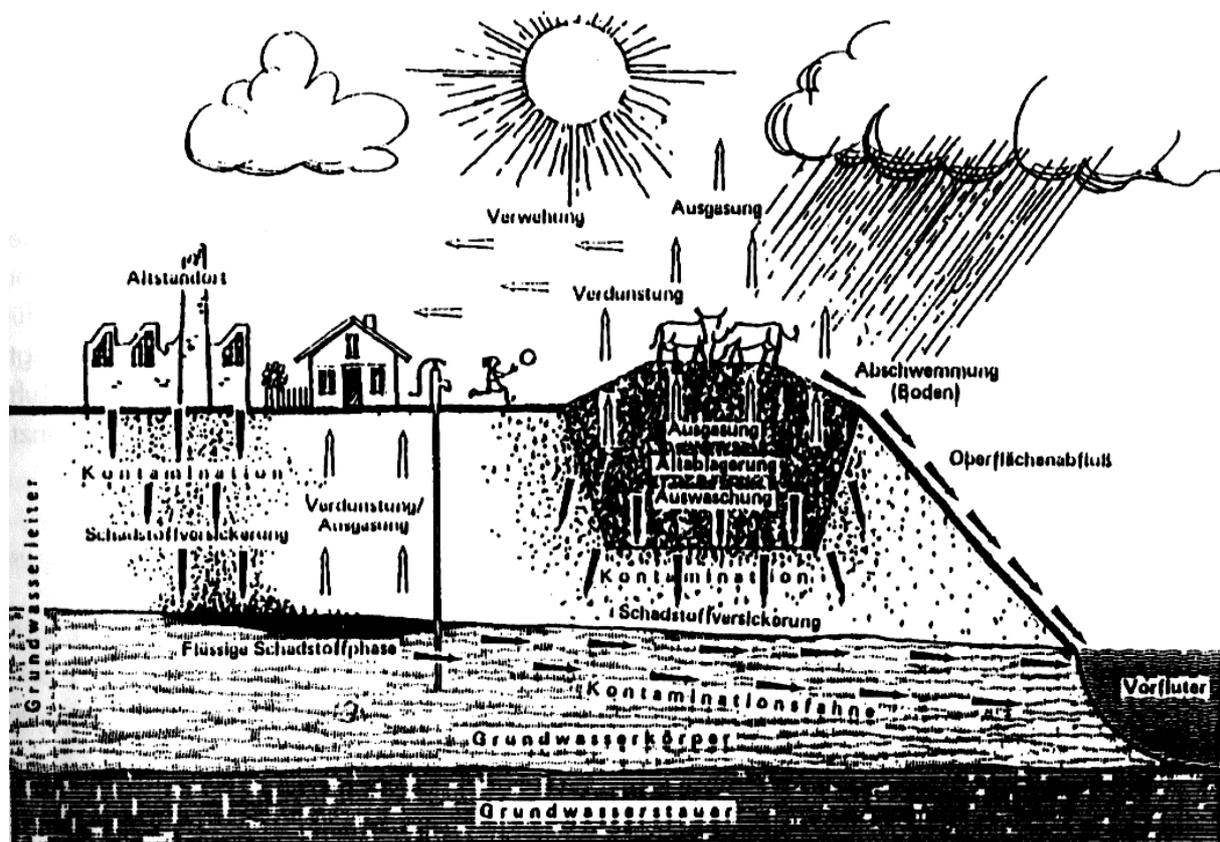


Abb. 1 Möglichkeiten der Schadstoffausbreitung bei Altablagerungen und Altstandorten (Quelle: Altlasten-Leitfaden Bayern, München 7/91)

Wegen der großen Belastung des Lebensraumes ist die Beseitigung der mit Altlasten verbundenen Umweltgefährdungen eine vorrangige Aufgabe der Umweltpolitik des Landes Sachsen-Anhalt. Zur rationalen Bewältigung der Altlastenproblematik - mit Stand vom Januar 1996 wurden 18 452 Altlastverdachtsflächen erfaßt und zum großen Teil bewertet - haben sich eine stufenweise Erfassung und Bewertung bei effektivem Mitteleinsatz durchgesetzt.

Es wurde berücksichtigt, daß die Erhebung von Altlastverdachtsflächen einheitlich und möglichst flächendeckend erfolgt. Für vergleichende Betrachtungen ist eine formale Bewertung angeschlossen. Dafür wurden wesentlich die Erfahrungen des Niedersächsischen Landesamtes für Ökologie genutzt /10/ und das Bewertungsverfahren im Landesamt für Umweltschutz fortgeschrieben.

Weiter wurde berücksichtigt, daß jeder Altlastverdachtsfall als Einzelfall einer objektbezogenen Erkundung und Bewertung bedarf. Die Einzelfallbewertung soll jede weitere Erkundungsstufe begleiten und ebenso vergleichenden Betrachtungen Rechnung tragen. Diese einzelfallspezifische Bewertungskonzeption wird zunächst auf den Transmissionspfad Grundwasser angewendet und soll sukzessive auf die Transmissionspfade Luft, Boden und Oberflächenwasser ausgedehnt werden.

Das dem stufenweisen Vorgehen zugrunde liegende und auf den Einzelfall bezogene Bewertungsverfahren wurde wesentlich an die Altlastenmethodik Baden-Württembergs und Sachsens angelehnt. Als Quellen wurden das Altlasten-Handbuch der Landesanstalt für Umweltschutz Karlsruhe /13/ und das Handbuch der Altlastenbehandlung Teil 3, Gefährdungsabschätzung - Pfad Grundwasser des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie /14/ genutzt.

Die Kap. 2.2.2.5 und 3 wurden durch die ARGE "Innovative Erkundungsmethoden" (G.U.T. mbH Merseburg, Quadriga GmbH Berlin, GfBU mbH Berlin) erarbeitet. Anhang 4 ist ein Beitrag des Geologischen Landesamtes des Landes Sachsen-Anhalt. Der Anhang 5 wurde durch die Geophysik GGD GmbH Leipzig erstellt.

Der vorliegende Leitfaden vermittelt den Handlungspflichtigen und dem fachlich betroffenen Personenkreis Erfahrungen, Hinweise und Empfehlungen, wie bei der Behandlung altlastverdächtiger Flächen vorzugehen ist. Er stellt damit eine Überarbeitung und Präzisierung des 1992 erarbeiteten Leitfadens Teil 1, Erfassung und Erstbewertung von Altlastverdachtsflächen, /5/ dar.

Der Leitfaden ist gedacht für

- Vollzugsbehörden,
- Fachbehörden,
- Eigentümer/Besitzer der altlastverdächtigen Fläche (Handlungs- und Zustandsstörer),
- Ingenieurbüros und
- Fachfirmen .

Es ist vorgesehen, den Leitfaden für die Erkundungsstufen

- historische Erhebung und formale Erstbewertung,
- historische Erkundung und schutzgutbezogene Erstbewertung,
- orientierende Erkundung,
- detaillierte Erkundung und
- Sanierungsuntersuchung

zu erarbeiten

Im besonderen wird das Kapitel 5, "Bewertung bei höherem Beweinsniveau - schutzgutbezogene Gefährdungsabschätzung", das bisher ausschließlich für das Schutzgut Grundwasser erarbeitet vorliegt, durch die entsprechenden Betrachtungen der Luft, des Bodens und des Oberflächenwassers ergänzt.

1 Altlastenprogramm des Landes Sachsen-Anhalt

1.1 Rechtliche Grundlagen

Im Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland (GG) vom 23.05.1949, zuletzt geändert durch Gesetz vom 27.10.1994, ist laut Artikel 20a der Umweltschutz als Staatsziel benannt. Nach dem föderalen Prinzip sind die Bundesländer für den Umgang mit altlastverdächtigen Flächen und Altlasten zuständig, so daß die inhaltliche und rechtliche Begriffsbestimmung von Land zu Land graduell unterschiedlich ist.

Im Abfallgesetz des Landes Sachsen-Anhalt, AbfG LSA § 29 (GVBl LSA Nr. 37/1991), sind altlastverdächtige Flächen und Altlasten wie folgt definiert:

(1) Altlastverdächtige Flächen im Sinne dieses Gesetzes sind Ablagerungen und Altstandorte, soweit die Besorgnis besteht, daß von ihnen Gefährdungen für die Umwelt, insbesondere die menschliche Gesundheit, ausgehen oder zu erwarten sind.

Keine altlastverdächtigen Flächen im Sinne dieses Gesetzes sind Flächen, die durch Einwirkung von Luft- und Gewässerverunreinigungen, durch Aufbringen von Stoffen im Zusammenhang mit landwirtschaftlicher oder gärtnerischer Nutzung oder durch vergleichbare Nutzung verunreinigt worden sind.

(2) Altlasten sind Ablagerungen und Altstandorte, sofern von ihnen Gefährdungen für die Umwelt, insbesondere die menschliche Gesundheit, ausgehen.

(3) Ablagerungen sind

1. verlassene oder stillgelegte Ablagerungsplätze mit kommunalen oder gewerblichen Abfällen,
2. stillgelegte Aufhaldungen oder Verfüllungen mit Produktionsrückständen, auch in Verbindung mit Bergematerial oder Bauschutt,
3. in der Vergangenheit vorgenommene illegale Ablagerungen von Abfällen oder sonstigen Rückständen

(4) Altstandorte sind

1. Grundstücke stillgelegter Anlagen, einschließlich der Nebeneinrichtungen,
2. nicht mehr verwendete Leitungs- oder Kanalsysteme,
3. sonstige Betriebsflächen oder Grundstücke aus den Bereichen der gewerblichen Wirtschaft oder öffentlicher Einrichtungen, in denen oder auf denen mit umweltgefährdenden Stoffen umgegangen worden ist.

Für Flächen, auf denen mit Kampfmitteln, Kernbrennstoffen oder sonstigen radioaktiven Stoffen im Sinne des Atomgesetzes umgegangen worden ist, gelten die Vorschriften des Landesabfallgesetzes nicht.

In den §§ 30-31 AbfG LSA sind die Zuständigkeiten bei der Erfassung der Altlastverdachtsflächen sowie bei der Einrichtung und der Pflege einer Datei über altlastverdächtige Flächen und Altlasten geregelt. Danach erfassen die unteren Abfallbehörden bei den Landkreisen und kreisfreien Städten, als die zuständigen Behörden, Daten, Tatsachen und Erkenntnisse für das Vorliegen einer altlastverdächtigen Fläche oder einer Altlast und übermitteln diese dem Landesamt für Umweltschutz. Das Landesamt für Umweltschutz nimmt die Informationen in die Datei auf, um diese nach Maßgabe des Datenschutzes für öffentliche und nichtöffentliche Stellen vorzuhalten.

Entsprechende Verordnungen und Verwaltungsvorschriften, die im einzelnen Aufbau und Inhalt der Datei über altlastverdächtige Flächen und Altlasten im Landesamt für Umweltschutz sowie die Mitteilung von Daten, Tatsachen und Erkenntnissen über altlastverdächtige Flächen und Altlasten durch die unteren Abfallbehörden regeln, werden vorbereitet.

In den neuen Bundesländern ergeben sich außerdem einige Besonderheiten im Verständnis des Altlastenbegriffes, die aus der sogenannten Freistellungsklausel nach Artikel 1 § 4 Abs.3, Satz 1 des

Umweltrahmengesetzes der DDR vom 29.06.1990 in der Fassung des Artikel 12 des Gesetzes über die Beseitigung von Hemmnissen bei der Privatisierung von Unternehmen und zur Förderung von Investitionen vom 22.03.1991 folgen. Danach wird die Möglichkeit geschaffen, von der Verantwortung für Schäden, im Sinne von Gefahren für Schutzgüter des öffentlichen Rechts, freizustellen, die vor dem 01.07.1990 durch Betrieb einer Anlage oder die Benutzung eines Grundstückes verursacht worden sind. Bei ihrer Behandlung ist vor allem das öffentliche Interesse hinsichtlich der Aussicht auf wirtschaftlichen Weiterbetrieb der betreffenden Anlage von Bedeutung.

In einer entsprechenden Verwaltungsvorschrift des Landes Sachsen-Anhalt zu Artikel 1 § 4 Abs. 3 des Umweltrahmengesetzes werden die Freistellungsentscheidung, die Feststellung von Schäden bzw. ordnungsrechtlichen Gefahren, die Festlegung von Maßnahmen zu ihrer Beseitigung und das Verfahren der Kostenerstattung für Maßnahmen der Beseitigung bzw. Gefahrenabwehr geregelt.

Bei Vorliegen einer Gefahr bietet das gemäß § 3 AbfG LSA ergänzend anzuwendende Gesetz über die öffentliche Sicherheit und Ordnung des Landes Sachsen-Anhalt (SOG LSA, GVBl. LSA Nr. 43/1991) eine Handlungsermächtigung im Sinne der Gefahrenabwehr.

Im **Anhang 1** sind die rechtlichen Grundlagen und Verfahrensregelungen zusammengestellt.

1.2 Methodische Herangehensweise an die Altlastenbearbeitung

Für eine ökonomisch vertretbare Bearbeitung der Altlastenproblematik hat sich ein abgestuftes Vorgehen bewährt /15, 16/. Das für das Land Sachsen-Anhalt vorgesehene Stufenprogramm (Abb. 2) soll über einzelne Verfahrensschritte

- die möglichst vollständige Erfassung aller Altlastverdachtsflächen und deren formale Erstbewertung,
- die schrittweise Erkundung der möglichen Altlasten und eine pfadbezogene Beurteilung ihres Gefährdungspotentials,
- die Beseitigung bzw. Reduzierung der Gefährdung durch Sicherungs- und Sanierungsmaßnahmen sowie
- die Überwachung und Wiedernutzung der Flächen gewährleisten.

Nach jedem Erkundungsschritt ist eine Bewertung des Ergebnisses vorgesehen, die eine weitere Erkundung, eine Überwachung (fachtechnische Kontrolle), eine Wiedervorlage oder ein Ausscheiden aus dem Altlastverdacht zur Folge haben kann.

Die Phase I, "Historische Erkundung", sieht als Vorstufe eine flächendeckende beprobungslose Erhebung der Altlastverdachtsflächen und eine formale Erstbewertung vor. Auf der Grundlage von Prioritäten folgt eine einzelfallspezifische Erfassung aller verfügbaren Informationen in der Stufe "Historische Erkundung". Wird auf der Grundlage von Kriterien zur Gefährdungsbewertung festgestellt, daß der Altlastverdacht fortbesteht, folgt die Phase II, "Technische Erkundung", in den Stufen "Orientierende Erkundung" und "Detaillierte Erkundung".

Auf der Stufe "Orientierende Erkundung" werden die Expositionspfade und der Eintrag in das Schutzgut mit dem Ziel untersucht und bewertet, ob der begründete Anfangsverdacht auf das Vorliegen einer Altlast bestätigt oder entkräftet werden kann. Das Ergebnis der "Orientierenden Erkundung" ist eine Gefährdungsabschätzung.

Der wesentlich erhöhte Aufwand der "Detaillierten Erkundung" soll zu einer Abgrenzung des Schadensherdes und der Transferpfade im Hinblick auf die zu betrachtenden Schutzgüter führen. Die Ergebnisse müssen die Gefahr, die für Mensch und Umwelt von dieser Fläche ausgeht, abschließend beschreiben, eine Entscheidung über das Vorliegen einer Altlast sicher begründen und Maßnahmen zur Gefahrenabwehr ableiten lassen. Die Maßnahmen der Gefahrenabwehr können in einer Sicherung oder Dekontamination bestehen. Sie sind in der Phase III "Sanierungsuntersuchung, Sanierung" zu begründen.

Die jeden Schritt der Erkundung abschließende Bewertung (Abb. 2) sollte durch einen bei der unteren Abfallbehörde zu bildenden "**Altlastenausschuß**" begleitet werden. Der Altlastenausschuß ist ein Fachgremium, in dem die zuständigen unteren und oberen Abfallbehörden sowie andere fachlich berührte Behörden vertreten sind. Seine vordringliche Aufgabe besteht in der Bewertung von Untersuchungen zu Altlasten mit dem Ziel der Entscheidung zu möglichem weiteren Handlungsbedarf und einer entsprechenden Empfehlung für die zuständige Behörde.

Beispielhaft wurden bereits in einigen Landkreisen solche Altlastenausschüsse gebildet. Sie sind mit Erfolg tätig.

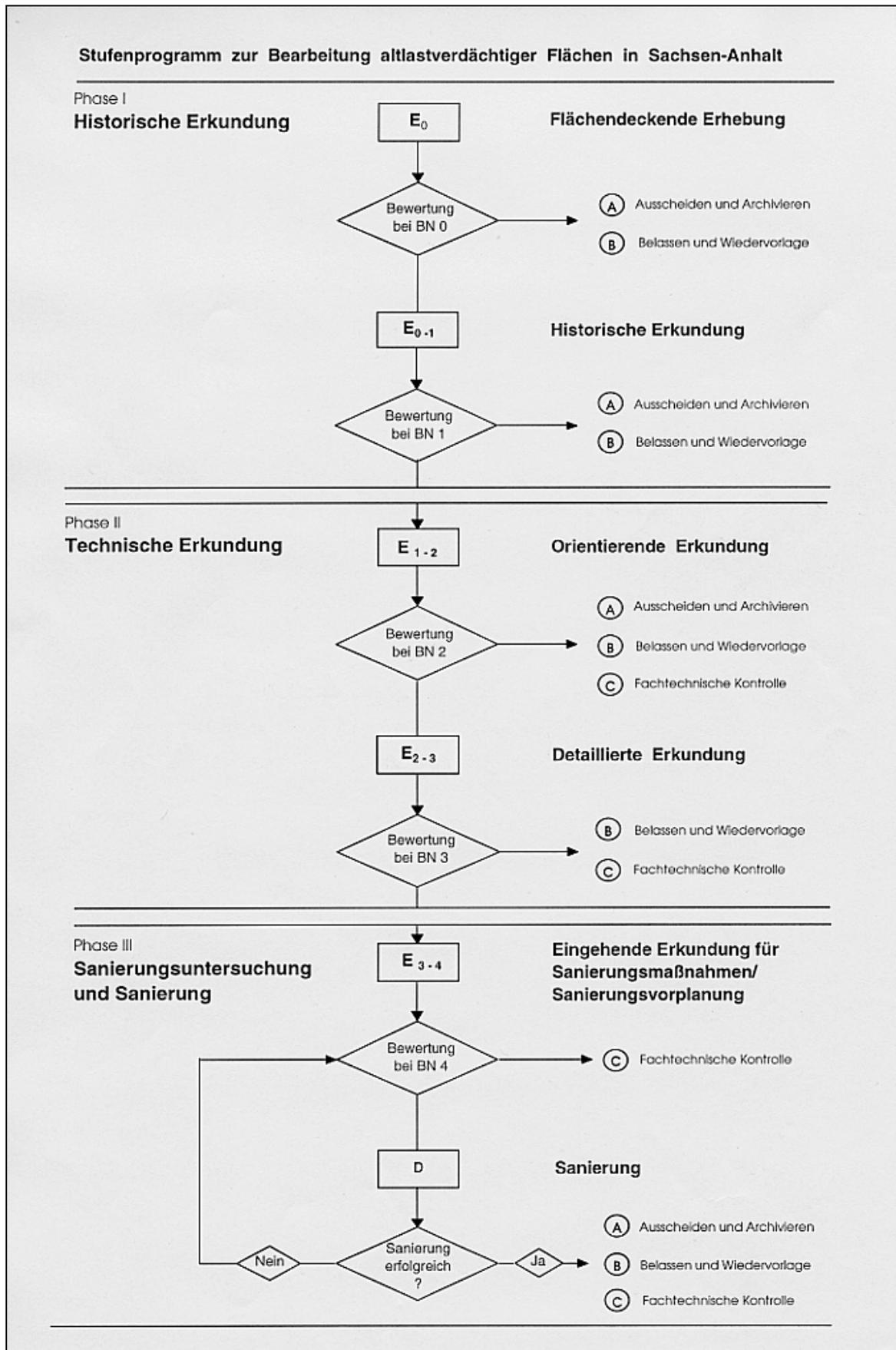


Abb. 2 Stufenprogramm zur Bearbeitung altlastverdächtiger Flächen in Sachsen-Anhalt

2 Historische Erkundung

Entsprechend dem Stufenprogramm zur Altlastenbearbeitung des Landes Sachsen-Anhalt (Abb. 2) werden altlastverdächtige Flächen und Altlasten stufenweise erfaßt, bewertet und je nach Bewertungsergebnis weiter erkundet (E), ausgeschieden und archiviert (A), zur Wiedervorlage belassen (B) oder ab Phase II einer fachtechnischen Kontrolle (C) unterzogen.

Die abgestufte Vorgehensweise umfaßt in Phase I **die flächendeckende Erhebung und formale Erstbewertung (E₀)** sowie **die einzelfallspezifische historische Erkundung und schutzgutbezogene Erstbewertung (E₀₋₁)**

Eine präzise, umfassende Untersuchung in dieser Phase ist notwendig und gerechtfertigt, da die Kosten für weitere Erkundungen mit jeder Stufe überproportional ansteigen.

2.1 Flächendeckende Erhebung und formale Erstbewertung

Ziel der Erhebung ist eine flächendeckende, möglichst vollständige Erfassung aller altlastverdächtigen Flächen (ALVF), die sowohl Altablagerungen, Altstandorte als auch militärische und Rüstungsaltlasten umfassen. Dabei soll der Aufwand gering sein. Die ALVF des Landes Sachsen-Anhalt werden gemäß § 31 AbfG LSA in der Datei über altlastverdächtige Flächen und Altlasten im Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt vorgehalten.

2.1.1 Flächendeckende Erhebung altlastverdächtiger Flächen

Zur flächendeckenden Erhebung der altlastverdächtigen Flächen dient im Land Sachsen-Anhalt der Datenerfassungsbeleg des **Mitteldeutschen Altlasteninformationssystem** MDALIS, der im **Anhang 3** ausführlich erläutert wird.

Untergliedert in die Datengruppen

- Standortbasisdaten,
- Emissionsdaten,
- Immissionsdaten,
- Transmissionsdaten,
- Ergänzende Angaben,
- Untersuchungen,
- Dokumentationsstand und
- Nutzungsverhältnisse

sollen möglichst vielfältige Informationen zur jeweiligen ALVF erfaßt werden.

Die **Standortbasisdaten** umfassen die Kennziffer, aus der sowohl die Zuordnung zu Gemeinde und Kreis bzw. kreisfreier Stadt als auch die Art der ALVF erkennbar ist, die Angabe des erreichten Beweisniveaus als Ausdruck des Kenntnisstandes, Angaben zu Lage und Größe der ALVF, zur Erfassung, zu den Eigentumsverhältnissen und Hinweise auf andere vorhandene Dateien.

Für die Gewinnung altlastenrelevanter Daten stehen z.B. folgende Informationsquellen zur Verfügung:

- öffentliche und private Archive von Kommunen, Firmen und Presse,
- alte Adreß- und Branchenverzeichnisse,
- topografische Karten,
- historische Karten und Pläne einschließlich Luftbilder,
- Befragung von Zeitzeugen, Betriebsangehörigen oder ortsansässigen Personen.

Die **Emissionsdaten** enthalten Angaben über Branchen und Stoffinventar.

Die **Immissionsdaten** zeigen über Entfernungsangaben an, welche Nutzungen/Schutzgüter durch die ALVF beeinflusst werden könnten. Des Weiteren sollen hier nachgewiesene bzw. sichtbare Kontaminationen angegeben werden.

Mittels der **Transmissionsdaten** erfolgt eine grobe Charakterisierung der Grundwasserverhältnisse und der umgebenden bzw. liegenden geologischen Schichten.

Nutzbare Informationsquellen für die Immissions- und Transmissionsdaten sind z.B.:

- hydrogeologisches Kartenwerk der DDR (HK 50),
- geologische Karten und Profile,
- Karten der Landschafts- und Naturschutzgebiete,
- Karten der Wasserschutzgebiete

sowie auch einige der bereits zur Ermittlung der Standortbasisdaten genutzten Quellen.

Ergänzende Angaben sollen die Einschätzung und Planung des weiteren Untersuchungs- oder Handlungsbedarfs unterstützen. Sie werden aus den genannten Informationsquellen und zusätzlichen Ortsbegehungen gewonnen.

Unter den Datengruppen **Untersuchungen**, **Dokumentationsstand** und **Nutzungsverhältnisse** werden Angaben zu bereits vorhandenen Gutachten, Untersuchungsberichten, Stellungnahmen, Planungsdokumenten u.a. aufgeführt.

Auf der Stufe der flächendeckenden Erhebung werden einige Informationen speziell in den Datengruppen Transmissionsdaten, Ergänzende Angaben, Untersuchungen, Dokumentationsstand und Nutzungsverhältnisse noch nicht vollständig sein. Der Wahrheitsgehalt vorhandener und ermittelter Informationen ist unterschiedlich. Aus diesen Gründen liefern die mit Hilfe des DEB ermittelten Mindestinformationen nur erste Hinweise auf das Gefährdungspotential einer ALVF.

2.1.2 Formale Erstbewertung zur Ermittlung von Prioritäten

Für die formale Erstbewertung, die sich an die Erhebung anschließt, ist ein Mindestinformationsbedarf erforderlich, der im Datenerfassungsbeleg (DEB) dokumentiert sein muß. Dieser umfaßt

- Standortbasisdaten (Flächen- oder Volumenklasse),
- Emissionsdaten (Gefährdungsklasse nach Branche oder Stoffinventar),
- Transmissionsdaten (k_f -Wert-Klasse und Klasse Sohlage des Grundwasserspiegels) sowie
- Immissionsdaten (Entfernungsklassen zu sensiblen Nutzungen/Schutzgütern).

Diese gewichteten Daten werden in geeigneter Weise verknüpft, woraus sich eine Bewertungszahl ableitet.

Die Wichtung der einzelnen Kriterien und ihre additive Verknüpfung für die Altablagerungen basieren auf einer im Niedersächsischen Landesamt für Ökologie entwickelten Methodik /10/. Diese Verfahrensweise wurde im Landesamt für Umweltschutz erweitert, um sie auch für Altstandorte anzuwenden.

Der Bewertungsschlüssel für die formale Erstbewertung ist aus den Matrizen Stoffgefährlichkeit, Transmissioneigenschaften und Nutzungsentfernungen aufgebaut. In **Anhang 3** Erläuterungsbericht zum DEB MDALIS) wird der Algorithmus für die Berechnung der Bewertungszahl, der im Erfassungsprogramm MDALIS hinterlegt ist, ausführlich beschrieben.

Zur ersten Einschätzung von Handlungsbedarf und Gefährdungspotential wurden folgende Stufen festgelegt:

1. Altablagerungen:

Bewertungszahl	Handlungsbedarf	Gefährdungspotential
71 bis 100	vorrangig	hoch
41 bis 70	nachrangig	mittel
0 bis 40	untergeordnet	gering

2. Altstandorte:

Bewertungszahl	Handlungsbedarf	Gefährdungspotential
81 bis 100	vorrangig	hoch
61 bis 80	nachrangig	mittel
0 bis 60	untergeordnet	gering

Anhand der so ermittelten Prioritäten ist eine Vorklassifizierung für die weitere Behandlung der ALVF möglich. Ist das Gefährdungspotential hoch, wird eine weitere Erkundung notwendig sein. Bei mittlerem Gefährdungspotential kann eine Bearbeitung vorerst zurückgestellt werden, eine Beobachtung ist jedoch angebracht. Im Falle eines niedrigen Gefährdungspotentials wird die Verdachtsfläche zunächst "nur" archiviert. Bedeutung erlangen auch diese Flächen u.U. in der Bauleitplanung. Nutzungsänderungen ergeben weitere Aktivitäten.

Bei der Bewertung der Erkundungsergebnisse bzw. der Festlegung der weiteren Vorgehensweise kann jedoch auf eine Betrachtung der ALVF im Einzelfall nicht verzichtet werden. Als eine Form der Entscheidungshilfe hat sich die Arbeit in **Regionalen Altlastenausschüssen**, die in einigen Landkreisen Sachsen-Anhalts beispielhaft gebildet wurden, bewährt.

2.1.3 Mitteldeutsche Altlasteninformationssystem MDALIS

MDALIS ist eine dBase-Datenbank zum Aufbau und zur Pflege der Datei über altlastverdächtige Flächen und Altlasten des Landes Sachsen-Anhalt. Mit MDALIS steht ein Programmsystem zur Verfügung, das die Funktionen

- Dateiaufbau,
- Datenerfassung, Korrektur,
- Bewertung der ALVF,
- Recherchen und
- Listenausgabe

erfüllt.

Eine ausführliche Beschreibung des Programmsystems ist **Anhang 7** zu entnehmen.

Die Verwaltung der Altlastverdachtsfall-Datei erfolgt dynamisch in einem Datenbanksystem mit neun Unterdateien. Diese Unterdateien enthalten:

Datei A	obligatorische Angaben
Datei B	Nutzer, Branchen
Datei C	Zusatzangaben
Datei D	Brunnen
Datei E	Abfälle
Datei F	Dokumentationsstand
Datei G	Bemerkungen
Datei H	Liegenschaften
Datei I	Geologisches Normalprofil.

Einen großen Anteil an der Arbeit mit der Datei nimmt die ständige Aktualisierung ein. **Datenerfassung** und **Korrektur** erfolgen am Bildschirm entsprechend dem Datenerfassungsbeleg. Mittels Statuseinstellung ist es möglich, den Umfang der erfragten Angaben einzuschränken, was sich im Falle der Eingabe oder Korrektur von einzelnen Datenfeldern in vielen ALVF zeitsparend auswirkt. Während der Dateneingabe können jederzeit über Funktionstasten die allgemeinen Bemerkungen oder die aktuelle Bewertung der jeweiligen ALVF eingeblendet werden.

Die Auswahl der ALVF zur Bearbeitung ist u.a. nach folgenden Kriterien möglich:

- vollständige Registriernummer,
- teilweise Registriernummer (z.B. Gemeindenummer oder fortlaufende Nummer der ALVF),
- nacheinander, entsprechend der Sortierung der Daten,
- Liste der Registriernummern, welche bei einer Recherche erzeugt wurde,
- Blättern in allgemeinen Angaben,
- Eingabe eines Suchbegriffs.

Eine Sortierung mehrerer ALVF-Datensätze ist nach vollständiger Registriernummer (gemeindeweise) oder nach fortlaufender Nummer für den Landkreis/ die kreisfreie Stadt möglich.

Der **Bewertung** von ALVF im Programmsystem MDALIS liegt der Algorithmus der formalen Erstbewertung zugrunde. Sie ist für die Erstellung von Prioritätenlisten unerlässlich.

Die Datei der altlastverdächtigen Flächen und Altlasten wird für statistische Fragestellungen und für Sachauskünfte genutzt. Es handelt sich u. a. um Auskunftsanforderungen von Behörden und Firmen zu Raumordnungsverfahren, Umweltverträglichkeitsstudien, Bauleitplanung, Verkehrsprojekten "Deutsche Einheit", Abschlußbetriebsplänen der Braunkohlentagebaue, Landschaftsplanungen und Regionalen Teilgebietsentwicklungsprogrammen. Das Rechercheergebnis kann wahlweise als Unterdateiensystem oder als Registriernummernliste erhalten werden. Das Programm erlaubt verschiedene Recherchen, die nachfolgend aufgezählt und in der Programmbeschreibung zu MDALIS (**Anhang 7**) näher erläutert werden:

- Standardrecherche:

In der täglichen Arbeit wiederkehrende Fragestellungen nach dem Vorhandensein von ALVF innerhalb einer Gemeinde, eines Kreises oder eines beliebigen Koordinatenrechteckes, nach der Bewertung, der Abfallart, der Branche oder dem Altlastentyp werden als Recherche in einem Menue angeboten. Diese Recherchen sind ohne rechner-spezifische Kenntnisse realisierbar.

- Universalrecherche:

Sie bietet die Möglichkeit, vom Anwender vorgegebene Recherchekriterien zur Separierung von ALVF mit bestimmten Eigenschaften zu nutzen. Die Realisierung der Recherche erfordert ein gewisses Maß an Kenntnissen des Dateisystems und Erfahrung in der Formulierung von Bedingungen unter dBase.

- Kombinierte Recherche:

Sie ist die Kombination von Standard- und Universalrecherche. Innerhalb einer Standardrecherche können noch einengende Bedingungen vorgegeben werden. Eine Verknüpfung ist nur innerhalb einer Datei möglich.

Die **Ausgabe** des Inhaltes der Altlastverdachtsfall-Datei kann als Standortprotokoll, Bewertungsprotokoll, Übersichts- und Prioritätenliste erfolgen.

Im **Standortprotokoll** werden alle gespeicherten Informationen für eine ausgewählte ALVF oder für eine vorgegebene Anzahl von ALVF entsprechend Datenerfassungsbeleg ausgedruckt. Der Umfang des Standortprotokolls kann durch eine Maske gesteuert werden.

Das **Bewertungsprotokoll** enthält die Wichtung der einzelnen bewertungsrelevanten Kriterien. Der Ausdruck der Bewertung kann zusammen mit dem Standortprotokoll realisiert werden.

Übersichtsliste und **Prioritätenliste** sind die sogenannten Kurzprotokolle. Diese enthalten:

- Kennziffer
- Standortbezeichnung
- Gemeinde
- Kreis
- Fläche, Volumen
- Koordinaten
- Bewertung (Minimum/Maximum)
- Branchen.

In Form der Prioritätenliste können die Kurzprotokolle absteigend nach der Größe der Bewertungszahl geordnet ausgedruckt werden.

Für das Programm MDALIS existiert im Landesamt für Umweltschutz eine Schnittstelle zur Überführung in das geografische Informationssystem ARC/INFO. Es besteht die Möglichkeit, die Grafikdaten von ARC/INFO in andere grafische Informationssysteme für PC zu überführen.

Das Programmsystem MDALIS wird Bestandteil eines ressortübergreifenden Umweltinformationssystems (UIS), das für das Land Sachsen-Anhalt derzeit erarbeitet wird. Das "Fachliche Feinkonzept Abfall/Altlasten" dient dabei als Vorgabe. In dessen Ergebnis wird auf der Grundlage des bisherigen MDALIS ein komfortables Fachinformationssystem erwartet, das sowohl den Anforderungen der unteren Abfallbehörden als auch aller anderen Umweltbehörden der Landesverwaltung gerecht wird.

2.2 Historische Erkundung und schutzgutbezogene Erstbewertung

2.2.1 Begriffsbestimmung

Die nachfolgende **Historische Erkundung (E₀₋₁)** hat das Ziel, über schon bekannte Altlastverdachtsflächen alle verfügbaren Informationen zusammenzutragen, ohne technische Erkundungsmaßnahmen zu betreiben. Die Untersuchungen sollen vor allem die historische Entwicklung beschreiben und damit einen möglichst detaillierten Überblick über die unterschiedlichen zu betrachtenden Einflüsse schaffen. Die historische Erkundung erfolgt standortspezifisch für die Fälle, die nach der flächendeckenden Erhebung einen Handlungs- oder Klärungsbedarf aufweisen.

Im Ergebnis der historischen Erkundung einer Altlastverdachtsfläche wird die Aussagekraft der Informationen so verdichtet, daß eine höhere Beweislage der Bewertung, das Beweinsniveau 1 (BN1), erreicht wird. Das BN1 ist die Grundlage für die **schutzgutbezogene Erstbewertung** des Standortes (Altablagerung oder Altstandort) zur Ermittlung seines Gefährdungspotentials und zur Ableitung des weiteren Handlungsbedarfes. Da alle weiteren Maßnahmen hoher finanzieller Aufwendungen bedürfen, sind durch Auswahl aller verfügbaren Unterlagen fundierte Bewertungsgrundlagen zu schaffen. Das bedeutet, daß die Quellen, die im Prinzip bereits für historische Erhebungen genutzt wurden, einer vertieften Auswertung unterzogen werden müssen. Eine erhöhte Bedeutung kommt der Vorortinformation zu, die durch eine fotografische Dokumentation gestützt werden sollte. Für die Mitwirkung der Betroffenen und gegebenenfalls für die spätere Feststellung der für die Sanierung Verantwortlichen ist es wichtig, den Eigentümer, Betreiber und/oder Nutzer zu ermitteln.

2.2.2 Auswertung vorhandener Unterlagen

2.2.2.1 Aktenauswertung

Eine wesentliche Grundlage zur Kennzeichnung der historischen Entwicklung bildet das Studium von Akten, Unterlagen und Karten. Ein Wissen "nach Aktenlage" bedarf aber der Kenntnis der Quellen in den Archiven und Ämtern und ihres Informationsgehaltes bezogen auf die Aufgabenstellung. Im **Anhang 6** sind wichtige Archive und deren Aktenbestand aufgeführt.

Ohne Anspruch auf Vollständigkeit sind zu recherchieren:

- Luftbildaufnahmen,
- historische Adreßbücher,
- Geschäftsverzeichnisse,
- Behördenverzeichnisse,
- Bauakten, Stadtpläne,
- topografische Karten mit unterschiedlichem Maßstab,
- geologische und hydrogeologische Karten,
- Kataster- bzw. Flurkarten und
- technische Dokumentationen.

Weiterhin sind zu nennen:

- Branchenverzeichnisse,
- Telefonbücher,
- Chroniken und Jubiläumsschriften von Kommunen, Firmen und Verbänden,
- wissenschaftliche Arbeiten an Universitäten, Hoch- und Fachhochschulen,
- Tagungsberichte,
- Gutachten,
- technische Dokumentationen und
- statistische Jahrbücher.

2.2.2.2 Luftbildauswertung

Eine wichtige Informationsquelle bei der Erfassung von Altablagern sind Luftbildaufnahmen. Besonders die Auswertung zeitlich auseinanderliegender Luftbildaufnahmen und historischer topografischer Karten (multitemporale Kartenauswertung) gibt Aufschluß zu Lage, Fläche und deren historischer Entwicklung und Veränderung. Die Aussagen können bei stereoskopischer Auswertung noch verbessert werden. Die Nutzung des Bildmaterials der anglo-amerikanischen Luftaufklärung aus dem 2. Weltkrieg ist für die Einschätzung von Kriegsschäden (Bombardierungen) in den industriell strukturierten Gebieten erfolgversprechend.

Eine anschauliche Einführung in das Arbeiten mit Karten und Luftbildern zur Erfassung stillgelegter Abfallablagern (Altablagern) und aufgelassener Industrie- und Gewerbeflächen (Altstandorte) bietet z.B. die Veröffentlichung von DODT /18/.

2.2.2.3 Ortsbegehungen, Fotodokumentationen, Befragungen

Die Ortsbegehung hat im Rahmen der historischen Erkundung, die standortspezifische Aufgabenstellungen löst, eine große Bedeutung. Sie kann einen Gesamteindruck von der betrachteten Fläche, aber auch Erkenntnisse über aktuelle Nutzungen am Standort und dessen Umgebung, geplante Nutzungsänderungen und deren Gründe, Vegetationsschäden, Kontaminationsschwerpunkte, besondere Ereignisse und möglicherweise gefährdete Schutzgüter liefern.

Folgende Tätigkeiten werden empfohlen:

- Lokalisierung der ALVF und Vergleich mit vorhandenen Karteneintragen z.B. durch Luftbildauswertungen,
- Zustandsbeschreibung (Altstandorte: z.B. Kontaminationsverdachtsstellen im Rahmen ermittelter Technologien; Altablagern: z.B. Sickerwasseraustritte, Vegetationsanomalien, Abdeckung u.ä.),
- Ermittlung der Flächenausdehnung,
- Feststellung von benachbarten sensiblen Nutzungen mit Entfernungsangaben,
- Erfassung von Grundwasser- und anderen Meßstellen sowie vorhandenen Brunnen,
- Fotodokumentation.

Diese Arbeiten sind mit Befragungen von ortskundigen Personen und Zeitzeugen zu verbinden. Vor allem sind Auskünfte zu Art und zeitlicher Abfolge von Altablagerungen, zur früheren Industrie- und Gewerbestruktur und zu möglichen Schadensfällen bzw. Havarien einzuholen. Örtliche Behörden benennen in der Regel geeignete Ansprechpartner.

Gewonnene Informationen können durch Auskünfte, Akten, Kataster usw. der Fach- oder Landesbehörden und der gewerblichen Wirtschaft noch verdichtet werden.

Genannt seien beispielhaft:

Landesamt für Umweltschutz,
 Geologisches Landesamt,
 Landesvermessungsamt,
 Staatliches Amt für Umweltschutz,
 untere Abfallbehörde,
 untere Wasserbehörde,
 Bergamt,
 Gewerbeaufsichtsamt,
 Planungsamt/Bauamt,
 Oberfinanzdirektion,
 Straßenbauamt/Landesamt für Straßenbau/Autobahnamt,
 Kampfmittelbeseitigungsdienst,
 Katasteramt,
 Ordnungsamt,
 Forstamt,
 Bundeswehr,
 Amtsgericht (Handelsregister),
 Bahn und Post,
 Industrie- und Handelskammer,
 Handwerkskammer,
 Bibliotheken, Archive und Zeitungsarchive.

2.2.2.4 Thematische Karten

Hinweise auf Transferbedingungen zu Schutzgütern und zu sensiblen Nutzungen können unterschiedlichen thematischen Karten entnommen werden. Neben Kartenwerken, die flächendeckend im Landesamt für Umweltschutz bzw. im Geologischen Landesamt für Sachsen-Anhalt vorgehalten werden, wie:

- Hydrogeologisches Kartenwerk (HK 50)	1: 50 000
- Karte der Wasserschutzgebiete	1: 25 000
- Karte der Naturschutzgebiete	1: 200 000
- Geologische Meßtischblätter	1: 25 000
- Niederschlagskarten	

sind bodenkundliche Karten, Grundwasserisohypsenpläne, Bauleitplanungen u.a. zu nutzen.

2.2.2.5 Branchentypische Inventarisierung des Schadstoffpotentials

Die Kenntnis der regionalen Strukturen läßt ein für Sachsen-Anhalt typisches branchenübliches Schadstoffpotential sowohl für Altablagerungen als auch für Altstandorte erwarten.

Ca. 75 % der **Alttablagerungen** in Sachsen-Anhalt stellen "Verkipungen" von Hausmüll und hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen mit geringer Ablagerungsmenge dar. Dies ist insbesondere auf eine vor 1989 übliche ortsnahe und unsortierte Verbringung von Abfällen in Deponien ohne oder mit ungenügenden technischen Sicherungsmaßnahmen (Basisabdichtung, Oberflächenabdichtung u.a.) zurückzuführen. Für ca. 80 % aller Alttablagerungen wird aufgrund des Inventars und der abgelagerten Menge ein geringes Gefährdungspotential und ein eher nachrangiger bis untergeordneter Handlungsbedarf prognostiziert.

Ca. 20 % der Altablagerungen müssen der Kategorie "Sonderabfall" zugeordnet werden. Die Verkipfung großer Mengen industrieller Abprodukte wie Aschen, Schlacken, Säureharze, Teerrückstände oder HCH-Isomere der Branchen Energieerzeugung, Kohleveredelung, organische Synthesechemie, anorganische Grundstoffindustrie und Hüttenwesen in bergbaulichen Hohlformen (Tagebaurestlöcher, Steinbrüche), in Absetzbecken oder auf Halden führte dazu, daß den industriellen Ablagerungen und Deponien ein hohes Gefährdungspotential bei vorrangigem Handlungsbedarf zuzuordnen ist.

Da die "Entsorgung" dieser industriellen Reststoffe jedoch zumindest ab 1976 genehmigt oder geduldet erfolgte, ist das Inventar dieser Ablagerungen häufig qualitativ bekannt. Die nachfolgende Matrix (Tab. 1) /19/ bietet einen Überblick über die in verschiedenen Produktionszweigen anfallenden Abfälle und ist somit ein erster Anhaltspunkt für das zu erwartende Stoffinventar einer vorwiegend industriellen Altablagerung.

Ca. 20 % aller erhobenen **Altstandorte** entfallen auf den Bereich des produzierenden und verarbeitenden Gewerbes. Innerhalb dessen nehmen Metallverarbeitung, Maschinenbau, Chemie, Bergbau, Energie und Hüttenwesen einen hohen Anteil ein.

Hinsichtlich des **metallverarbeitenden Gewerbes** gibt es kaum signifikante Unterschiede zwischen dem branchentypischen Schadstoffpotential in den alten und den neuen Bundesländern. So ist mit dem Umgang von Mineralölprodukten zu Schmierzwecken, von leichtflüchtigen aromatischen Kohlenwasserstoffen (Benzol, Toluol, Xylol, Ethylbenzol, Styrol, Cumol u.a.) als Lösemittel sowie mit leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen (LHKW) im Einsatz zur Entfettung und im Falle der Oberflächenbehandlung über Galvanisierung weiterhin mit Cyaniden und Schwermetallen zu rechnen.

Die Unterschiede zu den branchentypischen Inventarisierungen in der Wirtschaft der alten Bundesländer insbesondere im Bereich Bergbau, Energie und Chemie basieren auf den Autarkiebestrebungen der DDR, wo versucht wurde, auf Basis einheimischer Rohstoffe (Braunkohle, Kalk, Kalisalze, Buntmetallerze) und vorhandener veralteter Industrieanlagen die in der Wirtschaft benötigten Grundstoffe selbst herzustellen.

Für die intensiv vom Braunkohlenbergbau geprägten Regionen Sachsen-Anhalts um Bitterfeld/Wolfen, Halle/Merseburg, Zeitz/Weißenfels aber auch um Halle/Eisleben und Nachterstedt war die Verbindung von Braunkohleförderung, Braunkohleverbrennung in Großkraftwerken, Industriekraftwerken und Heizwerken, die Brikettierung der Braunkohle zur industriellen Weiterverarbeitung und Hausbrand, die Verschmelzung von Braunkohle oder auch die Synthesegasgewinnung durch Kohlevergasung und die Acetylenengewinnung aus Carbid sowie die darauf aufbauende Großchemie kennzeichnend.

Die Verschmelzung von Braunkohle erfolgte an den Standorten Deuben sowie bis ca. 1972 auch in Profen und Nachterstedt. Umweltrelevant sind hierbei der Zwangsanteil stark phenolhaltiger Schwelwässer, die in Schwelteichen "gestapelt" oder über Schluckbrunnen tiefenverpreßt wurden, und Handhabungsverluste von Ölen sowie Rückstandsablagerungen (Teerfilterrückstände, Schmunzeldeponien).

Von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist die Vielzahl historischer Standorte der Braunkohleverschmelzung und Schwelteerverarbeitung im Zeitz-Weißenfelser Raum, um Halle-Ammendorf sowie im Oberröblinger Braunkohlerevier. Dort gelangte -beginnend um 1860- die Braunkohleveredelung zu einer gewissen Blüte. Die Mehrzahl dieser Standorte liegt bereits seit einigen Jahrzehnten brach.

Die Weiterverarbeitung der Teere erfolgte destillativ (Webau) oder hydrierend nach dem TTH-Verfahren (Zeitz) zu Benzinen, Ölen, Paraffinen u.a.m.

Parallel zur Verarbeitung kohlestämmiger Produkte (Teere) wurden Mineralölprodukte und Einsatzstoffe zur Synthesechemie auf Basis von Erdölfractionen destillativ, über thermisches und katalytisches Cracken, über hydrokatalytische Prozesse (Hydrorafination, Hydrosalten, Reformieren) sowie Raffination mit Schwefelsäure oder Oleum und Natronlauge an den Standorten Leuna, Lützkendorf und Zeitz produziert. Neben Stofffreisetzungen durch Handhabungsverluste, Havarien und Kriegsschäden weisen die Ablagerungen von Raffinationsrückständen (Säureharze) hohe Umweltrelevanz auf.

Der Einstieg in die organische Chemie erfolgte am Standort BUNA. Umweltrelevant sind hierbei neben der Staubemission die zu deponierenden Carbidenschlämme. Insbesondere die bei der Weiterverarbeitung des Acetylens (REPPE-Synthesen) häufig eingesetzten quecksilberhaltigen (homogenen und heterogenen) Katalysatoren führten in der Folge zu einer massiv umweltrelevanten Verschleppung von Quecksilberverbindungen.

Die Kohlevergasung erfolgte mit dem Ziel der Herstellung von Wasserstoff oder Synthesegas für die Ammoniak- bzw. Methanolproduktion u.a. am Standort Leuna, wobei hier neben der Emission von Stäuben die deponierten Aschen der LURGI- oder WINKLER-Generatoren sowie die Abwässer und Schlämme der Gasreinigung als umweltrelevant anzusehen sind.

Weiterhin ist im Zusammenhang mit der Produktion chlororganischer Insektizide wie γ -HCH, DDT, Methoxychlor und dergleichen die HCH-Synthese besonders umweltrelevant. Die hierbei anfallenden nicht γ -Konformeren, die 84 % des HCH ausmachen, wurden deponiert. Besonders betroffen sind hierbei die Regionen um Magdeburg (Fahlberg-List) mit Ablagerungen im Stadtgebiet sowie im Steinbruch Emden und die Region Bitterfeld-Wolfen mit Ablagerungen in einer Reihe von Tagebaurestlöchern (Grube Antonie, Freiheit III u.a.).

Am Standort Bitterfeld/Wolfen wurden phosphororganische Insektizide, insbesondere Dimethyl-p-nitrophenyl-thiophosphorsäureester (Wofatox) und analoge Verbindungen (Paraoxon E 600, Parathion E 605) hergestellt.

Bei der Herstellung von Herbiziden auf Basis chloresubstituierter Phenoxyessigsäuren (Wuchsstoffherbizide) an den Standorten Bitterfeld und Magdeburg ist auf die Problematik der PCDD/PCDF zu verweisen.

An den Standorten Bitterfeld, Wolfen und Coswig erfolgte die Schwefelsäureherstellung nach dem Gips-Schwefelsäure-Verfahren (MÜLLER-KÜHNE-Verfahren) im Primärschritt durch Umsetzung von Anhydrit mit Kohle, Sand und Ton zu Zement und Schwefeldioxid, verbunden mit extrem hohen Staubemissionen. Dies gilt ebenso für die Zementherstellung an den Standorten Bernburg und Karsdorf. Umweltrelevant sind hierbei neben den mit den Stäuben emittierten Spurenelementen insbesondere die Zuführung von Abfällen und Reststoffen zur "thermischen Entsorgung" in den Drehrohröfen mit entsprechenden Emissionsproblemen (PCDD/PCDF, Schwermetalle...).

Weiterhin ist die Chlorerzeugung über die Chlor-Alkali-Elektrolyse, vorwiegend nach dem Amalgamverfahren, an den Standorten BUNA und Bitterfeld mit entsprechenden Quecksilberemissionen von Bedeutung.

Von geringerer Umweltrelevanz ist die Gewinnung und Aufbereitung von Kalirohsalzen nach dem Flotations- oder Heißlöseverfahren an den Standorten Zielitz und Teutschental, früher Staßfurt und Bernburg, sowie die Weiterverarbeitung von Steinsalz zu Soda nach dem SOLVAY-Verfahren (Bernburg und Staßfurt). Allerdings führte die Verbringung der anfallenden Schlämme und calciumchloridhaltigen Endlauge auf Halden zu einem starken Flächenentzug sowie Salzbelastung von Boden, Grund- und Oberflächenwasser.

Der Abbau und die Verarbeitung von niederhöffigen Erzen wie dem Mansfelder Kupferschiefer führte einerseits über eine massive Emission von schwermetallhaltigen Stäuben und andererseits über die Ablagerung von Abraum und Reststoffen auf Halden zu einer beträchtlichen Umweltbelastung.

Im Bereich Handel, Dienstleistung und Versorgung, auf den ca. 50 % der ALVF bei Altstandorten entfallen, werden die Schwerpunkte von den Tankstellen, chemischen Reinigungen, Autoreparaturwerkstätten sowie Werkstätten größerer Betriebe gebildet.

Grundsätzlich unterscheidet sich in diesem Bereich das branchentypische Schadstoffpotential nicht von dem der Altstandorte in den alten Bundesländern.

Kennzeichnend waren hierbei in der Vergangenheit häufig sowohl bei öffentlichen Tankstellen als auch bei Betriebstankstellen nur unzureichende technische Vorkehrungen im Umgang mit wassergefährdenden Stoffen früherer Jahre (einwandige Tanks, keine Tanktassen oder -wannen, keine geschweißten Domschächte, keine Überfüllsicherung, unwirksame Leichtflüssigkeitsabscheider im Abwassersystem) sowie ein relativ sorgloser Umgang mit Treib- und Schmierstoffen, was zu entsprechenden Produktaustritten und damit Schadstoffeinträgen führte.

Sowohl bei Tankstellen als auch bei Werkstattstandorten wurden häufig neben flüchtigen Benzinen (Waschbenzin) auch halogenierte Kohlenwasserstoffe zur Entfettung eingesetzt. Die hierbei getroffenen Vorkehrungen zur Verhinderung von Schadstoffausbreitungen entsprachen häufig nicht den Erfordernissen.

Im Bereich der Landwirtschaft, auf den ca. 30 % der ALVF bei Altstandorten entfallen, handelt es sich vorwiegend um Standorte der Tierzucht, um Silo- und Speichereinrichtungen, Werkstätten zur Wartung von Landtechnik sowie Lager für Düngemittel, Beizstoffe, Herbizide und Fungicide.

Prägend für die Altlastensituation ist die industrielle Pflanzen- und Tierproduktion in Landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften (LPG), Volkseigenen Gütern (VEG), Betrieben des Kombines Industrielle Mast (KIM) sowie Agrochemischen Zentren (ACZ) und Zwischenbetrieblichen Einrichtungen (ZBE).

Ein spezifisch "landwirtschaftliches" Problem ist die mit der industriellen Tierproduktion verbundene Güllelagerung und Güllebeseitigung, die neben einem massiven Einsatz von Düngemitteln sowie Pflanzenschutzmitteln zu einer Belastung des Bodens sowie des Grund- und Oberflächenwassers (Eutrophierung) führen konnte.

Die Umweltrelevanz im Bereich der Wartung von Technik sowie der Tankstellen und Faßlager für wassergefährdende Stoffe entspricht i.w. den ALVF im Bereich Handel, Dienstleistungen und Versorgung, wobei grundsätzlich davon ausgegangen werden kann, daß bei jedem Technikstützpunkt eine Tankstelle für Dieselkraftstoff, z.T. auch Vergaserkraftstoff und entsprechende Faßlager für Treib- und Schmierstoffe vorhanden waren. Dies gilt gleichermaßen für Lagerkapazitäten von Düngemitteln.

Nachfolgend sind zur Begleitung der branchentypischen Inventarisierungen die Matrizes "Wirtschaftszweig/Stoffe /20/ (Tab. 2, Blatt 1, 2 und 3) sowie "Dienstleistungsbereich/Stoffe" /21/ (Tab. 3, Blatt 1, 2 und 3) wiedergegeben.

Wesentliche Unterschiede zu den branchentypischen Inventarisierungen der alten Bundesländer, auf denen die oben angeführten Matrizes beruhen, sind im Altlastengutachten II (TZ 532 ff) /16/ dargestellt. Wie oben ausgeführt, ergeben sich diese in der Regel im Bereich Bergbau, Energie, Chemie.

Matrix

Wirtschaftszweige - Stoffe

Quelle: Branchentypische Inventarisierung von Bodenkontamination -ein erster Schritt zur Gefährdungsabschätzung für ehemalige Betriebsgelände
 Kinner U., Köster L., Niclaß M.
 Ges. f. Systemtechnik mbH Essen
 Herausgeber: Umweltbundesamt, Berlin

Anmerkung: Die Punkteverteilung macht keine Angaben zur Relevanz der Stoffe.
 Einige Punkte lassen sich nicht zuordnen.

		Mineralöl Benzin	Teer	Aromate	Polycycl. arom. CW	Sonst. CW	Organohalogene												Cyanate	Organ. Nitro- verbindungen	Sonst. organ. N-Verb.	Pflanzen- behandlungs- mittel
		Mineralöl Benzin	Carbölöl Carbolineum	Benzol p-Chinon Kresol Phenol Toluol Xylol Styrol Cyclohexanon	Anthracen Benzidin Benz(a)Pyren Naphthalin Phenanthren Fluoranthren	Ethylenoxid Ethylenglykol Methanol	Allylchlorid Chloroform (Trichlormethan) Chloroform Dibromethan (Ethylenbromid) Dichlor-propylolether Dichlorethan Dichlorpropan Epichlorhydrin Ethylenchlorhydrin	PCB / PCT PCDD / PCDF Pentachlorphenol	Perchloroethylen (Per) Tetrachlorethyl Tetrachloroethenstoff Trichlorethan Trichlorethylen (TPE)	Hexachlorbenzol (HCB) Hexachlorcyclohexan (HCH)	Diphenylmethan-4, 4'-disocyanat Toluylendisocyanat	Chlornitrobenzole Dinitrophenol Nitrobenzole Nitrotoluole	Anilin Pyridin	DDT Dichlorvos Endosulfan Lindan Parathion								
10310	Gaserzeugung (öffentl. Versorgung)																					
11011	Steinkohlebergbau																					
11015	Kokerei																					
1105	H. v. Steinkohlebriketts																					
111	Braunkohlebergbau u. Briquettherstellung																					
1131	Eisenerzbergbau																					
1135	NE-Metallerzbergbau																					
115	Kali- u. Steinsalzbergbau																					
116	Gew. v. Erdöl, Erdgas																					
2001	H. v. chem. Grundstoffen																					
	- Anorgan. Grundstoffe u. Chemikalien																					
	- Handelsdünger																					
	- Organ. Grundstoffe u. Chemikalien																					
	- Kunststoffe, synthet. Kautschuk																					
2002	H. v. chem. Erzeugnissen f. Gewerbe, Landwirtschaft																					
20021	H. v. Anstrichmitteln Druck- u. Abziehfärbn																					
20027	Sonstige chem. Erzeugnisse																					
	Abdichtungsmaterial f. Bauzwecke																					
	Galvanische Chemikalien																					
	Gerbstoffe, Gerbstoffextrakte																					
	Härtmittel																					
	Härter f. Kunststoffe u. Erzeugnisse auf Kunststoffbasis																					
	Holzschutzmittel																					
	Industriereinigungsmittel																					
	Isoliermassen, -mittel																					
	Kühlmittel																					
	Klebstoffe																					
	Konservierungsmittel (auch für Lebensmittel)																					
	Korrosionsschutzmittel																					
	Mineralöladditive																					
	Hydraulikflüssigkeit																					
	Saaten-, Pflanzenschutzmittel, Schädlingsbekämpfungsmittel																					
	Stabilisatoren f. Kunststoffe u. Erzeugnisse auf Kunststoffbasis																					
	Entrostungsmittel																					
	Schmiermittel																					
	Waschrohstoffe																					
	Weichmacher																					
	Explosivstoffe																					
	Desinfektionsmittel																					
	Riechstoffe																					
	Antioxydantien																					
	Abbeizmittel																					
20031	H. v. pharmazeut. Erzeugnissen																					
20033	H. v. Seifen, Wasch- u. Körperpflegemitteln																					
20035	H. v. fotochem. Erzeugnissen																					
2004	H. v. Chemiefasern																					
205	Mineralölverarbeitung																					
210	H. v. Kunststoffwaren																					
213	H. v. Gummiwaren																					
221	Gewinnung v. Steinen u. Erden																					

Tab. 2: Matrix: Wirtschaftszweig/Stoffe (Blatt 3) /20/

Matrix

Wirtschaftszweige - Stoffe

Quelle: Branchentypische Inventarisierung von Bodenkontamination -ein erster Schritt zur Gefährdungsabschätzung für ehemalige Betriebsgelände
Kinner U., Köster L., Niclaß M.
Ges. f. Systemtechnik mbH Essen
Herausgeber: Umweltbundesamt, Berlin

Anmerkung: Die Punkteverteilung macht keine Angaben zur Relevanz der Stoffe.
Einige Punkte lassen sich nicht zuordnen.

	Mineralöl Benzin	Teer	Aromate	Polycycl. arom. CW	Sonst. CW	Organohalogene	Cyanate	Organ. Nitro- verbindungen	Sonst. organ. N-Verb.	Pflanzen- behandlungs- mittel
	Mineralöl Benzin	Carbölöl Carbolneum	Benzol p-Chinon Kresol Phenol Toluol Xylol Styrol Cyclohexanon	Anthraxen Benzidin Benz(a)pyren Naphthalin Phenanthren Fluoranthren	Ethylenoxid Ethylenglykol Methanol	Allylchlorid Chloroform (Trichlormethan) Chloroethen Dibromethan (Ethylenbromid) Dichlor-diacetylen Dichlorethan Dichlormethan (Methylenchlorid) Dichlorpropan Epichlorhydrin Ethylenchlorhydrin	PCB / PCT PCDD / PCDF Pentachlorphenol Perchloräthylen (Per) Tetrachlorethylen Tetrachlorkohlenstoff Trichlorethan Trichlorethylen (TRI) Hexachlorbenzol (HCB) Hexachlorcyclohexan (HCH)	Diphenylmethan-4,4'-disocyanat Toluylendisocyanat	Chlornitrobenzole Dinitrophenol Nitrobenzole Nitroalkole	Auflin Pyridin DDT Dichlorvos Endosulfan Lindan Parathion
2221										
2222										
22247										
2227										
223										
2237										
224										
227										
230										
232										
23311										
23314										
23317										
234										
235										
237										
2384										
2387										
242										
243										
244										
246										
248										
240/241										
250										
2501										
252										
256										
258										
260										
26051										
26053										
26055										
26057										
26058										
261										
26411										
2646										
268										
270										
271										
272										
275										
276										
28/29										
297										

Tab. 2: Matrix: Wirtschaftszweig/Stoffe (Blatt 4) /20/

2.2.3 Ergebnisdarstellung

Die Beschreibung der Altlastverdachtsflächen im Rahmen der historischen Erkundung muß alle gewonnenen Informationen enthalten. Da die Verdachtsflächen überwiegend schon in der Datei über altlastverdächtige Flächen und Altlasten des LAU enthalten sind, ist der Erfassungsbogen MDALIS (**Anhang 3**) mit den recherchierten Sachdaten zu vervollständigen. In dem vorzulegenden Erkundungsbericht sind für alle Schadstoffpfade (Grundwasser, Oberflächenwasser, Boden und Luft) die Kenntnisse darzustellen (siehe Kap.5). Die historischen Daten sind neben allgemeinen Angaben zur ALVF und zur Lage inhaltlich nach folgender Mustergliederung zu dokumentieren:

1. Informationen zu abgelagerten Stoffen (Abfallarten)
 - Zeitraum der Ablagerung
 - Stoffarten und -mengen
 - Stoffeigenschaften
 - Vorbehandlung der Ablagerung
 - Einbau und Lagerung

2. Informationen über Sicherheits- und Entsorgungseinrichtungen (insbesondere bei Altablagerungen)
 - Sohlabdichtung
 - Abdeckung
 - Sickerwassersammlung
 - Niederschlagswasserableitung

3. Informationen zu Stoffen, mit denen am Altstandort umgegangen wurde
 - Branchen, Produktionspalette
 - Zeitraum der Produktion
 - entsprechend der Technologie verwendete oder entstandene Schadstoffe
 - mögliche Schadstoffherde
 - Kontaminationsflächen
 - Produktionsmengen
 - mögliche Kriegseinwirkungen

4. Informationen über örtliche Verhältnisse je nach Schutzgut
 - Grundwasserstände bzw. Flurabstände
 - Grundwasserfließrichtung
 - Grundwasserfließgeschwindigkeit
 - mittlere jährliche Niederschlagsmengen
 - Windverhältnisse
 - hydrogeologischer Standorttyp (siehe Anhang 4)
 - Schichtenfolge (Normalprofil)
 - Durchlässigkeit der wasserungesättigten Bodenzone
 - vorhandene Meßeinrichtungen (Grund-, Oberflächenwasser, Boden, Luft)
 - vorhandene Untersuchungsergebnisse

5. Informationen zur Nutzung und deren mögliche Beeinträchtigung
 - Trinkwasserschutz- und -vorranggebiete
 - Überschwemmungsgebiete
 - Landschaftsschutzgebiete
 - Erfassung vorhandener Brunnen
 - landwirtschaftliche Nutzung einschließlich Kleingärten
 - Bebauung (Wohngebiete, Schulen, Kindergärten, Sport- und Bolzplätze, Kinderspielplätze, Industrie- und Gewerbegebiete)

6. Kartenmaterial einschließlich Fotodokumentation

7. Hinweise auf Eigentumsverhältnisse und Rechtsvorgänge
8. Bewertungsvorschlag für die Schadstoffpfade Grundwasser, Oberflächenwasser, Boden und Luft (siehe Kapitel 5).

Im Ergebnisbericht sind die recherchierten Sachverhalte zur ALVF inhaltlich so darzustellen, daß zur Begründung der getroffenen Aussagen die **Quellenangabe des Informationsgewinns** nachvollziehbar belegt ist.

Für Altlasten, die bereits technisch erkundet wurden, sind ggf. historische Daten nachträglich zu recherchieren. Bei technisch bereits erkundeten Altlastverdachtsflächen kann die nachträgliche historische Erkundung für die weitere Bearbeitung zweckdienlich sein.

2.2.4 Schutzgutbezogene Gefährdungsabschätzung - Bewertungshinweise

Die formale rechnergestützte Erstbewertung im Ergebnis der flächendeckenden historischen Erhebung hatte das Ziel der Vorklassifizierung der ALVF für die weitere schrittweise Altlastenbehandlung nach Prioritäten. Es wird empfohlen, dem Vorschlag für die Bewertung der Ergebnisse der historischen Erkundung nach der in Kapitel 5 beschriebenen Methodik für den Schadstoffpfad Grundwasser zu folgen. Da entsprechende methodische Grundlagen für die Schadstoffpfade Boden, Oberflächenwasser und Luft derzeit noch nicht vorliegen, ist die Methodik von Baden-Württemberg bzw. Sachsen anzuwenden.

Nach der einzelfallspezifischen historischen Erkundung bei BN 1 soll, ausgehend von der Altlastenrelevanz der Stoffe und deren Stoffgefährlichkeit, die Gefährdung für Grundwasser, Oberflächengewässer, Boden und Luft abgeschätzt werden. In diese Betrachtung sind der Schadstoffaustrag aus der Altlast, das Eindringen des Schadstoffes in ein Transfermedium, der Transport zum Schutzgut und die Wirkung im Schutzgut einzubeziehen (Abb.3).

Grundsätzlich kann von jeder Altlastverdachtsfläche eine Gefahr für die Schutzgüter ausgehen. Schadstoffe im vorhandenen Schadstoffpotential der ALVF können ihre nachteilige Wirkung erst dann entfalten, wenn sie mit einem Schutzgut in Berührung kommen. Bei der Beurteilung der Wahrscheinlichkeit einer solchen Schutzgutgefährdung, z.B. des Grundwassers, sind neben der Stoffgefährlichkeit die Prozesse der Emission, Immission und Transmission zu berücksichtigen.

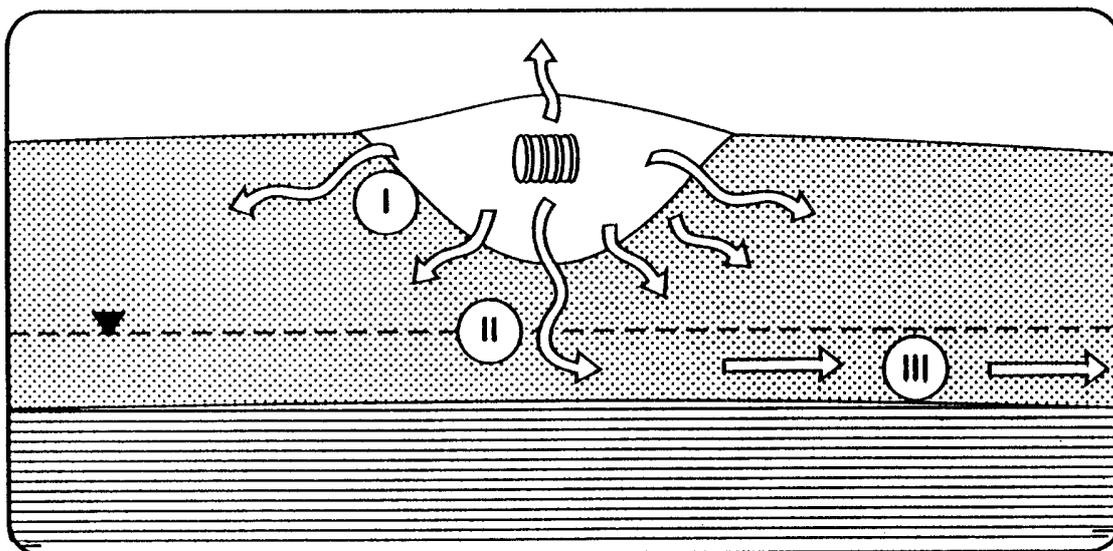


Abb. 3 Schematische Darstellung von Schadstoffaustrag (I); -eintrag (II) und Schadstofftransport (III)

Im Ergebnis des formalisierten, schutzgutbezogenen Bewertungsverfahrens wird für den **Programmschritt historische Erkundung** das **Beweisniveau 1** (BN 1) erreicht.

Folgende Einflußfaktoren müssen im BN 1 bekannt sein:

Abfallart/Branche,
Oberflächenabdeckung,
Oberflächenabdichtung,
Oberflächenwasserableitung,
Niederschlagsmenge,
Volumen der Ablagerung/Kontaminations- oder Betriebsfläche,
Grundwasser-Nutzungskriterien.

Noch nicht bekannt sind dagegen bei BN 1 in der Regel folgende Kriterien:

Konkreter Schadstoff (Analysendaten),
Lage zum Grundwasser,
Löslichkeit der Schadstoffe,
Ton- und Humusgehalt des Bodens,
Acidität des Bodens,
Abstandsgeschwindigkeit des Grundwassers, die aus der Durchlässigkeit, dem Grundwassergefälle und dem Gesamthohlraumanteil zu ermitteln ist,
Verdünnung und Analysenwerte vom Grundwasser,
Verdünnung und Analysenwerte in der Gasphase.

Während für Altlagerungen zunächst eine grobe Gliederung der Stoffgefährlichkeit über die Ablagerungsklassen

Erdaushub,
Bauschutt,
feste Siedlungsabfälle und
toxische bzw. schadstoffhaltige industrielle Abprodukte (Sonderabfall)

vorgegeben ist, ist für Altstandorte die Einstufung der Stoffgefährlichkeit problematisch.

Die historische Erkundung bietet die Möglichkeit, über die Erfassung der Betriebsgeschichte, die Auswertung von Betriebsplänen sowie die Ermittlung und Auswertung der Produktionstechnologien Erkenntnisse über wahrscheinliche Kontaminationsherde und Schadstoffe zu sammeln und so notwendige weitere Untersuchungen zu optimieren. Ohne Kenntnis, d.h. analytischen Nachweis spezieller Schadstoffe und konkreter Kontaminationsherde, die aus technischen Untersuchungen zu erhalten sind, ist eine Abschätzung der Stoffgefährlichkeit nur über die ermittelte Branche möglich. Eine Grundlage der Bewertung bildet das Branchenschlüssel-Verzeichnis, welches schon für die formale Erstbewertung zugrunde gelegt wurde. Mit Hilfe der Tabellen 2 und 3 (Matrizes "Wirtschaftszweig/Stoffe" und "Dienstleistungsbereich/Stoffe") ist eine erste Zuordnung der unterschiedlichen Branchen zu möglichen Kontaminationsherden herzustellen. Bei der Festlegung der Stoffgefährlichkeit wird aus dem zu vermutenden Schadstoffspektrum der Branche der Schadstoff mit der höchsten Gefährlichkeit gewählt. Für den Bewertungsgang nach Kapitel 5 dient Tabelle 10, ebenda, als Grundlage.

Erst wenn analytisch gesicherte Kenntnisse über spezielle Schadstoffe bzw. Schadstoffgruppen in der Altlast vorliegen (etwa im Ergebnis orientierender Erkundungen, siehe Kap.3), können Tabellen der Schadstoffgefährlichkeit für chemische Stoffe und Stoffgruppen genutzt werden. Die Vorgehensweise des Bewertungsganges ist im Kapitel 5 allgemeingültig für höhere Beweislagen beschrieben.

3 Technische Erkundung

3.1 Einleitung

Nach Abschluß der historischen Erkundung (Beweisniveau 1), die lediglich auf einer Auswertung vorhandener Unterlagen und Informationen basiert, kann einerseits nur in offensichtlichen Fällen die Entscheidung über die Entlassung von ALVF aus dem Altlastenverdacht getroffen werden, andererseits wird eine erste Bewertung hinsichtlich der weiteren Behandlung nach Prioritäten vorgenommen. Die sich nun anschließende technische Erkundung, mit den Stufen orientierende und detaillierte Erkundung, liefert auf der Grundlage erfolgter Probenahmen und der analytischen Auswertung der Proben auf höherem Beweisniveau (BN2/BN3) die Grundlage zu einer fundierten Entscheidung über das Vorliegen von Altlasten.

Aufgabe der technischen Erkundung ist die Prognose/Ermittlung und Abschätzung/Beurteilung des maßgeblichen Schadstoffinventars, der Ausbreitungsmöglichkeiten der Schadstoffe, der bestehenden Einwirkungen auf Schutzgüter der öffentlichen Sicherheit oder Ordnung und der für diese bestehenden Gefahren mit dem Ziel, den zuständigen Landesbehörden eine fachliche Grundlage zur Entscheidung über den bestehenden Handlungsbedarf zu geben.

Die **orientierende Erkundung** ist die erste Stufe der technischen Erkundung einer Altlastverdachtsfläche. Sie hat daher mit angemessenem Aufwand Erkenntnisse über das Schadstoffpotential und über Beeinträchtigungen von Schutzgütern zu liefern, um prognostisch den Umfang der von der Altlastverdachtsfläche ausgehenden Gefährdung abschätzen zu können. Die orientierende Erkundung beschränkt sich auf Stichprobenerkundung und auf möglichst wenig aufwendige Messungen unter Verwendung von Screeningmethoden und Summenparametern.

Im Ergebnis der orientierenden Erkundung sind Art und Umfang der Kontamination und die Höhe der Beeinträchtigung von Schutzgütern noch nicht umfassend bekannt, dies wird erst durch die detaillierte Erkundung erreicht. Auf der Grundlage der orientierenden Erkundung ist es jedoch möglich zu entscheiden, ob die ALVF weiter zu untersuchen ist oder ob sie aus dem Altlastenverdacht entlassen werden kann.

Die orientierende Erkundung führt somit zum Beweisniveau 2, d. h. zu einer Gefährdungsabschätzung.

Die **detaillierte Erkundung** schließt die technische Erkundung einer Altlastverdachtsfläche ab. Sie ermöglicht eine Abgrenzung des Schadensherdes, die Ermittlung des Schadstoffpotentials sowie der Transferpfade und beinhaltet weiterhin eine nutzungs- und schutzgutorientierte Bewertung der ermittelten Schadstoffe.

Durch die detaillierte Erkundung ist die ALVF soweit erkundet, daß Art und Umfang der Kontamination und deren Auswirkung auf Schutzgüter bekannt und Hinweise zu erforderlichen Sanierungsuntersuchungen und Sicherungs-/Sanierungserfordernissen möglich sind. Die detaillierte Erkundung führt zum Beweisniveau 3, d.h. zu einer Gefahrenbeurteilung.

3.2 Orientierende Erkundung

Die orientierende Erkundung des Gefährdungspotentials einer altlastverdächtigen Fläche ist in der Regel dann erforderlich, wenn sich nach Abschluß der flächendeckenden Erfassung und historischen Erkundung (Beweisniveau 1) der Altlastenverdacht nicht hinreichend sicher ausräumen läßt oder nur unzureichende Informationen über das Schadstoffinventar vorhanden sind.

Ursächlich für die Veranlassung einer orientierenden Erkundung einer altlastverdächtigen Fläche sind ordnungsrechtlich oder bergrechtlich gebotene Zwänge, wobei strukturell planerische Absichten Berücksichtigung finden können.

Die ordnungsrechtlich gebotene orientierende Erkundung zur Gefährdungsabschätzung erfolgt bei sachlichem und zeitlichem Erfordernis der Maßnahme der Gefahrenermittlung mit dem Ziel, die von der altlastverdächtigen Fläche ausgehenden Gefahren für Schutzgüter im Hinblick auf die derzeitige

Nutzung dem Grunde nach festzustellen und Grundlagen für gegebenenfalls erforderliche detaillierte Erkundungen zu liefern.

Bei den im Zuge bergrechtlicher Abschlußbetriebsplanverfahren (§ 55 BBergG) /22/ durchzuführenden orientierenden Erkundungen zur Gefährdungsabschätzung ist zusätzlich die geplante bzw. beantragte Wiedernutzbarmachung der altlastverdächtigen Fläche zu berücksichtigen.

Nachfolgend werden zunächst Standardanforderungen an den Untersuchungsumfang für Altablagerungen und Altstandorte unter Verwendung branchentypischer Kontaminationspotentiale aufgezeigt. Im Einzelfall kann das Untersuchungsprogramm erweitert oder reduziert werden, wobei Abweichungen von den Standardanforderungen in jedem Fall im Bericht zu begründen sind.

3.2.1 Untersuchungsprogramm der Orientierenden Erkundung

Die orientierende Erkundung wird mit dem Ziel ausgeführt zu entscheiden, ob ein bestimmter Standort aus dem Altlastenverdacht entlassen werden kann oder ob sich eine detaillierte Erkundung anschließen muß. Es ist also ausreichend zum Abschluß der orientierenden Erkundung, das Vorhandensein von Schadstoffen in solchen Mengen zu ermitteln, die eine Beeinträchtigung von Schutzgütern hervorrufen könnten. Demzufolge sind in dieser Phase Untersuchungen von Summenparametern, Leitsubstanzen und deren Transferverhalten in der Regel ausreichend. Für konkrete Untersuchungsfälle werden unterteilt nach relevanten Altablagerungen sowie branchentypischen Altstandorten die folgenden Untersuchungsprogramme empfohlen.

3.2.1.1 Untersuchungsumfang für Altablagerungen

Im Rahmen der orientierenden Erkundung ist bei vorliegendem Anfangsverdacht zunächst festzustellen, ob und welche Gefahren von der Altablagerung ausgehen könnten, d. h. ob relevante Einwirkungen von der Ablagerung auf die Umgebung ausgehen oder bei ungehindertem Geschehensablauf künftig zu erwarten sind.

Im Regelfall ist davon auszugehen, daß die Ablagerung stark inhomogen ist, so daß durch punktuelle Aufschlüsse (Bohrungen, Schürfe) bei vertretbarem Aufwand keine repräsentativen Aussagen zum Schadstoffpotential der Gesamtablagerung getroffen werden können.

Die Ergebnisse einer eingehenden historischen Erkundung von Altablagerungen liefern trotz aller Unbestimmtheit über Umfang und Lage der deponierten Stoffe oftmals genauere Informationen über den tatsächlichen Inhalt der Altablagerung, als durch punktuelle Beprobung zu erzielen wäre. Deshalb sollte bei der orientierenden Erkundung von Altablagerungen bei Vorliegen ausreichender Informationen aus der historischen Erkundung auf die Entnahme und Untersuchung von Festproben aus dem Deponiekörper verzichtet werden.

In Sachsen-Anhalt können gemäß der erfaßten Abfallarten 75 % der Altablagerungen der Kategorie Hausmüll und ca. 20 % der Kategorie Sonderabfall zugeordnet werden. Bodenaushub und Bauschutt spielen eine untergeordnete Rolle. Vor diesem Hintergrund wird im folgenden auf Altablagerungen mit überwiegend hausmüllartigem und solchen mit industriellen oder gewerblichem Inventar eingegangen.

3.2.1.1.1 Altablagerungen hausmüllähnlicher Abfälle

Soweit Hinweise auf die Einlagerung von Sonderabfällen nicht vorhanden sind, kann in der Stufe der orientierenden Erkundung auf eine detaillierte Untersuchung des Deponieinventars zugunsten einer Bewertung der Schadstoffemissionen über den Gaspfad sowie über Sickerwasser- und Grundwasserpfad verzichtet werden.

Gaspfad

Gasförmige Emissionen aus Ablagerungen (Deponiegas), die aufgrund des Abbaus organischer Abfälle oder chemischer Reaktion von Stoffen im Deponiekörper entstehen, bestehen im wesentlichen aus Methan und Kohlendioxid sowie einer Reihe umweltrelevanter Spurengase, die primär vorhanden sind oder beim Abbau der Biomasse gebildet werden.

Alttablagerungen sind meist großräumig ausgebildet. Nach der historischen Erkundung lassen sich auf der zu untersuchenden Fläche keine exponierten Probenahmepunkte herleiten. Daher wird empfohlen, die Deponiegaserkundung auf Alttablagerungen in Form eines Rasters auszuführen.

Es wird empfohlen, die Probenahme von Deponiegasen entsprechend den nachfolgenden Orientierungen auszuführen:

Unbebaute Alttablagerung, unauffällig	Raster 100 m x 100 m
Unbebaute Alttablagerung mit erkennbaren Gasschäden	Raster, verdichtet an erkennbaren Schadstellen
bebaute Alttablagerung	Untersuchung von Gebäuden, Kellern, Schächten, Abwasserleitungen u. dgl., außerhalb z. B. Raster 25 m x 25 m
Alttablagerung mit benachbarter Bebauung	Raster auf der Alttablagerung (s.o.), Verdichtung in Richtung Bebauung

Tab. 4: Empfehlungen zur Probenahme von Deponiegas auf Alttablagerungen

Im Rahmen der orientierenden Erkundung ist es zunächst ausreichend, die Zusammensetzung von Deponiegasen zu ermitteln (Porengaskonzentrationsmessung).

Deponiegasmessungen haben quantitativ (keine direktanzeigenden Prüfröhrchen) auf die nachfolgenden Parameter hin zu erfolgen, wobei die Untersuchung der Deponiegasspurenstoffe nach Auffälligkeiten nur in ausgewählten Deponiegasentnahmestellen erforderlich ist.

Neben den eigentlichen Permanentgasen N_2 , O_2 , CO_2 und Methan sollte die Untersuchung weiterhin auf H_2S erfolgen, da sich dieses durch die Wirkung sulfatreduzierender Bakterien bei gemischter Ablagerung von Bauschutt (Gips) und Hausmüll (Siedlungsabfall) bilden kann und toxikologisch bedenklich ist.

Hinsichtlich der Untersuchung auf halogenierte Kohlenwasserstoffe sind neben den direkt eingetragenen anthropogenen Spurenstoffen (Tri, Per) auch deren Metabolismen und Abbauprodukte in die Untersuchung einzubeziehen (cis- und trans-1,2-Dichlorethan und bei Nachweis von cis auch Vinylchlorid).

Die Errichtung von Deponiegasmeßstellen, die Entnahme von Deponiegas- bzw. Bodenluftproben sowie die Untersuchung der Deponiegasproben hat entsprechend den Forderungen in Pos. 3.2.2 des Leitfadens zu erfolgen.

Permanentgase	Stickstoff Sauerstoff Kohlendioxid Methan Schwefelwasserstoff
	bei Auffälligkeiten: Ammoniak, Phosphin
Deponiegasspurenstoffe	
BTEX	Benzol Toluol Ethylbenzol Xylole
LHKW: CKW	Dichlormethan Trichlormethan Tetrachlormethan 1,1,1-Trichlorethan Trichlorethen (Tri) Tetrachlorethen (Per) cis-1,2-Dichlorethan (cis) trans-1,2-Dichlorethan
bei Nachweis von cis-1,2-Dichlorethan	Vinylchlorid (VC)

Tab. 5: Empfohlene Parameter bei der Bestimmung der Deponiegaszusammensetzung

Sickerwasser/Grundwasser/Oberflächenwasser

Sickerwasser entsteht durch das Eintreten von Niederschlag in die Ablagerung, dabei können in der Ablagerung vorhandene und durch mikrobiellen Abbau gebildete Schadstoffe aufgenommen werden. Es kann an die Oberfläche austreten und in das Grundwasser verfrachtet werden.

Das Grundwasser und das relevante Oberflächenwasser ist somit grundsätzlich bei der orientierenden Erkundung in die Untersuchung einzubeziehen.

Beim Grundwasser sind in der Regel eine Meßstelle im Anstrom und zwei Meßstellen im Abstrom zu errichten (hydrogeologisches Dreieck). Falls die lokalen hydrogeologischen Verhältnisse hinreichend bekannt sind, sollte die Meßstelle im Anstrom soweit von der Altablagerung entfernt sein, daß keine Beeinflussung zu erwarten ist. Die Meßstellen im Abstrom sollten so nahe wie möglich an der Ablagerung liegen. Die Meßstellen sind jedoch in jedem Falle außerhalb der Altablagerung einzurichten.

Soweit Grundwassermeßstellen bereits vorhanden sind, sollte auf diese zurückgegriffen werden.

Im Rahmen der orientierenden Erkundung können Rammkernsondierungen zu Kleinmeßstellen (Rammpegel) ausgebaut und zur Probenahme genutzt werden, wobei die technischen Grenzen der Methode zu berücksichtigen sind. Diese Beschränkungen können sich aus der Aufschlußmethode selbst (z. B. erreichbare Endteufe insbesondere im wassergesättigten Bereich, Einsetzbarkeit in rolligen Böden) oder des Einbaus des Filters (Zuspülen des Bohrloches im wassergesättigten Bereich, Rammbarkeit des Filterrohres in rolligem Material) ergeben.

Im Einzelfall wird daher bereits in der Phase der orientierenden Erkundung die Errichtung von Grundwassergütemeßstellen DN 125 durch Ausbau von Bohrungen ca. DN 300 erforderlich sein. Die technischen Regeln für den Bau von Grundwasserbeschaffenheitsmeßstellen (DVGW-Merkblatt W 121: Bau und Betrieb von Grundwasserbeschaffenheitsmeßstellen, LWA Nordrhein Westfalen) /23/ sind hierfür heranzuziehen.

Insbesondere bei Verdacht auf den Eintrag von LHKW sind die Grundwassermeßstellen als vollständige Brunnen über den gesamten Bereich des Grundwasserleiters zu verfiltern.

Für den Ausbau der Grundwassermeßstellen sowie die Probenahme sind die Anforderungen gemäß Kap. 3.2.2 bindend.

Der erforderliche Umfang der Grundwasser-, Sickerwasser- und Oberflächenwasseruntersuchungen für Altablagerungen ist in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Feldparameter	Temperatur Leitfähigkeit Redoxpotential Sauerstoffgehalt pH-Wert Färbung, Geruch, Trübung
Anionen	Sulfat Chlorid Nitrat
Kationen	Ammonium Bor
organische Summenparameter	TOC DOC AOX Phenolindex DEV H16
Bei Auffälligkeiten:	Sulfid

Tab. 6: Parameterumfang der Wasseruntersuchungen bei Altablagerungen

Das Grundprogramm ist bei vorliegenden Hinweisen auf Ablagerung von Gewerbe- oder Sonderabfällen durch geeignete Einzel- oder Summenparameter zu erweitern.

Eine erhöhte (Ionen-) Leitfähigkeit gibt Hinweise auf eine vorliegende anorganische (geogene oder anthropogene) Belastung.

Über die Summenparameter TOC bzw. DOC ergeben sich Hinweise auf eine organische Belastung des Grundwassers.

Im Abstrom verringerte Nitratgehalte oder extrem geringe Sauerstoffgehalte können ebenso wie eine erhöhte Temperatur des Grundwassers Hinweise auf organische Belastungen und aus diesen herrührende mikrobielle Aktivitäten geben.

Ammonium kann als Leitparameter für eine Hausmüllablagerung oder landwirtschaftliche Einflüsse dienen. Als Leitparameter für Hausmüllablagerungen kann Bor, als Leitparameter für Bauschuttablagerungen kann Sulfat, ggf. Chlorid und Calcium herangezogen werden.

Im Falle der Untersuchung von gefaßtem Deponiesickerwasser kann ergänzend zum oben angegebenen Untersuchungsumfang der Parameterumfang Sickerwasser der WÜ 77 (LAGA) /24/ herangezogen werden.

3.2.1.1.2 Altablagerungen der Kategorie Sonderabfälle

Grundsätzlich ist davon auszugehen, daß im Rahmen der historischen Erkundung einer Ablagerung von Sonderabfällen die relevanten Abfälle (Stoffe, Stoffgruppen), die Herkunft der Sonderabfälle, der Zeitraum der Ablagerung und die getroffenen technischen Vorkehrungen recherchiert werden konnten.

Die Frage, ob im Rahmen der orientierenden Erkundung eine Untersuchung des Deponieinventars erfolgen sollte, hängt wesentlich von den im Ergebnis der historischen Erkundung erhaltenen Angaben ab.

Bei der orientierenden Erkundung sind in jedem Falle die Schadstoffemissionen über den Gaspfad sowie über den Sicker- und Grundwasserpfad zu untersuchen.

Im Falle von Monodeponien, d. h. der überwiegenden und weitgehend homogenen Ablagerung von Sonderabfällen, kann eine Entnahme von Feststoffproben zur Untersuchung des Stoffverhaltens sinnvoll sein. Der hierfür vorzusehende Untersuchungsumfang ist im Ergebnis der historischen Recherche auf relevante Summenparameter und/oder wenige Leitparameter zu beschränken.

Bei einer anzunehmenden inhomogenen Verteilung der Sonderabfälle in einem Altablagerungskörper können durch Aufschlüsse keine repräsentativen Proben des Inventars erhalten werden, so daß auf die Entnahme und Untersuchung von Feststoffproben verzichtet werden sollte.

Gaspfad

Im Falle einer Ablagerung ausschließlich anorganischer Sonderabfälle (Schlacken, Aschen, Abfallsalze) kann auf die Untersuchung des Gaspfades verzichtet werden.

Bei Deponien mit inhomogenen Ablagerungen sind vorerst Untersuchungen des Gaspfades nach dem im Kapitel 3.2.1.1.1 "Ablagerungen hausmüllähnlicher Abfälle" beschriebenen Grundprogramm (Permanentgase, BTEX, CKW) durchzuführen. Bei Hinweis auf weitere luftgängige Schadstoffe in der Ablagerung (z. B. Thioverbindungen) sind diese über entsprechende GC-FID/ECD und/oder GC-MS-Screening-Untersuchungen zu bestimmen.

Sickerwasser/Grundwasser/Oberflächenwasser

Zur Bewertung eines eventuellen Schadstoffaustrages aus der Ablagerung und eines Eintrages in das Grundwasser ist austretendes oder angetroffenes Sickerwasser, das Grundwasser und -wenn vorhanden und bewertungsrelevant- das Oberflächenwasser in die Untersuchung einzubeziehen.

Die Untersuchung der Wässer sollte durch GC-ECD/FID sowie GC-MS-Screening-Untersuchungen nach dem im Kapitel 3.2.1.1.1 "Ablagerungen hausmüllähnlicher Abfälle" beschriebenen Grundprogramm erfolgen. Gegebenenfalls ist das Programm durch geeignete Einzel- oder Summenparameter zu erweitern.

3.2.1.2 Untersuchungsumfang für Altstandorte

Wenn im Rahmen der historischen Erkundung E₀₋₁ die altlastenrelevanten Stoffe und Stoffgruppen, der Zeitraum des stofflichen Umgangs und die kontaminationsverdächtigen Teilflächen ermittelt wurden, kann der Umfang der Untersuchungen auf diese Stoffe und Stoffgruppen eingeschränkt werden.

Ist dies nicht der Fall, so dienen die Hinweise aus dem branchenüblichen Kontaminationspotential (Abb. 4, Abb. 5 /20/, /21/) der Festlegung des analytischen Untersuchungsprogramms.

Boden

Im Gegensatz zu Altablagerungen, bei denen aufgrund der anzunehmenden Inhomogenität der flächenhaften Ablagerung eine Untersuchung des "Bodens" in der orientierenden Erkundung nicht

sinnvoll ist, ist bei der Untersuchung von Altstandorten der Boden als Quelle der Verunreinigung von Grundwasser vorrangig in die Untersuchung einzubeziehen.

Die Endteufe der Aufschlüsse ist abhängig einerseits von den Erfordernissen (organoleptische Ansprache, zu erwartende Mobilität der Kontaminanten) und wird andererseits durch die Möglichkeiten der gewählten Aufschlußtechnik bei gegebenen geologisch-hydrogeologischen Randbedingungen begrenzt.

Die Untersuchung bei Verdacht auf organische Verunreinigungen des Bodens erfolgt zunächst vorrangig auf relevante Summenparameter wie MKW (DEV H18), Phenolindex (DEV H16), Summe PAK (DEV H13), EOX (DEV H8) bzw. GC-FID/ECD Screening (BTEX, LHKW), bei Verdacht auf Eintrag von Schwermetallen mittels halbquantitativem ICP-OES-Screening.

Zur Bewertung der von kontaminiertem Boden ausgehenden Gefährdung für Grundwasser oder Oberflächenwasser ist primär der unter realen Bedingungen eluierbare (mobile oder mobilisierbare) Stoffanteil maßgebend. Im Rahmen der orientierenden Untersuchung wird empfohlen, für die Abschätzung des mobilen oder mobilisierbaren Stoffanteils das Verfahren nach DEV S4 anzuwenden.

Im folgenden werden für den Fall, daß eine historische Erkundung keine Hinweise auf die Art, sowie den räumlichen und zeitlichen Umfang des Umgangs mit altlastenrelevanten Stoffen oder Stoffgruppen ergeben hat, Untersuchungsprogramme für die im Land Sachsen-Anhalt vorrangigen Branchen empfohlen. Für die Untersuchungen ist jedoch zu beachten, daß für das Untersuchungsprogramm einer Teilfläche die Branchenähnlichkeit entscheidend ist und nicht die Branchenzugehörigkeit eines Unternehmens.

Grundwasser

Ergeben sich aus der historischen Erkundung E_{0-1} Hinweise auf eine mögliche Beeinträchtigung des Schutzgutes Grundwasser, ist bereits in der orientierenden Erkundung von Altstandorten die Einrichtung von Grundwassermeßstellen vorzusehen.

Zunächst sind vorhandene Grundwasseraufschlüsse (Grundwassermeßstellen, Brunnen) sowie Quellaustritte auf Eignung zur Probenahme zu prüfen. Bestehen keine für die Bewertung der Grundwasserbeschaffenheit geeigneten Probenahmestellen, sind in Abhängigkeit von den geologischen Standortverhältnissen (**Anhang 4**) geeignete Grundwassergütemeßstellen zu errichten.

Im Regelfall sind eine Meßstelle im Anstrom und zwei Meßstellen im Abstrom der Verdachtsfläche zu errichten (hydrogeologisches Dreieck). In komplexen Altstandorten mit einer Vielzahl von potentiellen Eintragstellen kann es erforderlich werden, mehrere Meßstellen zu errichten und zu untersuchen.

Wird im Rahmen der Untersuchung des Altstandortes in Rammkernsondierungen Grundwasser angetroffen, können bei geeigneter Lage diese RKS zu Rammpegeln ausgebaut und zur Beprobung des Grundwassers genutzt werden. Generell ist zu empfehlen, bei deutlichen Hinweisen auf einen sich bestätigenden Altlastenverdacht Aufschlüsse, die das Grundwasser erreichen, als "temporäre" Meßstelle (Peilfilterbrunnen) z. B. in RKS DN 50 mit Filterrohr DN 35 auszubauen, da sich über ein Nivellement dieser Meßstellen die Möglichkeit ergibt, mit geringem Aufwand bereits in der orientierenden Erkundung detaillierte Aussagen zur Hydrodynamik zu erhalten.

Bei höheren Grundwasserflurabständen kann es bei begründetem Verdacht auf eine Beeinträchtigung des Grundwassers erforderlich sein, Grundwassergütemeßstellen DN 125 durch Ausbau von Bohrungen ca. DN 300 einzurichten. Die technischen Regeln für den Bau von Grundwasserbeschaffenheitsmeßstellen (DVGW-Merkblatt W 121)/23/ sind hierfür heranzuziehen. Aus Gründen der Verhältnismäßigkeit sollten komplexe Altstandorte dann zunächst hinsichtlich ihrer Beeinträchtigung des Grundwassers als homogen angesehen werden und auf eine Untersuchung des Abstroms einzelner Teilflächen verzichtet werden.

Für den Ausbau der Grundwassermeßstellen sowie die Probenahme sind die Anforderungen gemäß Pos. 3.2.2 des Leitfadens bindend.

Der Untersuchungsumfang ist bei Altstandorten neben den Vor-Ort-Bestimmungen auf die in der Tabelle 4 aufgeführten Parameter zu beschränken.

Branchentyp Altstandort	Boden	Bodenluft	Grundwasser
Produzierendes und verarbeitendes Gewerbe			
Metallverarbeitung, Maschinenbau Galvanik	Kohlenwasserstoffe (DEV H18) EOX Cyanid (ges.) Schwermetallscreening (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Tl, V, Zn), weitere Schwermetalle je nach Verwendung	im Bereich Entfettungen: BTEX LHKW	Feldparameter Kohlenwasserstoffe DEV H18 BTEX LHKW Cyanid (ges.) Schwermetallscreening
Erdölverarbeitung, Raffinerien, Schwelereien	Kohlenwasserstoffe DEV H18 BTEX PAK Phenolindex LHKW (bei Befund in der Bodenluft)	BTEX (flüchtige Aliphaten) LHKW	Feldparameter Kohlenwasserstoffe DEV H18 BTEX PAK Phenolindex (DEV H16) LHKW (bei Befund in der Bodenluft)
Chemische Industrie, allgemein	Kohlenwasserstoffe (DEV H18) BTEX Summe PAK (DEV H13) Phenolindex EOX Schwermetallscreening	BTEX LHKW	Feldparameter Kohlenwasserstoffe DEV H18 BTEX PAK Phenolindex AOX Schwermetallscreening
NE-Metallhütten	Schwermetallscreening (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Tl, V, Zn) Cyanide Fluorid	-	Feldparameter Schwermetallscreening Cyanide Fluorid
Tierkörperbeseitigung Chemische Reinigungen	LHKW BTEX TOC	LHKW BTEX	Feldparameter, LHKW BTEX TOC
Ernährung , Nahrungsmittelerzeugung,	TOC, DOC, Ammonium, Nitrat, organischer Gesamtstickstoff	LHKW (Ölaufbereitung)	Feldparameter DOC TOC Ammonium Nitrat organischer Gesamtstickstoff

Tab. 7: Untersuchungsumfang für ALVF nach Branchentypen

Branchentyp Altstandort	Boden	Bodenluft	Grundwasser
Handel, Dienstleistung, Versorgung			
Tankstellen, Werkstätten,	Kohlenwasserstoffe DEV H18 BTEX PAK LHKW (bei Befund in der Bodenluft)	BTEX flüchtige Aliphaten LHKW	Feldparameter Kohlenwasserstoffe DEV H18 BTEX LHKW
Landwirtschaft			
Gewerbliche Massentierhaltung Gülleablagerungen LPG (T)	DOC TOC Ammonium Nitrat organischer Gesamtstickstoff	-	Feldparameter DOC TOC Ammonium Nitrat organischer Gesamtstickstoff
Landwirtschaftliche Nutzflächen LPG (P)	Ammonium Nitrat organischer Gesamtstickstoff Sulfat Chlorid Phosphat	-	Feldparameter Ammonium Nitrat organischer Gesamtstickstoff Sulfat Chlorid Phosphat
Lagerflächen Umschlagplätze ACZ	Zusätzlich Screening	-	Screening
Wartungsstützpunkte Tankstellen	siehe Tankstellen, Werkstätten	siehe Tankstellen, Werkstätten	siehe Tankstellen, Werkstätten
Kläranlagen Abwasserbehandlungen	DOC TOC/CSB Ammonium Nitrat Nitrit Phosphat Bor	-	Feldparameter DOC TOC/CSB Ammonium Nitrat Nitrit Phosphat Bor

Tab. 7 Untersuchungsumfang für ALVF nach Branchentypen (Fortsetzung)

Bodenluft

Ergänzend zu den Boden- und Grundwasseruntersuchungen sollte bei Verdacht auf Verunreinigung des Bodens oder des Grundwassers mit leichtflüchtigen Stoffen (LHKW, BTEX) eine Untersuchung der Bodenluft erfolgen.

Bodenluftuntersuchungen bieten die Möglichkeit, Belastungen des Bodens und/oder des Grundwassers mit flüchtigen organischen Schadstoffen auch dann festzustellen, wenn die Bodenluftentnahme (Sonde, Bodenluftmeßstelle) nicht unmittelbar im Belastungsschwerpunkt erfolgt. Hierdurch eignen sich Bodenluftuntersuchungen besonders zum Nachweis einer Belastung mit flüchtigen Stoffen.

Bei Altstandorten sollten Bodenluftuntersuchungen i. d. R. in den Teilflächen ausgeführt werden, in denen Hinweise auf den Umgang mit flüchtigen Substanzen (BTEX, CKW) vorliegen.

Die Errichtung von Bodenluftmeßstellen, die Entnahme von Bodenluftproben sowie die Untersuchung der Bodenluftproben hat entsprechend den Empfehlungen in Kap. 3.2.2 des Leitfadens zu erfolgen. Der Umfang läßt sich aus der nachstehenden Tabelle ableiten.

BTEX	Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylole
Benzintypische, flüchtige aliphatische Kohlenwasserstoffe	n-C ₅ bis n-C ₈ 2-Methylbutan 2- und 3-Methylpentan Cyclohexan, Methylcyclohexan
LHKW, CKW	Dichlormethan, Trichlormethan, Tetrachlormethan 1,1,1-Trichlorethan, Trichlorethen (Tri), Tetrachlorethen (Per), cis-1,2-Dichlorethan (cis), trans-1,2-Dichlorethan,
bei Nachweis von cis-1,2-Dichlorethan	Vinylchlorid (VC),

Tab. 8: Empfohlene Parameter bei der Untersuchung der Bodenluft auf Altstandorten

3.2.2 Empfehlungen zur Probenahme

An die Gewinnung von Boden-, Bodenluft- und Grundwasserproben zur technischen Erkundung von Altlastverdachtsflächen sind konkrete technische sowie Qualitätsanforderungen zu stellen.

Bei dem im Rahmen der orientierenden Untersuchung beschränkten Untersuchungsumfang ist es daher erforderlich, neben der Verwendung effizienter Probenahmetechniken für Boden, Bodenluft und Grundwasser deren verfahrensbedingte Grenzen und Fehler zu kennen und bei der Beurteilung der Untersuchungsergebnisse zu berücksichtigen.

Der Vorgang der Probenahme ist umfassend durch Darstellung der unten beschriebenen Parameter zu dokumentieren. Die Probenahmeprotokolle sind Bestandteil der Untersuchungsberichte.

Bei der Probenahme können Schadstoffe mobilisiert und freigesetzt werden. Hierbei kann der Probenehmer einer besonderen Gefährdung ausgesetzt sein. Daher sind die einschlägigen Gesetze und untergesetzlichen Bestimmungen und darüber hinaus insbesondere die Richtlinien für Arbeiten in kontaminierten Bereichen /25/ zu beachten.

3.2.2.1 Boden

Aufschlußverfahren

Die Bodenproben werden im Aufschlußvorgang gewonnen, weshalb dem Aufschlußverfahren selbst eine zentrale Bedeutung zukommt.

Mit der DIN 4021 /26/ liegen spezielle Richtlinien für die Baugrunderkundung vor. Die Frage der Verwendbarkeit des gewonnenen Bodens für chemische Untersuchungen wird in der genannten DIN nicht behandelt.

Hinweise zur Durchführung chemischer Untersuchungen sind im Kapitel 3.2.3 "Empfehlungen zur Analytik" enthalten.

Bei der Wahl des Aufschlußverfahrens sind die Anforderungen an die Probenahme (erforderliche Schürf-/Bohrtiefe, vorgefundene Bodenklasse, Korndurchmesser, erforderliche Menge und Güteklasse der Probe) von entscheidender Bedeutung. Grundsätzlich sollten nur spülungsfreie Bohr-Aufschlußverfahren mit einem Mindestbohrdurchmesser von 35 mm eingesetzt werden, da andernfalls die Bodenansprache erschwert und die gewonnene Bodenmenge für eine repräsentative Probe zu gering ist.

Das im Rahmen der orientierenden Untersuchung am häufigsten eingesetzte Bohr-Aufschlußverfahren ist die *Kleinrammbohrung* (Rammkernsondierung, RKS). Hierbei handelt es sich um Rammkernbohrungen mit geringen Durchmessern (35 - 80 mm) unter Verwendung tragbarer, benzin- oder elektrobetriebener Bohrhämmer. Die RKS sind schnell und kostengünstig ausführbar und liefern in der Regel eine für eine orientierende Erkundung ausreichende Probemenge und Probequalität.

Die mit dem genannten Verfahren verbundenen hohen Kernverluste und Stauchungen des Bohrkerns, insbesondere in locker gelagerter Auffülle (z. B. Altablagerungen) oder im grundwassergesättigten Bereich, sind für die orientierende Erkundung tolerierbar.

Eine weitere kostengünstige Aufschlußmethode ist die Ausführung von *Schürfen*, sie wird vorrangig bei flächendeckenden, oberflächennahen Kontaminationen angewandt.

Eine Zusammenfassung der Aufschlußtechniken bietet der Entwurf der Arbeitshilfe "Aufschlußverfahren zur Probengewinnung für die Untersuchung von Verdachtsflächen und Altlasten" des ITVA /27/.

Entnahme der Bodenprobe

Die Art der Probe - Einzelproben und Mischproben - und die Herkunft der Proben, z.B. aus Bohrkernen, Bohrgut, Schürfen oder auch Haufwerken, beeinflussen wesentlich das Untersuchungsergebnis /36/.

Einzelproben aus Bohrkernen sollten generell horizontbezogen in festgelegten Abständen und bei organoleptischen Auffälligkeiten entnommen werden.

Veränderungen des Probenmaterials sind durch Verwendung geeigneter Probenahmewerkzeuge und Probengefäße zu vermeiden. Dies gilt insbesondere bei vorgesehenen Untersuchungen auf flüchtige Schadstoffe. Bei der Probenahme ist die VDI-Richtlinie 3865 Blatt 5 /28/ zu beachten.

Wenn keine klare Schichtenzuordnung des Probenmaterials mehr möglich ist, wie bei Bohrgut oder Haufwerken, werden aus einer repräsentativen Anzahl von Einzelproben Mischproben hergestellt. Zur Problematik der Gewinnung repräsentativer Proben aus einer inhomogenen Matrix (Auffülle, Haufwerke usw.) sei hingewiesen auf LAGA, PN 2/78 K /29/.

3.2.2.2 Bodenluft/ Deponiegas

Errichtung der Gasmeßstellen

Zur Entnahme von Deponiegas- bzw. Bodenluftproben werden i. d. R. Aufschlüsse (Rammkernsondierungen) in geeigneter Weise zu temporären Gasmeßstellen ausgebaut. Für eine räumlich begrenzte, punktuelle Probenahme ist die Verwendung von Bodenluftsonden (Einschlagsonden) geeignet. Eine weitere Möglichkeit besteht im Ausbau auflässiger RKS durch Einbau von Filter- und Vollrohr und geeigneter Abdichtung des Bohrloches gegen Zutritt von Fremdluft (Quellton, Packer).

Entnahme der Bodenluftprobe

Vor der Entnahme von Deponiegas- oder Bodenluftproben sind Fremdlufteinflüsse in geeigneter Weise auszuschließen. Dies erfolgt i.d.R. durch das Abpumpen von Bodenluft unter begleitender Bestimmung der Permanentgase bis zu deren Konstanz. Es ist zu empfehlen, die Permanentgaszusammensetzung (Deponiegase CH₄, CO₂, O₂, N₂) mittels Feldmeßgerät vor Ort zu bestimmen. Die erreichbare Genauigkeit der Bestimmung (Fehler der Methode) ist im Rahmen der orientierenden Erkundung akzeptabel. Hinweise auf Belastungen mit flüchtigen organischen Stoffen können sich vor Ort bereits durch den Einsatz von PID oder FID ergeben.

Die Probenahme selbst kann durch zwei grundlegend verschiedene Verfahren erfolgen:

Bei der Direktentnahme wird eine kleine Menge Bodenluft in ein geeignetes Gefäß überführt und einer anschließenden analytischen Untersuchung zugeführt. Durch Direktentnahme der Bodenluft ist sowohl die Bestimmung der Permanentgase als auch der Spurengase möglich.

Bei der Luftprobenahme mit Anreicherung werden Spureninhaltsstoffe des Bodengases auf einem geeigneten Medium adsorbiert und anschließend nach Desorption oder Elution bestimmt. Dieses Verfahren eignet sich zum Nachweis geringer Stoffkonzentrationen in der gasförmigen Probe, wobei das geeignete Adsorptionsmaterial nach den zu bestimmenden Substanzklassen auszuwählen ist.

3.2.2.3 Grundwasser

Errichtung von Grundwassermeßstellen

Der Ausbau von Kleinrammbohrungen z. B. DN 80 zu Kleinmeßstellen (Rammpegeln) z. B. mit DN 50 ist bei geringem Grundwasserflurabstand und geeigneten geologischen Standortverhältnissen im Rahmen der orientierenden Erkundung möglich. Es besteht grundsätzlich auch die Möglichkeit, die RKS mit geeignetem Handbohrgeräten (Edelmann-Bohrer oder gleichwertige) aufzuweiten und die Pegelrohre einzubauen. Als Meßstellenmaterial ist PVC oder PEHD zu empfehlen. Kommen Stahlrammfilter zum Einsatz, ist dies bei der Untersuchung auf Schwermetalle in der Bewertung der Ergebnisse zu berücksichtigen.

Insbesondere für die Errichtung von Grundwassermeßstellen in Böden der Bodenklasse 1 - 5 sind *Rotationsbohrverfahren*, z. B. Trockendrehbohrungen (Schappe, Schnecke) geeignete und kostengünstige Aufschlußverfahren. Neben der Gewinnung repräsentativer Proben und einer hinreichend genauen Zuordnung der Schichten ermöglichen die großen Bohrdurchmesser einen ordnungsgemäßen Ausbau des Aufschlusses als Grundwassermeßstelle.

Aus den auf diese Weise eingerichteten Grundwassermeßstellen können die zur Bestimmung der Inhaltsstoffe erforderlichen Grundwasserproben entnommen werden.

Grundwassermeßstellen sind nach Höhe und Lage einzumessen, Schichtenprofil, Ausbauezeichnung sowie Koordinaten sind aufzunehmen.

Ist es erforderlich, Kleinmeßstellen zu Grundwassergütemeßstellen auszubauen, sind für deren Bau die Anforderungen der Grundwasser - Richtlinie für Beobachtung und Auswertung, Teil 3 - Grundwasserbeschaffenheit, 1993, S.17 ff /37/ zu beachten. Kleinmeßstellen, die zu Grundwassergütemeßstellen ausgebaut werden sollen, sind i. d. R. mit Filter- und Vollrohr DN 125 zu

versehen. Hierfür sind die Bohrungen mit einem Mindestdurchmesser von ca. 300 mm als Trockenbohrung abzuteufen. Nach Möglichkeit sind die Meßstellen als vollständige Brunnen auszubauen, d.h. die Filterstrecke muß die gesamte Mächtigkeit des oberflächennahen Grundwasserstockwerkes erfassen.

Auf den Einbau eines Sumpfrohrs sollte verzichtet werden (DVGW-Merkblatt W 121) /23/. Die Körnung der Kiesfilterschüttung ist an die Eigenschaften des Grundwasserleitermaterials anzupassen DIN 4924 /30/.

Grundwassermeßstellen sind vor der ersten Probenahme klarzupumpen. Hierbei ist die Förderrate und die Absenkung sowie der Wiederanstieg zu dokumentieren, da sich hierbei bereits erste Hinweise auf hydraulische Kennwerte ergeben.

Entnahme und Konservierung von Grundwasserproben

Für die Entnahme und Konservierung von Grundwasserproben sollte o.g. Grundwasser - Richtlinie, S. 28 ff /37/ beachtet werden. Hier finden sich Hinweise zu Probenahmegeräten, Durchführung der Probenahme, Probenvorbehandlung, Probenahmeprotokoll, Analysenverfahren und Qualitätssicherung bei der Probenahme.

Proben aus Grundwasserentnahmestellen sind grundsätzlich durch Abpumpen zu entnehmen. Hierbei ist der Einsatz von Unterwassertauchpumpen empfehlenswert, da im Gegensatz zu Saugpumpen eine Ausgasung flüchtiger Stoffe vermieden wird. Vor der Probenahme ist durch Abpumpen des 2 - 3 fachen Volumens der Meßstelle (Verrohrung und Ringraum) sicherzustellen, daß die entnommene Wasserprobe für den Grundwasserleiter repräsentativ ist. Während des Abpumpens sind die Feldparameter (Temperatur, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Redoxpotential, Sauerstoffgehalt) begleitend zu bestimmen und zu dokumentieren DIN 38 402 A13 /31/.

Die Probenahme selbst sollte nicht aus dem direkten Förderstrom, sondern als by-pass erfolgen, wobei die Probenahmegefäße blasen- und verwirbelungsfrei befüllt werden sollten. Zur Untersuchung auf flüchtige organische Inhaltsstoffe sind Grundwasserproben vor Ort mit definiertem Volumen (Fortuna-Pipette) in head-space-Gläschen abzufüllen. Die gleichzeitige Entnahme einer Blindprobe ist empfehlenswert.

Die Art der Probenahmegefäße und die Konservierung der Proben richtet sich nach den vorgesehenen physikalisch-chemischen Untersuchungen. Hinweise hierzu finden sich in den einschlägigen LWA-Richtlinien 7/89 /32/.

Ist die Entnahme einer Schöpfprobe unvermeidlich (zu geringer Ausbaudurchmesser der Meßstelle, zu geringer Nachlauf zur Meßstelle o. dgl.), ist dies im Probenahmeprotokoll deutlich zu kennzeichnen und im Bericht zu begründen.

Bei der Entnahme von Grundwasserproben sind die Hinweise der nachfolgend aufgeführten Literaturstellen: DVGW-Merkblatt W 121 /23/; DIN 38402 (A13) Probenahme aus Grundwasser /31/; LWA Nordrhein-Westfalen: Leitfaden zur Grundwasseruntersuchung bei Altablagerungen und Altstandorten /32/; LfU Baden-Württemberg: Verfahrensempfehlung für die Probenahme bei Altlasten /33/; DVWK 128/1992 /34/; LAGA, PN 1/75 Entnahme von Wasserproben /35/ zu beachten.

3.2.3 Empfehlungen zur Analytik

Den Ergebnissen der Analytik kommt im Rahmen der technischen Erkundung eine große Bedeutung zu. Sie bilden die Grundlage für weitreichende Entscheidungen zum Schutze der menschlichen Gesundheit und einer intakten Umwelt. Diesem Umstand kann die Analytik nur dann angemessen gerecht werden, wenn sie nicht -wie es in der Praxis bedauerlicher Weise häufig der Fall ist- weitgehend losgelöst von der Gesamtmaßnahme durchgeführt wird.

Eine problemorientierte Analytik setzt eine "richtige", d.h. eine problemangepasste und mit genügender Genauigkeit ausgestattete Analytik voraus. Diese hängt aber wesentlich von der Einbindung in eine interdisziplinäre Gesamtbetrachtung ab. Die Analytik kann daher nur "richtige" Fragen richtig beantworten. Normverfahren und Akkreditierungen können fehlende problemorientierte Abstimmungen nicht ersetzen. Vielmehr fordert die der Akkreditierung von Prüflaboratorien zugrundeliegende Europäische Norm EN 45 001 ausdrücklich Abstimmungen mit dem Ziel, eine Kongruenz zwischen Aufgabenstellung und Laborleistung zu erreichen.

Im Rahmen der interdisziplinären Gesamtbetrachtung muß analytischer Sachverstand daher bei der Entwicklung von Untersuchungsstrategien einsetzen und bei der Festlegung der Probenahmebedingungen, der Probenahme, der Proben- und der Parameterauswahl beteiligt sein.

Die Analytik muß vor dem Hintergrund der Kenntnis ihrer methodischen Grenzen produktions- bzw. standortspezifische Zusammenhänge berücksichtigen, stofflichen Plausibilitätsprüfungen einschließlich dynamischer Betrachtungen wie Metabolisierungen u. dgl. standhalten.

Abschließend muß der Analytiker die Ergebnisse der Analyse und die gutachterlichen Aussagen aus seiner Sicht bewerten und nachvollziehbar darstellen.

Ziel der Untersuchungen im Rahmen der technischen Erkundung muß es sein, die Analytik und die Fragen stofflicher Zusammenhänge in die Planung, die Durchführung und die Bewertung von Maßnahmen interdisziplinär zu integrieren.

3.2.3.1 Untersuchungsverfahren

3.2.3.1.1 Parameter

Bei den Untersuchungsmethoden ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen der Bestimmung der in einer Matrix (Boden, Abfall, Wasser, Luft etc.) enthaltenen Elemente nach Art und Menge (Elementanalyse), der Bestimmung von Einzelstoffen (Einzelstoffanalyse) sowie der Bestimmung von sogenannten Summen-, Gruppen- oder Wirkparametern.

Der Begriff Parameter bedeutet in diesem Zusammenhang eine mit einem bestimmten analytischen Verfahren ermittelte Meßgröße.

Die *Elementanalytik* findet in erster Linie Anwendung bei der Bestimmung von Schwermetallen, Metallen und Halbmetallen ungeachtet ihrer Bindungsform. Da die Bindungsformen dieser Elemente für die Bewertung aber von entscheidender Bedeutung ist, muß dieses Defizit durch Hintergrundinformationen (z.B. geogene Hintergrundbelastung, Probenansprache, Angaben über den Chemismus, Eluatversuche) ausgeglichen werden. Zur Feststellung, ob ein Element in einer wasser verfügbaren Bindungsform vorliegt, ist z.B. das einfache und kostengünstige Elutionsverfahren nach DIN 38414-S 4 sehr sinnvoll. (Leider wird dieses Verfahren in der Praxis häufig gefordert, um die Wasser verfügbarkeit organischer Kontaminanten zu bestimmen, obgleich es dazu kaum geeignet ist.)

Die *Einzelstoffanalytik* wird zunehmend bei "organischen" Kontaminationen (also Verbindungen, die vornehmlich aus den Elementen Kohlenstoff, Wasserstoff und nachgeordnet Sauerstoff, Stickstoff, Chlor und Schwefel bestehen) mit Hilfe chromatographischer Verfahren (Gaschromatographie (GC), Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC)) angewendet.

Neben diesen gibt es eine Reihe von wichtigen Verfahren, mit denen bestimmte Element- oder Stoffgruppen oder chemische, chemisch-physikalische oder physikalische Stoffeigenschaften bestimmt werden. Die Verfahren sind zum größten Teil speziell für die Wasseranalytik entwickelt und genormt worden. Als Beispiele seien genannt Temperatur, pH-Wert, Leitfähigkeit, Kohlenwasserstoffe (IR-KW), biologischer und chemischer Sauerstoffbedarf (BSB, CSB), organischer Kohlenstoffgehalt (TOC, DOC), Phenolindex, absorbierbare und extrahierbare organische Halogenverbindungen (AOX, EOX).

Diese *Summen-, Gruppen- und Wirkparameter* stellen insbesondere in der Phase der orientierenden Erkundung ein wichtiges Instrument dar. Richtig eingesetzt liefern sie mit geringem Aufwand wesentliche Erkenntnisse über mögliche Beeinträchtigung von Schutzgütern. Ihre Bewertung erfordert

allerdings ein striktes Beachten der Grenzen der Einsetzbarkeit der Verfahren und die Berücksichtigung möglicher Wirkzusammenhänge.

Als Beispiel hierfür dient das "GC Screening", das mit unterschiedlichen Detektoren durchgeführt werden kann (GC-FID-, GC-ECD-, GC-MS-Screening).

Mit diesen Verfahren können qualitativ Grundwasserbeeinflussungen mit organischen Stoffen ermittelt werden. Sie sind typische Relativmessungen (z.B. zum Vergleich einer Ober- und Unterstrombelastung) und können miteinander bzw. mit der Bestimmung von ausgewählten organischen Leitparametern kombiniert werden. Wann und in welchen Fällen ein GC-Screening sinnvoll durchzuführen ist, hängt vom Einzelfall ab und sollte in Abstimmung mit dem Analytiker geprüft werden.

3.2.3.1.2 Normverfahren

Analytische Untersuchungen sollen zu richtigen, vergleichbaren, aussagefähigen und problemorientierten Ergebnissen führen; bisweilen sind nicht alle Forderungen gleichzeitig zu erfüllen. Eine Vergleichbarkeit soll z.B. über eine weitgehende Festlegung der analytischen Randbedingungen erreicht werden, die aber im Einzelfall zu Lasten der Aussagefähigkeit gehen kann. Dies wird besonders dann gravierend, wenn analytische Methoden in Abweichung von ihrem ursprünglichen Zweck angewendet werden, wenn also beispielsweise eine Methode für Abwasseruntersuchungen auf die Untersuchung von Grundwässern übertragen wird oder -was häufig der Fall ist- Methoden für Wasseruntersuchungen auf Bodenuntersuchungen angewandt werden.

Es sollte daher weitgehend nach genormten Analysenmethoden gearbeitet werden. Allerdings setzt ein Fördern von Untersuchungen nach konkreten Normverfahren die Prüfung voraus, ob

- ein solches Verfahren verfügbar,
- auf die zu untersuchende Matrix anwendbar und
- das Ergebnis im Rahmen des Anwendungsbereiches der Norm sinnvoll interpretierbar ist.

Da für die Matrix Boden genormte Analysenverfahren z.Z. nur sehr eingeschränkt zur Verfügung stehen, werden hier häufig Untersuchungen nach den für die Untersuchung von Wässern vorgesehenen DIN-Verfahren gefordert. Die für den gegebenen Fall anzuwendenden Verfahren sollten hier mit Fachleuten abgestimmt werden.

Folgende Zusammenstellungen vereinheitlichter bzw. genormter Analysenverfahren finden bei der Altlastenproblematik häufig Anwendung:

- DEV Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung,
- DIN-Normen (DIN-Normenausschuß Wasserwesen),
- EN-Normen (Europäische Normen),
- ISO-Normen (Normen der International Organization for Standardization),
- VDI-Normen (Verband Deutscher Ingenieure),
- LAGA-Methoden (Ländergemeinschaft Abfall),
- EPA-Methoden (US Environmental Protection Agency).

3.2.3.1.3 Tendenzen

Für Bodenuntersuchungen stehen anwendbare, genormte Analysenverfahren kaum zur Verfügung. Allerdings sind die erst vor wenigen Jahren vom Normenausschuß Wasserwesen (NAW) im DIN aufgenommenen Arbeiten inzwischen soweit fortgeschritten, daß zahlreiche Normentwürfe vorliegen, die in nächster Zeit als Normverfahren vorgelegt werden. Hierzu wird auf die Veröffentlichungen des NAW-DIN, Burggrafenstraße 6, 10772 Berlin verwiesen, u.a. auf das im Auftrage des Umweltbundesamtes herausgegebene Methodenhandbuch Bodenschutz, UBA Texte 10/95, ISSN 0722-186X.

Interessante Entwicklungen gibt es ferner bei der mobilen Vor-Ort-Analytik mittels GC-MS und Röntgenfluoreszenz. Richtig eingesetzt, kann diese zu erheblichen Zeit- und Kostenersparnissen bei

technischen Erkundungen führen. Für diese Verfahren, die sich in der Praxis bereits bewährt haben, werden z.Z. Vorbereitungen zur Normung von der Bundesumweltstiftung gefördert.

3.2.3.2 Analytik und Untersuchungsstrategie

Die Untersuchungsstrategie dient dazu, die Frage, ob und in welchem Maße Gefahren von einer Altlast oder Verdachtsfläche ausgehen, sinnvoll durch die Bestimmung einer Konzentration oder einer biologischen, chemischen oder physikalischen Wirkung eines Stoffes oder einer Stoffgruppe in einer Matrix klären zu helfen.

Auf der Stufe der orientierenden Erkundung gilt es in einem ersten Schritt festzustellen, ob relevante Einwirkungen von der Ablagerung auf die Umgebung grundsätzlich ausgehen oder bei ungehindertem Geschehensablauf künftig zu erwarten sind.

Bei einer Altablagerung ist z.B. auf dieser Stufe zu klären, ob von ihr überhaupt Einflüsse auf das Grundwasser ausgehen.

Die Analytik wird sich daher auf Stoffe, Stoffgruppen oder Wirkparameter konzentrieren, die als *Leitparameter* eine Beeinflussung sicher und deutlich anzeigen.

Vor den unter 3.2.3.1 genannten Hintergründen sind bei der Festlegung von Leitparametern neben dem Kontaminationspotential die stofflichen Eigenschaften und analytischen Randbedingungen zu berücksichtigen.

Leitparameter können z.B. bei Altstandorten Stoffe mit -entsprechend den Ergebnissen der historischen Erstbewertung- herausragendem Kontaminations- oder Expositionspotential sein. Screeninguntersuchungen liefern insbesondere bei komplexen Belastungen sehr gute Ergebnisse, bedürfen aber bei der Auswertung und Bewertung ein hohes Maß an Erfahrung und chemischem Sachverstand.

Bei Altablagerungen mit unbekanntem Schadstoffpotential können Veränderungen im Chemismus des abstromigen Grundwassers (Sauerstoffgehalt, pH-Wert, Leitfähigkeit, Nitratgehalt) gegenüber dem Oberstrom Hinweise auf eine Beeinflussung auch durch organische Stoffe geben. Für den Nachweis einer Beeinflussung durch organische Stoffe haben sich GC-Fingerprintuntersuchungen als hilfreich erwiesen. Allerdings gilt auch hier, daß die Parameterauswahl sowie die Interpretation und Bewertung der Ergebnisse durch ökochemisch und analytisch erfahrenes Personal erfolgen muß.

3.2.4 Bewertungskriterien/Richtwerte

Die orientierende Erkundung dient vornehmlich der Beantwortung der Frage, ob relevante nachteilige Einwirkungen von der Altlastverdachtsfläche auf die Schutzgüter ausgehen oder bei ungehindertem Geschehensablauf künftig zu erwarten sind; die detaillierte Erkundung stellt abschließend Art und Ausmaß der Einwirkungen fest.

Darüber hinaus soll die orientierende Erkundung Grundlagen für erforderliche Detailerkundungen liefern, um diese gezielt und angemessen veranlassen zu können.

Wie in Kapitel 5 ausgeführt, ist das dargestellte formale Bewertungsverfahren als Hilfsmittel zu verstehen, das im wesentlichen vergleichenden Fallbetrachtungen dient. Es ersetzt daher nicht die einzelfallspezifische Betrachtung und Bewertung von Daten. Dies gilt auch für die Verwendung von Richt- oder Prüfwerten, die speziell zur Bewertung von Belastungen im Sinne dieses Handbuchs abgeleitet wurden, sowie in besonderem Maße von Werten, die für andere Anwendungsbereiche festgelegt wurden (Beispiel TVO-Werte, MAK-Werte). Bei der Komplexität aller zur Beschreibung einer konkreten Gefahrensituation heranzuziehenden Sachverhalte, ist ein Zahlenwert i.d.R. nicht geeignet, alle risikobestimmenden Faktoren ausreichend zu berücksichtigen.

Dies ist um so mehr der Fall, wenn sich eine Bewertung von einer orientierenden Aussage auf niedrigem Beweisniveau hin zu einer konkreten Einzelfallbetrachtung auf hohem Beweisniveau entwickelt.

Auf diesen Umstand wird in den Erläuterungen der gebräuchlichen Prüfwerttabellen, z.B. dem niederländischen "Leitfaden Bodensanierung" und der Vielzahl der daraus abgeleiteten Tabellen, ausreichend hingewiesen. Eine häufig in der Praxis vorgenommene größer/kleiner-Darstellung eines Prüfwertes als Begründung für ordnungsrechtliche Entscheidungen oder gutachterliche Aussagen wird der Altlastenproblematik damit nicht gerecht.

Schwellen- oder Prüfwerte können daher auf der Ebene der orientierenden Erkundung für die Beurteilung herangezogen werden, wenn damit das Erkennen bzw. Identifizieren einer Altlast ermöglicht wird bzw. auch unter ungünstigen Umständen nach dem gegebenen Wissensstand eine Gefahr im ordnungsrechtlichen Sinne nicht zu erwarten ist.

Dies soll im folgenden für die Medien Boden, Wasser und (Boden-)Luft näher betrachtet werden.

Boden

Bei der Bewertung von Schadstoffen im Boden ist nicht deren Konzentration entscheidend, sondern welche bzw. -im Rahmen der orientierenden Erkundung- ob Einwirkungen hiervon auf Schutzgüter ausgehen oder ausgehen können.

Sowohl das 1993 von EIKMANN und KLOKE vorgelegte Modell des Drei-Bereiche-Systems als auch der 1994 völlig überarbeitete niederländische "Leitfaden Bodensanierung" (im Gegensatz zur Fassung vom 20.04.1988) enthalten human- und/oder ökotoxikologisch abgeleitete Werte und stellen somit grundsätzlich einen Wirkungsbezug her. Hier wird auf die "Handlungsempfehlung für den Umgang mit kontaminierten Böden im Land Sachsen-Anhalt" (**Anhang 2**) verwiesen. Die Anwendung der dort aufgeführten "nutzungs- und schutzgutbezogenen Orientierungswerte für (Schad)-Stoffe in Böden" setzen jedoch Erkenntnisse über die Schadstoffsituation und das Umfeld voraus, die auf der Ebene der orientierenden Erkundung i. d. R. nicht gegeben sind.

Bei der Anwendung von Wertelisten zur Beurteilung von Analysendaten im Rahmen der orientierenden Erkundung ist im Einzelfall zu prüfen, ob die Fragestellung der Bewertung und die spezifischen Randbedingungen der Wertelisten hinreichend übereinstimmen. So kann z.B. ein humantoxikologisch abgeleiteter Wert bei sensibler Exposition nur sehr bedingt zur Bewertung der Grundwassergefährdung herangezogen werden.

Ferner ist zu berücksichtigen, daß ein Analysenergebnis i.d.R. keine Schadstoffbelastung im Sinne der Wertelisten darstellt. Bei einer inhomogenen Schadstoffverteilung ist die Konzentration mg/kg eine Funktion der Probenmenge und damit der Probenahmetechnik. Somit ist gerade bei der geringen Untersuchungsdichte einer orientierenden Untersuchung eine Bewertung von Untersuchungsergebnissen im human- oder ökotoxikologischen Sinne zu vermeiden oder im Einzelfall eingehend zu begründen.

Bei der Bewertung, ob über die Transferpfade Boden-Mensch und Boden-Pflanzen-Mensch relevante Auswirkungen von einer Verdachtsfläche ausgehen können, kann also das Werte-System nach Eickmann-Kloke herangezogen werden. In den übrigen Fällen, insbesondere für die Transferpfade Boden-Wasser, können Listenwerte, auch die des niederländischen Leitfadens, nur orientierend, nicht aber im Sinne einer gutachterlichen Aussage oder ordnungsrechtlichen Entscheidung begründend herangezogen werden.

Grundwasser

Die Frage, ob relevante nachteilige Einwirkungen von einer Altlastverdachtsfläche auf oder über das Grundwasser ausgehen bzw. bei ungehindertem Geschehensablauf künftig zu erwarten sind, beantwortet sich auf der Stufe der orientierenden Erkundung im Grunde danach, ob ein relevanter stofflicher Eintrag in das Grundwasser signifikant nachgewiesen werden kann oder nicht.

Dazu wird das Grundwasser im Oberstrom und Unterstrom der Verdachtsfläche untersucht und die Ergebnisse verglichen. Auf hohem Beweismiveau kann dieser Vergleich entsprechend den "Empfehlungen der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser für die Erkundung, Bewertung und

Behandlung von Grundwasserschäden" (**Anhang 2**) vorgenommen werden. Dabei wird die absolute Aufstockung der Konzentration im Unterstrom gegenüber dem Oberstrom betrachtet.

Ob ein Eintrag signifikant nachgewiesen werden kann, hängt neben den Analysenkenndaten "Reproduzierbarkeit" und "Richtigkeit" wesentlich von statistischen Größen, also der Anzahl der Messungen ab /32/. Nach Vorlage der orientierenden Untersuchungen wird die Analysenzahl jedoch entsprechend gering sein. Ebenso ist auf diesem Beweisniveau nicht gesichert, daß die absolute Konzentrationserhöhung gemessener Proben tatsächlich der Konzentrationserhöhung im Abstrombereich entspricht.

Daher kann in einem pragmatischen Ansatz empfohlen werden, bei Änderung der Abstrombelastung größer 50 % der Anstrombelastung einen Eintrag aus der Verdachtsfläche als gegeben anzusehen. Demzufolge kann ein Ausscheiden aus dem Altlastverdacht (A) und ein Belassen zur Wiedervorlage (B) nicht erfolgen. Nach kritischem Abwägen mit Sachverstand muß entschieden werden, ob z. B. im Rahmen eines Monitoring die Situation einer fachtechnischen Kontrolle (C) unterzogen werden kann oder ob bzw. welche weiteren Schritte im Rahmen der Detailerkundung (E2-3) zu erfolgen haben.

(Boden-)Luft

Die vornehmlich bei Altablagerungen im Rahmen der orientierenden Erkundung durchgeführten Bestimmungen der Hauptkomponenten O₂, N₂, CO₂ und CH₄ sowie -in Abhängigkeit von den Ergebnissen der historischen Recherche- ausgewählter Spurenstoffe wie Einkernaromaten (BTEX) und/oder leichtflüchtige chlorierte Aliphaten (CKW) dienen bei der Bewertung im wesentlichen der Feststellung,

- ob eine aktive Entgasung der Deponie, z.B. durch die Bildung von CH₄, vorliegt oder wahrscheinlich ist und
- ob sich Hinweise auf die Ablagerung luftgängiger, im weiteren zu berücksichtigender Schadstoffe ergeben.

Gasförmige Stoffe breiten sich über den freien Porenraum entsprechend ihren chemisch-physikalischen Eigenschaften aus. Somit sind Schadstoffe mit hohem Dampfdruck (wie CKW und BTEX) gegebenenfalls auch noch weit von ihrem Belastungsschwerpunkt in der Bodenluft entfernt nachzuweisen. Dadurch besteht anders als bei Bodenuntersuchungen die Möglichkeit, entsprechende Schadstoffe auch dann aufzufinden, wenn durch die Sondierung die Belastung nicht unmittelbar angeschnitten wurde.

Daraus resultiert jedoch auch, daß die einzelnen Meßwerte (in Masse/Volumen) nicht als repräsentativ für die Gesamtsituation zu bewerten sind, da neben Fragen der Probenahme (Meßpegelausbau, Durchlässigkeit des Untergrundes etc.) die Entfernung zur Schadstoffquelle für die Höhe des Meßwertes von entscheidender Bedeutung ist.

Der Vergleich mit Orientierungswerten der Literatur im Rahmen der orientierenden Erkundung ist daher problematisch und eine Bewertung muß unter Würdigung aller Umstände einzelfallbezogen erfolgen.

Die analytischen Bestimmungsgrenzen sind hinreichend niedrig, so daß im Sinne einer orientierenden Untersuchung -eine korrekte Probenahmestrategie und Probenahme vorausgesetzt- bei negativen Befunden eine relevante Methangasbildung sowie ein Vorhandensein relevanter Mengen an BTEX oder CKW ausgeschlossen werden kann.

Positive Methanbefunde indizieren biologische Abbauprozesse im Untergrund. Diese können zu unmittelbaren Gefährdungen durch die Bildung explosiver Methan-Luft-Gemische (5-15 Vol.-% Methan) in Gebäuden, Kanälen etc. sowie durch die aktive Entgasung -im Gegensatz zur Diffusion- zur Emission von relevanten Mengen an Schadstoffen führen.

Somit ist bei der Bewertung unbedingt zu prüfen, ob Umstände gegeben sind, die ein unverzügliches Handeln, z.B. in Form von Raumluftuntersuchungen in überbauten Bereichen, erforderlich machen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß -wie Einzelfälle belegen- Deponiegas durch evtl. vorhandene Kanäle, Rohrleitungen oder gaswegsame Bodenschichten große Entfernungen überwinden kann. Da Methan

im Wurzelraum von Pflanzen zu Schäden führt, können Aufwuchsschäden in der Umgebung als Indikator für eine Migration von Deponiegas mit herangezogen werden.

Kann das im Deponiekörper gebildete Gas über die Deponieoberfläche ungehindert entweichen, wird es i.d.R. ausreichend mit Luft verdünnt (ca. 1: 10⁵), so daß unmittelbare Gefahren nicht zu befürchten sind und das Ergebnis gegebenenfalls erforderlicher detaillierter Erkundungen abgewartet werden kann.

Zur Bewertung von BTEX-Befunden sei darauf hingewiesen, daß bei hohen Methan-Gehalten erhöhte BTEX-Befunde (bis in Größenordnungen von 10-15 Vol.-ppm je Einzelkomponente) auftreten können, die nicht auf abgelagerte Abfälle sondern auf die Abbauprozesse im Deponiekörper zurückzuführen sind.

Sind akute Gefahren nicht zu besorgen, hängt die Bewertung aus den o.a. Gründen sehr vom Einzelfall ab und kann im Rahmen der orientierenden Erkundung nicht kategorisiert werden.

3.2.5 Mustergliederung für einen Bericht zur Technischen Erkundung

Die nachfolgende Mustergliederung sowie die zugehörigen Erläuterungen gewährleisten eine landeseinheitliche Darstellung der Ergebnisse der technischen Erkundungen und ermöglichen so unter Zuhilfenahme eines Bewertungsschemas eine schnelle Feststellung von prioritärem und nachrangigem Handlungsbedarf bei der Standortbearbeitung.

0. Zusammenfassung
1. Veranlassung und Aufgabenstellung
2. Objektbeschreibung
 - 2.1 Lage des Objektes
 - 2.2 Nutzung des Objektes
 - 2.3 Geographische Faktoren
 - 2.4 Geologische und hydrogeologische Faktoren
3. Begründung für die Notwendigkeit der technischen Erkundung
 - 3.1 Auswertung der historischen Erkundung und Erstbewertung
 - 3.2 Auswertung der Datenerfassungsbelege für das Objekt (MDALIS)
4. Untersuchungsumfang
 - 4.1 Beschreibung
 - 4.2 Begründung
5. Ergebnisse der Untersuchungen
 - 5.1 Feldarbeiten
 - 5.2 Chemische Analytik
 - 5.3 Ableitung des Schadstoffpotentials
6. Stoffliche Bewertung
 - 6.1 Physikochemische Stoffeigenschaften
 - 6.2 Human- und Ökotoxikologie
 - 6.3 Transferpfade und Schutzgutbetrachtungen
7. Gefahrenabschätzung/Gefahrenbeurteilung
8. Empfehlung zur weiteren Vorgehensweise
9. Sonstige behebedürftige Lasten

Anlagen

1. Verzeichnis der verwendeten Unterlagen
2. Verzeichnis der verwendeten Literatur
3. Karten und Lagepläne
4. Dokumentation der Feldarbeiten
5. Dokumentation der chemischen Analytik

3.2.5.1 Erläuterungen zur Berichtsgliederung

zu 0. Zusammenfassung

Die Zusammenfassung trifft Aussagen zu

- der Charakterisierung des Untersuchungsobjektes (Lage, Größe, Nutzung),
- der Untersuchungsnotwendigkeit (Auswertung der Unterlagen gemäß Kapitel 2 des Leitfadens zum Altlastenprogramm),
- den durchgeführten Untersuchungen und den Ergebnissen,
- der Gefahrenabschätzung/Gefahrenbeurteilung,
- der weiteren Vorgehensweise und
- den sonstigen behebensbedürftigen Lasten.

Die Zusammenfassung sollte einen Umfang von 2 Seiten nicht überschreiten.

zu 1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Hier sind Angaben zum Auftraggeber zu machen und Auftragsdatum sowie die Aufgabenstellung wiederzugeben.

zu 2. Objektbeschreibung

Diese Beschreibung umfaßt alle zur eindeutigen Charakterisierung des Objektes notwendigen Angaben.

zu 2.1 Lagebeschreibung

Dieser Gliederungspunkt beinhaltet folgende Angaben:

Kreis:

Gemeinde:

Gemarkung/Flur/Flurstück:

Mittelpunktskoordinaten (Gauß-Krüger):

Größe des Objektes:

Objektspezifische MDALIS-Kennziffer:

Anschrift des Objektes:

Daneben ist das unmittelbare Umfeld zu beschreiben (z. B. Verkehrswege, angrenzende Nutzung).

zu 2.2 Nutzung des Objektes

Angabe des gegenwärtigen Eigentümers durch Vorlage des aktuellen Grundbuchauszuges, Angaben zur gegenwärtigen Nutzung (Miet- bzw. Pachtverhältnisse) und zur Freistellungssituation.

zu 2.3 Geographische Faktoren

- Lage zu Schutzgebieten, Wassergewinnungsanlagen, sensiblen Nutzungen in der Nachbarschaft (z.B. Kindergarten, Kleingartenanlage, usw.),
- klimatische Bedingungen (Niederschlagsmenge, Hauptwindrichtung, Verdunstungsrate),
- morphologische Bedingungen (Geländeoberkante m NN., Geländeneigung und -höhenlage in Relation zur Umgebung).

zu 2.4 Geologische und hydrogeologische Faktoren

- Untergrundverhältnisse am Standort unter Auswertung von geologischen Karten und, falls vorhanden, von Sondierungen im Umfeld,
- Beschreibung der hydrogeologischen Verhältnisse unter Angabe von GW-Leitern, GW-Fließrichtung und GW-Gefährdungen durch Auswertung der betreffenden hydrogeologischen Karte,
- Betrachtungen zur Grundwasser-Neubildungsrate.

zu 3. (einschließlich 3.1 und 3.2) Begründung für die Notwendigkeit der technischen Erkundung, Auswertung der Datenerfassungsbelege für das Objekt (MDALIS), Auswertung der historischen Erkundung und Erstbewertung

Die Notwendigkeit der technischen Erkundung für das gegebene Objekt ergibt sich aus der Auswertung der vorhandenen Datenerfassungsbelege und der historischen Erkundung.

zu 4. Untersuchungsumfang

Darstellung aller durchgeführten Untersuchungen, getrennt nach den Kompartimenten Boden, Wasser, Bodenluft.

zu 4.1 Beschreibung

Boden

Bohrungen oder Sondierungen (Lage, Anzahl, Teufe, Durchmesser), deren geologische Ansprache, Schürfe (Anzahl, Lage, Teufe)

Analytik: Vor-Ort-Parameter (welche und nach welchem Verfahren bestimmt)
Laboruntersuchungen (Parameter, Verfahren)

Wasser

GW-Meßstellen (Lage, Ausbau, welche GW-Leiter, Art der Probenahme)

Oberflächenwasser (welche Gewässer, Probenahmeort, Anzahl, Art der Probenahme)

Analytik: Vor-Ort-Parameter
Laboruntersuchungen (Parameter, Verfahren)

Bodenluft

(Ort, Art der Probenahme, Anzahl, Teufe)

Analytik: Vor-Ort-Parameter
Laboruntersuchungen (Parameter, Verfahren)

zu 4.2 Begründung

Der Umfang der Untersuchungen ergibt sich aus der Auswertung der Datenerfassungsbelege, der historischen Erkundung und Erstbewertung sowie der konkreten bzw. branchentypischen Inventarisierung.

zu 5. Ergebnisse der Untersuchungen

zu 5.1 Feldarbeiten

Boden

Organoleptik (Geruch, Aussehen, Konsistenz)

Geologische Parameter (vorgefundene gesättigte Bodenzonen, Bodenbeschreibung, Schichtung, Durchlässigkeitsbeiwert, Mächtigkeit)

Wasser

Organoleptik (Geruch, Farbe, Trübung)

Physikalische Parameter (pH, Temperatur, Leitfähigkeit, Redoxpotential, Sauerstoffgehalt)

Hydrogeologische Parameter (Grundwasseranschnitt, Ruhewasserstand, Mächtigkeiten, lokale Fließrichtungen)

Bodenluft

Organoleptik (Geruch, eventuell optische Wahrnehmung)

zu 5.2 Chemische Analytik

Boden

Schadstoffkonkrete Gehalte (nach Summenparametern), teufen- und lagespezifisch

Wasser

Schadstoffkonkrete Gehalte (nach Summenparametern), lagespezifisch

Bodenluft

Schadstoffkonkrete Gehalte (nach Summenparametern), lage- und teufenspezifisch

zu 5.3 Ableitung des Schadstoffpotentials

Abschätzung der vertikalen und horizontalen Verteilung der Schadstoffgruppen im Boden und im Wasser nach Auswertung der Einzelbestimmungen. Prognose des vorhandenen Schadstoffpotentials im Boden. Vergleich der An- und Abstromwerte von Schadstoffen im Grundwasser.

zu 6. Stoffliche Bewertung

zu 6.1 Physiko-chemische Stoffeigenschaften

Schmelz- und Siedepunkt, Löslichkeit in wäßrigen und organischen Medien, Viskosität, Dampfdruck, Redoxverhalten.

zu 6.2 Transferpfade und Schutzgutbetrachtung

Die möglichen Transferpfade

- Schadstoffquelle (im Boden) - weitere Ausbreitung im Boden, horizontal, vertikal
- Schadstoffquelle (Boden) - Sickerwasser - Grundwasser - Oberflächenwasser
- Schadstoffquelle (Boden) - Pflanzen - Mensch, - Pflanzen - Nutztiere-Mensch
- Schadstoffquelle - Luft - Mensch

sind unter Beachtung örtlicher Gegebenheiten (z. B. Wegsamkeiten, Rückhaltevermögen, Oberflächenbeschaffenheit, GW-Schwankung) qualitativ und quantitativ zu betrachten. Mögliche Beeinträchtigungen der relevanten Schutzgüter sind quantitativ abzuschätzen.

zu 7. Gefahrenabschätzung/Gefahrenbeurteilung

Gesamtheitliche Betrachtung der zuvor abgehandelten Parameter

- Eigenschaften relevanter Schadstoffe (physikalische, chemische und toxikologische)
- Schadstoffpotential
- Ausbreitungs- und Wirkungspfade
- Exposition von Schutzgütern (Art und Umfang unter Verwendung plausibler Modellbetrachtungen).

Im Ergebnis der Betrachtung und in Abhängigkeit vom erreichten Beweismiveau ist die Gefahrenlage für Schutzgüter zu beschreiben.

Die orientierende Erkundung (BN 2) führt zu einer Gefahrenabschätzung und die detaillierte Erkundung (BN 3) zu einer Gefahrenbeurteilung.

zu 8. Empfehlung zur weiteren Vorgehensweise

Unter Zuhilfenahme eines Bewertungsschemas, das die Gefährlichkeit der vorgefundenen Schadstoffe, das Schadstoffpotential und die Mobilität berücksichtigt, ist der weitere Handlungsbedarf auszuweisen wie

- vorrangiger Handlungsbedarf
- nachrangiger Handlungsbedarf
- Entlassung aus dem Altlastenverdacht.

Bei Vorliegen eines weiteren Handlungsbedarfs ist der erforderliche Untersuchungsumfang

- zur Gefahrenbeurteilung (detaillierte Erkundung, BN 3) oder
- zur Erstellung des Sanierungskonzeptes (Sanierungsuntersuchung, BN 4) abzuleiten.

zu 9. Sonstige behebbungsbedürftige Lasten

Angabe sonstiger Gefahrstoffbestände nach SOG LSA, WHG und AbfG (z. B. mangelnde Verkehrssicherheit, regelwidriger Betriebszustand genehmigungspflichtiger Anlagen, gesetzeswidrige Lagerung von Abfällen und Gefahrstoffen)

Anlagen

1. Verzeichnis der verwendeten Unterlagen

- Schätzungen
- Gutachten
- Betriebliche Unterlagen
- Ergebnisse mündlicher Befragungen
- Altlastenersterfassung (z. B. MDALIS)
- Historische Erkundung

2. Verzeichnis der verwendeten Literatur
 - vollständiges Zitat der Literaturstelle
3. Karten und Lagepläne
 - Übersichtskarte, Maßstab 1:100.000
 - Topographische Karte, Maßstab 1:10.000 bzw. 1:25.000
 - Lageplan des Untersuchungsobjektes, Maßstab 1:500 oder 1:1.000 mit Bezeichnung der aufstehenden Gebäude und Anlagen einschließlich einer Fotodokumentation
4. Dokumentation der Feldarbeiten
 - Schichtenverzeichnis und Profildarstellung nach DIN 4022, 4023 und 18196
 - Bohr- und Ausbauprotokolle gemäß DIN 4021
5. Dokumentation der chemischen Analytik
 - Probenahmeprotokolle nach DIN 38402, Teil 13
 - Analysenprotokoll unter Angabe des verwendeten DIN-Bestimmungsverfahrens

3.2.6 Muster eines Leistungsverzeichnisses

Mit dem nachfolgenden Muster eines Leistungsverzeichnisses wird dem Ausschreibenden die Konzeption eines Untersuchungsprogramms erleichtert.

Die Anwendung des Muster-Leistungsverzeichnisses bei Ausschreibungen soll zu vergleichbaren Konkurrenzangeboten führen. Darüber hinaus können ein fachlich adäquates Niveau sowie vergleichbare Ausgangsvoraussetzungen für die gutachterlichen Leistungen gesichert werden.

Muster-Leistungsverzeichnis

Position	Anzahl	Leistungen	EP (DM)	GP (DM)
----------	--------	------------	---------	---------

Angebot Los I

1		Geländearbeiten/Probenahmen Boden, Bodenluft, Grundwasser		
1.1		An- und Abfahrt Sondiertrupp/Arbeitstrupp, Baustelleneinrichtung, Kilometerpauschalen, Anfahrtzeiten, Tagegelder etc. Sondiertrupp und betreuender Geologe für Fahrten zur Durchführung von Geländearbeiten pauschal		
1.2.1		Aufbruch versiegelter Oberflächen (Beton, Asphalt) falls erforderlich; inkl. aller Nebenkosten wie Antransport des Gerätes oder Verschließen des Aufbruchs Aufbrüche		
1.2.2		Aufbruch versiegelter Oberflächen (Beton, Asphalt) mittels Beton-Kernbohrverfahren falls erforderlich; inkl. aller Nebenkosten wie Antransport des Betonbohrgerätes und Verschließen des Aufbruchs durch Beton mit eingelassenem Markierungsstift lfd. cm Betonbohrung		
1.3.1		Rammkernsondierungen DN 50/60 nach DIN 4021 zur Erkundung der anstehenden Untergrundverhältnisse sowie zur Entnahme von Boden-, Bodenluft- und Wasserproben, inkl. aller Nebenarbeiten wie Umsetzen von Bohransatzpunkt zu Bohransatzpunkt, Reinigen des Sondiergerätes, inkl. Führen und Liefern von Schichtenverzeichnissen DIN 4022 lfd. m		
1.3.2		Beseitigung von Bohrhindernissen, erneutes Ansetzen von Rammkernsondierungen, zusätzliche Erschwernisse, unverschuldete Wartezeiten Std. Arbeitstrupp		
1.4.1		Entnahme von Beton- und Mauerwerksproben im Beton-Kernbohrverfahren, horizontal oder vertikal, Mindesttiefe der Probenahme 10 cm; zur Untersuchung der Schadstoffbelastung des Mauerwerkes im Hinblick auf den vorgesehenen Rückbau Proben		
1.4.2		Entnahme von Bodenproben je lfd. m bzw. nach organoleptischer Ansprache, inkl. Beurteilung und Rückstellung in geeigneten Gefäßen (gekühlt, 3 Monate) Proben		

1.4.3	Entnahme von Bodenproben zur Untersuchung auf flüchtige Stoffe VDI 3865, Bl. 5 Proben		
1.5.1	Einmessen der Sondierpunkte (Los 1) und Pegel (Los 2) nach Höhe und Lage (bei Pegeln: Gauß-Krüger-Koordinaten) in eine vorgegebene Karte; Bezugspunkt wird vom AG vorgegeben Ansatzpunkte		
1.5.2	Messung des Grundwasserflurabstandes an Pegeln, Rammpegeln und ggf. auflässigen Sondierbohrungen GW-Aufschlüsse / Pegel		
1.6.1	Errichten von 2"-Hilfspegeln (Rammpegel) mit leichtem Bohrergerät, Aufbohren einer RKS gemäß Pos. 1.3 auf DN 80; Einbau von 2"-Stahlrammpegeln (Filter- und Aufsatzrohr), inkl. Ringraumverfüllung und Tondichtung lfd. m		
1.6.2	Entnahme von GW-Proben aus Rammpegeln Pos. 1.6.1; Einbau einer 5/4"-Tauchpumpe, Abpumpen bis zur Konstanz der Feldparameter, fachgerechte Entnahme von Wasserproben nach DIN 39 402 A13, LAGA PN 1/75 inkl. Konservierung LWA 7/89 Proben		
1.6.3	Entnahme von GW-Proben aus vorhandenen (Alt-)Pegeln; Einbau einer 2"-Tauchpumpe, Abpumpen bis zur Konstanz der Feldparameter, fachgerechte Entnahme von Wasserproben nach DIN 39 402 A13 , LAGA PN 1/75 inkl. Konservierung LWA 7/89 Proben		
1.6.4	Bestimmung und Dokumentation der Feldparameter bei der Entnahme von Grundwasserproben (Temperatur DIN 38404 C4-2, pH-Wert DIN 30404 C4, Leitfähigkeit DIN 30404 C8, Sauerstoffgehalt DIN 38408 G22, Redoxpotential DIN 38404 C6, Färbung DIN 38404C1-1, Trübung DIN 38404C2-1) Protokoll DIN 38402 A-13 Proben		
1.7.1	Vorbereitung zur Entnahme von Bodenluftproben aus Bohrungen und Sondierungen Pos. 1.3.1 wahlweise durch Einsatz einer Bodenluftsonde (System meta, Dräger-Stietz u. dgl.) oder durch Einsatz eines ambulanten Bodenluftpegels (5/4" HDPE); anzunehmende Mindestentnahmetiefe 2 m Meßstellen		

1.7.2	Abpumpen der Bodenluft (Schadluft) und begleitende Analyse auf Permanentgase Methan, CO ₂ , O ₂ mittels Feldmeßgerät Proben		
1.7.3	Entnahme von Bodenluftproben durch Anreicherung auf geeigneten Adsorptions-Röhrchen oder aber direkte Entnahme (in Teflon-Beuteln, in head-space-Gläschen oder gleichwertiges) zur Bestimmung der Spurengase wie CKW und BTEX Proben		
Gesamtsumme Los I			

Angebot Los II

2	Pegelbau, Probenahme Grundwasser, Pumpversuche		
2.1	Baustelleneinrichtung		
2.1.1	An- und Abtransport der Bohranlage sowie sämtlicher Geräte, Maschinen und Werkzeuge einschl. aller Nebenkosten, Baustellensicherung, Wiederherstellung aller benutzten Flächen, Zuwegungen und Lagerplätze in ordnungsgem. Zustand pauschal		
2.1.2	Auf- und Abbau der Bohranlage an den jeweiligen Bohransatzpunkten sowie Umsetzen der Bohranlage von Bohrpunkt zu Bohrpunkt bei Umsetzdistanzen von max. 1 m und problemloser Befahrbarkeit der Bohrstellen Stück		
2.2	Bohrung		
2.2.1	Bohrung im Lockergestein Abteufen der Bohrungen DIN 4021 in Böden der Bodenklasse 1 - 5 ohne Gewinnung gekernter Proben mit einem Enddurchmesser von ca. 300 mm als Vollbohrung im Trockenbohrverfahren mit Entnahme und Aufbewahrung gestörter Bodenproben je Meter; Beschriften und Lagern der Proben; Verrohrung ist aufgrund des Untergrundaufbaus vorzusehen und wird nicht gesondert vergütet. Bohrgut ist in Kernkisten auszulegen. Führung von Bohrberichten und Schichtenverzeichnissen und Darstellung von Bohrprofil und Ausbauezeichnung in übersichtlicher Form		

	_____	lfd. m von 0 bis 10 m	_____	_____
	_____	lfd. m von 10 bis 20 m	_____	_____
	_____	lfd. m von 20 bis 30 m	_____	_____
	_____	lfd. m von 30 bis 40 m	_____	_____
	_____	lfd. m von 40 bis 50 m	_____	_____
	_____	lfd. m von 50 bis 60 m	_____	_____
2.2.2		Bohrung im Festgestein Abteufen einer Bohrung mit Enddurchmesser von ca. 300 mm ohne Gewinnung gekernter Proben in Böden der Klassen > 5 als Vollbohrung im Rotationsspül-Bohrverfahren (Rollmeißel); inkl. aller Nebenkosten wie Ausheben der Spülgrube, liefern der Spülung, Führung von Bohrberichten und Schichtenverzeichnissen DIN 4022 und Darstellung von Bohrprofil und Ausbauezeichnung in übersichtlicher Form		
	_____	lfd. m von 0 bis 10 m	_____	_____
	_____	lfd. m von 10 bis 20 m	_____	_____
	_____	lfd. m von 20 bis 30 m	_____	_____
	_____	lfd. m von 30 bis 40 m	_____	_____
	_____	lfd. m von 40 bis 50 m	_____	_____
2.3		Einsatz einer Bohrkolonne zur Beseitigung von Hindernissen nach DIN 18 301 Std.	_____	
2.4		Ausbau der Bohrung zu Grundwassermeßstellen DN 125 (5") PVC normalwandig, bestehend aus Bodenkappe, Filter- und Aufsatzrohr (Liefern und Einbau)		
2.4.1		Liefern und Einbau eines PVC-Filterrohres DN 125 nach DIN 4925, inkl. Zentrierung		
	_____	m	_____	_____
2.4.2		Liefern und Einbau eines PVC-Aufsatzrohres DN 125 nach DIN 4925, inkl. Zentrierung		
	_____	m	_____	_____
2.4.3		Liefern und Einbau von Filterkies bzw. Filtersand nach DIN 4924		
	_____	m	_____	_____
2.4.4		Liefern und Einbau von Quellton zur Abdichtung zwischen Vollrohr und Bohrlochwand		
	_____	m	_____	_____
2.4.5		Liefern und Einbau eines Bodenstückes		
	_____	Stück	_____	_____
2.5		Abschlußbauwerk		

2.5.1	Ausbau der Meßstellen als Überflurpegel mit Schutzrohr Stahl DN 150 (verzinkt, außen beschichtet) DIN 2458 / Betonfüllung, Betonring, Sebakappe DN 150; liefern und einbauen		
	Stück		
2.5.2	Ausbau der Meßstelle als Unterflurpegel in geländegleicher Ausführung, mit Sebakappe, Straßenkappe DIN 3583; komplett mit Betonsockel, Betonring; oder gleichwertiges		
	Stück		
2.6	Entsanden der Meßstellen, Probenahme		
2.6.1	Ein- und Ausbau einer Pumpe, Verlegen einer Ablaufleitung bis max. 100 m, Pumpenbetrieb zum Entsanden der Meßstelle		
	Stück		
2.6.2	Einbau einer Tauchpumpe, Abpumpen bis zur Konstanz der Feldparameter, fachgerechte Entnahme von Wasserproben nach DIN 39 402 A13 , LAGA PN 1/75 inkl. Konservierung LWA 7/89		
	Stück		
2.6.3	Bestimmung und Dokumentation der Feldparameter bei der Entnahme von Grundwasserproben (Temperatur DIN 38404 C4-2, pH-Wert DIN 30404 C4, Leitfähigkeit DIN 30404 C8, Sauerstoffgehalt DIN 38408 G22, Redoxpotential DIN 38404 C6, Färbung DIN 38404C1-1, Trübung DIN 38404C2-1) Protokoll DIN 38402 A-13		
	Proben		
2.7	Vorbereitung und Ausführung eines Pumpversuchs; Vorhalten und Betrieb einer U-Pumpe mit Zubehör, Messungen während der Versuchsdauer und des Wiederanstiegs;		
	Vorbereitung Pumpversuch		
	Stunde Abpumpen		
	Stunde Wiederanstieg		
2.9	Kosten für evtl. Sonderleistungen, Wartezeiten etc (z.B. erschwertem An- und Abtransport, Handschachtung o.ä.)		
	Stunde Bohrmeister		
	Stunde Facharbeiter		
	Stunde Bohranlage		
	Entsorgung kontaminiertes Bohrgut		
	Entsorgung kontaminiertes Wasser aus Pumpversuchen		

Gesamtsumme Los II			
Angebot Los III			
3	Analytik		
3.1	Bodenuntersuchung		
3.1.1	Probenvorbereitung Boden		
3.1.1.1	Brechen von grobstückigen Feststoffproben mittels Backenbrecher auf < 10 mm		
3.1.1.2	Mischprobenerstellung, je Ansatz Stück		
3.1.1.3	Königswasseraufschluß DIN 38414 S7 Stück		
3.1.1.4	Herstellen eines Eluates DIN 38414 S4 Stück		
3.1.2	Parameterbestimmung Originalsubstanz		
3.1.2.1	pH-Wert nach Aufschlammung DIN 38404 C5 Probe		
3.1.2.2	elektr. Leitfähigkeit nach Aufschlammung DIN 38404 C5 Probe		
3.1.2.3	halbquantitatives Elementscreening (DIN 38406 E22) auf relevante Elemente nach Königswasseraufschluß Probe		
3.1.2.4	Schwermetallbestimmung Arsen (DIN 38405 D18) Blei (DIN 38406 E6) Cadmium (DIN 38406 E22) Chrom (DIN 38406 E22) Kupfer (DIN 38406 E22) Nickel (DIN 38406 E22) Quecksilber (DIN 38406 E12) Zink (DIN 38406 E22) Bor (DIN 38406 E22)		
3.1.2.5	sonstige anorganische Parameter Cyanid ges. (DIN 38405 D13-1) Cyanid lfs. (DIN 38405 D13-2)		

3.1.2.6	organische Summen- und Leitparameter		
	IR-KW (DIN 38409 H18)	_____	_____
	EOX (DIN 38409 H8)	_____	_____
	PAK (EPA)	_____	_____
	TOC (DIN 38409 H3)	_____	_____
3.1.2.7	sonstige organische Parameter		
	BTEX (DIN 38407 F9)	_____	_____
	LHKW (DIN 38407 F5)	_____	_____
3.1.3	Parameterbestimmung Eluat		
3.1.3.1	halbquantitatives Elementscreening (DIN 38406 E22) auf relevante Elemente		
	Probe	_____	_____
3.1.3.2	Schwermetallbestimmung		
	Arsen (DIN 38405 D18)	_____	_____
	Blei (DIN 38406 E6)	_____	_____
	Cadmium (DIN 38406 E19-3)	_____	_____
	Chrom (DIN 38406 E22)	_____	_____
	Chrom VI (DIN 38405 D24)	_____	_____
	Kupfer (DIN 38406 E22)	_____	_____
	Nickel (DIN 38406 E22)	_____	_____
	Quecksilber (DIN 38406 E12)	_____	_____
	Zink (DIN 38406 E22)	_____	_____
3.1.3.3	sonstige anorganische Parameter		
	Cyanid ges. (DIN 38405 D13-1)	_____	_____
	Cyanid lfs. (DIN 38405 D13-2)	_____	_____
	o-Phosphat (DIN 38409 D19)	_____	_____
	Sulfat (38409 D19)	_____	_____
	Chlorid (38409 D19)	_____	_____
	Nitrat (38409 D19)	_____	_____
	Bor (DIN 38406 E22)	_____	_____
3.1.3.4	organische Summen- und Leitparameter		
	IR-KW (DIN 38409 H18)	_____	_____
	EOX (DIN 38409 H8)	_____	_____
	PAK (EPA)	_____	_____
	TOC und DOC (DIN 38409 H3)	_____	_____
3.2	Grundwasserproben		
3.2.1	Analyse von Grundwasserproben entsprechend Parameterliste <u>Altablagerungen</u> (orientierende Erkundung):		

	Chlorid (DIN 38409 D19)	_____	
	Sulfat (DIN 38409 D19)	_____	
	Nitrat (DIN 38409 D19)	_____	
	Ammonium (DIN 38409 H5)	_____	
	Bor (DIN 38405 D17)	_____	
	TOC (DIN 38409 H3-1)	_____	
	DOC (DIN 38409 H13)	_____	
	AOX (DIN 38409 H14)	_____	
	Phenol-Index (DIN 38409 H16-2)	_____	
_____	Proben lt. Liste (abzgl. Rabatte)	_____	_____
3.2.2	halbquantitatives Elementscreening (DIN 38406 E22) auf relevante Elemente		
_____	Probe	_____	_____
3.2.3	sonstige anorganische Parameter		
_____	Cyanid ges. (DIN 38405 D13-1)	_____	_____
_____	Sulfat (38409 D19)	_____	_____
_____	Chlorid (38409 D19)	_____	_____
_____	Nitrat (38409 D19)	_____	_____
_____	Ammonium (DIN 38409 H5)	_____	_____
_____	Bor (DIN 38406 E22)	_____	_____
3.2.4	organische Summen- und Leitparameter		
_____	IR-KW (DIN 38409 H18)	_____	_____
_____	AOX (DIN 38409 H14)	_____	_____
_____	PAK (EPA 610)	_____	_____
_____	TOC (DIN 38409 H3)	_____	_____
_____	Phenolindex (DIN 38409 H16-2)	_____	_____
3.2.5	Analyse von Grundwasserproben auf LHKW (min. Dichlormethan, Trichlormethan, Tetrachlormethan, 1,1,1-Trichlorethan, Trichlorethen, Tetrachlorethen, cis/trans 1,2 Dichlorethan)		
	DIN 38407 F5		
_____	Proben	_____	_____
3.2.6	Analyse von Grundwasserproben auf BTEX-Aromaten (Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylole) DIN 38407 F9		
_____	Proben	_____	_____
3.2.7	Wasserprobe, GC-MS-Screening		
_____	Probe	_____	_____
3.3	Bodenluft		

3.3.1 Analyse von Bodenluft CO₂, N₂, O₂, CH₄ (GC-
WLD)

_____ Proben _____

3.3.2 Analyse von Bodenluft auf H₂S (elektrochem.
Meßzelle)

_____ Proben _____

3.4.3	Analyse von Bodenluft auf LHKW (min. Dichlormethan, Trichlormethan, Tetra-chlormethan, 1,1,1-Trichlorethan, Trichlor-ethen, Tetrachlorethen, cis/trans 1,2 Dichlorethan Proben		
3.3.4	Analyse von Bodenluft auf BTEX-Aromaten (Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylole) Proben		
3.3.5	Analyse von Bodenluft auf flüchtige, benzintypische aliphatische Kohlenwasserstoffe (n-C ₅ bis n-C ₈ , 2-Methylbutan, 2- und 3-Methylpentan, Cyclohexan, Methylcyclohexan) Proben		
	Gesamtsumme Los III		
	Angebotssumme		
	Gesamtsumme Los I		
	Gesamtsumme Los II		
	Gesamtsumme Los III		
	Angebotssumme Lose I bis III (netto)		
	gesetzliche MwSt (15%)		
	Angebotssumme (brutto)		

Ort Datum rechtsverbindliche Unterschrift(en)

Firmenstempel

3.2.7 Voraussetzungen zur Durchführung einer detaillierten Erkundung

Im Verlaufe der orientierenden Erkundung, in der auf der Grundlage der Auswertung vorhandener Unterlagen an den Altlastverdachtsflächen sinnliche Beobachtungen wahrgenommen, mit einfachen technischen Methoden stichpunktartig Proben entnommen und diese chemisch-physikalisch unter Verwendung von Summenparametern und Screening-Methoden untersucht werden, wird das Vorhandensein und die ungefähre Verbreitung der Schadstoffe an konkreten Stellen der altlastverdächtigen Fläche festgestellt und eine Belastung bzw. Beeinträchtigung von Schutzgütern abgeschätzt.

Ergibt sich nach abschließender Bewertung der Ergebnisse der orientierenden Erkundung, daß eine Fläche nicht aus dem Altlastverdacht entlassen werden kann, ist in der Regel eine detaillierte Erkundung, zumindest jedoch eine Überwachungsmaßnahme hinsichtlich der von der altlastverdächtigen Fläche ausgehenden Emissionen erforderlich.

Der Umfang der detaillierten Erkundung bzw. der Überwachungsmaßnahme wird abhängen von der getroffenen Gefahrenbeurteilung unter Berücksichtigung von Art und Menge festgestellter Schadstoffe, deren Stoffgefährlichkeit und Transferverhalten und den standortspezifischen Untergrundverhältnissen. Zugleich ist eine Priorisierung für die weitere Bearbeitung der altlastverdächtigen Flächen im Land Sachsen-Anhalt vorzunehmen. Dazu dienen vorzugsweise die Datenerfassungsbelege für die schutzgutbezogene Bewertung, die eine Vergleichbarkeit der Fälle im Land Sachsen-Anhalt ermöglichen (Kap. 5).

Einzelheiten zu den vorgenannten Punkten werden im folgenden Kapitel 3.3, "Detaillierte Erkundung", ausführlich dargelegt.

3.3 Detaillierte Erkundung

in Bearbeitung

4 Sanierungsuntersuchung

in Bearbeitung

5 Bewertung bei höherem Beweismiveau **- schutzgutbezogene Gefährdungsabschätzung**

5.1 Bewertungsgrundlagen

Für die Bewertung bei höherem Beweismiveau ist diese einzelfallspezifisch und detailliert nach den möglicherweise betroffenen Schutzgütern, Grundwasser, Oberflächenwasser, Luft und Boden durchzuführen. Der bisher vorliegende Bewertungsbogen Schutzgut Grundwasser (Anlage 1) ist dementsprechend auszufüllen.

Ausgehend von der Gefährlichkeit der Stoffe in der Altlast, dem Ausgangsrisiko infolge Stoffgefährlichkeit, werden in den aufeinanderfolgenden Verfahrensschritten der Schadstoffaustrag aus der Altlast, der Schadstoffeintrag in das Schutzgut sowie der Transport und die Wirkung des Schadstoffes im Schutzgut betrachtet. Im Ergebnis dieser Verfahrensschritte, der Ermittlung des maßgeblichen Risikos, wird abgeschätzt, ob die einzelfallspezifischen örtlichen Gegebenheiten gefährdungsmindernd bzw. -erhöhend wirken.

5.2 Schutzgut Grundwasser

Der Verfahrensablauf wird bezogen auf das Schutzgut Grundwasser im folgenden ausführlich beschrieben.

Dazu werden Begriffe und Symbole eingeführt:

r_0	=	Ausgangsrisiko infolge Stoffgefährlichkeit
r_I	=	tatsächliches Gefahrenrisiko infolge des zu erwartenden Schadstoffaustrages aus der Altlast
r_{II}	=	tatsächliches Gefahrenrisiko infolge des zu erwartenden Schadstoffeintrages in das Grundwasser
r_{III}	=	tatsächliches Gefahrenrisiko infolge des zu erwartenden Schadstofftransportes im Grundwasser und der Schadstoffwirkung auf das Grundwasser
r_{IV}	=	gewichtetes Gefahrenrisiko unter Beachtung der Bedeutung des Schutzgutes "Grundwasser" im Betrachtungsraum
R	=	für die Ableitung des Handlungsbedarfes maßgebendes Gefahrenrisiko (oft identisch mit r_{IV})

Multiplikatoren (m - Werte):

m_I	=	Multiplikator zur Bewertung des Stoffaustrages aus der Altlast
m_{II}	=	Multiplikator zur Bewertung des Stoffeintrages in das Grundwasser
m_{III}	=	Multiplikator zur Bewertung des Stofftransportes im Grundwasserleiter
m_{IV}	=	Multiplikator zur Einschätzung der Bedeutung der Grundwasserressource

Berechnung der Risikowerte r_I bis r_{III} bzw. r_{IV} :

r_I	=	$m_I \cdot r_0$
r_{II}	=	$m_{II} \cdot r_I$
r_{III}	=	$m_{III} \cdot r_{II}$

Der ermittelte r_{III} - Wert entspricht der tatsächlichen Gefährdung des Grundwassers durch die Altlast. Entsprechend der Bedeutung des Grundwassers als Ressource im Territorium erfolgt eine Wichtung:

$$r_{IV} = m_{IV} \cdot r_{III} \quad \text{gewichtetes Gefahrenrisiko}$$

Das gewichtete Gefahrenrisiko kann einen Zahlenbereich überdecken. Ähnlich wie bei der formalen Erstbewertung in MDALIS werden bei nicht eingeschätzten (unbekannten) Einflußfaktoren der "günstigste" und der "ungünstigste" Fall ausgerechnet.

Aus dem gewichteten Risiko wird das **maßgebende Risiko R** abgeleitet. Besteht das gewichtete Gefahrenrisiko r_{IV} aus einem Wert, dann ist $r_{IV} = R$. Ergibt sich für r_{IV} ein Wertebereich, weil für einen oder mehrere Einflußfaktoren 2 Werte angenommen werden, dann ist das maßgebende Gefahrenrisiko

$$R = r_{IVmax} \cdot \text{maßgebendes Gefahrenrisiko}$$

Die Gefährdungseinschätzung muß zu einer Entscheidung über ein angemessenes Vorgehen (Handlungsbedarf) an der ALVF führen, das sowohl den Erfordernissen der Praxis als auch dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit der Mittel Rechnung trägt.

Dabei kommen folgende Möglichkeiten in Betracht:

- A** : Ausscheiden und Archivieren
- B** : Belassen in der Datei zur Wiedervorlage
- C** : Überwachung bzw. fachtechnische Kontrolle
- E** : Erkundung
- E₀₋₁** : historische Erkundung
- E₁₋₂** : orientierende Erkundung
- E₂₋₃** : Detailerkundung
- E₃₋₄** : Sanierungsuntersuchung

Um den Handlungsbedarf zu ermitteln, ist es notwendig, das Beweisniveau entsprechend dem Kenntnisstand der zu bewertenden Altlast zu charakterisieren. Durch Kombination des **maßgebenden Risikos (R)** mit dem Beweisniveau läßt sich auf einfache Weise über eine Matrix der Handlungsbedarf ableiten (Abb.4).

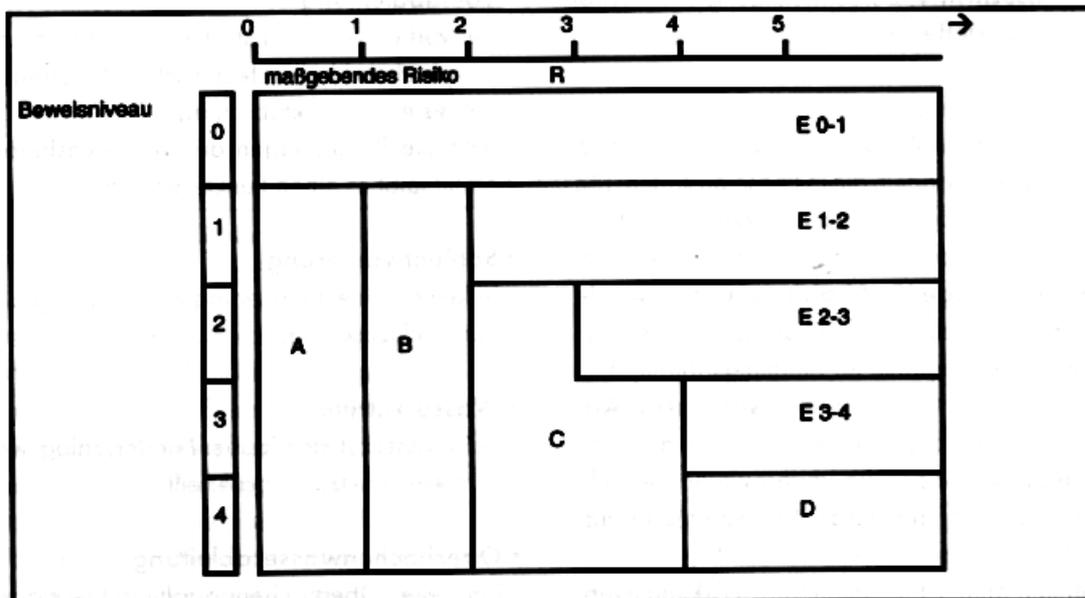


Abb. 4 Handlungsmatrix

5.2.1 Stoffgefährlichkeit r_0

Ausgangspunkt der Bewertung ist die Gefährlichkeit des Schadstoffes im Abfall- und/oder Bodenmaterial auf die Gesundheitsgefährdung des Menschen, die bestimmt wird durch dessen

- akute Toxizität,
- chronische Toxizität,
- Karzinogenität,
- Teratogenität,
- Mutagenität,
- Bioakkumulierbarkeit und
- Persistenz.

Die Methoden zur Gewinnung von gesundheitsrelevanten Daten sind vielfältig. Sie werden in der Regel über Versuche mit Säugetieren (Ratten) gewonnen. Wegen der Komplexität der Einflußfaktoren sind die Bewertungen je nach Wichtung oder Hervorhebung einzelner Merkmale in der Literatur unterschiedlich. Für r_0 wird ein Wertebereich von 0 (ungefährlich) bis 6 (hochgefährlich) festgelegt; für einige Kampfstoffe kann auch ein Wert über 6 liegen.

Für **Altablagerungen** ist eine grobe Gliederung über

- Erdaushub	r_0	etwa von	0	bis	1
- Bauschutt	r_0	etwa von	1	bis	2
- fester Siedlungsabfall	r_0	etwa von	2	bis	4
- toxische bzw. schadstoffhaltige industrielle Abprodukte (Sonderabfall)	r_0	etwa von	4	bis	6

vorgegeben, die für das Beweinsniveau 1, historische Erkundung, ausreichend ist.

Bei detaillierter Kenntnis der Einzelstoffe in ihrer Wirkung auf die Schutzgüter Grund- und Oberflächenwasser, Boden und Luft bieten die Anlagen 2 und 4 eine feinere Einteilung der Stoffgefährlichkeit r_0 für Abfälle und Stoffgemische.

Für **Altstandorte** ist die Einstufung der Stoffgefährlichkeit problematisch. Ohne Kenntnis spezieller Schadstoffe und konkreter Kontaminationsherde, die aus technischen Untersuchungen zu erhalten sind, ist eine Abschätzung des r_0 -Wertes nur aus der Kenntnis der ermittelten Branche möglich. Eine Grundlage der Bewertung bildet das Branchenschlüssel-Verzeichnis der formalen Erstbewertung, dem r_0 -Wertebereiche zugeordnet wurden (Anlage 3). Bei der Festlegung des r_0 -Wertes wird bei vorliegendem Schadstoffspektrum der Wert des Schadstoffes mit der höchsten Gefährlichkeit gewählt. Liegen gesicherte Kenntnisse über spezielle Schadstoffe bzw. Schadstoffgruppen in der Altlast vor, die bei fortschreitender technischer Erkundung erhalten werden, sind die Tabellen der Schadstoffgefährlichkeit - r_0 -Werte für chemische Stoffe und Stoffgruppen zu nutzen (Anlage 4), um die Branchenbereiche zu spezifizieren.

5.2.2 Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse

Im folgenden werden ausgehend von der Stoffgefährlichkeit die generellen Einflußfaktoren auf das Gefahrenrisiko bei Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse beschrieben. Eine Umsetzung dieser Einflußfaktoren in Zahlenwerte ("Multiplikatoren") wird für die Verfahrensschritte 1 bis 3 im **Anhang 4**, geologische Standorttypen, angeführt. Diese sind zu nutzen, wenn beispielsweise gutachterliche Detailkenntnisse noch nicht vorliegen, etwa auf dem Beweinsniveau 1, "Historische Erkundung".

Stoffaustrag, -eintrag und -transport werden nicht in absoluten Größen angegeben. Es werden die tatsächlichen örtlichen Verhältnisse des Einzelfalls mit einer "standardisierten Lagerungssituation" verglichen. Dabei wird abgeschätzt, ob sich die gegebenen Verhältnisse gegenüber der Vergleichslage gefahrenmindernd oder -erhöhend auswirken.

Verfahrensschritt 1. Berücksichtigung des Austrages des Schadstoffes aus der Altlast

Transportmittel für Schadstoffe ist in den meisten Fällen Wasser, soweit es sich nicht um flüssige, nichtwäßrige Abfälle handelt, die in Phase austreten. Die Zu- und Austrittsmöglichkeiten von Wasser sind daher für den Schadstoffaustrag ausschlaggebend. Die **Vergleichslage für Altablagerungen** wurde in Anlehnung an die technischen Regelungen zur Errichtung einer Deponie für Siedlungsabfälle definiert: $m_1 = 1,0$. Als **Vergleichslage für Altstandorte** wird folgender Kompromiß als Normalfall festgelegt: Lage im ungesättigten Bereich, keine Sohlabdichtung, keine Sohlentwässerung - $m_1 = 1,2$. In der ersten Stufe ist die dichtende Wirkung eventuell vorhandener Abdeckungen, Abdichtungen bzw. des natürlich anstehenden Bodenmaterials für Altablagerungen zu betrachten, Sohlabdichtung und -entwässerung entfallen für Altstandorte.

In der Anlage 5 sind die bewertungsrelevanten Einflußfaktoren zusammengestellt.

Als Einflußfaktoren müssen bei Betrachtung des Grundwasserpfadens bewertet werden:

- **Lage zum Grundwasser**
 Von besonderem Interesse ist, ob die Sohle der Ablagerung bzw. der tiefste bekannte Schadstoffpunkt des Altstandortes
 - im ungesättigten Bereich über dem GW-Leiter,
 - im Grundwasserwechselfbereich oder
 - im Grundwasser liegen.

Für Altstandorte wird die erste Möglichkeit festgelegt.
- **Oberflächenabdichtung, Versiegelung, Bebauung**
 Bei wirksamer Abdichtung (Schutz vor Niederschlagswasser) bei Altablagerungen oder Versiegelung/Bebauung bei Altstandorten gibt es einen Abschlag.
 Muß die Frage nach der Oberflächenabdichtung mit nein beantwortet werden, ist mit einem intensiven Auswaschen von Schadstoffen zu rechnen.
- **Oberflächenabdeckung**
 Ist keine wirksame Abdeckung (z.B.Schutz vor Windverfrachtung) vorhanden, so gibt es Punktzuschlag.
- **Sohlabdichtung**
 Bei vorhandener künstlicher Sohlabdichtung mit entsprechend hohen technischen Anforderungen gibt es einen Punktabschlag.
 Sind die Bedingungen der Vergleichslage nicht erfüllt, gibt es einen Punktzuschlag.
- **Sohlentwässerung**
 Ist keine Sohlentwässerung vorhanden, gibt es einen Punktzuschlag.
- **Wasserzutritte**
 Bei Wasserzutritten (außer Niederschlagswasser) wird ein Punktzuschlag erteilt.
- **Oberflächenwasserableitung**
 Bei steiler Oberflächengestaltung fließt das Niederschlagswasser ab, der Schadstoff wird nicht ausgewaschen.
- **Art der Einlagerung**
 Nach eigenem Ermessen können Punktabschläge bis - 0,2 gegeben werden, wenn die abgelagerten Stoffe durch Hüllen geschützt werden. Punktzuschläge bis 0,2 sind ebenfalls möglich.
- **Volumen der Ablagerung**

- **Kontaminationsfläche bei Altlablagerungen**
Bewertet wird nur die Kontaminationsfläche als Gesamtheit der Flächen, die eine große Wahrscheinlichkeit der Kontamination in sich birgt. Ist eine Flächenschätzung z.B. aufgrund verschiedenartiger und nicht georteter Nutzungen nicht möglich, kann die Betriebsfläche angesetzt werden.
- **Niederschlag**
In die Bewertung geht die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge ein.
- **Lagebeschreibung**
Sie geht nicht in die Bewertung ein. Die Art der Verfüllung oder Aufhaltung wird beschrieben.
- **Stoffeigenschaften (Löslichkeit/Flüchtigkeit)**
Löslichkeit und Aggregatzustand der Schadstoffe sind für deren Ausbreitung in Richtung Grundwasser von besonderer Bedeutung. Wird die Relevanz eines Schadstoffes nachgewiesen, ist die Löslichkeit des Stoffes in die Bewertung einzubeziehen. Bei festen, nahezu unlöslichen Schadstoffen ist die Gefahr für das Grundwasser gering; bei der Bewertung kann ein Abschlag erfolgen. Handelt es sich um Schadstoffgruppen, wird der für das Grundwasser relevanteste Schadstoff, der zum größten r_{IV} -Wert führt, in die Bewertung einbezogen. Damit bestimmen neben der Stoffgefährlichkeit die Mobilität und die Konzentration den für den Grundwasserpfad relevantesten Schadstoff. Hat der Schadstoff einen Dampfdruck von mehr als 1 Pa, ist das Schutzgut Luft zu bewerten. Es gelten die Festlegungen:

leichtflüchtig	> 10^2 Pa,
mittelflüchtig	< 10^2 - 10^0 Pa,
schwerflüchtig	< 10^0 Pa

Nach Anlage 6 wird der Multiplikator m_1 festgelegt. Damit ergibt sich das Gefahrenrisiko r_1 :

$$r_1 = m_1 \cdot r_0$$

Verfahrensschritt 2, Eintrag des Schadstoffes in das Schutzgut

Der Eintrag eines Schadstoffes in das Grundwasser wird neben der Art des Transportvorganges wesentlich durch das Rückhaltevermögen der ungesättigten Bodenzone bestimmt. Diese Schadstoffrückhaltung ist sowohl durch Sorptionsprozesse als auch durch chemische Umwandlungen oder biologischen Ab- bzw. Umbau möglich. Für die Quantität des Rückhaltevermögens sind in jedem Fall standortspezifische Faktoren und Stoffeigenschaften gleichermaßen ausschlaggebend.

Im einzelnen sind folgende Faktoren des Untergrundes für den Schadstoffeintrag von Bedeutung:

- Aufbau und Homogenität des Untergrundes (Korngrößenverteilung, k_f -Werte, Porosität, Klüftigkeit, Filtereigenschaften, Lagerungsdichte),
- physiko-chemische Eigenschaften (pH-Wert, Redox-Potential, Tongehalt, Kalkgehalt, Ionenaustauschkapazität, organischer Anteil, Bodenfeuchte),
- Temperatur,
- Volumen und Qualität der Bodenluft (CO_2 - und O_2 -Gehalt),
- Bodenleben.

Das Sorptionsverhalten eines Schadstoffes ist von folgenden Faktoren abhängig:

- Dichte (leichter oder schwerer als Wasser),
- Viskosität,
- Oberflächen- und Grenzflächenspannung zu Wasser,
- Molekülstruktur,
- Polarität und Symmetrie des Moleküls,
- Molekülgröße,
- Lipophilie.

Eine Bewertung des Abbauverhaltens von Schadstoffen auf der Grundlage physiko-chemischer Eigenschaften ist kaum möglich, obwohl bestimmte Strukturelemente eine schlechte Abbaubarkeit erkennen lassen (Kettenlänge und Verzweigung im Molekül).

Konzentration und Fracht des Schadstoffes spielen bei der Beurteilung von Sorption und Abbau ebenfalls eine Rolle.

Die vielfältigen und komplexen Einflüsse auf das Rückhaltevermögen der ungesättigten Zone können im Bewertungsverfahren nicht im einzelnen berücksichtigt werden. Da jedoch ein genereller Zusammenhang zwischen der vertikalen Wasserdurchlässigkeit der Aerationzone und deren Rückhaltevermögen besteht (gutes Rückhaltevermögen bei geringen k_f -Werten), läßt sich die vertikale Durchlässigkeit der ungesättigten Zone als pauschalisiertes Entscheidungskriterium für das Schadstoffrückhaltevermögen heranziehen. Die DIN 18130 definiert die Durchlässigkeitsbereiche folgendermaßen:

k_f - Wert (m/s)	Bereich	Barrierewirkung
unter 10^{-8}	10^{-8}	sehr schwach durchlässig
über 10^{-8} bis 10^{-6}	10^{-6}	schwach durchlässig
über 10^{-6} bis 10^{-4}	10^{-4}	durchlässig
über 10^{-4} bis 10^{-2}	10^{-2}	stark durchlässig
über 10^{-2}	10^{-2}	sehr stark durchlässig

Tab. 9 Durchlässigkeitsbeiwerte nach DIN 18130

Es gibt jedoch genügend empirische Werte für die verschiedenen geologischen Schichten, so daß eine entsprechende pauschale Bewertung erfolgen kann (siehe Abb. 5, Durchlässigkeiten von Gesteinen). Sofern gutachterliche Detailkenntnisse bestehen, sind diese natürlich einzubeziehen.

Folgendes Beispiel vermittelt eine gewisse Vorstellung zu den verschiedenen Durchlässigkeitsbereichen.

Wasser durchdringt ein Gestein von einem Meter Mächtigkeit bei verschiedenen k_f - Werten (m/s) in folgender Zeit:

k_f	=	10^{-2}	in ca.	1,7	Minuten
k_f	=	10^{-3}	in ca.	16,7	Minuten
k_f	=	10^{-4}	in ca.	2,8	Stunden
k_f	=	10^{-5}	in ca.	28	Stunden
k_f	=	10^{-6}	in ca.	11,6	Tagen
k_f	=	10^{-7}	in ca.	3,8	Monaten
k_f	=	10^{-8}	in ca.	3,2	Jahren
k_f	=	10^{-9}	in ca.	32	Jahren
k_f	=	10^{-10}	in ca.	320	Jahren

Im **Anhang 4** sind für Sachsen-Anhalt typische hydrogeologische Standorttypen beschrieben, die genutzt werden können, wenn konkrete Meßwerte noch nicht vorliegen (etwa bei BN 1). Vorrangig sind jedoch konkrete Meßwerte für den Standort zu nutzen.

Aus der Vielzahl der standort- und nutzungsspezifischen Einflüsse werden in Anlage 6 die Einflußfaktoren zusammengestellt, die für die Bewertung praktikabel sind:

- **Mächtigkeit der ungesättigten Zone,**
- **Boden- und Gesteinsart,**
- **Schichtung, Durchlässigkeit,**
- **Änderung der Schadstoffkonzentration (Sorption, Abbau, Mobilisierung),**
- **hydrogeologischer Standorttyp.**

Für die Festlegung des Grund- m_{II} -Wertes wird in Anlage 6 der Zusammenhang dargestellt. Die Einflußfaktoren Bodenart/Gesteinsart, Mächtigkeit der ungesättigten Zone und Durchlässigkeit gehen in die modellhafte Betrachtung ein.

Für die Berücksichtigung von Sorption, Mobilisierbarkeit (wesentlich durch die Acidität des Bodens bestimmt) und Abbau können die Beziehungen der Anlage 6 genutzt werden, die zur Erhöhung oder zur Abminderung des m_{II} -Wertes führen.

Mit der Festlegung des Multiplikators m_{II} ergibt sich ein Gefahrenrisiko r_{II} zu: $r_{II} = m_{II} \cdot r_I$.

Verfahrensschritt 3. Transport und Wirkung von Schadstoffen im Grundwasser

Transport und Wirkung von Schadstoffen im Grundwasser werden wesentlich bestimmt durch

- Transportstrecke und -geschwindigkeit der Schadstoffausbreitung im Grundwasser und
- Rückhaltemechanismen im Grundwasserleiter.

Das Schadstoffverhalten wird von einer Vielzahl an Faktoren bestimmt, über die zwar qualitative, kaum jedoch quantitative Angaben möglich sind.

Bewertungsrelevante Einflußfaktoren sind

- Grundwasserfließgeschwindigkeit,
- Parameteränderung (z.B. pH-Wert),
- Änderung der Schadstoffkonzentration.

Diese sind in Anlage 7 enthalten und werden nachfolgend erläutert:

- **Grundwasserfließgeschwindigkeit:**

Für den Lockergesteinsbereich läßt sich hilfsweise die mittlere Migrationsgeschwindigkeit (ohne Sorption) als Abstandsgeschwindigkeit, bezogen auf den Gesamthohlraumanteil als Beurteilungskriterium verwenden.

Dieser pauschalen Vorgehensweise sind gutachterliche Detailkenntnisse vorzuziehen.

$$v_a = k_f \cdot l / n = v_f / n = \Delta s / \Delta t \quad \text{im Lockergesteinsbereich}$$

v_a	=	Abstandsgeschwindigkeit
k_f	=	Durchlässigkeitsbeiwert, hydraulische Leitfähigkeit
n	=	Gesamt-Hohlraumanteil
l	=	Grundwassergefälle
Δs	=	Längenänderung des Stromlinienabschnittes
v_f	=	Filtergeschwindigkeit
Δt	=	Fließzeitänderung für die Strecke Δs

Für den Festgesteinsbereich sollte die mittlere Abstandsgeschwindigkeit auf der Grundlage von Tracerdurchgangskurven oder Pumpversuchen bestimmt werden.

- **Änderung der Schadstoffkonzentration durch Sorption**

Analog m_{II} wird die mögliche Sorption (Ton- und Humusgehalt des Grundwasserleiters + Sorbierbarkeit des Schadstoffes) mit einem Abschlag bewertet.

- **Änderung der Schadstoffkonzentration durch Abbau**

Ein möglicher Abbau (Standortfaktoren + Abbaubarkeit des Schadstoffes) wird mit einem Abschlag bewertet.

Durchlässigkeit von Gesteinen

k_f - Werte in m/s

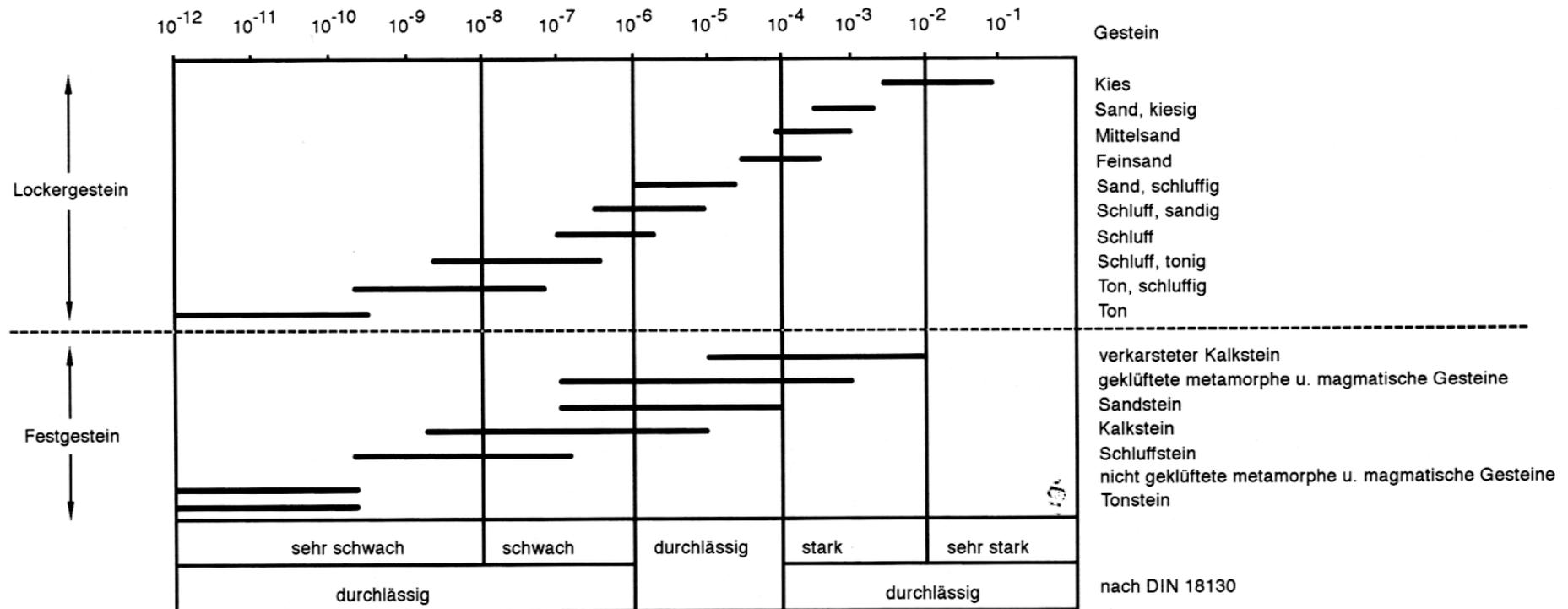


Abb. 5 Zuordnung von Durchlässigkeitsbeiwerten (k_f) zu verschiedenen Locker- und Festgesteinen sowie Darstellung der k_f -Bereiche nach DIN 18130

In **Anhang 4** sind hydrogeologische Standorttypen zur Festlegung der jeweiligen m_{III} -Werte dargestellt, die zu nutzen sind, wenn keine Meßwerte vorliegen.

Mit dem Multiplikator m_{III} wird das tatsächliche Gefahrenrisiko (r_{III}) nach folgender Beziehung ermittelt:

$$r_{III} = m_{III} \cdot r_{II}$$

Verfahrensschritt 4, Einschätzung und Bedeutung des Schutzgutes am Beispiel des Grundwasser als Wasserressource

Aufgrund der Vielzahl der zu bearbeitenden Verdachtsfälle sind zum effektiven Einsatz der begrenzten finanziellen und personellen Möglichkeiten Prioritäten für die weitere Bearbeitung festzulegen. Diese Klassifizierung sollte über die nutzungsbezogene Schutzgutbetrachtung vorgenommen werden.

Für das Beispiel des Grundwassers ist die aktuelle und zukünftige Bedeutung der Grundwasserressource dafür ein entscheidendes Kriterium.

Die Bedeutung der Grundwasserressource zur Trinkwasserversorgung wird als besonders hoch eingeschätzt. Besonders hoch ist damit auch die Gefährdung, wenn der Kontaminationsherd in einem Trinkwasserschutzgebiet oder einem Gebiet zukünftiger öffentlicher Trinkwasserversorgung liegt.

Aus der Abwägung rechtlicher Voraussetzungen zu Gefahr und Gefahrenabwehr ist abzuleiten, daß Grundwassernutzungen in Gegenwart und Zukunft für die Trinkwassergewinnung eine besondere Berücksichtigung finden müssen, aber unter Beachtung von Grundwasserlandschaften und -regionen bei großflächigen Kontaminationen Sanierungsverzichte hinzunehmen sind, wenn eine umfassende Sanierung technisch nicht möglich und wirtschaftlich unververtretbar erscheint.

Richtschnur der Bewertung sind die Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) vom Januar 1994 /17/, die Prüf- und Maßnahmenschwellenwerte als Orientierungswerte angeben. In Analogie zu den Formulierungen im Entwurf des Bundesbodenschutzgesetzes gibt der **Prüfwert** an, daß bei seiner Überschreitung weitere Sachverhaltsermittlungen geboten sind, um festzustellen, ob eine schädliche Einwirkung oder Altlast vorliegt. Bei seiner Unterschreitung gilt der Verdacht als ausgeräumt. **Maßnahme-(schwellen)werte sind Werte**, deren Überschreitung in der Regel weitere Maßnahmen, z.B. Sicherung/Sanierung, auslöst.

Die Dringlichkeit eines notwendigen Vorgehens wird außerdem bestimmt durch

- die Realisierung von Ausbreitungsmöglichkeiten für die relevanten Schadstoffe,
- das Vorhandensein alternativer Versorgungsmöglichkeiten,
- die Grundwasserfließzeit und die Verdünnung.

Nach Anlage 8 werden folgende Einflußfaktoren bewertet:

- **Analysenwerte für Grundwasser**

Sind Analysenwerte für das Grundwasser vorhanden, so gehen diese über die Handlungsempfehlung Wasser (LAWA-Empfehlungen) ein. Die dort angegebenen Parameter müssen nicht alle gemessen werden. Es sind verdachtsfallrelevante Daten auszuwählen.

Es erfolgt eine Einteilung in:

n.n	=	nicht nachweisbare Schadstoffkonzentration
< P	=	Konzentrationswerte liegen unter dem empfohlenen Prüfwert
> P	=	Konzentrationswerte liegen über dem empfohlenen Prüfwert
>M	=	Konzentrationswerte liegen über dem empfohlenen Maßnahmenwert.

- **Nutzungskriterien**

Sind keine Meßwerte vorhanden, bilden Grundwassernutzungskriterien, die mittels Zu- und Abschlägen berücksichtigt werden, den Grund- m_{IV} -Wert.

Grundwasser nicht nutzbar bzw. ist langfristig bzgl. Qualität und Dargebot nicht geeignet und vorgesehen. Der Schutz des Grundwassers erfordert aber eine m -Wert-Festlegung über 0, die bei entsprechend hoher Stoffgefährlichkeit und hohen m_I, II, III -Werten trotzdem zu einer Sanierung führen kann. (Grundsatz der Verhältnismäßigkeit ist zu beachten!)

Nutzung als Trinkwasser langfristig nicht vorgesehen - der Grundwasserleiter ist prinzipiell für eine Nutzung geeignet.

Nutzung vorhanden, nicht als Trinkwasser

Nutzung als Trinkwasser ohne Aufbereitung möglich; mittleres Dargebot; Einzeltrinkwasserversorgung, im Abstrom der Verdachtsfläche liegen möglicherweise ein oder wenige Trinkwasserbrunnen für private Einzelhaushalte.

Schadstoffquelle in einem Gebiet einer künftigen öffentlichen Wasserversorgung oder in einem Einzeltrinkwasserversorgungsgebiet - hier sind Gebiete gemeint, die künftig als Wasserschutzgebiet vorgesehen sind oder Gebiete, die keine öffentliche Trinkwasserversorgung haben und in denen alle Haushalte aus privaten Trinkwasserbrunnen versorgt werden.

Trinkwasserschutzzonen sind als weitere (III), als engere (II) und als Fassungszone (I) im Wassergesetz des Landes Sachsen-Anhalt, WG LSA, festgelegt.

- **Aufbereitungsmöglichkeiten**

Diese werden für relevante Schadstoffe gefragt. Unter Umständen ist als Sofortmaßnahme eine Nutzungsbeschränkung sinnvoll.

- **alternative Versorgungsmöglichkeiten**

Sind diese nicht vorhanden, gibt es einen Zuschlag.

- **Fließzeit des Schadstoffes bis Entnahmestelle**, die der Schadstoff braucht, um vom Ort der Schadstofffront bis zur Entnahmestelle zu gelangen.

- **Verdünnung**

Bei großer Verdünnung der Schadstoffe im Grundwasser nimmt die Gefährlichkeit ab. Die entscheidende Rolle spielt dabei das Verhältnis von Grundwasserdargebot zu Schadstoffmenge.

- **Vorbelastung** - kann geogen oder anthropogen bedingt sein. Eine Berücksichtigung erfolgt über die Analysenwerte für das Grundwasser.

Mit dem Multiplikator m_{IV} wird das sogenannte gewichtete Gefahrenrisiko (r_{IV}) unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse und der Bedeutung des Schutzgutes nach folgender Beziehung ermittelt:

$$r_{IV} = m_{IV} \cdot r_{III}$$

5.2.3 Bestimmung des Handlungsbedarfs

Der ermittelte Wert r_{IV} bestimmt formal das weitere Vorgehen. Allgemein werden Priorisierung und Handlungsbedarf aus dem maßgeblichen Gefahrenrisiko R ($=r_{IV}$) abgeleitet. Sollen zusätzliche Einflußfaktoren berücksichtigt werden, so kann R mit Begründung geändert werden. Damit wird das **maßgebliche Risiko** zum **subjektiven Risiko R_{subj}** , das dann Priorisierung und Handlungsbedarf bestimmt. Der Handlungsbedarf ergibt sich jeweils aus der Handlungsmatrix der Abbildung 4.

Beispiele für subjektives Eingreifen in den Risiko-Wert sind:

- Ist durch zusätzliche Einflußfaktoren die Ausbreitung des Schadstoffes in Richtung Schutzgut gehemmt und das errechnete Gefahrenrisiko liegt knapp über der Grenze zum Handlungsbedarf, kann das zur Festlegung eines R_{subj} führen, das unter dem Handlungsbedarf liegt.
- Für Altlasten (sog. Bagatellfälle), bei denen sich auf BN 2 eine Kontrolle (Überwachung/Wartung) aus dem Risiko ergibt, kann eine Sanierung oder Beräumung sinnvoller sein als langfristig zu beobachten.

Das Bewertungsverfahren ist stets als Hilfsmittel bei der weiteren Altlastenbehandlung zu verstehen. Es dient im wesentlichen vergleichenden Fallbetrachtungen. Damit kann das Bewertungsverfahren keine einzelfallspezifische Betrachtung der Verdachtsflächen, Altlablagerungen und Altstandorte aus interdisziplinärer Sicht ersetzen.

Die endgültige Feststellung von Gefahrenlage und weiterem Handlungsbedarf durch die untere Abfallbehörde, ggf. durch den bei ihr gebildeten Altlastenausschuß, geschieht auf der Basis von Gutachten und Bewertungsergebnissen entweder durch ein interdisziplinäres Fachgremium, dem regionalen Altlastenausschuß bei der unteren Abfallbehörde, oder durch separate Stellungnahmen der Fachdisziplinen.

Die sich aus dem weiteren Handlungsbedarf ableitenden Maßnahmen werden verbal beschrieben und sind dem Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt mitzuteilen.

5.3 Schutzgut Oberflächenwasser

Bearbeitung

5.4 Schutzgut Luft

Bearbeitung

5.5 Schutzgut Boden

Bearbeitung

Anlagen

SCHUTZGUT GRUNDWASSER

Bewertung durch STAU, LAU:	
Datum der Bewertung:	
für Standort:	
Reg.-Nr.:	

Auswertung im Ergebnis des folgenden Protokolls:	
Es wurde folgendes maßgebliche Risiko ermittelt:	R =
Bemerkung zu R:	
Beweisniveau BN=	
Bemerkung zu BN:	
Handlungsbedarf:	

Inf.qual				
F	V	U	Stoffgefährlichkeit r_o	Bewertungsrelevante Sachverhalte

			1. Stoffe und ihre Anteile (Wassergefährdungsklassen?):	
			2. Lagerzustand bzw. Abschirmung (Mineralisierung (Brände)):	
			3. Behandlung vor Ablagerung:	

Inf.qual			Schadstoffaustrag m_I	Bewertungsrelevante Sachverhalte	m-Wert-Ausw.
F	V	U			
			1. Lage im Grundwasser, Grundwasserwechselbereich:		.
			2. Oberflächenabdichtung, Bebauung:		.
			3. Oberflächen- u. Zwischenabdeckung (Art, Qualität, Durchlässigkeit, Rissigkeit, Bewuchs):		.
			4. Existenz u. Haltbarkeit (Beständigkeit) v. Abdichtungen:		.
			5. Sohlabdichtungen, anstehendes Bodenmaterial (Kf-Wert, Material, Gefälle):		.
			6. Entwässerung der Sohle oder von dichten Zwischenschichten:		.
			7. Wasserzutritte (Hang- u. Schichtwasserzutritt, Quellen):		.
			8. Oberflächenwasserableitung (Oberfl.-Gestaltg., Neigungsverhältnisse, Wasserableitung, Art u. Zustand v. Gräben):		.
			9. Art d. Einlagerung (Dichte d. Zwischenschichten, Kassetteneinbau, Hüllmaterialien wie Fässer u. Folien, Stauhorizonte, dichte Mulden):		.
			10. Volumen der Ablagerung (Fläche, Höhe):		.
			11. Niederschlagsmenge, Verdunstungsrate:		.
			12. Stoffeigenschaften (Löslichkeit, Flüchtigkeit usw.):		.
			13. Lagebeschreibung:		.
			14.		.
			15. Begründung d. Bewertung (falls abweichend vom Standard):		.
			$r_I = m_I * r_O =$ $\Delta r_I = r_I - r_O =$	$m_I =$. .

Inf.qual			Schadstoffeintrag m_{II}	Bewertungsrelevante Sachverhalte	m-Wert-Ausw.
F	V	U			
			1. Mächtigkeit der ungesättigten Zone:		.
			2. Boden- und Gesteinsart:		.
			3. Schichtung, Durchlässigkeit:		.
			4. Änderung der Schadstoffkonzentration (Sorption, Abbau, Mobilisierung?):		.
			5. Hydrogeologischer Standorttyp:		.
			6. Geol. Schichtenverzeichnis vorhanden?		.
			7. Begründung d. Bewertung (falls abweichend vom Standard):		.
			$r_{II} = m_{II} * r_I =$ $\Delta r_{II} = r_{II} - r_I =$	$m_{II} =$. .

Inf.qual			Schadstofftransport und -wirkung m_{III}	Bewertungsrelevante Sachverhalte	m-Wert-Ausw.
F	V	U			
			1. Grundwasserfließgeschwindigkeit:		.
			2. Parameteränderung (pH, pe, ...):		.
			3. Änderung der Schadstoffkonzentration (Sorption, Abbau, Mobilisierung?):		.
			4.		.
			5.		.
			6. Begründung d. Bewertung (falls abweichend vom Standard):		.
			$r_{III} = m_{III} * r_{II} =$ $\Delta r_{III} = r_{III} - r_{II} =$	$m_{III} =$. .

Inf.qual			Bedeutung des Schutzgutes m_{IV}	Bewertungsrelevante Sachverhalte	m-Wert-Ausw.
F	V	U			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1. Nutzung (nicht nutzbar, nicht vorgesehen, möglich, findet statt):		<input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2. Vorbelastung des Grundwassers:		<input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3. Wasservorranggebiet:		<input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. Wasserschutzgebiet:		<input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5. Aufbereitung (möglich, vorhanden):		<input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6. alternative Versorgungsmöglichkeit:		<input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7. Private Nutzung (Trink- oder Brauchwasser):		<input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8. Restfließzeit bis Entnahmestelle:		<input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9. Verdünnungseffekt (Größe des Dargebots, Schadstoffmenge):		<input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10.		<input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11.		<input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12. Begründung d. Bewertung (falls abweichend vom Standard):		<input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
			$r_{IV} = m_{IV} * r_{III} =$	$m_{IV} =$	<input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
			$\Delta r_{IV} = r_{IV} - r_{III} =$		<input type="checkbox"/> . <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

STOFFGEFÄHRLICHKEIT - r_o -WERT BZW. WERTEBEREICHE FÜR ABFÄLLE UND STOFFGEMISCHE

r_o	Merkmale
	ca. 0,2 standortgleicher Bodenaushub mineralisierter Gartenabfall
Bodenaushub	1,0 nicht standortgleicher Bodenaushub, mit mineralischem Bauschutt, kein Hausmüll, reiner Kompost
	nicht standortgleicher Bodenaushub, mineralisierter Hausmüll, je nach Anteil Hausmüll
Bauschutt	2,0 mineralisierter Hausmüll ohne Gewerbe- und Sonderabfall
	Straßenaufbruch Holzabfälle (unbehandelt) Kohlenstaub Erd- und Sandschlämme aus Talsperren Glas- und Keramikabfälle Papier, Pappen und Kartonageabfälle Textilabfälle Sperrmüll
Haus- müll	teilmineralisierter Hausmüll ohne Gewerbe- und Sonderabfall, je nach Mineralisierungsgrad
	2,5 »die Kippe« einer kleinen, landwirtschaftlich geprägten Ge- meinde, Hausmüll noch nicht vollständig mineralisiert, Anteil Gewerbeabfall (hausmüllähnlich) gering, kein Sonderabfall
	Merkmale wie bei $r_o = 2,5$; je nach Art und Anteil Hausmüll sowie Anteil hausmüllähnlicher Gewerbeabfall
	2,7 Bauschutt und Baustellenabfälle
	3,0 nicht mineralisierter Hausmüll, größere Anteile hausmüllähn- licher Gewerbeabfälle und »unkritischer« Abfälle und geringe Mengen (ca. 1 %) Sonderabfall
	Tenside Klärschlamm, kommunal Braunkohlen-, Steinkohlenasche Erd- und Sandschlämme aus Flüssen und Teichen Abfälle aus Tierhaltung und -schlachtung Abfälle aus der Produktion pflanzlicher und tierischer Erzeug- nisse Fotochemikalien und Fixierbäder
	je nach Art und Anteil der Sonderabfälle
	3,5 »die Kippe« einer Gemeinde/Stadt mit wenig kritischem Gewerbe- und Industriebesatz
	Kunststoff- und Gummiabfälle Formsand anorganische Kühlmittellösungen

r_o	Merkmale
Sonderabfall an Erdober- fläche deponier- bar	<p>4,0 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>
	<p>4,5 »die Kippe« 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>
	<p>5,0 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 und Kohleveredlung Lösungsmittelhaltiger Boden und Abfälle Bauschutt und Bodenaushub chemisch verunreinigt (kritische Stoffe) Aufbereitungsschlämme der Erzindustrie Gasreinigermassen</p>
Sonderabfall an Erdober- fläche nicht deponierbar	<p>5,5 kein Hausmüll, ausschließlich Sonderabfall, ganz überwiegend nicht oberirdisch ablagerbar</p> <p>Abfälle von Pestiziden, Härtesalze Stäube der Buntmetallurgie</p> <p>halogenierte, organische Lösungsmittel und Lösungsmittelgemische</p>
	<p>6,0 je nach Ablagerbarkeit und Anteilen des Sonderabfalls</p> <p>ausschließlich extrem kritische, nicht oberirdisch ablagerbare Sonderabfälle</p>

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.

r₀-Wert-Bereiche für Branchen (Stand 1/95)

Schl.-Nr.	Branche	r ₀ -Wert-Bereich
I.	Produzierendes und verarbeitendes Gewerbe	
0005	<u>Bereich Gas, Bergbau, Folgeprodukte</u>	2-6
0010	Gaserzeugung (öffentl. Versorgung)	5-6
0020	Steinkohlenbergbau	4-5
0021	Braunkohlenbergbau und Brikettherstellung	4-5
0022	Eisenerzbergbau	3-6
0023	NE-Metallerzbergbau	4-6
0024	Kali- und 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 und Chemikalien	2-6
0070	- Handelsdünger	3-6
0080	- Organ. Grundstoffe und Chemikalien	3-6
0090	- Kunststoffe, synthet. Kautschuk	3-6
0100	H. v. chem. Erzeugnisse f. Gewerbe, Landwirtschaft	2-6
0110	H. v. Anstrichmitteln, Druck- und Abziehfarben	4-6
0120	Sonstige chem. Erzeugnisse	2-6
0130	Abdichtungsmaterial für Bauzwecke	5-6
0140	Galvanische Chemikalien	4-6
0150	Gerbstoffe, Gerbstoffextrakte	4-5
0160	Härtemittel	5-6
0170	Härter für Kunststoffe und 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

Schl.-Nr.	Branche	r ₀ -Wert-Bereich
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
0380	Antioxydantien	4-5
0370	Abbeizmittel	4-6
0380	H. v. pharmazeut. Erzeugnissen	4-6
0390	H. v. Seifen, Wasch- und 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 und 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 von Asbest	3-4
0500	Grobkeramik	2-5
0510	Ziegelei	2-4
0520	Feinkeramik	2-5
0530	H. u. Verarb. v. Glas	2-5

Schl.-Nr.	Branche	r ₀ -Wert-Bereich
0535	<u>Bereich Hochöfen, Hütten, Gießereien</u>	3-6
0540	Hochofen, Stahl- und Warmwalzwerke	3-6
0550	Schmiede-, Press- und Hammerwerke	3-5
0560	NE-Leichtmetallhütten	4-5
0570	NE-Schwermetallhütten	4-6
0580	NE-Metallumschmelzwerke	4-6
0590	Eisen-, Stahl- und 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/Metallverarbeitung ¹⁾	3-5
0630	Oberflächenveredlung, Härtung	4-6
0640	Maschinenbau/Apparatebau ¹⁾	3-4
0650	H. v. Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen ¹⁾	3-4
0660	H. v. Kraftwagen und deren Teilen ¹⁾	3-5
0670	Schiffbau, Luft- und Raumfahrzeugbau ¹⁾	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, Optik ¹⁾	3-5
0720	H. v. Eisen-, Blech- und Metallwaren/Draht ¹⁾	3-5
0730	H. v. Musikinstr., Spielwaren, Sportger., Schmuck u.a. ¹⁾	3-5
0735	<u>Bereich Holzbe- und -verarbeitung</u>	
0740	Holzbearbeitung/Verarbeitung von Rohholz	2-3
0750	Holzimprägnierwerke	4-6

¹⁾ Bei Galvanik und/oder Härterei: r₀ = 6

Schl.-Nr.	Branche	r ₀ -Wert-Bereich
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	Textilgewerbe - Färberei	4-6
0890	Textilgewerbe - Druck	4-6
0900	Textilgewerbe - Ausrüstung	3-6
0910	Bekleidungsgewerbe	2-4
0915	<u>Bereich Ernährung, Futter</u>	3-6
0920	Ernährungsgewerbe	3-6
0930	Futtermittel	3-5
0940	Brauerein	3-4
0950	Transformatorenbau	4-6
0960	Kohlemeiler	4-5
0970	Wachs-/Bohnerwachs-/Kerzenherstellung	5-6

Schl.-Nr.	Branche	r ₀ -Wert-Bereich
0980	Schlackensteinherst., Aufbereitung von Schlacken	4-5
0990	Herstellung 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.	Großhandel, Dienstleistungsbetriebe, Versorgungseinrichtungen	
2000	Tierkörperverwertungsanstalt	3-6
2010	Fuhrpark/Autohandel/Motorradhandel	3-5
2020	Schlachthöfe	4-5
2030	Bahn, Güterbahnhöfe	4-5
2040	Flugplätze	4-6
2050	Kraftwerke und Fernwärmestationen	3-5
2060	Trafo-, Umformerstationen	4-6
2070	Handel und Lagerung v. Mineralölprodukten und Altöl	4-6
2080	Tankstellen	5-6
2090	Schrottplätze, Autoverwertung	4-6
2100	Lager und Großhandel v. tier.- und pflanzl. Fetten	3-4
2110	Flüssiggaslager	3-4
2120	Speditionen	3-4
2130	Munitions- und Sprengstofflager (zivil)	3-5
2140	Schießstände (zivil)	3-5
2150	Autorreparaturwerkstätten	3-5
2160	Autolackierereien	5-6
2170	Chemische Reinigungen	5-6
2180	Textilverwertung	3-4
2190	Industrieanstr., Fahrbahnmarkierung, Bautenschutz	4-6

Schl.-Nr.	Branche	r ₀ -Wert-Bereich
2200	Lackierereien, Handel und 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- und Korrosionsschutzbetriebe	5-6
2270	Schlossereien, Heizung-/Sanitärbaugroßbetriebe mit Werkst.	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 und 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

Schl.-Nr.	Branche	r ₀ -Wert-Bereich
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
III.	Deponien entfällt hier	
IV.	Landwirtschaft	4-6
4000	Agrochemisches Zentrum	
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
V.	Rüstungsalasten, Kriegsfolgelasten, Militärische Altlasten	
5010	Fabriken	4-6

Schl.-Nr.	Branche	r ₀ -Wert-Bereich
5011	Fabriken zur Herstellung von Explosivstoffen	4-6
5012	Fabriken zur Herstellung von Kampfstoffen	5-7
5013	Fabriken zur Herstellung von Muniton/Munitionshohlkörpern	4-6
5020	Abfüllstellen	4-7
5021	Abfüllstellen für Explosivstoffe	4-6
5022	Abfüllstellen für chemische Kampfstoffe	5-7
5023	Abfüllstellen für Treib- und Schmiermittel	4-6
5030	Lagerplätze	3-6
5031	Lagerplatz für Explosivstoffe, konventionelle Kampfmittel	3-5
5032	Lagerplatz für chemische Kampfstoffe/-mittel	5-7
5033	Lagerplatz für Treib- und Schmiermittel	4-6
5040	Forschungsanlagen	5-7
5041	Forschungsanlagen für konventionelle Kampfstoffe	5-7
5042	Forschungsanlagen für chemische Kampfstoffe	5-7
5050	Delaborierungsstellen	4-6
5051	Delaborierungsstellen für konventionelle Kampfstoffe	4-6
5052	Delaborierungsstellen für chemische Kampfstoffe	4-6
5060	Übungsplätze	3-6
5061	Übungsplätze für Flakübungen	4-6
5062	Übungsplätze für Schieß- und Sprengübungen	4-6
5063	Truppenübungsplätze	3-4
5070	Flugplätze	4-6
5071	Militär- und Verkehrsflugplätze	4-6
5072	Gefechts- und Feldflugplätze	4-6
5073	Anlagenatrappen	3-4
5080	Kasernen	3-4
5081	Kasernen der NVA	3-4
5082	Kasernen der WGSSD	3-4
5090	Vergrabungen	3-7
5091	Vergrabungen von Munition (ohne Kampfstoffe)	3-5
5092	Vergrabungen von Kampfmitteln (ohne Munition)	3-5
5093	Vergrabungen von Kampfstoffmunition und Kampfstoffen	5-7
VI.	Immissionsflächen entfällt hier	

Schl.-Nr.	Branche	r ₀ -Wert-Bereich
VII.	Transportleitungen und Untertagespeicher	
7000	Gasleitungen	4-5
7010	Untertagespeicher	2-6
7020	Soleleitungen	2-3
7030	Ölleitungen	5-6
7040	Abwasserleitungen	4-6
7900	Leitungen, Schadstoffe nicht näher bekannt	2-6

Stoffgefährlichkeit - r_o -Werte für chemische Stoffe und Stoffgruppen

Parameter		r_o
Σ	PAK	5,0
	darunter:	
	Naphthalin	4,2
	Acenaphtylen	4,5
	Fluoren	4,5
	Phenanthren	4,5
	Anthracen	3,5
	Fluoranthren	4,5
	Pyren	4,5
	Benz(a)anthracen	5,0
	Chrysen	5,0
	Benz(b)fluoranthren	5,0
	Benz(k)fluoranthren	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
Σ	HCH	5,5
	darunter:	
	α -HCH	3,5
	β -HCH	4,0
	γ -HCH	5,5
	δ -HCH	3,0

Parameter	r_o
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	3,5

Parameter	r ₀
Rüstungsalllasten	
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

Schadstoffaustrag m_j Vergleichslage $m_l = 1,0$:

Altablagerungen mit Sohle im ungesättigten Bereich über dem Grundwasser, einer Sohlabdichtung mit $10^{-10} \text{ m/s} < k_f < 10^{-8} \text{ m/s}$ und $0,6 < d < 3 \text{ m}$, einer Sohlentwässerung, einer wirksamen Oberflächenabdeckung und mit leicht löslichen relevanten Schadstoffen (andere Einflußfaktoren siehe Tabelle bei $\Delta m = \pm 0$)

Einflußfaktoren	mögliche Werte	Bewertung
Lage zum Grundwasser	im ungesättigten Bereich (für AA) (für AS)	$m_j = 1,0$ $m_j = 1,2$
	im GW-Wechselbereich	$m_j = 1,3$
	im GW	$m_j = 1,4$
Sohlabdichtung (nur bei AA)	künstliche Sohlabdichtung vorhanden mit $k_f < 10^{-10} \text{ m/s}$ und $d > 3 \text{ m}$	$\Delta m = - 0,2$
	keine künstliche Sohlabdichtung vorhanden oder $k_f > 10^{-8} \text{ m/s}$ oder $d < 0,6 \text{ m}$	$\Delta m = + 0,1$
	sonst	$\Delta m = \pm 0$
Sohlentwässerung (nur bei AA)	wirksame Sohlentwässerung	$\Delta m = \pm 0$
	keine wirksame Sohlentwässerung	$\Delta m = + 0,1$
Oberflächenabdeckung	wirksame Oberflächenabdeckung	$\Delta m = \pm 0$
	keine wirksame Oberflächenabdeckung	$\Delta m = + 0,1$
Oberflächenabdichtung	wirksame Oberflächenabdichtung	$\Delta m = - 0,1$
	keine wirksame Oberflächenabdichtung	$\Delta m = \pm 0$
Oberflächenwasserableitung	steile Oberflächengestaltung	$\Delta m = - 0,1$
	sonst	$\Delta m = \pm 0$
Art der Wasserzutritte	Fremdwasserzufluß möglich	$\Delta m = + 0,1$
	sonst	$\Delta m = \pm 0$
Niederschlag	$\geq 1\,300 \text{ mm/a}$	$\Delta m = + 0,2$
	$1\,000 \leq \dots < 1\,300 \text{ mm/a}$	$\Delta m = + 0,1$
	$700 \leq \dots < 1\,000 \text{ mm/a}$	$\Delta m = \pm 0$
	$< 700 \text{ mm/a}$	$\Delta m = - 0,1$
Art der Einlagerung	Fässer, Kassetten, Tanks, Becken, Gebinde, lose über Kopf, keine Lagerung	Abschlag bis - 0,2 nach eigenem Ermessen
Volumen der Ablagerung	$> 1\,000\,000 \text{ m}^3$	$\Delta m = + 0,2$
	$100\,000 < \dots < 1\,000\,000 \text{ m}^3$	$\Delta m = + 0,1$
	$10\,000 < \dots < 100\,000 \text{ m}^3$	$\Delta m = \pm 0$
	$1\,000 < \dots < 10\,000 \text{ m}^3$	$\Delta m = - 0,1$
	$< 1\,000 \text{ m}^3$	$\Delta m = - 0,2$
Kontaminationsfläche des Standortes	$> 1\,000 \text{ m}^2$	$\Delta m = + 0,2$
	$500 < \dots < 1\,000 \text{ m}^2$	$\Delta m = + 0,1$
	$100 < \dots < 500 \text{ m}^2$	$\Delta m = \pm 0$
	$50 < \dots < 100 \text{ m}^2$	$\Delta m = - 0,1$
	$< 50 \text{ m}^2$	$\Delta m = - 0,2$
Löslichkeit- Aggregatzustand	flüssig oder leicht löslich ($\geq 100 \text{ mg/l}$)	$\Delta m = \pm 0$
	löslich ($0,1 \dots < 100 \text{ mg/l}$)	$\Delta m = - 0,3$
	schwer löslich ($< 0,1 \text{ mg/l}$)	$\Delta m = - 0,7$

Schadstoffeintrag m_{II} Vergleichslage $m_{II} = 1$:

Das Grundwasser ist mäßig geschützt, geringe Sorption der Schadstoffe, keine erhöhte Mobilität der Schadstoffe durch pH-Wert oder Lösungsvermittler, geringe bis keine Abbaubarkeit

Festlegung des Grund- m_{II} -Wertes

Flurabstand	Durchlässigkeiten, k_f Werte (m/s)				
	$> 10^{-8}$	10^{-8} bis 10^{-6}	10^{-6} bis 10^{-4}	10^{-4} bis 10^{-2}	$< 10^{-2}$
> 10 m	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4
2 - 10 m	0,6	0,9	1,1	1,2	1,4
0 - 2 m	0,8	1,1	1,2	1,3	1,4
unter GWL	0,8	1,2	1,3	1,4	1,4

Einflußfaktoren	mögliche Werte	Bewertung	
Humusgehalt des Bodens (ungesättigte Bodenzone)	1 - 5 % organ. Substanz 5 - 15 % organ. Substanz 15 - 30 % organ. Substanz > 30 % organ. Substanz	gering-mittel humos stark humos extrem humos Torf	
Tongehalt des Bodens	0 - 10 % Tongehalt 10 - 20 % Tongehalt 20 - 50 % Tongehalt > 50 % Tongehalt	gering-mäßiger Tongeh. mittlerer Tongehalt starker Tongehalt Ton	
Sorbierbarkeit des Schadstoffes	Sorbierbarkeit $I_g S_c$	Anteil Humus oder Ton schwach- mittel stark	
	hoch ¹⁾ ≥ 4 mittel ²⁾ 4 - 2 niedrig ³⁾ < 2	- 0,1 ± 0 ± 0	- 0,2 - 0,1 - 0,1
	Beispiele: 1) DDT, PAK, Chrysen, Pyren 2) Acenaphthen, Atrazin, Dichlorphenol, Dinitrotoluol, Dioxin, PCB, Tetrachlorethen 3) Phenol, Toluol, Chlorethen, Benzol		
Acidität des Bodens		Metalle o. basische organische Verbind.	saure organische Verbind.
	saure Verhältnisse (pH < 5) basische Verhältnisse (pH > 9) sonst ($5 \leq \text{pH} \leq 9$)	+ 0,1 ± 0 ± 0	± 0 + 0,1 ± 0
Vorhandensein von Lösungsvermittlern bzw. Komplexbildnern	Vorhandensein von Lösungsvermittlern ⁴⁾ sonst	+ 0,1 ± 0	
	Beispiel: 4) Lösungsvermittler bei organischen Schadstoffen: BTX-Aromaten, LHKW		
Abbaubarkeit	möglich nicht möglich	- 0,1 ± 0	

Schadstofftransport und -wirkung m_{III}

Vergleichslage: Abstandsgeschwindigkeit von ca. 1 m/d,
niedrige Sorption und geringe bis keine Abbaubarkeit der
Schadstoffe

Einflußfaktoren	mögliche Werte	Bewertung
Abstandsgeschwindigkeit im Bereich der Schadstoffquelle	≤ 0,8 m/d	$m_{III} = 0,8$
	ca. 1 m/d	$m_{III} = 1,0$
	4 - 10 m/d	$m_{III} = 1,2$
	> 10 m/d	$m_{III} = 1,3$
Sorption (aus Humus-/Tongehalt des GW-Leiters und Sorbierbarkeit der Schadstoffe, siehe m_{II})	hoch	$\Delta m = - 0,2$
	mittel	$\Delta m = - 0,1$
	niedrig	$\Delta m = \pm 0$
Abbaubarkeit	ja	$\Delta m = - 0,1$
	nein	$\Delta m = \pm 0$

Bedeutung des Grundwassers m_{IV}

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

Das GW im Abstrom der Altlast ist für eine TW-Nutzung ohne Aufbereitung geeignet, geringe Verdünnung.

Einflußfaktoren	mögliche Werte	Bewertung	
Analysenwerte Grundwasser bzw. Eluate	nein/ja (Vergleich nach Tab. 8)		
	Analysenwerte		
	n.n.	$m_{IV} = 0,8$	
	< P	$m_{IV} = 1,0$	
	> P	$m_{IV} = 1,2$	
	> M	$m_{IV} = 1,3$	
Nutzungskriterien	GW nicht nutzbar (Qualität, Dargebot)	$m_{IV} = 0,6$	$\Delta m_{IV} = - 0,4$
	Nutzung als TW langfristig nicht vorgesehen	$m_{IV} = 0,8$	$\Delta m_{IV} = - 0,2$
	keine Nutzung als TW, andere Nutzung vorhanden, (Brauchwasser, Heilquelle etc.)	$m_{IV} = 0,9$	$\Delta m_{IV} = - 0,1$
	Nutzung als TW ohne Aufbereitung möglich oder Einzeltrinkwasserversorgung	$m_{IV} = 1,0$	$\Delta m_{IV} = \pm 0$
	Schadstoffquelle in einem Gebiet einer künftigen öffentlichen Wasserversorgung oder Einzeltrinkwasserversorgungsgebiet	$m_{IV} = 1,1$	$\Delta m_{IV} = + 0,1$
	TW-Schutzzone III	$m_{IV} = 1,2$	$\Delta m_{IV} = + 0,2$
	TW-Schutzzone II	$m_{IV} = 1,3$	$\Delta m_{IV} = + 0,3$
	TW-Schutzzone I	$m_{IV} = 2,0$	$\Delta m_{IV} = + 0,7$
Aufbereitungsmöglichkeiten	vorhanden oder geplant	$\Delta m = - 0,2$	
	nicht vorhanden	$\Delta m = \pm 0$	
alternative Versorgungsmöglichkeiten	vorhanden	$\Delta m = \pm 0$	
	nicht vorhanden	$\Delta m = + 0,1$	
Fließzeit des Schadstoffes bis Entnahmestelle	< 1 Jahr	$\Delta m = + 0,3$	
	1...< 2 Jahre	$\Delta m = + 0,2$	
	2...< 3 Jahre	$\Delta m = + 0,1$	
	3...< 4 Jahre	$\Delta m = \pm 0$	
	4...< 6 Jahre	$\Delta m = - 0,1$	
	6...< 9 Jahre	$\Delta m = - 0,2$	
	> 9 Jahre	$\Delta m = - 0,3$	
Verdünnung	sehr gering	$\Delta m = \pm 0$	
	gering (große SM, geringes D)	$\Delta m = - 0,1$	
	mittel (große SM, großes D)	$\Delta m = - 0,2$	
	groß (kleine SM, geringes D)	$\Delta m = - 0,3$	
	sehr groß (kl. SM, großes D)	$\Delta m = - 0,4$	
	SM = Schadstoffmenge	D = Dargebot Grundwasser	

Literaturverzeichnis

- /1/ Zustandsanalyse für das Gebiet Altlasten in den Bezirken Halle und Magdeburg - eine branchenbezogene Erhebung von Verdachtsflächen. Zentrum für Umweltgestaltung der DDR, ZUG, 1989/1990
- /2/ Zustandsanalyse Altlasten - südliches Sachsen-Anhalt. MIBRAG-Studie 1990
- /3/ Ökologischer Entwicklungs- und Sanierungsplan Leipzig/Bitterfeld/Halle/Merseburg. TÜV Rheinland, 1991
- /4/ Forschungs - und Entwicklungsvorhaben, Umweltsanierung des Großraumes Mansfeld. TÜV Bayern, 1991
- /5/ Leitfaden zum Altlastenprogramm des Landes Sachsen-Anhalt, Teil 1: Erfassung und Erstbewertung von Altlastverdachtsflächen. Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, 1992
- /6/ Altlastverdachtsflächen des Landkreises Bitterfeld als Ergebnis einer multitemporalen Karten- und Luftbildauswertung. ARGE Bitterfeld, 1991
- /7/ Bewertung der durch multitemporale Karten- und Luftbildauswertung des Landkreises Bitterfeld ermittelten Altlastverdachtsflächen. ARGE Bitterfeld, 1992
- /8/ Bericht zur Fortführung und Komplettierung der Altlastenerfassung und Erstbewertung für die Regierungsbezirke Halle und Dessau. Consultinggesellschaft für Umwelt und Infrastruktur mbH Halle, 1992
- /9/ Umweltanalyse Landkreis Zerbst. Hydrogeologie GmbH Nordhausen, 1992
- /10/ Altlastenprogramm des Landes Niedersachsen - Altablagerungen. Altlasten-Handbuch. Niedersächsisches Umweltministerium, 1993
- /11/ Bericht zur Nachermittlung von Altlastverdachtsflächen im Landkreis Hettstedt. Consultinggesellschaft für Umwelt und Infrastruktur mbH Halle, 1993
- /12/ Bericht über die Ergebnisse der Erfassung und Erstbewertung von Altlastverdachtsflächen im Land Sachsen-Anhalt. Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, 1993
- /13/ Altlasten-Handbuch Teil 1, Altlastenbewertung. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 1988
- /14/ Handbuch der Altlastenbearbeitung Teil 3, Gefährdungsabschätzung, Pfad und Schutzgut Grundwasser. Freistaat Sachsen. Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung; 1995
- /15/ Altlasten, der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen. Sondergutachten, 1989 Metzler-Poeschel Stuttgart, Mai 1990
- /16/ Altlasten II, der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen. Sondergutachten, 1995 Metzler-Poeschel Stuttgart, März 1995
- /17/ Empfehlungen zur Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, 1994
- /18/ Die Verwendung von Karten und Luftbildern bei der Ermittlung von Altlasten, Teil I und II. DODT, J., im Auftrag des Ministers für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen (MURL), Düsseldorf, 1987
- /19/ Altlastenhandbuch, Teil 1, Kap. 1.2, Wirtschaftszweig-Abfallarten, Anlage 8, Blatt 2. NRW, 1990

- /20/ UBA Texte 31/86, "Wirtschaftszweig/Stoffe", Abb. 35, Blatt 1, 2 und 3. UBA, 1986
- /21/ UBA-Texte 16/89, "Dienstleistungsbereich/Stoffe", Abb. 38, Blatt 1 und 2. UBA, 1989
- /22/ Bundesberggesetz (BBergG) vom 13.08.1980 (BGBl. I S. 1310) in Verbindung mit dem Einigungsvertragsgesetz vom 23.09.1990 (BGBl. II S. 885)
- /23/ DVGW-Merkblatt W 121, Bau und Betrieb von Grundwasserbeschaffenheitsmeßstellen. DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Technische Mitteilungen, Oktober 1988
 DVGW-Merkblatt W 117, Entsanden und Entschlammten von Bohrbrunnen im Lockergestein. DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Technische Mitteilungen, Dezember 1975
 DVGW-Merkblatt W 113, Ermittlung, Darstellung und Auswertung von Korngrößenverteilungen wasserleitender Lockergesteine für den Bau von Brunnen. DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Technische Mitteilungen, April 1983
 DVGW-Merkblatt W 111, Technische Regeln für die Ausführung von Pumpversuchen. DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Technische Mitteilungen, Mai 1975
 Leitfaden zur Grundwasseruntersuchung bei Altablagerungen und Altstandorten. LWA Nordrhein-Westfalen, LWA-Materialien 7/89
- /24/ Grund- und Sickerwasserüberwachung bei Hausmülldeponien. MBI. NW. Nr. 97, LAGA, Stand 15.10.1977
 Überwachung von Abfallentsorgungsanlagen nach dem Abfallgesetz und dem Bundesimmissionsschutzgesetz. RdErl. MU und MW des Landes Sachsen-Anhalt vom 14.04.1993, geändert durch RdErl. des MU und MW des Landes Sachsen-Anhalt vom 11.06.1993
 Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen und chemischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Beseitigung von Abfällen - Wü/77 - Umfang der Überwachung von Grund-, Oberflächen- und Sickerwasser im Bereich von Abfallentsorgungsanlagen. LAGA Arbeitsgruppe Analysemethoden
- /25/ Richtlinien für Arbeiten in kontaminierten Bereichen (ZH 1/183) Ausgabe 4.1992, Abruf-Nr. 201. Tiefbau Berufsgenossenschaft, vgl. auch: Vorstellung der Richtlinie für Arbeiten in kontaminierten Bereichen. H. Burmeier, R. Egermann, altlasten-spectrum 1/1992, S. 23
- /26/ Baugrund, Aufschluß durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben. DIN 4021, Ausgabe 10/90
- /27/ Aufschlußverfahren zur Probengewinnung für die Untersuchung von Verdachtsflächen und Altlasten. ITVA-Fachauschuß F2, Probenahme, Entwurf der Arbeitshilfe, altlasten-spectrum 1/95, S. 45
- /28/ Messen organischer Bodenverunreinigungen. VDI-Richtlinie 3865 Blatt 5: , VDI Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 4
- /29/ Grundregeln für die Entnahme von Proben aus Abfällen und abgelagerten Stoffen (Stand: 12/83), PN 2/78 K. LAGA-Richtlinie, 1983
- /30/ Filtersande und Filterkiese für Bohrbrunnen. DIN 4924, Ausgabe 7.72
- /31/ Probenahme aus Grundwasserleitern. DIN 38 402 A 13 (bzw. Teil 13)
- /32/ Leitfaden zur Grundwasseruntersuchung bei Altablagerungen und Altstandorten. LWA Nordrhein-Westfalen, LWA-Materialien 7/89
- /33/ Verfahrensempfehlung für die Probenahme bei Altlasten. LfU Baden-Württemberg, Texte und Berichte zur Altlastenbearbeitung 6/93

- /34/ Entnahme und Untersuchungsumfang von Grundwasserproben. Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V., DVWK-Fachausschuß Grundwasserchemie, DVWK Merkblatt 128/1992
- /35/ Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen und chemischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Beseitigung von Abfällen, PN 1/75 - Entnahme von Wasserproben. LAGA Arbeitsgruppe Analysenmethoden
- /36/ Anleitung zur Entnahme von Bodenproben. Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung und Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, 1993
- /37/ Grundwasser, Richtlinie für Beobachtung und Auswertung, Teil 3 - Grundwasserbeschaffenheit. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, 1993