

Teilthema 2.1:

Untersuchungsstrategie

Beitrag des Umweltbundesamtes

Inhaltsverzeichnis

2.1	UNTERSUCHUNGSSTRATEGIE	3
2.1.1	GRUNDLAGEN UND ZIELE DER UNTERSUCHUNG	3
2.1.1.1	Grundlagen und Ziele der orientierenden Untersuchung	4
2.1.1.2	Grundlagen und Ziele der Detailuntersuchung	4
2.1.2	STRATEGIE FÜR DIE ORIENTIERENDE UNTERSUCHUNG VON ALTSTANDORTEN	6
2.1.2.1	Beprobungsmedien - Beprobungsplan	6
2.1.2.1.1	Boden / Bodenmaterialien und sonstige Materialien	6
2.1.2.1.1.1	Beprobungsdichte und horizontale Verteilung der Beprobungspunkte	6
2.1.2.1.1.2	Beprobungstiefe und Beprobungsabstände (vertikale Probenverteilung)	9
2.1.2.1.2	Bodenluft	10
2.1.2.1.3	Grundwasser	10
2.1.2.1.4	Oberflächenwasser	11
2.1.2.1.5	Eluat / Sickerwasser	11
2.1.2.2	Untersuchungsparameter	12
2.1.2.3	Analysenkonzept	12
2.1.2.3.1	Bodenproben	13
2.1.2.3.2	Bodenluftproben	14
2.1.2.3.3	Wasserproben	14
2.1.3	STRATEGIE FÜR DIE ORIENTIERENDE UNTERSUCHUNG BEI ALTABLAGERUNGEN	15
2.1.3.1	Beprobungsmedien - Beprobungsplan	15
2.1.3.1.1	Boden / Bodenmaterialien und sonstige Materialien	15
2.1.3.1.2	Bodenluft- / Deponiegas	15
2.1.3.1.3	Grundwasser	16
2.1.3.1.4	Sickerwasser	16
2.1.3.1.5	Oberflächenwasser	16
2.1.3.2	Untersuchungsparameter	16
2.1.4	STRATEGIE FÜR DIE DETAILUNTERSUCHUNG	17
2.1.4.1	Beprobungsmedien / Beprobungsplan	17
2.1.4.1.1	Boden / Bodenmaterial und sonstige Materialien	18
2.1.4.1.2	Bodenluft / Deponiegas	18
2.1.4.1.3	Grundwasser	18
2.1.4.1.4	Oberflächenwasser und Sickerwasser	19

2.1.4.2	Auswahl der Untersuchungsparameter	19
2.1.4.2.1	Boden / Bodenmaterialien / Wasser	19
2.1.4.2.2	Schadstoffmobilität und Eluierbarkeit	20
2.1.4.3	Analysenkonzept	20
LITERATUR		21
ANLAGE		23
Glossar und Abkürzungsverzeichnis		23
1	GLOSSAR	24
2	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	33

Tabellen

TABELLE 2.1.2.1-1	ORIENTIERUNGSHILFE FÜR DIE ANZAHL DER BEPROBUNGSPUNKTE IM BEREICH VON VERMUTETEN KONTAMINATIONSSCHWERPUNKTEN (NUTZUNGSUNABHÄNGIG)	7
TABELLE 2.1.2.1-2	BEPROBUNGSPUNKTE FÜR DIE OBERFLÄCHENNAHE BEPROBUNG FÜR FLÄCHEN MIT ALLGEMEINEN VERDACHTSHINWEISEN, (NUTZUNGSABHÄNGIG).....	8
TABELLE 2.1.2.1-3:	NUTZUNGSORIENTIERTE BEPROBUNGSTIEFEN BEI UNTERSUCHUNGEN ZU DEN WIRKUNGSPFADEN	9

2.1 Untersuchungsstrategie

2.1.1 Grundlagen und Ziele der Untersuchung

Vor der Untersuchung einer altlastverdächtigen Fläche / Altlast ist es erforderlich eine Strategie festzulegen. Die Ableitung der Untersuchungsstrategie für eine altlastverdächtige Fläche umfasst alle Bearbeitungsschritte, die dem Erkenntniszuwachs und der Schließung von Wissensdefiziten über diese Fläche dienen. Ergeben sich aus den Erkenntnissen der historischen Erkundung und der standortbezogenen Erhebung Hinweise auf den Umgang mit umweltgefährdenden Stoffen, so sind Untersuchungen zur Bestätigung oder zum Ausschluss des Gefahrenverdachts einzuleiten.

Auf dieser Grundlage und einer Ortsbegehung wird eine Untersuchungsstrategie vor allem über die Lage potenzieller Kontaminationsschwerpunkte, betroffener Medien, relevanter Wirkungspfade und Schutzgüter formuliert und die Untersuchungsziele definiert. Die anschließende Untersuchung der altlastverdächtigen Fläche erfolgt in der Regel in zwei Stufen, der orientierenden Untersuchung und der Detailuntersuchung.

Vor Beginn der Untersuchungen muss geprüft werden, welche Wirkungspfade für die vorhandene, geplante und rechtlich mögliche Nutzung relevant sind. Der Grundwasserpfad ist nutzungsunabhängig zu betrachten. Auf dieser Grundlage ist für die Medien ein Beprobungsplan mit dem dazugehörigen Analysenkonzept abzuleiten.

Die Beprobungen und die analytischen Untersuchungen sind gemäß den in den Teilthemen

- 2.2 Probennahme,
- 2.3 Probenbehandlung,
- 2.4 Vor-Ort-Analytik und
- 2.5 Laboranalytik

genannten Bedingungen und Aspekten, unter Berücksichtigung der dort aufgeführten Vorgaben des Arbeitsschutzes und der Arbeitssicherheit, durchzuführen.

In einer sich an jede Stufe der Untersuchung (orientierende Untersuchung, Detailuntersuchung) anschließende Datenanalyse, Interpretation und Beurteilung der Untersuchungsergebnisse wird eine Bewertung über die weitere Vorgehensweise bei der Untersuchung der altlastverdächtigen Fläche / Altlast getroffen. Die Ergebnisse der Untersuchungen und deren Interpretation führen bei jeder Untersuchungsstufe zu einer umfassenden Sachverhaltsbeschreibung und zu einer Gefährdungsabschätzung, die die Entscheidungsgrundlage für eine abschließende rechtliche Bewertung durch die zuständige Behörde bildet.

Auf der Basis der Gefährdungsabschätzung erfolgt die Ableitung des weiteren Handlungsbedarfs wie

- Entlassen aus dem Altlastverdacht,
- Durchführung weiterer Untersuchungen,
- Einleitung von Sofortmaßnahmen,
- Sanierungsuntersuchung / Sanierung,
- Überwachung der untersuchten, dekontaminierten oder gesicherten Fläche.

Vor der Durchführung von Sanierungsmaßnahmen müssen gegebenenfalls die erforderlichen Sanierungsuntersuchungen für die Erstellung eines Sanierungskonzeptes oder Sanierungsplanes erfolgen.

2.1.1.1 Grundlagen und Ziele der orientierenden Untersuchung

Ziel der orientierenden Untersuchung ist es, einen Altlastverdacht hinreichend zu bestätigen oder auszuschließen.

Für eine altlastverdächtige Fläche müssen geeignete Kriterien zur Festlegung der Beprobungsmedien, Untersuchungsparameter und eines Beprobungsplans mit dem dazugehörigen Analysenkonzept für die Untersuchung entwickelt werden.

Die orientierende Untersuchung muss das potenzielle Schadstoffspektrum in seinen möglichen Auswirkungen auf die betroffenen Medien feststellen. Das Ergebnis führt zu einer Gefährdungsabschätzung. Diese bildet die Entscheidungsgrundlage für die erste Gefahrenbeurteilung und Ableitung des weiteren Handlungsbedarfs durch die zuständige Behörde.

2.1.1.2 Grundlagen und Ziele der Detailuntersuchung

Die Detailuntersuchung führt zu einer abschließenden Gefahrenbeurteilung und zur Bewertung durch die zuständige Behörde.

Bei der Feststellung einer Gefahrensituation sind auf der Grundlage der Detailuntersuchung Vorschläge für das weitere Vorgehen und gegebenenfalls Sanierungszielwerte anzugeben.

Im Rahmen einer Detailuntersuchung sind insbesondere

- Menge,
- räumliche Verteilung und
- Mobilität / Mobilisierbarkeit der Schadstoffe,
- Ausbreitung der Schadstoffe im Boden und in Gewässern,
- Austragsraten in Gewässer oder in die Luft und
- die Exposition der Schutzgüter

unter Verwendung einer angepassten Beprobung und Untersuchung zu ermitteln.

Grundlage für die Planung und Durchführung der Untersuchung sind die Ergebnisse der orientierenden Untersuchung.

Die Detailuntersuchung muss den nachfolgend aufgeführten Kenntnisstand über die altlastverdächtige Fläche als Grundlage für die abschließende Gefahrenbeurteilung und für die Bewertung liefern:

- Geologisch / hydrogeologische und hydrologische Situation:
 - * Mächtigkeit und Aufbau der ungesättigten Zone;
 - * Anzahl und Flurabstand der Grundwasserleiter einschließlich hydraulischer Trennschichten;
 - * Mächtigkeit und Aufbau der Grundwasserleiter;
 - * Fließrichtung, Durchlässigkeit, Transmissivität und Abstandsgeschwindigkeit;
 - * Niederschlag und Grundwasserneubildungsrate;

- Kompartimentspezifische Belastungssituation durch relevante Schadstoffe:
 - * Schadstoffkonzentration / Fracht;
 - * horizontale und vertikale Verteilung;
 - * Mobilisierbarkeit, Mobilität, Verfügbarkeit;
 - * geogene und anthropogene Hintergrundgehalte.

- Nutzung, Umfeld, Wirkungspfade, Schutzgüter:
 - * ehemalige, derzeitige, rechtlich zulässige und geplante Nutzung;
 - * Nutzungsempfindlichkeit des Umfeldes;
 - * relevante Wirkungspfade;

- betroffene Schutzgüter
 - * Expositionsbedingungen.

2.1.2 Strategie für die orientierende Untersuchung von Altstandorten

Vor der Untersuchung sind ein Beprobungsplan und ein Analysenkonzept aufzustellen. Für den Beprobungsplan sind insbesondere folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- die Beprobungsmedien;
- die Probenanzahl;
- die Untersuchungsparameter;
- die Aspekte des Arbeitsschutzes und der Arbeitssicherheit (Arbeitsschutz- und Sicherheitsplan (Teilthema 2.2)).

Die Festlegung des Beprobungsplanes und die Ermittlung der relevanten Wirkungspfade ist ein sich ergänzender und entwickelnder Prozess, der von den Untersuchungszielen, den konkreten Standortgegebenheiten sowie von Flächengröße, Nutzungen, Lage möglicher Kontaminationsschwerpunkte abhängig ist.

2.1.2.1 Beprobungsmedien - Beprobungsplan

Die Entscheidung über die zu untersuchenden Beprobungsmedien ist auf Grund der Ergebnisse der historischen Erkundung zu treffen. Diese Entscheidung bildet die Grundlage für die Untersuchungsstrategie bei der orientierenden Untersuchung von altlastverdächtigen Flächen. Der Beprobungsplan beinhaltet die Festlegung der Beprobungspunkte in den einzelnen Medien zur Lokalisierung der Kontaminationen. Er ist in Abhängigkeit von den sich während der Untersuchungen ändernden Erkenntnissen (z.B. Vor-Ort-Analytik, organoleptische Auffälligkeiten) anzupassen.

2.1.2.1.1 Boden / Bodenmaterialien und sonstige Materialien

Der Beprobungsplan für das Medium Boden, dessen Untersuchung auf Altstandorten die Regel ist, umfasst sowohl die horizontale als auch die vertikale Anordnung der Beprobungspunkte. Bei der horizontalen Anordnung werden die Anzahl und Lage der Beprobungspunkte festgelegt. Bei der vertikalen Anordnung werden die Beprobungstiefe (Tabelle 2.1.2.1-3), die vertikalen Beprobungsabstände und die Anzahl der Proben festgelegt.

2.1.2.1.1.1 Beprobungsdichte und horizontale Verteilung der Beprobungspunkte

Die Anordnung der Beprobungspunkte auf der Untersuchungsfläche orientiert sich primär an der erwarteten Schadstoffverteilung und ist damit an der Lage der potenziellen Kontaminationsschwerpunkte auszurichten.

Für die Planung der horizontalen Anordnung der Beprobungspunkte wird die nachfolgende Vorgehensweise empfohlen, die an den konkreten Einzelfall angepasst werden muss.

Aus der historischen Erkundung und der Geländebegehung können sich Hinweise auf die Lage potenzieller Kontaminationsschwerpunkte ergeben, die gezielt beprobt werden müssen. In den Bereichen zwischen den Kontaminationsschwerpunkten sind ebenfalls Beprobungen durchzuführen.

Zur Feststellung der standortspezifischen Hintergrundgehalte sollen in der Regel auch gezielt unbelastete Bodenbereiche in der näheren Umgebung der altlastverdächtigen Fläche beprobt werden.

Kontaminationsschwerpunkte

Im Bereich von Kontaminationsschwerpunkten entscheiden nutzungsunabhängig die Art der vermuteten Eintragsquelle und die Flächengröße über die Anzahl und Lage der Beprobungspunkte.

Flächengröße der vermuteten Kontaminationsschwerpunkte in m ²	Anzahl der Beprobungspunkte (Orientierungshilfe)
< 100	2 - 3
100 - 500	2 - 4
500 - 1.000	4 - 6
1.000 - 2.000	6 - 8

Tabelle 2.1.2.1-1 Orientierungshilfe für die Anzahl der Beprobungspunkte im Bereich von vermuteten Kontaminationsschwerpunkten (nutzungsunabhängig)

Die Beprobungspunkte sind in die wahrscheinlichen Schwerpunkte der vermuteten Kontamination zu setzen. Hierbei kann es sich um

- punktuelle Eintragsquellen (z.B. bei Leckagen an Tanks oder Tropfverlusten im Bereich von Füllstationen) oder
- flächenhafte Eintragsquellen (z.B. Lagerflächen)

handeln.

Bei punktuellen (insbesondere unterirdischen) Eintragsquellen sind die Beprobungspunkte von der Quelle aus in alle Richtungen zu legen. Bei linearen Eintragsquellen, wie z.B. Ver- und Entsorgungsleitungen oder Gleisen sind die Beprobungspunkte in regelmäßigen Abständen beidseitig entlang der Eintragsquelle zu setzen.

Auffällige Bodenbereiche sowie Bereiche mit Vegetationsschäden sind zusätzlich gezielt zu beproben.

Oberflächennahe Beprobung

Eine oberflächennahe Bodenuntersuchung ist vorzusehen, wenn auf Grund der Nutzung eine Gefährdung der Schutzgüter über die Wirkungspfade

- * Boden - Mensch,
- * Boden - Nutzpflanze,
- * Boden - Oberflächenwasser (Abschwemmung) und
- * Boden - Luft (Verwehung)

nicht auszuschließen ist.

Tabelle 2.1.2.1-2 enthält Orientierungshilfen für die Festlegung der Beprobungspunkte für die oberflächennahe Beprobung auf Flächen mit allgemeinen Verdachtshinweisen in Abhängigkeit der Flächengröße und der Art der Nutzung. Selbst bei größeren Flächen als in Tabelle 2.1.2.1-2 angegeben, sollen bei den Beprobungen Abstände von 50 m bei Kinderspielflächen / Wohngebieten und von 100 m bei Park / Freizeitanlagen und Industrie- / Gewerbegebieten nicht überschritten werden. Da die Kontaminationsschwerpunkte immer untersucht werden müssen, ist einzelfallabhängig die Anzahl der Beprobungspunkte sinnvoll zu erhöhen. Die Beprobungen sind gezielt für die vorgenannten Wirkungspfade durchzuführen.

Für die Herstellung der Mischprobe bei der oberflächennahen Beprobung ist jeder Beprobungspunkt der Mittelpunkt der Einstichstellen (15 bis 25), d.h. unter einem Beprobungspunkt ist letztendlich eine Beprobungsteilfläche zu verstehen.

Flächengröße in m ²	Nutzung	
	z.B. Kinderspielflächen, Wohngebiete	z.B. Park- / Freizeitanlagen, Industrie- / Gewerbegebiete
	Anzahl der Beprobungspunkte (Orientierungshilfe)	Anzahl der Beprobungspunkte (Orientierungshilfe)
< 500	3	2
500 - 10.000	3 - 10	2 - 5
10.000 - 100.000	10 - 40	5 - 10

Tabelle 2.1.2.1-2 Beprobungspunkte (= Beprobungsteilflächen) für die oberflächennahe Beprobung für Flächen mit allgemeinen Verdachtshinweisen, (nutzungsabhängig)

2.1.2.1.1.2 Beprobungstiefe und Beprobungsabstände (vertikale Probenverteilung)

Beprobungstiefe

Die Festlegung der Beprobungstiefe erfolgt in Abhängigkeit vom relevanten Wirkungspfad.

Tabelle 2.1.2.1-3 enthält Orientierungshilfen für die Festlegung der erforderlichen Beprobungstiefen in Abhängigkeit von den relevanten Wirkungspfaden und der jeweiligen Nutzung.

Wirkungspfad	Nutzung	Beprobungstiefe
Boden - Mensch ^{a)}	Kinderspielfläche, Wohngebiet	0 - 10 cm ¹⁾ , 10 - 35 cm ²⁾
	Park- und Freizeitanlage	0 - 10 cm ¹⁾
	Industrie- und Gewerbe- grundstücke	0 - 10 cm ¹⁾
Boden - Nutzpflanze ^{a)}	Ackerbau, Nutzgarten	0 - 30 cm ³⁾ ; 30 - 60 cm
	Grünland	0 - 10 cm ⁴⁾ , 10 - 30 cm
Boden - Grundwasser		0 bis unterhalb des wahrnehmbaren belasteten Bereiches
Boden - Oberflächenwasser (Abschwemmung)		0 - 10 cm
Boden - Luft (Verwehung)		0 - 10 cm

Tabelle 2.1.2.1-3: Nutzungsorientierte Beprobungstiefen bei Untersuchungen zu den Wirkungspfaden

In Einzelfällen können abweichende Beprobungstiefen erforderlich sein, diese sind zu begründen und zu dokumentieren.

Beim Wirkungspfad Boden - Grundwasser sollen nicht nur belastete Bodenbereiche beprobt werden, sondern auch der direkt angrenzende scheinbar unbelastete Tiefenbereich, um Kenntnisse über die Verlagerung der Schadstoffe zu erhalten.

Für Untersuchungen zur Sicherstellung gesunder Wohn- und Arbeitsverhältnisse [nach Baugesetzbuch § 1(5)] können für den Pfad Boden - Mensch und Boden - Nutzpflanze Beprobungstiefen bis zu 1 m erforderlich sein.

^{a)} Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV), 12. Juli 1999; BGBl., Teil I, Nr.36; 1999, S. 1554

¹⁾ Kontaktbereich für orale und dermale Schadstoffaufnahme, zusätzlich 0-2 cm bei Relevanz des inhalativen Aufnahmepfades

²⁾ 0-35 cm: durchschnittliche Mächtigkeit aufgebracht Bodenschichten; zugleich max. von Kindern erreichbare Tiefe

¹⁾

¹⁾

^{a)}

³⁾ Bearbeitungshorizont

⁴⁾ Hauptwurzelbereich

Vertikale Beprobungsabstände

Die Beprobungsabstände richten sich nach dem jeweiligen Schichtenaufbau. Boden / Bodenmaterialien sind schichtenspezifisch zu untersuchen. Zur Sicherung der vertikalen Repräsentativität sollte mindestens 1 Probe je Bohrmeter entnommen werden. Bei Schichtenwechsel sind weitere Proben zu entnehmen. Organoleptisch auffällige Bereiche sind gesondert zu beproben. In Tiefenbereichen > 20 m unter Geländeoberkante können im Einzelfall Beprobungen in 2 m Abständen ausreichend sein. Auffüllungen im Bereich von Altstandorten verlangen eine differenzierte Beprobung. Auf Grund der Heterogenität des Materials sind in der Regel Meterabstände nicht ausreichend, daher sollten Tiefenbereiche von 0,5 m nicht überschritten werden. Bei größeren Mächtigkeiten können die Abstände im Einzelfall auf 1 m ausgeweitet werden. Organoleptisch auffällige Bereiche sind gesondert zu beproben.

2.1.2.1.2 Bodenluft

Anzahl und Lage der Bodenluftmessstellen (horizontale Probenverteilung)

Die Verteilung der Beprobungspunkte für Bodenluft richtet sich nach der Lage der potenziellen Kontaminationsschwerpunkte, nach der Mächtigkeit und dem Aufbau der wasserungesättigten Bodenzone (Aerationszone), die ausreichend mächtig und durchlässig sein muss (2.2 Probennahme und VDI Richtlinie 3865).

Die Beprobung von Bodenluft erfolgt, wenn bei Altstandorten Hinweise auf das Vorhandensein von leichtflüchtigen Schadstoffen vorliegen.

Die Festlegung der Beprobungspunkte lehnt sich eng an die des Bodens / Bodenmaterials an (Kapitel 2.1.2.1.1).

Beprobungstiefe (vertikale Probenverteilung)

Die Entnahme von Bodenluftproben sollte aus Bodentiefen ab mindestens ca. 1 Meter unter Geländeoberkante / Unterkante Abdeckung erfolgen. Die Beprobungen (tiefenspezifische / tiefengestaffelte Probennahmen) sind bei der orientierenden Untersuchung zunächst auf Untersuchungsflächen mit konkreten Hinweisen auf Kontaminationsquellen im Untergrund zu beschränken (z.B. unterirdische Tankanlagen, Leitungstrassen, usw.).

Die Beprobungstiefe ist den jeweiligen Standortverhältnissen anzupassen.

2.1.2.1.3 Grundwasser

Das Grundwasser ist zu untersuchen, wenn seine Gefährdung nicht ausgeschlossen werden kann.

Poren-Grundwasserleiter

Zur Beurteilung (sowie zur Bestimmung und Dokumentation) der Grundwasserbeschaffenheit im obersten Grundwasserleiter sind in der Regel 3 Grundwassermessstellen (GWMS) zu errichten (eine GWMS im Anstrom und zwei GWMS im vermuteten Abstrom; hydrologisches Dreieck - Teilthema 2.2 Probennahme).

Die Anzahl der notwendigen Grundwassermessstellen im Abstrom der altlastverdächtigen Fläche wird in Abhängigkeit von ihrer Breite quer zur Grundwasserfließrichtung bestimmt. Danach kann eine Erhöhung der Anzahl der Grundwassermessstellen erforderlich werden, wenn:

- die Breite der Verunreinigung (quer zur Fließrichtung) > 100 m beträgt,
- das Verhältnis von Breite : Länge der Verunreinigung > 3 : 1 ist und
- die Grundwasserfließrichtung unbekannt ist oder wechselt.

Die Lage und der Ausbau der Grundwassermessstellen werden vor allem entsprechend den Standortverhältnissen, Schadstoffeigenschaften und der Lage der potenziellen Kontaminationsschwerpunkte vom Sachverständigen / Gutachter bestimmt (Teilthema 2.2).

Kluft- und Karstgrundwasserleiter

Je nach Größe der Inhomogenitäten zwischen poröser oder dichter Feststoffmatrix und der Klüfte oder Hohlräume können bezüglich der Wasserwegsamkeiten und Strömungsverhältnisse alle Übergänge zwischen Poren- und Karstgrundwasserleitern auftreten. Sind die Klüfte regelmäßig ausgebildet und gut vernetzt, bestehen in geohydraulischer Sicht hinsichtlich der Strömungsverhältnisse Gemeinsamkeiten mit einem Porengrundwasserleiter. Bei stärkerer Klüftung kann das Wasser auch turbulent mit mittlerer bis hoher Geschwindigkeit strömen. In Abhängigkeit von diesen Gegebenheiten müssen auch bei der Messstellendichte Unterschiede gemacht werden. In der Regel sind für einen Kluftgrundwasserleiter mehr Messstellen erforderlich als für einen Porengrundwasserleiter. Kontaminationen und hydrochemische Reaktionen finden häufig nur in den eng begrenzten Kluftzonen statt. Deshalb ist es angebracht, nach Auswertung der tektonischen Verhältnisse und der morphologischen Gegebenheiten die hydraulisch wirksamen Strukturen im Gelände zu analysieren und daraus die erforderliche Anzahl der Grundwassermessstellen abzuleiten.

In Karstgrundwasserleitern findet eine Verfrachtung der Wasserinhaltsstoffe in wenigen unterirdischen Hohlräumen großen Querschnittes statt. Auf Grund dieser typischen hydrogeologischen Verhältnisse ist eine zufrieden stellende Erkundung der Hydrochemie im Bereich einer Altlast mittels Grundwassermessstellen kaum möglich. Hier sollte insbesondere die Beprobung von Grundwasser an Quellaustritten erfolgen.

2.1.2.1.4 Oberflächenwasser

Wenn sich im unmittelbaren Umfeld der Verunreinigungen stehende und fließende Gewässer befinden, kann die Untersuchung von Oberflächenwasser und Sediment sinnvoll sein. Dabei sind bei fließenden Gewässern Messstellen oberhalb und unterhalb der möglichen Kontamination vorzusehen.

2.1.2.1.5 Eluat / Sickerwasser

Eluat- und Sickerwasseruntersuchungen können sinnvoll sein, wenn keine direkte Untersuchung des Grundwassers mit vertretbarem Aufwand möglich oder noch kein Grundwasserschaden eingetreten ist. Die Verteilung der Beprobungspunkte für Sickerwasser richtet

sich nach der Lage der potenziellen Kontaminationsschwerpunkte sowie nach der Mächtigkeit und dem Aufbau der wasserungesättigten Bodenzone. Die Sickerwasserentnahme erfolgt z.B. in einer gesondert ausgebauten Sickerwassermessstelle als Schöpfprobe. Häufig werden bei Sickerwasseruntersuchungen Rammfilter oder so genannte „Saugkerzen“ eingesetzt. Rammfilterpegel haben den Nachteil, dass sie bei der Untersuchung auf Schwermetalle die Messergebnisse verfälschen können. Saugkerzen haben den Nachteil, dass nur sehr geringe Wassermengen erhalten werden. Beide Systeme sind für die Erfassung leichtflüchtiger Verbindungen nicht geeignet, deshalb sind bei diesen Stoffen Boden- und Bodenluftuntersuchungen aussagefähiger.

Sollte eine Sickerwasserentnahme aus hydrogeologischen Gründen nicht möglich sein, kann hilfsweise auch eine Eluatuntersuchung durchgeführt werden. Hier ist neben den für das Sickerwasser genannten Aspekten zusätzlich die Tatsache zu berücksichtigen, dass Elutionsverfahren die reale Situation für anorganische Parameter nur bedingt wieder geben und für organische Parameter derzeit nicht anwendbar sind. Insgesamt ist immer zu berücksichtigen, dass Sickerwasser- oder Eluatuntersuchungen (Stichproben) nicht die Qualität erreichen können, die mittels einer Grundwasseruntersuchung (integraler Ansatz) erreicht wird.

2.1.2.2 Untersuchungsparameter

Die Festlegung der Untersuchungsparameter richtet sich nach den Vorkenntnissen der historischen Erkundung zum möglichen Schadstoffpotenzial. Die Auswahl der Untersuchungsparameter bei Altstandorten wird durch die Zuordnung zu bestimmten branchentypischen Schadstoffen/Parametern vorgenommen, die dem jeweils relevanten Beprobungsmedium/-medien zugeordnet werden. Vorhandene branchentypische Parameterkataloge sollen bei der Untersuchungsplanung nicht schematisch angewendet werden. Die Parameter sollen unter Berücksichtigung der speziellen Gegebenheiten der altlastverdächtigen Fläche angepasst werden. Im Einzelfall kann es erforderlich sein, den Untersuchungsumfang um zusätzliche Parameter zu erweitern, wenn dies auf Grund von angetroffenen Fremdbeeinträchtigungen, Ergebnissen der Vor-Ort-Analytik, ersten Analyseergebnissen oder organoleptischen Auffälligkeiten angezeigt ist. Dabei ist zu prüfen, ob die Probennahme-, Transport- und Lagerungsbedingungen gemäß Teilthemen 2.2 und 2.3 für die zusätzlichen Parameter geeignet waren/ sind. Neben chemischen Untersuchungsparametern sollte auch der Einsatz von biologischen Verfahren (Teilthema 2.5a) geprüft werden.

2.1.2.3 Analysenkonzept

Für eine effektive Untersuchungsdurchführung ist es erforderlich, ein mit der Beprobung abgestimmtes Analysenkonzept in Abhängigkeit von den zu untersuchenden Umweltmedien und Parametern festzulegen. Das Analysenkonzept beinhaltet unter anderem die folgenden Auswahlkriterien für die zu analysierenden Proben.

2.1.2.3.1 Bodenproben

Die Auswahl von Proben für die Analytik richtet sich primär nach dem Schichtenaufbau, organoleptischen Auffälligkeiten und den Ergebnissen gegebenenfalls durchgeführter Vor-Ort-Untersuchungen. Bei nicht auffälligen Proben bestimmen Kenntnisse über vermutete Kontaminationsschwerpunkte aus der historischen Erkundung die Probenauswahl.

Einzelproben

Die analytische Untersuchung von Einzelproben ist der Regelfall. In jedem Fall sind Einzelproben zu untersuchen:

- bei organoleptischen Auffälligkeiten
- im Bereich von Kontaminationsquellen
- bei Verdacht auf leichtflüchtige Schadstoffe.

Bei der Auswahl der Proben sollten folgende Bodenbereiche besonders berücksichtigt werden:

- Bodenbereiche in unmittelbarer Nähe der vermuteten Eintragsquellen
- Auffüllungsbereiche
- Bodenbereiche mit hoher Sorptionskapazität für Schadstoffe
- Bodenbereiche im Grundwasserschwankungsbereich.

Werden bei der Probennahme keine organoleptischen Auffälligkeiten festgestellt, ist die Kontaminationsfreiheit durch Untersuchung aufgrund von Verdachtsmomenten oder einer erfolgten statistischen Auswahl von mindestens 20 Prozent der Proben (Abweichungen hiervon sind vom Sachverständigen / Gutachter zu begründen) zu belegen (Teilhema 2.2 Probennahme).

Die nicht untersuchten Bodenproben sind als Rückstellproben aufzubewahren, um gegebenenfalls weitere Informationen über das Ausmaß einer Verunreinigung im Rahmen der Detailuntersuchung zu erhalten. Die parameterspezifischen Lagerungs- und Transportbedingungen sind zu beachten.

Mischproben

Nach BBodSchV können oberflächennahe Proben aus 15 bis 25 Einstichstellen pro Beprobungspunkt zu einer Mischprobe vereinigt werden. Die Fläche, die durch einen Probe repräsentiert wird, sollte eine Größe von 100 m² nicht überschreiten.

Rückstellproben

Rückstellproben (parameterabhängig) aus tieferen Bodenbereichen oder vom Randbereich eines Kontaminationsschwerpunktes können einer weiteren analytischen Untersuchung

(Detailuntersuchung) unterzogen werden, wenn die Untersuchungsergebnisse auf eine Schadstoffausbreitung in diese Bereiche hinweisen. Die parameterspezifischen Anforderungen an Probennahme, -behandlung, -transport und -lagerung (Teilthemen 2.2, 2.3 und 2.5) sind zu beachten.

2.1.2.3.2 Bodenluftproben

Eine Aufbewahrung als Rückstellproben ist weder für Bodenluftproben in Gasbehältern, noch für Adsorberröhrchen und Extrakte oder Anreicherungslösungen zu empfehlen, da Kondensations- und Abbauprozesse oder Diffusionsverluste von Probenmaterial zu einer Verfälschung der Untersuchungsergebnisse führen können (Teilthemen 2.2 und 2.3).

2.1.2.3.3 Wasserproben

Für bestimmte Untersuchungsparameter können Rückstellproben in begründeten Fällen untersucht werden, wenn sie gemäß den Teilthemen 2.2 und 2.3 behandelt und gelagert wurden.

2.1.3 Strategie für die orientierende Untersuchung bei Altablagerungen

Vor der Untersuchung sind ein Beprobungsplan und ein Analysenkonzept analog der orientierenden Untersuchung von Altstandorten aufzustellen.

Für Altablagerungen, die in der Regel heterogen zusammengesetzt sind, kann keine generelle Untersuchungsstrategie vorgegeben werden. Bei der Untersuchungsplanung sind vom Sachverständigen/ Gutachter die Parameter unter Berücksichtigung der speziellen Gegebenheiten der Altablagerung festzulegen.

2.1.3.1 Beprobungsmedien - Beprobungsplan

2.1.3.1.1 Boden / Bodenmaterialien und sonstige Materialien

Eine oberflächennahe Bodenuntersuchung ist vorzusehen, wenn auf Grund der Nutzung eine Gefährdung der Schutzgüter über die Wirkungspfade

- Boden - Mensch,
- Boden - Nutzpflanze,
- Boden - Oberflächenwasser (Abschwemmung) und
- Boden - Luft (Verwehung)

nicht auszuschließen ist. Eine repräsentative Untersuchung der Altablagerung ist in der Regel nicht möglich. Bei der Untersuchung sind die Emissionen in die angrenzenden Medien maßgeblich. Der Beprobungsplan beinhaltet die Festlegung der Beprobungspunkte und dient der Lokalisierung der Kontaminationen. Er ist in Abhängigkeit von den sich während der Untersuchungen ändernden Bedingungen (z.B. organoleptische Auffälligkeiten) anzupassen.

Die Anzahl und Lage der Beprobungspunkte wird analog den Vorgaben der Tabelle 2.1.2.1-2 festgelegt. Die Beprobungen sollten gezielt für die Pfade Boden – Mensch, Boden – Nutzpflanze, Boden - Oberflächenwasser (Abschwemmung) und Boden - Luft (Verwehung) durchgeführt werden.

Auf Grund der heterogenen Zusammensetzung von Altablagerungen und der oft sehr geringen Kenntnisse über das Schadstoffpotenzial sind die Untersuchungsergebnisse des Deponats nicht aussagekräftig. Deshalb sollte in der Regel keine Deponatuntersuchung erfolgen.

2.1.3.1.2 Bodenluft- / Deponiegas

Die Beprobung von Deponiegas erfolgt, wenn Hinweise auf organisches Material oder leichtflüchtige Schadstoffe im Deponat vorliegen. Zu berücksichtigen ist die Möglichkeit der Migration von Deponiegas in die Umgebung der Altablagerung. Das Vorhandensein einer

ausreichend mächtigen ungesättigten und durchlässigen Bodenzone (Aerationszone) ist Voraussetzung für Beprobungen (2.2 Probennahme und VDI Richtlinie 3865).

Bei Altablagerungen ist immer eine einzelfallspezifische Festlegung der Beprobungspunkte erforderlich. Tabelle 2.1.2.1-2 enthält eine Orientierungshilfe für die Festlegung der Anzahl der Beprobungspunkte in Abhängigkeit von der Größe der Untersuchungsfläche und der Art der Nutzung.

Deponiegasuntersuchungen sind in der orientierenden Untersuchung von alten Deponien für „Hausmüll“ oder von „wilden Kippen“ vorzusehen, wenn auf oder im Umfeld der Altablagerung Nutzungen wie Wohngebiete, Industrie- / Gewerbegebiete vorhanden sind, die durch Deponiegase beeinträchtigt werden können. Zur Überprüfung von Migrationswegen sind spezielle Gaswegsamenkeiten (z.B. Trasse, Versorgungsleitungen) zu beachten.

Neben den vermuteten flüchtigen Schadstoffen sind auch die Hauptbestandteile von Deponiegas (i.e. CH₄, CO₂, N₂, O₂) in das Untersuchungsprogramm aufzunehmen.

Gegebenenfalls sind bei bebauten Altablagerungen Untersuchungen der Innenraumluft vorzusehen.

2.1.3.1.3 Grundwasser

Wenn eine Gefährdung des Grundwassers nicht ausgeschlossen werden kann, ist dieses zu untersuchen (siehe hierzu auch 2.1.2.1.3).

2.1.3.1.4 Sickerwasser

Sickerwasseranalysen können sinnvoll sein, wenn keine direkte Untersuchung des Grundwassers mit vertretbarem Aufwand möglich oder noch kein Grundwasserschaden eingetreten ist.

2.1.3.1.5 Oberflächenwasser

Die Untersuchung von Oberflächenwasser erfolgt analog der Vorgehensweise bei Altstandorten.

2.1.3.2 Untersuchungsparameter

Für Altablagerungen wird eine gestufte Vorgehensweise bei der Untersuchung empfohlen. Zur Orientierung über das mögliche Emissionspotenzial werden Gruppenparameter zur Untersuchung vorgeschlagen. In weiteren Schritten werden diese ggf. nach Einzelstoffen differenziert untersucht.

Im Einzelfall kann es erforderlich sein, den Untersuchungsumfang um zusätzliche Parameter zu erweitern, wenn dies auf Grund von angetroffenen Fremd Beimengungen, Ergebnissen der Vor-Ort-Analytik, ersten Analyseergebnissen oder anderen organoleptischen Auffälligkeiten angezeigt ist. Dabei ist zu prüfen, ob die Probennahme-, Transport- und Lagerungsbedingungen gemäß Teilthemen 2.2 und 2.3 für die zusätzlichen Parameter geeignet waren / sind.

2.1.4 Strategie für die Detailuntersuchung

Die Untersuchungsstrategie für die Detailuntersuchung von Altstandorten und Ablagerungen ist so zu konzipieren, dass

- eine horizontale und vertikale Eingrenzung der verunreinigten Boden-, Bodenluft- und Grundwasserbereiche möglich ist,
- die zum Zeitpunkt der Untersuchung vorhandene Schadstoffausbreitung erfasst werden kann und
- eine Prognose der zukünftigen Schadstoffausbreitung möglich ist.

Grundlage für die weitere Untersuchungsstrategie bildet die Bewertung der bei der orientierenden Untersuchung ermittelten Daten. In der Regel setzt sie sich aus mehreren Einzelkonzepten für unterschiedlich kontaminierte Teilflächen, die innerhalb einer altlastverdächtigen Fläche/ Altlast vorkommen können, zusammen.

Die Untersuchungsstrategie der Detailuntersuchung beinhaltet in jedem Fall eine Verdichtung der Beprobungspunkte, wobei die Art der Verdichtung von den örtlichen Gegebenheiten und der bereits ermittelten Konzentrationsverteilung abhängig ist. Eine gleichmäßige Verdichtung der Beprobungspunkte und die Anwendung statistischer Verfahren ohne Berücksichtigung der spezifischen Standortgegebenheiten ist im allgemeinen nicht zu empfehlen.

Darüber hinaus muss für die abschließende Gefahrenbeurteilung die Möglichkeit einer weiteren Schadstoffausbreitung abgeschätzt werden. In diesem Zusammenhang ist auch die Schadstoffmobilität (z.B. Verlagerung, Pflanzenverfügbarkeit) in Abhängigkeit von den jeweiligen Standortgegebenheiten zu beurteilen.

Modellrechnungen

Zur Abschätzung der Ausbreitung umweltgefährdender Stoffe im Boden (ungesättigte Zone), in Gewässern und den Austragsraten in Gewässer / Luft und des Transfers in die Pflanzen können prognostische Modellrechnungen oder Simulationen eingesetzt werden (Teilthema 2.6 Interpretation der Analysenergebnisse und 2.7 Altlastensimulation).

2.1.4.1 Beprobungsmedien / Beprobungsplan

Für die abschließende Beurteilung der altlastverdächtigen Fläche/ Altlast durch den Gutachter / Sachverständigen und die Bewertung durch die Behörden ist es notwendig, die einzelnen Untersuchungsschritte in der Detailuntersuchung so zu konzipieren, dass eine umfassende Sachverhaltsbeschreibung der Fläche und der von ihr ausgehenden Gefährdung vorgenommen werden kann.

Die Aufstellung des Beprobungsplanes und die Festlegung der Beprobungsmedien für die Detailuntersuchung erfolgt auf der Grundlage der bisher vorliegenden Erkenntnisse und wird im Einzelfall angepasst.

2.1.4.1.1 Boden / Bodenmaterial und sonstige Materialien

In der Detailuntersuchung sind die die Abstände der Beprobungspunkte zwischen den Kontaminationspunkten gegenüber der orientierenden Untersuchung zu verdichten.

Beprobungstiefe

Die Beprobungstiefe (Sondiertiefe) richtet sich wie in der orientierenden Untersuchung nach

- den relevanten Wirkungspfaden (Tabelle 2.1.2.1-3),
- den ermittelten Belastungstiefen und der vermuteten Lage der Kontaminationsquelle und
- der Mobilität des Schadstoffes in Abhängigkeit von den Standortbedingungen.

Die Mobilität des Schadstoffes wird vor allem durch die standortspezifischen Bodeneigenschaften (wie Sorptionskapazität, Wasserleitfähigkeit, Durchlässigkeit) und die Oberflächenbeschaffenheit (Versiegelung) beeinflusst.

In Abhängigkeit von der Nutzung sind für die Wirkungspfade Boden - Luft, Boden - Oberflächenwasser, Boden - Mensch und Boden - Nutzpflanze entsprechend Tabelle 2.1.2.1-3 oberflächennahe Proben zu entnehmen.

2.1.4.1.2 Bodenluft / Deponiegas

Sofern bei der orientierenden Untersuchung in der Bodenluft erhöhte Gehalte flüchtiger Schadstoffe ermittelt wurden, können weitere Bodenluftuntersuchungen zur Eingrenzung des Belastungsschwerpunktes erforderlich werden. Die Beprobung ist einzelfall-, befund- und standortabhängig durchzuführen. Um Aussagen über das tatsächlich vorhandene Schadstoffpotenzial in der abschließenden Gefahrenbeurteilung treffen zu können, müssen an ausgewiesenen Belastungsschwerpunkten (maximale Bodenluftkonzentrationen) gleichzeitig auch Boden- bzw. Grundwasserproben untersucht werden.

2.1.4.1.3 Grundwasser

Eine Detailuntersuchung des Grundwassers ist dann erforderlich, wenn signifikante Differenzen der Schadstoffkonzentrationen zwischen An- und Abstrom nachgewiesen wurden.

Eine Erweiterung der Grundwassermessstellen (Anzahl und Tiefe) kann z.B. notwendig werden:

- wenn sich aus den Ergebnissen der orientierenden Untersuchung zu den hydrogeologischen Standortgegebenheiten oder zum Schadstoffspektrum Hinweise auf weitere relevante Schadstoffausbreitungspfade zum Grundwasser und / oder über das Grundwasser ergeben haben,

- wenn bei Nachweis von Verunreinigungen im obersten Grundwasserleiter eine Kontamination tieferer Grundwasserstockwerke nicht mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann und
- wenn Schadstoffe in größeren, grundwasserrelevanten Tiefen im Boden festgestellt wurden oder vermutete Grundwassernichtleiter bei den Sondierarbeiten im Untersuchungsgebiet nicht oder nicht durchgehend angetroffen wurden.

Lage der zusätzlichen Grundwassermessstellen

Der abstromige Bereich der Verunreinigung sollte senkrecht zur aktuellen Grundwasserfließrichtung gleichmäßig mit Messstellen besetzt sein. Der Abstand der Grundwassermessstellen richtet sich nach dem Einzelfall. Die bestehende Messstellenreihe ist auch durch zusätzliche Messstellen in Grundwasserfließrichtung zu ergänzen.

Tiefenspezifische Grundwasseruntersuchungen sind erforderlich, wenn die vertikale Schadstoffverteilung insbesondere bei mächtigen oder geschichteten Grundwasserleitern und bei schwer oder nicht mit Wasser mischbaren Schadstoffen oder die Beeinflussung tieferer Bereiche des Grundwasserleiters ermittelt werden sollen.

Ausbau der Grundwassermessstellen

Die Grundwassermessstellen sind gemäß dem Teilthema 2.2 Probennahme auszubauen.

Kluft- und Karst - Grundwasserleiter

Die Entscheidung über die horizontale und vertikale Anordnung weiterer Probennahmestellen ist immer einzelfallspezifisch zu treffen.

2.1.4.1.4 Oberflächenwasser und Sickerwasser

Für die Untersuchung von Oberflächenwasser können keine allgemeinen Vorgaben zur Konkretisierung der Ergebnisse der orientierenden Untersuchung abgeleitet werden. Sie sind im Einzelfall festzulegen. Eine Untersuchung des Sickerwassers in der Detailuntersuchung ist in der Regel nicht sinnvoll.

2.1.4.2 Auswahl der Untersuchungsparameter

2.1.4.2.1 Boden / Bodenmaterialien / Wasser

Das zu untersuchende Schadstoffspektrum kann im Vergleich zur orientierenden Untersuchung nach einer einzelfallspezifischen Entscheidung

- identisch sein,
- im Parameterumfang reduziert sein,

- eine Aufschlüsselung einzelner Summen- und Gruppenparameter und
- die Untersuchung spezifischer Schadstofffraktionen erforderlich machen.

Außerdem können im Hinblick auf sensible Nutzungen und auf eine mögliche Schadstoffausbreitung Untersuchungen zur Toxizität und zur Mobilität der Schadstoffe notwendig sein.

2.1.4.2.2 Schadstoffmobilität und Eluierbarkeit

Zu Fragen der Verlagerung und Pflanzenverfügbarkeit können weitere Untersuchungen zur Mobilität und Mobilisierbarkeit von Bedeutung sein zum Beispiel Analysen im Eluat für anorganische Parameter (siehe 2.1.2.1.5).

Für Untersuchungen der Pflanzenverfügbarkeit der Schadstoffe werden Extraktionen mit Salzlösungen wie z.B. NH_4NO_3 oder Pflanzenuntersuchungen zur tatsächlichen Pflanzenaufnahme empfohlen.

Für die Feststellung der Mobilität und Eluierbarkeit können im Einzelfall unterschiedliche Verfahren angewendet werden, z.B. :

- Elutionsversuche mit Eluenten, die der Fragestellung angepasst sein müssen,
- eventuell Säulen- und Lysimeterversuchen.

Die dabei erzielten Ergebnisse können für die Abschätzung des Ausbreitungsverhaltens der Schadstoffe unter den standortspezifischen Bedingungen hinsichtlich der Wirkungspfade Boden - Nutzpflanze und Boden - Grundwasser nützlich sein.

2.1.4.3 Analylenkonzept

Für die Analytik gelten die in Kapitel 2.1.2.3 beschriebenen Vorgehensweisen.

Literatur

AG Bodenkunde (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. 4. Aufl., Hannover.

ATV-Regelwerk, Merkblatt ATV - M 362, Teil 1 und 2, Umgang mit Baggergut; August 1997

ATV-Regelwerk, Merkblatt ATV - M 362, Teil 3, Umgang mit Baggergut; Mindestuntersuchungsprogramm für Baggergut; Entwurf

DIN 4022 Blatt 1: Schichtenverzeichnis für Untersuchungen und Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben.

Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 16. Juli 1999; BGBl., Teil I, Nr.36, S. 1554

Bundes-Bodenschutzgesetzes vom 17. März 1998; BGBl. I S. 502

Freie und Hansestadt Hamburg, Umweltbehörde, Amt für Umweltschutz (1993): Merkblatt Nr. 2. Planung von Grundwasserbeschaffenheitsmeßstellen im Bereich von Altlasten und Untergrundverunreinigungen.

Gühr, R., B. Daniel, A. Gramatte, G. Rippen und P. Wiesert (1990): Altlastenanalytik. In: Rippen (Hrsg.): Handbuch der Umwelt-Chemikalien. Ecomed Verlag.

Kinner, U.H., L. Kötter und M. Niklauß (1986): Branchentypische Inventarisierung von Bodenkontaminationen - ein erster Schritt zur Gefährdungsabschätzung für ehemalige Betriebsgelände. Texte Umweltbundesamt 31/86. Forschungsbericht 10703001, UBA-FB 86-016. Berlin.

Kötter, L., M. Niklauß und A. Toennes (1989): Erfassung möglicher Bodenverunreinigungen auf Altstandorten. Kommunalverband Ruhrgebiet (Hrsg.): Arbeitshefte Ruhrgebiet A 039. Essen.

LAGA - Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (Hrsg.) (1990): LAGA-Informationsschrift Altlasten.

Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (Hrsg.) (März 1996): Probennahme von Boden und Deponat. Altablagerungen und Altstandorte. Merkblatt ALEX 03. Oppenheim.

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.) (1993): Branchenkatlog zur historischen Erhebung von Altstandorten. 2. erweiterte Auflage. Materialien zur Altlastenbearbeitung. Band 3.

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (1996): Leitfaden Erkundungsstrategie Grundwasser.

- LÖLF - Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (1988): Mindestuntersuchungsprogramm Kulturboden.
- LWA NW - Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen (1989): Leitfaden zur Grundwasseruntersuchung bei Altablagerungen und Altstandorten.
- Meuser, H. (1996): Ein Bestimmungsschlüssel für natürliche und technogene Substrate in Böden städtisch-industrieller Verdichtungsräume. Zeitschrift Pflanzenernährung und Bodenkunde 159, 305-312.
- Meuser, H. (1996): Technogene Substrate als Ausgangsgestein der Böden urban-industrieller Verdichtungsräume dargestellt am Beispiel der Stadt Essen. Schriftenreihe des Instituts für Pflanzenernährung und Bodenkunde der Universität Kiel.
- Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg (1988): Altlastenhandbuch, Teil 1. Altlastenbewertung.
- MURL NW - Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein Westfalen (1993):, Hinweise zur Ermittlung und Sanierung von Altlasten. Düsseldorf.
- Schneider, M. (1993): Entwicklung einer kontaktmedienorientierten Beprobungs-strategie für Altlastverdachtsflächen und Vergleich mit der herkömmlichen Vorgehensweise. Diplomarbeit. Wiesbaden.
- Schulz, N und R. Wienberg (1994): Bodenansprache bei altlastenverdächtigen Auffüllungen. Altlastenspektrum, 3. Jahrgang , 79-82.
- SMU - Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung (1995): Handbuch Altlastenbehandlung, Teil 3. Gefährdungsabschätzung, Pfad und Schutzgut Grundwasser. Dresden.
- SRU - Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (1995): Altlasten II. Sondergutachten. Stuttgart.
- VDI-Richtlinie, VDI 3865, Blatt 1, Messen organischer Bodenverunreinigungen, Messen leichtflüchtiger halogener Kohlenwasserstoffe, Meßplanung für Bodenluft-Untersuchungsverfahren.

Anlage

Glossar und Abkürzungsverzeichnis

1 Glossar

Akkumulation	Anreicherung von Stoffen in Luft, Boden, Wasser und Lebewesen [6]
Altlastverdächtige Flächen	sind Altablagerungen und Altstandorte, bei denen der Verdacht schädlicher Bodenveränderungen oder sonstiger Gefahren für den einzelnen oder die Allgemeinheit besteht.[2].
Altstandorte	Grundstücke stillgelegter Anlagen und sonstige Grundstücke, auf denen mit umweltgefährdenden Stoffen umgegangen worden ist, ausgenommen Anlagen, deren Stilllegung einer Genehmigung nach dem Atomgesetz bedarf [2].
Altlasten	sind Altablagerungen und Altstandorte durch die schädliche Bodenveränderungen oder sonstige Gefahren für den einzelnen oder die Allgemeinheit hervorgerufen werden. [2]
Altablagerungen	sind stillgelegte Abfallbeseitigungsanlagen sowie sonstige Grundstücke, auf denen Abfälle behandelt, gelagert oder abgelagert worden sind [2].
anthropogen	durch menschliche Einwirkungen verursachte Veränderungen [6]
Ausbreitungspfad	⇒ <i>Wirkungspfad</i> Weg der Schadstoffe aus der Altlast in die Umweltmedien Wasser, Boden und Luft. Unterschieden wird zwischen der Ausbreitung über direkten Kontakt und der Ausbreitung, die an Transportmittel gebunden ist (Wasser, Luft).
Belastung	⇒ <i>Verunreinigung</i>
Beprobungsplan	an den Einzelfall angepasster Plan zur räumlichen Lage der Beprobungspunkte bei Untersuchung der altlastverdächtigen Fläche in den zu untersuchenden Medien.
Beweisniveau	definierter Umfang der für die ⇒ <i>Bewertung</i> jeder ⇒ <i>Untersuchungsstufe</i> erforderlichen Datenbasis. [6]
Beurteilung, Fachliche	Einschätzung oder Abschätzung der im Einzelfall eingetretenen Einwirkungen auf Schutzgüter, der bestehenden Risiken sowie eine Aufklärung der Ursachen. [6] Aufgabe der fachlichen Beurteilung ist - nach vorangegangener Plausibilitätsprüfung der Messergebnisse - eine Einschätzung oder Abschätzung der im einzelnen Falle eingetretenen Einwirkungen auf Schutzgüter und der bestehenden bzw. zukünftig zu erwartenden Risiken sowie eine Aufklärung der Ursachen. Reichen die vorliegenden Daten, Tatsachen und Erkenntnisse für eine abschließende Risikoabschätzung nicht aus, sind Art und Umfang der dafür erforderlichen weiteren Ermittlungen anzugeben. Dabei ist für Aufgaben der Gefahrenabwehr die reale Nutzung, für Zwecke der Bauleitplanung bzw. Baugenehmigung die vorhandene und die rechtlich mögliche bzw. die geplante Nutzung zu berücksichtigen. Die Beurteilung dient als Grundlage für die Prüfung der Rechtsfragen,

der Ermessensausübung und der Entscheidung durch die zuständige Behörde.

Bestandteil der Beurteilung sind im einzelnen folgende Schritte:

- ◆ Darstellung aller im Einzelfall möglichen Wirkungspfade, auf denen die Schadstoffe zu Schutzgütern gelangen können.
- ◆ Beschreibung der Selektivität, Genauigkeit und Richtigkeit der Messergebnisse.
- ◆ Ermittlung der Tatsache, ob die Schadstoffgehalte in den beurteilungsrelevanten Bereichen/Umweltmedien der Verdachtsfläche/Altlast signifikant höher als in der unbeeinflussten Umgebung sind (ursachenbezogenen Betrachtung). Beschreibung der zurechenbaren Einwirkungen nach Art und Ausmaß.
- ◆ Beschreibung der Einwirkungen und Wirkungen, die nach sachkundiger Prognose in überschaubarer Zukunft nach Art und Ausmaß zu besorgen sind
- ◆ Aufzeigen noch offener Fragen
- ◆ Vorschläge für ggf. notwendige weitergehende Untersuchungen zur Sachverhaltsermittlung. [1]

Bewertung

Fachliche und rechtliche \Rightarrow *Beurteilung* des ermittelten Sachverhalts durch die zuständige Behörde nach Abschluss einer \Rightarrow *Untersuchungsstufe* (Erreichen eines bestimmten Kenntnisstandes) zur Festlegung des weiteren \Rightarrow *Handlungsbedarfs* nach den Grundsätzen des allgemeinen Verwaltungshandelns, insbesondere dem Abwägungsgebot und dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit der Mittel. [6]

Fachliche und rechtliche Beurteilung des ermittelten Sachverhaltes mit dem Ziel, inwieweit sich der Verdacht des Vorliegens einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast verdichtet oder bestätigt hat und welche Maßnahmen zur Gefahrenabwehr erforderlich und geeignet sind. Bei der Bewertung im Rahmen der Gefährdungsabschätzung sind insbesondere die Prüf- und Maßnahmenwerte, Art und Konzentration der Schadstoffe, die sachverständig ermittelte und prognostizierte Möglichkeit ihrer Ausbreitung in die Umwelt und ihrer Aufnahme durch Menschen, Tiere und Pflanzen sowie die Nutzung des Grundstücks zu berücksichtigen [1].

Boden

ist die obere Schicht der Erdkruste, soweit sie Träger der \Rightarrow *Bodenfunktionen* ist, einschließlich der flüssigen Bestandteile (Bodenlösung) und der gasförmigen Bestandteile (Bodenluft), ohne Grundwasser und Gewässerbetten [2].

Bodenfunktionen

Der Boden erfüllt

1. natürliche Funktionen als

- a) Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen,
- b) Bestandteil des Naturhaushalts, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen,
- c) Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, insbesondere auch zum Schutz

	<p>des Grundwassers,</p> <p>2. Funktionen als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte sowie</p> <p>3. Nutzungsfunktionen als</p> <p>a) Rohstofflagerstätte,</p> <p>b) Fläche für Siedlung und Erholung,</p> <p>c) Standort für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung,</p> <p>d) Standort für sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen, Verkehr, Ver- und Entsorgung [2].</p>
Bodenveränderungen, Schädliche	sind Beeinträchtigungen der \Rightarrow <i>Bodenfunktionen</i> , die geeignet sind, \Rightarrow <i>Gefahren</i> , erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den einzelnen oder die Allgemeinheit herbeizuführen [2].
Detailuntersuchung	<p>Gesamtheit der standort- und wirkungspfadbezogenen Untersuchungen, die aufbauend auf den Ergebnissen der orientierenden Untersuchung zur abschließenden Ermittlung des Sachverhaltes und für die Feststellung der zuständigen Behörde über Art und Umfang einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast erforderlich sind. Bei Detailuntersuchungen sind insbesondere festzustellen: die Menge, räumliche Verteilung, Mobilität und Mobilisierbarkeit der Schadstoffe im Bereich der altlastverdächtigen Fläche bzw. der Altlast, ihre Ausbreitung im Boden, in Gewässer oder in der Luft, die betroffenen Wirkungspfade und die Exposition der Schutzgüter.</p> <p>Vertiefte weitere Untersuchung zur abschließenden Gefährdungsabschätzung, die insbesondere der Feststellung von Menge und räumlicher Verteilung von Schadstoffen, ihrer mobilen oder mobilisierbaren Anteile, ihrer Ausbreitungsmöglichkeiten in Boden, Gewässer und Luft sowie der Möglichkeit ihrer Aufnahme durch Menschen, Tiere und Pflanzen dient [3].</p>
Einzelprobe	Probe von einer Probennahmestelle, die eine gesamte Schicht, einen gesamten Bodenhorizont oder einen Teil von ihnen repräsentiert
Emissionen	<p>im Sinne des Immissionsschutzes sind die von einer Anlage ausgehenden Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen und ähnliche Erscheinungen [§ 3 Abs. 3 BImSchG].</p> <p>I.w.S. wird der Begriff für die von \Rightarrow <i>altlastverdächtigen Flächen</i> und \Rightarrow <i>Altlasten</i> ausgehenden \Rightarrow <i>Verunreinigungen</i> verwendet. \Rightarrow <i>Schadstoffaustrag</i> [6]</p>
Erfassung	erster und grundlegender Arbeitsabschnitt bei der Behandlung von \Rightarrow <i>altlastverdächtigen Flächen</i> . Einzelheiten der Erfassung der Altlasten und altlastverdächtigen Flächen können die Länder regeln [§ 11 BBodSchG].
Erhebung	systematische Zusammenführung vorhandener, aber verstreuter Informationen über \Rightarrow <i>altlastverdächtige Flächen</i> . Die Erhebung ist Teil der \Rightarrow <i>Erfassung</i> . [6]
Erkundung, historische	<p>Ermittlung von Daten, Tatsachen und Erkenntnissen über \Rightarrow <i>altlastverdächtige Flächen</i> und \Rightarrow <i>Altlasten</i> mit dem Ziel ihrer Entlassung aus dem Altlastverdacht, ihrer \Rightarrow <i>Überwachung</i> oder \Rightarrow <i>Sanierung</i>. [6]</p> <p>Standortbezogene Sammlung, Aufbereitung und Auswertung der über</p>

	<p>eine altlastverdächtige Fläche in schriftlichen Quellen, Karten und Luftbildern sowie aus Befragungen vorliegenden Daten, Tatsachen und Erkenntnisse insbesondere auch über die frühere und gegenwärtige Nutzung der Fläche.</p>
Freisetzung	<p>umfassender Begriff für alle Vorgänge, durch die ⇒ <i>Schadstoffe</i> allein oder zusammen mit anderen Stoffen (z.B. verunreinigter Boden) von einer ⇒ Altlast verlagert werden.</p> <p>Zur Freisetzung führen chemische, physikalische und/oder biologische Vorgänge (z.B. Gasbildung), der Einfluss natürlicher Transportmedien (Wasser, Wind) oder die selbständige Aufnahme durch Lebewesen (Pflanze, Mensch), s. auch ⇒ <i>Mobilisierung</i>, ⇒ <i>Wirkungspfad</i> [6]</p>
Gefahr	<p>Sachlage, bei der bei ungehindertem Ablauf des Geschehens in überschaubarer Zukunft mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ein Schaden für ein oder mehrere Schutzgüter eintreten kann.</p> <p>Begriff des allgemeinen Ordnungsrechts (Polizeirecht), der eingeeignet für die gesetzliche Bestimmung des Begriffs ⇒ <i>Altlast</i> von Bedeutung ist. Bezüglich der zeitlichen Nähe werden <i>akute</i>, <i>konkrete</i> und <i>latente</i> Gefahren mit unterschiedlichen Rechtsfolgen unterschieden. [6]</p>
Gefahrenbeurteilung	<p>zusammenfassender Begriff für die fachlichen und rechtlichen Beurteilungen auf der Basis von Untersuchungen zur Ermittlung des ⇒ <i>Gefährdungspotentials</i> einer Altlast in bestimmungsgemäßen Ablauf der ⇒ <i>Untersuchungen</i>. [6]</p>
Gefährdung	<p>Möglichkeit der Schädigung von Schutzgütern durch eine von einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast ausgehenden Einwirkung [6]</p>
Gefährdungsabschätzung	<p>ist der zusammenfassende Begriff für die Gesamtheit der Untersuchungen und Beurteilungen, die notwendig sind, um die Gefahrenlage bei der einzelnen ⇒ <i>altlastverdächtigen Fläche</i> abschließend zu klären. Die Gefährdungsabschätzung umfasst alle im Einzelfall auf die Erfassung folgenden Maßnahmen bis zur abschließenden ⇒ <i>Gefahrenbeurteilung</i> durch die zuständige Behörde. Sie ist der zweite Arbeitsabschnitt in der Altlastenbehandlung und gliedert sich im typischen Falle in</p> <ul style="list-style-type: none">◆ ⇒ die <i>Erstbewertung</i>◆ ⇒ die <i>orientierende Untersuchung</i>,◆ ⇒ die <i>Detailuntersuchung</i>. <p>Jeder dieser Teilschritte enthält eine fachliche und rechtliche Beurteilung; diesen gehen in der Erstbewertung eine Auswertung der Erfassungsunterlagen und ggf. Nacherhebungen, in der orientierenden und Detailuntersuchung konkrete Untersuchungen voraus.</p> <p>Die rechtliche Beurteilung wird durch die zuständige Behörde durchgeführt. [1].</p>
Gutachter	<p>ist ein Sachverständiger (natürliche Person), der die erforderlichen Voraussetzungen besitzt und bereit ist,</p> <ul style="list-style-type: none">- im Auftrag der zuständigen Behörde oder eines anderen Auftraggebers und- als Grundlage für deren Entscheidungen <p>die über eine Altlast-Verdachtsfläche oder Altlast erhoben und er-</p>

	<p>mittelten Daten, Tatsachen und Erkenntnisse besonders sachkundig zu beurteilen und/oder aufgrund seiner Sachkunde geeignete und verhältnismäßige Maßnahmen für ein behördliches Eingreifen oder das Tätigwerden des Auftraggebers vorzuschlagen [1].</p>
Handlungsbedarf	<p>behördliche Festlegung von weiteren Handlungsschritten als Ergebnis der Bewertung von Untersuchungsstufen [7], NRW 1992 Erforderliche Maßnahmen z.B. zur Altlastenbehandlung als Ergebnis von Bewertungen. [5]</p>
Historische Erkundung	<p>⇒ <i>Erkundung</i></p>
Immission	<p>im Sinne des Immissionsschutzes sind auf Menschen, Tiere, Pflanzen oder Sachen einwirkende Luftverunreinigungen , Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen und ähnliche Umwelteinwirkungen [§ 3 Abs. 2 BImSchgG]. I.w.S. sind darunter auch sonstige von einer ⇒ <i>altlastverdächtigen Flächen</i> hervorgerufenen Einwirkungen auf ihre Umgebung zu verstehen [7].</p>
Interpretation	<p>der Untersuchungsdaten umfasst dann die sinnvolle und nachvollziehbare Verknüpfung aller gewonnenen Erkenntnisse zum Sachverhalt, um zu einer nachvollziehbaren Prognose des weiteren Geschehensablaufes zu kommen und die Emissionspfade bzw. die damit verknüpften Risiken einschätzen zu können. Das Ziel der Interpretation von Untersuchungsergebnissen ist es, ausgehend von der Nutzung ein Risiko zu charakterisieren. Anreicherung von Stoffen in Luft, Boden, Wasser und Lebewesen</p>
Kontamination	<p>⇒ Verunreinigung Verunreinigung mit schädlichen Stoffen</p>
Migration	<p>Verlagerung von Stoffe die zu deren Dispersion oder Konzentration in der Erdrinde führt. Verantwortlich für die Migration sind innere Faktoren, die u.a. als chemische und physikalische Konstanten bekannt sind und sich nicht verändern, und äußere Milieubedingte Faktoren, die sich ständig ändern. [6]</p>
Mischprobe	<p>Durchschnittsprobe, die durch Zusammenmischung definierter Einzelproben vor Ort oder in der Untersuchungsstelle hergestellt wird [4].</p>
Mobilität	<p>zusammenfassender Begriff für die Verlagerungsfähigkeit, Beweglichkeit eines Stoffes aufgrund seiner Eigenschaften unter definierten Bedingungen.</p>
organoleptische Prüfung	<p>sensorische Analyse von Geruch und Aussehen</p>
Orientierende Untersuchung	<p>Örtliche Untersuchungen, insbesondere Messungen, auf der Grundlage der Ergebnisse der Erfassung zum Zweck der Feststellung, ob der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast ausgeräumt ist oder ein hinreichender Verdacht besteht [3]</p>
Parameter	<p>sind Größen für Stoffe, Stoffgruppen bzw. physikalische, chemische oder biologische Eigenschaften, deren konkrete festgestellte Werte für die Beschreibung des ⇒ <i>Schadstoffinventars</i> einer altlastverdächtigen Fläche oder für die Ermittlung der Schadstoffausbreitung benötigt werden. [5]</p>

Prüfwerte	Werte, bei deren Überschreiten unter Berücksichtigung der Bodennutzung eine einzelfallbezogene Prüfung durchzuführen und festzustellen ist, ob eine schädliche Bodenveränderung oder Altlast vorliegt [2].
repräsentativ	etwas statistisch richtig zeigend; typisch für den Durchschnitt
Rückstellproben	<p>Rückstellproben sind erforderlich, um bei ggf. veränderter Fragestellung Probenmaterial für weitere chemisch-physikalische Untersuchungen zur Verfügung zu haben. Eine Ausweitung des Untersuchungsumfangs kann nur dann erfolgen, wenn die Probennahme auch in Bezug auf die neu hinzukommenden Parameter fehlerfrei ist.</p> <p>Der bei der Analyse zurückbleibende Rest sollte als Analysen-Rückstellprobe aufbewahrt werden, wobei für jede dieser Proben mindestens zwei Aufbewahrungsbehälter zu verwenden sind, um sowohl analysenfein gemahlene Proben als auch die unbehandelte Originalprobe getrennt aufbewahren zu können. [4]</p>
Sachverständige	die Aufgaben nach § 18 Satz 1 BBodSchG wahrnehmen sollen, müssen die für diese Aufgabe erforderliche Sachkunde und Zuverlässigkeit besitzen, sowie über die erforderliche gerätetechnische Ausstattung verfügen. Zusätzlich zu den im BBodSchG ausdrücklich genannten Anforderungen hat der Sachverständige auch diejenigen Voraussetzungen zu erfüllen, die dem Wesen der Sachverständigentätigkeit innewohnen. [1], [8]
Sanierung	<p>Maßnahmen</p> <ol style="list-style-type: none">1. zur Beseitigung oder Verminderung der Schadstoffe (Dekontaminationsmaßnahmen),2. die eine Ausbreitung der Schadstoffe langfristig verhindern oder vermindern, ohne die Schadstoffe zu beseitigen (Sicherungsmaßnahmen),3. zur Beseitigung oder Verminderung schädlicher Veränderungen der physikalischen, chemischen oder biologischen Beschaffenheit des Bodens. [2].
Sanierungsmaßnahmen	Maßnahme zur: Beseitigung oder Verminderung der Schadstoffe einschließlich des Entfernens schadstoffhaltiger Bodenmaterialien vom Standort (Dekontaminationsmaßnahme), Verhinderung oder Verminderung einer Ausbreitung der Schadstoffe, ohne die Schadstoffe zu beseitigen (Sicherungsmaßnahme), Beseitigung oder Verminderung schädlicher Veränderungen der physikalischen oder biologischen Beschaffenheit des Bodens
Sanierungsplan	<p>Ein Sanierungsplan soll die unter Nummer 1 bis 5 genannten Angaben sowie die für eine Verbindlichkeitserklärung nach § 13 Abs. 6 des Bundes-Bodenschutzgesetzes erforderlichen Angaben und Unterlagen enthalten.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Darstellung der Ausgangslage,2. Textliche und zeichnerische Darstellung der durchzuführenden Maßnahmen und Nachweis ihrer Eignung,3. Darstellung der Eigenkontrollmaßnahmen zur Überprüfung der sachgerechten Ausführung und Wirksamkeit der vorgesehenen Maßnahmen,

	<p>4. Darstellung der Eigenkontrollmaßnahmen im Rahmen der Nachsorge einschließlich der Überwachung ,</p> <p>5. Darstellung des Zeitplans und der Kosten. [3]</p>
Sanierungsuntersuchung	<p>Mit Sanierungsuntersuchungen bei Altlasten sind die zur Erfüllung der Pflichten nach § 4 Abs. 3 des Bundes-Bodenschutzgesetzes geeigneten, erforderlichen und angemessenen Maßnahmen zu ermitteln. Die hierfür in Betracht kommenden Maßnahmen sind unter Berücksichtigung von Maßnahmenkombinationen und von erforderlichen Begleitmaßnahmen darzustellen.</p> <p>Die Prüfung muss insbesondere</p> <ul style="list-style-type: none">- die schadstoff-, boden-, material- und standortspezifische Eignung der Verfahren,- die technische Durchführbarkeit,- den erforderlichen Zeitaufwand,- die Wirksamkeit im Hinblick auf das Sanierungsziel,- eine Kostenschätzung sowie das Verhältnis von Kosten und Wirksamkeit,- die Auswirkungen auf die Betroffenen im Sinne von § 12 Satz 1 des Bundes-Bodenschutzgesetzes und auf die Umwelt,- das Erfordernis von Zulassungen,- die Entstehung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen,- den Arbeitsschutz,- die Wirkungsdauer der Maßnahmen und deren Überwachungs möglichkeiten,- die Erfordernisse der Nachsorge und- die Nachbesserungsmöglichkeiten [3] <p>Einzelfallbezogene Ermittlung und Prüfung einer technisch geeigneten, rechtlich zulässigen und verhältnismäßigen Konzeption zur Beseitigung, Verhinderung oder Verminderung vorhandener Schadstoffe. Dabei sind insbesondere die technischen Sanierungsmöglichkeiten, die Möglichkeiten einer Schadstoffverlagerung, die bisherige oder künftige Nutzung sowie die, für die Durchführung der Sanierung entscheidungsrelevanten rechtlichen, organisatorischen und finanziellen Randbedingungen zu prüfen. Der im Rahmen der Sanierungsuntersuchung ausgearbeitete Sanierungsvorschlag dient der zuständigen Behörde und dem Verpflichteten bzw. Sanierungsträger als Grundlage für die Entscheidung über das Maßnahmenkonzept[1].</p>
Sanierungsziel	<p>Auf den Einzelfall bezogene, von den Schutzziele abgeleitete und in der Regel aufgrund der Sanierungsuntersuchung abschließend festgestellten Maßgaben für das technische Ergebnis von Sanierungsmaßnahmen [7]</p>
Schadstoffe (umweltgefährdende Stoffe)	<p>Stoffe und Zubereitungen im Sinne des § 3 a des Chemikaliengesetzes, wassergefährdende Stoffe im Sinne des § 19 g Abs. 5 des Wasserhaushaltsgesetzes sowie sonstige Stoffe, soweit sie die Funktion des Bodens schädigen können.</p>
Schadstoffinventar	<p>Gesamtheit der in einer Altlast vorhandenen Schadstoffe [6]</p>
Schadstoffpotential	<p>Schadstoffinventar zuzüglich seiner möglichen Auswirkungen auf die Schutzgüter [6]</p>

Schutzgut	durch das Gesetz bzw. Rechtsverordnung geschützte Güter des Einzelnen (z.B. Gesundheit des Menschen) und der Allgemeinheit (z.B. Reinheit des Wasserhaushalts). [7] Von der Rechtsordnung geschützte Güter des Einzelnen (z.B. Leben, Gesundheit, Eigentum) oder der Allgemeinheit (z.B. Reinheit des Wasserhaushalts).
Sofortmaßnahme	aufgrund von Erkenntnissen aus der Erfassung, aus der Erstbewertung oder aus Untersuchungen ohne weitere Aufklärung notwendige Maßnahmen zur Abwehr von Gefahren für die öffentliche Sicherheit. [7]
Trasse	geplante, abgesteckte Linie (Versorgungsweg)
Überwachung	Altlasten und altlastverdächtige Flächen unterliegen, soweit erforderlich, der Überwachung durch die zuständige Behörde. Bei Altstandorten und Altablagerungen bleibt die Wirksamkeit von behördlichen Zulassungsentscheidungen sowie von nachträglichen Anordnungen durch die Anwendung dieses Gesetzes unberührt.
Untersuchung	⇒ orientierende Untersuchung, ⇒ Detailuntersuchung
Verunreinigung	durch menschliche Aktivitäten in die Umweltmedien - Wasser, Boden, Luft- entlassene Schadstoffe
Wirkungspfad	Weg eines Schadstoffes von der Schadstoffquelle bis zu dem Ort einer möglichen Wirkung auf ein Schutzgut [3]

Quellennachweis

- [1] Teilthema 3: „Anforderungen an Untersuchungsstellen, Gutachter und Gutachten“ wurde im Auftrag der ALA AG „Qualitätssicherung“ durch das Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen erstellt, März 1998
- [2] Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) vom 17. März 1998; BGBl. I S. 502
- [3] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 16. Juli 1999; BGBl., Teil I, Nr.36, S. 1554
- [4] Teilthema 2.2: „Gewinnung von Boden-, Bodenluft- und Grundwasserproben“ wurde im Auftrag der ALA AG „Qualitätssicherung“ durch das Bayerische Landesamt für Umweltschutz erstellt.
- [5] Handbuch zur Altlastenbearbeitung, Teil 1, Anhang 1, SMU 1996
- [6] Leitfaden zum Altlastenprogramm, BERICHTE des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt; 1996; Heft 20
- [7] Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen; 1992
- [8] LABO - Bund- / Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz, Merkblatt über die Anforderungen an Sachverständige nach § 18 BBodSchG, Entwurfsfassung vom 15. Dezember 1999

2 Abkürzungsverzeichnis

AOX	Adsorbierbare organische Halogenverbindungen
BBodSchG	Bundes-Bodenschutzgesetz; Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten
BBodSchV	Bundes - Bodenschutz- und Altlastenverordnung
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlendioxid
GWMS	Grundwassermessstellen
N ₂	Stickstoff
NH ₄ NO ₃	Ammoniumnitrat
O ₂	Sauerstoff
VDI	Verein deutschen Ingenieure