

Leitfaden zum Altlastenprogramm des Landes Sachsen-Anhalt

Fortschreibung

BERICHTE des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-
Anhalt 1998 – Heft 28

Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt

**In "Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt" 1996 - Heft 20
wurde bereits veröffentlicht:**

- 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

- 3 Technische Erkundung**
 - 3.1 Einleitung
 - 3.2 Orientierende Erkundung
 - 3.2.1 Untersuchungsprogramm der Orientierenden Erkundung
 - 3.2.2 Empfehlungen zur Probenahme
 - 3.2.3 Empfehlungen zur Analytik
 - 3.2.4 Bewertungskriterien/Richtwerte
 - 3.2.5 Mustergliederung für einen Bericht zur Technischen Erkundung
 - 3.2.6 Muster eines Leistungsverzeichnisses
 - 3.2.7 Voraussetzungen zur Durchführung einer Detaillierten Erkundung

- 5 Bewertung bei höherem Beweisniveau - schutzgutbezogene Gefährungsabschätzung**
 - 5.1 Bewertungsgrundlagen
 - 5.2 Schutzgut Grundwasser

Leitfaden zum Altlastenprogramm - Fortschreibung

Inhaltsverzeichnis

	Vorbemerkung.....	4
	Einführung.....	5
3	Technische Erkundung	8
3.3	Detaillierte Erkundung.....	8
3.3.1	Untersuchungsprogramm der detaillierten Erkundung.....	8
3.3.1.1	Untersuchungsumfang für Altablagerungen	10
3.3.1.2	Untersuchungsumfang für Altstandorte	11
3.3.2	Allgemeine Empfehlungen zum Untersuchungsprogramm und zur Probennahme	11
3.3.3	Empfehlungen zum chemischen Untersuchungsprogramm.....	18
3.3.3.1	Untersuchungsmethodik.....	18
3.3.3.2	Tendenzen	19
3.3.3.3	Untersuchungsstrategie und Qualitätssicherung.....	20
3.3.4	Hinweise zur Gefahrenbeurteilung	20
3.3.4.1	Maßgebliches Stoffinventar	21
3.3.4.2	Schadstoffausbreitung.....	22
3.3.4.3	Transferpfade	25
3.3.4.4	Schutzgüter	26
3.3.4.5	Öko- und humantoxikologische Wirkungen	28
3.3.5	Festlegung von Sanierungszielen	29
3.3.6	Prioritätenbildung	29
4	Sanierungsuntersuchung/Sanierung.....	31
4.1	Voraussetzungen	31
4.2	Sanierungsuntersuchung	31
4.3	Ausführungsplanung und Sanierung.....	34
4.3.1	Ausführungsplanung	34
4.3.2	Sanierung.....	37
4.4	Langzeitüberwachung und Nachsorge.....	37
4.4.1	Langzeitüberwachung vor einer Sanierung.....	37
4.4.2	Langzeitüberwachung nach erfolgten Sanierungsmaßnahmen	38
4.4.3	Erstellen von Überwachungsprogrammen	38
4.4.4	Dokumentation der Ergebnisse der Langzeitüberwachung.....	39
	Literaturverzeichnis	41
	Abkürzungsverzeichnis	46

Vorbemerkung

Die Herausgabe der Fortschreibung des Leitfadens zum Altlastenprogramm des Landes Sachsen-Anhalt erfolgt zu einem Zeitpunkt, zu dem das Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG)/67/ schon verkündet, aber in wesentlichen Teilen noch nicht in Kraft gesetzt ist. Die Begrifflichkeiten werden aber schon im Text verwendet. Soweit auf einzelne Paragraphen des Gesetzes Bezug genommen wird, versteht sich, daß das Gesetz erst am 01. März 1999 in Kraft tritt. Im weiteren Text wird darauf nicht mehr hingewiesen.

Die zur Zeit als Entwurf vorliegende Verordnung zur Durchführung des Bundesbodenschutzgesetzes (Bodenschutz- und Altlastenverordnung - BodSchV) gliedert sich in Teile und Anhänge:

Erster Teil:	Allgemeine Vorschriften
Zweiter Teil:	Anforderungen an die Untersuchung und Bewertung von Verdachtsflächen und altlastverdächtigen Flächen
Dritter Teil:	Anforderungen an die Sanierung schädlicher Bodenveränderungen und Altlasten
Vierter Teil:	Ergänzende Vorschriften für Altlasten
Fünfter Teil:	Ausnahmen
Sechster Teil:	Vorsorge gegen das Entstehen schädlicher Bodenveränderungen
Siebter Teil:	Schlußbestimmungen
Anhang 1	Anforderungen an die Probennahme, Analytik und Qualitätssicherung bei der Untersuchung
Anhang 2	Maßnahmen-, Prüf- und Vorsorgewerte
Anhang 3	Anforderungen an die Sanierungsuntersuchung und den Sanierungsplan.

Einführung

Die systematische Bearbeitung der Altlastenproblematik im Land Sachsen-Anhalt erfolgt in einer abgestuften Vorgehensweise (Abb. 1). Jede Erkundungsstufe geht mit einem Erkenntniszuwachs bezogen auf den einzelnen Altlastverdachtsfall einher und schließt mit einer fachlichen Bewertung des erkundeten Sachverhaltes ab. Sie dient der zuständigen Behörde sowie dem Verantwortlichen als Entscheidungsgrundlage und gibt fachlich - methodische Hinweise zur weiteren Verfahrensweise.

Der Umfang der weiteren Erkundungen richtet sich nach den jeweiligen Vorkenntnissen, den örtlichen Gegebenheiten sowie dem festgelegten Ziel der nachfolgenden Bearbeitungsstufe. Die aus weiteren Erkundungsschritten erhaltenen Informationen gehen über die allgemeinen Anforderungen des bekannten Datenerfassungsbeleges des **Mitteldeutschen Altlasteninformationssystems MDALIS** im Umweltinformationssystem des Landes Sachsen-Anhalt hinaus. Aus diesem Grund wurden weitere Datenerfassungsbelege entwickelt, die den Erkenntniszuwachs der technischen Erkundung, der Sanierungsuntersuchung, der Sanierung sowie die Überwachung und Nachsorge dokumentieren. Sie sind im Anhang 3 des Leitfadens /1/ in der Auflage von 1997 abgelegt.

Die erweiterte Datenerfassung soll als eine "Begleitakte" für die Bearbeitung der Altlastverdachtsfläche oder Altlast verstanden werden. Übersichtlich und kompakt kann sich der Sachbearbeiter in der Behörde zum aktuellen Sachstand des Einzelfalles informieren, um Entscheidungen zu treffen. Wird die Ausfüllung des erweiterten Datenerfassungsbeleges Bestandteil der Auftragsvergabe, ist der Aufwand für die Erstellung durch den Gutachter gering. Zudem weist die Struktur des erweiterten Datenerfassungsbeleges den Gutachter auf wesentliche inhaltliche Anforderungen zur Beurteilung der Untersuchungsergebnisse im Erkundungsbericht hin, die der zuständigen Behörde die Bewertung und die weitere Entscheidungsfindung erleichtern sollen.

Der bisher veröffentlichte Teil des Leitfadens zum Altlastenprogramm ("Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt" 1996 - Heft 20 /1/), beschreibt die Erkundungsstufen

- historische Erhebung und formale Erstbewertung,
- historische Erkundung und schutzgutbezogene Erstbewertung
- orientierende Erkundung sowie
- die Bewertung bei höherem Beweisniveau - schutzgutbezogene Gefährdungsabschätzung.

In einem Anhang, der den Behörden und projektbezogen auch den beteiligten Ingenieurbüros zur Verfügung gestellt wird, sind die rechtlichen Grundlagen und Verfahrensregelungen, Empfehlungen der Fachbehörden im Umgang mit Altlasten, die Datenerfassungsbelege mit Erläuterungen, hydrogeologische Standorttypen, geophysikalische Verfahren, ein Verzeichnis wichtiger Archive und altlastentypische Begriffe beschrieben.

Die Programmbeschreibung zum MDALIS im Umweltinformationssystem des Landes Sachsen-Anhalt (UIS) wird für die neuerstellte anwenderfreundliche Software Fachinformationssystem (FIS) - Altlasten ergänzt.

Die Fortschreibung des Leitfadens für die Bearbeitungsstufen

- detaillierte Erkundung,
- Sanierungsuntersuchung und Sanierung

in der vorliegenden Veröffentlichung erfolgte unter Verwendung von Entwürfen der ARGE "Innovative Erkundungsmethoden", eines Zusammenschlusses der im Land Sachsen-Anhalt

tätigen Gutachter G.U.T. mbH Merseburg, Quadriga GmbH Berlin und GfBU mbH Hönow. Die Erarbeitung wurde durch das LAU fachlich betreut.

Im Kapitel 5 des Leitfadens "Bewertung bei höherem Beweisniveau - schutzgutbezogene Gefährdungsabschätzung" /1/ sind die Grundlagen der Bewertung für das Schutzgut Grundwasser beschrieben. Die entsprechenden Betrachtungen der Luft, des Bodens und des Oberflächenwassers sollen folgen. Obwohl derzeit nicht vorgesehen ist, das Bewertungsverfahren im behördlichen Verwaltungshandeln des Landes Sachsen-Anhalt verbindlich einzuführen, soll dieses Verfahren eine Möglichkeit vergleichender Betrachtungen der Altlastverdachtsflächen untereinander zum weiteren Handlungsbedarf eröffnen.

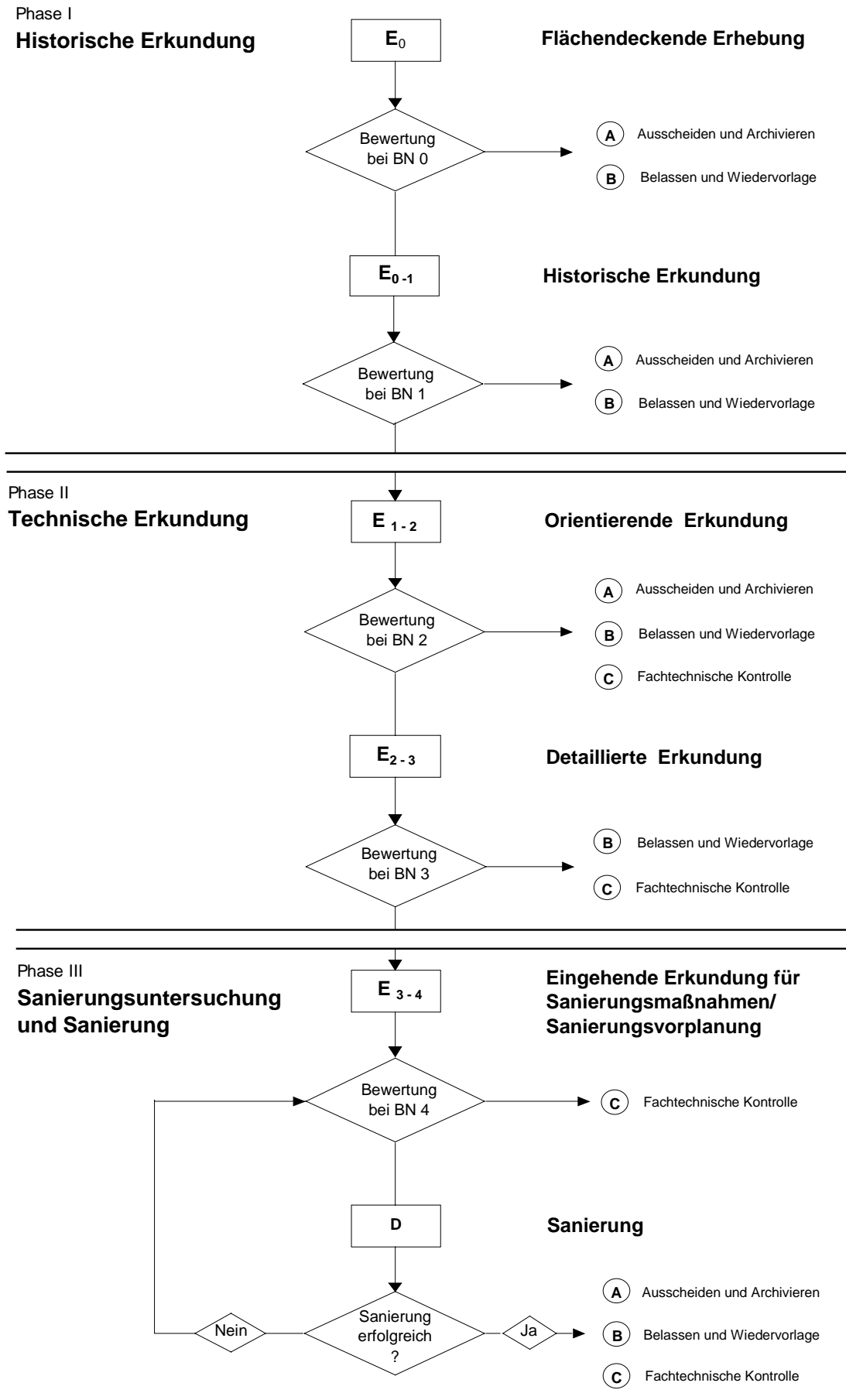


Abb. 1: Stufenprogramm zur Bearbeitung altlastverdächtiger Flächen in Sachsen-Anhalt

3 Technische Erkundung

3.3 Detaillierte Erkundung

Die detaillierte Erkundung des Gefährdungspotentials einer altlastverdächtigen Fläche ist erforderlich, wenn nach Vorlage der Ergebnisse der orientierenden Erkundung (Beweisniveau 2) die Verdachtsmomente einer Gefahrensituation bestätigt worden sind und zur abschließenden Gefährdungsabschätzung weitere Informationen benötigt werden. Hierbei ist, aufbauend auf den Ergebnissen der orientierenden Erkundung, der Schadstoffherd räumlich abzugrenzen, das Schadstoffpotential einzelstoffspezifisch zu charakterisieren und unter Einbeziehung der Transfer- und Wirkungspfade das Risiko für die Schutzgüter einzuschätzen.

Dem Abschluß der detaillierten Erkundung folgt die fachliche und die rechtliche Bewertung der Untersuchungsergebnisse und der gutachterlichen Schlußfolgerungen durch die zuständige Behörde.

Mit Abschluß der detaillierten Erkundung wird die Gefährdungsabschätzung in der Regel beendet und die Frage abschließend beantwortet, ob es sich bei der Verdachtsfläche um eine Altlast handelt oder nicht, d.h. ob nach AbfG LSA von der Verdachtsfläche eine Gefährdung für die Umwelt, insbesondere für die menschliche Gesundheit, ausgeht bzw. ob nach BBodSchG durch diese Flächen schädliche Bodenveränderungen oder sonstige Gefahren für den einzelnen oder die Allgemeinheit hervorgerufen werden.

Die detaillierte Erkundung E₂₋₃ führt zum Beweisniveau 3, d.h. zu einer Gefährdungsabschätzung, die eine Gefahrenbeurteilung enthält. Entscheidungsmöglichkeiten auf Beweisniveau 3 sind in Abbildung 1 schematisch dargestellt.

Durch die zuständigen Behörden erfolgt

- die Bewertung des Sachverhaltes, ggf. auf Basis von Stellungnahmen der Fachbehörden und externer Gutachter, mit Darstellung der bestehenden Beeinträchtigungen und Beurteilung der Wirkungen und/oder Risiken für Schutzgüter (Gefahrenfeststellung), und in pflichtgemäßem Ermessen
- die Festlegung und Anordnung notwendiger, geeigneter und angemessener Maßnahmen zur Senkung der Schutzgutexposition unter die Gefahrenschwelle (Gefahrenabwehrverfügung).

3.3.1 Untersuchungsprogramm der detaillierten Erkundung

Während bei der orientierenden Erkundung von Altablagerungen und Altstandorten die Untersuchung, überwiegend gestützt auf Hinweise aus der historischen Erkundung, durch stichprobenartige Aufschlüsse und kostengünstige sowie ausreichend aussagekräftige Screeningmethoden bei sinnvoller Auswahl von stoffgruppenspezifischen Summenparametern erfolgte, ist eine entsprechende Schematisierung des Untersuchungsumfanges der detaillierten Erkundung weder sinnvoll noch möglich.

Die detaillierte Erkundung soll konkrete Aussagen darüber ermöglichen, in welchem Ausmaß schädliche Einwirkungen von der Altablagerung bzw. dem Altstandort auf die Schutzgüter ausgehen oder bei ungehindertem Geschehensablauf künftig zu erwarten sind.

Die detaillierte Erkundung schließt in der Regel auch die technische Erkundung zur Gefahrenermittlung bzw. Konkretisierung der Gefahrenlage ab. In Ausnahmefällen kann sich eine Langzeitüberwachung bis zur Entscheidung über durchzuführende Maßnahmen anschließen.

Das Untersuchungsprogramm muß sich auf bereits vorliegende Erkenntnisse stützen und diese integrieren. Deshalb sollte eine Kenntnisstandanalyse zu Beginn eines jeden weiteren Erkundungsschrittes bei der Altlastbearbeitung stehen. Das trägt dazu bei, das vorgesehene Untersuchungsprogramm logisch, plausibel und zielorientiert herzuleiten. Ziel der detaillierten Erkundung ist eine Situationsbeschreibung bzw. Sachverhaltsermittlung, die alle für eine behördliche Gefahrenfeststellung erforderlichen Informationen enthält und die Basis für eine ggf. einzuleitende Sanierungsuntersuchung bildet.

Die Eingrenzung des Schadstoffherdes erfolgt durch flächen- und teufenabhängige Untersuchungen sowie gezielte Einzelstoffanalytik, wobei insbesondere auch die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse zur Beschreibung möglicher Transferpfade zu betrachten sind.

Hierzu sind geeignete Aufschlüsse, Probennahmen, hydraulische Tests, geophysikalische und chemisch-analytische Untersuchungen durchzuführen, die Aussagen erlauben zur

- horizontalen und vertikalen Abgrenzung der Verunreinigung im Boden und/oder im Grundwasser,
- qualitativen und quantitativen Beschreibung des Stoffinventars (Art, Menge, physikalische, chemische sowie human- und ökotoxikologische Eigenschaften der relevanten Schadstoffe, ggf. von Metaboliten),
- Verfügbarkeit und Mobilisierbarkeit der Schadstoffe unter den vorliegenden Bedingungen (Stoffemission),
- umfassende Darstellung der Transferpfade und Expositionssituationen unter Berücksichtigung von Konzentrationen und Frachten.

Die Untersuchungsergebnisse müssen es dem Gutachter ermöglichen, die eingetretenen Schädigungen an Schutzgütern (Störungen der öffentlichen Sicherheit oder Ordnung) sowie die bestehenden Risiken eines Schadeneintrittes unter Berücksichtigung der Eintrittswahrscheinlichkeit zu beurteilen und umfassend darzustellen.

Insofern sind häufig quantitativ und qualitativ aufwendige Untersuchungen sowohl zur Präzisierung der geologisch-hydrogeologischen Randbedingungen als auch zu Art und Konzentration sowie Verfügbarkeit von Stoffen bzw. Stoffgemischen erforderlich.

Pumpversuche und Tracer-Versuche sind häufig zur Ermittlung hydraulischer Kennwerte nötig. Ebenso können Durchflußmessungen an Vorflutern zur Bestimmung der Schadstofffracht oder der Konzentrationsverteilung von Schadstoffen wichtig sein. Zur Klärung bestehender oder künftig eintretender Grundwasserschäden kann eine Modellierung der Grundwasserverhältnisse und des Schadstofftransports notwendig werden.

Zur Bestimmung der Mobilisierbarkeit von Schadstoffen sind laboranalytische Untersuchungen, z.B. sequentielle Extraktionsuntersuchungen bzw. Untersuchungen zur pH-Abhängigkeit der Schadstoffmobilisierung oder auch umfassende Einzelstoffuntersuchungen erforderlich.

Die grundsätzlichen Vorgehensweisen und Regeln für das Anlegen von Aufschlüssen, die Probennahme und die Analytik unterscheiden sich bei der detaillierten Erkundung in der Regel nicht von denen der orientierenden Erkundung. Entsprechende Hinweise finden sich in den Kapiteln 3.2.2, "Empfehlungen zur Probennahme", und 3.2.3, "Empfehlungen zur Analytik", des Leitfadens zum Altlastenprogramm.

3.3.1.1 Untersuchungsumfang für Altablagerungen

Im Rahmen der orientierenden Erkundung wurden überwiegend der Luft- und der Grundwasserpfad erkundet, da bei Altablagerungen im Regelfall von einem stark inhomogenen Ablagerungskörper auszugehen ist und durch punktuelle Aufschlüsse (Bohrungen, Schürfe) bei vertretbarem Aufwand keine repräsentativen Aussagen zum Schadstoffpotential der Gesamtablagerung getroffen werden können.

Durch die detaillierte Erkundung sind Flächenerstreckung und Mächtigkeit von Altablagerungen festzustellen. Hierbei sollte geprüft werden, ob die erforderlichen Aussagen über geophysikalische Untersuchungen erlangt werden können (/1/, Anhang 5) oder ob es erforderlich ist, den Deponiekörper durch Aufschlüsse abzugrenzen. Unabhängig davon sind Untersuchungen des Deponieinventars (durch Schürfe, Bohrungen) auszuführen, um Aussagen über dessen Zusammensetzung zu erhalten und auf deren Grundlage das Austragsverhalten abzuschätzen. Bei den Untersuchungen sind die Arbeitsschutzvorschriften für Arbeiten in kontaminierten Bereichen zu beachten.

Ergibt sich aus den Untersuchungen, daß Schadstoffe aus dem Ablagerungskörper ausgetragen werden, ist über die Durchführung von Elutions- und Emissionsmessungen zu entscheiden.

Für die Ermittlung der Emissionen eignen sich unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten, wie Volumen des Deponiekörpers, Anteil organischer Substanzen oder auch Nähe zu sensiblen Nutzungen, Deponiegasabsaugversuche an einzurichtenden Deponiegasmeßstellen oder Emissionsmessungen (Haubenmessungen, Lemberg-Box).

Eine weitere Möglichkeit der Abschätzung der Deponiegasemissionen besteht in der Bestimmung der Gasemission mittels unspezifischer Detektoren (PID, FID). Ergänzend zu den Emissionsuntersuchungen sollten ggf. Immissionsuntersuchungen zur Ermittlung der Hintergrundbelastung ausgeführt werden. Bei entsprechenden Befunden aus der orientierenden Erkundung können analytische Untersuchungen des Deponiegases erforderlich werden.

Bereits in der Phase der orientierenden Erkundung wurde durch Nutzung vorhandener oder Errichtung kostengünstiger Meßstellen, wie z.B. Rammpegel, geprüft, ob Schadstoffe aus der Ablagerung in das Grundwasser übergehen. Hinsichtlich der Analytik wurde die Untersuchung auf organische Summenparameter sowie Leitparameter empfohlen. Das Untersuchungsprogramm der detaillierten Erkundung des Grundwasserpfad dient der näheren Eingrenzung der in der orientierenden Erkundung festgestellten Grundwasserbelastungen.

Das Untersuchungsprogramm der detaillierten Erkundung des Grundwasserpfad beinhaltet i. a. den Parameterumfang der orientierenden Erkundung. Sofern Hinweise auf spezielle Kontaminationen und deren räumliche Verteilung vorliegen, ist das durchzuführende Untersuchungsprogramm um diese spezifischen Parameter zu ergänzen. Grundsätzlich sollte zusätzlich zum Parameterumfang der orientierenden Erkundung zur Ermittlung der hydrochemischen Beschaffenheit des Grundwassers und des Chemismus der Altablagerung auf die Anionen Nitrat, Nitrit, Sulfat, Chlorid, Hydrogencarbonat und Phosphat sowie auf die Kationen Natrium, Kalium, Magnesium, Kalzium und Ammonium untersucht werden. Weiterhin ist zur Erstellung einer Ionenbilanz die Ermittlung von Säure- und Basenkapazität sinnvoll. Weitere allgemeine Empfehlungen sind in Kapitel 3.3.2 zu finden.

3.3.1.2 Untersuchungsumfang für Altstandorte

Der Untersuchungsumfang der orientierenden Erkundung richtet sich sowohl hinsichtlich des Aufschlußumfangs als auch des analytischen Untersuchungsumfangs weitestgehend nach den Ergebnissen der historischen Erkundung.

Für die Aufschlußstrategie bei Altstandorten wird empfohlen, die Ansatzpunkte schwerpunktmäßig entsprechend den Ergebnissen der Voruntersuchungen festzulegen und in ungenutzten Teilflächen ein geeignetes Aufschlußraster vorzusehen (vgl. Kapitel 3.3.2).

Im Rahmen der orientierenden Erkundung E_{1,2} wurden im analytischen Untersuchungsprogramm die altlastenrelevanten Stoffe und Stoffgruppen ermittelt. Wurden Auffälligkeiten bei Screeninguntersuchungen und bei der Bestimmung von Summenparametern (MKW, BTEX, PAK, AOX/EOX, Phenol-Index) festgestellt und liegen keine Hinweise auf die verursachenden Einzelsubstanzen oder Substanzklassen vor, sind diese durch geeignete Einzelsubstanzuntersuchungen zu ermitteln. Soweit sich aus Voruntersuchungen fundierte Hinweise auf Einzelstoffe ergeben, kann der Untersuchungsumfang auf diese Stoffe beschränkt bleiben. Weitere Hinweise zur Analytik sind im Kapitel 3.2.3 des Leitfadens und zusätzlich im hier folgenden Kapitel 3.3.3 enthalten.

3.3.2 Allgemeine Empfehlungen zum Untersuchungsprogramm und zur Probenahme

Allgemeine Hinweise zur Gewinnung von Boden-, Bodenluft und Grundwasserproben bei der technischen Erkundung von Altlastverdachtsflächen sind in Kapitel 3.2.2 des Leitfadens zum Altlastenprogramm enthalten.

Bei Ausführung einer Untersuchung im Rahmen der detaillierten Erkundung liegen bereits konkrete Hinweise auf einen Altlastenverdacht und somit auf mögliche Gesundheitsgefährdungen vor. Es sind daher die geltenden Regeln für den Sicherheits- und Gesundheitsschutz bei der Ausführung von Arbeiten an diesen Stellen, z.B. bei der Begehung des Untersuchungsgebietes, beim Erstellen von Aufschlüssen und bei der Probenahme, einzuhalten.

Die "Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit in kontaminierten Bereichen" (ZH 1/183 /2/) gelten auch für die Arbeiten der Erkundung von Altlastverdachtsflächen. Hier sind die Pflichten von Auftraggeber und Auftragnehmer für Altlastenuntersuchungen geregelt. Der Auftraggeber ist verpflichtet, auf mögliche Gesundheitsgefahren hinzuweisen und dies bei der Auftragsvergabe zu berücksichtigen. Es ist weiterhin darauf zu achten, daß die Auftragnehmer über die erforderliche fachliche Eignung verfügen. Im sächsischen Handlungsleitfaden zum Arbeitsschutz bei der Altlastenbehandlung sind wichtige Erfahrungen mit Arbeitsschutzmaßnahmen zusammengefaßt /19/.

Nach § 18 BBodSchG /67/ müssen Sachverständige und Untersuchungsstellen, die Aufgaben nach diesem Gesetz wahrnehmen die für diese Aufgaben erforderliche Sachkunde und Zuverlässigkeit besitzen sowie über die erforderliche gerätetechnische Ausstattung verfügen.

Anforderungen an Sachverständige

Zu den zu erfüllenden Anforderungen an Sachverständige auf dem Gebiet "Altlasten" gehören:

- besondere Sachkunde, fachspezifische Ausbildung, ausreichende praktische Erfahrung,
- ständige Weiterbildung auf dem Tätigkeitsgebiet,
- persönliche Zuverlässigkeit und Integrität,
- Objektivität,
- Verschwiegenheit sowie
- erforderliche gerätetechnische Ausstattung.

Für den Nachweis dieser Voraussetzungen für eine Gutachtertätigkeit sollen die zugehörigen Bewerbungsunterlagen keine Planungsvorschläge oder sonstige Vorleistungen, sondern ausschließlich Nachweise über die Erfüllung der vorgenannten Anforderungen enthalten. Sind im Einzelfall mehrere Wissensgebiete berührt, muß angegeben werden, welche Sachverständige in welcher Form des Zusammenwirkens für die einzelnen Teilgebiete persönlich als Gutachter tätig werden sollen. Der Nachweis der o. a. Anforderungen ist für jeden beteiligten Gutachter auf seinem Teilgebiet zu erbringen; außerdem ist derjenige Gutachter zu benennen, der die Begutachtung methodisch und inhaltlich koordinieren soll (Projektleiter).

Bei der Bewerbung durch ein Gutachterbüro soll dem Auftraggeber auch ein allgemeines Bild über das Unternehmen und dessen bisheriges Tätigkeitsfeld vermittelt sowie dessen Mitarbeiterstab und gerätetechnische Ausstattung vorgestellt werden. Weiterhin sollte der Bewerber solche Referenzen benennen, die auf eine besondere projektspezifische Qualifikation und entsprechende Praxiserfahrung hinweisen. Das Gutachterbüro soll zudem die Mitarbeiter benennen und vorstellen, die es für das zukünftige Projekt einsetzen will. Auch hier ist der Projektleiter hinsichtlich seiner allgemeinen und projektspezifischen Qualifikation anzugeben. Entsprechendes gilt für die Mitarbeiter, die für bestimmte Teilgebiete gutachterlich tätig werden sollen. Die Kontinuität der Bearbeitung durch den nominierten Bearbeiter ist zu gewährleisten.

In der Praxis hat sich bewährt, daß der beauftragte Gutachter oder ein weiterer Sachverständiger für den Auftraggeber die erforderliche Ermittlung der Gefahren im Sinne des Arbeits- und Gesundheitsschutzes ausführt und die Ergebnisse in einem Arbeits- und Sicherheitsplan zusammenfaßt. Der Auftragnehmer hat erforderlichenfalls unter Berücksichtigung der zu erwartenden Gefahren vor Beginn der Arbeiten eine Betriebsanweisung nach § 20 GefStoffV zu erstellen (TRGS 555 /3/; ZH 1/183 /2/) und die Arbeiten der zuständigen Berufsgenossenschaft anzuzeigen. Die Pflichten des Auftragnehmers zur Einhaltung der allgemeinen Arbeitsschutzvorschriften, z.B. des ArbSchG, der gesetzlichen Unfallverhütungsvorschrift (GUV) und der berufsgenossenschaftlichen Unfallverhütungsvorschriften (UVV'en) bleiben davon unberührt.

Untersuchungsprogramm Boden

Die bei der detaillierten Erkundung von Altstandorten zu untersuchenden Bodenproben dienen einerseits der näheren stofflichen Charakterisierung der in der Phase der orientierenden Erkundung ermittelten Kontaminationsschwerpunkte und der vertikalen und horizontalen Abgrenzung der gesamten Kontamination. Um Aussagen zur Abgrenzung belasteter Bereiche zu erhalten, sind daher Bodenproben an den Kontaminationsstellen in ausreichender Anzahl zu entnehmen. Dabei sind die bei der orientierenden Erkundung erhaltenen Ergebnisse zur horizontalen und vertikalen Schadstoffverteilung und die aus der historischen Recherche gewonnenen Erkenntnisse zur möglichen horizontalen Ausdehnung der jeweiligen Verdachtsfläche zu berücksichtigen.

Da sich die Verteilung von Bohr- und Sondieransatzpunkten überwiegend an der Lage der bekannten Kontaminationspunkte orientiert, ergibt sich ein eher unregelmäßiges Verteilungsmuster der Aufschlüsse im Untersuchungsgebiet. Entsprechend werden in den aus Voruntersuchungen bekannten Kontaminationsschwerpunkten erhöhte Probennahmedichten erforderlich sein. In diesen Schwerpunktbereichen kann die Anordnung der Ansatzpunkte in einem relativ kleinräumigen, z.B. polaren Raster sinnvoll sein.

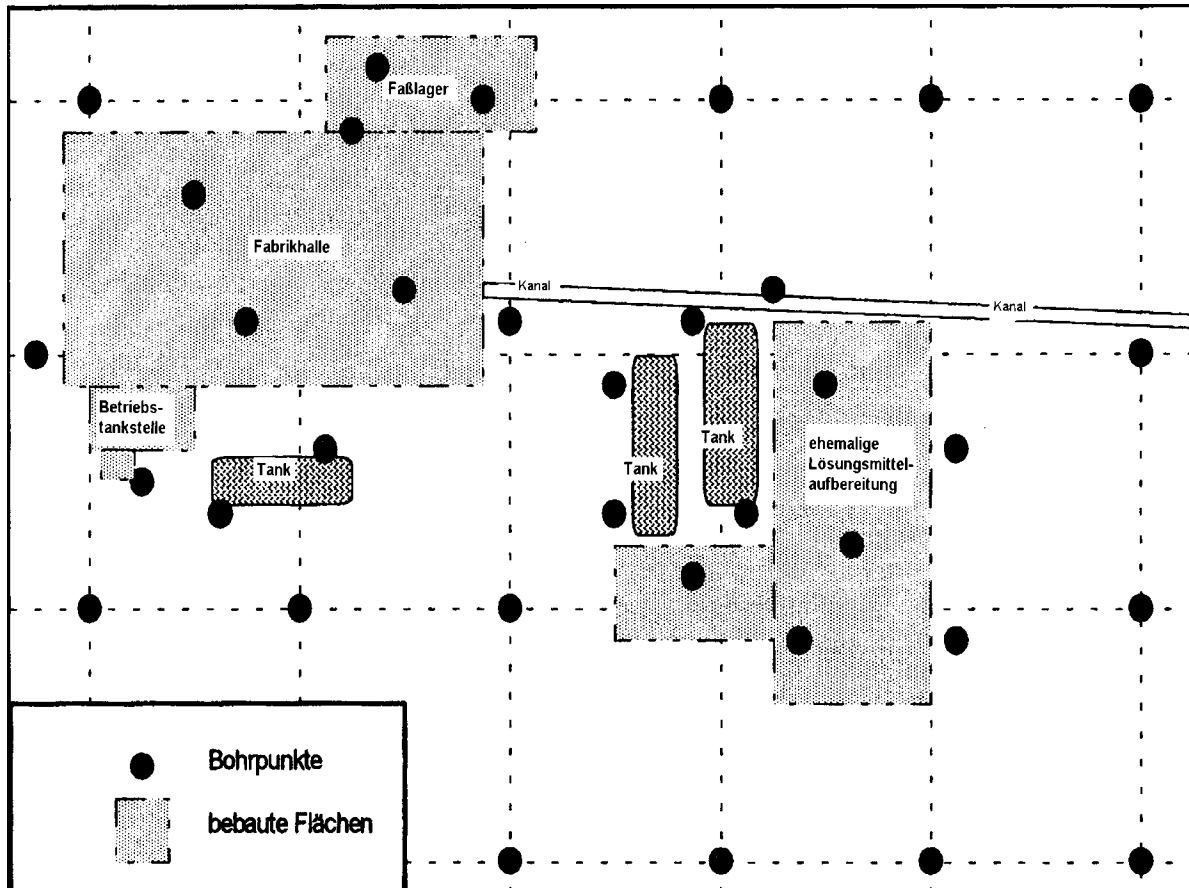


Abbildung 2: Rasterbeprobung auf einem Altstandort /4/)

Die generelle Anordnung der Probennahmepunkte in Form großangelegter regelmäßiger geometrischer Raster ist dagegen wenig sinnvoll, da diese Rasterbeprobung aufgrund der Standortgegebenheiten (Bebauung, Versiegelung) häufig nicht umgesetzt werden kann und der Abgrenzung der Kontaminationsflächen nicht angepaßt ist.

Im Rahmen der detaillierten Erkundung ist generell zu klären, ob in Teilbereichen des Untersuchungsgebietes, für die aufgrund der Voruntersuchungen, etwa innerhalb einer orientierenden Erkundung, keine Hinweise auf Kontaminationen vorliegen, eine Untergrundverunreinigung sicher ausgeschlossen werden kann. Lassen sich aus orientierender Erkundung und historischer Recherche hierzu keine eindeutigen Erkenntnisse erhalten bzw. liegen nur allgemeine Hinweise auf Kontaminationen vor, kann im Einzelfall eine rasterförmige Erkundung vorgesehen werden.

Für diese Teilflächen kann in Anlehnung an die Empfehlungen des BDG Arbeitskreises Umweltgeologie /4/ zunächst ein nutzungsabhängiges Bohrraster mit einem Probennahme- bzw. Bohransatzpunkt je ca. 600 - 1000 m² gewählt werden.

Während der detaillierten Erkundung sollten auch in Teilbereichen des Untersuchungsgebietes, in denen aus den vorangegangenen historischen und orientierenden Erkundungen keine Hinweise auf Kontaminationsverdacht erhalten wurden, Proben bzw. Sondierungen vorgesehen werden. Dies ist sinnvoll, da einerseits Recherchen und in den recherchierten Schwerpunkten angesetzte orientierende Erkundungen häufig nicht so vollständig und umfassend sind, um Restrisiken, z.B. einer lateralen Schadstoffverbreitung oder einer Geländeauffüllung, auszuschließen. Andererseits ergeben sich aus Sondierungen und Bohrungen in unbelasteten Teilflächen weitere wichtige Informationen über den geologischen Aufbau und die Hintergrundbelastung.

Neben der flächenhaften Festlegung der Untersuchungspunkte (Ansatzpunkte für Sondierungen) spielt die Untersuchungstiefe eine entscheidende Rolle. Auf Altlastverdachtsflächen sind insbesondere die Schadstoffe relevant, die in flüssiger oder gelöster Form eine Verlagerung in die Tiefe erfahren. Dies gilt z.B. für Mineralölkohlenwasserstoffe oder Lösemittel und damit gemäß branchentypischer Inventarisierung für eine Vielzahl der Altlastverdachtsfälle im Land Sachsen-Anhalt.

Entsprechend ist auf die teufenorientierte Probennahme und auf die Festlegung der Endteufe der Aufschlüsse zu achten. Diese ist bis in organoleptisch unauffällige Bodenbereiche vorzunehmen. Bei der Ausführung der Sondierung dürfen keine Schadstoffe aus der wasserungesättigten Zone in den Grundwasserschwankungsbereich verschleppt werden.

Die Entnahme von Bodenproben aus Kleinrammbohrungen (Sondierungen) und Bohrungen ist sorgfältig zu dokumentieren und systematisch unter Beachtung der Schichtenfolge auszuführen. Die Probennahme sollte stets bei visuellen oder geruchlichen ("organoleptischen") Auffälligkeiten, bei jedem Schichtwechsel bzw. je Bohrmeter erfolgen. Die Bodenprobennahme ist zu dokumentieren. Hierbei ist die Anfertigung eines Schichtenverzeichnisses nach DIN 4022 bzw. 4023 und die verbale Beschreibung im Untersuchungsbericht nicht ausreichend, da wichtige Informationen verloren gehen können. Die durchzuführende komplexe Aufnahme der lokalen geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse muß auch die Ansprache altlastenbedingter Auffälligkeiten und die Nennung bodenfremder Inhaltsstoffe und weiterer Besonderheiten /4,5/ beinhalten.

Auch in der Stufe der detaillierten Erkundung wird nicht jede entnommene Bodenprobe einer analytischen Untersuchung zugeführt. Die Auswahl der zu untersuchenden Bodenproben sowie Art und Umfang der ggf. in nachfolgende Untersuchungen einbezogenen Rückstellproben ist im Bericht zu begründen und zu dokumentieren. Die mögliche Endteufe der Aufschlüsse ist durch geologische Grenzen (Festgestein) und technische Grenzen des gewählten Aufschlußverfahrens limitiert.

Die Projektierung der im Einzelfall erforderlichen Endteufe eines Aufschlusses ist der geologischen Standortsituation sowie dem zu erwartenden Schadstoffspektrum anzupassen. Ist die vertikale und horizontale Abgrenzung einer Auffüllung, z. B. mit schwermetallhaltigen Verfüllmaterialien, zu erkunden, kann der Aufschluß nach Erreichen der gewachsenen Bodenschichten abgebrochen werden.

Im Falle von Untergrundverunreinigungen mit Mineralölkohlenwasserstoffen oder Lösemitteln sowie mobilen Schwermetallkomponenten (lösliche Schwermetallsalze) sollten dagegen die Aufschlüsse bis in gering durchlässige Schichten (Stauer) oder aber bis zur Grundwasseroberfläche abgeteuft werden. Insbesondere im Falle von Mineralöl-

kontaminationen lassen sich nur so laterale Ausbreitungen massiver Mineralöleinträge im Bereich der Grundwasseroberfläche verfolgen.

Bei den analytisch-chemischen Untersuchungen sind neben der Feststellung der Schadstoffbelastung zur Beurteilung der Mobilität des einzelnen Schadstoffes und somit zur Beurteilung der Relevanz der zu betrachtenden Transferpfade ausgewählte Eluatuntersuchungen durchzuführen (vgl. Kapitel 3.3.3).

Neben chemischen Untersuchungen sollten die entnommenen Bodenproben bodenphysikalischen Analysen unterzogen werden. Hierdurch lassen sich zusätzlich zu den nach DIN 4022 feststellbaren Bodeneigenschaften insbesondere die für die Schadstoffausbreitung relevanten Parameter, wie z.B. der Durchlässigkeitsbeiwert, quantifizieren. In vielen Fällen ist es ausreichend, den Durchlässigkeitsbeiwert und die nutzbare Porosität an gestörten Bodenproben durch Ermittlung der Korngrößenverteilungskurve über Sieb- bzw. Sieb-/Schlammanalysen zu bestimmen.

Angaben zur Korngrößenverteilung des Grundwasserleiters sind darüber hinaus bei der Bemessung der Schlitzweiten von Filterstrecken und der Körnung von Filtersanden bzw. Filterkiesen für Grundwassergütemeßstellen hilfreich, weil diese bei detaillierten Erkundungen häufig nicht nur zur Entnahme von Grundwasserproben sondern auch für Leistungspumpversuche, z.B. zur Ermittlung hydraulischer Kennwerte, genutzt werden.

Bei Grundwasserbeeinträchtigungen sollte der Durchlässigkeitsbeiwert nicht ausschließlich aus Korngrößenverteilungskurven bestimmt werden; hierzu sind vorwiegend hydraulische Tests vorzusehen.

Untersuchungsprogramm Bodenluft

Ergeben sich aus der orientierenden Erkundung Hinweise auf leichtflüchtige Stoffe, die über den Transferpfad Bodenluft die auf dem Standort Verkehrenden gefährden können, ist zusätzlich zur Entnahme von Bodenproben die Einrichtung von Bodenluftentnahmestellen vorzusehen. Hierbei können die im Rahmen der Bodenerkundungen durchgeführten Rammkernsondierungen zu Bodenluftmeßstellen ausgebaut werden.

Bei massiven Belastungen des Untergrundes mit leichtflüchtigen Stoffen ist die Bestimmung von Schadstoffen in der Bodenluft und in der unmittelbaren Umgebung anzuraten. Eine Konzentration von leichtflüchtigen Schadstoffen ist auch in Folge Migration aus dem Boden in Keller, Schächte und Kanäle möglich. Zur Ausführung dieser Messungen sowie zur Beurteilung der Befunde sollten je nach Aufgabenstellung zugelassene Institutionen/Meßstellen gemäß §§ 26 und 28 BImSchG oder außerbetriebliche Meßstellen nach TRGA 400 hinzugezogen werden. Die Technischen Regeln für gefährliche Arbeitsstoffe TRGA 400 legen die Anforderungen an außerbetriebliche Meßstellen zur Durchführung der Messungen gefährlicher Stoffe in der Luft zur Überwachung von MAK- und TRK-Werten fest.

Nur in Einzelfällen, z. B. zur Überprüfung der Ergebnisse von Bodenuntersuchungen, kann eine horizontierte Probennahme erforderlich sein. Hierfür können entweder einphasige Systeme (Einschlagsonden) oder zweiphasige Systeme (in auflässige Sondierlöcher einzubauende Systeme mit Packer) zum Einsatz gelangen.

Das Untersuchungsprogramm ist angepaßt an die fallkonkrete Problemstellung zwischen Gutachter und Meßstelle abzustimmen. Schematische Messungen der Stoffemission über den Zeitraum mehrerer Monate sind der üblichen Fragestellung bei Altlastenuntersuchungen im Zusammenhang mit möglichen Expositionen des Schutzgutes Mensch ebensowenig angemessen wie eine Einzelmessung.

Untersuchungsprogramm Grundwasser

Im Untersuchungsprogramm Grundwasser ist für die Durchführung hydrogeologischer Untersuchungen ggf. die Errichtung weiterer Grundwassermeßstellen erforderlich.

Im Anstrombereich ist - soweit nicht bereits vorhanden - mindestens eine Beobachtungsmeßstelle gemäß den Ergebnissen der orientierenden Erkundung so zu plazieren, daß die Ermittlung der Hintergrundbelastung des Grundwassers unbeeinflußt von der zu untersuchenden Verdachtsfläche sicher möglich ist.

Wurde in der orientierenden Erkundung das Vorliegen einer massiven Grundwasserbelastung festgestellt, sind zur Abgrenzung der Schadstofffahne weitere Grundwassergütemeßstellen einzurichten. Die horizontale Entfernung der Meßstellen von der vermuteten Eintragstelle richtet sich nach den in den Voruntersuchungen ermittelten (geschätzten oder gemessenen) hydraulischen Kenndaten, z.B. der Abstandsgeschwindigkeit.

Sind im Abstrom der Verdachtsfläche Grundwassernutzungen oder sonstige Schutz- und Vorranggebiete bekannt, so sind Grundwassermeßstellen auf den Strombahnen zwischen Eintragstelle und Nutzung zu plazieren.

Wurden im Rahmen der orientierenden Erkundung relevante Kontaminationen in einem oberen bzw. im Schichtgrundwasserleiter festgestellt, ist bei der detaillierten Erkundung auch ein möglicherweise vorhandener Liegendgrundwasserleiter in die Untersuchungen einzubeziehen. In diesem sollten erforderlichenfalls eine Anstrommeßstelle und zwei oder mehrere Abstrommeßstellen zur Bestimmung der lokalen Grundwasserfließrichtung eingerichtet werden. Die hydrogeologischen Standorttypen, bei denen dies erforderlich werden kann, z.B. Standorttyp 7 und 8 (Lockergestein L7, L8), Standorttyp 10 und 12 (Locker- oder Festgestein Typ L/F 2 bzw. L/F4), Standorttyp 14 (Locker- oder Festgestein Typ L/F 6) sowie Standorttyp 19 (Festgestein F4), sind im Anhang 4 zum Leitfaden des Altlastenprogramms Sachsen-Anhalt dargestellt.

Die Anforderungen an Aufschlüsse in tieferen Grundwasserleitern ergeben sich aus Art und Umfang der Kontamination im oberen Grundwasserleiter, aus der gegenwärtigen und ggf. geplanten Nutzung sowie der Geschützttheit des tieferen Grundwasserstockwerkes.

Grundwassergütemeßstellen müssen so angelegt werden, daß sie

- die Ermittlung der Standrohrspiegelhöhen,
- die Entnahme repräsentativer Grundwasserproben für analytische Untersuchungen und
- die Durchführung geophysikalischer bzw. hydraulischer Untersuchungen

ermöglichen.

Bereits bei der Planung von Grundwassergütemeßstellen ist darauf zu achten, daß die Meßstelle für den jeweils vorgesehenen Zweck geeignet ist. Einerseits muß die Grundwassermeßstelle aufgrund der Positionierung, des gewählten Aufschlußverfahrens (Bohrverfahren, Bohrdurchmesser) und des Ausbaues (Ausbaumaterial, Lage der Filterstrecke, Schlitzweite, Korngröße des Filterkieses, Lage und Ausführung von Tonsperren) für die vorgesehene Erkundung geeignet sein. Andererseits stellt sie stets auch eine Störung des natürlichen Untergrundes dar und kann bei unsachgemäßer Planung und/oder Ausführung zu Schadstoffverschleppungen über ungewollte hydraulische Verbindungen führen.

Grundsätzlich sind daher folgende Vorgaben einzuhalten:

- Verfilterung von Grundwassermeßstellen nur in einem Grundwasserleiter, d.h. in hydraulisch getrennten Grundwasserleitern sollte das Setzen von 2 Filterstrecken (Mehrfachmeßstellen) in einem Pegelrohr vermieden werden,
- Ausbau als vollkommene Brunnen, d.h. Filterrohr vom Schwankungsbereich der Grundwasseroberfläche (Beginn der wassergesättigten Zone) bis zur Basis des Grundwasserleiters,
- Verzicht auf Installation eines Sumpfrohrs/Pumpensumpfes.

Durch den Planer der Meßstelle, in aller Regel also durch den Gutachter selbst, sind dem ausführenden Bohrunternehmen entsprechend angepaßte detaillierte Vorgaben (Bohrprofile, Festlegung des geologischen Ziels) sowie allgemeine Vorgaben z.B. in Form von konkreten, über die DIN 18 301 (Bohrarbeiten) und DIN 18 302 (Brunnenbauarbeiten) hinausgehende Anforderungen wie die "Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen zur Erstellung von Grundwasserqualitätsmeßstellen" der "Arbeitshilfen Altlasten zur Anwendung der Baufachlichen Richtlinie für die Planung und Sanierung belasteter Böden des BMBau auf Liegenschaften des Bundes" /7/ in der Angebotsabfrage und im Auftrag/Vertrag zu benennen. Bei Altlastenerkundungen gehören hierzu auch Anforderungen an den Gesundheits- und Arbeitsschutz gemäß ZH 1/183 /2/.

Die Qualität und somit die Eignung der Grundwassergütemeßstelle hängen wesentlich von einer qualifizierten Bauaufsicht/Bohrbetreuung ab. Aufgabe der Bauaufsicht ist es, die technische Umsetzung der geplanten Meßstelle zu kontrollieren, die Planung (Endteufe, Ausbauanweisungen wie Lage einer Filterstrecke, Anpassung von Schlitzweite des Filters und Korngröße des Filterkieses usw.) erforderlichenfalls angepaßt an die Befunde vor Ort zu präzisieren und bei unsachgemäßer Ausführung der Bauarbeiten einzugreifen (externe Qualitätssicherung).

Bei der Errichtung von Grundwassergütemeßstellen können geophysikalische Messungen zur Bestätigung der Bodenansprache sowie zur Festlegung und der Kontrolle des Ausbaues (z.B. Lage einer Tonsperre) erforderlich werden. Ergänzende Hinweise hierzu finden sich auch im Anhang 5, "Geophysikalische Verfahren", des Leitfadens zum Altlastenprogramm.

Kriterien, die zur Gewährleistung der Funktion der Meßstelle berücksichtigt werden müssen, sind in entsprechenden Merkblättern zusammengefaßt (DVGW W121/8/; Franzius, Teilziffer 15228 und 15229 /9/, Umweltbehörde Hamburg, Merkblatt Nr. 2 /10/ und Merkblatt Nr. 3/11/).

Zur Gewinnung von Grundwasserproben bei der detaillierten Erkundung ist zu gewährleisten, daß die entnommenen Proben hinreichend repräsentativ sind, um auch räumliche und zeitlich variierende Verteilungsmuster der Konzentration eines Schadstoffes widerzuspiegeln.

Die Probennahme hat generell gemäß DIN 38402 Teil 13 und ISO 5667 Teil 11 bzw. einschlägiger DVGW-Merkblätter bzw. DVWK-Regeln /12/ zu erfolgen. Sind Stoffe oder Stoffgemische in den Untergrund eingedrungen, die aufgrund ihrer Menge und ihrer stoffspezifischen Eigenschaften die Bildung von Phasenkörpern auf dem Grundwasser oder an der Basis des Grundwasserleiters erwarten lassen, und/oder liegen große Aquifermächtigkeiten vor, so sind horizontierte Grundwasserprobennahmen ggf. in Verbindung mit horizontierten Pumpversuchen auszuführen.

Horizontiert entnommene Grundwasserproben erlauben im Gegensatz zu durchflußgemittelten Mischproben

- den Nachweis von Schadstoffkonzentrationen in den horizontiert beprobten Teilen des Grundwasserleiters, die bei durchflußgemittelten Mischproben aufgrund der Verdünnung nicht nachweisbar wären,
- die Bestimmung der vertikalen Belastung und somit bevorzugter Transportwege,
- die Ermittlung des Vorliegens von Phasenkörpern z.B. an der Basis eines Grundwasserleiters.

Die Entnahme horizontierter Grundwasserproben erfordert entweder die Errichtung von Multilevel-Meßstellen oder aber spezielle technische Einbauten in den Grundwassermeßstellen in Verbindung mit speziellen Grundwasserentnahmesystemen (Packern). Hinweise zur horizontierten Grundwasserprobennahme sind in Franzius, Teilziffer 15232 /9/; Umweltbehörde Hamburg, Merkblatt Nr. 7/13/ und DVWK-Merkblatt 245/1997 /69/ dargestellt.

Zur Ermittlung hydraulischer Kennwerte (Transmissivität T , Durchlässigkeitsbeiwert k_f , Geschwindigkeitskoeffizient s) sind Pumpversuche an geeignet ausgebauten Grundwassermeßstellen durchzuführen.

Die Auswertung von Pumpversuchen mit entsprechender Begleitanalytik gestattet über die Ermittlung hydraulischer Kennwerte eines Grundwasserleiters hinaus auch Aussagen über im Untergrund vorhandene Schadstoffpotentiale im und Emissionen ins Grundwasser (vorhandenes Nachlieferpotential im Boden, Phasenkörper, vgl. z.B./14/).

3.3.3 Empfehlungen zum chemischen Untersuchungsprogramm

3.3.3.1 Untersuchungsmethodik

Im Rahmen der detaillierten Erkundung ist die Untersuchung auf Einzelsubstanzen unabdingbar, da nur über die Einzelsubstanzen auf eine human- und ökotoxikologische Wirkung geschlossen werden kann.

Wurden im Rahmen der orientierenden Erkundung Auffälligkeiten bei Summenparametern (MKW, BTEX, PAK, AOX/EOX, Phenolindex) festgestellt und liegen keine Hinweise auf die verursachenden Einzelsubstanzen oder Substanzklassen vor, sind diese durch geeignete Einzelsubstanzuntersuchungen zu ermitteln. Hierzu eignen sich gaschromatographische Untersuchungen unter Nutzung verschiedener Detektoren.

Bei komplexen Kontaminationen muß die qualitative und quantitative Ermittlung der Einzelsubstanzzusammensetzung der Kontaminanten nicht immer zielführend sein. Selbst wenn mit hohem apparativem Aufwand und aufwendigen Untersuchungen die qualitative und quantitative Zusammensetzung Kontaminanten umfassend aufgeklärt worden ist, kann allein daraus in der Regel keine verlässliche Aussage zum Transferverhalten und/oder zu human- und ökotoxikologischen Wirkungen dieses komplexen Gemisches abgeleitet werden.

Zur Ermittlung der Verfügbarkeit von Kontaminanten im Boden sind unter Beachtung des jeweiligen Untersuchungszieles und der jeweiligen methodischen Grenzen folgende Verfahren geeignet:

anorganische Stoffe

- Bodensättigungsextrakt /15/
- wäßriges Eluat nach DIN 38 414 S4, ggf. unter Berücksichtigung von Korrelationen zum Bodensättigungsextrakt /16/

- NH_4NO_3 -Extrakt (E DIN 19 730) und Berücksichtigung von Korrelationen zum Bodensättigungsextrakt,
- sequentielle Extraktionsanalyse /17,18/
- pH-Stat-Verfahren /20/

organische Stoffe

- statischer Batch-Test, nicht bewegte Feststoffphase, nicht bewegte fluide Phase, Erzielung des Gleichgewichtszustandes durch Diffusion
- dynamischer Batch-Test, z.B. REV-Fluidperkolationsstest (REV = repräsentatives Elementarvolumen); nicht bewegte Feststoffphase, mittels Perkolations bewegte Fluidphase, ungeeignet für fluidungesättigte Testbedingungen
z.B. REV-Fluidzirkulationstests; nicht bewegte Feststoffphase, mittels Pumpe/Zirkulation bewegte Fluidphase, geeignet für fluidungesättigte Testbedingungen.

Zu den einzelnen Verfahren gibt es erst in Ansätzen einheitliche Untersuchungsvorschriften und Vergleichswerte für Relativbetrachtungen. Mit Hilfe der dynamischen Batchtests (REV-Fluid- und REV-Säulenperkolationsstests) können im Gegensatz zum klassischen Batch-Test (DEV S4) durch Laboruntersuchungen unter naturnahen Bedingungen (Verwendung von ungestörten Kernproben und standorteigenem Grundwasser als Fluidphase, natürliche Temperatur- und Druckbedingungen) Adsorptionskoeffizienten (k_d -Werte) und Migrationsgeschwindigkeiten bzw. Retardationsfaktoren ermittelt werden /21,22/.

3.3.3.2 Tendenzen

Während für die analytisch-chemischen Untersuchungen in wässrigen Proben für die Mehrzahl der zu untersuchenden Parameter inzwischen genormte Verfahren (DIN-Verfahren) vorliegen, sind für Bodenuntersuchungen standardisierte Meßverfahren nur eingeschränkt vorhanden, weshalb man sich der vorliegenden Normen für die Analyse wässriger Proben bedient. Jedoch sind die Meßverfahren entsprechend der spezifischen Bodenmatrix noch zu validieren und Störungen durch Säurekonzentrationen und Matrixbesonderheiten zu beachten sowie die systematischen Abweichungen der Meßverfahren zu dokumentieren.

In zunehmendem Maße werden auf die Bodenmatrix abgestimmte Meßverfahren, wie sie auch in der Verwaltungsvereinbarung zwischen der Oberfinanzdirektion (OFD) Hannover und der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) vom 15.09.1995 /23/ enthalten sind, entwickelt. Als konkretes Beispiel für diese Entwicklungen soll hier die Methode zur Bestimmung von löslichem Chrom (VI) dienen, die aus der DIN-Methode zur photometrischen Bestimmung von Chrom (VI) in Wässern und Abwässern im Rahmen eines FuE-Vorhabens durch das Fraunhofer-Institut für Umweltchemie und Ökotoxikologie entwickelt wurde. Zusätzlich läßt sich mit diesem Verfahren der Chrom (III)-Gehalt im Boden bestimmen /24/.

Als weiteres Beispiel kann für die Bestimmung von polychlorierten Biphenylen im Boden das Merkblatt Nr. 6 des Landesumweltamtes Nordrhein-Westfalen /25/ zugrunde gelegt werden.

Weitere Hinweise zu Untersuchungsverfahren, Normen, Methoden und Bezugsquellen bei der Altlastenuntersuchung werden sich in der BodSchV befinden.

3.3.3.3 Untersuchungsstrategie und Qualitätssicherung

Bei der detaillierten Erkundung sind Aussagen zu Einzelstoffen und deren Auswirkungen (physikalisch-chemisch, toxikologisch) auf die Schutzgüter zu treffen. Hierbei sind die im Rahmen der orientierenden Erkundung erhaltenen Ergebnisse zu berücksichtigen und der Parameterumfang entsprechend zu modifizieren.

Genauere und richtige Ergebnisse sind durch strikte Anwendung interner und externer Qualitätssicherungsmaßnahmen im Labor (insbesondere die Teilnahme an Ringversuchen) zu gewährleisten. Die Akkreditierung der jeweiligen Prüfverfahren in den Prüflaboratorien allein bietet diese Gewähr nicht.

Trotz genauer und richtiger Ergebnisse im Labor können fehlerhafte Untersuchungskonzepte (falsche Wahl eines Ansatzpunktes, ungenügende Aufschlußtiefe, ungeeigneter Meßstellenausbau) und/oder fehlerbehaftete Probennahme, (einschließlich Transport, Behandlung und Konservierung) die Repräsentanz der erhaltenen Ergebnisse erheblich einschränken. Fehlerquellen bei der Gewinnung repräsentativer Grundwasserproben sind von Toussaint /26/ exemplarisch vorgestellt worden.

Entsprechend wird versucht, die vorhandenen Normen und Regeln für Aufschlußverfahren und Probennahmen für die Umweltkompartimente Boden, Bodenluft und Grundwasser in ein System zur Qualitätssicherung zu integrieren. Es sei hier auf die o. g. Verwaltungsvereinbarung OFD Hannover - BAM vom 15.09.1995 /23/ verwiesen. Diese sieht vor, daß Probennahmen und analytische Untersuchungen im Zusammenhang mit Altlastenuntersuchungen auf Liegenschaften des Bundes nach festgelegten Verfahren und durch akkreditierte Prüfstellen erfolgen.

Zusätzlich zur Regelung der allgemeinen Anforderungen an Probennahme und Untersuchungsstellen ist eine repräsentative Probennahme durch detaillierte Vorgaben für das Meßnetz und/oder den Beprobungsplan zu gewährleisten. Datenanalyse und Interpretation vervollständigen die Elemente einer optimalen Untersuchungsstrategie, innerhalb derer Probennahme- und analytische Qualitätssicherung zu realisieren sind.

Insofern trägt der Gutachter in wesentlichen Teilen gemeinsam mit dem Probennehmer und dem Analytiker Verantwortung für die Eignung des Untersuchungsprogramms in seiner Gesamtheit zur Erreichung des Vorhabenzieles.

3.3.4 Hinweise zur Gefahrenbeurteilung

Aufgabe und Ziel des Gutachtens im Ergebnis der detaillierten Erkundung ist die Ermittlung und sachkundige Beurteilung

- des Stoffinventars und dessen vertikaler und horizontaler Abgrenzung,
- der Ausbreitungsmöglichkeiten der Schadstoffe,
- der Expositionen relevanter Schutzgüter und
- der zu erwartenden Wirkungen der Schadstoffe auf Schutzgüter.

Ferner sind Vorschläge zur weiteren Vorgehensweise abzuleiten, insbesondere Gefahrenabwehrmaßnahmen zu konzipieren sowie deren Kosten- und Zeitrahmen einzuschätzen.

Die Beurteilung hat einzelfallbezogen sowie nutzungs- und schutzgutorientiert zu erfolgen. Ein Rückgriff auf die Orientierungswerte des Leitfadens zum Altlastenprogramm oder auf sonstige Wertelisten sollte nur zum Erkennen erhöhter Konzentrationen von Stoffen in Umweltkompartimenten oder aber zur Verneinung eines Altlastenverdachts (Unterschreitung der Prüfwerte) erfolgen. Nach dem Inkrafttreten des BBodSchG und der

zugehörigen BodSchV sind die dort festgelegten Prüfwerte zur Feststellung einer Altlast sowie Maßnahmewerte und sonstige Anforderungen an die Sanierung von Altlasten gem. § 8 Abs. 1 Ziffer 1 bis 3 zugrunde zu legen.

Durch die Gefährdungsabschätzung sind für alle im Untersuchungsgebiet vorhandenen Verdachtsflächen jeweils Art und Ausdehnung der Kontamination (Quelle), für die relevanten Schadstoffe deren Emission, Art und Umfang der Immission auf die zu betrachtenden Schutzgüter sowie die Wirkung der Schadstoffe am jeweiligen Schutzgut zu beschreiben.

Bei der Darstellung der Ergebnisse hat der Gutachter neben der objektiven Beschreibung auch eine kritische Würdigung und Fehlerbetrachtung der vorhandenen Datengrundlage (Untergrundaufbau, Probennahme, Analysenergebnisse) vorzunehmen.

Die Mustergliederung eines Ergebnisberichtes für die orientierende Erkundung ist in Kapitel 3.2.5 des Leitfadens zum Altlastenprogramm enthalten und kann an die Erfordernisse der detaillierten Untersuchung angepaßt werden. Weitere Hinweise zur inhaltlichen Gestaltung finden sich in den Publikationen zum Altlastenprogramm des Landes Nordrhein-Westfalen /27/.

Die Darstellung der Befunde und die gutachterliche Beurteilung der Tatsachenfeststellungen stellen für die zuständige Behörde die Grundlage für die fachliche und rechtliche Bewertung des Sachverhaltes und die Ableitung weiterer erforderlicher Maßnahmen dar. Die Gefahrenfeststellung wird von der jeweils zuständigen Behörde, i.d.R. dem Landkreis oder der kreisfreien Stadt, vorgenommen. Daher sollte bei der Abfassung der Gutachten darauf geachtet werden, daß mit der Verwendung von Begriffen aus der Gesetzessprache nicht zugleich auch der Eindruck einer vorweggenommenen rechtlichen Wertung erzeugt wird.

3.3.4.1 Maßgebliches Stoffinventar

Wurde die technische Erkundung fach- und sachgerecht ausgeführt, kann eine umfassende örtliche Abgrenzung des verunreinigten Bodens und der Schadstoffe getroffen werden. Dazu sind Aussagen über die horizontale und vertikale Verteilung der Kontaminanten ebenso erforderlich wie die qualitative und quantitative Beschreibung des Stoffinventars (Art, Menge, physikalische, chemische sowie human- und ökotoxikologische Eigenschaften der Schadstoffe, ggf. der Metaboliten).

Hinsichtlich des Stoffpotentials ist darauf hinzuweisen, daß bei komplexen Stoffgemischen aus Gründen der Verhältnismäßigkeit des analytischen Aufwandes häufig die Zusammensetzung (Mengenverhältnisse der Schadstoffe untereinander) und deren chemische Natur (Oxidationsstufen, Bindungsformen, vorliegende Isomeren) nicht vollständig ermittelbar sind. Bis zur Verfügbarkeit gesicherter und kostengünstigerer Verfahren zur Einzelstoffbestimmung aus einem komplexen Stoffgemisch kann die Beurteilung im Regelfall anhand von "Prioritätskontaminanten" erfolgen. Diese sind jedoch nicht nur nach analytischer Zugänglichkeit sondern auch nach Standortrelevanz und Wirkung auf Schutzgüter auszuwählen .

Durch sinnvolle Kombination von Einzelstoffuntersuchung und Bestimmung von Summenparametern oder Prioritätskontaminanten kann das maßgebliche Stoffinventar qualitativ und quantitativ umfassend charakterisiert werden. Darüber hinaus können auch gesicherte Aussagen zu Stoffpotential, Verfügbarkeit, Expositionspfaden, Schutzgutexpositionen und Wirkungen der Stoffe am Schutzgut getroffen werden. Keinesfalls darf das Schadstoffpotential allein im Mittelpunkt der Untersuchung und Beurteilung stehen, vielmehr ist die Exposition der relevanten Schutzgüter unter Berücksichtigung der Transferpfade maßgeblich.

3.3.4.2 Schadstoffausbreitung

Das Ausbreitungsverhalten von Schadstoffen ist in den Umweltkompartimenten Boden, Wasser und Luft unterschiedlichen Gesetzmäßigkeiten unterworfen. Aufgrund der besonderen Komplexität soll hier nur auf die Passage der Schadstoffe im Boden von der ungesättigten Zone in die gesättigte Zone, das Grundwasser, eingegangen werden.

Für die Verfügbarkeit eines Schadstoffes in kontaminiertem Boden oder kontaminiertem Material sind neben den stoffspezifischen Kenngrößen standortspezifische Eigenschaften maßgebend, die die Mobilisierbarkeit, die Ausbreitung und die Wirkung bestimmen.

Durch Analyse der stoffspezifischen Faktoren in ihren Wechselwirkungen mit milieubedingten, auf den Standort bezogenen Faktoren wird eine Argumentation aufgebaut, die geeignet ist, die Schutzgutexposition plausibel zu beschreiben.

Ausgangspunkt der Stoffcharakterisierung ist die Gefährlichkeit eines Schadstoffes an sich in Bezug auf dessen

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

Zu den wesentlichen stoffspezifischen Kenngrößen gehören alle physikalisch-chemischen Eigenschaften, die ausgehend vom atomaren Aufbau bzw. vom molekularen Aufbau der Verbindungen deren Stabilität begründen. Maßgebend sind

- Schmelz- und Siedetemperatur,
- Dampfdruck,
- Löslichkeit,
- Flüchtigkeit,
- Polarität,
- Viskosität und
- Dichte.

Standortspezifische Faktoren werden im wesentlichen vom geologischen Aufbau des Bodens und von den hydrogeologischen und hydrodynamischen Kennwerten bestimmt. Die Ausführlichkeit der Betrachtungsweise dieser Kennwerte ist von dem jeweiligen Einzelfall abhängig.

Zur Beurteilung der Abbau- und Rückhaltewirkung sind besonders folgende Kriterien wichtig:

- Struktur und Textur des Bodens,
- Grundwasserflurabstand,
- Grundwassergefälle,
- Abstandsgeschwindigkeit,
- Tongehalt des Bodens,
- Gehalt des Bodens an organischer Substanz,
- Acidität des Bodens (pH-Wert),
- Mobilität, Abbaubarkeit und Redoxverhalten der Stoffe und
- Grundwasserneubildungsrate/Sickerwasserrate.

Die Verlagerung von Schadstoffen in das Grundwasser wird überwiegend durch deren Mobilität und etwaige Wechselwirkungen mit der Bodenmatrix in Abhängigkeit vom

Grundwasserflurabstand beeinflusst. Für die Emission über die Bodenluft ist der Dampfdruck des jeweiligen Stoffes maßgebend. Beurteilungsrelevant kann die Sicherung der Oberfläche z.B. durch Versiegelung oder Vegetation sein. Es ist darauf hinzuweisen, daß stoffspezifische Kenngrößen der Einzelstoffe im Falle des Vorliegens komplexer Stoffgemische für diese nicht mehr zuverlässig zur Beurteilung herangezogen werden können, da sich in Stoffgemischen einzelstoffspezifische Eigenschaften gegenseitig beeinflussen und sich so insbesondere im Lösungsverhalten mitunter stark abweichende Eigenschaften ergeben. Angaben zu Löslichkeiten von reinen Substanzen oder deren Dampfdruck lassen sich nur bedingt auf stark disperse Systeme oder auf in Poren bzw. im Haftwasser des kontaminierten Bodens festgelegte Stoffe und Stoffgemische übertragen. Zudem können vorhandene Lösungsvermittler oder Komplexbildner für Schadstoffe vorhanden sein, die deren Mobilität im Bereich der Altlastverdachtsflächen begünstigen.

Sind Stoffe in das Grundwasser eingedrungen, können zur Beurteilung ihres weiteren Ausbreitungsverhaltens Retardationsfaktoren über Adsorptionskoeffizienten unter Hinzunahme stoffspezifischer Werte (z.B. Octanol-Wasser-Verteilungskoeffizient) sowie standortspezifischer Daten (z.B. organischer Kohlenstoffgehalt des Grundwasserleitermaterials) abgeleitet werden. Diese Retardationsfaktoren sind jedoch auch experimentell zugänglich (Kapitel 3.3.3).

Die Ausbreitung von Schadstoffen ist weiterhin vom stoffspezifischen chemischen und biologischen Abbauverhalten der Schadstoffe bzw. deren Persistenz innerhalb des Grundwasserpfades abhängig. So kann sich z.B. bei gleichen Bedingungen eine Phenolbelastung des Grundwassers im Zuge von Oxidationsvorgängen und mikrobiellen Abbauprozessen zusätzlich reduzieren, wohingegen eine Schwermetallbelastung lediglich durch Verdünnung sinken kann. In die Problematik des Verhaltens und der Verteilung der Schadstoffe im Boden und im Grundwasser fließt auch die mengenmäßige Verteilung der Schadstoffe mit ein. Bei einer hohen Konzentration von Schadstoffen im Boden ist nicht zwangsweise eine Gefahr für das Grundwasser zu besorgen, wenn diese auf einem eng begrenzten Areal vorkommt und zudem keine Mobilität festgestellt wird.

Insgesamt ist das Ausbreitungsverhalten von Schadstoffen vielen Faktoren unterworfen, deren Komplexität durch die nachfolgende Abbildung verdeutlicht werden soll.

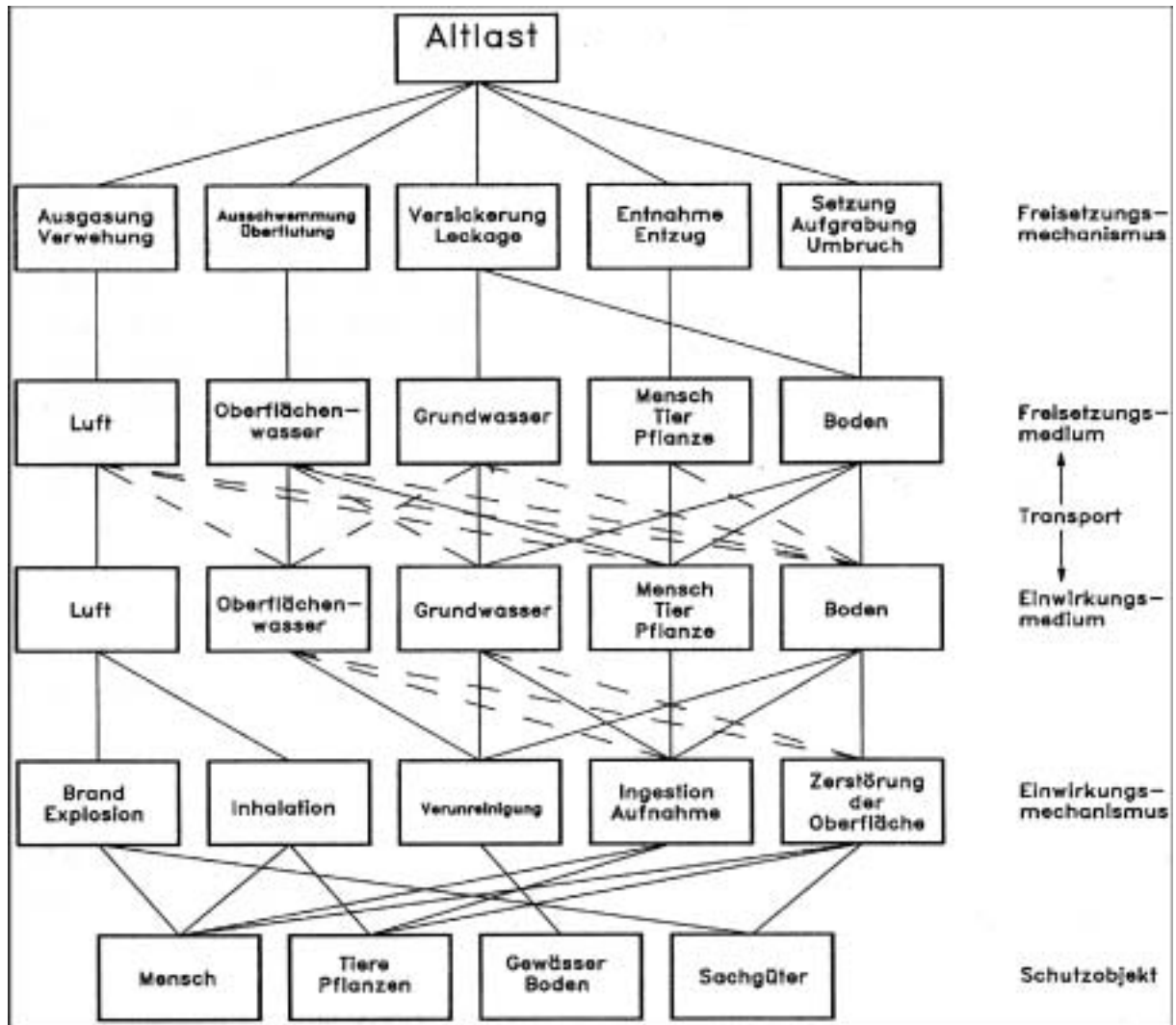


Abb. 3: Möglichkeiten der Freisetzung, Ausbreitung und Einwirkung von Schadstoffen

Zur Abschätzung des Ausbreitungsverhaltens und zur Ableitung gefährdeter Grundwasserbereiche können unter Verwendung der Ergebnisse der vorgenannten Untersuchungs- und Meßverfahren verschiedene Modelle aufgestellt werden. So lassen sich die für eine Emission eines Stoffes aus einer Schadstoffquelle maßgeblichen stoffspezifischen Größen wie Persistenz, Transportverhalten, Transfer- und Toxizitätspotentiale angenähert normieren und zur Beurteilung der Stoffrelevanz formal verknüpfen.

Im Ergebnis lassen sich aus dem Transferverhalten und der Persistenz Grundwassergängigkeitspotentiale berechnen, die zu einer Abschätzung von Schutzgutexpositionen genutzt werden können. Grundsätzlich ist bei Stoffen mit hohem Grundwassergängigkeitspotential und hohem Toxizitätspotential über den Grundwasserpfad im Falle einer Schutzgutexposition von einem hohen Risiko eines Schadenseintrittes am Schutzgut auszugehen.

Eine auf den Stoffeigenschaften der jeweiligen Kontaminanten beruhende Betrachtung der Grundwassergängigkeit und Toxizität kann anhand eines von Kerndorff entwickelten Modells /28,29/ vorgenommen werden. Diese Modellbetrachtung dient überwiegend der relativen Wichtung der Stoffeigenschaften von Kontaminanten im Grundwasser untereinander. Hierbei erfolgt keine Berücksichtigung der Standortsituation.

Neben einfachen, modellhaften Relativbetrachtungen sind bei massiven Grundwasser-Verunreinigungen im Zusammenhang mit vermuteten oder belegten Schadstoffausbreitungen Prognosen zur zeitlichen und räumlichen Schadstoffausbreitung abzugeben. Durch Einsatz numerischer Grundwasserströmungsmodelle und Schadstofftransportmodelle läßt sich die Wirkung geänderter Randbedingungen (z. B. Flutung von Tagebaurestlöchern) prognostizieren. Häufig werden Grundwasserströmungsmodelle auch zur Begleitung von Erkundungen oder Sanierungen von Altlasten eingesetzt, wenn durch ihre Lage in grundwassernahen Uferbereichen wechselnde Grundwasserfließrichtungen festgestellt werden, die zu weiteren Grundwasserverunreinigungen führen.

Aufbauend auf dem jeweiligen geologisch-hydrogeologischen Modell des Untersuchungsgebietes wird ein Modell der Grundwasserströmung und des Schadstofftransportes im Grundwasser erstellt. Ziel der mathematisch-numerischen Modellierung ist es, prognostische Berechnungen zur Ausbreitung von Schadstoffen im Untergrund durchzuführen und damit Aussagen zur zeitlichen Entwicklung der räumlichen Konzentrationsverteilung zu erhalten. Mit Hilfe dieses Modells können qualifiziertere Aussagen zu möglichen Gefährdungen von Wasserfassungen, Vorflutern und anderen Oberflächengewässern gemacht werden. Dabei lassen sich geänderte Randbedingungen entweder instationär oder stationär berücksichtigen.

Ebenso können die Wirksamkeit hydraulischer Abwehr- und Sanierungsmaßnahmen vorausgerechnet und Variantenvergleiche zur Auswahl der optimalen Positionen und Förderraten von Abwehrbrunnen durchgeführt werden. In einer ersten Bearbeitungsphase erfolgt üblicherweise die Anpassung des Modells an die natürlichen Verhältnisse (Modell-eichung). Dabei werden die Parameter der Grundwasserströmung solange variiert, bis die gemessenen Grundwasserstände mit dem Modell nachvollzogen werden können. Aufbauend auf dem geeichten Modell erfolgen prognostische Berechnungen. Insbesondere werden anhand von Stromlinien- und Isochronenberechnungen Aussagen zur Ausbreitungsrichtung und Ausbreitungsgeschwindigkeit von grundwassergängigen Schadstoffen möglich. Gleichzeitig bildet das Modell der Grundwasserströmung üblicherweise die Grundlage für die Simulation des Schadstofftransportes unter Einbeziehung der hydrodynamischen Dispersion und der physikochemischen Wechselwirkungen zwischen gelöstem Schadstoff und der Matrix.

3.3.4.3 Transferpfade

Nach der Feststellung, mit welchen Stoffen und in welchem Ausmaß Umweltkompartimente kontaminiert sind, ist zu ermitteln, ob und auf welchen Transferpfaden Auswirkungen auf weitere Schutzgüter resultieren.

Pfadbetrachtung Boden - Grundwasser

Im Falle einer von Bodenverunreinigungen ausgehenden Grundwasserbelastung kann die Verlagerung der Stoffe in das Grundwasser und die Konzentration der Schadstoffe im Sickerwasser und im Grundwasser unter Berücksichtigung der in Kap. 3.3.4.2 beschriebenen Einflußfaktoren abgeschätzt werden. Maßgeblich sind hierbei keinesfalls nur die Konzentration und Mobilisierbarkeit eines Schadstoffes im Boden. Selbst hohe Kontaminationen erfordern unter günstigen lokalen Standortbedingungen (großflächige Versiegelung des Standortes) oder günstigen hydrogeologischen Bedingungen (geschützter oder nicht aushaltender Grundwasserleiter) nicht zwangsläufig die Einleitung von Sanierungsmaßnahmen. Vielmehr ist eine differenzierte Betrachtung des Pfades Boden - Grundwasser vorzunehmen mit dem Ziel, zu einer begründeten Abschätzung der über diesen Expositionspfad auftretenden Emissionen zu gelangen.

Pfadbetrachtung Grundwasser

Wurde eine Beeinträchtigung des Grundwassers festgestellt, ist neben der Gefahrenbeurteilung für das Grundwasser selbst anhand des Ausbreitungsverhaltens der Stoffe zu prüfen, welche Auswirkungen dies für weitere Schutzgüter wie Trinkwasser, Oberflächenwasser und Sachgüter, die durch oberflächennahes Grundwasser beeinflusst werden, haben kann. Maßgeblich für die Beurteilung des Ausbreitungsverhaltens sind Persistenz und Transportverhalten. Diese werden im wesentlichen durch das Reaktions- und Adsorptionsverhalten bestimmt, die nicht nur stoffspezifisch sind, sondern auch standortspezifisch beeinflusst werden.

Besonders problematisch sind demzufolge Schadstoffe mit hoher Persistenz (nur sehr gering abbaubar) und guten Transfereigenschaften (nur gering adsorbierbar). Bei genügend großem Vorrat ist mit einer langfristigen Ausbreitung dieser Stoffe zu rechnen. Stoffe geringer Persistenz sind selbst bei guten Transfereigenschaften i. d. R. großräumig nicht nachweisbar. Dagegen können Stoffe hoher Persistenz auch bei schlechten Transfereigenschaften langfristig nachteilige Auswirkungen auf das Schutzgut Grundwasser haben. Daher ist beim Vorliegen persistenter Stoffe die Pfadbetrachtung Grundwasser für einen entsprechend langen Prognosezeitraum durchzuführen. Hierbei ist von besonderer Bedeutung, ob Wasserentnahmestellen im prognostizierten Ausbreitungsbereich von Schadstofffahnen liegen.

Pfadbetrachtung Boden - Luft

Der Pfad Boden-Luft ist insbesondere bei Bodenkontaminationen durch leichtflüchtige Schadstoffe, z.B. aromatische und/oder leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe, und bei oberflächennahen Schadstoffbelastungen, z.B. durch schwermetall- oder dioxinhaltige Stäube, bei einer nicht vorhandenen Oberflächenversiegelung und/oder einem fehlenden Bewuchs von Bedeutung. In diesem Fall ist eine Emission über den Pfad Boden-Luft möglich.

Bei ausgasenden organischen Verbindungen kann eine Beeinträchtigung der dort Arbeitenden und Verkehrenden über inhalative Aufnahme oder Resorption erfolgen. Bei schwermetallhaltigen Stäuben besteht das Risiko der Verwehung und damit die Möglichkeit der Aufnahme über die Atmungsorgane bzw. der Auslösung allergener Reaktionen der Haut. Zur Konkretisierung der Aussagen sind bei Verdacht auf eine derartige Exposition Staubmessungen vorzusehen.

3.3.4.4 Schutzgüter

Die Wirkung der gemessenen oder prognostizierten Schadstoffimmissionen ist in Form von Szenarien unter Angabe des Grades der Eintrittswahrscheinlichkeit zu beschreiben.

Wesentliche Elemente der öffentlichen Sicherheit und Ordnung sind die Rechtsordnung als Ganzes sowie Rechtsgüter des Einzelnen und der Allgemeinheit. Als Schutzgüter gelten hierbei insbesondere die Gesundheit des Menschen, die Umweltmedien Wasser (Grund- und Oberflächenwasser), Boden und Luft, pflanzliche und tierische Lebewesen mit ihren Ökosystemen, aber auch Sachgüter wie Bauwerke oder Versorgungs- und Entsorgungsleitungen /1, Anhang 8/. Die öffentliche Sicherheit wird verletzt, wenn eines der genannten Rechtsgüter des Einzelnen oder der Allgemeinheit beeinträchtigt wird.

Schutzgüter, für die ein Schadenseintritt zu besorgen sind, können nicht generell nach der öko- und nutzungsspezifischen Schutzwürdigkeit (z.B. in vorrangige und nachrangige oder sonstige Schutzgüter), kategorisiert werden /30/. Das Polizei- und Ordnungsrecht als ordnungsbehördliche Eingriffsbasis begrenzt den Umfang eines ordnungsrechtlichen

Eingriffes im Rahmen der Verhältnismäßigkeit; es kennt keine Abstufung der Schutzwürdigkeit innerhalb der Schutzgüter (vgl. auch Bemerkungen unter Ziffer 3.3.4).

Jedoch ist eine auf der orientierenden Untersuchung basierende Identifikation aktuell und potentiell beeinträchtigter Schutzgüter und eine Abschätzung der Schutzwürdigkeit bereits bei Festlegung des Untersuchungsumfanges hilfreich, um den Untersuchungsaufwand zu optimieren. Gefahrenerforschungseingriffe müssen deshalb nach Art und Umfang ebenfalls den Verhältnismäßigkeitsgrundsatz erfüllen.

So ist es beispielsweise unverhältnismäßig, im Falle einer ausschließlich oberflächennah anstehenden Verfüllung eines Altstandortes mit schwermetallhaltigen Schlacken ohne Hinweise auf Mobilisierbarkeit oder Befunde im Grundwasser geologisch-hydrogeologische Untersuchungen durchzuführen.

Im Gutachten sind alle Schutzgüter zu betrachten, die im jeweiligen Einzelfall betroffen sein können. Schutzgüter, auf die von den nachgewiesenen Kontaminationen keine Wirkungen ausgehen, sind aus der weiteren Betrachtung auszuschneiden. Diese Einengung der betrachteten Schutzgüter ist im Bericht zu begründen.

In der Mehrzahl der Altlastenfälle ist das Schutzgut Grundwasser entweder bereits selbst verunreinigt oder aber, es sind ausgehend von Bodenkontaminationen künftige Verunreinigungen des Grundwassers mit hinreichender Wahrscheinlichkeit zu besorgen.

Bei Festlegung des Untersuchungsprogramms ist zunächst davon auszugehen, daß das Grundwasser allgemein als besonders schützenswert anzusehen ist. Es ist grundsätzlich in seiner natürlichen Beschaffenheit zu erhalten.

Der Besorgnisgrundsatz, nach dem zum Schutze der künftigen Wasserversorgung ein flächendeckender Grundwasserschutz auch durch die Sanierung bereits eingetretener Grundwasserschäden (Nachsorge) geboten ist, gilt mit der Einschränkung der Angemessenheit.

So hat der 60. Deutsche Juristentag /66/ 1994 die folgende Empfehlung beschlossen:

”Bewirtschaftungskonzepte sind nicht bei der Gefährdung des Schutzgutes Grundwasser, sondern im Rahmen der Verhältnismäßigkeit bei der Festlegung etwaiger Sanierungsmaßnahmen zu berücksichtigen.”

Abgelehnt wurde die Formulierung:

”Eine Gefährdung des Schutzgutes Grundwasser soll nicht nach dem Besorgnisgrundsatz beurteilt werden, sondern nach dem Bewirtschaftungskonzept der zuständigen Wasserbehörde und nach den tatsächlich ausgeübten Benutzungen.”

Dieser Betrachtungsweise schließt sich auch der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen im Sondergutachten Altlasten II, Textziffer 445 /31/ an, indem er formuliert, daß eine Einengung der Schutzgüter z. B. nur auf menschliche Gesundheit und bewirtschaftetes Grundwasser aus umweltpolitischer Sicht nicht zu verantworten sei. Eine nachgewiesene Grundwasserverunreinigung ist also unabhängig von einer tatsächlich erfolgenden Bewirtschaftung eine Beeinträchtigung eines geschützten Rechtsgutes.

Erst im Rahmen der Betrachtung, ob und welche Gefahrenabwehrmaßnahmen und welche Sanierungsziele geeignet, zumutbar und verhältnismäßig zur Erreichung des gefahrlosen Zustandes sind, ist zu berücksichtigen, ob das Grundwasser bewirtschaftet wird. Die von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) herausgegebenen Empfehlungen für die Behörden bei Entscheidungen für die Erkundung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserschäden /32/ sind im Leitfaden, Anhang 2, Empfehlungen der Fachbehörden im Umgang mit Altlasten zitiert. Als Entscheidungshilfe werden Prüf- und Maßnahmenschwellenwerte angegeben.

Als Sanierungsziel sollte im Regelfall eine deutliche Unterschreitung der Maßnahmenschwellenwerte unter Berücksichtigung der technischen Machbarkeit und des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes angestrebt werden. Die Wasserbehörden sind auch gehalten, Sanierungsprioritäten festzulegen, da die vorhandenen Mittel nicht für eine rasche und gleichzeitige Sanierung aller Fälle ausreichen. Maßnahmen zur Abwehr von Gefahren für die menschliche Gesundheit besitzen höchste Priorität. Von hoher Priorität ist die Sanierung massiver Schäden bedeutsamer Ökosysteme.

Ansatzweise kann die Bewirtschaftung des Grundwassers regional aus der aktuellen Trinkwasserzielplanung des Ministeriums für Raumordnung Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt abgeleitet werden /33/. Die aktuellen einschließlich der erlaubnisfreien Grundwassernutzungen lassen sich in der Regel nur bei der zuständigen unteren Wasserbehörde, der zuständigen oberen Wasserbehörde sowie durch Aufnahme der Situation vor Ort recherchieren.

3.3.4.5 Öko- und humantoxikologische Wirkungen

Ansätze zur ökotoxikologischen Beurteilung von Stoffen wurden bei der Einstufung in Wassergefährdungsklassen berücksichtigt; hierzu wird auf entsprechende Untersuchungen verwiesen. Zu einer ersten Einschätzung der humantoxikologischen Wirkungen können orientierend zunächst die Werte der Eikmann-Kloke-Liste herangezogen werden, die dort beschriebenen Bodenwerte III sind phyto-, zoo-, human- und ökotoxikologisch abgeleitet.

Weitergehende allgemeine Hinweise hierzu finden sich in Nachschlagewerken /34/ und in Lehrbüchern /35,36,37/ sowie in Publikationen der Gesellschaft Deutscher Chemiker /38,39/. Spezifische Hinweise zur humantoxikologischen Wirkung ausgewählter Stoffe können entsprechenden Veröffentlichungen von Industrieverbänden /40/, des Umweltbundesamtes /41/, aktuellen Forschungsergebnissen /42,43/ und den Listen für Altstoffe /44/ entnommen werden.

Im einzelnen sind bei der Beurteilung der humantoxikologischen Wirkung von Schadstoffen Betrachtungen zu den Wirkungscharakteristika und zu den Wechselbeziehungen zwischen Wirkstoff und Organismus (Auswirkungen auf den Organismus), zu den Dosis-Wirkungs-Beziehungen (akute und chronische Toxizitäten), zu den unterschiedlichen Aufnahmemöglichkeiten (oral, inhalativ, dermal) und dem Abbauverhalten im Organismus (Ausscheidung, Metabolismus) anzustellen.

3.3.5 Festlegung von Sanierungszielen

Das Ziel von Gefahrenabwehrmaßnahmen (im weiteren als Sanierungsziel bezeichnet) ist ausschließlich die Herstellung bzw. Aufrechterhaltung eines gefahrlosen Zustandes. Altlasten sowie durch Altlasten verursachte Gewässerverunreinigungen sind nach § 4 BBodSchG so zu sanieren, daß dauerhaft keine Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den einzelnen oder die Allgemeinheit entstehen /67/. Zur Erreichung dieses Zustandes können Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden. Diese sind sowohl Dekontaminations- als auch Sicherungsmaßnahmen. Weitere Gefahrenabwehrmaßnahmen können auch sonstige Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen sein.

Bei der Festlegung möglicher Sanierungsziele ist eine Rückkehr zu naturnahen Zuständen mit hohen technischen und finanziellen Aufwendungen nicht erforderlich und nicht angemessen. Ein so weit gestecktes Sanierungsziel kann zu unverhältnismäßig hohen Kosten führen und dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit widersprechen.

Das Ziel einer Sanierung besteht in der Senkung der Schutzgutexposition unter die Gefahrenschwelle unter Berücksichtigung der derzeitigen oder geplanten Nutzung. Dies kann durch Dekontaminationsmaßnahmen, Verringerung des Schadstoffvorrates und damit Verringerung der Emission, Sicherungsmaßnahmen (Unterbrechung von Expositionspfaden durch bautechnische oder hydraulische Maßnahmen), sonstige Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen (z. B. Zutrittsbeschränkungen, Nutzungsänderungen, Anbaubeschränkungen) erreicht werden.

Konkrete Schutz- und Sanierungsziele können in unterschiedlichen Formen vorgegeben werden. Im Falle einer oberflächennahen Kontamination mit Schwermetallen könnte das Sanierungsziel darin bestehen, durch Abdeckung die Exposition von betroffenen Anwohnern gegenüber den Schwermetallen auf den Pfaden der direkten Aufnahme bzw. der Aufnahme abgewehter staubförmiger Partikeln sicher und dauerhaft zu unterbinden.

Andererseits lassen sich Sanierungsziele auch in Form von Sanierungszielwerten definieren. Diese Sanierungszielwerte können als Konzentrationshöchstwerte für Schadstoffe in Umweltkompartimenten festgelegt werden. Dies trifft beispielsweise zu bei der Festlegung von tolerierbaren Restkonzentrationen von Schadstoffen im Grundwasser als Sanierungszielwert einer hydraulischen Sanierung. Auch Emissionsbegrenzungen bzw. Immissionsbegrenzungen können als Sanierungszielwerte festgelegt werden /15/.

3.3.6 Prioritätenbildung

Die kurzfristige und gleichzeitige Bearbeitung der großen Zahl von Altlasten- oder Altlastverdachtsflächen ist im Land Sachsen-Anhalt vor dem Hintergrund begrenzter finanzieller und personeller Ressourcen nicht möglich. Für viele Flächen ist zudem die öffentliche Hand selbst Eigentümer (Zustandsstörer) oder hat Freistellungen von der Verantwortung für ökologische Altlasten nach Art. 1 § 4, Abs. 3 UmwRG Kostentragungsverpflichtungen übernommen. Daher ist eine Prioritätenbildung der Bearbeitung hinsichtlich der Dringlichkeit der erforderlichen Maßnahmen unumgänglich.

Bei der Prioritätenbildung kann die Bewertung bei höherem Beweisniveau - die schutzgutbezogene Gefährdungsabschätzung, wie sie im Kap.5 des Leitfadens /1/ für das Schutzgut Grundwasser beschrieben ist - zur Entscheidungsfindung der zuständigen Behörde genutzt werden. Über die dort beschriebenen Bewertungskriterien hinaus sind aber auch weitere Schadensfälle im Einzugsgebiet, die damit beschriebenen Kosten und somit die Angemessenheit der Mittel in die Gesamtbetrachtung des Einzelfalles einzubeziehen.

4 Sanierungsuntersuchung/Sanierung

4.1 Voraussetzungen

Mit der detaillierten Erkundung ist die technische Erkundung von Altstandorten und Ablagerungen abgeschlossen. Damit ist eine Abgrenzung des Schadstoffherdes, die Ermittlung des Schadstoffpotentials und der Transferpfade sowie die nutzungs- und schutzgutorientierte Beurteilung der ermittelten Schadstoffbelastungen vorgenommen worden (Gefährdungsabschätzung).

Nach Abschluß der detaillierten Erkundung und der behördlichen Bestätigung über das Vorhandensein einer Gefahr kann sich eine Sanierungsuntersuchung anschließen. Voraussetzung für die behördliche Anordnung einer Sanierungsuntersuchung bildet § 13, Abs. 1 BBodSchG. Dabei geht die Behörde davon aus, daß die festgestellte Gefahr durch geeignete, zumutbare und angemessene Maßnahmen beseitigt werden kann.

Generell dient die Sanierungsuntersuchung der Auswahl einer optimalen Variante der Gefahrenabwehr unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Aspekte. Auf der Grundlage einer Sanierungsuntersuchung kann die zuständige Behörde eine Sanierungsanordnung treffen.

Nach BBodSchG kann die zuständige Behörde nach § 13, Abs. 1 von einem zur Sanierung Verpflichteten die notwendigen Untersuchungen zur Entscheidung über Art und Umfang der erforderlichen Maßnahmen (Sanierungsuntersuchungen) sowie die Vorlage eines Sanierungsplanes verlangen.

4.2 Sanierungsuntersuchung

Aufgabe der Sanierungsuntersuchung ist es, unter Berücksichtigung der Nutzung, den standortspezifischen Gegebenheiten sowie der Akzeptanz der Betroffenen eine Entscheidung über Art und Umfang der erforderlichen Sanierungsmaßnahmen zu ermöglichen.

Die Sanierungsuntersuchung ist demnach das Bindeglied zwischen Gefährdungsabschätzung und Sanierungsplanung. Sie beinhaltet die vollständige Beschreibung aller Einzelmaßnahmen bis hin zu Maßnahmen der Überwachung und Nachsorge mit Ausweisung des Zeit- und Kostenrahmens.

Ergebnis einer Sanierungsuntersuchung ist der Sanierungsplan. Hierfür wurde bisher oft auch die Bezeichnung Sanierungskonzept verwendet. Der Sanierungsplan soll nach § 13 BBodSchG insbesondere enthalten:

- eine Zusammenfassung der Gefährdungsabschätzung und der Sanierungsuntersuchungen (Kenntnisstandsanalyse),
- Angaben über die bisherige und künftige Nutzung der zu sanierenden Grundstücke und
- die Darstellung des Sanierungszieles und die hierzu erforderlichen Dekontaminations-, Sicherungs-, Schutz-, Beschränkungs- und Eigenkontrollmaßnahmen sowie die zeitliche Durchführung dieser Maßnahmen.

Die hierzu im einzelnen auszuführenden Arbeitsschritte sind:

– *Zusammenstellung der Grundlagen für die Sanierungsuntersuchung*

Zusammenstellung aller vorhandenen Unterlagen, Daten und Informationen inklusive der Ergebnisse aus vorangegangenen Untersuchungen,
Ortsbesichtigungen, Aufnahme von für die Sanierungsuntersuchungen relevanten Sachverhalten und Prüfen der Zugänglichkeit des Standortes

– *Analyse der Grundlagen für Sanierungsuntersuchung*

Prüfung aller Unterlagen auf Vollständigkeit und Plausibilität,
Aufzeigen von Defiziten hinsichtlich der Vollständigkeit der durchgeführten Untersuchungen und/oder der Qualität der abgeleiteten Aussagen,
Bewerten der Zielvorstellungen der bestehenden Gefährdungsabschätzungen in Hinblick auf Aktualität und Durchführbarkeit

– *Behebung der Defizite*

Durchführung ergänzender Untersuchungen,
Überarbeitung der Bewertung vorliegender Unterlagen

– *Entwickeln der Sanierungsalternativen*

Untersuchung von Lösungsmöglichkeiten im Hinblick auf die Erreichbarkeit der Sanierungsziele unter Beachtung des Standes der Wissenschaft und der Technik,
Abschätzung eines Zeit- und Kostenrahmens für die möglichen Sanierungsvarianten,
Aufzeigen der rechtlichen Rahmenbedingungen,
Vergleichende Bewertung der Alternativen,
Vergleichende Bewertung der Alternativen im Hinblick auf Kosten und Zeit, Sanierungsergebnis bei vergleichbarem Kostenaufwand,
Empfehlung im Ergebnis der Bewertung der Alternativen,

– *Technische Erprobung ausgewählter Sanierungsalternativen*

Realisierung von erforderlichen Vorversuchen für die Durchführbarkeit der ausgewählten Sanierungsalternativen,
Empfehlung des geeigneten Sanierungsverfahrens und Abstimmung mit den Gefahrenabwehrbehörden,

– *Vorplanung*

Abstimmen der Zielvorstellungen auf die Randbedingungen, hier insbesondere Raumplanung, Bauleitplanung, Rahmenplanung sowie örtliche und überörtliche Fachplanung.
Dazu gehören:

Untersuchung von Lösungsmöglichkeiten mit ihren Einflüssen auf bauliche und konstruktive Gestaltung, Zweckmäßigkeit, Wirtschaftlichkeit unter Beachtung der Umweltverträglichkeit,

Erarbeiten eines Planungskonzeptes mit Untersuchung der alternativen Möglichkeiten nach gleichen Anforderungen einschließlich zeichnerischer Darstellung und Bewertung unter Einarbeitung der Beiträge der anderen an der Planung fachlich beteiligten Spezialunternehmen,

Klären und Erläutern der wesentlichen fachspezifischen Zusammenhänge, Vorgänge, Bedingungen,

Vorverhandlung mit Behörden (LRA, RP, STAU) und anderen an der Planung fachlich Beteiligten über die Genehmigungsfähigkeit, ggf. Bezuschussung und Kostenbeteiligung,
Erläuterung des Planungskonzeptes gegenüber Bürgern und politischen Gremien,
Überarbeiten des Konzeptes nach Bedenken und Anregungen,
Bereitstellen von Unterlagen aus dem Vorentwurf zur Verwendung bei weiteren Planungen,
Zusammenstellung der Vorplanungsergebnisse,

– *Dokumentation und Präsentation:*

Dokumentation der Ergebnisse der Sanierungsuntersuchung und Präsentation der Ergebnisse.

Die auszuführenden Arbeiten entsprechen denen einer Vorplanung nach dem Leistungsbild der HOAI bzw. der Leistungsstufe III für Planer- und Gutachterleistungen bei der Altlastensanierung der AHO-Fachkommission Altlasten /46/. Die in der ITVA Arbeitshilfe Sanierungsuntersuchung /47/ erläuterten Arbeitsschritte umfassen schwerpunktmäßig die Gutachter-/Ingenieurleistungen (wie z. B. Begutachtung, Planung, Koordination und Betreuung der Leistungen Dritter).

Ferner kann es im Rahmen der Sanierungsuntersuchung erforderlich sein, neben den Gutachter-/Ingenieurleistungen auch VOB- bzw. VOL-Leistungen zur konkreten Abwägung von Sanierungsvarianten zu erbringen (u.a. Pegelerstellung, Brunnenbau, Probennahme und Analytik, Prüfung von Bodeneigenschaften).

Für die grundsätzlich verfügbaren und geeigneten Verfahren oder Verfahrenskombinationen davon sind realisierbare standortspezifische Sanierungsszenarien zu entwickeln und standortspezifisch bezüglich der Umsetzbarkeit zu prüfen. Unter einem Sanierungsszenario sind die auf die Standort- und Schadstoffverhältnisse angepaßten, sich ergänzenden Sanierungstechniken/-verfahren inkl. sämtlicher begleitender und nachfolgender Leistungen zu verstehen, die dem Stand der Technik entsprechen und als geeignet ausgewählt werden.

Jedes Sanierungsszenario muß sowohl die gesetzlichen Vorschriften und Regelungen sowie die von den Fachbehörden für den Einzelfall festgelegten Anordnungen/Vorgaben erfüllen. Dabei sind sowohl die Sanierungsverfahren bzw. Kombinationen von Sanierungs- und Sicherungsverfahren als auch sämtliche relevanten begleitenden und nachfolgenden Leistungen unter Berücksichtigung standortspezifischer Aspekte und Erfahrungswerte zusammenzustellen und auf die Umsetzung vor Ort im Rahmen eines "Planspiels" zu prüfen. Relevante Aspekte bei der Entwicklung der Sanierungsszenarien sind u.a.:

- Baustelleneinrichtung (Platzbedarf etc.),
- Durchführbarkeit (bautechnische Umsetzung, Platzbedarf, Zugänglichkeit),
- Entfernung von Bewuchs,
- Abbruch (Dekontamination, Brechen, Separation, Entsorgung etc.),
- Aushub von Boden (Mengen, Baugrubensicherung, Arbeitsschutz, Fundamente, Kabel, Ver- und Entsorgungsleitungen etc.),
- Boden- oder Abfallzwischenlagerung (auf dem Gelände oder außerhalb, Mengen, Anforderungen etc.),
- Bodentransport (auf dem Standort oder außerhalb, Mengen, Entfernungen, Straße, Schiene, Wasser, Container etc.),
- Umbauarbeiten während der Sanierung,
- Entsorgungsmöglichkeiten und -wege (Art und Mengen, Wiederaufbereitung, Deposition etc.),

- Wiedereinbau des gereinigten Materials (Mengen, Verdichtungsfähigkeit etc.),
- Einhaltung des Grundsatzes: Verwerten vor Dekontaminierung vor Sicherung,
- Qualitätssicherung (Eigen- und Fremdüberwachung, behördliche Überwachung etc.),
- Nachsorgemaßnahmen (Sickerwasserfassung und -behandlung),
- Wiederherstellung der Nutzbarkeit (Aufbringen von Oberboden, Landschaftsgestaltung, Elektro-, Gas-, Wasseranschluß, Kanalisation etc.),
- Langzeitüberwachung (Monitoring-Programme für Sickerwasser, Grundwasser, Gas, Bodenluft und Oberflächenwasser),
- Arbeitsschutz- und Emissionsschutz, Sicherheitskonzept (Schwarz-Weiß-Anlage, Reifenwaschanlage, Teil- und/oder Vollschutz, arbeitsmedizinische Untersuchungen und Begleitung etc.) und Notfallplan,
- erforderliche Genehmigungen, Genehmigungsaufgaben,
- Akzeptanz bei Betroffenen sowie Nutzern,
- Öffentlichkeitsarbeit (Bürgerinformation und -beteiligung etc.),
- Überprüfung der Notwendigkeit von Entschädigung, Evakuierung oder Umsiedlung der Betroffenen.

Die Sanierungsszenarien sind zu skizzieren und die jeweilige Machbarkeit ist zu erläutern. Umsetzbare Sanierungsszenarien sind einer Detailbewertung zu unterziehen. Ggf. ist auf ergänzende Vorversuche oder Nachweise zur Klärung von Detailproblemen hinzuweisen.

Das mit der Sanierungsplanung beauftragte Unternehmen hat zu klären, welche Duldungen, Erlaubnisse, Genehmigungen oder sonstige behördliche Zulassungen für die ausgewählte Sanierungsvariante benötigt werden. Der Bericht zur Sanierungsuntersuchung bildet somit die Basis für die Erstellung des Sanierungsplanes. Bei off-site-Sanierungen sind auch Fragen des Transportes sowie der Entsorgung (Behandlung, Ablagerung) oder Verwertung kontaminierter Böden und anderer Abfälle zu klären.

4.3 Ausführungsplanung und Sanierung

4.3.1 Ausführungsplanung

Die mit dem Vorliegen des Sanierungsplanes abgeschlossene Sanierungsuntersuchung ermöglicht die Entscheidung über die durchzuführenden Sanierungsmaßnahmen. Danach ist die Planung bis zur vergabereifen Leistungsbeschreibung der Einzelmaßnahmen weiterzuführen. Sie umfaßt Entwurfs-, Genehmigungs- und Ausführungsplanung, baut auf die im Rahmen der Sanierungsuntersuchung ausgeführte Vorplanung auf und ist unter Berücksichtigung aktueller technischer und wissenschaftlicher Entwicklungen und öffentlich-rechtlicher, verwaltungstechnischer, finanzieller und zeitlicher Aspekte sowie planerischer Vorgaben weiter zu entwickeln.

Nach abgeschlossener Sanierungsuntersuchung und der hierbei ermittelten optimalen Sanierungsvariante und der durchgeführten Vorplanung liegen die Grundlagen für die Entwurfsplanung zur Durchführung der Sanierung vor.

Vorplanung (siehe auch Punkt 4.2)

Vom Planer ist der Sanierungsplan zunächst auf Plausibilität und Nachvollziehbarkeit der bestätigten Sanierungsvariante zu prüfen. Insbesondere ist zu beachten, inwieweit sich technische und wissenschaftliche Erkenntnisse (fachspezifische Anforderungen) fortentwickelt haben und berücksichtigt werden müssen und welche übrigen Rahmenbedingungen oder Planungs- und Nutzungsvorgaben eine Änderung erfahren

haben. Hierzu ist die Abstimmung mit allen an der Planung Beteiligten zwingend erforderlich. Grundsätzlich ist die Durchführung von Sanierungsmaßnahmen nicht unabhängig von den übrigen Flächenentwicklungs- und Flächenmaßnahmen /48,49/ anzusehen, sondern eine integrale Betrachtung durchzuführen.

Zielkonflikte, die sich aus den unterschiedlichen Planungszeiten von Sanierungsmaßnahmen und Baumaßnahmen ergeben, können vermieden werden, wenn mit der Planung von Sanierungsmaßnahmen frühzeitig begonnen wird. Es ist eine Zeit- und Kostenprognose durchzuführen, deren Ergebnisse in einem Ablaufdiagramm (z.B. Balkenplan für die Zeitprognose) unter Kenntlichmachung der einzelnen Teilziele (Meilensteine) darzustellen sind.

Ferner sind ein sanierungsbegleitender Arbeitssicherheitsplan (ZH 1/183 /2/) aufzustellen sowie Betriebsanweisungen zu formulieren. Wichtige Hinweise dazu sind im sächsischen Leitfaden zum Arbeitsschutz bei der Altlastenbehandlung /19/ zusammengestellt. Ein Meßprogramm zur Feststellung auftretender Emissionen bzw. Immissionen rundet die Maßnahmen des Gesundheitsschutzes ab.

Soweit durch den Sanierungsverpflichteten öffentliche Mittel des Landes Sachsen-Anhalt in Anspruch genommen werden, müssen vom Planer die Anträge auf Finanzierung vorbereitet werden, damit bei der Sanierungsdurchführung ein reibungsloser Arbeitsablauf gewährleistet werden kann.

Wird durch die zuständige Behörde nach BBodSchG vom Sanierungspflichtigen die Erstellung eines Sanierungsplanes verlangt, sind dessen Festlegungen in die Planungsunterlagen zur Sanierung zu integrieren.

Entwurfsplanung

Die Entwurfsplanung soll mit den zuständigen Behörden und anderen fachlich Beteiligten hinsichtlich ihrer Genehmigungsfähigkeit abgestimmt werden. Nach § 12 BBodSchG ist der Eigentümer des von der Untersuchung oder Sanierung der Altlast betroffenen Grundstücks verpflichtet, sonstige betroffene Nutzungsberechtigte und die betroffene Nachbarschaft von der bevorstehenden Durchführung der Maßnahme zu informieren. Dabei sind die zur Beurteilung der Maßnahme wesentlichen Unterlagen zur Einsichtnahme zur Verfügung zu stellen. Es muß den Betroffenen möglich sein, die Auswirkungen der Maßnahmen auf ihre Belange zu beurteilen. Das Ergebnis der durchgeführten Abstimmungsgespräche führt unter angemessener Berücksichtigung der Anregungen und Bedenken zu einer abschließenden Entwurfsplanung unter Zusammenfassung aller Entwurfsunterlagen in Berichtsform.

Genehmigungsplanung

Im Rahmen der Genehmigungsplanung sind alle jeweils für den Einzelfall erforderlichen abfallrechtlichen, wasserrechtlichen, baurechtlichen und immissionsschutzrechtlichen Genehmigungen von Sanierungen, gegebenenfalls der Anträge auf Ausnahmen und Befreiungen zu beantragen. Berücksichtigt werden müssen hierbei die Belange betroffener Dritter und möglicherweise zivilrechtliche Ansprüche auf Ausgleich oder Schadenersatz.

Im Falle von Bergbau-Sanierungsmaßnahmen sind die erforderlichen bergrechtlichen Genehmigungen § 55 BBergG (Abschlußbetriebsplanverfahren) einzuholen. Üblicherweise sind Genehmigungsunterlagen in Form von Betriebsplanänderungen oder -ergänzungen anzufertigen und vom Bergbauunternehmer beim zuständigen Bergamt einzureichen.

Erklärt die zuständige Behörde den Sanierungsplan nach § 13 (6) BBodSchG für verbindlich, werden andere behördliche Entscheidungen, die die Sanierung betreffen, mit

eingeschlossen, wenn sie einvernehmlich erlassen wurden und in dem für verbindlich erklärten Plan aufgeführt sind.

Ausführungsplanung

Die ausführungsfähigen Projektunterlagen der technischen Gefahrenabwehrmaßnahmen werden in der Leistungsstufe der Ausführungsplanung erstellt. In der Leistungsstufe Vorbereitung der Vergabe sollten die Vergabeunterlagen auch die Anforderungen an den Gesundheits- und Arbeitsschutz umfassen. Ein weiteres wesentliches Element, z.B. bei (bautechnischen) Sicherungsmaßnahmen wie Oberflächenabdichtungen oder vertikalen Dichtwänden, ist der Qualitätssicherungsplan, bestehend aus den Elementen der Eigenüberwachung, Fremdüberwachung und der behördlichen Überwachung. Ebenso wie der Sicherheitsplan ist der Qualitätssicherungsplan mit der im Einzelfall sachlich und örtlich zuständigen Behörde abzustimmen.

Vergabeunterlagen

In der Praxis der Sanierungsplanung ist es in den Leistungsphasen Ausführungsplanung und Vorbereitung der Vergabe häufig üblich, abweichend von der im Bauwesen praktizierten Umsetzung einer Ausführungsplanung in ein umfassendes konstruktives Leistungsverzeichnis, Sanierungsmaßnahmen überwiegend funktional auszuschreiben. Diese Ausschreibungsform stellt eine Ausnahmeform dar, die nur den Rahmen oder das Programm (Ergebnis, Sanierungserfolg) der gewünschten Leistungen absteckt und es den Bietern überläßt, zur Abgabe eines Angebotes den gesteckten Rahmen mit einem eigenem Konzept auszufüllen.

Da den Bietern damit indirekt planerische und konzeptionelle Vorarbeiten abverlangt werden, die nicht vergolten werden, ist es unzulässig, Ausschreibungen nur deshalb funktional auszuführen, um den eigenen planerischen Aufwand auf diesem Wege zu minimieren. Sollte der Auftraggeber die Möglichkeit sehen, daß Bieter aufgrund spezieller unternehmerischer Erfahrungen eine Sanierung wirtschaftlicher ausführen können als der planerische Ansatz dies vorsieht, sollten neben der planerisch vorbereiteten und mit Leistungsverzeichnis ausgeschriebenen Leistung Nebenangebote und Änderungsvorschläge ausdrücklich zugelassen werden. Auf die Besonderheiten und Probleme der funktionalen Vergabe wird in Veröffentlichungen /50/ hingewiesen. So dürfen Grundsatzentscheidungen der Sanierung nicht im Rahmen des Vergabeverfahrens getroffen werden. Auch im Falle der Vergabe einer Leistung auf dem Wege einer funktionalen Leistungsbeschreibung hat der Auftraggeber im eigenen Interesse umfassende planerische Vorleistung zu erbringen. Keinesfalls sollte die Vergabe mit funktionaler Leistungsbeschreibung dazu dienen, die Planungskosten zu minimieren. Die Praxis zeigt, daß eine schlecht vorbereitete Vergabe mit funktionaler Leistungsbeschreibung häufig zu Problemen bei der Umsetzung der Maßnahme und zu einer Flut von Nachträgen führt.

Allgemeine Hinweise zur Sanierungsplanung

Generell sind Planungen entsprechend den Leistungsphasen der HOAI auszuführen, wenn die Voraussetzungen dafür gegeben sind. Im Falle der Errichtung technischer Bauwerke im Zuge von Sicherungs- oder Sanierungsarbeiten betrifft dies insbesondere Abdichtungen von Altablagern und kontaminierten Standorten /51,52/, da diese Ingenieurbauwerke (Oberflächenabdichtung, vertikale Dichtwände) Bestandteil der Objektliste für Ingenieurbauwerke in § 54 der HOAI sind. Dies gilt auch für die Planungsanforderungen an Erd- und Tiefbauarbeiten incl. hierfür erforderlicher Nebenarbeiten wie Verbau, Wasserhaltungen u. dgl., die bei vielen Dekontaminationsmaßnahmen die Kernleistung bilden.

Allerdings sind für eine Vielzahl der insgesamt möglichen Verfahren der Sicherung oder Sanierung kontaminierter Standorte entsprechende Leistungsbilder in der HOAI nicht enthalten. In Kenntnis dessen wurde durch die AHO-Fachkommission "kontaminierte und kontaminationsverdächtige Standorte - Altlasten" ein Vorschlag zum Leistungsbild für Planer- und Gutachterleistungen bei der Altlastenbearbeitung unterbreitet, der sechs Leistungsstufen beschreibt /46/. In der Leistungsstufe IV (Sanierungsplanung und -überwachung) werden Grundleistungen sowie besondere Leistungen der Sanierungsplanung entsprechend den allgemeinen Gliederungen der HOAI beschrieben. Deren Anwendung bei der Planung erforderlicher Gefahrenabwehrmaßnahmen richtet sich nach dem jeweils konkreten Einzelfall und soll nicht weiter spezifiziert werden.

4.3.2 Sanierung

Die Sanierungsausführung erfolgt üblicherweise im Rahmen eines Werkvertrages. Die Vergabeunterlagen enthalten daher die Beschreibung der zu erbringenden Leistungen. Altlastensanierungen haben üblicherweise den Charakter von Bauleistungen. Es wird empfohlen, zur eindeutigen vertraglichen Gestaltung die Regeln der VOB bei der Vergabe und Bauausführung anzuwenden. Auf die vertragliche Fixierung der Anforderungen des Sicherheits- und Gesundheitsschutzplanes sowie des Qualitätssicherungsplanes ist zu achten. Bewährt hat sich die Erstellung entsprechender Zusätzlicher Technischer Vertragsbedingungen, die bereits Bestandteil der Vergabeunterlagen sind und im Auftragsfall ebenso wie die Zusätzlichen Vertragsbedingungen, Besondere Vertragsbedingungen und die VOB Vertragsbestandteil werden sollten.

Auf Einzelheiten von Sanierungsverfahren und deren Eignung soll im vorliegenden Leitfaden nicht näher eingegangen werden. Es wird lediglich auf eine begrenzte Auswahl von Veröffentlichungen verwiesen, die die bestehenden Möglichkeiten der Dekontaminations- und Sicherungsmaßnahmen für die Umweltkompartimente Boden /53,54,55,56,57,58,59/, Wasser /60,61,63/ und Luft /62,63/ zunächst unter verschiedenen Aspekten strukturieren und einzelne Verfahren in der Wirkung, in Vor- und Nachteilen beschreiben /64/.

4.4 Langzeitüberwachung und Nachsorge

Langzeitüberwachungen können bei Erkenntnisdefiziten, die nach Abschluß detaillierter Erkundungen verbleiben, oder nach Abschluß durchgeführter Sanierungsmaßnahmen erforderlich sein. Im ersten Fall sind Gefahren entweder nachzuweisen oder auszuschließen, im zweiten Fall ist die zeitliche Wirksamkeit der durchgeführten Sicherungs-/Sanierungsmaßnahme zu dokumentieren /65/.

4.4.1 Langzeitüberwachung vor einer Sanierung

Im Ergebnis einer detaillierten Erkundung kann sich ergeben, daß trotz festgestellter Kontaminationen keine eindeutigen Nachweise einer weiteren Ausbreitung dieser Kontaminationen erbracht werden können oder daß Sanierungsmaßnahmen aufgrund ihrer Bedeutung und ihrer zeitaufwendigen Planung zurückgestellt werden müssen (Festlegung von Sanierungsprioritäten). Auch in diesen Fällen kann die zuständige Behörde nach pflichtgemäßem Ermessen eine Überwachung verlangen.

Die zu untersuchenden Parameter und die zu verwendenden Methoden werden anhand der Ergebnisse der detaillierten Erkundung festgelegt, wobei die Meßstellen möglichst nahe an den nachgewiesenen Kontaminationen plaziert werden sollten. Bei der Festlegung der Untersuchungsintervalle sind die Art der Kontaminationen, die geologischen und

hydrogeologischen Bedingungen und die Sensibilität der Nutzung der Flächen und des Grundwassers zu berücksichtigen. Die Dauer der Überwachung bis zu einer Neubewertung der Gefahrenlage hängt von den Ergebnissen der Überwachungsuntersuchungen ab. Bei negativen Befunden kann eine Überwachung über lange Zeiträume notwendig sein, wobei die Untersuchungsintervalle nach 2-3 Jahren bedeutend größer gewählt werden können.

Neben der meßtechnischen Überwachung können auch Kontrollen durch Begehung zweckmäßig sein. Dabei ist zum Beispiel auf Geruch, Sickerwasseraustritt, Veränderungen der Vegetation, Setzungen aber auch auf Nutzungsänderungen zu achten.

4.4.2 Langzeitüberwachung nach erfolgten Sanierungsmaßnahmen

Sanierungsmaßnahmen, bei denen durch technische Mittel Transferpfade unterbrochen wurden und/oder Kontaminationen im Grundwasser und im Boden zur Gefahrenabwehr nicht oder nur teilweise entfernt wurden, können eine zeitlich begrenzte Wirksamkeit haben. In solchen Fällen soll die Wirksamkeit dieser durchgeführten Maßnahmen langfristig überwacht werden.

4.4.3 Erstellen von Überwachungsprogrammen

Zum Überwachungsprogramm gehören

- die Festlegung von Meßpunkten,
- die Auswahl der zu untersuchenden Parameter (Untersuchungsumfang),
- die Wahl der Untersuchungsmethoden,
- die Festlegung der Untersuchungsintervalle und
- die Festlegung der Dauer der Überwachungsmaßnahme.

Die Angabe von typisierten Langzeitüberwachungsprogrammen ist aufgrund der sehr unterschiedlichen Fallgestaltung und der noch vorhandenen Erkenntnisdefizite hinsichtlich des Ausmaßes der in das Grundwasser eingedrungenen Schadstoffe, deren Ausbreitungsverhalten sowie der Dauer und des Ausmaßes der Wirksamkeit der technischen Maßnahmen nicht möglich.

Langzeitüberwachungsprogramme sind somit im Einzelfall bezogen auf die spezifische Standort- und Kontaminationssituation und im Zusammenhang mit der jeweiligen Sanierungsmaßnahme aufzustellen.

Die Meßpunkte werden möglichst nah zu den realisierten technischen Maßnahmen unter Berücksichtigung der geologischen und hydrogeologischen Bedingungen gewählt. Die zu untersuchenden Parameter richten sich nach den Ergebnissen der detaillierten Erkundung oder der Sanierungsuntersuchung. Dabei ist eine Beschränkung auf Leitparameter sinnvoll. Die Anzahl der zu beprobenden Parameter kann in den Fällen, in denen die Überwachungsmaßnahme der Feststellung oder des Ausschlusses einer Gefahr dient, in Abhängigkeit von den Ergebnissen in deren Verlauf ggf. reduziert werden.

Die Wahl der Überwachungsmethode und der Maßnahmen zur Nachsorge richten sich sowohl nach den Erkenntnissen aus der durchgeführten detaillierten Erkundung bzw. der Sanierungsuntersuchung als auch nach der Art der Sanierungsmaßnahme.

Zu Untersuchungsintervall und Dauer der Überwachungsmaßnahme sind vom Planer bereits im Rahmen der Vorlage des Sanierungskonzeptes Aussagen zu treffen. Die Überwachungsintervalle sind zeitlich gestuft zu wählen. Zur Begleitung der technischen Maßnahmen orientiert sich das Intervall an der zu erwartenden Langzeitstabilität.

Geht man z.B. bei einer Schlitz- oder Spundwand zur Verhinderung des Abströmens von kontaminiertem Grundwasser von einer Wirkdauer von 10 Jahren aus, so kann, nachdem die anfängliche Wirksamkeit der Maßnahme nachgewiesen wurde, zunächst ein entsprechend großes Zeitintervall, z.B. je eine Überwachungsmessung im Abstand von ca. zwei Jahren, gewählt werden. Nach Ablauf von 80 % der angenommenen Wirkdauer, demnach nach 8 Jahren, sind die Zeitintervalle auf zwei Messungen pro Jahr zu verkürzen. Wird ein Verlust der Funktionsfähigkeit festgestellt, ist die Möglichkeit der Wiederherstellung zu prüfen und ggf. zu realisieren. Ist diese Möglichkeit der Nachsorge nicht gegeben, ist eine erneute Gefährdungsabschätzung unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus der durchgeführten Langzeitüberwachung und den ggf. eingetretenen Nutzungsänderungen des Standortes und seines Umfeldes durchzuführen.

Für den Fall, daß das Untersuchungsprogramm der Klärung der langfristig von der vorhandenen Kontamination ausgehenden Emissionen und der Gefahrenlage dient, kann nach einem abgesteckten Zeitrahmen (z.B. 2 bis 3 Jahre) eine Reduzierung des Überwachungsintervalls von anfänglich 2 bis 4 Untersuchungen pro Jahr bis hin zur Bestätigung eines Vorliegens oder Fehlens einer Gefahr vorgenommen werden.

Eine Langzeitüberwachung kann beendet werden, wenn nach erfolgter Sanierung einer Altlast auf absehbare Zeit von ihr keine Emissionen ausgeht oder von einem belasteten Grundwasserleiter keine Beeinträchtigungen für die übrigen Schutzgüter zu erwarten sind. Bei der Entscheidung über die Einstellung der Überwachungsmaßnahmen sind der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit und das Wohl der Allgemeinheit zu beachten.

In der Arbeitshilfe "Technisch- organisatorische Anforderungen an die qualitätsgesicherte Altlastensanierung" des ITVA /68/ finden sich wertvolle Hinweise über notwendige Qualitätsstandards und sinnvollerweise anzustrebende Qualitätsmaßstäbe für das Gebiet der Altlastensanierung und insbesondere für die Überwachung und Nachsorge.

4.4.4 Dokumentation der Ergebnisse der Langzeitüberwachung

Nach § 15 BBodSchG unterliegen Altlasten und altlastverdächtige Flächen der Überwachung durch die zuständige Behörde. Die zuständige Behörde kann die Durchführung von Eigenkontrollmaßnahmen verlangen. Zur Eigenkontrolle können insbesondere Boden- und Wasseruntersuchungen sowie die Einrichtung und der Betrieb von Meßstellen angeordnet werden. Die Ergebnisse dieser Eigenkontrollmaßnahmen sind zu dokumentieren und fünf Jahre aufzubewahren. Darüber hinaus kann die zuständige Behörde im Einzelfall eine längerfristige Aufbewahrung anordnen und verlangen, die Eigenkontrollmaßnahmen von Sachverständigen durchführen zu lassen. Die Ergebnisse der Eigenkontrollmaßnahmen sind der zuständigen Behörde auf Verlangen mitzuteilen.

Die Überwachungs- und Nachsorgemaßnahmen sind auch deshalb fortlaufend zu dokumentieren und gutachterlich zu bewerten, um ihre Verhältnismäßigkeit zu gewährleisten. Ebenso ist die Qualität der Maßnahmen zu sichern und zu kontrollieren. Als Kostenfaktor werden diese Maßnahmen in der Planung oft unterschätzt.

In der Materialsammlung des Umweltbundesamtes /65/ wurden im Rahmen von FuE-Vorhaben 25 abgeschlossene Sanierungsmaßnahmen nach festgelegten Schwerpunktbereichen ausgewertet. Im Ergebnis dieses Vorhabens wurden erhebliche Defizite bei der Langzeitüberwachung und der Nachsorge erkannt:

- Bei der Planung von Sicherungsmaßnahmen wurden notwendige Nachsorgearbeiten oft nicht berücksichtigt und sind nur mit vergleichsweise großem Aufwand zu realisieren, falls dies überhaupt möglich ist.
- Funktionskontrollen bei Sicherungsbauwerken sind häufig nur bedingt möglich.
- Über die Gewährleistungspflicht technischer Anlagen zur Dekontamination oder Sicherung hinaus ist deren Wartung häufig unzureichend geregelt.
- Monitoring-Programme für die Medien Bodenluft und Grundwasser weisen mitunter nicht den erforderlichen Umfang auf. Bilanzierungen entfernter oder ausgetragener Schadstoffe sind oft nicht möglich.
- Eine iterative Neubeurteilung der Gefahrenlage im Verlauf einer Langzeitüberwachung in vorgegebenen Zeitabständen oder bei Veränderungen am Standort ist nicht die Regel.
- Beweissicherungsverfahren insbesondere zur Klärung von Folgeschäden bei bebauten Altlasten werden teilweise nur unzureichend durchgeführt.

Das Aufzeigen dieser Defizite läßt auf die Notwendigkeit schließen, bei der Planung von Sicherungs-/Sanierungsmaßnahmen die Überwachung und die Nachsorge in ausreichendem Maße zu berücksichtigen, um langfristig einen Sanierungserfolg zu garantieren.

Literaturverzeichnis

- /1/ LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ SACHSEN-ANHALT : Leitfaden zum Altlastenprogramm. - Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Heft 20, Halle, 1996
- /2/ HAUPTVERBAND DER GEWERBLICHEN BERUFSGENOSSENSCHAFTEN - FACHAUSSCHUSS TIEFBAU: Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit in kontaminierten Bereichen, ZH 1/183. 1997
- /3/ Betriebsanweisung und Unterweisung nach § 20 GefStoffV, Technische Regeln für Gefahrstoffe, TRGS 555.- Ausgabe März 1989, Fassung Oktober 1989
- /4/ BDG ARBEITSKREIS UMWELT GEOLOGIE: Empfehlungen zur Bodenprobennahme bei Altlasten- und Verdachtsflächenuntersuchungen, 1995
- /5/ NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG UND BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE : Symbolschlüssel Geologie (SEP), Hannover, 1991
- /6/ SCHULZ, N., WIENBERG, R.: Bodenansprache bei altlastenverdächtigen Auffüllungen. - altlasten-spektrum 2/94, S. 79
- /7/ OBERFINANZDIREKTION HANNOVER, LANDESBAUABTEILUNG (1996): Arbeitshilfen Altlasten zur Anwendung der baufachlichen "Richtlinien für die Planung und Sanierung belasteter Böden" des BMBau auf Liegenschaften des Bundes. - Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Bundesministerium der Verteidigung, Band I/II, 1. Auflage, Bonn
- /8/ DEUTSCHER VEREIN DES GAS- UND WASSERFACHES e.V, DVGW: Bau und Betrieb von Grundwasserbeschaffenheitsmeßstellen, DVGW-Merkblatt W 121. - Technische Mitteilungen, Oktober 1988
- /9/ FRANZIUS, V., WOLF, K., BRANDT, E.: Handbuch der Altlastensanierung.- C. F. Müller Verlag, Hüthig GmbH, Heidelberg, 1997
- /10/ UMWELTBEHÖRDE HAMBURG, FACHAMT GEWÄSSER- UND BODENSCHUTZ, ARBEITSKREIS QUALITÄTSSICHERUNG: Planung von Grundwasserbeschaffenheitsmeßstellen im Bereich von Altlasten und Untergrundverunreinigungen, Merkblatt Nr.2, 1993
- /11/ UMWELTBEHÖRDE HAMBURG, FACHAMT GEWÄSSER- UND BODENSCHUTZ, ARBEITSKREIS QUALITÄTSSICHERUNG: Bau von Grundwasserbeschaffenheitsmeßstellen, Merkblatt Nr. 3, 1995
- /12/ DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU e.V., DVWK-FACHAUSSCHUSS GRUNDWASSERCHEMIE: Entnahme und Untersuchungsumfang von Grundwasserproben, DVWK Regeln 128/1992
- /13/ UMWELTBEHÖRDE HAMBURG, FACHAMT GEWÄSSER- UND BODENSCHUTZ, ARBEITSKREIS QUALITÄTSSICHERUNG: Horizontierte Grundwasserprobennahme, Merkblatt Nr. 7, 1996

- /14/ ERTEL, T., KIRCHHOLTES, H.-J.: Untersuchung einer flächenhaften Altlast. - 8. Kongreß Grundwassersanierung, UTECH Berlin, 19./20.02.1997. - IWS-Schriftenreihe Band 28, S. 137 ff.
- /15/ RUF, J.: Bodenschutz und Grundwasserschutz, Gemeinsame Grundsätze bei Gefahrenbeurteilung und Vorsorge. - Bodenschutz 2 (1997) S. 52 ff
- /16/ WÄCHTER, H.: DEV S4 - Anmerkungen zu einem (un)beliebten Untersuchungsverfahren. - altlasten-spektrum 5/95, S. 225
- /17/ ZEIHSEL, H., BRÜMMER, G. W.: Chemische Extraktion zur Bestimmung von Schwermetallbindungsformen in Böden. - Mitteilung Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft 59/I, 1988, S. 505 ff.
- /18/ FÖRSTNER, U.: Analyse und Prognose der Metallmobilität in Böden und Abfällen, Altlastensanierung 1988, Zweiter Internationaler TNO/BMFT-Kongreß. - Tagungsband, Band 1, S. 1 ff.
- /19/ SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE, SÄCHSISCHES LANDESINSTITUT FÜR ARBEITSSCHUTZ UND ARBEITSMEDIZIN: Leitfaden zum Arbeitsschutz bei der Altlastenbehandlung. - Materialien zur Altlastenbehandlung 5/1998, Dresden
- /20/ LANDESAMT FÜR WASSER UND ABFALL NORDRHEIN-WESTFAHLEN: Mobilisierung von Schwermetallen in Porenwässern von belasteten Böden und Deponien, Entwicklung eines aussagekräftigen Elutionsverfahrens. - Materialien zur Ermittlung und Sanierung von Altlasten, Band 6
- /21/ NITSCHKE, C.: Verfahren und Vorrichtungen zur Erfassung von Systemzuständen im Boden- und Grundwasserbereich auf Grundlage von Bodenwasserproben. - 31. Darmstädter Wasserbaukolloquium, TU Darmstadt, 1991
- /22/ WEISS, H., EBERHARDT, C., GRATHWOHL, P.: Säulenversuche zur Grundwassergefährdungsabschätzung an kontaminierten Standorten. - Terratech 5/1997, S. 52
- /23/ BUNDESANSTALT FÜR MATERIALFORSCHUNG UND -PRÜFUNG, OBERFINANZDIREKTION HANNOVER: Anforderung an Untersuchungsmethoden zur Erkundung und Bewertung kontaminationsverdächtiger/kontaminierter Flächen und Standorte auf Bundesliegenschaften. - Verwaltungsvereinbarung Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung/ Oberfinanzdirektion Hannover vom 15.09.1995 in der Fassung von Februar 1997
- /24/ FRAUNHOFER INSTITUT FÜR UMWELTCHEMIE UND ÖKOTOXIKOLOGIE: Modifizierung und Erprobung eines Verfahrens zur Bestimmung von extrahierbarem Chrom (VI) neben Chrom (III) in Böden. - Abschlußbericht an das Umweltbundesamt, Berlin, zum FuE Vorhaben Nr. 107 01 016/25, Schmallenberg, 1997
- /25/ LANDESUMWELTAMTES NORDRHEIN-WESTFALEN: Bestimmung von 6 polychlorierten Biphenylen (PCB) in Böden, Schlämmen, Sedimenten und Abfällen. - Merkblatt Nr. 6, Essen, 1996
- /26/ TOUSSAINT, B.: Probenahme von Grundwasser im Rahmen der Qualitätssicherung bei der Grundwasseranalytik. - 8. Kongreß Grundwassersanierung, UTECH Berlin, 19./20.02.1997, IWS-Schriftenreihe Band 28, S. 271 ff

- /27/ LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFAHLEN: Anforderungen an Gutachter, Untersuchungsstellen und Gutachten bei der Altlastenbearbeitung. - Materialien zur Ermittlung und Sanierung von Altlasten, Band 11, 1995
- /28/ KERNDORFF, H.; SCHLEYER, R.; DIETER, H. H.: Bewertung der Grundwassergefährdung von Altablagerungen, Standardisierte Methoden und Maßstäbe. - Institut für Wasser, Boden und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes, WaBoLu-Hefte 1/1993, Berlin
- /29/ KERNDORFF, H.: Chemische und Humantoxikologische Grundlagen. - Chemie und Biologie der Altlasten, Fachgruppe Wasserchemie, GDCh, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, 1996
- /30/ BACH, T., ZEHRFELD, H.: Altlastensanierung und Gewässerschutz in den neuen Bundesländern, Anspruch und Verwirklichung des Grundwasserschutzes. - Zeitschrift für Umweltrecht, ZUR 5/96, S. 242 ff
- /31/ RAT VON SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN: Altlasten II, Sondergutachten. - Metzler-Poeschel-Stuttgart, 1995
- /32/ LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (LAWA): Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden.- Herausgegeben von der LAWA unter Vorsitz des Umweltministeriums Baden-Württemberg, Stuttgart 1994
- /33/ MINISTERIUM FÜR RAUMORDNUNG, LANDWIRTSCHAFT UND UMWELT DES LANDES SACHSEN-ANHALT: Trinkwasserzielplanung des Landes Sachsen-Anhalt. - Magdeburg, 1996
- /34/ HULPKE, H., KOCH, A., WAGNER, R.: Römpf Lexikon Umwelt. - Georg Thieme Verlag Stuttgart New York, 9. Auflage, 1995
- /35/ FORTH, W., HENSCHLER, D., RUMMEL, W., STARKE, K.: Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie. - BI Wissenschaftsverlag, 6. Auflage, 1993
- /36/ GREIM, H., DEMEL, E.: Toxikologie - Eine Einführung für Naturwissenschaftler und Mediziner. - VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, 1996
- /37/ PARLAR, H., ANGERHÖFER, D.: Chemische Ökotoxikologie: - Springer Verlag, 1991
- /38/ GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER, FACHGRUPPE UMWELTCHEMIE UND ÖKOTOXIKOLOGIE: Positionspapier Grundsätze der ökotoxikologischen Bewertung von Chemikalien und Sachstand der heutigen Praxis, 1993
- /39/ GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER, FACHGRUPPE DER WASSERCHEMIE: Chemie und Biologie der Altlasten. - Weinheim, 1997
- /40/ INDUSTRIEVERBAND PFLANZENSCHUTZ e.V.: Wirkstoffe in Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln. - Physikalisch-chemische und toxikologische Daten, Frankfurt/Main, 1982
- /41/ HASSAUER, M., KALBERLAH, F., OLTMANN, J., SCHNEIDER, K.: Basisdaten Toxikologie für umweltrelevante Stoffe zur Gefahrenbeurteilung von Altlasten. - UBA-Berichte 4/93, Erich Schmidt Verlag Berlin, 1993

- /42/ FORSCHUNGS- UND BERATUNGSINSTITUT GEFÄHRSTOFFE, FOBIG GMBH: UMS-Modell-Erweiterung/Optimierung, Umsetzung in Fallstudien. - Endbericht zum FuE-Vorhaben im Auftrag des Umweltbundesamtes, April 1997
- /43/ ARGE INSTITUT FRESENIUS GMBH UND FOCON-INGENIEURGESELLSCHAFT MBH: UMS-System zur Altlastenbeurteilung - Instrumente für die pfadübergreifende Abschätzung und Beurteilung von altlastenverdächtigen Flächen. - Abschlußbericht zum FuE-Vorhaben 109 01 215 im Auftrag des Umweltbundesamtes, Wissenschaftliche Begleitung und Fortentwicklung eines Gefährdungsabschätzungsmodells für Altlasten, Mai 1997
- /44/ UMWELTBUNDESAMT: Bewertung der Umweltgefährlichkeit ausgewählter Altstoffe durch das Umweltbundesamt. - UBA-Texte 38/96, Berlin, 1996
- /45/ GESETZ ÜBER DIE ÖFFENTLICHE SICHERHEIT UND ORDNUNG DES LANDES SACHSEN-ANHALT (SOG LSA), vom 19.12.1991 i.d.F. der Bek. vom 01.01.1996, GVBl. LSA, S. 2
- /46/ DIEDERICHS, C. J., BREITENBORN, L., RÜLLER, G.: Arbeitshilfen zur Beauftragung von Planern, Gutachtern und Firmen der Sanierung von Altlasten II. - DVP-Verlag, Wuppertal, 1996
- /47/ INGENIEURTECHNISCHER VERBAND ALTLASTEN (ITVA), FACHAUSSCHUSS H 1-5: Arbeitshilfe Sanierungsuntersuchung (Entwurf), Berlin, 16.10.1996
- /48/ LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG: Altablagerungen in der Flächennutzung. - Handbuch Altlasten und Grundwasserschadensfälle, Texte und Berichte zur Altlastenbearbeitung, Band 22, Karlsruhe, 1996
- /49/ INGENIEURTECHNISCHER VERBAND ALTLASTEN (ITVA), FACHAUSSCHUSS C 5: Arbeitshilfe "Flächenrecycling" (Gelbdruck), Berlin, 1997
- /50/ BURMEIER, H., KLOPPENBURG, V.: Die funktionale Leistungsbeschreibung in der Altlastensanierung oder "zwischen Wunsch und Wirklichkeit. - TerraTech 3/1996, S. 26 ff.
- /51/ LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG: Handbuch für die Einkapselung von Altablagerungen. - Materialien zur Altlastenbearbeitung, Band 4, Karlsruhe, 1990
- /52/ INGENIEURTECHNISCHER VERBAND ALTLASTEN (ITVA), FACHAUSSCHUSS H 1: Arbeitshilfe "Sicherheit durch vertikale Abdichtung". Berlin, 1995
- /53/ INGENIEURTECHNISCHER VERBAND ALTLASTEN (ITVA), FACHAUSSCHUSS H 1: Arbeitshilfe "Oberflächensicherung". Berlin, 1997
- /54/ INGENIEURTECHNISCHER VERBAND ALTLASTEN (ITVA), FACHAUSSUSS H 1: Arbeitshilfe "Schadstoffeinbindung durch Verfestigung als Möglichkeit der Immobilisierung", Berlin, 1994
- /55/ LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG: Handbuch der Bodenwäsche. - Materialien zur Altlastenbearbeitung, Band 11, Karlsruhe
- /56/ INGENIEURTECHNISCHER VERBAND ALTLASTEN (ITVA), FACHAUSSUSS H 1: Arbeitshilfe "Dekontamination durch Bodenwaschverfahren", Berlin, 1994

- /57/ LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG: Handbuch Mikrobiologische Bodenreinigung. - Materialien zur Altlastenbearbeitung, Band 7, Karlsruhe, 1991
- /58/ INGENIEURTECHNISCHER VERBAND ALTLASTEN (ITVA): Arbeitshilfe "Mikrobiologische Verfahren zur Bodendekontamination", Berlin, Dezember 1994
- /59/ INGENIEURTECHNISCHER VERBAND ALTLASTEN (ITVA), FACHAUSSUSS H 1: Arbeitshilfe "Dekontamination durch Thermische Bodenreinigungsverfahren", Berlin, 1995
- /60/ INGENIEURTECHNISCHER VERBAND ALTLASTEN (ITVA): Arbeitshilfe "Grundwassersanierung" (Gelbdruck), Berlin, 1994
- /61/ WESTPHAL, P.: Umfänglichkeit des Schutzgutes Grundwasser bei Altlastensanierungen und Freistellungsverfahren. - altlasten-spektrum 3/96, S. 113 ff
- /62/ LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG: Handbuch Altlasten und Grundwasserschadensfälle, Technologien der Abluftreinigung bei Bodensanierungen. - Texte und Berichte zur Altlastenbearbeitung, Band 30, Karlsruhe, 1996
- /63/ INGENIEURTECHNISCHER VERBAND ALTLASTEN (ITVA), FACHAUSSUSS H 1: Arbeitshilfe "Bodenluftsanierung", Berlin, 1996
- /64/ UMWELTBUNDESAMT, FACHGEBIET III 2.2: Technologieregister zur Sanierung von Altlasten, TERESA. - Datenbanksystem, Berlin, 1991
- /65/ DOKUMENTATION EINES FACHGESPRÄCHS IM UMWELTBUNDESAMT AM 12./13.10.1995: Anforderungen an die Überwachung von Altlastverdachtsflächen und gesicherten Altlasten. - Materialiensammlung, Berlin, 1996
- /66/ 60. DEUTSCHER JURISTENTAG, ABT. UMWELTRECHT: Konferenzmaterialien. Münster, 1994
- /67/ GESETZ ZUM SCHUTZ DES BODENS, vom 17. MÄRZ 1998, BGBl. I S.502, Jg 1998, Teil I, Nr.16, ausgegeben zu Bonn am 24. März 1998
- /68/ INGENIEURTECHNISCHER VERBAND ALTLASTEN (ITVA), FACHAUSSUSS K 1: Arbeitshilfe "Technisch-organisatorische Anforderungen an die qualitätsgesicherte Altlastensanierung", Berlin, 1998
- /69/ DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU e.V.: Tiefenorientierte Probennahme aus Grundwassermeßstellen. - DVWK Regeln 245/1997

Abkürzungsverzeichnis

AAS	Atomabsorptionsspektrometrie
AbfG	Abfallgesetz
ALVF	Altlastverdachtsfläche
AOX	Adsorbierbare halogenierte Kohlenwasserstoffe
ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
BBergG	Bundesberggesetz
BBodSchG	Bundes-Bodenschutzgesetz
BDG	Berufsverband Deutscher Geologen, Geophysiker und Mineralogen
BodSchV	Bodenschutz- und Altlastenverordnung
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
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
FID	Flammenionisationsdetektor
GC-ECD	Gaschromatographie Elektroneneinfangdetektor
GC-FID	Gaschromatographie Flammenionisationsdetektor
GC-MS	Gaschromatographie Massenspektrum
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
GUV	Gesetzliche Unfallverhütungsvorschrift
GW	Grundwasser
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
HPLC	Hochleistungsflüssigkeitschromatographie
ICP-AES	Atomemissionsspektroskopie mit induktiv gekoppeltem Plasma
ITVA	Ingenieur-Technischer Verband Altlasten
LAGA	Länderarbeitsgemeinschaft Abfall
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LHKW	Leichtflüchtige Halogenierte Kohlenwasserstoffe
MAK	Maximale Arbeitsplatzkonzentration
MDALIS	M ittel d eutsches A ltlasten- I nformationssystem
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
TRK	Technische Richtkonzentration für kanzerogene Stoffe
TVO	Trinkwasserverordnung
UmwRG	Umweltrahmengesetz
UVV	Unfallverhütungsvorschrift der Berufsgenossenschaft
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VOB	Verdingungsordnung für Bauleistungen
VOL	Verdingungsordnung für Leistungen, ausgenommen Bauleistungen
WG LSA	Wassergesetz für das Land Sachsen-Anhalt
WHG	Wasserhaushaltsgesetz

IMPRESSUM

ISSN 0941 - 7281

Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt. – Halle (1998) 28:
Leitfaden zum Altlastenprogramm des Landes Sachsen-Anhalt - Fortschreibung

Herausgeber
und Bezug:

Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt
PSF 200841, 06009 Halle (Saale)
Sitz: Reideburger Str. 47, 06116 Halle (Saale)
Telefon (0345) 5704-0
Sachgebiet Öffentlichkeitsarbeit

Schriftleitung:

Ursula Anacker
Abt. Kreislaufwirtschaft/Bodenschutz

Diese Schriftenreihe wird kostenlos abgegeben und darf nicht verkauft werden. Der Nachdruck bedarf der Genehmigung.

Die Autoren sind für den fachlichen Inhalt ihrer Beiträge selbst verantwortlich. Die von ihnen vertretenen Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

August 1998