

Einführungsschulung Altlasten

- Auszüge aus den Schulungsunterlagen -

Landesanstalt für Umweltschutz
Baden-Württemberg
Griesbachstr. 1
76185 Karlsruhe

**Bei diesem Ausdruck handelt es sich um eine Adobe Acrobat Druckvorlage.
Abweichungen im Layout vom Original sind rein technisch bedingt.
Der Ausdruck sowie Veröffentlichungen sind -auch auszugsweise- nur für
eigene Zwecke und unter Quellenangabe des Herausgebers gestattet.**

Inhaltsverzeichnis

INHALTE DER EINFÜHRUNGSSCHULUNG ALTLASTEN.....	1
ALTLASTENBEHANDLUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG.....	1
SYSTEMATIK DER ALTLASTENBEARBEITUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG.....	1
BEWERTUNG VON ALTLASTEN.....	1
HINWEISE ZUR VERWALTUNGSVORSCHRIFT ORIENTIERUNGSWERTE FÜR DIE BEARBEITUNG VON ALTLASTEN UND SCHADENSFÄLLEN.....	2
ERKUNDUNGSTECHNIK BEI ALTLASTEN.....	3
EINGEHENDE ERKUNDUNG FÜR SANIERUNGSMABNAHMEN / SANIERUNGSVORPLANUNGEN.....	3
MUSTERBEISPIELE.....	4
GRUPPENARBEIT.....	5
ERKUNDUNGSTECHNIK BEI ALTLASTEN.....	6
ZIELE DER TECHNISCHEN ERKUNDUNG.....	6
ERGEBNISSE DER TECHNISCHEN ERKUNDUNG.....	7
ERKUNDUNGSSTRATEGIE.....	8
ALTLASTEN UND DABEI BETROFFENE SCHUTZGÜTER.....	9
SCHUTZGUT GW UND GW-NUTZUNGEN.....	10
SCHUTZGUT MENSCH.....	11
ZIELE DES LEITFADENS ERKUNDUNGSSTRATEGIE GRUNDWASSER.....	12
ERKUNDUNGSSTRATEGIE GRUNDWASSER.....	13
20% - 50% - KRITERIUM.....	14
LEITFRAGEN.....	15
EMISSIONSERMITTLUNG.....	16
METHODENSAMMLUNG - AUFBAU DATENBLATT.....	17
METHODEN GRUNDWASSERERKUNDUNG.....	18
WESENTLICHE ERKUNDUNGSTECHNIKEN - GRUNDWASSER.....	19
WESENTLICHE ERKUNDUNGSTECHNIKEN - GEFAHRENHERD.....	20
GEFÄHRDUNG DURCH DEPONIEGAS.....	21
TYPISIERUNG GASPHASEN.....	22
GASHAUSHALT.....	23
HISTORISCHE ERKUNDUNG.....	24
UNTERSUCHUNGSMETHODEN.....	25
VwV BODENPROBEN I.....	26
VwV BODENPROBEN II.....	27
MUSTERBEISPIEL 1.....	28
1. STANDORTBESCHREIBUNG.....	28
2. NÄHERE ERKUNDUNG E₂₋₃.....	31
2.1 DIREKTE EMISSIONSERKUNDUNG.....	31
2.2 GRUNDWASSERERKUNDUNG.....	32
2.2.1 Anzahl GWM.....	32
2.2.2 Positionierung GWM.....	33
2.2.3 Meßstellenbau/Bohrlochgeophysik.....	34
2.2.4 Probennahme/Parameterumfang/Hydraulische Kennwerte.....	34
2.2.5 Hydrogeologisches Arbeitsmodell.....	35
2.2.6 Leistungen.....	37
2.3 BEWERTUNG BEWEISNIVEAU BN3.....	39
2.3.1 Bewertung der technischen Erkundung.....	39
2.3.2 Bewertung der Schadstoffkonzentrationen gemäß VwV.....	39
2.3.3 Bewertung anhand Bewertungsbogen "Grundwasser".....	40
2.3.4 Festlegung des weiteren Handlungsbedarfes.....	40

3. EINGEHENDE ERKUNDUNG FÜR SANIERUNGSMAßNAHMEN / SANIERUNGSVORPLANUNG E₃₋₄	43
3.1 ERMITTLUNG DER GRUNDLAGEN	43
3.2 VERFAHRENSVORAUSWAHL	44
3.3 VORLÄUFIGE FESTLEGUNG DER SANIERUNGSZIELE.....	44
3.4 WEITERE INHALTE DER EINGEHENDEN ERKUNDUNG.....	48
 MUSTERBEISPIEL 2	49
1. STANDORTBESCHREIBUNG	49
2. TECHNISCHE ERKUNDUNG E₁₋₃	53
2.1 ÜBERPRÜFUNG DER STOFFGEFÄHRlichkeit	53
2.1.1 Anzahl/Tiefe Gasmessstellen.....	53
2.1.2 Positionierung	54
2.1.3 Meßstellenbau (Sondenmessung).....	54
2.1.4 Messungen/Probennahme/Parameterumfang.....	55
2.2 ZUORDNUNG AUFGRUND GEMESSENER KONZENTRATIONEN	55
2.3 GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG SCHUTZGUT LUFT	56
2.3.1 Gasmigration	56
2.3.2 Gasemissionsmessungen.....	57
2.3.3 Raumluftmessungen.....	58
3. BEWERTUNG AUF BEWEISNIVEAU BN3	59
3.1 BEWERTUNG DER TECHNISCHEN ERKUNDUNG	59
3.2 BEWERTUNG GEMÄß LEITFADEN DEPONIEGAS	59
 MUSTERBEISPIEL 3	63
1. STANDORTBESCHREIBUNG	63
2. NÄHERE ERKUNDUNG E₂₋₃	67
2.1 OBERBODENPROBENNAHME	67
2.1.1 Festlegung der Untersuchungsbereiche für Oberbodenbeprobung.....	67
2.1.2 Ermittlung der Anzahl der Probennahmepunkte und der jeweiligen Probennahmetiefe.....	68
2.1.3 Probennahme / Parameterumfang / Bodenkennwerte (Oberboden).....	71
2.2 BEWERTUNG AUF BEWEISNIVEAU BN3	72
2.2.1 Bewertung der technischen Erkundung E ₂₋₃	72
2.2.2 Bewertung der Schadstoffkonzentrationen gemäß VwV	73
2.2.3 Bewertung anhand Bewertungsbogen "Boden".....	76
2.2.4 Festlegung des weiteren Handlungsbedarfes	76
BEWERTUNGSBÖGEN	79
1. BEWERTUNGSBOGEN GRUNDWASSER	80
2. BEWERTUNGSBOGEN BODEN	82
3. BEWERTUNGSBOGEN LUFT	84
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	86
TABELLENVERZEICHNIS	86

Inhalte der Einführungsschulung Altlasten

Altlastenbehandlung in Baden-Württemberg

Titel:	Altlastenbehandlung in Baden-Württemberg Rechtliche Grundlagen, Finanzierung und Fördermöglichkeiten
Autor / Referent:	Ludwig Hipp, Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg
Schulungsunterlagen in AlfaWeb:	nein
verwandte Thematik:	in Statusbericht Altlasten: L. Hipp: Rechtliche Grundlagen der Altlastenbearbeitung in Baden-Württemberg L. Hipp: Kostentragung bei der Altlastenbehandlung L. Hipp: Förderung der Altlastenbehandlung

Systematik der Altlastenbearbeitung in Baden-Württemberg

Titel:	Systematik der Altlastenbearbeitung in Baden-Württemberg
Autor / Referent:	Baudirektor M. Flittner, LfU Baden-Württemberg
Schulungsunterlagen in AlfaWeb:	nein
verwandte Thematik:	in Statusbericht Altlasten: M. Flittner: Konzeption zur Behandlung altlastverdächtiger Flächen und Altlasten ("Stufenplan") M. Flittner: Überblick über das stufenweise Vorgehen im Einzelnen

Bewertung von Altlasten

Titel:	Bewertung von Altlasten
Autor / Referent:	Dr. Rolf Hahn, LfU Baden-Württemberg
Schulungsunterlagen in AlfaWeb:	nein
verwandte Thematik:	R. Hahn: Grundlagen und Entstehung des baden-württembergischen Bewertungsverfahrens (in Statusbericht Altlasten)

Hinweise zur Verwaltungsvorschrift Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen

Titel:	Die Kernpunkte der Verwaltungsvorschrift über Orientierungswerte
Autor / Referent:	Dr. Joachim Ruf, LfU Baden-Württemberg
Schulungsunterlagen in AlfaWeb:	vollständig in den Erläuterungen zur Verwaltungsvorschrift
verwandte Thematik:	--
Titel:	Hintergründe der Regelungen zum Grundwasserschutz
Autor / Referent:	Dr. Joachim Ruf, LfU Baden-Württemberg
Schulungsunterlagen in AlfaWeb:	nein
verwandte Thematik:	Schutz von Grundwasser und Grundwassernutzung in den Erläuterungen zur Verwaltungsvorschrift
Titel:	Ermittlung von Sanierungszielwerten zum Schutz von Grundwasser
Autor / Referent:	Dr. Joachim Ruf, LfU Baden-Württemberg
Schulungsunterlagen in AlfaWeb:	vollständig in den Erläuterungen zur Verwaltungsvorschrift
verwandte Thematik:	--

Erkundungstechnik bei Altlasten

Titel:	Erkundungstechnik bei Altlasten
Autor / Referent:	Dr. Iris Blankenhorn, LfU Baden-Württemberg
Schulungsunterlagen in AlfaWeb:	Folien
verwandte Thematik:	--

Eingehende Erkundung für Sanierungsmaßnahmen / Sanierungsvorplanungen

Titel:	Eingehende Erkundung für Sanierungsmaßnahmen / Sanierungsvorplanungen
Autor / Referent:	Dr. Ing. W. Kohler
Schulungsunterlagen in AlfaWeb:	nein
verwandte Thematik:	Bericht 10/94 „Eingehende Erkundung für Sanierungsmaßnahmen / Sanierungsvorplanungen“ der Reihe Texte und Berichte zur Altlastenbearbeitung

Musterbeispiele

Titel:	Musterbeispiel 1: Altablagerung im Festgestein Schutz von Grundwasser Nähere und eingehende Erkundung
Autor / Referent:	T. Behnert und P. Reich, Weber Ingenieure Pforzheim GmbH
Schulungsunterlagen in AlfaWeb:	vollständiger Beitrag
verwandte Thematik:	--
Titel:	Musterbeispiel 2: Schutzgut Raumlufte Schutzgut Atmosphärenluft Technische Erkundung
Autor / Referent:	T. Behnert und P. Reich, Weber Ingenieure Pforzheim GmbH
Schulungsunterlagen in AlfaWeb:	vollständiger Beitrag
verwandte Thematik:	--
Titel:	Musterbeispiel 3: Altstandort über Lockergestein Schutz von Boden, Schutzgut Pflanzen Schutz der Gesundheit von Menschen auf kontaminierten Flächen
Autor / Referent:	T. Behnert und P. Reich, Weber Ingenieure Pforzheim GmbH
Schulungsunterlagen in AlfaWeb:	vollständiger Beitrag
verwandte Thematik:	--

Gruppenarbeit

Titel:	Beispiel 1 - Stadt A: Altablagerung „Kräherwald“ Orientierende Erkundung
Autor / Referent:	T. Ertel, UW Umweltwirtschaft GmbH
Schulungsunterlagen in AlfaWeb:	nur die Bewertungsbögen
verwandte Thematik:	--
Titel:	Beispiel 2 - Stadt B: Ehemaliges Teeröllager Orientierende Erkundung
Autor / Referent:	T. Ertel, UW Umweltwirtschaft GmbH
Schulungsunterlagen in AlfaWeb:	nur die Bewertungsbögen
verwandte Thematik:	--

Erkundungstechnik bei Altlasten

*Dr. Iris Blankenhorn
Landesanstalt für Umweltschutz
Baden-Württemberg
Griesbachstr. 1
76185 Karlsruhe*

Ziele der technischen Erkundung

Ziele der technischen Erkundung

Orientierende Erkundung

E₁₋₂

- ↳ Erkennung von Belastungen bzw. Beeinträchtigungen der Schutzgüter
- ↳ Überblick über Umfang des Gefährdungspotentials

Nähere Erkundung

E₂₋₃

- ↳ Kenntnisse über die detaillierte Schadstoffbelastung am Standort und in den betroffenen Schutzgütern

Was soll damit erreicht werden?

- ↳ Festlegung des erforderlichen Handlungsbedarfs und der Dringlichkeit der weiteren Bearbeitung durch die Bewertungskommission nach Beendigung der jeweiligen Erkundungsstufe

Ergebnisse der technischen Erkundung

Ergebnisse der technischen Erkundung

- Standortbeschreibung
- geologische Verhältnisse
- hydrogeologische Verhältnisse
- Schadstoffverteilung (Parameter, Konzentration, Fläche, Tiefe, Ausbreitung)
- Betroffene Schutzgüter
- Emissions- und Immissionsbetrachtung gemäß VwV
- aktuelle Nutzung / Nutzungsabsichten

Übersichtliche Kurzfassung

Erkundungsstrategie

Erkundungsstrategie

Patentrezepte oder DIN-Vorschriften zur Altlastenbearbeitung gibt es nicht!

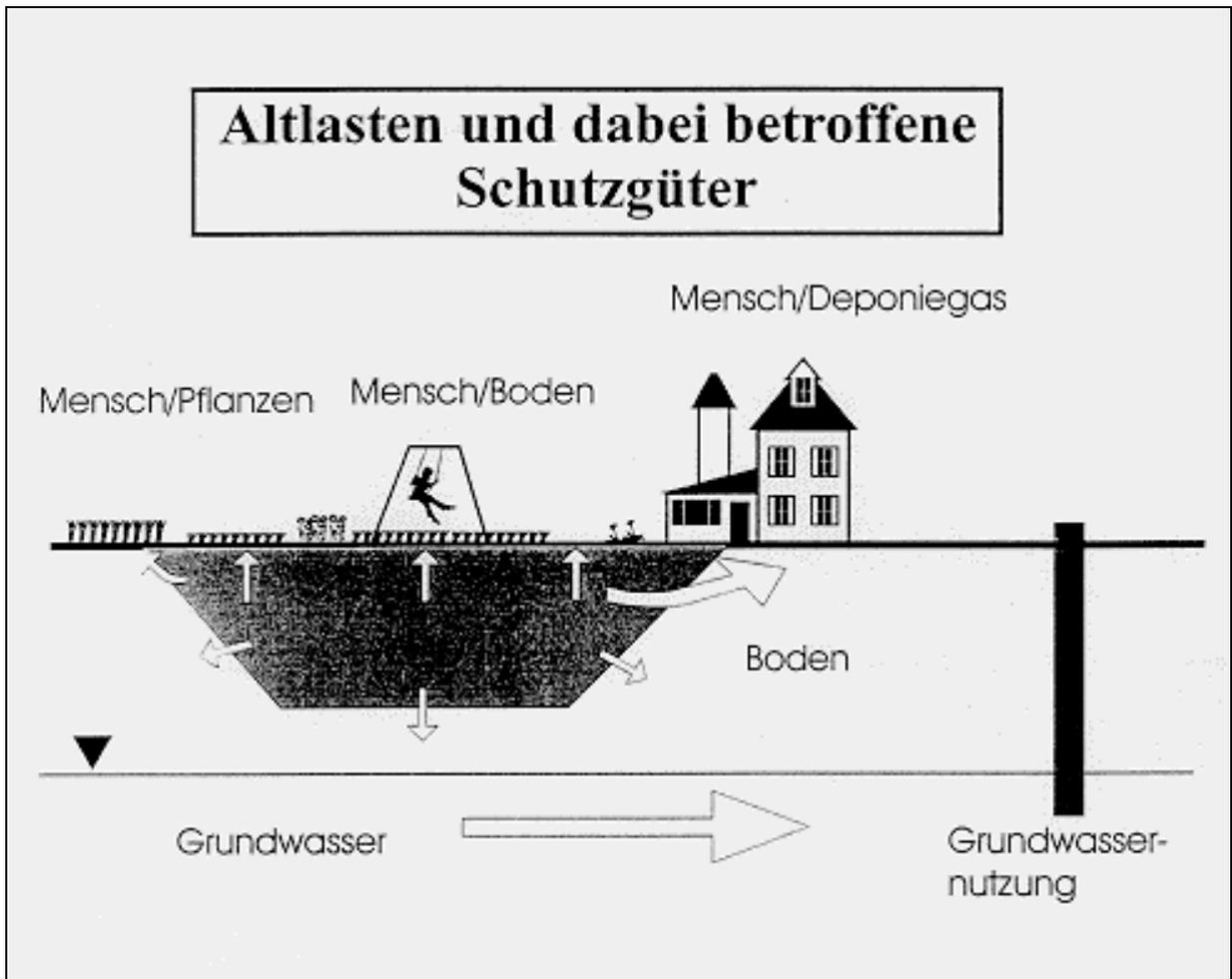
- eigene Charakteristik
- einzelfallspezifische Unterschiede im Schadstoffinventar + Hydrogeologie
- Nutzung des Schutzgutes

daher:

Ausrichtung des Erkundungsprogramms auf den Einzelfall!

- Ingenieurerfahrung + Fachwissen
- Erkundungsstrategien als Hilfe für die Erstellung des Untersuchungsprogramms
- Methodensammlung als Hilfe zur Beurteilung geeigneter Untersuchungsmethoden

Altlasten und dabei betroffene Schutzgüter



Schutzgut GW und GW-Nutzungen

Schutzgut GW und GW-Nutzungen

Arbeitsgrundlagen: VwV Orientierungswerte



Leitfaden Erkundungsstrategie

Grundwasser



Arbeitshilfen:



- Erkundung ehem. Gaswerksstandorte
- Leitlinien zur Geophysik an Altlasten
- Bestimmung der Gebirgsdurchlässigkeit
- Methodensammlung (Methoden zur GW-Erkundung)
- Derzeitige Anwendung und Entwicklungen von Elutionsverfahren
- Grundwasserreinigung bei der Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen

Schutzgut Mensch

Schutzgut Mensch/Boden Mensch/Pflanzen

Arbeitsgrundlagen: VwV Orientierungswerte
2., 3. und 4. VwV Boden-
schutz



Arbeitshilfen:

- Altlastenerkundung mit biologischen Methoden
- Arbeitsschutz bei der Erkundung von Altablagerungen
- Derzeitige Anwendung und Entwicklungen von Elutionsverfahren



Schutzgut Mensch/Deponiegas

Arbeitsgrundlagen: Leitfaden Deponiegas



Arbeitshilfen:

- Arbeitsschutz bei der Erkundung von Altablagerungen
- Altlastenerkundung mit biologische Methoden



Ziele des Leitfadens Erkundungsstrategie Grundwasser

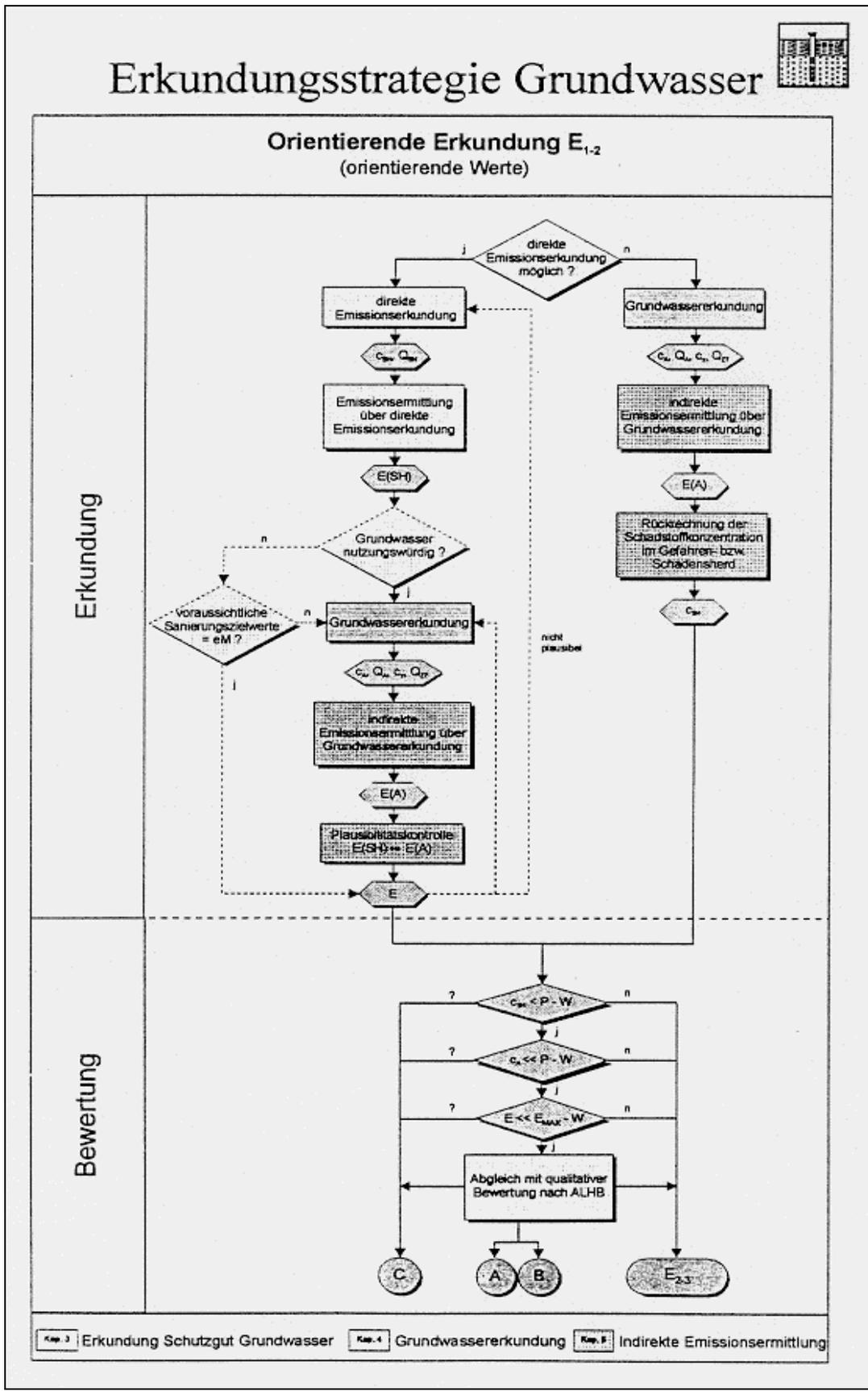


Leitfaden Erkundungsstrategie Grundwasser

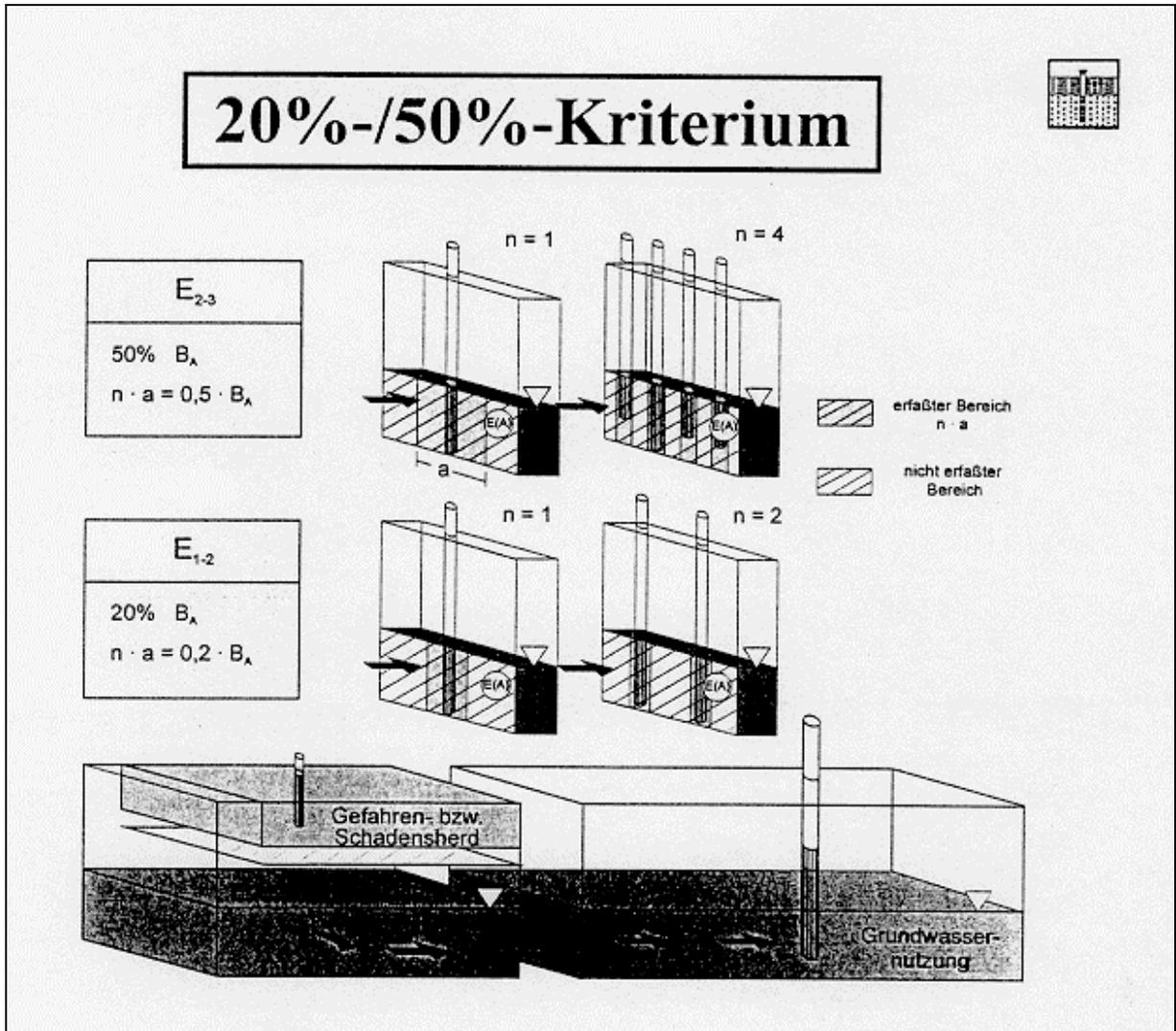
Ziel

- sichere Entscheidungsgrundlagen für die Bewertung von Erkundungsergebnissen zu geben
- ausgehend von der gewonnenen Entscheidungssicherheit ein frühzeitiges, sicheres Ausscheiden aus der laufenden Bearbeitung zu ermöglichen (Kostenminimierung)
- eine einheitliche und nachvollziehbare Vorgehensweise bei der Erkundung des Schutzgutes Grundwasser für Altlasten und Schadensfälle aufzustellen
- die Vorgehensweise bei der Erkundung des Schutzgutes Grundwasser auf die grundsätzlichen Anforderungen der VwV Orientierungswerte abzustimmen

Erkundungsstrategie Grundwasser



20% - 50% - Kriterium



Leitfragen



Leitfragen

- Welche hydrogeologischen Verhältnisse und Daten liegen vor?
- Wieviele Grundwassermeßstellen sind zur Erkundung notwendig?
- Wo sind die Grundwassermeßstellen zu positionieren?
- Wie soll der Meßstellenbau (Bohrtechnik, Ausbau) erfolgen, welche bohrlochgeophysikalischen Messungen werden benötigt?
- Welche hydraulischen Kennwerte sind durch welche Methoden zu ermitteln?
- Wie werden Grundwasserproben entnommen?
- Welche chemisch-physikalischen Parameter werden ausgewählt?

Emissionsermittlung



Emissionsermittlung

$E_{(A)}$ = Emission von Schadstoffen aus dem Gefahren- bzw. Schadensherd in das Grundwasser berechnet aus

$$E(A) = Q_A \cdot c_A - Q_{ZT} \cdot c_Z$$

Zur Ermittlung von Q_A werden durch die Grundwasser-erkundung bestimmt:

- Grundwasserquerschnittsfläche A_A
- Durchlässigkeitsbeiwert k_f
- Grundwassergefälle I

Q_A errechnet sich nach DARCY: $Q_A = k_f \cdot I \cdot A_A$

Q_{ZT} wird ermittelt aus (Abb. 3, S. 11):

$$Q_{ZT} = Q_A - Q_{SH} \text{ bzw. } Q_{ZT} = Q_Z$$

3 Szenarien

- minimale Emission
- mittlere Emission
- maximale Emission

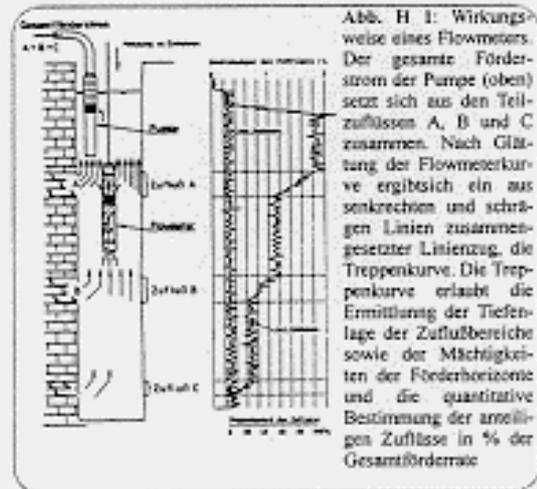
Methodensammlung - Aufbau Datenblatt

Methodensammlung Aufbau Datenblatt

H 1: Flowmeter-Log (FLOW)

Ziel

Anwendung



Kosten/Aufwand

Bewertung

Literatur

Methoden Grundwassererkundung



Methodensammlung

Methoden Grundwassererkundung

Inhalt

A : Auswertung vorhandener Information

B : Erstellung von Probennahmepunkten

C : Probennahme Wasser

D : Hydrologische Methoden

E : Hydraulische Methoden

F : Numerische Modellierung

G : Geophysikalische Felduntersuchungen

H : Geophysikalische Bohrlochmessungen

Wesentliche Erkundungstechniken - Grundwasser



Wesentliche Erkundungstechniken Grundwasser

Fragen	Technik
Hydrogeologisches Arbeitsmodell	<ul style="list-style-type: none"> - Datenrecherche - Standortbegehung
Anzahl GWM	<ul style="list-style-type: none"> - Datenrecherche - Standortbegehung
Positionierung GWM	<ul style="list-style-type: none"> - Datenrecherche - Standortbegehung - Luftbildauswertung auf Fotolineationen - Geophysik
Meßstellenbau	<ul style="list-style-type: none"> - Bohrlochgeophysik - chem. Analytik (bohrungsbegleitend) - hydraul. Tests
Hydraulische Kennwerte	<ul style="list-style-type: none"> - Pumpversuche - hydraul. Tests - Markierungsversuche
Probenahme	<ul style="list-style-type: none"> - Pumpversuche - Pumpprobenahme

Wesentliche Erkundungstechniken - Gefahrenherd



Wesentliche Erkundungstechniken Gefahrenherd	
Fragen	Technik
Fläche + Volumen	<ul style="list-style-type: none"> - Datenrecherche - Standortbegehung - Luftbildauswertung - Sondierungen
Schadstoffinventar	<ul style="list-style-type: none"> - Datenrecherche - Sondierungen - Sickerwasseruntersuchung - Feststoffuntersuchung - Bodenluftmessung - Analytik
Schadstoffaustrag	<ul style="list-style-type: none"> - Wasserbilanz - Sickerwasseruntersuchung - ggfs. Eluatuntersuchung - Grundwassererkundung
Deponiegas	<ul style="list-style-type: none"> - Sondenmessungen - Gasabsaugversuche

Gefährdung durch Deponiegas

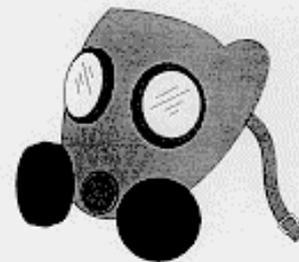


Gefährdung durch Deponiegas

- Explosion
5 Vol% < CH₄-Konzentration
< 15Vol%



- Erstickung
Verdrängung von Sauerstoff
durch Deponiegas



- Toxische Spurenstoffe
z.B. Benzol, Vinylchlorid



POISON

Arbeiten auf Altablagerungen

Geschlossene Gebäude auf Altablagerungen

Kellerräume umliegender Gebäude

Typisierung Gasphasen



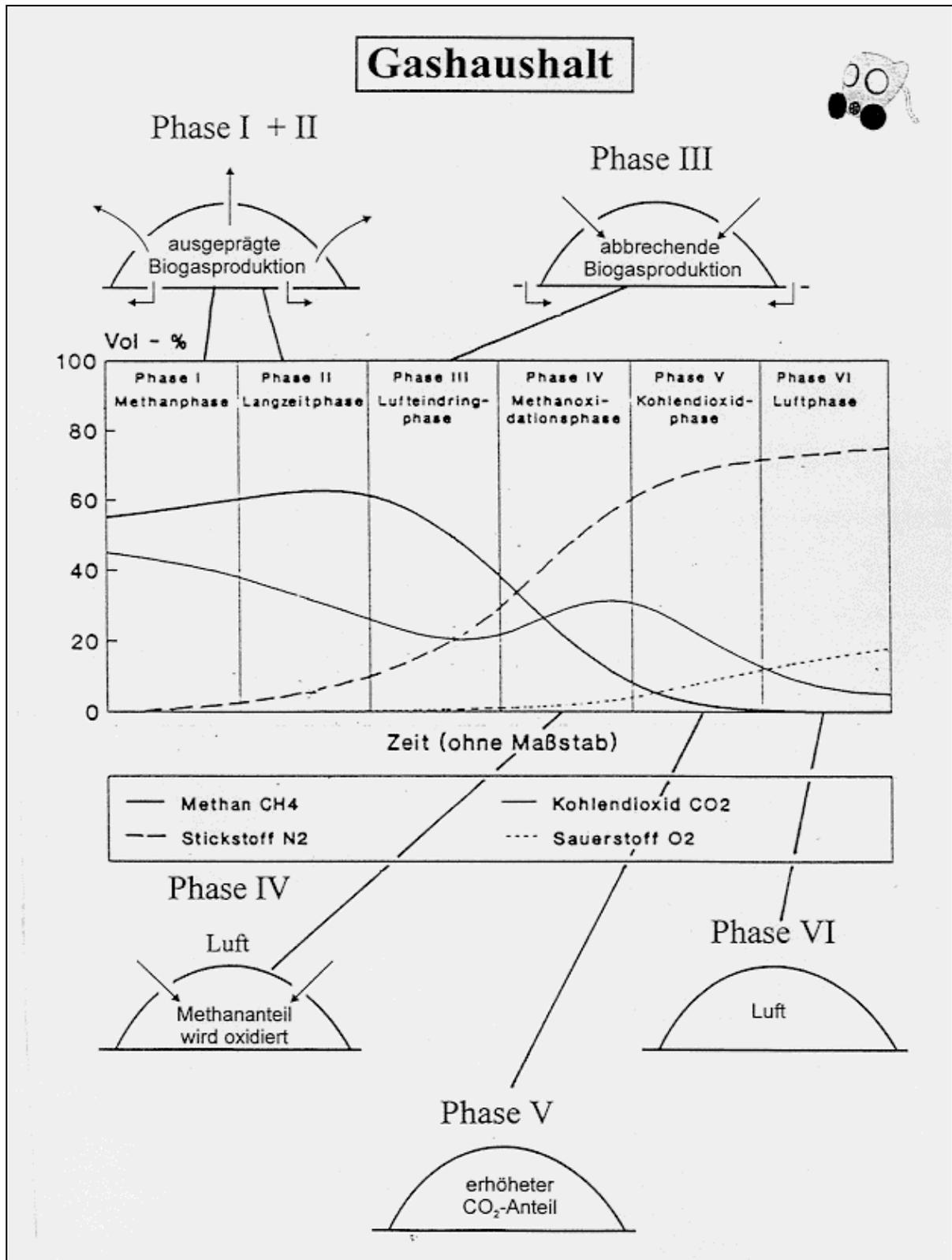
Typisierung Gasphasen

- Zuordnung zu Phasen anhand Deponiedaten
- Stoffgefährlichkeit für Bewertung

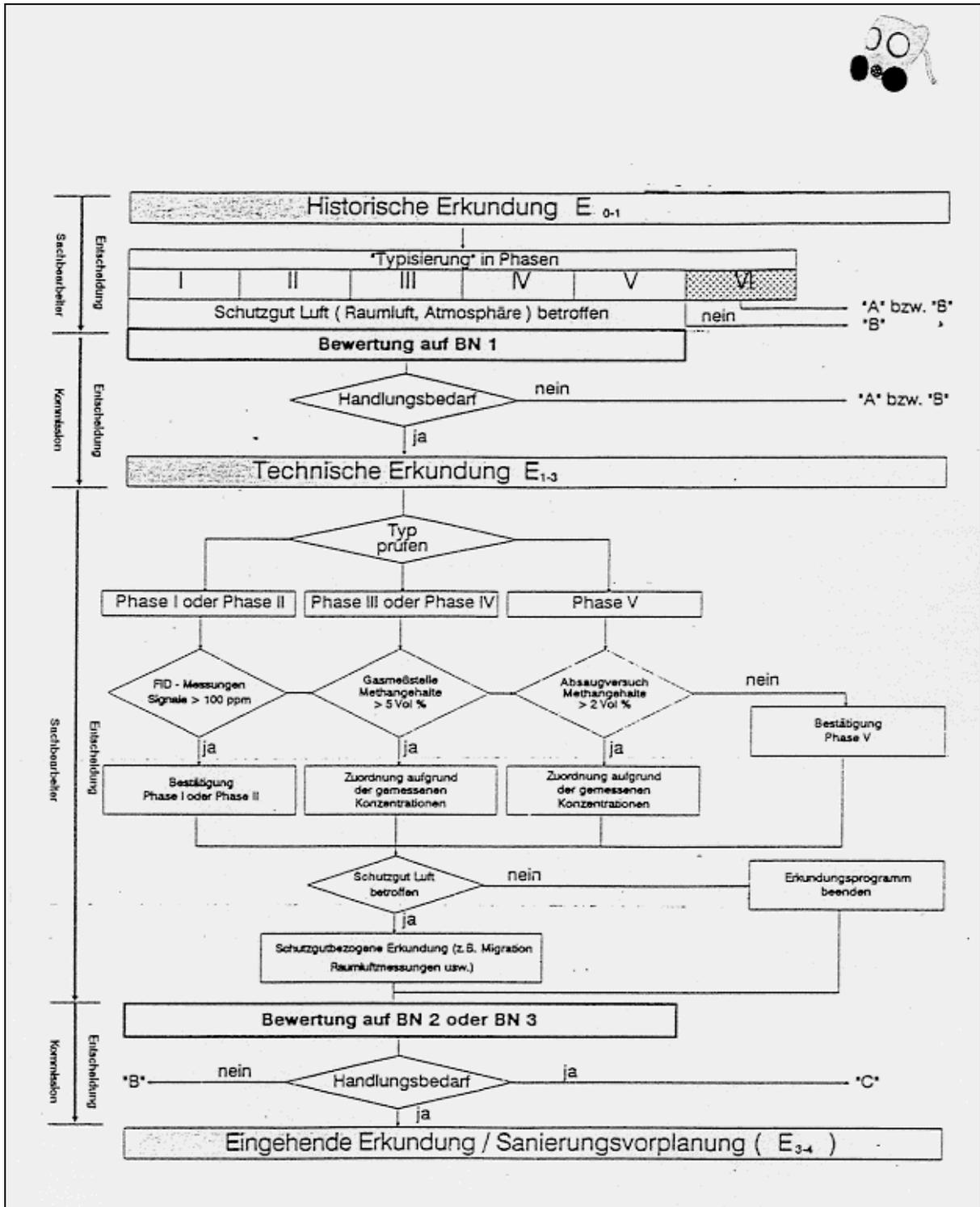
Merkmale:

- Alter
- Größe
- Höhe
- Zusammensetzung
- Einbau

Gashaushalt



Historische Erkundung



Untersuchungsmethoden



Untersuchungsmethoden

1. Porengaskonzentrationsmessung

Sondenmessungen

Absaugversuche

Erfassung der Deponiegasspurenstoffe

2. Gasemissionsmessungen

Gasmengenmessungen mit Gasboxen

Begehungen mit dem Gasspürgerät mit FID

Begehungen mit dem Gasspürgerät mit PID

3. Raumluftmessungen

VwV Bodenproben I



VwV Bodenproben regelt:

- Probenahmegeräte
- Probenmenge
- Probenanzahl
- Misch- und Einzelproben
- Probenahmetiefen
- Probentransport
- Aufbereitung und Lagerung
- Probenahmeprotokoll

VwV Bodenproben II



VwV Bodenproben

1) Mindestzahl der Probenahmepunkte

	Probenahme­fläche < 1000 m ²		Probenahme­fläche 1000 - 10000 m ²	
	Ø 1,5 cm	Ø >1,5 cm	Ø 1,5 cm	Ø >1,5 cm
Organische Auflagen	Stechrahmen ≥ 0,1 m ² 5		Stechrahmen ≥ 0,1 m ² 10	
	Innendurchmesser des Bohrers		Innendurchmesser des Bohrers	
	Ø 1,5 cm	Ø >1,5 cm	Ø 1,5 cm	Ø >1,5 cm
Oberboden	20	15	30	25
Unterboden	10	7	15	10
Untergrund	5	5	10	10

2) Probenahmetiefe Mensch

	Probenahmetiefe in cm
Wohn- und Spiel­fläche ohne Vegetation	0 - 2 cm* und 0 - 10 cm
Wohn- und Spiel­fläche mit Vegetation	0 - 5 cm und 5 - 10 cm
Hausgärten	0 - 10 cm

3) Probenahmetiefe Pflanze

	Probenahmetiefe in cm
Acker, Garten, Sonderkulturen usw.	Ap-Horizont bzw. Bearbeitungstiefe (i.d.R. 0 - 30 cm)
Grünland/Ödland	Ah/0 - 10 cm
Fläche mit Kraut- o. Strauchbewuchs, Wald	Hauptwurzelraum (i.d.R. 0 - 30 cm, Ausnahme: Bäume)

Musterbeispiel 1

- Altablagerung im Festgestein - Schutz von Grundwasser Nähere- und eingehende Erkundung

Thomas Behmert
Weber-Ingenieure Pforzheim GmbH

1. Standortbeschreibung

Aus der historischen Erkundung der ehemaligen Hausmülldeponie einer ca. 12.000 EW umfassenden Gemeinde mit Gewerbe- und leichtem Industriebesatz sind folgende Eckdaten bekannt:

Ablagerungsgut:

Überwiegend Hausmüll und hausmüllähnliche Stoffe, Bauschutt, Erdaushub, Fäkalschlämme und untergeordnet Gewerbeabfälle (Autowracks, Metall- und Holzabfälle, Farben und Lacke, Klebstoffabfälle).

Ablagerungsart:

Der Müll wurde ungeordnet an einer Böschungskante überkopf abgekippt. Angelieferte Fäkalschlämme wurden in eigens angelegten Gruben im Müllkörper dräniert und zur Ablagerung gebracht.

Fläche: 15.000 m²
Volumen: 100.000 m³
Müllmächtigkeit: 2 - 12 m
Betriebszeitraum: 1920 - 1989
Ehemalige Nutzung: Brachland

Geologie/Hydrogeologie:

Am Standort folgen unter einer 2 - 5 m mächtigen Löß-/Lößlehm-Auflage die geklüfteten Sandsteine des Mittleren Buntsandsteines mit einer Restmächtigkeit von ca. 80 m. Die Gesteinsserie stellt einen regional bedeutenden Kluftgrundwasserleiter zur Trinkwassergewinnung dar. Der Flurabstand am Standort beträgt ca. 10 - 15 m. Durch die Lößlehm-Auflage mit ihrer dichtenden Wirkung kommt es zur Ausbildung eines zusammenhängenden Sickerwasservorkommens im Müllkörper mit temporären Sickerwasseraustritten am Deponiefuß.

Nutzungswürdigkeit des Grundwassers:

Das Grundwasservorkommen ist im Sinne der VwV als nutzungswürdig einzustufen. Die Altablagerung liegt im Trinkwasserschutzgebiet Zone IIIA mit einer Entfernung zu den Trinkwasserbrunnen von ca. 1.500 m.

Erkundungsmaßnahmen E₁₋₂:

Im Rahmen der orientierenden Erkundung wurde eine rasterförmige Bodenluft-Deponiegas-Erkundung, eine direkte Emissionserkundung durch eine Sickerwasseruntersuchung und eine Grundwassererkundung gemäß Leitfaden Erkundungsstrategie Grundwasser durchgeführt.

Erkundungsergebnisse E₁₋₂:

Alle untersuchten Medien (Bodenluft, Sickerwasser, Grundwasser) ergaben eine deutliche Belastung durch Chlorkohlenwasserstoffe (CKW). Durch die rasterförmige Bodenluft-Deponiegas-Erkundung konnte eine flächenhafte Belastung der Bodenluft mit einem Belastungsschwerpunkt ermittelt werden. Die festgestellten CKW-Konzentrationen im Sicker- und Grundwasser überschreiten deutlich den P-W-Wert von 10 µg/l.

Schadstoffkonzentrationen:

- Bodenluft	c_{Bolu}	=	70 - 2.100 mg/m ³
- Sickerwasser	c_{SH}	=	17.396 µg/l (Einzelwert)
- Grundwasser	c_{A}	=	310 - 7.912 µg/l

Bewertung auf Beweismiveau BN 2, Schutzgut Grundwasser

Für die Bewertung auf Beweismiveau BN2 "Schutzgut Grundwasser" werden folgende Merkmale einer orientierenden Erkundung gemäß ALHB Teil I erfüllt:

- *durch systematische Messungen liegen fundierte (orientierende) Kenntnisse über die Art sowie ein Überblick über den Umfang des Gefährdungspotentials und das räumliche Ausmaß der Kontamination im Schadensherd und in den betroffenen Schutzgütern vor*
Schutz von GW: Sickerwasseruntersuchung, Bodenlufterkundung
Grundwassererkundung gemäß "Leitfaden Erkundungsstrategie Grundwasser"
- *die vorhandenen Informationen ermöglichen eine Entscheidung über den weiteren Handlungsbedarf A, B, E₂₋₃, oder C*
- *die Maßnahmen der näheren Erkundung können konzipiert werden*

Die Bewertung ergab anhand der Prüfwertüberschreitung im Sickerwasser einen weiteren Handlungsbedarf für eine nähere Erkundung E₂₋₃. Relevantes Schutzgut ist das Grundwasser.

Die geplanten Maßnahmen der näheren Erkundung beziehen sich auf den Schutz des Grundwassers vor Schadstoffeinträgen.

Zur weiteren Erkundung sollen Maßnahmen zur detaillierten Sicker- und Grundwasseruntersuchung durchgeführt werden.

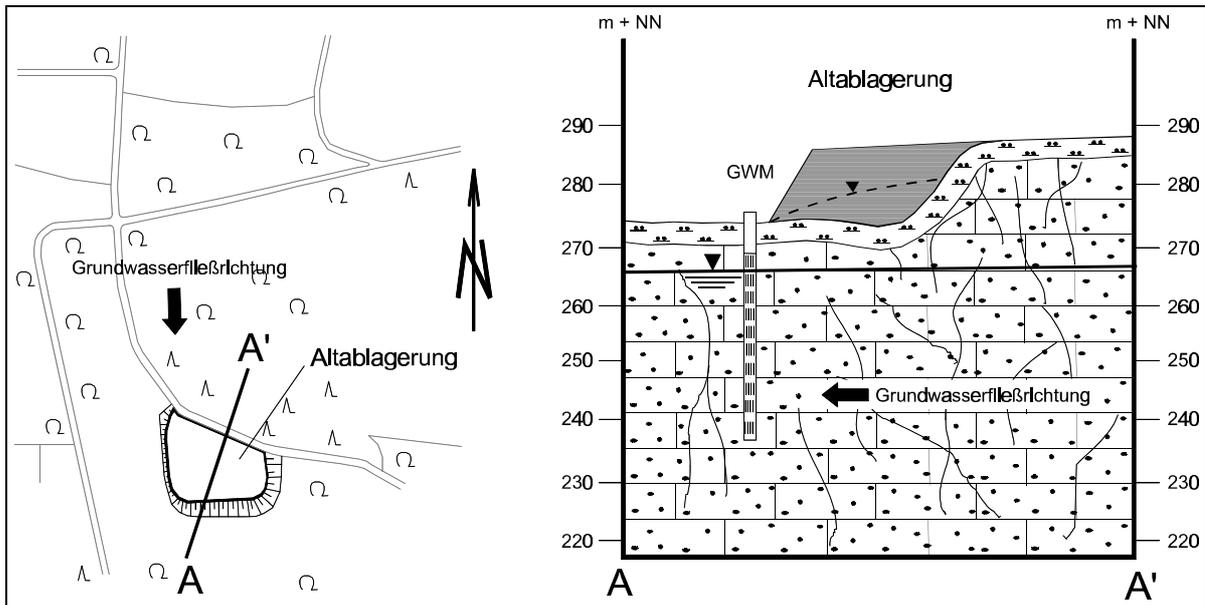


Abb. M1-1: Lageplan und geologisches Profil

2. Nähere Erkundung E_{2.3}

Allgemeines Ziel gemäß ALHB ist es, durch ergänzende Messungen und Untersuchungen die Altlast soweit zu erkunden, daß Art und räumliches Ausmaß der Schadstoffbelastung am Standort und in den betroffenen Schutzgütern sowie die expositionsrelevanten Verhältnisse des Standortes umfassend bekannt sind.

Für das Schutzgut Grundwasser werden konkrete Ziele durch die VwV Orientierungswerte und den Leitfaden Erkundungsstrategie Grundwasser formuliert.

Dies bedeutet daß durch eine direkte Emissionserkundung eine räumliche Abgrenzung des Schadensherdes durch geeignete Erkundungsmethoden sowie eine Ermittlung abgesicherter Werte für den Sickerwasservolumenstrom Q_{SH} und die Sickerwasserkonzentration c_{SH} durchgeführt werden muß.

Weiterhin ist eine Erfassung des Abstromes durch eine Grundwassererkundung von mindestens 50 % erforderlich. Sie liefert abgesicherte Werte für die emissionsmaßgeblichen Volumenströme Q_A , Q_Z , Q_{ZI} und deren Schadstoffbelastungen c_Z , c_A .

2.1 Direkte Emissionserkundung

Zur räumlichen Abgrenzung des Schadensherdes wird eine Bodenluft-Rasteruntersuchung (empirisch festgelegte Rasterweite von ca. 20 m) mittels temporärer Gasmeßstellen durchgeführt. Die Probennahme an den 3 m tiefen Gasmeßstellen erfolgt durch Absaugung einer definierten Bodenluftmenge und Adsorption der organischen Schadstoffe an Aktivkohle. Die Proben werden im Labor mittels Gaschromatographie auf CKW untersucht.

Für die Erhöhung der Sicherheit bei der Berechnung der Schadstoffemission aus dem Schadensherd in das Grundwasser E(SH) werden zusätzlich zu der bereits aus der orientierenden Erkundung bestehenden Sickerwassermeßstelle (SWM) zwei weitere SWM eingerichtet. Die Festlegung der Anzahl erforderlicher SWM erfolgt empirisch unter Berücksichtigung der Schadensherdgröße und der Brisanz des Standortes im Hinblick auf eine Trinkwassergefährdung.

Die Positionierung auf der Fläche erfolgt als Kompromiß aus den Kriterien "flächendeckende Erkundung", "Belastungsschwerpunkt" und "maximale Sickerwassermächtigkeit." Die SWM werden als stationäre, 8 m tiefe 5"-PVC- Meßstellen ausgebaut.

Die Probennahme erfolgt an einem Stichtag aus allen drei SWM mittels U-Pumpe. Untersucht werden die Proben vor Ort auf die Parameter elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert und Temperatur sowie im Labor auf CKW.

Die Bodenlufterkundung wird als vergleichsweise kostengünstiges Verfahren häufig zur Erkundung und Abgrenzung von CKW-Schadensherden eingesetzt. Eine konkrete Bewertung des Gefährdungspotentialies für das Grundwasser ist mit dieser Methode nicht möglich.

Für die Rasterweite von Beprobungsrastern gibt es derzeit keine verbindlichen Vorgaben. Empfohlen werden in der Literatur bei konkretem Kontaminationsverdacht Rasterabstände von 4 bis 10 m, bei allgemeinem Altlastenverdacht 15 - 20 m.

Zur Absicherung der Sickerwasserkonzentration ist nach Möglichkeit eine Erhöhung der SWM-Anzahl anzustreben. **Durch die SWM müssen die mutmaßlichen Belastungsschwerpunkte abgedeckt werden.** Richtlinien für die Anzahl erforderlicher Meßstellen gibt es derzeit nicht. Die Verhältnismäßigkeit zur Größe des Standortes sollte gewährleistet bleiben.

Aus Gründen der Vergleichbarkeit von Ergebnissen muß die Probennahme von Bodenluft / Sicker-/Grundwasser nach einer einheitlichen Methode (z.B. Gaschromatographische Methode, Pumpproben) und möglichst zum gleichen Zeitpunkt (Stichtag) durchgeführt werden.

Bei bekanntem Schadstoffspektrum ist eine Beschränkung der Analytik auf ausgewählte Parameter anzustreben.

2.2 Grundwassererkundung

Durch die Grundwassererkundung in der näheren Erkundungsstufe soll der unmittelbare, durch die Emission beeinflusste Abstrom der Altablagerung zu 50 % erfaßt werden. Dieses Ziel kann erreicht werden durch eine Kombination aus Meßstellenanzahl, Anzahl und Dauer von Pumpversuchen und gewählter Pumprate (Leitfaden Erkundungsstrategie Grundwasser).

2.2.1 Anzahl GWM

Aus der vorausgegangenen Erkundungsstufe sind bereits eine Grundwassermeßstelle (GWM) im Zustrom und zwei GWM im Abstrom vorhanden, mittels derer die genaue Grundwasserfließrichtung und damit die emissionsbeeinflusste Abstrombreite B_A ermittelt werden konnte. Ausgehend von dieser Konfiguration wird zunächst geprüft, ob mit den vorhandenen GWM eine 50%ige Erfassung möglich ist.

Bei einer Abstrombreite von $B_A = 180$ m beträgt die geforderte Erfassungsbreite 90 m. Berücksichtigt man die Empfehlungen gemäß Leitfaden Erkundungsstrategie Grundwasser die Erfassungsbreite der Einzelmeßstelle nicht größer als $a = 20$ m zu wählen, so ergibt sich eine Mindestmeßstellenanzahl von $n = 90 \text{ m} / 20 \text{ m} = 4$ (abgerundet). Demnach werden zusätzlich zu den bereits vorhandenen zwei GWM zwei neu zu erstellende GWM notwendig.

Mit der Fließzeitenformel nach BEAR & JACOBS muß geprüft werden, ob die vorgesehene Erfassungsbreite von $a = 20$ m unter den gegebenen hydrogeologischen Verhältnissen mit vertretbaren Pumpversuchsdauern erreicht werden kann.

Mit einer realistischen Pumprate von $0,001 \text{ m}^3/\text{s}$ ergibt sich nach BEAR & JACOBS eine Pumpdauer je Einzelmeßstelle von ($x = 0$ m; $y = a/2 = 10$ m):

$$t_{PV} = \left(\frac{0,01 \cdot 0,001 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \cdot 86400}{2\pi \cdot (0,0015 \text{ m d}^{-1})^2 \cdot 30 \text{ m}} \left(-\ln \left[\cos \left(10 \text{ m} \cdot \frac{2\pi \cdot 30 \text{ m} \cdot 0,0015 \text{ m d}^{-1}}{0,001 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \cdot 86400} \right) \right] \right) \right) \cdot 24 = 26,2 \text{ d}$$

Anhand der Beobachtung von Absenkung und Wiederanstieg können die hydraulischen Kennwerte Transmissivität T und Durchlässigkeit k_f abgesichert bestimmt werden.

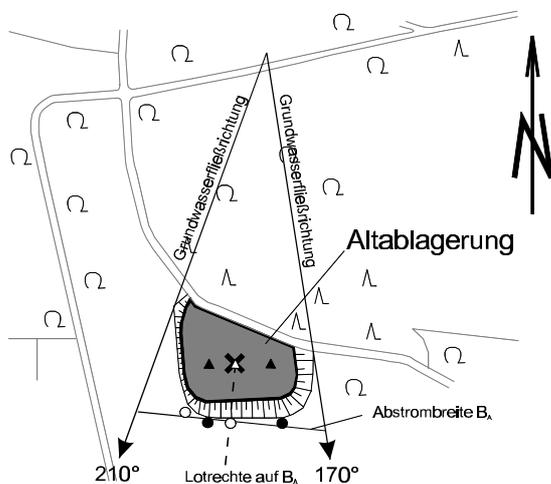
Seit Einführung des Leitfadens Erkundungsstrategie Grundwasser im März 1996 existieren Empfehlungen zur Festlegung der Anzahl an GWM für die orientierende und nähere Erkundungsstufe. Neben einer Vorgehensweise nach "Standard" kann, abhängig vom Einzelfall, von der erforderlichen Meßstellenanzahl abgewichen werden. Die Abweichung vom Standard ist in der Erkundungsplanung zu begründen. Der weitere Abstrom (Ausdehnung der Fahne in Fließrichtung) wird durch GWM im Regelfall nicht erkundet.

2.2.2 Positionierung GWM

Die Ergebnisse der Bodenluft-Rasteruntersuchung belegen eine flächenhafte Belastung der Bodenluft durch CKW mit einem Belastungszentrum im Zentralbereich der Altablagerung. Ausgehend hiervon erfolgt eine Positionierung der GWM nach geometrischen Gesichtspunkten (vgl. Leitfaden Erkundungsstrategie Grundwasser).

*Ein geometrischer Ansatz zur Positionierung der GWM ist immer dann möglich, wenn die Schadstoffausbreitung in ungesättigter und gesättigter Zone in grober Näherung oder aus Unkenntnis der Hetrogenität als homogen betrachtet werden kann. Die Meßstellen werden symmetrisch zur Lotrechten vom Belastungsschwerpunkt auf die Strecke B_A verteilt. **Die mutmaßlich am stärksten belasteten Abstrombereiche müssen durch GWM abgedeckt werden.***

Wechselnde Grundwasserfließrichtungen sind zu beachten. Die Positionierung erfolgt zur Vermeidung nicht quantifizierbarer Verdünnungseffekte immer im unmittelbaren Abstrom. Die weitere Schadstofffahne wird nicht erkundet.



Legende:

- ✕ Belastungsschwerpunkt Bodenluft
- Grundwassermeßstellen E₁₋₂
- Grundwassermeßstellen E₂₋₃
- △ Sickerwassermeßstellen E₁₋₂
- ▲ Sickerwassermeßstellen E₂₋₃

Abb. M1-2: Prinzip der geometrischen Positionierung von GWM

2.2.3 Meßstellenbau/Bohrlochgeophysik

Mit der Empfehlung eine Tiefenmittelung nicht über einen Teufenbereich größer 30 m durchzuführen (vgl. Erläuterungen zur VwV: Teilaspekt Tiefenmittelung), erreichen die Meßstellen bei einem Flurabstand von 10 - 15 m Endteufen von 40 - 45 m. Die Bohrungen werden als Kernbohrungen niedergebracht und mit einer 5"-PVC-Verrohrung ausgebaut.

Zur Unterstützung des hydrogeologischen Arbeitsmodelles werden bohrlochgeophysikalische Messungen (Temperatur-, Salinität-, Gamma-, FE-, Flow-Log) durchgeführt. Die Messungen zeigen über die gesamte Filterstrecke nicht eindeutig zu trennende Wasserzutritte mit unterschiedlichen Ergiebigkeiten. Die Wasserzutritte werden dem gleichen Grundwasserleiter zuerkannt.

Da die VwV Orientierungswerte eine Bewertung anhand tiefengemittelter Werte zuläßt, soll durch den Ausbau der GWM eine tiefengemittelte Probennahme über den betroffenen Grundwasserleiter ermöglicht werden. Bei sehr mächtigen Grundwasserleitern (wie hier im Musterbeispiel) wird die Einbindetiefe der GWM und damit die Tiefenmittelung auf maximal 30 m begrenzt.

Zur Klärung des geologischen Aufbaus sollten Bohrungen im Festgestein generell als Kernbohrungen erstellt werden. Als wichtiges Hilfsmittel zur Bewertung des hydraulischen Anschlusses der Bohrung an den Grundwasserleiter gehört das o.g. bohrlochgeophysikalische Meßprogramm zum Standard.

2.2.4 Probennahme/Parameterumfang/Hydraulische Kennwerte

Zur Erfassung von 50% des Abstromes wird an jeder der vier vorhandenen GWM im Abstrom ein 26-stündiger Pumpversuch zur Probennahme durchgeführt. Zur analytischen Kontrolle wird jeweils zu Beginn, zur Mitte und zum Ende eine Probe entnommen. Das geförderte kontaminierte Grundwasser wird vor der Ableitung über einen einstufigen Aktivkohlefilter abgereinigt.

Durch die Kenntnis des Schadstoffinhaltes aus der orientierenden Erkundung beschränkt sich der Parameterumfang auf die Vor-Ort-Parameter elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, Temperatur und den im Labor zu bestimmenden Summenparameter CKW.

Durch die Beobachtung der Absenkung und des Wiederanstieges während der eintägigen Pumpversuche zur Probennahme werden die Durchlässigkeiten ermittelt.

Nur mit einem mehrstündigen / mehrtägigen Pumpversuch zur Probennahme mit analytischer Begleitung erhält man abgesicherte, integrale Schadstoffkonzentrationen c_A sowie abgesicherte Durchlässigkeiten. Durch den größeren Einflußbereich dieser Pumpversuche gegenüber Kurzpumpversuchen, können Einflüsse wie Brunnenspeicherung, Skin-Effekt, verzögerte Entwässerung etc., die für die "richtige" Bestimmung der Durchlässigkeit eine große Rolle spielen, sicher erkannt und berücksichtigt werden. Durch den geologisch bedingten, großen Schwankungsbereich der Durchlässigkeit, kommt der abgesicherten Ermittlung im Zuge der Emissionsberechnung eine gleichgroße Bedeutung zu, wie der abgesicherten Bestimmung der Schadstoffkonzentration.

2.2.5 Hydrogeologisches Arbeitsmodell

Das Ziel der Grundwassererkundung ist es, die emissionsmaßgeblichen Volumenströme Q_{SH} , Q_A , Q_{ZT} , Q_Z und deren Schadstoffkonzentrationen c_{SH} , c_A , c_Z zu quantifizieren.

Sämtliche gemessenen und berechneten Größen werden gemäß Leitfaden Erkundungsstrategie Grundwasser in einer Tabelle "Hydrogeologisches Arbeitsmodell" zusammengestellt (vgl. Tab. 2). Anhand dieser Darstellung kann die Plausibilität der Erkundungsergebnisse und die Änderung gegenüber den vorausgegangenen Erkundungsstufen einfach und schnell überprüft werden.

Die berechneten Emissionen (SH) und E(A) werden in ihrer Größenordnung verglichen und einer Plausibilitätskontrolle unterzogen (vgl. Leitfaden Erkundungsstrategie Grundwasser). Ergibt sich für beide Werte eine Plausibilität, wird der höhere Wert als das, den Standort kennzeichnende E maßgeblich.

Tab. M1-1: Hydrogeologisches Arbeitsmodell. Erkundungsergebnisse der direkten Emissionserkundung und der Grundwassererkundung

		BN2 (orientierend)			BN3 (abgesichert)			
		min	mittel	max	min	mittel	max	plausibel
Geometrie								
A_{SWa} [m ²]			15000			15000		15000
B_A [m]			180			180		180
h_{GW} [m]			80			80		80
A_A [m ²]	$B_A \cdot 30 \text{ m}$		5.400			5.400		5.400
Hydraulik								
Fließrichtung [°]		170	190	210	170	190	210	190
T [m ² /s]		$2,8 \cdot 10^{-5}$	$5,4 \cdot 10^{-5}$	$8,1 \cdot 10^{-5}$	$9,4 \cdot 10^{-6}$	$5,2 \cdot 10^{-5}$	$9,5 \cdot 10^{-5}$	$5,2 \cdot 10^{-5}$
k_f [m/s]		$9,3 \cdot 10^{-7}$	$1,8 \cdot 10^{-6}$	$2,7 \cdot 10^{-6}$	$3,1 \cdot 10^{-7}$	$1,7 \cdot 10^{-6}$	$3,2 \cdot 10^{-6}$	$1,7 \cdot 10^{-6}$
I [-]			0,01			0,01		0,01
n_Y [-]			0,01			0,01		0,01
a [m]	BEAR & JACOBS					20		
Q_{PV} [m ³ /s]						0,001		
t_{PV} [h]						26		
Volumenströme								
Q_A [m ³ /d]	$k_Y \cdot A_A \cdot I \cdot 86400$	4,3	8,4	12,6	1,4	8,1	14,9	8,1
Q_{SWa} [m ³ /d]	$\frac{A_{SWa} \cdot GWN}{365000}$		6,2			6,2		6,2
Q_{SH} [m ³ /d]	= Q_{SWa}		6,2			6,2		6,2
Q_{ZT} [m ³ /d]	= $Q_A - Q_{SH}$	0*	2,2	6,4	0*	1,9	8,7	1,9
GWN [mm/a]	Literatur		150			150		150
Emission								
c_Z [µg/l]			nn			nn		nn
c_{SH} [µg/l]			17.396		11.546	17.757	23.967	15.000-20.000
c_A [µg/l]		310	4.111	7.912	234	5.378	9.023	4.000-6.000
$E(SH)$ [g/d]	$Q_{SH} \cdot c_{SH} \cdot 10^{-3}$		108		72	110	149	93-124
$E(A)$ [g/d]	$(Q_A \cdot c_A - Q_{ZT} \cdot c_Z) \cdot 10^{-3}$	1	35	100	0	44	134	32-49

* Rein rechnerisch ergibt sich ein negativer Wert. Dies würde bedeuten, daß die betrachtete Grundwasserquerschnittsfläche A_A und/oder der hydraulische Gradient zu klein sind, um den Volumenstrom Q_{SH} abzuleiten. Eine Überprüfung der Größen Einbindetiefe der GWM und angesetzttem Q_{SH} ist notwendig. Ggf. muß das Minimal-Szenarium als nicht-realistisch verworfen werden.

2.2.6 Leistungen

- Grundlagenermittlung für die technische Erkundung
 - Abgrenzen des Untersuchungsbereiches
 - Ermitteln des Leistungsumfanges
 - Ermitteln der zu beachtenden Randbedingungen
 - Ortsbesichtigung
 - Aufnahme der für die technische Erkundung relevanten Sachverhalte
 - Prüfung der Zugänglichkeit und der Probennahmemöglichkeiten etc.
 - Zusammenstellen, Auswerten und Bewerten aller vom Auftraggeber übergebenen Unterlagen
- Aufstellung eines Untersuchungsprogrammes
 - Festlegung der Untersuchungsparameter in Abstimmung mit dem Auftraggeber
 - Aufstellen und Begründen des Untersuchungsprogrammes mit Aufschluß- und Analyseverfahren, erforderlichen Meßgenauigkeiten und Bestimmungsgrenzen in Abstimmung mit dem Auftraggeber und den fachlich Beteiligten
 - Erstellen einer Kostenberechnung
 - Zusammenfassen des Untersuchungsprogrammes in Berichtsform
- Vorbereiten der Vergabe
 - Mengenermittlung und Aufgliederung nach Einzelpositionen
 - Aufstellen der Verdingungsunterlagen, insbesondere das Anfertigen der Leistungsbeschreibungen mit Leistungsverzeichnissen sowie den besonderen Vertragsbedingungen
 - Festlegung der wesentlichen Ausführungsphasen
- Mitwirken bei der Vergabe
 - Einholen von Angeboten
 - Prüfen und Werten der Angebote einschließlich Aufstellen eines Preisspiegels
 - Mitwirken bei Verhandlungen mit Bietern
 - Fortschreibung der Kostenberechnung
 - Mitwirken bei der Auftragserteilung
- Untersuchungsüberwachung
 - Überwachung der Ausführung und Einhalten des Untersuchungsprogrammes
 - Festlegen der Aufschlußpunkte
 - Festlegung des Meßstellenausbaus
 - Führen eines Bautagebuches
 - Gemeinsames Aufmaß mit den ausführenden Unternehmen
 - Abnahme von Lieferungen und Leistungen im Hinblick auf die Einhaltung des Untersuchungsprogrammes
 - Rechnungsprüfung und Kostenkontrolle
 - Mitwirken bei behördlichen Abnahmen

- Oberleitung
 - Koordination aller fachlich Beteiligten
 - Sicherheitstechnische Koordination
- Bohrarbeiten (Fremdleistungen)
 - Baustelleneinrichtung
 - Erstellen von zwei Grundwassermeßstellen mittels Kernbohrverfahren und zwei Sickerwassermeßstellen inkl Arbeitsschutz
 - Ausbau als 5"-PVC-Grundwassermeßstellen, überflur bzw. 5"-PVC-Sickerwassermeßstellen
 - Entsandern und Klarspülen der Meßstellen
 - Bohrlochgeophysik in den GWM (Salinitäts-, Gamma-, Temperatur-, FE-, Flow-Log)
 - Vier 26-Stunden-Pumpversuche zur Probennahme mit AK-Abreinigung
 - Vermessung
- Sondierarbeiten / Probennahme (ggf. Fremdarbeiten)
 - Erstellen von temporären Bodenluftmeßstellen mit Probennahme (gaschromatographische Methode)
 - Probennahme Sickerwasser mittels U-Pumpe aus Sickerwassermeßstellen
 - Probennahme Grundwasser während den Pumpversuchen zur Probennahme
 - Stichtagsmessungen
- Analytik (Laborarbeiten)
 - GC-Laboranalytik Bodenluft auf CKW
 - GC-Laboranalytik Sickerwasser auf CKW
 - GC-Laboranalytik Grundwasser auf CKW
- Auswertung und Beurteilung
 - Auswerten und Beurteilen der Ergebnisse
 - Abschätzen der schutzgut- und nutzungsbezogenen Risiken
 - Beschreiben des weiteren Handlungsbedarfes
 - Abrechnen der Gesamtmaßnahme und Kostenfeststellung
- Dokumentation und Präsentation
 - Dokumentieren der technischen Erkundung
 - Einmaliges Präsentieren der Ergebnisse beim Auftraggeber

2.3 Bewertung Beweisniveau BN3

Für das Erreichen von Beweisniveau BN3 sind gemäß ALHB folgende allgemeine Merkmale kennzeichnend:

Durch ergänzende Messungen und Untersuchungen ist die Altlast soweit erkundet, daß Art und räumliches Ausmaß der Schadstoffbelastung am Standort und in den betroffenen Schutzgütern sowie die expositionsrelevanten Verhältnisse des Standortes umfassend bekannt sind.

Dies bedeutet u.a. daß die Abstrombelastung mit den P-W-Werten und die Emissionen aus der Altlast mit den E_{max} -W Werten verglichen werden können.

Die Entscheidung, ob - außer "A" oder "B" - eine fachtechnische Kontrolle "C" ausreicht oder ob eine eingehende Erkundung für Sanierungsmaßnahmen/Sanierungsvorplanung (E_{3-4}) erforderlich ist, kann getroffen werden. Für "B" können Auflagen und Bedingungen, für "C" Art und Umfang der Kontrollen festgelegt werden. Die technischen Erkundungen können im Hinblick auf die in Frage kommenden Sicherungs- und Dekontaminationsmaßnahmen konzipiert werden.

Darüber hinaus werden im Leitfaden Erkundungsstrategie Grundwasser Anforderungen an die Ergebnisse der Grundwassererkundung formuliert.

2.3.1 Bewertung der technischen Erkundung

Durch die rasterförmige Bodenlufterkundung und die Sickerwasseruntersuchung ist das räumliche Ausmaß der Schadstoffbelastung in der Altlast bekannt. Es liegen abgesicherte Werte für die Schadstoffkonzentration c_{SH} und die Emission $E(SH)$ vor. Beweisniveau BN3 wurde erreicht.

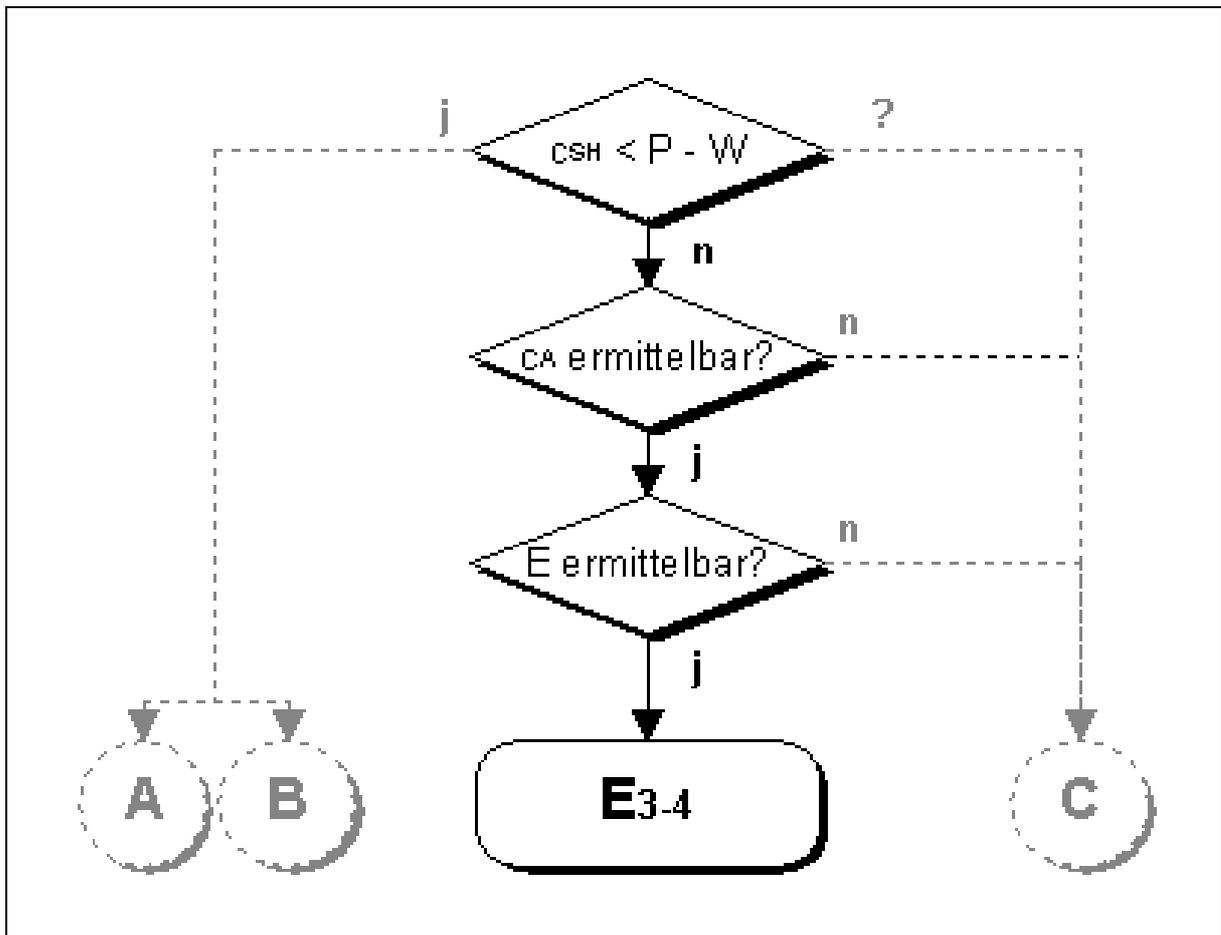
Auf Grundlage des verifizierten hydrogeologischen Arbeitsmodelles wurde durch die Grundwassererkundung eine 50 %ige Erfassung des Abstromes erreicht. Durch die mehrfache Beprobung des Grundwassers liegen abgesicherte Schadstoffkonzentrationen für den Abstrom vor. Durch die Auswertung der Pumpversuche konnten abgesicherte Werte für die Durchlässigkeiten und damit für die emissionsmaßgeblichen Volumenströme ermittelt werden. Eine Plausibilitätskontrolle zwischen der Emission ermittelt im Schadensherd $E(SH)$ und der Emission ermittelt im Grundwasser $E(A)$ ergab keine Unstimmigkeiten. Beweisniveau BN3 wurde erreicht.

2.3.2 Bewertung der Schadstoffkonzentrationen gemäß VwV

Die aus der direkten Emissionserkundung nachgewiesenen Werte für die Schadstoffkonzentration c_{SH} überschreiten den Prüfwert P-W für CKW deutlich und sind aufgrund der Datenanzahl als abgesichert einzustufen.

Aus der Prüfwertüberschreitung $c_{SH} > P-W$ ergibt sich ein Handlungsbedarf für eine eingehende Erkundung E_{3-4} . Daneben überschreitet sowohl die Emission E als auch die Ab-

strombelastung c_A die Orientierungswerte deutlich. Somit besteht selbst bei Anwendung der einzelfallbezogenen Mindestanforderung eindeutig Sanierungsbedarf.



2.3.3 Bewertung anhand Bewertungsbogen "Grundwasser"

Die Bewertung und Priorisierung mit der Ableitung eines handlungsbestimmenden Risikos R_{HB} und eines prioritätsetzenden Risikos R_{PS} erfolgt anhand des Bewertungsbogens "Grundwasser."

Wegen des eindeutig vorhandenen Sanierungsbedarfes gilt jedoch auf jeden Fall $R_{HB} > 4$.

2.3.4 Festlegung des weiteren Handlungsbedarfes

Die Bewertung der Schadstoffkonzentration c_{SH} zusammen mit einer abgesicherten Emission sowie die Höhe des handlungsbestimmenden Risikos $R_{HB} > 4,0$ ergeben einen weiteren Handlungsbedarf für eine eingehende Erkundung E_{3-4} .

Die eingehende Erkundung sieht keine technischen Maßnahmen zur Erkundung der Belastungssituation vor. Weitere technische Maßnahmen können im Rahmen erforderlicher Sanierungsuntersuchungen durchgeführt werden.

Seite 1

Bewertungsbogen GRUNDWASSER

WBA-Nr. ___ KWI-Objekt-Nr. ___

Gemeinde _____ Teilgemeinde _____ Reg.-Schl. _____ AL 10 _____ kommunal
privat

Name/Bezeichnung _____
z.B. Firma, Straße + Nr., Flurstück-Nr., Gewinn, WBA-interne Bezeichnung Rechtswert Hochwert TK 25000

Datum Letztbewertung _____ BN Letztbewertung _____ Bewertungsdatum _____ Nr. der Bewertung _____

Stoffgefährlichkeit r_0

bei Altablagerung:

Inf.-Qual.	Charakteristik des Einzugsgebietes	<input checked="" type="checkbox"/> F <input checked="" type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> U	Stoffe und ihre Anteile in %
<input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> U	Ländlich geprägte Gemeinde		Bauschutt 30
<input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> U	Ländlich geprägte Gemeinde mit Gewerbe		Erdaushub 10
<input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> U	Gemeinde mit geringem Industriebesatz		Haus-/Sperrmüll 50
<input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> U	Gemeinde/Stadt mit ausgeprägtem Industriebesatz		Sonderabfall 10
<input checked="" type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> U	Einwohnerzahl im Einzugsbereich <u>12.000</u>		
<input checked="" type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> U	Abfallstoffe, Zeitraum des Einbaus, Anteil (%)		
	<u>Fahrer, Lacke, Pulverwacker, Metall-/Holzabfälle, Fäkalien</u>		

bei Altstandort:

F V U Branchen _____

F V U Sonstiges (eingesetzte Stoffe, Anlagenteile, Teilbereiche) _____

F V U Produktions-/Nutzungszeitraum 1970 - 1989

F V U Sonstiges (Brände) gelegentlich Brände

F V U Vorbehandlung der Stoffe _____

F V U Analyseergebnisse (Boden; Abfall, Exst; GW, SW; OFG; Luft) Boden: 90-2100 µg/m² ZCKW
Oberwasser: 12,296 µg/l ZCKW
Grundwasser: 310-792 µg/l $r_0 = 5,0$

Schadstoffaustrag m_1

	Bewertungsrelevante Sachverhalte	m-Wert-Auswirkungen
<input checked="" type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> U	Hydrogeologischer Standorttyp <u>Typ 8</u>	_____
<input checked="" type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> U	Lage im Grundwasser, Grundwasserwechselbereich ... <u>nein</u>	_____
<input checked="" type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> U	Dichtung/Abdeckung (Anteil, Wirksamkeit) <u>Abdeckung, unwirksam</u>	<u>+0,1</u>
<input checked="" type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> U	Nutzung (Anteil) <u>100% Brachland</u>	_____
<input checked="" type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> U	Wasserableitung (Wirksamkeit) <u>nein</u>	_____
<input checked="" type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> U	Neigung der Oberfläche <u>eben</u>	_____
<input checked="" type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> U	Basisdichtung, entstehendes Bodenmaterial (Kf-Wert, Material, Anteil) <u>nein</u>	<u>+0,1</u>
<input checked="" type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> U	Wasserszittle <u>nein</u>	_____
<input checked="" type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> U	Volumen in cbm <u>100.000</u>	_____
<input checked="" type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> U	Fläche in qm <u>15.000</u>	_____
<input checked="" type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> U	max./mittl. Mächtigkeit (in m) <u>10/6</u>	_____
<input checked="" type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> U	Langjähriger mittlerer Niederschlag, Verdunstung <u>730 mm/a</u>	_____
<input checked="" type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> U	Näher Standortbeschreibung (Steinbruch, Doline, Känge, Hügel, Mulde, etc.) <u>Geländekante</u>	_____
	Begründung d. Bewertung falls abweichend vom "Standard" _____	_____

$r_1 = 5,5 \cdot m_1 = 1,2$

GW_3_1_f LUJ 4/93

Seite 2

Bewertungsbogen GRUNDWASSER

Gemeinde _____ Teilgemeinde _____ Bewertungsdatum _____ Nr. der Bewertung _____

Name/Bezeichnung _____
z.B. Firma, Straße + Nr., Flurstück-Nr., Gewinn, WBA-interne Bezeichnung

Schadstoffeintrag m_{II}	Bewertungsrelevante Sachverhalte	m-Wert-Auswirkungen
<input checked="" type="checkbox"/> FVIU Mächtigkeit der ungesättigten Zone (Mittelwert, Minimum)	10m	_____
<input checked="" type="checkbox"/> FVIU Boden- und Gesteinsart	loflehun / Buntsandstein	_____
<input checked="" type="checkbox"/> FVIU Schichtung, Durchlässigkeit	$k_f = 5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$	_____
<input type="checkbox"/> FVIU Änderung der Schadstoffkonzentration (Sorption, Abbau)	_____	_____
Begründung d. Bewertung falls abweichend vom "Standard"	_____	_____
$r_{II} = 5,5$		$m_{II} = 1,0$

Schadstofftransport und -wirkung m_{III}	Bewertungsrelevante Sachverhalte	m-Wert-Auswirkungen
<input checked="" type="checkbox"/> FVIU Abstandsgeschwindigkeit/Schadstofftransportgeschwindigkeit	4-5 m/d	+0,1
<input type="checkbox"/> FVIU Änderung der Schadstoffkonzentration (Abbau)	_____	_____
Begründung d. Bewertung falls abweichend vom "Standard"	_____	_____
$r_{III} = 6,1$		$m_{III} = 1,1$

Bedeutung des Schutzgutes m_{IV}	Bewertungsrelevante Sachverhalte	m-Wert-Auswirkungen
<input checked="" type="checkbox"/> FVIU Nutzung im Abstrombereich	unterschwändig	_____
<input checked="" type="checkbox"/> FVIU Wasserschutzgebiet / Vorbehaltgebiet	Zone III R	+0,2
<input type="checkbox"/> FVIU Wirksamkeit der Aufbereitung	_____	_____
<input checked="" type="checkbox"/> FVIU alternative Versorgungsmöglichkeit	nein	+0,1
<input checked="" type="checkbox"/> FVIU Restlebenszeit der Schadstofffahne (Spitze)	ca. 1 Jahr	+0,2
<input checked="" type="checkbox"/> FVIU Verdünnungseffekt	klein	-0,1
Begründung d. Bewertung falls abweichend vom "Standard"	_____	_____
$r_{IV} = 8,5$		$m_{IV} = 1,4$

Bewertungsergebnis

Risiko Handlungsbedarf	$R_{HB} = 6,1$	_____
Prioritätssetzendes Risiko	$R_{PS} = 8,5$	_____
Beweisniveau	$BN = 3$	_____
Handlungsbedarf / Erkundungsstufe HB	$HB = E3-4$	_____

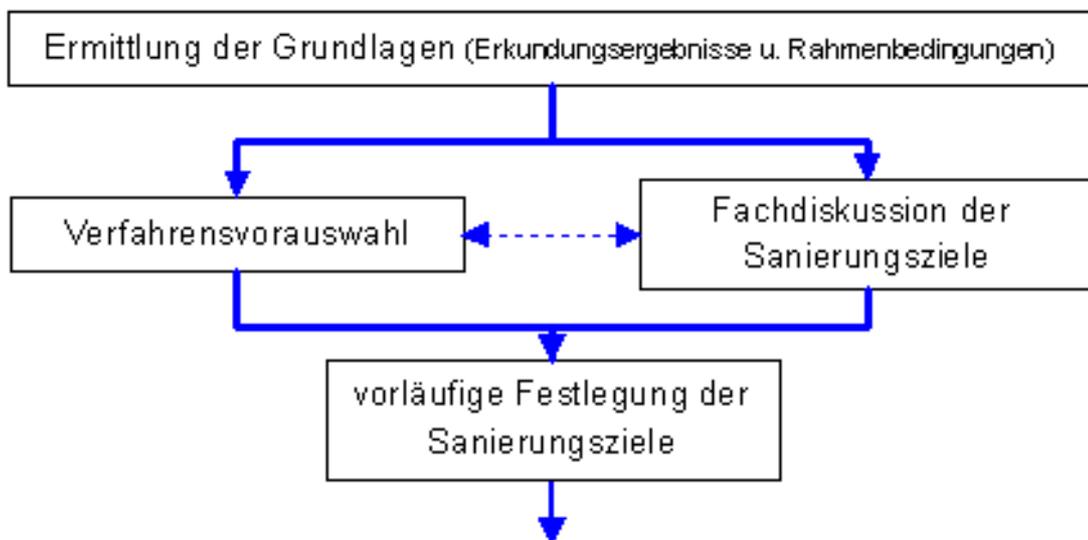
GW-BA-F-001-001

3. Eingehende Erkundung für Sanierungsmaßnahmen / Sanierungsvorplanung E_{3.4}

Ziel der eingehenden Erkundung ist es, die in Frage kommenden Sanierungsalternativen (Sicherungs- und Dekontaminationsverfahren) zu erarbeiten, sie nach monetären und nicht-monetären Bewertungskriterien den Sanierungszielen gegenüberzustellen und damit bei der Bewertung auf Beweisniveau BN4 die Grundlagen für eine Sanierungsentscheidung bereitzustellen.

Im Rahmen des Musterbeispiels 1 soll schwerpunktmäßig die Berechnung von Sanierungszielwerten bei einer homogenen Schadstoffverteilung im Schadensherd dargestellt werden. Der Schadensherd liegt vollständig in der ungesättigten Zone. Für die Ermittlung des Sanierungsziels wird vorausgesetzt, daß für den Schadstoffaustrag und den Schadstoffeintrag durch belastetes Sickerwasser stationäre Verhältnisse vorliegen.

Bis zur Festlegung des vorläufigen Sanierungsziels ergibt sich folgender Ablauf:



3.1 Ermittlung der Grundlagen

Durch die vorausgegangenen Erkundungen sind die Standortverhältnisse (Geologie/ Hydrogeologie, Schadstoffverteilung, betroffene Schutzgüter, geplante Nutzung etc.) abgesichert bekannt.

Aus den Erkundungsergebnissen liegt eine Modellvorstellung über die Schadstoffverteilung und die Grundwasserströmungsverhältnisse vor, die zur Sanierungszielwert-Ermittlung verwendet werden kann.

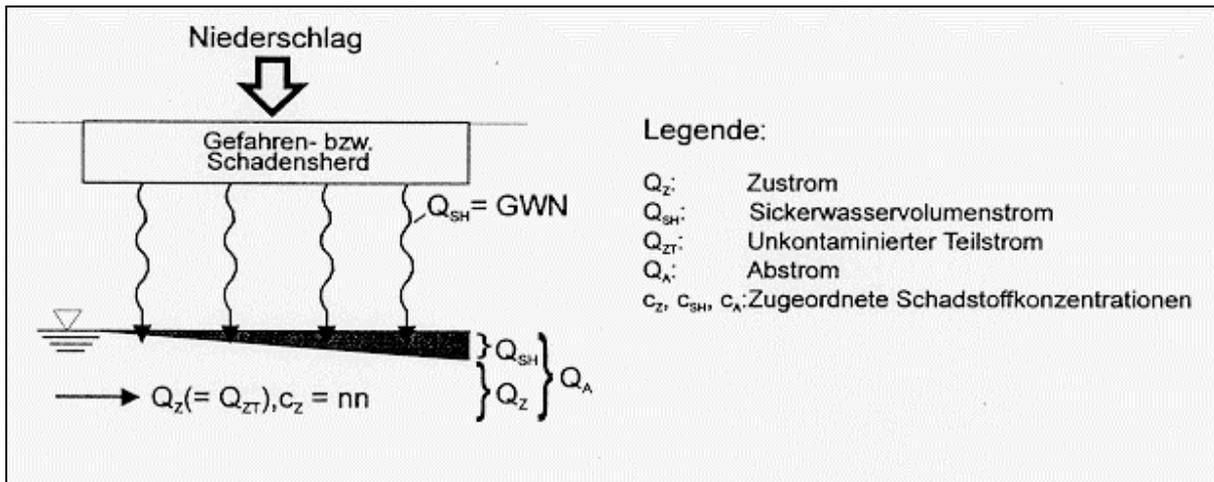


Abb. M1-3: Modellvorstellung

3.2 Verfahrensvorauswahl

Es werden in-/ex-situ Sanierungs-/Sicherungsverfahren ausgewählt, die prinzipiell für eine Sanierung/Sicherung des Standortes geeignet sind. Verfahren mit denen das festgelegte Sanierungsziel nicht erreichbar ist, werden ausgeschieden. Bei der Verfahrensvorauswahl sollte es sich um marktgängige Verfahren handeln, die dem aktuellen Stand der Technik entsprechen.

Bei einer Kontamination durch CKW kämen folgende Sanierungs-/Sicherungsverfahren in Betracht (LfU Materialien zur Altlastenbearbeitung Bd.4: Handbuch für die Einkapselung von Altablagerungen; Bd. 17: Grundwasserreinigung bei der Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen):

Sanierungsvariante Dekontamination: - Pneumatische Verfahren (Bodenluftabsaugung)

Sanierungsvariante Sicherung: - Oberflächenabdichtung
 - Hydraulische Sicherung (Sicker-/Grundwasserentnahme)
 - Umschließungsmaßnahme
 - nachträgliche Sohlabdichtung

3.3 Vorläufige Festlegung der Sanierungsziele

Als Sanierungsziele können gemäß VwV Orientierungswerte herangezogen werden:

- Grundsätzliche Anforderung: c_{SH} £ H-W ($\dot{a}CKW$: 0,1 µg/l bzw. nn)
- Allgemeine Mindestanforderung: c_{SH} £ P-W ($\dot{a}CKW$: 10 µg/l)
- Einzelfallbezogene Mindestanforderung (eM): c_A £ P-W und E £ E_{max} -W ($\dot{a}CKW$: 20 g/d)

Die Abwägung aller Umstände durch die Fachbehörde ergab, daß es nicht sinnvoll ist, die Werte der grundsätzlichen und allgemeinen Mindestanforderung bei der Festlegung von Sanierungszielen zu berücksichtigen. Abwägung bedeutet in diesem Zusammenhang, den wirt-

schaftlichen Aufwand sowie die negativen Sekundärfolgen einer Sanierung abzuschätzen und dem erzielten Ergebnis gegenüberzustellen.

Für das Musterbeispiel werden die Sanierungsziele aus der einzelfallbezogenen Mindestanforderung abgeleitet.

Berechnung eM-Sanierungszielwerte

Aufgrund der Sickerwasser- und Abstromuntersuchungen ist davon auszugehen, daß die Randbereiche deutlich weniger belastet sind. Bei der Prüfung, ob die Immissionsbegrenzung eingehalten wird, ist eine Breitenmittelung nicht zulässig. Im Musterbeispiel wird deshalb für die Berechnung der Sanierungszielwerte zur Einhaltung der Immissionsbegrenzung die Altlast in drei unterschiedlich belastete Bereich (Stromröhre) eingeteilt. Die Stromröhren besitzen eine Breite von $1/3 B_A = 60$ m mit den zugehörigen Volumenströmen:

$$Q_{SH} = 2,05 \text{ m}^3/\text{d} \quad (= 1/3 Q_{SH} \text{ (gesamt)})$$

$$Q_{ZT} = 0,63 \text{ m}^3/\text{d} \quad (= 1/3 Q_{ZT} \text{ (gesamt)})$$

$$Q_A = 2,67 \text{ m}^3/\text{d} \quad (= 1/3 Q_A \text{ (gesamt)})$$

Bei der Prüfung, ob die Emissionsbegrenzung eingehalten wird, wird die gesamte Altlast berücksichtigt.

Die für die I/E-Betrachtung notwendigen Volumenströme Q_Z , Q_{SH} , Q_{ZT} , Q_A und die zugehörigen Konzentrationen c_Z , c_{SH} , c_A beruhen im Musterbeispiel auf den abgesicherten Ergebnissen der technischen Erkundung.

Zur Entscheidung über die Sanierungsnotwendigkeit von Altlasten und Schadensfällen zum Schutz von Grundwasser sind u. a. die Sanierungszielwerte zur Einhaltung der einzelfallbezogenen Mindestanforderung nach Pkt. 5.2.3.1 der Anlage zur VwV zu ermitteln. Die Ermittlung solcher Sanierungszielwerte wird auch als "Immissions-/ Emissionsbetrachtung" bezeichnet.

Bei der Berechnung von Sanierungszielwerten muß unterschieden werden zwischen einer homogenen und einer heterogenen Schadstoffbelastung im Schadensherd. Bei homogenen Verhältnissen können die Sanierungszielwerte direkt berechnet werden. Bei heterogenen Verhältnissen (Vorliegen unterschiedlich belasteter Bereiche) wird zunächst eine Sanierungsvariante vorgegeben. Diese bzw. der vorgefundene Zustand wird dahingehend überprüft, ob die einzelfallbezogene Mindestanforderung eingehalten wird. Im Gegensatz zum homogenen Fall wird zur Berechnung eine Diskretisierung der Belastungsbereiche im Schadensherd und im Grundwasser durchgeführt (Stichworte: Belastungs-Raster, Stromröhren).

(vgl. Erläuterungen zur VwV: Teilaspekt Immissions-/Emissionsbetrachtung).

Aus der Immissionsbegrenzung und Emissionsbegrenzung lassen sich für die Sanierungsvarianten Dekontamination und Sicherung die eM-Sanierungszielwerte für Q_{SH} und c_{SH} errechnen.

Immissionsbegrenzung: (mittlerer / höherer belasteter Bereich)

$$c_A \leq P-W \text{ (10 } \mu\text{g/l } \acute{a}\text{CKW)}$$

aus den Gleichungen

$$E(A) = E(SH) + E(Z) \text{ oder}$$

$$Q_A * c_A = Q_{SH} * c_{SH} + Q_{ZT} * c_Z \text{ und}$$

$$Q_A = Q_{SH} + Q_{ZT}$$

ergibt sich durch Einsetzen von Q_A und Auflösen nach Q_{SH} bzw. c_{SH}

$$Q_{SH} \leq Q_{ZT} * (P-W - c_Z) / (c_{SH} - P-W)$$

$$c_{SH} \leq Q_{ZT} * (P-W - c_Z) / Q_{SH} + P-W$$

Emissionsbegrenzung: (gesamte Altlast)

$$E \leq E_{\max}-W \text{ (20 g/d } \acute{a}\text{CKW)}$$

aus der Gleichung

$$E = Q_{SH} * c_{SH}$$

ergibt sich durch Einsetzen von $E_{\max}-W$ und Auflösen nach

$$Q_{SH} \text{ bzw. } c_{SH}$$

$$Q_{SH} \leq E_{\max}-W / c_{SH}$$

$$c_{SH} \leq E_{\max}-W / Q_{SH}$$

Im folgenden werden die Sanierungszielwerte für die Sanierungsvarianten Dekontamination und Sicherung nach den o.g. Gleichungen berechnet (vgl. Tab. 2). Der niedrigere Wert für Q_{SH} bzw. c_{SH} aus der Immissionsbegrenzung bzw. der Emissionsbegrenzung ist der eM-Sanierungszielwert für die untersuchte Sanierungsvariante.

Im Beispiel wird die Immissionsbegrenzung maßgeblich mit den in Tabelle 2 fett gedruckten Werten folgenden eM-Sanierungszielwerten:

Tab. M1-2: eM-Sanierungszielwerte aus Immissions- und Emissionsbegrenzung für áCKW

Vorgefundener Zustand	Stromröhre 1	Stromröhre 2	Stromröhre 3
	westlicher Rand	mittlerer, höher belasteter Bereich	östlicher Rand
Q_{SH} [m ³ /d]	2,05	2,05	2,05
c_{SH} [µg/l]	3.892	23.967	6.008
Q_{ZT} [m ³ /d]	0,63	0,63	0,63
c_Z [µg/l]	nn	nn	nn
c_A [µg/l]	1.557	9.023	2.403
E [g/d]	8,35	49,69	12,46
eM-Sanierungszielwerte aus Immissionsbegrenzung			
c_{SH} [µg/l] (Dekontamination)	13	13	13
oder			
Q_{SH} [m ³ /d] (Sicherung)	0,0016	0,0003	0,0011
Q_{ZT} [m ³ /d] (Sicherung)	0,63	0,63	0,63

Für die Ermittlung der eM-Werte zur Einhaltung der Emissionsbegrenzung muß die zulässige Emission E_{max} -W auf die Stromröhren aufgeteilt werden. Wenn einheitliche Sanierungszielwerte für alle Stromröhren ermittelt werden sollen, erfolgt diese Aufteilung entsprechend ihrem Anteil am Gesamt-Sickerwasservolumenstrom. Durch die Wahl von drei Stromröhren mit gleichem Q_{SH} bedeutet dies, daß über eine Stromröhre maximal 1/3 von E_{max} -W emittiert werden darf.

Es gilt:

$$\dot{a} Q_{SH} * c_{SH} \leq E_{max}\text{-W} \quad (\text{für gesamte Altlast})$$

$$Q_{SH} \leq 1/3 E_{max}\text{-W} / c_{SH} \quad (\text{für einzelne Stromröhre})$$

$$c_{SH} \leq 1/3 E_{max}\text{-W} / Q_{SH} \quad (\text{für einzelne Stromröhre})$$

eM-Sanierungszielwerte aus Emissionsbegrenzung (für gesamte Altlast)			
c_{SH} [µg/l] (Dekontamination)	3.216	3.216	3.216
oder			
Q_{SH} [m ³ /d] (Sicherung)	1,71	0,28	1,11

Mit Sickerwasserkonzentrationen > 13 µg/l ergibt sich für die gesamte Altlast ein Sanierungsbedarf.

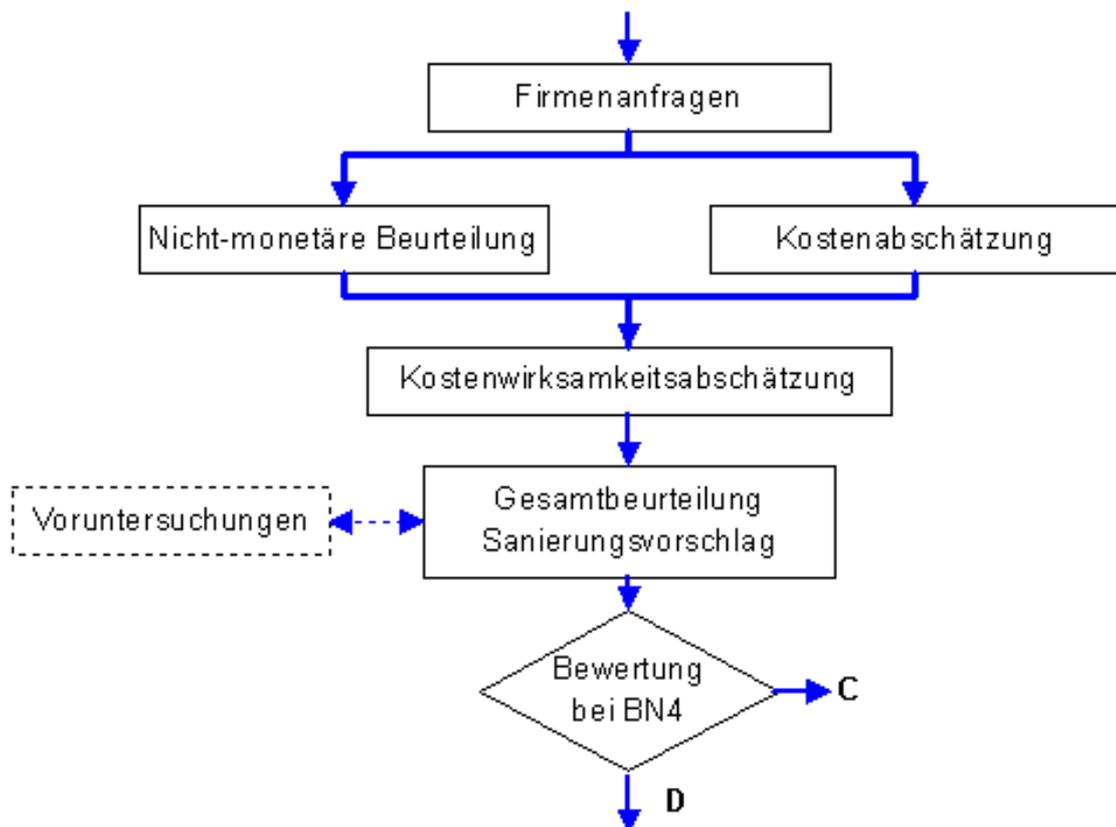
Für den Fall der ausschließlichen Dekontamination zeigt das Ergebnis, daß eine aufwendige Berechnung der einzelfallbezogenen Mindestanforderung entbehrlich gewesen wäre. Durch die geringe Differenz von $c_{SH} = 13$ µg/l gegenüber P-W = 10 µg/l ist es unter Abwägung der Umstände vertretbar, das strengere Sanierungsziel der allgemeinen Mindestanforderung, heranzuziehen.

Bei einer ausschließlichen Sicherung des Schadensherdes dürfen z.B. im höher belasteten mittleren Bereich nur noch 0,3 Liter Sickerwasser pro Tag mit $c_{SH} = 23.967 \mu\text{g/l}$ aus dem Schadensherd in das Grundwasser gelangen.

Denkbar wäre eine Sanierungsvariante durch Kombination einer technisch einfach realisierbaren Oberflächenabdichtung mit zusätzlicher Sickerwasserentnahme und einer gleichzeitigen Dekontamination (z.B. Bodenluftabsaugung). Durch die während der Dekontamination sinkende Sickerwasserkonzentration kann eine höhere Sickerwassermenge zugelassen werden.

3.4 Weitere Inhalte der eingehenden Erkundung

Für die weitere Vorgehensweise der eingehenden Erkundung mit dem Ziel einen Sanierungsvorschlag herauszuarbeiten, ergibt sich folgender Ablauf:



Im Rahmen des Musterbeispiels soll aufgrund des sehr einzelfallspezifischen Charakters hierauf nicht näher eingegangen werden. Es wird an dieser Stelle auf den LfU-Band "Eingehende Erkundung für Sanierungsmaßnahmen / Sanierungsvorplanung (E₃₋₄)" verwiesen.

Musterbeispiel 2

- Altablagerung über Lockergestein -

Schutzgut Raumluf

Schutzgut Atmosphärenluft

Technische Erkundung

Thomas Behnert
Weber-Ingenieure Pforzheim GmbH

1. Standortbeschreibung

Aus der historischen Erkundung der ehemaligen Hausmülldeponie einer ca. 5.000 EW umfassenden, überwiegend ländlich geprägten Gemeinde mit mittlerem Gewerbebesatz sind folgende Eckdaten bekannt:

Ablagerungsgut:

40 % Hausmüll, untergeordnet Gewerbemüll
10 % Klärschlämme
30 % Bauschutt
20 % Erdaushub

Ablagerungsart:

Der Müll wurde ungeordnet in einer ehemaligen Kiesgrube, zum Teil direkt in das Grundwasser, abgekippt. Angelieferte Klärschlämme wurden auf der gesamten Deponiefläche abgelagert.

Fläche:	17.600 m ²
Volumen:	55.000 m ³
Müllmächtigkeit:	5,0 m
Betriebszeitraum:	1963 - 1974
Ehemalige Nutzung:	Kiesgrube
Heutige Nutzung:	Wohngebiet (Gebäude unterkellert)
Oberflächenabdeckung:	provisorische, ca. 1 m mächtige, bindige Erdabdeckung

Geologie/Hydrogeologie:

Die Altablagerung wurde in einer ehemaligen Kiesgrube im Oberrheingraben angelegt. Für die geologischen Verhältnisse am Standort kann aus der Hydrogeologischen Kartierung (HK) folgendes Profil angegeben werden:

Deckschichten 1 - 2 m Löß / Lößlehm (fehlt im Bereich der Altablagerung)

Oberes Kieslager (OKL) 20 - 22 m Kiese und Sande (Grundwasserleiter)

Oberer Zwischenhorizont (OZH) 5 -10 m Schluff, tonig (Grundwassergeringleiter)

Der Flurabstand des ungespannten Grundwassers beträgt 5,0 m.

Nutzungswürdigkeit des Grundwassers:

Der direkt betroffene Grundwasserleiter des OKL stellt mit seiner Ergiebigkeit einen regional bedeutsamen Grundwasserleiter dar. Das Grundwasservorkommen ist im Sinne der VwV als nutzungswürdig einzustufen. Eine aktuelle Nutzung ist nicht betroffen.

Bewertung auf Beweisniveau BN 1, Schutzgut Luft

Für die Bewertung auf Beweisniveau BN1 werden folgende Merkmale einer orientierenden Erkundung gemäß ALHB Teil I erfüllt:

- alle verfügbaren Informationen und Unterlagen über die altlastverdächtige Fläche bzw. Altlast und ihrer Umgebung sind erhoben und ausgewertet
- die vorhandenen Informationen ermöglichen eine Entscheidung über den weiteren Handlungsbedarf A, B, E₁₋₂
- die Maßnahmen der orientierenden Erkundung können konzipiert werden

Die Bewertung "Schutzgut Luft" erfolgt gemäß Leitfaden Deponiegas. Zur Charakterisierung der Altablagerung wird eine Typisierung durchgeführt mit Zuordnung zu einer Deponiegasphase.

Anhand der Phasenzugehörigkeit kann eine Einschätzung der Stoffgefährlichkeit erfolgen.

Tab. M2-1: Typisierung gemäß Leitfaden Deponiegas

Typisierung				
Merkmal	Ausprägung	Klasse	Wert	Phase
Alter [a]	22	5	-	
Größe [m ³]	55.000	3	4,0	
Höhe [m]	6,0	4	3,7	
HM + KS [%]	50	2	4,0	
Einbau [-]	Kippkante	2	3,8	
				IV (3,9)

Durch die Zuordnung zur Phase IV ergibt sich gemäß Leitfaden Deponiegas die zugehörige Stoffgefährlichkeit zu $r_0 = 2,3$. Die ortsbezogenen Faktoren $m_I - m_{IV}$ ergeben sich aus Tabelle 2.

Die Faktoren Schadstoffwirkung m_{III} und Bedeutung des Schutzgutes m_{IV} sind abhängig von den maßgeblichen Schutzgütern Raumluft und Atmosphärenluft. Beide sind aufgrund der Nutzung durch Wohngebäude mit Kleingärten betroffen.

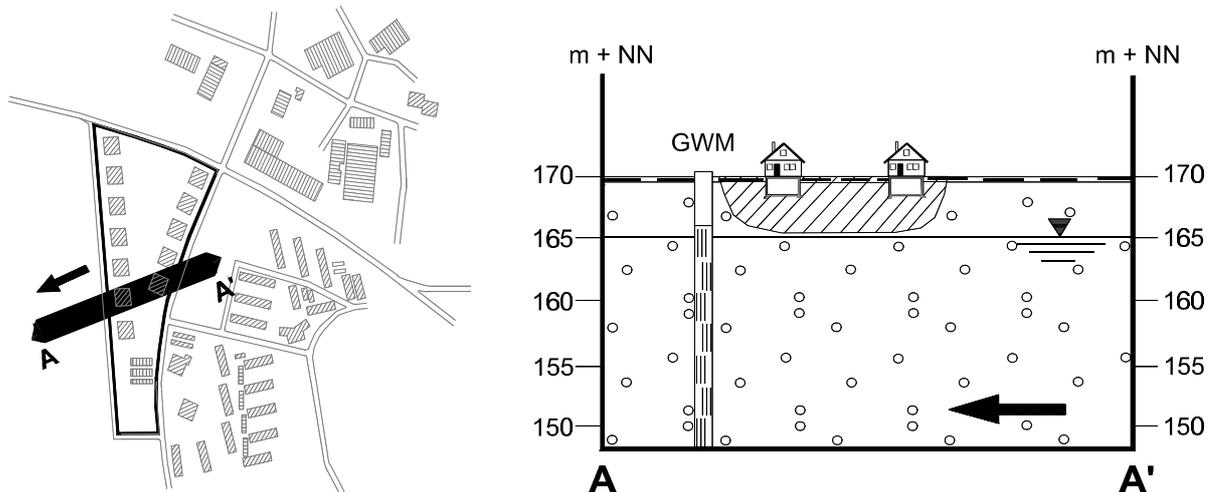


Abb. M2-1: Lageplan und geologisches Profil

Tab. M2-2: Ortsbezogene Faktoren m_I - m_{IV} gemäß Leitfaden Deponiegas

Art	Grundwert	Zuschlag	m_I -Wert
Höhenklasse 3, naß	1,0	-	1,0
			m_{II}-Wert
a) <i>Raumluft</i> : Abdeckung 1m,bindig Fundament mit Keller	1,1	+ 0,3	1,4
b) <i>Atmosphärenluft</i> : Abdeckung 1m,bindig	0,9	-	0,9
			m_{III}-Wert
a) <i>Raumluft</i> : Räume mit geringem Luftaustausch	1,3	-	1,3
b) <i>Atmosphärenluft</i> : breitflächiger Austritt (ebene Lage)	0,9	-	0,9
			m_{IV}-Wert
a) <i>Raumluft</i> : begehbare Räume	1,3	-	1,3
b) <i>Atmosphärenluft</i> : Hausgärten	1,3	-	1,3

Aus der Bewertung läßt sich folgendes Bewertungsergebnis ableiten:

a) *Raumluft*: $R_{HB} = 4,2$ $R_{PS} = 5,4$

b) *Atmosphärenluft*: $R_{HB} = 1,9$ $R_{PS} = 2,4$

Aufgrund eines $R_{HB} > 4,0$ für das Schutzgut *Raumluft* ist ein weiterer Handlungsbedarf für eine technische Erkundung E_{1-3} angezeigt. Gemäß Leitfaden Deponiegas wird nicht unterschieden zwischen einer Erkundung E_{1-2} und E_{2-3} . Die erforderlichen Maßnahmen werden zusammengefaßt zu einer technischen Erkundung E_{1-3} mit dem Ziel den Luftpfad umfassend zu erkunden, um eine Gefährdung des Menschen ausreichend beurteilen zu können. Diese Zielsetzung erfordert es, die technische Erkundung in einem Schritt durchzuführen, um den Betroffenen schnell und umfassend Auskunft geben zu können.

Zur weiteren Erkundung sollen Maßnahmen zur Überprüfung der Stoffgefährlichkeit und ggf. zur Gefährdungsabschätzung gemäß Leitfaden Deponiegas durchgeführt werden.

2. Technische Erkundung E₁₋₃

Die technische Erkundung für das Schutzgut "Luft" gliedert sich in zwei Schritte:

- 1.) Schritt: *Überprüfung der Stoffgefährlichkeit*
- Maßnahmen: *Abhängig von Ergebnis E₀₋₁ (FID, Gasmessstellen, Absaugversuch)*
- Ziel: *Entscheidung, ob Schutzgut betroffen ---> 2. Schritt*
- 2.) Schritt: *Maßnahme zur Durchführung der Gefährdungsabschätzung für das Schutzgut Luft*
- Maßnahmen: *Schutzgutbezogene Maßnahmen (Raumluftmessungen)*
- Ziel: *Abschließende Gefährdungsabschätzung*
- Handlungsbedarf B, C oder E_{3,4} ermitteln*

2.1 Überprüfung der Stoffgefährlichkeit

Die erforderlichen technischen Maßnahmen ergeben sich aus der Einstufung in der historischen Erkundung in die Phase IV.

2.1.1 Anzahl/Tiefe Gasmessstellen

Zur Überprüfung der Stoffgefährlichkeit werden temporäre, tiefendifferenzierte Gasmessstellen auf der Altablagerung erstellt. Bei einer Fläche von 17.600 m² = 1,76 ha ergibt sich eine Anzahl von drei Messstellen. Unter Berücksichtigung einer ca. 1 m mächtigen Oberflächenabdeckung mit bindigem Erdmaterial werden die Entnahmehorizonte in dem 4 m mächtigen Deponiekörper mit 1,5 m und 3 m festgelegt.

Seit Einführung des Leitfadens Deponiegas im Oktober 1992 existieren Empfehlungen zur Festlegung der Anzahl an Gasmessstellen für die technische Erkundung.

Gemäß Leitfaden werden bis zwei Hektar mindestens drei tiefendifferenzierte Gasmessstellen und je angefangenem weiteren Hektar eine weitere tiefendifferenzierte Gasmessstelle empfohlen. Bei einer empfindlichen Nutzung (Wohnbebauung, Kleingärten, Spiel-/Grillplätze etc.) sollten abweichend vom Leitfaden zusätzliche Messstellen eingerichtet werden.

(Aus Gründen der Übersichtlichkeit der Ergebnisdarstellung wurde im Musterbeispiel nur die Mindestanzahl an Messstellen eingerichtet).

Die Tiefendifferenzierung ist an die örtlichen Gegebenheiten anzupassen. Empfohlen wird eine Probennahme in Tiefenstufen von 1,5 m. Durch Bodenansprache/Schichtenverzeichnisse ist sicherzustellen, daß die Entnahmehorizonte im mit Hausmüll verfüllten Bereich liegen.

2.1.2 Positionierung

Die Positionierung der drei Meßstellen erfolgt aufgrund fehlender Anhaltspunkte über Bereiche mit verstärkter Gasproduktion (z.B. Vegetationsschäden, FID-Begehung, geruchliche Auffälligkeiten) unter dem Aspekt einer quasi-flächendeckenden Erkundung nach rein geometrischen Gesichtspunkten.

Die Positionierung von Gasmessstellen sollte bei einer differenzierten Nutzung des Geländes (Wald/Grünanlage, Kleingärten, Kinderspielplätze, Wohnbebauung etc.) hieran orientiert werden, um ggf. eine nutzungsbezogene Gefährdung ableiten zu können.

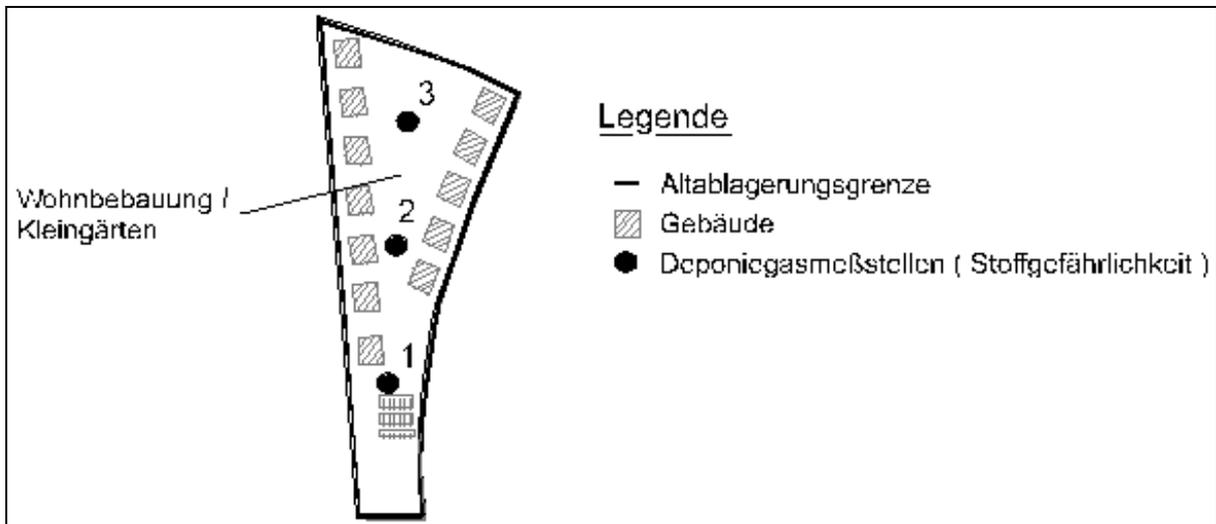


Abb. M2-2: Positionierung der tiefendifferenzierten, temporären Gasmessstellen zur Verifizierung der Stoffgefährlichkeit

2.1.3 Meßstellenbau (Sondenmessung)

Die temporären, tiefendifferenzierten Gasmessstellen werden als Meßstellengruppen durch Einstellen von Kunststoffrohren in vorgebohrte Sondierlöcher hergestellt. Durch das Vorbohren ergibt sich die Möglichkeit einer Boden-/ Müllansprache. Hierdurch kann sichergestellt werden, daß die Filterstrecken im Bereich des Hausmülls plaziert werden. Die 1 m langen Filterstrecken liegen in den Teufenbereichen 1,0 - 2,0 m und 2,5 - 3,5 m und werden im Ringraum mit Filterkies verfüllt. Im Bereich der Vollrohrstrecken wird das Sondierloch mit Bohrgut verfüllt. Die Abdichtung gegen Eindringen von Außenluft erfolgt durch Einbau einer ca. 30 cm mächtigen Schicht aus quellfähigem Material.

Die Sondenmessungen erlauben es, mit einem geringen finanziellen Aufwand den Porenraum einer Altablagerung zu beproben. Sie stellen damit eine der wichtigsten Untersuchungsmethoden zur Erkundung des Gashaushaltes dar. Durch Modifikation in der Ausführung der Meßstelle (Tiefendifferenzierung) und der Probennahme (Absaugversuch) lassen sich ver-

schiedene Fragen beantworten. Die Erkundung des Gashaushaltes kann auf den verschiedenen Erkundungsniveaus beliebig genau geklärt werden, ebenso eine eventuelle Gefährdung des Umfeldes der Altablagerung. Als wesentlicher Nachteil ist zu nennen, daß bei unsachgemäßer Ausführung Falschlufzutritte die Ergebnisse verfälschen.

2.1.4 Messungen/Probennahme/Parameterumfang

Die erforderlichen Deponiegas-Messungen werden am folgenden Tag nach Erstellung der Meßstellen durchgeführt. Durch Absaugung eines geringen Deponiegasvolumens (2,5 l/min) und die Verwendung von Vor-Ort-Meßgeräten werden die Parameter CH₄, CO₂ und O₂ kontinuierlich über die Meßdauer in Volumenprozent gemessen. Die Differenz zu 100 Vol.-% wird als N₂ berechnet. Das Messende ist erreicht bei Anzeigenkonstanz der Meßgeräte (ca. 10 - 20 min pro Meßstelle). Eine Probennahme für eine Laboranalytik ist nicht notwendig.

Neben der Messung der Deponiegas-Hauptkomponenten werden aus den gleichen Meßstellen Proben zur Untersuchung auf Spurengase entnommen. Die Probennahme erfolgt aus den gleichen Meßstellen durch Absaugung von 1 l Bodenluft über ein Aktivkohle-Adsorberröhrchen. Die Untersuchung auf die Spurengase CKW, BTXE wird im Labor durchgeführt.

Durch den Bohrvorgang wurden die "natürlichen" Verhältnisse in der Bohrlochumgebung durch Belüftung gestört. Zur Vermeidung von falschen Meßergebnissen werden die Messungen deshalb erst am folgenden Tag durchgeführt. Es wird angenommen, daß sich nach mehreren Stunden Wartezeit wieder stationäre Verhältnisse einstellen.

Durch den Einsatz einer Vor-Ort-Analytik kann während dem Meßvorgang der Zutritt von Falschluff überprüft werden. Zudem ergibt sich durch den Verzicht auf Laboranalytik ein Kostenvorteil.

Da die Deponiegas-Konzentrationen sich abhängig von den Variablen Luftdruck, Temperatur, Wassergehalt etc. einstellen, sind aus Gründen der Vergleichbarkeit von Ergebnissen die Messungen an einem Stichtag durchzuführen. Während den Messungen ist der Luftdruck zu erfassen.

Ebenfalls aus Gründen der Vergleichbarkeit sind die Stichtagsmessungen mit dem gleichen (geeichten) Meßgerät durchzuführen

2.2 Zuordnung aufgrund gemessener Konzentrationen

Die Meßergebnisse zur Überprüfung der Phase ergaben, daß die Deponie sich in Phase III befindet (CH₄ ca. 30%, CO₂ ca. 20%; CH₄/CO₂ > 1). Anhand der Ergebnisse muß eine Korrektur der Phasenzugehörigkeit von IV nach III erfolgen. Die Stoffgefährlichkeit wird durch die Ergebnisse minimal von r₀ = 2,3 zu r₀ = 2,5 korrigiert.

Tab. M2-3: Meß-/Analysergebnisse Deponigas

Parameter	Einheit	Meßstelle 1 1,5 m / 3,0 m	Meßstelle 2 1,5 m / 3,0 m	Meßstelle 3 1,5 m / 3,0 m
CH ₄	[Vol.-%]	4,8 / 2,9	25,1 / 23,2	34,3 / 28,6
CO ₂	[Vol.-%]	15,7 / 15,7	17,7 / 16,8	21,0 / 26,9
CH ₄ /CO ₂	[-]	0,3 / 0,2	1,4 / 1,4	1,6 / 1,1
O ₂	[Vol.-%]	3,4 / 3,6	1,0 / 2,1	0,0 / 0,5
N ₂ (berechnet)	[Vol.-%]	76,1 / 77,8	56,2 / 57,9	44,7 / 44,0
ΣCKW	[mg/m ³]	nn / nn	nn / nn	nn / nn
ΣBTXE	[mg/m ³]	nn / nn	nn / nn	nn / nn
Phase		V	III	III

Aufgrund der Meßergebnisse ist das Schutzgut Luft betroffen mit dem maßgeblichen Schutzgut Raumlufte. Es ist gemäß Leitfaden Deponiegas eine schutzgutbezogene Erkundung (z.B. Migration, Raumlufte-messungen) durchzuführen. Die Festlegung der weiteren Maßnahmen erfolgt durch den Sachbearbeiter.

Gemäß Leitfaden Deponiegas sind bei den gemessenen Methangas-Konzentrationen außerhalb von Gebäuden, unabhängig von den Bewertungsziffern, Sofortmaßnahmen zu veranlassen. Eine Sofortmaßnahme könnte die Durchführung von Raumlufte-messungen sein.

2.3 Gefährdungsabschätzung Schutzgut Luft

2.3.1 Gasmigration

Zur Überprüfung der Gasmigration in Richtung Gebäude (Absicherung der Werte) werden unmittelbar an jedem Gebäude tiefendifferenzierte Sondenmessungen (vgl. Ermittlung Stoffgefährlichkeit) durchgeführt. Die Ergebnisse fallen aufgrund der Randlage der Gebäude auf der Altablagerung etwas niedriger aus als die vorausgegangenen Untersuchungen im Deponiezentrum. In 1,5 m Tiefe werden bis zu 20 Vol.-% CH₄ und 12 Vol.-% CO₂ gemessen.

Zur Bestimmung der Porengaskonzentration würde bei hoher Gasproduktion theoretisch eine Probennahme an einer beliebigen Stelle der Deponie ausreichen, um die Stoffgefährlichkeit zu ermitteln. Dies ist bei Altablagerungen nicht möglich, da mit abnehmender Gasproduktion zu rechnen ist und sich Bereiche mit sehr unterschiedlicher Porengaskonzentration entwickeln (Heterogenität). Aus diesem Grund ist zur Ermittlung repräsentativer Proben mit zunehmender Phase eine höhere Meßstellenanzahl erforderlich. Ist die Altablagerung in die Phase IV - V einzustufen, wird statt punktuellen Sondenmessungen ein Absaugversuch zur qualitativen, integralen Ermittlung der Stoffgefährlichkeit empfohlen.

Sollten wider erwarten keine Methan-/Kohlendioxid-Befunde in den Meßstellen auftreten, kann die Erkundung an dieser Stelle beendet und eine Bewertung auf Beweisniveau BN3 durchgeführt werden.

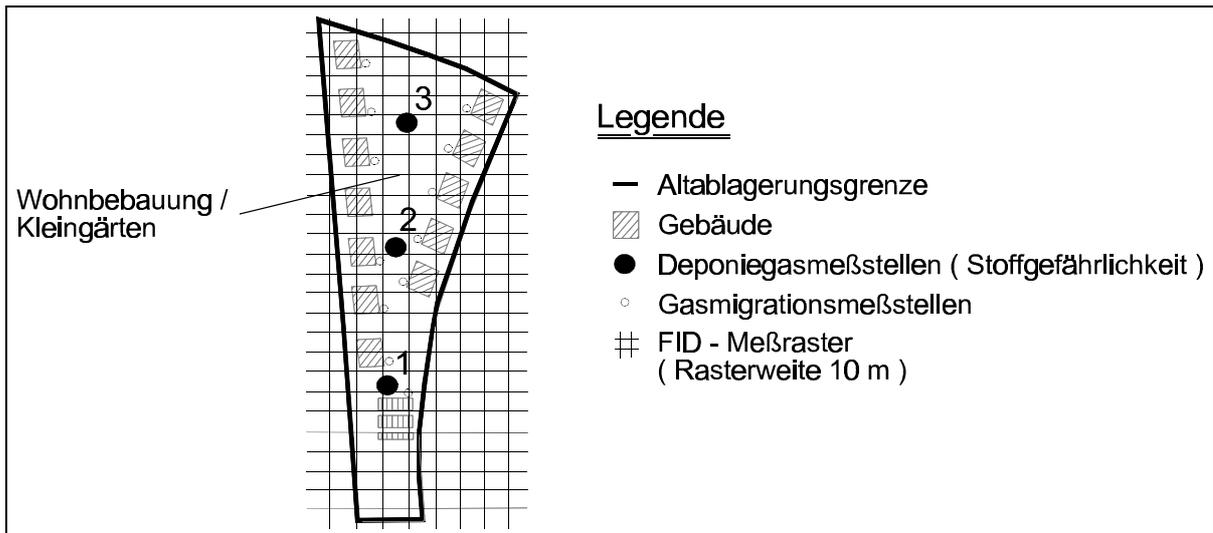


Abb. M2-3: Positionierung der Gasmigrationsmeßstellen und FID-Raster für Gasemissionsmessungen

2.3.2 Gasemissionsmessungen

Zur Verifizierung der Gasemissionen auf der Deponieoberfläche wird auf Grundlage eines Meßrasters mit einer Maschenweite von 10 m eine Flächenkartierung mittels FID (Flammenionisations-Detektor) durchgeführt. Insgesamt ergibt sich verteilt über die Fläche eine Gesamtanzahl von 150 Messungen. Die Messungen wurden im Sommer nach 1-wöchiger Trockenheit bei fallendem Luftdruck durchgeführt. Es konnten keine Gasemissionen detektiert werden.

Gemäß Bewertung Leitfaden Deponiegas besteht kein Handlungsbedarf für das Schutzgut Atmosphärenluft. Durch die relativ hohen Methangas-Konzentrationen im Porenraum der Altablagerung zusammen mit einer nur 1 m mächtigen, bindigen Abdeckung besteht für die betroffenen Bewohner eine Unsicherheit im Hinblick auf die zukünftige Nutzung ihrer Grundstücke als Wohn-, Garten-, Spiel- und Freizeitfläche. Da gegenüber den Anliegern fachtechnisch eine Gasemission nicht mit absoluter Sicherheit ausgeschlossen werden kann, wird als Negativ-Nachweis eine FID-Begehung durchgeführt.

FID-Messungen hängen stark von meteorologischen Einflüssen wie Niederschlag und Luftdruck ab. Nach längeren Regenperioden sind aufgrund des wassergefüllten Porenraumes in der Abdeckung (Gassperre) die Meßwerte wenig aussagekräftig. Bei steigendem Luftdruck dringt Atmosphärenluft in die Altablagerung ein und verdrängt das Deponiegas. Das Ergebnis können zu niedrig gemessene Gehalte sein. Als ideal sind Messungen nach längerer Trockenperiode und fallendem Luftdruck anzusehen. Auf jeden Fall sollten die meteorologischen Größen Temperatur, relative Luftfeuchte und Luftdruck bei den Messungen erfaßt werden.

2.3.3 Raumlufmessungen

Aufgrund der Ergebnisse der Sondenmessungen werden Raumlufmessungen wie folgt durchgeführt:

- Informieren der betroffenen Bewohner
- Einsehen von Bauplänen, um die Meßorte und die Lage der Versorgungsleitungen bestimmen zu können
- Prüfen mit Combi-Warngerät auf Explosions- oder Erstickungsgefahr
- FID-Messungen an Rissen/Fugen im Mauerwerk/Fußboden und in Schächten

In den Kellerräumen mit betonierten Außenwänden und Kellerfußböden konnten mittels Combi-Gerät und FID keine Methangasgehalte festgestellt werden. Eine akute Explosions- / Erstickungsgefahr besteht nicht.

Durch die hohe Empfindlichkeit gegenüber Kohlenwasserstoffen wie CH_4 (CO_2 wird nicht detektiert) läßt sich das Gerät auch zu orientierenden Raumlufmessungen einsetzen.

3. Bewertung auf Beweismiveau BN3

Für das Erreichen von Beweismiveau BN3 sind gemäß ALHB folgende allgemeine Merkmale kennzeichnend:

Durch ergänzende Messungen und Untersuchungen ist die Altlast soweit erkundet, daß Art und räumliches Ausmaß der Schadstoffbelastung am Standort und in den betroffenen Schutzgütern sowie die expositionsrelevanten Verhältnisse des Standortes umfassend bekannt sind.

Die Entscheidung, ob - außer "B" - eine fachtechnische Kontrolle "C" ausreicht oder ob eine eingehende Erkundung für Sanierungsmaßnahmen/Sanierungsvorplanung (E_{3-4}) erforderlich ist, kann getroffen werden. Für "B" können Auflagen und Bedingungen, für "C" Art und Umfang der Kontrollen festgelegt werden. Die technischen Erkundungen können im Hinblick auf die in Frage kommenden Sicherungs- und Dekontaminationsmaßnahmen konzipiert werden.

Darüber hinaus werden im Leitfaden Deponiegas Anforderungen an die Ergebnisse der Deponiegaserkundung formuliert.

3.1 Bewertung der technischen Erkundung

Durch die flächendeckende und schutzgutbezogene Deponiegaserkundung gemäß Vorgehensweise Leitfaden Deponiegas ist das räumliche Ausmaß der CH_4 / CO_2 / Spurengas-Belastung in der Altlast, die Migration in bestehende Gebäude sowie die Gasemission in die Atmosphäre bekannt. Es liegen abgesicherte Werte für die Deponiegas-Hauptkomponenten vor. Beweismiveau BN3 wurde erreicht.

3.2 Bewertung gemäß Leitfaden Deponiegas

Die Stoffgefährlichkeit r_0 ist durch die Meßergebnisse zu $r_0 = 2,5$ korrigiert worden. Zur Überprüfung des Schutzgutes Atmosphärenluft wird ebenfalls eine Bewertung durchgeführt. Die ortsbezogenen Faktoren $m_I - m_{IV}$ verändern sich wie folgt:

Tab. M2-4: Ortsbezogene Faktoren m_I - m_{IV} gemäß Leitfaden Deponiegas

Art	Grundwert	Zuschlag	m_I -Wert
Höhenklasse 3, naß	1,0	-	1,0
			m_{II}-Wert
a) <i>Raumluft</i> : Abdeckung 1m, bindig 10 - 20 Vol.-% CH ₄ nn Vol.-% im Raum	1,1	+ 0,2 - 0,6	0,7
b) <i>Atmosphärenluft</i> : Abdeckung 1m, bindig oberflächennahe Meßergebnisse n.n.	0,9	- - 0,3	0,6
			m_{III}-Wert
a) <i>Raumluft</i> : kein Eintrag zum Schutzgut	1,0	-	1,0
b) <i>Atmosphärenluft</i> : kein Eintrag zum Schutzgut	1,0	-	1,0
			m_{IV}-Wert
a) <i>Raumluft</i> : begehbare Räume	1,3	-	1,3
b) <i>Atmosphärenluft</i> : Kleingartenanlagen	1,3	-	1,3

Aus der Bewertung läßt sich folgendes Bewertungsergebnis ableiten:

a) *Raumluft*: $R_{HB} = 1,8$ $R_{PS} = 2,3$

b) *Atmosphärenluft*: $R_{HB} = 1,5$ $R_{PS} = 2,0$

Aufgrund eines $R_{HB} < 4,0$ ist für die Schutzgüter *Raumluft* und *Atmosphärenluft* kein weiterer Handlungsbedarf angezeigt. Eine akute Gefährdung besteht bei der derzeitigen Nutzung nicht.

Eine Einschränkung der Nutzung ergibt sich im Hinblick auf Grabarbeiten in der Abdeckung bzw. im Deponiekörper.

Bewertungsbogen Luft

Seite 2

.....
 Gemeinde Teilgemeinde
 Bewertungsdatum Nr. der Bewertung

Name/Bezeichnung
 z.B. Firma, Straße + Nr., Flurstück-Nr., Gewinn, WBA-interne Bezeichnung

Schadstoffeintrag m_{II} Bewertungsrelevante Sachverhalte m-Wert-Auswirkungen

Raumluft , Atmosphärenluft []

<input checked="" type="checkbox"/> VIIU	Mächtigkeit der Abdeckung (m)	1m	
<input checked="" type="checkbox"/> VIIU	Abdeckung - Materialart (fest, bindig)	bindig	+0,1
<input checked="" type="checkbox"/> VIIU	Geländeoberfläche mit Rissen oder Spalten	nein	
<input checked="" type="checkbox"/> VIIU	Geländeoberfläche > 50% versiegelt	nein	
<input checked="" type="checkbox"/> VIIU	Abstand Gebäude-Auflast (m)	0m	
<input checked="" type="checkbox"/> VIIU	Gründungsart der Gebäude	Keller	
	Zu- und Abschläge aufgrund von Meßergebnissen	10-20 Vol-% CH ₄ im Vol.-% im Raum r _{II} = 1,8 m _{II} = 0,7	+0,2 -0,6

Schadstofftransport und -wirkung m_{III}

<input checked="" type="checkbox"/> VIIU	Schadstoffwirkung (Raumluft / Atmosphärenluft)	kein Eintrag zum Schutzgut	
			r _{III} = 1,8 m _{III} = 4,0

Bedeutung des Schutzgutes m_{IV}

Raumluft - "begehbare Räume", Schächte, Kriechkeller	begehbare Räume	
Atmosphärenluft - vom Menschen genutzte Flächen		
		r _{IV} = 2,3 m _{IV} = 4,3

Bewertungsergebnis

Risiko Handlungsbedarf R_{HB}	= 1,8	
Prioritätsetzendes Risiko R_{PS}	= 2,3	
Beweisniveau BN	= 3	
Handlungsbedarf HB	= B	

Luft_0_2_0_LU_496

Bewertungsbogen Luft

Seite 2

Gemeinde _____ Teilgemeinde _____ Bewertungsdatum _____ Nr. der Bewertung _____

Name/Bezeichnung _____
z.B. Firma, Straße + Nr., Flurstück-Nr., Gewinn, WBA-interne Bezeichnung

Schadstoffeintrag m_{II}	Bewertungsrelevante Sachverhalte	m-Wert-Auswirkungen
Raumluft [], Atmosphärenluft <input checked="" type="checkbox"/>		
<input checked="" type="checkbox"/> Mächtigkeit der Abdeckung (m)	Luft	
<input checked="" type="checkbox"/> Abdeckung - Materialart (vollg., bindig)	bindig	-0,1
<input checked="" type="checkbox"/> Geländeoberfläche mit Fliesen oder Spalten	keine	
<input type="checkbox"/> Geländeoberfläche > 50% versiegelt		
<input type="checkbox"/> Abstand Gebäude-Auflast (m)		
<input type="checkbox"/> Gründungsart der Gebäude		
Zu- und Abschläge aufgrund von Messergebnissen	oberflächennahe Messungen n.w.	-0,3 $r_{II} = 1,5$ $m_{II} = 0,6$

Schadstofftransport und -wirkung m_{III}		
<input checked="" type="checkbox"/> Schadstoffwirkung (Raumluft / Atmosphärenluft)	kein Eintrag zum Schutzgut	$r_{III} = 1,5$ $m_{III} = 4,0$

Bedeutung des Schutzgutes m_{IV}		
Raumluft - "begehbare Räume", Schächte, Kriechkeller		
Atmosphärenluft - vom Menschen genutzte Flächen	kleingärten	$r_{IV} = 2,0$ $m_{IV} = 1,3$

Bewertungsergebnis		
Risiko Handlungsbedarf R_{HB}	= \rightarrow , \checkmark	
Prioritätssetzendes Risiko R_{PS}	= \rightarrow , \checkmark	
Bewertungsstufe	BN = <u>3</u>	
Handlungsbedarf	HB = <u>B</u>	

Luft_3_2 # LU 4/06

Musterbeispiel 3

- Altstandort über Lockergestein - Schutz von Boden, Schutzgut Pflanze Schutz der Gesundheit von Menschen auf kontaminierten Flächen Nähere Erkundung

Peter Reich

Weber-Ingenieure Pforzheim GmbH

1. Standortbeschreibung

Aus der historischen Erkundung des Altstandortes eines ehemaligen metallverarbeitenden Betriebes sind folgende Eckdaten bekannt:

Ehemalige Nutzung:

Auf dem ca. 29.000 m² großen Gelände am Rande einer Kleinstadt war seit Ende des letzten Jahrhunderts bis Ende der 70er Jahre ein metallverarbeitender Betrieb angesiedelt. Altlasten-relevante Produktionsschritte waren die Oberflächenveredlung (Verzinkung, Verchromung) von Metallen, die Rostschutzbeschichtung von Metallen, die Giesserei und die Entfettung.

Heutige Nutzung:

Nach Stilllegung des metallverarbeitenden Betriebes 1979 wurden die Fabrikgebäude abgerissen. Das Gelände wurde eingeebnet, die geringen Niveauunterschiede im Relief (0,5 - 1,5 m) wurden durch Auffüllung ausgeglichen. Verwendet wurde auf dem Gelände vorhandenes Material (Schlackenreste, Bauschutt, etc.).

Nachfolgend wurde das Gelände als Neubaugebiet ausgewiesen. Es wurden Straßen, Einfamilienhäuser und Reihenhäuser gebaut sowie ein Kinderspielplatz angelegt. In den Hausgärten erfolgt sowohl eine Nutzung als Wohn- und Spielflächen, als auch Gemüse-/ Obstanbau.

Branche: Metallverarbeitung

Fläche: 29.000 m²

Vornutzung: Brachland

Betriebszeitraum: 1894 - 1979

Beschäftigtenzahl: max. 460

Heutige Nutzung: Wohnbebauung, Kinderspielplatz, Strassen

Geologie/Hydrogeologie:

Am Altstandort folgen im ungestörten Ausgangszustand unter einer 2-4 m mächtigen Auelehm- und Schwemmlöschicht, die teilweise hohe Anteile an organischem Material aufweist, sandige Kiese mit einer Mächtigkeit von 20-25 m. Diese Schicht stellt einen bedeutenden Porgrundwasserleiter zur Trinkwassergewinnung dar. Der Flurabstand am Standort beträgt ca. 2-4 m.

Nutzungswürdigkeit des Grundwassers:

Im weiteren Abstrom erfolgt eine Nutzung des Grundwassers zu Bewässerungszwecken. Das Grundwasservorkommen am Standort ist im Sinne der VwV als nutzungswürdig einzustufen.

Erkundungsmaßnahmen E_{1,2}:

Im Rahmen der orientierenden Erkundung wurden in den Hauptverdachtsbereichen (Lage der ehemaligen Produktionsgebäude) 14 Rammkernsondierungen durchgeführt. Es wurden Bodenproben in unterschiedlichen Tiefenbereichen entnommen. Die Proben wurden in der Originalsubstanz und im Eluat untersucht. In einem Fall wurde die Sondierung bis in das Grundwasser niedergebracht und eine Grundwasserprobe entnommen. Oberbodenproben wurden in diesem Erkundungsschritt nicht entnommen. Insgesamt wurden 32 Feststoffanalysen und 18 Eluatuntersuchungen durchgeführt.

Erkundungsergebnisse E_{1,2}:

Die Untersuchungsergebnisse ergaben im Boden (2 - 5 m u. GOK) in der Originalsubstanz (Feststoff) hohe Schadstoffgehalte. In den daraufhin durchgeführten Eluatuntersuchungen wurden Prüfwertüberschreitungen (P-W-Werte) ermittelt. Die Grundwasserprobe wies ebenfalls Überschreitungen der Prüfwerte (P-W-Werte) auf. Eine genaue Abgrenzung des Schadensherdes ist nicht erfolgt.

Die Analysenergebnisse erbrachten folgende Schadstoffkonzentrationen:

Boden, Entnahmetiefe > 2m u. GOK (Feststoff)

Chrom_{ges} = 80 - 5.400 mg/kg kein P-P- / P-M-Wert

Zink = 120 - 2.800 mg/kg kein P-P- / P-M-Wert

Cadmium = 0 - 380 mg/kg kein P-P- / P-M-Wert

Blei = 60 - 18.500 mg/kg kein P-P- / P-M-Wert

Kupfer = 50 - 380 mg/kg kein P-P- / P-M-Wert

CKW = 0 - 180 mg/kg kein P-P- / P-M-Wert

Boden (Eluat)

Chrom_{ges} = 5 - 390 µg/l P-W = 40 µg/l

Zink = 100 - 4.500 µg/l P-W = 1.500 µg/l

Cadmium = 2 - 92 µg/l P-W = 3 µg/l

Blei = 4 - 85 µg/l P-W = 10 µg/l

Kupfer = 1- 350 µg/l P-W = 100 µg/l

CKW = 0 - 1.240 µg/l P-W = 10 µg/l

Grundwasser (Einzelwert)

Chrom_{ges} = 5 µg/l P-W = 40 µg/l

Zink = 1.230 µg/l P-W = 1.500 µg/l

Cadmium = 2 µg/l P-W = 3 µg/l

Blei = 71 µg/l P-W = 10 µg/l

Kupfer = 185 µg/l P-W = 100 µg/l

CKW = 620 µg/l P-W = 10 µg/l

Bewertung auf Beweismiveau BN 2, Schutzgut Grundwasser

Die Bewertung auf Beweismiveau BN2 erfolgte für das "Schutzgut Grundwasser" gemäß ALHB Teil I (von 1988):

- *Durch die durchgeführten systematische Messungen liegen fundierte (orientierende) Kenntnisse über die Art sowie ein Überblick über den Umfang des Gefährdungspotentials vor. Über das räumliche Ausmaß der Kontamination im Schadensherd liegen dagegen nur grobe Kenntnisse vor*
Schutz von GW: Eluatuntersuchungen, 1 GW-Untersuchung
- *Die vorhandenen Informationen ermöglichen eine Entscheidung über den weiteren Handlungsbedarf A, B, E₂₋₃, oder C*
- *Die Maßnahmen der näheren Erkundung können konzipiert werden*

Die Bewertung ergab anhand der Prüfwertüberschreitung im Eluat und im Grundwasser einen weiteren Handlungsbedarf für eine nähere Erkundung E₂₋₃ bezogen auf das Schutzgut Grundwasser.

Weiterhin zeigte sich, daß aufgrund der vorbereitenden Maßnahmen für die Wohnbebauung eine flächige Kontamination auf dem Gesamtgelände vorliegt. Die Kontamination liegt teilweise bis an die Oberfläche vor, da keine Abdeckung mit unbelastetem Material erfolgte.

Dies führte zusammen mit der Kenntnis über die sensible Nutzung auf großen Teilen des Geländes (Kinderspielplatz, Hausgärten und weitere private Spielflächen) zur Festlegung weiterer relevanter Schutzgüter:

- Schutz Gesundheit von Menschen auf kontaminierten Flächen
- Schutz von Boden, Schutzgut Pflanzen

Der Schwerpunkt soll im hier behandelten Musterbeispiel 3 auf der Betrachtung dieser Schutzgüter liegen. Die technischen Erkundungsmaßnahmen zur Oberbodenprobennahme beziehen sich ausschließlich hierauf.

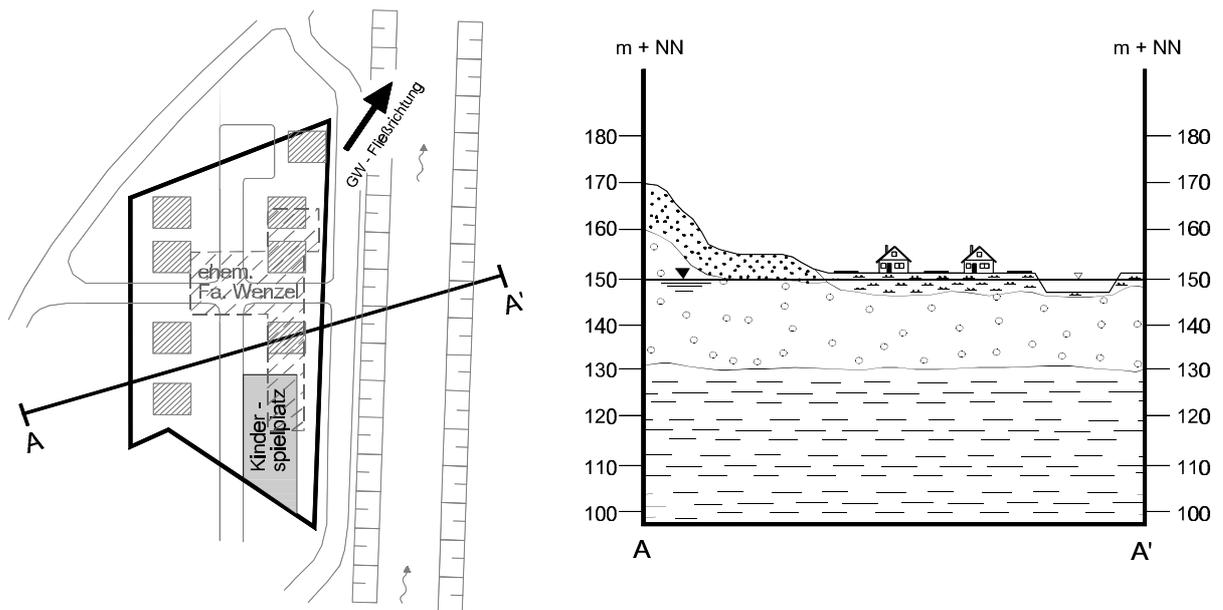


Abb. M3-1: Lageplan und geologisches Profil

2. Nähere Erkundung E_{2,3}

Allgemeines Ziel gemäß ALHB ist es, durch ergänzende Messungen und Untersuchungen die Altlast soweit zu erkunden, daß Art und räumliches Ausmaß der Schadstoffbelastung am Standort und in den betroffenen Schutzgütern sowie die expositionsrelevanten Verhältnisse des Standortes umfassend (abgesichert) bekannt sind.

Bezogen auf die Schutzgüter "Schutz der Gesundheit von Menschen auf kontaminierten Flächen" und "Schutz von Boden, Schutzgut Pflanzen" ist das Ziel, Schadstoffgehalte im Oberboden gemäß "VwV Bodenproben" zu ermitteln. Die Abschätzung und Einstufung des pflanzenverfügbaren Anteils an Schadstoffen im Oberboden erfolgt gemäß der "VwV Anorganische Schadstoffe".

Die Festlegung der Flächen für die Entnahme von Oberbodenproben richtet sich nach der auf der Fläche stattfindenden Nutzung. Jeder Bereich mit einer differenzierten Nutzung ist als einzelne Teilfläche zu betrachten.

2.1 Oberbodenprobennahme

Ziel der Oberbodenprobennahme ist es, gemäß "VwV Bodenproben" und "VwV Anorganische Schadstoffe" die Schadstoffverteilung und die Schadstoffkonzentration im Bereich der Untersuchungsfläche zu erkunden. Anhand abgesicherter Werte soll eine räumliche Differenzierung der Kontaminationsbereiche erfolgen, um eine nutzungsabhängige Gefährdungsabschätzung durchführen zu können.

2.1.1 Festlegung der Untersuchungsbereiche für Oberbodenbe- probung

Die unter Pkt. 2 genannten Schutzgüter sind nicht auf dem gesamten Areal des Altstandortes betroffen. Der "Schutz der Gesundheit von Menschen auf kontaminierten Flächen" ist auf Flächen mit Nutzung als Kinderspielplatz, oder als Wohn- und Spielbereiche auf Privatgrundstücken und privaten Gartenbauflächen maßgebend. Der "Schutz von Boden, Schutzgut Pflanzen" ist in Hausgärten mit gartenbaulicher Nutzung oder in Schrebergärten maßgebend.

Im vorliegenden Fall stellt sich die Differenzierung der heutigen Nutzung der Gesamtfläche wie folgt dar:

- Gesamtfläche: 29.000 m²
 - versiegelte Fläche: 12.600 m²
 - unversiegelte Fläche: 16.400 m²
 - Wohn- u. Spielflächen: 7.800 m²
 - Gärten: 4.500 m²
 - sonstige Grünflächen: 4.100 m²

Relevant für eine Schadstoffaufnahme über eine sogenannte Hand-zu-Mund-Aktivität spielender Kinder oder über inhalative Schadstoffaufnahme von Staub ist in der Regel nur die oberste Bodenschicht. Insgesamt muß auf 12.300 m² Fläche mit einer Exposition des Menschen gegenüber Schadstoffen gerechnet werden.

Auf insgesamt 4.500 m² Fläche wird permanent oder teilweise Gartenbau betrieben, so daß hier mit einer Schadstoffaufnahme der angebauten Pflanzen über den kontaminierten Boden gerechnet werden muß. Hier muß auch die Schadstoffaufnahme von Menschen über Nahrungspflanzen berücksichtigt werden.

Insgesamt muß auf 12.300 m² Fläche eine Oberbodenprobennahme erfolgen.

2.1.2 Ermittlung der Anzahl der Probennahmepunkte und der jeweiligen Probennahmetiefe

Zur Ermittlung des repräsentativen Schadstoffgehaltes bieten sich zwei Möglichkeiten an, die Entnahme von Einzelproben und die Entnahme von Mischproben. "Die VwV Bodenproben" gibt hier jeweils das Probenraster vor, nach dem die Probennahmepunkte festzulegen sind. Die Raster-punktabstände richten sich nach der Größe der zu untersuchenden Fläche und nach dem Durch-messer des Probennahmegerätes (Stechzylinder, Bohrstöcke mit unterschiedlichem Innendurch-messer).

Aufgrund der hier gegebenen hohen Anzahl von relativ kleinen Teilflächen werden jeweils Mischproben entnommen. Im Bereich des Kinderspielplatzes werden aufgrund der Größe der Fläche (größte Teilfläche) und aufgrund der hier als besonders sensibel eingestuften Nutzung Einzelproben entnommen.

Die Probennahme erfolgt im obersten Probennahmehorizont mittels Stechzylinder mit einem Innendurchmesser von 10 cm. In den tieferen Probennahmehorizonten werden die Proben mittels Pürckhauer-Bohrstock mit einem Innendurchmesser von 2 cm entnommen.

Auf Flächen <1.000 m² sollen für die Mischprobe mindestens 20 Probennahmepunkte je Fläche beprobt werden, wobei hier ein Rasterabstand von 2-5 m eingehalten werden soll. Bei Einhaltung des Rasterabstandes kann die Anzahl der Probennahmepunkte je nach Flächengröße und Geometrie variieren.

Die Aufteilung der Oberbodenprobennahmeflächen nach ihrer Nutzung ist in Tabelle 1 dargestellt.

Tab. M3-1: Oberbodenprobennahmefläche und Anzahl der Oberbodenproben

Nutzungskategorie	Anzahl der Teilflächen	Probennahmetiefe	Anzahl der Proben
<ul style="list-style-type: none"> Wohn- u. Spielflächen ohne Vegetation 	5 Teilflächen (< 1.000 m ²) - jeweils 1 Mischprobe	<ul style="list-style-type: none"> in 0-2cm, 2-10cm und 10-30cm 2 Proben d. organischen Auflage 	<ul style="list-style-type: none"> 15 Proben 2 Proben
<ul style="list-style-type: none"> Wohn- u. Spielflächen mit Vegetation 	20 Teilflächen (< 1.000 m ²) - jeweils 1 Mischprobe	<ul style="list-style-type: none"> in 0-5cm, 5-10cm und 10-30cm 	<ul style="list-style-type: none"> 60 Proben
<ul style="list-style-type: none"> Gartenbauflächen 	10 Teilflächen (< 1.000 m ²) - jeweils 1 Mischprobe	<ul style="list-style-type: none"> in 0-10cm und 10-30cm 2 Unterbodenproben (>30 cm bis max. 100 cm) 	<ul style="list-style-type: none"> 20 Proben 2 Proben
<ul style="list-style-type: none"> Kinderspielplatz 	1 Teilfläche (< 1.600 m ²) - 16 Einzelproben	<ul style="list-style-type: none"> in 0-2cm, 2-10cm und 10-30cm 	<ul style="list-style-type: none"> 48 Proben
<ul style="list-style-type: none"> Sandkästen 	5 Sandkästen - jeweils 1 Mischprobe	<ul style="list-style-type: none"> in 0-30cm 	<ul style="list-style-type: none"> 5 Proben
Insgesamt:			152 Proben

Insgesamt sind 35 Einzelteilflächen < 1.000 m² zu untersuchen. Zur Abgrenzung der einzelnen Teilflächen dient hier die jeweilige Nutzung. Jede Nutzungsdifferenzierung führt zur Festlegung einer weiteren Einzelteilfläche. Je Teilfläche wird eine repräsentative Mischprobe hergestellt (aus ca. 20 Probennahmepunkten) und analysiert, um so das spezifische Gefährdungspotential zu ermitteln.

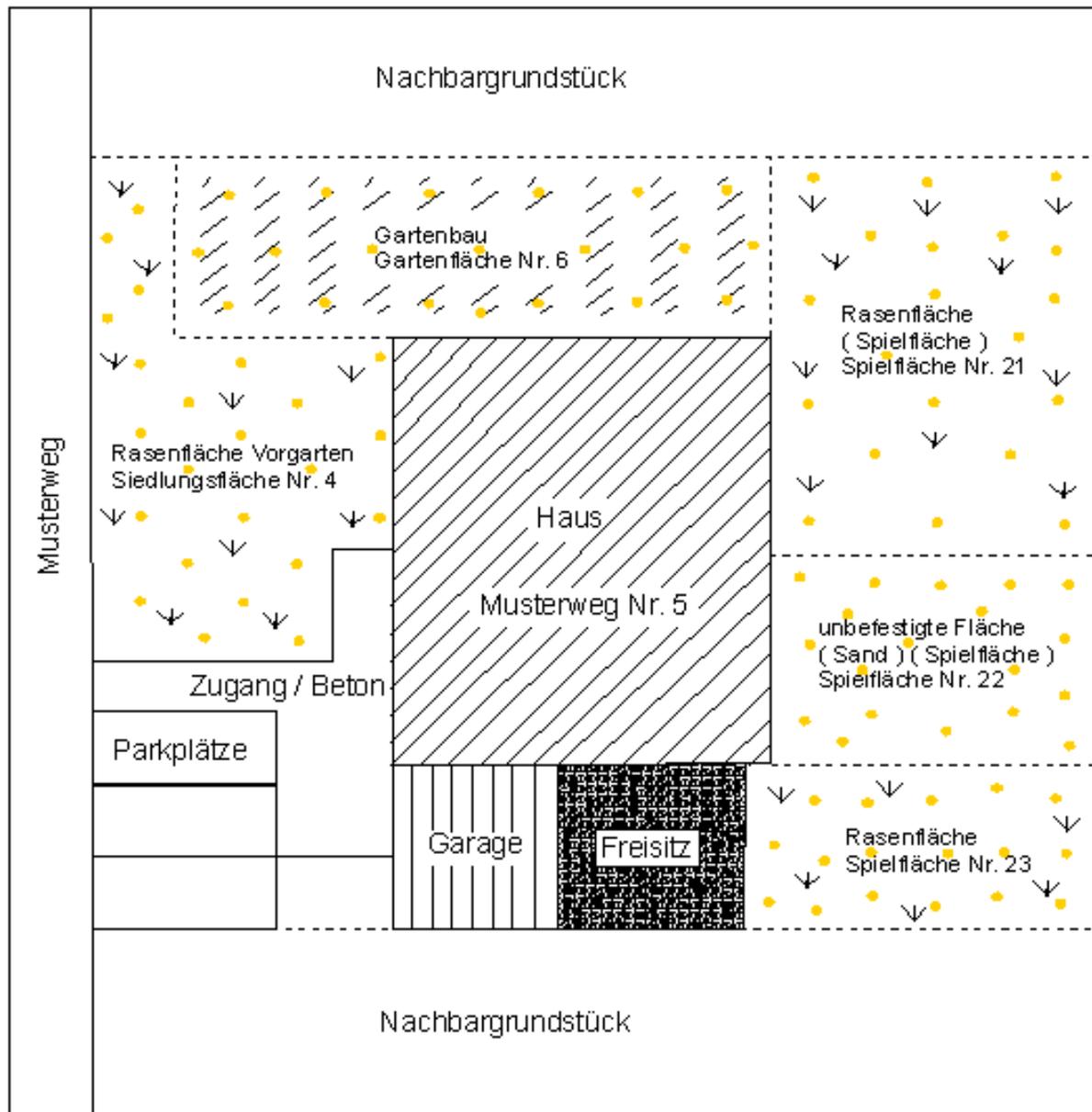


Abb. M3-2: Darstellung der Probennahmepunkte (●) für die Einzelteilflächen eines Grundstücks auf dem Altstandort.

Aus den Proben der verschiedenen Probennahmepunkte wird für jede Teilfläche eine Mischprobe hergestellt. Die Beprobung des Oberbodens erfolgt in unterschiedlichen Horizonten.

Auf dem 1.600 m² großen Kinderspielfeld im südlichen Bereich des Altstandortes (vgl. Abb. 1) werden demgegenüber Einzelproben in einem Raster von 10 m Abstand entnommen. Hieraus ergibt sich eine Anzahl von 16 Einzelproben auf dieser Fläche.

Weiterhin wird aus den 5 auf dem Gesamtgelände existierenden Sandkästen je eine Mischprobe entnommen.

An zwei Stellen wird jeweils eine Einzelprobe aus der organischen Auflage (Humus) entnommen, um so eine Aussage über den Schadstoffgehalt in diesem Auflagehorizont treffen zu können

Die Probennahmetiefe richtet sich nach der Art der Nutzung auf der jeweiligen Teilfläche. Wohn- und Spielflächen ohne Vegetation werden in einer Tiefe 0-2 cm, 2-10 cm und 10-30 cm beprobt. Sind diese Flächen mit Vegetation bedeckt verschieben sich die Probennahmetiefen auf 0-5 cm, 5-10 cm und auf 10-30 cm.

Die Hausgärten werden jeweils in 0-10 cm und in 10-30 cm Tiefe beprobt. Die Tiefenlage 10 - 30 cm wird beprobt, weil mit einer tiefreichenden Verunreinigung des Bodens gerechnet wird (siehe E₁₋₂-Erkundung). In zwei Fällen werden Unterbodenproben (> 30 cm - max. 100 cm) in den Hausgärten entnommen, um eine Tiefendifferenzierung der Schadstoffkonzentrationen zu erhalten und um die Schadstoffaufnahme der Gartenpflanzen abschätzen zu können.

Insgesamt ergibt sich eine Gesamtanzahl von 152 Bodenproben (vgl. Tab. 1).

2.1.3 Probennahme / Parameterumfang / Bodenkennwerte (Oberboden)

Die Probennahme erfolgt mittels Stechzylinder (oberste Bodenschicht) und Pürckhauer-Bohrstock (tiefere Bodenschichten). Aus jeweils 20 Probennahmepunkten wird eine Mischprobe hergestellt. Die entnommenen Bodenproben werden vor Ort in Anlehnung an die bodenkundliche Kartieranleitung durch den Gutachter (Bodenkundler, Geologe, Geograph o.ä.) fachtechnisch korrekt angesprochen. Gleichzeitig erfolgt die Ermittlung des Carbonat- und des Humusgehaltes. Der pH-Wert wird ebenfalls vor Ort gemäß dem VDLUFA - Methodenbuch I (mit CaCl₂) gemessen. Der Anteil an Grobboden (> 2 mm) wird abgeschätzt. Weiterhin wird, da es sich im hier betrachteten Fall um eine Kontamination mit Schwermetallen handelt, der Tongehalt bestimmt werden. Diese vor Ort zu bestimmenden Parameter beeinflussen die Sorption, die Mobilität und die chemische Umwandlung der Schwermetalle im Boden.

Die chemischen Untersuchungen umfassen grundsätzlich:

- *Gesamtgehaltsbestimmung der Schwermetalle mittels Königswasseraufschluß*

In den Hausgärten erfolgt zusätzlich, bei Überschreitung der Prüfwerte oder bei entsprechenden pH-Werten (nach "VwV Anorganische Schadstoffe" vom 24. August 1993):

- *Ermittlung des mobilen (pflanzenverfügbaren) Schadstoffgehaltes (Schwermetalle) mittels Ammoniumnitratenaufschluß
(Schutz von Boden, Schutzgut Pflanzen)*

Auf den Spiel- und Wohnflächen erfolgt zusätzlich bei einer Überschreitung der Prüfwerte (nach "VwV Anorganische Schadstoffe" vom 24. August 1993):

- *Bestimmung des Magen-Darmtrakt-resorbierbaren-Anteils mittels Salzsäureextraktion
(Schutz der Gesundheit von Menschen auf kontaminierten Flächen)*

Abweichend von der "VwV Bodenproben" werden in Bereichen in denen Schlacken gefunden werden nicht nur Untersuchungen des Feinbodenanteiles durchgeführt, sondern stichprobenartig auch Grobbodenanteile (> 2 mm) untersucht, da hier auch Gefügeteile > 2mm Durchmesser relevante Schadstoffträger sein können.

Abweichend von der "VwV Anorganische Schadstoffe" werden bei Überschreitung der P_{mob} -Werte (Prüfwerte für die Pflanzenverfügbarkeit der untersuchten Schadstoffe) in den beprobten Oberbodenhorizonten nicht die P_{mob} -Werte im Unterboden ermittelt. Auch die Gleichgewichtsbodenlösung wird nicht auf Schadstoffgehalte untersucht. Diese beiden Untersuchungen zielen auf die Abschätzung des Schadstoffaustrags in tiefere Bodenschichten und das Grundwasser ab. Die Grundwassererkundung ist jedoch nicht Ziel der Oberbodenuntersuchungen, sondern erfolgt in getrennten Erkundungsschritten über weitere Bodenuntersuchungen (Eluat) in tieferen Bodenhorizonten und über Grundwasseruntersuchungen.

2.2 Bewertung auf Beweismiveau BN3

Für das Erreichen von Beweismiveau BN3 sind gemäß ALHB folgende allgemeine Merkmale kennzeichnend:

Durch ergänzende Messungen und Untersuchungen ist die Altlast soweit erkundet, daß Art und räumliches Ausmaß der Schadstoffbelastung am Standort und in den betroffenen Schutzgütern sowie die expositionsrelevanten Verhältnisse des Standortes umfassend bekannt sind. Die Untersuchungen wurden gemäß der hier anzuwendenden "VwV Bodenproben" und der "VwV Anorganische Schadstoffe" durchgeführt. Eine Bewertung der Ergebnisse gemäß "VwV Orientierungswerte" kann erfolgen.

Die Entscheidung, ob - außer "A" oder "B" - eine fachtechnische Kontrolle "C" ausreicht oder ob eine eingehende Erkundung für Sanierungsmaßnahmen/Sanierungsvorplanung ($E_{3,4}$) erforderlich ist, kann getroffen werden. Für "B" können Auflagen und Bedingungen, für "C" Art und Umfang der Kontrollen festgelegt werden. Die technischen Erkundungen können im Hinblick auf die in Frage kommenden Sicherungs- und Dekontaminationsmaßnahmen konzipiert werden.

2.2.1 Bewertung der technischen Erkundung $E_{2,3}$

Durch die rasterförmige Bodenerkundung ist das räumliche Ausmaß der Schadstoffbelastung P_{ges} und P_{mob} im Oberboden auf dem Altstandort (Gesamtgelände) bekannt. Es liegen abgesicherte Werte für die Schadstoffkonzentration $c_{Oberboden}$ und ihre räumliche Verteilung vor. Weiterhin sind die Expositionspfade und die mobilisierbaren Schadstoffgehalte P_{mob} erkundet. Beweismiveau BN3 wird für die Schutzgüter "Schutz der Gesundheit von Menschen auf kontaminierten Flächen" und "Schutz von Boden, Schutzgut Pflanzen" erreicht.

Die Oberbodenuntersuchungen wurden gemäß der "VwV Bodenproben" und der "VwV Anorganische Schadstoffe" durchgeführt. In Abhängigkeit der jeweiligen Nutzung wurden abgesicherte Werte für alle untersuchten 35 Teilflächen ermittelt. Die Untersuchungen ermöglichen eine Bewertung für die jeweils betroffenen Schutzgüter "Schutz der Gesundheit von Menschen auf kontaminierten Flächen" und "Schutz von Boden, Schutzgut Pflanzen" gemäß der "VwV Orientierungswerte".

2.2.2 Bewertung der Schadstoffkonzentrationen gemäß VwV

Für die Schutzgüter "Schutz der Gesundheit von Menschen auf kontaminierten Flächen" und "Schutz von Boden, Schutzgut Pflanzen" werden als Übersicht die Untersuchungsergebnisse der Oberbodenbeprobung dargestellt.

Analysiert wurde auf die Parameter: Chrom_{ges}, Zink, Cadmium, Blei, Kupfer.

Exemplarisch werden die Ergebnisse von jeweils zwei Teilflächen mit Wohn- und Spielflächennutzung (analog Kinderspielplätze) und einer Teilfläche mit Gartenbaunutzung vorgestellt.

Tab. M3-2: Ergebnisse der Schwermetallanalysen im Oberboden an zwei ausgesuchten Teilflächen mit Nutzung als Wohn- und Spielflächen mit Vegetationsbestand

Bezeichnung	Teilfläche 5		Teilfläche 23	Prüfwert f. Kinderspielfläche	
Nutzung	Wohn u. Spielfläche hinter Einfamilienhaus Mustenweg 5, Rasenfläche		Wohn u. Spielfläche hinter Einfamilienhaus Sonnenstr. 3, Rasenfläche		
Probennahmetiefe	0 - 2 cm		0 - 2 cm		
Probenart	Mischprobe		Mischprobe		
pH-Wert (CaCl ₂)	5,2		4,8		
Tongehalt (Grp.)	T 2		T 3		
	Gesamtgehalt (Königswasser-aufschluß) [mg/kg]	HCl- Aufschluß [mg/kg]	Gesamtgehalt (Königswasser-aufschluß) [mg/kg]	P_{ges} VwV Anorganische Schadstoffe [mg/kg]	P-M I-Wert VwV Orientierungswerte [mg/kg]
Chrom _{ges}	843,0	78,4	78,2	100	100
Zink	688,1	n.b.	231,0	----	Einzelfall- entscheidung
Cadmium	1,1	n.b.	0,3	3	3
Blei	67,5	n.b.	73,1	100	100
Kupfer	53,1	n.b.	48,2	----	

n.b. = nicht bestimmt

Tabelle 2 zeigt, daß auf Teilfläche 5 im Oberboden eine Überschreitung des Prüfwertes P_{ges} der in der "VwV Anorganische Schadstoffe" für Kinderspielflächen angegeben wird, bei dem

Parameter Cr_{ges} überschritten wird. Für die sonstigen untersuchten Parameter wird keine Überschreitung des Prüfwertes P_{ges} festgestellt.

Auf Teilfläche 23 wird bei keinem der untersuchten Parameter der Prüfwert überschritten.

Tab. M3-3: Ergebnisse der Schwermetallanalysen im Oberboden der Teilfläche Nr. 27 mit Gartenbaunutzung

Bezeichnung	Teilfläche 27		Prüfwert für Gartenbaufläche	Prüfwert für Gartenbaufläche	Prüfwert Schutz v. Boden
Nutzung	Gartenbaufläche Nr. 8 Sonnenweg				
Probennahmetiefe	0 - 10 cm				
Probenart	Mischprobe				
pH-Wert (CaCl_2)	5,3				
Tongehalt (Gruppe)	T 3				
	Gesamtgehalt (Königswasser-aufschluß) [mg/kg]	Ammonium nitrat- Aufschluß [µg/kg]	P_{ges} VwV Anorganische Schadstoffe [mg/kg]	P_{mob} VwV Anorganische Schadstoffe [µg/kg]	P-P-Wert VwV Orientierungswerte [mg/kg]
Cr_{ges}	1378,0	112,2	100	----	100
Zink	439,3	2354,2	150	----	150
Cadmium	25,0	46,3	1	25	1
Blei	89,7	n.b.	100	400	100
Kupfer	63,3	256,8	60	----	60

n.b. = nicht bestimmt

In Tabelle 2 sind die Schwermetallanalysen für die gartenbaulich genutzte Teilfläche Nr. 27 dargestellt. Für die Parameter Cr_{ges} , Zn, Cd, Cu werden die Prüfwerte P_{ges} für Gartenbauflächen überschritten. Im als Folgeuntersuchung durchgeführten Ammoniumnitrat-aufschluß (zur Ermittlung des pflanzenverfügbaren Schadstoffanteils) wird der Prüfwert P_{mob} für Cadmium überschritten. Der Prüfwert P_{mob} für Cadmium wird in der "VwV Anorganische Schadstoffe" auf einen Horizont von 0-30 cm angegeben. Die Oberbodenprobe auf Teilfläche Nr. 27 wurde jedoch aus dem Horizont 0-10 cm entnommen. Aus diesem Grund wird die auf dieser Teilfläche im darunter folgenden Horizont 10-30 cm entnommene Bodenprobe, die einen P_{mob} -

Gehalt an Cadmium von 53,2 µg/kg zeigt, herangezogen und der Mittelwert aus den beiden Horizonten 0-10 cm und 10-30 cm berechnet. Der Mittelwert aus beiden Horizonten beträgt 49,8 µg/kg und überschreitet damit den Prüfwert für Nahrungspflanzen (P_{mob} - Wert_{Nahrungspflanzen} = 25 µg/kg) deutlich.

Die in der "VwV Anorganische Schadstoffe" angegebenen Sonderfälle (schlechte Durchlüftung des Bodens, Überschwemmungsbereich, etc.) für die der Prüfwert nicht anzuwenden ist, treffen hier nicht zu.

Insgesamt wird analog den angegebenen Beispielflächen für jede Teilfläche, unter Berücksichtigung der Nutzung und damit dem betroffenen Schutzgut, eine Gegenüberstellung der Analysenwerte mit den entsprechend geltenden Prüfwerten vorgenommen. Je nach Nutzung sind die Prüfwerte-P-M1-Werte (Kinderspielflächen), oder P-M2-Werte (sonstige Siedlungsflächen) bei dem "Schutz der Gesundheit von Menschen auf kontaminierten Flächen" heranzuziehen und die P-P-Werte bei dem "Schutz von Boden, Schutzgut Pflanzen".

Insgesamt werden auf 16 der 35 Teilflächen im Oberboden Überschreitungen der Prüfwerte P-M1 identisch den Prüfwerten P_{ges} für Kinderspielflächen, oder P-M2 identisch mit P_{ges} für Siedlungsflächen, für $\text{Chrom}_{\text{ges}}$, Cd, Cu, Zn festgestellt. Für den "Schutz der Gesundheit von Menschen auf kontaminierten Flächen" wird zusätzlich über den HCl-Aufschluß der Magen-Darm-resorbierbare-Schadstoffgehalt bestimmt, um eine Gefährdungsabschätzung und toxikologische Beurteilung vornehmen zu können.

Auf 4 der 10 Gartenbauflächen werden im Oberboden Überschreitungen der Prüfwerte P-P identisch den Prüfwerten P_{ges} für Nahrungspflanzen für $\text{Chrom}_{\text{ges}}$, Cd, Cu, Zn festgestellt. Für den "Schutz von Boden, Schutzgut Pflanzen", wird nachfolgend über einen Ammonium-Nitrat-Aufschluß der pflanzenverfügbare Schadstoffgehalt ermittelt. Die so ermittelten Werte werden den hierfür geltenden Prüfwerten P_{mob} gegenübergestellt. Die 4 untersuchten Gartenbauflächen weisen jeweils für einzelne Schadstoffe Überschreitungen der P_{mob} -Werte auf.

Insgesamt erfolgt die Gefährdungsabschätzung der einzelnen Teilflächen mit abgesicherten Werten. Die entnommenen Mischproben und Einzelproben werden gemäß den geltenden Bestimmungen (Anzahl der Probennahmepunkte je Fläche, Rasterabstand, etc.) entnommen und können als repräsentativ für die jeweiligen Teilflächen angenommen werden.

Die P-M1- und P-M2-Werte beziehungsweise die P-P- und P_{mob} -Werte werden von den Parametern $\text{Chrom}_{\text{ges}}$, Cd, Cu, Zn auf mehreren Teilflächen überschritten. Hieraus ergibt sich ein Handlungsbedarf für eine eingehende Erkundung E₃₋₄.

2.2.3 Bewertung anhand Bewertungsbogen "Boden"

Die Bewertung und Priorisierung mit der Ableitung eines handlungsbestimmenden Risikos R_{HB} und eines prioritätsetzenden Risikos R_{PS} erfolgt anhand des Bewertungsbogens "Boden" nach der im ALHB (S. 85 - S. 92) angegebenen Vorgehensweise.

Aufgrund der Prüfwertüberschreitungen gilt jedoch auf jeden Fall $R_{HB} > 4.0$

2.2.4 Festlegung des weiteren Handlungsbedarfes

Die Bewertung der Schadstoffkonzentration $c_{Oberboden}$ sowie die Höhe des handlungsbestimmenden Risikos $R_{HB} > 4,0$ ergeben einen weiteren Handlungsbedarf für eine eingehende Erkundung E_{3-4} .

Die eingehende Erkundung sieht keine technischen Maßnahmen zur Erkundung vor. Weitere technische Maßnahmen können im Rahmen erforderlicher Sanierungsuntersuchungen durchgeführt werden (siehe Musterbeispiel 1).

Seite 1

BODEN WBA(NR)/Obj.Nr: /

Gemeinde Ort Teilort GKZ-NR: LGR ORT TEIL kommunal ART
 privat AA/AS

Name TK 25
 (z.B. Firma, Straße + Nr., Flurstück-Nr., Gewinn) Rechtswert Hochwert

Datum Erstbewertung Bewertungs-Datum Nr. der Bewertung

Lage der Altlast gegenüber dem Schutzgut BODEN

Fall 1 Altlast ist selbst Schutzgut

... Fall 2 Der zu schützende Boden liegt unterhalb der Altlast

... Fall 3 Der zu schützende Boden ist über Abdeckmaterial über der Altlast

... Fall 4 Die zu schützenden Bodenbereiche befinden sich in der Umgebung der Altlast

Stoffgefährlichkeit r_0

Schadstoffbelastete Abfall- und Bodenmaterialien:

Analysenergebnisse (Boden, Abfall, Eluat):

Sonstiges:

$r_0 = \dots$

Schadstoffaustrag m_I

Bewertungsrelevante Sachverhalte	m-Wert
Lage (Zu- und Austritt der Transportmedien Luft, Wasser usw.)
Oberflächenabdichtung, -abdeckung, Bebauung
Oberflächenwasserableitung (Oberflächengestaltung, Neigungsverhältnisse, Wasserableitung, Art und Zustand von Gräben)
Sohlabdichtung, anstehendes Bodenmaterial (kf-Wert, Material, Gefälle)
Entwässerung der Sohle bzw. dichten Zw.-schichten
Wasserzutritte (Hang- u. Schichtwasserzutritte, Quellen)
Volumen der Ablagerung (Fläche, Höhe)
Lage (Steinbruch, Doline, Klinge, Hügel, Mulde ...)
Schadstoffbeschaffenheit im Hinblick auf Schadstoffaustrag
Begründung d. Bewertung falls abweichend vom "Standard"

$m_I = \dots$ $m_I = \dots$

BODEN	WBA(NR)/Obj.-Nr: / _____	Seite 2
Nr. der Bewertung _____		Bewertungs-Datum _____
Schadstoffeintrag m_{II}		
F V U		P-Wert
---	... Keine Schadstoffrückhaltung nach Abgang und Schutzobjekt Boden grenzt an Altlast an	.....
---	... Große Entfernung des Schutzgutes von der Altlast	.....
X	X <u>Schutzgut ist mit der Altlast identisch</u>	.....
Begründung d. Bewertung falls abweichend vom "Standard":		
		$r_{II} = 5,0$ $r_{II} =$
Schadstofftransport und -wirkung m_{III}		
---	... Ab- bzw. Umbau der Schadstoffe gering und keine Verringerung des Schadstoffgehaltes z.B. durch Pflanzen, Elution	.....
---	... Schadstoffe werden abgebaut bzw. immobilisiert	.....
X	X Schadstoff wirkt bereits in geringer Konzentration sehr toxisch auf Boden-Leben	+0,2
---	... Synergismus mit bereits vorhandenen Stoffen möglich Bodeninhaltsstoffe werden remobilisiert	.....
Begründung der Bewertung falls abweichend vom "Standard":		
		$r_{III} = 6,0$ $r_{III} = 1,2$
Bedeutung des Schutzgutes m_{IV}		
---	... Klima, Bodenstruktur usw. erlauben keine Nahrungsmittelproduktion	.....
---	... Boden aufgrund seiner Lage nicht nutzbar, z.B. versiegelt als Parkplätze, Verkehrsflächen, usw.: (4-Werte)	.....
---	... Boden ökologisch von Bedeutung	.....
---	... Boden ökologisch von höchster Bedeutung	.....
X	X Boden zur Erzeugung von Nahrungsmitteln genutzt (Schadstoffaufnahme durch Pflanzen ?)	+0,4
Begründung der Bewertung falls abweichend vom "Standard":		
		$r_{IV} = 8,4$ $r_{IV} = 1,4$
Bewertungsergebnis		
Risiko Handlungsbedarf	$R_{RM} = 6,0$	.....
Prioritätsetztes Risiko	$R_{PS} = 8,4$	.....
Beweisniveau	BN = 3	.....
Handlungsbedarf	EB = 8,4 - 4 = 4,4	.....

Bewertungsbögen

Anhang zur Einführungsschulung Altlasten

*Landesanstalt für Umweltschutz
Baden-Württemberg
Griesbachstr. 1
76185 Karlsruhe*

1. Bewertungsbogen Grundwasser

Bewertungsbogen Grundwasser				Seite 1
Stadt B	WBA-Nr. _____	KIWI-Objekt-Nr. _____		
Stadt / Gemeinde _____	Reg.-Schl. _____	AL 10 _____		
Teilgemeinde _____				
Name/Bezeichnung: Teeröllager der Fa. Altöl-Mayer	34	53		
z.B. Firma, Straße + Nr., Flurst.-Nr., Gewinn, LRA-interne Bezeich.	Rechtswert: _____	Hochwert: _____	TK 25	
Datum Letzbewertung _____	BN Letzbewertung : _____	Bewertungsdatum : _____	Bewertung-Nr. _____	
Stoffgefährlichkeit r_0				
bei Altablagerung :				
Int.-Qual.	Charakteristik des Einzugsgebietes	F V U	Stoffe und ihre Anteile %	
F V U	Ländlich geprägte Gemeinde	[] [] []	Bauschutt	
[] [] []	Ländlich geprägte Gemeinde mit Gewerbe	[] [] []	Erdaushub	
[] [] []	Gemeinde mit geringem Industriebesatz	[] [] []	Haus-/Sperrmüll	
[] [] []	Gemeinde/Stadt mit ausgeprägtem Industriebesatz	[] [] []	Sonderabfall	
[] [] []	Einwohnerzahl im Einzugsgebiet _____			
[] [] []	Abfall/Stoffe, Zeitraum des Einbaus, Anteil (%) _____			
bei Altstandort :				
[] [] []	Branchen : _____			
[] [] []	Sonstiges : _____			
[] [] []	Produktions-/Nutzungszeitraum _____			
[] [] []	Sonstiges (Brände) _____			
[] [] []	Vorbehandlung der Stoffe _____			
[] [] []	Analyseergebnisse (Boden, Abfall, GW, SW, OFG, Luft) _____	$r_0 =$ _____		
Schadstoffaustrag m_1		Bewertungsrelevante Sachverhalte	m-Wert-Ausw.	
[] [] []	Hydrogeologischer Standorttyp	_____	_____	
[] [] []	Lage im Grundw. , GW-Wechselbereich	_____	_____	
[] [] []	Dichtung/Abdeckung (Anteil, Wirksamkeit)	_____	_____	
[] [] []	Nutzung (Anteil)	_____	_____	
[] [] []	Wasserableitung (Wirksamkeit)	_____	_____	
[] [] []	Neigung der Oberfläche	_____	_____	
[] [] []	Basisabdichtung, anstehendes Bodenmaterial (kf-Wert, Material, Anteil)	_____	_____	
[] [] []	Wasserzutritte	_____	_____	
[] [] []	Volumen [in m ³]	_____	_____	
[] [] []	Fläche [in m ²]	_____	_____	
[] [] []	max/mittlere Mächtigkeit [in m]	_____	_____	
[] [] []	Langjähriger mittl. Niederschlag, Verdunstung	_____	_____	
[] [] []	Nähere Standortbeschreibung (Steinbruch, Doline, Klänge, etc)	_____	_____	
Begründung der Bewertung falls abweichend vom Standard _____				
		$r_1 =$ 0,0	$m_1 =$ 0,0	

Bewertungsbogen Grundwasser		Seite 2
Stadt B	Bewertungsdatum :	Bewertung-Nr.
Stadt / Gemeinde	Teilgemeinde	
Name/Bezeichnung: Teeröllager der Fa. Altöl-Mayer		
z.B. Firma, Straße + Nr., Flurst.-Nr., Gewann, LRA-interne Bezeich.		
Schadstoffeintrag m_{II}	Bewertungsrelevante Sachverhalte	m-Wert-Ausw.
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Mächtigkeit der ungesättigten Zone (Mittelwert, Minimum)	_____
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Boden- und Gesteinsart	_____
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Schichtung, Durchlässigkeit	_____
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Änderung der Schadstoffkonzentration (Sorpton, Abbau)	_____
Begründung d. Bewertung falls abweichend vom Standard		_____
		$r_m = 0,0$ $m_m = 0,0$
Schadstofftransport und -wirkung m_{III}		
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Abstandsgeschwindigkeit / Schadstofftransportgeschwindigkeit	_____
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Änderung der Schadstoffkonzentration (Abbau)	_____
Begründung der Bewertung falls abweichend vom Standard		_____
		$r_m = 0,0$ $m_m = 0,0$
Bedeutung des Schutzgutes m_{IV}		
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Nutzung im Abstrom	_____
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Wasserschutzgebiet / Vorbehaltsgebiet	_____
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Wirksamkeit der Aufbereitung	_____
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Alternative Versorgungsmöglichkeit	_____
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Restfließzeit der Schadstoffahme (Spitze)	_____
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Verdünnungseffekt	_____
Begründung der Bewertung falls abweichend vom Standard		_____
		$r_{IV} = 0,0$ $m_{IV} = 0,0$
Bewertungsergebnis		
Risiko Handlungsbedarf	$R_{HB} =$	0,0
Prioritätssetzendes Risiko	$R_{PS} =$	0,0
Beweisniveau	BN =	_____
Handlungsbedarf / Erkundungsstufe	HB =	_____

Bewertungsbogen Grundwasser Seite 2

Der Anhang zu Bericht 17/95 „Arbeitshilfe zur Bewertung altlastverdächtiger Standorte auf Beweisniveau 1“ aus der Reihe „Texte und Berichte zur Altlastenbearbeitung“ enthält weitere branchenspezifische Formblätter.

2. Bewertungsbogen Boden

Bewertungsbogen Boden				Seite 1
Stadt B		WBA-Nr. _____	KIWI-Objekt-Nr. _____	
Stadt / Gemeinde _____		Reg.-Schl. _____	AL 10 _____	
Teilgemeinde _____				
Name/Bezeichnung: Teeröllager der Fa. Altöl-Mayer		34	53	
<small>z.B. Firma, Straße + Nr., Flurst.-Nr., Gewinn, LRA-interne Bezeich.</small>		Rechtswert:	Hochwert:	TK 25
Datum _____	BN Letztbewertung : _____	Bewertungsdatum : _____	Bewertung-Nr _____	
Stoffgefährlichkeit r_s				
Lage der Altlast gegenüber dem Schutzgut Boden				
<input type="checkbox"/>	Fall 1 - Altlast ist selbst Schutzgut			
<input type="checkbox"/>	Fall 2 - Der zu schützende Boden liegt unterhalb der Altlast			
<input type="checkbox"/>	Fall 3 - Der zu schützende Boden ist das Abdeckmaterial über der Altlast			
<input type="checkbox"/>	Fall 4 - Die zu schützenden Bodenbereiche befinden sich in der Umgebung der Altlast			
				$r_s =$ _____
Schadstoffaustrag m_1		Bewertungsrelevante Sachverhalte	m-Wert-Ausw.	
F	U	V		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lage (Zu- und Austritte der Transportmedien Luft, Wasser usw.) _____	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Oberflächenabdichtung, - abdeckung, Bebauung _____	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Oberflächenwasserableitung (-gestaltung, Neigungsverhältnisse, Wasserabltg., Art und Zustand von Gräben) _____	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sohlabdichtung, anst. Bodenmaterial (kf-Wert, Material, Gefälle) _____	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Entwässerung der Sohle bzw. dichten Zwischenschichten _____	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Wasserzutritte (Hang- und Schichtw., Quellen) _____	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Volumen, Fläche, Auffüllh der Ablagerung (m ³ , ha) _____	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lage (Steinbruch, Doline, Klinge, Mulde etc.) _____	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Schadstoffbeschaffenheit in Hinblick auf Schadstoffaustrag _____	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Begründung der Bewertung falls abweichend vom Standard _____	
			$r_1 =$ 0,0	$m_1 =$ 0,0

Bewertungsbogen Boden Seite 1

Bewertungsbogen Boden		Seite 2
Stadt B	Bewertungsdatum :	Bewertung-Nr
Stadt / Gemeinde	Teilgemeinde	
Name/Bezeichnung: Teeröllager der Fa. Altöl-Mayer		
z.B. Firma, Straße + Nr., Flurst.-Nr., Gewinn, LRA-interne Bezeich.		
<hr/>		
Schadstoffeintrag m_{II}	Bewertungsrelevante Sachverhalte	m-Wert-Ausw.
<input type="checkbox"/>	Keine Schadstoffrückhaltung nach Abgang und Schutzobjekt Boden grenzt an AA	_____
<input type="checkbox"/>	Große Entfernung des Schutzgutes von der Altlast	_____
<input type="checkbox"/>	Schutzgut ist mit der Altlast identisch	_____
<input type="checkbox"/>	Begründung d. Bewertung falls abweichend vom Standard _____	_____
		$r_{II,max} =$ $m_{II} =$ 0,0
<hr/>		
Schadstofftransport und -wirkung		
<input type="checkbox"/>	Ab- und Umbau der Schadstoffe gering und keine Verringerung des Schadstoffgehaltes z.B. durch Pflanzen, Elution	_____
<input type="checkbox"/>	Schadstoffe werden abgebaut bzw. immobilisiert	_____
<input type="checkbox"/>	Schadstoff wirkt bereits in geringer Konzentration sehr toxisch auf Bodenleben	_____
<input type="checkbox"/>	Synergismus mit bereits vorhandenen Stoffen möglich Bodeninhaltsstoffe werden remobilisiert	_____
<input type="checkbox"/>	Begründung der Bewertung falls abweichend vom Standard _____	_____
		$r_{III} =$ 0,0 $m_{III} =$ 0,0
<hr/>		
Bedeutung des Schutzgutes m_{IV}		
<input type="checkbox"/>	Klima, Bodenstruktur usw. erlauben keine Nahrungsmittelproduktion	_____
<input type="checkbox"/>	Boden aufgrund seiner Lage nicht nutzbar, _____ z.B. versiegelt als Parkplatz, Verkehrsfläche, usw. (%)	_____
<input type="checkbox"/>	Boden ökologisch von Bedeutung	_____
<input type="checkbox"/>	Boden durch Erzeugung von Nahrungsmitteln genutzt (Schadstoffaufnahme durch Pflanzen)	_____
<input type="checkbox"/>	Begründung der Bewertung falls abweichend vom Standard _____	_____
		$r_{IV} =$ 0,0 $m_{IV} =$ 0,0
<hr/>		
Bewertungsergebnis		
Risiko Handlungsbedarf	$R_{HB} =$	<u>0,0</u>
Prioritätssetzendes Risiko	$R_{PS} =$	<u>0,0</u>
Beweisniveau	$BN =$	_____
Handlungsbedarf / Erkundungsstufe	$HB =$	_____

3. Bewertungsbogen Luft

<u>Bewertungsbogen Luft</u>				Seite 1			
Stadt A		WBA-Nr. _____	KIWI-Objekt-Nr. _____				
Stadt / Gemeinde		Reg.-Schl. _____	AL 10 _____				
Teilgemeinde							
Name/Bezeichnung: AA Kräherwald		34	53				
z.B. Firma, Straße + Nr., Flurst.-Nr., Gewinn, LRA-interne Bezeich.		Rechtswert: _____	Hochwert: _____	TK 25 _____			
Datum Letztbewertung: _____		BN Letztbewertung: _____	Bewertungsdatum: _____	Bewertung-Nr. _____			
<u>Stoffgefährlichkeit r_0</u>							
<u>nur bei Altablagerung :</u>							
Int.-Qual.	Charakteristik des Einzugsgebietes	F V U	Stoffe und ihre Anteile %				
F V U		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Ländlich geprägte Gemeinde		Bauschutt	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Ländlich geprägte Gemeinde mit Gewerbe		Erdaushub	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Gemeinde mit geringem Industriebesatz		Haus-/Sperrmüll	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Gemeinde/Stadt mit ausgeprägtem Industriebesatz		Sonderabfall	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Einbautechnik (Kippkante, lagenweise), Brände, Vorrötte						
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Hinweise auf Toxizität (Aufwuchsschäden durch Deponiegaseinwirkung)		ja/nein				
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Ablagerungszeiten ggfs. getrennt nach Abfallart						
	BS _____	EA _____	HM _____	SA _____			
Analysenergebnisse Luft - Durchschnittswerte in Volumen %							
Wert \ Stoff	CH4	CO2	N2	O2	CKW	BTX	
Minimum							
Maximum							
Durchschnitt	0	5	78	15			durchschnittlicher r_0 -Wert
entspricht r_0 von _____							=
<u>Altstandort und Altablagerung :</u>							
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Ablagerungszeiten / Betriebsdauer _____						
	Sonstiges (Brände, Vorbehandlung der Stoffe) _____						
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Analysenergebnisse (Boden, Abfall, Eluat, GW, OFG, SW) _____						

	_____						$r_0 =$ _____
<u>Schadstoffaustrag m_1</u>		Bewertungsrelevante Sachverhalte		m-Wert-Ausw.			
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Volumen (Klasse 1: <10000; 2: 10000 - 1000000; 3: > 1000000) [m ³]						
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Höhe (Klasse 1: < 2 m; 2: 2 - 5 m; 3: 5 - 10 m; 4: > 10 m)	Ø-Höhe					
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Feuchtigkeit (trocken, feucht, naß)						
				$r_1 = 0,0$ $m_1 = 0,0$			

Bewertungsbogen Luft		Seite 2
Stadt A	Bewertungsdatum :	Bewertung-Nr.
Stadt / Gemeinde	Teilgemeinde	
Name/Bezeichnung: AA Kräherwald		
z.B. Firma, Straße + Nr., Flurst.-Nr., Gewann, LRA-interne Bezeich.		
Schadstoffeintrag m_{II}	Bewertungsrelevante Sachverhalte	m-Wert-Ausw.
Raumluft [], Atmosphärenluft []		
	Mächtigkeit der Abdeckung (m)	
	Abdeckung - Material (rollig, bindig)	
	Geländeoberfläche mit Rissen od. Spalten	
	Geländeoberfläche > 50 % versiegelt	
	Abstand Gebäude - Altlast (m)	
	Gründungsart der Gebäude	
Zu- und Abschläge aufgrund von Meßergebnissen		
		$r_n = 0,0$ $m_n = 0,0$
Schadstofftransport und -wirkung m_{III}		
	Schadstoffwirkung (Raumluft / Atmosphärenluft)	
		$r_m = 0,0$ $m_m = 0,0$
Bedeutung des Schutzgutes m_{IV}		
	Raumluft - 'begehbare Räume', Schächte, Kriechkeller	
	Atmosphärenluft - 'vom Menschen genutzte Flächen'	
		$r_{iv} = 0,0$ $m_{iv} = 0,0$
Bewertungsergebnis		
Risiko Handlungsbedarf	$R_{HB} =$	<u>0,0</u>
Prioritätssetzendes Risiko	$R_{PS} =$	<u>0,0</u>
Beweisniveau	$BN =$	_____
Handlungsbedarf / Erkundungsstufe	$HB =$	_____

Abbildungsverzeichnis

Abb. M1-1: Lageplan und geologisches Profil	30
Abb. M1-2: Prinzip der geometrischen Positionierung von GW	33
Abb. M1-3: Modellvorstellung	44
Abb. M2-1: Lageplan und geologisches Profil	51
Abb. M2-2: Positionierung der tiefendifferenzierten, temporären Gasmessstellen zur Verifizierung der Stoffgefährlichkeit	54
Abb. M2-3: Positionierung der Gasmigrationsmessstellen und FID-Raster für Gasemissionsmessungen	57
Abb. M3-1: Lageplan und geologisches Profil	66
Abb. M3-2: Darstellung der Probennahmepunkte (●) für die Einzelteilflächen eines Grundstücks auf dem Altstandort.....	70
Bewertungsbogen Grundwasser Seite 1	80
Bewertungsbogen Grundwasser Seite 2	81
Bewertungsbogen Boden Seite 1	82
Bewertungsbogen Boden Seite 2	83
Bewertungsbogen Luft Seite 1	84
Bewertungsbogen Luft Seite 2.....	85

Tabellenverzeichnis

Tab. M1-1: Hydrogeologisches Arbeitsmodell. Erkundungsergebnisse der direkten Emissionserkundung und der Grundwassererkundung	36
Tab. M1-2: eM-Sanierungszielwerte aus Immissions- und Emissionsbegrenzung für \dot{a} CKW	47
Tab. M2-1: Typisierung gemäß Leitfaden Deponiegas	50
Tab. M2-2: Ortsbezogene Faktoren m_I - m_{IV} gemäß Leitfaden Deponiegas	52
Tab. M2-3: Meß-/Analysergebnisse Deponiegas	56
Tab. M2-4: Ortsbezogene Faktoren m_I - m_{IV} gemäß Leitfaden Deponiegas	60
Tab. M3-1: Oberbodenprobennahmefläche und Anzahl der Oberbodenproben	69
Tab. M3-2: Ergebnisse der Schwermetallanalysen im Oberboden an zwei ausgesuchten Teilflächen mit Nutzung als Wohn- und Spielflächen mit Vegetationsbestand .	73
Tab. M3-3: Ergebnisse der Schwermetallanalysen im Oberboden der Teilfläche Nr. 27 mit Gartenbaunutzung	74