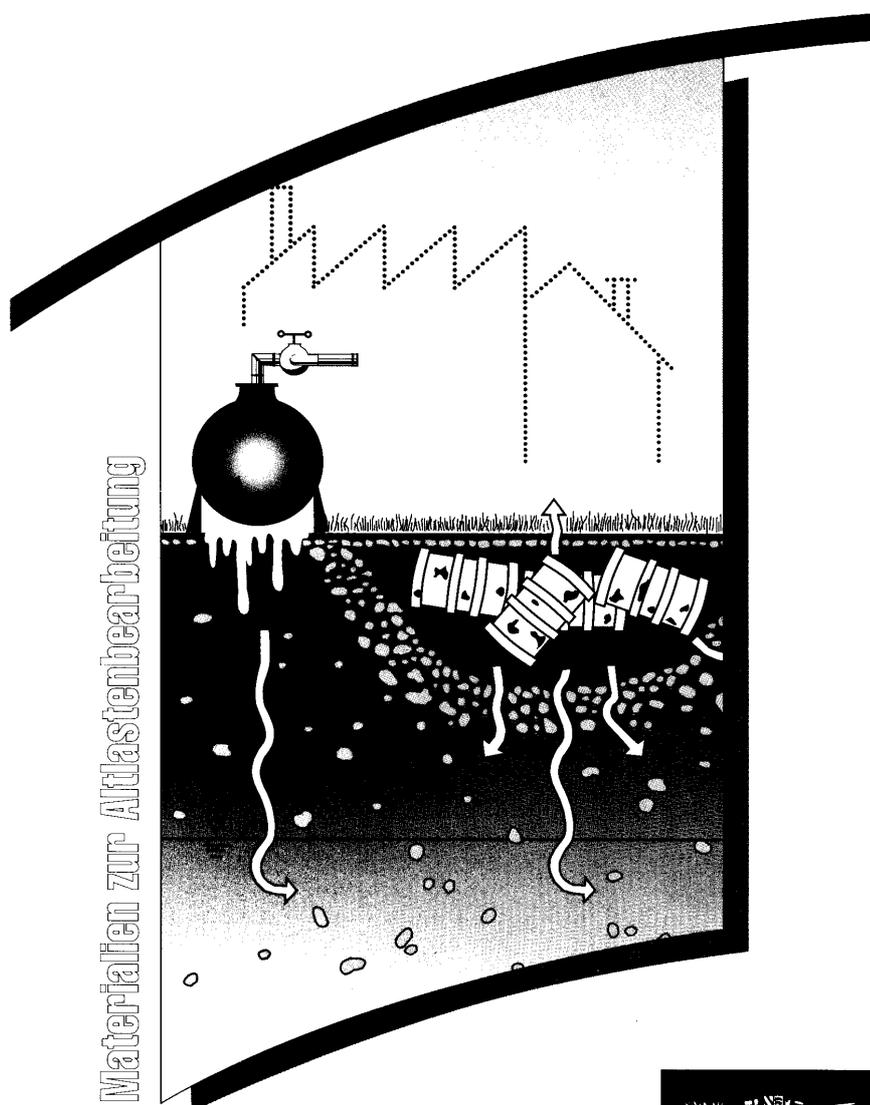
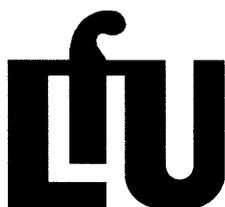


Handbuch Altlasten
und Grundwasserschadensfälle

Leitfaden fachtechnische Kontrolle von altlastverdächtigen Flächen, Altlasten und Schadensfällen



Materialien zur Altlastenbearbeitung

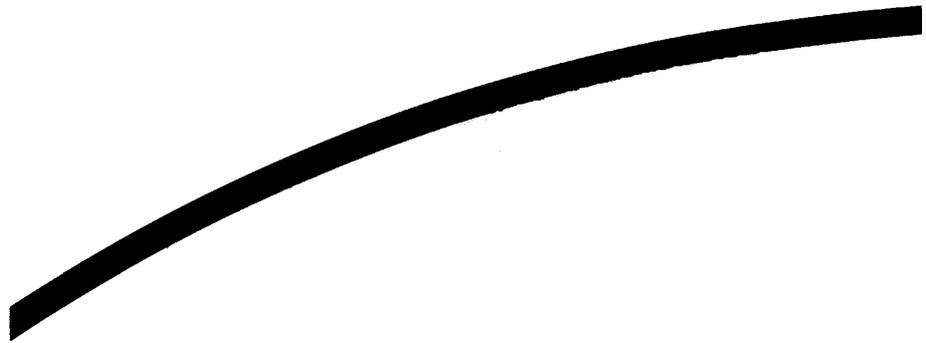


BODEN
ABFALL
ALTLASTEN



**Handbuch Altlasten
und Grundwasserschadensfälle**

**Leitfaden
fachtechnische Kontrolle von
altlastverdächtigen Flächen,
Altlasten und Schadensfällen**



Herausgegeben von der
Landesanstalt für Umweltschutz
Baden-Württemberg
1. Auflage

Karlsruhe 1997



Altlastenfachinformation im WWW

IMPRESSUM

Herausgeber: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg

Projektbearbeitung: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
Abteilung 5 - Boden, Abfall, Altlasten
Referat 54 - Altlastensanierung
Dr. I. Blankenhorn

Projektgruppe:

Herr Barufke, Frau Dr. Blankenhorn, Herr Ph. D. Grimm-Strele, Herr Dr. Hahn, Herr Dr. Höpker, Herr Kern, Frau Dr. Murrmann-Kristen, Herr Dr. Ruf, Herr Schmid, Frau Witt-Hock,

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
Herr Dr. Finger, Geologisches Landesamt Baden-Württemberg
Herr Kirchholtes, Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Umweltschutz
Herr Pezina, Regierungspräsidium Tübingen
Herr Schmid, Universität Stuttgart, VEGAS
Herr Schmidt, Sondermüll-Betriebsgesellschaft, Fellbach
Herr Sonntag, Landratsamt Ravensburg
Herr Prof. Dr. Vogelsang, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung

Teilnehmer des Workshops am 04./05.03.1997 in Ettlingen:

Herr Wörner, Landratsamt Ravensburg
Herr Dr. Barczewski, VEGAS
Herr Prof. Dr. Dörhöfer, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung
Herr Eschbach, Robert-Bosch GmbH
Herr Flittner, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
Herr Hueber, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
Frau Kabardin, Umweltbundesamt
Herr Bürgermeister Hartweg, Stadt Rastatt
Herr Prof. Dr. Lindner, Universität Freiberg
Herr Migenda, Landratsamt Ortenaukreis
Herr Dr. Schreiner, Hessisches Landesamt für Umweltschutz
Herr Dr. Seng, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
Herr Dr. Dressler, Herr Mezger, Herr Dr. Wickert, IUT-Ingenieurgesellschaft für Umwelttechnik mbH

Verfasser: IUT-Ingenieurgesellschaft für Umwelttechnik mbH:
F. Wickert, M. Dressler, H. Mezger, K. Busch, B. Schuler

Layout und Gestaltung: IUT-Ingenieurgesellschaft für Umwelttechnik mbH
N. Klöfer

Karlsruhe, Juli 1997

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

ZUSAMMENFASSUNG	1
ABKÜRZUNGEN.....	2
TEIL I: STRATEGIE.....	4
1 EINLEITUNG	4
1.1 Zielsetzung	4
1.2 Aufbau und Benutzerhinweise.....	5
2 GRUNDLAGEN.....	6
3 DURCHFÜHRUNG DER FACHTECHNISCHEN KONTROLLE.....	8
3.1 Begriffsdefinitionen, Voraussetzungen und Grundsätzliches.....	8
3.2 Ablauf, Vorgehensweise	9
4 FACHTECHNISCHE KONTROLLE ZUM SCHUTZ DES GRUNDWASSERS	12
4.1 Notwendigkeit der fachtechnischen Kontrolle	12
4.2 Planungsphase	14
4.3 Meßstellenauswahl.....	18
4.4 Festlegung des physikalisch-chemischen Kontrollprogramms	21
4.5 Probennahme	26
4.6 Meßverfahren.....	27
4.7 Kontrollintervalle.....	30
4.8 Kontrolldauer.....	32
4.9 Bewertung nach Durchführung der fachtechnischen Kontrolle.....	33
5 FACHTECHNISCHE KONTROLLE BEI SONSTIGEN GEFAHREN	34
5.1 Gasförmige Emissionen	34
5.2 Gefahren für die Gesundheit von Menschen.....	44
5.3 Standsicherheitsprobleme	46
5.4 Sonstige Kontrollmaßnahmen.....	48
6 DOKUMENTATION.....	49
6.1 Dokumentation Grundwasser.....	49
6.2 Dokumentation bei sonstigen Gefahren	50
7 LITERATURVERZEICHNIS.....	51

TEIL II: FALLBEISPIELE	53
F1 FALLBEISPIEL 1: ALTABLAGERUNG (PORENGRUNDWASSERLEITER, QUARTÄRE KIESE UND SANDE DES OBERRHEINGRABENS)	55
<i>F1.1 Datenblatt zur Altlast</i>	55
<i>F1.2 Standortbeschreibung</i>	56
<i>F1.3 Lagepläne</i>	57
<i>F1.4 Ergebnis der Bewertung:</i>	58
<i>F1.5 Vollständigkeitsprüfung</i>	59
<i>F1.6 Erstellung des Kontrollprogramms</i>	61
F2 FALLBEISPIEL 2: ALTABLAGERUNG (PORENGRUNDWASSERLEITER, GERINGLEITER, QUARTÄRE SANDE UND SCHLUFFE DER SEITENTÄLER DES OBERRHEINGRABENS)	69
<i>F2.1 Datenblatt zur Altlast</i>	69
<i>F2.2 Standortbeschreibung</i>	70
<i>F2.3 Lagepläne</i>	71
<i>F2.4 Ergebnis der Bewertung</i>	72
<i>F2.5 Vollständigkeitsprüfung</i>	73
<i>F2.6 Erstellung des Kontrollprogramms</i>	74
F3 FALLBEISPIEL 3: ALTABLAGERUNG (KARST-/KLUFTGRUNDWASSERLEITER, VERKARSTETE KALKSTEINE DES OBEREN MUSCHELKALKES).....	83
<i>F3.1 Datenblatt zur Altlast</i>	83
<i>F3.2 Standortbeschreibung</i>	84
<i>F3.3 Lagepläne</i>	85
<i>F3.4 Ergebnis der Bewertung</i>	86
<i>F3.5 Vollständigkeitsprüfung</i>	87
<i>F3.6 Erstellung des Kontrollprogramms</i>	88
F4 FALLBEISPIEL 4: ALTSTANDORT (PORENGRUNDWASSERLEITER, QUARTÄRE KIESE UND SANDE DES OBERRHEINGRABENS)	97
<i>F4.1 Datenblatt zum Altstandort und Schadensfall</i>	97
<i>F4.2 Standortbeschreibung</i>	98
<i>F4.3 Lagepläne</i>	99
<i>F4.4 Ergebnis der Bewertung</i>	100
<i>F4.5 Vollständigkeitsprüfung</i>	101
<i>F4.6 Erstellung des Kontrollprogramms</i>	102
F5 FALLBEISPIEL 5: ALTABLAGERUNG (DEPONIEGASPROBLEMATIK IM UMFELD DER ALTABLAGERUNG)	110
<i>F5.1 Datenblatt zur Altlast</i>	110
<i>F5.2 Standortbeschreibung</i>	111
<i>F5.3 Lageplan</i>	112
<i>F5.4 Ergebnis der Bewertung</i>	113
<i>F5.5 Vollständigkeitsprüfung</i>	114
<i>F5.6 Erstellung des Kontrollprogramms</i>	115
ANHANG	121
BEISPIEL FÜR DIE ABSCHÄTZUNG DES ABSCHLAGES AUF DEN KONTROLLWERT BEI KONTROLLMEßSTELLEN, DIE NICHT IM UNMITTELBAREN ABSTROM DES SCHADENSHERDES LIEGEN (BEI PORENGRUNDWASSERLEITERN) ...	121
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	123
INDEXVERZEICHNIS	124

Zusammenfassung

Seit Beginn der systematischen Altlastenbearbeitung im Jahr 1987 in Baden-Württemberg wurden über 7.000 Altlasten und Grundwasserschadensfälle erkundet und bewertet. Dabei wurde in vielen Fällen auf den Handlungsbedarf C (fachtechnische Kontrolle) entschieden.

Eine im Jahr 1995 durchgeführte Umfrage ergab, daß die landesweit durchgeführten fachtechnischen Kontrollen sehr unterschiedlich gehandhabt wurden und werden. Die Finanzierung der laufenden Maßnahmen zur fachtechnischen Kontrolle erfolgt bei kommunalen Altlasten - im Gegensatz zu Erkundungs- und Sanierungsmaßnahmen - ohne Förderung aus dem Altlastenfonds. Auch unter diesem Aspekt galt es, wirtschaftliche Methoden für die fachtechnische Kontrolle zu entwickeln. Die Landesanstalt für Umweltschutz hat daher das Ingenieurbüro IUT, Karlsruhe, mit der Erstellung des vorliegenden Leitfadens beauftragt. Im Rahmen dieses Projektes wurden an verschiedenen Standorten neue Methoden und Ansätze erprobt. Die Einzelergebnisse dieser Untersuchungen werden in einem separaten Band veröffentlicht.

Das Projekt wurde begleitet von einer Projektsteuerungsgruppe. Der Entwurf des Leitfadens wurde im März 1997 mit Vertretern von Wissenschaft, Industrie, Kommunalverwaltung und der Umweltverwaltung - auch anderer Bundesländer und des Umweltbundesamtes - diskutiert und die Ergebnisse in die Endfassung eingearbeitet. Allen Beteiligten der Projektsteuerungsgruppe und des Workshops an dieser Stelle herzlichen Dank für Ihr Engagement und die konstruktive Zusammenarbeit.

Mit dem vorliegenden Leitfaden sollen die Grundlagen für eine nachvollziehbare und wirtschaftliche Durchführung der fachtechnischen Kontrolle von altlastverdächtigen Flächen, Altlasten und Schadensfällen nach technischer Erkundung oder Sanierung an die Hand gegeben werden.

Der Leitfaden gibt also eine Empfehlung für die Erstellung von Kontrollprogrammen. Einzelne, dabei angewandte Methoden und Techniken werden in einem separaten Teil beschrieben. Die vorhandene Methodensammlung Band 20 - Materialien zur Altlastenbearbeitung - Teil 1, Methoden zur Grundwassererkundung - wird ergänzt durch einen Teil 2 - Methoden zur fachtechnischen Kontrolle.

Erfahrungen aus der Anwendung des Leitfadens und Anregungen für eine eventuelle spätere Fortschreibung und Aktualisierung nehmen wir gerne entgegen.

Landesanstalt für Umweltschutz

Baden-Württemberg

Karlsruhe, Juli 1997

Abkürzungen

A	Index: Abstrom, z.B. c_A , Q_A
GW	Index: Grundwasser, z.B. c_{GW} , Q_{GW}
KGW	Index: Kontaktgrundwasser, z.B. c_{KGW} , Q_{KGW}
SH	Index: Gefahren- bzw. Schadensherd, z.B. c_{SH} , Q_{SH}
SiWa	Index: Sickerwasser, z.B. c_{SiWa} , Q_{SiWa}
Z	Index: Zustrom, z.B. c_Z , Q_Z
A_A	Grundwasserquerschnittsfläche im unmittelbaren Abstrom des Gefahren- bzw. Schadensherdes $A_A = B_A * h_{GW}$ [m ²]
AKW	Aromatische Kohlenwasserstoffe: in der Regel Benzol, Toluol, Xylol, Ethylbenzol
ALHB	Altlasten-Handbuch /4/
B_A	Breite der Grundwasserquerschnittsfläche A_A [m]
BN	Beweisniveau im Sinne des Altlastenhandbuchs (ALHB)
c	Konzentration
c_A	Schadstoffkonzentration im Grundwasserabstrom eines Gefahren- bzw. Schadensherdes [µg/l]
c_{KGW}	Schadstoffkonzentration im Kontaktgrundwasser des Gefahren- bzw. Schadensherdes [µg/l]
c_{SiWa}	Schadstoffkonzentration im Sickerwasser des Gefahren- bzw. Schadensherdes [µg/l]
C_{SH}	Überbegriff für C_{SiWa} und C_{KGW} : ($C_{SH} = C_{SiWa}$ bei Lage des Gefahren- bzw. Schadensherdes in der ungesättigten Zone [µg/l]; $C_{SH} = C_{KGW}$ bei Lage des Gefahren- bzw. Schadensherdes in der gesättigten Zone [µg/l])
c_K	Kontrollwert [µg/l]
c_Z	Schadstoffkonzentration im Grundwasserzustrom [µg/l]
d_L	Längsdispersivität [m]
d_T	Querdispersivität [m]
E	Emission von Schadstoffen aus dem Gefahren- bzw. Schadensherd in das Grundwasser, abgeleitet aus E(SH) und/oder E(A) [g/d]
E_{max}	maximal zulässige Emission bezogen auf das jeweilige Medium [g/d]
E_{max-W}	maximal zulässige Emission bezogen auf den Schutz von Grundwasser [g/d]
GOK	Geländeoberkante
GW	Grundwasser
GWL	Grundwasserleiter
GWM	Grundwassermeßstelle
h_{GW}	Grundwassermächtigkeit [m]
HW	Hochwasserstand
I	Grundwassergefälle [-]
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert für Grundwasser [m/s]
LCKW	leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe
aM	allgemeine Mindestanforderung
eM	einzelfallbezogene Mindestanforderung gemäß VwV Orientierungswerte
n	Anzahl der Grundwassermeßstellen [-]
n_e	nutzbare Porosität
NW	Niedrigwasserstand

PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
P-W	Prüfwert Wasser zum Schutz von Grundwasser vor Schadstoffeinträgen aus kontaminiertem Boden bzw. Ablagerungsgut [$\mu\text{g/l}$]
Q_A	Grundwasservolumenstrom über die Breite des Gefahren- bzw. Schadensherdes in dessen direktem Abstrom, Q_A enthält Q_{SH} [m^3/d]
Q_{SH}	Überbegriff für Q_{KGW} und Q_{SiWa} : Sickerwasservolumenstrom Q_{SiWa} bzw. Kontaktgrundwasservolumenstrom Q_{KGW} , der nach Durchsickerung von bzw. Kontakt mit kontaminiertem Material dem Grundwasser zufließt [m^3/d]
ROK	Rohroberkante bei Meßstellen
T	Transmissivität [m^2/s]
t_{pv}	Pumpversuchsdauer [h]
v_a	Abstandsgeschwindigkeit [m/d]
VwV	Verwaltungsvorschrift, hier: VwV Orientierungswerte /1/

Teil I: Strategie

1 Einleitung

1.1 Zielsetzung

Seit 1987, dem Beginn der systematischen Altlastenbearbeitung in Baden-Württemberg wurden mehr als 7000 altlastenverdächtige Flächen bearbeitet. Mit fortschreitendem Bearbeitungsstand der Altlasten wird zunehmend Handlungsbedarf "fachtechnische Kontrolle (C)" entstehen.

Für die Durchführung der fachtechnischen Kontrollen an altlastverdächtigen Flächen, Altlasten und Schadensfällen nach technischen Erkundungen oder Sanierungen (im folgenden Text werden die Begriffe zusammengefaßt als gefahrverdächtige Flächen bezeichnet) lagen bislang keine einheitlichen Empfehlungen und Vorgaben zur Erstellung von Kontrollprogrammen vor.

Im Rahmen eines zwei Jahre dauernden Projektes wurden exemplarisch Untersuchungen zur fachtechnischen Kontrolle an den Standorten Eppelheim, Mühlacker, Malsch, Osterhofen und Teningen durchgeführt. Schwerpunkt dieser Untersuchungen war die Überprüfung der Wirtschaftlichkeit und Einsatzfähigkeit von Kontrollmethoden. Vergleichende Tests zwischen herkömmlichen Verfahren zur fachtechnischen Kontrolle und kontinuierlich arbeitenden Vor-Ort-Meßgeräten zur Grundwasserüberwachung wurden durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden in einem separaten Band veröffentlicht. Der vorliegende Leitfaden für die Durchführung der fachtechnischen Kontrolle an gefahrverdächtigen Flächen berücksichtigt die wesentlichen Ergebnisse aus diesem Projekt.

Die Ziele des Leitfadens sind:

- Eindeutige und nachvollziehbare Empfehlungen für das Erstellen von Kontrollprogrammen zu geben
- Sichere Entscheidungsgrundlagen für die Bewertung der Ergebnisse der fachtechnischen Kontrolle zu schaffen
- Hinweise zur wirtschaftlichen Durchführung zu geben
- Aussagen hinsichtlich des Langzeitverhaltens zu ermöglichen.

Dieser Leitfaden befaßt sich schwerpunktmäßig mit der fachtechnischen Kontrolle des Grundwassers, da dieses in über 80% der bisherigen Fälle entscheidungsrelevant war.

Der Leitfaden wendet sich an die Rechts- und Fachbehörden, die Städte und Gemeinden und die Ingenieurbüros.

Dieser Leitfaden ist Teil der Fortschreibung der systematischen Altlastenbearbeitung in Baden-Württemberg.

1.2 Aufbau und Benutzerhinweise

Der vorliegende Leitfaden fachtechnische Kontrolle von altlastverdächtigen Flächen, Altlasten und Schadensfällen (gefahrverdächtige Flächen) besteht aus 2 Teilen.

- Teil I behandelt die Strategie.
- Teil II erläutert die Vorgehensweise an Fallbeispielen.

Der Leitfaden wurde in Anlehnung an den Leitfaden Erkundungsstrategie Grundwasser /2/ gegliedert.

Teil I besteht aus 7 Kapiteln:

- Kapitel 1 befaßt sich mit der Zielsetzung und dem Aufbau des Leitfadens und gibt Benutzerhinweise.
- Kapitel 2 beschreibt die Stellung der fachtechnischen Kontrolle im Rahmen der systematischen Altlastenbearbeitung.
- In Kapitel 3 werden Begriffe der fachtechnischen Kontrolle definiert. Der grundsätzliche Ablauf wird beschrieben.
- Kapitel 4 befaßt sich mit dem Ablauf und der Durchführung der fachtechnischen Kontrolle zum Schutz des Grundwassers.
- Kapitel 5 behandelt den Ablauf und die Durchführung der fachtechnischen Kontrolle bei sonstigen Gefahren wie bei gasförmigen Emissionen, bei Gefahren für die Gesundheit von Menschen, bei Standsicherheitsproblemen sowie bei sonstigen Kontrollmaßnahmen.
- Kapitel 6 befaßt sich mit der Auswertung und Dokumentation der Ergebnisse.
- In Kapitel 7 wird die im Text angeführte Literatur aufgeführt.

Die Erstellung des Kontrollprogrammes wird durch Fließdiagramme, Prüflisten und Formblätter vereinfacht und erleichtert.

Teil II des Leitfadens beschreibt anhand von 5 Fallbeispielen die Durchführung der fachtechnischen Kontrolle. Drei Fallbeispiele behandeln die fachtechnische Kontrolle des Grundwassers an Altablagerungen, ein Fallbeispiel die eines Altstandortes und Schadensfalles und ein Fallbeispiel die fachtechnische Kontrolle des Deponiegases im Umfeld einer Altablagerung.

Zusätzliche Datenblätter mit Methoden zur Durchführung der fachtechnischen Kontrolle für die bereits vorliegende Methodensammlung /3/ wurden erstellt. Die Mehrzahl dieser Methoden wurden im Rahmen des Projektes zur Erstellung des Leitfadens an ausgewählten Standorten getestet. Es handelt sich dabei vorwiegend um Methoden zur kontinuierlichen Bestimmung von Inhaltsstoffen im Grundwasser. Querverweise im Text weisen auf die zusätzlichen Methoden hin.

2 Grundlagen

Die systematische **Altlastenbearbeitung in Baden-Württemberg** sieht ein stufenweises Vorgehen mit Erhebung, Erkundung und Sanierung vor. Diese Vorgehensweise ermöglicht eine schrittweise Beurteilung und Bewertung.

Es sind bis zu 4 Verfahrens- und Untersuchungsschritte vorgesehen (Beweisniveaus 1 bis 4). Nach Durchführung jedes Untersuchungsschrittes erfolgt eine Bewertung und die Festlegung des weiteren Handlungsbedarfs /4/:

- **Handlungsbedarf (A) - Ausscheiden und Archivieren**
Nach der Vorklassifizierung, auf den Beweisniveaus 1 und 2 und nach durchgeführter Sanierung
- **Handlungsbedarf (B) - Belassen zur Wiedervorlage**
Nach der Vorklassifizierung und auf den Beweisniveaus 1, 2 und 3 und nach durchgeführter Sanierung
- **Handlungsbedarf (E) - technische Erkundung**
Auf den Beweisniveaus 1, 2 und 3
- **Handlungsbedarf (D) - Sanierung**
Auf Beweisniveau 4
- **Handlungsbedarf (C) - fachtechnische Kontrolle**
Auf Beweisniveau 2, 3 und 4 und nach durchgeführter Sanierung

Auf niedrigem Beweisniveau (BN0, BN1 und teilweise BN2) erfolgt die Bewertung von Untersuchungsergebnissen entsprechend dem Altlastenhandbuch /4/ vorwiegend nach qualitativen Gesichtspunkten. Sobald Meßwerte vorliegen, ermöglicht die VwV Orientierungswerte /1/ eine quantifizierte Bewertung der Untersuchungsergebnisse.

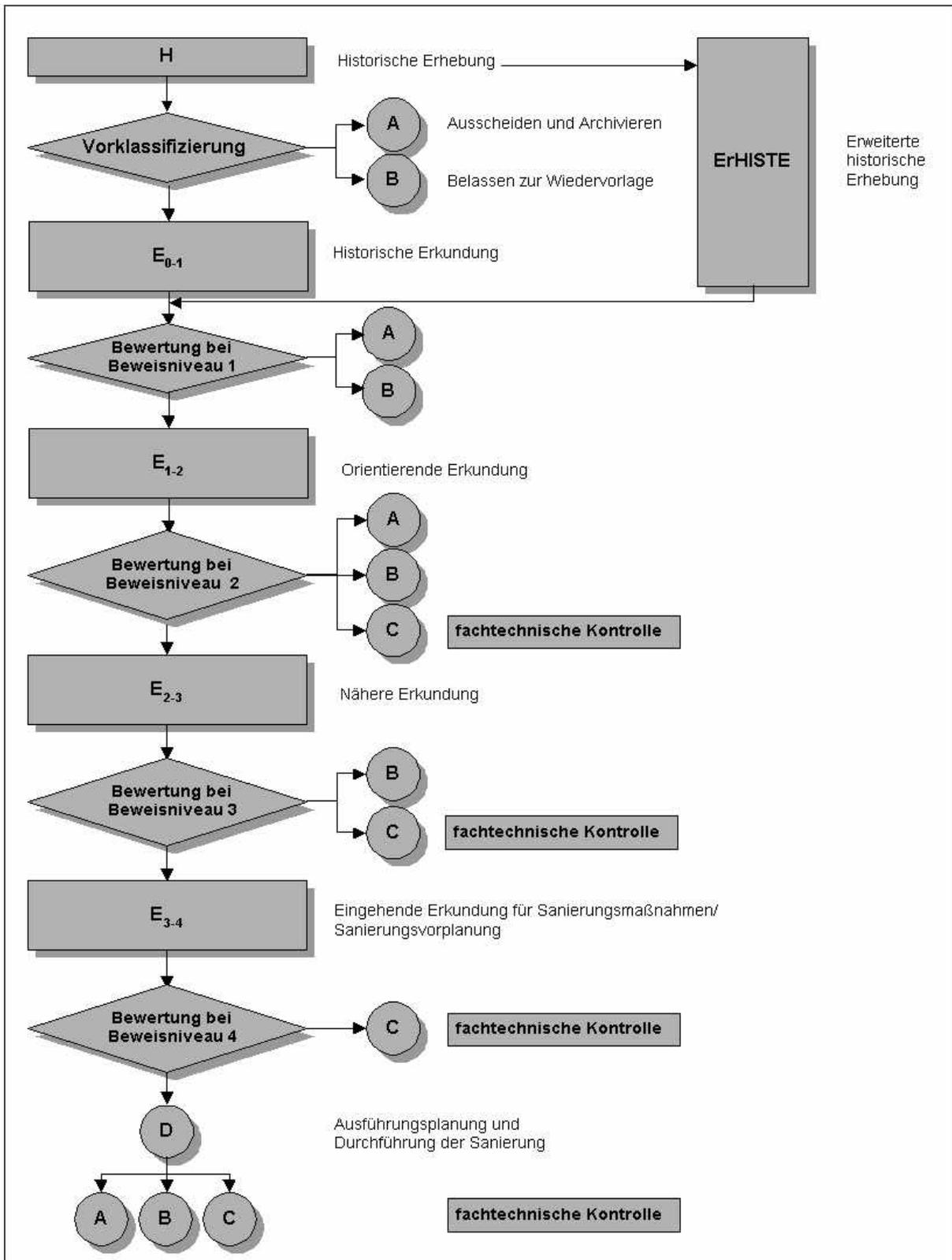


Abbildung 2-I: Stellung der fachtechnischen Kontrolle im Rahmen der stufenweisen Altlastenbearbeitung

3 Durchführung der fachtechnischen Kontrolle

3.1 Begriffsdefinitionen, Voraussetzungen und Grundsätzliches

fachtechnische Kontrolle

Eine fachtechnische Kontrolle von gefahrverdächtigen Flächen ist durchzuführen, wenn:

- die bisherigen Erkundungsergebnisse einen Gefahrverdacht weder bestätigen noch ausräumen konnten und dies auch durch weitere Erkundungsmaßnahmen nicht mit angemessenem Aufwand möglich ist,
- die Erkundungsergebnisse nur Schäden erwarten lassen, die aus Angemessenheitsgründen hingenommen werden können, jedoch die künftige Entstehung von größeren Schäden nicht mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden kann,
- nach durchgeführter Sanierung der Sanierungserfolg zu bestätigen ist.

Gefahren liegen dann vor, wenn in absehbarer Zeit (erst künftig / bislang und weiterhin) die Entstehung von Schäden (z.B. die Verunreinigung von Grundwasser) zu erwarten ist.

Gefahren, die von Altlasten und sonstigen Flächen ausgehen sind grundsätzlich abzuwehren. Aus Angemessenheitsgründen kann es im Einzelfall allerdings geboten sein, die künftige Entstehung von kleinen Schäden hinzunehmen (Gefahren nur zu mindern). Wie bei dieser Ermessensentscheidung vorzugehen ist, regelt die VwV Orientierungswerte /1/.

Die fachtechnische Kontrolle beinhaltet die Kontrolle der dauerhaften Einhaltung von festgelegten Sanierungszielen zum Schutz der betroffenen Schutzgüter /5/ bzw. von einzelfallspezifisch festgelegten Kontrollwerten.

Bei der fachtechnischen Kontrolle wird im Unterschied zur technischen Erkundung das Austragsverhalten über einen längeren Zeitraum betrachtet. Der Zeitraum der Kontrolle ist dabei i.d.R. befristet.

Kontrollziel

Ziel der fachtechnischen Kontrolle ist somit, Gefahren, die Sanierungsmaßnahmen erforderlich machen, rechtzeitig zu erkennen. Weiterhin sollen Erkenntnisse gewonnen werden die, soweit zutreffend, den Gefahrverdacht ausräumen und damit die Zuordnung des Handlungsbedarfs (**A**) oder (**B**) ermöglichen. Das Ziel der fachtechnischen Kontrolle wird in der Regel von der Bewertungskommission festgelegt und konkretisiert.

Kontrollparameter

Kontrollparameter werden aus dem Kontrollziel abgeleitet. Es sind in aller Regel die Schadstoffe zu kontrollieren, über deren Austragsverhalten unzureichende Erkenntnisse vorliegen und die zur Gefahr werden können.

Kontrollwert

Der Kontrollwert ist eine für den jeweiligen Kontrollparameter festgelegte bzw. berechnete Größe. Der Kontrollwert wird so festgelegt, daß seine Einhaltung Gefahren für das Wohl der Allgemeinheit ausschließt.

Kontrollprogramm

Die Durchführung der Kontrolle erfolgt auf der Grundlage eines einzelfallspezifisch entworfenen Kontrollprogramms. Vor der Festlegung dieses Programms sind das Kontrollziel, die Kontrollparameter und die Kontrollwerte zu definieren. Die Maßnahmen sind auf den notwendigen Umfang zu beschränken.

3.2 Ablauf, Vorgehensweise

Abbildung 2-I verdeutlicht die Stellung der fachtechnischen Kontrolle im Rahmen der systematischen Altlastenbearbeitung. In Abbildung 3.2-I ist der Handlungsablauf für die fachtechnische Kontrolle beschrieben. Er gilt sowohl für die fachtechnische Kontrolle des Grundwassers als auch für die fachtechnische Kontrolle bei sonstigen Gefahren (gasförmige Emissionen und Gefahren für die Gesundheit von Menschen).

Das Kontrollziel wird mit Einstufung der altlastenverdächtigen Fläche in Handlungsbedarf (C) durch die Bewertungskommission festgelegt. Die Planung der fachtechnischen Kontrolle erfordert entsprechende Sach- und Fachkunde. Diese kann nur gewährleistet werden, wenn ein qualifiziertes Ingenieurbüro oder anderes fachkundiges Personal eingeschaltet wird.

Bei der Planung wird das **Kontrollprogramm** im einzelnen festgelegt. Die Planungsphase läßt sich in zwei Schritte untergliedern:

- Planungsphase 1 - Vollständigkeitsprüfung (inkl. Plausibilität)
- Planungsphase 2 - Erstellung des Kontrollprogramms

Zunächst werden in der Planungsphase 1 - "Vollständigkeitsprüfung" - die aus der Erkundung und Sanierung vorliegenden Ergebnisse auf ihre Vollständigkeit (inkl. Plausibilität) und ihren ausreichenden Informationsgehalt geprüft. Sofern keine Vollständigkeit festgestellt werden kann, muß das weitere Vorgehen mit den Fachbehörden abgestimmt werden. Die Fachbehörde prüft im Einzelfall, ob ggf. eine erneute Bewertung und Nacherkundung durchzuführen ist.

Bei Vorliegen vollständiger Untersuchungsergebnisse wird in der Planungsphase 2 das Kontrollprogramm erarbeitet.

Das Kontrollprogramm wird mit der Fachbehörde auf der Grundlage des erarbeiteten Vorschlages abgestimmt. Danach folgt die Durchführung der fachtechnischen Kontrolle. Die Ergebnisse der fachtechnischen Kontrolle werden in einer Dokumentation mit Wertung der Ergebnisse, einer Aussage über das voraussichtliche Langzeitverhalten und eines Vorschlages für die weiteren Maßnahmen vorgelegt.

Soweit sich bei der Durchführung des Kontrollprogramms unvorhergesehene Schwierigkeiten, handlungsrelevante Überschreitungen von Kontrollwerten oder ähnliches ergeben, ist eine zeitnahe Abstimmung mit der Fachbehörde über das weitere Vorgehen erforderlich.

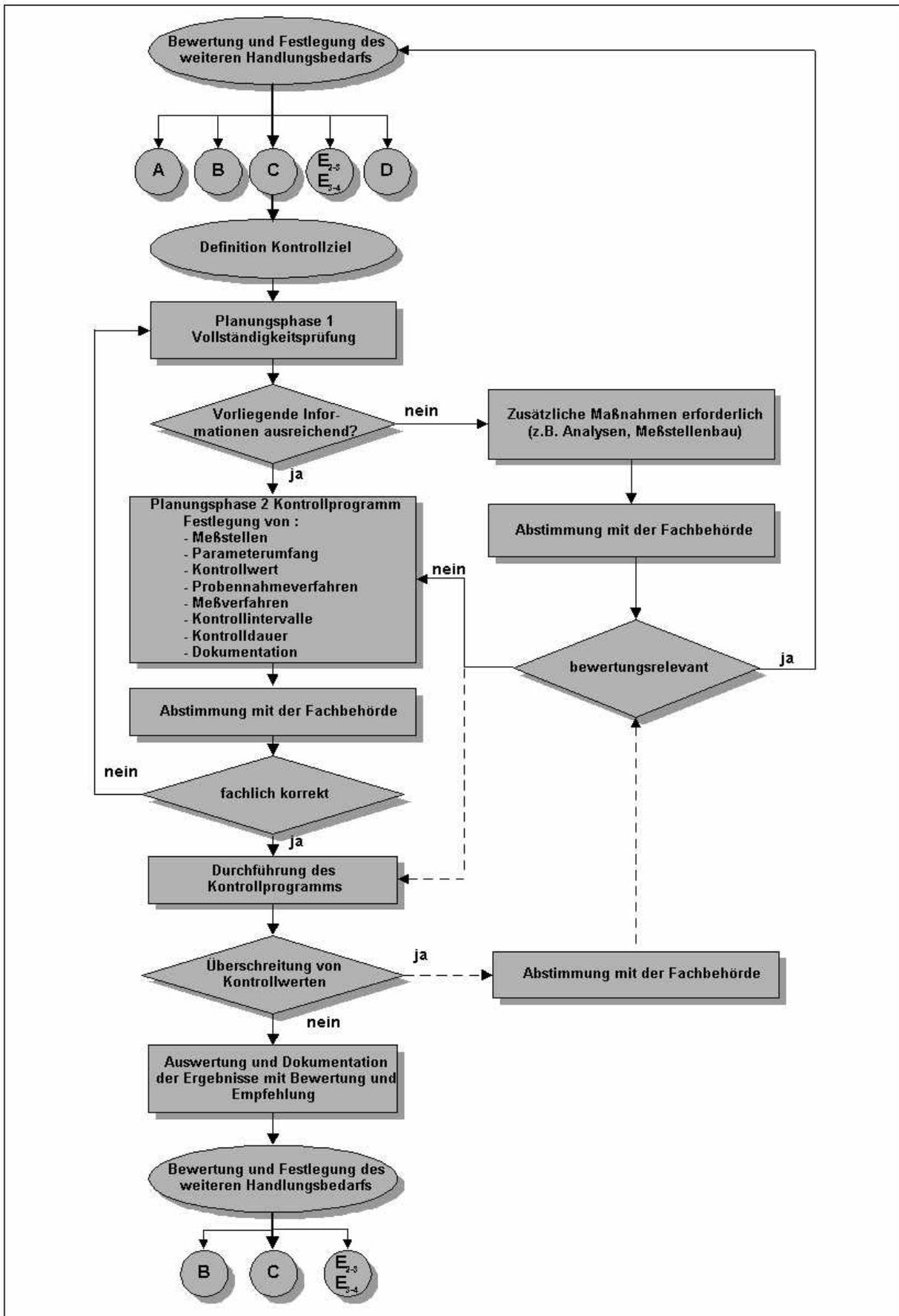


Abbildung 3.2-I: Handlungsablauf fachtechnische Kontrolle

4 Fachtechnische Kontrolle zum Schutz des Grundwassers

4.1 Notwendigkeit der fachtechnischen Kontrolle

Nach Kapitel 3.1 ist eine fachtechnische Kontrolle durchzuführen, wenn

- *die bisherigen Erkundungsergebnisse einen Gefahrverdacht weder bestätigen noch ausräumen konnten und dies auch durch weitere Erkundungsmaßnahmen nicht mit angemessenem Aufwand möglich ist,*
- *die Erkundungsergebnisse nur Schäden erwarten lassen, die aus Angemessenheitsgründen hingenommen werden können, jedoch die künftige Entstehung von größeren Schäden nicht mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden kann,*
- *nach durchgeführter Sanierung der Sanierungserfolg zu bestätigen ist.*

Im Hinblick auf das Schutzgut Grundwasser ist der Verdacht, daß Gefahren vorliegen, die Sanierungsmaßnahmen erfordern, weder ausgeräumt noch bestätigt bzw. eine Kontrolle des Sanierungserfolges angezeigt, wenn zum Zeitpunkt der Bewertung die Sanierungszielwerte nach VwV Orientierungswerte¹ /1/ zwar eingehalten sind, jedoch ein großes Schadstoffpotential vorhanden ist und die Nachhaltigkeit seiner Rückhaltung nicht nachgewiesen werden konnte.

Für die fachtechnische Kontrolle werden Kontrollwerte festgelegt. Ihre Einhaltung muß auch die Einhaltung der Sanierungsziele nach VwV Orientierungswerte /1/ gewährleisten.

Die Sanierungszielwerte nach VwV Orientierungswerte /1/ sind eingehalten wenn, entsprechend der Entscheidung der Behörde:

- a) die allgemeine Mindestanforderung bzw.
- b) die einzelfallbezogene Mindestanforderung

eingehalten ist.

Die Einhaltung der allgemeinen Mindestanforderung bedeutet:

$$c_{SH} < P-W$$

Daraus ergibt sich für die Bewertung:

¹ Hinweis:

Die Sanierungszielwerte nach VwV /1/ haben zwei Funktionen:

- Entscheidung über die **Sanierungsnotwendigkeit**. Hält der vorgefundene Zustand einer Fläche die Sanierungszielwerte ein, besteht keine Sanierungsnotwendigkeit (Handlungsbedarf **(A)** oder **(B)**).
- Entscheidung über das **Ziel** einer Sanierungsmaßnahme.

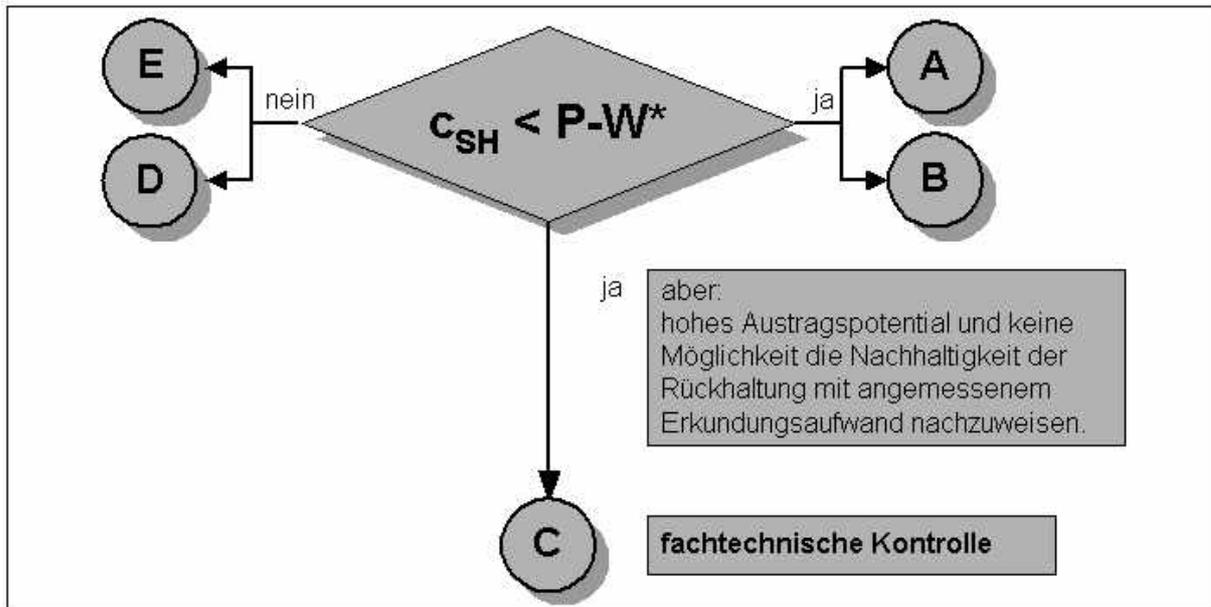


Abbildung 4.1-I: Allgemeine Mindestanforderungen für die Bewertung gefahrverdächtiger Flächen

- * Auf Beweisniveau 2 wird wegen der nur orientierenden Erkundungsergebnisse zusätzlich geprüft:

$$c_A \ll P-W?$$

und

$$E \ll E_{\max}?$$

Die Einhaltung der einzelfallbezogenen Mindestanforderungen bedeutet:

$$c_A < P-W *$$

und

$$E < E_{\max} *$$

Daraus ergibt sich für die Bewertung:

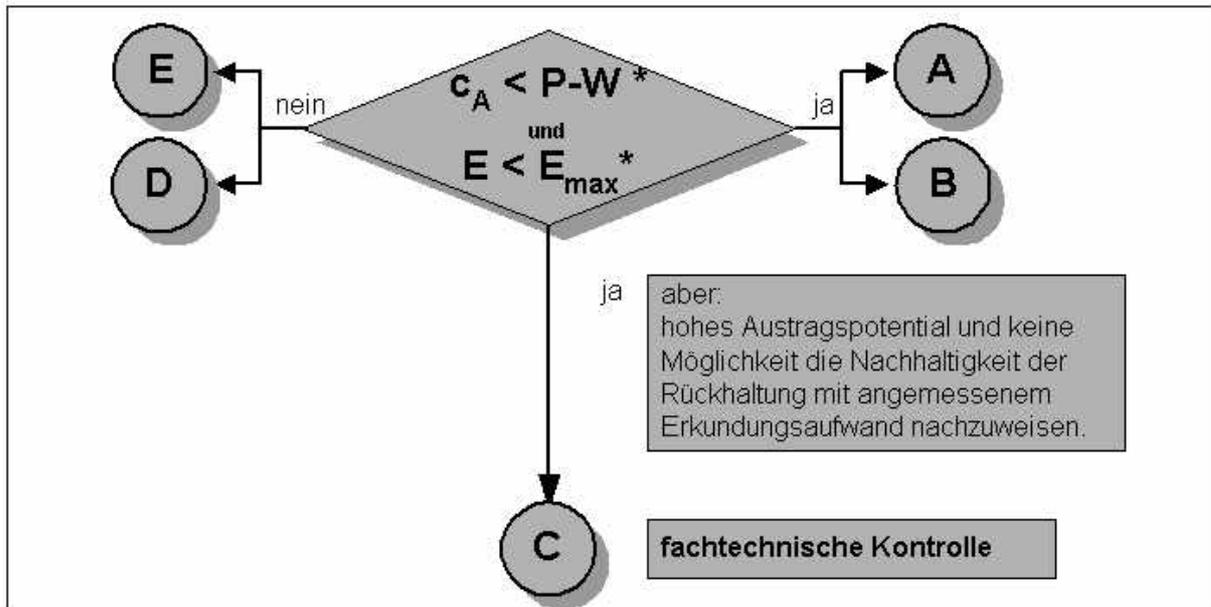


Abbildung 4.1-II: Einzelfallbezogene Mindestanforderungen für die Bewertung gefahrverdächtiger Flächen

- * Auf Beweisniveau 2 wird wegen der nur orientierenden Erkundungsergebnisse zusätzlich geprüft:

$$c_A \ll P-W$$

und

$$E \ll E_{\max}$$

4.2 Planungsphase

Nach der Bewertung und Festlegung des Handlungsbedarfs (C) wird das Kontrollprogramm durch ein qualifiziertes Ingenieurbüro oder anderes fachkundiges Personal erstellt.

Bei Sanierungsmaßnahmen ist der Sanierungserfolg durch eine Erfolgskontrolle im Rahmen der Sanierungsdurchführung nachzuweisen. Eine fachtechnische Kontrolle nach Abschluß der Sanierung ist dann angezeigt, wenn der Sanierungserfolg dauerhaft zu bestätigen ist. Hier empfiehlt es sich, die entsprechenden Maßnahmen, soweit dies abzusehen ist, bereits bei der Sanierungsplanung zu berücksichtigen.

Die Planungsphase läßt sich in die Planungsphase 1 (Vollständigkeitsprüfung) und die Planungsphase 2 (Kontrollprogramm) untergliedern.

Planungsphase 1 Vollständigkeitsprüfung

Bei der Planungsphase 1 werden die vorliegenden Ergebnisse der vorangegangenen technischen Erkundung oder Sanierung gesichtet, auf Vollständigkeit (inkl. Plausibilität) und ihren ausreichenden Informationsgehalt überprüft. Anhand einer Prüfliste wird ermittelt, ob die Ergebnisse für die Erstellung eines Kontrollprogrammes ausreichend sind (Abbildung 4.2-I). Die Prüfliste muß die für die fachtechnische Kontrolle nötigen Daten beinhalten. Lagepläne mit

genauer Lage der Meßstellen, den wesentlichen Untersuchungsergebnissen sowie Grundwassergleichenpläne sind beizufügen.

Bei Kluft- und Karstgrundwasserleitern ist die Prüfliste um weitere zu erfassende Sachverhalte wie z.B. Färbversuche und benachbarte Quellfassungen zu ergänzen.

Sofern festgestellt wurde, daß die Daten vollständig sind, folgt die

Planungsphase 2 Kontrollprogramm

Bei der Planungsphase 2 wird das Kontrollprogramm erstellt.

Das **Kontrollprogramm** umfaßt Festlegungen zu:

- Meßstellen, Meßpunkte
- Parameterumfang
- Kontrollwerte
- Probennahmeverfahren
- Meßverfahren
- Kontrollintervalle
- Kontrolldauer
- Auswertung und Dokumentation

Sachverhalt	Einheit	Wertebereich Beschreibung	Bemerkung
Geometrie der gefahrverdächtigen Fläche			
Fläche der Altablagerung	m ²		
Abstrombreite B _A	m		
Aquifermächtigkeit h _{GW}	m		
GW-Querschnittsfläche A _A	m ²		
Hydrogeologische Rahmenbedingungen			
Hydrogeologischer Standorttyp	-		
Flurabstand	m		
Fließrichtung	°		
Richtungsvarianz	°		
GW-Schwankung	m		
Transmissivität	m ² /s		
k _r -Wert	m/s		
GW-Gefälle l	-		
Abstandsgeschwindigkeit v _a	m/d		
Anzahl GW-Leiter	1 ... n		
Entfernung GW-Nutzung	m		
Einfluß Oberflächengewässer	(J/N)		
Volumenstrom Q _A	m ³ /d		
Niederschlag	mm/a		
Meßstellen			
Emittentenmeßstellen	1 ... n		
Zustrommeßstellen	1 ... n		
Bohrprofile	(J/N)		
Ausbaupläne	(J/N)		
vollkommener Ausbau	(J/N)		
Zuflußbereiche	(J/N)		
Bohrlochgeophysik	(J/N)		
Eignung der Meßstellen	(J/N)		
Probennahme			
Pumpproben / Pumpversuch	1 ... n		
Entnahmetiefe	m u. ROK		
Entnahmedauer	min/h/d		
Entnahmemenge	l/s		
Schöpfproben	1 ... n		
- Entnahmetiefe	m u. ROK		
Schadstoff 1 ...			
C _Z	µg/l		
C _{SH}	µg/l		
C _A	µg/l		
P-W-Wert	µg/l		
E	g/d		
E _{max} -W-Wert	g/d		
Schadstoff 2 ...			
C _Z	µg/l		
C _{SH}	µg/l		
C _A	µg/l		
P-W-Wert	µg/l		
E	g/d		
E _{max} -W-Wert	g/d		

u.s.w. für weitere Schadstoffe

Abbildung 4.2-I: Beispiel für Prüfliste zur Datensichtung und Plausibilitätsprüfung der vorhandenen Unterlagen

Die Kontrollmaßnahmen sollten sich in der Ausführung grundsätzlich - soweit fachtechnisch möglich und zweckmäßig - an denen der vorangegangenen technischen Erkundung (z.B. vorhandene Meßstellen, Ausrüstung, Art und Dauer der Probennahme, Analyseparameter bzw. -verfahren) orientieren.

Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse der Erkundung und der fachtechnischen Kontrolle ist wichtig.

Bei der Planung des Kontrollprogramms ist zusätzlich die Gesamtheit aller einfach zu erhebenden Daten zu berücksichtigen und mit einzubeziehen, die das Austragsverhalten von Schadstoffen beeinflussen bzw. Hinweise auf dessen Veränderungen geben können. Dazu gehören z.B.:

- bauliche Einrichtungen
- Sicherheitseinrichtungen
- Wuchsveränderungen
- organoleptisch feststellbare Veränderungen des Grund- oder Oberflächenwassers
- Reaktionen auf besondere Niederschlagsereignisse
- Nutzungsänderungen

Bei den Nutzungsänderungen sind Hinweise auf geplante bautechnische Maßnahmen im Bereich der gefahrverdächtigen Fläche im vorgesehenen Kontrollzeitraum zu berücksichtigen. Weiterhin können neue, gegenüber der technischen Erkundung abweichende, Problemlösungsstrategien erforderlich werden, wie z.B. kontinuierliche Messungen von Grundwasserbeschaffenheitsparametern, Biotests etc.

Die Durchführung der fachtechnischen Kontrolle an Altlasten und nach Sanierungsmaßnahmen erfordert eine sorgfältige Planung der Maßnahmen, um an die jeweilige spezifische Problemstellung angepasste Verfahren festzulegen.

Die Kontrollen sind auf das notwendige Maß zu beschränken. Die gesamte Dauer der Kontrolle ist häufig nicht vorhersehbar. Eine Optimierung der Kontrollmaßnahmen zur Verringerung der Kosten ist daher unerlässlich.

Abstimmung mit der Fachbehörde

Das Kontrollprogramm wird mit der zuständigen Fachbehörde abgestimmt.

- Kontrollfrage:**
- **Kriterien für Vollständigkeit erfüllt?**
 - **Datengrundlage plausibel?**

4.3 Meßstellenauswahl

Bei der fachtechnischen Kontrolle werden geeignete, im Zuge der technischen Erkundung bzw. der Sanierung errichtete Meßstellen oder Sanierungsbrunnen herangezogen.

Die Anzahl der zu kontrollierenden Meßstellen richtet sich nach der Schadstoffverteilung im Aquifer. Es sind normalerweise die Meßstellen zu kontrollieren, die im direkten Abstrom der gefahrverdächtigen Fläche liegen und die den höchsten Schadstoffgehalt bzw. die größte Aus-sagesicherheit aufweisen.

Die bei der technischen Erkundung geforderte Mindesterfassungsbreite des Grundwasserabstroms (20% bei (E₁₋₂) bzw. 50% bei (E₂₋₃) (siehe /2/)) wird für die fachtechnische Kontrolle nicht vorgegeben.

Grundsätzlich sollten nur wenige ausgesuchte Meßstellen kontrolliert werden. Normalerweise dürfte es sich dabei um 1 bis 3 Meßstellen im Abstrom der zu kontrollierenden Fläche handeln. Die Berücksichtigung von Zustrommeßstellen erfolgt nur bei bewertungsrelevanter geogener oder anthropogener Vorbelastung des Grundwassers.

Die Auswahl der Grundwassermeßstellen erfolgt unter Berücksichtigung der horizontalen und vertikalen Aquifereigenschaften, die die Schadstoffausbreitung beeinflussen können. Voraussetzung hierfür ist das Verständnis der hydrogeologischen Vorgänge im Umfeld der gefahrverdächtigen Fläche (siehe "hydrogeologisches Arbeitsmodell /2/"), sowie des stoffspezifischen Verhaltens der Schadstoffe im Grundwasserleiter.

Nach erfolgter Sanierung sind in der Regel diejenigen Meßstellen zur Kontrolle heranzuziehen, die vor bzw. während der Sanierung die höchsten Schadstoffgehalte aufwiesen und an denen die Einhaltung der Sanierungszielwerte bei der Sanierung bereits geprüft wurden.

Soweit vorhanden können auch zusätzliche Meßstellen (z.B. Landesmeßnetz) bzw. Sondermeßnetze (Trinkwasserversorgung, Bundesbahn) zur Kontrolle herangezogen werden.

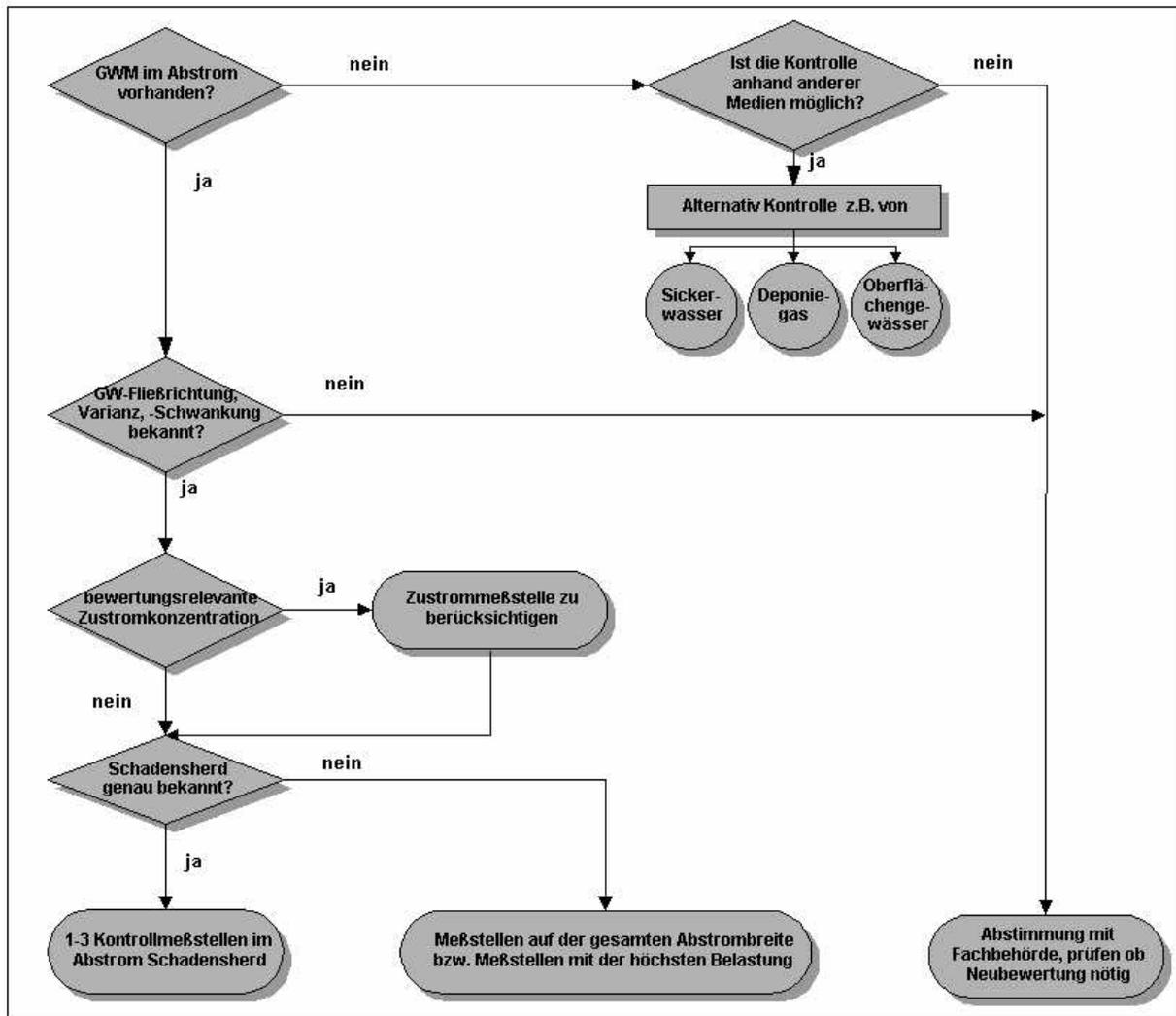


Abbildung 4.3-I: Vorgehensweise bei der Meßstellenauswahl

4.3.1 Horizontale Schadstoffausbreitung

Die zeitliche und räumliche Änderung der horizontalen Schadstoffverteilung ist bei der Aufstellung des Kontrollprogramms zu berücksichtigen. Dabei sind die gesicherten Kenntnisse der örtlichen Grundwasserströmungsrichtung aus der technischen Erkundung heranzuziehen.

Jahreszeitliche oder nutzungsbedingte Änderungen der Grundwasserströmungsrichtungen und der Einfluß von Oberflächengewässern (wechselnde Infiltrations- / Exfiltrationsvorgänge) auf den Grundwasserabstrom sind häufig. Grundwassernutzungen und Baumaßnahmen in der Nähe oder auf der gefahrverdächtigen Fläche können die horizontale Schadstoffausbreitung z.T. entscheidend verändern (Bauwasserhaltungen, Freilegung von Ablagerungsgut, Entfernen von schützenden Deckschichten etc.). Hinweise darauf sind im Kontrollprogramm zu geben.

Standard:

1 bis 3 Meßstellen im direkten Abstrom des Hauptschadensbereiches; bei Vorbelastung Berücksichtigung von Zustrommeßstellen.

Alternative / Abweichung: **Einbeziehung zusätzlicher Meßstellen, z.B. bei diffuser Schadstoffverteilung in der gefahrverdächtigen Fläche, großer Abstrombreite oder wechselnden Fließrichtungen des Grundwassers.**

Kontrollfragen:

- *Grundwasserfließrichtung bekannt?*
- *Grundwassergleichenplan vorhanden?*
- *Wechseln die Grundwasserfließrichtungen?*
- *Bestehen Einflüsse, z.B. von Oberflächengewässern oder GW-Entnahmen auf die Grundwasserfließrichtung?*
- *Sind Grundwasserentnahmen in der Umgebung vorhanden und zu berücksichtigen?*
- *Sind Baumaßnahmen oder Wasserhaltungsmaßnahmen im Bereich der Altlast beabsichtigt?*

4.3.2 Vertikale Schadstoffausbreitung

Im einfachen Fall ist davon auszugehen, daß sich gelöste Schadstoffe, die aus einer Altlast emittieren, gleichmäßig im Grundwasser über die gesamte Aquifermächtigkeit verteilen. Für die fachtechnische Kontrolle sind hierbei vollkommen ausgebaute Meßstellen heranzuziehen. Eine tiefengemittelte Probennahme reicht aus.

Dieser Fall ist häufig jedoch nicht gegeben. Es besteht die Möglichkeit, daß sich Schadstoffe in bestimmten Horizonten des Grundwasserleiters aufgrund lithologischer und stoffspezifischer Unterschiede stärker konzentrieren. Dadurch ergibt sich eine vertikale Differenzierung der Schadstoffkonzentration.

Wurde bei der technischen Erkundung eine vertikale Schadstoffdifferenzierung festgestellt, ist von der tiefengemittelten Probennahme abzusehen und eine horizontierte Probennahme aus den am stärksten belasteten Horizonten vorzunehmen.

Es ist ebenfalls möglich, daß am Standort mehrere Grundwasserleiter ausgebildet sind, die von gering durchlässigen Schichten getrennt werden. Wurden bei der technischen Erkundung Mehrfachmeßstellen mit getrennten Filterstrecken in mehreren Grundwasserhorizonten erstellt, so ist bei der Planung der fachtechnischen Kontrolle derjenige Grundwasserleiter zu kontrollieren, der die sicherste Aussage über eine Gefährdung gewährleistet.

Standard: **Nur ein Grundwasserleiter vorhanden; gleichmäßige Schadstoffverteilung über die Aquifermächtigkeit; vollkommen ausgebaute Meßstelle; tiefengemittelte Probennahme.**

Alternative / Abweichung: **Weitere gefährdete Grundwasserleiter ausgebildet; Mehrfachmeßstellen vorhanden; heterogene Untergrundverhältnisse mit unterschiedlichen Zuflußbereichen; unterschiedliches stoffspezifisches Ausbreitungs-**

verhalten; horizontierte Probennahme.

Kontrollfragen:	<ul style="list-style-type: none">- <i>Liegen ein oder mehrere Grundwasserleiter vor?</i>- <i>Sind Mehrfachmeßstellen vorhanden?</i>- <i>Tiefendifferenzierte Belastung festgestellt?</i>
------------------------	---

4.3.3 Überprüfung der Eignung der ausgewählten Meßstellen

Die ausgewählten Meßstellen sind auf ihre Eignung zu überprüfen. Die Überprüfung erfolgt anhand von Bohr- und Ausbauprofilen, bohrlochgeophysikalischen Meßergebnissen, Probenahme- und Pumpversuchsprotokollen etc.

Meßstellen, bei denen kein Bohr- oder Ausbauprofil vorliegt, sind grundsätzlich nicht in das Kontrollprogramm aufzunehmen. Gegebenenfalls kann mit hydraulischen und/oder bohrlochgeophysikalischen Messungen die Eignung bestehender Meßstellen nachträglich überprüft werden.

Standard: **Vollkommene "5- Zoll Meßstelle" (125 mm Durchmesser) mit PE- bzw. PVC- Filterrohr inkl. aller nötigen Dokumentationen sind vorhanden.**

Alternative / Abweichung: **"2- Zoll Meßstellen" (50 mm Durchmesser); unvollkommene Meßstellen; Meßstellen mit anderem Ausbaumaterial als PE/PVC; Meßstellen, die im Rahmen anderer Untersuchungen erstellt wurden (Sondermeßnetze), Quellen, Betriebsbrunnen.**

Kontrollfragen:	<ul style="list-style-type: none">- <i>Liegen Bohrprofile und Ausbaupläne vor?</i>- <i>Ausreichender Filterdurchmesser vorhanden, um eine qualifizierte Probennahme durchzuführen?</i>- <i>Probennahmemöglichkeit bei Sondermeßstellen (Quellen, Betriebsbrunnen) vorhanden?</i>- <i>Ausreichend benetzte Filterstrecke (Vollkommenheitsgrad) auch bei Niedrigwasserstand des Grundwassers?</i>- <i>Aquiferanschluß gegeben?</i>
------------------------	--

4.4 Festlegung des physikalisch-chemischen Kontrollprogramms

Das physikalisch-chemische Kontrollprogramm setzt sich aus den folgenden drei Komponenten zusammen:

- Kontrollparameter
- Vor-Ort-Parameter
- ggf. ergänzende Parameter und Maßnahmen

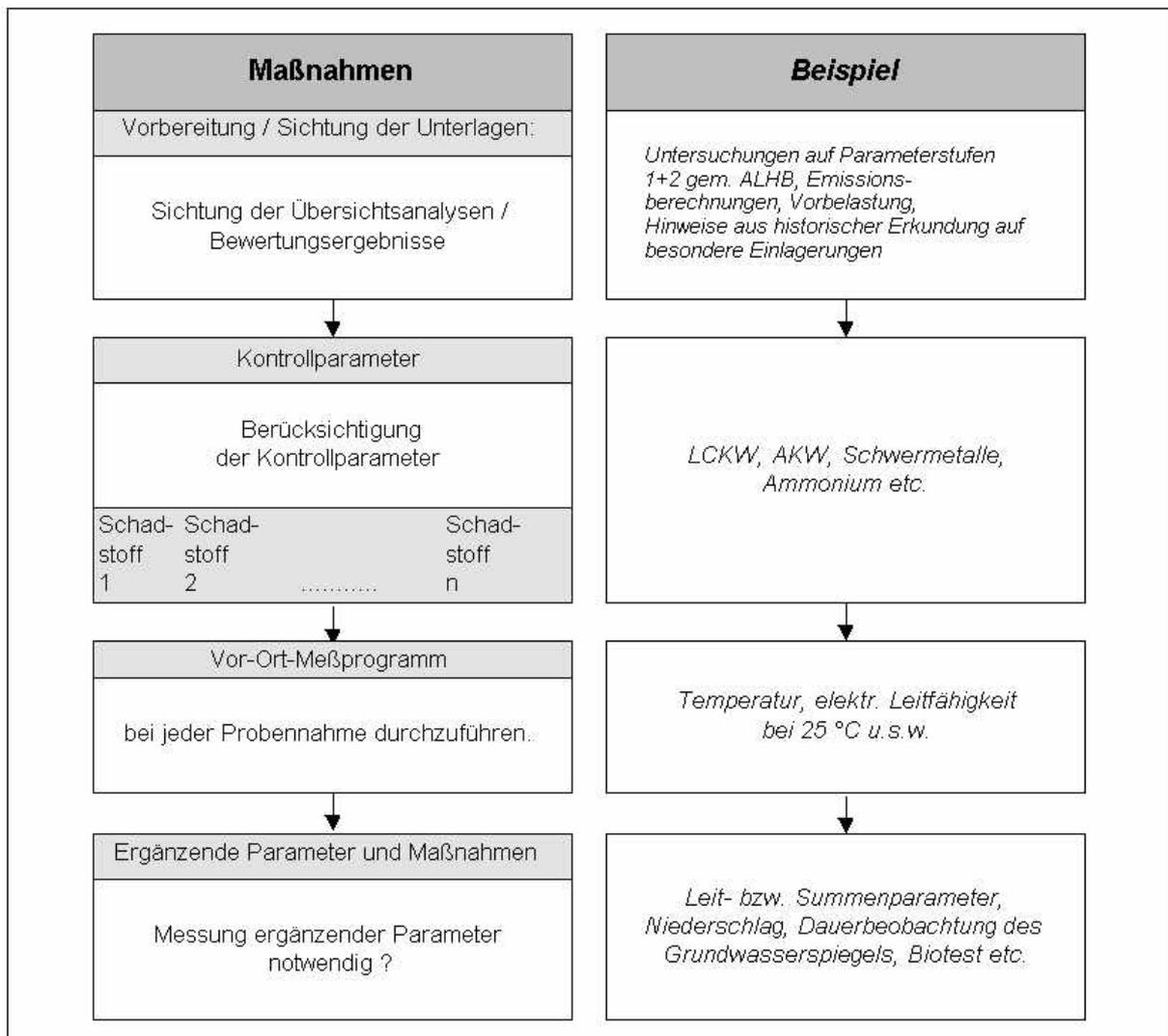


Abbildung 4.4-I: Parameterauswahl

4.4.1 Kontrollparameter

Die **Kontrollparameter** werden aus dem Kontrollziel abgeleitet. Sie werden aus den Schadstoffen hergeleitet, die den Handlungsbedarf (C) begründen.

Nach durchgeführten Sanierungsmaßnahmen sind die Kontrollparameter auf die Schadstoffe zu beschränken, die zum Sanierungseinstieg geführt haben. Im Einzelfall soll hier geprüft werden, ob auf das Vor-Ort-Meßprogramm verzichtet werden kann.

4.4.2 Festlegung des Kontrollwertes

Für die Kontrollparameter an gefahrverdächtigen Flächen sind jeweils Kontrollwerte festzulegen oder zu berechnen.

Für die Kontrolle nach erfolgter Sanierung sind jeweils die festgelegten Sanierungszielwerte zu berücksichtigen.

Der Kontrollwert c_K ist die maximale Konzentration für den jeweiligen Schadstoff, bezogen auf die jeweilige Meßstelle, der im Rahmen der fachtechnischen Kontrolle nicht überschritten werden soll. Die Kontrollwerte sind so festzulegen, daß ihre Einhaltung auch die Einhaltung der Sanierungsziele nach VwV Orientierungswerte /1/ gewährleistet.

Vorgehensweise für einen einfachen Fall

Für einen einfachen, häufig auftretenden Fall, für den die folgenden Annahmen zulässig sind, wird die Vorgehensweise beschrieben:

Annahmen:

- einzelfallbezogene Mindestanforderung maßgebend
- keine Zustrombelastung
- Beweisniveau 3
- Kontrollmeßstelle im unmittelbaren Abstrom
- keine Differenzierung über Abstrombreite erforderlich

Vorgehensweise:

Es ist zunächst sicherzustellen, daß die Immissionsbegrenzung eingehalten wird. Dazu ist der Kontrollwert c_K festzulegen, der dem Prüfwert nach VwV Orientierungswerte /1/ entspricht.

Es gilt:

$$c_K = P - W$$

Bei ergiebigen Grundwasserleitern kann die maximal zulässige Fracht (E_{\max} -W) überschritten sein, obwohl die P-W-Werte im Abstrom eingehalten sind. Dann ist c_K so festzulegen, daß der E_{\max} -W-Wert eingehalten wird:

$$c_K = E_{\max} / Q_A$$

Q_A kann anhand von hydraulischen Parametern berechnet werden. Diese wurden entweder bei der technischen Erkundung ermittelt oder können bei geringerem Kenntnisstand aus regionalen Betrachtungen (Hydrogeologische Karte etc.) abgeleitet werden.

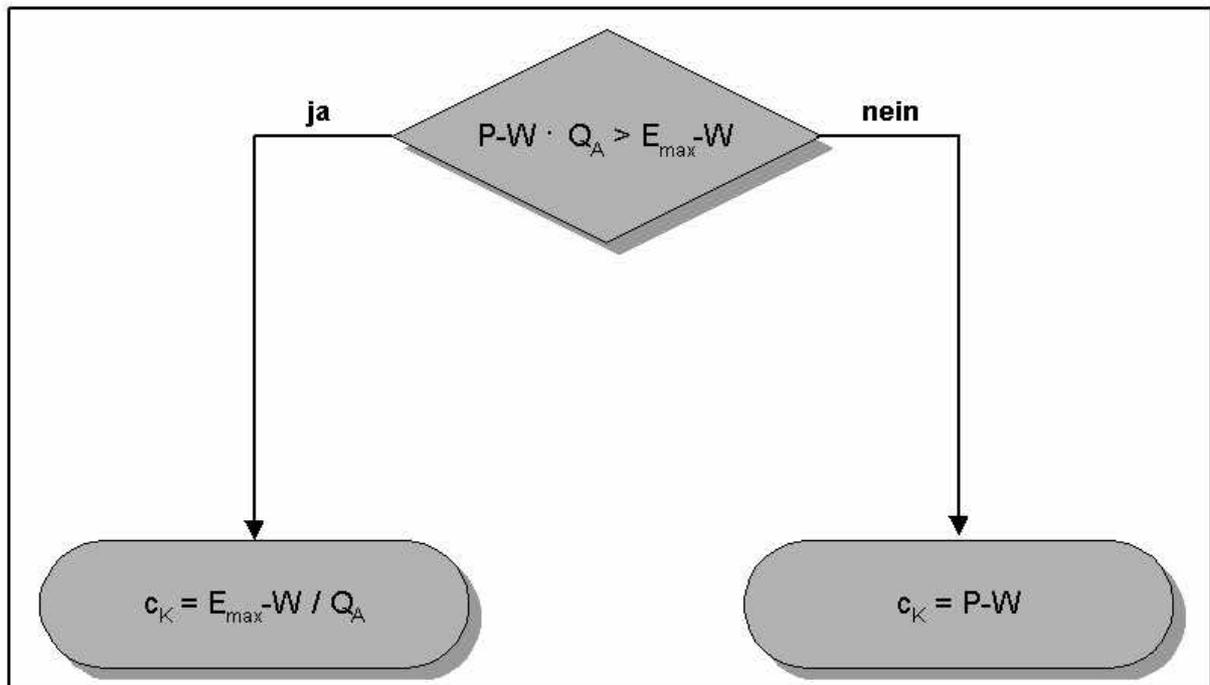


Abbildung 4.4-II: Verfahrensablauf zur Festlegung des Kontrollwertes

Es ist darauf zu achten, daß die zu kontrollierende Meßstelle möglichst im Zentrum einer ggf. zu erwartenden Schadstofffahne liegt.

Liegt die Meßstelle nicht im unmittelbaren Abstrom, so ergibt sich abhängig von der Entfernung der Meßstelle zur gefahrverdächtigen Fläche ein korrigierter Kontrollwert. Es ist in Abhängigkeit von der zu erwartenden Verdünnung ein entsprechender, einzelfallspezifischer Abschlag des c_K vorzunehmen. Dieser berücksichtigt, daß im unmittelbaren Abstrom des Schadensherdes höhere Konzentrationen als an der vorgesehenen Meßstelle zu erwarten sind.

Dieser Abschlag hängt standortspezifisch vom jeweiligen Schadstoff und den hydrogeologischen Rahmenbedingungen ab. Ein Beispiel zur Ermittlung des Abschlags für einen Kiesgrundwasserleiter ist im Anhang aufgeführt.

4.4.3 Vor-Ort-Meßprogramm

Das **Vor-Ort-Meßprogramm** umfaßt Parameter, die bei jeder Probennahme zu erfassen, zu beurteilen und zu dokumentieren sind. Ziel ist der Vergleich der wichtigsten Daten über die physikalisch-chemische Wasserbeschaffenheit (Charakterisierung des Grundwassers) sowie die Einhaltung eines einheitlichen Qualitätsstandards für die Probennahme.

Folgende Parameter sind vor Ort bei der Probennahme zu messen und zu protokollieren:

- Farbe
- Trübung
- Geruch

- Temperatur
- elektr. Leitfähigkeit bei 25° C
- pH-Wert
- Sauerstoffgehalt, gelöst
- Probennahmesystem (Unterwasserpumpe, Schöpfprobe etc.)
- Einbautiefe / Entnahmetiefe
- Grundwasserstand in Ruhe

Bei Pumpproben zusätzlich zu protokollieren:

- Grundwasserstand zum Zeitpunkt der Probennahme und ggf. der Absenkungsverlauf
- Fördermenge
- Pumpdauer vor der Probennahme

Bei der fachtechnischen Kontrolle nach durchgeführten Sanierungsmaßnahmen kann das Vor-Ort-Meßprogramm einzelfallspezifisch an den vorliegenden Kenntnisstand angepaßt werden.

4.4.4 Ergänzende Parameter

In Einzelfällen kann es nötig sein, **ergänzende Parameter** zur Kontrolle festzulegen. Diese sollen zusätzliche Informationen für die spätere Auswertung ermöglichen. Es kann sich dabei um einzelne Stoffe, die bei der technischen Erkundung auffällig waren, wie auch um Parameter, die den jeweiligen Schadstoffahmentyp charakterisieren, handeln. Es ist jedoch immer zu überprüfen, ob das Vor-Ort-Meßprogramm diese Anforderungen nicht bereits berücksichtigt.

Insbesondere bei der fachtechnischen Kontrolle nach erfolgten Sanierungsmaßnahmen ist zu überprüfen, ob Abbauprodukte der Kontrollparameter oder ggf. im Laufe der Sanierung mobilisierte Schadstoffe als ergänzende Kontrollparameter zu berücksichtigen sind.

Zusätzlich können im Einzelfall spezifische Daten erhoben werden, die ohne größeren technischen und finanziellen Aufwand eine Beurteilung des Langzeitverhaltens der gefahrverdächtigen Fläche erlauben. Diese sind z.B. die Beurteilung des Deponiesickerwassers (qualitativ und quantitativ), der Niederschlagsmengen, Wuchsveränderungen, Wasserspiegel in benachbarten Oberflächengewässern etc.

Standard:

Bei der technischen Erkundung wurden Parameter ermittelt, die zur Bewertung nach dem Handlungsbedarf (C) führten; die Untersuchung wird auf die festgelegten Kontrollwerte sowie das Vor-Ort-Meßprogramm beschränkt.

Alternative / Abweichung:

Aufgrund spezifischer Besonderheiten im Einzelfall kann das Kontrollprogramm um zusätzliche Parameter (z.B. Ammonium, Bor, Sulfat etc.) sowie ergänzende Beobachtungen oder Verfahren (wie Biotests) erweitert werden.

4.5 Probennahme

Grundsätzlich ist bei der **Probennahme** die gleiche Vorgehensweise wie bei der technischen Erkundung bzw. Sanierung anzustreben.

Wenn der Aufwand für die vorgesehene Probennahme (z.B. Pumpprobe aus tiefen Aquiferbereichen) in keinem vertretbaren Verhältnis zur Aussagekraft und der vermuteten Gefährdung steht, ist eine Kosten-Nutzen-Abschätzung zulässig. In solchen Fällen können alternative, kostengünstigere Probennahmeverfahren eingesetzt werden (z.B. Schöpfprobe zur horizontalen Probennahme /3/).

4.5.1 Pumpprobe

Die Probennahme an den auszuwählenden Grundwassermeßstellen ist entsprechend der Probennahme bei der vorangegangenen technischen Erkundung bzw. bei der Erfolgskontrolle durchzuführen (Vergleichbarkeit von Entnahmetiefe, -menge und -dauer). Die Vorschriften (Methode C1 /3/), sind hierbei zu beachten und in Fällen, bei denen die früheren Probennahmen nicht korrekt durchgeführt wurden, anzuwenden.

Meßstellenspezifische Besonderheiten, wie Mehrfachmeßstellen, vertikal gegliederte Zuflußbereiche (nach Bohrlochgeophysik /3/, /6/) oder horizontalisierte Schadstoffverteilung, sind zu berücksichtigen. In diesen Fällen ist Methode C2 /3/ anzuwenden.

Bei der Entnahme von Pumpproben kann in Einzelfällen belastetes Grundwasser anfallen. Dieses ist ggf. zu behandeln. Dieser Fall ist bei der Planung der Maßnahme zu berücksichtigen.

Standard: Tiefengemittelte Pumpprobe gemäß Methode C1 /3/

Alternative / Abweichung: Pumpprobe mit mehrmaligem Austausch des Standwassers; horizontalisierte Beprobung; Schöpfprobe; längerdauernder Pumpversuch; Entnahme aus Grundwasserbetriebsbrunnen.

Kontrollfragen:

- *Gleiche Probennahme wie bei technischer Erkundung möglich?*
- *Vergleichbarkeit mit der technischen Erkundung möglich?*
- *Vorbehandlung vor Einleitung erforderlich?*
- *Ergiebigkeit des Grundwasserleiters für Pumpprobe ausreichend?*

4.5.2 Schöpfprobe

Im Einzelfall kann auch eine Schöpfprobennahme durchgeführt werden,

- sofern im Rahmen der technischen Erkundung nur eine Schöpfprobennahme erfolgte, die zur Bewertung auf Handlungsbedarf fachtechnische Kontrolle (C) führte oder
- eine Pumpprobennahme bei der fachtechnischen Kontrolle mit unverhältnismäßig hohen Kosten verbunden wäre bzw. aus fachlichen Gründen nicht möglich ist.

Diese Fälle treten häufig bei gering ergebnisreichen Grund- bzw. Schichtwasserleitern oder bei Entnahmen aus Grundwasserleitern mit hohem Flurabstand auf.

4.6 Meßverfahren

In der Regel werden bei der fachtechnischen Kontrolle des Grundwassers an gefahrverdächtigen Flächen in festgelegten Intervallen Grundwasserproben entnommen und auf die festgelegten Kontrollparameter untersucht.

Die möglichen Schadstoffemissionen aus gefahrverdächtigen Flächen stellen in Abhängigkeit von den hydrogeologischen Rahmenbedingungen ein in Raum und Zeit mobiles System dar. Eine in festgelegten Zeitabständen durchgeführte Probennahme und Untersuchung des Grundwassers ist daher nur ein Kompromiß, da sie lediglich Momentaufnahmen über die Grundwasserqualität ermöglicht. In Porengrundwasserleitern mit relativ geringen Grundwasserfließgeschwindigkeiten und relativ langsamer Schadstoffausbreitung können mit dieser Vorgehensweise näherungsweise Aussagen über den Konzentrationsverlauf ermittelt werden. Wirklich aussagekräftige und zeitbezogene Aussagen über die Schadstoffemissionen werden aber nur durch kontinuierliche Messungen, die wichtige Eigenschaften des Grundwassers über einen längeren Zeitraum erfassen, erhalten.

Eine solche Dauerbeobachtung ist derzeit jedoch aus wirtschaftlichen und technischen Gründen in der Regel mit den vorhandenen Meßsystemen noch nicht durchführbar. In den letzten Jahren wurden erhebliche Anstrengungen unternommen, um entsprechende kostengünstige und feldtaugliche Meßsysteme zu entwickeln. Trotzdem eignen sich viele Systeme nach den bisherigen Erfahrungen noch nicht zum Dauereinsatz. Bei der Durchführung der fachtechnischen Kontrolle ist, im Rahmen der fachlichen Vorgaben, immer die wirtschaftlichste Methode zu berücksichtigen und einzusetzen. Deswegen sollte bei der zukünftigen Planung von Kontrollprogrammen geprüft werden, ob neue Erkenntnisse zum Einsatz von feldtauglichen kontinuierlichen Meßverfahren vorliegen und ob sie den Anforderungen und Vorschriften auch hinsichtlich Praxistauglichkeit und Wirtschaftlichkeit zur fachtechnischen Kontrolle gerecht werden.

In Sonderfällen (z.B. bei der Kontrolle von Kluft- und Karstgrundwasserleitern) kann es sinnvoll sein, kontinuierliche Meßverfahren in die Kontrolle einzubeziehen, die die herkömmlichen Systeme ergänzen. Ein solcher Einsatz ist immer an die vor Ort gegebene bzw. zu schaffende Infrastruktur (z.B. Strom, Wasser, Telefonanschluß, Gebäude, Frostschutz, Schutz vor Diebstahl und Beschädigungen u.a.) gebunden.

Bei der fachtechnischen Kontrolle nach durchgeführten Sanierungsmaßnahmen sind zusätzliche Meßverfahren nur in Ausnahmefällen einzusetzen. Sofern bei der Sanierung automatische Meßsysteme zum Einsatz kamen, ist im Einzelfall zu überprüfen, ob diese bei der fachtechnischen Kontrolle weiterhin eingesetzt werden können.

4.6.1 Auswahl der in Frage kommenden Meßverfahren

Eine Übersicht über mögliche Meßverfahren ist in einer tabellarischen Übersicht (Teil 2 der Methodensammlung /3/) zusammengestellt. Im folgenden werden die Verfahren nach ihrer Funktionsweise gegliedert vorgestellt.

4.6.2 Vor-Ort-Meßverfahren

Diskontinuierliche Meßverfahren

Bei diskontinuierlichen Meßverfahren werden Einzelmessungen vor Ort in bestimmten, festgelegten Zeitabständen durchgeführt. Die Messungen können automatisch erfolgen oder aber durch den Probennehmer (z.B. bei Einsatz von mobilen Geräten) durchgeführt werden. Beispiele sind die Kontrolle von chemisch-physikalischen Grundwasserparametern mit tragbaren Meßgeräten (Sonden für Temperatur, Leitfähigkeit, pH-Wert; ionenselektive Sonden (Methoden J4, J5 /3/), Grundwasserstandsmessungen mit Lichtlot etc.).

Darüber hinaus gibt es Meßsysteme, mit denen sich Einzelstoffe wie Ammonium, Nitrat oder bestimmte Schwermetalle halbquantitativ nachweisen lassen. Diese Tests (Schnelltest) werden als einfache Teststäbchen bis hin zu aufwendigeren Testkits (mit Photometer (Methode J3 /3/)) angeboten. Erfahrungen mit diesen Verfahren liegen vor allem aus dem Bereich der Abwasseranalytik (Eigenkontrolle) vor. Bei der Planung des Kontrollprogramms ist einzelfallspezifisch zu prüfen, ob der Einsatz dieser Verfahren geeignet erscheint.

Ionenselektive Elektroden zur direkten Konzentrationsmessung z.B. von Ammonium, Nitrat oder Chlorid sind in der Wartung und Kalibrierung sehr aufwendig und nach den bisherigen Erfahrungen nur in Einzelfällen einsetzbar.

Kontinuierliche Meßverfahren

Bei kontinuierlich messenden Verfahren werden entweder lückenlose Messungen oder Messungen in kurzen Zeitabständen durchgeführt. Aufgrund der meist geringen Abstandsgeschwindigkeiten im Grundwasser können hierbei Messungen in Zeitabständen von Sekunden bis zu wenigen Stunden noch als "kontinuierlich" bezeichnet werden. Diese Meßverfahren lassen sich unterscheiden in:

a) Kontinuierliche in Situ Verfahren

Darunter fallen Meßsysteme, die direkt in das zu überwachende Medium eingebaut werden. Beispiele sind Drucksondensysteme für Wasserspiegelmessungen (Methode I1 /3/) oder diverse SONDENSYSTEME zur Messung der chemischen und physikalischen Grundwasserbeschaffenheit (Temperatur, elektr. Leitfähigkeit bei 25 °C).

Kontinuierlich messende Sonden für den pH-Wert oder bestimmte Einzelstoffe (Methoden J4, J5 /3/) müssen häufig kalibriert werden. Sofern dies in der Meßstelle automatisch durchgeführt werden kann (selbstkalibrierende Meßsysteme, Methode J5 /3/), ist der Aufwand von Anfahrt und Wartung durch einen Techniker geringer. Bei Verfahren ohne Selbstkalibrierung (Methode J4 /3/) ist gegenüber der herkömmlichen Probenentnahme kein wirtschaftlicher Vorteil zu sehen.

Als Sonderfall der kontinuierlich messenden Verfahren können auch passive Sorbersysteme (Methode J1 /3/) angesehen werden. Die Sorber werden in die Meßstelle eingebaut. Innerhalb eines Meßzyklus von 4 bis 8 Wochen (Gleichgewichtseinstellung) werden bestimmte Schadstoffe (z.B. LCKW, PCB) auf dem Trägermaterial sorbiert. Mit passiven Sorbern ist bisher jedoch nur eine Ja/Nein-Aussage bzw. eine Aussage über relative Werte hinsichtlich des Auftretens von Schadstoffen im Grundwasser möglich.

b) Kontinuierliche externe Verfahren

Bei den kontinuierlichen externen Verfahren handelt es sich um Systeme, die nicht direkt in das zu kontrollierende Medium eingebaut sind. Im Gegensatz zu den Laborverfahren können sie jedoch in der Nähe der zu kontrollierenden Meßstelle aufgebaut werden (Methode J2 /3/). Das Probegut wird mit einer geeigneten Entnahmeverrichtung (Pumpe) gefördert und dem Analysensystem zugeleitet. Es können Einzelstoffe (z.B. Trichlorethen) oder Summenparameter (z.B. leichtflüchtige organische Verbindungen) gemessen werden. Da hierbei immer ein hoher Aufwand für die technische Einrichtung und Wartung nötig ist, sind vor dem Einsatz Kosten-Nutzen-Abschätzungen durchzuführen.

Biotest-Systeme (Methode K1 /3/) (z.B. Fischttest) können ebenfalls vor Ort eingerichtet werden. Sie erlauben jedoch lediglich qualitative Aussagen über die Beschaffenheit des Grundwassers und können nur als Vorwarninstrument angesehen werden, auf dem ein zusätzliches Kontrollprogramm aufbaut. Da sie zudem recht aufwendige Einrichtungen und Betreuung erfordern, können sie nur in Einzelfällen bei der fachtechnischen Kontrolle berücksichtigt werden.

Automatische Datenübertragung

Die anfallenden Meßwerte der Meßsysteme a) und b) müssen gespeichert und dem Beobachter zugänglich gemacht werden. Hierzu können Datensammler am Meßort installiert werden (Methode L1 /3/). Die gespeicherten Daten können vor Ort direkt ausgelesen werden. Alternativ können automatische Übertragungssysteme installiert werden, die ein Abrufen der gespeicherten Meßdaten per Telefon, Datenfunk oder Funkübertragung ermöglichen. Dies kann in Form von passiven Systemen erfolgen, die alle Meßdaten bei Abruf übertragen oder "intelligenten", aktiven Übertragungssystemen, die bei Überschreitung von eingestellten Grenzwerten eine Aktionskette auslösen. Die automatischen Übertragungssysteme lassen in den meisten Fällen auch eine Wartung und Kalibrierung der Meßsysteme auf dem Datenwege zu.

4.6.3 Laborverfahren

Die Untersuchung der Proben im Labor zur Bestimmung der Wasserinhaltsstoffe stellt die bislang und auch zukünftig gebräuchlichste Art der Vorgehensweise bei der fachtechnischen Kontrolle dar. Insbesondere für die Bestimmung der bewertungsrelevanten Kontrollparameter gibt es zum heutigen Stand keine vergleichbar sichere Alternative zu Labormessungen.

Die entnommenen Proben werden unverzüglich ins Labor gebracht. Die einschlägigen Vorschriften für fachgerechte Lagerung und Transport sind zu beachten. Vor der Probennahme ist der Anlieferungszeitpunkt mit dem Labor abzustimmen, damit die Proben schnellstmöglich bearbeitet werden können. Die Probennahmeprotokolle und der Untersuchungsauftrag für das Labor sind vollständig auszufüllen und dem Labor unter Angabe der entsprechenden Analysevorschriften vorzulegen. Bestehen hier keine eindeutigen Vorschriften, so ist die Vorgehensweise mit dem Labor abzustimmen. In den Untersuchungsaufträgen ist auf organoleptische Auffälligkeiten bei der Probennahme hinzuweisen. Sofern diese für die chemische Untersuchung relevant sind, ist dies zu vermerken. Ergeben sich dadurch zusätzlich nötige Analysen, die nicht Bestandteil des Kontrollprogramms sind, so sollte mit den zuständigen Fachbehörden und dem Auftraggeber abgeklärt werden, ob diese zu berücksichtigen sind. Sofern in diesen Fällen ein dringender Handlungsbedarf vorliegt (z.B. leichtflüchtige Stoffe), kann der für die fachtechnische Kontrolle Verantwortliche die Untersuchung selbst veranlassen.

Auf einen entsprechenden Qualitätsnachweis (Zertifizierung) des zu beauftragenden Labors ist zu achten.

4.7 Kontrollintervalle

Die fachtechnische Kontrolle soll sicherstellen, daß Gefahren für das Grundwasser rechtzeitig erkannt werden. Die Kontrollintervalle werden in Abhängigkeit von den hydrogeologischen Rahmenbedingungen festgelegt. Im Regelfall sollten die Beprobungen mehrere Grundwasserhoch- (HW) und Grundwasserniedrigstände (NW) berücksichtigen.

Nach Durchführung des ersten Kontrollzyklus von 3 Jahren können die Kontrollintervalle den neuen Kenntnissen entsprechend angepaßt werden.

In zu begründenden Einzelfällen kann von den vorgeschlagenen Kontrollintervallen abgewichen werden (z.B. bei besonders günstigen oder ungünstigen hydrogeologischen Verhältnissen).

Bei der Festlegung der Kontrollintervalle sind die zeitlichen Variationen des Schadstoffaustrags und der Schadstoffausbreitung zu berücksichtigen. In diesen Fällen sind Einzelfallentscheidungen zu treffen. Häufig sind Altlasten unvollständig abgedichtet. Dann ist in Abhängigkeit von der Niederschlagsituation und den Grundwasserständen mit einem jahreszeitlich stark variablen Schadstoffaustrag zu rechnen.

Grundwasserabstandsgeschwindigkeit	< 0,5 m/d	0,5 - 5 m/d	5 - 10 m/d	über 10 m/d
Empfohlenes Kontrollintervall	einzelfallbezogen	2 x pro Jahr	einzelfallbezogen	einzelfallbezogen

<p>Zuschläge (häufigere Kontrollen) für:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Große Grundwasserstandsschwankung - Kluft- / Karstgrundwasserleiter - Lage in Wasserschutzgebiet - Einfluß von Oberflächengewässern - Wechselnde Grundwasserfließrichtungen - Lage der Deponie im Grundwasserschwankungsbereich 	<p>Abschläge (seltener Kontrollen) für:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geringe Grundwasserstandsschwankungen - Mächtige Deckschichten - Hohe Schadstoffretardation - Nicht genutztes Grundwasser / geringe Bedeutung des Grundwasserleiters - Gleichmäßiger Schadstoffaustrag
--	---

Abbildung 4.7-I: Festlegung der Kontrollintervalle

In Abhängigkeit von der Grundwasserabstandsgeschwindigkeit, der Transportgeschwindigkeit der Schadstoffe und der Entfernung der Meßstellen vom Schadensherd können deutlich verzögerte Konzentrationsspitzen auftreten, die bei der Festlegung des Probennahmetermins zu berücksichtigen sind.

Bei automatisch arbeitenden Vor-Ort-Meßsystemen, die die Kontrollwerte erfassen bzw. eine hinreichende Korrelation der Meßdaten mit den Kontrollwerten ermöglichen, kann die Kontrollbeprobung auf ein geringeres Maß beschränkt werden. Voraussetzung hierfür ist eine gesicherte Funktionskontrolle der Systeme. Entsprechende Möglichkeiten (Fernüberwachung, Beauftragung eines Verantwortlichen zur Systemkontrolle etc.) sind vorzusehen.

Die Kontrollintervalle nach durchgeführten Sanierungsmaßnahmen sind einzelfallspezifisch festzulegen. Bei Sicherungsverfahren (passive Systeme) sind die Kontrollintervalle mit zunehmendem Alter bzw. Standzeit der Sicherungseinrichtung entsprechend zu verkürzen.

Standard: $v_a < 0,5 \text{ m/d}$: **Einzelfallentscheidung:**
bei sehr langsam fließenden bzw. stagnierenden Grundwässern (z.B. instationäre Verhältnisse im Einflußbereich von Oberflächengewässern).

$v_a 0,5 - 5 \text{ m/d}$: **2 mal pro Jahr, bei HW und NW des Grundwassers.**

v_a 5 - 10 m/d: **Einzelfallentscheidung:**
der HW und NW des Grundwassers sollte erfaßt werden.

$v_a > 10$ m/d: **Einzelfallentscheidung:**
in Abhängigkeit von der örtlichen hydrogeologischen Situation, z.B. bei Karst- und Kluftgrundwasserleitern. Der Einsatz entsprechender alternativer (z.B. kontinuierliche on-line-) Meßverfahren sollte geprüft werden.

**Alternative/
Abweichungen:**

besonders günstige oder ungünstige hydrogeologische Verhältnisse; Schadstoffaustrag und Schadstoffausbreitung unterliegen besonderen Einflüssen;

Zeitverschiebung zwischen Schadstoffaustrag und -ankunft an der Kontrollmeßstelle ist zu berücksichtigen;

fachtechnische Kontrolle von Sanierungsmaßnahmen;

Kontrollfragen:

- *Grundwasserabstandsgeschwindigkeit bekannt?*
- *Variabilität der Grundwasserfließrichtungen gegeben?*
- *Grundwasserschwankungsamplituden bekannt?*
- *Lage der Deponiesohle zum Grundwasser (HW)?*
- *Schützende Deckschichten (Verzögerung des Schadstoffeintrags)?*
- *Stoffspezifisches Verhalten der Schadstoffe bekannt (Retardation, Dispersivität, Metaboliten, Toxizität)?*

4.8 Kontrolldauer

Der Zeitraum für die erste Kontrolle (Kontrollzyklus bei altlastenverdächtigen Flächen und Altlasten) beträgt aus Gründen der Vergleichbarkeit grundsätzlich 3 Jahre. In Ausnahmefällen kann einzelfallspezifisch ein anderer Zeitraum in Abhängigkeit von der Schadstoffausbreitung angesetzt werden.

Die Entscheidung über die Fortsetzung der fachtechnischen Kontrolle wird durch die Bewertungskommission im Einzelfall festgelegt. Die Dauer der anschließenden Kontrollzyklen ist in Abhängigkeit von den Ergebnissen der vorausgegangenen fachtechnischen Kontrolle festzulegen.

Die Kontrolldauer nach durchgeführten Sanierungsmaßnahmen ist immer einzelfallbezogen zu bestimmen.

Bei Sicherungsverfahren (passive Systeme) ist die Kontrolldauer auf die voraussichtliche Standzeit der Einrichtung festzulegen.

4.9 Bewertung nach Durchführung der fachtechnischen Kontrolle

Am Ende der zunächst drei Jahre dauernden fachtechnischen Kontrolle bzw. nach dem einzelfallspezifisch festgelegten Zeitraum nach Sanierungen erfolgt eine Neubewertung der gefahrverdächtigen Fläche durch die Bewertungskommission. Dabei sind neben dem Vergleich der Meßwerte mit den Kontrollwerten auch sonstige Beobachtungen (z.B. erhöhtes Sickerwasser- aufkommen, erhöhte Gasemissionen, starke Wuchsveränderungen, erkennbare Standsicherheitsprobleme und Nutzungsänderungen) zu berücksichtigen.

Wird ein Kontrollwert überschritten, ist zunächst abzuschätzen, ob dies weiterhin zu erwarten ist.

Ist von einer dauerhaften Überschreitung eines Kontrollwertes auszugehen, wird der geänderte Handlungsbedarf und ggf. das Beweisniveau unter Berücksichtigung der Kontrollergebnisse neu festgelegt. Die weitere Bearbeitung der gefahrverdächtigen Fläche richtet sich nach dem üblichen stufenweisen Vorgehen.

Ist von einer dauerhaften Überschreitung eines Kontrollwertes nicht auszugehen, muß entschieden werden, ob die gefahrverdächtige Fläche aus dem Gefahrverdacht entlassen werden kann. Ist in begründeten Einzelfällen die fachtechnische Kontrolle weiterzuführen, kann das Kontrollprogramm ggf. reduziert werden.

5 Fachtechnische Kontrolle bei sonstigen Gefahren

5.1 Gasförmige Emissionen

5.1.1 Vorbemerkung

Entstehung:

Gasförmige Emissionen können in gefahrverdächtigen Flächen entstehen durch:

1. biochemischen Abbau von organischem Material durch abbaubare organische Kohlenstoffverbindungen,
2. Übergang von gelösten, adsorbierten, flüssigen oder festen Stoffen in die Gasphase und
3. chemische Reaktionen von abgelagerten Stoffen untereinander oder mit Niederschlags- bzw. Sickerwasser.

Je nach Art der beteiligten Stoffe, der Milieubedingungen und der jeweiligen Situation können alle genannten Bildungsmechanismen in unterschiedlich starkem Maße zur Gasemission beitragen. Eine strikte Trennung dieser Emissionsquellen ist in der Praxis nicht möglich.

Gasemissionen durch biochemischen Abbau von organischem Material entstehen vor allem in Deponien oder Altablagerungen, in denen erhebliche Anteile an organisch abbaubarem Material lagern.

Gasemissionen durch Übergang von gelösten, adsorbierten, flüssigen oder festen Stoffen in die Gasphase können bei Altlasten und Grundwasserschadensfällen relevant werden.

Gasemissionen durch chemische Reaktionen können bei bestimmten Altablagerungen mit spezifischen Abfällen aus Industrie und Gewerbe, z.B. aus der Aluminiumerzeugung oder der chemischen Industrie, relevant werden.

Gefahren und Nachteile:

Diese Emissionen können bei unkontrolliertem Entweichen folgende Gefahren oder Nachteile verursachen:

- Explosions- und Brandgefahr,
- Erstickungsgefahr,
- Gesundheitsgefährdungen,
- Vegetationsschäden,
- Geruchsbelästigungen,
- Klimabeeinträchtigungen.

Auf und in der Umgebung von gefahrverdächtigen Flächen können Gasemissionen relevant werden für:

- Menschen und Tiere,
- Wohnen, Freizeit und Erholung,
- Bauwerke und Anlagen,
- Land- und Forstwirtschaft,
- Biotope.

Zusammensetzung:

Für die in bestimmten Deponien und Altablagerungen hauptsächlich durch biochemische Vorgänge entstehenden Emissionen ist der Begriff Deponiegas gebräuchlich. Im Zeitraum hoher Gasbildung besteht Deponiegas zu fast 99 % aus den beiden Hauptkomponenten Methan und Kohlendioxid, der Rest sind Wasserdampf und eine Vielzahl von sog. Spurengasen.

Die Hauptkomponenten des Deponiegases sind geruchslos. Für den intensiven und unangenehmen Geruch von Deponiegas sind Spurengase verantwortlich.

Im Deponiegas wurden bislang über 200 verschiedene, überwiegend organische Spurengase identifiziert. Darunter befinden sich toxikologisch oder für die Behandlung bzw. Nutzung in technischen Anlagen relevante sowie die erwähnten geruchsintensiven Stoffe.

Technisch relevante Spurengase sind beispielsweise korrosive oder chemisch reaktive Stoffe, welche die Haltbarkeit und Funktionstüchtigkeit von technischen Anlagen zur Abschirmung, Sammlung, Behandlung, Verwertung und schadlosen Beseitigung von gasförmigen Emissionen nachteilig beeinflussen können. Sie sind deshalb bei der Planung der technischen Gestaltung und beim Betrieb solcher Anlagen zu beachten.

Es ist davon auszugehen, daß die entstehenden Spurengase durch emittierendes Deponiegas ausgetragen werden. Deshalb können Spurenstoffe wichtig für die toxikologische Beurteilung von Emissionen sein. In der von der LfU herausgegebenen Schrift „Beurteilung von Bodenluftwerten“ als Ergänzung zur VwV Orientierungswerte /1/ sind für 15 ausgewählte LCKW und AKW Beurteilungswerte für Bodenluftkonzentrationen enthalten.

Ausbreitung:

Der Gastransport in zusammenhängenden Gaswegsamkeiten innerhalb der Altablagerung und im umgebenden Untergrund erfolgt sowohl dem Gasdruckgefälle folgend durch Konvektion als auch dem Konzentrationsgefälle folgend durch Diffusion. Welche der genannten Ausbreitungsarten überwiegt, ist von der Gasbildungsrate und den Wegsamkeiten im Untergrund, die im wesentlichen durch Porosität, Porenverteilung, Klüftigkeit und Durchlässigkeit gekennzeichnet sind, abhängig. Im allgemeinen überwiegt bei Altablagerungen mit aktiver Gasproduktion die Gasausbreitung durch Konvektion. Bei Altablagerungen mit fehlender oder weitgehend abgeklungener Gasbildung, bei vielen Altstandorten und Grundwasserschadensfällen überwiegt dagegen die Gasausbreitung durch Diffusion.

Die biochemischen Umsetzungsprozesse und chemischen Reaktionen können je nach Art und Inhalt der Altablagerungen beträchtliche Gasmengen freisetzen und hohe Überdrücke entwickeln, wenn die Gase am Entweichen in die Atmosphäre gehindert werden.

Die entstehenden gasförmigen Emissionen werden nicht vollständig in die Atmosphäre emittiert. Ein mehr oder weniger großer Anteil wird vor allem in der Abdeckung beziehungsweise im wasserungesättigten Untergrund adsorbiert, abgebaut oder im Haft-, Poren- oder Grundwasser gelöst. Insbesondere Methan kann in durchaus relevantem Maße (mehrere $l/m^2 \cdot h$) in der obersten Bodenschicht oxidiert werden. Die Umsetzungsrate hängt stark von den örtlichen Bedingungen in dieser Schicht ab, wie Emissionsmenge, Sauerstoffversorgung und Temperatur. Als Reaktionsprodukte entstehen dabei Kohlendioxid und Wasser. Wegen weiteren Einzelheiten zum zeitlichen Verlauf der Deponiegasproduktion wird auf die Fachliteratur verwiesen, z.B. /7/, /10/, /11/, /12/ und /13/.

Art, Umfang, Beobachtungs- und Meßintervalle bei fachtechnischen Kontrollen zur Abwehr oder Früherkennung von Gasgefahren müssen diesen spezifischen Eigenschaften Rechnung tragen.

Kontrollziele:

Konnte bei der Erkundung der Gefahrenverdacht weder bestätigt noch ausgeräumt werden, so wird die Bewertungskommission nach Handlungsbedarf (C) bewerten. Die Bewertungskommission wird das Kontrollziel festlegen und konkretisieren.

Bei der Festlegung des Kontrollzieles sind im Zusammenhang mit gasförmigen Emissionen folgende Gefahren zu berücksichtigen:

- die Früherkennung von Gefahren für bewohnte oder begehbbare Räume,
- die Früherkennung von Gefahren für land- oder forstwirtschaftlich genutzte Flächen,
- die langfristige Prognose von möglichen Gefahrensituationen infolge Änderung der Emissionsmenge oder der Gaswegsamkeiten zu Schutzobjekten,
- die Prüfung der Wirksamkeit von Gassperren, Abdichtungen, Gassammel-, -behandlungs- oder -beseitigungsanlagen.

Die Ziele und Maßnahmen der fachtechnischen Kontrolle sind für ein und denselben gasgefährdeten Bereich als umfassende Einheit zu betrachten und festzulegen. Werden in besonderen Fällen, insbesondere im Zusammenhang mit sicherheitstechnischen Aspekten, mehrere Sachverständige tätig, so muß ein Sachverständiger bestimmt werden, der die Gesamtverantwortung für die Festlegung eventuell gasgefährdeter Bereiche und für das Zusammenwirken aller Einzelmaßnahmen trägt.

5.1.2 Planungsphase

Gefahren durch gasförmige Emissionen können für die Betroffenen unvorhersehbar und plötzlich auftreten und Leben und Gesundheit massiv bedrohen. Die fachtechnische Kontrolle soll Aussagen hinsichtlich des Gefahrverdachts ermöglichen. Ergeben sich im Laufe der fachtechnischen Kontrolle Hinweise auf eine Gefährdung durch Deponiegas, so sind unverzüglich geeignete Abwehrmaßnahmen einzuleiten.

Die Erkennung gasgefährdeter Bereiche setzt großen Sachverstand und Umsicht, viel Erfahrung und große Sorgfalt bei der örtlichen Erhebung voraus.

Das Kontrollprogramm bei gasförmigen Emissionen ist grundsätzlich durch einen Sachverständigen zu erstellen. Die Durchführung der fachtechnischen Kontrolle kann durch eine sachkundige Stelle erfolgen.

Bei der Planung und Durchführung der fachtechnischen Kontrolle ist zu beachten, daß durch Erstellung oder Änderung von Baulichkeiten und Anlagen auf oder in der Nähe von Gasemissionsquellen unter bestimmten Voraussetzungen die unterirdischen Wegsamkeiten von Gasemissionen beeinflußt werden können. Dies kann zu erheblichen Veränderungen in der flächenmäßigen Ausdehnung von Gefahrenbereichen führen. Der Verursacher solcher Änderungen verfügt in der Regel nicht über die erforderliche Sachkunde, um solche Zusammenhänge erkennen zu können. Deshalb muß der Sachverständige bei der Ermittlung gasgefährdeter Bereiche die Gesamtsituation betrachten und im Einzelfall über die Möglichkeit solcher Gefahren und ihrer Abwehr informieren bzw. beraten.

Fachtechnische Kontrollen können beispielsweise sinnvoll sein:

- zur Prüfung der Langzeitstabilität von technischen oder baulichen Sicherungsmaßnahmen,
- zur Prüfung der Beachtung und Einhaltung von Auflagen, Beschränkungen und Bedingungen in gasgefährdeten Bereichen mit sensibler Nutzung, wie Freizeitflächen, Kleingartenanlagen, Spiel-, Grill- und Zeltplätze,
- zur Klärung des Gefahrverdacht.

Die Planungsphase für die fachtechnische Kontrolle besteht aus folgenden Stufen:

1. Vollständigkeitsprüfung der vorliegenden Untersuchungsergebnisse,
2. Planung der Maßnahmen und der Handlungsanweisungen.

5.1.2.1 Vollständigkeitsprüfung

Die Ergebnisse von Gasmessungen in geschlossenen Räumen und im Porenraum des Untergrunds sind stark abhängig von äußeren Randbedingungen, wie Ausbau der Meßstelle, Art der Probenentnahme, mögliche Falschlufztutritte, Wassereinstau. Darüber hinaus werden viele Messungen mit Feldmeßgeräten durchgeführt, bei denen darauf zu achten ist, daß sie regelmäßig geprüft und gegebenenfalls geeicht werden. Im Rahmen der Vollständigkeitsprüfung sind die vorliegenden Informationen auf Vollständigkeit (inkl. Plausibilität) zu überprüfen.

Diese Vollständigkeitsprüfung wird mit Hilfe einer Prüfliste (Abbildung 5.1-I) durchgeführt. Besonders zu achten ist auf die:

- jeweiligen Meßbedingungen, d.h.
 - technischer Zustand der Gasmessstellen,
 - Betriebszustand von gegebenenfalls vorhandenen Entgasungsanlagen,
 - äußere Randbedingungen, wie Wetterdaten, Wassersättigung des Untergrunds,

- Zuverlässigkeit der Meßgeräte, d.h.
 - wann und mit welchem Ergebnis wurden Geräteprüfungen und Kontrollmessungen durchgeführt?
 - wurden mögliche Querempfindlichkeiten oder Meßwertverfälschungen durch begleitend auftretende Gase oder Wasserdampf berücksichtigt?
- Plausibilität der Meßdaten.

Bestehen Zweifel an der Richtigkeit und Zuverlässigkeit der Meßdaten, so sind Nachmessungen zu veranlassen. Solche Zweifel sind vor allem dann angebracht, wenn:

- über Gerätekontrollen und -validierungen keine Aufzeichnungen vorliegen,
- zu Meßstellen keine Ausbaupläne vorliegen oder
- angegebene Gaszusammensetzungen naturgemäß nicht vorliegen können.

Sachverhalt	Einheit	Wertebereich Beschreibung	Bemerkung
Deponiegashaushalt (bei Unterteilung in Teilbereiche jeweils für jeden Teilbereich)			
Zuordnung zu Gasphase			
Bodenluftgehalte			
Spurenstoff 1	mg/m ³		
Spurenstoff 2	mg/m ³		
Spurenstoff 3	mg/m ³		
Ausbreitungsgeschehen			
Gasgefährdete Bereiche abgegrenzt	(J/N)		
gefährdete Objekte/ Nutzungsbedingungen/ mögliche Gefahrensituationen (Zuordnung)			
Wohngebäude auf der Altabl.	(J/N)		
Wohngebäude im Umfeld	(J/N)		
Oberfläche genutzt	(J/N)		
Weitere sensible Nutzung	(J/N)		
durchgeführte Sanierungsmaßnahmen			
Sanierungseinrichtungen vorhanden	(J/N)		
Wartungsarbeiten durchzuführen	(J/N)		
Kontrollmaßnahmen festgelegt	(J/N)		
Meßstellen zur Kontrolle von gefährdeten Objekten, Nutzungen- genaue Lage siehe Lageplan			
Bezeichnung:			
Gasmeßstelle	(J/N)		
tiefendifferenziert	(J/N)		
Bodenluftmeßstelle	(J/N)		
Gaskollektor	(J/N)		
Bohrprofile vorhanden	(J/N)		
Ausbaupläne	(J/N)		
erfaßte Parameter			
eingesetzte Meßgeräte			
Eignung der Meßstelle	(J/N)		
Meßergebnisse			
Methan	Vol %		
Kohlendioxid	Vol %		
Stickstoff	Vol %		
Sauerstoff	Vol %		
weitere Parameter			
Spurenstoff	mg/m ³		
Meßpunkte zur Kontrolle von gefährdeten Objekten, Nutzungen- genaue Lage siehe Lageplan			
Bezeichnung:.....			
Emissionsmessung	(J/N)		
Raumluftmessung	(J/N)		
weitere Messungen	(J/N)		
eingesetzte Meßgeräte			
Eignung der Meßpunkte	(J/N)		
Meßergebnisse			
Methan	Vol %		
Kohlendioxid	Vol %		
Stickstoff	Vol %		
Sauerstoff	Vol %		
weitere Parameter			
Spurenstoff	mg/m ³		

Abbildung 5.1-I: Beispiel für Prüfliste Datensichtung/Vollständigkeitsprüfung der vorhandenen Unterlagen bei Gefahren durch Deponiegas oder durch leichtflüchtige Schadstoffe

5.1.2.2 Erstellung des Kontrollprogramms

Die Ziele der fachtechnischen Kontrolle können je nach Art der örtlichen Verhältnisse und speziellen Anforderungen durch unterschiedliche – auch zusammenwirkende – Maßnahmen erreicht werden wie:

- Beobachtung der flächenmäßigen Ausdehnung des durch emittierte Gase beeinflussten Bereichs durch Emissionsmessungen,
- Beobachtung der Gaskonzentration an ausgewählten Meßstellen im Untergrund,
- Kontrolle der Explosions- oder Brandgefahr in der Raumluft,
- Beobachtung der Konzentration bestimmter Schadgase in der Raumluft,
- Prüfung der Wirksamkeit von Abdichtungsmaßnahmen und Gassperren,
- Prüfung der Wirksamkeit von Be- und Entlüftungseinrichtungen,
- Ermittlung bestimmter Parameter in der Bodenluft im Vorfeld von zu schützenden Anlagen oder Nutzungen.

Dazu gibt es verschiedene Möglichkeiten, z.B.:

- kontinuierliche oder diskontinuierliche Messung bestimmter Parameter:
 - im abzusichernden Bereich,
 - an Sicherungen und Abdichtungen zur Prüfung ihrer Wirkung,
 - an Entgasungseinrichtungen,
 - zur Vorwarnung im Zustrombereich (Vorfeld) zum abzusichernden Bereich oder
 - direkt an der Emissionsstelle,
- regelmäßige Beobachtung, Prüfung und gegebenenfalls Validierung:
 - des technischen Zustands und der Wirksamkeit von Entgasungseinrichtungen, Abdichtungen, etc.
 - von Gaswarn- und Meßeinrichtungen,
 - Auffälligkeiten am Bewuchs als Folge von Gasemissionen.

Manchmal sind noch aus der Erkundung der Gefahrensituation stationäre Meßstellen vorhanden. Es ist zu prüfen, ob diese aufgrund ihrer Lage und technischen Gestaltung geeignet sind, um die Ziele der fachtechnischen Kontrolle zu erreichen. Das setzt voraus, daß die wichtigen Daten über ihre Bauart vorliegen und ihre Eignung gegebenenfalls durch Gasmessungen belegt ist.

Das Kontrollprogramm ist vom Sachverständigen umfassend und eindeutig zu formulieren. Er sollte das Kontrollprogramm inkl. Art und Weise der Datenaufbereitung und -auswertung so genau festlegen und erläutern, daß es vom Sachkundigen innerhalb eines festgelegten Zeitintervalls ordnungsgemäß durchgeführt werden kann. Der Sachkundige sollte anhand festgelegter Prüfkriterien gegebenenfalls über erste Maßnahmen entscheiden können.

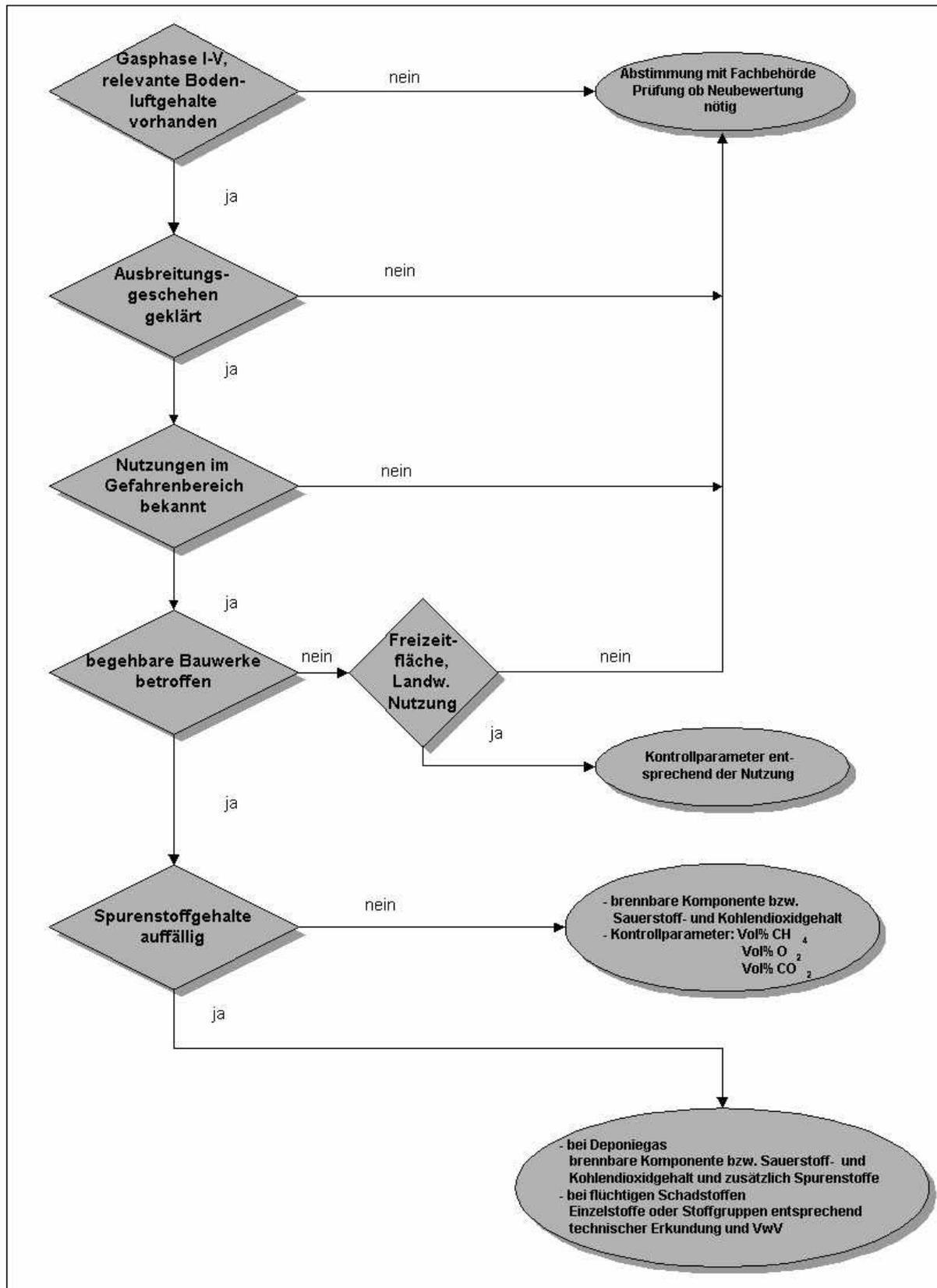


Abbildung 5.1-II: Vollständigkeitsprüfung und Auswahl Kontrollparameter

Das **Kontrollprogramm** muß beinhalten:

1. die Lage und technische Beschreibung der Meßstellen,
2. ggf. Hinweise zu kontrollbedürftigen Objekten inklusive konkreter Angaben der Meßpunkte,
3. die Art und Weise der Probennahme (Meßbedingungen),
4. die weitergehenden Anforderungen an Meß- und Warneinrichtungen,
5. das chemisch-physikalische Untersuchungsprogramm, bei Feldanalytik ggf. Art der Messung und Nachweisgenauigkeit, Hinweis auf Querempfindlichkeiten,
6. die Art der sonstigen Kontrollen, Prüfungen und Messungen, z.B. Ermittlung von Wetterdaten, Kontrollen an Bauten, (Sicht-)Prüfungen an Abdichtungen oder Entlüftungen, Funktionsprüfungen an festinstallierten Gaswarn- und -meßgeräten,
7. Festlegung der Kontrollwerte
8. die Prüfintervalle,
9. die Dauer der fachtechnischen Kontrolle durch den Sachkundigen bis zur Prüfung der Situation durch den Sachverständigen und ggf. durch die Bewertungskommission,
10. Kriterien für die Auswertung, Prüfung und Darstellung von Meßdaten, z.B. grafische Darstellung des Konzentrationsverlaufs, der Bezug zu Kontrollwerten.

Die Art der Entnahme von Gasproben richtet sich nach dem Kontrollparameter und dem Meßverfahren. Gasproben können kontinuierlich oder diskontinuierlich aus temporären oder dauerhaften Meßstellen im Untergrund oder der Raumluft entnommen werden.

Zur Interpretation der ermittelten Meßdaten werden darüber hinaus oftmals meteorologische Daten zum Zeitpunkt der Probennahme benötigt, z.B.:

- Luftdruck [hP] oder [mbar],
- Luftdruckänderung (fallend, steigend) [hP/h],
- Lufttemperatur [°C],
- Luftfeuchtigkeit [%],
- Windgeschwindigkeit [m/s],
- Beschreibung der Wettersituation, z.B. Nieselregen, bewölkt, trocken,

oder aktuelle Daten zu den Standortverhältnissen, z.B.

- Bodenfeuchtigkeit, ggf. Schneebedeckung,
- Zustand des Bewuchses.

Viele Kontrollparameter zur Kennzeichnung der Emissionsverhältnisse können mit Feldanalysen-Geräten an Ort und Stelle ermittelt werden. Dies hat den Vorteil, daß die Meßdaten sofort zur Verfügung stehen und Fehler bei Probennahme und -transport zum Labor vermieden werden.

Die Qualitätssicherung bei Labormessungen hat einen hohen Standard erreicht. Diesen hohen Standard gilt es auch bei Feldmessungen zu erreichen, beispielsweise durch Prüfung, Wartung und gegebenenfalls Validierung der Geräte in festzulegenden Intervallen. Die Ergebnisse der Prüfung und Validierung sind zu dokumentieren. Darüber hinaus ist darauf zu achten, daß die

Meßgeräte im Feld richtig bedient werden und die Meßdaten nicht durch Querempfindlichkeiten verfälscht werden.

Durch Querempfindlichkeiten können bei Deponiegas wegen des breiten Spektrums der darin enthaltenen Gase je nach Art des verwendeten Meßprinzips zum Teil erhebliche Meßwertverfälschungen auftreten. Deshalb sind die Anweisungen der Gerätehersteller genau zu beachten. Darüber hinaus sind in regelmäßigen Abständen vergleichende Laboruntersuchungen erforderlich.

Insbesondere wird darauf hingewiesen, daß Gaswarneinrichtungen, die im Rahmen des Explosions- und Personenschutzes eingesetzt werden und Sauerstoffmeßgeräte auf Funktionsfähigkeit geprüft sein müssen. Die Funktionsfähigkeit von Gaswarneinrichtungen muß auch bei hohen Kohlendioxid-Gehalten, Sauerstoffmangel und Anwesenheit von Katalysatorgiften gewährleistet sein. Auf Funktionsfähigkeit geprüfte Gaswarneinrichtungen sind in Anlage 3 der "Richtlinien für die Vermeidung der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung-Explosionsschutz-Richtlinie (EX-RL)" (GUV 19.8/ ZH 1/10) gekennzeichnet. Prüfinstitute für Gaswarneinrichtungen sind z.B. die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung oder die DMT-Gesellschaft für Forschung und Prüfung mbH, Fachstelle für Sicherheit – Prüfstelle für Grubenbewetterung. Gaswarneinrichtungen müssen bei Ausfall oder Nichtgewährleistung der Funktionsfähigkeit Alarm auslösen oder Abschaltvorgänge einleiten, wie sie bei Über- oder Unterschreiten der Abschaltungsgrenzwerte erfolgen /8/.

Oftmals muß bei drohenden Gefahren durch gasförmige Emissionen sofort gehandelt werden, um diese abzuwehren. Es ist deswegen erforderlich, alle Prüfergebnisse und Meßdaten sofort auszuwerten. Der Sachverständige hat im Kontrollprogramm aufzuzeigen, was bei bestimmten Beobachtungen oder Überschreitung bestimmter Kontrollwerte zu veranlassen ist.

5.1.3 Kontrolldauer

Der Zeitraum für die fachtechnische Kontrolle bei gasförmigen Emissionen sollte, wie bei der fachtechnischen Kontrolle beim Grundwasser (siehe Kapitel 4.8), 3 Jahre betragen. In begründeten Ausnahmefällen kann eine Abweichung hiervon festgelegt werden. Die Kontrolldauer der fachtechnischen Kontrolle bei Sicherungsmaßnahmen ist an die voraussichtliche Funktionsfähigkeit des Systems anzupassen.

5.1.4 Bewertung nach Durchführung der fachtechnischen Kontrolle

Am Ende der fachtechnischen Kontrolle hat die Bewertungskommission die gefahrverdächtige Fläche zu bewerten und den weiteren Handlungsbedarf festzulegen. Die Grundlage für die Entscheidung und einen Vorschlag zur Bewertung legt der Sachverständige vor.

Das Ergebnis dieser Bewertung ist nicht nur eine Einschätzung der Gefahrensituation, sondern auch eine Festlegung des (zeitlich befristeten) Handlungsbedarfs, nach dessen zeitlichem Ablauf erneut eine Überprüfung und Bewertung erfolgt.

5.2 Gefahren für die Gesundheit von Menschen

5.2.1 Vorbemerkung

Die Empfehlungen für die fachtechnische Kontrolle des Bodens hinsichtlich Gefahren für die Gesundheit von Menschen leiten sich weitgehend von theoretischen Überlegungen ab.

Ziel der fachtechnischen Kontrolle ist es, mögliche Schadstoffanreicherungen im Boden festzustellen, bevor die Schadstoffgehalte einen Wert erreichen, bei dessen Überschreitung von einer Gefährdung auszugehen ist (i.d.R. P-P- bzw. P-M-Werte). Folgende **Anreicherungs Vorgänge** sind denkbar:

- Anreicherung von gasförmigen Schadstoffen im Wurzelraum durch Adsorption an Bodenpartikeln (Anlagerung an Tonminerale bzw. Adsorption an organische Substanz).
- Bei der Bodenbearbeitung kann evtl. belasteter Unterboden in den Oberboden eingearbeitet werden.
- Durch Bioturbation (Regenwürmer, Wühlmäuse und dergleichen) kann evtl. belasteter Unterboden in den Oberboden gelangen.
- Im Bereich stark geneigter Flächen kann eine Umlagerung von Boden stattfinden.

Die Grundlage für die Beurteilung von Bodenverunreinigungen ist die VwV Orientierungswerte /1/.

5.2.2 Planungsphase

Bei der **Planungsphase** zur fachtechnischen Kontrolle sind die Meßstellen/Kontrollflächen, die Probennahmeverfahren, die Kontrollwerte, die Kontrollintervalle und -dauer sowie die Dokumentation festzulegen. Es ist zu prüfen, ob zusätzlich zur Kontrollfläche eine Vergleichsfläche, analog der technischen Erkundung in die fachtechnische Kontrolle einzubeziehen ist.

5.2.3 Meßstellen - Kontrollflächen

Im Regelfall sind bei der fachtechnischen Kontrolle dieselben Flächen wie bei den vorangegangenen technischen Erkundungen zu kontrollieren.

5.2.4 Probennahmeverfahren

In der Regel erfolgt die Beprobung des Oberbodens nach der 2. Verwaltungsvorschrift zum Bodenschutzgesetz /15/. Die Untersuchungsverfahren sind in der 3. bzw. 4. VwV zum Bodenschutzgesetz /22/, /23/ beschrieben.

5.2.5 Kontrollparameter

Vor-Ort-Untersuchungen

Neben der obligatorischen Bodenansprache (Kornzusammensetzung, Humus, Feuchte, Farbe, Kalkgehalt, Lagerungsdichte) sollte eine Ansprache von Bearbeitungszustand, Pflanzenaufwuchs und evtl. von weiteren Merkmalen (Durchwurzelung, Wurmkot, Maulwurfhügel) erfolgen. Weiterhin kann eine Befragung des Grundstücknutzers zum Pflanzenwachstum seit der letzten Beprobung weitere Hinweise auf eine evtl. Beeinträchtigung des Bodens geben.

Laboranalysen

Die von der Bewertungskommission festgelegten Parameter werden überwacht.

5.2.6 Kontrollwert

Der **Kontrollwert** ist gleich dem maßgeblichen Prüfwert bezogen auf Parameter und Wirkungspfad (VwV Orientierungswerte /1/).

5.2.7 Kontrollintervalle und -dauer

Die genaue Festlegung der Kontrollintervalle unterliegt einer Einzelfallentscheidung. Liegen Erkenntnisse über Anreicherungsfaktoren und -zeiträume aus der technischen Erkundung vor, sollte das Kontrollintervall danach festgelegt werden.

5.2.8 Dokumentation

Wichtig für die Beurteilung der Ergebnisse der fachtechnischen Kontrolle ist eine lückenlose und aussagekräftige Dokumentation der einzelnen Maßnahmen. Zusätzlich zu den allgemeinen Standarddaten (s. Kap. 6.2) der fachtechnischen Kontrolle sind bei der Dokumentation noch die spezifischen Untersuchungen wie Kornzusammensetzung, pH-Wert, TOC-Gehalt etc. zu berücksichtigen (siehe auch /16/). Die wichtigsten Daten der Erkundung sind mit zu berücksichtigen.

5.2.9 Bewertung nach Durchführung der fachtechnischen Kontrolle

Ergeben sich bei der fachtechnischen Kontrolle keine Hinweise auf eine Anreicherung von Schadstoffen im Boden, so kann nach Belassen (**B**) bewertet werden.

Ergeben sich Hinweise auf eine Anreicherung von Schadstoffen, so kann

- weiterhin auf fachtechnische Kontrolle (**C**) bewertet werden, solange die Kontrollwerte eingehalten wurden,
- auf weitere Erkundung (**E**) bzw. Sanierung (**D**) bewertet werden, falls sich eine dauerhafte Überschreitung des Kontrollwertes ergab.

Konnte bei der fachtechnischen Kontrolle die dauerhafte Einhaltung der Sanierungszielwerte festgestellt werden, so ist nach (**B**) zu bewerten.

5.3 Standsicherheitsprobleme

5.3.1 Vorbemerkung

Gegenstand der bisherigen Betrachtungen waren mögliche Gefahren durch flüssige oder gasförmige Schadstoffemissionen. Einige der in der Vergangenheit unsachgemäß angelegten Altablagerungen können darüber hinaus Gefahren oder Schäden verursachen, wenn ihre Standsicherheit unzureichend ist. Bauten oder sonstige fest mit dem Untergrund verbundene Anlagen, die auf oder in Altablagerungen errichtet wurden, können dadurch in ihrer Standsicherheit oder Funktionsfähigkeit gefährdet sein, beispielsweise durch Risse und Abscherungen infolge ungleichförmiger Setzungen oder Schrägstellungen.

Anlagen können darüber hinaus in ihrem Bestand oder in ihrer Funktionstüchtigkeit durch Hang- oder Böschungsrutschungen bedroht sein. Solche Rutschungen können bei Altablagerungen mit steilen Böschungen oder wenn Altablagerungen ihrerseits an steilen Böschungen oder in rutschgefährdetem Gelände angelegt wurden, auftreten.

Beispiele für **Gefährdungen** sind:

1. Abrutschende Erd- und sonstige Ablagerungsmassen auf Objekte und Anlagen wie Verkehrswege, Bauten, Freizeitanlagen,
2. Schrägstellung von Anlagen und Bauten,
3. Rißbildung an Bauten, Verkehrswegen und Anlagen,
4. Abscherungen, Abrisse an Ver- und Entsorgungsleitungen, Datenübertragungsleitungen, Verkehrswegen,
5. Wassersäcke in Freispiegelleitungen.

Für die Erkennung möglicher Gefahren durch Rutschungen sind erdstatische Kenntnisse und Informationen über die örtlichen Untergrundverhältnisse notwendige Voraussetzung. Zu Rutschungen kommt es, wenn die Gleichgewichtsbedingungen zwischen hangabwärtsgerichteten Kräften und den ihnen entgegengesetzten Kräfte durch Reibung und Kohäsion nicht mehr gegeben sind. Folgende **Rutschungsarten** können unterschieden werden:

1. Böschungsrutschungen, d.h. nur die Bodenüberdeckung der Böschung oder ein Böschungскеil gleitet ab,
2. Hangrutschungen durch mangelnde Gleitsicherheit der Ablagerung,
3. Hangrutschungen durch mangelnde Gleitsicherheit des Untergrunds.

Mangelnde Standsicherheit gefahrverdächtiger Flächen und des Untergrunds treten oft gemeinsam auf, d.h. das Gesamtsystem Ablagerung und unterlagerter Untergrund kann instabil sein und in Bewegung geraten.

Böschungsrutschungen können je nach Hangneigung und Bodenmaterial durch geeignete Bepflanzung oder technische Maßnahmen (Verbau) verhindert werden.

Im Gegensatz zu den Böschungsrutschungen erfassen Hangrutschungen in der Regel tiefere Untergrundbereiche und verursachen demgemäß meist größere Gefahren und Schäden.

Einige der erdstatischen Kenngrößen und Lastannahmen, die bei Standsicherheitsbetrachtungen herangezogen werden, können sich im Zeitverlauf ändern. Deshalb kann es auch nach Jahren der Sicherheit und Stabilität zu Rutschungen kommen. Beispiele solcher **Änderungen** sind:

1. Durch biochemische Umsetzung und Alterung können sich die mechanischen Eigenschaften der Ablagerungen ändern, z.B. der Winkel der inneren Reibung oder die Scherfestigkeit. In der Regel verlieren sie dabei an Festigkeit.
2. Durch Setzungen, Einbrüche, Auspressen von Wasser aus Schlämmen oder schluffig-tonigen Böden oder Verlagerungen von Schlämmen in Hohlräume zwischen Festkörpern kann es zu Volumenverringerungen und damit zu einer Erhöhung der Dichte kommen.
3. Durch neue Wasserzutritte oder Wassereinstau infolge des Verschlusses von Wasserwegsamkeiten oder Dränagen können sich luftgefüllte Poren und Hohlräume der Ablagerung oder des Untergrunds mit Wasser füllen und damit auflastvergrößernd wirken.
4. Es können weitere Auflasten hinzukommen, beispielsweise durch Erdanschüttungen, Verkehrswege oder bauliche Anlagen.
5. Es können statisch notwendige Auflasten beseitigt werden, z.B. durch Abgrabungen am oder unterhalb des Böschungsfußes,
6. Vorhandene Böschungssicherungen können durch Alterung unwirksam werden, beispielsweise bestimmte Arten von naturnahem Verbau oder Bepflanzungen.

Allgemeine Informationen zur Untersuchung und Beurteilung der Standsicherheit bei Deponien und Altlasten sind in /17/, /18/, /19/ enthalten.

Der Fachbehörde ist aufgrund der Ergebnisse und Beobachtungen im Rahmen der stufenweisen Erkundungen eine erste Abschätzung möglich, ob Gefahren oder Schäden durch Rutschungen und Setzungen überhaupt in Erwägung zu ziehen sind. **Entscheidungskriterien** sind:

1. Weist die Altablagerung steile Böschungen auf?
2. Wurde die Altablagerung an einem rutschgefährdeten Hang oder an einer Steilböschung angelegt?
3. Sind Hinweise vorhanden, die darauf schließen lassen, daß in der Altablagerung auch erhebliche Mengen Schlämme enthalten sind, beispielsweise Schlämme aus kommunalen oder industriellen Abwasserreinigungsanlagen, Papierschlämme?
4. Sind auf, unterhalb oder im Bereich der Altablagerung gefährdete Anlagen oder Bauten?

Im Rahmen der technischen Erkundung ist eindeutig zu klären, ob Standsicherheitsprobleme bestehen. In Zweifelsfällen müssen Sachverständige herangezogen werden, die eine Prüfung und Beurteilung durchführen. Besteht hiernach weiterhin ein Gefahrverdacht, so ergibt sich der Handlungsbedarf fachtechnische Kontrolle (C).

5.3.2 Kontrollmaßnahmen

Das Kontrollprogramm wird einzelfallspezifisch festgelegt. Es regelt die Art und zeitliche Befristung von regelmäßig wiederkehrenden Kontrollen zur Standsicherheit.

Beispiele für **Kontrollen** sind:

1. Sichtprüfung der Böschungen auf Abrisse, Rutschungen,
2. Prüfung des/der Wasserstände innerhalb der Altablagerung,
3. in festgelegten Abständen durchzuführende höhen- und lagemäßige Vermessung bestimmter Fixpunkte im Bereich der Altablagerung,
4. Prüfung des Zustands von vorhandenen Böschungssicherungen.

5.4 Sonstige Kontrollmaßnahmen

Die Notwendigkeit sonstiger Kontrollen ergibt sich bei gefahrverdächtigen Flächen aus Gefahren, die bisher noch nicht im Zusammenhang mit der fachtechnischen Kontrolle des Grundwassers, der gasförmigen Emissionen oder des Bodens behandelt wurden. Diese Kontrollmaßnahmen sind zur Erhaltung geordneter Zustände weitgehend durch die Verantwortungsverpflichtung des Grundstückseigentümers vorgegeben. Im Rahmen der Planungsphase sind im Kontrollprogramm solche Kontrollen im konkreten Einzelfall zur Gewährleistung geordneter Zustände und zur Abwehr sonstiger Gefahren festzulegen und zu berücksichtigen. Allgemeine Regeln können dafür nicht angegeben werden.

Beispiele für die **Überprüfung** bei sonstigen Kontrollen sind:

1. Äußerer Zustand von Absperrungen, Abschränkungen, Warn- und Verbotsschildern,
2. zwischenzeitlich erfolgte weitere illegale Müllablagerungen,
3. Zustand von Fahr- und Gehwegen,
4. Zustand des Pflanzenbewuchses, Aufwuchsschäden, Gefahren durch brechende Äste, umstürzende Bäume,
5. Zustand und Funktion von Oberflächenwasserableitungen, Verdolungen, Sand- und Geröllfänge vor Verdolungen,
6. Prüfung auf Nutzungsänderungen, beispielsweise Auf- oder Abgrabungen, Oberflächenversiegelungen, Anlage von Bauten,
7. Korrosionen an unterirdischen Bauteilen durch aggressive Inhaltsstoffe der Ablagerung.

Relevante Auffälligkeiten bei diesen Kontrollen sind dem Grundstückseigentümer und der zuständigen Fachbehörde mitzuteilen, die weitere Maßnahmen zur Wiederherstellung der Ordnung oder zur Gefahrenabwehr verfügt.

6 Dokumentation

Nach Vorlage der Kontrollergebnisse sind diese auszuwerten, zu bewerten und zu dokumentieren. Bei der Auswertung ist die Gesamtheit aller erhobenen Daten zu berücksichtigen, damit eine Aussage zum Kontrollziel und zum Langzeitverhalten der gefahrverdächtigen Fläche möglich ist.

Die Dokumentation der Kontrollergebnisse sollte einheitlich, lückenlos und aussagekräftig sein, um eine sichere Beurteilung und Bewertung zu gewährleisten.

Die Dokumentation wird in der Regel nach Ablauf des festgelegten Kontrollzyklus erstellt und der Fachbehörde vorgelegt. Im begründeten Einzelfall kann die Vorlage von Zwischenberichten gefordert werden.

6.1 Dokumentation Grundwasser

Die Dokumentation muß beinhalten:

- Datenblatt zur Gefahrverdachtsfläche oder zum Schadensfall,
- Lageplan mit den Probennahmestellen,
- Grundwassergleichenplan,
- Probennahmeprotokoll,
- Ergebnisse der Vor-Ort-Ansprache über Auffälligkeiten,
- Einbautiefe der Probennahmepumpe,
- Entnahmetiefe, -menge, -dauer,
- Grundwasserstandsverlauf bei der Absenkung,
- Grundwasserstand bei der Probennahme,
- Tabellarische Übersicht mit Angabe
 - der Ergebnisse des Vor-Ort-Meßprogramms,
 - der chemischen Untersuchungsergebnisse,
 - einer Auswahl der wichtigsten Ergebnisse der chemischen Untersuchungen aus der technischen Erkundung,
 - der Analyseverfahren,
 - der Nachweis- und Bestimmungsgrenzen,
 - der relevanten Prüf- und Kontrollwerte,
- Graphische Darstellung der chemischen Untersuchungsergebnisse,
- Bewertung der Kontrollergebnisse und Aussage zum Kontrollziel und zum Langzeitverhalten der gefahrverdächtigen Fläche.
- Nach abgeschlossenen Sanierungen sind bei der Dokumentation der Kontrollergebnisse zusätzlich Hinweise zum Sanierungsablauf, Sanierungsverfahren und zur Erfolgskontrolle zu machen, soweit sie für die Beurteilung der fachtechnischen Kontrolle relevant sind.

Soweit die fachtechnische Kontrolle sonstige Kontrollmaßnahmen umfaßt, sind diese zu dokumentieren.

6.2 Dokumentation bei sonstigen Gefahren

Die Dokumentation der Kontrollergebnisse bei Gefahren durch gasförmige Emissionen und Gefahren für die Gesundheit von Menschen sollte folgende Angaben beinhalten:

- Datenblatt zur gefahrverdächtigen Fläche,
- Lageplan mit den Kontrollbereichen und den Probennahmestellen,
- Hinweise zu den gefährdeten Objekten, Nutzungsbedingungen, möglichen Gefahrensituationen,
- Hinweise zum Ausbreitungsgeschehen,
- Angaben zu den durchgeführten Sanierungsmaßnahmen (soweit bewertungsrelevant),
- Darstellung der Kontrollmaßnahmen,
- Ergebnisse der Vor-Ort-Ansprache über Auffälligkeiten,
- Angaben zu den meteorologischen Bedingungen,
- Tabellarische Übersicht mit Angabe
 - der Meßergebnisse,
 - einer Auswahl der wichtigsten Ergebnisse der Untersuchungen aus der technischen Erkundung,
 - Art der Messung und Nachweisgenauigkeit, Hinweis auf Querempfindlichkeiten,
 - der Kontrollwerte,
- Graphische Darstellung des Konzentrationsverlaufs mit Bezug zu den Kontrollwerten,
- Bewertung der Kontrollergebnisse und Aussagen zum Kontrollziel und zum Langzeitverhalten der gefahrverdächtigen Fläche.

Soweit die fachtechnische Kontrolle sonstige Kontrollmaßnahmen umfaßt, sind diese zu dokumentieren.

7 Literaturverzeichnis

- /1/ SOZIALMINISTERIUM UND UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (1993):
Gemeinsame Verwaltungsvorschrift des Umwelt- und Sozialministeriums über Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen (VwV Orientierungswerte) - Gemeinsames Amtsblatt des Landes Baden-Württemberg (GABl), 33, S. 1115-1123, Stuttgart.
- /2/ LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (1995):
Leitfaden Erkundungsstrategie Grundwasser. Materialien zur Altlastenbearbeitung, Bd. 19, Karlsruhe.
- /3/ LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (1995):
Methodensammlung, Teil 1: Methoden zur Grundwassererkundung, Teil 2: Methoden zur fachtechnischen Kontrolle von altlastverdächtigen Flächen, Altlasten und Schadensfällen. Materialien zur Altlastenbearbeitung, Band 20, Karlsruhe.
- /4/ MINISTERIUM FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.) (1988):
Altlasten-Handbuch ALHB Teil 1: Altlasten-Bewertung, Teil 2: Untersuchungsgrundlagen.- Reihe Wasserwirtschaftsverwaltung, Heft 18 und 19. Stuttgart.
- /5/ SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN (1995):
Sondergutachten Altlasten II.- Metzler - Poeschel, Stuttgart, 285 S.
- /6/ VOGELSANG; D. (1993):
Geophysik an Altlasten: Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 179 S.
- /7/ LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (1992):
Der Deponiegashaushalt in Altablagerungen -Leitfaden Deponiegas-. Materialien zur Altlastenbearbeitung, Band 10; Karlsruhe.
- /8/ BUNDESVERBAND DER UNFALLVERSICHERUNGSTRÄGER DER ÖFFENTLICHEN HAND E.V.-BAGUV, Hrsg. (1993):
Sicherheitsregeln für Deponien (GUV 17.4)
- /9/ TIEFBAUBERUFSGENOSSENSCHAFT; Hrsg. (1992):
Richtlinien für Arbeiten in kontaminierten Bereichen (ZH 1/183)
- /10/ CHRISTENSEN, Th. H., KJELDSSEN, P. (1989):
"Basic Biochemical Processes in Landfills"; in: Christensen, Cossu, Stegmann (Hrsg.): Sanitary Landfilling, Process, Technology and Environmental Impact, Academic Press
- /11/ RETTENBERGER, G. & MEZGER, H. (1992):
Langzeitphasen des Deponiegasgeschehens bei Altablagerungen; in: Pillmann (Hrsg.): Industrial Waste Management, Envirotech Vienna
- /12/ EHRIG, H.J. (1995):
Das BMBF-Verbundforschungsvorhaben "Deponiekörper" -Siedlungsabfälle -, in: Müll und Abfall, Heft 11.
- /13/ HEYER, K.U. & STEGMANN, R. (1996):
Folgerungen aus Gasmessungen an alten Deponien in: Nachsorge von Siedlungsabfalldeponien, TU Braunschweig, 1996.

- /15/ UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (1993):
2. VwV des Umweltministeriums zum Bodenschutzgesetz über die Probennahme und -aufbereitung (VwV Bodenproben), vom 24.08.1993, Az.: 44-8810.30-1/46, GABl für Ba-Wü, Nr. 30, Stuttgart
- /16/ GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER (1996):
Leitfaden Erfolgskontrolle bei der Bodenreinigung. GDCh-Monographie, Bd. 4, Frankfurt
- /17/ GDA/Deutsche Gesellschaft für Erd- und Grundbau/Arbeitskreis „Geotechnik der Deponien und Altlasten“ (1993):
Empfehlungen des Arbeitskreises
- /18/ EHRIG, H.J. Hrsg. (1995):
BMBF-Statusbericht Deponiekörper Teil 1
- /19/ REUTER, E. (1995):
Verformungsanalyse und Standsicherheitsbeurteilung für die Zentraldeponie Hannover, in: Geotechnische Probleme beim Bau von Abfalldeponien, 11. Nürnberger Deponieseminar
- /20/ LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (1995):
Sicherung von bestehenden Bauten gegen Gefahren durch Deponiegas. Materialien zur Altlastenbearbeitung, Band 21, Karlsruhe
- /21/ LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (1994):
Altlastenerkundung mit biologischen Methoden. Materialien zur Altlastenbearbeitung, Band 13, Karlsruhe
- /22/ UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (1993):
3. VwV des Umweltministeriums zum Bodenschutzgesetz über die Ermittlung und Einstufung von Gehalten anorganischer Schadstoffe im Boden (VwV Anorganische Schadstoffe) vom 24.08.1993, Az.: 44-8810.30-1/46, GABl für Ba-Wü, Nr. 30, Stuttgart
- /23/ UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (1995):
4. VwV des Umweltministeriums zum Bodenschutzgesetz über die Ermittlung und Einstufung von Gehalten organischer Schadstoffe im Boden (VwV Organische Schadstoffe) vom 10.12.1995, Az.: 44-8810.30-1/85, GABl für Ba-Wü, Nr. 2, Stuttgart

Teil II: Fallbeispiele

Allgemeines

Anhand von 5 Fallbeispielen wird die praktische Anwendung des Leitfadens fachtechnische Kontrolle von altlastverdächtigen Flächen, Altlasten und Schadensfällen erläutert. Es handelt sich um Beispiele aus der Praxis, die z. T. für die Darstellung vereinfacht wurden.

Die Fallbeispiele 1-4 behandeln die fachtechnische Kontrolle des Grundwassers, das Fallbeispiel 5 die fachtechnische Kontrolle des Deponiegases.

Die Fallbeispiele 1-3 und das Fallbeispiel 5 beschreiben die fachtechnische Kontrolle an Altablagerungen, das Fallbeispiel 4 die fachtechnische Kontrolle an einem Altstandort.

Die Auswahl der Fälle für das Grundwasser orientiert sich an den regionalgeologischen Verhältnissen in Baden-Württemberg.

Fallbeispiel	Grundwasserleiter Typ	Geologie
Fallbeispiel 1 Altablagerung	Porengrundwasserleiter	quartäre Kiese und Sande des Oberrheingrabens
Fallbeispiel 2 Altablagerung	Porengrundwasserleiter (Geringleiter)	quartäre Sande und Schluffe der Seitentäler des Oberrheingrabens
Fallbeispiel 3 Altablagerung	Karst-/Kluftgrundwasserleiter	verkarstete Kalksteine des Oberen Muschelkalkes
Fallbeispiel 4 Altstandort	Porengrundwasserleiter	quartäre Kiese und Sande des Oberrheingrabens

Am Fallbeispiel 5 wird die fachtechnische Kontrolle des Deponiegases erläutert.

Fallbeispiel	Deponiegas
Fallbeispiel 5 Altablagerung	Deponiegasproblematik im Umfeld der Altablagerung

Aufbau der Fallbeispiele:

Der Aufbau der Fallbeispiele orientiert sich am Ablaufdiagramm Abbildung 3.2-I sowohl für das Grundwasser als auch für das Deponiegas und gliedert sich wie folgt:

1. Allgemeine Daten zur Altlast
2. Standortbeschreibung
3. Lagepläne
4. Ergebnis der Bewertungskommission
5. Planungsphase 1 - Vollständigkeitsprüfung
6. Planungsphase 2 - Kontrollprogramm
Festlegung von:
 - 6.1 Meßstellen
 - 6.2 Parameterumfang
 - 6.3 Kontrollwert
 - 6.4 Probennahmeverfahren
 - 6.5 Meßverfahren
 - 6.6 Kontrollintervalle
 - 6.7 Kontrolldauer
 - 6.8 Auswertung und Dokumentation.

In Abweichung davon berücksichtigt das Fallbeispiel 5 mit der Darstellung der fachtechnischen Kontrolle des Deponiegases folgende Besonderheiten:

Festlegung von kontrollbedürftigen Objekten oder Bereichen.

F1 Fallbeispiel 1: Altablagerung (Porengrundwasserleiter, quartäre Kiese und Sande des Oberrheingrabens)

F1.1 Datenblatt zur Altlast

Allgemeine Daten:	
Art der Fläche:	Altablagerung
Bezeichnung:	
Stadt / Landkreis:	
Gemeinde:	
Straße / Gewann:	
Rechts- / Hochwert:	TK 25 Nr.
Untersuchungszeitraum:	
aktuelle Nutzung:	
Ergebnis der Bewertung:	
Schutzgut:	Grundwasser
Beweisniveau:	2
Bewertungsdatum:	
Handlungsbedarf:	(C)
Spez. Angabe zur Altlast:	
Lagebeschreibung:	Verfüllung einer Senke (Feuchtgebiet)
Betriebszeitraum:	1955 - 1972
Fläche [m ²]:	8.700
max./mittlere Mächtigkeit [m]:	1,8 / 1,6
Volumen [m ³]:	14.000
Mächtigkeit der Abdeckung [m]:	0,2 - 0,4
Ablagerungsart:	kommunale Hausmüll- und Bauschuttdeponie
Anteil kritischer Gewerbemüll/Sonderabfälle:	< 10 %
Meßergebnisse im Grundwasser:	Ammonium max. 210 µg/l, Chrom max. 8 µg/l, Nickel max. 15 µg/l
Besonderheiten:	
Geologie:	bis 1,8 - 3,3 m bindige Deckschicht, darunter ca. 13 m GW-führende Kiese (Oberes Kieslager), an der Basis ca. 2-3 m Schluff / Ton (Oberer Zwischenhorizont)

F1.2 Standortbeschreibung

Die Altablagerung liegt im Oberrheingraben. Von 1955 bis 1972 wurde die Altablagerung als gemeindeeigene Bauschutt- und Hausmülldeponie betrieben. Sie liegt in einem ehemaligen Feuchtgebiet mit hohen Grundwasserständen. Aufgrund der E₀₋₁ und E₁₋₂ liegen folgende Erkundungsergebnisse vor:

Aufbau der Altablagerung und Ablagerungsart:

Auf einer Fläche von ca. 8.700 m² wurden etwa 14.000 m³ Hausmüll, Erdaushub und Bauschutt eingebracht. Die max. Ablagerungsmächtigkeit beträgt hier 1,8 m. Da die Fläche im Einzugsbereich einer Industriestadt liegt und bei den Analysen des Ablagerungsgutes neben erhöhten Schwermetall-Gehalten auch LCKW und AKW festgestellt wurden, ist von einem gewissen Anteil an gewerblichen Abfällen auszugehen.

Geologie/Hydrogeologie:

Die Altlast liegt auf geringmächtigen bindigen Deckschichten (feinsandig-schluffige Schwemmlösse). Da in der Senke ein Teil der Deckschicht ausgeräumt wurde, beträgt die Restmächtigkeit unter der Deponiebasis z.T. nur 0,5 m. Darunter folgen grundwasserführende quartäre Kiese und Kiessande des Oberrheingrabens mit einer Mächtigkeit von ca. 13 m (Oberes Kieslager). Die Kiessande sind an dieser Stelle von den darunter folgenden quartären Schottern durch eine ca. 2-3 m mächtige bindige Schicht getrennt. Die Fließrichtung ist etwa nördlich gerichtet. Der Flurabstand liegt zwischen 1,9 und 3,8 m.

In den Grundwassermeßstellen wurde eine altlastenspezifische Beeinträchtigung nachgewiesen (siehe Abschnitt Bewertung).

F1.3 Lagepläne

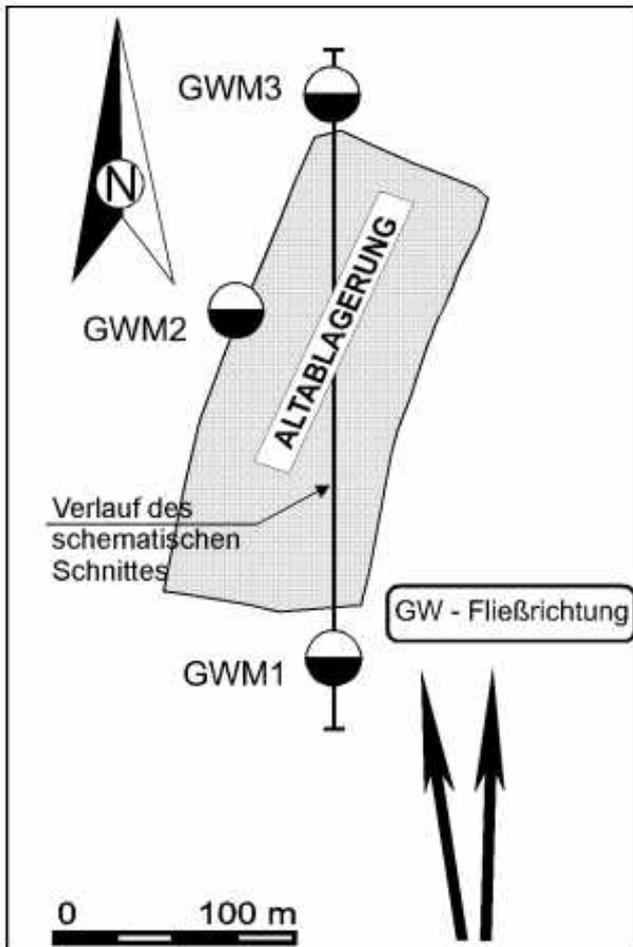


Abbildung F1-1: Lageplan der Altablagung

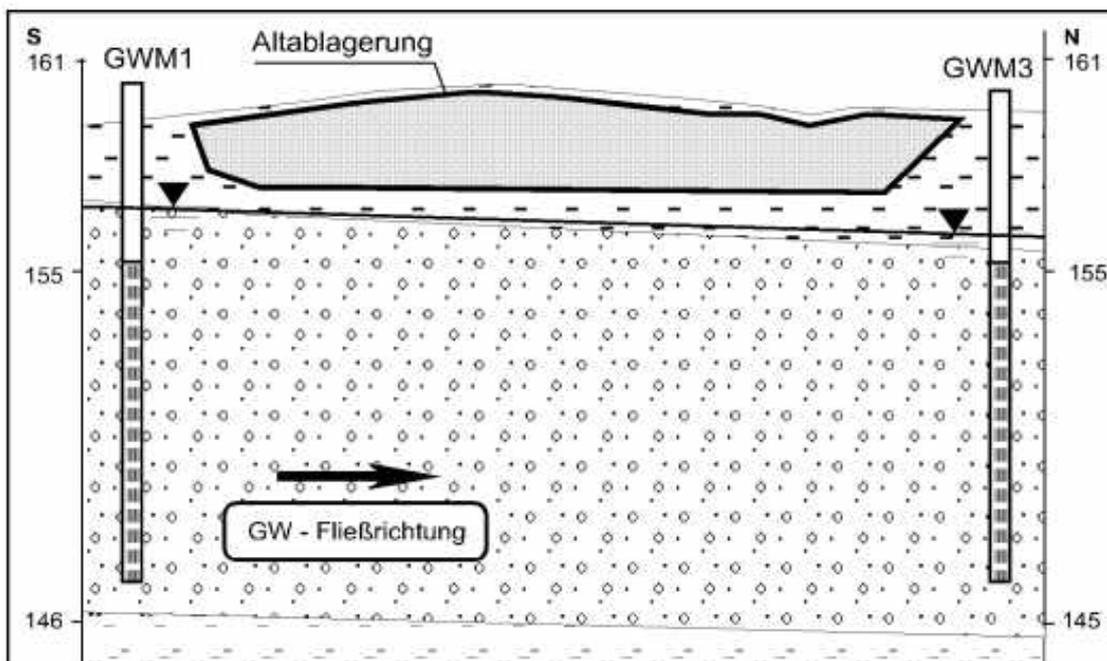


Abbildung F1-2: Schematischer Schnitt der Altablagung

F1.4 Ergebnis der Bewertung:

Die Altlast wurde auf Beweisniveau 2 bewertet. Die Bewertungskommission hat die Altablagerung in (C) = fachtechnische Kontrolle eingestuft.

Begründung: Die elektr. Leitfähigkeit und die Konzentration von Schwermetallen (Chrom, Nickel) und Ammonium im Grundwasserabstrom der Altablagerung sind gegenüber der Zustrommeßstelle deutlich erhöht. In den Müllmischproben wurden LCKW und AKW nachgewiesen, im Grundwasser bisher nicht. Nach den Ergebnissen der historischen Erkundung liegen Hinweise auf gewerbliche Abfälle vor.

Die Bewertungskommission war der Auffassung, daß die einzelfallbezogene Mindestanforderung bei der Festlegung der Sanierungsziele zugrunde zu legen ist. Die entsprechenden Sanierungsziele werden derzeit eingehalten, aber aufgrund der Ergebnisse der historischen Erkundung, der erhöhten Schadstoffgehalte im Grundwasser und der Ergebnisse der Müllmischproben ist dies in der Zukunft möglicherweise nicht mehr der Fall.

Festlegung des Handlungsbedarfs: fachtechnische Kontrolle

Empfehlung: Zu kontrollieren sind: Schwermetalle (Chrom, Nickel), Ammonium, LCKW und AKW sowie Vor-Ort-Parameter

Dies sind die Vorgaben der Bewertungskommission für die Erstellung des Kontrollprogramms für die fachtechnische Kontrolle.

F1.5 Vollständigkeitsprüfung

Planungsphase 1 Vollständigkeitsprüfung

Zunächst werden die Daten der Altablagerung und die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen zusammengestellt.

Anhand einer Prüfliste wird die Vollständigkeit der Untersuchungsergebnisse in den vorangegangenen Untersuchungsschritten überprüft.

Sachverhalt	Einheit	Wertebereich Beschreibung	Bemerkung
-------------	---------	------------------------------	-----------

Geometrie der Altlast

Fläche der Altlast	m ²	8.700	
Abstrombreite B _A	m	170	
Aquifermächtigkeit h _{GW}	m	ca. 13	
GW-Querschnittsfläche A _A	m ²	2210	

Hydrogeologische Rahmenbedingungen

Hydrogeologischer Standorttyp	-	7	GW-Geringleiter über GW-Leiter, hoher GW-Stand, gespannte GW-Oberfläche
Flurabstand	m	1,9 - 3,8	
Fließrichtung	°	350 - 360	
Richtungsvarianz	°	> 10	
GW-Schwankung	m	> 1,3	
Transmissivität	m ² /s	4·10 ⁻²	Literatur (HGK)
k _r -Wert	m/s	ca. 3·10 ⁻³	Literatur (HGK)
GW-Gefälle I	-	0,001 - 0,0014	
Abstandsgeschwindigkeit v _a	m/d	ca. 2	
Anzahl GW-Leiter	1 ... n	1	nur Oberes Kieslager
Entfernung GW-Nutzung	m	-	keine Grundwassernutzung im näheren Abstrom
Einfluß Oberflächengewässer	(J/N)	N	

Volumenstrom Q _A	m ³ /d	705	
Niederschlag	mm/a	ca. 760	

Meßstellen

Emittentenmeßstellen	1 ... n	2	
Zustrommeßstellen	1 ... n	1	
Bohrprofile	(J/N)	J	
Ausbaupläne	(J/N)	J	
vollkommener Ausbau	(J/N)	N	siehe Text
Zuflußbereiche	(J/N)	-	nicht ermittelt
Bohrlochgeophysik	(J/N)	N	
Eignung der Meßstellen	(J/N)	J	siehe Text

Probennahme

Pumpproben / Pumpversuch	1 ... n	je 5	
Entnahmetiefe	m u. ROK	8	
Entnahmedauer	min/h/d	30 min	
Entnahmemenge	l/s	1,5 - 1,7	
Schöpfproben	1 ... n	keine	
Entnahmetiefe	m u. ROK	-	

Schadstoff 1 Chrom

C _Z	µg/l	n.n.	
C _{EH}	µg/l	-	nicht ermittelt
C _A	µg/l	8	6 bis max. 8 µg/l (GWVM2 + 3)
P-W-Wert	µg/l	40	
E	g/d	5,6	
E _{max} -W-Wert	g/d	90	

Schadstoff 2 Nickel

C _Z	µg/l	7	
C _{EH}	µg/l	-	nicht ermittelt
C _A	µg/l	15	10 bis max. 15 µg/l (GWVM2 + 3)
P-W-Wert	µg/l	20	
E	g/d	10,6	
E _{max} -W-Wert	g/d	45	

Schadstoff 3 Ammonium

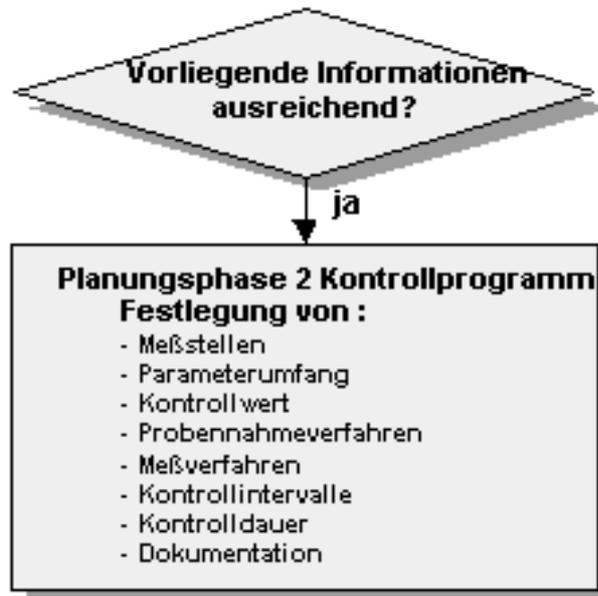
C _Z	µg/l	50	
C _{EH}	µg/l	-	nicht ermittelt
C _A	µg/l	210	150 bis max. 210 µg/l (GWVM2 + 3)
P-W-Wert	µg/l	500	
E	g/d	148	
E _{max} -W-Wert	g/d	1100	

Die Vollständigkeitsprüfung (inkl. Plausibilität) ergibt, daß die vorliegenden Untersuchungsergebnisse ausreichend für die Erstellung des Kontrollprogramms sind.

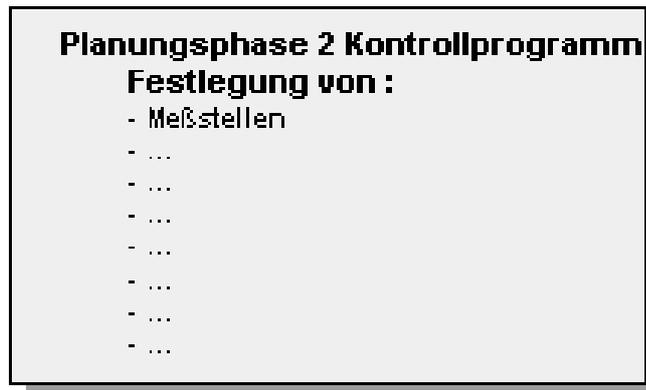
Einige Angaben (z.B. Transmissivität, Abstandsgeschwindigkeit) mußten der Literatur (Hydrogeologische Karte) entnommen bzw. geschätzt werden.

Damit kann das Kontrollprogramm erstellt werden.

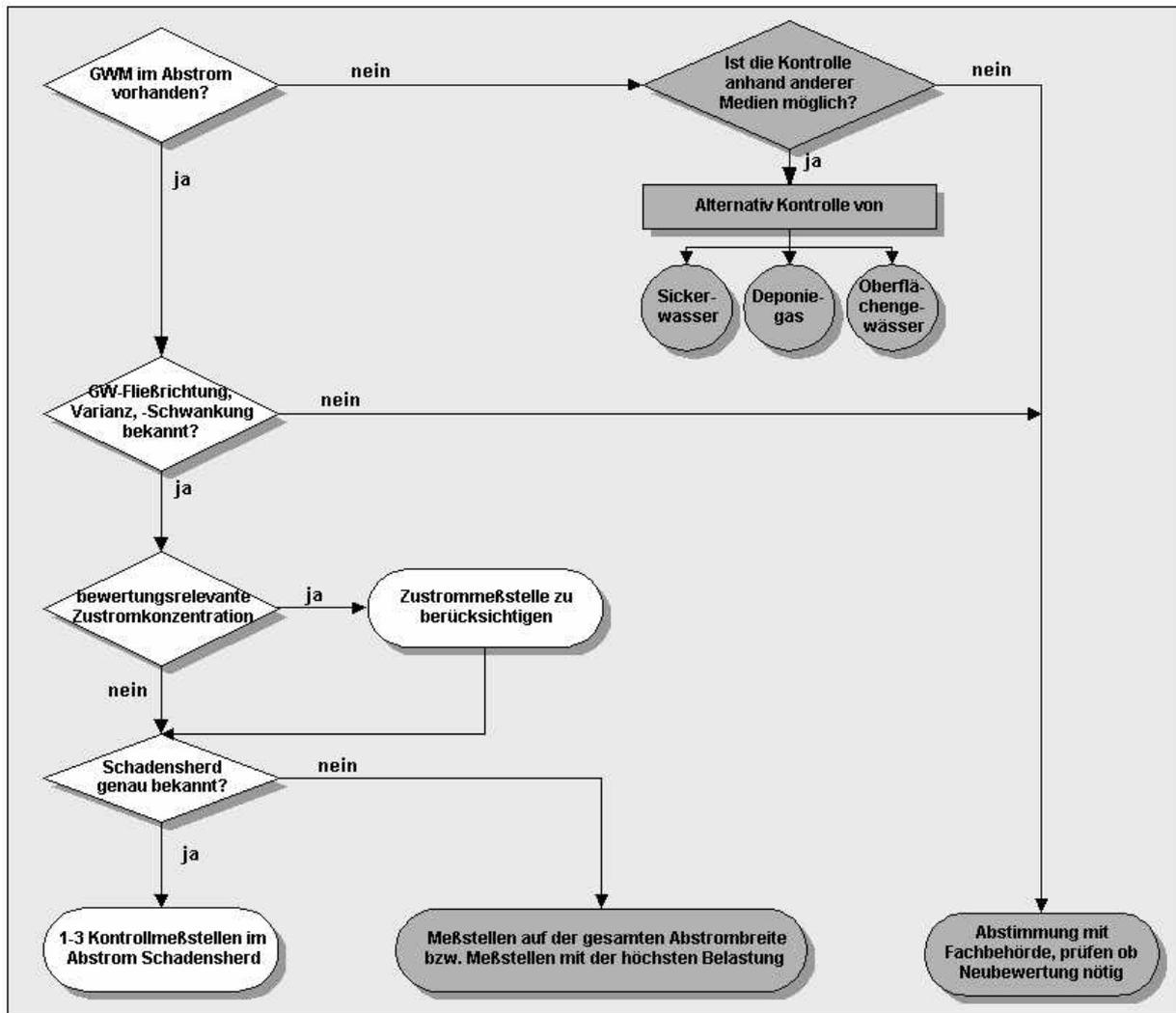
F1.6 Erstellung des Kontrollprogramms



F1.6.1 Festlegung der Meßstellen



Im Rahmen der orientierenden Erkundung wurden drei Grundwassermeßstellen mit 5-Zoll Durchmesser bis 13 m u. GOK erstellt. Bohrprofile und Ausbaupläne liegen vor.



Die Zustrommeßstelle und eine Abstrommeßstelle werden kontrolliert.

Horizontale Schadstoffausbreitung:

Zwei Grundwassermeßstellen (GWM2, GWM3) im unmittelbaren Abstrom der Altablagerung sind vorhanden. Die Varianz der Grundwasserfließrichtung wird mit ca. 10^0 angenommen. In beiden Grundwassermeßstellen GWM2 und GWM3 wurde eine vergleichbare Schadstoffverteilung festgestellt. Die Belastungsschwerpunkte sind bekannt und da die Grundwasserfließrichtung eine geringe Varianz aufweist, wird es als ausreichend angesehen, die Emittentenmeßstelle GWM3 in die Kontrolle mit einzubeziehen.

Eine bewertungsrelevante Zustromkonzentration liegt vor, weswegen die Zustrommeßstelle GWM1 in das Kontrollprogramm aufgenommen wird.

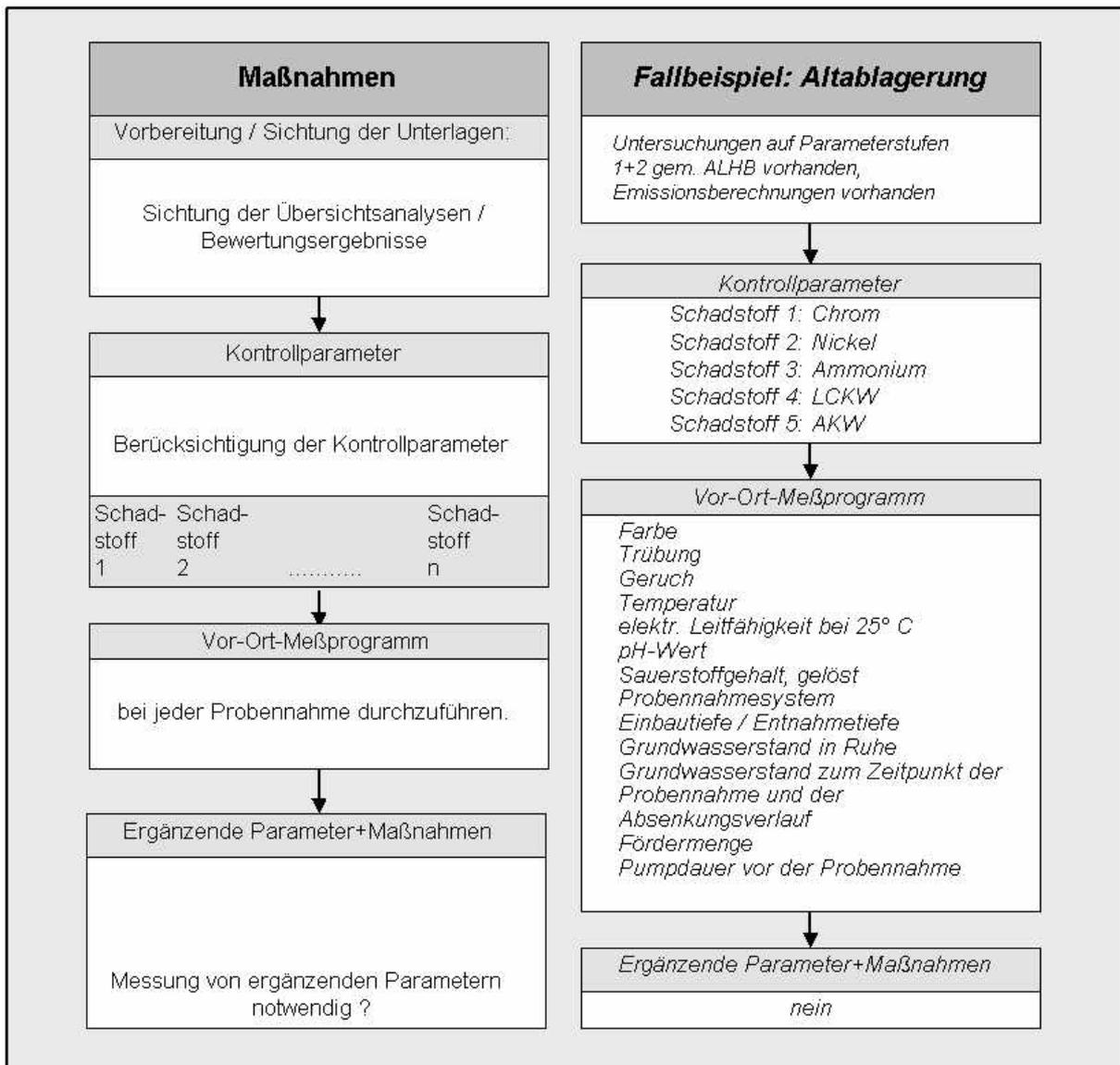
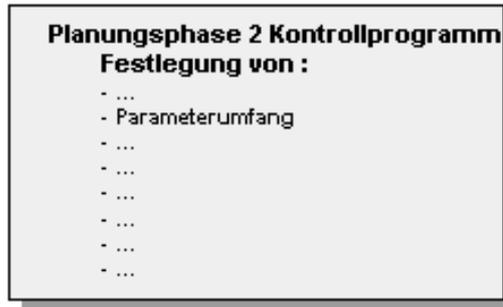
Vertikale Schadstoffausbreitung:

Kontrolliert wird der oberste Grundwasserleiter, der durch eine 2-3 m mächtige bindige Schicht von den darunter folgenden Kiessanden getrennt ist. Erkenntnisse über vertikale Schadstoffdifferenzierung im obersten Grundwasserleiter liegen aus der technischen Erkundung nicht vor.

Eignung der Meßstellen:

In Bezug auf Ausbauquerschnitt, Dokumentation und Aquiferanschluß genügen die Meßstellen den Anforderungen. Die Ausbautiefe erreicht mit 13 m nicht die Sohle des Oberen Kieslagers (ca. 15 m). Da sie jedoch mehr als 70% der Aquifermächtigkeit erschließen, sind sie gemäß den Vorgaben in /2/ als ausreichend für eine tiefengemittelte Probennahme anzusehen.

F1.6.2 Festlegung des Parameterumfangs



Vorbereitung / Sichtung der Unterlagen:

Bei der vorangegangenen technischen Erkundung wurde das Grundwasser mehrfach auf die Parameterstufen 1 und 2 gemäß Altlastenhandbuch /4/ untersucht. Daher liegen ausreichende Informationen über die Grundwasserbeschaffenheit vor.

Festlegung der Kontrollparameter:

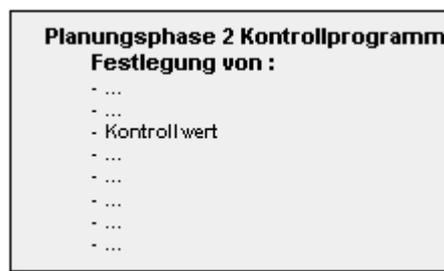
Bei Chrom, Nickel, Ammonium, LCKW, AKW ist nicht sichergestellt, daß künftig keine hohen Schadstoffausträge stattfinden. Daher werden diese Parameter in das Kontrollprogramm aufgenommen. Die Berücksichtigung weiterer Kontrollparameter ist nicht notwendig.

Vor-Ort-Meßprogramm

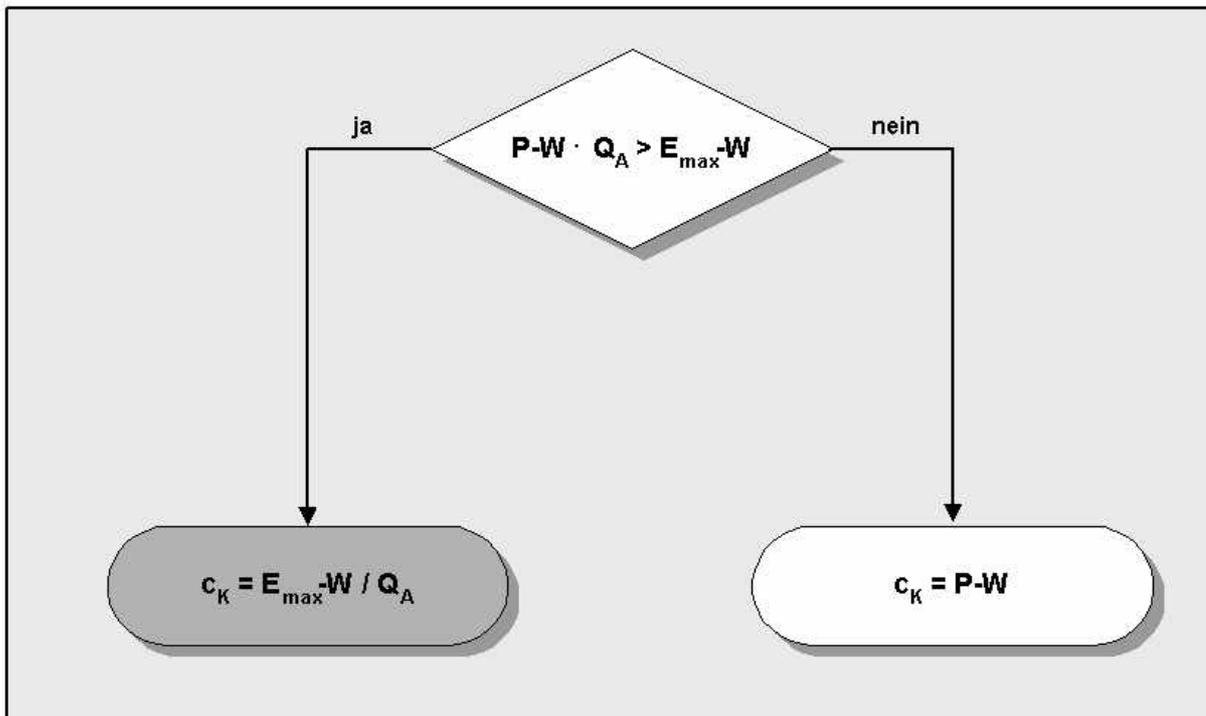
Das Vor-Ort-Meßprogramm ist bei der Kontrolle an den beiden Grundwassermeßstellen gleich durchzuführen. Die Parameter sind in der Tabelle dargestellt.

Ergänzende Parameter

Eine Messung von zusätzlichen Parametern erlaubt keine größere Aussagesicherheit und ist daher nicht zu berücksichtigen.

F1.6.3 Festlegung des Kontrollwertes

Im ersten Schritt ist zu überprüfen, ob bei einem angenommenen Kontrollwert $c_K = P-W$ die Emissionsbedingung eingehalten wird.



Es gilt zu klären:

$$P - W \cdot Q_A > E_{max} - W ?$$

Q_A errechnet sich zu:

$$Q_A = T \cdot I \cdot B_A \cdot 86400 [m^3 / d]$$

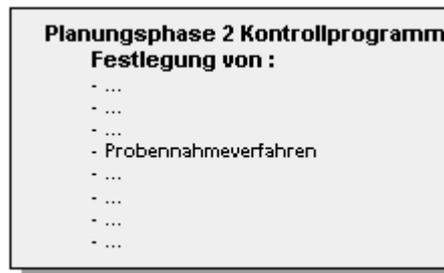
$$\text{mit } T = 0,04 \text{ m}^2/\text{s}; I = 0,0012; B_A = 170 \text{ m}$$

$$\text{zu } Q_A = 705 \text{ m}^3/\text{d}$$

Schadstoff	$c_K = P - W$ [$\mu\text{g}/\text{l}$]	$P - W \cdot Q_A$ [g/d]		$E_{max} - W$ [g/d]
Chrom	40	28,2	<	90
Nickel	20	14,1	<	45
Ammonium	500	352,5	<	1.100
LCKW	10	7,05	<	20
AKW	10	7,05	<	20

Es zeigt sich, daß $c_K = P - W$ angesetzt werden kann. Damit ist auch die Emissionsbegrenzung eingehalten. Da die Meßstelle im unmittelbaren Abstrom liegt, muß kein Abschlag zur Berücksichtigung der Verdünnung vorgenommen werden.

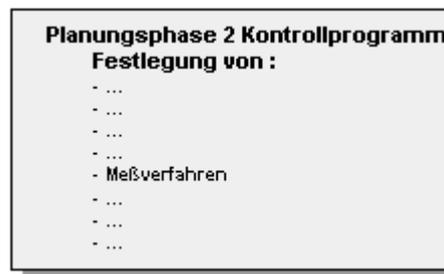
F1.6.4 Festlegung des Probennahmeverfahrens



Entsprechend der Vorgehensweise bei der technischen Erkundung erfolgt eine Pumpprobennahme nach einer Pumpzeit von 30 Minuten mit einer Förderleistung von ca. 1,5 l/s bis zur Konstanz der gemessenen physikalisch-chemischen Vor-Ort-Parameter.

Entsprechend der technischen Erkundung ist die Pumpe in 8 m Tiefe einzubauen.

F1.6.5 Festlegung des Meßverfahrens



Entsprechend der technischen Erkundung werden die entnommenen Grundwasserproben herkömmlich im Labor auf die Kontrollparameter untersucht.

Die unter F1.6.2 festgelegten Vor-Ort-Parameter

- Farbe
- Trübung
- Geruch
- Temperatur
- elektr. Leitfähigkeit bei 25° C
- pH-Wert
- Sauerstoffgehalt, gelöst

sind kontinuierlich bei dem Pumpvorgang und bei der Probennahme zu bestimmen.

F1.6.6 Festlegung der Kontrollintervalle

Planungsphase 2 Kontrollprogramm	
Festlegung von :	
- ...	
- ...	
- ...	
- ...	
- ...	
- ...	
- Kontrollintervalle	
- ...	
- ...	

Grundwasserabstandsgeschwindigkeit	< 0,5 m/d	0,5 - 5 m/d	5 - 10 m/d	über 10 m/d
Empfohlenes Kontrollintervall	einzelfallbezogen	2 x pro Jahr	einzelfallbezogen	einzelfallbezogen

Da die Abstandsgeschwindigkeit bei ca. 2 m/d liegt, ergibt sich ein Kontrollintervall von 2-mal jährlich, jeweils bei HW und NW des Grundwassers. Aufgrund der regionalen Kenntnisse über den Grundwasserstandsverlauf sind die langjährigen HW und NW bekannt bzw. können bei der Fachbehörde (Gewässerdirektion) abgefragt werden.

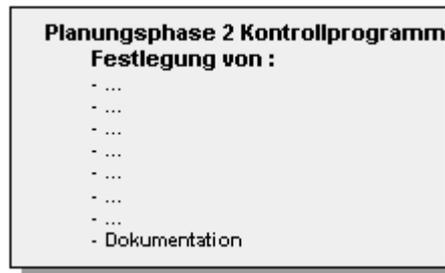
Hierbei ist besonderer Augenmerk auf die Probenahme bei HW (Mai) zu legen, da hier das Grundwasser bis in den Bereich der Deponiebasis aufsteigen kann und mit einem erhöhten Schadstoffaustrag zu rechnen ist.

F1.6.7 Festlegung der Kontrolldauer

Planungsphase 2 Kontrollprogramm	
Festlegung von :	
- ...	
- ...	
- ...	
- ...	
- ...	
- ...	
- Kontrolldauer	
- ...	

Der erste Kontrollzyklus ist gemäß Kapitel 4.8 des Leitfadens auf 3 Jahre befristet.

F1.6.8 Dokumentation



Nach Abstimmung mit der Fachbehörde erfolgt die Durchführung der fachtechnischen Kontrolle. Die Ergebnisse sind auszuwerten und zu dokumentieren. Die Dokumentation am Ende der dreijährigen fachtechnischen Kontrolle muß beinhalten:

- Datenblatt zur Ablagerung,
- Lageplan mit den Probennahmestellen,
- Probennahmeprotokoll,
- Ergebnisse der Vor-Ort-Ansprache über Auffälligkeiten,
- Einbautiefe der Probennahmepumpe,
- Entnahmetiefe, -menge, -dauer,
- Grundwasserstandsverlauf bei der Absenkung,
- Grundwasserstand bei der Probennahme,
- tabellarische Übersicht mit Angabe
 - der Ergebnisse des Vor-Ort-Meßprogramms,
 - der chemischen Untersuchungsergebnisse,
 - einer Auswahl der wichtigsten Ergebnisse der chemischen Untersuchungen bei der technischen Erkundung,
 - der Analyseverfahren,
 - der Nachweis- und Bestimmungsgrenzen,
 - der relevanten Prüf- und Kontrollwerte,
- Graphische Darstellung der chemischen Untersuchungsergebnisse,
- Stellungnahme und Aussage zum Kontrollziel und zum Langzeitverhalten der Altlast.

F2 Fallbeispiel 2: Altablagerung (Porengrundwasserleiter, Geringleiter, quartäre Sande und Schluffe der Seitentäler des Oberrheingrabens)

F2.1 Datenblatt zur Altlast

Allgemeine Daten:	
Art der Fläche:	Altablagerung
Bezeichnung:	
Stadt / Landkreis:	
Gemeinde:	
Straße / Gewinn:	
Rechts- / Hochwert:	TK 25 Nr.
Untersuchungszeitraum:	
aktuelle Nutzung:	
Ergebnis der Bewertung:	
Schutzgut:	Grundwasser
Beweisniveau:	Beweisniveau 2
Bewertungsdatum:	
Handlungsbedarf:	(C)
Spez. Angabe zur Altlast:	
Lagebeschreibung:	Verfüllung einer Senke (Feuchtgebiet)
Betriebszeitraum:	1950-1981
Fläche [m ²]:	45.000
max./mittlere Mächtigkeit [m]:	-/2,5
Volumen [m ³]:	112.500
Mächtigkeit der Abdeckung [m]:	0,1 - 1
Ablagerungsart:	Hausmüll (40%), Bauschutt (45%), Erdaushub (10%)
Anteil kritischer	
Gewerbemüll/Sonderabfälle:	max. 5 %
Meßergebnisse im Grundwasser:	Ammonium = 480 µg/l und Nickel = 14 µg/l
Besonderheiten:	Hinweise aus der historischen Erkundung auf Sondermüll-einlagerung (LCKW)
Geologie:	bis 5 m Schluff und Ton, 5-18 m grundwasserführende Sande und Schluffe, darunter Tone (unbekannte Mächtigkeit)

F2.2 Standortbeschreibung

Die Altablagerung liegt in einem Seitental des Oberrheingrabens und wurde historisch (E₀₋₁) und orientierend technisch erkundet (E₁₋₂). Aufgrund der Ergebnisse der E₀₋₁ und E₁₋₂ sind folgende Eckdaten bekannt:

Aufbau der Altablagerung und Ablagerungsart:

Auf einer Fläche von 45.000 m² wurden etwa 112.500 m³ Hausmüll, Erdaushub und Bauschutt abgelagert. Aus der historischen Erkundung liegen Hinweise auf die Einlagerung von Gewerbeabfällen vor. Die mittlere Ablagerungsmächtigkeit beträgt 2,5 m. Der Müll wurde nicht verdichtet und selten planiert. Es liegt keine Sohlabdichtung vor. Zutritte durch benachbarte schwebende Schichtwasserleiter sind vorhanden. Später wurde eine flächige Sickerwasserdrainage eingebracht. Der Müllkörper wird von wasseringleitenden Schichten unterlagert.

Geologie:

Die Altablagerung liegt auf bis zu 5 m mächtigen Schluffen und Tonen. Diese werden von 13 m mächtigen quartären, eiszeitlichen Sanden und Schluffen unterlagert. Unter diesen folgen Tone unbekannter Mächtigkeit. Die Sande sind grundwasserführend. Der Grundwasserspiegel ist gespannt. Die Grundwasserfließrichtung verläuft talparallel in südlicher Richtung. Die Durchlässigkeit des quartären Grundwasserleiters ist gering. Die Aquifermächtigkeit beträgt 13 m.

In den Grundwassermeßstellen wurde eine altlastenspezifische Beeinträchtigung nachgewiesen (siehe Abschnitt Bewertung).

F2.3 Lagepläne

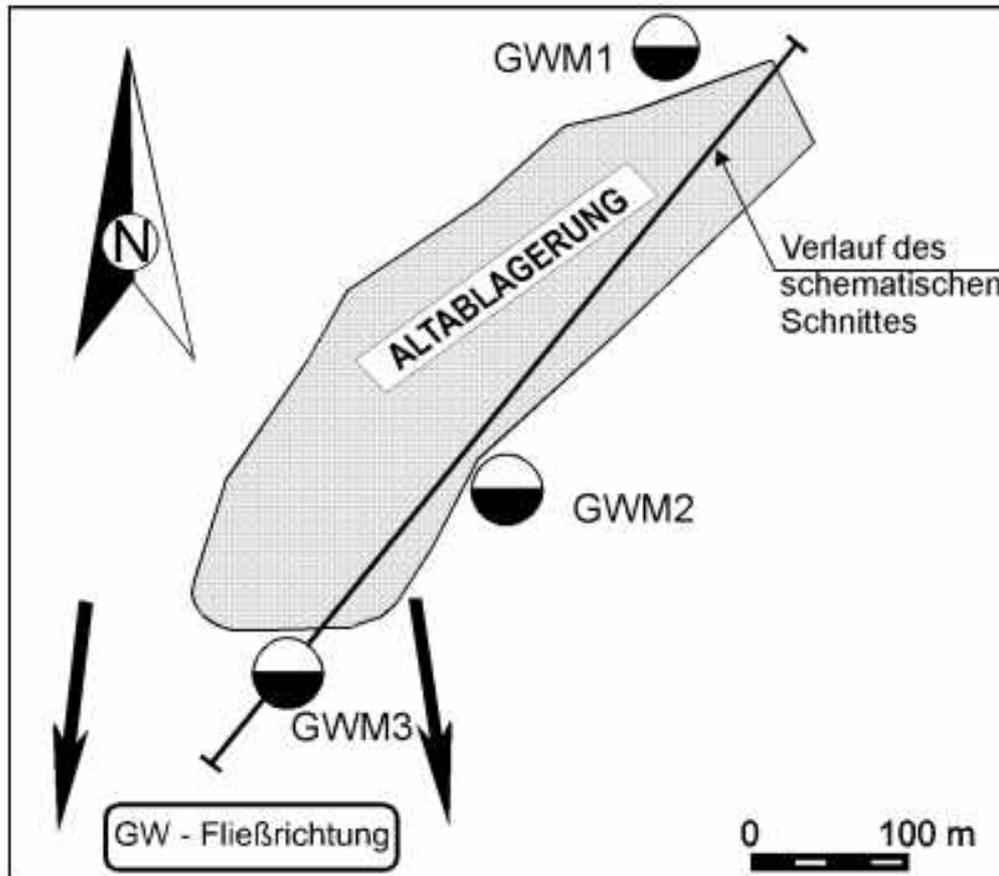


Abbildung F2-1: Lageplan der Altanlage

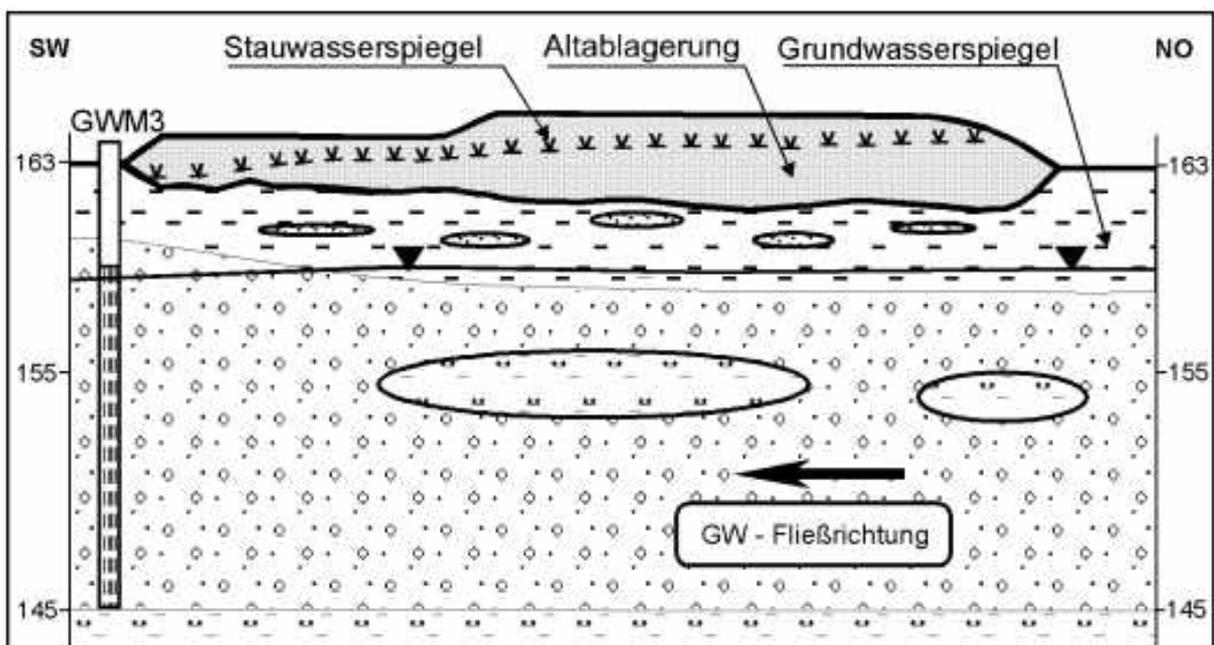


Abbildung F2-2: Schematischer Schnitt der Altanlage

F2.4 Ergebnis der Bewertung

Die Altlast wurde auf Beweisniveau 2 bewertet. Die Bewertungskommission hat die Altablagerung in (C) = fachtechnische Kontrolle eingestuft.

Begründung: Die Konzentrationen von Nickel und Ammonium im Grundwasser sind erhöht und liegen nahe dem P-W-Wert. Die Ursache der hohen elektr. Leitfähigkeiten im Sickerwasser und Hinweise aus der historischen Erkundung auf die Einlagerung von Gewerbeabfällen (LCKW) konnten durch die Erkundung nicht geklärt werden.

Die Bewertungskommission war der Auffassung, daß die einzelfallbezogene Mindestanforderung bei der Festlegung der Sanierungsziele zugrunde zu legen ist. Die entsprechenden Sanierungsziele sind derzeit eingehalten, aber aufgrund der Hinweise aus der historischen Erkundung, der erhöhten Schadstoffgehalte im Grundwasser und der hohen Leitfähigkeit im Sickerwasser ist dies in der Zukunft möglicherweise nicht mehr der Fall.

Festlegung des Handlungsbedarf: fachtechnische Kontrolle

Empfehlung: Zu kontrollieren sind Nickel, Ammonium und LCKW sowie Vor-Ort-Parameter.

Dies sind die Vorgaben der Bewertungskommission für die Erstellung des Kontrollprogramms für die fachtechnische Kontrolle.

F2.5 Vollständigkeitsprüfung

Planungsphase 1 Vollständigkeitsprüfung

Anhand einer Prüfliste wird die Vollständigkeit der Untersuchungsergebnisse der orientierenden technischen Erkundung überprüft.

Sachverhalt	Einheit	Wertebereich Beschreibung	Bemerkung
-------------	---------	------------------------------	-----------

Geometrie der Altlast

Fläche der Altlast	m ²	45.000	
Abstrombreite B _A	m	100	
Aquifermächtigkeit h _{GW}	m	13	
GW-Querschnittsfläche A _A	m ²	1300	

Hydrogeologische Rahmenbedingungen

Hydrogeologischer Standorttyp	-	7	GW-Geringleiter über GW-Leiter, hoher GW-Stand, gespannte GW-Oberfläche.
Flurabstand	m	4-6	teils gespannt
Fließrichtung	°	225	
Richtungsvarianz	°	< 10	
GW-Schwankung	m	-	nicht untersucht
Transmissivität	m ² /s	1,5·10 ⁻⁴	
k _r -Wert	m/s	1,15·10 ⁻⁵	
GW-Gefälle I	-	0,001	
Abstandsgeschwindigkeit v _a	m/d	< 0,5	
Anzahl GW-Leiter	1 ... n	1	
Entfernung GW-Nutzung	m	-	nicht untersucht
Einfluß Oberflächengewässer	(J/N)	ja	

Volumenstrom Q _A	m ³ /d	1,3	
Niederschlag	mm/a	ca. 760	

Meßstellen

Emittentenmeßstellen	1 ... n	2	
Zustrommeßstellen	1 ... n	1	
Bohrprofile	(J/N)	ja	
Ausbaupläne	(J/N)	ja	
vollkommener Ausbau	(J/N)	ja	
Zuflußbereiche	(J/N)	nein	
Bohrlochgeophysik	(J/N)	ja	
Eignung der Meßstellen	(J/N)	ja	

Probennahme

Pumpproben / Pumpversuch	1 ... n	je 3	
Entnahmetiefe	m u. ROK	12	
Entnahmedauer	min/h/d	30 min	
Entnahmemenge	l/s	ca. 0,2	
Schöpfproben	1 ... n	keine	
Entnahmetiefe	m u. ROK	-	

Schadstoff 1 Nickel

C _Z	µg/l	n.n.	
C _{SH}	µg/l	20	10 - 20 µg/l
C _A	µg/l	14	n.n. bis max. 14 µg/l (GWVM3)
P-W-Wert	µg/l	20	
E	g/d	0,018	
E _{max} -W-Wert	g/d	45	

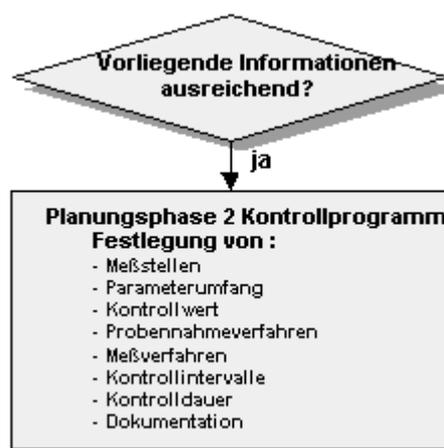
Schadstoff 2 Ammonium

C _Z	µg/l	n.n.	
C _{SH}	µg/l	480	75 - 110 µg/l
C _A	µg/l	110	n.n. bis 480 µg/l (GWVM3)
P-W-Wert	µg/l	500	
E	g/d	0,143	
E _{max} -W-Wert	g/d	1100	

Schadstoff 3 LCKW

C _Z	µg/l	n.n.	
C _{SH}	µg/l	n.n.	
C _A	µg/l	n.n.	
P-W-Wert	µg/l	10	
E	g/d	-	
E _{max} -W-Wert	g/d	20	

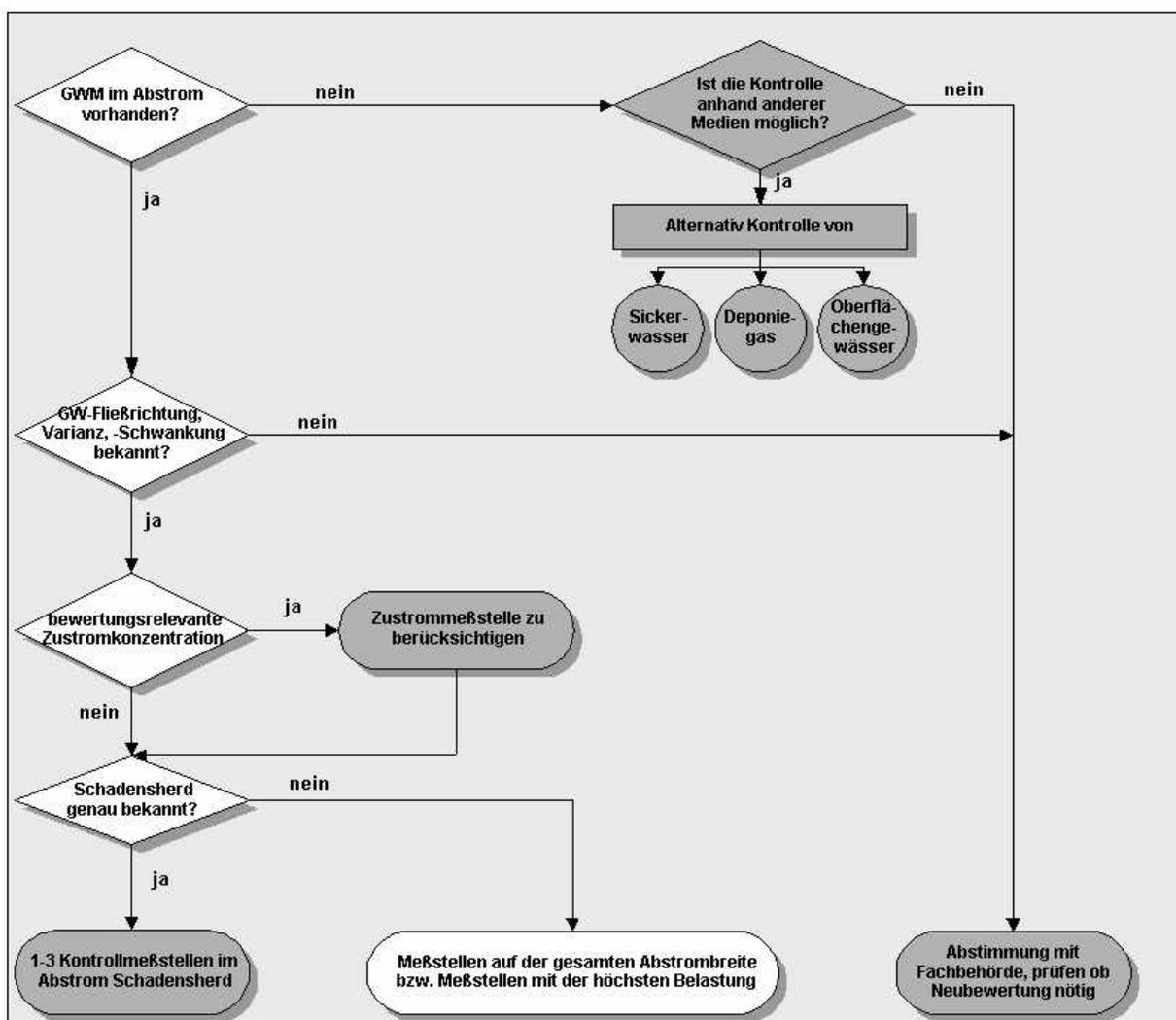
Die Vollständigkeitsprüfung (inkl. Plausibilität) ergibt, daß die vorliegenden Untersuchungsergebnisse für die Erstellung des Kontrollprogramms ausreichend sind. Einige Angaben (z.B. Transmissivität, Abstandsgeschwindigkeit) mußten der Literatur (z.B. hydrogeologische Karte) entnommen oder geschätzt werden. Damit kann das Kontrollprogramm erstellt werden.

F2.6 Erstellung des Kontrollprogramms

F2.6.1 Festlegung der Meßstellen



Im Rahmen der orientierenden Erkundung wurden drei Grundwassermeßstellen à 5" Durchmesser bis 18 m Tiefe erstellt (siehe Abbildung F2-2). Bohrprofile, Ausbaupläne und bohrlochgeophysikalische Untersuchungen liegen vor.



Die beiden Abstrommeßstellen werden kontrolliert.

Horizontale Schadstoffausbreitung:

Zwei Grundwassermeßstellen (GWM2, GWM3) im Abstrom der Altablagerung sind vorhanden. Die Varianz der Grundwasserfließrichtung ist mit $< 10^\circ$ bekannt.

Da der Schadensherd nicht genau bekannt ist und Schwankungen der Grundwasserfließrichtung nachgewiesen sind, werden beide Emittentenmeßstellen in die Kontrolle miteinbezogen.

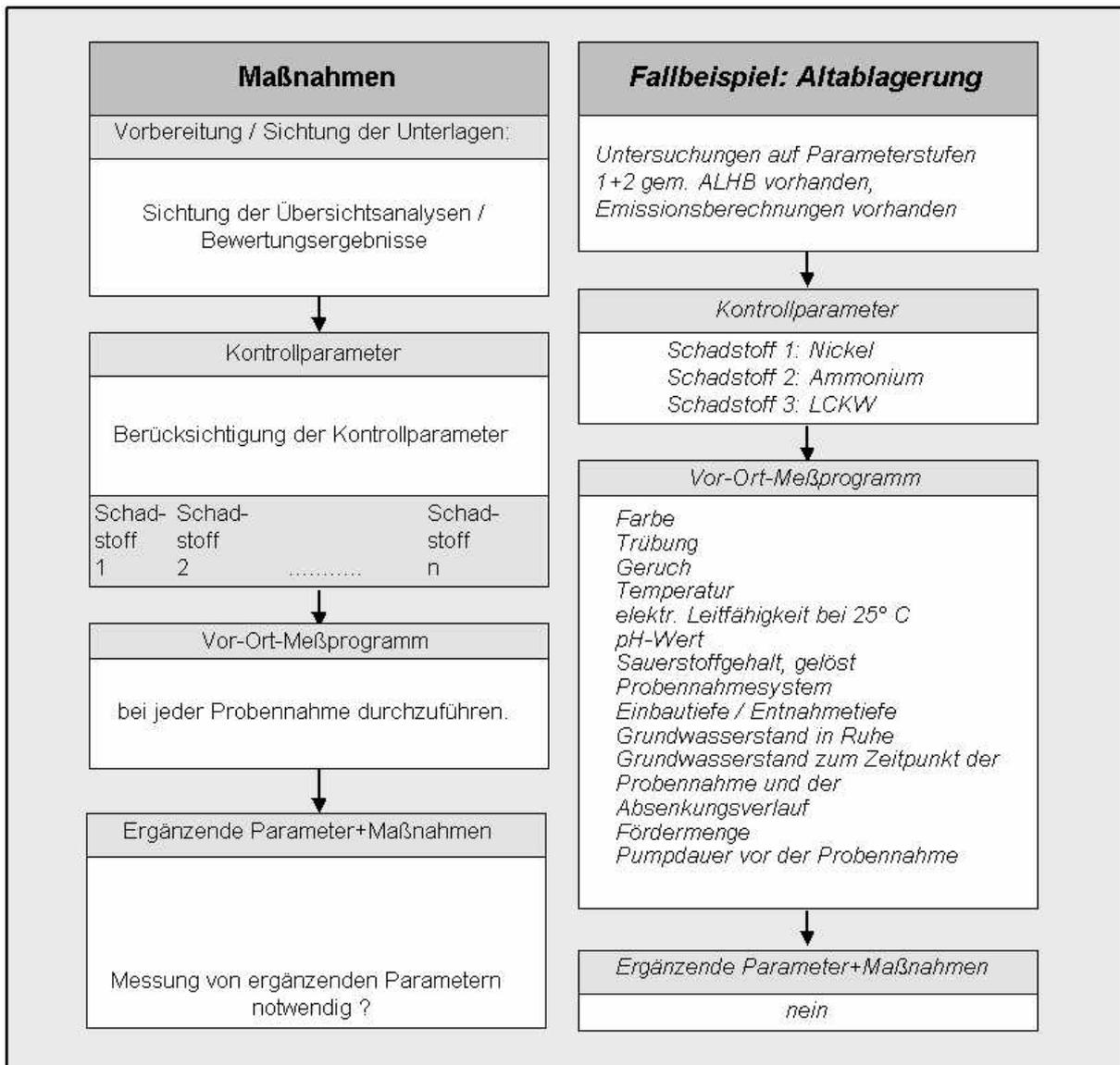
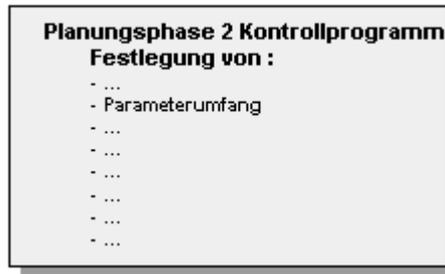
Vertikale Schadstoffausbreitung:

Es liegt nur ein Porengrundwasserleiter vor. Erkenntnisse über vertikale Schadstoffdifferenzierungen liegen nicht vor.

Eignung der Meßstellen

In Bezug auf Ausbauquerschnitt, Dokumentation, Bohrlochgeophysik und Aquiferanschluß genügen die Meßstellen den Anforderungen. Die Meßstellen sind vollkommen ausgebaut. Die vorhandenen Meßstellen werden zur Kontrolle herangezogen.

F2.6.2 Festlegung des Parameterumfangs



Vorbereitung / Sichtung der Unterlagen:

Im Rahmen der orientierenden Erkundung wurden je Meßstelle Übersichtsanalysen auf die Parameterstufen 1 und 2 gemäß Altlastenhandbuch durchgeführt. Daher liegen ausreichende Kenntnisse über die Grundwasserbeschaffenheit vor.

Festlegung der Kontrollparameter:

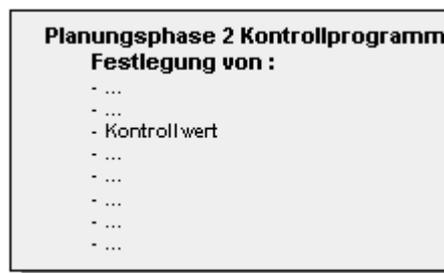
Bei Nickel, Ammonium und LCKW ist aufgrund von Hinweisen aus der historischen Erkundung auf Einlagerung von Gewerbeabfällen nicht sichergestellt, daß künftig keine hohen Schadstoffausträge stattfinden. Daher werden diese Parameter in das Kontrollprogramm aufgenommen. Die Berücksichtigung weiterer Kontrollparameter ist nach Ansicht des Gutachters nicht notwendig.

Vor-Ort-Meßprogramm:

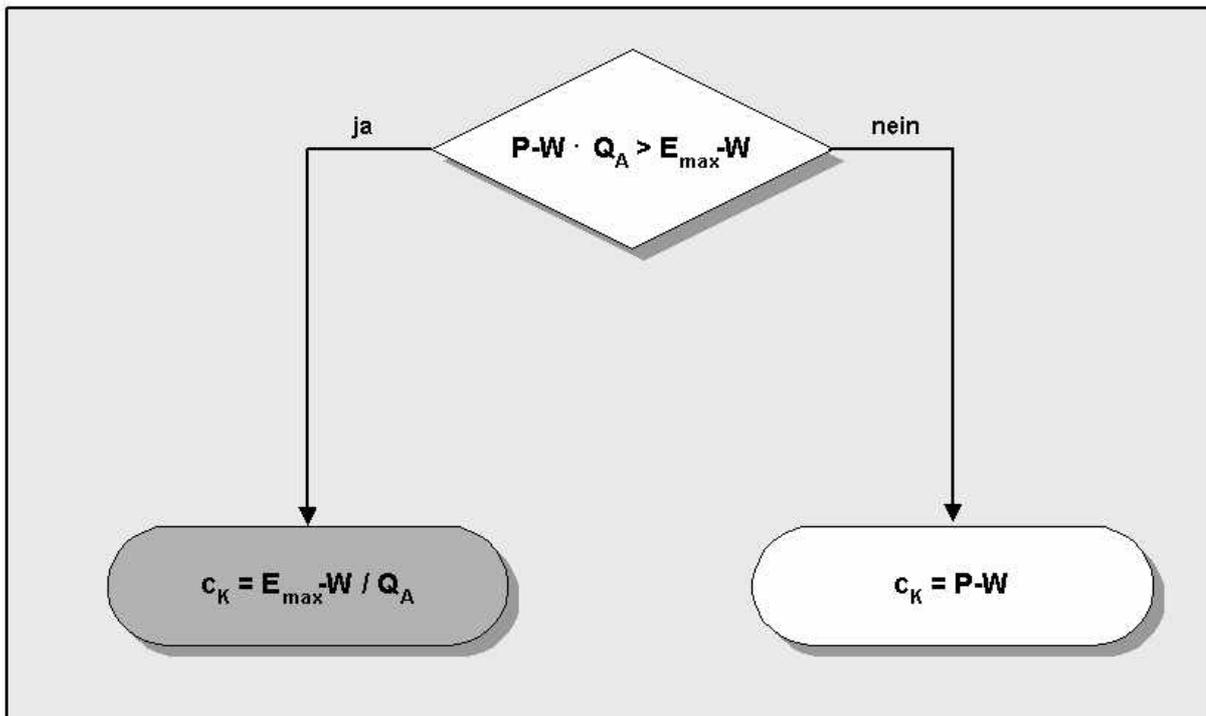
Das Vor-Ort-Meßprogramm ist bei der Kontrolle an den beiden Meßstellen gleich durchzuführen. Die Parameter sind in der Tabelle dargestellt.

Ergänzende Parameter und Maßnahmen:

Ergänzende Parameter und Maßnahmen erlauben keine größere Aussagesicherheit und sind daher nicht zu berücksichtigen.

F2.6.3 Festlegung des Kontrollwertes

Im ersten Schritt ist zu überprüfen, ob bei einem angenommenen Kontrollwert $c_K = P-W$ die Emissionsbedingung eingehalten wird.



Es gilt zu klären:

$$P - W \cdot Q_A > E_{max} - W ?$$

Q_A errechnet sich zu:

$$Q_A = T \cdot I \cdot B_A \cdot 86400 [m^3 / d]$$

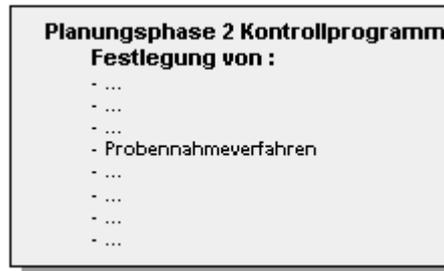
mit $T = 0,00015 \text{ m}^2/\text{s}$; $I = 0,001$; $B_A = 100 \text{ m}$

zu $Q_A = 1,3 \text{ m}^3/\text{d}$

Schadstoff	$c_K = P-W$ [$\mu\text{g}/\text{l}$]	$P-W \cdot Q_A$ [g/d]		$E_{max}-W$ [g/d]
Nickel	20	0,026	<	45
Ammonium	500	0,65	<	1.100
LCKW	10	0,013	<	20

Es zeigt sich, daß für alle Schadstoffe ein $c_K = P-W$ angesetzt werden kann. Damit ist die Emissionsbegrenzung eingehalten. Da die Meßstellen im unmittelbaren Abstrom liegen, muß kein Abschlag zur Berücksichtigung der Verdünnung vorgenommen werden.

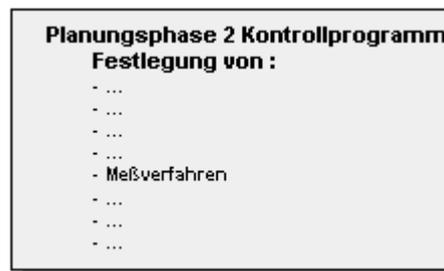
F2.6.4 Festlegung des Probennahmeverfahrens



Entsprechend der Vorgehensweise bei der technischen Erkundung erfolgt eine Pumpprobennahme nach einer Pumpzeit von 30 Minuten mit einer Förderleistung von ca. 0,2 l/s und Konstanz der gemessenen physikalisch-chemischen Vor-Ort-Parameter.

Entsprechend der technischen Erkundung ist die Pumpe in 12 m Tiefe einzubauen.

F2.6.5 Festlegung des Meßverfahrens



Entsprechend der technischen Erkundung werden die entnommenen Grundwasserproben herkömmlich im Labor auf die Kontrollparameter untersucht.

Die unter F2.6.2 festgelegten Vor-Ort-Parameter

- Farbe
- Trübung
- Geruch
- Temperatur
- elektr. Leitfähigkeit bei 25° C
- pH-Wert
- Sauerstoffgehalt, gelöst

sind kontinuierlich bei dem Pumpvorgang und bei der Probennahme zu bestimmen.

F2.6.6 Festlegung der Kontrollintervalle

Planungsphase 2 Kontrollprogramm	
Festlegung von :	
- ...	
- ...	
- ...	
- ...	
- ...	
- ...	
- Kontrollintervalle	
- ...	
- ...	

Grundwasserabstands- geschwindigkeit	< 0,5 m/d	0,5 - 5 m/d	5 - 10 m/d	über 10 m/d
Empfohlenes Kontrollintervall	einzelfall- bezogen	2 x pro Jahr	einzelfall- bezogen	einzelfall- bezogen

Aufgrund der regionalen Kenntnis über den Grundwasserstandsverlauf sind die langjährigen HW und NW bekannt. Der durchschnittliche HW wird im Mai und der durchschnittliche NW im November/Dezember verzeichnet.

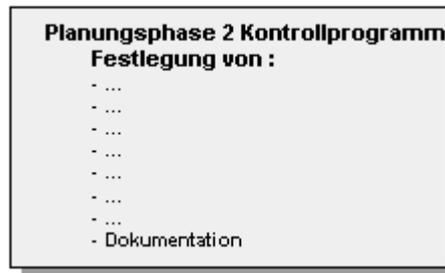
Da nach den geschätzten hydraulischen Parametern eine Abstandsgeschwindigkeit v_a unter 0,5 m/d anzunehmen ist, wird einzelfallbezogen ein Kontrollintervall von zwei mal jährlich bei HW (im Mai) und NW (im November/Dezember) festgelegt, um mögliche Schwankungen des Schadstoffaustrags zu erfassen.

F2.6.7 Festlegung der Kontrolldauer

Planungsphase 2 Kontrollprogramm	
Festlegung von :	
- ...	
- ...	
- ...	
- ...	
- ...	
- ...	
- Kontrolldauer	
- ...	

Der erste Kontrollzyklus ist gemäß Kapitel 4.8 des Leitfadens auf 3 Jahre befristet.

F2.6.8 Dokumentation



Nach Abstimmung mit der Fachbehörde erfolgt die Durchführung der fachtechnischen Kontrolle. Die Ergebnisse sind auszuwerten und zu dokumentieren.

Die Dokumentation am Ende des drei Jahre dauernden ersten Kontrollzyklus muß beinhalten:

- Datenblatt zur Altablagerung,
- Lageplan mit den Probennahmestellen,
- Probennahmeprotokoll,
- Ergebnisse der Vor-Ort-Ansprache über Auffälligkeiten,
- Einbautiefe der Probennahmepumpe,
- Entnahmetiefe, -menge, -dauer,
- Grundwasserstandsverlauf bei der Absenkung,
- Grundwasserstand bei der Probennahme,
- tabellarische Übersicht mit Angabe
 - der Ergebnisse des Vor-Ort-Meßprogramms,
 - der chemischen Untersuchungsergebnisse,
 - einer Auswahl der wichtigsten Ergebnisse der chemischen Untersuchungen bei der technischen Erkundung,
 - der Analyseverfahren,
 - der Nachweis- und Bestimmungsgrenzen,
 - der relevanten Prüf- und Kontrollwerte,
- Graphische Darstellung der chemischen Untersuchungsergebnisse,
- Stellungnahme und Aussage zum Kontrollziel und zum Langzeitverhalten der Altlast.

F3 Fallbeispiel 3: Altablagerung (Karst-/Kluftgrundwasserleiter, verkarstete Kalksteine des Oberen Muschelkalkes)

F3.1 Datenblatt zur Altlast

Allgemeine Daten:	
Art der Fläche:	Altablagerung
Bezeichnung:	
Stadt / Landkreis:	
Gemeinde:	
Straße / Gewinn:	
Rechts- / Hochwert:	TK 25 Nr.
Untersuchungszeitraum:	
aktuelle Nutzung:	
Ergebnis der Bewertung:	
Schutzgut:	Grundwasser
Beweisniveau:	Beweisniveau 3
Bewertungsdatum:	
Handlungsbedarf:	(C)
Spez. Angabe zur Altlast:	
Lagebeschreibung:	Steinbruchverfüllung
Betriebszeitraum:	1939-1975
Fläche [m ²]:	4.500
max./mittlere Mächtigkeit [m]:	7/4,5
Volumen [m ³]:	20.250
Mächtigkeit der Abdeckung [m]:	0,2 - 1
Ablagerungsart:	Hausmüll (20%), Bauschutt (20%), Erdaushub (10%)
Anteil kritischer	
Gewerbemüll/Sonderabfälle:	50 %
Meßergebnisse im Grundwasser:	LCKW max. 9 µg/l und PAK max. 0,13 µg/l
Besonderheiten:	großes Schadstoffpotential
Geologie:	bis 0,3 m bindige Deckschicht, bis 80 m Kalk- und Mergelsteine des Oberen Muschelkalks (mo), darunter Dolomitsteine, Mergelsteine, Gips des Mittleren Muschelkalks (mm)

F3.2 Standortbeschreibung

Die Altablagerung liegt im Bereich der verkarsteten Kalke des Oberen Muschelkalks des Schichtstufenlandes.

Von 1939 bis 1975 wurden in einem Kalksteinbruch neben Hausmüll, Bauschutt und Erdaushub große Mengen an gewerblichen Abfällen eingelagert. Aufgrund der historischen Erkundung (E₀₋₁) und der technischen Erkundungen (E₁₋₂ und E₂₋₃) liegen folgende Erkundungsergebnisse vor:

Aufbau der Altablagerung und Ablagerungsart:

Auf einer Fläche von 4.500 m² wurden etwa 20.250 m³ Gewerbemüll, Hausmüll, Bauschutt und Erdaushub ungeordnet eingelagert. Die max. Ablagerungsmächtigkeit beträgt 7 m. Es erfolgte keine Verdichtung und keine Planierung. Eine Sohlabdichtung ist nicht vorhanden. Nach Beendigung der Ablagerung wurde eine maximal 1 m mächtige Schicht aus bindigem Boden aufgebracht. Sickerwasser wurde nicht festgestellt.

Geologie:

Im Steinbruch wurden ehemals Kalke des Oberen Muschelkalks (mo) abgebaut. Unter einer 0,3 m mächtigen Deckschicht liegt der Obere Muschelkalk mit einer Mächtigkeit von rd. 80 m. Dieser wird vom Mittleren Muschelkalk (mm) unterlagert. Die Grundwassermächtigkeit im Oberen Muschelkalk beträgt rd. 18 m. Der Mittlere Muschelkalk kann als Wassergeringleiter angesehen werden. Der Flurabstand beträgt 62 m. Die Grundwasserfließrichtung ist nach Südosten ausgerichtet, mit einer Varianz von ca. 40°.

In den Grundwassermeßstellen wurde eine altlastenspezifische Beeinträchtigung nachgewiesen (siehe Abschnitt Bewertung).

F3.3 Lagepläne

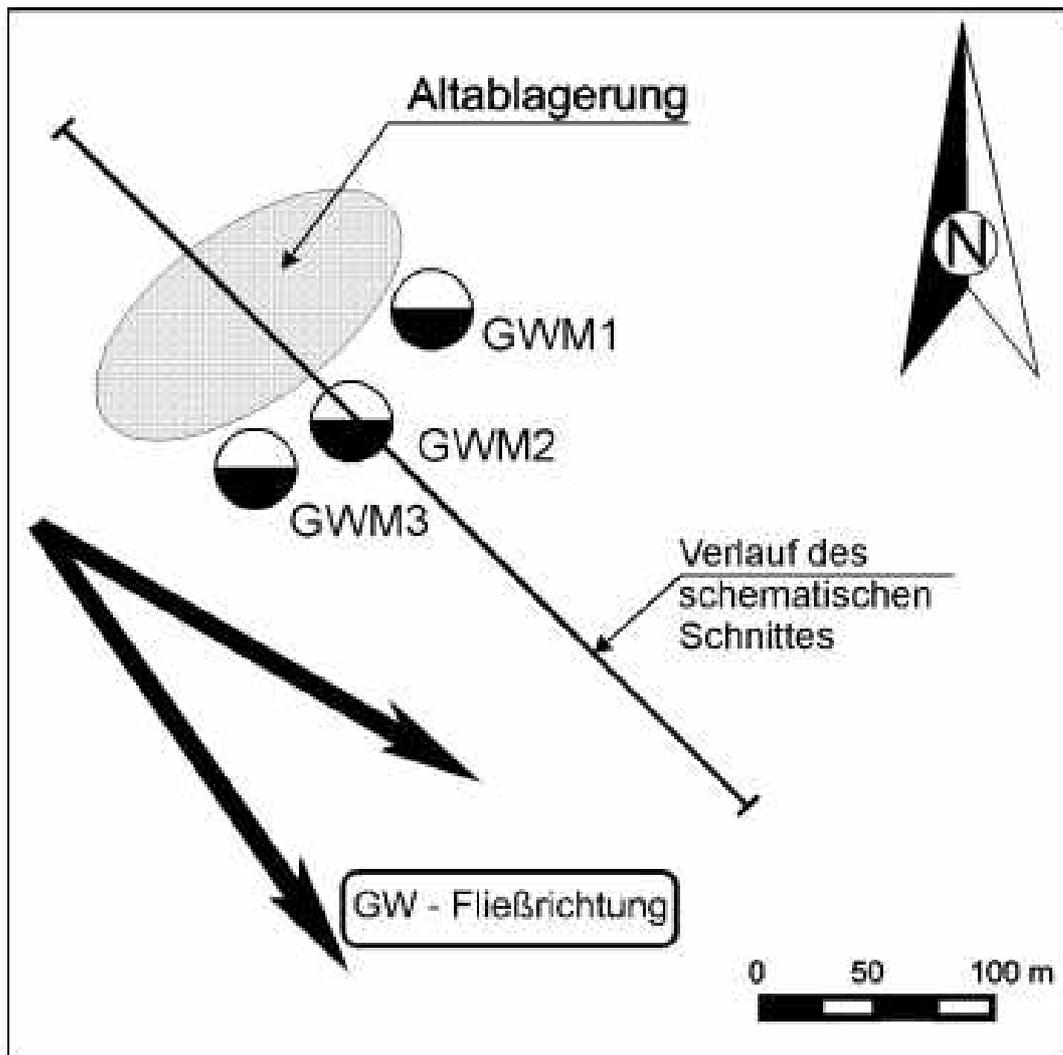


Abbildung F3-1: Lageplan mit der Altablagerung und der Richtungsvarianz der Grundwasserfließrichtung (Druckwasserspiegel)

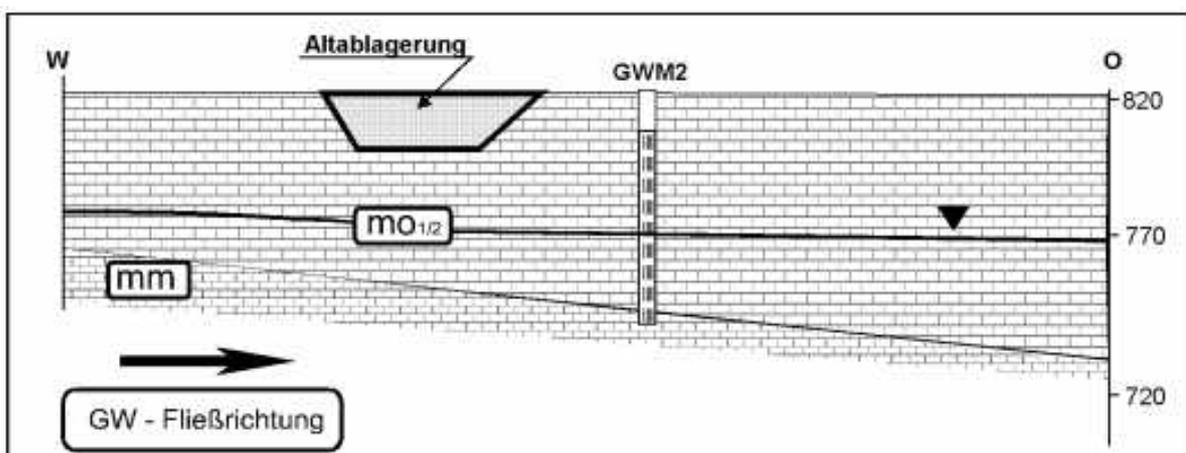


Abbildung F3-2: Schematischer Querschnitt

F3.4 Ergebnis der Bewertung

Die Altablagerung wurde auf Beweisniveau 3 bewertet. Die Bewertungskommission hat die Altablagerung in (C) = fachtechnische Kontrolle eingestuft.

Begründung: Im Grundwasserabstrom der Altablagerung wurden erhöhte Gehalte an PAK und LCKW in der Meßstelle GWM 2 festgestellt. In den Müllmischproben wurden hohe Gehalte an LCKW und AKW nachgewiesen. Ein hohes Gefährdungspotential ist vorhanden. Die Bewertungskommission war der Auffassung, daß die bisherigen Erkundungsergebnisse den Gefahrenverdacht nicht ausräumen konnten. Weitere Erkundungsmaßnahmen sind mit angemessenem Aufwand jedoch nicht möglich. Die Sanierungsziele sind derzeit eingehalten. Dies kann möglicherweise in der Zukunft nicht mehr der Fall sein.

Festlegung des Handlungsbedarf: fachtechnische Kontrolle

Empfehlung: Zu kontrollieren sind LCKW und PAK. Zusätzlich wird AKW als Kontrollparameter festgelegt, da im Feststoff hohe Gehalte festgestellt wurden und das künftige Austragsverhalten der AKW nicht eingeschätzt werden kann.

Dies sind die Vorgaben der Bewertungskommission für die Erstellung des Kontrollprogramms für die fachtechnische Kontrolle.

F3.5 Vollständigkeitsprüfung

Planungsphase 1 Vollständigkeitsprüfung

Zunächst werden die Daten der Altablagerung und die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen zusammengestellt.

Anhand einer Prüfliste wird die Vollständigkeit der Untersuchungsergebnisse der technischen Erkundung überprüft.

Sachverhalt	Einheit	Wertebereich Beschreibung	Bemerkung
-------------	---------	------------------------------	-----------

Geometrie der Altlast

Fläche der Altlast	m ²	4.500	
Abstrombreite B _A	m	150	
Aquifermächtigkeit h _{GW}	m	18	an der Meßstelle GWM2
GW-Querschnittsfläche A _A	m ²	2700	

Hydrogeologische Rahmenbedingungen

Hydrogeologischer Standorttyp	-	9	GW-Leiter (Festgestein), tiefer GW-Stand, freie GW-Oberfläche
Flurabstand	m	62	entspannt
Fließrichtung	°	120-160	
Richtungsvarianz	°	40	
GW-Schwankung	m	2,7	anhand Drucksondenbeobachtung
Transmissivität	m ² /s	4,5 · 10 ⁻⁵	Slug-Test
k _r -Wert	m/s	-	nicht bestimmt
GW-Gefälle I	-	0,006	
Abstandsgeschwindigkeit v _A	m/d	-	nicht bekannt
Anzahl GW-Leiter	1 ... n	1	
Entfernung GW-Nutzung	m	-	
Einfluß Oberflächengewässer	(J/N)	nein	

Volumenstrom Q _A	m ³ /d	3,49	
Niederschlag	mm/a	800 - 900	

Meßstellen

Emittentenmeßstellen	1 ... n	3	
Zustrommeßstellen	1 ... n	0	
Bohrprofile	(J/N)	ja	
Ausbaupläne	(J/N)	ja	
vollkommener Ausbau	(J/N)	ja	
Zuflußbereiche	(J/N)	-	nicht bekannt
Bohrlochgeophysik	(J/N)	ja	
Eignung der Meßstellen	(J/N)	ja	

Probennahme

Pumpproben / Pumpversuch	1 ... n	nein	
Entnahmetiefe	m u. ROK	-	
Entnahmedauer	min/h/d	-	
Entnahmemenge	l/s	-	
Schöpfproben	1 ... n	je 3	
Entnahmetiefe	m u. ROK	70	

Schadstoff 1 LCKW

C _Z	µg/l	-	unbekannt
C _{SH}	µg/l	20	
C _A	µg/l	9	n.n. bis max. 9 µg/l (GW/M2)
P-W-Wert	µg/l	10	
E	g/d	0,031	
E _{max} -W-Wert	g/d	20	

Schadstoff 2 PAK

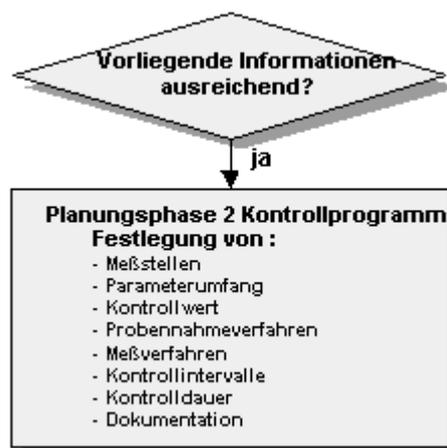
C _Z	µg/l	-	unbekannt
C _{SH}	µg/l	-	unbekannt
C _A	µg/l	0,13	n.n. bis max. 0,13 µg/l (GW/M2)
P-W-Wert	µg/l	0,15	
E	g/d	0,0005	
E _{max} -W-Wert	g/d	0,32	

Schadstoff 3 AKW

C _Z	µg/l	-	unbekannt
C _{SH}	µg/l	n.n.	
C _A	µg/l	n.n.	
P-W-Wert	µg/l	10	
E	g/d	-	
E _{max} -W-Wert	g/d	20	

Die Vollständigkeitsprüfung (inkl. Plausibilität) ergibt, daß die vorliegenden Untersuchungsergebnisse ausreichend für die Erstellung des Kontrollprogramms sind.

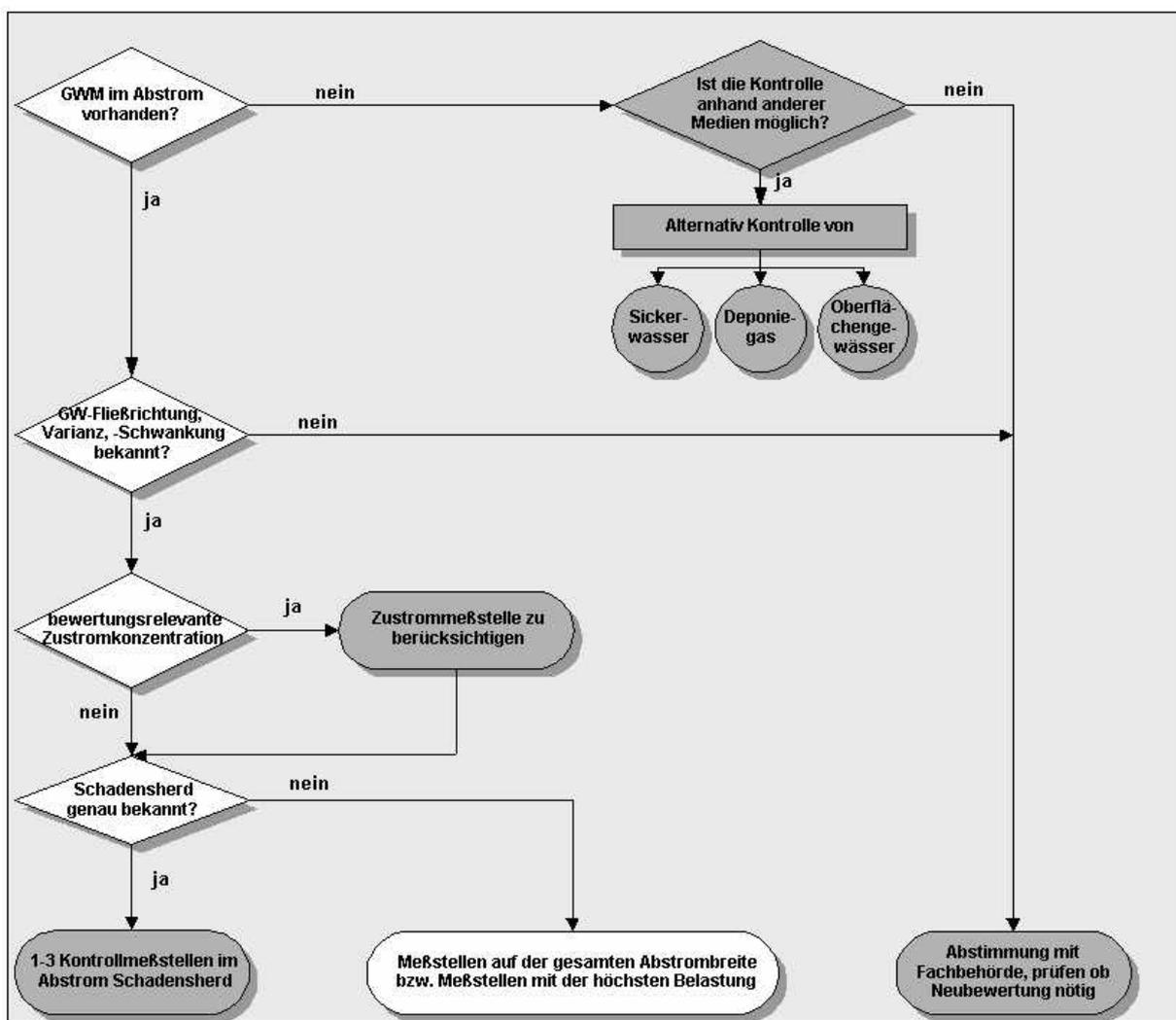
Damit kann das Kontrollprogramm erstellt werden.

F3.6 Erstellung des Kontrollprogramms

F3.6.1 Festlegung der Meßstellen



Im Rahmen der E₂₋₃ wurden die drei Grundwassermeßstellen GWM1, GWM2 und GWM3 bis 80 m Tiefe erstellt (siehe Abbildung F3-2). Die Meßstellen sind vollkommen ausgebaut. Bohrprofile, Ausbaupläne und Bohrlochgeophysik liegen vor.



Da nur in der Meßstelle GWM2 eine Belastung festgestellt wurde, wird im vorliegenden Fall lediglich die Meßstelle GWM2 kontrolliert.

Horizontale Schadstoffausbreitung:

Drei Grundwassermeßstellen im Abstrom der Altablagerung sind vorhanden. die Varianz der Grundwasserfließrichtung ist mit 40° bekannt.

Der Schadensherd ist nicht genau bekannt. In zwei Meßstellen konnten keine Belastungen festgestellt werden, in der Meßstelle GWM2 wurde eine Belastung festgestellt. Die Meßstelle GWM2 wird deswegen in das Kontrollprogramm aufgenommen.

Der Zustrom konnte nicht erkundet werden, weswegen man über eine Zustrombelastung keine Kenntnis hat.

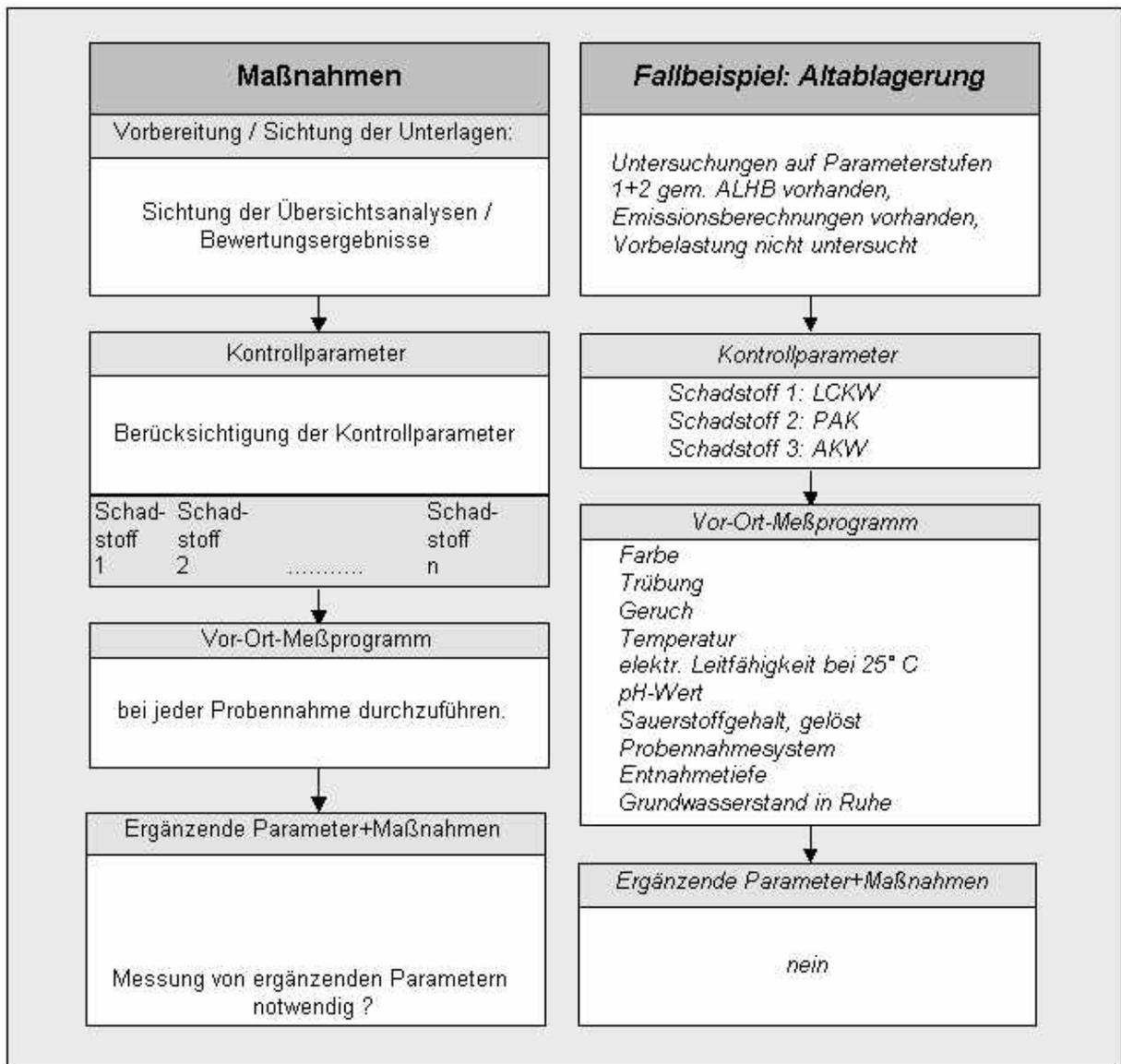
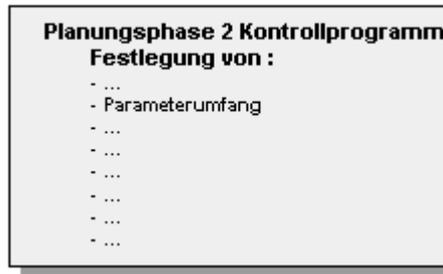
Vertikale Schadstoffausbreitung:

Es liegt ein Karstgrundwasserleiter vor. Erkenntnisse über vertikale Schadstoffdifferenzierungen liegen nicht vor.

Eignung der Meßstelle:

Hinsichtlich Ausbauquerschnitt, Dokumentation, Bohrlochgeophysik und Aquiferanschluß genügt die ausgewählte Meßstelle GWM2 den Anforderungen. Die Ausbautiefe ist mit 80 m als ausreichend anzusehen.

F3.6.2 Festlegung des Parameterumfangs



Vorbereitung/Sichtung der Unterlagen:

Im Rahmen der vorangegangenen technischen Erkundung wurde das Grundwasser auf die Parameterstufen 1 und 2 gemäß Altlastenhandbuch untersucht. Deswegen liegen ausreichende Kenntnisse über die Grundwasserbeschaffenheit vor. Emissions- und Im-

missionsberechnungen liegen vor. Eine Vorbelastung des Grundwassers konnte nicht untersucht werden.

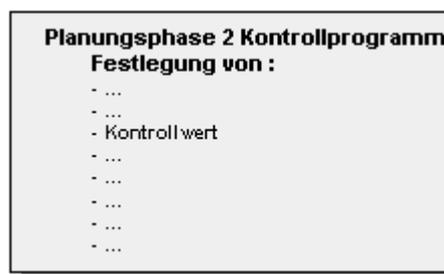
Festlegung der Kontrollparameter:

Bei LCKW, PAK und AKW können in der Zukunft höhere Schadstoffausträge nicht mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden. Daher werden diese Parameter in das Kontrollprogramm aufgenommen. Die Berücksichtigung weiterer Kontrollparameter ist nicht nötig.

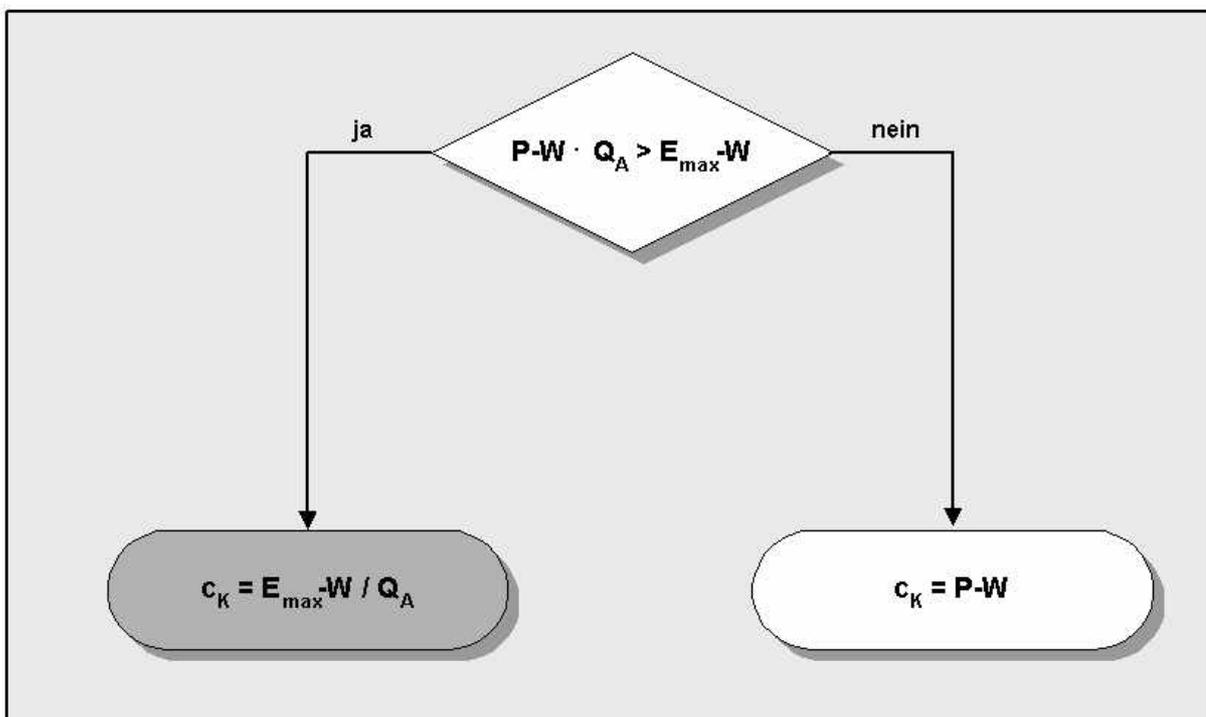
Vor-Ort-Meßprogramm:

Die Parameter für das Vor-Ort-Meßprogramm sind in der Tabelle dargestellt.

F3.6.3 Festlegung des Kontrollwertes



Im ersten Schritt ist zu überprüfen, ob bei einem angenommenen Kontrollwert $c_K = P-W$ die Emissionsbedingung eingehalten wird.



Es gilt zu klären:

$$P - W \cdot Q_A > E_{max} - W ?$$

Q_A errechnet sich zu:

$$Q_A = T \cdot I \cdot B_A \cdot 86400 [m^3 / d]$$

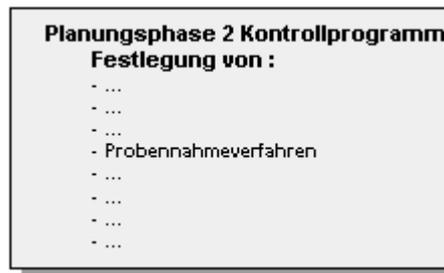
$$\text{mit } T = 4,5 \text{ E-5 m}^2/\text{s}; I = 0,006; B_A = 150 \text{ m}$$

$$\text{zu } Q_A = 3,49 \text{ m}^3/\text{d}$$

Schadstoff	$c_K = P-W$ [$\mu\text{g/l}$]	$P-W \cdot Q_A$ [g/d]		$E_{max}-W$ [g/d]
LCKW	10	0,035	<	20
PAK	0,15	0,0005	<	0,32
AKW	10	0,035	<	20

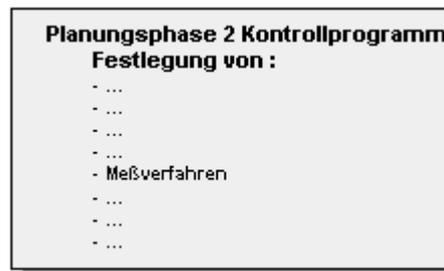
Es zeigt sich, daß an der Altablagerung für alle 3 Schadstoffe ein $c_K = P-W$ angesetzt werden kann. Damit ist auch die Emissionsbegrenzung eingehalten. Aufgrund einer möglicherweise hohen Abstandsgeschwindigkeit im Karstgrundwasserleiter wird kein Abschlag auf den Kontrollwert vorgenommen.

F3.6.4 Festlegung des Probenahmeverfahrens



Entsprechend der technischen Erkundung erfolgt aus Angemessenheitsgründen eine Schöpfprobennahme in 70 m Tiefe, da bei dem hohen Flurabstand und der geringen Ergiebigkeit des Grundwasserleiters eine Pumpprobennahme nicht wirtschaftlich durchführbar wäre.

F3.6.5 Festlegung des Meßverfahrens



Entsprechend der technischen Erkundung werden die entnommenen Grundwasserproben herkömmlich im Labor auf die Kontrollparameter untersucht.

Die unter F3.6.2 festgelegten Vor-Ort-Parameter

- Farbe
- Trübung
- Geruch
- Temperatur
- elektr. Leitfähigkeit bei 25° C
- pH-Wert
- Sauerstoffgehalt, gelöst

sind bei der Probennahme zu bestimmen.

F3.6.6 Festlegung der Kontrollintervalle

Planungsphase 2 Kontrollprogramm	
Festlegung von :	
- ...	
- ...	
- ...	
- ...	
- ...	
- ...	
- Kontrollintervalle	
- ...	
- ...	

Grundwasserabstands- geschwindigkeit	< 0,5 m/d	0,5 - 5 m/d	5 - 10 m/d	über 10 m/d
Empfohlenes Kontrollintervall	einzelfall- bezogen	2 x pro Jahr	einzelfall- bezogen	einzelfall- bezogen

Im Rahmen der technischen Erkundung wurde bereits eine kontinuierliche Dauerbeobachtung mittels Drucksonden über mehrere Jahre durchgeführt. Dadurch liegen gesicherte Kenntnisse über den Grundwasserstandsverlauf sowie HW und NW vor. Im langjährigen Mittel liegt das relative HW im Februar und das relative NW im August.

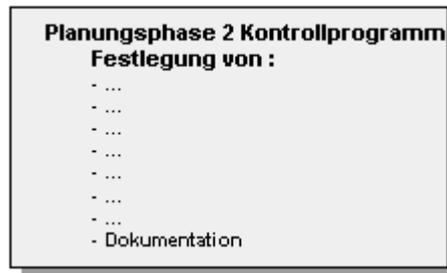
Kontrollintervall: Es wird einzelfallbezogen festgelegt, daß zwei mal pro Jahr bei relativem HW und relativem NW eine Kontrolle durchzuführen ist.

F3.6.7 Festlegung der Kontrolldauer

Planungsphase 2 Kontrollprogramm	
Festlegung von :	
- ...	
- ...	
- ...	
- ...	
- ...	
- ...	
- Kontrolldauer	
- ...	

Der erste Kontrollzyklus ist gemäß Kapitel 4.8 des Leitfadens auf 3 Jahre befristet.

F3.6.8 Dokumentation



Da lediglich Schöpfproben entnommen werden, entfällt die kontinuierliche Messung der Vor-Ort-Parameter und des Grundwasserstandsverlaufs bei der Absenkung (Pumpprobennahme).

Nach Abstimmung mit der Fachbehörde erfolgt die Durchführung der fachtechnischen Kontrolle. Die Ergebnisse sind auszuwerten und zu dokumentieren.

Die Dokumentation am Ende der dreijährigen fachtechnischen Kontrolle muß beinhalten:

- Datenblatt der Altablagerung,
- Lageplan mit den Probennahmestellen,
- Probennahmeprotokoll,
- Ergebnisse der Vor-Ort-Ansprache über Auffälligkeiten,
- Entnahmetiefe, -menge,
- Grundwasserstand bei der Probennahme,
- tabellarische Übersicht mit Angabe
 - der Ergebnisse des Vor-Ort-Meßprogramms,
 - der chemischen Untersuchungsergebnisse,
 - einer Auswahl der wichtigsten Ergebnisse der chemischen Untersuchungen bei der technischen Erkundung,
 - der Analyseverfahren,
 - der Nachweis- und Bestimmungsgrenzen,
 - der relevanten Prüf- und Kontrollwerte,
- Graphische Darstellung der chemischen Untersuchungsergebnisse,
- Stellungnahme und Aussage zum Kontrollziel und zum Langzeitverhalten der Altlast.

F4 Fallbeispiel 4: Altstandort (Porengrundwasserleiter, quartäre Kiese und Sande des Oberrheingrabens)

F4.1 Datenblatt zum Altstandort und Schadensfall

Allgemeine Daten:	
Bezeichnung:	Altstandort
Stadt / Landkreis:	
Gemeinde:	
Straße / Gewann:	
Flurstück Nr.:	
Rechts- / Hochwert:	TK 25 Nr.
Untersuchungszeitraum:	
aktuelle Nutzung:	
Standortbeschreibung:	
Branche:	Metallverarbeitung
branchentypischer Stoffeinsatz:	LCKW
betroffenes Schutzgut:	Grundwasser
Sanierungszeitraum:	
Zeitraum der Erfolgskontrolle:	
Schadstoff:	LCKW
Handlungsbedarf:	(C)
Spez. Angabe zum Schadensfall:	
Produktionszeitraum	1964 - 1980
kontaminierte Teilfläche [m ²]:	ca. 500
durchgeführte	
Sanierungsmaßnahme:	biologische in-situ Sanierung und Bodenluftabsaugung
Meßergebnisse im Boden:	LCKW Σ 10-15 mg/kg
Meßergebnisse in der Bodenluft:	LCKW Σ 200 mg/m ³
Meßergebnisse im Sickerwasser:	keine Messungen
Meßergebnisse im Grundwasser:	LCKW Σ 1.600 μ g/l
Besonderheiten:	
Geologie:	bis 1,5 m Auffüllung, darunter ca. 23 m GW-führende Sande und Kiese (Oberes Kieslager), darunter mehrere Meter mächtige Tone (Oberer Zwischenhorizont)

F4.2 Standortbeschreibung

Im vorliegenden Falle wurde ein LCKW-Schaden im Grundwasser eines Altstandortes saniert. Aus der historischen und der technischen Erkundung liegen folgende Erkenntnisse vor:

Produktion und Nutzung:

In einem metallverarbeitenden Betrieb, der 1980 außer Betrieb ging, wurden Metallteile mit LCKW entfettet und Fässer mit LCKW wurden auf freier, befestigter Fläche gelagert.

Schadens- und Sanierungshergang:

Produktionsbedingt und aufgrund von Tropfverlusten sowie von Unfällen und Undichtigkeiten im Leitungssystem gelangten LCKW in den Boden und in das Grundwasser. Die historische Erkundung erlaubte die Rekonstruktion der ehemaligen Nutzung und des Produktionsablaufes. Bei der technischen Erkundung der einzelnen Verdachtsbereiche der Entfettung, Lagerflächen und Leitungssysteme, wurde eine Verunreinigung des Bodens (ungesättigte Zone) und des Grundwassers (gesättigte Zone) mit LCKW festgestellt werden.

Der Boden in der ungesättigten Zone wurde mittels Bodenluftabsaugung und anschließender Abreinigung dekontaminiert.

Die Sanierung des Bodens in der gesättigten Zone erfolgte über eine biologische in-situ Sanierung (Dekontaminierung). Begleitend zur Sanierungsmaßnahme wurde eine Erfolgskontrolle durchgeführt. Durch diese wurde der Sanierungserfolg bestätigt.

Geologie/Hydrogeologie:

Der Altstandort liegt auf einer Auffüllung von Bauschutt und Erdaushub mit einer Mächtigkeit von 1,5 m. Darunter folgen grundwasserführende quartäre Kiese und Kiessande des Oberrheingrabens (Oberes Kieslager OKL) mit einer Gesamtmächtigkeit von ca. 23 m. Dieses wird gegen das mittlere Kieslager durch einen mehrere Meter mächtigen Tonhorizont getrennt. Die Grundwasserfließrichtung ist nach NNW gerichtet. Die Varianz der Fließrichtung beträgt ca. 15°. Der Flurabstand liegt bei ca. 6 m.

F4.3 Lagepläne

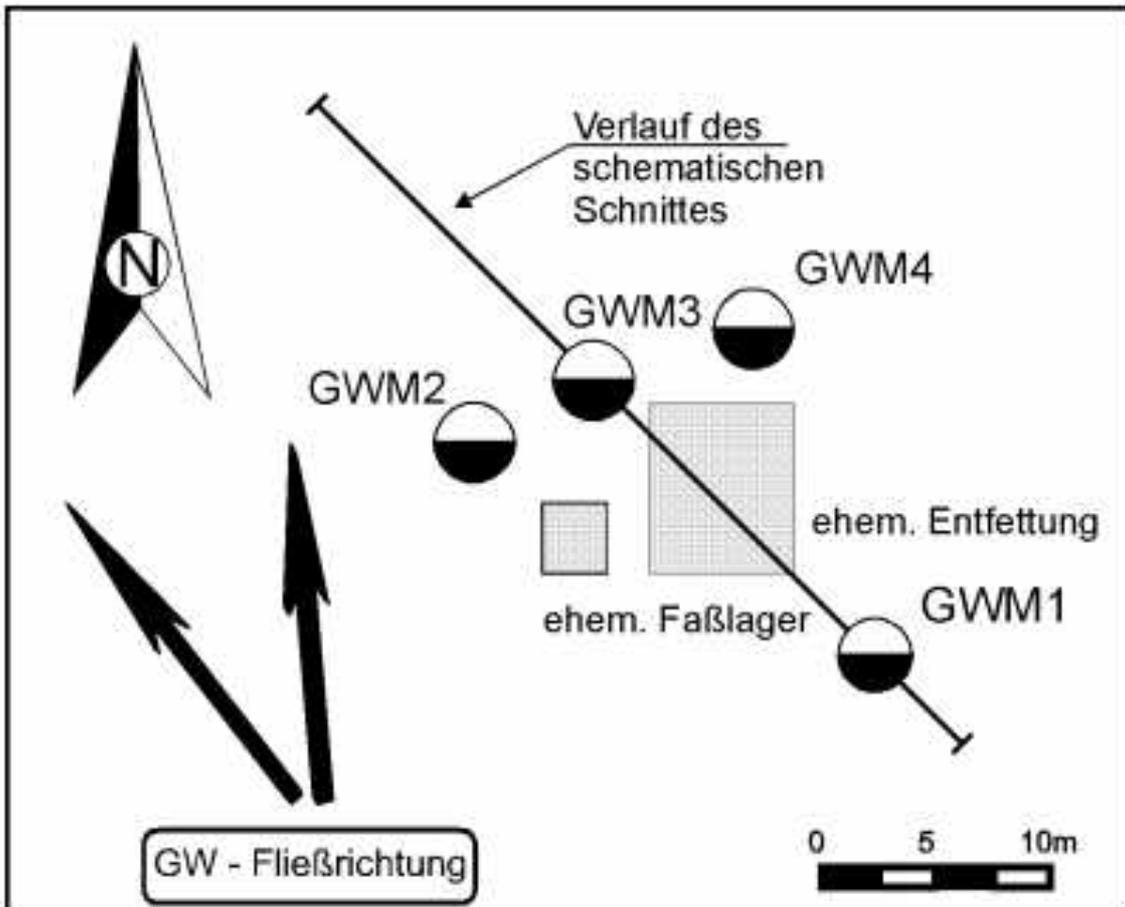


Abbildung F4-1: Lageplan des Standorts und des Schadens

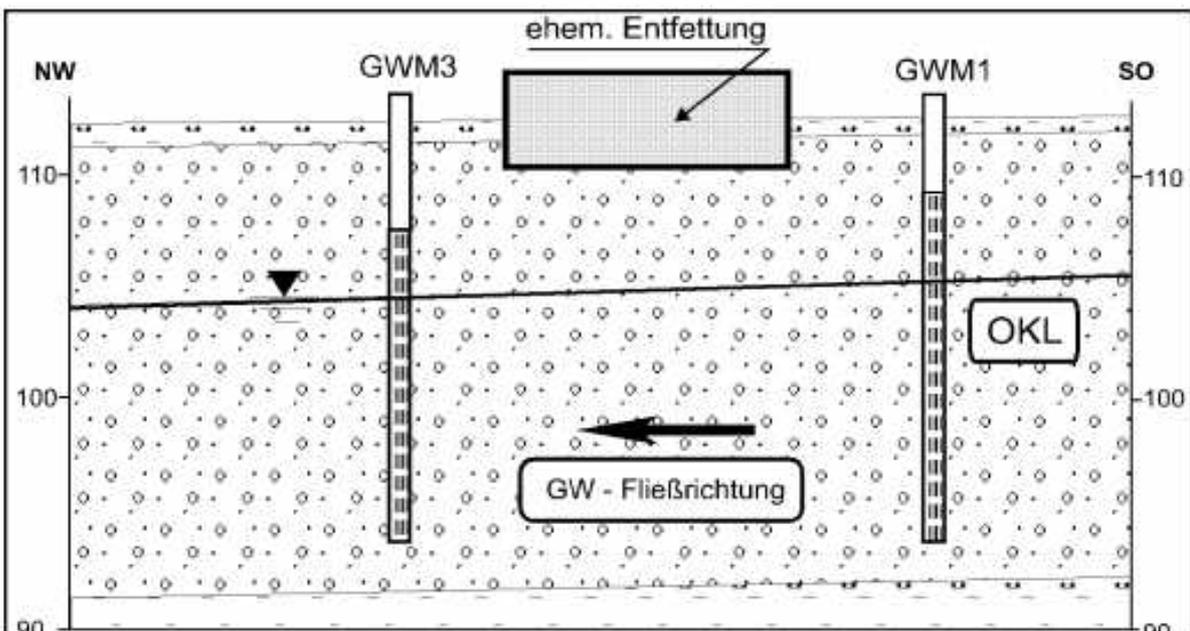


Abbildung F4-2: Schematischer Schnitt durch die Altlast

F4.4 Ergebnis der Bewertung

Zur Bestätigung der dauerhaften Einhaltung der Sanierungszielwerte wurde eine fachtechnische Kontrolle angeordnet.

Begründung: Die Untere Wasserbehörde war der Ansicht, daß die Einhaltung der Sanierungszielwerte durch die Erfolgskontrolle zwar bestätigt wurde, aber Reste von LCKW im teilweise noch vorhandenen Leitungssystem nicht ausgeschlossen werden können, weswegen eine fachtechnische Kontrolle angezeigt ist. Bei der Festlegung des Kontrollprogramms sind bei zukünftigen Baumaßnahmen, Eingriffe in den Untergrund und der Rückbau des Leitungssystems zu berücksichtigen und auf diese abzustimmen.

Festlegung des fachtechnische Kontrolle Handlungsbedarfs:

Empfehlung: Zu kontrollieren sind LCKW, insbesondere

- Tetrachlorethen
- Trichlorethen
- cis-1,2-Dichlorethen

Dies sind die Vorgaben der Unteren Wasserbehörde für die Erstellung des Kontrollprogramms für die fachtechnische Kontrolle.

F4.5 Vollständigkeitsprüfung

Planungsphase 1 Vollständigkeitsprüfung

Zunächst werden die vorliegenden Unterlagen über den Schadensfall, die Sanierung und die Erfolgskontrolle zusammengestellt.

Anhand einer Prüfliste wird die Vollständigkeit der Ergebnisse überprüft.

Sachverhalt	Einheit	Wertebereich Beschreibung	Bemerkung
-------------	---------	------------------------------	-----------

Geometrie der Altlast

Fläche des Schadens	m ²	ca. 500	
Abstrombreite B _A	m	20	
Aquifermächtigkeit h _{GW}	m	17	
GW-Querschnittsfläche A _A	m ²	340	

Hydrogeologische Rahmenbedingungen

Hydrogeologischer Standorttyp	-	11	GW-Leiter (Lockergestein), tiefer GW-Stand, freie GW-Oberfläche
Flurabstand	m	6	
Fließrichtung	°	345	
Richtungsvarianz	°	15	
GW-Schwankung	m	1,3	
Transmissivität	m ² /s	0,025	Pumpversuch
k _r -Wert	m/s	0,0015	Pumpversuch
GW-Gefälle I	-	0,0012	
Abstandsgeschwindigkeit v _a	m/d	0,8	
Anzahl GW-Leiter	1 ... n	1	
Entfernung GW-Nutzung	m	-	keine Grundwassernutzung im näheren Abstrom
Einfluß Oberflächengewässer	(J/N)	N	

Volumenstrom Q _A	m ³ /d	52	
Niederschlag	mm/a	ca. 760	Literatur

Meßstellen

Emittentenmeßstellen	1 ... n	3	
Zustrommeßstellen	1 ... n	1	
Bohrprofile	(J/N)	J	
Ausbaupläne	(J/N)	J	
vollkommener Ausbau	(J/N)	J	teilweise
Zuflußbereiche	(J/N)	J	
Bohrlochgeophysik	(J/N)	J	
Eignung der Meßstellen	(J/N)	J	

Probennahme

Pumpproben / Pumpversuch	1 ... n	je 1	
Entnahmetiefe	m u. RÖK	18	
Entnahmedauer	min/h/d	0,5 h	
Entnahmemenge	l/s	1,5	
Schöpfproben	1 ... n	keine	
Entnahmetiefe	m u. RÖK	-	

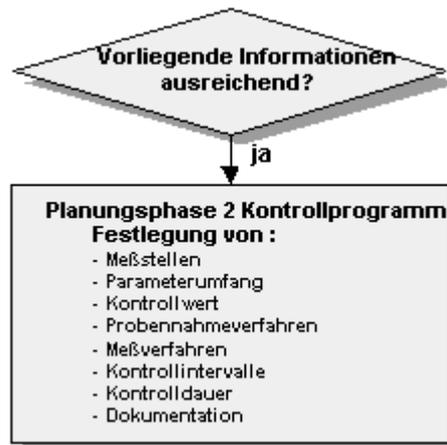
Die Aquiferparameter wurden nach Auswertung von Pumpversuchen berechnet.

Schadstoff 1 LCKW

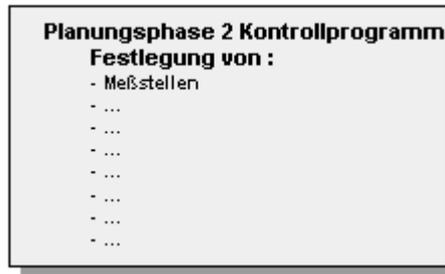
C_z	$\mu\text{g/l}$	0	
C_{SH}	$\mu\text{g/l}$	-	nicht ermittelt
C_A nach Sanierung	$\mu\text{g/l}$	8	in GWM3
P-W-Wert	$\mu\text{g/l}$	10	
Sanierungszielwert	$\mu\text{g/l}$	$C_A = 10$	maßgeblich war die Immissionsbegrenzung
E (nach Sanierung)	g/d	0,4	
E_{max} -W-Wert	g/d	20	

Die Vollständigkeitsprüfung (inkl. Plausibilität) ergibt, daß die vorliegenden Untersuchungsergebnisse ausreichend für die Erstellung des Kontrollprogramms sind.

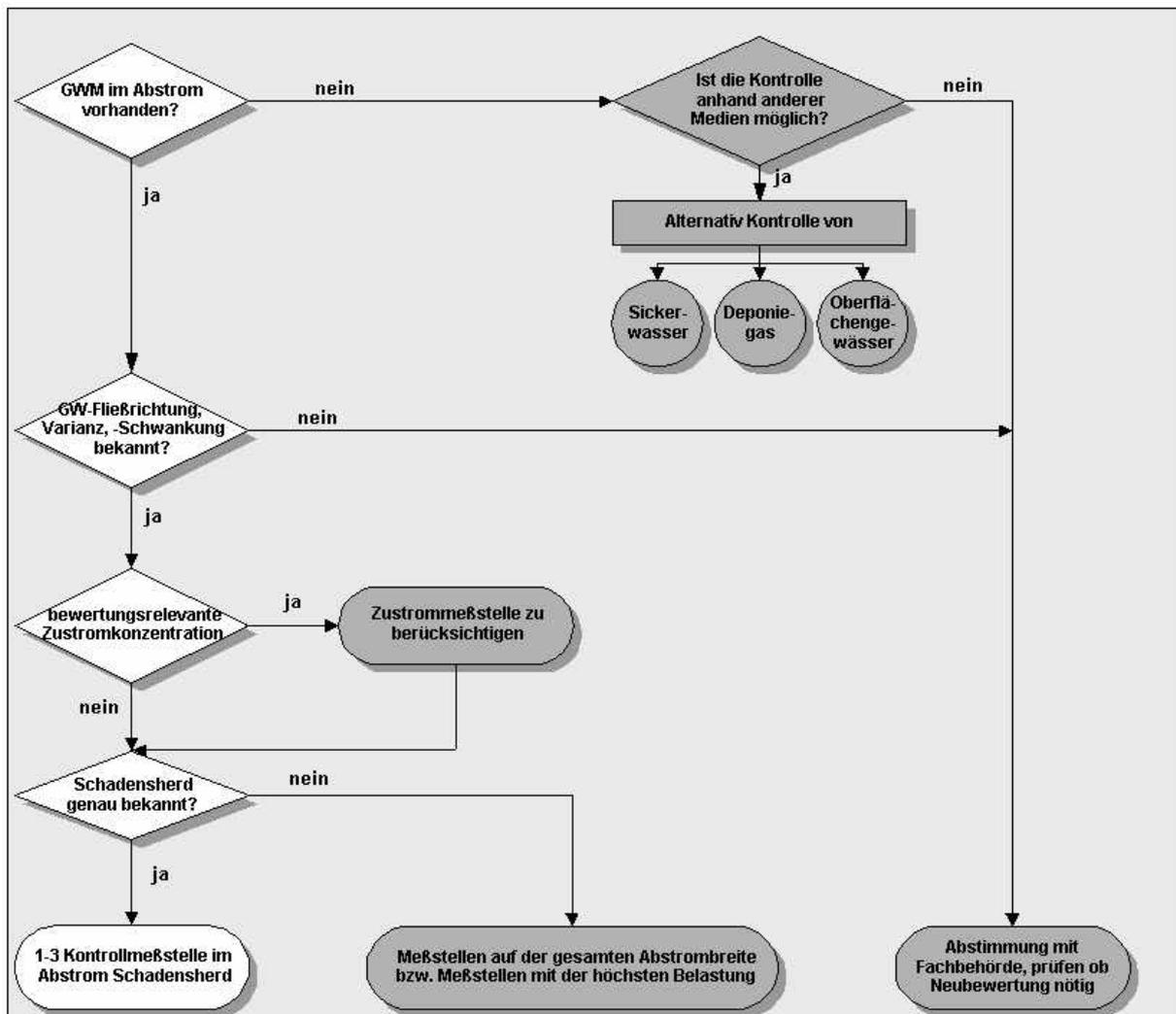
Damit kann das Kontrollprogramm erstellt werden.

F4.6 Erstellung des Kontrollprogramms

F4.6.1 Festlegung der Meßstellen



Im Rahmen der Erkundung wurden drei Abstrommeßstellen (GWM2, GWM3, GWM4) und 1 Zustrommeßstelle (GWM1) mit 5-Zoll Durchmesser bis 20 m Tiefe erstellt (siehe Abbildung F4-2). Bohrprofile, bohrlochgeophysikalische Unterlagen und Ausbaupläne liegen vor.



Eine Meßstelle wird kontrolliert.

Horizontale Schadstoffausbreitung:

Die Varianz der Grundwasserfließrichtung ist ca. 15° . Da das Schadenszentrum und der Konzentrationsverlauf von LCKW in den 3 Meßstellen durch die Erfolgskontrolle genau bekannt ist, reicht die Kontrolle der Meßstelle GWM3 (Kontrollmeßstelle) aus.

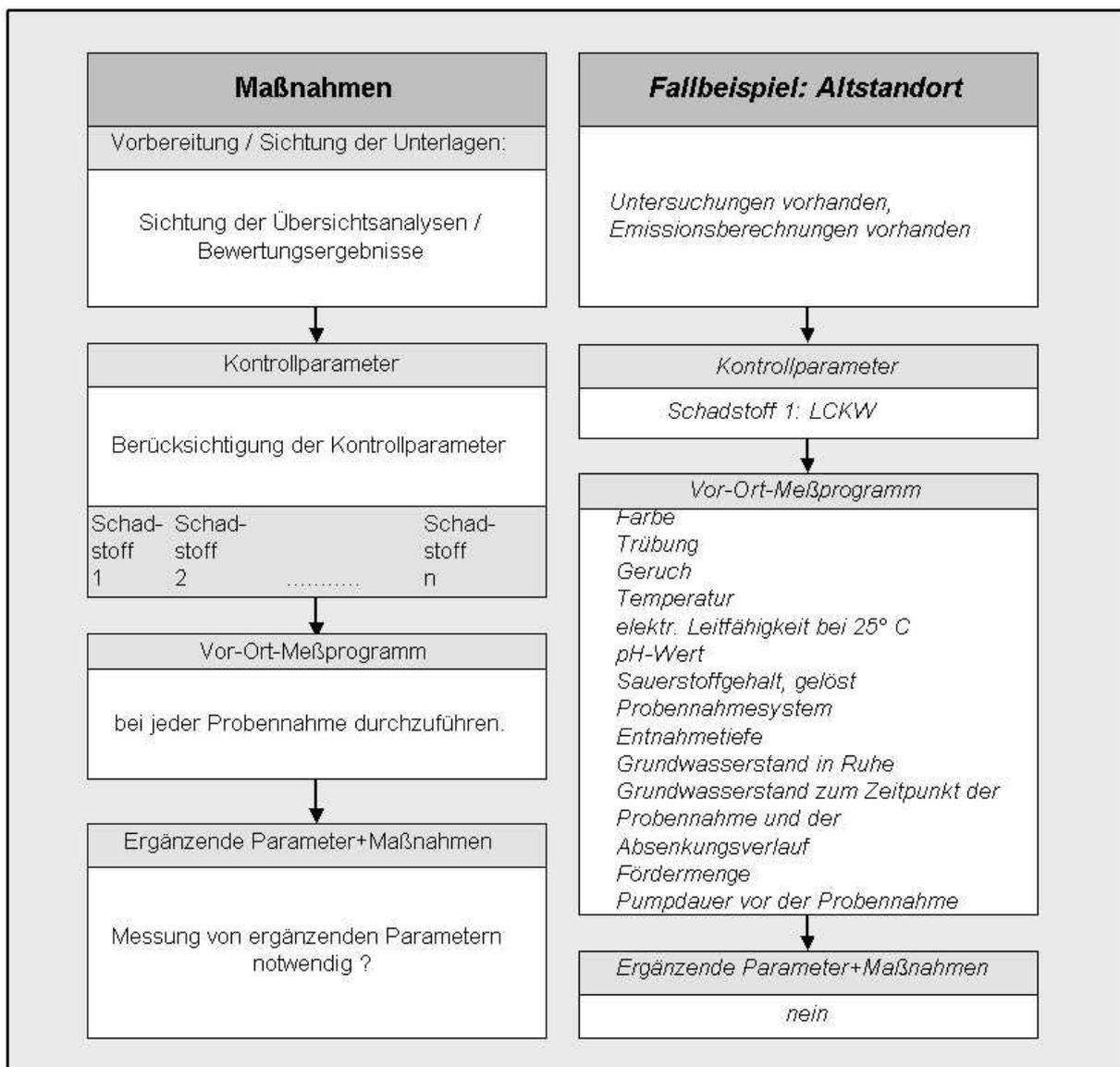
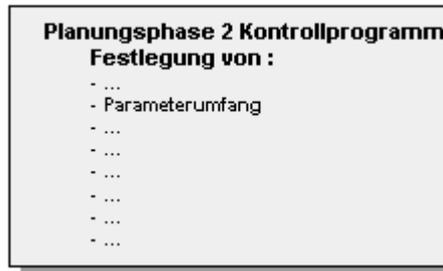
Vertikale Schadstoffausbreitung:

Es liegt nur ein betroffener Porengrundwasserleiter vor. Erkenntnisse über vertikale Schadstoffdifferenzierung liegen vor.

Eignung der Meßstellen:

In Bezug auf Ausbaudurchmesser, Ausbau, Tiefe, Dokumentation und Aquiferanschluß genügen die Meßstellen den Anforderungen.

F4.6.2 Festlegung des Parameterumfangs



Vorbereitung / Sichtung der Unterlagen:

Bei der technischen Erkundung wurde das Grundwasser auf Übersichtparameter und LCKW untersucht. Es liegen ausreichende Informationen über die Grundwasserbeschaffenheit vor.

Festlegung der Kontrollparameter:

Bei LCKW ist nicht sichergestellt, daß auch künftig die Sanierungszielwerte eingehalten sind. Daher wird dieser Parameter in das Kontrollprogramm aufgenommen. Die Berücksichtigung weiterer Kontrollparameter ist nicht notwendig.

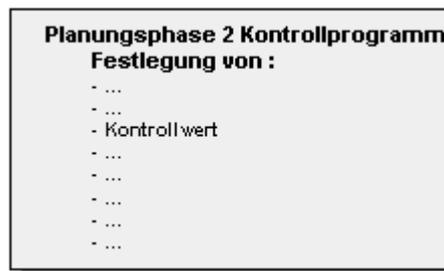
Vor-Ort-Meßprogramm

Alle Vor-Ort-Parameter sind in das Meßprogramm mit aufzunehmen.

Ergänzende Parameter

Eine Messung von zusätzlichen Parametern erlaubt keine größere Aussagesicherheit und ist daher nicht zu berücksichtigen.

F4.6.3 Festlegung des Kontrollwertes

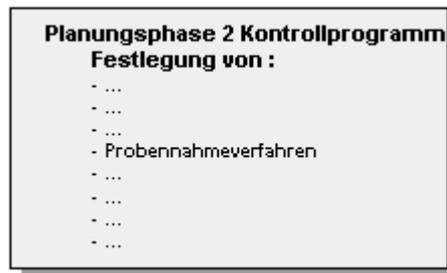


Als Sanierungszielwert wurde die Einhaltung des P-W-Wertes in c_A festgelegt. Dies ist nun zu überwachen.

Damit gilt: $c_K = P-W$

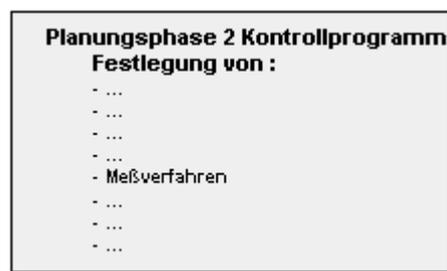
Da die Meßstelle im unmittelbaren Abstrom liegt, muß kein Abschlag zur Berücksichtigung der Verdünnung vorgenommen werden.

F4.6.4 Festlegung des Probenahmeverfahrens



Die Pumpprobennahme erfolgt mit Tauchmotorpumpe nach 30 Minuten bei 1,5 l/s und Konstanz von Temperatur, elektr. Leitfähigkeit, pH-Wert und Sauerstoffgehalt (gelöst).

F4.6.5 Festlegung des Meßverfahrens

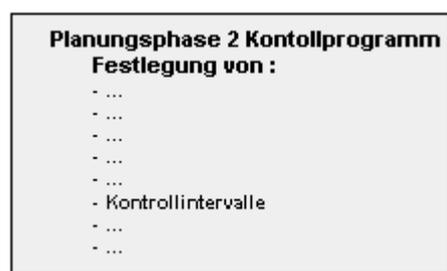


Die entnommenen Grundwasserproben sind herkömmlich im Labor auf die Summe LCKW zu untersuchen. Dabei sind insbesondere die Einzelsubstanzen

- Tetrachlorethen,
- Trichlorethen
- cis-1,2-Dichlorethen

zu berücksichtigen.

F4.6.6 Festlegung der Kontrollintervalle



Grundwasserabstands- geschwindigkeit	< 0,5 m/d	0,5 - 5 m/d	5 - 10 m/d	über 10 m/d
Empfohlenes Kontrollintervall	einzelfall- bezogen	2 x pro Jahr	einzelfall- bezogen	einzelfall- bezogen

Die Abstandsgeschwindigkeit liegt bei 0,8 m/d, woraus sich ein Kontrollintervall von 2-mal jährlich ergibt.

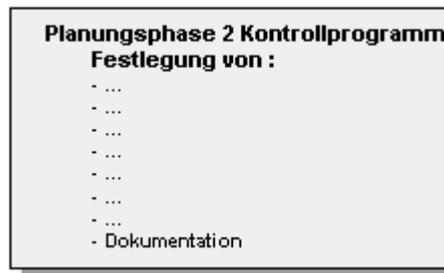
Es wird einzelfallbezogen entschieden, daß die Kontrollintervalle in Abhängigkeit von den voraussichtlichen Baumaßnahmen oder Nutzungsänderungen im Bereich des ehemaligen Schadensfalles festgelegt werden. Deswegen erfolgt die Probennahme jeweils nach Durchführung von Baumaßnahmen.

F4.6.7 Festlegung der Kontrolldauer

<p>Planungsphase 2 Kontrollprogramm Festlegung von :</p> <ul style="list-style-type: none"> - ... - ... - ... - ... - ... - ... - Kontrolldauer - ...
--

Die Gesamtdauer der voraussichtlichen Baumaßnahmen und Nutzungsänderungen im Bereich des Schadensfalles beträgt 5 Jahre, weswegen die Dauer des Kontrollzyklus auf 5 Jahre festgelegt wird.

F4.6.8 Dokumentation



Nach Abstimmung mit der Fachbehörde erfolgt die Durchführung der fachtechnischen Kontrolle. Die Ergebnisse sind auszuwerten und zu dokumentieren.

Die Dokumentation am Ende der fünfjährigen fachtechnischen Kontrolle muß beinhalten:

- Datenblatt des Schadensfalles,
- Lageplan mit den Probennahmestellen,
- Probennahmeprotokoll,
- Ergebnisse der Vor-Ort-Ansprache über Auffälligkeiten,
- Entnahmetiefe, -menge,
- Grundwasserstandsverlauf bei der Probennahme,
- tabellarische Übersicht mit Angabe
 - der Ergebnisse des Vor-Ort-Meßprogramms,
 - der chemischen Untersuchungsergebnisse,
 - der Analyseverfahren,
 - der Nachweis- und Bestimmungsgrenzen,
 - einer Auswahl der wichtigsten Ergebnisse der chemischen Untersuchungen bei der technischen Erkundung und bei der Erfolgskontrolle,
- Graphische Darstellung der chemischen Untersuchungsergebnisse im zeitlichen Verlauf,
- Bewertung der Überwachungsergebnisse.

Die Stellungnahme hat eine Aussage über die dauerhafte Einhaltung der Sanierungszielwerte zu machen.

Nutzungsänderungen im Bereich des Schadensfalles sind bei der Dokumentation zu berücksichtigen.

F5 Fallbeispiel 5: Altablagerung (Deponiegasproblematik im Umfeld der Altablagerung)

F5.1 Datenblatt zur Altlast

Allgemeine Daten:	
Art der Fläche:	Altablagerung
Bezeichnung:	
Stadt / Landkreis	
Gemeinde	
Straße / Gewann	
Rechts-/Hochwert:	TK 25 Nr.
Untersuchungszeitraum	
aktuelle Nutzung:	
Ergebnis der Bewertung:	
Schutzgut:	Luft
Beweisniveau:	3
Bewertungsdatum:	
Handlungsbedarf:	(C)
Spez. Angabe zur Altlast:	
Lagebeschreibung:	ehem. Kiesgrube
Betriebszeitraum:	1969-1971
Fläche [m ²]:	40.000
max./mittlere Mächtigkeit [m]:	9 / 5
Volumen [m ³]:	300.000
Mächtigkeit der Abdeckung [m]:	ca. 1,0
Ablagerungsart:	Hausmüll (65 %), Sperrmüll (10 %) und Bauschutt (20 %)
Anteil kritischer	
Gewerbemüll/Sonderabfälle:	max. 5 %
Grundwasser:	kein Handlungsbedarf
Gashaushalt	
Zuordnung zu Gasphase:	Phase II, (Langzeitphase), im Randbereich Phase III und IV
Spurenstoffgehalte:	
LHKW	bis 10 mg/m ³
EBTX	bis 150 mg/m ³
Ausbreitungsgeschehen:	Migrationen in nördliche und westliche Richtung
Geologie:	quartäre Kiese und Sande des Alpenvorlandes, bis 45 m Tiefe Wechselfolge von Geschiebemergel und sandig-kiesigen Schichten, darunter tonig-schluffige Sedimente unbekannter Mächtigkeit

F5.2 Standortbeschreibung

Die Altablagerung befindet sich in einer ehemaligen Kiesgrube im Bereich des Alpenvorlandes. Der Ablagerungszeitraum war von 1969-1971. Das Grundwasser steht ca. 2 m unterhalb der Kiesgrubensohle an.

Aufbau der Altablagerung und Ablagerungsart:

Auf einer Fläche von 40.000 m² wurden etwa 300.000 m³ Hausmüll (65 %), Sperrmüll (10 %), Bauschutt (20 %) und Gewerbemüll (<5 %) eingebracht. Die durchschnittliche Ablagerungsmächtigkeit beträgt 5 m. Die Verfüllung erfolgte über Kippkante. Eine hohe Verdichtung wurde nicht vorgenommen. Nach Abschluß der Verfüllung wurde bindiges Erdaushubmaterial (ca. 1,0 m mächtig) aufgebracht.

Deponiegashaushalt:

Im Ablagerungskörper und in der näheren Umgebung wurden in der technischen Erkundung hohe Deponiegaskonzentrationen gemessen (Gasphase II, Langzeitphase). Das umgebende Lockergestein ermöglicht Gasmigrationen bis in eine Entfernung von ca. 100 m vom Ablagerungsrand. Durch die aufgebrachte Oberflächenabdeckung wird die Emission von Deponiegas über die Oberfläche in den Luftraum stark eingeschränkt. Technische Entgasungsmaßnahmen werden nicht durchgeführt. Der Gehalt an Deponiegasspurenstoffen ist im Vergleich zu Ablagerungen mit einem gewissen Gewerbemüllanteil gering.

Deponiegas im Umfeld:

Die Gasmigrationen ins nördliche und nordöstliche Umfeld sind in der technischen Erkundung durch Emissionsmessungen an der Oberfläche und Gaskonzentrationsmessungen im Untergrund nachgewiesen. An den vorwiegend landwirtschaftlich genutzten Flächen (Ackerbau) treten seit Jahren Vegetationsausfälle auf. Gebäude sind auf der Altablagerung nicht vorhanden. Die Gebäude zum Betrieb der Übergangsdeponie auf dem Gelände sind entfernt. Im Umfeld, in ca. 180 m Entfernung vom Ablagerungsrand, befindet sich ein unterkellertes Werkstatt- und Lagergebäude. Weitere potentiell gefährdete Objekte oder Nutzungen sind nicht vorhanden.

Die Altablagerung ist eingezäunt.

Beurteilung im Rahmen der Gesamtbewertung:

Die Erkundung hinsichtlich der Migration auf das unterkellerte Werkstatt- und Lagergebäude ergab keine Hinweise auf eine akute Gefahr. Eine Gefahr für die Zukunft kann jedoch nicht ausgeschlossen werden. Die natürlichen Migrationswege finden sich im sandig-kiesigen Untergrund in ca. 1 bis 4 m unter Gelände. Der Bereich, in dem Migrationen stattfinden, wurde im Zuge der technischen Erkundung abgegrenzt (siehe Lageplan). Bevorzugte Migrationswege sind durch eine Abwasserleitung entlang der Kreisstraße und zum Lagergebäude hin vorhanden.

F5.3 Lageplan

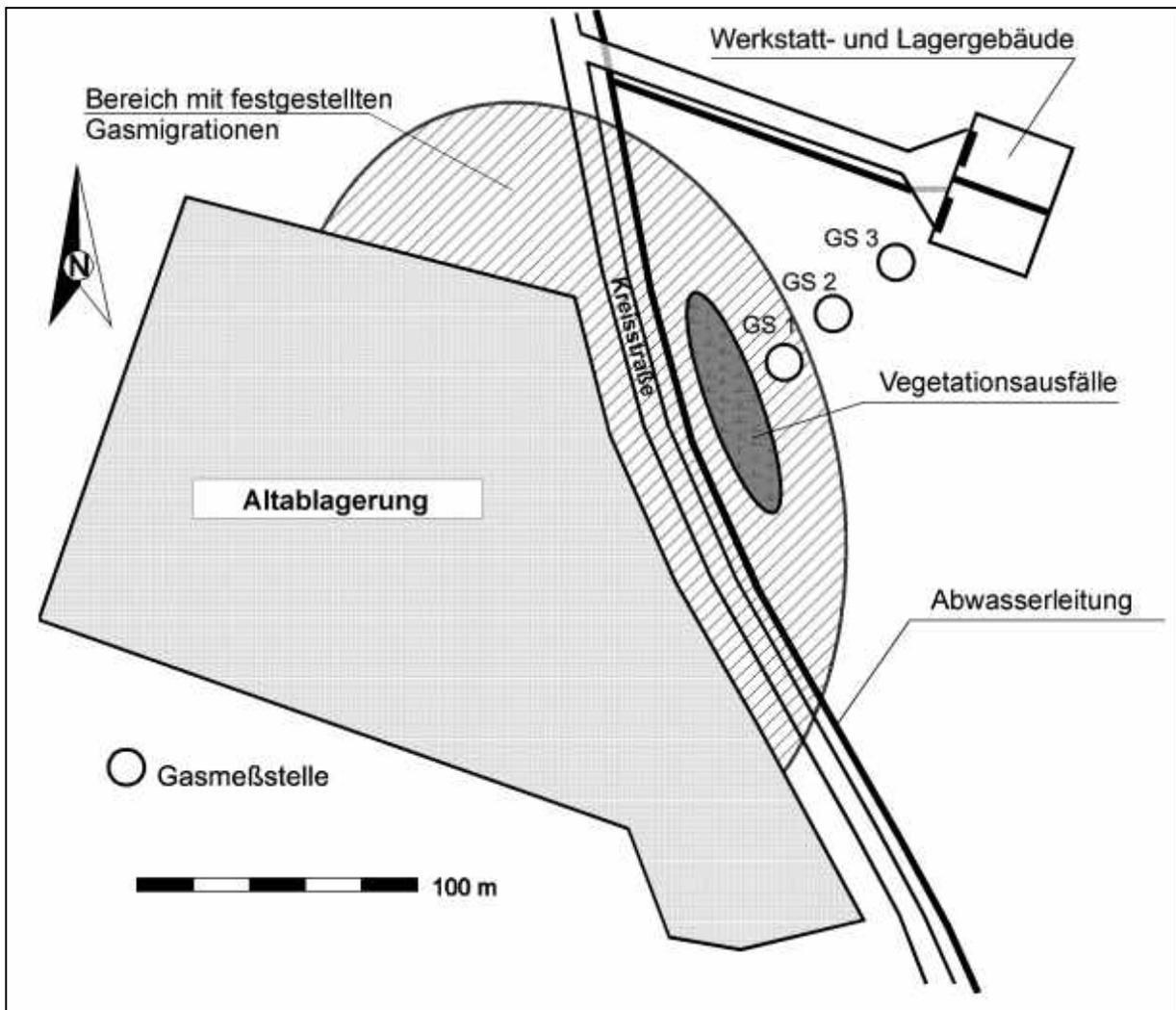


Abbildung F5-1: Lageplan der Altablagerung mit der vorhandenen Nutzung und den gefährdeten Objekten

F5.4 Ergebnis der Bewertung

Die Altlast wurde auf Beweisniveau 3 bewertet. Die Bewertungskommission hat die Altablagerung in (C) = fachtechnische Kontrolle eingestuft.

Begründung: Im Umfeld der Altablagerung wurden Gasmigrationen festgestellt, die in nordwestlicher Richtung unter der Kreisstraße ins angrenzende landwirtschaftlich genutzte Gelände reichen. Das in ca. 180 m Entfernung stehende Werkstatt- und Lagergebäude befindet sich außerhalb des bei der technischen Erkundung abgegrenzten gasgefährdeten Bereichs. Es kann dennoch nicht ausgeschlossen werden, daß starke Schwankungen des Austragsgeschehens auftreten und es zum Eindringen von Deponiegas in die Kellerräume kommen kann. Damit wären sowohl Personen- als auch Gebäudeschäden zu befürchten.

Festlegung des Handlungsbedarfs: fachtechnische Kontrolle

Empfehlung: Aufgrund der Nutzungsverhältnisse werden folgende Kontrollmaßnahmen festgelegt:

Das Austragsgeschehen in Richtung des Werkstatt- und Lagergebäudes ist während einer Dauer von zunächst 3 Jahren zu erfassen. Dabei sind halbjährliche Messungen mit Feststellung der Hauptkomponenten CH₄, CO₂ und O₂ (Gaskonzentrationen im Untergrund) durchzuführen. Die Deponiegasspurenstoffe sind aufgrund der in der Altablagerung festgestellten Gehalte nicht weiter zu untersuchen. Messungen an der Oberfläche sind nicht durchzuführen. Das Gebäude ist an die Kanalisation angeschlossen, deshalb ist im Kellerraum (im Bereich des Kanalanschlusses an das Gebäude) ein mögliches Eindringen von Deponiegas zu überprüfen.

Dies sind die Vorgaben für die Bewertungskommission für die Erstellung des Kontrollprogramms für die fachtechnische Kontrolle.

F5.5 Vollständigkeitsprüfung

Planungsphase 1 Vollständigkeitsprüfung

Zunächst werden die Daten der Altablagerung und die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen zusammengestellt.

Anhand einer Prüfliste wird die Vollständigkeit der Untersuchungsergebnisse der technischen Erkundung überprüft.

Sachverhalt	Einheit	Wertebereich Beschreibung	Bemerkung
-------------	---------	------------------------------	-----------

Deponiegashaushalt (bei Unterteilung in Teilbereiche jeweils für jeden Teilbereich)

Zuordnung zu Gasphase		II	
-----------------------	--	----	--

Bodenluftgehalte

Spurenstoff 1	mg/m ³	2,0-83,0	Toluol
Spurenstoff 2	mg/m ³	0-71,9	m-, p-, o-Xylol
Spurenstoff 3	mg/m ³	0-1,5	Benzol

Ausbreitungsgeschehen

Gasgefährdete Bereiche abgegrenzt	(J/N)	J	nördliches und westliches Umfeld
-----------------------------------	-------	---	----------------------------------

gefährdete Objekte/ Nutzungsbedingungen/ mögliche Gefahrensituationen (Zuordnung)

Wohngebäude auf der Altabl.	(J/N)	N	
Wohngebäude im Umfeld	(J/N)	N	
Oberfläche genutzt	(J/N)	N	
Weitere sensible Nutzung	(J/N)	J	Werkstatt- und Lagergebäude, unterkellert in ca. 180 m Entfernung

durchgeführte Sanierungsmaßnahmen

Sanierungseinrichtungen vorhanden	(J/N)	N	
Wartungsarbeiten durchzuführen	(J/N)	N	
Kontrollmaßnahmen festgelegt	(J/N)	N	

Meßstelle zur Kontrolle von gefährdeten Objekten, Nutzungen- genaue Lage siehe Lageplan Bezeichnung: GS1, GS2, GS3

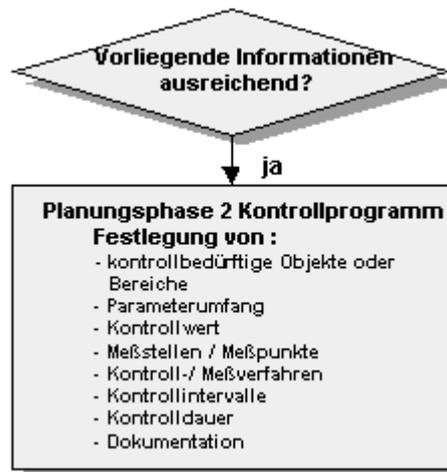
Gasmeßstelle	(J/N)	J	J	J	
tiefendifferenziert	(J/N)	N	N	N	
Bodenluftmeßstelle	(J/N)	N	N	N	
Gaskollektor	(J/N)	N	N	N	
Bohrprofile vorhanden	(J/N)	J	J	J	
Ausbaupläne	(J/N)	J	J	J	
erfaßte Parameter		CH ₄ , CO ₂ , O ₂	CH ₄ , CO ₂ , O ₂	CH ₄ , CO ₂ , O ₂	
eingesetzte Meßgeräte		BIOS	BIOS	BIOS	
Eignung der Meßstelle	(J/N)	J	N	J	

Meßergebnisse

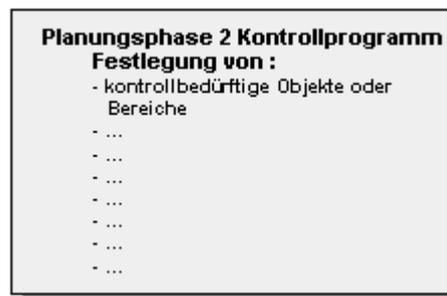
Meßstelle		GS1	GS2	GS3	
Methan	Vol %	5	0	0	
Kohlendioxid	Vol %	15	10	5	
Stickstoff	Vol %				
Sauerstoff	Vol %	10	15	15	
weitere Parameter					
Spurenstoff	mg/m ³				

Die Vollständigkeitsprüfung (inkl. Plausibilität) ergibt, daß die in der technischen Erkundung gewonnenen Informationen für die Planung der fachtechnischen Kontrolle ausreichend sind. Die Nutzungsbedingungen sind geklärt. Die vorhandenen Gasmeßstellen GS1 und GS3 sind zur Vorfeldmessung geeignet. GS2 wird durch eine tiefendifferenzierte Meßstelle (Filterstrecke 2 bis 3,5 m und 3,5 bis 5 m) ersetzt.

F5.6 Erstellung des Kontrollprogramms



F5.6.1 Festlegung der kontrollbedürftigen Objekte und Bereiche

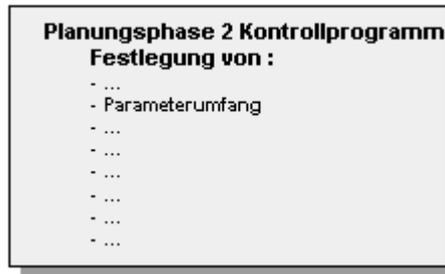


Werkstatt und Lagergebäude

Das unterkellerte Gebäude in 180 m Entfernung von der Altablagerung ist mittels Kontrollmaßnahmen im Zustrombereich zu kontrollieren. Dabei sind 3 Gasmeßstellen auf dem Migrationsweg zwischen Altablagerung und Objekt heranzuziehen (Vorfeldmessung).

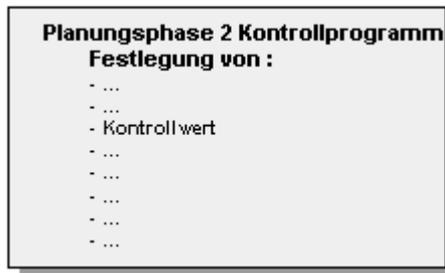
Im Keller erfolgt die Messung an der Außenwand vom Gebäude im Bereich der Leitungsführung.

F5.6.2 Festlegung des Parameterumfangs



Der Parameterumfang wird auf die Hauptbestandteile CH₄, CO₂ und O₂ festgelegt. Eine Beurteilung des Ausbreitungsgeschehens ist damit möglich. Als Ergänzung sind meteorologische Parameter wie Luftdruck, Temperatur, Witterungsverhältnisse, Luftfeuchtigkeit und Windgeschwindigkeit zu erfassen. Die Randbedingungen wie Bodenfeuchte, Vegetationsausfälle und angetroffener Wassereinstau in die Meßstelle sind ebenfalls zu erfassen. Die Kontrolle von Warnschildern ist vorzunehmen.

F5.6.3 Festlegung des Kontrollwertes



Der Kontrollwert ist für jede Meßstelle getrennt zu ermitteln.

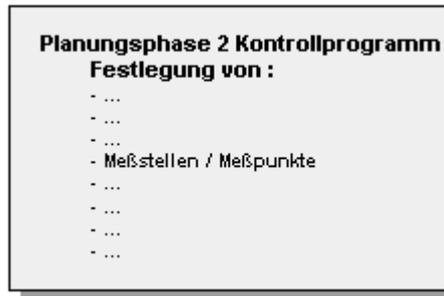
GS1:	Methan	5 Vol%
	Kohlendioxid	15 Vol%
GS2:	Methan	0 Vol%
	Kohlendioxid	10 Vol%
GS3:	Methan	0 Vol%
	Kohlendioxid	5 Vol%
Keller:	Methan	< n.n.
	Kohlendioxid	2 Vol%

Diese Werte wurden bei der technischen Erkundung festgestellt. Ergeben sich während der fachtechnischen Kontrolle höhere Kohlendioxid- und besonders Methangehalte, ist eine Gefährdung des Schutzobjektes gegeben.

Werden die Kontrollwerte überschritten, sind weitere Maßnahmen nach Einzelfallentscheidung zu veranlassen:

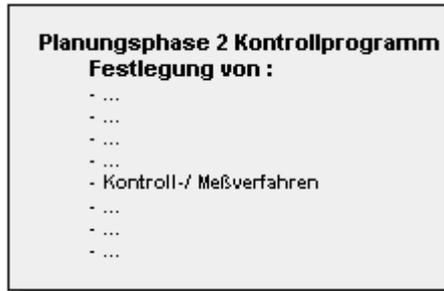
- z.B. kürzere Kontrollintervalle
- veränderte Luftdruckverhältnisse

F5.6.4 Festlegung der Meßstellen



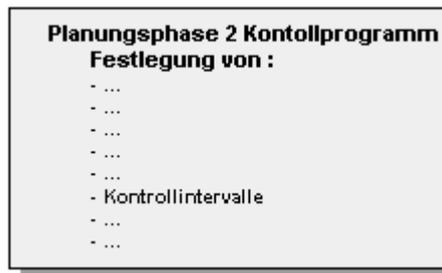
Mehrere Gasmeßstellen wurden im Zuge der Abgrenzung der Gasmigrationen bei der technischen Erkundung errichtet. Der Ausbau erfolgte entsprechend der Fragestellung Gasmigration mit einer Filterstrecke zwischen 1 m und 4 m (gasdurchlässige Kiese und Sande). Von diesen Gasmeßstellen werden 3 ausgewählt (wobei eine Gasmeßstelle neu erstellt werden mußte), die hinsichtlich ihrer Lage eine Beurteilung des Migrationsgeschehens in Richtung Werkstatt- und Lagergebäude erlauben. Dabei liegt GS1 noch innerhalb des Bereichs, in dem Gasmigrationen stattfinden. GS2 außerhalb aber in ausreichender Entfernung zum Gebäude (große Zeitspanne zwischen festgestellter Migration und möglichem Schadenseintritt im Gebäude) und GS3 nahe am Gebäude zur unmittelbaren Vorankündigung.

F5.6.5 Festlegung der Kontroll- / Meßverfahren



Als Meßverfahren werden Gaskonzentrationsmessungen nach dem Stand der Technik festgelegt.

F5.6.6 Festlegung des Kontrollintervalles



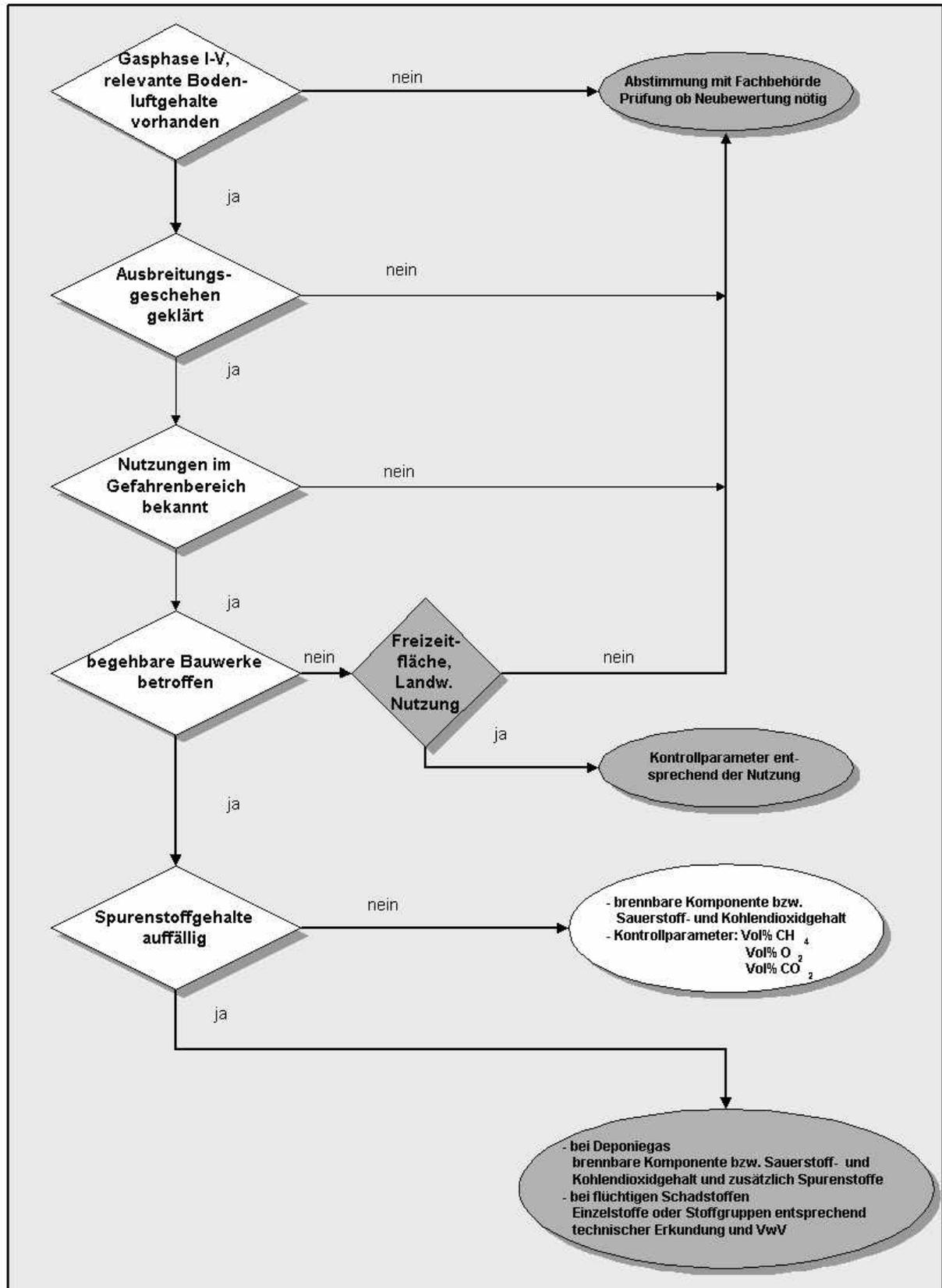
Als Kontrollintervall wird eine zweimalige Beprobung pro Jahr bei unterschiedlichen Witterungsverhältnissen (trocken und nach längerer Regenperiode bzw. bei Frost) festgelegt. Dabei sind auch veränderte Luftdruckverhältnisse zu berücksichtigen. Damit ist gewährleistet, daß auch bei extremen, die Migration begünstigenden Witterungsverhältnissen, eine Kontrolle des Ausbreitungsgeschehens und somit eine Beurteilung auftretender maximaler Migrationswege möglich ist.

F5.6.7 Festlegung der Kontrolldauer

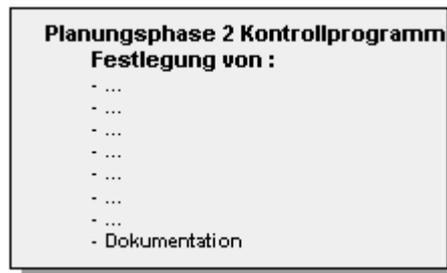


Der Zeitraum für die Kontrolle ist gemäß Kap. 5.1.3 des Leitfadens auf 3 Jahre festgelegt.

Vollständigkeitsprüfung und Auswahl der Kontrollparameter



F5.6.8 Dokumentation



Nach Abstimmung mit der Fachbehörde erfolgt die Durchführung der fachtechnischen Kontrolle. Die Ergebnisse sind auszuwerten und zu dokumentieren.

Die Dokumentation am Ende der dreijährigen fachtechnischen Kontrolle muß beinhalten:

- Datenblatt zur Altablagerung
- Lageplan mit den Kontrollbereichen und Probennahmestellen
- Hinweise zu den gefährdeten Objekten, Nutzungsbedingungen, möglichen Gefahrensituationen,
- Hinweise zum Ausbreitungsgeschehen,
- Darstellung der Kontrollmaßnahmen
- Ergebnisse der Vor-Ort-Ansprache über Auffälligkeiten
- Angaben zu den meteorologischen Bedingungen
- Tabellarische Übersicht mit Angabe
 - der Meßergebnisse,
 - einer Auswahl der wichtigsten Ergebnisse der Untersuchungen aus der technischen Erkundung,
 - Art der Messung und Nachweisgenauigkeit, Hinweis auf Querempfindlichkeiten
 - der Kontrollwerte
- Graphische Darstellung des Konzentrationsverlaufs mit Bezug zu den Kontrollwerten
- Bewertung der Kontrollergebnisse und Aussagen zum Kontrollziel und zum Langzeitverhalten der gefahrverdächtigen Fläche.

Alle Hinweise auf weitere Gefahren sind aufzunehmen, d.h. auch nicht direkt mit Gefahren durch Deponiegas zusammenhängende Sachverhalte entsprechend Kapitel 5.4 sind bei der fachtechnischen Kontrolle zu berücksichtigen.

Anhang

Beispiel für die Abschätzung des Abschlages auf den Kontrollwert bei Kontrollmeßstellen, die nicht im unmittelbaren Abstrom des Schadensherdes liegen (bei Porengrundwasserleitern)

Annahmen:

Für einen homogen aufgebauten Aquifer ist auf der folgenden Seite ein idealisiertes Beispiel für die Ausbildung einer Schadstofffahne dargestellt. Sie basiert auf der numerischen Modellierung der Ausbreitung eines idealen Tracers mit einfachem Strömungsbild, ohne Berücksichtigung von Abbau und Retardation.

Der modellierte Aquifer weist folgende Eigenschaften auf, die angenähert als Mittelwert für einen typischen Porengrundwasserleiter gelten dürfen:

Transmissivität	= $5 \cdot 10^{-3}$ m ² /s	Abstandsgeschwindigkeit	= 3,6 m/d
GW-Gefälle	= 0,008	Aquifer- Mächtigkeit	= 8 m
Nutzbare Porosität	= 0,12		
Längsdispersivität	= 5 m	Querdispersivität	= 0,5 m

Die Anwendung zur Festlegung des Abschlages auf den Kontrollwert gilt nur für Altlasten mit den o.g. Rahmenbedingungen. In deutlich davon abweichenden Fällen ist ein einzelfallspezifischer Abschlag festzulegen.

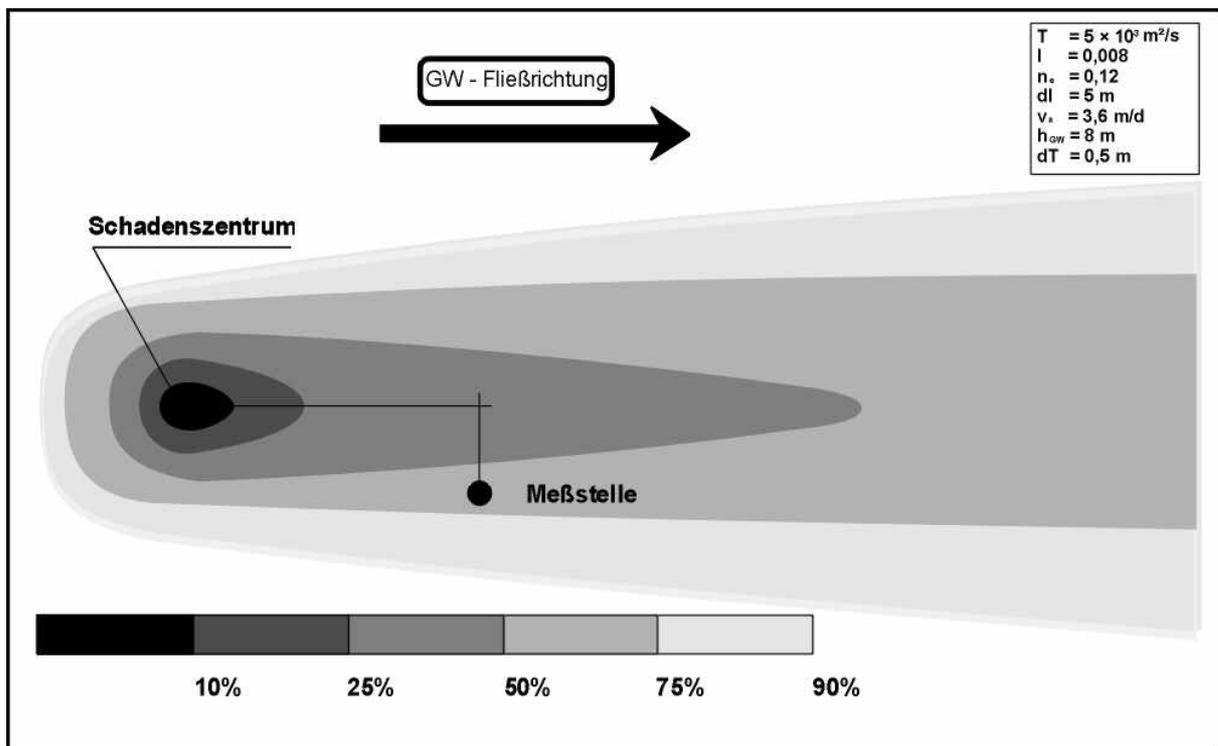
Praktische Anwendung:

Abbildung: Beispiel für die Abschätzung des Abschlags auf den Kontrollwert. Änderung der Schadstoffkonzentration im unmittelbaren Abstrom.

Die zu kontrollierende Meßstelle liegt 25 m im Abstrom des Schadensherdes (in Grundwasserfließrichtung) und 7 m seitlich davon (siehe Abbildung). Der sich ergebende Abschlag liegt zwischen 50 und 75%. Es wird der sicherere Abschlag von 75% angesetzt. Der Kontrollwert c_K beträgt somit 25% des für den direkten Abstrom berechneten Kontrollwertes.

Hinweise für besondere Fälle:

Ist der Schadensherd auf der Fläche nicht bekannt, gilt für die Festlegung des Abschlags auf den Kontrollwert die Entfernung zwischen Kontrollmeßstelle und dem Rand der gefahrverdächtigen Fläche.

Wenn die sich ergebende Konzentration unter der Bestimmungsgrenze für den betrachteten Stoff liegen sollte, ist als Kontrollwert die jeweilige Bestimmungsgrenze heranzuziehen.

Liegt eine Vorbelastung des Grundwassers vor, so bezieht sich der Abschlag für den Kontrollwert auf die Differenz zwischen maximal zulässiger Konzentration im Abstrom und der gemessenen Zustromkonzentration.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-I: Stellung der fachtechnischen Kontrolle im Rahmen der stufenweisen Altlastenbearbeitung.....	7
Abbildung 3.2-I: Handlungsablauf fachtechnische Kontrolle.....	11
Abbildung 4.1-I: Allgemeine Mindestanforderungen für die Bewertung gefahrverdächtiger Flächen	13
Abbildung 4.1-II: Einzelfallbezogene Mindestanforderungen für die Bewertung gefahrverdächtiger Flächen	14
Abbildung 4.2-I: Beispiel für Prüfliste zur Datensichtung und Plausibilitätsprüfung der vorhandenen Unterlagen.....	16
Abbildung 4.3-I: Vorgehensweise bei der Meßstellenauswahl.....	19
Abbildung 4.4-I: Parameterauswahl.....	22
Abbildung 4.4-II: Verfahrensablauf zur Festlegung des Kontrollwertes	24
Abbildung 4.7-I: Festlegung der Kontrollintervalle.....	31
Abbildung 5.1-I: Beispiel für Prüfliste Datensichtung/Vollständigkeitsprüfung der vorhandenen Unterlagen bei Gefahren durch Deponiegas oder durch leichtflüchtige Schadstoffe	39
Abbildung 5.1-II: Vollständigkeitsprüfung und Auswahl Kontrollparameter	41
Abbildung F1-1: Lageplan der Altablagerung	57
Abbildung F1-2: Schematischer Schnitt der Altablagerung	57
Abbildung F2-1: Lageplan der Altablagerung	71
Abbildung F2-2: Schematischer Schnitt der Altablagerung	71
Abbildung F3-1: Lageplan mit der Altablagerung und der Richtungsvarianz der Grundwasserfließrichtung (Druckwasserspiegel)	85
Abbildung F3-2: Scheamtischer Querschnitt.....	85
Abbildung F4-1: Lageplan des Standorts und des Schadens	99
Abbildung F4-2: Schematischer Schnitt durch die Altlast.....	99
Abbildung F5-1: Lageplan der Altablagerung mit der vorhandenen Nutzung und den gefährdeten Objekten	112
Abbildung: Beispiel für die Abschätzung des Abschlages auf den Kontrollwert. Änderung der Schadstoffkonzentration im unmittelbaren Abstrom.	122

Indexverzeichnis

A

Altlastenbearbeitung	
Allgemeines	6
fachtechnische Kontrolle	6
in Baden-Württemberg	6
Altlastenbewertung	
allgemeine Mindestanforderung	12
einzelfallbezogene Mindestanforderung	
.....	13
automatische Datenübertragung	
fachtechnische Kontrolle Grundwasser	
.....	29

B

Bewertung	
fachtechnische Kontrolle gasförmige	
Emissionen	43
fachtechnische Kontrolle	
Gesundheitsgefahren (Boden)	45
fachtechnische Kontrolle Grundwasser	
.....	33

F

fachtechnische Kontrolle	
Ablauf, Vorgehensweise	9
Altlastenbearbeitung	6
Begriffsdefinitionen, Voraussetzungen	
und Grundsätzliches	8
Beispiel Abschlag auf den Kontrollwert	
.....	121
Dokumentation	49, 50
Durchführung	8
Fallbeispiel 1 (Altablagerung,	
Porengrundwasserleiter)	53, 55
Fallbeispiel 2 (Altablagerung,	
Porengrundwasserleiter, Geringleiter)	
.....	53, 69
Fallbeispiel 3 (Karst-	
/Kluftgrundwasserleiter)	53, 83
Fallbeispiel 4 (Altablagerung,	
Porengrundwasserleiter)	53, 97
Fallbeispiel 5 (Altablagerung)	53, 110
Fallbeispiele	54
Grundlagen	6
Handlungsablauf	10
Kontrollprogramm	9
Literatur	51

sonstige Gefahren	34
sonstige Kontrollmaßnahmen	48
Überprüfung	48
fachtechnische Kontrolle gasförmige	
Emissionen	
Allgemeines	34
Bewertung	43
Kontrolldauer	43
Kontrollparameter	40
Kontrollprogramm	40, 42
Kontrollziele	36
Planungsphase	36
Prüfliste	38
Vollständigkeitsprüfung	37
fachtechnische Kontrolle	
Gesundheitsgefahren (Boden)	
Bewertung	45
Dokumentation	45
Kontrollintervalle und -dauer	45
Kontrollparameter	45
Kontrollwert	45
Laboranalysen	45
Meßstellen - Kontrollflächen	44
Planungsphase	44
Probennahmeverfahren	44
Vor-Ort-Untersuchungen	45
fachtechnische Kontrolle Grundwasser	
Allgemeines	12
automatische Datenübertragung	29
Bewertung	33
diskontinuierliche Meßverfahren	28
Eignung Meßstellen	21
ergänzende Parameter	25
horizontale Schadstoffausbreitung	19
kontinuierliche externe Verfahren	29
kontinuierliche in-situ-Verfahren	28
kontinuierliche Meßverfahren	28
Kontrolldauer	32
Kontrollfragen	17, 20, 21, 26, 32
Kontrollintervalle	30
Kontrollparameter	22
Kontrollprogramm	15
Kontrollwert	22, 23
Laborverfahren	30

Meßstellenauswahl	18	fachtechnische Kontrolle	
Meßverfahren.....	27	Gesundheitsgefahren (Boden).....	45
Notwendigkeit	12	fachtechnische Kontrolle Grundwasser	
Parameterauswahl	22	22
physikalisch-chemisches		Kontrollwert	
Kontrollprogramm	21	fachtechnische Kontrolle	
Planungsphase	14	Gesundheitsgefahren (Boden).....	45
Probennahme	26	Kontrollziele	
Prüfliste.....	15	fachtechnische Kontrolle gasförmige	
Pumpprobe.....	26	Emissionen.....	36
Schöpfprobe.....	27	L	
vertikale Schadstoffausbreitung.....	20	Laboranalysen	
Vor-Ort-Meßprogramm	24	fachtechnische Kontrolle	
Vor-Ort-Meßverfahren	28	Gesundheitsgefahren (Boden).....	45
fachtechnische Kontrolle Standsicherheit		Laborverfahren	
Entscheidungskriterien	47	fachtechnische Kontrolle Grundwasser	
Kontrollen.....	48	30
Kontrollmaßnahmen	48	Literatur	
Fallbeispiele		fachtechnische Kontrolle.....	51
fachtechnische Kontrolle	54	M	
G		Meßstellen - Kontrollflächen	
gasförmige Emissionen		fachtechnische Kontrolle	
Ausbreitung	35	Gesundheitsgefahren (Boden).....	44
Entstehung	34	Meßstellenauswahl	
fachtechnische Kontrolle	34	fachtechnische Kontrolle Grundwasser	
Gefahren und Nachteile	34	18
Zusammensetzung	35	Meßverfahren	
Gesundheitsgefahren (Boden)		fachtechnische Kontrolle Grundwasser	
Anreicherungsvorgänge	44	27
Grundwasser		P	
fachtechnische Kontrolle	12	Parameterauswahl	
K		fachtechnische Kontrolle Grundwasser	
Kontrolldauer		22
fachtechnische Kontrolle gasförmige		physikalisch-chemisches	
Emissionen	43	Kontrollprogramm	
fachtechnische Kontrolle		fachtechnische Kontrolle Grundwasser	
Gesundheitsgefahren (Boden)	45	21
fachtechnische Kontrolle Grundwasser		Probennahme	
.....	32	fachtechnische Kontrolle Grundwasser	
Kontrollmaßnahmen		26
fachtechnische Kontrolle gasförmige		Probennahmeverfahren	
Emissionen	40, 42	fachtechnische Kontrolle	
fachtechnische Kontrolle Grundwasser		Gesundheitsgefahren (Boden).....	44
.....	15	S	
fachtechnische Kontrolle		Standsicherheitsprobleme	
Standsicherheit.....	48	Allgemeines	46
Kontrollparameter		Änderungen.....	47
fachtechnische Kontrolle gasförmige		Entscheidungskriterien.....	47
Emissionen	40	Gefährdungen.....	46
		Rutschungsarten.....	46

V

Vor-Ort-Untersuchungen

fachtechnische Kontrolle

Gesundheitsgefahren (Boden) 45

fachtechnische Kontrolle Grundwasser
..... 24, 28