



**Überwachung, Nachsorge und Eigenkontrolle bei der Altlastenbearbeitung.**  
Ein Leitfaden für die praktische Arbeit in Nordrhein-Westfalen. Materialien  
zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz **MALBO 24**



## **Überwachung, Nachsorge und Eigenkontrolle bei der Altlastenbearbeitung.**

Ein Leitfaden für die praktische Arbeit in Nordrhein-Westfalen.  
Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz MALBO 24

Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen 2006

## IMPRESSUM

Herausgeber:	Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (LUA NRW) Wallneyer Straße 6 • D-45133 Essen Telefon (02 01) 79 95-0 Telefax (02 01) 79 95-14 46 Email: poststelle@lua.nrw.de
Projektleitung und Gesamtredaktion:	Dipl.-Ing. Michael Odensaß, Landesumweltamt NRW Dipl.-Ing. Stefan Schroers, Landesumweltamt NRW
Grundlagen:	Dipl.-Geogr. A. Roth, CDM AG, Bochum Dr. S. Simon, Dr. Weßling Beratende Ingenieure GmbH, Altenberge
Fachliche Begleitung:	Dr. R. A. Beine, ehemals CDM AG, Bochum Dipl.-Ing. W. Blum, Staatliches Umweltamt Köln Dr. E.-W. Hoffmann, AAV, Hattingen Dipl.-Ing. H. Meyer, Staatliches Umweltamt Minden Dipl.-Ing. M. Odensaß (Obmann), Landesumweltamt NRW Dipl.-Ing. G. Schellartz, Stadt Düsseldorf Dipl.-Ing. P. Schulze Bertelsbeck, Bezirksregierung Münster Dipl.-Ing. S. Schroers, Landesumweltamt NRW Dipl.-Ing. G. Sümer, Stadt Dortmund Dipl.-Ing. M. Werner, EUV Castrop-Rauxel
Titelbild:	Altablagerung mit Grundwassermessstellen (Fotos: LUA NRW und StUA Hagen)
ISSN:	1432-3575 Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz
Informations- dienste:	Aktuelle Umweltdaten aus NRW sowie Informationen zu Umweltthemen (Wasser, Boden, Luft, Abfall, Altlasten, Anlagen/Umwelttechnik, Lärm/Erschütterungen, Radioaktivität, Licht/Elektrosmog, Gentechnik, Stoffdaten) unter <ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="http://www.landesumweltamt.nrw.de">www.landesumweltamt.nrw.de</a></li></ul> Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im <ul style="list-style-type: none"><li>• Telefonansagedienst (02 01) 1 97 00</li><li>• WDR-Videotext Tafeln 177 bis 179</li></ul>
Bereitschafts- dienst:	Nachrichtenbereitschaftszentrale des LUA NRW (24-Std.-Dienst): Telefon (02 01) 71 44 88  Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur unter Quellenangaben und Überlassung von Belegexemplaren nach vorheriger Zustimmung des Herausgebers gestattet. Die Verwendung für Werbezwecke ist grundsätzlich untersagt.

## Vorwort

Mit zunehmender Zahl der untersuchten und sanierten altlastverdächtigen Flächen bzw. Altlasten steigt auch die Zahl der Flächen, bei denen ein Überwachungsbedarf besteht. In Nordrhein-Westfalen unterliegen zurzeit ca. 1700 Flächen einer regelmäßigen Überwachung, ca. 35 % davon in der Nachsorgephase nach einer Sanierung.

Im Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) sowie in der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) werden Rahmenregelungen zur Überwachung, Nachsorge und zu den von Pflichtigen durchzuführenden Eigenkontrollmaßnahmen vorgegeben. Nach § 15 BBodSchG unterliegen Altlasten und altlastverdächtige Flächen der Überwachung durch die zuständige Behörde. Bei Altlasten kann die Behörde vom Verpflichteten die Durchführung von Eigenkontrollmaßnahmen verlangen. Nach Durchführung einer Sanierung werden häufig Nachsorgemaßnahmen erforderlich. Dies betrifft insbesondere Sicherungsmaßnahmen.

Nach BBodSchV sollen bereits bei der Auswahl von Sanierungsverfahren als Kriterien u. a.

- die Wirkungsdauer der Maßnahmen und deren Überwachungsmöglichkeiten,
- die Erfordernisse der Nachsorge und
- die Nachbesserungsmöglichkeiten

berücksichtigt werden.

Um konkrete Hinweise zur Berücksichtigung von Überwachungs- und Nachsorgemaßnahmen bei der Prüfung, Planung und Durchführung im Rahmen der Einzelfallbearbeitung zu geben, hat das Landesumweltamt NRW mit externer Unterstützung den vorliegenden Leitfaden erarbeitet. Mit diesem Leitfaden sollen insbesondere Handlungsempfehlungen zur Festlegung und Durchführung von Nachsorge- und Überwachungsmaßnahmen bei Altlasten und sanierten Flächen gegeben werden. Zielgruppe sind die zuständigen Behörden, Verpflichtete und die mit der Problematik befassten Sachverständigen und ggf. Fachfirmen.

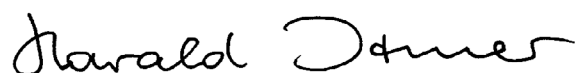
Es ist absehbar, dass die Zahl der Flächen mit Überwachungs- und Nachsorgebedarf weiter steigen wird, da

- auch künftig nicht alle sanierungsbedürftigen Altlasten zeitnah saniert werden können,
- viele Altlasten, die gesichert wurden, im Hinblick auf die dauerhafte Wirksamkeit der Sicherung zu überwachen sind.

Der Leitfaden soll dazu beitragen, die Organisation, Durchführung sowie die Kontrolle der Überwachung und Nachsorge strukturierter und effizienter zu gestalten.

Mein Dank gilt allen, die an der Erarbeitung des Leitfadens beteiligt waren.

Essen, Mai 2006



Dr.-Ing. Harald Imer  
Präsident des  
Landesumweltamtes NRW



## Inhalt

Vorwort	3
Inhalt	5
Abbildungsverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis	9
1 Einleitung	11
1.1 Ausgangssituation	11
1.2 Zielsetzung und Aufbau des Leitfadens	11
1.3 Einordnung und Begriffsdefinitionen	14
1.4 Abnahme durch die zuständige Behörde	17
1.5 Aufgaben der zuständigen Behörden bei der Überwachung / Nachsorge	18
2 Rechtsgrundlagen	19
2.1 Bodenschutzrecht	19
2.1.1 Behördliche Überwachung	19
2.1.2 Zeitraum von Überwachung und Nachsorge	21
2.1.3 Eigenkontrolle	24
2.1.4 Zuständigkeiten und Beteiligte	27
2.2 Sonstige Regelungen	29
2.2.1 Abfallrecht	29
2.2.1.1 <i>Regelungen über die Stilllegung von Deponien</i>	29
2.2.1.2 <i>Abgrenzung Abfallrecht/Bodenschutzrecht</i>	31
2.2.2 Bundesimmissionsschutzrecht	33
2.2.3 Bergrecht	35
2.2.4 Wasserrecht	35
2.2.5 Sonstige rechtliche Rahmenbedingungen	36
2.2.6 Altlasten und Verdachtsflächen im Planungsrecht	37
3 Ableitung von Überwachungs- und Nachsorgemaßnahmen	39
3.1 Standortdaten	42
3.1.1 Altlast / altlastverdächtige Fläche	43
3.1.2 Hydrologische / hydrogeologische Standortgegebenheiten	43
3.1.3 Nutzung und Schutzgüter	45
3.2 Überwachung der Wirkungspfade und Nutzungskontrollen	45
3.2.1 Grundwasser	46
3.2.2 Bodenluft	48
3.2.3 Weitere Gefahrentatbestände bzgl. einer Einwirkung auf den Menschen	50
3.3 Überwachungs- und Nachsorgetatbestände nach Durchführung von Sanierungsmaßnahmen	51

3.3.1	Allgemeines	51
3.3.2	(Teil-) Auskoffnung	52
3.3.3	Dekontamination durch In-situ-, pneumatische und hydraulische Maßnahmen	54
3.3.3.1	<i>Allgemeines</i>	54
3.3.3.2	<i>In-situ-Maßnahmen</i>	54
3.3.3.3	<i>Pneumatische Maßnahmen</i>	56
3.3.3.4	<i>Hydraulische Maßnahmen</i>	58
3.3.4	Oberflächenabdeckung	60
3.3.5	Oberflächenabdichtung	62
3.3.6	Dichtwände	66
3.3.7	Immobilisierung	68
3.3.8	Pneumatische Sicherungs- oder Unterstützungsmaßnahmen	69
3.3.9	Hydraulische Sicherungs- oder Unterstützungsmaßnahmen	71
3.3.10	Nutzungsrestriktionen	75
4	Durchführung der Überwachung und Nachsorge	77
4.1	Maßnahmen, Kontrollen und Untersuchungen im Rahmen der Überwachung	78
4.1.1	Alleinige behördliche Tätigkeiten	80
4.1.2	Flächenbegehung	82
4.1.3	Überwachung des Wirkungspfad Luft	84
4.1.4	Überwachung des Wirkungspfad Wasser	87
4.1.5	Dauer und Häufigkeit von Überwachungs- und Nachsorgemaßnahmen	90
4.2	Maßnahmen, Kontrollen und Untersuchungen im Rahmen der Nachsorge	91
4.2.1	Überwachungsmaßnahmen im Rahmen der Nachsorge	92
4.2.2	Kontrollen nach abgeschlossenen Dekontaminationsmaßnahmen	93
4.2.3	Funktionskontrolle von Anlagen und (Sicherungs-)Bauwerken	94
4.2.3.1	<i>Anlagen zur Grundwasserfassung und -behandlung</i>	94
4.2.3.2	<i>Anlagen zur Bodenluftfassung- und -behandlung</i>	96
4.2.3.3	<i>Wasserbilanz zur Funktionskontrolle von Oberflächensicherungen</i>	97
4.2.3.4	<i>Funktionskontrollen an einem Dichtungssystem</i>	101
4.2.3.5	<i>Setzungskontrollen / Standsicherheitskontrollen bei Sicherungsbauwerken</i>	103
4.2.4	Betrieb und Unterhaltung	105
4.2.4.1	<i>Betrieb und Unterhaltung von Anlagen</i>	105
4.2.4.2	<i>Unterhaltung von Bauwerken</i>	107
4.2.5	Erhaltung	108
5	Dokumentation der Überwachung und Nachsorge - Erfassung, Auswertung und Bewertung von Daten	109
5.1	Basisdokumentation	111
5.2	Dokumentation Betriebsführung / Unterhaltung / Reparaturen	111

5.3	Dokumentation von Ergebnissen der Funktionskontrollen und der Überwachung der Wirkungspfade	112
5.4	DV-gestützte Archivierung und Auswertung	112
5.5	Formblätter	113
5.6	Interpretation von Ergebnissen der Überwachung der Wirkungspfade und Vergleich mit den Zielvorgaben	115
5.7	Bewertung und Entscheidung über den weiteren Handlungsbedarf	119
6	Kosten von Überwachungs- und Nachsorgemaßnahmen	121
6.1	Kostentragung	121
6.2	Einfluss der Nachsorgekosten auf die Sanierungsentscheidung	121
6.3	Relevante Kostengruppen	122
6.4	Nutzungsdauer von Anlagen und Bauwerken	123
6.5	Kostenansätze für typische Leistungen bei der Überwachung / Nachsorge	126
	Literatur	129
Anlage 1	Formblätter	133
Anlage 2	Empfehlungen zur Dokumentation und zum Umgang mit Daten und deren Auswertung	211



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ablaufschema der Überwachung und Nachsorge	13
Abbildung 2: Darstellung der Phasen von Sanierung, Überwachung und Nachsorge bei verschiedenen Sanierungsmaßnahmen	23
Abbildung 3: Ablaufschema behördliche Überwachung, Eigenkontrolle und Nachsorge im Zusammenhang mit den Bearbeitungsschritten bei Altlasten	26
Abbildung 4: Abfolge von Maßnahmen und Zuordnung zu Rechtsbereichen im Zusammenhang mit der Stilllegung und Nachsorge von Deponien	31
Abbildung 5: Mögliche Nachsorgetatbestände nach (Teil-)Auskofferungsmaßnahmen	53
Abbildung 6: Mögliche Nachsorgetatbestände nach Einsatz eines pneumatischen Verfahrens	57
Abbildung 7: Mögliche Nachsorgetatbestände bei einer Oberflächenabdeckung	60
Abbildung 8: Mögliche Nachsorgetatbestände bei einem Oberflächenabdichtungssystem	63
Abbildung 9: Mögliche Nachsorgetatbestände bei Dichtwänden	67
Abbildung 10: Fließbild typischer behördlicher Tätigkeiten in den Arbeitsschritten Überwachung / Nachsorge	80
Abbildung 11: Grafische Darstellung möglicher Konzentrationsverläufe während eines 3-jährigen Überwachungszeitraums	116
Abbildung 12: Beispiel einer GIS-Konfiguration	216

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Beteiligte bei der Planung und Durchführung von Maßnahmen zur Überwachung oder Nachsorge	28
Tabelle 2:	Transportbestimmende chemisch-physikalische Faktoren von Schadstoffen und Böden	47
Tabelle 3:	Einflussfaktoren bei der Ausbreitung flüchtiger Schadstoffe	49
Tabelle 4:	Nachsorgetatbestände und Kontrollen nach einer (Teil-)/ Auskofferungsmaßnahme	53
Tabelle 5:	Nachsorgetatbestände und Kontrollen nach einer In-situ-Behandlung	56
Tabelle 6:	Nachsorgetatbestände und Kontrollen nach einer pneumatischen Maßnahme	58
Tabelle 7:	Nachsorgetatbestände und Kontrollen nach einer hydraulischen Maßnahme	59
Tabelle 8:	Nachsorgetatbestände und Kontrollen bei einer Oberflächenabdeckung	61
Tabelle 9:	Nachsorgetatbestände und Kontrollen bei Oberflächenabdichtungssystemen	65
Tabelle 10:	Nachsorgetatbestände und Kontrollen bei einer Dichtwand	68
Tabelle 11:	Nachsorgetatbestände und Kontrollen nach einer Immobilisierungsmaßnahme	69
Tabelle 12:	Nachsorgetatbestände und Kontrollen bei pneumatischen Sicherungs- und Unterstützungsmaßnahmen	71
Tabelle 13:	Nachsorgetatbestände und Kontrollen bei hydraulischen Sicherungs- oder Unterstützungsmaßnahmen	74
Tabelle 14:	Alleinige behördliche Überwachungsmaßnahmen	81
Tabelle 15:	Mögliche Kontrollen während der Durchführung einer Flächenbegehung	83
Tabelle 16:	Maßnahmen bei der Durchführung einer Bodenluft-/Deponiegasüberwachung	85
Tabelle 17:	Maßnahmen bei der Durchführung der Überwachung des Wirkungspfades Wasser	88
Tabelle 18:	Funktionskontrollen einer Anlage zur Grundwasserfassung und –behandlung	95
Tabelle 19:	Funktionskontrollen für eine Anlage zur Bodenluftfassung und –behandlung	97
Tabelle 20:	Prüfung der Funktionsfähigkeit von Oberflächensicherungsmaßnahmen anhand einer Wasserhaushaltsbilanzierung	98
Tabelle 21:	Eingabedaten zur Berechnung der Wasserbilanz mit dem HELP-Modell	100
Tabelle 22:	Funktionskontrollen für Dichtungselemente	101
Tabelle 23:	Setzungskontrollen im Rahmen der Überwachung/Nachsorge	104
Tabelle 24:	Anlagen und Anlagenteile von Behandlungsanlagen	106
Tabelle 25:	Vorschlag zur Erfassung, Auswertung, Bewertung und Dokumentation von Daten	114
Tabelle 26:	Kostenhauptgruppen bei der Überwachung / Nachsorge	124

Tabelle 27:	Beispiele für die durchschnittliche Nutzungsdauer für Anlagen und Bauwerke	125
Tabelle 28:	Beispiele für Wirkungspfadkontrollen mit Kostenansätzen zur Orientierung	127
Tabelle 29:	Beispiele für Betriebs- und Funktionskontrollen mit Kostenansätzen zur Orientierung	128

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangssituation

Mit dem Bundes- Bodenschutzgesetz (BBodSchG) und der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) werden die Anforderungen an die Untersuchung, Bewertung, Sanierung und Nachsorge sowie an die behördliche Überwachung und Eigenkontrolle von altlastverdächtigen Flächen, Altlasten, Verdachtsflächen und schädlichen Bodenveränderungen gesetzlich geregelt.

Das BBodSchG ermächtigt die zuständige Behörde zur Anordnung von Eigenkontrollmaßnahmen insbesondere zur Erfolgskontrolle einer Sanierung und im Rahmen der Nachsorge.

Durch einen langfristigen Betriebs- und Überwachungsaufwand können auf den bodenschutzrechtlich Pflichten zukünftig erhebliche finanzielle Aufwendungen zukommen. Diese sollten schon bei der Auswahl und Planung von Sanierungsmaßnahmen berücksichtigt werden. Um eine langfristige Finanzierung zu gewährleisten, wird im Bundes-Bodenschutzgesetz die Möglichkeit eröffnet, im Falle einer Sicherungsmaßnahme vom Sanierungspflichtigen eine Sicherheitsleistung für die Aufrechterhaltung der Sicherungs- und Überwachungsmaßnahmen zu verlangen.

Die Überwachung von Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen nach § 2 Nr. 8 BBodSchG ist nicht Gegenstand dieses Leitfadens.

## 1.2 Zielsetzung und Aufbau des Leitfadens

Im vorliegenden Leitfaden werden zunächst die wesentlichen Begriffe definiert sowie die Erfordernisse und Inhalte der Überwachung und Nachsorge sowie die Verantwortlichkeiten beschrieben. Ziel ist, den beteiligten zuständigen Behörden und Fachbehörden, Sanierungspflichtigen, Sachverständigen, Planern und Ausführenden in Leitfadenform eine Systematik zu bieten für

- Ermittlung der überwachungsbedürftigen Sachverhalte bei einer altlastverdächtigen oder im Sanierungsverfahren befindlichen Fläche bzw. bei einer sanierten Altlastfläche,
- Ableitung und Festlegung von Art und Umfang erforderlicher Überwachungsmaßnahmen/Kontrollen und sonstigen Maßnahmen bei altlastverdächtigen und sanierten Flächen (Überwachungs- und Nachsorgeprogramme),
- Dokumentation und Bewertung der Ergebnisse,
- Kriterien zur Entscheidung über weiterführende Maßnahmen.

Das Ablaufschema der Überwachung und Nachsorge ist in Abbildung 1 dargestellt. Gleichzeitig liefert die Abbildung 1 eine Übersicht über Struktur und Inhalt des Leitfadens.

Es ist zu beachten, dass jede altlastverdächtige Fläche und Altlast eine Bearbeitung unter Berücksichtigung der jeweiligen speziellen Randbedingungen erfordert und damit auch das Überwachungs- und Kontrollprogramm bzw. das Nachsorgeprogramm auf diese einzelfallspezifischen Randbedingungen sorgfältig abgestimmt werden muss (vgl. z. B. UBA, 1999 und LFU, 1997).

Für spezielle Fragestellungen existieren zum Thema Überwachung im Zusammenhang mit Altlasten außerdem folgende Leitfäden, auf die zurückgegriffen werden kann:

- Der Leitfaden des UBA „Erarbeitung von Programmen zur Überwachung von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten“ (UBA, 1999) beinhaltet modellhafte Überwachungsprogramme für praxistypische Schadstoffgruppen bezogen auf jeweils relevante Umweltmedien.
- Der „Leitfaden für die fachtechnische Kontrolle von altlastverdächtigen Flächen, Altlasten und Schadensfällen“ (LFU, 1997) des Landes Baden-Württemberg verfolgt einen ähnlichen Ansatz.
- Im „Leitfaden für die Tests von Dekontaminationstechniken (DETAD) und Konzept für einen deutschen Monitoringstandard (DEMAS)“ (UBA, 2000), der im Rahmen der bilateralen Zusammenarbeit BMBF - US EPA entstanden ist, werden Empfehlungen für Standards zur messtechnischen und analytischen Überwachung von Sanierungsanlagen und zum Monitoring gegeben.

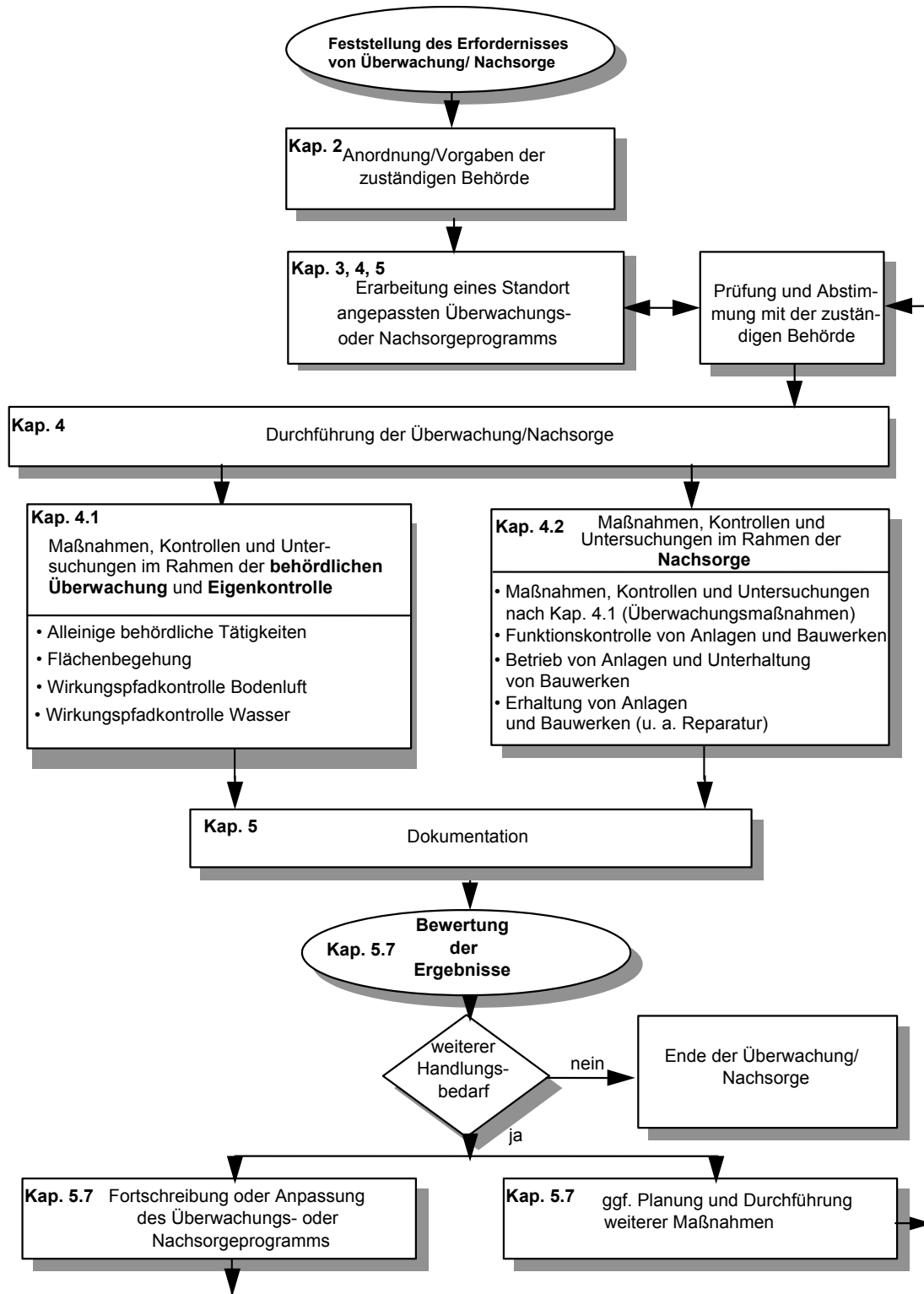


Abbildung 1: Ablaufschema der Überwachung und Nachsorge

### 1.3 Einordnung und Begriffsdefinitionen

Für die „**behördliche Überwachung**“, „**Eigenkontrolle**“ und „**Nachsorge**“ existieren auch in anderen fachlichen Zusammenhängen und Rechtsvorschriften Regelungen (z. B. KrW-/ AbfG, TA Abfall, TA Siedlungsabfall). In diesem Leitfaden werden die o. g. Begriffe insbesondere aus bodenschutzrechtlicher Sicht behandelt.

Die bodenschutzrechtliche Überwachung setzt sich aus der **behördlichen Überwachung** und der **Eigenkontrolle** zusammen, die durch den Verpflichteten durchzuführen ist.

Art und Umfang der insgesamt im Rahmen der behördlichen Überwachung und der Eigenkontrollmaßnahmen erforderlichen Überwachungsmaßnahmen sind einzelfallbezogen festzulegen und ggf. im Laufe der weiteren Bearbeitung zu modifizieren.

Die **behördliche Überwachung** umfasst neben Überwachungstätigkeiten, die die Behörde selbst durchführt, die Anordnung und Prüfung von Eigenkontrollmaßnahmen.

Die **Eigenkontrolle** umfasst Kontrollmaßnahmen, die vom Verpflichteten im Rahmen der Überwachung / Nachsorge durchzuführen sind. Dazu zählen insbesondere die Überwachung der Wirkungspfade und Funktionskontrollen von Anlagen und Bauwerken.

Mit Hilfe der **Überwachung der Wirkungspfade (=Wirkungspfadkontrollen)** wird untersucht, inwieweit und in welchem Maße ein Schadstoff sich von der Schadstoffquelle bis zu dem Ort einer möglichen Wirkung auf ein Schutzgut ausgebreitet hat (BBodSchV, § 2, Ziffer 8). Unter der Überwachung der Wirkungspfade sind z. B. folgende Maßnahmen zu verstehen:

- Überwachung der Grundwasserqualität im Abstrom der betreffenden Fläche oder in nahe gelegenen Wassergewinnungsanlagen,
- Messung und Überwachung von Gasmigrationen (oberirdisch oder unterirdisch) von der Schadstoffquelle zum Schutzgut und Anreicherung in Räumen oder Hohlräumen,
- Untersuchung von Staubemissionen und –immissionen.

Anhand von Flächenbegehungen kann kontrolliert werden, welche Schutzgüter ggf. neu betroffen sind bzw. ob die zulässigen Nutzungen eingehalten werden.

Die Überwachung der Wirkungspfade dient zusammen mit den **Funktionskontrollen** an Anlagen und Bauwerken dazu, die Wirksamkeit einer Sanierung im Hinblick auf das Einhalten des Sanierungsziels zu überprüfen.

Neben der bodenschutzrechtlichen Überwachung können sich aus anderen Rechtsvorschriften weitere Überwachungstatbestände ergeben (z. B. aus KrW-/AbfG, BImSchG oder WHG) (HOLZWARTH ET AL., 1997).

Die **Nachsorge** im Sinne dieses Leitfadens umfasst

- Überwachung der Wirkungspfade,
- Funktionskontrollen von Anlagen und Bauwerken,
- Langzeitbetrieb und –unterhaltung von Anlagen und Bauwerken sowie
- Langzeiterhaltung von Anlagen und Bauwerken (u. a. Reparatur).

**Funktionskontrollen** sind die Kontrollen von Sanierungsbauwerken und Anlagen, die zur Einhaltung der Sanierungserfordernisse und Instandsetzung von Sicherungsbauwerken oder -einrichtungen erforderlich sind (BBodSchV, Anh. 3, Nr. 2, 4. Punkt, 3. Spiegelstrich). Funktionskontrollen dienen neben den Wirkungspfadkontrollen dazu, die Wirksamkeit einer Sanierung langfristig zu überprüfen. Sie beinhalten u.a.

- die Kontrolle der Reinigungsleistung und der Betriebsführung von Behandlungsanlagen,
- die Kontrolle von Mengen- und Stoffströmen und Erstellung von Bilanzen (z. B. bei Bodenluft- und Wasserfassungssystemen),
- die Messung verfahrensspezifischer Kenngrößen und
- die direkte Beprobung und Untersuchung von Bauwerken oder Bauteilen (z. B. Dichtigkeitsmessungen an Oberflächenabdichtungen oder Dichtwänden).

Um die Funktion der Sanierungsanlagen oder –bauwerke zu gewährleisten, sind ein ordnungsgemäßer **Betrieb, Unterhaltung** und **Erhaltung** (ggf. Reparaturen) erforderlich.

**Betrieb und Unterhaltung technischer Anlagen** (vgl. Kap. 4.2.4) bedeuten erforderliches Vorhalten und Inbetriebhalten sowie die Gewährleistung der Funktionsfähigkeit aller erforderlichen Anlagenteile. Dabei sollten eventuelle Ausfälle durch technische Defekte oder Wartung und Reparatur möglichst kurz gehalten werden.

Wartung (vgl. Kap. 4.2.4) der Anlagen umfasst dabei alle erforderlichen Arbeiten, die für einen störungsfreien Betrieb erforderlich sind wie u. a.

- Inspektion und rechtzeitiger Austausch von Verschleißteilen,
- Kalibrierung und Funktionskontrolle messtechnischer Einrichtungen,
- Austausch beladener Filter,
- Plausibilitätsprüfung von Betriebsdaten.

Die **Unterhaltung von Bauwerken oder baulichen Einrichtungen** hat das Ziel, die Funktionsfähigkeit der Bauwerke / baulichen Einrichtungen zu gewährleisten. Unterhaltungsmaßnahmen sind u. a.

- Inspektion von Gas- oder Wasserentnahmebrunnen,
- Säuberungsarbeiten und Regenerierungsarbeiten an Brunnen, Grundwassermessstellen und sonstigen Entnahmebauwerken (z. B. Spülen von Drainagen),
- Mähen und Entfernen von ungeeignetem Bewuchs.



Die **Erhaltung** umfasst die Reparatur und die Erneuerung von Bauwerken und technischen Anlagen, d. h. alle Maßnahmen, die bei einem Schaden oder bei Abnutzung notwendig sind, um die vorgesehenen Funktionen wieder herzustellen.

Die **Reparatur** beinhaltet den Austausch defekter Anlagenteile oder Bauteile bei Bauwerken nach Erkennung von Störungen oder Schäden. Dies kann sich beziehen auf

- Austausch defekter Aggregate von Reinigungsanlagen,
- Ersatz defekter Brunnen, Grundwassermessstellen und sonstiger Entnahmebauwerke (Drainagen, Schächte),
- Beseitigung von Schäden an baulichen Sicherheitselementen (Oberflächenabdichtungen, vertikale Dichtungssysteme).

Falls im Rahmen der Nachsorge die Funktion bzw. Wirksamkeit von Anlagen oder Bauwerken durch eine Reparatur nicht mehr erreicht wird, kann eine **Erneuerung** erforderlich werden. Erneuerung umfasst im Unterschied zur Reparatur den vollständigen Austausch von defekten, funktionsuntüchtigen Anlagen(teilen) oder Bauwerken bzw. Bauteilen. Wenn Anlagen oder Bauwerke sich als nicht mehr funktionsfähig oder unwirksam herausgestellt haben oder neue Erkenntnisse bzgl. der Beurteilung einer Gefahr vorliegen, können neue Überlegungen zur Sanierungskonzeption erforderlich werden. Es kann erforderlich sein, dass dies in einem gesonderten Arbeitsschritt und nicht zwangsläufig im Rahmen der Nachsorge(phase) zu untersuchen ist.

## 1.4 Abnahme durch die zuständige Behörde

Bei der Abnahme von Anlagen und Bauwerken ist zu unterscheiden zwischen

- der vertragsrechtlichen Abnahme durch den Bauherrn gegenüber dem Auftragnehmer nach VOB oder VOL und
- der fachbehördlichen Abnahme durch die zuständige Behörde, ob alle Maßnahmen entsprechend der Fachplanung ausgeführt wurden und funktionsfähig sind.

Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf die fachbehördliche Abnahme durch die zuständige Behörde, da zu diesem Zeitpunkt die Nachsorgephase i. S. d. Schrift beginnt.

Mit der fachbehördlichen Abnahme wird festgestellt, dass die Sanierungsmaßnahmen den in der Sanierungsplanung bzw. in der Verbindlichkeitserklärung des Sanierungsplans dargestellten, angeordneten Anforderungen oder den Anforderungen in einem öffentlich-rechtlichen Vertrag entsprechen und die festgelegten Sanierungsziele erfüllt werden.

Die Abnahme von Sicherungsmaßnahmen erstreckt sich u. a. auf:

- Bauwerke und Anlagen für die Fassung, Ableitung und Behandlung von Sickerwasser und kontaminiertem Grundwasser
- Bauwerke für die Oberflächenentwässerung
- Bauwerke und Anlagen für die Fassung, Ableitung und Behandlung von Bodenluft / Depo-niegas
- Oberflächenabdichtungssysteme
- vertikale Abdichtungssysteme
- In- situ- Reinigungswände
- Rekultivierungsschicht und Bewuchs
- Überwachungs- und Kontrolleinrichtungen (z. B. Mess- und Probennahmestellen)

Für die Abnahme von Dekontaminationsmaßnahmen sind insbesondere heranzuziehen:

- Ergebnisse der Überwachung der Wirkungspfade im Rahmen der Überwachung
- Nachweis des Einhaltens der Sanierungsziele in den betroffenen Umweltmedien
- Behandlungsergebnisse von Anlagen zur Bodenluft-, Grundwasser- und Bodenbehandlung
- Bilanzen von Mengen- und Stoffströmen für die v. g. Anlagen
- Dokumentation des Sanierungsbetriebes

Falls verschiedenartige Sanierungsmaßnahmen auf einer Fläche durchgeführt werden (z. B. Boden- und Grundwassersanierung), kann die Nachsorgephase für die jeweilige Maßnahme zu unterschiedlichen Zeitpunkten beginnen und enden (vgl. Kap. 2.1.2).

## **1.5 Aufgaben der zuständigen Behörden bei der Überwachung / Nachsorge**

Die Aufgaben der Behörde beziehen sich im Wesentlichen auf folgende Tätigkeiten:

- Entscheidung über Erfordernis sowie Art und Umfang der Überwachung / Nachsorge / Eigenkontrollmaßnahmen
- Anordnung der erforderlichen Eigenkontrollmaßnahmen gegenüber dem Verpflichteten
- Ggf. Durchführung eigener Untersuchungen
- Ggf. Kontrollen auf Einhaltung der Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen (z. B. anhand von Flächenbegehungen oder Kontrolle der Ergebnisse von Flächenbegehungen)
- Prüfung und Beurteilung der Ergebnisse der Eigenkontrollmaßnahmen
- Entscheidung über weitere Maßnahmen bzw. Fortschreibung oder Ende des Überwachungs- / Nachsorgeprogramms

## **2 Rechtsgrundlagen**

### **2.1 Bodenschutzrecht**

#### **2.1.1 Behördliche Überwachung**

Nach § 15 Abs. 1 Bundes-Bodenschutzgesetz unterliegen Altlasten und altlastverdächtige Flächen, soweit erforderlich, der Überwachung durch die zuständige Behörde. Daneben kann auch aufgrund anderer Rechtsvorschriften (s. Abschnitt 2.2) eine Überwachung oder Nachsorge erforderlich sein.

Nach § 15 Abs. 3 LBodSchG NW können die Anforderungen zur Überwachung von Altlasten in § 15 BBodSchG auch auf schädliche Bodenveränderungen, „von denen auf Grund von Art, Ausbreitung oder Menge der Schadstoffe in besonderem Maße Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit ausgehen“, angewandt werden.

Die Regelung in § 15 Abs. 1 BBodSchG weist diese Aufgabe der zuständigen Behörde zu und begründet weder unmittelbare Pflichten für die bodenschutzrechtlich Pflichtigen noch kann sie als Ermächtigungsgrundlage für Überwachungsanordnungen herangezogen werden.

Zweck der Überwachung ist die Verhinderung und frühzeitige Abwehr von Gefahren, die Beobachtung der weiteren Entwicklung des Geschehensablaufs, insbesondere auch die Überwachung des anhaltenden Sanierungserfolgs, sowie die Kontrolle der Einhaltung der Vorschriften durch den Pflichtigen.

Die Überwachung erstreckt sich auf alle gesetzlichen sowie auf die durch Rechtsverordnung oder Anordnung im Einzelfall konkretisierten Anforderungen.

Um ihrer Überwachungsaufgabe nachkommen zu können, ist es erforderlich, dass sich die zuständige Behörde die hierzu notwendigen Informationen beschaffen kann, was häufig grundrechtsrelevante Eingriffe in Rechte Dritter erfordert. Hierzu enthält § 3 Abs. 1 Landesbodenschutzgesetz für die Pflichtigen eine Auskunftspflicht und die Verpflichtung, geforderte Unterlagen vorzulegen.

Um der zuständigen Behörde die Wahrnehmung ihrer gesetzlichen Aufgaben, also auch ihrer Überwachungsaufgabe, zu ermöglichen, verpflichtet § 3 Abs. 2 LBodSchG NW die Pflichtigen zur Duldung von diesbezüglichen behördlichen Maßnahmen und räumt der zuständigen Behörde gleichzeitig ein Betretungs-, Besichtigungs- und Untersuchungsrecht ein.

Die Überwachung steht im pflichtgemäßen Ermessen der Behörde und ist eine von besonderen Ereignissen unabhängige fortlaufende Aufgabe, die sich hinsichtlich ihrer Häufigkeit insbesondere an Zweckmäßigkeitserwägungen orientiert. Sie wird vor allem durch das Übermaßverbot und den Grundsatz der Verhältnismäßigkeit begrenzt; der Umfang der behördlichen Befugnisse richtet sich nach dem Grad ihrer Erforderlichkeit.

Die zuständige Behörde entscheidet ob, in welcher Art und in welchem Umfang eine behördliche Überwachung erforderlich ist. Bei der Entscheidung und Festlegung sind die bei den bisher durchgeführten Arbeitsschritten im Rahmen der Einzelfallbearbeitung ermittelten Informationen, Sachverhalte und Beurteilungen zu berücksichtigen.

In jeder Phase der Überwachung/Nachsorge sind aufgrund der dabei ermittelten Daten und Beurteilungen Entscheidungen über ggf. erforderliche Maßnahmen zu treffen. Die als Ergebnis der Überwachung ggf. erforderlichen Maßnahmen gegen Pflichtige sind jedoch nicht mehr Gegenstand der Überwachung, sondern erfolgen auf Grundlage der bodenschutzrechtlichen Ermächtigungsnormen.

Hierbei ist jedoch der klarstellende Hinweis in § 15 Abs. 1 Satz 2 BBodSchG zu beachten, wonach bei Altstandorten und Altablagerungen die Wirksamkeit von behördlichen Zulassungsentscheidungen sowie von nachträglichen Anordnungen (z. B. nach dem KrW-/AbfG oder dem BImSchG – siehe Abschnitt 2.2) unberührt bleibt.

Da sich die Bearbeitung im Rahmen der Überwachung und Nachsorge über lange Zeiträume erstrecken kann, sind die Überwachungs- und Nachsorgeergebnisse in einer Form zu dokumentieren, dass sie als Grundlage für die weitere Bearbeitung verfügbar sind.

Im Laufe der Einzelfallbearbeitung können sich in Abhängigkeit vom Kenntnisstand über die betreffende Fläche und den sich ändernden Rahmenbedingungen die Anforderungen an die Art der Untersuchungen und Maßnahmen im Rahmen der Überwachung und Nachsorge verändern. Dem sollte durch eine Anpassung und Fortschreibung des Überwachungs- und Nachsorgeprogramms Rechnung getragen werden.

Ergänzend ist auf § 8 LBodSchG NW hinzuweisen, wonach die zuständigen Behörden ein Kataster über die in ihren Zuständigkeitsbereich fallenden altlastverdächtigen Flächen und Altlasten führen. In die Kataster sind die Daten, Tatsachen und Erkenntnisse aufzunehmen, die über die altlastverdächtigen Flächen und Altlasten erhoben und bei deren Untersuchung, Beurteilung und Sanierung sowie bei der Durchführung sonstiger Maßnahmen oder der **Überwachung** ermittelt werden.

Der Begriff „behördliche Überwachung“ wird im BBodSchG und der BBodSchV nicht ausdrücklich legal definiert. Unter **behördlicher Überwachung** werden in diesem Leitfaden alle bei altlastverdächtigen Flächen, Altlasten und ggf. bei sanierten Altlasten von der zuständigen Behörde im Einzelfall als erforderlich angesehenen und selbst durchgeführten Überwachungs-

tätigkeiten zusammengefasst, um zukünftig entstehende Veränderungen der Standortrandbedingungen und der Schadstoffausbreitung über die maßgebenden Wirkungspfade zu (ursprünglich) betroffenen Schutzgütern im Hinblick auf das Entstehen neuer oder Umschlagen latenter Gefahren kontrollieren zu können.

Wird in diesem Leitfaden der Begriff Überwachung ohne den Zusatz "behördlich" verwendet, umfasst er i. d. R. die behördlicherseits durchzuführenden sowie die von der Behörde angeordneten einzelfallbezogenen Überwachungsmaßnahmen, Kontrollen und Prüfungen von Sachverhalten und Entwicklungen.

### **2.1.2 Zeitraum von Überwachung und Nachsorge**

Je nach Sachlage und deren Bewertung durch die zuständige Behörde kann die Überwachung im Laufe der Erfassung der Fläche beginnen und bis zur Ausräumung des Altlastverdachts oder bis zur Sicherstellung, dass von einer Altlast dauerhaft keine Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen mehr ausgehen, andauern.

Damit ist sowohl die altlastverdächtige Fläche, die Begleitung von Untersuchungs- und Sanierungsmaßnahmen als auch die Kontrolle der kurz- und langfristigen Wirksamkeit der Sanierung von der Überwachung erfasst.

Im Regelfall werden Überwachungsmaßnahmen nach abgeschlossener Gefahrenbeurteilung geplant und durchgeführt.

Insbesondere nach Durchführung und ggf. Schlussabnahme von Sicherungs-, Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen, in bestimmten Fällen auch von Dekontaminationsmaßnahmen kann eine behördliche Überwachung erforderlich werden, um die Wirksamkeit der Sanierung zu kontrollieren. Denn insbesondere bei einer Sicherung werden die Schadstoffe nicht entfernt, sondern nur an ihrer Ausbreitung oder Einwirkung auf ein Schutzgut gehindert werden.

Für den Zeitraum dieser Überwachungsmaßnahmen verwendet die BBodSchV (Anhang 3) den Begriff der Nachsorge.

Innerhalb der Nachsorge sind ggf. auch technische Anlagen zu betreiben und zu warten und Bauwerke oder bauliche Einrichtungen zu unterhalten sowie ein mögliches Versagen von (technischen) Sanierungselementen (Anlagen und Bauwerke) zu kontrollieren. Bauwerke und technische Anlagen haben jeweils nur eine zeitlich begrenzte Wirkungs- und Nutzungsdauer und müssen ggf. repariert oder ersetzt werden. Diese Maßnahmen der Langzeiterhaltung zählen ebenfalls zur Nachsorge.

Unter **Nachsorge bei der Altlastbearbeitung** werden in diesem Leitfaden alle Aktivitäten verstanden, die nach der Ausführung und Abnahme technischer Sanierungsmaßnahmen dazu dienen, die langfristige bzw. dauerhafte Einhaltung der durch die zuständige Behörde festgelegten Sanierungsziele zu gewährleisten. Dazu gehören:

- die im Rahmen der Überwachung erforderlichen Maßnahmen zur Überwachung der Wirkungspfade (z. B. regelmäßige Untersuchungen des Grundwassers oder Flächenbegehungen zur Kontrolle, welche Schutzgüter ggf. erneut gefährdet sind, vgl. Kap.4.1)
- die Funktionskontrollen technischer Anlagen, Bauwerke oder baulicher Einrichtungen (vgl. Kap. 4.2)
- die Überprüfung der dauerhaften Wirksamkeit der Gesamtmaßnahme mit beiden v. g. Kontrollmaßnahmen nach § 5 Abs. 3 BBodSchV
- die Gewährleistung des Betriebes, der Unterhaltung sowie der Erhaltung (Reparatur und Ersatz) von technischen Anlagen, Bauwerken oder baulichen Einrichtungen (vgl. Kap 4.2.4)
- Kontrollen der Wirksamkeit von ergänzenden Beschränkungsmaßnahmen
- Prüfung des Erfordernisses von zusätzlichen Maßnahmen

Bei einer Dekontaminationsmaßnahme beginnt die Nachsorge erforderlichenfalls nach der Abnahme der technischen Sanierungsmaßnahme und dem Nachweis des Sanierungserfolges. Beleganalysen von Boden, Bodenluft oder Grundwasser dienen zu diesem Zeitpunkt dem Nachweis des Erreichens des Sanierungsziels. Beim Betrieb einer Anlage zur Dekontamination (z. B. hydraulische Grundwassersanierung) beginnt die Nachsorge ggf. erst nach Ende des Betriebes und dem Nachweis des Sanierungserfolges. Die Überwachung der Sanierungsdurchführung (z. B. aktive hydraulische Maßnahme zur Dekontamination) gehört damit nicht zur Nachsorge.

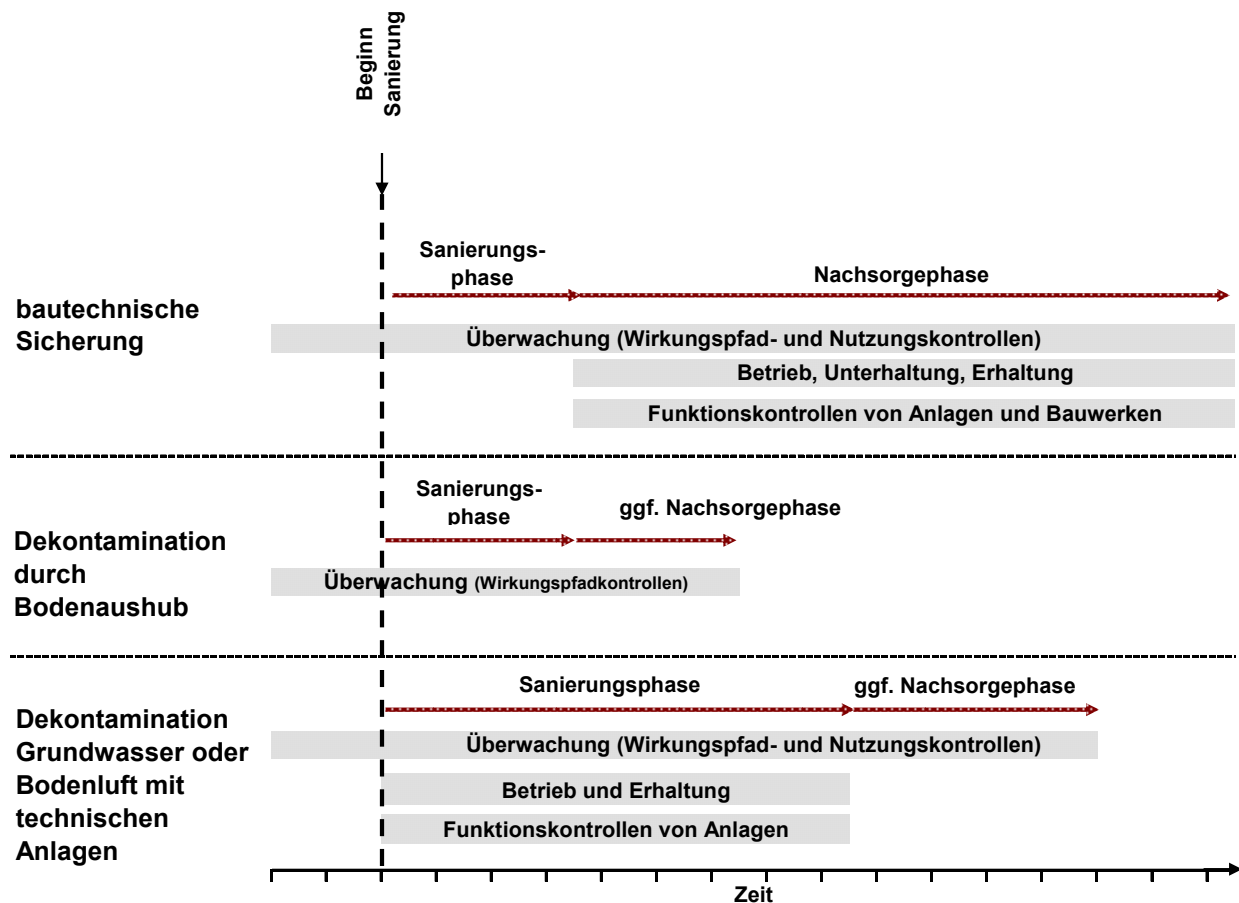
Bei einer Sanierung durch (bautechnische) Sicherungsmaßnahmen beginnt die Nachsorgephase mit der fachtechnischen Abnahme (vgl. Abschnitt 1.4) der erstellten Bauwerke oder Anlagen. Dabei muss die Wirksamkeit der Sicherungsmaßnahmen belegt werden. Ein Betrieb von begleitend erforderlichen Anlagen erfolgt dann im Rahmen der Nachsorge.

Häufig werden verschiedene Teilbereiche einer Fläche (Sanierungszonen) oder verschiedene Umweltmedien (z. B. Boden, Grundwasser) zeitlich nacheinander saniert. In Abhängigkeit von den unterschiedlichen Sanierungsmaßnahmen können die Nachsorgephasen zu unterschiedlichen Zeitpunkten beginnen und enden.

Die Überwachung kann dann beendet werden, wenn von der zuständigen Behörde festgestellt wird, dass von der Altlast oder altlastverdächtigen Fläche zuvor ausgegangene Gefährdungen für Schutzgüter dauerhaft nicht mehr hervorgerufen werden können, z. B. bei altlastverdächtigen Flächen zu dem Zeitpunkt, an dem sich der Altlastverdacht als unbegründet oder ausgeräumt erweist.

Die Nachsorgephase wird i. d. R. von der Behörde dann für beendet erklärt werden können, wenn Gefährdungen für Schutzgüter zukünftig nicht mehr zu erwarten sind und keine technischen Anlagen mehr betrieben und bauliche Einrichtungen mehr unterhalten werden müssen. Dies ist z. B. bei durch Bodenluftabsaugung dekontaminierten Altlasten der Zeitpunkt, zu dem mit der Überwachung im Rahmen der Nachsorge die Nachhaltigkeit des Sanierungserfolges nachgewiesen worden ist.

Der erforderliche Nachsorgezeitraum ist fallspezifisch unterschiedlich, so dass eine allgemeine zeitliche Angabe zur Dauer der Nachsorge nicht möglich ist. Bei Sicherungsmaßnahmen entsteht in der Regel ein langfristiger - über die Gewährleistungsfristen der ausführenden Unternehmen deutlich hinausgehender - und möglicherweise zeitlich sehr weit reichender Nachsorgebedarf.



**Abbildung 2:** Darstellung der Phasen von Sanierung, Überwachung und Nachsorge bei verschiedenen Sanierungsmaßnahmen



### 2.1.3 Eigenkontrolle

Die behördliche Überwachung wird durch die Eigenüberwachung des Verantwortlichen nach § 15 Abs. 2 BBodSchG ergänzt, da eine allumfassende alleinige Überwachung durch die Behörde ihre personellen und sachlichen Möglichkeiten überfordern würde.

Sofern eine Altlast vorliegt, kann nach § 15 Abs. 2 Satz 1 BBodSchG die zuständige Behörde im Rahmen ihrer Überwachungsaufgaben, soweit erforderlich, von den zur Sanierung Verpflichteten die Durchführung von Eigenkontrollmaßnahmen (insbesondere Boden- und Wasseruntersuchungen sowie die Einrichtung und den Betrieb von Messstellen) verlangen. Die zuständige Behörde entscheidet, ob der Verpflichtete Eigenkontrollmaßnahmen durchzuführen hat und legt deren Art, Umfang und Dauer fest.

Verpflichteter nach § 4 Abs. 3, 5 oder 6 BBodSchG kann u.a. sein:

- der Verursacher oder dessen Gesamtrechtsnachfolger
- der derzeitige, unter bestimmten Umständen auch der frühere Grundstückseigentümer
- der Inhaber der tatsächlichen Gewalt
- wer aus handelsrechtlichem oder gesellschaftsrechtlichem Rechtsgrund für eine juristische Person einzustehen hat, der ein Altlastengrundstück gehört

Die Aufzählung der Eigenkontrollmaßnahmen in § 15 Abs. 2 BBodSchG ist nur beispielhaft und nicht abschließend.

Die Eigenkontrollmaßnahmen sind Bestandteil der Überwachung. Teilaufgaben der Überwachung / Nachsorge, insbesondere die Ermittlung von Messdaten, können also in die Hand des Verpflichteten oder eines von diesem beauftragten Dritten gelegt werden. Hiermit kann zum einen die zuständige Behörde von einem Teil ihrer Aufgaben entlastet werden, zum anderen ist davon auszugehen, dass dem Verpflichteten aufgrund seiner genauen Kenntnisse diejenigen Bereiche der Altlast bekannt sind, von denen im besonderen Maße Gefährdungen ausgehen (HOLZWARTH ET AL., 1997).

Eigenkontrollmaßnahmen können wie auch die behördliche Überwachung selbst in verschiedenen Verfahrensstufen erforderlich werden:

- Wenn eine Sanierung zunächst nicht erforderlich ist, kann ggf. eine Überwachung als ausreichende Maßnahme angesehen werden.
- Wenn geeignete oder zumutbare Sanierungsverfahren nicht verfügbar sind, kommt ggf. die Überwachung einer Sicherungsmaßnahme in Betracht.
- Wenn Sanierungsmaßnahmen durchgeführt wurden oder werden, kann eine begleitende Überwachung erforderlich sein.

- Wenn Dekontaminations-, Sicherungs- oder Beschränkungsmaßnahmen durchgeführt wurden, kann die zuständige Behörde gem. § 15 Abs. 2 Satz 4 BBodSchG Eigenkontrollmaßnahmen verlangen. Diese Festlegungen können auch durch Regelung im Sanierungsvertrag bzw. im Sanierungsplan erfolgen.

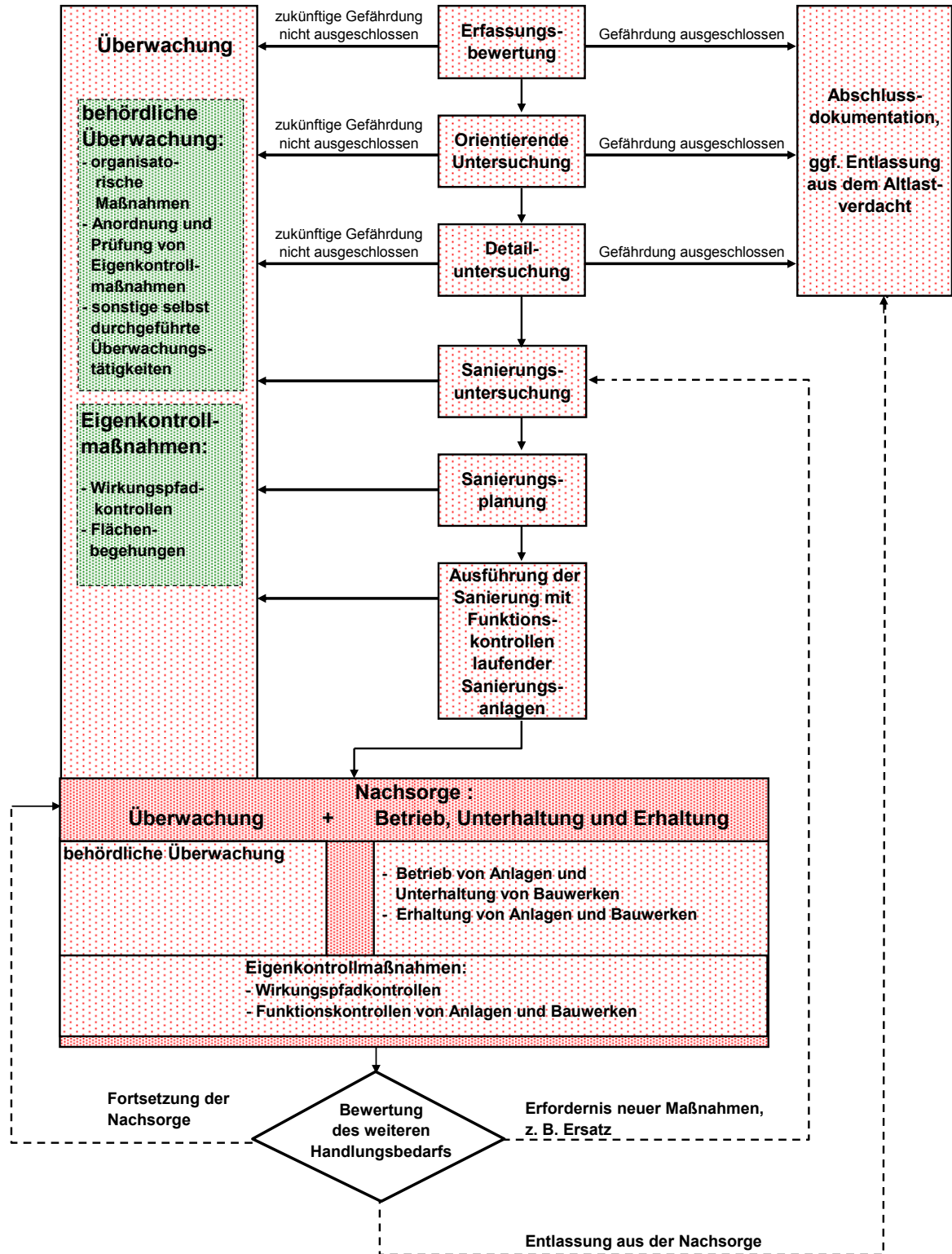
Nach § 24 Abs. 1 BBodSchG tragen die zur Durchführung der angeordneten Eigenkontrollmaßnahmen nach § 15 Abs. 2 BBodSchG Verpflichteten die Kosten.

Sofern mehrere Verpflichtete für die Sanierung verantwortlich sind, haben sie unabhängig von ihrer Heranziehung untereinander einen zivilrechtlichen Ausgleichsanspruch (§24 Abs. 2 BBodSchG).

Da Pflichtige häufig nicht selbst zur sachgerechten Durchführung von Eigenkontrollmaßnahmen in der Lage sind, kann die Behörde nach § 15 Abs. 2 Satz 5 BBodSchG verlangen, dass Eigenkontrollmaßnahmen durch einen Sachverständigen gem. § 18 BBodSchG durchgeführt werden.

Inwieweit die Behörde zur Auswertung und Beurteilung von im Rahmen der Überwachung/Nachsorge erhobenen bzw. zu übermittelten Daten und Messergebnissen einen Dritten oder einen Sachverständigen nach § 18 BBodSchG beizieht, liegt in ihrem Ermessen. Wenn die erhobenen Daten auch zu Maßnahmen an speziellen Anlagen und Bauwerken führen, sollten im Rahmen der Nachsorge zusätzlich ausführende Firmen, Anlagenbetreiber und Planer einbezogen werden.

Die Ergebnisse der Eigenkontrollmaßnahmen sind der zuständigen Behörde gem. § 15 Abs. 3 BBodSchG auf Verlangen mitzuteilen und mindestens 5 Jahre lang aufzubewahren. Eine längere Archivierung ist aus fachlicher Sicht (Rückverfolgbarkeit, Transparenz, Erfordernis der Dokumentation über längere Sicherungszeiträume) wünschenswert.



**Abbildung 3:** Ablaufschema behördliche Überwachung, Eigenkontrolle und Nachsorge im Zusammenhang mit den Bearbeitungsschritten bei Altlasten

#### 2.1.4 Zuständigkeiten und Beteiligte

Zuständige Bodenschutzbehörden sind nach der ZustVOtU NRW

- die Bergämter für unter Bergaufsicht stehende Flächen,
- die Bezirksregierungen bei stillgelegten Abfallbeseitigungsanlagen, die von Kreisen und kreisfreien Städten betrieben wurden,
- die Kreisordnungsbehörden in allen übrigen Fällen.

Beim Vollzug bodenschutzrechtlicher Regelungen sind vielfach andere Behörden zu beteiligen. Auf kommunaler Ebene können dies z. B. sein: Tiefbauämter, Bauverwaltungs- und Bauordnungsämter, Stadtentwässerung, Liegenschaftsämter, Katasterämter, Grünflächenämter etc.

Bei der Nachsorge von gesicherten Altlasten (beispielsweise bei der Reparatur von Dichtungssystemen, bei der Durchführung von Tiefbauarbeiten in kontaminierten Bereichen oder bei der Wartung und beim Betrieb von Anlagen zur Nachsorge) ist der erforderliche Arbeitsschutz durch frühzeitige Beteiligung

- des Staatlichen Amtes für Arbeitsschutz und
- der jeweils zuständigen Berufsgenossenschaft sicherzustellen.

Die Anforderungen an den Arbeitsschutz ergeben sich z.B. aus

- Gesetzen und Verordnungen, wie z. B. dem Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG), dem Chemikaliengesetz (ChemG) und der Gefahrstoffverordnung,
- technischen Regeln, wie z. B. den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), und
- berufsgenossenschaftlichen Richtlinien (BGR).

Nach § 12 BBodSchG kann es außerdem erforderlich sein, Eigentümer betroffener Grundstücke, sonstige betroffene Nutzungsberechtigte und die betroffene Nachbarschaft über geplante Maßnahmen zu informieren. Im Einzelfall (z. B. Probennahme) kann die Zustimmung von bzw. Abstimmung mit Grundstücksnachbarn erforderlich sein.

Tabelle 1 gibt eine zusammenfassende Übersicht über die Hauptbeteiligten bei der Durchführung von Maßnahmen der Überwachung oder Nachsorge.

**Tabelle 1:** Beteiligte bei der Planung und Durchführung von Maßnahmen zur Überwachung oder Nachsorge

<b>Tätigkeiten/ Aktivitäten</b>	<b>Verpflichteter</b>	<b>zuständige Behörde</b>	<b>Sachverständiger</b>	<b>gewerbliches Unternehmen</b>
Vorgaben für das Überwachungs-/ Nachsorgeprogramm (z. B. vorliegende Gutachten, Altlastenkataster etc.)		<b>x</b>		
rechtliche, finanzielle und zeitliche Absicherung	<b>x</b>	<b>x</b>		
Information von Betroffenen	<b>x</b>	<b>(x)</b>	<b>(x)</b>	<b>(x)</b>
Erarbeitung des Überwachungsprogramms	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>(x)</b>	<b>(x)</b>
Festlegung des Überwachungsprogramms und der Anforderungen an die Dokumentation		<b>x</b>	<b>(x)</b>	
Durchführung der Überwachungs- und Nachsorgemaßnahmen	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>(x)</b>	<b>(x)</b>
Überwachung der Wirkungspfade	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>(x)</b>	
Flächenbegehungen	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>(x)</b>	
Funktionskontrollen	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>(x)</b>	<b>(x)</b>
Unterhaltung, Betrieb und Wartung	<b>x</b>			<b>(x)</b>
Erhaltung (z. B. Reparatur technischer Sicherungselemente)	<b>x</b>			<b>(x)</b>
Dokumentation durchgeführter Maßnahmen	<b>x</b>		<b>(x)</b>	
Auswertung der Ergebnisse	<b>(x)</b>	<b>x</b>	<b>(x)</b>	
Gutachtliche Bewertung	<b>(x)</b>		<b>x</b>	
Behördliche Beurteilung		<b>x</b>		
Fortschreibung Überwachungs- und Nachsorgeprogramm	<b>(x)</b>	<b>x</b>	<b>(x)</b>	
Festlegung weiterer Maßnahmen		<b>x</b>		
Verknüpfung der Ergebnisse der Überwachung/Nachsorge mit Daten anderer Herkunft		<b>x</b>		

**x =verantwortlich bzw. ausführend (x) = ggf. beteiligt**

## 2.2 Sonstige Regelungen

### 2.2.1 Abfallrecht

#### 2.2.1.1 Regelungen über die Stilllegung von Deponien

Errichtung, Betrieb, Stilllegung, Nachsorge und Überwachung von Deponien sind im Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG), in der Abfallablagereungsverordnung (AbfAbV), in der Deponieverordnung (DepV) und - soweit durch die v. g. Verordnungen nicht verdrängt - in der TA Abfall und der TA Siedlungsabfall geregelt.

§ 36 KrW-/ AbfG enthält die gesetzlichen Regelungen über die Stilllegung einer Deponie. Im Hinblick auf altlastverdächtige Altablagerungen ist insbesondere § 36 Abs. 2 Satz 2 bedeutsam. Danach finden für die Erfassung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung die Vorschriften des Bundes-Bodenschutzgesetzes dann Anwendung, wenn der Verdacht besteht, dass von einer stillgelegten Deponie schädliche Bodenveränderungen oder sonstige Gefahren für den einzelnen oder die Allgemeinheit ausgehen.

Für den Vollzug bodenschutzrechtlicher Vorschriften ergeben sich aus der zitierten Vorschrift vor allem zwei Fragen:

- Wann gilt eine Deponie im Sinne des § 36 Abs. 2 Satz 2 KrW-/ AbfG als stillgelegt?
- Welches Verhältnis besteht nach der Stilllegung einer Deponie, d. h. im Zeitabschnitt der Nachsorge, zwischen Abfallrecht und Bodenschutzrecht?

Die Regelung des § 36 Abs. 2 Satz 2 ist im Zusammenhang mit dem Erlass des BBodSchG in das KrW-/AbfG eingefügt worden. Der in der Regelung gebrauchte Begriff der „Stilllegung“ ist auch an anderen Stellen des KrW-/AbfG genannt, wurde aber seinerzeit nicht legal definiert.

Im Juli 2001 sind die Stilllegungsregelungen des § 36 KrW-/AbfG schließlich modifiziert und präzisiert worden. Das KrW-/AbfG sieht jetzt vor, dass der Betreiber der Deponie die beabsichtigte Stilllegung zunächst anzuzeigen hat (§ 36 Abs. 1), die Behörde - soweit sie dies noch nicht in der Deponiezulassung geregelt hat - wiederum den Betreiber insbesondere zur Sicherung und Rekultivierung der Deponie zu verpflichten hat (§ 36 Abs. 2) und letztlich den „Abschluss der Stilllegung festzustellen“ hat (§ 36 Abs. 3 KrW-/AbfG). Der letztgenannte Verfahrensschritt ist im Gesetz mit dem Terminus „endgültige Stilllegung“ legal definiert. Hintergrund dieser Regelung ist Art. 13 b) der EU-Deponierichtlinie, nach dem eine Deponie nur dann als „endgültig stillgelegt“ anzusehen ist, wenn die Behörde der Stilllegung ihre Zustimmung erteilt hat.

Konkretisiert werden die gesetzlichen Regelungen über die Stilllegung und die Nachsorge von Deponien in der AbfAbV und in der DepV. Die DepV enthält mit den Begriffsbestimmungen in

§ 2 auch Klarstellungen über die Abgrenzung der zeitlich aufeinander folgenden Zustände einer Deponie. Unterschieden werden dabei folgende "Phasen":

Betriebsphase:

Zeitraum von der Abnahme der für den Betrieb einer Deponie oder eines Deponieabschnittes erforderlichen Einrichtungen durch die zuständige Behörde bis zur Feststellung der endgültigen Stilllegung einer Deponie nach § 36 Abs. 3 des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes. Die Betriebsphase umfasst die Ablagerungs- und die Stilllegungsphase (§ 2 Nr. 5 DepV).

Ablagerungsphase:

Zeitraum von der Abnahme der für den Betrieb einer Deponie oder eines Deponieabschnittes erforderlichen Einrichtungen durch die zuständige Behörde bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Ablagerung von Abfällen zur Beseitigung auf der Deponie oder dem Deponieabschnitt beendet wird (§ 2 Nr. 2 DepV).

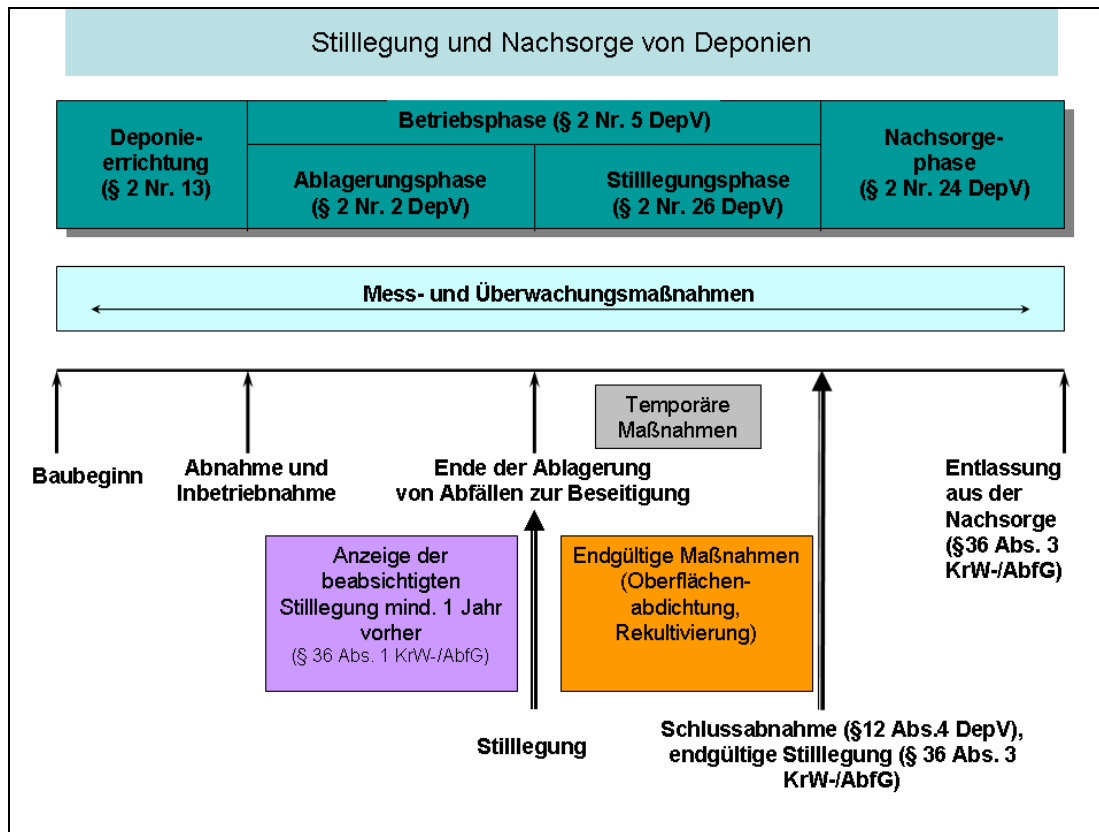
Stilllegungsphase:

Zeitraum vom Ende der Ablagerungsphase der Deponie oder eines Deponieabschnittes bis zur endgültigen Stilllegung der Deponie (§ 2 Nr. 26 DepV).

Nachsorgephase:

Zeitraum nach der endgültigen Stilllegung einer Deponie bis zu dem Zeitpunkt, zu dem die zuständige Behörde nach § 36 Abs. 5 des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes den Abschluss der Nachsorge feststellt (§ 2 Nr. 24 DepV).

Die Abbildung 4 stellt die Abfolge von Maßnahmen im Zusammenhang mit der Stilllegung und der Nachsorge von Deponien sowie die Zuordnung zu den Rechtsbereichen KrW-/ AbfG und BBodSchG dar.



**Abbildung 4:** Abfolge von Maßnahmen und Zuordnung zu Rechtsbereichen im Zusammenhang mit der Stilllegung und Nachsorge von Deponien

### 2.2.1.2 Abgrenzung Abfallrecht/Bodenschutzrecht

Ausgehend von der neuen Rechtslage ist die Abgrenzung der Rechtsgebiete KrW-/AbfG und BBodSchG wie folgt zu präzisieren:

Der Begriff der „Stilllegung“ stellt sich abfall- und bodenschutzrechtlich als Geschehensablauf dar, innerhalb dessen der Deponiebetreiber alle die für eine „endgültige Stilllegung“ (Erteilung des die Stilllegung feststellenden Verwaltungsaktes der Behörde) erforderlichen Handlungen vornimmt. In diesem Sinne definiert die DepV die "Stilllegungsphase" dahingehend, dass diese mit der Beendigung der Ablagerung von Abfällen zur Beseitigung auf der Deponie oder dem Deponieabschnitt beginnt und mit der behördlichen Feststellung der Stilllegung (endgültige Stilllegung) endet<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Nach § 12 DepV erfolgt die Feststellung der endgültigen Stilllegung durch die zuständige Behörde für eine Deponie als Gesamtanlage und nach der Schlussabnahme der für den Abschluss der Deponie angeordneten Maßnahmen.



Während der Stilllegungsphase i. S. d. DepV sind allein die Regelungen des KrW-/AbfG anwendbar. Dies bedeutet, dass es der Abfallbehörde obliegt, gegenüber dem Deponiebetreiber entsprechende Anordnungen zur Sicherstellung der Stilllegungsvoraussetzungen zu treffen.

Maßnahmen aufgrund des BBodSchG können während der Stilllegungsphase noch nicht ergriffen werden, da dieses Gesetz nach § 36 Abs. 2 S. 2 KrW-/AbfG nur auf „stillgelegte Deponien“ Anwendung findet. Innerhalb der Stilllegungsphase ist die Deponie jedoch noch nicht „stillgelegt“, dieser Zustand tritt erst mit der „endgültigen Stilllegung“ ein. Die Vorschriften des BBodSchG finden mithin erst nach der endgültigen Stilllegung einer Deponie (§ 36 Abs. 3 KrW-/AbfG; vgl. auch § 2 Nr. 26 DepV) auf die Erfassung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von schädlichen Bodenveränderungen oder sonstigen Gefahren für den Einzelnen oder die Allgemeinheit Anwendung. Das BBodSchG tritt dabei **neben** das KrW-/AbfG.

Die Zuordnung der beiden Rechtsbereiche ist dergestalt zu treffen, dass sich die mit der „endgültigen Stilllegung“ verbundenen abfallrechtlichen Anforderungen nach dem KrW-/AbfG richten und nach Abfallrecht überwacht und ggf. ergänzt werden. Demgegenüber können nach den Vorschriften des BBodSchG Erfassungs-, Untersuchungs- und ggf. Sanierungsanordnungen erlassen werden, soweit - trotz Umsetzung der Stilllegungsanordnungen - der Verdacht schädlicher Bodenveränderungen oder sonstiger Gefahren für den einzelnen oder die Umwelt - etwa durch Grundwasserverunreinigungen - auftritt.

Bei Deponien, die ihren Betrieb schon vor der bundesrechtlichen Präzisierung des Zeitpunkts der endgültigen Stilllegung eingestellt haben, ist zu beachten, dass in Nordrhein- Westfalen ein feststellender Verwaltungsakt als Voraussetzung für die endgültige Stilllegung einer Deponie schon mit In-Kraft-Treten des § 27 a LAbfG vorgeschrieben war. In diesem Zusammenhang hat das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW (MUNLV) mit Erlass vom 30.01.2002 (Az. IV-4-875/2-26793) folgende Klarstellung getroffen:

„Soweit sich eine Deponie nach dem 31. Dezember 1998 noch in Betrieb befunden hat und eine förmliche Stilllegung i.S.v. § 27 a LAbfG bzw. § 36 Abs. 3 KrW-/ AbfG noch nicht erfolgt ist, ist diese Deponie nicht stillgelegt. Ein feststellender Verwaltungsakt ist bei Deponien, die vor dem 1.1.1999 ordnungsgemäß abgeschlossen wurden, nur dann Voraussetzung der Stilllegung, wenn dies im Deponiezulassungsbescheid oder im Bescheid nach § 10 Abs. 2 LAbfG bzw. § 36 Abs. 2 KrW-/ AbfG vorgeschrieben ist.

Für eine Deponie, die nach In-Kraft-Treten der TA Abfall (am 1. April 1991) bzw. der TA Siedlungsabfall (am 1. Juni 1993) noch betrieben wurde, war bis zum 31. Dezember 1998 keine förmliche Feststellung der Stilllegung vorgeschrieben, vor einer Schlussabnahme beginnt jedoch nach dem Wortlaut der Nr. 10.7.2 TA Siedlungsab-

fall bzw. 9.7.2 TA Abfall die Nachsorgephase noch nicht, die Deponie ist als nicht stillgelegt anzusehen.

Auch für Deponien, die schon vor In-Kraft-Treten der TA Abfall bzw. der TA Siedlungsabfall nicht mehr betrieben wurden, kann eine Schlussabnahme geboten sein, wenn für den Abschluss erteilte Auflagen nicht vollständig erfüllt sind oder der ehemalige Betreiber einen geforderten Nachweis über den ordnungsgemäßen Abschluss der Deponie nicht erbracht hat. Stellt die Überwachungsbehörde im Wege der Überprüfung fest, dass die durch die Zulassung oder einen Bescheid nach § 10 Abs. 2 LAbfG bzw. § 36 Abs. 2 des KrW-/ AbfG auferlegten Sicherungs- und Rekultivierungsmaßnahmen sowie sonstige Maßnahmen (mit Ausnahme der in der Nachsorgephase durchzuführenden Maßnahmen) ordnungsgemäß durchgeführt wurden, ist der Zeitpunkt der Stilllegung der Abschluss dieser Maßnahmen. Andernfalls ist die Deponie noch als in Betrieb befindlich anzusehen.“

Altablagerungen, die vor 11. Juni 1972 stillgelegt worden sind, unterliegen dem Rechtsregime des BBodSchG, seitdem durch Artikel 2 Nr. 2 des Gesetzes zum Schutz des Bodens vom 17. März 1998 der Satz 2 in § 40 Abs. 1 KrW-/ AbfG gestrichen worden ist. Danach konnte sich die Überwachung der zuständigen (Abfall-)Behörde auch auf stillgelegte Abfallbeseitigungsanlagen und Grundstücke erstrecken, auf denen vor dem 11. Juni 1972 Abfälle zur Beseitigung angefallen, gelagert oder abgelagert worden sind.

### **2.2.2 Bundesimmissionsschutzrecht**

Nach § 5 Abs. 3 Nr. 3 BImSchG sind genehmigungsbedürftige Anlagen so zu errichten, zu betreiben und stillzulegen, dass auch nach einer Betriebseinstellung die Wiederherstellung eines ordnungsgemäßen Zustandes des Betriebsgeländes gewährleistet ist.

Der Betreiber hat einen nicht ordnungsgemäßen Zustand des Geländes zu beseitigen, wenn dieser durch den Betrieb der stillgelegten oder laufenden Anlage verursacht worden ist. Nach § 5 Abs. 3 Nr. 3 BImSchG ist der Zustand des Geländes ordnungsgemäß, wenn er nicht gegen gesetzliche Vorschriften (z. B. Baurecht, Bodenschutzrecht, Wasserrecht, Abfallrecht und allgemeines Polizei- und Ordnungsrecht) verstößt. Gemeint ist damit ein Zustand, bei dem vorliegende Gefahren beseitigt wurden und nicht damit zu rechnen ist, dass sich weitere Gefahren manifestieren können. Darüber hinaus gehende (vorsorgende) Verbesserungen des Zustandes können nicht verlangt werden. Zur Wiederherstellung des ordnungsgemäßen Zustandes i.S.d. § 5 Abs. 3 Nr. 3 BImSchG gehören weder der Rückbau genehmigungskonform errichteter Betriebsanlagen noch die Sanierung schädlicher Bodenveränderungen oder Altlasten, die nicht auf den Betrieb der Anlage zurückzuführen sind.

Liegen konkrete Anhaltspunkte dafür vor, dass auf dem Grundstück einer stillgelegten genehmigungsbedürftigen Anlage Bodenverunreinigungen vorhanden sind, die gegen geltendes Recht verstoßen, können auch nach § 17 Abs. 1 in Verbindung mit § 5 Abs. 3 Nr. 3 BImSchG gegenüber dem Ordnungspflichtigen Anordnungen zur Ermittlung des Umfangs einer Gefahr bzw. der Reichweite eines bereits eingetretenen Schadens getroffen werden.

Wenn zur Wiederherstellung des ordnungsgemäßen Zustandes eine Sanierung schädlicher Bodenveränderungen erforderlich ist, kann diese ebenfalls nach § 17 Abs. 1 i.V.m. § 5 Abs. 3 Nr. 3 BImSchG angeordnet werden. Zuständig für derartige Anordnungen im Einzelfall sind die Staatlichen Umweltämter als die für die Durchführung des § 17 i.V.m. § 5 Abs. 3 BImSchG zuständigen Immissionsschutzbehörden. Die Immissionsschutzbehörden sind nach § 4 LBodSchG NW gehalten, die Belange des Bodenschutzes zu berücksichtigen.

Hiervon unabhängig besteht die Zuständigkeit der unteren Bodenschutzbehörden zur Wahrnehmung der vorsorgenden und Gefahren abwehrenden Aufgaben nach dem Bundesbodenschutzgesetz. Dies schließt auch die Erfassung von schädlichen Bodenveränderungen auf den Grundstücken betriebener Anlagen ein. Grundsätzlich soll die zuständige Immissionsschutzbehörde deshalb bei einer absehbaren Stilllegung, jedenfalls unmittelbar nach Eingang der Stilllegungsanzeige, die zuständige Bodenschutzbehörde unterrichten und anfragen, ob dieser Anhaltspunkte für Bodenverunreinigungen oder sonst bodenschutzrelevante Tatsachen bekannt sind. Sie hat zu entscheiden, ob aufgrund der Angaben der Bodenschutzbehörde und der ihr sonst vorliegenden Erkenntnisse die erforderlichen Anordnungen nach § 5 Abs. 3 zu treffen sind.

Dabei ist ein abgestimmtes Vorgehen mit den Bodenschutzbehörden bzw. deren Unterrichtung unabhängig von der jeweiligen Fallgestaltung erforderlich. So können z. B. aus bodenschutzrechtlicher Sicht zusätzliche Maßnahmen zur Gefahrenuntersuchung oder Sanierung in Betracht kommen. Dies gilt insbesondere auch im Hinblick auf die weitere Behandlung der Fläche nach Ablauf der in § 17 Abs. 4 a BImSchG genannte Frist. Ein frühzeitiger umfassender Datenaustausch ist in jedem Fall erforderlich. Die Immissionsschutzbehörden sind nach § 4 LBodSchG NW verpflichtet, Anhaltspunkte für das Vorliegen einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast der zuständigen Bodenschutzbehörde mitzuteilen.

Von § 5 Abs. 3 BImSchG unberührt bleibt die Zuständigkeit der Bodenschutzbehörde auch im Bereich des Betriebsgeländes immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftiger Anlagen.

### **2.2.3 Bergrecht**

Auf bergbaulich genutzten Flächen, für deren Beaufsichtigung die Bergbehörde zuständig ist (Bergaufsicht), bestimmen sich die Pflichten zur Wiedernutzbarmachung und der Vermeidung von Gefahren nach dem Bundesberggesetz (BBergG). Dem Bergbaubetrieb obliegt nach § 55 Abs. 2 BBergG die Beseitigung von Umweltschäden. Bei der Stilllegung von Bergbaubetrieben hat der Bergwerksunternehmer nach § 53 BBergG beim zuständigen Bergamt einen Abschlussbetriebsplan einzureichen, in dem u.a. die erforderlichen Maßnahmen zur Sanierung, Überwachung und Nachsorge von Altlasten sowie zur Wiedernutzbarmachung der Oberfläche so festzulegen sind, dass nach Abschluss dieser Maßnahmen keine aus dem Bergbaubetrieb resultierende Gefahr für die öffentliche Sicherheit und Ordnung mehr ausgehen kann und eine andere als bergbauliche Nutzung möglich ist. Die durchzuführenden Maßnahmen unterliegen der Überwachung durch das zuständige Bergamt. Nach Durchführung und Abnahme aller erforderlichen Gefahrenabwehr- und Wiedernutzbarmachungsmaßnahmen einschließlich der Überwachungs- und Nachsorgemaßnahmen kann die Bergaufsicht für den ehemaligen Bergbaubetrieb enden. Falls zum späteren Zeitpunkt ggf. weitere Maßnahmen erforderlich werden, sind diese auf Grundlage des Bodenschutzrechts durch die dafür zuständige Behörde durchzuführen bzw. anzuordnen.

### **2.2.4 Wasserrecht**

Bei Überwachungs- und Nachsorgemaßnahmen nach Bodenschutzrecht sind die Regelungen des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) zur Erfordernis von Erlaubnis oder Bewilligung (§ 2 WHG) bei der Benutzung von Gewässern (§ 3 WHG, insbesondere Fördern, Ableiten, Infiltration, Aufstauen, Absenken, Umleiten von Grundwasser) zu beachten.

Bei einer Reinfiltration von Grundwasser ist das Verschlechterungsverbot nach § 34 WHG zu beachten. Konkrete Regelungen zur Sanierung, Überwachung und Nachsorge im Zusammenhang mit Altlasten finden sich im WHG nicht.

Da es sich bei Grundwasserbehandlungsanlagen um bauliche Anlagen handeln kann, ist zu prüfen, ob sie einer Baugenehmigung gemäß der Landesbauordnung (BAUO NW, 2000) bedürfen.

Nach § 60/ 60 a LWG NW hat derjenige, der Abwasser oder Abwasser mit gefährlichen Stoffen in ein Gewässer einleitet, dieses im Rahmen der Selbstüberwachung auf seine Kosten zu untersuchen oder durch geeignete (zugelassene) Stellen untersuchen zu lassen. Die Untersuchungsergebnisse sind mindestens drei Jahre lang aufzubewahren und auf Anforderung der zuständigen Behörde unmittelbar vorzulegen. Bis zur Zulassung von Untersuchungsstellen nach § 18 BBodSchG kann die Zulassung nach § 60 LWG ein geeignetes Kriterium zur Laborauswahl im Zusammenhang mit der Untersuchung von Grundwasser sein.

Da Grundwasser (auch kontaminiertes) nicht der Abwasserdefinition des § 51 LWG entspricht, ist nur eine Anwendung der v. g. Vorgaben im jeweiligen Einzelfall möglich.

### **Abgrenzung Bodenschutzrecht – Wasserrecht bei hydraulischen Maßnahmen im Rahmen der Sanierung und Nachsorge**

Nach § 4 Abs. 3 BBodSchG sind auch von Altlasten ausgehende Gewässerverunreinigungen zu sanieren. Dabei stellt das BBodSchG die Ermächtigungsgrundlage dar. Die bei hydraulischen Maßnahmen im Rahmen der Sanierungs- oder Nachsorgephase von Gewässern zu erfüllenden materiellen Anforderungen bestimmen sich nach dem Wasserrecht. Dabei sind insbesondere die Regelungen des WHG über die Schutzbedürftigkeit des Grundwassers (z.B. §§ 1a, 6, 19 b Abs. 1, 26 und 34 WHG) zu beachten.

#### **2.2.5 Sonstige rechtliche Rahmenbedingungen**

Nach § 24 Abs. 1 BBodSchG tragen die zur Durchführung der angeordneten Eigenkontrollmaßnahmen nach § 15 Abs. 2 BBodSchG Verpflichteten die Kosten.

Sofern mehrere Verpflichtete für die Sanierung verantwortlich sind, haben sie unabhängig von ihrer Heranziehung untereinander einen zivilrechtlichen Ausgleichsanspruch (§ 24 Abs. 2 BBodSchG).

Für die Festlegung von rechtsverbindlichen Regelungen zwischen zuständiger Behörde oder Planungsbehörde und Verpflichteten bzw. Eigentümern zur Festlegung von Überwachungs- und Nachsorgemaßnahmen (z. B. die Sicherstellung von Nutzungseinschränkungen) sowie von Informations-, Untersuchungs-, Abstimmungs- und Kostenpflichten können neben ordnungsrechtlichen Mitteln weitere Instrumente herangezogen werden.

Dies sind:

- Festsetzungen und Kennzeichnungen im Bebauungsplan
- Baulast
- Städtebaulicher Vertrag
- öffentlich-rechtlicher Vertrag
- zivilrechtliche Verträge

In § 13 Abs. 4 BBodSchG wird explizit auf die Möglichkeit zum Abschluss eines Sanierungsvertrages hingewiesen. Öffentlich-rechtliche Verträge sind flexibel gestaltbar und werden deshalb als geeignetes Instrumentarium zur rechtlichen Bewältigung der bei der Altlastensanierung häufig vorhandenen komplexen Zusammenhänge und Zuständigkeiten angesehen (HOLZWARTH ET AL., 2000). Diese Verträge können auch Maßnahmen der Überwachung und Nachsorge regeln. Im Sanierungsplan sind gemäß Anhang 3 der BBodSchV die behördlichen Entscheidungen und die geschlossenen öffentlich-rechtlichen Verträge zu dokumentieren.

## 2.2.6 Altlasten und Verdachtsflächen im Planungsrecht

Im gemeinsamen Runderlass „**Berücksichtigung von Flächen mit Bodenbelastungen, insbesondere Altlasten, bei der Bauleitplanung und im Baugenehmigungsverfahren**“ (ALTLASTENERLASS, 2005) werden die Verantwortlichkeiten der Behandlung von Altlasten in der Bauleitplanung geregelt. Die Amtsträger der Gemeinden haben die Pflicht, bei der Aufstellung von Bebauungsplänen von Altlasten ausgehende Gesundheitsgefährdungen für die Nutzer des Planungsgebietes zu verhindern. Demnach müssen die Gemeinden einen vorhandenen Altlastverdacht bei der Bauleitplanung (Flächennutzungspläne, Bebauungspläne) berücksichtigen und ggf. erforderliche Untersuchungen durchführen lassen. In diesem Zusammenhang sind auch die Ergebnisse aus der Überwachung von altlastverdächtigen Flächen und sanierten Flächen heranzuziehen.

Nach Ziffer 2.3.1. des Altlastenerlasses sind für das Gebot gerechter Abwägung im Zusammenhang mit der Berücksichtigung von Bodenbelastungen folgende Grundsätze zu beachten:

- Bei der Bauleitplanung sind insbesondere die allgemeinen Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse zu berücksichtigen (sog. bauleitplanerisches Vorsorgeprinzip). Für die Beurteilung von Bodenbelastungen und der von ihnen ausgehenden oder zu erwartenden Einwirkungen ist deshalb nicht erst die Schwelle, an der die Gefahrenabwehr einsetzt, maßgeblich.
- Nach dem Gebot planerischer Konfliktbewältigung darf ein Bebauungsplan die von ihm ausgelösten Nutzungskonflikte nicht unbewältigt lassen. Die auf Grund der Planung ggf. erforderliche Behandlung der Bodenbelastung (Vorkehrungen im weiten, nicht nur technischen Sinne) muss technisch, rechtlich und finanziell möglich sein. Im Bebauungsplan sind soweit erforderlich die Festsetzungen zu treffen, die zur Behandlung der Bodenbelastung nach § 9 BauGB zulässig und geeignet sind.
- Die Gemeinde hat zu prüfen, ob der Bebauungsplan vor der Behandlung der Bodenbelastung in Kraft gesetzt werden kann oder ob die Behandlung der Bodenbelastung parallel zum Planverfahren durchgeführt wird und der Bebauungsplan erst nach deren Abschluss in Kraft gesetzt werden kann.
- Vor Behandlung der Bodenbelastung kann der Bebauungsplan in Kraft gesetzt werden, wenn
  - durch Festsetzungen im Bebauungsplan oder durch sonstige öffentlich-rechtliche Sicherungen (wie der Eintragung von Baulasten oder dem Abschluss öffentlich-rechtlicher Verträge) sichergestellt ist, dass von der Bodenbelastung keine Gefährdungen für die vorgesehenen Nutzungen ausgehen können, oder wenn

- eine Kennzeichnung ausreichend ist, weil die Durchführung der Maßnahmen nach den Umständen des Einzelfalls künftigem Verwaltungshandeln überlassen werden kann. Dabei erfordert das Gebot der planerischen Konfliktbewältigung, dass die technische und wirtschaftliche Machbarkeit der erforderlichen Bodenbehandlung hinreichend genau prognostiziert werden kann und dass die rechtliche Umsetzung durch die nachfolgenden Verwaltungsverfahren (z.B. bauaufsichtliches Verfahren) gesichert ist.
- Es ist ferner zu berücksichtigen, dass durch den Vollzug des Bebauungsplans nicht eventuell später erforderliche Maßnahmen auf Grund anderer Rechtsvorschriften (z. B. aus Gründen des Grundwasserschutzes) erschwert werden.
- Die Nutzungskonflikte sollen möglichst innerhalb des Plangebietes gelöst werden. Konfliktbereiche dürfen nicht durch eine zu enge Planbegrenzung ausgeklammert werden. Ist die Konfliktbewältigung nur in verschiedenen Bebauungsplänen möglich, so sind diese auf der Grundlage eines Gesamtkonzepts sachlich und zeitlich aufeinander abzustimmen.
- Die Abwägung kann auch zu dem Ergebnis führen, dass eine Planung, deren Realisierung in keinem vernünftigen Kosten- und Nutzenverhältnis steht, eingestellt wird oder eine weniger schutzbedürftige Nutzung ausgewiesen wird.

Hieraus folgt, dass diese Flächen mindestens bis zum Abschluss der Sanierung überwacht werden müssen. Je nach Fallgestaltung kann auch eine anschließende Überwachung bzw. Nachsorge erforderlich werden.

### **3 Ableitung von Überwachungs- und Nachsorgemaßnahmen**

Bereits während oder nach den Arbeitsschritten Gefährdungsabschätzung und Sanierungsuntersuchung können Überwachungsmaßnahmen sowie im Arbeitsschritt Sanierung Nachsorgemaßnahmen erforderlich werden. Diese orientieren sich an den konkreten Randbedingungen und den Gefährdungsmöglichkeiten des einzelnen Standortes. Sie sind i.d.R. erforderlich, wenn eine latente oder konkrete Gefahr vorliegt, d.h. wenn eine Schadstoffausbreitung zu einem Schutzgut auf mindestens einem Wirkungspfad stattfinden kann, insbesondere wenn mobile oder mobilisierbare Schadstoffe vorliegen.

Grundlage für die Festlegung der erforderlichen Maßnahmen bilden die aus den vorhandenen Daten, Untersuchungsergebnissen und Beurteilungen, d. h. in der Regel aus Gefährdungsabschätzungen und Sanierungsuntersuchungen abgeleiteten Überwachungstatbestände. Überwachungsmaßnahmen sind immer dann erforderlich, wenn eine Überwachung der Gefahrenlage durch regelmäßige Kontrollen, Untersuchungen und Maßnahmen angezeigt ist.

Die aus den vorhandenen Daten, Untersuchungsergebnissen und Beurteilungen der Gefährdungsabschätzungen und Sanierungsuntersuchungen abgeleiteten Überwachungstatbestände bilden die Grundlage bei der Ableitung des Überwachungs- und Nachsorgeprogramms. Überwachungstatbestände liegen beispielsweise vor, wenn durch

- Freisetzung von festen, flüssigen und gasförmigen Schadstoffen,
- Ausbreitung von Schadstoffen über die Ausbreitungsmedien Boden, Luft und Wasser,
- orale und perkutane Aufnahme von Schadstoffen, Aufnahme über die Atmung oder über die Nahrungskette

Gefahren oder Schäden für die Schutzgüter ausgehen. Um eine Änderung des Gefahrenpotenzials bei den v. g. Tatbeständen dauerhaft kontrollieren zu können, sind Überwachungsmaßnahmen erforderlich. Die im Rahmen der Überwachung dieser Tatbestände durchzuführenden Wirkungspfad- und Nutzungskontrollen werden im Kapitel 4.1 aufgeführt.

Nach Abschluss und Abnahme von Sanierungsmaßnahmen können Nachsorgemaßnahmen erforderlich werden, wenn die im Rahmen der Sanierung erstellten Bauwerke zu unterhalten und Anlagen zu betreiben sind. Daneben ist das Sanierungsziel gemäß der Funktion der Anlage bzw. des Bauwerks nachzuweisen.

So ist insbesondere nach der Durchführung von Sicherungsmaßnahmen zu kontrollieren, ob die Sicherungsmaßnahmen wirksam sind oder ggf. eine unzureichende Ausführung der Sicherungsmaßnahmen oder Änderungen von Dichtungseigenschaften die angestrebte Unterbrechung der Wirkungspfade nicht gewährleisten. Diese sich ggf. auf die Gefahrenlage auswirkenden Sachverhalte sind im Rahmen der Nachsorge zu überwachen. In Abhängigkeit



der gewählten Sanierungsmaßnahme bzw. des Sanierungsverfahrens können u.a. folgende Nachsorgetatbestände eine Veränderung des Gefahrenpotenzials hervorrufen:

- Verbleib von unerkannten oder baulich bedingt verbliebenen Kontaminationsbereichen im Untergrund nach einer Dekontaminationsmaßnahme durch Auskoffnung oder durch In-situ-Maßnahmen (s. Kapitel 3.3.2)
- Unvollständiger Abbau oder Erfassung von Kontaminationsbereichen durch In-situ-Behandlungsverfahren (s. Kapitel 3.3.3)
- Freilegung einer Altlastoberfläche (s. Kapitel 3.3.4) bzw. einer Entwässerungs- und Dichtungsoberfläche (s. Kapitel 3.3.5)
- Durchdringung, Verformung, Austrocknung einer Oberflächenabdichtung (s. Kapitel 3.3.5)
- Verstopfung und Verschlammung eines Entwässerungssystems (s. Kapitel 3.3.5)
- Unterströmung einer Dichtwand (s. Kapitel 3.3.6)
- Unvollständige Erfassung oder Abreinigung von kontaminierten wässrigen Phasen (Grund- oder Sickerwasser) insbesondere bei hydraulischen Sicherungsmaßnahmen (s. Kapitel 3.3.1, 3.3.9)
- Wesentliche Änderungen bestehender Beschränkungsmaßnahmen (s. Kapitel 3.3.10)

Art und Umfang oder Überwachung und Nachsorge richten sich nach den im Einzelfall relevanten Aspekten wie:

- Schadstoffinventar (Art, Stoffeigenschaften, Menge, Konzentrationen, betroffene Medien, etc.)
- betroffene Umweltmedien
- betroffene Schutzgüter (Exposition)
- relevante Wirkungspfade und Ausbreitungsbedingungen
- planungsrechtlich zulässiger Nutzung / betroffene Schutzgüter (Exposition)
- Art und Ausmaß einer Gefahr oder eines Schadens
- Wahrscheinlichkeit des Eintretens einer Gefahr oder eines Schadens
- Art und Umfang ggf. durchgeführter Sanierungsmaßnahmen

Zur Ableitung von Überwachungs-/Nachsorgetatbeständen sind alle für die Beurteilung der o. g. Aspekte vorhandenen Daten, Untersuchungsergebnisse und Beurteilungen heranzuziehen. Im Rahmen der weitergehenden Bearbeitung einer Fläche können sich neue Erkenntnisse ergeben. Das Überwachungs-/Nachsorgeprogramm (insbesondere zu untersuchende Wirkungspfade, Untersuchungsmethoden, untersuchte Parameter, Untersuchungshäufigkeit) ist deshalb nach Bedarf anzupassen.

Neben der Kontrolle von Wirkungspfaden und Schutzgütern kann es angezeigt sein, die Einhaltung von Nutzungsrestriktionen zu überprüfen (z. B. Absperrung von Kontaminationsbereichen, Ausschluss oder Beschränkungen beim Nutzpflanzenanbau, Ausschluss einer Wassernutzung aus Hausbrunnen).

Für Fälle mit größerem und absehbar langfristigem Überwachungs- oder Nachsorgebedarf sollten im Rahmen der Sanierungsplanung bzw. mit Beginn der Nachsorgephase alle Überwachungs- und nachsorgerelevanten Daten der Fläche kurz zusammenfassend dokumentiert werden. Dazu gehören:

- Allgemeine Angaben zu Art und Lage der Fläche (aus Altlastenkataster)
- Zusammenfassende Darstellung des vorhandenen Schadstoffinventars nach Art und Ausmaß (aus Gefährdungsabschätzung GA und Sanierungsuntersuchung SU)
- Darstellung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse
- Darstellung der betroffenen Wirkungspfade und Schutzgüter und der erforderlichen Überwachungsmaßnahmen (aus GA und SU)
- Darstellung von Sanierungserfordernis und Sanierungszielen (aus SU)
- Bestandsplan mit allen verfügbaren und im Rahmen der Sanierung oder Nachsorge zu erstellenden Messstellen und Kontrolleinrichtungen mit Angaben zu Bezeichnung, Lage und Höhe (aus GA, SU und Sanierungsplan)
- Plan mit allen im Rahmen der Sanierung erstellten Bauwerken und Anlagen (Bestandsplan)

Das konkret durchzuführende Überwachungs-/ Nachsorgeprogramm ist abzuleiten und zu begründen mit Angaben zu:

- Untersuchungen der Wirkungspfade i. S. v. § 2 Ziff. 8 BBodSchV (Mess- oder Kontrollstellen, Medien, Parameter, Probenahme, Analytik, Messturnus)
- Untersuchungen im Rahmen der Funktionskontrollen von Anlagen und Bauwerken (Messpunkte, Parameter, Probenahme- und Analysenmethode, Messturnus)
- Nachweisen zur Instandhaltung und Erhaltung von Anlagen und Bauwerken

Ergänzend ist im Überwachungs-/ Nachsorgeprogramm anzugeben, welche der v. g. Untersuchungen als Eigenkontrollmaßnahmen vom Verpflichteten durchgeführt werden sollen und in welchem Turnus ein Bericht mit den Ergebnissen im Rahmen der Nachsorge der zuständigen Behörde vorzulegen ist.

Im Rahmen der behördlichen Aufgaben im Zusammenhang mit Altlasten insgesamt kann auch bei Überwachungs-/Nachsorgemaßnahmen eine Prioritätensetzung je nach Dringlichkeit der Maßnahmen erforderlich werden.

### 3.1 Standortdaten

Für die Erstellung von Überwachungs- und Nachsorgeprogrammen bildet die Bestandserfassung von Standortdaten die Grundlage. Als erste Maßnahme sind möglichst alle verfügbaren Untersuchungsergebnisse (Daten und Informationen) zu sichten, auf Vollständigkeit und Qualität zu prüfen sowie aus dem Datenmaterial die relevanten Überwachungsdaten abzuleiten. Allgemeine Angaben zur Fläche (Lage, Höhe, Flurstück, Nummer des Altlastenkatasters, Rechts- Hochwerte) und die Besitzverhältnisse dienen der allgemeinen Übersicht und der eindeutigen Zuordnung. Darüber hinaus sollte eine Zusammenfassung des aktuellen Kenntnisstandes über vorhandene Schadstoffe, die relevanten Wirkungspfade im Hinblick auf die betroffenen Schutzgüter und die sonstigen Rahmenbedingungen (z. B. geologische, hydrologische, hydrogeologische und vermessungstechnische Standortdaten, Oberflächen-gestalt) gegeben sein.

Im Rahmen der Gefährdungsabschätzung, Sanierungsuntersuchung und Sanierungsplanung sollten alle Daten zur Fläche, zum Untergrund und das Ausmaß der Kontaminationen bekannt und zusammenfassend dokumentiert sein. Sollten für die Umsetzung des Überwachungsprogramms die abgeleiteten Standortdaten nicht ausreichen, so sind diese ggf. durch ergänzende Untersuchungen und Beurteilungen (z. B. ergänzende GA) zu ermitteln.

Die wesentlichen Standortdaten für die Ableitung von Überwachungs-/Nachsorgeprogrammen sind:

- Art, Beschaffenheit und Lage der „Schadstoffquelle“ (Kapitel 3.1.1)
- Ausbreitungsbedingungen/Wirkungspfade (Kapitel 3.1.2)
- Exposition/Betroffene Schutzgüter (Kapitel 3.1.3)

Möglichkeiten zur Ableitung von Standortdaten bieten neben vorliegenden Gutachten insbesondere Informationen aus dem von den zuständigen Behörden geführten Altlastenkataster. Gemäß § 8 LBodSchG NW führen die zuständigen Behörden ein Kataster über die in ihren Zuständigkeitsbereich fallenden altlastverdächtigen Flächen und Altlasten. Diese Kataster sind laufend fortzuschreiben. Für alle Katasterdaten, die nicht personenbezogen sind, gilt eine zeitlich unbeschränkte Aufbewahrungspflicht.

Die zuständigen Behörden übermitteln gem. § 9 LBodSchG NW die erhobenen Daten über altlastverdächtige Flächen und Altlasten dem Landesumweltamt, soweit diese für die Aufgabenwahrnehmung der Landesbehörden benötigt werden. Diese Daten werden beim Landesumweltamt im Fachinformationssystem Altlasten und schädliche Bodenveränderungen (FISAIBo) geführt. Das FISAIBo dient der grundlegenden Erfassung der Standortdaten von Altstandorten oder Altablagerungen, ist aber nicht bestimmt, sämtliche für behördliche Entscheidungen oder im Rahmen der Überwachung und Nachsorge bedeutsamen Daten zu archivieren und zu pflegen.

Die in den Katastern enthaltenen Daten können gem. § 10 LBodSchG NW an andere Behörden und Einrichtungen des Landes sowie an die Gemeinden und Gemeindeverbände zur Wahrnehmung ihrer Aufgaben weitergegeben werden. Die zuständigen Behörden müssen Grundstückseigentümern die Aufnahme des Grundstücks in das Kataster sowie wesentliche Änderungen der gespeicherten Daten mitteilen.

Die v. g. Aufgaben und Pflichten bzgl. der Datenübermittlung können auch Daten zur Überwachung und Nachsorge betreffen.

### **3.1.1 Altlast / altlastverdächtige Fläche**

Schadstoffansammlungen in der Altlast bzw. der altlastverdächtigen Fläche sind neben den geologischen Standortgegebenheiten für die Überwachung und Nachsorge die maßgebenden Kriterien. Bei der Aufstellung des Überwachungs- und Nachsorgeprogramms sind folgende wesentliche Charakteristika der Altlast / altlastverdächtigen Fläche zu berücksichtigen:

- genaue Ausdehnung der Verdachtsfläche
- Zeitpunkt der Entstehung der Verunreinigungen
- Volumen, Art und Menge von abgelagerten Abfällen
- Ausdehnung der Verunreinigungen
- Stabilität des Altlastkörpers
- Schadstoffarten
- betroffene Wirkungspfade und Schutzgüter
- Schadstofffreisetzung (gasförmig, flüssig, fest)
- Lage der Verunreinigung zum Grundwasserleiter oder zu Oberflächengewässern

### **3.1.2 Hydrologische / hydrogeologische Standortgegebenheiten**

Die Kenntnis der spezifischen hydrologischen, hydrochemischen sowie geologisch/hydrogeologischen Situation am jeweiligen Standort ist eine weitere maßgebende Randbedingung für eine verlässliche Überwachung der Grundwasser- bzw. Bodenluftbelastung. Bei Altstandorten und Altablagerungen werden die Ausbreitungsbedingungen wesentlich durch den natürlich anstehenden Untergrund, insbesondere auf das Rückhaltevermögen von Schadstoffen, geprägt, da i. d. R. keine Basisabdichtung vorhanden ist. Eine geologische Barriere ist um so effizienter einzustufen, je feinkörniger der Schichtenaufbau und je größer der Anteil an sorptionsfähigen Tonmineralen ist. Bei v. g. Untergrundverhältnissen ist das Gefährdungspotenzial deutlich geringer einzustufen als bei einem Untergrund mit geringem Schadstoffrückhaltepotenzial.

Für eine hydrogeologische Standorttypisierung bilden zunächst allgemeine regionalgeologische Zuordnungen, die in Nordrhein-Westfalen u. a. für die Kartierung der Grundwasserregionen durch das ehemalige Landesamt für Wasser und Abfall (heute LUA) vorgenommen worden sind, die Grundlage (LUA, 1997).

Über die allgemeine Zuordnung hinaus ist darauf aufbauend die einzelfallbezogene Charakterisierung eines Standortes notwendig. Art und Umfang der Bestandserfassung können ergänzt nach DÖRHÖFER (1994) folgende Faktoren beinhalten:

- grundsätzliche qualitative Einordnung der Grundwasser-Leitereigenschaften des im betrachteten Gebiet vorhandenen Schichtenaufbaus (Grundwasserleiter - Grundwassergeringleiter, Wechsellagerung von Gesteinen mit unterschiedlichen Leitereigenschaften, Anzahl potenziell beeinflusster Grundwasserstockwerke)
- Klassifizierung des im betrachteten Gebiet vorhandenen Schichtenaufbaus bzw. Grundwasserleitertyps nach Poren-, Kluft- und Karstgrundwasserleitern
- Empfindlichkeit des Grundwasserleiters gegen Schadstoffeinträge
- Nutzungen bzw. Nutzbarkeit des Grundwassers
- Einflussgrößen (geologische Störungen, Schwächezonen, Schichtlagerung etc.)
- qualitative und für den einzelnen Standort quantitative Zuordnung der relevanten grundwasserbeeinflussten Bereiche nach deren relativer Lage zum Kontaminationskörper (freie Grundwasseroberfläche bzw. -druckfläche mit geringem oder großem Flurabstand; "hoher" bzw. "tiefer" Grundwasserstand)
- Zukünftige Änderungen des hydrologischen Regimes, z. B. durch Bergsenkungen, Einstellung von Sümpfen etc.
- Zuordnung der altlastverdächtigen Flächen und Altlasten zum "Haldentyp" (Kontaminationskörper oberhalb der natürlichen Geländeoberkante) oder zum "Grubentyp" (Kontaminationskörper bindet tiefer in den Untergrund ein)
- Feststellung des Abstandes des Kontaminationskörpers zur natürlichen (Fließgewässer) oder künstlichen (Grundwasserentnahme) Vorflut
- Abstandsgeschwindigkeit, Abflussmengen, Grundwasserbilanz
- vorhandene Vorflutverrohrungen im Kontaminationskörper und deren Zustand

Mit der Beurteilung der v. g. hydrogeologischen Standortfaktoren und Parameter wird die Grundlage für die am jeweiligen Altlaststandort zu wählende Überwachungsstrategie geschaffen. Die Standortfaktoren geben vor, welche Bereiche (Grundwasserstockwerke) in welchem zeitlichen und räumlichen Abstand durch Grundwasser- oder Oberflächenwasserbeprobungen zu kontrollieren sind. Neben den unmittelbar grundwasserbezogenen Auswirkungen sind hydrogeologische und hydraulische Parameter auch für die Überwachung und Nachsorge von potenziell migrierfähigen gasförmigen Schadstoffen relevant.

### **3.1.3 Nutzung und Schutzgüter**

Die Ableitung erforderlicher Überwachungsmaßnahmen erfordert die Kenntnis über die Exposition (Nutzung, Wirkungspfade und betroffene Schutzgüter). I.d.R werden diese Sachverhalte vollständig im Rahmen der Gefährdungsabschätzung erarbeitet, dargestellt und bewertet. Folgende nutzungsspezifischen Gesichtspunkte können dabei relevant sein:

- Art der planungsrechtlich zulässigen Nutzung der Fläche und des unmittelbaren Umfeldes (z. B. Wohnbebauung, Landwirtschaft) bzw. Prägung des Gebietes
- Nutzungen im weiteren Umfeld, die mittelbar von der Fläche beeinflusst werden können (z. B. Wassergewinnung, GW-Entnahme)
- Bestehende Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen, z. B. in B-Plänen oder Baugenehmigungen

Bei der Ableitung von Überwachungs- und Nachsorgemaßnahmen ist das in der Gefährdungsabschätzung zugrunde gelegte Nutzungsszenario zu überprüfen. Inzwischen eingetretene Änderungen sind dabei zu berücksichtigen.

## **3.2 Überwachung der Wirkungspfade und Nutzungskontrollen**

Die Überwachung der Wirkungspfade im Rahmen des Überwachungsprogramms dient der Überwachung des Weges eines Schadstoffes von seiner Quelle im Boden bis zum Ort seiner möglichen Wirkung auf ein Schutzgut (§ 2 Ziff. 8 BBodSchV). Die Freisetzung und Ausbreitung von Schadstoffen sowie deren Wirkung wird zum einen durch physikalische, chemische, toxikologische und hygienische Eigenschaften der einzelnen Stoffe und zum anderen durch die Eigenschaften der Ausbreitungsmedien und die lokalen Standortverhältnisse bestimmt. Die Bewegung von Schadstoffen über die Wirkungspfade kann in flüssiger, gasförmiger und fester Form erfolgen. In der Regel erfolgt die Überwachung der Wirkungspfade durch Beprobung und Analyse der Medien Boden, Bodenluft und Grund- und Oberflächenwasser, teilweise auch durch Staubmessungen, Pflanzenuntersuchungen oder Raumlufmessungen. Die Überwachung der Wirkungspfade ist in jedem Fall schadstoffbezogen vorzunehmen. Zur differenzierten Überwachung des Migrationsverhaltens von Schadstoffen ist es notwendig, die Umweltkompartimente Boden, Grundwasser und Bodenluft sowie Raumluf separat zu betrachten, wobei im Boden die gesättigte und die ungesättigte Zone zu unterscheiden sind.

Art und Ausmaß der bestehenden Gefahren oder Schäden bzw. deren Eintrittswahrscheinlichkeiten bestimmen den Umfang der Überwachung. Insbesondere folgende möglichen Einwirkungen, Transmissionen und Immissionen können der Überwachung unterliegen:

- Orale und perkutane Aufnahme von Schadstoffen (Direktkontakt)
- Inhalation flüchtiger oder staubförmiger Schadstoffe

- Windverfrachtung von Bodenteilchen (Staubverwehung)
- Aufnahme von Schadstoffen über die Nahrungskette (Boden - Pflanzen und Tiere - Mensch)
- Eintrag und Ausbreitung von Schadstoffen über das Grundwasser / Oberflächengewässer
- Ausbreitung flüchtiger Schadstoffe über die Bodenluft
- Migration von Deponiegas oder Bodenluft in Räume

Nutzungskontrollen können erforderlich werden, wenn wegen der vorhandenen Belastung keine uneingeschränkte Nutzung der Altlastfläche oder ihrer Umgebung möglich ist. Im Rahmen des Überwachungsprogramms hat die Nutzungskontrolle das Ziel, sicherzustellen, dass keine Beeinträchtigung oder Veränderung der Oberfläche eingetreten ist bzw. Auflagen diesbezüglich eingehalten werden. In der Regel erfolgt die Nutzungskontrolle durch Begehung der Fläche und Überprüfung und Vergleich mit vorhandenen Planunterlagen zum „Sollstand“.

### **3.2.1 Grundwasser**

Bei der Ableitung von Überwachungsmaßnahmen für den Wirkungspfad Grundwasser sind insbesondere die Einflussfaktoren für den Transport von Schadstoffen aus der ungesättigten Bodenzone in die gesättigte für eine weitere Ausbreitung mit dem Grundwasser relevant. Bei einem Transport von Schadstoffen in wässriger Lösung oder als Phase innerhalb der ungesättigten und gesättigten Bodenzone sind die in Tabelle 2 aufgeführten chemischen und physikalischen Eigenschaften des Stoffes und des Untergrundes zu beachten.

Für den Transport in wässriger Phase in der ungesättigten Bodenzone ist die Wasserlöslichkeit eines Stoffes neben der Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes die maßgebende Größe für den Transport. Die Versickerung von Stoffen in Phase erfolgt aufgrund der Gravitation. Neben der Viskosität des Stoffes, beschrieben durch die kinematische Zähigkeit und die dynamische Viskosität, bestimmen die Dichte sowie die Eigenschaften des Untergrundes die Transportgeschwindigkeit. Unterhalb der Schwelle der Residualsättigung des Bodens, abhängig von Porenvolumen, Kornstruktur und Adsorptionskapazität des Bodens, findet kein Transport in Phase statt. Eine Ausbreitung erfolgt dann nur über Lösungsprozesse.

**Tabelle 2:** Transportbestimmende chemisch-physikalische Faktoren von Schadstoffen und Böden

	ungesättigte Bodenzone		gesättigte Bodenzone	
Transportmedium	wässrige Lösung	Phase	wässrige Lösung	Phase
Einflussfaktoren für einen Transport	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wasserlöslichkeit des Stoffes</li> <li>Durchlässigkeit des Untergrundes</li> <li>Adsorptionskapazität des Bodens (Feinkornanteil, Anteil Tonminerale, TOC)</li> <li>Stoffverteilung im Untergrund</li> <li>Flurabstand zum GW</li> <li>Abbau-/ Fällungsprozesse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dichte des Stoffes</li> <li>Kinematische Zähigkeit und dynamische Viskosität</li> <li>Adsorptionseigenschaften des Stoffes</li> <li>Adsorptionskapazität des Untergrundes</li> <li>Porenvolumen und Kornstruktur des Untergrundes</li> <li>Durchlässigkeit des Untergrundes</li> <li>Wassergehalt des Untergrundes</li> <li>Residualsättigung des Untergrundes</li> <li>Mehrphasenfließen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wasserlöslichkeit des Stoffes</li> <li>Durchlässigkeit des Untergrundes</li> <li>Adsorptionskapazität des Bodens (Feinkornanteil, Anteil Tonminerale, TOC)</li> <li>Konzentration des Stoffes im Wasser</li> <li>Fliessgeschwindigkeit des Grundwassers</li> <li>Dispersion, Verdünnung</li> <li>Abbau-/Fällungsprozesse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dichte des Stoffes</li> <li>Kinematische Zähigkeit und dynamische Viskosität</li> <li>Adsorptionseigenschaften des Stoffes</li> <li>Adsorptionskapazität des Untergrundes</li> <li>Porenvolumen und Kornstruktur des Untergrundes</li> <li>Durchlässigkeit des Untergrundes</li> <li>Mehrphasenfließen</li> </ul>

Erreicht ein im Untergrund versickernder Schadstoff den Grundwasserschwankungsbereich, wird das Ausbreitungsverhalten in der gesättigten Bodenzone maßgebend. Stoffe mit höherer Dichte als Wasser (z. B. PAK, HKW) werden bei Erreichen des Grundwasserspiegels zunächst in ihrem Sickerverhalten gehemmt, da für die weitere Versickerung das Grundwasser der Bodenporen verdrängt werden muss. Sie können sich aber weiter nach unten bis zu Schichten geringerer Durchlässigkeit oder bis zur Aquifersohle ggf. auch entgegen dem hydraulischen Gefälle absinken und sich ausbreiten.

Stoffe, die eine geringere Dichte als Wasser aufweisen (z. B. Benzine, Mineralöle, Benzol), bilden bei Erreichen des Grundwasserspiegels eine Schwimmschicht auf dem Grundwasser. Entsprechend der Richtung des hydraulischen Gradienten breiten sie sich parallel zur Neigung des Grundwasserspiegels aus. Die Fließbewegung kommt zum Stillstand, wenn die Residualsättigung des Bodens erreicht wird und ein konvektiver Nachfluss nicht mehr gegeben ist. Eine weitere Bewegung findet dann noch durch Lösungsvorgänge ins Grundwasser und bei leichtflüchtigen Stoffen durch einen Übergang in die gasförmige Phase auf der Oberfläche der Schwimmschicht statt.

Gelöste anorganische Stoffe (z. B. Salze) breiten sich überwiegend entsprechend den Strömungsverhältnissen des Grundwasserleiters aus. Daneben wird die Ausbreitung durch Dispersion und ggf. durch mikrobiologischen Abbau oder Fällungsprozesse beeinflusst.



Soweit im Rahmen der Gefährdungsabschätzung bzw. der Sanierungsuntersuchung Pumpversuche durchgeführt oder EDV-gestützte Grundwassermodelle erstellt wurden, können deren Ergebnisse zur Bewertung des vorhandenen Schadstoffpotenzials und zur Prognose des zukünftigen Ausbreitungsverhaltens mit herangezogen werden. Durch Abgleich der im Rahmen der Überwachung tatsächlich ermittelten Verhältnisse können die Modellannahmen angepasst und damit ihre Aussagekraft im Hinblick auf Langzeitprognosen verbessert werden.

Überwachungsmaßnahmen für den Wirkungspfad Wasser werden im Kapitel 4.1.4 „Überwachung des Wirkungspfades Wasser“ beschrieben.

### **3.2.2 Bodenluft**

Eine Überwachung der Bodenluft kann erforderlich werden, wenn im Kontaminationsspektrum Deponiegase (z. B. Methan, Kohlendioxid) oder leichtflüchtige organische Spurenstoffe (z. B. BTEX, KW oder LHKW) enthalten sind und diese sich so ausbreiten können, dass Gefahren oder Schäden möglich sind. I.d.R. ist der Wirkungspfad Bodenluft- Innenraumluft - Mensch der maßgebende. Bei Deponiegas ist insbesondere auch die Explosions- und Erstickungsgefahr zu beachten.

Bei der Betrachtung von Transportvorgängen (Migration) von gasförmigen Stoffen in der ungesättigten Bodenzone müssen prinzipiell zwei Fälle unterschieden werden:

1. Aktive Bildung und Migration von deponietypischen Gasen (insb. Methan, Kohlendioxid, Schwefelwasserstoff) aufgrund von Druckunterschieden
2. Migration von flüchtigen Spurenstoffen wie u.a. LHKW, BTEX aus kontaminierten Böden / Substraten aufgrund von Diffusionsunterschieden

In Tabelle 3 sind die wesentlichen, den Transport in der ungesättigten und gesättigten Bodenzone bestimmenden physikalischen Vorgänge dargestellt. Bei einem vorhandenen aktiven Gasbildungspotenzial einer Altlast spielen Adsorptions- und Diffusionseffekte bei der Betrachtung der Migration von Gasen lediglich eine untergeordnete Rolle, da der konvektive Stofftransport um drei bis vier Zehnerpotenzen größer als der diffusive Stofftransport anzusetzen ist.

Fehlt ein Druckpotenzial, breiten sich gasförmige Schadstoffe wie z. B. BTEX oder LHKW in der ungesättigten Bodenzone ausgehend von einer Quelle nur aufgrund des Konzentrationsunterschiedes und daraus resultierender Diffusionsprozesse aus. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit und die Stoffströme sind daher wesentlich geringer als bei einer Ausbreitung infolge eines Druckpotenzials. Außerdem gewinnen die bodenphysikalischen Effekte bei der Beschreibung der Schadstoffausbreitung an Bedeutung. Das Migrationspotenzial und die Gefährdung eines Schutzgutes lassen sich in diesem Fall durch Bodenluftanalysen ermitteln.

**Tabelle 3:** Einflussfaktoren bei der Ausbreitung flüchtiger Schadstoffe

	ungesättigte Bodenzone		Gesättigte Bodenzone	
Transportmechanismus	aktive Gasbildung und Migration	Migration aufgrund von Diffusionsprozessen	aktive Gasbildung und Migration	Migration aufgrund von Diffusionsprozessen
Einflussfaktoren bei der Ausbreitung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gasbildungspotenzial der Altablagerung</li> <li>Gasdurchlässigkeit des anstehenden Untergrundes</li> <li>Adsorptionskapazität und Abbauvermögen des anstehenden Untergrundes</li> <li>Homogenität und Isotropie des anstehenden Untergrundes (Ausbildung bevorzugter Gaswegsamkeiten)</li> <li>Luftdruckänderung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Art, Umfang und räumliche Ausbildung (Geometrie) der Schadstoffquelle</li> <li>Bodenluftdurchlässigkeit des anstehenden Untergrundes</li> <li>Residualsättigung des Stoffes in der Bodenmatrix (Feststoffkonzentration)</li> <li>Stoffeigenschaften des Schadstoffes (Dampfdruck, Dichte, Henry-Konstante etc.)</li> <li>Adsorptions-/Desorptionsmechanismen an der Bodenmatrix (z. B. Humus-, Wasser- und Tongehalt)</li> <li>Luftdruckänderung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausbreitung nur bei Konzentrationen oberhalb der Gaslöslichkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausbreitung i. d. R. nicht über die Bodenluft</li> </ul>

Die Ausbreitungsmöglichkeiten der Gasphase werden wesentlich durch die Gaswegsamkeit (Durchlässigkeit) des Bodens bestimmt, die in erster Näherung dem  $K_f$ -Wert für die hydraulische Leitfähigkeit entspricht. Störungen im natürlichen Bodengefüge mit größeren Durchlässigkeiten wie unterirdisch verlegte Leitungen oder Kanäle können entlang dieser bevorzugten Wegsamkeiten für eine Migration über größere Entfernungen sorgen. In Festgesteinen können Deponiegase durch Klüfte von ihrem Entstehungsort bis in größere Entfernungen migrieren. Diese Möglichkeiten der Gasmigration sind bei der Aufstellung eines Überwachungsprogrammes zu berücksichtigen. Da eine Migration nur in der ungesättigten Bodenzone erfolgt, kann sich die Kontrolle des Bodenluftpfades auf diesen Bereich beschränken.

Für die Sorption eines Gases an der Bodenmatrix ist vor allem der Gehalt an organischer Substanz (Humus) und deren Struktur maßgeblich. Darüber hinaus wird die Adsorption der gasförmigen Stoffe an der Bodenmatrix von Temperatur- und Feuchtegehalten, die je nach Witterung schwanken können, beeinflusst.

Bei der Durchführung der Messungen und der Bewertung der Messergebnisse von Deponiegasen sind in jedem Fall die Luftdruckverhältnisse zu erfassen und zu berücksichtigen. Überwachungsmaßnahmen für den Wirkungspfad Bodenluft werden im Kapitel 4.1.3 „Überwachung des Wirkungspfades Bodenluft“ beschrieben.

### **3.2.3 Weitere Gefahrentatbestände bzgl. einer Einwirkung auf den Menschen**

Als mögliche Expositionspfade sind beim Menschen die orale und perkutane Aufnahme von Schadstoffen (Direktkontakt), Aufnahme über die Atmung (gasförmig, partikuläre Verfrachtung von Bodenteilchen, Staubverwehung) oder die Aufnahme von Schadstoffen über die Nahrungskette (Boden- Pflanzen/Tier- Mensch) betrachtungsrelevant.

Von einem Gefährdungspotenzial ist insbesondere dann auszugehen, wenn oberflächennah belasteter Boden ansteht und große Flächen einer Altlast nicht mit Vegetation oder einer Abdeckung versehen sind. Für den Fall, dass die Altlastfläche zudem frei zugänglich ist, ist ein Direktkontakt oder eine orale Aufnahme von Schadstoffen (z. B. Schwermetalle, Lösemittel und PAK) möglich. Dies ist vor allem im Hinblick auf spielende Kinder relevant, da diese während des Spielens über den Mund (oral) oder über die Haut (perkutan) Schadstoffe aufnehmen können. Daneben kann bei oberflächennah vorhandenen Schadstoffen durch Windverfrachtung schadstoffbelasteter Bodenpartikel ein Gefahrentatbestand von Schutzgütern auf der Fläche oder im Umfeld bestehen. So besteht u. a. die Möglichkeit, dass durch Inhalation von belasteten Stäuben Schadstoffe in den menschlichen Körper gelangen.

Ein weiterer möglicher Gefahrentatbestand kann über den Wirkungspfad "Nahrungskette" bestehen, wenn schadstoffbelastete Nutz- oder Futterpflanzen aus dem Bereich der altlastverdächtigen Fläche oder Altlast verzehrt und verfüttert werden.

Das Überwachungsprogramm ist in Abhängigkeit des Einzelfalls auf die jeweils maßgebenden Ausbreitungspfade und das vorliegende Gefahrenpotenzial auszurichten. I.d.R. sind mögliche Gefährdungen durch Direktkontakt, Staubverwehung und Inhalation bei visuellen Kontrollen im Zuge von Ortsbegehungen erkennbar. Bei gesicherten Altlasten ist die Überwachungsmaßnahme auf Beeinträchtigungen und Veränderungen der Oberfläche durch Begehung der Fläche und auf die Kontrolle von Auflagen (z. B. Nutzungsbeschränkungen, Anbauempfehlungen, Verwendungsempfehlungen) auszurichten. In der Regel erfolgt die Nutzungskontrolle und Überprüfung anhand vorhandener Planunterlagen. Geeignete Überwachungsmaßnahmen werden im Kapitel 4.1.1 „Alleinige behördliche Tätigkeiten“ und im Kapitel 4.1.2 „Flächenbegehungen“ beschrieben.

### **3.3 Überwachungs- und Nachsorgetatbestände nach Durchführung von Sanierungsmaßnahmen**

#### **3.3.1 Allgemeines**

Nach erfolgter Sanierung können im Rahmen der Nachsorge neben den unter 3.2 beschriebenen Wirkungspfad- und Nutzungskontrollen zusätzliche Kontrollen und Untersuchungen erforderlich werden, um die Funktion oder Wirksamkeit der ausgeführten Maßnahmen zu überprüfen. Diese Nachsorgemaßnahmen dienen der Kontrolle und nachhaltigen Sicherstellung des Sanierungserfolges, sind also nicht nur von den konkreten Rahmenbedingungen einer Altlast, sondern auch vom gewählten Sanierungsverfahren und dessen möglichen Versagensmechanismen abhängig.

In den nachfolgenden Kapiteln werden für alle häufiger praxisrelevante Sanierungselemente mögliche Überwachungs- und Nachsorgetatbestände und deren Ursachen aufgeführt. Zur Kontrolle dieser Überwachungs- und Nachsorgetatbestände werden darauf basierend typische Überwachungs- und Nachsorgemaßnahmen abgeleitet. Die Darstellung, wie die einzelnen Überwachungs- und Nachsorgemaßnahmen umgesetzt werden, erfolgt in den Kapiteln 4.1 und 4.2.

Darüber hinaus können bei Sanierungsmaßnahmen folgende Aspekte einen Einfluss auf die Ableitung der erforderlichen Überwachungs- und Nachsorgemaßnahmen haben:

- tektonische Bewegungen
- Bergsenkungen
- Grundwasserabsenkungen
- spätere Bauarbeiten
- Ausführungsmängel
- höhere Gewalt (z. B. Hochwasserereignisse)
- außerplanmäßige Einwirkungen, z. B. Grabetätigkeit
- Nutzungsänderungen

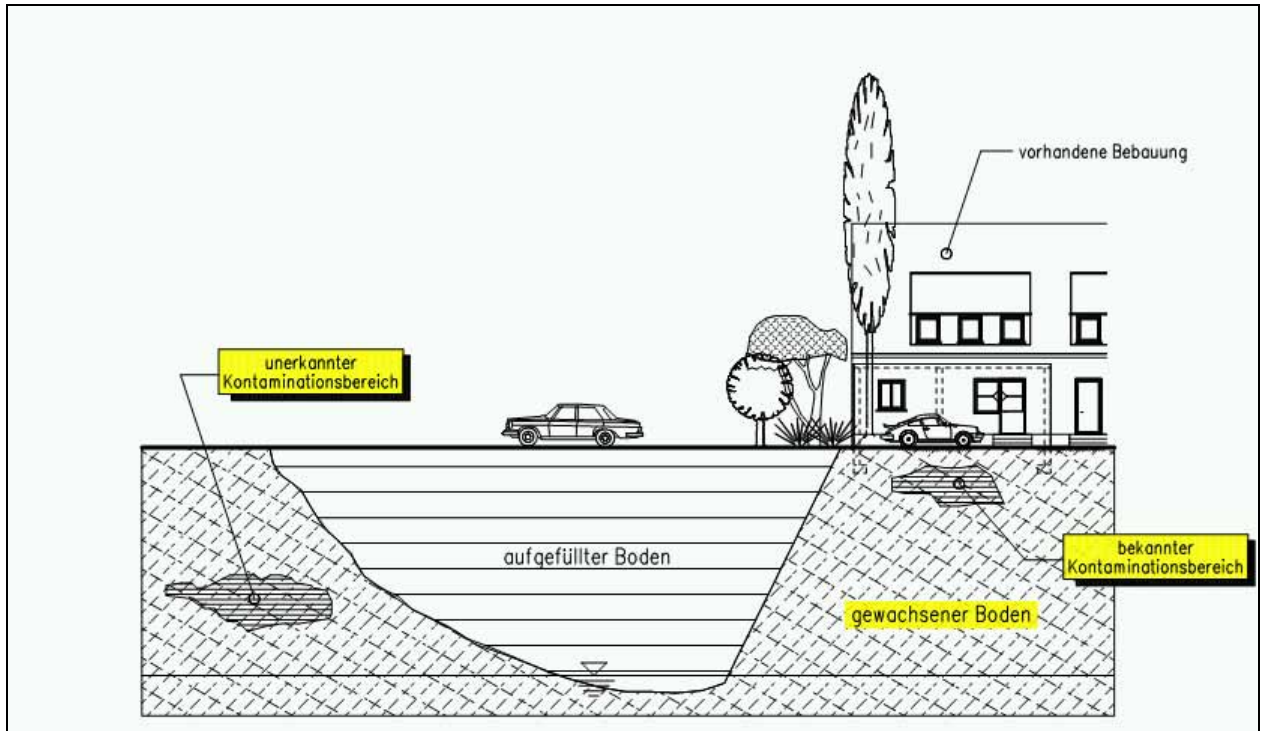
Schwachstellen, die sich aus z. B. Ausführungsmängeln und höherer Gewalt ergeben, können bei vielen Sanierungselementen im Einzelfall relevant sein, werden jedoch nachfolgend nicht näher aufgeführt. Je nach Einzelfall und Sanierungsmaßnahme sind diese Aspekte jedoch bei der Überwachung und Nachsorge aufzugreifen und in die Kontrollmaßnahmen einzubeziehen. Dies gilt insbesondere bei Sicherheitsmaßnahmen. Bei einer Überwachung/Nachsorge sind auch Betrachtungen anzustellen, die sich mit neuen Gefahr oder Schaden auslösenden Einflüssen auf das Gesamtsystem befassen. Dazu zählen beispielsweise Stauwasserspiegel, die je nach Geometrie und Untergrundverhältnissen der Altlast

schwer zu erkunden sind, oder zukünftige Veränderungen der Schadstoffsituation durch Migrations- oder Umwandlungsprozesse.

### **3.3.2 (Teil-) Auskoffering**

Sanierungsmaßnahmen in Form von (Teil-) Auskofferingen werden einerseits als Sofortmaßnahmen z. B. im Falle von Havarien beim Transport (z. B. Mineralöle) zur Abwehr akuter Gefahren für Schutzgüter (z. B. Boden oder Grundwasser) durchgeführt. Andererseits werden (Teil-) Auskofferingen häufig bei der Sanierung von Altstandorten bzw. Ablagerungen angewandt. Dabei werden auf der Grundlage von Erkenntnissen vorausgegangener (Detail-) Untersuchungen und nach örtlichem Befund der Bauüberwachung kontaminierte Bodenpartien (teil-) ausgekoffert und das Material dekontaminiert, gesichert, umgelagert oder entsorgt (z. B. thermische Behandlung, Verbringung auf eine dafür zugelassene Deponie). Bei einer vollständigen Auskoffering ist zunächst davon auszugehen, dass kein bzw. ein zeitlich begrenzter Überwachungsbedarf entsteht. Wenn nicht sichergestellt ist, dass das gesamte belastete Bodenmaterial entfernt wurde, ist im Zuge der Überwachung eine Kontrolle möglicherweise im Untergrund verbliebener bekannter und ggf. unerkannter Restkontaminationen und deren längerfristige Auswirkung auf die Grundwasser- oder Bodenluftbeschaffenheit durch eine entsprechende Überwachungsmaßnahme erforderlich. Abbildung 5 zeigt die prinzipielle Darstellung möglicher Nachsorgetatbestände bei einer (Teil-) Auskoffering.

Die Ursachen für die möglichen Nachsorgetatbestände bzw. Gefahrenquellen nach der Sanierung einer Altlast mittels (Teil-) Auskoffering und geeignete Überwachungsmaßnahmen sind Tabelle 4 zu entnehmen.



**Abbildung 5:** Mögliche Nachsorgeratbestände nach (Teil-)Auskofferungsmaßnahmen

**Tabelle 4:** Nachsorgeratbestände und Kontrollen nach einer (Teil-) Auskofferungsmaßnahme

Kontrollelement	mögliche Nachsorgeratbestände	Ursachen	Überwachungs-/ Nachsorgemaßnahmen
Untergrund	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbleib von unerkannten Kontaminationsbereichen</li> <li>• Verbleib von bekannten Kontaminationsbereichen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Art und Umfang durchgeführter Untersuchungen</li> <li>• inhomogener geologischer Aufbau des Untergrundes (u. a. Auffüllungen, besondere Wegsamkeiten)</li> <li>• bautechnische oder baulnutzungsbedingte Grenzen beim Aushub</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überwachung des Wirkungspfad des Wasser (s. Kap. 4.1.4)</li> <li>• Überwachung des Wirkungspfad des Luft (s. Kap. 4.1.3)</li> <li>• alleinige behördliche Tätigkeiten (s. Kap. 4.1.1)</li> </ul>

Im Falle einer Dekontamination durch Auskoffierung können beispielsweise unerkannte oder bekannte Restbelastungen verblieben sein, die aus (bau-)technischen Gründen (Tiefenlage, Überbauung oder angrenzende Bebauung, Grundwasserstand) nicht entfernt werden konnten. Während bei einer vollständigen Auskoffierung und einem eventuell nachgeschalteten Grundwassermonitoring die Überwachung / Nachsorge nach einem relativ kurzen Zeitraum beendet werden kann, können bei verbliebenen Restbelastungen eine langfristige Überwachung des Grundwassers, bei leichtflüchtigen Schadstoffen oder deponietypischen Gasen eine langfristige Kontrolle des Wirkungspfad des Bodenluft und ggf. auch Nutzungskontrollen

oder Auflagen für den Fall des unerwarteten Antreffens von verbliebenen Restkontaminationen erforderlich werden.

Für eine mittels Teilauskoffierung sanierte Altlast werden Restbelastungen toleriert. Daneben ist häufig eine Sicherheit für die vollständige Entfernung aller nicht tolerierbaren Untergrundverunreinigungen nicht gegeben. Daher sollten für Folgenutzungen präventiv entsprechende Auflagen für den Fall des unerwarteten Antreffens von verbliebenen Restkontaminationen formuliert werden (z. B. durch Festsetzung und Kennzeichnung im Bebauungsplan, Baulasten).

### **3.3.3 Dekontamination durch In-situ-, pneumatische und hydraulische Maßnahmen**

#### **3.3.3.1 Allgemeines**

Boden- und Grundwasserverunreinigungen können je nach den vorliegenden Randbedingungen durch In-situ-Maßnahmen, z. B. durch mikrobiologische, pneumatische oder hydraulische Verfahren, also ohne Auskoffierungsmaßnahmen, aus dem Untergrund entfernt werden (Dekontaminationsmaßnahmen). Diese Maßnahmen haben zum Ziel, Kontaminationskörper an Ort und Stelle zu behandeln, ohne aufwendig zu entsorgenden kontaminierten Aushub zu erzeugen. Als Verfahrenskombinationen werden auch Maßnahmenkombinationen von hydraulischen, pneumatischen, chemisch-biologischen und Einschließungsverfahren angewendet.

Die Schadstoffe können dabei durch hydraulische oder pneumatische Trägersubstanzen (Wasser, Luft) aus dem Untergrund gelöst und an der Erdoberfläche im Zuge einer Wasser- oder Abluftreinigung eliminiert werden. Auch in diesem Fall erfolgt eine Dekontamination des Bodens ohne unmittelbaren Eingriff in den Boden.

#### **3.3.3.2 In-situ-Maßnahmen**

Die Dekontamination eines Kontaminationskörpers kann durch Abbau im Boden selbst ("Bodenkörper als Prozessraum") erfolgen. Insbesondere bei Verunreinigungen durch organische Schadstoffe wie Mineralöle oder Lösemittel werden mikrobiologische Abbauvorgänge zur Schadstoffelimination genutzt. Die zum Teil auch unter natürlichen Standortbedingungen ablaufenden Prozesse („Natural Attenuation“) können durch gezielte Schaffung der für einen Schadstoffabbau erforderlichen Randbedingungen (je nach Abbaumechanismus Verbesserung der Nährstoffsituation, Schaffung oder Unterstützung aerober oder anaerober Verhältnisse im Untergrund etc.) optimiert und beschleunigt werden („Enhanced Natural Attenuation“). Diese Maßnahmen fallen dann unter In-situ-Sanierungsmaßnahmen.

Da bei der Dekontamination durch In-situ-Maßnahmen der Untergrund nicht unmittelbar aufgeschlossen und zugänglich ist, müssen während der Ausführungsphase die jeweils entste-

henden möglichen Auswirkungen durch mögliche verfahrensbedingte Schadstoffausträge, beispielsweise durch Mobilisationseffekte oder unvollständige Erfassung vorhandener Belastungen, berücksichtigt werden. Bei mikrobiologischen Sanierungsverfahren wie auch beim Schadstoffabbau durch reaktive Wände sind entstehende Abbauprodukte zu untersuchen und zu beurteilen. So führt der mikrobiologische Abbau von mineralölartigen Kohlenwasserstoffen als Zwischenschritt zu Verbindungen höherer Polarität, die besser wasserlöslich sind und als Lösungsvermittler zu Mobilisationseffekten führen können. Diese Prozesse sind im Rahmen der Überwachung zu erfassen.

Eine vollständige Dekontamination des Bodens ist bei den In-situ-Maßnahmen nur schwer zu erreichen und zu überprüfen. Insbesondere bei inhomogenen Untergrundverhältnissen oder einem Untergrund mit geringer Durchlässigkeit können Restbelastungen verbleiben, deren Relevanz bereits bei der Festlegung der Sanierungsziele zu berücksichtigen ist.

Auch bei ausreichender Erkundung, Planung und Begleitung von In-situ-Behandlungsmaßnahmen besteht die Möglichkeit, dass durch für das Verfahren nicht erreichbare Bodenhorizonte oder Bereiche oder durch unvollständigen mikrobiologischen Abbau Restbelastungen im Untergrund verbleiben. Die Überwachung der Restbelastungen bzw. Einhaltung der Sanierungsziele kann i. d. R. nicht unmittelbar, sondern nur mittelbar durch Überwachung der Wirkungspfade erfolgen. Die langfristigen Auswirkungen dieser Restbelastungen sind dann ggf. im Rahmen der Überwachung in der Nachsorgephase zu überprüfen.

Mögliche Einflüsse, die bei der Überwachung einer In-situ-Behandlung zu beachten sind, sind der Tabelle 5 zu entnehmen.



**Tabelle 5:** Nachsorgetatbestände und Kontrollen nach einer In-situ-Behandlung

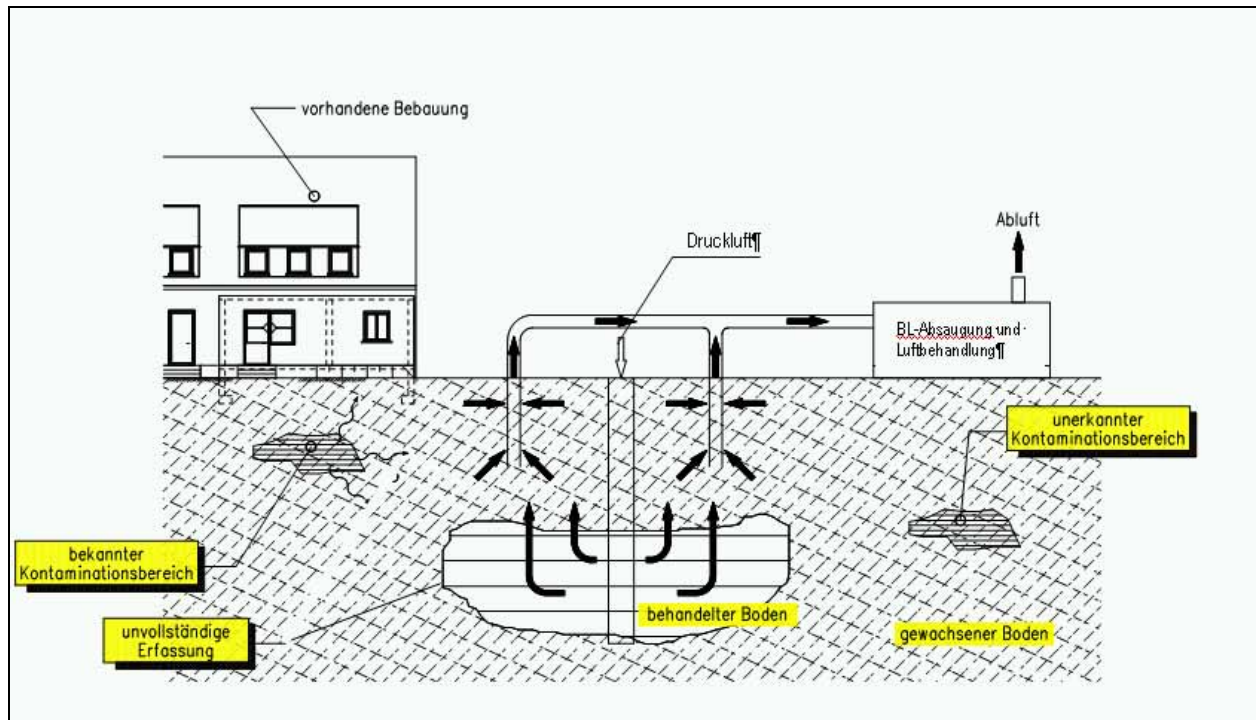
	Mögliche Nachsorgetatbestände	Ursachen	Überwachungs-/ Nachsorge- maßnahmen
alle Verfahren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbleib von unerkannten Kontaminationsbereichen</li> <li>• Verbleib von bekannten Kontaminationsbereichen</li> <li>• Bildung schädlicher Abbauprodukte (Metaboliten)</li> <li>• unkontrollierte Ausbreitung von Schadstoffen</li> <li>• ungeplante Ausbreitung von Einsatzstoffen (Elektronenakzeptoren, Tenside, Nanoeisen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhomogenitäten des Untergrundes (geologischer Aufbau, undurchlässige Schichten, Kapillarität, Porengefüge, Geometrie des Kontaminationskörpers etc.)</li> <li>• Wirkungsgrad der In-situ-Verfahren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überwachung des Wirkungspfades Wasser (s. Kap. 4.1.4)</li> <li>• Überwachung des Wirkungspfades Bodenluft (s. Kap. 4.1.3)</li> </ul>
Mikrobiologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• unvollständiger Abbau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unzureichende Nährstoff- oder Sauerstoffversorgung, schädliche Schadstoffkombinationen</li> <li>• Bildung umweltgefährdender Stoffe / Stoffgemische</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überwachung des Wirkungspfades Wasser (s. Kap. 4.1.4)</li> <li>• alleinige behördliche Tätigkeiten (s. Kap. 4.1.1)</li> </ul>

### 3.3.3.3 Pneumatische Maßnahmen

Pneumatische Verfahren werden überwiegend zur Dekontamination von leichtflüchtigen organischen Schadstoffen im Untergrund eingesetzt. Die Anwendungsmöglichkeiten beschränken sich jedoch nicht nur auf die ungesättigte Bodenzone; auch unterhalb des Grundwasserspiegels liegende Boden- und auch Grundwasserkontaminationen können mit pneumatischen Verfahren behandelt werden („Air Sparging“).

Grundsätzlich werden die Schadstoffe aus dem Untergrund durch das Medium Bodenluft ausgetragen. Dies erfolgt entweder durch eine einfache Bodenluftabsaugung oder in Kombination mit einer Drucklufteinblasung und/oder einer Wasserhaltung zur Absenkung des Grundwasserspiegels. Pneumatische Behandlungsmaßnahmen werden i. d. R. In-situ durchgeführt, können aber auch on- bzw. off-site (z.B. Absaugung von Bodenmieten) erfolgen.

Abbildung 6 zeigt exemplarisch eine Dekontamination anhand eines pneumatischen Verfahrens mit Drucklufteinblasung.



**Abbildung 6:** Mögliche Nachsorgetatbestände nach Einsatz eines pneumatischen Verfahrens

Die langfristige Wirksamkeit der Maßnahme, das Erreichen des Sanierungszieles oder die Relevanz verbliebener Restbelastungen kann bei pneumatischen Maßnahmen auf indirektem Wege nachgewiesen werden. So ist das Erreichen des Sanierungserfolges oder die Relevanz verbliebener Restbelastungen z. B. durch Kontrolle der Konzentrationsentwicklung nach Abschalten der Absaugaggregate oder durch Bewertung der erzielbaren Frachten bei intermittierendem Betrieb zu beurteilen.

Sind Restbelastungen vorhanden, können Überwachungsmaßnahmen der Wirkungspfade bzgl. Migrationsmessungen oder die Überwachung gefährdeter Gebäude durch Raumluftuntersuchungen (Keller, Drainagen) im Rahmen der Überwachung/Nachsorge erforderlich sein. Auch bei ausreichender Erkundung, Planung und Begleitung von pneumatischen Behandlungsmaßnahmen können (bekannte oder unbekannte) Restbelastungen im Untergrund verbleiben. Die Überwachung solcher Restbelastungen bzw. Einhaltung der Sanierungsziele kann nicht unmittelbar, sondern nur mittelbar durch Überwachung der Wirkungspfade erfolgen. Die Nachsorge bezieht sich auf die Überwachung der dauerhaften Einhaltung der Sanierungsziele.

Mögliche Einflüsse, die bei der Überwachung einer pneumatischen Maßnahme zu beachten sind, sind der Tabelle 6 zu entnehmen.

**Tabelle 6:** Nachsorgetatbestände und Kontrollen nach einer pneumatischen Maßnahme

	Mögliche Nachsorgetatbestände	Ursachen	Überwachungs-/ Nachsorge- maßnahmen
Pneumatische Verfahren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbleib von unerkannten Kontaminationsbereichen</li> <li>• Verbleib von bekannten Kontaminationsbereichen</li> <li>• Bildung schädlicher Abbauprodukte (Metaboliten)</li> <li>• Unvollständige Erfassung des kontaminierten Bereiches</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhomogenitäten des Untergrundes (geologischer Aufbau, undurchlässige Schichten, Kapillarität, Porengefüge, Geometrie des Kontaminationskörpers etc.)</li> <li>• Wirkungsgrad der In-situ-Techniken</li> <li>• Verminderung der Funktionsfähigkeit der Sanierungseinrichtungen durch physikalische, mechanische oder chemisch-biologische Einflüsse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überwachung des Wirkungspfad des Bodenluft (s. Kap. 4.1.3)</li> <li>• Funktionskontrolle der Anlage (s. Kap. 4.2.3)</li> <li>• Anlagen zur Bodenluftfassung und -behandlung (s. Kap. 4.2.3.2)</li> <li>• Evtl. Überwachung des Wirkungspfad des Wasser (s. Kap. 4.1.4)</li> </ul>

### 3.3.3.4 Hydraulische Maßnahmen

Hydraulische Verfahren werden überwiegend zur Dekontamination von Grund- oder Sickerwasser oder als Sicherungsmaßnahme zur Verhinderung einer weiteren Ausbreitung von Fahnen mit gelösten Schadstoffen eingesetzt. Daneben werden sie aber auch als unterstützende Maßnahmen in Kombination mit anderen Maßnahmen eingesetzt.

Bei hydraulischen Maßnahmen werden i. W. gelöste Schadstoffe i. d. R. mit dem Grundwasser gefördert und ausgetragen. Dies erfolgt i. d. R. durch Entnahme und anschließende Reinigung von verunreinigtem Wasser aus dem Kontaminationszentrum oder der Fahne. Das behandelte Wasser kann je nach Qualität wieder ins Grundwasser filtriert, in den Vorfluter eingeleitet oder mit dem Abwasser zur Kläranlage abgeleitet werden. Daneben stehen andere Techniken zur Verfügung, z. B. Austragen leichtflüchtiger Schadstoffe aus dem Grundwasser mittels Grundwasserzirkulationsbrunnen.

Eine vollständige Dekontamination der wassergesättigten Bodenzone ist durch hydraulische Maßnahmen nur schwer zu erreichen und daher zu überprüfen. Insbesondere durch unterschiedliche Untergrundeigenschaften (Bodenart, TOC-Gehalt, Durchlässigkeiten etc.) und das komplizierte Lösungs-/Adsorptions- und Fließverhalten im Mehrphasensystem Boden-Schadstoff-Grundwasser können Restbelastungen verbleiben, die nach einem Abschalten der Sanierungsanlagen zu einer Nachlieferung von Schadstoffen und einem Wiederanstieg der Konzentrationen führen. Maßgeblichen Einfluss auf die Beurteilung der Erfolgsaussichten einer hydraulischen Sanierung hat die Kenntnis über Art und Lokalisierung des Vorkommens von Schadstoffen in Phase. Für die Beurteilung eines Sanierungserfolges kann eine Bewertung der erzielten Frachten bei intermittierendem Betrieb herangezogen werden. Die langfristige Wirksamkeit einer Maßnahme kann durch ein Grundwassermonitoring der Fahne

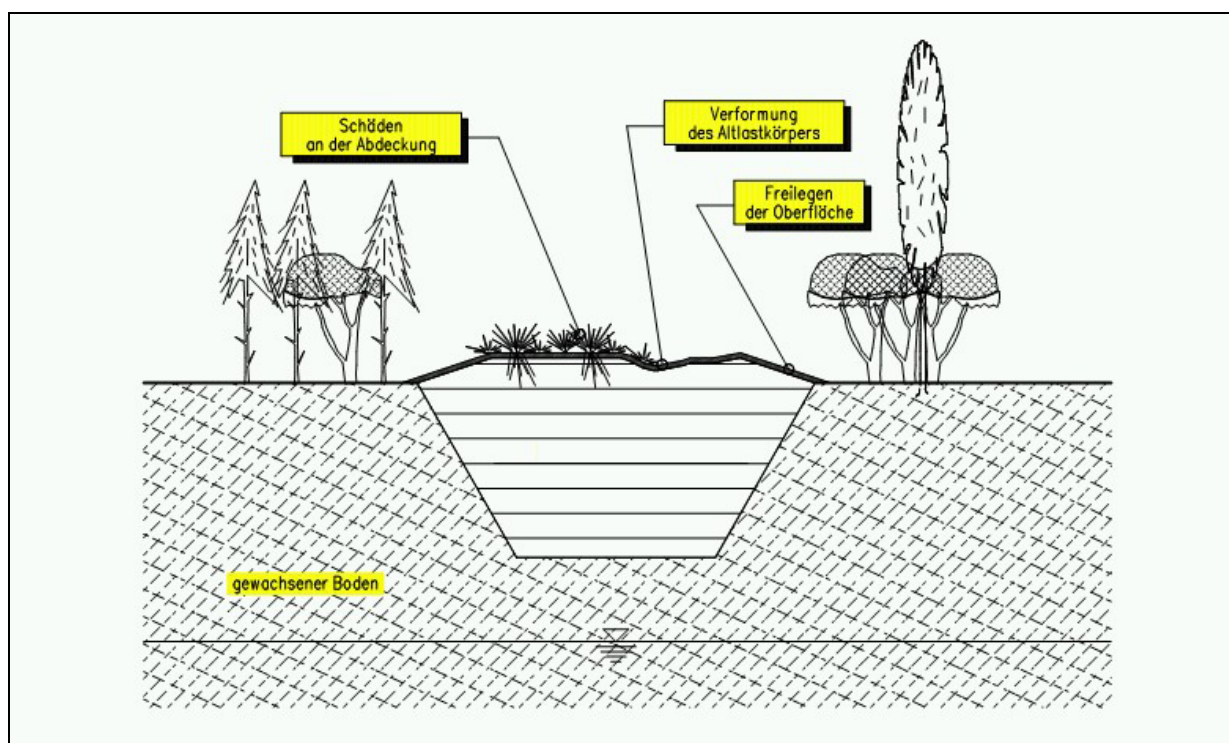
mit Oberstrom-/Unterstrombetrachtung überwacht werden. Mögliche Einflüsse, die bei der Überwachung einer hydraulischen Maßnahme zu beachten sind, sind der Tabelle 7 zu entnehmen.

**Tabelle 7:** Nachsorgetatbestände und Kontrollen nach einer hydraulischen Maßnahme

	Mögliche Nachsorgetatbestände	Ursachen	Überwachungs-/ Nachsorge- maßnahmen
hydraulische Verfahren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbleib von unerkannten Kontaminationsbereichen</li> <li>• Verbleib von bekannten Kontaminationsbereichen</li> <li>• Bildung schädlicher Abbauprodukte (Metaboliten)</li> <li>• unvollständige Erfassung des kontaminierten Bereiches</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhomogenitäten des Untergrundes (geologischer Aufbau, undurchlässige Schichten, Kapillarität, Porengefüge, <math>k_f</math>-Wert, TOC-Gehalt, Geometrie des Kontaminationskörpers etc.)</li> <li>• Wirkungsgrad der In-situ-Techniken</li> <li>• Verminderung der Funktionsfähigkeit der Sanierungseinrichtungen durch physikalische, mechanische oder chemisch-biologische Einflüsse</li> <li>• Veränderung der hydraulischen Verhältnisse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überwachung des Wirkungspfadef Wasser (s. Kap. 4.1.4)</li> <li>• Funktionskontrolle der Anlagen zur Grundwasserfassung und -behandlung (s. Kap. 4.2.3.1)</li> <li>• Überwachung des Wirkungspfadef Wasser (s. Kap. 4.1.4)</li> </ul>

### 3.3.4 Oberflächenabdeckung

Oberflächenabdeckungen sind Abdeckschichten auf Altlasten, die in der Regel aus natürlich anstehenden bindigen Böden oder bei temporärem Einsatz aus synthetischen Materialien bestehen. Sie werden häufig zur Vermeidung eines Direktkontaktes oder zur Vermeidung von Staubverwehungen eingesetzt. Daneben führen sie in Abhängigkeit des eingesetzten Materials zur Verringerung des Niederschlagswassereintrittes in den Altlastkörper. In solchen Fällen werden an ihre Ausführung Anforderungen hinsichtlich der Bodenbeschaffenheit (Wasserspeichervermögen, Nährstoffgehalt), des Oberflächengefälles und der Bepflanzung (Verdunstungsfaktor, Beschattung etc.) gestellt. Die Schichtdicke der Abdeckung und deren Aufbau ist in Abhängigkeit der Folgenutzung festzulegen. Abbildung 7 zeigt die möglichen Nachsorgetatbestände nach der Herstellung eines Oberflächenabdecksystems.



**Abbildung 7:** Mögliche Nachsorgetatbestände bei einer Oberflächenabdeckung

Die Ursachen, die möglichen Nachsorgetatbestände und die abzuleitenden Überwachungs-/ Nachsorgemaßnahmen sind in Tabelle 8 aufgeführt. Dabei handelt es sich um Versagens- einflüsse, die regelmäßig bei der Überwachung einer Oberflächenabdeckung von Altlasten angenommen werden und bei der Festlegung der Überwachungsmaßnahmen entsprechend zu berücksichtigen sind.

**Tabelle 8:** Nachsorgetatbestände und Kontrollen bei einer Oberflächenabdeckung

Kontrollelement	mögliche Nachsorgetatbestände	Ursachen	Überwachungs- / Nachsorgemaßnahmen
Oberfläche	<ul style="list-style-type: none"> <li>Freilegen schadstoffbelasteter Schichten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erosionsrinnen als Folge von intensiven Niederschlägen und geringdeckender Vegetation</li> <li>Windbruch von Gehölzen</li> <li>Grabe- und Wühltätigkeiten von Tieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flächenbegehung (s. Kap. 4.1.2)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verformung des Ablagerungskörpers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Setzungen und Sackungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flächenbegehung (s. Kap. 4.1.2)</li> <li>Setzungskontrollen (s. Kapitel 4.2.3.5)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schäden an der Abdeckung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Austrocknung</li> <li>Durchwurzelung</li> <li>Befahren mit schwerem Gerät</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flächenbegehung (s. Kap. 4.1.2)</li> <li>Überwachung des Wirkungspfad<sup>es</sup> Wasser (s. Kap. 4.1.4)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schäden an der Bepflanzung / Vegetation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Austrocknung</li> <li>Gasmigration</li> <li>Schlechte Oberbodenqualität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flächenbegehung (s. Kap. 4.1.2)</li> </ul>
Umfeld	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gasmigration ins Umfeld</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Behinderung der Ausgasung durch die Abdeckung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Überwachung des Wirkungspfad<sup>es</sup> Luft (s. Kap. 4.1.3)</li> </ul>

Eine Oberflächenabdeckung, die der Verhinderung eines unmittelbaren Schadstoffkontaktes, staubförmiger Verwehungen oder Schadstoffaufnahme durch Pflanzen dient, kann z. B. durch Erosion, Grabe- und Wühltätigkeit von Organismen freigelegt, durch Setzungen und Sackungen in der Wirksamkeit eingeschränkt, oder durch Befahren mit schwerem Gerät beschädigt werden. Diese möglichen Nachsorgetatbestände können durch Flächenbegehungen oder ggf. Setzungsmessungen erkannt und anschließend beseitigt werden. Im Einzelfall ist bei Anforderungen an die Reduzierung des Sickerwasseranfalls, insbesondere bei erhöhtem Gefährdungspotenzial über den Wasserpfad, auf Grundwassermessungen und Wasserhaushaltsbetrachtungen im Rahmen der Überwachung des Wirkungspfad<sup>es</sup> Wasser zurückzugreifen.

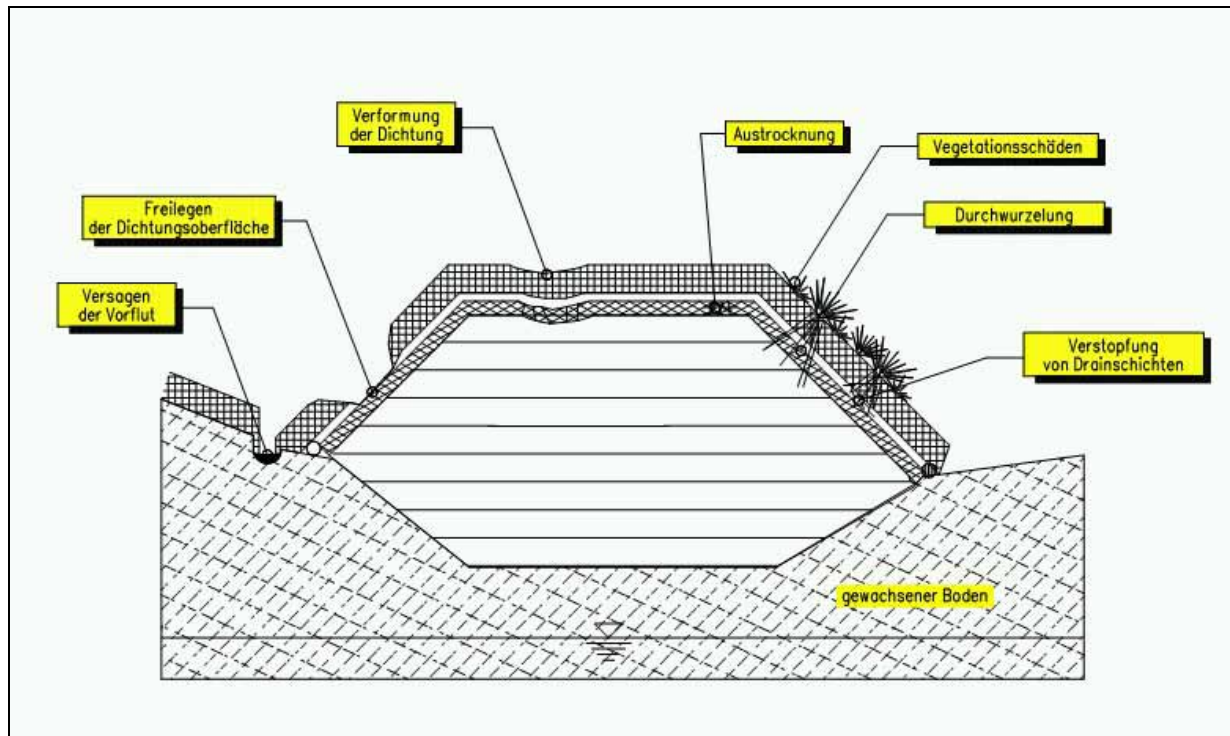
### 3.3.5 Oberflächenabdichtung

Oberflächenabdichtungen werden i. W. zur Unterbindung des Eindringens von Niederschlagswasser in Altlasten und zur Minimierung der Emissionen von verunreinigtem Niederschlagswasser bzw. Sickerwasser eingesetzt. Je nach den Gegebenheiten im konkreten Einzelfall dienen sie ergänzend zur Unterbindung von unkontrollierten Bodenluft- oder Deponiegasaustritten aus dem Altlastkörper oder zur Vermeidung eines Direktkontaktes mit umweltgefährdenden Stoffen und der Vermeidung von Staubverwehungen.

Bei Oberflächenabdichtungen gibt es viele verschiedene Bauweisen. Die häufigsten Ausführungsvarianten sind mineralische Abdichtungen und Kunststoffdichtungsbahnen (KDB). Daneben kommen Kombinationsabdichtungen, geosynthetische Tondichtungsbahnen (Bentonitmatten) und Asphaltabdichtungen zur Anwendung, seltener Kapillarsperren, bzw. erweiterte Kapillarsperren.

An die Ausführung von Oberflächenabdichtungssystemen werden Anforderungen hinsichtlich der Materialbeschaffenheit (u.a. Wasserdurchlässigkeit, Verformungsvermögen, Langzeitbeständigkeit), des Oberflächengefälles und der Bepflanzung gestellt. Dichtungssysteme werden regelmäßig nach geotechnischen Kriterien hergestellt. Zur Bemessung können dabei die Anforderungen aus dem Deponiebau (z. B. TA Abfall, TA Siedlungsabfall) oder andere ähnlicher Art (z. B. GDA-Empfehlung) orientierend herangezogen werden. Die Schichtdicke der oberhalb der Abdichtungsschicht aufgetragenen Abdeckung und deren Aufbau ist in Abhängigkeit des eingesetzten Dichtungssystems und der Folgenutzung festzulegen. Als Mindestüberdeckung für mineralische Abdichtungen ist aufgrund der Gefahr der Austrocknung und Durchwurzelung nach der TA Abfall und TA Siedlungsabfall eine Stärke von > 1,0 m erforderlich. Daneben sind die Anforderungen an die durchwurzelbare Bodenschicht nach § 12 BBodSchV zu berücksichtigen (Vollzugshilfe zu § 12 BBodSchV (LABO, 2002)).

Bei Oberflächenabdichtungssystemen ist im Zuge der Überwachung/Nachsorge die Oberfläche, das Entwässerungssystem und die Dichtung einer Kontrolle zu unterziehen, da die Systeme langfristig in ihrer Wirksamkeit eingeschränkt werden können. Eine graphische Darstellung der möglichen Nachsorgetatbestände und deren Überwachungs- und Nachsorgemaßnahmen für ein Oberflächenabdichtungssystem enthält Abbildung 8. Eine Freilegung der Entwässerungs- und Dichtungsschicht durch z. B. Erosion, Windbruch, Grabe- und Wühltätigkeiten oder Befahren mit schwerem Gerät ist durch Flächenbegehungen erkennbar und kann ggf. direkt beseitigt werden. Besonderes Augenmerk ist auch auf die systembedingten Schwachstellen, die Durchdringung der Dichtung z. B. durch Schächte, Gasfenster und Leitungen zu legen.



**Abbildung 8:** Mögliche Nachsorgetatbestände bei einem Oberflächenabdichtungssystem

Bei Einsatz von Entwässerungssystemen können beispielsweise Verschlämmungen von Feinstmaterial oder Durchwurzelungen zur Einschränkung der hydraulischen Leistungsfähigkeit führen. Diese möglichen Nachsorgetatbestände sind direkt durch Messungen des Drainageabflusses (vgl. Kapitel 4.2.3.3 Wasserbilanzen) oder indirekt über Flächenbegehungen ableitbar. Letzterer Aspekt ist dann gegeben, wenn an der Oberfläche Vernässungszonen oder die Vegetationskartierung einen auffällig hohen Anteil an Zeigerpflanzen für Feucht- oder Nässezonen ergeben haben.

Die Wirksamkeit der Dichtung ist nur zum Teil unmittelbar überprüfbar, da Nachsorgetatbestände wie z. B. Austrocknung, Durchdringung oder Rissbildung der Dichtung unmittelbar nicht erkannt werden können. Im Rahmen der Überwachung / Nachsorge kann je nach Einzelfall die Wirksamkeit der Dichtung nur durch Untersuchungen der Wirkungspfade (z. B. Überwachung des Wirkungspfadef Bodenluft oder Grundwasser) und zusätzlich durch Kontrollen (z. B. mittels Wasserbilanz) anderer mit der Maßnahme beabsichtigter Effekte (z. B. Grundwasserabsenkung oder Sickerwasserreduzierung) überprüft werden. Denn wenn mit einer Oberflächenabdichtung die Sickerwasserneubildung reduziert und eine Absenkung eines Stauwasserhorizontes erreicht werden soll, um eine Schadstoffelution zu vermeiden, reicht es nicht aus, den Grundwasserabstrom zu überwachen. Vielmehr kann es auch erforderlich sein, den unmittelbaren hydraulischen Effekt (Absenkung) der Oberflächenabdichtung zu überprüfen.



Bei der Kontrolle von Dichtungen sind die Unterschiede möglicher Nachsorgetatbestände und deren Ursachen bei den verschiedenen Dichtungssystemen zu beachten. So besteht ein Risiko von Funktionseinbußen bei den Einflüssen Austrocknung, Durchdringungen oder Rissbildung bei den Systemen mineralische Dichtung und geosynthetische Tondichtungsbahn in einem deutlich höheren Maße als bei der Kunststoffdichtungsbahn, der Kombinationsdichtung und der Asphaltabdichtung. Insofern ist bei den zuletzt genannten Systemen der Überwachungsbedarf diesbezüglich als geringer einzustufen. Bei Asphaltbetonabdichtungen ist demgegenüber das Risiko einer Funktionseinbuße aufgrund ungleichmäßiger Setzungen höher einzustufen.

**Tabelle 9:** Nachsorgetatbestände und Kontrollen bei Oberflächenabdichtungssystemen

Kontroll- element	mögliche Nachsor- getatbestände	Mögliche Ursachen	Mineralische Dichtung	KDB	GTDB *	Kapillar- sperre	Asphaltab- dichtung	Kombinations- dichtung	Überwachungs-/ Nachsor- ge- maßnahmen
Oberfläche	Freilegen der Entwässerungsschicht und der Dichtung	Erosion	+	+	+	+	-	+	Flächenbegehung (s. Kap. 4.1.2)
		Windbruch von Gehölzen	+	+	+	+	+	+	
Grabe- und Wühltätigkeiten		+	-	+	+	-	-	-	
	Vegetationsschäden	Migration von Gasen	+	+	+	+	+	+	Überwachung des Wirkungspfad Luft (s. Kap. 4.1.3) Flächenbegehung (s. Kap. 4.1.2) Wasserbilanz (s. Kap. 4.2.3.3)
		Veränderung der bodenhydrologischen Verhältnisse (Ver- nässung, Austrocknung)							
Entwässerungssystem	Verstopfung	Durchwurzelung	+	+	+	+	+	+	Abflussmessungen Wasserbilanz (s. Kap. 4.2.3.3) Flächenbegehung (s. Kap. 4.1.2)
	Verschlämmung	Einwaschen von Feinstmaterial	+	+	+	+	+	+	
Dichtungselement	Austrocknung	Kapillarer Wassertransport	+	-	+	-	-	-	Überwachung des Wirkungspfad Wasser (s. Kap. 4.1.4) Dichtungskontrolle (s. Kap. 4.2.3.4) Aufgrabungen (ca. alle 5 Jahre)
		Wasserentzug durch Vegetation	+	-	+	-	-	-	
		Temperaturschwankungen	+	-	+	-	-	-	
	Durchdringung	Wurzelwachstum	+	-	+	+	-	-	Flächenbegehung (s. Kap. 4.1.2)
	Verformung der Dichtung	Setzungen, Sackungen, Verformungen des Altlastkörpers, Standsicherheitsprobleme, Auflast	+	+	+	+	+	+	Flächenbegehung (s. Kap. 4.1.2) ggf. Setzungskontrollen (s. Kap. 4.2.3.5) (ca. jährlich) Aufgrabungen (ca. alle 5 Jahre)
Rissbildung	Austrocknung	Setzungen, Verformungen	+	-	+	+	-	+	
			+	+	+	+	+	+	

+ relevant  
- wenig relevant

\*) Geosynthetische Tondichtungsbahn

### 3.3.6 Dichtwände

Vertikale Dichtwände dienen in der Regel dazu, die Durchströmung kontaminierter Bereiche von Grundwasser oder Stauwasser und Ausbreitung mit dem Grundwasser zu unterbinden bzw. zu minimieren. Daneben soll ggf. auch eine Ausbreitung von Bodenluft bzw. Deponiegas verhindert werden. Für eine Sicherung von Altlasten dieser Art steht ein breites Spektrum unterschiedlicher Bauverfahren zur Verfügung. Die häufigsten Ausführungsvarianten sind:

- zementfreie und zementhaltige Wände als Einphasen- oder Zweiphasenwand
- Kombinationsdichtwand
- Spundwand
- überschnittene Bohrpfahlwand
- Mixed-in-Place-Bauweise

Das jeweilige Verfahrensprinzip besteht darin, entweder Boden entlang der Dichtwandtrasse auszuheben oder zu verdrängen und stattdessen ein Dichtungsmaterial einzubringen oder die Durchlässigkeit des anstehenden Bodens durch unterschiedliche Verfahren zu verringern. Dichtwände lassen sich in allen Lockergesteinen herstellen, in denen sich ein ggf. mit Stützhilfe standsicherer Raum zur Einbringung der Dichtmasse herstellen lässt oder die rammbar oder injizierbar sind. Im Festgestein sind nur bohrende oder fräsende Verfahren zur Hohlraumerstellung und Injektionsverfahren einsetzbar.

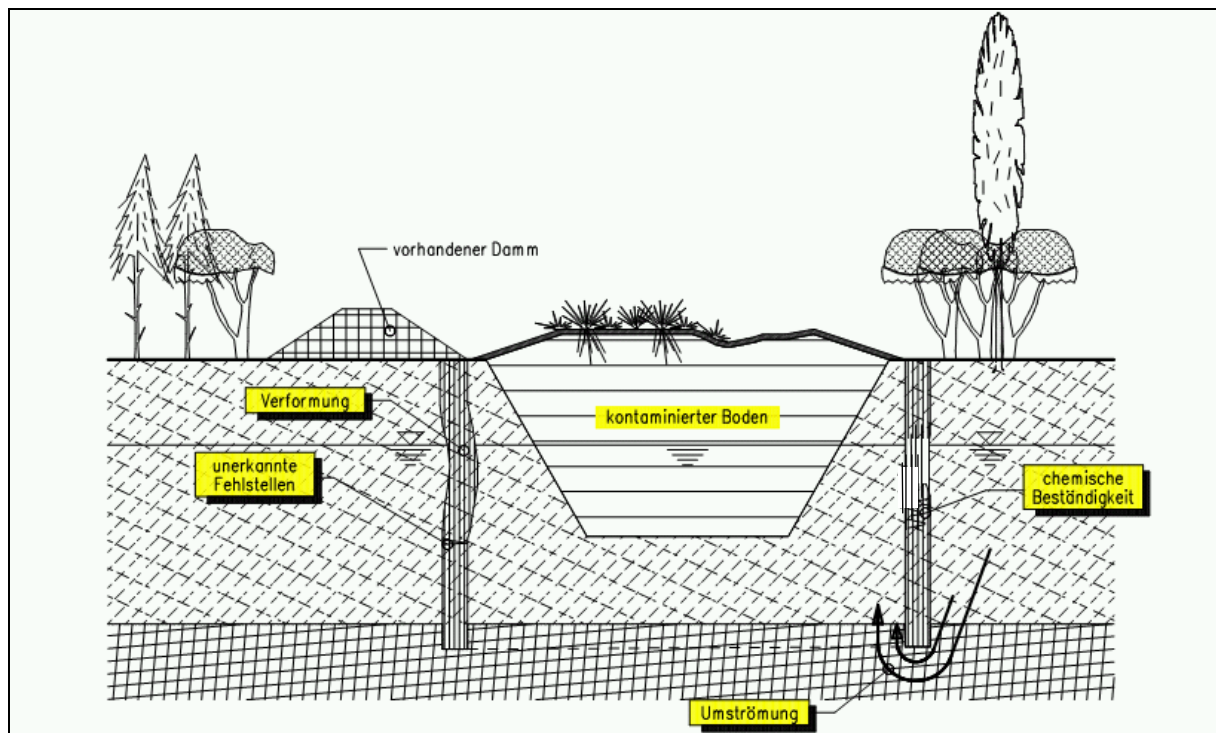
Bei der Mixed-in-Place-Bauweise wird das anstehende Bodenmaterial nicht entnommen, sondern mit dem Drehbohrverfahren in-situ mit der Zementsuspension vermischt.

Eine vollständige Einkapselung wird erzielt, wenn die Dichtwand die Altlast vollständig umschließt (geschlossene Wand) und in eine Grundwasser nicht leitende Schicht einbindet. Wo diese in erreichbarer Tiefe nicht vorhanden ist, besteht grundsätzlich die Möglichkeit einer nachträglichen Sohlabdichtung. Im Einzelfall kann auch eine nicht in den Stauer einbindende „schwebende“ Dichtwand ausreichend wirksam sein, z. B. zur Unterbindung einer Migration gasförmiger Stoffe oder von Flüssigkeiten, die leichter als Wasser sind und sich mit Wasser nicht mischen. Beide letztgenannten Möglichkeiten haben jedoch bisher kaum Praxisbedeutung erlangt.

Bei der Ableitung von Nachsorgemaßnahmen bei Dichtwänden sind die Unterschiede möglicher Nachsorgetatbestände und deren Ursachen bei den verschiedenen Dichtwandvarianten zu beachten. So besteht ein Risiko von Funktionseinbußen hinsichtlich des Vorhandenseins von Fehlstellen bei den Systemen mit zementhaltigen und zementfreien Dichtwänden, Spundwänden und überschnittenen Bohrpfahlwänden in einem höheren Maße, als bei Kombinationsdichtwänden. Bei Stahlspundwänden ist zudem verstärkt auf Verformungen zu ach-

ten. Dieser Aspekt ist insbesondere in Bergsenkungsgebieten, bei Aufschüttungen oder Überbauung auf die vorhandene Wand und bei hohen unterschiedlichen Grundwasserständen zwischen der Innen- und Außenwand zu beachten. Insofern ist bei dem zuletzt genannten System der Überwachungsbedarf höher einzustufen.

Zu beachten ist weiterhin, dass durch den Eingriff in den Grundwasserstrom die hydraulischen Verhältnisse durch einen Anstau auf der Anstromseite und einer Absenkung im Grundwasserabstrom verändert werden können. Mögliche Nachsorgetatbestände beim Einsatz von Dichtwänden sind in Abbildung 9 graphisch dargestellt. Tabelle 10 zeigt deren Ursachen und die ggf. erforderlichen Überwachungs- und Nachsorgemaßnahmen.



**Abbildung 9:** Mögliche Nachsorgetatbestände bei Dichtwänden

**Tabelle 10:** Nachsorgetatbestände und Kontrollen bei einer Dichtwand

Kontroll- element	mögliche Nachsor- getatbestände	Ursachen	Überwachungs-/ Nachsor- maßnahmen
Wandfläche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verformung der Wand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Setzungen des umgebenden Erdreiches</li> <li>• Nachträgliche Auflast der benachbarten Flächen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überwachung des Wirkungspfad Wasser (s. Kap. 4.1.4)</li> <li>• ggf. Setzungskontrollen (s. Kap. 4.2.3.5)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrosion / Erosion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundwasserströmung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Flächenbegehung (s. Kap. 4.1.2)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beständigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schadstoffangriff</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pumpversuche (s. Kap. 4.1.4)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• partielle Durchlässigkeiten</li> <li>• unerkannte Fehlstellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mangelhafte Ausführung</li> <li>• schlechte Qualitätssicherung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserbilanz (s. Kap. 4.2.3.3)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterströmung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mangelhafte Ausführung</li> <li>• ungenügende Einbindung in GW-Stauer</li> </ul>	

Im Rahmen der Überwachung / Nachsorge kann je nach Einzelfall die Wirksamkeit der Maßnahme durch Untersuchungen des Wirkungspfad Grundwasser überprüft werden, ggf. zusätzlich durch Kontrollen des Dichtwandsystems insgesamt, z. B. mittels Pumpversuch oder anderer mit der Maßnahme beabsichtigter Effekte, z. B. mittels Grundwasserabsenkung. Veränderungen des Wasserstandes außerhalb und innerhalb des Dichtwandkastens liegender Messstellen lassen Rückschlüsse auf die Dichtigkeit der Dichtwand zu. Wenn mit einer Dichtwand in Kombination mit einer Oberflächenabdichtung und Grundwasserförderung eine Absenkung des Grundwasserspiegels im gekapselten Bereich erreicht werden soll, empfiehlt es sich, nicht nur den Abstrom zu überwachen, sondern es kann auch erforderlich sein, den unmittelbaren hydraulischen Effekt der Absenkung zu überprüfen.

Die Dichtigkeit eines Dichtwandsystems insgesamt (Dichtwand und Sohle) kann durch Pumpversuche im Dichtwandkasten überprüft werden.

### 3.3.7 Immobilisierung

Immobilisierung bezeichnet Maßnahmen zur Veränderung des Ausbreitungsverhaltens von Schadstoffen. Dabei wird je nach Ausgangslage auf eine Verringerung des Lösungsvermögens von Schadstoffen über den Wasserpfad, der Wasserdurchlässigkeit oder von mechanischen Eigenschaften abgezielt. Immobilisierungen werden i.d.R. als mechanische Verfestigung, z. B. mit Zement, Flugaschen, o. ä. durchgeführt. Daneben existieren weitere eher selten angewandte Verfahrensvarianten.

Mögliche Nachsorgetatbestände und deren Ursachen nach Immobilisierungsmaßnahmen sowie die daraus abgeleiteten Überwachungs-/Nachsorgemaßnahmen sind in Tabelle 11 aufgeführt.

**Tabelle 11:** Nachsorgetatbestände und Kontrollen nach einer Immobilisierungsmaßnahme

Kontroll- element	mögliche Nachsorgetatbestände	Ursachen	Überwachungs- /Nachsorgemaßnahmen
Immobilisierungs- körper	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verformung des Immobilisierungskörpers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Setzungen und Sackungen des Untergrundes / Immobilisierungskörpers</li> <li>• Auflast</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flächenbegehungen (s. Kap. 4.1.2)</li> <li>• Setzungskontrollen (s. Kap. 4.2.3.5)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zunahme der Emissionen</li> <li>• Vergrößerung der Durchlässigkeit</li> <li>• Änderung der Eigenschaften</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schadstoffangriff</li> <li>• Lösungsprozesse</li> <li>• pH-Wert-Veränderungen</li> <li>• Alterung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überwachung des Wirkungspfad des Wasser (s. Kap. 4.1.4)</li> </ul>

Eine Immobilisierung kann insbesondere durch Setzungen, Sackungen, Lösungsprozesse, Schadstoffangriffe, pH-Wert-Veränderungen oder Alterung in seiner Wirksamkeit eingeschränkt werden. Im Rahmen der Überwachung-/Nachsorge können diese Nachsorgetatbestände durch eine Grundwasserüberwachung, ggf. durch Flächenbegehungen und Setzungskontrollen erkannt werden.

### 3.3.8 Pneumatische Sicherungs- oder Unterstützungsmaßnahmen

Im Gegensatz zu den aktiven pneumatischen Maßnahmen, die zur Dekontamination von leichtflüchtigen Schadstoffen in Böden eingesetzt werden, dienen pneumatische Sicherungs- und Unterstützungsmaßnahmen dazu, eine Ausbreitung oder unkontrollierte Migration von leichtflüchtigen Schadstoffen über den Bodenluftpfad zu verhindern. Des Weiteren soll damit die Entstehung von explosiblen oder gesundheitsgefährdenden Gasgemischen verhindert bzw. diese kontrolliert abgeführt werden.

Unter den pneumatischen Sicherungs- und Unterstützungsmaßnahmen werden im Wesentlichen Verfahren verstanden, die Deponiegase oder leichtflüchtige organische Schadstoffe, wie LCKW oder Aromaten (BTEX) fassen:

- passive Entgasungsdrainagen,
- aktive Entgasung über vertikale oder horizontale Gasdrainagen,
- aktive Be- und Entlüftungen von Gebäude.

Da durch die Bildung und Ausbreitung von Bodenluft oder Deponiegasen akute Gefahrensituationen (Gesundheitsgefahren, Erstickung, Entzündung, Explosionen) durch Inhalation

entstehen können, muss deren Entstehen durch die Art der Überwachung erkannt werden können.

Migrationen vom Altlast-/Deponiekörper können durch entsprechende Untersuchungen der Bodenluft oder durch Migrationsmessungen an der Geländeoberfläche untersucht und erkannt werden. Mit entsprechend angelegten Überwachungsmessstellen können z. B. die horizontale / laterale Migration von Gasen in Richtung eines Schutzguts (insbesondere benachbarte Gebäude) überwacht und mögliche Gefahrensituationen rechtzeitig erkannt werden. Eine Migration von Deponiegas kann dabei aufgrund des aktiven Gasdrucks über deutlich größere Entfernungen und in stärkerem Maße stattfinden als ein lediglich aufgrund von Diffusion auftretender Ausbreitungsprozess von Spurenstoffen (vor allem LCKW, BTEX etc.).

Ist der Altlastkörper selbst überbaut und besteht die Möglichkeit unkontrollierter Bodenluft- oder Gasmigrationen, so sind ggf. die entsprechenden Gebäude zu überwachen. Hierzu können Raumluftmessungen oder Messungen in Drainagen, Entwässerungsschächten etc. durchgeführt werden.

Da "aktive" Deponien besonders setzungsempfindlich sind, sind aufstehende Gebäude auf mögliche (vorhandene oder neu entstehende) Gaswegsamkeiten durch Setzungsrisse zu überprüfen. Auch Migrationen entlang anderer künstlicher Wegsamkeiten (Leitungen, Drainagen) sind zu überprüfen und zu kontrollieren.

Bei aktiv betriebenen Absauganlagen ist deren Wirksamkeit zu überprüfen. Die Kontrollen müssen die Funktionsfähigkeit und die Wirksamkeit des Gesamtsystems nachweisen, also neben der technischen Überprüfung der Anlage und der Messung von Volumenstrom und Konzentration auch die angeschlossenen Leitungen, Gasbrunnen und eine eventuell nachgeschaltete Abluft-Behandlungsanlage umfassen. Ferner ist eine ausreichende Reichweite nachzuweisen.

Als Gassperre eingesetzte Drainagen oder Entgasungsgräben sind auf eingeschränkte Funktion durch Verschlammungen, Durchwurzungen, Unterbrechungen zu untersuchen (Begehung, FID- oder PID-Messungen, Kamerabefahrungen) zu prüfen.

Die Beschreibung für die Durchführung der konkreten Überwachungs- und Nachsorgemaßnahmen ist Kapitel 4 zu entnehmen.

**Tabelle 12:** Nachsorgetatbestände und Kontrollen bei pneumatischen Sicherungs- und Unterstützungsmaßnahmen

Kontroll-element	mögliche Nachsorgetatbestände	Ursachen	Überwachungs-/ Nachsorgemaßnahme
Standort	<ul style="list-style-type: none"> <li>• unvollständige Erkundung</li> <li>• unkontrollierte Migrationen</li> <li>• Migrationen in Bauwerke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• unerkannte Kontaminationen</li> <li>• geologische Randbedingungen</li> <li>• Veränderung der Gaswegsamkeit durch <ul style="list-style-type: none"> <li>- Setzungen, Sackungen, Verformungen</li> <li>- Bebauung</li> <li>- Bodenaufbringung</li> <li>- Bergsenkungen</li> <li>- Grundwasserstandsveränderungen</li> <li>- Tektonische Bewegungen</li> <li>- Niederschlag</li> <li>- Luftdruckveränderungen</li> </ul> </li> <li>• Beschädigung von Dichtungsschichten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flächenbegehungen (s. Kap. 4.1.2)</li> <li>- Setzungskontrollen (s. Kap. 4.2.3.5)</li> <li>- Überwachung des Wirkungspfad des Wasser (s. Kap. 4.1.4)</li> <li>- Überwachung des Wirkungspfad des Luft (s. Kap. 4.1.3)</li> <li>• vgl. Kap. 3.3.5</li> </ul>
Anlage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• unvollständige Erfassung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusetzen von Gasdrainagen / Verminderung der Reichweiten</li> <li>• Abscheren von Leitungen durch Setzungen</li> <li>• Nichteinhaltung von Absaugleistungen</li> <li>• Anlagenausfall</li> <li>• Unzureichende Abreinigungsleistung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flächenbegehungen (s. Kap. 4.1.2)</li> <li>• Funktionskontrolle (s. Kap. 4.2.3)</li> <li>• Überwachung des Wirkungspfad des Luft (s. Kap. 4.1.3)</li> <li>• Anlagen zur Bodenluftfassung und -behandlung (s. Kap. 4.2.3.2)</li> </ul>

### 3.3.9 Hydraulische Sicherungs- oder Unterstützungsmaßnahmen

Hydraulische Sicherungs- oder hydraulische Unterstützungsmaßnahmen dienen dazu, eine weitere Ausbreitung von Schadstoffen über den Grundwasserpfad zu verhindern. Sie können in aktive und passive Sicherungs- und Unterstützungsverfahren eingeteilt werden.

Aktive Verfahren verhindern durch die Entnahme ausreichender Wassermengen ein unkontrolliertes Abströmen belasteter Wässer oder sorgen für eine gezielte Veränderung der hydraulischen Verhältnisse wie z. B.:

- Abpumpmaßnahmen innerhalb von abströmenden Kontaminationsfahnen (Abfangbrunnen)
- Wasserhaltung innerhalb einer Einkapselung zur Erzeugung eines nach innen gerichteten hydraulischen Gradienten



- Wasserhaltungsmaßnahmen mit dem Ziel, durch eine Grundwasserabsenkung Kontaminationen dem Wassereinfluss zu entziehen (trocken zu legen)
- Wasserhaltungsmaßnahmen oder Grundwasseranreicherungen mit dem Ziel, hydraulische Fließverhältnisse zu verändern

Passive Verfahren wie durchströmte Reinigungswände (reaktive Wände oder Adsorptionswände) verzichten i. d. R. auf eine Veränderung der hydraulischen Verhältnisse durch Pumpen oder Infiltrationen, sondern nutzen die natürlichen Grundwasserfließverhältnisse. Durch in den Untergrund eingebrachte reaktive oder adsorptive Medien können die Schadstoffe abgebaut oder zurückgehalten werden. Als Systeme sind grundsätzlich vollflächig durchströmte Wände und "Funnel & Gate"- Systeme einsetzbar, bei denen Dichtwände den Grundwasserstrom in ein oder mehrere Gates leiten, in denen eine Sorption bzw. ein Abbau der Schadstoffe erfolgt.

Da hydraulische Sicherungs- und Unterstützungsmaßnahmen nicht auf eine Dekontamination des Grundwasserleiters in den Eintragsstellen angelegt sind, erstreckt sich die Nachsorge über einen zunächst nicht begrenzten Zeitraum bzw. ist so lange erforderlich, wie aus der Quelle tolerable Schadstoffkonzentrationen oder Frachten ausgetragen werden bzw. von dem vorhandenen Schadstoffpotenzial noch eine Gefährdung ausgehen kann.

Die Wirksamkeit hydraulischer Sicherungs- und Unterstützungsmaßnahmen ist durch angepasste Überwachungsmaßnahmen während des gesamten Betriebszeitraums zu überprüfen. So ist die Erreichung des beabsichtigten hydraulischen und hydrochemischen Effektes regelmäßig zu dokumentieren. Hierzu sind insbesondere Grundwasserstandsmessungen und Untersuchungen der Grundwasserqualität (Grundwasserchemismus, Schadstoffgehalte, Metabolite etc.) in den Grundwassermessstellen im beeinflussten Bereich durchzuführen. Daneben ist die Funktionsfähigkeit ober- und unterirdischer Förder- und Reinigungsanlagen zu überprüfen. Bei Reinigungsanlagen ist deren ordnungsgemäße Funktion insbesondere durch Bilanzierung der eliminierten Schadstoffmengen, Vergleich von In- und Output-Konzentrationen, Reinigungsgrade, Stillstandszeiten etc. zu dokumentieren. Durch Volumenstrommessungen sind die Fördermengen festzustellen; diese können durch Wasseruhren oder induktive Durchflussmessungen kontinuierlich oder im Rahmen von Anlageninspektionen diskontinuierlich (Auslitern) erfolgen. Förderrate und Konzentrationsmessungen dienen der Bilanzierung der ausgetragenen Schadstoffmengen und der Reinigungsleistung der Anlagen. Die v. g. Aufgaben entsprechen i. W. den in Kap. 3.3.3 dargestellten.

Die gesamte Betriebsphase einer durchströmten Wand nach deren Erstellung und Abnahme mit erster Funktionsprüfung sollte ebenso wie bei bautechnischen Sicherungsmaßnahmen der Nachsorgephase zugeordnet werden.

Denn bei bautechnischen Sicherungsmaßnahmen endet die Sanierungsphase nach Erstellung und Abnahme der Sicherungsbauwerke und die Nachsorgephase umfasst den gesamten erforderlichen Zeitraum des Monitorings im Hinblick auf den Nachweis der Wirksamkeit des Sicherungsbauwerkes.

Bei durchströmten Wänden würde danach die Nachsorge einschließlich Überwachung nach derzeitigem Kenntnisstand hauptsächlich umfassen:

#### A ) Betrieb

- Regenerierung / Austausch von reaktivem Material / Adsorbermaterial
- Ggf. zur Erfüllung des Sanierungszieles erforderliche Reparaturen am Wandbauwerk bzw. den Leitwänden und Gates

#### B) Funktionskontrollen und Überwachung der Wirkungspfade:

- Untersuchung des reaktiven Materials im Hinblick auf die Reaktivität, Passivierungseffekte, das Rückhaltevermögen oder die hydraulische Leistungsfähigkeit zur Kontrolle der Sanierungsanforderungen (je nach Ergebnissen der Funktionskontrollen mind. 1 x jährlich)
- Überprüfung der Grundwasserqualität in Grundwassermessstellen im Zu- und Abstrom auf vorhandene Schadstoffe und Metaboliten (anfangs je nach Erfahrungsstand mit dem reaktiven Material bis 6 x jährlich, später etwa 2 – 4 x pro Jahr) sowie Kontrollen der Wasserstände im Hinblick auf die Veränderung der Grundwasserhydraulik durch die Wand (3 - 6 x jährlich , anfangs häufiger, später seltener). Daneben sollte mindestens 1 x jährlich bei einer Begehung eine optische Kontrolle auf Setzungen oder sonstige Beschädigungen erfolgen. Daneben gehören zur Überwachung der Wirkungspfade auch Kontrollen der Grundwasserqualität in Grundwassermessstellen seitlich der Wände bzw. ggf. Probenahme von Grundwasser unterhalb der Wand im Hinblick auf eine Um- oder Unterströmung.
- Überwachung sonstiger Wirkungspfade, z. B. Bodenluft bzgl. Gasbildung / Wasserstofffreisetzung bei Fe(0): Je nach Bedarf im Einzelfall
- Überprüfung der Grundwasserströmungsverhältnisse im Umfeld der Wand und Abgleich mit den Ergebnissen und Prognosen des verwendeten GW-Strömungsmodells (ggf. Validierung und Modifizierung des GW – Strömungsmodells)

#### C) Rückbau zum Ende der Nachsorgephase

- Nach Ende der technischen Lebensdauer bzw. Ablauf der erforderlichen Nutzungsdauer oder unplanmäßigem Versagen des Systems bzw. des Wandmaterials ohne Möglichkeit der ordnungsgemäßen Instandsetzung ist nach den Auflagen

und Bedingungen im wasserrechtlichen Erlaubnisbescheid zu verfahren. Dort kann der Rückbau des Systems nach Ende der Betriebsphase bzw. Funktionsverlust als Auflage aufgenommen werden.

**Tabelle 13:** Nachsorgetatbestände und Kontrollen bei hydraulischen Sicherungs- oder Unterstützungsmaßnahmen

Kontroll-element	mögliche Nachsorgebestände	Ursachen	Überwachungs-/ Nachsorgemaßnahme
Aktive Verfahren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• unvollständige Erfassung des Grundwassers</li> <li>• unvollständige Abreinigung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nichteinhaltung vorgegebener Förderleistungen und Absenkziele</li> <li>• Anlagenausfall</li> <li>• Verockerungen, Versinterungen</li> <li>• Leckagen</li> <li>• unzureichende Abpumpleistungen</li> <li>• Versagen von Filtereinrichtungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionskontrollen (s. Kap. 4.2.3)</li> <li>• Überwachung des Wirkungspfades Wasser (s. Kap. 4.1.4)</li> <li>• Flächenbegehungen (s. Kap. 4.1.2)</li> </ul>
passive Verfahren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• unvollständige Abreinigung</li> <li>• Verringerung der hydraulischen Leistungsfähigkeit</li> <li>• Umströmung / Unterströmung / unkontrolliertes Abströmen von belastetem Grundwasser</li> <li>• Änderung der hydraulischen Verhältnisse</li> <li>• Gasbildung</li> <li>• Bildung toxischer Abbauprodukte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veränderung/Belegung von Filtermaterialien oder Reagentien</li> <li>• Verblockung durch Ausfällungen</li> <li>• Zusetzen von Adsorptions- und reaktiven Wänden</li> <li>• Veränderung der Grundwasserfließrichtung im Umfeld durch Wegfall alter oder Einrichtung neuer Grundwasserentnahmen</li> <li>• Bildung von Metaboliten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionskontrolle (s. Kap. 4.2.3)</li> <li>• Überwachung des Wirkungspfades Wasser (s. Kap. 4.1.4)</li> <li>• Überwachung des Wirkungspfades Luft (s. Kap. 4.1.3)</li> <li>• Begehungen (s. Kap. 4.1.2)</li> <li>• ggf. Setzungsmessung (s. Kap. 4.2.3.5)</li> </ul>

### 3.3.10 Nutzungsrestriktionen

Nutzungsrestriktionen können sich aus Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen ergeben. Bei einer Schutz- und Beschränkungsmaßnahme handelt es sich nach § 2 Abs. 8 BBodSchG nicht um eine Sanierungsmaßnahme, sondern um eine sonstige Maßnahme, die Gefahren, erhebliche Belästigungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit verhindert oder vermindert. Zu Schutzmaßnahmen zählen u. a. Betretungsverbote, Umzäunungen oder provisorische Abdeckung. Beschränkungsmaßnahmen können u. a. bauplanungsrechtliche Nutzungseinschränkungen, Anbau und Verzehrsempfehlungen oder Empfehlungen zur Grundwassernutzung sein.

Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen stellen oft polizei- oder ordnungsrechtliche Sofortmaßnahmen zur Abwehr akuter Gefahren für Schutzgüter dar. Insofern dienen sie häufig als Zwischenlösung bis zur Durchführung von langfristig wirksamen Sicherungs- und Dekontaminationsmaßnahmen.

Im Rahmen nutzungsorientierter und damit kostenoptimierter Sanierungskonzepte sind Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen aber auch geeignet, die Folgenutzung einer sanierten Fläche dauerhaft zu reglementieren und unerwünschte bzw. mit dem nach einer Sanierung geschaffenen Zustand einer sanierten Fläche nicht vereinbare Nutzungsformen auszuschließen. Auf diese Weise werden Schutzgüter dem Wirkungsbereich einer Schadstoffkontamination entzogen bzw. in dessen Wirkungsfeld nicht zugelassen. Voraussetzung für die Festlegung von Nutzungsrestriktionen ist die Festsetzung der Randbedingungen der Folgenutzung in entsprechenden Planungsvorgaben (z. B. Bebauungsplan). Als Beispiele für Nutzungsrestriktionen seien eine ausschließliche Zulassung gewerblich-industrieller Nutzungsformen vor dem Hintergrund festgestellter Bodenverunreinigungen, ein Ausschluss von Gebäudeunterkellerungen bei nachgewiesenen Bodenluftverunreinigungen oder ein Verbot einer sensiblen Grundwassernutzung bei Beeinträchtigung der Grundwasserqualität aufgeführt. Im Sinne einer Beschränkung der Nutzung können auch Anbau- oder Verzehrsempfehlungen ausgesprochen werden.

Im Rahmen der Überwachung und Nachsorge derartiger Sanierungsmaßnahmen sind daher eine dauerhafte Sicherstellung und Aufrechterhaltung der Schutz- und Beschränkungsbestimmungen zu gewährleisten. In der Regel erfolgt eine Kontrolle durch die in Kapitel 4.1.1 beschriebenen behördlichen Kontrollen und die in Kapitel 4.1.2 aufgeführten Flächenbegehungen.



## 4 Durchführung der Überwachung und Nachsorge

Die Umsetzung der geprüften Überwachungs- und Nachsorgemaßnahmen erfolgt nach dem im Einzelfall erarbeiteten und von der zuständigen Behörde geprüften und genehmigten Überwachungs-/ Nachsorgeprogramm entweder durch den Verpflichteten selbst oder einen von ihm beauftragten Sachverständigen.

Die Nachsorgephase beginnt bei einer Sanierung durch Dekontamination des Bodens (z. B. Bodenaushub) oder dem Betrieb einer technischen Dekontaminationsmaßnahme (z. B. hydraulische Grundwassersanierung) nach erfolgtem Nachweis des Sanierungserfolges. Bei einer Sanierung durch Sicherungsmaßnahmen (z. B. Oberflächenabdichtung) beginnt die Nachsorge mit der Abnahme der zum Erreichen der Sicherungswirkung erstellten Bauwerke oder Anlagen.

Der Verpflichtete hat das nach den Vorgaben der zuständigen Behörde von ihm im Rahmen des Sanierungsplans erarbeitete Überwachungs- und Nachsorgeprogramm i. d. R. bezüglich der dort festgelegten Eigenkontrollmaßnahmen selbst umzusetzen, d. h.

- die festgelegten Maßnahmen, Kontrollen, Untersuchungen und Analysen durchzuführen bzw. durch von ihm beauftragte Sachverständige oder Fachfirmen ausführen zu lassen (s. Kapitel 4.1.1 bis 4.2.6),
- die Ergebnisse zu dokumentieren (s. Kapitel 5.1), auszuwerten, zu bewerten (s. Kapitel 5.2) und die Berichte der zuständigen Behörde zu den festgelegten Zeitpunkten vorzulegen (s. Kapitel 5.3),
- die Anpassung und Fortschreibung des Überwachungs-/Nachsorgeprogrammes vorzunehmen (s. Kapitel 5.4) bzw. der zuständigen Behörde vorzuschlagen.

Die Aufgaben der Behörden beziehen sich im Wesentlichen auf folgende Tätigkeiten:

- Entscheidung über Erfordernis sowie Art und Umfang der Überwachung / Nachsorge / Eigenkontrollmaßnahmen
- Anordnung der erforderlichen Eigenkontrollmaßnahmen gegenüber dem Verpflichteten
- ggf. Durchführung eigener Untersuchungen
- ggf. Kontrollen auf Einhaltung der Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen (z. B. anhand von Flächenbegehungen oder Kontrolle der Ergebnisse von Flächenbegehungen)
- Prüfung und Beurteilung der Ergebnisse der Eigenkontrollmaßnahmen
- Entscheidung über weitere Maßnahmen bzw. Fortschreibung oder Ende des Überwachungs- / Nachsorgeprogramms

Je nach der einzelfallspezifisch vorliegenden Standortrandbedingung, den in der Gefährdungsabschätzung abgeleiteten Gefahren oder Schäden bzw. deren Eintrittswahrscheinlichkeit und den bei der Sanierung eingesetzten Verfahren können die in Kapitel 4.1 und 4.2 aufgeführten Überwachungs- und Nachsorgemaßnahmen erforderlich werden.

Bei allen Maßnahmen der Überwachung / Nachsorge ist auf Einhaltung der geltenden Arbeitsschutzbestimmungen zu achten (BGR 128, TRGS 524). In komplexen Einzelfällen kann die Erarbeitung eines Arbeits- und Sicherheitsplanes erforderlich werden.

#### **4.1 Maßnahmen, Kontrollen und Untersuchungen im Rahmen der Überwachung**

In Abhängigkeit der jeweiligen Standortbedingungen, den in der Gefährdungsabschätzung abgeleiteten Gefahren oder Schäden bzw. deren Eintrittswahrscheinlichkeiten können folgende Tätigkeiten, Überwachungsmaßnahmen, Kontrollen oder Untersuchungen erforderlich werden:

- alleinige behördliche Tätigkeiten (behördliche Überwachung) (u.a. Anordnungen, Prüfung der Einhaltung von Beschränkungen, Prüfung und Beurteilung der Ergebnisse der Überwachungs- und Nachsorgemaßnahmen, siehe Kapitel 4.1.1)
- Flächenbegehungen (u. a. Sichtprüfung der Oberfläche auf Setzungsmulden, Erosionsrinnen, Vernässungszonen, visuelle Kontrollen von Vegetationsschäden, Kontrolle von Setzungsrissen an Gebäuden, siehe Kapitel 4.1.2)
- Überwachung des Wirkungspfades Luft (u. a. Sichtprüfung der Vegetation, Bodenluftmessungen, siehe Kapitel 4.1.3)
- Überwachung des Wirkungspfades Wasser (u. a. Kontrolle von Grundwasser, Sickerwasser und oberirdischer Gewässer, siehe Kapitel 4.1.4)

Die im Rahmen der Überwachung erforderlichen Maßnahmen, Kontrollen und Untersuchungen sind einzelfallspezifisch festzulegen. Sie können als Überwachung der Wirkungspfade und als Nutzungskontrollen parallel zu anderen Arbeitsschritten bei altlastverdächtigen Flächen, Altlasten und sanierten Flächen erforderlich werden (z. B. Gefährdungsabschätzung, Sanierungsuntersuchung).

Bestandteil der Überwachung und Nachsorge ist eine regelmäßige Untersuchung der betroffenen Wirkungspfade, um festzustellen, ob und wie sich die Gefahrenlage geändert hat. Aus den Ergebnissen der Gefährdungsabschätzung (GA) und Sanierungsuntersuchung (SU) existieren i. d. R. Vorgaben bzgl. einer erforderlichen Überwachung, insbesondere hinsichtlich:

- Art und Umfang
- zu überwachende Medien und Wirkungspfade
- Anzahl und Lage der Messstellen
- Art der Probenahme und Parameterauswahl

Das Überwachungsprogramm baut daher i. d. R. auf den Erkenntnissen aus der Gefährdungsabschätzung auf. Zu den grundsätzlichen Aufgaben der Überwachung zählen:

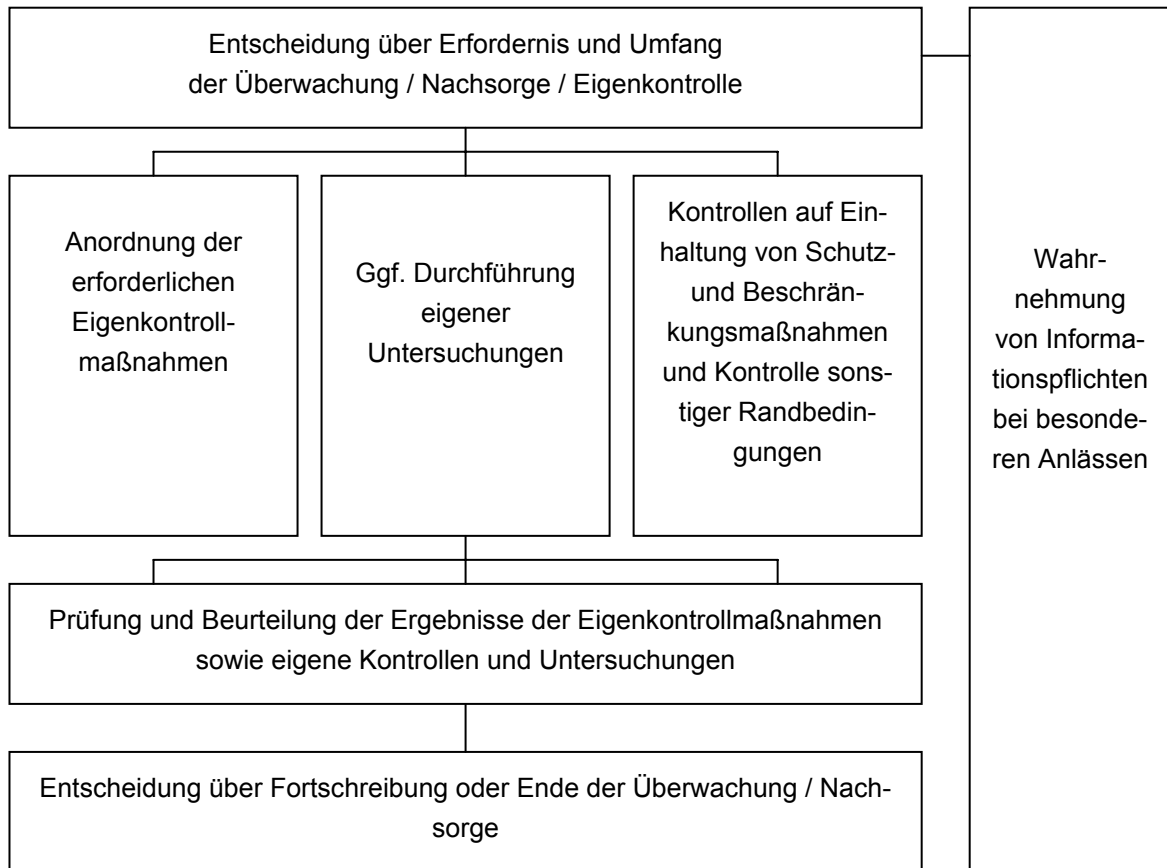
- Bestandsaufnahme unter Berücksichtigung sämtlicher vorhandener Daten (siehe Kapitel 5.1)
- Planung und Aufstellung des Überwachungsprogramms (Flächenbegehung, Überwachung der Wirkungspfade und sonstige Kontrollen (siehe Kapitel 3)
- Durchführung des Überwachungsprogramms (siehe Kapitel 4.1.1 bis 4.1.4)
- Auswertung, Dokumentation und Prognosen (siehe Kapitel 5)
- Bewertung der Ergebnisse und Festlegung des weiteren Handlungsbedarfs (siehe Kapitel 5)
- Anpassung und Fortschreibung des Überwachungsprogramms (siehe Kapitel 5)

Der Verpflichtete kann sich bei der Aufstellung des Überwachungsprogramms eines Dritten bedienen, dessen begründeter Vorschlag bei der zuständigen Behörde einzureichen und mit ihr abzustimmen ist. Die Festlegung des Überwachungsprogramms erfolgt abschließend durch die zuständige Behörde. Alle Überwachungsdaten sind übersichtlich zu dokumentieren, auszuwerten und der Behörde zur Bewertung und Feststellung des weiteren Handlungsbedarfs vorzulegen. Ein Vorschlag dafür ist in Kapitel 5 dargestellt.



#### 4.1.1 Alleinige behördliche Tätigkeiten

Typische alleinige behördliche Tätigkeiten beim Arbeitsschritt Überwachung / Nachsorge sind in der Abbildung 10 dargestellt.



**Abbildung 10:** Fließbild typischer behördlicher Tätigkeiten in den Arbeitsschritten Überwachung / Nachsorge

**Tabelle 14:** Alleinige behördliche Überwachungsmaßnahmen

Kontrollelement	zu überprüfender Sachverhalt	Art der Überwachungsmaßnahme
Eigenkontrollmaßnahmen Überwachung / Nachsorge	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle erforderlichen Daten zur Durchführung, Auswertung und Dokumentation der Eigenkontrollmaßnahmen wie u. a.:</li> <li>– Untersuchungsprogramm</li> <li>– Messstelleneignung</li> <li>– Einhaltung von Beprobungsintervallen</li> <li>– Probenahme- und Analysemethoden</li> <li>– Vollständigkeit</li> <li>– Art der Dokumentation</li> <li>– Art der Bewertung der Ergebnisse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualitätskontrolle</li> <li>• Plausibilitätsprüfung</li> <li>• Beurteilung der Ergebnisse</li> </ul>
Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauliche oder zweckgebundene Nutzungsbeschränkungen</li> <li>• Nutzungsbeschränkungen von Grund- und Oberflächenwasser (z. B. für Trinkwasser- bzw. Brauchwassernutzung)</li> <li>• ggf. Anbauempfehlungen</li> <li>• Eingriffsverbot in den Untergrund</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfung der Einhaltung von Beschränkungen/Anordnungen aus Auflagen der Baugenehmigung/ des B-Plans / Baulasten</li> <li>• ggf. Prüfung von Empfehlungen</li> </ul>
Besondere Randbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontrolle auf Änderung besonderer Randbedingungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewertung geologischer oder Kontrolle geotechnischer Veränderungen, z. B. Seismik, Bergsenkungen</li> <li>• Kontrolle auf Änderung von hydrologischen Voraussetzungen (z. B. GW-Fließrichtung, GW-Flurabstände)</li> <li>• Kontrolle auf Änderung betroffener Schutzgüter bzw. Änderung der Gefahrenlage</li> <li>• ggf. Durchführung eigener Untersuchungen</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahrnehmung oder Kontrolle von Informationspflichten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationsweitergabe</li> <li>• Kontrolle der Informationspflichten Dritter</li> <li>• ggf. Überprüfung der Informationen bei Betroffenen</li> </ul>

Art und Intensität der behördlichen Überwachung erfolgen aufgrund der einzelfallspezifischen Anforderungen. Die Überprüfung der visuell erkennbaren Aspekte sollte im Zusammenhang mit Flächenbegehungen erfolgen, die sowohl im Rahmen der Eigenkontrollmaßnahmen als auch durch die Behörde selbst durchgeführt werden können. Alle Ergebnisse der behördlichen Überwachung, insbesondere Besonderheiten und Änderungen der Randbedingungen, sind zu dokumentieren. Die Behörde sollte, wenn nicht aufgrund der ermittelten Überwachungsergebnisse früher erforderlich, mindestens einmal jährlich die Ergebnisse der Überwachung beurteilen und über einen weiteren Handlungsbedarf entscheiden (siehe auch Kapitel 5).

Zur Dokumentation der behördlichen Kontrollen von Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen sowie Randbedingungen steht das Formblatt F 5 zur Verfügung (Anlage 1).

#### **4.1.2 Flächenbegehung**

Eine Flächenbegehung kann von der zuständigen Behörde selbst oder vom Verpflichteten im Rahmen der Eigenkontrollmaßnahmen durchgeführt werden. Bei einer Flächenbegehung können mittels einer visuellen Kontrolle Veränderungen an der Oberfläche festgestellt werden, die Gefahren hervorrufen können bzw. einen weiteren Untersuchungsbedarf erfordern. Bei einer Flächenbegehung können u. a. erkannt werden:

- Nutzungsänderungen
- Freilegen von kontaminiertem Material
- Verformung von Oberflächen, Abgleiten von Böschungen
- Erosionsschäden
- Wasseraustritte
- Wuchsschäden
- Setzung und Verformungen an Bauwerken
- Beschädigung von Infrastruktureinrichtungen (Messstellen, Zäune, Schilder)

In Tabelle 15 sind Empfehlungen für Kontrollen im Rahmen von Flächenbegehungen aufgeführt. Eine Flächenbegehung sollte i. d. R. alle 12 Monate erfolgen. In begründeten Fällen kann eine Abweichung hiervon erfolgen. Sollten während der Begehung Veränderungen festgestellt werden, sind nach Bedarf Einzeluntersuchungen (z. B. Setzungsmessungen, Bodenluftmessungen, Sickerwasseruntersuchungen) vorzunehmen. Der Zeitpunkt der Flächenbegehung ist der Fragestellung anzupassen. Beispielsweise sollten Kontrollen auf Sickerwasseraustritte möglichst in der vegetationsarmen Zeit durchgeführt werden.

Bei Flächenbegehungen sollten die Gesamtsituation und sichtbare Details grundsätzlich durch Fotos festgehalten werden. Flächenbegehungen im Rahmen der Nachsorge ermöglichen es, Schäden an Sicherungsbauwerken oder Sanierungsanlagen zu erkennen, bevor Auswirkungen über die Überwachung der Wirkungspfade festgestellt werden können. Im Zusammenhang mit Oberflächenabdichtungssystemen können z. B. Pflanzen Hinweise auf Verschlammungen (Nässezeiger) oder Gasaustritte (Schäden am Bewuchs durch z. B. Wuchsmangel, Ausdünnung von Vegetation) liefern. Insbesondere bei Einsatz von Oberflächenabdichtungssystemen und bei Abdeckungen sind detaillierte Kenntnisse über Pflanzenarten, deren Durchwurzelungstiefen und -intensitäten sowie des Verdunstungsfaktors für die Bewertung von Vorteil. Pioniergehölze z. B. bilden oftmals ein dichtes, tiefes Wurzelwerk aus, welches die Funktion der Entwässerungs- und der Dichtungsschicht beeinträchtigen kann.

**Tabelle 15:** Mögliche Kontrollen während der Durchführung einer Flächenbegehung

Kontrollelement	Zu überprüfender Sachverhalt	Art der Überwachungsmaßnahme während der Flächenbegehung
Oberfläche und nahes Umfeld	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzung der Oberfläche und der Umgebung</li> <li>• Muldenbildung</li> <li>• Freilegen der Oberfläche</li> <li>• Verformung der Oberfläche, Abgleiten von Böschungen</li> <li>• Erosionsschäden</li> <li>• Grabetätigkeit von Tieren</li> <li>• Wasseraustritte</li> <li>• Brandstellen</li> <li>• Bodenverfärbungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzungskontrollen</li> <li>• Setzungskontrollen</li> <li>• Sichten von Vernässungszonen</li> <li>• Sichten von Windbruch</li> <li>• Sichtprüfung der Böschungen</li> <li>• Prüfung des Zustandes vorhandener Böschungssicherungen</li> <li>• Feststellen von Erosionsrinnenbildung</li> <li>• Sichtprüfung der Oberfläche</li> <li>• visuelle Kontrolle</li> <li>• Sichtprüfung der Oberfläche</li> <li>• Sichtprüfung der Oberfläche</li> </ul>
Vegetation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wuchsschäden</li> <li>• Pflanzenarten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sichtprüfung hinsichtlich                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Blattverlust</li> <li>- Blattverfärbung</li> <li>- Vertrocknen von Gehölzen</li> <li>- Ausdünnung der Vegetation</li> </ul> </li> <li>• Bestimmung der Arten</li> <li>• Ableiten des Verdunstungsfaktors</li> <li>• Ableiten der Wurzeltiefe / -intensität</li> </ul>
Infrastruktureinrichtungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Setzungen- und Verformungsschäden an Bauten und Anlagen</li> <li>• Abscheren von Ver- und Entsorgungsleitungen</li> <li>• Vandalismus/Zerstörung</li> <li>• Verstopfungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sichtprüfung auf Rissbildungen und Schrägstellung von Anlagen</li> <li>• Prüfung des Zustandes vorhandener Sicherungsmaßnahmen</li> <li>• Einzäunung/Gebäude/Einhausungen</li> <li>• Brunnen/Schächte/Messstellen/Verschlüsse</li> <li>• Warnschilder</li> <li>• Verkehrs- und Wegenetz</li> <li>• Drainagen/ Rohrleitungen</li> </ul>

### 4.1.3 Überwachung des Wirkungspfad Luft

Eine Überwachung der Luft kann erforderlich werden, wenn im Kontaminationsspektrum Deponiegase (z. B. Methan, Kohlendioxid) oder leichtflüchtige organische Verbindungen (z.B. BTEX oder LHKW) enthalten sind und diese sich so ausbreiten können, dass Gefahren oder Schäden möglich sind. I. d. R. ist der Wirkungspfad Bodenluft- Innenraumluft - Mensch der maßgebende. Bei Deponiegas ist insbesondere die Explosions- und Erstickungsgefahr zu beachten.

Zur Bestimmung des noch vorhandenen Migrationspotenzials ist bei einer aktiven Gasbildung eine einfache Bodenluftanalytik nicht ausreichend, um ein Migrationspotenzial zu bestimmen. Über einen Absaugversuch mit kontinuierlicher Messdatenerfassung oder andere Methoden der Gasprognose lassen sich das die Migration bestimmende Gasbildungspotenzial ermitteln und Rückschlüsse auf die Gefährdung eines Schutzgutes ziehen. Die Geschwindigkeit der Migration und die daraus resultierende Gasmenge sind dabei von den in Tabelle 3 genannten stofflichen und bodenphysikalischen Größen abhängig.

Maßnahmen zur Überwachung des Wirkungspfad Luft/Deponiegas lassen sich auf Oberflächenabdeckungen bzw. -abdichtungen, an Drainagen, in Bodenluftmessstellen und in Gebäuden/Bauwerken durchführen. Tabelle 16 zeigt für diese Kontrollelemente die im Rahmen einer Bodenluftüberwachung zu prüfenden Sachverhalte.

Migrationen vom Altlast-/Deponiekörper an die Oberfläche können durch entsprechende Untersuchungen der Bodenluft (oberflächennah ausgebaute Gaspegel) oder durch Migrationsmessungen (z. B. mit der Lemberg-Box) an der Geländeoberfläche untersucht und erkannt werden. Mit zwischen dem Altlastkörper und der gefährdeten Bebauung angelegten Überwachungsmessstellen können die laterale Migration von Gasen in Richtung zu einem Schutzgut überwacht und mögliche Gefahrensituationen rechtzeitig erkannt werden.

**Tabelle 16:** Maßnahmen bei der Durchführung einer Bodenluft-/Deponiegasüberwachung

Kontrollelement	zu überprüfender Sachverhalt	Art der Überwachungsmaßnahme
Oberfläche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasaustritte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sichtprüfung der Vegetation auf Wuchsmangel oder Ausdünnung</li> <li>• Kartierung auf Gasaustritte mittels FID-Messung</li> </ul>
Bodenluftmesspegel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verstopfungen/Verschlämmung der Messpegel</li> <li>• Bodenluftmigrationen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sichtprüfung hinsichtlich Wasser oder eingeworfener Gegenstände im Bodenluftpegel</li> <li>• Pegellotung</li> <li>• Bodenluftmessung</li> </ul>
Drainagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschädigung der Probennahmestellen</li> <li>• Verstopfungen/Verschlämmung der Drainagen</li> <li>• Emissionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• visuelle Kontrolle auf Beschädigung der Probennahmestellen</li> <li>• Überprüfung der Funktionsfähigkeit (Gängigkeit, Kamerabefahrung)</li> <li>• Kartierung auf Gasaustritte mittels FID-Messung</li> </ul>
Gebäude/Bauwerke	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ordnungsgemäßer Gebäudezustand</li> <li>• Immissionen in Kellerräume oder Gebäudeteile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• visuelle Kontrolle der Bauwerke auf Risse, Beschädigungen, Zustand von Leitungsdurchführungen</li> <li>• organoleptische Anprache (Geruch)</li> <li>• Raumluftmessung (Deponiegas, Spurenstoffe) zur Kontrolle max. zulässiger Schadstoffkonzentrationen <ul style="list-style-type: none"> <li>- kontinuierlich</li> <li>- diskontinuierlich</li> </ul> </li> </ul>
Gaswarn- und Messeinrichtungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfung auf Funktionsfähigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beaufschlagung mit Prüfgas</li> <li>• Funktionskontrolle von angeschlossenen Geräten (z. B. Lüfter, Alarmgeber)</li> </ul>

Bei der Überwachung von Migrationswegen kann z. B. die Ausbreitung zwischen der zu überwachenden Fläche und einem Schutzgut über Analysen der Bodenluft aus einer Messstellenkette kontrolliert werden. Die Anzahl der Messstellen und der Messstellenabstand richten sich hauptsächlich nach den Standortgegebenheiten wie z. B. Gaswegsamkeit und Homogenität des Untergrundes, Sensibilität des Schutzgutes und Überwachungsziel und muss einzelfallabhängig für jede Überwachungsmaßnahme separat festgelegt werden. Die Bodenluftüberwachung ist dann auf die Kontrolle der Bodenluftpegel sowie deren technischen Zustand (Messstellenkopf, Ausbautiefe, Wasser im Pegel, allgemeiner Zustand) und Untersuchung mittels chemischer Analytik auszurichten. Die Ergebnisse der chemischen Analytik sind mit den einzuhaltenden Kontrollwerten zu vergleichen und zu bewerten.

Ist der Altlastkörper überbaut, so kann bei geringem Gefährdungspotenzial (z. B. schon in der Bodenluft deutlich unterhalb der unteren Explosionsgrenze liegenden Konzentrationen und nur noch geringem Gasbildungspotenzial) eine diskontinuierliche Überwachung in angepassten Zeitintervallen durch Beprobung der Luft in Drainagen oder der Raumluft in gefährdeten Gebäuden erfolgen. Bei möglichen Migrationen leichtflüchtiger Spurengase sind stich-

punktartige Kontrollen dieser Art in der Regel ebenfalls ausreichend. Für eine „Worst Case“-Betrachtung bei der Probenahme kann es sinnvoll sein, den Luftaustausch in den zu beprobenden Räumen durch Abdichtung von Fenstern, Türen etc. zu unterbinden.

Im Rahmen der v. g. Probenahmen sollten die Gebäude gleichzeitig auf neu entstandene Gaswegsamkeiten durch Gebäudeschäden (Risse, Setzungen, Zustand von Rohrdurchführungen der Hausinstallationen, Sammel- und Abwasserschächte) inspiziert werden.

Bei der Neuerrichtung von Gebäuden können zukünftige Gefährdungen durch Migrationen z. B. durch Anlage einer kontrollierbaren Bodenluftdrainage unter dem Gebäude und durch regelmäßige Beprobung dieser Drainage auf die relevanten Parameter untersucht werden. Bei der punktuellen Schutzgutüberwachung ist der technische Zustand der Bodenluftdrainage (Messzugang, Verschlämmung, allgemeiner Zustand) zu prüfen. Bei Feststellung von Mängeln ist ggf. eine Instandsetzung von Messstellen bzw. eine Spülung der Drainage zu veranlassen. Die Überprüfungen sollten einmal jährlich erfolgen und können parallel zur Probenahme durchgeführt werden.

Besteht (auch bei aktiven Absaugmaßnahmen, vgl. Kap. 4.2.3.2) eine höhere Wahrscheinlichkeit für eine Migration in Räume oder Gebäude, so kann es erforderlich sein, die gefährdeten Bereiche, insbesondere geschlossene und/oder unterhalb der Geländeoberfläche liegende Räume, durch Raumluftmessungen zu überwachen. Je nach örtlicher Situation können (z. B. vierteljährlich bis halbjährlich ausgeführte) diskontinuierliche Beprobungen bis hin zu einer kontinuierlichen Überwachung durch Sensoren mit entsprechender Alarmgebung oder Auslösung von Belüftungsmaßnahmen erforderlich werden.

Bei der Überwachung von Altablagerungen und Deponien (deponietypische Gase) können im Rahmen einer Flächenbegehung durch Messungen mit FID oder PID gleichzeitig auch Gasmigrationen an die Oberfläche festgestellt und kartiert werden. Sollen Spurengase wie LHKW oder BTEX in Kontaminationsbereichen gemessen werden, können orientierend ebenfalls PID/FID-Messungen oder Messungen mit Prüfröhrchen durchgeführt werden. Dem Vorteil einer kurzfristigen Verfügbarkeit des Ergebnisses steht hier der Nachteil gegenüber, dass bei PID/FID-Messungen nur Summenparameter „organischer Gase“ gemessen werden und damit keine Aussage über Art, Zusammensetzung und Konzentration der Gasinhaltsstoffe gemacht werden können. Prüfröhrchen weisen häufig Querempfindlichkeiten zu anderen gasförmigen Stoffen auf und können somit nur orientierend eingesetzt werden. Die Ergebnisse sollten - bei positivem Befund - jeweils durch quantitative Laboranalysen überprüft werden.

Eine Alternative stellt der Einsatz mobiler Messfahrzeuge, die mit entsprechender Laborausstattung verfügbar sind und in denen quantitative Analysen vorgenommen werden können, dar.

Bei Laboranalysen ist zu beachten, dass zwischen Probennahme und Analytik eine möglichst kurze Zeitspanne liegen soll, um Veränderungen der Bodenluftprobe zu minimieren. Im Zweifelsfall sollten mit dem Labor vor der Probenahme die Probenahmebedingungen, die Art der Probenkonservierung und die erforderlichen Probenvolumina abgestimmt werden. Vorteile von Laboranalysen sind die hohe Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse, nachteilig wirkt sich aus, dass bis zum Erhalt der Messergebnisse i.d.R. 36 Stunden eingerechnet werden müssen.

Da Luftdruckänderungen auf die Migrationsfähigkeit von Gasen einen wesentlichen Einfluss haben, sollten Bodenluft- und Raumluftuntersuchungen bei Tiefdruck-Wetterlagen ausgeführt und generell die Luftdruck-, Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsverhältnisse zusammen mit den Messergebnissen dokumentiert und bei der Auswertung berücksichtigt werden. Die Messungen sollten mindestens einmal jährlich erfolgen.

#### **4.1.4 Überwachung des Wirkungspfades Wasser**

Die Überwachung des Wirkungspfades Wasser ist auf die in der Gefährdungsabschätzung für relevant betrachteten Wirkungspfade (Grundwasser, Sickerwasser, Oberflächenwasser, Oberflächengewässer) auszurichten. Tabelle 17 zeigt beispielhaft die zu überprüfenden Sachverhalte bei der Durchführung der Überwachung des Wirkungspfades Wasser.

Die Überwachung des Wirkungspfades Grundwasser beinhaltet zunächst die technischen Funktionskontrollen von Grundwassermessstellen. Neben der Erfassung von Lage, Anzahl und Verteilung (Vollständigkeit) des Messstellennetzes ist deren bzw. dessen technischer Zustand (Messstellenkopf, Ausbautiefen, Verockerungen, Versinterungen, Verschlammungen, allgemeine Funktionsfähigkeit) zu kontrollieren. Bei Feststellen von Mängeln ist eine Instandsetzung bzw. Neueinrichtung der Messstellen zu veranlassen. Die Überprüfung sollte zusammen mit der Beprobung bzw. Wasserstandsmessung erfolgen.



**Tabelle 17:** Maßnahmen bei der Durchführung der Überwachung des Wirkungspfades Wasser

Kontrollelement	zu überprüfender Sachverhalt	Art der Überwachungsmaßnahme
Grundwasser	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zugänglichkeit der Grundwassermessstelle</li> <li>• Verstopfung der Grundwassermessstelle durch eingeworfene Gegenstände oder Verschlammung; Abknicken oder Abscheren der Verrohrung (z. B. durch Anfahren oder Bodensetzung)</li> <li>• hydrogeologische Randbedingungen</li> <li>• Grundwasserbelastung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• visuelle Kontrolle von Bewuchs, Bebauung, Lage der Grundwassermessstelle</li> <li>• Sichten des Messstellenkopfes bzw. der Abschlusskappe</li> <li>• Überprüfung der Ausbautiefe durch Lotung</li> <li>• ggf. Überprüfung von Lage und Zustand der Filterstrecken mittels Kamerabefahrung</li> <li>• Wasserstandsmessungen und Ableitungen der Sachverhalte: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Flurabstände</li> <li>- Fließrichtung</li> <li>- Richtungsvarianz</li> <li>- GW- Schwankungen</li> <li>- Transmissivität</li> <li>- Abstandsgeschwindigkeit</li> </ul> </li> <li>• Probenahme und Grundwasseranalysen auf Einzel-, Summen- und Leitparameter</li> </ul>
Sickerwasser	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sickerwasserbelastung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probenahme und Analytik</li> </ul>
Oberflächengewässer / Oberflächenwasser	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verstopfen/Verschlammung von Randgräben/Hanggräben</li> <li>• Verunreinigung des Gewässers durch Gegenstände</li> <li>• Oberflächengewässerbelastung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfung des Zustandes der freien Vorflut durch visuelle Kontrolle</li> <li>• visuelle Kontrolle von Auffälligkeiten in offenem Gewässer</li> <li>• Probenahme im Oberflächengewässer und Analytik</li> </ul>

Nach Durchführung und Auswertung von Grundwasserstandsmessungen werden die daraus abgeleiteten Daten (z. B. Jahresganglinie, Grundwasserstände, Flurabstände, Grundwasserfließrichtung) dargestellt. Dabei sind Grundwasserstandsmessungen (Stichtagsmessungen) zunächst in engen zeitlichen Abständen bzw. bei außergewöhnlichen Witterungserscheinungen durchzuführen. Bei Vorliegen einer ausreichenden Datenbasis kann das Untersuchungsintervall reduziert werden. Untersuchungen der Grundwasserstände sollten grundsätzlich parallel zu Grundwasserbeprobungen/-analysen vorgenommen werden. Zur Beurteilung einer direkten Auswirkung der Verunreinigung auf die Grundwasserqualität ist es erforderlich, Grundwassermessstellen im Oberstrom und Unterstrom der Verunreinigung zu beproben. Für die chemische Untersuchung des Grundwassers empfiehlt sich i. d. R. die Entnahme einer GW- Mischprobe (Pumpprobe). Darüber hinaus kann es je nach vertikaler Ausbreitung der Fahne und den vorliegenden Schadstoffen erforderlich sein, eine tiefendifferenzierte Pro-

benahme durchzuführen. Bei Stoffen, die schwerer als Wasser sind und sich bis zur Grundwassersohle ausbreiten können (z. B. HKW in Phase), kann es sinnvoll sein, auch von der Aquiferbasis eine Grundwasserprobe zu entnehmen, während bei Stoffen, die leichter als Wasser sind (z. B. Benzin, Mineralöl, Benzol), eine nahe der Grundwasseroberfläche entnommene Probe ggf. zusätzliche Informationen liefern kann.

Das Vorliegen besonderer Randbedingungen wie z. B. einer Schwimmschicht auf dem Grundwasser ist bei der Wahl der Verfilterung zu berücksichtigen. Zur Erfassung einer aufschwimmenden Phase bieten sich u. a. quer- und längsgeschlitzte Kunststofffilter oder bei gefordertem geringen Anstromwiderstand Stahlschlitzbrückenfilter an.

Die zeitliche Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen hat Auswirkungen auf eine Erweiterung oder Einschränkung des Überwachungsumfanges und des Probennahmeintervalls. Sofern besondere Anforderungen (hohe Abstandsgeschwindigkeiten, Baumaßnahmen etc.) keine häufigere Probenahme erfordern, ist zunächst ein halbjährlicher Abstand der Überwachung [Beprobung Frühjahr (hoher Grundwasserstand); Beprobung Herbst (niedriger Grundwasserstand)] anzustreben. Die Untersuchungshäufigkeit im Abstrom sollte in Abhängigkeit der vermuteten Abstandsgeschwindigkeit bzw. der Mobilität der Schadstoffe festgelegt werden. Hierzu können auch, falls vorhanden, Ergebnisse von Grundwasserströmungs- oder Transportmodellen sowie von Pumpversuchen, die die Belastungssituation größerer Bereiche repräsentieren, herangezogen werden („Immissionspumpversuche“).

Durch Pumpversuche in eingekapselten Bereichen kann indirekt auf die Wirksamkeit/Dichtigkeit von vertikalen Dichtwänden und Sohlabdichtungen geschlossen werden.

Nach Vorliegen einer belastbaren Datenbasis ist eine Modifizierung (Verringerung, Vergrößerung) der Überwachungsintensität anzustreben. Neben dem Überwachungsintervall sollte auch der Überwachungsumfang (Einzelparameter, Summenparameter, Leitparameter) jährlich überprüft und ggf. angepasst werden.

Bei der Überwachung von Oberflächenwasser / Oberflächengewässern ist im Wesentlichen auf Verstopfungen / Verschlammungen von Randgräben oder Verunreinigungen von Gewässern zu achten. Beides lässt sich während der Flächenbegehung durch visuelle Kontrolle leicht erkennen. Bei einem Verdacht auf Wasserbelastungen sind bei Oberflächenwasser / Oberflächengewässern als Überwachungsmaßnahme Untersuchungen der Wasserqualität vor und hinter der Eintragsstelle erforderlich.

#### **4.1.5 Dauer und Häufigkeit von Überwachungs- und Nachsorgemaßnahmen**

Nach den Vorgaben des Bundes-Bodenschutzgesetzes entscheidet die zuständige Behörde, ob und wann eine Überwachung von altlastverdächtigen Flächen oder Altlasten durchzuführen ist. Die Überwachung endet, wenn die zuständige Behörde die altlastverdächtige Fläche oder Altlast aus der Überwachung entlässt. Nach der BBodSchV ist die Wirksamkeit von Sicherungsmaßnahmen gegenüber der zuständigen Behörde zu belegen und dauerhaft zu überwachen. Bei Dekontaminationsmaßnahmen ist das Erreichen des Sanierungsziels gegenüber der zuständigen Behörde zu belegen.

Die Überwachungsdauer wird weitgehend durch das zum jeweiligen Zeitpunkt vorhandene Gefahren-, Schadens- bzw. Wirkungspotenzial der Altlast sowie die erfolgte und künftig mögliche Ausbreitung der Schadstoffe und die Expositionsbedingungen der Schutzgüter bestimmt. Insofern können für die Dauer der Überwachung / Nachsorge keine allgemein gültigen festen Vorgaben gegeben werden. Grundsätzlich ist die Dauer und Intensität der Überwachung einzelfallspezifisch durch die zuständige Behörde festzulegen und an den Standortgegebenheiten, dem Gefahrenpotenzial, den Gefahrentatbeständen oder Schäden bzw. deren Eintrittswahrscheinlichkeiten auszurichten. Im Regelfall sollten Kontrollen und Untersuchungen zunächst 2 x jährlich erfolgen.

Sofern nicht besondere Anforderungen (hohe GW-Abstandsgeschwindigkeiten, Baumaßnahmen etc.) eine häufigere Probenahme erfordern, ist bei der Überwachung des Wirkungspfad Grundwasser zunächst ein halbjährlicher Abstand [Beprobung Frühjahr (hoher Grundwasserstand); Beprobung Herbst (niedriger Grundwasserstand)] anzustreben. Je nach Sensibilität des betroffenen Schutzgutes können auch kürzere Intervalle erforderlich werden.

Zur Beurteilung der Wirksamkeit von Sicherungsbauwerken (Dichtwand oder Oberflächenabdichtung) können nach Abnahme der Bauwerke zunächst auch häufigere Intervalle (z. B. zweimonatlich oder vierteljährlich) für GW - Untersuchungen erforderlich sein. Bei der Überwachung von Gefahren, die kurzfristig zu schwerwiegenden Schäden führen können (z. B. Gesundheitsschäden durch Bodenluftbelastungen in Innenräumen oder Explosionsschäden durch Deponiegas) sollten einzelfallspezifisch darauf abgestimmte Intervalle festgelegt werden.

Ist der Wirkungspfad Grundwasser bei einer größeren Zahl von altlastverdächtigen Flächen oder Altlasten zu überwachen, kann es sinnvoll sein, die Überwachung nach Probenahmezeitpunkt, zu untersuchenden Parametern und Auswertesystematik aufeinander abzustimmen. Stichtagemessungen erlauben z. B. die Erstellung großräumiger Grundwassergleichpläne und die Bewertung der Untersuchungsergebnisse auf einem regionalen Niveau. Wechselbeziehungen verschiedener Altlasten können so erkannt und auch die Prioritätensetzung für das weitere Vorgehen überprüft werden.

Flächenbegehungen sollten i. d. R. jährlich durchgeführt werden. Sollten bei der Flächenbegehung Veränderungen (z. B. Setzungen an der Oberfläche, Risse an Gebäuden) festgestellt werden, so ist die zuständige Behörde unverzüglich zu informieren.

## **4.2 Maßnahmen, Kontrollen und Untersuchungen im Rahmen der Nachsorge**

Die Nachsorge umfasst ergänzend zu den in Kapitel 4.1 aufgeführten behördlichen Überwachungsmaßnahmen, Flächenbegehungen und Überwachung der Wirkungspfade die nachfolgenden Maßnahmen:

- Maßnahmen zur Funktionskontrolle von Anlagen und (Sicherungs-)Bauwerken
  - Funktionskontrollen von Bauwerken und technischen Anlagen zur Grundwasser- und Bodenluftfassung- und -behandlung (u. a. Volumenstrommessungen, Reichweitenbestimmungen, visuelle Kontrollen von Rohrleitungen und Messinstrumenten, Gängigkeit von Regelventilen - siehe Kapitel 4.2.3.1 und 4.2.3.2)
  - Wasserbilanzen eines Oberflächenabdichtungssystems (u. a. Modellberechnungen, Lysimetermessungen, IDM – Messungen - siehe Kapitel 4.2.3.3)
  - Kontrolle eines Dichtungssystems (u. a. Kontrolle auf Rissbildungen, Austrocknung, Verformung - siehe Kapitel 4.2.3.4)
  - Setzungskontrollen (u. a. Kontrolle von Verformungen an Oberflächen oder Rohrleitungen, Setzungsrissen an Bauwerken sowie Abgleiten von Böschungen - siehe Kapitel 4.2.3.5)
- Maßnahmen zum Betrieb von Anlagen und der Unterhaltung von Bauwerken (u. a. Instandhaltung von Sicherungseinrichtungen, Wechsel und Ergänzung von Betriebsmitteln – siehe Kapitel 4.2.4)
- Maßnahmen zur Erhaltung von Anlagen und Bauwerken (u. a. Reparatur, Austausch von Anlagenteilen etc.- siehe Kapitel 4.2.5)

Art und Umfang von Nachsorgemaßnahmen ergeben sich somit nicht nur aus den jeweiligen Standortrandbedingungen, sondern insbesondere auch aus den bei den Sanierungsmaßnahmen eingesetzten einzelnen Verfahren.

Ziel der Nachsorge ist es, nach der (Bau-)Ausführung der Sanierungsmaßnahme auch langfristig zu kontrollieren, ob die Sanierungsziele langfristig eingehalten werden oder ggf. neue Nachsorgetatbestände erforderlich werden. Definitionsgemäß umfasst die Nachsorge somit die in Kapitel 4.1 beschriebenen Überwachungsmaßnahmen der Wirkungspfade sowie die

Sicherstellung des ordnungsgemäßen Betriebes bzw. der Funktion vorhandener Bauwerke und Nebenanlagen bzw. Einrichtungen (z. B. Oberflächenabdichtung oder Drainagen zur Fassung, Sanierungsanlagen ) sowie dazu erforderlicher Reparaturmaßnahmen.

Zu den ablaufforientierten Aufgaben der Nachsorge zählen:

- Bestandsaufnahme unter Berücksichtigung sämtlicher vorhandener Daten (siehe Kapitel 5.1)
- Planung und Aufstellung des Nachsorgeprogramms mit den Kontrollelementen (siehe Kapitel 3)
- Durchführung des Nachsorgeprogramms (siehe Kapitel 4.2)
- Auswertung, Dokumentation und Prognosen (siehe Kapitel 5)
- Bewertung der Ergebnisse und Festlegung des weiteren Handlungsbedarfs (siehe Kapitel 5.6)
- Anpassung und Fortschreibung des Nachsorgeprogramms (siehe Kapitel 5.7)

Die Anforderungen an die Nachsorge und das daraus abgeleitete Nachsorgeprogramm ist i. d. R. im Rahmen des Sanierungsplans darzustellen. Das Nachsorgeprogramm enthält insbesondere die vom Verpflichteten durchzuführende Eigenkontrolle. Das Nachsorgeprogramm ist mit der zuständigen Behörde abzustimmen und, soweit diese es für erforderlich hält, zu modifizieren. Im Zuge der Nachsorge einer sanierten (insbesondere gesicherten) Altlast ist das Nachsorgeprogramm zu überprüfen, ggf. anzupassen und fortzuschreiben.

#### **4.2.1 Überwachungsmaßnahmen im Rahmen der Nachsorge**

Bestandteil der Nachsorge sind die in Kapitel 4.1 dargestellten Maßnahmen der Überwachung:

- alleinige behördliche Tätigkeiten (Kapitel 4.1.1)
- Flächenbegehungen (Kapitel 4.1.2)
- Überwachung des Wirkungspfades Luft (Kapitel 4.1.3)
- Überwachung des Wirkungspfades Wasser (Kapitel 4.1.4)

Auf die einzelnen Überwachungsmaßnahmen wird in diesem Kapitel nicht weiter eingegangen, da sie inhaltlich auf die Nachsorgephase übertragbar sind. Die zu überprüfenden Sachverhalte und die Art der Überwachungsmaßnahmen können im Detail aus Kapitel 4.1 abgeleitet werden.

#### **4.2.2 Kontrollen nach abgeschlossenen Dekontaminationsmaßnahmen**

Bei Dekontaminationsmaßnahmen werden die Schadstoffe aus dem Untergrund entfernt. Dies wird in der Regel durch entsprechende Erfolgskontrollen (z. B. Sohlbeprobung einer Aushubgrube) überprüft. Diese Erfolgskontrollen (z. B. Beleganalysen von Boden, Bodenluft oder Grundwasser) dienen der Kontrolle des Sanierungserfolges und sind nicht Bestandteil der Nachsorge. Die Nachsorge beginnt erst nach dem Nachweis des Sanierungserfolges.

Wenn jedoch mit einer Dekontamination weitere Effekte erzielt werden sollen (z. B. mittelfristiger Rückgang von Belastungen im Grundwasser), kann es erforderlich sein, die Wirksamkeit dieser Maßnahme anhand von Wirkungspfadkontrollen im Grundwasser nachzuweisen. Dies kann insbesondere dann erforderlich sein, wenn die Schadstoffquelle dekontaminiert werden soll, die Fahne jedoch nicht saniert, sondern nur weiter überwacht werden soll.

Auch nach Abschluss einer hydraulischen oder pneumatischen Dekontaminationsmaßnahme oder einer In-situ-Maßnahme können Wirkungspfadkontrollen in Form von Bodenluft- oder Grundwasseruntersuchungen sinnvoll sein, um die Wirksamkeit der Maßnahme zu belegen. Da eine vollständige Dekontamination außerhalb des Schadstoffherdes durch diese Maßnahmen häufig nicht erreicht wird, wird nach Beendigung der Maßnahme oft ein Wiederanstiegen der Schadstoffkonzentrationen oder ein Verbleib auf einem bestimmten Niveau beobachtet. Mit einer Überwachung der Wirkungspfade oder ggf. einer Durchführung von Absaug- oder Pumpversuchen kann Art und Ausmaß solcher Restbelastungen untersucht und bewertet werden.

Generell ist davon auszugehen, dass Wirkungspfadkontrollen nach einer vollständigen Dekontamination der Quelle, wenn überhaupt erforderlich, nur über einen begrenzten Zeitraum durchzuführen sind. Bei einer nur teilweisen Dekontamination, z. B. von Hot Spots, können Wirkungspfadkontrollen über lange Zeiträume erforderlich werden.

### **4.2.3 Funktionskontrolle von Anlagen und (Sicherungs-)Bauwerken**

Funktionskontrollen von Sicherungsbauwerken und in dem Zusammenhang betriebenen technischen Anlagen dienen neben den Wirkungspfadkontrollen dem Nachweis der Einhaltung der vorgegebenen Sanierungsziele. Im Zusammenhang mit Sicherungsbauwerken können dazu die in den Kapiteln 4.2.3.1 bis 4.2.3.5 aufgeführten Nachsorgemaßnahmen erforderlich werden.

Für den Fall, dass zur Vermeidung von Schadstoffausträgen eine Anlage zur Grundwasser- bzw. Bodenluftfassung und –behandlung eingesetzt wird, ist im Rahmen der Nachsorge die Funktion dieser Anlage im Hinblick auf das Einhalten der Sanierungsziele nachzuweisen.

Funktionskontrollen beinhalten u. a.:

- Ermittlung von Wasser und Stoffflüssen (Gas, Bodenluft) in und an Bauwerken und Anlagen und Erstellung von Bilanzen
- Kontrolle von verfahrensspezifischen Kenngrößen und der Reinigungsleistung von Anlagen
- direkte Beprobung und Untersuchung von Bauwerken und Bauteilen

Maßnahmen zur Funktionskontrolle von Anlagen sind dem Kapitel 4.2.3.1 und 4.2.3.2 zu entnehmen.

#### **4.2.3.1 Anlagen zur Grundwasserfassung und -behandlung**

Zur Vermeidung eines Schadstoffaustrages über den Grundwasserpfad wird bei Sicherungsmaßnahmen häufig begleitend eine Grundwasserfassung vorgenommen. Durch eine Grundwasserfassung können u. a. folgende Ziele erreicht werden:

- Abwehr von Gefahren durch abströmende Kontaminationsfahnen
- Absenkung des Grundwasserspiegels innerhalb eines eingekapselten Bereichs
- allgemeine Veränderung der hydraulischen Verhältnisse, z. B. Verhinderung einer Durchströmung von Kontaminationsbereichen

Da durch eine Grundwasserfassung bei Sicherungsbauwerken und -maßnahmen in der Regel keine Dekontamination an der Quelle angestrebt wird, ist von einem langjährigen Betrieb auszugehen. Dabei haben die Fördereinrichtungen (Brunnen, Pumpen, Leitungen) u. a. aufgrund von Verockerungsprozessen häufig nur eine vergleichsweise kurze Lebensdauer (wenige Jahre) und sind regelmäßig zu warten und/oder zu regenerieren und ggf. zu reparieren oder zu ersetzen. Auch die Wirkung von (oberirdischen) Reinigungsanlagen wie Strippanlagen kann - je nach Härte des Wassers - durch Versinterungsvorgänge schon nach kurzer Zeit nachlassen.

Generell sind im Rahmen der Funktionskontrolle von Anlagen spezifische Parameter zu überprüfen, die Hinweise für ein ordnungsgemäßes Funktionieren der Gesamtanlage liefern (vgl. Kap. 4.2.3). Ergänzend zu den Funktionskontrollen der Sanierungsanlagen sind die sicherungsbegleitenden Anlagen und deren Anlagenteile (z. B. Stripanlagen, Abscheider) im Hinblick auf den Betrieb und damit die Betriebsführung zu kontrollieren. In diesem Zusammenhang wird auf das Kapitel 4.2.4 verwiesen. Eine genaue Trennung von Funktions- und Betriebskontrollen lässt sich nicht immer vornehmen. Daher beinhaltet die Tabelle 18, in der Maßnahmen zur Funktionskontrolle einer Grundwasserfassung und -behandlung aufgeführt sind, auch Kontrollmaßnahmen der Betriebsführung.

**Tabelle 18:** Funktionskontrollen einer Anlage zur Grundwasserfassung und -behandlung

Kontrollelement	zu überprüfender Sachverhalt	Nachsorgemaßnahmen
Fördereinrichtungen (Pumpe + Rohrleitungen)	• Wirksamkeit	• Kontrolle der Förderraten, Überwachung der Absenkung
	• Technischer Zustand	• visuelle Kontrolle von Rohrleitungen, Wasserzählern, Pumpen auf Dichtigkeit, Funktionsfähigkeit, Gängigkeit der Regelventile
	• Leckagen	• visuelle Kontrolle
	• Korrosion/Verockerungen	• Ausbau von Unterwasserpumpen und Steuerungen, visuelle Kontrolle • Kamerabefahrung
Sanierungsbrunnen/ Drainagen	• Ergiebigkeit	• Bestimmung von Volumenstrom und Absenkung
	• Wirksamkeit	• Reichweitenbestimmung, gegebenenfalls Begehungen oder Befahrungen, Entwicklung der Stoffkonzentration im Förderwasser (gesamt bzw. je Brunnen), Bilanzierung von Wasser- und Stoffströmen
	• Technischer Zustand	• visuelle Kontrolle
	• Korrosion / Verockerungen / Durchlässigkeit	• visuelle Kontrolle • Kamerabefahrung • Leistungspumpversuch
Reinigungsanlagen	• Wirksamkeit	• analytische Untersuchung (Schadstoffe, Kontrollparameter) der Reinigungsleistung durch Vergleich von Zulauf und Ablauf
	• Technischer Zustand	• visuelle Kontrolle • anlagenspezifische Messungen
	• Korrosion / Verockerungen	• visuelle Kontrolle
Hydraulisch beeinflusster Bereich des GW-Leiters	• Wirksamkeit • Grundwasserqualität	• Kontrolle von Wasserständen, Reichweiten/hydraulischen Gradienten • Analytik der GW-Beschaffenheit in Zu- und Abstrom des hydraulisch beeinflussten Bereichs



#### **4.2.3.2 Anlagen zur Bodenluftfassung- und -behandlung**

Durch eine Bodenluftfassung im Rahmen der Nachsorge von Sicherungsbauwerken und -maßnahmen können folgende Gefahren (dauerhaft) unterbunden werden:

- Unkontrolliertes Entweichen oder Migration von Bodenluft / Deponiegas zum Schutzgut
- Explosions- oder Brandgefahr
- Erstickungsgefahr
- Gesundheitsgefährdungen
- Vegetationsschäden

Da ohne entsprechende Abwehrmaßnahmen insbesondere bei explosiblen oder ersticken- den Gasgemischen akute Gefahrenzustände entstehen können, ist besonderer Wert auf Funktionskontrollen der Sicherungsanlagen zu legen.

Bei aktiv betriebenen Absauganlagen kann die Überprüfung der Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems durch Volumenstrom- und Unterdruckmessungen erfolgen, die ggf. separat an einzelnen Entgasungssträngen vorzunehmen sind. Die Dichtigkeit der im Unterdruck betriebenen Leitungen ist zu überprüfen. Die ausreichende Reichweite der Absaugung kann durch Unterdruckmessungen an stationären Gaspegeln im Umfeld der Entnahmebrunnen oder durch Räucherkerzen erfolgen.

Das Vorkommen zündfähiger Gasgemische innerhalb der Anlage ist zu überprüfen und bei Erreichen bestimmter Auslöseschwellen (z. B. 10 % der Unteren Explosionsgrenze) ist die Anlage automatisch abzuschalten oder das Zumischen von Frischluft vorzusehen. Die Temperatur der Aggregate ist zu überwachen; dies bezieht Reaktionswärme bei Adsorptionsanlagen (Aktivkohle) mit ein.

Sind Reinigungsanlagen installiert, ist in Abhängigkeit von der Schadstofffracht in angepassten Zeiträumen deren Leistungsfähigkeit durch Roh- und Abluftmessungen zu untersuchen. Die entfernten Schadstoffmengen sollten anhand von Konzentrations- und Volumenstrommessungen bilanziert werden.

Ist trotz aktiver Absaugmaßnahmen eine Migration in Räume oder Gebäude nicht auszuschließen, so können entsprechende Maßnahmen zur Überwachung der Wirkungspfade im oder am Gebäude erforderlich werden (vgl. Kap. 4.1.3).

Als Gassperre eingesetzte Drainagen oder Entgasungsgräben sind auf eingeschränkte Funktion durch Verschlammungen, Durchwurzeln, Unterbrechungen zu überprüfen (Begehung, FID- oder PID-Messungen, Kamerabefahrungen).

Ergänzend zu den Funktionskontrollen sind die sicherungsbegleitenden Anlagen und deren Anlagenteile (z. B. Adsorberanlage, Gebläse) im Rahmen der Betriebsführung auf betriebliche Aspekte zu kontrollieren. In diesem Zusammenhang wird auf das Kapitel 4.2.4 verwiesen.

Eine Übersicht über die Funktionskontrollen für eine Anlage zur Bodenlufffassung und -behandlung wird in Tab. 19 gegeben. Darin werden z. T. auch wesentliche Kontrollen der Betriebsführung mit dargestellt, da sie nicht immer von den Funktionskontrollen getrennt werden können.

**Tabelle 19:** Funktionskontrollen für eine Anlage zur Bodenlufffassung und -behandlung

Kontrollelement	zu überprüfender Sachverhalt	Nachsorgemaßnahmen
Bodenluftabsauganlage oder Depo- niefassung- und -behand- lungsanlage, Schutzentgasungs- anlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technischer Zustand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• visuelle Kontrolle von Leitungen auf Dichtigkeit und Korrosion</li> <li>• Gängigkeit der Regelventile</li> <li>• Funktionsüberprüfung von Messeinrichtungen</li> <li>• Kontrolle von Verdichter auf Tropfleckagen und Betriebsgeräusche</li> <li>• Temperatur</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überprüfung der Anlagenleistung und Wirksamkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontinuierliche oder diskontinuierliche Volumenstrommessungen / Gasförderraten</li> <li>• Stoffkonzentrationsbestimmung (Eingang / Ausgang)</li> <li>• Kontrolle kritischer Gaszusammensetzung in der Anlage</li> <li>• Überprüfung der Reinigungsleistung von Bodenluft-/Gasbehandlungsanlagen</li> <li>• Unterdruckmessung</li> <li>• Reichweitenbestimmung</li> <li>• Bilanzierung</li> </ul>
Gaswarn- und Messeinrichtungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• externe Prüfung auf Funktionsfähigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beaufschlagung mit Prüfgas</li> <li>• Funktionskontrolle von angeschlossenen Geräten (z. B. Lüfter, Alarmgeber)</li> </ul>

#### 4.2.3.3 Wasserbilanz zur Funktionskontrolle von Oberflächensicherungen

Zur Beurteilung der Funktionsfähigkeit von Oberflächenabdeckungen und -abdichtungen sowie der Funktionsüberprüfung von Entwässerungsschichten und zur Ermittlung der Sickerwasserbildung können Wasserbilanzen herangezogen werden. Wasserbilanzen dienen zur Erfassung der räumlichen und zeitlichen Verteilung der Wasserhaushaltsgrößen Niederschlag, Verdunstung, Abfluss, Rücklagen und Aufbrauch.

Für die Bestimmung des Wasserhaushaltes ist die Kenntnis der meteorologischen Daten, insbesondere des Niederschlages, unabdingbar. Meteorologische Eingangsdaten liegen für eine große Anzahl von Messstationen des Deutschen Wetterdienst DWD vor oder werden z. T. direkt auf gesicherten Altlasten gemessen. Bodenkennwerte (z. B. Gesamtporenvolumen, Feldkapazität, gesättigte Wasserleitfähigkeit) sowie pflanzenspezifische Parameter (Anhaltswerte für die effektive Durchwurzelungstiefe) können der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA 5) entnommen werden. Eine Berechnung der verschiedenen Verdunstungsgrößen kann nach DVWK-Merkblatt 238 „Ermittlung der Verdunstung“ (DVWK, 1996) vorgenommen werden. Geeignete Ansätze und Berechnungshinweise für den Oberflächenabfluss sind u. a. den verschiedenen ATV-Arbeitsblättern bzw. Arbeitsberichten (z. B. A 118, M 165) sowie dem DVWK-Regelwerk 113 (DVWK, 1984) zu entnehmen.

Im Rahmen der Nachsorge von gesicherten Altlasten kann sich die Ermittlung von Wasserhaushaltsbilanzen von der einfachen Berechnung über komplexe Modellrechnungen bis hin zum Betrieb von Lysimetern erstrecken. Tabelle 20 zeigt beispielhaft für die Kontrollelemente einer Oberflächenabdichtung und einer Entwässerungsschicht Nachsorgemaßnahmen mit dem Ziel der Aufstellung einer Wasserbilanz auf.

**Tabelle 20:** Prüfung der Funktionsfähigkeit von Oberflächensicherungsmaßnahmen anhand einer Wasserhaushaltsbilanzierung

Kontrollelement	zu überprüfender Sachverhalt	Nachsorgemaßnahme
Oberflächenabdeckung und –abdichtung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsweise von Rekultivierungsschichten</li> <li>• Funktionsüberprüfung des Dichtungssystems</li> <li>• Ableitung von Sickerwassermengen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung der Wasserhaushaltsgleichung</li> <li>• Modellberechnung (z. B. HELP)</li> <li>• Lysimetermessungen</li> </ul>
Entwässerungsschicht	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionsüberprüfung einer Drainage</li> <li>• Drainagewasser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Messung des Drainwasserabflusses mittels IDM</li> </ul>

Die bei einer Altlast anfallende Sickerwassermenge lässt sich ableiten aus der Differenz von Niederschlag abzüglich der Summe aus Verdunstung, dem oberflächennahen Abfluss und dem Oberflächenabfluss.

Berechnungsgrundlage ist die Wasserhaushaltsgleichung:

$$V = N - E_I - E_B - T - A_o - A_{on} + \Delta B$$

V	= Versickerung	T	= Transpiration
N	= Freilandniederschlag	A <sub>O</sub>	= Oberflächenabfluss
E <sub>I</sub>	= Interzeptionsverdunstung	A <sub>On</sub>	= Oberflächennaher Abfluss
E <sub>B</sub>	= Bodenverdunstung	Δ B	= Bodenwasserspeicheränderung

Eine weitere Methode zur Abschätzung des Wasserhaushaltes von gesicherten Altlasten bieten Wasserhaushaltsmodelle, wie z. B. HELP von SCHROEDER ET AL. (1994) oder BERGER (1998), HILLFLOW von BRONSTERT (1994) oder SWATRE von BELMANN ET AL. (1983). Wasserhaushaltsmodelle verknüpfen die einzelnen Prozesse des Wasserhaushaltes zu einem Gesamtsystem und bilanzieren innerhalb dieses zeitlich und räumlich abgegrenzten Systems alle ein- und ausgehenden Wasserflüsse. Für die Simulation des Wasserhaushaltes von Abdichtungssystemen für Deponien und Altlasten wurde unter Federführung von SCHROEDER ET AL. (1994) im Auftrag der Umweltbehörde der USA das HELP-Modell (Hydrological Evaluation of Landfill Performance) erarbeitet. Dieses wird in Deutschland seit einigen Jahren eingesetzt und ist durch eine vom BMBF geförderten Validierungsstudie vom Institut für Bodenkunde der Universität Hamburg als geeignet eingestuft worden. Zur Berechnung des Wasserhaushaltes benötigt das HELP-Modell umfangreiche standortspezifische Daten zum Klima, zur Deponieoberfläche, zum Oberflächenaufbau und zur Deponiedrainage. Die Einzelparameter sind in Tabelle 21 zusammengestellt.

Die maßgeblichen Prozesse des Wasserhaushaltes von typischen Oberflächenabdichtungssystemen (Verdunstung, Versickerung bis zur Dränschicht sowie Dränschichtabfluss, Speichervorgänge im Boden der Rekultivierungsschicht) werden vom HELP-Modell gut nachgebildet. Zur Abschätzung der Wirkungsweise von Rekultivierungsschichten oder zur Funktionsüberprüfung von Entwässerungsschichten ist das Modell gut einsetzbar. Bei der Berechnung der Durchsickerung geringmächtiger mineralischer Abdichtungsschichten kann die Durchsickerungsrate vom HELP-Modell allerdings erheblich unterschätzt werden, da die Entstehung von Schrumpfrissen und die damit verbundene Erhöhung der Wasserdurchlässigkeit nicht berücksichtigt wird.

So geht das Modell zunächst einmal von in sich homogenen Schichteinheiten mit definierten hydraulischen Eigenschaften aus, die in der Praxis i. d. R. nicht vorliegen. Somit bleiben z. B. bodenmechanische und chemische Prozesse bzw. zeitliche Veränderungen wie Erosion, Austrocknung, Turbation durch klimatische Einflüsse, Vegetation, Tiere, Setzungen etc. unberücksichtigt.

**Tabelle 21:** Eingabedaten zur Berechnung der Wasserbilanz mit dem HELP-Modell

Nr.	Eingabedaten	Einzelparameter
1	Klimadaten (Zeitraum von 5 Jahren)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niederschlag als Tagessummenwerte</li> <li>- Temperaturen als Tagesmittel oder Monatsmittelwerte</li> <li>- Globalstrahlung als Tagessummen oder Monatsmittelwerte</li> <li>- Dauer der Vegetationsperiode</li> </ul>
2	Oberflächendaten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gesamtoberflächengröße der Altlast</li> <li>- Blattflächenindex der angestrebten bzw. vorhandenen Vegetation</li> <li>- Durchwurzelungstiefe</li> <li>- Schneebedeckungsfaktor (Winter Cover Factor)</li> <li>- SCS-Oberflächenabflussfaktor (empirischer Wert zur Berechnung des Oberflächenabflusses)</li> </ul>
3	Schichtungsdaten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anzahl der Schichten (vertikaler Aufbau)</li> <li>- Schichttyp (Rekultivierungs-, Drainage-, mineralische Dichtungsschicht)</li> <li>- Schichtmächtigkeit</li> <li>- Bodenphysikalische Daten <ul style="list-style-type: none"> <li>- Porosität (nutzbarer Porenraum in Vol.-%)</li> <li>- Feldkapazität (in Vol.-%)</li> <li>- Permanenter Welkepunkt (in Vol.-%)</li> <li>- Hydraulische Durchlässigkeit (<math>k_f</math>-Wert in m/s)</li> <li>- Wassergehalt (in Vol.-%)</li> </ul> </li> </ul>
4	Daten des Entwässerungssystems	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maximale Draindistanz hangabwärts bis zur Sammelleitung oder zum Deponierand</li> <li>- Schichtneigung (Gefälle) der Drainschicht bzw. der Oberfläche</li> </ul>

Bei der Anwendung des HELP-Modells kann es daher aufgrund der v. g. Anwendungsgrenzen bei der Bilanzierung der Wasserhaushaltsgrößen zu größeren Abweichungen von der Realität kommen.

Im Gegensatz zu herkömmlichen Rechenansätzen bietet das HELP-Modell allerdings den Vorteil, hydraulisch – hydrodynamische Vorgänge in einem definierten Schichtensystem wie einer Oberflächenabdichtung als Modell zu simulieren und die Wasserhaushaltsgrößen quantitativ darzustellen. Unter Kenntnis der Schwachpunkte im Programm kann das HELP-Modell im Rahmen der Nachsorge durchaus als Hilfsmittel für z. B. eine Kontrolle von prognostizierten und gemessenen Wasserhaushaltsgrößen herangezogen werden. Bei einem Einsatz des HELP-Modells in der Nachsorge sind ergänzende Messungen und Berechnungen empfehlenswert.

Eine Funktionsüberprüfung von Dichtungssystemen, sowie eine Wirksamkeitsprüfung von Entwässerungsschichten kann auch durch Einsatz eines „Induktiven Durchflussmessgerätes“ (IDM) erfolgen. Mit Hilfe dieses Messgerätes wird die über eine Entwässerungsschicht abfließende Wassermenge erfasst und einer berechneten gegenüber gestellt. Erst die Berechnung mittels einer Wasserhaushaltsgleichung oder eines Wasserhaushaltsmodells erlaubt

Aussagen über die Funktion des Dichtungssystems bzw. der Entwässerungsschicht. Voraussetzung für die Berechnung sind Kenntnisse zu den meteorologischen Daten Niederschlag und Verdunstung. Der Einsatz von Durchflussmessgeräten ist langfristig auszulegen, da zuverlässige Aussagen erst nach mehrjährigen Messzyklen vorliegen. In der Praxis zeigte sich ein häufiger Ausfall dieser Messgeräte, so dass Messergebnisse häufig nur eingeschränkt zur Verfügung stehen.

#### 4.2.3.4 Funktionskontrollen an einem Dichtungssystem

Im Vorfeld und während der Bauausführung werden Eignungsprüfungen der einzusetzenden Baustoffe durchgeführt. Diese sollen zunächst die Eignung der Dichtungsmaterialien belegen. Die Kontrollen zur Qualitätssicherung an den fertigen Bauwerken und Bauteilen erfolgen im Rahmen der Abnahme der Bauwerke und Bestätigung der ordnungsgemäßen Ausführung.

Anschließend nach Ausführung der Sicherungsmaßnahme ist laut BBodSchG/BBodSchV die dauerhafte Wirksamkeit der Sanierung zu belegen.

Im Rahmen der Nachsorge können dazu die in den Kapiteln 3.3.4 bis 3.3.5 aufgeführten Funktionskontrollen der Dichtungselemente mittels der in Tabelle 22 aufgeführten Maßnahmen durchgeführt werden.

**Tabelle 22:** Funktionskontrollen für Dichtungselemente

Kontrollelement	zu überprüfender Sachverhalt	Nachsorgemaßnahme
Oberflächenabdichtung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperaturbedingte Austrocknung, Makroporen- und Rissbildungen</li> <li>• Austrocknung und Fließwegentstehung infolge Durchwurzelung</li> <li>• Rissbildung aufgrund von Verformungen des Untergrundes</li> <li>• Durchwurzelung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserbilanz (s. Kap. 4.2.3.3)</li> <li>• Überwachung des Wirkungspfades Wasser (s. Kap. 4.1.4)</li> <li>• ggf. Aufgrabung und Probennahme</li> </ul>
Vertikaldichtungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperaturbedingte Austrocknung und Rissbildung</li> <li>• Rissbildung aufgrund von Verformungen des Untergrundes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überwachung des Wirkungspfades Wasser (s. Kap. 4.1.4)</li> <li>• Flächenbegehung (s. Kap. 4.1.2)</li> <li>• Setzungskontrolle (s. Kap. 4.2.3.5)</li> <li>• ggf. Aufgrabungen und Nachbesserung</li> </ul>

Bei Abdichtungssystemen kann es aufgrund von Verformungen des Untergrundes, Temperaturschwankungen oder biologischen Beanspruchungsfaktoren (Pflanzenwachstum, Wühlaktivitäten) zur Beeinträchtigung der Dichtungsfunktion durch z. B. Rissbildungen der mineralischen Dichtung kommen.

Nachteilige Einwirkungen auf Dichtungen können in einem ersten Schritt über indirekte Kontrollen erkannt werden. Wenn bei Flächenbegehungen (Kapitel 4.1.2) sichtbare Verformungen oder Veränderungen der Oberfläche festgestellt werden, sollten in einem weiteren Schritt Kontrollen des Wirkungspfades Wasser (Kapitel 4.1.4), Setzungskontrollen (Kapitel 4.2.3.5) oder Wasserbilanzen (Kapitel 4.2.3.3) durchgeführt werden.

Mit Hilfe dieser Überwachungs-/ Nachsorgemaßnahmen kann in einer ersten Näherung überprüft werden, ob grundsätzliche Anzeichen für gefahr- oder schadensauslösende Einflüsse vorliegen. I. d. R. sind erst bei Erkennen bzw. Vorliegen von entsprechenden Anhaltspunkten (z. B. Setzungsmulden, Erosionsrinnen, Hangrutschungen, Abweichungen gegenüber den Bemessungsannahmen aus der Planung oder allgemeinen Richtwerten (NRW Richtlinie Nr.18)) weitere Untersuchungsmaßnahmen (z. B. Aufgrabung der Dichtungsoberfläche) zu veranlassen. Bei einfachen Dichtungssystemen, die bestimmte anerkannte Standards nicht einhalten, z. B. mindestens 1,00 m Überdeckung mit Rekultivierungsschicht über einer mineralischen Dichtung, sind regelmäßige Aufgrabungen und ggf. Prüfungen der Durchlässigkeit ( $k_f$ -Wert) im Abstand von etwa 5 Jahren zur Überprüfung der Wirksamkeit empfehlenswert.

Ergänzend zur Überwachung der Wirkungspfade sind zur Funktionsüberprüfung von Dichtungssystemen die im Kapitel 4.2.3.3 beschriebenen Wasserbilanzen einsetzbar. Von den dargestellten Untersuchungsmaßnahmen eignet sich insbesondere der Einsatz von „Induktiven Durchflussmessgeräten“ (IDM) in Verbindung mit einer Wasserhaushaltsberechnung. Bei diesen Verfahren wird mit Hilfe eines Messgerätes die tatsächlich über eine Entwässerungsschicht abfließende Wassermenge erfasst und einer im Vergleichszeitraum berechneten gegenübergestellt. Hinweise auf eine Undichtigkeit des Systems lassen sich in dem Fall ableiten, wenn die erfasste Wassermenge in einem Vergleichszeitraum abnimmt oder mit der prognostizierten nicht mehr übereinstimmt.

Temperatureinwirkungen führen zu einer Verminderung des Wassergehaltes in mineralischen Abdichtungsmaterialien, indem es zu einer Wasserdampfbildung und einer Freisetzung der gasförmigen Stoffe kommt. Im Rahmen der Nachsorge sind Temperatureinwirkungen direkt durch Temperaturmesseinrichtungen oder indirekt durch Erfassung der Witterungsschwankungen im Tagesverlauf sowie im jahreszeitlichen Verlauf möglich. Dabei sind die tatsächlichen Temperaturschwankungen im Verhältnis zu Literaturdaten über untersuchte Auswirkungen solcher Einflüsse auf Dichtungen zu beurteilen. Bei der Berechnung ist die dämpfende Wirkung der Rekultivierungsschicht gegenüber Einwirkungen auf die mineralische Dichtung über die Schichtmächtigkeit einzubeziehen. Bei Altlasten mit zusätzlichen Temperatureinwirkungen durch thermische Prozesse im Altlastenkörper ist die Erwärmung der Dichtungsunterseite zu berücksichtigen (VIELHABER, 1995).

Bei Ableiten kritischer Zustände für Dichtungen sollten Maßnahmen zur Überprüfung des konkreten Zustandes erfolgen. Dazu wäre im Einzelfall beispielsweise die Errichtung von Temperaturmesseinrichtungen innerhalb der mineralischen Dichtung sinnvoll. Sollten kritische Zustände vorliegen, könnten auch bauliche Hilfsmaßnahmen zur Verbesserung des Feuchtigkeitshaushaltes, wie z. B. eine zusätzliche Bodenaufbringung angedacht werden.

Eine direkte Funktionskontrolle kann anhand von Test-/ Überwachungsfeldern erfolgen. Damit sind jedoch erhebliche Kosten für Herstellung, Betreuung, Überwachung und Bewertung verbunden. Der Betrieb eines Testfeldes wird daher nur im Einzelfall bei einer großen Fläche und sensiblen Randbedingungen (Dichtungssystem etc.) angezeigt sein.

Der Zustand mineralischer Dichtungssysteme kann im Einzelfall auch anhand von stichprobenartigen Aufgrabungen erfolgen. Das freigelegte Segment ist anschließend wieder fachgerecht zu verschließen.

#### **4.2.3.5 Setzungskontrollen / Standsicherheitskontrollen bei Sicherungsbauwerken**

Setzungskontrollen können Hinweise geben auf mögliche Schäden im Oberflächenabdichtungssystem. Je nach Ursache und Art der Setzungs- und Standsicherheitsprobleme kommen unterschiedliche Untersuchungen in Frage. Setzungskontrollen können u. a. mittels der in Tabelle 23 aufgeführten Maßnahmen durchgesetzt werden.

Eine Setzungskontrolle bei einer Oberfläche sollte in einem ersten Überwachungsschritt anhand einer visuellen Kontrolle während der Flächenbegehung (s. Kapitel 4.1.2) durchgeführt werden. Messungen sind beispielsweise über Flachpegel oder Oberflächenpegel möglich. Flachpegel sind einfache Konstruktionen, die beispielsweise aus in der Rekultivierungsschicht eingebundenen verzinkten 2"-Rohren bestehen. In besonderen Fällen, z. B. einer ehem. Hausmülldeponie oder bei anzunehmenden Auswirkungen von Untergrundsetzungen, Bergsenkungen o. ä. auf Verformungen an der Oberfläche, bieten sich zur genauen Ermittlung dieses Sachverhaltes Höhenvermessungen von Oberflächenpegeln an. Oberflächenpegel sind aufwändige Konstruktionen, die auf Betonfundamenten in frostfreier Tiefe zu gründen sind. Mit Beginn der Nachsorge bieten sich Kontrollmessungen in einem engen Zeitraum (z. B. alle 6 Monate) an. Mit zunehmendem Abklingen der Setzungen können die Messintervalle z. B. auf 1 oder 2 Jahre vergrößert werden.



**Tabelle 23:** Setzungskontrollen im Rahmen der Überwachung / Nachsorge

Kontrollelement	zu überprüfender Sachverhalt	Art der Nachsorgemaßnahme
Oberfläche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verformungen/ Setzungen</li> <li>• Rutschungen</li> <li>• Erosion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Längs- und Höhenvermessung von Oberflächenpegeln</li> <li>• Flachpegel</li> <li>• Setzungstiefpegel</li> <li>• Überfliegung</li> </ul>
Rohrleitungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verformungen / Setzungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kamerabefahrung</li> <li>• Inklinometersonden</li> <li>• hydrostatische Sonden</li> </ul>
Böschungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abgleiten von Böschungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inklinometersonden</li> <li>• Lagevermessung von Böschungspegeln</li> <li>• ggf. Standsicherheitsberechnung nach DIN 4084</li> </ul>
Bauwerke	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Setzungsrisse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermessung</li> <li>• Gipsmarken</li> <li>• Fotodokumentation</li> </ul>

Für den Fall, dass sich Setzungen auch auf die Funktion von Rohrleitungssystemen negativ auswirken können (Verhinderung der freien Vorflut), kann als Kontrollmaßnahme beispielsweise eine Kamerabefahrung durchgeführt werden. Ansonsten werden Kamerabefahrungen von Rohrleitungen i. d. R. zur Kontrolle hinsichtlich Durchwurzelungen von Drainagen, einer Verockerung oder Korrosion von Leitungen eingesetzt. Zur Kontrolle von Rohrleitungen können diese auch mit Inklinometersonden oder hydrostatischen Sonden befahren werden. Bei Inklinometermessungen wird die Höhenlage des befahrenen Rohres aus den gemessenen Neigungsveränderungen ermittelt. Mit der hydrostatischen Sonde wird über die erfasste Druckveränderung die Höhenlage abgeleitet.

Im Rahmen der Nachsorge sollte i. d. R. auch eine Kontrolle des oberflächigen Böschungssystems erfolgen. Im Schadensfall z. B. bei abgerutschten Böschungen kann über die Feststellung nicht eingehaltener Randbedingungen (z. B. Neigung, Materialeigenschaften) oder außergewöhnliche Belastungszustände (z. B. Starkniederschläge) eine Überprüfung der Standsicherheitsberechnung zur Schadensanalyse und / oder eine Standsicherheitsberechnung für die wiederherzustellende Böschung erforderlich werden.

Anforderungen an ein Mess- und Kontrollprogramm für die Durchführung von Setzungskontrollen sind für oberirdische Deponien für die Betriebs- und Nachsorgephase in der TA Abfall und TA Siedlungsabfall angegeben.

Hinsichtlich der langfristig zulässigen Dehnungsbeanspruchung von Kunststoffdichtungsbahnen infolge ungleichmäßiger Setzungen des Untergrundes wird in der BAM-Zulassung von Kunststoffdichtungsbahnen (BAM, 1999) ein Grenzwert von 3% für mehraxiale Dehnung angegeben. Für eine einaxiale Dehnung werden rund 2% als zulässig angesehen. Bei der Annahme, dass die auftretenden Setzungsmulden mindestens eine Länge von 10 m aufweisen, müsste eine Setzungsdifferenz  $\Delta s = 0,80$  m auftreten, um die Funktionsfähigkeit der Kunststoffdichtungsbahn zu gefährden.

Im Rahmen der Nachsorge von Altablagerungen ist eine Orientierung an der DepSüVO, die nur für betriebene Deponien gilt, möglich. Dies gilt auch für Setzungsmessungen. Der Anhang 2 der DepSüVO enthält zur Vereinheitlichung und zur Dokumentation von Stamm- und Überwachungsdaten Formblätter, die vom Überwacher mit den geforderten Daten versehen werden können.

#### **4.2.4 Betrieb und Unterhaltung**

Der Betrieb im Rahmen der Nachsorge beinhaltet die Betriebsführung der maschinentechnischen Anlagen (z. B. Sickerwasserentnahme- und -behandlungsanlagen, hydraulische Sperren, Schutzentgasungsanlagen), die sicherungsbegleitend erforderlich sind, sowie die Unterhaltung von Anlagen und Bauwerken (z. B. Oberflächenabdichtungen und -abdeckungen, Dichtwände, durchströmte Wände).

Zur Unterhaltung gehören alle wiederkehrenden Tätigkeiten zur Aufrechterhaltung der Funktionen von Bauwerken und Anlagen wie z. B. Inspektion, Wartung, Pflege, Reinigung und Instandhaltung.

##### **4.2.4.1 Betrieb und Unterhaltung von Anlagen**

Der ordnungsgemäße Betrieb von Bodenluft- und Grundwasserbehandlungsanlagen soll die bestimmungsgemäße Funktion der sicherungsbegleitenden Anlagen sicherstellen. Die Kontrolle der Funktion der Anlagen erfolgt über die in Kapitel 4.2.3.1 bis 4.2.3.2 dargestellten Funktionskontrollen. Teilweise überschneiden sich Kontrollen zur Funktionsprüfung und ordnungsgemäßer Betriebsführung.

Die Kontrollen der Anlagen und Anlagenteile im Rahmen der Betriebsführung werden i. d. R. entweder bei einer regelmäßig stattfindenden Begehung durch das Betriebspersonal oder im Rahmen der Wartung durch externe Fachunternehmer durchgeführt. Kontrollen der Betriebsführung sind vom Grundsatz her in den Tabellen 18 und 19 in den Kapiteln 4.2.3.1 und 4.2.3.2 enthalten. U. a. können die in der folgenden Tabelle 24 aufgeführten Anlagen und Anlagenteile betriebsrelevant sein.

**Tabelle 24:** Anlagen und Anlagenteile von Behandlungsanlagen

Grundwasserbehandlungsanlage	Bodenluftbehandlungsanlage
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pumpwerk</li> <li>• Rohrleitungen/Sammelbecken</li> <li>• Dosier- oder Mischanlagen</li> <li>• Stripanlage</li> <li>• Adsorberanlagen</li> <li>• andere Reinigungsanlagen</li> <li>• Schlammbehandlungsanlage</li> <li>• Tank- und Speicheranlagen</li> <li>• Abscheider</li> <li>• Enteisungsanlage</li> <li>• Bioreaktoren</li> <li>• Mess-, Steuer- und Regeltechnik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebläse</li> <li>• Rohrleitungen</li> <li>• Wasserabscheider</li> <li>• Kondensatabscheider</li> <li>• Adsorberanlagen</li> <li>• andere Reinigungsanlagen</li> <li>• Druckerhöhungsstationen</li> <li>• Fackelanlagen</li> <li>• Mess-, Steuer- und Regeltechnik</li> </ul>

Der Umfang der Kontrollen im Rahmen der Betriebsführung kann folgende Tätigkeiten umfassen:

- Betriebsführung mit Kontrolle der vorhandenen Messinstrumente und Soll-Ist-Vergleich
- Steuern, Überwachen und Optimieren des Anlagenbetriebs
- Anpassen des Anlagenbetriebs an ggf. geänderte Rahmenbedingungen
- Überprüfung der Reinigungsleistung im Rahmen der Anlagensteuerung
- Kontrolle der Rohrleitungen auf Verschleiß, Korrosion und Dichtigkeit
- Wartung und Instandhaltung der maschinentechnischen Anlagen
- Wartung, Instandhaltung und Funktionskontrolle der Rohrleitungen und Ventile
- Beschaffen, Vorhalten und Austausch der erforderlichen Betriebs- und Verbrauchsstoffe
- Entsorgung von Reststoffen
- Dokumentation des Anlagenbetriebs

Bei der Durchführung der Kontrollen von technischen Anlagen- und Anlagenteilen sollte ein Betriebstagebuch geführt werden, in dem die wichtigsten Daten und Fakten (z. B. Förderraten, Pumpenlaufzeiten, Verbrauch an Betriebsstoffen, Stillstandszeichen, Ergebnisse der Kontrollanalytik) aufgeführt sind. Besondere Vorkommnisse und Beobachtungen (z. B. Störfälle) sind ebenfalls im Betriebstagebuch zu vermerken und dem Auftraggeber bzw. der zuständigen Behörde unverzüglich zu melden. Dort wird nach Rücksprache mit der Fachfirma entschieden, ob eine außerplanmäßige Wartung erfolgt oder der normale Turnus beibehalten wird.

Während das Betriebspersonal den Kontrollumfang auf das Ablesen der Messinstrumente und einen Soll- Ist- Vergleich sowie die Kontrolle der Rohrleitungen auf Verschleiß, Korrosion und Dichtigkeit beschränkt, wird von einem externen Fachunternehmer im Rahmen der War-

tungsarbeiten die technische Wartung der einzelnen Anlagenkomponenten durchgeführt. Zu deren Tätigkeit gehören in der Regel u. a.:

- Wechsel und Ergänzung von Betriebsmitteln
- Messungen von Toleranzen
- alle Arbeiten, die mit Demontagen verbunden sind
- Austausch von Filter- oder Adsorbermaterialien
- Eichung von Messgeräten

Das Wartungsintervall ist dabei von den verwendeten Anlagenkomponenten abhängig und richtet sich nach den Herstellerangaben. Die Ausführung von Wartungsarbeiten durch nicht ausreichend qualifiziertes Betriebspersonal ist bei technischen Anlagen mit einem sehr hohen Erfüllungsrisiko verbunden, da solche Eingriffe zu Anlagenschäden und Verlust der Gewährleistung durch den Hersteller führen können.

Da die Gewährleistungsansprüche innerhalb der Garantiezeit von einer ordnungsgemäßen Wartung abhängig sind, ist die Vergabe von Wartungsverträgen innerhalb der Garantiezeit an Dritte mit Problemen behaftet. Die Garantieleistung kann vom Anlagenhersteller in diesem Fall wegen nicht autorisierter Wartung abgelehnt werden. Insoweit ist der Wettbewerb bei einer nachträglichen Vergabe der Wartungsarbeiten während der Garantiezeit eingeschränkt. Aus diesem Grunde sollten die Wartungsarbeiten zeitlich auf den Garantieanspruch befristet innerhalb der Ausschreibung zur Vergabe der Leistungen mit abgefragt, bewertet und beauftragt werden. Nach Ablauf der Garantie ist eine freie Vergabe der Wartungsarbeiten möglich.

#### **4.2.4.2      *Unterhaltung von Bauwerken***

Zur Unterhaltung von Bauwerken gehören alle wiederkehrenden Tätigkeiten zur Aufrechterhaltung der ordnungsgemäßen Funktion des Bauwerks und seiner Kontrollsysteme. Bei einem Oberflächenabdichtungssystem können z. B. folgende Unterhaltsmaßnahmen anfallen:

- Bei begrünten Oberflächen: Pflege der Vegetation (z. B. Gehölzpflege, Mäharbeiten; i. d. R. ein bis dreimal pro Jahr)
- Unterhaltung von Anlagen zur Oberflächenentwässerung (z. B. Grabenreinigung); ein bis zweimal pro Jahr
- Inspektion und Reinigung von unterirdischen Entwässerungsanlagen (Dränleitungen, ggf. Rohrleitungen, Schächte); i. d. R. einmal pro Jahr
- Instandhaltung von Sicherungseinrichtungen (Zäune, Tore) sowie von Betriebswegen und Betriebsflächen
- Wartung von Messeinrichtungen und Kontrollsystemen

#### 4.2.5 Erhaltung

Die Erhaltung umfasst die Reparatur und teilweise Erneuerung, d. h. alle Maßnahmen, die bei einem Schaden oder bei einer Abnutzung notwendig sind, um die bestimmungsgemäße Funktion wiederherzustellen. Hierzu zählen z. B. Reparaturen und Ersatz von schadhaften oder abgenutzten Anlagenteilen und Reparatur von Schäden an einer Oberflächenabdichtung. Eine komplette Erneuerung von Anlagen oder Bauwerken ist nicht automatisch Bestandteil der Nachsorge, sondern bleibt einer gesonderten Entscheidung vorbehalten.

Hinsichtlich der Erhaltung von Bauwerken und Anlagen sollte das Nachsorgeprogramm folgende Angaben enthalten:

- Hinweise zur Reparatur oder zum Ersatz schadhafter Komponenten (Bauteile, Anlagenkomponenten)
- Erwartete technische bzw. wirtschaftliche Nutzungsdauer der Bauwerke und der Anlagen im Hinblick auf eine Erneuerung
- Anforderungen an die Prüfung und Dokumentation des Zustands von Bauwerken bzw. Anlagen

Reparatur-, Ersatz- und teilweise Erneuerungsmaßnahmen sollten durch Berichte, Abnahmeprotokolle, Revisionszeichnungen und Funktionsbeschreibungen dokumentiert werden.

## **5 Dokumentation der Überwachung und Nachsorge - Erfassung, Auswertung und Bewertung von Daten**

Die zuständige Behörde stellt i. d. R. die Anforderungen an die Dokumentation. Der Verpflichtete führt die Dokumentation und Auswertung der überwachungs-/nachsorgerelevanten Daten im Rahmen der Eigenkontrolle durch. Dazu kann es zweckmäßig sein, ein Qualitätsmanagementsystem vorzugeben.

Die Dokumentation der Überwachung / Nachsorge besteht aus folgenden Teilen:

- Basisdokumentation aller überwachungs- bzw. nachsorgerelevanten Informationen (maßgebende Standortrandbedingungen, betroffene Wirkungspfade und Schutzgüter, Grunddaten der zu betreibenden Anlagen und zu unterhaltenden Bauwerke)
- Überwachungs-/Nachsorgemaßnahmen einschließlich ggf. erfolgter Fortschreibungen
- Angaben zum Qualitätsmanagement / Organisation der Überwachungs-/ Nachsorgemaßnahmen
- Dokumentation von Wirkungspfad- und sonstigen Kontrollen, Betriebsführung und Unterhaltung mit den ermittelten Daten, den beprobten Messstellen und Materialien und den eingesetzten Untersuchungsmethoden
- Dokumentation der erfolgten Auswertungen und Interpretationen der Ergebnisse
- Dokumentation von außergewöhnlichen Maßnahmen (z. B. Ersatz von Anlagen oder Bauwerken)

Die Dokumentation der Überwachung / Nachsorge (einschließlich der Originalunterlagen) sollte beim Verpflichteten und der zuständigen Behörde archiviert werden. Bei der Wahl der Speichermedien und Programme sollte darauf geachtet werden, dass die Informationen vollständig und jederzeit verfügbar bleiben.

Der Verpflichtete hat die Ergebnisse der Eigenkontrollmaßnahme der zuständigen Behörde auf Verlangen mitzuteilen. Die zuständige Behörde hat die Ergebnisse der Überwachungsmaßnahmen und der Eigenkontrollmaßnahmen als Bestandteil der Nachsorgedokumentation nach Abschluss der Nachsorge mindestens 5 Jahre aufzubewahren. Der Verpflichtete hat nach § 15 Abs. 2 BBodSchV die Ergebnisse der Eigenkontrollmaßnahmen mindestens 5 Jahre, nach Anordnung der zuständigen Behörde ggf. auch länger aufzubewahren. Da dieser Zeitraum häufig nicht ausreicht, wird den zuständigen Behörden empfohlen, die Ergebnisse ihrer Überwachungsmaßnahmen solange wie erforderlich aufzubewahren.

Mit der Dokumentation wird sichergestellt, dass die im Rahmen der Überwachung und Nachsorge umgesetzten Maßnahmen im erforderlichen Umfang sachgerecht durchgeführt werden und die ermittelten Daten eindeutig zuzuordnen und zu bewerten sind. Dies ist vor allem vor dem Hintergrund von Bedeutung, dass bei Sicherungsmaßnahmen Nachsorgedauern von mehreren Jahrzehnten auftreten können und im Laufe dieser Zeit bei wechselnden Bearbei-

tern eine Kontinuität der Bearbeitung auf gleichem Informationsniveau sichergestellt sein muss.

Die zuständige Behörde sollte zur Wahrnehmung ihrer Aufgaben vom Verpflichteten die Vorlage der Ergebnisse der Eigenkontrolle mit Dokumentation, Auswertung und Beurteilung in regelmäßigen Zeitabständen (empfohlen mindestens einmal jährlich) in strukturierter Form verlangen (Jahresbericht).

Im Jahresbericht sollten enthalten sein:

- Programm und Zeitraum der Eigenkontrollmaßnahmen
- durchgeführte Arbeiten, Untersuchungen, Messungen, Kontrollen und Ergebnisse
- Auswertung, Bewertung und Darstellung der Ergebnisse
- Interpretation der Untersuchungsergebnisse und Kontrollen im Hinblick auf Gefahrenatbestände für die relevanten Wirkungspfade und Schutzgüter

Da ein Nachsorgeprogramm nicht selten jahrzehntelang durchgeführt werden muss und in der Regel Änderungen z. B. des Parameterumfanges bzw. des Untersuchungsintervalls angezeigt sind, sollte auf aktuelle Erfordernisse flexibel reagiert werden können. Dies kann geschehen durch:

- Mitteilung der zuständigen Behörde gegenüber dem Verpflichteten bei besonderen Auffälligkeiten unter Bezug auf das bestehende Nachsorgeprogramm, die vorliegenden Ergebnisse und deren Bedeutung mit einer Begründung für die Änderung
- Antrag des Verpflichteten bei der zuständigen Behörde für eine Änderung mit entsprechender Begründung
- Überprüfung im bestimmten Rhythmus (z.B. alle 2 bis 5 Jahre je nach Einzelfall)

Ein strukturierter Aufbau der Erfassungsmedien erleichtert eine spätere Kategorisierung, Zusammenführung und Auswertung der Informationen. Als Medium ist neben der Erfassung auf Papier eine EDV-gestützte Erfassung geeignet.

Zur Erfassung und Bewertung bedeutsamer Daten sowohl in Papierform wie auch EDV-gestützt eignen sich Formblätter (Anlage 1). Die erfassten Informationen können hierdurch in komprimierter Form dokumentiert und zur Weitergabe an Entscheidungsträger vorbereitet werden. Dabei können u. a. die in Tab. 25 aufgeführten Formblätter verwendet werden.

## 5.1 Basisdokumentation

Für die Überwachung, insbesondere aber Nachsorge kann es zweckmäßig sein, alle überwachungs- und nachsorgerlevanten Daten der Fläche in einer Basisdokumentation zusammenzufassen. Dies gilt insbesondere für Fälle mit größerem und absehbar langfristigem Nachsorgebedarf. Zur Basisdokumentation für die Nachsorge gehören:

- Allgemeine Angaben zur Art und Lage der Altlast
- Gebiet des Sanierungsplans und des Einwirkungsbereichs
- zusammenfassende Darstellung des vorhandenen Schadstoffinventars nach Art und Umfang
- Darstellung der betroffenen Wirkungspfade und Schutzgüter und der zu ihrer Überwachung erforderlichen Wirkungspfadkontrollen
- Darstellung von Sanierungserfordernis und Sanierungszielen
- Bestandsplan mit allen verfügbaren und im Rahmen der Sanierung oder Nachsorge erstellten und ggf. noch zu erstellenden Messstellen und Kontrolleinrichtungen mit Angaben zu Bezeichnung, Lage und Höhe sowie technischem Aufbau
- Pläne und Daten zu allen im Rahmen der Sanierung erstellten Bauwerken und Anlagen sowie durchgeführten Maßnahmen (Bestandspläne, Verlegepläne, Fotos, Luftbilder usw.)

Diese Zusammenstellung baut auf den Unterlagen für den Sanierungsplan auf und dient dazu, alle für die Durchführung, Bewertung und Fortschreibung der Nachsorge erforderlichen Informationen in einer umfassenden und übersichtlichen Dokumentation verfügbar zu machen. Der Aufbau dieser Dokumentation wird auf die Erfordernisse der Dokumentation der Nachsorge durchgeführt abgestimmt. Die Unterlagen sollten parallel in Papier-(Akten-) und EDV-Form aufbewahrt werden.

## 5.2 Dokumentation Betriebsführung / Unterhaltung / Reparaturen

Der Verpflichtete sollte für den Betrieb maschinentechnischer Anlagen und die Unterhaltung von Bauwerken und Anlagen die bedeutsamen Daten und Fakten EDV-gestützt dokumentieren. Dazu gehören:

- Förderraten
- Tägliche Pumplaufzeiten
- Energieverbrauch
- Verbrauch an Betriebsstoffen
- Regelmäßige Wartungsarbeiten
- Stillstandszeiten
- Ergebnisse Kontrollanalytik



- Entsorgung von Reststoffen (Zeitpunkt und Menge)
- Dokumentation von Störstoffen
- Änderung des Anlagenbetriebs

Für die Betriebsführung empfiehlt sich das Führen eines Betriebstagebuchs, in dem alle besonderen Vorkommnisse vermerkt werden und die Unterhaltungsmaßnahmen dokumentiert werden können. Reparatur-, Ersatz- und teilweise Erneuerungsmaßnahmen im Rahmen der Erhaltung sollten durch Berichte, Abnahmeprotokolle, Revisionszeichnungen und Funktionsbeschreibungen dokumentiert werden.

### **5.3 Dokumentation von Ergebnissen der Funktionskontrollen und der Überwachung der Wirkungspfade**

Die Einhaltung der Sanierungsziele ist durch eine nachvollziehbare Dokumentation der im Rahmen der Funktionskontrollen und der Überwachung der Wirkungspfade ermittelten Daten zu belegen.

Die Dokumentation kann sich z. B. an den in der Anlage beigefügten Formblättern orientieren. Sofern keine Basisdokumentation existiert, ist das Überwachungs-/Nachsorgeprogramm dieser Dokumentation beizufügen, damit die Einhaltung von Messzeitpunkten, Intervallen, Parametern und sonstigen Auflagen kontrolliert werden kann.

Zur Dokumentation und Archivierung von Daten bestehen verschiedene Möglichkeiten, die von der individuellen Zusammenstellung von Akten und Plänen in Ordnern bis hin zur strukturierten Erfassung und Ablage von Informationen in EDV-gestützten Informationssystemen reichen. Ein strukturierter Aufbau der Erfassungsmedien erleichtert eine Archivierung, Zusammenführung, Auswertung und Bewertung der Informationen. Formblätter eignen sich daher besonders zur Erfassung der Mess-, Analytik- und sonstigen Kontrollergebnisse. Die Festlegung der Art der Datenarchivierung sollte zu Beginn der Überwachung / Nachsorge im Rahmen des Qualitätsmanagements in Abstimmung mit der zuständigen Behörde festgelegt werden.

### **5.4 DV-gestützte Archivierung und Auswertung**

Bei größeren Fallgestaltungen mit einer großen Datenmenge empfiehlt es sich, alle relevanten Daten in einer Datenbank zu verwalten, zu pflegen und auszuwerten. Eine Kopplung DV-gestützter Programme mit grafischen Auswerte- und Darstellungstools erlaubt eine aussagekräftige und jederzeit abrufbare Visualisierung und bei Bedarf eine statistische Auswertung der Daten.

Der langfristige Bearbeitungsaufwand kann so deutlich minimiert werden und die Überwachungs-/Nachsorgeergebnisse können schnell und übersichtlich strukturiert werden.

In Kapitel 5.5 wird ein Vorschlag für die Dokumentation anhand von Formblättern gemacht. Für die erforderlichen Angaben stehen Auswahlfelder und Checklisten zur Verfügung. Beim Aufbau der Formulare wurden die praktische Anwendbarkeit und die Anforderungen einer EDV-basierten Verarbeitung berücksichtigt.

Grundsätzlich wird bei den einzelnen Formblättern jeweils zwischen den Deckblättern mit den Anforderungen der zuständigen Behörde, dem Teil Durchführung durch den Verpflichteten und dem Teil Bewertung durch die zuständige Behörde unterschieden.

## **5.5 Formblätter**

In Anlage 1 sind verschiedene Formblätter für wesentliche Überwachungs- und Nachsorgemaßnahmen dargestellt. Insgesamt sind die in der Tabelle 25 aufgeführten Formblätter beigefügt. Diese Formblätter stellen eine Empfehlung dar und sind im Hinblick auf die Bedürfnisse des Einzelfalls zu modifizieren.

Zur Formulierung der Anforderungen an das Überwachungs- / Nachsorgeprogramm kann von der zuständigen Behörde das Anforderungsformblatt (F 1 A) herangezogen werden. In diesem Formblatt können neben allgemeinen Angaben zum Standort und Grundlagen zum Überwachungs-/ Nachsorgeprogramm auch Angaben und Inhalte des Programms (z. B. Zyklus der Berichterstellung, Vorlagedatum, Umfang der beizufügenden Unterlagen) angegeben werden. Auf Basis dieses Formblattes kann der Verpflichtete das für seine Überwachungs-/Nachsorgeerfordernisse relevante Dokumentationsformblatt (z. B. F 2 B) auswählen und für die Dokumentation zugrunde legen.

Die Dokumentation für die jeweilige Überwachungs-/Nachsorgemaßnahme erfolgt im zugehörigen Formblatt jeweils dreigeteilt:

Der Teil A, das „Deckblatt“, beinhaltet die von der zuständigen Behörde konkret vorgegebenen Anforderungen an das Überwachungs- / Nachsorgeprogramm. Im Teil B „Durchführung der Überwachung / Nachsorge“ können die zu überprüfenden Sachverhalte, Maßnahmen und die Überwachungs-/Nachsorgeergebnisse aufgeführt werden. Sie sollten der zuständigen Behörde zur Dokumentation zur Verfügung gestellt werden. Am Ende des Formblattes sollte der Verpflichtete das Prüfergebn zusammenfassen und eine Auswertung der Daten (Vergleich mit den Zielvorgaben, Prognose) vornehmen. Diesem Teil des Formblatts sollten alle relevanten Daten sowie deren grafische Darstellung in einer übersichtlichen Form beigefügt werden. Hinsichtlich der Art der grafischen Darstellungen können u. a. die Beispiele aus

der ordnungsbehördlichen Verordnung über die Selbstüberwachung von oberirdischen Deponien (DepSüVO NW) herangezogen werden.

**Tabelle 25:** Vorschlag zur Erfassung, Auswertung, Bewertung und Dokumentation von Daten

Aktivitäten	Dokumentation	Formblatt-Nr./Inhalt
<b>Aufgabenliste</b>	Behördliche Anforderungen an die Überwachung und Nachsorge	F 1 A
<b>Überwachungs-/ Nachsorgemaßnahmen</b>	Flächenbegehung	F 2 A Deckblatt F 2 B Durchführung F 2 C Bewertung
	Überwachung des Wirkungspfad Luft	F 3 A Deckblatt F 3 B Durchführung F 3 C Bewertung
	Überwachung des Wirkungspfad Wasser	F 4 A Deckblatt F 4 B Durchführung F 4 C Bewertung
	Sonstige behördliche Kontrollen	F 5 A Deckblatt F 5 B Durchführung F 5 C Bewertung
	Aufstellen einer Wasserbilanz	F 6 A Deckblatt F 6 B Durchführung F 6 C Bewertung
	Setzungskontrolle	F 7 A Deckblatt F 7 B Durchführung F 7 C Bewertung
	Funktionskontrolle einer Anlage zur Grundwasserfassung und -behandlung	F 8 A Deckblatt F 8 B Durchführung F 8 C Bewertung
	Funktionskontrolle einer Anlage zur Bodenluftfassung und -behandlung	F 9 A Deckblatt F 9 B Durchführung F 9 C Bewertung

Die vom Verpflichteten erhobenen und der zuständigen Behörde übergebenen Daten und Auswertungen sollten so beschaffen sein, dass die Behörde ihren Dokumentations-, Prüf- und sonstigen sonderordnungsbehördlichen Aufgaben nachkommen kann. Dazu verwenden die Behörden i. d. R. eine Kombination von Datenbanken, Auswerteprogrammen und geografischen Informationssystemen.

Die im Rahmen der Überwachung / Nachsorge erhobenen und ausgewerteten Daten können mit Hilfe des Formblattes so strukturiert werden, dass sie in das DV-gestützte Informationssystem der zuständigen Behörde integriert werden können.

Anhand des jeweiligen Teils C des Formblattes kann die zuständige Behörde die Ergebnisse prüfen, bewerten, mit den Zielvorgaben vergleichen und den weiteren Handlungsbedarf festlegen.

Die Entscheidung der Behörde bezüglich des weiteren Vorgehens (z. B. Überwachung/Nachsorge beibehalten, intensivieren oder einstellen) wird hier ebenso festgehalten wie z. B. Änderungen der Anordnung an Verpflichtete.

## **5.6 Interpretation von Ergebnissen der Überwachung der Wirkungspfade und Vergleich mit den Zielvorgaben**

Bei der Interpretation der Ergebnisse sollten zeitliche Trends, die auf eine Änderung des Gefährdungspotenzials hindeuten, besonders beachtet werden.

Die Ergebnisse der Trendanalyse und daraus möglicherweise folgende Konsequenzen sollten in den Jahresberichten diskutiert werden. Maßgeblichen Faktoren, welche für eine Neubewertung der Gefahrensituation durch die zuständige Behörde bedeutsam sein können, sind anzugeben.

Bei der Beurteilung bzw. Bewertung der Messergebnisse sind in der Praxis häufig Messreihen mit schwankenden Einzelwerten zu interpretieren. Im UBA-Leitfaden „Erarbeitung von Programmen zur Überwachung von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten“ (UBA, 1999) wird ein mögliches Vorgehen bei der Interpretation von Messreihen anhand von Fallbeispielen erläutert (Abb. 11).

**Fall A:** Die Schadstoffkonzentrationen in einem Umweltmedium haben sich nur unwesentlich geändert, entweder auf einem niedrigen Niveau (Fall A1) oder auf einem hohen Niveau (Fall A2).

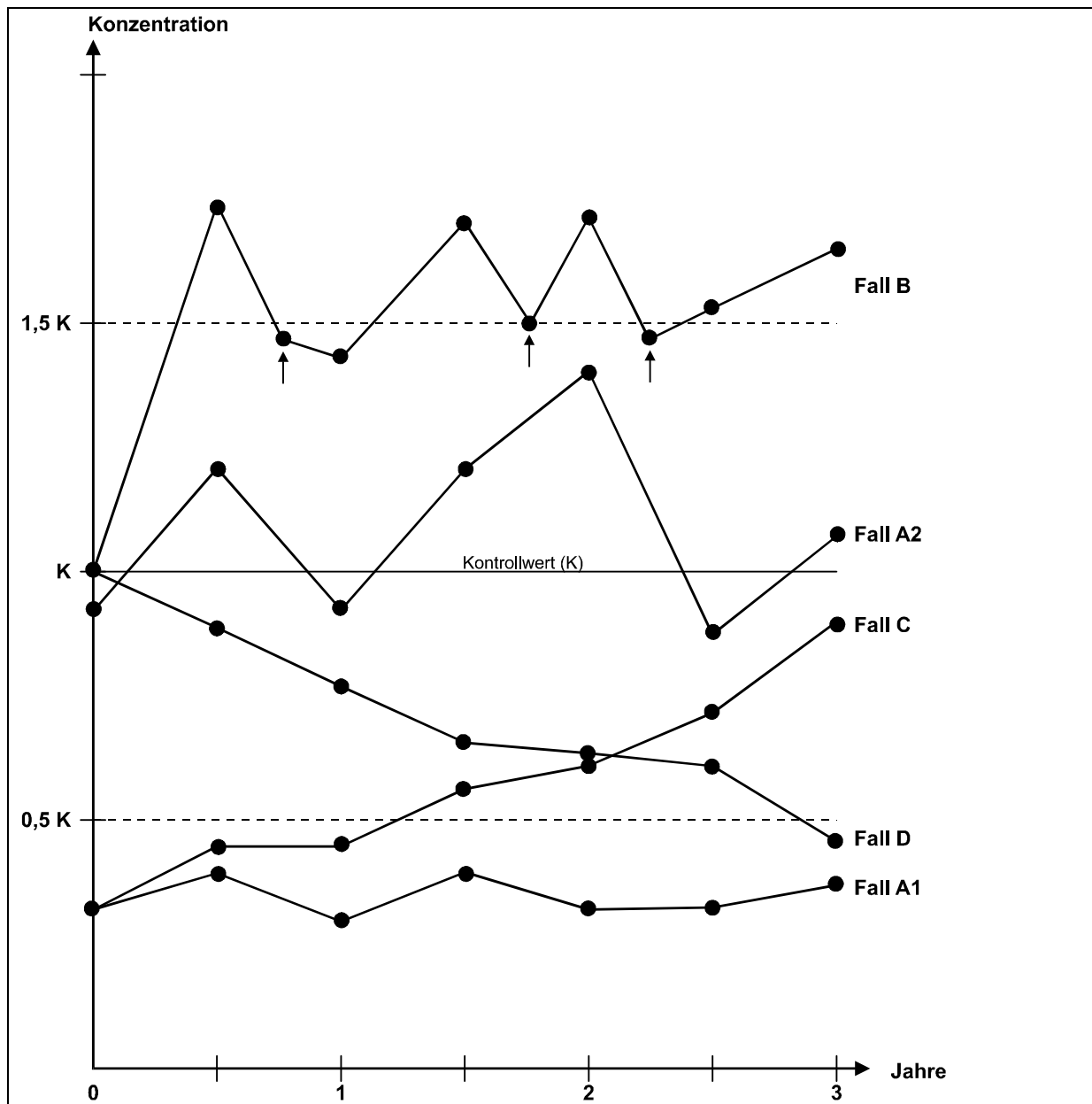
**Fall B:** Die Konzentrationen haben den zu überwachenden Wert (Kontrollwert) dauerhaft um mehr als 50 % überschritten.<sup>2</sup>

**Fall C:** Konzentrationen haben sich relativ zum Nachsorgebeginn um mehr als 50 % erhöht.

**Fall D:** Konzentrationen haben sich relativ zum Nachsorgebeginn auf weniger als 50 % verringert.

---

<sup>2</sup> Der Kontrollwert kann im Einzelfall der Sanierungszielwert sein. 50 % ist eine Abweichung, die im Rahmen oder über der üblichen Genauigkeit von Messverfahren liegt (s. z. B. TrinkwV); eine Überschreitung dieses Toleranzbereichs zeigt eine Abweichung vom erwarteten Verhalten an.



**Abbildung 11:** Grafische Darstellung möglicher Konzentrationsverläufe während eines 3-jährigen Überwachungszeitraums<sup>3</sup> (UBA, 1999)

Je nach Schadstoff und Umweltmedien kann es für die beobachteten Trends der Schadstoffkonzentrationen verschiedene Ursachen und verschiedene Konsequenzen geben. Für ausgewählte Schadstoffgruppen und Umweltmedien sind diese in UBA, 1999 dargelegt.

<sup>3</sup> Erfolgte Zusatzmessungen nach Sofortbewertung sind mit Pfeil gekennzeichnet.

Die Ergebnisse sollten in eine Prognose des weiteren Konzentrationsverlaufes eingehen, die eine Entscheidung bezüglich einer eventuellen Weiterführung der Überwachung oder anderer Maßnahmen für die zuständige Behörde vorbereitet. Dazu können die Messwerte unter Berücksichtigung der anderen verfügbaren Informationen zeitlich extrapoliert werden, um eine langfristige Abschätzung der Entwicklung des Emissionsverhaltens im Hinblick auf die Wirkungspfade zu erhalten. Sowohl Konzentrationen als auch Frachten der relevanten Schadstoffe und Schadstoffgruppen sind von Bedeutung.

Die Prognose, d. h. die Abschätzung der zukünftigen Entwicklung der Belastungssituation, kann je nach Komplexität und Erfordernis mit einem unterschiedlichen Maß an Detaillierung, Aufwand und Aussagesicherheit durchgeführt werden (ITVA, 2003).

Bei der Bewertung ist die erhobene Datendichte eines Parameters von großer Bedeutung. So ist generell bei einem Untersuchungsprogramm mit langen Intervallen der einzelne Messwert aufmerksamer zu betrachten als bei kurzen, und bei einer nur geringen Anzahl von Messstellen genauer als bei Beprobung von mehreren Messstellen im engen Raster, da bei einer geringeren Datendichte die Wahrscheinlichkeit des „Nichter kennens“ kritischer Zustände steigt. Eine erste Konsequenz bei „auffälligen“ Messwerten kann deshalb sein, die Untersuchungshäufigkeit oder die Anzahl der beprobten Messstellen zu erhöhen, um so die Aussagekraft der Ergebnisse zu erhöhen.

Durch geänderte Rahmenbedingungen vor Ort, neue gesetzliche Grundlagen oder neue wissenschaftliche Erkenntnisse kann sich ein neuer Handlungsbedarf ergeben. Auch bei Einhaltung vorgegebener Überwachungswerte kann die Identifizierung „neuer“ Stoffe (z. B. Metaboliten) Anlass zu einer neuen Beurteilung geben. Stellen sich in einer Zeitreihe z. B. stetig ansteigende Konzentrationen in einer Grundwassermessstelle ein, so kann dies auch bei Einhalten des Kontrollwertes oder Zielwertes Anlass zu Maßnahmen geben. Neben der Dokumentation und Bewertung der vergangenen Überwachungszyklen (Zeitreihe) kann auch eine Prognose des zukünftigen Verhaltens erforderlich werden, um frühzeitig angemessen reagieren zu können.

Sofern Kontrollwerte oder Zielvorgaben nicht eingehalten werden, ist zu überprüfen, ob dies mit Ausführungsmängeln zusammenhängt und im Rahmen der Gewährleistung zu beseitigen ist bzw. eine Reparatur durchzuführen ist. Wenn sich im Rahmen der Nachsorge die Sanierungsmaßnahme als nicht wirksam erweist, ist anhand einer weiteren Sanierungsuntersuchung unter Berücksichtigung der Eignung, Angemessenheit und Verhältnismäßigkeit über weitere Maßnahmen zu entscheiden.

Für den Fall, dass eine geringfügige Überschreitung der Kontrollwerte, planungsrechtlich nicht zulässige Nutzungen oder sonstige Auffälligkeiten vorliegen und daraus weiterer Handlungsbedarf abgeleitet wird, sollte das Überwachungs- / Nachsorgeprogramm angepasst bzw. fortgeschrieben werden. Bei einer signifikanten Überschreitung der festgelegten Kon-

troll- und Zielwerte ist das Erfordernis weitergehender Sanierungs- oder Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen zu prüfen.

Bei regelmäßiger Einhaltung der Kontrollwerte kann auf Antrag des Verpflichteten nach Einzelfallprüfung ggf. eine Reduzierung des Überwachungsaufwandes zugelassen werden. Wenn die Ergebnisse des Überwachungs- / Nachsorgeprogramms über einen längeren Zeitraum keine Anzeichen für Gefahren oder Schäden liefern und damit auch künftig nicht zu rechnen ist, sollte die zuständige Behörde prüfen, ob die Überwachung beendet werden kann.

Die Hauptaussagen der regelmäßigen Bewertung und die daraufhin getroffenen Entscheidungen und durchgeführten Maßnahmen sollten in einem Formblatt zusammengefasst dargestellt werden, damit sie jeweils aktuell verfügbar sind und als Eingangsdaten für den nächsten Überwachungszyklus dienen können. Gleichzeitig kann damit die Wiedervorlage organisiert werden.

Untersuchungsergebnisse, die Anlass zu einer Neubewertung der Sachlage bieten, sind der zuständigen Behörde sofort mitzuteilen.

Im Rahmen der ordnungsbehördlichen Überwachung kann es sinnvoll sein, die Art der Datenerhebung, Untersuchungssystematik, Prüfverfahren und Intervalle der zu überwachenden Verdachtsflächen und Altlasten zu vereinheitlichen. Hiermit kann einerseits der Zeit- und Messaufwand reduziert werden, andererseits werden regional verwertbare Aussagen und eine bessere Vergleichbarkeit ermöglicht.

Für die Gefahrenbeurteilung angetroffener Schadstoffkonzentrationen im Boden sind insbesondere die Prüf- und Maßnahmenwerte der BBodSchV und die Ableitungsbedingungen im Bundesanzeiger heranzuziehen. In jedem Fall ist eine einzelfallbezogene nutzungs- und schutzgutbezogene Bewertung erforderlich. Im Hinblick auf das Grundwasser können der Grundwasserleitfaden (LWA, 1989), die Vollzugshilfe Boden-Grundwasser (LUA, 2002) und die Geringfügigkeitsschwellenwerte der LAWA (LAWA, 2004) herangezogen werden. Derzeit werden Anwendungsregeln für die Geringfügigkeitsschwellenwerte erarbeitet.

Die Bewertung der Messergebnisse der Überwachung der Wirkungspfade und der Reinigungsendwerte nach Behandlung in technischen Anlagen orientieren sich an den einzelfallspezifisch abgeleiteten und festgelegten qualitativen und quantitativen Sanierungszielen. Bei deutlich auffälliger Nichteinhaltung von Zielvorgaben ist vor der regelmäßigen Berichtserstellung und Bewertung der Überwachungs-/Nachsorgeergebnisse die zuständige Behörde sofort zu unterrichten, damit ggf. über Sofortmaßnahmen entschieden werden kann.

Bei bautechnischen oder verfahrenstechnischen Sicherungsmaßnahmen ist anhand der Messergebnisse im Rahmen der Nachsorge zu prüfen, ob die Funktion der Sicherungsmaßnahmen im Hinblick auf die Einhaltung der Sanierungsziele bzgl. der betroffenen Schutzgüter und relevanten Wirkungspfade langfristig gewährleistet ist.

Bei langfristigen Maßnahmen ist es sinnvoll, die Daten in Zeitreihen anzuordnen und graphisch aufzubereiten, um so den Verlauf darstellen zu können. Bei komplexen Fallgestaltungen mit einem größeren Umfang an Messdaten kann es sinnvoll sein, die Erfassung in relationalen Datenbanken vorzunehmen, die eine freie Verknüpfung verschiedener Parameter zulassen, um auch Abhängigkeiten verschiedener Messgrößen voneinander darstellen zu können (z. B. Konzentrationen im Grundwasser in Abhängigkeit vom Grundwasserstand, Anfall von Sickerwasser oder Deponiegasmenge in Abhängigkeit vom Niederschlag etc.).

## **5.7 Bewertung und Entscheidung über den weiteren Handlungsbedarf**

Die vom Verpflichteten vorgelegten Berichte mit den ausgewerteten Ergebnissen der Eigenkontrollmaßnahmen werden von der zuständigen Behörde im Zusammenhang mit eigenen Erkenntnissen geprüft und beurteilt bzw. bewertet. Diese stammen z. B. aus der Katasterführung der altlastverdächtigen Flächen, aus Nutzungskontrollen im Rahmen von Flächenbegehungen oder aus einer flächendeckenden, zuständigkeitsgebietsbezogenen Überwachung bestimmter Medien, z. B. Grundwasser. Die Beurteilung/Bewertung erfolgt im Hinblick auf

- Plausibilität der Vorgehensweise und Schlussfolgerungen,
- einen ordnungsgemäßen Betrieb von Anlagen oder Bauwerken,
- mögliche Schäden oder Mängel an Anlagen oder Bauwerken, die ein Erreichen der Sanierungsziele in Frage stellen,
- eine Zu- oder Abnahme des Gefahrenpotenzials und
- mögliche neue oder künftig zu erwartende Gefahren.

Die zuständige Behörde hat dann - möglichst in Abstimmung mit dem Verpflichteten - zu entscheiden, welche geeigneten und angemessenen Maßnahmen weiterhin oder zusätzlich erforderlich und ggf. dem Verpflichteten aufzuerlegen sind.

Da Nachsorgeprogramme nicht selten mehrere Jahrzehnte lang durchgeführt werden müssen, sind in der Regel im Laufe der Zeit, u. U. abhängig von aktuellen Erfordernissen, Änderungen z. B. bezüglich des Parameterumfangs bzw. des Untersuchungsintervalls angezeigt. Diese sollten gemäß einer entsprechenden Öffnungsklausel in dem Sanierungsplan bzw. dem öffentlich-rechtlichen Vertrag realisiert werden.



Die Anpassung des Nachsorgeprogramms kann erfolgen durch:

- Mitteilung/Anordnung der zuständigen Behörde gegenüber dem Verpflichteten über eine Modifikation des bestehenden Nachsorgeprogramms unter Bezug auf die vorliegenden Ergebnisse und deren Bewertung mit einer Begründung für die Änderung und ggf. Änderung des für verbindlich erklärten Sanierungsplanes bzw. der bestätigten Sanierungsplanung
- Abstimmung des Verpflichteten mit der zuständigen Behörde bzgl. einer Änderung mit entsprechender Begründung aus besonderem Anlass oder in einem bestimmten Rhythmus (z. B. alle 2 bis 5 Jahre) und ggf. Änderung des für verbindlich erklärten Sanierungsplanes bzw. der bestätigten Sanierungsplanung

Grundsätzlich sind im Verlauf der Nachsorgephase folgende Handlungsoptionen denkbar:

- Entlassung der sanierten Altlast aus der Nachsorge
- Beibehaltung des bestehenden Nachsorgeprogramms
- Modifizierung des Nachsorgeprogramms (Ausweitung oder Reduzierung des Programms je nach Gefahrenlage, bisherigen Ergebnissen oder technischem Zustand der Anlagen bzw. Bauwerke)
- Entscheidung über die Festlegung bzw. Anordnung weiterer, ergänzender Sanierungsmaßnahmen oder sonstiger Maßnahmen

## **6 Kosten von Überwachungs- und Nachsorgemaßnahmen**

### **6.1 Kostentragung**

Bestätigt sich ein Altlastverdacht, kann nach § 15 Abs. 2 BBodSchG die zuständige Behörde von dem zur Sanierung Verpflichteten die Durchführung von Eigenkontrollmaßnahmen, insbesondere Boden- und Wasseruntersuchungen sowie die Einrichtung und den Betrieb von Messstellen, verlangen. Dies ist nach § 15 Abs. 2 Satz 4 BBodSchG auch nach einer erfolgten Sanierung möglich. Werden Sicherungsmaßnahmen durchgeführt, kann nach § 10 Abs. 1 BBodSchG durch die zuständige Behörde verlangt werden, dass der Verpflichtete für die Aufrechterhaltung der Sicherungs- und Überwachungsmaßnahmen in der Zukunft Sicherheit leistet. Dies betrifft nicht nur die Nachsorgemaßnahmen, sondern auch erforderliche Investitionen für die Wiederherstellung der Sicherungswirkung oder ggf. den Neubau von Sicherungsbauwerken, sofern dies erforderlich wird. Die Kosten für die nach § 15 Abs. 2 BBodSchG angeordneten Eigenkontrollmaßnahmen oder für die im Sanierungsplan in Anhang 3 Nr. 2 BBodSchV festgelegten Eigenkontrollmaßnahmen sind gemäß § 24 BBodSchG vom Sanierungspflichtigen zu tragen.

### **6.2 Einfluss der Nachsorgekosten auf die Sanierungsentscheidung**

Die Kosten der Nachsorge sind insbesondere auch bei der Auswahl einer Sanierungsvariante unter mehreren geeigneten Varianten von Bedeutung. Nach der BBodSchV Anhang 3 müssen in der Sanierungsuntersuchung bei der Prüfung der geeigneten Sanierungsmaßnahmen die Erfordernisse der Nachsorge und deren Kosten bei der Auswahl einer Sanierungsvariante berücksichtigt werden. Bei einer Sanierungsentscheidung sind häufig Varianten, die hohe Investitionskosten mit niedrigen langfristigen Nachsorgekosten erfordern, mit Varianten zu vergleichen, bei denen deutlich niedrigere Investitionskosten mit regelmäßig langfristig anfallenden höheren Nachsorgekosten entstehen.

Bei Ermittlung der Nachsorgekosten müssen häufig sehr lange Zeiträume betrachtet werden und Dekontaminations- und Sicherungsmaßnahmen mit unterschiedlichen Anteilen von Investitions- und Betriebskosten verglichen werden. Im Rahmen der Sanierungsuntersuchung sollten mit Hilfe der dynamischen Kostenvergleichsrechnung oder anderer geeigneter Berechnungsverfahren sämtliche Kosten - bezogen auf den zuvor verbindlich abgestimmten Betrachtungszeitraum - differenziert berechnet werden. Im Allgemeinen wird nach Investitionskosten und laufenden Kosten für Betrieb und Erhaltung unterschieden. Die jährlichen Aufwendungen können Kosten von wenigen hundert bzw. tausend EUR für die Überwachung einzelner Wirkungspfade bis zu erheblichen Kosten von einigen hunderttausend EUR für Betrieb, Erhaltung, Funktionskontrollen sowie die Überwachung der Wirkungspfade bei

größeren Sicherungsbauwerken und -anlagen ausmachen. Vor diesem Hintergrund sind daher auch die langfristigen finanzplanerischen und betriebswirtschaftlichen Aspekte der Überwachung und Nachsorge beim Entscheidungsprozess für eine Sanierungsmaßnahme zu berücksichtigen. Bei Dekontaminationsmaßnahmen sind i. d. R. nur geringe Nachsorgeaufwendungen anzusetzen. Demgegenüber bestehen jedoch i. d. R. höhere Investitionskosten und damit Kosten der Finanzierung oder der Kapitalbindung. Bei Sicherungsmaßnahmen ist demgegenüber schon bei der Sanierungsentscheidung sicherzustellen, dass die Überwachung/Nachsorge langfristig bzw. dauerhaft durchgeführt wird.

Der Aufwand für die Überwachung und Nachsorge hängt auch von der Qualität und Güte einer Sanierungsmaßnahme bzw. des gewählten Sicherungssystems ab. Bei einer Maßnahme mit weitgehenden Anforderungen oder höheren Qualitätsstandards (und höheren Investitionskosten) wird i. d. R. eine weniger aufwendige und damit kostengünstigere Überwachung / Nachsorge erforderlich werden. Bei der Sanierungsentscheidung sind daher auch diese Gesichtspunkte zu berücksichtigen.

Die in diesem Kapitel angegebenen Kosten sind typische Beispielwerte. Im jeweiligen Einzelfall können die tatsächlich anfallenden Kosten entsprechend den dort vorliegenden Randbedingungen erheblich differieren.

### **6.3 Relevante Kostengruppen**

Grundsätzlich können Kosten in folgenden Kostengruppen anfallen:

- Überwachung der Wirkungspfade
- Funktionskontrollen von Anlagen und Bauwerken
- Betriebsführung von Anlagen und Unterhaltung von Bauwerken und Anlagen
- Erhaltungsmaßnahmen
- Dokumentation

Im Rahmen der Überwachung / Nachsorge fallen regelmäßig Kosten für die Überwachung der Wirkungspfade (i. d. R. Probenahmen und Analysen bzw. andere Messungen) sowie Aufwendungen für Flächenbegehungen an.

Zu den Funktionskontrollen von Anlagen zählen Kosten für Kontrollen an Bauwerken, um deren Funktion zu überprüfen, wie z. B. Kontrollen der Rekultivierungsschicht, der Vegetation, der Drainageschicht und Dichtungsschicht, des Wasserhaushaltes, der Qualität des gefassten Wassers, der Gasbildung und der Setzungen. Bei Anlagen fallen unter diese Kostengruppe alle Probenahme- und Analytikkosten zur Überprüfung der ordnungsgemäßen Funktion im Hinblick auf das Erreichen der Sanierungsziele. Ergänzend fallen Kosten für Ingenieurleistungen zur gutachtlichen Begleitung, zur Dokumentation und Berichterstellung sowie weitere Planungen an.

Sicherungsbauwerke sind zu unterhalten. Die laufenden Unterhaltungsaufwendungen für eine bautechnisch gesicherte Altlast umfassen u. a.:

- Sicherung des Geländes und der Zuwegungen
- Pflege der Grünflächen
- Reinigung und Instandhaltung der Entwässerungsgräben
- regelmäßige Inspektion und Reinigung der Dränage- und Rohrleitungen

Bei Sicherungsbauwerken wird empfohlen, zwischen den Aufwendungen für die Langzeiterhaltung und erneuten Investitionen für Bauwerke und Anlagen zu unterscheiden.

In Tabelle 26 wird eine Zusammenstellung der bei der Überwachung/Nachsorge anfallenden Kostenhauptgruppen gegeben.

Bei den sicherungsbegleitenden Anlagen (z. B. Sickerwasserbehandlungsanlagen, hydraulische Sperren, Schutzentgasungsanlagen) fallen u. a. laufende (Betriebs-) Kosten an für:

- Betriebsführung
- Betriebs- und Verbrauchsstoffe
- Energie- und Wasser
- Probenahme und Analytik
- Entsorgung der Reststoffe
- Dokumentation etc.

Die Betriebskosten können in fixe und variable Kosten unterschieden werden. Fixe Kosten, wie z.B. Anlagenmiete, Kontrollen, Wartung nach vorgeschriebenen Zeitintervallen, sind weitgehend unabhängig vom Betriebszustand der Anlagen. Variable Kosten (z. B. für Energie- oder Aktivkohleverbrauch) hängen von der tatsächlichen Betriebsweise und der Anlagenleistung (z. B. Durchsatz, Schadstoffbelastung oder Reinigungsgrad) ab. Außerdem sind die Unterhaltungsaufwendungen für diese Anlagen (Wartung, Pflege, Reparaturen etc.) und Erhaltungsaufwendungen zu berücksichtigen.

#### **6.4 Nutzungsdauer von Anlagen und Bauwerken**

Aufgrund der begrenzten Nutzungsdauer technischer oder baulicher Anlagen (Tabelle 27) können während der Nachsorge sowohl kalkulierbare als auch unkalkulierbare Investitionskosten anfallen. Dies reicht z. B. vom Ersatz schadhafter Grundwassermessstellen oder der Ergänzung des Messstellennetzes bis hin zur Erneuerung von Anlagenkomponenten oder Bauwerksteilen. Bei einer Kostenvergleichsrechnung im Rahmen einer Sanierungsuntersuchung sind daher für den Zeitpunkt nach Ablauf der technischen Nutzungsdauer der Anlagen(-teile) bzw. Bauwerksteile Neuinvestitionen anzusetzen.

Investitionskosten für den Bau gänzlich neuer Anlagen und Bauwerke im Rahmen der Nachsorge sollten einem erneuten Arbeitsschritt Sanierung zugeordnet werden und bedürfen in der Regel jeweils neuer Untersuchungen, Planungen und Entscheidungen.

**Tabelle 26:** Kostenhauptgruppen bei der Überwachung / Nachsorge

Wirkungspfadkontrollen	Funktionskontrolle von Bauwerken und Anlagen	Betrieb / Unterhaltung	Erhaltung
<p>Flächenbegehungen und Geländeuntersuchungen</p> <p>Probenahme</p> <p>Wasser- und Luftanalytik</p> <p>FID-Messungen</p> <p>Überprüfung von Gebäuden (Risse, Setzungen, Innenraumluft etc.)</p>	<p>Kontrolle der Reinigungsleistung von Anlagen für GW-, Bodenluft- oder Deponiegasbehandlung</p> <p>Untersuchungen der Mengen und / oder Qualität von Sickerwasser oder gefasstem Oberflächenwasser</p> <p>Kontrolle von Betriebs-einrichtungen und Anlagenteilen (Gebläse, Pumpen etc.)</p> <p>Überprüfung von Rohrleitungen und Drainagen auf Funktion</p> <p>Setzungsmessungen</p> <p>Berechnungen (Stand-sicherheit, Wasserbilanz)</p> <p>Fotodokumentation</p>	<p>Pflege und Wartung von Messstellen</p> <p>Anlagenmiete</p> <p>Wartung und Reparatur von Anlagen</p> <p>Austausch von Aggregaten oder Geräten</p> <p>Probenahme und Analytik Betriebsführung</p> <p>Betriebsmittel und Verbrauchsstoffe</p> <p>Entsorgung der Reststoffe</p> <p>Sicherung der Anlagen und Bauwerke gegenüber Zutritt</p> <p>Pflege der Vegetation bei Sicherungsbauwerken</p> <p>Instandhaltung von Entwässerungsgräben</p> <p>Beseitigung von kleineren Schäden (z. B. Erosionsrinnen)</p> <p>Inspektion und Reinigung (Spülen) von Drainage- und Rohrleitungen</p> <p>Zusätzliche Personalkosten für Betriebsmittel und Dokumentation (Betriebstagebuch)</p> <p>Versicherungen</p>	<p>Ersatz von Anlagenteilen</p> <p>Teilweise Erneuerung von Bauwerken</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gutachtliche Begleitung und Berichterstellung</li> <li>• Planung</li> <li>• Evtl. Sicherheitsleistung nach § 10 BBodSchG</li> </ul>			

**Tabelle 27:** Beispiele für die durchschnittliche Nutzungsdauer für Anlagen und Bauwerke  
(nach LAWA, 2005, verändert)

<b>Bauwerke und Anlagen</b>	<b>Durchschnittliche Nutzungsdauer (Jahre)</b>
Betriebsgebäude einschließlich Werkstätten, Garagen und dgl.	33-50
Fahrbahnen, Einstellplätze, Gehwege, befestigte Flächen	(25) 33-50
Einfriedungen:	
Zäune	10-12
Mauerwerk	25-50
Gerinne aus:	
Beton/Stahlbeton	in mildem Klima in rauhem Klima
	50-75 20-30
Stahl	25-35
Holz	nicht imprägniert imprägniert
	15 30
Leitungsrohre aus:	
Stahl	50
Stahlbeton	(40)-50
Tiefbrunnen mit Pumpenhaus	20-40 (50)
Elektromotorpumpengruppen	10-15
Dieselmotorpumpengruppen	8-12
Ortsfeste (unterirdische) Rohrleitungen	(20) 30-40 (60)
Freispiegelleitungen	33
Offene unbefestigte Gräben	10-20
Rohrdränung als Flächenentwässerung	(25) 30-40
Wegbefestigung	
ohne Bindemittel	(2)-5
mit Zementbeton	25
mit bituminösen Bindemitteln im Heißeinbau	(8)-15
mit Betonsteinen	20-30
Niederschlagsmessgeräte	10-30
Pegelanlagen	15-25
Funk- und Fernsprechanlagen	10-20
Laborgeräte	(5) 10-20
Pumpen (Kreisel- und Unterwasserpumpen niedrigere, Kolbenpumpen höhere Werte)	15-20
Elektrische Anlagen, Notstromaggregate, Steuergeräte, Maschinenanlagen	15-20

## **6.5 Kostenansätze für typische Leistungen bei der Überwachung / Nachsorge**

Die in den folgenden Tabellen 28 und 29 angegebenen Kosten für Wirkungspfadkontrollen, Funktionskontrollen und den Betrieb von Anlagen verstehen sich als Anhaltswerte und können nur zur Orientierung dienen.

Für eine Kostenschätzung von Leistungen bei der Überwachung / Nachsorge insbesondere im Rahmen der Sanierungsuntersuchung und die Kostenberechnung im Rahmen des Sanierungsplanes kann u. a. auch das Leistungsbuch Altlasten und Flächenentwicklung des LUA NRW (LUA, 2005) herangezogen werden, in dem für viele Leistungen die aus der Praxis ermittelten Kosten angegeben sind. So sind im Leistungsbuch z. B. Leistungen und Kosten angegeben für:

- Maßnahmen der Grundwasser- und Bodenluftüberwachung
- Chemische Analytik auf bestimmte Parameter
- Betriebs- und Wartungskosten

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die sich im Einzelfall ergebenden Kosten aufgrund der jeweiligen Randbedingungen und der Marktsituation von den im Leistungsbuch enthaltenen Angaben abweichen können. Aufgrund von Praxiserfahrungen wird im Leistungsbuch (LUA, 2005) davon ausgegangen, dass bei der Überwachung insgesamt jährlich bis ca. 20 % der Kosten der Gefährdungsabschätzung anfallen (KOSAL, 1999).

In Tabelle 28 werden für eine Fläche von 1 ha mit mittleren Anforderungen beispielhaft mögliche Wirkungspfadkontrollen mit Kostenansätzen zur Orientierung aufgeführt.

**Tabelle 28:** Beispiele für Wirkungspfadkontrollen mit Kostenansätzen zur Orientierung (bei ca. 1 ha Flächengröße und mittleren Anforderungen aus den Standortrandbedingungen)

Überwachung	Art der Wirkungspfadkontrolle	Randbedingungen	Untersuchungsgegenstand	Kosten in EUR (Orientierungswert)
Flächenbegehung	Ortsbegehung und visuelle Überprüfung der Geländeoberfläche	1 Begehung, gute Zugänglichkeit	Ortsbegehung und visuelle Überprüfung, Stellungnahme	ca. 380 - 630 pro Begehung
Wirkungspfadkontrolle Luft	Bodenluftmessung	1 Bodenluftmessstelle	Überprüfung der Funktion, Probenahme, Analytik, gutachtliche Leistungen	ca. 250 - 320 pro Messzyklus
	Raumluftmessung	1 Gebäudemessung	Visuelle Kontrolle des Bauwerkes, organoleptische Ansprache, Raumluft-Probenahme, Messung auf deponietypische Gase, GC-Analytik auf BTEX, LHKW, gutachtliche Leistungen	ca. 230 - 330 pro Messzyklus
	Kartierung von Gasaustritten	1 Begehung, normal begehbares Gelände, Untersuchungs-raster 10 m	Ortsbegehung, FID-Messung der Oberfläche, Stellungnahme	ca. 630 - 1000 pro Messzyklus
Wirkungspfadkontrolle Wasser	Grundwasser	1 Grundwassermessstelle	Visuelle Kontrolle der Zugänglichkeit und Funktion der Messstelle, Probenahme, Analytik, gutachtliche Leistungen	ca. 130 - 510 pro Messzyklus (in Abhängigkeit des Parameterumfanges)
	Oberflächenwasser	1 Wasseranalyse, gute Zugänglichkeit	visuelle Kontrolle von Auffälligkeiten, Probenahme, Analytik, Stellungnahme	ca. 280 - 435 pro Messzyklus (je nach Parameterumfang)
	Sickerwasser	1 Sickerwasseranalyse, gute Zugänglichkeit	visuelle Kontrolle von Auffälligkeiten, Probenahme, Analytik, Stellungnahme	ca. 180 - 440 pro Messzyklus



In Tabelle 29 werden für eine Fläche von 1 ha mit mittleren Anforderungen beispielhaft mögliche Kosten für Betriebs- und Funktionskontrollen aufgeführt.

**Tabelle 29:** Beispiele für Betriebs- und Funktionskontrollen mit Kostenansätzen zur Orientierung (Projekt mittlerer Größe mit ca. 1 ha Fläche und mittleren Anforderungen aus den Standortrandbedingungen)

Nachsorge	Art der Funktionskontrolle und des Betriebs	Randbedingungen	Untersuchungsgegenstand	Kosten in EUR (Orientierungswert)
Grundwasserfassungs- und -behandlungsanlage	Betrieb der Anlage Funktionskontrollen von Fördereinrichtung, Wartung Visuelle und analytische Kontrolle	2 zentrale Erfassungsbrunnen (1 m³/h Leistung, Aktivkohlead-sorption)	Visuelle Kontrolle von Rohrleitungen, Pumpen etc., Reichweitenbestimmung, Entwicklung der Stoffkonzentration	Betrieb: 28.000 bis 36.000 EUR/ Betriebsjahr Funktionskontrolle: 1.200 – 2.200 EUR/Jahr Gutachtliche Leistungen: 3.800 – 5.100 EUR/Jahr
Bodenluftfassungs- und -behandlungsanlage	Betrieb der Anlage Funktionskontrollen von Aggregaten, Wartung Visuelle und analytische Kontrolle	5 Bodenluftmessstellen (250 m³/h Leistung, Aktivkohlead-sorption, Gasgemisch nicht explosionsfähig)	Visuelle Kontrollen von Rohrleitungen, Pumpen, Gebläse etc., Volumenstrommessung, Reichweitenbestimmung	Betrieb: 13.000 – 23.000 EUR / Betriebsjahr Funktionskontrolle: 1.200 – 2.200 EUR /Jahr Gutachtliche Leistungen: 3.900 – 5.100 EUR/Jahr

## Literatur

- ABFABLV (2001): Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen und über biologische Abfallbehandlungsanlagen (Abfallablagerungsverordnung – AbfAbIV) vom 20.02.2001, BGBl. I S. 305, zuletzt geändert am 24.07.2005, BGBl. I S. 2820
- ABWV (2004): Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserverordnung – AbwV) vom 17.06.2004, BGBl. I S. 1109, ber. S. 2625
- ALTLASTENERLASS (2005): „Berücksichtigung von Flächen mit Bodenbelastungen, insbesondere Altlasten, bei der Bauleitplanung und im Baugenehmigungsverfahren (Altlastenerlass)“. Gemeinsamer Runderlass des Ministeriums für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport und des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW vom 14.03.2005.
- ARTIKELGESETZ (2001): Gesetz zur Umsetzung der UVP-Änderungsrichtlinie, der IVU-Richtlinie und weiterer EG Richtlinien zum Umweltschutz – Artikelgesetz vom 27.07.2001, BGBl. Nr. 40 vom 2. August 2001, S. 1950
- BAM (1999): Richtlinie für die Zulassung von Kunststoffdichtungsbahnen für die Abdichtung von Deponien und Altlasten. Hrsg.: Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung, 2. Auflage, September 1999
- BAUGB (1960): Baugesetzbuch vom 23.06.1960, BGBl. I 1960 S. 341, in der Fassung vom 27.08.1997 I S. 2141, zuletzt geändert am 23.07.2002, BGBl. I S. 2850
- BAUO NW (2000): Landesbauordnung (BauO NW) vom 01.03.2000 (GV. NW. S. 255), zuletzt geändert durch Gesetz 05.04.2005 (GV. NW. S. 332)
- BBODSCHG (1998): Gesetz zum Schutz des Bodens (Bundes-Bodenschutzgesetz - BBodSchG) vom 17. März 1998, Bundesgesetzblatt 1998 Teil I S. 502
- BBODSCHV (1999): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999, Bundesgesetzblatt Jahrgang 1999 Teil I Nr. 36, Bonn, 16. Juli 1999
- BELLMANN, C., WESSELING, J.G., FEDDES, R.A. (1983): Simulation Model of the Water Balance of a Cropped Soil. SWATRE, Journal of Hydrology, 63
- BERGER, K. (1998): Forschungsvorhaben Validierung und Anpassung des Simulationsmodells HELP zur Berechnung des Wasserhaushalts von Deponien für deutsche Verhältnisse - Schlussbericht. Hrsg.: Umweltbundesamt, FG III 3.6 im Auftrag des BMBF. 564 S.
- BLMSCHG (2002): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) vom 26.09.2002, BGBl. I Nr. 71 S. 3830, zuletzt geändert am 25.06.2005, BGBl. I Nr. 39 S. 1865
- BLMSCHV (1997): Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen, 4. BImSchV) vom 14.03.1997, BGBl. I S. 504, zuletzt geändert am 20.06.2005, BGBl. I S. 1687
- BRONSTERT, A. (1994): Modellierung der Abflussbildung und der Bodenwasserdynamik von Hängen. Dissertation, Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen, Universität Karlsruhe. Schriftreihe des Instituts für Hydrologie und Wasserwirtschaft, Heft 46, Universität Karlsruhe

- DEPSÜVO (1998): Ordnungsbehördliche Verordnung über die Selbstüberwachung von oberirdischen Deponien (Deponieselbstüberwachungsverordnung – DepSüVO) vom 02.04.1998, GV NW, Nr. 22 vom 29. Mai 1998, Glied.-Nr. 74, zuletzt geändert am 05.04.2005, GW NW S. 332
- DEPV (2002): Verordnung über Deponien und Langzeitlager und zur Änderung der Abfallablagerversordnung (Deponieverordnung - DepV) vom 24.07.2002, BGBl. I S. 2807, zuletzt geändert am 12.08. 2004, BGBl. I S. 2190
- DIN EN ISO 8402 (1995-08): Qualitätsmanagement – Begriffe. Mit Beiblatt 1: Anmerkungen zu Begriffen. Beuth Verlag, Berlin
- DIN EN ISO 9000, 9001, 9004 (2000-12): Normen zum Qualitätsmanagement und zur Qualitätssicherung/QM-Darlegung. Beuth Verlag, Berlin
- DIN EN ISO/IEC 17025 (2000-04): Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien. Beuth Verlag, Berlin
- DGQ (1995): Begriffe zum Qualitätsmanagement, Deutsche Gesellschaft für Qualität e.V., DGQ-Schrift 11-04, Frankfurt
- DÖRHÖFER, G. (1994): Hydrogeologische Standorttypen für Altlasten und Deponien - Erfahrungen und Fortschreibung, altlasten spectrum 3/94, S. 144 – 155
- DVWK (1984): Arbeitsanleitung zur Anwendung von Niederschlags-Abfluss-Modellen in kleinen Einzugsgebieten, Teil II,,: Synthese. - Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (DVWK) Bonn
- DVWK (1996): DVWK-Merkblatt 238, 1996: Ermittlung der Verdunstung von Land- und Wasserflächen. Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (DEWK) Bonn
- GDA (2000): Geotechnik der Deponien und Altlasten. Hrsg Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e. V. Berlin 2000
- HOAI: Verordnung über die Honorare für Leistungen der Architekten und der Ingenieure (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure) vom 17.09.1976 (BGBl. I S. 2805, 3616) in der Fassung der Fünften Verordnung zur Änderung der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure vom 21. September 1995 (BGBl. I S. 1174; 1996 S. 51), eingearbeitet sind die Änderungen zur Umstellung der HOAI auf EURO in der im Bundesgesetzblatt 2001 vom 14. November 2001 (Teil I Nr. 58) veröffentlichten Fassung
- HOLZWARTH, F, RADTKE, H. UND HILGER, B.: Bundes-Bodenschutzgesetz Handkommentar. - E.Schmidt Verlag, 1998
- ITVA (2003): Nachsorge und Überwachung von sanierten Altlasten. Hrsg.: Ingenieurtechnischer Verband Altlasten e. V., Handlungsempfehlung H 1-1, Dezember 2003
- KA 5 (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Auflage, AG Bodenkunde 2005
- KOSAL (1999): Programm zur Kostenschätzung bei der Sanierung von Altlasten (KOSAL). Auftraggeber: Umweltbundesamt, OFD Hannover. Überarbeitete Fassung 1999.
- KRW-/ ABFG (1994): Gesetz zur Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz – KrW-/ AbfG) vom 27.09.1994, BGBl. I S. 2705, zuletzt geändert am 07.09.2005, BGBl. I, S. 2655
- LABO (2002): Vollzugshilfe zu den Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden (§ 12 BBodSchV). Stand 11.09.2002. LABO in Zusammenarbeit mit LABO, LAGA und LAWA.
- LAGA (1991): Informationsschrift Altablagerungen und Altlasten, Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA)

- LAWA (2004): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellen für das Grundwasser; Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, 2004
- LAWA (2005): KVR-Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen, 7. überarbeitete Auflage, Berlin 2005
- LBODSCHG NW (2000): Landesbodenschutzgesetz für das Land Nordrhein-Westfalen - LBodSchG NW vom 09. Mai 2000, zuletzt geändert am 30.04.2005.
- LFU (1997): Leitfaden fachtechnische Kontrolle von altlastverdächtigen Flächen, Altlasten und Schadensfällen. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Handbuch Altlasten und Grundwasserschadensfälle, Band 25, Karlsruhe
- LUA (1997): Auswertung der Erfahrungen aus durchgeführten Sicherungsmaßnahmen bei Altlasten; Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz, Band 3; Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, 1997
- LUA (2002): Vollzugshilfe zur Gefährdungsabschätzung Boden-Grundwasser; Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz, Band 17; Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, 2002
- LUA (2005): Leistungsbuch Altlasten & Flächenentwicklung; Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz, Band 20; Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, 2005
- LWA 1989: Leitfaden zur Grundwasseruntersuchung bei Altablagerungen und Altstandorten; Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen, LWA-Materialien 7/89
- LWG NW (1995): Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen (Landeswassergesetz - LWG) - vom 25.06.1995 (GV. NW. S.926), zuletzt geändert am 11.05.2005 (GV. NW S.463)
- SCHROEDER, P.R., DOZIER, T.S., ZAPPI, P.A. (1994): The Hydrologic Evaluation of Landfill Performance (HELP) Model, User Guide for Version 3 EPA/600-R-94/168a., Cincinnati, Ohio.
- TA SIEDLUNGSABFALL (1993): Dritte allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Siedlungsabfall) Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen vom 14. Mai 1993 (BAnz. Nr. 99a vom 29. Mai 1993)
- TBG (2000): Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, Tiefbau-Berufsgenossenschaft, BGR 128 „Kontaminierte Bereiche“, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften
- TRGS 524 (1998): Sanierung und Arbeiten in kontaminierten Bereichen, Ausgabe März 1998, veröffentlicht im Bundesarbeitsblatt BARbI.
- UBA (1996a): Anforderungen an die Überwachung von Altlastverdachtsflächen und gesicherten Altlasten - Dokumentation eines Fachgesprächs im UBA am 12./13. Oktober 1995 - Materialiensammlung –
- UBA (1996b): Analyse durchgeführter Altlastensanierungen im Hinblick auf Sanierungserfolge (Monitoring sanierter Altlasten). UBA-Texte 67/96, Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin
- UBA (1999): "Erarbeitung von Programmen zur Überwachung von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten", Umweltbundesamt, Forschungsbericht FKZ: 296 77 816, UBA Texte 96/99

- UBA (2000): Bilaterale Zusammenarbeit BMBF - US EPA, Phase II, Leitfaden für die Tests von Dekontaminationstechniken (DETAD) und Konzept für einen deutschen Monitoringstandard (DEMAS) , CD-ROM, FKZ: 1471101, Hrsg.: Umweltbundesamt, 2000
- UMWELTRAT (1995): Sachverständigenrat für Umweltfragen, Sondergutachten Altlasten II, S. 120
- VAWS (2004): Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe (VAwS) vom 20.03.2004, GV. NRW. 2004 S. 274 / SGV. NRW. 77
- VIELHABER, B. (1995): Temperaturabhängiger Wassertransport in Deponieoberflächenabdichtungen. – Hamburger Bodenkundliche Arbeiten, Band 29. 200 S.
- VOB (2002): Verdingungsordnung für Bauleistungen (VOB), Teil B, Verdingungsordnung für Leistungen (VOL), Teil B
- ZUSTVOTU (2000): Verordnung zur Regelung von Zuständigkeiten auf dem Gebiet des technischen Umweltschutzes (ZustVotU) vom 14.06.1994 (GV. NRW S. 360), zuletzt geändert am 21.03.2000 (GV. NRW S. 364)

## **Anlage 1 Formblätter**

# Formblätter zur Dokumentation der Überwachung / Nachsorge

Nachfolgend sind verschiedene Formblätter für wesentliche Überwachungs- und Nachsorgemaßnahmen dargestellt. Diese Formblätter stellen eine Empfehlung dar und sind im Hinblick auf die Bedürfnisse des Einzelfalls zu modifizieren.



# Behördliche Anforderungen an die Überwachung und Nachsorge

F1A

Fortschreibung: \_\_\_\_

## Allgemeine Angaben

Standort \_\_\_\_\_

Landes-Registrier-Nr. \_\_\_\_\_

Projekt \_\_\_\_\_

Aktenzeichen d. \_\_\_\_\_

Zuständige  
Behörde \_\_\_\_\_

zust. Behörde \_\_\_\_\_

## Grundlagen der Überwachung/Nachsorge

Ziel und Aufgabe der Überwachung / Nachsorge \_\_\_\_\_  
(global, auf den Standort bezogen) \_\_\_\_\_

- Grundlage
- freiwilliges Überwachungsprogramm
  - Anordnung
  - öffentlich-rechtlicher Vertrag
  - Sanierungsplan

Aktenzeichen \_\_\_\_\_ Datum \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ gültig bis \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Änderung vom \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

- Räumliche Zuordnung**
- Übersichtsplan
  - Lageplan mit Messstellen / Anlagen / Bauwerken

- Technische Anforderung**
- techn. Darstellungen
  - Qualitätsanforderungen



# Behördliche Anforderungen an die Überwachung und Nachsorge

F1A

Fortschreibung: \_\_\_

## Angaben zum Gesamtbericht

Inhalt der Überwachung/Nachsorge

- Flächenbegehung (F 2)
- Überwachung des Wirkungspfad Luft (F 3)
- Überwachung des Wirkungspfad Wasser (F 4)
- Sonstige behördliche Kontrollen (F 5)
- Wasserbilanz (F 6)
- Setzungskontrolle (F 7)
- Funktionskontrolle einer Anlage zur Grundwasserfassung und -behandlung (F 8)
- Funktionskontrolle einer Anlage zur Bodenluftfassung und -behandlung (F 9)
- Kontrolle eines Dichtungssystems (siehe Bericht)
- Funktionskontrollen von speziellen Anlagen (siehe Bericht)
- Betrieb und Unterhaltung von Anlagen und Bauwerken (siehe Bericht)
- Erhaltung von Anlagen und Bauwerken (siehe Bericht)

Zyklus der Berichterstellung zum Standort

- jährlich
- halbjährlich
- vierteljährlich
- \_\_\_\_\_ (sonstiges)

Datum der Vorlage

- \_\_\_\_\_
- Jahresende

Datum, Unterschrift

\_\_\_\_\_

# Deckblatt Flächenbegehung

F2A

Fortschreibung: \_\_\_\_

(von der zuständigen Behörde auszufüllen)

## Allgemeine Angaben

Standort \_\_\_\_\_

Landes-Registrier-Nr. \_\_\_\_\_

Projekt \_\_\_\_\_

Aktenzeichen d. \_\_\_\_\_

Zuständige  
Behörde \_\_\_\_\_

zust. Behörde \_\_\_\_\_

## Ziel und Aufgabe der Flächenbegehung

Ziel und Aufgabe \_\_\_\_\_

Angaben zur  
Flächenbegehung

- lt. F1A
- Änderung
- \_\_\_\_\_

Zyklus

- jährlich
- halbjährlich
- vierteljährlich
- \_\_\_\_\_

## Zu überprüfende Sachverhalte - Oberfläche

- Erosionsschäden
- Muldenbildung
- Freilegen der Oberfläche
- Verformung der Oberfläche
- Abgleiten von Böschungen
- Nutzung der Oberfläche und der Umgebung
- Grabetätigkeit von Tieren
- Wasseraustritte
- Brandstellen
- Bodenverfärbung
- \_\_\_\_\_

# Deckblatt Flächenbegehung

F2A

Fortschreibung: \_\_\_\_

(von der zuständigen Behörde auszufüllen)

## Zu überprüfende Sachverhalte - Vegetation

- Wuchsschäden
- Pflanzenarten
- \_\_\_\_\_

## Zu überprüfende Sachverhalte - Infrastruktureinrichtungen

- Zugänglichkeit/Zuwegung
- Setzungs- u. Verformungsschäden an Gebäude u. Anlagen
- Abscheren von Ver- und Entsorgungsleitungen
- Vandalismus / Zerstörung von baulichen Anlagen
- \_\_\_\_\_

## Beizufügende Unterlagen

- Beizufügende Unterlagen
- Übersichtslageplan
  - Lageplan mit Messstellen
  - Ergebnisse einer technischen Untersuchung
  - Geländeprotokolle
  - Handskizzen
  - Fotos
  - \_\_\_\_\_

# Durchführung Flächenbegehung

F2B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten bzw. der zuständigen Behörde auszufüllen)

## Allgemeine Angaben

Standort \_\_\_\_\_

Landes-Registrier-Nr. \_\_\_\_\_

Projekt \_\_\_\_\_

Aktenzeichen d. \_\_\_\_\_

Zuständige  
Behörde \_\_\_\_\_

zust. Behörde \_\_\_\_\_

## Angaben zum Bericht (Flächenbegehung)

Berichts-  
bezeichnung \_\_\_\_\_

Nr. \_\_\_\_\_

Autor \_\_\_\_\_

Datum \_\_\_\_\_

Ablage-Nr. \_\_\_\_\_

## Beigefügte Unterlagen

Beigefügte Unterlagen

Übersichtslageplan

Lageplan mit Messstellen

Ergebnisse einer technischen Untersuchung

Geländeprotokolle

Handskizzen

Fotos

\_\_\_\_\_

## Vor-Ort-Situation/Wetterlage

Temperatur \_\_\_\_\_ °C

Bewölkung

gering

mittel

mäßig

Nebel

Windrichtung

aus Norden

aus Nordwesten

aus Südosten

aus Osten

aus Nordosten

aus Süden

aus Südwesten

aus Westen

Windgeschwindigkeit

schwach

mäßig

stark

Schneedecke vorhanden? \_\_\_\_\_

Niederschlag

\_\_\_\_\_

# Durchführung Flächenbegehung

F2B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten bzw. der zuständigen Behörde auszufüllen)

## Oberfläche

Kontrollelement Oberfläche  geprüft  nicht geprüft

Oberflächengestaltung \_\_\_\_\_

Nutzung der Oberfläche am Standort \_\_\_\_\_

Nutzung der Umgebung \_\_\_\_\_

Versiegelungsgrad \_\_\_\_\_

Überwachungszyklus/-häufigkeit \_\_\_\_\_

Überprüfter Sachverhalt    Prüfung

Feststellung

Erosionsschäden	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Muldenbildung	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Freilegen der Oberfläche	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Verformung der Oberfläche	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Abgleiten von Böschungen	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Nutzung der Oberfläche und der Umgebung	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Grabetätigkeit von Tieren	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Wasseraustritte	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Brandstellen	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Bodenverfärbung	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
_____	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten

## Vegetation

Art der Begrünung: \_\_\_\_\_ Pflege durchgeführt? \_\_\_\_\_

Kontrollelement Vegetation  geprüft  nicht geprüft

Art der Begrünung \_\_\_\_\_

Gehölzarten \_\_\_\_\_

# Durchführung Flächenbegehung

F2B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten bzw. der zuständigen Behörde auszufüllen)

<u>Überprüfter Sachverhalt</u>	<u>Prüfung</u>	<u>Feststellung</u>	
Wuchsschäden	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Pflanzenarten	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
_____	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten

## Infrastruktureinrichtungen

Kontrollelement Infrastruktureinrichtungen  geprüft  nicht geprüft

Einzäunung \_\_\_\_\_  
 Beschilderung \_\_\_\_\_  
 Bauliche Anlagen \_\_\_\_\_

<u>Überprüfter Sachverhalt</u>	<u>Prüfung</u>	<u>Feststellung</u>	
Zugänglichkeit/ Zuwegung	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Setzungs- u. Verformungsschäden an Gebäude u. Anlagen	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Abscheren von Ver- und Entsorgungs- leitungen	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Vandalismus/Zerstörung von baulichen Anlagen	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
_____	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten

# Durchführung Flächenbegehung

F2B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten bzw. der zuständigen Behörde auszufüllen)

## Fazit: Gutachtliche Bewertung, Maßnahmen, Termine

Prüfungsergebnis

(Soll-Ist-Vergleich mit der Zielvorgabe)

- keine Auffälligkeiten
- geringe Auffälligkeiten
- Auffälligkeiten

Art bewertungsrelevanter Auffälligkeiten

Zielvorgaben

- \_\_\_\_\_
- erfüllt
  - z. T. nicht erfüllt
  - nicht erfüllt

Begründung

\_\_\_\_\_

Status der Überprüfung

- abgeschlossen
- in Bearbeitung

Nächster planmäßiger Prüfungstermin

\_\_.:\_\_.:

Bemerkung

\_\_\_\_\_

Trend

- positiv
- stabil/gleichbleibend
- negativ

Datum, Unterschrift

\_\_\_\_\_

# Behördliche Bewertung Flächenbegehung

F2C

Fortschreibung: \_\_\_\_

## Allgemeine Angaben

Standort \_\_\_\_\_

Landes-Registrier-Nr. \_\_\_\_\_

Projekt \_\_\_\_\_

Aktenzeichen d.  
zust. Behörde \_\_\_\_\_

Zuständige  
Behörde \_\_\_\_\_

## Bewertung

Berichts-  
Bezeichnung \_\_\_\_\_

Nr. \_\_\_\_\_

Autor \_\_\_\_\_

Datum \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_

Ablage-Nr. \_\_\_\_\_

Bewertungsgegenstand \_\_\_\_\_

Bewertungsergebnis

(Soll-Ist Vergleich mit der Zielvorgabe)

- keine Auffälligkeiten
- geringe Auffälligkeiten
- Auffälligkeiten

Art bewertungsrelevanter Auffälligkeiten \_\_\_\_\_

Handlungsbedarf

- nein
- ja/bezogen auf das Untersuchungsprogramm
- ja/bezogen auf Sanierungsmaßnahmen
- ja/bezogen auf andere Maßnahmen



# Behördliche Bewertung Flächenbegehung

F2C

Fortschreibung: \_\_\_\_

## Behördliche Festlegung

Entscheidung der zuständigen Behörde

Überwachung/Nachsorge ist

- beizubehalten
- zu intensivieren
- einzuschränken
- einzustellen

Einschränkung/Intensivierung des  
Überwachungsprogramms

- siehe Erläuterungsbericht
- siehe Anlage
- siehe Vermerk

Art der durchzuführenden Maßnahmen:

---

---

Fristen

---

Priorität

- hoch     normal     gering

Änderung der Anordnung an Pflichten bzw.  
der Vereinbarung

- siehe Formblatt F1A: \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

Eigene behördliche Maßnahmen

---

---

Datum, Unterschrift

---

# Deckblatt Überwachung des Wirkungspfades Luft

F3A

Fortschreibung: \_\_\_\_

(von der zuständigen Behörde auszufüllen)

## Allgemeine Angaben

Standort \_\_\_\_\_

Landes-Registrier-Nr. \_\_\_\_\_

Projekt \_\_\_\_\_

Aktenzeichen d. \_\_\_\_\_

Zuständige \_\_\_\_\_

zust. Behörde \_\_\_\_\_

Behörde \_\_\_\_\_

## Ziel und Aufgabe der Überwachung des Wirkungspfades Bodenluft

Ziel und Aufgabe \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Angaben zur  
Wirkungspfad-  
kontrolle

- lt. F1A
- Änderung
- \_\_\_\_\_

Zyklus

- jährlich
- halbjährlich
- vierteljährlich
- monatlich
- \_\_\_\_\_

## Zu überprüfende Sachverhalte - Oberfläche

- Art der Begrünung und Gehölze
- visuelle Prüfung von Bewuchsschäden
- FID-Messung
- \_\_\_\_\_

# Deckblatt Überwachung des Wirkungspfades Luft

F3A

Fortschreibung: \_\_\_\_

(von der zuständigen Behörde auszufüllen)

## Zu überprüfende Sachverhalte - Bodenluft/Deponiegasmessstelle

- Funktionsfähigkeit
- Bodenluftmessung
- \_\_\_\_\_

## Zu überprüfende Sachverhalte - Drainage

- Beschädigung der Probenahmestellen
- Verstopfung / Verschlammung
- Emissionen / Immissionen
- \_\_\_\_\_

## Zu überprüfende Sachverhalte - Gebäude/Bauwerke

- Gebäudezustand
- Raumlufthmessung
- Organoleptische Ansprache (Geruch)
- Warn- und Messeinrichtungen
- \_\_\_\_\_

## Überwachungsprogramm

relevante Parameter

Zielwert

---

---

---

---

---

---

---

---

## Sonstige Angaben zur Art der Untersuchung

- Analysenverfahren
- Probenahme
- \_\_\_\_\_

# Deckblatt Überwachung des Wirkungspfades Luft

F3A

Fortschreibung: \_\_\_\_

(von der zuständigen Behörde auszufüllen)

## Beizufügende Unterlagen

- |                         |                          |  |
|-------------------------|--------------------------|--|
| Beizufügende Unterlagen | <input type="checkbox"/> | Übersichtslageplan                         |
|                         | <input type="checkbox"/> | Lageplan mit Messstellen                   |
|                         | <input type="checkbox"/> | Probenahmeprotokoll                        |
|                         | <input type="checkbox"/> | Ergebnisse des vor-Ort-Messprogramms       |
|                         | <input type="checkbox"/> | chemische Untersuchungsergebnisse          |
|                         | <input type="checkbox"/> | Ergebnisse der technischen Untersuchung    |
|                         | <input type="checkbox"/> | Geländeprotokolle                          |
|                         | <input type="checkbox"/> | Handskizzen                                |
|                         | <input type="checkbox"/> | Dokumentation der Ergebnisse in Zeitreihen |
|                         | <input type="checkbox"/> | _____                                      |



# Durchführung Überwachung des Wirkungspfades Luft

F3B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten auszufüllen)

## Allgemeine Angaben

Standort \_\_\_\_\_

Landes-Registrier-Nr. \_\_\_\_\_

Projekt \_\_\_\_\_

Aktenzeichen d. \_\_\_\_\_

Zuständige \_\_\_\_\_

zust. Behörde \_\_\_\_\_

Behörde \_\_\_\_\_

## Angaben zum Bericht (Überwachung des Wirkungspfades Luft)

Berichts-  
bezeichnung \_\_\_\_\_

Nr. \_\_\_\_.

Autor \_\_\_\_\_

Datum \_\_\_\_\_

Ablage-Nr. \_\_\_\_\_

## Beigefügte Unterlagen

- Beigefügte Unterlagen
- Übersichtslageplan
  - Lageplan mit Messstellen
  - Probenahmeprotokoll
  - Ergebnisse des vor-Ort-Messprogramms
  - chemische Untersuchungsergebnisse
  - Ergebnisse der technischen Untersuchung
  - Geländeprotokolle
  - Handskizzen
  - Dokumentation der Ergebnisse in Zeitreihen
  - \_\_\_\_\_

# Durchführung Überwachung des Wirkungspfades Luft

F3B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten auszufüllen)

## Vor-Ort-Situation/Wetterlage

Temperatur \_\_\_\_\_ ° C

Bewölkung  gering  mittel  mäßig  Nebel

Windrichtung

aus Norden  aus Nordwesten  aus Südosten  aus Osten  
 aus Nordosten  aus Süden  aus Südwesten  aus Westen

Windgeschwindigkeit  schwach  mäßig  stark

Schneedecke vorhanden? \_\_\_\_\_

Niederschlag \_\_\_\_\_

## Oberfläche

Kontrollelement Oberfläche  geprüft  nicht geprüft

Art der Begrünung \_\_\_\_\_

Gehölzarten \_\_\_\_\_

Überprüfter Sachverhalt    Prüfung                      Feststellung

Bewuchsschäden			
visuelle Prüfung	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
FID-Messung	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
_____	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten

## Bodenluft/Deponiegasmessstelle

Kontrollelement Bodenluftmessstelle  geprüft  nicht geprüft

Anzahl der Bodenluftmessstellen \_\_\_\_\_

# Durchführung Überwachung des Wirkungspfades Luft

F3B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten auszufüllen)

Lage der Messstellen \_\_\_\_\_

Bezeichnung der Messstellen \_\_\_\_\_

relevante Parameter	Analysenverfahren	Zielwert
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Bezeichnung der beprobten Messstellen \_\_\_\_\_

Überprüfter Sachverhalt      Prüfung      Feststellung

Funktionsfähigkeit       geprüft       Auffälligkeiten (siehe Bericht)       keine Auffälligkeiten

Bodenluftmessung       geprüft       Auffälligkeiten (siehe Bericht)       keine Auffälligkeiten

\_\_\_\_\_       geprüft       Auffälligkeiten (siehe Bericht)       keine Auffälligkeiten

## Drainage

Kontrollelement Drainage       geprüft       nicht geprüft

Lage der Kontrollpunkte \_\_\_\_\_

Anzahl der Kontrollpunkte \_\_\_\_\_

Bezeichnung der Kontrollpunkte \_\_\_\_\_

Bodenluft-/ Gasfassungssystem \_\_\_\_\_

Bodenluft-/ Gasbehandlungsanlage \_\_\_\_\_



# Durchführung Überwachung des Wirkungspfades Luft

F3B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten auszufüllen)

Bezeichnung der Kontrollpunkte \_\_\_\_\_

Überprüfter Sachverhalt    Prüfung                      Feststellung

Beschädigung der Probenahmestelle	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Verstopfung/ Verschlammung	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
_____	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten

## Gebäude/Bauwerke

Kontrollelement Gelände/Bauwerke                       geprüft                       nicht geprüft

Art und Bezeichnung der überwachten Gebäude/Bauwerke: \_\_\_\_\_

Lage der Gebäude / Bauwerke: \_\_\_\_\_

Gaswarn- und Messeinrichtungen                       geprüft                       nicht geprüft

Art der Einrichtungen: \_\_\_\_\_

relevante Parameter	Zielwert
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Datum der Bodenluftüberwachung    \_\_\_\_\_.\_\_\_\_.\_\_\_\_ Datum der letzten Überwachung    \_\_\_\_\_.\_\_\_\_.\_\_\_\_

# Durchführung Überwachung des Wirkungspfades Luft

F3B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten auszufüllen)

<u>Überprüfter Sachverhalt</u>	<u>Prüfung</u>	<u>Feststellung</u>
Gebäudezustand	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Raumluftmessung	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Organoleptische Ansprache	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Funktion Gaswarn- und Messeinrichtungen	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten

## Fazit: Gutachtliche Bewertung, Maßnahmen, Termine

Prüfungsergebnis

(Soll-Ist-Vergleich mit der Zielvorgabe)

- keine Auffälligkeiten  
 Auffälligkeiten

Art bewertungsrelevanter Auffälligkeiten

Zielvorgaben

- \_\_\_\_\_  
 erfüllt  
 z. T. nicht erfüllt  
 nicht erfüllt

Begründung

\_\_\_\_\_

Status der Überprüfung

- abgeschlossen  in Bearbeitung

Nächster planmäßiger Prüfungstermin

\_\_\_\_.\_\_\_\_.\_\_\_\_

Bewertung/Empfehlung

\_\_\_\_\_

Trend

- positiv  
 stabil/gleichbleibend  
 abnehmend  
 negativ

Datum, Unterschrift

\_\_\_\_\_



# Behördliche Bewertung Überwachung des Wirkungspfades Luft

F3C

Fortschreibung: \_\_\_\_

## Allgemeine Angaben

Standort \_\_\_\_\_

Projekt \_\_\_\_\_

Zuständige  
Behörde \_\_\_\_\_

Landes-Registrier-Nr. \_\_\_\_\_

Aktenzeichen d.  
zust. Behörde \_\_\_\_\_

## Bewertung

Bericht \_\_\_\_\_

Autor \_\_\_\_\_

Ablage-Nr. \_\_\_\_\_

Nr. \_\_\_\_\_

Datum \_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_

Bewertungsgegenstand \_\_\_\_\_

Bewertungsergebnis

(Soll-Ist Vergleich mit der Zielvorgabe)

keine Auffälligkeiten

Auffälligkeiten

Art bewertungsrelevanter Auffälligkeiten

\_\_\_\_\_

Handlungsbedarf

nein

ja/bezogen auf das Untersuchungsprogramm

ja/bezogen auf Sanierungsmaßnahmen

ja/bezogen auf andere Maßnahmen

# Behördliche Bewertung Überwachung des Wirkungspfades Luft

F3C

Fortschreibung: \_\_\_\_

## Stellungnahme/weiteres Untersuchungsprogramm

Entscheidung der zuständigen Behörde

Überwachung/Nachsorge ist

- beizubehalten
- zu intensivieren
- einzuschränken
- einzustellen

Einschränkung/Intensivierung des  
Überwachungsprogramms

- siehe Erläuterungsbericht
- siehe Anlage
- siehe Vermerk

Art der durchzuführenden Maßnahme

---

---

Fristen

---

Priorität

hoch

normal

gering

Änderung der Anordnung an Pflichten bzw.  
der Vereinbarung

siehe Formblatt F1A: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Eigene behördliche Maßnahmen

---

---

Datum, Unterschrift

---

# Deckblatt Überwachung des Wirkungspfades Wasser

F4A

Fortschreibung: \_\_\_\_

(von der zuständigen Behörde auszufüllen)

## Allgemeine Angaben

Standort \_\_\_\_\_

Landes-Registrier-Nr. \_\_\_\_\_

Projekt \_\_\_\_\_

Aktenzeichen d. \_\_\_\_\_

Zuständige  
Behörde \_\_\_\_\_

zust. Behörde \_\_\_\_\_

## Ziel und Aufgabe der Überwachung der Wirkungspfade

Ziel und Aufgabe \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Angaben zur  
Überwachung der Wirkungspfade

- lt. F1A  
 Änderung  
 \_\_\_\_\_

Zyklus

- jährlich  
 halbjährlich  
 vierteljährlich  
 monatlich  
 \_\_\_\_\_

# Deckblatt Überwachung des Wirkungspfades Wasser

F4A

Fortschreibung: \_\_\_\_

(von der zuständigen Behörde auszufüllen)

## zu überprüfende Sachverhalte - Grundwasser

- Zugänglichkeit von Messstellen
- Funktionsfähigkeit von Messstellen
- Grundwasserstand
- Fließrichtung
- Fließrichtungsvarianz
- Grundwasserstands-Schwankungen
- Abstandsgeschwindigkeit
- Grundwasser-Gleichenplan
- Ganglinie
- Grundwasserqualität
- Schadstoffverteilung
- \_\_\_\_\_

## zu überprüfende Sachverhalte – Oberirdische Gewässer

- Unregelmäßigkeiten in stehenden oder fließenden Gewässern
- Wasserqualität
- \_\_\_\_\_

## zu überprüfende Sachverhalte - Sickerwasser

- Unkontrollierte Austritte
- Sickerwasserstand
- Sickerwasserqualität
- \_\_\_\_\_

# Deckblatt Überwachung des Wirkungspfades Wasser

F4A

Fortschreibung: \_\_\_\_

(von der zuständigen Behörde auszufüllen)

## Untersuchungsprogramm

Parameter

Zielwert

---

---

---

---

---

---

---

---

## Sonstige Angaben

- Analysenverfahren
- Probennahme
- \_\_\_\_\_

## Beizufügende Unterlagen

- Beizufügende Unterlagen
- Übersichtslageplan
- Lageplan mit Messstellen
- Probennahmeprotokoll
- Ergebnisse des vor-Ort-Messprogramms
- Chemische Untersuchungsergebnisse
- Ergebnisse der technischen Untersuchung
- Geländeprotokolle
- Dokumentation der Ergebnisse in Zeitreihen
- Handskizzen
- \_\_\_\_\_





# Durchführung Überwachung des Wirkungspfades Wasser

F4B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten auszufüllen)

## Allgemeine Angaben

Standort \_\_\_\_\_

Landes-Registrier-Nr. \_\_\_\_\_

Projekt \_\_\_\_\_

Aktenzeichen d. \_\_\_\_\_

Zuständige \_\_\_\_\_

zust. Behörde \_\_\_\_\_

Behörde \_\_\_\_\_

## Angaben zum Bericht (Überwachung des Wirkungspfades Wasser)

Bericht \_\_\_\_\_

Nr. \_\_\_\_\_

Autor \_\_\_\_\_

Datum \_\_\_\_\_.\_\_\_\_.\_\_\_\_\_

Ablage-Nr. \_\_\_\_\_

## Beigefügte Unterlagen

Beigefügte Unterlagen

- Übersichtslageplan
- Lageplan mit Messstellen
- Probennahmeprotokoll
- Ergebnisse des vor-Ort-Messprogramms
- Chemische Untersuchungsergebnisse
- Ergebnisse der technischen Untersuchung
- Geländeprotokolle
- Dokumentation der Ergebnisse in Zeitreihen
- Handskizzen
- \_\_\_\_\_

# Durchführung Überwachung des Wirkungspfad des Wasser

F4B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten auszufüllen)

**Grundwasser**

Kontrollelement Grundwasser  geprüft  nicht geprüft

Datum der Messung \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_ Datum der letzten Messung \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_

Anzahl der Messstellen \_\_\_\_\_

Lage der Messstellen \_\_\_\_\_

Bezeichnung der kontrollierten Messstellen \_\_\_\_\_

relevante Parameter	Analysenverfahren	Zielwert
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

<u>Überprüfter Sachverhalt</u>	<u>Prüfung</u>	<u>Feststellung</u>
Zugänglichkeit	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Funktionsfähigkeit	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
_____	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten

# Durchführung Überwachung des Wirkungspfades Wasser

F4B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten auszufüllen)

## Grundwasserströmungsverhältnisse

<u>Überprüfter Sachverhalt</u>	<u>Prüfung</u>	<u>Feststellung</u>
Grundwasserstand	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Fließrichtung	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Richtungsvarianz	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
GW-Schwankungen	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Abstandsgeschwindigkeit	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
GW-Gleichenplan	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Ganglinie	<input type="checkbox"/> ergänzt	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
_____	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten

## Grundwasserqualität

<u>Überprüfter Sachverhalt</u>	<u>Prüfung</u>	<u>Feststellung</u>
Grundwasserqualität	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Schadstoffverteilung	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Zeitreihen	<input type="checkbox"/> ergänzt	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Analysenergebnisse	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
_____	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten

## Oberirdische Gewässer

Kontrollelement Oberirdische Gewässer  geprüft  nicht geprüft

Randgraben/Hanggräben \_\_\_\_\_

Abflusslose Mulden/stehende Gewässer \_\_\_\_\_

Einleitungsstelle der Kanalisation \_\_\_\_\_

# Durchführung Überwachung des Wirkungspfades Wasser

F4B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten auszufüllen)

- Erlaubnisdatum \_\_\_\_\_
- Behörde \_\_\_\_\_
- Aktenzeichen \_\_\_\_\_
- Einleitung von \_\_\_\_\_

Fließgewässer \_\_\_\_\_

Anzahl der Messstellen \_\_\_\_\_

Lage der Messstellen \_\_\_\_\_

Bezeichnung der kontrollierten Messstellen \_\_\_\_\_

relevante Parameter	Analysenverfahren	Zielwert
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Datum der Messung/Prüfung \_\_.\_\_.\_\_\_\_

Datum der letzten Messung \_\_.\_\_.\_\_\_\_

Überprüfter Sachverhalt    Prüfung                    Feststellung

- |   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| Unregelmäßigkeiten<br>in stehenden oder flie-<br>ßenden Gewässern | <input type="checkbox"/> geprüft | <input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) | <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten |
| Wasserqualität  | <input type="checkbox"/> geprüft | <input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) | <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten |
| _____   | <input type="checkbox"/> geprüft | <input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) | <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten |

# Durchführung Überwachung des Wirkungspfades Wasser

F4B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten auszufüllen)

**Sickerwasser / Sickerwasser**

Kontrollelement Sickerwasser

geprüft

nicht geprüft

Sickerwasserfassung

\_\_\_\_\_

Sickerwasserbehandlung

\_\_\_\_\_

Anzahl der Messstellen

\_\_\_\_\_

Lage der Messstellen

\_\_\_\_\_

Bezeichnung der kontrollierten Messstellen

\_\_\_\_\_

relevante Parameter

Analysenverfahren

Zielwert

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Datum der Messung/Prüfung \_\_\_\_\_.\_\_\_\_.

Datum der letzten Messung \_\_\_\_\_.\_\_\_\_.

Überprüfter Sachverhalt

Prüfung

Feststellung

Unkontrollierte Austritte  geprüft

Auffälligkeiten (siehe Bericht)  keine Auffälligkeiten

Sickerwasserqualität  geprüft

Auffälligkeiten (siehe Bericht)  keine Auffälligkeiten

\_\_\_\_\_  geprüft

Auffälligkeiten (siehe Bericht)  keine Auffälligkeiten

# Durchführung Überwachung des Wirkungspfades Wasser

F4B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten auszufüllen)

<b>Fazit: Gutachtliche Bewertung, Maßnahmen, Termine</b>
--

Prüfungsergebnis

(Soll-Ist-Vergleich mit der Zielvorgabe)

keine Auffälligkeiten

Auffälligkeiten

Art bewertungsrelevanter Auffälligkeiten

\_\_\_\_\_

Zielvorgaben

erfüllt

z. T. nicht erfüllt

nicht erfüllt

Begründung

\_\_\_\_\_

Status der Überprüfung

abgeschlossen  in Bearbeitung

Nächster planmäßiger Prüfungstermin

\_\_ . \_\_ . \_\_

Bemerkung

\_\_\_\_\_

Trend

positiv

stabil/gleichbleibend

negativ

Datum, Unterschrift

\_\_\_\_\_

# Behördliche Bewertung Überwachung des Wirkungspfades Wasser

F4C

Fortschreibung: \_\_\_\_

## Allgemeine Angaben

Standort \_\_\_\_\_

Projekt \_\_\_\_\_

Zuständige  
Behörde \_\_\_\_\_

Landes-Registrier-Nr. \_\_\_\_\_

Aktenzeichen d.  
zust. Behörde \_\_\_\_\_

## Bewertung

Bericht \_\_\_\_\_

Autor \_\_\_\_\_

Ablage-Nr. \_\_\_\_\_

Nr. \_\_\_\_\_

Datum \_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_

Bewertungsgegenstand

- Grundwasser
- oberirdische Gewässer
- Sickerwasser / Stauwasser

Bewertungsergebnis

(Soll-Ist Vergleich mit der Zielvorgabe)

- keine Auffälligkeiten
- Auffälligkeiten

Art bewertungsrelevanter Auffälligkeiten

\_\_\_\_\_

Handlungsbedarf

- nein
- ja/bezogen auf das Untersuchungsprogramm
- ja/bezogen auf Sanierungsmaßnahmen
- ja/bezogen auf andere Maßnahmen



# Behördliche Bewertung Überwachung des Wirkungspfades Wasser

F4C

Fortschreibung: \_\_\_\_

## Behördliche Festlegung

Entscheidung der zuständigen Behörde

Überwachung/Nachsorge ist

- beizubehalten
- zu intensivieren
- einzuschränken
- einzustellen

Einschränkung/Intensivierung des  
Überwachungsprogramms

- siehe Erläuterungsbericht
- siehe Anlage
- siehe Vermerk

Art der durchzuführenden Maßnahmen

\_\_\_\_\_

Fristen

\_\_\_\_\_

Priorität

hoch

normal

gering

Änderung der Anordnung an Pflichten bzw.  
der Vereinbarung

- siehe Formblatt F1A: \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

Eigene behördliche Maßnahmen

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Datum, Unterschrift

\_\_\_\_\_

# Deckblatt

## Sonstige behördliche Kontrollen

F5A

Fortschreibung: \_\_\_\_\_

(von der zuständigen Behörde auszufüllen)

### Allgemeine Angaben

Standort \_\_\_\_\_

Landes-Registrier-Nr. \_\_\_\_\_

Projekt \_\_\_\_\_

Aktenzeichen d. \_\_\_\_\_

Zuständige  
Behörde \_\_\_\_\_

zust. Behörde \_\_\_\_\_

### Ziel und Aufgabe der sonstigen behördlichen Kontrollen

Ziel und Aufgabe \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Zyklus  jährlich  
 halbjährlich  
 \_\_\_\_\_

### zu überprüfende Sachverhalte - Nutzungs- und Beschränkungsmaßnahmen

- Einschränkung der baulichen Nutzung
- Einschränkung der zweckgebundenen Nutzung
- Empfehlung hinsichtlich Nutzung von Grund- und Oberflächenwasser
- Empfehlung hinsichtlich Nutzung von Trink- und Brauchwasser
- Anbauempfehlungen
- Verzehrsempfehlungen
- Einzäunung/Absperrung/Sicherung vor Zutritt
- Eintrittsverbot
- \_\_\_\_\_

# Deckblatt

## Sonstige behördliche Kontrollen

F5A

Fortschreibung: \_\_\_\_

(von der zuständigen Behörde auszufüllen)

### zu überprüfende Sachverhalte - Randbedingungen

- Änderungen von Randbedingungen
- Wahrnehmung von Informationspflichten
- \_\_\_\_\_

### Beizufügende Unterlagen

Beizufügende Unterlagen

- Übersichtslageplan
- Geländeprotokolle
- Handskizzen
- Fotos
- \_\_\_\_\_

# Durchführung Sonstige behördliche Kontrollen

F5B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(von der zuständigen Behörde auszufüllen)

## Allgemeine Angaben

Standort \_\_\_\_\_

Projekt \_\_\_\_\_

Zuständige  
Behörde \_\_\_\_\_

Landes-Registrier-Nr. \_\_\_\_\_

Aktenzeichen d.  
zust. Behörde \_\_\_\_\_

## Angaben zum Bericht (sonstige behördliche Kontrollen)

Bericht \_\_\_\_\_

Autor \_\_\_\_\_

Ablage-Nr. \_\_\_\_\_

Nr. \_\_\_\_-\_\_\_\_-\_\_\_\_

Datum \_\_\_\_\_

## Beigefügte Unterlagen

Beigefügte Unterlagen

- Übersichtslageplan
- Geländeprotokolle
- Handskizzen
- Fotos
- \_\_\_\_\_

# Durchführung Sonstige behördliche Kontrollen

F5B

Fortschreibung: \_\_\_\_\_

(von der zuständigen Behörde auszufüllen)

## Nutzungs- und Beschränkungsmaßnahmen

Kontrollelement Nutzungs- und Beschränkungsmaßnahmen  geprüft  nicht geprüft

Bauliche und zweckgebundene Nutzung \_\_\_\_\_  
Empfehlung/Anordnung zur Wassernutzung \_\_\_\_\_  
Anbauempfehlungen \_\_\_\_\_  
Verzehrempfehlungen \_\_\_\_\_  
Einzäunung/Absperrung/Sicherung vor Zutritt \_\_\_\_\_

### Überprüfter Sachverhalt

Einschränkung der baulichen Nutzung  geprüft  Auffälligkeiten (s. Bericht)  
 nicht geprüft

Einschränkung der zweckgebundenen Nutzung  geprüft  Auffälligkeiten (s. Bericht)  
 nicht geprüft

Empfehlung hinsichtlich Nutzung von Grund und Oberflächenwasser  geprüft  Auffälligkeiten (s. Bericht)  
 nicht geprüft

Empfehlung hinsichtlich Nutzung von Trink- und Brauchwasser  geprüft  Auffälligkeiten (s. Bericht)  
 nicht geprüft

Anbauempfehlungen  geprüft  Auffälligkeiten (s. Bericht)  
 nicht geprüft

Verzehrempfehlungen  geprüft  Auffälligkeiten (s. Bericht)  
 nicht geprüft

Einzäunung/Absperrung/Sicherung vor Zutritt  geprüft  Auffälligkeiten (s. Bericht)  
 nicht geprüft

Eintrittsverbot  geprüft  Auffälligkeiten (s. Bericht)  
 nicht geprüft

\_\_\_\_\_  geprüft  Auffälligkeiten (s. Bericht)  
 nicht geprüft

# Durchführung Sonstige behördliche Kontrollen

F5B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(von der zuständigen Behörde auszufüllen)

## Randbedingungen

Kontrollelement Randbedingungen  geprüft  nicht geprüft

Überprüfter Sachverhalt    Prüfung    Feststellung

Änderungen von Randbedingungen  geprüft  Auffälligkeiten  keine Auffälligkeiten

Wahrnehmung von Informationspflichten  geprüft  Auffälligkeiten  keine Auffälligkeiten

\_\_\_\_\_  geprüft  Auffälligkeiten  keine Auffälligkeiten

## Fazit: Gutachtliche Bewertung, Maßnahmen, Termine

Prüfungsergebnis

(Soll-Ist-Vergleich mit der Zielvorgabe)  keine Auffälligkeiten  
 geringe Auffälligkeiten  
 Auffälligkeiten

Art bewertungsrelevanter Auffälligkeiten \_\_\_\_\_

Zielvorgaben  erfüllt  
 z. T. nicht erfüllt  
 nicht erfüllt

Begründung \_\_\_\_\_

Status der Überprüfung  abgeschlossen  in Bearbeitung

Nächster planmäßiger Prüfungstermin \_\_\_\_\_

Bemerkung \_\_\_\_\_

Trend  positiv  
 stabil/gleichbleibend  
 negativ

Datum, Unterschrift \_\_\_\_\_



# Behördliche Bewertung

## Sonstige behördliche Kontrollen

F5C

Fortschreibung: \_\_\_\_

### Allgemeine Angaben

Standort \_\_\_\_\_

Landes-Registrier-Nr. \_\_\_\_\_

Projekt \_\_\_\_\_

Aktenzeichen d. \_\_\_\_\_

Zuständige  
Behörde \_\_\_\_\_

zust. Behörde \_\_\_\_\_

### Bewertung

Bericht \_\_\_\_\_

Nr. \_\_\_\_\_

Autor \_\_\_\_\_

Datum \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_

Ablage-Nr. \_\_\_\_\_

Bewertungsgegenstand \_\_\_\_\_

Bewertungsergebnis

(Soll-Ist Vergleich mit der Zielvorgabe)

keine Auffälligkeiten

geringe Auffälligkeiten

Auffälligkeiten

Art bewertungsrelevanter Auffälligkeiten

\_\_\_\_\_

Handlungsbedarf

nein

ja/bezogen auf das Untersuchungsprogramm

ja/bezogen auf Sanierungsmaßnahmen

ja/bezogen auf andere Maßnahmen



# Behördliche Bewertung

## Sonstige behördliche Kontrollen

F5C

Fortschreibung: \_\_\_\_

### Behördliche Festlegung

Entscheidung der zuständigen Behörde

Überwachung/Nachsorge ist

- beizubehalten
- zu intensivieren
- einzuschränken
- einzustellen

Einschränkung/Intensivierung des Überwachungsprogramms

- siehe Erläuterungsbericht
- siehe Anlage
- siehe Vermerk

Art der durchzuführenden Maßnahme:

\_\_\_\_\_

Fristen

\_\_\_\_\_

Priorität  hoch

normal

gering

Änderung der Anordnung an Pflichten bzw. der Vereinbarung

siehe Formblatt F1A: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Eigene behördliche Maßnahmen

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Datum, Unterschrift

\_\_\_\_\_

# Deckblatt

## Aufstellen einer Wasserbilanz

F6A

Fortschreibung: \_\_\_\_

(von der zuständigen Behörde auszufüllen)

### Allgemeine Angaben

Standort \_\_\_\_\_

Projekt \_\_\_\_\_

Zuständige  
Behörde \_\_\_\_\_

Landes-Registrier-Nr. \_\_\_\_\_

Aktenzeichen d.  
zust. Behörde \_\_\_\_\_

### Ziel und Aufgabe der Wasserbilanz

Ziel und Aufgabe \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Angaben zur  
Wasserbilanzierung

- lt. F1A  
 Änderung  
 \_\_\_\_\_

Zyklus

- jährlich  
 halbjährlich  
 \_\_\_\_\_

# Deckblatt

## Aufstellen einer Wasserbilanz

F6A

Fortschreibung: \_\_\_\_

(von der zuständigen Behörde auszufüllen)

### zu überprüfende Sachverhalte - Oberflächenabdeckung/-abdichtung

- Wirkungsweise der Rekultivierungsschicht
- Funktionsüberprüfung des Dichtungssystems
- Sickerwasseranfall
- \_\_\_\_\_

### zu überprüfende Sachverhalte - Entwässerungsschicht

- Wirksamkeit der Drainage
- \_\_\_\_\_

### Beizufügende Unterlagen

Beizufügende Unterlagen

- Übersichtslageplan
- Lageplan mit Messstellen
- Ergebnisse des Vor-Ort-Messprogramms
- Geländeprotokolle
- Handskizzen
- Dokumentation der Ergebnisse in Zeitreihen
- \_\_\_\_\_

# Aufstellen einer Wasserbilanz

F6B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten auszufüllen)

## Allgemeine Angaben

Standort \_\_\_\_\_

Landes-Registrier-Nr. \_\_\_\_\_

Projekt \_\_\_\_\_

Aktenzeichen d. \_\_\_\_\_

Zuständige  
Behörde \_\_\_\_\_

zust. Behörde \_\_\_\_\_

## Angaben zum Bericht (Wasserbilanz)

Bericht \_\_\_\_\_

Nr. \_\_\_\_\_

Autor \_\_\_\_\_

Datum \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_

Ablage-Nr. \_\_\_\_\_

## Beigefügte Unterlagen

Beigefügte Unterlagen

- Übersichtslageplan
- Lageplan mit Messstellen
- Ergebnisse des Vor-Ort-Messprogramms
- Geländeprotokolle
- Dokumentation der Ergebnisse in Zeitreihen
- Handskizzen
- \_\_\_\_\_

## Oberflächenabdeckung/-abdichtung

Kontrollelement Oberflächen-  
abdeckung/-abdichtung

geprüft  nicht geprüft

Angewandetes Verfahren

- Wasserhaushaltsgleichung
- Modellberechnung (z.B. HELP)
- Lysimetermessungen
- \_\_\_\_\_

Art der Oberflächenabdeckung/-abdichtung \_\_\_\_\_

# Aufstellen einer Wasserbilanz

**F6B**

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten auszufüllen)

Nutzung der Oberfläche \_\_\_\_\_

Schicht	Mächtigkeit
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Meteorologische Station \_\_\_\_\_

Herkunft der meteorologischen Daten:

Niederschlag	_____
Potenzielle Verdunstung	_____
Temperatur	_____
rel. Luftfeuchte	_____
Windgeschwindigkeit	_____

Betrachtungszeitraum \_\_\_\_\_

<u>Zu überprüfender Sachverhalt</u>	<u>Prüfung</u>	<u>Feststellung</u>
Wirkungsweise der Rekultivierungsschicht	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Funktion des Dichtungssystems	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Sickerwasseranfall	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
_____	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten

## Entwässerungsschicht

Kontrollelement Entwässerungsschicht  geprüft  nicht geprüft

Angewandetes Verfahren \_\_\_\_\_

Betrachtungszeitraum \_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_

Häufigkeit / Zeitraum der Bilanzierung \_\_\_\_\_

# Aufstellen einer Wasserbilanz

F6B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten auszufüllen)

Zu überprüfender  
Sachverhalt

Prüfung

Feststellung

Wirksamkeit der  
Drainage

geprüft

Auffälligkeiten (siehe Bericht)

keine Auffälligkeiten

\_\_\_\_\_  geprüft

Auffälligkeiten (siehe Bericht)

keine Auffälligkeiten

## Fazit: Gutachtliche Bewertung, Maßnahmen, Termine

Prüfungsergebnis

(Soll-Ist-Vergleich mit der Zielvorgabe)

keine Auffälligkeiten

Auffälligkeiten

Art bewertungsrelevanter Auffälligkeiten

\_\_\_\_\_

Zielvorgaben

erfüllt

z. T. nicht erfüllt

nicht erfüllt

Begründung

\_\_\_\_\_

Status der Überprüfung

abgeschlossen  in Bearbeitung

Nächster planmäßiger Prüfungstermin

\_\_\_\_.\_\_\_\_.\_\_\_\_

Bemerkung

\_\_\_\_\_

Trend

positiv

stabil/gleichbleibend

negativ

Datum, Unterschrift

\_\_\_\_\_



# Behördliche Bewertung Aufstellen einer Wasserbilanz

F6C

Fortschreibung: \_\_\_\_

## Allgemeine Angaben

Standort \_\_\_\_\_  
Projekt \_\_\_\_\_  
Zuständige  
Behörde \_\_\_\_\_

Landes-Registrier-Nr. \_\_\_\_\_  
Aktenzeichen d.  
zust. Behörde \_\_\_\_\_

## Bewertung

Bericht \_\_\_\_\_  
Autor \_\_\_\_\_  
Ablage-Nr. \_\_\_\_\_

Nr. \_\_\_\_\_  
Datum \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_

Bewertungsgegenstand \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Bewertungsergebnis  
(Soll-Ist Vergleich mit der Zielvorgabe)

- keine Auffälligkeiten  
 Auffälligkeiten

Art bewertungsrelevanter Auffälligkeiten

\_\_\_\_\_

Handlungsbedarf

- nein  
 ja/bezogen auf das Untersuchungsprogramm  
 ja/bezogen auf Sanierungsmaßnahmen  
 ja/bezogen auf andere Maßnahmen



# Behördliche Bewertung Aufstellen einer Wasserbilanz

F6C

Fortschreibung: \_\_\_\_

## Behördliche Festlegung

Entscheidung der zuständigen Behörde

Überwachung/Nachsorge ist

- beizubehalten
- zu intensivieren
- einzuschränken
- einzustellen

Einschränkung/Intensivierung des  
Überwachungsprogramms

- siehe Erläuterungsbericht
- siehe Anlage
- siehe Vermerk

Art der durchzuführenden Maßnahmen

---

---

Fristen

---

Priorität

hoch

normal

gering

Änderung der Anordnung an Pflichten bzw.  
der Vereinbarung

siehe Formblatt F1A: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Eigene behördliche Maßnahmen

---

---

Datum, Unterschrift

---

# Deckblatt Setzungskontrolle

F7A

Fortschreibung: \_\_\_\_

(von der zuständigen Behörde auszufüllen)

## Allgemeine Angaben

Standort \_\_\_\_\_

Projekt \_\_\_\_\_

Zuständige  
Behörde \_\_\_\_\_

Landes-Registrier-Nr. \_\_\_\_\_

Aktenzeichen d.  
zust. Behörde \_\_\_\_\_

## Ziel und Aufgabe der Setzungskontrollen

Ziel und Aufgabe \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Angaben zur  
Setzungskontrolle

- lt. F1A  
 Änderung  
 \_\_\_\_\_

Zyklus

- jährlich  
 halbjährlich  
 \_\_\_\_\_

## zu überprüfende Sachverhalte - Oberfläche

- Verformung/Setzung  
 \_\_\_\_\_

# Deckblatt

## Setzungskontrolle

F7A

Fortschreibung: \_\_\_\_

(von der zuständigen Behörde auszufüllen)

### zu überprüfende Sachverhalte - Rohrleitungen

- Verformung/Setzung
- Abscheren von Leitungen
- \_\_\_\_\_

### zu überprüfende Sachverhalte - Böschungen

- Abgleiten von Böschungen
- \_\_\_\_\_

### zu überprüfende Sachverhalte - Bauwerke

- Setzungsrisse
- \_\_\_\_\_

### Beizufügende Unterlagen

Beizufügende Unterlagen

- Übersichtslageplan mit Vermessungspegeln
- Setzungsverläufe
- Geländeprotokolle
- Dokumentation der Ergebnisse in Zeitreihen
- Höhenplan
- \_\_\_\_\_

# Durchführung Setzungskontrolle

F7B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten auszufüllen)

## Allgemeine Angaben

Standort \_\_\_\_\_  
Projekt \_\_\_\_\_  
Zuständige  
Behörde \_\_\_\_\_

Landes-Registrier-Nr. \_\_\_\_\_  
Aktenzeichen d.  
zust. Behörde \_\_\_\_\_

## Angaben zum Bericht (Setzungsprotokolle)

Bericht \_\_\_\_\_  
Autor \_\_\_\_\_  
Ablage-Nr. \_\_\_\_\_

Nr. \_\_\_\_\_  
Datum \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_

## Beigefügte Unterlagen

Beigefügte Unterlagen

- Übersichtslageplan mit Vermessungspegeln
- Setzungsverläufe
- Geländeprotokolle
- Dokumentation der Ergebnisse in Zeitreihen
- Höhenplan
- \_\_\_\_\_

## Oberfläche

Kontrollelement Oberfläche  geprüft  nicht geprüft

Angewandtes Verfahren  Lage- und Höhenmessung von Oberflächenpegeln  
 Setzungstiefpegel  Flachpegel  
 Überfliegung

Datum der Messung \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_ Datum der letzten Messung \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_

# Durchführung Setzungskontrolle

F7B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten auszufüllen)

Kontrollbereich \_\_\_\_\_

Anzahl der Setzungsmessstellen \_\_\_\_\_

Lage der Messstellen \_\_\_\_\_

Bezeichnung der überprüften Messstellen \_\_\_\_\_

<u>Überprüfter Sachverhalt</u>	<u>Prüfung</u>	<u>Feststellung</u>
Verformung/Setzung	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
_____	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten

## Rohrleitungen

Kontrollelement Rohrleitungen  geprüft  nicht geprüft

Angewandtes Verfahren  Kamerabefahrung  
 Inklinometersonden  
 hydrostatische Sonden

Datum der Messung \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_ Datum der letzten Messung \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_

Ausführung der Rohrleitungen \_\_\_\_\_

Durchmesser der Rohrleitungen \_\_\_\_\_

Bezeichnung der Messstrecken \_\_\_\_\_

Bezeichnung der überprüften Rohrleitungen \_\_\_\_\_

<u>Überprüfter Sachverhalt</u>	<u>Prüfung</u>	<u>Feststellung</u>
Verformung/Setzung	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Abscheren von Leitungen	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
_____	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht) <input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten

# Durchführung Setzungskontrolle

F7B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten auszufüllen)

## Böschungen

Kontrollelement Böschungen  geprüft  nicht geprüft

Angewandtes Verfahren  Lagemessung von Oberflächenpegeln

Injektionssonden

Nachweise nach DIN 4084

Datum der Messung \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_

Datum der letzten Messung \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_

Lage der Böschungen \_\_\_\_\_

Neigung der Böschungen \_\_\_\_\_

Aufbau der Böschungen \_\_\_\_\_

Ausrichtung der Böschungen \_\_\_\_\_

Bezeichnung der Böschungen \_\_\_\_\_

Bezeichnung der überprüften Böschung \_\_\_\_\_

Überprüfter Sachverhalt    Prüfung                      Feststellung

Abgleiten von Böschungen  geprüft  Auffälligkeiten (siehe Bericht)  keine Auffälligkeiten

\_\_\_\_\_  geprüft  Auffälligkeiten (siehe Bericht)  keine Auffälligkeiten

# Durchführung Setzungskontrolle

F7B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten auszufüllen)

## Bauwerke

Kontrollelement Bauwerke  geprüft  nicht geprüft

Angewandtes Verfahren  visuelle Prüfung  
 Gipsmarken  
 Vermessung  
 Fotodokumentation

Datum der Messung \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_ Datum der letzten Messung \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_

Anzahl der Bauwerke \_\_\_\_\_

Lage der Messstelle/Gipsmarken \_\_\_\_\_

Bezeichnung der Messstellen/Gipsmarken \_\_\_\_\_

Bezeichnung der überprüften Bauwerke \_\_\_\_\_

Überprüfter Sachverhalt Prüfung Feststellung

Setzungsrisse  geprüft  Auffälligkeiten (siehe Bericht)  keine Auffälligkeiten  
\_\_\_\_\_  geprüft  Auffälligkeiten (siehe Bericht)  keine Auffälligkeiten

## Fazit: Gutachtliche Bewertung, Maßnahmen, Termine

Prüfungsergebnis

(Soll-Ist-Vergleich mit der Zielvorgabe)  keine Auffälligkeiten  
 Auffälligkeiten

Art bewertungsrelevanter Auffälligkeiten \_\_\_\_\_

Zielvorgaben  erfüllt  
 z. T. nicht erfüllt  
 nicht erfüllt

# Durchführung Setzungskontrolle

(vom Verpflichteten auszufüllen)

**F7B**

Fortschreibung: \_\_\_\_

Begründung

\_\_\_\_\_

Status der Überprüfung

abgeschlossen  in Bearbeitung

Nächster planmäßiger Prüfungstermin

\_\_.:\_\_.:\_\_\_\_

Bemerkung

\_\_\_\_\_

Trend

positiv  
 stabil/gleichbleibend  
 negativ

Datum, Unterschrift

\_\_\_\_\_





# Behördliche Bewertung Setzungskontrolle

F7C

Fortschreibung: \_\_\_\_

## Allgemeine Angaben

Standort \_\_\_\_\_  
Projekt \_\_\_\_\_  
Zuständige  
Behörde \_\_\_\_\_

Landes-Registrier-Nr. \_\_\_\_\_  
Aktenzeichen d.  
zust. Behörde \_\_\_\_\_

## Bewertung

Bericht \_\_\_\_\_  
Autor \_\_\_\_\_  
Ablage-Nr. \_\_\_\_\_

Nr. \_\_\_\_\_  
Datum \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_

Bewertungsgegenstand \_\_\_\_\_

Bewertungsergebnis

(Soll-Ist Vergleich mit der Zielvorgabe)

- keine Auffälligkeiten  
 Auffälligkeiten

Art bewertungsrelevanter Auffälligkeiten \_\_\_\_\_

Handlungsbedarf

- nein  
 ja/bezogen auf das Untersuchungsprogramm  
 ja/bezogen auf Sanierungsmaßnahmen  
 ja/bezogen auf andere Maßnahmen

## Behördliche Festlegung

Entscheidung der zuständigen Behörde

Überwachung/Nachsorge ist

- beizubehalten  
 zu intensivieren  
 einzuschränken  
 einzustellen

# Behördliche Bewertung Setzungskontrolle

F7C

Fortschreibung: \_\_\_\_

Einschränkung/Intensivierung des  
Überwachungsprogramms

- siehe Erläuterungsbericht
- siehe Anlage
- siehe Vermerk

Art der durchzuführenden Maßnahme:

\_\_\_\_\_

Fristen

\_\_\_\_\_

Priorität

- hoch
- normal
- gering

Änderung der Anordnung an Pflichten bzw.  
der Vereinbarung

- siehe Formblatt F1A: \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

Eigene behördliche Maßnahmen

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Datum, Unterschrift

\_\_\_\_\_

# Deckblatt

## Funktionskontrolle einer Anlage zur Grundwasserfassung und -behandlung

F8A

Fortschreibung: \_\_\_\_

(von der zuständigen Behörde auszufüllen)

### Allgemeine Angaben

Standort \_\_\_\_\_

Landes-Registrier-Nr. \_\_\_\_\_

Projekt \_\_\_\_\_

Aktenzeichen d. zust. Behörde \_\_\_\_\_

Zuständige Behörde \_\_\_\_\_

### Ziel und Aufgabe der Funktionskontrolle

Ziel und Aufgabe \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Angaben zur Kontrolle

- lt. F1A
- Änderung
- \_\_\_\_\_

Zyklus

- jährlich
- halbjährlich
- vierteljährlich
- monatlich
- \_\_\_\_\_

### zu überprüfende Sachverhalte - Fördereinrichtungen (Pumpen und Rohrleitungen)

- Technischer Zustand
- Wirksamkeit
- Leckagen
- Korrosion/Verockerung
- \_\_\_\_\_

# Deckblatt

## Funktionskontrolle einer Anlage zur Grundwasserfassung und -behandlung

F8A

Fortschreibung: \_\_\_\_

(von der zuständigen Behörde auszufüllen)

### zu überprüfende Sachverhalte - Sanierungsbrunnen/Drainagen

- Technischer Zustand
- Wirksamkeit
- Korrosion/Verockerung/Durchlässigkeit
- Ergiebigkeit
- \_\_\_\_\_

### zu überprüfende Sachverhalte - Behandlungsanlagen

- Reinigungsleistung
- Funktionsfähigkeit
- Fördermengen, Betriebsstunden, elektrische Leistungsaufnahme
- Druckverlust
- \_\_\_\_\_

### Beizufügende Unterlagen

Beizufügende Unterlagen

- Übersichtslageplan
- Lageplan mit Messstellen
- Probenahmeprotokoll
- Chemische Untersuchungsergebnisse
- Ergebnisse der technischen Untersuchung
- Dokumentation der Ergebnisse in Zeitreihen
- Betriebstagebuch
- \_\_\_\_\_

# Durchführung Funktionskontrolle einer Anlage zur Grundwasser- fassung und -behandlung

F8B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten auszufüllen)

## Allgemeine Angaben

Standort \_\_\_\_\_

Projekt \_\_\_\_\_

Zuständige  
Behörde \_\_\_\_\_

Landes-Registrier-Nr. \_\_\_\_\_

Aktenzeichen d.  
zust. Behörde \_\_\_\_\_

## Angaben zum Bericht (Funktionskontrolle einer Anlage zur Grundwasserfassung und -behandlung)

Bericht \_\_\_\_\_

Autor \_\_\_\_\_

Ablage-Nr. \_\_\_\_\_

Nr. \_\_\_\_\_

Datum \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_

## Beigefügte Unterlagen

Beigefügte Unterlagen

- Übersichtslageplan
- Lageplan mit Messstellen
- Probenahmeprotokoll
- Chemische Untersuchungsergebnisse
- Ergebnisse der technischen Untersuchung
- Dokumentation der Ergebnisse in Zeitreihen
- Betriebstagebuch
- \_\_\_\_\_

## Fördereinrichtungen (Pumpen und Rohrleitungen)

Kontrollelement Fördereinrichtungen

geprüft       nicht geprüft

Datum der Überprüfung \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_

Datum der letzten Überprüfung \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_

Ausführung der Rohrleitungen

\_\_\_\_\_

# Durchführung Funktionskontrolle einer Anlage zur Grundwasser- fassung und -behandlung

F8B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten auszufüllen)

Durchmesser der Rohrleitungen \_\_\_\_\_

Anzahl der Übergabeschächte \_\_\_\_\_

Lage der Übergabe-/Sammelschächte \_\_\_\_\_

Bezeichnung der Übergabesammelschächte \_\_\_\_\_

Bezeichnung der überprüften Einrichtung \_\_\_\_\_

Art und Auswahl der Pumpen \_\_\_\_\_

<u>Überprüfter Sachverhalt</u>	<u>Prüfung</u>	<u>Feststellung</u>	
Technischer Zustand	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Wirksamkeit	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Leckagen	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Korrosion/Verockerung	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
_____	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten

## Sanierungsbrunnen/Drainagen

Kontrollelement Sanierungsbrunnen / Drainagen  geprüft  nicht geprüft

Datum der Überprüfung \_\_\_\_\_.\_\_\_\_.\_\_\_\_\_ Datum der letzten Überprüfung \_\_\_\_\_.\_\_\_\_.\_\_\_\_\_

Anzahl der Sanierungsbrunnen / Drainagen \_\_\_\_\_

Lage der Sanierungsbrunnen / Drainagen \_\_\_\_\_

Ausführung und Durchmesser der Sanierungsbrunnen / Drainagen \_\_\_\_\_

Bezeichnung der Sanierungsbrunnen / Drainagen \_\_\_\_\_

Bezeichnung der überprüften Sanierungsbrunnen / Drainagen \_\_\_\_\_

# Durchführung Funktionskontrolle einer Anlage zur Grundwasser- fassung und -behandlung

F8B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten auszufüllen)

<u>Überprüfter Sachverhalt</u>	<u>Prüfung</u>	<u>Feststellung</u>	
Technischer Zustand	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Wirksamkeit	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Korrosion/Verockerung/ Durchlässigkeit	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Ergiebigkeit	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
_____	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten

## Behandlungsanlage

Kontrollelement Behandlungsanlage  geprüft  nicht geprüft

Typ der Behandlungsanlage \_\_\_\_\_

Art der Behandlung \_\_\_\_\_

Datum der Überprüfung \_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_ Datum der letzten Überprüfung \_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_

<u>Überprüfter Sachverhalt</u>	<u>Prüfung</u>	<u>Feststellung</u>	
Reinigungsleistung	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Funktionsfähigkeit	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Fördermengen, Betriebsstunden, elektrische Leistungsaufnahme	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Druckverlust	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
_____	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten



# Durchführung Funktionskontrolle einer Anlage zur Grundwasser- fassung und -behandlung

F8B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten auszufüllen)

<b>Fazit: Gutachtliche Bewertung, Maßnahmen, Termine</b>
--

Prüfungsergebnis

(Soll-Ist-Vergleich mit der Zielvorgabe)

keine Auffälligkeiten

Auffälligkeiten

Art bewertungsrelevanter Auffälligkeiten

\_\_\_\_\_

Zielvorgaben

erfüllt

z. T. nicht erfüllt

nicht erfüllt

Begründung

\_\_\_\_\_

Status der Überprüfung

abgeschlossen  in Bearbeitung

Nächster planmäßiger Prüfungstermin

\_\_.:\_\_.:\_\_\_\_\_

Bemerkung

\_\_\_\_\_

Trend

positiv

stabil/gleichbleibend

negativ

Datum, Unterschrift

\_\_\_\_\_

# Behördliche Bewertung Funktionskontrolle einer Anlage zur Grundwasser- fassung und -behandlung

F8C

Fortschreibung: \_\_\_\_

## Allgemeine Angaben

Standort \_\_\_\_\_

Projekt \_\_\_\_\_

Zuständige  
Behörde \_\_\_\_\_

Landes-Registrier-Nr. \_\_\_\_\_

Aktenzeichen d.  
zust. Behörde \_\_\_\_\_

## Bewertung

Bericht \_\_\_\_\_

Autor \_\_\_\_\_

Ablage-Nr. \_\_\_\_\_

Nr. \_\_\_\_\_

Datum \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_

Bewertungsgegenstand \_\_\_\_\_

Bewertungsergebnis

(Soll-Ist Vergleich mit der Zielvorgabe)

keine Auffälligkeiten

Auffälligkeiten

Art bewertungsrelevanter Auffälligkeiten \_\_\_\_\_

Handlungsbedarf

nein

ja/bezogen auf das Untersuchungsprogramm

ja/bezogen auf Sanierungsmaßnahmen

ja/bezogen auf andere Maßnahmen

# Behördliche Bewertung Funktionskontrolle einer Anlage zur Grundwasser- fassung und -behandlung

F8C

Fortschreibung: \_\_\_\_

## Behördliche Festlegung

Entscheidung der zuständigen Behörde

Überwachung/Nachsorge ist

- beizubehalten
- zu intensivieren
- einzuschränken
- einzustellen

Einschränkung/Intensivierung des  
Überwachungsprogramms

- siehe Erläuterungsbericht
- siehe Anlage
- siehe Vermerk

Art der durchzuführenden Maßnahmen

\_\_\_\_\_

Fristen

\_\_\_\_\_

Priorität

hoch

normal

gering

Änderung der Anordnung an Pflichten bzw.  
der Vereinbarung

siehe Formblatt F1A: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Eigene behördliche Maßnahmen

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Datum, Unterschrift

\_\_\_\_\_

# Deckblatt Funktionskontrolle einer Anlage zur Bodenluftfassung und -behandlung

F9A

Fortschreibung: \_\_\_\_

(von der zuständigen Behörde auszufüllen)

## Allgemeine Angaben

Standort \_\_\_\_\_

Landes-Registrier-Nr. \_\_\_\_\_

Projekt \_\_\_\_\_

Aktenzeichen d.  
zust. Behörde \_\_\_\_\_

Zuständige  
Behörde \_\_\_\_\_

## Ziel und Aufgabe der Funktionskontrolle

Ziel und Aufgabe \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Angaben zur

Kontrolle

- lt. F1A
- Änderung
- \_\_\_\_\_

Zyklus

- jährlich
- halbjährlich
- vierteljährlich
- monatlich
- \_\_\_\_\_

## zu überprüfende Sachverhalte - Gasbrunnen

- Technischer Zustand
- Überprüfung der Leistungskennzahlen
- Wirksamkeit
- \_\_\_\_\_

# Deckblatt

## Funktionskontrolle einer Anlage zur Bodenluftfassung und -behandlung

F9A

Fortschreibung: \_\_\_\_

(von der zuständigen Behörde auszufüllen)

### zu überprüfende Sachverhalte - Fördereinrichtungen

- Technischer Zustand
- Wirksamkeit
- Korrosion/ Verockerung
- \_\_\_\_\_

### zu überprüfende Sachverhalte - Behandlungsanlage

- Technischer Zustand
- Leistungskennzahlen
- Wirksamkeit
- \_\_\_\_\_

### Beizufügende Unterlagen

Beizufügende Unterlagen

- Übersichtslageplan
- Lageplan mit Messstellen
- Probenahmeprotokoll
- Chemische Untersuchungsergebnisse
- Ergebnisse der technischen Untersuchung
- Dokumentation der Ergebnisse in Zeitreihen
- Betriebstagebuch
- \_\_\_\_\_

# Durchführung Funktionskontrolle einer Anlage zur Bodenluftfassung und -behandlung

F9B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten auszufüllen)

## Allgemeine Angaben

Standort \_\_\_\_\_

Landes-Registrier-Nr. \_\_\_\_\_

Projekt \_\_\_\_\_

Aktenzeichen d.  
zust. Behörde \_\_\_\_\_

Zuständige  
Behörde \_\_\_\_\_

## Angaben zum Bericht (Funktionskontrolle einer Anlage zur Bodenluftfassung und -behandlung)

Bericht \_\_\_\_\_

Nr. \_\_\_\_\_

Autor \_\_\_\_\_

Datum \_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_

Ablage-Nr. \_\_\_\_\_

## Beigefügte Unterlagen

Beigefügte Unterlagen

- Übersichtslageplan
- Lageplan mit Messstellen
- Probenahmeprotokoll
- Chemische Untersuchungsergebnisse
- Ergebnisse der technischen Untersuchung
- Dokumentation der Ergebnisse in Zeitreihen
- Betriebstagebuch
- \_\_\_\_\_

## Gasbrunnen / Gasdrainage

Kontrollelement Gasbrunnen

geprüft

nicht geprüft

Datum der Messung \_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_

Datum der letzten Messung \_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_

# Durchführung Funktionskontrolle einer Anlage zur Bodenluftfassung und -behandlung

F9B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten auszufüllen)

Anzahl der Gasbrunnen \_\_\_\_\_  
 Ausführung und Durchmesser der Brunnen \_\_\_\_\_  
 Lage und Bezeichnung der Gasbrunnen \_\_\_\_\_  
 Ausführung einer Gasdrainage \_\_\_\_\_  
 Bezeichnung der überprüften  
 Gasbrunnen / -drainage \_\_\_\_\_

<u>Überprüfter Sachverhalt</u>	<u>Prüfung</u>	<u>Feststellung</u>	
Technischer Zustand	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Überprüfung der Leistungskennzahlen	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Wirksamkeit	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
_____	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten

## Fördereinrichtungen

Kontrollelement Fördereinrichtungen/

Pumpen  geprüft  nicht geprüft

Ausführung und Durchmesser der Rohrleitungen \_\_\_\_\_  
 Anzahl der Übergabeschächte \_\_\_\_\_  
 Lage der Übergabeschächte \_\_\_\_\_  
 Bezeichnung der Übergabeschächte \_\_\_\_\_  
 Anzahl Sammelstation \_\_\_\_\_  
 Lage und Bezeichnung der Sammelstationen \_\_\_\_\_

# Durchführung Funktionskontrolle einer Anlage zur Bodenluftfassung und -behandlung

F9B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten auszufüllen)

Datum der Überprüfung \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_ Datum der letzten Überprüfung \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_

Bezeichnung der überprüften Fördereinrichtungen \_\_\_\_\_

<u>Überprüfter Sachverhalt</u>	<u>Prüfung</u>	<u>Feststellung</u>	
Technischer Zustand	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Wirksamkeit	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Korrosion/ Verockerung	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
_____	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten

## Behandlungsanlage

Kontrollelement Behandlungsanlage  geprüft  nicht geprüft

Typ der Behandlungsanlage \_\_\_\_\_

Art der Behandlung \_\_\_\_\_

<u>Überprüfter Sachverhalt</u>	<u>Prüfung</u>	<u>Feststellung</u>	
Technischer Zustand	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Leistungskennzahlen	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
Wirksamkeit	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten
_____	<input type="checkbox"/> geprüft	<input type="checkbox"/> Auffälligkeiten (siehe Bericht)	<input type="checkbox"/> keine Auffälligkeiten

## Fazit: Gutachtliche Bewertung, Maßnahme, Termine

Prüfungsergebnis

(Soll-Ist-Vergleich mit der Zielvorgabe)  keine Auffälligkeiten  
 Auffälligkeiten



# Durchführung Funktionskontrolle einer Anlage zur Bodenluftfassung und -behandlung

F9B

Fortschreibung: \_\_\_\_

(vom Verpflichteten auszufüllen)

Art bewertungsrelevanter Auffälligkeiten

\_\_\_\_\_

Zielvorgaben

- erfüllt  
 z. T. nicht erfüllt  
 nicht erfüllt

Begründung

\_\_\_\_\_

Status der Überprüfung

- abgeschlossen  in Bearbeitung

Nächster planmäßiger Prüfungstermin

\_\_-\_\_-\_\_

Bemerkung

\_\_\_\_\_

Trend

- positiv  
 stabil / gleichbleibend  
 negativ

Datum, Unterschrift

\_\_\_\_\_

# Behördliche Bewertung Funktionskontrolle einer Anlage zur Bodenluftfassung und -behandlung

F9C

Fortschreibung: \_\_\_\_

## Allgemeine Angaben

Standort \_\_\_\_\_

Projekt \_\_\_\_\_

Zuständige  
Behörde \_\_\_\_\_

Landes-Registrier-Nr. \_\_\_\_\_

Aktenzeichen d.  
zust. Behörde \_\_\_\_\_

## Bewertung

Bericht \_\_\_\_\_

Autor \_\_\_\_\_

Ablage-Nr. \_\_\_\_\_

Nr. \_\_\_\_\_

Datum \_\_\_\_\_.\_\_\_\_.\_\_\_\_\_

Bewertungsgegenstand \_\_\_\_\_

Bewertungsergebnis

(Soll-Ist Vergleich mit der Zielvorgabe)

keine Auffälligkeiten

Auffälligkeiten

Art bewertungsrelevanter Auffälligkeiten

\_\_\_\_\_

Handlungsbedarf

nein

ja/bezogen auf das Untersuchungsprogramm

ja/bezogen auf Sanierungsmaßnahmen

ja/bezogen auf andere Maßnahmen

# Behördliche Bewertung Funktionskontrolle einer Anlage zur Bodenluftfassung und -behandlung

F9C

Fortschreibung: \_\_\_\_

<b>Behördliche Festlegung</b>
-------------------------------

Entscheidung der zuständigen Behörde

Überwachung/Nachsorge ist

- beizubehalten
- zu intensivieren
- einzuschränken
- einzustellen

Einschränkung/Intensivierung des  
Überwachungsprogramms

- siehe Erläuterungsbericht
- siehe Anlage
- siehe Vermerk

Art der durchzuführenden Maßnahmen:

\_\_\_\_\_

Fristen

\_\_\_\_\_

Priorität

hoch

normal

gering

Änderung der Anordnung an Pflichten bzw.  
der Vereinbarung

siehe Formblatt F1A: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Eigene behördliche Maßnahmen

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Datum, Unterschrift

\_\_\_\_\_

## **Anlage 2 Empfehlungen zur Dokumentation und zum Umgang mit Daten und deren Auswertung**

### **1 Erfassung, Verwaltung und Auswertung von Daten im Rahmen der Überwachung und Nachsorge**

Bei der Erfassung, Verwaltung und Auswertung (Dokumentation) von Daten, die im Rahmen einer Überwachung und Nachsorge entstehen, kommen verschiedene Systeme der Informationstechnik (IT) zum Einsatz, die zur Lösung einer einzelnen Aufgabenstellung oder zur Bearbeitung einer integrierten Lösung (in der verschiedene Applikationen zusammenspielen) beitragen. Sie dienen sowohl als Instrument für Einzelfallbetrachtungen als auch für Stadt- / kreisbezogene Auswertungen und Bewertungen. So können Daten unter unterschiedlichen Gesichtspunkten betrachtet werden, u. a.:

- Daten als Grundlage der Informationsbereitstellung (z. B. für Auswertungen, Zeitreihen etc. in einer Tabellenkalkulation oder einer grafischen Darstellung) sowie Rohdaten und ihre Aufbereitung zur Aggregation von Informationen (ausgehend von der Datenerfassung, der Datenaufbereitung, der Bewertung bis hin zur Entscheidungsfindung)
- Dokumente, deren Management, Workflow und ggf. ihre Archivierung
- Daten zur Dokumentation eines Sachverhaltes
- Raumbezogene Daten (u. a. die Verknüpfung von Informationen über ihren Raumbezug)

Daraus ergeben sich Abhängigkeiten, die bei entsprechenden Systemen berücksichtigt werden müssen. Raumbezogene Daten müssen z. B. durch ein System erfasst, verwaltet, analysiert und präsentiert werden können. Die raumbezogene Datenverarbeitung setzt zumeist auf Koordinaten als gemeinsame Raumbezugsbasis auf. Kataster setzen hingegen oftmals auf andere Formen des Raumbezuges auf, wie z. B. Adressen, Gemeindecennziffern, postalische oder andere administrative Einheiten. Für die Verwaltung von Daten mit einem unterschiedlichen Raumbezug müssen diese Daten von einer Form des Raumbezuges in eine andere Form konvertiert werden.

Zur Verarbeitung dieser Aufgaben stehen verschiedene Technologien zur Verfügung, u.a. Geo-Informationssysteme (GIS), Datenbank-Applikationen, Groupware und Internet. Erst eine Kombination dieser Komponenten als integrierte Lösung ermöglicht die Berücksichtigung der meisten Aspekte einer Überwachung und Nachsorge. Eine solche integrierte Lösung, die die Vorteile der grafischen Verarbeitung raumbezogener Daten mit der Leistungsfähigkeit relationaler Datenbanksysteme in Bezug auf die Verwaltung von Massendaten verbindet und dabei die Möglichkeiten des Internet und die Unterstützung kooperativen Arbeitens einer Groupware nutzt, ist bisher noch nicht realisiert worden. Die Möglichkeiten und

Beschränkungen, die charakteristisch für diese Systeme sind, beschreiben die folgenden Abschnitte.

## **2 Einsatzmöglichkeiten von Software bei der Überwachung und Nachsorge**

### **2.1 Geo-Informationssysteme**

Viele Fragestellungen im Rahmen der Überwachung und Nachsorge, für die eine Lösung gesucht wird, beruhen auf raumbezogenen Daten und Informationen, die sich geographisch darstellen und auswerten lassen. Raumbezogene Daten bestehen aus Lageinformationen (z. B. Gauß-Krüger-Koordinaten eines Messpunktes) oder aus der Geometrie von Objekten (z. B. Liegenschaften, Straßen, Gebäuden, Grundstücken) und diesen zugeordneten Sachdaten (z. B. Eigentümer, Messdaten, Ausbau von Messstellen). Geo-Informationssysteme (GIS) wurden entwickelt, um raumbezogene Daten zu erfassen, graphisch darzustellen und auszuwerten. Die aufbereiteten Daten lassen sich kombiniert in Form von Karten, Skizzen und Diagrammen auf Rechnern, Plottern und Druckern etc. ausgeben. Mit Hilfe von Geo-Informationssystemen können auch schwierige räumliche Sachverhalte klar und verständlich dargestellt werden.

Kartengrundlage von Geo-Informationssystemen bilden topographische Karten und Liegenschaftskarten. Liegen diese Grundlagen noch nicht in digitaler Form vor, müssen Karten in verschiedenen Maßstäben digitalisiert und georeferenziert werden, bevor sie in einem GIS mit Daten verknüpft werden können.

Die direkte Projektbearbeitung benötigt z. B. einen höheren Detaillierungsgrad als übergreifende Planungen. Übergreifende Planungen basieren auf aufbereiteten und verdichteten Daten. Der Wechsel zwischen den Maßstäben wird als "zooming" bezeichnet. Zooming erlaubt die Betrachtung von Objektmengen auf verschiedenen Abstraktionsniveaus. Mit dem Wechsel der Maßstäbe kann auch der Detaillierungsgrad der Darstellung geändert werden.

Im Rahmen der Überwachung und Nachsorge können Geo-Informationssysteme z. B. eingesetzt werden, um

- Daten aus Messstellen in einen räumlichen Bezug zu setzen (flächenhafte Darstellung von Untersuchungsergebnissen, z. B. Schadstofffahnen),
- die Auswirkungen einer Absenkung auf die vorhandenen Randbedingungen darzustellen,
- Messstellen zu verwalten und
- Flächenbegehungen zu planen.

Die Zeit als Indikator für Messreihen ist neben dem Raumbezug oft Primärschlüssel für die Verknüpfung verschiedener Daten. Messreihen können zusätzlich mit anderen Informationen verknüpft werden. Interpolationsverfahren von punktuellen Informationen (z. B. Lage der ein-

zelenen Grundwassermessstellen) zu räumlichen Informationen (z. B. Schadstofffahne) müssen somit vorhanden sein. Dieser Punkt ist für das Zusammenspiel von Geo-Informationssystem und Datenbankapplikationen von Bedeutung.

Geo-Informationssysteme eignen sich für einen kombinierten Einsatz mit anderen (vorrangig auf relationalen Datenbanken basierenden) Datenbank-Applikationen. Darüber hinaus können weitere Informationsträger, z. B. Systeme zur Verwaltung und grafischen Darstellung von Bohrprofilen, Zeitreihen etc., eingebunden werden. Eine Schnittstelle zu SICAD, ALK/ATKIS etc. bieten heute nahezu alle gängigen Geo-Informationssysteme an. Neben den klassischen "großen" GIS-Plattformen haben sich in den letzten Jahren leistungsfähige Desktop-Applikationen etabliert. Zu den bekanntesten kommerziellen Geo-Informationssystemen gehören u. a. Arc-GIS, Map-Info, SICAD und SmallWorld.

Die Handhabung der meisten GIS ist in den letzten Jahren zwar benutzerfreundlicher geworden, von einer intuitiven Handhabung sind die meisten GIS aber noch weit entfernt. Die Handhabung von Geo-Informationssystemen erfordert eine spezielle Aus-/Weiterbildung, deren Dauer von der Art des eingesetzten Systems bzw. der eingesetzten Systeme und dem vorhandenen Kenntnisstand und der Erfahrung abhängig ist.

## **2.2 Datenbanken**

Datenbanken eignen sich zur dauerhaften (persistenten) Speicherung großer, statisch strukturierter Datenmengen. Durch eine zentrale Datenhaltung auf einem Datenbank-Server lassen sich Datenintegrität (u.a. Datenkonsistenz, Transaktionssicherheit, Datensicherheit und Datenschutz), Multiuser-Funktionalität mit Zugriffssteuerung auf Datensätze (Locking etc.) sowie verschiedene Zugriffsberechtigungen als Client/Server-Konzept realisieren. Verteilte Datenbanken, deren Datenbestände auf verschiedenen lokal getrennten Servern verwaltet werden, können durch Replikationsverfahren ihre Datenbestände abgleichen. Relationale Datenbanken (Datentabellen mit fester Struktur, die über Schlüsselfelder miteinander verknüpft werden) bilden zurzeit den Standard; daneben etablieren sich objektorientierte Datenbanken. Relationale Datenbanken haben gegenüber objektorientierten Datenbanken den Vorteil einer besseren Performance und eignen sich zur Verwaltung größerer Datenmengen. Objektorientierte Datenbanken hingegen eignen sich eher zur Abbildung flexibler Strukturen. In zunehmendem Maße integrieren relationale Datenbanken objektorientierte Techniken. Relationale Datenbanken bieten standardisierte Schnittstellen (z. B. ODBC) und Abfragesprachen (z. B. SQL).

Datenbanken eignen sich wegen ihrer Eigenschaften hinsichtlich einer persistenten Datenhaltung großer Datenmengen als Datengrundlage für verschiedene Informationssysteme u.a. Geo-Informationssysteme, FISAIBo, ADDIS etc.

Wesentlich ist für die Praxis eine möglichst durchgängige Datenstruktur. In der Regel werden bei den Laboren die Analysendaten bereits in Datenbanken abgelegt. Eine automatische Übertragung in GIS-Anwendungen ist jedoch nur möglich, wenn eine eindeutige Zuordnung aller Parameter vorhanden ist. Eine uneinheitliche Bezeichnung von Grundwassermessstellen (z.B. GWM 1 [mit Leerstelle] oder GWM1 [ohne Leerstelle]) kann bereits dazu führen, dass bei einem automatischen Datenexport die Identität nicht erkannt und damit falsche Datensätze erzeugt werden.

Auch bezüglich der Parameterbezeichnungen (interne Kürzel) ist eine einheitliche Konvention erforderlich, damit die Parameter sicher erkannt werden können. Daten, die bislang nur in Tabellen (z.B. Excel) abgelegt wurden, können zwar genutzt werden, wobei aber ein vergleichsweise großer Nacharbeitsaufwand erforderlich werden kann, da (z.B. bei Erweiterung des Überwachungsprogramms um einen zusätzlichen Parameter, beispielsweise VC bei einem LHKW-Schaden) die einzelnen Parameter und/oder die Summengehalte nunmehr in anderen Zellen stehen können. Auch auf eine konsequente Festlegung der Messeinheiten ( $\mu\text{g/l}$  oder  $\text{mg/l}$ ) ist nötig.

Vor dem Aufbau einer Datenbank sollten deshalb die Datenstruktur und die Schnittstellen zu anderen Anwendungen („externe Lieferanten“ von Daten) einheitlich festgelegt werden. Auch dann ist nach einem Datentransfer immer die Plausibilität zu überprüfen.

### **2.3 Groupware**

Groupware umfasst ein weites Feld von Softwareprodukten, deren gemeinsames Merkmal in der besonderen Unterstützung der Zusammenarbeit von Arbeitsgruppen besteht. Neben E-Mail-Funktionalität integrieren Groupware-Lösungen Dokumentenverwaltung, Zeitmanagement (Kalenderanwendungen, Gruppen-Kalender, Terminverwaltung), Workflow sowie öffentliche und zugriffsgeschützte Datenbanken. In zunehmendem Maße wird auch das Internet in das Umfeld von Groupware-Anwendungen integriert. Im Blickpunkt von Groupware steht ein kooperatives Arbeiten mit der Möglichkeit, Informationen im Team zu nutzen und gemeinsam zu bearbeiten. Der Einsatz von Groupware eignet sich dann, wenn an den Informationsfluss zwischen den Mitgliedern erhöhte Anforderungen gestellt werden. Einige Groupware-Lösungen (z. B. Lotus Notes) zeichnen sich durch ihre Sicherheitsmechanismen (strukturierte Zugriffsrechte bis auf Feldebene), gegenüber dem Internet-E-Mail erweiterte Mailing-Eigenschaften und die besondere Unterstützung mobiler Mitarbeiter/-innen aus. Darüber hinaus ist eine Verteilung von Informationen auf verschiedene Standorte durch sich untereinander abgleichende Datenbanken (Replikation) und effektive Replikationskonzepte möglich.

Groupware-Lösungen stehen auf allen aktuellen Hardware und Betriebssystemplattformen sowie für die meisten Netzwerktopologien und -protokolle zur Verfügung. Eine Skalierung

bzw. Portierung (u. a. Anpassung der Leistung: Einsatz auf verschiedenen Plattformen - Rechnerarchitekturen, Betriebssystemen etc.) ist möglich, aber herstellerspezifisch. Im Gegensatz zu relationalen Datenbanken bieten sie zurzeit aber keine standardisierten Schnittstellen oder Abfragesprachen (wie z. B. ODBC und SQL) an. Allerdings integrieren Groupware-Lösungen in zunehmendem Maße Internet-Technologien und Java als Entwicklungssprache. Zugriffe auf relationale Datenbanken lassen sich meist über systemeigene SQL-Schnittstellen realisieren.

Für stark strukturierte Daten (sogenannte „harte“ Daten) und Massendaten (mehrere 100.000 Datensätze) bieten relationale Datenbanken im Allgemeinen eine bessere Leistung hinsichtlich Geschwindigkeit und Ressourcenbedarf. Darüber hinaus eignen sich Groupware-Plattformen im Allgemeinen nicht zur Realisierung von Real-Zeit-Applikationen.

Groupware-Systeme eignen sich für das Bearbeiten und Verwalten der im Leitfaden angegebenen Formblätter, da es sich um eine Art der Dokumentenverwaltung mit einem vorgegebenen Workflow handelt, die sich in Groupware-Systemen gut realisieren lässt. Informationen, die sich aus den einzelnen Formblättern ergeben, können übersichtlich in kategorisierten Ansichten dargestellt werden. Die hier dargestellten Formblätter wurden z. B. auf der Groupware-Plattform Lotus-Notes erstellt. Die Bearbeitung dieser Formblätter kann sowohl als Internet- als auch als Intranet-Lösung realisiert werden.

## **2.4 Internet**

Das Internet und die entsprechende Technologie, die lokale bzw. externe Variante des Internets als Intranet bzw. Extranet, bilden heute das wichtigste Medium der Informationstechnik. Dieser Einfluss wird sich in Zukunft noch stärker auf alle Bereiche der Informationsverarbeitung auswirken. Die Anforderungen an die Informationsangebote sind gestiegen und die Technologie der so genannten Groupware wird bei der Realisierung von Internet/Intranet- und Extranet-Lösungen eine Schlüsselrolle spielen. Für die beiden anderen dargestellten Technologien (GIS und Datenbanken) stehen auch Lösungen für eine Integration des Internets in den entsprechenden Applikationen bereit, die auch zur Verarbeitung von GIS-Daten aus dem Internet genutzt werden können.

Ein Geoinformationssystem (GIS), dessen Funktion teilweise auf der Basis der Netzwerktechnologie (Internet, Intranet) basiert, wird als WebGIS bezeichnet. WebGIS wird oftmals als Synonym mit den Termini GIS online, Internet-GIS, NetGIS, Distributed GIS oder Internet Mapping verwendet. Unter Internet-Mapping - dem allgemeinen Begriff – kann man theoretisch auch nur den Abruf von Geodaten aus dem Internet in einem Desktop-GIS verstehen. Solange mindestens zwei Rechner miteinander kommunizieren und Geodaten austauschen bzw. GIS-Funktionalität bereitstellen (Client-Server-Prinzip), kann schon von einem WebGIS gesprochen werden.

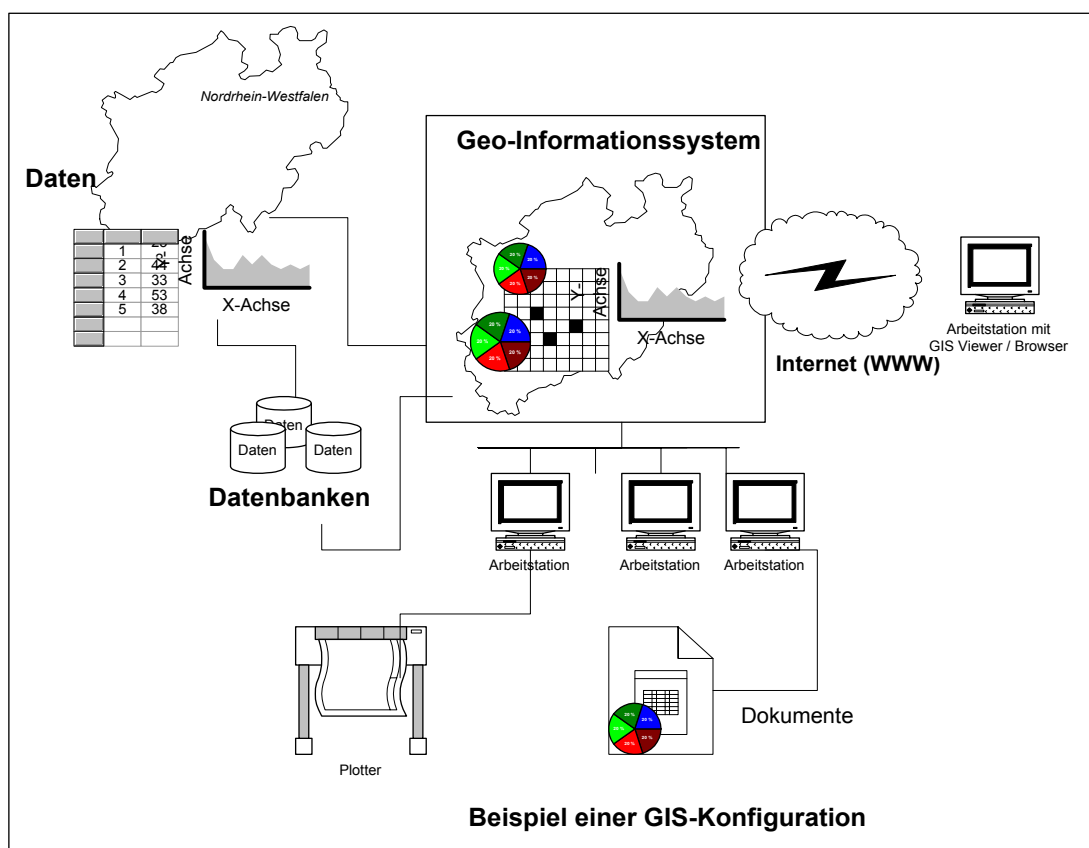


### 3 Empfehlungen für Softwaresysteme für die Überwachung und Nachsorge

Die zuständigen Behörden sind bestrebt, ihre gesetzlichen Aufgaben durch Informationssysteme zu unterstützen (siehe Abbildung 12). Daraus ergeben sich besondere Anforderungen an die Applikationen und an die Zukunftssicherheit der Anschaffungen.

Die besonderen Aspekte der Nachsorge und Überwachung (große, heterogene Datenmengen, raumbezogene Daten, Dokumentenmanagement, Informationsfluss etc.) lassen sich durch Insellösungen weder in Geo-Informationssystemen noch in Datenbanken oder Groupware-Lösungen befriedigend berücksichtigen. In einem integrierten System aus GIS, Datenbanken und Groupware können aber die meisten Aspekte berücksichtigt werden. Die Komplexität einer solchen Aufgabenstellung sollte dabei nicht unterschätzt werden.

Mindestanforderung an eine Datenaufbereitung sollte eine strukturierte Datenablage in Dateisystemen, die Verwaltung von Messreihen in Datenbanken oder Tabellenkalkulationen (z. B. Microsoft Excel) und die grafische Darstellung (z. B. als Zeitreihen) von Messdaten sein.



**Abbildung 12:** Beispiel einer GIS-Konfiguration

Alle anfallenden Untersuchungsdaten sollen schon bei ihrer Erhebung so erfasst werden, dass sie ohne weiteren Aufwand in bestehende oder noch zu entwickelnde Systeme aufgenommen werden und weiterverarbeitet werden können. Dabei ist die Strukturierung, Eindeutigkeit und Zuordnung (Schlüssel etc.) zu beachten.

Mindestanforderungen an den Umgang mit Daten und an die Datenaufbereitung sollten sein:

- eine strukturierte Datenablage in Dateisystemen
- die Verwaltung von Labordaten wie z.B. Messreihen in relationalen Datenbanken (z.B. Microsoft Access, Lotus Approach, IBM DB2, SQL-Server) oder Tabellenkalkulationen (z.B. Microsoft Excel, Lotus 123)
- eine grafische Darstellung von Messdaten (z.B. Zeitreihen)
- verfassen von Berichten mit Hilfe von Textverarbeitungsprogrammen (z.B. Microsoft Word)
- regelmäßige Datensicherung
- archivieren von zu dokumentierenden Datenbeständen
- regelmäßiger Einsatz von aktuellen Virenschutzprogrammen

Insbesondere die Datensicherheit bekommt in zunehmendem Maße eine größere Bedeutung. Die Verfügbarkeit von Informationen wird immer wichtiger und der Zugriff auf Daten durch Vernetzungen, Intranets und Internet immer einfacher. In gleichem Maße wie die Verfügbarkeit müssen auch die Sicherheitskonzepte erweitert werden und der Schutz der Daten vor Zerstörung, Manipulation und unberechtigtem Zugriff gewährleistet sein.

Überlegungen zur Datensicherheit müssen schon in einfachen Konzepten Berücksichtigung finden und sollten mindestens Vorschläge zu den Themen Datensicherung, Archivierung und Zugriffsbeschränkungen enthalten. In weitergehenden Konzepten sollten Firewall-Techniken, Vermeidung von Zerstörung durch Brand- und Wasserschäden, Klimatisierung und physikalische Sicherheitsmaßnahmen thematisiert werden.

Besondere Aufmerksamkeit sollte auf den Umgang mit angehängten Dateien in E-Mail Systemen gelegt werden. Anhänge in E-Mail-Nachrichten sollten prinzipiell vor dem Benutzen (durch Öffnen, Starten etc.) abgehängt und auf Viren geprüft werden. Nicht nur so genannte „ausführbare“ Dateien (z.B. .exe, .com) können Viren enthalten sondern auch Dokumente aus Textverarbeitungs- und Tabellenkalkulationsprogrammen (Macro-Viren in z.B. \*.doc, \*.xls Dateien). Insbesondere Daten mit Endungen, die auf ein „Visual Basic Script“ hinweisen (z.B. \*.vbs) können - wenn es sich um Viren handelt - u. U. bei entsprechenden Betriebssystemen und in bestimmten Mailsystemumgebungen großen Schaden verursachen.