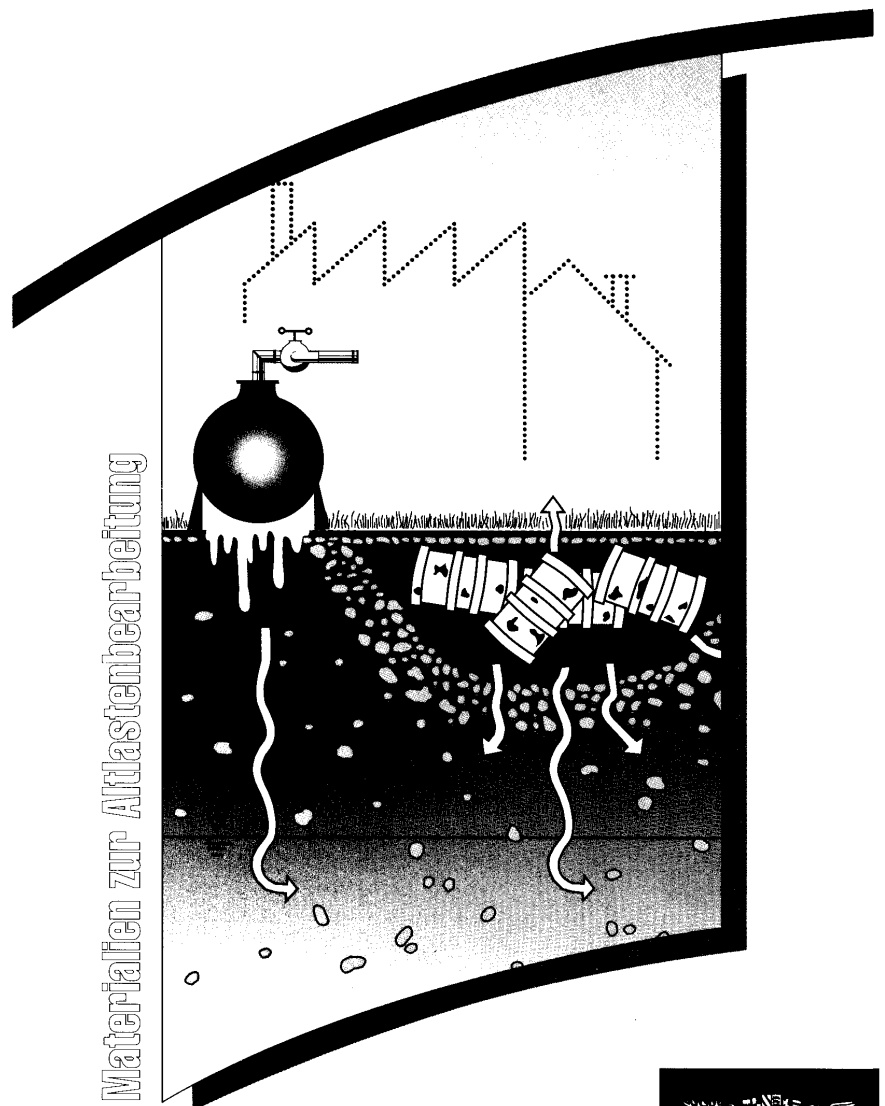


**Handbuch Altlasten  
und Grundwasserschadensfälle**

# Altablagerungen in der Flächennutzung



Materialien zur Altlastenbearbeitung



**BODEN  
ABFALL  
ALTLASTEN**



---

**Handbuch Altlasten  
und Grundwasserschadensfälle**

# **Altablagerungen in der Flächennutzung**



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

Karlsruhe 1996



Altlastenfachinformation im WWW

## **Impressum**

**Herausgeber:** Landesanstalt für Umweltschutz  
Baden-Württemberg

**Projektbearbeitung:** Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg  
Abteilung 5 – Boden, Abfall, Altlasten  
Referat 54 – Sanierung von Altlasten und Grundwasserschadensfällen  
Frieder Kern

Hessische Landesanstalt für Umwelt  
Abteilung Wasser, Abfall, Altlasten  
Dezernat V/5 Altlasten  
Dr.-Ing. H. Schreiner

**Verfasser:** Ingenieurbüro Rietzler & Heidrich GmbH  
Schnorrstraße 5a  
90471 Nürnberg

Karlsruhe 1996

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

# Inhaltsverzeichnis

<b>VORWORT</b> .....	<b>1</b>
<b>1. EINFÜHRUNG UND PROBLEMBESCHREIBUNG</b> .....	<b>2</b>
<b>2. PLANERISCHE ZIELVORSTELLUNGEN</b> .....	<b>5</b>
<b>3. ALTABLAGERUNGSSPEZIFISCHE UNTERGRUNDEIGENSCHAFTEN</b> .....	<b>8</b>
3.1 EMISSION VON GASEN UND GERÜCHEN .....	9
3.2 UNGLEICHMÄßIGE SETZUNGEN UND SACKUNGEN.....	11
3.3 EMISSION VON SICKERWASSER .....	13
3.4 SCHADSTOFFEXPOSITION FÜR ORGANISMEN .....	13
3.5 BAUSTOFFKORROSION .....	13
3.6 SCHADSTOFFPOTENTIAL .....	13
3.7 EMISSION VON STÄUBEN .....	14
3.8 KEIME.....	14
3.9 SPRENGKÖRPER .....	14
<b>4. ENTWICKLUNG VON NUTZUNGSKONZEPTEN</b> .....	<b>15</b>
4.1 FLÄCHENPLANERISCHE BEDARFSANALYSE.....	16
4.2 NUTZUNGSBEDINGTE STANDORTANFORDERUNGEN.....	16
4.3 NUTZUNGSBEZOGENE STANDORTANALYSE .....	18
4.4 NUTZUNGSBEZOGENE ERKUNDUNG.....	19
4.5 NUTZUNGSBEZOGENE SCHUTZ- UND SICHERUNGSMABNAHMEN.....	20
4.6 BAUABLAUFPLANUNG UND PROJEKTREALISIERUNG .....	22
<b>5. MABNAHMEN</b> .....	<b>24</b>
5.1 GRÜNDUNGSTECHNISCHE MABNAHMEN .....	24
5.2 OBERFLÄCHENBEFESTIGUNG UND -ABDICHTUNG.....	25
5.3 GASSPERREN .....	26
5.4 SCHUTZMAßNAHMEN AN GEBÄUDEN.....	27
5.5 ÜBERWACHUNGS- UND KONTROLLMAßNAHMEN.....	33
<b>6. FALLBEISPIELE</b> .....	<b>34</b>
6.1 WOHNBEBAUUNG AUF EINER BAUSCHUTTDEPONIE .....	34
6.2 GROßFLÄCHIGE WOHNBEBAUUNG AUF EINER EHEMALIGEN HAUSMÜLLDEPONIE .....	36
6.3 GEWERBLICHE NUTZUNG AUF EINER ALTABLAGERUNG .....	39
6.4 STÄDTEBAULICHE NUTZUNG AUF EINER INDUSTRIEABFALLABLAGERUNG.....	41
6.5 KOORDINIERTER WOHNRAUMNUTZUNG BAUSCHUTTDEPONIE .....	42
6.6 BÜROGEBÄUDE AUF EINER SCHADSTOFFBELASTETEN BAUSCHUTTDEPONIE .....	45
6.7 GERÄTEHALLE AUF „ERDAUSHUBDEPONIE“ .....	46
6.8 BAUHOF UND PARKPLATZ AUF KOMMUNALER DEPONIE .....	48
<b>7. ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>50</b>
<b>8. LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>52</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>54</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>54</b>
<b>INDEXVERZEICHNIS</b> .....	<b>55</b>

## Vorwort

Im Land Baden-Württemberg hat man sich bereits im Jahre 1975 an zentraler Stelle mit den Gefahren aus alten Müllablagerungen beschäftigt. Eine mobile Abfalleinsatzgruppe aus Bauingenieuren und Chemikern hat in den darauffolgenden Jahren zahlreiche Altablagerungen für die unterschiedlichen Gebietskörperschaften in Baden-Württemberg untersucht und bewertet. Im Jahre 1977 hat daraufhin das Innenministerium die nachgeordneten Behörden darüber in Kenntnis gesetzt, daß "sich rekultivierte Deponien und ähnliche alte Ablagerungen und deren Umgebung generell nicht für die Bebauung eignen, da mit dem Vorhandensein von Deponiegas gerechnet werden muß". Es ist davon auszugehen, daß diese Warnung bei der Erstellung von Flächennutzungsplänen nachfolgend Beachtung gefunden hat. Tatsache ist jedoch, daß zahlreiche Bauten bereits auf Altablagerungen erstellt worden waren und Wege gefunden werden mußten mit den Gefahren umzugehen. Die LfU hat bei zahlreichen Fällen in den ersten Jahren die zuständigen Behörden bezüglich möglicher Sicherheitsvorkehrungen beraten. Die dabei gewonnenen Erfahrungen sind u.a. in den Materialienband Nr. 21 des Zentralen Fachdienstes Wasser, Boden, Abfall, Altlasten bei der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg eingeflossen, der kürzlich erschienen ist und der sich mit sicherheitstechnischen Maßnahmen an Bauten auf Altablagerungen befaßt.

Mit der vorliegenden Schrift möchte die Landesanstalt für Umweltschutz die mit der Raumplanung und mit der Altlastenbearbeitung befaßten Stellen, aber auch die Baugenehmigungsbehörden und die gebäudeplanenden Ingenieure aufrufen, rechtzeitig und gemeinsam diese Probleme anzugehen. Es werden Beispiele in der Schrift aufgezeigt, wie durch eine differenzierte Nutzung, z.B. Anlegen von Parkplätzen auf Flächen mit höherer Gefahr und das Anordnen von technisch aufwendigen Gebäuden auf relativ sicheren Flächen, Altablagerung durchaus in eine Flächenbewirtschaftung integriert werden können.

Dieses Thema hat bisher in der öffentlichen Diskussion u.E. zu wenig Beachtung erfahren. Ein stufenweises Vorgehen bei der Zusammenarbeit der unterschiedlichen Disziplinen wird in der Schrift aufgezeigt. Die Schrift enthält jedoch keine Rezepte für die Erstellung von Gebäuden auf Altablagerungen.

Die Schrift wurde zusammen mit der Hessischen Landesanstalt für Umwelt erarbeitet und finanziert. Sie wird deswegen von dort mit gleichem Inhalt herausgegeben. Erfahrungen aus ihrer Anwendung sollen in einer Fortschreibung Eingang finden. Die mit der vorliegenden Schrift ausgelösten Diskussionen in der Fachwelt und die damit gemachten Erfahrungen sollten den Herausgebern mitgeteilt werden.

Danken möchten wir den beteiligten Kollegen in der Fachverwaltung des Landes Baden-Württemberg und in Verwaltungen anderer Bundesländer, insbesondere den Kollegen in Hessen, die zum Entstehen der Schrift beigetragen haben.

Dr.-Ing. Seng  
Abteilungsdirektor

# 1. Einführung und Problembeschreibung

Die Bewältigung der Altlastenproblematik bewegt die öffentliche und umweltpolitische Diskussion seit Mitte der 80er Jahre. Damals wurde einer breiteren Öffentlichkeit bewußt, daß die in Altlasten enthaltenen Schadstoffe kostspielige und zeitintensive Maßnahmen zur Gefahrenabwehr und zum Schutz der Umwelt erfordern können. Die unmittelbar Betroffenen, wie Nutzer und Anwohner, Eigentümer, aber auch mögliche Käufer von solchen Grundstücken, sind erheblich verunsichert und erwarten von den Umwelt- und Planungsbehörden Vorschläge für den sachgerechten Umgang mit diesen Hinterlassenschaften der Vergangenheit. Zu dieser Situation kam es insbesondere deshalb, weil Altlasten durch den anhaltend hohen Bedarf an Flächen für Siedlung und Gewerbe vermehrt für bauliche Nutzflächen herangezogen wurden. Dabei wurden oft Maßnahmen zur Vorbereitung des Baugrundes und zur Sicherung gegen Schadstoffimmissionen versäumt. In einigen Fällen haben solche unsachgemäßen Nutzungen zu erheblichen Problemen geführt. In den Medien wurde über spektakuläre Fälle berichtet, wo Folgenutzungen auf Altlasten mit falschen oder unzureichenden technischen Mitteln realisiert wurden und dadurch erhebliche Gesundheitsrisiken für Bewohner und Nutzer sowie Schäden an Gebäuden entstanden. Die im nachhinein durchgeführten Sanierungsmaßnahmen verursachten enorme Kosten. Nach heutiger Kenntnis hätten sie vermieden werden können, wenn von vornherein die altlastspezifischen Eigenschaften in die Planungen der Folgenutzungen mit einbezogen und darauf abgestimmte Sicherungskonzepte realisiert worden wären.

Zu vielen Fehlplanungen kam es vor allem deshalb, weil sowohl Grundstückseigentümer als auch Planungsbehörden nur unzureichend über die spezifischen Eigenschaften von Altlasten und die daraus folgenden Konsequenzen für die Planung von Folgenutzungen informiert waren. Hinzu kam, daß die Impulse für eine Wiedernutzung von Altlasten häufig vom jeweiligen Grundstückseigentümer ausgingen, wobei Wirtschaftlichkeitsüberlegungen oft die dominierende Rolle spielten. Infolgedessen bestimmte er nach seinen Zielvorstellungen die Art der Folgenutzung. Die Behörden wurden erst im Genehmigungsverfahren eingeschaltet und sollten die erforderlichen Schutz- und Sicherungsmaßnahmen festlegen, was allzu häufig wegen fehlender oder unzureichenden Voruntersuchungen schwierig oder nahezu unmöglich war.

Hinsichtlich der Entscheidung über eine Folgenutzung ist zunächst in Rechnung zu stellen, daß eine Ablagerung als Anlage eine der Aufnahme von Abfällen gewidmete Fläche darstellt. Diesen Verwendungszweck mit dem Ziel einer weiteren bzw. zusätzlichen Nutzung oder Folgenutzung zu durchbrechen, bedarf einer hinreichenden Notwendigkeit und einer stichhaltigen Begründung.

Die altlastenrechtlichen Regelungen gehen dementsprechend im Grundsatz davon aus, daß Altablagerungen nicht bebaut werden sollen bzw. daß eine Bebauung nur erfolgen kann, wenn eine Gefährdung ausgeschlossen ist. Folgenutzungen sind also nur möglich, wenn Gefährdungen aufgrund der Ungefährlichkeit der Ablagerung ausgeschlossen sind oder durch Maßnahmen ausgeschlossen werden. In aller Regel werden für eine (bauliche) Nutzung nur Altablagerungen mit einem „geringen“ Gefährdungspotential in Kombination mit weniger sensiblen Ansprüchen in Frage kommen. **Die Nutzung von Altablagerungen ist ein bauplanungs- bzw. bauordnungsrechtliches und kein altlastenrechtliches Problem.**

## Die Bewertung

- des rechtlichen Rahmens
- der tatsächlich eingeschränkten Nutzungsmöglichkeiten
- der bisherigen negativen Erfahrungen (im wesentlichen) unkoordinierter Nutzung

führt im Zusammenhang mit Einstufungen als Verdachtsfläche oder Altlast zu erheblichen Unsicherheiten für Vorhaben der Kommunen und privater Investoren, so daß Grundstücksflächen trotz z.T. hervorragender Lage, kompletter Infrastruktur einschließlich optimaler Verkehrsanbindung wegen ihrer Belastung ungenutzt bleiben.

In Ballungsräumen besteht zunehmend ein Konflikt zwischen Freiflächensicherung und der Inanspruchnahme zusätzlicher Flächen für den anhaltenden Bedarf an Wohn- und Gewerbeflächen. Dieser Konflikt wird durch Nutzung von Altablagerungen nicht aufgelöst, es ist aber möglich, hierdurch einen Beitrag zur Entschärfung zu leisten. Um einer weiteren Zersiedelung unserer Landschaft durch Maßnahmen „auf der grünen Wiese“ entgegen zu wirken, ist es aus der Sicht flächenrelevanter Planung notwendig, Altablagerungsbereiche unter dem Gesichtspunkt neuer Nutzungsmöglichkeiten (Wiedernutzung, Folgenutzung) zu bewerten und soweit zweckmäßig wieder einer sinnvollen Nutzung zuzuführen.

Dazu müssen Altablagerungen unter Berücksichtigung ihrer altlastspezifischen Eigenschaften sinnvoll in Flächennutzungskonzepte eingebunden werden. Wie dies erreicht werden kann, soll in vorliegender Schrift aufgezeigt werden. **Vor allem sollen Raumplaner über planungsrelevante Eigenschaften von Altablagerungen und Fachleute für Altlastbearbeitung über die nutzungsspezifischen Standortanforderungen informiert werden.** Damit sollen die Voraussetzungen geschaffen werden für eine fruchtbare Zusammenarbeit dieser unterschiedlichen Fachdisziplinen bei der Entwicklung von Nutzungskonzepten.

**Wichtig erscheint der Hinweis, daß bestimmte Folgenutzungen auf oder in der Nähe von Altablagerungen besondere Schutz- und Sicherungsmaßnahmen zur Abwehr von Schäden oder Gefahren beispielsweise durch Deponiegas, Setzungen oder Korrosionen erfordern können.** Es muß also zwischen dem Sanierungsbedarf einer Altablagerung und den eventuell zusätzlich notwendigen Maßnahmen zur Herbeiführung der Voraussetzungen einer Nutzung unterschieden werden.

Im folgenden wird die Entwicklung von Nutzungskonzepten auf oder in der Nähe von **Altablagerungen** behandelt, d.h. von Anlagen, die einem altlastenrechtlichen Verfahren unterliegen.

Im Gegensatz dazu werden **Altstandorte**, das sind die Flächen stillgelegter Anlagen, in denen mit gefährlichen Stoffen umgegangen worden ist, aus der Betrachtung ausgeschlossen, weil die Problematik dort anders gelagert ist. Im allgemeinen sind aber Folgenutzungen auf Altstandorten leichter möglich als auf Altablagerungen, weil Setzungs- und Standsicherheitsfragen sowie Ausgasungsprobleme, wie sie nachfolgend erläutert werden, dort weniger oder keine Probleme bereiten.

Ebenfalls werden in dieser Schrift solche Altablagerungen nicht behandelt, in denen zum überwiegenden Teil Abfälle enthalten sind, die nach derzeitiger Auffassung wegen ihrer Art nicht zusammen mit Siedlungsabfällen deponiert werden dürfen (z.B. Industrie-, Gewerbe-

oder Sonderabfall sowie Monodeponien). Die bei der Wiedernutzung solcher Standorte auftretenden Probleme sind zu spezifisch, als daß sie allgemeingültig abgehandelt werden könnten.

**Das Handbuch kann nicht die jeweils notwendige objektbezogene Detailplanung durch erfahrene Fachleute ersetzen. Deren besondere Verantwortung bei der Entwicklung von Flächennutzungskonzepten für Altablagerungen liegt darin, in den Planungsunterlagen auf Art und Umfang der altlastbedingten Gefahren für das Bauvorhaben und seine zukünftige Nutzung hinzuweisen und die Maßnahmen zur Gefahrenabwehr darzustellen.**

Zum Abschluß der Einführung wird noch einmal deutlich hervorgehoben, daß dieser Band **nicht** die Absicht verfolgt, die Wohnnutzung oder sonstige empfindliche Nutzungen von Altablagerungen zu intensivieren. Vielmehr sollen für solche Flächen sinnvolle und adäquate Möglichkeiten der Nutzung aufgezeigt werden. Sie zeichnen sich dadurch aus, daß sie gegen möglicherweise vorhandene altlastbedingte Gefahren unempfindlich oder ausreichend geschützt sind. Es wird beschrieben, wie Entscheidungsabläufe auszusehen haben, was bei Entscheidungen zu beachten ist und welche Möglichkeiten bestehen, Nutzungen zu ermöglichen und zu sichern.



## 2. Planerische Zielvorstellungen

Die **Flächennutzung von Altablagerungen** wäre unproblematisch, wenn es gelänge, sie so zu sanieren, daß sie für eine uneingeschränkte oder „multifunktionale“ Nutzung geeignet wären. Die zur Zeit vorhandenen Sanierungstechniken und die begrenzt zur Verfügung stehenden finanziellen Mittel lassen es nicht immer zu, Altablagerungen so weit zu sanieren, daß sie uneingeschränkt allen Folgenutzungen zugänglich werden. Daher ergibt sich für die Flächen-nutzungs- und Raumplanung die Aufgabe, für eventuell nach der Sanierung am Standort verbleibende Restbelastungen oder -stoffe verträgliche und mit zumutbarem Aufwand realisierbare Flächennutzungen zu finden. Die dabei zu beachtenden Grundsätze sind nachfolgend aufgeführt und erläutert.

### a) Raumplanerisches Ziel

- Raumplanerisches Ziel sollte die langfristig sichere, bedarfs- und sachgerechte Nutzung der Oberfläche und der Umgebung von Altablagerungen sein. Dabei sollten möglichst *unsensible* Folgenutzungen angestrebt werden.
  - Beispiele für **unsensible** bzw. **wenig sensible** Nutzungen sind:
    - Grünanlagen, Biotope,
    - Lagerplätze für Schüttgüter,
    - Verkehrsflächen mit niedrigen Fahrgeschwindigkeiten, Parkplätze,
    - setzungsunempfindliche (offene) Lagerhallen.
  - Beispiele für **sensible** Nutzungen sind:
    - Gartenbau, landwirtschaftliche Nutzungen,
    - Wohnbebauung mit Haus- oder Kleingärten,
    - Schulen, Kindergärten, Spielplätze,
    - Verkehrswege für hohe Fahrgeschwindigkeiten,
    - setzungsempfindliche technische Anlagen und Bauwerke

### b) Nutzungsabsicht

- Solange die künftigen Nutzungsabsichten in einem größeren Planungsraum noch nicht konkretisiert sind, sie sich also noch im Vorplanungsstadium befinden, und Einzelelemente, wie Grünanlagen, Verkehrsflächen, Baugebiete, noch räumlich variabel sind, sollte versucht werden, sie vorteilhaft unter altlastbezogenen Kriterien in ein *Gesamtkonzept* einzubinden. So sollte versucht werden, sensible Nutzungen eher von Altablagerungen abzurücken und auf oder in der Nähe von Altablagerungen eher unsensible Nutzungen zu realisieren.

### c) Vorsorgeprinzip

- Es ist anzustreben, daß durch die technischen Maßnahmen zur Ermöglichung oder Sicherung der Folgenutzung Restemissionen aus der Altablagerung in die Umwelt weiter vermindert werden. Darüber hinaus sollte bei der Entwicklung und Realisierung von Nutzungskonzepten das „*Vorsorgeprinzip*“ angewendet werden, d.h. es sollte versucht werden, den Optimalstandard zur Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen zu erreichen (vgl. Abschnitt 4.3).

#### d) Schutz- und Abwehrmaßnahmen

- Es sollten Folgenutzungen bevorzugt werden, die mit geringem Aufwand für *technische Schutz- und Abwehrmaßnahmen* einschließlich des *Arbeitsschutzes* bei Bauausführung realisierbar sind und bei denen sich mögliche Schadenswirkungen durch unvorhergesehene Ereignisse, wie Korrosionen, ungleichmäßige Setzungen, Ausgasungen, in kalkulierbaren Grenzen halten.

#### e) Folgenutzung

- Die Folgenutzung soll bei bestimmungsgemäßem Gebrauch *dauerhaft und sicher* möglich sein. Deshalb ist dafür Sorge zu tragen, daß die Maßnahmen zur Abwehr nachteiliger Auswirkungen der Altablagerung auf die Nutzung möglichst *betriebsicher* wirken, *wartungsarm* sind und damit zusätzliche Kontrollen auf ein Minimum beschränkt bleiben können.

#### f) Kontrollierbarkeit

- Die altlastbedingten Kontroll- und Schutzmaßnahmen dürfen durch die Folgenutzung weder behindert noch in ihrer Wirkung beeinträchtigt werden.

#### g) Akzeptanz

- Bei sensiblen Nutzungen müssen neben den rein grenzwertbezogenen Betrachtungen auch subjektive Aspekte wie *Befindlichkeit und Akzeptanz* der Öffentlichkeit berücksichtigt werden. Vorbehalte in der Öffentlichkeit gegen ein Vorhaben können dazu führen, daß aus toxikologischer Sicht grundsätzlich mögliche Projekte sich in der Praxis als nicht realisierbar erweisen, weil beispielsweise den Betroffenen nicht das Vertrauen in die Wirkung von Schutz- und Abwehrmaßnahmen vermittelt werden kann.

Die Umsetzung dieser Zielvorstellungen ist Aufgabe des planenden Ingenieurs bzw. Architekten. Konzepte zur Flächennutzung von Altablagerungen müssen einzelfallspezifisch unter Berücksichtigung der standortspezifischen Rahmenbedingungen entwickelt werden. Standardrezepte gibt es dafür nicht. Diese Aufgabe ist vielschichtig und erfordert umfangreiche Spezialkenntnisse. **Eine enge Zusammenarbeit zwischen Landesplanern, Altlastensachverständigen, Architekten und Bauingenieuren schon in einem möglichst frühen Planungsstadium wird empfohlen.**

**Häufig liegen bereits konkrete Nutzungswünsche vor, bevor die altlastenbezogene Erkundung und Bewertung einschließlich der Feststellung eines gegebenenfalls erforderlichen Handlungsbedarfs durch die zuständige Behörde abgeschlossen ist. Dies kann zu Verzögerungen und Fehl-Investitionsplanungen führen.**

Für Bauherren kann die behördliche Prüfung eines Baugesuchs zu erheblichen Zeitproblemen führen, wenn die Altablagerung noch nicht im Rahmen einer Altlastenbearbeitung untersucht wurde und die Altlastenbehörde noch nicht in der Lage war, über die Sanierungsbedürftigkeit zu entscheiden. Solange diese Entscheidung noch nicht gefallen ist, kann die Baubehörde auch nicht über eine baurechtlich relevante Nutzung entscheiden. Bei allem ist der Grundsatz, daß eine Nutzung die Sanierung nicht beeinträchtigen darf, zu beachten. Daraus folgend sind die Standortuntersuchungen möglichst frühzeitig und nutzungsbezogen auszuführen. Möglich und zweckmäßig ist es aber, Überlegungen zur zukünftigen Nutzung schon im Zusammenhang mit

altlastbezogenen Maßnahmen zur Gefahrenabwehr und zum Wohl der Allgemeinheit anzustellen (vgl. Abschnitt 4.3).

### 3. Altablagerungsspezifische Untergrundeigenschaften

Altablagerungen können sich in ihren charakteristischen Eigenschaften wesentlich von denen eines „normalen Baugrundes“ unterscheiden. Je nach Art der Ablagerung können folgende Einflüsse auftreten (Bild 1):

- Emission von Gasen und Gerüchen (s. Kap. 3.1),
- Emission von Stäuben (s. Kap. 3.7),
- Freisetzung von Keimen (s. Kap. 3.8),
- Emission von Sickerwasser (s. Kap. 3.3),
- Schadstoffexposition für Lebewesen und die belebte Bodenzone (s. Kap. 3.4),
- ungleichmäßige Setzungen und Sackungen (s. Kap. 3.2),
- Korrosionen an unterirdischen Anlagen (s. Kap. 3.5),
- Schadstoffpotential (s. Kap. 3.6),
- Sprengkörper (s. Kap. 3.9).

Diese charakteristischen Eigenschaften werden wesentlich von der Art der Altablagerung bestimmt. Für viele Planvorhaben reicht eine grobe Unterscheidung nach Merkmalen, wie sie häufig schon im Rahmen der Historischen Erkundung ermittelt werden, aus. Altablagerungen lassen sich wie folgt einteilen:

- überwiegender Anteil von Erdaushub und Bauschutt,
- überwiegender Anteil von unsachgemäß abgelagerten Haus- und Gewerbeabfällen, gekennzeichnet durch unzureichende Verdichtung und mehr oder weniger häufige Brände,
- überwiegender Anteil von Baggerschlamm und Klärschlamm,
- überwiegender Anteil von Industrie- und Gewerbeabfällen.

Die planungsrelevanten charakteristischen Eigenschaften von Altablagerungen werden in den folgenden Abschnitten näher erläutert. In den Kapiteln 4 und 5 werden die relevanten planerischen und technischen Maßnahmen aufgezeigt.



Bei Baggerschlamm-, Klärschlamm- und Industriemülldeponien hängen Art und Menge der gasförmigen Emissionen stark von der Art der eingelagerten Schlämme ab.

Die Emission von Gasen ist bei vielen Altablagerungen relevant und Gegenstand der Altlastbearbeitung zur Erkennung und Abwehr möglicher Gefahren.

Die Hauptanteile im Deponiegas sind Methan (bis 60 %) und Kohlendioxid (bis 44 %). Daneben enthält es in Anteilen von weniger als 1 % unterschiedlichste Spurenstoffe. Aus der Vielzahl der Spurenstoffe im Deponiegas sind einige in Tabelle 1 mit ihren planungsrelevanten Eigenschaften aufgeführt. Für die durch Deponiegas auftretende Geruchsbelastung sind dabei hauptsächlich organische Schwefelverbindungen (Merkaptane, Sulfide) sowie weitere organische Stickstoffverbindungen und Kohlenwasserstoffe verantwortlich.

Stoff	geruchsintensiv	toxisch	kanzerogen
Aldehyde	X	X	
Alkane	X		
Alkohole		X	
Amine	X	X	X
Aromaten (BTEX)	X	X	X
Aromaten (höher siedende)		X	X
Arsin, Phosphin		X	X
Ester	X		
Ether	X		
LHKW	X	X	(X)
Ketone	X		
Kohlenmonoxid		X	
Merkaptane	X	X	
Schwefelwasserstoff	X	X	
Styrole	X		
Terpene	X		
org. Säuren	X		

**Tabelle 1: Beispiele für Spurenstoffe im Deponiegas**

Sind Sauerstoff und Stickstoff im Deponiegas enthalten, so deutet dies auf aerobes Milieu beziehungsweise atmosphärische Einflüsse hin, wie sie häufig bei Altablagerungen im Stadium abnehmender Deponiegasproduktion zu beobachten sind [11].

Die oben genannten Hauptgase Methan und Kohlendioxid sind geruchlos. Deponiegas enthält aber fast immer geruchsintensive Begleitgase, die für seinen charakteristischen stechend/unangenehmen Geruch verantwortlich sind. Einige dieser Gase sind in oben erwähnter Tabelle aufgeführt.

Die wichtigsten Gefahren beziehungsweise Nachteile von Deponiegas für Nutzungen auf oder in der Nähe von Altablagerungen sind:

- Explosionen,
- Brände,
- Erstickung,
- Vergiftung,
- Schädigung des Pflanzenwachstums und des Bodenlebens,
- Gerüche.

Gase können durch Wegsamkeiten im Untergrund, z.B. Poren, Klüfte und Spalten, **Rohrleitungen bzw. Leitungstrassen, über erhebliche Strecken transportiert** werden, ehe sie Schutzgüter erreichen und bedrohen. Deshalb sind auch benachbarte Flächen und ihre eventuelle Exposition solchen Emissionen gegenüber in die planerischen Überlegungen mit einzubeziehen.

In der freien Atmosphäre verdünnt sich Deponiegas relativ schnell, so daß allenfalls bei großen Deponien, starker Gasproduktion und topographisch bedingtem schlechtem Gasaustausch Probleme auftreten. Hauptsächlich wird Deponiegas dann problematisch, wenn es in geschlossene Räume eindringen kann und dort explosionsgefährliche, brennbare, toxische, erstickend wirkende oder stark riechende Gasgemische bildet. Durch Verdrängung des Sauerstoffs im Untergrund oder toxische Spurengase kann Deponiegas das Wachsen und Gedeihen von Pflanzen und Bodenlebewesen beeinträchtigen.

## 3.2 Ungleichmäßige Setzungen und Sackungen

Ausgeprägte, vor allem ungleichmäßige **Setzungen** oder **Sackungen** sind ein weiteres charakteristisches Merkmal von Altablagerungen.

Ursachen für Setzungen bzw. Sackungen sind:

- unterschiedliche mechanische Festigkeit, Konsistenz und Dichte der Abfallstoffe,
- unterschiedliche oder unzureichende Verdichtung beim Einbau der Abfallstoffe,
- mikrobiologische, chemische und physikalische Vorgänge, durch welche die in Altablagerungen häufig enthaltenen Stoffe ihre mechanischen Festigkeitseigenschaften stark ändern,
- Verformungen durch Eigengewicht, Konsolidierung und Auflasterhöhung,
- Volumenminderungen durch mikrobielle Umwandlung von Feststoffen in Gase sowie durch Kompression.

Setzungen und Verformungen können in unterschiedlichem Maße bei allen vier der im Kapitel 3 genannten Ablagerungstypen vorkommen.

Ungleichmäßige Setzungen der Altablagerung können unzulässige Beanspruchungen in Anlagen, wie Gebäuden, Rohrleitungen, Behältern, Oberflächenbefestigungen oder -abdichtungen, bewirken. Als Folge können Risse, Abbrüche, Schiefstellungen etc. entstehen, welche die Haltbarkeit und Gebrauchsfähigkeit der Anlagen erheblich beeinträchtigen können. Auch erhöht sich die Gefahr, daß Gase in die baulichen Anlagen eindringen können. Besonders nachteilig wirken sie, weil sie in gefährlicher Konzentration, örtlich sehr unterschiedlich und über lange Zeiträume auftreten können. In Tabelle 2 sind für verschiedene bauliche Anlagen mögliche Schäden durch Setzungen aufgeführt.

<b>Art der baulichen Anlage</b>	<b>mögliche Schäden</b>
Kanäle (Freispiegelkanäle)	Risse Wassersäcke Versätze
Versorgungsleitungen (Gas, Wasser, Strom, Kommunikation)	Risse/Abrisse  Abscherungen Undichtheiten Setzungen
Gebäude	Risse Senkungen Schiefstellungen unzulässige statische Beanspruchungen Abscheren von Ver- und Entsorgungsleitungen an Leitungseinführungen Beeinträchtigung und Beschädigung von Zufahrten und Wegen
Lagerflächen	Risse Unebenheiten Wasseransammlungen
Verkehrsanlagen	Risse Fahrbahnunebenheiten Lageabweichungen Wasseransammlungen

**Tabelle 2: Setzungsbedingte Schäden an baulichen Anlagen**

Es gibt technische Möglichkeiten, wie Tiefenverdichtung, um eine Altablagerung für bestimmte Zwecke ausreichend gründungssicher vorzubereiten und spezielle Gründungstechniken, die es erlauben, praktisch jedes technische Bauwerk sicher und dauerhaft auf einer Altablagerung zu gründen. Allerdings können sie einen recht erheblichen technischen und finanziellen Aufwand erfordern.



### 3.3 Emission von Sickerwasser

Niederschlagswasser oder der Altablagerung zufließendes Grund- und Oberflächenwasser kann bei der Durchsickerung oder Durchströmung durch die Altablagerung Schadstoffe lösen. In unterschiedlichem Maße treten solche Lösungsvorgänge auf bei Hausmüll, Gewerbeabfällen, Bauschutt, Klär- und Baggerschlämmen. Als Sickerwasser kann es an der Sohle oder den Flanken der Altablagerung austreten, in Kanäle eindringen, in Leitungstrassen abfließen und Gewässer in ihrer Beschaffenheit nachteilig verändern, so daß Maßnahmen zur Gefahrenabwehr erforderlich werden. Diese Problematik ist in der Regel Gegenstand der normalen Altlastenbearbeitung, so daß in dieser Schrift nicht näher darauf eingegangen werden muß.

### 3.4 Schadstoffexposition für Organismen

Durch oralen, dermalen oder inhalativen Kontakt können Menschen, Tiere und Pflanzen in unzulässiger Weise den nachteiligen Wirkungen von Schadstoffen ausgesetzt sein, die von Altablagerungen mit Haus- und Gewerbeabfällen, Bagger- und Klärschlamm ohne ausreichende Sicherung ausgehen können. Es ist nicht sicher auszuschließen, daß auch bei ordnungsgemäß betriebenen Erdaushub- und Bauschuttdeponien kontaminierte Böden und Bauschutt lagern und in der Vergangenheit nicht im erforderlichen Maße kontrolliert wurden.

### 3.5 Baustoffkorrosion

Bereits der natürliche Untergrund kann Substanzen enthalten, die auf unterirdische Baukörper korrosive Wirkung haben. Von der korrosiven Wirkung dieser Substanzen werden alle Materialien und Baustoffe betroffen, die an oder unter der Deponieoberfläche eingesetzt werden, beispielsweise Bauwerksgründungen, Rohrleitungen, Kabel oder Tankanlagen. Aber auch im normalen Baugrund bewährte Schutzanstriche zum Korrosionsschutz können zerstört werden durch in der Altablagerung enthaltene korrosive Substanzen. Es kann daher erforderlich werden, besondere Schutzmaßnahmen einzuplanen oder auf die Verwendung bestimmter Baustoffe ganz zu verzichten [9, 17].

### 3.6 Schadstoffpotential

Je nach Art und Menge des in der Altablagerung enthaltenen **Schadstoffpotentials** erfordert die Behandlung beziehungsweise Beseitigung von eventuell anfallendem Aushubmaterial eine besondere Vorgehensweise. Es gilt zu verhindern, daß kontaminiertes Aushubmaterial ungenehmigt und unkontrolliert in unkontaminierte Bereiche verfrachtet wird. Das Spektrum möglicher Behandlungs- und Beseitigungsverfahren für anfallendes Aushubmaterial ist weit gespannt und reicht von der gesicherten Wiedereinlagerung am Standort über diverse Dekontaminationsverfahren bis zur geordneten Deponierung an anderer Stelle (Genehmigung erforderlich). Bei Umlagerung sind durch rechtzeitige Trennung nach dem Grad der Verunreinigung oftmals erhebliche Einspareffekte zu erreichen. In diesem Zusammenhang ist auch der Verzicht auf Keller oder bei Deponierandbebauung eine Verschiebung des geplanten Bauwerks in dem Bereich gewachsenen Bodens in die Abwägung einzubeziehen.

### 3.7 Emission von Stäuben

Wie bei sonstigen ungeschützten Flächen kann es auch bei Altablagerungen durch Winderosion, Fahrbewegungen u.ä. zu **Staubemissionen** kommen. Ihre besondere Problematik ergibt sich bei Altablagerungen mit Haus- und Gewerbeabfällen, Bagger- und Klärschlamm und Wilden Kippen dadurch, daß die Staubpartikel zu Überträgern von Schadstoffen werden können, die üblicherweise als schwer flüchtig oder standortgebunden gelten. Auch bei Erdaushub- und Bauschuttdeponien kann diese Problematik gegeben sein.

### 3.8 Keime

Altablagerungen können virulente pathogene **Keime** enthalten. In aller Regel wird eine Gefährdung aber nur bei Eingriffen in Ablagerungen selbst relevant. In Abhängigkeit von der Art des Eingriffs und der Art der Ablagerung können besondere Maßnahmen zum Arbeitsschutz oder zur Verhinderung von Keimübertragungen erforderlich werden.

### 3.9 Sprengkörper

War die Fläche der Altablagerung während des Krieges Bombenabwürfen ausgesetzt, können sich in ihr noch Blindgänger befinden, die bei Berührung oder Erschütterung explodieren und enorme Schäden anrichten können. Wenn mit der Anwesenheit von Blindgängern gerechnet werden muß, ist der Kampfmittelräum- bzw. beseitigungsdienst einzuschalten.

## 4. Entwicklung von Nutzungskonzepten

Wie in Kapitel 2 festgestellt, soll mit konkreten Überlegungen für mögliche Folgenutzungen auf oder in der Nähe von Altablagerungen erst dann begonnen werden, wenn die altlastbezogene Bearbeitung abgeschlossen ist. Dies bedeutet, daß die Altablagerung abschließend erkundet und eventuell erforderlicher Handlungsbedarf (Sanierung oder fachtechnische Kontrolle) zum Wohl der Allgemeinheit beziehungsweise zum Schutz der Schutzgüter durch die zuständige Behörde festgestellt sein muß. Bei der Entwicklung von Nutzungskonzepten sind neben Altlastenrecht und Wasserrecht auch Bauplanungs- und Bauordnungsrecht zu berücksichtigen.

**Wurde ein altlastbedingter Sanierungsbedarf ermittelt, so kann es im Einzelfall sinnvoll sein, im Zusammenhang mit der Entwicklung eines Sanierungskonzeptes auch Folgenutzungskonzepte zu überlegen und zu planen, weil mitunter die altlastbedingten Schutzmaßnahmen günstig mit nutzungsbedingten (zusätzlichen) Schutzmaßnahmen kombiniert werden können.**

**Ziel der planerischen Überlegungen zur Folgenutzung muß sein, eine am flächenplanerischen Bedarf und an den Standortgegebenheiten orientierte optimale Form der Flächennutzung zu entwickeln.** In den seltensten Fällen dürfte es von vornherein evident sein, welche Nutzungsform diesem Ziel am nächsten kommt. Der Normalfall dürfte sein, daß diese Entscheidung erst nach umfangreichen Betrachtungen und planerischen Überlegungen möglich sein wird. Die hauptsächlichsten Planungsschritte bei dieser Entscheidungsfindung sind in Bild 2 dargestellt und in den folgenden Abschnitten näher erläutert.

In der Regel wird dieser Entscheidungsprozeß als iterativer Vorgang zu verstehen sein, wobei einzelne Planungsschritte mehrmals durchlaufen werden, jedoch jeweils ergänzt durch zusätzliche Informationen.

- 
1. Altlastenbezogene Erkundung und Bewertung
  2. Flächenplanerische Bedarfsanalyse (s. Kap. 4.1)
  3. Nutzungsbedingte Standortanforderungen (s. Kap. 4.2)
  4. Nutzungsbezogene Standortanalyse (s. Kap. 4.3)
  5. Nutzungsbezogene Erkundung (s. Kap. 4.4)
  6. Nutzungsbezogene Schutz- und Sicherungsmaßnahmen (s. Kap. 4.5)
  7. Bauablaufplanung und Projektrealisierung (s. Kap. 4.6)
  8. Sicherheits-, Überwachungs- und Kontrollmaßnahme, Kennzeichnungspflicht, Entlassung aus dem Altlastenkataster
- 

**Bild 2: Stufenweise Vorgehensweise bei der Entwicklung von Nutzungskonzepten**

## 4.1 Flächenplanerische Bedarfsanalyse

Über die zukünftige Nutzungsart auf Altablagerungen oder in deren Nähe ist nach Abwägung des flächenplanerischen Bedarfs in einem Planungsraum und der altlastbedingten Standortgegebenheiten zu entscheiden.

Der **flächenplanerische Bedarf** ergibt sich aus der örtlichen Situation. Damit Folgenutzungen auf Altablagerungen oder in deren Nähe gefahrlos möglich sind, müssen in aller Regel weitergehende Schutz- und Abwehrmaßnahmen durchgeführt werden. Allgemein können folgende weitere Ziele verfolgt werden:

1. Keine nutzungsbezogene Sanierung, d.h. es werden nur solche Nutzungen zugelassen, welche durch die Altlast nicht beeinträchtigt oder gefährdet werden.
2. Nutzungsbezogene Sanierung, d.h. es werden nur ganz bestimmte Nutzungen mit speziell ausgerichteten Schutzmaßnahmen zugelassen.
3. Herstellung eines Zustands, welcher in Art und Beschaffenheit der Umgebung entspricht. Es sind damit im Grundsatz auch alle Nutzungsarten der Umgebung möglich.

Art und Umfang von Schutz- und Sicherungsmaßnahmen und damit ihr technischer und finanzieller Aufwand hängen, wie in den nachfolgenden Abschnitten weiter erläutert wird, primär vom angestrebten Nutzungsziel ab. Wenn das Nutzungsziel nicht genau vorgegeben werden kann, müssen diese Maßnahmen sehr vielfältigen Anforderungen gerecht werden und gestalten sich daher um so aufwendiger. Ziel sollte es daher sein, den flächenplanerischen Bedarf möglichst frühzeitig und möglichst genau zu ermitteln.

## 4.2 Nutzungsbedingte Standortanforderungen

Die vielfältigen Nutzungsarten stellen jeweils unterschiedliche Anforderungen an den Untergrund. Eine Übersicht für einige wesentliche Nutzungen gibt Tabelle 3.

Nutzungsart	Anforderungen
<b>Baugrund für bewohnbare Bauten</b>  <b>Baugrund für industrielle und gewerbliche Nutzung wie Hallen, Schächte</b>	Deponiegas darf nicht in Gebäude und bauliche Anlagen eindringen und nicht in benachbarte Bereiche abgedrängt werden Standsicherheit Setzungssicherheit Korrosionssicherheit Keine Gerüche Kein belästigender oder schädlicher Staub

<b>Baugrund für sonstige Bauwerke, z.B. offene Hallen, Brücken</b>	<p>Standsicherheit  Setzungssicherheit  Korrosionssicherheit  Kein belästigender Geruch  Deponiegas darf nicht in Gebäude und bauliche Anlagen eindringen und nicht in benachbarte Bereiche abgedrängt werden.</p>
<b>Verkehrsflächen (befestigte) Lagerflächen</b>	<p>Standsicherheit  Setzungssicherheit  Korrosionssicherheit  Keine schädlichen Gasemissionen,  Deponiegas darf nicht in benachbarte Bereiche abgedrängt werden und nicht in Gebäude und bauliche Anlagen eindringen  Keine schädliche Staubentwicklung  Kein belästigender Geruch</p>
<b>Biotop</b>	<p>Hinreichende Schadstofffreiheit im wurzelverfügbaren Bereich  Durchwurzelbar bis in Wurzeltiefe  Kein belästigender Geruch  Keine schädliche Staubentwicklung  Keine schädliche Deponiegaskonzentration im Wurzelraum</p>
<b>forstwirtschaftliche Nutzung</b>	<p>Durchwurzelbarkeit  Frei von pflanzenverfügbaren Schadstoffen im wurzelverfügbaren Bereich  Keine schädlichen Deponiegaskonzentrationen im Wurzelraum  Ausreichende Wurzeltiefe  Ausreichender Wurzelhalt</p>
<b>landwirtschaftliche, gärtnerische Nutzung</b>	<p>Frei von pflanzenverfügbaren Schadstoffen im wurzelverfügbaren Bereich  Keine schädlichen Deponiegaskonzentrationen im Wurzelraum  Ausreichende Wurzel- und Bearbeitungstiefe  Deponiegas darf nicht in Gebäude und bauliche Anlagen eindringen</p>
<b>Freizeit und Erholung u.ä.</b>	<p>Keine Ausgasung von Schadstoffen  Keine schädliche Staubentwicklung  Keine Geruchsbelästigungen  Deponiegas darf nicht in Gebäude und bauliche Anlagen eindringen</p>
<b>Kinderspielplatz</b>	<p>Frei von humantoxischen Schadstoffen im verfügbaren Bereich  Keine Ausgasung von Schadstoffen  Keine Geruchsbelästigungen  Deponiegas darf nicht in Gebäude und bauliche Anlagen eindringen</p>

**Tabelle 3: Beispiele für Anforderungen an den Untergrund bei verschiedenen Nutzungen**

Es ist aus dieser Übersicht zu erkennen, daß zu allgemein gehaltene Vorgaben zur Nutzung, wie Wohngebiet, Gewerbegebiet, Industriegebiet, in der Regel eine sinnvolle Präzisierung der altlastbedingten Schutzmaßnahmen nicht zulassen. Die Art der zukünftigen Nutzung sollte möglichst weiter präzisiert werden, beispielsweise, ob Gebäude, Verkehrs- oder Lagerflächen erstellt, Sport-, Spiel-, Freizeit- oder Grünanlagen angelegt, beziehungsweise Nahrungs- oder Futtermittel erzeugt werden sollen.

**Die künftige Nutzungsmöglichkeit sollte in der Bauleitplanung sowie im Flächennutzungs- und Bebauungsplan möglichst detailliert festgelegt werden.**

### 4.3 Nutzungsbezogene Standortanalyse

Nachdem der flächenplanerische Bedarf analysiert und wenigstens grob festgelegt wurde, muß abgeschätzt werden, wie hoch der technische Aufwand zur Realisierung der Plankonzeption voraussichtlich wird. Es muß beurteilt werden, wie sich die vorhandene Altlastsituation auf künftige Nutzungen auf oder in der Nähe der Altablagerungen auswirkt und mit welchem technischen Aufwand mögliche Gefahren abgewehrt werden können. Dies erfolgt im Rahmen einer **nutzungsbezogenen Standortanalyse**.

Bei der Ermittlung des erforderlichen technischen Aufwands für Schutzmaßnahmen zur Gefahrenabwehr sollte möglichst das "**Vorsorgeprinzip**" angewendet werden, d.h. es ist zu versuchen, den Optimalstandard zur Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen zu erreichen.

Bei vorhandenen Nutzungen auf oder in der Nähe von Altablagerungen kann bei der Beurteilung der Gefahrensituation und Planung von eventuell erforderlichen Abwehrmaßnahmen das "**Nachsorgeprinzip**" angewendet werden, wenn das "**Vorsorgeprinzip**" mit zumutbarem Aufwand oder aus anderen Gründen nicht erreichbar ist (vergleiche "Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen", [12]). Das "Nachsorgeprinzip" welches nur die Abwehr der unmittelbaren Gefahr zum Ziel hat, geht von einem einzelfallspezifischen Sicherheitsabstand zu dem jeweils zum Schutz der menschlichen Gesundheit Erforderlichen aus.

Die Anwendung des Vorsorgeprinzips bei der Entwicklung von Folgenutzungen auf oder in der Nähe von Altablagerungen bedeutet:

- Die zukünftige Nutzung muß **langfristig gesichert** möglich sein.
- Es sind möglichst solche Nutzungen zu wählen, die **unempfindlich** auf altlastspezifische Wirkungen, wie Schadstofffreisetzungen, unterschiedliche Setzungen und Verformungen, reagieren.
- Schutz- und Abwehrmaßnahmen zur Sicherung empfindlicher Nutzungen müssen langfristig sicher wirken, so daß danach laufende Kontrollen, Wartungsarbeiten und Prüfungen oder zusätzliche Auflagen und Bedingungen hinsichtlich der Art und Form der Nutzung auf ein Minimum beschränkt bleiben können.

Aus diesen Überlegungen sind bei der Errichtung von Gebäuden, Verkehrs- oder Lagerflächen sichere Gründungen und sichere Abschirmungen gegen Schadstofftransfer und Korrosion zu fordern. Hinweise für die technische Realisierung enthält Kapitel 5. Bei direkter Bodennutzung, wie beispielsweise landwirtschaftlicher oder gärtnerischer Nutzung oder bei Kinder-

spielplätzen ist entsprechend zu fordern, daß mindestens bis zu der durch die Bodennutzung betroffenen Bodentiefe die ökotoxikologisch unschädlichen Restschadstoffgehalte entweder nicht überschritten werden oder sich an den natürlichen regionalen Hintergrundgehalten geogener Inhaltsstoffe orientieren. Welches der beiden Kriterien im Einzelfall anzuwenden ist, richtet sich nach dem vorhandenen Schadstoffinventar und der örtlichen Situation.

**Unabhängig von den oben ausgeführten Überlegungen sollten möglichst solche Nutzungen gewählt werden, welche eventuell vorhandene Restrisiken für die Schutzgüter weiter reduzieren (vgl. Kapitel 2).**

Grundlage für die Beurteilung einer Altablagerung im Hinblick auf die Eignung für bestimmte Folgenutzungen sind je nach beabsichtigter Nutzung:

- Gesetze, Verordnungen
- Planungsrecht, Bauordnungsrecht
- Technische Richtlinien
- in Baden-Württemberg:  
die o.g. VwV "Orientierungswerte"
- in Hessen:  
Verwaltungsvorschrift zu §77 des Hessischen Wassergesetzes für die Sanierung von Grundwasser- und Bodenverunreinigungen im Hinblick auf den Gewässerschutz (GW-VwV) [14]
- Orientierungswerte für die Altlastensanierung [16]
- Erlaß „Bauliche Nutzung von Altablagerungen" [18]
- Erste VwV Erdaushub/Bauschutt [20]

## 4.4 Nutzungsbezogene Erkundung

Ziel der Altlastenbearbeitung ist die Ermittlung und Bewertung der Gefahrensituation sowie die Abwehr von Gefahren für die Schutzgüter und die Wahrung des Wohls der Allgemeinheit. Art und Umfang von technischen Erkundungen orientieren sich an diesem Bearbeitungsziel. Daher geht es bei der altlastbezogenen Erkundung vor allem um die Ermittlung von Art und Umfang der Schadstoffbelastung und ihre möglichen nachteiligen Auswirkungen auf vorhandene Nutzungen und möglicherweise betroffene Schutzgüter. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in aller Regel nicht ausreichend oder nicht geeignet zur Beurteilung der Wirkungen auf Nachfolgenutzungen. Oftmals sind weitere sogenannte nutzungsbezogene Erkundungen nötig. Falls eine altlastbezogene Erkundung noch nicht stattgefunden hat, kann diese gemeinsam mit der nutzungsbezogenen Erkundung durchgeführt werden. Wie schon erörtert, ist der Ablauf im Prinzip als iterativer Prozeß zu entwickeln.

Die **nutzungsbedingten Erkundungen** und Planungen können beispielsweise betreffen:

### a) Erkundung

- Detailliertere und umfassendere chemisch-physikalische Untersuchung des Schadstoffspektrums und seiner Verteilung im Untergrund,
- Setzungs- und Verformungsverhalten in Bezug auf künftige Nutzungen,

- mögliche Auswirkungen auf vorhandene Nutzungen in der Nachbarschaft,
- (genauere) Quantifizierung der Deponiegasproduktion,
- Deponiegaskonzentration im Untergrund,
- Staub- und Geruchsemission,
- Ermittlung von möglicherweise weiteren Inhaltsstoffen des Deponiegases, wie sie beispielsweise für die Planung und Gestaltung von Gasbehandlungs- beziehungsweise -verwertungsanlagen benötigt werden,
- Keimbelastung,

#### **b) Planungen**

- mögliche Schadstofffreisetzungen oder -verfrachtungen unter geänderten Standortbedingungen,
- Korrosionswirkung auf Bauten und Anlagen im Untergrund,
- Entsorgungsmöglichkeiten für möglicherweise kontaminiertes Aushubmaterial,
- Überwachungsbedarf von Tiefbauarbeiten oder sonstige Eingriffe in die Altablagerung durch Sachverständige beziehungsweise Sachkundige für Altlastenbearbeitung,
- Art und Umfang von Arbeitsschutzmaßnahmen bei Arbeiten in kontaminierten Bereichen,
- mögliche Auswirkungen auf vorhandene altlastbedingte Schutz- und Sicherungssysteme,
- Bodenerosion.

Für erste Planüberlegungen reichen oftmals die Kenntnisse und Erfahrungen aus der Bearbeitung ähnlicher Fälle für eine erste Abschätzung des Aufwands für technische Maßnahmen zur Gefahrenabwehr aus. Detaillierte und kostspielige nutzungsbezogene Untersuchungen sind erst dann durchzuführen, wenn das Nutzungsziel und die Nutzungsart relativ konkret festliegen. Die nutzungsbedingten Untersuchungen sind einzelfallspezifisch, so daß in allgemeiner Form keine weiteren Ausführungen zu Art, Umfang und Durchführung möglich sind.

## **4.5 Nutzungsbezogene Schutz- und Sicherungsmaßnahmen**

Die in den vorangegangenen Kapiteln erwähnten grundsätzlichen Nutzungsarten stellen unterschiedlichste Anforderungen an den Untergrund, beispielsweise:

- die Schadstoffarmut,
- die Tragfähigkeit,
- die Verformungssicherheit,
- die Verletzungssicherheit,
- das Ausgasungsverhalten.
- die Bodenkultivierbarkeit und -fruchtbarkeit.

Diese Anforderungen werden von Altablagerungen in aller Regel nicht erfüllt. Aber es gibt ein Spektrum unterschiedlichster Maßnahmen, um die Standortvoraussetzungen zu verbessern und für unterschiedlichste Nutzungsformen zu erfüllen. Diese sind in Tabelle 4 für ausgewählte und besonders typische Nutzungsarten und ihren möglichen altlastbedingten Beein-



trächtigungen in allgemeiner Form aufgezeigt. Die Aufzählung erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit und kann nicht die einzelfallspezifische Beurteilung durch den erfahrenen Sachverständigen ersetzen. Der erforderliche technische und finanzielle Aufwand kann aber enorm werden. Einzelfallspezifisch ist zu prüfen und zu entscheiden, ob Aufwand und (eventueller) Nutzen in einem sinnvollen Verhältnis stehen.

<b>Nutzungsart</b>	<b>Mögliche Gefahren und Nachteile</b>	<b>mögliche Maßnahmen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Lager- und Verkehrsflächen</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ungenügende Tragfähigkeit</li> <li>• Ungleichmäßige Setzungen</li> <li>• Korrosionsgefahr</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiefenverdichtung</li> <li>• Spezialgründung</li> <li>• laufende Reparaturen</li> <li>• Verwendung korrosionsbeständiger Bau- und Werkstoffe</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Baugrund für die Errichtung stationärer Anlagen, z.B. Wohn- und Gewerbebauten</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ungenügende Tragfähigkeit</li> <li>• Ungleichmäßige Setzungen und Sackungen</li> <li>• Gasemissionen und damit verbunden Gefahr von Bränden, Explosionen, Vergiftungen, Erstickungen</li> <li>• Korrosionsgefahr</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiefenverdichtung</li> <li>• Spezialgründung (Pfähle)</li> <li>• laufende Reparaturen</li> <li>• Verwendung korrosionsbeständiger Bau- und Werkstoffe, Schutzanstriche oder Beschichtungen</li> <li>• Gassperren</li> <li>• aktive oder passive Entgasung,</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Land- und Forstwirtschaft</b></li> <li>• <b>Nahrungs- und Futtermittelproduktion</b></li> <li>• <b>Gartenbau</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schadstoffbelastung von Nahrungs- und Futtermitteln</li> <li>• Beeinträchtigung des Pflanzenwachstums durch Deponiegas oder wachstumshemmende Stoffe im Wurzelraum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodenaustausch</li> <li>• Überdeckung mit geeignetem Substrat bis in Wurzeltiefe</li> <li>• aktive oder passive Entgasung</li> <li>• Gassperren</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ziergärten</b></li> <li>• <b>Parkanlagen</b></li> <li>• <b>Biotope</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beeinträchtigung des Pflanzenwachstums durch Deponiegas und wachstumshemmende Stoffe im Wurzelraum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodenaustausch</li> <li>• Überdeckung mit geeignetem Substrat bis in Wurzeltiefe</li> <li>• aktive oder passive Entgasung</li> <li>• Gassperren</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Kinderspielplätze,</b></li> <li>• <b>Freispielanlagen,</b></li> <li>• <b>Sport- und Freizeitanlagen,</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• orale, dermale und inhalative Schadstoffaufnahme,</li> <li>• Verletzungsgefahr</li> <li>• Staubbildung,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodenaustausch</li> <li>• Überdeckung mit geeignetem und dichtem Material</li> <li>• aktive oder passive Entgasung</li> <li>• Gassperren.</li> </ul>

**Tabelle 4: Abwehrmaßnahmen für hauptsächliche Nutzungsarten und mögliche Gefahren oder Nachteile, Beispiele**

Auflagen und Bedingungen sollen gewährleisten, daß einerseits Baulichkeiten und sonstige Anlagen gefahrlos genutzt werden und andererseits altlastbedingte Gefahren für das Wohl der Allgemeinheit und die Schutzgüter abgewendet werden. Beispiele für solche Auflagen und Bedingungen sind:

- Erhalt, Wartung, Unterhaltung und gegebenenfalls Betrieb von technischen Schutz-, Warn- und Abwehranlagen, wie Oberflächenabdichtungen beziehungsweise -abdeckungen, Gassperren, Entgasungsanlagen, Meß- und Warngeräte, Grundwasser- und Gasmeßstellen,
- zusätzliche Anzeigepflicht bei geplanten Standortveränderungen, auch wenn diese nach sonstigen Rechtsvorschriften, wie Baurecht, Naturschutzrecht, nicht anzeigepflichtig sind,
- besondere Vorsicht bei Standortveränderungen, Tiefbauten oder sonstigen Eingriffen in den Untergrund, gegebenenfalls Einschaltung von Sachverständigen für Altlasten,
- regelmäßige eigene Überwachung und Kontrolle mit Sachstandsbericht und -analyse der Situation, gegebenenfalls durch Sachverständige für Altlasten,
- Verbot beziehungsweise Gestattung bestimmter Nutzungen,
- Vorgaben für die Behandlung von eventuell anfallendem Aushubmaterial,
- Duldung von Kontrollen, Messungen, Begehungen durch Behörden und Beauftragte,
- Informationsweitergabe bei Verkauf, Vermietung, Verpachtung, da alle altlastenbedingten Auflagen für alle Folgenutzer bindend sein müssen.

## 4.6 Bauablaufplanung und Projektrealisierung

Die in Kap. 3.2 beschriebenen spezifischen „Baugrundeigenschaften“ von Altablagerungen erfordern besondere Maßnahmen bei der Bauablaufplanung und Projektrealisierung. Soweit in allgemeiner Form möglich, wird darauf im folgenden näher eingegangen.

### Schadensgutachter

Wegen der sehr großen Inhomogenität von Altablagerungen ist es erfahrungsgemäß finanziell kaum möglich, eine Altablagerung so erschöpfend zu erkunden, daß „Überraschungen“ bei der Errichtung baulicher Anlagen vollkommen ausgeschlossen werden können. So kann es vorkommen, daß unvermutet (weitere) Schadstoffherde angetroffen werden, welche die geplante Beseitigungsart für Aushubmaterial unmöglich machen oder andere Arbeitsschutzkonzepte erfordern. Solche Situationen sind nur von entsprechend ausgebildetem Personal erkennbar. Eingriffe in Altlasten sollen deshalb nur unter **Aufsicht** und **Kontrolle** eines erfahrenen und verantwortlichen **Sachverständigen** durchgeführt werden. Zu seinen Obliegenheiten gehört nicht nur darüber zu wachen, daß unzulässige Schadstoffemissionen und -verlagerungen vermieden werden, sondern daß auch erforderliche Genehmigungen eingeholt, Anzeigen erstattet und Arbeitsschutzmaßnahmen sowie eine ordnungsgemäße Entsorgung des Aushubes durchgeführt werden.

## Arbeitsschutzkonzept

Die Gefahrstoffe, mit denen in Altablagerungen zu rechnen ist, erfordern bei allen Arbeiten, wie Sondierungen, Bohrungen, Schürfungen, Grabungen, besondere Maßnahmen zum Arbeitsschutz. Da der Inhalt von Altablagerungen - wie erwähnt - kaum vollständig und verlässlich abschließend erkundet werden kann, muß bei Eingriffen in Altablagerungen mit dem Auftreten komplexer Stoffgemische wechselnder Zusammensetzung und Konzentration gerechnet werden. Es sind daher auch nicht konstante Arbeitsplatzbedingungen zu erwarten, auf welche die Arbeitsschutzmaßnahmen abgestimmt werden könnten. Schutzmaßnahmen müssen sich deshalb einerseits am schlimmsten Schadensereignis, dem „worst case“ orientieren, andererseits dürfen sie auch nicht übertrieben werden. Bei übertriebenen Schutzmaßnahmen besteht die Gefahr, daß sie von den Arbeitnehmern nicht akzeptiert und deshalb umgangen werden oder daß unbegründete Ängste bei Anwohnern geweckt werden. Aufgabe des planenden Ingenieurs ist es, geeignete und effiziente Arbeitsschutzkonzepte zu entwickeln.

Man unterscheidet zwischen **passiven** und **aktiven** Schutzmaßnahmen. **Passive** Schutzmaßnahmen versuchen schon durch die Art und spezielle Durchführung der Maßnahme, mögliche Risiken für die ausführenden Arbeiter zu minimieren. Diesen ist der Vorzug zu geben vor **aktiven** Maßnahmen, welche die Risiken durch personenbezogene Schutzmaßnahmen abwehren, z.B. durch Atemmasken, Schutzanzüge [8, 14].

In diesem Zusammenhang wird auf die vom Sachgebiet Altlastensanierung des Fachausschusses Tiefbau beim Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften erarbeiteten "Richtlinien für Arbeiten in kontaminierten Bereichen" hingewiesen [14]. Für den Fall, daß die Arbeiten auf einer Altablagerung aufgrund der Voruntersuchungen als "Arbeiten in kontaminierten Bereichen" zu bewerten sind, ist der Auftraggeber verpflichtet, die Arbeiten rechtzeitig vor Beginn dem Staatlichen Gewerbeaufsichtsamt bzw. dem Staatlichen Amt für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik sowie der zuständigen Berufsgenossenschaft anzumelden und die geplanten Arbeitsschutzmaßnahmen mit den Behörden abzustimmen.

## 5. Maßnahmen

Es gibt eine ganze Reihe von **technischen Maßnahmen**, um altlastbedingte Nachteile eines Planungsgebiets anzugehen und sie für Folgenutzungen unterschiedlichster Art zugänglich zu machen. In den folgenden Kapiteln wird versucht, einen kurzen Überblick über solche Maßnahmen zu geben. Wegen Einzelheiten über Funktion, Anwendungsbereich, Kosten wird auf die Fachliteratur oder die Erfahrungen von Firmen des Spezialtiefbaus verwiesen.

### 5.1 Gründungstechnische Maßnahmen

#### Verbesserung der Tragfähigkeit

Für manche Nutzungsarten reicht es aus, die Tragfähigkeit zu verbessern und gegebenenfalls auftretende Restsetzungen oder -sackungen entweder hinzunehmen oder im Rahmen der laufenden Unterhaltung auszugleichen. Einige bewährte Methoden zur Verbesserung der **Tragfähigkeit von Altablagerungen** sind nachstehend aufgeführt:

- Stoffverdichtung mittels Tiefenrüttler und Einbringung von verdichtungsfähigem Verdrängungsmaterial (Sand, Kies) in den Untergrund,
- Dynamische Intensivverdichtung mittels schwerer Fallgewichte mit hohen Einflußtiefen,
- Langfristige statische Vorbelastung durch entsprechende Überschüttung des Deponiekörpers ggf. in Verbindung mit einer Drainierung des Deponieguts,
- Einbau von verfestigten, wasserundurchlässigen und flächig wirksamen starren Deckschichten.

#### Tiefgründungen

Tiefgründungen müssen vor allem dann eingesetzt werden, wenn keine Restsetzungen oder -sackungen toleriert werden können, also vor allem für die Gründung von Gebäuden oder Kunstbauten wie Brücken. Mit Tiefgründungen werden Bauwerkslasten auf tieferliegende, tragfähige Schichten unterhalb der Sohle der Ablagerung übertragen.

Solche **Gründungsarten** sind:

- Bohrpfehlgründung aus Ortbeton, ggf. mit Hüllrohren,
- Ortbeton-Rammpfähle, ggf. mit Hüllrohren,
- Fertigpfähle aus Stahlbeton,
- Verdichtungspfähle als Schotter- oder Sandpfähle,
- Injektionspfähle,
- Injektionswände, besonders im Verbund mit Einkapselungsmaßnahmen.

## **Bodenumlagerung und -austausch**

Bei allen Bauarbeiten können Gefährdungen durch explosive aber auch durch nichtbrennbare gefährliche Deponiegase entstehen. Deshalb sind die entsprechenden GUV, UVV und ExRL für Arbeiten in Baugruben, Gräben, Böschungen und Bohrungen einzuhalten [14, 15, 19].

In manchen Fällen kann es zweckmäßig sein, die Altablagerung abzugraben (Auskoffierung). Für die **Behandlung und Beseitigung des Aushubmaterials** stehen eine Reihe bewährter Methoden zur Verfügung, wie Siebung, Sichtung, Materialrückgewinnung, Aufbereitung, thermische Behandlung. Dadurch kann eine deutliche und in gewissen Grenzen steuerbare Abfall- beziehungsweise Schadstoffverminderung bewirkt werden.

Für das im Rahmen einer Baumaßnahme anfallende belastete Aushubmaterial (Deponat) hat der Bauherr/Antragsteller vor Aushubbeginn ein Entsorgungskonzept zu erstellen. Die Umlagerung des bereits abgelagerten Abfalls auf eine andere Deponie ist genehmigungspflichtig.

## **5.2 Oberflächenbefestigung und -abdichtung**

Durch **Oberflächenbefestigung** kann die Oberfläche beispielsweise ganzjährig befahrbar gemacht werden für schwere Fahrzeuge. Viele Oberflächenbefestigungen wirken darüber hinaus als Dichtung beziehungsweise als Sperre für einsickerndes Niederschlagswasser oder emittierendes Deponiegas. In diesem Fall können sie geeignet sein, Niederschlagswasser von der Deponie fernzuhalten und dadurch Schadstofffreisetzungen durch Sickerwasser zu reduzieren. Sie können aber auch austretende Deponiegase am direkten Entweichen in die Atmosphäre hindern. Dies ist dann ohne nachteilige Folgen, so lange das Deponiegas an anderer Stelle schadlos in die Atmosphäre entweichen kann. Es kann aber vorkommen, daß durch Oberflächenabdichtungen das Deponiegas an andere Stellen verdrängt wird, wo es nachteilig werden kann. In solchen Fällen sind spezielle Entgasungseinrichtungen zu überlegen. Dies ist auch der Grund, weshalb bei planerischen Überlegungen auf Altablagerungen - wie eingangs erwähnt - auch die Umgebung mit einzubeziehen ist.

**Oberflächenabdichtungen** können beispielsweise ausgeführt werden als:

- Kapillarsperre,
- mineralische Dichtung, z.B. mit Ton
- Bentonitbahnen
- Betonplatte,
- Asphaltabdichtung,
- Kunststoffdichtungsbahn,
- Kombinationsdichtung aus mineralischer Dichtung und darüberliegender Kunststoffdichtungsbahn, beispielsweise im Preßverbund nach TA Siedlungsabfall [3].

Die Kosten für die Oberflächenabdichtungen sind mit DM 50,00 bis DM 90,00 je m<sup>2</sup> für den erforderlichen Unterbau, die Dichtung und die Schutzabdeckung zu veranschlagen. Bei Einsatz bewehrter Betonplatten sind hingegen Kosten von bis zu DM 400,00 je m<sup>2</sup> zu berücksichtigen.

Mit den erwähnten Oberflächenabdichtungen können unterschiedlich wirksame Abdeckungen, die z.B. eine Niederschlagseinsickerung minimieren, vor Erosionen schützen oder den kapillaren Sickerwasseraufstieg unterbinden, hergestellt werden. Unterschiede bestehen hinsichtlich:

- ihrer Anforderungen an die Stabilität und die Tragfähigkeit des Untergrunds,
- ihrer Widerstandsfähigkeit gegen chemische und mechanische Angriffe,
- ihrer Tragfähigkeit gegenüber rollenden und ruhenden Lasten,
- des Langzeitverhaltens.

## 5.3 Gassperren

Ziel der gastechnischen Sicherung und Sanierung von Altablagerungen ist die Beseitigung gefährlicher Gasemissionen. **Gassperren** bedingen immer eine Kombination mit einer Entgasung, um einen "Gasstau" in der Altablagerung zu vermeiden.

Durch die geeignete Kombination von Gassperren und Gasableitungen können Anlagen und Gebäude auf oder in der Nähe von Altablagerungen wirksam gegen das Eindringen von Deponiegas geschützt werden.

Vertikale Gassperren können mit

- Kunststoffdichtungsbahnen,
- Bentonitmatten,
- mineralischer Abdichtung,
- Schlitzwänden,
- Injektionswänden u.ä.

erstellt werden. Damit sie dauerhaft und sicher wirksam bleiben, müssen sie im Vorfeld der Sperre mit Systemen zur Gasableitung kombiniert werden. Einzelfallspezifisch ist zu entscheiden, ob darüber hinaus eine Behandlung des abgeleiteten Gases erforderlich ist. Zur Gasfassung und Gasableitung kommen folgende Systeme in Betracht:

- horizontale Systeme zur oberflächennahen Entgasung: Entgasungsschichten, Entgasungsflächenfilter, Gasfenster, Gaskollektoren,
- vertikale Systeme zur Erfassung von tieferen Schichten: Gaskollektoren.

Das Gas entweicht aus den Erfassungssystemen entweder durch Eigendruck („passive Entgasung“) oder gebläseunterstützt („aktive Entgasung“) [11].

## 5.4 Schutzmaßnahmen an Gebäuden

Entsprechend den vielfältigen schädlichen Einflüssen von Altablagerungen auf Bestand und Nutzung von Gebäuden gibt es unterschiedlichste Schutzmaßnahmen, die in [17] bereits ausführlich dargestellt sind. Nachfolgend werden als Übersicht Maßnahmen zur Abwehr von schädlichen Gasimmissionen, Korrosionen, Setzungen und Sackungen erläutert. Es ist dabei grundsätzlich anzustreben, daß Deponiegase von zu schützenden Anlagen und Bauten ferngehalten werden und eine **Explosionsgefahr ausgeschlossen wird**.

### Maßnahmen gegen Gasimmissionen

Beispiele für **Maßnahmen zum Schutz von Anlagen und Bauten** gegen eindringendes Deponiegas sind:

- Abdichtung der Deponieoberflächen im Gebäude-, Hof-, Verkehrswege- und Grünflächenbereich,
- Einbau von Gasdrainageleitungen oder belüfteter Zwischenräume mit passiver oder aktiver Entgasung des Untergrundes vor dem Gebäude und vor der vertikalen Gassperre,
- Unterlüftung von Gebäuden,
- Zwangsbe- oder -entlüftung gefährdeter Räume,
- Erstellung von Gassperren, beispielsweise durch Kunststoffdichtungsbahnen, Bentonitmatten etc.,
- explosionsgeschützte Ausführungen,
- Ausschließen von Zündquellen,
- Abdichtung von Leitungsein- und durchführungen,
- Einbau von Tonsperren in Kanaltrassen im Bereich der Altablagerung,
- Einbau einer Gaswarnanlage,
- flexible Verbindung ankommender und abgehender Leitungen in Kontrollschächten,
- Installation von Belüftungsanlagen.

Der Einbau von Gaswarnanlagen, die Vermeidung von Zündquellen bzw. der Einbau explosionsgeschützter Geräte sind Zeichen nicht abschließend beherrschbarer Gefahrensituationen. Den Betreibern und Nutzern muß diese Situation eindringlich verdeutlicht werden. Es muß Ihnen bewußt sein, daß bereits die Betätigung eines Lichtschalters genügen kann, ein explosionsfähiges Gemisch zu zünden.

### Schutzmaßnahmen gegen Korrosion

Betonangreifende Böden oder Sickerwässer werden nach DIN 4030 beurteilt. Liegt ein Angriffsvermögen des Bodens vor, so sind gem. DIN 1045 konstruktive Maßnahmen zu ergreifen und Beton mit entsprechenden besonderen Eigenschaften vorzusehen. Ein **Korrosionsschutz** bei betonangreifendem Sickerwasser wird im wesentlichen durch eine Beschränkung der Wassereindringtiefe und durch konstruktive Maßnahmen, ggf. durch Sperrschichten und Verwendung geeigneter Zementsorten, gewährleistet.

Durch Korrosion können auch unterirdische Leitungen (z.B. zur Wasserver- und -entsorgung, Gasversorgung, für Strom, Mineralöl, Telefon, Kommunikation) sowie Tanks und Blitzschutzerdungen gefährdet sein. Als Schutzmaßnahmen ist hier die Verwendung von besonders korrosionsbeständigen Materialien sowie die Verlegung in entsprechend mit Sperrschichten ausgebildeten Trassen zu nennen.

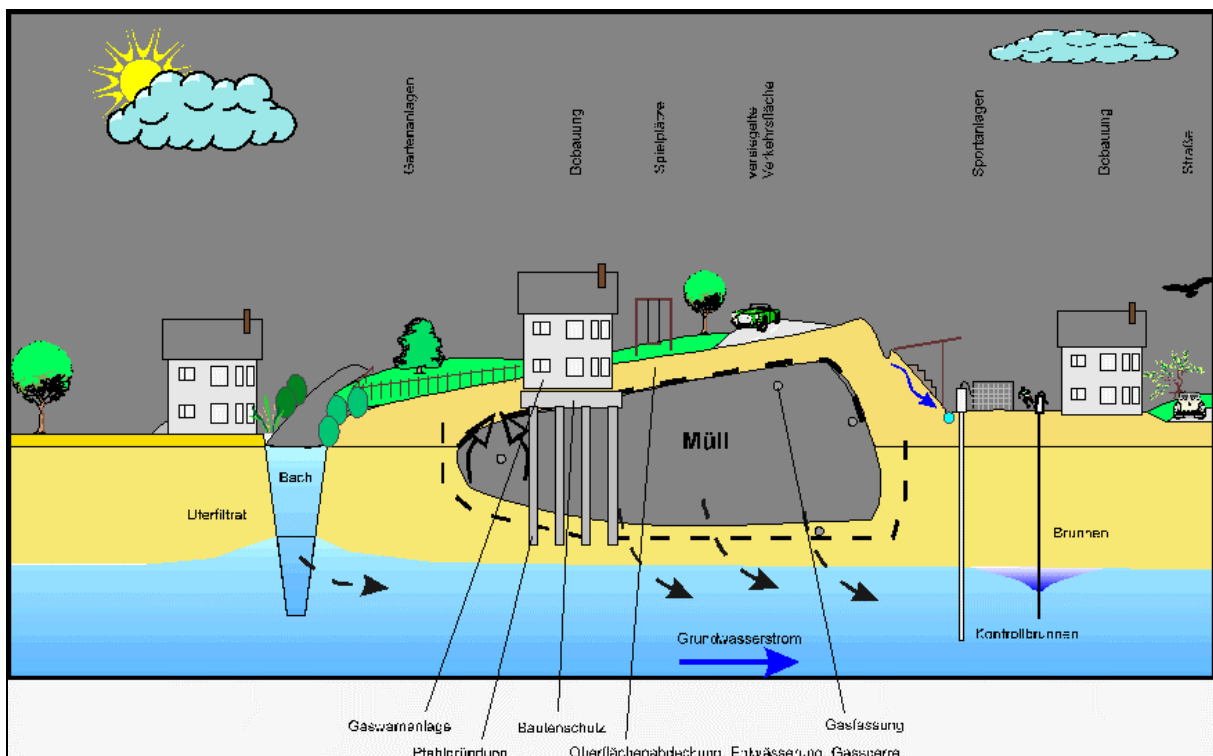
Hinweise zur Einschätzung der Korrosionsgefahr und weitergehendere Beschreibungen möglicher Abwehrmaßnahmen enthält das Handbuch „Baustoffkorrosion: Allgemeines“ [9].

### Schutzmaßnahmen gegen Setzungen und Sackungen

Beispiele für grundungstechnische Maßnahmen zur Verhinderung der nachteiligen Auswirkungen von Setzungen wurden in Abschnitt 5.1 aufgeführt. Für Einzelanlagen oder -bauten ergeben sich damit überschaubare Systeme. Probleme treten dann auf, wenn es gilt, unterschiedliche Anlagen, die aber zu ein und demselben System gehören, zu sichern, wie es beispielsweise bei Haupt- und Nebengebäuden mit Zufahrtswegen, Terrassen, zu- und abgehenden Leitungen vorkommen kann. **Der erforderliche technische und finanzielle Aufwand zur Vermeidung nachteiliger Setzungen kann namentlich bei Ablagerungen von mehreren Metern Mächtigkeit so groß werden, daß davon abgeraten werden muß, auf Depo-nien Gebäude zu erstellen.**

Beispiele für die prinzipielle technische Durchführung von Gebäudeschutzmaßnahmen zeigen die Bilder 3 bis 9.

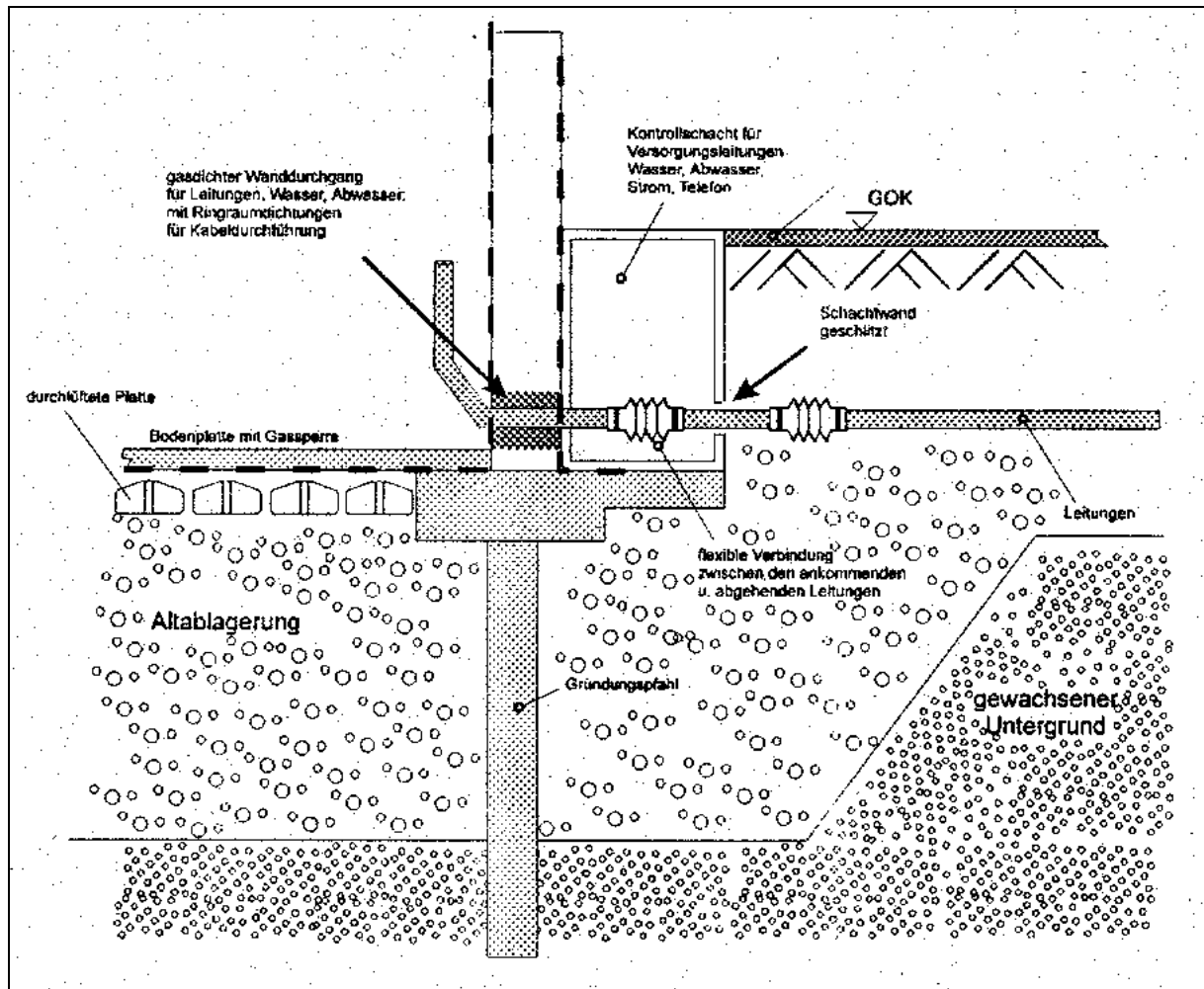
In Bild 3 sind in einem schematischen Schnitt durch eine Altanlage verschiedene Sicherungsmaßnahmen dargestellt. Es soll daran gezeigt werden, daß Sicherungsmaßnahmen grundsätzlich in ihrem Zusammenwirken als System betrachtet werden müssen.



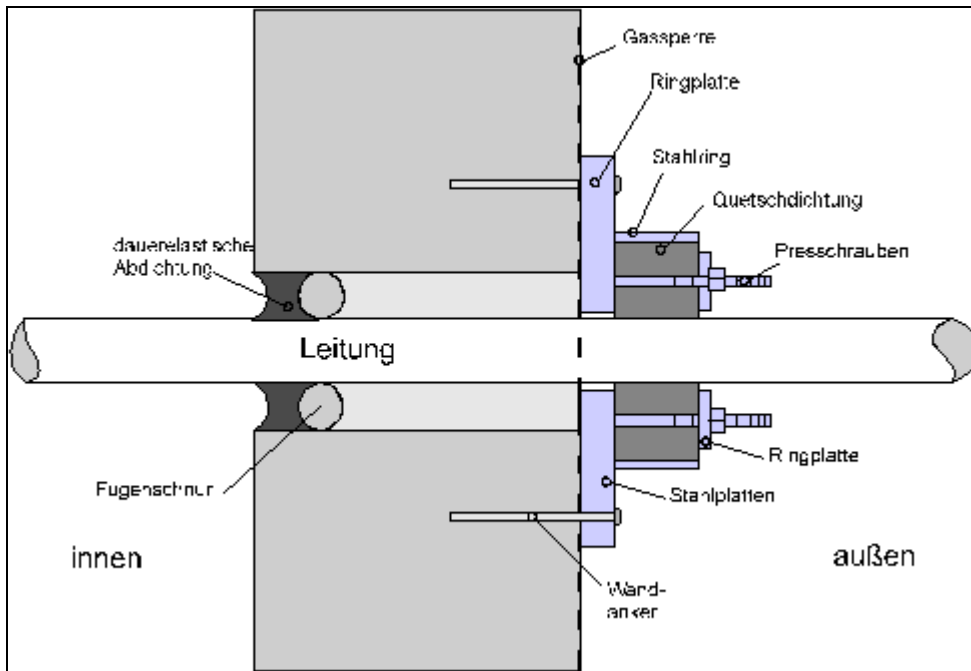
**Bild 3: Beispiele für Sicherungs-, Überwachungs- und Kontrollmaßnahmen**



In den Bildern 4 und 5 sind zwei Beispiele für setzungsunempfindliche und gasdichte Leitungseinführungen in Bauwerke dargestellt.

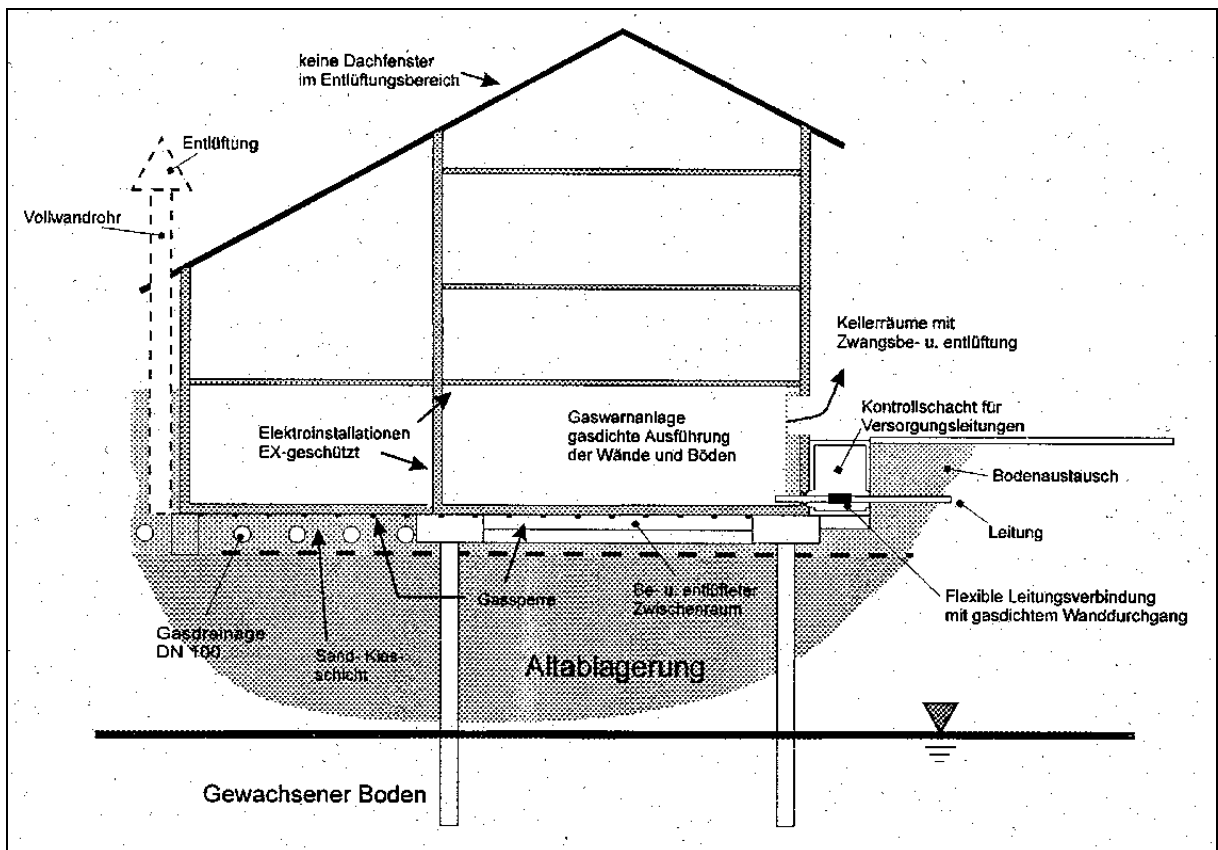


**Bild 4:** Beispiel für eine gasdichte Leitungseinführung an Bauwerken mit geringer Setzungsaufnahme



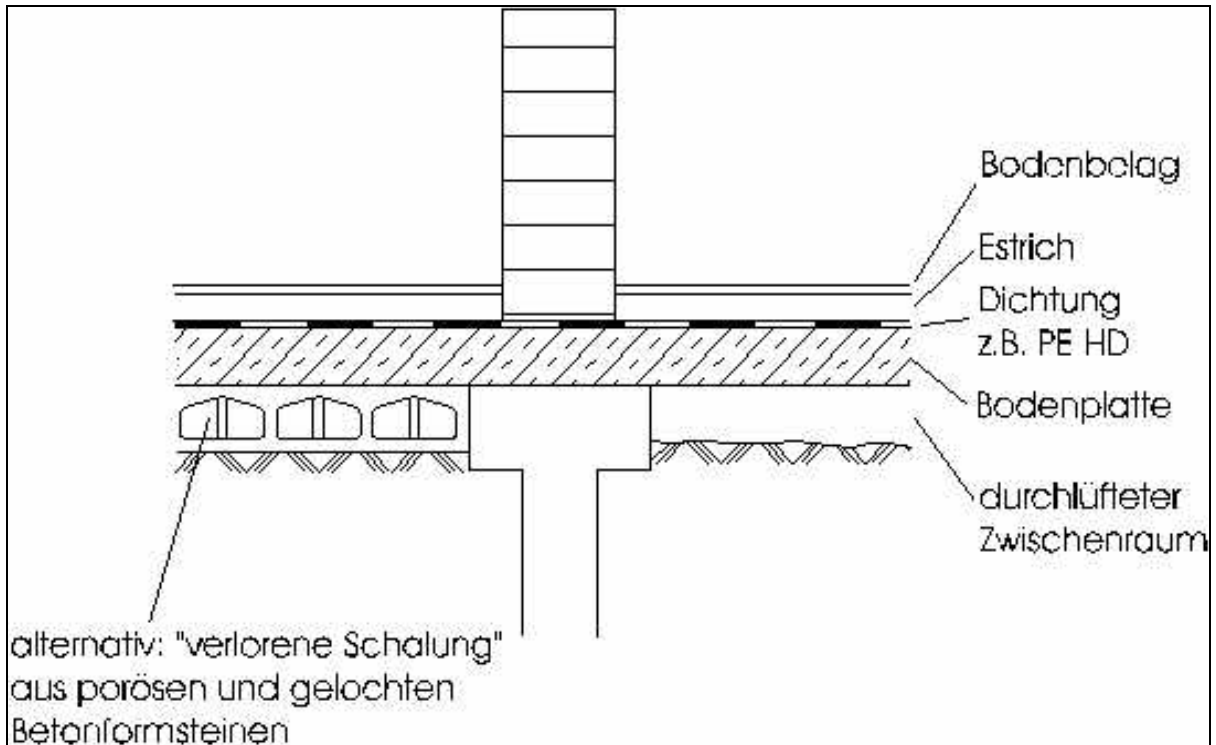
**Bild 5: Beispiel für eine setzungsempfindliche und gasdichte Leitungseinführung an Bauwerken**

Bild 6 zeigt Beispiele für Schutzmaßnahmen an Gebäuden gegen eindringendes Deponiegas. Dazu ist unter dem Gebäude ein durchlüfteter Zwischenraum vorgesehen, der passiv - oder bei Bedarf aktiv - be- bzw. entlüftet werden kann. Gegebenenfalls sind weitere Maßnahmen zur schadlosen Beseitigung des Deponiegases oder zum Explosionsschutz erforderlich.



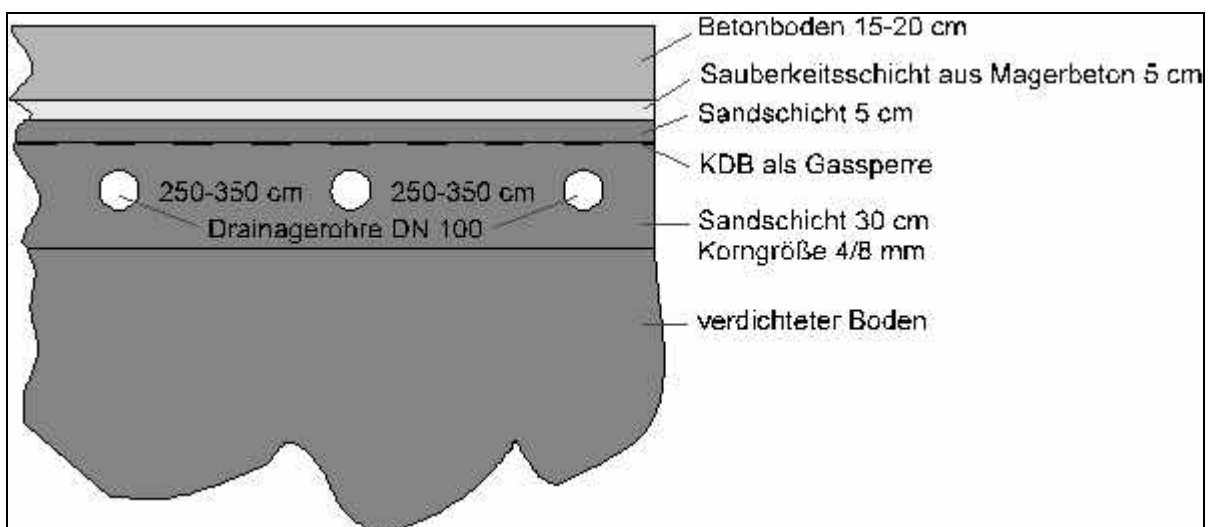
**Bild 6: Beispiele für Schutzmaßnahmen an Gebäuden gegen eindringendes Deponiegas**

Bild 7 zeigt das Beispiel für die gassichere Ausbildung eines Kellerbodens. Dabei ist durch konstruktive Maßnahmen für eine ausreichende und dauerhafte Rissesicherheit zu sorgen, wie sie durch ungleichmäßige Setzungen verursacht werden könnten.



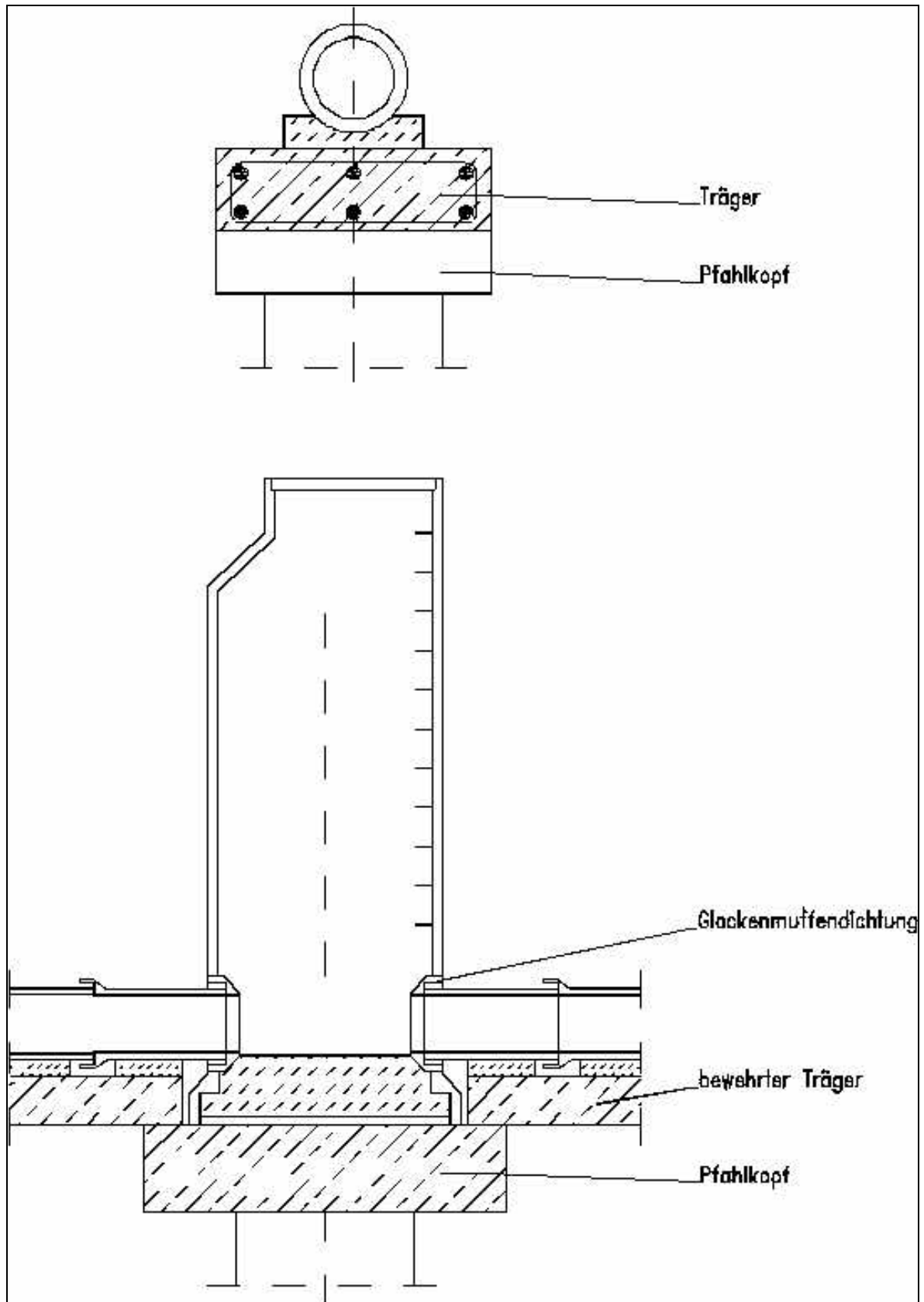
**Bild 7: Beispiel für eine gassichere Ausbildung eines Kellerbodens**

Bild 8 zeigt das Beispiel für eine setzungsarme Flachgründung. Voraussetzung dafür ist eine ausreichend dimensionierte und bewehrte Betonplatte. Diese Gründungsart ist aber nicht setzungsfrei, sondern entsprechend den Untergrundverhältnissen Senkungen und/oder Kippungen ausgesetzt.



**Bild 8: Beispiel für eine gassichere Ausbildung einer Flachgründung**

Bild 9 zeigt das Beispiel für eine setzungssichere Gründung einer Freispiegelleitung, beispielsweise zur Ableitung von Abwasser.



**Bild 9:** Beispiel für eine setzungssichere Gründung einer Freispiegelleitung mit Gelenkstücken

## 5.5 Überwachungs- und Kontrollmaßnahmen

Nach der Umnutzung einer Altablagerungsfläche bzw. nach Durchführung von Sicherungs- oder Sanierungsarbeiten sind in aller Regel noch Maßnahmen zur Langzeitüberwachung erforderlich, um etwaige Risiken für die Folgenutzung auszuschließen. Die Überwachung ist im Interesse des Betreibers der Folgenutzung. Zweckmäßigerweise läßt er sich dazu durch einen Sachverständigen beraten. Auf der Grundlage dieses Gutachtens legt die zuständige Behörde Art, Umfang und Häufigkeit von Überwachungs- und Kontrollmaßnahmen fest.

Beispiele für solche Überwachungs- und Kontrollmaßnahmen sind:

- Beobachtung der Geländeoberfläche auf Setzungen, Risse, Abbrüche,
- Bodenluftmessungen (FID), Kontrollsonden,
- Gaswarngeräte und Gaskonzentrationsmeßgeräte,
- Setzungsmessungen,
- Kontrolle der Wirksamkeit von Sicherungen, Abschirmungen,
- Funktionsprüfung von Gaswarn- und Kontrollanlagen,
- Beobachtung des Pflanzenwachstums im Hinblick auf deponiegasbedingte Wachstumschäden oder -beeinträchtigungen,
- Prüfung auf Baustoffkorrosionen.

In vielen Fällen ist darüber hinaus eine altlastbedingte Überwachung erforderlich, wie Beobachtung der Grundwasserbeschaffenheit, des Zustands von technischen Sicherungsmaßnahmen, wie Hanggräben, Verdolungen, Entgasungsanlagen, Oberflächenabdeckungen oder -abdichtungen.

## 6. Fallbeispiele

Die in diesen Kapiteln dargestellten Beispiele sollen vermitteln, wie in realen Fällen verfahren und was dabei „richtig“ oder „falsch“ gemacht wurde. Um die Beispiele nicht mit Details zu überfrachten, wird nur dargestellt, welche Probleme in ursächlichem Zusammenhang mit der Realisierung von Nutzungen auftraten. Dabei wird zwischen „**unkoordinierter**“ und „**koordinierter**“ Nutzung unterschieden. In der Vergangenheit dominierte eher die unkoordinierte Nutzung, d.h. die jeweilige Nutzung wurde ohne vorherige Altlastenbearbeitung, ohne Bauleitplanung und ohne bauordnungsrechtliche Vorkehrungen eingerichtet. Dieses Vorgehen hatte für alle Beteiligten unangenehme Folgen, beispielsweise Absiedelung, Regreßansprüche oder Folgekosten für nachträgliche Sicherungsmaßnahmen.

In dem Kapitel 6.1 und 6.2 werden Beispiele dargestellt, bei denen die Altablagerung erst nach Beginn der Bebauung bekannt wurde. In dem Kapitel 6.3 wird ein Fall beschrieben, in welchem nach zunächst unkoordinierter Nutzung zu einer koordinierten Nutzung übergegangen wurde. In dem Kapitel 6.4 bis 6.6 werden koordinierte Nutzungen erläutert, bei denen die altablagerungsspezifische Problematik bei Planung und Ausführung entsprechend berücksichtigt wurde. In den Kapiteln 6.7 und 6.8 werden schließlich Beispiele dargestellt, bei denen das Prinzip, weniger anspruchsvolle Nutzungen zu realisieren, in Planung und Ausführung weitgehend befolgt wurde.

Die Beispiele sind insgesamt **nicht als Referenzlösungen** zu betrachten. Sie zeigen Vorgehensweisen bei Planung und Realisierung. Inwieweit die realisierten Nutzungskonzepte auf andere Situationen übertragbar sind, ist einzelfallspezifisch zu überprüfen.

### 6.1 Wohnbebauung auf einer Bauschuttdeponie

#### Schadensermittlung

Anlässlich der Beschaffenheitsüberwachung eines Quellwassers im Jahre 1988 wurde eine LHKW-Belastung festgestellt. Die zur Feststellung des Emittenten durchgeführten Bodenluftmessungen konnten die Schadensquelle in einer nahegelegenen Wohnsiedlung lokalisieren. Dort waren 1983 insgesamt 12 Reihenhäuser auf einer ehemaligen, nicht geordneten Ablagerung errichtet worden. Die Altablagerung reicht bis in 4,6 m Tiefe. Durch anschließende Untersuchungen wurde bestätigt, daß es sich um eine ehemalige wilde Müllkippe handelte, welche bereits vor der Nutzung als Bauland mit einer ca. 1 m mächtigen verdichteten Schicht aus bindigem Boden abgedeckt worden war. Unterhalb dieser Schicht steht der mit LHKW kontaminierte Bauschutt an.

In den Hauskellern durchgeführte Raumlufthuntersuchungen ergaben nur spurenhafte Belastungen durch Trichlorethen, die unter dem vom Bundesgesundheitsamt (BGA) definierten Richtwert von 1 µg/l lagen. Eine unmittelbare Gefahr für die Anwohner bestand danach nicht.

#### Gefährdungen, Schäden und Abwehrmaßnahmen

Bereits kurze Zeit nach Fertigstellung der Häuser zeigten sich aufgrund ungeeigneter Gründung an den Gebäuden und Leitungen Setzungsschäden. Die Gartennutzung war durch Naßflächen als Folge der verdichteten Kippenabdeckung stark eingeschränkt.

Durch Presseberichte über "giftige Gase in alten Fässern" war eine Vermiet- bzw. Veräußerbarkeit der Anwesen schlagartig nicht mehr gegeben.

An einer erstellten Grundwassermeßstelle wurde eine Bodenluftabsaugung angeschlossen, um die leichtflüchtigen Schadstoffe, in der Hauptsache Trichlorethen (Tri), aus dem Untergrund zu entfernen. Die Sanierung des Altablagerungsareals mittels Bodenluftabsaugung gestaltete sich wegen der weitläufigen Verteilung des Lösemittels Trichlorethen und aufgrund der schlechten Zugänglichkeit der eng bebauten Siedlung als sehr langwierig. Es kam jedoch insgesamt zu einer vergleichsweise kostengünstigen Sanierung mit dem Ziel, eine Gefährdung oder Beeinträchtigung der Anwohner zu minimieren.

Die Maßnahme konnte nach einer ca. 5-jährigen Sanierungsdauer mit einer nachhaltigen Senkung der Boden- und Grundwasserkontamination erfolgreich beendet werden. Nutzungseinschränkungen sind derzeit durch die ehemalige Verunreinigung durch Trichlorethen nicht mehr gegeben. Nach wie vor bestehen jedoch die eingeschränkte Gartennutzbarkeit durch Feuchtfelder sowie Setzungsprobleme.

### **Erkenntnisse**

Im vorliegenden Fall wurde ein LHKW-Schaden nach Errichten der Wohnsiedlung festgestellt. Wäre dieser Schaden vorher erkannt worden, wäre folgende Vorgehensweise technisch richtig gewesen:

1. Historische Erkundung des Geländes vor Bauleitplanung,
2. Orientierende und nähere Erkundung der Situation hinsichtlich möglicher Gefahren und Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit und der Schutzgüter, z.B. Ermittlung der Schadstoffbelastung in Boden, Bodenluft, Grundwasser und im oberflächennahen Bereich der atmosphärischen Luft,
3. Prüfung von Maßnahmen zur Gefahrenabwehr und Entwicklung von Konzeptionen zur künftigen Nutzung des Geländes,
4. Durchführung von Sanierungsmaßnahmen, z. B. Erstellung von Grundwassersanierungsanlagen, Bodenluftabsaugung und -behandlung, vor und während der Planungs- und Bauphase
5. Realisierung von Baunutzungen und Nachweis des Sanierungserfolges.

## 6.2 Großflächige Wohnbebauung auf einer ehemaligen Hausmülldeponie

### Ausgangssituation

Die betrachtete Altablagerung hat eine Oberfläche von ca. 180.000 m<sup>2</sup>. Sie ist vermutlich die größte bebaute Hausmülldeponie in Deutschland. Hier lagernde umfangreiche Sand- und Kiesvorkommen wurden seit den 20er Jahren bis etwa 1956 abgebaut. Die dadurch entstandenen, bis maximal etwa 11 m tiefen Gruben wurden anschließend mit Bauschutt, Haus- und Sperrmüll aus dem nahegelegenen Ballungsraum verfüllt, wobei nach Zeugenaussagen auch Industrieabfälle verschiedener Firmen eingelagert wurden. Das Gesamtvolumen der Verfüllungen beträgt etwa 800.000 m<sup>3</sup>, von denen etwa 500.000 m<sup>3</sup> aus Müll bestehen. Der größte Teil der Verfüllung war bis etwa 1967 abgeschlossen. Letzte Ablagerungen von Müll erfolgten auf Teilflächen aber noch bis etwa 1978. Nach Verkauf des verfüllten Geländes wurde der Bereich mit ca. 200 Bauobjekten, überwiegend Einfamilienhäusern, bebaut. Die Besiedlung begann zum Teil schon im Jahr 1962 und war 1981 weitgehend abgeschlossen.

Im Bauleitplan wurden zwar solche Flächen gekennzeichnet, bei deren Bebauung besondere bauliche Vorkehrungen, z.B. besondere Gründungsmaßnahmen, erforderlich erschienen, es unterblieben aber spezielle Untersuchungen auf mögliche Gefahren für die spätere Nutzung, z.B. durch austretende Deponiegase oder Schadstoffe im Untergrund.

Die darauf errichteten Häuser wurden entweder auf Streifenfundamenten (flach) oder auf Pfählen (tief) gegründet. Bei den flachgegründeten Gebäuden wurde zuvor ein Bodenaustausch vorgenommen, d.h. im Gründungsbereich wurde ungenügend tragfähiges Material gegen tragfähiges Material ausgetauscht. Weitergehende Maßnahmen zur Abwehr altlastbedingter Gefahren unterblieben.

### Gefährdungen, Schäden und Abwehrmaßnahmen

Bereits Anfang 1979 trat in den Kellern der bereits fertiggestellten Häuser **Deponiegas** auf, das vermutlich durch undichte Rohrleitungseinführungen in die Kellerräume eingedrungen war. Dort wurden nachträglich Zwangsbe- und -entlüftungen der Kellerräume installiert. Bei danach baurechtlich genehmigten Bauten im Bereich dieser Altablagerung wurde gefordert, daß Hohlräume der Sohlplattenbereiche durch Gas-Ringdrainagen mit Nenndurchmesser 100 mm entgast werden, welche über die geschlossenen Steigleitungsrohre der Dachentwässerung entlüftet werden.

Sowohl an flach- als auch an tiefgegründeten Gebäuden traten in einigen Fällen teilweise erhebliche Risse durch unterschiedliche **Setzungen** auf. Ursachen waren bei flachgegründeten Gebäuden der zu geringe seitliche Überstand des Bodenaustauschs über die seitliche Bauwerksbegrenzung und bei tiefgegründeten Gebäuden die statische Überlastung einzelner Pfähle.

Weitere Schäden traten im Bereich der Hausanschlußleitungen für Regen- und Schmutzwasser auf. Die Sammelleitungen lagen auf Betonbalken auf, die wiederum auf gerammten Stahlbetonpfählen lagerten. Die an ihren beiden Endpunkten am tiefgegründeten öffentlichen Kanal-



system und an der ebenfalls tiefgegründeten Kelleraußenwand starr fixierten Verbindungsleitungen bogen sich unter der Last des absackenden Erdreiches nach unten durch. Dadurch entstanden „Wassersäcke“ in den Leitungen, die zu Verstopfungen führten und Leitungsabrisse. Zusätzlich waren in den Kellerräumen im Bereich der Rohrleitungsdurchführungen häufig Risse zu beobachten, die aufgrund von Leitungsverformungen auftraten. Da hierdurch auch Migrationswege für Deponiegase geschaffen wurden, war es bei einer Vielzahl von Häusern erforderlich, diese Wanddurchführungen neu dauer- elastisch abzudichten.

In weiten Bereichen der Außenanlagen war ein Absacken zu beobachten.

Bei Untersuchungen des Deponiegases in drei Gasmessstellen im Innern der Altablagerung wurden Methangehalte zwischen 37 und 46 %, Kohlendioxidgehalte zwischen 24 und 35 % und Sauerstoffgehalte zwischen 0,5 und 3 % ermittelt. Bei Messungen in Tiefen zwischen 1 bis 1,5 m unter Geländeneiveau wurden in Teilbereichen erhebliche Gaskonzentrationen (bis 60 % Methan und 40 % Kohlendioxid) festgestellt. Im Wurzelbereich der meisten Pflanzen bei etwa 40 cm wurde kein Deponiegas nachgewiesen. Dies ist vermutlich auf die Sperrwirkung einer hier häufig vorkommenden Lehmschicht zurückzuführen.

Zur Erkennung von **Explosionsgefahren** wurden vierteljährlich in den Kellerräumen der Wohneinheiten die Methan- und Kohlendioxid-Gehalte gemessen. Wenn dabei regelmäßig Hinweise auf Deponiegas gefunden wurden, wurden die Kelleraußenwände auf Risse geprüft und gegebenenfalls nachgedichtet. Die heute nach durchgeführter Sanierung nachweisbaren Methan-Konzentrationen liegen überwiegend im Bereich der gerätespezifischen Nachweisgrenze von ca. 0,2 Vol.% und treten nur vereinzelt in wenigen Häusern auf.

Bei Prüfungen der Außenluft direkt über der Altablagerung und in ausgewählten Gebäudekellern wurden keine Hinweise auf erhebliche Spurenstoffkonzentrationen gefunden.

Zur Erfassung der **Bauschäden durch ungleichmäßige Setzungen** sowie deren Veränderungen wurden vierteljährliche Begehungen der Kellerräume durchgeführt. Vorhandene Risse an Außenwänden, wurden nach entsprechender Vorbehandlung mit dauerelastischer Einkomponentenfugenmasse bzw. Zweikomponentenepoxydharz abgedichtet. Nach Abschluß der Arbeiten wurden erneut Kontrollmessungen durchgeführt. Da jedoch im Bereich der Altablagerung auch weiterhin Setzungen und damit Risse entstehen, handelt es sich bei den Abdichtungsarbeiten nur um temporäre Maßnahmen, die in regelmäßigen Abständen wiederholt werden müssen.

Zur Gefährdungsabschätzung eines möglichen Kontaktes von Menschen mit Müll bei Gartenarbeiten wurden auf der Altablagerungsfläche etwa 140 Sondierungen bis in eine Tiefe von ca. 2 m unter GOK niedergebracht. Die Ergebnisse zeigten, daß eine im Durchschnitt 0,7 m mächtige Auffüllung (Mutterboden, darunter Sande mit Bauschutt) über dem Hausmüll vorhanden ist. Die geringste Mächtigkeit wurde an einer Stelle mit 0,4 m gemessen.

Zur Ermittlung möglicher Gefährdungen durch **Verzehr von Anbauprodukten** aus den Gärten sowie durch den **direkten Kontakt** wurde der Oberboden auf Belastungen durch Schwermetalle, polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) sowie polychlorierte Biphenyle (PCB) untersucht. Dabei lagen die Schwermetallgehalte unterhalb der Grenzwerte der Klärschlammverordnung [4], die PCB-Werte waren nicht erhöht und die PAK-Werte la-

gen mit 0,5 - 2,6 mg/kg TS im Durchschnitt unter dem Toleranzwert von 2 mg/kg (BW II-Wert) [7].

Die Untersuchungen erbrachten somit hinsichtlich der Oberbodenqualität keine akuten Gefahren für die Wohnbevölkerung. Aufgrund der teilweise geringen Mächtigkeit des Oberbodens wurde jedoch empfohlen, sicherheitshalber auf den Verzehr von Anbauprodukten der Gärten zu verzichten und Grabungsarbeiten zu vermeiden.

Eine Überprüfung des Inhalts der Altablagerung wurde von den Fachbehörden als nicht notwendig eingeschätzt. Sie wurde aber auf Drängen der Anwohner dennoch durchgeführt und erbrachte Schadstoffgehalte, wie sie typisch für Hausmüll sind.

Da alle Häuser an eine zentrale Wasserversorgung angeschlossen sind, war für die Trinkwasserversorgung keine akute Gefahrensituation gegeben. Trotzdem wurde die Beschaffenheit des anstehenden Grundwassers ermittelt. Bei einer in der Altablagerung befindlichen Meßstelle wurde eine deutliche Beeinflussung des Grundwassers durch organische Stoffe, Bor und AOX festgestellt. Die zweite Meßstelle am Rand der Altablagerung wies keine Auffälligkeiten auf.

Zur Abschätzung der gesundheitlichen Risiken wurden an 46 Personen, die sich täglich etwa 15-16 Stunden auf der Altablagerung aufhielten, Blutproben untersucht. Eine erhöhte Belastung ließ sich daraus nicht ableiten.

Eine eingehende Erkundung der Situation ergab, daß eine direkte Exposition und somit eine akute Gesundheitsgefährdung der Anwohner der Altablagerung durch die in tiefen Bodenschichten vorhandenen Schadstoffe (z.B. Schwermetalle, polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe sowie mineralölartige Verunreinigungen) nicht besteht.

Ein Problem stellen jedoch die vorhandenen und sich immer noch bildenden Deponiegase dar. Um die Bewohnbarkeit der Gebäude zu erhalten, wurde ein Konzept zur Entgasung der Ablagerung erstellt, welches 1993 auf knapp der Hälfte des zu entgasenden Geländes realisiert wurde. Hierzu wurden 37 vertikale Gasentnahmestellen und 65 Gasmeßstellen errichtet. Das abgesaugte Gas wird über Sammelstationen zu einer Verdichterstation mit anschließender Hochtemperaturverbrennung geführt.

Daß alte Unterlagen nicht immer verlässlich sind, zeigte sich daran, daß bei einer Vielzahl von Erkundungsbohrungen mineralischer Boden gefunden wurde, in denen nach den vorhandenen Unterlagen Müll hätte vorliegen müssen.

## Erkenntnisse

Die kosten- und zeitintensiven Aufwendungen für die nachträglichen Untersuchungen und Sanierungen hätten zu einem großen Teil gespart werden können, wenn vor Beginn der planerischen Überlegungen zur Bebauung dieser Deponie die Situation sorgfältig erkundet und daraus die erforderlichen Schutz- und Abwehrmaßnahmen entwickelt worden wären.

Analog zu einem Urteil des BGH vom 26.01.89 zu einem anderen Schadensfall ist folgendes abzuleiten [5]:

1. Die Kommune hat die nachteiligen Auswirkungen der Mülldeponie für die bauliche Nutzung nicht berücksichtigt.
2. Den Bauherrn wurde die Information, daß hier eine Altablagerung vorliegt, vorenthalten.
3. Es hätte von vornherein ein Sachverständigengutachten eingeholt werden müssen, das gezielt das Gefährdungspotential der Hausmülldeponie erfaßt. Damit hätten kosten- und zeitintensive Aufwendungen für nachträgliche Sanierungen gespart werden können. Das Ergebnis einer vorherigen Untersuchung hätte sein müssen: *keine* Wohnbebauung auf diesem Standort ohne Sicherungs- und Sanierungsmaßnahmen.

## 6.3 Gewerbliche Nutzung auf einer Altablagerung

### Ausgangssituation

Die Deponie liegt in einer Talau. Die Grundfläche beträgt ca. 40.000 m<sup>2</sup>, das Volumen ca. 100.000 m<sup>3</sup>. Das Gebiet wurde bis zum Beginn der Ablagerung im Jahre 1954 vollständig landwirtschaftlich genutzt. Anfang der 70er Jahre bis zur Schließung der Deponie im Jahre 1974 erreichte die Abfallablagerung ihren Höhepunkt. Nach der offiziellen Schließung im Jahr 1974 wurde Erdaushub und Bauschutt zur Einebnung der Oberfläche abgelagert.

Ein überwiegender Teil der Deponie wird heute als Gewerbegebiet genutzt. Im mittleren Bereich befindet sich eine vom Landkreis betriebene Müllumladestation.

Die historische Recherche ergab Hinweise auf die Ablagerung folgender Stoffe:

- Hausmüll
- Erdaushub, Bauschutt,
- Aluminiumfluorid
- flußsäurehaltiger Schlamm
- Tapetenschlamm, Leimdruckfarben
- Ölrückstände, ölhaltige Schlämme
- Schwermetallhydroxid
- Farbschlämme
- Sägemehl
- Verpackungsmaterial
- Tankstellenreste (Ölkanister, Ölbüchsen, Lappen)
- Kfz-Karosserien

- Knochenreste
- Klärschlämme
- Rückstände aus Fett und Benzinabscheidern

Die maximale Schütthöhe beträgt ca. 12 m. Der Schichtaufbau des Untergrundes wird folgendermaßen beschrieben: Unter einer wechselnd etwa 0,3 m - 2 m mächtigen Auelehmschicht folgen die Kiese und Sande des Lahntals, bis etwa 25 m mächtig werdend, mit vereinzelt Ton-/Lehmeinlagerungen, als Porengrundwasserleiter, darunter folgt Mittlerer Buntsandstein oder stärker toniger Unterer Buntsandstein der Trias als Kluftgrundwasserleiter, wobei diese beiden Einheiten in unmittelbarem hydraulischem Kontakt stehen. Die Deponie liegt in der Schutzzone III eines Wasserwerks.

Auf der Deponie brannte es des öfteren. Durch das Verfüllen von Entwässerungsgräben mit Abfall kam es zu Vernässungen auf benachbarten, noch nicht aufgefüllten, landwirtschaftlich genutzten Flächen.

Im Jahre 1966 begannen die ersten Hochbaumaßnahmen im südlichen (ältesten) Teil der Deponie.

Die hier errichteten Gebäude zeigten in der Folgezeit z.T. erhebliche, durch unterschiedliches Setzungsverhalten hervorgerufene Schäden (Setzungsrisse).

### **Gefährdungen, Schäden und Abwehrmaßnahmen**

Die schließlich durchgeführten Untersuchungen umfaßten 72 Rammsondierungen und deren Ausbau zu Langzeit- bzw. Kurzzeitbodenluftmeßstellen mit Untersuchung der Bodenluft in drei Meßkampagnen. Im Rahmen einer örtlichen Begutachtung der Deponie wurden die Stellen der Untersuchung der Luft in Gebäuden und Kanälen festgelegt. Es wurden neun Grundwassermeßstellen abgeteuft und 38 Grundwasserproben aus Grundwassermeßstellen und zwei Entnahmebrunnen in zwei Meßkampagnen untersucht.

Innenraummessungen ergaben in einem Bodenriß in einem Fall bis zu 55 Vol.-% und in einem anderen Fall bis 13,5 Vol.-% Methan. Wenige Zentimeter über den Rissen haben sich die CH<sub>4</sub>-Gehalte jedoch so weit verdünnt, daß keine Explosionsgefahr bestand. Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW) wurden nur in geringen Konzentrationen nachgewiesen. Ansonsten wurden nur Gehalte unterhalb der Nachweisgrenze festgestellt. In Abwasserleitungen wurden bis 2,4 Vol.-% Methan gemessen. In der Bodenluft des Untergrundes wurden allerdings teilweise 70 Vol.-% Methan gemessen. Es konnte ein Hauptausgasungsbereich von weniger stark belasteten Bereichen abgegrenzt werden.

Auffällige Veränderungen des Grundwassers wurden durch eine Aufsalzung von 219 µS/cm auf 972 µS/cm sowie durch einen Gehalt von 15 µg/l aromatischer Amine charakterisiert.

Im Rahmen der Sanierungsuntersuchung wurden weitere 12 Bohrungen (8 Gaskollektoren plus 4 Sickerwassermeßstellen) abgeteuft und einige Baggerschürfe angelegt sowie an den Gaskollektoren mehrwöchige Entgasungsversuche durchgeführt. Die Ergebnisse bestätigten insgesamt die orientierenden Untersuchungen und führten zu folgender Bewertung:

- Die Altablagerung besitzt ein hohes Schadstoffpotential (teilweise Sondermüll).

- Basis- und Oberflächenabdichtung entsprechen nicht dem Stand der Technik.
- Das abströmende Grundwasser wird i.w. durch Salze und aromatische Amine verunreinigt.
- Die hohen Methangehalte des Deponiegases gefährden die bauliche Nutzung.

Es wurden daraufhin folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

- weitgehende Versiegelung der Deponieoberfläche zur Vermeidung der Sickerwasseremission in das Grundwasser,
- aktive Entgasung der Deponie durch 30 Gasbrunnen mit Biofilterbehandlung des abgepumpten Gases,
- weitere Überwachung von Wasser und Bodenluft an ausgewählten Meßstellen,
- Bei Ausweitung der Bebauung sind weitere Maßnahmen zur Entgasung des Untergrunds erforderlich,
- Bei Bauwerksgründungen muß dem Setzungsverhalten des Untergrunds Rechnung getragen werden,
- Bei einer Ausweitung der baulichen Nutzung sollen im Hinblick auf die Sicherstellung gesunder Wohn- und Arbeitsverhältnisse Bodenuntersuchungen durchgeführt werden
- in gasgefährdeten Räumen ist für ausreichende Be- und Entlüftung zu sorgen, gegebenenfalls sind (außerdem) Gaswarngeräte zu installieren,
- Wände und Fußböden in Kellern sind regelmäßig auf Risse zu prüfen und gegebenenfalls abzudichten,
- Besitzer beziehungsweise Eigentümer sind verpflichtet, alle wesentlichen Änderungen an der Bausubstanz und der Nutzung sowie einen Wechsel der Eigentumsverhältnisse dem für Bauaufsicht und Umwelt zuständigen Amt mitzuteilen,
- das Setzungsverhalten des Untergrunds ist zu beobachten,
- Die Betreiber von Gaswarngeräten werden verpflichtet, für eine regelmäßige Prüfung und Wartung der Geräte zu sorgen.

Die Behörde informiert die Grundstückseigentümer und Anwohner fallweise über wichtige Ergebnisse der regelmäßigen Überwachungen und den Erfolg von Sanierungsmaßnahmen.

### **Erkenntnisse**

Der Standort wurde vor einer systematischen gewerblichen Nutzung vollständig untersucht. Damit konnten in das Nutzungskonzept von vornherein Maßnahmen zur Schadensabwehr und Minimierung von Emissionen eingeplant werden.

## **6.4 Städtebauliche Nutzung auf einer Industrieabfallablagerung**

Im Rahmen der planerischen Vorbereitung und Untersuchung des Baugrunds für den Bau einer Konzerthalle wurde 1987 eine Altablagerung mit vorwiegend betrieblichen Abfällen einer ehemaligen Farbenfabrik entdeckt.

Die Ablagerung reichte bis in eine Tiefe von ca. 1 m oberhalb des höchsten Grundwasserspiegels. Da trotz des hohen Schadstoffpotentials keine unmittelbare Grundwasserkontamination

festgestellt wurde, erfolgte lediglich im Bereich von Bohrpfählen ein Teilaushub des verunreinigten Bodens. Die ermittelten Schadstoffbelastungen ließen die Ablagerung des Aushubmaterials auf einer Hausmülldeponie zu. Während des Teilaushubs wurde die Beschaffenheit des Grundwassers im Abstrom regelmäßig periodisch überwacht. Abschließend wurde die Altdeponierung zum Schutz des Grundwassers vor niederschlagsbedingten Auswaschungen von wasserlöslichen Schadstoffen mit einer Oberflächenabdichtung versehen, soweit diese Funktion nicht schon durch die Überbauung gegeben war.

Als **Resümee** kann festgestellt werden, daß trotz des Vorliegens einer Altdeponierung das Gelände einer ehemaligen Altdeponierung nach sachgerechter Erkundung und Durchführung der nötigen Sicherungsmaßnahmen einer hochwertigen baulichen Nutzung zugeführt werden konnte. Die erforderlichen Sicherungsmaßnahmen konnten kostengünstig im Zusammenhang mit der Baumaßnahme durchgeführt werden.

## 6.5 Koordinierte Wohnraumnutzung Bauschuttdeponie

### Voruntersuchung

Im Bereich einer ehemaligen Tongrube wurden mehrere zusammenhängende Grundstücksareale für eine Nutzung als Wohnbebauung untersucht. Die Standortfläche beträgt insgesamt 70.000 m<sup>2</sup> mit Einlagerung von 570.000 m<sup>3</sup> Bauschutt vorwiegend aus der Kriegs- und Nachkriegszeit. Zwei von vier Arealen erwiesen sich aufgrund ihrer Auffüllhöhe und relevanten Deponiegasproduktion als prinzipiell ungeeignet für die Gründung von Wohnhäusern. Sie wurden daher nicht weiter untersucht.

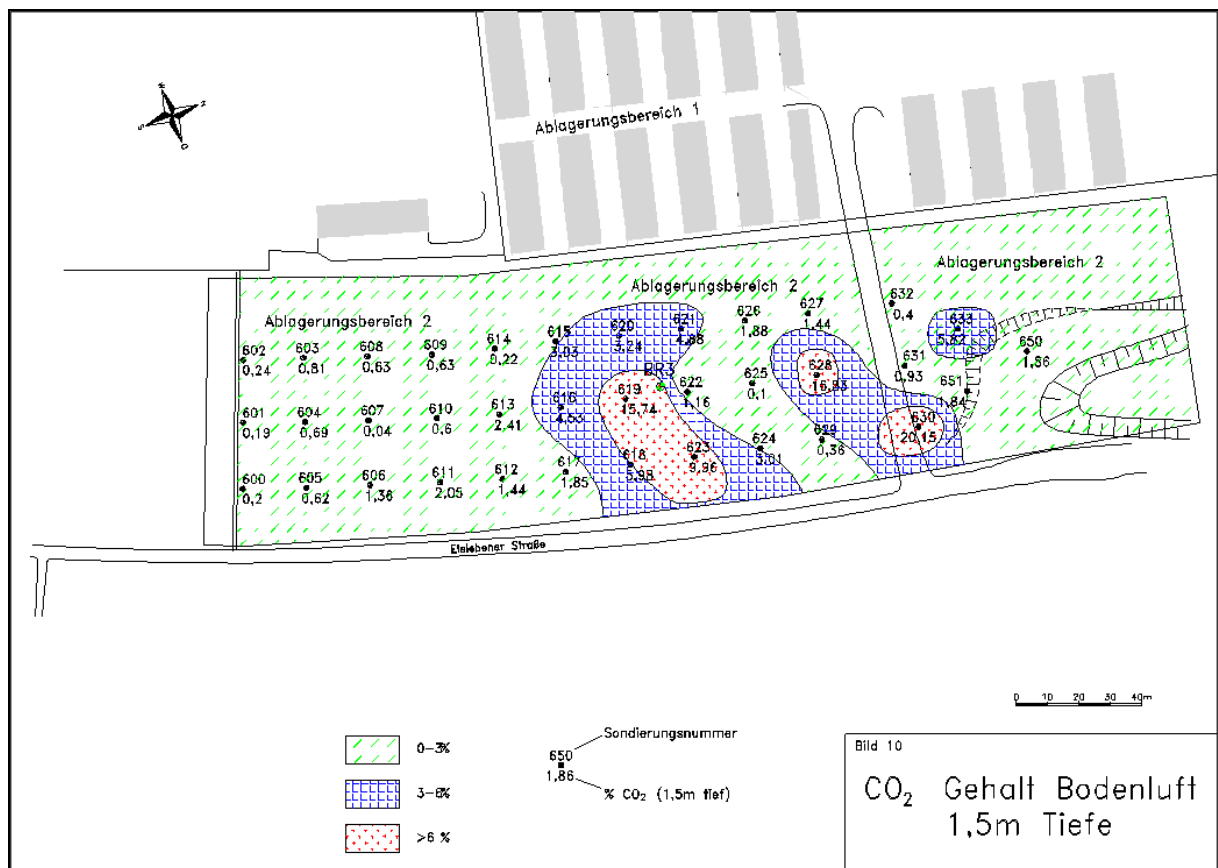


Bild 10: CO<sub>2</sub>-Gehalt Bodenluft in 1,5m Tiefe

Das dritte Areal mit einer Grundfläche von 24.000 m<sup>2</sup> wurde als möglicherweise geeignet für bauliche Nutzungen angesehen und weiter erkundet.

Die Konzentration von Kohlendioxid in der Bodenluft ist in Bild 10 dargestellt. Weiterhin wurden im Untergrund für die Schwermetalle Arsen, Blei, Cadmium, sowie für polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und Phenole teilweise Überschreitungen der "Prüfwerte Mensch" gemäß VwV „Orientierungswerte“ [12] festgestellt. Durchgeführte Eluat-Untersuchungen ergaben keine erhöhten Schadstoffgehalte.

Die Grundwasseroberfläche liegt tiefer als 5 m unter Gelände. Niederschlagswasser dringt derzeit ungehindert in die Ablagerungsfläche ein und wird offensichtlich an der Sohle des ehemaligen Tonabbaues nach Norden durch natürliches Gefälle in unzusammenhängenden Gerinnen abgeleitet. Wesentliche Belastungen des Sickerwassers waren lediglich durch Sulfate aus Bauschuttablagerungen zu beobachten. Belastungen durch Schwermetalle und organische Verunreinigungen sind so geringfügig, daß sie keine Maßnahmen erfordern. Der westlich angrenzende Ablagerungsbereich 1 wird durch einen nicht abgebauten natürlich anstehenden Tonsockel wirkungsvoll abgetrennt.

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse konnten drei Nutzungsareale definiert werden.

**Bereich 2** ist entsprechend den vorliegenden Untersuchungen ausschließlich mit Bauschutt verfüllt worden. Die Prüfwerte M2 nach VwV „Orientierungswerte“ [12] werden nicht überschritten. Schädliche Eluatemissionen finden nicht statt. Deponiegas wird nicht in nennenswertem Umfang produziert, so daß keine Gefährdung oder Beeinträchtigung künftiger Anwohner zu erwarten ist. Aufgrund dieses Befunds wird der Bereich A als geeignet für eine Wohnbebauung angesehen. Dies schließt die Errichtung von Wohnbebauung und Gärten mit ein. Die Fläche dieses Bereiches umfaßt ca. 11.000 m<sup>2</sup>.

Für die Nutzung des Bereiches 2 für Wohnbebauung wurde wegen der fehlenden Deckschicht gefordert, eine 1 m mächtige künstliche Deckschicht mit kf-Werten kleiner 10<sup>-7</sup> m/s aufzubringen. Diese Deckschicht darf durch die Bebauung in ihrer Funktion nicht beeinträchtigt werden.

Die im **Bereich 3** festgestellten Belastungen erstrecken sich auf den Tiefenbereich zwischen 0,5 und 1,5 m über eine Fläche von 270 m<sup>2</sup>. Die Gehalte von Kohlendioxid in der Bodenluft waren unterschiedlich auf einer Fläche von ca. 3.200 m<sup>2</sup> verteilt.

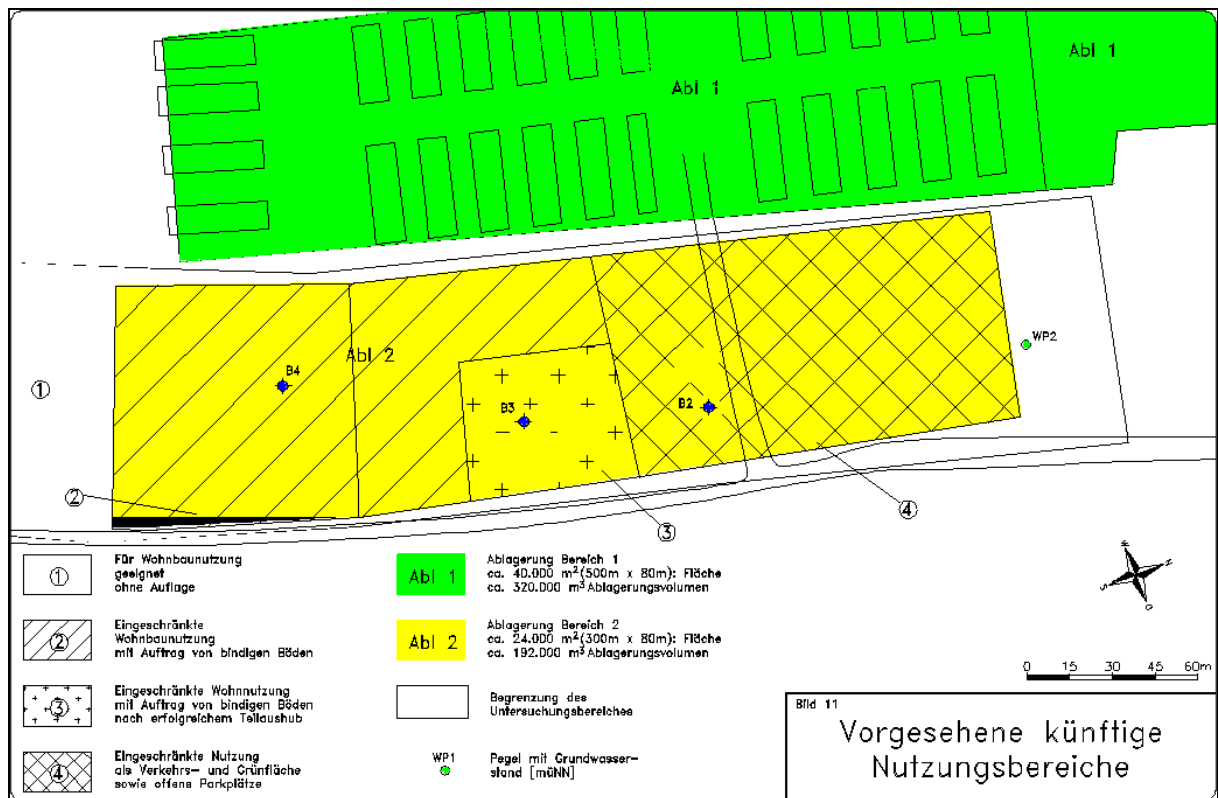
Nach vollständigem Aushub der oberflächennah anstehenden mit Kohle und Teerresten versetzten Ablagerungen ist eine eingeschränkte bauliche Nutzung in diesem Areal möglich. Die Nutzungseinschränkungen müssen so lange erhalten bleiben, bis zweifelsfrei durch weitere Boden- und Bodenluftuntersuchungen festgestellt wird, daß keine Gefährdung besteht. Gegebenenfalls sind besondere Schutzmaßnahmen erforderlich.

Sollte eine Nutzung, wie z.B. Wohnbebauung, nicht erfolgen, könnte der Bereich für Freizeit- und Sportanlagen, technischen Gebäuden oder Parks genutzt werden.

Im **Bereich 4** sowie den nördlich angrenzenden Flächen sind diffuse Verteilungen von im wesentlichen Asche und Kohlen aus dem Hausbrand auf ca. 9.000 m<sup>2</sup> Fläche nachweisbar. Weiterhin erfolgte hier keine Verdichtung des Untersuchungsrastrers.

Zudem wurden im Bereich 4 bis in Tiefen von mindestens ca. 3,0 m erhebliche CO<sub>2</sub>-Gehalte von über 20 % nachgewiesen, die über Luftdruckschwankungen vertikal aufsteigen können. Da hier die Auffüllungen bis ca. 8 m Tiefe reichen, erscheint ein vollständiger Aushub nicht sinnvoll. Es wurde deshalb vorgeschlagen, den genannten Bereich aus der unmittelbaren Bebauungsplanung auszugliedern und statt dessen hier eingeschränkte Flächennutzungen wie Garagen, Verkehrsflächen, technische Anlagen oder ähnliches einzuplanen.

Bild 11 zeigt die festgelegten Nutzungsbereiche nach Abschluß der Baugrundbewertung.



**Bild 11: Vorgesehene künftige Nutzungsbereiche**

### Erkenntnisse:

Durch die detaillierten Untersuchungen ist ein differenziertes Planungskonzept für die Wohnbebauung einer ehemaligen Bauschuttdeponie möglich. Auf Grund der Untersuchungsergebnisse sind städtebauliche Planungen mit Ausweisung von Wohnbauflächen sowie Parkplätze, Verkehrswege und Grünflächen sinnvoll miteinander zu kombinieren ohne Beeinträchtigungen der Folgenutzungen.



## 6.6 Bürogebäude auf einer schadstoffbelasteten Bau-schuttdeponie

### Situation

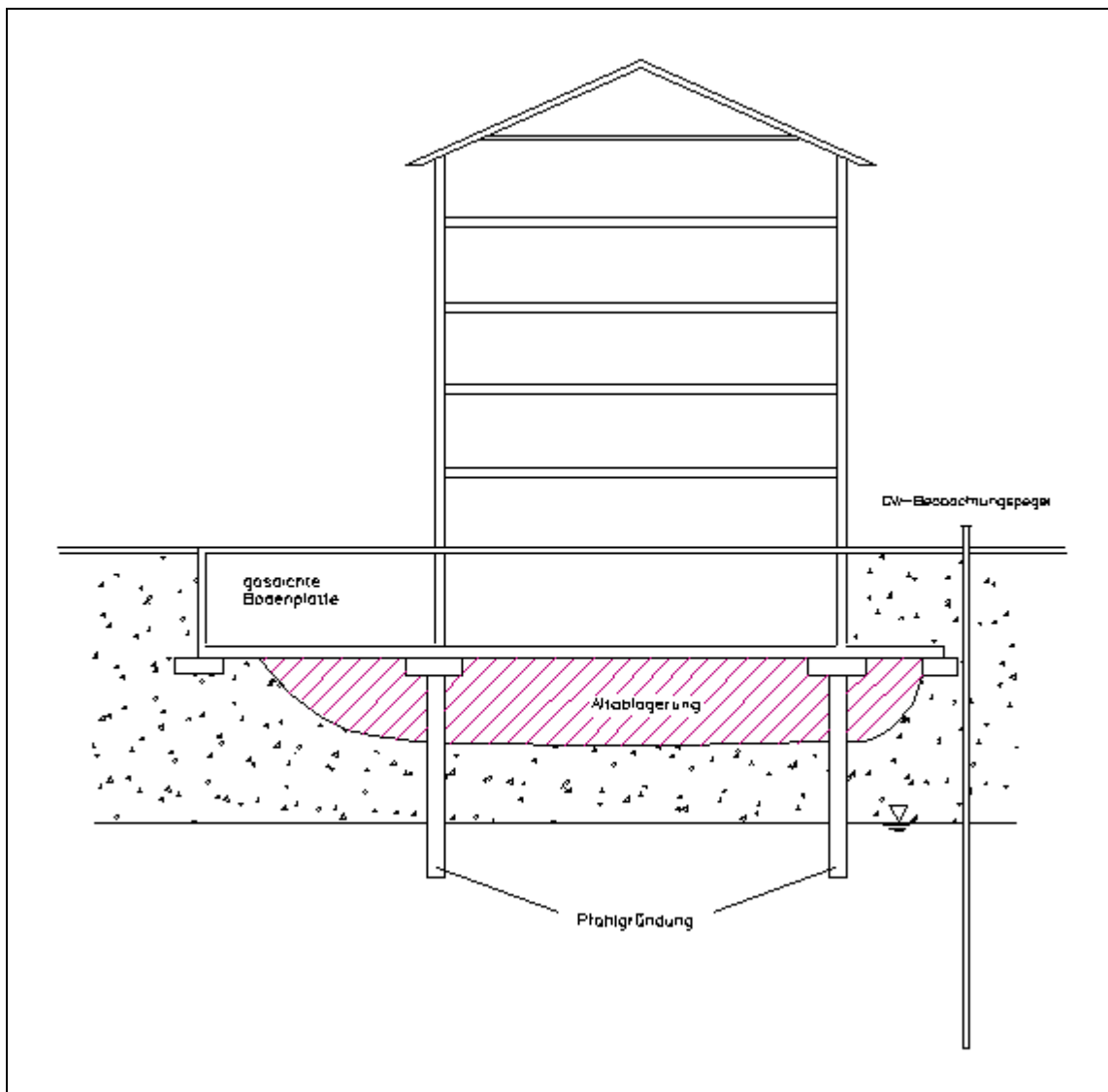
Ein ehemals als Kiesgrube genutztes Grundstück war unmittelbar nach dem 2. Weltkrieg mit Brand- und Bauwerksschutt verfüllt worden. 1990 sollte darauf ein 5-geschossiges Verwaltungsgebäude mit Tiefgarage erstellt werden. Die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung ließen eine Bohrpfahlgründung zweckmäßig erscheinen. Chemisch-physikalische Bodenuntersuchungen ergaben, daß anfallendes Aushubmaterial größtenteils als "praktisch unbelastet" gelten kann. Ebenfalls wurde ermittelt, daß Deponiegas oder Bauwerksskorrosionen hier keine Gefährdungen darstellen.

### Sanierungsmaßnahmen

Die baubegleitenden Untersuchungen ergaben, daß der Bodenaushub vereinzelt mit Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW) und polycyclischen Kohlenwasserstoffen (PAK) belastet war. Solche Bereiche mußten auf einer Hausmüldeponie entsorgt werden. Der restliche, praktisch unbelastete Aushub konnte zum Bau eines Lärmschutzwalls verwendet werden.

Die Altablagerung wurde bis zur Höhe der Kellersohle auf 4 m unter Geländeniveau vollständig ausgeräumt. Das bis zu einer Tiefe von ca. 7 m unter Gelände befindliche restliche Ablagerungsmaterial konnte an Ort und Stelle verbleiben, da umfangreiche Grundwasseruntersuchungen auf dem Baugelände und in der Umgebung gezeigt hatten, daß keine Mobilisierung der Schadstoffe eingetreten war. Infolge des hohen Flurabstandes von 10 m war eine Kontamination des tieferen Grundwassers auch in der Folgezeit nicht zu erwarten.

Der schematische Schnitt in Bild 12 zeigt die konstruktiv ergriffenen Maßnahmen bei der Erstellung des Bürogebäudes.



**Bild 12: Schnitt durch das auf der schadstoffbelasteten Bauschuttdeponie erstellte Bürogebäude ohne Gasvorkommen**

## 6.7 Gerätehalle auf „Erdaushubdeponie“

### Ausgangssituation

Eine Kiesgrube wurde zwischen 1969 und 1979 mit Bauschutt, Bodenaushub, Hausmüll und Sperrmüll verfüllt. Die Oberfläche beträgt ca. 34.000 m<sup>2</sup>. Das Gelände wurde nach Abdeckung mit 60 cm kultivierfähigen Böden als landwirtschaftliche Nutzfläche verwendet. Neben der landwirtschaftlichen Nutzung wurde auf einem Teil des Geländes die Errichtung einer Gerätehalle beantragt und später errichtet. Von der Baubehörde wurden folgende Untersuchungen bzw. Beprobungen angeordnet:

- Untersuchung von zwei Grundwassermeßstellen im Abstrom der Altdeponierung.
- Fünf Bodenluftuntersuchungen im Bereich der geplanten Gerätehalle mit Untersuchung auf aromatische Kohlenwasserstoffe, leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe und Deponiegase (Bohrtiefen bis zur Sohle der Ablagerung).

## Ergebnisse

Die Grundwasseruntersuchungen im Unterstrom zeigten erhöhte Werte für CSB und AOX.

Die Bohrungen für die Bodenluftuntersuchungen wurden als Raumkernsondierungen (36 mm) bis 2 m unter Geländeoberkante niedergebracht. An allen Sondierungen wurde eine Auffüllung aus Schluff mit Feinsandanteilen, durchsetzt mit Bauschutt, angetroffen. Hausmüll wurde nicht angetroffen.

Die Bodenluftuntersuchung ergab

BTX-Aromaten:	Hintergrundbelastung bis 650 µg/m <sup>3</sup>
leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe:	Hintergrundbelastung bis 4.800 µg/m <sup>3</sup>
Deponiegase:	Erhöhte Gehalte an Methan und Kohlenstoffdioxid bei niedrigen Sauerstoffgehalten. Der höchste CH <sub>4</sub> -Wert betrug 12,5 Vol.-% bei 0,6 Vol.-% O <sub>2</sub> .

## Bewertung

Methan-Gehalte von 10 % bei niedrigen O<sub>2</sub>-Konzentrationen belegen biologische Zersetzungen. In den Bauschuttanteilen wurden Holzanteile gefunden. Bereiche unter 2 m wurden nicht untersucht. Auf potentielle Abfalleinlagerungen weisen auch die erhöhten Gehalte leichtflüchtiger chlorierter Kohlenwasserstoffe hin.

Der Errichtung der offenen Halle (Grundfläche 140 m<sup>2</sup>) wurde mit folgenden Auflagen zugestimmt:

- Ausführung als offene Gerätehalle auf Einzelfundamenten
- Abgabe einer Verpflichtungserklärung durch den Bauherren, daß die Halle entfernt wird, wenn sie eine evtl. später erforderlich werdende Sanierung behindern sollte.

## Erkenntnisse

Mit der Errichtung der offenen Gerätehalle wurde eine verhältnismäßig unsensible Nutzung erreicht, die ohne zusätzliche Sanierungs- oder Sicherungsmaßnahmen möglich ist. Eine Entscheidung über die Notwendigkeit altlastenbedingter Maßnahmen wurde mit der baulichen Maßnahme nicht getroffen bzw. verbunden.

## 6.8 Bauhof und Parkplatz auf kommunaler Deponie

### Ausgangssituation

Eine im Zuge der Baustoffgewinnung entstandene Grube (Sand, Lehm, Ton) wurde bis 1985 mit Bauschutt, Bodenaushub, Hausmüll, Sonderabfall, hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen, Verpackungsmaterial, Sperrmüll und Grünabfällen verfüllt. Der Deponiekörper ist bis 20 m mächtig und bereichsweise um 10 m über Gelände aufgehört. Die Oberfläche beträgt 34.000 m<sup>2</sup>, das Volumen 400.000 m<sup>3</sup>.

### Nutzung

Die Altablagerung wird im nicht aufgehörtten Teilbereich als städtischer Bauhof genutzt. Diese Fläche ist durch Überbauung und Oberflächenbefestigung versiegelt. Eine Gasdrainage erfolgt nicht. Nun besteht die Absicht, durch entsprechende bauliche Vorkehrungen eine weitere Teilfläche der Ablagerung als Abstellfläche für abgeschleppte Fahrzeuge sowie als Materiallagerfläche vorzubereiten und zu nutzen.

Die verbleibende Deponieoberfläche (etwa 1/3 der Gesamtfläche) soll in einem weiteren Bauabschnitt eine Oberflächenabdichtung erhalten.

### Gefährdungsabschätzung

An der Altablagerung wurden ab 1980 altlastentechnische Untersuchungen vorgenommen. Danach weist das Grundwasser im Abstrom u.a. Maximalwerte für AOX = 0,3 mg/l, CSB = 117 mg/l, NH<sub>4</sub> = 27 mg/l und einen Phenolindex von 0,42 mg/l auf.

Im zeitlichen Verlauf ist eine Verschlechterung der GW-Beschaffenheit bei DOC, AOX und Arsen festzustellen. Die Deponiegasuntersuchungen zeigten örtliche Maximalwerte von 27 Vol.-% CH<sub>4</sub> und 20 Vol.-% CO<sub>2</sub>. Verschiedentlich waren als Spurenstoffe LCKW nachweisbar, Dichlordifluormethan bis 45 mg/m<sup>3</sup>.

Aufgrund fehlender Abdichtung der Deponie an der Basis, den Wänden und der Oberfläche durchströmt Oberflächen- und Schichtwasser den Deponiekörper. Bohraufschlüsse belegen, daß Abfälle teilweise unmittelbar auf durchlässigen Schichten der Grubensohle lagern. Trotz gewisser Vorbelastung des anströmenden Grundwassers verursacht die Deponie eine deutlich erkennbare Grundwasserverschmutzung.

Die gemessenen CH<sub>4</sub>- und CO<sub>2</sub>-Werte zeigen, daß im Deponiekörper Umsetzungsprozesse ablaufen. Ferner treten LCKW in der Bodenluft auf. Eine Gefährdung von Anlagen auf der Deponie ist deshalb vorhanden.

### Realisierung der Folgenutzung

Für eine Realisierung der Nutzung wurde eine Planung aufgestellt, die folgenden Punkten Rechnung trägt.

- Die gesamte Altablagerung erhält eine Oberflächenabdichtung und eine Gasfassung. Anfallendes Gas wird über einen Flächenfilter mit Gaskollektoren passiv abgeleitet und

in Kompostfiltern behandelt. Die bauliche Gestaltung erfolgt in Anlehnung an die TA-Siedlungsabfall.

- Die neu anzulegende Parkfläche erhält eine Asphaltoberflächenabdichtung/Fahrbahnbefestigung mit mehrschichtigem Aufbau. Wegen fehlender Basisabdichtung der Deponie wird Durchlässigkeit  $1 \cdot 10^{-10}$  m/s verlangt. Die Gleichwertigkeit im Sinne der TA Siedlungsabfall ist nachzuweisen.
- Der verbleibende Deponiebereich erhält eine mineralische Abdichtung. Soweit weitere Bodenluftuntersuchungen die Notwendigkeit ergeben, wird die passivere Entgasung durch aktive Entgasung ergänzt.
- Die Entgasung des Untergrundes des bereits vorhandenen Bauhofes ist sicherzustellen und in das neue Gasfassungssystem zu integrieren.
- Alle Teile der Deponie (Bauhof, neuer Parkplatz, restlicher Deponiebereich) erhalten integriertes Oberflächenwasserfassungssystem
- Bei der baulichen Ausgestaltung sind den Übergängen abgedichtete Deponie/ Parkplatz/vorhandener Bauhof besondere Aufmerksamkeit zu widmen.
- Nach Fertigstellung ist ein Meßprogramm durchzuführen (visuelle Prüfung, Gasanalysen für Permanentgase, CKW, BTX, FID-Prüfung). Die zeitlichen Abstände betragen 3 Monate, 6 Monate bzw. ein Jahr.

### **Erkenntnisse**

Mit der Ausweitung der Nutzung wird eine Sanierung der bisherigen Nutzung und eine Sicherung der Deponie verbunden. Die nutzungsbedingten Teile der Anlage (Parkplatz) kommen mit passiven Sicherungsmaßnahmen aus. Insgesamt wird der Prozeß der Sicherung der Deponie durch die Ausweitung der Nutzung vorangebracht. Die Nutzung als Parkplatz ist als unsensible Nutzung zu bewerten.

## 7. Zusammenfassung

Altablagerungen beeinträchtigen als Hinterlassenschaft unsachgemäßer Abfallbeseitigung die Umwelt. Werden Altablagerungen im Rahmen des Wachstums von Industrie-, Gewerbe- oder Siedlungsgebieten in die Flächennutzung eingebunden, sind besondere Maßnahmen zur Bewältigung von Zielkonflikten erforderlich.

Im Grundsatz ist festzustellen, daß (Alt-)Ablagerungen der Ablagerung von Abfällen gewidmet sind. Dementsprechend sehen untergesetzliche Regelungen der Länder vor, daß (zumindest) bauliche Nutzungen auf Ausnahmen zu begrenzen sind bzw. besonderer Maßnahmen bzw. Vorkehrungen bedürfen.

Raumplanerisches Ziel sollte die langfristig sichere, bedarfs- und sachgerechte Nutzung der Altablagerungen und ihrer Umgebung sein.

Altablagerungen sind zunächst einmal hinsichtlich ihres altlastenrelevanten Zustandes zu untersuchen und zu bewerten. Sollen Altablagerungen einer zusätzlichen Nutzung zugeführt werden, sind dazu erweiterte Untersuchungen notwendig und die erforderlichen Maßnahmen zu planen und durchzuführen.

Nutzungen von Altablagerungen sollen in jedem Fall angepaßte Nutzungen sein. Im einzelnen bedeutet daß:

- Die Nutzung darf die Altlastensanierung und ggf. erforderliche Überwachung nicht behindern.
- Weniger anspruchsvolle Nutzungen sind zweckmäßiger als sensible Nutzungen.
- Wohnnutzung sollte nur in Ausnahmefällen stattfinden.
- Die Nutzung muß, beginnend mit dem Konzept, Befindlichkeit und Akzeptanz der Öffentlichkeit berücksichtigen.

Bauherren und Planer müssen sich darüber im Klaren sein, daß Altablagerungen sich in wesentlichen charakteristischen Eigenschaften von denen eines „normalen Baugrundes“ unterscheiden. Abhängig von der Zusammensetzung des Abfalls (Erdaushub, Bauschutt, diverse Abfallarten einschließlich von Gemischen) sind Emissionen, Setzungen, chemische Untergrundeigenschaften bis zu Explosionen zu besorgen. In der Mehrzahl treten diese Probleme langfristig auf.

Erforderliche technische Vorkehrungen sollten so ausgelegt sein, daß

- sie auf Dauer wirken,
- der Betrieb wartungsarm und sicher ablaufen kann.

Wesentliche Vorkehrungen in baulicher und betrieblicher Hinsicht sind bei einer Vielzahl von Deponien den Ausgasungsvorgängen wegen der schwerwiegenden Folgen wie Brand/Explosion, Erstickung, Vergiftung, Geruchsbelästigung und Schädigung von Flora und Fauna zu widmen. Für Bauwerke sind chemische und physikalische Angriffe und Schäden infolge unterschiedlicher Setzungen vielfache Probleme, deren ungenügende bauliche Berück-

sichtigung Betriebsunfähigkeit (Risse, abgerissene Leitungen usw.) und erhebliche Folgekosten bedeuten.

Für die Erstellung und den Betrieb baulicher Anlagen sind zahlreiche Regelungen der Sicherheitstechnik, des Bau- und Planungsrechts, des Wasser-, Abfall- und Altlastenrechts sowie besondere Auflagen unvermeidbar und sorgfältig zu beachten. In der Regel sind bei Bau und Betrieb Kontrolluntersuchungen sowie Gebote und Verbote zu beachten, die nach Art und Maß bei Vorhaben im unkontaminierten Bereich nicht erforderlich sind (sicherheitstechnische Überwachung des Bauvorgangs, Boden und Abfalluntersuchungen, dauerhafter Betrieb von Grundwasser- und Bodenluftmeßstellen sowie Raumlüftüberwachungen). Das gilt auch für nachträgliche Nutzungseinschränkungen und zusätzliche bauliche und betriebliche Vorkehrungen.

An bautechnischen Maßnahmen, die altablagerungsbedingte Nachteile eines Planungsgebietes ausgleichen können, kommen Verbesserungen der Tragfähigkeit des „Baugrundes“, Bodenaustausch, Oberflächenbefestigung und Abdichtungen gegen Gasemissionen (Gasfassung und Gasableitung erforderlich!) infrage. Bei Bauwerken sind Maßnahmen gegen Gaseintritt und Korrosion sowie gegen Setzungen vordringlich.

Eine Entscheidung zur Nutzung einer Altablagerung sollte nur nach sorgfältiger Abwägung getroffen werden. Planung und Ausführung setzen eine Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Fachleuten unter rechtzeitiger Beteiligung von Altlastensachverständigen und Betroffenen voraus. Das sorgfältige Studium vergleichbarer Lösungen kann einen Beitrag zu angepaßten Problembewältigungen liefern. Die verfügbaren technischen Möglichkeiten sollten nicht bedenkenlos eingesetzt werden. Lösungen sind eher bei anspruchslosen Nutzungen zu suchen.

## 8. Literatur- und Quellenverzeichnis

- [1] Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU-BW):  
Altlasten-Handbuch Teil 1 „Altlastenbewertung“ 1987.
- [2] Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU-BW):  
Altlasten-Handbuch Teil 2 „Untersuchungsgrundlagen“ 1987.
- [3] Bundesministerium der Justiz:  
Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz. (TA Siedlungsabfall), Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen vom 14. Mai 1993, Bundesanzeiger vom 29.05.1993.
- [4] Bundesinnenministerium:  
Klärschlammverordnung -AbklärV-. Bundesgesetzblatt. Jahrgang 1992. Teil 1 S. 912 - 934. Bonn. 28.04.1992.
- [5] Bundesgerichtshof, Urteil vom 26.01.1989 - IIIZR 194/87:  
In: FRANZIUS, STEGMANN, WOLF, BRANDT (1994): Handbuch Altlastensanierung. Bd. 3.
- [6] BOGU, H., MANGOLD, K. (1991):  
von Altlasten am Beispiel der Sonderabfalldeponie Malsch. In: FRANZIUS, STEGMANN, WOLF, BRANDT (1988) „Handbuch der Altlastensanierung“, Bd. 1.
- [7] EIKMANN, Th., KLOKE, A. (1991):  
Nutzungs- und Schutzgutbezogene Orientierungswerte für (Schad-)Stoffe in Böden.
- [8] Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg:  
Arbeitsschutz bei der Erkundung von Altablagerungen, Band 14 der Reihe „Handbuch Altlasten und Grundwasserschadensfälle“, August 1993.
- [9] Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg:  
Baustoffkorrosion bei Baumaßnahmen auf Altablagerungen und Altstandorten, Band 6 der Reihe „Materialien zur Altlastenbearbeitung“, Januar 1989.
- [10] Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg:  
Handbuch Historische Erhebung altlastenverdächtiger Flächen, Band 9 in der Reihe „Materialien zur Altlastenbearbeitung“, März 1992.
- [11] Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg:  
Der Deponiegashaushalt in Altablagerungen - Vorgehensweise und Technik zu seiner Erkundung und Bewertung - (Leitfaden Deponiegas), Band 10 der Reihe „Handbuch Altlasten“, Oktober 1992.
- [12] Umweltministerium Baden-Württemberg und Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung Baden-Württemberg:  
Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen, Stand 12.08.1993, eingeführt mit der Gemeinsamen Verwaltungsvorschrift vom 16.09.1993, Az.: 57-8490.1.40 (SM) - Az: 32-8984.00/(San.-Ziel.) (UM) GABl Nr. 33 vom 30.11.1993 S.1115-1123.
- [13] Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), Informationsschrift "Deponiegas", Heft 6, Erich Schmidt Verlag GmbH, 1983.
- [14] Tiefbau-Berufsgenossenschaft: Richtlinien für Arbeiten in kontaminierten Bereichen. ZH1/183, Ausgabe 1992.



- [15] Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentl. Hand-BAGUV-Sicherheitsregeln für Deponien GUV 17.4, Oktober 1991.
- [16] FINKE, G.:  
Orientierungswerte für die Altlastensanierung in Hessen.  
In: Problemkreis Altlasten. Von der Ausschreibung bis zur Folgenutzung / H.W Borries ... (Hrsg.), Berlin, Heidelberg, New York 1995, S. 174 - 192.
- [17] Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg:  
Sicherung von bestehenden Bauten gegen Gefahren durch Deponiegas (Handbuch Bautenschutz), in Vorbereitung.
- [18] Hessischer Minister für Umwelt und Energie:  
Bauliche Nutzung von Altablagerungen, StAnz. 5/1987 S. 225.
- [19] Ex-RL:  
Richtlinien für die Vermeidung der Gefahren durch explosions-fähige Atmosphäre mit Beispielsammlung; Explosionsschutz-Richtlinien (Ex-RL); GUV 19.8 bzw. ZH 1/10; Ausg. 3.85; Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, Heidelberg; Druckerei Winter, Heidelberg.
- [20] Hessisches Ministerium für Umwelt und Reaktorsicherheit:  
Verwaltungsvorschrift für die Entsorgung von unbelastetem Erdaushub und unbelastetem Bauschutt (Erste VwV Erdaushub/Bauschutt). StAnz. 44/1990 S. 2170.
- [21] Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten:  
Entsorgung von belasteten Böden, Erlaß vom 21.12.1992, StAnz. 5/1993 S. 331.

## Abbildungsverzeichnis

Bild 1: Beispiel für nachhaltige altlastbedingte Auswirkungen: Emission, Immission, Setzungen, Grundwasser.....	9
Bild 2: Stufenweise Vorgehensweise bei der Entwicklung von Nutzungskonzepten .....	15
Bild 3: Beispiele für Sicherungs-, Überwachungs- und Kontrollmaßnahmen .....	28
Bild 4: Beispiel für eine gasdichte Leitungseinführung an Bauwerken mit geringer Setzungsaufnahme .....	29
Bild 5: Beispiel für eine setzungsempfindliche und gasdichte Leitungseinführung an Bauwerken .....	30
Bild 6: Beispiele für Schutzmaßnahmen an Gebäuden gegen eindringendes Deponiegas.....	30
Bild 7: Beispiel für eine gassichere Ausbildung eines Kellerbodens .....	31
Bild 8: Beispiel für eine gassichere Ausbildung einer Flachgründung.....	31
Bild 9: Beispiel für eine setzungssichere Gründung einer Freispiegelleitung mit Gelenkstücken.....	32
Bild 10: CO <sub>2</sub> -Gehalt Bodenluft in 1,5m Tiefe.....	42
Bild 11: Vorgesehe künftige Nutzungsbereiche .....	44
Bild 12: Schnitt durch das auf der schadstoffbelasteten Bauschuttdeponie erstellte Bürogebäude ohne Gasvorkommen .....	46

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beispiele für Spurenstoffe im Deponiegas .....	10
Tabelle 2: Setzungsbedingte Schäden an baulichen Anlagen.....	12
Tabelle 3: Beispiele für Anforderungen an den Untergrund bei verschiedenen Nutzungen ....	17
Tabelle 4: Abwehrmaßnahmen für hauptsächliche Nutzungsarten und mögliche Gefahren oder Nachteile, Beispiele .....	21

# Indexverzeichnis

## A

Altablagerung	
Arbeitsschutzkonzept bei Folgenutzung	23
Bauablaufplanung bei Folgenutzung ..	22
Behandlung und Beseitigung des	
Aushubmaterials .....	25
Erkundung, nutzungsbezogen.....	19
Folgenutzung .....	5
Folgenutzung-Fallbeispiele.....	34
Folgenutzungsarten.....	21
Folgenutzungskonzept .....	15
gewerbliche Folgenutzung.....	39
Oberflächenabdichtung.....	25
Oberflächenbefestigung .....	25
Schutz- und Sicherungsmaßnahmen,	
nutzungsbezogen .....	20
Standortanalyse Folgenutzung .....	18
Standortanforderungen Folgenutzung	16
technische Maßnahmen bei	
Folgenutzung .....	24
altablagerungsspezifische	
Untergrundeigenschaften .....	8
Arbeitsschutzkonzept	
Folgenutzung Altablagerung .....	23

## B

Bauablaufplanung	
bei Folgenutzung Altablagerung.....	22
Bauschuttdeponie	
Bürogebäude .....	45
Wohnbebauung .....	34
Wohnraumnutzung .....	42
Baustoffkorrosion	
Allgemeines .....	13
Behandlung und Beseitigung des	
Aushubmaterials	
Altablagerung .....	25

## D

Deponiegas	
Allgemeines .....	9
Gebäudeschutzmaßnahmen, Beispiel .	30
Maßnahmen zum Schutz von Anlagen	
und Bauten.....	27
Spurenstoffe.....	10

## E

Emission von Sickerwasser .....	13
---------------------------------	----

Erdaushubdeponie	
Gerätehalle .....	46
Erkundung, nutzungsbezogen	
Altablagerung.....	19

## F

Fallbeispiele	
Flächenrecycling .....	34
Folgenutzung Altablagerung.....	34
Flächennutzung von Altablagerungen.....	5
flächenplanerische Bedarfsanalyse .....	16
Flächenrecycling	
Fallbeispiele .....	34
planerische Zielvorstellungen .....	5
Flachgründung, gassicher	
Beispiel .....	31
Folgenutzung Altablagerung	
Literatur.....	52
Nutzungsarten .....	21
Nutzungskonzept.....	15
technische Maßnahmen.....	24
Folgenutzung, sensible.....	5
Folgenutzung, unsensible.....	5
Freispiegelleitung, setzungssicher	
Beispiel .....	32

## G

gasdichte Leitungseinführung	
Beispiel .....	29
gasförmige Emissionen	
Allgemeines .....	9
Gassperre	
Allgemeines .....	26
Gründungsarten.....	24

## H

Hausmülldeponie	
Wohnbebauung .....	36

## I

Industrieabfallablagerung	
städtebauliche Nutzung.....	41

## K

Keime .....	14
Kellerboden, gassicher	
Beispiel .....	31
kommunale Deponie	
Nutzung als Lagerfläche .....	48
Korrosionsschutz .....	27

<b>L</b>		Altablagerung.....	20
Literatur		Schutzmaßnahmen an Gebäuden .....	27
	Folgenutzung Altablagerung .....	Schutzmaßnahmen gegen Korrosion .....	27
		sensible Folgenutzung.....	5
<b>N</b>		Setzungen	
nutzungsbedingte Standortanforderungen		Allgemeines .....	11
Altablagerung .....	16	Sicherung und Sanierung von Altlasten	
nutzungsbezogene Erkundung		schematische Übersicht.....	28
Altablagerung .....	19	Sickerwasser	
nutzungsbezogene Schutz- und		Emission.....	13
Sicherungsmaßnahmen		Sprengkörper	
Altablagerung .....	20	Altablagerung.....	14
nutzungsbezogene Standortanalyse		Standortanalyse, nutzungsbezogen	
Altablagerung .....	18	Altablagerung.....	18
<b>O</b>		Standortanforderungen, nutzungsbedingt	
Oberflächenabdichtung		Altablagerung.....	16
Altablagerung .....	25	Staubemission	
Oberflächenbefestigung		Altablagerung.....	14
Altablagerung .....	25	<b>T</b>	
<b>R</b>		technische Maßnahmen	
raumplanerisches Ziel.....	5	Folgenutzung Altablagerung.....	24
<b>S</b>		Tiefgründungen.....	24
Sackungen.....	11	Tragfähigkeit von Altablagerungen .....	24
Schäden durch Setzungen.....	12	<b>Ü</b>	
Schadstoffexposition für Organismen ....	13	Überwachungs- und Kontrollmaßnahmen	
Schadstoffpotential		Folgenutzung Altablagerung.....	33
Altablagerung .....	13	unsensible Folgenutzung.....	5
Schutz- und Sicherungsmaßnahmen,			
nutzungsbezogen			