



ENTWURF

Sanierung Hausmülldeponie Feilheck

**Dokumentation im Rahmen der Förderung des
Projektes durch das Ministerium für Umwelt und Verkehr**

Teil 1: Auswahl des Oberflächenabdichtungssystems

Bauherr:

Amt für Abfallwirtschaft und Stadtreinigung

Hardtstraße 2
69124 Heidelberg

erarbeitet durch

**ICP Ingenieurgesellschaft
Prof. Czurda & Partner GmbH**

Eisenbahnstraße 36
76229 Karlsruhe

im März 2006

INHALTSVERZEICHNIS

1	Veranlassung	3
2	Darstellung der örtlichen Situation und der Randbedingungen	4
2.1	Allgemeines	4
2.2	Abgelagerte Mengen	4
2.3	Angaben zur Geologie und Hydrogeologie	5
2.4	Angaben zum Sickerwasser	5
2.5	Angaben zur Deponieentgasung	6
2.6	Randausbildung bzw. Lage des Böschungsfusses und Neigungen an der Deponie Feilheck	6
2.7	Oberflächenentwässerung der Deponie	7
2.8	Setzungsverhalten der Deponie Feilheck	7
3	Darstellung verschiedener Abdichtungssysteme zur Oberflächenabdichtung für die Deponie Feilheck	8
3.1	Beurteilung und Verwendbarkeit der unterschiedlichen Oberflächenabdichtungssysteme	8
3.2	Zusammenfassung der vergleichenden Betrachtung	14
4	Konzeptentwicklung für die Ausbildung eines Oberflächenabdichtungssystems	15
4.1	Darstellung der Zwangspunkte bei der Ausbildung des Oberflächenabdichtungssystems	15
4.2	Vorschläge zur Oberflächengestaltung der Deponie	16
4.3	Randausbildung bei Dichtungssystemen mit unterschiedlicher Mächtigkeit	17
5	Kostenschätzung für verschiedene Abdichtungssysteme (Stand 1999)	18
6	Empfehlung für die Oberflächenabdichtung der Deponie Feilheck	18
7	Umplanung auf Trisoplast	20

1 Veranlassung

Für die Deponie Feilheck wurde gemäß § 10 Abs. 2 Abfallgesetz vom Regierungspräsidium Karlsruhe am 01.10.1996 eine Anordnung erlassen, in der u. a. folgendes gefordert wurde "Auf den gesamten Deponiekörper ist ein Oberflächenabdichtungssystem entsprechend den Anforderungen der TAsi für die Deponieklasse II aufzubringen“.

Das Amt für Abfallwirtschaft und Stadtreinigung der Stadt Heidelberg beabsichtigt nun im Zeitraum vom Sommer 2005 – Anfang 2009 auf der Deponie Feilheck ein Oberflächenabdichtungssystem und den Ausbau des Entgasungssystems durchzuführen. Die Maßnahme wird vom Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg gemäß Förderantrag vom 21.01.2005 gefördert. Die Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH (ICP) erhielt mit Telefonat vom 09.03.06 den Auftrag für die Dokumentation des Projektes gemäß abgestimmtem Arbeitsprogramm.

Die Durchführung der Maßnahme wurde im folgenden Zeiträumen geplant:

Vorplanung	7/96 bis 12/96
Entwurfs- und Genehmigungsplanung	1/97 bis 10/98
Einreichen Antragsunterlagen beim RP Karlsruhe	04/1999
Abstimmungsgespräche über Alternativen zur Bentonitmatte	9/00 bis 10/00
Umplanung Antragsunterlagen auf Trisoplast	12/00 bis 02/01
Genehmigung durch das RP Karlsruhe	01/2002
Antrag auf Förderung der Maßnahme durch das Ministerium	01/2005
Prüfung Möglichkeiten der alternativen Finanzierung der Maßnahme	
Durchführung der Ausführungsplanung und LV-Erstellung	2004
Vergabe der Baumaßnahme an Fa. Heilit-Wörner	7/2005
Fertigstellung der Baumaßnahme	01/2009

Nachfolgend wird der Weg der Entscheidungsfindung zu dem gewählten Dichtungssystem dargestellt.

2 Darstellung der örtlichen Situation und der Randbedingungen

2.1 Allgemeines

- Deponiefläche ca. 15 ha
- Ablagerungsvolumen ca. 2,5 Mio. m³
- vorhandene GOK ca. 103 - 104 m ü. NN
- Grundwasserspiegel auf ca. 97 m ü. NN
- maximale, derzeitige Aufhöhung im Westen ca. 121,55 m ü. NN
- maximale, derzeitige Aufhöhung im Osten ca. 121,24 m ü. NN
- maximal genehmigte Endhöhe im Westen 121 m ü. NN
- maximal genehmigte Endhöhe im Osten 118 m ü. NN
- Müllkörper liegt teilweise bis über 10 m tief im Grundwasser
- Deponie liegt im Wasserschutzgebiet Zone IIIa Schwetzingen Hardt

2.2 Abgelagerte Mengen

- Beginn der Abfallablagerung um 1950.
Die Ablagerung erfolgte zunächst in die ausgekierten Gruben; Ablagerungstiefe bis maximal 18 m unter GOK, wobei zumindest in Teilabschnitten im Grundwasserwechselbereich überwiegend neutrale Stoffe (Erdaushub, Bauschutt und Raspelreste aus dem Kompostwerk) eingebaut wurden.
- ab ca. 1968 Beginn der Aufhaldung der Deponie
- offizieller Betrieb bis Ende 1989
- ab 1990 nur noch Ablagerung von Schlacken (ca. 50.000 - 60.000 t)
- im Betriebszeitraum wurden folgende Stoffe abgelagert:
 - Haus- und Sperrmüll
 - Gewerbe- und Industriemüll aller Art
 - Klärschlämme
 - Erdaushub und Bauschutt
 - Klinikabfälle
 - Müll der amerikanischen Streitkräfte
 - Raspelgut bzw. Raspelreste des Kompostierwerkes
 - Schlacken aus Müllverbrennungsanlagen

2.3 Angaben zur Geologie und Hydrogeologie

Unter einer zwei bis drei Meter mächtigen Deckschicht aus feinsandigem bis schluffigem Mutterboden mit Lößlehmcharakter folgen bis ca. 40 m unter GOK die in Wechsellagerung anstehenden Sande und Kiese des Oberen Kieslagers.

In ca. 40 - 41 m Tiefe unter Gelände folgen die grauen Tone des oberen Zwischenhorizontes, welcher den Oberen Grundwasserleiter (OGWL) vom mittleren Grundwasserleiter (MGWL) hydraulisch trennen.

In einer Tiefe von ca. 19 m unter GOK befindet sich eine maximal 2,5 m mächtige, schluffige bis tonige Zwischenschicht, welche den oberen Grundwasserleiter in zwei hydraulisch getrennte Bereiche teilt. Diese hydraulische Trennung ist in den neu errichteten Grundwassermeßstellen P11 tief bis P14 tief nahezu vollkommen vorhanden. Im Bereich der Deponie ist diese jedoch vermutlich nicht durchgängig ausgebildet, da es zu einer deutlichen Schadstoffanreicherung im tieferen Grundwasser (des OGWL) kommt.

Die Gesamtmächtigkeit des zweigeteilten Aquifers beträgt etwa 33 m. Die Grundwasserfließrichtung des oberen Grundwasserleiters ist Nordwest. Der Grundwasserleiter unterhalb der schluffigen Zwischenschicht fließt ebenfalls in Richtung Nordwesten. Der hydraulische Gradient für den oberen Bereich des Aquifers abstromig der Deponie Feilheck liegt bei $I = 5,8 \times 10^{-4}$. Für den tieferen Bereich errechnet sich der hydraulische Gradient abstromig zu $7,1 \times 10^{-4}$. Der k_f -Wert für den oberen Bereich liegt bei $1,1 \times 10^{-3}$ m/s bis $8,5 \times 10^{-4}$ m/s.

2.4 Angaben zum Sickerwasser

Eine Sickerwassererfassung findet auf der Deponie aufgrund fehlender Basisabdichtung nicht statt. Im Abstrombereich der Deponie kommt es daher zu Belastungen des Grundwassers, die umfassend untersucht wurden.

Die durchgeführten Analysen belegen die mit wachsender Entfernung vom Ablagerungskörper zunehmende Verdünnung der abströmenden Schadstoffkonzentrationen, welche vor allem in der großen Ergiebigkeit des Aquifers begründet ist.

2.5 Angaben zur Deponieentgasung

Eine Deponiegaserfassung fand auf der Deponie Feilheck bisher nicht statt.

Durchgeführte FID- Messungen vom TÜV im Jahr 1993 sowie ein im Jahr 1999 durchgeführter Absaugversuch an 7 Gasbrunnen im Ost- und Westteil der Deponie führten zu folgendem Ergebnis:

Der Westteil der Deponie befindet sich in der sogenannten Langzeitphase (die Produktion von Methan hält an, Kohlendioxid ist vorhanden, der Sauerstoffgehalt ist relativ gering); eine Absaugung von Deponiegas mittels Gasbrunnen ist notwendig. Der Ostteil der Deponie ist offensichtlich aufgrund des höheren Alters bereits in die sogenannte Lufteindringphase 1 (geringere Methangehalte, steigende Sauerstoffgehalte) übergegangen. Eine Absaugung über Gasbrunnen ist nicht mehr erforderlich. In beiden Teilen sollte bei Aufbringung einer Oberflächenabdichtung zur Minimierung von Gasmigrationen eine Randentgasung durchgeführt werden.

2.6 Randausbildung bzw. Lage des Böschungsfusses und Neigungen an der Deponie Feilheck

Um die Deponie verläuft an der östlichen und südlichen Seite ein befestigter, landwirtschaftlicher Weg. Auf der Nordseite im Ostteil der Deponie verläuft ebenfalls ein befestigter Weg, dieser ist gleichzeitig die Zufahrt in die Deponie sowie die Zufahrt in das Betriebsgelände der Fa. KAM. An der Westseite grenzen unmittelbar landwirtschaftlich genutzte Flächen; an der Nordseite im Westteil grenzt der ADAC-Verkehrsübungsplatz des ADAC Nordbaden. Im mittleren Teil der Deponie grenzt auf der nördlichen Seite das Betriebsgelände der Fa. KAM an, das von der Deponie von 3 Seiten umschlossen wird.

Am Nordrand im Ostteil der Deponie liegt die Zufahrtsstraße zum Großteil innerhalb der Deponiegrenzen. Die Ablagerungsgrenze liegt hier vermutlich direkt neben der Zufahrtsstraße.

Nachfolgend werden die Abstände des vorhandenen Böschungsfußes zum Wegrand bzw. Deponierand sowie die derzeitigen Böschungsneigungen dargestellt.

Am Ostrand: Abstand UK Böschung bis Weg (gleichzeitig Deponierand) ca. 25 m.
Die Böschungsneigung am Ostrand beträgt in der Mitte ca. 1:2,9.

Teil 1

- Am Südrand (Ostteil): Abstand UK Böschung bis zum Weg ist uneinheitlich; teilweise steigt das Gelände unmittelbar neben dem Weg an und teilweise fällt das Gelände hinter dem Weg ab und die Deponieböschung beginnt erst mehrere Meter entfernt vom Weg. Die Böschungsneigungen sind uneinheitlich; die Hauptböschungs-Neigungen schwanken zwischen 1:2,5 und 1:3,4
- Am Südrand (Westteil): Der Abstand UK Böschung bis zum Weg ist uneinheitlich. Das Gelände fällt überwiegend ab, bevor die Deponieböschung beginnt. Die Böschungsneigungen sind uneinheitlich. Die Hauptböschungsneigungen schwanken zwischen 1:2 und 1:4,4
- Am Nordrand (Ostteil): Der Abstand UK Böschung bis zum Weg beträgt minimal ca. 4,0 m; im Mittel liegt er bei 5,0 m bis 6,0 m; die Böschungsneigungen liegen zwischen 1:2,6 und 1:3,6
- Am Nordrand (Westteil): Der Abstand UK Böschung bis zum ADAC-Verkehrs-Übungsplatz beträgt minimal 3,5 m (über eine Länge von ca. 80 m) ansonsten liegt er bei ca. 5,0 m; die Böschungsneigung beträgt ca. 1:3,2 bis 1:3,9.
- Am Westrand: Der Abstand UK Böschung bis Deponierand beträgt ca. 6,0 m (auf einer kurzen Teilstrecke nur 5,0 m); die Böschungsneigung liegt bei ca. 1:3,4.
- Am Ostrand Richtung
Fa. KAM: Der Abstand UK Böschung bis zur Grenze Fa. KAM beträgt zwischen 11 und 34 m; die Böschungsneigung liegt bei 1:3,1 bis 1:3,6.

2.7 Oberflächenentwässerung der Deponie

Die Oberflächenentwässerung der Deponie erfolgt durch Versickerung bzw. über den Deponierand direkt ins Grundwasser. Ein definierter Randgraben mit einem kontrollierbaren Abfluss ist derzeit nicht vorhanden. Nur am Südrand verläuft ein größerer Graben; dieser fängt an der Südwestecke an und verläuft dann Richtung Osten über eine Länge von ca. 540 m. Der Graben endet an dem Geländetiefpunkt, evtl. hier anfallendes Wasser versickert am Böschungsfuß.

2.8 Setzungsverhalten der Deponie Feilheck

Über das Setzungsverhalten der Deponie Feilheck lagen zu Beginn der Maßnahme im Jahr 1996 keine Informationen vor. Eine im Jahr 1996 durchgeführte Setzungsberechnung ergab noch zu

erwartende Setzungen zwischen 0,7 bis maximal 1,0 m im Bereich der maximalen Müllaufschüttungen. Durchgeführte Setzungsmessungen über den Zeitraum von Dezember 1996 bis Februar 2000 ergaben maximale Setzungen in diesem Zeitraum von 90 mm. Eine hieraus abgeleitete Prognose ergab eine maximal noch zu erwartende Setzung von ca. 45 cm.

Die relative geringe noch zu erwartende Restsetzung unterstützte die Argumentation kein temporäres Dichtungssystem sondern gleich ein endgültiges Abdichtungssystem aufzubringen.

3 Darstellung verschiedener Abdichtungssysteme zur Oberflächenabdichtung für die Deponie Feilheck

Zur Ausbildung einer Oberflächenabdichtung bestehen grundsätzlich folgende Möglichkeiten:

Einfache Dichtungssysteme

- Mineralische Dichtung (MD)
- Abdichtung mit Kunststoffdichtungsbahnen (KDB)
- Abdichtung mit Geokunststoff-Ton-Dichtungsbahnen (GKD)
- Bituminöse Abdichtungen (Asphaltdichtungen)
- Kapillarsperre (KS)
- Kontrollierbare Abdichtungssysteme (Kontroll Ab.)
- Kombinationen der o. g. Abdichtungen

Kombinierte Dichtungssysteme

- PE-HD Dichtungsbahn über mineralischer Dichtung
- PE-HD Dichtungsbahn über Geokunststoff-Ton- Dichtungsbahn (Bentonitmatte)
- Erweiterte Kapillarsperre

3.1 Beurteilung und Verwendbarkeit der unterschiedlichen Oberflächenabdichtungssysteme

Die vorgestellten Abdichtungssysteme werden unter folgenden Gesichtspunkten untersucht:

- Bautechnik
- Funktion

Teil 1

- Qualitätssicherung
- Standsicherheit
- Chemische und biologische Resistenz
- Langzeitbeständigkeit
- Platzbedarf am Deponierand
(Der Platzbedarf des Abdichtungssystems am Deponierand ist für die Deponie Feilheck bei einer Oberflächengestaltung innerhalb der genehmigten Flächen von wesentlicher Bedeutung).
- Wirtschaftlichkeit

Die Ergebnisse der Beurteilung sind in den nachfolgenden Tabellen dargestellt. Ferner wurde auch eine Kostenübersicht über die einfachen und kombinierten Abdichtungssysteme erstellt.

Tabelle 1

Gegenüberstellung der einfachen Abdichtungssysteme

Kriterium	Mineral. Dichtung	Geokunststoff-Ton- Dichtungsbahn	KDB	Kapillarsperre
Bautechnik	o	+	+	o
Funktion	o	o bis +	++	o bis -*
Qualitätssicherung	-	+	+	+
Chem. Resistenz	+	+	++	+
Langzeitbest.	-	o bis -	o	?
Platzbedarf	-	+	+	--
Standicherheit	++	+	o	++
Kosten	o	+	o	o
Gesamtwertung	o	o-+	+	?

* nicht gasdicht

++ sehr gut/sehr einfach

+ gut/einfach

o befriedigend/ausgeglichen

- schlecht/aufwendig

-- sehr schlecht/sehr aufwendig

Tabelle 2

Gegenüberstellung der kombinierten Abdichtungen

	1 MD + KDB	2 GTD + KDB	3 MD + KS	4 KDB + Kontr.
Bautechnik	o	o	o	o
Funktion	+	+	o bis +	+
Qualitätssicherung	o bis -	+	o	+
Standicherheit	o bis +	o bis +	++	o
chem. Resistenz	+	+	+	+
Langzeitbeständigkeit	+	+	?	o bis - **
Platzbedarf	-	++	--	++
Kosten	-	+	o bis -	o bis +
Genehmigungsfähigkeit*	++	- bis 0	?	+***
Kontrollmöglichkeit	--	--	-	+
Gesamtwertung	o bis +	+	?	+

* Die Genehmigungsfähigkeit bezieht sich auf den Einzelfall Deponie Feilheck (Einschätzung ICP).

** Langzeitbeständigkeit des Kontrollsystems im Vergleich zur KDB fraglich (Einschätzung ICP).

*** Ggfs. als temporäres System.

++	sehr gut/einfach	1 = Mineralische Dichtung und Kunststoffdichtungsbahn
+	gut/einfach	2 = Bentonitmatte und Kunststoffdichtungsbahn
o	befriedigend	3 = Mineralische Dichtung und Kapillarsperre
-	schlecht/aufwendig	4 = Kunststoffdichtungsbahn und Geologger
--	sehr schlecht/aufwendig	

Tabelle 3

Orientierende Grundkosten der Abdichtungssysteme (Stand 1998)

	Mineral. Dichtung DM/m ²	Geokunststoff-Ton dichtungsbahn DM/m ²	KDB DM/m ²	Kapillarsperre DM
Tragschicht	20,-	10,- bis 20,-	10,- bis 20,-	20,-
Geotextil	7,-	-	-	7,-
Schutzschicht	-	-	15,-	-
Abdichtung	30,-	20,-	25,-	> 40,- ¹⁾
Schutzschicht	6,-	-	14,-	-
Flächendrainage	15,-	15,-	15,-	-
Geotextil	6,-	6,-	6,-	6,-
Oberboden	10,-	10,-	10,-	20,-
Qualitätssicherung ²⁾	3,-	0,5	3,-	2,-
Gesamt netto	97,-	ca. 71,50	ca. 108,-	> 95,-
MWSt., 15 %	14,55	10,73	16,20	> 14,25
Gesamt brutto	111,55	82,23	124,20	> 109,25

- entfällt

1) Kapillarblock + Kapillarschicht

2) nur Eigenüberwachung

Tabelle 4

Übersicht über die orientierenden Kosten der kombinierten Abdichtungssysteme (Stand 1998)

	1 DM/m ²	2 DM/m ²	3 DM/m ²	4 DM/m ²
Tragschicht	20,-	15,-	20,-	15,-
Geotextil	7,-	-	7,-	15,-
Mineral. Dichtung*	30,-	-	30,-	-
Tondichtungsbahn	-	20,-	-	-
Kunststoff- dichtungsbahn	25,-	25,-	-	25,-
Kontrollsystem	-	-	-	15,-
Kapillarsperre	-	-	40,-	-
Schutzschicht	14,-	14,-	-	14,-
Geotextil	-	-	6,-	-
Flächendrainage	15,-	15,-	15,-	15,-
Geotextil	6,-	6,-	6,-	6,-
Oberboden	10,-	10,-	10,-	10,-
Qualitätssicherung	6,-	3,50	5,-	2,50
Gesamt netto	133,00	108,50	139,00	117,50
MWSt., 15 %	19,95	16,27	20,85	17,63
Gesamt brutto ger.	153,-	125,-	160,-	135,-

* Bei günstiger Beschaffung bzw. Verfügbarkeit des Dichtungsmaterials kann diese auch preisgünstiger hergestellt werden.

1 = Mineralische Dichtung und Kunststoffdichtungsbahn

2 = Bentonitmatte und Kunststoffdichtungsbahn

3 = Mineralische Dichtung und Kapillarsperre

4 = Kunststoffdichtungsbahn und Geologger

Die Kosten in den Tabellen wurden ohne Gemeinkosten (z.B. Baustelleneinrichtung) und Nebenarbeiten ermittelt.

3.2 Zusammenfassung der vergleichenden Betrachtung

Zunächst wurde festgestellt, dass sich das kombinierte Oberflächenabdichtungssystem gemäß TA Siedlungsabfall (für Deponieklasse II) **nicht** durch ein einzelnes Abdichtungsmaterial ersetzen lässt.

Zum damaligen Zeitpunkt kam man zu dem Ergebnis, dass ein Oberflächenabdichtungssystem ohne Kunststoffdichtungsbahn (KDB) nicht empfohlen werden kann. Die denkbaren Oberflächenabdichtungssysteme mit Kunststoffdichtungsbahn waren dann:

- Regelabdichtung (TA Siedlungsabfall DK II, mineralische Dichtung und KDB)
- Geokunststoff-Ton-Dichtungsbahn und KDB
- Kontrollsystem (Beispiel: Geologger) und KDB

Rein mineralische Abdichtungen (z. B. bindige mineralische Abdichtung und Geokunststoff-Ton-Dichtung oder bindige mineralische Abdichtung und Kapillarsperre) wurden aus folgenden Gründen nicht empfohlen.

- Austrocknungsproblematik der bindigen mineralischen Abdichtung und der Geokunststoff-Ton-Dichtung. Hier ist es bisher nur ansatzweise möglich über die Bemessung des Wasserhaushaltes und/oder die Wahl bestimmter Materialien (Tonmineralien etc.) eine höhere Sicherheit gegen Austrocknung zu erlangen.
- Durchwurzelungsgefahr bei der bindigen mineralischen Dichtung
- Gasdurchlässigkeit der Kapillarsperre

Aus den zusammenfassenden Tabellen 1 bis 4 ging hervor, dass bei den kombinierten Dichtungssystemen unter Berücksichtigung von Funktion und Wirtschaftlichkeit die Kombination von Geokunststoff-Ton-Dichtungsbahn mit einer Kunststoffdichtungsbahn die zu favorisierende Lösung darstellte. Eine ebenfalls interessante Alternative zur TASI zeichnete sich in dem System Geologger + KDB ab. Dieses System war als temporäre Lösung mit dem Nachweis der Kontrolle

des Dichtungselements auf einen zunächst unbefristeten Zeitraum genehmigungsfähig. Die Kosten lagen jedoch höher als beim System GTD + KDB.

Bei der Vorabstimmung des Dichtungssystems GTD + KDB mit den Genehmigungsbehörden hatte das RP Karlsruhe trotz positiver Aussagen der BAM erhebliche Vorbehalte insbesondere wegen der Langzeitstabilität der Geokunststoff-Ton-Dichtungsbahn geltend gemacht.

4 Konzeptentwicklung für die Ausbildung eines Oberflächenabdichtungssystems

4.1 Darstellung der Zwangspunkte bei der Ausbildung des Oberflächenabdichtungssystems

Folgende Zwangspunkte waren bei der Ausbildung des Oberflächenabdichtungssystems der Deponie Feilheck zu berücksichtigen:

- Die zur Verfügung stehenden, genehmigten Flächen am Deponiefuß (Abstand Böschungsfuß bis zum Deponierand) reichen über weite Strecken insbesondere am West- und Nordrand der Deponie nicht aus, um ein Oberflächenabdichtungssystem nach TAsi oder ein gleichwertiges System aufzubringen (Verbaulemente oder sonstige, technische Maßnahmen sind notwendig). Eine Inanspruchnahme der Flächen am Nordrand erschien insbesondere im Westteil der Deponie schwierig, da sich dort ein ADAC-Verkehrsübungsplatz befindet. Eigentümer dieser Flächen ist der ADAC. Am Westrand grenzen landwirtschaftlich genutzte Flächen an, deren Eigentümer die Liegenschaftsverwaltung Baden-Württemberg ist.
- Im Rahmen der Oberflächengestaltung der Deponie sollte eine möglichst geringe Massenbewegung erfolgen, um damit wegen zu erwartender Emissionen und hoher Kosten des Arbeitsschutzes eine wirtschaftliche und umweltverträgliche Lösung zu erzielen.
- Teilflächen der Deponie bzw. des Deponierandes insbesondere an der Südseite zwischen Wegrand und derzeitiger Planfeststellungsgrenze sind teilweise mit hohen Gehölzen bewachsen, die erhalten werden sollen.

Teil 1

- Die derzeit genehmigte maximale Aufhöhung beträgt im Westen 121 m ü NN und im Osten 118 m ü NN; diese genehmigten Höhen sollen wegen der landschaftlichen Einbindung möglichst wenig überschritten werden.
- Im Deponiekörper haben sich nach den Ergebnissen der vom TÜV durchgeführten Sondierungen infolge des Einbaus von bindigen Materialien Stauhizonte gebildet.
- Das im Deponiekörper gebildete Deponiegas soll weitestgehend erfaßt und umweltverträglich behandelt werden.
- Auswahl eines Systems, das im Hinblick auf die fehlende Basisabdichtung der Deponie langfristig eine hohe Dichtigkeit aufweist.
- Auswahl eines Systems, das die Anforderungen der TASI erfüllt, aber gleichzeitig auch eine wirtschaftlich optimale Lösung darstellt.

Aus diesen Überlegungen heraus musste das zu wählende System folgende Anforderungen erfüllen:

- Eine möglichst geringe Mächtigkeit des Gesamtaufbaus, damit die Ausbildung des Böschungsfußes ohne großen Materialabtrag durchgeführt werden kann und es nur zu einer geringen Überschreitung der genehmigten Höhen kommt.
- Eine flächenhafte Drainschicht zur Gaserfassung bzw. Ableitung von Hangwasser sowie zur Sicherstellung der Standsicherheit ist erforderlich.
- Eine möglichst geringe Durchlässigkeit, damit die Gaserfassung optimal und die Niederschlagsinfiltration und damit die Sickerwasserneubildung verbunden mit der Grundwasserbelastung langfristig minimal gestaltet werden kann.
- Durchwurzelungsschutz und Langzeitbeständigkeit (für aus heutiger Sicht überschaubare Zeiträume) müssen sichergestellt sein.

4.2 Vorschläge zur Oberflächengestaltung der Deponie

Im Rahmen der Oberflächengestaltung der Deponie Feilheck sollen folgende Ziele erreicht werden:

Teil 1

- Erzielung einer Geländeform, die landschaftsverträglich ist und die Folgenutzung eine Rekultivierung mit Gräsern und Kräutern sowie niedrigen Sträuchern ermöglicht.
- Minimierung der Massenbewegungen zur Reduzierung des Geruchsproblems sowie zur Minimierung der Kosten durch aufwendigen Arbeitsschutz.
- Entwicklung einer Geländeform, bei der das Abdichtungssystem wirtschaftlich aufgebracht werden kann.
- Der Böschungsfuß ist so zu gestalten, dass er standsicher, landschaftsverträglich und wirtschaftlich ist.
- Die genehmigte Höhe im West- und Ostteil der Deponie sollte nach der Oberflächengestaltung nur geringfügig überschritten werden.
- Die genehmigte Form der Deponie sollte weitestgehend eingehalten werden. Hierbei ist jedoch in Bereichen, die eine zu geringe Neigung aufweisen, davon abzuweichen.
- Die landschaftsgerechte Einbindung der Deponie ins Umfeld muss sichergestellt sein.

Im Rahmen der Planung wurden hierbei 3 verschiedene Modellierungsvarianten untersucht. Die Variante, die die o. g. Ziele am weitesten erfüllte, wurde zur Ausführung empfohlen.

4.3 Randausbildung bei Dichtungssystemen mit unterschiedlicher Mächtigkeit

Bei Herstellung eines alternativen Dichtungssystems mit einer **Schichtmächtigkeit von 1,35 m** wurde festgestellt, dass eine Ausbildung des Böschungsfußes am Süd- und Ostrand einfach zu konzipieren ist. Schwieriger war die Gestaltung am West- und Nordrand der Deponie, insbesondere entlang des Verkehrsübungsplatzes. Hier war eine Erhöhung des Randweges plus ein Verbauelement für die Sicherung des Deponiefußes erforderlich. Eine Alternative hierzu wäre die Inanspruchnahme zusätzlicher Flächen. Am Nordrand im Ostteil waren nur teilweise flache Verbauelemente oder eine geringe Verschiebung der Zufahrtsstraße notwendig.

Im Hinblick auf die landschaftliche Einbindung sind Verbauelemente nicht als die optimale Lösung zu bezeichnen. Wenn jedoch die angrenzenden Grundstücksflächen nicht verfügbar wären, sind Verbauelemente immer noch einem flächenhaften Abtrag und Verschieben des gesamten Böschungsfußes vorzuziehen.

Beim TASI-System mit einer **Schichtdicke von 2,3 m** gestaltete sich die Randausbildung generell wesentlich schwieriger.

Der Böschungsfuß könnte nur unter erheblichem Aufwand funktionsfähig und standsicher ausgebildet werden. Die landschaftliche Einbindung insbesondere am Nordrand sowie der Zugang zur späteren Pflege dieser Flächen wäre als sehr ungünstig zu bezeichnen. Eine Ausbildung des Böschungsfußes mit derart hohen Verbaukonstruktionen wurde nicht empfohlen.

5 Kostenschätzung für verschiedene Abdichtungssysteme (Stand 1999)

Nachfolgend wurden für verschiedene Abdichtungssysteme die Kosten ermittelt.

Temporäre Lösung bestehend aus einer PE-HD-Dichtungsbahn (2,5 mm) mit Kontrollsystem Geologger

Gesamtkosten brutto 25,79 Mio. DM

Endgültige Abdichtung bestehend aus alternativem System (Geokunststoff-Ton-Dichtungsbahn und KDB)

Gesamtkosten brutto 24,67 Mio. DM

Endgültige Abdichtung bestehend aus einem TASI-System

Gesamtkosten brutto 35,18 Mio. DM

6 Empfehlung für die Oberflächenabdichtung der Deponie Feilheck

Zusammenfassend blieb festzustellen, dass bei der Auswahl des Oberflächenabdichtungssystems gemäß der durchgeführten Konzeptentwicklung eigentlich nur noch zwischen 2 alternativen Systemen zu entscheiden war.

- 1) Temporäres Oberflächenabdichtungssystem bestehend aus einer PE-HD-Dichtungsbahn 2,5 mm mit Kontrollsystem Geologger
- 2) Alternatives endgültiges Abdichtungssystem bestehend aus Geokunststoff-Ton-Dichtungsbahn und PE-HD-Dichtungsbahn 2,5 mm

Teil 1

Die Realisierung eines Abdichtungssystems nach TASI war aufgrund der speziellen Situation mit äußerst knappen Platzangebot an den Deponierändern nicht zu empfehlen. Hinzukommt, dass die Investitionskosten gegenüber den alternativen Systemen um bis zu 8,98 Mio. DM netto, bzw. 10,51 Mio. DM brutto höher lagen.

Beide alternativen Systeme leisten einen wirksamen Schutz zur Sicherung der Deponie vor einer weiteren Durchsickerung mit Niederschlagswasser und unkontrolliertem Entweichen von Deponiegas. Dieser Schutz ist in erster Linie durch das Dichtungselement Kunststoffdichtungsbahn gegeben.

Das temporäre System Geologger hat nur ein einziges Dichtungselement, welches über ein entsprechendes Überwachungssystem kontrolliert wird, wobei jede Undichtigkeit der Bahn geortet werden und dann eine entsprechende Reparatur des Dichtungssystem erfolgen kann.

Das alternative endgültige System hat dagegen ein zweilagiges Dichtungssystem. Hierbei wird bei einer eventuellen Undichtigkeit der Bahn die Dichtigkeitsfunktion dann durch die Bentonitmatte übernommen.

Für die temporäre Lösung wäre sicherlich eine Genehmigung einfacher und schneller zu erhalten, gewesen, als für das alternative Dichtungssystem zur TASI (es konnte kein Gleichwertigkeitsnachweis geführt werden, da das System vom Ansatz des DIBT nicht gleichwertig ist). Beim alternativen Dichtungssystem zur TASI wäre es erforderlich gewesen, ein Gleichwertigkeitsnachweis beim DIBT in Berlin zu führen, was zu einer entsprechenden zeitlichen Verzögerung von ca. 1,0 Jahren geführt hätte.

Von der Sicherheitsphilosophie her war daher mit diesem kontrollierbaren System zumindest theoretisch ein noch besserer Schutz vorhanden als bei den endgültigen Lösungen. Dieses Kontrollelement warf jedoch auch zusätzliche Fragen auf, über die im Rahmen der Entscheidungsfindung diskutiert wurde. Zum einen wurde angemerkt, dass, sobald das Überwachungssystem eine Undichtigkeit anzeigt, der Betreiber verpflichtet ist diese zu untersuchen und gegebenenfalls auch nachzuarbeiten. Hierbei ist im Vorfeld nicht wirklich sicher, ob jede gemeldete Undichtigkeit wirklich auch eine Leckstelle im Sinne eines relevanten Wassereintritts ist. Ferner galt es zu bedenken, dass ein Abdichtungssystem in der Größenordnung von 15 ha nur sehr schwierig wirklich absolut dicht abzudichten ist. Bautechnisch ist trotz umfangreicher Qualitätssicherung mit einer derzeit nicht bekannten statistischen Wahrscheinlichkeit mit einzelnen lokalen (und äußerst geringfügigen) Undichtigkeiten, bzw. Perforationen der KDB zu rechnen.

Diese Betrachtung zeigte deutlich, dass aus der hundertprozentigen Überwachung durchaus auch zusätzliche Probleme entstehen können.

Von der Kostenseite her war das alternative endgültige Dichtungssystem zur TASI-Abichtung die kostengünstigste Lösung. Die Investitionskosten lagen bei 24,67 Mio. DM brutto; beim System KDB + Geologger lagen die Investitionskosten bei 25,79 Mio. DM brutto.

Ein Kriterium, das neben den Kosten ebenfalls für das endgültige alternative Dichtungssystem nach TASI sprach, war, dass über die langfristige Funktionsfähigkeit und ggfs. Unterhaltungsmaßnahmen der Elektroden, Steuerkabel und Rechnereinheiten bisher keine Erfahrungen vorlagen.

Aus diesen Überlegungen heraus wurde empfohlen, die Deponie Feilheck mit einem endgültigen alternativen Oberflächenabdichtungssystem bestehend aus Ausgleichs- und Gasdrainschicht (30 cm Stärke), Bentonitmatte, PE-HD-Dichtungsbahn 2,5 mm, Drainmatte und 1,0 m Oberboden abzudichten.

Das System weist den in der Abbildung dargestellten Schichtaufbau aus.

7 Umplanung auf Trisoplast

Die Genehmigungsunterlagen wurden entsprechend dem Vorschlag ausgearbeitet und im Frühsommer 1999 zur Genehmigung beim Regierungspräsidium Karlsruhe eingereicht.

Bei der Genehmigungsbehörde lag zum damaligen Zeitpunkt ein weiteres Projekt mit gleichem Dichtungsaufbau zur Entscheidung. Für dieses Projekt wurden die Unterlagen im Jahr 1997 eingereicht. Da dieses alternative Abdichtungssystem von der Regelabdichtung nach TASI abwich, war eine Prüfung der technischen Gleichwertigkeit erforderlich. Dies wurde von der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung in Berlin durchgeführt.

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens stellte das Regierungspräsidium extrem hohe Anforderungen an die langfristige Beherrschbarkeit und Stabilität der Bauteile. Nach vielen Diskussionen hat schließlich das Regierungspräsidium Karlsruhe die Genehmigung für das beantragte alternative Oberflächenabdichtungssystem mit Bentonitmatte in Aussicht gestellt. Im Hinblick auf das Langzeitverhalten der Bentonitmatte hatte das Regierungspräsidium jedoch festgestellt, dass derzeit nicht von einer Gleichwertigkeit des beantragten Abdichtungssystems mit

der Regelabdichtung der TASI ausgegangen werden kann. Das Regierungspräsidium hatte erhebliche Bedenken, was die Standsicherheit und Langzeitstabilität der Bentonitmatten angeht. Deshalb hatte das Regierungspräsidium den Entwurf der Genehmigung mit solchen Nebenbestimmungen versehen, die die Genehmigung praktisch auf 10 Jahre befristen. Nach Ablauf dieser Frist müssten dann die Bentonitmatten werkstoffkundlich nach dem dann gültigen Stand der Technik beurteilt werden. Durch die praktisch vorgesehene Befristung der Genehmigung auf 10 Jahre, entsprach die ursprünglich als endgültiges System geplante alternative Oberflächenabdichtung praktisch nur noch einer temporären Abdichtung. Dies war natürlich nicht das Ziel der Stadt Heidelberg.

Aufgrund dieser kritischen Einschätzung der Bentonitmatte durch die Genehmigungsbehörde fand im September 2000 eine Besprechung statt, in der vom Antragsteller die zwischenzeitlich entwickelte Dichtungskomponente Trisoplast als mögliche Alternative zur Bentonitmatte vorgestellt wurde.

Die Dichtungskomponente Trisoplast wurde in den 90 iger Jahren entwickelt bzw. marktreif weiterentwickelt, so dass das Dichtungssystem aus damaliger Sicht zum Einsatz empfohlen werden konnte. Bei dem System Trisoplast handelt es sich um eine modifizierte mineralische Abdichtungsschicht (mit einer Stärke von 7 cm) mit der Bezeichnung Trisoplast. Diese modifizierte mineralische Abdichtungsschicht ersetzt die Bentonitmatte des o. g. Dichtungssystems bzw. die mineralische Abdichtungsschicht im Dichtungssystem nach TASI. Zur filterstabilen Trennung der Lagen Ausgleichs- und Gasdrainschicht zu Trisoplast wird ein Geotextil verlegt.

Das mit dieser Genehmigungsplanung vorgeschlagene System besteht somit aus Ausgleichs- und Gasdrainschicht (30 cm Stärke), Geotextil, Trisoplast (7 cm Stärke), PE-HD-Dichtungsbahn 2,5 mm, Drainmatte und 1,0 m Oberboden. Die Genehmigungsbehörde hat der Verwendung einer Drainmatte im Genehmigungsverfahren nicht zugestimmt. Darauf hin wurde die Drainmatte durch eine mineralische Drainage von 20 cm aus Splitt 8/32 ersetzt.

Aufgestellt: Karlsruhe, im März 2006

ICP Ingenieurgesellschaft

Prof. Czurda und Partner mbH

.....
i. V. Dipl.-Ing. H. Theurer

ICP Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH

76229 Karlsruhe Eisenbahnstr. 36 Tel.: 0721/94477-0 Fax: 0721/94477-70 e-mail: icp.Karlsruhe@t-online.de