



Sanierung Hausmülldeponie Feilheck
**Qualitätssicherung für Abfallumlagerung, Profilierung-
Gasdrainmaterial, Dichtungssystem (Trisoplast und KDB),
Oberflächendrainage, Oberbodenmaterial, sowie Angaben
zum Sicherheits- und Gesundheitsschutz**

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

Bauherr:

Amt für Abfallwirtschaft und Stadtreinigung
Hardtstraße 2
69124 Heidelberg

erarbeitet durch

ICP Ingenieurgesellschaft
Prof. Czurda & Partner GmbH
Eisenbahnstraße 36
76229 Karlsruhe

im September 2009

INHALTSVERZEICHNIS

1	Abfallumlagerung, Profilierungs- Gasdrain- und Rekultivierungs- materialien	3
1.1	Abfallumlagerung	3
1.2	Profilierungs-/Gasdrainmaterialien	3
1.3	Rekultivierungsmaterialien	4
1.4	Überwachung der Qualität der anzuliefernden Profilierungs-, Gasdrain- und Rekultivierungsmaterialien	5
1.5	Kontrollsystem bei der Anlieferung der Materialien	6
1.6	Überwachung des Einbaus der verschiedenen Materialien	6
1.6.1	Profilierungsmaterial	6
1.6.2	Gasdrainmaterial	7
1.6.3	Rekultivierungsmaterial	8
2	Dichtungssystem und Oberflächenwasserdrainage	9
2.1	Standsicherheit des Abdichtungssystems	9
2.2	Trisoplast	10
2.2.1	Herstellen der Trisoplast-Fertigmischungen	10
2.2.2	Eingangskontrolle der Trisoplast-Fertigmischungen	11
2.2.3	Prüfumfang der Trisoplast-Dichtung	11
2.3	Kunststoffdichtungsbahn (KDB)	12
2.4	Oberflächenwasserdrainage	14
2.4.1	Drainmatte Secudrain	14
2.4.2	Mineralische Drainage	15
3	Sicherheits- und Gesundheitsschutz	16
3.1	Konzept zum Sicherheits- und Gesundheitsschutz in der Planungsphase	16
3.2	Konzept zum Sicherheits- und Gesundheitsschutz in der Bauphase	17
3.3	Darstellung Maßnahmen zur Emissionsminimierung in der Planungs- und Bauphase	17
3.4	Vorhandene Ver- und Entsorgungsleitungen	18
4	Oberflächenwasserableitung und Rekultivierung	19
4.1	Oberflächenwasserableitung	19
4.2	Messung Oberflächenwasserabfluss	20
4.3	Rekultivierung	20

1 Abfallumlagerung, Profilierungs- Gasdrain- und Rekultivierungsmaterialien

1.1 Abfallumlagerung

Für die Gestaltung des Deponiekörpers entsprechend der Genehmigung wurden im Ost- und Westteil der Deponie zunächst an den Böschungen umfangreiche Umlagerungsarbeiten durchgeführt. Die maximale Böschungsneigung zum Deponierand lag vor der Profilierung im Bereich von 1:2. Nach Durchführung der Umlagerung und Profilierung lagen die Böschungsneigungen im Bereich der Böschungen in der Regel bei 1:3; im Bereich der Plateauflächen im Ost- und Westteil bei 9 %. Der maximale Abtrag im Rahmen der Profilierung betrug ca. 7 m. Die maximale Aufschüttung mit Profilierungsmaterialien im Bereich des ehemaligen Abfallzwischenlagers lag bei ca. 8,0 m. Es wurden insgesamt ca. 37.000 m³ Abfallstoffe umgelagert.

Bei der Umlagerung wurde darauf geachtet, dass keine biologisch abbaubaren Abfälle unmittelbar an der Profilierungsoberkante eingebaut wurden. Es wurde sichergestellt, dass die umgelagerten geruchsintensiven, biologisch abbaubaren Materialien mit Profilierungsmaterial abgedeckt wurden. Aufgrund der Tatsache, dass die umzulagernden Abfälle zu einem hohen Teil mineralischer Natur waren, war eine Abdeckung mit Schaum nicht erforderlich.

Alle umgelagerten Abfallstoffe wurden lagenweise eingebaut und verdichtet. Teilweise fand auch zur Herstellung der Standfestigkeit eine Vermischung mit angeliefertem Profilierungsmaterial statt. Zur Qualitätssicherung wurde jede einzelne Lage mittels Proof-rolling von der Fremdüberwachung abgenommen.

1.2 Profilierungs-/Gasdrainmaterialien

Für die Herstellung der Deponieform zum Aufbringen der Oberflächenabdichtung wurden 183.000 t Profilierungsmaterial (Belastung \leq Z2) angeliefert und verdichtet eingebaut. Für die Herstellung der Gasdrainschicht in einer Stärke von 30 cm und einer Ausgleichsschicht von 10 cm wurden knapp 120.000 t Gasdrainmaterialien überwiegend Gleisschotter und Müllverbrennungsschlacke angeliefert und lagenweise eingebaut.

Entsprechend der Genehmigung des Regierungspräsidiums Karlsruhe durften folgende Abfallarten als Profilierungs- und Gasdrainagematerial (Ersatzbaustoffe) auf der Deponie Feilheck verwendet werden.

Lfd. Abfallschlüssel AVV-Bezeichnung

1	170101	Beton
2	170102	Ziegel
3	170103	Fliesen, Ziegel und Keramik
4	101208	Abfälle aus Keramikerzeugnissen, Ziegeln, Fliesen und Steinzeug (nach dem Brennen)
5	170504	Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 170503 fallen
6	170508	Gleisschotter mit Ausnahme desjenigen, der unter 170507 fällt
7	191209	Mineralien (z. B. Sand, Steine)
8	191302	feste Abfälle aus der Sanierung von Böden mit Ausnahme derjenigen die unter 191301 fallen

Die Belastung der Materialien durfte gemäß der LAGA Boden Tabelle II 1.2.2 und Tabelle II. 1.2.3 (Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln der LAGA vom 6.11.1997) maximal Z2 betragen. Die Korngröße der angelieferten Materialien war auf maximal 200 mm, der Überkornanteil auf maximal 10 % begrenzt. Die Materialien mussten gut verdichtbar sein und eine ausreichende Scherfestigkeit aufweisen. Für den Gleisschotter lag der Grenzwert für die Herbizide im Eluat bei 10 µg/l.

Im Rahmen der Baumaßnahme wurde aufgrund eines Engpasses bei der Beschaffung der Gasdrainmaterialien auch noch der Abfallschlüssel 190112 „Müllverbrennungsschlacke“ für den Einbau als Gasdrainmaterial vom Regierungspräsidium Karlsruhe, auf Antrag der Stadt Heidelberg, genehmigt.

1.3 Rekultivierungsmaterialien

Zur Herstellung der Rekultivierungsschicht auf der Deponie Feilheck wurden insgesamt 270.000 t Rekultivierungsmaterialien angeliefert. Es wurden nur Materialien, die die Vorgaben des Anhang 5 Dep.V erfüllten eingebaut. Die maximale Korngröße der Materialien betrug 200 mm. Es war nach der Genehmigung vorgegeben, nur Materialien der Bodengruppe 2-7 nach DIN 18915 zu

verwenden. Die Mindestmächtigkeit der Rekultivierungsschicht beträgt 1,0 m; auf einer kleinen Teilfläche von ca. 2.000 m² auf dem Ostteil, wurde wegen dem Rekultivierungsziel „Apfelplantage“ die Mächtigkeit der Rekultivierungsschicht auf 1,5 m erhöht.

Im Rekultivierungsplan sind die Deponieflächen unterteilt in Bereiche, in denen je nach vorgesehener Bepflanzung Materialien der Bodengruppe 2-4 oder 4-7 nach DIN 18915 vorgesehen sind. Im Bereich der Plateauflächen sind Kiessandflächen vorgesehen. Hier wurde die obere Lage mit Material der Bodengruppe 2-3 aufgefüllt. Die Kiessandfläche wurde durch ein Förderprogramm der EU zur Ausweitung der Sanddünenflächen im Raum Sandhausen im Rahmen der Baumaßnahme noch vergrößert.

Die Beschaffung der Rekultivierungsmaterialien war Sache des AN. Da die Materialien kurzfristig am Markt schwer zu akquirieren waren, wurde eine Zwischenlagerfläche eingerichtet, auf der der AN die Möglichkeit hatte, schon nach Beginn der Baumaßnahme bereits mit der Beschaffung der Rekultivierungsmaterialien zu beginnen. Auf dieser Zwischenlagerfläche wurden 2 Bereiche für die Zwischenlagerung der Bodengruppen 2-4 und der Bodengruppen 5-7 angelegt. Auf das Zwischenlager dürften nur die Materialien, die von der Fremdüberwachung freigegeben wurden. Dadurch hatte der AN die Möglichkeit die Materialien in einem größeren Zeitraum zu akquirieren.

1.4 Überwachung der Qualität der anzuliefernden Profilierungs-, Gasdrain- und Rekultivierungsmaterialien

Vor der Anlieferung musste die ausführende Firma zur Erlangung der Freigabe eine Deklaration zur Rekultivierungsschicht bzw. für die Profilierungs- und Gasdrainmaterialien für jede Charge vorlegen. Diese musste alle wesentlichen Daten (Herkunft, Menge, Belastung, Angaben zum Standort, bodenmechanische Eignung, Auftraggeber, etc.) zu dem Material enthalten (Deklarationsunterlagen).

Alle Daten zum Abfall/Ersatzbaustoff werden in einem Formblatt übersichtlich dargestellt und zusammen mit den Deklarationsunterlagen der Fremdüberwachung zur Prüfung eingereicht. Wurden alle Anforderungen erfüllt, erfolgte eine schriftliche Freigabe des Materials zur Anlieferungen.

1.5 Kontrollsystem bei der Anlieferung der Materialien

Der AN musste über die Art und Menge der angelieferten Materialien eine fortlaufende Tabelle führen; in welche die Projekt-Nummer, die Art des angelieferten Abfalles/Ersatzbaustoffs, das Freigabedatum, der Anlieferzeitraum sowie die Anliefermengen dokumentiert sind.

Um zu vermeiden, dass nicht genehmigte Materialien durch das Deponietor auf das Deponiegelände gelangten, wurden bei der Anlieferung der Materialien umfangreiche Kontrollmaßnahmen (Vollständig ausgefüllte Begleitpapiere, Sichtkontrolle durch Wiegemeister, Rückstellprobe von jedem Material, etc.) durch den AN durchgeführt. Stichprobenhaft erfolgt eine weitere Kontrolle durch die Bauleitung, die Fremdüberwachung und den Auftraggeber.

Während der Baumaßnahme wurden insgesamt 153 Deklarationsuntersuchungen für die Profilierungsmaterialien vorgelegt, das entspricht einer mittleren Chargengröße von 1.200 t.

Bei den Gasdrainmaterialien legte die Baufirma insgesamt 47 Deklarationsuntersuchungen vor, das entspricht einer mittleren Chargengröße von ca. 2.500 t.

Beim Rekultivierungsmaterial betrug die Anzahl der Deklarationsuntersuchungen 184 Stück. Dies entspricht einer mittleren Chargengröße von ca. 1.500 t.

Für alle Materialien wurden gemäß Qualitätssicherungsplan durch die Eigenüberwachung Eignungsuntersuchungen durchgeführt und durch die Fremdüberwachung chemisch und bautechnisch freigegeben.

1.6 Überwachung des Einbaus der verschiedenen Materialien

1.6.1 Profilierungsmaterial

Vom AN wurden die anzuliefernden Profilierungsmaterialien sowie die umgelagerten Materialien lagenweise (Lagenstärke 25-35 cm) eingebaut und verdichtet. Die Lagenstärke und Verdichtung der Materialien wurden von der Eigenüberwachung überwacht (Mindestvorgabe 92% Proctordichte bzw. 95 % Proctordichte für die oberste Lage). Die Überprüfung der Verdichtung erfolgte entweder mit Densitometerversuchen (DIN 18125) bzw. Stechzylindern (DIN 18134) alle 4.000 m² oder mit Proof-rolling

Die einzelnen Lagen (Umlagerung, Profilierung und Gasdrainschicht) dürften erst überbaut werden, wenn diese von der Fremdüberwachung freigegeben wurden; hierzu müssten stets zuerst die Ergebnisse der EÜ vorliegen (Nachweis Verdichtungsgrad/Proof-rolling). Der AN hat dann die entsprechende Freigabe zum Überbauen einer Fläche bei der Fremdüberwachung schriftlich beantragt.

Insgesamt wurden von der Eigenüberwachung 64 und der Fremdüberwachung 55 Dichtebestimmungen durchgeführt. Das entspricht bei einer Dichtekontrolle alle 4.000 m² einer freigegebenen Einbaufläche von 256.000 m². Bei einer mittleren Schichtstärke von 0,3 m ergeben sich daraus ca. 154.000 t Profilierungsmaterial. Da die obere Lage komplett mit Proof-rolling geprüft wurde, war die geforderte Probenanzahl sicher erfüllt.

1.6.2 Gasdrainmaterial

Die Gasdrainschicht wurde in 2 Lagen von 0,3 m (Körnung 0/56) und 0,1 m (Körnung 0/32) eingebaut. Die untere Lage erfüllt die Vorgaben der Gasdrainage, während die darüber liegende Ausgleichschicht vorwiegend als Auflagerschicht für das Trisoplast diente.

Beim Einbau der unteren Lage der Gasdrainschicht (d = 0,3 m) wurden folgende Parameter von der Eigen/Fremdüberwachung geprüft

	Eigenüberwachung	Fremdüberwachung
Schichtstärke	252	über Vermessung
Korngrößenverteilung	63	44
Glühverlust	25	17
pH-Wert	12	5
Calciumcarbonatgehalt	19	17

Beim Gasdrainmaterial (obere Lage, d= 0,1 m) wurden folgende Parameter von der EÜ/FÜ geprüft

	Eigenüberwachung	Fremdüberwachung
Schichtstärke	258	202
Wassergehalt	130	77
Korngrößenverteilung	129	77
Glühverlust	129	77

pH-Wert	11	9
Calziumcarbonatgehalt	20	9
Visuelle Prüfung	lfd.	lfd.

1.6.3 Rekultivierungsmaterial

Die Rekultivierungsschicht wurde in 2 Lagen eingebaut. Die untere Lage von 30 cm Stärke besteht aus Material der Bodengruppe 2-4; hier erfolgte ein verdichteter Einbau. Die darüberliegende Lage von 0,7 m wurde, in Abhängigkeit vom Rekultivierungsziel, entweder aus Material der Bodengruppe 2-4 oder 4-7, eingeschoben.

Aus den Kornverteilungen der eingebauten Materialien wurden die Bodenklassen und Bodengruppen ermittelt, sowie der Reibungswinkel abgeschätzt.

Folgende Anforderungen wurden für die untere Lage der Rekultivierungsschicht nachgewiesen:

	Eigenüberwachung	Fremdüberwachung
Schichtstärke	110	94
Korngrößenverteilung	29	21
Verdichtung	25	34

Für die obere Lage der Rekultivierungsschicht erfolgten folgende Nachweise:

	Eigenüberwachung	Fremdüberwachung
Schichtstärke	Rastervermessung	Rastervermessung
Korngrößenverteilung	31	25

2 Dichtungssystem und Oberflächenwasserdrainage

2.1 Standsicherheit des Abdichtungssystems

Der Nachweis der Standsicherheit des Abdichtungssystems wurde im Bereich der kritischen Böschung mit einer Neigung von 1:3 geführt. Hierbei wurden die Kennwerte der zu berücksichtigenden Lasten, Lastfälle und zugehörigen Sicherheitsbeiwerte festgelegt. Ferner wurden die Mindestbodenkennwerte für die verschiedenen verwendeten Materialien des Schichtaufbaues definiert bzw. nachgewiesen.

Im Einzelnen wurde der Nachweis für 15 Gleitfugen im Element bzw. an der Schichtgrenze zwischen 2 Elementen geführt:

I	Rekultivierung oben
II	Rekultivierung unten
III	Rekultivierung unten/ Entwässerungsschicht
IV	Entwässerungsschicht
V	Entwässerungsschicht/Drainmatte
VI	Drainmatte
VII	Drainmatte/PE-HD Dichtungsbahn
VIII	PE-HD Dichtungsbahn/Trisoplast
IX	Trisoplast
X	Trisoplast/Gasdrainschicht 0/32
XI	Gasdrainschicht 0/32
XII	Gasdrainschicht 0/32 /Gasdrainschicht 0/64
XIII	Gasdrainschicht 0/64
XIV	Gasdrainschicht 0/64/Profilierungsmaterial
XV	Profilierungsmaterial

Die charakteristischen Kennwerte der verwendeten Böden/Dichtungselemente und Trennflächen im Oberflächenabdichtungssystem wurden an den verwendeten Materialien im Rahmen der Standsicherheitsberechnung nachgewiesen.

2.2 Trisoplast

Das Trisoplast wurde für die Herstellung der Oberflächenabdichtung der Deponie Feilheck im Betonwerk Rheinhausen gemischt und als Fertigmischung chargenweise auf die Deponie angeliefert. Auf der Deponie wurde hierzu ein Zwischenlager eingerichtet.

Von jeder Charge wurden Mischprotokolle erstellt, welche von der Fremdüberwachung zusammen mit den Lieferscheinen geprüft wurden. Ferner wurde das T-Mix sowie die mineralischen Zuschlagstoffe geprüft. Durch Prüfbesuche im Mischwerk konnte ferner der Mischvorgang überwacht werden.

Die Qualitätskontrolle bei der Mischung vom Trisoplast im Mischwerk sowie auf der Deponie Feilheck durch die Eigenüberwachung umfasste folgenden Umfang:

- Eignungsprüfungen, Rohstoff- und Produktionsanforderungen der Ausgangskomponenten
- Konformitätsnachweis
- Eingangskontrolle der Trisoplast-Komponenten
- Erst- und Nachprüfung von Trisoplast-Mischgut
- Ausgangsprüfung von Trisoplast-Mischgut
- Eingangskontrolle der angelieferten Bentonit-Polymer-Vormischungen
- Eingangskontrolle von Trisoplast-Fertigmischungen
- Prüfung der Trisoplast-Dichtung beim Einbau

2.2.1 Herstellen der Trisoplast-Fertigmischungen

Hier erfolgt eine Kontrolle der einzelnen Trisoplast-Komponenten

Mineralischer Zuschlagstoff	Eigenüberwachung	Fremdüberwachung
Wassergehalt	94	29
Korngrößenverteilung	37	14
Glühverlust	9	3
pH-Wert	63	30
Kalkgehalt	37	3
el. Leitfähigkeit	38	30
Visuelle Prüfung (Fremdkörper)	lfd.	lfd.

Bentonit

Der Montmorillonitgehalt im Bentonit wurde über die Werkszeugnisse geprüft.

Polymer

Für das Polymer wurden die geforderten Identitätsnachweise und Prüfungen an jedem dritten (Löslichkeit/Viskosität) bzw. fünften (Infrarotspektrum) Big Bag vorgelegt.

Mischwasser

Da Trinkwasser verwendet wurde sind keine weiteren Untersuchungen notwendig gewesen.

Im Rahmen der Erst- und Nachprüfung des Trisoplast-Mischgutes wurden der Bentonitgehalt, der Wassergehalt, die Qualität der Durchmischung, die Identifikation des Polymers in der geforderten Anzahl durchgeführt.

2.2.2 Eingangskontrolle der Trisoplast-Fertigmischungen

Hierzu erfolgten folgende Kontrolluntersuchungen:

	Eigenüberwachung	Fremdüberwachung
Bentonitgehalt	99	60
Wassergehalt	99	60
Qualität der Durchmischung	17	10
Identifikation des Polymers	Werkszeugnisse	Werkszeugnisse

2.2.3 Prüfumfang der Trisoplast-Dichtung

In der Fläche wurden an der Trisoplast-Abdichtung folgende Qualitätssicherungsmaßnahmen durchgeführt.

	Eigenüberwachung	Fremdüberwachung
Bentonitgehalt	260	279
Schichtdicke	1305	1480
Wassergehalt	261	279
Trockendichte	262	279
Wasserdurchlässigkeit	14	16
Oberflächenebenheit/Geschlossenheit	lfd.	lfd.
Verschmutzung/Fremdstoffe	lfd.	lfd.

Im Bauablauf erfolgte die Prüfung nach dem Qualitätssicherungsplan sowie bei Bedarf. Eine Verlegung der Kunststoffdichtungsbahn (KDB) erfolgte erst nach Freigabe der Fläche durch die Fremdüberwachung. Hierbei galten nachfolgende Vorgaben an das Material sowie die Fläche:

- materialtechnisch: die Auflagefläche musste standfest, homogen, feinkörnig und geschlossen sein; Gefüeauflösung, (Trocknungs-) Risse und Vernässungen waren unzulässig. Fremdkörper dürften nicht enthalten sein.
- geometrisch: die Oberfläche musste frei von abrupten Höhenänderungen und aufliegenden Körnern oder Fremdkörpern sein. Stufen (Eindrückunterschiede) von kleiner 0,5 cm Höhe konnten geduldet werden. Unebenheiten unter einer auf der Oberfläche aufliegenden 4-m-Latte (Richtscheit) dürften nicht mehr als 2 cm betragen.

2.3 Kunststoffdichtungsbahn (KDB)

Die Genehmigung des Regierungspräsidiums Karlsruhe fordert für die Oberflächenabdichtung eine PE-HD Dichtungsbahn mit einer BAM-Zulassung. Aufgrund der Anforderungen an die Standsicherheit wurden „beidseitig strukturierte“ Dichtungsbahnen eingesetzt. Zunächst erfolgte der Einbau der Dichtungsbahn MST/MICRO SPIKE der Fa. AGRU Kunststofftechnik GmbH in Bad Hall (Österreich). Infolge der Entwicklung der Dichtungsbahn mit einer verbesserten Oberflächenstruktur wurde westlich der Gasunterstation III (Ostteil) die verbesserte Bahn MST/MICRO SPIKE + der Fa. AGRU Kunststofftechnik GmbH mit einer Bahnenbreite von 7,0 m und einer Nenndicke von $\geq 2,5$ mm eingebaut.

Die Hersteller der Dichtungsbahnen wurden durch ein deutsches Prüfinstitut entsprechend der BAM-Zulassung fremdüberwacht.

Im Rahmen der projektbezogenen Eigenüberwachung führte der Hersteller entsprechende Kontrollen nach Vorgaben der jeweiligen BAM-Zulassung durch.

Die Ergebnisse der Eigenüberwachung wurden durch die Fremdprüfung stichprobenartig überprüft.

Der Einbau der Dichtungsbahnen erfolgte nach dem Verlegeplan. Dieser Plan wurde vom Verlegfachbetrieb erstellt und vor Beginn der Arbeiten mit allen Beteiligten abgestimmt. Die von der Bauleitung sowie der Fremdüberwachung geforderten Änderungen sind eingearbeitet worden.

Auf Grundlage des Verlegeplans erstellte der Verlegfachbetrieb den Bestandsplan. Dieser wurde arbeitstäglich fortgeschrieben. Nach Abschluss der Maßnahme wurden die Baustellenaufmaße in einen CAD-Plan zusammengefügt und von der Fremdprüfung fachtechnisch überprüft.

Die Dichtungsbahnen sind ausschließlich durch Schweißen miteinander verbunden. Diese Arbeiten erfolgten nach Richtlinie DVS 2225-4 unter besonderer Berücksichtigung der gültigen BAM-Zulassung und von hierfür eigens geschultem Personal. Der Nachweis der Qualifikation der Schweißer erfolgte durch Vorlage eines Prüfungszeugnisses nach Richtlinie DVS 2212-3.

Die Schweißprotokolle wurden von der Fremdprüfung kontrolliert und gegengezeichnet.

Die Schweißnähte wurden im Rahmen der Eigenkontrolle durchgehend und im Rahmen der Fremdprüfung stichprobenartig auf äußere Beschaffenheit, Abmessungen, Dichtigkeit und Festigkeit geprüft. Im Rahmen der Fremdüberwachung wurden 257 Schweißnahtproben zur Prüfung von Beschaffenheit und Nahtabmessungen sowie zur Prüfung im Zugscherversuch und Schälversuch durchgeführt.

Alle Nähte sind durchgehend, zerstörungsfrei auf Dichtigkeit geprüft. Diese durchgehende Dichtigkeitsprüfung erfolgte durch den Verlegfachbetrieb im Rahmen der Eigenkontrolle teilweise unter Aufsicht der Fremdprüfung.

Die Prüfergebnisse sind vom Verlegfachbetrieb protokolliert und von der Fremdprüfung kontrolliert und gegengezeichnet.

Vor dem Einbau der Drainmatte wurden die eingebauten Dichtungsbahnen einschließlich aller konstruktiven Einzelheiten in Teilflächen im Regelfall arbeitstäglich durch die Fremdprüfung freigegeben. Für diese Teilfreigaben lagen folgende Unterlagen vor.

- Sämtliche Unterlagen zu den Dichtungsbahnen (Zeugnisse, Lieferschein, Prüfprotokolle)
- Bestandspläne der Teilflächen (Skizzen mit notwendigen Angaben)
- Bestandspläne der konstruktiven Einzelheiten (Skizzen mit notwendigen Angaben)

- Schweißprotokolle des Verlegers
- Protokolle der Nahtprüfung des Verlegefachbetriebes
- Ergebnisse der Fremdprüfung

Jede Teilfreigabe wurde in den Baustellenberichten der Fremdprüfung vermerkt.

2.4 Oberflächenwasserdrainage

Die Oberflächenwasserableitung erfolgt über eine BAM-zugelassene Drainmatte sowie eine zusätzliche mineralische Drainage 0/63 aus Kiessand in einer Stärke von 0,15 m.

2.4.1 Drainmatte Secudrain

Als Entwässerungselement dient die Drainmatte Secudrän R201Z WDZ R201Z der Fa. Naue. Die Drainmatte wurde nach Verlegeanleitung des Herstellers gestoßen oder überlappt. Die Stoßstellen bzw. Überlappungen sind zusätzlich mit Vliesstreifen gesichert.

Der Einbau der Drainmatte und der mineralischen Drainage erfolgte im Vor-Kopf-Verfahren, eine Befahrung der PE-HD-Bahn und der Drainmatte mit Fahrzeugen war nicht erlaubt. Vor Verlegen der Drainmatte war eine Säuberung der PE-HD Dichtungsbahn gefordert.

Zur Minimierung von Wellenbildungen der PE-HD-Bahn wurde die Verlegung von PE-HD-Bahn und Drainmatte möglichst dicht hintereinander ausgeführt.

Ausgelegte Flächen wurden beschwert und gegen Starkwindeinflüsse gesichert. Wegen der UV-Stabilität musste eine Abdeckung der Drainmatte in der strahlungsintensiven Zeit spätestens nach 2 Wochen erfolgen.

Zur Herstellung der Filterwirksamkeit wurde die Drainmatte an der Oberseite mit einem Vlies versehen. Ein Nachweis der Filterwirksamkeit des Vlieses zum Drainagematerial war notwendig.

Die gleichbleibende Fertigungsqualität nach DIN 18 200 bzw. ISO 9000 (ff.) erfolgte durch die Eigen- und Fremdüberwachung des Herstellers.

Im Rahmen der Eigenüberwachung wurden als Herstellernachweise Abnahmeprüfzeugnisse nach DIN EN 10204 -3.1 B mit Anlagen vorgelegt. Demnach wurde die Dränmatte folgenden Prüfungen unterzogen, Flächenmaße, Dicke der Einzelkomponenten alle 500 m², Dicke und Zugeigenschaften

am Gesamtprodukt alle 5.000 m² sowie Stempeldurchdruckversuch an den Deckvliesen alle 4.000 m².

Im Rahmen der Fremdprüfung wurden die Unterlagen der Eigenüberwachung geprüft und durch Kontrollprüfungen an 14 Probenahmen ergänzt.

Danach konnten in den Kontrollprüfungen die Ergebnisse der Eigenüberwachung und den zugesicherten Werten im Datenblatt bestätigt werden.

2.4.2 Mineralische Drainage

Die über der Drainmatte liegende zusätzliche mineralische Drainage besteht aus einer 15 cm dicken Kies-Sandschicht 0/63. Im Flachbereich am Böschungsfuß (mit 10 % Neigung) konnte die mineralische Drainage aus Schmelzkammergranulat 0/8 hergestellt werden.

Die Kies-Sandschicht musste eine k_f -wert von mindestens 1×10^{-4} m/s und das Schmelzkammergranulat von $\geq 2 \times 10^{-3}$ m/s aufweisen. Mit diesem kombinierten System konnte die langfristige Entwässerungsleistung der Oberflächendrainage in der Böschung, in den Plateauflächen sowie im Flachbereich am Böschungsfuß auch den Behörden gegenüber nachgewiesen werden.

Folgende Anforderungen wurden auf der Fläche sowie am Böschungsfuß nachgewiesen:

	Eigenüberwachung	Fremdüberwachung
Schichtstärke	128	105
Kornverteilung	12	12
Reibungswinkel	13	15
Durchlässigkeitsbeiwert	18	14

Der Einbau des Kiessandes über der Drainmatte erfolgte über sog. Fahrstraßen (Dicke der Fahrstraße mindestens 85 cm) mit Langstielbagger. Eine Befahrung der mit Drainmaterial abgedeckten Fläche mit Fahrzeugen dürfte nicht erfolgen.

3 Sicherheits- und Gesundheitsschutz

3.1 Konzept zum Sicherheits- und Gesundheitsschutz in der Planungsphase

Für die Baumassnahme Oberflächenabdichtung und Entgasung der Deponie Feilheck wurde in der Planungsphase ein Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan aufgestellt.

In diesem Plan sind für die verschiedenen Gewerke wie beispielsweise, Baufeld räumen, Umlagerung und Profilierung, Erdarbeiten, Entgasung in der Bauphase, Dichtungssystem etc. die möglichen Gefährdungen aufgelistet sowie die einzuleitenden Gegenmaßnahmen zur Verhinderung von Unfällen dargestellt. Auch wurden mögliche Gefährdungen und Schnittstellen bei Anwesenheit von verschiedenen Subunternehmern dargestellt

Darüber hinaus waren in dem Plan formuliert:

- Auflagen für Einrichtung von Waschplatz für Fahrzeuge
- Auflagen für Tankanlage auf Baustellen
- Maßnahmen zum Schutz vor Gasmigrationen im Umfeld der Deponie
- Organisatorische Schutzmaßnahmen wie
 - Schutzmaßnahmen während der Bauarbeiten insbesondere Abfallumlagerung
 - Verhalten im Gefahrenfall
 - Verhalten bei Arbeitsunfällen in Verbindung mit kontaminiertem Material
 - Brandschutz und Explosionsschutzmaßnahmen
 - Hygienische Maßnahmen
 - Erste Hilfe Maßnahmen
 - Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen für alle Arbeitnehmer
 - Erstellen einer Betriebsanweisung nach BGR 128
 - Unterweisung der Arbeitnehmer
- Technische Schutzmaßnahmen
 - Ausrüstung Fahrzeuge in kontaminierten Bereich mit Filteranlage
 - Abdeckung geruchsintensiver Abfälle mit mineralischen Materialien
 - Einsetzen von Partikelfiltern bei Auftreten von Staubemissionen
 - Ständige Messtechnische Überwachung auf deponietypische Gasmischungen
 - Befeuchtung Wege bei Staubemissionen

- Verwendung von Schutzbekleidung ggfs. Helm, Gesichts- und Gehörschutz
- Reinigung der kontaminierten Geräte
- Persönliche Schutzausrüstung;

3.2 Konzept zum Sicherheits- und Gesundheitsschutz in der Bauphase

Entsprechend dem Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan wurde eine Betriebsanweisung mit Alarmplan und Notfallplan aufgestellt. Es erfolgte eine Unterweisung aller Arbeitnehmer zu Beginn der Maßnahme vom Sicherheitsbeauftragten des AN sowie vom SiGeKo über den SiGe-Plan. Diese Unterweisung wurde dokumentiert und alle 6 Monate wiederholt. Parallel dazu fanden regelmäßige Begehungen vom SiGeKo statt, bei denen die Baustelle auf sicherheitstechnische Gefährdungen geprüft wurde. Diese Begehungen wurden ebenfalls dokumentiert.

Beim Herstellen des Testfeldes für das Oberflächenabdichtungssystem im Bereich der Nordböschung im Ostteil der Deponie kam es vor der Fertigstellung des Testfeldes zu einem Abrutschen der hergestellten Testfeldfläche auf der KDB. Die dort aufgebaute Rekultivierungsschicht einschließlich Drainmatte und mineralische Entwässerungsschicht rutschte über der Kunststoffdichtungsbahn langsam die Böschung hinunter. Am Böschungsfuß kam die Rutschung zum Stillstand. Durch Einhalten der sicherheitstechnischen Vorgaben durch alle Beteiligte (z.B. Verbot des Aufhaltens von Personen bzw. Abstellen von Fahrzeugen am Deponiefuß während des Arbeitens in der Böschung) kam es zu keinen Personenschäden oder weiteren Materialschäden.

3.3 Darstellung Maßnahmen zur Emissionsminimierung in der Planungs- und Bauphase

Falls es durch das Aufbringen des Oberflächenabdichtungssystem zu Gasmigrationen ins Umfeld der Deponie kommen sollte, wurden zur Überwachung möglicher Gasmigrationen am Deponierand zu Beginn der Maßnahme abschnittsweise insgesamt 37 Gaspegel eingerichtet. Diese wurden während der Bauphase der Deponie beprobt (wöchentliches Intervall bis vierteljährliches Intervall). Die Häufigkeit der Beprobung richtete sich nach der gemessenen Konzentration in den einzelnen Gaspegeln.

Bei Auftreten von Deponiegas in den Gaspegeln erfolgte, soweit es innerhalb der Randbedingungen des Bauablaufes möglich war, über eine mobile Entgasungsstation eine Absaugung der Kollektoren

am Deponierand. Die mobile Gasstation wurde in Abhängigkeit der anfallenden Gasmengen in den Gaspegeln betrieben. Die AN erstellte über die gemessenen Gaskonzentrationen an den Gaspegeln am Deponierand sowie den Betrieb der mobilen Gasstationen einen Bericht.

3.4 Vorhandene Ver- und Entsorgungsleitungen

Am Ostrand der Deponie laufen eine Erdgashochdruckleitung DN 600 der Gasversorgung Süddeutschland GmbH in einer Tiefe von ca. 1,0 m sowie ein Kupferkabel direkt neben der Gasleitung. Zur Sicherung der Leitung wurde ein Schutzstreifen von 10 m (beidseitig der Leitung jeweils 5 m) vorgesehen. Dieser Schutzstreifen wurde mit einem Bauzaun abgegrenzt und durfte für Baufahrzeuge nicht befahren werden.

Im Bereich der Gasleitung verlaufen ferner mehrere Glasfaserkabel und eine Stromleitung. Bei Arbeiten im Bereich dieser Leitungen waren stets Handschachtungen notwendig.

Am Nordrand im Ostteil der Deponie befindet sich ferner ein Hochspannungsgittermast (380 kV) der EnBW. Der Mast steht unmittelbar am Deponiefuß. Vom Mast zweigen in 3 Richtungen Leitungen ab (Richtung Süden, Richtung Nordwesten und Richtung Westnordwest). Für die Leitungen wurden entsprechende Schutzstreifen freigehalten. Der Abstand zwischen Fundamentaßenkante des Hochspannungsmastes und des Böschungsfußes musste mindestens 3,0 m betragen. Der Mindestabstand der Deponieoberkante zu den Leiterseilen betrug mindestens 5,0 m. Beim Einbau des Trisoplastes sowie der mineralischen Drainage mit dem Langarmbagger erfolgte eine Sonderbelehrung für die Baggerfahrer, damit diese mit dem Langarm den Mindestabstand einhielten.

Ferner verläuft eine Hochspannungsleitung (20 kV) von einem Mast vom Nordrand (Mitte Ostteil) Richtung Nordosten auf einen Mast am Rand der Altablagerungsfläche der Stadt Heidelberg. Der erforderliche Schutzabstand des Entwässerungsgrabens beträgt zum 20 kV-Mast beträgt 5,0 m. Im Bereich der 20 kV Freileitungen wurde darauf geachtet, dass mit Baugeräten oder anderen Gegenständen stets ein Abstand von mindestens 5,0 m von den Leiterseilen eingehalten wurde. Trotz durchgeführter Belehrung wurde die 20 kV-Leitung beim unerlaubten Befahren unter der Leitung mit dem Langarmbagger abgerissen. Es kam zu einem Stromausfall sowie einer erforderlichen Sperrung der Autobahn A5. Die Information von Leitungsbetreiber und Autobahnpolizei erfolgte reibungslos.

An der Nordseite der Betriebsfläche der Fa. KAM befindet sich die 20 kV Fertiggebäudestation „Heidelberg KAM“. Von dort verlaufen Stromkabel in nördlicher Richtung unter dem ADAC bis zum Feldweg. Ferner verlaufen einige Stromleitungen am Nordrand des Ostteiles der Deponie. Im Zuge der erforderlichen Wegverbreiterung am Nordrand im Ostteil wurden wesentliche Teile der bisherigen Stromzuführung zur KAM außer Betrieb genommen und eine neue Stromzuführung außerhalb des eigentlichen Baufeldes eingerichtet.

4 Oberflächenwasserableitung und Rekultivierung

4.1 Oberflächenwasserableitung

Die während der Profilierungsarbeiten und dem Herstellen der Gasdrainschicht von den Deponieflächen anfallenden Oberflächenwässer wurden am Deponierand versickert. Nach dem abschnittswisen Aufbringen des Oberflächenabdichtungssystems konnten die Oberflächenwässer jeweils im Randgraben am Böschungsfuß gefasst werden und den Versickerungsbecken I und II zugeleitet werden.

Vor den Versickerungsbecken ist jeweils ein Absetzbecken angeordnet. Insgesamt wurden 3 Absetzbecken und 2 Versickerungsbecken gebaut. Die Absetzbecken mussten in der Bauphase regelmäßig gereinigt und ausgeräumt werden.

Die Oberflächenwassergräben sowie die Absetzbecken wurden auf einen Bemessungsregen $r_{15\ n=1}$ von 130 l/s*ha mit einer Häufigkeit von $n = 0,2$ bemessen. Dieser Bemessungsansatz erwies sich in der Bauzeit, trotz einiger Starkregenereignisse, als ausreichend.

Das Absetz- und Versickerungsbecken I liegt am Westrand der Deponie; das Absetzbecken I hat eine Sohlfläche von 49 m², die Tiefe beträgt ca. 3,0 m; das Versickerungsbecken I hat eine Sohlfläche von 52 m² bei ungefähr gleicher Beckentiefe.

Die Absetzbecken II und III sowie das Versickerungsbecken II liegen am Nordrand der Deponie; das Absetzbecken III unmittelbar nördlich der Deponie, das Absetzbecken II auf Höhe des Verkehrsübungsplatzes. Aufgrund der örtlichen Situation entwässern beide Absetzbecken in das

Versickerungsbecken II. Die Sohlfläche der Absetzbecken II und III beträgt 100 m² bzw. 133 m²; die Beckentiefe liegt zwischen 1,5 und 2,5 m.

Zur Fassung von Brauchwasser zur Bewässerung der Flächen auf dem benachbarten Verkehrsübungsplatzes des ADAC, läuft der Abfluss aus den Absetzbecken II und III in ein offenes Speicherbecken von 1.000 m³. Das Speicherbecken, das mit einer Dichtungsbahn von 1,5 mm abgedichtet ist, wurde vom Betreiber des Verkehrsübungsplatzes, dem ADAC Nordbaden, zur Minimierung der Frischwassermengen im Rahmen des Betriebs des Verkehrsübungsplatzes gebaut. Der Überlauf vom Speicherbecken des ADAC geht in das Versickerungsbecken II, mit einer Sohlfläche von 1.043 m². Innerhalb des Versickerungsbeckens befindet sich eine Feuchtbiotopfläche mit einer abgedichteten Mulde von 110 m².

4.2 Messung Oberflächenwasserabfluss

Gemäß der Genehmigung ist eine Oberflächenwasserbilanz vom Betreiber der Deponie aufzustellen. Hierzu ist es erforderlich, dass die anfallenden Oberflächenwassermengen gemessen werden. Dies erfolgt jeweils vor den Absetzbecken über ein Messwehr. Bei den eingerichteten 3 Messwehren wird die Wasserspiegelhöhe regelmäßig über eine Drucksonde aufgezeichnet. Über die Wasserspiegelhöhe und den Abflussquerschnitt wird die anfallende Wassermenge über das Jahr ermittelt. Die hier ermittelten Daten können in die geforderten Jahresberichte der Deponie einfließen.

4.3 Rekultivierung

Für die Rekultivierung der Deponie Feilheck wurde von der Stadt Heidelberg ein Rekultivierungskonzept erstellt. Gemäß diesem Rekultivierungsplan waren 3 Bereiche zu unterscheiden:

- Im unteren Hangbereich insbesondere auf der Nordseite der Deponie sowie vorwiegend im Ostteil wird die untere Lage verdichtet in 30 cm Stärke aus unbelastetem Boden der Bodengruppe 2-4 eingebaut. Darauf wurden 0,7 m Bodenmaterial der Bodengruppe 4-7 auf einer Fläche von 62.000 m² eingebaut. Hier sind Gehölzpflanzungen mit einer definierten Pflanzenliste vorgesehen. Auf diesen Flächen erfolgt die Begrünung mit einer artenreichen Fettwiese. Auf dieser Fläche erfolgt eine Ansaat mit einer Saatgutmischung mit Kräuteranteil.

- In den übrigen Hangbereichen mit einem Flächenanteil von 37.000 m² ist Bodenmaterial der Bodengruppe 2-4 vorgesehen. Auf diesen Flächen werden Hecken/Gebüsch nach definierter Pflanzenliste gepflanzt. Es erfolgt eine Ansaat mit einem Halbtrockenrasen/Magerrasen mit einer Kräuter-Gras-Saatgutmischung.
- In den Plateaubereichen ist auf einer Fläche von ca. 29.000 m² ein Sanddünenbereich (Material der Bodengruppe 2-3) vorgesehen (d= 0,4 m). Als Untergrund unter dem Kies-Sand (d = 0,6 m) ist Material der Bodengruppe 2-4 vorgesehen. Auf dieser Fläche soll ein Sand-Trockenrasen mit einer speziellen Kräuter-Gras-Saatgutmischung aufgebracht werden. Diese Mischung wurde vom Regierungspräsidium Karlsruhe im Auftrag der Baufirma selbst aufgebracht.

Zur Herstellung eines temporären Erosionsschutzes im ersten Winter 2006/2007 erfolgte in Abstimmung mit dem Landschaftsamt der Stadt Heidelberg eine Erosionsschutzbegrünung mit *Phacelia tanacetifolia*. Dieser Erosionsschutz konnte auf einer Teilfläche im Ostteil noch im November 06 aufgebracht werden und hat sich auch noch geringfügig entwickelt, so dass im Winter schon ein gewisser Erosionsschutz vorhanden war.

Zwischenzeitlich sind die verschiedenen Saatgutmischungen auf allen Flächen aufgegangen und die Deponiefläche wird von Schafen und Ziegen abgeweidet.

Die Stadt Heidelberg plant derzeit das Aufbringen der vorgesehenen Bepflanzungen nach dem Rekultivierungsplan. Dies soll voraussichtlich im Jahr 2010 erfolgen.

Aufgestellt: Karlsruhe, im September 2009

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@icp-ing.de

