

Die Deponie Ulm-Eggingen – ein innovatives Projekt zur Deponiestilllegung mit kontrollierbarer Oberflächenabdichtung

Eckhard Haubrich

UW Umweltwirtschaft GmbH, Stuttgart

The landfill site Ulm-Eggingen – an innovative project to close the dumpsite while monitoring the surface sealing

Abstract

By order of the waste management enterprise of the municipality of Ulm and by authority of the Regional Commission in Tübingen **UW Umweltwirtschaft GmbH** is currently dealing with measures of protection at the landfill site Ulm-Eggingen. The activities are comprehensive and manifold. The surface sealing combines three layers, a thick reduced mineral sealing, a plastic liner, and a plane drainage layer consisting of both a geotextile draining mat and a mineral draining layer. To reduce uncontrolled settlement in some areas a dynamic method was used for an intensive compaction. The shaping of the landfill surface is realised by using huge amounts of contaminated material, deriving from the building activities. A sealing monitoring system enables a long term monitoring of the whole surface sealing. The performance of the building activities is scheduled for the period 2005 to 2008.

Inhaltsangabe

Die **UW Umweltwirtschaft GmbH** führt zur Zeit eine Deponiestilllegungsmaßnahme auf der 18 ha umfassenden ehemaligen Hausmülldeponie Ulm-Eggingen in Baden-Württemberg durch. Im Auftrag der Entsorgungsbetriebe der Stadt Ulm und mit Genehmigung des Regierungspräsidiums Tübingen wurden besonders umfangreiche und vielfältige Sicherungsmaßnahmen konzipiert und in der Ausführung umgesetzt. Zur langfristigen Vermeidung einer Beschädigung der Dichtungskomponenten am Übergang zu den Böschungskanten der aufgelassenen ehemaligen Sandgruben war es erforderlich, an diesen Randbereichen der Deponie für eine Vorwegmaßnahme der Setzungen zu sorgen. Hierzu wurde das Verfahren der dynamischen Intensivverdichtung ausgewählt und durchgeführt. Vor dem Aufbringen der Oberflächenabdichtung wird das flach geneigte Deponiegelände durch umfangreiche Profilierungsmaßnahmen mit dem für die Abdichtungsmaßnahmen erforderlichen Gefälle versehen. Hierzu bietet sich die Verwertung belasteter Baurestmassen an. Das kombinierte alternative Oberflächenabdichtungssystem, mit einlagiger mineralischer Dichtung, $d = 0,25$ m, KDB und Drainmatte, wird u. a. mit einem vollflächig verlegten Dichtungskontrollsystem ausgestattet. Durch den Einsatz des Dichtungskontrollsystems kann die für die Dauer der Nachsorgephase geforderte Kontrolle der Funktion der Oberflächenabdichtung jederzeit erbracht werden und außerdem eine Kontrolle des Baubetriebs und damit auch eventuell entstandener Leckagen erfolgen. Die Bauausführung erfolgt im Zeitraum der Jahre 2004 bis 2008.

Keywords

Alternativer Dichtungs Aufbau, Dichtungskontrollsystem, Stoffstrommanagement mit belasteten Baurestmassen, dynamische Intensivverdichtung, Schachtsanierung, Sanierung des Entgasungssystems

Alternative design of surface sealing, sealing monitoring system, management of contaminated material, deriving from the building activities, dynamic method for intensive compaction, gas shaft restoration, restoration of the gas drainage system

1 Einleitung

Die Deponie Eggingen wurde seinerzeit als Grubendeponie innerhalb aufgelassener Sandgruben angelegt und im Zeitraum von 1966 bis 1986 verfüllt.

Der Deponiestandort liegt ca. 0,8 km entfernt von Eggingen bzw. ca. 10 km südwestlich von Ulm (EBU) auf einer Geländehöhe von ca. 525 m ü. NN. Die Gesamtdeponiefläche umfasst ca. 18 ha mit einem Verfüllvolumen von 2,3 Mio. m³.

Im Rahmen der Stilllegung der Deponie Eggingen, die durch die Entsorgungs-Betriebe der Stadt Ulm (EBU) betrieben wird, soll auf einer Gesamtfläche von ca. 15,5 ha eine Oberflächenabdichtung aufgebracht werden.

In enger Abstimmung mit dem Regierungspräsidium Tübingen wurde im Rahmen der Stilllegung das nachfolgend beschriebene Oberflächenabdichtungssystem geplant und genehmigt.

Im Zuge der Maßnahme werden auch Anpassungen bzw. Sanierungen des Entgasungs- und Sickerwassersammlersystems durchgeführt. Außerdem werden Betriebsstraßen und -wege sowie Gerinne zur Ableitung von Oberflächenwasser erstellt. Zur Vorwegnahme von Setzungen in den Randzonen erfolgt eine dynamische Intensivverdichtung des Untergrundes.

Die **UW** Umweltwirtschaft GmbH wurde mit der Planung und Bauüberwachung der anstehenden Baumaßnahmen beauftragt.

2 Oberflächenabdichtungssystem

Im Rahmen des Stilllegungsantrages wurde durch das Regierungspräsidium Tübingen das Aufbringen eines Kombinationsabdichtungssystems mit den folgenden wesentlichen Elementen genehmigt (von unten nach oben):

Ausgleichsschicht (50 cm)

mineralische Dichtung (1x 25 cm, $k < 5 \cdot 10^{-9}$ m/s)

Leckkontrollsystem, vollflächig

Kunststoffdichtungsbahn PE-HD (2,5 mm)

Drainmatte als Schutz- und Entwässerungselement

Mineralische Entwässerungsschicht (20 cm)

Rekultivierungsschicht (ca. 1,0 m bis 1,6 m) und humoser Oberboden (40 cm).

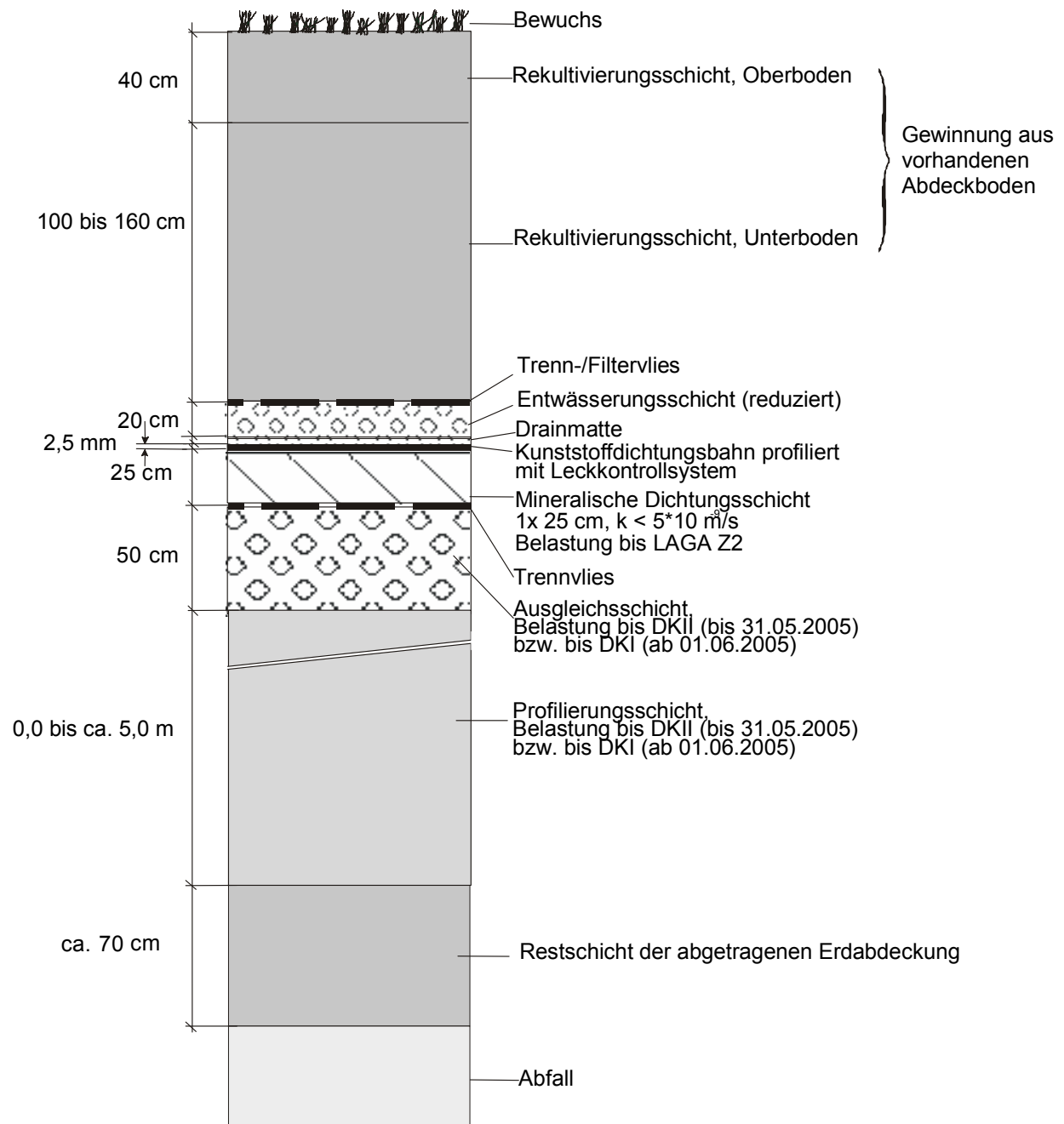


Abbildung 1 Skizze des Oberflächenabdichtungssystems

Um das gemäß Regelwerk geforderte und auch notwendige Gefälle für die spätere schadlose Ableitung des Oberflächenwassers bereitzustellen wurden erhebliche Mengen an Profilierungsmaterial eingebaut.

Wir verweisen diesbezüglich auf das Kapitel Nr. 4, in welchem die Vorgehensweisen zum Stoffstrommanagement im Detail dargestellt sind.

3 Ausführung einer dynamischen Intensivverdichtung (DYNIV)

3.1 Ausgangslage und Erfordernis für die Maßnahme

Die Deponie wurde seinerzeit als Grubendeponie innerhalb aufgelassener Sandgruben angelegt; es liegen somit steile Böschungskanten (60 – 70°) und Müllmächtigkeiten bis zu 18,5 m vor. Im Zuge der Planung stellte es sich heraus, dass die zu erwartenden Setzungen in den Randbereichen (ehemalige Böschungskante) der Deponie eine langfristige Beschädigung der Dichtungskomponenten hervorrufen können.

Unter der Annahme, dass ca. 30 % der auflastbedingten Setzungen schon während der Bauzeit abklingen, werden resultierend aus Eigenkonsolidation und Aufbringen des Dichtungssystems, ohne eine vorherige Untergrundverbesserung Setzungsbeträge zwischen 1,4 und 1,95 m gegenüber dem aktuellen Zustand im Bereich der ehemaligen Abbaukanten auftreten.

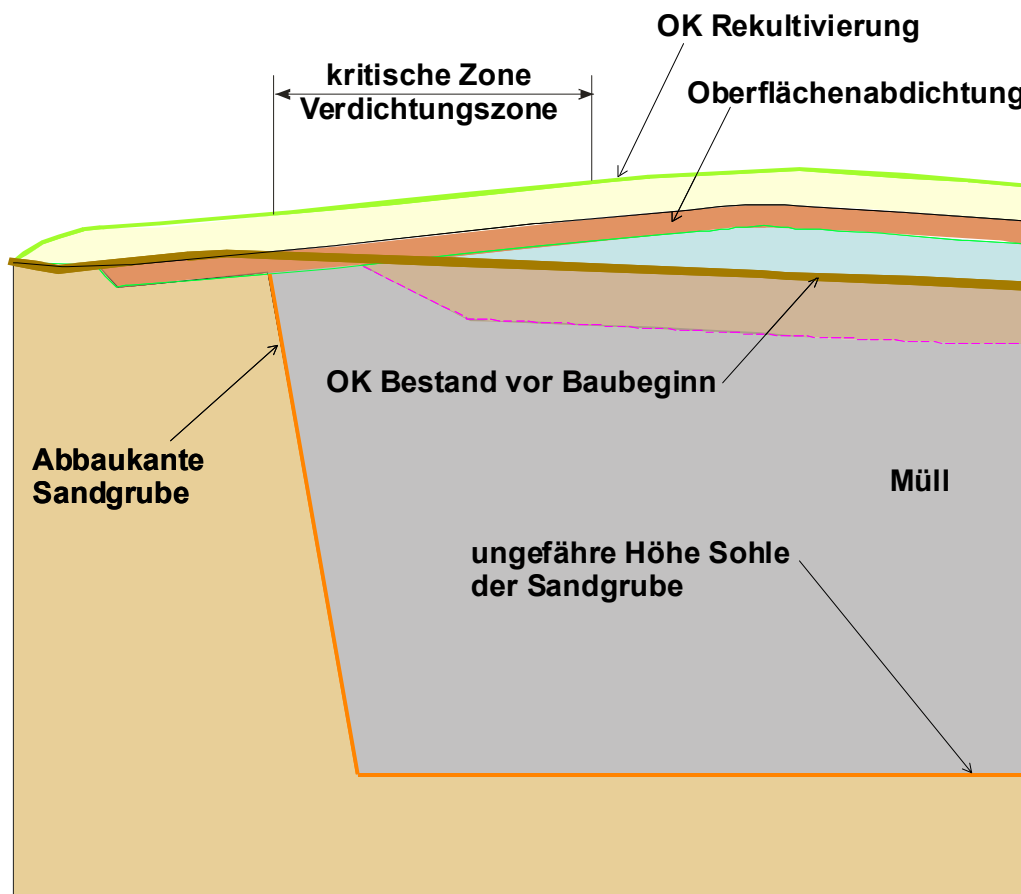


Abbildung 2 Systemschnitt der Deponieränder

Berechnungen anhand eines Finiten Elemente Modells ergaben, dass in den Übergangsbereichen zwischen Auffüllung und Anstehendem durch die Setzungsdifferenzen

das Oberflächenabdichtungssystem, insbesondere die Kunststoffdichtungsbahn (KDB), beschädigt werden kann.

Es war somit aus geotechnischer Sicht erforderlich im Randbereich der Deponie mittels geeigneter Verfahren für eine Vorwegnahme der Setzungen und Kompressionen des Müllkörpers zu sorgen und somit eine Erhöhung des Steifemoduls herbeizuführen. Das Verfahren der dynamischen Intensivverdichtung (DYNIV, Fallplattenverdichtung) wurde daher für die Ausführung vorgeschlagen. Die randlichen Abschnitte der Deponie wurden hierzu in 3 Bereiche untergliedert.

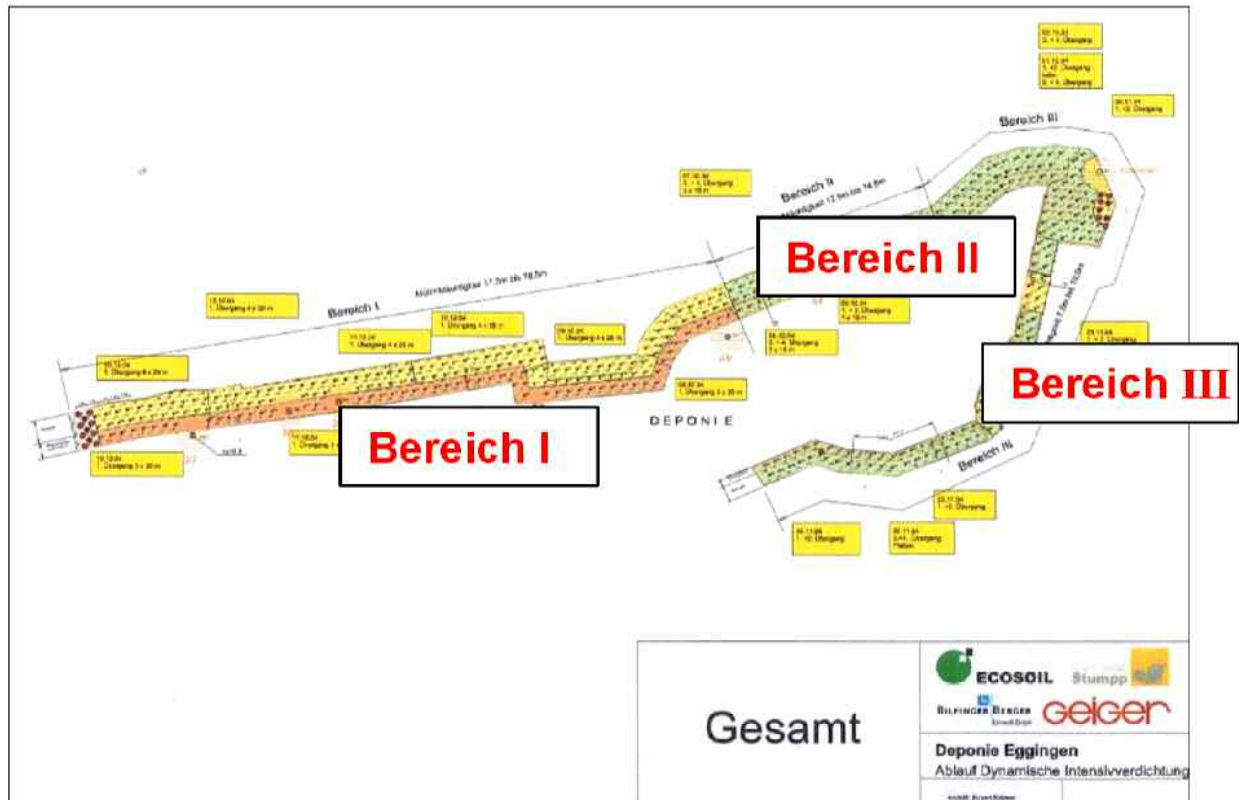


Abbildung 3 Aufgliederung des Randbereiches der Deponie in einzelne Abschnitte

Die Maßnahme wurde durch das Land Baden-Württemberg mit Mitteln des kommunalen Investitionsfonds (KIF) gefördert. Ein umfangreicher Abschluss- und Erfahrungsbericht zur Veröffentlichung ist in Vorbereitung.

3.2 Vorbereitende Arbeiten

Vor Beginn der Ausführung der DYNIV waren umfangreiche Voruntersuchungen und technische Vorbereitungen am Standort zu treffen. Die Arbeiten umfassten folgende Schritte:

- Luftbildauswertung zur Erkundung eines Gefahrverdachtetes hinsichtlich von Kampfmitteln (Bombenblindgänger) im näheren Umfeld
- Erkundung der Lage und Tiefe von bestehenden Randsicherungen und Basisdrainagen um diese durch ausreichende Sicherheitsabstände vor Beschädigungen zu schützen
- Bautechnische Beweissicherung an Gebäuden und Deponiebauwerken im Umfeld der Deponie
- Geotechnische Berechnungen zur Festlegung des zu erreichenden Verdichtungserfolges der DYNIV
- Vorerkundung des Deponiekörpers mittels Schwerer Rammsondierungen (DPH gem. DIN 4094-3) und Pressiometerversuche nach MENARD (gem. DIN 4094-5) ausgeführt.
- Entwicklung Mess- und Überwachungsprogramm (Erschütterungs- und Schallmessungen), Messwerterfassung während der Ausführung
- Planung und Einrichtung Sicherheitseinrichtungen für Baustelle und umliegende Verkehrswege
- Erstellung und Abstimmung eines Ausführungskonzeptes (Fallgewicht, Anzahl Schläge und Übergänge) für die Arbeiten
- Anlage eines befahrbaren Arbeitsplanums (Stärke > 0,5 m) für den Raupenkran (Gewicht 120 to, Ausliegerlänge 40 m).

Insbesondere an die Herstellung und Ebenheit des Arbeitsplanums waren höchste Anforderungen zu stellen, um gefährliche Schiefstellungen des Großgerätes zu vermeiden. Zur Verwendung kamen 21.000 m³, u. a. gemischtkörniger Bauschutt, Ziegelbruch, kiesiges Bodenmaterial, Gleisschotter, Gießereischlacken und Straßenausbruch. Während der Arbeiten war eine permanente Nachbesserung des Arbeitsplanums erforderlich, um unzulässige Schiefstellungen des Großgerätes zu vermeiden (Unterfüttern der Raupenkettens mittels Radlader und kiesigem Bodenaushub).

3.3 Standortbezogene Ausführung

Nach einer 1-tägigen Testphase kam auf der Deponie folgendes, nach erzielbarer Tiefenwirkung und vorhandenen Müllmächtigkeiten, differenziertes Ausführungskonzept zur Durchführung, das im Laufe der Arbeiten z. T. den aktuellen Erfordernissen und Untergrundgegebenheiten angepasst werden musste:

Tabelle 1 Ausführungskonzept

	Nummer Übergang	Anzahl Schläge und Fallhöhe Bereich I (14 – 18,5 m Müllmächtigkeit)	Anzahl Schläge und Fallhöhe Bereich II (10 – 14 m Müllmächtigkeit)	Anzahl Schläge und Fallhöhe Bereich III (7 – 10 m Müllmächtigkeit)
Randzone	1 und 2	4 x 20 m	1 x 15 m	1 x 10 m
Randzone	3 und 4		2 x 15 m	2 x 10 m
Übergangszone	1 und 2	3 x 20 m	1 x 15 m	1 x 10 m
Übergangszone	3 und 4		2 x 15 m	2 x 10 m

Nach Verfüllung der Einschlagtrichter des jeweils letzten Übergangs erfolgte zum Abschluss jedes Verdichtungsabschnittes das sog. „Plätten“ des Arbeitsbereiches. Hierbei ebnet das Fallgewicht aus einer Fallhöhe von 3, 5 m den Arbeitsbereich abschließend in einem Raster von 2 m ein. Mittels Walze werden noch verbliebene oberflächennahe Auflockerungen verdichtet und eingeebnet.

Die 900 Schlagpunkte des vorgegebenen Verdichtungsrasters auf der ca. 25.000 m² umfassenden Verdichtungsfläche wurden im Zeitraum 23.11.-13.12.2004 mit bis zu 4 Übergängen, maximal 4 Schlägen pro Schlagpunkt und anschließendem Plätten bearbeitet. Die Ausführung erfolgte an sechs Arbeitstagen pro Woche bei Einsatzzeiten von bis zu 14 Stunden je Arbeitstag. Da im Deponiekörper nicht mit dem Auftreten hoher Porenwasserüberdrücke zu rechnen war, konnten die einzelnen Übergänge in einem Verdichtungsabschnitt oft innerhalb eines Arbeitstages erfolgen

**Abbildung 4** Ausführung der DYNIV im nördlichen Randstreifen der Deponie

3.4 Ergebnisse und Projekterfahrungen

Aus Sicht des Planers und der örtlichen Bauüberwachung lassen sich die nachstehenden Punkte als wesentlichste Projekterfahrungen festhalten.

Die maßnahmenbegleitenden Erschütterungs- und Schallmessungen ergaben für die teils < 100 m entfernten Wohn- und Betriebsgebäude keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte für Lärmemissionen gem. TA Lärm bzw. der zulässigen Schwinggeschwindigkeiten gem. DIN 4150. Bauliche Schäden an benachbarten Gebäuden und Deponieeinrichtungen konnten nicht festgestellt werden.

Der auftretende Streuflug (Weiten von bis zu 50 m) ließ sich sehr gut durch einen aufgeschütteten Erdwall (Höhe 3 m) und darauf mobil befestigte Fangnetze (engmaschige Gerüstnetze) unterbinden.

Pressiometerversuche und Schwere Rammsondierungen brachten für die Kontrolle des Verdichtungserfolges nicht die erforderliche Aussagesicherheit. Der Grund hierfür ist in den kleinräumigen Inhomogenitäten des Müllkörpers zu suchen.

Somit waren andere Methoden zur Erfolgsbewertung der DYNIV gefordert. Angewendet und im geotechnischen Modell hinsichtlich der Erfüllung der vorgegebenen Anforderungen bewertet wurden daher Erfassungen und Auswertungen von

- erzielter Schlagtiefe und Verfüllvolumen der Schlagtrichter
- erreichter Gesamtsetzung der Arbeitsfläche
- Energieeintrag in den Untergrund.

Erwartungsgemäß war eine starke Variation der Einschlagtiefen zwischen den Verdichtungsbereichen I bis III und auch innerhalb der einzelnen Verdichtungsbereiche festzustellen. Die größten Einschlagtiefen wurden im Bereich II mit im Einzelfall bis zu 2,13 m tiefen Einschlagtrichtern gemessen.

Die Auswertung erfolgte über synoptische Kartendarstellungen. Nachstehend ist exemplarisch die Auswertung der erzielten mittleren Setzungen dargestellt.

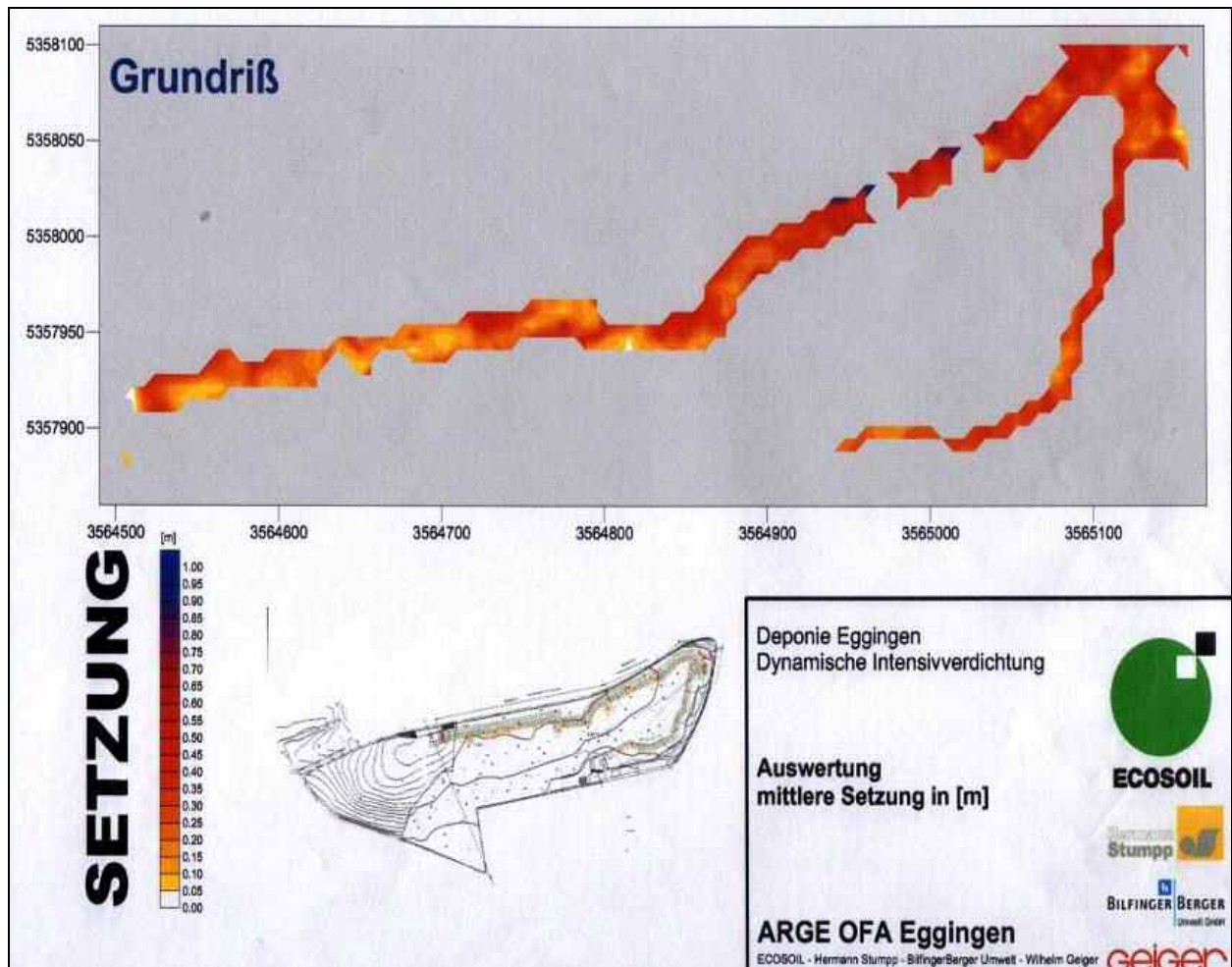


Abbildung 5 Karte der erzielten mittleren Setzungen durch die DYNIV

In einzelnen Teilbereichen wurden mittlere Setzungen von bis zu 1 m ermittelt. Meist lagen die erzielbaren mittleren Setzungen im Bereich zwischen 20 und 70 cm. Bezogen auf die gesamte bearbeitete Fläche von ca. 25.000 m² wurde eine mittlere Setzung von 31 cm erzielt.

Diese, bezogen auf die Gesamtfläche, eher geringe mittlere Setzung spricht für das Vorliegen eines doch insgesamt besser konsolidierten und höhere Steifigkeiten aufweisenden Müllkörper als wie er für die ursprünglichen Setzungsprognosen angenommen werden musste.

4 Verwertung belasteter Reststoffe und Baurestmassen im Zuge der Herstellung der Oberflächenabdichtung

4.1 Einleitung

Bei der Herstellung von Oberflächenabdichtungen auf Deponien werden im Regelfall erhebliche Mengen an Profilierungsmassen zur Schaffung der erforderlichen Gefälle

(TASi > 5 %) des Dichtungssystems benötigt. Für die Schichten unterhalb des eigentlichen Dichtungssystems (Profilierung, Ausgleichs- und Entgasungsschicht), die nicht mit später anfallendem Oberflächensickerwasser in Berührung kommen können, bietet sich hierbei die Verwendung belasteter Baurestmassen an. Wesentliche Vorteile hierbei sind die Schonung natürlicher Ressourcen sowie eine erhebliche Minimierung der Baukosten durch die erzielbaren Rückvergütungen bei der Verwertung solcher Stoffe.

Zum Einbau kommen im Regelfall Restmassen der Zuordnungswerte Z 2 bis Z 4 gem. LAGA [2] bzw. der Deponieklassen DK I und DK II gem. TASi [9] und AbfAbIV [10]. Die Verwertung von LAGA Z 4 bzw. DK II-Material war bis 31.05.2005 zeitlich begrenzt.

4.2 Relevante Regelwerke und fachliche Vorgaben

Im Zuge der Stilllegung einer Deponie und der Ausgestaltung der Oberflächenabdichtung sind primär immer die standortbezogenen behördlichen Entscheidungen (Planfeststellung oder Stilllegungsanordnung des zuständigen Regierungspräsidiums) zu berücksichtigen. Die hierin festgelegten einzelfallspezifischen Regelungen bilden die Grundlage für die Zulässigkeit einer Verwertung belasteter Stoffe und somit die Eckpunkte innerhalb der anzuwendenden Kontrollverfahren.

Hinsichtlich der fachtechnischen Beurteilung einer Verwertung bei Deponiebaumaßnahmen existiert eine Vielzahl von zu beachtenden gesetzlichen und verwaltungstechnischen Regelwerken und Handlungsempfehlungen (unter besonderer Berücksichtigung der Situation in Baden-Württemberg, [3]).

Unabhängig von den im Einzelfall anzuwendenden Zuordnungswerten war bereits inhaltlich in der Planungsphase für die Reststoffe zu prüfen, ob z. B. die nachfolgenden generellen Randbedingungen eingehalten werden (unter jeweiliger Berücksichtigung der Auswirkungen des Stichtags 31.05.2005 bzw. des Zeitpunktes des Inkrafttretens der Deponieverwertungsverordnung).

Anforderungen gem. § 3 AbfAbIV [10]: Die Ablagerung von Materialien der Zuordnungswerte Z3 und Z4 darf nur auf Deponien und Deponieabschnitten erfolgen, die die Anforderungen für die Deponiekategorie I und II gemäß Nr. 10 TASi erfüllen. Erforderlich ist die Einhaltung der Zuordnungswerte gem. Anhang 1 AbfAbIV für DK I und DK II. Eine Vermischung von Abfällen zur Erreichung der Zuordnungskriterien (Verdünnung der Schadstoffgehalte) ist unzulässig. Im Einzelfall dürfen jedoch verschiedene Stoffe zum Erreichen der Festigkeit miteinander aufbereitet werden.

Weitere generelle Zulässigkeitskriterien sind z. B. über Anhang 1 AbfAbIV und § 6, Absatz 4 DepV [1] zu prüfen. Über § 7, Absatz 1 DepV sind Abfälle definiert, die nicht zur Verwendung kommen dürfen (z. B. Altreifen, flüssige Abfälle, infektiöse und entzündliche Abfälle).

Es hat eine länderspezifische Prüfung hinsichtlich der Abgrenzung von überwachungsbedürftigen Abfällen gegenüber besonders überwachungsbedürftigen Abfällen zu erfolgen. Von dieser Abgrenzung können im Einzelfall einzelne landesrechtliche Andienungs- und Überlassungspflichten abhängig sein, welche die potentielle Materialverfügbarkeit erheblich einschränken können.

In Baden-Württemberg kann für diese Abgrenzung bei wichtigen Schadstoffparametern derzeit auf die Regelungen und Handlungsempfehlungen in [4] zurückgegriffen werden. Dort sind in den Tabellen 4 und 5 Orientierungswerte zur Abgrenzung aufgeführt. Ablagerungshinweise und Orientierungswerte für z. B. mit PAK, Mineralölkohlenwasserstoffen, Herbiziden und Lösungsmitteln belastete Baurestmassen, lassen sich Tabelle 1 in [3] entnehmen.

Neben Orientierungswerten zur Abgrenzung einer Ablagerung auf einer Deponie der Klasse I oder II werden hier insbesondere Erfordernisse an ggf. auszugestaltende Monobereiche definiert. Die Anlage und Verwertung in Monobereichen (MKW, PAK) war jedoch nur bis zum 31.05.2005 möglich.

Somit erwachsen auch aus diesen fachlichen Inhalten Erfordernisse an eine inhaltlich korrekte, jedoch auch den Erfordernissen des Baubetriebs und des Materialflusses gerecht werdende Fremdüberwachung und Dokumentation.

4.3 Praxiserfahrungen zur Profilierung der Deponie Eggingen

Die Mächtigkeit der Profilierungsschicht wechselt zwischen 0 m im Randbereich und maximal ca. 5 m am Hochpunkt. Für die Profilierung ist ein Gesamtvolumen von ca. 290.000 m³ erforderlich.

Die Profilierung wird aus extern angelieferten Restmassen hergestellt. Das Spektrum der zugelassenen Materialien wurde unter Gewährleistung der bautechnischen Eignung möglichst offen definiert, um eine ausreichende Materialverfügbarkeit gewährleisten zu können. Zugelassen sind die folgenden Bodenarten:

grobkörnige abgestufte Böden und Bauschutt (Kantenlänge < 15 cm) mit einer Ungleichförmigkeitszahl $U > 6$ feinkörnige und gemischtkörnige Böden mit einer Konsistenz des bindigen Anteils mindestens weich-steif ($I_c > 0,7$).

Zeitlich begrenzt bis 31. Mai 2005 war eine Schadstoffbelastung der Profilierungsmaterialien bis maximal Deponieklasse II (DK II) und Tabelle 1 der "Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit PAK-, MKW-, BTXE-, LHKW-, PCB-, PCDD/F und Herbizid-haltiger Abfälle" des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg gemäß [3] und [10] zulässig. Ab 01.06.2005 musste das Material die Grenzwerte der

Deponieklasse I einhalten. Unabhängig vom Schadstoffgehalt ist ein Fremdanteil von max. 0,5 Masse % an z. B. Holz, Gummi, Textilien und Kunststoffen zulässig.

Für die Ausgleichs- und Entgasungsschicht, den Massenausgleich nach einer durchgeführten dynamischen Intensivverdichtung sowie für die mineralische Dichtung werden weitere ca. 200.000 m³ Materialien unterschiedlichster bautechnischer Eignung und zulässiger Schadstoffgehalte erforderlich. In der Summe sind somit ca. 490.000 m³ anzuliefernde Baurestmassen zu erfassen sowie hinsichtlich der jeweils zulässigen Schadstoffgehalte zu prüfen und zu dokumentieren.

Während des gesamten ca. 4-jährigen Ausführungszeitraumes werden somit ca. 1.000 einzelne Materialchargen zu prüfen (Deklarationsanalytik) und zu dokumentieren sein. Vor Ort sind ca. 35.000 LKW-Fuhren an der Deponiewaage zu erfassen und deren Begleitpapiere zu archivieren. Generell ist die Schadstoffbelastung des Profilierungsmaterials vor Lieferung unter Beifügung der chemischen Analyse (Parameterumfang gemäß [3] und [10]) nachzuweisen.

Die **UW** Umweltwirtschaft GmbH wurde vom Auftraggeber, Entsorgungs-Betriebe der Stadt Ulm (EBU), neben der Planung und Bauüberwachung zusätzlich mit der Überwachung und Organisation der Materialkontrollen hinsichtlich der zulässigen Schadstoffgehalte beauftragt.

Nachstehend veranschaulicht ein Verfahrensbild die einzelnen Abläufe hinsichtlich Dokumentenprüfung, Analysenkontrolle, Dokumentenlenkung und Dokumentation.

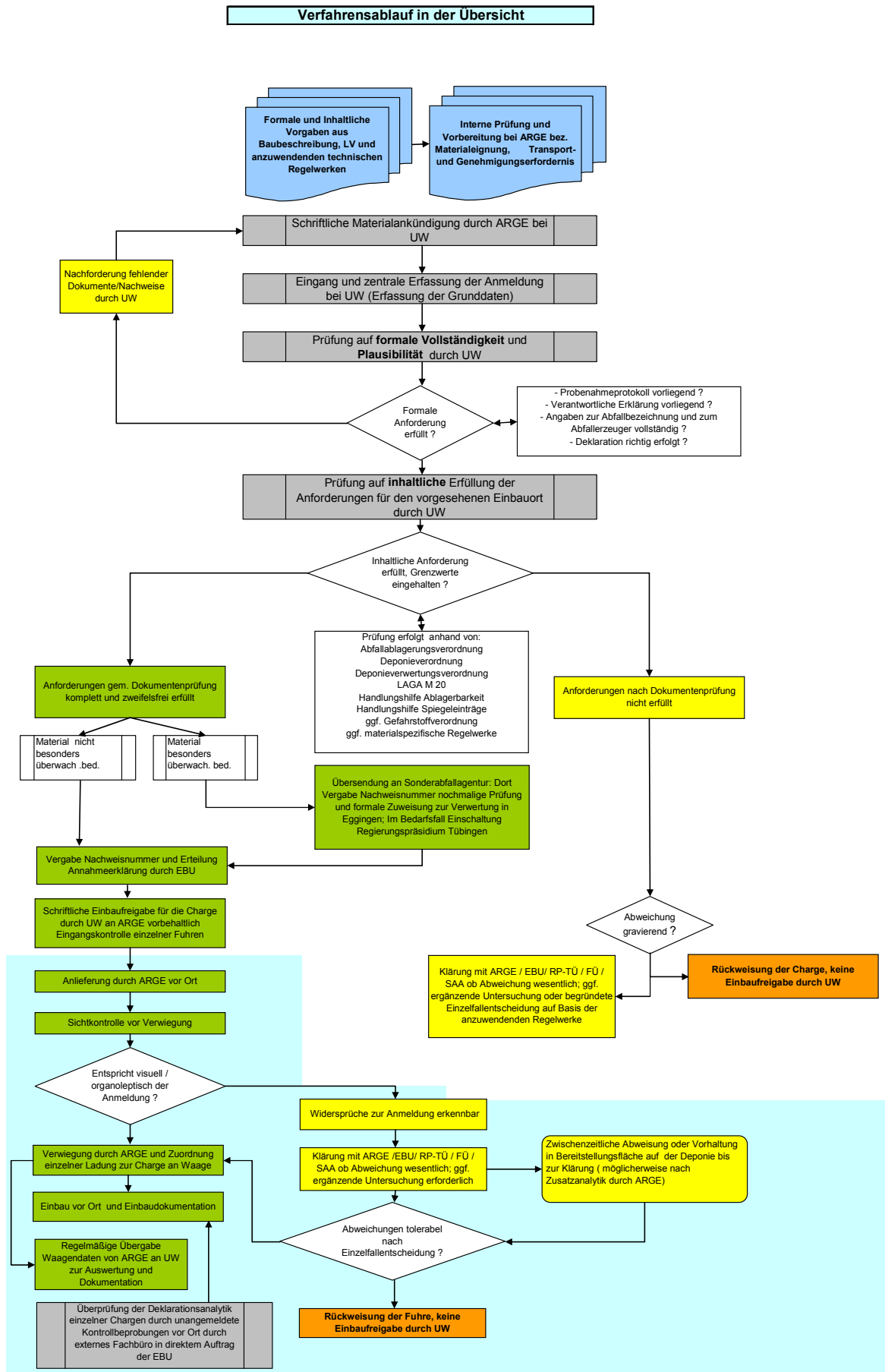


Abbildung 6 Verfahrensablauf in der Übersicht

5 Dichtungskontrollsystem

5.1 Allgemeines

In Abstimmung mit den zuständigen Behörden wurde festgelegt, dass im vorliegenden Fall bei einem zusätzlichen Einsatz eines Dichtungskontrollsystems auf eine Lage der mineralischen Dichtung im Kombinationsabdichtungssystem verzichtet werden kann. Daher wird die mineralische Dichtung hier einlagig mit einer Mächtigkeit von 25 cm eingebaut. Für das alternative Dichtungssystem wurde ein Gleichwertigkeitsnachweis erstellt.

Durch den Einsatz von Dichtungskontrollsystemen kann die nach Abfallablagereungsverordnung für die Dauer der Nachsorgephase geforderte Kontrolle der Funktion der Oberflächenabdichtung jederzeit erbracht werden. Der Baubetrieb beim Einbau der Dichtung stellt im Vergleich zum Zustand nach Fertigstellung der Dichtung die erheblich kritischere Belastung dar. Mittels des Leckkontrollsystems ist eine Kontrolle der Dichtigkeit im Rahmen der bau-technischen Abnahme möglich, so dass evtl. durch den Baubetrieb entstandene Leckagen sicher erkannt und erforderlichenfalls nachgebessert werden können.

5.2 Verfahrensbeschreibung

Grundlage des hier zum Einsatz vorgesehenen Verfahrens ist die Ermittlung und Bewertung der örtlichen Widerstandsverteilung der Kunststoffabdichtung durch Messung von Potentialen mittels einer definierten Anordnung von Messpunkten unterhalb der Abdichtung in Verbindung mit Gegenelektroden oberhalb der Abdichtung. Hierbei wird ausgenutzt, dass die Kunststoffabdichtung ein flächiger elektrischer Nichtleiter ist, der in einem in der Regel feuchten und daher elektrisch leitfähigen Schichtaufbau eingebettet ist.

Kommt es zur Leckage innerhalb einer Abdichtung wird durch die austretende Flüssigkeit eine elektrisch leitfähige Verbindung zwischen den Schichten oberhalb und unterhalb der Abdichtung hergestellt. Wird auf die Gegenelektrode eine Messspannung aufgeprägt, so fließt ein Messstrom von der Gegenelektrode oberhalb der Abdichtung über die Leckage gegen Erde ab. Hierdurch entsteht eine typische Potentialverteilung, die mittels Messanordnung erfasst und als Leckage bewertet werden kann.

Somit sind flächige, kontinuierliche Kontrollmessungen und Leckortungen mit hoher Genauigkeit möglich. Gemäß den Empfehlungen des AKDKS wird eine Ortungsgenauigkeit von 20 m², entsprechend einem Kreis mit Radius 2,5 m, gefordert. In der Praxis lässt sich eine größere Ortungsgenauigkeit erzielen.

5.3 Ausführungsdetails

Die Verlegung des Dichtungskontrollsystems erfolgt in einem Raster der Messpunkte mit 5 x 5 m und mit der Aufteilung in einzelne Messabschnitte. Die Messkabel werden abschnittsweise entsprechend dem Baufortschritt verlegt. Bei der Bauausführung ist zu berücksichtigen, dass Durchdringungen der Oberflächenabdichtung nicht elektrisch leitfähig ausgeführt werden, da ansonsten an diesen Stellen im späteren Betrieb Leckagen angezeigt werden, obwohl diese nicht vorhanden sind.



Abbildung 7 Verlegung der Messkabel unterhalb der Dichtung, Durchführung unter Randgraben

Die erdverlegten Komponenten sind bauartbedingt auf eine Nutzungsdauer von 30 Jahren ausgelegt. Die Sensorleitungen unterhalb der Kunststoffdichtungsbahn sind als geschirmte und gemantelte Kabelkonstruktion in Anlehnung an DIN/VDE 0816 ausgeführt.

Die Verlegung erfolgt gemäß einem vor Beginn der Arbeiten freizugebenden Verlegeplan mit folgenden Inhalten:

- Lage der Meßpunkte
- Zuordnung Messpunkt/Messleitung
- Leitungstrassen
- Position der Feldverteiler
- Abgrenzung der Messabschnitte
- Bezeichnung der Komponenten
- Verlauf von Anbinde- bzw. Energie- und Datenleitungen.

Die Verlegung der Komponenten wird im Zuge der Qualitätssicherung durch Eigen- und Fremdüberwachung begleitet. Entsprechende Vorgaben wurden in Anlehnung an den Muster-Qualitätssicherungsplan des AKDKS in den Qualitätssicherungsplan der Baumaßnahme eingearbeitet:

Die Herstellung der Systemkomponenten wird im Wesentlichen durch eine visuelle Prüfung der Sensoren, Verbindungskabel, Stecker und Kabelklemmen bei der Anlieferung durchgeführt. Weiterhin erfolgt eine Prüfung des Verlegeplanes auf Ausführbarkeit in Abstimmung mit dem Bauablauf.

Die Installation der Systemkomponenten ist durch Einmessen der Lage der Elektroden unter und oberhalb der KDB zu prüfen. Weiterhin erfolgt eine Funktionsprüfung der Verbindungskabel durch Prüfung des Durchgangswiderstandes und eine Prüfung von Durchdringungen durch die Dichtung.

Bei der Inbetriebnahme der Systemkomponenten erfolgt eine abschnittsweise Nullmessung. Die Funktionsprüfung des Gesamtsystems erfolgt durch Installation von 3 Testlecks, die mit der vorgegebenen Ortungsgenauigkeit aufzufinden sind.

6 Sanierung der Sickerwasserpumpen-Schächte

6.1 Standortbedingungen

Auf Grund der Anlage der Deponie als Grubendeponie in einer ehemaligen Sandgrube ist eine Ableitung der Sickerwässer nicht in freiem Gefälle möglich. Das gesamte an der Basis anfallende Sickerwasser läuft über Sammlersysteme, die auf der Basisabdichtung installiert sind, zu 3 an den jeweiligen Tiefpunkten installierten Pumpenschächten und wird von dort zur Sickerwasserreinigungsanlage abgepumpt.

Bei einem Ausfall der Abpumpmöglichkeiten im Sickerwassereinstau an der Basis würde ein hydraulisches Gefälle in Richtung zum unten liegenden Karstgrundwasserleiter entstehen. Um ein Austreten von Schadstoffen ins Grundwasser sicher verhindern zu können, ist daher der langfristige Erhalt der Pumpenschächte zu gewährleisten. Da die Bausubstanz der bestehenden Pumpenschächte bereits Risse und Sinterbildungen aufwies, fiel die Entscheidung für eine komplette Erneuerung der Pumpenschächte im Rahmen der Baumaßnahme.

6.2 Ausführung der Sanierung

Die Tiefe der herzustellenden Schächte liegt zwischen ca. 14 und 20 m. Es wurde jeweils ein Arbeitsschacht mit einem Durchmesser von 5 m niedergebracht, indem der Müll in Abschnitten von jeweils ca. 2 bis 3 m mittels Bohrgreifer ausgehoben wurde.

Direkt nach dem Aushub erfolgte die abschnittsweise Sicherung des Schachtes mittels einer Spritzbetonschale, für die eine statische Berechnung erstellt wurde.



Abbildung 8 Aushub des Arbeitsschachtes mittels Bohrgreifer



Abbildung 9 Abschnittsweise Sicherung des Arbeitsschachtes mittels Spritzbeton

An der Basis wurde sowohl die vorhandene Sickerwasserleitung, als auch die Basisabdichtung mit oben liegender Entwässerungsschicht erwartungsgemäß angetroffen.

250 Innerhalb des Arbeitsschachtes erfolgte dann das Aufsetzen des neuen Schachtes aus Stahlbetonrohren mit einem Innendurchmesser von 1600 mm bei einer Wandstärke von 200 mm. Für diese Schächte wurde ein statischer Nachweis mit Prüfstatik durch die LGA Nürnberg erstellt. Die Stahlbetonteile sind mit einer Innen- und Außenverkleidung aus PE-HD mit einer Stärke von 4 mm versehen. Rohrdurchdringungen und die Stöße der einzelnen Schachtteile wurden ebenfalls mit PE-HD dicht verschweißt, so dass ein Betonangriff durch aggressives Sickerwasser verhindert wird. Der Pumpensumpf im Schachtunterteil an der Basis ist ebenfalls flächig mit PE-HD dicht ausgekleidet. Am Schachtunterteil erfolgte ein flexibler Anschluss an ankommenden Sickerwassersammler, um eine setzungsbedingte Beschädigung der Rohreinführung zu verhindern.

Nach Wiederherstellung der flächigen Entwässerungsschicht innerhalb des Arbeitsschachtes wurde der Zwischenraum zwischen dem neuen Stahlbetonschacht und der Spritzbetonschale des Arbeitsschachtes mit Gleisschotter verfüllt.



Abbildung 10 Fertiggestellter Pumpenschacht nach Verfüllung des Arbeitsraumes mit Gleisschotter

Bei der Herstellung der Schächte waren umfangreiche Arbeitsschutzmaßnahmen erforderlich. Dies bezieht sich sowohl auf die Absturzgefahren, als auch auf möglichen Andrang von Deponiegas und Sickerwasser.

7 Entwässerungsmaßnahmen

Im Zuge der Baumaßnahme wird in den Randbereichen der Deponie am unteren Ende der Ausgleichs- und Gasdrainschicht zusätzlich eine Sickerwasserdrainage PE-HD, da 200, SDR 17,6 2/3 gelocht mit konstantem Gefälle verlegt. Aufgabe dieser Randdraina-

ge ist es, die in der Ausgleichsschicht abfließenden, belasteten Wässer sicher abzuleiten. Dies ist insbesondere während der Bauphase von großer Bedeutung. Ein Wassereinstau kann unweigerlich zu Standsicherheitsproblemen im Böschungsbereich führen.

Die Drainage wird durch Kontrollschächte für die späteren Reinigungsarbeiten erschlossen. Diese Schächte sind mittels spezieller Anschweißkrägen dicht in das Oberflächenabdichtungssystem einzubinden.

8 Entgasungstechnik

Von den vor Beginn der Baumaßnahme innerhalb des Baufeldes bestehenden 41 Gasbrunnen werden 3 Gasbrunnen, die geringe Gasmengen und/oder -konzentrationen zeigten, nicht mehr neu angeschlossen. Das Zentralrohr der zu erhaltenden Gasbrunnen wird entsprechend der Höhenveränderung durch Profilierung und Aufbringen der Oberflächenabdichtung verlängert. Die Durchdringung durch das Oberflächenabdichtungssystem erfolgt mittels eines Durchdringungselementes aus PE-HD, an das die Kunststoffdichtungsbahn dicht angeschweißt wird. Alle neu anzuschließenden Gasbrunnen erhalten neue Gasbrunnenköpfe.

Der Anschluss der Gasfassungselemente erfolgte an dezentrale Gassammelstellen als Einzelanschluss mittels Rohrleitungen PE-HD, da 110, SDR 17,6 die frostfrei mit einem Mindestgefälle von 5 % in der Rekultivierungsschicht verlegt werden. Tiefpunkte im Leitungsverlauf sind unbedingt zu vermeiden.

Am südlichen Deponierand werden 3 Dezentrale Gassammelstellen installiert, die als Fertiggaragen mit innen liegendem Gassammelbalken aus elektrisch leitfähigem PE-HD mit den entsprechenden Regelungs- und Messeinrichtungen ausgeführt werden. Die Dezentralen Gassammelstellen werden über Gassaugleitungen einzeln an die bestehende Gasförderstation und die Verwertung durch einen Gasmotor angeschlossen.

9 Zusammenfassung

Die **UW** Umweltwirtschaft GmbH führt zur Zeit im Auftrag der Entsorgungsbetriebe der Stadt Ulm und mit Genehmigung des Regierungspräsidium Tübingen eine besonders umfangreiche und vielfältige Sicherungsmaßnahme auf der Deponie Ulm-Eggingen durch. Die Oberflächenabdichtung besteht aus einer dicken reduzierten mineralischen Dichtung, Kunststoffdichtungsbahn und einer flächigen Entwässerungsschicht aus geotextiler Drainmatte und mineralischer Drainschicht. Zur Vermeidung von unkontrollierten Setzungen wurde in einem Teilbereich eine dynamische Intensivverdichtung durchgeführt. Die Profilierung wird mit großen Mengen an belasteten Baurestmassen hergestellt. Ein Dichtungskontrollsystem ermöglicht eine langfristige Kontrolle des Gesamtsystems. Die Bauausführung erfolgt im Zeitraum der Jahre 2005 bis 2008.

10 Literatur

- [1] Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung DepV); 24.07.2002
- [2] Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen; Technische Regeln; Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) Nr. 20; 06.11.1997
- [3] Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit PAK-, MKW-, BTXE-, LHKW-, PCB-, PCDD/F- und Herbizid-haltiger Abfälle; UVM Baden – Württemberg; 12/2003
- [4] Zuordnung von Abfällen zu Abfallarten aus Spiegeleinträgen; Vorläufige Vollzugshinweise; UVM Baden-Württemberg; Reihe Abfall, Heft 69; 28.10.2002.
- [5] Verordnung über das europäische Abfallverzeichnis; BGBl I 2001, 3379; 12.12.2001
- [6] Verordnung über die Verwertung von Abfällen auf Deponien über Tage (Dep-VerwV); Bundesministerium für Umwelt; 25.07.2005
- [7] Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-AbfG); 27.11.1994
- [8] Gesamtfassung der zweiten allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Abfall); Teil 1; (GMBI. 1991 S. 139); 12.03.1991
- [9] Technische Anleitung zur Verwertung Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen (TASi); BAnz . 1993 Nr. 99a; 14.05.1993
- [10] Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen (Abfallablagerungsverordnung, AbfAbIV); BGBl. I S. 2820; 24.07.2002
- [11] Verordnung über Verwertungs- und Beseitigungsnachweise (Nachweisverordnung NachwV); BGBl. I S 3316; 15.08.2002

Anschrift des Verfassers

Dipl.-Ing. für Bauwesen Eckhard Haubrich

UW Umweltwirtschaft GmbH

Friolzheimer Str. 3

D-70499 Stuttgart

Telefon +49 711 9 89 78-198

Email eckhard.haubrich@uw-d.de

Website: www.umweltwirtschaft-uw.de

Praxistagung Deponie 2006 www.wasteconsult.de