

Alternative Abdichtungssysteme von Deponien unter Verwertung von Abfällen am praktischen Beispiel des Großversuches der Deponie „Grube Siegfried“

Hartmut Tauber

MUEG Mitteldeutsche Umwelt- und Entsorgung GmbH

Keywords

Deutsch	Englisch
– Altlast	dangerous waste from the past
– Deponie	disposal
– Oberflächenabdichtungssystem	surface-seal-system
– mineralische Abfälle	mineral waste
– hydraulische Modellierung	hydraulic model
– Wasserhaushaltsschicht	water balance layer
– Porenraum	pore space
– Evapotranspiration	evapotranspiration
– Vegetationsschicht	vegetation layer
– Großversuch	large-scale experiment

1 2005 - Die Deponiewirtschaft im Umbruch

Bereits mit Inkrafttreten der TASI war der neuralgische Punkt für die Ablagerung von Abfällen auf Deponien fixiert. Mit der Ablagerungsverordnung und Deponieverordnung wurde die Zielsetzung, ab dem 01.06.2005 nur noch vorbehandelte Abfälle zur Ablagerung zu bringen, weiter qualifiziert. Dabei wurden die Anforderungen für den Weiterbetrieb von Deponien, ausgehend vom technischen Standard des Umweltschutzes, deutlich hervorgehoben.

Demnach sind Deponien, die das erforderliche technische Niveau wie z. B. mit Abdichtungssystemen nicht erfüllen, stillzulegen.

Das vorzeitige Stilllegen von Deponien, die noch über hinreichende Ablagerungskapazitäten verfügen, stellt eine Herausforderung zur technischen und wirtschaftlichen Realisierung der Abschlussmaßnahmen dar.

Die Suche nach alternativen Systemen der Oberflächenabdichtung ist ein Resultat dieser Entwicklung.

2 Oberflächenabdichtung von Deponien

2.1 Rechtsgrundlagen

- TASi

Mit der TASi wurde im Jahr 1993 unter Ziffer 12.1 geregelt, dass bezüglich Hausmüll, hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen, Klärschlamm und anderen organischen Abfällen bis zum 01.06.2005 die Genehmigungsbehörde Ausnahmen von Zuordnungswerten gemäß Anhang B zulassen kann.

Zur Einhaltung der Zuordnungswerte ist eine Vorbehandlung der o. g. Abfälle erforderlich.

- Abfallablagereungsverordnung (AbfAbIV)

§ 3 Abs. 1 der AbfAbIV bestimmt, dass Siedlungsabfälle und Abfälle im Sinne von § 2 Abs. 2 AbfAbIV nur unter Einhaltung der Anforderungen an die Deponieklasse I und II abgelagert werden dürfen. Die Verordnung erklärt die technischen Anforderungen und Bedingungen zur Ablagerung von Abfällen gemäß Ziffer 10 der TASi für verbindlich.

- Deponieverordnung (Dep.V.)

Die Anforderungen zur Ablagerung von Abfällen der AbfAbIV wurden durch die Dep.V. ergänzt. Dies betrifft vor allem Regelungen zur Stilllegung und Nachsorge von Deponien. Das Niveau der Zuordnungswerte zu den Deponieklassen bleibt im Wesentlichen vergleichbar zur TASi. Der § 14 Abs. 6 lässt im Einzelfall Abweichungen von Abdichtungssystemen unter der Voraussetzung zu, wenn der Nachweis der Eignung der Maßnahme zur Vermeidung einer Beeinträchtigung des Wohles der Allgemeinheit erbracht wird. Dabei können sowohl Einzelelemente des Regelsystems ersetzt sowie alternative Systeme angewendet werden.

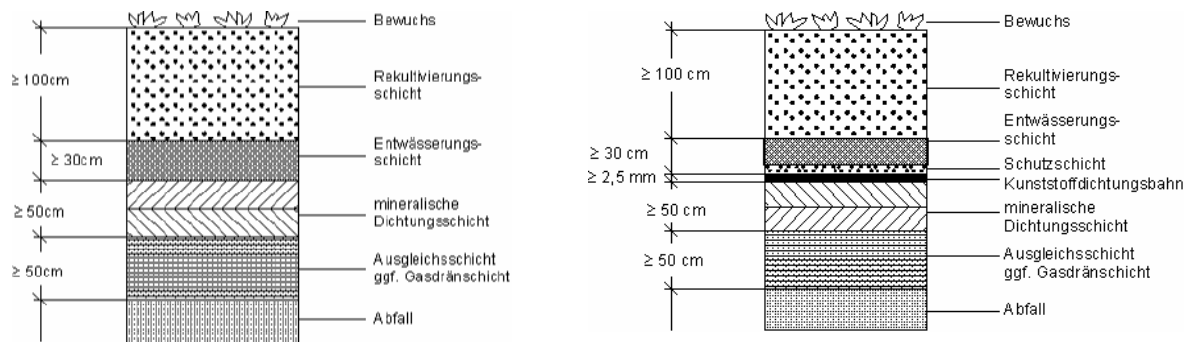
2.2 Regelsysteme

Die Regelsysteme zur Oberflächenabdichtung von Deponien sind mit Ziffer 10.4.1.4 vorgegeben. Sie bestehen entsprechend des Deponieinventars und dennoch der jeweiligen Deponieklasse aus Schichten mit folgenden grundsätzlichen Anforderungen.

- Ausgleichsschicht und Gasdrainschicht – Egalisierung von Restsetzungen des Deponiekörpers und Ableitung von Restdeponiegas
- Dichtschichten mit entsprechenden Schutzschichten – Abdichten der Deponie in mehreren Lagen mit dem Ziel, das Eindringen von Wasser in die Deponie zu unterbinden
- Drainageschicht – Ableitung von Wasser der Niederschlagsversickerung oberhalb der Dichtschichten
- Rekultivierungsschichten – Gewährleistung der Begrünung und Pflanzenwachstum

Für die Deponieklassen I und II ist der Regelaufbau der Oberflächenabdichtung wie folgt vorgegeben:

TA Siedlungsabfall



a) Deponieklasse I

b) Deponieklasse II

Abbildung 1: Deponieoberflächenabdichtungssysteme

2.3 Alternative Systeme

Die Grundlage für Ausnahmen im Einzelfall zu den technischen Systemen, hier insbesondere des Oberflächenabdichtungssystems, bilden die Ziffer 2.4 der TA Siedlungsabfall bzw. § 14 Abs. 6 der Deponieverordnung.

- Deponieverordnung

§ 14 Abs. 4 Dep.V.

„Für die Stilllegung und Nachsorge einer Deponie oder die Stilllegungsphase eines Deponieabschnittes, die sich am 1. März 2001 in der Ablagerungsphase befanden und auf der Abfälle nach § 6 Abs. 2 in Verbindung mit Abs. 4 der Abfallablagerungsverordnung abgelagert werden oder einer am 1. August 2002 in der Ablagerungsphase befindlichen Deponie für Inertabfälle, spezifische Massenabfälle oder für besonders überwachungsbedürftige Abfälle gelten die Anforderungen nach den §§ 12 und 13 sowie nach Nummer 11.2.1 Buchstabe h der TA Siedlungsabfall entsprechend. Anhang 1 Nr. 2 ist zu beachten.“

§ 14 Abs. 6 Dep.V.

„Die zuständige Behörde kann Ausnahmen von den Anforderungen nach Absatz 4 zulassen, wenn der Deponiebetreiber im Einzelfall den Nachweis erbringt, dass durch andere geeignete Maßnahmen das Wohl der Allgemeinheit, gemessen an den mit den Anforderungen dieser Verordnung und denen der Abfallablagerungsverordnung zu erreichenden Zielen eines dauerhaften Schutzes der Umwelt, insbesondere des Grundwassers, nicht beeinträchtigt wird. Voraussetzung hierfür ist, dass bei solchen Deponien die Ablagerungsphase vor dem 15. Juli 2005 beendet wird.“

Die Möglichkeit der Inanspruchnahme dieser Ausnahmeregelungen setzt voraus, dass ausgehend von einer umfassenden Standortbewertung die Gleichwertigkeit bzw. die Wirksamkeit der alternativen Oberflächenabdichtungssysteme nachgewiesen ist.

Die folgende Zusammenstellung zeigt eine Auswahl von Dichtungselementen, die in alternativen Dichtungssystemen in der Praxis bereits Anwendung finden:

- mineralische Dichtung
- Kunststoffdichtungsbahn
- Bentonitmatten
- Trisoplast (polymervergütete Sand-Bentonit-Dichtung)
- DYWIDAG-Gemisch (bentonitvergütetes Mineralgemisch)
- Kapilarsperre
- Asphaltdichtungen

In Verbindung mit der Ausgleichsschicht, der Entwässerungsschicht sowie der Rekultivierungsschicht finden diese Dichtungselemente Anwendung in alternativen Oberflächenabdichtungssystemen.

Praktische Beispiele hierfür sind:

Beispiel 1: Kombination aus Bentonitmatten, Kunststoffdichtungsbahn und Drainagematten

Beispiel 2: Kombination Kunststoffdichtungsbahn mit Trisoplast

Beispiel 3: Kombination Kapilarsperre (Kapilarschicht und Kapilarblock) mit Kunststoffdichtungsbahn

Beispiel 4: Wasserhaushaltsschicht mit unterschiedlichen Dichtungselementen

MUEG hat für die Deponie „Grube Siegfried“ ein alternatives System entwickelt, das die Elemente des Schichtsystems durch verfügbare Abfälle am Standort der Deponie nutzt.

3 Deponie „Grube Siegfried“

3.1 Lage und historischer Abriss

Die Deponie „Grube Siegfried“ befindet sich in einem Tagebaurestloch des Braunkohlenbergbaus am Rande der Ortschaft Trebnitz, Landkreis Weißenfels, Sachsen-Anhalt.



Land: Sachsen-Anhalt

Landkreis: Weißenfels

Ortslage: Trebnitz

Entfernung zur OL Deuben: 0,6 km

Entfernung zur OL Trebnitz < 50

Größe: Restlochinnenbereich: ca. 37,2 ha

Deponiebereich: ca. 12,6 ha

Historie:

Ende 1918 Aufschlussarbeiten Tgb. „Grube Siegfried“

1922 – 1934 Kohleförderung

1936 Beginn der Nutzung TRL als Klär- und Absetzbecken (Kohletrübe und Kraftwerkaschen)

1945 – 1952 Einleitung von Schwelwässern

1989 Beendigung der Einspülung (Südteil TRL)

1980 Beginn Betrieb einer geordneten Schutt- und Erdstoffverkipfung (Sicherungskippe)

1989 – 1999 Betrieb einer geordneten Haus- und Gewerbemülldeponie

30.09.1999 Einstellung des Deponiebetriebes

02.04.2002 Beginn Deponiesanierung

Abbildung 2: Territoriale Einordnung Standort Deponie „Grube Siegfried“

3.2 Problemstellung

Der Standort der Deponie befindet sich in einem Ballungsraum der Braunkohlenveredlung. Deshalb wurden im Restloch in der Vergangenheit Kohlentrübe, Aschen und Schwelereiabprodukte eingespült. Im Umfeld wurden Schwelwässer im Untergrund verpresst.

Auf den nicht tragfähigen Einspülmassen, die eine Altlast darstellen, wurde die Deponie errichtet, zuerst mit Bauschutt, später mit Abfällen gemäß DK II.

Im Nachbarbereich – Südteil – werden bei gleichen Untergrundverhältnissen mineralische Reststoffe nach Bodenschutzrecht eingebaut. Das Tagebaurestloch ist mit einem V.u.E.-Plan überplant und soll mit der Folgenutzung zur Naherholung gestaltet werden.

Für die Endgestaltung der Deponie – Nordteil – sind unter abfallrechtlichen Prämissen solche Maßnahmen vorgesehen, die eine Entlassung der Deponie aus der Nachsorge zum gegebenen Zeitpunkt gestatten und die Endgestaltung des Tagebaurestloches insgesamt für die geplante Naherholung ermöglichen. Dazu ist ein dauerhaft wirksames Abdeck-/Abdichtungssystem für die Deponie erforderlich.

Unter Beachtung der Standortbedingungen wurde eine Wasserhaushaltsschicht als zielführend angesehen.

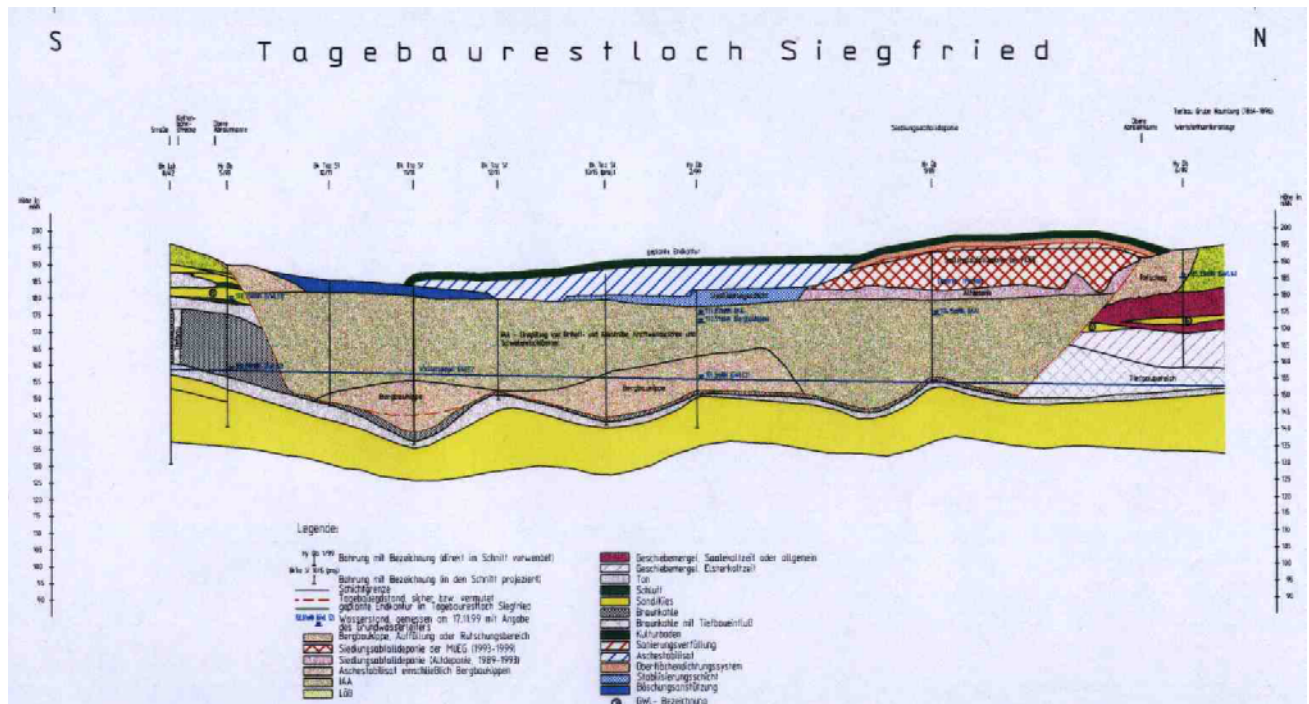


Abbildung 3: Situation Deponie „Grube Siegfried“

3.3 Standortbedingungen und Prämissen

Mit den rechtlichen Rahmenbedingungen zum Einsatz alternativer Oberflächenabdichtungen wird grundsätzlich auf die Einzelfalllösung in Abhängigkeit der Standortbedingungen verwiesen.

Im Bereich des Tagebaurestloches mit der Deponie „Grube Siegfried“ sind folgende wesentliche Standortbedingungen und Prämissen relevant:

- meteorologisch herrscht ein ruhiges und weit gehend trockenes Festlandklima im Regenschatten des Harzes. Der Jahresniederschlag beträgt ca. 600 mm.
- Die 2 dominierenden Grundwasserleiter sind mit der Auskohlung im Tagebau angeschnitten und durch das verfüllte Restloch unterbrochen und gestört. Ein horizontales Durchströmen der Altlast bzw. Deponie ist nicht feststellbar.
- Die Grundwasserneubildung durch Niederschlagsversickerung ist auf Grund o. g. Bedingungen gering.
- Die Aufstandsfläche der Deponie sowie Einbaubereiche im Südteil sind durch geringe Tragfähigkeit der Einspülmassen geprägt. Auflastbedingte Spannungsveränderungen führen zur Stabilisierung des Einbaukörpers, haben aber verstärkte Setzungen zur Folge.
- Die Infiltration von Sickerwasser über die Deponie in den Altlastkörper ist gemäß Gefährdungsabschätzung weitgehendst und dauerhaft auszuschließen.
- In den Randbereichen des Restloches ist bei der Durchführung der Arbeiten die direkte Nähe der Ortslage Trebnitz zu beachten. Ansonsten befinden sich landwirtschaftliche und Industrieflächen im unmittelbaren Einflussbereich.
- Den Forderungen der Kommune im Rahmen des V.u.E.-Planes zur landschaftlichen Endgestaltung mit Waldgebieten ist Rechnung zu tragen.
- Für die Endgestaltung der Deponie stehen am Standort mineralische Abfälle als Einbaumaterial mit unterschiedlichen Eigenschaften zur Verfügung. Das sind insbesondere
 - Filteraschen
 - Grobaschen
 - Bauschutte
 - Böden und Komposte.

} aus der Verbrennung mitteldeutscher Braunkohle

Diese Materialien waren Grundlage für die Ermittlung eines alternativen Oberflächenabdichtungssystems.

3.4 Wasserhaushaltsschicht als Oberflächenabdichtung

Mit dem System der Wasserhaushaltsschicht am Standort Deponie „Grube Siegfried“ sind insbesondere folgende Funktionen zu erfüllen:

1. Aufbau einer Teilschicht, die in der Lage ist, auftretendes Restsickerwasser am Eindringen in die unterlagernde Altlast zu hindern.
2. Aufbau einer Teilschicht mit einem Porenraum und Speichervermögen, um auftretendes Wasser für die Wurzeln der Pflanzen verfügbar zu halten.
3. Aufbau einer Teilschicht mit hohem Nährstoffpotenzial und Wasserspeichervermögen, um auftretendes Niederschlagswasser direkt pflanzenverfügbar zu halten. Sicherung günstiger Wachstumsbedingungen für Pflanzen.

Mit diesem System kann gemäß Wasserhaushaltsberechnung nach Help-Modell eine langfristige Dichtewirkung von $> 96\%$ erreicht werden. Dabei ist die Vegetationsschicht mit dem Pflanzenbestand selbst die entscheidende Komponente. Beste Erfolge werden bei einer geschlossenen Waldfläche prognostiziert.

Im Rahmen des Großversuches soll in einer Zeit von mindestens 2 Jahren die Wirksamkeit dieser Wasserhaushaltsschicht nachgewiesen werden.

4 Großversuch Oberflächenabdichtung

4.1 Zielstellung

Am Standort der Deponie „Grube Siegfried“ soll unter Ausnutzung der Standortbedingungen ein Großversuch durchgeführt werden, der mit dem Nachweis der Prognosewerte die Eignung des geplanten Systems die Oberflächenabdichtung belegen soll. Dazu werden neben dem originalgetreuen Aufbau des Schichtsystems umfangreiche Messsonden eingebaut, die in den einzelnen Schichten die eintretenden Verhältnisse ermitteln sollen.

Durch frühzeitiges Einbeziehen der Genehmigungsbehörde und etappenweise Auswertung der Versuchsergebnisse soll der Versuch den avisierten Eignungsnachweis als Grundlage für die Genehmigung des alternativen Systems erbringen.

4.2 Vorbereitung des Großversuches

Ausgehend von den Standortbedingungen „Grube Siegfried“ erfolgte eine Auswertung der aktuellen Entwicklung zu Wasserhaushaltsschichten.

Die am Standort verfügbaren Abfälle zur Herstellung des geplanten Systems wurden bezüglich ihrer bodenphysikalischen, chemischen und wassertechnischen Eigenschaften untersucht und getestet.

Mit dem Primat der k_f -Werte und des Wasserspeichervermögens wurden Schichten ermittelt, die wiederum laborativ untersucht wurden.

Nach Ermittlung des etwaigen Schichtsystems erfolgte eine Wasserhaushaltsberechnung auf der Grundlage des Help-Modelles, wobei eine iterative Variation der Schichten erfolgte. Die Endwerte der hydraulischen Modellierung wurden mit den technischen Daten des Schichtsystems abgeglichen und der endgültige Aufbau des Systems bestätigt.

Die Ergebnisse der Voruntersuchungen wurden in einem Untersuchungsprogramm zusammengestellt und der Genehmigungsbehörde zur Bestätigung übergeben.

In diesem Untersuchungsprogramm waren auch alle zu messenden Daten und entsprechende Technik ausgewiesen.

Mit Bestätigung des Versuchsprogrammes wurde ab September 2003 mit der Errichtung des Versuchsfeldes begonnen.

4.3 Aufbau des Versuchsfeldes

Die grundsätzlichen Anforderungen gemäß Ziffer 3.4 wurden bei der Gestaltung des Versuchsfeldes „Grube Siegfried“ wie folgt umgesetzt:

Auf einer geneigten Fläche (5 %) wurde auf einer Gesamtfläche von rund 1.400 m² ein in 2 Teilabschnitte unterteiltes Versuchsfeld errichtet.

Während unter einer der gleichgroßen Teilflächen mit einer etwaigen Oberfläche von 200 m² PE-HD-Dichtungsbahnen und ein Ableitungssystem errichtet wurde, liegt das 2. Teilfeld direkt auf dem Deponiekörper auf.

Beide Teilflächen wurden mit einer 0,50 m mächtigen Ausgleichsschicht aus Grobasche mit k_f -Wert = 10^{-4} m/s überzogen.

Die darüber liegende Schicht (Unterboden 2) wurde mit 0,75 m Mächtigkeit aufgebaut. Sie stellt die eigentliche Dichtschicht mit $k_f \leq 10^{-9}$ m/s, bestehend aus einem Gemisch von Filter- und Grobasche dar. Neben der dichtenden Wirkung ist diese Schicht in der Lage, evtl. auftretendes Wasser chemisch umzusetzen.

Darüber folgt der Unterboden 1 mit $k_f \leq 10^{-6}$ m/s und einer Mächtigkeit von 1 m. Er verfügt als Gemisch aus Grobasche, REA-Gips und Bauschutt über ein gutes Porenspeichervermögen. Die Bäume der Vegetationsschicht können mit den Wurzeln aus dieser Schicht Wasser über Saugspannung entnehmen (Evapotranspiration).

Der Oberboden mit 0,50 m Mächtigkeit und die darauf aufgebrachte Vegetation stellt den Abschluss des Systems dar. Der Oberboden verfügt über einen k_f -Wert von 10^{-5} m/s und besteht aus einem Gemisch von Grobasche, Boden und Kompost.

Der Gesamtkomplex hat somit eine Schichtmächtigkeit von 2,75 m, einschließlich Ausgleichsschicht.

In allen Schichten sind FDR-Sonden und Tensiometer zur Messung der Bodenfeuchte und Temperatur eingebaut.

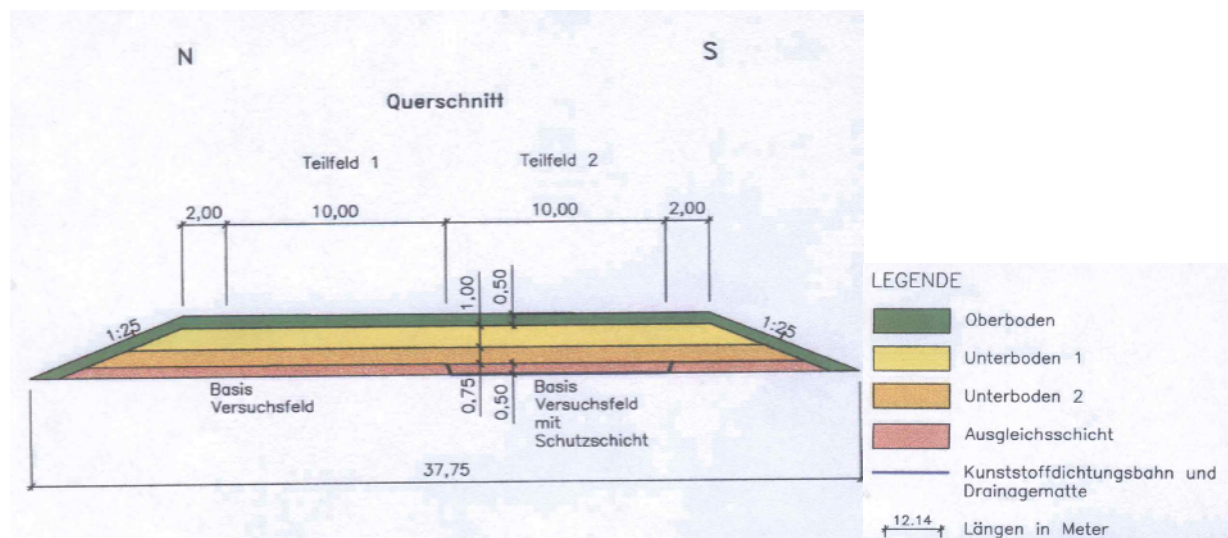


Abbildung 4: Schematischer Aufbau - Versuchsfeld

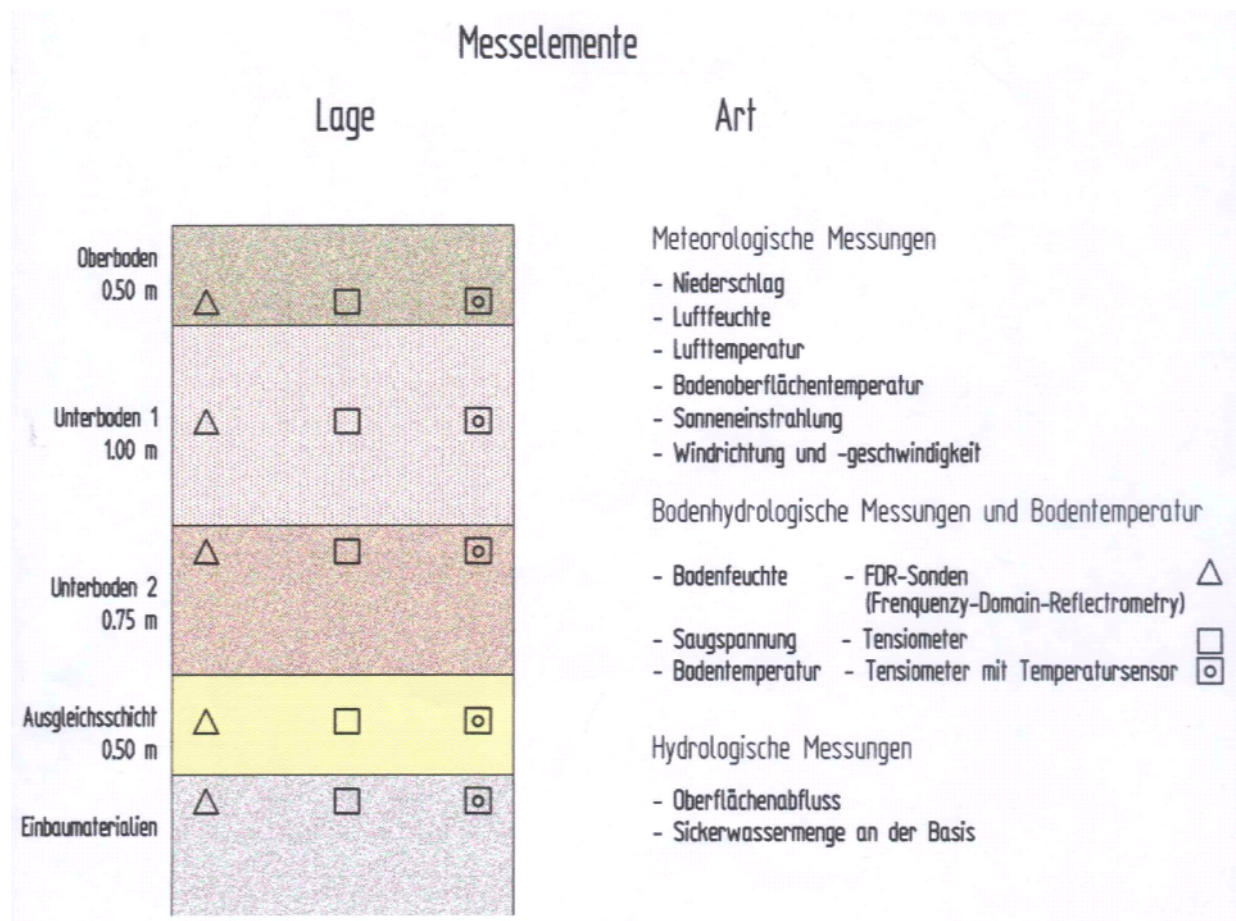


Abbildung 5: Messelemente

Diese Daten einschließlich der relevanten meteorologischen Daten sowie ober- und unterirdische Wasserabflüsse werden über Datenlogger erfasst und mit Fernübertragung zur direkten Auswertung weitergeleitet.

Das Versuchsfeld war im November 2003 fertiggestellt. Die Versuchsdurchführung wurde am 15.11.2003 aufgenommen.

Zur Betreuung und Auswertung wurden Gutachter gebunden, die im März, Juni und September 2004 erste Untersuchungsergebnisse vorgelegt haben.

Die Versuchsdauer beträgt mindestens 2 Jahre.

4.4 Messungen und Messergebnisse

Mit Beginn des Großversuches am 15.11.2003 erfolgt eine fortlaufende Messung an allen Messelementen sowie die Registrierung der Daten. Die Messungen wurden mit folgenden Grundorientierungen durchgeführt:

- Ermittlung der meteorologischen Bedingungen insbesondere in Bezug auf Niederschlag und Verdunstung

- Ermittlung des flächenbezogenen Oberflächenabflusses von Niederschlagswasser
- Ermittlung der Niederschlagsversickerung und deren vertikalen Verlauf
- Messung der an der Basis ankommenden Sickerwässer

Mit diesen Messwerten kann mit Hilfe des hydraulischen Berechnungsmodells die Wirksamkeit des Oberflächenabdichtungssystems nachgewiesen werden.

Die zusammenfassende Auswertung der Messwerte erfolgt quartalsweise. Die ersten Untersuchungsberichte mit Stand 31.03.2004 sowie 30.06.2004 liegen vor. Aus den bisherigen Messungen resultieren folgende Zwischenergebnisse bzw. –erkenntnisse:

- Der Einfluss der Niederschlagsversickerung ist gegenwärtig nur in der oberen Schicht nachweisbar (ca. 30 cm).
- 54 % der Niederschläge sind oberflächennah abgeflossen ohne zu versickern.
- Die Beziehung der meteorologischen Ereignisse zur Versickerung konnte nachgewiesen werden.
- Die direkte Beziehung zwischen Bodenfeuchte und Saugspannung war messtechnisch erkennbar.
- Die bisherigen Messergebnisse sind im Einklang mit den Prognosewerten der Modellierung und plausibel.
- Eine Durchsickerung des Systems kann gegenwärtig ausgeschlossen werden.
- Es liegen keine Erkenntnisse vor, die das System der alternativen Oberflächenabdichtung in Frage stellen.

5 Zusammenfassung

Für die Deponie „Grube Siegfried“ am Standort eines Tagebaurestloches mit unterlagernder Altlast soll eine effektive und wirksame Lösung zur Endgestaltung der Deponie gefunden werden. Unter Ausnutzung der rechtlichen Rahmenbedingungen und Standortverhältnisse ist die Errichtung einer Wasserhaushaltsschicht als Oberflächenabdichtung vorgesehen. Die Wirksamkeit dieses alternativen Systems soll an Hand eines Großversuches nachgewiesen werden.

Das 2,25 m mächtige System der Oberflächenabdichtung wurde im Versuchsfeld in 3 Schichtkomplexen zzgl. der Ausgleichsschicht unter Nutzung der am Standort verfügbaren geeigneten Abfälle errichtet und mit entsprechender Messtechnik versehen. Seit November 2003 wird die Wirksamkeit der Oberflächenabdichtung messtechnisch über-

wacht und ausgewertet. Nach nahezu einem Jahr ist einzuschätzen, dass die Prognosewerte der hydraulischen Modellierung bisher grundsätzlich bestätigt wurden.

Die Bestätigung der Wirksamkeit dieses alternativen Systems wird mit voraussichtlichem Abschluss des Versuches im November 2005 erwartet.

Anschrift des Verfassers

Dipl.-Ing. Hartmut Tauber

MUEG

Mitteldeutsche Umwelt- und Entsorgung GmbH

Geiseltalstraße 1

D-6242 Braunsbedra

Telefon: (03 46 33) 41-141

Fax: (03 46 33) 41-263