

Langzeit-Versuchsfelder für Oberflächenabdeckungen Aufbau, aktuelle Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Peter Grubert, Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. M.Sc.

GGU – Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH, Magdeburg

1 Vorbemerkungen

Oberflächenabdeckungs-Systeme für Deponien sind nicht zuletzt seit der in Kraft getretenen Verordnung für Deponien und Langzeitlager (DepV) Gegenstand der deponiebautechnischen Diskussion. Derartige Systeme stellen den oberen Abschluss von Ablagerungen und Deponien gegenüber der Umwelt dar. Damit ist die Zielstellung dieser Systeme zwar weitgehend definiert, dennoch besteht teilweise keine Klarheit hinsichtlich des Aufbaus und der Funktion einzelner Systemkomponenten. Dies gilt insbesondere dann, wenn Abdeckungssysteme als Alternative zum in den entsprechenden Deponievorschriften geforderten „Regelsystem“ eingesetzt werden.

Es ist vor dem Hintergrund ökonomischer Aspekte aber auch vor dem Hintergrund des Kreislaufwirtschaftsgedankens immer sinnvoll, alternative, dem sich ändernden Stand der Technik angepasste Lösungen, zu finden. Gerade für den Ingenieur sollte es ein Ziel sein, die Deponieabdeckung als „Bauwerk“ (siehe: [STIEF]) zu verstehen, für die es neben dem „behördlich“ vorgegebenen Aufbau immer alternative und dennoch der Zielvorgabe eines ausreichenden Schutzes von Boden und Grundwasser (aus: [DEPV]) entsprechende Systeme gibt.

So existieren derzeit eine Vielzahl von unterschiedlichen Systemen, bei denen Einzelkomponenten des Abdeckungssystems durch Kunststoffkomponenten, mineralische Komponenten und Modifikationen von mineralischen Komponenten eingesetzt werden. Gleichzeitig herrscht hinsichtlich der Eignung derartiger alternativer Komponenten Unsicherheit. Das beginnt schon damit, dass für die Eignung als Maßstab für die Erfüllung funktionsgebundener Anforderungen keine klaren Anforderungen bestehen und stattdessen die Gleichwertigkeit zum Regelaufbau gefordert wird. Hinzu kommt erschwerend, dass Anforderungen an die Langzeitbeständigkeit einzelner Systemkomponenten oder des gesamten Abdeckungssystems zwar gestellt werden, jedoch nur schwer nachweisbar sind.

Hier helfen Erfahrungen aus Langzeit-Versuchsfeldern.

Durch die GGU wurden in der Vergangenheit zahlreiche Versuchsfelder betreut. Exemplarisch werden zwei Versuchsfelder vorgestellt, Ergebnisse beschrieben und Schlussfolgerungen gezogen.

2 Abdeckungssysteme

2.1 Aufbau

Oberflächenabdeckungssysteme bestehen in der Regel aus mehreren Komponenten, denen verschiedene Funktionen zugewiesen werden. Der Aufbau eines „Regelsystems“ besteht aus mineralischen Elementen und Kunststoffen. Ein wesentlicher Bestandteil dieser Systeme sind die Abdichtungsschichten, mit denen die Hauptaufgabe, die hydraulische und umwelttechnische Trennung von Deponiekörper und Umwelt erreicht wird. Bei Oberflächenabdeckungen bedeutet dies beispielsweise, dass die Infiltration von Niederschlagswasser und Emission von Deponiegas unterbunden werden soll. Weitere Komponenten mit entsprechend zugeordneten Funktionen sind Wasserhaushaltsschichten, Dränschichten, Schutzschichten, Gasdränschichten, Ausgleichsschichten und Profilierungsschichten.

Die Funktion des Oberflächenabdeckungssystems lässt sich grundsätzlich nie isoliert auf Einzelfunktionen der Systemkomponenten trennen. Vielmehr sind gegenseitige Beeinflussungen zu beachten. Die Beurteilung dieser Wirkungsweisen und Beeinflussungen lassen sich insbesondere vor dem Hintergrund der Eignung und des Langzeit-Verhaltens häufig nur schwer erfassen. Dies gelingt dann nur durch entsprechend gleichwertigen Aufbau in Versuchsfeldern.

Im folgenden wird insbesondere auf die Systemkomponenten

- Rekultivierungsschicht /
Wasserhaushaltsschicht → Wasserspeicherung
- Dränageschicht → Ableitung von Sickerwasser
- Mineralische
Dichtungsschicht → Abdichtung gegen Eindringen von
Wasser

eingegangen.

2.2 Rekultivierungs- / Wasserhaushaltsschichten

Die Rekultivierungsschicht stellt den oberen Abschluß des Abdeckungssystems dar, der der Witterung unmittelbar ausgesetzt ist und die für die Funktion wesentliche Vegetation aufnimmt. Die Wasserhaushaltsschicht in der Oberflächenabdeckung erfüllt dabei die Funktion der Schaffung eines erforderlichen Wasserhaushaltes. Hierbei wird durch Speicherung des Wassers die Evapotranspiration sichergestellt. Bei Überlastung dieser Schicht findet eine Dränspende statt, die sodann über die unterhalb angeordnete Dränschicht druckfrei abgeleitet werden muss.

Des Weiteren erfüllt die Rekultivierungsschicht mehrere Schutzfunktionen wie z.B. Schutz vor Erosion und Frostschutz.

Um diese Aufgaben erfüllen zu können, werden verschiedene Anforderungen an die Rekultivierungsschicht gestellt. Einige wesentliche Eigenschaften sind:

- Ausreichende Mächtigkeit
- Ausreichendes Wasser-Speichervermögen
- Langfristig muss sichergestellt sein, dass diese Eigenschaften erhalten bleiben und nicht durch Beanspruchungen aus
- Durchwurzelung
- Erosion
- Rutschungen

beeinträchtigt werden. Gerade die Beanspruchungen aus Rutschungen sind jedoch nicht auf Eigenschaften dieser Schicht sondern infolge gegenseitiger Beeinflussung hauptsächlich auf die Eigenschaft der Dränschicht zurückzuführen, die als Auflager dient und den Abbau von schädlichen Porenwasserdrücken sicherstellt. Die für die Dränageschicht zugrunde zulegenden Dränspenden sind jedoch durch die bodenmechanischen / bodenkundlichen Eigenschaften der Wasserhaushaltsschicht einerseits aber insbesondere auch durch Vegetation und Klima bestimmt. Zwar existieren dazu verschiedene Simulationsmodelle, sinnvolle Überprüfungen gelingen jedoch nur über Langzeit-Versuchsfelder.

2.3 Dränschichten

Um das als Dränspende durch die Rekultivierungsschicht anfallende Sickerwasser abzuleiten, ist in einem Oberflächenabdichtungssystem eine Entwässerungsschicht angeordnet. Sie besteht aus einer flächig angeordneten Dränschicht. Im Regelaufbau besteht diese Schicht als mineralisch Dränschicht aus 30 cm Kies mit hoher Wasserdurchlässigkeit.

Folgende Haupt-Anforderungen werden an diese Komponente gestellt:

- Druckfreier Abfluss von anfallendem Sickerwasser
- Filterstabilität gegenüber der Rekultivierungsschicht
- Ausreichende Scher- und Verbundfestigkeit

Die Langzeit-Beständigkeit dieser mineralischen Dränschichten gilt bei entsprechenden mineralogischen Voraussetzungen als erwiesen. Derartige Dränschichten weisen jedoch folgende Nachteile auf:

- Bautechnisch nur in größeren Mächtigkeiten aufzubringen
- Kosten und Verbrauch natürlicher Ressourcen
- Filterbeständigkeit erfordert meist Trennvliese
- Schutzanforderungen der Dichtungsschicht erfordern meist Schutzlagen
- Schutzlagen weisen einen geringen Scherverbund auf und stellen eine Schwächezone dar

2.4 Alternative Dränschichten

Kosten und bautechnische Erwägungen sowie die oben erwähnten Nachteile mineralischer Dränschichten führen dazu, dass alternativ zum Regelaufbau geotextile Dränkomponenten bevorzugt werden. So gelingen auch Nachweise hinsichtlich der Hauptanforderungen. Den Vorteilen geotextiler Dränschichten stehen jedoch gegenüber die

- Unsicherheit hinsichtlich der Langzeit-Wirksamkeit und -beständigkeit
- Druck- und Scherbeständigkeit der Kunststoffe
- Druckfreier Abfluss anfallenden Sickerwassers

Die Überprüfung der entsprechenden Eigenschaften gelingt nur über Langzeit-Versuchsfelder.

2.5 Abdichtungsschichten

Die Abdichtungsschicht im „Regelsystem“ der Oberflächenabdeckung besteht neben den Kunststoffkomponenten aus einer mineralischen Komponente, die mit fein- und gemischtkörnigen Böden mit detailliert beschriebenen Qualitäts-Eigenschaften hergestellt wird. Der Abdichtungsschicht kommt in diesem System die Aufgabe der konvektiven und diffusiven Trennung von Deponiekörper und Wasser in der Dränschicht zu. Diese Schicht damit u.a. Anforderungen an die

- Durchlässigkeit (Dichtheit)
- Schadstoffrückhaltevermögen
- Verdichtung
- Kornzusammensetzung
- Mächtigkeit

erfüllen.

Die Anforderungen sind unabhängig vom Aufbau und den Eigenschaften der restlichen Komponenten des Abdeckungssystems formuliert.

2.6 Alternative Abdichtungssysteme

Alternative Abdichtungssysteme sind dadurch gekennzeichnet, dass die Abdichtungsschicht nicht aus einem fein- oder gemischtkörnigen Boden gemäß Regelaufbau mit definierten Qualitätseigenschaften besteht. Es werden einzelne Modifikationen von Einzelkomponenten oder durch deren Kombination u.a. wie folgt vorgenommen:

- Verwendung von gemischtkörnigen Böden
- Verwendung von grobkörnigen Böden
- Verwendung von Reststoffen
- Zugabe von Additiven
- Reduktion der Mächtigkeit
- Vereinfachung des Einbauverfahrens

Eine Systematisierung ist in [MELCHIOR] dargestellt. Das Ziel bei diesen Verfahren ist im Wesentlichen, die Eigenschaften durch die Zugabe und Kombination mit anderen Komponenten gezielt zu verbessern. Man kann dies auch als Vergütung oder Konditionierung bezeichnen. Durch die gezielte Verbesserung der Eigenschaften ist eine Reduktion der Mächtigkeiten oder der Einsatz günstiger Reststoffe möglich. Auch ist die Kombination konkurrierender Anforderungen (z. B. hohe Scherfestigkeit und geringe Wasserdurchlässigkeit) möglich. Beispiele dafür sind u.a. Chemoton, Bentokies oder Trisoplast®.

Daneben sind ebenso alternative Abdeckungssysteme bekannt, bei der einzelne Komponenten eine Kombination von Aufgaben (z.B. Kapillardichtung) oder modifizierte (abgeschwächte) Anforderungen (z.B. Erdstoffdichtung mit begrenzt zugelassener Durchsickerung) erfüllen müssen.

3 Beurteilung der Eignung

Die Anforderungen an Bauwerke und Bauteile leiten sich im Allgemeinen aus der dem Bauwerk bzw. Bauteil zugewiesenen Zielsetzung / Aufgabe ab. Bei Oberflächenabdeckungen sind die Schutzziele in den Richtlinien relativ allgemein gefasst. So fordert die [DEPV] beispielsweise einen dauerhaften Schutz von Boden und Grundwasser (§3). Wie in [WITT] dargestellt, erfolgt in den Richtlinien jedoch keine weitere Konkretisierung oder physikalische Dimensionierung der Schutzziele, sondern eine davon unabhängige Festlegung von Systemaufbau, der Komponenten und deren Qualitätsanforderungen (z.b. [TA ABFALL], [TA SIEDLUNGSABFALL]).

Damit ist eine vom Schutzziel abgeleitete Bemessung und Dimensionierung von alternativen Komponenten schwer möglich. Hilfsweise muss daher eine Gleichwertigkeit zu den Qualitätsanforderungen des Regelsystems als Maßstab zugrundegelegt werden. Sofern es sich um Bauprodukte handelt, werden projektunabhängige bauaufsichtliche Zulassungen erteilt. Dies gilt beispielsweise für Kunststoffkomponenten. Auch für mineralische Komponenten sowie damit hergestellten alternativen Abdichtungen wurden bis 1998 allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen durch das DiBt erteilt, wodurch in der Regel projektunabhängig die Eignung und Gleichwertigkeit nachgewiesen war. Diese Praxis wird nicht mehr fortgeführt, so dass einerseits bestehende Zulassungen auslaufen und andererseits Eignungsnachweise für neue Produkte nicht mehr durch eine „zentrale“ Stelle geführt werden.

Die [DEPV] als nationale Umsetzung des EU-Rechts lässt ausdrücklich Alternativen zum Regelaufbau zu. Damit besteht nun die Notwendigkeit, projektbezogen die Eignung von alternativen Systemen nachzuweisen, wenn keine „Zulassung“ vorliegt. Dies ist insbesondere bei der Entwicklung neuer Komponenten zwingend erforderlich.

Der Nachweis der Eignung von Abdeckungssystemen erfolgt in der Regel durch Beurteilung der Einzelkomponenten. Bei alternativen Abdichtungsschichten orientiert man sich an den Anforderungen an das Regelabdichtungssystem. Diese Gleichwertigkeitsnachweise sind insbesondere im Hinblick auf die Formulierung der Gleichwertigkeitsmerkmale unklar und in den Richtlinien nicht enthalten. Hier wurden daher mit [DIBT], [LAGA], [GDA] Empfehlungen zur Führung der Gleichwertigkeitsnachweise entwickelt (siehe: [BRÄCKER]). Diese können zugrunde gelegt werden.

Es ist jedoch auch erforderlich zu klären, inwieweit der Nachweis der Eignung von komplexen alternativen Abdeckungssystemen sinnvoller durch eine am eigentlichen Schutzziel ausgerichtete Bemessung und Dimensionierung erfolgen sollte. Dies kann alternativ zum Gleichwertigkeitsnachweis als Funktionsnachweis bezeichnet werden. Wie [RAMKE] zeigt, kann dies beispielsweise durch projektbezogene und standortbezogene Emissions-, Stofftransport- und Wasserhaushaltsberechnungen unter Berücksichtigung des Gesamtsystems der Abdeckung sowie Laboruntersuchungen im kleinen Maßstab erfolgen. So werden bereits heute Erdstoffdichtungen im Hinblick auf langfristig zulässige Durchsickerungen bemessen. Hierdurch ergeben sich teilweise drastisch von den Qualitätsanforderungen abweichende Eigenschaften, die sich aus teilweise projektbezogenen Schutzzielformulierungen ergeben. Diese Herangehensweise ist jedoch gerade bei der Bemessung alternativer Abdeckungssysteme sinnvoll und erlaubt die Entwicklung innovativer und der Schutzzielvorgabe angepassten technischen Lösungen.

Einige Sachverhalte können durch Berechnungen und Laboruntersuchungen jedoch nicht eindeutig erfasst werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn großmaßstäbliche Zusammenhänge (z.B. Wasserhaushalt) sowie Langzeitverhalten von Einzelkomponenten beurteilt werden müssen.

4 Deponie Cracauer Anger, Magdeburg

4.1 Aufbau

Die Deponie Cracauer Anger liegt im Osten der Stadt Magdeburg zwischen der alten Elbe und dem östlich gelegenen Umflutgraben. Sie wird begrenzt durch die Bundesstraße 1, Kleingärten und Industrieanlagen, dem Elbauenpark und der Straße „An der Lake“.

Zu Beginn der 50er Jahre entstand in ehemaligen Tongruben, Teichen und Bombentrichtern eine wilde Müllkippe, die sich binnen kurzer Zeit zu einer ernstzunehmenden Haldendeponie entwickelte. Im Jahr 1953 wurde diese Müllablagerung offiziell zur Halde der Stadt Magdeburg erklärt und erhielt 1963 die Betriebsgenehmigung als Deponie. 1978 erlangte die Deponie Cracauer Anger den Status einer geordneten Deponie. Durch mangelnde Abdichtung an der Basis wurde im Jahre 1989 der Status einer geordneten Deponie aberkannt und 1993 die Schließung herbeigeführt. Die Stilllegung erfolgte im Jahre 1998.

Der Untergrund der Deponie besteht aus einer Auelehmschicht, quartären Sanden und Kiesen und tertiärem Magdeburger Grünsand mit Resten von Rupeltonen.

Darunter ist klüftiges Felsgestein aus Schluff-, Sand und Tongesteinen ausgebildet. Durch diese ungünstigen Untergrundverhältnisse kann Sickerwasser in das Grundwasser gelangen.

Auf der Deponie Cracauer Anger wurde für die Stilllegung ein Oberflächenabdeckungssystem mit Kunststoffdichtungsbahn gewählt. Es besteht aus folgenden Elementen:

- Ausgleichsschicht
- Gasdränschicht
- Kunststoffdichtungsbahn
- Schutzvlies 1000g/m²
- Mineralische Dränschicht
- Filter- und Trennvlies 400 g/m²
- Rekultivierungsschicht

Für die Dränageschicht im Oberflächenabdeckungssystem der Deponie Cracauer Anger wurde ursprünglich der Einsatz einer geotextilen Dränmatte vorgesehen. Von dieser Planung musste jedoch abgewichen werden, da die geforderten Nachweise der Dauerbeständigkeit nicht erbracht werden konnten. In Folge dessen, musste ein konventioneller Aufbau bestehend aus Kies 16/32mm ausgeführt werden.

4.2 Langzeit-Wirksamkeit

Im Vergleich zur mineralischen Dränschicht des Regelsystems zeichnet sich eine geotextile Dränschicht durch folgende Sachverhalte aus:

- Geringe Mächtigkeit
- Kompressibilität und damit auflastabhängige Dicke
- Dickenabhängiges Wasserleitvermögen
- Synthetische Rohstoffe mit eingeschränkter Langzeit-Beständigkeit gegen mechanische Beanspruchungen (Kompression, Scherbeanspruchung, Kriechen)
- Synthetische Rohstoffe mit Einschränkungen in der Langzeit-Beständigkeit gegen chemisch / biologisch / physikalischen Beanspruchungen (UV-Strahlung, Medien, Mikroorganismen)

Der Nachweis der Langzeitwirksamkeit hätte teilweise über Zeitraffer-Versuche erfolgen können. Die Entwicklung zeigte damals jedoch, dass die Eignung geotextiler Dränmatten als alternative Dränschicht insbesondere hinsichtlich des Langzeit-Verformungs-Verhaltens, der Langzeit-Standsicherheit und der Transmissivität im großen Maßstab über lange Zeiträume realistischer und zuverlässiger abgebildet werden mussten. Daher wurden Langzeit-Versuchsfelder angelegt.

4.3 Versuchsfelder

In den insgesamt fünf Versuchsfeldern wurden jeweils unterschiedliche geotextile Dränmatten eingebaut, wobei ein Feld als Referenzfeld mit dem Regelaufbau Kies 16/32 mm ausgestattet wurde.

Die Versuchsfelder befinden sich im Südbereich der Deponie. Sie besitzen eine Böschungslänge von 30 m mit einer Neigung von 1:3,6. Die Breite eines Versuchsfeldes beträgt 10 m das entspricht ungefähr einer Breite von zwei Kunststoffdichtungsbahnen. Eine um jedes Feld installierte PEHD-Wanne dient dem Schutz vor unbeabsichtigten äußeren Einflüssen und gewährleistet somit aussagekräftige Messergebnisse. Sie grenzt die Versuchsfelder gegeneinander bzw. gegenüber der restlichen Oberflächenabdichtung ab. Als Stützelement für diese Wanne dient ein vorab installierter Holzrahmen.

Die Versuchsfelder haben folgenden Aufbau:

- Rekultivierungsschicht
- Dränmatte des jeweiligen Herstellers bzw. Schutzvlies und Kies 16/32 im
- Referenzfeld
- PEHD-Wanne
- Schutzvlies

Die begleitenden Untersuchungen umfassen

- Referenzuntersuchungen im Labor
- Regelmäßige Feldmessungen
 - Wetterstation
 - Feuchtmessungen Rekultivierungsschicht
 - Wassermengennmessungen
 - Dickenmessungen Dränmatten
- Regelmäßige Aufgrabungen
 - Begutachtung
 - Probenahmen
 - Laboruntersuchungen

5 Deponie Katzental, Bozen

5.1 Aufbau

Auf der Deponie Katzental bei Bozen wurde 2006 eine Oberflächenabdeckung auf dem Deponieplateau und auf den Deponieböschungen aufgebracht. Da die Böschungen relativ steile Neigungen von bis zu 35° aufweisen, wurde hier für die mineralische Abdichtungsschicht der Einbau von Material mit Vergütung nach dem nanoterra-SAFE® Verfahren verwendet. Eine Beschreibung des Verfahrens ist in [GRUBERT, 2006] gegeben.

Das Abdeckungssystem besteht nur auf dem Plateau aus einer Kombinationsdichtung mit Kunststoffdichtungsbahn. An den Böschungen kann u.a. auch infolge der großen Neigungen die Funktion allein durch die mineralische Abdichtung sicher erfüllt werden. Hier ist ein dem Schutzziel angepasstes Abdeckungssystem mit folgendem Aufbau geplant:

- Rekultivierungsschicht
- Mineralische Dränschicht
- Nanoterra-SAFE Abdichtungsschicht
- Gasdränschicht
- Profilierung

5.2 Langzeitbeständigkeit

Die Langzeitbeständigkeit von nanoterra-SAFE® Abdichtungsschichten lässt sich zum einen aus der Beständigkeit der Einzelkomponenten und andererseits aus der Beständigkeit der durch die Komponenten gebildeten Gesamt-Matrix gegenüber chemischen und biologischen Einflüssen beurteilen. Entsprechende Untersuchungen liegen mit [GRUBERT, 2006] vor.

Die Abdichtungsschicht ist der Witterung und damit auch physikalischen Einflüssen aus Austrocknung (Schrumpfen), Aufweichung, Ausspülung, Frost ausgesetzt. Weiterhin bestehen im eingebauten Zustand Einflüsse aus Setzungen (Verformungen, Verzerrungen). Abdichtungsschichten aus nanoterra-SAFE® sind im Vergleich zu rein mineralischen Abdichtungsschichten gegenüber diesen Beanspruchungen erfahrungsgemäß gut beständig. Die durch das Polymer bewirkten zusätzlichen Bindungskräfte bewirken dauerhaft ein geringeres Schrumpfpotential, was die Entstehung von Austrocknungsrissen weitgehend verhindert.

Ein Nachweis gelingt nur über ein Langzeit-Versuchsfeld, das 2006 angelegt wurden.

5.3 Versuchsfeld

Mit Beginn der Bauarbeiten wurde, um die Nachweise der physikalischen Beständigkeit experimentell zu untersetzen, ein Langzeit-Beobachtungsfeld an der Böschung eingerichtet und als Nachweis für die Langzeit-Beständigkeit herangezogen.

Das Testfeld bleibt der Zielsetzung entsprechend langfristig bestehen und wird regelmäßig betreut. Es entspricht dem kompletten Aufbau des Abdeckungssystems an der Böschung mit

- Rekultivierungsschicht mit Begrünung
- Dränmatte
- Nanoterra-SAFE Abdichtungsschicht
- Gasdränschicht
- Planum

Die physikalischen Beanspruchungen von mineralischen Abdichtungsschichten ergeben sich hauptsächlich aus natürlichen Wasserhaushaltsänderungen im Abdeckungssystem. Die natürlichen Wasserhaushaltsänderungen ergeben sich zum einen aus dem Wasserhaushalt der Rekultivierungsschicht (schwankende Bodenfeuchtebedingungen) und andererseits aus den Bedingungen unterhalb der Abdichtung aus dem Einfluss der Gasdränschicht (geringe Bodenfeuchte, Austrocknungsgefahr). Der Neigung der Böschung kommt im vorliegenden Fall dabei eine vergleichsweise große Bedeutung zu.

Durch den Verzicht auf die Kunststoffdichtungsbahn ist die mineralische Abdichtungsschicht hauptsächlich dem Wasserhaushaltsgeschehen der Rekultivierungsschicht und der Dränschicht ausgesetzt.

Folgende Eigenschaften der Abdeckungskomponenten sollen beobachtet werden

- Rekultivierungsschicht: Wasseraufnahmefähigkeit, Wasserdurchlässigkeit, Verdunstungs-, Austrocknungs-, - und Verfestigungsverhalten, sowie der Einfluss der Vegetationsschicht
- Dränschicht: Wasseraufnahmeverhalten und Wasserableitungsverhalten
- Tonmineralische Dichtschicht: Wasserdurchlässigkeit, Wasseraufnahme, Austrocknungsverhalten, Langzeitbeständigkeit.

Dazu erfolgen die folgenden begleitenden Untersuchungen:

- Dokumentation der Einbaubedingungen des Testfeldes insbesondere hinsichtlich der bodenmechanischen Parameter der Rekultivierungsschicht und der Abdichtungsschicht
- Regelmäßige Messung der meteorologischen Daten als Eingangsgröße für begleitende Wasserhaushaltsberechnungen
- Regelmäßige (tägliche) Messungen der im Abdeckungssystem relevanten Wassermengen Oberflächenabfluss, Dränabfluss oberhalb der Abdichtungsschicht, Durchsickerung durch die Abdichtungsschicht
- Regelmäßige Messung des Wassergehaltsprofils in der Rekultivierungsschicht und in der Abdichtungsschicht

- Aufgrabungen, Begutachtung der Abdichtungsschicht und Entnahme von Proben für Laboruntersuchungen (Durchlässigkeit)

Parallel dazu erfolgen Langzeit-Durchlässigkeitsversuche mit Deponiesickerwasser. Diese Zeitraffer-Untersuchungen haben den Zweck, die Eignung für den Einsatz als Basisabdichtung zu untersuchen und als Grundlage für zukünftige Analogiebetrachtungen zur Beständigkeit zu dienen.

6 Literatur

DEPV: Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV) Vom 24. Juli 2002 (BGBl. I S. 2807), zuletzt geändert am 12. August 2004 (BGBl. I S. 2190)

TA ABFALL: Zweite Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz; Teil 1: technische Anleitung zur Lagerung, chemisch / physikalischen und biologischen Behandlung, Verbrennung und Ablagerung von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen; Bek. d. BMU vom 12.3.1991 - WA II 5 - 30121 -1/8 –

TA SIEDLUNGSABFALL: Dritte allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Siedlungsabfall); technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen vom 14. Mai 1993; Bundesanzeiger Jahrgang 45 Nr. 99a

DIBT: Deutsches Institut für Bautechnik über Grundsätze für den Eignungsnachweis von Dichtungselementen in Deponieabdichtungssystemen Stand: November 1995

STIEF: Sind Oberflächenabdichtungssysteme für Deponien und zur Sicherung von Altlasten Ingenieurbauwerke?, Klaus Stief, Berlin, SKZ Würzburg, 16. Fachtagung Die sichere Deponie: "Sicherung von Deponien und Altlasten mit Kunststoffen"

MELCHIOR: Erfahrungen mit herkömmlichen und modifizierten mineralischen Oberflächenabdichtungen, Stefan Melchior

RAMKE: Überlegungen zur Auswahl von Oberflächenabdichtungssystemen Hans-Günter Ramke, Höxter, Beitrag zur Fachtagung Die Deponieverordnung ist da! Rechtliche und technische Rahmenbedingungen für den Betrieb, die Stilllegung und Nachsorge von Deponien, Fachtagung in der Bildungsstätte Duisburg des BEW, Bildungszentrum für Entsorgungs- und Wasserwirtschaft GmbH, Duisburg, 05. September 2002

BRÄCKER: Eignungsbeurteilung von Abdichtungskomponenten der Deponieoberflächenabdichtungssysteme durch die LAGA, Dipl.-Ing. Wolfgang Bräcker, Hildesheim, 21. Fachtagung „Die sichere Deponie“ am 10./11. Februar 2005 in Würzburg

LAGA: LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnische Vollzugsfragen“ (2005), Allgemeine Grundsätze für die Eignungsbeurteilung von Abdichtungskomponenten der Deponieoberflächenabdichtungssysteme, www.deponie-stief.de.

WITT: Unorthodoxe Gedanken zur Eignungsfeststellung von mineralischen Abdichtungskomponenten für Oberflächenabdichtungen von Deponien. Witt, K.J., 21. Fachtagung "Die sichere Deponie", AK GWS / Süddeutsches Kunststoffzentrum, Würzburg, Februar 2005.

REUTER: Durchlässigkeit von Tonen, gegenüber anorganischen und organischen Säuren, E. Reuter, Mitteilung des Instituts für Grundbau und Bodenmechanik, Technische Universität Braunschweig, Heft 26, 26, 1988

BLÜMEL: Experimentelle Nachweise zur Funktionsdauer von Bentonitmatten in Oberflächenabdichtungen für Deponien und Altlasten, Werner Blümel und Antje Müller-Kirchenbauer, Henning Ehrenberg und Kent von Maubeuge, 21. Fachtagung "Die sichere Deponie", AK GWS / Süddeutsches Kunststoffzentrum, Würzburg, Februar 2005.

Technische Vorschriften für Deponien 2005, Dekret des Landeshauptmanns vom 26. September 2005, Nr. 45-1), 2005 Autonome Provinz Bozen - Südtirol / Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige

GRUBERT: Deponie Cracauer Anger in Magdeburg - Sicherung, Abdichtung und Rekultivierung einer Deponie und Einbindung in die Bundesgartenschau 1999
P. Grubert, R. Bosse, 9. Braunschweiger Deponieseminar 2000, Vertikale und horizontale Abdichtungssysteme, Fachseminar am 16. und 17. März 1998 in Braunschweig

GRUBERT: Alternative Abdichtungssysteme, Beispiel für den Einsatz von Polymeren,
P. Grubert, 2. Leipziger Deponiefachtagung 2006