

710 Oberflächenabdichtung

In Abhängigkeit von den einzelfallspezifischen Bedingungen sind durch eine Oberflächenabdichtung folgende Wirkungen zu erreichen:

- Reduzierung der Sickerwasserneubildung durch Verhinderung des Zutritts von Niederschlagswasser,
- Minimierung der Emission von flüchtigen Schadstoffen oder Deponiegas,
- Verhinderung von Staubemissionen und Abfallverwehungen,
- Unterbindung des direkten Schadstoffkontaktes,
- Unterbindung von Luftzutritten in die Altlast zur Unterstützung einer aktiven Entgasung.

Bei der Sanierung von Altablagerungen können sich Schwierigkeiten hinsichtlich der Standsicherheit und des Einbaus durch zu steile Böschungsneigungen ergeben. Hier kommen zunehmend auch alternative Abdichtungssysteme zum Einsatz, die für den Einbau in steilen Böschungen günstigere Eigenschaften aufweisen. Bei der Sanierung von Altstandorten erfolgt die Oberflächenabdichtung häufig durch eine Versiegelung im Zuge der Neubebauung. Dadurch entsteht eine enge Verzahnung von Altlastensanierung und Flächenreaktivierung.

Nachfolgend werden die wesentlichen Elemente eines Oberflächenabdichtungssystems in einer Übersicht dargestellt. Neben den Regelabdichtungen nach der Deponieverordnung werden auch alternative Abdichtungssysteme wie z.B. Kapillarsperren und geosynthetische Tondichtungsbahnen beschrieben (s. Kap. 710.1 – 710.6).

Schicht	Funktion / Ausführung	Material
Ausgleichsschicht	Tragschicht, Schaffung des Planums ggf. mit Gefälle	verdichtungsfähiges, gaswegsaues Bodenmaterial
Entgasungsschicht (optional)	Fassung und Ableitung von Gasen unter der Dichtungsschicht	kalkarmes Mineralkorngemisch abgestufter Körnung
Dichtungsschicht	Mineralische Dichtung (MD)	Ton, tonige Schluffe, gemischtkörnige Böden mit Zusatzstoffen (z.B. Trisoplast, wasserglasvergütete Dichtung)
	Kunststoffdichtungsbahn (KDB)	PEHD-Folie
	Kombinationsabdichtung	PEHD-Folie mit GTB oder MD
	geosynthetische Tondichtungsbahnen (GTB)	Bentonitmatten
	Kapillarsperre	Feinsand, Grobsand-Kies
Entwässerungsschicht	Asphaltbetonabdichtung	bituminös gebundenes, kornabgestuftes Mineralgemisch
	Ableitung des versickerten Niederschlags- / Oberflächenwassers	mineralische Materialien, Geotextilien, Kombinationen
Durchwurzelungssperre	Schutz des Dichtungselementes	Kunststoffdichtungsbahn, Asphalt, (2-lagige) Rekultivierungsschicht
Rekultivierungsschicht	Witterungsschutz, Verminderung des Wasserzutritts, Wasserspeicherung, Wurzelraum	humushaltiger Oberboden + humusarmer Unterboden

Rekultivierungsschicht

Dem Einbau einer Rekultivierungsschicht kommt im Zuge der Sicherung von Altablagerungen eine besondere Bedeutung zu. Eine Rekultivierungsschicht ist für alle Oberflächenabdichtungssysteme mit Ausnahme der Asphaltbetonabdichtung aufzubringen.

Die Rekultivierung umfasst technische wie landschaftspflegerische Maßnahmen zur Oberflächengestaltung von Altablagerungen. Dabei kann sie mehrere Funktionen erfüllen:

- Optimierung des Wasserhaushaltes und Regulierung des Wasserzuflusses in die Entwässerungsschicht
- Witterungs- und Erosionsschutz für die unterliegenden Schichten (insbesondere der mineralischen Dichtungsschicht)
- Wurzelraum für Bepflanzung
- Schutz gegen Durchwurzelung der unterliegenden Schichten
- Ausgleich für Eingriffe in Natur und Landschaft, Eingliederung in das Landschaftsbild.

Die Rekultivierungsschicht wird vornehmlich aus lehmigen / schluffigen / tonigen Sanden oder sandigen Tonen / Lehmen hergestellt. Ihre Mächtigkeit richtet sich nach der geplanten Folgenutzung, der vorgesehenen Vegetationsart (Wurzeltiefe) und dem verfügbaren Bodenmaterial. In der TA Abfall / Siedlungsabfall wird eine Mindeststärke von 1,0 m angegeben. Die LAGA empfiehlt im Arbeitspapier „Rekultivierung“ des Abfalltechnik Ausschusses (ATA) eine deutlich größere Mächtigkeit von 1,5-3,0 m, da die Rekultivierungsschicht als sogenannte Wasserhaushaltsschicht langfristig ein wesentliches Schutzelement bei nachlassender Wirkung der anderen Dichtungselemente darstellt.

Die Rekultivierungsschicht wird i.d.R. in mindestens zwei Lagen aufgebracht. Die obere Lage hat eine Mächtigkeit von ca. 30 cm und besteht aus humusreichem Oberboden. Die untere Lage (Unterboden) weist einen niedrigen Humusgehalt auf, die Mächtigkeit richtet sich nach der Gesamtstärke der Rekultivierungsschicht und beträgt > 70 cm. Der Schutz gegen Durchwurzelung kann durch eine stärkere Verdichtung der unteren 20-30 cm des Unterbodens oder durch das Einbringen einer separaten Wurzelsperre erfolgen.

Für den Einbau der durchwurzelbaren Bodenschichten sind die Vorgaben der BBodSchV § 12 zu berücksichtigen.

Die Begrünung von Altablagerungen ist unmittelbar nach dem Bodenauftrag vorzunehmen. Sie erfolgt in der Regel durch die Aussaat von (Regel-) Saatgutmischungen, das Auslegen von Grassoden (nur kleinräumig) und das Anpflanzen von Gehölzen, zumeist Sträuchern. Die Auswahl der Pflanzen richtet sich nach der angestrebten Sickerwasserminimierung (Transpirations- und Interzeptionsrate), der Mächtigkeit der Rekultivierungsschicht, den klimatischen und topographischen Standortbedingungen und der zukünftigen Nutzung. Die Wurzeltiefe ist bei der Bemessung der Rekultivierungsschicht zu berücksichtigen. Hinweise zur Pflanzenauswahl können den Materialien zur Altlastenbehandlung Nr. 6/98: „Oberflächensicherung von Altablagerungen und Deponien“, Anhänge 5-10, des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie entnommen werden.

Weitergehende Hinweise zum Aufbau der Rekultivierungsschicht werden in den Kapiteln 310 und 320 gegeben.

Qualitätsmanagement

In einem Qualitätsmanagementplan für die Erstellung von Oberflächenabdichtungssystemen sind die Anforderungen an Materialien und Produkte sowie an die Bauausführung, an Art und Umfang der Eignungsprüfungen sowie an Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten bei der Qualitätsuntersuchung festzuschreiben. Bereits die Herstellung der eingesetzten Bauprodukte muss qualitätsüberwacht sein. Die in den GDA-Empfehlungen E 5-1 formulierten Grundsätze des Qualitätsmanagements sind zu beachten.

Die Qualitätssicherung bei der Ausführung erfolgt i.d.R.

- durch Eigenüberwachung des ausführenden Unternehmens,
- ggf. durch Fremdüberwachung durch einen unabhängigen Prüfgutachter / Prüfinstitut, ▪ durch die behördliche Überwachung.

Grundsätzlich ist vorab der Nachweis zu führen, dass mit dem ausgewählten Abdichtungssystem die vorgegebenen Sanierungsziele erreicht werden können. Darüber hinaus ist die Eignung der einzelnen Systemkomponenten nachzuweisen. Art und Umfang der Eignungsprüfungen sind neben der Festlegung im QM-Plan auch in den Sanierungsplan zu übernehmen.

Die Hinweise zu Literatur und Leistungsanbietern werden nachfolgend für die Kapitel 720.1 bis 720.7 zusammenfassend dargestellt.

Literatur

- Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung (BAM): Richtlinie für die Zulassung von Kunststoffdichtungsbahnen für die Abdichtung von Deponien und Altlasten, Hrsg. Labor IV.32, Deponietechnik, 2. Auflage, September 1999.
- Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung (BAM): Anforderungen an Dichtungskontrollsysteme in Oberflächenabdichtungen von Deponien, Hrsg. Labor IV.32, Deponietechnik, November 2000.
- Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT): „EAAW 83/96 – Empfehlungen für die Ausführung von Asphaltarbeiten im Wasserbau“ Arbeitskreis 2.3, 1996.
- Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT): „EAG-GTD – Empfehlungen zur Anwendung von geosynthetischen Tondichtungsbahnen“, Arbeitskreis 5.1, 2002.
- Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT): Merkblatt „Deponieabdichtungen in Asphaltbauweisen“, Arbeitskreis 2.3, 1996.
- Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (Hrsg.): „GDA-Empfehlungen Geotechnik der Deponien und Altlasten“, 3. Auflage, Verlag Ernst & Sohn Berlin, September 1997.
- Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt): Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, Hinweise zum Aufbau und zur Dimensionierung der Rekultivierungsschicht über einer zweilagig verlegten Tondichtungsbahn, 1997.
- Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt): Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Nr. Z-68.12-7 vom 6.5.1998: Vergütetes Mineralgemisch Chemoton zur Verwendung in Abdichtungssystemen von Deponien nach TA Siedlungsabfall und TA Abfall.
- Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Siedlungsabfall) vom 14.05.1993, BAnz. Anlage Nr. 99a.
- Düllmann, H.: Vergleichbarkeit der Kombinationsabdichtung mit wasserglasvergüteten Dichtungssystemen mit und ohne aktive Risssicherung, Abschlussbericht über ein Fachgespräch am 07.09.1994, im Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft, NRW, 1995.
- Egloffstein, T.; Burkhardt, G.; Czurda, K. (Hrsg.): Oberflächenabdichtung von Deponien und Altlasten 2000, Reihe: Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis, Band 119, Erich Schmidt Verlag, 2001.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Merkblatt für die Anwendung von Geotextilien und Geogittern im Erdbau des Straßenbaus, 1994.
- Gartung, E.; Neff, H.K.: Empfehlungen des Arbeitskreises „Geotechnik der Deponiebauwerke“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT), Bautechnik 77 Heft 9, S. 615 ff., 2000.
- Görg, H.: Bau von Oberflächen- und Basisabdichtungen sowie vertikalen Abdichtungen, in altlasten spektrum 1/2000, S. 68-69.
- Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): LAGA-Arbeitsgruppe Infiltration von Wasser in den Deponiekörper und Oberflächenabdichtungen und –abdeckungen, Themenbereich Oberflächenabdichtungen und –abdeckungen – Asphaltabdichtung, Februar 2000.
- Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): LAGA-Arbeitsgruppe Infiltration von Wasser in den Deponiekörper und Oberflächenabdichtungen und –abdeckungen, Themenbereich Oberflächenabdichtungen und –abdeckungen – Bentokiesabdichtung, Februar 2000.

- Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): LAGA-Arbeitsgruppe Infiltration von Wasser in den Deponiekörper und Oberflächenabdichtungen und –abdeckungen, Themenbereich Oberflächenabdichtungen und - abdeckungen – Einsatz von Bentonitmatten, Februar 2000.
- Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): LAGA-Arbeitsgruppe Infiltration von Wasser in den Deponiekörper und Oberflächenabdichtungen und –abdeckungen, Themenbereich Oberflächenabdichtungen und - abdeckungen – Kapillarsperren, Februar 2000.
- Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): LAGA-Arbeitsgruppe Infiltration von Wasser in den Deponiekörper und Oberflächenabdichtungen und –abdeckungen, Themenbereich Oberflächenabdichtungen und - abdeckungen – Kunststoffdichtungsbahn, Februar 2000.
- Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): LAGA-Arbeitsgruppe Infiltration von Wasser in den Deponiekörper und Oberflächenabdichtungen und –abdeckungen, Themenbereich Oberflächenabdichtungen und - abdeckungen – Wasserglasvergütete Abdichtungen, Februar 2000.
- Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): LAGA-Arbeitsgruppe Infiltration von Wasser in den Deponiekörper und Oberflächenabdichtungen und –abdeckungen, Themenbereich Oberflächenabdichtungen und - abdeckungen – Rekultivierung, Februar 2000.
- Landesumweltamt NRW: CD-ROM „Altlasten in NRW“ (Entwurf), Fachthema Sanierung Ebene 5, Stand Dezember 2003.
- Roder, U.; Arndt, M.: Deponieoberflächenabdeckungen (-dichtungen) als Betreibermodell, in Müll und Abfall 7/1999, S. 419-424.
- Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Materialien zur Altlastenbehandlung Nr. 6/98 „Oberflächensicherung von Altablagerung und Deponien“, Stand 02/2000.
- Schick, P.: Bodenmechanische und bautechnische Eigenschaften von Bentokiesdichtungen – Nachweis der Gebrauchstauglichkeit, Bautechnik 1997, Heft 5.
- Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV) vom 24.07.2002, BGBl. I S. 2807; letzte Änderung am 26.11.2002, BGBl. I S. 4417.
- Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen (Abfallablagerungsverordnung – AbfAblV), vom 20.02.2001, BGBl. I S. 305; geändert am 24.07.2002, BGBl. I S. 2807.
- Vollzugshilfe zu den Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden (§ 12 BBodSchV), Arbeitshilfe der LABO in Zusammenarbeit mit LAB, LAGA und LAGA.
- Wattendorf, P.; Konold, W.: Untersuchungen zur Gestaltung von Rekultivierungsschichten und Wurzelsperren, veröffentlicht unter <http://www.bwplus.fzk.de>, 2001.
- Wohnlich, S.; Balz, K.; Barth, C.: Einzelfallnachweis für alternative Oberflächenabdichtungen am Beispiel der Kapillarsperre, in Wasser & Boden 5/2000, S. 15-18.
- Zweite Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Abfall) vom 12.03.1991, BMBI. 139.

Information über Leistungsanbieter

Auf Initiative des Hauptverbandes der Deutschen Bauindustrie wurde die 1989 Überwachungsgemeinschaft „Bauen für den Umweltschutz“ e.V. gegründet. Ziel der Gründung war die Sicherstellung einer qualifizierten Ausführung für die Bereiche „Bau von Abfallentsorgungsanlagen“ und „Sicherung und Sanierung von Altlasten“.

In der Überwachungsgemeinschaft haben sich Fachfirmen zusammengeschlossen, die unterschiedliche Leistungsspektren anbieten. Über eine Suchmaske im Internetportal www.ueberwachungsgemeinschaft-bu.de kann nach den entsprechenden Fachfirmen recherchiert werden.

710.1 Mineralische Abdichtung

710.1.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Mineralische Dichtungsmaterialien werden hauptsächlich aus Tonen oder tonigen Schluffen sowie aus Gemischen mit oder ohne Zuschlagstoffe hergestellt. Bei geeigneter Verdichtung wird eine geringe Wasserdurchlässigkeit erreicht. Mineralische Oberflächenabdichtungssysteme ohne den Einbau zusätzlicher Dichtelemente sind im Deponiebereich ausschließlich für Deponien oder deponieähnliche Bauwerke der Deponieklassen 0 und I gemäß TA Siedlungsabfall / Deponieverordnung vorzusehen. Auf der Dichtungsschicht sind eine Niederschlagswasserdränage und eine Rekultivierungsschicht anzuordnen. Darüber hinaus stellt die mineralische Abdichtung eine Dichtungskomponente in Kombinationsabdichtungssystemen dar (s. Kap. 710.3).

Mineralische Abdichtungen sind relativ setzungsempfindlich und austrocknungsgefährdet. Es besteht mittel- und langfristig die Gefahr von Fehlstellenbildung infolge Durchwurzelung und Kleintierbefall, was auch bei einer Überdeckung von mehr als 1 m und einer flach-wurzelnden Bepflanzung nicht ausgeschlossen werden kann. Hier ist ggf. innerhalb der Rekultivierungsschicht eine Wurzelsperre durch stärker verdichtetes Material vorzusehen (s. Hinweise zur Rekultivierungsschicht in den Kapiteln 310 und 320).

Der Regelaufbau nach TA-Siedlungsabfall und Deponieverordnung sieht folgendermaßen aus (DK I):

Systemkomponente	Eigenschaften
Ausgleichsschicht	$d \geq 0,50 \text{ m}$
Mineralische Dichtungsschicht	$d \geq 0,50 \text{ m}$ (zweilagig à 0,25 m) $k \leq 5 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$ für Deponieklasse I
Entwässerungsschicht	$d \geq 0,30 \text{ m}$ $k \leq 1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$
Rekultivierungsschicht	$d \geq 1,0 \text{ m}$
Bewuchs	erforderlich

Alternativ zu einer mineralischen Dichtung aus feinkörnigem Bodenmaterial kommen vermehrt auch gemischtkörnige Böden zum Einsatz, die durch unterschiedliche Materialien (Bentonit, Wasserglas, Polymere) vergütet werden.

Als Bentokies werden Dichtungsmaterialien aus gemischtkörnigen Böden wie z.B. sandiger Kies bezeichnet, die mit Bentonit vergütet werden. Mit Bentokies können Durchlässigkeitsbeiwerte erreicht werden, die über den Anforderungen der Deponieverordnung liegen. Bentokies zeichnet sich durch besondere Schrumpfunempfindlichkeit aus, wodurch die Gefahr von Trocknungsrisen deutlich verringert wird. Aufgrund seiner hohen Scherfestigkeit wird er bei sehr steilen Böschungen bevorzugt eingesetzt. Die Mindesteinbaudicke beträgt 30 cm, der Einbau erfolgt zweilagig.

Wasserglasvergütete Abdichtungen bestehen aus gemischtkörnigen Böden mit einem Zusatz aus technisch hergestellten Alkalisilikaten. Unter Zugabe von Wasser und speziellen reaktiven Stoffen kommt es zur Gelbildung. Zur Abdichtung mineralischer Materialien werden überwiegend Weichgele eingesetzt. Die Vorteile der wasserglasvergüteten Abdichtungen liegen in der sehr hohen Dichtigkeit und der Resistenz gegenüber nahezu allen organischen und anorganischen Verbindungen. Zur Verminderung von Rissbildungen kann im unteren Teil der Dichtungsschicht ein Geotextil als „Bewehrung“ eingelegt werden. Bestimmte Systeme ermöglichen auch den Einsatz von Abfällen zur Verwertung wie z.B. Gießereialsande, Aschen als Substitute für natürlich anstehende Kiese und Sande. Die Mindestschichtdicke liegt bei 50 cm.

Die LAGA empfiehlt die Anwendung von Bentokies und wasserglasvergüteten Abdichtungen als

- mineralische Dichtung in Oberflächenabdichtungssystemen der Deponieklasse I,
- mineralische Komponente in Oberflächenabdichtungssystemen der Deponieklasse II,
- mineralische Komponente in Oberflächenabdichtungssystemen bei Altdeponien.

Durch die mögliche Verwendung von örtlichen Baumaterialien (Sand, Kies) oder Abfällen zur Verwertung weisen die alternativen Dichtungsschichten neben der vergleichsweise guten Dichtwirkung auch ökonomische und ökologische Vorteile auf (z.B. geringe Transportentfernungen).

Anforderungen und Auswahlkriterien

Die Anforderungen an mineralische Oberflächenabdichtungssysteme können unterteilt werden in Anforderungen an den Untergrund, an das Schichtsystem, an die Kennwerte des mineralischen Dichtungsmaterials, an die anzuwendenden Prüfverfahren und an die Qualitätssicherung.

Anforderungen an den Untergrund werden in der LWA-Richtlinie Nr. 18 und den „Zusätzlichen Technischen Vorschriften und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTVE-StB 94), denen das Planum entsprechen sollte, beschrieben. Aufgrund der relativen Setzungsempfindlichkeit der mineralischen Dichtung sollten die Lastfälle aus der Bauphase und der späteren Nutzung berücksichtigt werden. Die Bebauung der mineralischen Dichtung sollte nur mit geringen Flächenlasten und Auflastunterschieden erfolgen, die Durchdringung mit Ver- und Entsorgungsleitungen sollte vermieden werden.

Für die Anforderungen an das Schichtsystem können die Empfehlungen des Arbeitskreises Geotechnik der Deponien und Altlasten herangezogen werden. Für die Materialkennwerte sind die TA Abfall und TA Siedlungsabfall und in Nordrhein-Westfalen die LWA-Richtlinie Nr. 18 (ohne Durchlässigkeitsbeiwert) zu berücksichtigen. Die Dichtigkeit der mineralischen Abdichtung wird bestimmt durch den Durchlässigkeitsbeiwert k , der Überstauhöhe, der Mächtigkeit der Abdichtung und den Verdichtungsgrad. Empfehlungen zur geotechnischen Eignungsprüfung werden in den Empfehlungen des Arbeitskreises Geotechnik der Deponien und Altlasten, der TA Abfall / Siedlungsabfall und der LWA-Richtlinie Nr. 18 gegeben. Ist der Krümmungsradius der Abdichtung kleiner als 200 m, so ist ein Verformungsnachweis notwendig, die Gleitsicherheit in den Gleitfugen muss ebenfalls nachgewiesen werden. Böschungen sind i.a. bis zu einer Neigung von 1:2,5 bei geringer Böschungslänge standsicher.

Die Herstellung der mineralischen Abdichtungsschicht erfolgt lagenweise, dabei ist auf einen fehlerfreien Verbund der einzelnen Lagen zu achten. Um den vorher festgelegten Verdichtungsgrad der Abdichtungsschicht zu erreichen, ist auf eine genaue Einhaltung des Wassergehaltes zu achten. Die aufgebrachte Schicht darf nicht den Witterungseinflüssen ausgesetzt werden, sondern muss ggf. durch Zwischenabdeckungen geschützt werden. Die Kontrolle über die ordnungsgemäße Fertigung der mineralischen Abdichtung erfolgt nach TA Abfall (Anhang E) und LWA-Richtlinie Nr. 18 durch Fremd- oder Eigenüberwachung.

Es ist sinnvoll, im Vorfeld Versuchsfelder einzurichten, so dass Aussagen über die erforderlichen Verdichtungsmethoden, Verdichtungsgeräte, Lagendicke und bodenphysikalischen Kennwerte gewonnen werden.

710.1.2 Kostenermittlung

710.1.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Planum / Ausgleichsschicht herstellen und verdichten	m ²	
Mineralische Dichtungsschicht liefern und einbauen	m ²	
Schutzschicht aus Geotextil / mineralischem Material	m ²	

Dränageschicht			
	aus mineralischem Material	m ³	
	als Dränmatte	m ²	
Sammelleitungen liefern und verlegen		m	
Geotextil / Filtermatte / Schutzvlies liefern und einbauen		m ²	
Rekultivierungsschicht liefern und einbauen		m ²	m ³
Begrünung liefern und einbauen			
	Rasenansaat	m ²	
	Bepflanzung	m ²	Stck.

Die Kosten zur Erstellung einer Oberflächenabdichtung mit einer mineralischen Abdichtung werden neben der abzudichtenden Fläche im Wesentlichen vom Dichtungsaufbau bestimmt. Sie liegen für die Deponieklasse I (50 cm Ausgleichsschicht aus homogenem, nicht bindigen Material, 50 cm mineralische Dichtung aus Ton o.ä., $k \leq 5 \cdot 10^{-9}$ m/s bei $i = 30$, 30 cm Entwässerungsschicht, 100 cm Rekultivierungsschicht mit Rasenansaat) bei ca. 54,- €/m².

Die Kosten beziehen sich auf die Kompletterstellung der Oberflächenabdichtung, bestehend aus Planungsarbeiten, Einbau des Dichtungssystems, Drainage- und Rekultivierungsschicht einschließlich der evtl. erforderlichen Geotextilien und abschließend der Räumung des Baufeldes. Häufig ist die mineralische Abdichtung Teil eines komplexeren Abdichtungssystems, so vor allem im Rahmen einer Kombinationsabdichtung (LB 710-300-000). Sind die Abdichtungsarbeiten unter beengten Verhältnissen auszuführen, z.B. auf Sanierungsstandorten mit Wohnbebauung, muss ein Zuschlag von etwa 30 % auf die Kosten der Kernleistung angenommen werden. Erforderliche Änderungen im Dichtungsaufbau können durch Zuschläge auf den Basiskostenansatz berücksichtigt werden.

710.1.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 110	Geotechnische Felduntersuchungen
LB 140	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 210	Baustelleneinrichtung
LB 240	Brunnenbau und Pumpversuche
LB 260	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 300	Erdarbeiten
LB 310	Wiedereinbau
LB 320	Renaturierung, Landschaftsbau
LB 340	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 500	Fassung und Absaugung von Bodenluft / Deponiegas
LB 540	Dränarbeiten, Entwässerungskanäle

710.2 Kunststoffdichtungsbahn (KDB)

710.2.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Die LAGA empfiehlt den Einsatz von KDB als alleiniges Dichtungselement zur temporären Abdeckung von Altdeponien und zur Oberflächenabdichtung bei Deponien der Klasse I sowie Deponien mit geringem Gefährdungspotential.

Die Herstellung eines Abdichtungssystems mit Kunststoffdichtungsbahnen umfasst die Erstellung einer Ausgleichsschicht (Planum), das Verlegen der KDB einschließlich darüber liegender Schutzschicht sowie die Erstellung der Drainage- und Rekultivierungsschicht.

Kunststoffdichtungsbahnen (KDB) werden meist aus PEHD-Formmassen in einer Dicke von 1,5 – 3 mm hergestellt. Sie wirken als Wurzel- und Konvektionssperre (gas- und flüssigkeitsdicht). Kunststoffdichtungsbahnen zeichnen sich durch eine hohe Chemikalienbeständigkeit aus. Um ihre Stabilität gegen UV-Strahlung zu erhöhen, wird während der Fertigung der Kunststoffdichtungsbahn Ruß zugesetzt. KDB weisen eine sehr lange, jedoch keine dauerhafte Funktionsfähigkeit auf. Die Funktionsdauer wird mit ca. 100 Jahren angegeben. Schäden an Kunststoffdichtungsbahnen können durch spezielle Kontrollsysteme festgestellt werden, dann gelten KDB prinzipiell als kontrollier- und reparierbare Dichtungselemente.

In Böschungsbereichen werden KDB mit strukturierter Oberfläche eingebaut. KDB sind i.d.R. bis zu einer Böschungsneigung von 1:4 ohne weitere Maßnahmen standsicher, bei Neigungen über 1:4 sollte immer ein rechnerischer Standsicherheitsnachweis geführt werden. Ab Neigungen über 1:3 kann die Standsicherheit z.B. durch Rückverankerung mittels zugfester Gitter gewährleistet werden.

KDB sind vergleichsweise setzungsunempfindlich, erst bei Überschreiten der Streckgrenze kommt es zum Riss. Zum Schutz gegen punktförmige Belastungen sind besondere Schutzmaßnahmen erforderlich, der Lastabtrag muss über die angrenzenden Schichten erfolgen. Die Anschlüsse der KDB an Leitungen, Schächte etc. sind Schwachstellen des Abdichtungssystems und sind mit besonderer Sorgfalt auszuführen.

Zum Schutz der KDB gegen Perforation können Schutzschichten in unterschiedlicher Ausführung aufgebracht werden. Zulassungen durch die Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung (BAM) liegen für folgende Systeme vor:

- Schutzschicht aus geotextiler und mineralischer Schutzlage (Geotextil / Vlies mit zusätzlicher lastverteilende Schutzlage)
- Schutzschichtsystem aus in Geotextilien verpacktem Sand

Anforderungen und Auswahlkriterien

Kunststoffdichtungsbahnen zur Herstellung einer Oberflächenabdichtung von Altablagerungen müssen über eine Zulassung der Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung (BAM) verfügen. Derzeit sind KDB mit folgenden Eigenschaften zugelassen:

Material:	rußstabilisierte PEHD-Formmassen
Mindeststärke:	2,5 mm
Breite:	mind. 5 m
Oberfläche:	beidseitig glatt oder ein- / zweiseitig profiliert

Anforderungen an den Untergrund werden in den „Zusätzlichen Technischen Vorschriften und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau“ (ZTVE-StB 94), denen das Planum entsprechen sollte, beschrieben. Die Lastfälle aus der Bauphase und der späteren Nutzung sollten berücksichtigt werden. Die Bebauung der mineralischen Dichtung sollte nur mit geringen Flächenlasten und Auflastunterschieden erfolgen. Die Tragfähigkeit kann durch Geogitter erhöht werden.

Die „Richtlinie für die Zulassung von Kunststoffdichtungsbahnen für die Abdichtung von Deponien und Altlasten“ der BAM regelt u.a. die Anforderungen an die mechanischen, physikalischen Eigenschaften von KDB, an die Eigen- und Fremdüberwachung sowie an die Vorgehensweise beim Einbau.

Weitere Anforderungen an die Kunststoffdichtungsbahn werden in den Empfehlungen des Arbeitskreises Geotechnik der Deponien und Altlasten (E2-4, E2-7, E2-9, E3-8, E3-12) und in der TA Abfall / TA Siedlungsabfall Anhang E formuliert. Außerdem kann zur Auswahl und Anwendung von Geotextilien das

Die Verlegung der KDB hat nach einem Verlegeplan entsprechend des DVWK-Merkblattes 225 zu erfolgen, der von der Fachbehörde und dem Fremdüberwacher zu genehmigen ist. Die Verlegung erfolgt großflächig unter Beachtung der Vorgaben der BAM-Zulassung und der Qualitätssicherungsempfehlungen der BAM.

Für die Ausführung und Überprüfung von Schweißarbeiten und –maschinen gilt die DVS-Richtlinie 2225 „Fügen von Dichtungsbahnen aus polymeren Werkstoffen im Erd- und Wasserbau“.

Für die Anforderungen an die Schutzschicht (Ausführung und Qualitätssicherungen) sind die BAM-Richtlinie „Anforderungen an die Schutzschicht für Dichtungsbahnen in der Kombinationsabdichtung“, sowie die GDA Empfehlungen E2-9, E3-9 und E5-5 zu berücksichtigen.

710.2.2 Kostenermittlung

710.2.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Planum / Ausgleichsschicht herstellen und verdichten	m ²	
Kunststoffdichtungsbahn (KDB) liefern, einbauen und verschweißen	m ²	
KDB durch Extrusionsschweißnähte dicht verschweißen	m	
Anschluss der KDB an Gaskollektoren, Drainagegräben etc.	Stck.	
Schutzschicht aus Geotextil / mineralischem Material	m ²	
Dränageschicht aus mineralischem Material	m ³	
als Dränmatte	m ²	
Geotextil / Filtermatte / Schutzvlies liefern und einbauen	m ²	
Rekultivierungsschicht liefern und einbauen	m ²	m ³
Begrünung liefern und einbauen Rasenansaat	m ²	
Bepflanzung	m ²	Stck.
Versuchsfelder mit kompletten Dichtungssystem anlegen	Stck.	

Kosteneinflüsse ergeben sich nicht nur durch die abzudichtende Fläche, sondern auch durch das zum Einsatz kommende Material und dessen Schichtdicke. Als Kostenansatz kann ein Durchschnittspreis von ca. 40,- €/m² zugrunde gelegt werden, der die Leistungen der Planumerstellung, Verlegen von KDB einschließlich Schutzschicht, Drainage- und Rekultivierungsschicht sowie die Baufeldvorbereitung und -räumung einbezieht.

710.2.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 110	Geotechnische Felduntersuchungen
LB 140	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 210	Baustelleneinrichtung
LB 240	Brunnenbau und Pumpversuche
LB 260	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 300	Erdarbeiten
LB 310	Wiedereinbau
LB 320	Renaturierung, Landschaftsbau

LB 340	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 500	Fassung und Absaugung von Bodenluft / Deponiegas
LB 540	Dränarbeiten, Entwässerungskanäle

710.3 Kombinationsabdichtung

710.3.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Kombinierte Oberflächenabdichtungssysteme sind im Regelfall erforderlich für Deponien und deponieähnliche Bauwerke der Deponieklassen II und III gemäß TA Abfall / TA Siedlungsabfall / DepV. Dabei werden die Dichtungselemente der mineralischen Abdichtung (LB 710-100-000) mit der Kunststoffdichtungsbahn (LB 710-200-000) über einen Pressverbund miteinander kombiniert. Dabei soll die mineralische Dichtung die Fehler der KDB ausgleichen und über die Funktion der KDB hinaus die langfristige Abdichtung gewährleisten. Die KDB dient als Wurzel- und Konvektionssperre. Die Kontrollierbarkeit der KDB ist mittels Einbau eines Leckdetektionssystems möglich.

Nach Deponieverordnung werden für die Deponieklassen II und III folgende Anforderungen an Kombinationen von Systemkomponenten gestellt:

Systemkomponente	Eigenschaften
Ausgleichsschicht	$d \geq 0,50 \text{ m}$
Gasdränschicht	ggf. erforderlich
Mineralische Dichtungsschicht	$d \geq 0,50 \text{ m}$ (zweilagig à $0,25 \text{ m}$) $k \leq 5 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$ für Deponieklasse II $k \leq 5 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}$ für Deponieklasse III
Kunststoffdichtungsbahn	$d \geq 2,5 \text{ mm}$
Entwässerungsschicht	$d \geq 0,30 \text{ m}$ $k \leq \text{m/s}$
Rekultivierungsschicht	$d \geq 1,0 \text{ m}$
Bewuchs	erforderlich

Die Anforderungen an die Dichtungselemente Mineralische Dichtung und Kunststoffdichtungsbahn werden in den Kapiteln 710.1 und 710.2 formuliert. Die Herstellung sollte durch Eigen- und Fremdüberwachung kontrolliert werden. Die Anforderungen der TA Siedlungsabfall sind nicht direkt auf die Sicherung von Altlasten übertragbar. Das Dichtungssystem ist einzelfallspezifisch abzuleiten.

Der Einbau einer Kombinationsabdichtung erfordert einen genau abgestimmten Bauverfahrensablauf. Um einen optimalen Pressverbund zwischen der mineralischen Dichtungsschicht und der KDB zu erhalten, ist bei der Verlegung und Ballastierung der KDB das thermische Ausdehnungsverhalten zu berücksichtigen. Die Oberfläche der mineralischen Dichtungsschicht ist unmittelbar vor der Verlegung der KDB von der Bauleitung, der Verlegefirma und dem Fremdüberwacher freizugeben.

Eine Nachfolgenutzung ist bei Kombinationsabdichtungen nur bei sehr geringen Flächenlasten und geringen Auflastunterschieden möglich. Eine Bebauung ist i.d.R. nicht realisierbar, da aufgrund der erforderlichen Durchdringungen von Ver- und Entsorgungsleitungen die Dichtigkeit des Systems nicht gewährleistet werden kann.

Es kommen zunehmend auch alternative Abdichtungssysteme zur Anwendung, wie z.B. die Kombinationen KDB-Bentonitmatten und KDB-Kapillarsperre.

710.3.2

710.3.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Planum / Ausgleichsschicht herstellen und verdichten	m ²	
Mineralische Dichtungsschicht liefern und einbauen	m ²	
Geosynthetische Tondichtungsbahnen liefern und verlegen	m ²	
Kunststoffdichtungsbahn (KDB) liefern, einbauen und verschweißen	m ²	
KDB durch Extrusionsschweißnähte dicht verschweißen	m	
Anschluss der KDB an Gaskollektoren, Drainagegräben etc.	Stck.	
Schutzschicht aus Geotextil / mineralischem Material	m ²	
Dränageschicht		
aus mineralischem Material	m ³	
als Dränmatte	m ²	
Geotextil / Filtermatte / Schutzvlies liefern und einbauen	m ²	
Rekultivierungsschicht liefern und einbauen	m ²	m ³
Begrünung liefern und einbauen		
Rasensaat	m ²	
Bepflanzung	m ²	Stck.

Im Kostenansatz werden alle notwendigen Leistungen berücksichtigt. Dazu zählen das Herstellen der Ausgleichsschicht und ggf. einer Gasdrainage, der Einbau der mineralischen Dichtung, das Verlegen der Kunststoffdichtungsbahn einschließlich Schutzschicht, die Erstellung der Entwässerungsschicht (die Auslegung erfolgt gemäß berechnetem Sickerwasseranfall und hydraulischem Nachweis der Leistungsfähigkeit des Systems) und das Aufbringen der Rekultivierungsschicht.

Die Kosten für die Kernleistung der Kombinationsabdichtung liegen bei ca. 65,- €/m². Variationen ergeben sich u.a. durch die unterschiedlichen Anforderungen an das mineralische Dichtelement in Abhängigkeit von der Deponieklasse (Deponiekl. II: $k \leq 5 \cdot 10^{-10}$ m/s; Deponiekl. III: $k \leq 5 \cdot 10^{-9}$ m/s).

Erfolgen die Abdichtungsarbeiten unter eingeschränkten Arbeitsverhältnissen, wie z.B. auf Sanierungsstandorten mit Wohnbebauung und -nutzung, muss ein Zuschlag von etwa 30 % auf die Kosten der Kernleistungen angenommen werden. Erforderliche oder gewünschte Änderungen im Dichtungsaufbau, z.B. durch Einbau von Kunststoffdichtungsbahnen mit einer Dicke < 2,5 mm oder durch geringere Mächtigkeit der einzelnen Schichten, können durch Variation des Basiskostenansatzes berücksichtigt werden.

710.3.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

- LB 110 Geotechnische Felduntersuchungen
- LB 140 Geotechnische Laboruntersuchungen
- LB 210 Baustelleneinrichtung
- LB 240 Brunnenbau und Pumpversuche
- LB 260 Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung

LB 300	Erdarbeiten
LB 310	Wiedereinbau
LB 320	Renaturierung, Landschaftsbau
LB 340	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 500	Fassung und Absaugung von Bodenluft / Deponiegas
LB 540	Dränarbeiten, Entwässerungskanäle

710.4 Geosynthetische Tondichtungsbahn (GTD)

710.4.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Geosynthetische Tondichtungsbahnen (GTD) bestehen aus eingestreuten und gepressten Lagen quellfähigen Bentonits innerhalb einer Vliesummantelung. Die Dichtwirkung erfolgt durch die Tonminerale, die bei entsprechender Wasserzufuhr quellen. In gequollenem Zustand erzielen Bentonitmatten bei geringer Aufstauhöhe eine Dichtwirkung, die einer 0,50 m dicken mineralischen Dichtungsschicht mit einem Durchlässigkeitsbeiwert $k = 5 \cdot 10^{-9}$ m/s entspricht. Um eine Verlagerung des Tonmehls innerhalb der Matte zu verhindern, werden die geotextilen Einfassungen vollflächig miteinander vernadelt oder punktuell miteinander vernäht.

Seit 1997/1998 wurden geosynthetische Tondichtungsbahnen mehrerer Hersteller für den Einsatz in einlagiger und zweilagiger Ausführung (je nach Produkttyp) für die Deponieklasse I durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) bauaufsichtlich zugelassen. Für andere Einsatzfelder müssen die entsprechenden Eignungsnachweise jeweils erbracht werden. Hier können die vorliegenden DIBt-Zulassungen als Grundlage zur Beurteilung neuer und verbesserter Systeme genutzt werden. Die LAGA empfiehlt den Einsatz von Bentonitmatten für Oberflächenabdichtungen von Deponien und Deponieabschnitten der Deponieklasse I, für Deponien mit geringem Gefährdungspotenzial in flachgeneigten Bereichen und als temporäre Abdeckung bei setzungsgefährdeten Altdeponien. Weitere Hinweise zur Anwendung von GTD werden in den „EAG-GTD - Empfehlungen zur Anwendung geosynthetischer Tondichtungsbahnen“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik, Arbeitskreis 5.1 formuliert.

Die Vorteile der Bentonitmatten im Vergleich zu herkömmlichen mineralischen Dichtungsschichten liegen in der schnellen Verlegung, dem geringen Materialverbrauch und einem günstigen Verformungsverhalten (setzungsunempfindlich). Daher kommen sie bevorzugt bei stark setzungsgefährdeten Altablagerungen zum Einsatz. Der Einbau der Bentonitmatten erfolgt auf einem ebenen, trockenen Planum nach den Verlegeanleitungen des Herstellers. Die Matten sind nach der Verlegung und Abnahme sofort mit einem Witterungsschutz zu überdecken und zu belasten. Die Auflast ist erforderlich um den Quellvorgang zu begrenzen.

Durch Austrocknungsprozesse kann es bei Bentonitmatten zu Rissbildungen kommen. Daher kommt der Rekultivierungsschicht als Schutz vor Austrocknung und - bei entsprechender Ausführung - als Wurzelsperre eine besondere Bedeutung zu. Es wird empfohlen, die Rekultivierungsschicht mit einer deutlich größeren Mächtigkeit als der in der TA Abfall / TA Siedlungsabfall / DepV angegebenen Minstdicke von 1,0 m einzubauen.

Eine Nachfolgenutzung ist bei Abdichtungssystemen mit Bentonitmatten nur bei sehr geringen Flächenlasten und geringen Auflastunterschieden möglich. Eine Bebauung ist i.d.R. nicht realisierbar, da aufgrund der erforderlichen Durchdringungen von Ver- und Entsorgungsleitungen die Dichtigkeit des Systems nicht gewährleistet werden kann.

710.4.2

710.4.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Planum / Ausgleichsschicht herstellen und verdichten	m ²	
Geosynthetische Tondichtungsbahnen liefern und verlegen	m ²	
Schutzschicht aus Geotextil / mineralischem Material	m ²	
Dränageschicht		
aus mineralischem Material	m ³	
als Dränmatte	m ²	
Geotextil / Filtermatte / Schutzvlies liefern und einbauen	m ²	
Rekultivierungsschicht liefern und einbauen	m ²	m ³
Begrünung liefern und einbauen		
Rasensaat	m ²	
Bepflanzung	m ²	Stck.

Der Kostenansatz von ca. 50,- €/m² für das Kostenmodul ist der Komplettpreis für die Oberflächenabdichtung mittels einer Bentonitmatte. Im Modul werden neben den Kosten für Mobilisierung / Demobilisierung des Baufeldes die Planungsarbeiten, die Erstellung der Dichtungs- und Dränageschicht und der Einbau der Rekultivierungsschicht berücksichtigt.

710.4.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 110	Geotechnische Felduntersuchungen
LB 140	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 210	Baustelleneinrichtung
LB 240	Brunnenbau und Pumpversuche
LB 260	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 300	Erdarbeiten
LB 310	Wiedereinbau
LB 320	Renaturierung, Landschaftsbau
LB 340	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 500	Fassung und Absaugung von Bodenluft / Deponiegas
LB 540	Dränarbeiten, Entwässerungskanäle

710.5 Kapillarsperre

710.5.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Eine Kapillarsperre besteht aus einer feinkörnigen Sandschicht (Kapillarschicht, ca. 0,40 m) über einer deutlich gröberkörnigen Schicht (Kapillarblock, ca. 0,25-0,30 m). Die Dichtwirkung wird durch die ausgeprägten Unterschiede der hydraulischen Eigenschaften dieser Schichten bewirkt. Die Sandsieblinien sollten möglichst steil sein und die Körner keine Eigenporosität besitzen. Das Material muss mechanisch beanspruchbar und verwitterungsbeständig sein. Der Feinsand sollte eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit besitzen ($k \leq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s). Das Sickerwasser wird überwiegend in der Feinsandschicht fixiert und nahezu vollständig lateral abgeführt. Nur sehr geringe Mengen ($< 1 \%$) treten in den Kapillarblock ein. Gegen Deponiegas stellt die Kapillarsperre keine Barriere dar.

Um die Funktionsfähigkeit zu gewährleisten, ist der Einbau der Kapillarsperre mit einer Hangneigung von 1:2,5 bis 1:7 vorzunehmen.

Die Mächtigkeit der Rekultivierungsschicht wie auch die Auswahl der Bepflanzung ist für die Funktionsfähigkeit von Kapillarsperren von besonderer Bedeutung. Eine optimierte Rekultivierungsschicht kann als Wasserhaushaltsschicht zu einer Minimierung und Vergleichmäßigung des Sickerwasserzutritts in die Kapillarschicht führen und damit hydraulische Durchbrüche verhindern. Sie dient darüber hinaus als Wurzelsperre. Es wird eine Mindestmächtigkeit von 1,5 m empfohlen.

Die Kapillarsperre stellt kein Regelabdichtungssystem nach TA Abfall / TA Siedlungsabfall / Deponieverordnung dar. Die grundlegende Anforderung der TA Siedlungsabfall an Oberflächenabdichtungen, die Sickerwasserbildung zu minimieren, wird von Kapillarsperren erfüllt. Die Prüfkriterien für Dichtungselemente wie z.B. Durchlässigkeitsbeiwerte finden auf Kapillarsperren systembedingt jedoch keine Anwendung. Daher ist die Eignung anhand einer Einzelfallbeurteilung auf der Grundlage einer hydraulischen Bemessung mit Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten (Neigung, Hanglänge, Materialzusammensetzung, Niederschlag, Rekultivierungsschicht etc.) nachzuweisen.

Die Vorteile der Kapillarsperre liegen in dem geringen bautechnischen Aufwand im Vergleich zu Regelabdichtungssystemen nach TASI, der Unempfindlichkeit gegenüber Austrocknung, der Standsicherheit in steilen Böschungsbereichen und der einfachen Qualitätssicherung. Allerdings ist auf einen sorgfältigen Einbau zu achten.

Die LAGA empfiehlt den Einbau von Kapillarsperren

- als Oberflächenabdichtung bei Deponien mit geringem Gefährdungspotenzial und abgeklungener Gasproduktion (Ersatz für mineralische Dichtung und Entwässerungsschicht),
- als Oberflächenabdichtung bei Deponien der Klasse I (Ersatz für mineralische Dichtung und Entwässerungsschicht),
- als mineralische Komponente der Regelabdichtung in Deponien der Klasse II und bei Altdeponien.

710.5.2

710.5.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Planum / Ausgleichsschicht herstellen und verdichten	m ²	
Kapillarblock liefern und einbauen	m ²	
Kapillarschicht liefern und einbauen	m ²	
Geotextil / Schutzvlies liefern und einbauen	m ²	
Rekultivierungsschicht liefern und einbauen	m ²	m ³
Begrünung liefern und einbauen		
	Rasenansaat	m ²
	Bepflanzung	m ² Stck.

Die Leistung zur Erstellung einer Kapillarsperre (Feinsand als Kapillarschicht, Grobsand als Kapillarblock) beinhaltet die Herrichtung des Baufeldes mit Freilegung der Fläche, die Verfestigung des Untergrundes und die Erstellung eines Planums. Des Weiteren umfasst die Leistung die Lieferung aller benötigten Baustoffe sowie die Bereitstellung und das Vorhalten der Gerätschaften. Alle Kosten des Moduls beziehen sich auf die Kompletterstellung der Oberflächenabdichtung, bestehend aus Planumsarbeiten, Dichtungssystem und Rekultivierungsschicht einschließlich der evtl. einzubauenden Geotextilien. Anschließend ist das Baufeld zu räumen. Leistungen im Rahmen von Kombinationsabdichtungen (Kapillarsperre – KDB) sind im Zusammenhang mit dem Leistungsbereich LB 710-300-000 zu kalkulieren.

710.5.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 110	Geotechnische Felduntersuchungen
LB 140	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 210	Baustelleneinrichtung
LB 240	Brunnenbau und Pumpversuche
LB 260	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 300	Erdarbeiten
LB 310	Wiedereinbau
LB 320	Renaturierung, Landschaftsbau
LB 340	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 500	Fassung und Absaugung von Bodenluft / Deponiegas
LB 540	Dränarbeiten, Entwässerungskanäle

710.6 Asphaltbetonabdichtung

710.6.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche / technische Grundlagen)

Bauweisen mit Asphaltbeton werden im Straßenbau sowie im Erd- und Wasserbau standardmäßig eingesetzt. Im Deponiebau gibt es seit 1996 eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) für Asphaltbeton in Basisabdichtungen. Für den Einsatz von Asphaltbeton in Oberflächenabdichtungen sind objektbezogene Eignungsnachweise zu erbringen. Das DVWK-Merkblatt „Deponieabdichtungen in Asphaltbauweise“ (DVWK 237) gibt Empfehlungen für Deponie-Basisabdichtungen in Asphaltbauweise. Die darin und in der DIBt-Zulassung enthaltenen Ausführungen können orientierend auch für die Planung von Oberflächenabdichtungen herangezogen werden.

Asphaltbeton wird aus einem Gemisch aus Splitt oder Kiesen verschiedener Körnung, Sanden, Füllern und Bitumen hergestellt. Die genaue Zusammensetzung kann entsprechend den örtlichen Gegebenheiten und objektspezifischen Anforderungen angepasst werden.

Dichtungselemente aus Deponieasphalt weisen folgende günstige Eigenschaften auf:

- hohe Gas- und Wasserdichtigkeit,
- hohe mechanische Belastbarkeit und gute Verformbarkeit,
- Unempfindlichkeit gegen Austrocknung, witterungs- und erosionsfest
- Wurzelfestigkeit,
- hohe Standsicherheit (Neigungen bis maximal 1:2 möglich).

Um die erforderliche Verdichtung der Asphaltabdichtungsschicht zu erreichen, ist ein ausreichend tragfähiges Planum erforderlich. Lastfälle aus der Bauphase und geplanten Nutzung sollten berücksichtigt werden. In der Regel wird eine ca. 0,50 m mächtige mineralische Tragschicht mit einem $E_v \geq 45 \text{ MN/m}^2$ eingebaut. Darauf wird die Asphaltabdichtung aufgebracht, bestehend aus einer 8 cm starken Deponie-Asphalttragschicht (DAT) mit einem Hohlraumgehalt $\leq 5 \text{ Vol.-%}$ und einer ca. 6 cm starken Deponie-Asphaltabdichtungsschicht (DAD) mit einem Hohlraumgehalt von $\leq 3 \text{ Vol.-%}$.

Bei einer geplanten Folgenutzung z.B. als Park-, Lager- oder Gewerbeflächen ist das Aufbringen einer zusätzlichen Asphaltsschicht als Verschleißschicht sinnvoll. Eine Überdeckung der Asphaltbetonabdichtung mit einer Rekultivierungsschicht ist ebenfalls möglich.

Die LAGA empfiehlt den Einbau von Asphaltbetonabdichtungen

- als Ersatz der mineralischen Dichtung in Abdichtungssystemen der Deponieklasse I,
- als Ersatz der Kunststoffdichtungsbahn in Oberflächenabdichtungssystemen der Deponieklasse II und von Altdeponien in Verbindung mit einer stärker reduzierten mineralischen Dichtungsschicht, ggf. unter Verzicht der mineralischen Dichtungsschicht.

Sofern das Sanierungskonzept die gleichzeitige Verwendung einer Asphaltbetonabdichtung als Oberbau für Verkehrsflächen vorsieht, ergeben sich in Abhängigkeit von der geplanten Nutzungsart Änderungen im Dichtungsaufbau und -preis. Gemäß den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen (RStO 01) werden in Abhängigkeit von Straßenart oder Funktion folgende Bauklassen unterschieden:

Straßenart oder Funktion (Auszug)	Bauklasse
Straßenflächen	
Hauptverkehrs-, Industriestraße	II, III
Wohnsammelstraße, Fußgängerzone mit Ladeverkehr	III, IV
Anliegerstraße, befahrbarer Wohnweg, Fußgängerzone	V, VI
Parkflächen (ständig genutzt)	
Schwerverkehr	IV / V
Pkw-Verkehr mit geringem Schwerverkehranteil	V / VI
Pkw-Verkehr	VI

710.6.2 Kostenermittlung

710.6.2.1 Abrechnungseinheiten, Kostenkalkulation

In der Kostenkalkulation sind die Abrechnungseinheiten wie folgt vorgesehen:

Leistung	Abrechnungseinheit	alternativ
Planum / Ausgleichsschicht herstellen und verdichten	m ²	
Asphaltdeckschicht liefern und einbauen	m ²	t
Asphaltbinderschicht liefern und einbauen	m ²	t
Asphalttragschicht, -tragdeckschicht liefern und einbauen	m ²	t
Bindemittel aufsprühen	m ²	
Dränageschicht		
aus mineralischem Material	m ³	
als Dränmatte	m ²	
Geotextil / Schutzvlies liefern und einbauen	m ²	
Rekultivierungsschicht liefern und einbauen	m ²	m ³
Begrünung liefern und einbauen		
Rasenansaat	m ²	
Bepflanzung	m ²	Stck.

Dem Leistungsbereich liegen mit unterschiedlichem Aufwand hergestellte Systeme zugrunde. Die einfachste Variante besteht aus bituminöser Tragschicht ohne Frostschutzschicht auf verfestigtem Planum mit bituminöser Decke. Der Komplettpreis beinhaltet die Kosten für die Freimachung des Baufeldes, die Verfestigung des Untergrundes, Planumsarbeiten und die Erstellung der Dichtungs- und Dränageschicht einschl. der evtl. einzubauenden geotextilen Schutzlagen.

710.6.2.2 Leistungsregister

weiterführende Leistungen:

LB 110	Geotechnische Felduntersuchungen
LB 140	Geotechnische Laboruntersuchungen
LB 210	Baustelleneinrichtung
LB 240	Brunnenbau und Pumpversuche
LB 260	Zwischenlagerung, Bereitstellungslagerung
LB 300	Erdarbeiten
LB 310	Wiedereinbau
LB 340	Eigenkontrollmaßnahmen der Überwachung und Nachsorge
LB 500	Fassung und Absaugung von Bodenluft / Deponiegas
LB 540	Dränarbeiten, Entwässerungskanäle