

Verwendung von Geokunststoffen bei der betrieblichen Abdeckung von Deponieoberflächen

Zweck, Nutzen, Bemessung und konstruktive Ausbildung einzelner Elemente am Beispiel eines ausgeführten Projektes

Ulrich Sehrbrock

Erich Tegtmeyer

Allgemeines

Laut DepV ist auf eine Deponie in der Stilllegungsphase ein Oberflächenabdichtungssystem aufzubringen, um zukünftige negative Auswirkungen der Deponie auf die ... Schutzgüter zu verhindern. Bei vielen Deponien sind jedoch derzeit aufgrund des Inventars noch durchaus auch über längere Zeit Setzungen zu erwarten, welche den Aufbau eines aufwendigen endgültigen Abdichtungssystems aus technisch/wirtschaftlicher Sicht noch nicht angeraten erscheinen lassen. In solchen Fällen werden gelegentlich vom Aufbau/der Qualität her reduzierte Abdeckungssysteme installiert, die einen temporären Charakter haben und welche die Zeit überbrücken sollen, bis der Zustand des Deponiekörpers den Bau des endgültigen Abdeckungssystems sinnvoll erscheinen lässt.

Eine andere Form der Abdeckung ist gelegentlich durch den Wunsch, die Kosten des laufenden Deponiebetriebes zu senken, motiviert und hat z. B. vorrangig das Ziel, zur Reduzierung der Kosten für die Sickerwasserreinigung den Eintrag von Niederschlägen zu minimieren.

Insgesamt kann man so also nach Zeitpunkt, Zweck und technischer Auslegung unterscheiden zwischen endgültigen und temporären Oberflächenabdichtungssystemen sowie betrieblichen Abdeckungen. Während die Anforderungen an die endgültigen Oberflächenabdichtungssysteme dabei unter Berücksichtigung der Deponieklassen auf Basis der DepV geregelt sind, bieten die temporäre und betriebliche Abdeckungen die Möglichkeit, ein System zu installieren, welches auf eine spezifische Funktion über einen begrenzten Zeitraum ausgelegt ist und so nicht dem Niveau der nach DepV vorgegebenen Qualitäten entsprechen muss.

Dieser Beitrag beschäftigt sich neben der Vorstellung allgemeiner Ansätze beispielhaft mit einer auf der Zentraldeponie Lüneburg ausgeführten betrieblichen Abdeckung, wobei u. a. auf die Bemessung und konstruktive Ausbildung einzelner Details eingegangen wird.

1. Zweck der betrieblichen Abdeckung (Beispiel Zentraldeponie Lüneburg)

Die Zentraldeponie Lüneburg ist eine Haldendeponie, die in der Vergangenheit in diversen Abschnitten erweitert worden ist. Auf der Deponie wurden bis 2005 Haus- und Gewerbeabfälle abgelagert, so dass aufgrund des Abfallinventars auch derzeit noch Setzungen in unterschiedlichem Ausmaß zu verzeichnen sind, die eine endgültige Oberflächenabdichtung derzeit technisch noch nicht sinnvoll ermöglichen. Zum Zeitpunkt der hier beschriebenen Baumaßnahme wurde sowohl an einigen Böschungsbereichen wie auch auf dem Plateau Boden deponiert. Auf dem Plateaubereich läuft der Ablagerungsbetrieb nach wie vor, so dass die Zuwegungen auf den Deponiekörper durchgängig zu erhalten waren.

Da insbesondere in den Wintermonaten an der gedichteten Basis erhebliche Sickerwassermengen anfielen und entsorgt werden mussten, welche die Kapazitäten der deponieeigenen Sickerwasserkläranlage überforderten, sollten zur Minimierung des Sickerwasseranfalls die nicht mehr unmittelbar zur Ablagerung zur Verfügung stehenden Flanken der Deponie (Nordböschung, sowie Süd- und Westböschung) mit einer Abdeckung versehen werden. Die Kosten dieser betrieblich motivierten Abdichtung der Flanken sollten sich möglichst durch die Einsparungen insbesondere der zeitweise erforderlichen externen Sickerwasserentsorgung in absehbarer Zeit amortisieren.

Die betriebliche Abdeckung sollte daher so ausgelegt werden, dass sie über einen Zeitraum von etwa bis zu 10 Jahren wesentliche Menge des Niederschlages von dem Deponiekörper abhält. Da das Plateau im Zuge der fortlaufenden Ablagerung weiterhin offen bleibt und dort auch weiter entsprechende Regenmengen versickern werden, war davon auszugehen, dass aufgrund einer so weiter zu erwartenden Befeuchtung das derzeit über eine Entgasungsanlage abgezogenen und verstromte Deponiegas auch zukünftig anfällt, so dass die bestehenden Gasfassungsanlagen und deren zur Wartung benötigten Zuwegungen zu erhalten waren.

Aufgrund der angestrebten weitgehenden Wasserundurchlässigkeit der betrieblichen Abdeckung war eine entsprechende Wasserfassung vorzusehen. Das gefasste Regenwasser konnte am Standort versickert werden.

2. Bauteile, Materialien

Ziel war es, eine möglichst wirksame Abdeckung zu installieren und das mit einem finanziellen Einsatz, der in einem vernünftigen Verhältnis zu den zu erwartenden Einsparungen stand. Die Abdeckung war auf zwei voneinander getrennten Bereichen praktisch durchgehend auf etwa 1 : 3 geneigten Böschungsf lächen aufzubringen. Insgesamt sollte die betriebliche Abdeckung auf einer Fläche von etwa 12 ha aufgebracht werden, unterteilt nach Nordböschung mit ca. 4 ha, sowie der West- und Südböschung mit ca. 8 ha.

Als Dichtungselement fiel die Entscheidung auf eine PEHD Kunststoffdichtungsbahn, da diese über den vorgesehenen Zeitraum witterungsbeständig und schnell und einfach zu verlegen ist. Zudem lassen sich andere Konstruktionselemente, wie Gasbrunnen und für die Wasserableitung benötigte Rohrdurchführungen vergleichsweise gut anbinden. Da es sich nicht um eine endgültige Abdeckung handelte, wurde keine BAM-konforme, 2,5 mm dicke Bahn, sondern eine PEHD-Dichtungsbahn der Dicke $d = 1,5$ mm eingesetzt.

Auf der Nord- und Westböschung wurde eine beidseitig glatte KDB eingesetzt. Auf der Südböschung hingegen, auf welcher einer Photovoltaikanlage installiert werden sollte, kam eine beidseitig strukturierte Bahn zum Einsatz, um hier eine zur Montage der Solarpanels erforderliche sichere Begehrbarkeit der ebenfalls komplett unter ca. 1 : 3 geneigten Fläche gewährleisten zu können.

Um den aus der Wahl einer relativ dünnen und damit gegen Beschädigungen empfindlicheren Dichtungsbahn resultierenden Ansprüchen gerecht zu werden, war ein entsprechendes Auflager zu schaffen. Die vorhandene Deponieoberfläche, mit einem über weite Bereiche vorhandenen Spontanbewuchs, wurde dazu gefräst. Durch diesen Arbeitsgang wurde die Vegetation beseitigt und gleichzeitig die kleinräumige Topographie egalisiert. Auf die auf diese Art auch hinsichtlich des Reibungsverhaltens verbesserte Oberfläche wurde eine mineralische Ausgleichs- und Schutzschicht (steinfreies Material) aufgebracht. Je nach Deponiebereich konnten dafür unterschiedliche Deponierersatzbaustoffe eingesetzt werden.

Zur Lagesicherung der Kunststoffdichtungsbahn (Windsicherung) wurden an Stahlbändern befestigte Reifen aufgelegt.

In Bereichen, in welchen punktförmige Belastungen der KDB nicht völlig auszuschließen waren, speziell auch dort, wo aufgrund konvexer Wölbungen die Dichtungsbahn gegen das Auflager gedrückt wird, wurde die Verlegung von Schutzvliesen aus PP vorgesehen. Insbesondere zwischen Dichtungsbahn und dem Aufbau der Bermenwege wurden Vliese als geotextile Schutzlagen eingesetzt.

Darüber hinaus kamen Kunststoffe bei den zur Wasserableitung erforderlichen Durchlässen unter den Bermenwegen und der Deponieumfahrung zum Einbau. Zur Wasserableitung durch die Bermenwege wurden DN 300 und für die Durchlässe unter der Umfahrung wurden DN 800 verbaut.

Insgesamt kamen also folgende Kunststoffelemente zur Anwendung:

- PEHD-Kunststoffdichtungsbahn, $d = 1,5 \text{ mm}$
(beidseitig glatt auf Nord- und Westböschung, beidseitig strukturiert im Bereich Photovoltaik)
- PP-Schutzvlies (600 g/m^2) Schutz KDB unter dem Aufbau der Bermenwege
- PEHD-Rohre DN 300 Querungen der Bermenwege
- PEHD-Rohre DN 800 Abläufe Randgräben zu den Versickerungsbecken

Die folgenden Bilder verdeutlichen die örtliche Situation und einige Details.



Bild 1: Böschung Ausgangszustand



Bild 2: Böschung nach Fräsübergang



Bild 3: Einbau Ausgleichsschicht, KDB

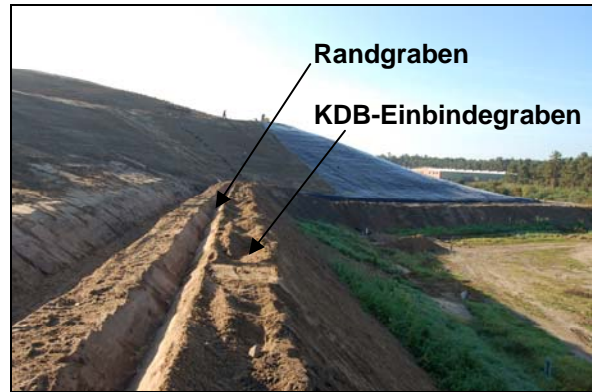


Bild 4: Profilierung Randgraben (beispielhaft)



Bild 5: Randgraben mit Kies gefüllt



Bild 6: Böschung fertig gestellt



Bild 7: Bermenweg mit Randgraben



Bild 8: Einbindung 800-er Durchlässe



Bild 9: Einbindung 3 DN 300 in Randgraben



Bild 10: Einbindung Gasbrunnen



Bild 11: Seitenansicht Photovoltaikanlage



Bild 12: Unteransicht Photovoltaikanlage

3. Bemessung

3.1 Regenwasserfassung, -versickerung

Auf einer mit einer Dichtungsbahn abgedeckten Fläche oder Böschung läuft das auftreffenden Wasser, ohne dass Teilmengen versickern können, unmittelbar und mit entsprechender Heftigkeit ab. Die an der Wasserableitung beteiligten Elemente (Gräben, Rohrleitungen, Durchlässe) sind daher auf die sich so ergebenden, schnell auftretenden

Spitzenabflüsse auszulegen. Die nachgeschalteten Stapel- oder (wie hier) Versickerungsbecken sind ebenso auf die sich aufsummierenden Wassermengen zu bemessen.

Beispielhaft lassen sich für die auf der Zentraldeponie Lüneburg abgedeckte, ca. 4 ha große Nordböschung, die in Falllinie durch eine Berme in 2 Abschnitte mit Böschungslängen von jeweils ca. 50 m aufgeteilt ist, die folgenden Bemessungsgrößen ableiten. Das Wasser des oberen Böschungsabschnittes wurde dabei in einem bergseitig des Bermenweges angelegten sogenannten Bermengrabens gefasst und in maximalen Abständen von 50 m über Rohre DN 300 unter den Bermenweg hindurch auf den unteren Böschungsabschnitt geleitet. Im Randgraben des unteren Abschnittes wurden dann die gesamten Wassermengen über einen Durchlass unter der Deponieumfahrung in ein Sickerbecken abgeschlagen.

Vom entferntesten Punkt der Böschung bis zum Einlauf in den Durchlass zum Sickerbecken benötigt auftreffendes Regenwasser etwa

50 m böschungsabwärts unter 1 : 3	⇒	ca. 60 sek	
50 m Bermengraben mit 0,35 m/s	⇒	ca. 140 sek	
50 m böschungsabwärts unter 1 : 3	⇒	ca. 60 sek	
200 m Rangraben mit 1,3 m/s	⇒	ca. 150 sek	
gesamt	⇒	410 sek	⇒ etwa 7 Minuten

Regenspende $r_{15(1)} = 85,6 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$ (Vorgabe nach Abstimmung mit Behörde)

⇒ Bemessungsregenspende $152,6 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$ - Zeitdauer 15 Minuten

Aus dem Ansatz eines 15-minütigen Bemessungsregens – hier: $152,6 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$ - ergibt sich unter diesen Bedingungen die anzusetzende mindestens aufnehmbare Wassermenge bei einem entsprechenden maximalen Abfluss von etwa $152,6 \cdot 4 = 610 \text{ l/s}$ zu:

$$152,6 \cdot (15 \cdot 60) \cdot 4 = 549.360 \text{ l} \Rightarrow 550 \text{ m}^3$$

Die Wasser ableitenden Elemente (hier der Durchlass) sollten jedoch auf die bei einem kürzeren, jedoch heftigeren Regen Abflussmengen (hier entsprechend der Fließzeit von ca. 7 Minuten) ausgelegt werden. In dem hier beispielhaft vorgestellten Projekt wurde, nicht zuletzt wegen der seinerzeit aktuellen Verfügbarkeit, ein 800-er PEHD-Rohr als Durchlass eingebaut.

Die folgenden Bilder zeigen einige Details der Regenwasserfassung.



Bild 13: Bremengraben bei der Herstellung



Bild 14: Abschlag Bermengraben, 3 DN 300



Bild 15: Einlauf Randgraben, 800-er Durchlass



Bild 16: Auslauf ins Versickerungsbecken

3.2 Ballastierung Randgräben

Aufgrund dem vergleichsweise starken temperaturabhängigen Formänderungsverhalten von Kunststoffen, neigen als Grabenauskleidungen (konkav) verlegte Dichtungsbahnen dazu, sich bei abnehmenden Temperaturen vom Auflager abzuheben. Wird nun eine entsprechend lange, über die Böschungfläche verlegte Bahn auch durch den Randgraben hindurchgeführt, kann die temperaturbedingte Verkürzung der Bahn dazu führen, dass sich die Dichtungsbahn komplett aus dem Grabenprofil abhebt, so dass die Dichtungsbahn den Graben überspannt und der planmäßig vorgesehene nutzbare Fließquerschnitt verloren gehen kann.

Bei einem Ausdehnungskoeffizienten α_T für PE von $\alpha_T = 2 \cdot 10^{-4} [1/K]$ ergibt sich beispielhaft für eine 50 m lange Dichtungsbahn bei einer Temperaturdifferenz (Einbau aktuell) von 50 K (Umrechnung C = K-273,15) eine Längenänderung Δl (Schrumpfung) von etwa

$$\Delta l = 2 \cdot 10^{-4} \cdot 50 \cdot 50 = 50 \text{ cm.}$$

Um die Auswirkung einer solchen temperaturbedingten Längenänderung, nämlich die Verminderung des Grabenquerschnittes, vermeiden zu können, ist entweder eine entsprechend Ballastierung des Grabens (z. B. durch Kiesfüllung) erforderlich oder die Konstruktion ist so zu verändern, dass die wirksame Länge der Dichtungsbahn entsprechend kurz ist, d. h.: Trennung der Dichtungsbahn der Böschungsabdichtung von jener der Grabenauskleidung. Die folgenden Bilder zeigen beide Varianten.



Bild 17: Ballastierung Randgraben, Kies



Bild 18: Separate KDB zur Grabenauskleidung

3.3 Lagesicherung Dichtungsbahn

Zur Lagesicherung der Kunststoffdichtungsbahn sind, da keine Bodenüberdeckung vorhanden ist, Elemente zur Fixierung vorzusehen, welche die Bahn möglichst flächig und dauerhaft auf dem Auflager hält. Die Lagesicherung ist enorm wichtig, um angreifenden Windkräften keinen Angriffspunkt zu geben. Solange, wie Wind nicht unter die Dichtungsbahn fahren kann, weil die Bahn auf dem Untergrund fixiert ist, können selbst Sogkräfte die Bahn nicht anheben, da für ein Abheben Luft unter die Bahn strömen können müsste (die Dichtungsbahn saugt sich quasi fest).

Eine geeignete Lagesicherung sorgt zudem dafür, dass Aufwölbungen, die infolge von Materialdehnungen aufgrund einer Temperaturbeeinflussung eintreten können, möglichst gleichmäßig und dadurch bestmöglich minimiert werden. Auch dies ist ein wirksamer Betrag zur Windsicherung, weil ansonsten lokale Aufwölbungen sich verstärkende Angriffspunkte für Windsog darstellen können. Die folgenden Bilder zeigen beispielhaft Details einer Lagesicherung durch an Stahlbändern fixierte Reifen.

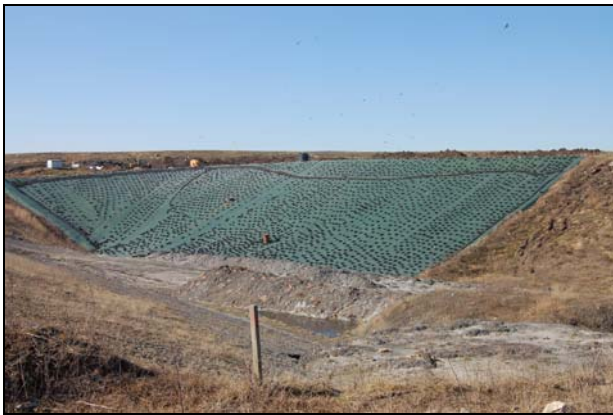


Bild 19: Lagesicherung Gewebe durch Reifen



Bild 20: Lagesicherung KDB durch Reifen



Bild 21: Verankerung Lagesicherung



Bild 22: Fixierung Rispenband am Nagel

4. Schlussbemerkung

Die betriebliche Abdeckung konnte auf der vorgesehenen Fläche von insgesamt 12 ha innerhalb eines Jahres installiert werden. Unmittelbar nach dem Belegen der Deponieoberfläche war ein positiver Einfluss auf den Sickerwasseranfall in den abgedeckten Sektoren feststellbar. Nach nunmehr 1 ½ Jahren lässt sich erkennen, dass sich der finanzielle Einsatz auch wirtschaftlich gelohnt hat, da auf die kostspielige externe Sickerwasserentsorgung in der kalkulierten Größenordnung verzichtet werden kann.

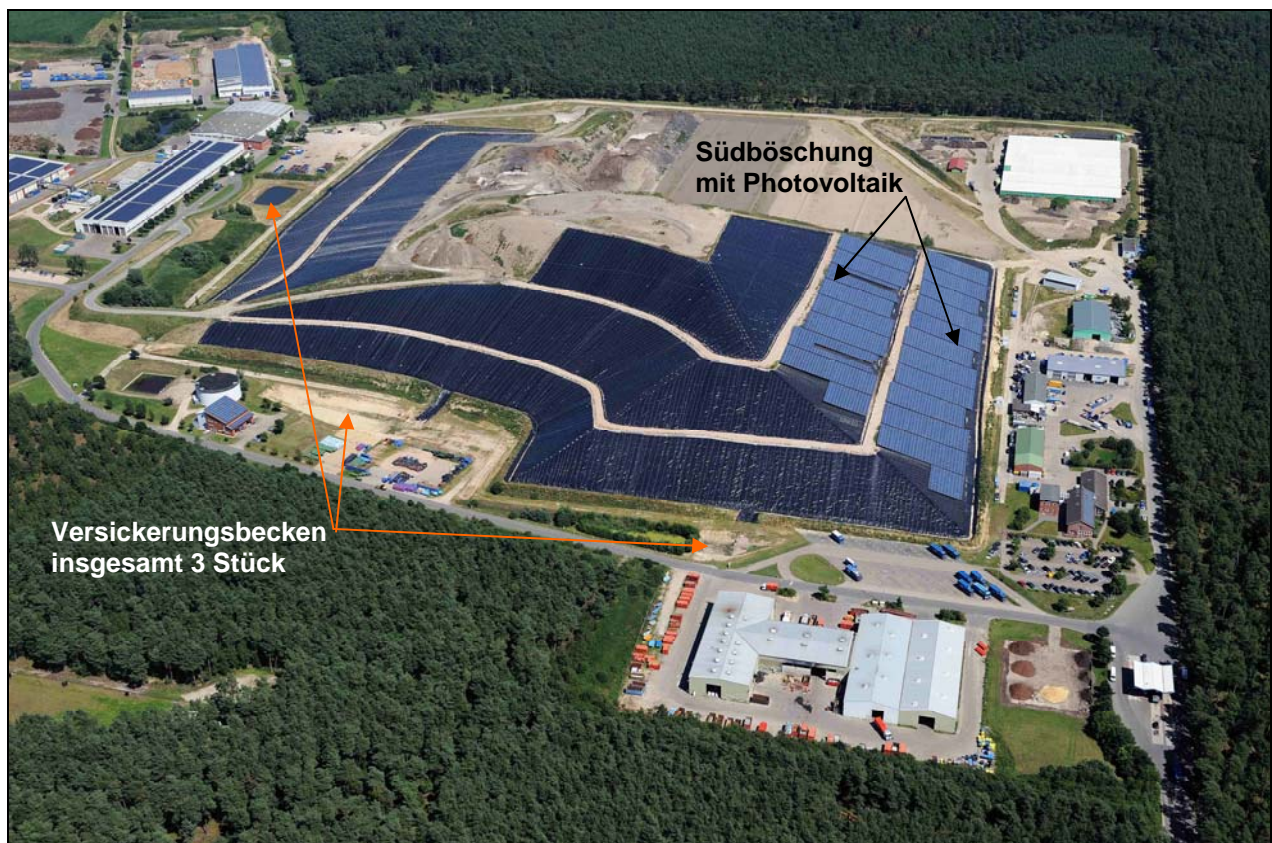


Bild 23: Übersicht Zentraldeponie Lüneburg

