

## Vom Probleberg zum Energieberg

- **Sicherungsmaßnahmen mit Geokunststoffen auf einer Altablagerung**
- **Nachnutzungskonzept für eine PVA**

Dipl.-Ing. (FH) Eckhard Haubrich

### 1. Einleitung

Die Altablagerung „Dachsberg“ wurde in den 20er Jahren des letzten Jahrhunderts als Aschehalde angelegt. Ab etwa 1950 wurden am Standort vermehrt Hausmüll und Gewerbeabfälle abgelagert, der Abschluss der Deponie erfolgte im Jahr 1990.

Der Standort der Altablagerung „Dachsberg“ befindet sich in Thüringen am südlichen Stadtrand von Bleicherode.

Zwischen 1996 und 1998 erfolgte die bauliche Umsetzung von geplanten Maßnahmen zur Rekultivierung der Altablagerung. Dabei wurde eine Oberflächenabdichtung aufgebracht, zudem wurden Entwässerungssysteme für die anfallenden Oberflächen- und Sickerwässer und eine Pflanzenkläranlage zu deren Aufreinigung installiert. Innerhalb der Rekultivierungsschicht, mit welcher die neu aufgebrachte Oberflächenabdichtung abschließt, wurde der Erdstoffersatz GEREKA, ein Gemisch aus Klärschlamm und Asche, aufgebracht.

Nach Fertigstellung der Maßnahmen zur Rekultivierung zeigte sich jedoch, dass die Sickerwässer aus der Rekultivierungsschicht eine Beschaffenheit aufwiesen, welche die Abreinigung in der dafür vorgesehenen Pflanzenkläranlage bzw. eine Direkteinleitung in die Vorflut nicht ermöglichten. Das anfallende Versickerungswasser musste deshalb seither gesammelt und durch die Stadt Bleicherode entsorgt werden.

Ausgelöst durch diesen Umstand erfolgten ab dem Jahr 2003 diverse Untersuchungen zur genehmigungskonformen Umsetzung der Rekultivierung der Altablagerung „Dachsberg“. Dabei wurde der Nachweis erbracht, dass die Belastung der Sickerwässer am Standort ursächlich auf den in die Rekultivierungsschicht eingebrachten Erdstoffersatz GEREKA zurückgeht. Nach Bundesbodenschutzgesetz stellt die Altablagerung „Dachsberg“ somit noch immer eine zu sanierende Altlast dar.

Das Thüringer Landesverwaltungsamt als zuständige Behörde erließ daher im Mai 2010 an die Stadt Bleicherode die Anordnung zur erneuten Sicherung bzw. Sanierung der Altablagerung „Dachsberg“. In der Anordnung wurde außerdem festgelegt, dass zur Erreichung dieses Ziels das bestehende System mit einer neuen Oberflächenabdichtung dauerhaft zu überbauen ist.

## **2. Deponieentwicklung**

### **2.1 Standortsituation**

Die als Aschedeponie angelegte Altablagerung „Dachsberg“ wurde etwa ab den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts vermehrt mit Hausmüll sowie Gewerbeabfällen verfüllt. Der Auffüllvorgang erfolgte ohne Basisabdichtung, es wurde auf das natürlich anstehende tonige Erdreich (Salinarröt) verkippt. Auch die technischen Voraussetzungen für die Sammlung und Ableitung von Sickerwässern wurden nie geplant bzw. baulich umgesetzt.

Mit Beschluss des Rates des Kreises Nordhausen vom 27.07.1972 wurde die Deponie zur zentralen Ablagerungsstätte erklärt. Laut Anlage des Kreistagsbeschlusses war die Deponie für 14 Städte und Gemeinden mit insgesamt 24.300 Einwohnern zuständig. Neben Bau- schutt und Erdaushub wurden Hausmüll mit den für DDR-Verhältnisse typischen Komponenten wie Braunkohleasche, organische Reste und Verpackungsabfälle sowie Sondermüllkomponenten (Altbatterien, Farb- und Verdünnungsreste, Arzneimittel, Haushaltschemikalien) abgelagert. Verbracht wurden zudem auch Gewerbeabfälle (Fette, Spanplattenreste, Gumiabfälle).

Im Mai 1990 wurde die Müllablagerung eingestellt, die offizielle Schließung der Deponie erfolgte am 27.09.1990. Im gesamten Nutzungszeitraum wurden ca. 400.000 m<sup>3</sup> Abfälle auf die Deponie verbracht.

Die Aufschüttungen haben eine maximale Höhe von etwa 14 m, die durchschnittliche Mächtigkeit der Ablagerungen liegt bei ca. 6,5 m.

**Tab. 1:** Klimadaten am Standort:

Jahresmitteltemperatur	6,0 – 8,9 °C
Jahressumme Niederschlag	458 – 1.059 mm
Sonnenscheindauer	1.412 – 1.504 h/a
Tage mit Schneedeckenhöhe ab 10 cm	15 – 73
Überwiegend vorherrschende Windrichtung in freien Lagen	West bis Westsüdwest

Die Niederschlagsrate im Deponiebereich liegt bei etwa 700 mm/a, als Verdunstungsrate sind für den Standort maximal 400 – 500 mm/a anzusetzen

## 2.2 Maßnahmen zur Oberflächenabdichtung zwischen 1996 und 1998

Die Rekultivierungsplanung für die Altablagerung wurde durch das Ingenieurbüro für Umweltgeologie und Wasserwirtschaft im Jahr 1995 erstellt und 1996 angepasst. In der Planung wurde vorgesehen, den ursprünglichen Deponiekörper zu profilieren und eine Oberflächenabdichtung aufzubringen sowie ein System zur Sammlung, Ableitung und Reinigung der Oberflächen- und Sickerwässer zu installieren.

Innerhalb der Rekultivierungsschicht, mit welcher die Oberflächendichtung abschließt, sollte der **Erdstoffersatz GEREKA** zum Einsatz kommen. Hierbei handelt es sich um ein **Gemisch aus Klärschlamm und Asche in unterschiedlicher Zusammensetzung**.

Der Aufbau der damals geplanten Oberflächenabdichtung ist Tabelle 2 zu entnehmen.

**Tab. 2:** Aufbau der ursprünglichen Oberflächenabdeckung

Einheit	Mächtigkeit	Material
Rekultivierungsschicht	ca. 1,75 m	Erdstoff, GEREKA (Erdstoffersatz)
Drainagematte	0,02 m	SECUDRÄN 316 W DS 800 315
Bentonitmatte	0,02 m	BENTOFIX D 4000
Ausgleichsschicht	max. 0,5 m	Erdstoffe, Sande, Substrat < LAGA Z 2

Die bauliche Umsetzung der geplanten Maßnahmen zur Rekultivierung der Altablagerung „Dachsberg“ erfolgte im Zeitraum zwischen 1996 und 1998.

### **2.3 Schadensfall infolge GEREKA-Substrat**

Nach dem Abschluss der Maßnahmen zeigte sich, dass das in der Rekultivierungsschicht entstehende Versickerungswasser eine Beschaffenheit aufwies (u. a. vollständig reduzierendes Milieu sowie hohe Sulfid- und Ammoniumgehalte), welche die Abreinigung im dafür vorgesehenen Klärteich bzw. eine Direkteinleitung in die Vorflut nicht ermöglichte.

Die am Standort anfallenden Sickerwässer (ca. 1.500 m<sup>3</sup>/a mussten seither gesammelt und durch die Stadt Bleicherode teuer entsorgt werden).

Basierend auf dieser Tatsache wurden im Jahr 2003 diverse Untersuchungen zur genehmigungskonformen Umsetzung der Rekultivierung der Altablagerung „Dachsberg“ durchgeführt. Diese erbrachten den Nachweis, dass die Belastung der Sickerwässer ursächlich auf den in die Rekultivierungsschicht eingebrachten Erdstoffersatz GEREKA zurückgeht. Zudem wurde festgestellt, dass die Mächtigkeit des GEREKA-Substrats innerhalb der Rekultivierungsschicht bis zu 3,1 m betrug, was nicht der Genehmigung entsprach.

Eine qualifizierte Gefährdungsabschätzung für die Altablagerung „Dachsberg“ aus dem Jahr 2008 , zeigt zudem auf, dass das Entwässerungssystem der Deponie auf Grund der stark sauren Sickerwässer und der damit einhergehenden Betonkorrosion mittlerweile stark angegriffen und nicht mehr funktionsfähig ist. Der daraus resultierende Wassereinstau in der aufgebrachten Rekultivierungsschicht stellt dem Gutachten zufolge ein Risikopotential hinsichtlich der längerfristigen Standsicherheit dar.

### **3. Erkundungsmaßnahmen**

#### **3.1 Durchgeführte Untersuchungen**

Im Vorfeld der Planung zur Sicherung und Sanierung der Altablagerung „Dachsberg“ in Bleicherode wurden Anfang November 2010 von Klinger und Partner Ingenieurbüro für Bauwesen und Umwelttechnik GmbH sowie vom Ingenieurbüro Henke und Partner GmbH diverse Erkundungsmaßnahmen am Standort durchgeführt. Im Einzelnen wurden die folgenden Arbeiten bzw. Untersuchungen durchgeführt:

- Anlegen von insgesamt neun Baggerschürfen in den Randbereichen der Böschungen um die flächige Ausdehnung des GEREKA-Substrats zum Rand der Deponie hin zu erfassen,
- Anlegen von vier weiteren Schürfgruben am südlichen Böschungsfuß, um die Standsicherheit des GEREKA-Materials zu überprüfen und um Daten zur flächigen Ausdehnung der GEREKA-Schicht im Bereich des südlichen Randwegs zu gewinnen,
- Niederbringen von sechs Rammkernbohrungen um weitere Daten zur Zusammensetzung des Randwegs sowie Daten zur Standsicherheit des Gesamtsystems zu ermitteln,
- Ausbau der Rammkernbohrungen zu Gaspegeln, sowie Durchführung von Gasmessungen an diesen Pegeln und an zwei bereits vorhandenen Gaspegeln um die Gaszusammensetzung im Altteil der Altablagerung aufzuklären,
- Kurzabsaugung an einem der drei vorhandenen Gaspegel in der GEREKA-Schicht zur Ermittlung der Gaszusammensetzung.

#### **3.2 Geotechnische Untersuchungen**

##### **3.2.1 Standsicherheitsberechnung**

Im mittleren Bereich der Deponie befinden sich die längsten Böschungen und größten Depo-niemächtigkeiten. Durch diesen mittleren Bereich würde ein Profilschnitt gefertigt. Hierauf basierend und unter Berücksichtigung der spezifischen bodenmechanischen Feld- und Laboruntersuchungen an dem GEREKA-Substrat wurden für das geplante Oberflächenabdichtungssystem Standsicherheitsberechnungen im Ist-Zustand und Endzustand untersucht. Weiterhin wurden Berechnungen zu den Setzungen im Bauzustand und im Endzustand durchgeführt.

Als äußere Last auf dem geplanten Dichtungssystem wurde die rechnerische Schneelast (Zone 2) und eine geringe Zusatzlast, die eine spätere Nutzung der Fläche mittels einer Fotovoltaikanlage möglich macht, berücksichtigt.

Für die mineralischen Schichten konnte die äußere Standsicherheit und die Gleitsicherheit innerhalb des Oberflächenabdichtungssystems in dem ungünstigen Berechnungsprofil unter Einhaltung des zulässigen Ausnutzungsgrades ( $\mu \leq 1,0$ ) nachgewiesen werden. Für die Geotextilien wurde unter den Vorgaben des Geotechnikers für die mineralischen Schichten exemplarisch ein Nachweis geführt, der auch den Einbau mit einer mittelschweren Raupe (12 bis 16 t) berücksichtigt.

### **3.2.2 Setzungsprognosen**

Basis für die Setzungsprognosen bilden zum Einen die ohne zusätzliche Auflasten eintretenden Konsolidationssetzungen innerhalb des bestehenden Deponiekörpers sowie die Setzungen, die aus der zusätzlichen Auflast aus der Profilierung und dem geplanten Oberflächenabdichtungssystem herrühren. Die Konsolidationssetzungen wurden über die gemessene Setzungsdifferenz prognostiziert. Die Setzungen als Folge der Auflast wurden über eine FE-Berechnung für den Endzustand berechnet.

Die abgeschätzten Setzungen im Endzustand streuen im Böschungsbereich von ca. 0,30 m bis 0,75 m und im Kuppenbereich von ca. 0,70 m bis 1,25 m. Für die Setzung im Bauzustand wurde ein Anteil von 20 % der auflastbedingten Setzungen und zwischen 5 % bis 15 % der Konsolidationssetzungen abgeschätzt.

### 3.2.3 Gasmessungen

Die Ergebnisse der im Rahmen der Erkundung durchgeführten Messungen zur Zusammensetzung der Deponiegase sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

**Tab. 3:** Ergebnisse der Gasmessungen

Gaspegel	CH <sub>4</sub> [Vol.-%]	CO <sub>2</sub> [Vol.-%]	O <sub>2</sub> [Vol.-%]	Q [m <sup>3</sup> /h]
KB 1/10	0,1	12,6	1,0	57,8
KB 2/10	2,2	6,4	1,4	58,0
GP 3/10	4,7	3,7	13,8	8,2
GP 4/10	0,0	0,0	19,9	2,8
GP 5/10	11,2	5,8	0,8	52,9
GP 6/10	16,4	2,9	0,4	37,2
GP 1/07	23,4	0,9	10,0	10,9
GP 2/07	12,8	4,0	2,7	6,8
GP 3/03	28,8	7,0	6,7	2,8

Die durchgeführten Deponiegasuntersuchungen belegen, dass in Bereichen des Altmüllkörpers (GP 1/07, GP 2/07, GP 5/10, GP 6/10) sowie der GEREKA-Schicht (GP 3/03) eine – wenn auch im Vergleich zu Hausmülldeponien eher geringe – Methanbildung stattfindet. Entsprechende technische Maßnahmen zur Entgasung der Deponie werden in nachfolgenden Kapiteln dargestellt.

## 4. Vorarbeiten zum Dichtungsbau

### 4.1 Vorgaben zum Bauablauf

U. a. sind folgende wichtige Vorgaben für den Bauablauf zu beachten.

Die Durchführung der flächigen Profilierungsarbeiten mit Bodenabtrag ist in Abschnitten durchzuführen. Offen liegende Flächen > 1,5 ha sind nicht zulässig. Bei frei liegenden GEREKA - Materialien fällt bei Niederschlagsereignissen belastetes Oberflächenwasser an, dies gilt ebenso für die anschließend aufgebraachte Ausgleichsschicht (bis Z 2 belastet), so dass für diesen Fall durch den Bauunternehmer eine entsprechende Wasserhaltung mit Entsorgung des Sickerwassers zu erfolgen hat. Weiterhin muss nach Verle-

gen der geotextilen Drainmatte gemäß Herstellerangabe bereits nach wenigen Tagen die Rekultivierungsschicht aufgebracht werden um die Belastung durch UV-Strahlen zu minimieren.

#### **4.2 Testfeld**

Der Nachweis der Herstellbarkeit des gesamten Dichtungsaufbaus ist unter Baustellenbedingungen in einem Testfeld im Böschungsbereich zu führen. Das Versuchsfeld darf nicht Bestandteil der Abdichtung werden.

Die Abmessung des Testfeldes (Abmessungen der KDB) soll  $L = 25 \text{ m}$ ,  $B = 10 \text{ m}$  betragen. Es ist der gesamte Dichtungsaufbau ab UK Ausgleichsschicht bis Oberkante Rekultivierungsschicht herzustellen. Alle geotextilen Elemente sind mit Überlappungsstößen bzw. Schweißnähten auszuführen. Beim Rückbau ist ein lagenweiser Abtrag aller Schichten (z.T. im Handaushub) nach Vorgabe der Fremdüberwachung durchzuführen.

#### **4.3 Baufeldvorbereitung**

Als Vorbereitung für die Bauarbeiten sind der gesamte Bewuchs auf der Deponiefläche zu mähen und dort wachsende Bäume sind mit Wurzelstöcken zu roden.

Des Weiteren sind alle auf der Deponiefläche vorhandenen Schächte und Bauteile zu entfernen und die vorhandene Einfriedung der Altablagerung ist teilweise abzubauen und zu entsorgen um ungehinderten Zugang zu den Randzonen zu erhalten.

#### **4.4 Erd- und Profilierungsarbeiten**

Die Oberbodenschicht im Bereich aller Böschungen des Deponiekörpers soll flächig bis mindestens zu einer Tiefe von  $0,15 \text{ m}$  abgetragen werden. Zudem ist für die Böschungsbereiche zukünftig ein Neigungswinkel von 1:3 geplant, wodurch sich in Abhängigkeit von der Örtlichkeit ein weiterer profilgerechter Materialabtrag ergibt. Das insgesamt abgetragene Erdvolumen wird profilgerecht im Bereich des Deponieplateaus verdichtet wieder eingebaut.

Bei der Durchführung der Profilierungsarbeiten können Sickerwasseraustritte nicht völlig ausgeschlossen werden. Bei evtl. Sickerwasseraustritten sind Maßnahmen zur Fassung und Ableitung des belasteten Wassers im Rahmen der Wasserhaltung zu treffen.

Um die abzuleitenden Sickerwassermengen möglichst gering zu halten, sind die offene Flächen im Zuge der Profilierung auf 1,5 ha zu begrenzen. Im Zwischenzustand befindliche Flächen entwässern in temporäre Speicherbecken, die durch den AN zu bewirtschaften sind.

## 5. Oberflächenabdichtung

### 5.1 Aufbau des Oberflächenabdichtungssystems

Der Aufbau der auf die Altablagung „Dachsberg“ aufzubringenden Oberflächenabdichtung ist in Tabelle 4 dargestellt.

**Tab. 4:** Aufbau der Oberflächenabdichtung

Einheit	Mächtigkeit
Rekultivierungsschicht	1,00 m
Drainagematte	ca. 10 mm
Kunststoffdichtungsbahn	2,5 mm
Feinplanum	0,08 m
Mineralische Trag- und Schutzschicht	0,3 m
Geogitter	-
Profilierungsschicht aus Abtragsmassen	nach Örtlichkeit

Aufbau von unten nach oben betrachtet:

#### Mineralische Trag- und Schutzschicht

Auf dem Planum wurde eine mineralische Trag- und Schutzschicht mit einer Mächtigkeit von 30 cm flächig aufgebracht. Die Körnung des Materials beträgt 2/56 mm mit einer Mindestdurchlässigkeit von  $K_f \leq 10^{-4}$  m/s. Auf eine Begrenzung des Kalkgehalts wird verzichtet. Als chemische Belastung wird maximal die Zulassungswerte Z 2 des LAGA-Merkblatts M 20 zugelassen.

Um eine ausreichende Puffer- und Schutzwirkung für die nachfolgenden Kunststoffdichtungsbahn zu erhalten, wird für das Feinplanum eine definierte Schicht mit einer Körnungslinie 2/8 mm und einer Dicke von  $d = 8$  cm vorgesehen. Auch hier kann Recyclingmaterial bis LAGA Z 2 verwendet werden.

Es dürfen keine scharfkantigen Gegenstände aus der Oberfläche hervorstehen. Es sind Walzkanten oder Versätze bis max.  $\geq 2$  cm zulässig.

### **Kunststoffdichtungsbahn**

Auf dem Planum wurde eine Kunststoffdichtungsbahn aus PE-HD, 2,5 mm mit gültiger BAM-Zulassung verlegt.

Bei der Verlegung ist zu berücksichtigen, dass die Kunststoffdichtungsbahn selbst nicht mit Baugerät befahren werden darf.

Die Anforderungen der BAM-Zulassung der verwendeten Dichtungsbahn (z. B. Verlegeanleitung, Qualitätssicherung) sind einzuhalten.

### **Drainmatte für die Entwässerung**

Auf der Kunststoffdichtungsbahn folgt die vollflächige Verlegung einer geotextilen Drainmatte zur Ableitung des Versickerungswassers aus der Rekultivierungsschicht. Die verwendete Drainmatte muss über eine Eignungsbeurteilung der BAM verfügen.

Da die Drainmatte auch die Schutzfunktion für die Kunststoffdichtungsbahn übernimmt, muss für das eingesetzte Produkt die Schutzwirksamkeit für die unterhalb liegende Kunststoffdichtungsbahn gemäß BAM-Richtlinie „Anforderungen an die Schutzschicht für die Dichtungsbahnen in der Kombinationsabdichtung, Zulassungsrichtlinie für Schutzschichten“ (August 1995) unter Berücksichtigung des vorgesehenen Rekultivierungsboden vor dem Einbau nachgewiesen werden.

Die geforderte Mindestüberdeckung beim Einbau der Rekultivierungsschicht über der Drainmatte von  $d = \geq 0,70$  m (inkl. Pufferschicht) ist strikt einzuhalten, um keine unzulässigen Schubkräfte bei der Belegung der geotextilen Bahnen zu erhalten.

### **Rekultivierungsschicht**

Oberhalb des Dichtungssystems wurde eine Rekultivierungsschicht mit einer Mächtigkeit von insgesamt 1,0 m aufgebracht.

Die Anforderungen an die chemische Belastung des Bodenmaterials ergeben sich aus Anhang 2 BBodSchV.

Die Herkunft des Materials musste rechtzeitig, mindestens 3 Wochen vor Lieferung der Fremdüberwachung (FÜ) nachgewiesen werden. Die Lieferung aus einer Herkunftsstelle sollte mindestens 500 m<sup>3</sup> betragen, damit die Kontrolle durch die FÜ erleichtert wird.

Die Verdichtung der Rekultivierungsschicht erfolgte durch das Eigengewicht des Raupenfahrzeugs. Es war keine lagenweise Verdichtung mit schwerem Verdichtungsgerät zulässig.

Beim Einbau des Rekultivierungsbodens ist der Boden vorsichtig in der gesamten Schichtdicke von  $d = 1,0$  m im Vor-Kopf-Betrieb bzw. mit Baggerbelegung einzubauen.

Die fertige Rekultivierungsschicht ist bald möglichst nach Fertigstellung mit einer Rasensaat zu versehen, um Schutz vor Erosionsvorgängen zu bieten.



**Abb. 1:** KDB mit Dränmatte



**Abb. 2:** Einbau Rekultivierungsschicht

Die geplante Bauzeit war von 03/2012 – 07/2013 gemäß Bauvertrag festgelegt. Die Beschaffung der mineralischen Stoffe wie Ausgleichs- und Rekultivierungsschicht konnte aber wesentlich schneller wie geplant erfolgen, sodass die Baufertigstellung bereits im Dezember 2012 erfolgen konnte.

## **6. Entwässerung**

### **6.1 Entwässerung des Deponiekörpers im Endzustand**

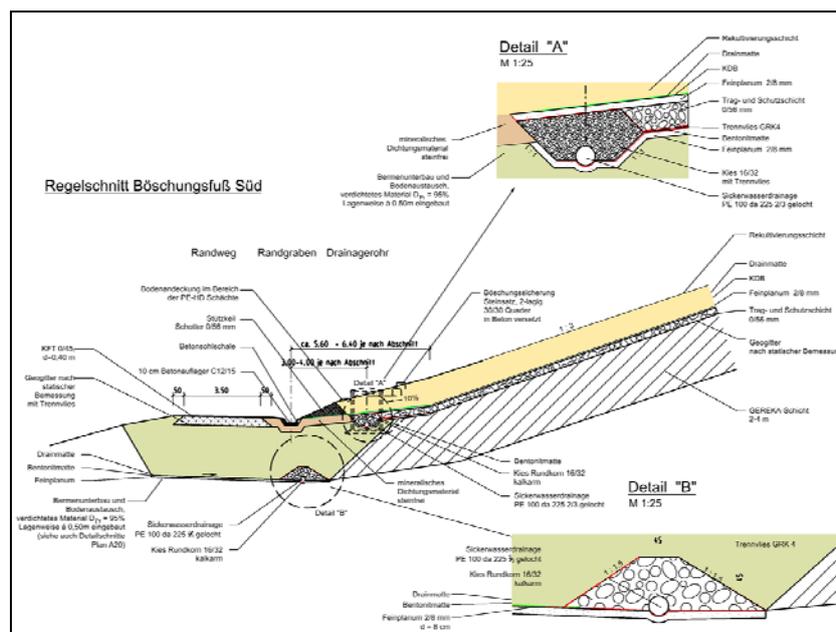
#### **6.1.1 Oberflächenwasserableitung**

Nach Abschluss der Baumaßnahmen werden die anfallenden Oberflächenwässer über einen um die Altablagerung umlaufenden Randgraben abgeleitet. An der südöstlichen Ecke des Deponiekörpers wurde ein Einlaufbauwerk vorgesehen. Über dieses Bauwerk werden die ankommenden Wässer in eine Stahlbetondole geleitet und in Richtung Süden geführt und zur Vorflut abgeleitet.

Der Randgraben soll innerhalb eines mineralischen Dichtungsmaterials (Stärke 0,5 m) auf-  
gebaut werden. Dafür ist dieser nach dem Einbau entsprechend auszuprofilieren. Im weite-  
ren Aufbau ist eine Bentonitmatte als Auflager für eine 1,5 mm dicke Kunststoffdichtungs-  
bahn vorgesehen. Die Kunststoffdichtungsbahn und die Bentonitmatte dienen als Dichtungs-  
element für eventuelle Undichtigkeiten im Randgraben. Oberhalb des Dichtungselements  
findet sich ein ca. 10 cm starkes Betonaufleger, in welchem die Betonsohlschalen verlegt  
werden.

### 6.1.2 Versickerungswasser Rekultivierungsschicht

Das Versickerungswasser aus der neu aufgebrachtene Rekultivierungsschicht wird ebenfalls  
über den um die Altdeponie umlaufenden Randgraben abgeleitet. Dazu wird die Kunst-  
stoffdichtungsbahn sowie die darüber liegende Drainagematte in den Randgraben geführt,  
um das Versickerungswasser aus der Rekultivierungsschicht hier vollständig einzuleiten.



**Abb. 3:** Entwässerung des Deponiekörpers

### 6.1.3 Sickerwasserableitung mineralische Trag- und Schutzschicht

Zur Fassung der anfallenden Sickerwässer aus der mineralischen Trag- und Schutzschicht  
wird eine um die Altdeponie umlaufende Drainageleitung installiert. Zu Kontroll- und War-  
tungszwecken sind für die vorgesehene Sickerwasserdrainage insgesamt sieben Kontroll-  
schächte (S1 – S7) vorgesehen. Von hieraus wird das Sickerwasser in den neu installierten  
Sickerwassersammelbehälter abgeleitet.

Die Sickerwasserdrainage selbst ist in einem Grabenprofil aufgebaut, welches sich jeweils am Böschungsfuß an die mineralische Trag- und Schutzschicht anschließt. Das Grabenprofil ist mit einer Bentonitmatte als Dichtungselement versehen. Als Drainagerohr wird ein 2/3 gelochtes PE HD-Rohr mit einem Außendurchmesser von 225 mm vorgesehen, dieses ist umgeben von Filterkies mit einer Korngröße zwischen 16 und maximal 32 mm.

Die geplanten Kontrollschächte bestehen ebenfalls aus PE HD, haben einen Innendurchmesser von 1,2 m und eine mittlere Tiefe zwischen 1,0 – 1,6 m. Zum Zweck der Erdung sind die Schächte elektrisch leitfähig. Mit Hilfe von angeschweißten Durchdringungselementen werden die Schächte durch die Kunststoffdichtungsbahn geführt und dicht an diese angebunden. Im Inneren der Schächte befindet sich für Wartungs- und Kontrollarbeiten ein Revisionskasten aus leitfähigem Polyethylen mit Schnellspannverschlüssen. In den Schächten S2 und S5 ist zusätzlich ein Anschluss an die Sickerwasserdrainage für eine eventuelle spätere Gasabsaugung vorgesehen.

#### **6.1.4 Sammlung belasteter Sickerwässer**

Die Sammlung der stark schadstoffbelasteten Oberflächen- und Sickerwässer aus der Altablagerung „Dachsberg“ erfolgt in dem neu zu verlegenden Sammelbehälter.

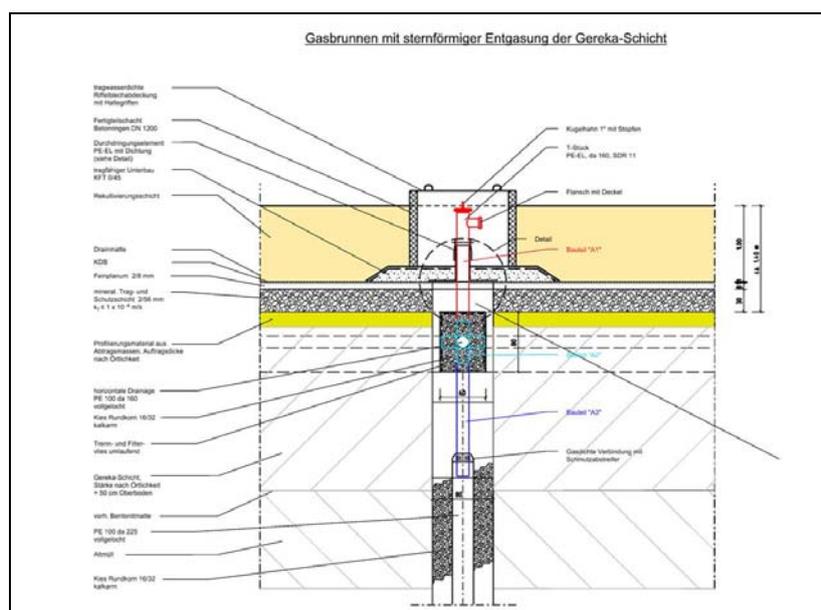
Der Behälter hat eine zylindrische Form und wurde liegend eingebaut. Der reguläre Innendurchmesser des Behälters beträgt ca. 2,5 m, der Behälter weist eine Länge von ca. 4,50 m und ein Fassungsvermögen von ca. 20 m<sup>3</sup> auf. Der Sammelbehälter ist aus PE-HD hergestellt.



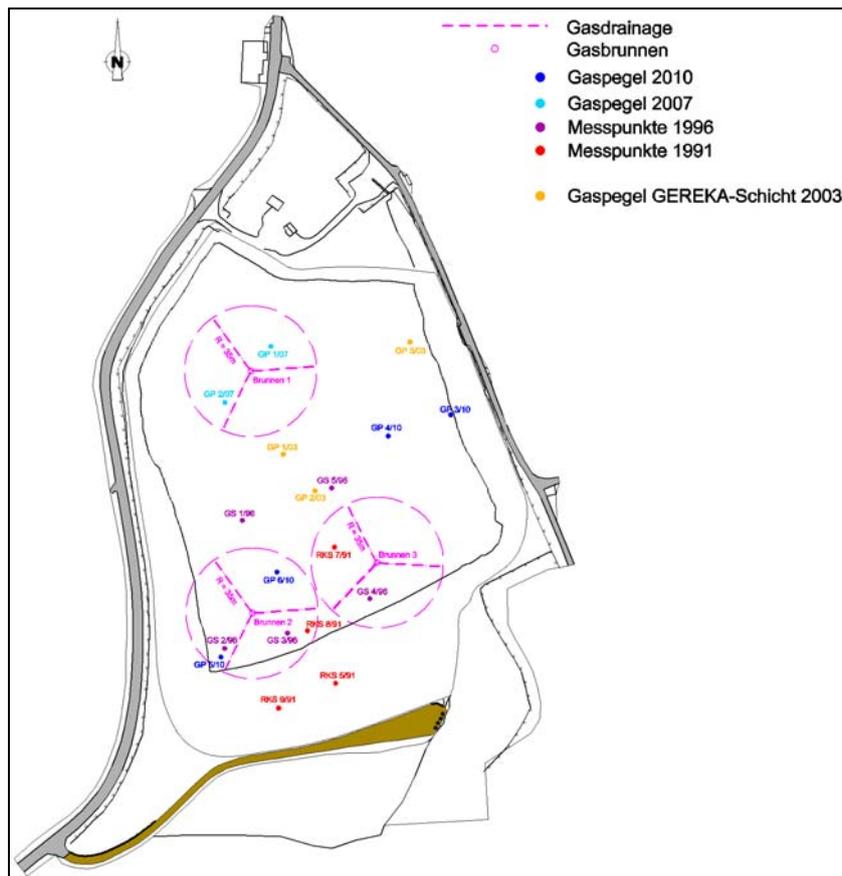
**Abb. 4:** Endzustand

## 7. Entgasung des Deponiekörpers

Basierend auf den durchgeführten Gasmessungen sowie auf den vor der erstmaligen Sanierung der Altdeponie ermittelten Methanmesswerten sind insgesamt drei vertikale Gasbrunnen in Bereichen mit einer relevanten Gasbildung im Altmüll zu errichten. Zur Entgasung der GEREKA-Schicht sind zudem von den Gasbrunnen ausgehend jeweils drei horizontale und sternförmig um den Gasbrunnen angeordnete Gasdrainagen mit einer Länge von 35 m zu installieren.



**Abb. 5:** Gasbrunnen und horizontale Gasdrainage



**Abb. 6:** Gaspegel & Messpunkte Gasmessungen sowie Entgasungssystem

## 8. Deponienachnutzung

Für die Altablagerung Dachsberg wurde bereits frühzeitig die Deponienachnutzung mittels PVA in Betracht gezogen. Es wurde eine Machbarkeitsstudie erstellt in der die technischen und wirtschaftlichen Bedingungen untersucht wurden.

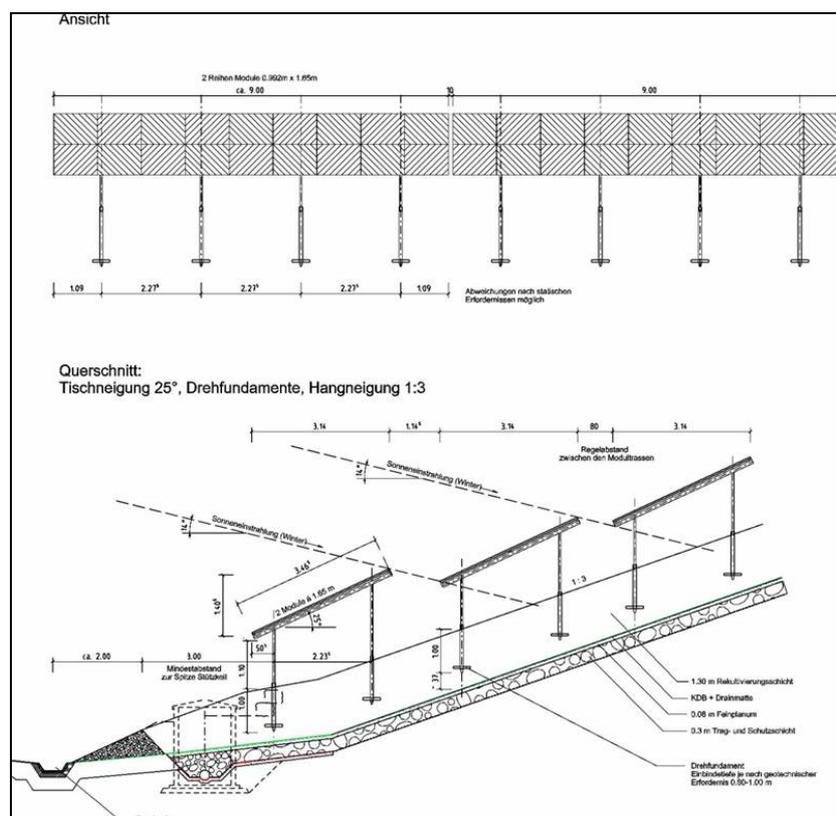
Der Standort ist für eine PV – Anlage sehr gut geeignet. Die nutzbaren Flächen sind ideal nach Süden ausgerichtet. Die Plateaufläche hat eine Neigung von ca. 2 - 3° Richtung Süden. Die nutzbaren Böschungflächen sind mit einer Neigung von ca. 18° nach Süden bzw. Südwesten angelegt.

Einer der Problempunkte bei der technischen Umsetzung wird die Fundamentierung der Unterkonstruktion der Modultische auf der empfindlichen Oberflächenabdichtungen sein. Die Dicke der Rekultivierungsschicht wurde gemäß Sanierungsplan mit nur  $d = 1,0$  m festgelegt.

Bei der Planung der PVA sind u. a. die Bundeseinheitlichen Qualitätsstandards BQS 7-4a „Technische Funktionsschichten – Photovoltaik auf Deponien“ zu berücksichtigen um die Risiken bei der späteren Bauausführung so gering wie möglich zu gestalten. Insbesondere spielen u. a. die Anforderungen an die Standsicherheit, den Ex-Schutz und den Sicherheitsabstand zu Gasbrunnen und Dichtsystemen eine wesentliche Rolle bei der Planung und Ausführung.

Es ist ein Qualitätssicherungsplan aufzustellen um der Risikominimierung gerecht zu werden.

Es wird empfohlen die Dicke der Rekultivierungsschicht von 1,00 m auf ca. 1,30 m zu erhöhen, um bei der Fundamentwahl neben der oberflächennahen Ausführung mit Beton auch mit Punktfundamenten wie z. B. Drehfundamenten arbeiten zu können. Damit wird einerseits die Versiegelung reduziert und andererseits der bautechnische Eingriff in die Rekultivierungsschicht erheblich vermindert. Es ergibt sich auch eine deutliche Kostenreduzierung im Vergleich zu Betonfundamenten.



**Abb. 7:** Anordnung Modultische im Böschungsbereich

Bei der Anwendung von Drehfundamenten ist es unerlässlich Belastungsversuche im Vorfeld auf dem Vor-Ort anstehendem Bodenmaterial durchzuführen, um die statische Auslegung der gesamten Konstruktion wirtschaftlich durchzuführen zu können. Außerdem sollen die Versuche aufzeigen, ob mit einer Eindrehtiefe von z. B. ca. 0,8 m eine ausreichende Zugkraft aufgenommen werden kann.

Bisherige Ergebnisse auf anderen Standorten zeigen, dass bei Eindrehtiefen von  $t = 0,80$  m bereits positive Werte erzielt werden können, dies ist aber grundsätzlich stark bodenabhängig.

Entscheidend für die wirtschaftliche Realisierung wird sein, wie sich die Anlagenpreise im Hinblick auf weitere Vergütungsabsenkungen entwickeln werden.

Die Größe der Anlage mit ca. 2,7 MWp und die günstigen Randbedingungen lassen aber ein positives wirtschaftliches Ergebnis erwarten.

## Literaturverzeichnis

1. Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV); Artikel 1 der Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts vom 27. April 2009 (BGBl I nr. 22 vom 29. April 2009 S. 900), zuletzt geändert am 17.10.2011 durch Erste Verordnung zur Änderung der Deponieverordnung (BGBl. I Nr. 52 vom 20. Oktober 2011 S. 2065)
2. LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ Bundeseinheitliche Qualitätsstandard 7 – 4a „Technische Funktionsschichten – Photovoltaik auf Deponien“, Stand 08/2012
3. Deponie – info 2 „Photovoltaikanlagen auf Deponien“; Stand August 2012 Bayrisches Landesamt für Umwelt
4. 7. Leipziger Deponiefachtagung, 01./02.03.2011  
Fachvortrag „Deponienachnutzungskonzepte, Praxisbeispiele aus der Planung und Bauausführung“, Dipl.-Ing. (FH) Eckhard Haubrich
5. 8. Leipziger Deponiefachtagung, 28./29.02.2012  
Fachvortrag „Risikomanagement bei der Nachnutzung von Deponiestandorten“, Dipl.-Ing. (FH) Eckhard Haubrich
6. DepoTech 2012, Leoben, 06. – 09.11.2012  
Vortrag: Alte Lasten – Neue Energien, Ein Beitrag zur Energiewende in Bayern, Dr. Thilo Hauck, GAB  
Dipl.-Ing. (FH) Eckhard Haubrich, KuP