

## Deponienachnutzungskonzepte

### - Praxisbeispiele aus Planung und Bauausführung -

Dipl.-Ing. (FH) Eckhard Haubrich, Klinger und Partner GmbH Stuttgart

## 1 Einleitung

Nach der Deponiestilllegung fehlt bei vielen Deponieprojekten häufig ein konkretes Konzept für die Nutzung der Deponieoberflächen.

Meist werden die Flächen lediglich für eine Begrünung mittels Rasenansaat vorgesehen.

Da sich einige Deponien teilweise in Waldgebieten befinden wird im Rahmen der Planfestellungsverfahren eine befristete Waldumwandlungsgenehmigung vereinbart, so dass nach Abschluss der Deponierung und Stilllegung der Deponie eine Wiederaufforstung vorgesehen ist, mit dem langfristigen Ziel (in ca. 50 – 60 Jahren) an diesem Standort wieder Wald zu etablieren. In jüngster Zeit gewinnen die z. T. großen Deponieflächen bzgl. einer alternativen Nutzung an Bedeutung.

Folgende Nutzungsformen werden u. a. diskutiert:

- Eine auf den meisten Deponien schon seit langem betriebene Nutzung stellt die Deponiegasbehandlung und –verwertung dar. Ein geordneter Betrieb dieser Anlagentechnik, die nachhaltig dem Umweltschutz dient darf nicht negativ durch nachrangige Nutzungsformen beeinträchtigt werden.
- Ein häufige Form der Nutzung stellen die betrieblich genutzten Flächen, wie z. B. Häckselplätze, Umschlagflächen etc. dar. Die Flächen sind entweder oberhalb der Oberflächenabdichtung angeordnet oder auch als Teil der Abdichtung mit mehrlagigem Asphalt-aufbau in die Abdichtung integriert. In diesem Zusammenhang sind komplizierte Details bei der Anbindung der Oberflächenabdichtung an die asphaltierten Betriebsflächen in der Planung und Bauausführung zu beachten.
- Golfplätze mit der notwendigen Infrastruktur, wie Clubbaus etc.
- Windräder
- Mountainbike – Strecken
- Naherholungsflächen (in dicht besiedelten Ballungsräumen interessant)
- Fotovoltaikanlagen  
Für Freiflächenanlagen gewinnt die Installation auf Deponien zunehmend an Bedeutung. Hierbei sind die Degressions- und Vergütungssätze für solare Strahlungsenergie des Energieeinspeisegesetzes (EEG) zu beachten.
- Flächenbereitstellung für Kurzumtriebsplantagen zur späteren energetischen Verwertung in Holzhackschnitzel – Verbrennungsanlagen mit der Gewinnung von Strom und Wärme.

Die Nachnutzung von Deponieoberflächen wird mittlerweile auch im Rahmen eines durch die Europäische Union (EU) geförderten Projektes, Sufal Net 4 eu (Sustainable use of Former and Abandoned Landfills) behandelt.

An diesem Projekt sind weitere EU-Länder beteiligt, u. a. auch die Landkreise Ludwigsburg und Böblingen aus der Region Stuttgart unter deutscher Beteiligung.

Klinger und Partner Ingenieurbüro für Bauwesen und Umwelttechnik GmbH wurde mit der technischen Planung unterschiedlicher Nutzungsformen, im Landkreis Böblingen Installation einer PV-Anlage auf steilen Böschungsflanken der Deponie Böblingen und im Landkreis Ludwigsburg mit der Flächennutzung für eine Kurzumtriebsplantage auf der Deponie „Am Froschgraben“ beauftragt.

Es werden diese konkreten Nachnutzungsmöglichkeiten auf ihre technische und wirtschaftliche Machbarkeit hin untersucht.

## 2 Praxisbeispiele zur Deponienachnutzung

### 2.1 Deponie Ulm – Eggingen, Nutzung für PV-Anlage

Die Deponie Eggingen wurde seinerseits als Grubendeponie innerhalb aufgelassener Sandgruben angelegt und im Zeitraum von 1966 bis 1986 durch die Entsorgungsbetriebe der Stadt Ulm (EBU) betrieben.



Abb. 1: Deponie Eggingen Bauausführung 2006

Der Deponiestandort befindet sich ca. 0,8 km entfernt von Eggingen bzw. ca. 10 km südlich von Ulm auf einem Höhengniveau von ca. 525 m ü. NN.

Die Gesamtdeponiefläche umfasst ca. 18 ha mit einem Verfüllvolumen von ca. 2,3 Mio. m<sup>3</sup>.

Im Rahmen der Deponiestilllegung wurde auf einer Fläche von ca. 15,5 ha ein alternatives Oberflächenabdichtungssystem mit einem vollflächigen Dichtungskontrollsystem aufgebracht.

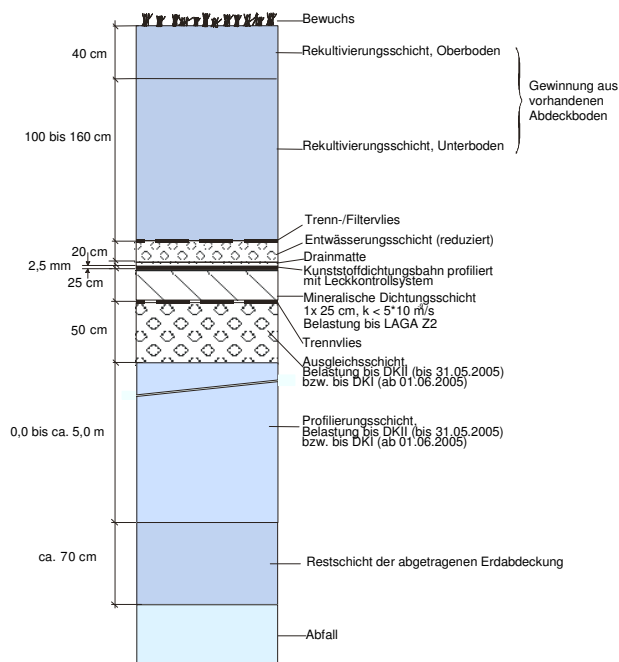


Abb. 2: Oberflächenabdichtungssystem

Im Zuge der Maßnahme wurden auch Anpassungen bzw. Sanierungen des Entgasungs- und Sickerwassersammelsystems durchgeführt.

Zur Vorwegnahme von Setzungen in den Randzonen der Grubendeponie erfolgte eine dynamische Intensivverdichtung des Untergrundes. Um das gemäß Regelwerk geforderte und auch notwendige Gefälle für die schadlose Ableitung des Oberflächenwassers bereitzustellen wurden erhebliche Proflierungsmassen (ca. 350.000 m<sup>3</sup>) eingebaut, was ein intensives Stoffstrommanagement von Seiten der Lieferfirma und der Bauüberwachung erforderte.

Auch für die Rekultivierungsschicht wurden im Zuge des Abtrags der vorhandenen Bodenabdeckung und Wiederaufbringen nach Ausführung der Dichtung ca. 267.000 m<sup>3</sup> Bodenmaterial bewegt.

Die Bauausführung erfolgte im Zeitraum von Mitte 2004 bis Mitte 2008.

Im Stilllegungsantrag war für die Deponie ursprünglich eine Grünlandnutzung und in den Randbereichen eine Baum- und Buschvegetation vorgesehen.

Im Verlauf der Bauausführung wurde im Jahr 2006 die Idee entwickelt, eine **Photovoltaikanlage** auf der Deponie Eggingen zu installieren welche damit einen wichtigen Beitrag zur Reduktion des CO<sub>2</sub> – Ausstoßes und den politisch vorgegebenen Klimaschutzziele leistet. Weiterhin entspricht die photovoltaische Flächennutzung auf Deponien dem im erneuerbaren Energiengesetz enthaltenen Grundgedanken zur Begrenzung des Flächenverbrauchs in Deutschland.

Gemäß bundes- und landespolitischen Vorgaben, soll der Anteil der erneuerbaren Energie am Primärenergieverbrauch bis 2020 deutlich erhöht werden. So strebt z. B. das Land Baden-Württemberg an, den Anteil an der Bruttostromerzeugung von z. Z. ca. 16 % auf 20 % im Jahr 2020 auszubauen.

Die Entsorgungsbetriebe der Stadt Ulm beauftragten Klinger und Partner (ehemals UW Umweltwirtschaft GmbH) mit der Erstellung eines Gutachtens zur Kosten- und Nutzenbetrachtung für die Installation einer PV – Anlage auf der Deponie Eggingen.

Nach Abschluss der Oberflächenabdichtungsarbeiten im Jahr 2008 steht eine in großen Bereichen mit ca. 10 % Richtung Süden geneigte, erdabgedeckte Deponiefläche mit ca. 9,5 ha zur Verfügung, die prinzipiell für den Einsatz einer Photovoltaikanlage sehr gut geeignet ist.

Der Bau einer solchen Anlage führte unweigerlich zu einer Änderung der bisher vorgesehenen Gründlandnutzung und bedurfte daher der Zustimmung der nach Abfallrecht zuständigen Genehmigungsbehörde.

Die Genehmigung wurde mit der Auflage erteilt, dass die bisherigen Ziele der Deponiestillelegung in keiner Weise negativ beeinflusst werden und das Wohl der Allgemeinheit durch die Maßnahme ebenfalls nicht beeinträchtigt wird.

Nach Abwägung aller Vor- und Nachteile, entschied sich der Auftraggeber für die Verpachtung der Flächen und suchte per Ausschreibung einen Generalunternehmer und Investor für die Maßnahme.

Die Fa. Bayer & Raach, Zwiefalten eine Spezialfirma für Solartechnik erhielt den Zuschlag für die Bauausführung. Die Projektübernahme und Finanzierung erfolgte durch die EnBW Erneuerbare Energien GmbH mit Sitz in Stuttgart.

Klinger und Partner GmbH wurde mit der Projektierung der gesamten Bautechnik, Aufstellung der Bauantragsunterlagen sowie der Bauüberwachung beauftragt.

Für die Freiflächenanlage – Deponie Eggingen werden kristalline Solarmodule auf Siliziumbasis mit einer Leistung von je 200 Wp und den Abmessungen 1474 x 995 x 36 mm eingesetzt. Jeder der 3116 Modultische mit Abmessungen von 5,00 x 3,00 m werden mit 10 Einzelmodulen bestückt.



Abb. 3: Modultisch auf Betonplatte

Die Modulplatten werden auf den Tischen so angeordnet, dass ein Zwischenraum von ca. 6 cm entsteht, damit Niederschlagswasser auch zwischen den Modulen abfließen kann.

Somit wird auch bei Starkregenereignissen einer möglichen Bodenerosion infolge konzentrierter Niederschlagswasserabflüsse vorgebeugt.

Die Modultische werden auf einer Aluminium-Konstruktion aufgeständert und mit 25° Richtung Süden geneigt. Die Tischhöhe wird so gewählt, dass eine spätere Schafbeweidung grundsätzlich möglich wäre.

Die Höhe zwischen GOK und der Tischkante beträgt vorne ca. 1,00 m und hinten ca. 2,00 m. Der Abstand zwischen den Modultischen beträgt 0,20 m und zwischen den Tischtrassen in Abhängigkeit zum Sonneneinstrahlungswinkel (Winter 18°) ca. 2,60 m.

Bei dieser Art der „erhöhtem Aufständigung“ ist im Gegensatz zur bodennahen Aufständigung ein gut durchführbare Pflegemaßnahme für die Grünfläche gegeben.

Aufgrund der vorhandenen unregelmäßig dicken Rekultivierungsschicht ist das Einrammen von Befestigungselementen sowie ein tiefergehender Eingriff (max. bis 60 cm) in die Abdeckung von Seiten der EBU nicht zulässig.

Es werden daher für die Fundamentierung Betonplatten in den Abmessungen 2,85 x 1,75 x 0,16 m vorgesehen. Die Platten werden nach Abschieben der Grasnabe und Herrichten des Erdplanums auf einem Schotterunterbau gegründet.

Durch die geringen Zusatzlasten aus der Unterkonstruktion und den Photovoltaik - Modulen sind nach Rücksprache mit dem Geotechniker aus bodenmechanischer Sicht keine nennenswerten Setzungen zu erwarten.

Maßgebender Lastfall ist erfahrungsgemäß die an den Modultischen angreifende Windlast. Die Fundamentplatten wurden daher so bemessen, dass ein ausreichendes Eigengewicht den aus erwartenden Windlasten resultierenden Zugkräften gegenübersteht.

Die nutzbare Fläche für die Photovoltaikanlage umfasst ca. 95.000 m<sup>2</sup>. Die effektive Modulfläche beträgt ca. 46.000 m<sup>2</sup> womit eine Gesamtleistung von ca. 6,5 MW erzielt werden kann.



Abb. 4: Luftbild PV-Anlage Deponie Eggingen

Es werden in 3 Teilflächen Trafostationen installiert, die die Verkabelung von den zentralen Wechselrichtern aufnehmen. Von dort wird der regenerativ erzeugte Strom über 20 kV Mittelspannungsleitungen Richtung Anschlusspunkt des Netzbetreibers EnBW geleitet. Die Trafostationen haben jeweils ein Gesamtgewicht von je ca. 13 Tonnen, so dass für die Gründung ein Schotteraufbau erforderlich wird, der unmittelbar auf der vorhandenen mineralischen Entwässerungsschicht aufsetzt. Die Fundamentbemessung erfolgt in Abstimmung mit dem Geotechniker.



Es wird eine statisch ausreichend dimensionierte Bodenplatte installiert auf der die Trafostationen gründen.

Um einen möglichst reibungslosen Bauablauf auch bei schlechten Witterungsverhältnissen zu gewährleisten, ist das Anlegen von befestigten und zentral angeordneten Baustraßen (später Bewirtschaftungswege) vorgesehen. Die Wege werden mit einer Breite von ca. 6 m ausgeführt. Es wird ein Schotteraufbau der Wege mit einer Gesamtdicke von  $d = 0,30$  m vorgesehen. Zur verbesserten Lastabtragung werden Geogitter unterhalb des Straßenkörpers nach Bemessungsvorgaben des Geotechnikers angeordnet.

Die geplanten, in Ost-West-Richtung verlaufenden Baustraßen werden an die bestehenden Erschließungswege angebunden.

Zum Schutz vor Vandalismus und Diebstahl muss die gesamte Photovoltaikfläche mit einer 2 m hohen Zaunanlage (Maschendraht- oder Gitterstabzaun) geschützt werden. Dort wo sich Zufahrtswege befinden, werden Zugangstore angeordnet.

Die Flächenversiegelung die sich im Wesentlichen durch die Betonfundamente ergibt, beträgt bei einer nutzbaren Fläche von ca. 95.000 m<sup>2</sup> nur ca. 20.600 m<sup>2</sup> und somit 22 %.

Da mit der geplanten Solarstromanlage ein Eingriff in die bisher vorgesehene Oberflächennutzung erfolgt, sind die hierdurch sich evtl. ergebenden Auswirkungen auf die Flora und Fauna sowie die Wirkung auf den Betrachter durch einen Fachplaner zu beschreiben und mögliche Ausgleichmaßnahmen aufzuzeigen.

Die Modultische werden zur Einhaltung des Ex-Schutzes mit einem Sicherheitsabstand von  $\geq 2$  m zur Außenkante der Gasbrunnen installiert. Gemäß Ex-Zonendokument wurden Abstände von 0,5 – 1,0 m gefordert. Somit ist ein ausreichender Sicherheitsabstand gewährleistet und gleichzeitig genügend Platz für die entsprechenden Wartungs- und Kontrollarbeiten.

## 2.2 Deponie Böblingen, Nutzung für PV-Anlage

Auf der im Jahr 1994 abgeschlossenen Deponie Böblingen, die durch den Abfallwirtschaftsbetrieb des Landkreises Böblingen seit 1973 betrieben wird, wurde auf einer Gesamtfläche von ca. 20 ha eine Oberflächenabdichtung aufgebracht.

Die Deponie Böblingen wurde im Jahr 1945 durch die amerikanischen Streitkräfte und die Stadt Böblingen in Betrieb genommen. Bis zum Deponieabschluss im Jahr 1994 wurden 5,4 Mio. m<sup>3</sup> Abfälle eingelagert. Die Verfüllmächtigkeit beträgt bis zu ca. 70 m und es ergeben sich Böschungslängen von bis zu über 200 m.

Durch eine Geländeprofilierung wurden die Böschungsneigungen vergleichmäßig und auf eine Maximalneigung von 1:2,7 reduziert. In der Hauptfläche von ca. 18,6 ha wird ein Kombinationsabdichtungssystem mit einer in der Dicke reduzierten mineralischen Dichtung und einer anschließend aufgebrachten Kunststoffdichtungsbahn hergestellt.

Aufbau von unten nach oben:

- Ausgleichsschicht (70 cm)
- mineralische Dichtung (1x 30 cm,  $k_f < 1 \cdot 10^{-9}$  m/s), **Dickenreduzierung** von 0,5 m auf 0,3 m
- Kunststoffdichtungsbahn PE-HD (2,5 mm)
- Geotextiles Schutzvlies (1.000 g/m<sup>2</sup>)

- Mineralische Entwässerungsschicht (0,3 m)
- Rekultivierungsschicht (2,0 m).

In einer **Teilfläche** von ca. 0,4 ha soll aufgrund der geringen Platzreserven abweichend davon ein alternatives **geotextiles Dichtsystem** unter Verwendung der Dichtelemente Bentonitmatte und Kunststoffdichtungsbahn mit einer oben liegenden Drainmatte aufgebracht werden.

Die Deponiebereiche welche für eine **Betriebsfläche** vorgesehen sind (ca. 1,1 ha) werden mit einer mehrlagigen **Asphaltdichtung** abgedichtet.

Im Zuge der Maßnahme werden auch Anpassungen bzw. Sanierungen des Entgasungs- und Sickerwassersammlersystems durchgeführt. Weiterhin erfolgt der Ausbau von Betriebsstraßen und –wegen und von Gerinnen und Zwischenspeicherbecken zur Ableitung von Oberflächenwasser.

Auf Grund der Größe der Maßnahme wurden erhebliche Massenbewegungen erforderlich, die an die Bauausführung hohe logistische Anforderungen stellten. So wurden im Zuge der Profilierungsarbeiten ca. 150.000 m<sup>3</sup> Boden intern umgelagert. Weiterhin waren insbesondere für die Ausgleichs- und Entgasungsschicht (ca. 150.000 m<sup>3</sup>) und Rekultivierungsschicht (ca. 345.000 m<sup>3</sup>) große Inertstoffmassen am Markt zu akquirieren.

Die Maßnahme wurde in der Zeit von 08/2006 bis 10/2010 abgewickelt.



Abb. 5: Deponie Böblingen, Blickrichtung Südost

Bezüglich der **Deponienachnutzung** beauftragte der Landkreis Böblingen Klinger und Partner Ingenieurbüro für Bauwesen und Umwelttechnik GmbH, mit der technischen Planung zur Realisierung einer Fotovoltaik-Anlage auf der Oberflächenabdichtung der Kreismülldeponie Böblingen unter Beachtung der speziellen Standortbedingungen. Es steht eine Fläche von ca. 1,5 ha zur Verfügung.

Es sollen die Möglichkeiten einer Installation von Fotovoltaikmodulen auf den steilen (ca. 1:2,7), nach Süden ausgerichteten Böschungen der mit Rekultivierungsboden abgedeckten Oberflächenabdichtung näher untersucht werden.

Im Zuge einer Variantenbetrachtung werden insbesondere die bautechnischen Problemstellungen herausgearbeitet und Lösungsmöglichkeiten entwickelt.

Im Zuge der Planung werden die in Reihe aufgestellten Modultische unter Beachtung des Sonneneinstrahlungswinkels (Winter) konstruiert. Für die Winkelstellung des Modultisches werden 2 Varianten mit 20° und 25° betrachtet. Die Modultischgröße ergibt sich aus der Anzahl und Größe der Einzelmodule.

Einen wesentlichen Planungsaspekt stellen die Fundamentierung der Modultische in der Steilböschung dar.

In diesem Zusammenhang müssen die geotechnischen Bedingungen der unverdichteten Bodenabdeckung bzgl. evtl. Setzungen und Verschiebungen der Modultische berücksichtigt und die Standsicherheit der Gesamtkonstruktion bewertet werden.

Die Modultische (Trägersystem) sind inkl. Bodenbefestigung statisch auf Wind-, Sog- und Schneelasten zu bemessen.

Besonders zu beachten ist die ca. 2,0 m tiefer liegende Kunststoffdichtungsbahn, die durch die Fundamentierungs- und Kabelverlegearbeiten nicht beschädigt werden darf.

Auch das umfangreiche Leitungsnetz aus Gas- und Entwässerungsleitungen ist vor Beschädigungen aus den zuvor genannten Arbeiten zu schützen.

Für die statische Vordimensionierung der Fundamente ist es von elementarer Bedeutung Kenntnisse von den anstehenden Bodenkennwerten zu erhalten.

Für jegliche Art der Nutzung eines Oberflächenabdichtungssystems stellt sich die grundsätzliche Frage nach der Gewährleistung der Gesamtstandsicherheit. Bei Eingriffen in das Abdecksystem (Rekultivierungsschicht) ist zu hinterfragen, ob die geplanten Aufbauten (im vorliegenden Fall Modultische) unzulässige Lasten in das System einleiten oder ob die vorgesehene Installation systemverträglich ist.

Im Rahmen der geotechnischen Stellungnahme zur Gründung von Modultischträgern auf der Oberflächenabdichtung der Deponie Böblingen wurde nachgewiesen, dass die geplante Photovoltaikanlage keinen negativen Einfluss auf die globale Standsicherheit des Deponiekörpers und der Schichten der Oberflächenabdichtung hat.

Als Modultischfundamente kommen grundsätzlich folgende Fundamentarten in Betracht:

- Stahlbetonfundamente als Streifenfundamente oder Betonplatten
- Rammfundamente
- Dreh- bzw. Schraubfundamente

Für die Ausführung von **Betonfundamenten** ist ein aufwendiger Materialtransport erforderlich. In steilen Böschungen ist das System technisch kaum ausführbar und daher nicht zu empfehlen.

Bei **Rammfundamenten** wäre auf der künstlich geschütteten Rekultivierungsschicht mind. eine Einbindetiefe von 1,8 – 2,0 m erforderlich. Da in Teilbereichen der Fläche kein ausreichender Sicherheitsabstand zum Abdichtungssystem gewährleistet werden konnte, scheidet das System im Falle Deponie Böblingen für die weitere Planung ebenfalls aus.

**Drehfundamente** sind stahlverzinkte Rohrhülsen mit Wendeelement. Die Einbindetiefe richtet sich nach der Bodenklasse und der Verdichtung und liegt zwischen ca. 1,0 - 1,5 m. Die exakte Tiefe muss aber letztlich nach einem Zug- und Belastungsversuch ermittelt und festgelegt werden.





Abb. 6: Beispiel Drehfundament mit Wendelsystem (Fa. Doma)

Auf der Grundlage dieses Zugversuchs erfolgt die Dimensionierung der Fundamente.

Bei der statischen Auslegung werden Wind-, Sog- und Schneelasten berücksichtigt.

Es sollte zwischen Drehfundament und Dichtsystem (OK Entwässerungssystem) ein Sicherheitsabstand von mind. ca. 30 cm eingehalten werden.

Wesentliche Vorteile der Drehfundamente:

- schnelle Montage
- keine Bodenbewegungen erforderlich
- nachjustierbar
- ergeben keine Flächenversiegelung
- kostengünstig
- leichter Rückbau nach der Nutzungszeit der PV-Anlage möglich.



Abb. 7: Beispiel für ein Freiland-Rack (V-System)  
auf Drehfundamenten (K2-Systems)

Aufgrund der spezifischen örtlichen Bedingungen mit Böschungsneigungen von 1:2,7 und des speziellen Dichtungsaufbaues, wurde das Drehfundament von den zuvor dargestellten Fundamentarten als das Geeignetste befunden.

Die Modultische wurden unter Beachtung der Geländegeometrie und der favorisierten Tischneigung von 25° konstruiert. Die Tischgröße resultiert aus der vorgegebenen Modulplattengröße von 1590 x 808 x 50 mm und beträgt im vorliegenden Fall 11,72 m x 3,20 m. Die Achsabstände der Racks wurde vom Hersteller mit 1,50 m vorgegeben, so dass sich eine Anzahl von 8 Racks je Tisch ergab. Pro Modultisch können 28 Module installiert werden.

Die statische Vorbemessung ergab, dass die bei dieser Variante zu erwartenden Windlasten abgetragen werden können.

Querschnitt:  
Tischneigung 25°, Drehfundamente, Hangneigung 1:2.7

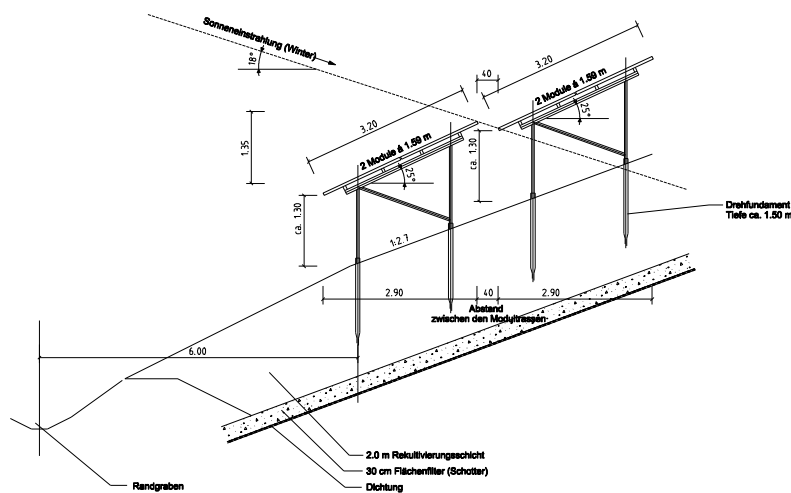


Abb. 8: Querschnitt der Modultische

Bei der Planung ist ein ausreichender Sicherheitsabstand zum Böschungsfuß und zu den Entgasungsbrunnen (Ex-Schutz) einzuhalten.

Im Zuge einer weiteren Detailplanung ist auch der Verlauf der Gasleitungen bei der Installation der Drehfundamente zu beachten.

Die Modultischhöhe soll zum Gelände eine Mindesthöhe von 1,30 m haben. Zwischen den Modultischtrassen wird ein Wartungsgang für die Böschungspflege von ca. 3,0 m angeordnet.

Bei insgesamt ca. 197 Modultischen á 28 Modulen ergibt sich eine errechnete Leistung von ca. 1000 kWp welche die Grundlage für die noch zu erbringende Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen der Gesamtanlage dargestellt.

Da für die Deponie eine befristete Waldumwandlungsgenehmigung besteht erhält die zuständige Forstverwaltung Ausgleichsmaßnahmen bzw. Ausgleichszahlungen für entgangene Forstflächen.

## 2.3 Deponie Hasenbühl, Nutzung für PV-Anlage

Der Landkreis Schwäbisch Hall betreibt seit 1976 die zentrale Mülldeponie „Hasenbühl“ auf einer Gesamtfläche von ca. 14 ha, wovon die eigentliche Ablagerungsfläche ca. 9,5 ha beträgt.

Es handelt sich um eine Hausmülldeponie der Deponieklasse II (DK II).

Im Juli 1986 wurde vom Regierungspräsidium Stuttgart eine Genehmigung zur Einführung des Rotteverfahrens auf der Hausmülldeponie Hasenbühl erteilt. Die angelieferten Mischabfälle wurden dabei vor ihrem Einbau zunächst mechanisch (Zerkleinerung) und anschließend biologisch (Rotte) vorbehandelt. Inertstoffanlieferungen wurden ohne Vorbehandlung für den Bau von Randdämmen bzw. Wegen eingesetzt.

Der Deponiebetrieb wurde am 31.05.2005 mit Ablauf der durch die TASI aufgestellten Frist eingestellt. Seit der Schließung der Deponie Hasenbühl im Jahr 2005 wird im Eingangsbereich weiterhin das „Entsorgungszentrum Hasenbühl“ mit Wertstoffhof und Problemstoffsammelstelle betrieben.

Das Gesamtauffüllvolumen beträgt bis zur Erreichung der genehmigten Endhöhe ca. 1,83 Mio. m<sup>3</sup> (brutto) einschließlich einer qualifizierten Oberflächenabdichtung und Rekultivierungsschicht.

Der Landkreis Schwäbisch Hall beauftragte Klinger und Partner Ingenieurbüro für Bauwesen und Umwelttechnik GmbH, mit der Planung der endgültigen Oberflächenabdichtung und der Entgasung der Deponie Hasenbühl.

Ziel ist der Bau einer endgültigen Oberflächenabdichtung auf einer Gesamtfläche von ca. 9,5 ha. Dabei sollen bereits vorbereitete Schichten der bestehenden temporären Oberflächenabdichtung weit möglichst genutzt und in das endgültige Dichtungssystem integriert werden. Es ist das Aufbringen einer Kombinationsabdichtung mit zwei unabhängig voneinander wirkenden Dichtungselementen vorgesehen. Diese Kombinationsabdichtung besteht in der Hauptfläche aus den geotextilen Dichtungskomponenten Bentonitmatte und Kunststoffdichtungsbahn. In einem Teilbereich wird alternativ die dort bereits bestehende mineralische Dichtung mit einer zusätzlich verlegten Kunststoffdichtungsbahn zur Kombinationsabdichtung nachgerüstet.

Im Zuge des Baus der Oberflächenabdichtung erfolgen Sanierungen, Optimierungsmaßnahmen und Anpassungen am bestehenden Entgasungssystem.

Gemäß Beschluss der politischen Gremien soll im Zuge der Profilierungsarbeiten im Kuppenbereich eine möglichst große, homogene südexponierte Fläche mit einer Neigung von 10 % als Pultdach hergestellt werden. Durch die Herstellung dieser Fläche werden optimale Bedingungen für den späteren Bau einer PV-Anlage geschaffen. Die nutzbare Fläche beträgt ca. 2,0 ha, woraus sich eine effektiv mögliche Modulfläche von ca. 1,0 ha ergibt.

Für diese Profilierung wird eine Masse von ca. 61.000 m<sup>3</sup> aus Abtragsmaterial innerhalb der Deponie gewonnen. Zusätzlich wird eine Masse von bis zu ca. 17.000 m<sup>3</sup> von extern anzuliefernden Massen erforderlich.



Abb. 9: Lageplan nutzbare PV-Fläche ca. 2,0 ha

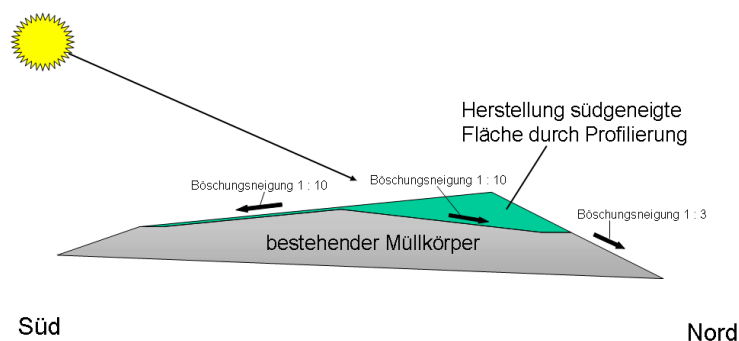


Abb. 10: Prinzipskizze Kuppenmodellierung

Der Abstand zwischen den Modultrassen wurde so festgelegt, dass die Module sich auch im Winter nicht gegenseitig beschatten. Dabei variiert der Abstand zwischen den Modultrassen in Abhängigkeit von der Böschungeneigung (2,6 m bei Böschungeneigung 1:10 bzw. 1,6 m bei Böschungeneigung  $\geq 1:5$ ).

Im Bereich der PV-Anlage bestehen mehrere Gasfassungselemente. Diese sind über erdverlegte Gassammelleitungen an die dezentralen Gasregelstationen angeschlossen. Die Zugänglichkeit zu den Gasbrunnen muss während der Nutzungsdauer der PV-Anlage für Wartungs- und Kontrollarbeiten gewährleistet werden. Es wird davon ausgegangen, dass hier keine Zufahrt mit Fahrzeugen erforderlich ist.

Die Modultische werden zur Einhaltung des Ex-Schutzes mit einem Sicherheitsabstand von  $\geq 2$  m zur Außenkante der Gasbrunnen installiert.

Bei der Installation einer PV-Anlage ist weiter zu beachten, dass ein Befahren der Flächen im Regelfall nur mit Raupengerät auf der Erdatbedeckung möglich ist. Transport und Installation von schweren Lasten (z. B. Trafostation) bedarf vor Ausführung einer besonderen Betrachtung, damit die Einleitung unzulässiger Lasten in die Oberflächenabdichtung vermieden wird (insbesondere Überprüfung der Schutzwirksamkeit des Schutzvlieses auf der Kunststoffdichtungsbahn in Bezug auf Punktlasten).

Die letztendliche Entscheidung über die Installation einer PV-Anlage erfolgt jedoch erst zu einem späteren Zeitpunkt kurz vor Abschluss der Bauarbeiten der Oberflächenabdichtung auf Grundlage einer dann aktuell durchgeführten Kosten-Nutzen-Analyse. Diese Analyse muss die nicht über so lange Zeiträume prognostizierbare Entwicklung der Modulpreise und die zu erzielende Einspeisevergütung aktuell berücksichtigen.

## 2.4 Deponie Erbachtal, Nutzung als Naherholungsfläche

Ab dem Jahr 1903 bis 1995 wurden von der Landeshauptstadt Stuttgart auf der Deponie Erbachtal in mehreren Auffüllabschnitten insgesamt ca. 2,5 Mio. m<sup>3</sup> Abfälle abgelagert. Bis zum Jahr 1965 waren dies vorrangig Haus- und Gewerbeabfall.

Mit der Inbetriebnahme der Müllverbrennungsanlage (MVA) in Stuttgart-Münster im Jahr 1965 wurde bis zum Jahr 1985 überwiegend nur noch Schlacke und Filterstaub aus der MVA abgelagert. Lediglich beim Ausfall der MVA wurden noch kleinere Mengen hausmüllähnlicher Gewerbemüll deponiert. Von 1985 bis 1995 wurden die Reststoffe der MVA in einem abgetrennten Deponieabschnitt abgelagert. Seit 1995 werden die Schlacke und der Filterstaub der MVA anderweitig verwertet bzw. entsorgt.



Abb. 11: Deponie Erbachtal, Rekultiviert

Die Deponie Erbachtal befindet sich in unmittelbarer Nähe zur Wohnbebauung der Waiblinger Stadtteile Neustadt und Hohenacker. Die nächstgelegenen Häuser sind nur wenige hundert Meter entfernt.

Entsprechend den unterschiedlichen Ablagerungszeiträumen und Abfallstoffen wurde die Deponie an der Oberfläche in mehreren zeitlich von einander getrennten Bauabschnitten abgedichtet.



Umgesetzt wurde eine Kombinationsabdichtung gemäß den Vorgaben in der Technischen Anleitung Siedlungsabfall (TASi) mit folgendem Aufbau:

- Ausgleichs- und Entgasungsschicht aus Schlacke,  $d = 50$  cm
- Mineralische Dichtung,  $d = 50$  cm bzw. mehrer Meter mächtige Profilierung aus Lehmma-  
terial mit Dichtungsqualität
- Kunststoffdichtungsbahn PE-HD 2,5 mm mit BAM-Zulassung
- Mineralische Entwässerungsschicht  $d = 30$  cm bzw. in Teilabschnitten mit Drainmatte  
und mineralischer Entwässerungsschicht  $d = 20$  cm
- Rekultivierungsschicht,  $d = 1,0 - 3,0$  m.

Die Baumaßnahmen wurden im Jahr 2010 abgeschlossen.

Da in Teilbereichen der Deponie neben Inert- und Schlackestoffen auch Hausmüll abgelagert wurde war es erforderlich über ein Gasdränagenetz das gefasste Deponiegas (ca. 25-30 Vol.-%  $\text{CH}_4$ ) abzusaugen und mittels Schwachgasfackel zu behandeln. Die Fackel hat eine Leistung bis ca. 50  $\text{m}^3/\text{h}$  und deckt einen  $\text{CH}_4$ -Bereich von ca. 12 - 65 Vol.-% ab.

Aufgrund der nahen Wohnbebauung wurde bereits frühzeitig ein Konzept entwickelt, welches eine Nutzung als Naherholungsfläche vorsah. Im landschaftspflegerischen Begleitplan wurden alle Elemente zur späteren Rekultivierung und Anordnung der unterschiedlichen Bepflanzung mit Trockenrasen, niedriger Busch- und Baumbepflanzung sowie einem Wegenetz und Spielflächen festgeschrieben.

Es wurde in der Rekultivierungsschicht ein naturnahe gestalter Bachlauf für die Aufnahme des Oberflächenwassers integriert und über die parallel zur Deponie verlaufende Bahntrasse eine Fußgängerbrücke gebaut und an das Deponiewegenetz angebunden.

Nach fast 100 Jahren wurde damit wieder eine Verbindung zwischen den beiden Stadtteilen hergestellt, die Bürgern ermöglicht ihre Nachbarn auf kurzem Wege zu erreichen.

Nach langen Jahren der Belastung für die Anwohner durch den Deponiebetrieb und die Baumaßnahme im Zuge der Deponiestilllegung wurde mit der naturnahen Gestaltung der Deponie Erbachtal ein wichtiges städtebauliches Bindeglied geschaffen.

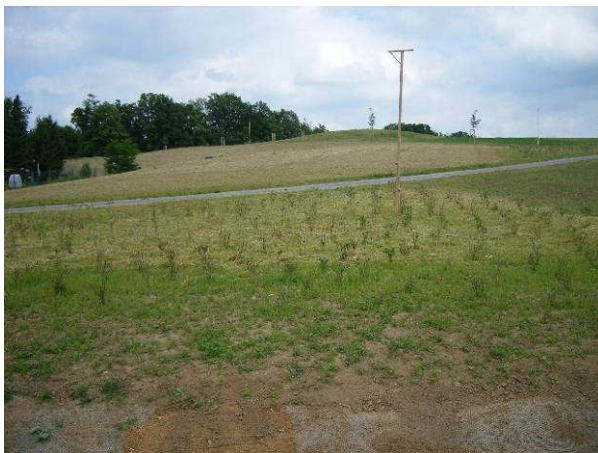


Abb. 12: Naturnahe Gestaltung der Deponiefläche

## 2.5 Deponie Am Froschgraben, Nutzung für Biomasseanlage

Die Deponie „Am Froschgraben“ bei Schwieberdingen wurde im Januar 1999 durch die Abfallverwertungsgesellschaft des Landkreises Ludwigsburg (AVL) als eine der ersten Mineralstoffdeponien in Baden-Württemberg in Betrieb genommen.

Die Planfestgestellte Gesamtfläche mit Wegenetz und Infrastrukturflächen umfasst ca. 45 ha und beinhaltet Ablagerungsflächen der Deponieklassen 0, I und II.

Das genehmigte Nettovolumen beträgt ca. 5 Mio. Tonnen, wovon z. Z. ca. die Hälfte verfüllt ist.

Im Zuge der Planfeststellung der Deponie wurde in einem landschaftspflegerischen Begleitplan die Rekultivierung abgeschlossener Deponiebereiche festgeschrieben.

Im südlichen und östlichen Böschungsbereichen sind neben Feldgehölzen und Streuobstwiesen auch Sukzessionsflächen ausgewiesen. Während im zentralen Deponiebereich (Kuppe) und die westlichen Deponieflächen Ackerflächen vorgesehen sind. Diese Flächen umfassen ca. 20 ha der rekultivierfähigen Gesamtfläche.

Die AVL ist neben einem weiteren Landkreis aus der Region Stuttgart (AWB Landkreis Böblingen, s. Pkt. 2.2.) Projektpartner beim Interreg IVC-Projekt Sufal Net 4 eu der europäischen Union.

An diesem Projekt sind weitere Länder aus der EU beteiligt. Ziel ist es, konkrete Lösungen zur Nachnutzung von Deponieflächen zu erarbeiten.

Im Zuge der Projektarbeit entwickelt die AVL als Modellvorhaben eine Biomasseanlage in Form einer Kurzumtriebsanlage auf den im landschaftspflegerischen Begleitplan ausgewiesenen Ackerflächen.

Mit der Planung wurde Klinger und Partner GmbH unter Einbindung von Fachplanern aus den Bereichen der Bodenökologie, des Waldbaus und der Geotechnik von der AVL beauftragt.

Die erforderliche Rahmenbedingungen für den wirtschaftlichen Betrieb einer solchen Kurzumtriebsanlage, wie Anforderungen an den Standort, Bodeneigenschaften, Wasserhaushaltsmodellierung sowie die spezifischen Bedingungen am Deponiestandort mit geeignetem Produktionstechnischen und Geräteinsatz etc. sind zu beschreiben und planerisch zu erfassen.

Die deponiespezifischen Fragestellungen sind u. a.:

- Auswirkung auf den Ertrag in Folge künstlich geschütteter Substrate
- Optimierung der Mächtigkeit der Rekultivierungsschicht unter Beachtung der Nutzungsform und wirtschaftlichen Gesichtspunkten
- Geeignete Einbauverfahren unter der Maßgabe möglichst geringer Verdichtung
- Bewässerungsverfahren mit Kosten- Nutzenbetrachtung
- Erschließung der Flächen unter Beachtung der max. zulässigen Lasteintragung
- Geotechnische Beurteilung bzgl. Standsicherheit und Tragverhalten.



Abb. 13: Mineralstoffdeponie „Am Froschgraben“

Der Stand der Projektbearbeitung lässt momentan noch keine endgültige Darstellung von Ergebnissen zu, so dass hierüber bei zukünftigen Fachtagungen berichtet wird.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. (FH) Eckhard Haubrich

Klinger und Partner GmbH

Friolzheimer Straße 3

70499 Stuttgart

Tel.: 0711 69 33 08-50

E-Mail: [eckhard.haubrich@klinger-partner.de](mailto:eckhard.haubrich@klinger-partner.de)