

# Deponie Leppe – Oberflächenabdichtung mit Fotovoltaikanlage

## 1 Einleitung

Die photovoltaische (PV) Energieerzeugung ist eine umwelt- und ressourcenschonende Möglichkeit der Stromerzeugung. Zur Realisierung von Anlagen mit sehr großer Leistung kommen als Standort Freiflächen außerhalb von Gebäuden in Betracht, z. B. Deponien.

Deponien werden nach ihrer Betriebsphase für eine Zeit von 10-20 Jahren mit einer temporären Abdeckung versehen, um das Abklingen der Setzungen abzuwarten, bevor die endgültige Abdichtung erfolgt. An die temporäre Abdeckung, die mitunter erheblichen Beanspruchungen durch Setzungen der Deponie ausgesetzt ist, bestehen nur geringe gesetzliche Anforderungen. Häufig wird sie aus Boden hergestellt. Die Bodenabdeckung ist nicht konvektionsdicht, sodass klimaschädigendes Deponiegas (Methananteil ca. 50 %) entweichen kann und auch der Eintritt von Niederschlagswasser in die Deponie nur begrenzt vermindert wird und es zur fortgesetzten Sickerwasserbildung kommt.

Photovoltaikanlagen sind eine attraktive Nachnutzung für die großen Oberflächen stillgelegter Deponien. Es findet ein Flächenrecycling in Verbindung mit klimaschonender Energieerzeugung statt. Konventionelle PV-Anlagen werden mit Hilfe von teuren und ressourcenverbrauchenden Stahlgestellen auf einer mit erheblichen Mengen Bodenmaterials und weiterer Baustoffe hergestellten Deponieabdeckung errichtet.

Wasteconsult international hat ein Deponieoberflächenabdichtungssystem entwickelt (DepoSolar®), dessen Kernbestandteil ein Verbundelement aus Kunststoffdichtungsbahn und verformbaren Dünnschichtsolarzellen ist. Ein solches multifunktionales System hat den Vorteil, dass gleichzeitig eine emissionsmindernde, konvektionsdichte Deponieoberflächenabdichtung und eine PV-Anlage entstehen.

In einem von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Projekt Forschungsprojekt wird nun untersucht, inwieweit das System den technischen und betrieblichen Anforderungen an eine Deponieabdichtung temporär oder dauerhaft gerecht wird.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens werden auf der Deponie Leppe Testfelder errichtet, auf denen unterschiedliche Kombinationen von Solarzellen und Dichtungsbahnen hinsichtlich ihrer Beständigkeit, Praxistauglichkeit und elektrischen Leistungsfähigkeit verglichen werden. Der Betreiber der Deponie, der Bergische Abfallwirtschaftsverband (BAV) ist Betreiber und Hauptkostenträger der Anlage.

## **2 Vergütung für Solarstrom**

### **2.1 Gesetzliche Grundlagen**

Seit April 2000 ist die Einspeisung regenerativer Energien durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) geregelt. Am 01.08.2004 trat die Novelle des EEG in Kraft. Das Gesetz beinhaltet u. a. eine Vergütungsregelung für Strom aus Photovoltaik- und Windenergieanlagen.

Bei der Photovoltaik werden Anlagen mit einer Leistung bis zu 5 MW durch eine erhöhte Einspeisevergütung gefördert. Im Gesetz zur Änderung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (PV-Vorschaltgesetz) vom 22.12.2003 wurden zum 1. Januar 2004 die Höhe der Einspeisevergütung für Solarstrom und Einschränkungen für Freiflächenanlagen durch Änderung von §8 des EEG neu geregelt.

Um Verbrauch und Versiegelung von unbebauten Flächen durch Photovoltaikanlagen zu begrenzen, wurde die Frage, ob und in welcher Höhe eine erhöhte Einspeisevergütung gezahlt werden muß, vom Standort der Anlage abhängig gemacht. Wenn die Anlage nicht an oder auf einer baulichen Anlage angebracht ist, die vorrangig zu anderen Zwecken als der Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie errichtet worden ist, ist der Netzbetreiber nur zur Vergütung verpflichtet, wenn sich die Anlage

1. auf Flächen befindet, die zum Zeitpunkt des Beschlusses über die Aufstellung oder Änderung des Bebauungsplanes bereits versiegelt waren,
2. auf Konversionsflächen aus wirtschaftlicher oder militärischer Nutzung oder
3. auf Grünflächen befindet, die zur Errichtung dieser Anlagen im Bebauungsplan ausgewiesen sind und zum Zeitpunkt des Beschlusses über die Aufstellung oder Änderung des Bebauungsplans als Ackerland genutzt wurden.

Da Deponien bauliche Anlagen und Konversionsflächen sind, besteht Anspruch auf Einspeisevergütung gem. EEG. Die Höhe der Einspeisevergütung ist wiederum differenziert geregelt. Die Grundvergütung beträgt bei Fertigstellung der Anlage im Jahr 2008 35,5 Cent/KWh. Diese Vergütung ist für 20 Jahre plus die Betriebsmonate im Inbetriebnahmejahr festgeschrieben. Dadurch besteht eine außerordentlich solide Grundlage für Wirtschaftlichkeitsberechnungen. Die Mindestvergütung reduziert sich jedes Jahr späterer Inbetriebnahme um 6,5%. Mit der anstehenden Novellierung des EEG ist für ab 2009 fertiggestellte Freiflächenanlagen jedoch eine noch geringere Einspeisevergütung zu erwarten.

Bei Anlagen, die ausschließlich an oder auf einem Gebäude oder einer Lärmschutzwand angebracht sind, erhöht sich die Vergütung in Abhängigkeit von der Gesamtleistung um 8,3 – 11,7 Cent KWh.

Mehrere Photovoltaikanlagen, die sich an oder auf demselben Gebäude befinden und innerhalb von sechs aufeinander folgenden Kalendermonaten in Betrieb genommen worden sind, gelten zum Zweck der Ermittlung der Vergütungshöhe als eine Anlage.

## **2.2 Regionale Aspekte**

In Deutschland gibt es regional deutliche Unterschiede in der Höhe der Globalstrahlung und damit in der Energieausbeute der Photovoltaikanlage. Für Freiflächenanlagen, die eine geringere Einspeisevergütung bekommen als Dachflächenanlagen, sind unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten Süddeutschland, Teile Sachsens und einige küstennahe Gebiete am besten geeignet.

## **3 Das Abdichtungssystem DepoSolar®**

In der Vergangenheit sind bereits einige Solaranlagen auf Deponien errichtet worden. Diese sind jedoch alles konventionelle PV-Anlagen mit auf Stahlkonstruktionen oder Betonträgern montierten, nichtverformbaren, kristallinen Solarzellen.

Das von Wasteconsult entwickelte System DepoSolar® verbindet die Funktion von Abdichtung und Solaranlage miteinander und kommt ohne Aufständigung aus.

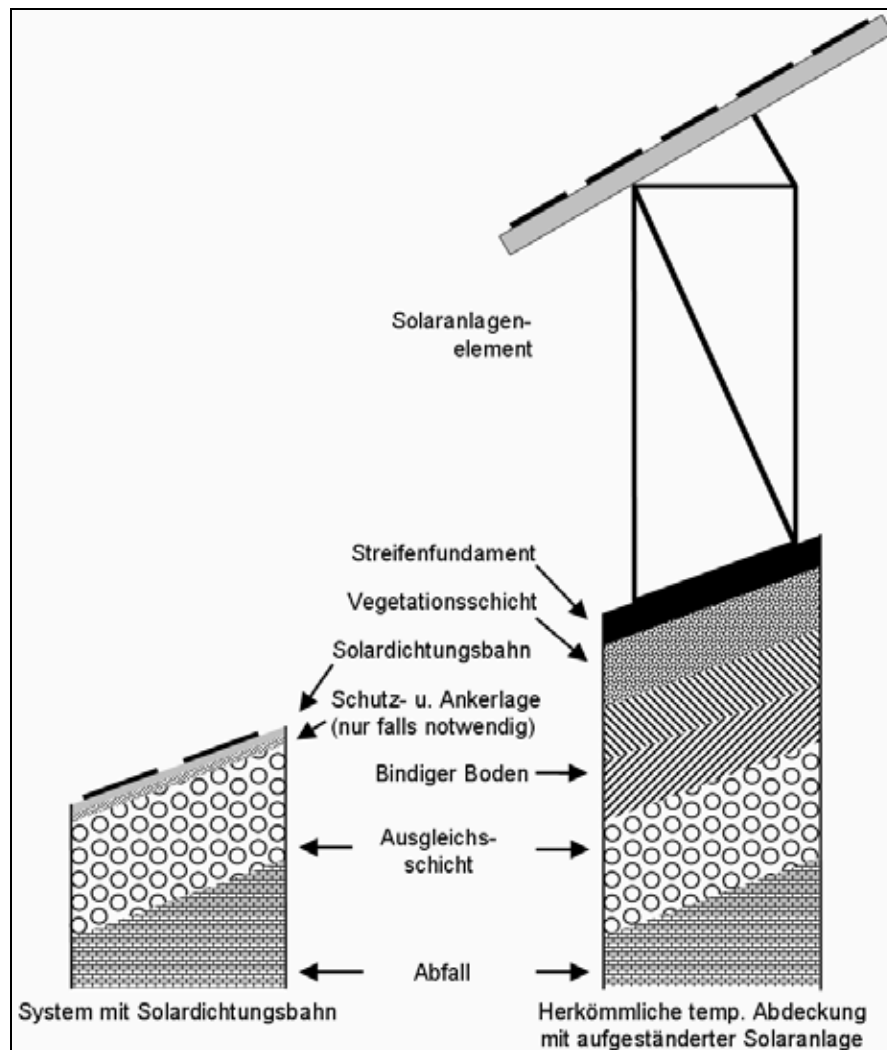


**Abbildung 1:** Flexibler Dünnschicht-Solarmodulstreifen im Verbund mit KDB

Das nun errichtete System weist gegenüber den bisher realisierten Anlagen folgende Vorteile auf:

- Geringerer Materialaufwand für die Montage der Solarzellen (keine Gestelle)
- Geringerer Silizium- und Energieverbrauch bei der Zellproduktion durch Verwendung von amorphen Dünnschichtmodulen
- Viel größere Verformungstoleranz durch Einsatz flexibler Solarzellen, daher eher auch für jüngere Deponieabschnitte geeignet, die noch Setzungen aufweisen
- Gleichzeitige Verwendung als Deponieabdichtung (erhebliche Ressourceneinsparung und verbesserte Fassung von klimaschädigendem Deponiegas).
- Vereinfachte Anpassbarkeit der PV-Anlage an etwaige Setzungen der Deponie

Abbildung 2 zeigt das innovative System im Zeitraum, in dem es als Photovoltaikanlage und temporäre Deponieabdichtung eingesetzt ist, im Vergleich zur üblichen temporären Abdeckung mit Boden und einer darauf platzierten, herkömmlichen Solaranlage.

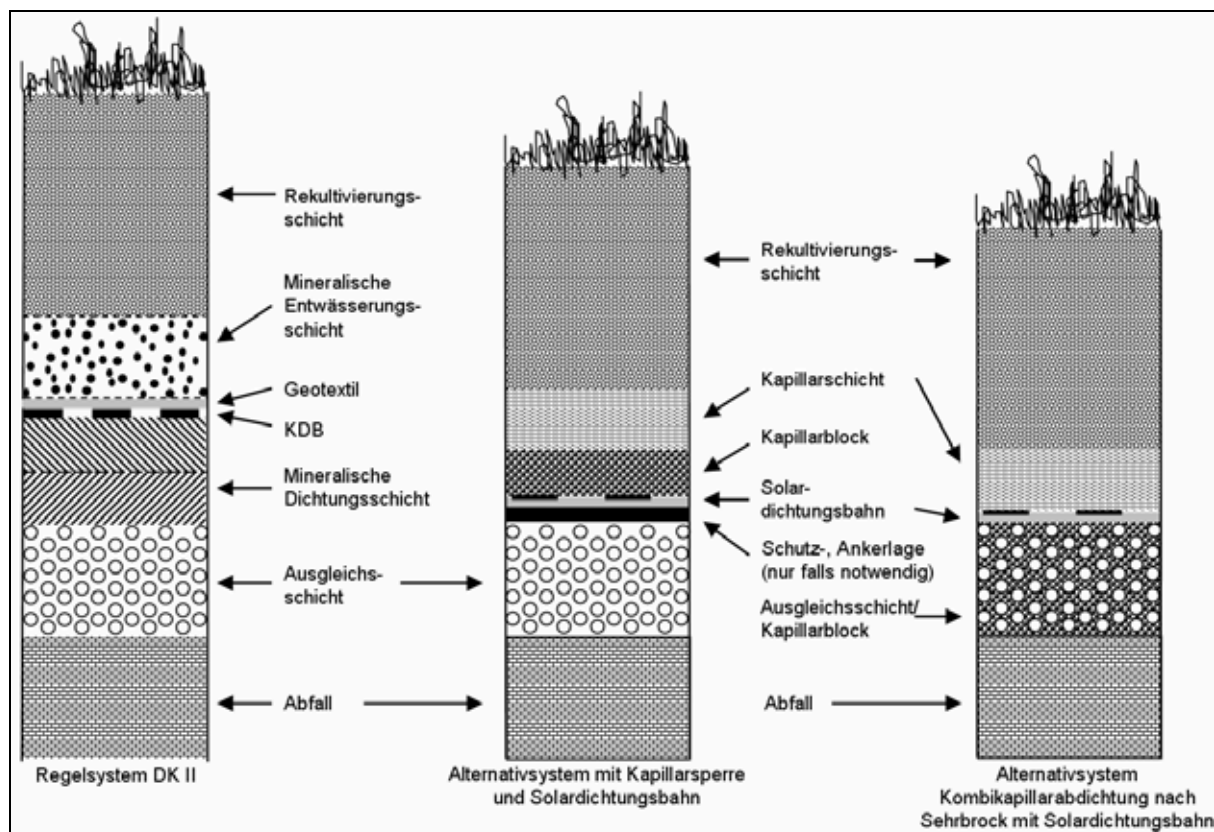


**Abbildung 2:** Temporäre Deponieabdichtung in Kombination mit einer Photovoltaikanlage als innovatives und zum Vergleich als konventionelles System

Besteht die Trägerlage der Photovoltaikkombinationsanlage aus einer BAM-zugelassenen Deponieabdichtungsbahn, besteht das Potential, diese nach Nutzungsende der Photovoltaikanlage als wirksames Funktionselement in die endgültige Deponieabdichtung zu integrieren. Das gesetzliche Regelwerk sieht bei Deponien der Klasse 2 (Hausmülldeponie) ein Kombinationsabdichtungssystem vor, das eine Kunststoffdichtungsbahn und eine mehrschichtige (bindige) mineralische Dichtungsschicht enthält. Dieses System wurde bereits in der TAsi (1993) vorgegeben. Alternativ sind auch gleichwertige Systeme mit einem anderen Aufbau zulässig. Die dauerhafte Deponieoberflächenabdichtung wird in der Regel 10 bis 25 Jahre nach Verfüllende des Deponieabschnitts aufgebracht.

Zahlreiche Untersuchungen haben gezeigt (z. B. Melchior, 1993), dass bindige mineralische Abdichtungen an Deponieoberflächen zur Bildung von Schrumpfrissen neigen und somit ihre Dichtigkeit (bzw. geringe Durchlässigkeit) verlieren. Aus diesem Grund und auch wegen wirtschaftlicher Vorteile wurden inzwischen Oberflächenabdichtungen, bei denen die bindige mineralische Schicht durch eine (mineralische) Kapillarsperre ersetzt wird, an zahlreichen Standorten realisiert. In ein solches System lässt sich auch eine Photovoltaikkombinationsbahn gut integrieren. Abbildung 3 zeigt zwei Varianten eines Oberflächenabdichtungssystems mit integrierter Photovoltaikkombinationsbahn im Vergleich zum Regelsystem nach TA-Siedlungsabfall. Die Photovoltaikkombinationsbahn ersetzt die ohnehin erforderliche Kunststoffdichtungsbahn.

Hinweis: Sowohl die im System DepoSolar® verwendete Kombination von flexiblen Solarzellen und PE-HD-Bahnen als auch die Kombikapillardichtung nach Sehrbrock (siehe Abbildung 3) sind patentrechtlich geschützt.



**Abbildung 3:** Integration der innovativen Photovoltaikanlage als Abdichtungselement in zwei Varianten einer alternativen Kombinationsabdichtung für ein Klasse 2 Deponie im Vergleich zum Regelsystem nach TA-Siedlungsabfall

Die 2008 zu erwartende integrierte Deponieverordnung wird voraussichtlich kein Regelsystem für die Oberflächenabdichtung mehr vorgeben und mehr Freiräume für die Gestaltung der Oberflächenabdichtung eröffnen.

Es sei darauf hingewiesen, dass Wasteconsult auch konventionelle (aufgeständerte) Solaranlagen auf Gebäuden und Deponien plant. Hallendächer bieten oft hervorragende Voraussetzungen für die Installation einer Fotovoltaikanlage.

## **4 Pilotanlage und durchzuführende Untersuchungen**

### **4.1 Untersuchungsprogramm**

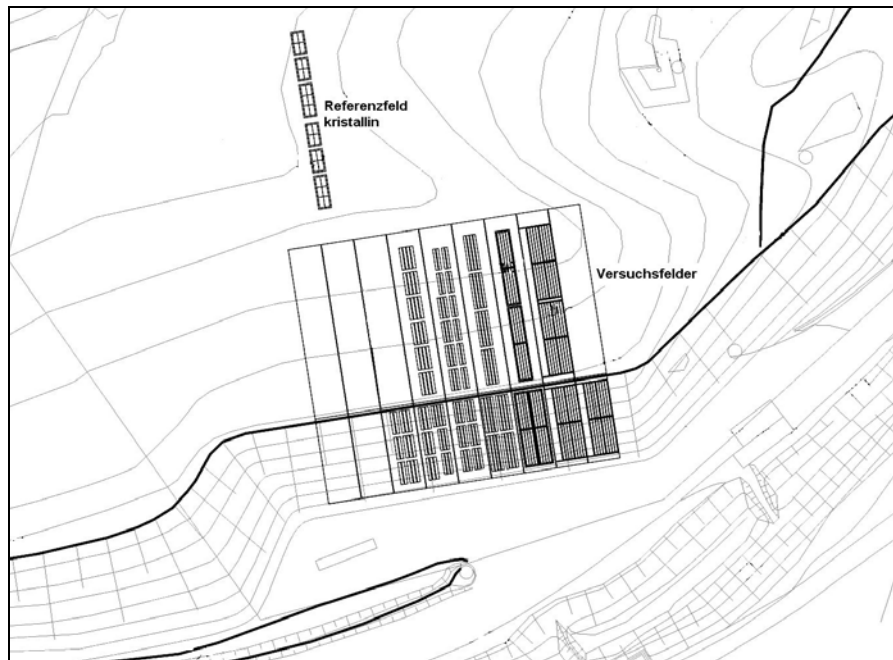
Im Forschungsteil des Vorhabens werden vor allem folgende Punkte untersucht:

- Verlegung und Verbindung der Bahnen
- Auswirkungen der Setzungen auf das System (Schäden, Wellenbildung etc.)
- Eignung zur Wiederaufnahme und Neuverlegung nach starken Setzungen
- Unterschiedliche Stromerzeugung und Verschmutzungsgefahr bei zwei deponietypischen Böschungsneigungen (1:3 und 1:10)
- Langzeitbeständigkeit (inkl. Auswirkungen der chem. und phys. Einwirkungen)
- Auswirkung unterschiedlicher Trägermaterialien (z. B. Farbe -> Erwärmung) auf den Wirkungsgrad der Module
- Auswirkungen der unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten
- Vergleich der Wirksamkeit unterschiedlicher Modultypen

Die Versuchsanlage ist in Testfelder unterteilt, die sich hinsichtlich Bahnmaterial, Bahnstärke, Modulausrichtung und Modultyp unterscheiden. Zusätzlich wird ein Referenzfeld aus konventionellen, nicht verformbaren, kristallinen Solarmodulen errichtet.

### **4.2 Aufbau der Pilotanlage**

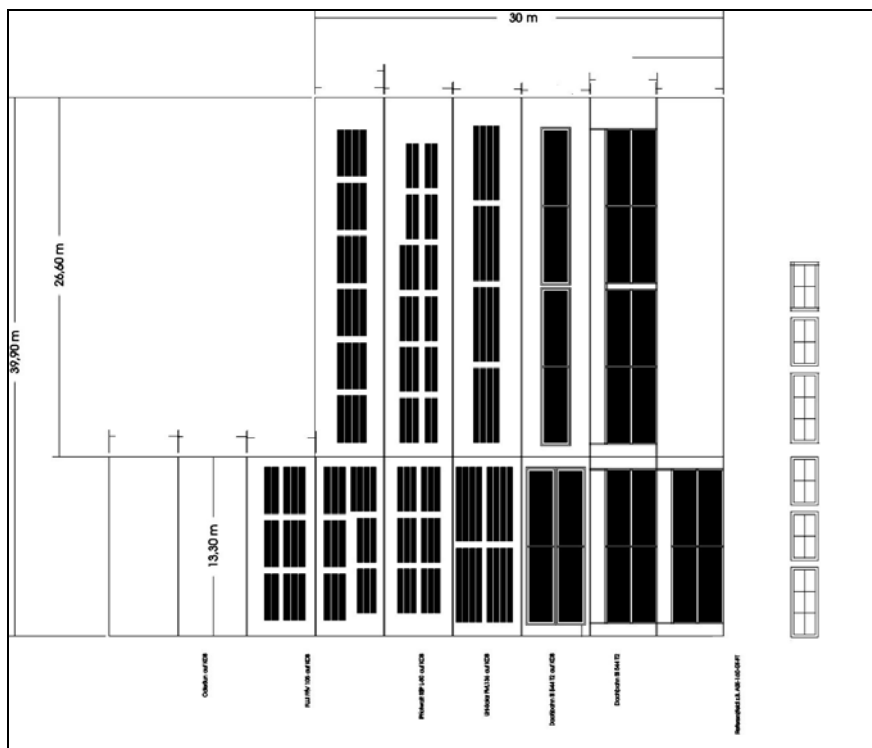
Die Versuchsfelder werden am Südhang der Deponie errichtet, der teilweise schon mit einer KDB abgedichtet ist und teilweise noch einer Endprofilierung zu unterziehen ist.



**Abbildung 4** Lageplan Versuchsfeld

Die einzelnen Versuchsfelder sind in ihren Maßen in Abbildung 5 dargestellt.

Der Bau der Anlage war für das vierte Quartal 2007 vorgesehen. Durch äußere Umstände wird die Anlage nun erst im zweiten Quartal 2008 errichtet werden. Langfristiges Ziel ist es, den gesamten Südhang der Deponie mit einem Solarabdichtungssystem zu versehen.



**Abbildung 5:** Versuchsfeldbelegung



## 5 Literatur

Kühle-Weidemeier, M.; Antczak, R. (2004): Regenerative Energien als zusätzliche Einnahmequelle? Grundlagen und finanzielle Aspekte von Windkraft und Photovoltaik. In: Kühle-Weidemeier, M. [Hrsg.] (2004): Praxistagung Deponie 2005. Schließung – Sanierung – Nachsorge – Nachnutzung. Tagungsband. Cuvillier Verlag, Göttingen. ISBN 3-86537-284-8.

Melchior, S. (1993): Wasserhaushalt und Wirksamkeit mehrschichtiger Abdecksysteme für Deponien und Altlasten. Hamburger bodenkundliche Arbeiten, Band 22.

Sehrbrock, U. (2004): Die Kombi-Kapillardichtung als wirtschaftliches Alternativsystem für die Oberflächenabdichtung. In: Kühle-Weidemeier, M. (Hrsg.): Praxistagung Deponie 2005. Schließung – Sanierung – Nachsorge – Nachnutzung. Tagungsband. Cuvillier Verlag, Göttingen. ISBN 3-86537-284-8.

