

Photovoltaik auf Deponien

Welche Besonderheiten sind zu berücksichtigen?

Dr. Dirk Jelinek

ARCADIS Consult GmbH, Darmstadt

Jörg Siebert

ARCADIS Liegenschaftsentwicklung GmbH, Darmstadt

Einleitung

Solkraftwerke bieten als eine Möglichkeit der Folgenutzung von Deponiestandorten in der Stilllegungs- und Nachsorgephase die Chance, Einnahmen zu erzielen, welche die Kosten des Nachsorgebetriebs über zumindest ca. 20 Jahre mildern und ggf. decken können. Die Berücksichtigung standortspezifischer Besonderheiten ist allerdings für den wirtschaftlichen Erfolg eines Solarkraftwerkes auf einer Deponie in der Bau- und Finanzierungsphase sowie beim späteren Betrieb entscheidend. Es ist daher wichtig, die möglichen Auswirkungen eines Solarkraftwerkes auf die Deponie und die Interaktionen zwischen Anlage und Baugrund zu verstehen, planerisch zu berücksichtigen und in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einzubeziehen, um Risiken zu mindern und bestehende Chancen in voller Höhe zu nutzen.

Keywords

Regenerative Energien, Photovoltaik, Deponie, Auswirkung, Planung, bauliche Umsetzung, Betrieb

Solar Power Plant, Landfill, Implications, Design, Construction, Management

1 Hintergrund

Deponiestandorte wurden vor Jahrzehnten hauptsächlich unter dem Aspekt der unaufwändigsten Entsorgung von Siedlungsabfällen ausgewählt. Umweltrelevante Auswirkungen blieben häufig aufgrund der vordringlichen Entsorgungsproblematik, wirtschaftlicher Interessen sowie fehlender Sensibilität und nicht vorhandenem Wissen um die ökologischen Gefahren außer Acht. In den vergangenen Jahren wurden diesbezüglich aufgrund eines deutlich gestiegenen Umweltbewusstseins und intensiver Forschung erhebliche Fortschritte erzielt – letztendlich mündete dies in Deutschland im weitgehenden Verzicht auf neue Haus- und Sondermülldeponien und ein generell stark umweltorientiertes Abfallwirtschaftskonzept.

Derzeit hat sich die Bundesrepublik mit einer Vielzahl von Deponien zu beschäftigen, die in kurzer Zeit stillzulegen und zu sichern sind. Erstaunlich spät trat vielerorts die Frage nach einer möglichen Folgenutzung der Deponieareale auf, die vielfach nicht tri-

vial und nicht generell zu beantworten ist. Eine erhebliche Rolle spielen die Standortgegebenheiten, die besonderen Eigenschaften der jeweiligen Deponie und deren Lage im Raum.

Über Jahrzehnte wurden aus dem Deponiebetrieb teilweise erhebliche Einnahmen erzielt – die Bildung von Rückstellungen wurde jedoch häufig eher stiefmütterlich angegangen. Die Stilllegung und Sicherung von Deponien verschlingt erhebliche finanzielle Mittel und führt derzeit zu einem verstärkten Interesse der Betreiber, Deponiestandorte einer sinnvollen Folgenutzung zuzuführen, welche die Stilllegungskosten sicher nicht decken, jedoch mindern kann.

Diverse Folgenutzungskonzepte, von der ökologischen Ausgleichsfläche über Verkehrsflächen bis zur Nutzung regenerativer Energien waren und sind heute im Gespräch.

Das vor wenigen Jahren in Kraft getretene und kürzlich aktualisierte Erneuerbare-Energien-Gesetz EEG fördert die Entwicklung von regenerativen Energien mit erheblichen Garantien. Es bietet nunmehr die Chance – über einen zunächst begrenzten Zeitraum – regenerative Energien zu einer Festvergütung gewinnbringend auf heute brach liegenden Flächen zu nutzen.

Eine Flut von Interessenten hat sich diesem neuen Markt verschrieben und bietet entsprechende Dienstleistungen und Produkte zu interessanten Konditionen an. Angesichts des geotechnisch eher ungewöhnlichen und umwelttechnisch anspruchsvollen Zielfläche ist es sinnvoll, Chancen und Risiken regenerativer Energien auf Sonderstandorten am Beispiel der Photovoltaik auf Deponien näher zu beleuchten.

2 Folgenutzung von Deponiestandorten

Je nach Lage einer Deponie – ländlicher Raum, Ballungsgebiet, Zentrallage – haben sich unterschiedliche Folgenutzungskonzepte etablieren können. In einem ersten Schritt lassen sich diese Konzepte grob drei Gruppen zuordnen:

- Standardnutzung
- Höherwertige Nutzung
- Energetische Nutzung

Mit dieser Einstufung steigen in der Reihenfolge ihrer Nennung im Regelfall auch die wirtschaftlichen Chancen und Risiken des jeweiligen Konzeptes.

2.1 Standardnutzung

Als Standardfolgenutzung von stillgelegten und gesicherten Deponiestandorten sind im Wesentlichen folgende Lösungen gebräuchlich:

- Ökologische Ausgleichsfläche
- Integration in Naherholungskonzepte
- Forstwirtschaft (in den seltensten Fällen)

Die Stilllegung bietet die Chance, insbesondere im ländlichen Raum – häufig aber auch in Ballungsgebieten – Deponien ästhetisch und ökologisch wertvoll in das Umfeld ein- oder wiedereinzugliedern und dabei auch Aspekte der Naherholung in die Rekultivierung einzubeziehen. Stichworte wie natürliche oder gelenkte Sukzession, Magerstandorte, Refugien für Reptilien an sonnenzugewandten Flächen etc. sind typisch für die ökologisch orientierte Betrachtung – im Zusammenhang mit der Integration in Naherholungskonzepte stehen u. a. Wanderwege, Aussichtspunkte, Rodelbahnen.

Je nach örtlicher Situation und dem lokalen Erholungsbedürfnis sind dies die häufigsten und sicherlich oft auch die sinnvollsten Ziele der späteren Folgenutzung einer stillgelegten Deponie.

Gelegentlich wird eine Nutzung durch die Forstwirtschaft angestrebt, obwohl Gefahren aus Wind- und Wurzeleinwirkungen für die Sicherungselemente der Deponie bislang vermutlich selten abschließend beantwortet werden konnten.

2.2 Höherwertige Nutzungen

Einige aufgelassene Deponien liegen verkehrstechnisch oder raumplanerisch so günstig, dass für sie eine höherwertige Folgenutzung in Frage kommt:

- Verkehrsflächen
- Gewerbestandorte und öffentliche Einrichtungen

Beispiele hierfür gibt es viele. Arcadis plante und überwacht derzeit die Nutzung einer Hausmülldeponie in Kaiserslautern als „Park and Ride – Fläche“ für die nächste Fußballweltmeisterschaft in Deutschland

Im Jahre 2002 wurde in Mainz ein ca. 20 Hektar umfassendes Deponieareal nach Tiefenverdichtung und Oberflächenversiegelung sowie Installation einer Gasfassung der Stadt als Park- und Gewerbefläche übergeben (Abb. 1).



Abb. 1 Park- und Gewerbeflächen auf der Deponie „Hechtsheimer Straße“, Mainz (ca. 20 Hektar)

2.3 Energetische Nutzungen

Die Nutzung deponiebürtiger Energieträger oder durch die Deponie gegebener besonders viel versprechender Standortbedingungen ist zum größten Teil heute auch keine Besonderheit mehr, stellt jedoch an den Planer und Betreiber höhere Anforderungen an die technische Realisierbarkeit und Wirtschaftlichkeitsprognose und erfordert ferner eine größere Risikobereitschaft der Projektbeteiligten. Allerdings sind die möglichen Erträge an einigen Standorten besonders hoch. In der Vergangenheit haben sich vor allem drei Zweige der energetischen Nutzung von Deponiearealen als viel versprechend erwiesen:

- Gasverwertung zu Wärme, Strom, carbon-credits
- Windkraftwerk
- Solarkraftwerk

Die Verwertung von Deponiegasen in Form der Fassung und Verbrennung sowie nachfolgender Wärmenutzung oder Stromerzeugung ist heute eine bereits eingeführte Form der energetischen Folgenutzung von Deponiestandorten. Ein gewisses Risiko besteht allerdings hier in der Prognose der zukünftigen Gasentwicklung hinsichtlich Qualität und Quantität, welche wesentlich für die Beurteilung der Rentabilität eines derartigen Systems ist.

Gaskraftwerke, wie die auf der Hausmülldeponie „Bandeirantes“ bei Sao Paulo von Arcadis geplante Anlage (Abb. 2 und 3) zu Stromversorgung von rd. 50.000 Haushalten sind in Deutschland angesichts der üblichen Forderung nach einer dichten Abdeckung sowie der wirtschaftlich erforderlichen Größe der Deponie kaum denkbar.



Abb. 2 Hausmülldeponie „Bandeirantes“, Sao Paulo (ca. 140 Hektar)



Abb. 3 Deponiegaskraftwerk auf „Bandeirantes Landfill“, Sao Paulo (ca. 22 MW)

Technisch sicher beherrschbar sind heute Windkraftanlagen – auch auf Deponiestandorten. Abbildung 4 zeigte eine von Arcadis begleitete Windkraftanlage. Wirtschaftliche Risiken aus der Verfügbarkeit der Windenergie sind bei sorgfältiger Standortanalyse heute minimierbar. Die Durchsetzung einer Windkraftanlage wird unabhängig vom Standort jedoch häufig durch Konflikte mit Landschaftsbild und Ökologie oder Fragen der Gründung auf setzungsgefährdetem Baugrund erschwert.

38 Windkraftanlagen mit je 1,65 MW Leistung bilden den Windpark auf der Kippe Klettwitz. Die technische und wirtschaftliche Herausforderung bestand hier vornehmlich in der Entwicklung einer langzeitstabilen Gründung auf stark inhomogenen und Grundwasser beeinflussten Baugrund.



Abb. 4 Windpark Kippe Klettwitz

Große Hoffnung auf eine wirtschaftlich sinnvolle Folgenutzung von Deponiestandorten liegt derzeit auf Solarkraftwerken (Photovoltaikanlagen). Auch sie nutzen regenerative Energien, die dank einer gesetzlich garantierten, jedoch zeitlich befristeten Vergütung für die in das Stromnetz eingespeiste Energie brachliegende Flächen zur Einnahmequelle werden lassen.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt sind trotz der häufig guten topographischen und geographischen Voraussetzungen vergleichsweise noch wenige Solarkraftwerke auf Deponien realisiert worden (z. B. Abb. 5). Dies liegt weniger an einer Skepsis gegenüber der Technologie oder an der garantierten Einspeisevergütung als an dem Zeitpunkt der möglichen Umsetzung. Verantwortlich hierfür ist auf Deponiestandorten der geplante Zeitpunkt der Stilllegung und der verständliche Wunsch nach einer möglichst lang ausgedehnten Nutzungsphase der Deponie.

Die Zeit für die Integration von Photovoltaikanlagen in die Folgenutzungskonzepte für Deponien drängt jetzt allerdings, woraus ein Risiko für die langfristige Wirtschaftlichkeit eines Solarkraftwerkes auf einer Deponie resultieren kann:

Solarkraftwerke werden kurzfristig realisiert – möglicherweise ohne umfassende Überprüfung ihrer Auswirkungen beispielsweise auf:

- Ökologie und Landschaftsplanung
- Deponiekörper und Oberflächenabdichtung
- ggf. Rückbau nach Ende der ertragreichen Laufzeit

Aber auch vorhandene Chancen könnten bei übereilter Umsetzung nicht ausreichend genutzt werden (z. B.):

- Gezielte positive Beeinflussung des Wasserhaushalts der Deponie
- Synergien aus Dichtungs- und Kraftwerksbau (Gründung, Baubetrieb, Wartung und Pflege)



Abb. 5 Solarkraftwerk auf der Deponie „Atzenhof“, Fürth (ca. 1 MW)

Dies sollte einen Betreiber zu einer umfassenden Analyse der Chancen und Risiken auf seinem Standort bewegen. Hohen möglichen Einnahmen stehen hohe standort- und betriebsspezifische Kosten für die Installation und jährliche Kosten für Kapitaldienste, Versicherungen, Betrieb und Wartung entgegen.

Für die Planung und den späteren Betrieb eines Solarkraftwerkes auf Deponien ist daher die Kenntnis und Analyse der Primär- und Sekundärwirkungen der Anlage am Standort erforderlich, um die deponietechnischen Besonderheiten einschätzen, bewerten und eingrenzen zu können, von denen letztendlich der Erfolg des Projektes über eine Laufzeit in der Größenordnung von 20 Jahren abhängt.

3 Komponenten und Wirkungen eines Solarkraftwerkes

Der grundsätzliche Aufbau eines Solarkraftwerkes ist relativ einfach. Die Hauptkomponenten bilden (vgl. Abb. 6):

- Solarpanel mit Energiewandler
- Stützkonstruktion und Fundament
- Gleichstromnetz
- Wechselrichter (Gleich- auf Wechselspannung)
- Stromzähler und Schutzeinrichtungen
- Einspeisepunkt in das vorhandene Stromnetz

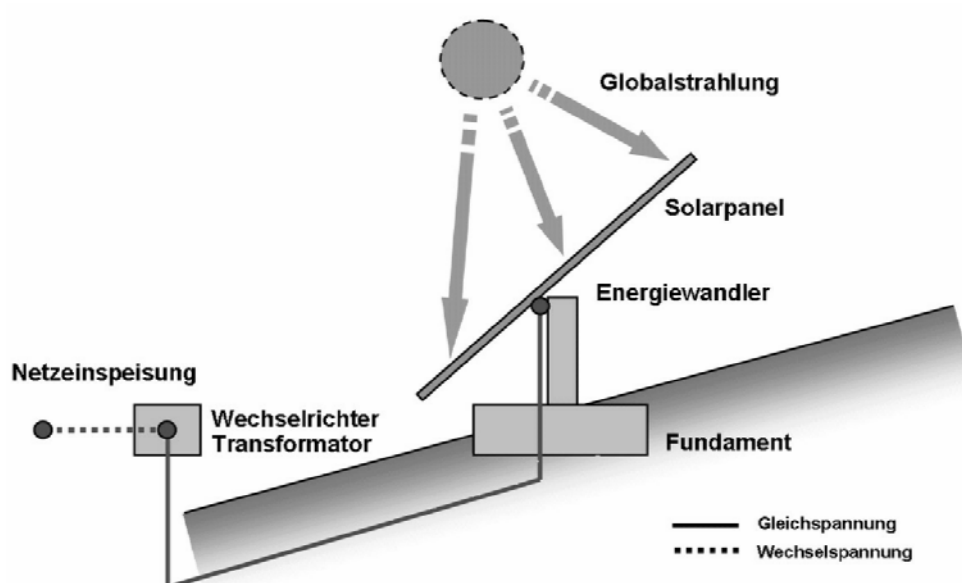


Abb. 6 Komponenten eines Solarkraftwerkes

Eine Umsetzung von kleineren Solarkraftwerken an oder auf Gebäuden bzw. auf unproblematischen Freiflächen wird im Regelfall auch aus Image-Gründen grundsätzlich begrüßt und hinsichtlich der Genehmigung vom Bauamt begleitet. Die Realisierung gestaltet sich – sofern die Finanzierung und Wirtschaftlichkeitsanalyse steht – zumeist problemlos.

Detaillierter sind die potenziellen Auswirkungen eines größeren, z.B. mehrere Hektar Fläche umfassenden Solarkraftwerkes – insbesondere auf Deponien – zu betrachten. Potenzielle Implikationen erschließen sich hierbei nachvollziehbar aus einer einfachen Betrachtung der Primärwirkungen eines Solarkraftwerkes:

- A. Eine Aufstellung von Solarpanelen bedingt naturgemäß Beschattung und Flächenversiegelung.
- B. Aufbau und Gründung der Panele erfordern einen Eingriff in den Untergrund und bedingen somit eine Störung des Bodenaufbaus, prinzipiell auch Auflasterhöhung und dynamische Beanspruchungen der Deponieoberfläche.
- C. Mit der Verlegung der Gleichspannungsleitungen geht eine Verdichtung des Leitungsnetzes einher.
- D. Die überspannte Fläche verändert die optische Wahrnehmung/Fernwirkung in einer häufig natürlich ausgeprägten Umgebung.

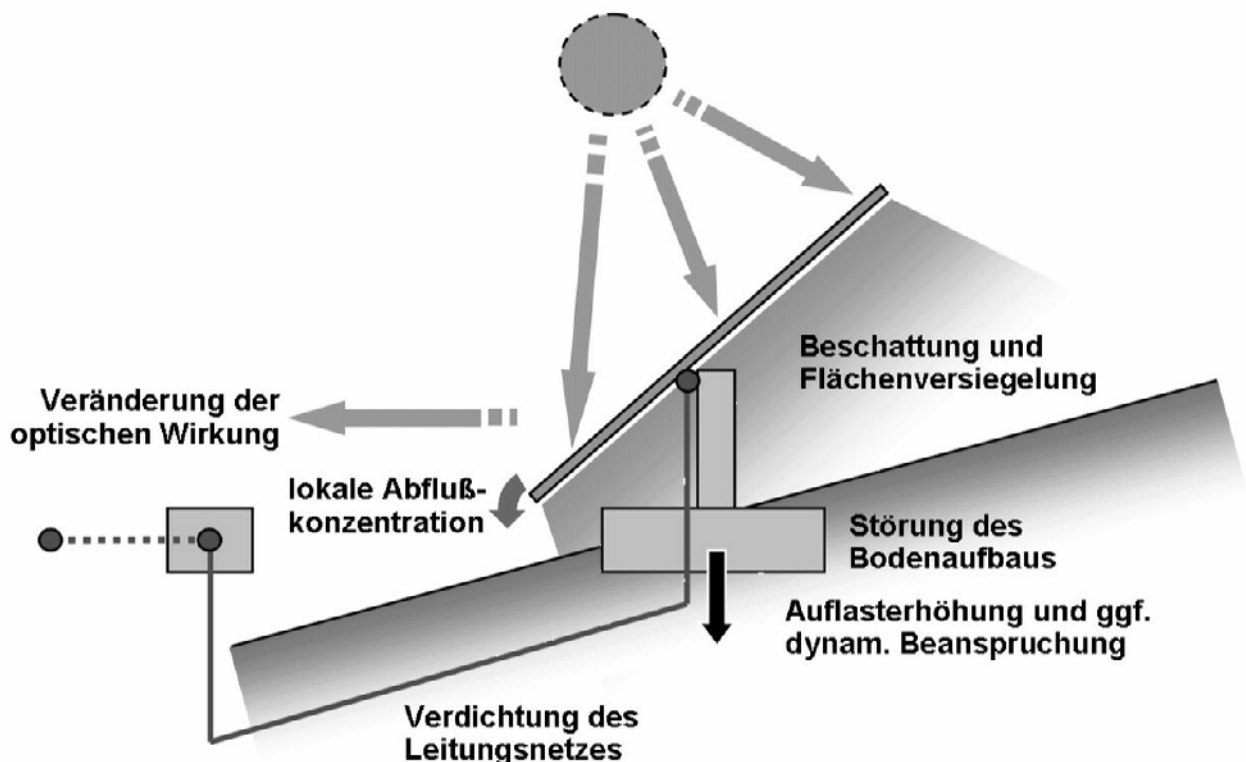


Abb. 7 Primärwirkungen eines Solarkraftwerkes

Diese zunächst logischen und augenscheinlich beherrschbaren Primärwirkungen können sich sekundär, bei Betrachtung der folgenden Details, unter Umständen als Probleme bei der Planung, Genehmigung, baulichen Umsetzung oder Wirtschaftlichkeit einer Fotovoltaikanlage auf Deponien herausstellen und sind daher gesondert zu überprüfen (Tab. 1).

Tabelle 1 Sekundärwirkungen eines Solarkraftwerkes

Primärwirkung	Sekundärwirkung
A Beschattung/Versiegelung	<ul style="list-style-type: none">• Reduktion der Einstrahlung• Verändertes Artenspektrum (Flora und Fauna)• Modifikation des Wärmehaushaltes• Lokale Abflusskonzentration• Erosion der Bodenoberflächen• Modifikation des Deponiewasserhaushaltes• Behinderung der Pflege

Primärwirkung	Sekundärwirkung
B Gründung	Störung des Bodenaufbaus <ul style="list-style-type: none">• Bauzeitlicher Eingriff<ul style="list-style-type: none">• Nachverdichtung der Rekultivierungsschicht• Pot. Gefährdung von Dichtungselementen• Dauerhafter Eingriff<ul style="list-style-type: none">• Reduktion des Bodenwasserspeichers• Rückwirkung auf Deponiewasserhaushalt• Rückwirkung auf Rekultivierungsziel• Pot. Gefährdung von Dichtungselementen
	Auflast u. dynamische Beanspruchung <ul style="list-style-type: none">• Erhöhung der Flächenlasten<ul style="list-style-type: none">• Beeinträchtigung der lokalen Standsicherheit• Beeinträchtigung der globalen Standsicherheit• Überprägung der Setzung<ul style="list-style-type: none">• Pot. Gefährdung von Dichtungselementen• Schwingungsneigung (Wind)<ul style="list-style-type: none">• Alternierende Belastung der Gründung• Beanspruchung der Barrierenintegrität

Primärwirkung	Sekundärwirkung
C Verdichtung Leitungsnetz	<ul style="list-style-type: none"> • Potentielle Kollisionen mit Bestand • Kreuzungslösungen erforderlich (G, W, Strom) • Pot. Beeinträchtigung von Datenerfassungen • Erfordernis Ex-Schutz (Gas) • Erfordernis Blitzschutz

Primärwirkung	Sekundärwirkung
D Veränderung der optischen Wirkung	<ul style="list-style-type: none"> • Geändertes Landschaftsbild • Neubewertung der Landschaftspläne • Neubewertung der Folgenutzung • Flächenausgrenzung durch Einfriedung • Potenzielle Reflexionen • Pot. Beeinträchtigung von Verkehrsstrassen • Pot. Beeinträchtigung von Habitaten

Nachfolgend wird an Einzelaspekten skizziert, wie diese Besonderheiten in der Konzeption eines Solarkraftwerkes auf Deponien technisch und wirtschaftlich berücksichtigt werden können.

4 Berücksichtigung der deponietypischen Besonderheiten

A Beschattung und Flächenversiegelung

In Hinblick auf die mit der Überspannung der Deponiefläche einhergehende Beschattung ist das bestehende und ggf. bereits festgeschriebene Rekultivierungskonzept für die Deponie zu überprüfen. Häufig sind die in früheren Eingriffs-/Ausgleichsbilanzen festgeschriebenen Resultate auf die neue Situation anzupassen. Beispielsweise wird es nicht möglich sein, einen oft aus ökologischen Gründen vorgesehenen Magerrasen unter Solarpanelen zu etablieren. Ein weitergehender Ausgleich baubedingter ökologischer Defizite ist immer kostenrelevant (Abgabe oder Ausgleichsmaßnahmen), ferner

mit den Behörden zu erörtern und in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zu berücksichtigen.

Aus technischen Gründen (Materialaufwand, Windlasten, etc.) wird häufig eine flach über der Geländeoberfläche liegende Installation angestrebt. Dies reduziert in der Tat den technischen Aufwand, impliziert allerdings, dass die Panele an der Unterseite nicht inspiziert werden können und eine Pflege der darunter liegenden Deponieoberfläche erschwert wird. Im ungünstigsten Fall könnten auch im Schatten aufkommende Gehölze den Bestand der teuren Module innerhalb weniger Jahre gefährden.

Aufwendiger ist eine Montage der Panele mit höherem Abstand von der Geländeoberfläche. Regelmäßige Mahden oder Beweidung zur Vermeidung von Gehölzaufwuchs sowie die technische Inspektion der Anlage werden jedoch erheblich erleichtert. Die Oberfläche erhält ferner ein deutlich höheres Maß an Restlicht – die Entwicklung einer standortgerechten und die Bodenoberfläche festigenden Vegetation wird hierdurch begünstigt.

Mit höherem Abstand der Panele von der Geländeoberfläche steigt allerdings zumindest in den ersten Jahren das Risiko von Bodenerosionen durch lokal konzentriertes Abfließen von Niederschlagswasser über die Traufe der Flächen. Technisch ist dies z. B. durch die Anlage von Schotterflächen einfach – jedoch wiederum kostenrelevant – beherrschbar.

Gezielt z. B. über Rinnen gefasst, besteht durchaus auch die Chance, über einen geregelten Oberflächenwasserabfluss den Deponiewasserhaushalt günstig zu steuern und die Module als Teil des Abdichtungskonzeptes aufzufassen. Konsequenterweise wurde dies bereits in einzelnen Produkten – die Baukosten für diese Lösungen erscheinen allerdings derzeit noch relativ hoch.

In Hinblick auf einen Eingriff in den oberflächennahen Deponiewasserhaushalt sind bei der vorliegenden Thematik nachfolgende Fragen aufzugreifen und konstruktiv zu beantworten:

- Besteht bereits eine Oberflächenabdichtung und kann diese ggf. einen Wasserentzug verkräften (Austrocknungsgefahr)?
- Kann anderenfalls eine gezielte, vergleichsmäßige Infiltration von konzentrierten Oberflächenabflüssen technisch umgesetzt werden?
- Ist die Solaranlage in die Oberflächenabdichtung als dauerhafte oder temporäre Komponente integrierbar?
- Welche Forderungen an die Deponiesicherung könnten nach Ablauf der geplanten Nutzungsdauer auf den Deponiebetreiber zukommen (Anpassungen der endgültigen Oberflächenabdichtung oder Oberflächengestaltung)?

- Ist ein ggf. deutlich gestreckter Zeitplan für die abschließende Deponiesicherung genehmigungsfähig?

B Gründung

In Hinblick auf die Baukosten ist neben der eigentlichen Kraftwerksanlage vornehmlich die Gründung bei Solarkraftwerken auf Deponien relevant. Häufig werden Einzelfundamente für wirtschaftliche Panelabmessungen um 10 m² Fläche gewählt.

Die Fundamente haben prinzipiell die Aufgabe, statische und dynamische Bauwerkslasten in den Untergrund verträglich einzuleiten. Der Verzicht auf eine gezielte, in der Bau-praxis übliche Bemessung führt leicht zu überdimensionierten, als Fertigteil konzipierten Standardlösungen. Eine frostfreie Gründung kann auf steilen Deponiehängen die Fundamente gefährlich nahe an die Komponenten der Oberflächenabdichtung rücken und diese bereits beim Bau der Solaranlage gefährden. Vielfach sind kostengünstigere Gründungsvarianten realisierbar, zumal die Frostfreiheit der Gründung nicht zwingend erforderlich ist, sofern die Konstruktion der Anlage (Träger der Module) den relativ geringen Bewegungen standhalten kann. In Schotter gebettete Längsträger, die in Falllinie der Böschung eingebaut werden, sind bei wenigen Quadratdezimetern Querschnittsfläche insbesondere bei geringmächtigen Rekultivierungsschichten eine technisch ausreichende und wirtschaftlich sinnvolle Alternative.

Die Konstruktion der Fundamente und die Flächenausnutzung sollte angesichts der häufig steilen und geotechnisch ausgereizten Deponieböschungen in Standsicherheitsnachweisen überprüft werden:

- Verträgt die Böschung zusätzliche Lasten?
- Sind neben der globalen auch die lokale Standsicherheit und die Gleitsicherheit gewährleistet?
- Zwingen Standsicherheitsfragen ggf. zum Überdenken des Bauablaufes (Baubeginn am Böschungsfuß, etc.)?
- Sind die Betriebswege, von denen aus der Einbau der Panele z.B. mit Mobilkran erfolgt, auf die höheren lokalen Belastungen ausgelegt?

Vorausschauende Konzepte für Solaranlagen auf Deponien müssen angesichts des zunächst begrenzten Förderzeitraums die Wirtschaftlichkeit eines Weiterbetriebes auch nach 20 Jahren nachweisen. Ein möglicher Rückbauaufwand ist zu berücksichtigen.

Panele und Stützkonstruktionen können einer fachgerechten Verwertung zugeführt werden – doch auch hier sind Aufwand und Einnahmen abzuschätzen. Weitaus schwieriger werden Abschätzungen zu Rückbaukosten und Verwertung von Fundamenten am Ende der heute gesicherten rentablen Betriebszeit eines Solarkraftwerkes.

C Verdichtung des Leitungsnetzes

An vielen Deponien sind zum Teil umfangreiche Leitungsnetze für die gesicherte Fassung und Behandlung von Oberflächen- und Dränabflüssen sowie Deponiegas vorhanden. Hinzu kommen ggf. Stromversorgungs- und Datenleitungen, die ebenfalls bei der Planung zusätzlicher Systeme berücksichtigt werden müssen.

Die noch auf dem Deponiekörper liegenden Stromleitungen des Solarkraftwerkes führen Niederspannung mit beträchtlichen Stromstärken – eine fachgerechte Kreuzung mit vorhandenen Leitungssystemen ist daher in die Planung einzubeziehen. Fragen des Ex-Schutzes tauchen praktisch erst bei potentiell Funken-erzeugenden Anlagenkomponenten auf und sind dort ebenfalls sicherheitstechnisch zu behandeln.

Die Erfahrung auf einer Deponie in Bayern hat aufgezeigt, dass mit der Installation der Photovoltaikanlage u. U. bislang in der Lage unbekannte noch aktive Leitungen erkundet werden und vergleichsweise komplizierte, aufwendige und unerwartete Kreuzungslösungen erarbeitet werden mussten, die bei einer vorausschauenden Planung und Optimierung der Kabeltrassen sicher hätten vermieden werden können.

D Veränderung der optischen Wirkung

Zum Schutz gegen Vandalismus fordern die Versicherer von Solarkraftwerken eine zuverlässige Einzäunung der Anlage, welche die überspannte Fläche vom Umfeld ausgrenzt. Potentielle Kollisionen mit anderen Nutzungen (z.B. Betriebswege, Naherholungskonzepte, Wanderwege) müssen berücksichtigt werden. In einem Beispiel waren Teileinfriedungen erforderlich, um eine vorhandene und bereits intensiv genutzte Wegebeziehung auch zukünftig zu erhalten.

Im Zuge des Genehmigungsantrages für ein Solarkraftwerk wird darzustellen sein, dass bestehende Verkehrsstraßen auch außerhalb der Deponiefläche nicht unzulässig durch Lichtreflexionen beeinträchtigt werden. Sichtschutzmaßnahmen durch Bepflanzung können insbesondere an Straßen erforderlich werden. Gezielte Bepflanzungen werden

auch eingesetzt, um Solaranlagen optisch in das Landschaftsbild einzugliedern und ggf. Störungen ökologisch wertvoller Habitats zu mildern oder zu vermeiden.

Nach Auskunft der hessischen Flugsicherung gehen von Solaranlagen zumeist keine unzulässigen Blendwirkungen auf den Luftverkehr aus – einige Solaranlagen wurden bereits an Flughäfen installiert. Die Piloten seien an kurzfristige Blendwirkungen gewöhnt und darauf vorbereitet. Dennoch ist dieser Aspekt bei jeder größeren Anlage gesondert zu hinterfragen.

5 Zusammenfassung und Schlussbetrachtungen

Die Bedeutung von Solarkraftwerken bei der Deponiefolgenutzung ist unumstritten. Gesetzlich garantierte Vergütungen führen zu rentablen Projekten mit einer Reihe von unterschiedlichen Betriebs- und Finanzierungsmodellen. Den möglichen hohen Einnahmen stehen Aufwendungen für die Installation, den Betrieb und die Finanzierung entgegen. Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wird schnell deutlich, dass diese Kosten möglichst sicher vorzuschätzen sind. Eine detaillierte Planung unter Berücksichtigung der deponietypischen Besonderheiten ist daher dringend zu empfehlen, um technische und genehmigungsrechtliche Unsicherheiten auszuräumen und die Einnahmen zu maximieren. Dies gilt insbesondere für Standorte, die sich am Rande oder außerhalb der Regionen befinden, die hinsichtlich der Einstrahlungsintensität als besonders geeignet für die Photovoltaik gelten.

Deponien sind auch in diesem Zusammenhang als technische Bauwerke mit Dichtungselementen zu verstehen, die über viele Jahrzehnte sicher funktionieren müssen. Bau und Betrieb eines Solarkraftwerkes haben möglicherweise Auswirkungen auf diese Elemente, die auch zur Abgrenzung von Gewährleistungsfragen überprüft werden müssen. Die technischen Lösungen für Detailfragen sind häufig verblüffend einfach und bei rechtzeitiger Beachtung auch wirtschaftlich problemlos beherrschbar – Überraschungen, die sich erst beim Bau oder beim Betrieb der Anlage offenbaren, verkraften jedoch die wenigsten Finanzierungsmodelle.