

Abfallwirtschaftsbetrieb Landkreis Ahrweiler
Abteilungsleitung Technik
Wilhelmstraße 24-30
53474 Bad Neuenahr/Ahrweiler

Machbarkeitsstudie
zu Errichtung und Betrieb einer
Freiflächen-Photovoltaikanlage
auf der Deponie Remagen-Oedingen



Bild: Deponie Sehlem mit PV-Anlage in einreihiger Aufstellungsvariante

15. September 2023



RYTEC GmbH

Engineering für Abfalltechnologie und Energiekonzepte

Auftraggeber:

Abfallwirtschaftsbetrieb Landkreis Ahrweiler

Abteilungsleitung Technik

Wilhelmstraße 24-30

53474 Bad Neuenahr/Ahrweiler

Tel. 02636 / 80757-21

Auftragnehmer:

Rytec GmbH

Pariser Ring 37

76532 Baden-Baden

Tel. 07221/ 3 77 60 0

Inhaltsverzeichnis

1. Ausgangslage, Veranlassung und Zielsetzung	4
2. Rahmenbedingungen für Freiflächen-PV-Anlagen	6
3. Betrachtungen Standort Deponie Remagen-Oedingen	9
3.1 Aufbau der Oberflächenabdichtung.....	9
3.2 Bewuchs und Vegetation, Nutzung und Pflege der Flächen.....	10
3.3 Vorhandene deponietechnische Einrichtungen	12
4. Ergebnisse Standortanalyse	14
4.1 Ermittlung und Beschreibung geeigneter Deponieflächen	14
4.2 Stromeinspeisung	17
5. Solarertragsprognose für den Standort	18
6. Varianten zur Ausführung	19
6.1 Gründung, Aufständigung und Unterkonstruktion der Module.....	19
6.2 Auswahl der Module, Anordnung und Ausrichtung.....	21
6.3 Wechselrichterkonzept.....	25
7. Genehmigung und Verfahren	26
7.1 Genehmigungsrechtlichen Situation und Verfahren	26
7.2 LAGA-Vorgaben aus der BQS 7-4a „Technische Anforderungen an die Errichtung von PV-Anlagen auf Deponieoberflächenabdichtungssystemen“	29
7.3 Belange und Kriterien für die Errichtung von naturverträglichen Photovoltaik-Freiflächenanlagen (Basis BSW und NABU, 04/2021).....	31
8. Investitionen, Aufwand und Erlöse, Wirtschaftlichkeit	32
8.1 Investitionen.....	32
8.2 Jährlicher Aufwand	32
8.3 Jährliche Erlöse und Wirtschaftlichkeit	33
8.4 Wirtschaftlichkeit.....	34
8.5 Chancen- und Risikobetrachtung.....	34
9. Umweltaspekte / Regionale Aspekte	35
10. Zusammenfassung und weiteres Vorgehen	37

1. Ausgangslage, Veranlassung und Zielsetzung

Der Abfallwirtschaftsbetrieb des Landkreises Ahrweiler ist Betreiber der ehemaligen Deponie Remagen-Oedingen. Diese ist seit Ende 1998 verfüllt und befindet sich seit dem Jahr 2002 in der Nachsorgephase. Die Gesamtfläche der Deponie ist mit ca. 10 ha zu beziffern.

Der östliche Deponieteil mit der Bezeichnung „Altmüllkörper“ bzw. „Östliche Steilböschung“ (Fläche ca. 5 ha) verfügt seit 1996/1997 über eine Oberflächenabdichtung und ist rekultiviert. Auf dem westlichen Deponieteil, der als „Zentrale Betriebsfläche“ bzw. „Erweiterungsfläche“ bezeichnet wird (Flächengröße auch ca. 5 ha), wurde in den Jahren 2000/2001 ebenfalls eine Oberflächenabdichtung aufgebracht.

Der Deponieteil „Altmüllkörper“ verfügt insbesondere im oberen westlichen Teil, angrenzend an die Berme zu dem Deponieteil „Erweiterungsfläche“, über großzügige freie Böschungflächen mit Neigungen von ca. 1:3. Auf Grund der Ausrichtung und Neigung sind diese Böschungen sehr gut für die Nutzung als Flächen für Photovoltaikanlagen geeignet.



Abbildung 1: Remagen-Oedingen mit Lage der Bereiche „Erweiterungsfläche“ und „Altmüllkörper“

Der Abfallwirtschaftsbetrieb des Landkreises Ahrweiler zieht in Erwägung, auf dem Gelände der Deponie eine Freiflächen-Photovoltaikanlage zu errichten, um eine nachhaltige und wirtschaftliche Nutzung des Geländes zur regenerativen Stromerzeugung zu ermöglichen.

Mit der Ansiedlung innovativer und zukunftsfähiger Technologien kann eine nachhaltige Wertschöpfung in der Region geschaffen werden. Die regenerative Stromerzeugung wird nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz gefördert. Zudem besteht die Möglichkeit der Direktvermarktung vom erzeugten Strom bzw. die anteilige Eigennutzung für die technischen Anlagen am Standort.

Durch die sich daraus ergebenden günstigen Vergütungen wird eine interessante Wirtschaftlichkeit für den Betreiber der Anlage erreicht. Deponiestandorte sind aufgrund ihrer Geschichte und Nutzung und der üblicherweise kompletten Infrastruktur meist hervorragend als Standort regenerativer Energieerzeugungsanlagen geeignet.

Die Nutzung dieser Flächen als Standort für Solarkraftwerke unter Einbeziehung vorhandener Infrastrukturen bietet sich somit an. Sonstige freie Flächen zur Errichtung und zum Betrieb solcher Anlagen sind in Deutschland nur begrenzt verfügbar und relativ teuer. Zudem sind hier die Aspekte und Probleme des Landschafts- und Naturschutzes, des zusätzlichen Flächenverbrauches etc. zu beachten, die diese Standortfindung erschweren bzw. auch gänzlich verhindern. Die am Standort gegebenen günstigen klimatischen Bedingungen mit hoher jährlicher Sonnenscheindauer und hohen langjährigen Mittelwerten für die Globalstrahlung bieten für ein solches Vorhaben die wirtschaftlichen Grundlagen.

Nach Stilllegung und Oberflächenabdeckung der betroffenen Deponiebereiche sind Folgenutzungen in der Nachsorgephase, die mit mindestens 30 Jahren prognostiziert wird, kaum möglich. Möglich ist hingegen die Nutzung des Deponiekörpers als Untergrund für Photovoltaikanlagen unter Einbeziehung der bereits vorhandenen Infrastruktur mit elektrischer Einspeisung, der vorhandenen technischen Einrichtungen und des am Standort tätigen Betreuungspersonals.

Sonstige freie Flächen zur Errichtung und zum Betrieb solcher Anlagen sind in Deutschland nur begrenzt verfügbar und (relativ) teuer. Zudem sind hier die Aspekte und Probleme des Landschafts- und Naturschutzes, des zusätzlichen Flächenverbrauches etc. Kriterien, die diese Standortfindung erschweren bzw. auch gänzlich verhindern.

Die Ryttec GmbH ist ein Ingenieurunternehmen, welches im Bereich der erneuerbaren Energien über vielfältige Erfahrungen bei der Planung und dem Betrieb solcher Anlagen verfügt. Die Ryttec GmbH wurde der Erstellung einer Machbarkeitsstudie mit Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zum beschriebenen Vorhaben beauftragt.

Durch die hier vorliegende Machbarkeitsstudie sollen dem Abfallwirtschaftsbetrieb des Landkreises Ahrweiler die technischen und wirtschaftlichen Aspekte des Betriebes einer Photovoltaikanlage am Deponiestandort Remagen-Oedingen aufgezeigt und Entscheidungsgrundlagen zu einer Projektrealisierung vermittelt werden.

2. Rahmenbedingungen für Freiflächen-PV-Anlagen

Die Energiewende und der damit verbundene Ausbau der erneuerbaren Energien haben in Deutschland und den einzelnen Bundesländern als gesamtgesellschaftliche Zukunftsaufgabe für den Klimaschutz und die Sicherung der Energieversorgung eine sehr hohe Priorität.

Rheinland-Pfalz bekennt sich zum 1,5-Grad-Ziel des „Pariser Klimaabkommens“ und hat als eines der ersten Bundesländer bereits 2014 ein Landesklimaschutzgesetz verabschiedet. Nach Angaben der Landesregierung soll im Zeitkorridor 2035 und 2040 für das Bundesland Klimaneutralität erreicht werden. Dazu soll sich insbesondere die Stromerzeugung aus Windenergie im Land bis 2030 verdoppeln und aus Photovoltaik sogar verdreifachen. Neben der Realisierung von PV-Dachanlagen kommt insbesondere auch den PV-Freiflächenanlagen damit eine besondere Bedeutung zu.

Der Landkreis Ahrweiler hat bereits 2011 das Ziel formuliert, im Jahr 2030 den im Kreis verbrauchten Strom bilanziell zu 100 % aus regenerativen Energien zu erzeugen. Letztendlich wurden die kreiseigenen Zielsetzungen und Vorgehensweisen in der Neuauflage vom Bericht „Klimaschutz und Energiewende im Kreis Ahrweiler 2022“ formuliert. Kernaussage aus dem Bericht ist es, dass durch gezielte Investitionen und Handlungen der Kreis eine Vorbildfunktion übernimmt und dadurch Anstoß für Wirtschaft und Bürger darstellt. Damit sind die Errichtung und der spätere Betrieb von Erzeugungsanlagen von erneuerbaren Energien auf kreiseigenen Bauwerken, Gebäuden, Grundstücken und Liegenschaften etc. zu forcieren. Im vorbenannten Bericht wurde in diesem Zusammenhang die Deponie Remagen-Oedingen bereits als ein Standort für eine mögliche Freiflächen-PV-Anlage identifiziert.

Die rechtlichen Rahmenbedingungen zur Errichtung und Betrieb von Freiflächen-PV-Anlagen werden im Wesentlichen durch das Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG 2023, Ausgabe 21.07.2014, zuletzt geändert 04.01.2023) vorgegeben. Geeignete Standorte für Freiflächen-Photovoltaikanlagen sind gemäß EEG „bauliche Anlagen“, „versiegelte Flächen“ und „Konversionsflächen aus wirtschaftlicher Nutzung“ wie stillgelegte Deponien, Altablagerungen, Aufschüttungen und Abraumhalden.

Neben der Höhe der vom Netzbetreiber zu zahlenden Vergütungen für den eingespeisten Strom werden auch Vergütungsdauer, Degression der Vergütung, Abnahme- und Übertragungspflichten durch den Netzbetreiber etc. im EEG geregelt. Eine Übersicht zur Vergütung für PV-Anlagen ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Für Anlagen ab einer Größe von 100 kWp bis < 1.000 kWp besteht die Verpflichtung zur Direktvermarktung der eingespeisten Strommenge. Für eine geplante Anlage auf der Deponie sind die Werte für „Sonstige PV-Anlagen bis 1.000 kWp“ nach dem Marktprämienmodell anzuwenden. Der Vergütungssatz beträgt hiernach aktuell noch 7,00 Cent/kWh (bis Inbetriebnahmezeitraum Ende Januar 2024) und wird für die Dauer von 20 Jahren gezahlt. Dieser anzulegende Wert verringert sich auf Grund der Degression auf 6,79 Cent/kWh bei IBN ab Februar 2024.

Übersicht Vergütungen für PV-Anlagen nach EEG 2023

Für Inbetriebnahmen ab 1. Januar 2023 bis 31. Januar 2024¹



Gebäude-Photovoltaikanlagen¹

Leistungsanteil ²		Anzulegender Wert	Fester Vergütungssatz ³	Aufschlag	Anzulegender Wert	Fester Vergütungssatz ³
größer	bis einschl.	Teileinspeisung	Teileinspeisung	Volleinspeisung	Volleinspeisung	Volleinspeisung
0 kW	10 kW	8,6 ct/kWh	8,2 ct/kWh	4,8 ct/kWh	13,4 ct/kWh	13,0 ct/kWh
10 kW	40 kW	7,5 ct/kWh	7,1 ct/kWh	3,8 ct/kWh	11,3 ct/kWh	10,9 ct/kWh
40 kW	100 kW	6,2 ct/kWh	5,8 ct/kWh	5,1 ct/kWh	11,3 ct/kWh	10,9 ct/kWh
100 kW	400 kW	6,2 ct/kWh		3,2 ct/kWh	9,4 ct/kWh	
400 kW	1.000 kW	6,2 ct/kWh		1,9 ct/kWh	8,1 ct/kWh	

Sonstige PV-Anlagen bis 1.000 kWp¹

Anlagengröße	Anzulegender Wert	Fester Vergütungssatz bis 100 kW ³
bis 1.000 kW	7,0 ct/kWh	6,6 ct/kWh

Mieterstromzuschlag¹

Leistungsanteil ²		Zuschlag
größer	bis einschl.	
0 kW	10 kW	2,67 ct/kWh
10 kW	40 kW	2,48 ct/kWh
40 kW	1.000 kW	1,67 ct/kWh

¹ Ab 1. Februar 2024 reduzieren sich der anzulegende Wert und Mieterstromzuschlag halbjährlich um ein Prozent. Der anzulegende Wert abzüglich 0,4 Cent/kWh ergibt den festen Vergütungssatz.

² Vergütung der Strommengen leistungsanteil gemäß § 23c EEG 2023: Für den jeweiligen Leistungsanteil der Anlage wird die entsprechende Vergütung angewandt.

³ Anzuwenden ist bei Direktvermarktung (Marktprämie) der anzulegende Wert, bei Anlagen bis 100 kW ohne Direktvermarktung der feste Vergütungssatz.

Abbildung 2: Tabelle Übersicht Vergütungen PV-Anlagen, Quelle Bundesverband Solarwirtschaft

Mit der Marktprämie erhalten Anlagenbetreiber, die ihren erneuerbaren Strom direkt am Markt verkaufen, die Differenz zwischen erzielttem Marktpreis und der anzusetzenden EEG-Vergütung (Marktprämie = anzulegender Wert EEG – monatlicher Durchschnittspreis für Strom an der Börse/ Marktpreis).

Dazu wird der erzeugte Strom vom Anlagenbetreiber an einen vertraglich eingebundenen sogenannten Direktvermarkter verkauft, der diesen zum Marktwert dem Anlagenbetreiber monatlich vergütet. Zusätzlich dazu erhält der Anlagenbetreiber monatlich vom zuständigen Netzbetreiber die vorbeschriebene Marktprämie ausgezahlt. Damit ist sichergestellt, dass vom Anlagenbetreiber die anzusetzenden Höhe der EEG-Vergütung immer erreicht wird. Die Dienstleistungen des Direktvermarkters werden üblicherweise mit einer Dienstleistungspauschale mit einem Vermarktung vergütet.

Grundsätzlich besteht durch das Modell Direktvermarktung die Chance, dass der variable Marktpreis in einzelnen Monaten über der anzusetzenden Höhe der EEG-Vergütung liegt und damit durch den Anlagenbetreiber eine z.T. deutlich höhere Vergütung erreicht wird. Sofern der Marktpreis unter den EEG-Vergütung fällt, wird mit der Marktprämie ausgeglichen. Die Entwicklung vom Monatsmarktwert (MW) für Solarstrom ist im nachfolgenden Diagramm dargestellt.

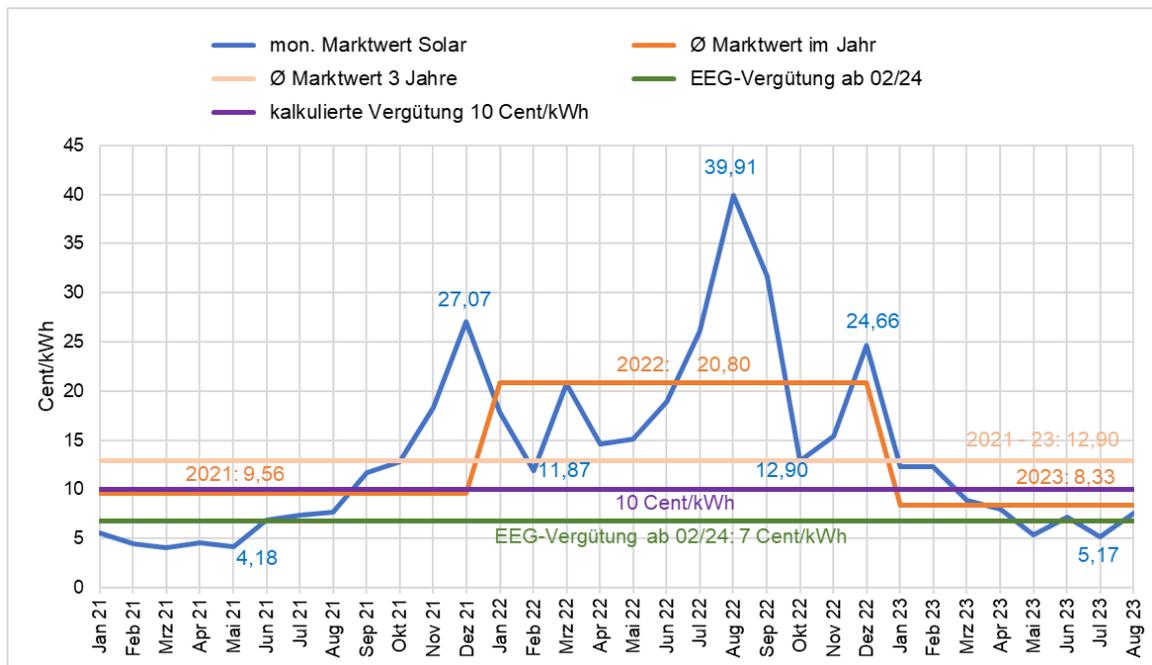


Abbildung 3: Diagramm zur Entwicklung vom Marktwert Solarstrom, Datenquelle <https://www.netztransparenz.de/EEG/Marktpraemie/Marktwerte>

Der Marktwert unterliegt seit Januar 2021 starken Schwankungen. Über die drei letzten Jahre gemittelt wurde ein Marktpreis von 12,90 Cent/kWh erzielt. Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden an dieser Stelle im Projekt 10 Cent/kWh angesetzt, die durchschnittlich Erlöste werden können.

Die Eigennutzung vom erzeugten PV-Strom am Deponiestandort für die technischen Anlagen z.B. zur Deponieentgasung etc. ist ungeachtet der anteiligen Direktvermarktung möglich und wirtschaftlich auch sinnvoll, weil hier als Erlös der vermiedene Bezug von Netzstrom anzusetzen ist. Dieser Bezugspreis liegt mit 35 – 40 Cent/kWh weit über dem Preis für die Erlöste Einspeisevergütung im Modell der Direktvermarktung. Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden an dieser Stelle im Projekt 38 Cent/kWh angesetzt.

3. Betrachtungen Standort Deponie Remagen-Oedingen

3.1 Aufbau der Oberflächenabdichtung

Im Bereich vom Deponieteil „Altmüllkörper“ wurde in den Jahren 1996/1997 die Oberflächenabdichtung aufgebracht und die Fläche anschließend rekultiviert. Die Gesamtfläche von diesem Deponieanschnitt ist mit ca. 5 ha zu beziffern.

Nach Datenbasis der Bestandsdokumentation vom Björnßen Beratende Ingenieure GmbH ist die Oberflächenabdichtung gemäß nachfolgender Abbildung aufgebaut.

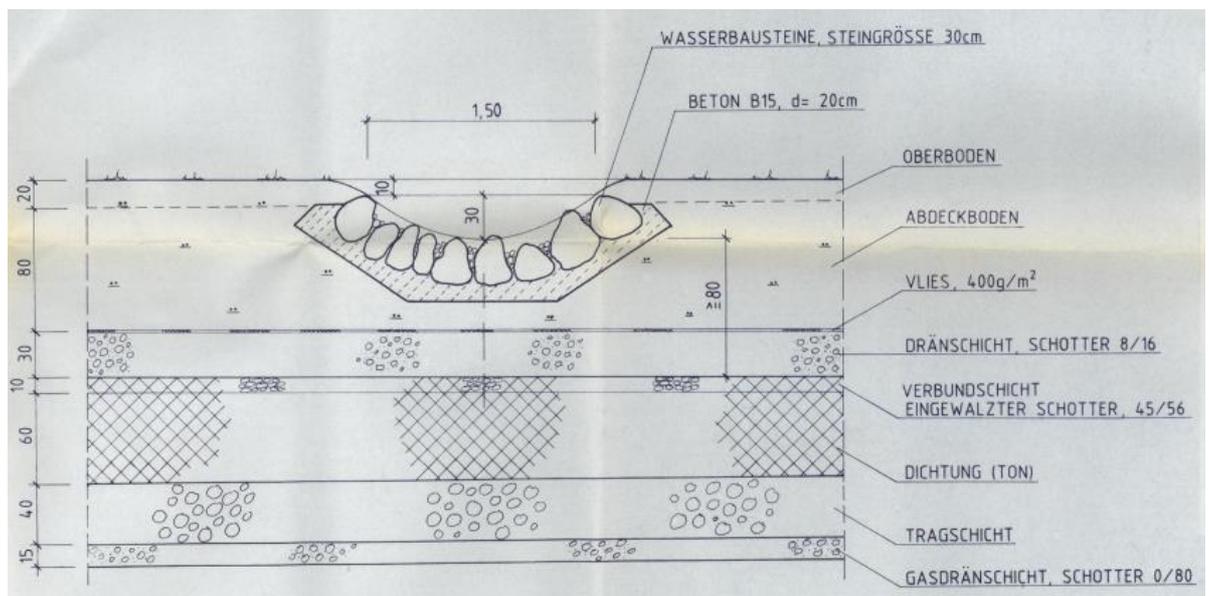


Abbildung 4: Aufbau Oberflächenabdichtung Bereich „Altmüllkörper“

Ausschnitt aus Plan OB-1.02-8 Björnßen Beratende Ingenieure GmbH

Oberhalb der Dichtungselemente (0,60 m Tondichtung und 0,10 m Verbundschicht) wurde eine 0,30 m starke Entwässerungsschicht sowie der Abdeckboden zuzüglich Oberboden in einer Gesamtschichtstärke von 1,00 m aufgebracht. Die Setzungen waren bereits zum Zeitpunkt des Aufbaus der Oberflächenabdichtung weitestgehend abgeschlossen. Durch die Rekultivierung der Oberfläche bzw. den sich über die Zeit eingestellten Bewuchs ist der Oberboden inzwischen verfestigt und als ausreichend stabil und standsicher zu bezeichnen.

Die Oberflächenabdichtung im Deponieteil „Erweiterungsfläche“ wurde in den Jahren 2000/2001 fertiggestellt, die Flächengröße beträgt hier ebenfalls ca. 5 ha. Der Aufbau ist ähnlich dem Aufbau im Bereich „Altmüllkörper“. Allerdings beträgt die Schichtstärke vom Oberboden hier bereits 1,50 m, darunter liegen die Entwässerungsschicht mit 0,30 m Stärke und die eigentlichen Dichtelemente (0,60 m mineralische Dichtung und 0,10 m Verbundschicht, in Teilbereichen auch Kunststoffdichtungsbahn).

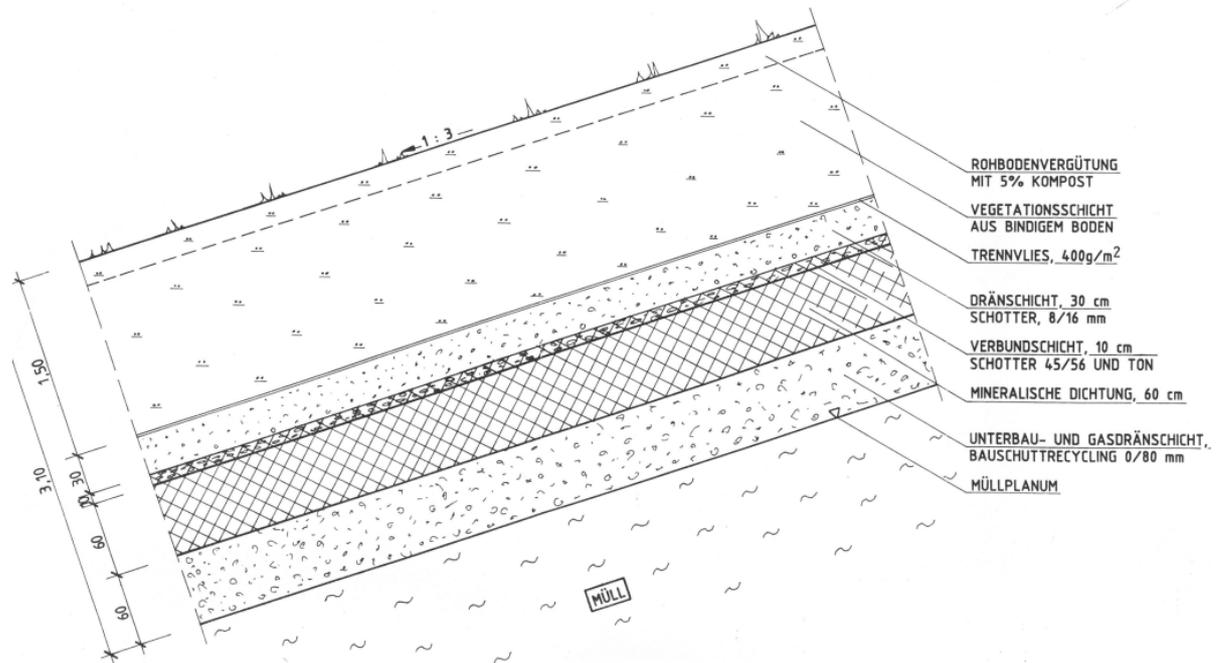


Abbildung 5: Aufbau Oberflächenabdichtung Bereich „Erweiterungsfläche“,
Ausschnitt aus Plan Oe-5.2.4-8 BjörnSEN Beratende Ingenieure GmbH

Die Böschungen der Gesamtdeponie wurden mit Böschungsneigungen von fast einheitlich 1:3 hergestellt. Erosionsrinnen, Ausspülungen oder Absenkungen sind in der Fläche nicht vorzufinden. Grundsätzlich bieten damit sowohl Teilflächen im „Altmüllkörper“ als auch in der „Erweiterungsfläche“ sehr gute Voraussetzungen für Nutzung als Standorte für Freiflächen-Photovoltaikanlagen.

3.2 Bewuchs und Vegetation, Nutzung und Pflege der Flächen

Gemäß der im Rahmen der Genehmigungsplanung zur Erweiterung der Deponie Remagen-Oedingen ausgearbeitet Unterlage „Landschaftspflegerische Begleitplanung“ (erstellt Januar 1991 von BjörnSEN Beratende Ingenieure GmbH) waren für die Deponieflächen unmittelbar nach den geplanten Baumaßnahmen folgende begleitende Ausgleichs- und Rekultivierungsmaßnahmen auszuführen:

- Aufbringen von Sukzessionssaaten auf den Deponieflächen und -wegen
- Gehölzbepflanzungen in verschiedenen Deponiebereich z.B. dem Osthang
- z.T. auch Überlassung von Flächen der natürlichen Sukzession
- nachfolgende Bewirtschaftung der Ansaatflächen mit dem Ziel, in Teilbereichen langfristig Magerrasen bzw. Hochstaudenflur zu etablieren

Im Ergebnis der Umsetzung dieser Maßnahmen ist die Deponieoberfläche heute in dem Bereich „Altmüllkörper“/„Östliche Steilböschung“ dicht mit Büschen und Gehölzgruppen oder auch Laubholzbäumen bewachsen.

Insbesondere die unteren südlichen Flächen stellen damit in Verbindung mit den seitlich angrenzenden Waldflächen sicherlich einen wertvollen und schützenswerten Lebensraum für viele Pflanzen und Tiere dar. Die hier in den letzten Jahren durchgeführten Pflegemaßnahmen beschränkten sich auf die Freihaltung der Bermen und Zuwegungen zu den deponietechnischen Einrichtungen wie den Gasbrunnenschächten etc.

Die photovoltaische Nutzung ist in den Südflächen aus naturschutzrechtlichen Gründen aber auch auf Grund der Verschattungsproblematik durch den angrenzenden Waldbestand damit nicht möglich und auch technisch und wirtschaftlich nicht sinnvoll.



Abbildung 6: dichte und vielfältige Vegetation links und rechts der grünen Berme 2,
Blick Richtung Westen

Richtung Norden, insbesondere zwischen den Bermen 3 und 4 (Berme 4 liegt im Übergang auf die „Erweiterungsfläche“) ist der vorhandene Bewuchs deutlich lichter. Mittels intensiver Pflegemaßnahmen durch die Beweidung mit Ziegen und Schafen sowie Mäh- und Mulcharbeiten ist hier in den letzten Jahren eine große zusammenhängende Freiflächen auf der Böschung entstanden, die von Gräsern und niederen Büschen bedeckt ist und damit eine optimale und verschattungsfreie Fläche für eine Photovoltaikanlage bildet.

Die Oberflächen der „Erweiterungsfläche“ sind im Vergleich mit den südlichen Flächen im „Altmüllkörper“ mit deutlich geringem Bewuchse belegt bzw. nur locker mit niedrigen Büschen und Sträuchern bewachsen. Auch hier werden zumindest Teilflächen seit längerer Zeit intensiv beweidet. Diese Teilflächen liegen vor allem im Anschlussbereich an den „Altmüllkörper“ oberhalb der Berme 4. Die sich Richtung Westen, Norden und Osten anschließende Deponieflächen sind wieder etwas stärker bewachsen.



Abbildung 7: abgeweidete Flächen oberhalb Berme 4, rechts Berme 5,
oben sichtbar der öffentlich zugängliche Aussichtspunkt

3.3 Vorhandene deponietechnische Einrichtungen

In den geplanten Baufeldern der Freiflächen-Photovoltaikanlage liegen verschiedene deponiespezifischen Bauwerke und Anlagentechniken, die durch den Bau und späteren Betrieb der Anlage tangiert und möglicherweise beeinflusst werden. Auf diese Beeinflussungen und Maßnahmen zur Minimierung und Verhinderung von negativen Einflüssen wird in diesem Kapitel eingegangen.

Gemäß der LAGA-Vorgaben aus der BQS 7-4a „Technische Anforderungen an die Errichtung von PV-Anlagen auf Deponieoberflächenabdichtungssystemen“ ist die uneingeschränkten Durchführung von notwendigen Tätigkeiten und Arbeiten im Rahmen der Deponienachsorge („Deponiebelange vor Belange PV“) zu sichern. Auf diese speziellen Forderungen und deren Umsetzung im Projekt wird in einem separaten Kapitel eingegangen.

Die in diesem Zusammenhang zu berücksichtigende Hauptanforderung besteht vor allem darin, wie Funktionen und Aufgaben der aufgebrachten Deponieoberflächenabdichtung nachhaltig zu erhalten und zu sichern. Beschädigungen und Funktionseinschränkungen an diesem System müssen beim Bau, der Errichtung und dem Betrieb der PV-Anlage wirkungsvoll verhindert werden.

Neben den erforderlichen Betrachtungen zur Standsicherheit sind auch durch die Auswahl der geeigneten Verankerungs- und Unterkonstruktionssysteme insbesondere in Bezug auf deren Eindringtiefe zu berücksichtigen.

Hinsichtlich des Wasserhaushaltes in den Oberböden und der darauf befindlichen Vegetation ist dafür zu sorgen, dass zum einen die Flächen weiterhin mit standorttypischen Niederschlagsmengen versorgt und zum anderen übermäßige und insbesondere auch punktkonzentrierte Abflussmengen von den Modultischen wirkungsvoll verhindert werden.

Weitere Deponietechnische Einrichtungen, die im Bereich Abdichtung/Oberboden installiert sind, stellen auch die oberirdischen Bauwerke der Gas- und Sickerwasserfassungen bzw. der Sickerwasserrückführung dar. Die Bauwerke sind auf der Deponie Remagen-Oedingen als Unterflur-Schachtbauwerke ausgebildet, die mit massiven Deckeln verschlossen sind. Die Zugänglichkeit ist aktuell durch deren Randlage entlang von Bermen und Wegen gegeben. Auch bei einer Nutzung der Flächen für eine Freiflächenphotovoltaikanlage ist die Begehbarkeit und Bewirtschaftung der Schächte weiterhin uneingeschränkt möglich.

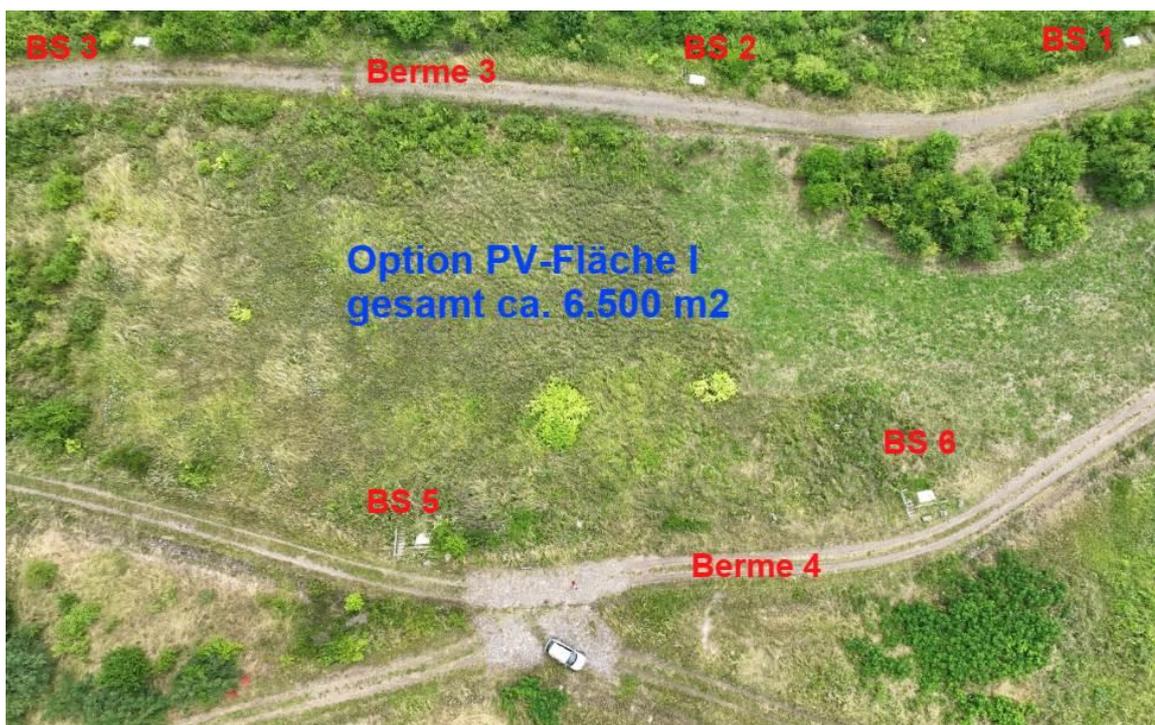


Abbildung 8: Schachtbauwerk von verschiedenen Gasbrunnen an den Bermen 3 und 4, dazwischen geeignete Fläche für die Freiflächen-Photovoltaikanlage (PV-Fläche I)

Als Leitungssysteme liegen im Oberboden zwischen den Fassungen und den Regelsstation verschiedene Gasanschlussleitungen und vereinzelt Leitungen zur Sickerwasserrückführung, die bei Installation einer PV-Anlage z.T. überbaut werden müssen. Mit dem Überbau dürfen keine Beeinträchtigung der Nutzung und Funktion der Systeme entstehen. Beim Bau der PV-Anlage, hier insbesondere bei Tiefbauarbeiten für Kabelgräben und Fundament, ist deshalb die Leitungssicherung durch Einmessung und Absteckung, ausreichende Schutzabstände etc. zu gewährleisten.

Die vorhandenen Deponiewege und Berme sind für die Anlagenverkabelung und zum Netzanschluss zu verwenden. Auch erfolgen die Transporte, die Erschließung vom Baufeld und der spätere Betrieb der PV-Anlage über diese Zuwegungen.

4. Ergebnisse Standortanalyse

4.1 Ermittlung und Beschreibung geeigneter Deponieflächen

Unter Berücksichtigung der Ausführungen in den vorstehenden Kapiteln ergeben sich aus Sicht des Verfassers zum heutigen Zeitpunkt insgesamt 3 Teilflächen auf der Deponie Remagen-Oedingen, die für die photovoltaische Nutzung zur Verfügung stehen und langfristig als solche genutzt werden könnten. Die Daten zu den Teilflächen sind in der nächsten Tabelle zusammengefasst.

Die Teilfläche I (auf dem „Altmüllkörper“) stellt auf Grund der Lage zwischen den Bermen 3 und 4, der Oberflächenbeschaffenheit, der einheitlichen Hangneigung und der Größe von ca. 6.500 m² die favorisierte Fläche für die PV-Nutzung dar. Die Flächenausrichtung/ Flächenneigung zeigt fast exakt nach Osten, was zunächst für eine Ostausrichtung der Solarflächen spricht: damit können die Modultische parallel der Hangneigung aufgebaut werden. Dadurch sind die Aufwendungen für die Ausführung der Bauleistungen, der Konstruktionsaufwand für die Modultische etc. geringer als bei einer Ausrichtung der Tische nach Süden (Montage in Falllinie). Zudem kann auf Grund der geringeren Verschattung der Modultische untereinander kann der Abstand zwischen den Tischen verringert werden, damit erhöht sich auch die Flächenleistung. Die etwas geringeren Stromerträge sind im Gutachten vom Deutschen Wetterdienst dargestellt. Unter Berücksichtigung von Abstandsflächen, Freihaltungen zu den Grabensystemen und Gasbrunnenschächten ist hier je nach Modulleistung eine Anlagengröße von bis zu 650 - 750 kW_{peak} zu installieren.

Die Teilfläche II (3.000 m², auf der „Erweiterungsfläche“) ist ebenfalls gut für die Installation einer PV-Anlage geeignet. Hier ist eine Anlage mit etwa 300 – 350 kW_{peak} zu installieren, die nach Süden ausgerichtet werden kann. Die Zuwegung und Erschließung kann über die begrenzenden Berme 4 und 5 erfolgen.

Auf Grund der Kleinflächigkeit von nur ca. 600 m² ist die Teilfläche III aus Sicht des Verfassers nicht so gut geeignet.

In Summe stehen in den Teilflächen I und II etwa 9.500 m² zur Verfügung, die je nach Belegung eine Ausbaugröße für die Freiflächen-Photovoltaikanlage von bis zu 1.000 kW_{peak} zulassen.

Nr.	geeignete Flächen	nutzbare Flächengröße (projiziert)	nutzbare Ausdehnung (L x B)	Flächen- neigung	Ausrichtung der Oberfläche	Höhenlage ca. müNN	aktuelle Oberfläche	Bemerkungen		Einschätzung zur Eignung
								Deponietechnik, Gasfassung etc.	allgemein	
I	Böschung in "Altmüllkörper/ Östlichem Steilhang" zwischen den Bermen 3 und 4	6.500,00 m ²	ca. 200 m x 20 bis 40 m	1:3	nach Osten	220 - 235	abgeweidete und freie Wiesenfläche, lediglich Teilbereich im Süden noch verbuscht	an den Bermen liegen die Fassungsstellen BS1, BS2, BS3, BS5, BS 6 und BS7 sowie die Punkte SP11, SP16 und SP14, Stärke vom Oberboden über der	keine Verschattungen, gegrenzt durch Bermen 3 und 4, damit gute Zugänglichkeit für Montagen und Wartungen gesichert	Deponiefläche bietet sehr gute Voraussetzungen für die Installation der PV-Anlage
II	Böschung im Deponieteil "Erweiterungsfläche" oberhalb Berme 5 Richtung dem Aussichtspavillon	3.000,00 m ²	ca. 70 m x 35 m und ca. 40 x 20 m	1:3	antilig nach Norden und nach Osten	238 - 250	abgeweidete und freie Wiesenfläche	im Randbereich liegt der Schacht ES1 und Punkt SP19, Stärke vom Oberboden ca. 1,50 m	keine Verschattungen, gegrenzt durch Berme 5, damit gute Zugänglichkeit für Montagen und Wartungen	Deponiefläche bietet gute Voraussetzungen für die Installation der PV-Anlage
III	Böschung im Deponieteil "Erweiterungsfläche", Ecke zwischen den Bermen 4 und 5	600,00 m ²	ca. 60 m x 5 bis 25 m	1:3	nach Osten	234 - 241	abgeweidete und freie Wiesenfläche	keine Einbauten, Stärke vom Oberboden ca. 1,50 m	keine Verschattungen, gegrenzt durch Bermen 4 und 5, damit gute Zugänglichkeit für Montagen und Wartungen gesichert	Deponiefläche bietet auf Grund der spitz zulaufenden Geometrie nicht so gute Voraussetzungen für die Installation der PV-Anlage
Summe Flächen								10.100,00 m ²		

Abbildung 9: Tabelle zu geeigneten Flächen

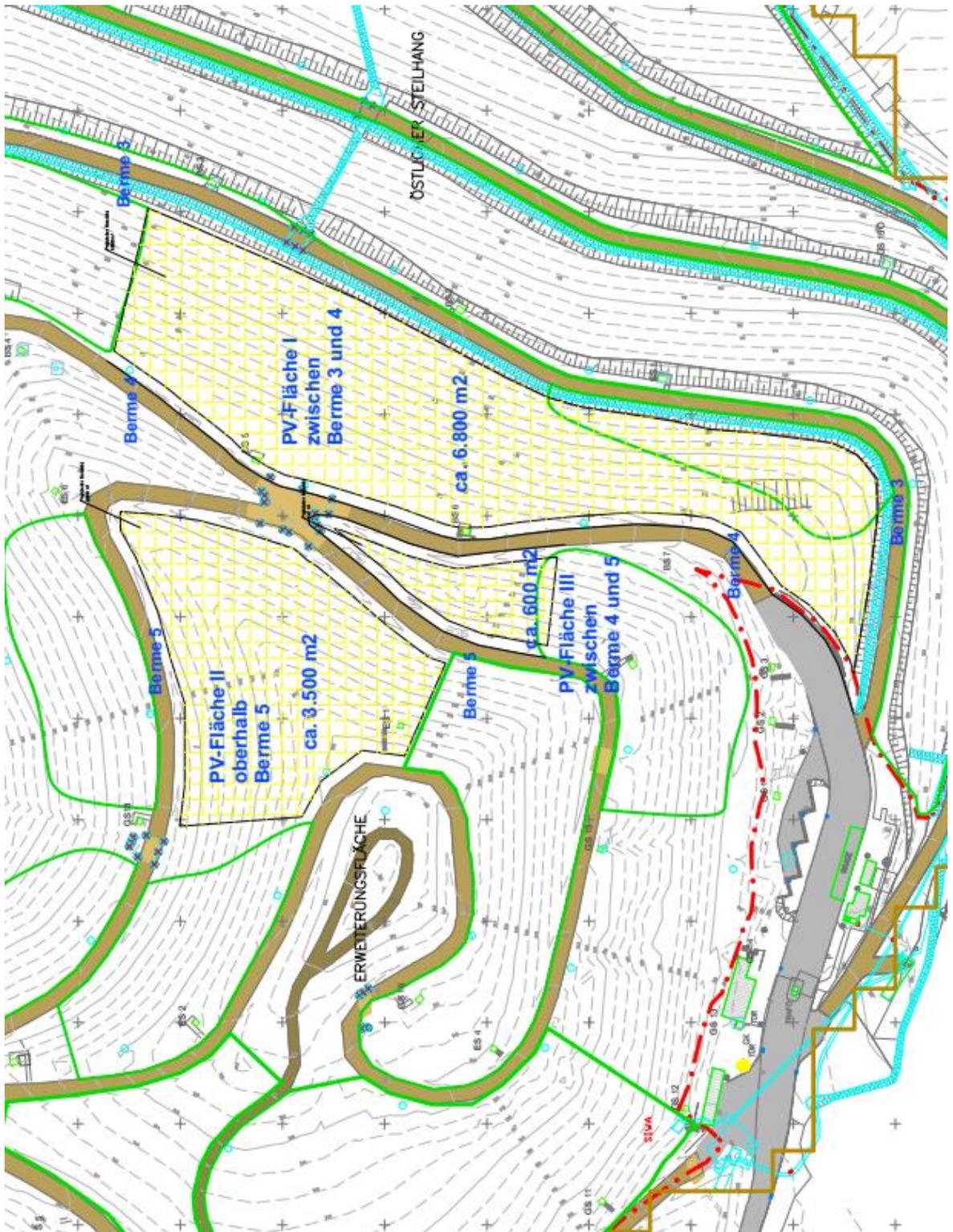


Abbildung 10: Planausschnitt mit Lage der PV-Flächen I bis III

4.2 Stromeinspeisung

Der zuständige Verteilnetzbetreiber am Standort der Deponie Remagen-Oedingen ist die Westnetz GmbH. Aktuell wird die Deponie vom Netzbetreiber über einen 20 kV-Stromanschluss und eine Trafostation mit Strom versorgt. Über den Trafo (... kVA) erfolgt bei Betrieb der BHKW-Anlage auch bereits jetzt die Netzeinspeisung von Strom (Netzeinspeisepunkt).

Die Anfrage zum möglichen Anschluss einer Freiflächen-Photovoltaikanlage wurde am 25. Juli 2023 bei der Westnetz GmbH eingereicht.

Abbildung 11: Schema oder Bild Eingangsbereich mit Trafo

5. Solarertragsprognose für den Standort

Für den Standort Remagen-Oedingen wurde der Deutsche Wetterdienst mit der Erstellung eines Solarertragsgutachtens beauftragt. Dieses Gutachten ist dem Anhang des vorliegenden Berichtes beigelegt. Die Ertragsprognose wurde aus den Messdaten der nächsten benachbarten und repräsentativen Strahlungsmessstation in Trier ermittelt. Zur Ermittlung der Sonneneinstrahlung wurde jeweils das langjährige Mittel der Jahre 1991 bis 2020 herangezogen.

Aufgrund dieser amtlichen Prognose ist am Standort der Deponie Remagen-Oedingen mit einer jährlichen Sonneneinstrahlung von ca. 1.066 kWh/m² (bezogen auf die Horizontale) bzw. 1.111 kWh/m² (bezogen auf eine Neigung von 20° und eine Ausrichtung nach 125°, also Ostsüdost) auszugehen. Diese Anordnung entspricht einer böschungparallelen Aufständigung auf der Teilfläche I zwischen den Bermen 3 und 4. Hiermit ist von einem jährlichen Stromertrag von ca. 889 kWh/kW_{peak} auszugehen. Dabei wurde ein Performance-Ratio-Wert von konservativ 80% berücksichtigt

Mit einer genauen Ausrichtung der Module nach Süden (Ausrichtung 180°; Modulneigung 30°) wäre hingegen ein Solarstromertrag von ca. 953 kWh/kW_{peak} zu erzielen.

Die aus technischer und konstruktiver sowie auch aus Kostensicht notwendige Ausrichtung der Module in der Teilfläche I nach Ostsüdost bedeutet damit einen Ertragsverlust von rund 7% gegenüber der strahlungsoptimierten Aufstellung. Gemäß dem Solarertragsgutachten des Deutschen Wetterdienstes wird bei der Ostsüdost-Ausrichtung damit hochgerechnet auf die 990 kW_{peak}-Anlage ein jährlicher Stromertrag von 879.912 kWh erzielt.

Die genannten Werte beziehen sich auf eine Neuanlage. Im Laufe der Jahre nimmt die Leistung der Module durch Alterungserscheinungen ab. Von den Modulherstellern wird garantiert, dass dieser Leistungsrückgang in 20 Jahren maximal 20 % beträgt. Die daraus ermittelte Stromertrag beträgt gemittelt über 20 Jahre knapp 838.000 kWh/a.

In den Solarertragsgutachten des Deutschen Wetterdienstes wurden die Strahlungsdaten der Jahre 1991 bis 2020 eingerechnet (29 Jahre). Vermutlich liegt der Wert der letzten 10 Jahre deutlich über den Mittelwerten und wird unter Berücksichtigung vom Klimawandel auch künftig weiterhin ansteigen.

6. Varianten zur Ausführung

6.1 Gründung, Aufständering und Unterkonstruktion der Module

Die Aufständering der Freiflächen-PV-Anlage ist als feste Installation ohne Nachführung auszuführen. Um die Module in den ganzjährig optimierten und bewährten Anstellwinkel zur Sonneneinstrahlung zu bringen, muss über der Unterkonstruktion eine 20 - 30° geneigte Montageplattform für die Elemente hergestellt werden. Bereits mehrfach bewährt haben sich bei solchen Großanlagen die Aufständeringen der Systemlieferanten, die in verschiedenen Ausführungen verfügbar sind. Als Materialien für Aufständering und Unterkonstruktion werden fast ausschließlich feuerverzinkten Stahlteile und Aluminiumprofile verwendet, die stabil und langlebig sind.

Für die eigentliche Gründung der Anlagen im anstehenden Untergrund sind v.a. Fundamentierungen mittels Rammprofilen gebräuchlich, auf die dann die sogenannten Tischkonstruktionen zur Aufnahme der Module installiert werden. Auch Schraubverankerungen, Schwerlastfundamentierungen mit Betonfundamenten, Wannenfundamente mit Ballastierungen oder Kombinationen der Systeme kommen bei Freiflächenanlagen auf Deponien oft zur Anwendung. Neben wirtschaftlichen Erwägungen sind es vor allem bautechnische und statische Vorgaben, die die Systemauswahl beeinflussen wie z.B.

- die Neigung vom Gelände,
- die mögliche Einbindetiefe in den Oberboden,
- eine statisch ausreichende Druck- und Zugfestigkeiten der Gründungssysteme in der Verbindung mit dem Oberboden und
- die Belastungen durch Transporte und Maschineneinsatz für die Oberflächenabdichtung in den Flächen bei der Herstellung der Gründungen.

Mit der Aufständering der Tische und Modulflächen in einer bestimmten Höhe über der eigentlichen Oberfläche soll erreicht werden, dass die geschlossenen Vegetationsdecken als Teil der Deponieoberflächenabdichtung erhalten bleiben. Damit wird zum einen gesichert, dass über Lichtschneisen ausreichend Licht auch unterhalb der Modulflächen zum Erhalt der Vegetation einfällt und andererseits die Versorgung mit Niederschlägen gewährleistet wird. Dabei ist allerdings gleichzeitig darauf zu achten, dass an den Vorderkanten der Modulflächen keine konzentrierten Abläufe entstehen, die Erosionsschäden verursachen. Ableitungen bzw. Zwischenräume in der Modulfläche (2 cm zwischen den einzelnen Modulen) verhindern dies bzw. ermöglichen die Befeuchtung unterhalb der Tische.

Eine unverbaute Ständerkonstruktion gewährleistet je nach Montagehöhe der Tische zudem die spätere Flächenpflege und Bewuchsfreihaltung der PV-Anlage. Relativ unproblematische ist bei Aufständeringen auch die Pflege der Flächen z.B. durch eine Schaf- oder Ziegenbeweidung.

Die Vorteile der sehr verbreiteten geramnten Aufständering sind neben den günstigen Investitionskosten die kurze Bauzeit und die relativ geringe mechanische Bodenbeanspruchung durch Baufahrzeuge. Zudem sind durch die geringen Zusatzlasten kaum Auswirkungen auf das Setzungsverhalten im Deponiekörper zu erwarten. Nachteilig wirken sich allerdings die notwendigen Einbindetiefen in die Oberböden aus, die je nach Tischgeometrie, Statischen Vorgaben etc. mindestens 1,20 bis 1,50 m betragen.

Auf Grund der geringen Stärke vom eingebauten Oberboden von nur 1,00 m über der Entwässerungsschicht im „Altmüllkörper“ bietet es sich aus Sicht des Verfassers an, hier auf vernagelte Gründungssysteme zu setzen. Diese Systeme erreichen die statisch ausreichende Druck- und Zugfestigkeiten durch vier ca. 1,00 m lange feuerverzinkte Stahl-Erdnägel, die eingesetzt in eine Fußkonstruktion mit vorgegebene Führungsrohren im Winkel von 45° mittels Hammerwerk in den Oberboden eingeschlagen werden. Als Materialien kommen hier im Erdreich beständige feuerverzinkte Stahlbauteile zum Einsatz.

Die Vorteile dieser Konstruktion sind im Vergleich zu konventionellen Rammsystemen u.a.

- die geringen Einbindetiefe von nur 0,50 bis 0,70 m in den Oberboden bei gleichen erreichten statischen Druck- und Zugfestigkeiten
- die geringen Belastungen vom Oberboden durch den nicht notwendigen Einsatz von Bau- und Rammmaschinen
- die Montagemöglichkeit auch in Steilböschungen, sofern diese noch zu Fuß erreicht werden können und
- die sehr kurzen Bau- und Montagezeiten.

Ein Hersteller solcher Gründungssysteme ist die Firma TreeSystem aus Italien, die diese Systeme auch in Deutschland vertreibt. Es gibt einige Referenzen auf Deponien in Deutschland bzw. in Europa und auch weltweit. Aus Sicht des Verfassers sollte ein solches vernageltes Gründungssystem im Projekt auf der Deponie Remagen-Oedingen zur Anwendung kommen.

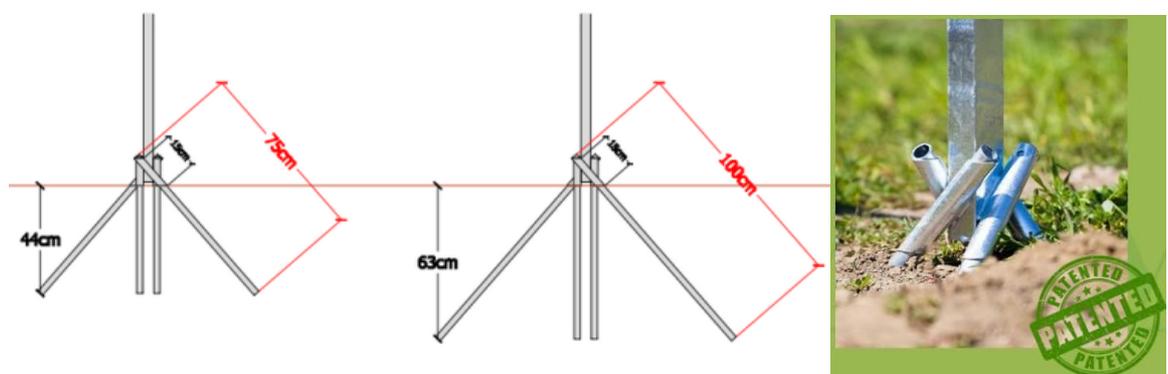


Abbildung 12: Skizzen zur Einbindung und Verankerungskopf, Quelle Fa. TreeSystem

6.2 Auswahl der Module, Anordnung und Ausrichtung

Solarzellen wandeln Sonnenlicht durch den photovoltaischen Effekt in elektrischen Strom um. Bei bestimmten, übereinander angeordneten Halbleiterschichten (meist Silizium) entstehen unter dem Einfluss von Licht freie positive und negative Ladungen, die durch ein elektrisches Feld getrennt werden und als Elektronen über einen elektrischen Leiter abfließen können. Es werden mehrere Zellen zu einem Photovoltaikmodul zusammen geschlossen. Die Module werden wiederum in Gruppen auf mehreren Modulrücken angeordnet und zusammengeschaltet. Der entstehende Gleichstrom wird über einen Wechselrichter in Wechselstrom umgewandelt und in das öffentliche Netz eingespeist.

Nach den verwendeten Zellmaterialien werden die Zellen in Monokristalline, Polykristalline oder Amorphe Zellen unterschieden. Die unterschiedlichen Herstellungsverfahren bedingen Wirkungsgradunterschiede mit hohen Wirkungsgraden bei Monokristallinen Modulen (höhere Herstellungskosten, Wirkungsgrad bei 18 - 24 %) bis zu geringen Wirkungsgraden bei den Amorphen Dünnschichtmodulen (geringe Herstellungskosten, Wirkungsgrad ca. 10 %). Polykristalline Module liegen mit 15 – 17 % zwischen den beiden vorgenannten Modularten. Um gleiche Anlagenleistungen zu erzielen, sind damit bei Modulen mit schlechteren Wirkungsgraden größere Modulflächen notwendig. In aktuell realisierten Freiflächen-PV-Anlagen werden vornehmlich Poly- und Monokristalline Module eingesetzt, Dünnschicht spielt auf Grund der sich angleichende Herstellungspreise eine untergeordnete Rolle.

Relativ neu am Markt sind bei den Poly- und Monokristallinen Modulen sogenannte Bifaziale Solarmodule. Herkömmliche monofaziale Solarmodule nutzen die Vorderseite zur Stromproduktion, Bifaziale Solarmodule gewinnen zusätzlich Strom auf der Rückseite. Sie eignen sich deshalb auch für Freiflächenanlagen, sofern hier eine rückseitige Einstrahlung ermöglicht wird. Bei überschaubaren Zusatzkosten werden hier leichte Mehrerträge gewonnen.

Moderne Solarmodule haben ihre lange Lebensdauer und dauerhaften Wirkungsgrade bei sehr engen Leistungstoleranzen in Monitoringverfahren bzw. auch in Langzeiterprobungen bewiesen. Von den Herstellern dieser Komponenten werden zwischenzeitlich Leistungsgarantien von 25 Jahren bei einem Leistungsabfall nach 25 Jahren von maximal 15 bis 20 % der ursprünglichen Nennleistung gegeben.

Neben den verarbeiteten Solarzellen selbst sind insbesondere die Rahmeneinfassung sowie die Ausführung der Verglasung zu berücksichtigende Qualitätskriterien, um den langjährigen Schutz gegen Umwelt- und Witterungseinflüsse zu gewährleisten.

Die Prüfcertifikate IEC 61215 bzw. 61646 sind Qualitätszertifikate für kristalline Module bzw. Dünnschichtmodule. In der Zertifizierung wird getestet, wie sich diese unter der Belastungen verhalten und welche Auswirkung diese Belastungen auf die Degradation der Module haben. Die Belastungsgruppen, denen die Module dabei ausgesetzt werden, sind insbesondere Sonnenlicht inkl. UV-Licht, Klima (Kälte, Wärme, Feuchtigkeit, Klimawechsel) sowie Mechanische Belastung (Schnee, Hagel, Windsog, Winddruck).

Mit der Prüfnorm IEC 61730 wird der Sicherheitsstandard für Photovoltaik-Module geprüft: die Norm beschreibt die Bauanforderungen und die materialspezifischen Anforderungen hinsichtlich des Brandschutzes an Photovoltaik-Module.

Hinsichtlich der Modulflächengrößen und der damit in Zusammenhang stehenden Moduleleistungen ist seit Jahren der Trend zu immer größeren und leistungsstärkeren Modulen zu beobachten. Neben der Verbesserungen des Verhältnisses zum Aufwand für die Unterkonstruktion zum Aufwand für die eigentlich PV-Technik (Kosten für die Unterkonstruktion, Befestigungsmaterial etc. wird bei größeren Modulen spezifisch günstiger) sind auch Fertigungs-, Transport- und Leistungsvorteile und Optimierungen Gründe für diesen Trend.

Aktuell werden bei Dachanlagen vornehmlich Poly- oder Monokristalline Module verwendet mit Leistungen bis zu 450 W_{peak}, beschränkt auf 2,0 m²-Modulflächengröße. Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBT) sieht vor, dass nur Solarmodule mit einer Größe bis zwei Quadratmetern in Photovoltaik-Dachanlagen verbaut werden dürfen.

In Freiflächenanwendungen besteht diese Beschränkung nicht, hier werden inzwischen Module mit 500 bis 550 W_{peak} verbaut. Die Modulfläche liegt dann bei ca. 2,70 m² bei Modulabmessungen von ca. 2,25 x 1,20 m. Die Verwendung dieser Modulgrößen und -leistungen bietet sich aus wirtschaftlichen Gründen auch für das Projekt auf der Deponie Remagen-Oedingen an.

Hinsichtlich der Tischgeometrie, Belegung der Tische, Ausrichtung, Abstände etc. und gleichzeitigen Berücksichtigung der deponietechnischen Anforderungen aus der BQS 7-4a wird vorgeschlagen, im Projekt die in den nachfolgenden Abbildungen dargestellte Anordnung umzusetzen.

In den nachfolgenden Abbildungen sind beispielhafte Aufstellungen mit Tischen mit einer Belegung von 10 Modulen in 2 Reihen übereinander dargestellt (Summe 20 Module pro Tisch, bei 550 W_{peak}-Modulen = 11 kW_{peak} pro Tisch). Möglicherweise können hier auch längere Tische mit 15 Modulen nebeneinander realisiert werden.

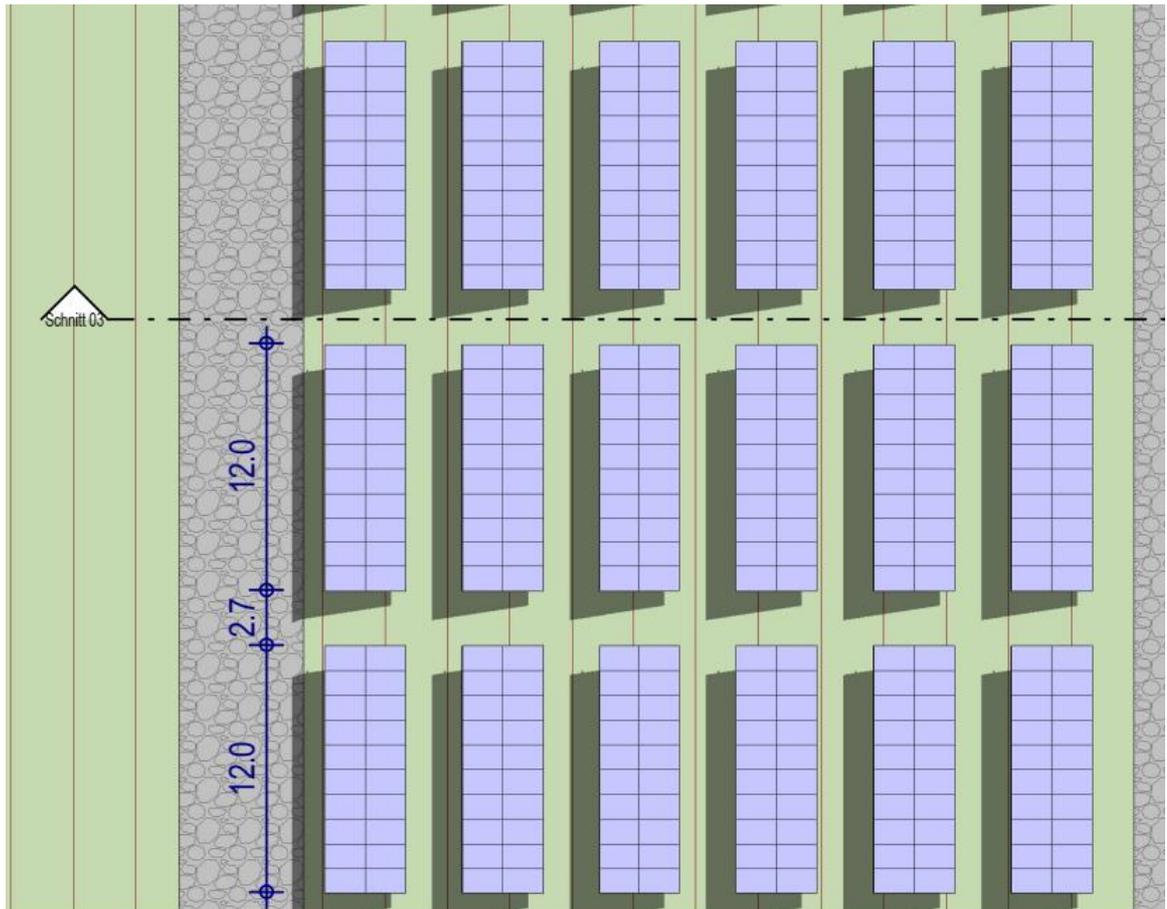


Abbildung 13: Lageplanausschnitt mit Draufsicht auf die Tische, Ausrichtung Module nach Südosten

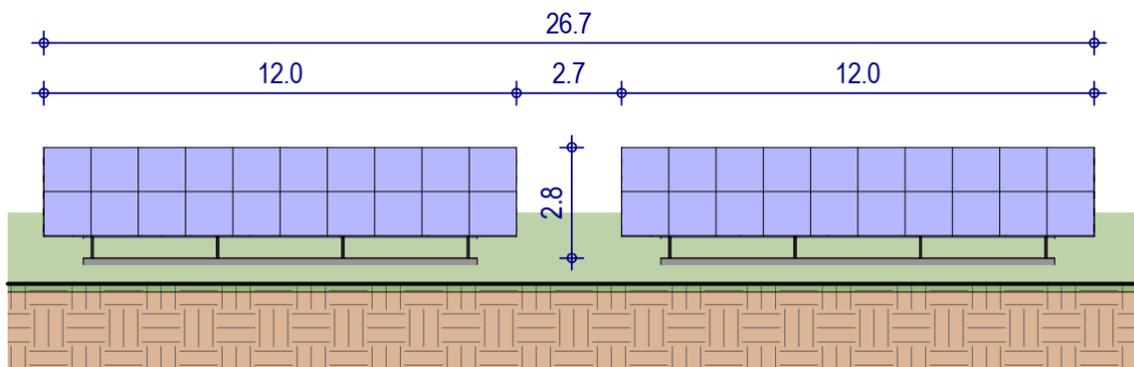


Abbildung 14: Ansicht von Südosten auf die Tische, je 20 Module a`550 Wpeak = 11 kWpeak/Tisch

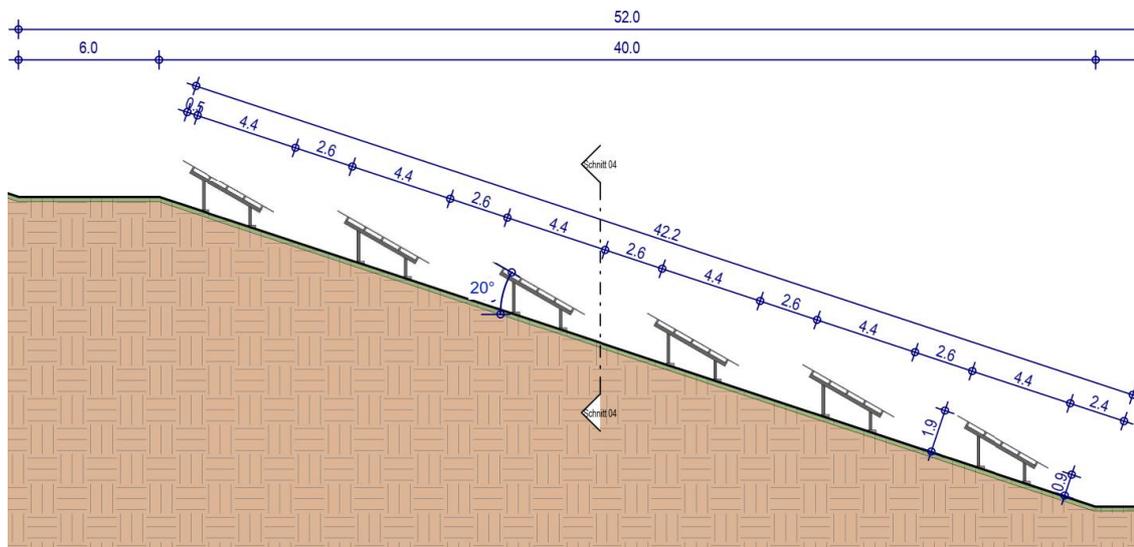


Abbildung 15: Beispielhafter Schnitt durch Böschung, hier 6 Tische dargestellt,
 Tische getrennt durch die böschungsp parallelen Wartungs- und Pflegegänge

Die Ausrichtung der Tische erfolgt insbesondere in der PV-Teilfläche I böschungsp parallel mit Modulausrichtung nach Ostsüdost. Die Neigung der Tisch- und Modulfläche beträgt etwa 20°. Mit dieser Neigung werden auch bei Ausrichtung nach OSO noch gute Erträge erwirtschaftet. In der Teilanlagen II kann abweichend zur Teilfläche I auch eine Ausrichtung direkt nach Süden realisiert werden.

Auf den Tischen mit einer Gesamtfläche von ca. 12,00 x 4,50 m werden insgesamt 20 Module montiert und verschaltet (10 Module nebeneinander, 2 Module übereinander). Im Abstand von ca. 1,50 bis 2,50 m wird der in Böschungslinie benachbarte Tisch montiert, unterhalb liegt die nächste Tischreihe im Abstand von ca. 2,50 m. Die Abstände sind so gewählt, um möglichst ganzjährig die Eigenverschattung der Tische zu verhindern. Die Vorderkante der Module liegt in einer Höhe von > 0,90 m über der GOK, um auch unterhalb der Module ausreichende Lichtverhältnisse zu sichern und gleichzeitig die Kontrolltätigkeiten und die spätere Beweidung durch Ziegen und Schafe zu ermöglichen.

Bei der angedachten Anlagenausbaugröße von < 1.000 kWpeak (< 1,0 MWpeak) wird bei der Errichtung von 90 Tischen mit insgesamt 1.800 Modulen a´ 550 Wpeak eine tatsächlich installierte Anlagenleistung von 990 kWpeak erreicht. Bei breiteren Tischen mit einer Belegung von 30 Modulen würde sich die Anzahl der Tische auf 60 Tische verringern.

Mit diesem Tisch-/Modulkonzept in Verbindung mit dem Verankerungskonzept kann auf der Deponie Remagen-Oedingen eine wirtschaftliche und moderne Photovoltaik-Freiflächenanlage gebaut werden.

6.3 Wechselrichterkonzept

Über die Wechselrichter wird der in den PV-Modulen produzierte Gleichstrom in netzverträglichen Wechselstrom umgewandelt. Auch diese Komponenten haben sich bereits an zahlreichen Standorten im langjährigen Dauerbetrieb bewährt. Von den Herstellern sind auch dazu Garantieverlängerungen zu den üblichen Garantien nach VOB / VOL / BGB zu erhalten.

Die Wechselrichter übernehmen gleichzeitig die Aufgabe der Netzüberwachung. Hierbei wird sichergestellt, dass die Stromeinspeisung ins Netz bei Netzabschaltungen oder Überspannungen unterbrochen wird.

Grundsätzlich können die Wechselrichter als so genannte Strangwechselrichter oder als Zentralwechselrichter eingesetzt werden. Für den Einsatz am Standort der Deponie Remagen-Oedingen wird zunächst der Einsatz von verschiedenen Mini-Zentralwechselrichtern vorgeschlagen.

Die Zentralwechselrichter besitzen die Möglichkeit, viele Modulstränge (Strings) anzuschließen, wodurch eine bessere Anlagenperformance und ein höherer Solarertrag erzielt sowie der Verkabelungsaufwand reduziert wird.

7. Genehmigung und Verfahren

7.1 Genehmigungsrechtlichen Situation und Verfahren

Der Bau und Betrieb von Freiflächen-PV-Anlagen auf Deponien bedarf einer abfallrechtlichen- und einer baurechtlichen Genehmigung. Basis für die Genehmigungsverfahren bilden hierbei das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG), die Landesbauordnung Rheinland-Pfalz (LBO RP) und das Baugesetzbuch (BauGB). Die Verfahrensschritte zum Erwirken der Genehmigungen sind nachfolgend dargestellt:

Erwirken der Abfallrechtlichen Genehmigung

Für die Erteilung der Abfallrechtlichen Genehmigungen für den Standort der Deponie Remagen-Oedingen war und ist die Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord in Koblenz zuständig.

Gemäß KrWG § 35 Abs. 2 bedürfen die Errichtung und der Betrieb von Deponien sowie die wesentliche Änderung dieser Deponien oder ihres Betriebes der Planfeststellung durch die zuständige Behörde. Hierbei wird das Vorliegen von erheblichen nachteiligen Auswirkungen auf ein in § 2 Absatz 1 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) genanntes Schutzgut angenommen. Im Planfeststellungsverfahren ist die Öffentlichkeit zu beteiligen und eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen.

Sofern die wesentliche Änderung vorliegt und keine erheblichen nachteiligen Auswirkungen auf ein in § 2 Absatz 1 UVP genanntes Schutzgut entsteht, kann an Stelle der vorbenannten Planfeststellung auch ein Plangenehmigungsverfahren durchgeführt werden (i.S. von KrWG § 35 Abs. 3). Damit ist hier eine Änderungsgenehmigung in Bezug auf die Flächennutzung, Überbauung mit der PV-Anlage etc. einzureichen. Vorteil an dieser Stelle ist, dass die Öffentlichkeitsbeteiligung und die Umweltverträglichkeitsprüfung entfallen und die Genehmigungsverfahren dadurch insgesamt schlanker und auch zeitlich kürzer werden.

Wenn von Behördenseite festgestellt wird, dass durch Errichtung und Betrieb der Freiflächen-PV-Anlage keine wesentlichen Änderungen eintreten (also unwesentliche Änderung) und keine erheblichen nachteiligen Auswirkungen entstehen, kann auch ein Anzeigeverfahren i.S. vom KrWG § 35 Abs. 4 und 5 in Verbindung mit dem § 15 Absatz 1 Satz 1 bis 4 und Absatz 2 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes durchgeführt werden. Das liegt im Ermessensspielraum der Genehmigungsbehörde und wäre im Vorfeld frühzeitig abzustimmen.

Erwirken der Baugenehmigung

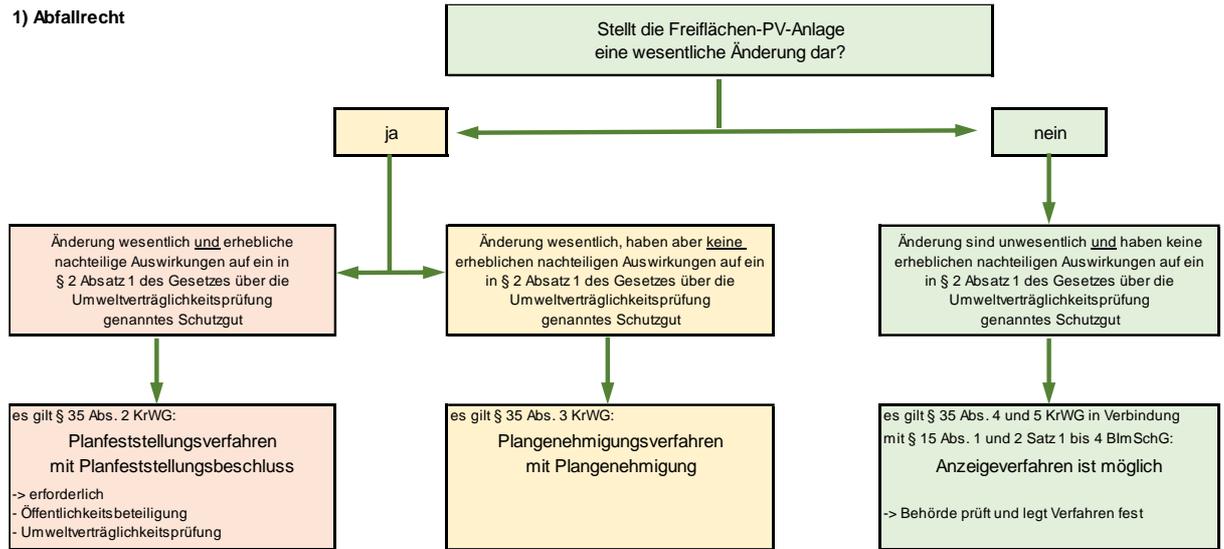
Eine Freiflächen-PV-Anlage ist nach LBauO Rheinland-Pfalz § 62 eine bauliche Anlage, die eine Baugenehmigung benötigt (im § 62 werden die Bauwerke, Anlagen und Vorhaben gelistet, die keine Baugenehmigung benötigen: Freiflächenanlagen sind hierbei nicht benannt). Voraussetzung für die Erteilung einer Baugenehmigung sind die bauplanungsrechtlichen Zulässigkeiten (Geltungsbereich eines Bebauungsplanes oder Lage im Außenbereich).

Herstellung Bauplanungsrecht

Bauplanungsrecht kann zunächst einmal relativ unkompliziert hergestellt werden, wenn die Errichtung der Anlage von den Baurechtsbehörden als „privilegierte Anlage im Außenbereich“ eingestuft wird. Freiflächen-PV-Anlagen sind aktuell im Baugesetzbuch § 32 Abs. 2 nicht als privilegierte Anlagen erfasst. Gemäß Abs. 3 können die Anlagen allerdings als „sonstige Vorhaben“ im Einzelfallverfahren eingestuft werden, sofern öffentliche Belange wie Vorgaben aus dem Flächennutzungsplan und Anforderungen aus dem Abfallrecht erfüllt werden und keine erheblichen nachteiligen Auswirkungen auf die Schutzgüter nach UVPG entstehen.

Aufwendiger erscheint der Verfahrensweg zur Herstellung vom Bauplanungsrecht über die Bebauungsplanverfahren. Für Deponien gibt es diese B-Pläne üblicherweise nicht. Hierzu müsste ein zeit- und kostenaufwendiger vorhabenbezogener Bebauungsplan aufgestellt werden und der vorgelagerte Flächennutzungsplan angepasst werden.

1) Abfallrecht



2) Baugenehmigung

Eine Freiflächen-PV-Anlage ist nach LBauO Rheinland-Pfalz § 62 eine bauliche Anlage, die eine Baugenehmigung benötigt. Im § 62 werden die Bauwerke, Anlagen und Vorhaben gelistet, die keine Baugenehmigung benötigen: Freiflächenanlagen sind hierbei nicht benannt.

3) Bauplanungsrecht

Voraussetzung für die Erteilung einer Baugenehmigung sind folgende bauplanungsrechtlichen Zulässigkeiten:

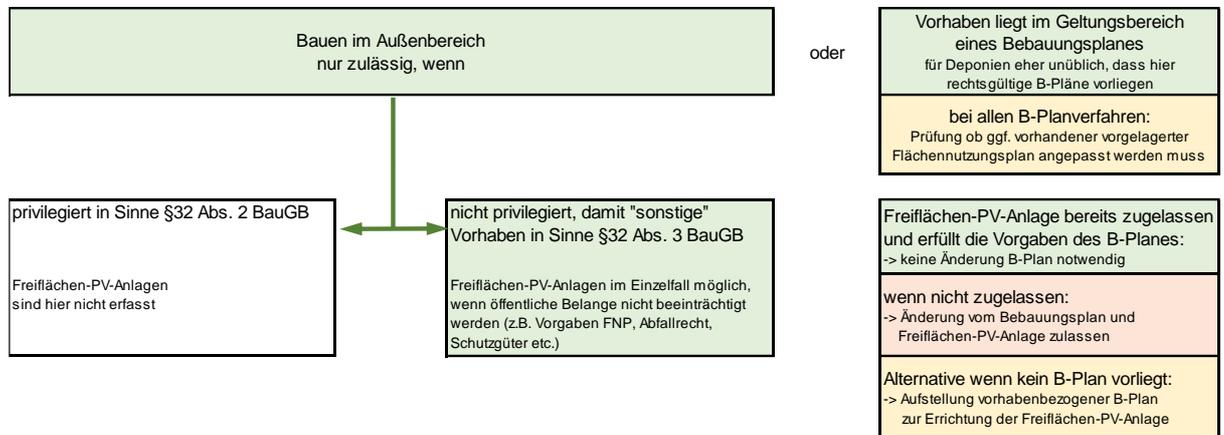


Abbildung 16: Schema Verfahrensschritte Genehmigung Freiflächen-PV-Anlage auf einer Deponie

7.2 LAGA-Vorgaben aus der BQS 7-4a „Technische Anforderungen an die Errichtung von PV-Anlagen auf Deponieoberflächenabdichtungssystemen“

Die relativ neue BQS 7-4a regelt die technischen Anforderungen an die Errichtung von PV-Anlagen auf Deponieabdichtungssystemen. Sie wird von den zuständigen Genehmigungsbehörden verstärkt als Erkenntnisquelle in den Verfahren genutzt und deren Umsetzung eingefordert.

Die sich daraus ergebene Kernforderungen sind, dass

1. die Funktionalität der Oberflächenabdichtung durch die Photovoltaikanlage nicht beeinträchtigt werden darf,
2. die Gültigkeit dabei immer für das Gesamtsystem gilt, also auch z.B. für Rekultivierungsschichten, Wasserhaushalts- oder Methanoxidationsschichten, die im Dichtungssystem als technische Funktionsschichten fungieren und
3. bei der Planung, der Errichtung, dem Betrieb und dem späteren Rückbau die Deponiebelange hinlänglich Berücksichtigung finden (Deponiebelange vor PV-Belange).

Konkret ergeben sich aus der BQS 7-4a verschiedene Vorgaben zu Abständen und Freiräumen wie

- mindestens 0,30 m Abstand von Einbauten wie Kabeln und Fundamenten zur Entwässerungsschicht in der Oberflächenabdichtung
- Schutzabstand zu Gasbrunnen und ähnlichen Einbauten mindestens 3,00 m
- Schutzabstand zu unterirdischen Leitungen von mindestens 1,00 m
- (niedrigste) Modulhöhe mindestens 1,00 m über der Oberfläche der Rekultivierung
- ausreichende Abstände der PV-Module oder Tische untereinander, um die Pflege der Flächen zu ermöglichen und
- Leitungen sollten nicht überbaut werden (Hintergrund: Beschädigungen verhindern bzw. Durchführung Reparaturarbeiten ermöglichen).

Auch ist die Sicherung aller Zugänglichkeiten bzw. Zufahrten zu deponietechnischen Einrichtungen für Wartungen und Reparaturen zu gewährleisten.

Diese vorbenannten Vorgaben sind bei der Planung der PV-Anlage zu berücksichtigen und im Genehmigungsverfahren gegenüber der Behörde auch entsprechend darzustellen. Auf Grund der gegebenen ausreichenden Platzverhältnisse in Verbindung mit einer geeigneten Aufstellung und Gründung können diese Punkte im Projekt eingehalten werden.

Sehr wichtig für die dauerhafte Funktion der Oberflächenabdichtung ist die hinlängliche Berücksichtigung der Auswirkung auf die vorhandene Vegetation aus der Beschattung durch die Module, der Austrocknung unterhalb der Tische und andererseits dem konzentrierten Niederschlagsabfluss auf die Oberflächen aus den Modulflächen. Insbesondere in den Böschungslagen können hierdurch Schädigungen wie Auswaschungen, Erosionsrinnen und Oberbodenabtragungen bis zu kompletten Hangrutschungen eintreten, die zu verhindern sind. Hierzu werden z.T. Nachweisführung durch Fachkundigen verlangt, um die negativen Auswirkungen zu minimieren.

Ausreichende freie Abständen unterhalb und seitlich der Tische sorgen für Lichtverhältnisse, die eine Vegetation weiterhin zu lassen. Zu Bewässerung der Flächen unterhalb der Tische sind in den Modulreihen (2 Module übereinander mit 2 x 2,25 m Länge vorgesehen) konstruktiv 1-2 cm Zwischenraum einzurichten, durch den auf dem oberen Modul ablaufendes Niederschlagswasser im Zwischenraum nach unten abtropfen kann. Damit wird auch die Niederschlagsmengen, die an der unteren Modulkante ankommt deutlich reduziert.

In der BQS 7-4a werden auch statische Nachweise zu allen Belastungen (auch beim Bau!), deren Überlagerungen, Standsicherheitsnachweis etc., Hydraulischer Nachweis Niederschlagswasserableitung sowie eine Nachweis, das Funktion der Rekultivierungsschicht den Anforderungen Anhang 1 Nr. 2.3.1 DepV entspricht, eingefordert. Diese Nachweise sind z.T. gutachterlich über einen Ramm- und Auszugsversuch zu erbringen oder ggf. über ein Probe-PV-Feld zu dokumentieren.

Im Rahmen der eigentlichen Bauausführung ist die Verdichtung vom Oberboden weitestgehend zu vermeiden. Bodenaushub ist sicher zu lagern und entsprechend den Anforderungen wiedereinzubauen. Beim Bau ist die Oberflächenabdichtung vor Austrocknung, Erosion, Frost etc. zu schützen.

Die PV-Anlagen sind so zu erreichen, dass im späteren Betrieb die Kontroll- und Überwachungsmaßnahmen nach Anhang 5 der Deponieverordnung uneingeschränkt und jederzeit durchgeführt werden können. Deponiebelange haben Vorrang vor PV-Belangen!

Für die gesamten Arbeiten ist ein Qualitätsmanagementplan zu entwickeln und aufzustellen. Auch sind Eigen- und Fremdprüfungen bei den Arbeiten an dem Dichtungssystem einzurichten. Die Bauteile der PV-Anlage insbesondere erdverlegte Komponenten sind in Bestandsplänen zu dokumentieren.

Auch bei der Aufgabe der Nutzung der PV-Anlage ist gemäß BQS 7-4a der Rückbau derart zu gestalten, dass keine Beeinträchtigung der Abdichtung und der Deponietechnik eintritt und die Rekultivierungsschicht wieder so herstellen wird, dass die Anforderungen an deren Funktion etc. erfüllt werden.

7.3 Belange und Kriterien für die Errichtung von naturverträglichen Photovoltaik-Freiflächenanlagen (Basis BSW und NABU, 04/2021)

In einem gemeinsamen Papier haben der Bundesverband Solarwirtschaft e.V. (BSW) und der Naturschutzbund Deutschland e.V. (NABU) die Belang und Kriterien für die Errichtung von naturverträglichen Photovoltaik-Freiflächenanlagen zusammengestellt, die sich z.T. mit den Forderungen aus der BQS 7-4a decken. Die darin enthaltenden Empfehlungen sollen in der Anlage auf der Deponie Remagen-Oedingen Anwendung und Berücksichtigung finden.

Kriterium	Empfehlung BSW und NABU	Umsetzung im Projekt
1 Standortauswahl	Erfordernisse des Natur- und Landschaftsschutzes sollten standortbezogen einfließen, Auswahl mit hoher Vorbelastung und geringer naturschutzfachl. Bedeutung	Vorrangige und Ausschlussflächen werden definiert, Deponiestandort selbst ist bereits ein Standort mit Vorbelastungen
2 Planung und Ausgestaltung	geringer Gesamtversiegelungsgrad inkl. Gebäude < 5% gefordert, ausreichende Versickerung der Niederschläge sicherstellen, nutzbaren Lebensraum schaffen durch Hecken, Steinhäufen, Rohbodenstellen, Totholz, Sitzwarten etc., Einzäunung so gestaltet, dass keine Barrierewirkung entsteht	Aufständigung keine Versiegelung, Anteil wird deutlich unterschritten, geringe Tischbreiten, Abstände und Zwischenfugen an den Modulen in Randbereich kann dadurch eine Vernetzung zu übrigen Deponieflächen geschaffen werden Deponiegelände ist eingezäunt, auf kein direkter Zaun notwendig
3 Errichtung	Mindestabstände Gewässern, separate Lagerung Bodenaushub und Mutterboden, Minimierung Versiegelung, Abgrenzung sensibler Bereiche, heimische, standort- und bodenangepasste Wiederansaat vorsehen	Forderungen können im Zuge der Baumaßnahmen entsprechend umgesetzt werden Wiederansaat so vorgesehen
4 Netzan-schluss	Erdkabel anstelle Freileitung Realisieren	Netzanschluss wird über ein Erdkabel realisiert
5 Betrieb	Pflege der Anlagenfläche sollte extensiv mit Beweidung o. Mahd erfolgen	Schaf-/ Ziegenbeweidung zur Pflege in Kombination mit Mahd geplant
6 Rückbau	Nachnutzungsmöglichkeiten schaffen, die sich an der vorherigen oder einer naturschutzfachlich optimierten Nachnutzung orientiert Regelungen zum Rückbau im Genehmigungsverfahren festlegen	Gelände wird beim Rückbau in den vorherigen Zustand/Jetztzustand zurückgeführt Regelungen dazu werden im Genehmigungsantrag berücksichtigt

Abbildung 17: Tabelle zu Kriterien und Belangen naturverträglicher Freiflächen-PV-Anlagen

8. Investitionen, Aufwand und Erlöse, Wirtschaftlichkeit

Für die Realisierung der Freiflächen-Photovoltaikanlage auf der Deponie Remagen-Oedingen wurden auf der Basis der Festlegungen zu Vorzugsflächen, der möglichen Ausrichtungen, der realistischen Ausbaugröße von 990 kW_{peak}, Inbetriebnahmezeiten etc. bei verschiedenen Firmen Richtpreisangebote angefragt. Auf Grund der aktuellen stark gestiegenen Nachfrage zu PV-Anlagen in Deutschland waren die Rückläufer von Angeboten doch recht spärlich und auch sehr zeitintensiv. Zudem ist zu berücksichtigen, dass diese Ausbaugröße für viele Lieferanten von Großanlagen uninteressant ist.

Die Ergebnisse zu Investitionen, Betriebskosten und Wirtschaftlichkeit sind den insgesamt 5 Tabellen im Anhang zu entnehmen (4 verschiedene Simulationen, 1 Tabelle mit Zusammenfassung und Gegenüberstellung sowie Chancen-/ Risikobetrachtung).

8.1 Investitionen

Die Berechnung der Investitionskosten für die Freiflächen-Photovoltaikanlage wurden für den Teil „Anlagenkosten“ aus den Richtpreisangeboten übernommen. Zudem wurden „Sonstige Kosten“ ermittelt und separat ausgewiesen (Machbarkeitsstudie, Planung, Genehmigung, Gutachten etc.). Auch wurde eine Position „Unvorhergesehenes“ in Höhe von 50.000 € eingerechnet.

Für die Anlagensimulationen (1 und 2) mit der Ost-südost-Ausrichtung ergeben sich

- Anlagenkosten in Höhe von 1.086.000 € netto und
- Sonstige Kosten inkl. Unvorhergesehenes in Höhe von 108.000 € netto.
- Summe **Gesamtkosten Investition 1.194.000 € netto.**

Für die Anlagensimulationen (3 und 4) mit der Süd-Ausrichtung ergeben sich

- Anlagenkosten in Höhe von 1.158.000 € netto
(auf Grund der etwas höheren Aufwendungen für die Aufständigung),
- Sonstige Kosten inkl. Unvorhergesehenes in Höhe von 108.000 € netto.
- Summe **Gesamtkosten Investition 1.266.000 € netto.**

8.2 Jährlicher Aufwand

Die prozentualen Ansätze für die Kosten für den jährlichen Aufwand sind bei allen 4 Anlagensimulationen gleich. Die unterschiedlichen Beträge entstehen durch den Bezug zu den Investitionskosten. Im Aufwand sind eingerechnet die Kapitalkosten, die den größten Anteil im Aufwand stellen (zwischen 80.000 und 85.000 €/a je nach Anlage, gewählter Zinssatz 3%, Kreditlaufzeit 20 Jahre). Die Kosten für Wartung und Reparaturen, Versicherung sowie technische und kaufmännische Betriebsführung liegen in einer Größenordnung von ca. 7.500 €/a zwischen. Basis bilden Erfahrungen aus vergleichbaren Anlagen und Branchenangaben.

Bei den Anlagensimulationen 1 und 2 wird ein jährlicher Aufwand für den Anlagenbetrieb in Höhe von **87.640 € netto** fällig, bei den Anlagensimulationen 3 und 4 liegen die Kosten in einer Höhe von **92.969 € netto**.

8.3 Jährliche Erlöse und Wirtschaftlichkeit

Wie bereits beschrieben wurden bei den Erlösen, die durch die Stromerzeugung zu erzielen sind, die Belegungen mit Ausrichtung Ost-südost und 20° Neigung (Simulation 1 und 2) und einmal mit Ausrichtung Süden und 30° Neigung (Simulation 3 und 4) berücksichtigt.

Für alle Anlagen wurden bei den Erlösen folgende Rechenwerte angesetzt:

- Eigenstromnutzung am Standort 40.000 kWh/a (10 kWh/h an 4.000 h/a), Bewertung Erlös mit 0,38 €/kWh fest für 20 Jahre als vermiedene Kosten für Netzbezug
- Übriger Strom wird eingespeist, Bewertung Erlös hieraus mit 0,10 €/kWh angesetzt, fest für 20 Jahre

Direkt zu vergleichen sind die Erlöse aus den Ausrichtungen, die aus den Simulationen 1 und 3 resultieren. Hier wurde wie dem Deutschen Wetterdienst für die Simulation vorgegeben mit einem Performance Ratio (PR) von konservativ nur 80% gerechnet. Realistisch liegen die Werte für den PR bei modernen und optimal konfigurierten Photovoltaik-Freiflächenanlagen zwischen 80 bis 85%. Für beide Anlagenausrichtungen wurden in den Simulationen 2 und 4 der Wert für den PR von 80% auf realistisch zu erreichende 84 % angehoben.

	Simulation 1	Simulation 2	Simulation 3	Simulation 4
Kenndaten				
Ausrichtung und Neigung	Ost-südost, 20°	Ost-südost, 20°	Süd, 30°	Süd, 30°
Anlagenleistung inst. kWpeak	990	990	990	990
Performance Ratio (PR) %	80	84	80	84
Stromerzeugung kWh/a	837.945	879.842	898.283	943.197
Aufwand €/a (netto)	87.640	87.640	92.969	92.969
Aufwand spez. €/a*kWpeak	89	89	94	94
Erlös €/a (netto)	94.994	99.184	101.028	105.520
Erlös spezifisch €/a*kWpeak	96	100	102	107
Ergebnis (netto)				
Ergebnis pro Jahr €/a	7.354	11.544	8.059	12.550
Ergebnis in 20 Jahren €	147.083	230.877	161.176	251.004
Ergebnis weit. 5 Jahre €	186.270	195.976	195.352	205.757
Ergebnis in 25 Jahren €	333.353	426.853	356.528	456.761

Abbildung 18: Tabelle mit Aufwand, Erlös und Ergebnis in den 4 Simulationen

8.4 Wirtschaftlichkeit

Das beste Ergebnis wird in der Simulation 4 mit der Anlage mit Südausrichtung und dem Performance Ration von 84% erzielt, das Ergebnis liegt bei **251.000 € netto** nach 20 Jahren Betriebszeit.

Die vergleichbare Ostsüdost-Anlage (Simulation 2, ebenfalls PR von 84%) erreicht rund **230.000 € netto** in 20 Jahren (damit etwa 8% schlechteres Ergebnis als Simulation 4).

Die Simulationen 1 und 3 werden auf Grund der konservativen Ansätze für den Performance Ration nicht weiter betrachtet.

8.5 Chancen- und Risikobetrachtung

In der Tabelle im Anhang zur Zusammenfassung der Anlagen sind im unteren Teil die Chancen und Risiken abgebildet.

Ein großer wirtschaftlicher Vorteil kann erzielt werden, wenn die Anlage nach 20 Jahren für z.B. 5 Jahre weiterbetrieben wird. Die Verbesserung der Erlössituation ist in der vorstehenden Tabelle in den beiden unteren Zeilen dargestellt.

Die Ergebnisse in den Simulation 4 und 2 verbessern sich in der Betrachtung über 25 Jahre dann auf rund **456.000 € netto** bzw. rund **426.000 € netto** in 20 Jahren (damit in Simulation 2 etwa 8% schlechteres Ergebnis als Simulation 4).

Für den Weiterbetrieb der PV-Anlage sprechen folgende Argumente:

- Nach 20 Betriebsjahren ist die PV-Anlage noch betriebsbereit und kann problemlos für 5 weitere Jahre betrieben werden. Dies begründen Herstellergarantien für die Module und die Hochwertigkeit und Qualität der einzelnen weiteren Bau- und Anlagenteile.
- Der möglicherweise in diesem Zeitpunkt zu erbringende Mehraufwand für Wartung, Reparaturen etc. ist überschaubar. Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde hier kalkulatorisch der Anteil in den Jahren 21 bis 25 konservativ verdoppelt (Jahre 1 – 20 ca. 7.500 €/a, Jahre 21 bis 25 erhöht auf ca. 15.000 €/a).
- Der Leistungsrückgang der Module wurde für den Zeitraum 21. bis 25. Betriebsjahr von 0,5%/a auf jetzt 1,0%/a erhöht.
- Größter Vorteil: Es fallen keine Kapitalkosten mehr an, weil die Abschreibung auf die ersten 20 Jahre umgelegt wurde (Einsparung von fast 90.000 €/a).
- Bei den Erlösen wurde in der erweiterten Wirtschaftlichkeitsbetrachtung die dann zu erzielende Einspeisevergütung halbiert (0,05 Cent/kWh an Stelle vorher 0,10 Cent/kWh).

Aus Sicht des Verfassers sollte der Betriebszeitraum der Anlage bereits auf 25 Jahre ausgelegt werden.

9. Umweltaspekte / Regionale Aspekte

Regionale Stromerzeugung

Durch die Photovoltaikanlage wird je nach Simulation eine jährliche Stromspeisung von 880.000 bis 950.000 kWh/a (gemittelt über 20 Jahre) erwartet. Diese Strommenge entspricht dem Strombedarf von ca. 250 bis 270 Haushalten bei einem durchschnittlichen Stromverbrauch von ca. 3.500 kWh pro Jahr und Haushalt.

Durch den Betrieb der geplanten PV-Anlage wird eine regionale Stromerzeugung und damit eine regionale Wertschöpfung realisiert.

CO₂-Einsparung

Die Stromerzeugung aus Photovoltaik ist klimaverträglich, da während der Nutzungsdauer keine treibhauswirksamen Emissionen freigesetzt werden, die zur Klimaveränderung beitragen können. Die PV-Anlage vermeidet damit im Vergleich zur Stromerzeugung im aktuellen Strommix in Deutschland mit einer CO₂ Emission von 420 g/kWh (Quelle UBA) die Emission von CO₂ in einer Größenordnung von 370 – 400 t/a.

Bevölkerung

Von Bau, Inbetriebnahme und späterem Betrieb der geplanten Anlage ausgehend sind keine Emissionen zu erwarten, die sich gefährdend auf die Bevölkerung im Umfeld des Deponiestandortes auswirken. Vom Betrieb der geplanten PV-Anlage gehen keine Schadstoff- oder Lärmemissionen aus.

Beim Standort handelt es sich um ein Gelände, das nur befugten und eingewiesenen Personen zugänglich ist. Das Gelände ist durch die bestehende Umzäunung der Deponie gesichert.

Auswirkungen auf Pflanzen- und Tierwelt

Dauerhaft vegetationsfreie Flächen sind erfahrungsgemäß im Bereich unter den Modultischen nicht zu erwarten, da unter Beachtung der Mindesthöhe der Module über der Geländeoberkante Streulicht einfallt und damit ein Pflanzenwachstum möglich ist. Niederschläge werden über die Vorderkante der Modultische abgeleitet und können örtlich versickern. Dadurch ist eine ausreichende Bewässerung der Flächen unterhalb der Modultische möglich. Durch den Bau wird daher keine Versiegelung der Fläche vorgenommen.

Der Pflanzenbestand wird vielfältiger durch die unterschiedlichen Lichtverhältnisse und Befeuchtung. In den Bereichen zwischen den Modultischen bleibt die bestehende Vegetation nahezu unverändert. Unter den Modultischen siedeln sich bevorzugt Gräser wie Seggen oder Schwingel an, die an schattige Standorte angepasst sind.

Die Bewirtschaftung und Pflege der Deponieoberfläche ist im Bereich der geplanten Freiflächenphotovoltaik-Anlage auch weiterhin möglich. Durch die Montage der PV-Module in einer lichten Durchgangshöhe von ca. 0,90 bis 1,00 m über der Deponieoberfläche ist auch die Möglichkeit einer Schafbeweidung gegeben.

Auswirkungen auf das Landschaftsbild

Auch nach Auffassung der Naturschutzverbände soll bei der Nutzung von Solarenergie die freie, bislang unbebaute Landschaft erhalten bleiben und PV-Anlagen auf Dächer, Fassaden und bereits genutzte oder vorbelastete Freiflächen begrenzt bleiben.

Die für die PV-Anlage am Standort der Deponie Remagen-Oedingen vorgesehenen Flächen sind durch ihre Lage auf einer Böschung, welche dem Mittelpunkt des Deponiegeländes zugewandt sind, kaum von der Umgebung der Deponie aus einsehbar.

Eine negative Beeinträchtigung des bestehenden Landschaftsbildes durch die geplante PV-Anlage wird daher nicht erwartet.

Vorbildfunktion der öffentlichen Hand

Durch den Bau der PV-Anlage nimmt der Landkreis Ahrweiler eine wichtige Vorbildfunktion in der Nutzung regenerativer Energien ein.

Durch die PV-Anlage wird eine sinnvolle Folgenutzung des Deponiestandortes Remagen-Oedingen als Energiestandort realisiert.

10. Zusammenfassung und weiteres Vorgehen

Nach der vorliegenden Wirtschaftlichkeitsstudie ist davon auszugehen, dass durch die Errichtung und den Betrieb der geplanten Freiflächen-Photovoltaikanlage eine interessante Wirtschaftlichkeit grundsätzlich darstellbar ist.

Mit dem vorliegenden Konzept trägt der Landkreis Ahrweiler mit seinem PV-Projekt dazu bei, die angestrebten klimapolitischen Ziele der Bundesrepublik Deutschland zu erreichen. Die erwartete Stromproduktion der geplanten PV-Anlage auf der Deponie Remagen-Oedingen entspricht dem jährlichen Strombedarf von ca. 250 Haushalten.

Für das Projekt wurden von erfahrenen PV-Anlagenbauern Richtpreisangebote eingereicht und die Verfügbarkeit bestätigt.

Entsprechend der beiliegenden vorläufigen Wirtschaftlichkeitsüberprüfung auf der Basis des amtlichen Solargutachtens ist davon auszugehen, dass dieses Vorhaben wirtschaftlich durchführbar ist. Es wird empfohlen, den Betriebszeitraum der Anlage auf 25 Betriebsjahre auszulegen!

Die ausgewiesene Wirtschaftlichkeit beruht auf konservativen Ansätzen und Richtpreisangeboten bzw. Kostenschätzungen von Anlagenbauern.

Wir erwarten, dass die bestehenden Risiken das Projekt nicht gefährden. Für die detaillierte Terminplanung können Lieferfristen und Verfügbarkeiten von Einzelkomponenten kritisch sein.

Wir empfehlen die kurzfristige Realisierung der Freiflächen-Photovoltaikanlage auf der Deponie Remagen-Oedingen.

Baden-Baden, den 15. September 2023

Rytec GmbH



ppa. Jörg Schleifer

Anlagenverzeichnis

Aufstellungskonzept mit zeichnerische Darstellung als Layout

Plan 101_1 Entwurf und Sonnenstudie, Aufstellvariante 1 (Süd)

Plan 101_2 Entwurf und Sonnenstudie, Aufstellvariante 2 (Ostsüdost)

Solarenergie-Gutachten vom DWD vom 30.08.2023

Tabellen zur Wirtschaftlichkeit in den Simulationen 1 bis 4

Tabelle zur Zusammenfassung der Kenndaten

Richtpreisangebote und Firmenunterlagen

Fa. Planet in Green Construction GmbH, Bad Salzuflen

Fa. Sonnenbayer GmbH, Landau an der Isar

Fa. Treesystem GmbH, Arre (Italien)

E-Mail WI Energy GmbH zur Eignung/ Erfahrungen mit Verankerung Treesystem

Rahmenterminplanung