

Stilllegungsmaßnahmen und Nachnutzung eines stadtnahen Deponiestandortes

1 Sicherungsmaßnahmen auf der Deponie

1.1 Grundlagen

Bei der Deponie „Frankenfelder Berg“, Luckenwalde handelt es sich um eine Altanlage im Sinne des Punktes 11.2.1 der Technischen Anleitung Siedlungsabfall (TASi) und § 14 der Deponieverordnung.

Die Eckdaten der Anlage lauten:

- Betriebszeit Mitte 40er Jahre bis 31.05.2005,
- Deponievolumen (endverfüllt) 2,1 Mio m³,
- Gesamtfläche 20 ha davon 17,4 ha abzudichtende Oberfläche,
- Hangneigungen 1:5 unterhalb, 1:10 oberhalb der Berme,
- geologische Barriere mit ≥ 60 m Geschiebemergel vorhanden,
- keine definierte Basisabdichtung

Die Sicherungsmaßnahmen beinhalten zum einen die Abdichtung der Deponieoberfläche, die Fassung, Ableitung und Versickerung des Niederschlagswassers sowie die Entgasung des Deponiekörpers mit Hilfe einer aktiven Gasfassung einschließlich Verwertung (Verstromung mit Nutzung der Abwärme) und wurden in drei Bauabschnitte unterteilt, von denen BA1 und BA2 bereits realisiert wurden. Die Realisierung des 3. BA ist für 2009/2010 vorgesehen.

Die Herstellung des Deponierandes mit Umfahrung, Dichtungsanbindung, den Entwässerungseinrichtungen und der Entgasungsanlage erfolgte bereits im ersten Bauabschnitt in den Jahren 2002 bis 2004.

Der 2. BA im Jahre 2007 umfasste vor allem die Abdichtungsmaßnahmen und die Anpassung der bestehenden Gaskollektoren und -leitungen an die Dichtung. Der in diesem Zusammenhang zu sichernde Bereich mit einer Fläche von ca. 11 ha stellte den Hauptanteil der Deponieoberfläche dar und hatte vornehmlich die Abdichtung der Böschungsbereiche zum Ziel.

Oberflächenabdichtung:

Die Oberflächenabdichtung (OFA) dient zur Minimierung der Sickerwasserbildung und damit der Reduzierung von schädlichen Emissionen über den Grundwasserpfad. Zusätzlich wird durch die Abdichtung auch das Eindringen von Luftsauerstoff durch Luftdruckänderungen in der Atmosphäre oder Winddruck wirksam verhindert wodurch der Erfassungsgrad des Deponiegases verbessert werden konnte.

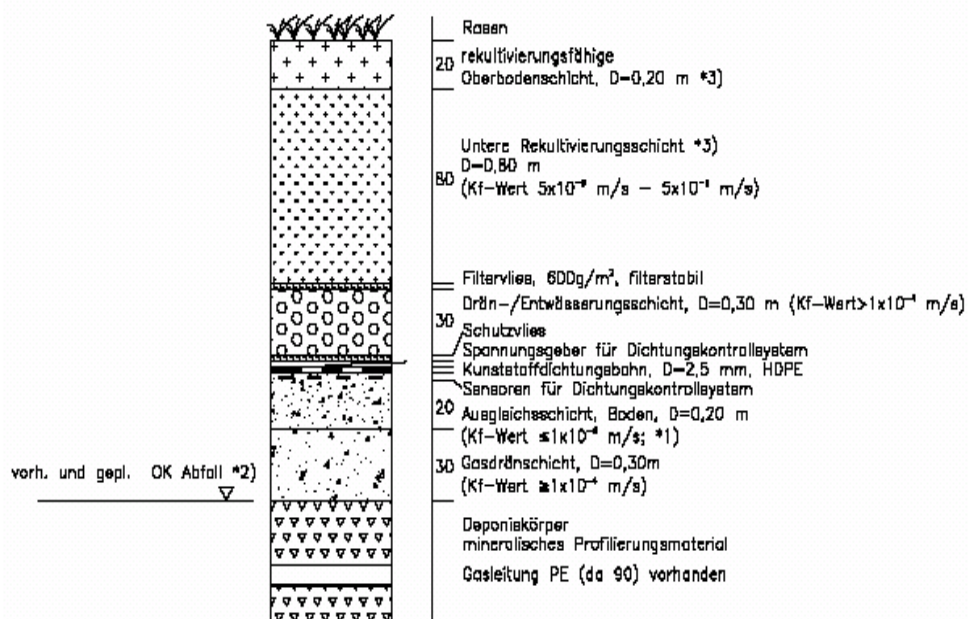
Als Dichtungssystem wurde eine BAM-zugelassene 2,5mm-PEHD-Kunststoffdichtungsbahn (KDB) in Kombination mit einem geelektrischen Dichtungskontrollsystem (DKS) aufgebracht. Das DKS gewährleistet, dass sowohl während der Bauphase als auch danach entstehende Schäden an der KDB erkannt und gezielt repariert werden können.

Das Funktionsprinzip basiert auf dem Ohm'schen Gesetz, d.h. auf Messungen des elektrischem Widerstandes bzw. Potenzialdifferenzen mittels eines rasterförmigen Messpunktenetzes (Rasterweite je nach System 5x5m oder 7x7m, aber projektbezogen variierbar). Leckagen sind dabei quasi Leiterbahnen, durch die Ladungsträger hindurchwandern können, so dass diese gemessen und lokalisiert werden können. Dadurch ist gewährleistet, dass sowohl während der Bauphase als auch danach entstehende Schäden an der Dichtung erkannt und wenn nötig gezielt repariert werden können.

So konnte eine im Zuge der Baumaßnahme entstandene Leckage von der Größe 1cm² trotz ihrer ungünstigen Lage von nur ca. 2 m Abstand zum Deponierand sicher geortet und repariert werden.

Der Schichtaufbau des Systems ist im nachfolgenden Schema als Säulenprofil dargestellt:

Regelaufbau Oberflächenabdichtungssystem



Zu dem weist dieses alternative Dichtungssystem auf Grund seiner konstruktiven Merkmale (flexible Bauelemente) ein Höchstmaß an Setzungsresistenz auf, so dass auf eine temporäre Dichtung vollständig verzichtet werden konnte.

Im Zuge der Herstellung der OFA wurde auch das DKS in das Qualitätsmanagement mit einbezogen. Erforderlich war die Anlage eines ca. 3.500 m² großen Probe-/Testfeldes im Böschungsbereich auf dem 5 Testleckagen detektiert werden mussten.

Die Überwachung der Dichtung erfolgt entsprechend der AKDKS-Richtlinie durch halbjährliche Messungen einschließlich Auswertung.

Die übrigen Elemente entsprechen weit gehend dem Regelsystem, weswegen an dieser Stelle keine nähere Beschreibung erfolgen soll. Als Bewuchs sind ausschließlich Gras sowie einjährige Kräuter u.ä. zugelassen.

1.2 Entgasungsanlage

Die Entgasungsanlage sowie ihre Komponenten wurde entsprechend der Vorgaben der TA Siedlungsabfall konzipiert und dimensioniert. Die Gasfassung erfolgt über 40 vertikale Gasbrunnen, deren Köpfe (PEHD-Komplettköpfe) so in die Oberflächenabdichtung eingebunden wurden, dass ein ordnungsgemäßer Betrieb des DKS gewährleistet ist (keine elektrische Verbindung durch die Dichtung zulässig). Die Ableitung des gefassten Gases erfolgt über frostfrei in der Rekultivierungsschicht verlegte Saugleitungen zu insgesamt 5 Gassammelstationen. Von diesen erfolgt der Weitertransport über eine Gasringleitung zur Verdichterstation und dem BHKW mit Notfackel.

Im BHKW wird das Gas als Energieträger zur Erzeugung elektrischer und thermischer Energie genutzt. Die Abgabe der Elektroenergie erfolgt über eine Trafostation in das öffentliche Netz der Städtischen Betriebswerke Luckenwalde (SBL). Die Wärme wird über 2 Wärmetauscher dem Fernwärmenetz den SBL zugeführt.

Die Leistungskennndaten des Kraftwerks lauten:

- 2 x 470 kW elektrische Leistung
- 2 x 640 kW Wärmeleistung

Die Vergütung der Wärmeenergie erfolgt auf Grundlage einer Formel, die einerseits mögliche Ölpreissteigerungen berücksichtigt, andererseits für den Fall sehr niedriger Ölpreise eine Mindestvergütung sichert. In jedem Fall ist sicher gestellt, dass beide Parteien von der Einspeisung partizipieren. Die Vergütung des eingespeisten Stroms erfolgt auf Grundlage des EEG (Deponiegas).

Zur Einhaltung der Emissions-Grenzwerte ist eine Entschwefelung und anschließende Trocknung des Gases erforderlich. Dies erfolgt mittels einer biologischen Entschwefelung (Tropfkörper-Nassverfahren mit Sulfobacter). Zur Optimierung der Kondensatabscheidung und Schonung der Gemischaufbereitung der Motoren wurde zusätzlich ein Industriekühler zwischen Entschwefelung und Motorenanlage installiert.

2 Recyclinghof mit Abfallumschlagstation

2.1 Grundlagen

Die Schließung der Deponie „Frankenfelder Berg“ für den Ablagerungsbetrieb erfolgte am 31.05.2005. Zu diesem Zeitpunkt waren große Teile der Infrastruktur auf dem Gelände noch in einem guten oder zumindest betriebsfähigen Zustand. Da die Stadt Luckenwalde mitsamt Umland einen Abfallsschwerpunkt darstellt und auch weiterhin einen Baustein im Logistikkonzept darstellen sollte, wurden rechtzeitig vor der Schließung die Weichen für einen Umbau des Kleinanlieferbereiches und den Weiterbetrieb als so genannter Recyclinghof mit Abfallumschlagstation nach dem Stand der Technik gestellt.

Die Projektentwicklung erfolgte in enger Abstimmung mit dem Landesumweltamt in Potsdam und der Bauaufsichtsbehörde in Luckenwalde (Landkreis Teltow-Fläming).

Die Planungen für den Umbau des ehemaligen Deponie-Eingangsbereiches erfolgten unter Berücksichtigung der auf anderen Standorten gewonnenen Erfahrungen, so dass die sowohl die innerbetrieblichen Abläufe als auch Abfalltransporte und Kundenverkehr ohne zusätzliche Verkehrsrisiken optimiert werden konnten.

Im Rahmen der Umbauarbeiten wurde auch eine Erneuerung des Gebäude-Altbestandes erforderlich, da Reparatur- und Renovierungsarbeiten auf Grund des Verschleißbildes der alten Raumzellen nicht mehr wirtschaftlich erschienen und die vorhandenen Räumlichkeiten nicht mehr den ab 30.05.2005 zu erwartenden betrieblichen Anforderungen entsprachen.

Folgende, im Alltagsbetrieb erprobte Gestaltungsmerkmale wurden bei der Errichtung des Recyclinghofes berücksichtigt:

1. Überdachung des Kleinanlieferbereiches für verbesserte Anliefer- und Weitertransportbedingungen bei Verwertungsabfällen (keine Durchnässung der Abfälle),
2. Errichtung einer Sammelstelle für schadstoffhaltige bzw. gefährliche Abfälle (Kleinmengen) auf dem Gelände,
3. Vergrößerung von Verkehrs- und Rangierflächen für übersichtlichere Verkehrsführung und Erweiterung von Sortiermöglichkeiten bei der Abfallanlieferung.
4. Errichtung einer Umschlaghalle mit einer lichten Höhe von ca. 12 m für sicheres Entladen/Auströmmeln auch großer Entsorgungs- und Hakenlifffahrzeuge

Der Hallen-Hochbau wurde in kombinierter Stahlbeton-Leimholzbinder-Bauweise ausgeführt wobei die Firsthöhe 13,2 m über GOK liegt.

Ein besonderes Merkmal der Halle ist, dass ein Außenskelett erstellt wurde um glatte, pfeiler- und traversenlose Innenwände zu realisieren. Diese Bauweise trägt durch die Vermeidung sekundärer Staubquellen dazu bei, die Raumluft in der Halle staubarm zu halten. Zusätzlich wurde jedoch eine Staubabsauganlage in Ex-Schutzausführung installiert.

2.2 Gründung der Umschlaghalle

Von besonderer Bedeutung bei der Projektierung war, dass der Baugrund durch einen Teil des Altkörpers der Deponie aus der Vor-Wende-Zeit gebildet wird. Es handelt sich hierbei zwar fast ausschließlich um mineralische Abfälle wie Reste aus dem ehemaligen Sandtagebau sowie Bauschutt, Aschen und inzwischen mineralisierten Siedlungsabfälle, jedoch ließen deren Lagerungsdichte und Heterogenität keine direkte Nutzung als Aufstandsfläche zu.

Die Gründung erfolgte nach entsprechenden Erkundungsarbeiten mittels Schottersäulen, (Rüttelstopfverfahren) von denen 14 Stück bis zum gewachsenen Boden niedergebracht wurden. Die Basis, auf welche der Lastabtrag erfolgt, liegt dabei bis zu 9,4 m tief. Zusätzlich musste zum Schutz vor möglichen Deponiegasmigrationen vorsorglich eine Dichtwanne aus PEHD eingezogen werden. Die eigentliche Gründung erfolgte dann auf 14 Köcherfundamenten über den Schottersäulenköpfen.

Seit Inbetriebnahme im Juni 2005 haben sich auch im rauen Alltagsbetrieb keine wesentlichen Probleme im Betrieb oder an den Bauwerken ergeben. Auch die Umschlaghalle weist keinerlei Schäden auf, die auf vermehrte Setzungen oder mangelnde Gründungsqualität hindeuten könnten.

3 Photovoltaikanlage

3.1 Grundlagen

Im Zusammenhang mit der Realisierung des 1. Bauabschnittes zur Sicherung der Deponie in den Jahren 2002 bis 2004 wurde wie unter 2. beschrieben eine Teilfläche von einer Größe von ca. 2 ha einer Nachnutzung zunächst durch Bau des BHKW und später in Form des Recyclinghofs mit den zugehörigen Lagerflächen zugeführt. Die Möglichkeit einer Nutzung des eigentlichen „Deponieberges“, d.h. der neueren Ablagerungen wurde zunächst nicht betrachtet.

Nach der erfolgten Schließung der Deponie 2005 erfolgte eine Prüfung zur Weiternutzung des Deponiekörpers im Hinblick auf die vorhandene anlagentechnische Infrastruktur. Hierbei stellte sich die Errichtung einer Fotovoltaikanlage als die vorteilhafteste und am ehesten realisierbare Möglichkeit heraus.

Der Vorteil derartiger Anlagen liegt in

- der relativ unproblematischen Betriebsführung,
- geringem technischen Betriebsrisiko,
- hoher gesellschaftlicher Akzeptanz (Ökostrom ohne schwere landschaftsverändernde Eingriffe, keine unmittelbaren Emissionen)
- der Baubarkeit ohne wesentliche Veränderungen an der Oberflächenabdichtung
- sehr guter Kompatibilität mit den Nachsorgemaßnahmen

Der Betrieb einer derartigen Anlage war allerdings nur sinnvoll, wenn sich hieraus für den Verband ein ausreichender wirtschaftlicher Vorteil ergibt. Dieser hängt vor allem von den Errichtungs- und damit den Beschaffungskosten für die Fotovoltaikmodule ab. Des Weiteren mussten verschiedene zeitliche und technische Rahmenbedingungen wie Einspeisebeginn, physikalische Voraussetzungen und Sicherheitsfragen beachtet werden. Um eine Entscheidungsgrundlage schaffen, wurde die Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. (DGS) mit der Durchführung einer Machbarkeitsstudie beauftragt. Parallel hierzu wurde hausintern ein Realisierungskonzept erarbeitet.

Hauptzielrichtung hierbei ist es, durch optimierte Einspeisebedingungen mit einer derartigen Anlage eine Renditemöglichkeit zur Senkung der Deponie-Gesamtkosten (vor allem durch Nachsorge) mit einem ökologisch vorteilhaften und öffentlichkeitswirksamen Ökoprodukt zu verbinden.

3.2 Projektvorbereitung und Vergabe

Der Standort „Deponie Frankenfelder Berg“ bietet für die Installation einer Photovoltaikanlage neben den oben genannten allgemeinen Kriterien einige spezielle Vorteile, welche in

- der vollständigen Umzäunung der Flächen,
- der Überwachbarkeit der Anlage,
- einer kurze Anbindung an das öffentliche Stromnetz,
- ausreichender Stabilität, Elastizität und Leistungsfähigkeit des Netzes,
- dem Fehlen jeglicher konkurrierenden Nutzung, welche die Flächenbelegung zeitlich oder räumlich einengen könnte

bestehen.

Des Weiteren ist von Vorteil, dass sich die Fläche vollständig im Eigentum des SBAZV befindet und somit keine Nutzungsentgelte, Pachtgebühren o. ä. anfallen wenn die Anlage durch den Verband selbst oder eine Eigengesellschaft betrieben wird.

Für die Realisierung eines Solarkraftwerks auf der Deponie „Frankenfelder Berg“ stand theoretisch die gesamte, ab 2007 gesicherte Oberfläche zur Verfügung. Da die Solarzellen üblicherweise in Form von tafelförmigen Modulen (so genannte „panels“) hergestellt werden, war, wie im vorliegenden Fall, zur Installation auf Freiflächen eine Unterkonstruktion mit Flachgründung und Verstrebung erforderlich.

Um den technischen Aufwand für diese Aufständigung und das Problem der gegenseitigen Verschattung zu minimieren, wurde der Standort auf den Südhang eingeeengt. Eine Nutzung der übrigen Hänge hätte die spezifischen Kosten soweit erhöht, dass das Gesamtprojekt unter die Wirtschaftlichkeitsschwelle gefallen wäre.

Um bei der Ausschreibung und Vergabe des Auftrages trotz der besonderen Marktverhältnisse (ausgeprägter Nachfragemarkt mit Oligopolbildung der Modulhersteller) einen möglichst wirksamen Wettbewerb sicher zu stellen, wurde die Modultechnik zunächst offen gelassen. In dieser Hinsicht existieren derzeit zwei Grundtechnologien, die beide mit in die Betrachtung einbezogen werden:

1. Module aus mono- oder polikristallinem Silizium (herkömmliche Technologie)
2. Module oder Folien mit Halbleitersulfiden, -telluriden oder mikrokristallinem (so genanntem amorphen) Silizium als so genannte Dünnschichttechnologie.

Unabhängig von der Modulbauart bewegten sich die Preise für die Solarmodule bis Mitte 2006 stetig nach oben. Die Gründe hierfür bestanden vorrangig in der hohen Nachfrage nach den Modulen selbst und teilweise auch in Lieferengpässen beim Halbleitermetall Silizium. Da der Solarmarkt oligopolartige Strukturen aufweist, konnten die Modulhersteller die im EEG verankerten hohen Einspeisevergütungen bisher auch zur Durchsetzung entsprechender Verkaufspreise nutzen.

Für das Vergabeverfahren war daher die Vorgabe einer Wirtschaftlichkeitsschwelle von besonderer Bedeutung, um eine Aufhebung des Vergabeverfahrens zu einem späten Zeitpunkt möglich zu machen. Dies wäre notwendig gewesen, falls auf Grund der o. g. Marktmechanismen ein „Marktversagen“ eintritt, d. h. kein echter Wettbewerb und damit kein wirtschaftliches Preisangebot zustande gekommen wäre.

Die Vergabe erfolgte auf Grundlage eines EU-weiten Verhandlungsverfahrens nach VOL/A. Die Kennzeichen dieser Verfahrensart sind die funktionale Leistungsbeschreibung, die schrittweise und transparent nach einem genau definierten Schema zusammen mit den Bietern präzisiert wird. Die technische Ausführungsart wurde somit nicht vorab festgelegt, d.h. sowohl alle Modulbautypen als auch Verschaltungsvarianten (zentrales oder dezentrales Wechselrichterkonzept, variable Anzahl von Trafostationen) sollten möglich sein. Wesentlichstes Zuschlagskriterium war die Wirtschaftlichkeit der Anlage, welche durch das Verhältnis von Kapitaleinsatz zu Erlös dargestellt wird.

Im Zuge des vorgeschalteten Teilnahmewettbewerbs gingen insgesamt 7 Teilnahmeanträge ein, von denen 4 zum Verfahren zugelassen wurden. An diese Bieter erging dann eine Aufforderung zur Abgabe eines Erstangebots. Im weiteren Verfahren wurde dann in Verhandlungen mit den Bietern unter Wettbewerbsbedingungen die Präzisierung der Projektinhalte vorgenommen und die für alle verbindlichen Vorgaben für die Erstellung der weiterführenden Angebote erarbeitet. Dabei ergab sich die Notwendigkeit von insgesamt zwei Verhandlungsrunden mit drei Angebotsphasen um eine endgültige Präzisierung und dann den Zuschlag vornehmen zu können.

Besondere Aufmerksamkeit bei der Projektentwicklung verdient das Behördenmanagement. In diesem Zusammenhang ergaben sich mehrere Spannungsfelder:

- aus rechtlichen Gründen musste die Anlage nach Baurecht d. h. vom der Unteren Bauaufsicht des Landkreises Teltow-Fläming genehmigt werden,
- die Zuständigkeit für die Deponie liegt aber beim Landesumweltamt Brandenburg (LUA),
- das LUA ist fachlich am stärksten involviert und somit der maßgebende Träger öffentlicher Belange gewesen,
- für die Genehmigung war ein hinreichend hoher Konkretisierungsgrad der Planung erforderlich,
- für ein möglichst wettbewerbsorientierte Vergabeverfahren sollten noch möglichst viele technische Varianten möglich sein.

Auf Grund dieser besonderen Situation war die Genehmigung einer Maximalvariante mit hohen Sicherheitsspielräumen erforderlich, die technisch anschließend entweder über unwesentliche Änderungen oder auf Grundlage formaler Änderungsanträge präzisiert wurde. Die Ausführungsplanung musste in Konsequenz dessen Mitbestandteil des Leistungsinhalts bei der Vergabe sein.

Im Ergebnis ist zu konstatieren, dass sämtliche in das Verfahren involvierte Behörden äußerst konstruktiv und mit sehr kurzen Bearbeitungszeiten zu dem Gelingen des Projektes beigetragen haben. Ohne die Beratungs- und Erörterungsgespräche und das gegenseitige Vertrauen wäre ein solch komplexes Projekt nicht realisierbar gewesen.

3.3 Anlagendaten

Der Baubeginn für die PV-Anlage auf der Deponie „Frankenfelder Berg“, Luckenwalde erfolgte im August 2008. Die Anlage kennzeichnet sich durch folgende Eckdaten aus:

- Gesamtfläche der Anlage 2,7 ha
- Modulnettofläche 1,75 ha (120 Watt-Module)
- Gesamtleistung ca. 1,0 MWp
- 8982 Module in Dünnschichtbauweise
- Dezentrales Wechselrichtersystem
- Flachgründung auf 1454 Betonfundamenten (6000 x 1000 x 200, bewehrt)
- Einbindung der Fundamentplatten in die Oberbodenschicht ohne Beeinflussung des Dichtungssystems
- Flexible Gesamtkonstruktion mit Nachjustierung zum Setzungsausgleich
- Standardisierte Systemelemente für segmentweise Abbaumöglichkeit (Reparaturmöglichkeit für die OFA!)



Bild PV1: Übersicht über die Gesamtanlage - Modulanordnung

Besonderes Augenmerk musste der Einbindung in das System der Oberflächenabdichtung gewidmet werden, da negative Auswirkungen auf die Dichtung bzw. deren Überwachung und Reparierbarkeit unzulässig sind.

Im Einzelnen ergeben sich folgende Vorgaben:

- Keine Gefährdung von Funktion und Standsicherheit der Reku-Schicht
- Keine unzulässigen mechanischen Beeinträchtigungen der Dichtung und des DKS
- Unproblematische Einbindung in das hydraulische System der Deponie erforderlich
- Reparierbarkeit der Abdichtung ist sicherzustellen
- Zugänglichkeit der Gasbrunnen darf nicht vermindert werden

Umgekehrt waren auch die Auswirkungen möglicher Setzungen und sonstiger Bewegungen des Deponiekörpers im Hinblick auf die Funktionstüchtigkeit der PV-Anlage zu berücksichtigen. Außerdem konnte infolge der notwendigen Flachgründung keine vollständige Frostsicherheit gewährleistet werden, so dass die hier zu erwartenden Bewegungen einkalkuliert werden mussten. Sowohl Fundamentierung als auch die Aufständering der Module d.h. die Modultische waren daher flexibel und nachjustierbar auszuführen.

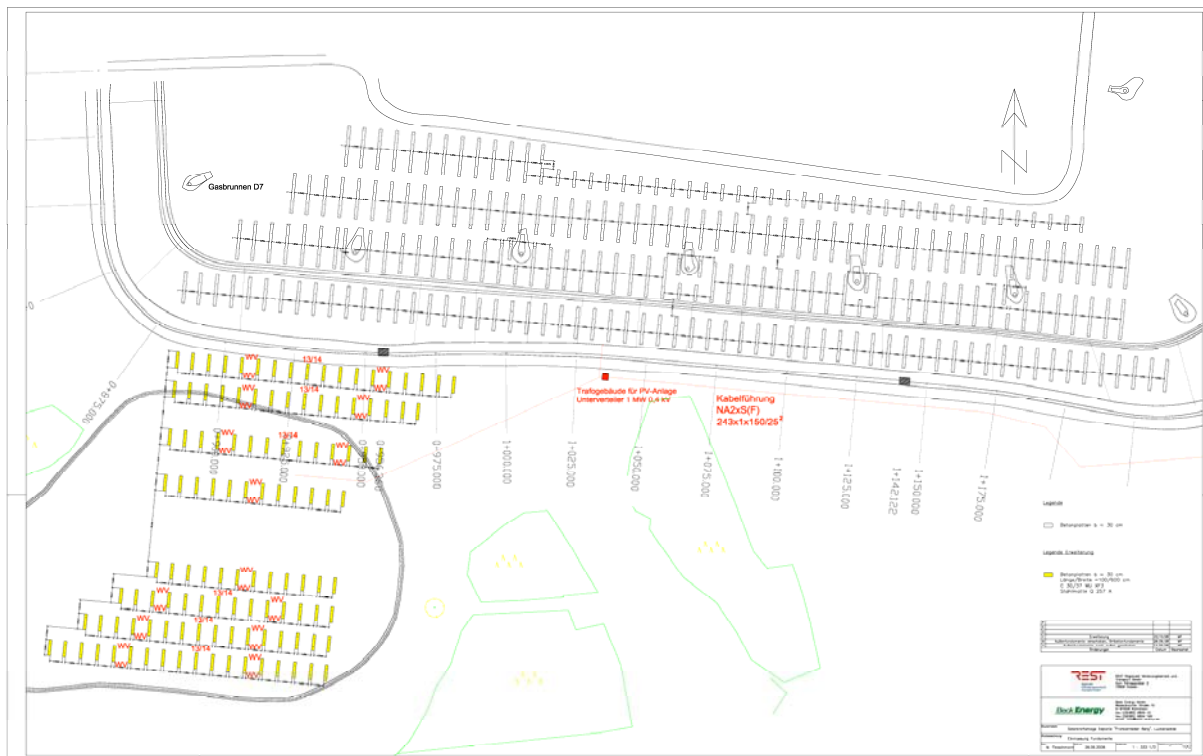


Bild PV2: Anordnung der Streifenfundamente (gelb markiert die Erweiterungsfläche)

Die Herstellung der Aufständering erfolgte mittels Systembaukomponenten, wie sie auch im Gerüstbau zum Einsatz kommen. Der Vorteil dieser Herstellungsweise liegt zum Einen in der schnellen und einfachen Montage und Demontage zum Andern in der Möglichkeit, sowohl Setzungsdifferenzen im Dezimeter- bis Meterbereich ausgleichen und zusätzlich eine stufenlose Feinjustierung durchführen zu können.

