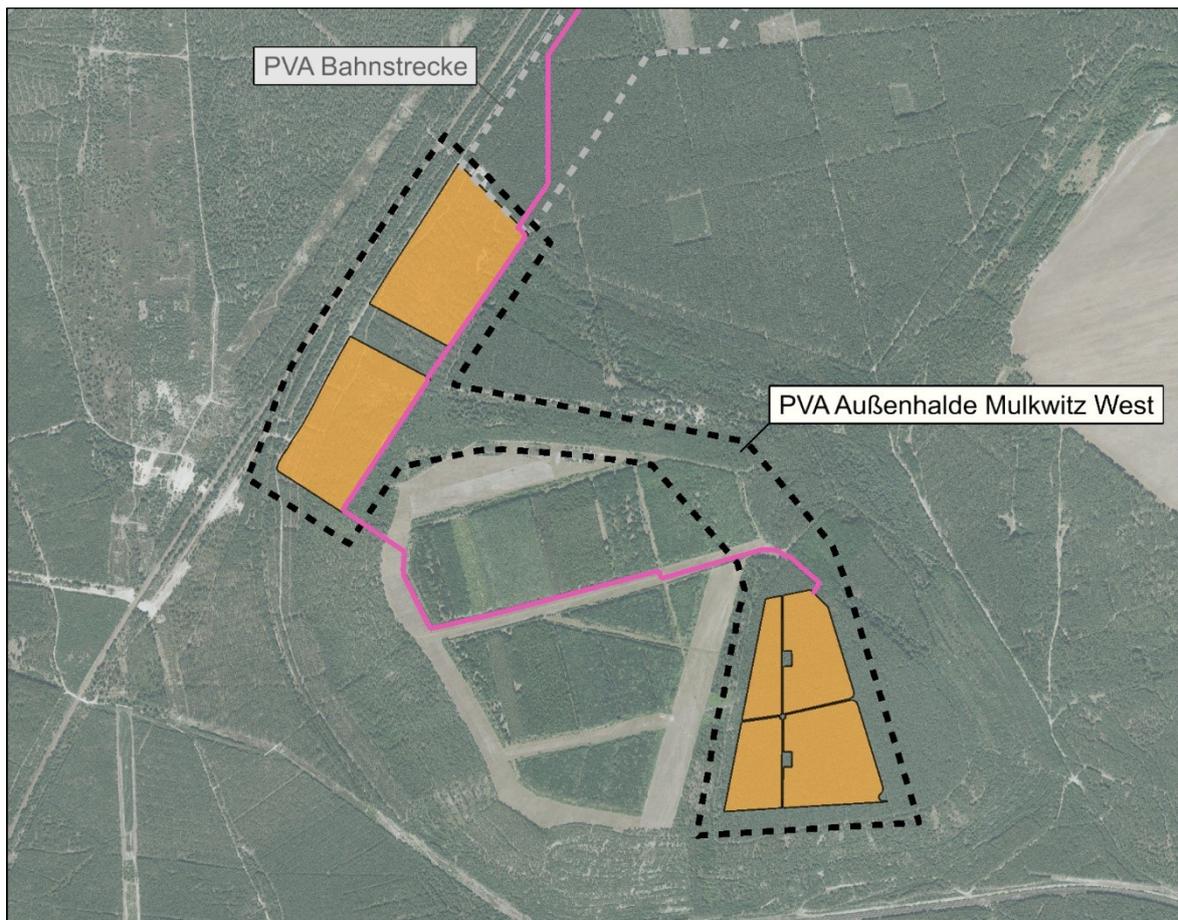


# Photovoltaik-Freiflächenanlagen Schleife

## Teilprojekt: PVFA Außenhalde Mulkwitz West

### 1. Bericht: Baugrundvorerkundung / Gründungsberatung



Niederlassung Freiberg  
Halsbrücker Straße 34, 09599 Freiberg  
Telefon: +49 3731 20782-0  
Telefax: +49 3731 20782-69  
E-Mail: buero\_freiberg@gicon.de

**GICON**<sup>®</sup>  
Großmann Ingenieur Consult GmbH

Ein Unternehmen der  
**GICON**<sup>®</sup>  
Gruppe

**Angaben zur Auftragsbearbeitung**

Auftraggeber: SZ Solarpark Schleife GmbH  
Zirkusweg 2 – Astra Tower  
20359 Hamburg

Ansprechpartner: Herr Lars Büsching

Auftragnehmer: GICON Großmann Ingenieur Consult GmbH

Postanschrift: GICON Großmann Ingenieur Consult GmbH  
Niederlassung Freiberg  
Halsbrücker Straße 34  
09599 Freiberg

Auftragsnummer: P200321

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Julia Brauer  
Dipl.-Ing. Heike Beutler

Verteiler: SZ Solarpark Schleife GmbH 1 Exemplar  
GICON Consult GmbH, Freiberg 1 Exemplar

## Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines, Aufgabenstellung .....	4
2	Unterlagen .....	5
3	Bauvorhaben.....	6
4	Standortverhältnisse.....	7
5	Ergebnisse der Baugrundvorerkundung .....	10
5.1	Erkundungsergebnisse.....	10
5.2	Voruntersuchung zur Böschungsstandsicherheit.....	10
5.3	Baugrundbeurteilung, Risikobewertung .....	13
5.4	Gründungsempfehlungen .....	13

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vorhabenbezogener Bebauungsplan Teilprojekt PVA Außenhalde Mulkwitz West ([U05] .....	6
Abbildung 2: Vorhabenbezogener Bebauungsplan Teilprojekt PVA Außenhalde Mulkwitz West ([U05] .....	7
Abbildung 3: Übersichtskarte mit Umring bzw. Landinanspruchnahme (LIN) Außenhalde .....	8
Abbildung 4: Übersichtskarte mit Schnittpurlinien .....	11
Abbildung 5: Standsicherheit Gesamtböschungssystem im Schnitt Schnitt 1 mit GW-Stand bei +120 m NHN (Endwst. gem [U03]).....	12
Abbildung 6: Standsicherheit Gesamtböschungssystem im Schnitt 2 mit GW-Stand bei +120 m NHN (Endwst. gem [U03]).....	12
Abbildung 7: Standsicherheit maßgebende Teilböschung im Schnitt 2 mit GW-Stand bei +120 m NHN (Endwst. gem [U03]).....	12

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Geologisches Erwartungsprofil ausgehend von der Haldenoberfläche.....	9
Tabelle 2: Baugrundeigenschaften und -kennwerte.....	14

## Allgemeines, Aufgabenstellung

Die SZ Solarpark Schleife GmbH aus Hamburg beabsichtigt, auf diversen Flächen westlich und südwestlich der Gemeinde Schleife Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PVFA) zu errichten. Das Vorhaben gliedert sich in die folgenden drei Teilprojekte:

- PVFA Außenhalde Mulkwitz West
- PVFA Umspannwerk und
- PVFA Bahnstrecke.

Das erstgenannte Teilprojekt sieht eine Bebauung im Bereich der Außenhalde vom Tagebau Nochten vor. Dabei ist u. a. für einen Teil der Photovoltaikanlagen eine Gründung in verkippten Böden vorgesehen. Kippenböden sind aufgrund ihrer geringen Lagerungsdichte, der starken Inhomogenität sowie der Gefahr der Bodenverflüssigung als schwieriger Baugrund zu klassifizieren. Durch den erhöhten Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerken und Baugrund sowie den erforderlichen Nachweisen zur Böschungsstandsicherheit erfordert das Bauvorhaben im Bereich der Außenhalde gegenüber vergleichbaren Vorhaben im Gewachsenen zusätzliche Untersuchungen bei der Baugrunderkundung sowie vertiefte geotechnische Kenntnisse und Erfahrungen. Gemäß Mitteilung [U04] des zuständigen Sächsischen Oberbergamtes (SOA) ist die Baumaßnahme durch einen vom SOA anerkannten Sachverständigen für Geotechnik zu begleiten.

Das Baugelände ist zu großen Teilen aufgeforstet, so dass eine vorlaufende Durchführung des erforderlichen Untersuchungsumfanges nicht möglich ist. Aus diesem Grund erfolgt eine Teilung der geotechnischen Fachplanung in eine Baugrundvor- und -haupterkundung. Im Rahmen des hiermit vorliegenden Berichtes zur Baugrundvorerkundung werden u. a. die Standortverhältnisse anhand der vorliegenden Unterlagen erläutert und das weitere Erkundungskonzept aufgestellt, das im Zuge der Baugrundhauptuntersuchung umgesetzt werden soll. In diesem Zusammenhang sind im Rahmen des Genehmigungsverfahrens auch die prinzipielle Bebaubarkeit der Kippenbereiche einschl. der Standsicherheit vorhandener Böschungen im Sinne einer gutachterlichen Vorabstellungnahme zu bewerten.

Die Baugrundhaupterkundung soll nach Vorliegen der Baugenehmigung nach erfolgter Baufeldfreimachung durchgeführt werden. In deren Ergebnis sind die vorab getroffenen Annahmen der Vorerkundung zu bestätigen oder ggf. zu präzisieren, um dann die abschließende Gründungsberatung vorzunehmen und den Standsicherheitsnachweis zu erbringen.

## 1 Unterlagen

Folgende Arbeitsunterlagen wurden für die Bearbeitung verwendet.

### Projekt- bzw. standortbezogene Arbeitsunterlagen:

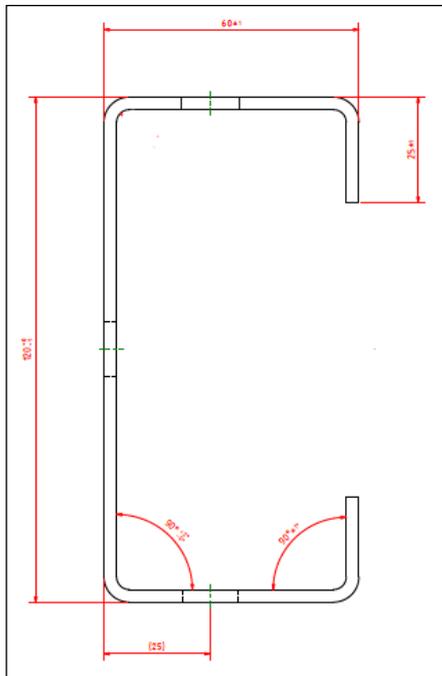
- [U01] Standsicherheitsnachweis für die Außenhalde Nochten – Abschlussgutachten für die Entlassung aus der Bergaufsicht vom 17.12.2006, Dipl.-Ing. Helmar Laube, Hoyerswerda, inkl. Protokoll zur Verteidigung am 16.01.2007
- [U02] Stellungnahme der LMBV zum B-Plan Vorentwurf „Photovoltaikfreiflächenanlage Außenhalde Mukwitz West, Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH, Senftenberg, 01.12.2021
- [U03] Bergbauliche Stellungnahme zum Vorhaben: Photovoltaikfreiflächenanlage Außenhalde Mukwitz West“ (Stand 15.10.2021), Lausitz Energie Bergbau AG, Cottbus, 02.12.2021
- [U04] Solarpark Gemarkung Rohne, Gemeinde Schleife, Landkreis Görlitz (lt. Lageplan), Behördliche Mitteilung 2021/1965, Sächsisches Oberbergamt, Freiberg, 04.03.2022
- [U05] Vorhabenbezogener Bebauungsplan ENTWURF „Photovoltaikfreiflächenanlage Außenhalde Mukwitz West“, GICON GmbH, Dresden, Stand 15.05.2023

### Weitere, allgemeine Arbeitsunterlagen und Online-Datenbanken:

- [U06] Geologische Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, Lieferung 247, Blatt Spremberg, Preußische Geologische Landesanstalt (Hrsg.), Berlin, 1924 einschl. zugehöriger Erläuterungen, Berlin, 1923
- [U07] Digitale Daten aus der Sächsischen Aufschlusdatenbank; Altaufschlüsse im Bereich Außenhalde Nochten, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Freiberg, 2020
- [U08] Digitales Orthophoto (DOP) mit Stand vom 31.07.2020 und Geländemodell im Rasterabstand von 1 m (DGM1) mit Stand vom 20.01.2019, (<https://www.geodaten.sachsen.de/batch-download-4719.html>)
- [U09] Datenportal iDA, Grundwasserstandsabfrage, online abgerufen am 17.08.2022 auf <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/46037.htm>
- [U10] Geologische Karte des Baubereiches, online abgerufen am 22.02.2023 auf <https://geoviewer.sachsen.de>



Pfosten der 6er-Modul-Horizontaltische mit einer Last von ca. 500 kg gerechnet werden kann.

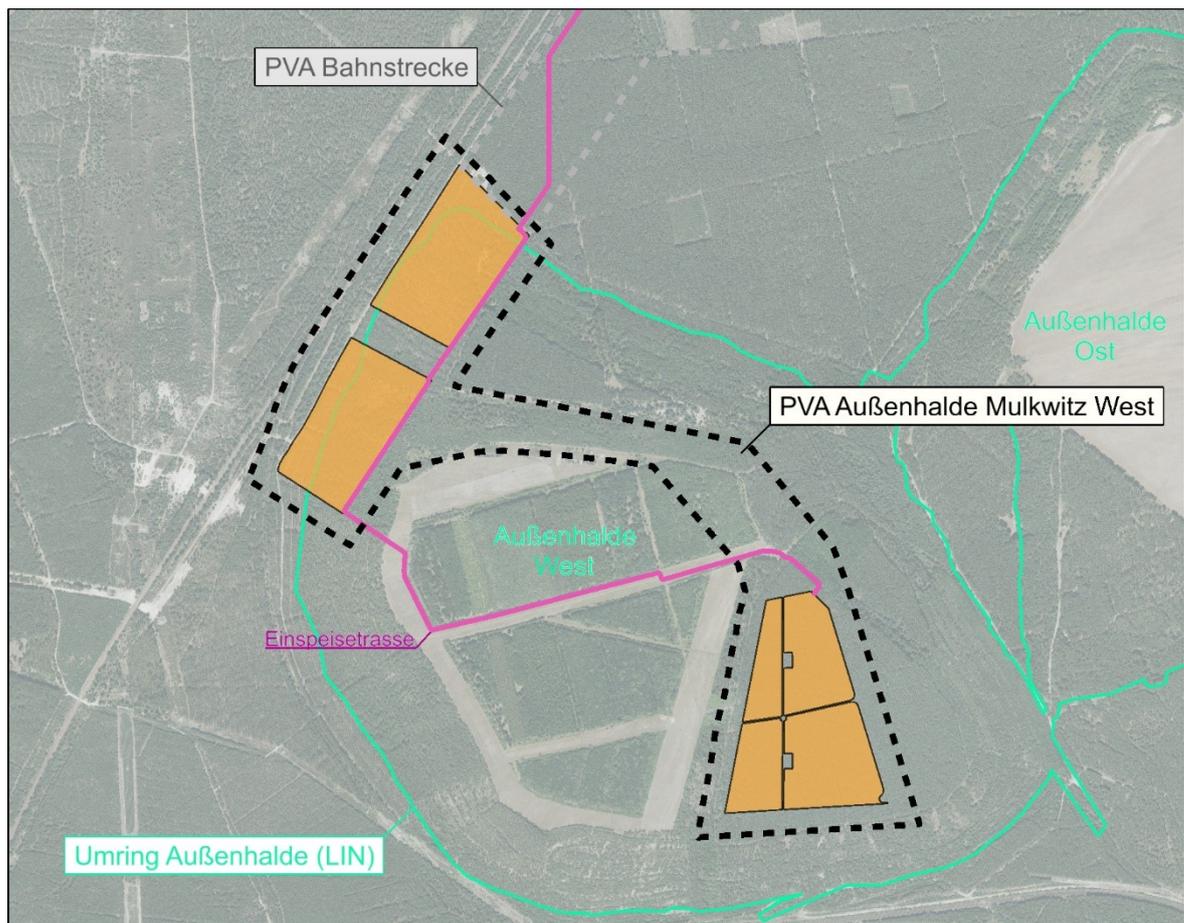


**Abbildung 2: Vorhabenbezogener Bebauungsplan Teilprojekt PVA Außenhalde Mulkwitz West ([U05]**

Für den Betrieb der PVFA sind keine besonderen Nutzlasten bekannt.

### 3 Standortverhältnisse

Das geplante Baugelände befindet sich im Nordwesten des Landkreises Görlitz im Freistaat Sachsen und liegt ca. 2,5 km nordwestlich von der Ortslage Schleife OT Mulkwitz auf einer Außenhalde vom noch aktiven Tagebau Nochten. Der Großteil der Außenhalde ist aufgeforstet bzw. bewaldet (vgl. nachfolgendes Bild).



**Abbildung 3: Übersichtskarte mit Umring bzw. Landinanspruchnahme (LIN) Außenhalde**

Aus der Morphologie der Außenhalde ergibt sich eine Unterteilung in einen Ost- und einen Westteil, wobei sich das geplante Baugelände auf dem westlichen Haldenbereich befindet. Von der Ortslage Mulkwitz ausgehend, ist der Baubereich über ausgebaute Wirtschaftswege erreichbar. Bei den Wirtschaftswegen handelt es sich teilweise um asphaltierte und teilweise um unbefestigte Wege. Im Baubereich selbst bestehen die Zuwegungen aus unbefestigten Wegen bzw. aus den bewuchsfrei gehaltenen Schneisen.

Die vom Bauvorhaben betroffenen Flächen liegen außerhalb der bergrechtlichen Verantwortung ([U03]). In Teilen befinden sie sich jedoch innerhalb des abgabepflichtigen Risswerkes, dass durch die Lausitz Energie Bergbau AG (LE-B) geführt wird. Die zuständige Bergbehörde ist das Sächsische Oberbergamt in Freiberg.

Für die Randböschungen im südlichen Teil der Außenhalde West erfolgte bereits eine Beendigung der Bergaufsicht auf Grundlage eines Standsicherheitsnachweises bzw. Abschlussgutachtens ([U01]). Für diese Bereiche war die Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV) bergrechtlich verantwortlich.

Morphologisch bildet die Außenhalde West, gegenüber dem umliegenden Gelände mit Höhen von ca. +120...125 m NHN, eine ca. 18...35 m hohe Erhebung. Die Plateauhöhen im Baubereich betragen ca. +141...+156 m NHN. Die Haldenrandböschungen gliedern sich in

2-3 Einzelböschungen mit zwischengeschalteten Bermen. Die Böschungen weisen Neigungsverhältnisse von ca. 1 : 3...7 auf (Rasterdaten der Geländeoberfläche: [U08]).

Nach [U03] befindet sich das Baugelände regionalgeologisch am westlichen Rand des Kohlefeldes Nochten im Übergang zur Graustein-Bohnsdorfer Rinne. Die Außenhalde lagert auf gewachsenem Boden auf, der aus quartärem Material (Sande und Geschiebemergel) besteht. Der Haldenkörper entstand durch den Zugabsetzerbetrieb des Tagebaus Nochten in Hoch- und Tiefschüttung ([U04]). Es wurden vorwiegend bindige Materialien der Rauno Formation (Tone und Kiese), Sande der Meuro Formation und Kohlen der Oberbank des 1. Miozänen Flözes verkippt, so dass bei dem durchmischten Substrat der Halde von einer vorwiegend bindigen Ausbildung auszugehen ist ([U03]).

Auf Grundlage der Auswertung der Arbeitsunterlagen ([U01], [U06], [U07], [U10]) ergibt sich folgendes Erwartungsprofil.

**Tabelle 1: Geologisches Erwartungsprofil ausgehend von der Haldenoberfläche**

Schicht	Unterkante Schicht [m u. GOK*]	Mächtigkeit Schicht [m]
Haldenkörper (Absetzerkippe)	ca. 18...35	ca. 18...35
Eiszeitliche Bildungen im Gletschervorland (Sand, Feinkies)	variabel	ca. 3...35
Gletscherablagerungen (Geschiebemergel)	variabel	ca. 10...45

\*... hier bezogen auf die Haldenoberfläche

Die aktuellen Grundwasserstände sind im geplanten Baugelände durch die Entwässerung für den laufenden Tagebaubetrieb beeinflusst. Das Grundwasser fällt demnach in Richtung des aktiven Abbaubereiches nach Südosten ein. Im Baubereich befindet sich die Grundwassermessstelle (GWM) 10649. Hier wurde am 10.08.2022 der Grundwasserspiegel (GWS) bei ca. 38,0 m u GOK ([U09]) bzw. +115,4 m NHN gemessen. Das Grundwasser befindet sich demnach unterhalb der Haldenbasis. Weiter entfernt liegende Messstellen nördlich und südwestlich der Halde zeigen mit Messwerten von +103...+105 m NHN auch in diesen Richtungen einfallende Grundwasserstände an. Mit [B-12] wird seitens LE-B Folgendes ausgewiesen:

- vorbergbaulicher Grundwasserstand: ca. +120 m NHN,
- derzeitiger Grundwasserstand: ca. +80 m NHN,
- nachbergbaulicher Grundwasserstand: ca. +120 m NHN.

Weiterhin wird darauf verwiesen, dass es innerhalb der Halde witterungsbedingt zur Bildung von Schichtenwasser kommen kann.

## **4 Ergebnisse der Baugrundvorerkundung**

### **4.1 Erkundungsergebnisse**

Im Zusammenhang mit dem Abschlussgutachten [U01] wurde im Jahr 2006 eine Drucksondierung im Zentrum der Außenhalde West (ca. 70 m nordwestlich der PV-Fläche SO<sub>2PV</sub>) realisiert.

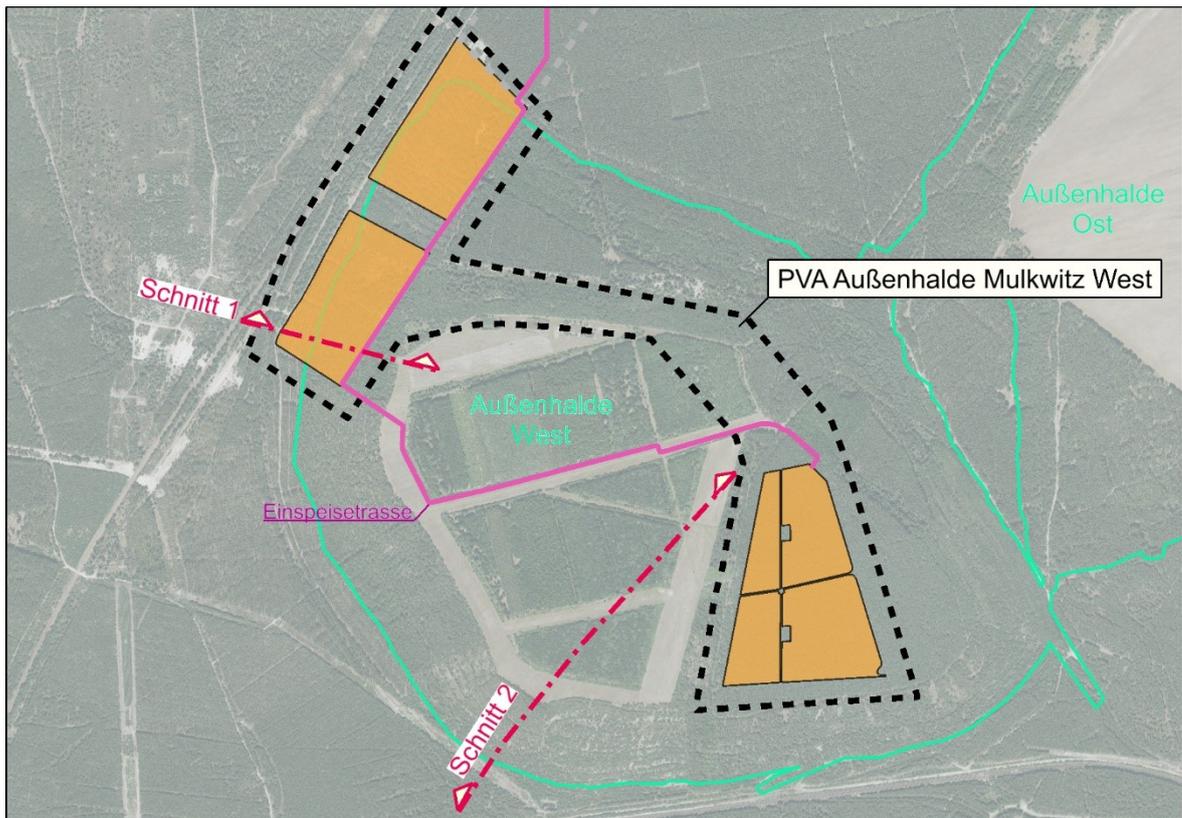
Mit dieser Sondierung wurde die gewachsene Haldenbasis in einer Tiefe von ca. 30,5 m (ca. +123 m NHN) angetroffen. Ein Peak des Spitzenwiderstandes lässt auf die Arbeitsebene des Absetzers bzw. die Oberkante der Tiefschüttung in einer Tiefe von ca. 23,5 m schließen. Anhand des Spitzenwiderstandes sind hier bis ca. 16 m u. GOK unter Berücksichtigung der Überlagerungsspannungen im Bereich der Hochschüttung sehr lockere Lagerungsverhältnisse festzustellen. Unterhalb davon liegen die Sondierungsergebnisse im Übergangsbereich zur lockeren Lagerungsdichte. Die Tiefschüttung, unterhalb der Arbeitsebene liegt in lockerer Lagerungsdichte vor. Das Reibungsverhältnis zeigt eine große Bandbreite der angetroffenen Kippenzusammensetzungen von kiesigen Sanden über gemischtkörnige Böden (schwach bis stark schluffige/tonige Sande) bis hin zu Schluff-/Tonlagen.

### **4.2 Voruntersuchung zur Böschungsstandsicherheit**

Mit [U01] wurde bereits im Jahr 2006 ein Standsicherheitsnachweis als Abschlussgutachten für die Randböschungen im Südteil der Außenhalde erstellt. Hier wurden für die Kippenböden unter Berücksichtigung eines Feinkornanteils von 20...30 % (Abschätzung anhand der Mengenanteile in Aufschlüssen des Gewinnungsbereiches) und einer lockeren Lagerungsdichte sowie auf der Grundlage einer Vielzahl bodenphysikalischer Untersuchungen aus dem Tagebau Nochten wirksame Bruchfestigkeiten von  $\varphi'_f = 30^\circ$  (Bruchreibungswinkel) und  $c'_f = 5,0 \text{ kN/m}^2$  (Kohäsion) bei einer Wichte (erdfeucht) von  $17,5 \text{ kN/m}^3$  in Ansatz gebracht.

Im Hinblick auf vorgegebene, ebene Gleitflächen ist dem Abschlussgutachten [U01] zu entnehmen, dass deren Ausbildung im basisnahen Bereich der Außenhalde aufgrund der spezifischen Herstellungssituation sehr unwahrscheinlich ist. Für das Gewachsene wird angegeben, dass auch hier keine geologisch bedingten Schwächezonen zu berücksichtigen sind. Für die im Abschlussgutachten geführten Berechnungen zur Böschungsstandsicherheit wurden für den Lastfall des Bruches der Böschung auf kreiszylindrischer Gleitfläche nach dem globalen Sicherheitskonzept geführt. Diese berücksichtigten einen prognostischen Grundwasserflurabstand von  $z_w \geq 8 \text{ m}$  und ergaben für die beiden untersuchten Profile im Südosten und im Westen der Außenhalde (Mulkwitz West) Sicherheiten von  $>> 1,5$ .

Im Rahmen der vorliegenden Baugrundvoruntersuchung erfolgt eine erste Einschätzung der Böschungsstandsicherheit unter Berücksichtigung der mit [U01] angesetzten Bodenkennwerte in Verbindung mit den aktuellen Daten zum Geländeverlauf (Stand 01/2019, [U08]). Nachfolgende Abbildung zeigt die Lage der beiden untersuchten Berechnungsschnitte.



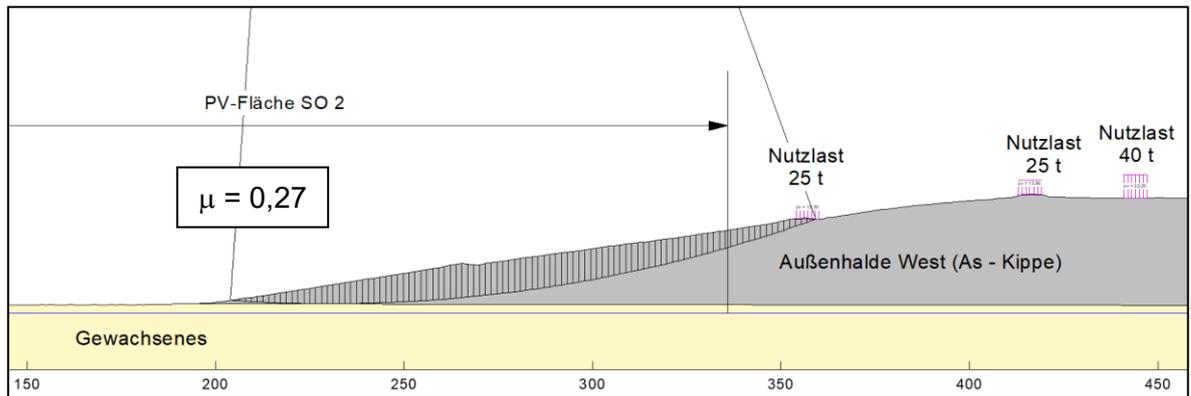
**Abbildung 4: Übersichtskarte mit Schnittpurlinien**

Gemäß der Stellungnahme der für den noch aktiven Tagebau verantwortlichen LE-B werden nach aktuellem Stand nachbergbauliche Grundwasserstände von ca. +120 m NHN erwartet, die auch den Standsicherheitsuntersuchungen zu Grunde gelegt werden.

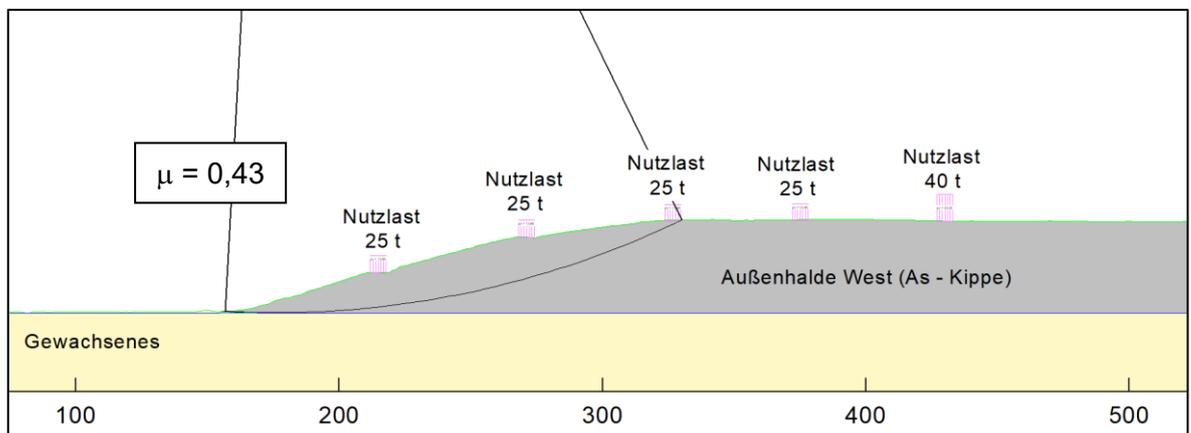
Die Haldensohle wird idealisiert, ausgehend vom Niveau des Böschungsfußes, als horizontal angenommen. Es werden die Berechnungskennwerte analog [U01] übernommen.

Geräteauflasten, die einer forstwirtschaftlichen Nutzung im Endzustand entsprechen, werden mit 40 t auf Hauptwirtschaftswegen und 25 t auf sonstigen Flächen (für Forstfahrzeuge) berücksichtigt. Bei einer angesetzten Grundfläche von 18 m<sup>2</sup> ergeben sich für die Berechnungsschnitte Lasten von  $p = 22,2 \text{ kN/m}^2$  auf Hauptwirtschaftswegen bzw.  $p = 13,9 \text{ kN/m}^2$  auf sonstigen Flächen (für Forstfahrzeuge).

Mit diesen Ansätzen ergeben sich für die Standsicherheit des Gesamtböschungssystems und die „ständige Bemessungssituation“ (BS-P) Ausnutzungsgrade von  $\mu = 0,27$  (Schnitt 1) und  $\mu = 0,43$  (Schnitt 2) und damit ausreichende Standsicherheiten ( $\mu < 1,0$ ). Nachfolgend sind die Profilschnitte mit den Berechnungsergebnissen für die Standsicherheit des Gesamtböschungssystems dargestellt.

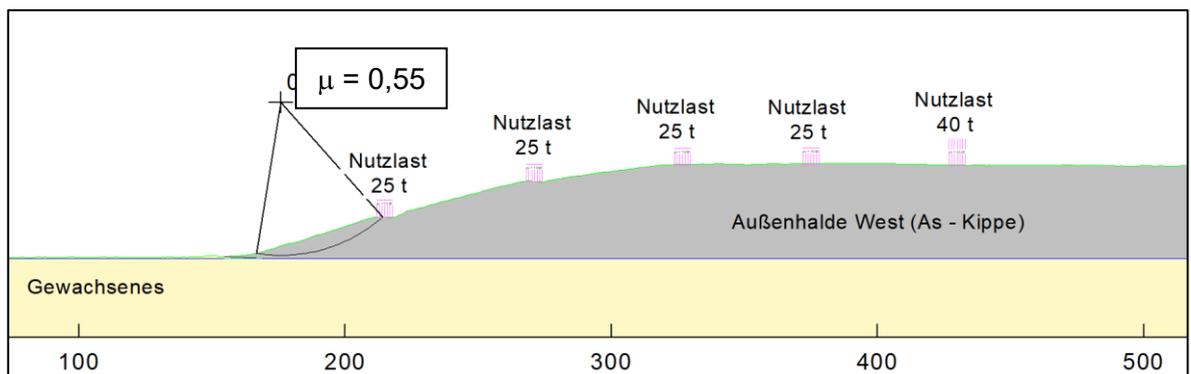


**Abbildung 5: Standsicherheit Gesamtböschungssystem im Schnitt Schnitt 1 mit GW-Stand bei +120 m NHN (Endwst. gem [U03])**



**Abbildung 6: Standsicherheit Gesamtböschungssystem im Schnitt 2 mit GW-Stand bei +120 m NHN (Endwst. gem [U03])**

Bei Betrachtung der Einzelböschungen wird die untere Teilböschung im Schnitt 2<sub>PV</sub> wegen der hier vorliegenden steileren Neigungsverhältnisse von 1 : 3 mit einem Ausnutzungsgrad von  $\mu = 0,55$  maßgebend.



**Abbildung 7: Standsicherheit maßgebende Teilböschung im Schnitt 2 mit GW-Stand bei +120 m NHN (Endwst. gem [U03])**

### 4.3 Baugrundbeurteilung, Risikobewertung

Das Baugelände befindet sich auf einer bis zu ca. 40 m mächtigen Haldenschüttung, welche zum größten Teil aus sehr lockeren bis locker verkippten Böden besteht. Die Böden entstammen aus dem ursprünglichen Deckgebirge der abgebauten Braunkohleflöze. Im Zuge des Abbaus, des Transportes und der Verkipfung kommt es zu einer starken Durchmischung der Materialien. Während des Abkippprozesses treten mehr oder weniger große Verformungen auf, die aus einem ständigen Fließen des Schüttgutes resultieren. Mit zunehmendem Feinkornanteil bzw. Anteil an Ton- und Schluffklumpen nehmen Entmischungsvorgänge zu. Der Aufprall und das Abrollen der Klumpen führt zu einer Zerkleinerung und Verdichtung, Zwischen den Klumpen können Hohlräume bzw. sogenannte Makroporen verbleiben. Durch die Vermengung von bindigen Anteilen (Geschiebemergel, Schluffe oder Tone) mit rolligen Böden entsteht eine Pseudokornstruktur, die mit natürlichen Böden nicht vergleichbar ist.

Die Kippe hat wegen der insgesamt inhomogenen Zusammensetzung und der bis in größere Tiefe sehr lockeren bis lockeren Lagerung eine nur sehr geringe Tragfähigkeit und ist im Hinblick auf die sich einstellenden Untergrundverformungen als „unsicherer“ Baugrund zu bewerten.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass es durch die bergbauliche Beeinflussung infolge der Entwässerung und Entspannung der Grundwasserleiter aktuell und noch über einen längeren Zeitraum zu Setzungen des Geländes kommt. Mit dem späteren Grundwasserwiederanstieg treten großräumige, langsam verlaufende Hebungen ein. Aus diesem Grund sind Bauwerksschäden, die durch unterschiedlich verlaufende Setzungen / Hebungen infolge Teilentspannungs-/Entwässerungsmaßnahmen des Tagebaues Nochten begründet werden, nicht auszuschließen ([U03]).

Bei Setzungen / Setzungsdifferenzen bzw. Hebungen über das nach derzeitigem Kenntnisstand vorhersehbare und für das Bauwerk verträgliche Maß kann es zur Beeinträchtigung der Nutzungsfähigkeit kommen, bzw. es werden Nachbesserungen erforderlich.

Das Restrisiko kann mit vertretbaren wirtschaftlichen Maßnahmen nicht ausgeschlossen, sondern allenfalls minimiert werden.

### 4.4 Gründungsempfehlungen

Es ist davon auszugehen, dass aufgrund von plastischen Eigenschaften verkippter bindiger Kippenzusammensetzungen, bei Belastung durch die Solarpaneele maßgebliche Setzungsbeträge sofort und über einen längeren Zeitraum eintreten. Aus diesem Grund wird empfohlen, die Auflast der einzelnen Paneele am Ständerfuß mit einer lastverteilenden Platte zu versehen. Durch die Vergrößerung der Gründungsfläche werden die Lasten verteilt und somit die Setzungsbeträge reduziert. Die Abmessung der lastverteilenden Platte hängt von dem Gewicht der Konstruktion und Ständerstatik ab. Für eine Bemessung kann vorab von folgenden Kennwerten ausgegangen werden.

**Tabelle 2: Baugrundeigenschaften und -kennwerte**

Kennwert	Kippenboden
<b>Bodengruppen nach DIN 18196</b>	[SU*], [ST*]...[OT] / [SE], [SU]
<b>Mächtigkeiten der Auffüllungen</b>	bis 35 m
<b>Lagerungsdichten</b>	weich / locker bis sehr locker
<b>Wichte cal <math>\gamma / \gamma'</math> [kN/m<sup>3</sup>]</b>	20 / 10 bis 17 / 9
<b>Reibungswinkel cal <math>\varphi'</math> [°]</b>	22,5 / 30
<b>Kohäsion cal <math>c'</math> [kN/m<sup>2</sup>]</b>	0 - 2
<b>Steifemodul cal <math>E_s</math> [MN/m<sup>2</sup>]</b>	0,5 bis 3

Die Kennwerte sind anhand von direkten Baugrundaufschlüssen im Zuge der Baugrundhaupteerkundung zu bestätigen.