Freiflächen-Photovoltaikanlage Elsfleth-West

Untersuchung zu technischer Machbarkeit verschiedener Gründungsmethoden der FFPVA

Datum: 15.05.2025

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 3
2. Ergebnisse der geotechnischen Untersuchung 3
3. Ingenieurstechnische Bewertung 5
4. Markterkundung und Vorplanung für Gründung der Solaranlage 5
5. Anlage 6

1. Einleitung

Dieser Bericht beschreibt die Planung zur Installation einer Freiflächen-Photovoltaikanlage (FFPVA) mit einer Kapazität von etwa 200 MWp für das Projekt Elsfleth-West in Niedersachsen, Deutschland. Das Projektgebiet befindet sich vorrangig auf Hochmoorflächen, die mehrere Herausforderungen für die technische Planung der FFPVA mit sich bringen. Im diesem Zusammenhang wurde die Firma BauGrund Süd damit beauftragt, die geologische und hydrogeologische Beschaffenheit des Untergrundes imProjektareal zu erkunden und die Ergebnisse zusammenfassend darzustellen und gründungstechnisch zu bewerten. Im Anschluss hieran wurde auf Basis der technischen Vorplanung des Projekt sowie der geotechnischen Ergebnisse der Baugrunduntersuchung eine Markterkundung durchgeführt, um die technische Machbarkeit verschiedener Gründungssysteme für die FFPVA zu bewerten. Dieser Bericht dient als Zusammenfassung und Erklärung der Vorplanung basierend auf den Ergebnissen und Empfehlungen des geotechnischen Untersuchungsberichts und der Markterkundung.

2. Ergebnisse der geotechnischen Untersuchung

Folgende wichtige Punkte werden im geotechnischen Untersuchungsbericht hervorgehoben:

Bodenprofil & Zusammensetzung

- Unterhalb der Geländeoberkante stehen biogene Torfablagerungen an, die eine Mächtigkeit von überwiegend 2,0 m bis 3,7 m erreichen (lokale Schwankungen der Mächtigkeit (1,5 m bis 2,0 m oder höhere Mächtigkeiten bis max. 4,3 m).
- Der Torf ist sehr organisch, dunkelbraun und vollständig wassergesättigt, mit mäßigem bis hohem Zersetzungsgrad.
- Sehr weiche Konsistenz, extrem geringe Tragfähigkeit und hohe Kompressibilität.

Ergebnisse der mittelschweren Rammsondierung

- Entsprechend der Schlagzahlen der mittelschweren Rammsondierungen N10 = 0 - 3 ist die Konsistenz der organischen Torfschicht als sehr weich einzustufen (N10 = Anzahl der Schläge der leichten Rammsonde je 10 cm Eindringtiefe in das Erdreich). Die Tragfähigkeit dieser Schicht ist sehr gering.
- Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Torfschicht für Flachgründungen ohne bodenverbessernde Maßnahmen ungeeignet ist.

Analyseergebnisse des California Bearing Ratio (CBR)

- Der Californian-Bearing-Ratio-Test (CBR-Test) ist ein Prüfverfahren, mit dem die Tragfähigkeit des Bodens untersucht und eingestuft werden kann. Der Test gibt an, mit welcher Kraft ein Stempel in eine Bodenprobe gedrückt werden muss, um bei einer definierten

Eindringgeschwindigkeit eine bestimmte Tiefe zu erreichen. Das Ergebnis wird in Relation zu einem genormten Boden (Californian Bearing Ratio) gesetzt.

- Für CBR-Tests wurden an sieben Standorten Bodenproben aus einer Tiefe zwischen 0,5 m und 0,8 m u. GOK entnommen. Die Bodenproben wurden alle aus der Schicht der biogenen Torfablagerungen entnommen.
- Aufgrund der sehr weichen Konsistenz des biogenen Torfs konnten die CBR-Tests aus verfahrenstechnischen Gründen nicht durchgeführt werden. Bei der Vorbereitung der Testproben lief das Bodenmaterial aus dem Testbehälter aus, so dass die Tests mit keiner der sieben Bodenproben durchgeführt werden konnten.

Glühverlust (DIN 18128)

- Der Laborversuch auf Glühverlust wird durchgeführt, um den Anteil der organischen Bestandteile in einem Boden zu bestimmen. Der Glühverlust eines Bodens ist der auf die Trockenmasse bezogene prozentuale Massenverlust, den der Boden beim Erhitzen auf hohe Temperaturen erleidet.
- Zeigt den Gehalt organischer Bestandteile an; es wurden Werte zwischen 61% bis 96% erzielt, die das Material als "sehr organisch" klassifizieren.
- Hoher organischer Gehalt korreliert mit hoher Kompressibilität und schlechten geotechnischen Eigenschaften.

Korrosionspotenzial (DIN 50929-3)

- Torfproben ergaben Korrosionskategorie III (hohes Korrosionsrisiko für Stahl).
- Faktoren: niedriger pH-Wert (5,5–6,4), hoher Wassergehalt (bis zu 89,7%) und hohe Sulfatkonzentrationen.

Darüber hinaus hat das geotechnische Unternehmen Baugrund Süd auf Anfrage von Uniper Renewables eine ergänzende Stellungnahme zum Geotechnischen Bericht (Anlage 2) erstellt. Die Stellungnahme behandelt etwaige nachhaltige, mechanische Störung des Bodens durch die Einbringung und die spätere Entfernung von Rammprofilen zur Gründung der Modultische. Aus geotechnischer Sicht kann ein dauerhafter mechanischer Einfluss auf die biogenen Torfablagerungen durch Installation und Rückbau der Pfähle aufgrund des selbstverdichtenden Verhaltens ausgeschlossen werden. Schon während der Testkampagne konnte beobachtet werden, dass sich Bohrlöcher bereits nach kürzester Zeit begannen zu schließen. So waren Messungen des Grundwasserspiegels im unverrohrten Bohrloch der Rammkernsondierungen bereits nicht mehr möglich, da das Bohrloch sich schon zu weit geschlossen hatte.

Darüber hinaus wirken die darunterliegenden Sande (ebenfalls wassergesättigt) nicht als Grundwasserstauer, sondern als Grundwasserleiter. Zwischen den Torfablagerungen und den darunter liegenden Sanden besteht somit ein hydraulischer Anschluss des anstehenden Grundwassers, wodurch eine Entwässerung des Torfes durch Rammpfosten ohnehin gänzlich auszuschließen ist. Weitere detaillierte Informationen können der Anlage 2 entnommen werden.

3. Ingenieurstechnische Bewertung

- Torfzonen sind strukturell schwach, hoch kompressibel und nicht geeignet für direkte Lastübertragung.
- Hohes Korrosionsrisiko erfordert den Schutz der eingebetteten Stahlelemente.
- Rammpfähle müssen den Torf durchdringen und in der festen Marschland-Sandschicht verankert werden.

4. Markterkundung und Vorplanung für Gründung der Solaranlage

Auf Grundlage des geotechnischen Berichtes und der technischen Vorplanung der FFPVA wurde im Frühjahr 2025 eine Markterkundung durchgeführt, um die technische Machbarkeit verschiedener Montage- und Gründungssysteme zu bewerten. Bei dieser Markterkundung wurden Informationen von mehreren namhaften Herstellern von Unterkonstruktionssystemen in Europa eingeholt. Die folgenden Design-Kriterien werden von allen Unternehmen übereinstimmend angeboten:

- Rammpfähle sollten in der Marschlandsandschicht verankert werden. Durchschnittliche Verankerungstiefe beträgt etwa 3,5 - 4,0 m.
- Es werden zwei übliche Gründungssysteme vorgeschlagen: Rammprofile (Abbildung 1) und/oder Schraubpfähle (Abbildung 2).
- Aufgrund der sehr geringen Bodenbelastbarkeit des Torfs werden Flachgründungen (z.B. Erdnägel, Betonfundamente) nicht als technisch machbare Option betrachtet.
- Es wird vorgeschlagen, die Anzahl der Pfähle pro Modultisch von typischerweise zwei auf drei zu erhöhen, um die durchschnittlichen Lasten zu verringern, die auf den Boden übertragen werden (Abbildungen 3 und 4).

Abbildung 1: Typisches Beispiel für Rammprofile

Abbildung 2: Typisches Beispiel für Schraubpfähle

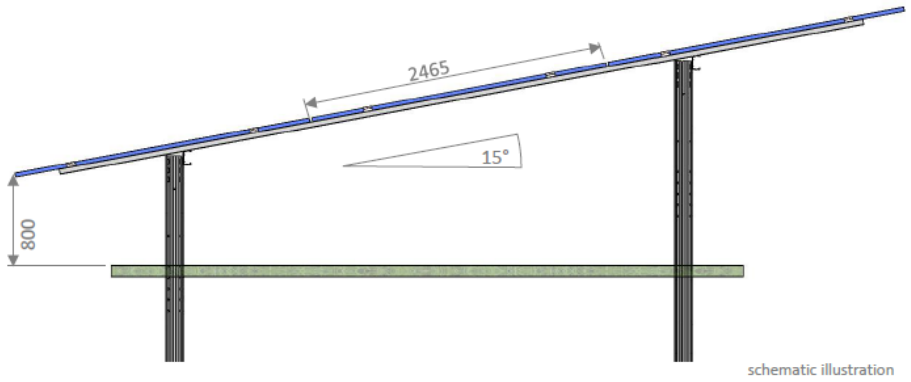

Abbildung 3: Beispielhafte Darstellung für 2 Pfähle pro Modultisch

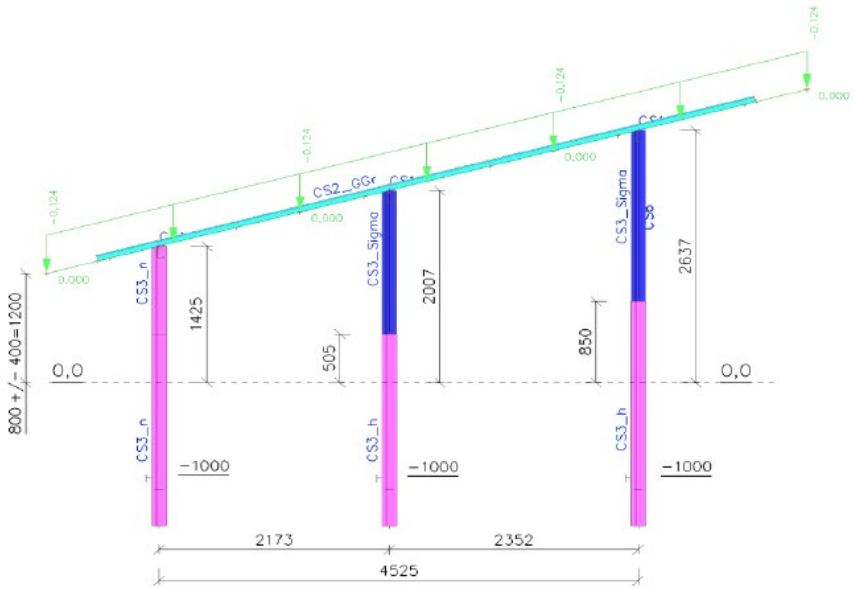

Abbildung 4: Beispielhafte Darstellung für 3 Pfähle pro Modultisch

5. Anlage

Ergänzende Stellungnahme zum Geotechnischen Bericht - PV-Anlage Elsfleth; Baugrund Süd Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH, 16.04.2025