

Ebersdorfer Bioenergie GmbH und Co. KG

Windparkprojekt Ebersdorf/Alfstedt

Bewertung der wasserwirtschaftlichen Auswirkungen

Aufgestellt:



INGENIEUR-DIENST-NORD
Dr. Lange - Dr. Anselm GmbH
Marie-Curie-Str. 13 · 28876 Oyten
Telefon: 04207 6680-0 · Telefax: 04207 6680-77
info@idn-consult.de · www.idn-consult.de

Datum: **18. April 2023**
Projekt-Nr.: **5906-A**

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Aufgabe	2
2	Verwendete Unterlagen	3
3	Bestehende Verhältnisse	4
3.1	Lage und Geländetopografie	4
3.2	Gewässersysteme	4
3.3	Boden-/Grundwassererkundung	4
4	Geplante Maßnahmen	6
4.1	Allgemein	6
4.2	Bewertung der geplanten Maßnahmen aus wasserwirtschaftlicher Sicht	6

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 4-1: Zuwegung und vorhandene Gewässer (Ausschnitt Grundkarte)	7
---	---

Anhang

Anhang 1	Geotechnische Stellungnahme, Diplom-Ingenieur Egbert Mücke - Ingenieurbüro für Umwelttechnik, Nr. 319-21-GA
Anhang 2	Nachtrag geotechnische Stellungnahme, Diplom-Ingenieur Egbert Mücke - Ingenieurbüro für Umwelttechnik, Nr. 319-21-GA-NA1

1 Veranlassung und Aufgabe

Die Ebersdorfer Bioenergie GmbH & Co. KG plant im Windpark Ebersdorf den Neubau einer Windenergieanlage (WEA) im Landkreis Rotenburg, in der Gemarkung Ebersdorf, Flur 2, Flurstück 10/3.

Die IDN Ingenieur-Dienst-Nord Dr. Lange - Dr. Anselm GmbH wurde von der Ebersdorfer Bioenergie GmbH & Co. KG beauftragt, die wasserwirtschaftlichen Maßnahmen, die im Zuge des Neubaus der WEA gegebenenfalls erforderlich werden und im BlmSchG-Antrag zu beschreiben sind, zu überprüfen.

Die vorliegende Unterlage beinhaltet die Bewertung der wasserwirtschaftlichen Auswirkungen.

2 Verwendete Unterlagen

- Geotechnische Stellungnahme, Diplom-Ingenieur Egbert Mücke - Ingenieurbüro für Umwelttechnik, Schwentinal, Stand: 12.01.2022
- Nachtrag zur geotechnischen Stellungnahme, Diplom-Ingenieur Egbert Mücke - Ingenieurbüro für Umwelttechnik, Schwentinal, Stand: 30.03.2023
- WMS-Server: www.umweltkarten-niedersachsen.de, abgerufen am 06.04.2023
- Planung WEA, zur Verfügung gestellt am 05.04.2023 von Erneuerbare Energiewerke SH GmbH & Co. KG

3 Bestehende Verhältnisse

3.1 Lage und Geländetopografie

Der Planungsraum liegt am nördlichen Rand des Landkreises Rotenburg (Wümme) südwestlich der Gemeinde Alfstedt und nordwestlich der Gemeinde Ebersdorf. Über die Straße Höpen, die dann in einen Wirtschaftsweg übergeht, ist der Standort aus nordöstlicher Richtung zu erreichen.

Der Standort der geplanten WEA liegt auf einem Geländehochpunkt bei ca. +8,10 m NHN. Das umliegende Gelände fällt auf ca. +7,00 m NHN bzw. +6,50 m NHN ab.

3.2 Gewässersysteme

Die im Planungsraum vorhandenen Gewässer und Gräben sind Gewässer II. und III. Ordnung.

Das Gewässer "Westerbeck" verläuft vom Süden in nordwestliche Richtung teilweise parallel zu dem Wirtschaftsweg, der die geplante Zufahrt zu der WEA darstellt und läuft danach weiter in Richtung Nordosten. Die Westerbeck ist ein Gewässer II. Ordnung.

Nördlich des Standortes der WEA verläuft von Südosten nach Nordwesten ein Graben, der der Kategorie Gewässer III. Ordnung oder sonstige Gräben zuzuordnen ist.

Die für die Planung relevanten Gewässer wurden anhand von Luftbilddaten und Kartenmaterialien (WMS-Server) ausgewertet.

3.3 Boden-/Grundwassererkundung

Baugrund

Im Folgenden werden die Ergebnisse der geotechnischen Stellungnahme und des Nachtrages zur Stellungnahme des Ingenieurbüros für Umwelttechnik Diplom-Ingenieur Egbert Mücke zusammengefasst.

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden folgende Arbeiten durchgeführt:

- 3 Rammkernsondierungen bis 15,00 m unter GOK gemäß DIN EN ISO 22 475-1
- 1 Drucksondierung gemäß DIN EN ISO 22 476-1 bis in eine Tiefe von 17,20 m

Unterhalb der humosen Deckschicht (Mutter-/Oberböden), die Mächtigkeiten zwischen rd. 0,25 m und rd. 0,30 m aufweisen, wurden ausschließlich Sande mit unterschiedlich hohen Anteilen an Kies, Grobsand, Feinsand und Schluff vorgefunden.

Unterhalb der Aufschlusstiefen der Rammkernsondierungen ist aufgrund des Reibungsverhältnisses durchweg mit gemischt-/grobkörnigen Böden (Sande/Kiese) zu rechnen.

Die Sande sind als tragfähig zu bezeichnen. Es ist jedoch von leicht erhöhten Setzungen aufgrund der teil-/schichtweise lockeren Lagerung auszugehen.

Grundwasser

Bei den Bohrungen im Dezember 2021 wurde Grundwasser innerhalb der anstehenden Sande 4,10 und 4,20 m unter Geländeoberkante bzw. +4,02 m NHN und 3,93 m NHN eingemessen. Mit jahreszeitlichen und witterungsbedingten Schwankungen ist zu rechnen.

Es ist gemäß Bodengutachten von einem Bemessungswasserstand von +5,00 m NHN für die weitere Planung auszugehen, da eine Auswertung langfristiger Pegeldata nicht vorliegt.

4 Geplante Maßnahmen

4.1 Allgemein

Nördlich des Betrachtungsraumes befindet sich der Windpark Ebersdorf. Die Fläche des Standortes der neuen WEA wird als Acker genutzt. Geplant ist die Installation von einer WEA des Typs Nordex N163 mit einer Nabenhöhe von 164,00 m und einer Gesamthöhe von 245,50 m.

Als Gründung wird ein kreisrundes Fundament mit einem Durchmesser von 24,00 m und einer Tiefe von rd. 0,90 m unter Geländeoberkante vorgesehen.

Gemäß der geotechnischen Stellungnahme ist unterhalb des Fundamentes ein 0,50 m mächtiges Bodenersatzpolster vorzusehen. Es ist somit mit einer Baugrubentiefe von rund 1,40 m auszugehen.

Es wird von einer voraussichtlichen Bauzeit des Fundamentes von einem Monat ausgegangen. Je nach Witterungsverhältnissen sind Wasserhaltungsmaßnahmen (z.B. offene Wasserhaltung) für die Tiefbauarbeiten zu berücksichtigen.

Der Bodenaushub für die Herstellung des geplanten Fundamentes wird gemäß Abstimmung mit dem Auftraggeber zum Teil vor Ort als Baugrubenverfüllung bzw. als Fundamentanschüttung wiederverwendet und angesät. Das restliche Bodenmaterial, das nicht vor Ort eingebaut werden kann, wird zu einem weiteren Grundstück des Auftraggebers abtransportiert.

Die Zuwegung zu der WEA erfolgt über die Straße Höpen, die dann in einen Wirtschaftsweg übergeht. Von dem Wirtschaftsweg bis zur WEA wird eine neue Zufahrt hergestellt.

4.2 Bewertung der geplanten Maßnahmen aus wasserwirtschaftlicher Sicht

Die geplante Zuwegung erfolgt wie oben beschrieben über eine vorhandene Straße bzw. einen vorhandenen Weg sowie den Neubau einer Anbindung vom Wirtschaftsweg bis zur WEA.



Abbildung 4-1: Zuwegung und vorhandene Gewässer (Ausschnitt Grundkarte)

Gewässerquerungen sind nach Auswertung der Luftbilddaten und Kartenmaterialien nicht vorhanden. Das nächstliegende Gewässer "Westerbeck" befindet sich südwestlich der Zuwegung. Nördlich des Standortes der WEA verläuft in nordöstliche Richtung ein Graben.

Somit sind keine Oberflächengewässer von der geplanten Maßnahme betroffen.

Gemäß den vorliegenden Informationen und Unterlagen zum Fundamentbau und Baugrund liegt die geplante Baugrubensohle rund 1,40 m unter Geländeoberkante bzw. bei rund +6,70 m NHN.

Der Bemessungsgrundwasserstand in der geotechnischen Stellungnahme wird mit +5,00 m NHN benannt. Somit ergibt sich ein Grundwasserflurabstand bis zur Baugrubensohle von rund 1,70 m.

Eine Grundwasserabsenkung zur Herstellung des Fundamentes der WEA wird voraussichtlich nicht erforderlich werden.

Aufgestellt:

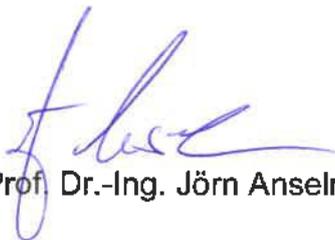
IDN Ingenieur-Dienst-Nord
Dr. Lange - Dr. Anselm GmbH

Bearbeitet:

Anastasia Glaser B.Sc.
Wasserbau

Projekt-Nr.: 5906-A

Oyten, 18. April 2023



Prof. Dr.-Ing. Jörn Anselm

Geotechnische Stellungnahme

Baumaßnahme: Errichtung einer Windenergieanlagen Windpark Ebersdorf

Auftragsnummer: 319/21

Auftraggeber: Ebersdorfer Bioenergie
GmbH & Co. KG
üb.: Erneuerbare Energiewerke SH
GmbH & Co. KG
Industriestraße 14
25813 Husum

Inhaltsverzeichnis:	1. Vorgang	Seite 1
	1.1 Grundlagen	Seite 1
	2. Baugrund	Seite 2
	2.1 Geotechnische Untersuchungen	Seite 2
	2.2 Baugrundaufbau.....	Seite 3
	2.3 Baugrundeigenschaften	Seite 3
	2.3.1 Sand	Seite 3
	2.4 Bodenkennwerte	Seite 3
	3. Grundwasser	Seite 4
	3.1 Wasserstände	Seite 4
	3.2 Wasserqualität	Seite 4
	4. Gründung	Seite 5
	5. Fundamentherstellung	Seite 6
	6. Baugrube	Seite 8
	7. Trocken-/Wasserhaltung	Seite 6
	8. Hinweise	Seite 6
	9. Zusammenfassung	Seite 7

Diplom-Ingenieur

Egbert Mücke

Egbert Mücke · Mühlenkoppel 10 · 24222 Schwentinental

Ingenieurbüro für Geotechnik
Qualitätsmanagement nach DIN ISO 9001

Ebersdorfer Bioenergie
GmbH & Co. KG
üb.: Erneuerbare Energiewerke SH
GmbH & Co. KG
Industriestraße 14

25813 Husum

Gründungsberatung
Erdbaulaboratorium
Bodenmechanik
Baugrunduntersuchungen
Kontrollprüfungen [Prüfstelle nach RAP Stra]
Beweissicherung

fon +49 (0)431 79 96 9 0
fax +49 (0)431 79 96 9 25
email info@grundbau-muecke.de
web grundbau-muecke.de

Ihre Zeichen

Ihre Nachricht

Mein Zeichen

Tag

319/21 qu/pa

12.01.22

Errichtung einer Windenergieanlage Windpark Ebersdorf

Geotechnische Stellungnahme

1. Vorgang

In Niedersachsen, im Landkreis Rotenburg, nordwestlich von Ebersdorf sowie nordöstlich der Großhainer Straße und westlich der B 495, ist die Errichtung einer Windenergieanlage geplant. Hinsichtlich des Windkraftanlagentyps wurde noch keine Festlegung getroffen.

Der Unterzeichner nimmt im Folgenden, u. a. als Grundlage für die weitere Planung, aus geotechnischer Sicht Stellung.

1.1 Grundlagen

Planungsunterlagen:

- 1 Blatt Lageplan, Maßstab 1 : 10.000, Stand 24.11.2021

Geotechnische Untersuchungen:

- Ergebnisse aus Feldarbeiten des Unterzeichners vom 07.12.2021
- Ergebnisse aus einer Drucksondierung der Keller Grundbau GmbH, Isernhagen, vom 08.12.2021

Büroanschrift:
Mühlenkoppel 10
24222 Schwentinental

Bankkonten
Förde Sparkasse
Kieler Volksbank eG

BIC
NOLADE21KIE
GENODEF1KIL

IBAN
DE89 2105 0170 0007 0022 49
DE46 2109 0007 0052 1123 06

BLZ
210 501 70
210 900 07

Kto.-Nr.
7 002 249
52 112 306

- Ergebnisse aus Laboranalysen des Unterzeichners vom 03.01.2022
- Analyseergebnisse der Eurofins Umwelt Nord GmbH, Schwentental, vom 08.12. bis 17.12.2021

2. Baugrund

2.1 Geotechnische Untersuchungen

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse und zur Einstufung der Lagerungsdichte/Konsistenz anstehender Böden wurden im Bereich der projektierten Windenergieanlage 3 Rammkernsondierbohrungen gemäß DIN EN ISO 22 475-1 bis in eine Tiefe von max. 15,00 m ab Geländeoberfläche und 1 Drucksondierung gemäß DIN EN ISO 22 476-1 bis in eine Tiefe von 17,20 m ab Geländeoberfläche abgeteuft.

Die Ansatzpunkte der Sondierungen können dem Lageplan (Anlage 1) entnommen werden.

Die Sondieransatzpunkte wurden durch den Unterzeichner auf der Grundlage von vorgegebenen Koordinaten lage- und höhenmäßig eingemessen.

Die Baugrundsichtung und der Verlauf der Drucksondierung wurden in der Anlage 2 zeichnerisch dargestellt.

Für die Bearbeitung standen Bodenproben der Güteklasse 3 und 4 aus den Rammkernsondierbohrungen \varnothing 80 mm bis \varnothing 40 mm zur Verfügung. Im Erdbaulaboratorium wurden Kornfraktionen gemäß DIN EN ISO 17 892-4 bestimmt. Die Einzelergebnisse können den Anlagen 3 bis 3.2 entnommen werden. Zusätzlich wurden sämtliche Proben im Erdbaulabor in Augenschein genommen und mit der Feldansprache verglichen. Die Ergebnisse der Drucksondierung wurden in die Beurteilung einbezogen.

Die Einstufung der Durchlässigkeitsbeiwerte erfolgte auf der Grundlage der Kornanalysen durch eine Auswertung nach Hazen.

Die Bodenkennwerte des im Folgenden behandelten Bodens sind im Abschnitt 2.4 tabellarisch aufgeführt.

Zur Untersuchung des Grundwassers in Hinsicht auf Betonaggressivität und Stahlaggressivität sowie auf die Parameter Eisen_{gesamt}, Eisen₍₂₊₎ und Mangan wurden Wasserproben aus einem temporären Grundwasserbeobachtungsspiegel entnommen und teilweise nach entsprechender Filtrierung zur Analytik an die Eurofins Umwelt Nord GmbH, Schwentental, übergeben.

2.2 Baugrundaufbau

Unterhalb humoser Deckschichten (Mutter-/Oberböden), die Mächtigkeiten zwischen rd. 0,25 m und rd. 0,30 m aufweisen, wurden durchweg Sande erbohrt.

Nach den Ergebnissen der Drucksondierung ist auf der Grundlage des Reibungsverhältnisses ($r_f \leq 1\%$ bis $r_f \cong 2\%$) unterhalb der Aufschlusstiefen der Rammkernsondierbohrungen durchweg von gemischt-/grobkörnigen Böden (Sande, Kiese) auszugehen.

2.3 Baugrundeigenschaften

2.3.1 Sand

Sande wurden unterhalb des Mutter-/Oberbodens, bis in die Endteufen reichend erbohrt. Hierbei handelt es sich um Mittelsande, die unterschiedlich hohe Anteile an Kies, Grobsand, Feinsand und Schluff aufweisen.

Die Körnungslinien der Anlagen 3.1 und 3.2 stellen den Kornaufbau repräsentativ dar.

Entsprechend dem Bohrfortschritt und nach den Ergebnissen der Drucksondierung mit Spitzendruckwiderständen von $q_c \cong 5 \text{ MN/m}^2$ bis $q_c \geq 60 \text{ MN/m}^2$ werden die Sande in mitteldichte bis zu dichte Lagerung, teil-/schichtweise in lockere Lagerung sowie im „tieferen Untergrund“ ($\geq 15,00 \text{ m}$ unter Geländeoberfläche) in dichte und sehr dichte Lagerung eingestuft.

Die Sande stellen einen tragfähigen Baugrund dar. Aufgrund der teil-/schichtweise lockeren Lagerung ist allerdings von einem leicht erhöhten Setzungsverhalten auszugehen.

2.4 Bodenkennwerte

Auf der Grundlage der Laboranalysen, der Bodenansprache im Erdbaulaboratorium sowie nach Erfahrungen des Unterzeichners an vergleichbaren Verhältnissen und in Anlehnung an die DIN 1055 sowie die Tabelle E 9-1 der EAU können folgende, charakteristische bodenmechanischen Kennziffern in Ansatz gebracht werden:

Bodenart	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	$E_{stat.}$ [MN/m ²]	$E_{dyn.}$ [MN/m ²]	k_f [m/s]
Bodenersatz*	18 – 20	10 – 12	34 – 38	0	40 – 100	200 – 600	$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-5}$
Sand	18 – 19	10 – 11	32 – 38	0	30 – 100	125 – 500	$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-5}$ ($3,9 \times 10^{-4} - 5,2 \times 10^{-5**}$)

Tabelle 1: Bodenkennwerte

* bei entsprechender Verdichtung

** im Erdbaulabor ermittelt

Nach den derzeitigen Untersuchungen werden die Böden gemäß DIN 18 300:2019-09 in Homogenbereiche wie folgt eingestuft:

Homogenbereich A: Mutter-/Oberboden
Homogenbereich B: Sand*

* ggf. Unterteilung in B-1: nicht wassergesättigt und B-2: wassergesättigt

Eine endgültige Abstimmung nach Festlegung der Erdbauprozesse muss noch erfolgen. „LAGA-Analysen“ werden erforderlich. Weitere Festlegungen von Homogenbereichen, z. B. in Bezug auf den Einbau von Verbauten, können nach fortgeschrittenem Planungsstand ggf. vorgenommen werden.

3. Grundwasser

3.1 Wasserstände

Im Zuge der Feldarbeiten wurden Wasserstände von 4,10 m und 4,20 m unter Geländeoberfläche bzw. von 4,02 m NHN und 3,93 m NHN eingemessen.

Allgemein ist von Grundwasser auszugehen, das sich relativ frei einpendeln kann. Schwankungen um mehrere Dezimeter sowie lokale Aufstaus über schluffigen Sandzonen, jahreszeitlich- und witterungsbedingt, sind zu erwarten.

Ohne die Auswertung langfristiger Pegeldaten sollte ein Bemessungswasserstand von 5,00 m NHN berücksichtigt werden.

3.2 Wasserqualität

Nach den Analysen ist das Wasser gemäß DIN 4030 der Expositionsklasse X0 bzw. <XA1 zuzuordnen.

Gemäß DIN 50 929 wurde eine geringe bis sehr geringe Stahlaggressivität für Mulden- und Lochkorrosion festgestellt.

Für das Wasser wurden Analysewerte von Eisen_{gesamt} = 1,29 mg/l, Eisen₍₂₊₎ = 0,12 mg/l sowie Mangan = 1,39 mg/l ermittelt.

Sämtliche Einzelergebnisse sind der Anlage 4 zu entnehmen.

Grenzwerte für die Ab-/Einleitung geförderten Wassers liegen derzeit noch nicht vor.

4. Gründung

Über den Typ der zu errichtenden Windenergieanlage wurde noch nicht entschieden.

Erfahrungsgemäß schneiden Fundamente zwischen rd. 2,00 m und rd. 3,00 m in den Untergrund ein.

In der Gründungszone sind Sande in mitteldichter bis zu dichter Lagerung zu erwarten.

Durch die anstehenden Sande werden die Anforderungen für eine Flachgründung nach Erfahrungen des Unterzeichners zumeist eingehalten. Demnach ist aus geotechnischer Sicht eine Flachgründung zu erwarten.

Unterhalb des Fundaments sind ein 0,50 m mächtiges Bodenersatzpolster aus schluffarmem, filterstabilem, schwingungsunempfindlichem Schottermaterial (Sieblinie 0/32 mm bzw. 0/45 mm gemäß TL SoB-StB 04/07) sowie eine Nachverdichtung der in den Aushubebenen anstehenden Sande vor Einbau der „Tragschicht“ mit entsprechend tief wirkendem (z. B. RAMMAX RAV 1000 P) anzunehmen.

Zur endgültigen Bestätigung der Baugrundverhältnisse bzw. zum Ausschluss etwaig bereichsweise vorhandener „Lockerzonen“ im Grundrissbereich des Fundaments sollten noch 3 Sondierungen mit der schweren Rammsonde ($A_c = 15 \text{ cm}^2$) oder 3 Drucksondierungen niedergebracht werden.

Materialprüfungen und Verdichtungskontrollen für die Nachverdichtungsmaßnahmen und die „Tragschicht“ werden notwendig. Die Termine sind dem Unterzeichner rechtzeitig bekannt zu geben.

Für die Überschüttung des Fundaments ist der Aushubboden aus Sanden erfahrungsgemäß bei entsprechender Verdichtung als wiederverwendbar einzustufen. Ein entsprechender Schutz gegen witterungsbedingte Erosion (z. B. durch schnell wurzelnde Bepflanzung, Erosionsschuttmatten o. ä.) sollte erfolgen. Ein teilweise erhöhter Verdichtungsaufwand aufgrund hoher Schluffgehalte ist nicht auszuschließen.

Eine endgültige Abstimmung mit dem Unterzeichner nach fortgeschrittenem Planungsstand bzw. nach Festlegung des Typs der geplanten Windenergieanlagen und Vorlage der geotechnischen Anforderungen muss noch erfolgen. Die Notwendigkeit einer Anpassung der o. g. Gründungsmaßnahmen ist nicht auszuschließen.

5. Fundamentherstellung

Nach den Baugrunduntersuchungen und unter Berücksichtigung o. g. Maßnahmen bestehen gegen die Lastabtragung des Frischbetongewichtes für einen Betonierabschnitt aus geotechnischer Sicht keine Bedenken. Mit „üblichen“ Verformungen in Größenordnungen von $s \leq 1,0$ cm ist zu rechnen.

6. Baugrube

Bei ausreichenden Platzverhältnissen kann die Baugrube gemäß DIN 4124 frei abgeböschert hergestellt werden (Böschungswinkel $\beta \leq 45^\circ$).

Sollten die Platzverhältnisse, u. a. aufgrund der Baustellenlogistik, nicht ausreichen, werden Verbaumaßnahmen erforderlich, die unter Ansatz der Bodenkennwerte gemäß Abschnitt 2.4 und dem Schichtenverlauf entsprechend der Anlage 2 statisch nachzuweisen sind.

7. Trocken-/Wasserhaltung

Die Gründungsebene der geplanten Windenergieanlage ist unter Einhaltung der Anforderungen entsprechend festzulegen.

Für die Durchführung der Tiefbauarbeiten ist für Baugruben mit Tiefen von $t \leq 3,00$ m vorwiegend, je nach Witterung, mit Wasserhaltungsmaßnahmen (offene Wasserhaltung mit Pumpensumpf und Drainsträngen) zu rechnen. Für tiefer reichende Baugruben wird der Einbau eingefräster Drainagen oder gebohrter/ausgebauter Brunnen notwendig.

Die Dimensionierung der Wasserhaltung muss vor Ort während des Baugrubenaushubs vorgenommen werden.

8. Hinweise

Für sämtliche Baugrundsanierungs- und Nachverdichtungsmaßnahmen ist ein Druckabtragungsbereich von 45° zu berücksichtigen bzw. einzuhalten.

Die in der geotechnischen Beurteilung getroffenen Baugrundbewertungen und Empfehlungen beruhen auf den „stichpunktartig“ durchgeführten Sondierungen. Abweichungen von den beschriebenen bzw. erkundeten Untergrundverhältnissen sind lokal möglich. Seitens des Unterzeichners wird ferner darauf hingewiesen, dass die erbohrten Tiefenlagen der Böden nicht zwangsläufig den Tiefstpunkt bzw. die höchst mögliche Mächtigkeit darstellen müssen. Gegebenenfalls können Bodenschichten lokal tiefer abfallen.

Büroanschrift:	Bankkonten	BIC	IBAN	BLZ	Kto.-Nr.
Mühlenskoppel 10	Förde Sparkasse	NOLADE21KIE	DE89 2105 0170 0007 0022 49	210 501 70	7 002 249
24222 Schwentimental	Kieler Volksbank eG	GENODEF1KIL	DE46 2109 0007 0052 1123 06	210 900 07	52 112 306

Der endgültige Umfang des Bodenersatzes muss vor Ort in Abstimmung mit dem Unterzeichner festgelegt werden.

Als Bodenersatzmaterial sollte bis 0,50 m unterhalb des Fundaments schwingungsunempfindliches Material (Schottertragschichtmaterial \varnothing 0/32 mm oder 0/45 mm gemäß TL SoB-StB 04/07) eingebaut werden. Darunter ist der Einbau üblichen Grubenmaterials (z. B. Bodengruppe SE oder SW gemäß DN 18 196) möglich.

Die Lagerungsdichte sämtlichen Bodenersatzes muss mind. mitteldichte Lagerung bzw. 100 % der einfachen Proctordichte erreichen.

Verdichtungskontrollen des eingebauten Bodenersatzes und der Nachverdichtung werden zu gegebenem Zeitpunkt notwendig.

Die Termine für eine Baugrundabnahme und Verdichtungskontrollen sind dem Unterzeichner rechtzeitig bekannt zu geben bzw. terminlich abzustimmen.

Für etwaige Kampfmittelsondierungen und/oder Schürfe sollten fachgerechte Verfüllungen der Bohrlöcher/Schürfe vorgenommen werden. Gründungen oberhalb nicht fachgerecht verfüllter Baugruben und Bohrungen müssen aufgrund der dann zu erwarten, erhöhten Setzungen und ggf. Sackungen ausgeschlossen werden.

Für die Planung und Durchführung der Arbeiten sind die einschlägigen Normen, Richtlinien, Empfehlungen und Gesetze zu berücksichtigen bzw. einzuhalten.

9. Zusammenfassung

Für die o. g. Baumaßnahme wurden Baugrunduntersuchungen und Untersuchungen des Grundwassers vorgenommen.

Unterhalb humoser Deckschichten wurden durchweg Sande erbohrt.

Im Zuge der Feldarbeiten wurden Wasserstände zwischen 4,10 m und 4,20 m unter Geländeoberfläche eingemessen.

Das Wasser ist gemäß DIN 4030 den Expositionsklassen X0 bzw. <XA1 zuzuordnen.

Nach den derzeitigen Kenntnissen und nach Erfahrungen des Unterzeichners ist eine Flachgründung für die projektierte Windenergieanlage zu erwarten. Kiessandbodenersatz- und Nachverdichtungsmaßnahmen werden dann erforderlich. Weitere Baugrunduntersuchungen sollten noch vorgenommen werden. Eine endgültige Abstimmung muss noch erfolgen.

Büroanschrift:	Bankkonten	BIC	IBAN	BLZ	Kto.-Nr.
Mühlkoppel 10	Förde Sparkasse	NOLADE21KIE	DE89 2105 0170 0007 0022 49	210 501 70	7 002 249
24222 Schwentinal	Kieler Volksbank eG	GENODEF1KIL	DE46 2109 0007 0052 1123 06	210 900 07	52 112 306

Gegen die Herstellung des Fundaments bzw. die Aufnahme des Frischbetongewichts in einem Betonierabschnitt bestehen aus geotechnischer Sicht keine Bedenken. Mit „üblichen“ Setzungen ist zu rechnen.

Die Baugrube kann bei ausreichenden Platzverhältnissen entsprechend der DIN 4124 frei abgeböschst hergestellt werden ($\beta \leq 45^\circ$). Andernfalls werden Baugrubensicherungsmaßnahmen notwendig.

Für die fachgerechte Durchführung der Tiefbauarbeiten ist nach den derzeitigen Kenntnissen und Annahmen, im Wesentlichen je nach Witterung, mit Wasserhaltungsmaßnahmen zu rechnen.

Endgültige Details müssen zu gegebenem Zeitpunkt bzw. nach fortgeschrittenem Planungsstand und baubegleitend mit dem Unterzeichner noch abgestimmt werden.

gez. i. V. Quente

Dipl.-Ing. Egbert Mücke
Ing.-Büro für Geotechnik

Bearbeitung:
Dipl.-Ing. Jan Quente

Anlagen:

1. Schichtenverzeichnis mit Lageplan
2. Bohrprofile und Drucksondierung
3. Zusammenstellung der Laborversuche
- 3.1 und 3.2 Körnungslinien
4. Prüfbericht Nr. AR-21-XF-004039-01 der Eurofins Umwelt Nord GmbH, Schwentinental vom 20.12.2021

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne Gewinnung von gekernten Proben

DIN EN ISO 14688-1

Auftragsnummer: 319/21

Anlage: 1

Auftraggeber: Ebersdorfer Bioenergie GmbH & Co. KG
üb.: ERNEUERBARE ENERGIEWERKE SH GmbH & Co. KG,
Industriestraße 14, 25813 Husum

Bauvorhaben: Errichtung einer Windenergieanlage

Ort: Windpark Ebersdorf

Sondierbohrung Nr.: WEA 1 / BS 1 - WEA 1 / BS 3

Bohrunternehmer: selbst

Bodenansprache: B. Czarnecki

Bohrverfahren: Rammkernsondierbohrung

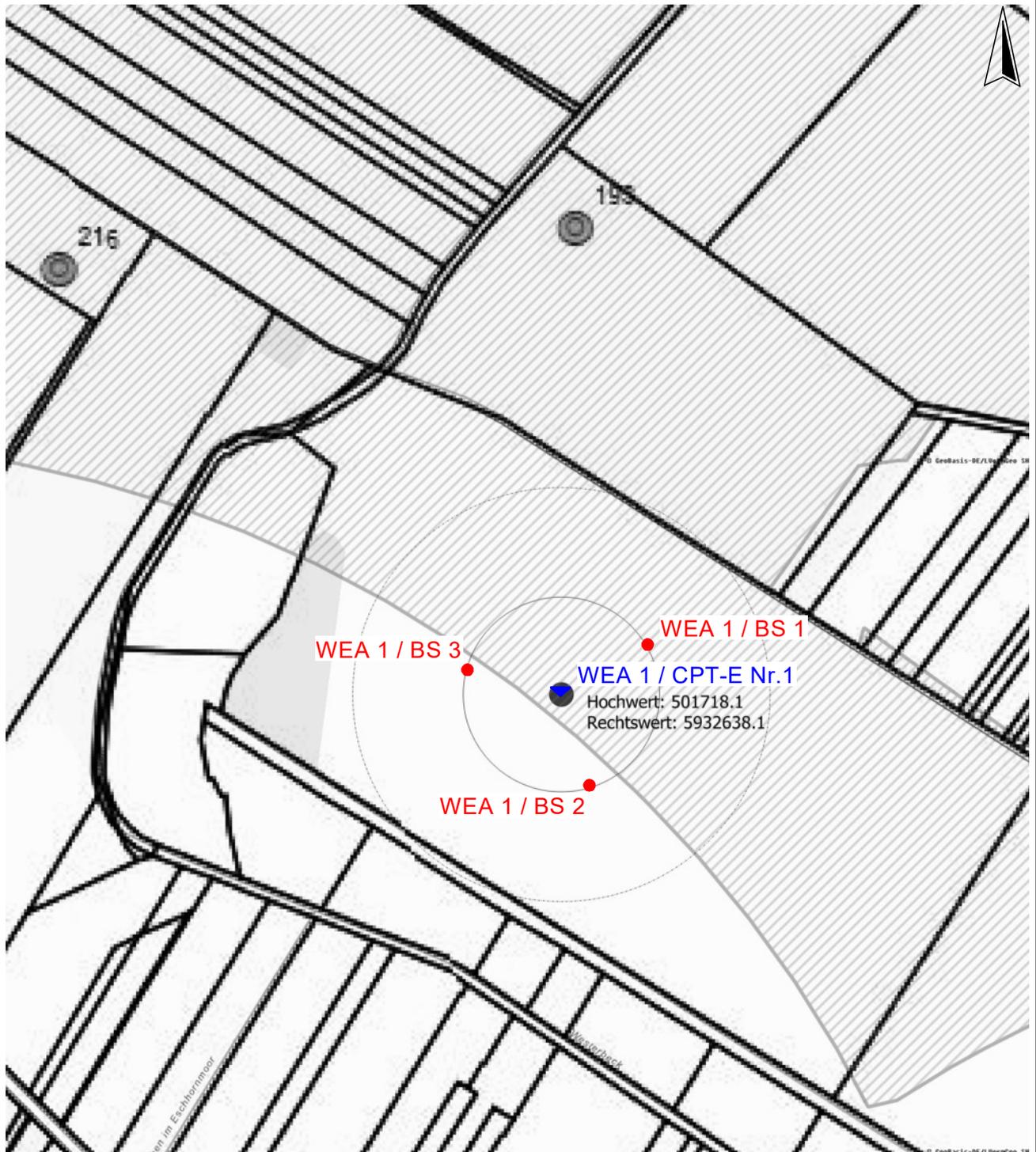
Bohrgerät: DIN EN ISO 22475-1

Bohrlochdurchmesser: 80 - 40 mm

Verrohrung: nein

Gebohrt am: 07.12.2021

Schwentinental, den 14.12.2021 i. A.



Legende:

- Rammkernsondierbohrungen (BS)
- ▼ Drucksondierungen (CPT-E)

Dipl.-Ing. **Egbert Mücke**

Ingenieurbüro für Geotechnik

Tel. 0431/79 96 90 Fax. 0431/79 96 925

Lageplan der Bohrungen

Auftraggeber:

Ebersdorfer Bioenergie GmbH & Co. KG

Bauvorhaben :

Errichtung einer Windenergieanlagen Windpark Ebersdorf

gezeichnet:

tr

Datum :

14.12.21

Maßstab:

1:5000

Auftragsnummer :

319/21

Anlage:

1

Nivellement

vermessen am 07.12.21 (Ingenieurbüro E. Mücke)

RBSond.Nr.	WEA 1 / BS 1 = 8,03 m NHN
	WEA 1 / BS 2 = 8,22 m NHN
	WEA 1 / BS 3 = 8,13 m NHN
CPT-E	WEA 1 / CPT-E Nr. 1 = 8,14 m NHN

Wasserprobe

WEA 1 / BS 1	2 m Filterrohr
	4 m Aufsatzrohr
	Filter gesetzt, Wasserprobe entnommen, Filter gezogen

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Auftragsnummer
319/21

Anlage:
1.1

Vorhaben: Errichtung einer Windenergieanlage Windpark Ebersdorf

Bohrung **WEA 1 / BS 1** / Blatt: 1

Höhe: 8,03 m NHN

Datum:
07.12.21

1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe		i) Kalk- gehalt		
0.25	a) Mutterboden				Pr.	1	0.25
	b)						
	c)	d)	e)				
	f) Mutterboden	g)	h) i)				
3.00	a) Mittelsand, stark feinsandig, schluffig			feucht	Pr. Pr.	2 3	1.50 3.00
	b)						
	c)	d) nzb	e) hellbraunweiß				
	f) Mittelsand	g)	h) i)				
6.00	a) Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig, schwach grobsandig			feucht, nass ab 4,10 m	Pr. Pr.	4 5	4.50 6.00
	b)						
	c)	d) nzb	e) hellbraunweiß				
	f) Mittelsand	g)	h) i)				
10.00	a) Mittelsand, feinsandig, grobsandig, schwach kiesig, schwach schluffig			nass, GW (4.10), nach Beendigung der Sondierung, Filter gesetzt, Wasserprobe ent- nommen, Filter gezogen	Pr. Pr.	6 7	8.00 10.00
	b)						
	c)	d) nzb	e) hellbraunweiß				
	f) Mittelsand	g)	h) i)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Auftragsnummer
319/21

Anlage:
1.2

Vorhaben: Errichtung einer Windenergieanlage Windpark Ebersdorf

Bohrung **WEA 1 / BS 2** / Blatt: 1

Höhe: 8,22 m NHN

Datum:
07.12.21

1	2	3	4	5	6				
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges					
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾						Entnommene Proben		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe				i) Kalk- gehalt		
0.30	a) Mutterboden				Pr.	1	0.30		
	b)								
	c)	d)	e)						
	f) Mutterboden	g)	h)					i)	
3.00	a) Mittelsand, stark feinsandig, schluffig			feucht	Pr.	2 3	1.50 3.00		
	b)								
	c)	d) nzb	e) hellbraunweiß						
	f) Mittelsand	g)	h)					i)	
6.00	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach schluffig			feucht, nass ab 4,20 m	Pr.	4 5	4.50 6.00		
	b)								
	c)	d) nzb	e) hellbraunweiß						
	f) Mittelsand	g)	h)					i)	
10.00	a) Mittelsand, grobsandig, feinsandig, kiesig, schwach schluffig			nass	Pr.	6 7	8.00 10.00		
	b)								
	c)	d) nzb	e) hellbraunweiß						
	f) Mittelsand	g)	h)					i)	
15.00	a) Mittelsand, feinsandig, grobsandig, schwach kiesig, schwach schluffig			nass, GW (4.20), nach Beendigung der Sondierung	Pr.	8 9 10	12.00 13.50 15.00		
	b)								
	c)	d) nzb	e) hellbraun						
	f) Mittelsand	g)	h)					i)	

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Auftragsnummer
319/21

Anlage:
1.3

Vorhaben: Errichtung einer Windenergieanlage Windpark Ebersdorf

Bohrung **WEA 1 / BS 3** / Blatt: 1

Höhe: 8,13 m NHN

Datum:
07.12.21

1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe			i) Kalk-gehalt		
0.30	a) Mutterboden					Pr.	1	0.30
	b)							
	c)	d)	e)					
	f) Mutterboden	g)	h)					
3.00	a) Mittelsand, stark feinsandig, schluffig			feucht		Pr.	2 3	1.50 3.00
	b)							
	c)	d) nzb	e) hellbraunweiß					
	f) Mittelsand	g)	h)					
8.00	a) Mittelsand, feinsandig, grobsandig, schwach kiesig, schwach schluffig			feucht, nass ab 4,20 m		Pr.	4 5 6	4.50 6.00 8.00
	b)							
	c)	d) nzb	e) hellbraunweiß					
	f) Mittelsand	g)	h)					
10.00	a) Mittelsand, grobsandig, feinsandig, kiesig, schwach schluffig			nass, GW (4.20), nach Beendigung der Sondierung		Pr.	7	10.00
	b)							
	c)	d) nzb	e) hellbraunweiß					
	f) Mittelsand	g)	h)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Auftragsnummer
319/21

Anlage:
1.1

Vorhaben: Errichtung einer Windenergieanlage Windpark Ebersdorf

Bohrung **WEA 1 / BS 1** / Blatt: 1

Höhe: 8,03 m NHN

Datum:
07.12.21

1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe		i) Kalk- gehalt		
0.25	a) Mutterboden				Pr.	1	0.25
	b)						
	c)	d)	e)				
	f) Mutterboden	g)	h) i)				
3.00	a) Mittelsand, stark feinsandig, schluffig			feucht	Pr. Pr.	2 3	1.50 3.00
	b)						
	c)	d) nzb	e) hellbraunweiß				
	f) Mittelsand	g)	h) i)				
6.00	a) Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig, schwach grobsandig			feucht, nass ab 4,10 m	Pr. Pr.	4 5	4.50 6.00
	b)						
	c)	d) nzb	e) hellbraunweiß				
	f) Mittelsand	g)	h) i)				
10.00	a) Mittelsand, feinsandig, grobsandig, schwach kiesig, schwach schluffig			nass, GW (4.10), nach Beendigung der Sondierung, Filter gesetzt, Wasserprobe ent- nommen, Filter gezogen	Pr. Pr.	6 7	8.00 10.00
	b)						
	c)	d) nzb	e) hellbraunweiß				
	f) Mittelsand	g)	h) i)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Auftragsnummer
319/21

Anlage:
1.2

Vorhaben: Errichtung einer Windenergieanlage Windpark Ebersdorf

Bohrung **WEA 1 / BS 2** / Blatt: 1

Höhe: 8,22 m NHN

Datum:
07.12.21

1	2	3	4	5	6				
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges			Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾						Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe				i) Kalk- gehalt		
0.30	a) Mutterboden						Pr.	1	0.30
	b)								
	c)	d)	e)						
	f) Mutterboden	g)	h)						
3.00	a) Mittelsand, stark feinsandig, schluffig			feucht			Pr.	2 3	1.50 3.00
	b)								
	c)	d) nzb	e) hellbraunweiß						
	f) Mittelsand	g)	h)						
6.00	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach schluffig			feucht, nass ab 4,20 m			Pr. Pr.	4 5	4.50 6.00
	b)								
	c)	d) nzb	e) hellbraunweiß						
	f) Mittelsand	g)	h)						
10.00	a) Mittelsand, grobsandig, feinsandig, kiesig, schwach schluffig			nass			Pr. Pr.	6 7	8.00 10.00
	b)								
	c)	d) nzb	e) hellbraunweiß						
	f) Mittelsand	g)	h)						
15.00	a) Mittelsand, feinsandig, grobsandig, schwach kiesig, schwach schluffig			nass, GW (4.20), nach Beendigung der Sondierung			Pr. Pr. Pr.	8 9 10	12.00 13.50 15.00
	b)								
	c)	d) nzb	e) hellbraun						
	f) Mittelsand	g)	h)						

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Auftragsnummer
319/21

Anlage:
1.3

Vorhaben: Errichtung einer Windenergieanlage Windpark Ebersdorf

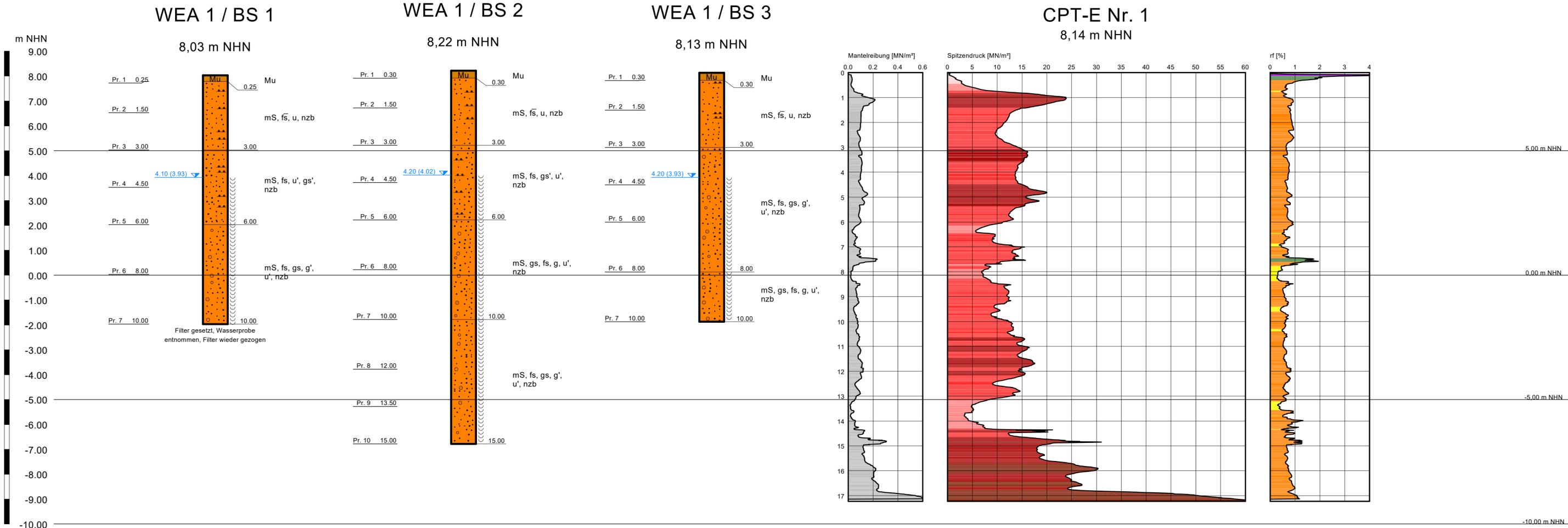
Bohrung **WEA 1 / BS 3** / Blatt: 1

Höhe: 8,13 m NHN

Datum:
07.12.21

1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe			i) Kalk- gehalt		
0.30	a) Mutterboden					Pr.	1	0.30
	b)							
	c)	d)	e)					
	f) Mutterboden	g)	h) i)					
3.00	a) Mittelsand, stark feinsandig, schluffig			feucht		Pr.	2 3	1.50 3.00
	b)							
	c)	d) nzb	e) hellbraunweiß					
	f) Mittelsand	g)	h) i)					
8.00	a) Mittelsand, feinsandig, grobsandig, schwach kiesig, schwach schluffig			feucht, nass ab 4,20 m		Pr.	4 5 6	4.50 6.00 8.00
	b)							
	c)	d) nzb	e) hellbraunweiß					
	f) Mittelsand	g)	h) i)					
10.00	a) Mittelsand, grobsandig, feinsandig, kiesig, schwach schluffig			nass, GW (4.20), nach Beendigung der Sondierung		Pr.	7	10.00
	b)							
	c)	d) nzb	e) hellbraunweiß					
	f) Mittelsand	g)	h) i)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h) i)					

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor



Dipl.-Ing. **Egbert Mücke**
 Ingenieurbüro für Geotechnik
 Tel. 0431/79 96 90 Fax. 0431/79 96 925

Bohrprofile nach DIN 4023 und Drucksondierung

Auftraggeber: **Ebersdorfer Bioenergie GmbH & Co. KG**

Bauvorhaben: **Errichtung einer Windenergieanlagen Windpark Ebersdorf**

gezeichnet: tr	Labor: sa	geprüft: qu	Datum: 14.12.21	Maßstab der Höhe: 1:100	Auftragsnummer: 319/21	Anlage: 2
-------------------	--------------	----------------	--------------------	----------------------------	---------------------------	--------------

cat/gesamt021g319-21

Zusammenstellung der Laborversuche

gez. M.Sc. Geowiss. Sansosti
M.Sc. Geowiss. Sansosti

Auftraggeber : Ebersdorfer Bioenergie GmbH & Co. KG
Bauvorhaben : Errichtung einer Windenergieanlage Windpark Ebersdorf

Auftragsnummer : 319/21
Seite : 1 von 1
Anlage : 3
Datum : 03.01.2022

Sond. Nr.	Probe Nr.	Tiefe [m]	Bodenart	Wasser- gehalt w [%]	Glüh- verlust V _{gl} [%]	Durchlässig- keits- beiwert ♦ k [m/s]	Boden- gruppe nach DIN 18196	Boden- klasse nach DIN 18300	Zustandsgrenzen				Korn- ver- teilung siehe Anlage	
									w _L [%]	w _p [%]	I _p [%]	I _c		
WEA 1 / BS 1	2	1,50	Feinsand, mittels., schluff.			5,2 x 10 ⁻⁵	SU	3						3.1
	4	4,50	Fein- bis Mittelsand			1,4 x 10 ⁻⁴	SE	3						3.1
WEA 1 / BS 2	6	8,00	Mittelsand, grobsandig			3,9 x 10 ⁻⁴	SE	3						3.1
	8	12,00	Mittelsand, st. feinsand.			1,4 x 10 ⁻⁴	SE	3						3.1
WEA 1 / BS 3	2	1,50	Feins., st. mittels., schluff.			7,9 x 10 ⁻⁵	SU	3						3.2
	4	4,50	Fein- bis Mittelsand			8,8 x 10 ⁻⁵	SE	3						3.2

Dipl. Ing E. Mücke

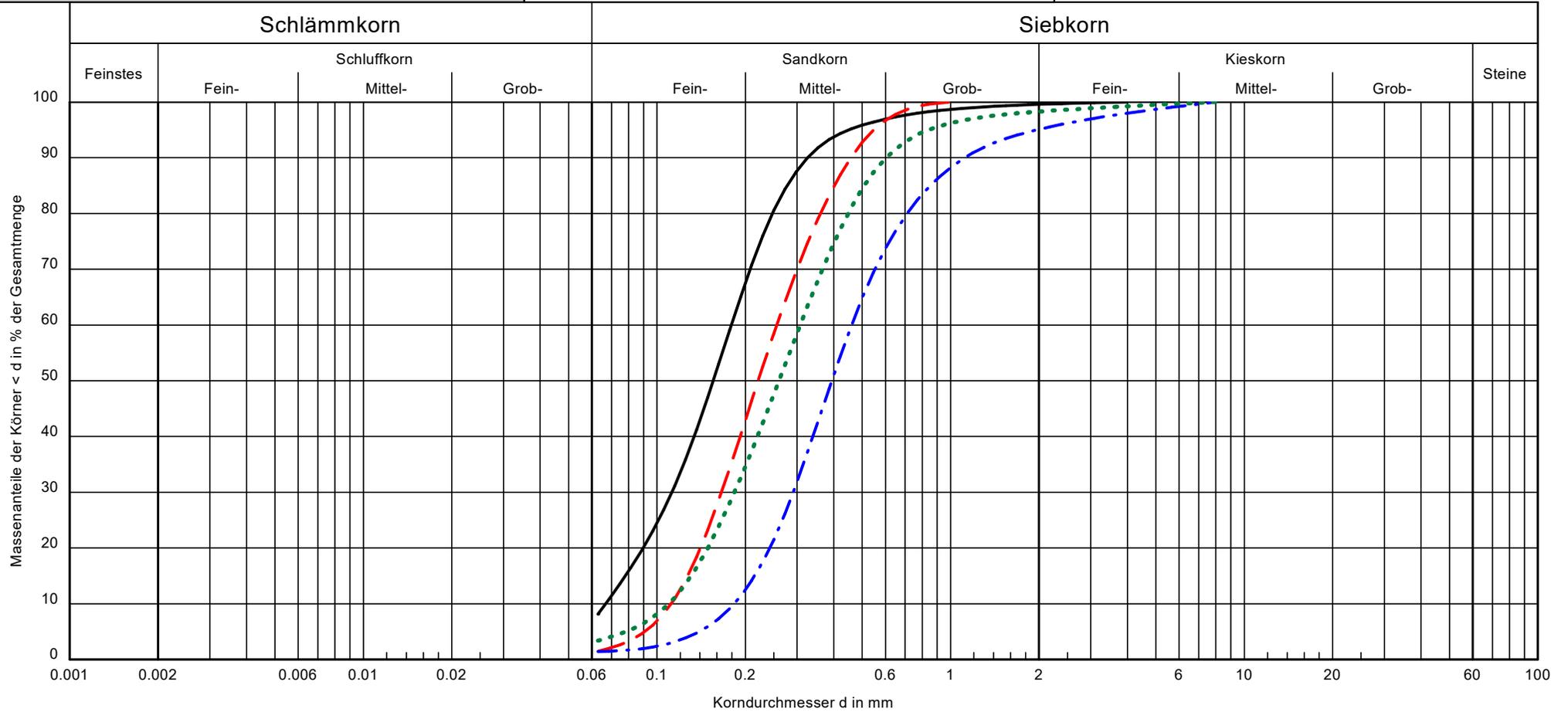
Ingenieurbüro für Geotechnik

Tel.: 0431/ 79969-0 Fax: 79969-25

Bestimmung der Korngrößenverteilung
gemäß
DIN EN ISO 17 892-4

AG: Ebersdorfer Bioenergie GmbH & Co. KG

BV: Errichtung einer Windenergieanlage
Windpark Ebersdorf



Signatur	Entnahmestelle	Tiefe [m]	Bodenart	Cu/Cc	T/U/S/G [%]	k [m/s] (Hazen)	Bodengruppe	Frostsicherheit	Bemerkungen:	Auftragsnummer: 319/21 Anlage: 3.1
—	WEA 1 / BS 1/2	1,50	fS, ms, u	2.7/1.1	- /8.2/91.4/0.4	$5.2 \cdot 10^{-5}$	SU	F1	h:/lab_neu/kvs95/2021/319-21-a	
- - -	WEA 1 / BS 1/4	4,50	fS-mS	2.3/1.0	- /1.5/98.5/ -	$1.4 \cdot 10^{-4}$	SE	F1		
- · - · -	WEA 1 / BS 2/6	8,00	mS, gs, fs'	2.5/1.0	- /1.4/93.7/4.9	$3.9 \cdot 10^{-4}$	SE	F1	Datum: 03.01.2022	
· · · · ·	WEA 1 / BS 2/8	12,00	mS, fs̄, gs'	2.8/1.0	- /3.4/94.9/1.7	$1.4 \cdot 10^{-4}$	SE	F1	Bearb.: M.Sc. Geowiss. Sansosti	

Dipl. Ing E. Mücke

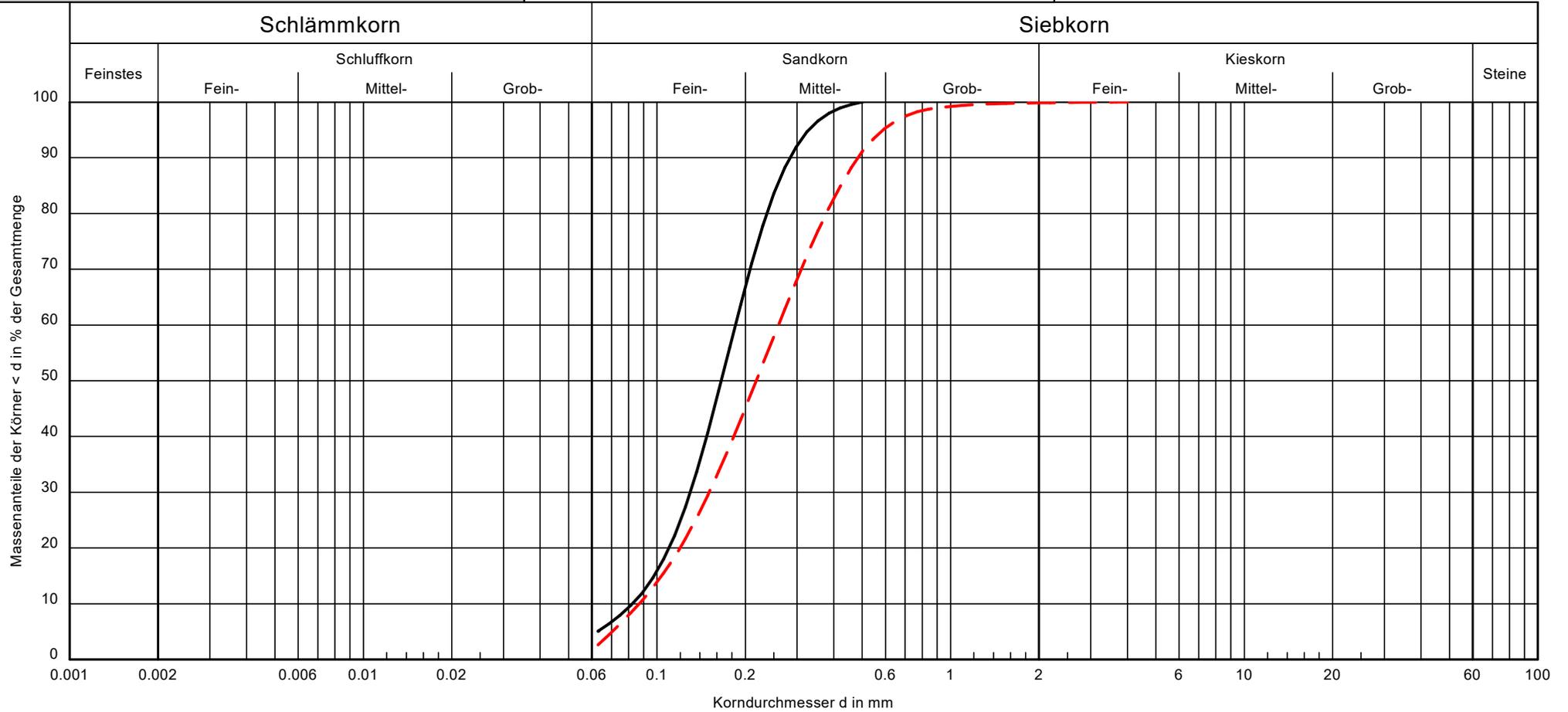
Ingenieurbüro für Geotechnik

Tel.: 0431/ 79969-0 Fax: 79969-25

Bestimmung der Korngrößenverteilung
gemäß
DIN EN ISO 17 892-4

AG: Ebersdorfer Bioenergie GmbH & Co. KG

BV: Errichtung einer Windenergieanlage
Windpark Ebersdorf



Signatur	Entnahmestelle	Tiefe [m]	Bodenart	Cu/Cc	T/U/S/G [%]	k [m/s] (Hazen)	Bodengruppe	Frostsicherheit	Bemerkungen:	Auftragsnummer: 319/21 Anlage: 3.2
—	WEA 1 / BS 3/2	1,50	fS, m \bar{s} , u	2.2/1.1	- /5.1/94.9/ -	$7.9 \cdot 10^{-5}$	SU	F1	h:/lab_neu/kvs95/2021/319-21-b	
- - -	WEA 1 / BS 3/4	4,50	fS-mS	3.0/1.0	- /2.6/97.2/0.2	$8.8 \cdot 10^{-5}$	SE	F1	Datum: 03.01.2022 Bearb.: M.Sc. Geowiss. Sansosti	

Eurofins Umwelt Nord GmbH - Lise-Meitner-Straße 1-7 - D-24223 - Schwentinental

Ingenieurbüro für Geotechnik E. Mücke
Mühlenkoppel 10
24222 Schwentinental

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 32146287

Prüfberichtsnummer: AR-21-XF-004039-01

Auftragsbezeichnung: 319/21 Ebersdorf

Anzahl Proben: 1

Probenart: Grundwasser

Probenehmer: angeliefert vom Auftraggeber

Probeneingangsdatum: 08.12.2021

Prüfzeitraum: 08.12.2021 - 17.12.2021

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Die Ergebnisse beziehen sich in diesem Fall auf die Proben im Anlieferungszustand. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Anhänge:

Mücke_32146287_Stahl

Martin Jacobsen
Prüfleiter
Tel. +49 4307 900352

Digital signiert, 20.12.2021
Dr. Martin Jacobsen
Eurofins Umwelt Nord GmbH

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte				Probenbezeichnung		WEA 1 BS 3
				X0	XA1	XA2	XA3	Probennummer		321201524
				BG	Einheit					
Physikalisch-chemische Kenngrößen										
Färbung qualit.	FR/u	RE000 FY	DIN EN ISO 7887 (C1): 2012-04							schwach braun
Trübung (qualitativ)	FR	RE000 FY	qualitativ							leicht
Geruch (qualitativ)	FR/u	RE000 FY	DEV B 1/2: 1971							erdig
Geruch, angesäuert (qualitativ)	FR/f	RE000 FY	DEV B 1/2: 1971							erdig
pH-Wert	FR/u	RE000 FY	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04	> 6,5	> 5,5	> 4,5	> 4			7,2
Temperatur pH-Wert	FR/u	RE000 FY	DIN 38404-4 (C4): 1976-12						°C	19,3
Anorganische Summenparameter										
Säurekapazität pH 4,3 (m-Wert)	FR/u	RE000 FY	DIN 38409-7 (H7-2): 2005-12					0,1	mmol/l	2,6
Temperatur Säurekapazität pH 4,3	FR/u	RE000 FY	DIN 38404-4 (C4): 1976-12						°C	19,3
Säurekapazität nach CaCO ₃ -Zugabe	FR/f	RE000 FY	DIN 38404-10 (C10): 2012-12					0,1	mmol/l	2,9
Säurekapazität pH 8,2 (p-Wert)	FR/u	RE000 FY	DIN 38409-7 (H7-1): 2005-12					0,1	mmol/l	< 0,1
Temperatur Säurekapazität pH 8,2	FR/u	RE000 FY	DIN 38404-4 (C4): 1976-12						°C	19,3
Kalkaggressives Kohlendioxid	FR/f	RE000 FY	DIN 38404-10 (C10): 2012-12	15	40	100		5,0	mg/l	6,0
Hydrogencarbonathärte	FR/u	RE000 FY	DEV D 8: 1971					3	mg CaO/l	73
Nichtcarbonathärte	FR/f	RE000 FY	DEV D 8: 1971						mg CaO/l	22
Anorganische Summenparameter aus der filtrierten Probe										
Gesamthärte	FR/f	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01					0,002	mmol/l	1,69
Gesamthärte	FR/f	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01					0,1	mg CaO/l	94,8
Anionen										
Hydrogencarbonat (HCO ₃)	FR/u	RE000 FY	DEV D 8: 1971					0,1	mmol/l	2,6
Chlorid (Cl)	FR/f	RE000 FY	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07					1,0	mg/l	27
Sulfat (SO ₄)	FR/f	RE000 FY	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	200	600	3000	6000	1,0	mg/l	24
Sulfid, leicht freisetzbar	FR/f	RE000 FY	DIN 38405-27 (D27): 2017-10					0,04	mg/l	< 0,04
Kationen										
Ammonium	FR/f	RE000 FY	DIN ISO 15923-1 (D49): 2014-07	15	30	60	100	0,06	mg/l	5,3
Ammonium-Stickstoff	FR/f	RE000 FY	DIN ISO 15923-1 (D49): 2014-07					0,05	mg/l	4,1
Elemente aus der Originalprobe										
Eisen (Fe)	FR/f	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01					0,005	mg/l	1,29
Eisen (Fe ²⁺)	FR/f	RE000 FY	DIN 38406-E1: 1983-05					0,01	mg/l	0,12
Eisen (Fe ³⁺)	FR/f	RE000 FY	berechnet					0,01	mg/l	1,2
Mangan (Mn)	FR/f	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01					0,001	mg/l	1,39

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte				Probenbezeichnung		WEA 1 BS 3
				X0	XA1	XA2	XA3	Probennummer		321201524
								BG	Einheit	
Elemente aus der filtrierten Probe										
Calcium (Ca)	FR/f	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01					0,02	mg/l	61,7
Magnesium (Mg)	FR/f	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	300	1000	3000		0,02	mg/l	3,42
Organische Summenparameter										
Permanganat-Verbrauch [KMnO4]	FR/f	RE000 FY	DIN EN ISO 8467: 1995-05					2,0	mg KMnO4/l	18

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Die mit FR gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt Ost GmbH (Bobritzsch-Hilbersdorf) analysiert. Die Bestimmung der mit RE000FY gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14081-01-00 akkreditiert.

/u - Die Analyse des Parameters erfolgte in Untervergabe.

/f - Die Analyse des Parameters erfolgte in Fremdvergabe.

Erläuterungen zu Vergleichswerten

Untersuchung nach Betonaggressivität (DIN 4030-1, Expositionsklassen) Grundwasser.

Bei der Darstellung von Vergleichswerten im Prüfbericht handelt es sich um eine Serviceleistung der EUROFINS UMWELT. Die zitierten Vergleichswerte (Grenz-, Richt- oder sonstige Zuordnungswerte) sind teilweise vereinfacht dargestellt und berücksichtigen nicht alle Kommentare, Nebenbestimmungen und/oder Ausnahmeregelungen des entsprechenden Regelwerkes.

Abgleich mit Vergleichswerten

Der Abgleich bezieht sich ausschließlich auf die in AR-21-XF-004039-01 aufgeführten Ergebnisse und erfolgt auf Basis eines rein numerischen Vergleichs des erhaltenen Messwertes mit den entsprechenden Vergleichswerten. Die Messunsicherheit des entsprechenden Verfahrens wird hierbei nicht berücksichtigt.

Die im Prüfbericht AR-21-XF-004039-01 enthaltenen Proben weisen keine Überschreitung bzw. Verletzung eines Vergleichswertes der Liste Betonaggressivität (DIN 4030-1, Expositionsklassen) Grundwasser auf. Der Untersuchungsstelle obliegt nicht die Festlegung der aus dem Vergleichswertabgleich abzuleitenden Maßnahmen.

Stahlkorrosivität

Auftraggeber : Ingenieurbüro für Geotechnik E. Mücke
Mühlenkoppel 10
24222 Schwentinental

Probenart : Grundwasser

Projekt : **319/21 Ebersdorf**

Probeneingang : 08.12.2021

Auftragsnummer: 32146287

Probenummer : 321201524

Parameter	Dimension	analytische Bestimmungsgrenze	Probenbezeichnung: WEA 1 BS 3
pH-Wert	—	—	7,2
m-Wert	mmol/l	0,1	2,6
Chlorid	mg/l	1,0	27
Sulfat	mg/l	1,0	24
Calcium	mg/l	0,02	61,9

Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit in Wässern nach DIN 50929 Teil 3

Grundwasser

- 1.) Freie Korrosion im Unterwasserbereich
 - Mulden- und Lochkorrosion: gering
 - Flächenkorrosion: sehr gering
- 2.) Korrosion an der Wasser/Luft-Grenze
 - Mulden- und Lochkorrosion: gering
 - Flächenkorrosion: sehr gering
- 3.) Güte von Deckschichten auf feuerverzinkten Stählen
 - Deckschicht: sehr gut
- 4.) Spritzwasserbereich und Phasengrenze Wasser/Luft von feuerverzinkten Stählen
 - Spritzwasserbereich: sehr gut
 - Phasengrenze Wasser/Luft: gut

„<“ bzw. n.n. = nicht nachweisbar (unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze)

Das Prüfergebnis bezieht sich auf die untersuchte Laborprobe.

Auszüge aus dem Prüfbericht dürfen nicht ohne Zustimmung des Laboratoriums vervielfältigt werden.

Diplom-Ingenieur

Egbert Mücke

Egbert Mücke · Mühlenkoppel 10 · 24222 Schwentinental

Ingenieurbüro für Geotechnik
Qualitätsmanagement nach DIN ISO 9001

Ebersdorfer Bioenergie
GmbH & Co. KG
üb.: Erneuerbare Energiewerke SH
GmbH & Co. KG
Industriestraße 14

25813 Husum

Gründungsberatung
Erdbaulaboratorium
Bodenmechanik
Baugrunduntersuchungen
Kontrollprüfungen [Prüfstelle nach RAP Stra]
Beweissicherung

fon +49 (0)431 79 96 9 0
fax +49 (0)431 79 96 9 25
email info@grundbau-muecke.de
web grundbau-muecke.de

Ihre Zeichen

Ihre Nachricht

Mein Zeichen

Tag

319/21 qu/pa

30.03.22

Errichtung einer Windenergieanlage Windpark Ebersdorf

1. Nachtrag zur geotechnischen Stellungnahme

1. Vorgang

In Niedersachsen, im Landkreis Rotenburg, nordwestlich von Ebersdorf sowie nordöstlich der Großhainer Straße und westlich der B 495, ist die Errichtung einer Windenergieanlage geplant. Der Unterzeichner nahm mit Datum vom 12.01.2022 aus geotechnischer Sicht Stellung.

Nunmehr wurde festgelegt, eine Windenergieanlage vom Typ N163/5.X TCS164, 164 m NH der Nordex Energy GmbH zu erreichen. Hierzu liegt die allgemeine Dokumentation zum Fundament Nordex N163/5.X Hybridturm TCS164 (Fundament mit Auftrieb) vom 25.05.2021 der Nordex Energy SE & Co. KG vor.

Im Folgenden nimmt der Unterzeichner ergänzend aus geotechnischer Sicht Stellung.

2. Baugrund

Sämtliche Angaben zu den Baugrund- und Grundwasserverhältnissen sowie deren Eigenschaften sind der Stellungnahme des Unterzeichners vom 12.01.2022 zu entnehmen.

Büroanschrift:	Bankkonten	BIC	IBAN	BLZ	Kto.-Nr.
Mühlenkoppel 10	Förde Sparkasse	NOLADE21KIE	DE89 2105 0170 0007 0022 49	210 501 70	7 002 249
24222 Schwentinental	Kieler Volksbank eG	GENODEF1KIL	DE46 2109 0007 0052 1123 06	210 900 07	52 112 306

3. Gründung

Nach den vorliegenden Unterlagen ist von einer Gründung mit einem kreisrunden Fundament \varnothing 24,00 m in rd. 0,90 m unter Geländeoberfläche auszugehen.

Folgende geotechnische Anforderungen sind einzuhalten:

- max. zulässige Bodenpressung im BS-P: $\sigma_{\max,BS-P} \geq 258 \text{ kN/m}^2$
- max. zulässige Bodenpressung im BS-A: $\sigma_{\max,BS-A} \geq 359 \text{ kN/m}^2$
- statische Drehfederkonstante $k_{\varphi,stat.} \geq 60.000 \text{ MNm/rad}$
- dynamische Drehfederkonstante $k_{\varphi,dyn.} \geq 300.000 \text{ MNm/rad}$
- Grundwasserstand max. bis Geländeoberkante
- Schiefstellung $\leq 3 \text{ mm/m}$
- Wichte des Bodens der Überschüttung $\gamma_{\min} \geq 18 \text{ kN/m}^3$

In der Gründungsebene sind Sande in mitteldichter bis zu dichter Lagerung zu erwarten.

Gegen eine Flachgründung der projektierten Windenergieanlage bestehen aus geotechnischer Sicht grundsätzlich keine Bedenken.

Zum Nachweis der Standsicherheit (Grundbruchsicherheit) sowie der einzuhaltenden Drehfedersteifigkeiten und Setzungen führte der Unterzeichner Setzungs- und Grundbruchberechnungen mit dem Programm GGU-FOOTING (Vers. 9.15) nach DIN 4017 und DIN 4019 durch. Grundlage sind die Sicherheitsvorgaben der DIN EN 1997-1: 2014-03 (EC 7) in Verbindung mit der DIN 1054: 2010-12.

Zur Einhaltung der Grundbruchsicherheit ist grundlegend ein Ausnutzungsgrad vom $\mu < 1,00$ (100 %) zu erreichen.

Die einzuhaltenden Drehfedersteifigkeiten und Setzungen sind dem vorstehenden Text zu entnehmen.

Im Hinblick auf die Setzungen wird rechnerisch eine Grenztiefe berücksichtigt, bei der die wirk-same Vertikalspannung aus der Fundamentbelastung 20 % der wirksamen Auflastspannung ausmacht (siehe DIN EN 1997-1: 2014-03 (EC 7), Abschnitt 6.6.2).

Im Wesentlichen wurden folgende Randbedingungen berücksichtigt.

- Bemessungssituation in Abhängigkeit der Einwirkungen nach den vorliegenden Unter-lagen

- Einsatz einer exemplarischen Baugrundsichtung unter Berücksichtigung eines 0,50m mächtigen Bodenersatzpolsters unterhalb des Fundaments („ungünstige“ Verhältnisse)
- Ansatz eines Grundwasserstandes von 5,00 m NHN (3,13 m unter Geländeoberfläche)
- Ansatz der Bodenkennwerte auf der „sicheren Seite liegend“ gemäß der Stellungnahme des Unterzeichners vom 03.08.2021 (Abschnitt 2.4)
- Ansatz der Fundamentabmessungen und Einwirkungen in Abhängigkeit der Bemessungssituationen nach den vorliegenden Unterlagen

Rechnerisch ergeben sich ausreichende Grundbruchsicherheiten. Die ermittelten Drehfedersteifigkeiten liegen oberhalb der Anforderungen. Die Anforderungen an die Differenzsetzungen werden eingehalten. Sämtliche Einzelergebnisse sind den Anlagen 2.1 bis 2.3 zu entnehmen.

Seitens des Unterzeichners wird empfohlen, unterhalb des Fundaments ein 0,50 m mächtiges „Polster“ aus schluffarmem, filterstabilem, schwingungsunempfindlichem Schottertragschichtmaterial (\varnothing 0/32 mm bzw. \varnothing 0/45 mm gemäß TL SoB-StB 04/07) einzubauen. In der Aushubebene anstehende Sande sollten von der Oberfläche her mit entsprechend tief wirkendem Gerät nachverdichtet werden. Eine Baugrundabnahme vor dem Einbau von Kiessandboden muss erfolgen. Verdichtungskontrollen für das Bodenersatzmaterial werden erforderlich. Die Termine sind dem Unterzeichner rechtzeitig bekannt zu geben.

Im Weiteren (Baugrube, Fundamentherstellung, Kranstellflächen und Zuwegungen sowie Trocken-/Wasserhaltungsmaßnahmen) wird auf die Stellungnahme des Unterzeichners vom 03.08.2021 verwiesen.

4. Zusammenfassung

Für die o. g. Baumaßnahme wurde nunmehr festgelegt, eine Windenergieanlage vom Typ N163/5.X TCS164, 164 m NH zu errichten.

Gegen eine Flachgründung der projektierten Windenergieanlage bestehen aus geotechnischer Sicht grundsätzlich keine Bedenken.

Die Anordnung einer „Tragschicht“ wird empfohlen. Nachverdichtungsmaßnahmen sollten zusätzlich vorgenommen werden.

Eine Baugrundabnahme und Verdichtungskontrollen werden erforderlich. Die Termine sind dem Unterzeichner rechtzeitig bekannt zu geben.

Im Weiteren wird auf die Stellungnahme des Unterzeichners vom 12.01.2022 verwiesen.

Endgültige Details müssen nach fortgeschrittenem Planungsstand bzw. planungs-/baubegleitend mit dem Unterzeichner abgestimmt werden.

gez. i. V. Quente

Dipl.-Ing. Egbert Mücke
Ing.-Büro für Geotechnik

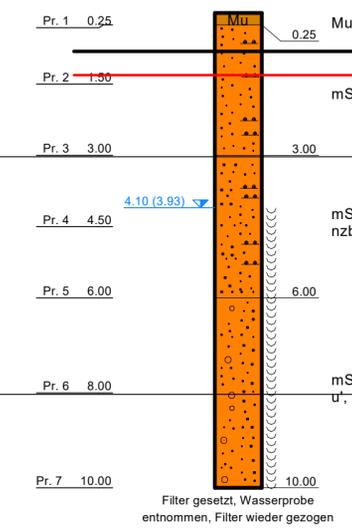
Bearbeitung:
Dipl.-Ing. Jan Quente

Anlage:

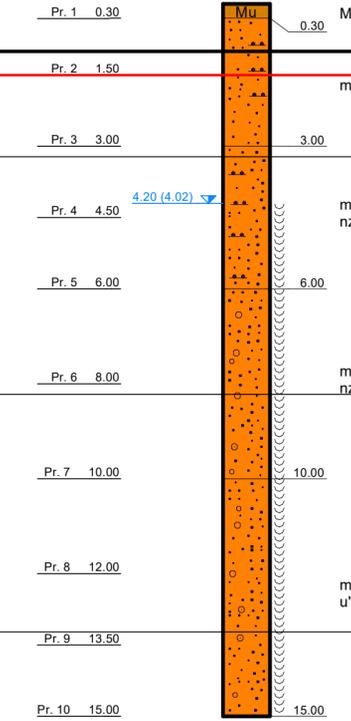
1. Bohrprofile und Drucksondierung
- 2.1 bis 2.3 Setzungs- und Grundbruchberechnungen



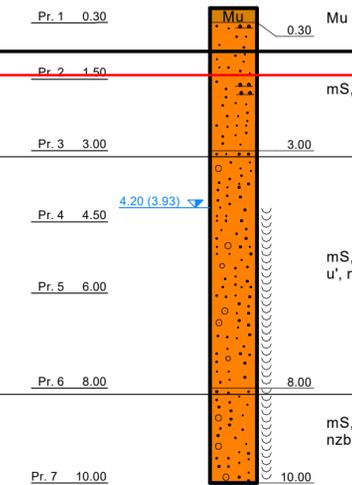
WEA 1 / BS 1 8,03 m NHN



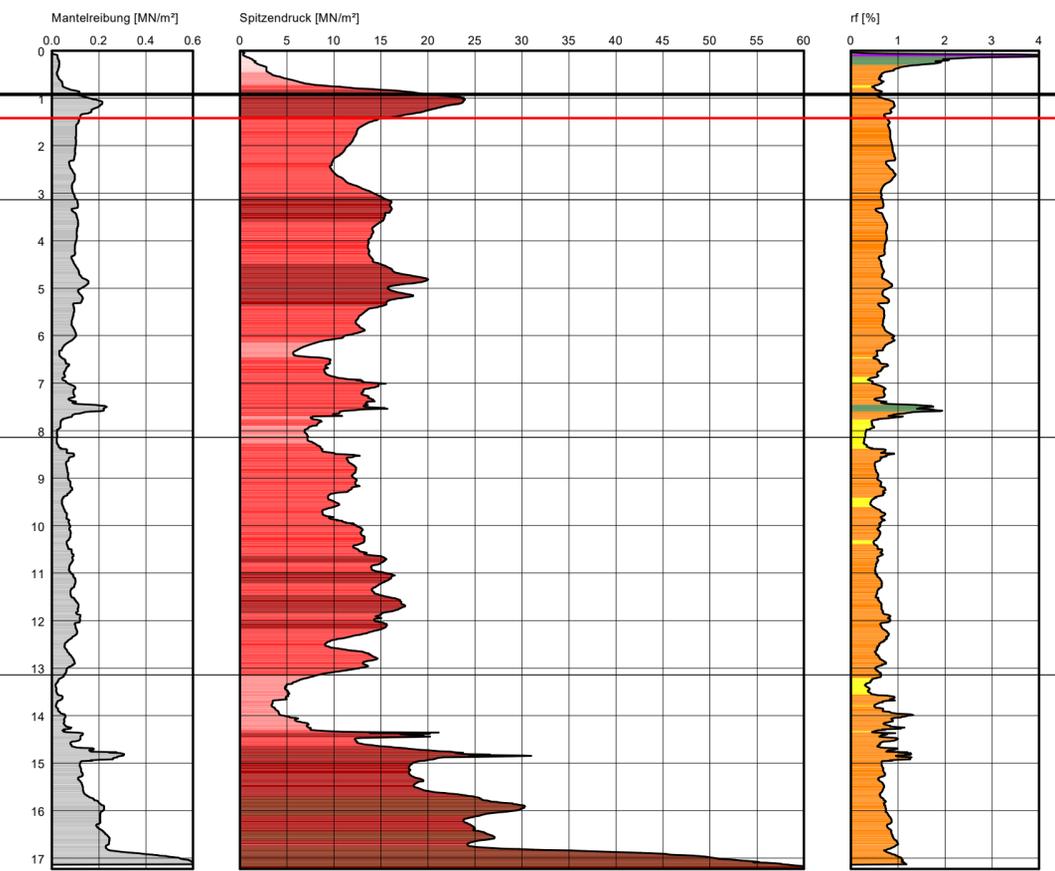
WEA 1 / BS 2 8,22 m NHN



WEA 1 / BS 3 8,13 m NHN



CPT-E Nr. 1 8,14 m NHN



Gründungssohle
= -0,90 m unter GOF
▽ (Annahme)

Einbau einer 0,50 m mächtigen Tragschicht unterhalb des Fundamentes.
Sand von der Aushubebene her mit entsprechend tief wirkendem Gerät nachverdichten.
Ein Druckabtragungsbereich von 45° ist einzuhalten.

Legende Reibungsverhältnis

- Kies
- Sand
- Schluff
- Ton
- Torf

Legende Spitzendruck

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht
- breiig
- breiig - weich
- steif
- halbfest

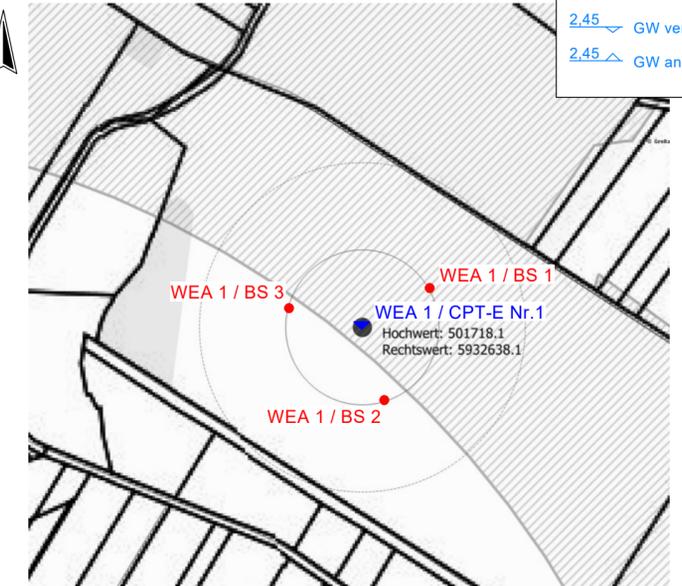
Legende

- Mutterboden (Mu)
- kiesig (g)
- grobsandig (gs)
- Mittelsand (mS)
- feinsandig (fs)
- schluffig (u)

slzb = sehr leicht zu bohren
lzb = leicht zu bohren
nzb = normal zu bohren
szb = schwer zu bohren
sszb = sehr schwer zu bohren

Legende Wasser

- 2,45 ▽ GW angebohrt
- 2,45 ▽ GW Ruhe
- 2,45 ▽ GW Bohrende
- 2,45 ▽ GW versickert
- 2,45 ▲ GW angestiegen



Lageplan
M. 1:5000

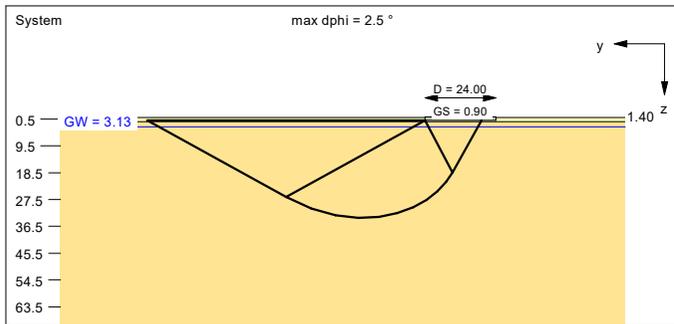
Legende:
● Rammkernsondierbohrungen (BS)
▼ Drucksondierungen (CPT-E)

Dipl.-Ing. **Egbert Mücke**
Ingenieurbüro für Geotechnik
Tel. 0431/79 96 90 Fax. 0431/79 96 925

Bohrprofile nach DIN 4023 und Drucksondierung

Auftraggeber: Ebersdorfer Bioenergie GmbH & Co. KG					
Bauvorhaben: Errichtung einer Windenergieanlagen Windpark Ebersdorf					
gezeichnet: tr	Labor: sa	geprüft: qu	Datum: 29.03.22	Maßstab der Höhe: 1:100	Auftragsnummer: 319/21
					Anlage: 1

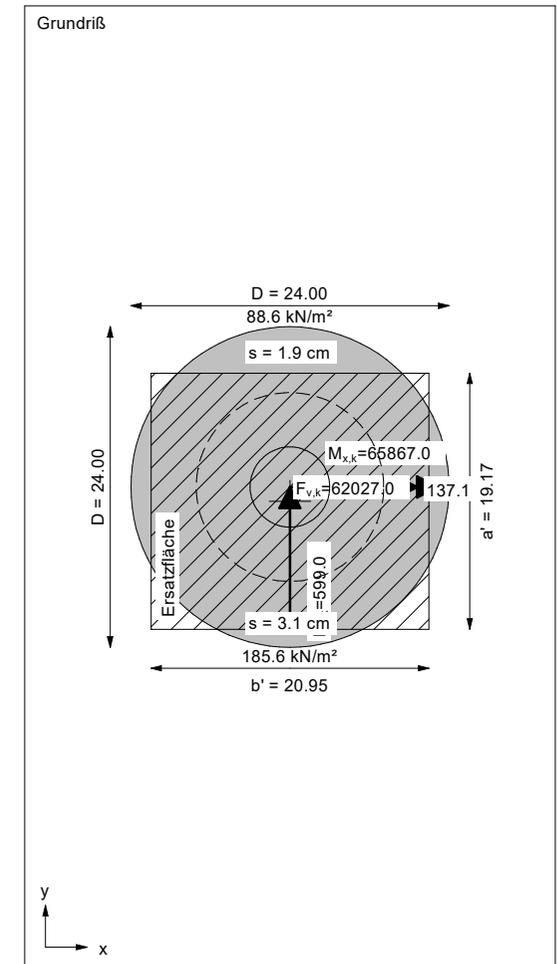
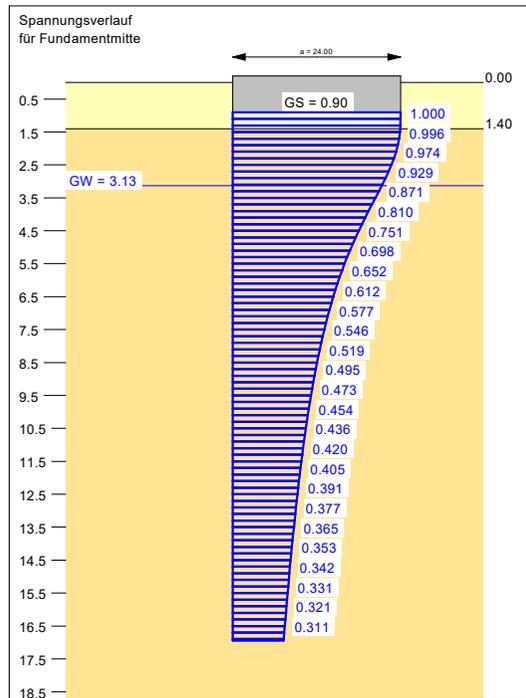
cad/gesamt/2021/g319-21-Anh1



Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
Core	18.0	11.0	35.0	0.0	60.0	0.30	Bodenersatz
Soil	18.0	11.0	32.5	0.0	40.0	0.30	Sand

Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006 $\gamma_{G,dst} = 1.25$
 Teilsicherheitskonzept (EC 7) $V_d = 1.20$
 $\gamma_{R,v} = 1.30$ $\gamma_G = 1.20$ $\gamma_Q = 1.30$
 Grenzzustand EQU: $\gamma_{G,dst} = 1.05$ $\gamma_{G,stab} = 0.90$

$\gamma_{Q,dst} = 1.25$
 Gründungssohle = 0.90 m
 Grundwasser = 3.13 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 ----- 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite



Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 27373.00 / 34654.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 599.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 65867.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 24.00$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.000 m)
 $a' = 21.269$ m
 $b' = 21.269$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -1.062$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.000 m)
 $a' = 19.168$ m
 $b' = 20.946$ m

$R_{n,d} = 924174.96$ kN
 $V_d = 1.20 \cdot 27373.00 + 1.30 \cdot 34654.00$ kN
 $V_d = 77897.80$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.084
 μ (parallel zu x) = 0.079
 Kohäsionsglied = 0.00 kN (k)
 Breittenglied = 965490.58 kN (k)
 Tiefenglied = 235936.86 kN (k)
 cal $\varphi = 32.5^\circ$
 cal c = 0.00 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 11.74$ kN/m³
 cal $\sigma_d = 16.20$ kN/m²
 UK log. Spirale = 33.63 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 136.21 m
 Fläche log. Spirale = 2337.78 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{c0} = 37.11$; $N_{d0} = 24.66$; $N_{b0} = 15.09$
 Formbeiwerte (x):
 $\nu_c = 1.513$; $\nu_d = 1.492$; $\nu_b = 0.725$
 Neigungsbeiwerte (x):
 $i_c = 0.985$; $i_d = 0.985$; $i_b = 0.976$
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{c0} = 37.12$; $N_{d0} = 24.67$; $N_{b0} = 15.10$
 Formbeiwerte (y):
 $\nu_c = 1.513$; $\nu_d = 1.492$; $\nu_b = 0.725$

Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.985$; $i_d = 0.985$; $i_b = 0.976$
 μ [V(st), M und H(gesamt)] = 0.047

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 16.94$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 2.53 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 1.92 cm
 unten = 3.14 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 1660.0
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{\varphi,x} = 109340.8$ MN·m/rad

Dipl.-Ing. **Egbert Mücke**
 Ingenieurbüro für Geotechnik
 24124 Kiel Postfach 63 63 Tel. 0431/ 79 969 0 Fax. 0431/ 79 969 25

exempl. Setzungs- und Grundbruchberechnung BS-T

Auftraggeber: Ebersdorfer Bioenergie GmbH & Co. KG		Bauvorhaben: Errichtung einer Windenergieanlage, Windpark Ebersdorf		
Auftragsnummer: 319/21	Anlage: 2.2	Datum: 28.03.2022	Maßstab: ---	Bearbeiter: Quente