

Geotechnischer Bericht

über die Baugrund- und Gründungsverhältnisse für das

Bauvorhaben : Errichtung von 1 WEA am Standort WP Rehna-
Falkenhagen (WEA 13)

Auftrags-Nr. : KI – 22/10/183

gültig als : Hauptuntersuchung gem. EC 7: DIN EN 1997-1

Auftraggeber : mea Energieagentur MV GmbH
Obotritenring 40
19053 Schwerin

Ort, Datum : Halle (Saale), 22.12.2022

Bearbeiter : 
Josef Eichhorn
(M.Sc. Angewandte Geowissenschaften)

Anmerkung: Der Bericht umfasst die Seiten 1 bis 17 und die auf Seite 3 aufgeführten Anlagen

Inhaltsverzeichnis	Seite
Deckblatt	1
Inhaltsverzeichnis	2
Anlagenverzeichnis	3
Unterlagen	3
1. Bauvorhaben	4
2. Bodenaufschlüsse, Feld- und Laborarbeiten	5
3. Allgemeine Beschreibung der Bodenverhältnisse	6
3.1 Standort und Besonderheiten	6
3.2 Geologie und Beschreibung der erkundeten Schichten	7
3.3 Hydrogeologische Verhältnisse	8
3.4 Bautechnische Klassifizierung, Schichteigenschaften und Homogenbereiche	9
4. Erdstatische Nachweise	10
4.1 Tragfähigkeit	10
4.2 Charakteristische Berechnungskennwerte	10
5. Zusammenfassende Beurteilung der Bodenverhältnisse und Vorschläge für bautechnische Maßnahmen	11
5.1 Gründung und Setzung	11
5.2 Gründung von Zuwegungen und Kranstellflächen	13
5.3 Erdarbeiten	15
5.4 Baugrube und Wasserhaltung	15
5.5 Betonaggressivität und Stahlkorrosivität	16
6. Vorschläge und zusätzliche Hinweise	16

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lageplan	1 Blatt
Anlage 2	Zeichnerische Darstellung der Baugrundprofile (BS) und Drucksondierungen (DS), im Höhenmaßstab: 1 : 150	2 Blatt
Anlage 3	Ergebnisse und Auswertung der Drucksondierungen, im Höhenmaßstab: 1 : 150	6 Blatt
Anlage 4	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	6 Blatt
Anlage 5	Untersuchung von einer Bodenprobe auf Betonaggressivität und Stahlkorrosivität, Prüfbericht Nr.: 62269 erstellt durch die CLU GmbH am 28.11.2022	3 Blatt
Anlage 6	Erdstatische Berechnungen und Nachweise	7 Blatt

Unterlagen

- [1] Auftrag über Plan BC GmbH mit Vertretungsvollmacht seitens des Auftraggebers
- [2] Lagepläne WP Rehna-Falkenhagen 3, vom AG übergeben
- [3] Firmeninterne Archivunterlagen, geologische Kartenwerke im Maßstab 1 : 25.000, Kartenwerk zu den norddeutschen Vereisungsphasen im Maßstab 1 : 1.000.000, Homepage des Bundesamtes für Naturschutz (Stand: 12/2022), Geodatenportal und -viewer „GAIA-MV-light“ Mecklenburg-Vorpommern (Stand: 12/2022)
- [4] Standortbegehung und Durchführung der Aufschlussarbeiten vom 02.11.2022 bis 09.11.2022
- [5] **DIN 17 892-1 bis 17 892-12** - Baugrund; Untersuchung von Bodenproben
- [6] **DIN 18 196** - Erd-/Grundbau; Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
- [7] **DIN 4020** - Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke
- [8] **DIN EN ISO 22475-1** - Baugrund; Aufschluss durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben
- [9] **DIN EN ISO 22476-1** - Erkundung durch Drucksondierungen
- [10] **DIN 4124** - Baugruben und Gräben; Böschungen, Arbeitsraumbreiten
- [11] **DIN EN 1998-1/NA:2011-01**, Erdbebenzonenkarte
- [12] Prüfbericht für eine Typenprüfung - V150-5.4/5.6/6.0 MW NH169m ü. GOK, Prüfnummer 3170518-22-d Rev. 3, 14.06.2021
- [13] DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen, Fassung Oktober 2012, Schriften des Deutschen Instituts für Bautechnik, Reihe B, Heft 8
- [14] Bodenschutzkonzept kl – 22/10/183-01 für den WP Rehna-Falkenhagen 3 vom 23.12.2022

1. Bauvorhaben

Die mea Energieagentur MV GmbH plant die Errichtung von 1 Windenergieanlage (WEA) am Standort WP Rehna-Falkenhagen 3 und erteilt über die Plan BC GmbH der Baugrundbüro Klein GmbH den Auftrag zur Erkundung und Begutachtung des Baugrunds am Standort der WEA 13 [1].

Am Standort soll der WEA-Typ Vestas V150 mit einer Nabenhöhe von 166 m ü. GOK errichtet werden.

Tabelle 1: Bezeichnung, Geländehöhe und Lage des Erkundungsstandortes

Standort	Lage	DHHN2016	ETRS 89 - UTM Zone 33N	
		Höhe [m NHN]	Rechtswert	Hochwert
WEA 13	WEA Mittelpunkt - BS 4A/22	37,91	33236997,0	5970406,0
	Kranstellfläche - BS 4B/22	36,66	33236964,0	5970394,0
	DS 4A/22	38,21	33237011,4	5970411,1
	DS 4B/22	37,32	33236994,2	5970391,0
	DS 4C/22	37,90	33236985,4	5970415,9
	Zuwegung – Z1	38,15	33236687,0	5969936,4
	Zuwegung – Z2	44,05	33236789,6	5970076,0
	Zuwegung – Z3	42,11	33236879,3	5970157,2
	Zuwegung – Z4	40,75	33236882,8	5970358,5

Die Absteckung des WEA-Mittelpunktes wurde durch die Baugrundbüro Klein GmbH veranlasst. Das Gelände war am WEA-Standort flachwellig bis hügelig. Nicht eingemessene Höhen wurden dem DGM in [3] entnommen. Die Lage- und Höhenangaben sind von planerischer Seite zu überprüfen.

Der vorliegende Bericht bezieht sich ausschließlich auf die Beurteilung des o. g. Bauvorhabens. Dazu werden die bauwerks- und gründungsrelevanten Ergebnisse der Baugrunderkundung sowie die Laboruntersuchungen ausgewertet, Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen und Nachweise ermittelt sowie Hinweise zur Bauwerksgründung gegeben. Die Zusammenfassung der erhaltenen Fundamentdaten für eine Flachgründung mit Auftriebssicherung für den WEA-Typ Vestas V150-5.0/5.4/5.6 MW ist Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2: Eckdaten für eine Flachgründung [12]

WEA-Typ	Vestas V150-5.4/5.6/6.0 MW
Gründungsart	Flachgründung mit Auftriebswirkung
Fundament (Außendurchmesser)	Kreisrund, \varnothing 24 m
Durchmesser Weichschicht (aus flächengleicher Summe aller Weichschichtringe bestimmt)	Kreisrund, \varnothing 11,07 m **
Fundamentunterkante (außen)	0,140 m u. GOK
Sauberkeitsschicht	ca. 0,10 m
Vertikallast mit Auftrieb (BS-P BS-A)* (inkl. Erdüberschüttung)	44.135 kN 44.097 kN
Vertikallast ohne Auftrieb (BS-P BS-A) (inkl. Erdüberschüttung)	45.165 kN 45.127 kN
Horizontallast (BS-P) (BS-A)	1.246 kN 1.766 kN
Drehmoment (BS-P) (BS-A)	199.386 kNm 247.745 kNm
Trockenwichte der Bodenauflast	$\geq 18 \text{ kN/m}^3$
dynamische Drehfedersteifigkeit	200.000 MNm/rad
statische Drehfedersteifigkeit	40.000 MNm/rad
Max. char. Bodenpressung (BS-P BS-A)	286,8 kN/m ² 375,6 kN/m ²
zulässiger Höchstwasserstand	GOK
max. Schiefstellung	$\leq 3 \text{ mm/m}$

2. Bodenaufschlüsse, Feld- und Laborarbeiten

Die technischen Arbeiten erfolgten im Zeitraum vom 02.11 bis 09.11.2022. Es wurden 2 Kleinrammbohrungen (BS nach DIN EN ISO 22475-1) und 3 Drucksondierungen (DS nach DIN EN ISO 22476-1) im Bereich der WEA sowie 4 Kleinrammbohrungen im Bereich der geplanten Zuwegung abgeteuft. Alle Aufschlüsse wurden bis zum technischen Abbruch (Geräteauslastung) ausgeführt. Die erreichten Tiefen liegen für die BS bis max. 7 m unter GOK und für die DS bei ca. 25,0 m unter GOK. An dem WEA-Standort konnten Erkundungstiefen erreicht werden, die mit Bezug auf das Bauvorhaben für eine Bewertung der Standsicherheit ausreichend sind.

Die Kleinrammbohrungen (BS) wurden durch die Baugrundbüro Klein GmbH ausgeführt. Die Drucksondierungen erfolgten durch die Geotechnik Heiligenstadt GmbH. Die Lage der Aufschlüsse ist in Anlage 1 und 2 ersichtlich.

Die Aufschlussprofile wurden nach DIN EN ISO 14688 geotechnisch aufgenommen, beprobt und nach DIN 18196 bautechnisch beschrieben. Die Bohrprofile mit detaillierten Schichtbeschreibungen, Probeentnahmen und den Diagrammen der Steifemoduln werden in Anlage 2 dargestellt.

Die detaillierten Ergebnisse der Drucksondierungen sind als Anlage 3 Bestandteil des Berichts. Die im Bericht angegebenen Tiefen beziehen sich auf die zum Zeitpunkt der Feldarbeiten vorhandene Geländeoberkante (GOK).

Zur bautechnischen Klassifizierung und Kennwertermittlung wurden an ausgewählten Proben folgende bodenmechanische Laborversuche durchgeführt:

- 2 x Ermittlung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12
- 1 x Kombinierte Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN EN ISO 17892-4

Die Prüfergebnisse liegen diesem Bericht als Anlage 4 bei.

Zur Bestimmung von betonaggressiven und stahlkorrosiven Inhaltsstoffen wurde je eine Bodenprobe aus den Gründungs-/Einbindungsbereichen des WEA-Standortes im chemischen Labor CLU GmbH untersucht. Der Prüfbericht und die Bewertungsprotokolle sind als Anlage 5 Bestandteil des geotechnischen Berichtes.

3. Allgemeine Beschreibung der Bodenverhältnisse

3.1 Standort und Besonderheiten

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern ca. 5 km nordwestlich der Ortschaft Rehna im Landkreis Nordwestmecklenburg. Im Umkreis der WEA sollen 12 weitere WEA errichtet werden. Das Umland des Standortes ist überwiegend durch landwirtschaftliche Nutzung sowie Waldflächen gekennzeichnet.

Nach [3] gehört der Standort zum:

- Landschaftssteckbrief – 75001 Westmecklenburgisches Seehügelland,
- Landschaftstyp - Ackergeprägte offene Kulturlandschaft,
- Großlandschaft - Norddeutsches Tiefland.

Das Gelände am Untersuchungsstandort wird als flachwelliges bis kuppiges Jungmoränenland beschrieben.

Der Standort liegt nach vorliegenden Unterlagen und Recherchen [3] außerhalb von Natur- oder Landschaftsschutzgebieten. Auch befindet er sich nicht innerhalb eines ausgewiesenen Wasserschutz- oder Überschwemmungsgebiets. Des Weiteren ist er nicht durch Altbergbau geprägt [3].

Das Untersuchungsgebiet befindet sich gemäß DIN EN 1998-1/NA:2011-01 [11] außerhalb der Erdbebeneinwirkungszonen. Der Nachweis der Standsicherheit für den Lastfall Erdbeben ist nicht notwendig. Eine Berücksichtigung von Zusatzkräften, resultierend aus der Erdbebenbelastung, ist daher bei der Tragwerksdimensionierung nicht erforderlich.

3.2 Geologie und Beschreibung der erkundeten Schichten

Zur Beurteilung der geologischen Situation im Untersuchungsgebiet wurden vorhandene Unterlagen und Darstellungen mit geowissenschaftlichen Inhalten [3] ausgewertet. Im Untersuchungsgebiet sind bis in größere Tiefen glaziale Ablagerungen des Pleistozäns zu erwarten. Typisch hierfür ist die flachwellige bis -hügelige Morphologie.

Die nachfolgenden Schichtenbezeichnungen basieren auf den maßgeblichen bodenmechanischen Eigenschaften der erkundeten Böden und den Ergebnissen der Drucksondierungen. Sie stellen keine Gliederung im Sinne eines klassischen, auf stratigrafischen o. ä. Merkmalen basierenden, Schichtenmodells dar.

Im Rahmen der Erkundung der Baugrundverhältnisse am 02.11.2022 wurden für das Bauvorhaben „Errichtung von 1 WEA am Standort WP Rehna-Falkenhagen 3 (WEA 13)“ die folgenden Schichten angetroffen:

Schicht 1 - Oberboden

Der Oberboden ist zwischen ca. 0,4 m und 0,5 m mächtig. Er besteht aus tonigem Schluff mit wechselndem Gehalt an Sand sowie geringen humosen Anteilen, ist kalkfrei und wurde in erdfeuchtem Zustand und steifplastischer Konsistenz angetroffen. Die Farbgebung ist graubraun.

Schicht 2 - Geschiebelehm

Der kalkfreie Geschiebelehm ist zwischen min. 4,5 m mächtig und wurde mit den direkten Aufschlüssen nicht durchteuft. Er besteht aus einem tonigen Schluff bis schluffigen Ton und ist in wechselnden Anteilen sandig und untergeordnet schwach feinkiesig. Er wurde in überwiegend erdfeuchtem Zustand und steifplastischer bis in zunehmender Tiefe halbfester Konsistenz erbohrt. Die Farbgebung ist hellbraun.

Schicht 3 - Geschiebesand

Der Geschiebesand wurde mit dem indirekten Aufschluss DS 4A/22 bei einer Tiefe von ca. 19 m u. GOK als durchgehende, min. 6 m mächtige Schicht, sowie in Form von Lagen in den DS 4B/22 und 4C/22 erkundet und nicht durchteuft. Ausgehend von den Erkundungsergebnissen ist der Geschiebesand dicht bis sehr dicht gelagert.

3.3 Hydrogeologische Verhältnisse

Aufgrund der Erkundungs- und Untersuchungsergebnisse sowie der durchgeführten Recherchen können folgende Faktoren zur hydrogeologischen Situation angeführt werden:

Während der Feldarbeiten am 02.11.2022 wurde anhand indirekter Aufschlüsse im Bereich des WEA-Standortes unterirdisches Wasser in Tiefen von 14,20 m unter GOK erkundet (kein Höchstwasserstand, höhere Wasserstände möglich). Nach [3] ist mit Grundwasser in Tiefen >10 m u. GOK zu rechnen, was mit dem erkundeten Wasserstand übereinstimmt. Die Angabe eines zuverlässigen Schwankungsbereiches des unterirdischen Wassers ist aufgrund der kurzen Beobachtungszeit nicht möglich.

Die oberflächennah anstehenden, gering durchlässigen Böden schränken eine Versickerung des Oberflächenwassers (Niederschläge) flächenhaft sehr stark ein. Dementsprechend muss z. B. nach Starkniederschlägen von sehr geringen Flurabständen und einer Pfützenbildung in Geländetiefen ausgegangen werden. Des Weiteren ist im Hinterfüll- bzw. Gründungsbereich der WEA mit temporär aufgestautem Oberflächen- bzw. Sickerwasser zu rechnen (Badewanneneffekt). Aus diesem Grund wird **der abdichtungsrelevante Bemessungswasserstand (BWS) auf GOK-Niveau** festgelegt.

Tabelle 3 fasst die durchschnittlichen Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) für die einzelnen Schichten (nach DIN 18 130, Teil-1 - Einteilung der Durchlässigkeitsbereiche für bautechnische Zwecke) zusammen.

Tabelle 3: Durchschnittliche Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f) der erkundeten Schichten

Schicht	Bezeichnung	k_f -Wert [m/s]	Einschätzung nach DIN 18 130, Teil 1
1	Oberboden	$10^{-4} - 10^{-6}$	durchlässig
2	Geschiebelehm ¹⁾	$10^{-7} - 3,8 * 10^{-9}$	sehr gering durchlässig
3	Geschiebesand ²⁾	<i>erfahrungsgemäß durchlässig ($10^{-4} - 10^{-6}$)</i>	

¹⁾ Sandlinsen durchlässig

²⁾ Nur indirekt aufgeschlossen

Eine gezielte Versickerung von Niederschlagswässern an den WEA-Standorten ist nach DWA-Arbeitsblatt 138 aufgrund der überwiegend geringen Durchlässigkeit bzw. zu geringer Sickerstrecke innerhalb der Schichten 1 sowie 2 nicht möglich. Eine Versickerung von Oberflächenwasser im Gründungsbereich der Fundamente ist auszuschließen.

3.4 Bautechnische Klassifizierung, Schichteigenschaften und Homogenbereiche

In der Tabelle 4 sind die nach VOB anzugebenden beschriebenen Kennwerte nach DIN 18300 (Erdarbeiten) sowie maßgebliche bautechnische Eigenschaften der erkundeten Schichten angegeben. Die Kennwerte für den nur indirekt erkundeten Geschiebesand sind orientierend zu verstehen.

Das Bauvorhaben wird aus geotechnischer Sicht unter Berücksichtigung der statischen Anforderungen und der Festlegungen der DIN EN 1997 bzw. des EC-7 in die **geotechnische Kategorie 3 (GK 3)** eingeordnet.

Tabelle 4: Bandbreite der Kennwerte für Homogenbereiche Lockergestein

Bodenart	Oberboden	Geschiebelehm	Geschiebesand
Schicht-Nr.	1	2	3
Homogenbereich DIN 18300	A	B	C
Ortsübliche Bezeichnung	-	-	-
%-Feinkornanteil (< 0,063 mm)	>70	50 - >70	5 - 25
%-Sandanteil (> 0,063 - 2 mm)	5 - 30	20 - 50	60 - 70
%-Kiesanteil (> 2 - 63 mm)	0 - 3	0 - 10	5 - 15
%-Anteil Steine (> 63 - 200 mm)	0 - 1	0 - 5	0 - 5
%-Anteil Blöcke (> 200 - 630 mm)	0	0 - 3	0 - 3
%-Anteil große Blöcke (> 630 mm)	0	0 - 1	0 - 1
Dichte (ρ) gemäß DIN EN ISO 17892-2 und DIN 18125-2	1,5 – 1,9 g/cm ³	1,8 – 2,1 g/cm ³	1,8 – 2,0 g/cm ³
Kohäsion	-	2 - 10 kN/m ²	-
undränierete Scherfestigkeit (c_u) gemäß DIN 18136	-	0 – 50 kN/m ³	-
Wassergehalt (w_n) gemäß DIN EN ISO 17892-1	witterungsbedingt stark verschieden	< 10 %	10 - 20 %
Konsistenz gemäß DIN EN ISO 14688-1	witterungsbedingt stark verschieden	steif bis überwiegend halbfest	-
Konsistenzzahl (I_c) gemäß DIN 18122-1	-	0,75 - >1,0	-
Plastizität gemäß DIN EN ISO 14688-1	-	gering bis mittel	-

Fortsetzung Tabelle 4:

Bodenart	Oberboden	Geschiebelehm	Geschiebesand
Plastizitätszahl (I_P) gemäß DIN 18122-1	-	14 – 19	-
Lagerungsdichte (I_D) gemäß DIN EN ISO 14688-2	-	-	<i>dicht bis sehr dicht</i>
Organischer Anteil (V_{gl}) gemäß DIN 18128	1 - 10 %	0 - 1 %	0 - 1 %
Bodengruppe gemäß DIN 18196	OU	TL, TM, SU*	SW, SU
Zusammendrückbarkeit	groß	mittel	<i>gering</i>
Verdichtungsfähigkeit	schlecht	schlecht	<i>gut</i>
Frostempfindlichkeitsklasse gemäß ZTVE-09	F 3	F 3	<i>F 1 – F 2</i>
Wasserempfindlichkeit	groß	groß	<i>gering</i>
Abrasivität CAI LAK [g/t]	nicht abrasiv 0,0 – 0,3 0 – 50	kaum abrasiv 0,3 – 0,5 50 – 100	<i>schwach abrasiv</i> <i>0,5 – 1,0</i> <i>100 – 250</i>
Bemerkungen	-	kann Sandlagen und Sandlinsen enthalten, die Schichtwasser führen können	<i>Nur indirekt erkundet</i>
		Eingelagerte Geschiebe in Stein bis Blockgröße möglich	

4. Erdstatische Nachweise**4.1 Tragfähigkeit**

Der Oberboden (Schicht 1) ist grundsätzlich nicht tragfähig und mit den Gründungselementen zu durchfahren.

Der Geschiebelehm (Schicht 2) ist in mindestens steifplastischer Konsistenz ausreichend tragfähig und für eine Gründung zu erschließen.

4.2 Charakteristische Berechnungskennwerte

Für erdstatische Berechnungen können, die in Tabelle 5 angegebenen geotechnischen Kennwerte angesetzt werden. Die Festlegungen basieren auf der makroskopischen Schichtansprache, den ausgeführten Drucksondierungen und die in der DIN 1055 angegebenen Richtwerten für Lockergesteine bzw. lockergesteinsähnliche Böden. Die für Berechnungen maßgebenden Schichtgrenzen des jeweiligen Standortes sind den Aufschlussprofilen (Anlage 2) zu entnehmen.

Tabelle 5: Charakteristische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

charakteristische Berechnungswerte [Schicht Nr.]			Polster [-] (39,7 – 36,7 m NHN)	Geschiebe- lehm [2] (36,7 – 27,4 m NHN)	Geschie- belehm [2] (27,4 – 21,9 m NHN)	Geschiebe- lehm [2] (21,9 – 18,4 m NHN)	Geschiebe- sand [3] (18,4 – 12,91 m NHN)
Wichte	γ	[kN/m ³]	21	21	22	22	23
Wichte unter Auftrieb	γ'	[kN/m ³]	12	12	13	13	14
Reibungswinkel	ϕ'_{k}	[°]	35	26	27	28	36
Kohäsion	c	[kN/m ²]	0	5	7	5	0
Querdehnungszahl	v	-	0,25	0,32	0,34	0,30	0,23
Steifemodul, stat.	$E_{s,stat.}$	[MN/m ²]	120	18	22	30	120
Steifemodul, dyn.	$E_{s,dyn.}$	[MN/m ²]	275	105	115	135	275

Für erdstatische Nachweise sind die standortbezogenen Tiefen und Kennwerte zu verwenden. Für den Oberboden (Schicht 1) werden keine Kennwerte vergeben.

5. Zusammenfassende Beurteilung der Bodenverhältnisse und Vorschläge für bautechnische Maßnahmen

5.1 Gründung und Setzung

Die Gründung kann als Flachgründung mit Auftriebssicherung auf einem ca. 3,0 m mächtigen Gründungspolster erfolgen.

Die erdstatischen Berechnungen (Anlage 1) ergaben, dass die Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen als bauwerksverträglich eingeschätzt werden können, da bei ordnungsgemäßer Ausführung der Erdarbeiten an den WEA-Anlagen Maximalsetzungen innerhalb der zulässigen Größenordnungen zu erwarten sind.

Die rechnerisch aus den übermittelten Werten (Vertikal- und Horizontalkräfte sowie Momente) berechnete Kantenpressung liegt bei max. 331,4 kN/m² im Lastfall BS-A. Die in [12] geforderte Kantenpressung liegt bei 375,6 kN/m². Es werden keine negativen Auswirkungen der Unterschreitung der berechneten Kantenpressung erwartet.

Die Mindestanforderungen an die statische und dynamische Drehfedersteifigkeit werden erfüllt.

Folgender Verfahrensweg ist am Standort WEA 13 umzusetzen:

- das Fundament ist fachgerecht und unter Berücksichtigung der örtlichen Geländemorphologie zu gründen,
- der Bodenaushub ist bis zur vorgegebenen Gründungstiefe auszuführen,
- die Aushubsohle ist durch den Unterzeichner des Gutachtens für die Überbauung freizugeben,
- möglicherweise aufgelockerte oder aufgeweichte Bereiche in der Aushubsohle sind zusätzlich komplett aufzunehmen und gegen geeignetes Material auszutauschen,
- danach erfolgt der lagenweise Einbau des Gründungspolsters,
- das Gründungspolster ist aus geeignetem, zertifiziertem Brechkornmaterial herzustellen, die Verwendung von Ziegel-Recycling o. ä. ist nicht zulässig,
- das Gründungspolster ist unter Berücksichtigung des Lastabtragungswinkels von 45° ab Fundamentaußenkante einzubauen,
- der lagenweise Einbau (max. Einbauhöhe 0,3 m) und das fachgerechte Verdichten der Polster ist bis zur vorgegebenen Gründungsordinate vorzunehmen,
- Auf halber Einbauhöhe des Polsters ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 90 \text{ MN/m}^2$, bzw. ein $E_{vd} \geq 40 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen und zu protokollieren,
- auf der OK des Polsters ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen und zu protokollieren,
- abschließend erfolgt der sofortige Einbau der Sauberkeitsschicht
- bei der Herstellung der Sauberkeitsschicht ist am Baugrubenrand ein ca. 0,5 m breiter Streifen umlaufend freizuhalten.

Die für den Standort nötige Polstermächtigkeit ist mit 3,0 m unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte erheblich. Alternativ kann am Standort eine Bodenverbesserung mittels Rüttelstopfsäulen eingesetzt werden um die Polstermächtigkeit auf $\pm 1,0 \text{ m}$ zu reduzieren. Dies ist planungsseitig zu prüfen.

Der folgende Verfahrensweg ist bei der Gründung am Standort WEA 13 in Verbindung mit einer Bodenverbesserung umzusetzen:

- Herstellen einer ausreichend tragfähigen Arbeitsebene,
- Herstellen der Bohrlöcher (Anzahl, Tiefe und Durchmesser) nach statischer Berechnung,
- Einfüllen von ca. 0,8 m Grobschotter in das vorbereitete Bohrloch und Verdichtung mittels hydraulischen Stampfer,
- für die Fußausrammung werden Grobschotter (ohne Sand- und Feinkornanteile) zum Einsatz gelangen, dadurch ist eine optimale Verzahnung mit dem Anstehenden gewährleistet,
- weitere Eingabe des Säulenmaterials (Breckkorn) und etappenweise dynamische Verdichtung in Wechselfolge bis mindestens 0,5 m oberhalb der Baugrubensohle,

- Nachweis der Verdichtung der Rüttelstopfsäulen/Geopier-Schotterrammsäulen durch den Baugrundgutachter, für die Prüfung ist es erforderlich die Arbeitsebene mit glatter Schneide so abzuziehen, dass alle Säulenköpfe sichtbar sind,
- Bodenaushub und Abnahme der Aushubsohle durch den Baugrundgutachter,
- danach fachgerechter Einbau des Ausgleichspolsters (lagenweiser Einbau und lagenweise Verdichtung von geeignetem, zertifiziertem Material). Die Mächtigkeit des Ausgleichspolsters ist mit mindestens 1,0 m zu bemessen,
- der lagenweise Einbau (max. Einbauhöhe 0,3 m) und das fachgerechte Verdichten des Polsters sind bis zur vorgegebenen Gründungsordinate vorzunehmen,
- auf der OK des Ausgleichspolsters ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ bzw. $E_{vd} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen,
- abschließend erfolgt der sofortige Einbau der Sauberkeitsschicht.

Wird eine Bodenverbesserung ausgeführt sind die statischen Nachweise (Polstermächtigkeit, Anzahl der Säulen bzw. Pfähle, Abstände, Tiefe, Durchmesser, Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen etc.) vorab durch die bauausführende Firma zu liefern und baugrundtechnisch freizugeben. Hierfür benötigt die bauausführende Firma Fundamentdaten für die vorgesehene Flachgründung. Eine Mindestpolstermächtigkeit von 1,0 m ist vorzusehen.

Für die Dimensionierung der Bodenverbesserung sind die standortbezogenen Tiefen und Kennwerte zu verwenden.

Nach der Herstellung der Säulen sind Probelastungen (u. a. schwere Rammsondierungen) durchzuführen, um die Tragfähigkeit des gewählten Systems zu belegen. Dieser Bericht ist - einschließlich der vollständigen Anlagen - der bauausführenden Firma vorab zu übergeben. Die Durchführbarkeit ist vor der Herstellung der Bodenverbesserung durch die ausführende Firma zu bestätigen.

5.2 Gründung von Zuwegungen und Kranstellflächen

Die Tragschichten von Zuwegungen und Kranstellflächen sind unter Beachtung des Lastausbreitungswinkels von 45° aus zertifizierten, frostsicheren und gut verdichtbaren Baustoffen (Brechkornmisch mit Feinkornanteil $\leq 5 \%$) herzustellen.

Bei der Auswahl der Baustoffe ist ausschließlich zertifiziertes Material zu verwenden. Die Verwendung von Ziegel-RC-Material ist grundsätzlich unzulässig.

Im Gründungsbereich anstehende Auffüllungen, aufgeweichte Böden sowie humose bzw. organische Böden sind vollständig aus dem Gründungsbereich zu entfernen und durch geeignete Baustoffe zu ersetzen. Ggf. ist in vernässten Bereichen (u. a. in Geländetiefen) eine Stabilisierung mit hydraulischen Bindemitteln vorzunehmen.

Der Geschiebelehm (Schicht 2) und der Geschiebemergel (Schicht 3) sind stark wasserempfindlich. Die Gründungsarbeiten sollten bevorzugt außerhalb niederschlagsreicher Zeiträume erfolgen.

Zuwegungen

Für die Zuwegungen ist eine Tragschicht aus geeigneten Baustoffen mit einer Mindestmächtigkeit von 0,50 m in max. 0,30 m mächtigen Lagen fachgerecht herzustellen und zu verdichten. Auf dem nachverdichteten Planum ist eine Mindesttragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen und ggf. ein Vlies mit Trennfunktion zu verlegen. Erfüllt das Planum die Anforderungen an die Mindesttragfähigkeit nicht, ist zur Stabilisierung zusätzlich eine mindestens 0,20 m mächtige Lage aus grobkörnigen Baustoffen herzustellen und fachgerecht zu verdichten. Alternativ kann eine Bodenstabilisierung mit hydraulischen Bindemitteln ausgeführt werden.

Auf der Tragschicht der Zuwegungen ist eine Mindesttragfähigkeit von $E_{vd} \geq 40 \text{ MN/m}^2$ bzw. $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen.

Kranstellflächen

Zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung lagen uns keine Angaben zu Kranlasten und zur Größe der Lastverteilerplatten vor. Die endgültige Bauweise der Kranstellflächen kann standortbezogen erst nach Vorlage dieser Daten festgelegt werden. Eine Vorabdimensionierung der Kranstellflächen mit Angaben zu zulässigen Bodenpressungen liegt in Anlage 6 bei.

Der Oberboden (Schicht 1), Aufweichungen und Auflockerungen sind aus dem Gründungsbereich der Kranstellflächen zu entfernen. Auf dem nachverdichteten Planum ist eine Mindesttragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen und ggf. ein Vlies mit Trennfunktion zu verlegen.

Erfüllt das Planum die Anforderungen an die Mindesttragfähigkeit nicht, ist zur Stabilisierung zusätzlich eine mindestens 0,20 m mächtige Lage aus grobkörnigen Baustoffen herzustellen und fachgerecht zu verdichten. Alternativ kann eine vollflächige Bodenstabilisierung mit hydraulischen Bindemitteln erfolgen. Das Planum ist vor nachträglichen Aufweichungen zu schützen.

Für die Kranstellflächen ist eine Tragschicht aus geeigneten Baustoffen mit einer Mindestmächtigkeit $\geq 0,60$ m herzustellen. Die Einbaustärke der einzelnen Lagen beträgt max. 0,30 m. Die einzelnen Lagen sind fachgerecht zu verdichten. Auf Kranstellflächen ist eine Mindesttragfähigkeit von $E_{v2} \geq 120$ MN/m² bei einem Verdichtungsverhältnis von $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$ nachzuweisen.

In Abhängigkeit von der Witterungssituation sind bei der Bauausführung für die Stützen der Krananlage größere Lastverteilerplatten (Baggermatratzen) einzukalkulieren.

5.3 Erdarbeiten

Grundsätzlich ist der Oberboden (Schicht 1) für vegetationstechnische Zwecke vorzusehen und nach den Grundsätzen des Landschaftsbaues (DIN 18 915) zu behandeln (gesonderte Deponierung). Der Oberboden sollte bei seiner Bearbeitung nicht verändert, d. h. verdichtet oder verschmiert, werden. In diesem Zusammenhang wird auf die fachgerechte Zwischenlagerung der Aushubmaterialien hingewiesen. Belange des Bodenschutzes sind in [14] dokumentiert.

Besondere Beachtung gilt der fachgerechten Anschüttung der Fundamente. Die Anschüttung ist mit verdichtbarem Material ($\gamma > 18$ kN/m³) herzustellen. Anfallende Aushubmassen mit einer mindestens steifplastischen Konsistenz sind für Hinterfüllungen und Anschüttungen prinzipiell geeignet. Aufgeweichte Schichten sind erst nach entsprechenden Austrocknungsmaßnahmen bzw. nach Zugabe hydraulischer Bindemittel einbaufähig. Die Verwendung der Materialien für höhere Beanspruchungen bedarf einer Eignungsprüfung für den speziellen Anwendungszweck.

Bei nicht fachgerechtem Einbau und Verdichten der Anschüttung ist mit Nacharbeiten (u. a. Setzungsunterschiede etc.) über einen längeren Zeitraum zu rechnen.

5.4 Baugrube und Wasserhaltung

Unbelastete Wände von Baugruben und Leitungsräben können nach der DIN 4124 [10] bis zu einer Tiefe von 1,25 m senkrecht angelegt werden. Bei größeren Tiefen ist mit max. 45° abzuböscheln oder nach statischen und konstruktiven Erfordernissen zu verbauen.

Alle anfallenden Wässer sind mittels offener Wasserhaltung sicher zu fassen und gezielt abzuleiten. Wasserhaltungsanlagen müssen der Größe der Baugrube, eventuellen Starkregenereignissen und dem anstehenden Baugrund angepasst sein (bei Bedarf mehrere Anlagen und vorausseilend). Die Wasserhaltungen sind bis zur fachgerechten Hinterfüllung der Fundamente aufrechtzuerhalten. Entsprechende Positionen sind im Leistungsverzeichnis zu berücksichtigen.

Ein Ausfließen von Böden aus der Baugrubenwand bzw. Baugrubensohle (hydraulischer Grundbruch) ist durch geeignete Maßnahmen auszuschließen.

Das Freilegen der Gründungssohlen hat, außer in technisch bedingten Ausnahmen, im glatten Bodenanschnitt zu erfolgen. Ein „Aufreißen“ der Baugrubensohlen ist unbedingt zu vermeiden.

Die Baugrubensohlen sind durch den Baugrundgutachter abzunehmen. Danach erfolgt unverzüglich der Einbau der Gründungspolster. Die Sauberkeitsschicht ist so zu errichten, dass niedergehendes Oberflächen- bzw. Schichtwasser sicher gefasst und gezielt abgeleitet werden kann.

5.5 Betonaggressivität und Stahlkorrosivität

Zur Bestimmung der Betonaggressivität sowie der Stahlkorrosivität wurde eine Bodenprobe des Standortes WEA 13 durch die CLU GmbH nach den DIN-Komplexen 4030 und 50 929 untersucht. Die zusammengefassten Ergebnisse können Tabelle 6 entnommen werden. Die ausführlichen Untersuchungsberichte sind als Anlage 5 Bestandteil des Berichts.

Tabelle 6: Untersuchungsergebnisse auf Beton- und Stahlaggressivität von Boden nach DIN 4030 und DIN 50 929 Teil 3

Probe	Betonaggressivität nach DIN 4030 (Expositionsklasse)	Stahlaggressivität von Böden nach DIN 50 929 Teil 3		
		Mulden- und Lochkorrosion	Flächenkorrosion	Bodenklasse
GP 4a/3	nicht betonangreifend	gering	sehr gering	lb

Weiterführende Festlegungen hinsichtlich der Expositionsklassen (u. a. Bauteile, nutzungsbedingte Einflüsse etc.) sind von planerischer Seite vorzunehmen.

Einbaumassen für Bettungsschichten baugrundverbessernder Maßnahmen dürfen keine betonangreifenden Inhaltsstoffe beinhalten. Entsprechende Zertifikate sind von der bauausführenden Firma vorzuhalten.

6. Vorschläge und zusätzliche Hinweise

Evtl. örtlich im Gründungsbereich vorhandene, organogene oder hohlraumreiche Auffüllungen (Müll, Holz, Ziegel, Bauschutt o. ä.) sowie aufgeweichte Erdstoffe sind vollständig aufzunehmen. Gruben und Gräben sind mit Magerbeton oder verdichtbarem Material zu verfüllen.

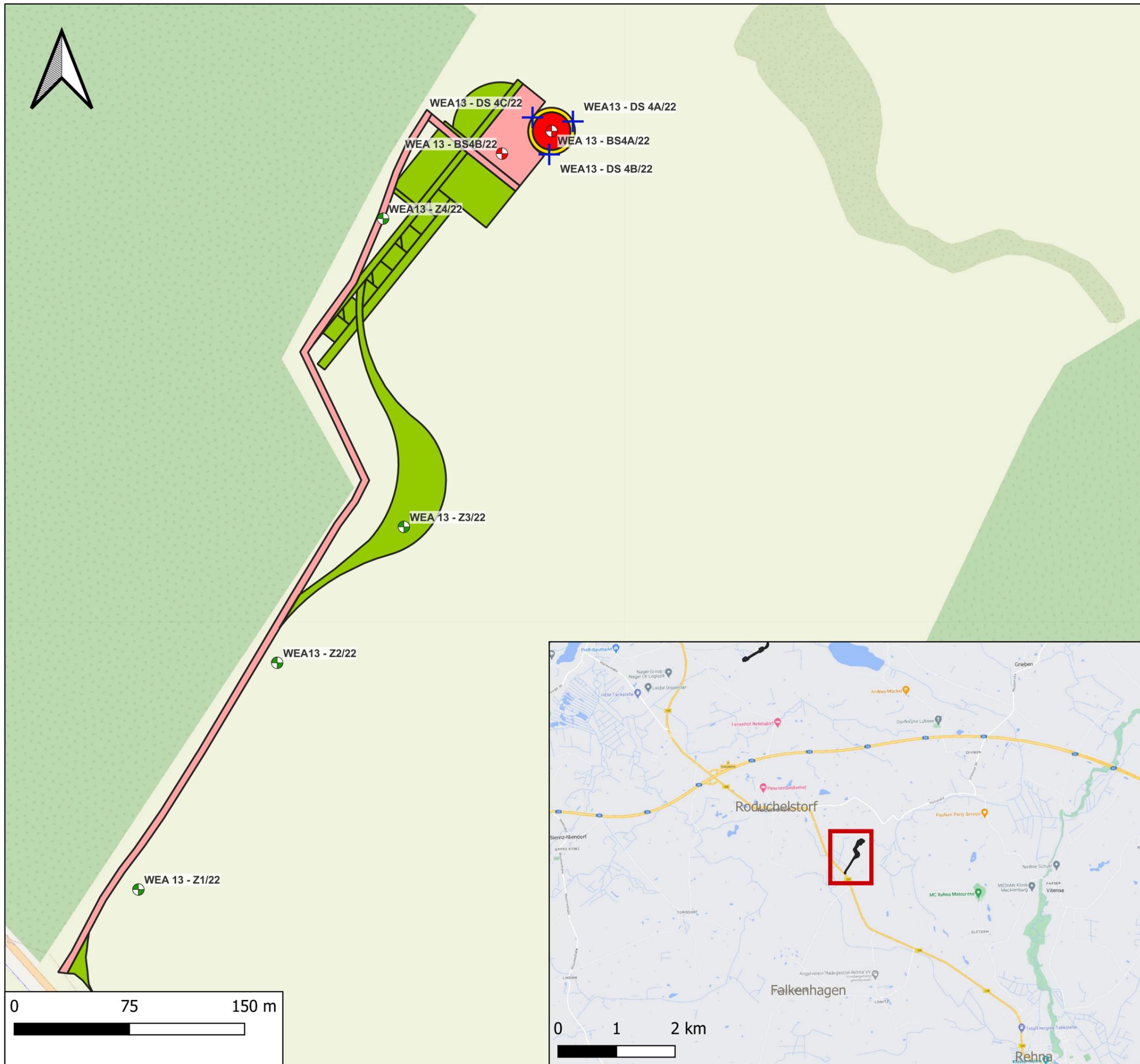
Die entnommenen Bodenproben zeigen nach organoleptischen Merkmalen keine Hinweise auf schädliche Verunreinigungen oder Kontaminationen. Chemische Analysen als zuverlässiger Nachweis sind nicht Gegenstand der Beauftragung.

Aufgrund des punktförmigen Charakters der Aufschlüsse ist die Möglichkeit nicht vollkommen ausgeschlossen, dass örtliche Unregelmäßigkeiten nicht erfasst wurden. Die angegebenen Tiefen der Schichtgrenzen können Schwankungen unterliegen. Aus genannten Gründen sind die Aushubsohlen vor der Überbauung aus baugrundtechnischer Sicht freizugeben.

Ergeben sich bei der weiteren Bearbeitung Fragen, die den Sektor Bodenmechanik und Grundbau berühren oder wird ein anderer WEA-Typ bzw. eine andere Gründung als die im Bericht angegebenen Varianten realisiert, so ist dies mit dem Baugrundbüro Klein abzustimmen. Gleiches gilt insbesondere auch für laterale Verschiebungen der WEA-Standorte.

Der vorliegende geotechnische Bericht ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich und gilt in seiner inhaltlichen und räumlichen Abgrenzung für das beschriebene Bauvorhaben „**Errichtung von 1 WEA am Standort WP Rehna-Falkenhagen 3 (WEA 13)**“. Alle Empfehlungen und Folgerungen basieren ausschließlich auf den aufgeführten Unterlagen und dem zum Zeitpunkt der Berichtserstellung vorliegenden Planungsstand.

* * * * *



Legende:

-  Kleinrammbohrung_Zuwegung
-  Kleinrammbohrung_WEA
-  Drucksondierung

Auftragsnummer:
kl - 22/10/183

Anlage 1, Blatt 1

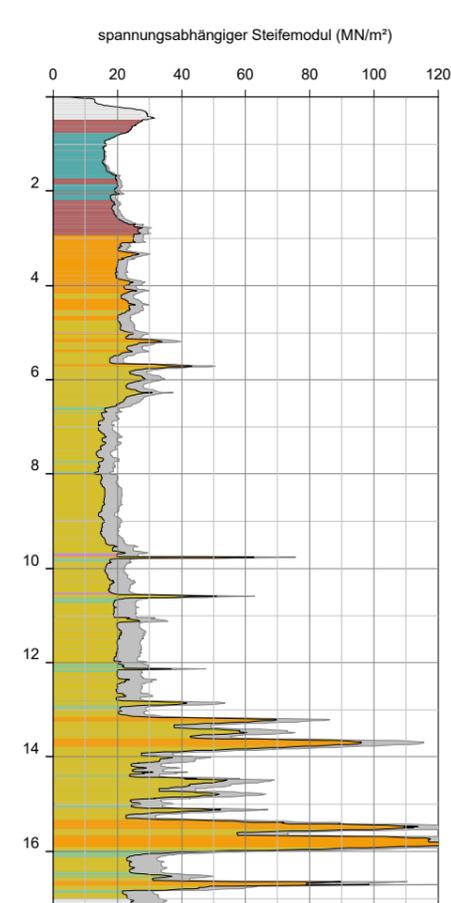
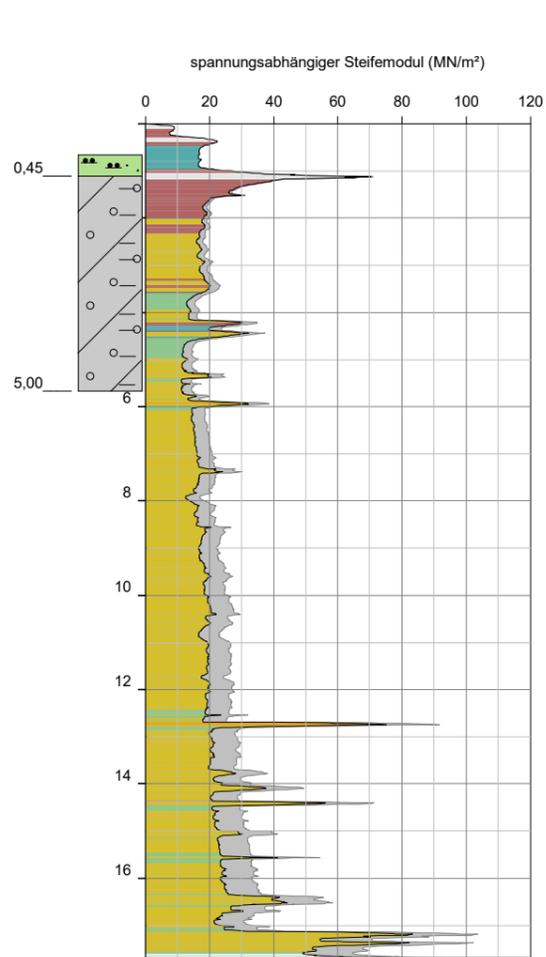
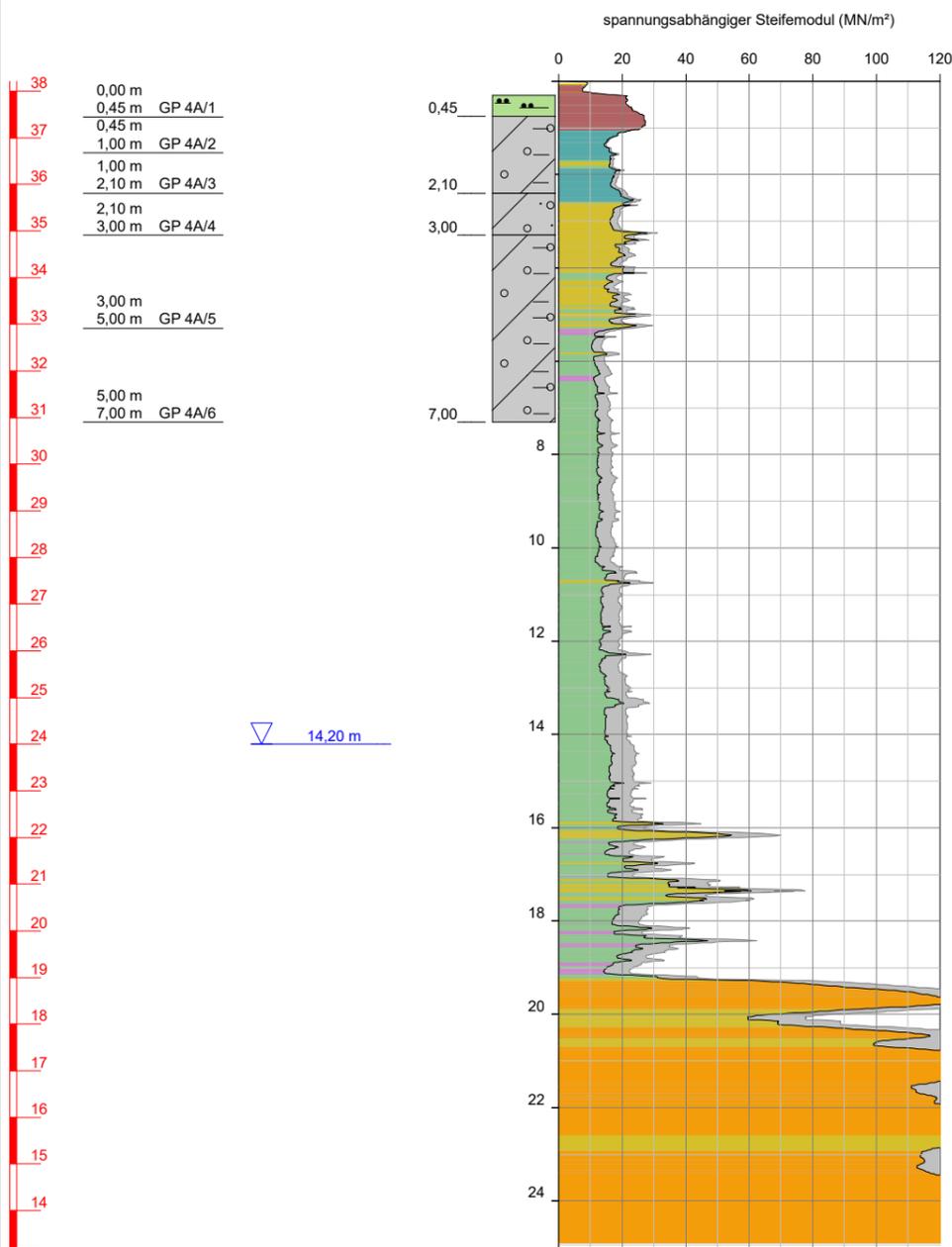
Maßstab:
1:2.500

Bauvorhaben:
WP Rehna-Falkenhagen 1 WEA

Auftraggeber:
Mea Energieagentur
Mecklenburg-Vorpommern GmbH
Obotritenring 40
19035 Schwerin

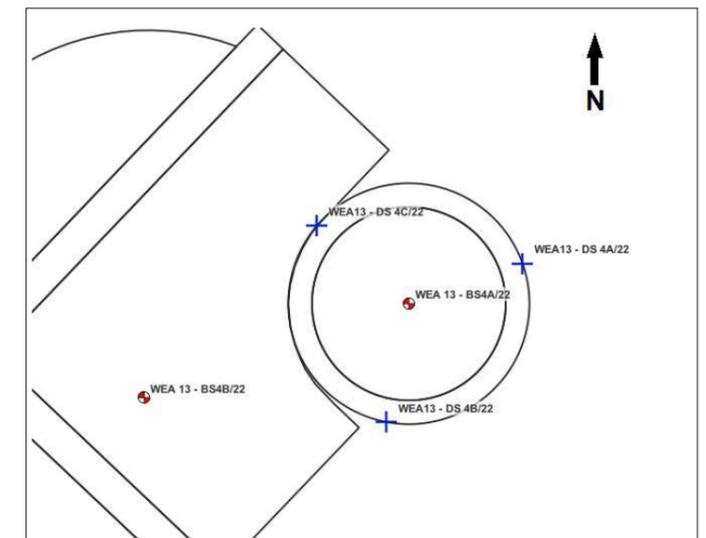


Hummelweg 3
06120 Halle / Dörlau
Telefon: 0345 - 532 36 90
Mail: info@baugrundbuero-klein.de
<https://www.baugrundbuero-klein.de/>



UK	Schichtinhalt
0,45 m	Schicht 1 (erkundete Mächtigkeit 0,45 m) - Ackerboden - Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig bis sehr schwach feinsandig, sehr schwach mittelsandig, durchwurzelt - erdfeucht, steif - leicht zu bohren - Bodengruppe: OU (Schluffe, organisch) - kalkfrei - graubraun
2,10 m	Schicht 2 (erkundete Mächtigkeit 1,65 m) - Geschiebelehm - Schluff, stark tonig bis tonig, schwach feinsandig, schwach mittelsandig, sehr schwach feinkiesig - Flintanteile - erdfeucht, steif bis halbfest - mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren - Bodengruppe: TL (Ton, leicht plastisch), TM (Ton, mittelplastisch) - kalkfrei - braun, hellbraun
3,00 m	Schicht 2 (erkundete Mächtigkeit 0,90 m) - Geschiebelehm - Ton, feinsandig, schwach schluffig - erdfeucht, halbfest - schwer zu bohren - Bodengruppe: TL (Ton, leicht plastisch), SU* (Sand, stark schluffig) - kalkfrei - braun, graubraun
7,00 m	(erkundete Mächtigkeit 4,00 m) - Geschiebelehm - Schluff, stark tonig bis tonig, stark feinsandig, stark mittelsandig, sehr schwach grobsandig, sehr schwach feinkiesig - erdfeucht, steif bis halbfest - schwer zu bohren bis sehr schwer zu bohren - Bodengruppe: TL (Ton, leicht plastisch), TM (Ton, mittelplastisch) - Kein Wasseranschnitt. Technischer Abbruch, Mantelreibung - kalkfrei - grau
Endteufe bzw. technischer Abbruch	

UK	Schichtinhalt
0,45 m	Schicht 1 (erkundete Mächtigkeit 0,45 m) - Ackerboden - Schluff, tonig, stark feinsandig bis feinsandig, sehr schwach mittelsandig, sehr schwach feinkiesig, durchwurzelt - erdfeucht, steif - leicht zu bohren - Bodengruppe: OU (Schluffe, organisch) - kalkfrei - graubraun
5,00 m	Schicht 2 (erkundete Mächtigkeit 4,55 m) - Geschiebelehm - Schluff, stark tonig bis tonig, stark feinsandig bis feinsandig, sehr schwach feinkiesig, lagenweise Ton - erdfeucht, steif bis halbfest - mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren - Bodengruppe: TL (Ton, leicht plastisch), TM (Ton, mittelplastisch), SU* (Sand, stark schluffig) - Kein Wasseranschnitt. - kalkfrei - braun, hellbraun
Endteufe bzw. technischer Abbruch	



Drucksondierungen Bodenklassifikation (ROBERTSON 1990)	plastisch, feinkörnige Böden	schluffiger Ton	schluffiger Sand / Sandgemische	kiesiger Sand	sehr steife Böden
	organische Böden	toniger Schluff	Sand	toniger Sand	ohne Zuordnung

Aufschlüsse:	Datum:	Ansatzhöhe:	Rechtswert:	Hochwert:	Projekt:	Lagestatus:
DS 4A/22	02.11.2022	38,2 m NHN	33237011,4	5970411,1	WP Rehna-Falkenhagen 1 WEA Auftraggeber: Mea Energieagentur Mecklenburg-Vorpommern GmbH Standort: siehe Anlage 1 Projekt-Nr.: KI - 22/10/183 Baugrundbüro Klein GmbH Hummelweg 3 06120 Halle (Saale) Tel.: +49 (345) 532 36 90 E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de	ETRS89 / UTM zone 33N
DS 4B/22	02.11.2022	37,3 m NHN	33236994,2	5970391,0		Höhenstatus: DHHN 2016
DS 4C/22	02.11.2022	37,9 m NHN	33236985,4	5970415,9		
BS 4A/22	02.11.2022	37,9 m NHN	33236997,0	5970406,0		
BS 4B/22	02.11.2022	36,7 m NHN	33236964,0	5970394,0		



Z1

BS nach DIN EN ISO 22475-1

Z2

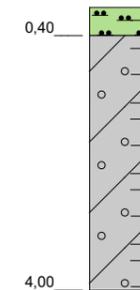
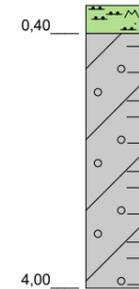
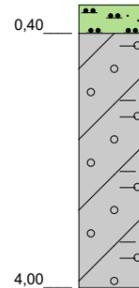
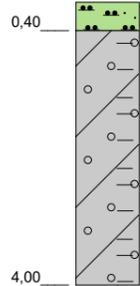
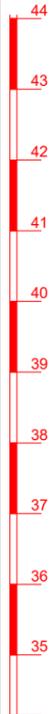
BS nach DIN EN ISO 22475-1

Z3

BS nach DIN EN ISO 22475-1

Z4

BS nach DIN EN ISO 22475-1



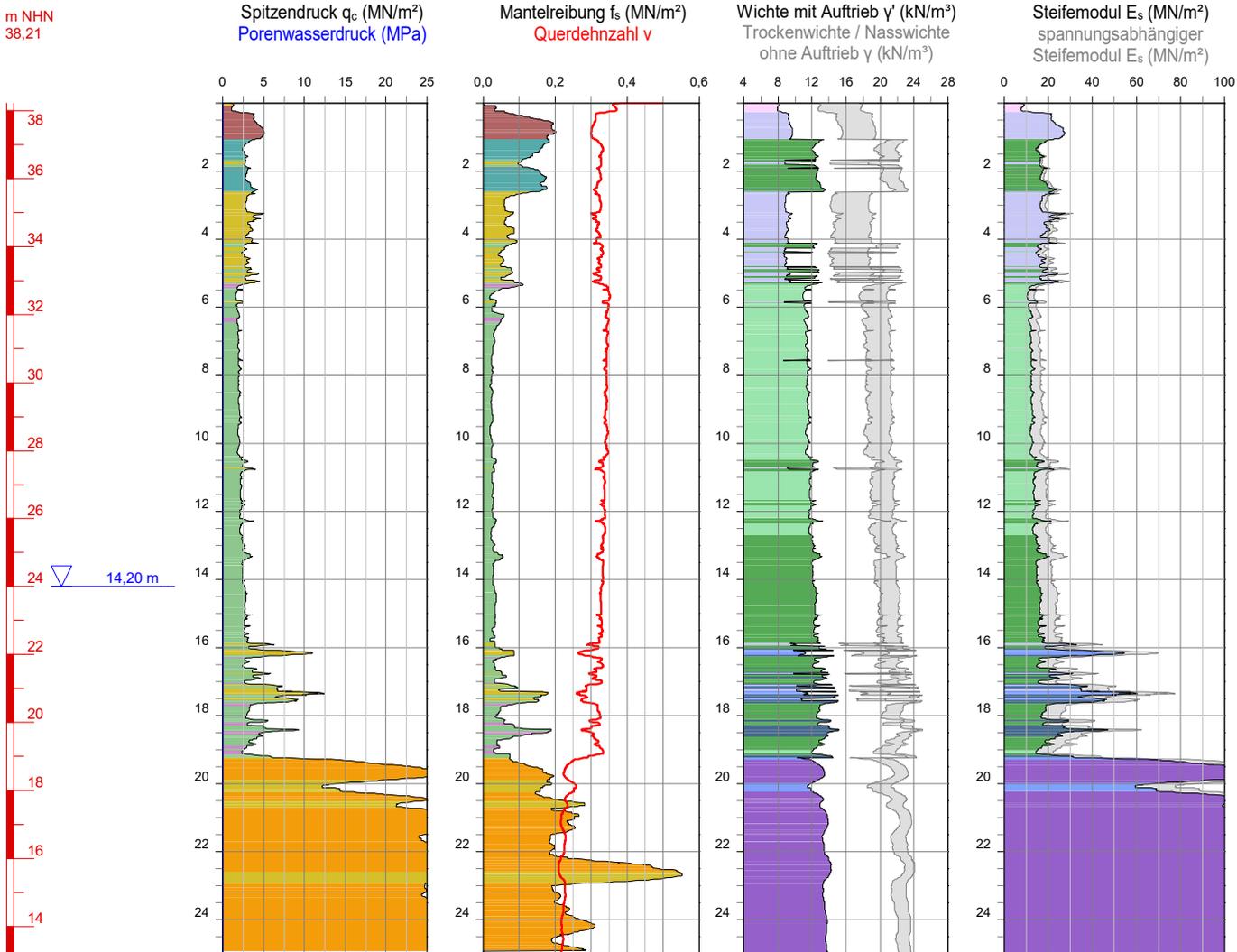
UK	Schichtinhalt
0,40 m	Schicht 1 (erkundete Mächtigkeit 0,40 m) - Ackerboden - Schluff, stark feinsandig bis feinsandig, schwach tonig, sehr schwach mittelsandig, durchwurzelt - erdfeucht, steif, bröckelig - leicht zu bohren - Bodengruppe: OU (Schluffe, organisch) - kalkfrei - graubraun
4,00 m	Schicht 2 (erkundete Mächtigkeit 3,60 m) - Geschiebelehm - Schluff, stark tonig bis tonig, stark feinsandig bis feinsandig, sehr schwach feinkiesig, sehr schwach mittelkiesig, lagenweise Ton - erdfeucht, steif bis halbfest - mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren - Bodengruppe: TL (Ton, leicht plastisch), SU* (Sand, stark schluffig) - Kein Wasseranschnitt. - kalkfrei - braun, hellbraun
Endteufe	

UK	Schichtinhalt
0,40 m	Schicht 1 (erkundete Mächtigkeit 0,40 m) - Ackerboden - Schluff, tonig, stark feinsandig, sehr schwach mittelsandig, sehr schwach feinkiesig - erdfeucht, steif, bröckelig - leicht zu bohren - Bodengruppe: OU (Schluffe, organisch) - kalkfrei - graubraun
4,00 m	Schicht 2 (erkundete Mächtigkeit 3,60 m) - Geschiebelehm - Schluff, tonig, schwach feinsandig bis sehr schwach feinsandig, sehr schwach mittelsandig, sehr schwach feinkiesig - erdfeucht, steif bis halbfest - mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren - Bodengruppe: TL (Ton, leicht plastisch), SU* (Sand, stark schluffig) - Kein Wasseranschnitt. - kalkfrei - braun, hellbraun
Endteufe	

UK	Schichtinhalt
0,40 m	Schicht 1 (erkundete Mächtigkeit 0,40 m) - Oberboden - Schluff, stark feinsandig, tonig bis schwach tonig, sehr schwach feinkiesig - erdfeucht, steif, bröckelig - leicht zu bohren - Bodengruppe: OU (Schluffe, organisch) - kalkfrei - graubraun
4,00 m	Schicht 2 (erkundete Mächtigkeit 3,60 m) - Geschiebelehm - Schluff, stark tonig bis tonig, sehr schwach feinsandig, sehr schwach mittelsandig, sehr schwach feinkiesig, sehr schwach mittelkiesig - erdfeucht, steif bis halbfest - mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren - Bodengruppe: TL (Ton, leicht plastisch), TM (Ton, mittelpastisch) - Kein Wasseranschnitt. - kalkfrei - braun, hellbraun
Endteufe	

UK	Schichtinhalt
0,40 m	Schicht 1 (erkundete Mächtigkeit 0,40 m) - Ackerboden - Schluff, stark tonig bis tonig, schwach feinsandig bis sehr schwach feinsandig - erdfeucht, steif, bröckelig - mäßig schwer zu bohren - Bodengruppe: OU (Schluffe, organisch) - kalkfrei - graubraun
4,00 m	Schicht 2 (erkundete Mächtigkeit 3,60 m) - Geschiebelehm - Schluff, stark tonig bis tonig, schwach feinsandig, sehr schwach mittelsandig, sehr schwach feinkiesig - erdfeucht, steif bis halbfest - mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren - Bodengruppe: TL (Ton, leicht plastisch), SU* (Sand, stark schluffig) - Kein Wasseranschnitt. - kalkfrei - braun, hellbraun
Endteufe	

Aufschlüsse:	Datum:	Ansatzhöhe:	Rechtswert:	Hochwert:	Drucksondierungen Bodenklassifikation (ROBERTSON 1990)	plastisch, feinkörnige Böden	schluffiger Ton	schluffiger Sand / Sandgemische	kiesiger Sand	sehr steife Böden
Z1	02.11.2022	38,2 m NHN	33236687,0	5969936,4	Projekt: WP Rehna-Falkenhagen 1 WEA Auftraggeber: Mea Energieagentur Mecklenburg-Vorpommern GmbH Standort: siehe Anlage 1 Projekt-Nr.: KI - 22/10/183 Bearbeiter: Eichhorn Anlage: 2 Blatt-Nr.: 2		Lagestatus: ETRS89 / UTM zone 33N Höhenstatus: DHHN 2016			
Z2	02.11.2022	44,1 m NHN	33236789,6	5970076,0						
Z3	02.11.2022	42,1 m NHN	33236879,3	5970157,2						
Z4	02.11.2022	40,8 m NHN	33236882,8	5970358,5						
					Baugrundbüro Klein GmbH Hummelweg 3 06120 Halle (Saale) Tel.: +49 (345) 532 36 90 E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de					



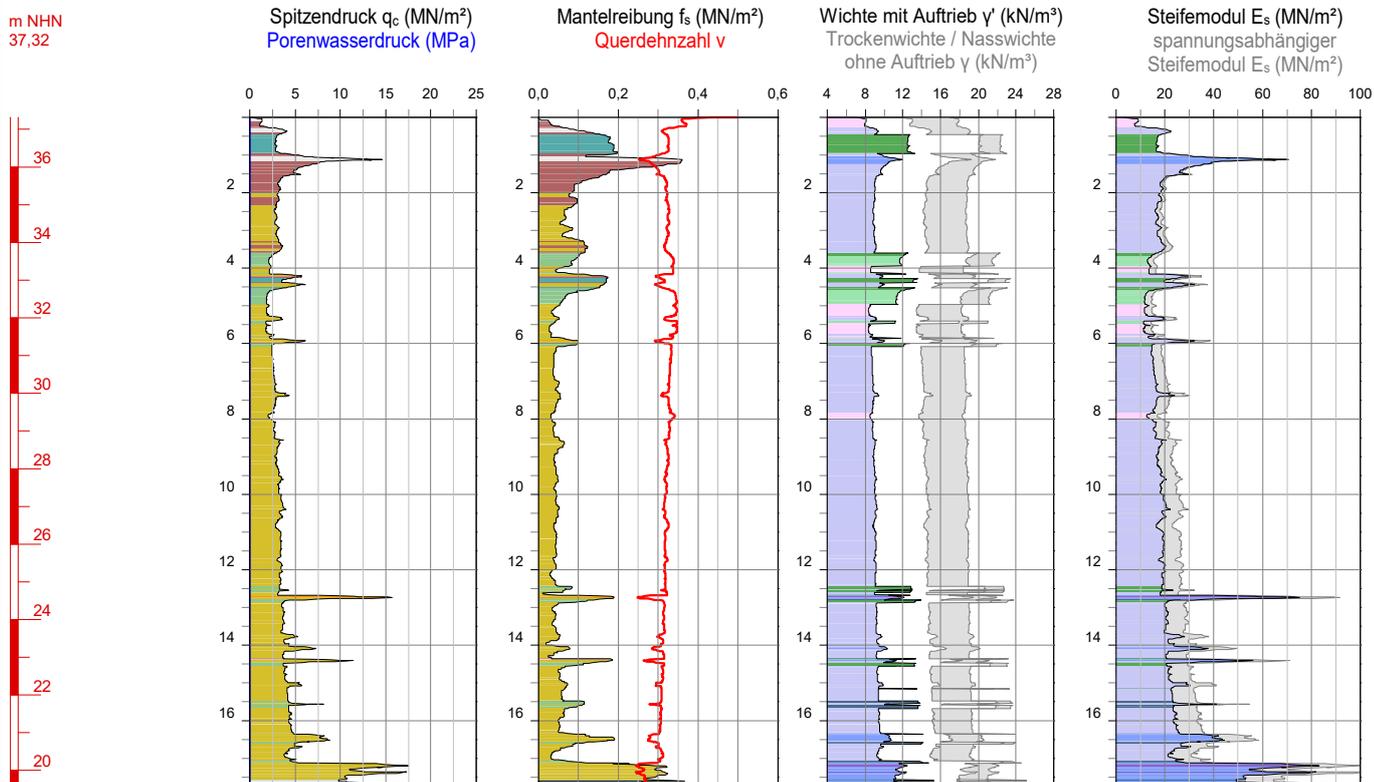
Zustand nach Elastizitätszahl Ie		nicht bindige Bodenreaktion	
bindige Bodenreaktion			
 sehr weich	<0,50	 sehr locker	<1,00
 weich	0,50 ... 0,75	 locker	1,00 ... 1,50
 steif	0,75 ... 1,00	 mitteldicht	1,50 ... 2,00
 halbfest	1,00 ... 1,25	 dicht	2,00 ... 3,00
 halbfest bis fest	>1,25	 sehr dicht	>3,00

Bodenreaktionsklassen nach ROBERTSON 1990			
Bodenreaktionsgruppe bindig		Bodenreaktionsgruppe nicht bindig	
 1	plastisch, feinkörnige Böden	 5	schluffiger Sand / Sandgemische
 2	organische Böden	 6	Sand
 3	schluffiger Ton	 7	kiesiger Sand
 4	toniger Schluff	 8	toniger Sand
 9	sehr steife Böden	 0	ohne Zuordnung

Projekt:	WP Rehna-Falkenhagen 1 WEA		
Projekt-Nr.:	kl - 22/10/183		
Aufschluss:	DS 4A/22		
Standort:	siehe Anlage 1		
Auftraggeber:	Mea Energieagentur Mecklenburg-Vorpommern GmbH		
Aufschlussdatum:	09.11.2022	Bearbeiter:	Eichhorn
Lagestatus:	ETRS89 / UTM zone 33N		
Rechtswert:	33237011,4	Hochwert:	5970411,1
Höhenstatus:	DHHN 2016		
Ansatzhöhe:	38,21 m NHN		
Endtiefe:	13,21 (25,00 m u. GOK)		
Anlage:	3.1 Blatt 1		

Baugrundbüro Klein GmbH
 Hummelweg 3
 06120 Halle / Dölau
 Tel.: +49 (0)345 / 532 36 90
 E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de





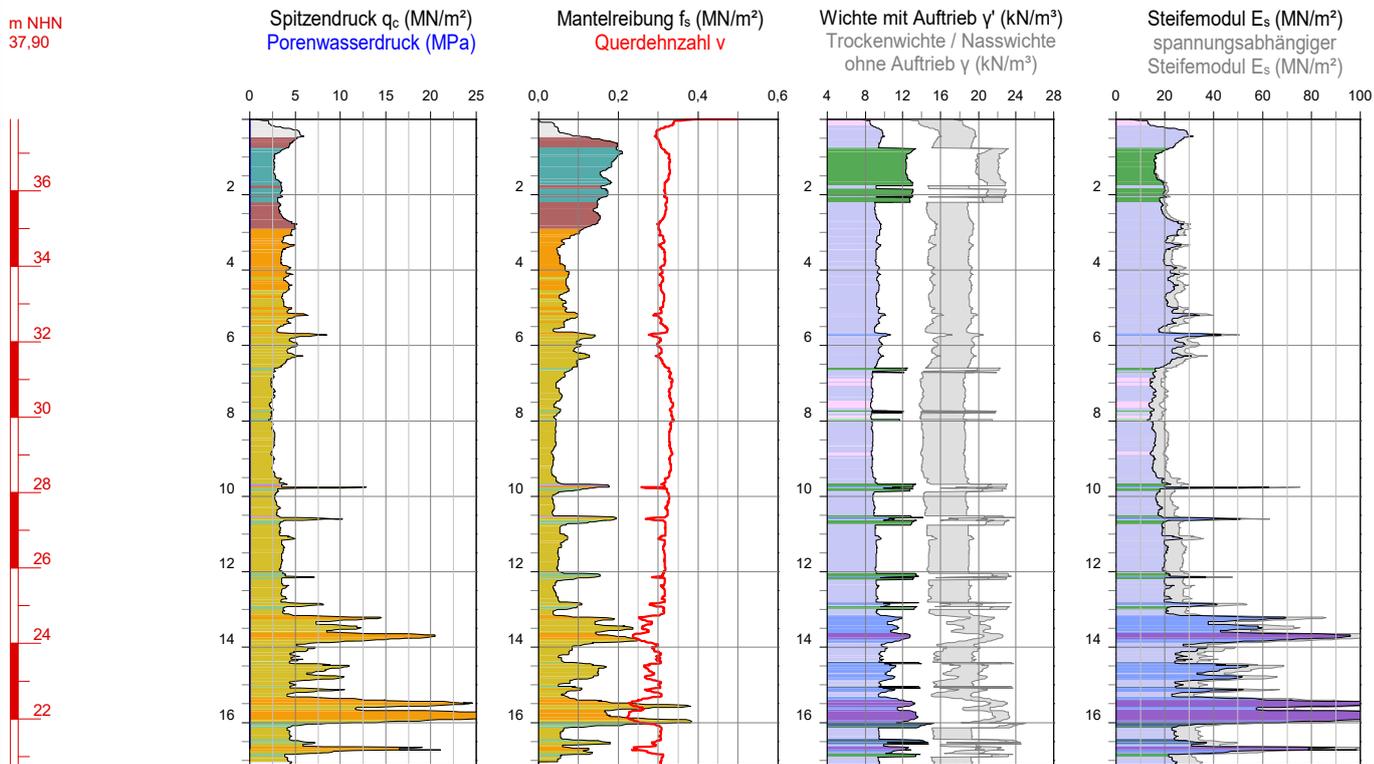
Zustand nach Elastizitätszahl Ie		nicht bindige Bodenreaktion	
bindige Bodenreaktion			
 sehr weich	<0,50	 sehr locker	<1,00
 weich	0,50 ... 0,75	 locker	1,00 ... 1,50
 steif	0,75 ... 1,00	 mitteldicht	1,50 ... 2,00
 halbfest	1,00 ... 1,25	 dicht	2,00 ... 3,00
 halbfest bis fest	>1,25	 sehr dicht	>3,00

Bodenreaktionsklassen nach ROBERTSON 1990			
Bodenreaktionsgruppe bindig		Bodenreaktionsgruppe nicht bindig	
 1	plastisch, feinkörnige Böden	 5	schluffiger Sand / Sandgemische
 2	organische Böden	 6	Sand
 3	schluffiger Ton	 7	kiesiger Sand
 4	toniger Schluff	 8	toniger Sand
 9	sehr steife Böden	 0	ohne Zuordnung

Projekt:	WP Rehna-Falkenhagen 1 WEA		
Projekt-Nr.:	kl - 22/10/183		
Aufschluss:	DS 4B/22		
Standort:	siehe Anlage 1		
Auftraggeber:	Mea Energieagentur Mecklenburg-Vorpommern GmbH		
Aufschlussdatum:	09.11.2022	Bearbeiter:	Eichhorn
Lagestatus:	ETRS89 / UTM zone 33N		
Rechtswert:	33236994,2	Hochwert:	5970391,0
Höhenstatus:	DHHN 2016		
Ansatzhöhe:	37,32 m NHN		
Endtiefe:	19,63 (17,69 m u. GOK)		
Anlage:	3.1 Blatt 2		

Baugrundbüro Klein GmbH
Hummelweg 3
06120 Halle / Dölau
Tel.: +49 (0)345 / 532 36 90
E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de





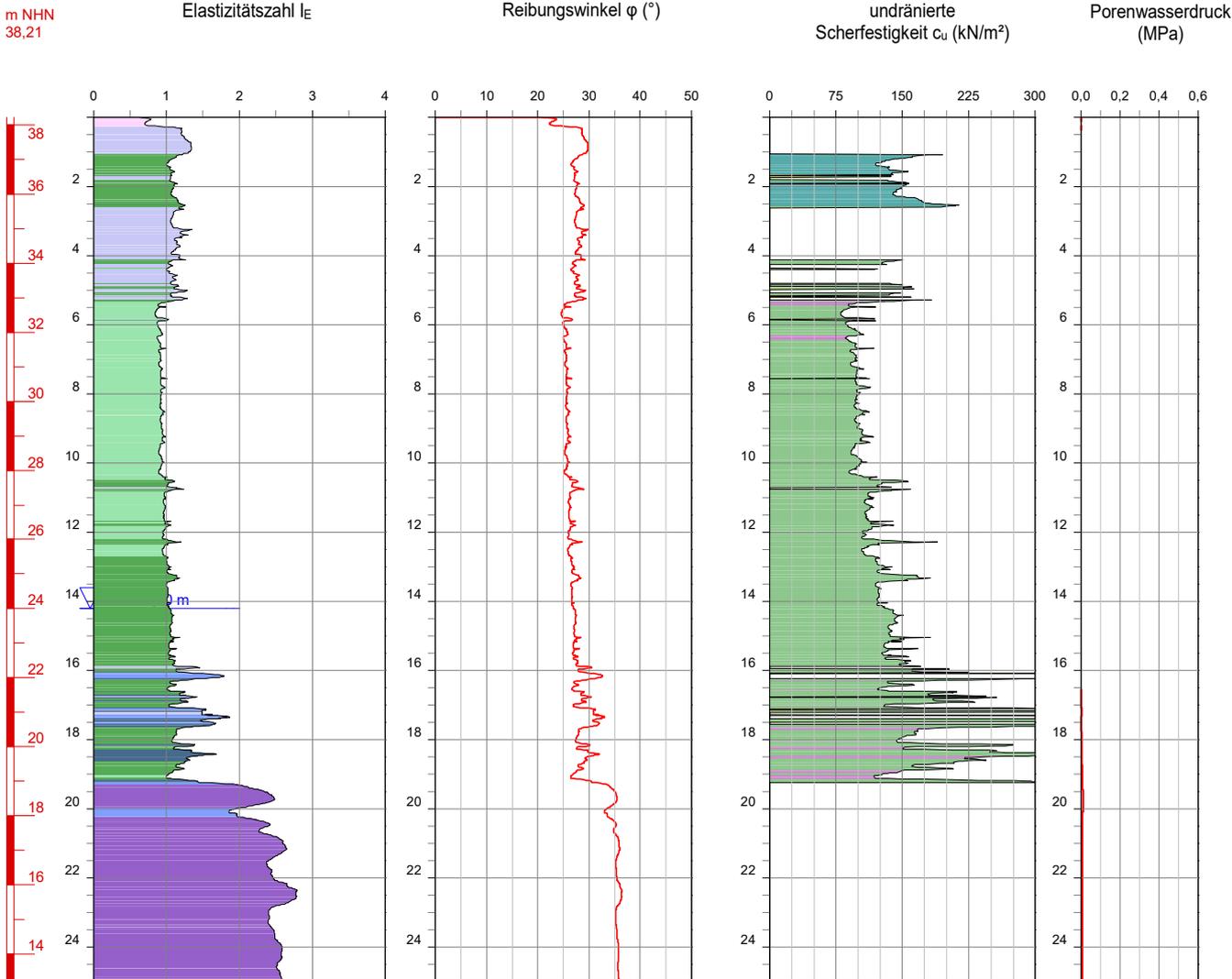
Zustand nach Elastizitätszahl Ie		nicht bindige Bodenreaktion	
bindige Bodenreaktion			
 sehr weich	<0,50	 sehr locker	<1,00
 weich	0,50 ... 0,75	 locker	1,00 ... 1,50
 steif	0,75 ... 1,00	 mitteldicht	1,50 ... 2,00
 halbfest	1,00 ... 1,25	 dicht	2,00 ... 3,00
 halbfest bis fest	>1,25	 sehr dicht	>3,00

Bodenreaktionsklassen nach ROBERTSON 1990	
Bodenreaktionsgruppe bindig	Bodenreaktionsgruppe nicht bindig
 1 plastisch, feinkörnige Böden	 5 schluffiger Sand / Sandgemische
 2 organische Böden	 6 Sand
 3 schluffiger Ton	 7 kiesiger Sand
 4 toniger Schluff	 8 toniger Sand
 9 sehr steife Böden	 0 ohne Zuordnung

Projekt:	WP Rehna-Falkenhagen 1 WEA	
Projekt-Nr.:	kl - 22/10/183	
Aufschluss:	DS 4C/22	
Standort:	siehe Anlage 1	
Auftraggeber:	Mea Energieagentur Mecklenburg-Vorpommern GmbH	
Aufschlussdatum:	09.11.2022	Bearbeiter: Eichhorn
Lagestatus:	ETRS89 / UTM zone 33N	
Rechtswert:	33236985,4	Hochwert: 5970415,9
Höhenstatus:	DHHN 2016	
Ansatzhöhe:	37,90 m NHN	
Endtiefe:	20,76 (17,14 m u. GOK)	
Anlage:	3.1 Blatt 3	

Baugrundbüro Klein GmbH
 Hummelweg 3
 06120 Halle / Dölau
 Tel.: +49 (0)345 / 532 36 90
 E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de





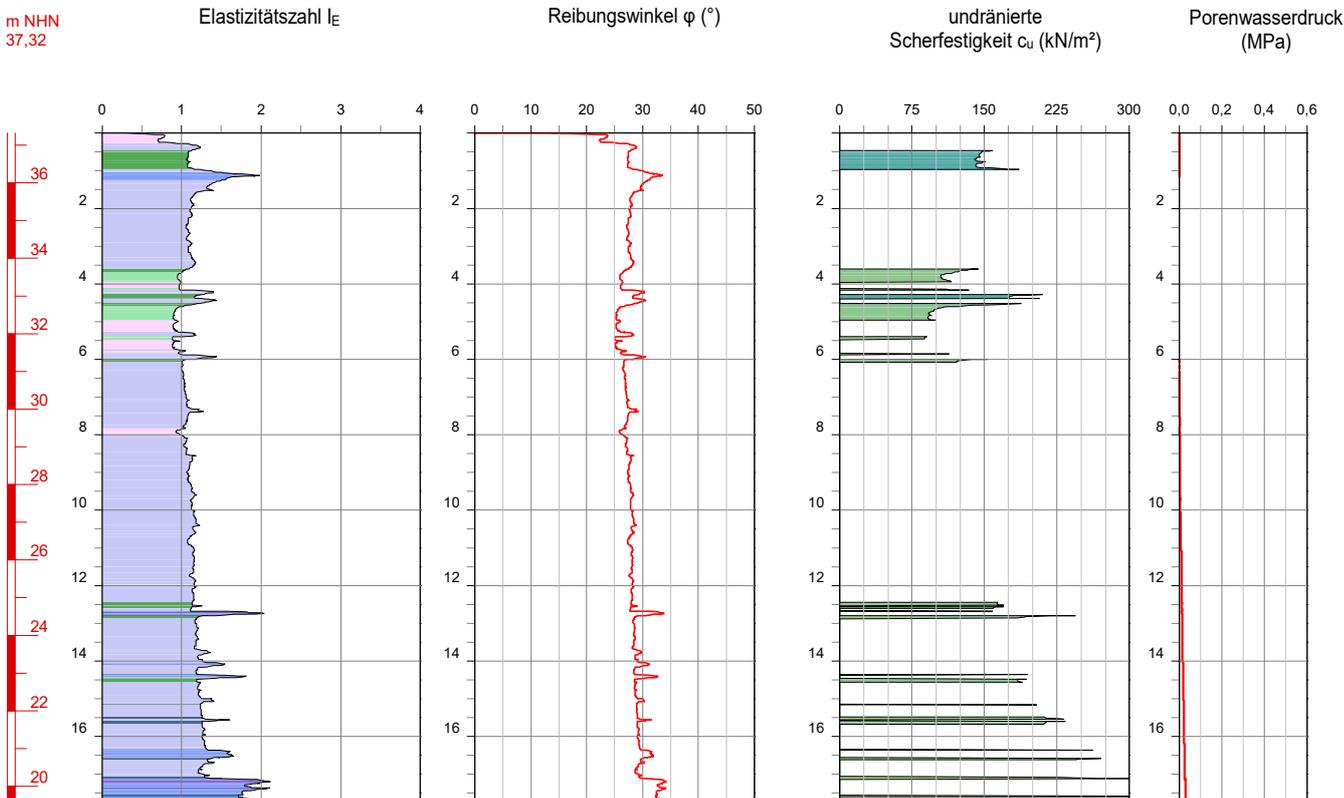
Zustand nach Elastizitätszahl Ie		nicht bindige Bodenreaktion	
bindige Bodenreaktion			
 sehr weich	<0,50	 sehr locker	<1,00
 weich	0,50 ... 0,75	 locker	1,00 ... 1,50
 steif	0,75 ... 1,00	 mitteldicht	1,50 ... 2,00
 halbfest	1,00 ... 1,25	 dicht	2,00 ... 3,00
 halbfest bis fest	>1,25	 sehr dicht	>3,00

Bodenreaktionsklassen nach ROBERTSON 1990			
Bodenreaktionsgruppe bindig		Bodenreaktionsgruppe nicht bindig	
 1	plastisch, feinkörnige Böden	 5	schluffiger Sand / Sandgemische
 2	organische Böden	 6	Sand
 3	schluffiger Ton	 7	kiesiger Sand
 4	toniger Schluff	 8	toniger Sand
 9	sehr steife Böden	 0	ohne Zuordnung

Projekt:	WP Rehna-Falkenhagen 1 WEA		
Projekt-Nr.:	kl - 22/10/183		
Aufschluss:	DS 4A/22		
Standort:	siehe Anlage 1		
Auftraggeber:	Mea Energieagentur Mecklenburg-Vorpommern GmbH		
Aufschlussdatum:	09.11.2022	Bearbeiter:	Eichhorn
Lagestatus:	ETRS89 / UTM zone 33N		
Rechtswert:	33237011,4	Hochwert:	5970411,1
Höhenstatus:	DHHN 2016		
Ansatzhöhe:	38,21 m NHN		
Endtiefe:	13,21 (25,00 m u. GOK)		
Anlage:	3.2 Blatt 1		

Baugrundbüro Klein GmbH
 Hummelweg 3
 06120 Halle / Dörlau
 Tel.: +49 (0)345 / 532 36 90
 E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de



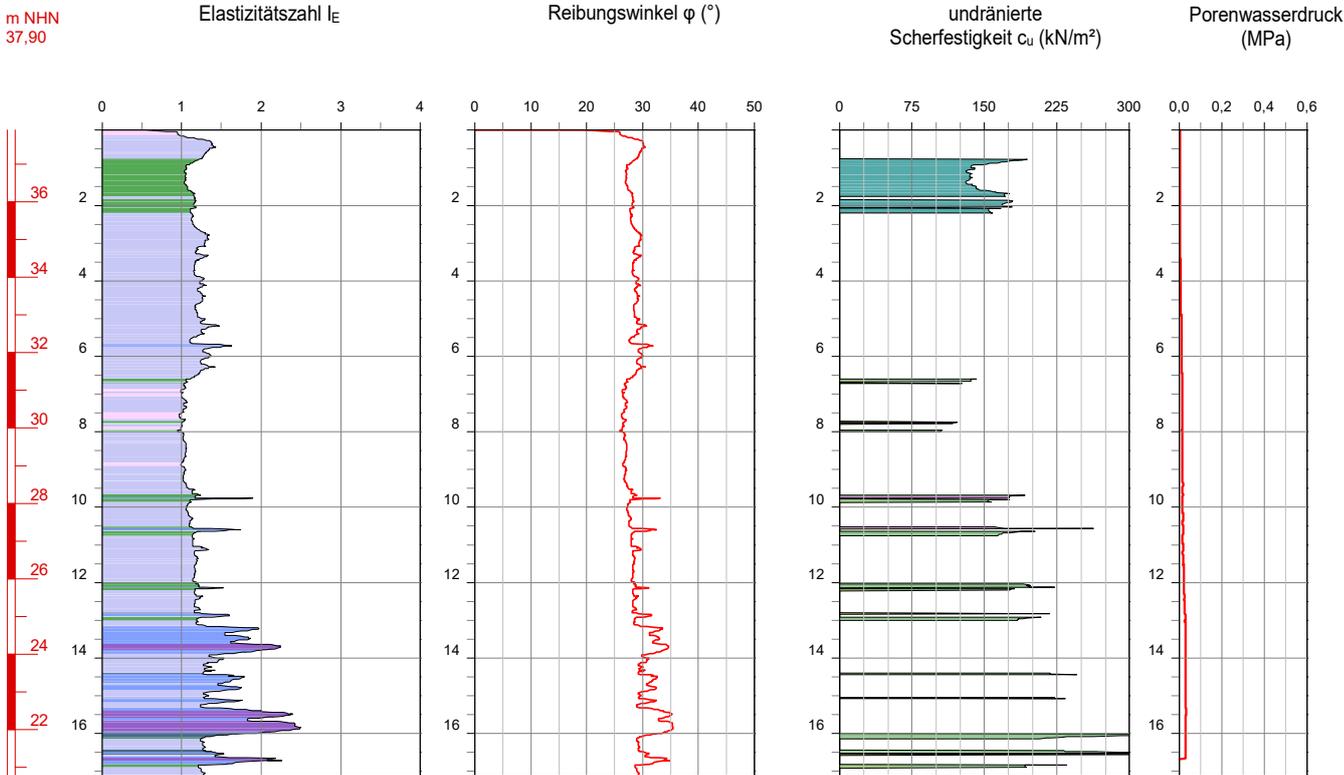


Zustand nach Elastizitätszahl I _E		nicht bindige Bodenreaktion	
bindige Bodenreaktion			
 sehr weich	<0,50	 sehr locker	<1,00
 weich	0,50 ... 0,75	 locker	1,00 ... 1,50
 steif	0,75 ... 1,00	 mitteldicht	1,50 ... 2,00
 halbfest	1,00 ... 1,25	 dicht	2,00 ... 3,00
 halbfest bis fest	>1,25	 sehr dicht	>3,00

Bodenreaktionsklassen nach ROBERTSON 1990	
Bodenreaktionsgruppe bindig	Bodenreaktionsgruppe nicht bindig
 1 plastisch, feinkörnige Böden	 5 schluffiger Sand / Sandgemische
 2 organische Böden	 6 Sand
 3 schluffiger Ton	 7 kiesiger Sand
 4 toniger Schluff	 8 toniger Sand
 9 sehr steife Böden	 0 ohne Zuordnung

Projekt:	WP Rehna-Falkenhagen 1 WEA	
Projekt-Nr.:	kl - 22/10/183	
Aufschluss:	DS 4B/22	
Standort:	siehe Anlage 1	
Auftraggeber:	Mea Energieagentur Mecklenburg-Vorpommern GmbH	
Aufschlussdatum:	09.11.2022	Bearbeiter: Eichhorn
Lagestatus:	ETRS89 / UTM zone 33N	
Rechtswert:	33236994,2	Hochwert: 5970391,0
Höhenstatus:	DHHN 2016	
Ansatzhöhe:	37,32 m NHH	
Endtiefe:	19,63 (17,69 m u. GOK)	
Anlage:	3.2 Blatt 2	

Baugrundbüro Klein GmbH
 Hummelweg 3
 06120 Halle / Dölau
 Tel.: +49 (0)345 / 532 36 90
 E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de



Zustand nach Elastizitätszahl I _E		nicht bindige Bodenreaktion	
bindige Bodenreaktion			
 sehr weich	<0,50	 sehr locker	<1,00
 weich	0,50 ... 0,75	 locker	1,00 ... 1,50
 steif	0,75 ... 1,00	 mitteldicht	1,50 ... 2,00
 halbfest	1,00 ... 1,25	 dicht	2,00 ... 3,00
 halbfest bis fest	>1,25	 sehr dicht	>3,00

Bodenreaktionsklassen nach ROBERTSON 1990	
Bodenreaktionsgruppe bindig	Bodenreaktionsgruppe nicht bindig
 1 plastisch, feinkörnige Böden	 5 schluffiger Sand / Sandgemische
 2 organische Böden	 6 Sand
 3 schluffiger Ton	 7 kiesiger Sand
 4 toniger Schluff	 8 toniger Sand
 9 sehr steife Böden	 0 ohne Zuordnung

Projekt:	WP Rehna-Falkenhagen 1 WEA	
Projekt-Nr.:	kl - 22/10/183	
Aufschluss:	DS 4C/22	
Standort:	siehe Anlage 1	
Auftraggeber:	Mea Energieagentur Mecklenburg-Vorpommern GmbH	
Aufschlussdatum:	09.11.2022	Bearbeiter: Eichhorn
Lagestatus:	ETRS89 / UTM zone 33N	
Rechtswert:	33236985,4	Hochwert: 5970415,9
Höhenstatus:	DHHN 2016	
Ansatzhöhe:	37,90 m NHH	
Endtiefe:	20,76 (17,14 m u. GOK)	
Anlage:	3.2 Blatt 3	

Baugrundbüro Klein GmbH
Hummelweg 3
06120 Halle / Dölau
Tel.: +49 (0)345 / 532 36 90
E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de



Mario Junghahn
 Vermessungstechnik und Bodenmechanik
 Alte Stedener Straße 4
 06317 Seegebiet Mansfelder Land

Prüfungsnr.: KL-2210183c1
 Anlage: 4, Blatt 1 von 6
 zu: KL-22/10/183

Bestimmung der Korngrößenverteilung
Sieb-/Schlamm-analyse
 nach DIN EN ISO 17892-4

Prüfungs-Nr.: KL-2210183c1
 Bauvorhaben: WP Rehna-Falkenhagen

Entnahmestelle: BS 4A/22 (GP 4A/5)
 Station:
 Entnahmetiefe: 3,0-5,0 m unter GOK
 Bodenart: Sand,kiesig,Schluff,tonig

Ausgeführt durch: jm
 am: Dezember 2022
 Bemerkung:

Art der Entnahme: GP
 Entnahme am: 02.11.22 durch: Klein

Siebanalyse:

Einwaage Siebanalyse me: 34,50 g %-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me': 48,73
 Abgeschlammter Anteil ma: 36,30 g %-Anteil der Abschlämmlung ma' = 100 - me' ma': 51,27
 Gesamtgewicht der Probe mt: 70,80 g

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	63,000	0,00	0,00	100,0
2	31,500	0,00	0,00	100,0
3	16,000	0,00	0,00	100,0
4	8,000	2,60	3,67	96,3
5	4,000	3,90	5,51	94,5
6	2,000	4,90	6,92	93,1
7	1,000	6,10	8,62	91,4
8	0,500	8,60	12,15	87,9
9	0,250	13,40	18,93	81,1
10	0,125	23,80	33,62	66,4
11	0,063	34,50	48,73	51
	Schale	34,50	48,73	51

Summe aller Siebrückstände: S = 34,50 g Größtkorn [mm]: 16,00
 Siebverlust: SV = me - S = 0,00 g
 $SV' = (me - S) / me * 100 = 0,00 \%$

Fraktionsanteil	Prozentanteil
Ton	17,71
Schluff	33,02
Sandkorn	42,35
Feinsand	26,44
Mittelsand	11,80
Grobsand	4,11
Kieskorn	6,90
Feinkies	2,22
Mittelkies	5,04
Grobkies	0,00
Steine	0,02

Bemerkungen:

Mario Junghahn
 Vermessungstechnik und Bodenmechanik
 Alte Stedtener Straße 4
 06317 Seegebiet Mansfelder Land

Prüfungsnr.: KL-2210183c1
 Anlage: 4, Blatt 2 von 6
 zu: KL-22/10/183

**Bestimmung der Korngrößenverteilung
 Sieb-/Schlamm-analyse
 nach DIN EN ISO 17892-4**

Prüfungs-Nr.: KL-2210183c1
 Bauvorhaben: WP Rehna-Falkenhagen

Ausgeführt durch: jm
 am: Dezember 2022
 Bemerkung:

Entnahmestelle: BS 4A/22 (GP 4A/5)
 Station:
 Entnahmetiefe: 3,0-5,0 m unter GOK
 Bodenart: Sand,kiesig,Schluff,tonig

Art der Entnahme: GP
 Entnahme am: 02.11.22 durch: Klein

Aräometer Nr. : 1
 Meniskuskorrektur mit Dispergierungsmittel: Cm = -0,3000 Natriumpyroph.

Ermittlung der Trockenmasse

Durch Trocknen (nach der Schlamm-analyse)

Behälter Nr.: 3	Trockene Probe + Behälter md + mB	136,30 g
Korndichte ρ_s : 2,650 g/cm ³	Behälter mB	100,00 g
	Trockene Probe md	36,30 g
	$\mu = md * (\rho_s - 1) / \rho_s = 100\%$ der Lesung	22,60 g

$a = 100 / \mu * (R + C_\theta) = 4,42 * (R + C_\theta) \% \text{ von md}$

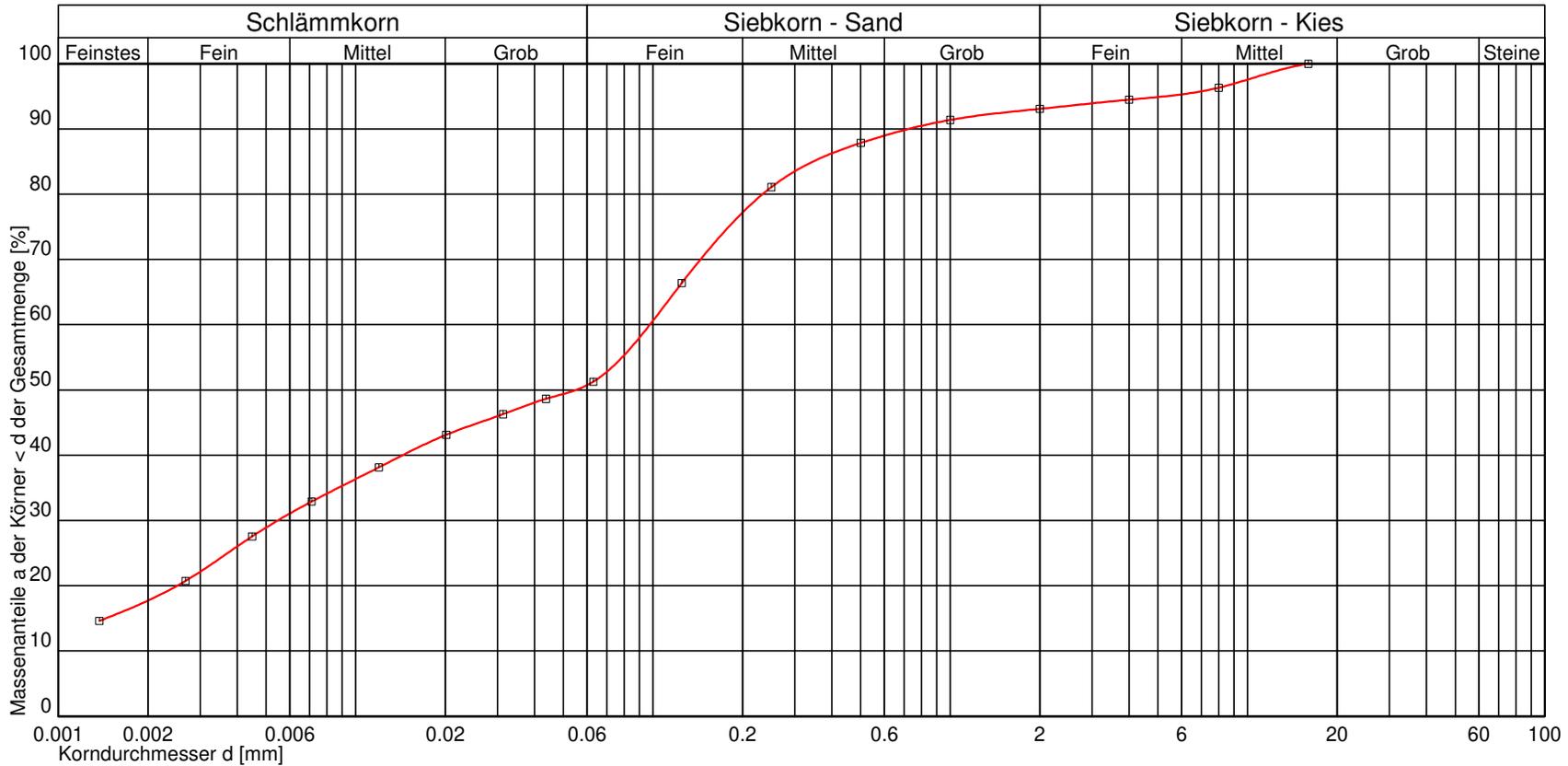
Uhrzeit Vorgabe:	Abgelaufene Zeit s/m/h/d	Aräometer- lesung $R'=(\rho'-1)*10^3$	Lesung + Meniskuskorrr. $R=R'+C_m$	Korndurch- messer d [mm]	Temperatur θ [°C]	Temp. korrr. C_θ	Korr.Lesung $R+C_\theta$	Schlamm- probe a [%]	Gesamt- probe a_{tot} [%]
00:00:00									
00:00:30	30 s	20,10	19,80	0,0607	18,4	-0,27	19,53	86,40	51,27
00:01:00	1 m	19,10	18,80	0,0436	18,4	-0,27	18,53	81,98	48,65
00:02:00	2 m	18,20	17,90	0,0313	18,4	-0,27	17,63	77,99	46,28
00:05:00	5 m	17,00	16,70	0,0202	18,4	-0,27	16,43	72,68	43,13
00:15:00	15 m	15,10	14,80	0,0120	18,4	-0,27	14,53	64,28	38,14
00:45:00	45 m	13,10	12,80	0,0071	18,4	-0,27	12,53	55,43	32,89
02:00:00	2 h	11,10	10,80	0,0045	18,2	-0,30	10,50	46,44	27,56
06:00:00	6 h	8,50	8,20	0,0027	18,2	-0,30	7,90	34,93	20,73
00:00:00	1 d	6,10	5,80	0,0014	18,6	-0,24	5,56	24,60	14,60

Bemerkungen:

Prüfungs-Nr.: KL-2210183c1 Bauvorhaben: WP Rehna-Falkenhagen Ausgeführt durch: jm am: Dezember 2022 Bemerkung:	Bestimmung der Korngrößenverteilung Sieb-/Schlammnanalyse nach DIN EN ISO 17892-4	Entnahmestelle: BS 1/22 (GP 1/5) Station: Entnahmetiefe: 3,0-5,0 m unter GOK Bodenart: Sand,kiesig,Schluff,tonig Art der Entnahme: GP Entnahme am: 02.11.22 durch: Klein
--	---	---

Mario Junghahn
 Vermessungstechnik und Bodenmechanik
 Alte Stadener Straße 4
 06317 Seegöbels Mansfelder Land

Prüfungsnr.: KL-2210183c1
 Anlage: 4, Blatt 3 von 6
 zu: KL-22/10/183



Kurve Nr.:				Bemerkungen
Arbeitsweise	Sieb-/Schlammnanalyse			
$C_{II} = d_{60}/d_{10} / C_C / \text{Median}$				
Bodengruppe (DIN 18196)				
Geologische Bezeichnung				
kf-Wert	$3,774 \cdot 10^{-9}$ [m/s] USBR/Bialas			
Kornkennziffer	2 3 4 1 0 fS,ms',u*,t,mg'			

Bestimmung der Korngrößenverteilung
Sieb-/Schlämmanalyse
 nach DIN EN ISO 17892-4

Prüfungsnr.: KL-2210183c1
 Bauvorhaben: WP Rehna-Falkenhagen

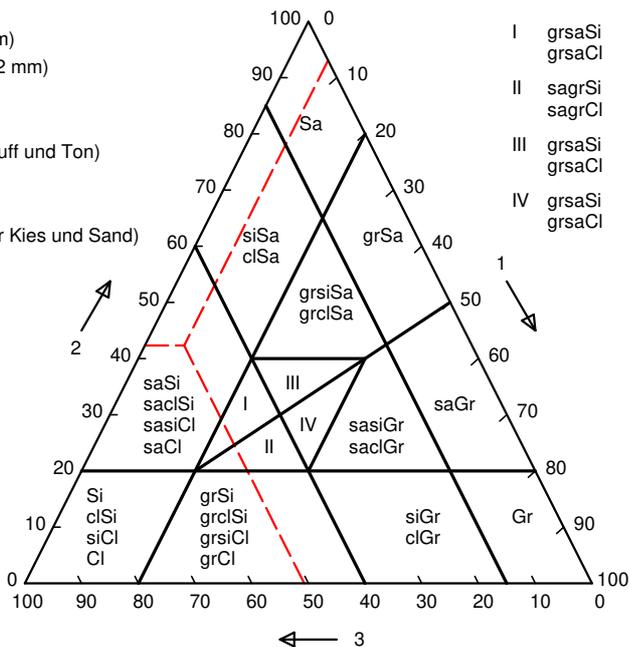
Ausgeführt durch: jm
 am: Dezember 2022
 Bemerkung:

Entnahmestelle: BS 4A/22 (GP 4A/5)
 Station:
 Entnahmetiefe: 3,0-5,0 m unter GOK
 Bodenart: Sand,kiesig,Schluff,tonig

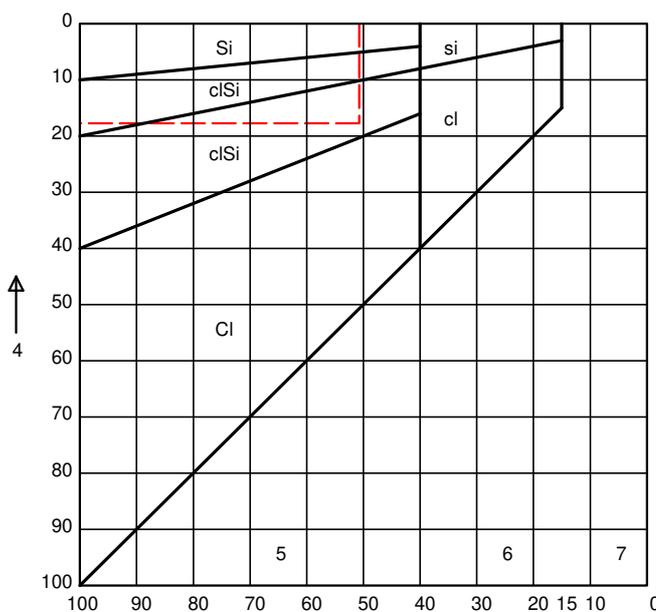
Art der Entnahme: GP
 Entnahme am: 02.11.22 durch: Klein

Durchgang [%]	Siebdurchmesser [mm]
10,0	
20,0	0,003
30,0	0,005
40,0	0,014
50,0	0,055
60,0	0,098
70,0	0,144
80,0	0,234
90,0	0,725
100,0	16,000

- 1: Kiesanteil (2 mm .. 65 mm)
- 2: Sandanteil (0.063 mm .. 2 mm)
- 3: Feinanteil (< 0.063 mm)
- 4: Tonanteil
- 5: Feinkörnige Böden (Schluff und Ton)
(Schluff und Ton)
- 6: Gemischtkörnige Böden
(schluffiger oder toniger Kies und Sand)
- 7: Grobkörnige Böden
(Kies und Sand)



Kornkennziffer	2 3 4 1 0
DIN 4023-1	fS,ms',u*,t,mg'
DIN 14688-1	fsifsi clm grfgrcoFSaFSa
Bodengruppe	
Korngruppe	0.4 .. 0.8
Geologische Bezeichnung	
Arbeitsweise	Sieb-/Schlämmanalyse
DIN EN 12620Tab. 2 - G	GF 85
DIN EN 12620Tab. 3 - G	G NR
DIN EN 12620Tab. 4 - G _{TC}	GTC NR
Block- / Steinanteil	mittel
Form der Körnungslinie	steil verlaufend
AASHTO M 145-82/ UCSC	A-4 ML
d ₁₀ / d ₃₀ / d ₆₀	0,00 0,01 0,10
C _U / C _C	0,00 0,00
d _g / F _g / n	0,09 5,00 0,00
D _S / Median	0,47
k _f -Wert	3,774 * 10 ⁻⁹ [m/s] USBR/Bialas
D / d / D/d	
I _p / W _L	
Ton	17,71
Schluff	33,02
fein / mittel / grob	13,35 12,00 7,67
Sand	42,35
fein / mittel / grob	26,44 11,80 4,11
Kies	6,90
fein / mittel / grob	2,22 5,04 0,00
Steine / Blöcke	0,02



Bemerkungen:

Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN EN ISO 17892-12

Prüfungsnr.: KL-2210183k1
 Bauvorhaben: WP Rehna-Falkenhagen

Entnahmestelle: BS Z1/22 (GP Z1/2)

Ausgeführt durch: jm
 am: Dezember 2022
 Bemerkung:

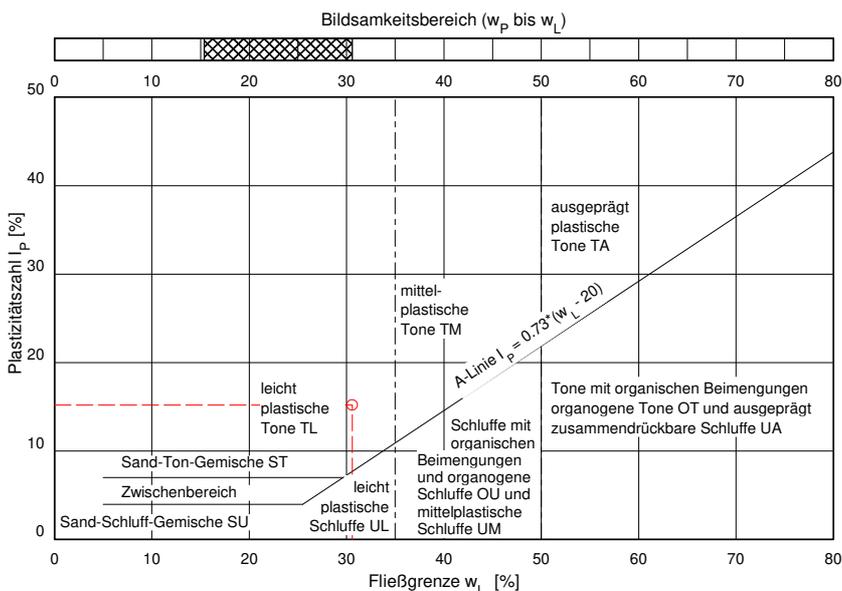
Entnahmetiefe: 0,4-1,0 m unter GOK
 Bodenart: Sand, Schluff, tonig

Art der Entnahme: GP
 Entnahme am: 02.11.22 durch: Klein

Fließgrenze				Ausrollgrenze		
Behälter Nr.:	105			1	2	3
Zahl der Schläge:	20	20	21			
Feuchte Probe + Behälter + m_B [g]:	198,52			18,42	19,65	19,04
Trockene Probe + Behälter + m_B [g]:	180,36			17,43	18,44	17,94
Behälter m_B [g]:	122,68			10,80	10,80	10,80
Wasser $m - m_d = m_w$ [g]:	18,16			0,99	1,21	1,10
Trockene Probe m_d [g]:	57,68			6,63	7,64	7,14
Wassergehalt $m_w / m_d * 100$ [%]:	31,48			14,93	15,84	15,41
Wert übernehmen	<input checked="" type="checkbox"/>					

Trockenmasse der Probe = 155,70 g
 Wassergehalt der Probe $w = 12,27$ %
 Größtkorn = mm
 Masse des Überkorns = 25,30 g
 Überkornanteil $\ddot{u} = 16,25$ %
 Wassergehalt (Überkorn) $w_{\ddot{u}} = 0,00$ %
 Trockenmasse ≤ 0.4 mm = 130,40 g
 Anteil ≤ 0.4 mm = 83,75 %
 Anteil ≤ 0.06 mm = %
 Anteil ≤ 0.002 mm = %
 korrr. Wassergehalt $w_K = 14,65$ %

Bodengruppe = TL
 Fließgrenze $w_L = 30,59$ %
 Ausrollgrenze $w_P = 15,39$ %
 Plastizitätszahl $I_P = 15,194$ %
 Konsistenzzahl $I_C = 1,05 \hat{=} \text{halfest}$
 Liquiditätszahl $I_L = -0,05$



Bemerkungen:

Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN EN ISO 17892-12

Prüfungsnr.: KL-2210183k2
 Bauvorhaben: WP Rehna-Falkenhagen

Entnahmestelle: BS Z3/22 (GP Z3/4)

Ausgeführt durch: jm
 am: Dezember 2022
 Bemerkung:

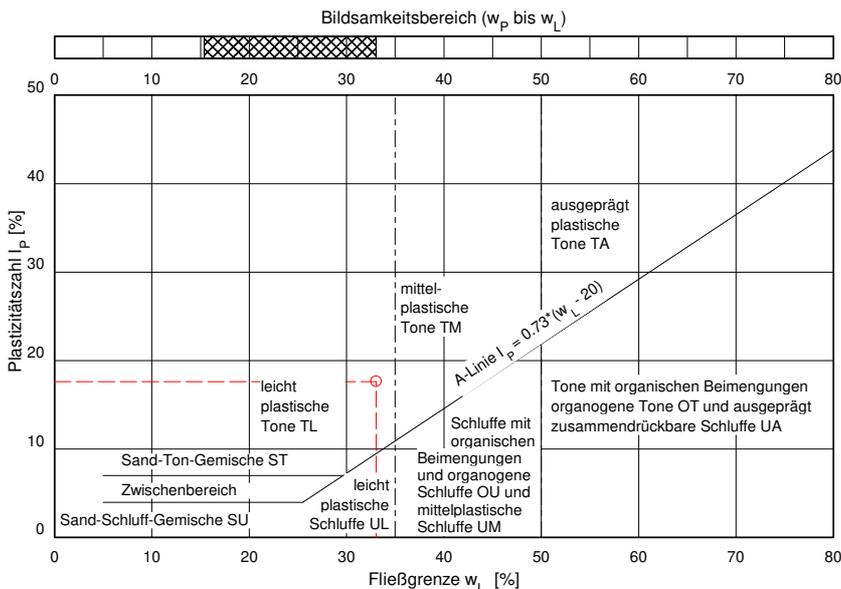
Entnahmetiefe: 0,5-1,0 m unter GOK
 Bodenart: Sand, Schluff, tonig

Art der Entnahme: GP
 Entnahme am: 02.11.22 durch: Klein

Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Behälter Nr.:	75			13	14	15	
Zahl der Schläge:	30	30	31				
Feuchte Probe + Behälter + m_B [g]:	215,76			20,16	19,74	20,57	
Trockene Probe + Behälter + m_B [g]:	197,31			18,91	18,58	19,23	
Behälter m_B [g]:	139,94			10,80	10,80	10,80	
Wasser $m - m_d = m_w$ [g]:	18,45			1,25	1,16	1,34	
Trockene Probe m_d [g]:	57,37			8,11	7,78	8,43	
Wassergehalt $m_w / m_d * 100$ [%]:	32,16			15,41	14,91	15,90	
Wert übernehmen	<input checked="" type="checkbox"/>						

Trockenmasse der Probe = 138,40 g
 Wassergehalt der Probe $w = 14,96$ %
 Größtkorn = mm
 Masse des Überkorns = 16,30 g
 Überkornanteil $\ddot{u} = 11,78$ %
 Wassergehalt (Überkorn) $w_{\ddot{u}} = 0,00$ %
 Trockenmasse ≤ 0.4 mm = 122,10 g
 Anteil ≤ 0.4 mm = 88,22 %
 Anteil ≤ 0.06 mm = %
 Anteil ≤ 0.002 mm = %
 korrr. Wassergehalt $w_K = 16,96$ %

Bodengruppe = TL
 Fließgrenze $w_L = 33,04$ %
 Ausrollgrenze $w_P = 15,41$ %
 Plastizitätszahl $I_P = 17,636$ %
 Konsistenzzahl $I_C = 0,91 \triangleq$ steif
 Liquiditätszahl $I_L = 0,09$



Bemerkungen:

[CLU GmbH | Reideburger Straße 65/6 | D-06116 Halle \(Saale\)](#)

Baugrundbüro Klein GmbH
 Hummelweg 3
 06120 Halle (Saale)

Prüfbericht 62269	Probe 62513	Auftrag 142500	Datum Prüfbericht	28.11.2022	Seite 1 von 3
Auftraggeber	Baugrundbüro Klein GmbH		Bearbeitung	07.11.2022 bis 28.11.2022	
Bezeichnung	Bauvorhaben: Errichtung von einer WEA im WP Rehna-Falkenhagen Auftrags-Nr.: kl-22/10/183 Aufschluss: BS 4a/22 Probe: GP 4a/3 Teufe [m]: 1,0 - 2,1 Bodenansprache: Geschiebelehm				
Entnahmedatum	02.11.2022		Eingangsdatum	07.11.2022	
Entnahmestelle			Probennehmer	Auftraggeber	
Beschreibung					
Prüfauftrag	Beton- und Stahlaggressivität von Böden nach DIN 4030-2:2008 und DIN 50929-3:2018		Material	Boden	

Prüfergebnisse:

Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030-1:2008

Parameter	Ergebnis	Einheit	XA1	XA2	XA3				
Säuregrad nach Baumann-Gully	10	mL/kg TM	> 200						
Sulfat	< 500	mg/kg TM	2000 bis 3000	> 3000 bis 12000	> 12000 bis 24000				
Sulfid	< 3,0	mg/kg TM							
Chlorid	270	mg/kg TM							

Parameter zur Bewertung nach DIN 50929-3:2018

Parameter	Ergebnis	Einheit							
Wassergehalt	10,8	Masse-% OS							
pH-Wert (1:1)	7,9								
Säurekapazität (pH = 4,3)	7,8	mmol/kg							
Basenkapazität (pH = 7,0)	< 0,5	mmol/kg							
Sulfat-Gehalt	3,2	mmol/kg TM							
Chlorid	< 0,3 (*B)	mmol/kg TM							
Sulfat	0,2	mmol/kg TM							

ANSCHRIFT

CLU GmbH
 Chemisches Labor für Umweltanalytik Halle
 Reideburger Straße 65/6
 D-06116 Halle (Saale)

KOMMUNIKATION

Telefon: +49 (0) 345 - 3881046
 Telefax: +49 (0) 345 - 4789853
 E-Mail: info@clu-halle.de
 Web: www.clu-halle.de

BANK

Hypovereinsbank
 BIC/SWIFT HYVEDEMM300
 IBAN DE78 2003 0000 0016 0050 76

RECHTLICHES

Geschäftsführer Dr. Tony Anacker
 Uwe Hartmann
 Dr. Gunnar Winkelmann
 Handelsregister HRB 204628
 Amtsgericht Stendal
 Steuer-Nr. 110/107/10326
 ISt-TdNr. DF 130655616

Prüfbericht 62269	Probe 62513	Auftrag 142500	Datum Prüfbericht	28.11.2022	Seite 2 von 3
-------------------	-------------	----------------	-------------------	------------	---------------

Anmerkung: (*B) = Matrixbedingte Erhöhung der Bestimmungsgrenze

Bewertung:

Bewertung nach DIN 4030-1

Der Boden gilt als nicht betonangreifend.

Bewertung nach DIN 50929-3

Bewertungskennzahlen															
	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=6	i=7	i=8	i=9	i=10	i=11	i=12	i=13	i=14	i=15
Z _i (freie Korrosion)	0 ¹	0 ¹	0	0	0	0	0	0	-1	0 ¹					

¹: Angabe des Auftraggebers

Aus den Bewertungskennzahlen errechnet sich die Bewertungszahlsumme B₀ nach

$$B_0 = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5 + Z_6 + Z_7 + Z_8 + Z_9 + Z_{10},$$

sowie die Bewertungszahlsumme B₁

$$B_1 = B_0 + Z_{11} + Z_{12} + Z_{13} + Z_{14} + Z_{15}.$$

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse kann der Boden der Klasse Ib mit der Korrosionsbelastung niedrig zugeordnet werden.

Die Korrosionswahrscheinlichkeit aufgrund des B₁-Wertes kann für die Mulden- und Lochkorrosion als gering und für die Flächenkorrosion als sehr gering abgeschätzt werden.

Freigabe durch:

gez. Elias Flachowsky
stellv. Laborleitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die dem Prüflabor vorliegenden Prüfgegenstände. Die Veröffentlichung der Prüfergebnisse sowie deren auszugsweise Verwendung in sonstigen Fällen darf nicht ohne Genehmigung des Prüflaboratoriums erfolgen. Sofern die Probenahme nicht durch das Prüflabor erfolgte, wird die Verantwortung für deren Richtigkeit nicht übernommen.

ANSCHRIFT

CLU GmbH
Chemisches Labor für Umweltanalytik Halle
Reideburger Straße 65/6
D-06116 Halle (Saale)

KOMMUNIKATION

Telefon: +49 (0) 345 - 3881046
Telefax: +49 (0) 345 - 4789853
E-Mail: info@clu-halle.de
Web: www.clu-halle.de

BANK

Hypovereinsbank
BIC/SWIFT HYVEDEMM300
IBAN DE78 2003 0000 0016 0050 76

RECHTLICHES

Geschäftsführer Dr. Tony Anacker
Uwe Hartmann
Dr. Gunnar Winkelmann
Handelsregister HRB 204628
Amtsgericht Stendal
Steuer-Nr. 110/107/10326
ISt-IdNr. DE 130655616

Prüfbericht 62269	Probe 62513	Auftrag 142500	Datum Prüfbericht	28.11.2022	Seite 3 von 3
-------------------	-------------	----------------	-------------------	------------	---------------

Methoden und Bestimmungsgrenzen:**Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030-1:2008**

Parameter	Einheit	Methode	Bestimmungs- grenze
Säuregrad nach Baumann-Gully	mL/kg TM	DIN 4030-2:2008-06	
Sulfat	mg/kg TM	DIN 4030-2:2008-06	500
Sulfid	mg/kg TM	DIN 4030-2:2008-06	3
Chlorid	mg/kg TM	DIN 4030-2:2008-06	

Parameter zur Bewertung nach DIN 50929-3:2018

Parameter	Einheit	Methode	Bestimmungs- grenze
Wassergehalt	Masse-% OS	DIN 50929-3:2018-03	0,1
pH-Wert (1:1)		DIN 50929-3:2018-03	
Säurekapazität (pH = 4,3)	mmol/kg	DIN 50929-3:2018-03	0,5
Basenkapazität (pH = 7,0)	mmol/kg	DIN 50929-3:2018-03	0,5
Sulfat-Gehalt	mmol/kg TM	DIN 50929-3:2018-03	2
Chlorid	mmol/kg TM	DIN 50929-3:2018-03	0,15
Sulfat	mmol/kg TM	DIN 50929-3:2018-03	0,04

Berechnungsgrundlagen:

WEA 13 - Lastfall mit Auftrieb - Lasten BS-A - Sicherheiten BS-A

Norm: EC 7

BS: DIN 1054: BS-A

Grundbruchformel nach DIN 4017:2006

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

$\gamma_{R,v} = 1.20$

$\gamma_G = 1.10$

$\gamma_Q = 1.10$

$\gamma_{R,h} = 1.10$

Grenzzustand EQU:

$\gamma_{G,dst} = 1.00$

$\gamma_{G,stab} = 0.95$

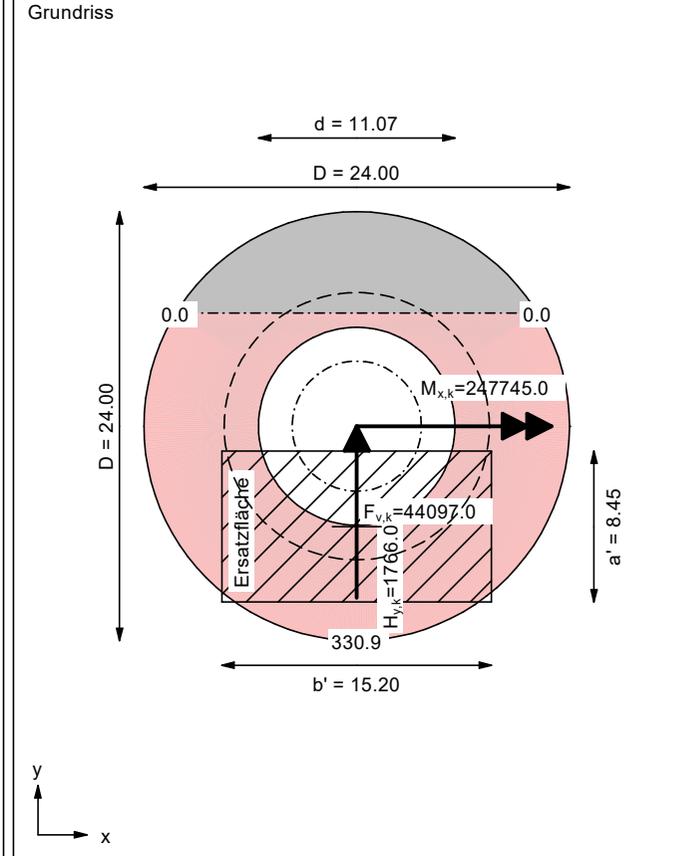
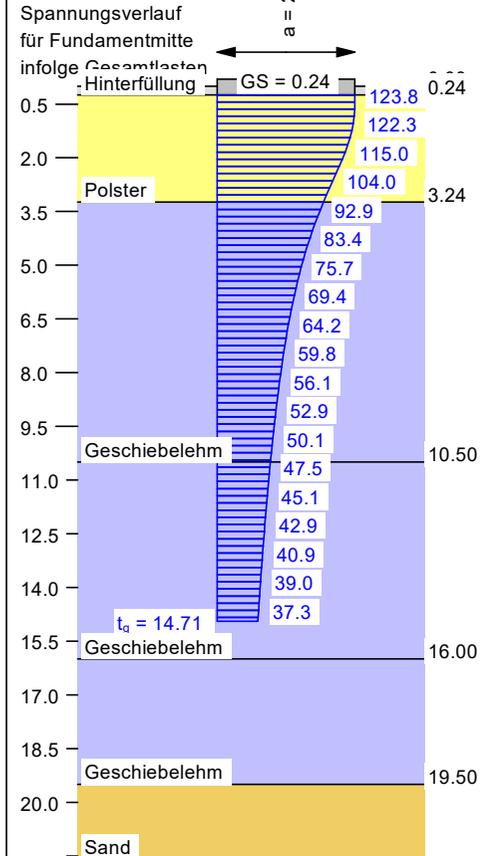
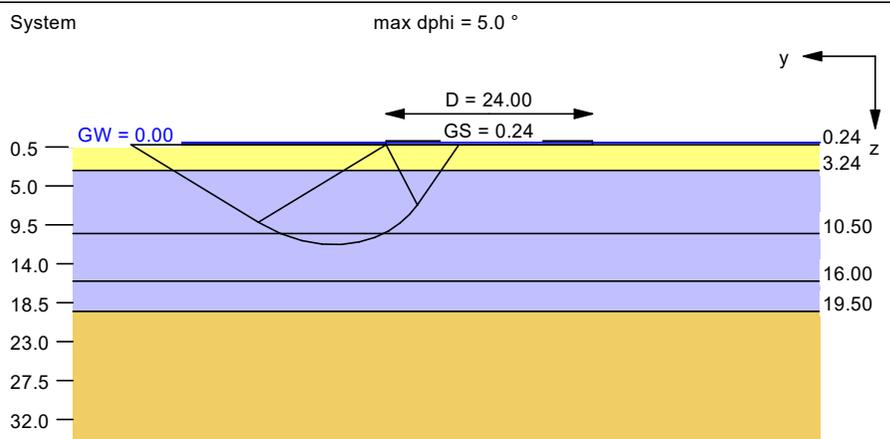
$\gamma_{Q,dst} = 1.00$

Gründungssohle = 0.24 m

Grundwasser = 0.00 m

Grenztiefe mit $p = 20.0\%$

Boden	Tiefe [m NHN]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	0.24	18.0	9.0	27.0	0.0	12.0	Hinterfüllung
	3.24	21.0	12.0	35.0	0.0	120.0	Polster
	10.50	21.0	12.0	26.0	5.0	18.0	Geschiebelehm
	16.00	22.0	13.0	27.0	7.0	22.0	Geschiebelehm
	19.50	22.0	13.0	28.0	5.0	30.0	Geschiebelehm
	>19.50	23.0	14.0	36.0	0.0	120.0	Sand



Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 44097.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 1766.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 247745.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 24.000$ m
 Durchmesser (innen) $d = 11.072$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.638 m)
 $a' = 18.871$ m
 $b' = 18.871$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -5.618$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 7.483 m)
 $a' = 8.452$ m
 $b' = 15.200$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht, aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.20$
 $\sigma_{of,k} / \sigma_{of,d} = 700.7 / 583.94$ kN/m²
 $R_{n,k} = 90021.36$ kN
 $R_{n,d} = 75017.80$ kN
 $V_d = 1.10 \cdot 44097.00 + 1.10 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 48506.70$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.647
 μ (parallel zu x) = 0.247
 cal $\phi = 27.7^\circ$
 ϕ wegen 5° Bedingung abgemindert
 cal c = 4.51 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 12.04$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 2.16$ kN/m²
 UK log. Spirale = 11.76 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 46.23 m
 Fläche log. Spirale = 276.14 m²

Gleitwiderstand:
 Teilsicherheit (Gleitwiderstand) $\gamma_{R,h} = 1.10$

$N_k \cdot \tan(\phi) / \gamma_{R,h} = 44097.00 \cdot \tan(35.00^\circ) / 1.10$
 $R_{t,d} = N_k \cdot \tan(\phi) / \gamma_{R,h} = 28070.05$ kN
 $T_d = 1942.60$ kN
 $\mu = T_d / R_{t,d} = 0.069$
Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 14.95$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 4.02 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.44 cm
 unten = 7.60 cm
Drehfedersteifigkeit:
 $k_{p,x} = 70172.0$ MN·m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{stab} = 44097.0 \cdot 24.00 \cdot 0.5 \cdot 0.95 = 502705.8$
 $M_{dst} = 247745.0 \cdot 1.00 = 247745.0$
 $\mu_{EQU} = 247745.0 / 502705.8 = 0.493$

Anlage 6, Blatt 1 von 7
 Erdstatische Berechnungen für das Bauvorhaben:
 Errichtung von 1 WEA im WP Rehna-Falkenhagen 3 (WEA 13)
 kl - 22/10/183



Berechnungsgrundlagen:

WEA 13 - Lastfall mit Auftrieb - Lasten BS-P - Sicherheiten BS-P

Norm: EC 7

BS: DIN 1054: BS-P

Grundbruchformel nach DIN 4017:2006

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

$\gamma_{R,v} = 1.40$

$\gamma_G = 1.35$

$\gamma_Q = 1.50$

$\gamma_{R,h} = 1.10$

Grenzzustand EQU:

$\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$

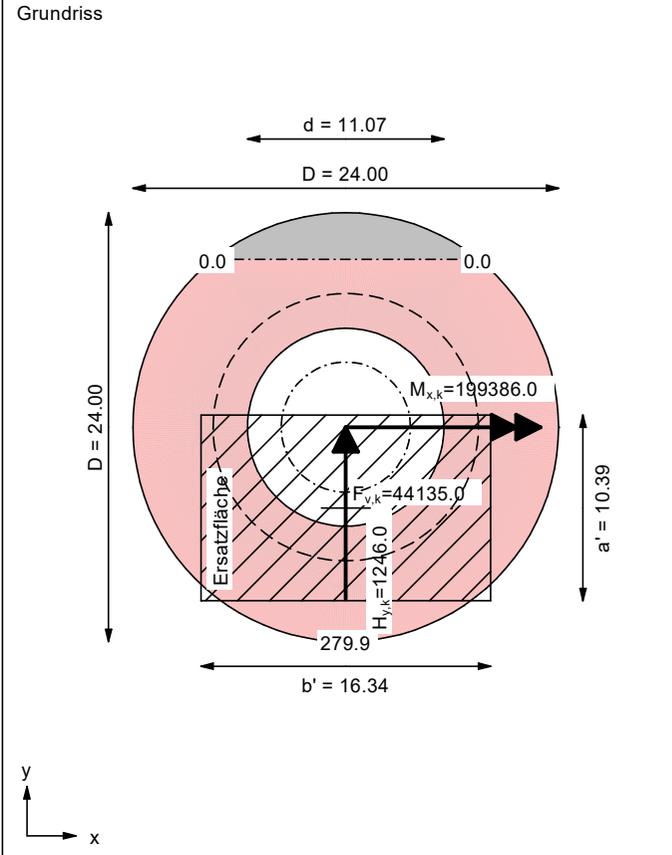
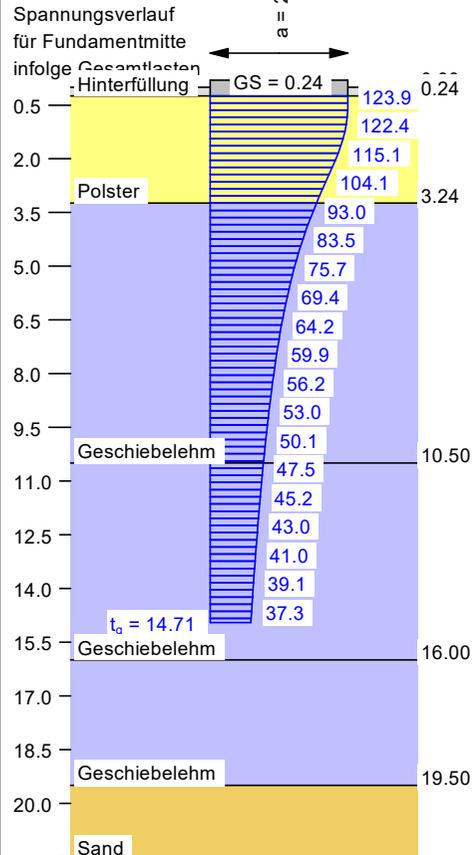
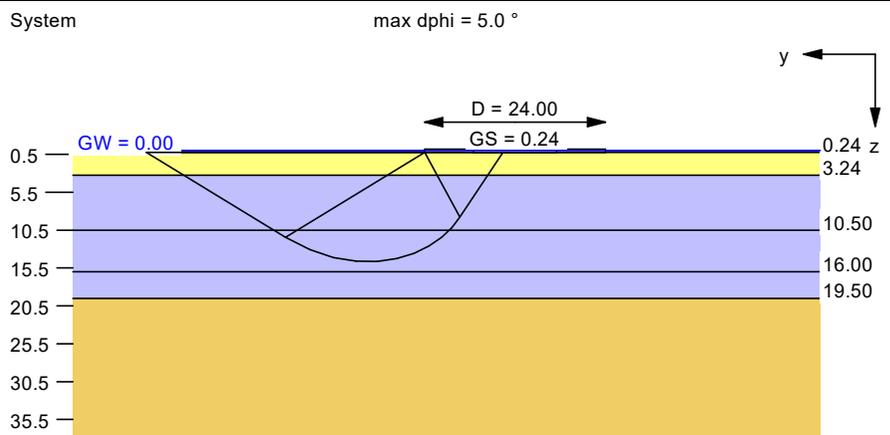
$\gamma_{Q,dst} = 1.50$

Gründungssohle = 0.24 m

Grundwasser = 0.00 m

Grenztiefe mit $p = 20.0\%$

Boden	Tiefe [m NHN]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	0.24	18.0	9.0	27.0	0.0	12.0	Hinterfüllung
	3.24	21.0	12.0	35.0	0.0	120.0	Polster
	10.50	21.0	12.0	26.0	5.0	18.0	Geschiebelehm
	16.00	22.0	13.0	27.0	7.0	22.0	Geschiebelehm
	19.50	22.0	13.0	28.0	5.0	30.0	Geschiebelehm
	>19.50	23.0	14.0	36.0	0.0	120.0	Sand



Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 44135.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 1246.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 199386.00$ kN-m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN-m
 Durchmesser $D = 24.000$ m
 Durchmesser (innen) $d = 11.072$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.638 m)
 $a' = 18.871$ m
 $b' = 18.871$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -4.518$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 7.483 m)
 $a' = 10.386$ m
 $b' = 16.336$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht, aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{of,k} / \sigma_{of,d} = 838.9 / 599.18$ kN/m²
 $R_{n,k} = 142316.99$ kN
 $R_{n,d} = 101654.99$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 44135.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 59582.25$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.586
 μ (parallel zu x) = 0.249
 $\text{cal } \phi = 27.5^\circ$
 ϕ wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\text{cal } c = 5.06$ kN/m²
 $\text{cal } \gamma_2 = 12.15$ kN/m³
 $\text{cal } \sigma_0 = 2.16$ kN/m²
 UK log. Spirale = 14.63 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 57.59 m
 Fläche log. Spirale = 429.79 m²
Gleitwiderstand:
 Teilsicherheit (Gleitwiderstand) $\gamma_{R,h} = 1.10$

$N_k \cdot \tan(\phi) / \gamma_{R,h} = 44135.00 \cdot \tan(35.00^\circ) / 1.10$
 $R_{t,d} = N_k \cdot \tan(\phi) / \gamma_{R,h} = 28094.24$ kN
 $T_d = 1869.00$ kN
 $\mu = T_d / R_{t,d} = 0.067$
Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 14.95$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 3.74 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.78 cm
 unten = 6.69 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 343.3
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{\phi,x} = 68453.7$ MN-m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{stab} = 44135.0 \cdot 24.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 476658.0$
 $M_{dst} = 199386.0 \cdot 1.50 = 299079.0$
 $\mu_{EQU} = 299079.0 / 476658.0 = 0.627$

Anlage 6, Blatt 2 von 7
 Erdstatische Berechnungen für das Bauvorhaben:
 Errichtung von 1 WEA im WP Rehna-Falkenhagen 3 (WEA 13)
 kl - 22/10/183



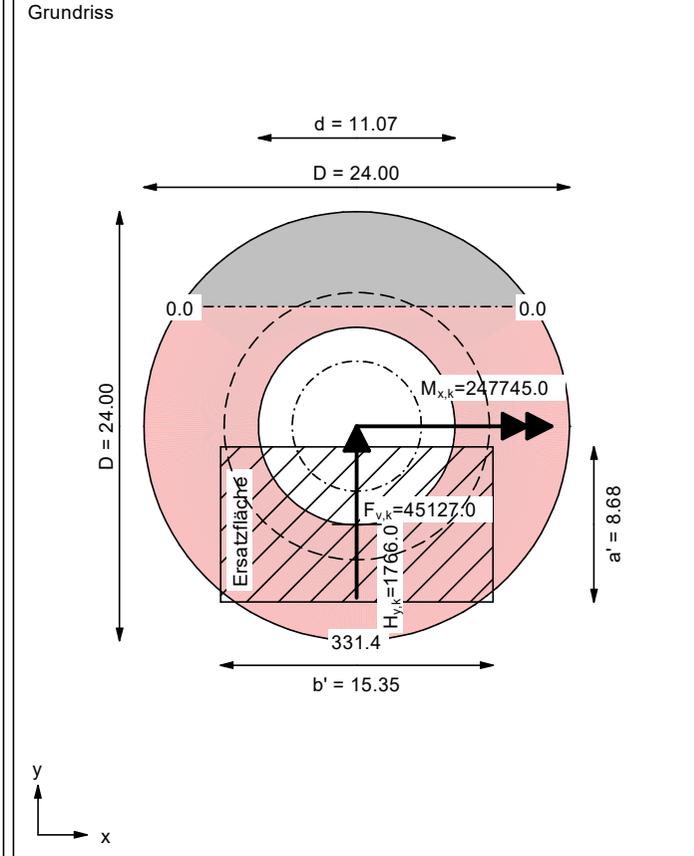
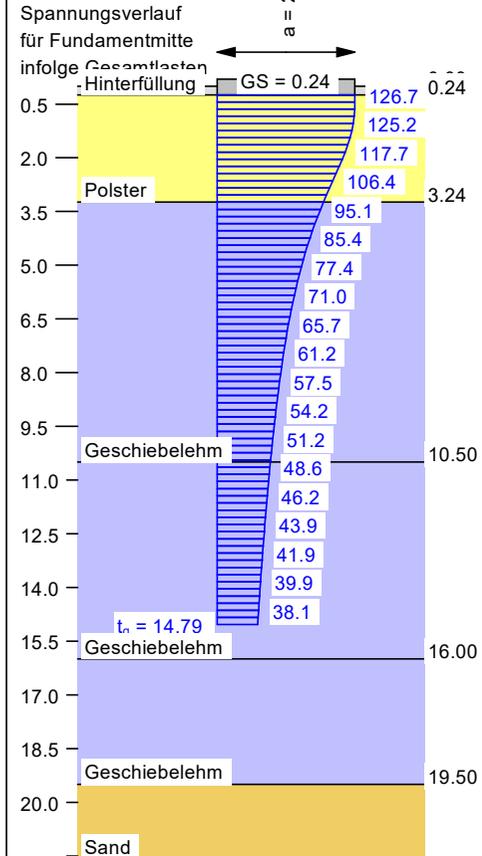
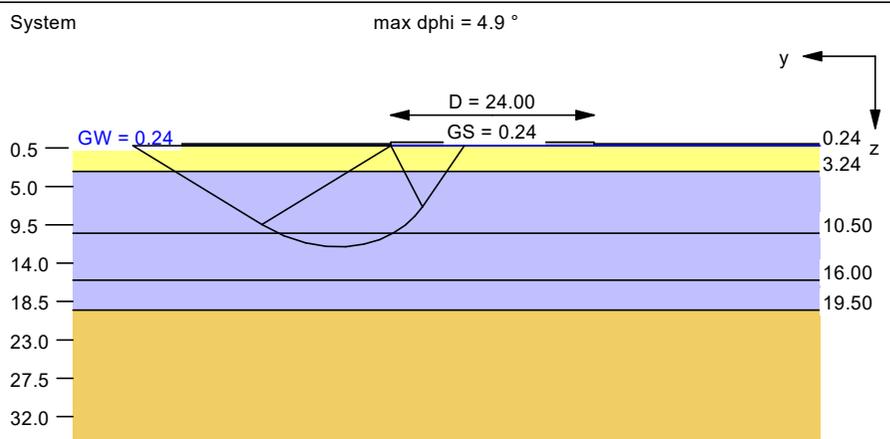
Berechnungsgrundlagen:

WEA 13 - Lastfall ohne Auftrieb - Lasten BS-A - Sicherheiten BS-A
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-A
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)

$\gamma_{R,v} = 1.20$
 $\gamma_G = 1.10$
 $\gamma_Q = 1.10$

$\gamma_{R,h} = 1.10$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.00$
 $\gamma_{G,stab} = 0.95$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.00$
 Gründungssohle = 0.24 m
 Grundwasser = 0.24 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0 \%$

Boden	Tiefe [m NHN]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	0.24	18.0	9.0	27.0	0.0	12.0	Hinterfüllung
	3.24	21.0	12.0	35.0	0.0	120.0	Polster
	10.50	21.0	12.0	26.0	5.0	18.0	Geschiebelehm
	16.00	22.0	13.0	27.0	7.0	22.0	Geschiebelehm
	19.50	22.0	13.0	28.0	5.0	30.0	Geschiebelehm
	>19.50	23.0	14.0	36.0	0.0	120.0	Sand



Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 45127.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 1766.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 247745.00$ kN-m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN-m
 Durchmesser D = 24.000 m
 Durchmesser (innen) d = 11.070 m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.638 m)
 $a' = 18.872$ m
 $b' = 18.872$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -5.490$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 7.483 m)
 $a' = 8.676$ m
 $b' = 15.347$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht, aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.20$
 $\sigma_{of,k} / \sigma_{of,d} = 751.2 / 625.98$ kN/m²
 $R_{n,k} = 100019.73$ kN
 $R_{n,d} = 83349.78$ kN
 $V_d = 1.10 \cdot 45127.00 + 1.10 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 49639.70$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.596
 μ (parallel zu x) = 0.235
 cal $\phi = 27.7^\circ$
 ϕ wegen 5° Bedingung abgemindert
 cal c = 4.59 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 12.05$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 4.32$ kN/m²
 UK log. Spirale = 12.07 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 47.46 m
 Fläche log. Spirale = 291.18 m²

Gleitwiderstand:
 Teilsicherheit (Gleitwiderstand) $\gamma_{R,h} = 1.10$

$N_k \cdot \tan(\phi) / \gamma_{R,h} = 45127.00 \cdot \tan(35.00^\circ) / 1.10$
 $R_{t,d} = N_k \cdot \tan(\phi) / \gamma_{R,h} = 28725.70$ kN
 $T_d = 1942.60$ kN
 $\mu = T_d / R_{t,d} = 0.068$
Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 15.03$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 4.08 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.48 cm
 unten = 7.68 cm
Drehfedersteifigkeit:
 $k_{p,x} = 69840.3$ MN-m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{stab} = 45127.0 \cdot 24.00 \cdot 0.5 \cdot 0.95 = 514447.8$
 $M_{dst} = 247745.0 \cdot 1.00 = 247745.0$
 $\mu_{EQU} = 247745.0 / 514447.8 = 0.482$

Anlage 6, Blatt 3 von 7
 Erdstatische Berechnungen für das Bauvorhaben:
 Errichtung von 1 WEA im WP Rehna-Falkenhagen 3 (WEA 13)
 kl - 22/10/183

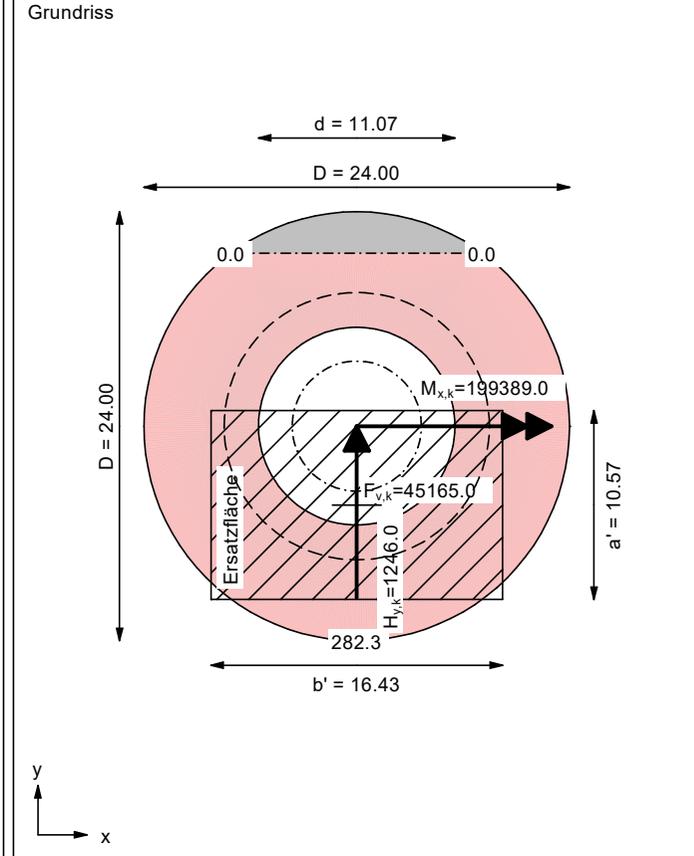
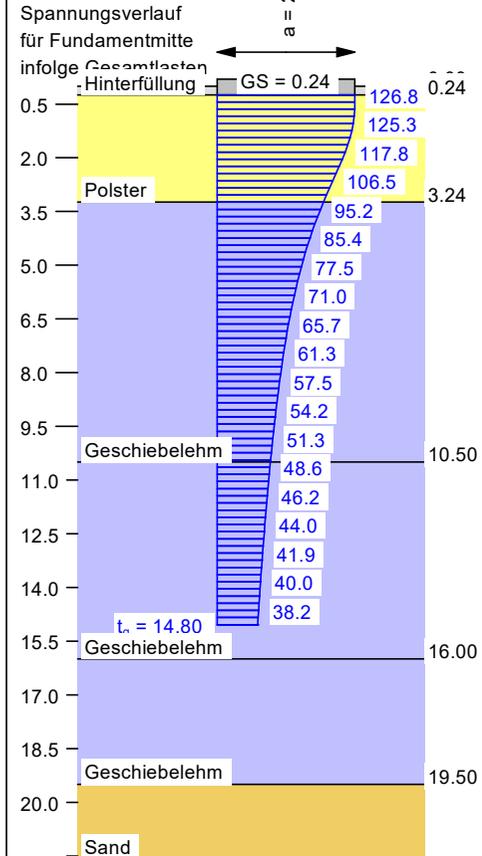
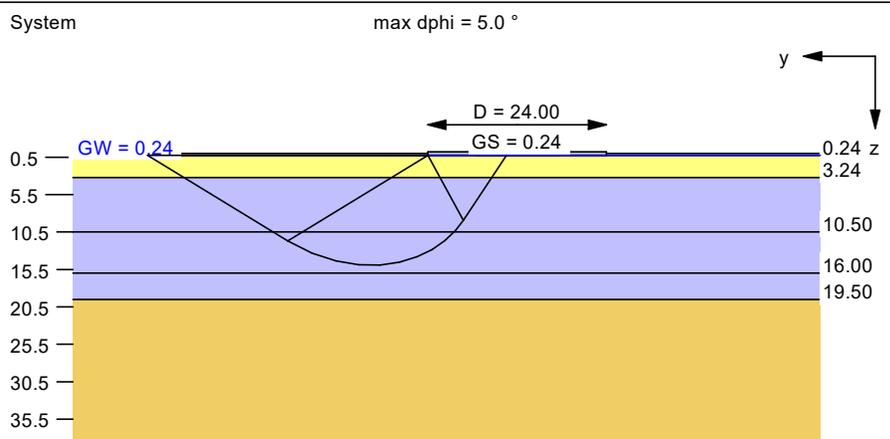
Berechnungsgrundlagen:

WEA 13 - Lastfall ohne Auftrieb - Lasten BS-P - Sicherheiten BS-P
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-P
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)

$\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$

$\gamma_{R,h} = 1.10$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$
 $\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Gründungssohle = 0.24 m
 Grundwasser = 0.24 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0 \%$

Boden	Tiefe [m NHN]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	0.24	18.0	9.0	27.0	0.0	12.0	Hinterfüllung
	3.24	21.0	12.0	35.0	0.0	120.0	Polster
	10.50	21.0	12.0	26.0	5.0	18.0	Geschiebelehm
	16.00	22.0	13.0	27.0	7.0	22.0	Geschiebelehm
	19.50	22.0	13.0	28.0	5.0	30.0	Geschiebelehm
	>19.50	23.0	14.0	36.0	0.0	120.0	Sand



Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 45165.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 1246.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 199389.00$ kN-m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN-m
 Durchmesser $D = 24.000$ m
 Durchmesser (innen) $d = 11.070$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.638 m)
 $a' = 18.872$ m
 $b' = 18.872$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -4.415$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 7.483 m)
 $a' = 10.569$ m
 $b' = 16.431$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht, aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{of,k} / \sigma_{of,d} = 888.5 / 634.62$ kN/m²
 $R_{n,k} = 154293.85$ kN
 $R_{n,d} = 110209.89$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 45165.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 60972.75$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.553
 μ (parallel zu x) = 0.240
 $\text{cal } \phi = 27.5^\circ$
 ϕ wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\text{cal } c = 5.10$ kN/m²
 $\text{cal } \gamma_2 = 12.16$ kN/m³
 $\text{cal } \sigma_0 = 4.32$ kN/m²
 UK log. Spirale = 14.90 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 58.65 m
 Fläche log. Spirale = 445.83 m²
 Gleitwiderstand:
 Teilsicherheit (Gleitwiderstand) $\gamma_{R,h} = 1.10$

$N_k \cdot \tan(\phi) / \gamma_{R,h} = 45165.00 \cdot \tan(35.00^\circ) / 1.10$
 $R_{t,d} = N_k \cdot \tan(\phi) / \gamma_{R,h} = 28749.88$ kN
 $T_d = 1869.00$ kN
 $\mu = T_d / R_{t,d} = 0.065$
 Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 15.04$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 3.82 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.86 cm
 unten = 6.79 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 341.8
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{\phi,x} = 68158.5$ MN-m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{stab} = 45165.0 \cdot 24.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 487782.0$
 $M_{dst} = 199389.0 \cdot 1.50 = 299083.5$
 $\mu_{EQU} = 299083.5 / 487782.0 = 0.613$

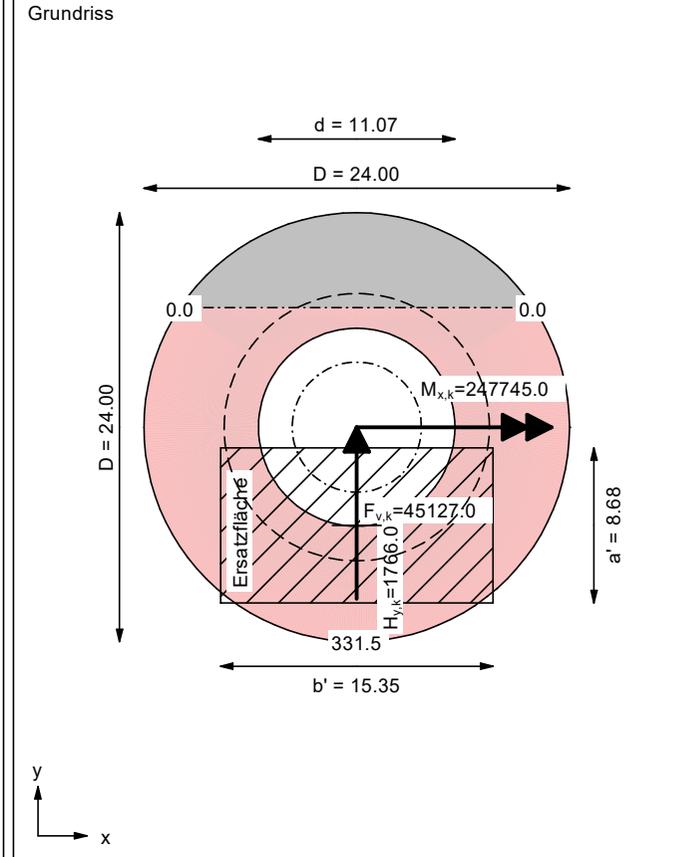
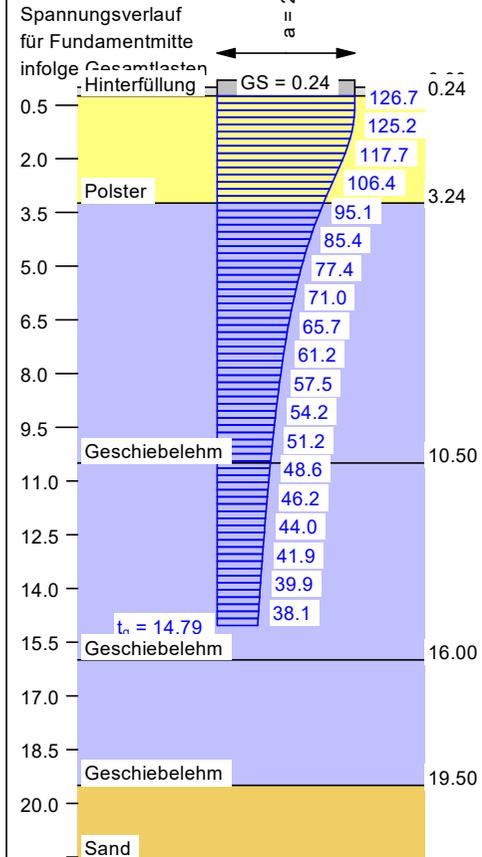
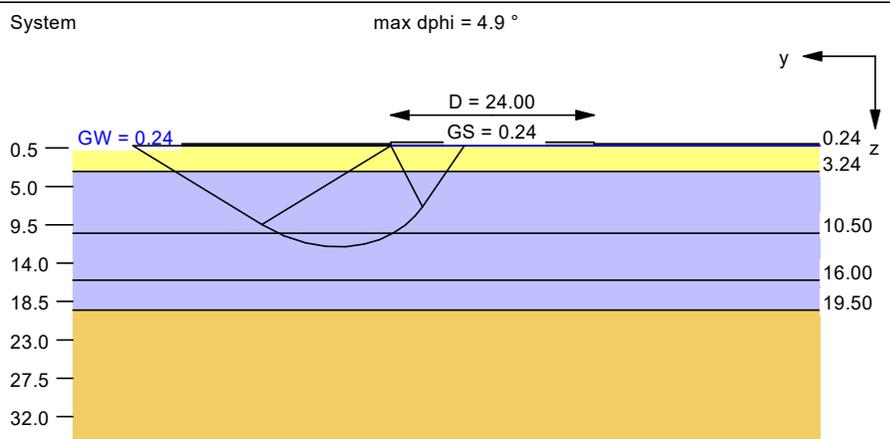
Anlage 6, Blatt 4 von 7
 Erdstatische Berechnungen für das Bauvorhaben:
 Errichtung von 1 WEA im WP Rehna-Falkenhagen 3 (WEA 13)
 kl - 22/10/183



Berechnungsgrundlagen:
 WEA 13 - dynamisch o. Auftrieb - Lasten BS-A - Sicherheiten BS-A
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-A
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.20$
 $\gamma_G = 1.10$
 $\gamma_Q = 1.10$

Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.00$
 $\gamma_{G,stab} = 0.95$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.00$
 Gründungssohle = 0.24 m
 Grundwasser = 0.24 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0\%$

Boden	Tiefe [m NHN]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	0.24	18.0	9.0	27.0	0.0	85.0	Hinterfüllung
	3.24	21.0	12.0	35.0	0.0	275.0	Polster
	10.50	21.0	12.0	26.0	5.0	105.0	Geschiebelehm
	16.00	22.0	13.0	27.0	7.0	115.0	Geschiebelehm
	19.50	22.0	13.0	28.0	5.0	135.0	Geschiebelehm
	>19.50	23.0	14.0	36.0	0.0	275.0	Sand



Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 45127.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 1766.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 247745.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 24.000$ m
 Durchmesser (innen) $d = 11.072$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.638 m)
 $a' = 18.871$ m
 $b' = 18.871$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -5.490$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 7.483 m)
 $a' = 8.675$ m
 $b' = 15.346$ m

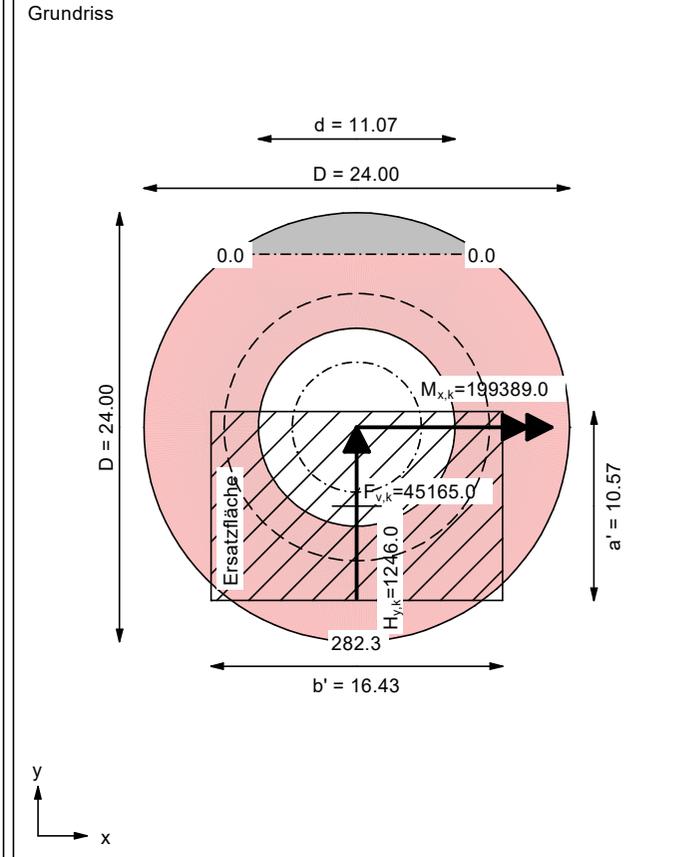
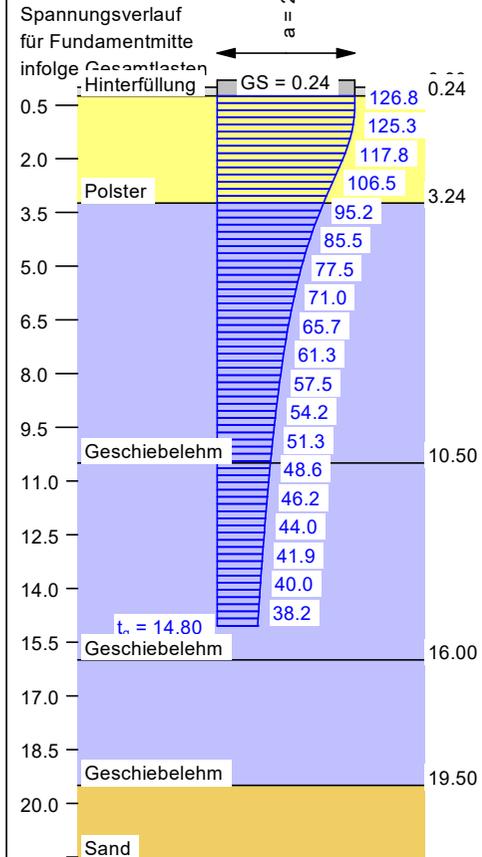
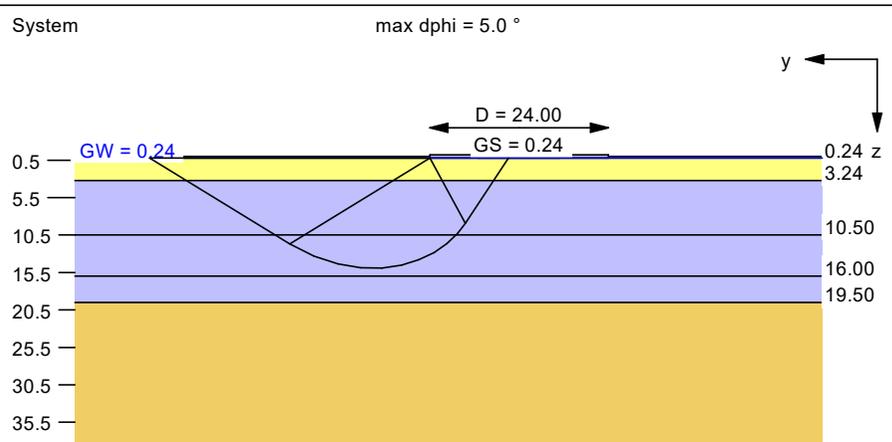
Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht, aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.20$
 $\sigma_{of,k} / \sigma_{of,d} = 751.1 / 625.93$ kN/m²
 $R_{n,k} = 99994.55$ kN
 $R_{n,d} = 83328.79$ kN
 $V_g = 1.10 \cdot 45127.00 + 1.10 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 49639.70$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.596
 $\text{cal } \phi = 27.7^\circ$
 ϕ wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\text{cal } c = 4.59$ kN/m²
 $\text{cal } \gamma_2 = 12.05$ kN/m³
 $\text{cal } \sigma_u = 4.32$ kN/m²
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{\phi,x} = 350213.1$ MN·m/rad

Anlage 6, Blatt 5 von 7
 Erdstatische Berechnungen für das Bauvorhaben:
 Errichtung von 1 WEA im WP Rehna-Falkenhagen 3 (WEA 13)
 kl - 22/10/183

Berechnungsgrundlagen:
 WEA 13 - dynamisch o. Auftrieb - Lasten BS-P - Sicherheiten BS-P
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-P
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$

Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$
 $\gamma_{G,sub} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Gründungssohle = 0.24 m
 Grundwasser = 0.24 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0\%$

Boden	Tiefe [m NHN]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	0.24	18.0	9.0	27.0	0.0	85.0	Hinterfüllung
	3.24	21.0	12.0	35.0	0.0	275.0	Polster
	10.50	21.0	12.0	26.0	5.0	105.0	Geschiebelehm
	16.00	22.0	13.0	27.0	7.0	115.0	Geschiebelehm
	19.50	22.0	13.0	28.0	5.0	135.0	Geschiebelehm
	>19.50	23.0	14.0	36.0	0.0	275.0	Sand



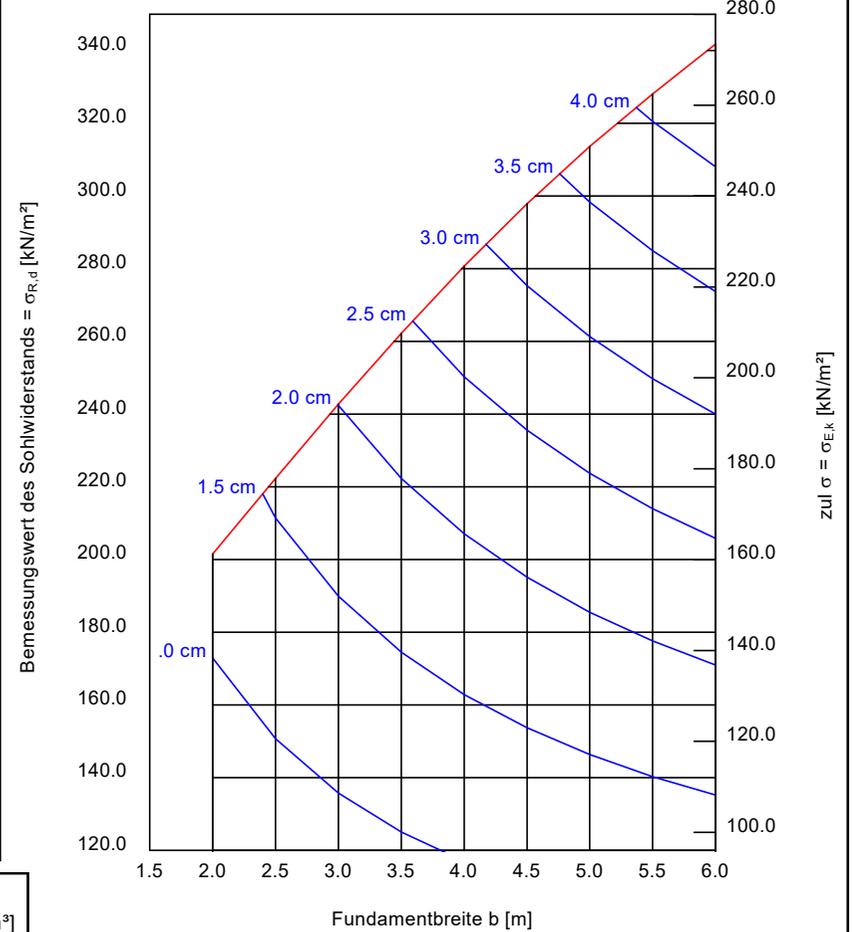
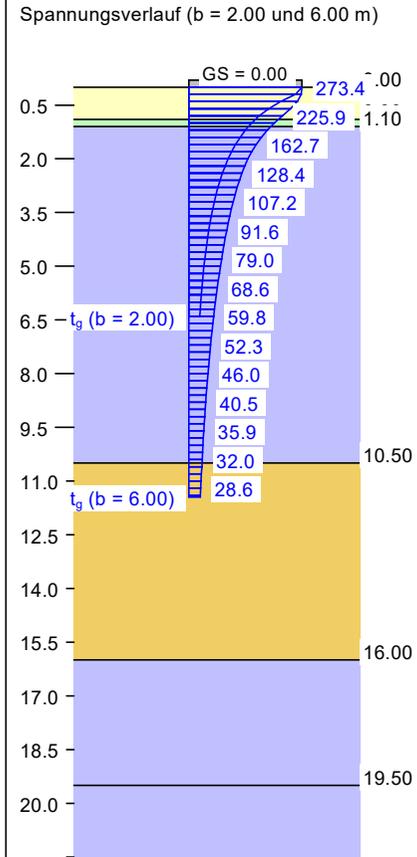
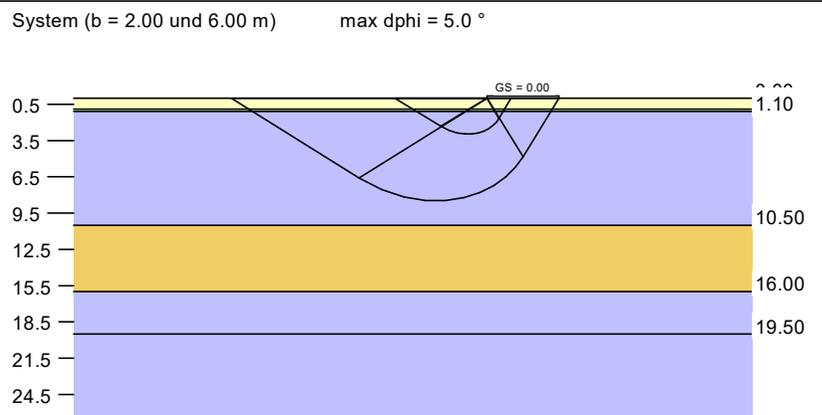
Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 45165.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 1246.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 199389.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser D = 24.000 m
 Durchmesser (innen) d = 11.072 m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.638 m)
 $a' = 18.871$ m
 $b' = 18.871$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -4.415$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 7.483 m)
 $a' = 10.568$ m
 $b' = 16.430$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht, aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{of,k} / \sigma_{of,d} = 888.4 / 634.58$ kN/m²
 $R_{n,k} = 154261.67$ kN
 $R_{n,d} = 110186.91$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 45165.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 60972.75$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.553
 $\text{cal } \phi = 27.5^\circ$
 ϕ wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\text{cal } c = 5.10$ kN/m²
 $\text{cal } \gamma_2 = 12.16$ kN/m³
 $\text{cal } \sigma_0 = 4.32$ kN/m²
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{\phi,x} = 340354.2$ MN·m/rad

Berechnungsgrundlagen:
 KSF Vorabdimensionierung
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-T
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a = 6.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.30$
 $\gamma_G = 1.20$
 $\gamma_Q = 1.30$

Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.250$
 Gründungssohle = 0.00 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0\%$
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt
 — Sohldruck
 — Setzungen

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	0.90	21.0	12.0	35.0	0.0	120.0	Polster
	1.10	20.0	11.0	32.5	0.0	45.0	Bodenverbesserung
	10.50	21.0	12.0	26.0	5.0	18.0	Geschiebelehm
	16.00	22.0	13.0	27.0	7.0	22.0	Geschiebelehm
	19.50	22.0	13.0	28.0	5.0	30.0	Geschiebelehm
	>19.50	23.0	14.0	36.0	0.0	120.0	Sand



a [m]	b [m]	$\sigma_{0f,k}$ [kN/m ²]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	zul $\sigma / \sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	$\sigma_{\bar{u}}$ [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m ³]
6.00	2.00	262.0	201.5	161.2	1.20	28.0 *	3.55	11.92	0.00	6.40	2.96	13.4
6.00	2.50	289.1	222.4	177.9	1.59	27.5 *	3.82	11.93	0.00	7.24	3.64	11.2
6.00	3.00	315.6	242.8	194.2	2.00	27.2 *	4.01	11.94	0.00	8.00	4.32	9.7
6.00	3.50	340.9	262.2	209.8	2.43	27.0 *	4.15	11.95	0.00	8.70	5.01	8.6
6.00	4.00	365.0	280.8	224.6	2.86	26.8 *	4.25	11.95	0.00	9.35	5.70	7.9
6.00	4.50	387.2	297.9	238.3	3.29	26.7 *	4.33	11.96	0.00	9.94	6.39	7.3
6.00	5.00	407.7	313.6	250.9	3.71	26.7 *	4.40	11.96	0.00	10.49	7.08	6.8
6.00	5.50	426.5	328.1	262.5	4.11	26.6 *	4.45	11.96	0.00	10.99	7.77	6.4
6.00	6.00	444.3	341.8	273.4	4.50	26.5 *	4.49	11.97	0.00	11.45	8.46	6.1

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{0f,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0f,k} / (1.30 \cdot 1.25) = \sigma_{0f,k} / 1.63$ (für Setzungen)

Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50

Anlage 6, Blatt 7 von 7
 Erdstatische Berechnungen für das Bauvorhaben:
 Errichtung von 1 WEA im WP Rehna-Falkenhagen 3 (WEA 13)
 kl - 22/10/183