

Geotechnischer Bericht

über die Baugrund- und Gründungsverhältnisse für das

Bauvorhaben : Errichtung von 2 WEA am Standort WP Rehna-
Falkenhagen (WEA 11 + 12)

Auftrags-Nr. : kl - 136/04/20-02

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

Auftraggeber : mea Energieagentur MV GmbH
Obotritenring 40
19053 Schwerin

Ort, Datum : Halle (Saale), 16.03.2021



Bearbeiter : Matthias Hertig
(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	14
5.4 Baugrube und Wasserhaltung	15
5.5 Betonaggressivität und Stahlkorrosivität	16
6. Vorschläge und zusätzliche Hinweise	16

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Übersichtsplan, unmaßstäblich	1 Blatt
Anlage 2	Zeichnerische Darstellung der Baugrundprofile (BS) und Drucksondierungen (DS), im Höhenmaßstab: 1 : 200	5 Blatt
Anlage 3	Ergebnisse und Auswertung der Drucksondierungen, im Höhenmaßstab: 1 : 200	12 Blatt
Anlage 4	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	2 Blatt
Anlage 5	Untersuchung von einer Bodenprobe auf Betonaggressivität und Stahlkorrosivität, Prüfbericht Nr.: CDR21-001179-1 erstellt durch die WESSLING GmbH am 08.03.2021	8 Blatt
Anlage 6	Erdstatische Nachweise für WEA 11 und WEA 12, Typ Vestas V150 [14], sowie Vorabdimensionierung Kranstellfläche (KSF)	7 Blatt

Unterlagen

- [1] Auftrag über Plan BC GmbH mit Vertretungsvollmacht seitens des Auftraggebers
- [2] Lagepläne der WP Rehna-Falkenhagen 2, 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: 12/2020), Kartenportal Umwelt Mecklenburg-Vorpommern (Stand: 03/2021)
- [4] Standortbegehung und Durchführung der Aufschlussarbeiten vom 16. und 17.02.2021
- [5] **DIN 18 121 bis 18 128** - Baugrund; Untersuchung von Bodenproben
- [6] **DIN 18 196** - Erd-/Grundbau; Bodenklassifikation für bautechn. Zwecke (10/1988)
- [7] **DIN 4020** - Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke (10/1990)
- [8] **DIN EN ISO 22475-1** - Baugrund; Aufschluss durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben (10/1990)
- [9] **DIN EN ISO 22476-1** - Erkundung durch Drucksondierungen
- [10] **DIN 4124** - Baugruben und Gräben; Böschungen, Arbeitsraumbreiten (10/2002)
- [11] **DIN EN 1998-1/NA:2011-01**, Erdbebenzonenkarte (ehemals DIN 4149:2005-04)
- [12] Prüfbericht für eine Typenprüfung - V162-5.6 MW NH169m ü. GOK, Prüfnummer 3108363-23-d, 12.02.2020
- [13] DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen, Fassung Oktober 2012, Schriften des Deutschen Instituts für Bautechnik, Reihe B, Heft 8
- [14] Prüfbericht 3015976-21-d Rev.1 für eine Flachgründung mit Auftriebssicherung für WEA vom Typ Vestas V150-5.0/5.4/5.6 MW, erstellt am 10.05.2019

1. Bauvorhaben

Die mea Energieagentur MV GmbH plant die Errichtung von 2 Windenergieanlagen (WEA) am Standort WP Rehna-Falkenhagen und erteilt über die Plan BC GmbH dem Baugrundbüro Klein den Auftrag zur Erkundung und Begutachtung des Baugrunds an den Standorten WEA 11 und WEA 12 [1].

An den 2 Standorten soll der WEA-Typ Vestas V162-6.0 MW mit einer Nabenhöhe von 169 m ü. GOK errichtet werden. Von planerischer Seite ist zu überprüfen ob bezüglich des Anlagentyps Vestas V162-5.6 MW Unterschiede der Fundamentgeometrie oder der Lasten vorliegen. Sollte dies der Fall sein, sind erneut erdstatische Nachweise für diesen Anlagentyp durchzuführen.

Bei den erdstatischen Nachweisen wurde festgestellt, dass für den Standort Rehna-Falkenhagen mit den Fundamentdaten für WEA vom Typ V162-5.6 MW [12] keine Gründungsempfehlung erarbeitet werden kann, die aus wirtschaftlicher und baugrundtechnischer Sicht sinnvoll ist. Nach mündlicher Absprache mit dem Auftraggeber werden alle erdstatischen Nachweise mit den Fundamentdaten für WEA vom Typ Vestas V150 [14] geführt. Die im Gutachten dargestellten Gründungsempfehlungen basieren ebenfalls auf den Angaben für WEA vom Typ Vestas V150 [14].

Tabelle 1: Bezeichnung, Geländehöhe und Lage des Erkundungsstandortes

Standort	Lage	DHHN2016	ETRS 89 - UTM Zone 32N	
		Höhe [m NHN]	Rechtswert	Hochwert
WEA 01	WEA Mittelpunkt	289,74	630429	5963375
WEA 02		289,28	630835	5963289

Die Absteckung der WEA-Mittelpunkte wurde durch die Baugrundbüro Klein GmbH veranlasst. Das Gelände war an den WEA-Standorten weitgehend eben bis flachwellig. 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 [14]

WEA-Typ	Vestas V150-5.0/5.4/5.6 MW
Gründungsart	Flachgründung mit Auftriebswirkung
Fundament (Außendurchmesser)	kreisrund, Ø 32,15 m
Fundament (Innendurchmesser)	kreisrund, Ø 8,40 m
Fundamentunterkante (außen)	3,348 m u. GOK
Sauberkeitsschicht	ca. 0,10 m
mind. Bodenpressung	155 kN/m ²
Vertikallast ohne Auftrieb (BS-A)	66.769 kN
Vertikallast mit Auftrieb (BS-A)	39.454 kN
Horizontallast (BS-A)	1.443 kN
Drehmoment (BS-A)	248.605 kNm
statische Drehfedersteifigkeit	$k_{\varphi \text{ stat}} = 33.200 \text{ MNm/rad}$
dynamische Drehfedersteifigkeit	$k_{\varphi \text{ dyn}} = 120.000 \text{ MNm/rad}$
maximaler Grundwasserstand	max. GOK
zulässige Setzungsdifferenz nach 20 Jahren	$\Delta s \leq 3 \text{ mm/m [13]}$
Wichte der Bodenauflast im Trockenzustand	$\geq 16,2 \text{ kN/m}^3$

2. Bodenaufschlüsse, Feld- und Laborarbeiten

Die technischen Arbeiten erfolgten im Zeitraum vom 16.02 bis 17.02.2021. An jedem WEA-Standort wurden 2 Kleinrammbohrungen (BS nach DIN EN ISO 22475-1) und 3 Drucksondierungen (DS nach DIN EN ISO 22476-1) abgeteuft. Alle Aufschlüsse wurden bis zum technischen Abbruch (Geräteauslastung) ausgeführt. Die erreichten Tiefen liegen für die BS bis max. 11 m unter GOK und für die DS bei ca. 32,5 m unter GOK.

An jedem 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 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 für jeden WEA-Standort 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 18122 Teil 2.

Die Prüfergebnisse liegen diesem Bericht als Anlage 4 bei.

Zur Bestimmung von betonaggressiven und stahlkorrosiven Inhaltsstoffen wurde je eine Bodenprobe aus den Gründungs-/Einbindungsbereichen der beiden WEA-Standorte im chemischen Labor WESSLING 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 beiden WEA sollen 10 weitere WEA errichtet werden. Das Umland des Standortes ist überwiegend durch landwirtschaftliche Nutzung 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 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 16.02.2021 wurden für das Bauvorhaben „Errichtung von 2 WEA am Standort WP Rehna-Falkenhagen (WEA 11 und WEA 12)“ die folgenden Schichten angetroffen:

Schicht 1 - Oberboden

Der Oberboden ist zwischen ca. 0,5 m und 1,2 m mächtig. Er besteht aus feinsandigem Schluff mit humosen Anteilen, ist kalkfrei und wurde erdfeuchtem Zustand und steifplastischer Konsistenz angetroffen. Die Farbgebung ist dunkelbraun.

Schicht 2 - Geschiebelehm

Der kalkfreie Geschiebelehm ist zwischen 0,5 und 1,0 m mächtig. Er besteht aus einem tonigen Schluff bis schluffigen Ton und ist häufig stark feinsandig. Er wurde in überwiegend sehr feuchtem Zustand und steifplastischer, untergeordnet weichplastischer Konsistenz erbohrt. Die Farbgebung ist hellgraubraun.

Schicht 3 - Geschiebemergel

Der kalkhaltige Geschiebemergel besteht überwiegend aus schluffigem, sandigem und schwach kiesigem Ton. Der Zustand war zum Erkundungszeitpunkt schwach feucht und die Konsistenz überwiegend steifplastisch bis halbfest. Die Farbgebung ist blaugrau. Innerhalb des Geschiebemergels wurden Einlagerungen von nassem, wasserführendem Sand erkundet. Die Schichtunterkante wurde an den WEA-Standorten nicht durchteuft.

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 16.02.2021 wurde anhand direkter und indirekter Aufschlüsse im Bereich des WEA-Standortes unterirdisches Schichtwasser in Tiefen von 0,9 m bis 3,3 m unter GOK erkundet (kein Höchstwasserstand, höhere Wasserstände möglich).

Nach [3] ist mit Grundwasser erst in Tiefen >10 m u. GOK zu rechnen. Deshalb ist davon auszugehen, dass die ermittelten Wasseranschnitte Schichtwasserstände sind. Der Wasserstand von 13,2 m in DS 3/21 am Standort WEA 02 weicht von diesen Wasserständen ab und entspricht der Tiefenangabe zu den Grundwasserflurabständen [3]. 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 Hinterfüllbereich der WEA mit temporär aufgestautem Oberflächen- bzw. Sickerwasser zu rechnen (Badewanneneffekt).

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⁾	$10^{-6} - 10^{-8}$	schwach durchlässig
3	Geschiebemergel ¹⁾	$10^{-7} - 10^{-10}$	schwach bis sehr schwach durchlässig

¹⁾ Sandlinsen durchlässig

Eine gezielte Versickerung von Niederschlagswässern an den WEA-Standorten ist nach DWA-Arbeitsblatt 138 aufgrund der überwiegend geringen Durchlässigkeit innerhalb der Schichten 1 bis 3 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.

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	Geschiebemergel
Schicht-Nr.	1	2	3
Homogenbereich DIN 18300	A	B	C
Ortsübliche Bezeichnung	-	-	-
%-Feinkornanteil (< 0,063 mm)	> 80	> 70	60 - 80
%-Sandanteil (> 0,063 - 2 mm)	5 - 20	0 - 30	10 - 40
%-Kiesanteil (> 2 - 63 mm)	0 - 3	0 - 7	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	1,9 – 2,2 g/cm ³
Kohäsion	-	2 - 5 kN/m ²	5 kN/m ²
undränierete Scherfestigkeit (c_u) gemäß DIN 18136	-	0 ... 50 kN/m ³	100 ... 300 kN/m ²
Wassergehalt (w_n) gemäß DIN EN ISO 17892-1	witterungsbedingt stark verschieden	10 - 20 %	10 - 20 %
Konsistenz gemäß DIN EN ISO 14688-1	witterungsbedingt stark verschieden	weich bis überwiegend steif	steif bis halbfest
Konsistenzzahl (I_c) gemäß DIN 18122-1	-	0,5 - 1,0	0,7 - 1,2
Plastizität gemäß DIN EN ISO 14688-1	-	gering bis mittel	gering bis mittel

Fortsetzung Tabelle 4:

Bodenart	Oberboden	Geschiebelehm	Geschiebemergel
Plastizitätszahl (I_p) gemäß DIN 18122-1	-	10 - 25	10 - 20
Lagerungsdichte (I_d) gemäß DIN EN ISO 14688-2	locker	-	Sandlinsen mitteldicht bis dicht
Organischer Anteil (V_{gl}) gemäß DIN 18128	1 - 10 %	0 - 3 %	0 - 2 %
Bodengruppe gemäß DIN 18196	OU, OH	TL	TL, SU*
Zusammendrückbarkeit	groß	mittel	überwiegend gering
Verdichtungsfähigkeit	schlecht	schlecht	schlecht
Frostempfindlichkeitsklasse gemäß ZTVE-09	F 3	F 3	F 3
Wasserempfindlichkeit	groß	groß	groß
Abrasivität CAI LAK [g/t]	nicht abrasiv 0,0 – 0,3 0 – 50	kaum abrasiv 0,3 – 0,5 50 – 100	schwach abrasiv 0,5 – 1,0 100 – 250
Bemerkungen	-	Stau-/Schichtenwasser und eingelagerte Geschiebe in Stein- und Blockgröße möglich	
		enthält Sandlagen und Sandlinsen, die Schichtwasser führen können	

4. Erdstatische Nachweise**4.1 Tragfähigkeit**

Der Oberboden (Schicht 1) und der Geschiebelehm (Schicht 2) sind grundsätzlich nicht tragfähig und mit den Gründungselementen zu durchfahren.

Der Geschiebemergel (Schicht 3) ist in mindestens steifplastischer Konsistenz bzw. mitteldichter Lagerung 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 [-]	Geschiebelehm [2]	Geschiebemergel [3]
Wichte	γ	[kN/m ³]	21	19 - 20	20 - 22
Wichte unter Auftrieb	γ'	[kN/m ³]	12	10 - 11	11 - 13
Reibungswinkel	ϕ'_k	[°]	35	20 - 25	25 - 32
Kohäsion	c	[kN/m ²]	0	5	5
Querdehnungszahl	v	-	0,25	0,40 - 0,30	0,35 - 0,30
Steifemodul, stat.	$E_{s,stat.}$	[MN/m ²]	80	5 - 15	(8) 15 - 30
Steifemodul, dyn.	$E_{s,dyn.}$	[MN/m ²]	220	55 - 75	70 - 135

Für erdstatische Nachweise sind die standortbezogenen Tiefen und Kennwerte aus Anlage 2 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

Unter Berücksichtigung der Erkundungsergebnisse und mit Bezug auf die Anforderungen [14] können die 2 WEA als Flachgründung mit Auftriebssicherung in Verbindung mit einem ca. 0,5 m mächtigen Gründungspolster errichtet werden. Als Gründungshorizont ist der mindestens steifplastische Geschiebemergel (Schicht 3) zu erschließen.

Tabelle 6: Gründungstiefen und Gründungshorizonte der Windenergieanlagen

Anlage	Polstermächtigkeit [m]	Gründungshorizont (Aushubsohle außen)	
WEA 11	~0,5	~4,0 m u. GOK	Geschiebemergel (Schicht 3)
WEA 12	~0,5	~4,0 m u. GOK	Geschiebemergel (Schicht 3)

Folgender Verfahrensweg ist bei der Gründung der 2 WEA umzusetzen:

- die Fundamente sind fachgerecht und unter Berücksichtigung der örtlichen Geländemorphologie zu gründen,
- der Bodenaushub ist bis zu den vorgegebenen Gründungstiefen auszuführen,
- die Aushubsohlen sind durch den Unterzeichner des Gutachtens für die Überbauung freizugeben,
- tiefer reichende, aufgelockerte oder aufgeweichte Bereiche sind bei der Baugrubenherstellung komplett aufzunehmen und gegen einbau- und verdichtungsfähige Materialien (u. a. Brechkorngemisch etc.) auszutauschen,

- je nach Situation sind die hergestellten Baugrubensohlen fachgerecht nachzuverdichten,
- danach erfolgt der lagenweise Einbau der Gründungspolster,
- die Gründungspolster sind aus geeignetem, zertifiziertem Brechkornmaterial herzustellen, die Verwendung von Ziegel-Recycling o. ä. ist nicht zulässig,
- die Gründungspolster sind 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 der OK der Polster ist ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100\%$ bzw. ein Verformungsmodul von $E_{v2} > 80 \text{ MN/m}^2$ bzw. $E_{vd} > 35 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Die Prüfung erfolgt als Fremdüberwachung durch den unterzeichnenden Baugrundgutachter,
- abschließend erfolgt der sofortige Einbau der Sauberkeitsschicht, bei der Herstellung der Sauberkeitsschicht ist am Baugrubenrand ein ca. 0,5 m breiter Streifen umlaufend freizuhalten,

Der allgemeine Nachweis der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit liegt diesem Bericht als Anlage 6 bei. Die Berechnungen ergaben, dass die Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen als bauwerksverträglich eingeschätzt werden können, da bei ordnungsgemäßer Ausführung der Erdarbeiten maximale Setzungen innerhalb der zulässigen Größenordnungen zu erwarten sind.

Die in [14] formulierten Anforderungen an die Mindestwerte der Drehfedersteifigkeiten werden bei fachgerechter Ausführung der Gründung an beiden WEA-Standorten eingehalten. Der Baugrund ist an beiden WEA-Standorten in der Lage, den geforderten Mindestwert der Bodenpressung von 155 kN/m^2 aufzunehmen.

Nach intern ausgeführten Berechnungen ist eine Anhebung der Fundamentunterkante an den Standorten WEA 11 und WEA 12 für den WEA-Typ Vestas V150 [14] grundsätzlich möglich. Bei einer Anhebung der Fundamentunterkante ist die Geländemorphologie zu beachten. Von planerischer Seite sind die Auswirkung einer Fundamentanhebung auf die Lastangaben in [14] zu prüfen. Beim Nachweis der Sicherheit gegen Grundbruch ist der Höhenunterschied zwischen WEA-Mittelpunkt und dem tiefsten Geländepunkt in einer Entfernung von ca. 100 m zu berücksichtigen. Geländesprünge und Geländehohlformen sind ggf. gesondert zu betrachten. Bei Anhebung der Fundamentunterkante ist am Standort WEA 11 ein Bodenaustausch bis ca. 3,5 m u. GOK und am Standort WEA 12 ein Bodenaustausch bis ca. 2,5 m u. GOK auszuführen.

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 (Brechkorngemisch 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 Geländetieflagen) 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 $\geq 0,60 \text{ m}$ herzustellen. Die Einbaustärke der einzelnen Lagen beträgt max. 0,30 m. Die einzelnen Lagen sind fachgerecht zu verdichten. Auf Kranstellflächen ist eine Mindesttragfähigkeit von $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ 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.

Besondere Beachtung gilt der fachgerechten Anschüttung der Fundamente. Die Anschüttung ist mit verdichtbarem Material ($\gamma > 16,2 \text{ kN/m}^3$) 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.

Im Zuge der Aufschlussarbeiten wurden keine Hinweise auf Drainageleitungen festgestellt. Sollten während der Bauarbeiten Drainageleitungen angetroffen werden, sind diese außerhalb der Baugrube fachgerecht umzulegen.

5.4 Baugrube und Wasserhaltung

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

Alle anfallenden Wässer 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.

Aus Sandlinsen im Geschiebemergel können größere Mengen an Schichtwasser zufließen. In Abhängigkeit von der Verbreitung und Ausdehnung der Sandlinsen ist auch ein länger andauernder Zufluss möglich. Es wird empfohlen, eine geschlossene Wasserhaltung als Eventualposition in das Leistungsverzeichnis aufzunehmen und bei Bedarf einzurichten und zu betreiben. Geschlossene Wasserhaltungen sind genehmigungspflichtig.

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

Das Freilegen der Gründungssohlen hat 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 je eine Bodenprobe der Standorte WEA 11 und WEA 12 durch die WESSLING GmbH nach den DIN-Komplexen 4030 und 50 929 untersucht. Die zusammengefassten Ergebnisse können Tabelle 7 entnommen werden. Die ausführlichen Untersuchungsberichte sind als Anlage 5 Bestandteil des Berichts.

Tabelle 7: 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 11/3	nicht betonangreifend	mittel	gering	II
GP 12/3	nicht betonangreifend	mittel	gering	II

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.

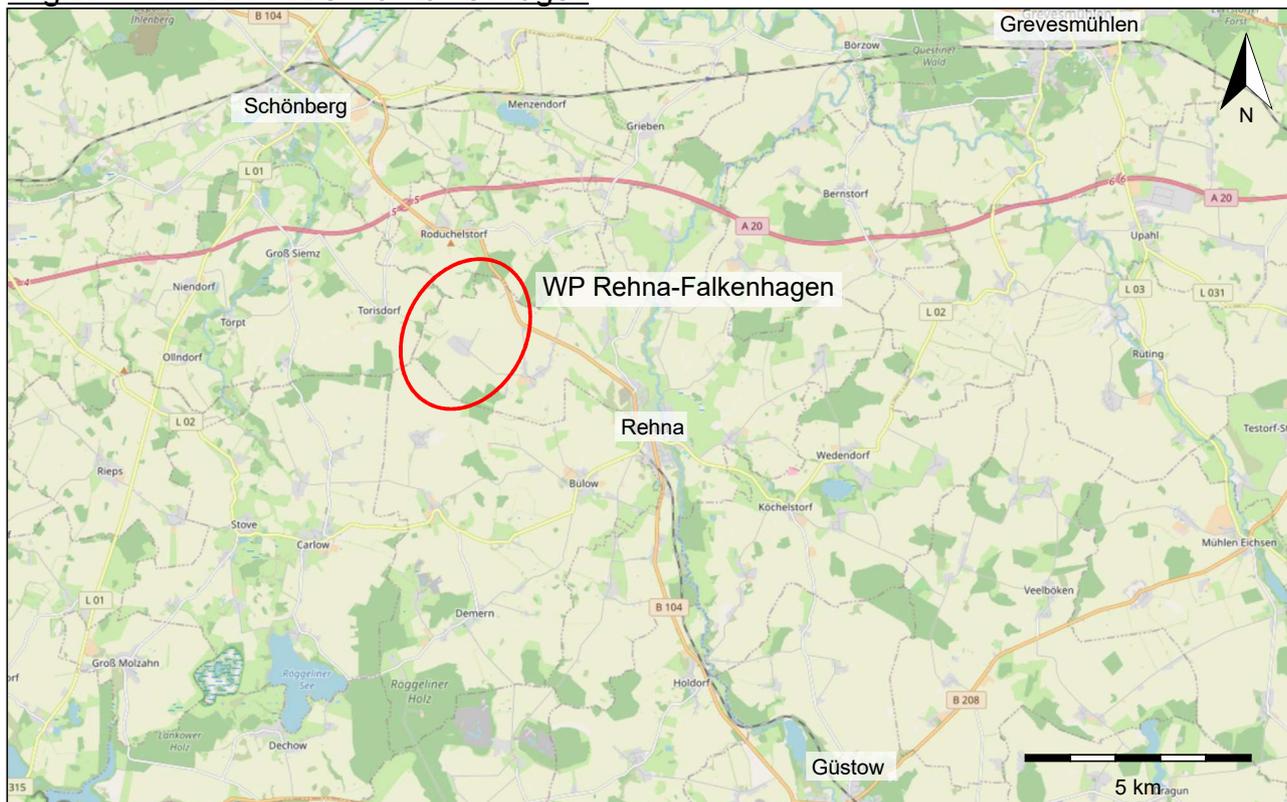
Aufgrund des punktförmigen Charakters der Aufschlüsse ist die Möglichkeit nicht vollkommen ausgeschlossen, dass örtliche Unregelmäßigkeiten nicht erfasst wurden. Die angegebenen Tiefen der Schichtgrenzen können Schwankungen unterliegen. Aus genannten Gründen sind die Aushubsohlen vor der Überbauung aus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

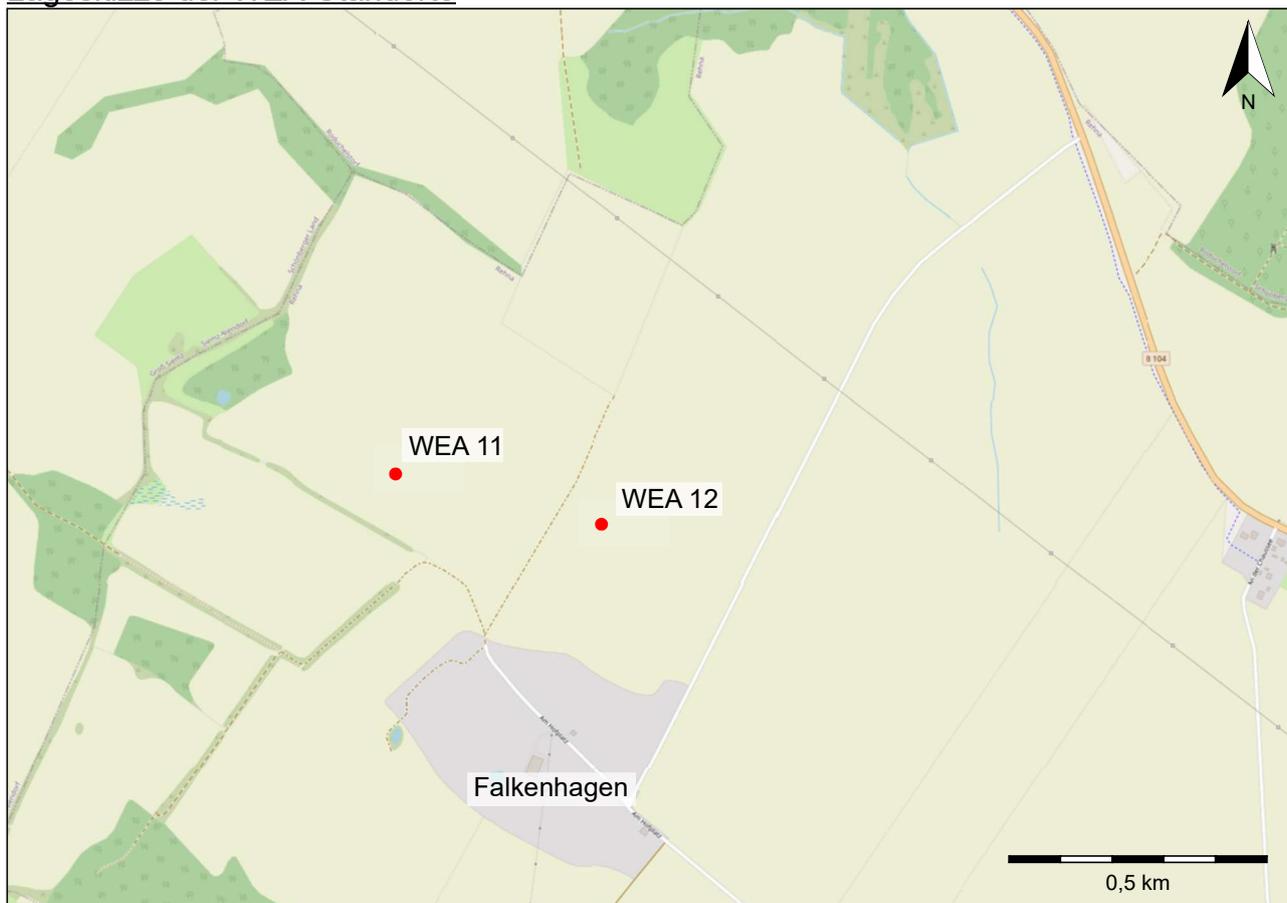
Der vorliegende geotechnische Bericht ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich und gilt in seiner inhaltlichen und räumlichen Abgrenzung für das beschriebene Bauvorhaben „**Errichtung von 2 WEA am Standort WP Rehna-Falkenhagen (WEA 11 + 12)**“. Alle Empfehlungen und Folgerungen basieren ausschließlich auf den aufgeführten Unterlagen und dem zum Zeitpunkt der Berichtserstellung vorliegenden Planungsstand.

* * * * *

Lageskizze des WP Rehna-Falkenhagen



Lageskizze der WEA-Standorte

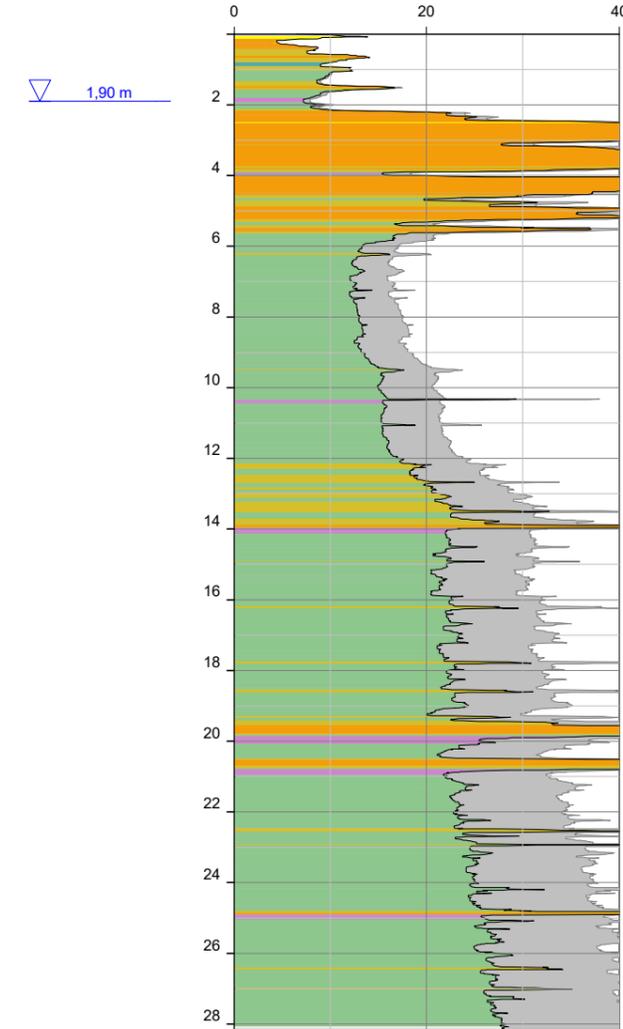
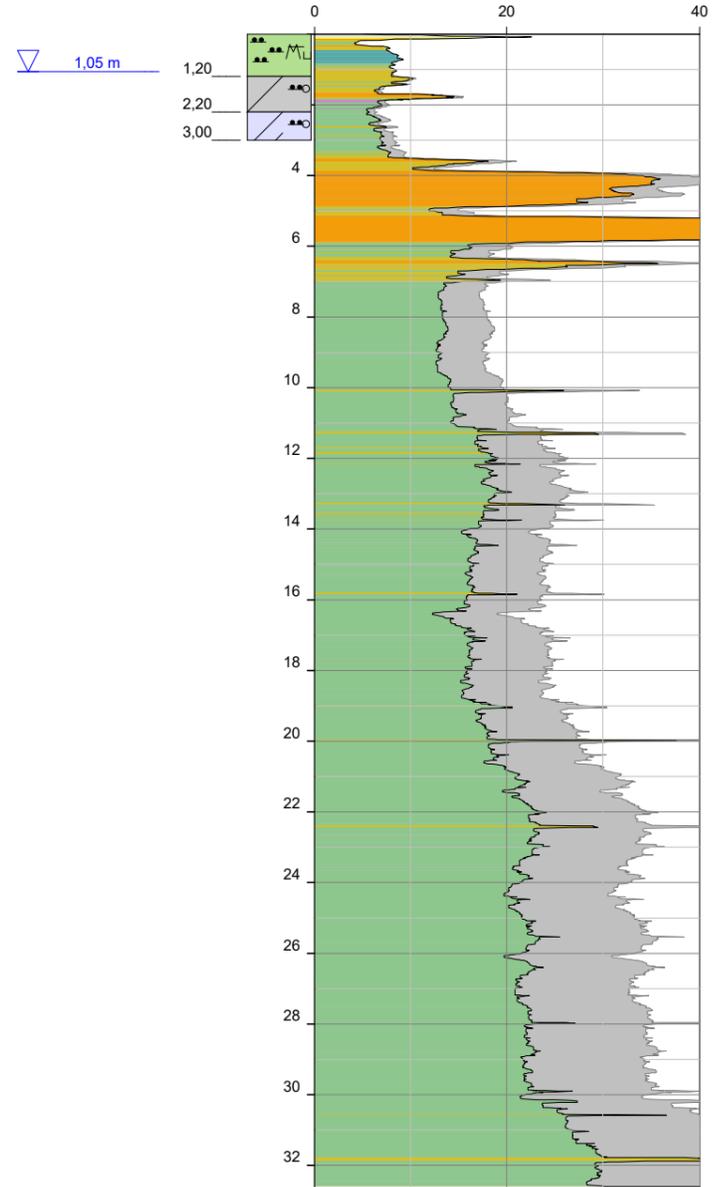
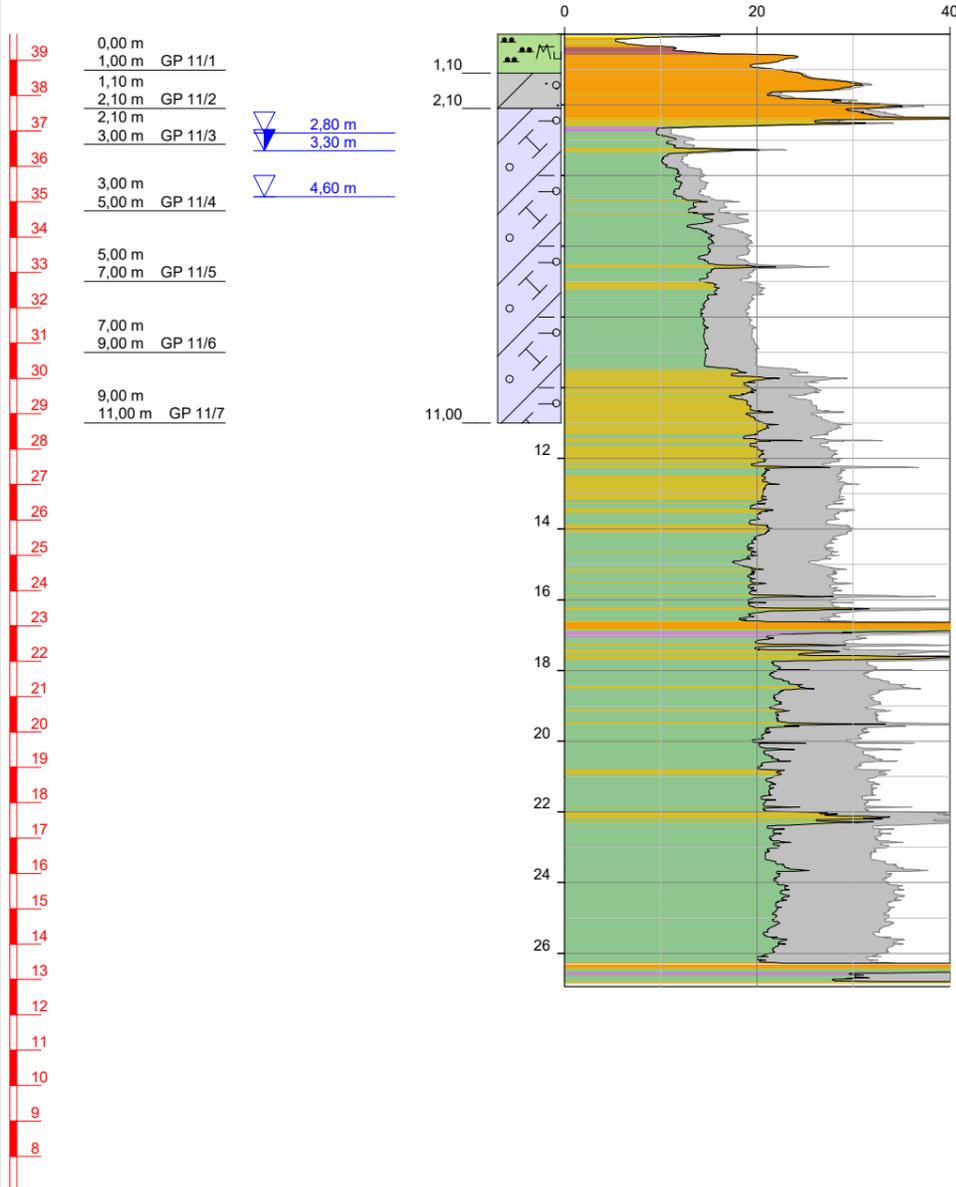


Projekt:	Errichtung von 2 WEA, Standort WP Rehna-Falkenhagen	Lagestatus:	ETRS89 UTM 32N
Auftraggeber:	mea Energieagentur Mecklenburg-Vorpommern GmbH	Höhenstatus:	
Projekt-Nr.:	kl - 136/04/20-02		
Bearbeiter:	Hertig		
Anlage:	1		
Blatt-Nr.:	1		
	Baugrundbüro Klein GmbH Hummelweg 3 06120 Halle (Saale) Tel.: +49 (345) 532 36 90 E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de		

spannungsabhängiger Steifemodul (MN/m²)

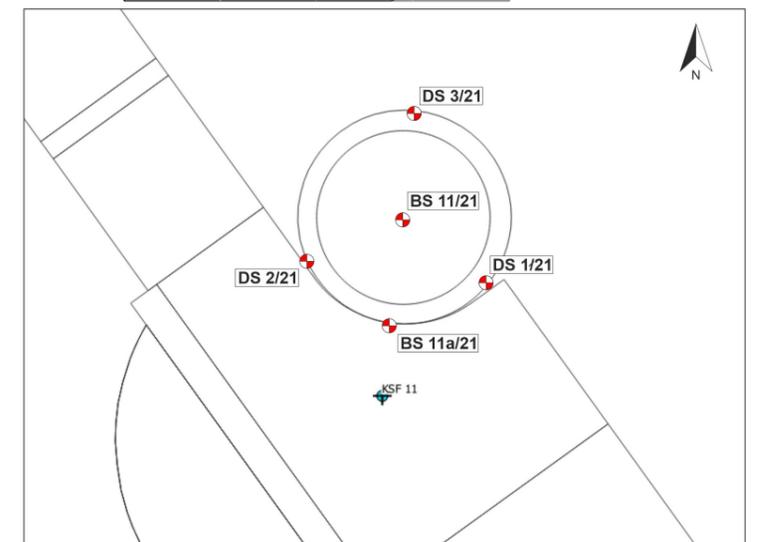
spannungsabhängiger Steifemodul (MN/m²)

spannungsabhängiger Steifemodul (MN/m²)



UK	Schichtinhalt
1,10 m	Schicht 1 (erkundete Mächtigkeit 1,10 m) - Mutterboden - Schluff, tonig, schwach feinsandig - erdfeucht, steif - mäßig schwer zu bohren - Bodengruppe: OU (Schluffe, organisch), OH (Grob-/gemischtkörnige Böden, humos) - kalkfrei - dunkelbraun
2,10 m	Schicht 2 (erkundete Mächtigkeit 1,00 m) - Geschiebelehm - Ton, schluffig, stark feinsandig - sehr feucht, (weich) bis steif - mäßig schwer zu bohren - Bodengruppe: TL (Ton, leicht plastisch) - kalkfrei - hellbraungrau
11,00 m	Schicht 3 (erkundete Mächtigkeit 8,90 m) - Geschiebemergel - Schluff, tonig, schwach feinsandig bis stark feinsandig, sehr schwach feinkiesig - Sandlinsen (vernässt) - Wasseranschnitt (4,6 m), Grundwasserstand nach Beendigung der Bohrung (3,3 m) - feucht, steif - schwer zu bohren - Bodengruppe: TL (Ton, leicht plastisch), SU* (Sand, stark schluffig) - kalkhaltig - blaugrau
Endteufe bzw. technischer Abbruch	

UK	Schichtinhalt
1,20 m	Schicht 1 (erkundete Mächtigkeit 1,20 m) - Mutterboden - Schluff, tonig, feinsandig - erdfeucht, steif - mäßig schwer zu bohren - Bodengruppe: OU (Schluffe, organisch), OH (Grob-/gemischtkörnige Böden, humos) - kalkfrei - dunkelbraun
2,20 m	Schicht 2 (erkundete Mächtigkeit 1,00 m) - Geschiebelehm - Ton, schluffig - sehr feucht, (weich) bis steif - mäßig schwer zu bohren - Bodengruppe: TL (Ton, leicht plastisch) - kalkfrei - hellbraungrau
3,00 m	Schicht 3 (erkundete Mächtigkeit 0,80 m) - Geschiebemergel - Ton, schluffig, feinsandig, schwach mittelsandig, schwach feinkiesig - feucht, steif - schwer zu bohren - Bodengruppe: TL (Ton, leicht plastisch) - kalkhaltig - blaugrau
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: WP Rehna-Falkenhagen	Lagestatus: ETRS 89 - UTM Zone 32 N
DS 1/21	17.02.2021	39,7 m NHN	630438,8	5963368,1	Auftraggeber: mea Energieagentur MV GmbH	Höhenstatus: DHHN2016
DS 2/21	17.02.2021	39,7 m NHN	630418,1	5963369,9	Standort: WEA 11	Baugrundbüro Klein GmbH Hummelweg 3 06120 Halle (Saale) Tel.: +49 (345) 532 36 90 E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de
DS 3/21	17.02.2021	39,7 m NHN	630430,0	5963387,0	Projekt-Nr.: KI - 136/04/20-02	
BS 11/21	16.02.2021	39,7 m NHN	630429,0	5963375,0	Bearbeiter: Köhler	
BS 11a/21	16.02.2021	39,7 m NHN	630428,0	5963363,0	Anlage: 2 Blatt-Nr.: 1	

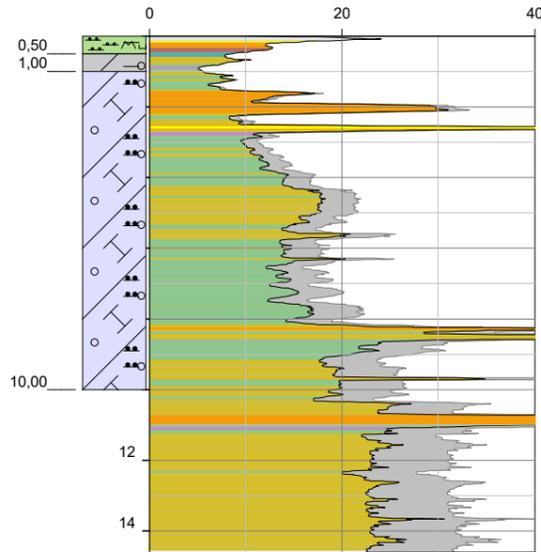


spannungsabhängiger Steifemodul (MN/m²)

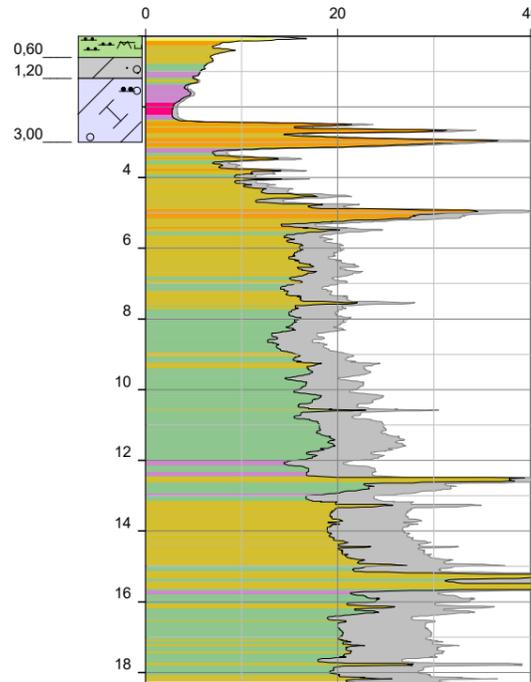
spannungsabhängiger Steifemodul (MN/m²)

spannungsabhängiger Steifemodul (MN/m²)

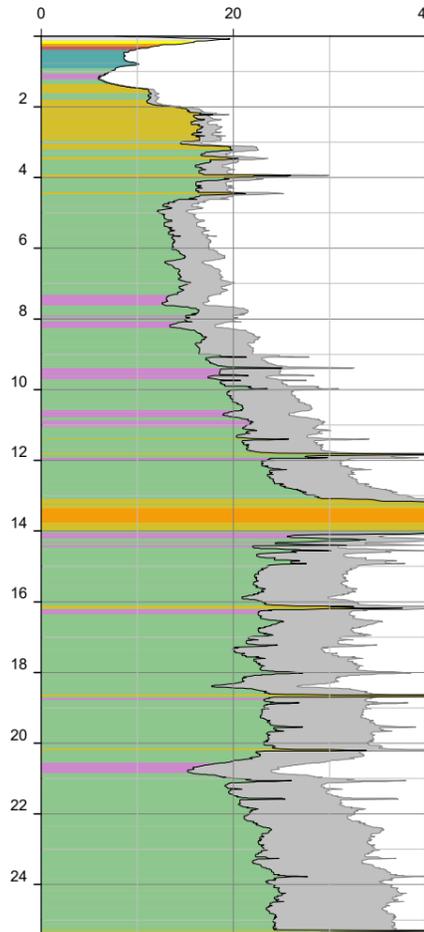
- 39
- 38
- 37
- 36
- 35
- 34
- 33
- 32
- 31
- 30
- 29
- 28
- 27
- 26
- 25
- 24
- 23
- 22
- 21
- 20
- 19
- 18
- 17
- 16
- 15
- 14



▽ 0,90 m

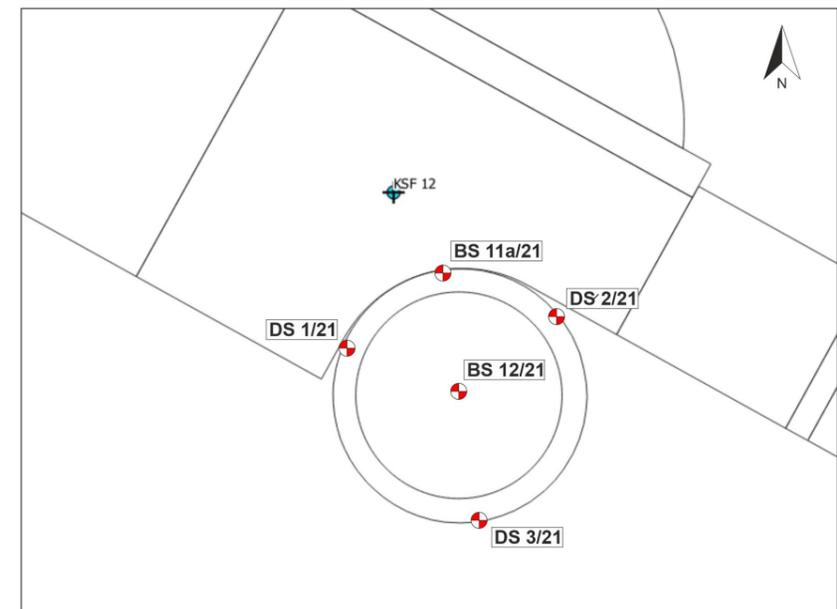


▽ 13,20 m



UK	Schichtinhalt
0,50 m	Schicht 1 (erkundete Mächtigkeit 0,50 m) - Mutterboden - Schluff, tonig, feinsandig - erdfeucht, steif - mäßig schwer zu bohren - Bodengruppe: OU (Schluffe, organisch) - kalkfrei - dunkelbraun
1,00 m	Schicht 2 (erkundete Mächtigkeit 0,50 m) - Geschiebelehm - Schluff, tonig, feinsandig, schwach mittelkiesig - feucht, steif - mäßig schwer zu bohren - Bodengruppe: TL (Ton, leicht plastisch) - kalkfrei - hellbraungrau
10,00 m	Schicht 3 (erkundete Mächtigkeit 9,00 m) - Geschiebemergel - Ton, schluffig, schwach feinsandig, schwach feinkiesig - Sandlinsen (vernässt) - Wasseranschnitt (2,5 m), Grundwasserstand nach Beendigung der Bohrung (1,8 m) - feucht, (weich) bis steif - mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren - Bodengruppe: TL (Ton, leicht plastisch), SU* (Sand, stark schluffig) - kalkhaltig - blaugrau
Endteufe bzw. technischer Abbruch	

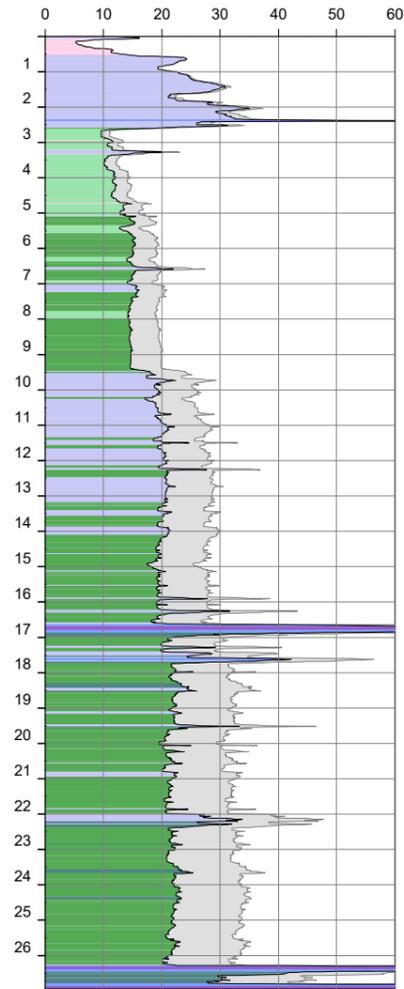
UK	Schichtinhalt
0,60 m	Schicht 1 (erkundete Mächtigkeit 0,60 m) - Mutterboden - Schluff, tonig, feinsandig - erdfeucht, steif - mäßig schwer zu bohren - Bodengruppe: OU (Schluffe, organisch) - kalkfrei - dunkelbraun
1,20 m	Schicht 2 (erkundete Mächtigkeit 0,60 m) - Geschiebelehm - Schluff, tonig, stark feinsandig - sehr feucht, steif - mäßig schwer zu bohren - Bodengruppe: TL (Ton, leicht plastisch) - kalkfrei - hellbraungrau
3,00 m	Schicht 3 (erkundete Mächtigkeit 1,80 m) - Geschiebemergel - Ton, schluffig, feinsandig, schwach feinkiesig, sehr schwach mittelkiesig - feucht, (weich) bis steif - mäßig schwer zu bohren - Bodengruppe: TL (Ton, leicht plastisch) - kalkhaltig - blaugrau
Endteufe bzw. technischer Abbruch	



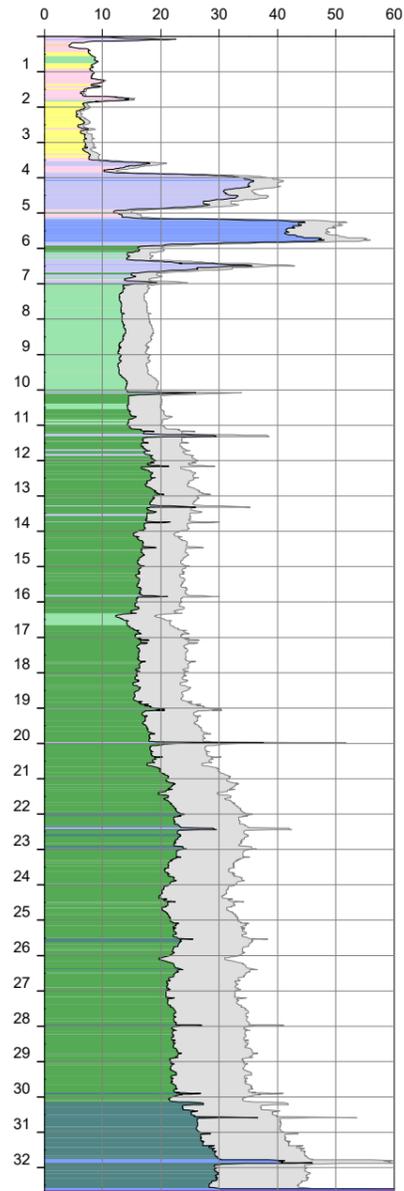
Drucksondierungen Bodenklassifikation (ROBERTSON 1990)	plastisch, feinkörnige Böden	schluffiger Ton	schluffiger Sand / Sandgemische	kiesiger Sand	sehr steife Böden
	organische Böden	toniger Schluff	Sand	toniger Sand	ohne Zuordnung

Aufschlüsse:	Datum:	Ansatzhöhe:	Rechtswert:	Hochwert:	Projekt:	Lagestatus:	
DS 1/21	17.02.2021	39,3 m NHN	630823,7	5963293,1	WP Rehna-Falkenhagen Auftraggeber: mea Energieagentur MV GmbH Standort: WEA 12 Projekt-Nr.: KI - 136/04/20-02 Bearbeiter: Köhler Anlage: 2 Blatt-Nr.: 2	ETRS 89 - UTM Zone 32 N	
DS 2/21	17.02.2021	39,3 m NHN	630844,2	5963296,7		Höhenstatus: DHHN2016	
DS 3/21	17.02.2021	39,3 m NHN	630837,1	5963277,2		Baugrundbüro Klein GmbH Hummelweg 3 06120 Halle (Saale) Tel.: +49 (345) 532 36 90 E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de	
BS 12/21	16.02.2021	39,3 m NHN	630835,0	5963289,0			
BS 12a/21	16.02.2021	39,3 m NHN	630832,9	5963300,8			

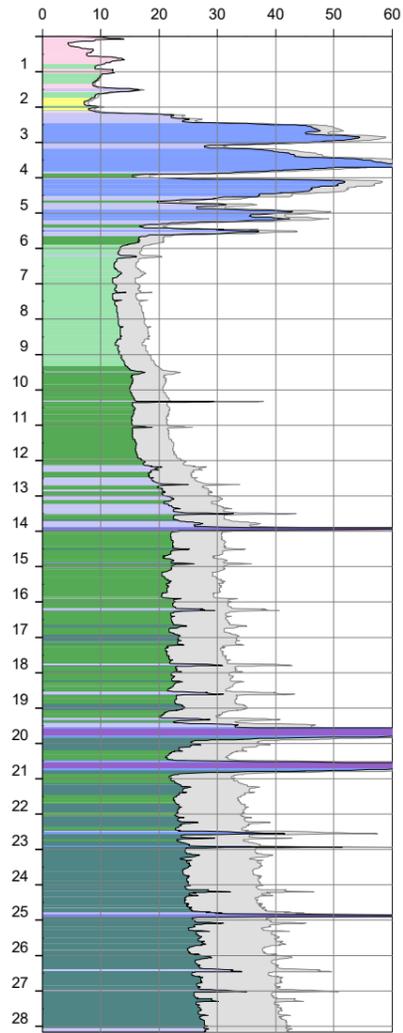
DS 1/21
Steifemodul E_s (MN/m²)
spannungsabhängiger
Steifemodul E_s (MN/m²)



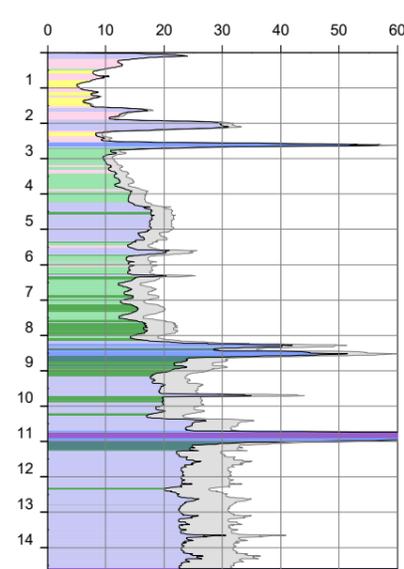
DS 2/21
Steifemodul E_s (MN/m²)
spannungsabhängiger
Steifemodul E_s (MN/m²)



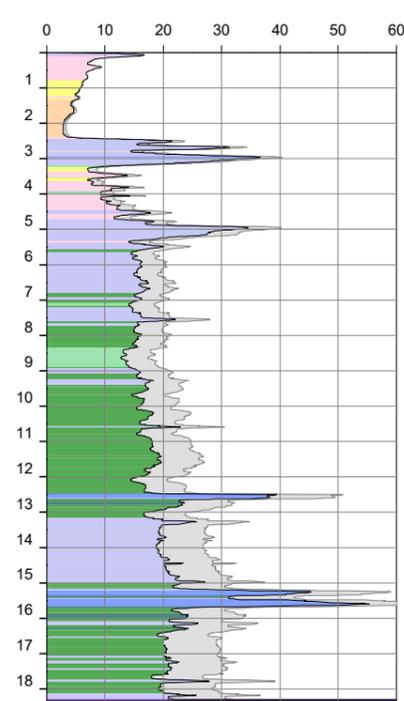
DS 3/21
Steifemodul E_s (MN/m²)
spannungsabhängiger
Steifemodul E_s (MN/m²)



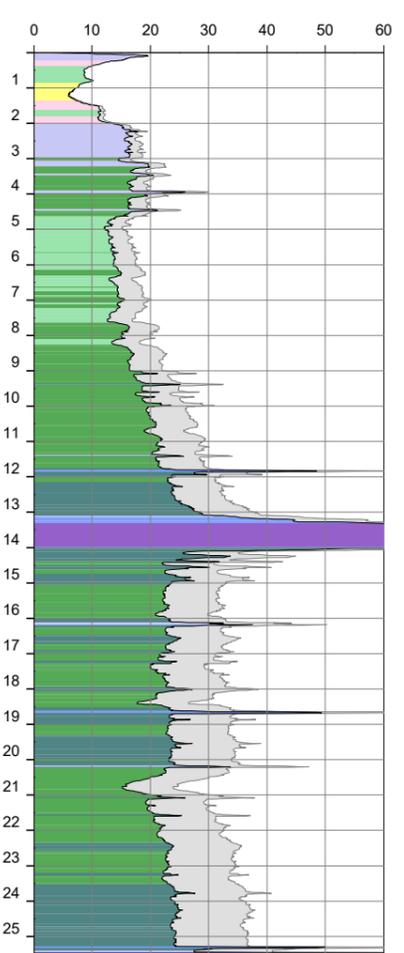
DS 1/21
Steifemodul E_s (MN/m²)
spannungsabhängiger
Steifemodul E_s (MN/m²)



DS 2/21
Steifemodul E_s (MN/m²)
spannungsabhängiger
Steifemodul E_s (MN/m²)



DS 3/21
Steifemodul E_s (MN/m²)
spannungsabhängiger
Steifemodul E_s (MN/m²)



Steifemoduln

Zustand nach elastischem Verformungsanteil:

- | | |
|-------------------|-------------|
| sehr weich | sehr locker |
| weich | locker |
| steif | mitteldicht |
| halbfest | dicht |
| halbfest bis fest | sehr dicht |

Projekt: WP Rehna-Falkenhagen

Auftraggeber: mea Energieagentur MV GmbH

Standort: WEA 11 und WEA 12

Projekt-Nr.: kl - 136/04/20-02

Bearbeiter: Köhler

Anlage: 2

Blatt-Nr.: 3

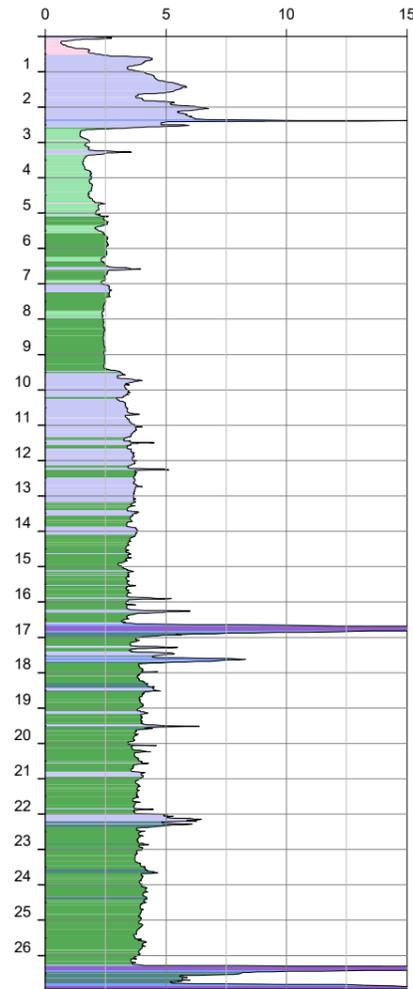
Baugrundbüro Klein GmbH
Hummelweg 3
06120 Halle (Saale)
Tel.: +49 (345) 532 36 90
E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de

Lagestatus: ETRS 89 - UTM Zone 32 N

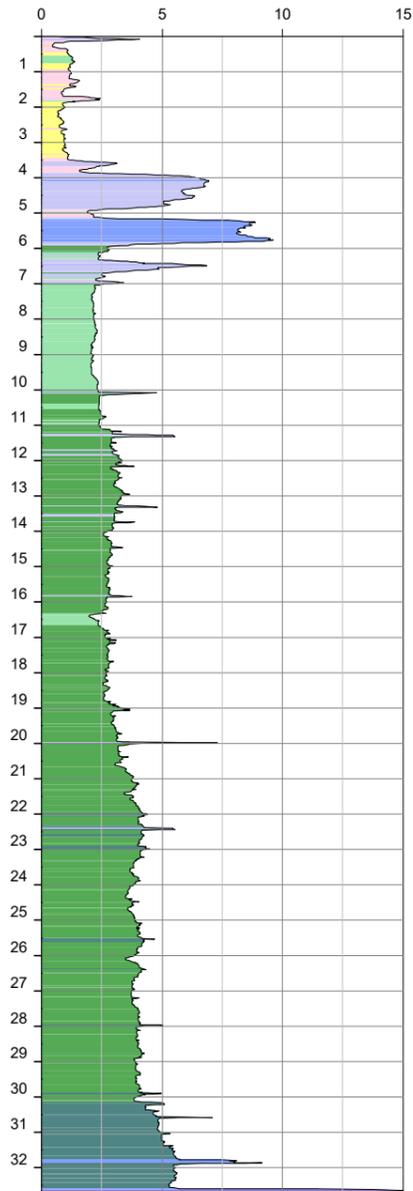
Höhenstatus: DHHN2016



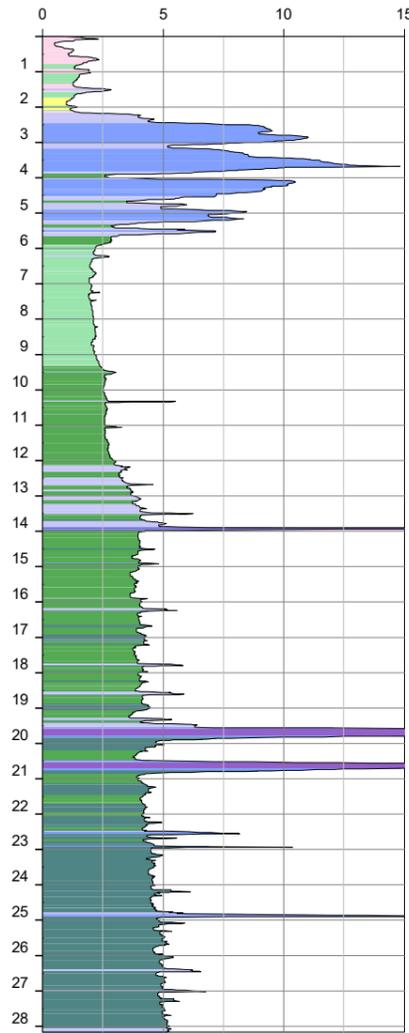
DS 1/21
WEA 11
Spitzendruck q_c (MN/m²)



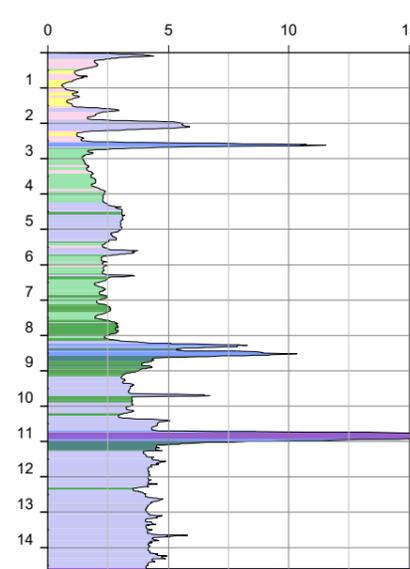
DS 2/21
WEA 11
Spitzendruck q_c (MN/m²)



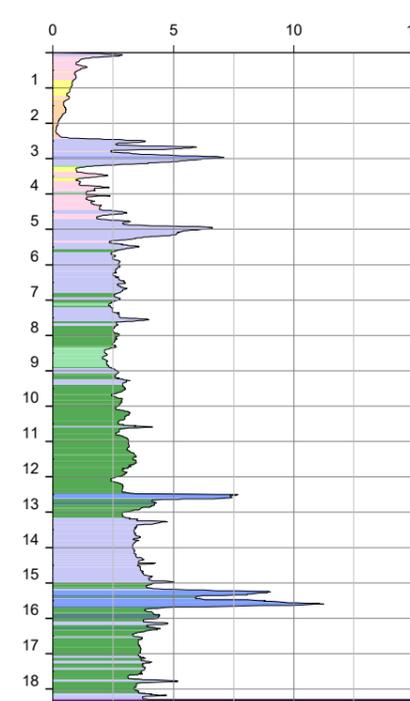
DS 3/21
WEA 11
Spitzendruck q_c (MN/m²)



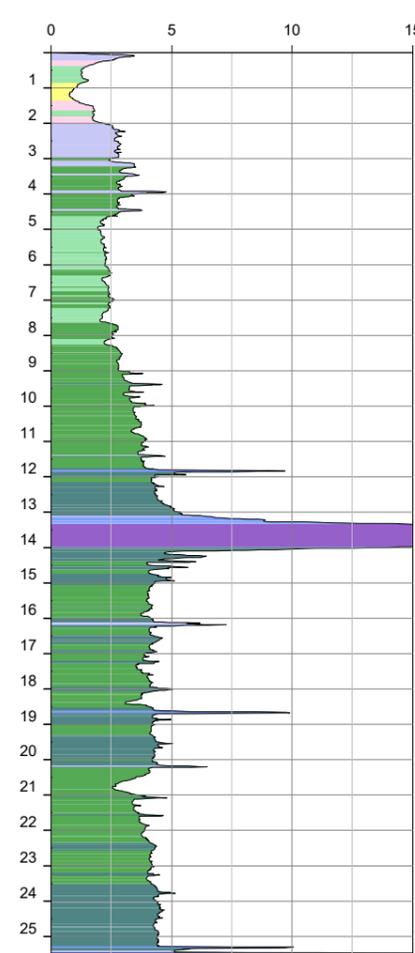
DS 1/21
WEA 12
Spitzendruck q_c (MN/m²)



DS 2/21
WEA 12
Spitzendruck q_c (MN/m²)



DS 3/21
WEA 12
Spitzendruck q_c (MN/m²)



Steifemodul

Zustand nach elastischem Verformungsanteil:

- | | |
|-------------------|-------------|
| sehr weich | sehr locker |
| weich | locker |
| steif | mitteldicht |
| halbfest | dicht |
| halbfest bis fest | sehr dicht |

Projekt: **WP Rehna-Falkenhagen**

Auftraggeber: mea Energieagentur MV GmbH

Standort: WEA 11 und WEA 12

Projekt-Nr.: kl - 136/04/20-02

Bearbeiter: Köhler

Anlage: 2

Blatt-Nr.: 4

Baugrundbüro Klein GmbH
Hummelweg 3
06120 Halle (Saale)

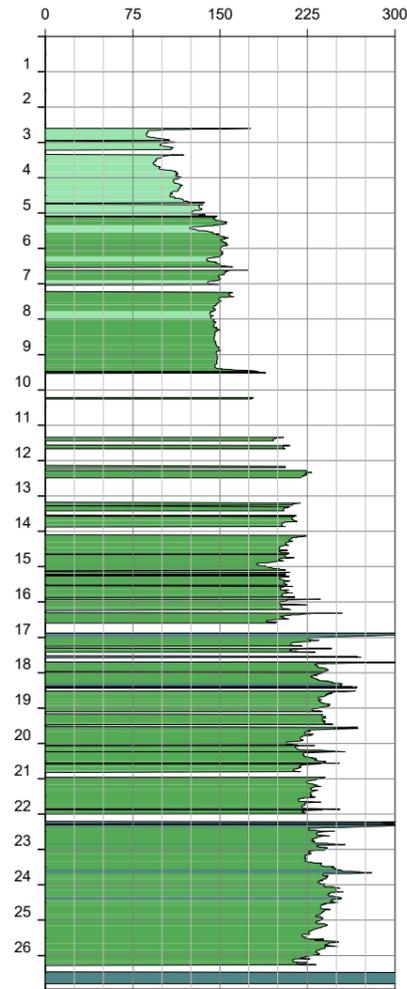
Tel.: +49 (345) 532 36 90
E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de

Lagestatus: ETRS 89 - UTM Zone 32 N

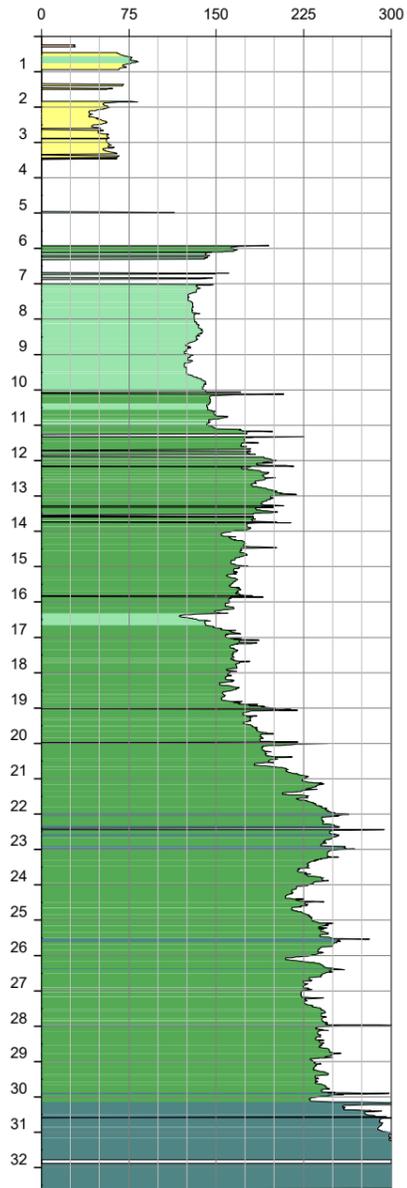
Höhenstatus: DHHN2016



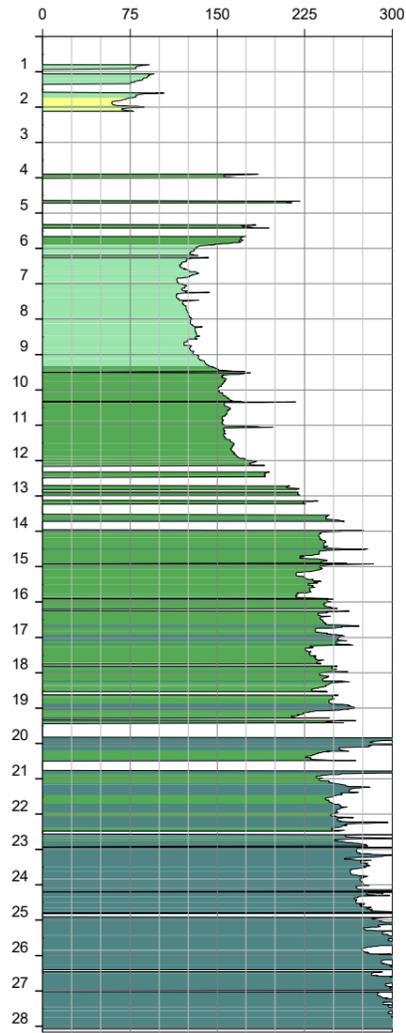
DS 1/21
WEA 01
undrännierte Scherfestigkeit c_u (kN/m²)



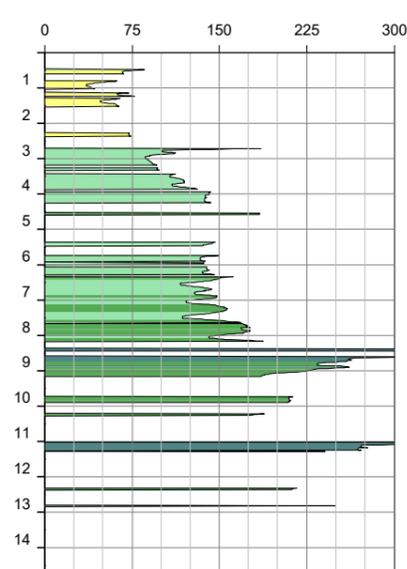
DS 2/21
WEA 01
undrännierte Scherfestigkeit c_u (kN/m²)



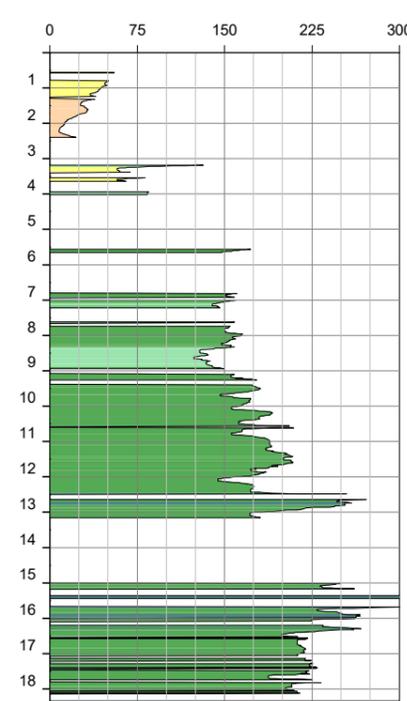
DS 3/21
WEA 01
undrännierte Scherfestigkeit c_u (kN/m²)



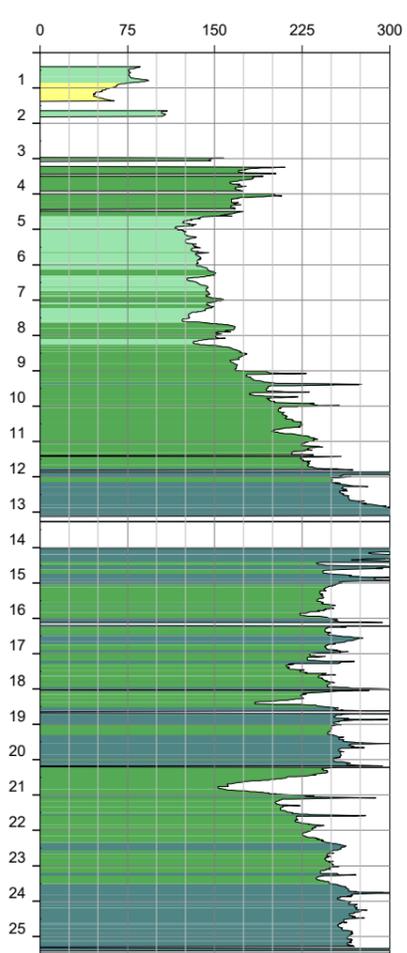
DS 1/21
WEA 02
undrännierte Scherfestigkeit c_u (kN/m²)



DS 2/21
WEA 02
undrännierte Scherfestigkeit c_u (kN/m²)



DS 3/21
WEA 02
undrännierte Scherfestigkeit c_u (kN/m²)



undrännierte Scherfestigkeit

Zustand nach elastischem Verformungsanteil:

- sehr weich
 - weich
 - steif
 - halbfest
 - halbfest bis fest
- $c_u > 60 \text{ kN/m}^2$
 $c_u > 150 \text{ kN/m}^2$
 $c_u > 250 \text{ kN/m}^2$

Projekt: WP Rehna-Falkenhagen

Auftraggeber: mea Energieagentur MV GmbH

Standort: WEA 11 und WEA 12

Projekt-Nr.: kl - 136/04/20-02

Bearbeiter: Köhler

Anlage: 2

Blatt-Nr.: 5

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

Lagestatus: ETRS 89 - UTM Zone 32 N

Höhenstatus: DHHN2016



m NHN

39,74

Spitzendruck q_c (MN/m²)

Mantelreibung f_s (MN/m²)

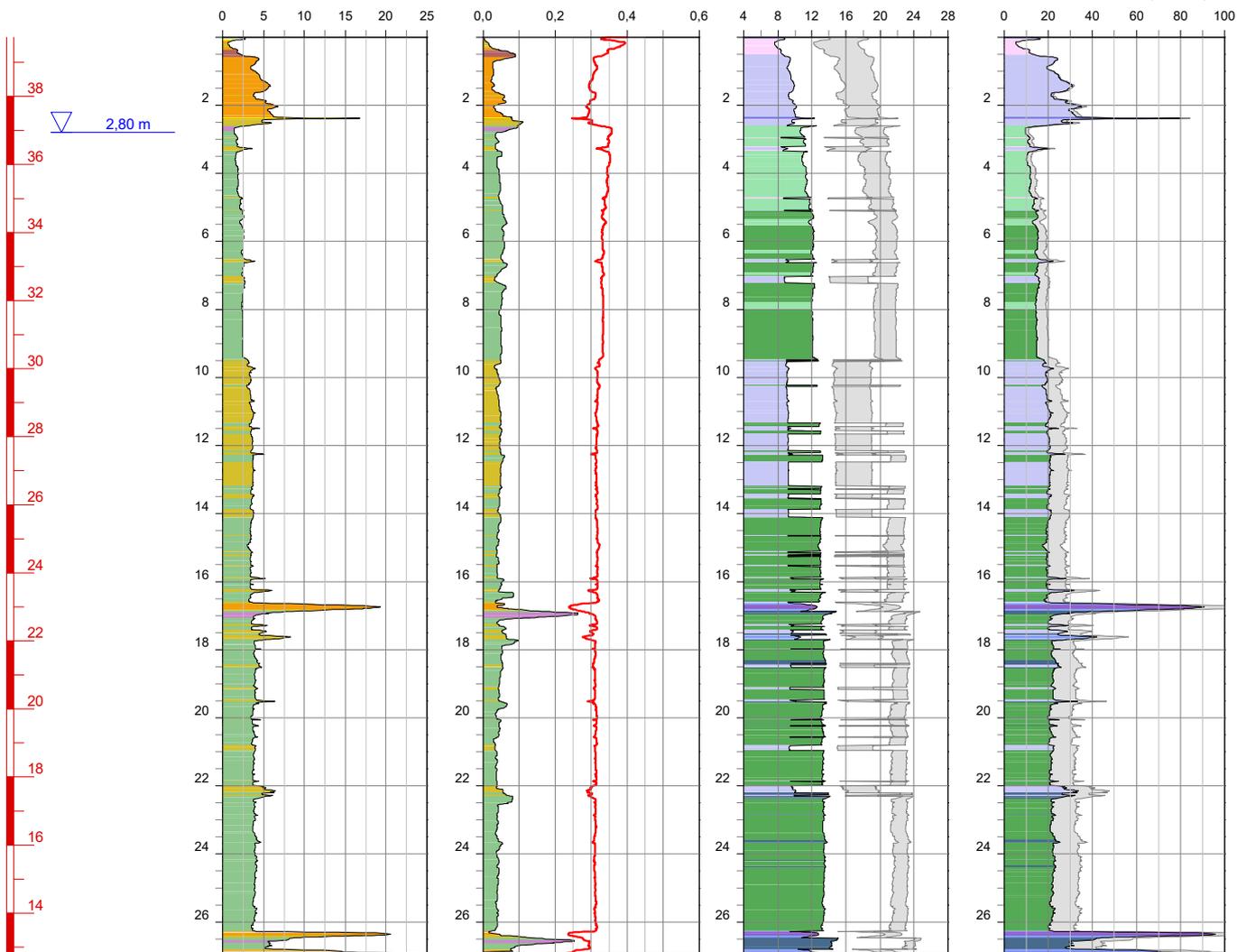
Querdehnzahl ν

Wichte mit Auftrieb γ' (kN/m³)

Trockenwichte / Nasswichte
ohne Auftrieb γ (kN/m³)

Steifemodul E_s (MN/m²)

spannungsabhängiger
Steifemodul E_s (MN/m²)



Zustand nach Elastizitätszahl I_e

bindige Bodenreaktion

	sehr weich	<0,50
	weich	0,50 ... 0,75
	steif	0,75 ... 1,00
	halbfest	1,00 ... 1,25
	halbfest bis fest	>1,25

nicht bindige Bodenreaktion

	sehr locker	<1,00
	locker	1,00 ... 1,50
	mitteldicht	1,50 ... 2,00
	dicht	2,00 ... 3,00
	sehr dicht	>3,00

Bodenreaktionsklassen nach ROBERTSON 1990

Bodenreaktionsgruppe bindig

	1	plastisch, feinkörnige Böden
	2	organische Böden
	3	schluffiger Ton
	4	toniger Schluff
	9	sehr steife Böden

Bodenreaktionsgruppe nicht bindig

	5	schluffiger Sand / Sandgemische
	6	Sand
	7	kiesiger Sand
	8	toniger Sand
	0	ohne Zuordnung

Projekt: WP Rehna-Falkenhagen

Projekt-Nr.: kl - 136/04/20-02

Aufschluss: DS 1/21

Standort: WEA 11

Auftraggeber: mea Energieagentur MV GmbH

Aufschlussdatum: 17.02.2021

Bearbeiter: Köhler

Lagestatus: ETRS 89 - UTM Zone 32 N

Rechtswert: 630438,8

Hochwert: 5963368,1

Höhenstatus: DHHN2016

Ansatzhöhe: 39,74 m NHN

Endtiefe: 12,80 (26,94 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



m NHN

39,74

Spitzendruck q_c (MN/m²)

Mantelreibung f_s (MN/m²)

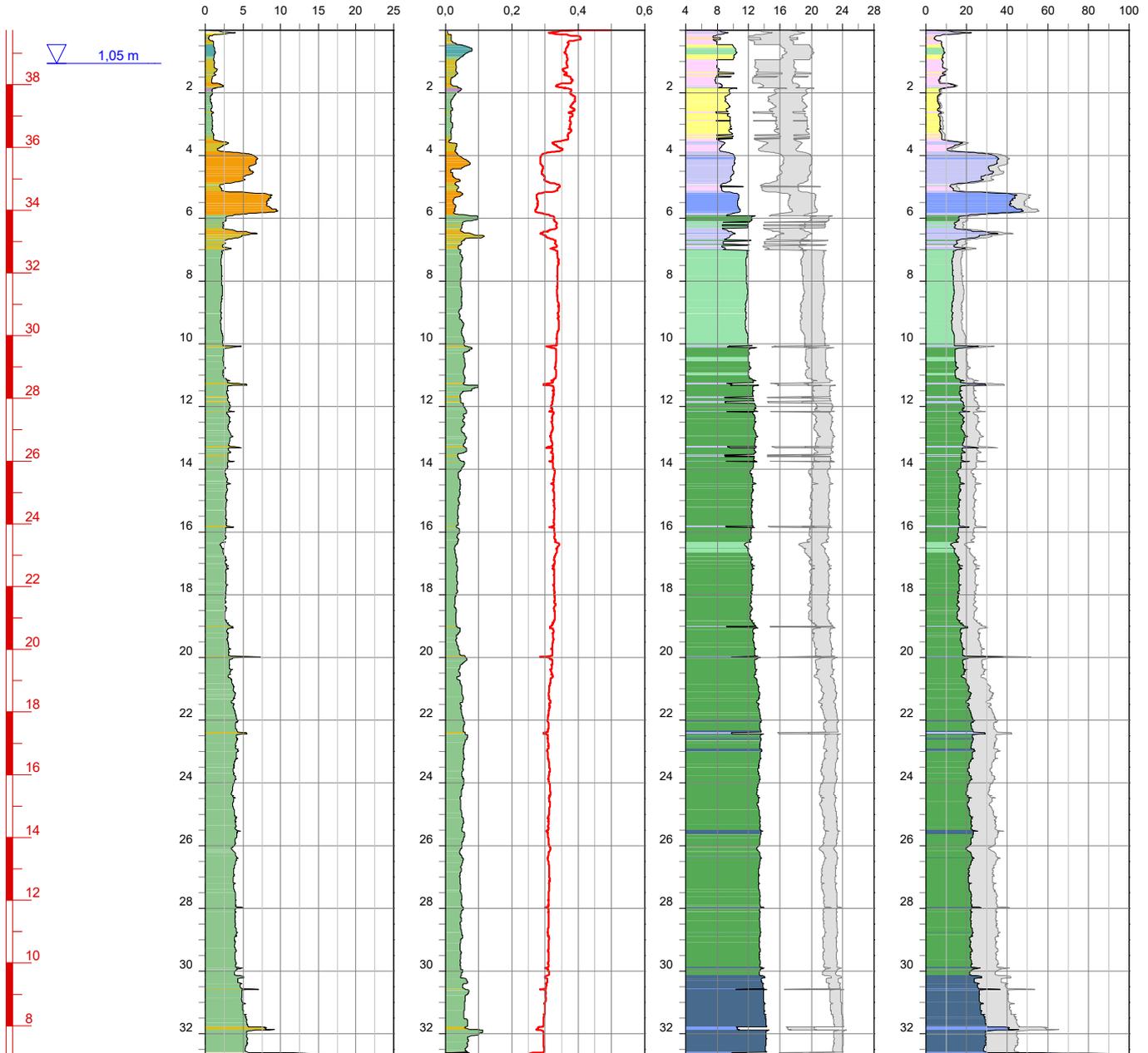
Querdehnzahl ν

Wichte mit Auftrieb γ' (kN/m³)

Trockenwichte / Nasswichte
ohne Auftrieb γ (kN/m³)

Steifemodul E_s (MN/m²)

spannungsabhängiger
Steifemodul E_s (MN/m²)



Zustand nach Elastizitätszahl I_e

bindige Bodenreaktion

	sehr weich	<0,50
	weich	0,50 ... 0,75
	steif	0,75 ... 1,00
	halbfest	1,00 ... 1,25
	halbfest bis fest	>1,25

nicht bindige Bodenreaktion

	sehr locker	<1,00
	locker	1,00 ... 1,50
	mitteldicht	1,50 ... 2,00
	dicht	2,00 ... 3,00
	sehr dicht	>3,00

Bodenreaktionsklassen nach ROBERTSON 1990

Bodenreaktionsgruppe bindig

	1	plastisch, feinkörnige Böden
	2	organische Böden
	3	schluffiger Ton
	4	toniger Schluff
	9	sehr steife Böden

Bodenreaktionsgruppe nicht bindig

	5	schluffiger Sand / Sandgemische
	6	Sand
	7	kiesiger Sand
	8	toniger Sand
	0	ohne Zuordnung

Projekt: WP Rehna-Falkenhagen

Projekt-Nr.: kl - 136/04/20-02

Aufschluss: DS 2/21

Standort: WEA 11

Auftraggeber: mea Energieagentur MV GmbH

Aufschlussdatum: 17.02.2021

Bearbeiter: Köhler

Lagestatus: ETRS 89 - UTM Zone 32 N

Rechtswert: 630418,1

Hochwert: 5963369,9

Höhenstatus: DHHN2016

Ansatzhöhe: 39,74 m NHN

Endtiefe: 7,06 (32,68 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



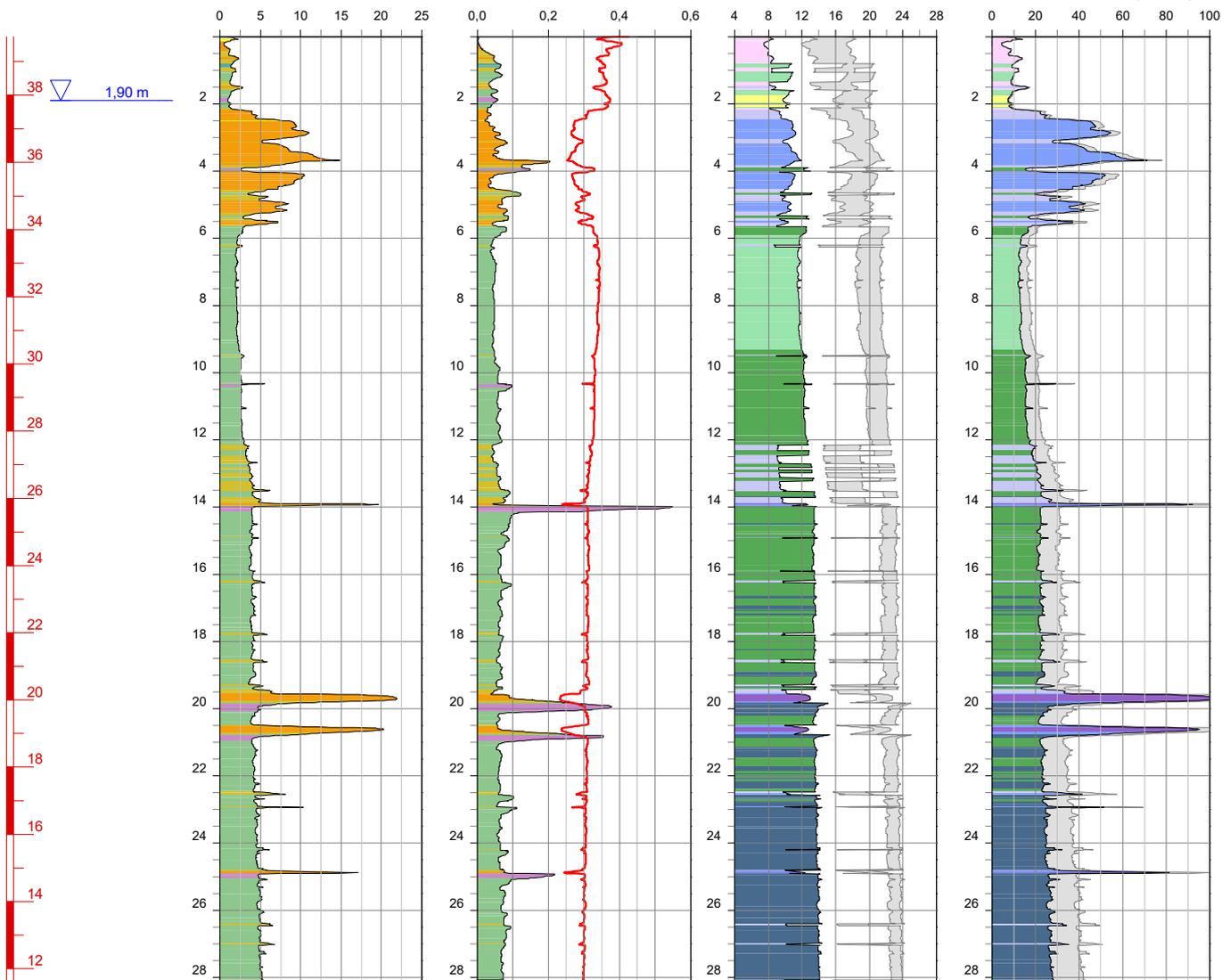
m NHN
39,74

Spitzendruck q_c (MN/m²)

Mantelreibung f_s (MN/m²)
Querdehnzahl ν

Wichte mit Auftrieb γ' (kN/m³)
Trockenwichte / Nasswichte
ohne Auftrieb γ (kN/m³)

Steifemodul E_s (MN/m²)
spannungsabhängiger
Steifemodul E_s (MN/m²)



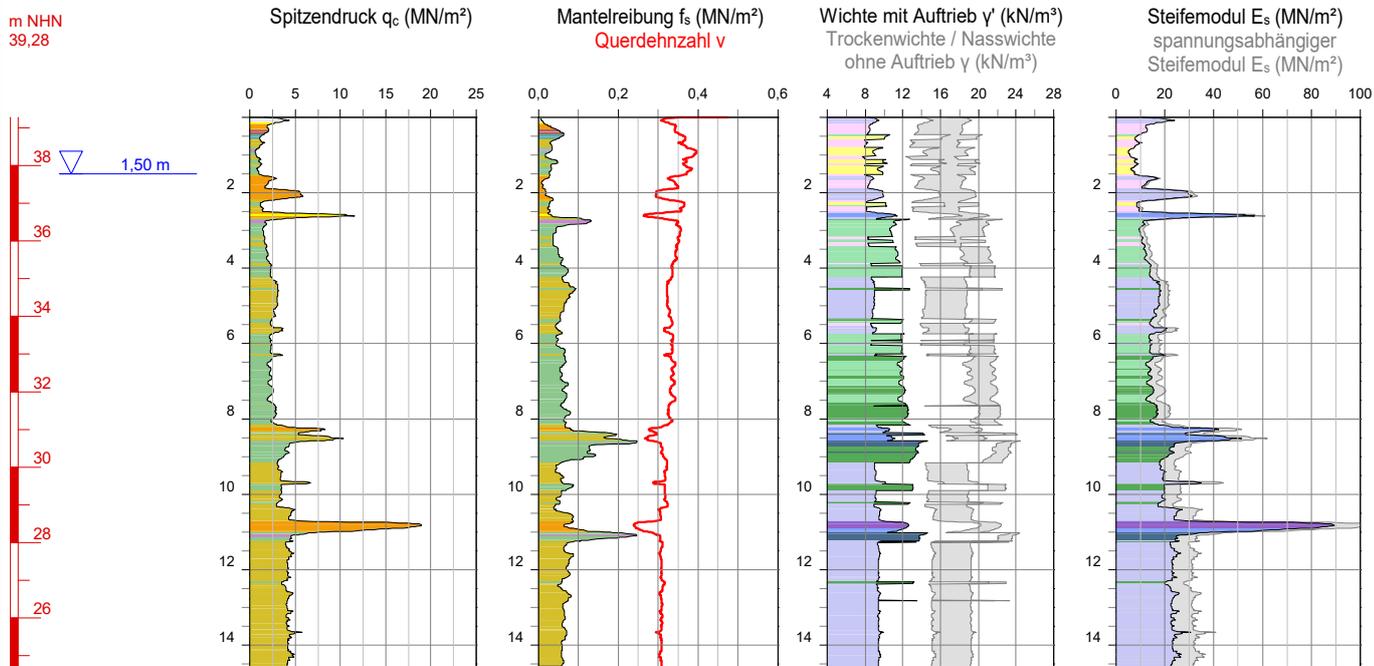
Zustand nach Elastizitätszahl I_e		nicht bindige Bodenreaktion	
bindige Bodenreaktion			
 sehr weich	<0,50	 sehr locker	<1,00
 weich	0,50 ... 0,75	 locker	1,00 ... 1,50
 steif	0,75 ... 1,00	 mitteldicht	1,50 ... 2,00
 halbfest	1,00 ... 1,25	 dicht	2,00 ... 3,00
 halbfest bis fest	>1,25	 sehr dicht	>3,00

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	
Projekt-Nr.:	kl - 136/04/20-02	
Aufschluss:	DS 3/21	
Standort:	WEA 11	
Auftraggeber:	mea Energieagentur MV GmbH	
Aufschlussdatum:	17.02.2021	Bearbeiter: Köhler
Lagestatus:	ETRS 89 - UTM Zone 32 N	
Rechtswert:	630430,0	Hochwert: 5963387,0
Höhenstatus:	DHHN2016	
Ansatzhöhe:	39,74 m NHN	
Endtiefe:	11,58 (28,16 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



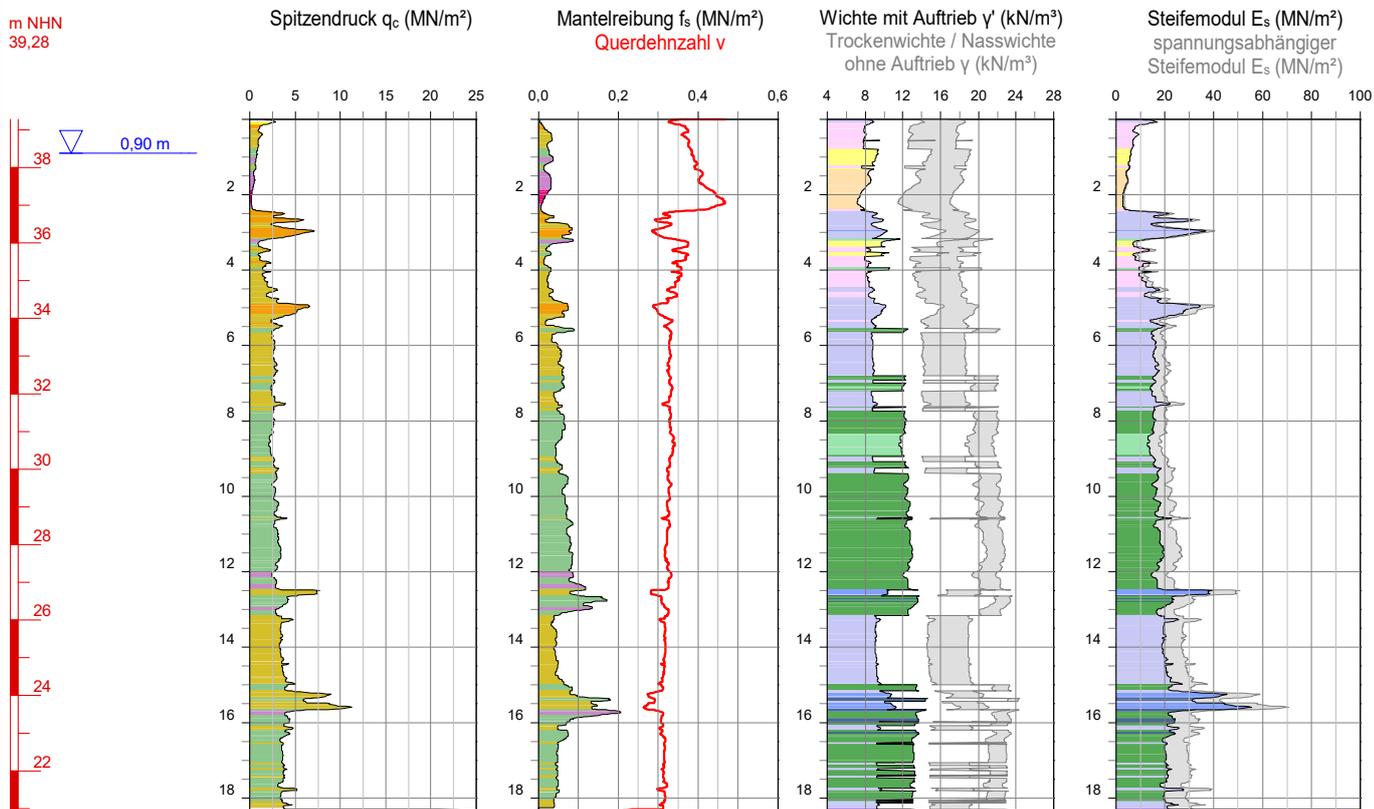


Zustand nach Elastizitätszahl Ie		nicht bindige Bodenreaktion	
bindige Bodenreaktion			
 sehr weich	<0,50	 sehr locker	<1,00
 weich	0,50 ... 0,75	 locker	1,00 ... 1,50
 steif	0,75 ... 1,00	 mitteldicht	1,50 ... 2,00
 halbfest	1,00 ... 1,25	 dicht	2,00 ... 3,00
 halbfest bis fest	>1,25	 sehr dicht	>3,00

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	
Projekt-Nr.:	kl - 136/04/20-02	
Aufschluss:	DS 1/21	
Standort:	WEA 12	
Auftraggeber:	mea Energieagentur MV GmbH	
Aufschlussdatum:	17.02.2021	Bearbeiter: Köhler
Lagestatus:	ETRS 89 - UTM Zone 32 N	
Rechtswert:	630823,7	Hochwert: 5963293,1
Höhenstatus:	DHHN2016	
Ansatzhöhe:	39,28 m NHN	
Endtiefe:	24,65 (14,63 m u. GOK)	
Anlage:	3.1 Blatt 4	

Baugrundbüro Klein GmbH
 Hummelweg 3
 06120 Halle / Dörlau
 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	 5
plastisch, feinkörnige Böden	schluffiger Sand / Sandgemische
 2	 6
organische Böden	Sand
 3	 7
schluffiger Ton	kiesiger Sand
 4	 8
toniger Schluff	toniger Sand
 9	 0
sehr steife Böden	ohne Zuordnung

Projekt:	WP Rehna-Falkenhagen	
Projekt-Nr.:	kl - 136/04/20-02	
Aufschluss:	DS 2/21	
Standort:	WEA 12	
Auftraggeber:	mea Energieagentur MV GmbH	
Aufschlussdatum:	17.02.2021	Bearbeiter: Köhler
Lagestatus:	ETRS 89 - UTM Zone 32 N	
Rechtswert:	630844,2	Hochwert: 5963296,7
Höhenstatus:	DHHN2016	
Ansatzhöhe:	39,28 m NHN	
Endtiefe:	20,94 (18,34 m u. GOK)	
Anlage:	3.1 Blatt 5	

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



m NHN

39,28

Spitzendruck q_c (MN/m²)

Mantelreibung f_s (MN/m²)

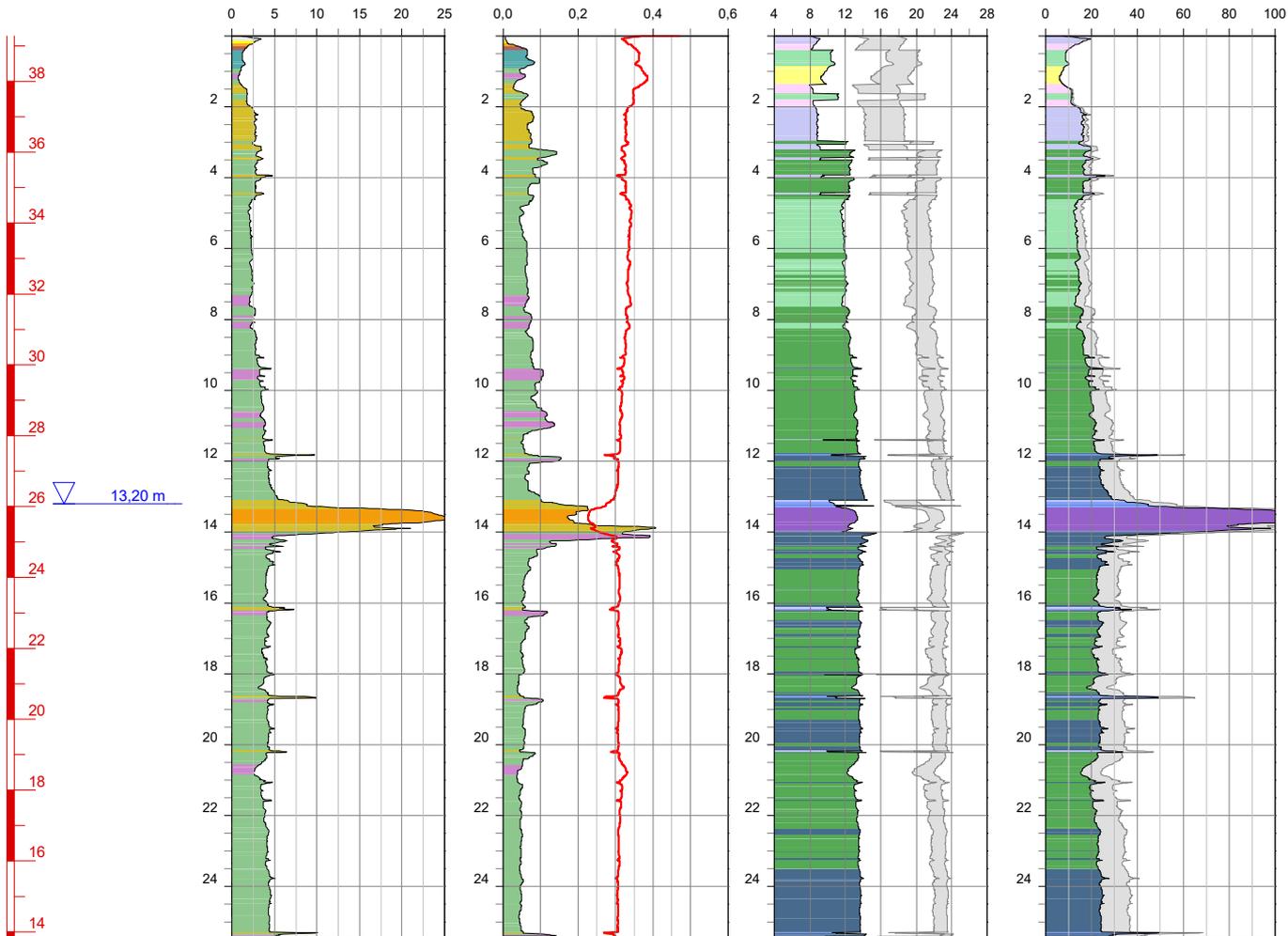
Querdehnzahl ν

Wichte mit Auftrieb γ' (kN/m³)

Trockenwichte / Nasswichte
ohne Auftrieb γ (kN/m³)

Steifemodul E_s (MN/m²)

spannungsabhängiger
Steifemodul E_s (MN/m²)



Zustand nach Elastizitätszahl I_e

bindige Bodenreaktion

sehr weich	<0,50
weich	0,50 ... 0,75
steif	0,75 ... 1,00
halbfest	1,00 ... 1,25
halbfest bis fest	>1,25

nicht bindige Bodenreaktion

sehr locker	<1,00
locker	1,00 ... 1,50
mitteldicht	1,50 ... 2,00
dicht	2,00 ... 3,00
sehr dicht	>3,00

Bodenreaktionsklassen nach ROBERTSON 1990

Bodenreaktionsgruppe bindig

1	plastisch, feinkörnige Böden
2	organische Böden
3	schluffiger Ton
4	toniger Schluff
9	sehr steife Böden

Bodenreaktionsgruppe nicht bindig

5	schluffiger Sand / Sandgemische
6	Sand
7	kiesiger Sand
8	toniger Sand
0	ohne Zuordnung

Projekt: WP Rehna-Falkenhagen

Projekt-Nr.: kl - 136/04/20-02

Aufschluss: DS 3/21

Standort: WEA 12

Auftraggeber: mea Energieagentur MV GmbH

Aufschlussdatum: 17.02.2021

Bearbeiter: Köhler

Lagestatus: ETRS 89 - UTM Zone 32 N

Rechtswert: 630837,1

Hochwert: 5963277,2

Höhenstatus: DHHN2016

Ansatzhöhe: 39,28 m NHN

Endtiefe: 13,80 (25,48 m u. GOK)

Anlage: 3.1 | Blatt 6

Baugrundbüro Klein GmbH
Hummelweg 3
06120 Halle / Dölau

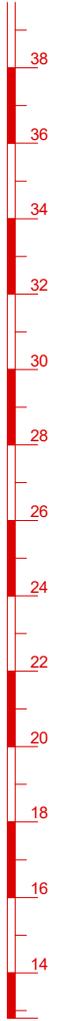
Tel.: +49 (0)345 / 532 36 90

E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de



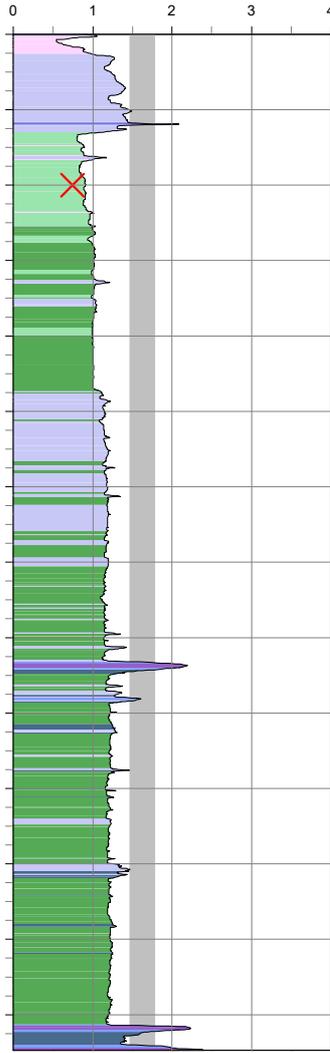
m NHN

39,74



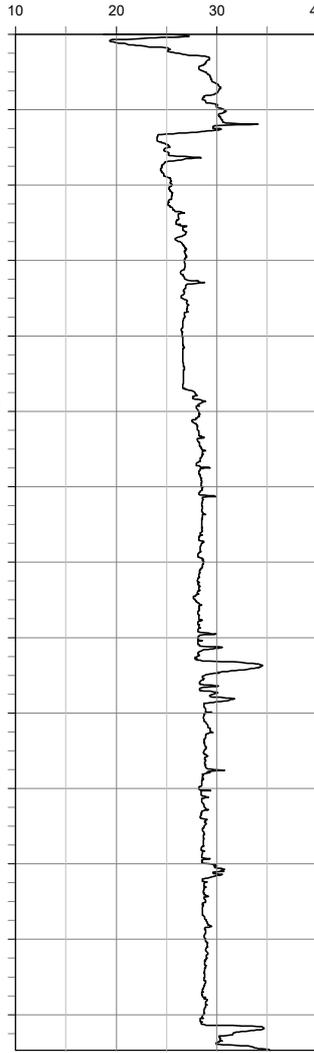
3,00 m - 5,00 m
TL | IC 0,82 | IE 0,75

Elastizitätszahl I_E
Übergang von Locker- in Festgestein
bei bindiger Bodenreaktion

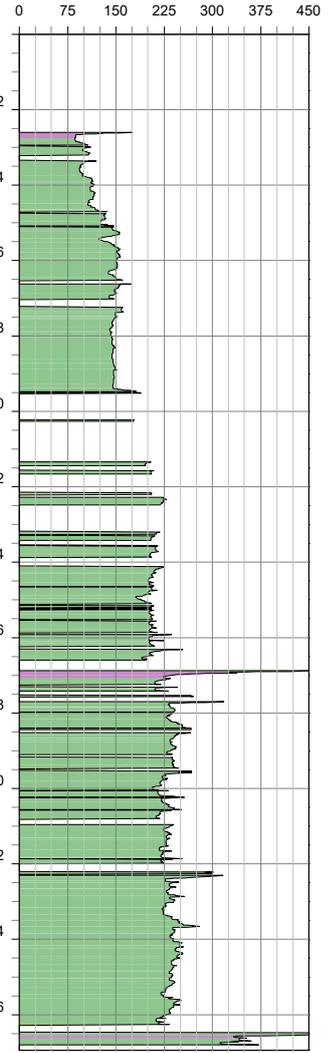


Reibungswinkel ϕ (°)

ϕ_ψ ist ϕ abzüglich Dilatanzwinkel ψ (°)
dilatant: $\phi_\psi < \phi$ | kontraktant: $\phi_\psi > \phi$



undrained
Scherfestigkeit c_u (kN/m²)



Zustand nach Elastizitätszahl I_E

bindige Bodenreaktion

	sehr weich	<0,50
	weich	0,50 ... 0,75
	steif	0,75 ... 1,00
	halbfest	1,00 ... 1,25
	halbfest bis fest	>1,25

nicht bindige Bodenreaktion

	sehr locker	<1,00
	locker	1,00 ... 1,50
	mitteldicht	1,50 ... 2,00
	dicht	2,00 ... 3,00
	sehr dicht	>3,00

Bodenreaktionsklassen nach ROBERTSON 1990

Bodenreaktionsgruppe bindig

	1	plastisch, feinkörnige Böden
	2	organische Böden
	3	schluffiger Ton
	4	toniger Schluff
	9	sehr steife Böden

Bodenreaktionsgruppe nicht bindig

	5	schluffiger Sand / Sandgemische
	6	Sand
	7	kiesiger Sand
	8	toniger Sand
	0	ohne Zuordnung

Projekt: WP Rehna-Falkenhagen

Projekt-Nr.: kl - 136/04/20-02

Aufschluss: DS 1/21

Standort: WEA 11

Auftraggeber: mea Energieagentur MV GmbH

Aufschlussdatum: 17.02.2021

Bearbeiter: Köhler

Lagestatus: ETRS 89 - UTM Zone 32 N

Rechtswert: 630438,8

Hochwert: 5963368,1

Höhenstatus: DHHN2016

Ansatzhöhe: 39,74 m NHN

Endtiefe: 12,80 (26,94 m u. GOK)

Anlage: 3.2 | Blatt 1

Baugrundbüro Klein GmbH
Hummelweg 3
06120 Halle / Dölau

Tel.: +49 (0)345 / 532 36 90

E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de



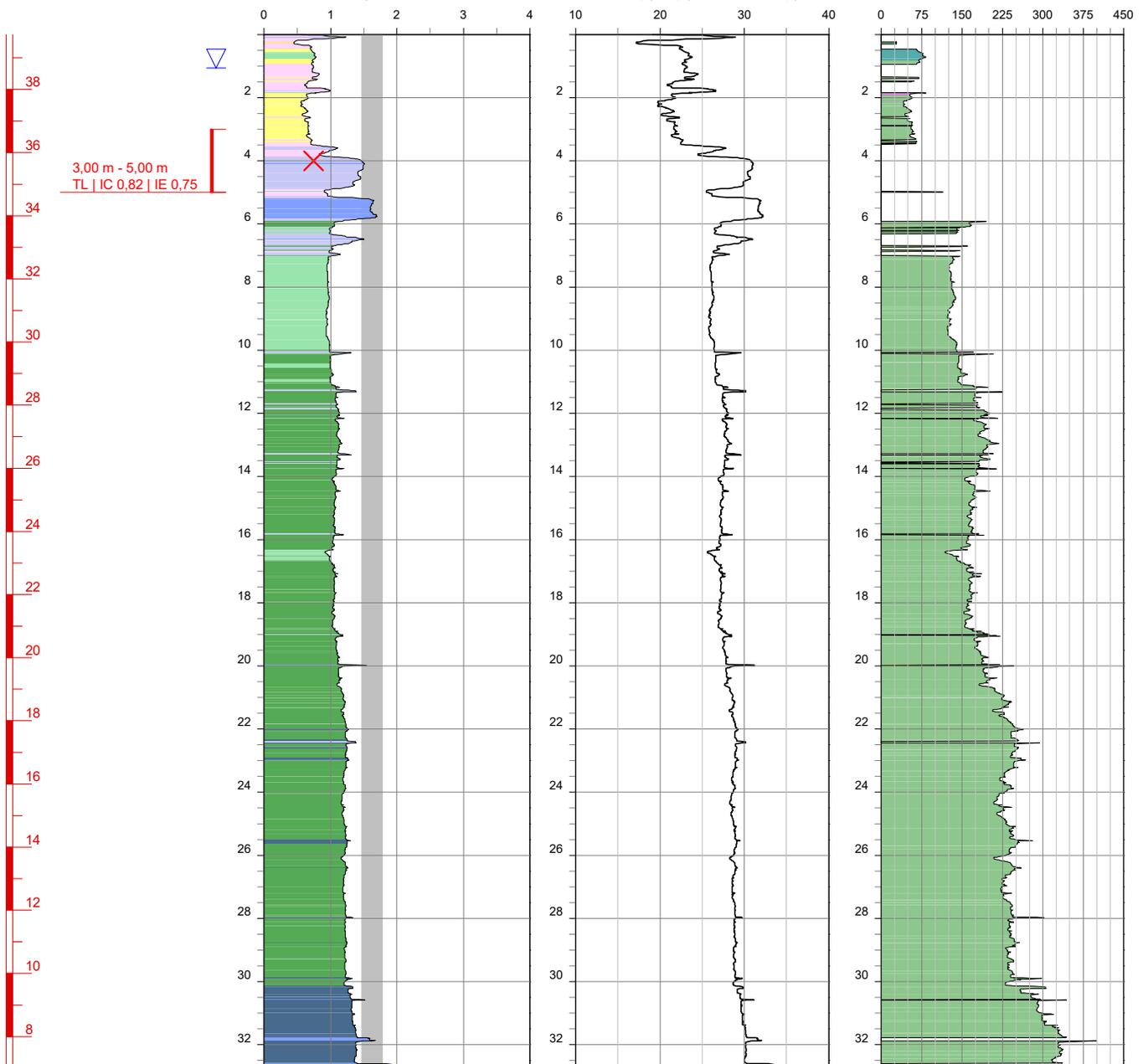
m NHN

39,74

Elastizitätszahl I_E
Übergang von Locker- in Festgestein
bei bindiger Bodenreaktion

Reibungswinkel ϕ (°)
 ϕ_ψ ist ϕ abzüglich Dilatanzwinkel ψ (°)
dilatant: $\phi_\psi < \phi$ | kontraktant: $\phi_\psi > \phi$

undrännierte
Scherfestigkeit c_u (kN/m²)



Zustand nach Elastizitätszahl I_E

bindige Bodenreaktion

 sehr weich	<0,50
 weich	0,50 ... 0,75
 steif	0,75 ... 1,00
 halbfest	1,00 ... 1,25
 halbfest bis fest	>1,25

nicht bindige Bodenreaktion

 sehr locker	<1,00
 locker	1,00 ... 1,50
 mitteldicht	1,50 ... 2,00
 dicht	2,00 ... 3,00
 sehr dicht	>3,00

Bodenreaktionsklassen nach ROBERTSON 1990

Bodenreaktionsgruppe bindig

 1	plastisch, feinkörnige Böden
 2	organische Böden
 3	schluffiger Ton
 4	toniger Schluff
 9	sehr steife Böden

Bodenreaktionsgruppe nicht bindig

 5	schluffiger Sand / Sandgemische
 6	Sand
 7	kiesiger Sand
 8	toniger Sand
 0	ohne Zuordnung

Projekt: WP Rehna-Falkenhagen

Projekt-Nr.: kl - 136/04/20-02

Aufschluss: DS 2/21

Standort: WEA 11

Auftraggeber: mea Energieagentur MV GmbH

Aufschlussdatum: 17.02.2021

Bearbeiter: Köhler

Lagestatus: ETRS 89 - UTM Zone 32 N

Rechtswert: 630418,1

Hochwert: 5963369,9

Höhenstatus: DHHN2016

Ansatzhöhe: 39,74 m NHN

Endtiefe: 7,06 (32,68 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

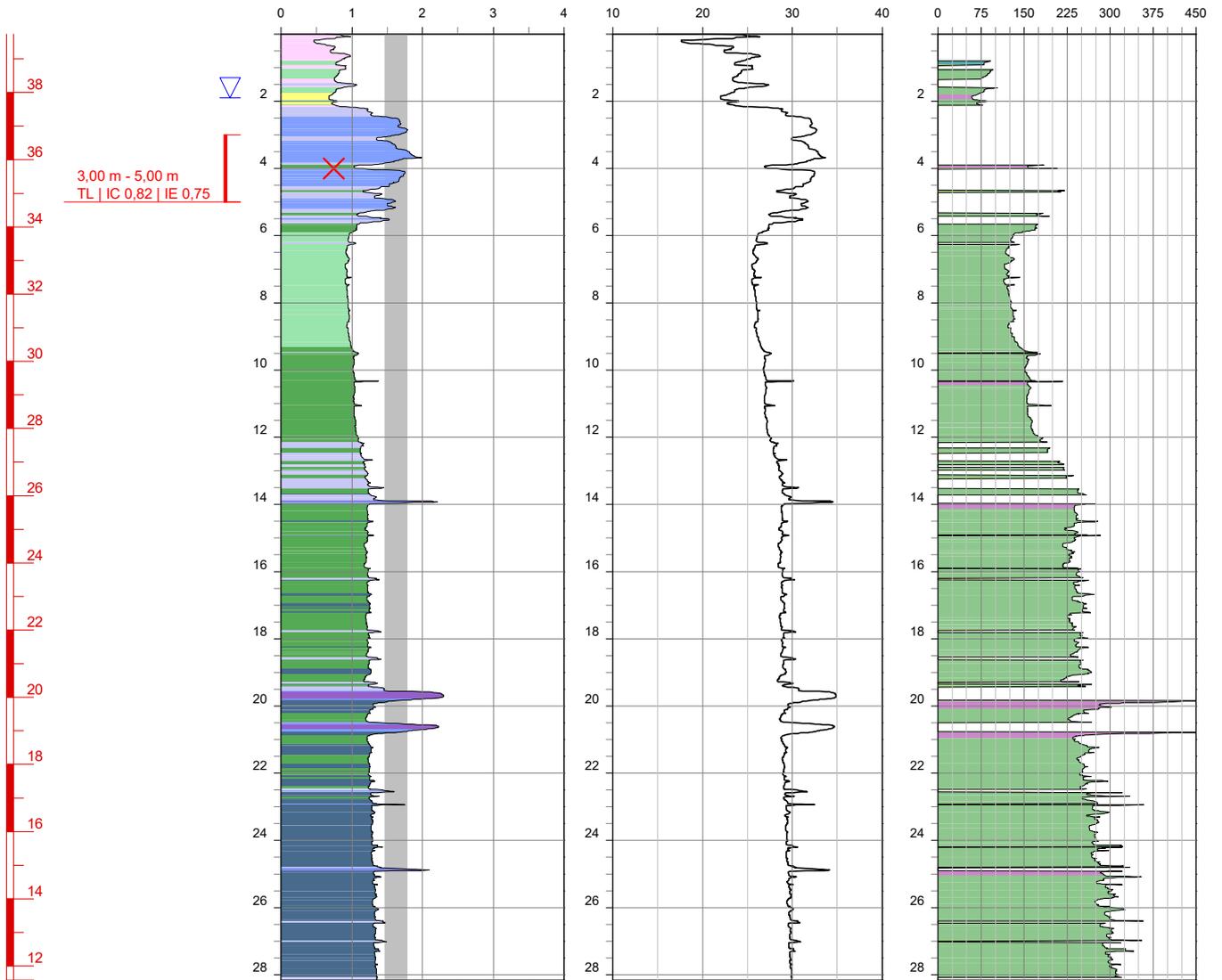


m NHN
39,74

Elastizitätszahl I_E
Übergang von Locker- in Festgestein
bei bindiger Bodenreaktion

Reibungswinkel φ (°)
φ_ψ ist φ abzüglich Dilatanzwinkel ψ (°)
dilatant: φ_ψ < φ | kontraktant: φ_ψ > φ

undrännerte
Scherfestigkeit c_u (kN/m²)



Zustand nach Elastizitätszahl I_E

bindige Bodenreaktion		nicht 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

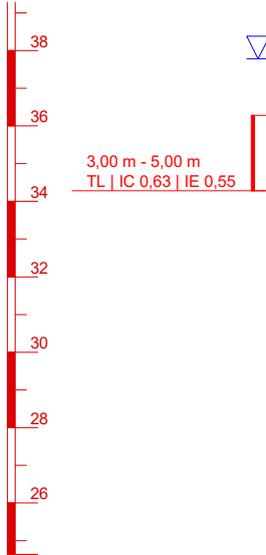
Projekt:	WP Rehna-Falkenhagen	
Projekt-Nr.:	kl - 136/04/20-02	
Aufschluss:	DS 3/21	
Standort:	WEA 11	
Auftraggeber:	mea Energieagentur MV GmbH	
Aufschlussdatum:	17.02.2021	Bearbeiter: Köhler
Lagestatus:	ETRS 89 - UTM Zone 32 N	
Rechtswert:	630430,0	Hochwert: 5963387,0
Höhenstatus:	DHHN2016	
Ansatzhöhe:	39,74 m NHN	
Endtiefe:	11,58 (28,16 m u. GOK)	
Anlage:	3.2 Blatt 3	

Baugrundbüro Klein GmbH
Hummelweg 3
06120 Halle / Dölau

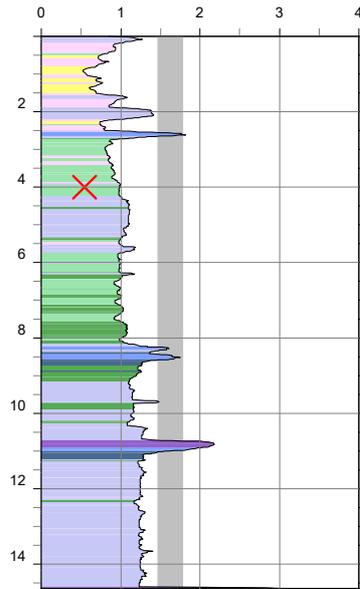
Tel.: +49 (0)345 / 532 36 90
E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de



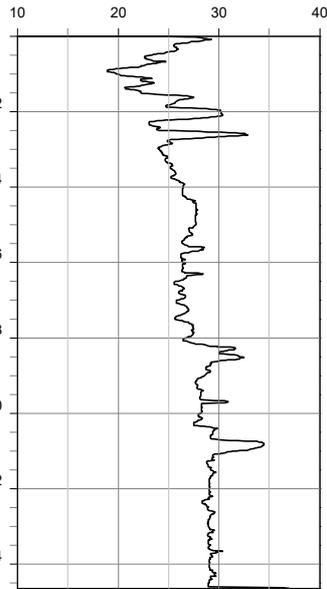
m NHN
39,28



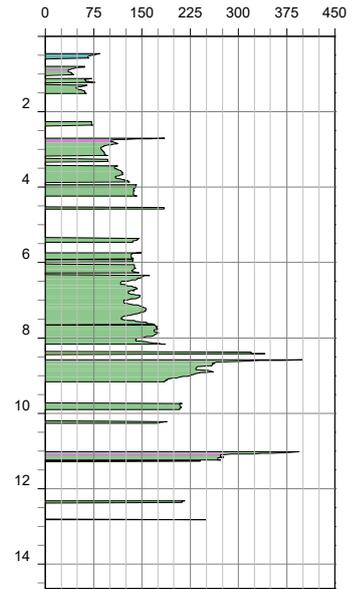
Elastizitätszahl I_E
Übergang von Locker- in Festgestein
bei bindiger Bodenreaktion



Reibungswinkel ϕ (°)
 ϕ_ψ ist ϕ abzüglich Dilatanzwinkel ψ (°)
dilatant: $\phi_\psi < \phi$ | kontraktant: $\phi_\psi > \phi$



undrained
Scherfestigkeit c_u (kN/m²)



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

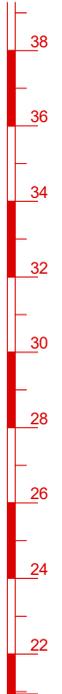
Bodenreaktionsklassen nach ROBERTSON 1990	
Bodenreaktionsgruppe bindig	Bodenreaktionsgruppe nicht bindig
 1 plastisch, feinkörnige Böden	 5 schluffiger Sand / Sandgemische
 2 organische Böden	 6 Sand
 3 schluffiger Ton	 7 kiesiger Sand
 4 toniger Schluff	 8 toniger Sand
 9 sehr steife Böden	 0 ohne Zuordnung

Projekt:	WP Rehna-Falkenhagen	
Projekt-Nr.:	kl - 136/04/20-02	
Aufschluss:	DS 1/21	
Standort:	WEA 12	
Auftraggeber:	mea Energieagentur MV GmbH	
Aufschlussdatum:	17.02.2021	Bearbeiter: Köhler
Lagestatus:	ETRS 89 - UTM Zone 32 N	
Rechtswert:	630823,7	Hochwert: 5963293,1
Höhenstatus:	DHHN2016	
Ansatzhöhe:	39,28 m NHN	
Endtiefe:	24,65 (14,63 m u. GOK)	
Anlage:	3.2 Blatt 4	

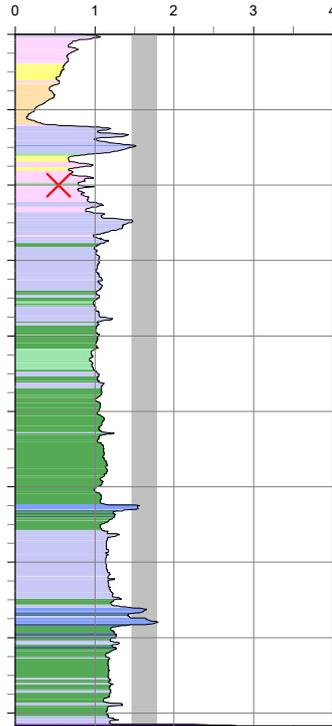
Baugrundbüro Klein GmbH
Hummelweg 3
06120 Halle / Dölau
Tel.: +49 (0)345 / 532 36 90
E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de



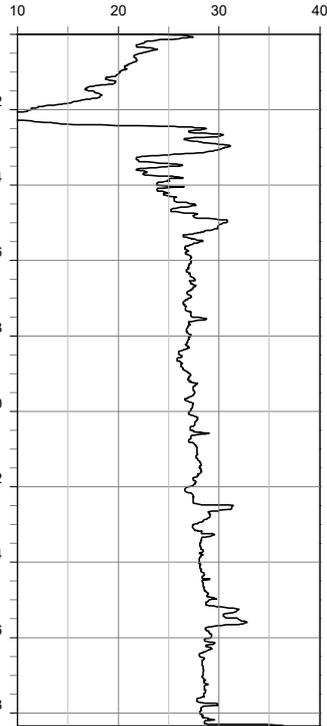
m NHN
39,28



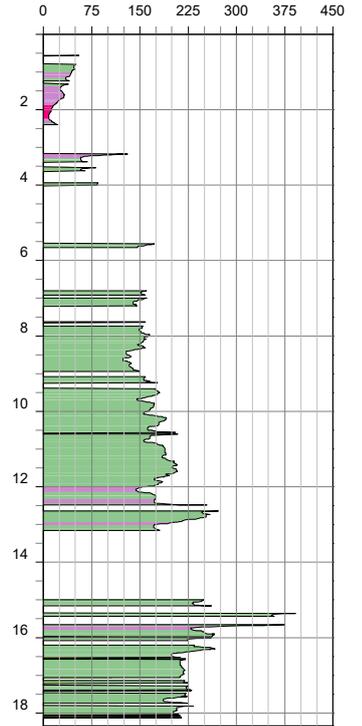
Elastizitätszahl I_E
Übergang von Locker- in Festgestein
bei bindiger Bodenreaktion



Reibungswinkel ϕ (°)
 ϕ_ψ ist ϕ abzüglich Dilatanzwinkel ψ (°)
dilatant: $\phi_\psi < \phi$ | kontraktant: $\phi_\psi > \phi$



undrained
Scherfestigkeit c_u (kN/m²)



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

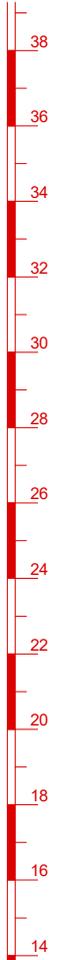
Bodenreaktionsklassen nach ROBERTSON 1990	
Bodenreaktionsgruppe bindig	Bodenreaktionsgruppe nicht bindig
■ 1 plastisch, feinkörnige Böden	■ 5 schluffiger Sand / Sandgemische
■ 2 organische Böden	■ 6 Sand
■ 3 schluffiger Ton	■ 7 kiesiger Sand
■ 4 toniger Schluff	■ 8 toniger Sand
■ 9 sehr steife Böden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

Projekt:	WP Rehna-Falkenhagen	
Projekt-Nr.:	kl - 136/04/20-02	
Aufschluss:	DS 2/21	
Standort:	WEA 12	
Auftraggeber:	mea Energieagentur MV GmbH	
Aufschlussdatum:	17.02.2021	Bearbeiter: Köhler
Lagestatus:	ETRS 89 - UTM Zone 32 N	
Rechtswert:	630844,2	Hochwert: 5963296,7
Höhenstatus:	DHHN2016	
Ansatzhöhe:	39,28 m NHN	
Endtiefe:	20,94 (18,34 m u. GOK)	
Anlage:	3.2 Blatt 5	

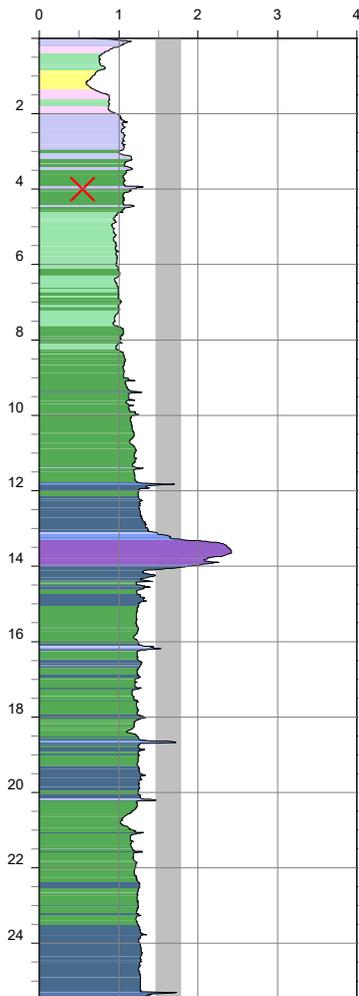
Baugrundbüro Klein GmbH
Hummelweg 3
06120 Halle / Dölau
Tel.: +49 (0)345 / 532 36 90
E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de



m NHN
39,28

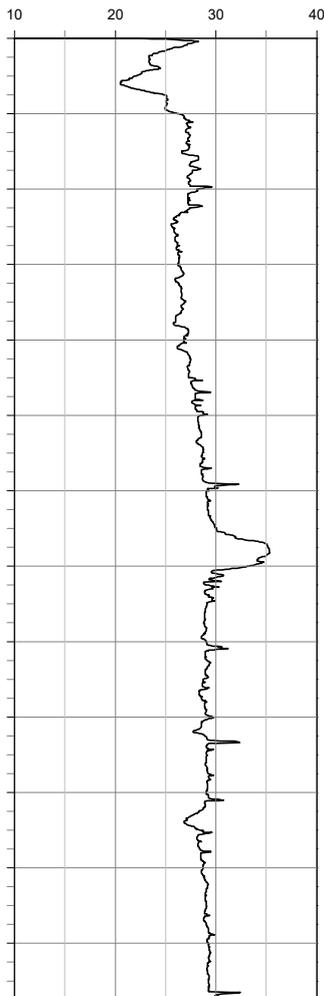


Elastizitätszahl I_E
Übergang von Locker- in Festgestein
bei bindiger Bodenreaktion

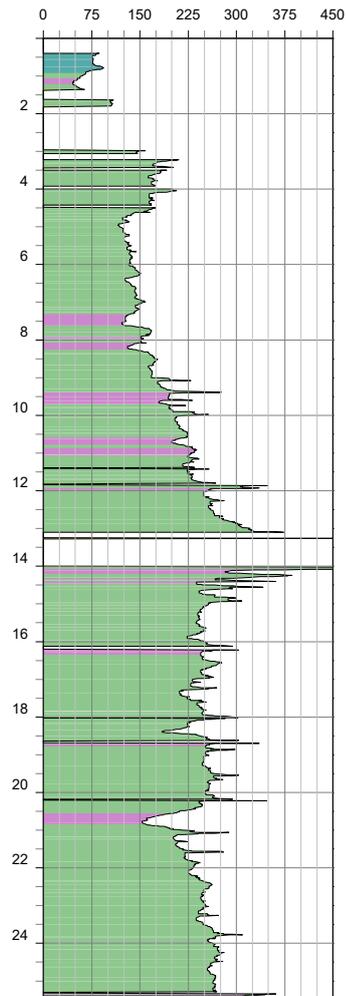


Reibungswinkel ϕ (°)

ϕ_ψ ist ϕ abzüglich Dilatanzwinkel ψ (°)
dilatant: $\phi_\psi < \phi$ | kontraktant: $\phi_\psi > \phi$



undrained
Scherfestigkeit c_u (kN/m²)



Zustand nach Elastizitätszahl I_E

bindige Bodenreaktion

	sehr weich	<0,50
	weich	0,50 ... 0,75
	steif	0,75 ... 1,00
	halbfest	1,00 ... 1,25
	halbfest bis fest	>1,25

nicht bindige Bodenreaktion

	sehr locker	<1,00
	locker	1,00 ... 1,50
	mitteldicht	1,50 ... 2,00
	dicht	2,00 ... 3,00
	sehr dicht	>3,00

Bodenreaktionsklassen nach ROBERTSON 1990

Bodenreaktionsgruppe bindig

	1	plastisch, feinkörnige Böden
	2	organische Böden
	3	schluffiger Ton
	4	toniger Schluff
	9	sehr steife Böden

Bodenreaktionsgruppe nicht bindig

	5	schluffiger Sand / Sandgemische
	6	Sand
	7	kiesiger Sand
	8	toniger Sand
	0	ohne Zuordnung

Projekt: WP Rehna-Falkenhagen

Projekt-Nr.: kl - 136/04/20-02

Aufschluss: DS 3/21

Standort: WEA 12

Auftraggeber: mea Energieagentur MV GmbH

Aufschlussdatum: 17.02.2021

Bearbeiter: Köhler

Lagestatus: ETRS 89 - UTM Zone 32 N

Rechtswert: 630837,1

Hochwert: 5963277,2

Höhenstatus: DHHN2016

Ansatzhöhe: 39,28 m NHN

Endtiefe: 13,80 (25,48 m u. GOK)

Anlage: 3.2 | Blatt 6

Baugrundbüro Klein GmbH
Hummelweg 3
06120 Halle / Dölau

Tel.: +49 (0)345 / 532 36 90

E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de



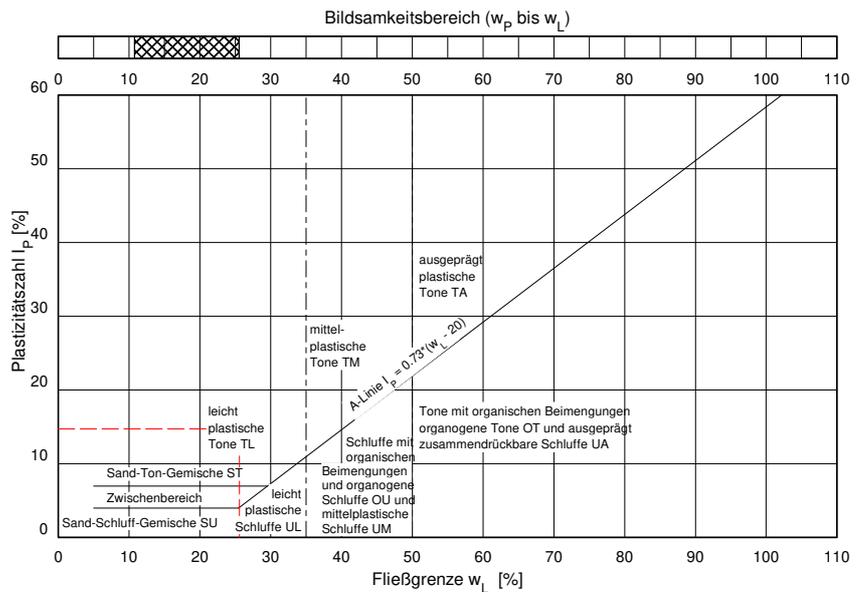
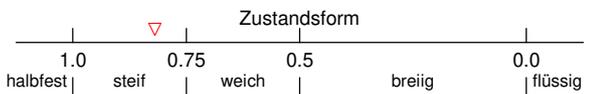
Mario Junghahn Vermessungstechnik und Bodenmechanik Alte Stedtener Straße 4 06317 Seegebiet Mansfelder Land	Prüfungsnr.: KL-1360420-02k1 Anlage: zu: KL-136/04/20-02
--	--

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

Prüfungsnr.: KL-1360420-02k1 Bauvorhaben: 12 WEA WP Rehna-Falkenhagen WEA 11-12 Ausgeführt durch: jm am: 27.02.21 Bemerkung:	Entnahmestelle: BS 11/21 (GP 11/4) Entnahmetiefe: 3,0-5,0 m unter GOK Bodenart: Schluff,tonig,Sand Art der Entnahme: GP Entnahme am: 16.02.21 durch: Klein
---	--

Fließgrenze	Ausrollgrenze
Behälter Nr.: 105	10 11 12
Zahl der Schläge: 17 17 18	
Feuchte Probe + Behälter + m _B [g]: 202,06	21,73 21,89 21,56
Trockene Probe + Behälter + m _B [g]: 185,21	20,66 20,82 20,49
Behälter m _B [g]: 122,68	10,80 10,80 10,80
Wasser m - m _d = m _w [g]: 16,85	1,07 1,07 1,07
Trockene Probe m _d [g]: 62,53	9,86 10,02 9,69
Wassergehalt m _w / m _d * 100 [%]: 26,95	10,85 10,68 11,04
Wert übernehmen <input checked="" type="checkbox"/>	

Trockenmasse der Probe	146,20 g	Bodengruppe	= TL
Wassergehalt der Probe	w = 10,26 %	Fließgrenze	w _L = 25,60 %
Größtkorn	mm	Ausrollgrenze	w _P = 10,86 %
Masse des Überkorns	38,10 g	Plastizitätszahl	I _P = 14,743 %
Überkornanteil	ü = 26,06 %	Konsistenzzahl	I _C = 0,82 $\hat{=}$ steif
Wassergehalt (Überkorn)	w _Ü = 1,00 %	Liquiditätszahl	I _L = 0,18
Trockenmasse ≤ 0.4 mm	108,10 g		
Anteil ≤ 0.4 mm	73,94 %		
Anteil ≤ 0.06 mm	%		
Anteil ≤ 0.002 mm	%		
korrr. Wassergehalt	w _K = 13,52 %		



Bemerkungen:

Mario Junghahn Vermessungstechnik und Bodenmechanik Alte Stedtener Straße 4 06317 Seegebiet Mansfelder Land	Prüfungsnr.: KL-1360420-02k2 Anlage: zu: KL-136/04/20-02
--	--

Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze

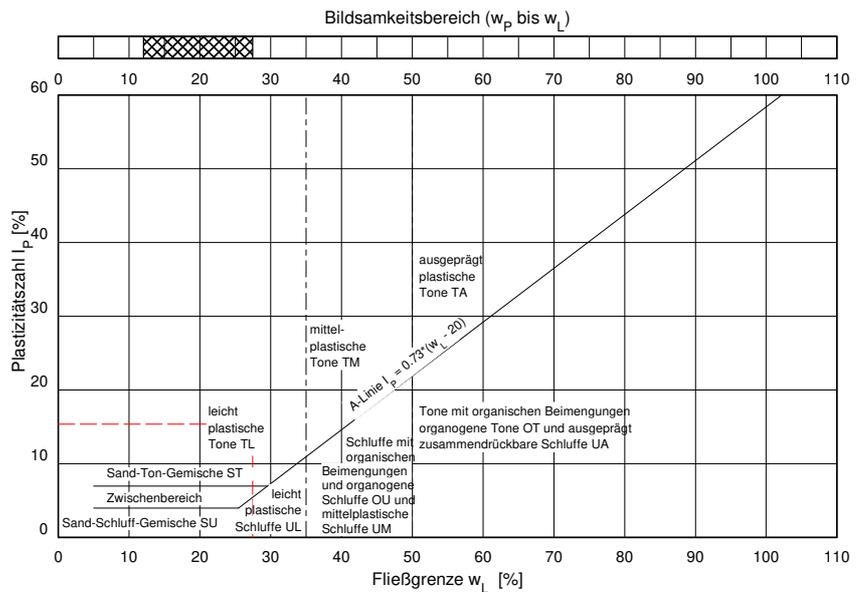
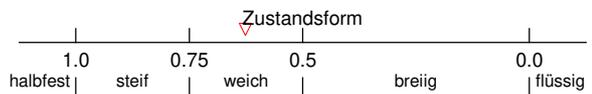
nach DIN EN ISO 17892-12

Prüfungsnr.: KL-1360420-02k2 Bauvorhaben: 12 WEA WP Rehna-Falkenhagen WEA 11-12 Ausgeführt durch: jm am: 27.02.21 Bemerkung:	Entnahmestelle: BS 12/21 (GP 12/4) Entnahmetiefe: 3,0-5,0 m unter GOK Bodenart: Schluff,tonig,Sand Art der Entnahme: GP Entnahme am: 16.02.21 durch: Klein
---	--

	Fließgrenze			Ausrollgrenze		
Behälter Nr.:	65			7	8	9
Zahl der Schläge:	21	21	22			
Feuchte Probe + Behälter + m _B [g]:	188,41			20,24	19,54	20,93
Trockene Probe + Behälter + m _B [g]:	176,37			19,22	18,62	19,81
Behälter m _B [g]:	133,51			10,80	10,80	10,80
Wasser m - m _d = m _w [g]:	12,04			1,02	0,92	1,12
Trockene Probe m _d [g]:	42,86			8,42	7,82	9,01
Wassergehalt m _w / m _d * 100 [%]:	28,09			12,11	11,76	12,43
Wert übernehmen	<input checked="" type="checkbox"/>					

Trockenmasse der Probe = 158,60 g
 Wassergehalt der Probe w = 15,13 %
 Größtkorn = mm
 Masse des Überkorns = 25,60 g
 Überkornanteil ü = 16,14 %
 Wassergehalt (Überkorn) w_Ü = 1,00 %
 Trockenmasse ≤ 0.4 mm = 133,00 g
 Anteil ≤ 0.4 mm = 83,86 %
 Anteil ≤ 0.06 mm = %
 Anteil ≤ 0.002 mm = %
 korr. Wassergehalt w_K = 17,85 %

Bodengruppe = TL
 Fließgrenze w_L = 27,47 %
 Ausrollgrenze w_P = 12,10 %
 Plastizitätszahl I_P = 15,371 %
 Konsistenzzahl I_C = 0,63 $\hat{=}$ weich
 Liquiditätszahl I_L = 0,37



Bemerkungen:

Anhang C

Prüfungen und Auswertung von Böden

DIN 4030-2:2008-06

Prüfbericht		Probenahme und Bodenanalyse nach DIN 4030 Teil 2	
über die Prüfung und Beurteilung von betonangreifendem Boden			
1. Allgemeine Angaben			
Auftraggeber:	Baugrundbüro Klein GmbH	Auftrags-Nr.:	kl- 136/04/20-02
Bauvorhaben:	BV: Errichtung von 12 WEA am Standort WP Rhena-Falkenhagen	Probe-Nr.:	21-032298-01
Art des Bodens:	Schluffiger und sandiger Ton	Bezeichnung des Bodens:	Geschiebemergel
Entnahmestellen:	BS 11/21 GP 11/3	Entnahmetiefe:	2,1-3,0m
Entnahmezeit:		Entnahmemenge:	
		Entnahmedatum:	16.02.2021
2. Erweiterte Angaben			
Beschreibung der Geländeverhältnisse am Entnahmeort: Ackerfläche			
Ort, Datum:		Probennehmer: Auftraggeber	
Probeneingang		Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1	
Bestandteil	Prüfergebnis	schwach angreifend	stark angreifend
Säuregrad nach Baumann-Gully	<2 ml/kg	> 200	-
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	305 mg/kg	2000 bis 5000	> 5000
Sulfid (S ²⁻)	7,88 mg/kg	- a)	-
Chlorid	<25 mg/kg	-	-
a) Bei Sulfidgehalten von > 100 mg S ²⁻ /kg Boden ist eine gesonderte Beurteilung durch einen Fachmann erforderlich.			
3. Beurteilung			
Der Boden gilt als nicht betonangreifend.			
Dresden	08.03.2021	WESSLING GmbH, Moritzburger Weg 67, 01109 Dresden	
Ort	Datum		

Anlage: Auswertung der Stahlaggressivität von Boden

nach DIN 50929 Teil 3: Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe

bei äußerer Korrosionsbelastung

(Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern)

Auswertung für Probennummer:

21-032298-01

Merkmal und Messgröße	Einheit	Analyse	Bewertungszahl
(1) Abschlämbbare Bestandteile (a) (nicht für Torf, Moor, Müll, Schlacke!)	Ma%	77	Z ₁ = -2
(3) Wassergehalt	Ma%	19,4	Z ₃ = 0
(4) pH-Wert		7,7	Z ₄ = 0
(5) Pufferkapazitäten Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/kg	9,47	Z ₅ = 0
Basekapazität bis pH 7,0	mmol/kg	n.a.	Z ₆ = 0
(6) Sulfid (S²⁻)	mg/kg	7,88	Z ₇ = -3
(7) Neutralsalze (wässriger Auszug) c(Cl ⁻) + 2c(SO ₄ ²⁻) mit Chlorid (Cl ⁻) im H ₂ O-Extr. mit Sulfat (SO ₄ ²⁻) im H ₂ O-Extr.	mmol/kg mmol/kg mmol/kg	3,37 0,17 1,6	Z ₉ = -1
(8) Sulfat (SO₄²⁻ im salzsauren Auszug)	mmol/kg	3,18	Z ₈ = -1

Eingabe der Z-Werte aus vor-Ort- Betrachtungen/Messungen	Bewertungszahl	
(2) spezifischer Bodenwiderstand	Z ₂ =	-2
(9) Lage des Objektes zum Grundwasser	Z ₁₀ =	0
(10) Bodenhomogenität, horizontal	Z ₁₁ =	0
(11) Bodenhomogenität, vertikal	Z ₁₂ =	0
(12) Bodenhomogenität, Bettung	Z ₁₃ =	0
(13) Bodenhomogenität, unterschiedliche pH-Werte	Z ₁₄ =	0
(14) Anwesenheit von Fremdkathoden	Z ₁₅ =	0

Bewertungszahlsumme B₀=

-9

Bewertungszahlsumme B₁=

-9

Einschätzung/Beurteilung:

Der Boden ist in die Bodenklasse

II

einzuordnen, die Korrosionsbelastung ist

mittel

(B₀= **-9**)

Die Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von unlegierten und

niedriglegierten Eisenwerkstoffen ist

mittel

bezüglich der Mulden- und

Lochkorrosion und

gering

bezüglich der Flächenkorrosion.

(B₁= **-9**)

Dresden

08.03.2021

Ort

Datum

WESSLING GmbH, Moritzburger Weg
67, 01109 Dresden

Anhang C

Prüfungen und Beurteilung von Böden

DIN 4030-2:2008-06

Prüfbericht		Probenahme und Bodenanalyse nach DIN 4030 Teil 2	
über die Prüfung und Beurteilung von betonangreifendem Boden			
1. Allgemeine Angaben			
Auftraggeber:	Baugrundbüro Klein GmbH	Auftrags-Nr.:	kl- 136/04/20-02
Bauvorhaben:	BV: Errichtung von 12 WEA am Standort WP Rhena-Falkenhagen	Probe-Nr.:	21-032298-02
Art des Bodens:	schluffiger und sandiger Ton	Bezeichnung des Bodens:	Geschiebemergel
Entnahmestellen:	BS 12/21 GP 12/3	Entnahmetiefe:	2,0-3,0m
Entnahmezeit:		Entnahmemenge:	
		Entnahmedatum:	
2. Erweiterte Angaben			
Beschreibung der Geländeverhältnisse am Entnahmeort: Ackerfläche			
Ort, Datum:		Probennehmer: Auftraggeber	
Probeneingang		Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1	
Bestandteil	Prüfergebnis	schwach angreifend	stark angreifend
Säuregrad nach Baumann-Gully	15 ml/kg	> 200	-
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	410 mg/kg	2000 bis 5000	> 5000
Sulfid (S ²⁻)	2,34 mg/kg	- a)	-
Chlorid	<25 mg/kg	-	-
a) Bei Sulfidgehalten von > 100 mg S ²⁻ /kg Boden ist eine gesonderte Beurteilung durch einen Fachmann erforderlich.			
3. Beurteilung			
Der Boden gilt als nicht betonangreifend.			
Dresden	08.03.2021	WESSLING GmbH, Moritzburger Weg 67, 01109 Dresden	
Ort	Datum		

Anlage: Auswertung der Stahlaggressivität von Boden

nach DIN 50929 Teil 3: Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe

bei äußerer Korrosionsbelastung

(Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern)

Auswertung für Probennummer:

21-032298-02

Merkmal und Messgröße	Einheit	Analyse	Bewertungszahl
(1) Abschlämbare Bestandteile (a) (nicht für Torf, Moor, Müll, Schlacke!)	Ma%	57,3	Z ₁ = -2
(3) Wassergehalt	Ma%	24,7	Z ₃ = -1
(4) pH-Wert		7,7	Z ₄ = 0
(5) Pufferkapazitäten Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/kg	7,66	Z ₅ = 0
Basekapazität bis pH 7,0	mmol/kg	n.a.	Z ₆ = 0
(6) Sulfid (S²⁻)	mg/kg	2,34	Z ₇ = 0
(7) Neutralsalze (wässriger Auszug) c(Cl ⁻) + 2c(SO ₄ ²⁻) mit Chlorid (Cl ⁻) im H ₂ O-Extr. mit Sulfat (SO ₄ ²⁻) im H ₂ O-Extr.	mmol/kg mmol/kg mmol/kg	1,2 0,12 0,54	Z ₉ = 0
(8) Sulfat (SO₄²⁻ im salzsauren Auszug)	mmol/kg	4,27	Z ₈ = -1

Eingabe der Z-Werte aus vor-Ort- Betrachtungen/Messungen	Bewertungszahl
(2) spezifischer Bodenwiderstand	Z ₂ = -2
(9) Lage des Objektes zum Grundwasser	Z ₁₀ = -2
(10) Bodenhomogenität, horizontal	Z ₁₁ = 0
(11) Bodenhomogenität, vertikal	Z ₁₂ = 0
(12) Bodenhomogenität, Bettung	Z ₁₃ = 0
(13) Bodenhomogenität, unterschiedliche pH-Werte	Z ₁₄ = 0
(14) Anwesenheit von Fremdkathoden	Z ₁₅ = 0

Bewertungszahlsumme B₀=

-8

Bewertungszahlsumme B₁=

-8

Einschätzung/Beurteilung:

Der Boden ist in die Bodenklasse

II

einzuordnen, die Korrosionsbelastung ist

mittel

(B₀= **-8**)

Die Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von unlegierten und

niedriglegierten Eisenwerkstoffen ist

mittel

bezüglich der Mulden- und

Lochkorrosion und

gering

bezüglich der Flächenkorrosion.

(B₁= **-8**)

Dresden

08.03.2021

Ort

Datum

WESSLING GmbH, Moritzburger Weg
67, 01109 Dresden



WESSLING GmbH, Moritzburger Weg 67, 01109 Dresden

Baugrundbüro Klein GmbH
Hummelweg 3
06120 Halle (Saale)

Geschäftsfeld: Umwelt
Ansprechpartner: R. Teufert
Durchwahl: +49 351 8 116 4927
E-Mail: Roswitha.Teufert@wessling.de

Prüfbericht

Prüfbericht Nr.: CDR21-001179-1

Datum: 08.03.2021

Auftrag Nr.: CDR-00445-21

Auftrag: BV: Errichtung von 12 WEA am Standort WP Rhena-Falkenhagen
Auftrags-Nr.: kl- 136/04/20-02

Roswitha Teufert
Sachverständige Umwelt und Wasser



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14162-01-00

Durch die DAkKS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit ^A gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

Geschäftsführer:
Florian Weßling,
Marc Hitzke
HRB 1953 AG Steinfurt

**Probeninformation**

Probe Nr.	21-032298-01
Bezeichnung	BS 11/21 GP 11/3 2,1-3,0m
Probenart	Boden
Probenahme durch	Auftraggeber
Probengefäß	PE-Becher
Anzahl Gefäße	1
Eingangsdatum	25.02.2021
Untersuchungsbeginn	25.02.2021
Untersuchungsende	08.03.2021

Boden auf Beton- und Stahlaggressivität

	21-032298-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
wässriger Auszug	25.02.21		L-TS	DIN 4030-2 (2008-06) ^A	OP
Salzsäureauszug	25.02.21		L-TS	DIN 4030-2 (2008-06) ^A	OP
wässriger Auszug	25.02.21		TS	DIN 50929-3 mod.	OP
Abschlämbbare Stoffe	77,0	Gew%	OS	WES 1017 (2018-01)	OP
Wassergehalt	19,4	Gew%	OS	DIN EN 12880 (2001-02) ^A	OP
pH-Wert	7,7		OS	DIN ISO 10390 (2005-12) ^A	AL
Säurekapazität, pH 4,3	9,47	mmol/kg	OS	H. Steinrath/DVGW (1966)	AL
Basekapazität, pH 7,0	n.a.	mmol/kg	OS	H. Steinrath/DVGW (1966)	AL
Sulfid (S)	7,88	mg/kg	L-TS	DIN 4030-2 (2008-06) ^A	OP
Säuregrad nach Baumann-Gully	<2	ml/kg	L-TS	DIN 4030-2 (2008-06) ^A	OP

im H₂O-Extrakt C

	21-032298-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Chlorid (Cl)	0,17	mmol/kg	L-TS	DIN 50929-3 mod. (1985-09)	OP
Sulfat (SO ₄)	1,6	mmol/kg	L-TS	DIN 50929-3 mod. (1985-09)	OP

im HCl-Extrakt B

	21-032298-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel (S)	102	mg/kg	L-TS	DIN 4030-2 mod. (2008-06) ^A	OP
Sulfat (SO ₄) ber.	305	mg/kg	L-TS	DIN 4030-2 mod. (2008-06) ^A	OP
Sulfat (SO ₄) ber.	3,18	mmol/kg	L-TS	DIN 4030-2 mod. (2008-06) ^A	OP

im H₂O-Extrakt A

	21-032298-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Chlorid (Cl)	<25	mg/kg	L-TS	DIN 4030-2 mod. (2008-06) ^A	OP



**Probeninformation**

Probe Nr.	21-032298-02
Bezeichnung	BS 12/21 GP 12/3 2,0-3,0m
Probenart	Boden
Probenahme durch	Auftraggeber
Probengefäß	PE-Becher
Anzahl Gefäße	1
Eingangsdatum	25.02.2021
Untersuchungsbeginn	25.02.2021
Untersuchungsende	08.03.2021

Boden auf Beton- und Stahlaggressivität

	21-032298-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
wässriger Auszug	25.02.21		L-TS	DIN 4030-2 (2008-06) ^A	OP
Salzsäureauszug	25.02.21		L-TS	DIN 4030-2 (2008-06) ^A	OP
wässriger Auszug	25.02.21		TS	DIN 50929-3 mod.	OP
Abschlämmbare Stoffe	57,3	Gew%	OS	WES 1017 (2018-01)	OP
Wassergehalt	24,7	Gew%	OS	DIN EN 12880 (2001-02) ^A	OP
pH-Wert	7,7		OS	DIN ISO 10390 (2005-12) ^A	AL
Säurekapazität, pH 4,3	7,66	mmol/kg	OS	H. Steinrath/DVGW (1966)	AL
Basekapazität, pH 7,0	n.a.	mmol/kg	OS	H. Steinrath/DVGW (1966)	AL
Sulfid (S)	2,34	mg/kg	L-TS	DIN 4030-2 (2008-06) ^A	OP
Säuregrad nach Baumann-Gully	15	ml/kg	L-TS	DIN 4030-2 (2008-06) ^A	OP

im H₂O-Extrakt C

	21-032298-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Chlorid (Cl)	0,12	mmol/kg	L-TS	DIN 50929-3 mod. (1985-09)	OP
Sulfat (SO ₄)	0,54	mmol/kg	L-TS	DIN 50929-3 mod. (1985-09)	OP

im HCl-Extrakt B

	21-032298-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Schwefel (S)	137	mg/kg	L-TS	DIN 4030-2 mod. (2008-06) ^A	OP
Sulfat (SO ₄) ber.	410	mg/kg	L-TS	DIN 4030-2 mod. (2008-06) ^A	OP
Sulfat (SO ₄) ber.	4,27	mmol/kg	L-TS	DIN 4030-2 mod. (2008-06) ^A	OP

im H₂O-Extrakt A

	21-032298-02	Einheit	Bezug	Methode	aS
Chlorid (Cl)	<25	mg/kg	L-TS	DIN 4030-2 mod. (2008-06) ^A	OP





21-032298-01 und -02
n.a. = nicht analysierbar
Kommentare der Ergebnisse:
Basekapazität, pH 7,0: Le pH est >7.0

Norm

DIN 50929-3 mod.

DIN 4030-2 mod. (2008-06)

Modifikation

Modifikation: Erstellung eines wässrigen Auszuges

Legende

aS	ausführender Standort	L-TS	Luftrockensubstanz	TS	Trockensubstanz
OS	Originalsubstanz	OP	Oppin	AL	Altenberge



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14162-01-00

Durch die DAkKS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit ^A gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

Geschäftsführer:
Florian Weßling,
Marc Hitzke
HRB 1953 AG Steinfurt

Berechnungsgrundlagen:

WEA 11 - Lastfall mit Auftrieb - Lasten BS-A - 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:

$\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$

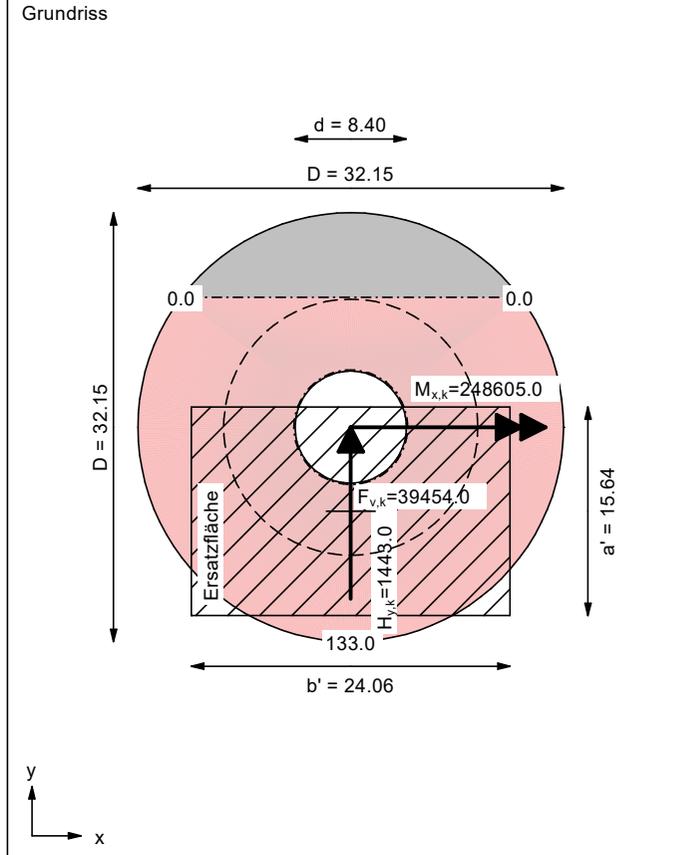
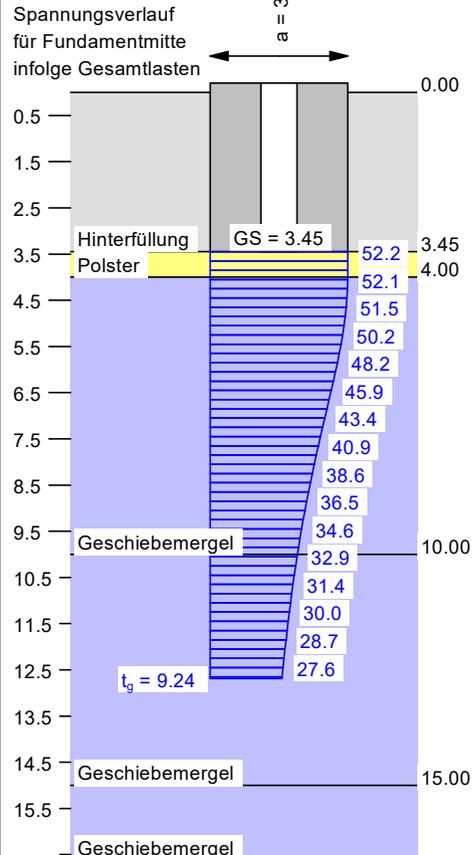
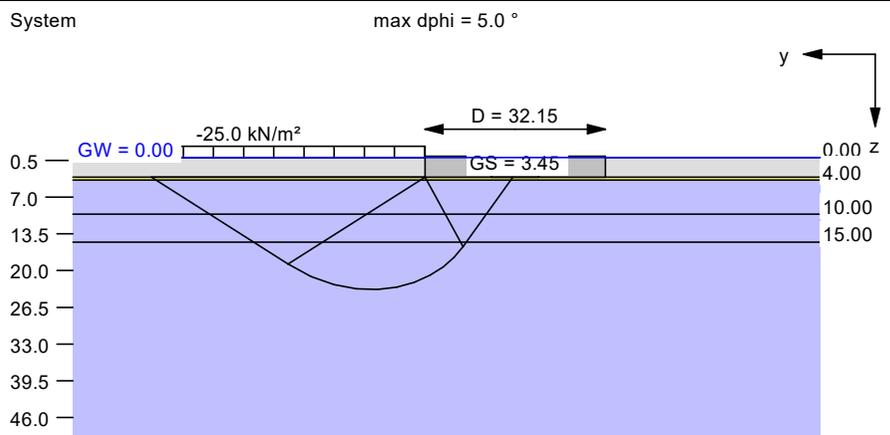
$\gamma_{Q,dst} = 1.50$

Gründungssohle = 3.45 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
	3.45	19.0	9.0	27.0	0.0	12.0	Hinterfüllung
	4.00	21.0	12.0	35.0	0.0	80.0	Polster
	10.00	20.0	11.0	25.0	5.0	15.0	Geschiebemergel
	15.00	21.0	12.0	27.0	5.0	20.0	Geschiebemergel
	>15.00	22.0	13.0	27.0	5.0	30.0	Geschiebemergel



Ergebnisse Einzelfundament:

Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 39454.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 1443.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 248605.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 32.150$ m
 Durchmesser (innen) $d = 8.400$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 4.293 m)
 $a' = 27.503$ m
 $b' = 27.503$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -6.301$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 9.596 m)
 $a' = 15.639$ m
 $b' = 24.063$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht, aber nicht maßgebend.
 Auflast (Grundbruch) = -25.00 kN/m²
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{of,k} / \sigma_{of,d} = 861.4 / 615.27$ kN/m²
 $R_{n,k} = 324162.59$ kN
 $R_{n,d} = 231544.71$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 39454.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 53262.90$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.230
 μ (parallel zu x) = 0.159
 cal $\phi = 25.4^\circ$
 ϕ wegen 5° Bedingung abgemindert
 cal c = 4.89 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 11.85$ kN/m³
 cal $\sigma_u = 6.05$ kN/m²
 UK log. Spirale = 23.35 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 78.39 m
 Fläche log. Spirale = 803.56 m²

Gleitwiderstand:

Teilsicherheit (Gleitwiderstand) $\gamma_{R,h} = 1.10$
 $N_k \cdot \tan(\phi) / \gamma_{R,h} = 39454.00 \cdot \tan(35.00^\circ) / 1.10$
 $R_{t,d} = N_k \cdot \tan(\phi) / \gamma_{R,h} = 25114.53$ kN
 $T_d = 2164.50$ kN
 $\mu = T_d / R_{t,d} = 0.086$
 Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 12.69$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 2.40 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.09 cm
 unten = 4.71 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 587.9
 Drehfedersteifigkeit:
 $K_{p,x} = 146166.9$ MN·m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{stab} = 39454.0 \cdot 32.15 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 570800.7$
 $M_{dst} = 248605.0 \cdot 1.50 = 372907.5$
 $\mu_{EQU} = 372907.5 / 570800.7 = 0.653$

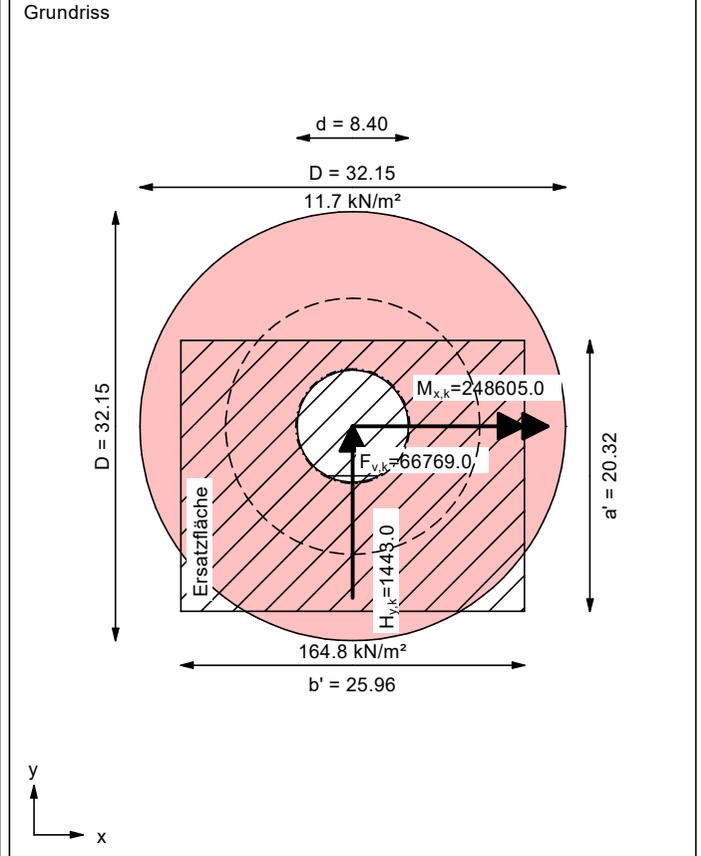
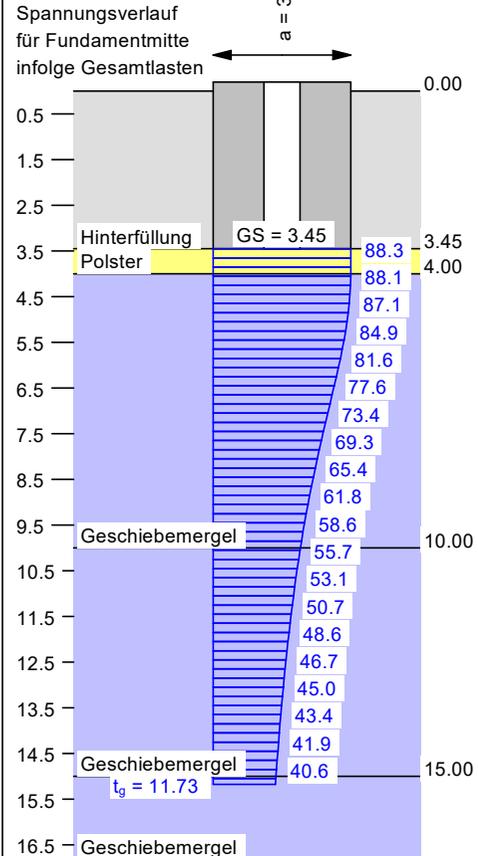
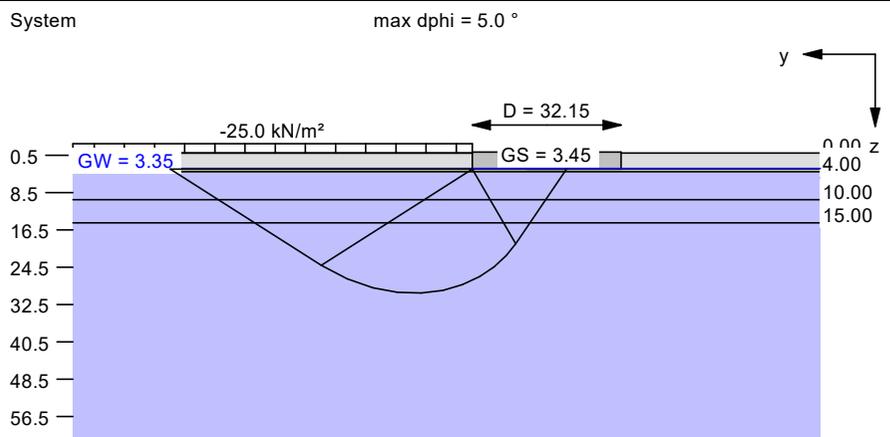
erdstatische Berechnungen für das
 Bauvorhaben: Errichtung von 2 WEA am Standort
 WP Rehna-Falkenhagen (WEA 11 und WEA 12)
 Projekt-Nr.: kl - 136/04/20-02
 Anlage: 6, Seite 1

Berechnungsgrundlagen:

WEA 11 - Lastfall ohne Auftrieb - Lasten BS-A - 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 = 3.45 m
 Grundwasser = 3.35 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
	3.45	19.0	9.0	27.0	0.0	12.0	Hinterfüllung
	4.00	21.0	12.0	35.0	0.0	80.0	Polster
	10.00	20.0	11.0	25.0	5.0	15.0	Geschiebemergel
	15.00	21.0	12.0	27.0	5.0	20.0	Geschiebemergel
	>15.00	22.0	13.0	27.0	5.0	30.0	Geschiebemergel



Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 66769.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 1443.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 248605.00$ kN-m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN-m
 Durchmesser $D = 32.150$ m
 Durchmesser (innen) $d = 8.400$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 4.293 m)
 $a' = 27.503$ m
 $b' = 27.503$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -3.723$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 4.293 m)
 $a' = 20.323$ m
 $b' = 25.958$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht, aber nicht maßgebend.
 Auflast (Grundbruch) = -25.00 kN/m²
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{of,k} / \sigma_{of,d} = 1563.7 / 1116.91$ kN/m²
 $R_{n,k} = 824884.99$ kN
 $R_{n,d} = 589203.56$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 66769.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 90138.15$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.153
 μ (parallel zu x) = 0.132
 cal $\phi = 25.4^\circ$
 ϕ wegen 5° Bedingung abgemindert
 cal c = 4.92 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 12.09$ kN/m³
 cal $\sigma_u = 39.55$ kN/m²
 UK log. Spirale = 30.06 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 104.53 m
 Fläche log. Spirale = 1433.40 m²

Gleitwiderstand:

Teilsicherheit (Gleitwiderstand) $\gamma_{R,h} = 1.10$
 $N_k \cdot \tan(\phi) / \gamma_{R,h} = 66769.00 \cdot \tan(35.00^\circ) / 1.10$
 $R_{t,d} = N_k \cdot \tan(\phi) / \gamma_{R,h} = 42501.96$ kN
 $T_d = 2164.50$ kN
 $\mu = T_d / R_{t,d} = 0.051$
 Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 15.18$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 4.21 m
 Setzungen der KPs:
 oben = 1.50 cm
 unten = 6.91 cm
Verdrehung(x) (KP) = 1 : 501.7
 Drehfedersteifigkeit:
 $K_{p,x} = 124716.5$ MN-m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{stb} = 66769.0 \cdot 32.15 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 965980.5$
 $M_{dst} = 248605.0 \cdot 1.50 = 372907.5$
 $\mu_{EQU} = 372907.5 / 965980.5 = 0.386$

erdstatische Berechnungen für das
 Bauvorhaben: Errichtung von 2 WEA am Standort
 WP Rehna-Falkenhagen (WEA 11 und WEA 12)
 Projekt-Nr.: kl - 136/04/20-02
 Anlage: 6, Seite 2

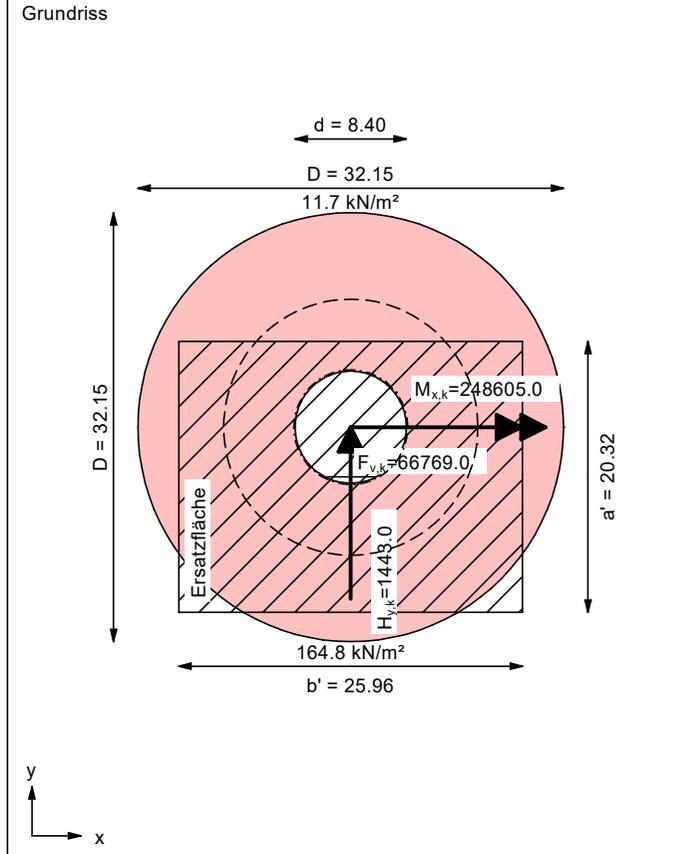
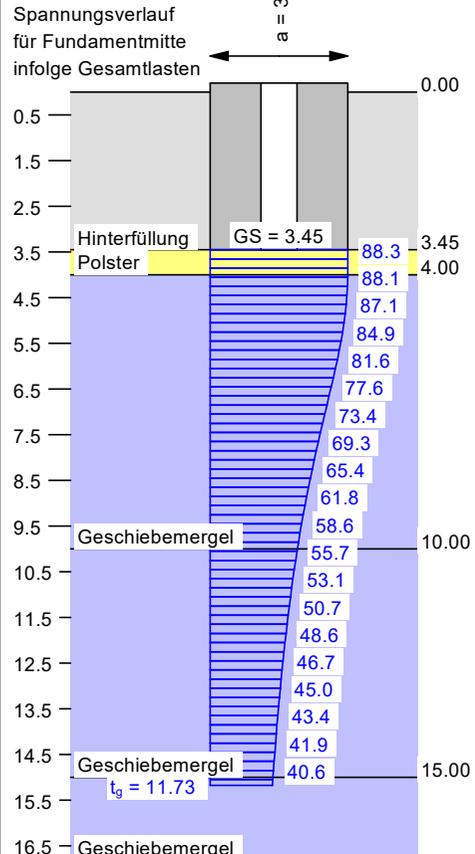
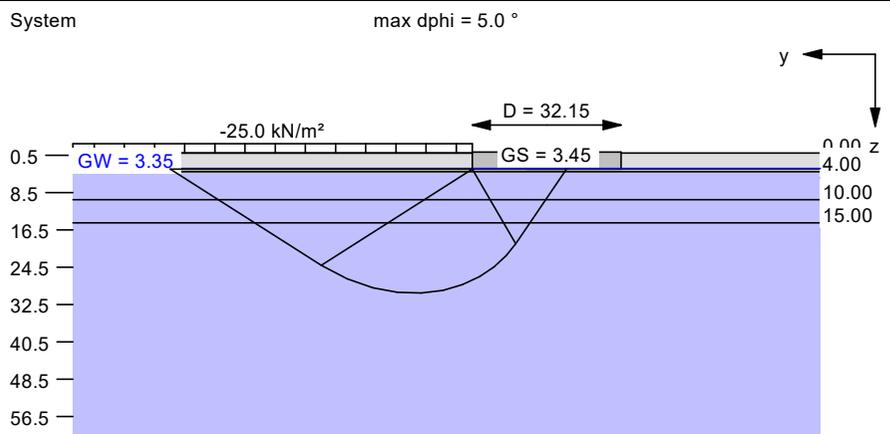
Berechnungsgrundlagen:

WEA 11 - Lastfall dynamisch - Lasten BS-A - 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:

$\gamma_{G,dst} = 1.10$
 $\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Gründungssohle = 3.45 m
 Grundwasser = 3.35 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
	3.45	19.0	9.0	27.0	0.0	85.0	Hinterfüllung
	4.00	21.0	12.0	35.0	0.0	220.0	Polster
	10.00	20.0	11.0	25.0	5.0	95.0	Geschiebemergel
	15.00	21.0	12.0	27.0	5.0	110.0	Geschiebemergel
	>15.00	22.0	13.0	27.0	5.0	135.0	Geschiebemergel



Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 66769.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 1443.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 248605.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 32.150$ m
 Durchmesser (innen) $d = 8.400$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 4.293 m)
 $a' = 27.503$ m
 $b' = 27.503$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -3.723$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 4.293 m)
 $a' = 20.323$ m
 $b' = 25.958$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht, aber nicht maßgebend.
 Auflast (Grundbruch) = -25.00 kN/m²
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{of,k} / \sigma_{of,d} = 1563.7 / 1116.91$ kN/m²
 $R_{n,k} = 824884.99$ kN
 $R_{n,d} = 589203.56$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 66769.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 90138.15$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.153
 cal $\phi = 25.4^\circ$
 ϕ wegen 5° Bedingung abgemindert
 cal c = 4.92 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 12.09$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 39.55$ kN/m²
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{\phi,x} = 744995.6$ MN·m/rad

erdstatische Berechnungen für das
 Bauvorhaben: Errichtung von 2 WEA am Standort
 WP Rehna-Falkenhagen (WEA 11 und WEA 12)
 Projekt-Nr.: kl - 136/04/20-02
 Anlage: 6, Seite 3

Berechnungsgrundlagen:

WEA 12 - Lastfall mit Auftrieb - Lasten BS-A - 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:

$\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$

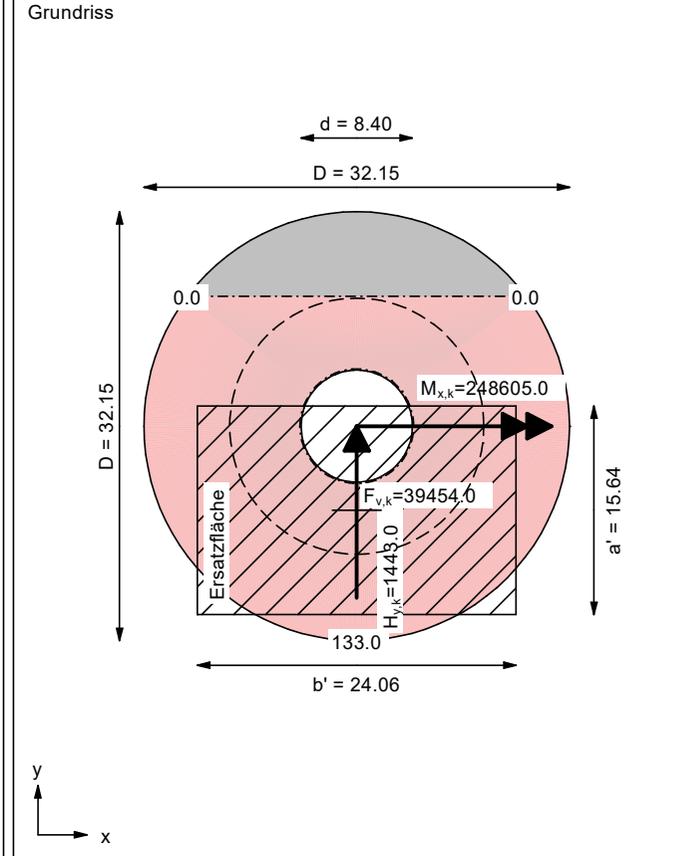
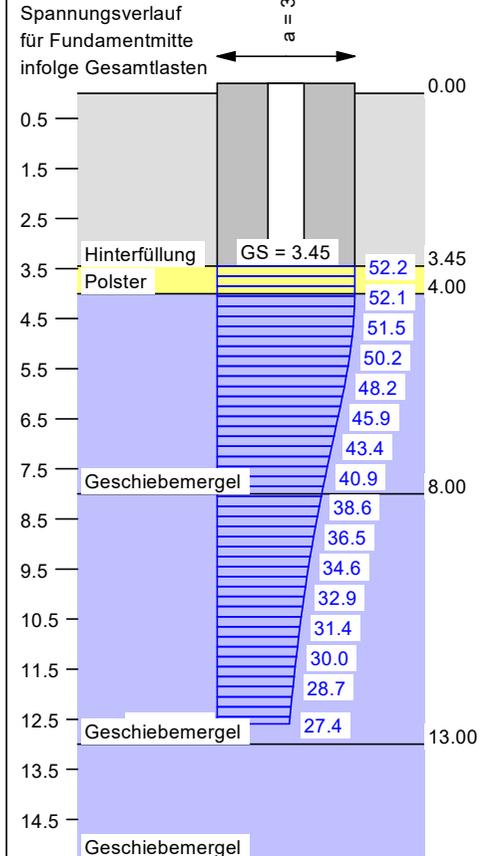
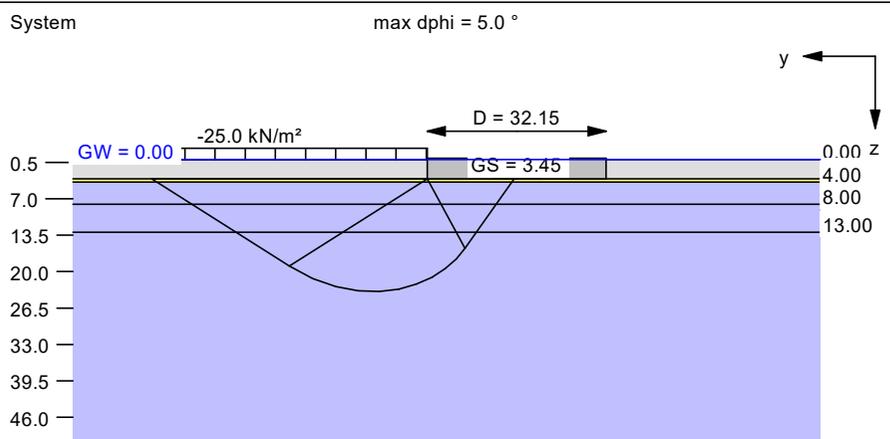
$\gamma_{Q,dst} = 1.50$

Gründungssohle = 3.45 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
	3.45	19.0	9.0	27.0	0.0	12.0	Hinterfüllung
	4.00	21.0	12.0	35.0	0.0	80.0	Polster
	8.00	20.0	11.0	25.0	5.0	15.0	Geschiebemergel
	13.00	21.0	12.0	27.0	5.0	20.0	Geschiebemergel
	>13.00	22.0	13.0	27.0	5.0	30.0	Geschiebemergel



Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 39454.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 1443.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 248605.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 32.150$ m
 Durchmesser (innen) $d = 8.400$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 4.293 m)
 $a' = 27.503$ m
 $b' = 27.503$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -6.301$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 9.596 m)
 $a' = 15.639$ m
 $b' = 24.063$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht, aber nicht maßgebend.
 Auflast (Grundbruch) = -25.00 kN/m²
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{of,k} / \sigma_{of,d} = 911.2 / 650.83$ kN/m²
 $R_{n,k} = 342899.46$ kN
 $R_{n,d} = 244928.19$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 39454.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 53262.90$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.217
 μ (parallel zu x) = 0.151
 cal $\phi = 25.7^\circ$
 ϕ wegen 5° Bedingung abgemindert
 cal c = 4.89 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 12.08$ kN/m³
 cal $\sigma_u = 6.05$ kN/m²
 UK log. Spirale = 23.53 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 79.28 m
 Fläche log. Spirale = 820.80 m²
 Gleitwiderstand:

Teilsicherheit (Gleitwiderstand) $\gamma_{R,h} = 1.10$
 $N_k \cdot \tan(\phi) / \gamma_{R,h} = 39454.00 \cdot \tan(35.00^\circ) / 1.10$
 $R_{t,d} = N_k \cdot \tan(\phi) / \gamma_{R,h} = 25114.53$ kN
 $T_d = 2164.50$ kN
 $\mu = T_d / R_{t,d} = 0.086$
 Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 12.59$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 2.26 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.08 cm
 unten = 4.43 cm
Verdrehung(x) (KP) = 1 : 624.9
 Drehfedersteifigkeit:
 $K_{p,x} = 155346.6$ MN·m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{stb} = 39454.0 \cdot 32.15 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 570800.7$
 $M_{dst} = 248605.0 \cdot 1.50 = 372907.5$
 $\mu_{EQU} = 372907.5 / 570800.7 = 0.653$

erdstatische Berechnungen für das
 Bauvorhaben: Errichtung von 2 WEA am Standort
 WP Rehna-Falkenhagen (WEA 11 und WEA 12)
 Projekt-Nr.: kl - 136/04/20-02
 Anlage: 6, Seite 4

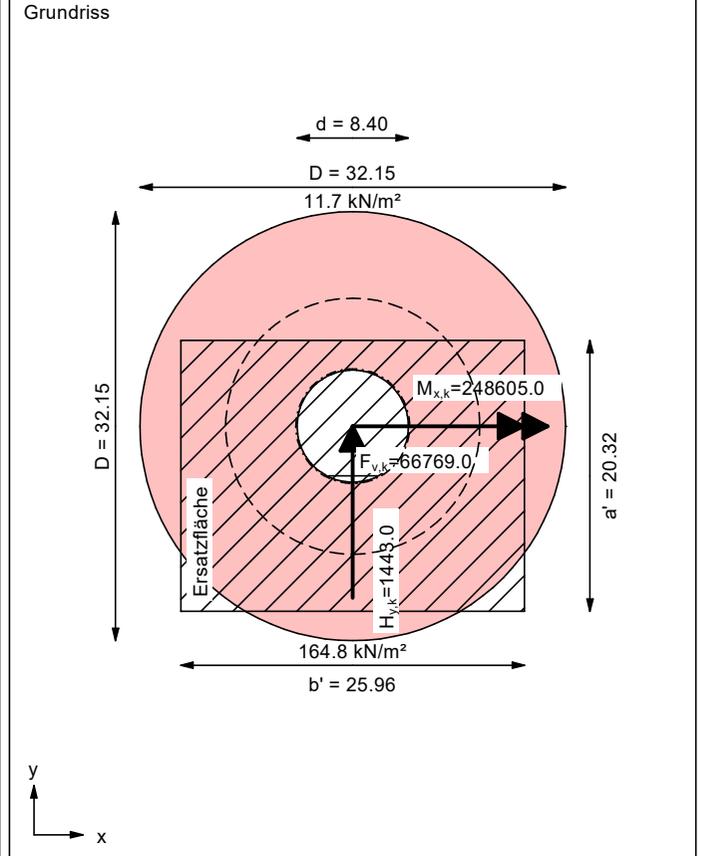
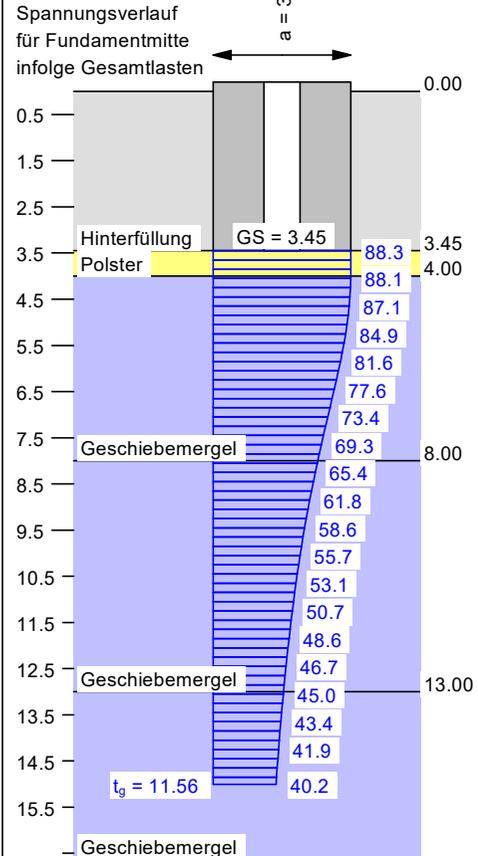
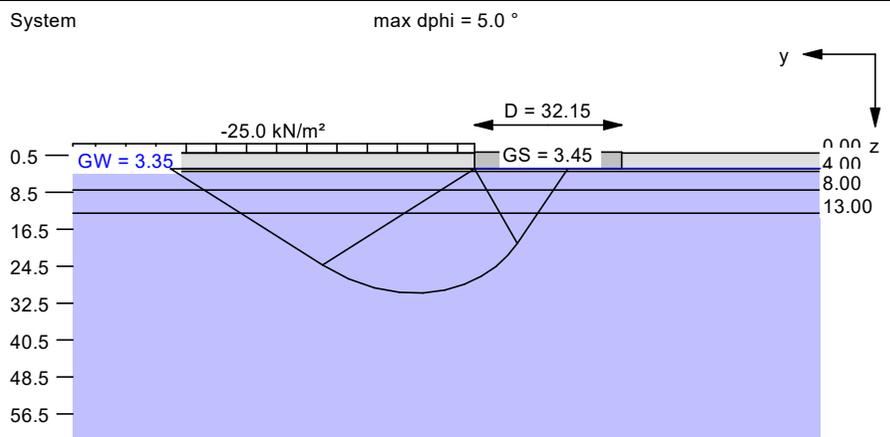
Berechnungsgrundlagen:

WEA 12 - Lastfall ohne Auftrieb - Lasten BS-A - 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 = 3.45 m
 Grundwasser = 3.35 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
	3.45	19.0	9.0	27.0	0.0	12.0	Hinterfüllung
	4.00	21.0	12.0	35.0	0.0	80.0	Polster
	8.00	20.0	11.0	25.0	5.0	15.0	Geschiebemergel
	13.00	21.0	12.0	27.0	5.0	20.0	Geschiebemergel
	>13.00	22.0	13.0	27.0	5.0	30.0	Geschiebemergel



Ergebnisse Einzelfundament:

Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 66769.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 1443.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 248605.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser D = 32.150 m
 Durchmesser (innen) d = 8.400 m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 4.293 m)
 $a' = 27.503$ m
 $b' = 27.503$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -3.723$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 4.293 m)
 $a' = 20.323$ m
 $b' = 25.958$ m

Grundbruch:

Durchstanzen untersucht, aber nicht maßgebend.
 Auflast (Grundbruch) = -25.00 kN/m²
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{of,k} / \sigma_{of,d} = 1641.3 / 1172.33$ kN/m²
 $R_{n,k} = 865816.15$ kN
 $R_{n,d} = 618440.11$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 66769.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 90138.15$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.146
 μ (parallel zu x) = 0.125
 cal $\phi = 25.7^\circ$
 ϕ wegen 5° Bedingung abgemindert
 cal c = 4.92 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 12.29$ kN/m³
 cal $\sigma_u = 39.55$ kN/m²
 UK log. Spirale = 30.30 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 105.72 m
 Fläche log. Spirale = 1464.18 m²

Gleitwiderstand:

Teilsicherheit (Gleitwiderstand) $\gamma_{R,h} = 1.10$
 $N_k \cdot \tan(\phi) / \gamma_{R,h} = 66769.00 \cdot \tan(35.00^\circ) / 1.10$
 $R_{t,d} = N_k \cdot \tan(\phi) / \gamma_{R,h} = 42501.96$ kN
 $T_d = 2164.50$ kN
 $\mu = T_d / R_{t,d} = 0.051$
 Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 15.01$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 3.83 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 1.34 cm
 unten = 6.32 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 545.0
 Drehfedersteifigkeit:
 $K_{p,x} = 135490.4$ MN·m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{stb} = 66769.0 \cdot 32.15 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 965980.5$
 $M_{dst} = 248605.0 \cdot 1.50 = 372907.5$
 $\mu_{EQU} = 372907.5 / 965980.5 = 0.386$

erdstatische Berechnungen für das
 Bauvorhaben: Errichtung von 2 WEA am Standort
 WP Rehna-Falkenhagen (WEA 11 und WEA 12)
 Projekt-Nr.: kl - 136/04/20-02
 Anlage: 6, Seite 5

Berechnungsgrundlagen:

WEA 12 - Lastfall dynamisch - Lasten BS-A - 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:

$\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$

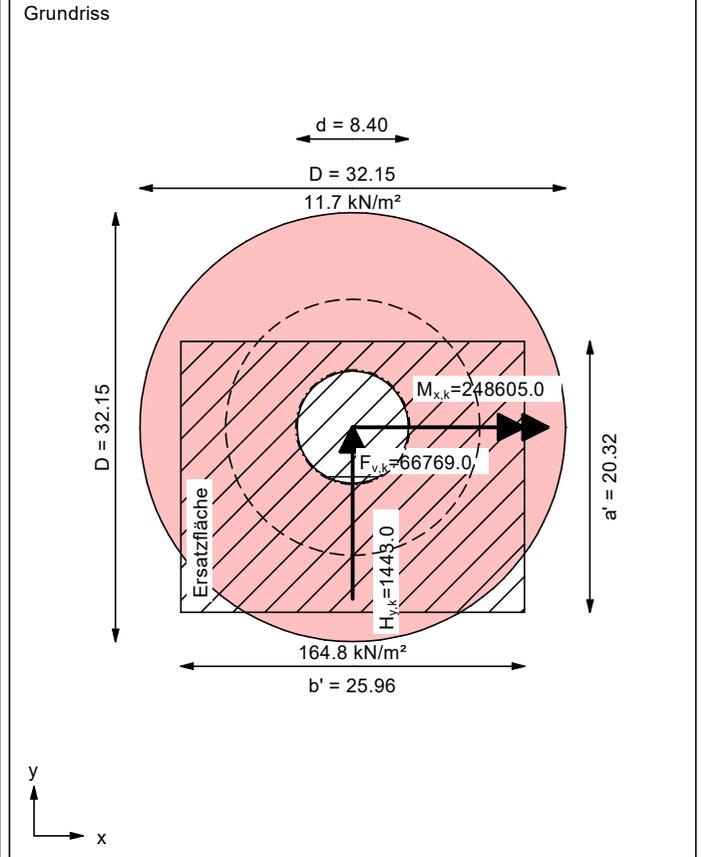
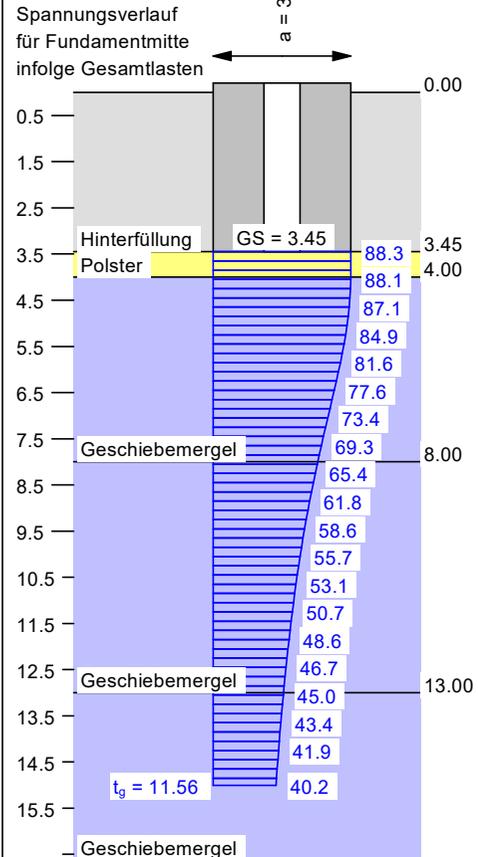
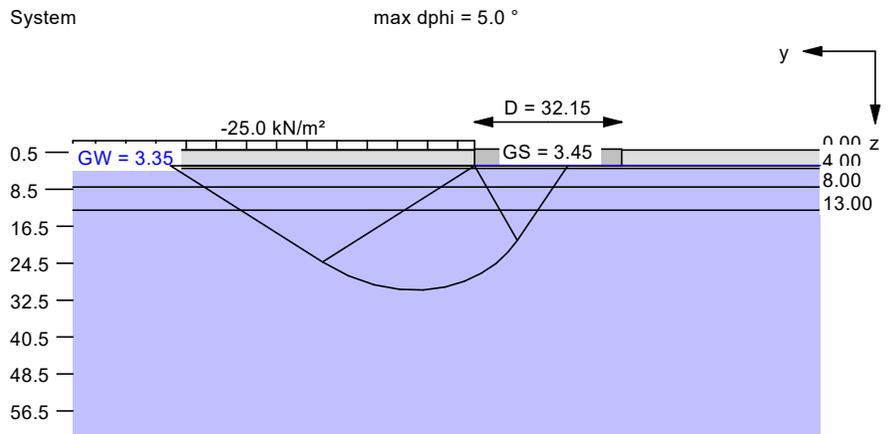
$\gamma_{Q,dst} = 1.50$

Gründungssohle = 3.45 m

Grundwasser = 3.35 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
	3.45	19.0	9.0	27.0	0.0	85.0	Hinterfüllung
	4.00	21.0	12.0	35.0	0.0	220.0	Polster
	8.00	20.0	11.0	25.0	5.0	95.0	Geschiebemergel
	13.00	21.0	12.0	27.0	5.0	110.0	Geschiebemergel
	>13.00	22.0	13.0	27.0	5.0	135.0	Geschiebemergel



Ergebnisse Einzelfundament:

Lasten = ständig / veränderlich

Vertikallast $F_{v,k} = 66769.00 / 0.00$ kN

Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN

Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 1443.00$ kN

Moment $M_{x,k} = 0.00 / 248605.00$ kN·m

Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m

Durchmesser $D = 32.150$ m

Durchmesser (innen) $d = 8.400$ m

Unter ständigen Lasten:

Exzentrizität $e_x = 0.000$ m

Exzentrizität $e_y = 0.000$ m

Resultierende im 1. Kern (= 4.293 m)

$a' = 27.503$ m

$b' = 27.503$ m

Unter Gesamtlasten:

Exzentrizität $e_x = 0.000$ m

Exzentrizität $e_y = -3.723$ m

Resultierende im 1. Kern (= 4.293 m)

$a' = 20.323$ m

$b' = 25.958$ m

Grundbruch:

Durchstanzen untersucht, aber nicht maßgebend.

Auflast (Grundbruch) = -25.00 kN/m²

Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$

$\sigma_{of,k} / \sigma_{of,d} = 1641.3 / 1172.33$ kN/m²

$R_{n,k} = 865816.15$ kN

$R_{n,d} = 618440.11$ kN

$V_d = 1.35 \cdot 66769.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN

$V_d = 90138.15$ kN

μ (parallel zu y) = 0.146

cal $\phi = 25.7^\circ$

ϕ wegen 5° Bedingung abgemindert

cal c = 4.92 kN/m²

cal $\gamma_2 = 12.29$ kN/m³

cal $\sigma_0 = 39.55$ kN/m²

Drehfedersteifigkeit:

$k_{\phi,x} = 781553.6$ MN·m/rad

erdstatische Berechnungen für das

Bauvorhaben: Errichtung von 2 WEA am Standort

WP Rehna-Falkenhagen (WEA 11 und WEA 12)

Projekt-Nr.: kl - 136/04/20-02

Anlage: 6, Seite 6

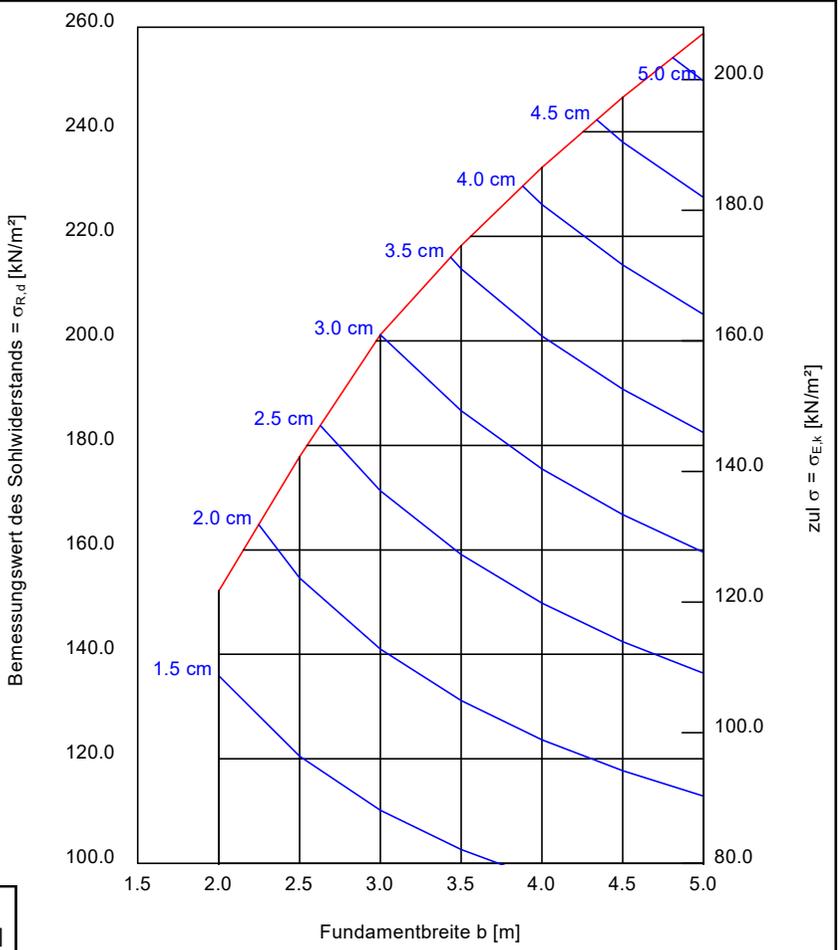
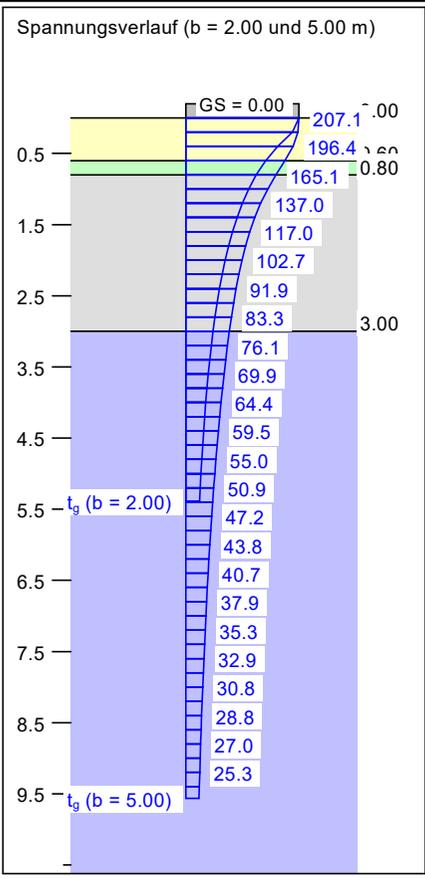
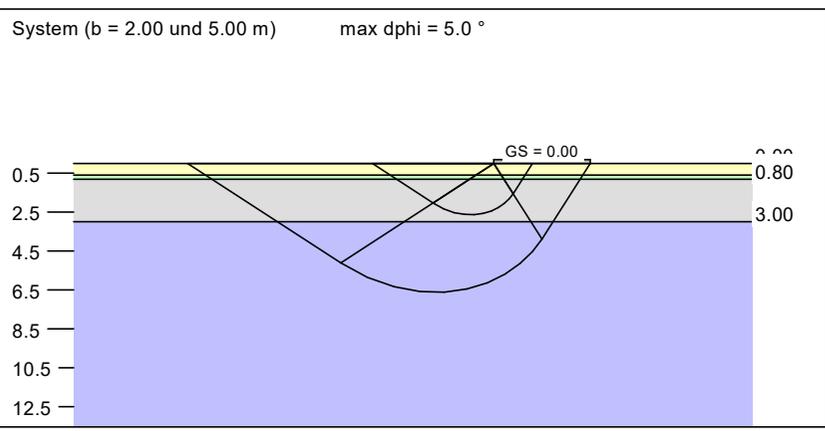
Berechnungsgrundlagen:
 KSF Vorabdimensionierung
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-T
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a = 6.00 m)

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 = 2.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt

$\gamma_{R,v} = 1.30$
 $\gamma_G = 1.20$
 $\gamma_Q = 1.30$

— Sohldruck
 — Setzungen

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	0.60	21.0	12.0	35.0	0.0	120.0	Polster
	0.80	20.0	11.0	30.0	25.0	40.0	Bodenverbesserung
	3.00	18.0	9.0	23.0	2.0	8.0	Geschiebelehm
	>3.00	20.0	11.0	25.0	5.0	15.0	Geschiebemergel



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	197.8	152.1	121.7	1.71	24.2 *	3.01	18.13	0.00	5.39	2.63	7.1
6.00	2.50	231.2	177.8	142.3	2.35	24.3 *	3.52	16.84	0.00	6.33	3.30	6.1
6.00	3.00	261.5	201.2	160.9	3.00	24.4 *	3.88	15.97	0.00	7.17	3.97	5.4
6.00	3.50	283.6	218.2	174.6	3.58	24.4 *	4.05	15.35	0.00	7.86	4.63	4.9
6.00	4.00	303.1	233.2	186.5	4.14	24.4 *	4.17	14.86	0.00	8.48	5.29	4.5
6.00	4.50	320.6	246.6	197.3	4.68	24.4 *	4.26	14.47	0.00	9.05	5.95	4.2
6.00	5.00	336.5	258.8	207.1	5.21	24.4 *	4.34	14.15	0.00	9.56	6.61	4.0

* 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

erdstatische Berechnungen für das
 Bauvorhaben: Errichtung von 2 WEA am Standort
 WP Rehna-Falkenhagen (WEA 11 und WEA 12)
 Projekt-Nr.: kl - 136/04/20-02
 Anlage: 6, Seite 7