BERATENDE INGENIEURE
BAUGRUNDBUERO klein

Baugrunduntersuchungen
Bodenmechanik
Erdstatische Berechnungen
Erd- und Grundbau
Ingenieurgeologische Beratung
Geologie
Laboruntersuchungen
Bau- und Bohrüberwachung

Geotechnischer Bericht

über die Baugrund- und Gründungsverhältnisse für das

Bauvorhaben	:	**Errichtung von 6 WEA am Standort Rubkow**
hier	:	**Verschiebung von 2 WEA und Typenänderung von 3 WEA**
Auftrags-Nr.	:	kl - 247/08/18-01
gültig als	:	Hauptuntersuchung gem. EC-7: DIN EN 1997-1
Auftraggeber	:	Naturwind Schwerin GmbH Schelfstraße 35 19055 Schwerin
Ort, Datum	:	Halle (Saale), 05.11.2020
Bearbeiter	:	M. Hertig Matthias Hertig (M.Sc. Angewandte Geowissenschaften)

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

info@baugrundbuero-klein.de
www.baugrundbuero-klein.de
Steuernummer: 110/184/16915
IBAN: DE77 8005 3762 0387 0858 85
SWIFT-BIC: NOLADE21HAL

Inh. Ralf Klein
Hummelweg 3
06120 Halle (Saale)
+49 (0)345 - 532 36 90
+49 (0)345 - 532 36 92

Inhaltsverzeichnis

Seite

Deckblatt 1
Inhaltsverzeichnis 2
Anlagen 3
Unterlagen 3

1. Bauvorhaben 4
2. Bodenaufschlüsse, Feldmessungen und Laboruntersuchungen 6

3. Ergebnisse der Nacherkundungen 6
3.1 Geologie 6
3.2 Hydrogeologische Verhältnisse 7
3.3 Bautechnische Klassifizierung, Schichteigenschaften und Homogenbereiche 8
3.4 Erdstoffeigenschaften 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 der WEA 03, WEA 04 und WEA 06 11
5.2 Gründung von Zuwegungen und Kranaufstellflächen 12
5.3 Erdarbeiten 14
5.4 Baugrube und Wasserhaltung 15
5.5 Betonaggressivität und Stahlkorrosivität 15

6. Vorschläge und zusätzliche Hinweise 16

Anlagen

Anlage 1	Übersichtslageplan	1 Blatt
Anlage 2	standortabhängige Darstellung der Ergebnisse der Baugrunderkundung	3 Blatt
Anlage 3	Ergebnisse und Auswertung der Drucksondierungen	16 Blatt
Anlage 4	Ergebnisse der Laboruntersuchungen, Betonaggressivität und Stahlkorrosivität, Prüfbericht Nr.: CDR20-004797-1, erstellt durch die WESSLING GmbH am 08.09.2020	7 Blatt
Anlage 5	erdstatische Nachweise einschließlich Zusammenfassung der Ergebnisse der Berechnungen	8 Blatt

Unterlagen

[1] Auftrag der Naturwind Schwerin GmbH

[2] Lageplan mit Aufstellungsanordnung, Zuwegung und Einmaßung, vom AG übermittelt

[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: 09/2020), Kartenportal Umwelt Mecklenburg-Vorpommern (Stand: 09/2020)

[4] Standortbegehung und Durchführung der Aufschlussarbeiten vom 25.08.2020

[5] Gutachten zum Bauvorhaben „Errichtung von 6 WEA am Standort Rubkow“, erstellt durch das Baugrundbüro Klein unter der Projektnummer: kl - 247/08/18 am 14.11.2018

[6] **DIN 18 121 bis 18 128 -** Baugrund; Untersuchung von Bodenproben

[7] **DIN 18 196 -** Erd-/Grundbau; Bodenklassifikation für bautechn. Zwecke (10/1988)

[8] **DIN 4020 -** Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke (10/1990)

[9] **DIN EN ISO 22475-1 -** Baugrund; Aufschluss durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben (10/1990)

[10] **DIN EN ISO 22476-1** - Erkundung durch Drucksondierungen

[11] **DIN 4124 -** Baugruben und Gräben; Böschungen, Arbeitsraumbreiten (10/2002)

[12] **DIN EN 1998-1/NA:2011-01**, Erdbebenzonenkarte (ehemals DIN 4149:2005-04)

[13] Schalplan Nr. 0080-2669, erstellt durch Vestas am 05.12.2019, gültig für Vestas V150 5.0/5.4/5.6MW HH166M, Flachgründung mit Auftriebssicherung

[14] Schalplan Nr. 0067-7898, erstellt durch Vestas am 17.01.2019, gültig für Vestas V136 3.45/3.60/4.0/4.2MW 166M, Flachgründung mit Auftriebssicherung

[15] DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen, Fassung Oktober 2012, Schriften des Deutschen Instituts für Bautechnik, Reihe B, Heft 8 (Seite 14)

1. Bauvorhaben

Die Naturwind Schwerin GmbH plant die Errichtung von 6 Windenergieanlagen (WEA) am Standort WP Rubkow. Das Baugrundbüro Klein erstellte den geotechnischen Bericht zu diesem Bauvorhaben [5].

Im weiteren Planungsverlauf wurden zwei der WEA-Standorte verschoben (WEA 3 und WEA 4) und die Anlagetypen an 3 WEA-Standorten geändert (WEA 3, WEA 4 und WEA 6). Das Baugrundbüro Klein wurde am 09.06.2020 per E-Mail mit baugrundtechnischen Nachuntersuchungen an den neuen WEA-Standorten sowie der Erbringung der erdstatischen Nachweise beauftragt.

Vom Auftraggeber wurden die in Tabelle 1 aufgeführten Koordinaten und Geländehöhen der neuen WEA-Standorte übergeben. Die Absteckung der WEA-Mittelpunkte erfolgte durch das Vermessungsbüro Urban + Nieseke. Die Koordinaten und Geländehöhen von WEA 6 bleiben unverändert und sind dem baugrundtechnischen Bericht vom 14.11.2018 [5] zu entnehmen.

Tabelle 1: Bezeichnung, Geländehöhen und Koordinaten der neuen WEA-Standorte

		DHHN2016	ETRS89|33N	
Bezeichnung	**Lage**	**Höhe [m NHN]**	**Rechtswert**	**Hochwert**
WEA 03	WEA-Mittelpunkt	33,500	414890	5976451
WEA 04	WEA-Mittelpunkt	34,339	414667	5976227

Die Lage- und Höhenangaben sind von planerischer Seite zu überprüfen.

Tabelle 2 enthält die Eckdaten des WEA-Typs für WEA 03 und WEA 06 im WP Rubkow.

Tabelle 2: Eckdaten Flachgründung mit Auftriebswirkung für WEA vom Typ V150 [13]

WEA-Typ nach Schalplan 0080-2669 (05.12.2019) FgmA	Vestas V150 5.0/5.4/5.6MW HH166M
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/m²
statische Drehfedersteifigkeit	$k_{\varphi\ stat}$ = 33.200 MNm/rad
dynamische Drehfedersteifigkeit	$k_{\varphi\ dyn}$ = 120.000 MNm/rad
maximaler Grundwasserstand	max. GOK
zulässige Setzungsdifferenz nach 20 Jahren	Δs ≤ 3 mm/m nach [15]
Wichte der Bodenauflast im Trockenzustand	≥ 18 kN/m³

Der Tabelle 3 sind die Fundamentdaten für den am Standort WEA 04 vorgesehenen WEA-Typ zu entnehmen.

Tabelle 3: Eckdaten Flachgründung mit Auftriebswirkung für WEA vom Typ V136 [14]

WEA-Typ nach Schalplan 0067-7898 (17.01.2019) FgmA	Vestas V136 3.45/3.60/4.0/4.2MW 166M
Gründungsart	Flachgründung mit Auftriebswirkung
Fundament (Außendurchmesser)	kreisrund, Ø 28,50 m
Fundament (Innendurchmesser)	kreisrund, Ø 7,715 m
Fundamentunterkante (außen)	3,348 m u. GOK
Sauberkeitsschicht	ca. 0,10 m
mind. Bodenpressung	177 kN/m²
statische Drehfedersteifigkeit	$k_{\varphi\ stat}$ = 24.700 MNm/rad
dynamische Drehfedersteifigkeit	$k_{\varphi\ dyn}$ = 140.000 MNm/rad
maximaler Grundwasserstand	max. GOK
zulässige Setzungsdifferenz nach 20 Jahren	Δs ≤ 3 mm/m nach [15]
Wichte der Bodenauflast im Trockenzustand	≥ 18 kN/m³

Die Angaben im Schalplan 0067-7898 [14] weichen von den Angaben in der zugehörigen Fundamentstatik 0080-7155 Ver03 ab. Bei den Nachweisen für WEA vom Typ V136 wurden ausschließlich Kennwerte aus dem Schalplan 0067-7898 verwendet. Die in [14] dargestellten Kennwerte und Anforderungen sind geringfügig ungünstiger bzw. höher, sodass die Nachweise mit Bezug auf beide Unterlagen auf der sicheren Seite liegen.

2. Bodenaufschlüsse, Feldmessungen und Laboruntersuchungen

Das generelle Schichtmodell aus der Ersterkundung [5] kann auf die neuen Standorte übertragen werden.

Auftragsgemäß wurden in Ergänzung zu den vorliegenden Altaufschlüssen aus [5] an den neuen Standorten (WEA 3 und WEA 4) am 25.08.2020 je 1 Kleinrammbohrung (BS nach DIN EN ISO 22475-1) am Mittelpunkt der WEA bis max. 11,0 m u. GOK und zusätzlich je 1 Kleinrammbohrung bis max. 3,0 m Tiefe ca. 10 m vom WEA-Mittelpunkt in Richtung der KSF entfernt durch das Baugrundbüro Klein niedergebracht. Die Lage der Aufschlüsse sowie die Bohrprofile sind in der Anlage 2 ersichtlich.

Zur Ermittlung des Spitzendrucks (q_c in MN/m²) und der Mantelreibung (f_s in MN/m²) wurden in 2020 pro WEA-Standort je 3 Drucksondierungen (DS nach DIN EN ISO 22476-1) bis in Tiefen von mind. 30,0 m u. GOK ausgeführt (siehe Anlage 3).

Da im Grundrissbereich der Anlagen annähernd ebenes Gelände vorliegt, wurden die Geländehöhen der Mittelpunkte vereinfacht als Ansatzhöhen der Baugrundaufschlüsse übernommen.

Zur Bestimmung der betonaggressiven und stahlkorrosiven Inhaltsstoffe wurden je eine Bodenprobe von den geplanten Standorten WEA 3 und WEA 4 im chemischen Labor der WESSLING GmbH untersucht. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind im Kapitel 5.5 und in der Anlage 4 ersichtlich.

3. Ergebnisse der Nacherkundungen

3.1 Geologie

Die geologische Situation am Untersuchungsstandort wird durch Lockergesteine des Quartärs (pleistozäne- sowie nacheiszeitliche holozäne Ablagerungen) geprägt.

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 Ergebnis der aktuellen Bohrungen von 25.08.2020 und der vorhergehenden Baugrunderkundung für das Bauvorhaben „Errichtung von 6 WEA am Standort WP Rubkow“ kann von folgendem Schichtmodell ausgegangen werden:

Schicht 1 - Oberboden inkl. Verwitterungshorizont

Der ca. 0,4 m mächtige, überwiegend kalkfreie Oberboden besteht aus einem feinsandigen, humosen Schluff, lokal können auch höhere Mächtigkeiten auftreten. Der Oberboden wurde überwiegend im feuchten Zustand, weich- bis steifplastischer Konsistenz und grauer bis graubrauner Farbgebung angetroffen.

Schicht 2 - Geschiebelehm

Der Geschiebelehm besteht aus einem stark sandigen Schluff mit geringen Kiesanteilen. Die kalkfreie Schicht besitzt eine weich- bis steifplastische Konsistenz und wurde im erdfeuchten bis feuchten Zustand erkundet. Die Farbgebung ist gelb bis hellbraun.

Schicht 3 - Geschiebemergel

Der Geschiebemergel besteht aus einem sandigen Schluff mit geringen Kiesanteilen. Die Schicht 3 steht an allen Standorten mit großer Mächtigkeit an. Die Schichtunterkante wurde bis 11,0 m u. GOK nicht mit direkten Aufschlüssen durchfahren. Nach den Ergebnissen der Drucksondierungen und nach den Ergebnissen der Recherche [3] ist von einer Schichtmächtigkeit >20 m auszugehen. Der Geschiebemergel enthält oft wasserführende Sandlinsen. Die kalkhaltige Schicht besitzt eine überwiegend steifplastische Konsistenz und wurde im erdfeuchten bis feuchten Zustand erkundet. Die Farbgebung ist ockerbraun bis grau.

3.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Während der Feldarbeiten 08/2020 wurde, wie auch in der Ersterkundung [5], an den beiden neuen Standorten unterirdisches Wasser erkundet (siehe Tabelle 4). Sande innerhalb des Geschiebemergels (Schicht 3) können ab Wasseranschnitt unterirdisches Wasser führen.

Tabelle 4: Erkundete Wasseranschnitte und Ruhewasserstände

Standort	Wasserstand 08/2020		Wasserstand 09/2018 (Altstandorte)	
	Wasseranschnitt	Ruhewasserstand	Wasseranschnitt	Ruhewasserstand
WEA 03	8,0 m u. GOK	7,7 m u. GOK	2,7 m u. GOK	3,3 m u. GOK
WEA 04	4,8 m u. GOK	4,3 m u. GOK		3,0 m u. GOK
WEA 06	-	-		3,8 m u. GOK

Die Angabe eines zuverlässigen Schwankungsbereiches des unterirdischen Wassers und die Angabe von Grundwasserhöchstständen ist aufgrund der nur stichprobenhaften Messungen nicht möglich. Die angegebenen Wasserstände sind keine Höchstwasserstände und es muss jederzeit mit höheren Wasserständen gerechnet werden.

Tabelle 5 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 5: Durchschnittliche Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f) der erkundeten Schichten

Schicht	Bezeichnung	k_f-Wert [m/s]	Einschätzung nach DIN 18 130, Teil 1
1	Oberboden	10^{-6} ... 10^{-8}	schwach durchlässig
2	Geschiebelehm Sandlinsen	10^{-7} ... 10^{-9} 10^{-4} ... 10^{-6}	schwach bis sehr schwach durchlässig durchlässig
3	Geschiebemergel Sandlinsen	10^{-9} ... 10^{-11} 10^{-4} ... 10^{-6}	sehr schwach durchlässig durchlässig

Eine gezielte Versickerung von Niederschlagswässern an den WEA-Standorten ist nach DWA-Arbeitsblatt 138 aufgrund der überwiegend geringen Durchlässigkeit der oberflächennahen Schichtenfolgen grundsätzlich nicht möglich.

3.3 Bautechnische Klassifizierung, Schichteigenschaften und Homogenbereiche

Anhand der Feldbefunde lässt sich der anstehende Baugrund nach DIN 18 196, DIN 18 300 und ZTVE-StB wie folgt unterteilen und bautechnisch charakterisieren:

Schicht 1	:	**Oberboden inkl. Verwitterungshorizont**
Bodengruppe	:	**OU, OH**
Bodenklasse	:	*1, 4 gemäß DIN 18300 geltend bis 08/2015*
Konsistenz	:	weich- bis steifplastisch
Wasserdurchlässigkeit	:	gering
Wasserempfindlichkeit	:	hoch
Frostempfindlichkeit	:	sehr stark (F3)
Verdichtungsfähigkeit	:	sehr schlecht (V3)
Zusammendrückbarkeit	:	sehr groß

Schicht 2	:	**Geschiebelehm**
Bodengruppe	:	**ST*, SU*, TL**
Bodenklasse	:	*4 gemäß DIN 18300 geltend bis 08/2015*
Bindigkeit	:	bindig, schwach plastisch
Konsistenz	:	weich- bis steifplastisch
Wasserdurchlässigkeit	:	gering
Wasserempfindlichkeit	:	sehr hoch
Frostempfindlichkeit	:	sehr stark (F3)
Verdichtungsfähigkeit	:	sehr schlecht (V3)
Zusammendrückbarkeit	:	mittel

Schicht 3	:	**Geschiebemergel**
Bodengruppe	:	**SU*, TL**
Bodenklasse	:	*4 gemäß DIN 18300 geltend bis 08/2015*
Bindigkeit	:	bindig, schwach plastisch
Konsistenz	:	überwiegend steifplastisch
Wasserempfindlichkeit	:	sehr hoch
Wasserdurchlässigkeit	:	gering
Frostempfindlichkeit	:	sehr groß (F3)
Verdichtungsfähigkeit	:	sehr schlecht (V3)
Zusammendrückbarkeit	:	mittel bis gering

Für das Bauvorhaben wird aufgrund der geologischen sowie hydrogeologischen Verhältnisse und unter Berücksichtigung der Aufgabenstellung die **- geotechnische Kategorie 3 -** nach der DIN 4020 [8] festgelegt.

3.4 Erdstoffeigenschaften

Schicht 1 - Oberboden inkl. Verwitterungshorizont

- angetroffene max. Mächtigkeit ca. 0,4 m, lokal können höhere Mächtigkeiten auftreten,
- überwiegend steifplastische Konsistenz,
- nicht bebaubar, unterliegt dem Aushub und ist als Geländeregulierung vorzusehen,
- als Gründungsunterlage nicht geeignet.

Schicht 2 - Geschiebelehm

- überwiegend steifplastische Konsistenz,
- sehr stark frost- und wasserempfindlich,
- bei Wasserzutritt bzw. flächenhafter Durchfeuchtung sind Aufweichungen und damit Konsistenzveränderungen möglich,

- als Gründungsunterlage nicht geeignet.

Schicht 3 - Geschiebemergel

- überwiegend steifplastische bis halbfeste Konsistenz,
- Schichtwasserführung in Sandlinsen erkundet,
- sehr stark frost- und wasserempfindlich,
- bei Wasserzutritt bzw. flächenhafter Durchfeuchtung sind Aufweichungen und damit Konsistenzveränderungen möglich,
- mit Bezug auf das Bauvorhaben als Gründungsunterlage geeignet.

4. Erdstatische Nachweise

4.1 Tragfähigkeit

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

Der Geschiebemergel (Schicht 3) ist in mind. steifplastischer Konsistenz mit Bezug auf das Bauvorhaben ausreichend tragfähig und als Gründungshorizont für eine Flachgründung zu erschließen.

4.2 Charakteristische Berechnungskennwerte

Für erdstatische Berechnungen können die in Tabelle 6 angegebenen geotechnischen Kennwerte angesetzt werden.

Tabelle 6: Charakteristische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

charakteristische Berechnungswerte [Schicht Nr.]			Polster [-]	Geschiebelehm [2]	Geschiebemergel [3]
Wichte	γ	[kN/m³]	20	18	20
Wichte unter Auftrieb	γ'	[kN/m³]	10	8	10
Reibungswinkel	ϕ'_k	[°]	35	20	25
Kohäsion	c	[kN/m²]	0	3	5
Querdehnungszahl	v	-	0,25	0,45 … 0,35	≤ 0,40
Steifemodul, stat.	$E_{s,stat.}$	[MN/m²]	80	5 … 15	≥ 15
Steifemodul, dyn.	$E_{s,dyn.}$	[MN/m²]	220	55 … 95	≥ 95

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 und Wasserstände des jeweiligen Standortes sind den Aufschlussprofilen (Anlage 2) zu entnehmen. Für den Oberboden (Schicht 1) werden keine Kennwerte vergeben.

5. Zusammenfassende Beurteilung der Bodenverhältnisse und Vorschläge für bautechnische Maßnahmen

5.1 Gründung der WEA 03, WEA 04 und WEA 06

Unter Berücksichtigung der Erkundungsergebnisse und Berechnungskennwerte sowie mit Bezug auf die Fundamentdaten [13 und 14] kann an allen 3 WEA-Standorten eine Flachgründung auf einem 0,55 m mächtigem Ausgleichspolster ausgeführt werden (Tabelle 7).

In Anlage 5 sind die durchgeführten Grundbruch- und Setzungsberechnungen für die neuen Standorte WEA 03 und WEA 04, sowie für den geänderten Anlagentyp an Standort WEA 06 enthalten. Die Berechnungen ergaben, dass bei fachgerechter Ausführung der Gründungsarbeiten eine zulässige Schiefstellung von ≤ 3 mm/m an den Standorten eingehalten wird.

Die Gründungsempfehlungen für die WEA 03 und WEA 04 decken sich mit denen an den Ursprungs-Standorten [5]. Auch die Änderung des Anlagentyps an Standort WEA 6 führt zu keinen Veränderungen hinsichtlich der Gründungsempfehlung.

Tabelle 7: Dimensionierung der Gründungspolster

Angaben	WEA 03, WEA 04 und WEA 06
Polster - OK [m u. GOK]	ca. 3,45 m
Polster - UK [m u. GOK] - Aushubtiefe	ca. 4,00 m
Polstermächtigkeit	ca. 0,55 m

Folgender Verfahrensweg ist bei der Fundamentherstellung an den WEA umzusetzen:

- die Fundamente sind fachgerecht und unter Berücksichtigung der örtlichen Geländemorphologie und Wasserführung zu gründen,
- der Bodenaushub ist bis zur vorgegebenen Aushubtiefe auszuführen (Tabelle 7),

- die Aushubsohlen sind durch den Unterzeichner des Gutachtens für die Überbauung freigeben zu lassen,
- möglicherweise tiefer reichende, aufgelockerte oder aufgeweichte Bereiche sind bei der Baugrubenherstellung komplett aufzunehmen und gegen einbau- und verdichtungsfähige Materialien (u. a. Brechkorngemisch etc.) auszutauschen,
- bei Bedarf ist die hergestellte Baugrubensohle fachgerecht nachzuverdichten,
- auf der Gründungssohle ist ein Geotextil mit Trennfunktion so zu verlegen, dass das Gründungspolster seitlich eingeschlagen werden kann,
- danach erfolgt der lagenweise Einbau des Gründungspolsters,
- die Gründungspolster sind aus geeignetem, zertifiziertem Brechkornmaterial herzustellen, die Verwendung von Ziegel-Recycling o. ä. ist nicht zulässig, eine Verwendung von Beton-Recycling ist nur außerhalb von Wasserschutzgebieten 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 sind bis zur vorgegebenen Gründungsordinate vorzunehmen,
- auf der OK der Gründungspolster ist ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100$ % bzw. ein Verformungsmodul von $E_{v2} > 80$ MN/m² bzw. $E_{vd} > 35$ MN/m² nachzuweisen,
- abschließend erfolgt der sofortige Einbau (am gleichen Tag) der Sauberkeitsschicht,
- bei der Herstellung der Sauberkeitsschicht ist am Baugrubenrand ein ca. 0,5 m breiter Streifen umlaufend freizuhalten.

Der Nachweis der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit liegt diesem Bericht als Anlage 5 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.

5.2 Gründung von Zuwegungen und Kranstellflächen

Zuwegungen und Kranstellflächen sind unter Beachtung des Lastausbreitungswinkels von 45° aus geeigneten und gut verdichtbaren Baustoffen (Brechkorngemisch mit Feinkornanteil ≤ 15 %, u. a. Betonrecycling ohne Ziegelanteile) herzustellen.

Zur Gewährleistung der Frostsicherheit sind geeignete, frostunempfindliche und gut verdichtbare Baustoffe (Brechkorngemisch mit Feinkornanteil ≤ 5 %, u. a. Betonrecycling ohne Ziegelanteile) zu verwenden.

Im Gründungsbereich ggf. anstehende aufgeweichte bzw. aufgelockerte Böden sowie humose bzw. organische Böden sind vollständig aus dem Gründungsbereich zu entfernen und durch geeignete Baustoffe zu ersetzen.

Der Oberboden (Schicht 1) und der Geschiebemergel (Schicht 2) sind stark wasserempfindlich. Die Gründungsarbeiten sollten daher 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 $E_{v2} \geq 45$ MN/m² 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 statisch zu verdichten. Alternativ kann eine Bodenstabilisierung mit hydraulischen Bindemitteln erfolgen.

In stark vernässten Bereichen bzw. bei organischen Böden sind Zusatzmaßnahmen (u. a. Erhöhung der Mächtigkeit von Tragschichten, Einsatz von Geogitter, Einsatz von Bindemitteln etc.) vorzusehen. Ggf. sind die Erdarbeiten im Vor-Kopf-Einbau durchzuführen.

Auf den Zuwegungen ist eine Mindesttragfähigkeit von $E_{v2} \geq 100$ MN/m² auf der Tragschicht nachzuweisen.

Kranstellflächen

Der Oberboden (Schicht 1), Aufweichungen und Auflockerungen sind aus dem Gründungsbereich der Kranstellfläche zu entfernen. Auf dem nachverdichteten Planum ist eine Mindesttragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45$ MN/m² 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 ausgeführt werden. Das Planum ist vor nachträglichen Aufweichungen zu schützen.

Für die Kranstellflächen ist eine Tragschicht aus geeigneten Baustoffen mit einer Mindestmächtigkeit ≥ 0,60 m herzustellen. Die Einbaustärke der einzelnen Lagen beträgt max. 0,30 m. Die einzelnen Lagen sind fachgerecht zu verdichten. Auf Kranaufstellflächen ist eine Mindesttragfähigkeit von E_{v2} ≥ 120 MN/m² 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.

Für die Anschüttung / Hinterfüllung der Fundamente sind mindestens steifplastische (schwach feuchte) bzw. geeignete rollige Erdstoffe zu verwenden, die bei fachgerechter Verdichtung die Anforderung (Wichte γ ≥ 18 kN/m³) erfüllen. 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.

Werden stark durchfeuchtete Aushubmaterialien für die Anschüttung verwendet oder bei nicht fachgerechtem Einbau und Verdichtung der Anschüttungen / Hinterfüllungen, können spätere Geländeregulierungen erforderlich werden (u. a. Erosion und Setzungsunterschiede). Unzureichend verdichtete Bereiche sind zudem sehr anfällig für nachträgliche Aufweichungen durch Tages- oder Sickerwässer.

Die Verwendung der Materialien für höhere Beanspruchungen bedarf einer Eignungsprüfung für den speziellen Anwendungszweck.

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 [11] bis zu einer Tiefe von 1,25 m senkrecht angelegt werden. Bei größeren Tiefen ist mit max. 60° abzuböschen oder nach statischen und konstruktiven Erfordernissen zu verbauen. Ein Ausfließen von Böden ist auszuschließen.

Während der aktuellen Aufschlussarbeiten 08/2020 wurde an den neuen WEA-Standorten unterirdisches Wasser ab Tiefen von 4,8 m bis 8,0 m unter GOK registriert. Bei der Erkundung der WEA 06 wurde bei den Aufschlussarbeiten 09/2018 unterirdisches Wasser bei 3,8 m u. GOK erkundet.

Alle anfallenden Wässer sind mittels offener Wasserhaltung sicher zu fassen und gezielt abzuleiten. Je nach Wasserandrang sind ggf. mehrere Pumpen vorzuhalten, vorauseilend einzubauen und zu betreiben.

Wasserhaltungsanlagen müssen der Größe der Baugrube, eventuellen Starkregenereignissen und dem anstehenden Baugrund angepasst sein. Die Wasserhaltungen sind bis zur fachgerechten Hinterfüllung der Fundamente aufrechtzuerhalten. Entsprechende Positionen sind im Leistungsverzeichnis zu berücksichtigen.

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

In Ergänzung zur Bodenuntersuchung aus [5] wurden an den neuen Standorten der WEA 03 und WEA 04 zwei Bodenproben aus den Bohrungen BS 3/20 und BS 4/20 entnommen und im Labor der WESSLING GmbH auf Betonaggressivität und Stahlkorrosivität untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 8 und im Detail in Anlage 4 enthalten.

Tabelle 8: Betonaggressivität und Stahlkorrosivität Boden

Standort/ Probe	Betonaggressivität nach DIN 4030	Stahlaggressivität von Böden nach DIN 50 929 Teil 3		
		Mulden- und Lochkorrosion	Flächenkorrosion	Bodenklasse
BS 3/20 (Schicht 3)	nicht betonangreifend	gering	sehr gering	Ib
BS 4/20 (Schicht 3)	nicht betonangreifend	sehr gering	sehr gering	Ia

Aus baugrundtechnischer Sicht wird die Expositionsklasse XA1 festgelegt. Die weiterführenden 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 waren 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.

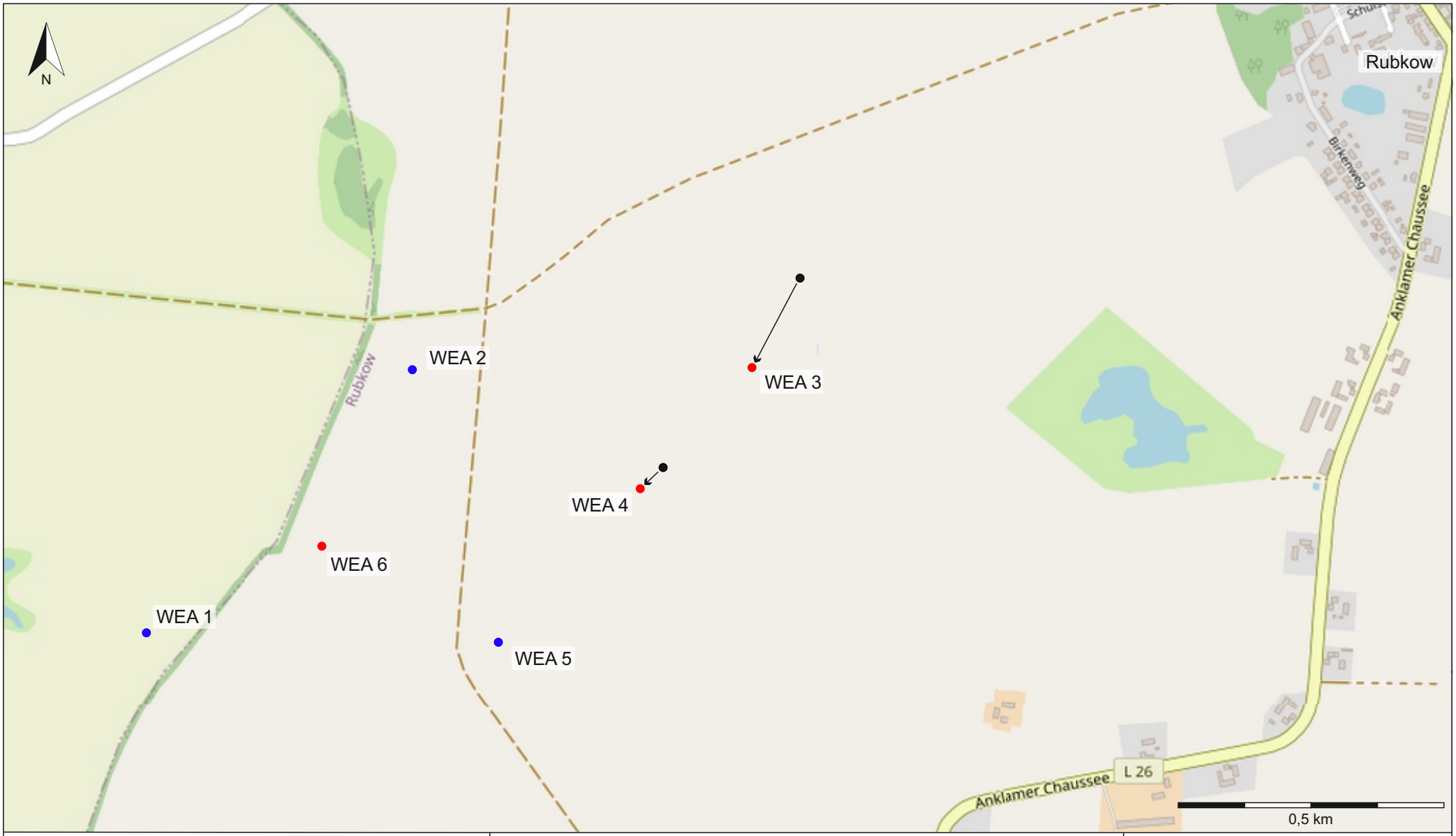
An den WEA-Standorten ist eine Gründung mit einer Einbindung der Fundamentunterkante unterhalb der vorhandenen GOK grundsätzlich mit Auftriebssicherung auszuführen. Bei allen Erdarbeiten ist zu beachten, dass ab dem Grundwasseranschnitt mit einem sehr starken Wasserandrang zu rechnen ist.

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 Gutachten angegebene Variante realisiert, so ist dies mit dem Baugrundbüro Klein abzustimmen. Gleiches gilt insbesondere auch für weitere laterale Verschiebungen der WEA-Standorte.

Das vorliegende Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit und in Verbindung mit dem Erstgutachten [5] verbindlich und gilt in seiner inhaltlichen und räumlichen Abgrenzung für das beschriebene Bauvorhaben **„Errichtung von 6 WEA am Standort WP Rubkow, Standortverschiebung von 2 WEA und Typenänderung von 3 WEA“**.

Alle Empfehlungen und Folgerungen basieren ausschließlich auf den aufgeführten Unterlagen und dem zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung vorliegenden Planungsstand.

* * * * * * * * *

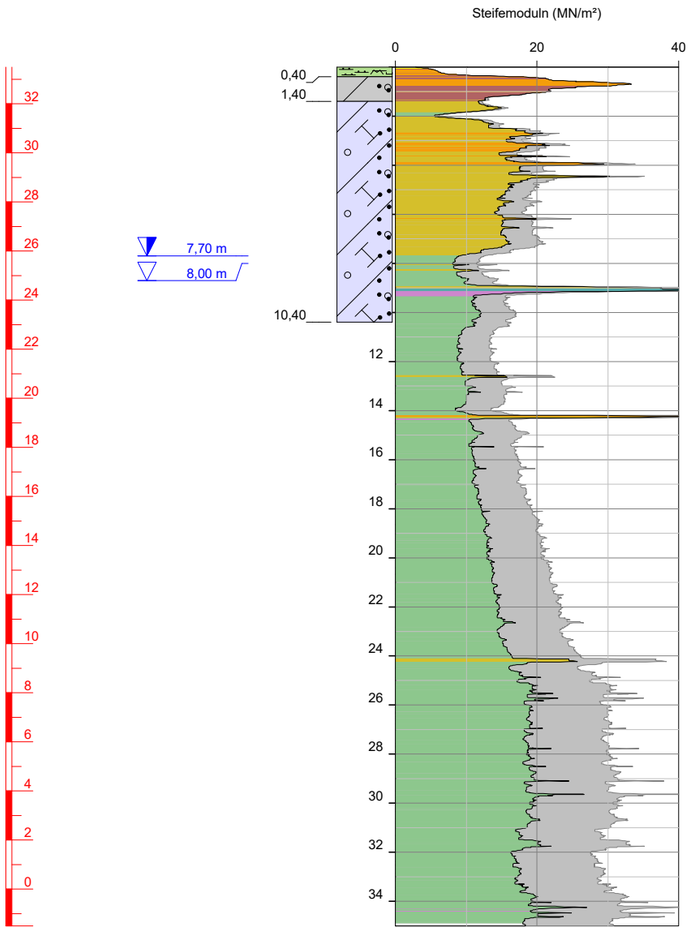


Lageskizze der WEA-Standorte	Projekt: 6 WEA Rubkow, Typenänderung und Standortverschiebung		Lagestatus: ETRS89|33N
	Auftraggeber: Naturwind Schwerin GmbH		Höhenstatus: DHHN16
● unveränderte Altstandorte ● verschobene Altstandorte ● aktuelle Standorte	Projekt-Nr.: kl - 247/08/18-01 Bearbeiter: Hertig Anlage: 1 Blatt-Nr.: 1	Baugrundbüro Klein Hummelweg 3 06120 Halle (Saale) Tel.: +49 (345) 532 36 90 E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de	BERATENDE INGENIEURE BAUGRUNDBUERO klein

Höhenmaßstab: 1:250

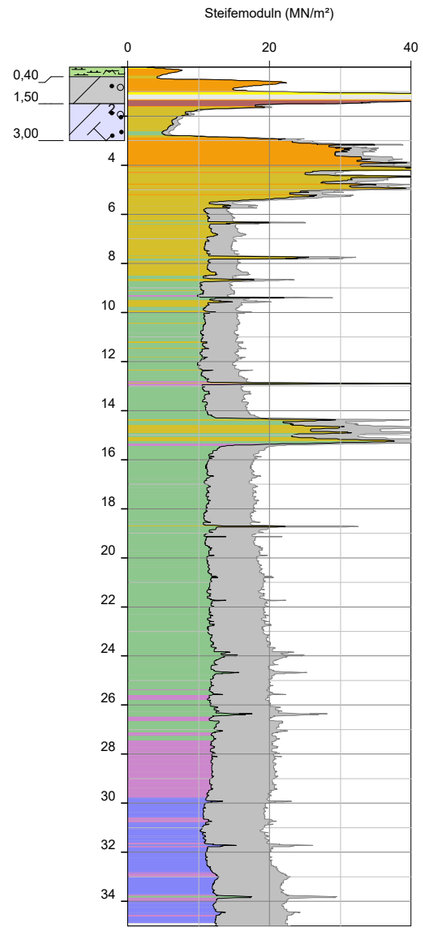
BS 3/20 DS 3a

BS nach DIN EN ISO 22475-1 DS nach DIN EN ISO 22476-1



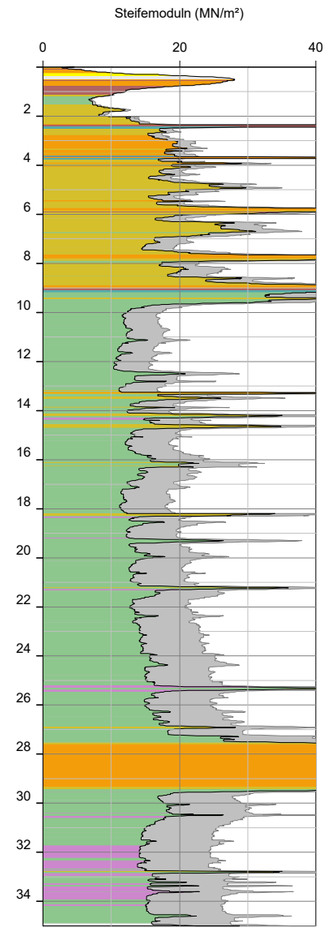
BS 3a/20 DS 3b

BS nach DIN EN ISO 22475-1 DS nach DIN EN ISO 22476-1



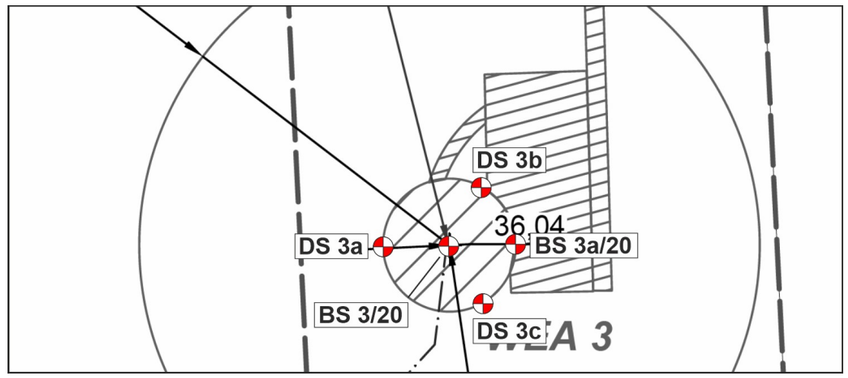
DS 3c

DS nach DIN EN ISO 22476-1



UK	Schichtinhalt
0,40 m	Schicht 1 (erkundete Mächtigkeit 0,40 m) - Mutterboden - Schluff, stark tonig, schwach feinsandig, humos - feucht, steif - leicht zu bohren - Bodengruppe: OU (Schluffe, organisch) - kalkfrei - graubraun
1,40 m	Schicht 2 (erkundete Mächtigkeit 1,00 m) - Geschiebelehm - Schluff, schwach tonig, feinsandig, stark mittelsandig, schwach feinkiesig - erdfeucht, steif - mäßig schwer zu bohren - Bodengruppe: TL (Ton, leicht plastisch), SU* (Sand, stark schluffig) - kalkfrei - gelb, hellbraun
10,40 m	Schicht 3 (erkundete Mächtigkeit 9,00 m) - Geschiebemergel - Schluff, tonig, feinsandig, stark mittelsandig, schwach feinkiesig - ab 5,5 m vernässt, hohe Mantelreibung - Wasseranschnitt (8,0 m), Grundwasserstand nach Beendigung der Bohrung (7,7 m) - feucht, steif - schwer zu bohren - Bodengruppe: TL (Ton, leicht plastisch), SU* (Sand, stark schluffig) - kalkhaltig - braunocker, grau
Endteufe bzw. technischer Abbruch	

UK	Schichtinhalt
0,40 m	Schicht 1 (erkundete Mächtigkeit 0,40 m) - Mutterboden - Schluff, stark tonig, schwach feinsandig, humos - feucht, steif - leicht zu bohren - Bodengruppe: OU (Schluffe, organisch) - kalkfrei - graubraun
1,50 m	Schicht 2 (erkundete Mächtigkeit 1,10 m) - Geschiebelehm - Schluff, Feinsand, mittelsandig, schwach feinkiesig - erdfeucht, steif - mäßig schwer zu bohren - Bodengruppe: TL (Ton, leicht plastisch), SU* (Sand, stark schluffig) - kalkfrei - gelb, hellbraun
3,00 m	Schicht 3 (erkundete Mächtigkeit 1,50 m) - Geschiebemergel - Schluff, tonig, feinsandig, stark mittelsandig, schwach feinkiesig - sehr feucht, steif - schwer zu bohren - Bodengruppe: TL (Ton, leicht plastisch), SU* (Sand, stark schluffig) - kalkhaltig - braunocker, grau
Endteufe bzw. technischer Abbruch	



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

Aufschlüsse:	Datum:	Ansatzhöhe:	Rechtswert:	Hochwert:
DS 3a	25.08.2020	33,5 m NHN	414880,0	5976451,0
DS 3b	25.08.2020	33,5 m NHN	414895,0	5976459,7
DS 3c	25.08.2020	33,5 m NHN	414895,0	5976442,3
BS 3/20	25.08.2020	33,5 m NHN	414890,0	5976451,0
BS 3a/20	25.08.2020	33,5 m NHN	414900,0	5976451,0

Projekt: **WP Rubkow**

Auftraggeber: Naturwind Schwerin GmbH

Standort: Verschiebung WEA 03

Projekt-Nr.: kl - 247/08/18-01

Bearbeiter: Hertig

Anlage: 2

Blatt-Nr.: 1

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

Lagestatus: ETRS 89|33N

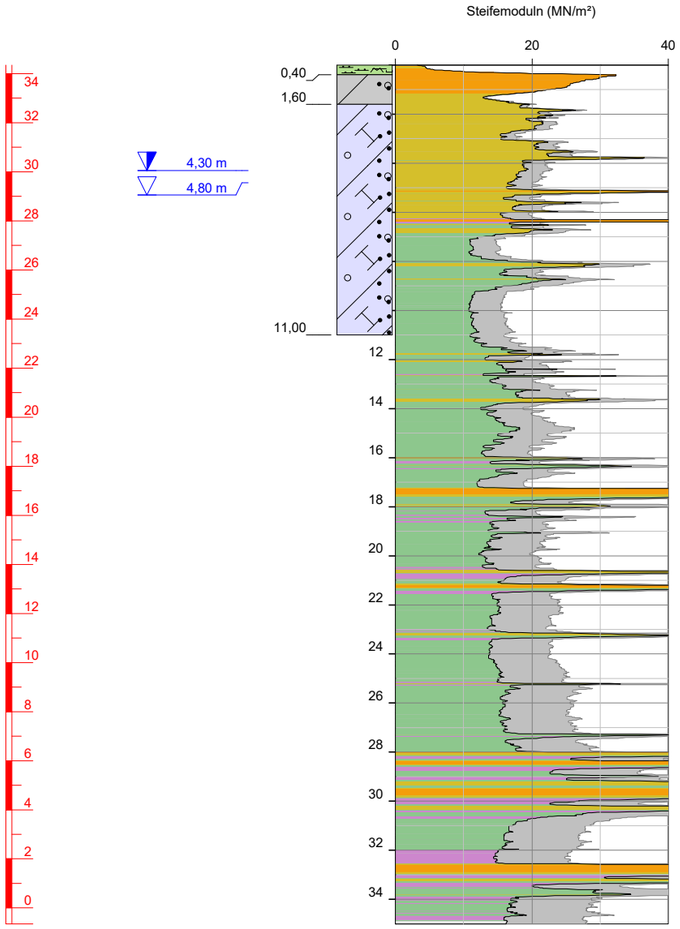
Höhenstatus: DHHN2016

BERATENDE INGENIEURE BAUGRUNDBUERO klein

Höhenmaßstab: 1:250

BS 4/20 DS 4a

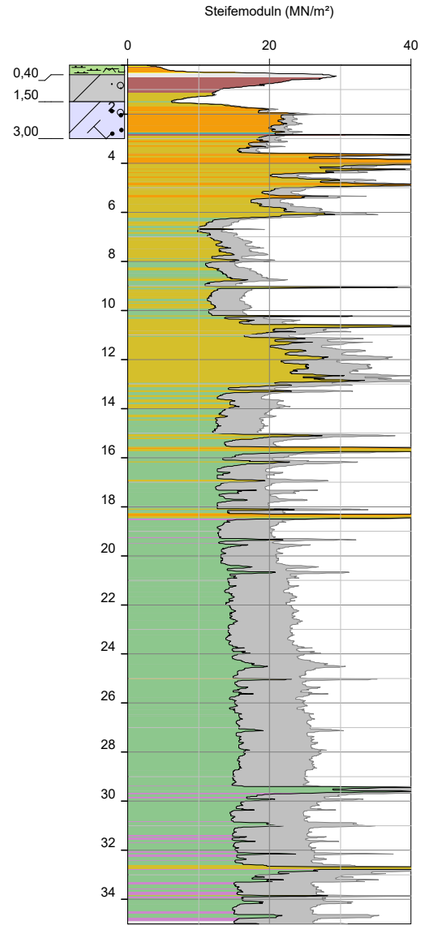
BS nach DIN EN ISO 22475-1 DS nach DIN EN ISO 22476-1



UK	Schichtinhalt
0,40 m	Schicht 1 (erkundete Mächtigkeit 0,40 m) - Mutterboden - Schluff, tonig, feinsandig, humos - feucht, steif - mäßig schwer zu bohren - Bodengruppe: OU (Schluffe, organisch) - kalkhaltig - graubraun
1,60 m	Schicht 2 (erkundete Mächtigkeit 1,20 m) - Geschiebelehm - Schluff, schwach tonig, feinsandig, stark mittelsandig, schwach feinkiesig - erdfeucht bis feucht, steif - mäßig schwer zu bohren - Bodengruppe: TL (Ton, leicht plastisch), SU* (Sand, stark schluffig) - kalkfrei - hellbraun bis dunkelgrau
11,00 m	Schicht 3 (erkundete Mächtigkeit 9,40 m) - Geschiebemergel - Schluff, schwach tonig, feinsandig, stark mittelsandig, schwach feinkiesig - ab 5,0 m vernässt und aufgeweicht, ab 9,0 m graue Färbung, hohe Mantelreibung - Wasseranschnitt (4,8 m), Grundwasserstand nach Beendigung der Bohrung (4,3 m) - feucht, steif - schwer zu bohren - Bodengruppe: TL (Ton, leicht plastisch), SU* (Sand, stark schluffig) - stark kalkhaltig - braunocker
Endteufe bzw. technischer Abbruch	

BS 4a/20 DS 4b

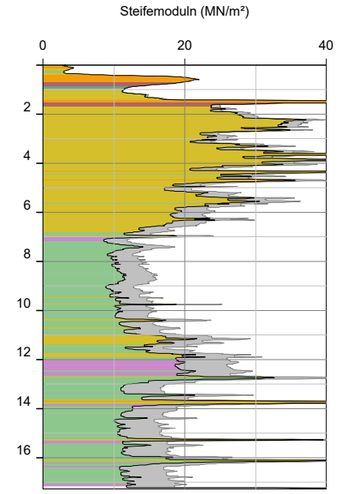
BS nach DIN EN ISO 22475-1 DS nach DIN EN ISO 22476-1

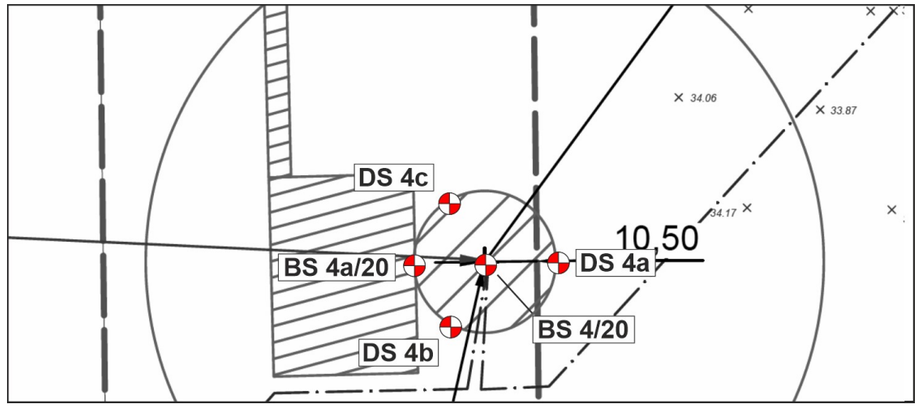


UK	Schichtinhalt
0,40 m	Schicht 1 (erkundete Mächtigkeit 0,40 m) - Mutterboden - Schluff, stark tonig, humos - feucht, steif - mäßig schwer zu bohren - Bodengruppe: OU (Schluffe, organisch) - kalkhaltig - graubraun
1,50 m	Schicht 2 (erkundete Mächtigkeit 1,10 m) - Geschiebelehm - Schluff, schwach tonig, stark feinsandig, schwach mittelsandig - erdfeucht, steif - mäßig schwer zu bohren - Bodengruppe: TL (Ton, leicht plastisch), SU* (Sand, stark schluffig) - kalkfrei - gelb, hellbraun, braun
3,00 m	Schicht 3 (erkundete Mächtigkeit 1,50 m) - Geschiebemergel - Schluff, schwach tonig, feinsandig, stark mittelsandig, schwach feinkiesig - feucht, steif - mäßig schwer zu bohren - Bodengruppe: TL (Ton, leicht plastisch), SU* (Sand, stark schluffig) - kalkhaltig - braunocker
Endteufe bzw. technischer Abbruch	

DS 4c

DS nach DIN EN ISO 22476-1





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

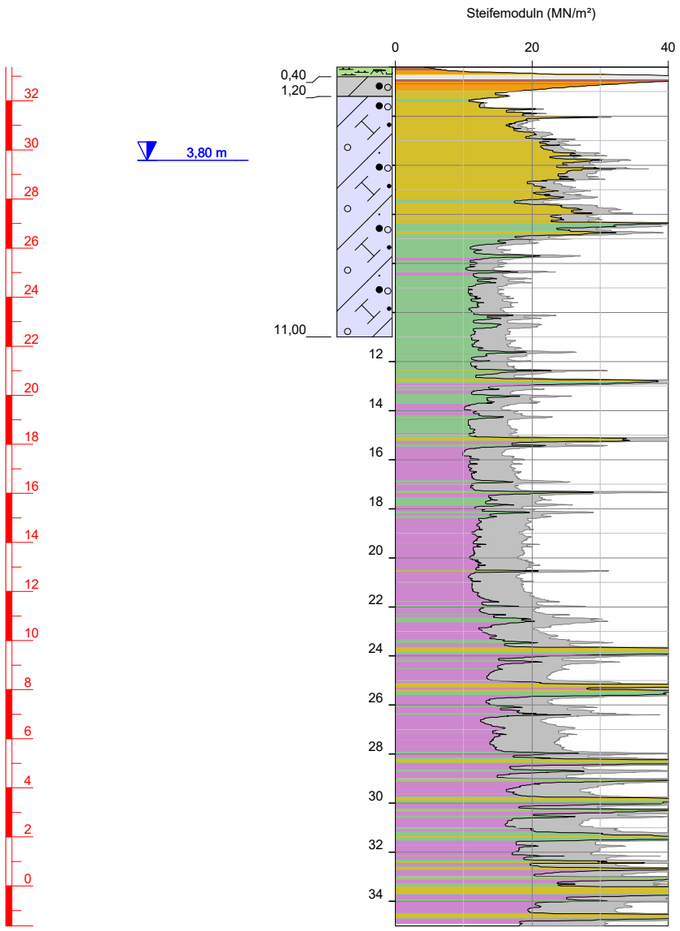
Aufschlüsse:	Datum:	Ansatzhöhe:	Rechtswert:	Hochwert:
DS 4a	25.08.2020	34,3 m NHN	414677,0	5976227,0
DS 4b	25.08.2020	34,3 m NHN	414662,0	5976218,3
DS 4c	25.08.2020	34,3 m NHN	414662,0	5976235,7
BS 4/20	25.08.2020	34,3 m NHN	414667,0	5976227,0
BS 4a/20	25.08.2020	34,3 m NHN	414656,0	5976227,0

Projekt:	**WP Rubkow**		
Auftraggeber:	Naturwind Schwerin GmbH		Lagestatus: ETRS 89|33N
Standort:	Verschiebung WEA 04		Höhenstatus: DHHN2016
Projekt-Nr.:	kl - 247/08/18-01	Baugrundbüro Klein Hummelweg 3 06120 Halle (Saale) Tel.: +49 (345) 532 36 90 E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de	BERATENDE INGENIEURE BAUGRUNDBUERO klein
Bearbeiter:	Hertig		
Anlage:	2		
Blatt-Nr.:	2		

Höhenmaßstab: 1:250

BS 6/18 — DS 6-NW/18

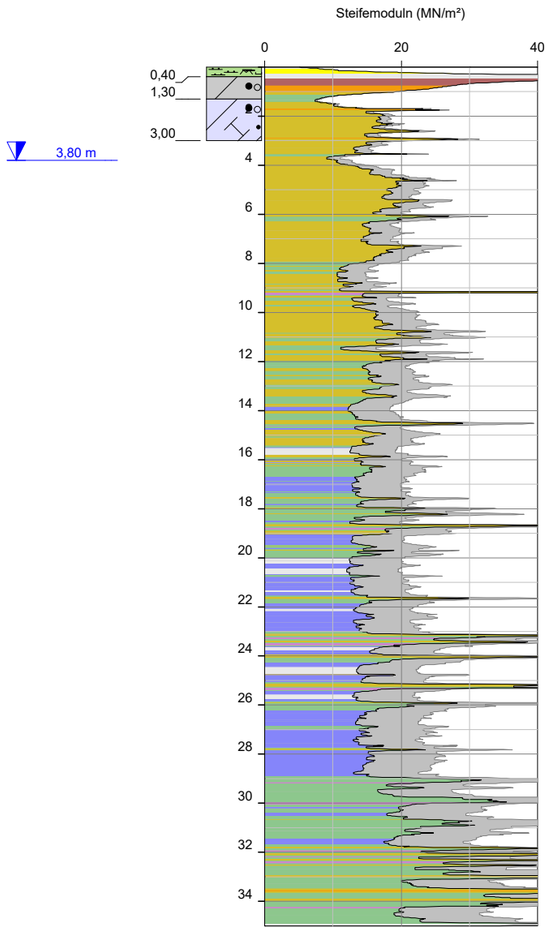
BS nach DIN EN ISO 22475-1 — DS nach DIN EN ISO 22476-1



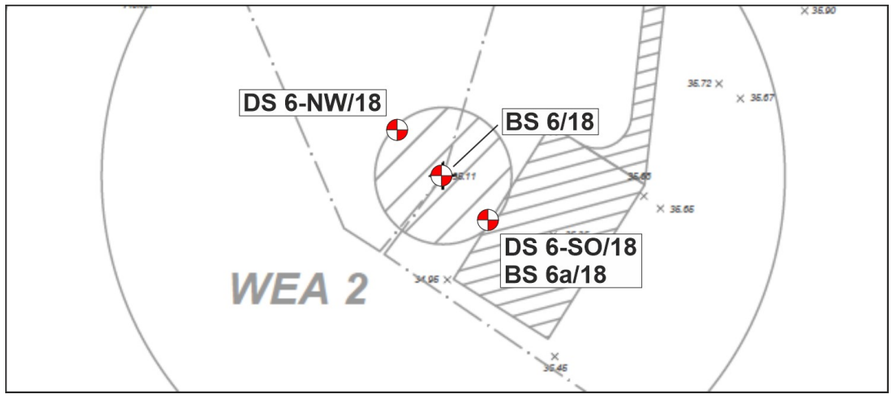
UK	Schichtinhalt
0,40 m	Schicht 1 (erkundete Mächtigkeit 0,40 m) - Mutterboden - Schluff, schwach humos, schwach feinsandig - steif, schwach feucht - Bodengruppe: OU (Schluffe, organisch) - Bodenklasse: 1|4 - kalkfrei - grau
1,20 m	Schicht 2 (erkundete Mächtigkeit 0,80 m) - Geschiebelehm - Schluff, sandig, sehr schwach kiesig - steif, feucht - Bodengruppe: TL (Ton, leicht plastisch), ST* (Sand, stark tonig) - Bodenklasse: 4 - kalkfrei - hellbraun
11,00 m	Schicht 3 (erkundete Mächtigkeit 9,80 m) - Geschiebemergel - Schluff, sandig, schwach tonig, sehr schwach kiesig - wasserführende Sandlinsen - Grundwasserstand nach Beendigung der Bohrung (3.8 m) - steif, feucht - Bodengruppe: TL (Ton, leicht plastisch) - Bodenklasse: 4 - stark kalkhaltig - graubraun
Endteufe bzw. technischer Abbruch	

BS 6a/18 — DS 6-SO/18

BS nach DIN EN ISO 22475-1 — DS nach DIN EN ISO 22476-1



UK	Schichtinhalt
0,40 m	Schicht 1 (erkundete Mächtigkeit 0,40 m) - Mutterboden - Schluff, schwach humos, schwach feinsandig - steif, schwach feucht - Bodengruppe: OU (Schluffe, organisch) - Bodenklasse: 1|4 - kalkfrei - grau
1,30 m	Schicht 2 (erkundete Mächtigkeit 0,90 m) - Geschiebelehm - Schluff, sandig, sehr schwach kiesig - steif, feucht - Bodengruppe: TL (Ton, leicht plastisch), ST* (Sand, stark tonig) - Bodenklasse: 4 - kalkfrei - hellbraun
3,00 m	Schicht 3 (erkundete Mächtigkeit 1,70 m) - Geschiebemergel - Schluff, sandig, schwach tonig, sehr schwach kiesig - Sandlinsen - steif, feucht bis naß - Bodengruppe: TL (Ton, leicht plastisch) - Bodenklasse: 4 - kalkhaltig - graubraun
Endteufe bzw. technischer Abbruch	



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

Aufschlüsse:	Datum:	Ansatzhöhe:	Rechtswert:	Hochwert:
DS 6-NW/18	19.09.2018	33,4 m ü. NHN	414062,0	5976126,0
DS 6-SO/18	19.09.2018	33,4 m ü. NHN	414076,0	5976112,0
BS 6/18	19.09.2018	33,4 m ü. NHN	414069,0	5976119,0
BS 6a/18	19.09.2018	33,4 m ü. NHN	414069,0	5976119,0

Projekt: **WP Rubkow**

Auftraggeber: Naturwind Schwerin GmbH

Lagestatus: ETRS 89|33N

Standort: WEA 06

Höhenstatus: DHHN 92

Projekt-Nr.: kl - 247/08/18

Bearbeiter: Köhler

Anlage: 2

Blatt-Nr.: 3

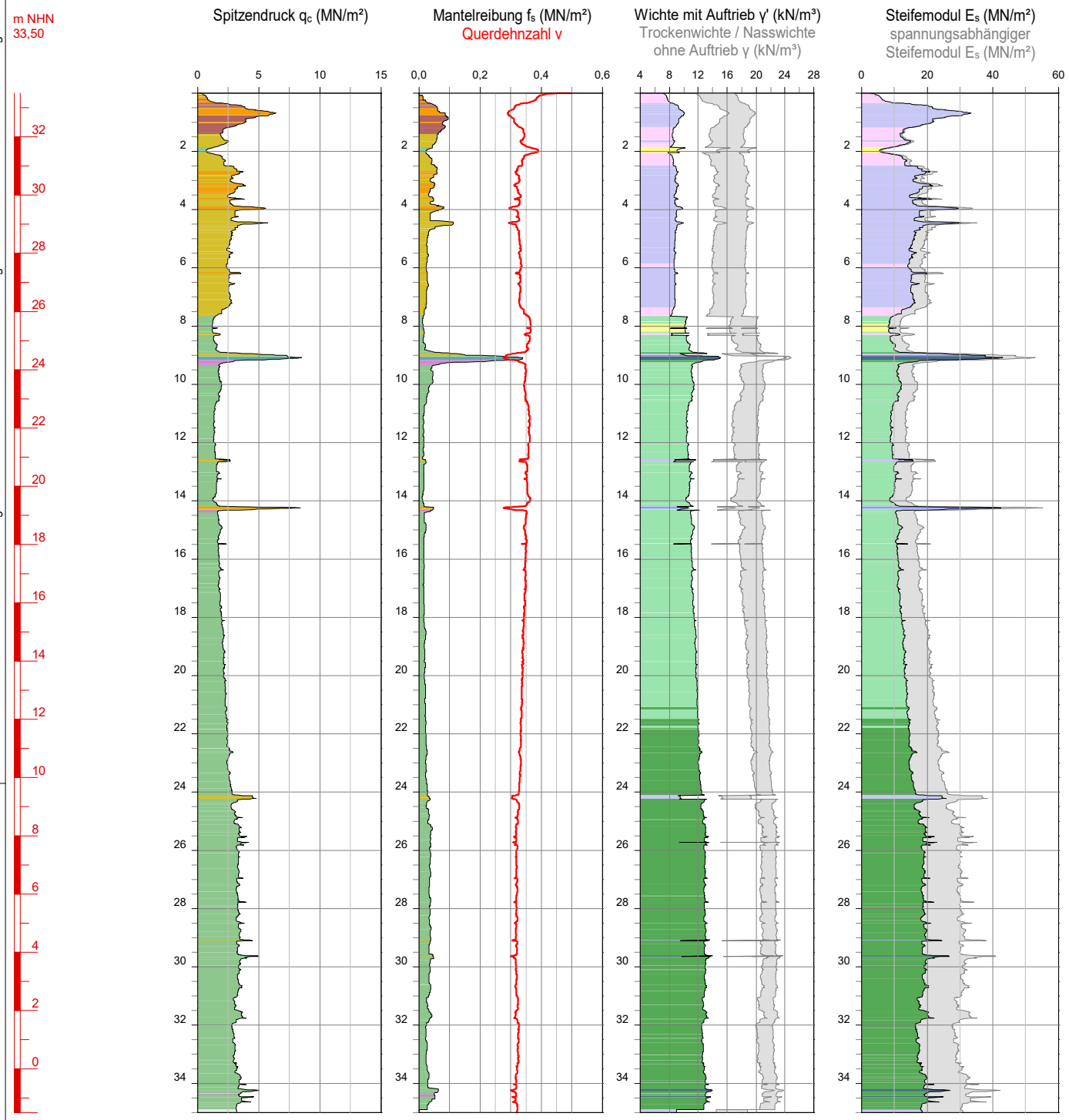
Baugrundbüro Klein
Hummelweg 3
06120 Halle (Saale)
Tel.: +49 (345) 532 36 90
E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de

BERATENDE INGENIEURE BAUGRUNDBUERO klein

Baugrundbüro Klein - Version 08/2020 - Messergebnisse und Bodenkennwerte für Setzungsberechnungen

Höhenmaßstab 1:200

DS 3a



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 Rubkow		
Projekt-Nr.:	kl - 247/08/18-01		
Aufschluss:	**DS 3a**		
Standort:	Verschiebung WEA 03		
Auftraggeber:	Naturwind Schwerin GmbH		
Aufschlussdatum:	25.08.2020	Bearbeiter:	Hertig
Lagestatus:	ETRS 89|33N		
Rechtswert:	414880,0	Hochwert:	5976451,0
Höhenstatus:	DHHN2016		
Ansatzhöhe:	33,50 m NHN		
Endtiefe:	-1,50 (35,00 m u. GOK)		
Anlage:	**3.1 | Blatt 1**		

Baugrundbüro Klein
Hummelweg 3
06120 Halle / Dölau

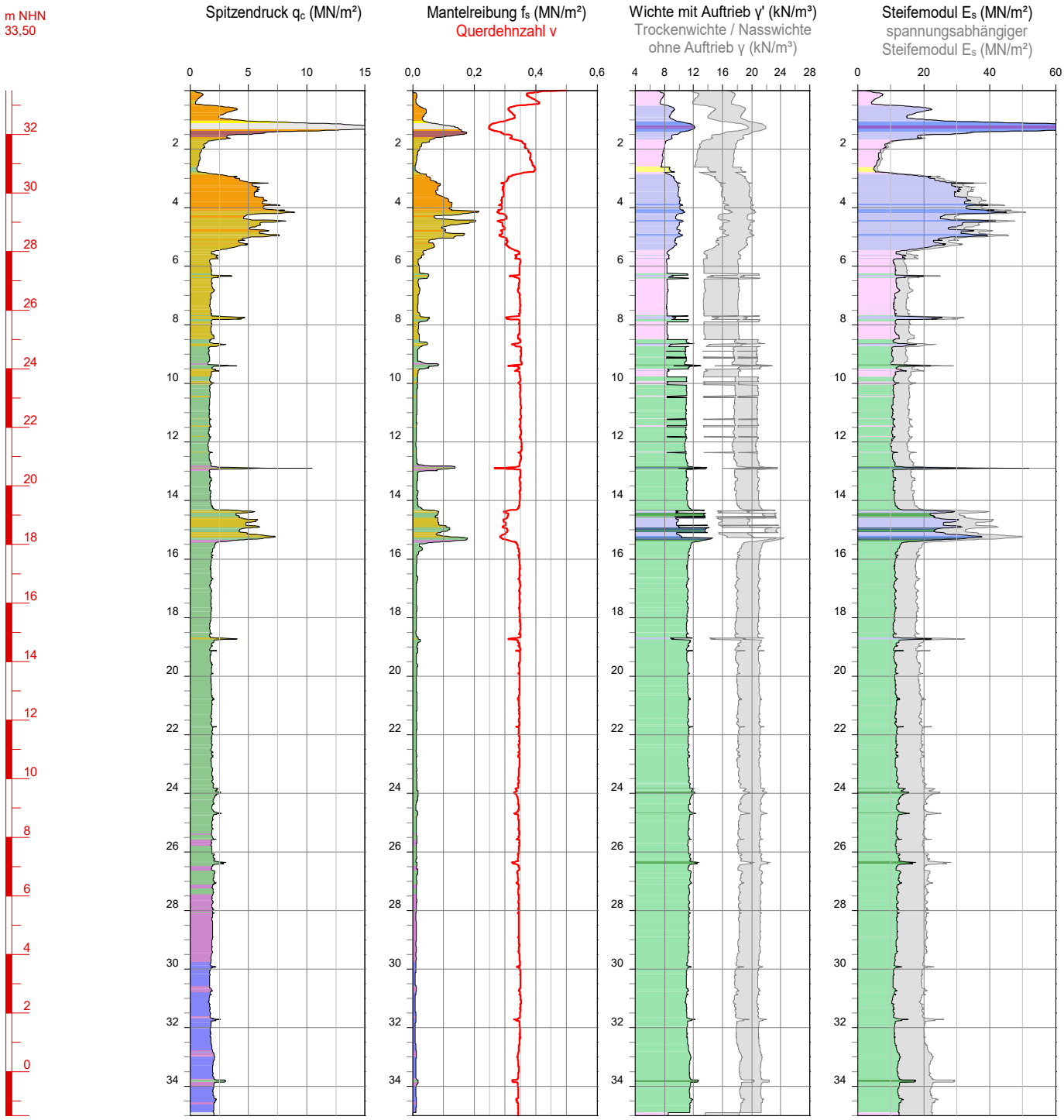
Tel.: +49 (0)345 / 532 36 90
E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de

BERATENDE INGENIEURE
BAUGRUNDBUERO klein

Baugrundbüro Klein - Version 08/2020 - Messergebnisse und Bodenkennwerte für Setzungsberechnungen

Höhenmaßstab 1:200

DS 3b



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 Rubkow		
Projekt-Nr.:	kl - 247/08/18-01		
Aufschluss:	**DS 3b**		
Standort:	Verschiebung WEA 03		
Auftraggeber:	Naturwind Schwerin GmbH		
Aufschlussdatum:	25.08.2020	Bearbeiter:	Hertig
Lagestatus:	ETRS 89|33N		
Rechtswert:	414895,0	Hochwert:	5976459,7
Höhenstatus:	DHHN2016		
Ansatzhöhe:	33,50 m NHN		
Endtiefe:	-1,50 (35,00 m u. GOK)		
Anlage:	**3.1 | Blatt 2**		

Baugrundbüro Klein
Hummelweg 3
06120 Halle / Dölau

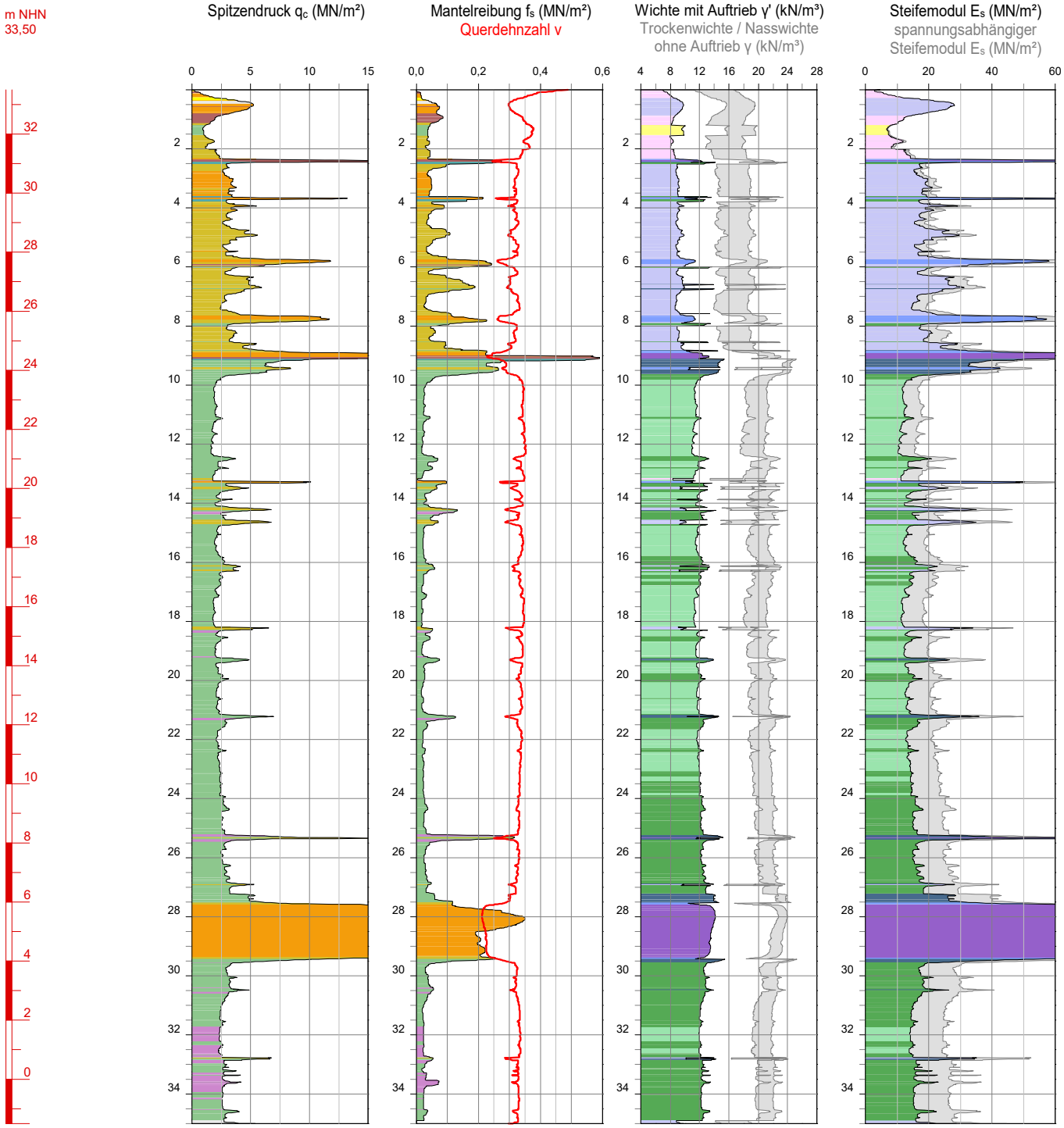
Tel.: +49 (0)345 / 532 36 90
E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de

BERATENDE INGENIEURE BAUGRUNDBUERO klein

Baugrundbüro Klein - Version 08/2020 - Messergebnisse und Bodenkennwerte für Setzungsberechnungen

Höhenmaßstab 1:200

DS 3c



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 Rubkow		
Projekt-Nr.:	kl - 247/08/18-01		
Aufschluss:	**DS 3c**		
Standort:	Verschiebung WEA 03		
Auftraggeber:	Naturwind Schwerin GmbH		
Aufschlussdatum:	25.08.2020	Bearbeiter:	Hertig
Lagestatus:	ETRS 89|33N		
Rechtswert:	414895,0	Hochwert:	5976442,3
Höhenstatus:	DHHN2016		
Ansatzhöhe:	33,50 m NHN		
Endtiefe:	-1,50 (35,00 m u. GOK)		
Anlage:	**3.1 | Blatt 3**		

Baugrundbüro Klein
Hummelweg 3
06120 Halle / Dölau

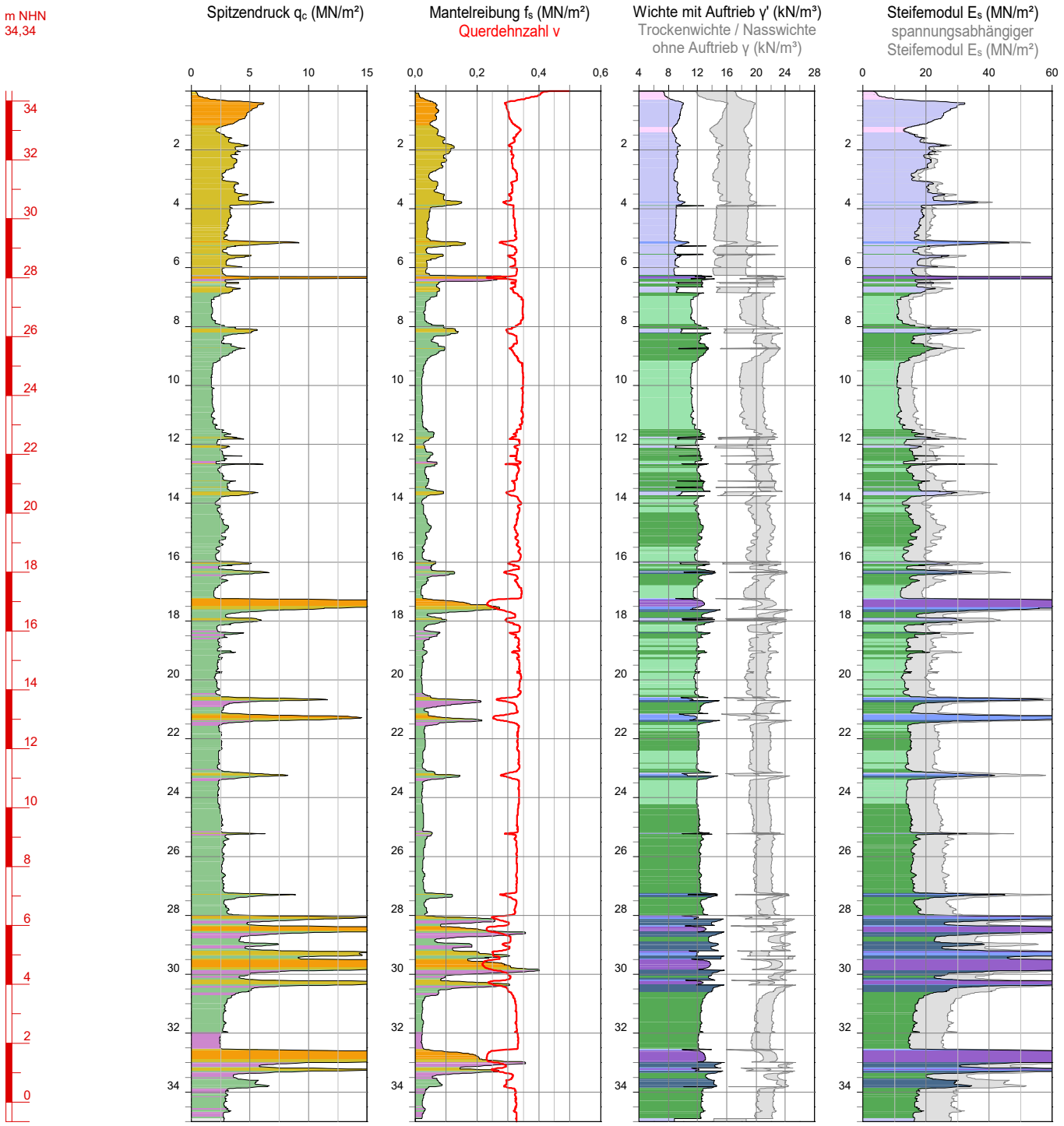
Tel.: +49 (0)345 / 532 36 90
E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de

BERATENDE INGENIEURE BAUGRUNDBUERO klein

Baugrundbüro Klein - Version 08/2020 - Messergebnisse und Bodenkennwerte für Setzungsberechnungen

Höhenmaßstab 1:200

DS 4a



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 Rubkow		
Projekt-Nr.:	kl - 247/08/18-01		
Aufschluss:	**DS 4a**		
Standort:	Verschiebung WEA 04		
Auftraggeber:	Naturwind Schwerin GmbH		
Aufschlussdatum:	25.08.2020	Bearbeiter:	Hertig
Lagestatus:	ETRS 89|33N		
Rechtswert:	414677,0	Hochwert:	5976227,0
Höhenstatus:	DHHN2016		
Ansatzhöhe:	34,34 m NHN		
Endtiefe:	-0,66 (35,00 m u. GOK)		
Anlage:	**3.1 | Blatt 4**		

Baugrundbüro Klein
Hummelweg 3
06120 Halle / Dölau

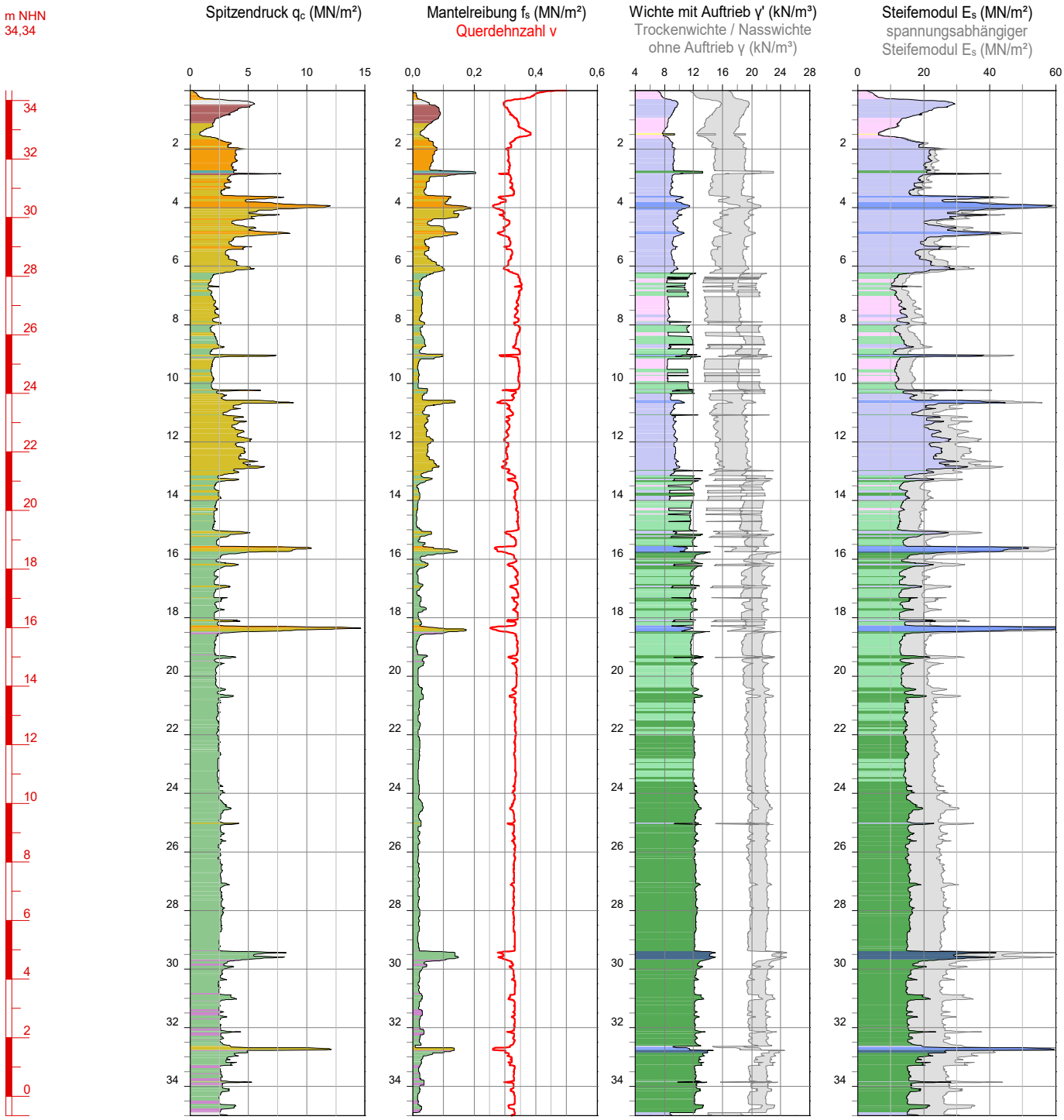
Tel.: +49 (0)345 / 532 36 90
E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de

BERATENDE INGENIEURE BAUGRUNDBUERO klein

Baugrundbüro Klein - Version 08/2020 - Messergebnisse und Bodenkennwerte für Setzungsberechnungen

Höhenmaßstab 1:200

DS 4b



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 Rubkow		
Projekt-Nr.:	kl - 247/08/18-01		
Aufschluss:	**DS 4b**		
Standort:	Verschiebung WEA 04		
Auftraggeber:	Naturwind Schwerin GmbH		
Aufschlussdatum:	25.08.2020	Bearbeiter:	Hertig
Lagestatus:	ETRS 89|33N		
Rechtswert:	414662,0	Hochwert:	5976218,3
Höhenstatus:	DHHN 2016		
Ansatzhöhe:	34,34 m NHN		
Endtiefe:	-0,66 (35,00 m u. GOK)		
Anlage:	**3.1 | Blatt 5**		

Baugrundbüro Klein
Hummelweg 3
06120 Halle / Dölau

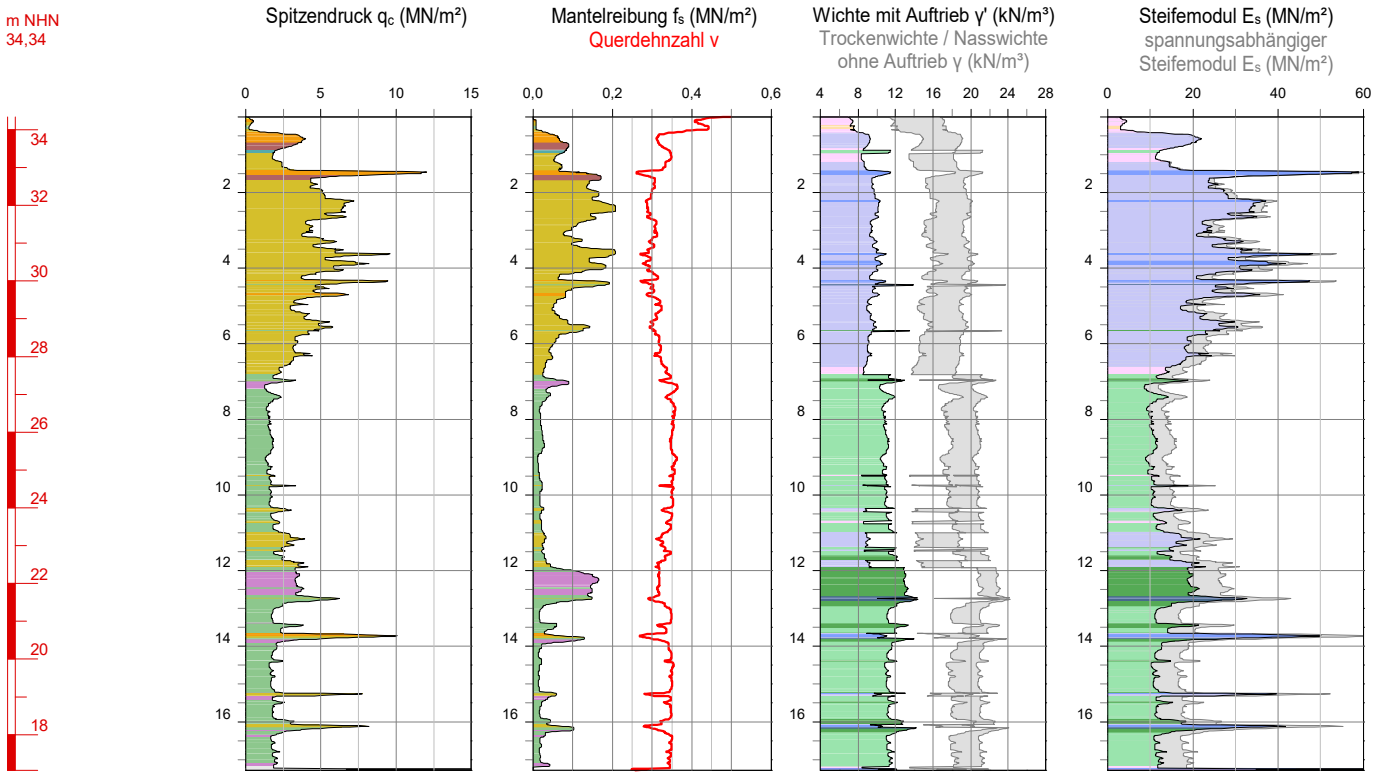
Tel.: +49 (0)345 / 532 36 90
E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de

BERATENDE INGENIEURE
BAUGRUNDBUERO klein

Baugrundbüro Klein - Version 08/2020 - Messergebnisse und Bodenkennwerte für Setzungsberechnungen

Höhenmaßstab 1:200

DS 4c



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 Rubkow		
Projekt-Nr.:	kl - 247/08/18-01		
Aufschluss:	**DS 4c**		
Standort:	Verschiebung WEA 04		
Auftraggeber:	Naturwind Schwerin GmbH		
Aufschlussdatum:	25.08.2020	Bearbeiter:	Hertig
Lagestatus:	ETRS 89|33N		
Rechtswert:	414662,0	Hochwert:	5976235,7
Höhenstatus:	DHHN 2016		
Ansatzhöhe:	34,34 m NHN		
Endtiefe:	17,06 (17,28 m u. GOK)		
Anlage:	**3.1 | Blatt 6**		

Baugrundbüro Klein
Hummelweg 3
06120 Halle / Dölau

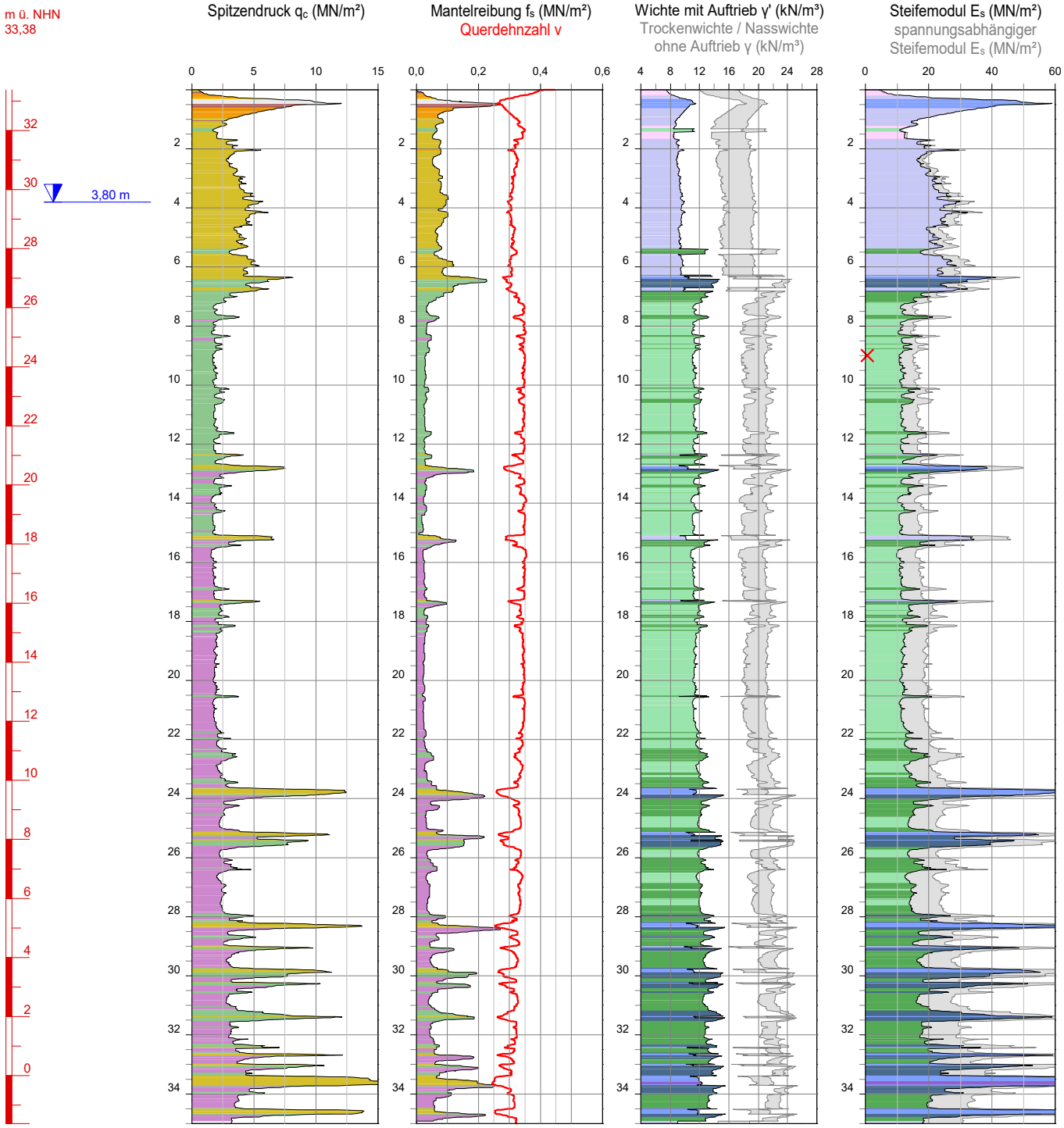
Tel.: +49 (0)345 / 532 36 90
E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de

BERATENDE INGENIEURE BAUGRUNDBUERO klein

Baugrundbüro Klein - Version 08/2020 - Messergebnisse und Bodenkennwerte für Setzungsberechnungen

Höhenmaßstab 1:200

DS 6-NW/18



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 Rubkow		
Projekt-Nr.:	kl - 247/08/18		
Aufschluss:	**DS 6-NW/18**		
Standort:	WEA 06		
Auftraggeber:	Naturwind Schwerin GmbH		
Aufschlussdatum:	19.09.2018	Bearbeiter:	Köhler
Lagestatus:	ETRS 89|33N		
Rechtswert:	414062,0	Hochwert:	5976126,0
Höhenstatus:	DHHN 92		
Ansatzhöhe:	33,38 m ü. NHN		
Endtiefe:	-1,62 (35,00 m u. GOK)		
Anlage:	**3.1 | Blatt 7**		

Baugrundbüro Klein
Hummelweg 3
06120 Halle / Dölau

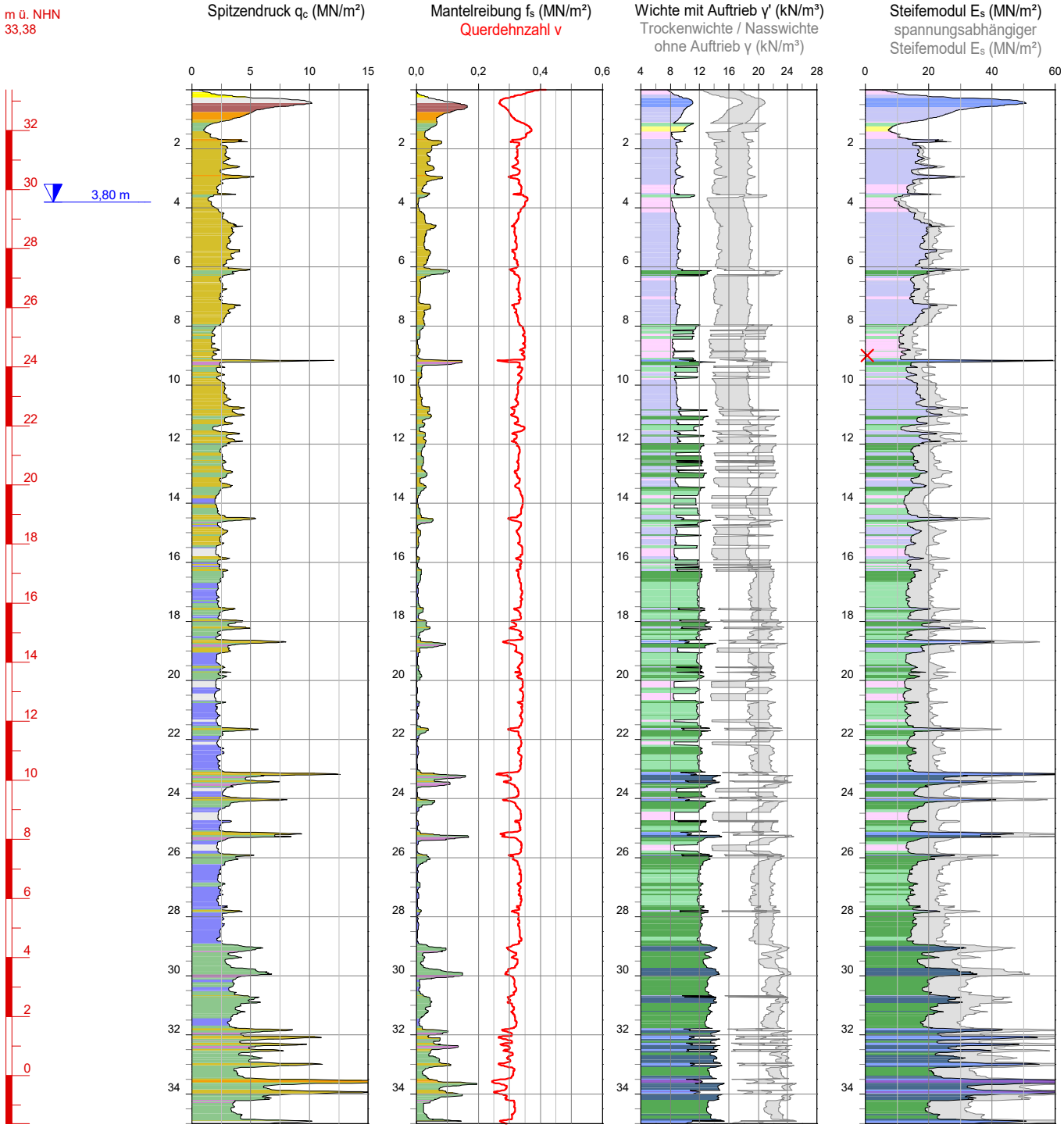
Tel.: +49 (0)345 / 532 36 90
E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de

BERATENDE INGENIEURE
BAUGRUNDBUERO klein

Baugrundbüro Klein - Version 08/2020 - Messergebnisse und Bodenkennwerte für Setzungsberechnungen

Höhenmaßstab 1:200

DS 6-SO/18



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 Rubkow		
Projekt-Nr.:	kl - 247/08/18		
Aufschluss:	**DS 6-SO/18**		
Standort:	WEA 06		
Auftraggeber:	Naturwind Schwerin GmbH		
Aufschlussdatum:	19.09.2018	Bearbeiter:	Köhler
Lagestatus:	ETRS 89|33N		
Rechtswert:	414076,0	Hochwert:	5976112,0
Höhenstatus:	DHHN 92		
Ansatzhöhe:	33,38 m ü. NHN		
Endtiefe:	-1,62 (35,00 m u. GOK)		
Anlage:	**3.1 | Blatt 8**		

Baugrundbüro Klein
Hummelweg 3
06120 Halle / Dölau

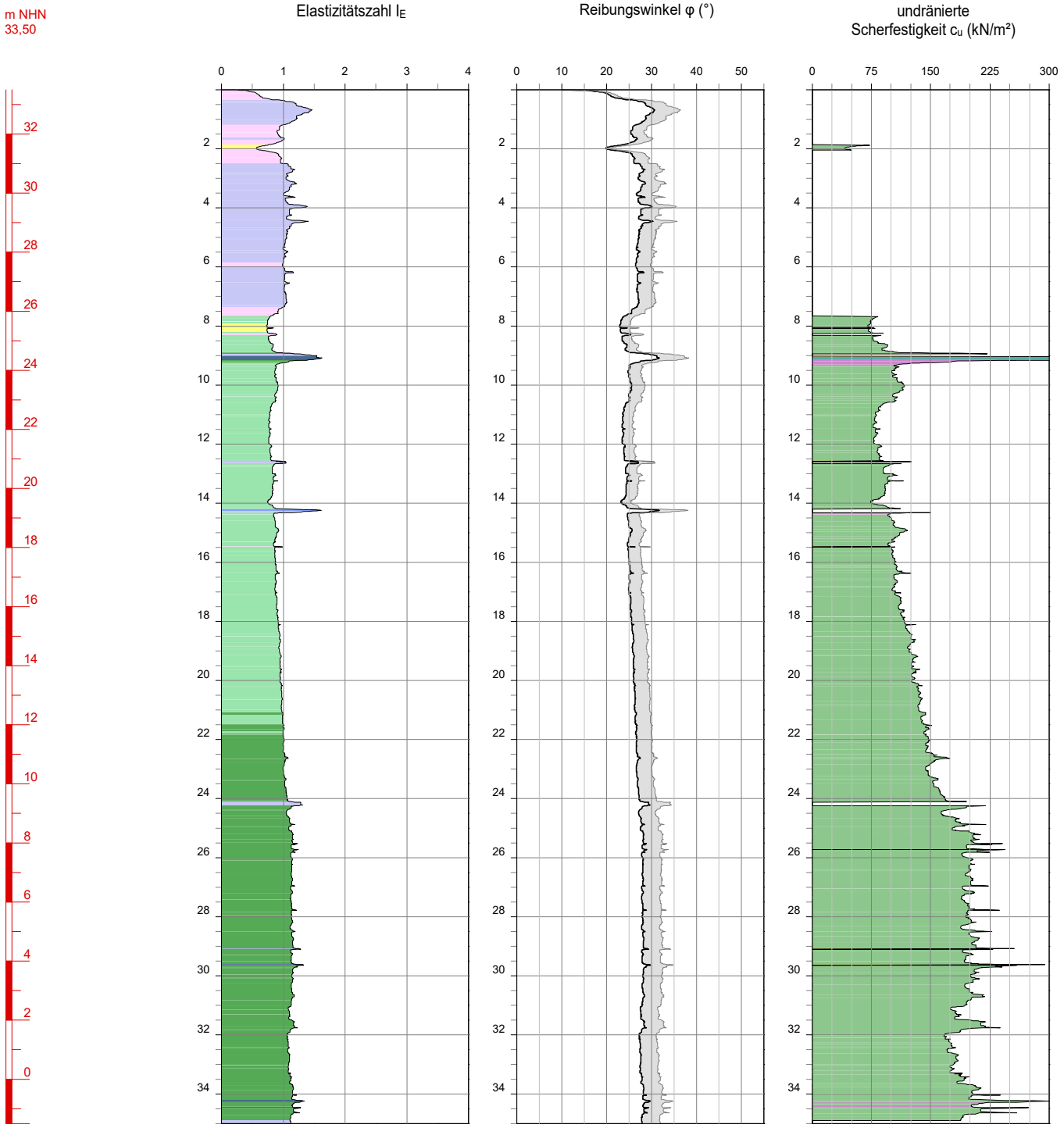
Tel.: +49 (0)345 / 532 36 90
E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de

BERATENDE INGENIEURE BAUGRUNDBUERO klein

Baugrundbüro Klein - Version 08/2020 - Zustand und Scherparameter

Höhenmaßstab 1:200

DS 3a



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 Rubkow		
Projekt-Nr.:	kl - 247/08/18-01		
Aufschluss:	**DS 3a**		
Standort:	Verschiebung WEA 03		
Auftraggeber:	Naturwind Schwerin GmbH		
Aufschlussdatum:	25.08.2020	Bearbeiter:	Hertig
Lagestatus:	ETRS 89|33N		
Rechtswert:	414880,0	Hochwert:	5976451,0
Höhenstatus:	DHHN2016		
Ansatzhöhe:	33,50 m NHN		
Endtiefe:	-1,50 (35,00 m u. GOK)		
Anlage:	**3.2 | Blatt 1**		

Baugrundbüro Klein
Hummelweg 3
06120 Halle / Dölau

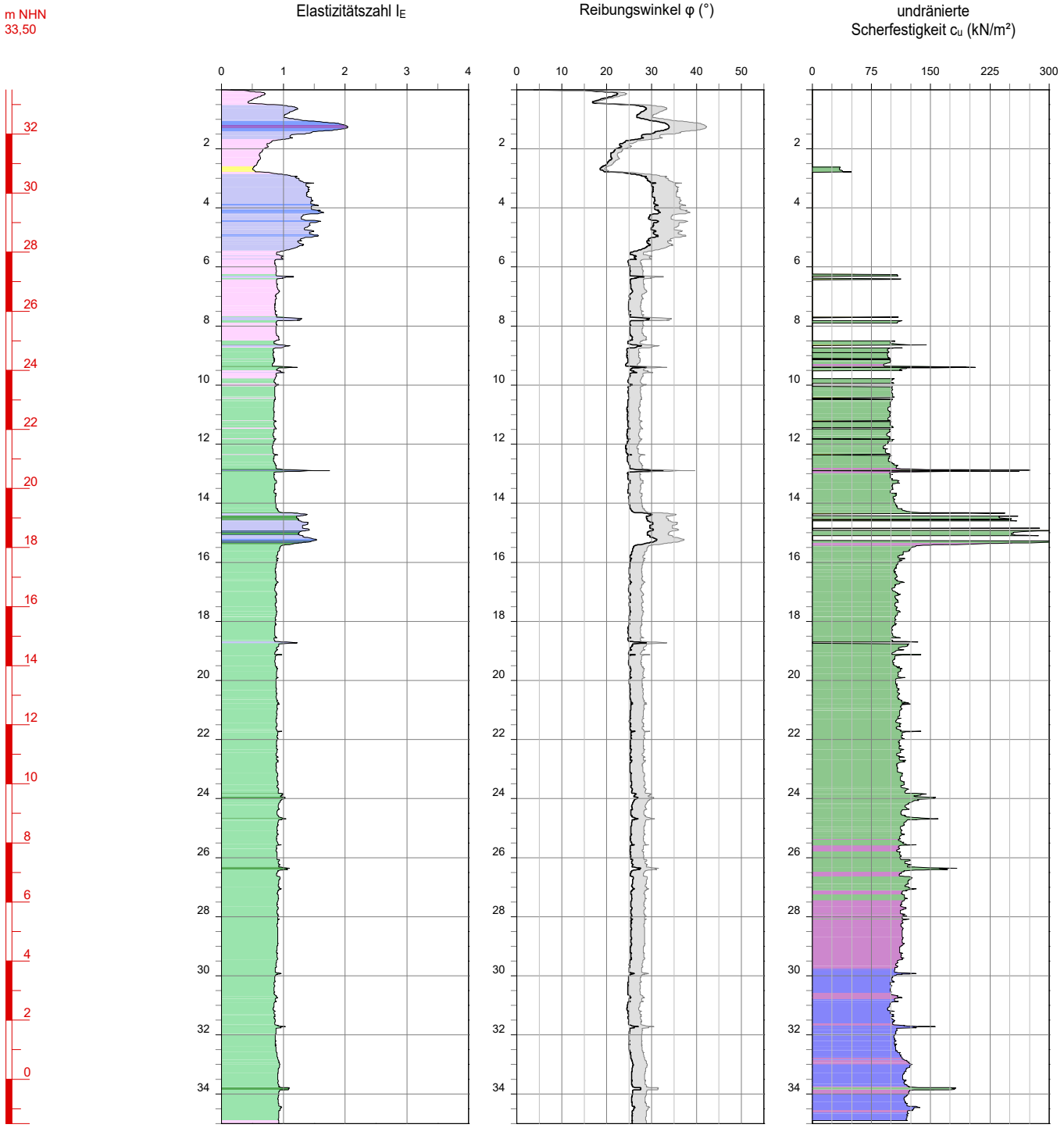
Tel.: +49 (0)345 / 532 36 90
E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de

BERATENDE INGENIEURE BAUGRUNDBUERO klein

Baugrundbüro Klein - Version 08/2020 - Zustand und Scherparameter

Höhenmaßstab 1:200

DS 3b



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 Rubkow		
Projekt-Nr.:	kl - 247/08/18-01		
Aufschluss:	**DS 3b**		
Standort:	Verschiebung WEA 03		
Auftraggeber:	Naturwind Schwerin GmbH		
Aufschlussdatum:	25.08.2020	Bearbeiter:	Hertig
Lagestatus:	ETRS 89|33N		
Rechtswert:	414895,0	Hochwert:	5976459,7
Höhenstatus:	DHHN2016		
Ansatzhöhe:	33,50 m NHN		
Endtiefe:	-1,50 (35,00 m u. GOK)		
Anlage:	**3.2 | Blatt 2**		

Baugrundbüro Klein
Hummelweg 3
06120 Halle / Dölau

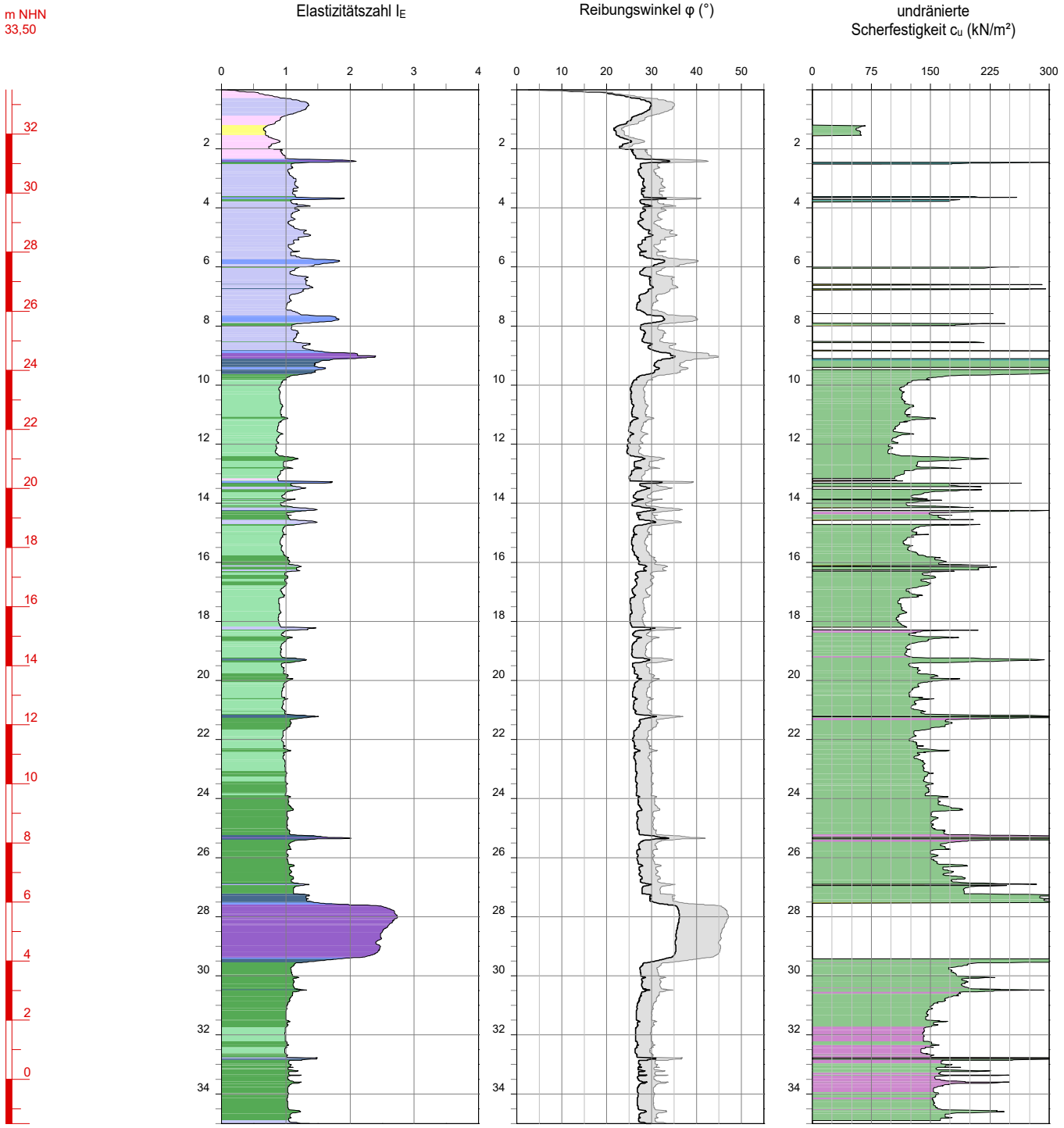
Tel.: +49 (0)345 / 532 36 90
E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de

BERATENDE INGENIEURE BAUGRUNDBUERO klein

Baugrundbüro Klein - Version 08/2020 - Zustand und Scherparameter

Höhenmaßstab 1:200

DS 3c



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 Rubkow		
Projekt-Nr.:	kl - 247/08/18-01		
Aufschluss:	**DS 3c**		
Standort:	Verschiebung WEA 03		
Auftraggeber:	Naturwind Schwerin GmbH		
Aufschlussdatum:	25.08.2020	Bearbeiter:	Hertig
Lagestatus:	ETRS 89|33N		
Rechtswert:	414895,0	Hochwert:	5976442,3
Höhenstatus:	DHHN2016		
Ansatzhöhe:	33,50 m NHN		
Endtiefe:	-1,50 (35,00 m u. GOK)		
Anlage:	**3.2 | Blatt 3**		

Baugrundbüro Klein
Hummelweg 3
06120 Halle / Dölau

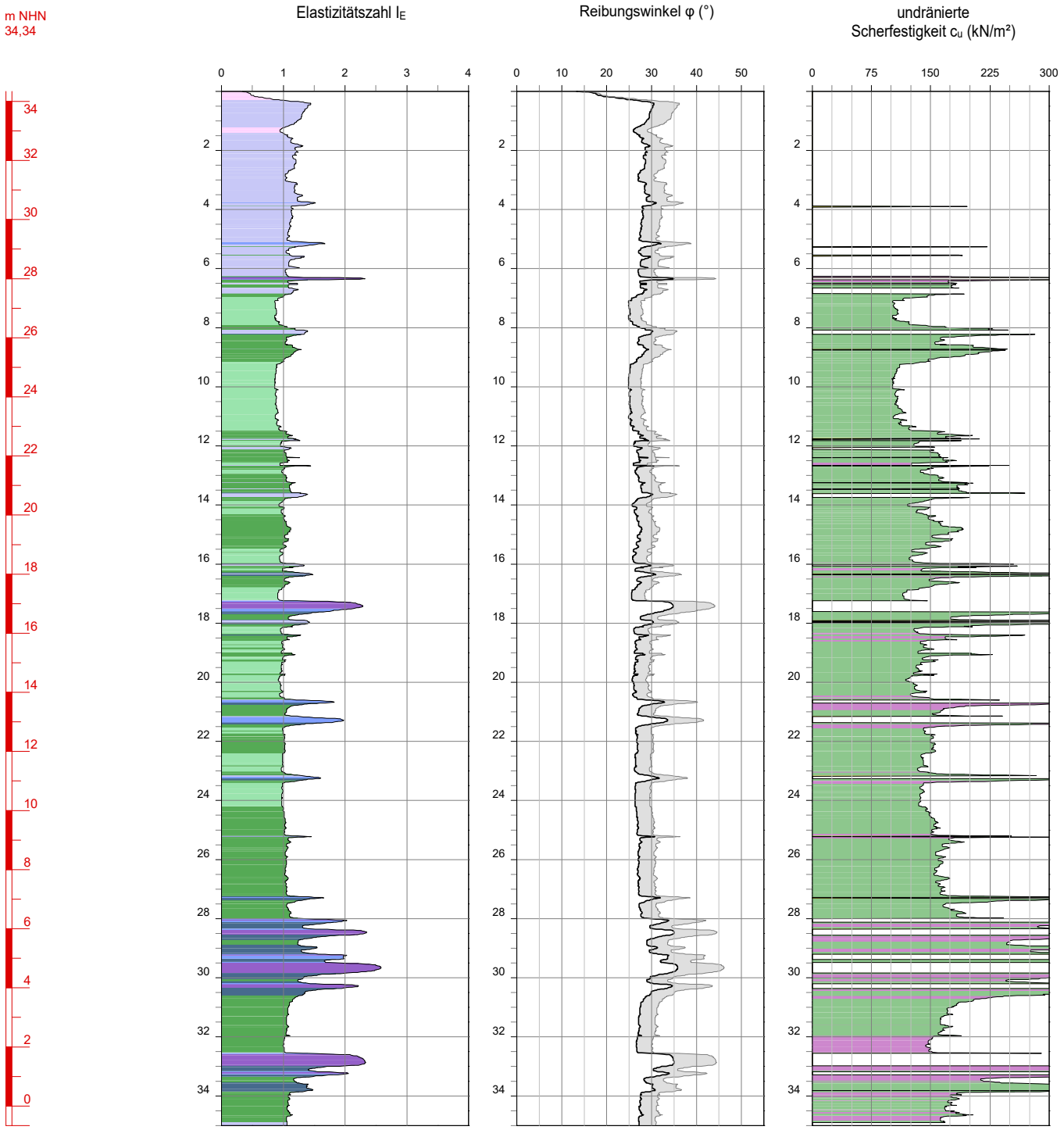
Tel.: +49 (0)345 / 532 36 90
E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de

BERATENDE INGENIEURE BAUGRUNDBUERO klein

Baugrundbüro Klein - Version 08/2020 - Zustand und Scherparameter

Höhenmaßstab 1:200

DS 4a



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 Rubkow		
Projekt-Nr.:	kl - 247/08/18-01		
Aufschluss:	**DS 4a**		
Standort:	Verschiebung WEA 04		
Auftraggeber:	Naturwind Schwerin GmbH		
Aufschlussdatum:	25.08.2020	Bearbeiter:	Hertig
Lagestatus:	ETRS 89|33N		
Rechtswert:	414677,0	Hochwert:	5976227,0
Höhenstatus:	DHHN2016		
Ansatzhöhe:	34,34 m NHN		
Endtiefe:	-0,66 (35,00 m u. GOK)		
Anlage:	**3.2 | Blatt 4**		

Baugrundbüro Klein
Hummelweg 3
06120 Halle / Dölau

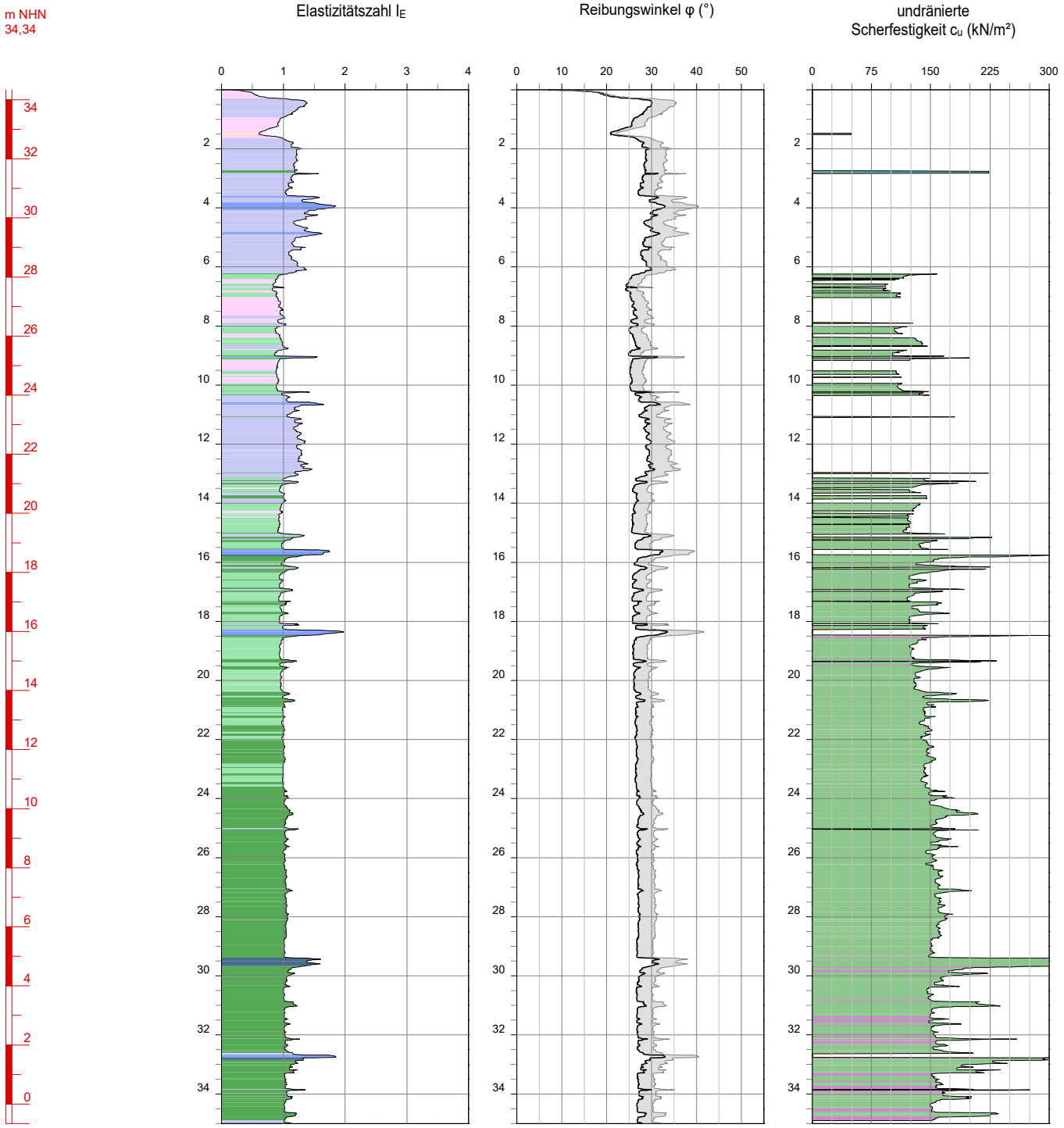
Tel.: +49 (0)345 / 532 36 90
E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de

BERATENDE INGENIEURE BAUGRUNDBUERO klein

Baugrundbüro Klein - Version 08/2020 - Zustand und Scherparameter

Höhenmaßstab 1:200

DS 4b



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 Rubkow		
Projekt-Nr.:	kl - 247/08/18-01		
Aufschluss:	**DS 4b**		
Standort:	Verschiebung WEA 04		
Auftraggeber:	Naturwind Schwerin GmbH		
Aufschlussdatum:	25.08.2020	Bearbeiter:	Hertig
Lagestatus:	ETRS 89|33N		
Rechtswert:	414662,0	Hochwert:	5976218,3
Höhenstatus:	DHHN 2016		
Ansatzhöhe:	34,34 m NHN		
Endtiefe:	-0,66 (35,00 m u. GOK)		
Anlage:	**3.2 | Blatt 5**		

Baugrundbüro Klein
Hummelweg 3
06120 Halle / Dölau

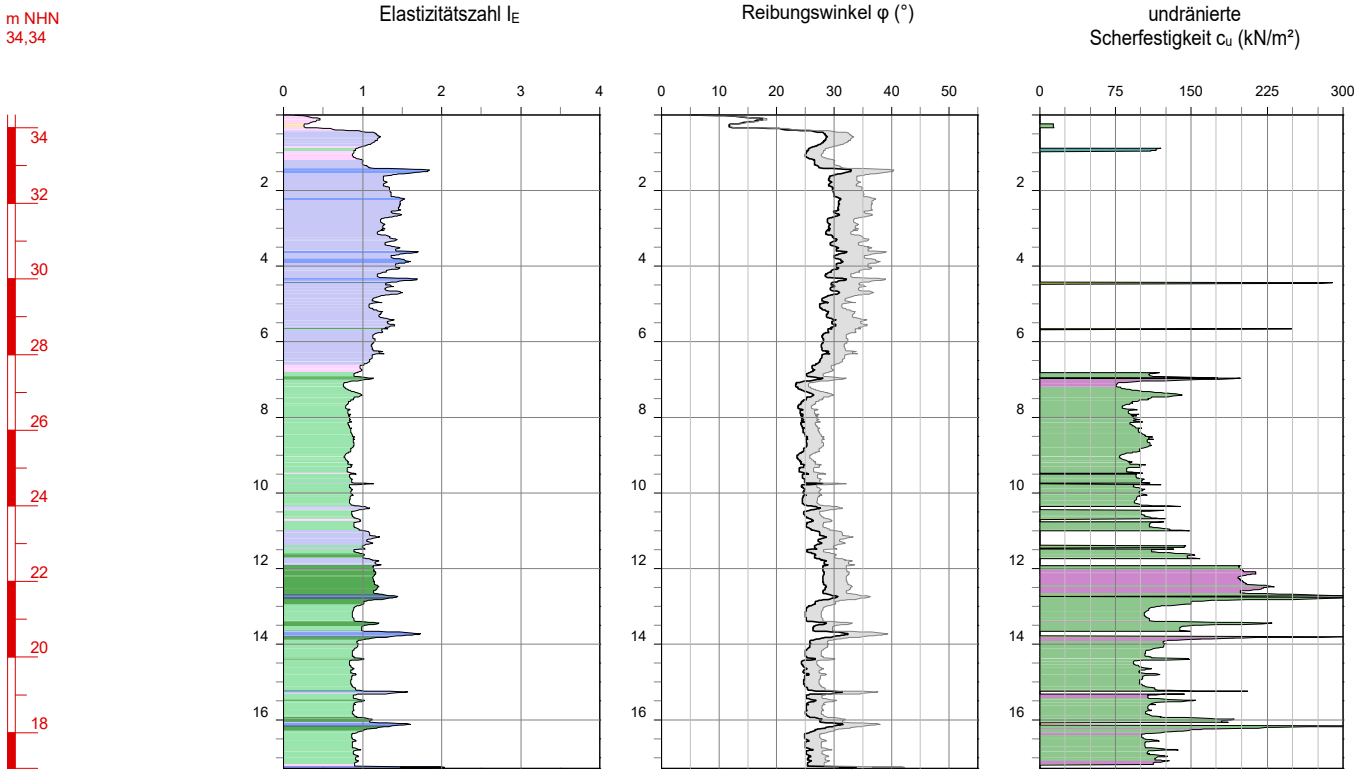
Tel.: +49 (0)345 / 532 36 90
E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de

BERATENDE INGENIEURE BAUGRUNDBUERO klein

Baugrundbüro Klein - Version 08/2020 - Zustand und Scherparameter

Höhenmaßstab 1:200

DS 4c



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 Rubkow		
Projekt-Nr.:	kl - 247/08/18-01		
Aufschluss:	**DS 4c**		
Standort:	Verschiebung WEA 04		
Auftraggeber:	Naturwind Schwerin GmbH		
Aufschlussdatum:	25.08.2020	Bearbeiter:	Hertig
Lagestatus:	ETRS 89|33N		
Rechtswert:	414662,0	Hochwert:	5976235,7
Höhenstatus:	DHHN 2016		
Ansatzhöhe:	34,34 m NHN		
Endtiefe:	17,06 (17,28 m u. GOK)		
Anlage:	**3.2 | Blatt 6**		

Baugrundbüro Klein
Hummelweg 3
06120 Halle / Dölau

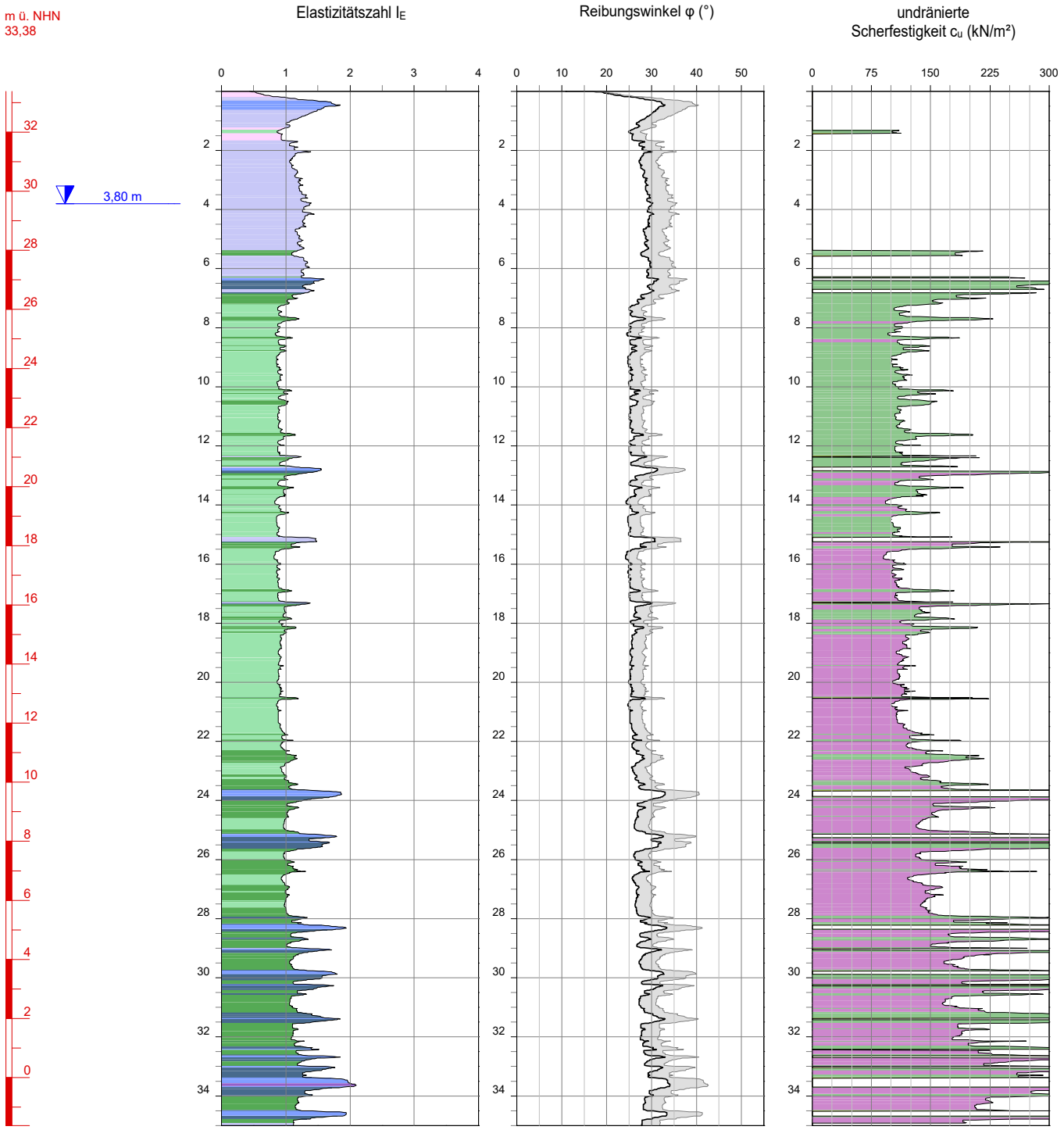
Tel.: +49 (0)345 / 532 36 90
E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de

BERATENDE INGENIEURE BAUGRUNDBUERO klein

Baugrundbüro Klein - Version 08/2020 - Zustand und Scherparameter

Höhenmaßstab 1:200

DS 6-NW/18



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 Rubkow		
Projekt-Nr.:	kl - 247/08/18		
Aufschluss:	**DS 6-NW/18**		
Standort:	WEA 06		
Auftraggeber:	Naturwind Schwerin GmbH		
Aufschlussdatum:	19.09.2018	Bearbeiter:	Köhler
Lagestatus:	ETRS 89|33N		
Rechtswert:	414062,0	Hochwert:	5976126,0
Höhenstatus:	DHHN 92		
Ansatzhöhe:	33,38 m ü. NHN		
Endtiefe:	-1,62 (35,00 m u. GOK)		
Anlage:	**3.2 | Blatt 7**		

Baugrundbüro Klein
Hummelweg 3
06120 Halle / Dölau

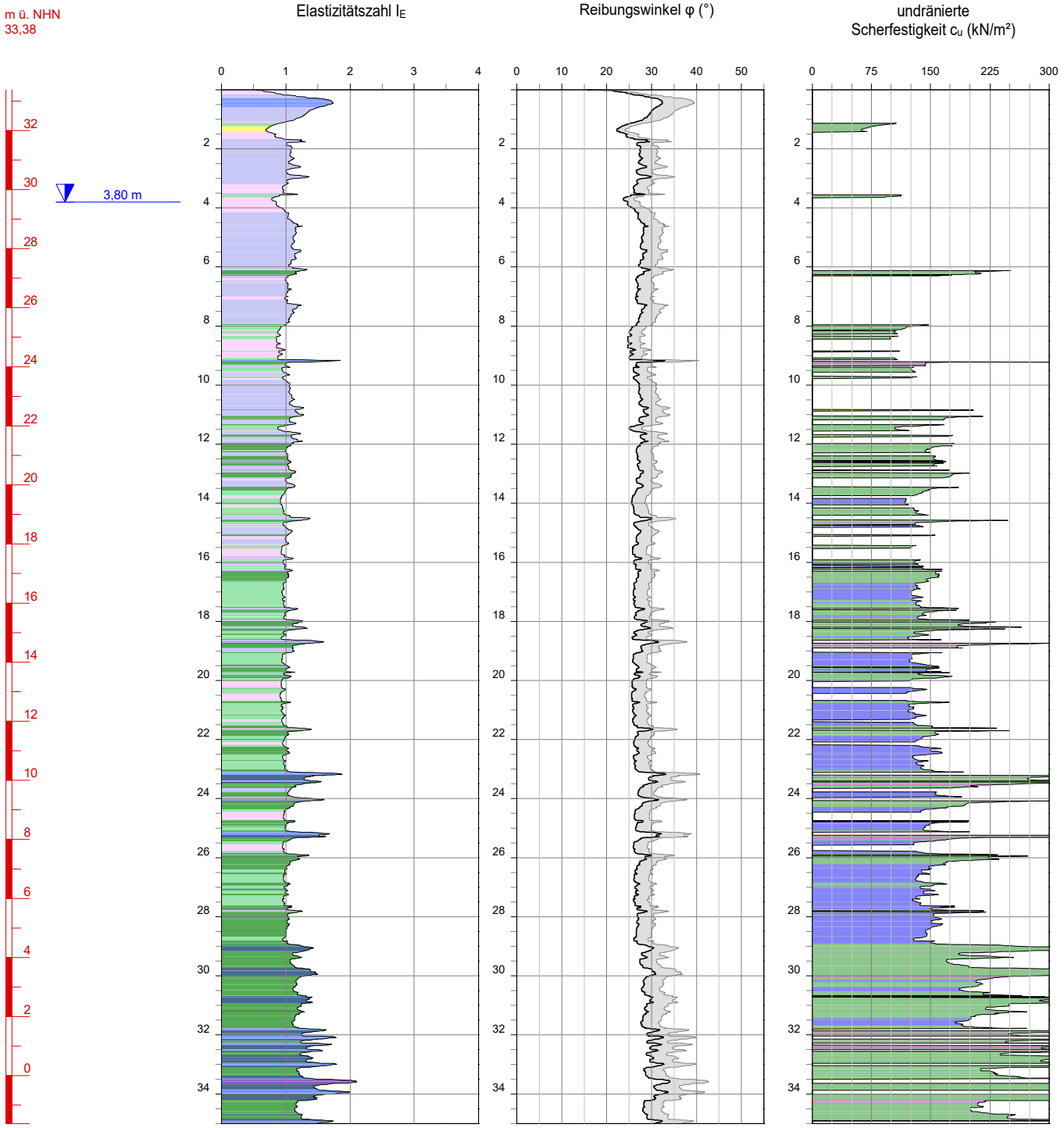
Tel.: +49 (0)345 / 532 36 90
E-Mail: info@baugrundbuero-klein.de

BERATENDE INGENIEURE BAUGRUNDBUERO klein

Baugrundbüro Klein - Version 08/2020 - Zustand und Scherparameter

Höhenmaßstab 1:200

DS 6-SO/18



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 Rubkow		
Projekt-Nr.:	kl - 247/08/18		
Aufschluss:	**DS 6-SO/18**		
Standort:	WEA 06		
Auftraggeber:	Naturwind Schwerin GmbH		
Aufschlussdatum:	19.09.2018	Bearbeiter:	Köhler
Lagestatus:	ETRS 89|33N		
Rechtswert:	414076,0	Hochwert:	5976112,0
Höhenstatus:	DHHN 92		
Ansatzhöhe:	33,38 m ü. NHN		
Endtiefe:	-1,62 (35,00 m u. GOK)		
Anlage:	**3.2 | Blatt 8**		

Baugrundbüro Klein
Hummelweg 3
06120 Halle / Dölau

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

BERATENDE INGENIEURE BAUGRUNDBUERO klein

WESSLING

Anhang C

Prüfungen und Auswertung von Böden

DIN 4030-2:2008-06

Prüfbericht über die Prüfung und Auswertung von betonangreifendem Boden		Probenahme und Bodenanalyse nach DIN 4030 Teil 2	
1. Allgemeine Angaben			
Auftraggeber:	**Baugrundbüro Klein**	Auftrags-Nr.:	kl-247/08/18-01
Bauvorhaben:	BV: Errichtung von 2 WEA am Standort WP Rubkow (Standortverschiebung WEA 03 und WEA 04)	Probe-Nr.: 20-135145-01	
Art des Bodens:	Lehm	Bezeichnung des Bodens:	Gesiebemerge
Entnahmestellen:	GP 3/4	Entnahmetiefe: Entnahmemenge:	2,0-3,0 m
Entnahmezeit:		Entnahmedatum:	25.08.2020
2. Erweiterte Angaben			
Beschreibung der Geländeverhältnisse am Entnahmeort: Ackerfläche Ortsrandlage			
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-})	**659**	**mg/kg**	2000 bis 5000	> 5000
Sulfid (S^{2-})	**<1**	**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. Auswertung

Der Boden gilt als nicht betonangreifend.

Dresden 08.09.2020
Ort Datum

WESSLING GmbH, Moritzburger Weg 67, 01109 Dresden

WESSLING

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: **20-135145-01**

Merkmal und Messgröße	Einheit	**Analyse**	Bewertungszahl	
(1) Abschlämmbare Bestandteile (a) (nicht für Torf, Moor, Müll,Schlacke!)	Ma%	**28,8**	Z_1=	**2**
(3) Wassergehalt	Ma%	**10,9**	Z_3=	**0**
(4) pH-Wert		**9**	Z_4=	**0**
(5) Pufferkapazitäten				
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/kg	**755**	Z_5=	**1**
Basekapazität bis pH 7,0	mmol/kg	**n.a.**	Z_6=	**0**
(6) Sulfid (S^{2-})	mg/kg	**<1**	Z_7=	**0**
(7) Neutralsalze (wässriger Auszug)	mmol/kg			
$c(Cl^-) + 2c(SO_4^{2-})$		0,24	Z_9=	**0**
mit Chlorid (Cl^-) im H_2O-Extr.	mmol/kg	**<0,1**		
mit Sulfat (SO_4^{2-}) im H_2O-Extr.	mmol/kg	**0,07**		
(8) Sulfat (SO_4^{2-} im salzsauren Auszug)	mmol/kg	**6,86**	Z_8=	**-2**

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	B_0=	**-3**
Bewertungszahlsumme	B_1=	**-3**

Einschätzung/Auswertung:

Der Boden ist in die Bodenklasse **I b** einzuordnen, die Korrosionsbelastung ist **niedrig** (B_0= **-3**)

Die Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen ist **gering** bezüglich der Mulden- und Lochkorrosion und **sehr gering** bezüglich der Flächenkorrosion.
(B_1= **-3**)

WESSLING GmbH, Moritzburger Weg 67, 01109 Dresden

Dresden 08.09.2020
Ort Datum

WESSLING

Anhang C

Prüfungen und Auswertung von Böden

DIN 4030-2:2008-06

Prüfbericht über die Prüfung und Auswertung von betonangreifendem Boden		Probenahme und Bodenanalyse nach DIN 4030 Teil 2	
1. Allgemeine Angaben			
Auftraggeber:	**Baugrundbüro Klein**	Auftrags-Nr.:	kl-247/08/18-01
Bauvorhaben:	BV: Errichtung von 2 WEA am Standort WP Rubkow (Standortverschiebung WEA 03 und WEA 04)	Probe-Nr.: 20-135145-02	
Art des Bodens:	Lehm	Bezeichnung des Bodens:	Gesiebemerge
Entnahmestellen:	GP 4/4	Entnahmetiefe: Entnahmemenge:	1,6-3,0 m
Entnahmezeit:		Entnahmedatum:	25.08.2020
2. Erweiterte Angaben			
Beschreibung der Geländeverhältnisse am Entnahmeort: Ackerfläche Ortsrandlage			
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-})	**189**	**mg/kg**	2000 bis 5000	> 5000
Sulfid (S^{2-})	**<1**	**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. Auswertung

Der Boden gilt als nicht betonangreifend.

Dresden 08.09.2020
Ort Datum

WESSLING GmbH, Moritzburger Weg 67, 01109 Dresden

WESSLING

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: **20-135145-02**

Merkmal und Messgröße	Einheit	**Analyse**	Bewertungszahl	
(1) Abschlämmbare Bestandteile (a) (nicht für Torf, Moor, Müll,Schlacke!)	Ma%	**24,4**	Z_1=	**2**
(3) Wassergehalt	Ma%	**10**	Z_3=	**0**
(4) pH-Wert		**8,8**	Z_4=	**0**
(5) Pufferkapazitäten				
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/kg	**1.640**	Z_5=	**3**
Basekapazität bis pH 7,0	mmol/kg	**n.a.**	Z_6=	**0**
(6) Sulfid (S^{2-})	mg/kg	**<1**	Z_7=	**0**
(7) Neutralsalze (wässriger Auszug)	mmol/kg			
$c(Cl^-) + 2c(SO_4^{2-})$		0,2	Z_9=	**0**
mit Chlorid (Cl^-) im H_2O-Extr.	mmol/kg	**<0,1**		
mit Sulfat (SO_4^{2-}) im H_2O-Extr.	mmol/kg	**0,05**		
(8) Sulfat (SO_4^{2-} im salzsauren Auszug)	mmol/kg	**1,96**	Z_8=	**0**

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 B_0= **1**
Bewertungszahlsumme B_1= **1**

Einschätzung/Auswertung:

Der Boden ist in die Bodenklasse **I a** einzuordnen, die Korrosionsbelastung ist **sehr niedrig** (B_0= **1**)

Die Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen ist **sehr gering** bezüglich der Mulden- und Lochkorrosion und **sehr gering** bezüglich der Flächenkorrosion.
(B_1= **1**)

WESSLING GmbH, Moritzburger Weg 67, 01109 Dresden

Dresden 08.09.2020
Ort Datum

BERATUNG | ANALYTIK | PLANUNG | SEIT 1983

WESSLING
Quality of Life

WESSLING GmbH
Moritzburger Weg 67 · 01109 Dresden
www.wessling.de

WESSLING GmbH, Moritzburger Weg 67, 01109 Dresden

Baugrundbüro Klein
Beratende Ingenieure
Hummelweg 3
06120 Halle (Saale)

Geschäftsfeld: Umwelt

Ansprechpartner: R. Teufert
Durchwahl: +49 351 8 116 4927
Fax: +49 351 8 116 4928
E-Mail: Roswitha.Teufert@wessling.de

Prüfbericht

BV: Errichtung von 2 WEA am Standort WP Rubkow (Standortverschiebung WEA 03 und WEA 04)
Auftrags-Nr.: kl-247/08/18-01

Prüfbericht Nr. **CDR20-004797-1** Auftrag Nr. **CDR-02314-20** Datum **08.09.2020**

Probe Nr.	**20-135145-01**	**20-135145-02**
Eingangsdatum	31.08.2020	31.08.2020
Bezeichnung	GP 3/4	GP 4/4
Probenart	Boden	Boden
Probenahme durch	Auftraggeber	Auftraggeber
Probengefäß	PE	PE
Untersuchungsbeginn	31.08.2020	31.08.2020
Untersuchungsende	08.09.2020	08.09.2020

ilac-MRA
DAkkS 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 ^ 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

BERATUNG | ANALYTIK | PLANUNG | SEIT 1983

WESSLING
Quality of Life

WESSLING GmbH
Moritzburger Weg 67 · 01109 Dresden
www.wessling.de

Prüfbericht Nr. **CDR20-004797-1** Auftrag Nr. **CDR-02314-20** Datum **08.09.2020**

Boden auf Beton- und Stahlaggressivität

Probe Nr.			20-135145-01	20-135145-02
Bezeichnung			GP 3/4	GP 4/4
wässriger Auszug		L-TS	**01.09.20**	**01.09.20**
Salzsäureauszug		L-TS	**28.08.20**	**28.08.20**
wässriger Auszug		TS	**01.09.20**	**01.09.20**
Abschlämmbare Stoffe	Gew%	OS	**28,8**	**24,4**
Wassergehalt	Gew%	OS	**10,9**	**10**
pH-Wert		OS	**9,0**	**8,8**
Säurekapazität, pH 4,3	mmol/kg	OS	**755**	**1.640**
Basekapazität, pH 7,0	mmol/kg	OS	**n.a.**	**n.a.**
Sulfid (S)	mg/kg	L-TS	**<1,00**	**<1,00**
Säuregrad nach Baumann-Gully	ml/kg	L-TS	**<2**	**<2**

im H2O-Extrakt C

Probe Nr.			20-135145-01	20-135145-02
Bezeichnung			GP 3/4	GP 4/4
Chlorid (Cl)	mmol/kg	L-TS	**<0,1**	**<0,1**
Sulfat (SO4)	mmol/kg	L-TS	**0,07**	**0,05**

im HCl-Extrakt B

Probe Nr.			20-135145-01	20-135145-02
Bezeichnung			GP 3/4	GP 4/4
Schwefel (S)	mg/kg	L-TS	**220**	**63,0**
Sulfat (SO4) ber.	mg/kg	L-TS	**659**	**189**
Sulfat (SO4) ber.	mmol/kg	L-TS	**6,86**	**1,96**

im H2O-Extrakt A

Probe Nr.			20-135145-01	20-135145-02
Bezeichnung			GP 3/4	GP 4/4
Chlorid (Cl)	mg/kg	L-TS	**<25,0**	**<25,0**

20-135145-01 und -02
Kommentare der Ergebnisse:
Säure-/Basekapazität F, Basekapazität, pH 7,0: nicht analysierbar aufgrund des pH-Wertes

ilac-MRA DAkkS 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 ^ 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

BERATUNG | ANALYTIK | PLANUNG | SEIT 1983

WESSLING
Quality of Life

WESSLING GmbH
Moritzburger Weg 67 · 01109 Dresden
www.wessling.de

Prüfbericht Nr.	CDR20-004797-1	Auftrag Nr.	CDR-02314-20	Datum	08.09.2020

Abkürzungen und Methoden		ausführender Standort
Abschlämmbare Stoffe nach Steinrath/DVGW	WES 1017 (2018-01)	Umweltanalytik Oppin
pH-Wert im Feststoff	DIN ISO 10390 (2005-12)^A	Umweltanalytik Oppin
Säure- und Basekapazität	H. Steinrath/DVGW (1966)	Umweltanalytik Oppin
Säuregrad nach Baumann-Gully	DIN 4030-2 (2008-06)^A	Umweltanalytik Oppin
Sulfid (Beton- und Stahlaggressivität)	DIN 4030-2 (2008-06)^A	Umweltanalytik Oppin
Chlorid Stahlaggressivität	DIN 50929-3 mod. (1985-09)	Umweltanalytik Oppin
Sulfat Stahlaggressivität	DIN 4030-2 mod. (2008-06)^A	Umweltanalytik Oppin
Sulfat (SO4) HCl-Extr. B (Beton- und Stahlaggress.)	DIN 4030-2 mod. (2008-06)^A	Umweltanalytik Oppin
Chlorid im H2O-Extr. A (Betonaggressivität)	DIN 4030-2 mod. (2008-06)^A	Umweltanalytik Oppin
Salzsäureauszug	DIN 4030-2 (2008-06)^A	Umweltanalytik Oppin
wässriger Auszug	DIN 4030-2 (2008-06)^A	Umweltanalytik Oppin
Trockenrückstand/Wassergehalt im Schlamm	DIN EN 12880 (2001-02)^A	Umweltanalytik Oppin
wässriger Auszug	DIN 50929-3 mod.	Umweltanalytik Oppin

L-TS	Lufttrockensubstanz
OS	Originalsubstanz
TS	Trockensubstanz

Norm	Modifikation
	Modifikation: Bestimmung mittels IC aus einem wäßrigen Extrakt
DIN 4030-2 mod. (2008-06)	Modifikation: Bestimmung mittels IC oder ICP-OES aus einem Salzsäureextrakt
DIN 50929-3 mod.	Modifikation: Erstellung eines wässrigen Auszuges

Roswitha Teufert
Dipl.-Ing. Gärungstechnologie
Sachverständige Umwelt und Wasser

ilac-MRA DAkkS 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 ^ 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

WP Rubkow - Datengrundlage und Zusammenfassung der Ergebnisse erdstatischer Berechnungen

Standort: **WEA 03 und WEA 06 (ungünstigste Baugrundverhältnisse nach Stand Erkundung 08/2020 bzw. 09/2018)**

Fundamentdaten: **Vestas V150 5.0/5.4/5.6MW HH166M DHGWL - Schalplan 0080-2669, erstellt am 05.12.2019**

Gründungsempfehlung: **Flachgründung mit Auftriebssicherung auf einem ca. 0,55 m mächtigen Gründungspolster (Unterkante Polster bei 4,00 m u. GOK)**

Berechnungsgrundlagen Fundamentdaten

Durchmesser, außen	32,15 m	
Durchmesser, innen	8,40 m	
Ersatzradius		
Einbindetiefe Fundamentunterkante	3,348 m u. GOK	
zulässiger Höchstwasserstand	GOK	
Sauberkeitsschicht	0,10 m	
zulässige Verdrehung	≤ 3 mm/m	(≤ 1 : 333)

Berechnungsgrundlagen charakteristische Lasten

Lasten BSA	ohne Auftrieb	mit Auftrieb
Drehmoment	248.605 kNm	248.605 kNm
Horizontallast	1.443 kN	1.443 kN
Vertikallast	66.769 kN	39.454 kN

Die Berechnungen wurden mit den Lasten BSA und den Teilsicherheiten BSP durchgeführt

Berechnungskennwerte Baugrund (Steifemoduln)

	$E_{s\ stat.}$	$E_{s\ dyn.}$	$E_{s\ stat.}$ / $E_{s\ dyn.}$
Hinterfüllung	12 MN/m²	85 MN/m²	1 : 7,1
Polster	80 MN/m²	220 MN/m²	1 : 2,8
Geschiebemergel	15 MN/m²	95 MN/m²	1 : 6,3

Berechnungskennwerte Baugrund (Bodenkennwerte)

	Wichte	Wichte mit Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion
Hinterfüllung	19 kN/m³	10 kN/m³	27°	0 kN/m²
Polster	20 kN/m³	10 kN/m³	35°	0 kN/m²
Geschiebemergel	20 kN/m³	10 kN/m³	25°	5 kN/m²

Drehfedersteifigkeiten des Gesamtmodells

Lasten	$k_{\phi\ stat.}$ ≥ 33.200 MNm/rad	$k_{\phi\ dyn.}$ ≥ 120.000 MNm/rad	$k_{\phi\ stat.}$ / $k_{\phi\ dyn.}$
ohne Auftrieb	110.636 MNm/rad	687.698 MNm/rad	1 : 6,2
mit Auftrieb	133.922 MNm/rad	830.512 MNm/rad	1 : 6,2

die dynamischen Drehfedersteifigkeiten werden in den folgenden Blättern nicht dargestellt

Gebrauchstauglichkeit und Tragfähigkeit

Lasten	Verdrehung ≤ 1 : 333	Setzungsdifferenz ≤ 3,0 mm	Grundbruch μ ≤ 1,000	EQU μ ≤ 1,000
ohne Auftrieb	1 : 445	2,25 mm/m	0,141	0,386
mit Auftrieb	1 : 539	1,86 mm/m	0,181	0,653

Berechnungskennwerte Baugrund (Bodenkennwerte)

Bezeichnung	Unterkante	Reibungswinkel	Querdehnzahl
Polster	4,00 m	35°	0,25
Geschiebemergel	20,00 m	25°	0,40

Mindestwerte der Drehfedersteifigkeiten der Einzelschichten

Radius an der Schichtoberkante	Radius an der Schichtunterkante	statisch ≥ 33.200 MNm/rad	dynamisch ≥ 120.000 MNm/rad
16,08 m	16,46 m	393.848 MNm/rad	1.083.083 MNm/rad
16,46 m		49.564 MNm/rad	313.906 MNm/rad

Bei der Ausführung der erdstatischen Nachweise wurde eine maximale Kantenpressung von 165 kN/m² ermittelt.

Der Baugrund kann in Verbindung mit den vorgeschlagenen Maßnahmen die geforderte Bodenpressung von 155 kN/m² aufnehmen.

Bauvorhaben: Errichtung von 6 WEA am Standort WP Rubkow
Projekt-Nr.: kl - 247/08/18-01
Anlage: 5, Seite 1

BERATENDE INGENIEURE BAUGRUNDBUERO klein

WP Rubkow - Datengrundlage und Zusammenfassung der Ergebnisse erdstatischer Berechnungen

Standort: **WEA 04 (nach Stand Erkundung 08/2020)**

Fundamentdaten: **Vestas V136 3.45/3.60/4.0/4.2MW 166M MK3 - Schalplan 0067-7898, erstellt am 17.01.2019**

Gründungsempfehlung: **Flachgründung mit Auftriebssicherung auf einem ca. 0,55 m mächtigen Gründungspolster (Unterkante Polster bei 4,00 m u. GOK)**

Berechnungsgrundlagen Fundamentdaten

Durchmesser, außen	28,50 m	
Durchmesser, innen	7,715 m	
Ersatzradius		
Einbindetiefe Fundamentunterkante	3,348 m u. GOK	
zulässiger Höchstwasserstand	GOK	
Sauberkeitsschicht	0,10 m	
zulässige Verdrehung	≤ 3 mm/m	(≤ 1 : 333)

Berechnungsgrundlagen charakteristische Lasten

Lasten BSA	ohne Auftrieb	mit Auftrieb
Drehmoment	219.452 kNm	219.452 kNm
Horizontallast	1.526 kN	1.526 kN
Vertikallast	52.547 kN	31.071 kN

Die Berechnungen wurden mit den Lasten BSA und den Teilsicherheiten BSP durchgeführt

Berechnungskennwerte Baugrund (Steifemoduln)

	$E_{s\ stat.}$	$E_{s\ dyn.}$	$E_{s\ stat.}$ / $E_{s\ dyn.}$
Hinterfüllung	12 MN/m²	85 MN/m²	1 : 7,1
Polster	80 MN/m²	220 MN/m²	1 : 2,8
Geschiebemergel	15 MN/m²	95 MN/m²	1 : 6,3

Berechnungskennwerte Baugrund (Bodenkennwerte)

	Wichte	Wichte mit Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion
Hinterfüllung	19 kN/m³	10 kN/m³	27°	0 kN/m²
Polster	20 kN/m³	10 kN/m³	35°	0 kN/m²
Geschiebemergel	20 kN/m³	10 kN/m³	25°	5 kN/m²

Drehfedersteifigkeiten des Gesamtmodells

Lasten	$k_{\phi\ stat.}$ ≥ 24.700 MNm/rad	$k_{\phi\ dyn.}$ ≥ 140.000 MNm/rad	$k_{\phi\ stat.}$ / $k_{\phi\ dyn.}$
ohne Auftrieb	75.258 MNm/rad	466.893 MNm/rad	1 : 6,2
mit Auftrieb	91.774 MNm/rad	568.090 MNm/rad	1 : 6,2

die dynamischen Drehfedersteifigkeiten werden in den folgenden Blättern nicht dargestellt

Gebrauchstauglichkeit und Tragfähigkeit

Lasten	Verdrehung ≤ 1 : 333	Setzungsdifferenz ≤ 3,00 mm/m	Grundbruch μ ≤ 1,000	EQU μ ≤ 1,000
ohne Auftrieb	1 : 343	2,92 mm/m	0,176	0,488
mit Auftrieb	1 : 418	2,39 mm/m	0,288	0,826

Berechnungskennwerte Baugrund (Bodenkennwerte)

Bezeichnung	Unterkante	Reibungswinkel	Querdehnzahl
Polster	4,00 m	35°	0,25
Geschiebemergel	20,00 m	25°	0,40

Mindestwerte der Drehfedersteifigkeiten der Einzelschichten

Radius an der Schichtoberkante	Radius an der Schichtunterkante	statisch ≥ 24.700 MNm/rad	dynamisch ≥ 140.000 MNm/rad
14,25 m	14,64 m	274.360 MNm/rad	754.490 MNm/rad
14,64 m		34.839 MNm/rad	220.649 MNm/rad

Bei der Ausführung der erdstatischen Nachweise wurde eine maximale Kantenpressung von 186 kN/m² ermittelt.

Der Baugrund kann in Verbindung mit den vorgeschlagenen Maßnahmen die geforderte Bodenpressung von 177 kN/m² aufnehmen.

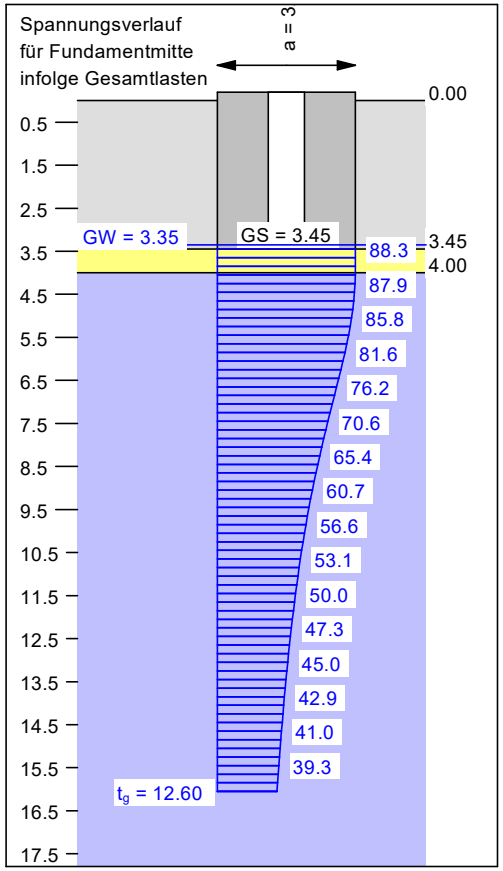
Bauvorhaben: Errichtung von 6 WEA am Standort WP Rubkow
Projekt-Nr.: kl - 247/08/18-01
Anlage: 5, Seite 2

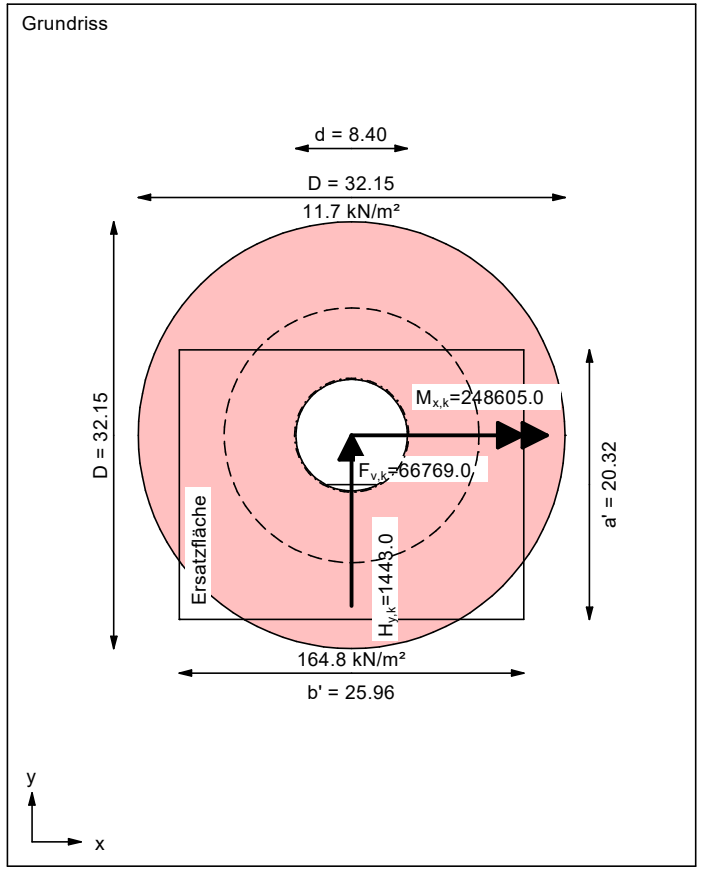
BERATENDE INGENIEURE BAUGRUNDBUERO klein

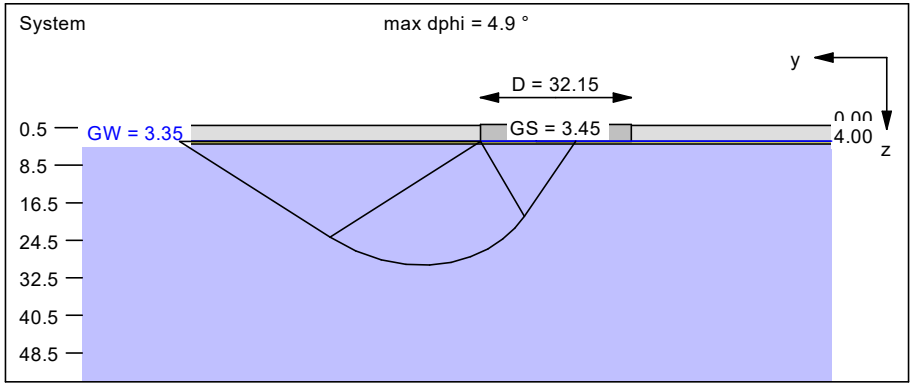
Berechnungsgrundlagen:
WEA 03 - Lastfall ohne Auftrieb - Vestas V150 FgmA
Norm: EC 7
BS: Sicherheiten BSP / Lasten BSA
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
$\gamma_{R,v}$ = 1.40
γ_G = 1.35
γ_Q = 1.50

$\gamma_{R,h}$ = 1.10
Grenzzustand EQU:
$\gamma_{G,dst}$ = 1.10
$\gamma_{G,stb}$ = 0.90
$\gamma_{Q,dst}$ = 1.50
Gründungssohle = 3.45 m
Grundwasser = 3.35 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	Bezeichnung
	3.45	19.0	10.0	27.0	0.0	12.0	Hinterfüllung
	4.00	20.0	10.0	35.0	0.0	80.0	Polster
	>4.00	20.0	10.0	25.0	5.0	15.0	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.
Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v}$ = 1.40
$\sigma_{0f,k}$ / $\sigma_{0f,d}$ = 1701.9 / 1215.67 kN/m²
$R_{n,k}$ = 897818.05 kN
$R_{n,d}$ = 641298.61 kN
V_d = 1.35 · 66769.00 + 1.50 · 0.00 kN
V_d = 90138.15 kN
μ (parallel zu y) = 0.141
μ (parallel zu x) = 0.127
cal φ = 25.1 °
φ wegen 5° Bedingung abgemindert
cal c = 4.92 kN/m²
cal γ_2 = 10.00 kN/m³
cal $\sigma_ü$ = 64.65 kN/m²
UK log. Spirale = 29.78 m u. GOK
Länge log. Spirale = 103.20 m
Fläche log. Spirale = 1399.34 m²

Gleitwiderstand:
Teilsicherheit (Gleitwiderstand) $\gamma_{R,h}$ = 1.10
$N_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h}$ = 66769.00 · tan(35.00°) / 1.10
$R_{t,d} = N_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h}$ = 42501.96 kN
T_d = 2164.50 kN
$\mu = T_d / R_{t,d}$ = 0.051

Setzung infolge Gesamtlasten:
Grenztiefe t_g = 16.05 m u. GOK
Setzung (Mittel aller KPs) = 4.88 cm
Setzungen der KPs:
oben = 1.82 cm
unten = 7.93 cm
Verdrehung(x) (KP) = 1 : 445.0
Drehfedersteifigkeit:
$k_{\varphi,x}$ = 110636.0 MN·m/rad
Nachweis EQU:
M_{stb} = 66769.0 · 32.15 · 0.5 · 0.90 = 965980.5
M_{dst} = 248605.0 · 1.50 = 372907.5
μ_{EQU} = 372907.5 / 965980.5 = 0.386

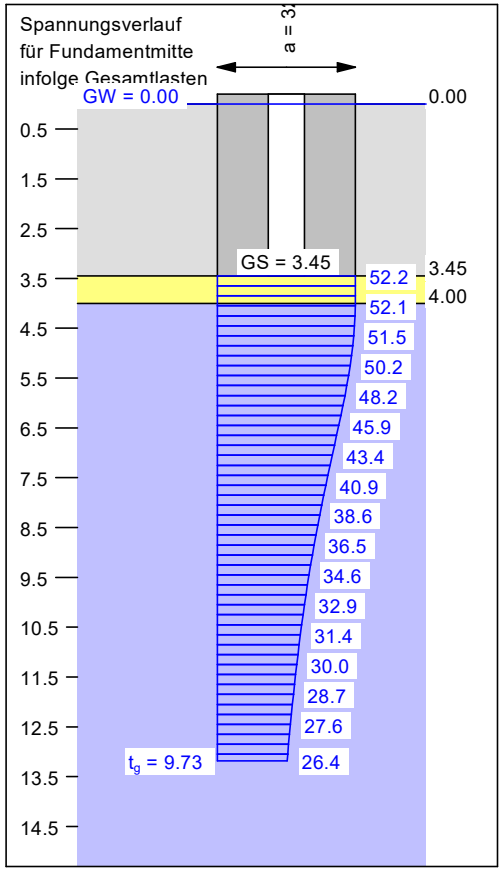
Bauvorhaben: Errichtung von 6 WEA am Standort WP Rubkow
Projekt-Nr.: kl - 247/08/18-01
Anlage: 5, Seite 3

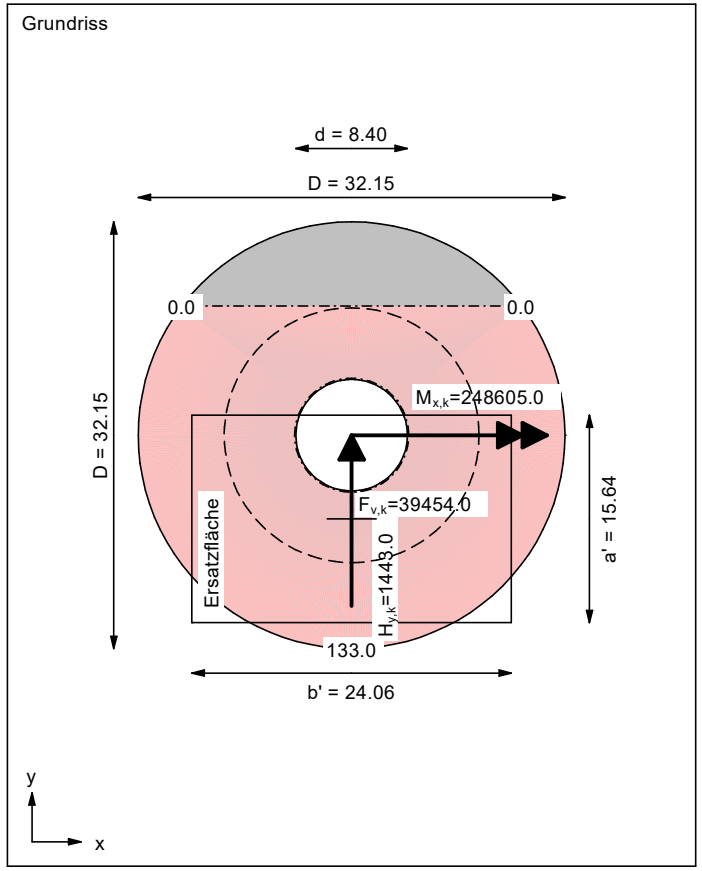
BERATENDE INGENIEURE BAUGRUNDBUERO klein

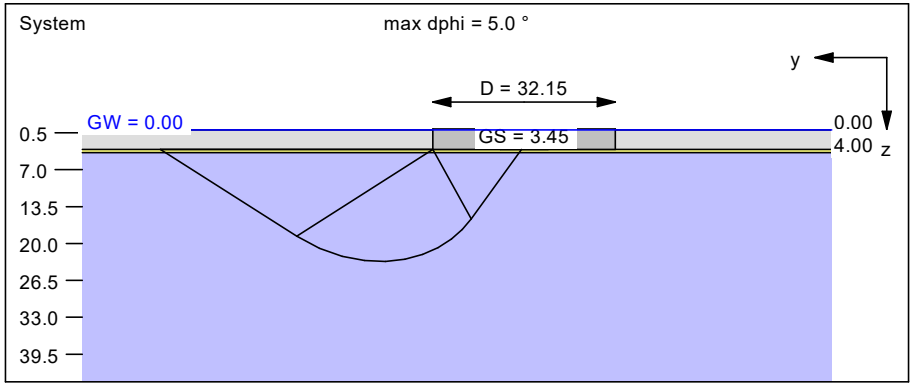
Berechnungsgrundlagen:
WEA 03 - Lastfall mit Auftrieb - Vestas V150 FgmA
Norm: EC 7
BS: Sicherheiten BSP / Lasten BSA
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
$\gamma_{R,v}$ = 1.40
γ_G = 1.35
γ_Q = 1.50

$\gamma_{R,h}$ = 1.10
Grenzzustand EQU:
$\gamma_{G,dst}$ = 1.10
$\gamma_{G,stb}$ = 0.90
$\gamma_{Q,dst}$ = 1.50
Gründungssohle = 3.45 m
Grundwasser = 0.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	Bezeichnung
	3.45	19.0	10.0	27.0	0.0	12.0	Hinterfüllung
	4.00	20.0	10.0	35.0	0.0	80.0	Polster
	>4.00	20.0	10.0	25.0	5.0	15.0	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.
Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v}$ = 1.40
$\sigma_{0f,k}$ / $\sigma_{0f,d}$ = 1096.9 / 783.47 kN/m²
$R_{n,k}$ = 412781.99 kN
$R_{n,d}$ = 294844.28 kN
V_d = 1.35 · 39454.00 + 1.50 · 0.00 kN
V_d = 53262.90 kN
μ (parallel zu y) = 0.181
μ (parallel zu x) = 0.144
cal φ = 25.1 °
φ wegen 5° Bedingung abgemindert
cal c = 4.89 kN/m²
cal γ_2 = 10.00 kN/m³
cal $\sigma_ü$ = 34.50 kN/m²
UK log. Spirale = 23.16 m u. GOK
Länge log. Spirale = 77.47 m
Fläche log. Spirale = 785.78 m²

Gleitwiderstand:
Teilsicherheit (Gleitwiderstand) $\gamma_{R,h}$ = 1.10
$N_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h}$ = 39454.00 · tan(35.00°) / 1.10
$R_{t,d} = N_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h}$ = 25114.53 kN
T_d = 2164.50 kN
$\mu = T_d / R_{t,d}$ = 0.086

Setzung infolge Gesamtlasten:
Grenztiefe t_g = 13.18 m u. GOK
Setzung (Mittel aller KPs) = 2.65 cm
Setzungen der KPs:
oben = 0.12 cm
unten = 5.17 cm
Verdrehung(x) (KP) = 1 : 538.7
Drehfedersteifigkeit:
$k_{\varphi,x}$ = 133922.0 MN·m/rad
Nachweis EQU:
M_{stb} = 39454.0 · 32.15 · 0.5 · 0.90 = 570800.7
M_{dst} = 248605.0 · 1.50 = 372907.5
μ_{EQU} = 372907.5 / 570800.7 = 0.653

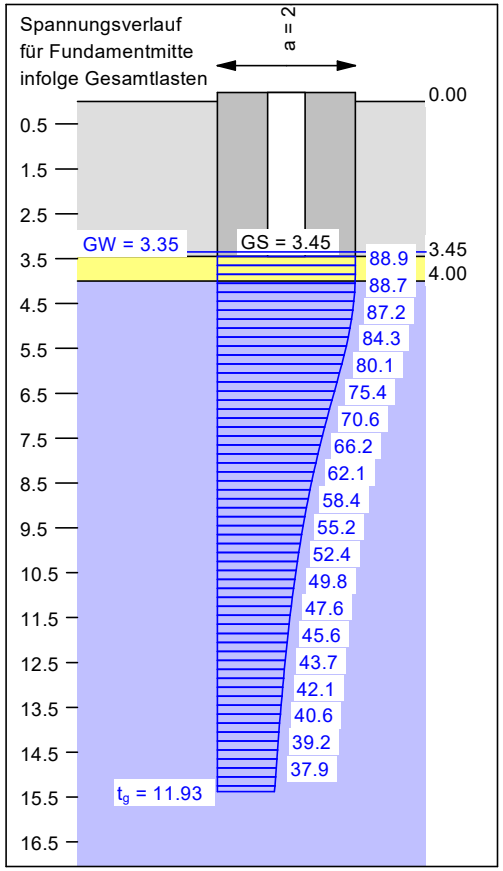
Bauvorhaben: Errichtung von 6 WEA am Standort WP Rubkow
Projekt-Nr.: kl - 247/08/18-01
Anlage: 5, Seite 4

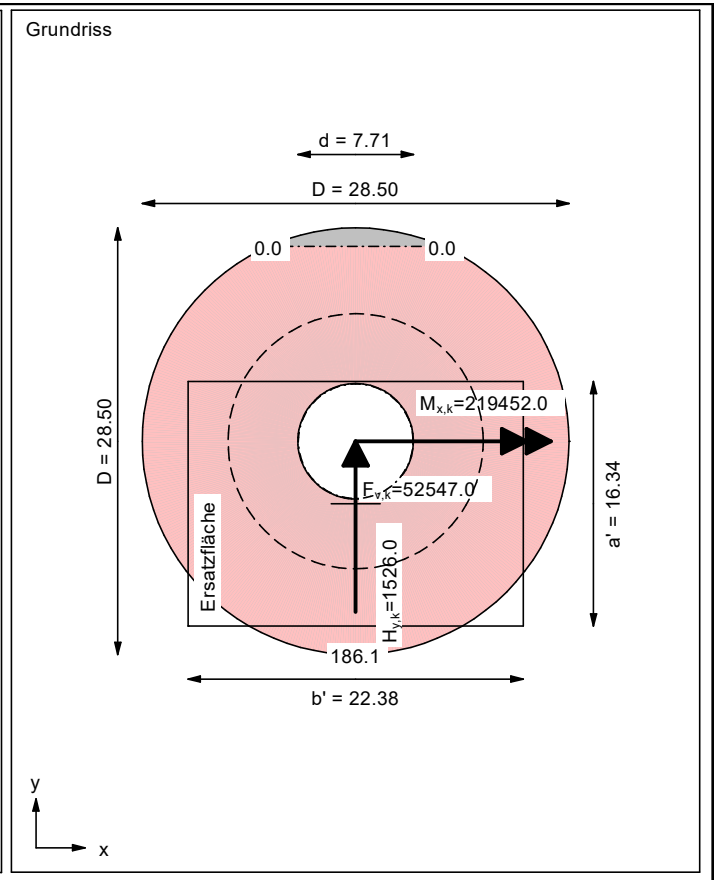
BERATENDE INGENIEURE BAUGRUNDBUERO klein

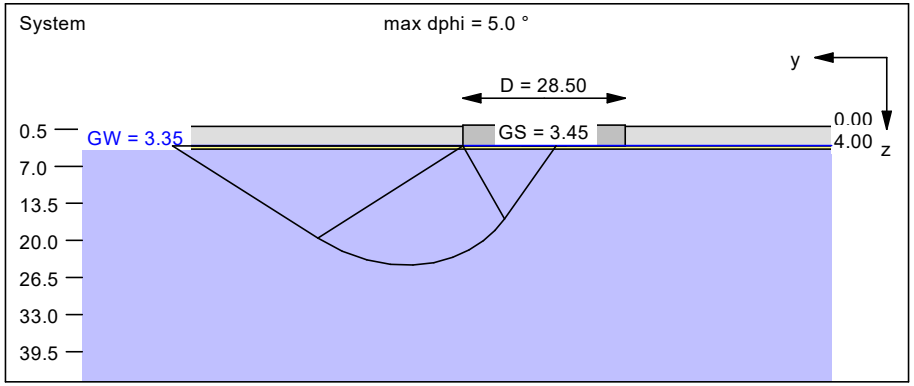
Berechnungsgrundlagen:
WEA 04 - Lastfall ohne Auftrieb - Vestas V136 FgmA
Norm: EC 7
BS: Sicherheiten BSP / Lasten BSA
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
$\gamma_{R,v}$ = 1.40
γ_G = 1.35
γ_Q = 1.50

$\gamma_{R,h}$ = 1.10
Grenzzustand EQU:
$\gamma_{G,dst}$ = 1.10
$\gamma_{G,stb}$ = 0.90
$\gamma_{Q,dst}$ = 1.50
Gründungssohle = 3.45 m
Grundwasser = 3.35 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	Bezeichnung
	3.45	19.0	10.0	27.0	0.0	12.0	Hinterfüllung
	4.00	20.0	10.0	35.0	0.0	80.0	Polster
	>4.00	20.0	10.0	25.0	5.0	15.0	Geschiebemergel







Ergebnisse Einzelfundament:
Lasten = ständig / veränderlich
Vertikallast $F_{v,k}$ = 52547.00 / 0.00 kN
Horizontalkraft $F_{h,x,k}$ = 0.00 / 0.00 kN
Horizontalkraft $F_{h,y,k}$ = 0.00 / 1526.00 kN
Moment $M_{x,k}$ = 0.00 / 219452.00 kN·m
Moment $M_{y,k}$ = 0.00 / 0.00 kN·m
Durchmesser D = 28.500 m
Durchmesser (innen) d = 7.715 m
Unter ständigen Lasten:
Exzentrizität e_x = 0.000 m
Exzentrizität e_y = 0.000 m
Resultierende im 1. Kern (= 3.824 m)
a' = 24.314 m
b' = 24.314 m
Unter Gesamtlasten:
Exzentrizität e_x = 0.000 m
Exzentrizität e_y = -4.176 m
Resultierende im 2. Kern (= 8.518 m)
a' = 16.340 m
b' = 22.376 m

Grundbruch:
Durchstanzen untersucht,
aber nicht maßgebend.
Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v}$ = 1.40
$\sigma_{0f,k}$ / $\sigma_{0f,d}$ = 1544.7 / 1103.38 kN/m²
$R_{n,k}$ = 564785.37 kN
$R_{n,d}$ = 403418.12 kN
V_d = 1.35 · 52547.00 + 1.50 · 0.00 kN
V_d = 70938.45 kN
μ (parallel zu y) = 0.176
μ (parallel zu x) = 0.156
cal φ = 25.1 °
φ wegen 5° Bedingung abgemindert
cal c = 4.90 kN/m²
cal γ_2 = 10.00 kN/m³
cal $\sigma_ü$ = 64.65 kN/m²
UK log. Spirale = 24.34 m u. GOK
Länge log. Spirale = 81.99 m
Fläche log. Spirale = 881.79 m²

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

$N_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h}$ = 52547.00 · tan(35.00°) / 1.10
$R_{t,d} = N_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h}$ = 33448.91 kN
T_d = 2289.00 kN
$\mu = T_d / R_{t,d}$ = 0.068

Setzung infolge Gesamtlasten:
Grenztiefe t_g = 15.38 m u. GOK
Setzung (Mittel aller KPs) = 4.52 cm
Setzungen der KPs:
oben = 1.01 cm
unten = 8.03 cm
Verdrehung(x) (KP) = 1 : 342.9
Drehfedersteifigkeit:
$k_{\varphi,x}$ = 75257.5 MN·m/rad
Nachweis EQU:
M_{stb} = 52547.0 · 28.50 · 0.5 · 0.90 = 673915.3
M_{dst} = 219452.0 · 1.50 = 329178.0
μ_{EQU} = 329178.0 / 673915.3 = 0.488

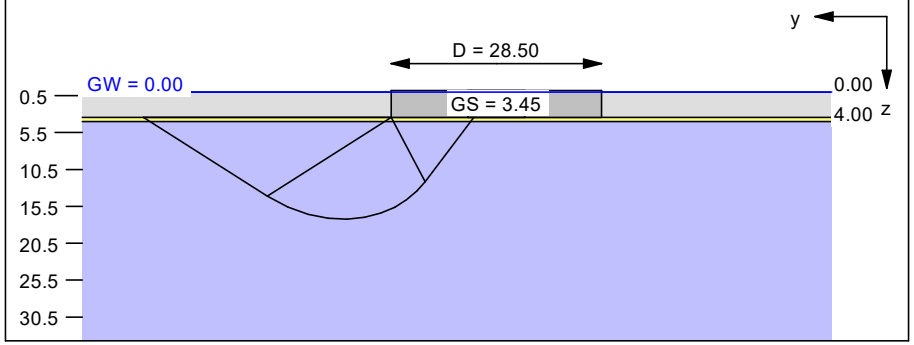
Bauvorhaben: Errichtung von 6 WEA am Standort WP Rubkow
Projekt-Nr.: kl - 247/08/18-01
Anlage: 5, Seite 5

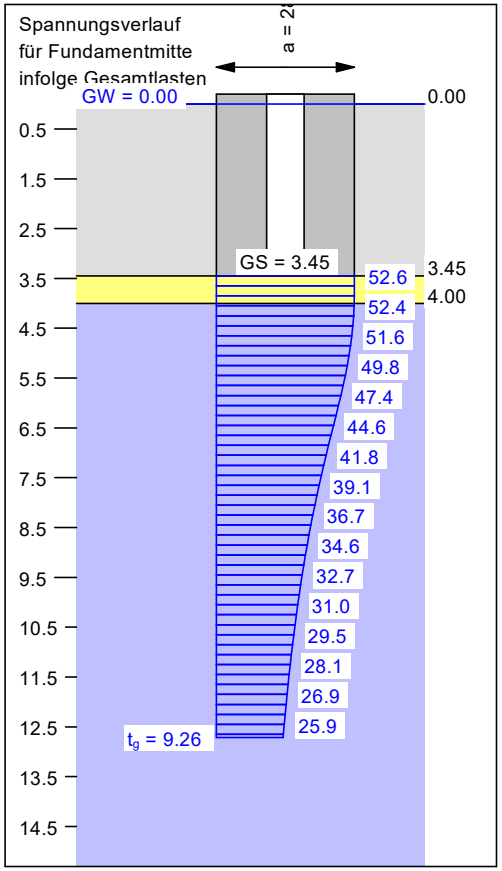
BERATENDE INGENIEURE BAUGRUNDBUERO klein

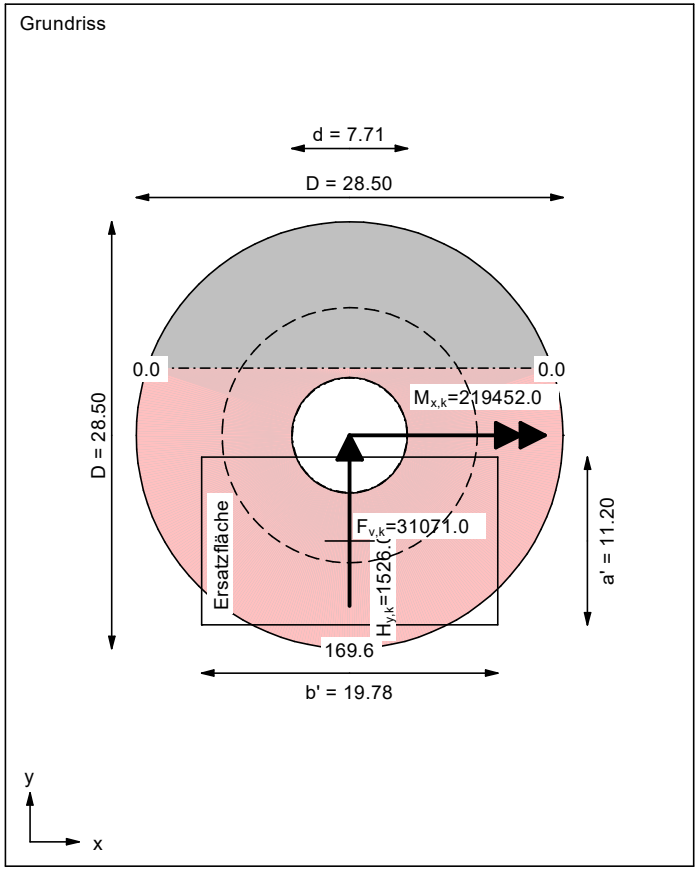
Berechnungsgrundlagen:
WEA 04 - Lastfall mit Auftrieb - Vestas V136 FgmA
Norm: EC 7
BS: Sicherheiten BSP / Lasten BSA
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
$\gamma_{R,v}$ = 1.40
γ_G = 1.35
γ_Q = 1.50

$\gamma_{R,h}$ = 1.10
Grenzzustand EQU:
$\gamma_{G,dst}$ = 1.10
$\gamma_{G,stb}$ = 0.90
$\gamma_{Q,dst}$ = 1.50
Gründungssohle = 3.45 m
Grundwasser = 0.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	Bezeichnung
	3.45	19.0	10.0	27.0	0.0	12.0	Hinterfüllung
	4.00	20.0	10.0	35.0	0.0	80.0	Polster
	>4.00	20.0	10.0	25.0	5.0	15.0	Geschiebemergel







Ergebnisse Einzelfundament:
Lasten = ständig / veränderlich
Vertikallast $F_{v,k}$ = 31071.00 / 0.00 kN
Horizontalkraft $F_{h,x,k}$ = 0.00 / 0.00 kN
Horizontalkraft $F_{h,y,k}$ = 0.00 / 1526.00 kN
Moment $M_{x,k}$ = 0.00 / 219452.00 kN·m
Moment $M_{y,k}$ = 0.00 / 0.00 kN·m
Durchmesser D = 28.500 m
Durchmesser (innen) d = 7.715 m
Unter ständigen Lasten:
Exzentrizität e_x = 0.000 m
Exzentrizität e_y = 0.000 m
Resultierende im 1. Kern (= 3.824 m)
a' = 24.314 m
b' = 24.314 m
Unter Gesamtlasten:
Exzentrizität e_x = 0.000 m
Exzentrizität e_y = -7.063 m
Resultierende im 2. Kern (= 8.518 m)
a' = 11.196 m
b' = 19.785 m

Grundbruch:
Durchstanzen untersucht,
aber nicht maßgebend.
Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v}$ = 1.40
$\sigma_{0f,k}$ / $\sigma_{0f,d}$ = 921.8 / 658.42 kN/m²
$R_{n,k}$ = 204189.36 kN
$R_{n,d}$ = 145849.55 kN
V_d = 1.35 · 31071.00 + 1.50 · 0.00 kN
V_d = 41945.85 kN
μ (parallel zu y) = 0.288
μ (parallel zu x) = 0.221
cal φ = 25.2 °
φ wegen 5° Bedingung abgemindert
cal c = 4.84 kN/m²
cal γ_2 = 10.00 kN/m³
cal $\sigma_ü$ = 34.50 kN/m²
UK log. Spirale = 17.23 m u. GOK
Länge log. Spirale = 54.34 m
Fläche log. Spirale = 385.44 m²

Gleitwiderstand:
Teilsicherheit (Gleitwiderstand) $\gamma_{R,h}$ = 1.10
$N_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h}$ = 31071.00 · tan(35.00°) / 1.10
$R_{t,d} = N_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h}$ = 19778.32 kN
T_d = 2289.00 kN
$\mu = T_d / R_{t,d}$ = 0.116

Setzung infolge Gesamtlasten:
Grenztiefe t_g = 12.71 m u. GOK
Setzung (Mittel aller KPs) = 2.94 cm
Setzungen der KPs:
oben = 0.06 cm
unten = 5.82 cm
Verdrehung(x) (KP) = 1 : 418.2
Drehfedersteifigkeit:
$k_{\varphi,x}$ = 91774.4 MN·m/rad
Nachweis EQU:
M_{stb} = 31071.0 · 28.50 · 0.5 · 0.90 = 398485.6
M_{dst} = 219452.0 · 1.50 = 329178.0
μ_{EQU} = 329178.0 / 398485.6 = 0.826

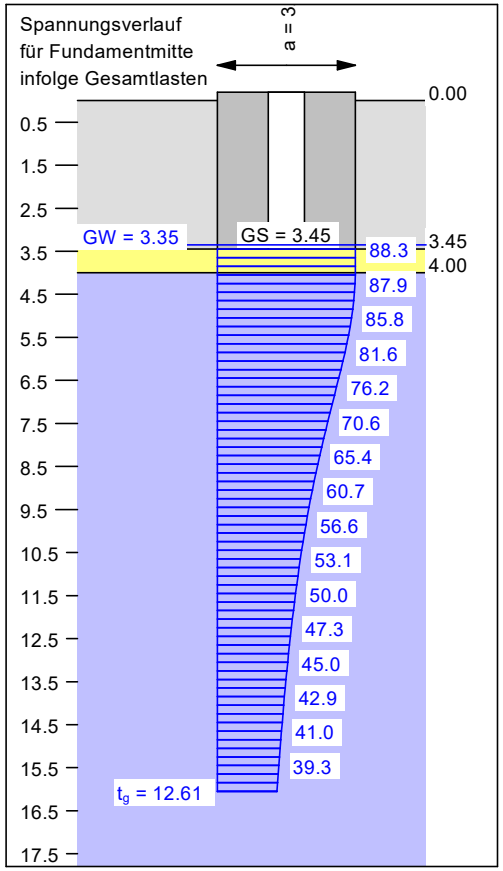
Bauvorhaben: Errichtung von 6 WEA am Standort WP Rubkow
Projekt-Nr.: kl - 247/08/18-01
Anlage: 5, Seite 6

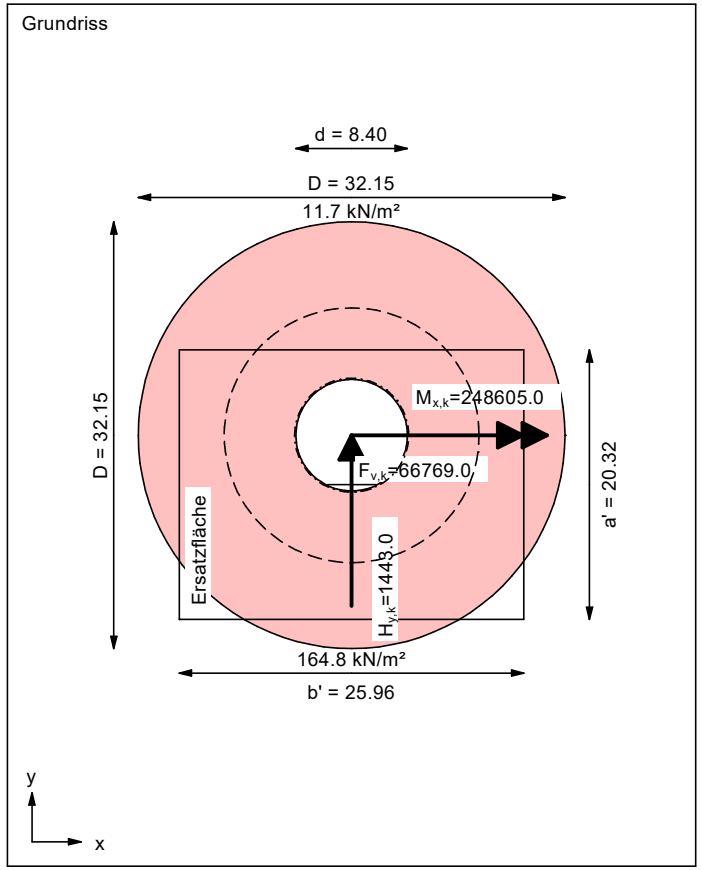
BERATENDE INGENIEURE BAUGRUNDBUERO klein

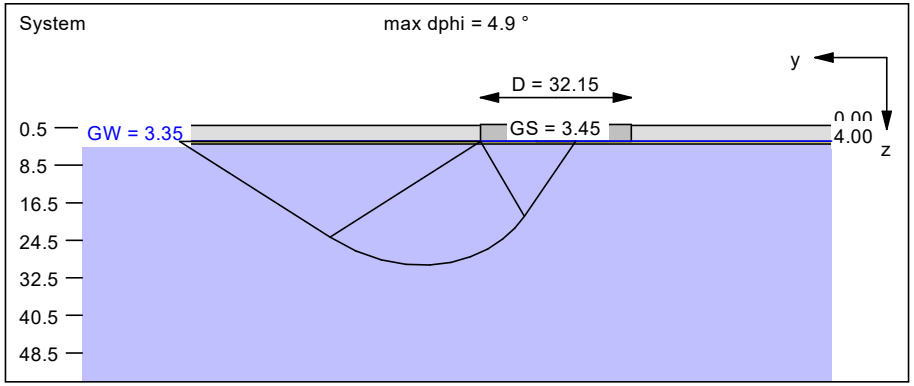
Berechnungsgrundlagen:
WEA 06 - Lastfall ohne Auftrieb - Vestas V150 FgmA
Norm: EC 7
BS: Sicherheiten BSP / Lasten BSA
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
$\gamma_{R,v}$ = 1.40
γ_G = 1.35
γ_Q = 1.50

$\gamma_{R,h}$ = 1.10
Grenzzustand EQU:
$\gamma_{G,dst}$ = 1.10
$\gamma_{G,stb}$ = 0.90
$\gamma_{Q,dst}$ = 1.50
Gründungssohle = 3.45 m
Grundwasser = 3.35 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	Bezeichnung
	3.45	19.0	10.0	27.0	0.0	12.0	Hinterfüllung
	4.00	20.0	10.0	35.0	0.0	80.0	Polster
	>4.00	20.0	10.0	25.0	5.0	15.0	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.
Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v}$ = 1.40
$\sigma_{0f,k}$ / $\sigma_{0f,d}$ = 1701.4 / 1215.28 kN/m²
$R_{n,k}$ = 897536.11 kN
$R_{n,d}$ = 641097.22 kN
V_d = 1.35 · 66769.00 + 1.50 · 0.00 kN
V_d = 90138.15 kN
μ (parallel zu y) = 0.141
μ (parallel zu x) = 0.127
cal φ = 25.1 °
φ wegen 5° Bedingung abgemindert
cal c = 4.92 kN/m²
cal γ_2 = 10.00 kN/m³
cal $\sigma_ü$ = 64.61 kN/m²
UK log. Spirale = 29.78 m u. GOK
Länge log. Spirale = 103.20 m
Fläche log. Spirale = 1399.34 m²

Gleitwiderstand:
Teilsicherheit (Gleitwiderstand) $\gamma_{R,h}$ = 1.10
$N_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h}$ = 66769.00 · tan(27.00°) / 1.10
$R_{t,d} = N_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h}$ = 30927.73 kN
T_d = 2164.50 kN
$\mu = T_d / R_{t,d}$ = 0.070

Setzung infolge Gesamtlasten:
Grenztiefe t_g = 16.05 m u. GOK
Setzung (Mittel aller KPs) = 4.88 cm
Setzungen der KPs:
oben = 1.82 cm
unten = 7.93 cm
Verdrehung(x) (KP) = 1 : 445.0
Drehfedersteifigkeit:
$k_{\varphi,x}$ = 110632.1 MN·m/rad
Nachweis EQU:
M_{stb} = 66769.0 · 32.15 · 0.5 · 0.90 = 965980.5
M_{dst} = 248605.0 · 1.50 = 372907.5
μ_{EQU} = 372907.5 / 965980.5 = 0.386

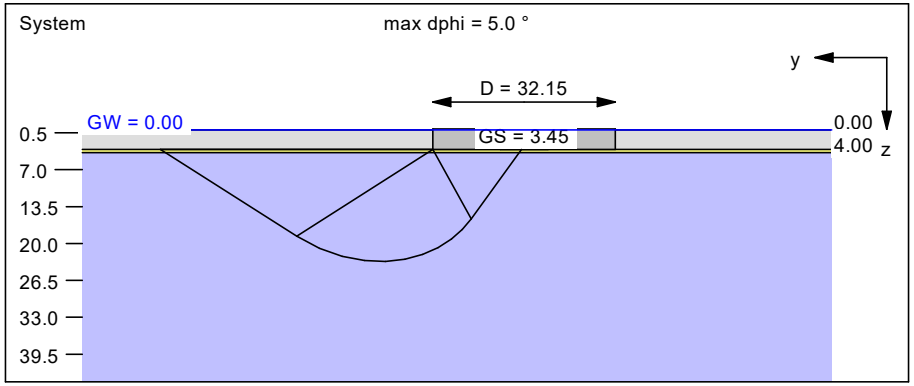
Bauvorhaben: Errichtung von 6 WEA am Standort WP Rubkow
Projekt-Nr.: kl - 247/08/18-01
Anlage: 5, Seite 7

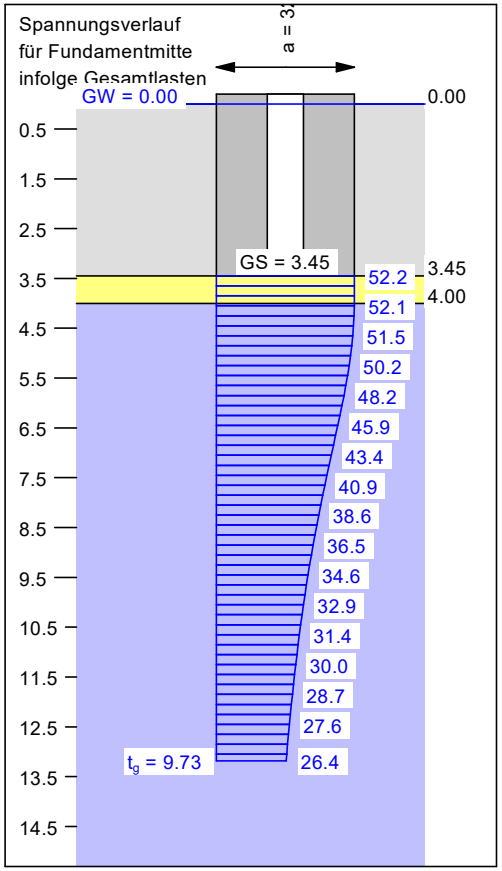
BERATENDE INGENIEURE BAUGRUNDBUERO klein

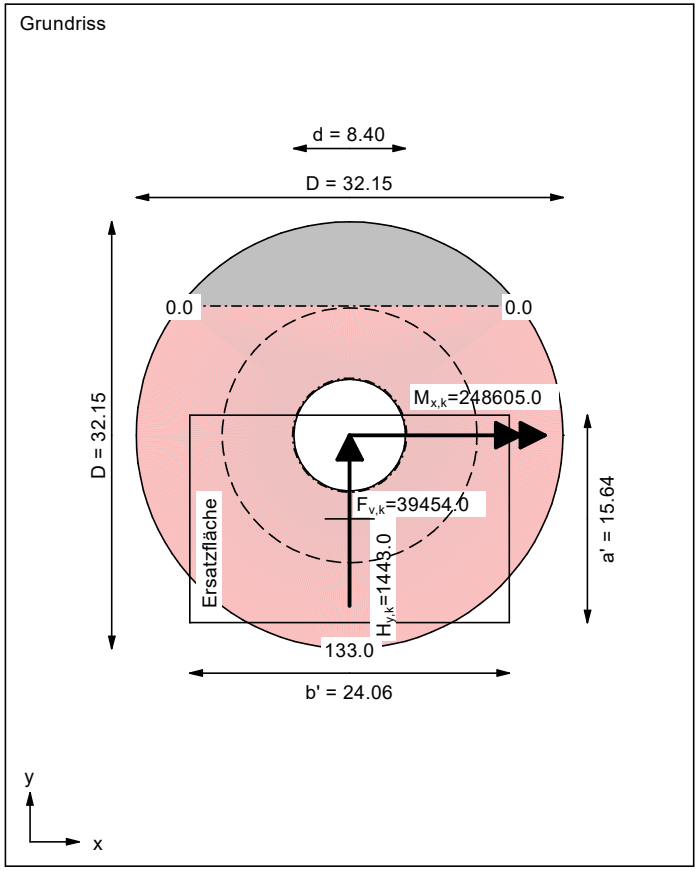
Berechnungsgrundlagen:
WEA 06 - Lastfall mit Auftrieb - Vestas V150 FgmA
Norm: EC 7
BS: Sicherheiten BSP / Lasten BSA
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
$\gamma_{R,v}$ = 1.40
γ_G = 1.35
γ_Q = 1.50

$\gamma_{R,h}$ = 1.10
Grenzzustand EQU:
$\gamma_{G,dst}$ = 1.10
$\gamma_{G,stb}$ = 0.90
$\gamma_{Q,dst}$ = 1.50
Gründungssohle = 3.45 m
Grundwasser = 0.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	Bezeichnung
	3.45	19.0	10.0	27.0	0.0	12.0	Hinterfüllung
	4.00	20.0	10.0	35.0	0.0	80.0	Polster
	>4.00	20.0	10.0	25.0	5.0	15.0	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.
Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v}$ = 1.40
$\sigma_{0f,k}$ / $\sigma_{0f,d}$ = 1096.9 / 783.47 kN/m²
$R_{n,k}$ = 412781.99 kN
$R_{n,d}$ = 294844.28 kN
V_d = 1.35 · 39454.00 + 1.50 · 0.00 kN
V_d = 53262.90 kN
μ (parallel zu y) = 0.181
μ (parallel zu x) = 0.144
cal φ = 25.1 °
φ wegen 5° Bedingung abgemindert
cal c = 4.89 kN/m²
cal γ_2 = 10.00 kN/m³
cal $\sigma_ü$ = 34.50 kN/m²
UK log. Spirale = 23.16 m u. GOK
Länge log. Spirale = 77.47 m
Fläche log. Spirale = 785.78 m²

Gleitwiderstand:
Teilsicherheit (Gleitwiderstand) $\gamma_{R,h}$ = 1.10
$N_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h}$ = 39454.00 · tan(35.00°) / 1.10
$R_{t,d} = N_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h}$ = 25114.53 kN
T_d = 2164.50 kN
$\mu = T_d / R_{t,d}$ = 0.086

Setzung infolge Gesamtlasten:
Grenztiefe t_g = 13.18 m u. GOK
Setzung (Mittel aller KPs) = 2.65 cm
Setzungen der KPs:
oben = 0.12 cm
unten = 5.17 cm
Verdrehung(x) (KP) = 1 : 538.7
Drehfedersteifigkeit:
$k_{\varphi,x}$ = 133922.0 MN·m/rad
Nachweis EQU:
M_{stb} = 39454.0 · 32.15 · 0.5 · 0.90 = 570800.7
M_{dst} = 248605.0 · 1.50 = 372907.5
μ_{EQU} = 372907.5 / 570800.7 = 0.653

Bauvorhaben: Errichtung von 6 WEA am Standort WP Rubkow
Projekt-Nr.: kl - 247/08/18-01
Anlage: 5, Seite 8

BERATENDE INGENIEURE BAUGRUNDBUERO klein