

Erdbaulabor Strube

Erdbaulabor Strube • Häherweg 1 • 26209 Sandhatten

WindStrom Bühnerbach GmbH & Co. KG
Lindenstraße 39

49586 Neuenkirchen

Dipl.-Geol. K.-H. Strube
Häherweg 1
26209 Sandhatten
Baugrunduntersuchungen und Gutachten
Tel.: 04482-927297; Fax: 98

24.07.19

Betr.: WP Bühnerbach, Neuenkirchen/Ueffeln

BEFUND ZUR BAUGRUNDUNTERSUCHUNG **vom 18./19.12.2013 u. 02.01.2014** **und 19.09.2018**

1. Vorgang

In der Gemeinde Neuenkirchen war ursprünglich die Errichtung eines Windparks mit fünf Windenergieanlagen vom Typ GE 2,5 - 120 mit 139 m Nabenhöhe geplant. Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens wurden die Standorte verschoben und der Anlagentyp geändert. Der alte Standort 2 entfällt und es sollen nun vier Windenergieanlagen vom Typ Nordex N149/4.0 - 4.5 mit 125 m Nabenhöhe errichtet werden. Von der *Windstrom Bühnerbach GmbH & CoKG* wurden wir mit der Durchführung von weiteren Bodenuntersuchungen und der Anpassung des Befundes beauftragt.

2. Durchgeführte Untersuchungen

Zwischen dem 04.12.2013 und 19.12.2014 wurden von der *Fa. Thade Gerdes GmbH*, Norden im Gründungsbereich der geplanten Windenergieanlagen je drei Drucksondierungen bis zur Auslastung, d.h. bis in Tiefen zwischen 11,5 m und 25 m unter Gelände durchgeführt, sowie je eine verrohrte Trockenbohrung ($d = 168 \text{ mm}$) bis in 20 m, bzw. 17 m (WEA 5) unter Gelände abgeteuft.

Am 18.12. 2013 wurde eine Wasserprobe entnommen und von der *Eurofins Umwelt Nord GmbH* auf Betonaggressivität untersucht.

Zur Bestimmung der elektrischen Bodenwiderstände wurden am 09.12.2013 von der *geoFact GmbH*, Bonn an jedem Standort eine Wennerkreuzsondierung durchgeführt.

Von einem charakteristischen Teil der Bodenproben wurden insgesamt fünf Kornverteilungen ermittelt und fünf Fließ- und Ausrollgrenzen bestimmt.

Nach der Verschiebung der Standorte wurden von der *Fa.- Thade Gerdes GmbH* am 19.09.2018 weitere sechs Drucksondierungen durchgeführt.

3. Baugrund

Nach der geologischen Übersichtskarte Blatt 1 :25000 sind im Untersuchungsgebiet überwiegend fluviatilen Ablagerungen der Weichselkaltzeit , bzw. glazifluviatile Ablagerungen des Drenthestadiums zu erwarten, die hier überwiegend als sandige, untergeordnet lehmige Schichten auftreten.

Im südöstlichen Teil werden sie von Tonsteinen des Mittleren Jura unterlagert.

Standort WEA 1

Unter dem humosen Oberboden folgen bis in Tiefen zwischen ca. 3,5 m und 4 m unter Gelände Sande, die mit Spitzendrücken $> 10 \text{ MN/m}^2$ eine min. mitteldichte Lagerung aufweisen. Darunter stehen bis in Tiefen zwischen 7 m und 7,5 m unter Gelände Geschiebelehme an, die auf ihrem obersten Meter nur eine breiige bis weiche Konsistenz besitzen und darunter in eine weiche bis steife Beschaffenheit übergehen.

Unter den Lehmen stehen wieder mit einzelnen Lehmlagen durchsetzte Sande an, die bis ca. 10,5 m unter Gelände mit mittleren Spitzendrücken zwischen 4 und 8 MN/m² eine lockere bis mitteldichte Lagerung und darunter mitteldichte bis dichte Lagerung aufweisen. Ab ca. 15 m steigt der Spitzendruck auf Werte bis 50 MN/m² an, so dass bereits in Tiefen zwischen 16 und 18 m kein Sondierfortschritt mehr zu erzielen war.

Standort WEA 2

Unter dem humosem Oberboden stehen bis ca. 5 m unter Gelände Sande an, die mit Spitzendrücken > 7,5 MN/m² eine min. mitteldichte Lagerung aufweisen.

Darunter folgen bis ca. 8 m unter Gelände Geschiebelehme und Schluffe von weicher bis steifer Konsistenz, die bis in Tiefen von ca. 7 m nur eine weiche-steife, z.T. sogar nur breiige Konsistenz aufweisen, und erst darunter in eine steife Beschaffenheit übergehen. An ihrer Basis wurde eine ca. 0,4 m mächtige, stark schluffige Torflage angetroffen.

Bis zur Endteufe folgen mit einzelnen lehmigen Zwischenlagen überwiegend mitteldicht bis sehr dicht gelagerte Sande, in denen ab ca. 19 m unter Gelände (bei Spitzendrücken > 50 MN/m²) kein Sondierfortschritt mehr erzielt werden konnte.

Standort WEA 3

Unter einer 1 m mächtigen Schicht aus humosem Oberboden stehen bis ca. 4,5 m unter Gelände Sande an, die mit mittleren Spitzendrücken > 7,5 MN/m² eine mitteldichte Lagerung aufweisen.

Darunter folgen bis ca. 10 m unter Gelände bindige Schichten (Geschiebelehme/ tonig sandige Schluffe, mit einz. Sand- u. Tonlagen), die bis ca. 6 m eine weiche und darunter steife Konsistenz aufweisen.

Bis zur Endteufe folgen überwiegend mitteldicht bis sehr dicht gelagerte Sande (Spitzendrucke bis > 50 MN/m²).

Standort WEA 4

Unter einer ca. 0,3 m mächtigen Schicht aus humosem Oberboden folgen bis ca. 1,7 m Feinsande, unter denen bis ca. 5,5 m unter Gelände Geschiebelehme anstehen, die mit mittleren Spitzendrücken um 1 MN/m^2 nur eine weiche Konsistenz aufweisen dürften.

Darunter folgt eine ca. 1 m mächtige Sandschicht, die mit mittleren Spitzendrücken über 10 MN/m^2 eine mitteldichte Lagerung besitzt.

Bis 9 m folgen Tone von überwiegend steifer Konsistenz, die darunter in eine halbfeste bis feste Beschaffenheit übergehen. Hierbei handelt es sich bereits um weniger verwitterte Festgesteinsschichten (Tonsteine) des oberen Jura, in denen bereits ab ca. 12 m unter Gelände kein Sondierfortschritt mehr erzielt werden konnte.

3.1. Bodenklassifikation und bodenmechanische Kennwerte

Die folgenden Bodenkenngrößen (charakteristische Bodenkennwerte) sind weitestgehend den EAU bzw. der DIN 1055 entnommen worden.

Bodenmechanische Kennwerte

Bodenart	γ_k (kN/m^3)	γ'_k (kN/m^3)	φ_k °	c_k (kN/m^2)	$c_{u,k}$ (kN/m^2)	E_{sk} (MN/m^2)	E_{dynk} (MN/m^2)	ν
Sand	19,0	11,0	32,5	-	-	30 - 80	150 - 300	0,3-0,35
Ton, steif	19,0	9,0	20	20	25 - 50	3 - 6	30 - 80	0,4-0,45
Ton, halbf.	20,0	10,0	25	25	50 - 100	6 - 20	40 - 150	0,4-0,45
Ton, fest	21,0	11,0	25	-	-	20 - 40	140 - 280	0,4-0,45
Lehm, steif	20,0	10,0	27,5	5	20 - 50	6 - 12	100 - 250	0,35-0,4
Lehm, weich	19,0	9,0	27,5	-	10 - 20	4 - 8	50 - 150	0,35-0,4

3.2. Grundwasser

Grundwasser wurde nach Abschluss der Bohrungen im offenen Bohrloch bereits in Tiefen zwischen 0,8 m und 1,75 m unter Gelände gemessen (Dezember).

Nach der vom *Labor Dr. Döring* durchgeführten Analyse ist es als schwach betonangreifend einzustufen.

Das Gelände des geplanten Windparks liegt in einem potentiellen Überschwemmungsgebiet.

Alle vier Standorte liegen an den Grenzen zu den vom LK Osnabrück ausgewiesenen Überschwemmungsgebieten. Dabei handelt es sich um rechnerisch ermittelte Bereiche, die bei einem statistisch einmal in 100 Jahren vorkommenden Hochwasserereignis überschwemmt werden.

Es empfiehlt sich deshalb den Bemessungswasserstand in Geländehöhe anzusetzen.

3.3. Erdbeben

Die Standorte gehören nach DIN 4149 zu keiner Erdbebenzone und Untergrundklasse.

4. Gründung

Nach den vorliegenden Unterlagen der *Fa. Nordex* ist eine Flachgründung vorgesehen, bei der die Windenergieanlagen über einen 0,55 m hohen Sockel mit einem Durchmesser von 6 m auf einem Kreisfundament gegründet werden sollen. Die Fundamentplatte weist einen Außendurchmesser von 26,6 m auf und steigt von 0,45 m am Rand bis auf 2,6 m zum Sockel hin an.

Bei einer geplanten Einbindetiefe von 2,18 m ist das Fundament bis 0,05 m unter Ok Sockel, d.h. mit 0,50 m bis 2,70 m Boden ($\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$) zu überschütten.

Das Grundwasser darf bis OK Gelände anstehen.

Die max. Kantenpressung wird mit 170 kN/m^2 angegeben.

Die erforderlichen Drehfedersteifigkeiten $k_{\phi,\text{dyn}} = 110000 \text{ MNm/rad}$ bzw. $k_{\phi,\text{stat}} = 27500 \text{ MNm/rad}$ dürfen nicht unterschritten werden.

Die max. zulässige Schiefstellung beträgt üblicherweise 3mm/m.

An allen vier Standorten treten bis in Tiefen zwischen 7 m bis 9 m unter Gelände noch weiche bindige Schichten auf, so dass weder die erforderlichen Mindestdrehfedersteifigkeiten noch die max. zulässigen Verkantungen eingehalten werden können.

D.h. an keinem der vier Standorte ist eine Flachgründung ohne bodenverbessernde Maßnahmen möglich.

4.1. Empfehlungen für die Gründung

An allen vier Standorten empfiehlt sich eine Bodenverbesserung durch den Einbau von Schottersäulen (z.B. *Geopier* impact Rammstopfsäulen od. *Keller* Rüttelstopfsäulen).

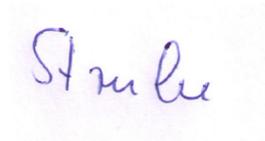
Wasser wurde in Tiefen zwischen 0 m und 1,7 m unter Gelände angetroffen. Bei einer geplanten Einbindetiefe von ca. 2,18 m dürfte demnach an allen vier Standorten eine entsprechende geschlossene Wasserhaltung erforderlich werden.

Mit den Ausschachtarbeiten bis auf Gründungsebene darf hier erst begonnen werden, wenn das Wasser bis min 0,5 m unter Sohle abgesenkt ist, um eine unnötiges Auflockern zu vermeiden.

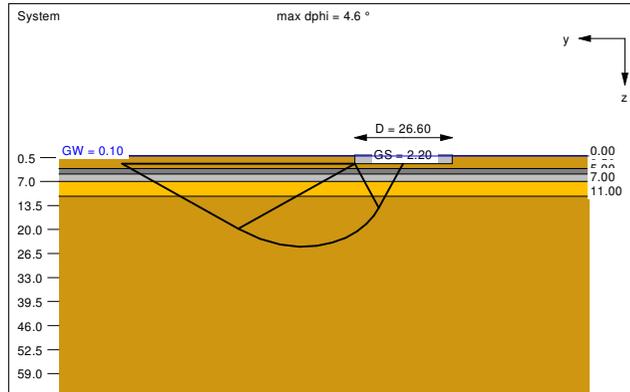
Die Erdaufschüttungen sind Bestandteil der Anlagen und in den Berechnungen mit angesetzt, sie sind deshalb sorgfältig auszuführen und es muss gewährleistet sein, dass sie auf Dauer erhalten bleiben.

Erfahrungsgemäß werden die geforderten Dichten von 18 kN/m^3 nicht immer erreicht; die Mindesthöhen der Überschüttungen sollten deshalb unbedingt eingehalten werden und das Material ist beim Einbau zu verdichten.

Erdbaulabor Strube



Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	19.5	9.5	32.5	0.0	40.0	Sand
	19.0	9.0	27.5	0.0	4.0	Lehm, w.br
	19.5	9.5	27.5	2.0	8.0	Lehm, w.st
	19.5	9.5	32.5	0.0	30.0	Sand, lo
	19.5	10.0	32.5	0.0	40.0	Sand, md-d



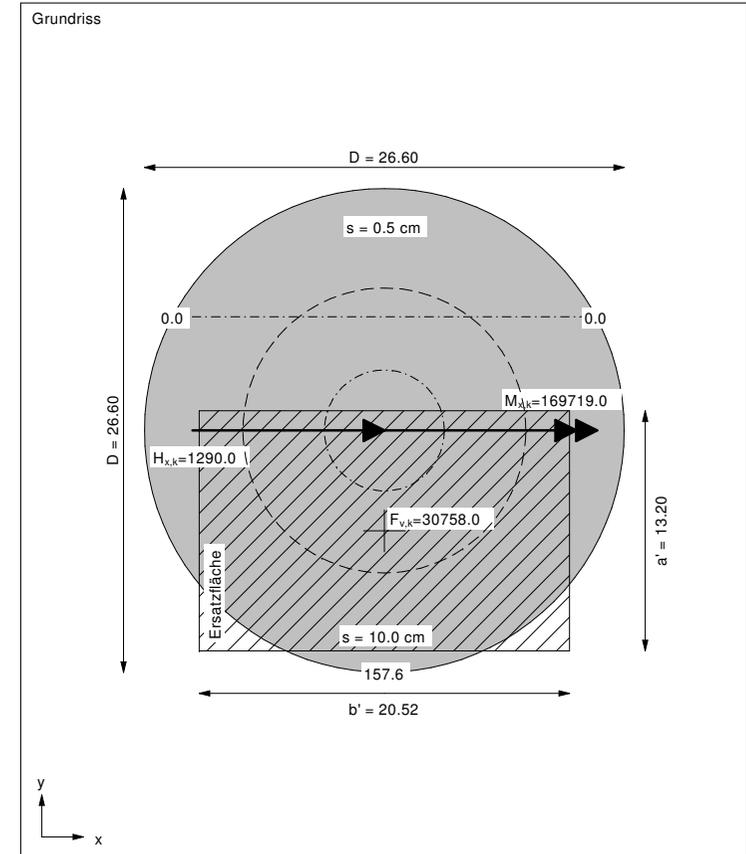
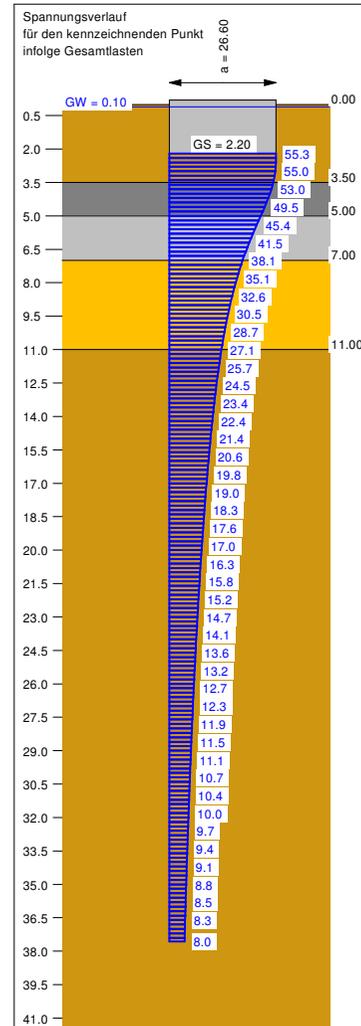
Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 30758.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 1290.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 169719.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 26.600$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.325 m)
 $a' = 23.574$ m
 $b' = 23.574$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -5.518$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 7.834 m)
 $a' = 13.197$ m
 $b' = 20.521$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{01,k} / \sigma_{01,d} = 1914.8 / 1367.72$ kN/m²
 $R_{n,k} = 518564.48$ kN
 $R_{n,d} = 370403.20$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 30758.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 41523.30$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.112
 $\text{cal } \phi = 31.9^\circ$
 $\text{cal } c = 0.14$ kN/m²
 $\text{cal } \gamma_2 = 9.68$ kN/m³
 $\text{cal } \sigma_0 = 21.90$ kN/m²

UK log. Spirale = 24.62 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 92.65 m
 Fläche log. Spirale = 1087.35 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{60} = 35.26$; $N_{60} = 22.96$; $N_{b0} = 13.68$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.356$; $v_d = 1.340$; $v_b = 0.807$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.939$; $i_d = 0.942$; $i_b = 0.903$
 Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 37.56$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 5.28 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.54 cm
 unten = 10.03 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 236.9
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{\phi,x} = 40209.5$ MN·m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{stb} = 30758.0 \cdot 26.60 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 368173.3$
 $M_{dst} = 169719.0 \cdot 1.50 = 254578.5$
 $\mu_{EQU} = 254578.5 / 368173.3 = 0.691$

Berechnungsgrundlagen:
 WEA Nordex Delta 4000 TS 125 m.A GEO 2 BSP, WEA 1
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:

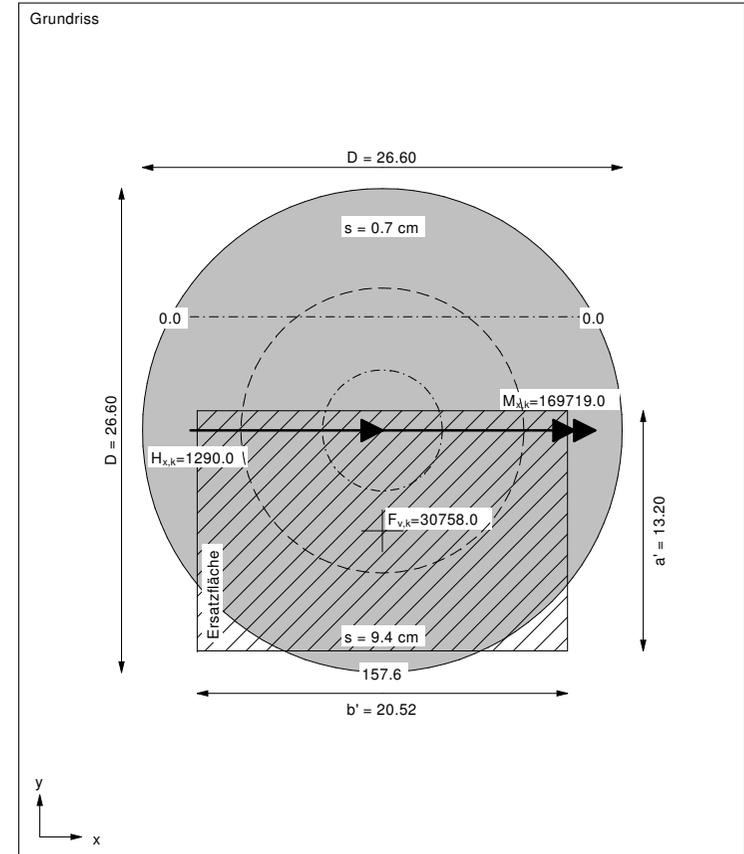
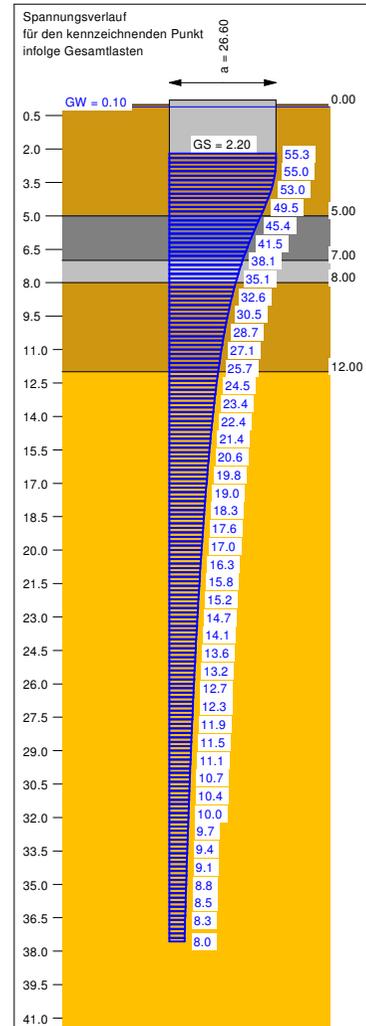
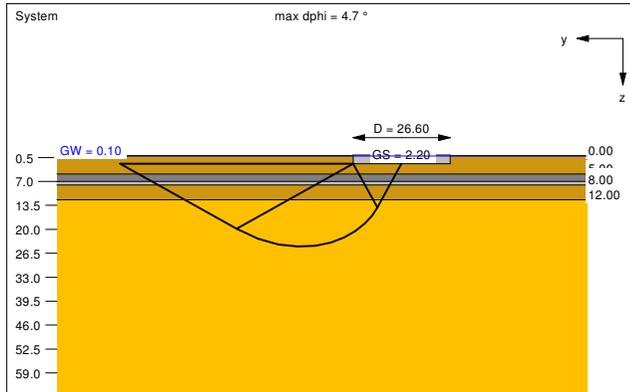
$\gamma_{G,dst} = 1.10$
 $\gamma_{G,stb} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Gründungssohle = 2.20 m
 Grundwasser = 0.10 m
 Grenztiefe mit x * b
 $x = 1.500$
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite



Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	Bezeichnung
	19.5	9.5	32.5	0.0	40.0	Sand
	19.0	9.0	27.5	0.0	4.0	Lehm, w.br
	19.5	9.5	27.5	2.0	8.0	Lehm, w.st
	19.5	10.0	32.5	0.0	40.0	Sand, md-d
	19.5	9.5	32.5	0.0	30.0	Sand, lo

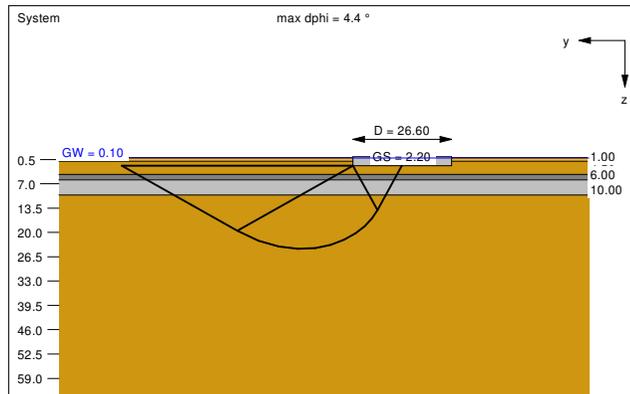
Berechnungsgrundlagen:
 WEA Nordex Delta 4000 TS 125 m.A GEO 2 BSP, WEA 2
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:

$\gamma_{G,dst} = 1.10$
 $\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Gründungssohle = 2.20 m
 Grundwasser = 0.10 m
 Grenztiefe mit $x \cdot b$
 $x = 1.500$
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite



Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 30758.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 1290.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 169719.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 26.600$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.325 m)
 $a' = 23.574$ m
 $b' = 23.574$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -5.518$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 7.834 m)
 $a' = 13.197$ m
 $b' = 20.521$ m
 Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{01,k} / \sigma_{01,d} = 1917.6 / 1369.74$ kN/m²
 $R_{n,k} = 519329.93$ kN
 $R_{n,d} = 370949.95$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 30758.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 41523.30$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.112
 $\alpha_l \phi = 32.0^\circ$
 $\alpha_l c = 0.07$ kN/m²
 $\alpha_l \gamma_2 = 9.54$ kN/m³
 $\alpha_l \sigma_0 = 21.90$ kN/m²
 UK log. Spirale = 24.68 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 93.00 m
 Fläche log. Spirale = 1094.89 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{c0} = 35.51$; $N_{d0} = 23.19$; $N_{b0} = 13.87$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.356$; $v_d = 1.341$; $v_b = 0.807$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.940$; $i_d = 0.942$; $i_b = 0.903$
 Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 37.56$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 5.05 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.72 cm
 unten = 9.38 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 259.4
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{\phi,x} = 44029.8$ MN·m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{stab} = 30758.0 \cdot 26.60 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 368173.3$
 $M_{dst} = 169719.0 \cdot 1.50 = 254578.5$
 $\mu_{EQU} = 254578.5 / 368173.3 = 0.691$

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	Bezeichnung
	19.5	9.5	32.5	0.0	30.0	Sand,lo
	19.5	9.5	32.5	0.0	40.0	Sand
	19.0	9.0	27.5	0.0	4.0	Lehm,w.br
	19.5	9.5	27.5	2.0	8.0	Lehm,w.st
	19.5	10.0	32.5	0.0	40.0	Sand,md-d



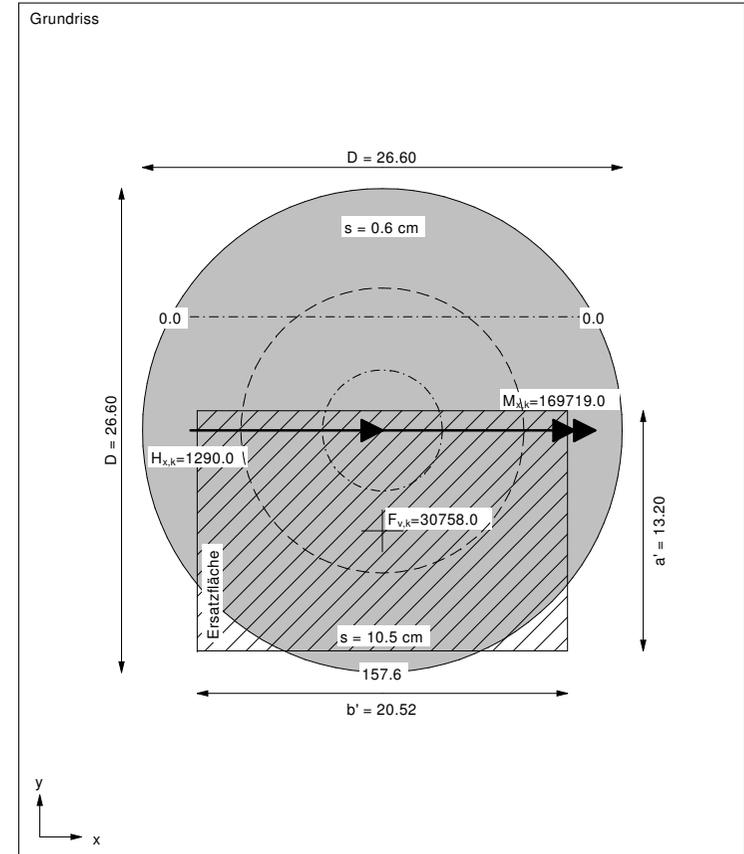
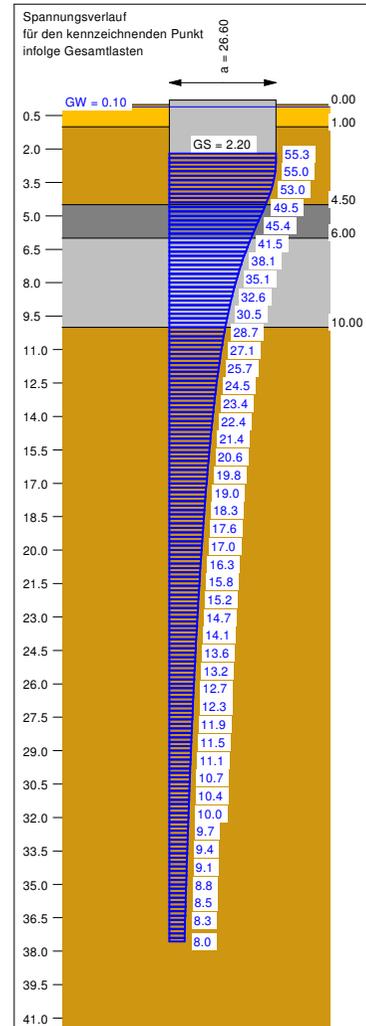
Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 30758.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 1290.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 169719.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 26.600$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.325 m)
 $a' = 23.574$ m
 $b' = 23.574$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -5.518$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 7.834 m)
 $a' = 13.197$ m
 $b' = 20.521$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{01,k} / \sigma_{01,d} = 1828.3 / 1305.93$ kN/m²
 $R_{n,k} = 495139.31$ kN
 $R_{n,d} = 353670.94$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 30758.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 41523.30$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.117
 cal $\phi = 31.6^\circ$
 cal c = 0.28 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 9.71$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 21.90$ kN/m²

UK log. Spirale = 24.35 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 91.28 m
 Fläche log. Spirale = 1057.73 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{c0} = 34.26$; $N_{d0} = 22.06$; $N_{b0} = 12.94$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.353$; $v_d = 1.337$; $v_b = 0.807$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.939$; $i_d = 0.942$; $i_b = 0.903$
 Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 37.56$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 5.55 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.63 cm
 unten = 10.47 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 228.3
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{\phi,x} = 38745.4$ MN·m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{stb} = 30758.0 \cdot 26.60 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 368173.3$
 $M_{dst} = 169719.0 \cdot 1.50 = 254578.5$
 $\mu_{EQU} = 254578.5 / 368173.3 = 0.691$

Berechnungsgrundlagen:
 WEA 3 Nordex Delta 4000 TS 125 m.A GEO 2 BSP, WEA 3
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:

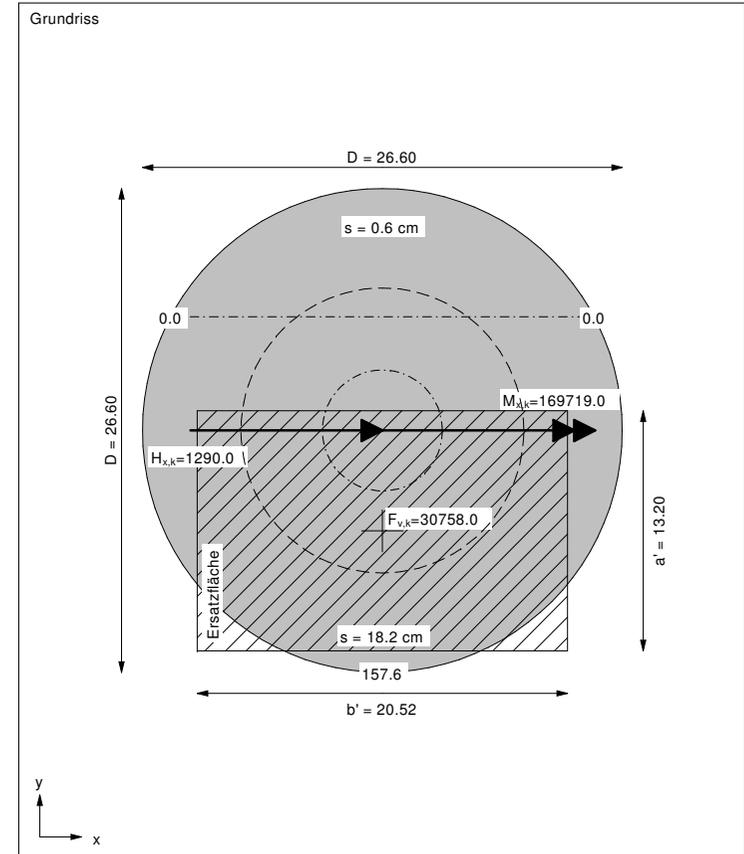
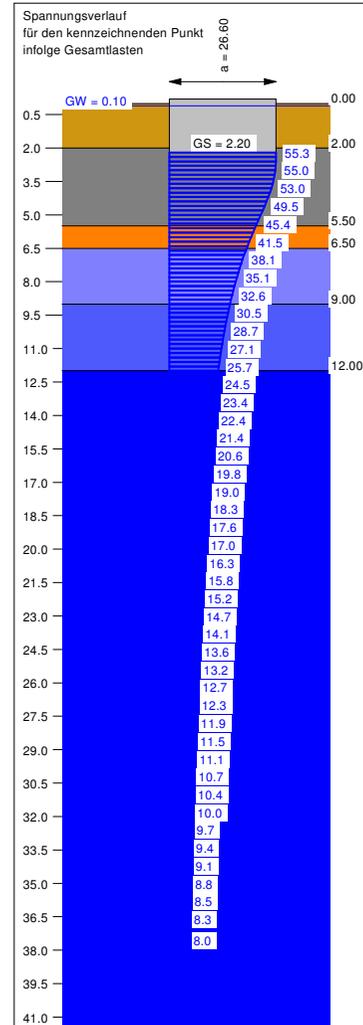
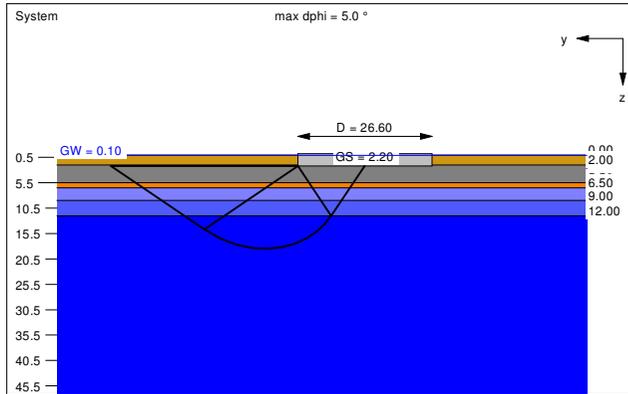
$\gamma_{G,dst} = 1.10$
 $\gamma_{G,stb} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Gründungssohle = 2.20 m
 Grundwasser = 0.10 m
 Grenztiefe mit x * b
 $x = 1.500$
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite



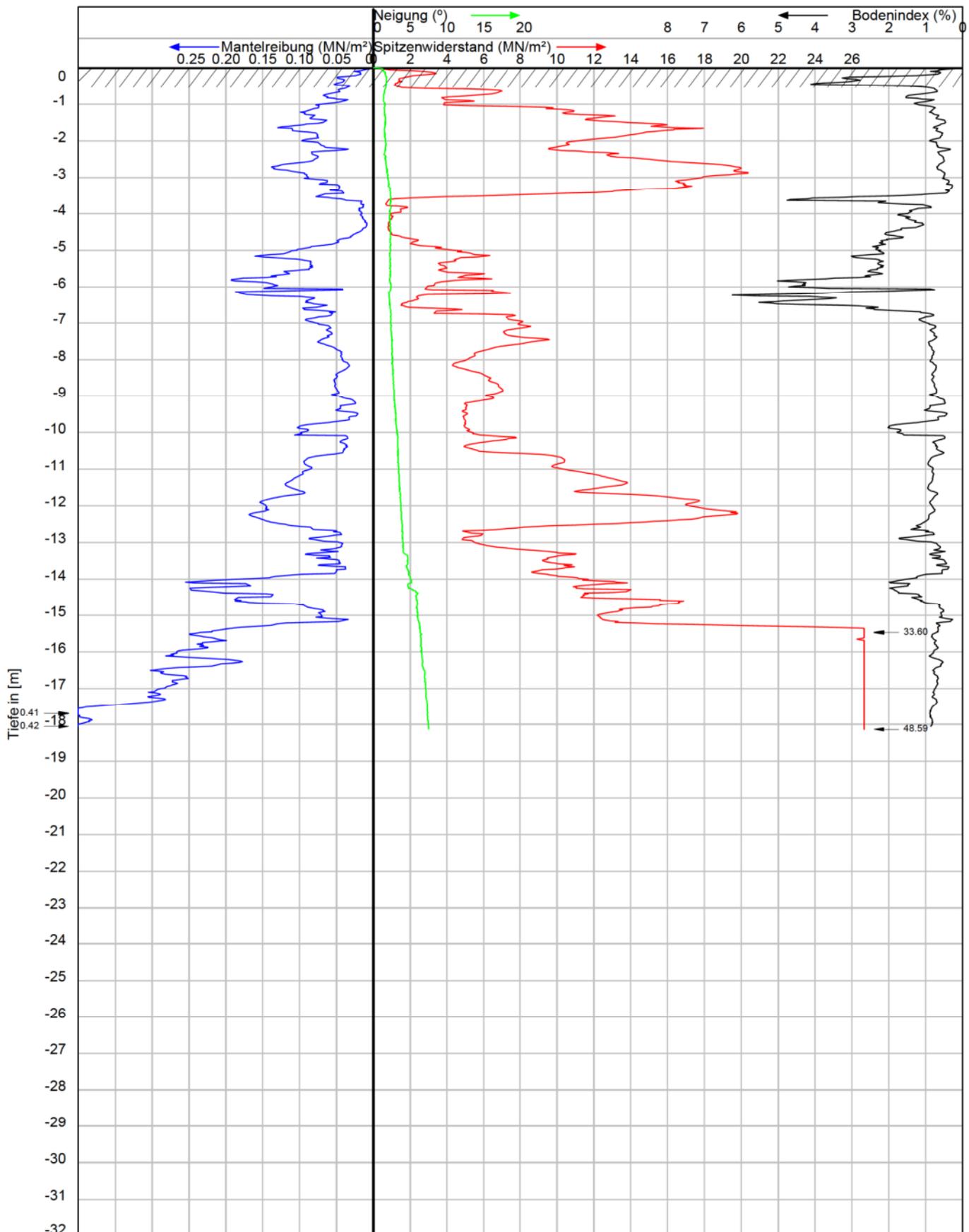
Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	19.5	9.5	32.5	0.0	40.0	Sand
	19.0	9.0	27.5	0.0	4.0	Lehm, w.br
	19.5	9.5	32.5	0.0	40.0	Sand
	19.5	9.5	20.0	10.0	4.0	Ton, st
	20.0	10.0	25.0	20.0	12.0	Ton, hf-f
	21.0	11.0	25.0	20.0	60.0	TST

Berechnungsgrundlagen:
 WEA Nordex Delta 4000 TS 125 m.A GEO 2 BSP, WEA 4
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:

$\gamma_{G,dst} = 1.10$
 $\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Gründungssohle = 2.20 m
 Grundwasser = 0.10 m
 Grenztiefe mit x * b
 x = 1.500
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite



Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 30758.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 1290.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 169719.00$ kN-m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN-m
 Durchmesser D = 26.600 m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.325 m)
 $a' = 23.574$ m
 $b' = 23.574$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -5.518$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 7.834 m)
 $a' = 13.197$ m
 $b' = 20.521$ m
 Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{G1,k} / \sigma_{G1,d} = 763.1 / 545.07$ kN/m²
 $R_{n,k} = 206661.89$ kN
 $R_{n,d} = 147615.64$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 30758.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 41523.30$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.281
 cal $\phi = 22.1^\circ$
 ϕ wegen 5° Bedingung abgemindert
 cal c = 14.66 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 9.82$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 21.80$ kN/m²
 UK log. Spirale = 18.49 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 62.25 m
 Fläche log. Spirale = 518.33 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{c0} = 17.00$; $N_{d0} = 7.90$; $N_{b0} = 2.80$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.277$; $v_d = 1.242$; $v_b = 0.807$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.934$; $i_d = 0.942$; $i_b = 0.903$
 Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 37.56$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 9.41 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.59 cm
 unten = 18.24 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 127.4
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{p,x} = 21618.3$ MN-m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{stab} = 30758.0 \cdot 26.60 \cdot 0.5 = 368173.3$
 $M_{dst} = 169719.0 \cdot 1.50 = 254578.5$
 $\mu_{EQU} = 254578.5 / 368173.3 = 0.691$



THADE GERDES GMBH

Brunnenbau - Bohrungen
Bohrpfähle - Drucksondierungen

26506 NORDEN/OSTFRIESLAND
Gewerbestr. 23 a - Tel. 04931- 93846-0
Telefax 04931- 93846-9
www.thade-gerdes.de



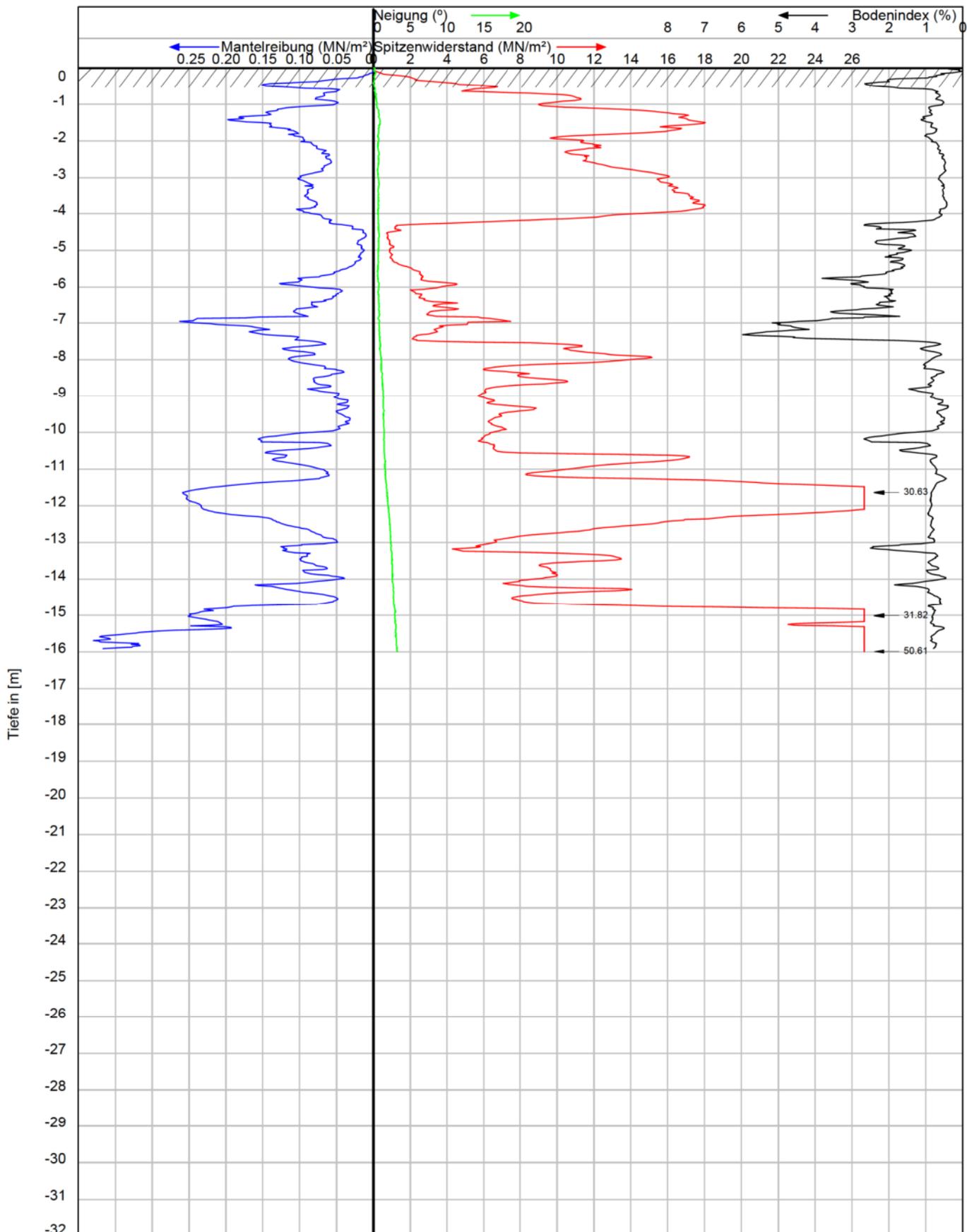
DRUCKSONDIER-DIAGRAMM

Ort: 49586 Neuenkirchen OT Vinte, Diekbrokweg
Bauvorhaben: WP Bühnerbach Repowering
WEA 1 (Nord)
Auftraggeber: Windstrom Bühnerbach GmbH & Co. KG
Projekt Nr. 6048
Sond.-Nr. 1
Spitzentyp: I-CFXY-10
Seriennr. 170113
Datum: 18-9-2018
Zeit: 18:19



Reibungs-
mantel
Spitze

Sondierungsgeschwindigkeit ca. 2 cm/s
Querschnittsfläche 10cm²
Öffnungswinkel 60°
Außendurchmesser 3,56cm
Oberfläche 150cm²
DIN EN ISO 22476-1:2013-10



THADE GERDES GMBH

Brunnenbau - Bohrungen
Bohrpfähle - Drucksondierungen

26506 NORDEN/OSTFRIESLAND
Gewerbestr. 23 a - Tel. 04931- 93846-0
Telefax 04931- 93846-9
www.thade-gerdes.de



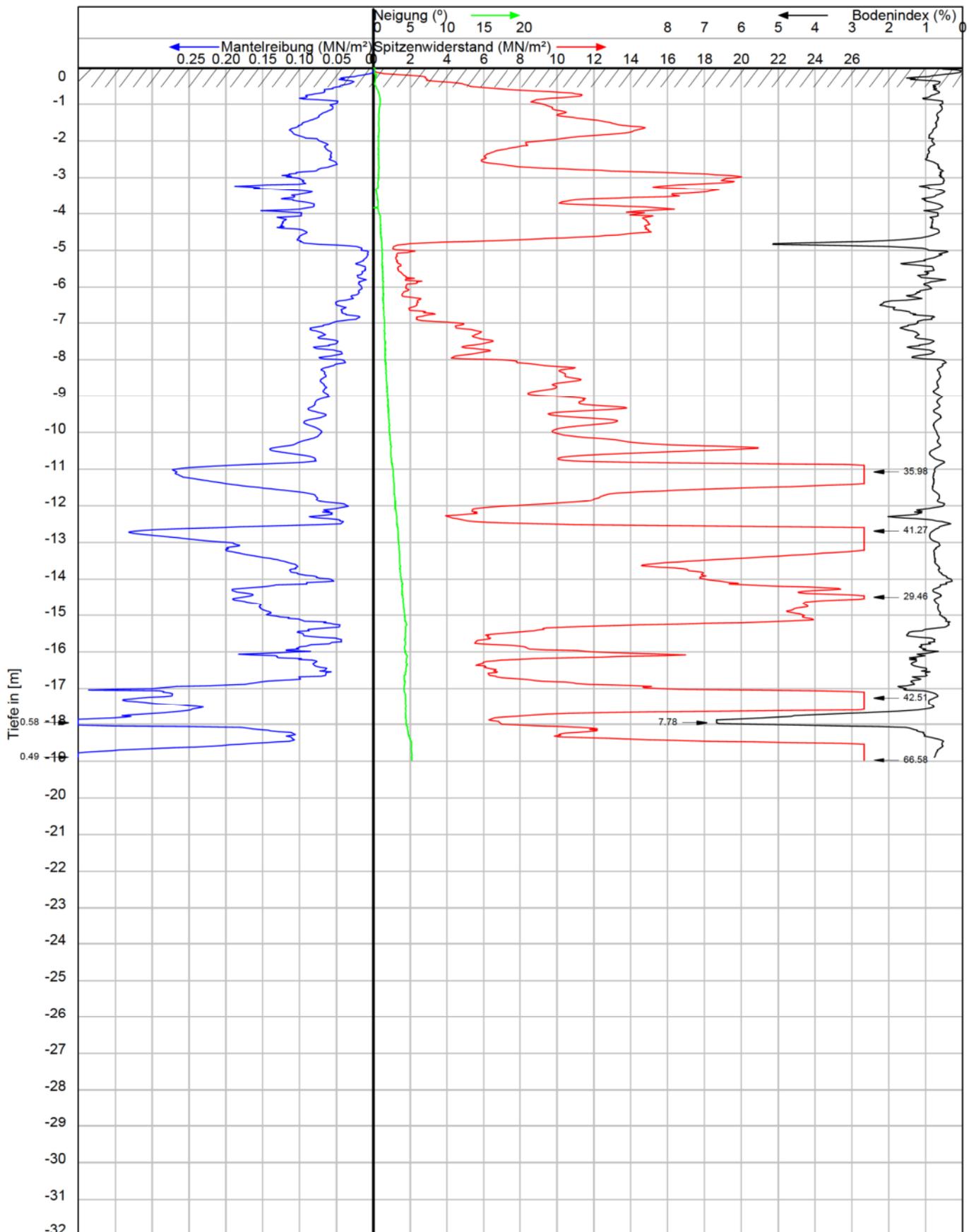
DRUCKSONDIER-DIAGRAMM

Ort: 49586 Neuenkirchen OT Vinte, Diekbrokweg
Bauvorhaben: WP Bühnerbach Repowering
WEA 1 (Süd)
Auftraggeber: Windstrom Bühnerbach GmbH & Co. KG
Projekt Nr. 6048
Sond.-Nr. 2
Spitzentyp: I-CFXY-10
Seriennr. 170113
Datum: 18-9-2018
Zeit: 17:45



Reibungs-
mantel
Spitze

Sondierungsgeschwindigkeit ca. 2 cm/s
Querschnittsfläche 10cm²
Öffnungswinkel 60°
Außendurchmesser 3,56cm
Oberfläche 150cm²
DIN EN ISO 22476-1:2013-10



THADE GERDES GMBH

Brunnenbau - Bohrungen
Bohrpfähle - Drucksondierungen

26506 NORDEN/OSTFRIESLAND
Gewerbestr. 23 a - Tel. 04931- 93846-0
Telefax 04931- 93846-9
www.thade-gerdes.de



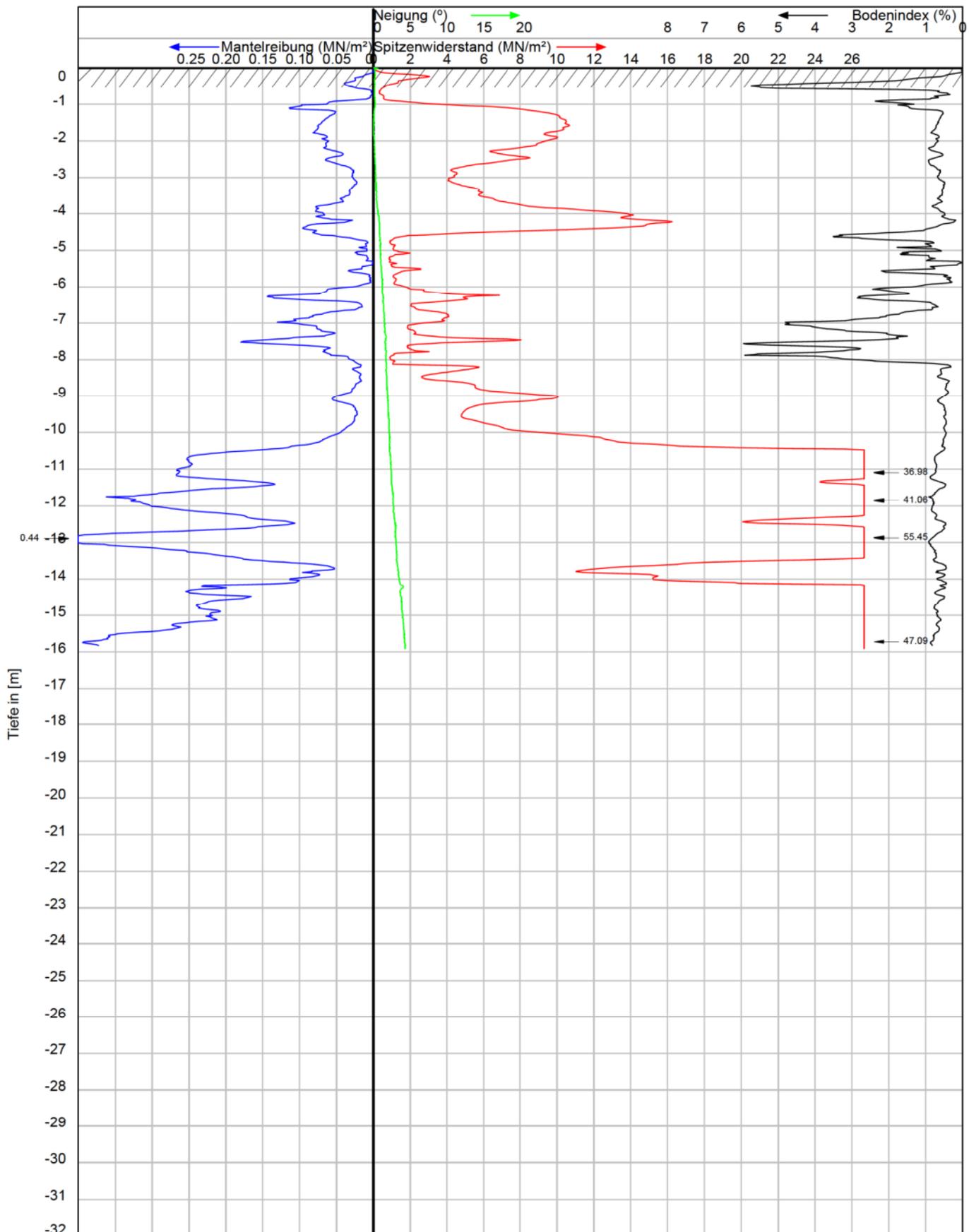
DRUCKSONDIER-DIAGRAMM

Ort: 49586 Neuenkirchen OT Vinte, Diekbrokweg
Bauvorhaben: WP Bühnerbach Repowering
WEA 2 (West)
Auftraggeber: Windstrom Bühnerbach GmbH & Co. KG
Projekt Nr. 6048
Sond.-Nr. 3
Spitzentyp: I-CFXY-10
Seriennr. 170113
Datum: 19-9-2018
Zeit: 7:52



Reibungs-
mantel
Spitze

Sondierungsgeschwindigkeit ca. 2 cm/s
Querschnittsfläche 10cm²
Öffnungswinkel 60°
Außendurchmesser 3,56cm
Oberfläche 150cm²
DIN EN ISO 22476-1:2013-10



THADE GERDES GMBH

Brunnenbau - Bohrungen
Bohrpfähle - Drucksondierungen

26506 NORDEN/OSTFRIESLAND
Gewerbestr. 23 a - Tel. 04931- 93846-0
Telefax 04931- 93846-9
www.thade-gerdes.de



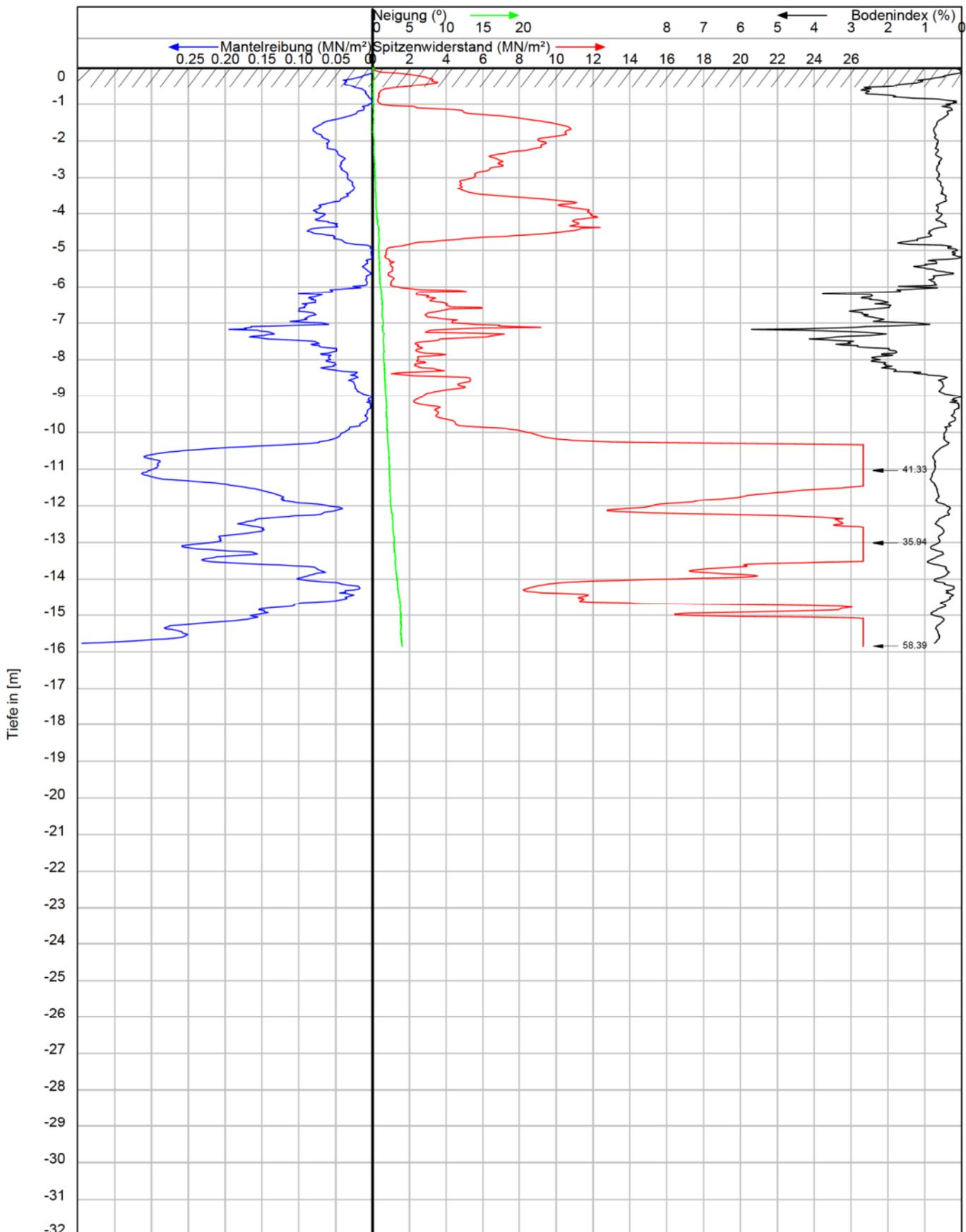
DRUCKSONDIER-DIAGRAMM

Ort: 49586 Neuenkirchen OT Vinte, Diekbrokweg
Bauvorhaben: WP Bühnerbach Repowering
WEA 3 (Nord)
Auftraggeber: Windstrom Bühnerbach GmbH & Co. KG
Projekt Nr. 6048
Sond.-Nr. 4
Spitzentyp: I-CFXY-10 Datum: 19-9-2018
Seriennr. 170113 Zeit: 9:03



Reibungs-
mantel
Spitze

Sondierungsgeschwindigkeit ca. 2 cm/s
Querschnittsfläche 10cm²
Öffnungswinkel 60°
Außendurchmesser 3,56cm
Oberfläche 150cm²
DIN EN ISO 22476-1:2013-10



THADE GERDES GMBH

Brunnenbau - Bohrungen
Bohrpfähle - Drucksondierungen

26506 NORDEN/OSTFRIESLAND
Gewerbestr. 23 a - Tel. 04931- 93846-0
Telefax 04931- 93846-9
www.thade-gerdes.de



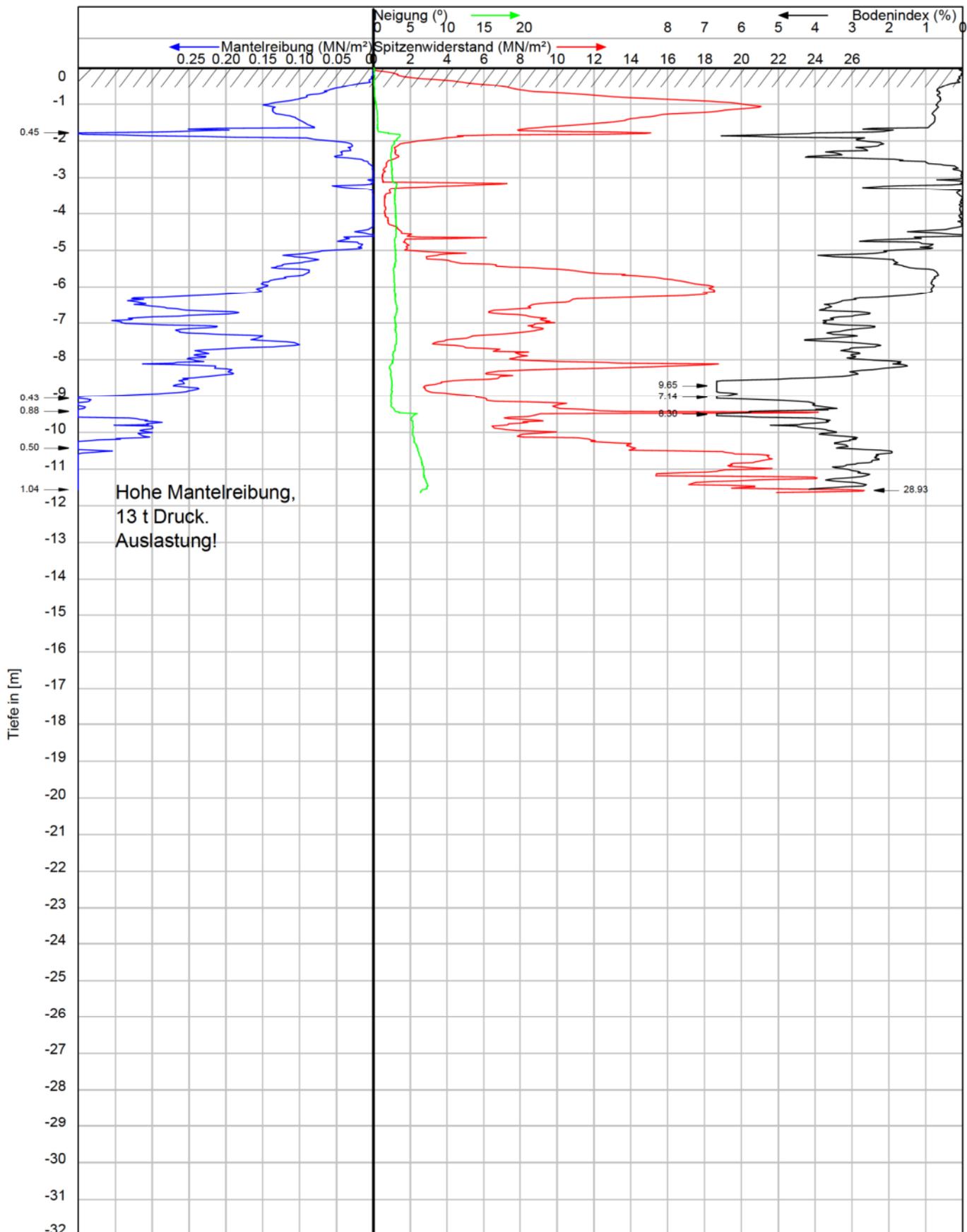
DRUCKSONDIER-DIAGRAMM

Ort: 49586 Neuenkirchen OT Vinte, Diekbrokweg
Bauvorhaben: WP Bühnerbach Repowering
WEA 3 (Süd)
Auftraggeber: Windstrom Bühnerbach GmbH & Co. KG
Projekt Nr. 6048
Sond.-Nr. 5
Spitzentyp: I-CFXY-10
Seriennr. 170113
Datum: 19-9-2018
Zeit: 9:46



Reibungs-
mantel
Spitze

Sondierungsgeschwindigkeit ca. 2 cm/s
Querschnittsfläche 10cm²
Öffnungswinkel 60°
Außendurchmesser 3,56cm
Oberfläche 150cm²
DIN EN ISO 22476-1:2013-10



THADE GERDES GMBH

Brunnenbau - Bohrungen
Bohrpfähle - Drucksondierungen

26506 NORDEN/OSTFRIESLAND
Gewerbestr. 23 a - Tel. 04931- 93846-0
Telefax 04931- 93846-9
www.thade-gerdes.de



DRUCKSONDIER-DIAGRAMM

Ort: 49586 Neuenkirchen OT Vinte, Diekbrokweg
Bauvorhaben: WP Bühnerbach Repowering
WEA 4 (Ost)
Auftraggeber: Windstrom Bühnerbach GmbH & Co. KG
Projekt Nr. 6048
Sond.-Nr. 6
Spitzentyp: I-CFXY-10
Seriennr. 170113
Datum: 19-9-2018
Zeit: 10:37

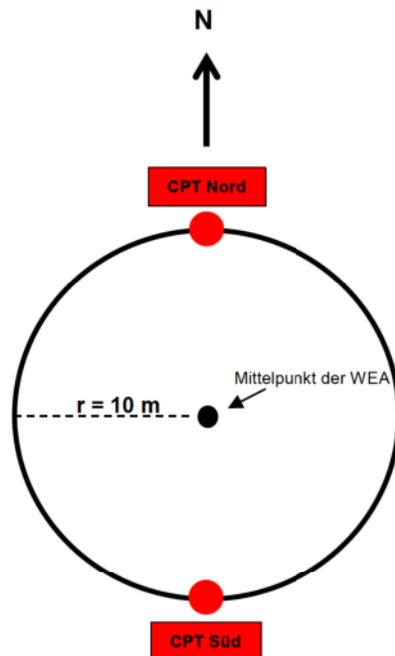


Reibungs-
mantel
Spitze

Sondierungsgeschwindigkeit ca. 2 cm/s
Querschnittsfläche 10cm²
Öffnungswinkel 60°
Außendurchmesser 3,56cm
Oberfläche 150cm²
DIN EN ISO 22476-1:2013-10

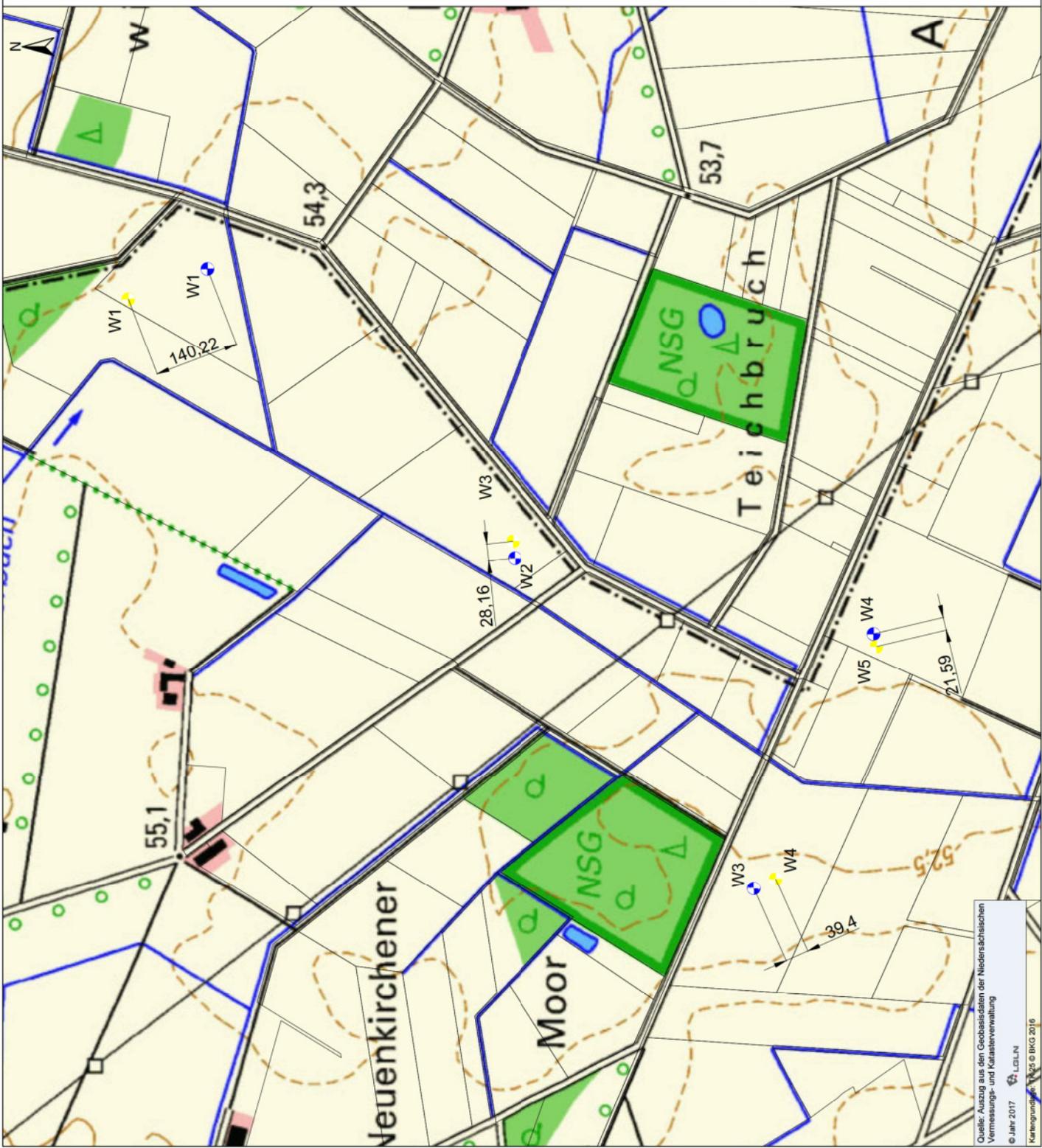
**Projekt: 49586 Neuenkirchen OT Vinte
Windpark Bühnerbach, Repowering**

WEA 1 + 3:



WEA 2 + 4:

Die Drucksondierungen wurden in vorgegebener Richtung vom Mittelpunkt der WEA ausgeführt .



Legende

WEA-Standort Serviron 4.2M148 4.2 MW
(Nabenhöhe = 126 m)

WEA-Standort Planung alt GE 2.75-120 2.75 MW
(Nabenhöhe = 139 m)

Projekt
Neuenkirchen-Bühnerbach
 Übersicht - WEA-Standorte

Entwurfsverfasser/in: NATURSTROM AG
 Projektleiter/in: Dr. rer. oec. Ingrid
 48134 Waldbrunn

Tel. 05407 - 89 31 999
 Fax 05407 - 89 31 999



Unerschrift Planverfasser/in:



Maßstab: 1:6.000
 Stand: 06.06.2018
 erstellt/geprüft: MKR/-

Datum: 2017-08-09
 Neuenerkerchen-Bühnerbach
 Layout: A3g_UK
 Format: DIN A3

Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung

© Jahr 2017
 LIDLIN
 Kartengrundlage: 1:25 000 © BKG 2016