



NEUMANN Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG • Marienthaler Str. 6 • 24340 Eckernförde

Grenzstrom Bürgerwind GmbH & Co. KG
Dorfstr. 11
25923 Ellhöft

Dipl.-Ing.
Peter Neumann
Baugrunduntersuchung
GmbH & Co. KG
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
Tel. 0 43 51 7136-0
Fax 0 43 51 7136-71

 Gründungsmitglied
des BD bohr

13.09.2022
am/tie

Bauvorhaben Nr. 133/21

Neubau von acht Windenergieanlagen (Nordex N133 mit 110 m NH) im WP Grenzstrom Bürgerwind bei Ellhöft
Baugrunduntersuchung – Gründungsbeurteilung

1 Vorgang

Die Grenzstrom Bürgerwind GmbH & Co. KG beabsichtigt die Errichtung von acht Windenergieanlagen (WEA 20, WEA 27 bis WEA 33) im Windpark Grenzstrom Bürgerwind bei Ellhöft. Die Planung erfolgt über das Projektierungsbüro ee-Nord GmbH & Co. KG, Friedrich-Wilhelm-Lübke-Koog (jetzt Cimbergry GmbH & Co. KG). Zunächst war die Planung von der Errichtung von WEA vom Hersteller Siemens Gamesa ausgegangen, im Juli 2022 erfolgte der Wechsel auf den Hersteller Nordex.

Im Regelfall werden die Windenergieanlagen des Typs N133 mit einer Nabenhöhe von 110 m gemäß den Vertriebsdokumenten des Anlagenherstellers (siehe [U4]) auf je einem kreisrunden, auftriebssicheren Fundament mit 24,80 m Durchmesser in einer Tiefe von ca. 2,15 m unter GOK gegründet.

Die Fa. Dipl.-Ing. Peter Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG wurde durch die Grenzstrom Bürgerwind GmbH & Co. KG, vertreten durch das Projektierungsbüro ee-Nord GmbH & Co. KG, damit beauftragt, den Baugrund im Bereich der geplanten Anlagen durch Drucksondierungen und Kleinbohrungen zu erkunden und hierauf basierend eine gutachterliche Stellungnahme zur Gründung der Windenergieanlagen, der Kranstellflächen und der Zuwegungen zu erarbeiten.

Dipl.-Ing. Peter Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
GF: Dipl. Ing. Peter Neumann
Dr.-Ing. Hauke Anbergen
Handelsregister HRA 5412 KI

UST-IdNr. DE 25 002 4802
Gerichtsstand: Eckernförde
PhG: Dipl.-Ing Peter Neumann
Baugrunduntersuchung Verwaltungs GmbH
Handelsregister Kiel HRB 8265 KI

kontakt@neumann-baugrund.de
www.neumann-baugrund.de
Mitglied der Handwerkskammer
Flensburg

Hypo-Vereinsbank Eckernförde
BLZ 200 300 00
Konto 92 003 541
IBAN DE87 2003 0000 0092 0035 41
BIC HYVEDEMM300

BAUGRUNDUNTERSUCHUNG



Die Lage der Windenergieanlagen kann den als Anlagen 1.1 – 1.3 beigefügten Lageplänen entnommen werden. Gemäß diesen Lageplänen haben die Mittelpunkte der Windenergieanlagen im Koordinatensystem UTM ETRS 89 folgende Standortkoordinaten:

Tabelle 1: Mittelpunktkoordinaten der WEA-Standorte im Koordinatensystem UTM ETRS 89

WEA-Nr.	Rechtswert	Hochwert	NHN Höhe [m]
WEA 20	32 498 724	608 20 83	+4,70
WEA 27	32 496 679	608 32 54	+2,18
	32 496 676	608 32 54	<i>neuer Standort</i>
WEA 28	32 497 003	608 30 37	+2,84
WEA 29	32 497 378	608 30 87	+2,48
WEA 30	32 497 606	608 28 34	+3,37
	32 497 605	608 28 64	<i>neuer Standort</i>
WEA 31	32 497 827	608 26 25	+3,20
	32 497 822	608 26 34	<i>neuer Standort</i>
WEA 32	32 498 094	608 24 75	+3,35
WEA 33	32 496 832	608 35 93	+2,46

Aufgrund des Wechsels des WEA - Typs wurden die Standorte nochmals in der Lage gering verändert, die Gründungsbeurteilung kann jedoch auf Basis der in 2021 durchgeführten Baugrunderkundung erfolgen.

Für die weitere Bearbeitung standen dem Baugrundsachverständigen neben den gängigen Regelwerken folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [U1] Liste der WEA mit Koordinaten und WEA Typ, erhalten von ee-Nord GmbH & Co. KG
- [U2] Übersichtsplan Süderlügum-Ellhöft-Westre, ee-Nord GmbH / Co. KG, ohne Maßstab
- [U3] Lageplan Wegekonzepte WEA 20, WEA 27 – WEA 33, ee-Nord GmbH & Co. KG, vom 08.02.2021 bis 03.03.2021, Maßstab 1: 1.150
- [U4] Fundamentdatenblatt „Delta4000 N133/4.8 TS110, TiN“, Auftrag Nr. B7843/19, Fröhling & Rathjen GmbH & Co. KG, Harsefeld, vom 26.02.2020, Index a vom 24.03.2020, gültig bis 26.05.2025



2 Baugrund

2.1 Durchgeführte Untersuchungen

Der Baugrundaufbau ist im Bereich der geplanten Windenergieanlagenfundamente im Zeitraum zwischen dem 17.08.2021 und dem 23.08.2021 durch je drei Drucksondierungen mit der elektrischen Spitze (CPT-E gem. DIN 4094 / DIN EN ISO 22476-1) bis Tiefen zwischen 11,99 m und 43,00 m unter Ansatzpunkt sowie durch je eine Kleinbohrung bis in eine Tiefe von maximal 21,40 m unter Ansatzpunkt untersucht worden. Die ursprünglich geplante Endteufe der Kleinbohrungen von 25,00 m konnte bedingt durch fehlenden Bohrfortschritt nicht realisiert werden.

Im Bereich der Kranstellflächen wurden je zwei Kleinbohrungen bis in eine Tiefe von jeweils 5,0 m unter Ansatzhöhe abgeteuft. Am Standort WEA 33 wurden zur näheren Erkundung vermuteter Torflagen im Bereich der Kranstellfläche insgesamt sieben Kleinbohrungen durchgeführt. Darüber hinaus wurden auf der geplanten Zuwegung acht weitere Kleinbohrungen bis 5,0 m unter GOK abgeteuft.

Die Standorte der Windenergieanlagen und die Lage der innerhalb der Zuwegungen abgeteuften Kleinbohrungen sind in den Übersichtsplänen in den Anlagen 1.1 – 1.3 dargestellt worden. Die Lage der Baugrundaufschlüsse innerhalb der Standorte und der Kranstellflächen kann den Detailplänen in den Anlagen 1.4 – 1.11 entnommen werden. Die Ergebnisse der Kleinbohrungen sind als Bohrprofile in den Anlagen 2.1 – 2.10 dargestellt. Die Ergebnisse der Drucksondierungen sind in den Anlagen 3.1 – 3.24 als Diagramme enthalten und geben die gemessenen Spitzenwiderstände, die Mantelreibung, das Reibungsverhältnis sowie die Neigung der Spitze wieder.

Die Höhen der Aufschlussansatzpunkte wurden auf die mittels GNSS-Gerät abgesteckten und auf Normalhöhennull (NHN gem. DHHN16) eingemessenen Mittelpunkte der WEA bezogen eingemessen.

Aus den Kleinbohrungen wurden insgesamt 303 gestörte Bodenproben der Güteklasse 3 - 4 entnommen, die im Erdbaulabor beurteilt und bewertet worden sind. Darüber hinaus wurden an repräsentativen Bodenproben bodenmechanische Laborversuche durchgeführt, deren



Ergebnisse in Kapitel 2.4 dargestellt und interpretiert werden. Die Ergebnisse dieser Versuche sind als Laborprotokolle in den Anlagen 4 bis 6 beigefügt.

An jedem WEA Standort wurde aus einem Bohrloch der Kleinbohrung im Fundamentbereich eine gepumpte Grundwasserprobe entnommen und dem chemischen Labor GBA, Pinneberg zur Analytik hinsichtlich Betonaggressivität nach DIN 4030 sowie $Fe_{ges} + Fe^{2+}$ übergeben. Das Analyseprotokoll ist dem Gutachten als Anlage 7 beigefügt.

Weiterhin wurden durch den Bohrtrupp an jedem WEA Standort geoelektrische Messungen zur Ermittlung des spezifischen Erdwiderstands durchgeführt. Die Messprotokolle sind in den Anlagen 8.1 bis 8.8 enthalten.

2.2 Baugrundaufbau

Die Bohrprofile in den Anlagen 2.1 bis 2.9 weisen für die WEA-Standorte unter oberflächennah anstehenden Oberböden im Wesentlichen gewachsene Sande auf. Hierbei handelt es sich um Fein-, Mittel- und Grobsande mit unterschiedlichen Anteilen der jeweils übrigen Kornfraktionen. Anfangs sind an einzelnen Standorten in diese Sande noch Pflanzenreste eingelagert. Am Standort WEA 29 werden die Sande von geringmächtigen Torfen durchzogen, während an den Standorten WEA 30 und WEA 31 weiche und weich-steife Schlufflagen innerhalb der Sande erbohrt wurden. In den tiefergeführten Aufschlüssen der Standorte WEA 20, WEA 27, WEA 32 und WEA 33 wurden schwach organische Schluffe (Eem) in Tiefen zwischen 13,20 m und 15,50 m bis zur jeweiligen Endteufe angetroffen, die mit Muschelresten durchsetzt sind und überwiegend in steifplastischer und steif-halbfester Konsistenz vorliegen.

2.3 Ergebnisse der Spitzendrucksondierungen

Aus den Sondierdiagrammen der Spitzendrucksondierungen in den Anlagen 3.1 – 3.24 ist ersichtlich, dass die erkundeten Sande zunächst durch Spitzenwiderstände von $q_c = 2,5 \text{ MPa}$ bis $q_c = 25 \text{ MPa}$ und durch ein Reibungsverhältnis von überwiegend $R_f = 1 \%$ gekennzeichnet sind. Den gemessenen Parametern ist eine lockere bis sehr dichte Lagerungsdichte zuzuordnen. Abweichend hiervon wurde am Standort WEA 27 innerhalb der Drucksondierungen zwischen $\sim 14,0 \text{ m}$ und $\sim 21,0 \text{ m}$ ein Rückgang des Spitzendrucks auf

$q_c = 2,0 - 2,5$ MPa bei einem erhöhten Reibungsverhältnis von $R_f = 2 - 4$ % registriert, hierbei handelt es sich um die erbohrten warmzeitlichen Eemböden.

Während innerhalb der Drucksondierungen an allen Standorten unterhalb der oben beschriebenen Baugrundverhältnisse ein Reibungsverhältnis von $R_f \approx 1$ % bei Spitzendrücken von $q_c = 7,5$ bis 25 MPa ermittelt wurde, wurde für diesen Tiefenbereich am Standort WEA 33 ab ca. 39 m unter GOK ein Rückgang des Spitzendrucks auf $q_c \sim 3$ MPa bei einem Reibungsverhältnis von $R_f \approx 4 - 6$ % registriert, wobei es sich hierbei um weitere bindige Böden in Form von Tonen oder Schluffen mit mind. halbfester Konsistenz handelt.

Überwiegend korrelieren die innerhalb der direkten Aufschlüsse erkundeten Sedimenttiefenlagen mit den indirekten Ergebnissen der Spitzendrucksondierungen.

2.4 Bodenmechanische Laborversuche

2.4.1 Korngrößenverteilungen

Mit Hilfe von fünf Trockensieb- und vier kombinierten Sieb-/Schlammanalysen nach DIN EN ISO 17892-4 ist die Korngrößenverteilung der anstehenden Sande und Schluffe ermittelt worden. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2: Ergebnisse der Kornverteilungsanalysen der Sande und Schluffe

Sondierung / Proben Nr.	Tiefe u. GOK [m]	Bodenart	Kornanteile T/U/S/G [%]	Bodengruppe nach DIN 18196
Trockensiebungen				
WEA 20 BS 1/2	0,4 – 1,0	mS, fs	n. b. / 1,3 / 98,1 / 0,6	SE
WEA 27 BS 1/2	0,4 - 1,0	mS, fs, gs'	n. b. / 0,9 / 97,8 / 1,3	SE
WEA 28 BS 1/2	1,1 – 1,9	mS, fs, gs'	n. b. / 2,2 / 97,1 / 0,7	SE
WEA 29 BS 1/7	3,6 – 5,0	mS, gs, fs'	n. b. / 2,1 / 95,3 / 2,6	SE
WEA 32 BS 1/2	0,2 – 1,7	mS, fs, gs'	n. b. / 1,0 / 98,3 / 0,7	SE

Sondierung / Proben Nr.	Tiefe u. GOK [m]	Bodenart	Kornanteile T/U/S/G [%]	Bodengruppe nach DIN 18196
Kombinierte Sieb-/Schlammanalysen				
WEA 27 BS 1/17	16,0 – 17,0	fS, \bar{u}	3,3 / 36,3 / 60,2 / 0,2	SU
WEA 31 BS 1/9	10,7 – 11,6	S, \bar{u} , t	19,0 / 39,4 / 41,0 / 0,6	UL
WEA 33 BS 1/16	13,2 – 14,0	U, \bar{f}_s	4,9 / 61,3 / 33,8 / 0,0	UL / UM

n.b. = nicht bestimmt

Einzelheiten zu den Versuchen sind den Anlagen 4.1 und 4.2 zu entnehmen.

Demnach handelt es sich bei den untersuchten Sanden um Mittelsande mit variierenden Feinsand- und Grobsandanteilen. Bei den untersuchten feinkörnigen Böden handelt es sich einerseits um stark schluffige Sande, teils mit tonigen Anteilen und um stark sandige Schluffe. Aus dem Ergebnis der Trockensiebanalysen wurde der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert der Proben nach der Methode von BEYER ermittelt. Demnach sind für die Sande Werte zwischen $k_f = 1,3 \times 10^{-4}$ m/s und $k_f = 2,6 \times 10^{-4}$ m/s anzusetzen.

2.4.2 Glühverlust

An insgesamt fünf Bodenproben wurden die Glühverluste von Proben aus den Torfen und den Schluffen (Eem) nach DIN 18128 im Erdbaulabor ermittelt. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle 3 zusammengestellt. Einzelheiten können den Anlagen 5.1 und 5.2 entnommen werden.

Tabelle 3: Glühverlust V_{gl} der untersuchten Böden

Sondierung / Proben Nr.	Tiefe u. GOK [m]	Bodenart	Glühverlust V_{gl} [%]	Klassifikation nach DIN EN ISO 14688-2
WEA 27 BS 1/15	14,0 – 15,0	Schluff	3,64	schwach organisch
WEA 29 BS 1/6	3,4 – 3,6	Torf	35,23	stark organisch
WEA 31 BS 1/9	10,7 – 11,6	Schluff	2,61	schwach organisch

Sondierung / Proben Nr.	Tiefe u. GOK [m]	Bodenart	Glühverlust V_{gl} [%]	Klassifikation nach DIN EN ISO 14688-2
WEA 32 BS 1/16	15,5 – 17,2	Schluff	4,69	schwach organisch
WEA 33 BS 1/16	13,2 – 14,0	Schluff	3,18	schwach organisch

2.4.3 Wassergehalte

An insgesamt sechs Bodenproben wurden die Wassergehalte der Schluffe (Eem) und Torfe nach DIN EN ISO 17892-1 im Erdbaulabor ermittelt. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle 4 zusammengestellt. Einzelheiten können der Anlage 6 entnommen werden.

Tabelle 4: Wassergehalte und Konsistenz der untersuchten Schluffe

Sondierung / Proben Nr.	Tiefe u. GOK [m]	Bodenart	Wassergehalt [%]	Konsistenz
WEA 27 BS 1 / 15	14,0 – 15,0	Schluff (Eem)	43,19	steif
WEA 23 BS 1 / 17	16,0 – 17,0	Schluff (Eem)	36,85	steif
WEA 29 BS 1 / 6	3,4 – 3,6	Torf	171,01	--
WEA 31 BS 1 / 9	10,7 – 11,6	Schluff	32,06	weich -steif
WEA 32 BS 1 / 16	15,5 – 17,2	Schluff (Eem)	21,94	steif - halbfest
WEA 33 BS 1 / 16	13,2 – 14,0	Schluff (Eem)	32,69	steif

Aus den Versuchsergebnissen geht hervor, dass die Konsistenz der erkundeten Böden mit den Ergebnissen aus der Baugrunderkundung übereinstimmt.

Die im Vergleich zu den ermittelten Wassergehalten der Schluffe sehr unterschiedliche Einstufung der Konsistenzen beruht auf der Tatsache, dass innerhalb der Schluffe zunächst Sandbänder enthalten sind, die den Schlämmskorngelalt der Probe herabsetzen (s. Anlage 4.2) und dadurch dafür sorgen, dass eine vergleichsweise geringe Wasserkonzentration eine schlechtere Konsistenz erzeugt.

2.5 Zusammenstellung der bodenmechanischen Kennwerte

Für die weitere Bearbeitung können unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Drucksondierungen, der Kleinbohrungen, der durchgeführten Laborversuche sowie basierend auf Erfahrungswerten von Laborversuchen aus vergleichbaren Baugrundverhältnissen die in der folgenden Tabelle 5 aufgeführten Werte für bodenmechanische Kennwerte angesetzt werden.

Tabelle 5: Angabe von charakteristischen Bodenkennwerten der einzelnen Bodenschichten

Bodenart	$E_{stat.}$ [MN/m ²]	$E_{dyn.}$ [MN/m ²]	Reibungs- winkel ϕ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	undrainierte Scherfestigkeit [kN/m ²]	Wichte γ / γ' [kN/m ³]	Querdehn- zahl ν [-]
Torf, gepresst	0,5	5,0	12,5	2,5	< 15,0	11 / 1,0	0,47
Sand, locker	20,0	80,0	30,0	--	--	18,0 / 10,0	0,37
Sand, locker - mitteldicht	35,0	155,0	32,5	--	--	19,0 / 11,0	0,35
Sand, Kiessand*, mitteldicht	50,0	200,0	35,0	--	--	19,0 / 11,0	0,35
Sand, dicht	80,0	250,0	36,0	--	--	19,0 / 11,0	0,35
Sand, sehr dicht	100,0	300,0	37,0	--	--	19,0 / 11,0	0,33
Schluff, weich	3,0	30,0	20,0	3,0	30	19,0 / 9,0	0,42
Schluff, weich -steif	5,0	50,0	22,0	5,0	50	19,0 / 9,0	0,42
Eem – Schluff, steif	20,0	80,0	25,0	10,0	150	19,0 / 9,0	0,42
Geschiebemergel, halbfest	50,0	200,0	29,5	15,5	> 250	22,0 / 12,0	0,38

* rolliger Austauschboden

2.6 Wasserstand

Nach Abschluss der Sondierarbeiten an den WEA Standorten wurde Wasser in Tiefen zwischen 0,40 m und 1,10 m unter GOK festgestellt, was Wasserspiegelnhöhen von +1,25 m NHN (WEA 33: BS 6 / Kran) bis +3,90 m NHN (WEA 33: BS 1) entspricht. Dabei handelt es sich um einen freien Grundwasserspiegel. In Abhängigkeit von anfallendem Niederschlag ist mit Schwankungen des Wasserstandes um mehrere Dezimeter nach oben und unten zu rechnen, d. h., dass das Wasser im Extremfall temporär bis in die Nähe der Geländeoberkante

steigen kann. Amtliche Grundwassermessstellen aus der mittelbaren Umgebung der Baufläche sind dem Unterzeichner nicht bekannt.

2.7 Grundwasserqualität

An den Standorten der Windenergieanlagen wurde jeweils aus einem temporären Rammpegel eine Grundwasserprobe entnommen und zur Untersuchung auf Betonaggressivität sowie $\text{Fe}_{\text{ges}} + \text{Fe}^{2+}$ der GBA mbH in Pinneberg übergeben. Die Ergebnisse der Analysen sind in der Tabelle 6 und der Anlage 7 enthalten.

Tabelle 6: Ergebnisse der chemischen Grundwasseranalysen

WEA	Angriffsgrad nach DIN EN 1992-1	Fe [mg/l]	Fe (II) [mg/l]
WEA 20	schwach angreifend (XA1)	1,7	0,53
WEA 27	mäßig angreifend (XA2)	2,8	1,5
WEA 28	nicht betonangreifend (<XA1)	2,4	0,8
WEA 29	mäßig angreifend (XA2)	5,5	1,3
WEA 30	mäßig angreifend (XA2)	6,2	3,4
WEA 31	mäßig angreifend (XA2)	4,5	2,7
WEA 32	- keine Wasserprobe entnommen -		
WEA 33	schwach angreifend (XA1)	9,9	5,0

Einzelheiten hierzu sind dem Prüfbericht mit der Nummer 2021P526337 des Labors GBA mbH zu entnehmen, der dem Gutachten als Anlage 7 beigelegt ist.

Am Standort WEA 32 konnte keine ausreichende Wassermenge gewonnen werden, um ein Ergebnis für die Betonaggressivität zu erhalten. An diesem Standort ist ggf. eine erneute Beprobung erforderlich.

3 Gründungsbeurteilung

Die nachfolgende gründungstechnische Baugrundbeurteilung wird auf der Grundlage der in [U4] genannten Daten vorgenommen. Die Gründungssohle der geplanten Windenergieanlagen verläuft in einer Tiefe von jeweils 2,15 m unter jeweiliger GOK. Im



vorliegenden Fall muss aufgrund der erkundeten Wasserstände und der geplanten Gründungsebene ein Fundament mit Auftriebssicherung verwendet werden.

Aus den Bohrprofilen in den Anlagen 2.1 – 2.8 ist ersichtlich, dass unterhalb von Oberböden und bereichsweise anstehenden geringmächtigen Torfen an den Standorten WEA 20 sowie WEA 27 bis WEA 33 zunächst locker und locker – mitteldicht gelagerte Sande anstehen, die als nur bedingt tragfähig eingestuft werden müssen. Diese Böden werden ab Tiefen von 4,50 – 10,00 m unter Ansatzhöhe von wenigstens mitteldicht gelagerten Sanden unterlagert. Die in größerer Tiefe erkundeten eemzeitlichen Schluffe können ebenso wie die mind. mitteldicht gelagerten Sande als ausreichend tragfähig für die Gründung der Windenergieanlagen eingeschätzt werden. Oberböden sind im Fundamentbereich grundsätzlich zu entfernen. Die an den Standorten WEA 30 und WEA 31 erkundeten geringmächtigen Schluffe mit weichen und weich-steifen Konsistenzen sind ebenso wie die am Standort WEA 29 erbohrten Torfe als gering tragfähig einzuschätzen.

Die gem. [U4] einzuhaltende Mindestdrehfedersteifigkeit beträgt $k_{\phi, \text{dyn}} = 90.000 \text{ MNm/rad}$. Unter Berücksichtigung der für den locker gelagerten Sand (ungünstigster Baugrund bei WEA 21, CPT 2) anzusetzenden Querdehnzahl von $\nu = 0,37$ und eines Fundamentradius' von $r = 12,40 \text{ m}$ wird gemäß nachfolgender Formel das erforderliche dynamische Steifemodul ermittelt:

$$E_{s, \text{dyn}} = k_{\phi, \text{dyn}} * \frac{3}{4} * \frac{1}{r^3} * \frac{(1+\nu) * (1-\nu)^2}{1-\nu-2 * \nu^2}$$

$$E_{s, \text{dyn}} = 54 \text{ MN / m}^2 < \text{vorh. } E_{s, \text{dyn}} = 80 \text{ MN / m}^2$$

Zwar wird durch die anstehenden locker gelagerten Sande die erforderliche Mindestdrehfedersteifigkeit knapp erreicht, allerdings muss aufgrund der anstehenden Böden mit Setzungen und Setzungsdifferenzen gerechnet werden, die die zulässige Schiefstellung überschreiten werden. Daher müssen für die Flachgründung der Windkraftanlagen WEA 20 und WEA 27 bis WEA 33 zwingend Zusatzmaßnahmen getroffen werden.

Unter Berücksichtigung der angetroffenen Baugrundverhältnisse ist im vorliegenden Fall an den WEA – Standorten **WEA 20, WEA 27 und WEA 28 sowie WEA 30 bis WEA 33** eine Nachverdichtung der rolligen Böden auf eine mind. mitteldichte Lagerungsdichte mittels



Rütteldruckverdichtung oder Impulsverdichtung neben der Wirtschaftlichkeit auch aus geotechnischer Sicht die sicherste Methode, da hierdurch ggf. nicht erkundete Fehlstellen (bspw. größere Bereiche mit locker gelagerten Sanden) verbessert werden.

Beim Rütteldruckverfahren dringt der vibrierende Rüttler, ggf. unterstützt durch die Wasserspülung, bis in die vorgesehene Tiefe in den Baugrund ein. Im Anschluss hieran erfolgt die Verdichtung stufenweise von unten nach oben, wobei durch die Vibration das im Boden vorhandene Porenvolumen und damit die Zusammendrückbarkeit vermindert wird. Das Korngerüst wird dabei in eine dichte Lagerung umgelagert. Nach dem Ziehen des Rüttlers entstehende Absenktrichter werden abschließend, wenn erforderlich, mit vorhandenem bzw. anzufahrendem Material verfüllt und mittels Vibrationsplatte verdichtet.

Beim Impulsverdichtungsverfahren wird ein 9 t Fallgewicht mit hohen Schlagfrequenzen (ca. 40 - 60 Schläge / min.) aus einer Höhe von ca. 1,20 m auf eine Stahlplatte ($\varnothing > 80$ cm), den sog. Verdichterfuß, fallen gelassen. Bei jedem Aufschlag wird der anstehende Boden lokal verdichtet, wobei in Abhängigkeit vom anstehenden Material eine Tiefenwirkung von 4,00 - 9,00 m erreicht werden kann. Die durch die Verdichtung entstehenden Krater werden mit geeignetem Material (Kiessandgemisch) aufgefüllt und nachfolgend mit dem Impulsverdichter wiederum verdichtet. Im Anschluss an die Verdichtungsarbeiten wird ein mind. 0,30 m mächtiges Lastverteilungspolster aus Tragschichtmaterial unterhalb der Fundamentsohle eingebaut.

Sowohl bei der Rütteldruck- als auch bei der Impulsverdichtung muss das Raster der Ansatzpunkte von der ausführenden Firma festgelegt werden. Die Nachverdichtung muss so erfolgen, dass im gründungsrelevanten Bereich eine mind. mitteldichte Lagerung der anstehenden Sande gewährleistet werden kann. Unter Berücksichtigung der vorliegenden Spitzendrucksondierungen muss mit nachfolgenden Tiefen (m u. aktueller GOK) der Baugrundverbesserung gerechnet werden:

WEA 20	T = 6,00 – 7,00 m
WEA 27	T = 6,00 – 7,00 m
WEA 28	T = 7,00 – 9,00 m
WEA 30	T = 9,00 – 10,00 m
WEA 31	T = 5,00 – 8,00 m



WEA 32	T = 7,00 – 8,00 m
WEA 33	T = 7,00 – 8,00 m

Nach Beendigung der Verdichtungsarbeiten muss die erreichte Verdichtung punktuell durch Spitzendrucksondierungen nachgewiesen werden.

Für die Gründung der **WEA 29** wird abweichend hiervon es aufgrund der im Tiefenbereich zwischen 3,50 m und 3,70 m unter GOK erkundeten Torfe erforderlich, eine Baugrundverbesserung durch Rüttelstopfsäulen auszuführen, die im Bereich der organischen Böden vermörtelt ausgeführt wird. Der alternativ hierzu im Schutze einer geschlossenen Wasserhaltung durchzuführende Komplettaustausch der Torfe im Grundriss- und Lastausbreitungsbereich der WEA wird voraussichtlich nicht wirtschaftlich zu realisieren sein. Für die Dimensionierung der Rüttelstopfsäulen sollte die Ausdehnung der Torflinse im Fundament- und Kranbereich durch weitere Kleinbohrungen eingegrenzt werden.

Bei dem empfohlenen Verfahren handelt es sich um eine Baugrundverbesserungsmaßnahme, bei der in die lastaufzunehmenden Bereiche des Baugrunds Rüttelstopfsäulen eingebracht werden. Hierfür werden Schleusenrüttler eingesetzt, bei denen grobkörniges Material (Schotter oder Kies) mit Druckluftunterstützung in den Untergrund eingebracht wird. Der austretende Kies oder Schotter wird beim Andrücken verdichtet und seitlich in den Boden verdrängt. Auf diese Weise entstehen Stopfsäulen, die im Verbund mit dem Boden die Lasten abtragen. Oberhalb der Rüttelstopfsäulen wird ggf. ein ca. 50 cm starkes Lastverteilungspolster nach Vorgabe der ausführenden Firma eingebaut, wenn nicht durch die anstehenden Böden bereits eine ausreichende Lagerungsdichte nachgewiesen werden kann.

Die Tiefe, Raster und Durchmesser der einzubringenden Rüttelstopfsäulen sowie das einzubringende Material sind eigenverantwortlich durch die ausführende Firma - unter Berücksichtigung der dynamischen Anforderungen an den Baugrund und der zulässigen Setzungsdifferenz von maximal 74,4 mm – festzulegen. Der Nachweis der Tragfähigkeit ist ebenfalls durch die ausführende Firma zu erbringen. Der mittels Rüttelstopfverdichtung verbesserte Baugrund wird grundungstechnisch wie normaler Baugrund behandelt. Unter Berücksichtigung der vorliegenden Baugrundaufschlüsse muss mit Säulenlängen von ca. 5,00 - 7,00 m ab derzeitiger Geländeoberkante gerechnet werden.



Wie der als Anlage 9 beigefügten für den Standort WEA 31 beispielhaft durchgeführten Berechnung zu entnehmen ist, können die erforderlichen statischen und dynamischen Mindestdrehfedersteifigkeiten nach erfolgter Baugrundverbesserung für alle relevanten Schichten an allen sieben WEA – Standorten (WEA 20, WEA 27 + WEA 28, WEA 30 – WEA 33) nachgewiesen werden.

Auf der sicheren Seite liegend wird von dem ungünstigsten Fall einer Gründung oberhalb mitteldicht gelagerter Sande und locker-mitteldichter Sande sowie den erkundeten Schluffen in größerer Tiefe ausgegangen. Im Folgenden werden mit dem Teilsicherheitskonzept EC 7 die Grundbruchsicherheit und daraus die mittlere zulässige Bodenpressung mit dem Programm GGU-Footing ermittelt, und zwar für den ungünstigen Lastfall BS-A (rare). Wie der als Anlage 10 beispielhaft für die WEA 31 beigefügten Berechnung zu entnehmen ist, können die aus dem Fundament resultierenden Lasten aus geotechnischer Sicht mit ausreichender Sicherheit ($\mu = 0,184$) aufgenommen werden.

Eine in Anlehnung an die DIN 4019 durchgeführte Setzungsberechnung hat ergeben, dass bei der Windenergieanlage WEA 31 mit rechnerischen Setzungsdifferenzen von bis zu $\Delta s = 2,8$ cm gerechnet werden muss. Aus geotechnischer Sicht kann somit gewährleistet werden, dass die maximal zulässige Schiefstellung infolge Baugrundsetzung von $\Delta s \leq 3 \text{ mm/m} * 24,80 \text{ m} = 74,4$ mm in 25 Jahren nicht überschritten wird.

Die Berechnungen haben also ergeben, dass für die Gründung der acht WEA im Anschluss an eine Baugrundnachverdichtung (Rütteldruckverdichtung/ Impulsverdichtung sowie Rüttelstopfverdichtung am Standort WEA 29) sowohl die geforderten erdstatischen Werte eingehalten als auch die maximale Setzungsdifferenz nicht überschritten werden, so dass aus geotechnischer Sicht keine Bedenken gegen die vorgeschlagene Gründung der Windenergieanlagen bestehen. Die Grundbruch- und Setzungsnachweise für die WEA 29 sind durch den Spezialtiefbauer zu erstellen.

Alternativ zu der beschriebenen Flachgründung der WEA besteht auch die Möglichkeit, die Windenergieanlagen auf Pfählen tief zu gründen. Bei Bedarf kann diese Gründungsvariante in einem Nachtrag behandelt werden.

4 Technische Hinweise

4.1 Fundamentherstellung

Gemäß [U4] verlaufen die Fundamentunterkanten der WEA in einer Tiefe von ca. 2,15m unter GOK. In dieser Tiefe stehen durchgehend die zuvor verbesserten Sande an (siehe Abschnitt 3). Die Fundamente können daher an allen Standorten in einem Abschnitt betoniert werden.

4.2 Fundamentüberschüttung

Der auf das Fundament aufzubringende Boden muss gemäß [U4] eine Wichte von $\gamma = 18,0 \text{ kN/m}^3$ aufweisen. Da die Aushubböden größtenteils diese Anforderung erfüllen, bestehen aus geotechnischer Sicht keine Bedenken, die beim Aushub der Fundamente anfallenden Böden mit Ausnahme der Torfe als Bodenauflast zu verwenden. Der Überstand der Überschüttung muss jeweils wenigstens 0,50 m betragen bei einer Böschungsneigung von 1:2 (siehe [U4]).

4.3 Baugrubendurchführung

Bei der Herstellung der Baugruben ist die DIN 4124 zu beachten. Danach sind nicht verbaute Baugruben und Gräben mit senkrechten Wänden bis zu einer Tiefe von 1,25 m zulässig. Tiefere Baugruben müssen geböscht oder abgestützt werden. Die Neigung der Böschung darf bei Mutterböden, Sanden, organischen Böden und maximal weich- bis steifplastischen bindigen Böden 45° und mind. steif-weichplastischen bindigen Böden 60° nicht überschreiten.

Die Baugrubensohlen dürfen nach dem Bodenaushub nicht mehr befahren und möglichst wenig betreten werden. Aufgelockerte Böden sind mittels glatter Baggerschaufel abzuziehen und durch verdichtet einzubauende Kiessande auszutauschen. Darüber hinaus ist darauf zu achten, den Bodenaushub ab einer Tiefe von mind. 0,40 m oberhalb der geplanten Aushubsohle nur mit einer glatten Baggerschaufel vorzunehmen. Durch gezackte Schaufeln wird der Baugrund aufgerissen bzw. aufgelockert und besitzt somit keine ausreichende Tragfähigkeit.



Die in den Aushubsohlen anstehenden Sande müssen durch mehrere Übergänge mit einer mindestens mittelschweren Vibrationsplatte nachverdichtet werden, um aushubbedingte Auflockerungen der Sande zu beseitigen.

4.4 Wasserhaltung

Unter Berücksichtigung der erkundeten Baugrundaufbaus und der Grundwasserverhältnisse zum Zeitpunkt der Erkundung (August 2021) wird für die Herstellung der Fundamentbaugruben aller WEA eine Grundwasserabsenkung im Vakuumverfahren (verkieste Horizontaldrainagen oder KleinfILTERbrunnen, Vakuumpumpe) erforderlich. Der Wasserspiegel muss mindestens 0,50 m unter die maximale Aushubtiefe abgesenkt werden.

Für die Bemessung der geschlossenen Wasserhaltung kann unter Berücksichtigung der durchgeführten Kornverteilungsanalysen ein Durchlässigkeitsbeiwert von $5,0 \times 10^{-4}$ m/s verwendet werden. Die Wasserhaltung ist solange in Betrieb zu halten, bis die Wiederauffüllung der Fundamentbaugrube abgeschlossen ist.

4.4 Bodenaustausch / Tragschichteinbau

Verfahrensbedingt wird es bei einer Baugrundverbesserung mit Rüttelstopfsäulen erforderlich, ein ca. 0,50 m mächtiges Polster aus Tragschichtmaterial einzubauen. Hinweise hierzu sind durch die ausführende Firma der Baugrundverbesserung zu geben. Die Verdichtung des Materials ist durch dynamische Plattendruckversuche zu kontrollieren.

4.6 Herstellung der Kranstellflächen und der Zuwegungen

4.6.1 Kranstellflächen

Wie aus den auf den Anlagen 2.1 – 2.9 aufgetragenen Bohrprofilen ersichtlich ist, stehen im Bereich der Kranstellflächen unter geringmächtigen Oberböden und bereichsweise organischen Böden (Torfe) gewachsene Sande mit locker – mitteldichter und mitteldichter Lagerung an. Unter Berücksichtigung dieser Baugrundverhältnisse sind folgende Maßnahmen zu treffen:

- Entfernen der Oberböden und der Torfe bis auf die gewachsenen Sande, bereichsweise im Schutze einer geschlossenen Wasserhaltung (WEA 33)



- Nachverdichten des Planums im Bereich rolliger Böden
- ggf. Einbau eines Kiessandes (Körnung 0 – 8/16 mm) bis UK Tragschicht (gemäß Abschnitt 4.3)
- Einbau einer Tragschicht (Mineralgemisch / Schotter 0/45) in einer Stärke von $d \geq 20 - 30$ cm. Die endgültige Schichtstärke wird in Abhängigkeit von den auf den gewachsenen Sanden bzw. auf dem Sandpolster erreichten E_{v2} -Werten festgelegt. Auf der oberen Tragschicht muss ein E_{v2} -Wert von > 100 MN/m² nachgewiesen werden.

Nach Vorlage einer Kranstatik sind durch den Unterzeichner die erforderlichen Maßnahmen (Dimensionierung der Aufstandsflächen, detaillierter Aufbau der Tragschicht / Bodenaustausch) in einem Nachtrag zu erstellen. Durch die oben genannten Maßnahmen wird eine Befahrbarkeit der Kranstellfläche durch Schwerverkehr während der Bauphase ermöglicht.

Nach den Vorgaben des Herstellers beträgt die mindestens einzuhaltende Flächenpressung auf der Kranstellfläche $\sigma = 250$ kN/m². Nach internen Berechnungen auf der Grundlage der erkundeten Baugrundverhältnisse kann diese Flächenpressung bspw. am Standort WEA 28 vom erkundeten Baugrund beim Einsatz von biegesteifen Lastverteilplatten (Abmessungen mind. 4 m x 5 m) aufgenommen werden. Am Standort WEA 29 müssen darüber hinaus voraussichtlich Zusatzmaßnahmen für die Gründung des Hauptkrans getroffen werden, da die im Baugrund angetroffenen organischen Böden ein hohes Setzungspotential aufweisen. Nach Vorliegen der Information über den Krantyp und die auftretenden Lasten muss hierzu in einem Nachtrag Stellung genommen werden.

Die Baumaßnahme muss durch den Unterzeichner überwacht werden. Die Verdichtung des Einbaumaterials ist durch Plattendruckversuche zu überprüfen. Ggf. sind auf Anweisung des Unterzeichners weitere Nachbesserungen der Kranstellflächen vorzunehmen.

4.6.2 Zuwegungen

Wie aus den auf der Anlage 2.10 dargestellten Bohrprofilen zu ersehen ist, wurden im Bereich der Zuwegung oberflächlich Oberböden erkundet, die bis zur Endteufe der Bohrungen von locker und locker-mitteldicht gelagerten Sanden unterlagert werden. Bereichsweise wurden



oberhalb der Sande vereinzelt Torfe erbohrt. Für die Herstellung der Zuwegungen wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

- Auskoffern der Oberböden und Torfe bis auf die gewachsenen Sande (ohne humose oder organische Beimengungen)
- Nachverdichten der anstehenden Sande
- ggf. Einbau eines verdichtungsfähigen Sandes Körnung 0 – 8/16 mm, $d \geq 30$ cm als Unterbau für die Tragschicht – hierauf muss ein E_{v2} -Wert von > 45 MN/m² nachgewiesen werden.
- Aufbringen einer hochverdichteten Tragschicht aus Recyclingmaterial/Mineralgemisch (0 – 45/56 mm) in einer Mächtigkeit von $d \geq 0,30$ m. Auf der Tragschicht muss ein E_{v2} -Wert > 100 MN/m² nachgewiesen werden.

Die endgültigen Schichtstärken des Aufbaus müssen ggf. nach Durchführung von statischen Lastplattenversuchen festgelegt werden. Die Arbeiten sollten durch den Baugrundgutachter überwacht werden, um die in der Erkundung angetroffenen Baugrundverhältnisse in den Baugrubensohlen zu überprüfen. Bei abweichenden Baugrundverhältnissen ist der Baugrundgutachter hinzuzuziehen.

5 Zusammenfassung

Die durchgeführten Untersuchungen haben ergeben, dass die geplanten Windenergieanlagen WEA 20 sowie WEA 27 bis WEA 33 vom Typ Nordex N133 mit 110m NH im Windpark Grenzstrom Bürgerwind bei Ellhöft im Anschluss an Baugrundverbesserungen (Rütteldruck- bzw. Impulsverdichtung sowie Rüttelstopfverdichtung) flach auf je einem Fundament mit Auftriebssicherung gegründet werden können. Weitere Einzelheiten hierzu sind den Abschnitten 3 und 4 des Gutachtens zu entnehmen.

Die Baugrubensohlen sind durch den Unterzeichner abnehmen zu lassen, um die im Gutachten vorausgesetzten Baugrundverhältnisse vor Ort zu überprüfen. Die Planung und Herstellung der Rütteldruckverdichtung / Impulsverdichtungsverfahren ist mit dem Unterzeichner abzustimmen.



Der verbesserte Baugrund muss durch Spitzendrucksondierungen auf den erforderlichen Verdichtungsgrad hin kontrolliert werden.

Für die Beantwortung evtl. noch auftretende Fragen stehen wir weiterhin gern zu Verfügung.

Dipl.- Ing. Peter Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG

Projektleitung


ppa. Wolfgang Tiedemann


Alexander Maertins, Dipl.-Geol.



WEA 33
32496832
6083593

WEA 27
32496679
6083254

WEA 28
32497003
6083037

WEA 29
32497378
6083087

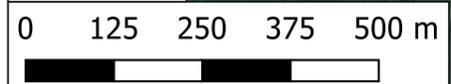
WEA 30
32497606
6082834

WEA 31
32497827
6082625

WEA 32
32498094
6082475

WEA 20
32498724
6082083

-  Fundamente
-  Kranstellflächen
-  Geplante Zuwegung



Bauvorhaben: Windpark Grenzstrom Bürgerwind	
Aktenzeichen: 133/21	
Bezeichnung: Übersichtsplan	
Auftraggeber: Grenzstrom Bürgerwind GmbH & Co. KG	
Datum: 23.08.2021	Maßstab: 1:10000
Gezeichnet: Jakob Hellmann	Anlage 1.1



**NEUMANN
BAUGRUND**
 Marienthaler Str. 6
 24340 Eckernförde
 (+49) 4351 / 7136 0
 neumann-baugrund.de



WEA 27
32496679
6083254

WEA 28
32497003
6083037

WEA 29
32497378
6083087

WEA 30
32497606
6082834

WEA 33
32496832
6083593

BS 6/Weg

BS 7/Weg

BS 8/Weg

BS 2/Weg

BS 3/Weg

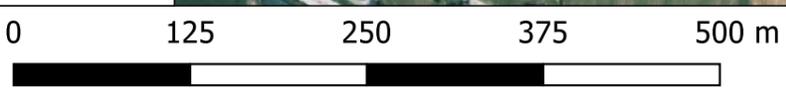
BS 1/Weg

-  Fundamente
-  Kranstellflächen
-  Geplante Zuwegung

Bauvorhaben: Windpark Grenzstrom Bürgerwind	
Aktenzeichen: 133/21	
Bezeichnung: Lageplan	
Auftraggeber: Grenzstrom Bürgerwind GmbH & Co. KG	
Datum: 23.08.2021	Maßstab: 1:5000
Gezeichnet: Jakob Hellmann	Anlage 1.2



**NEUMANN
BAUGRUND**
 Marienthaler Str. 6
 24340 Eckernförde
 (+49) 4351 / 7136 0
 neumann-baugrund.de





WEA 30
32497606
6082834

WEA 31
32497827
6082625

WEA 32
32498094
6082475

WEA 20
32498724
6082083

BS 4/ Weg

BS 5/ Weg

- Fundamente
- Kranstellflächen
- Geplante Zuwegung



0 125 250 375 500 m

Bauvorhaben: Windpark Grenzstrom Bürgerwind

Aktenzeichen: 133/21

Bezeichnung: Lageplan

Auftraggeber: Grenzstrom Bürgerwind GmbH & Co. KG

Datum: 23.08.2021

Gezeichnet: Jakob Hellmann

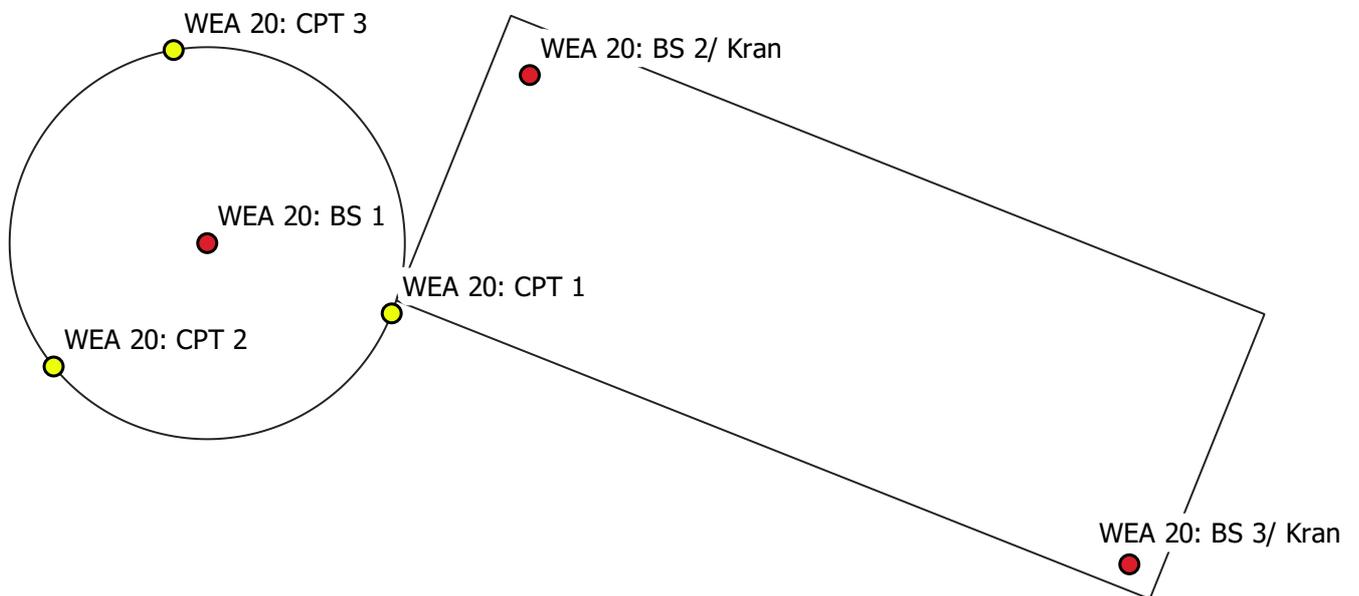
Maßstab: 1:5000

Anlage 1.3



**NEUMANN
BAUGRUND**
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

WEA 20



Bauvorhaben: Windpark Grenzstrom Bürgerwind

Aktenzeichen: 133/21

Bezeichnung: Detailplan

Auftraggeber: Grenzstrom Bürgerwind GmbH & Co. KG

Datum: 23.08.2021

Maßstab: 1:500

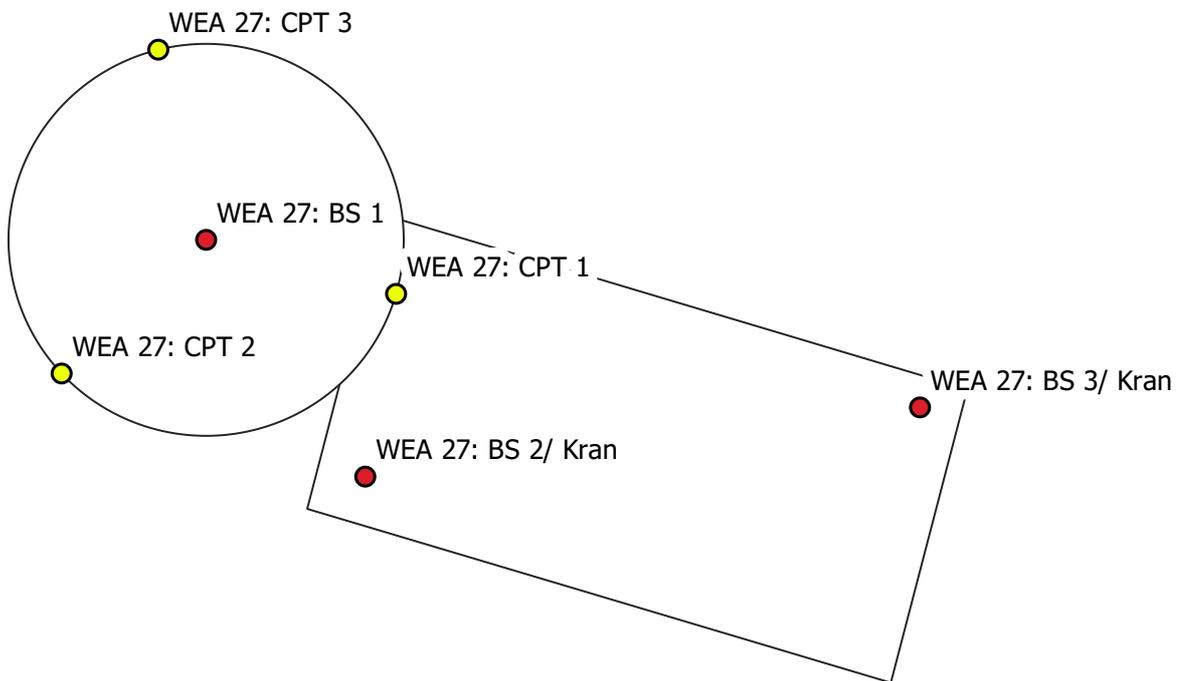
Gezeichnet: Jakob Hellmann

Anlage 1.4



**NEUMANN
BAUGRUND**
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

WEA 27



Bauvorhaben: Windpark Grenzstrom Bürgerwind

Aktenzeichen: 133/21

Bezeichnung: Detailplan

Auftraggeber: Grenzstrom Bürgerwind GmbH & Co. KG

Datum: 23.08.2021

Maßstab: 1:500

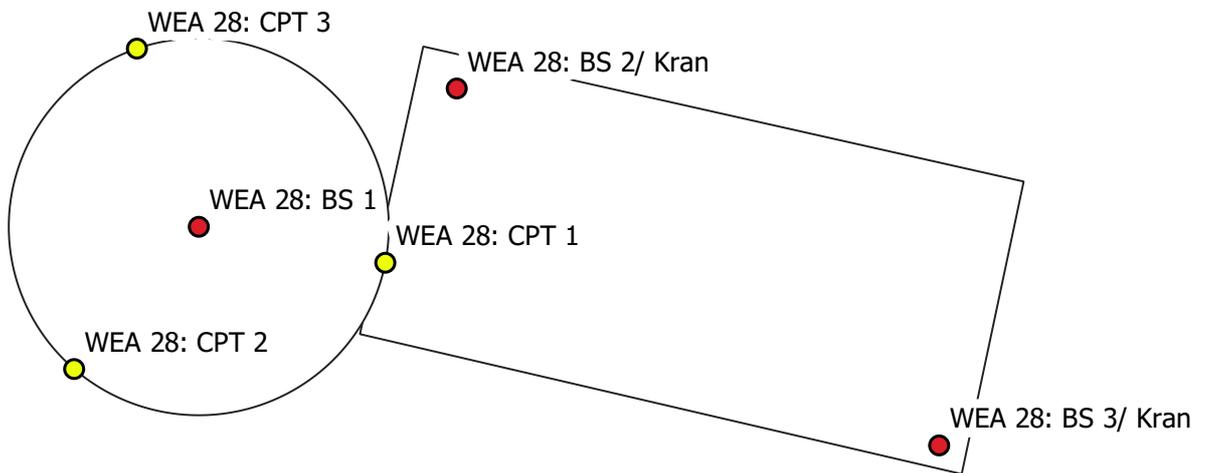
Gezeichnet: Jakob Hellmann

Anlage 1.5



**NEUMANN
BAUGRUND**
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

WEA 28



Bauvorhaben: Windpark Grenzstrom Bürgerwind

Aktenzeichen: 133/21

Bezeichnung: Detailplan

Auftraggeber: Grenzstrom Bürgerwind GmbH & Co. KG

Datum: 23.08.2021

Maßstab: 1:500

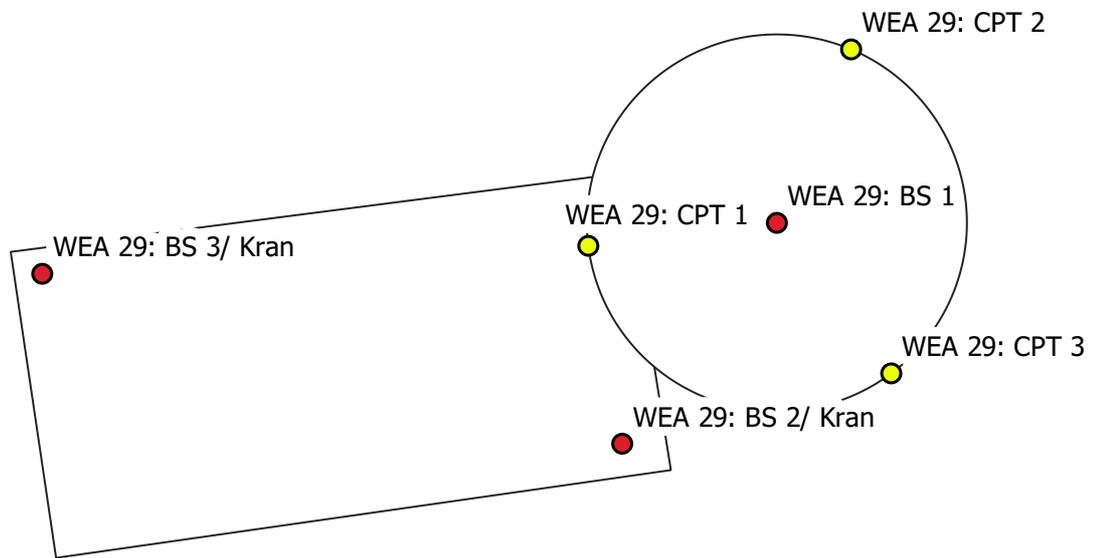
Gezeichnet: Jakob Hellmann

Anlage 1.6



**NEUMANN
BAUGRUND**
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

WEA 29



Bauvorhaben: Windpark Grenzstrom Bürgerwind

Aktenzeichen: 133/21

Bezeichnung: Detailplan

Auftraggeber: Grenzstrom Bürgerwind GmbH & Co. KG

Datum: 23.08.2021

Maßstab: 1:500

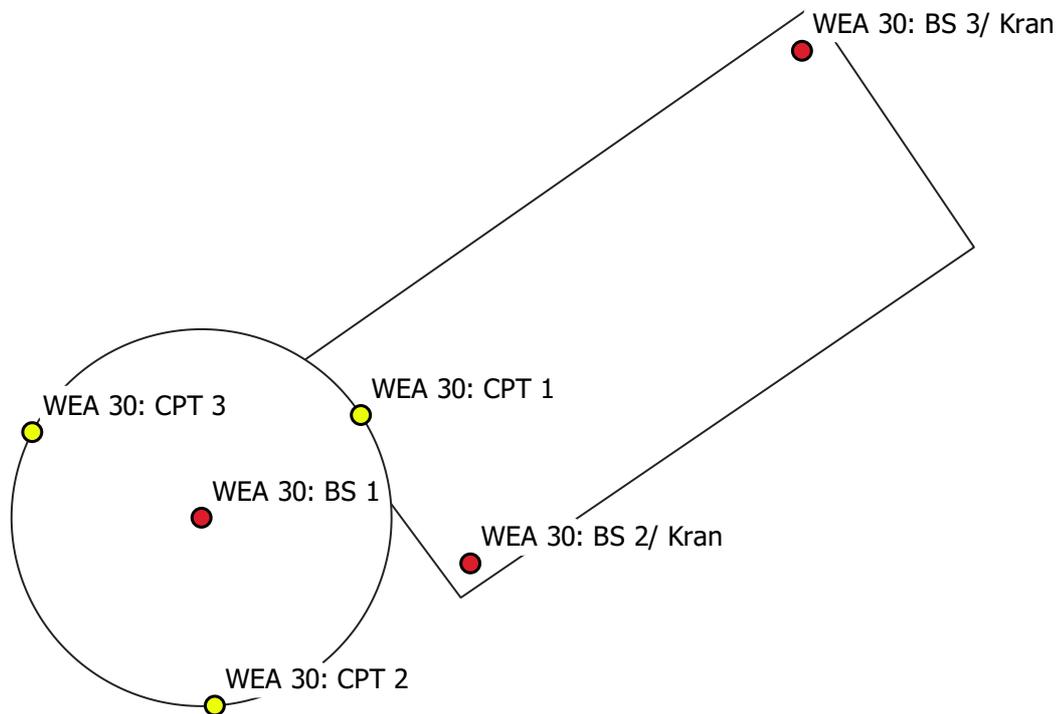
Gezeichnet: Jakob Hellmann

Anlage 1.7



**NEUMANN
BAUGRUND**
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

WEA 30



Bauvorhaben: Windpark Grenzstrom Bürgerwind

Aktenzeichen: 133/21

Bezeichnung: Detailplan

Auftraggeber: Grenzstrom Bürgerwind GmbH & Co. KG

Datum: 23.08.2021

Maßstab: 1:500

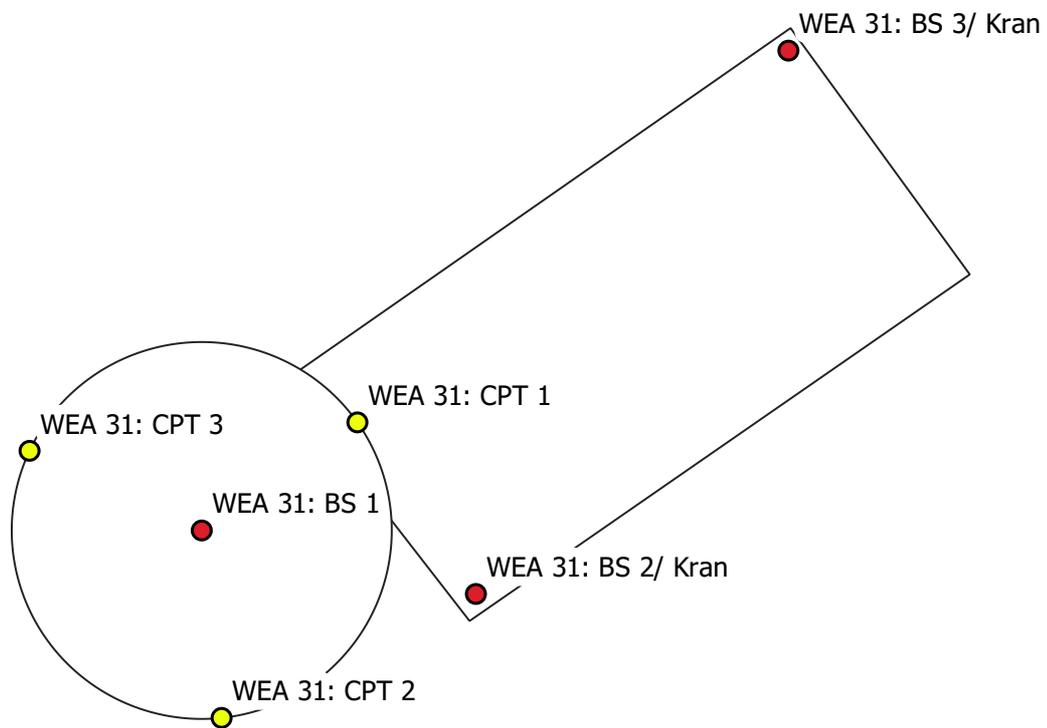
Gezeichnet: Jakob Hellmann

Anlage 1.8



**NEUMANN
BAUGRUND**
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

WEA 31



Bauvorhaben: Windpark Grenzstrom Bürgerwind

Aktenzeichen: 133/21

Bezeichnung: Detailplan

Auftraggeber: Grenzstrom Bürgerwind GmbH & Co. KG

Datum: 23.08.2021

Maßstab: 1:500

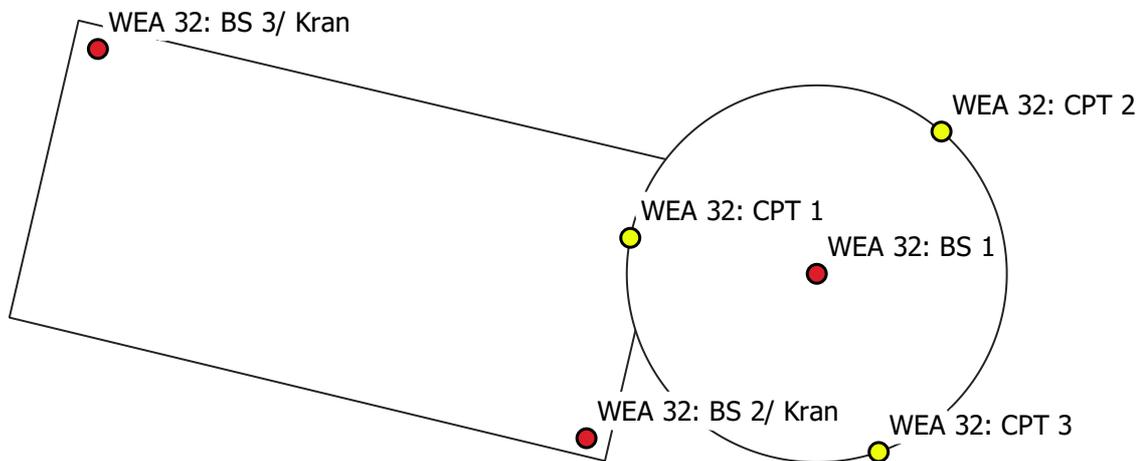
Gezeichnet: Jakob Hellmann

Anlage 1.9



**NEUMANN
BAUGRUND**
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

WEA 32



Bauvorhaben: Windpark Grenzstrom Bürgerwind

Aktenzeichen: 133/21

Bezeichnung: Detailplan

Auftraggeber: Grenzstrom Bürgerwind GmbH & Co. KG

Datum: 23.08.2021

Maßstab: 1:500

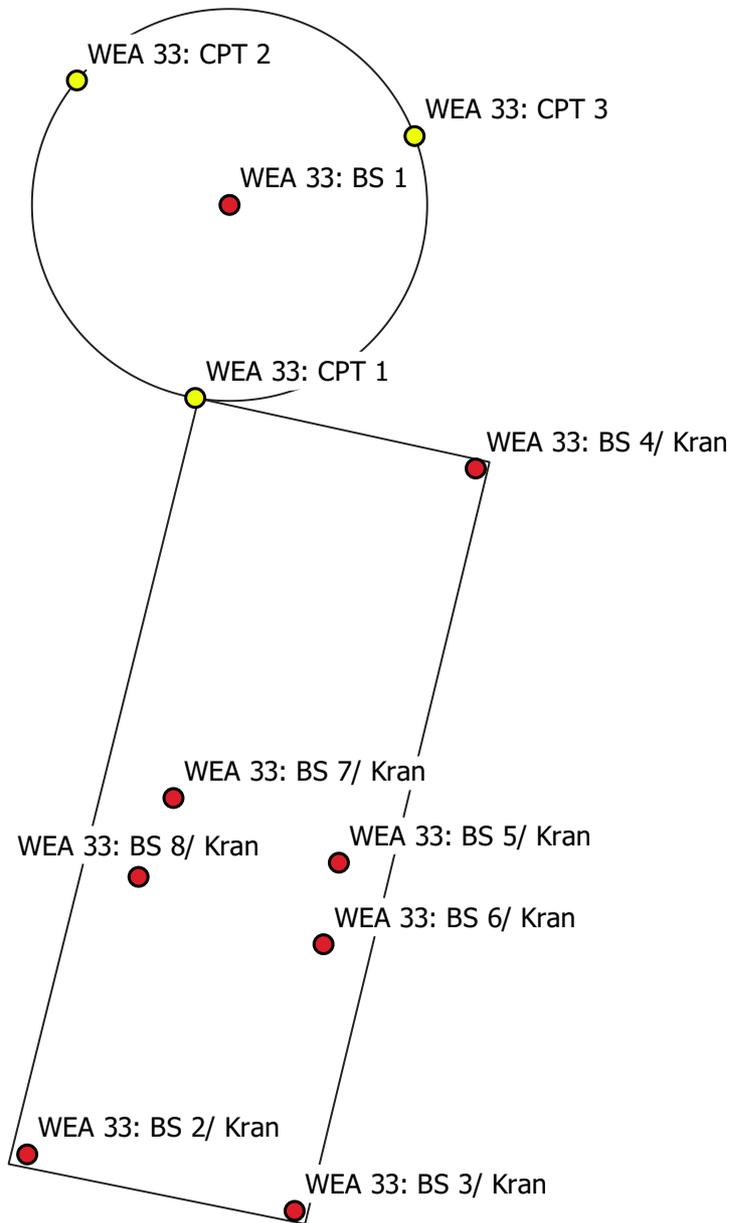
Gezeichnet: Jakob Hellmann

Anlage 1.10



**NEUMANN
BAUGRUND**
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

WEA 33



Bauvorhaben: Windpark Grenzstrom Bürgerwind

Aktenzeichen: 133/21

Bezeichnung: Detailplan

Auftraggeber: Grenzstrom Bürgerwind GmbH & Co. KG

Datum: 23.08.2021

Maßstab: 1:500

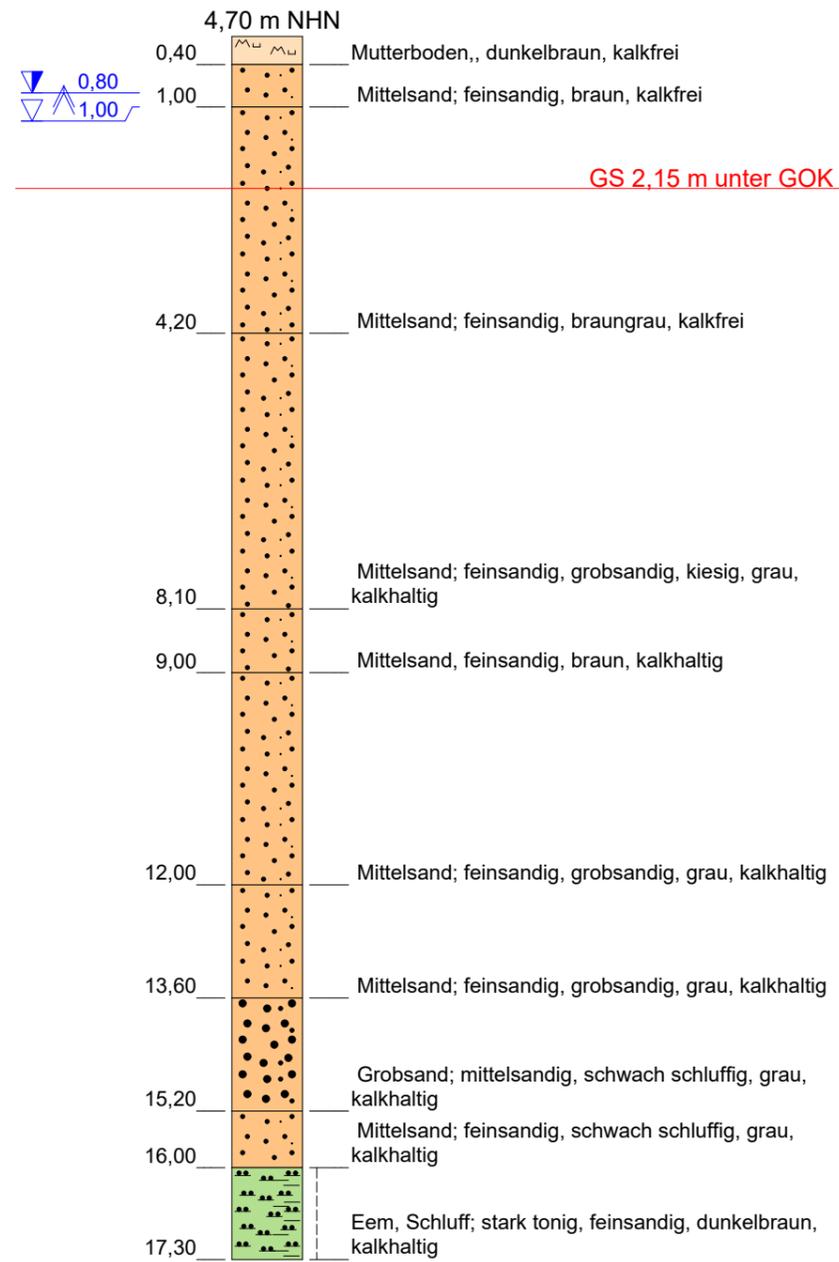
Gezeichnet: Jakob Hellmann

Anlage 1.11

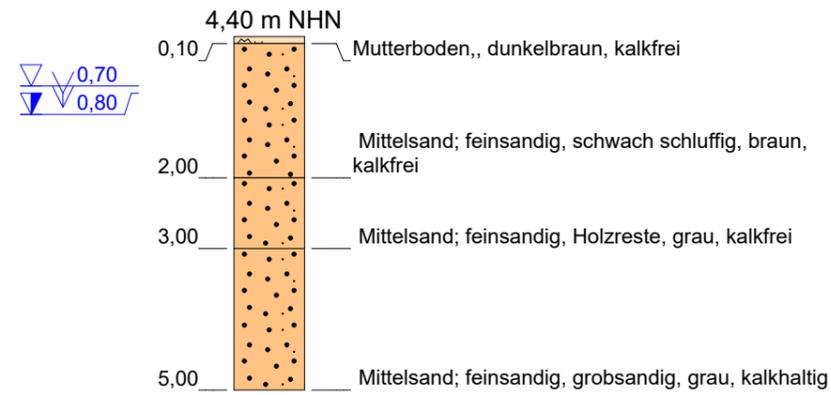


**NEUMANN
BAUGRUND**
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

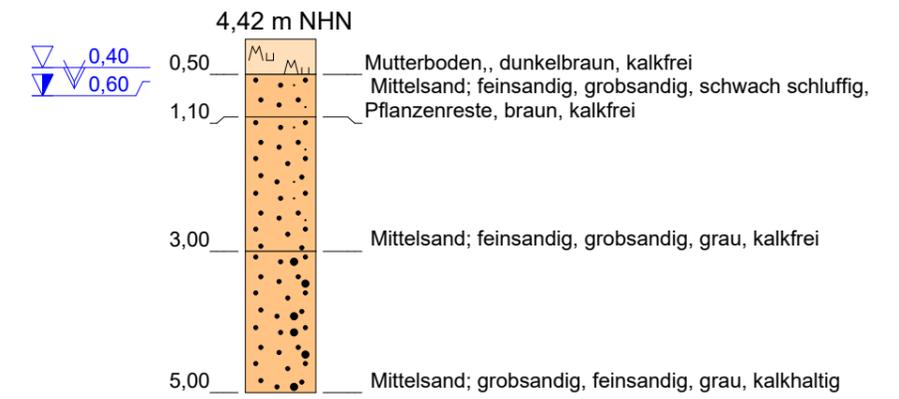
WEA 20: BS 1



WEA 20: BS 2/Kran



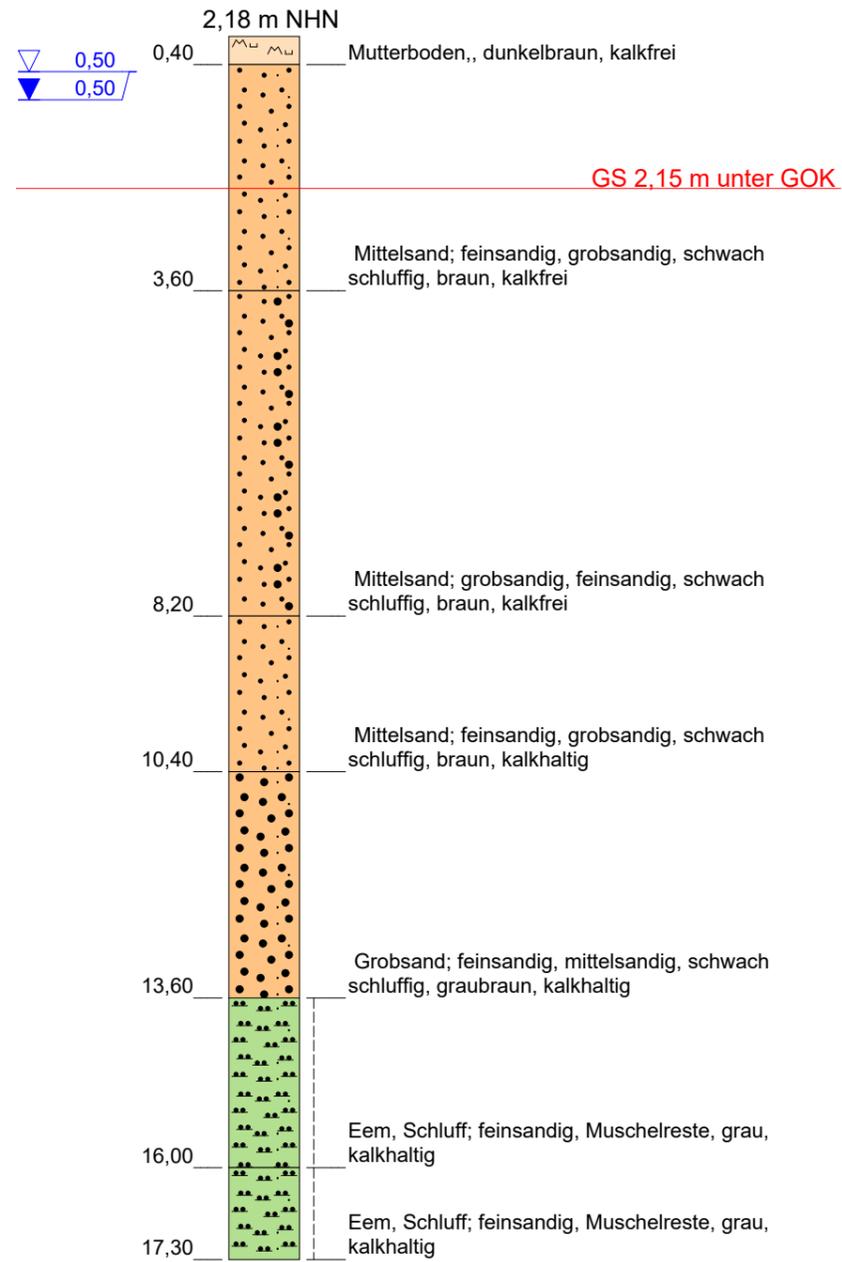
WEA 20: BS 3/Kran



Bauvorhaben: Windpark Grenzstrom Bürgerwind	
Aktenzeichen: 133/21	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: Grenzstrom Bürgerwind GmbH & Co. KG	
Datum: 17.08.-23.08.2021	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: Sandra Litzendorf	Anlage 2.1

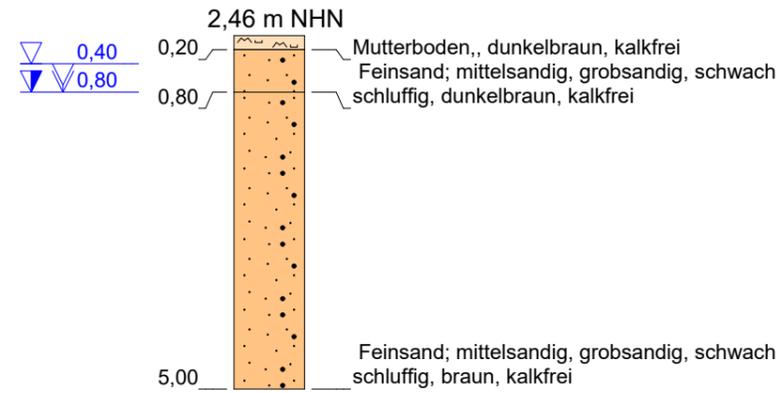


WEA 27: BS 1

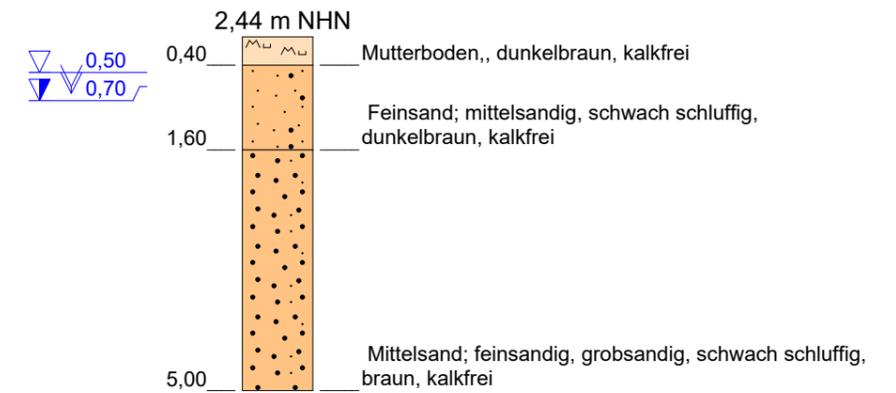


Sondierung abgebrochen!

WEA 27: BS 2/Kran



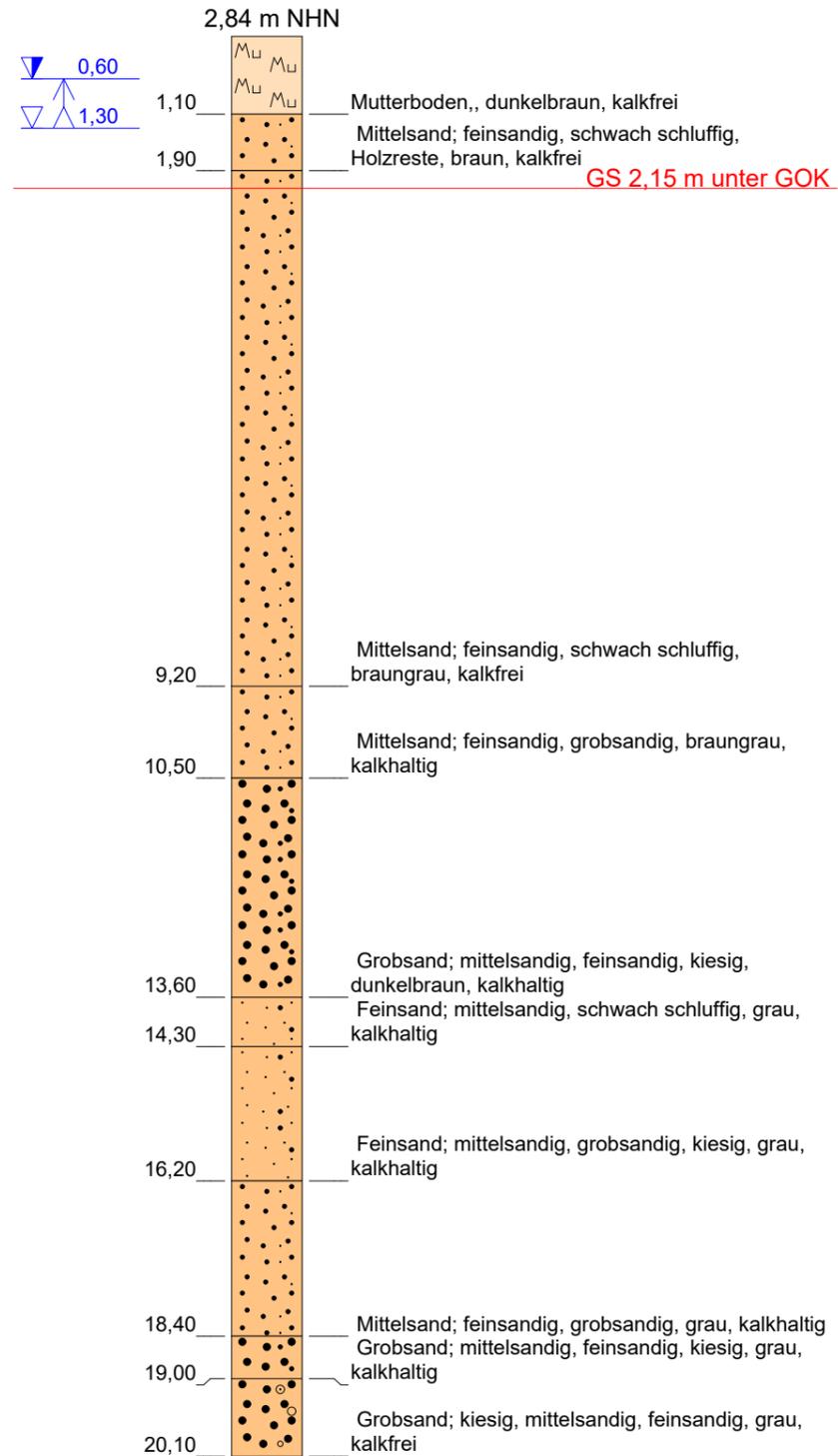
WEA 27: BS 3/Kran



Bauvorhaben: Windpark Grenzstrom Bürgerwind	
Aktenzeichen: 133/21	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: Grenzstrom Bürgerwind GmbH & Co. KG	
Datum: 17.08.-23.08.2021	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: Sandra Litzendorf	Anlage 2.2

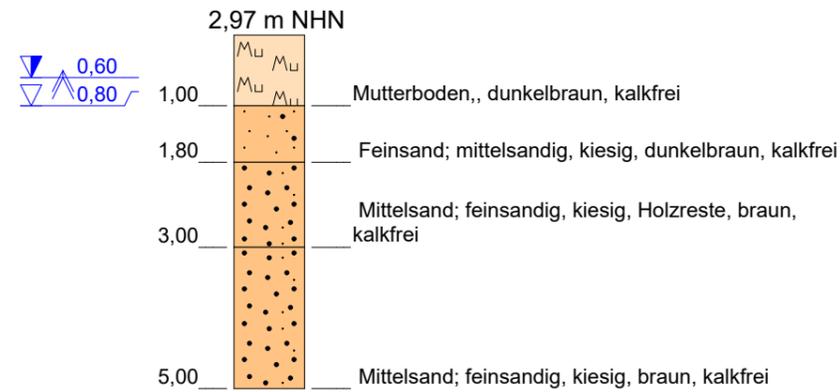


WEA 28: BS 1

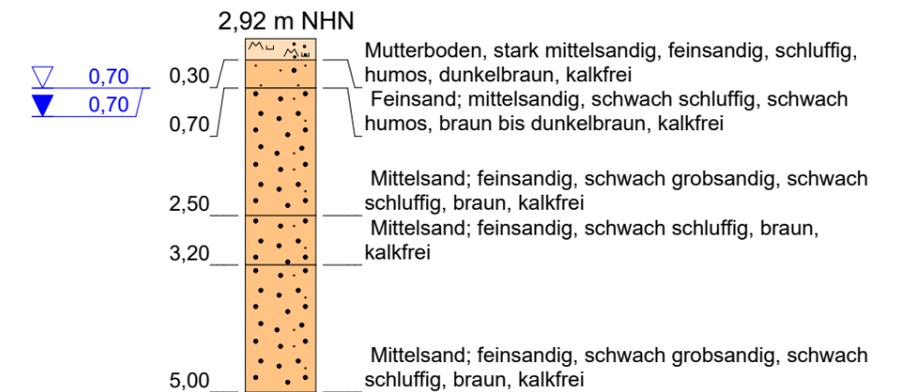


Sondierung abgebrochen!

WEA 28: BS 2/Kran



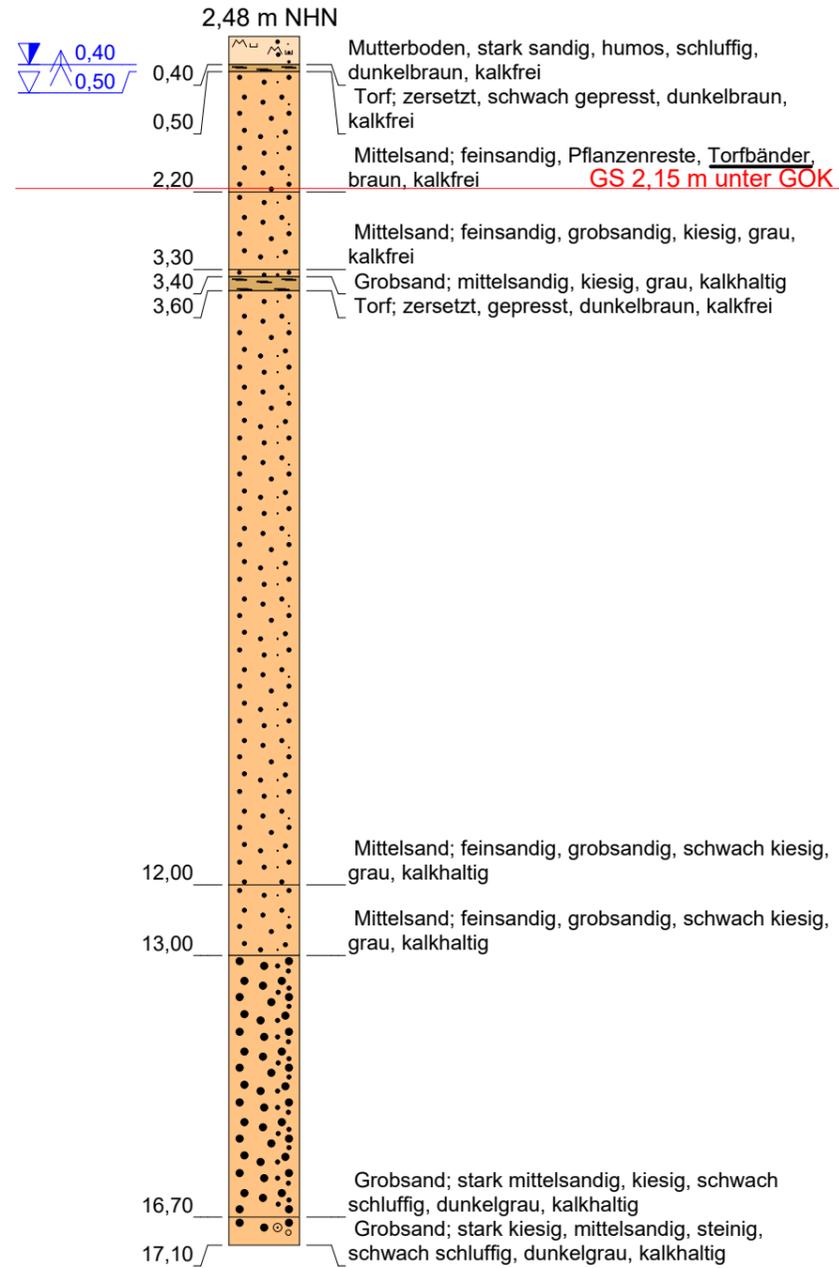
WEA 28: BS 3/Kran



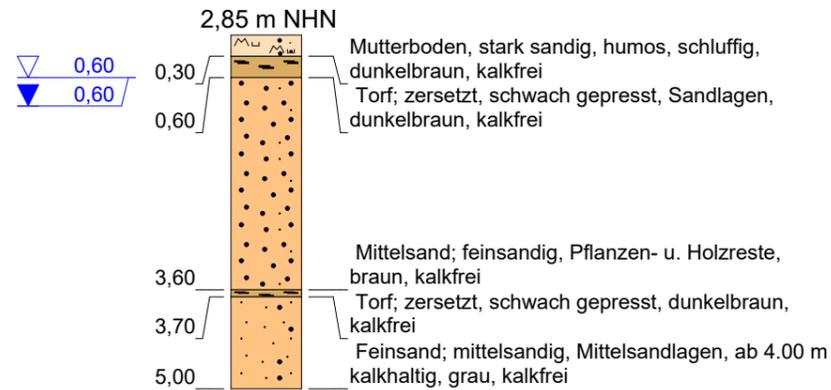
Bauvorhaben: Windpark Grenzstrom Bürgerwind	
Aktenzeichen: 133/21	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: Grenzstrom Bürgerwind GmbH & Co. KG	
Datum: 17.08.-23.08.2021	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: Sandra Litzendorf	Anlage 2.3

NEUMANN
BAUGRUND
 Marienthaler Str. 6
 24340 Eckernförde
 (+49) 4351 / 7136 0
 neumann-baugrund.de

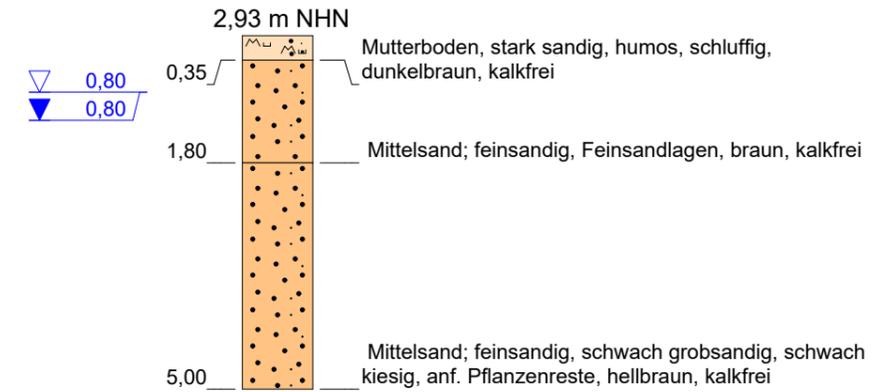
WEA 29: BS 1



WEA 29: BS 2/Kran



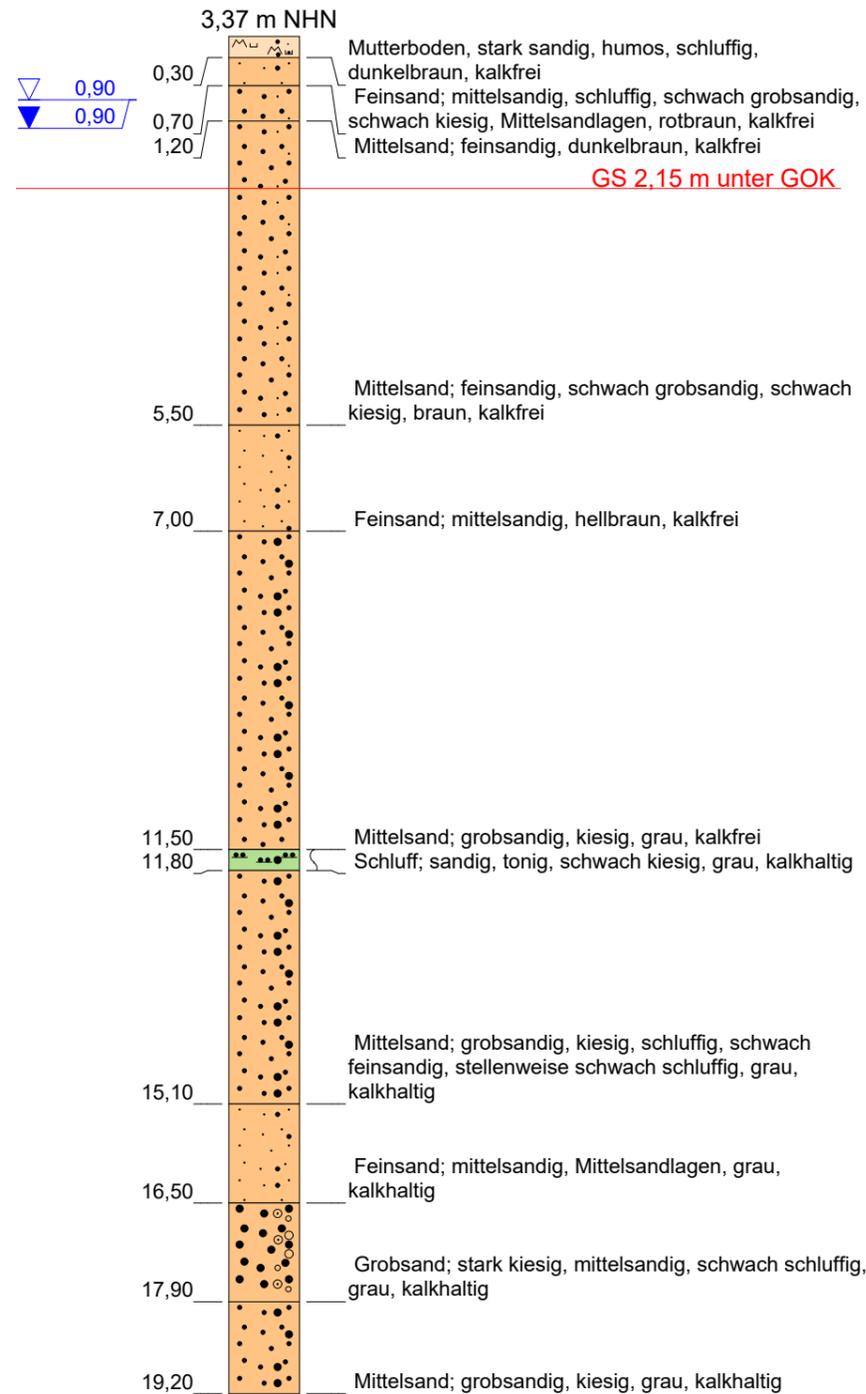
WEA 29: BS 3/Kran



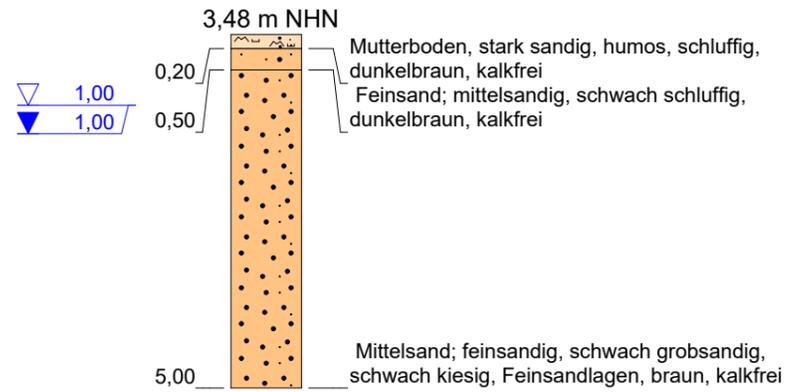
Bauvorhaben: Windpark Grenzstrom Bürgerwind	
Aktenzeichen: 133/21	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: Grenzstrom Bürgerwind GmbH & Co. KG	
Datum: 17.08.-23.08.2021	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: Sandra Litzendorf	Anlage 2.4



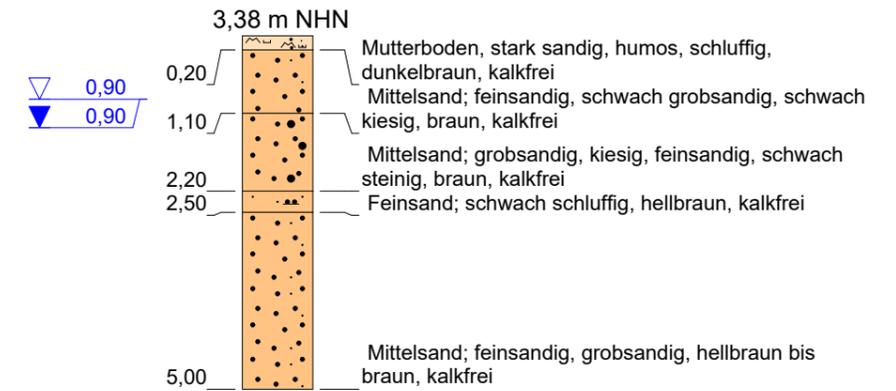
WEA 30: BS 1



WEA 30: BS 2/Kran



WEA 30: BS 3/Kran



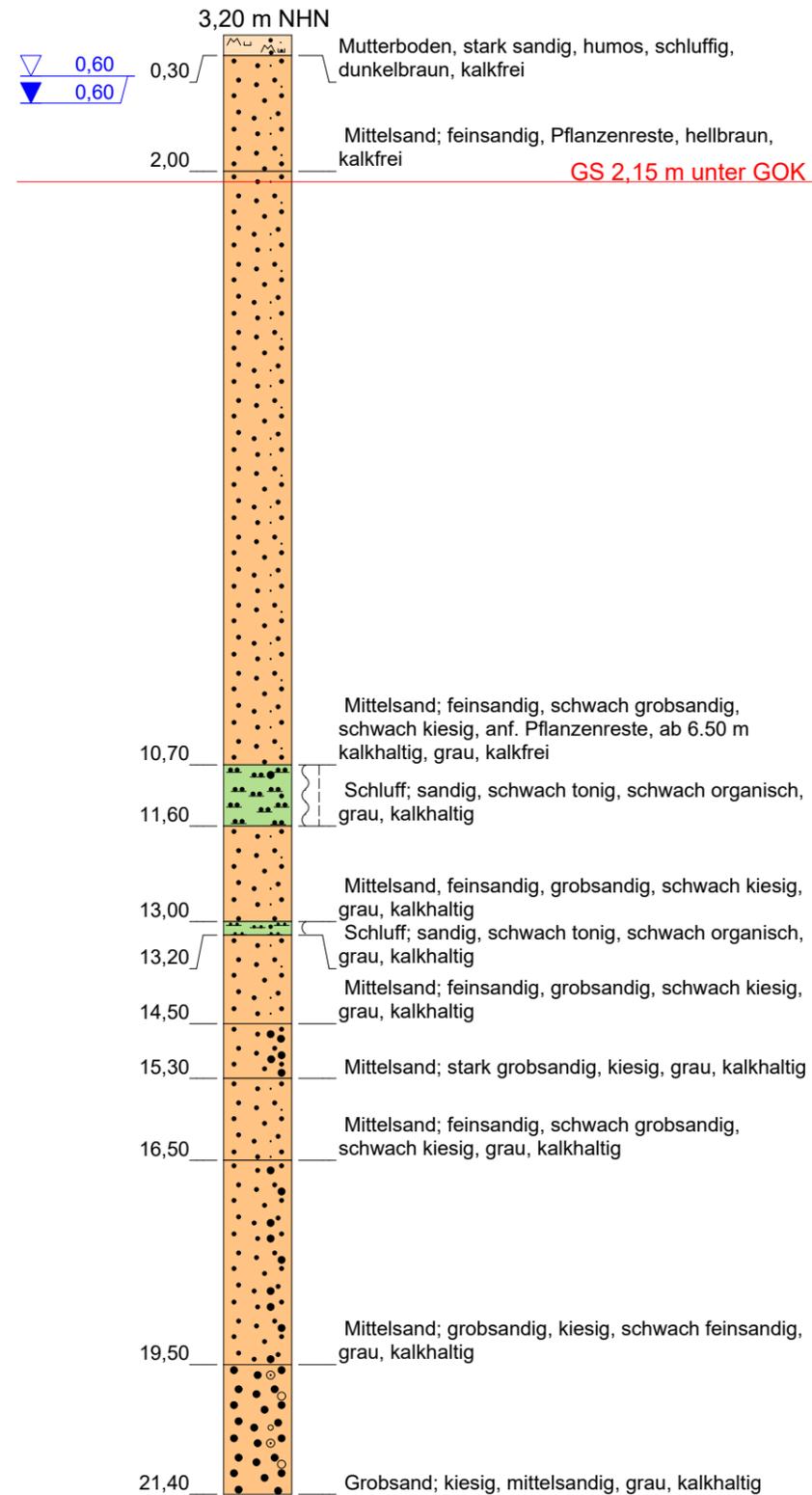
Sondierung abgebrochen!

Bauvorhaben: Windpark Grenzstrom Bürgerwind	
Aktenzeichen: 133/21	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: Grenzstrom Bürgerwind GmbH & Co. KG	
Datum: 17.08.-23.08.2021	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: Sandra Litzendorf	Anlage 2.5



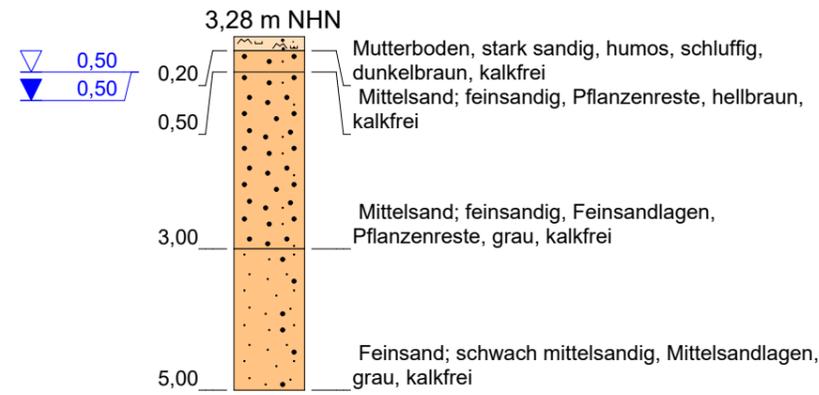
**NEUMANN
BAUGRUND**
 Marienthaler Str. 6
 24340 Eckernförde
 (+49) 4351 / 7136 0
 neumann-baugrund.de

WEA 31: BS 1

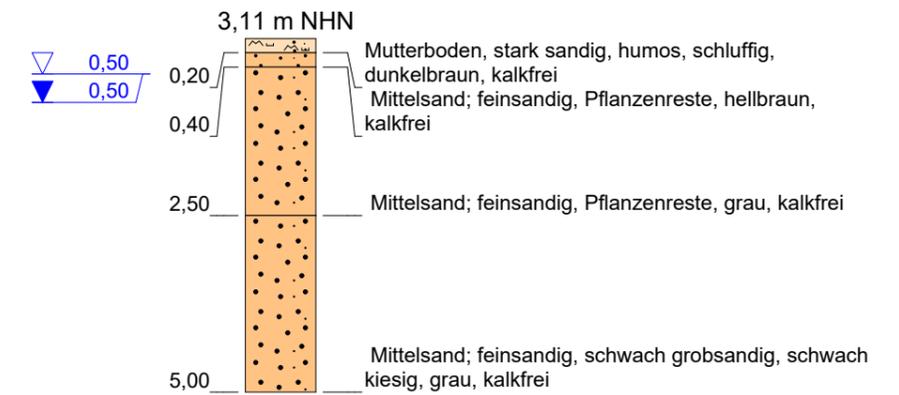


Sondierung abgebrochen!

WEA 31: BS 2/Kran



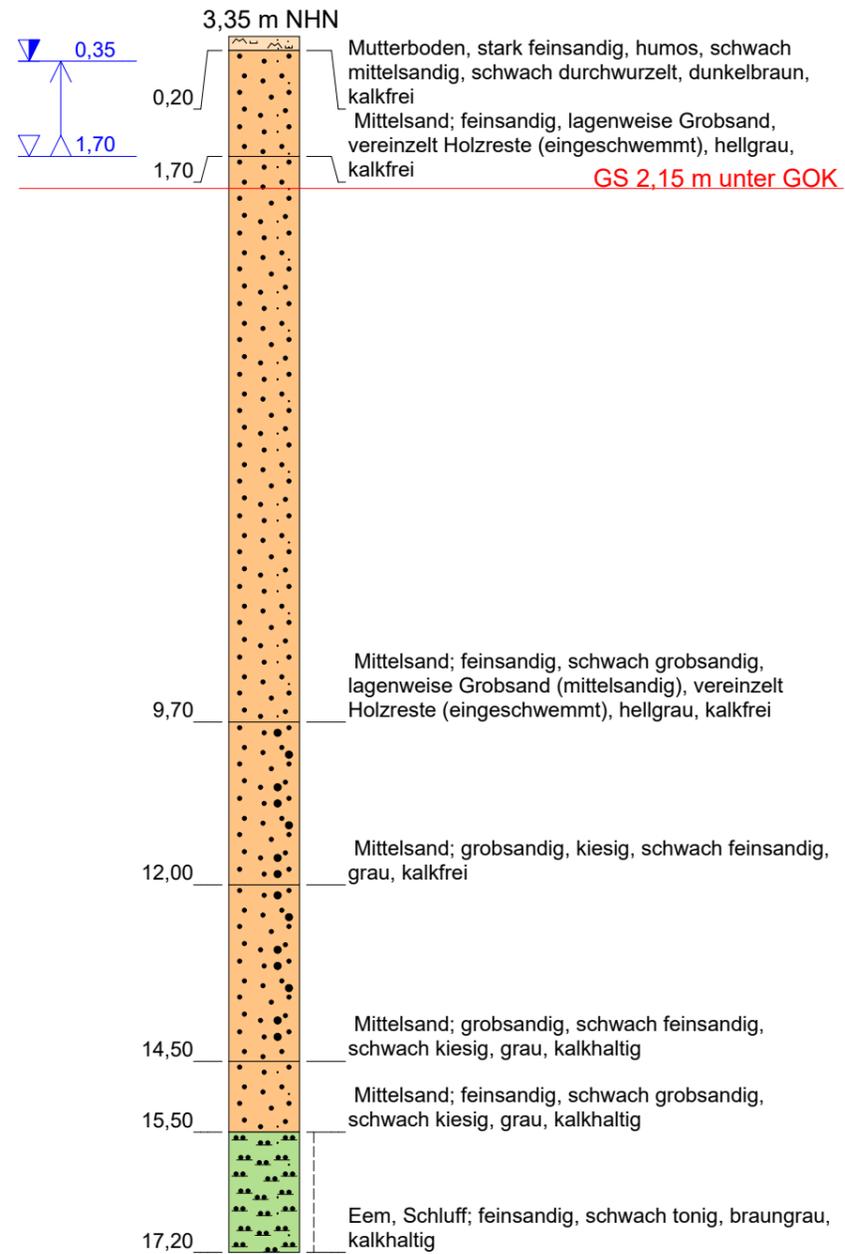
WEA 31: BS 3/Kran



Bauvorhaben: Windpark Grenzstrom Bürgerwind	
Aktenzeichen: 133/21	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: Grenzstrom Bürgerwind GmbH & Co. KG	
Datum: 17.08.-23.08.2021	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: Sandra Litzendorf	Anlage 2.6

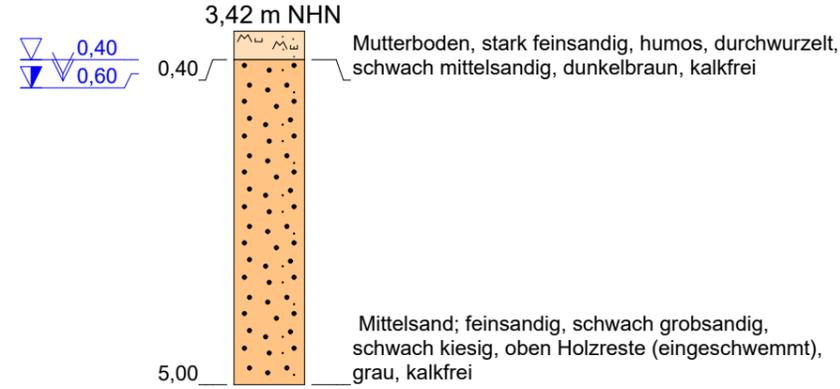


WEA 32: BS 1

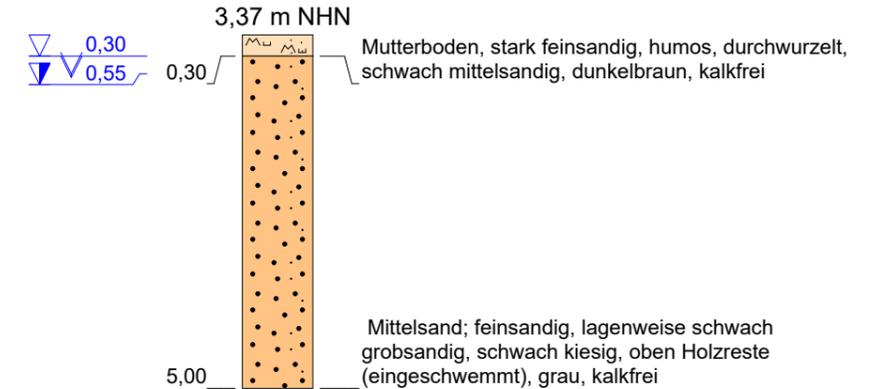


Sondierung abgebrochen!

WEA 32: BS 2/Kran



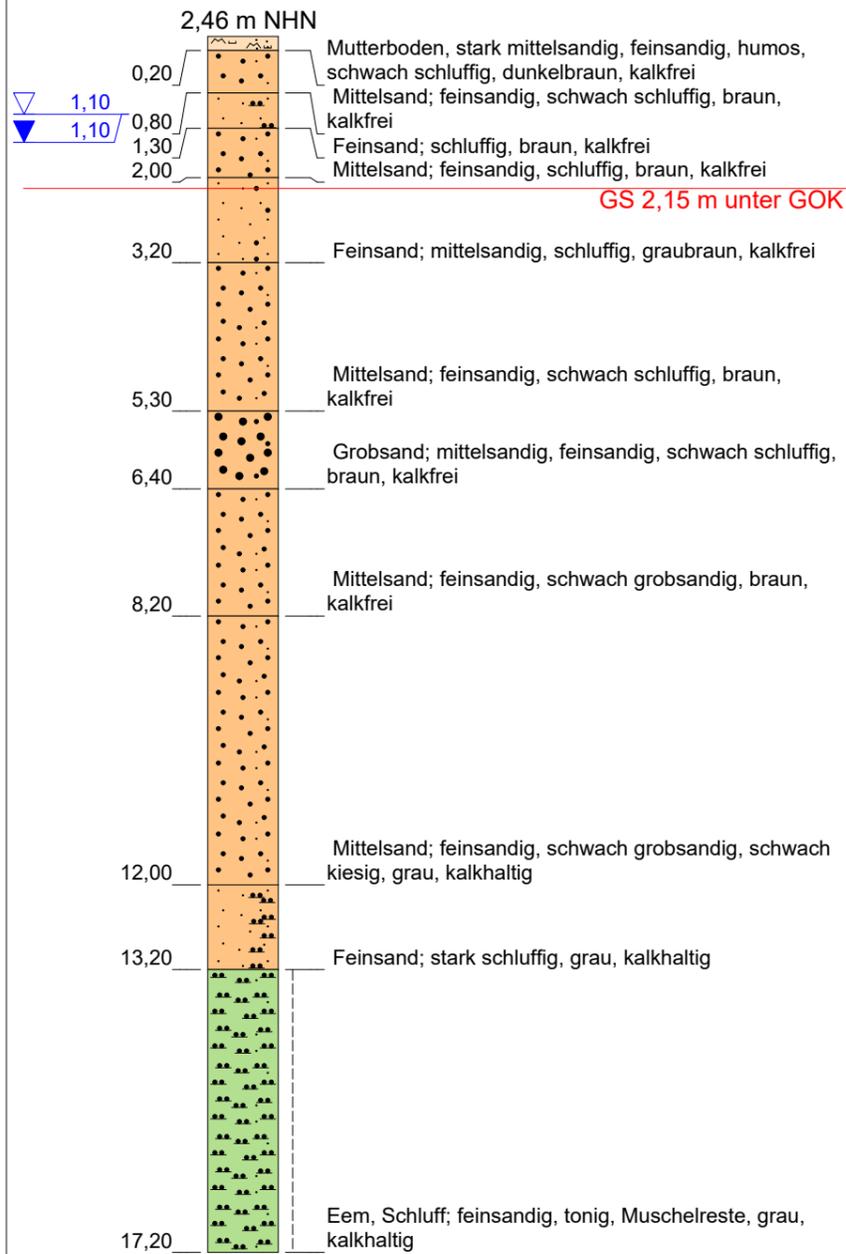
WEA 32: BS 3/Kran



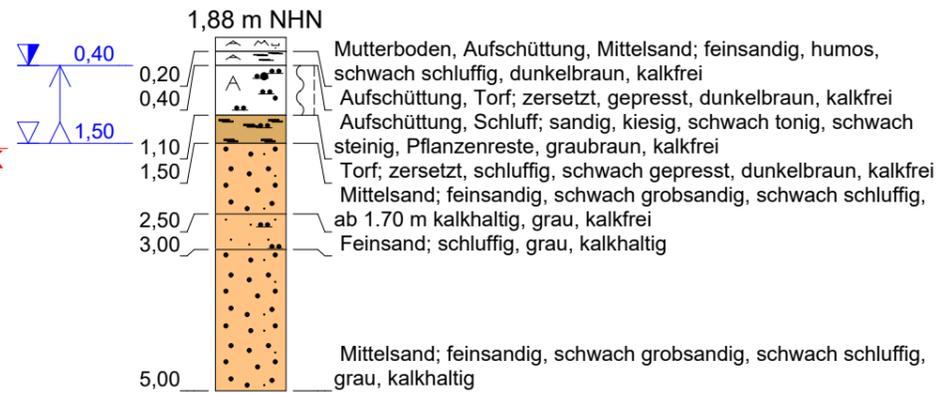
Bauvorhaben: Windpark Grenzstrom Bürgerwind	
Aktenzeichen: 133/21	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: Grenzstrom Bürgerwind GmbH & Co. KG	
Datum: 17.08.-23.08.2021	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: Sandra Litzendorf	Anlage 2.7



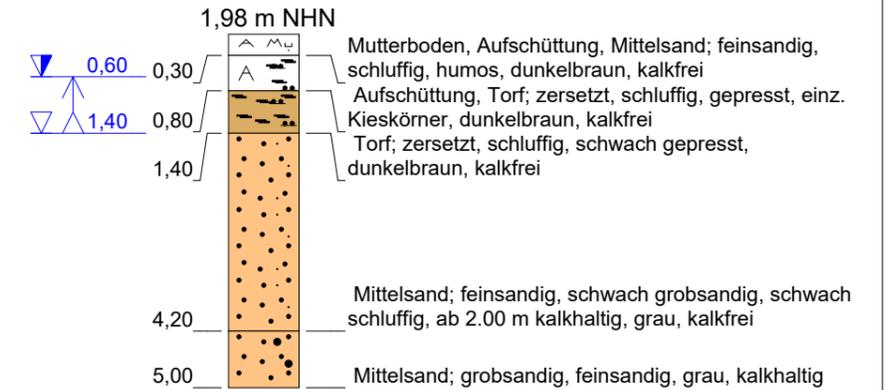
WEA 33: BS 1



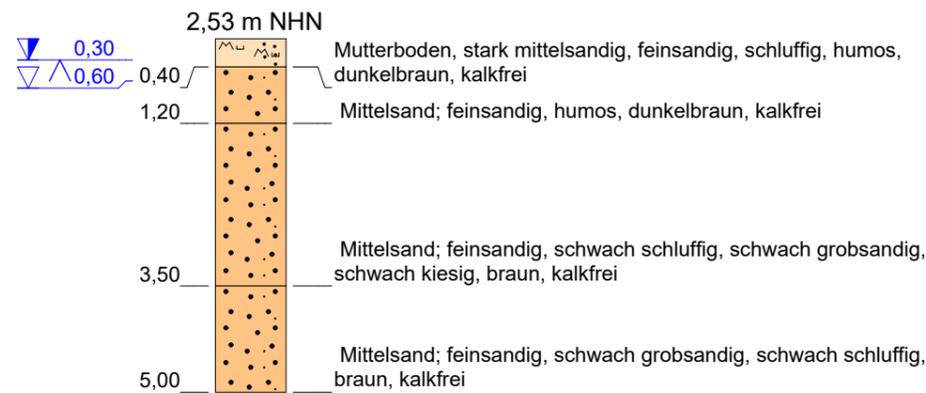
WEA 33: BS 2/Kran



WEA 33: BS 3/Kran



WEA 33: BS 4/Kran

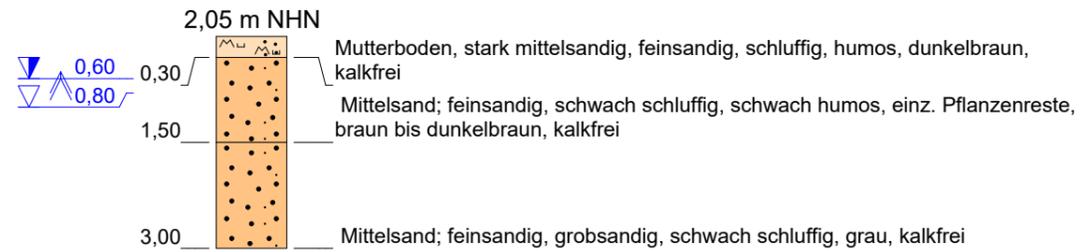


Sondierung abgebrochen!

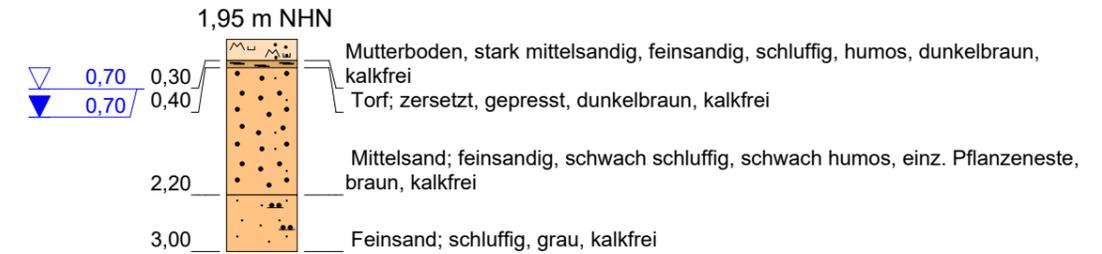
Bauvorhaben: Windpark Grenzstrom Bürgerwind	
Aktenzeichen: 133/21	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: Grenzstrom Bürgerwind GmbH & Co. KG	
Datum: 17.08.-23.08.2021	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: Sandra Litzendorf	Anlage 2.8



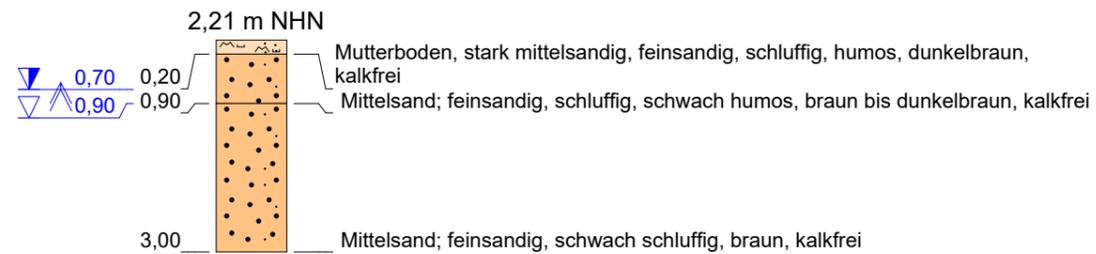
WEA 33: BS 5/Kran



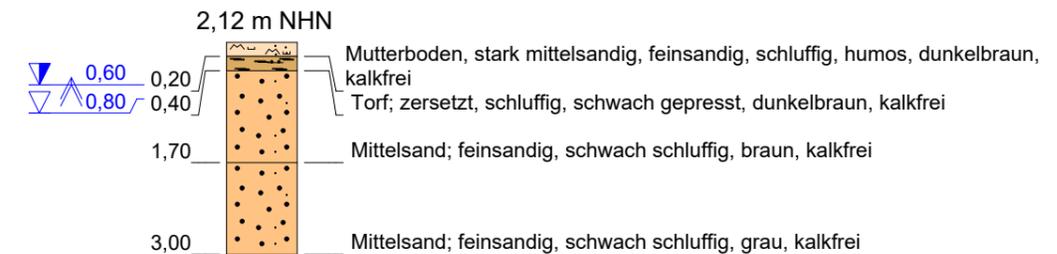
WEA 33: BS 6/Kran



WEA 33: BS 7/Kran

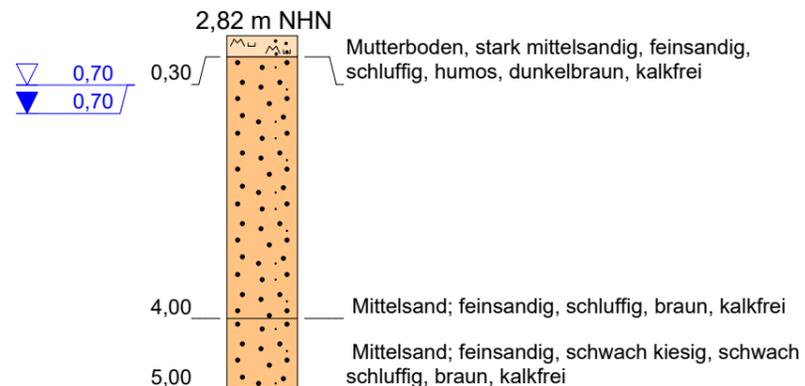


WEA 33: BS 8/Kran

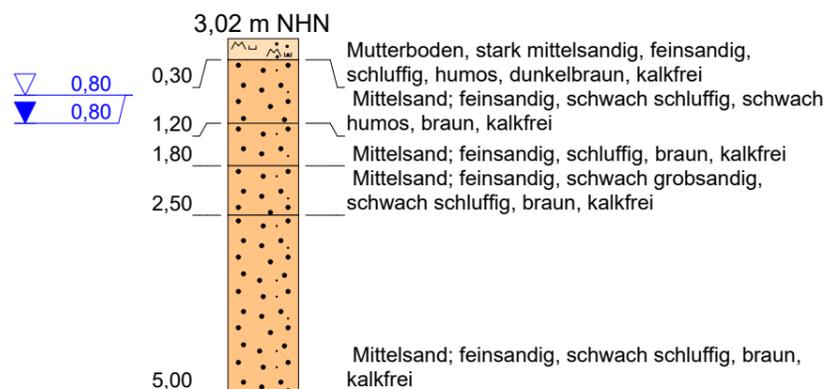


Bauvorhaben: Windpark Grenzstrom Bürgerwind	
Aktenzeichen: 133/21	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: Grenzstrom Bürgerwind GmbH & Co. KG	
Datum: 17.08.-23.08.2021	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: Sandra Litzendorf	Anlage 2.9

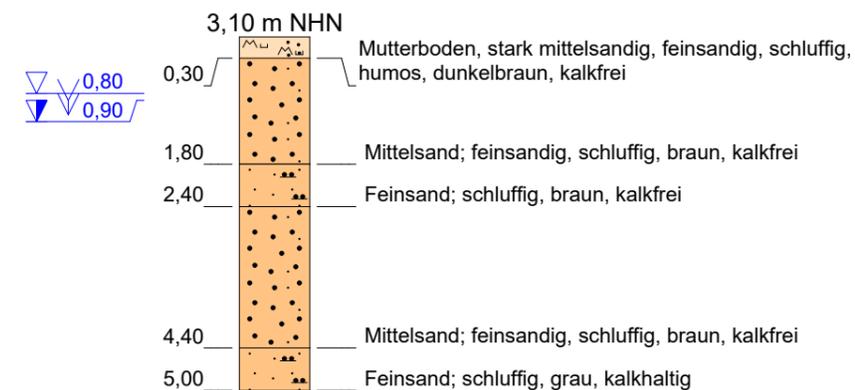
Weg: BS 1



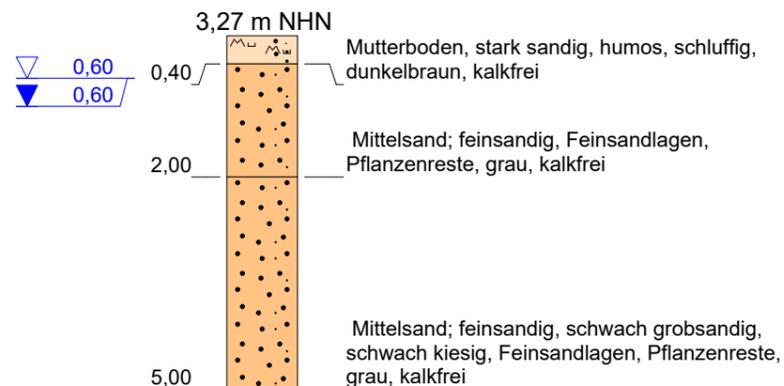
Weg: BS 2



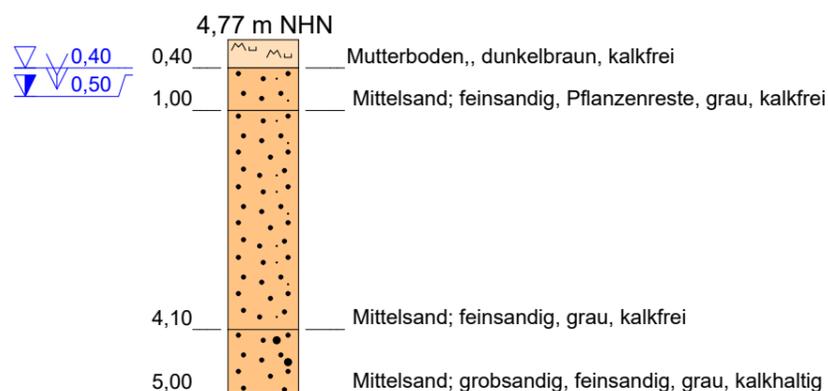
Weg: BS 3



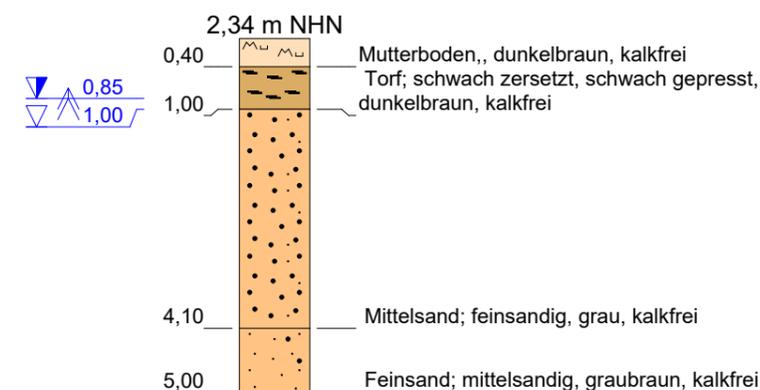
Weg: BS 4



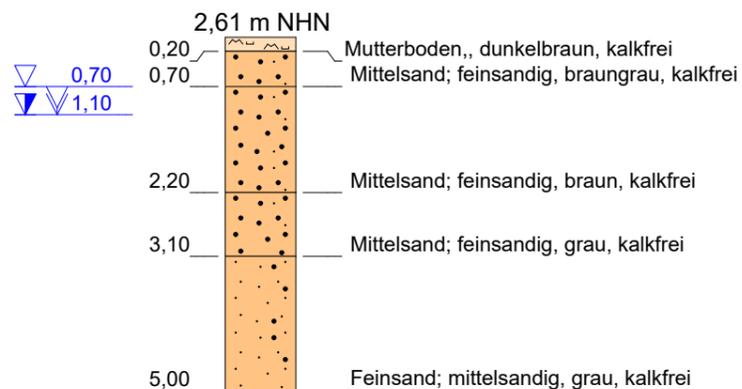
Weg: BS 5



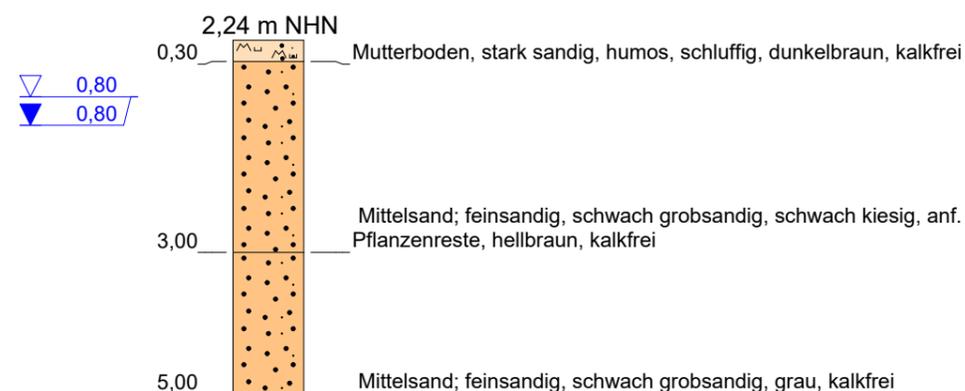
Weg: BS 6



Weg: BS 7



Weg: BS 8



Bauvorhaben: Windpark Grenzstrom Bürgerwind	
Aktenzeichen: 133/21	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: Grenzstrom Bürgerwind GmbH & Co. KG	
Datum: 17.08.-23.08.2021	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: Sandra Litzendorf	Anlage 2.10



Anlage zur zeichnerischen Darstellung nach DIN 4023

Legende:

Hauptbodenarten:

	Kies
	Grobkies
	Mittelkies
	Feinkies
	Sand
	Grobsand
	Mittelsand
	Feinsand
	Schluff
	Ton
	Torf
	Stein
	Blöcke
	Lehm
	Mudde
	Aufschüttung
	Mutterboden
	Geschiebemergel
	Geschiebelehm
	Wiesenkalk
	Klei
	Bänderton
	Braunkohle
	Steinkohle
	Lößlehm
	Verwitterungslehm
	Kreidestein
	Festgestein
	Kalkstein
	Tonstein
	Kalkmergel

Beimengungen:

	kiesig
	grobkiesig
	mittelkiesig
	feinkiesig
	sandig
	grobsandig
	mittelsandig
	feinsandig
	schluffig
	tonig
	humos
	steinig
	organisch

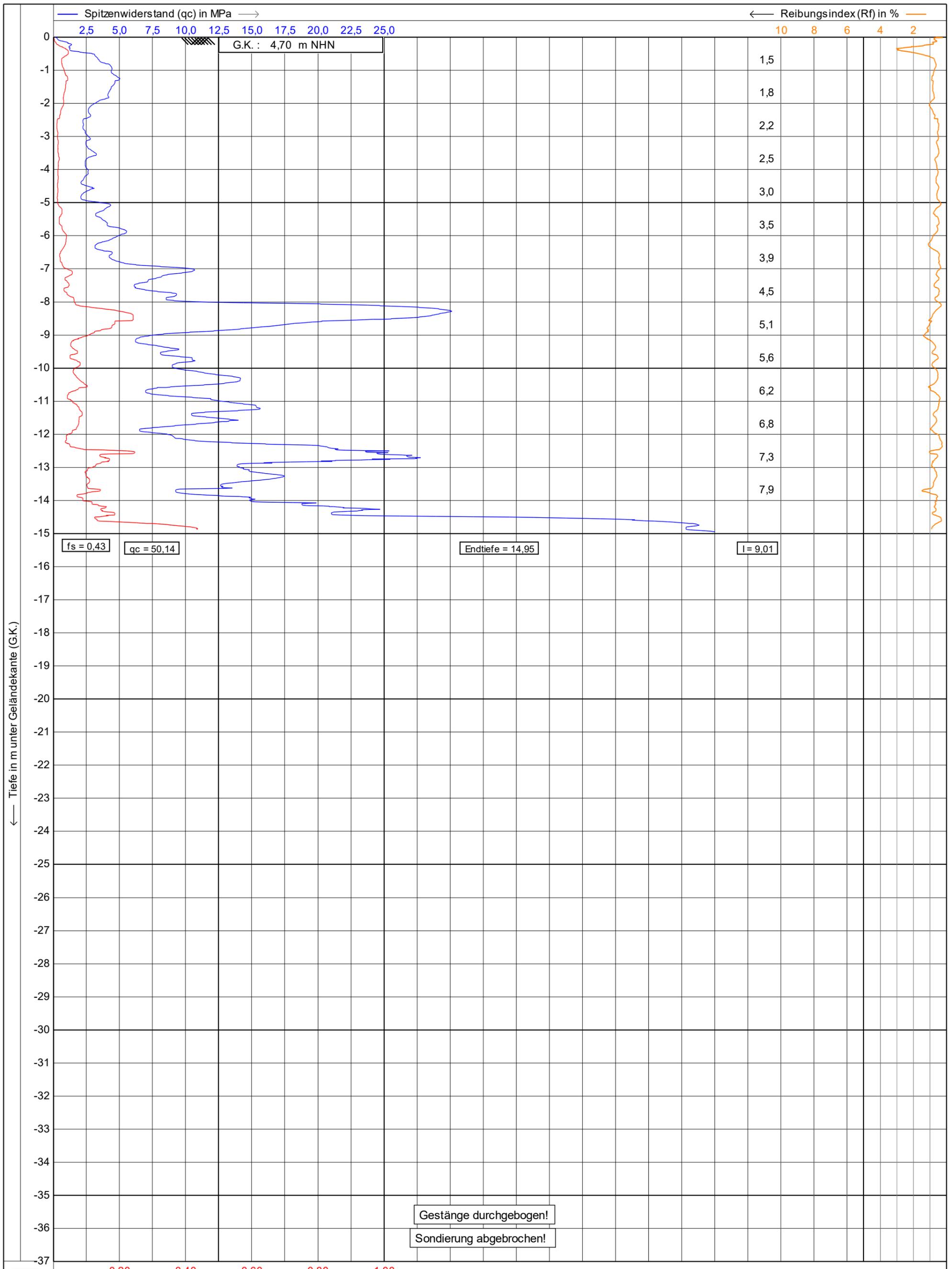
Konsistenzen:

	breiig
	breiig bis weich
	weich
	weich bis steif
	steif bis weich
	steif
	halbfest
	fest

Grundwasser:

	0,50
	1,00
	1,50
	2,00

	Grundwasserspiegel angebohrt bei 0,50 m
	Grundwasserspiegel gefallen bis 1,00 m
	Grundwasserspiegel angestiegen bis 1,50 m
	Grundwasserspiegel im ausgebauten Bohrloch bei 2,00 m bzw. Grundwasserspiegel in Ruhe bei 2,00 m



← Tiefe in m unter Geländeoberkante (G.K.)

← 225 cm² / 15 cm² →

← Lokale Reibung (fs) in MPa →

☒ Neigung (I) in Grad

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Datum : 27.07.2021

Konus Nr. : S15CFILS20322

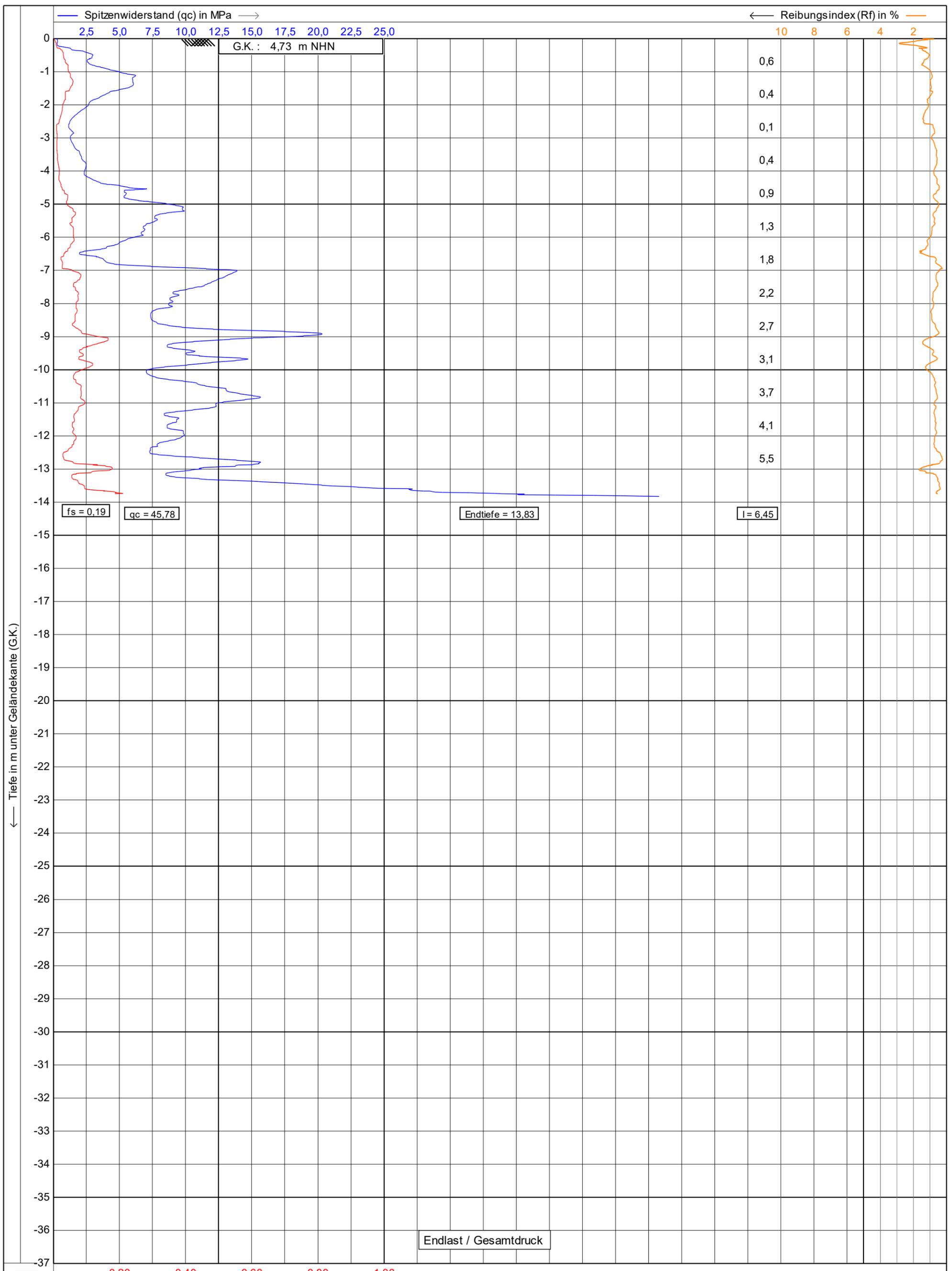
Projekt : Windpark Grenzstrom Bürgerwind

Projekt Nr. : 133/21

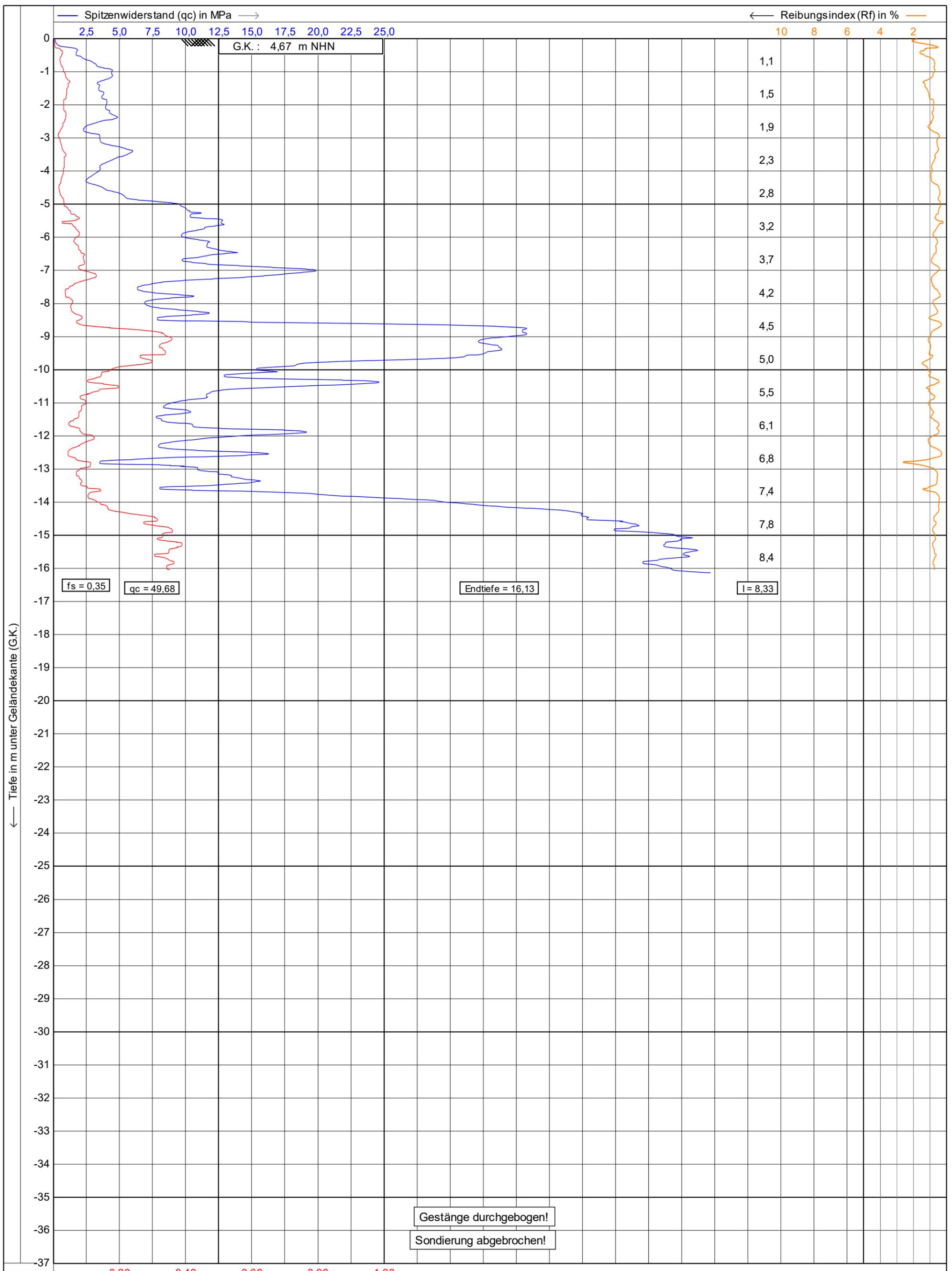
Ort : WEA 20

CPT Nr. : 1 1/1

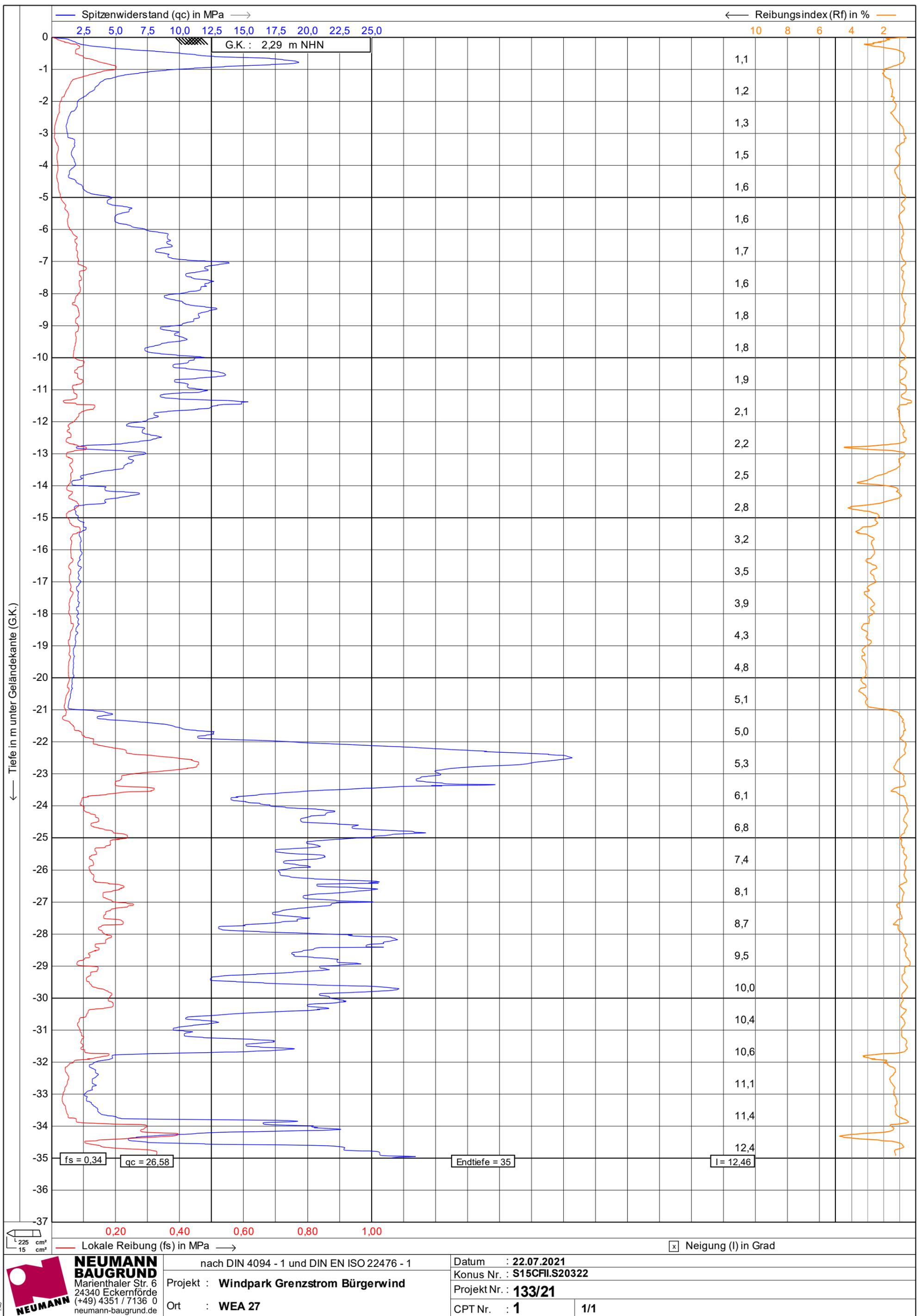


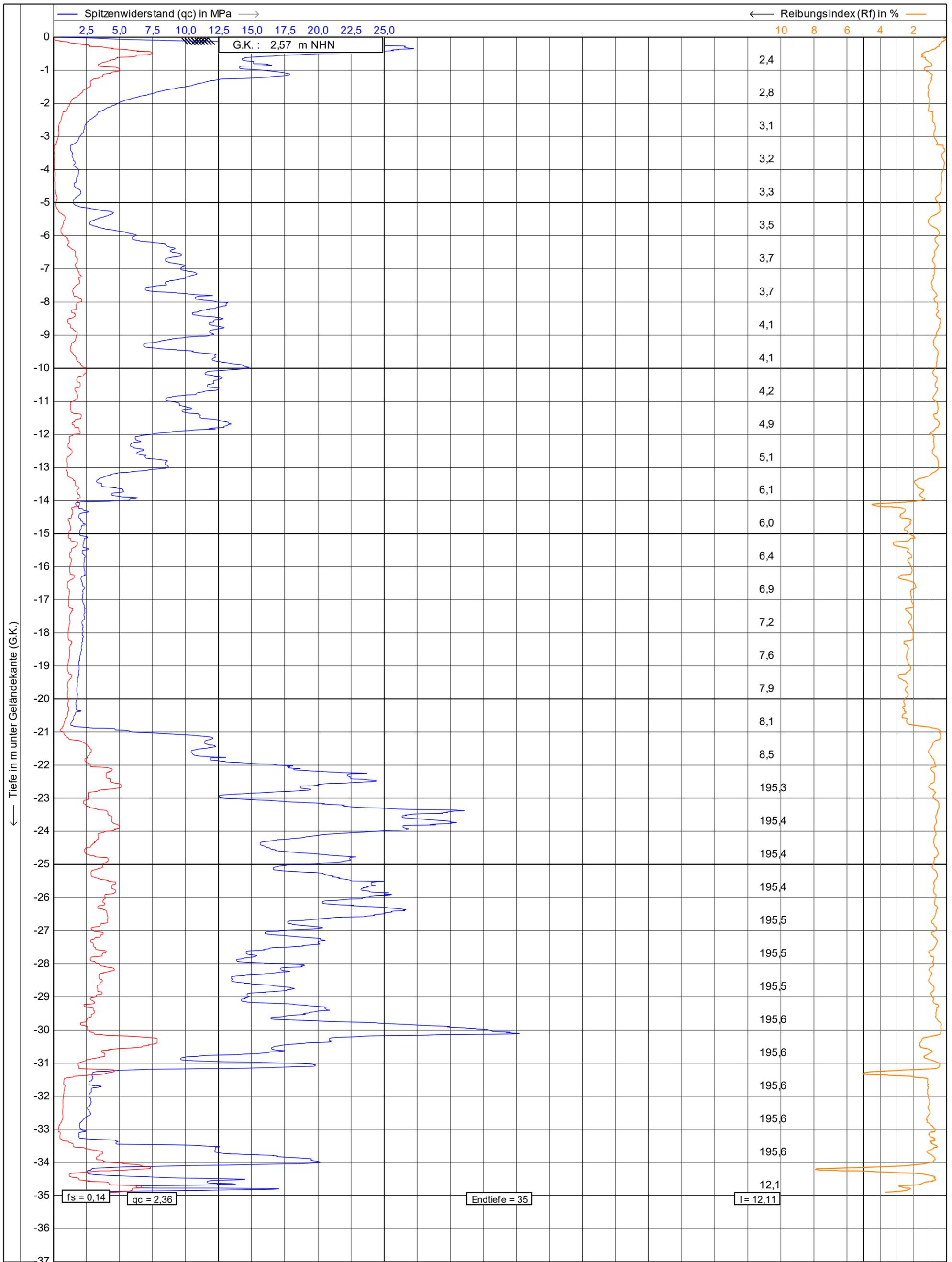


<p>NEUMANN BAUGRUND Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde (+49) 4351 / 7136 0 neumann-baugrund.de</p>	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1	Datum : 27.07.2021
	Projekt : Windpark Grenzstrom Bürgerwind	Konus Nr. : S15CFILS20322
	Ort : WEA 20	Projekt Nr. : 133/21
		CPT Nr. : 2 1/1



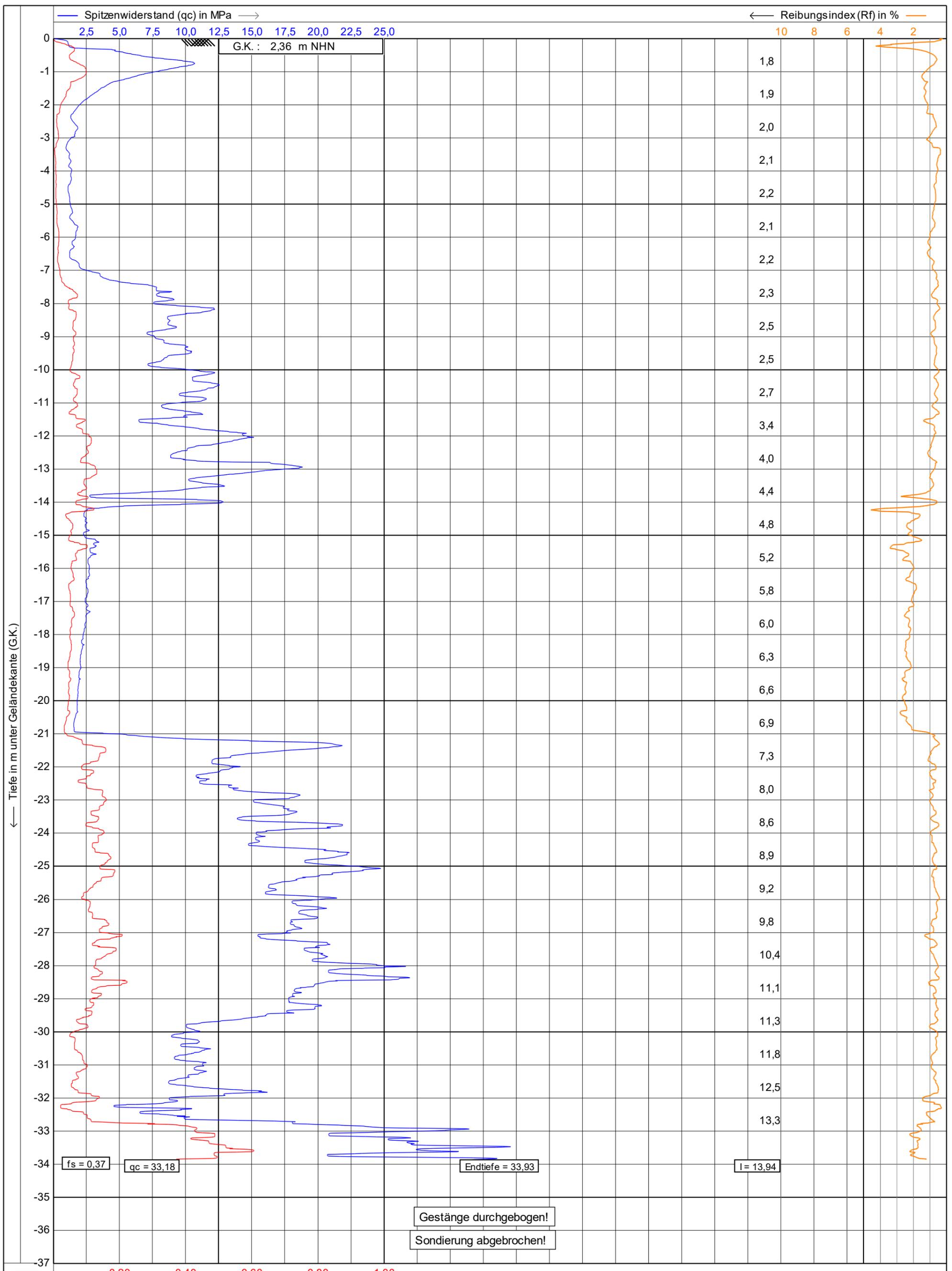
<p> NEUMANN BAUGRUND Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde (+49) 4351 / 7136 0 neumann-baugrund.de </p>	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1		Datum : 27.07.2021	
	Projekt : Windpark Grenzstrom Bürgerwind		Konus Nr. : S15CFILS20322	
	Ort : WEA 20		Projekt Nr. : 133/21	
			CPT Nr. : 3	1/1



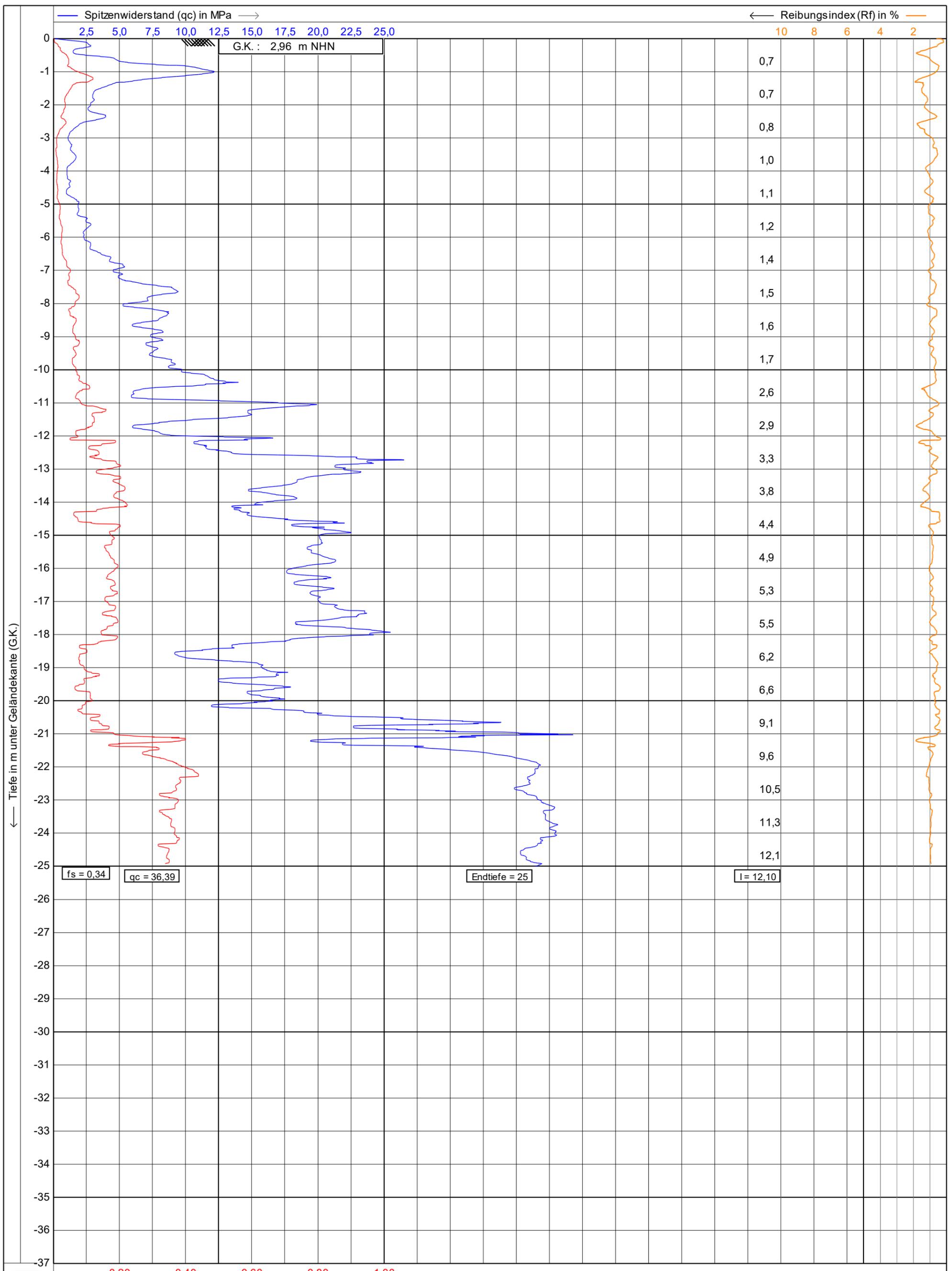


← Tiefe in m unter Geländeante (G.K.) ← Reibungsindex (Rf) in %
← Lokale Reibung (fs) in MPa x Neigung (I) in Grad

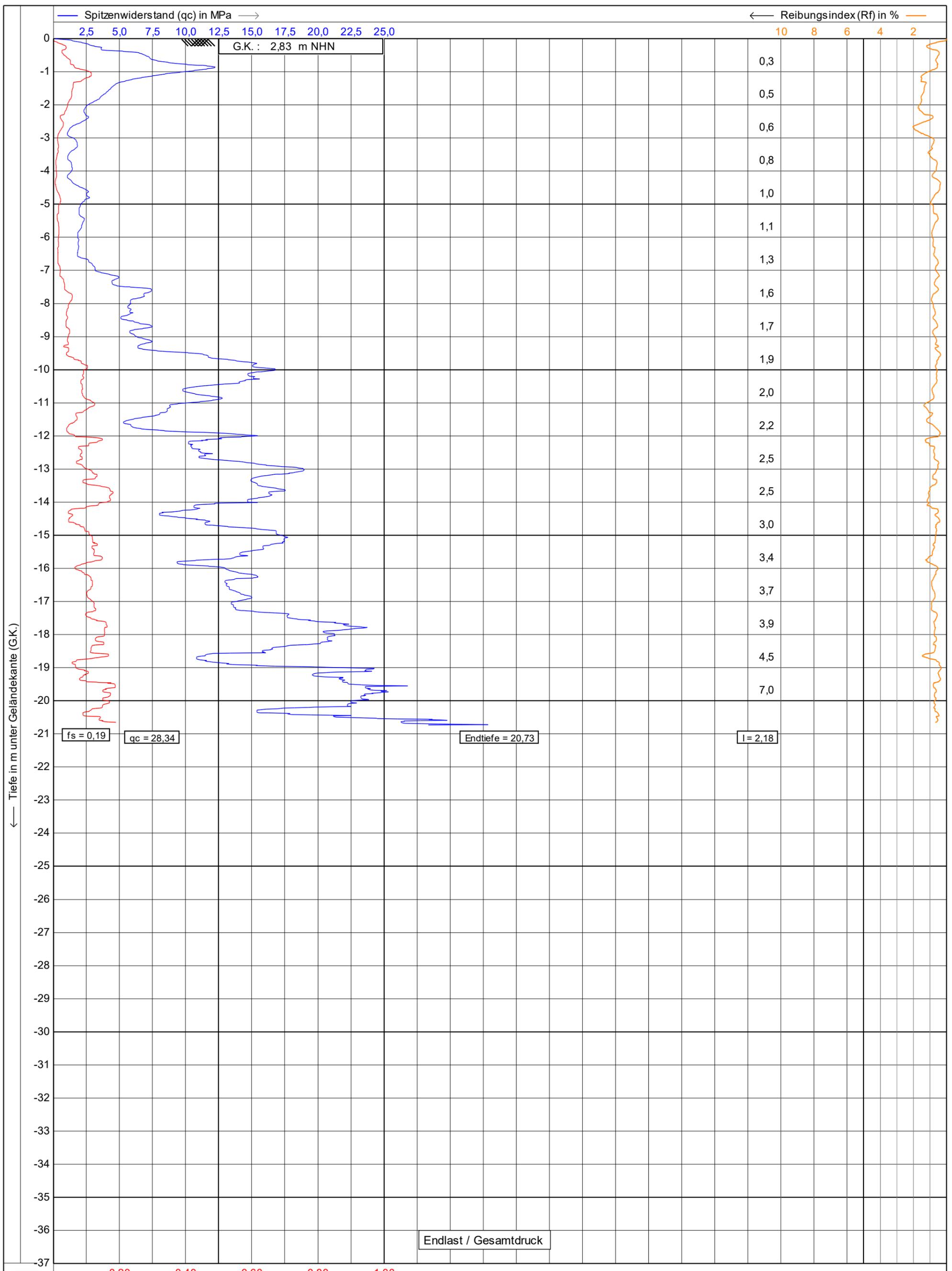
 NEUMANN BAUGRUND Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde (+49) 4351 / 7136 0 neumann-baugrund.de	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1	Datum : 22.07.2021	
	Projekt : Windpark Grenzstrom Bürgerwind	Konus Nr. : S15CFILS20322	
	Ort : WEA 27	Projekt Nr. : 133/21	
		CPT Nr. : 2	1/1



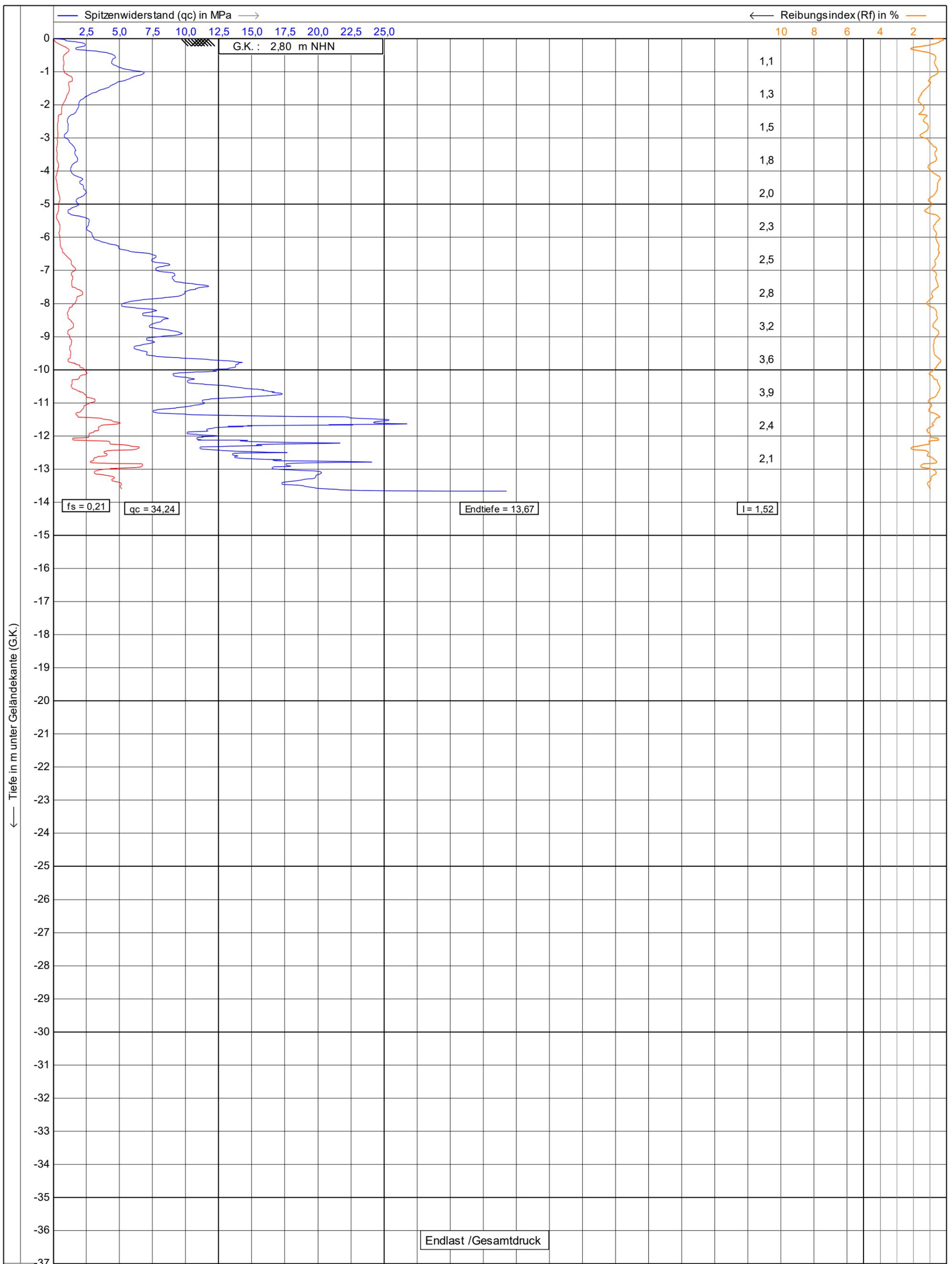
<p>NEUMANN BAUGRUND Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde (+49) 4351 / 7136 0 neumann-baugrund.de</p>	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1		Datum : 22.07.2021	
	Projekt : Windpark Grenzstrom Bürgerwind		Konus Nr. : S15CFIL.S20322	
	Ort : WEA 27		Projekt Nr. : 133/21	
			CPT Nr. : 3	1/1

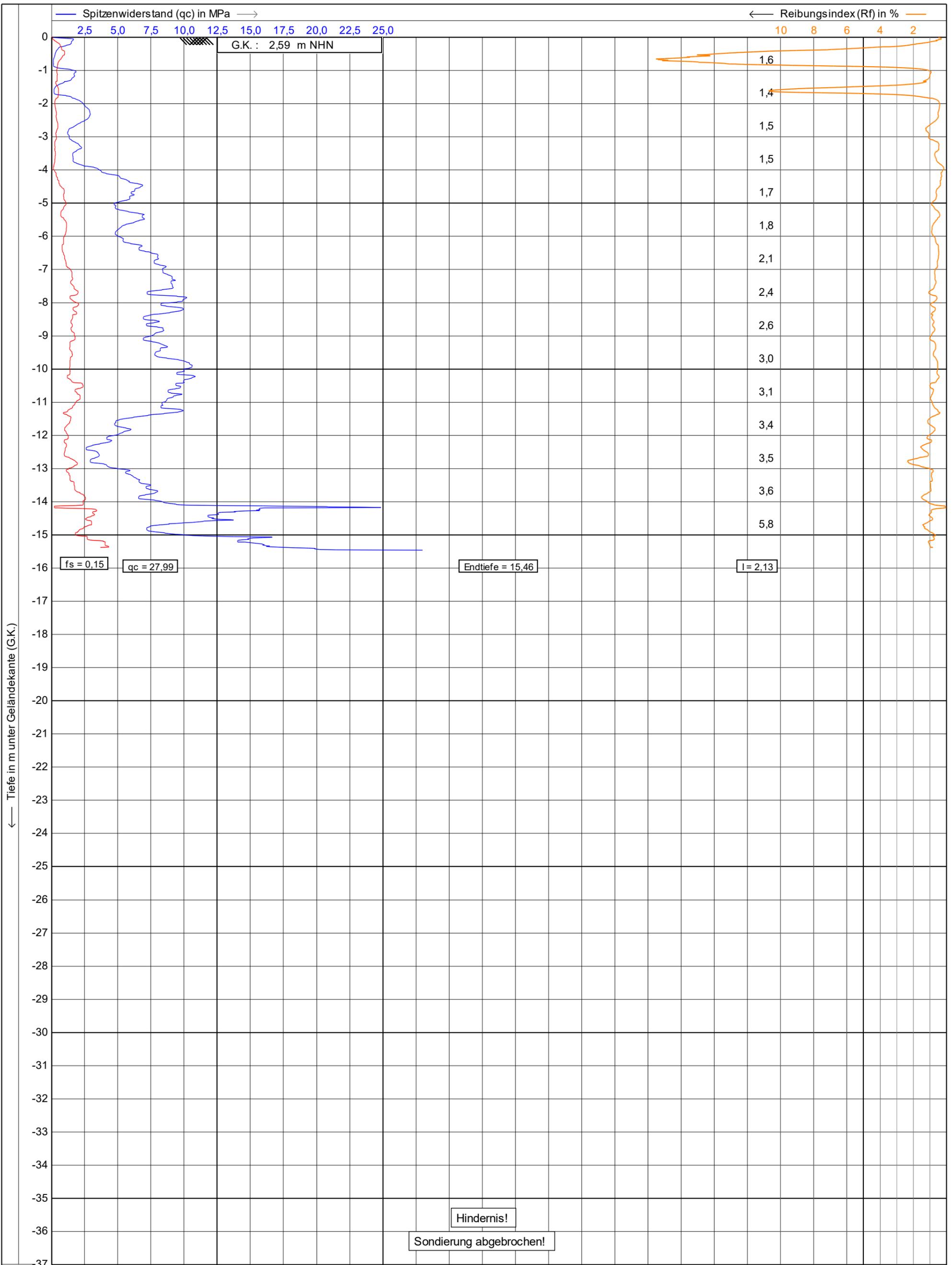


<p> NEUMANN BAUGRUND Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde (+49) 4351 / 7136 0 neumann-baugrund.de </p>	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1		Datum : 26.07.2021	
	Projekt : Windpark Grenzstrom Bürgerwind		Konus Nr. : S15CFILS20322	
	Ort : WEA 28		Projekt Nr. : 133/21	
			CPT Nr. : 1	1/1

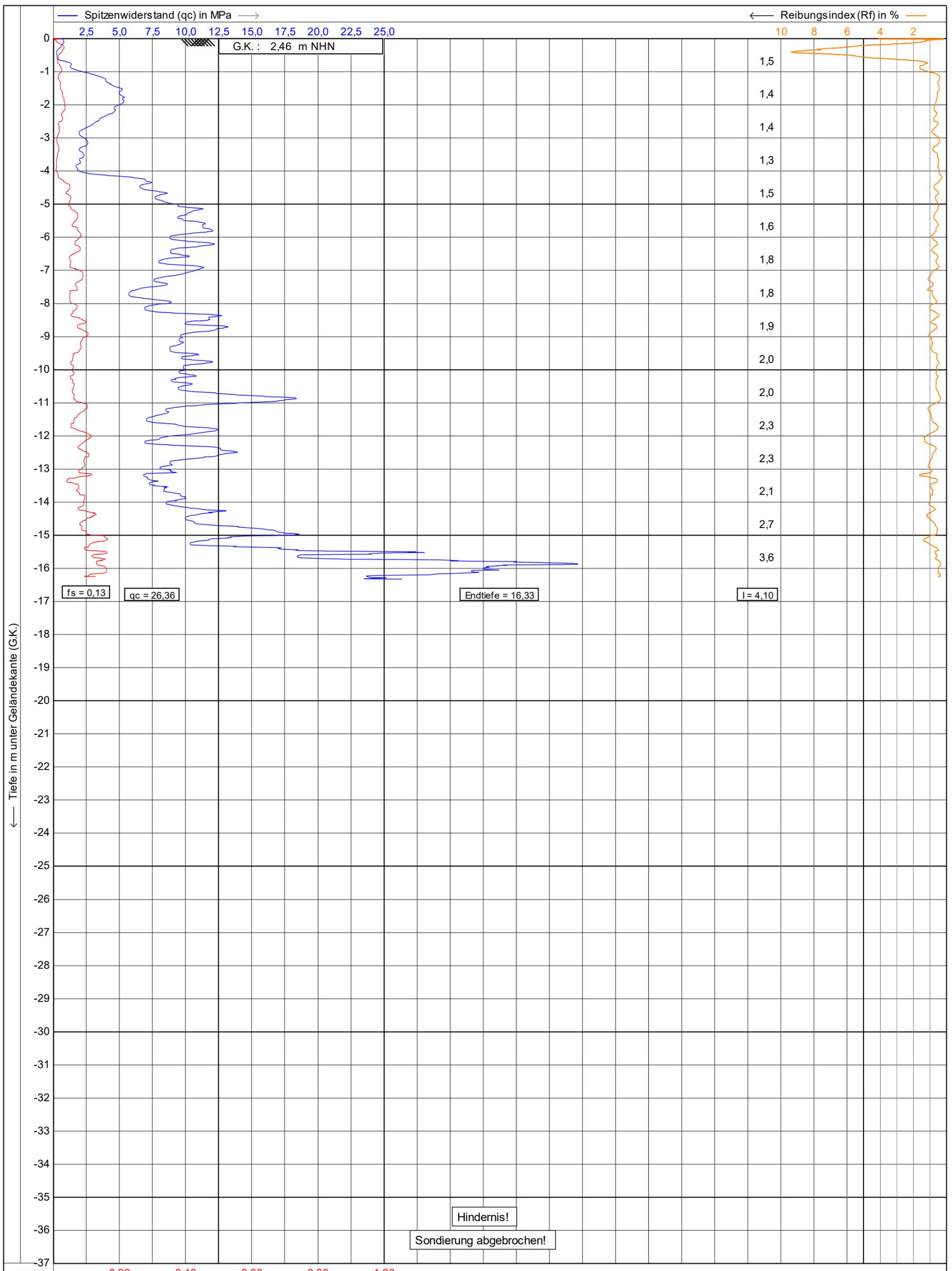


 NEUMANN BAUGRUND Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde (+49) 4351 / 7136 0 neumann-baugrund.de	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1		Datum : 26.07.2021	
	Projekt : Windpark Grenzstrom Bürgerwind		Konus Nr. : S15CFILS20322	
	Ort : WEA 28		Projekt Nr. : 133/21	
			CPT Nr. : 2	1/1

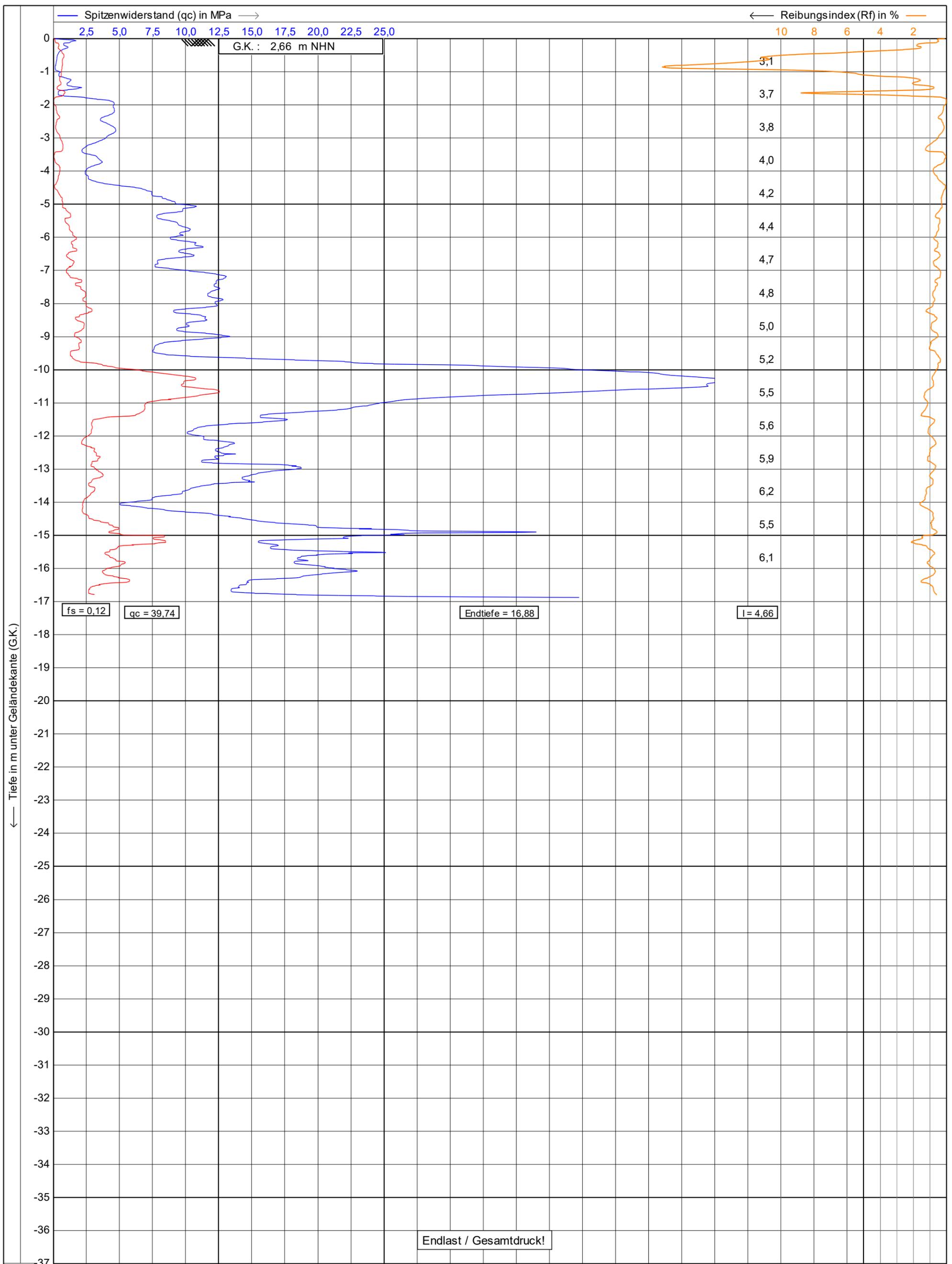




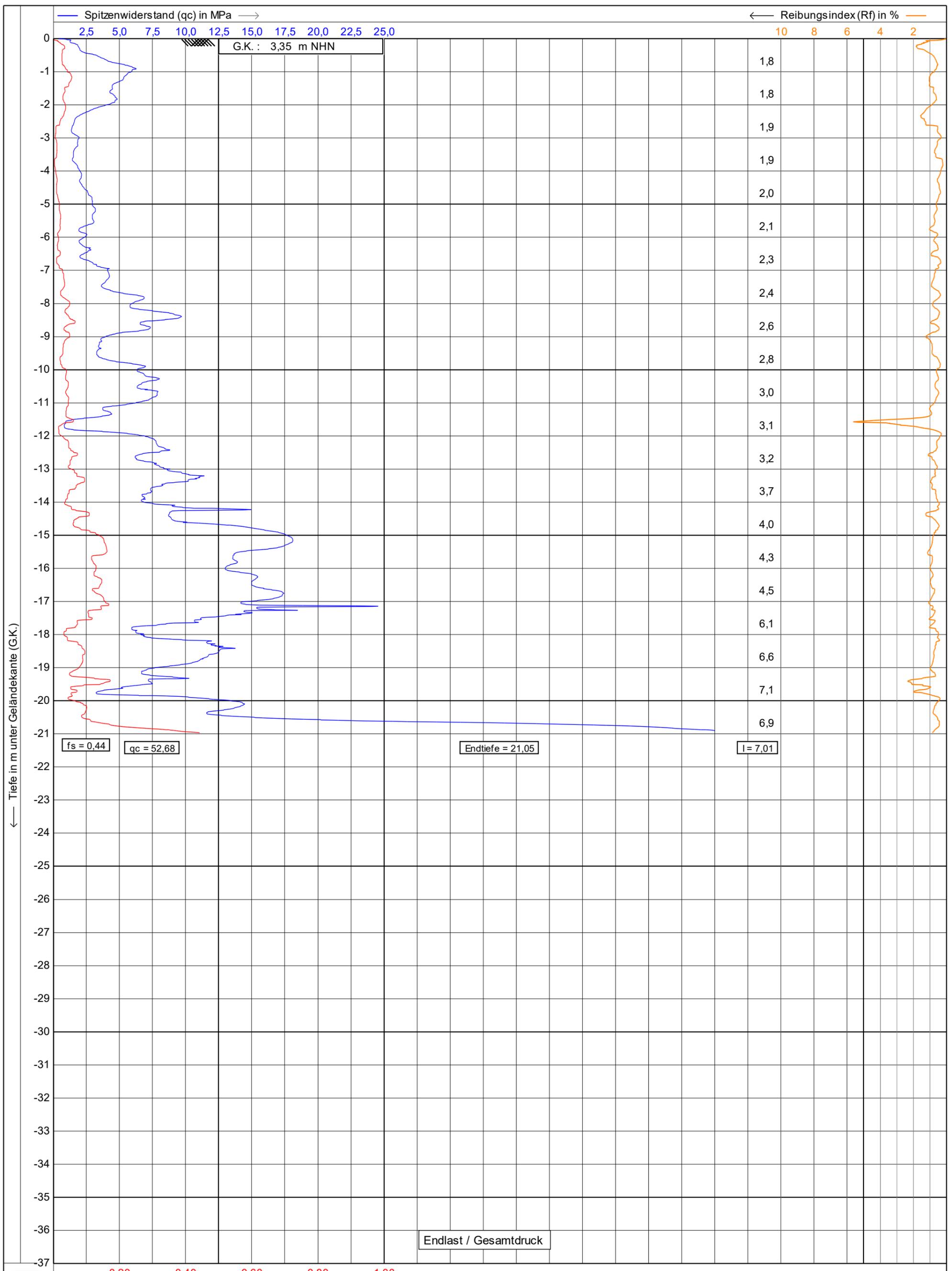
<p>NEUMANN BAUGRUND Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde (+49) 4351 / 7136 0 neumann-baugrund.de</p>	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1	Datum : 26.07.2021
	Projekt : Windpark Grenzstrom Bürgerwind	Konus Nr. : S15CFILS20322
	Ort : WEA 29	Projekt Nr. : 133/21
		CPT Nr. : 1



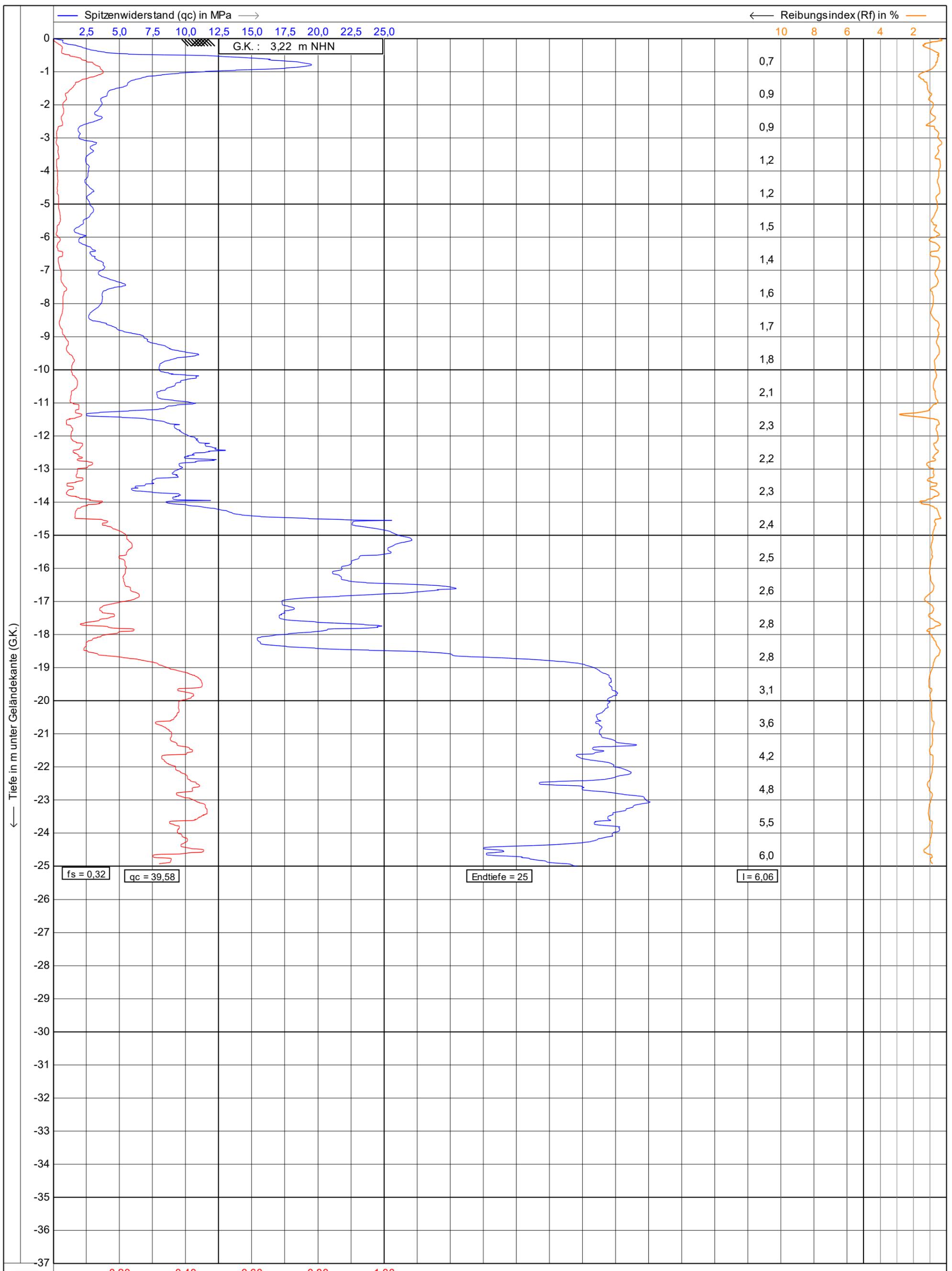
<p> NEUMANN BAUGRUND Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde (+49) 4351 / 7136 0 neumann-baugrund.de </p>	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1		Datum : 26.07.2021	
	Projekt : Windpark Grenzstrom Bürgerwind		Konus Nr. : S15CFILS20322	
	Ort : WEA 29		Projekt Nr. : 133/21	
			CPT Nr. : 2	1/1



<p>NEUMANN BAUGRUND Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde (+49) 4351 / 7136 0 neumann-baugrund.de</p>	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1		Datum : 26.07.2021	
	Projekt : Windpark Grenzstrom Bürgerwind		Konus Nr. : S15CFILS20322	
	Ort : WEA 29		Projekt Nr. : 133/21	
			CPT Nr. : 3	1/1

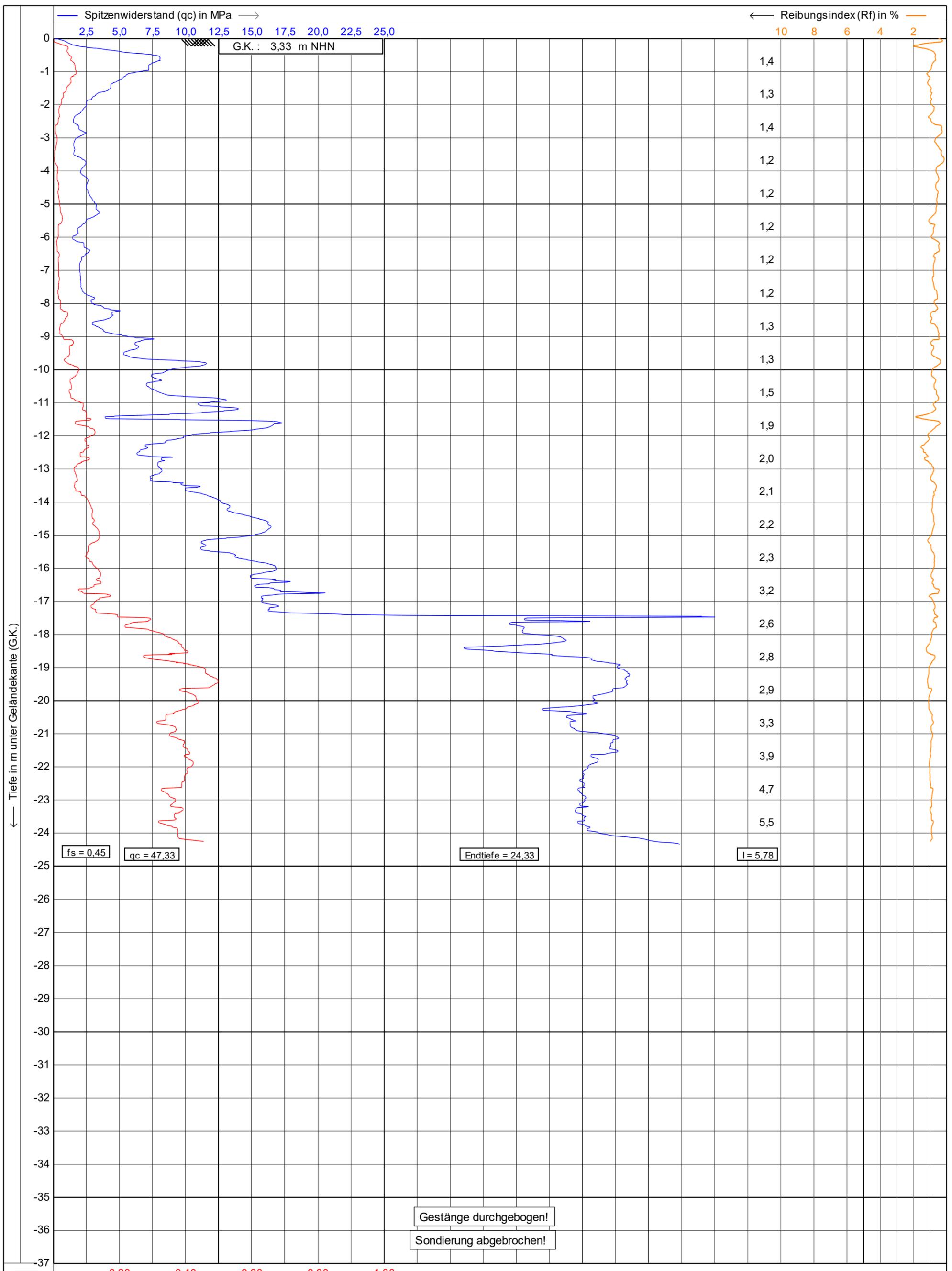


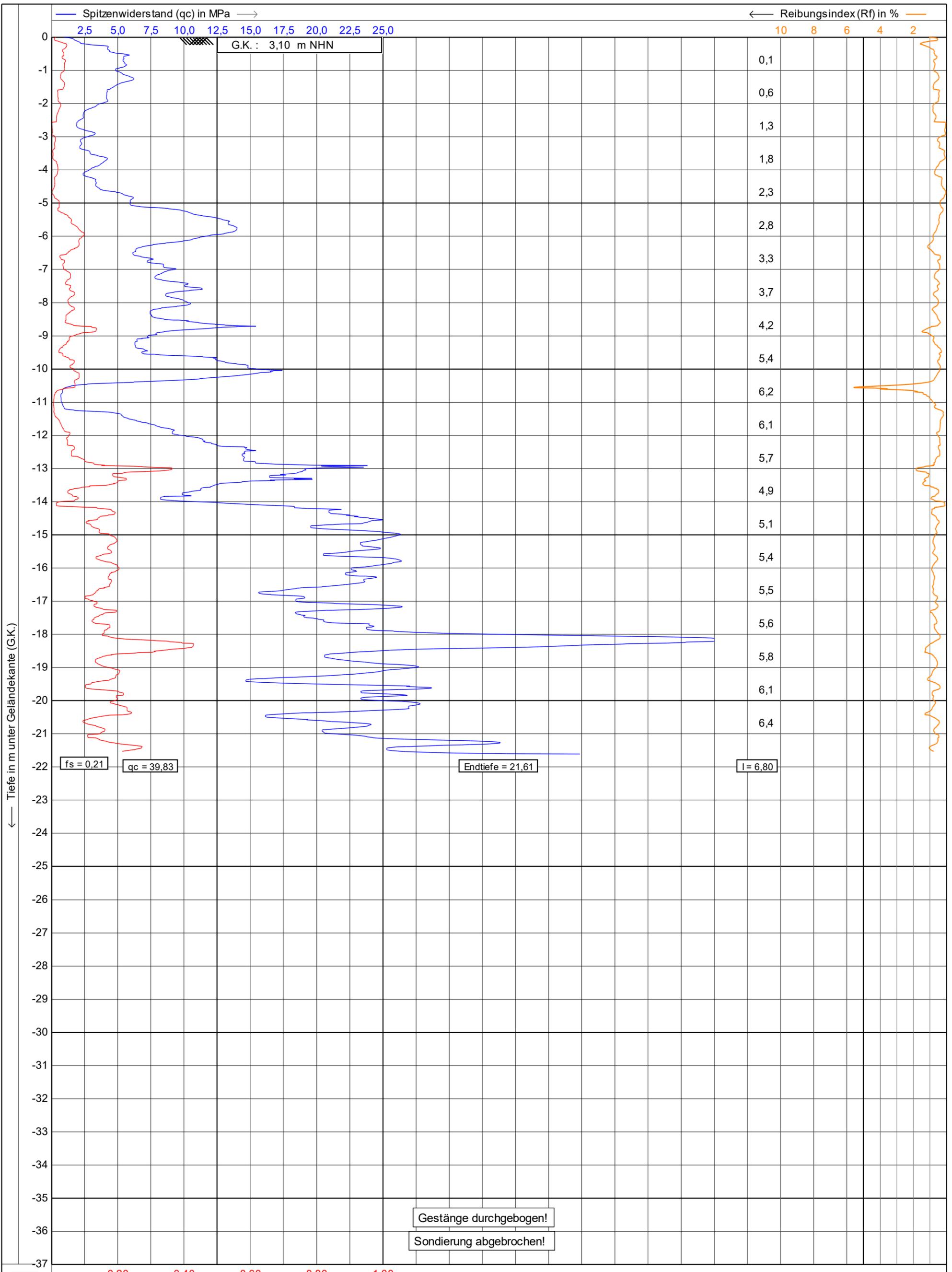
<p>NEUMANN BAUGRUND Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde (+49) 4351 / 7136 0 neumann-baugrund.de</p>	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1	Datum : 26.07.2021
	Projekt : Windpark Grenzstrom Bürgerwind	Konus Nr. : S15CFILS20322
	Ort : WEA 30	Projekt Nr. : 133/21
		CPT Nr. : 1



225 cm²
15 cm²
0,20 0,40 0,60 0,80 1,00
☒ Neigung (I) in Grad

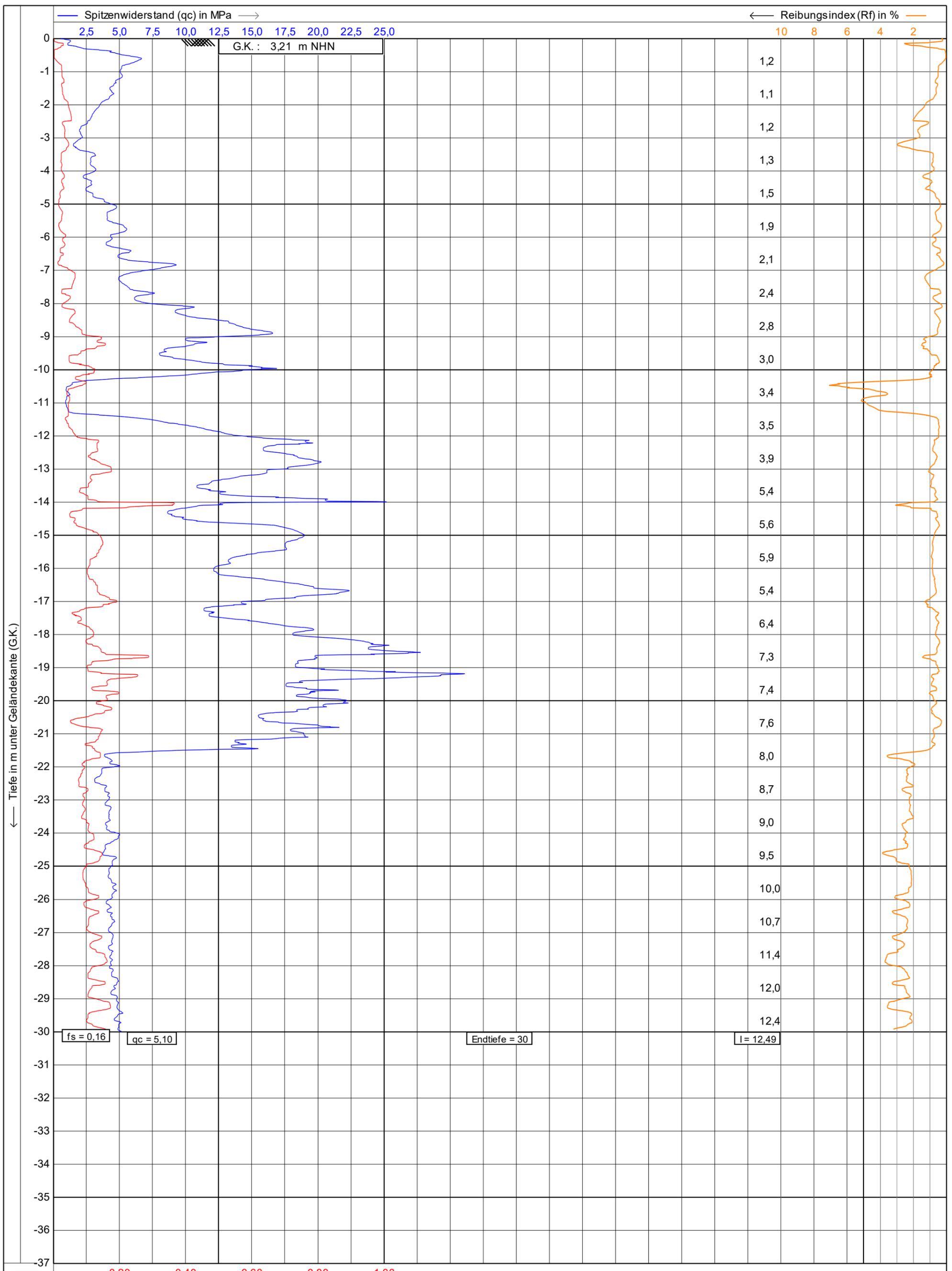
NEUMANN BAUGRUND <small>Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde (+49) 4351 / 7136 0 neumann-baugrund.de</small>	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1	Datum : 26.07.2021	
	Projekt : Windpark Grenzstrom Bürgerwind	Konus Nr. : S15CFILS20322	
	Ort : WEA 30	Projekt Nr. : 133/21	
		CPT Nr. : 2	1/1



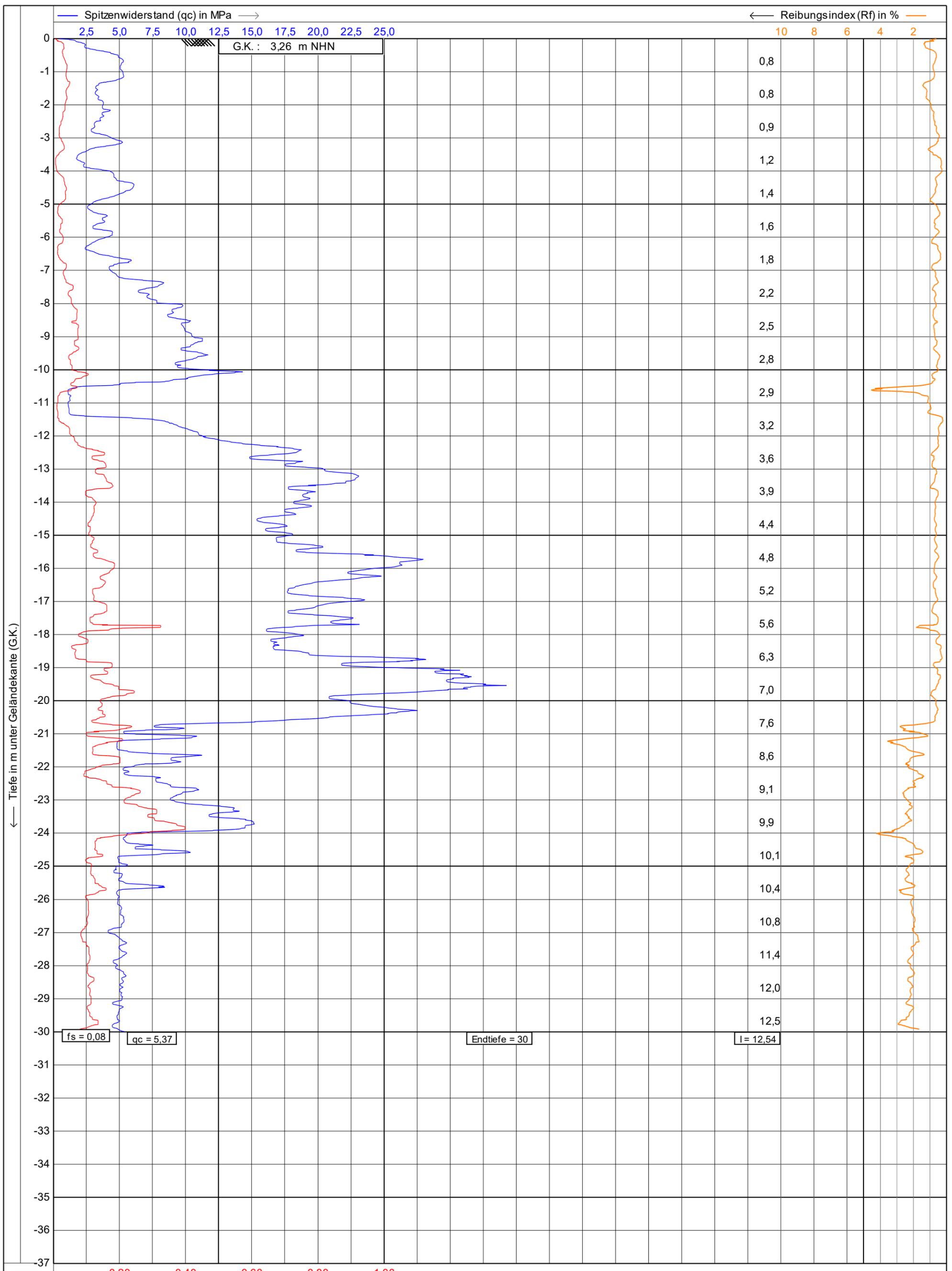


225 cm² 15 cm²
← Lokale Reibung (fs) in MPa →
☒ Neigung (I) in Grad

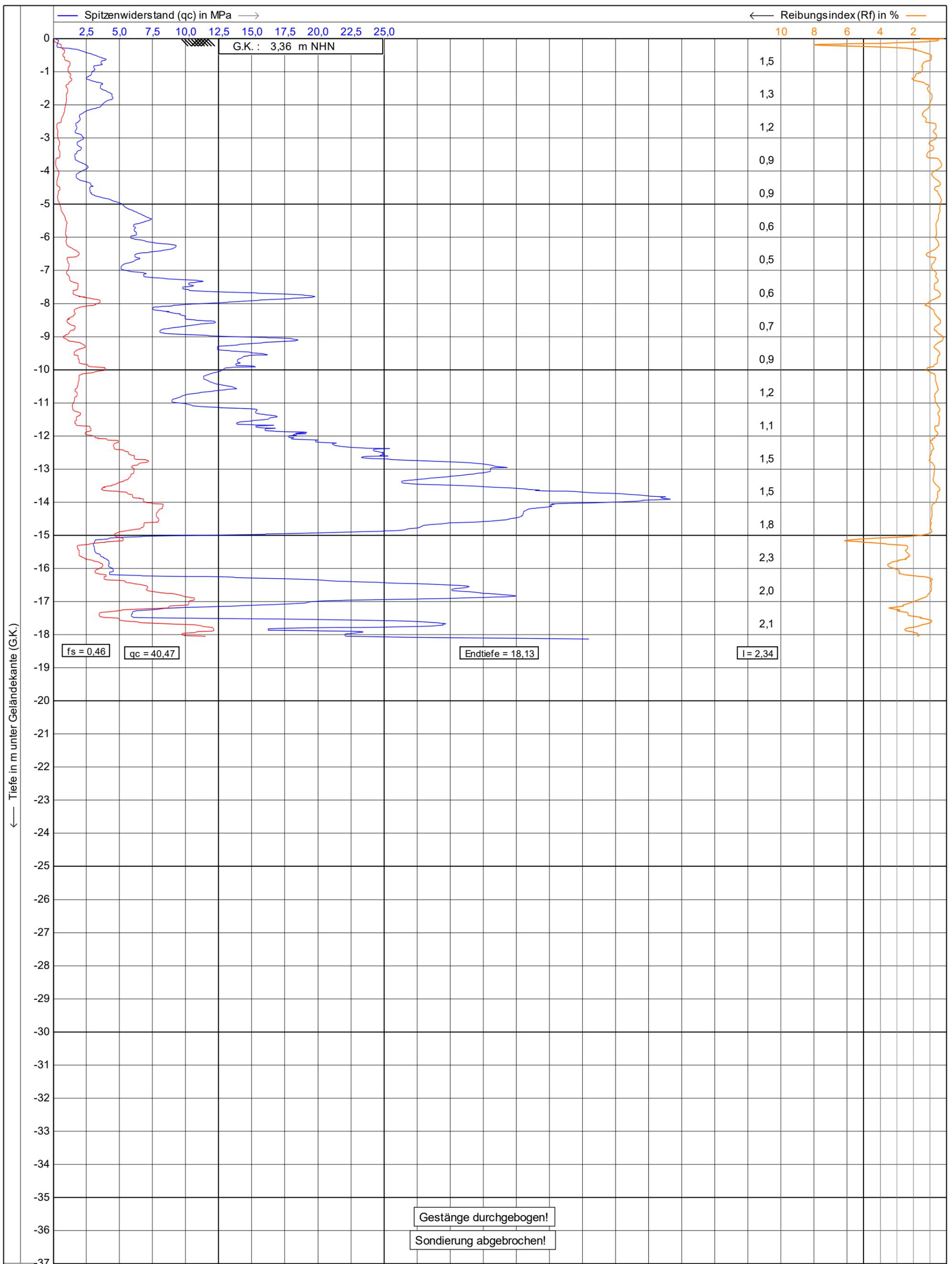
NEUMANN BAUGRUND Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde (+49) 4351 / 7136 0 neumann-baugrund.de	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1	Datum : 27.07.2021	Konus Nr. : S15CFILS20322		
	Projekt : Windpark Grenzstrom Bürgerwind	Projekt Nr. : 133/21			
	Ort : WEA 31	CPT Nr. : 1	1/1		



<p>NEUMANN BAUGRUND Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde (+49) 4351 / 7136 0 neumann-baugrund.de</p>	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1		Datum : 27.07.2021	
	Projekt : Windpark Grenzstrom Bürgerwind		Konus Nr. : S15CFIL.S20322	
	Ort : WEA 31		Projekt Nr. : 133/21	
			CPT Nr. : 2	1/1



<p>NEUMANN BAUGRUND Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde (+49) 4351 / 7136 0 neumann-baugrund.de</p>	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1		Datum : 27.07.2021	
	Projekt : Windpark Grenzstrom Bürgerwind		Konus Nr. : S15CFIL.S20322	
	Ort : WEA 31		Projekt Nr. : 133/21	
			CPT Nr. : 3	1/1



← Tiefe in m unter Geländeoberkante (G.K.)

← Lokale Reibung (fs) in MPa →

☒ Neigung (I) in Grad

225 cm² / 15 cm²

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Datum : 27.07.2021

Konus Nr. : S15CFILS20322

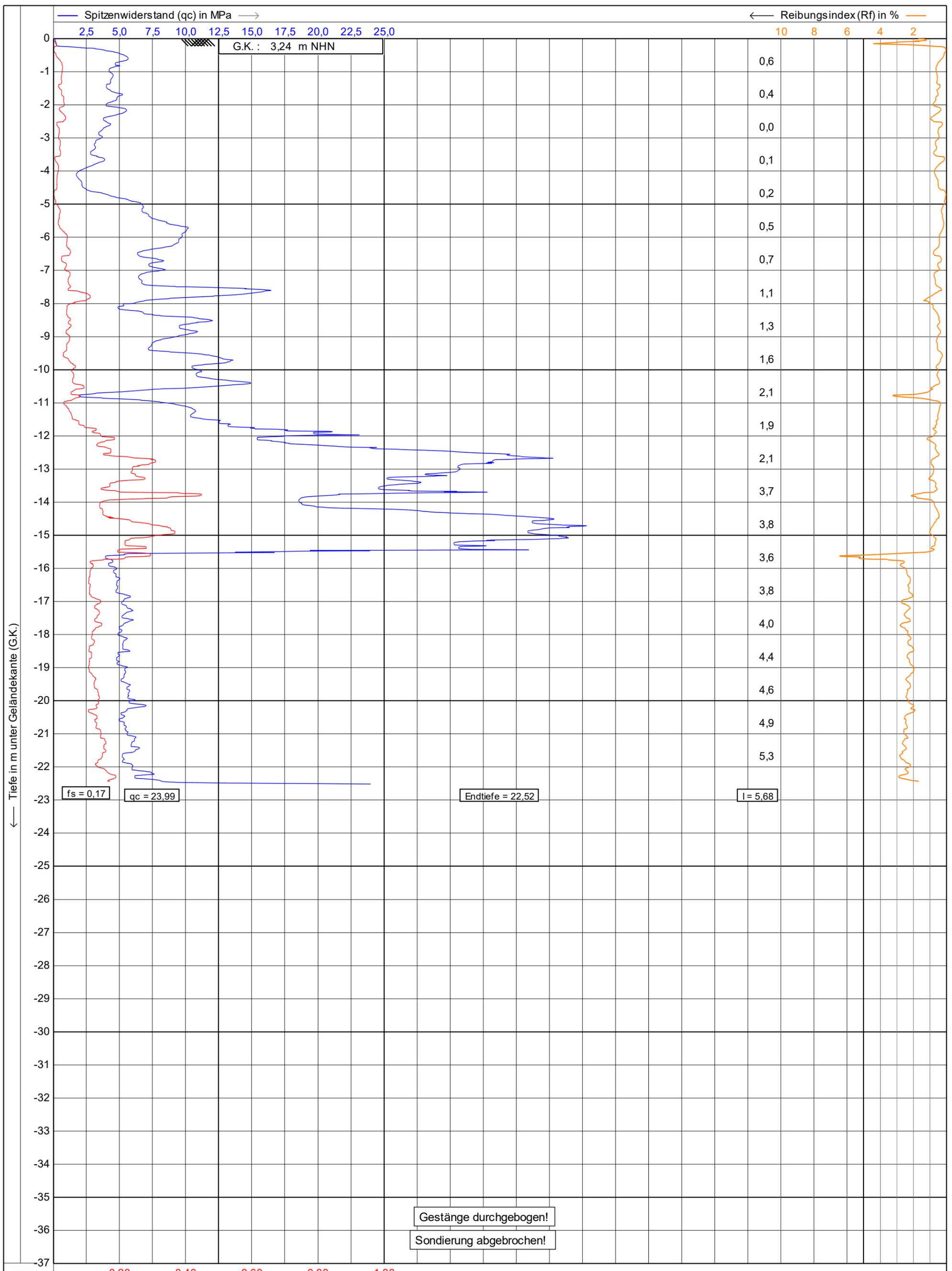
Projekt : Windpark Grenzstrom Bürgerwind

Projekt Nr. : 133/21

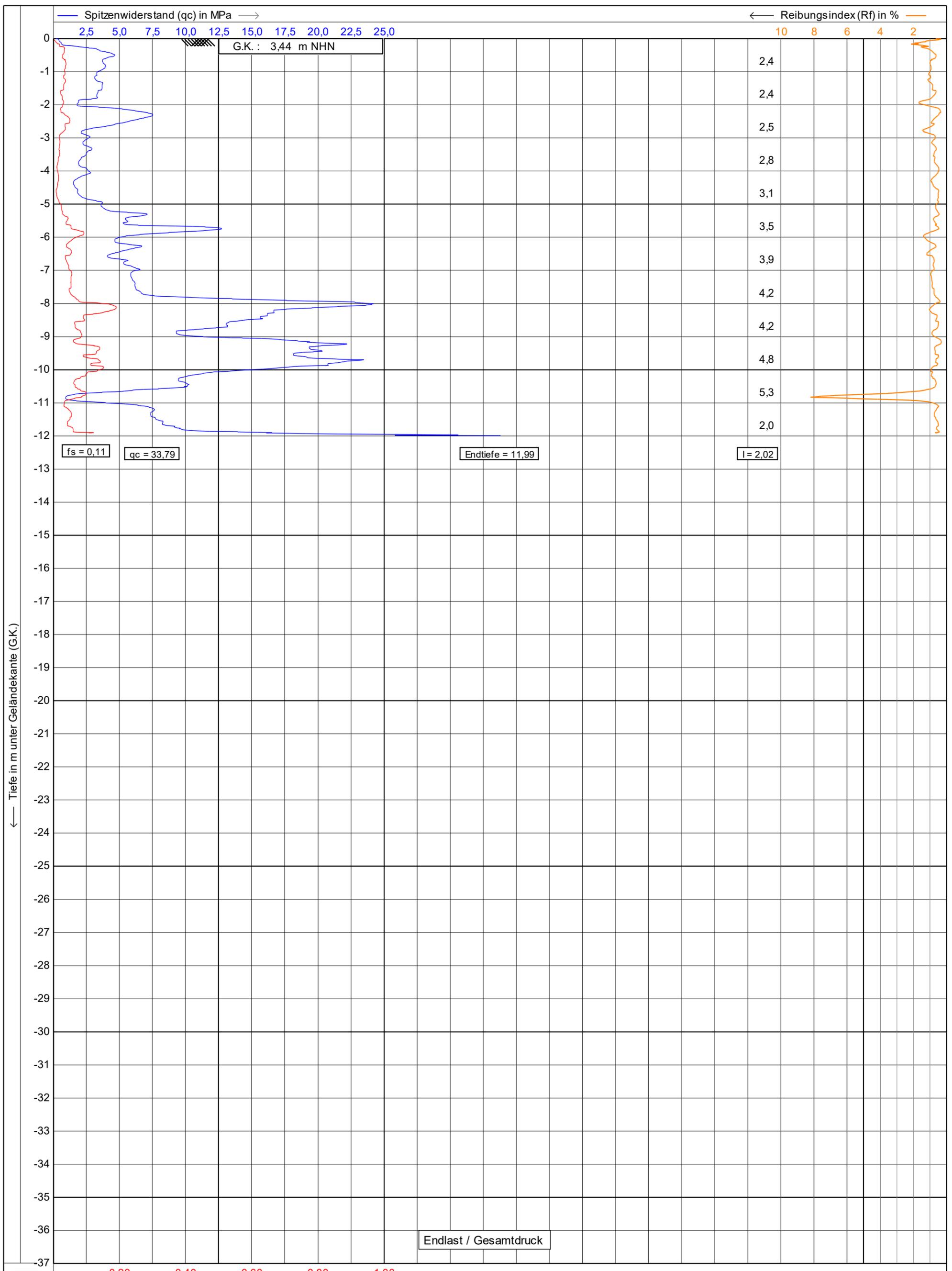
Ort : WEA 32

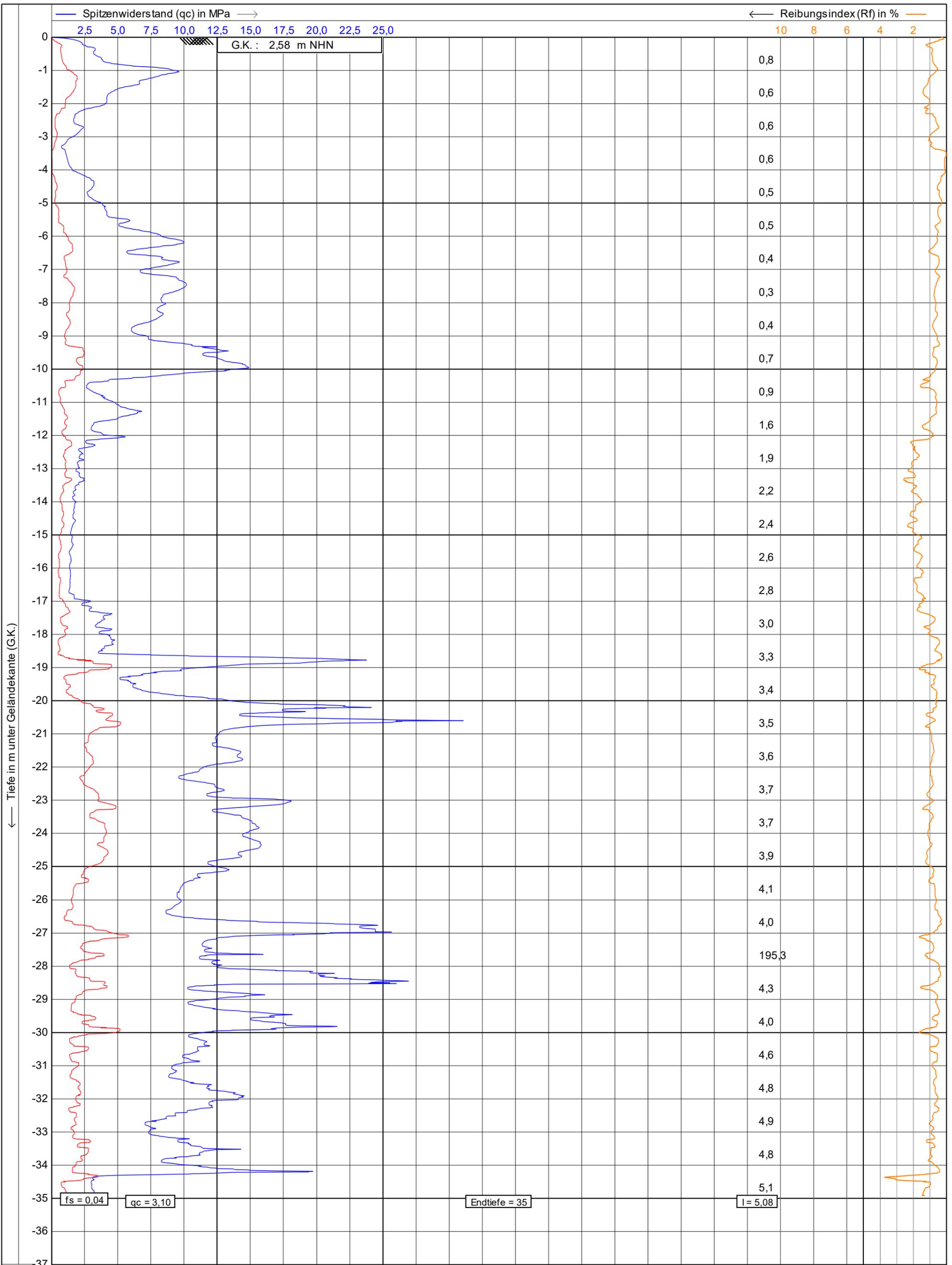
CPT Nr. : 1 1/1





<p>NEUMANN BAUGRUND Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde (+49) 4351 / 7136 0 neumann-baugrund.de</p>	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1	Datum : 27.07.2021
	Projekt : Windpark Grenzstrom Bürgerwind	Konus Nr. : S15CFILS20322
	Ort : WEA 32	Projekt Nr. : 133/21
		CPT Nr. : 2





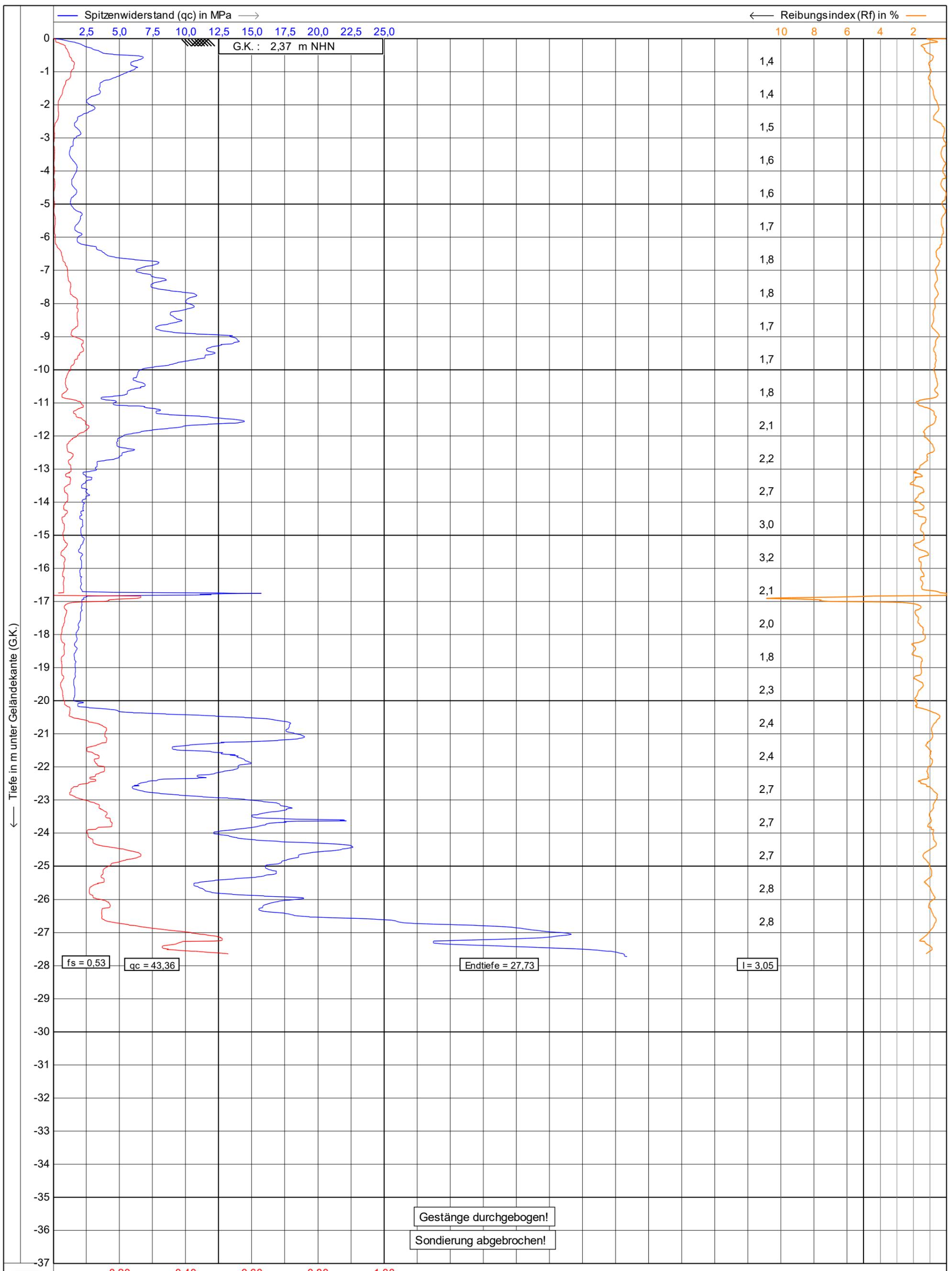
← 225 cm² / 15 cm² → Lokale Reibung (fs) in MPa →

☒ Neigung (I) in Grad

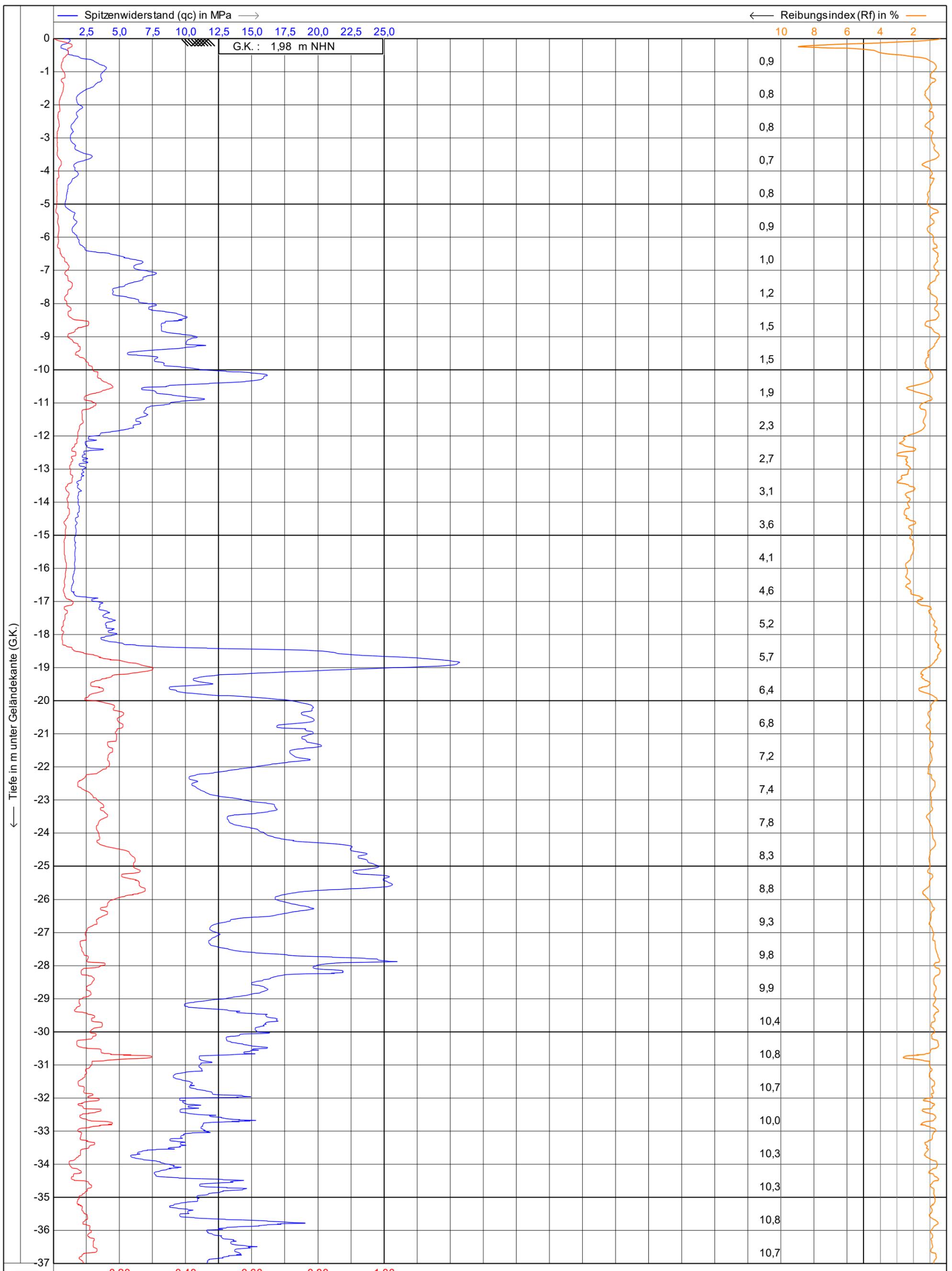


nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1
Projekt : **Windpark Grenzstrom Bürgerwind**
Ort : **WEA 33**

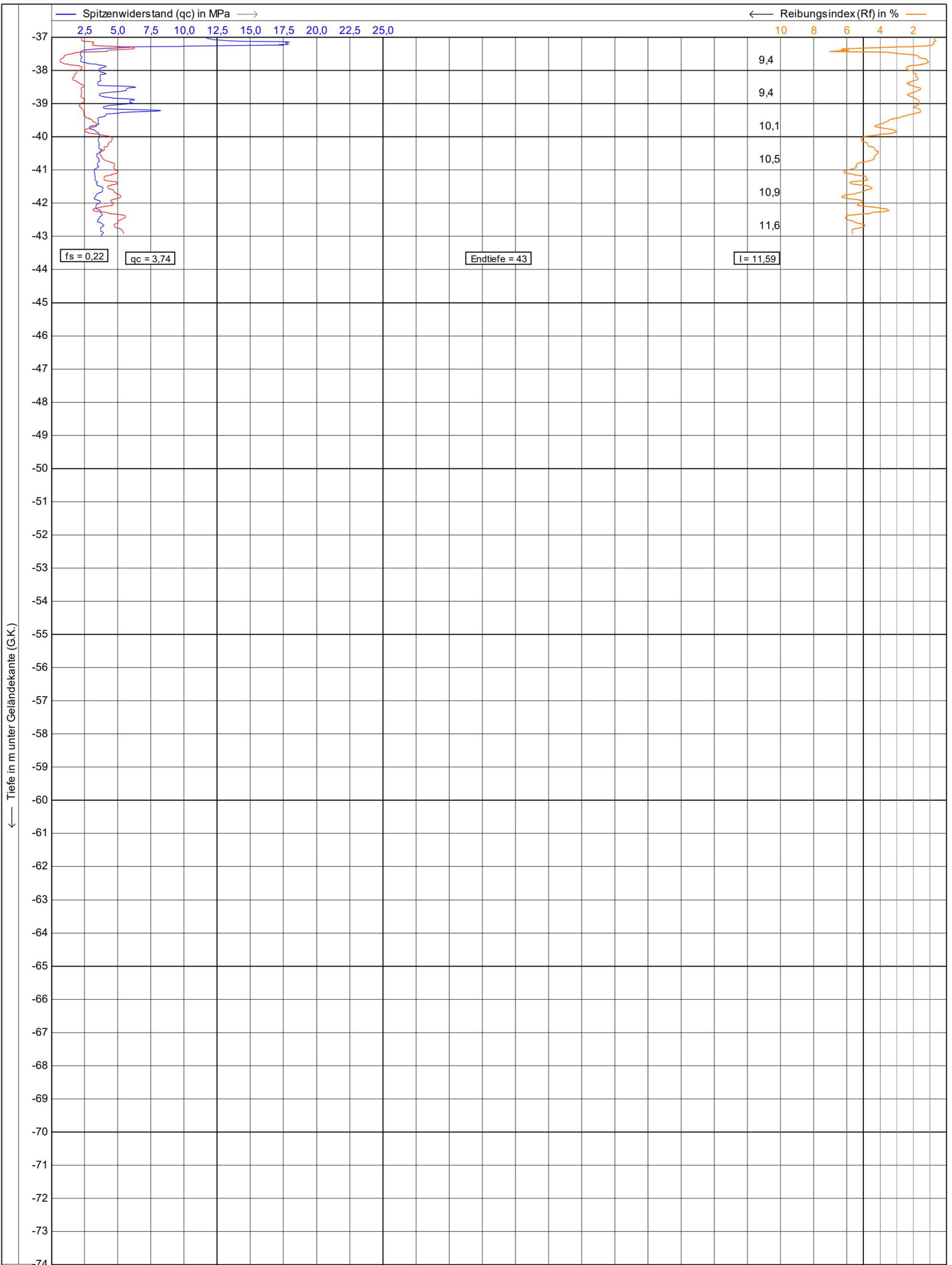
Datum : **22.07.2021**
Konus Nr. : **S15CFIL.S20322**
Projekt Nr. : **133/21**
CPT Nr. : **1** 1/1



<p>NEUMANN BAUGRUND Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde (+49) 4351 / 7136 0 neumann-baugrund.de</p>	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1	Datum : 22.07.2021
	Projekt : Windpark Grenzstrom Bürgerwind	Konus Nr. : S15CFILS20322
	Ort : WEA 33	Projekt Nr. : 133/21
		CPT Nr. : 2 1/1



<p>NEUMANN BAUGRUND Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde (+49) 4351 / 7136 0 neumann-baugrund.de</p>	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1	Datum : 22.07.2021
	Projekt : Windpark Grenzstrom Bürgerwind	Konus Nr. : S15CFIL.S20322
	Ort : WEA 33	Projekt Nr. : 133/21
		CPT Nr. : 3



Tiefe in m unter Geländeante (G.K.)

0,20 0,40 0,60 0,80 1,00 x Neigung (I) in Grad

	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1	Datum : 22.07.2021		
	Projekt : Windpark Grenzstrom Bürgerwind	Konus Nr. : S15CFILS20322		
	Ort : WEA 33	Projekt Nr. : 133/21		
		CPT Nr. : 3	2/2	



**NEUMANN
BAUGRUND**
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

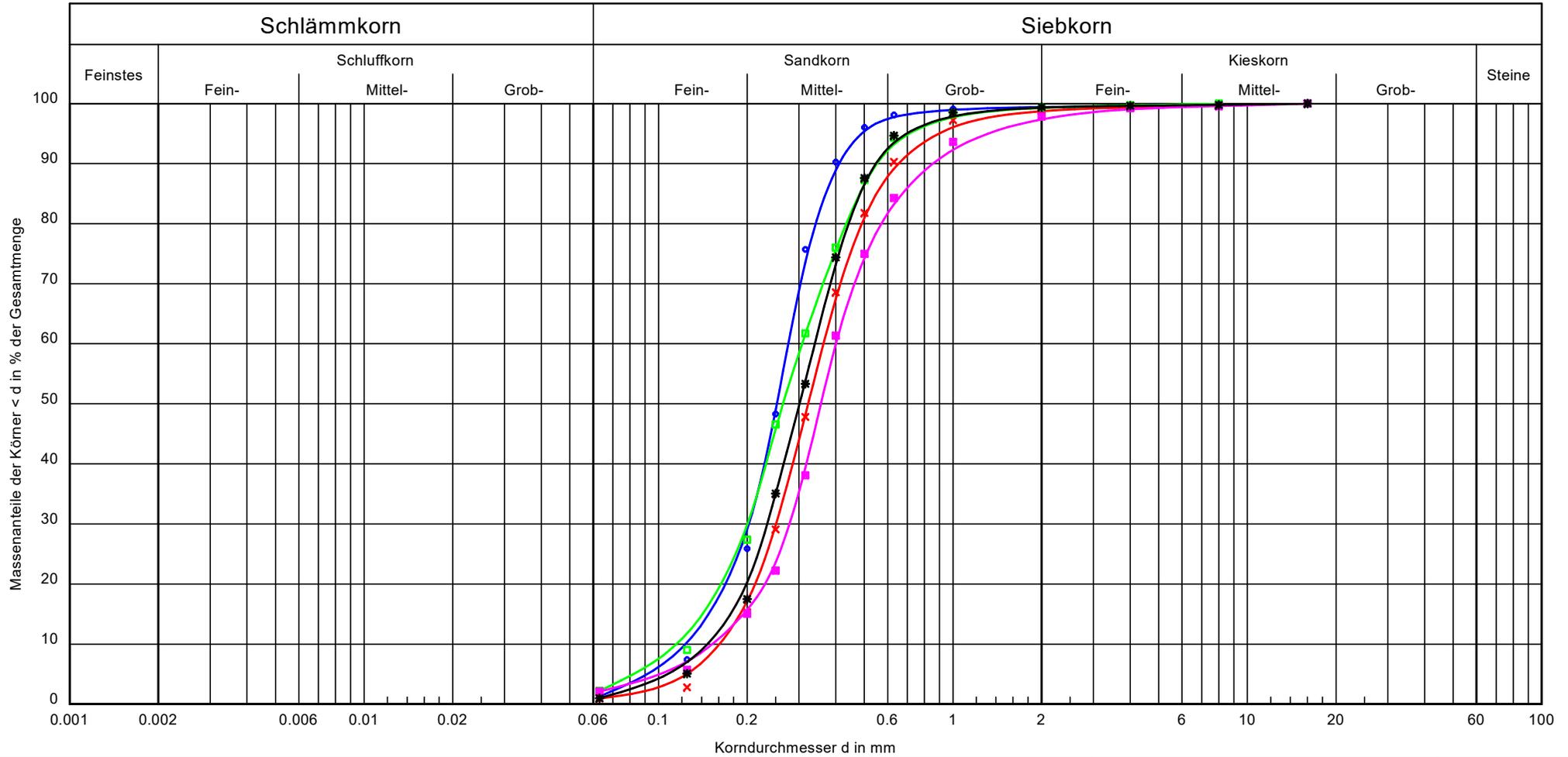
Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

Windpark Grenzstrom Bürgerwind Eilhöft

Bemerkungen:

Bearbeiter: hi

Datum: 28.10.21



Bezeichnung:	●—●	×—×	■—■	■—■	*—*
Bodenart:	mS, fs	mS, fs, gs'	mS, fs, gs'	mS, gs, fs'	mS, fs, gs'
Tiefe:	0,4-1,0m	0,4-1,0m	1,1-1,9m	3,6-5,0m	0,2-1,7m
U/Cc:	2.2/1.2	2.3/1.1	2.7/1.1	2.6/1.3	2.3/1.1
Entnahmestelle:	WEA 20 BS 1/2	WEA 27 BS 1/2	WEA 28 BS 1/2	WEA 29 BS 1/7	WEA 32 BS 1/2
k nach Beyer:	$1.5 \cdot 10^{-4}$	$2.6 \cdot 10^{-4}$	$1.3 \cdot 10^{-4}$	$2.3 \cdot 10^{-4}$	$2.2 \cdot 10^{-4}$
T/U/S/G [%]:	- /1.3/98.1/0.6	- /0.9/97.8/1.3	- /2.2/97.1/0.7	- /2.1/95.3/2.6	- /1.0/98.3/0.7

Prüfungsnummer:
Probe entnommen am: 08/21
Art der Entnahme: gestörte Probe
Arbeitsweise: Siebanalyse

Bericht:
133/21
Anlage:
4.1



**NEUMANN
BAUGRUND**
 Marienthaler Str. 6
 24340 Eckernförde
 (+49) 4351 / 7136 0
 neumann-baugrund.de

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

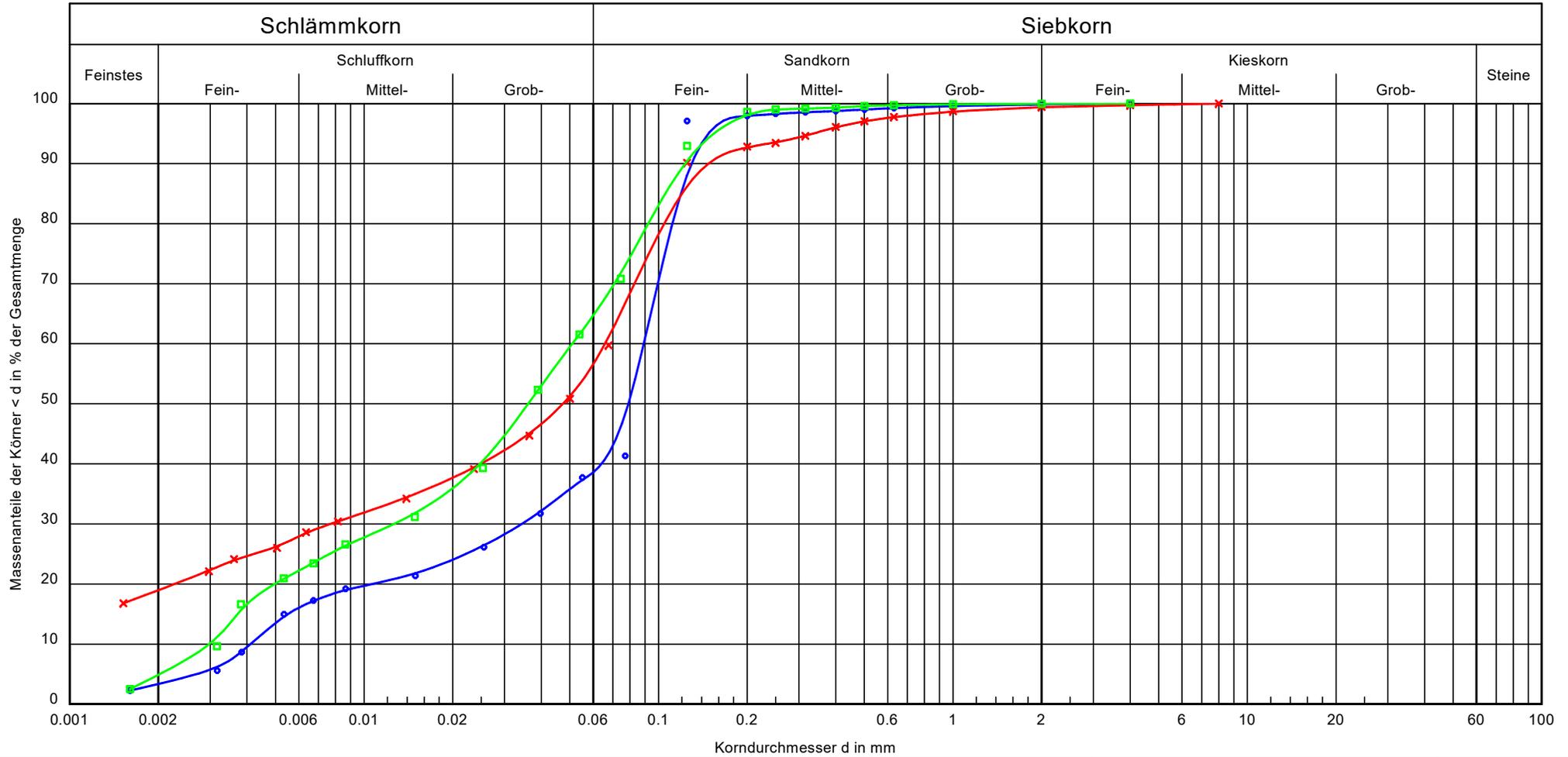
Windpark Grenzstrom Bürgerwind Eilhöft

Bemerkungen:

WEA 27 BS 1/17 w = 36.85 %
 WEA 31 BS 1/9 w = 32.06 %
 WEA 33 BS 1/16 w = 32.69 %

Bearbeiter: hi

Datum: 28.10.2021



Bezeichnung:			
Bodenart:	fs, u	S, u, t	U, fs
Tiefe:	16,0-17,0m	10,7-11,6m	13,2-14,0m
Entnahmestelle:	WEA 27 BS 1/17	WEA 31 BS 1/9	WEA 33 BS 1/16
T/U/S/G [%]:	3.3/36.3/60.2/0.2	19.0/39.4/41.0/0.6	4.9/61.3/33.8/0.0

Prüfungsnummer: 133/21
Probe entnommen am: 08/21
Art der Entnahme: gestörte Probe
Arbeitsweise: Sieb-/Schlämmanalyse

Bericht: 133/21
 Anlage: 4.2



Glühverlust nach DIN 18 128

Windpark Grenzstrom Bürgerwind

Bearbeiter: hi

Datum: 27.10.21

Prüfungsnummer:

Entnahmestelle: s. unten

Tiefe: s. unten

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: WEA 29 Bs 1/6 H, sonst U bzw. U (Eem)

Probe entnommen am: 08/21

Probenbezeichnung	WEA 27 BS 1/15 14,0-15,0m	WEA 27 BS 1/15 14,0-15,0m	WEA 27 BS 1/15 14,0-15,0m
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	51.27	53.47	42.78
Geglühte Probe + Behälter [g]	51.00	53.14	42.47
Behälter [g]	42.42	43.81	35.83
Massenverlust [g]	0.27	0.33	0.31
Trockenmasse vor Glühen [g]	8.85	9.66	6.95
Glühverlust [%]	3.05	3.42	4.46
Mittelwert [%]	3.64		

Probenbezeichnung	WEA 29 BS 1/6 3,4-3,6m	WEA 29 BS 1/6 3,4-3,6m	WEA 29 BS 1/6 3,4-3,6m
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	41.32	46.59	37.28
Geglühte Probe + Behälter [g]	39.18	43.83	35.49
Behälter [g]	34.49	41.03	30.04
Massenverlust [g]	2.14	2.76	1.79
Trockenmasse vor Glühen [g]	6.83	5.56	7.24
Glühverlust [%]	31.33	49.64	24.72
Mittelwert [%]	35.23		

Probenbezeichnung	WEA 31 BS 1/9 10,7-11,6m	WEA 31 BS 1/9 10,7-11,6m	WEA 31 BS 1/9 10,7-11,6m
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	52.42	49.43	42.11
Geglühte Probe + Behälter [g]	52.18	49.27	41.96
Behälter [g]	44.43	43.17	35.52
Massenverlust [g]	0.24	0.16	0.15
Trockenmasse vor Glühen [g]	7.99	6.26	6.59
Glühverlust [%]	3.00	2.56	2.28
Mittelwert [%]	2.61		



**NEUMANN
BAUGRUND**
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

Bericht: 133/21

Anlage: 5.2

Glühverlust nach DIN 18 128

Windpark Grenzstrom Bürgerwind

Bearbeiter: hi

Datum: 27.10.21

Prüfungsnummer:

Entnahmestelle: s. unten

Tiefe: s. unten

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: WEA 29 Bs 1/6 H, sonst U bzw. U (Eem)

Probe entnommen am: 08/21

Probenbezeichnung	WEA 32 BS 1/16 15,5-17,2m	WEA 32 BS 1/16 15,5-17,2m	WEA 32 BS 1/16 15,5-17,2m
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	48.93	54.08	54.58
Geglühte Probe + Behälter [g]	48.58	53.57	54.10
Behälter [g]	41.61	43.47	43.89
Massenverlust [g]	0.35	0.51	0.48
Trockenmasse vor Glühen [g]	7.32	10.61	10.69
Glühverlust [%]	4.78	4.81	4.49
Mittelwert [%]	4.69		

Probenbezeichnung	WEA 33 BS 1/16 13,2-14,0m	WEA 33 BS 1/16 13,2-14,0m	WEA 33 BS 1/16 13,2-14,0m
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	47.60	40.53	40.51
Geglühte Probe + Behälter [g]	47.36	40.23	40.27
Behälter [g]	37.54	32.04	33.86
Massenverlust [g]	0.24	0.30	0.24
Trockenmasse vor Glühen [g]	10.06	8.49	6.65
Glühverlust [%]	2.39	3.53	3.61
Mittelwert [%]	3.18		



**NEUMANN
BAUGRUND**
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

Bericht: 133/21

Anlage: 6

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Windpark Grenzstrom Bürgerwind

Bearbeiter: hi

Datum: 26.10.2021

Prüfungsnummer: 133/21

Entnahmestelle: Ellhöft, s. unten

Tiefe: s. unten

Bodenart: s. unten

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 08/21

Bodenart:	U (Eem)	U (Eem)	H	U	U (Eem)	U (Eem)
Probenbezeichnung:	BS 1/15 WEA 27	BS 1/17 WEA 27	BS 1/6 WEA 29	BS 1/9 WEA 31	BS 1/16 WEA32	BS 1/16 WEA 33
Feuchte Probe + Behälter [g]:	236.76	176.12	210.01	265.59	253.27	173.44
Trockene Probe + Behälter [g]:	186.23	143.12	119.94	217.77	219.25	147.16
Behälter [g]:	69.23	53.57	67.27	68.60	64.17	66.76
Porenwasser [g]:	50.53	33.00	90.07	47.82	34.02	26.28
Trockene Probe [g]:	117.00	89.55	52.67	149.17	155.08	80.40
Wassergehalt [%]:	43.19	36.85	171.01	32.06	21.94	32.69

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

Dipl.-Ing. Peter Neumann
 Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
 Maertins
 Marienthaler Straße 6



24340 Eckernförde

Anlage 7

Prüfbericht-Nr.: 2021P526337 / 1

Auftraggeber	Dipl.-Ing. Peter Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Eingangsdatum	26.08.2021
Projekt	133/21 WP Ellhöft (am)
Material	Grund- / Stauwasser
Auftrag	Analytik gem. Vorgabe des Auftraggebers
Verpackung	Glas- und PE-Flaschen
Probenmenge	ca. 1,36 L
GBA-Nummer	21519077
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	Kurier (GO)
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Analysenbeginn / -ende	26.08.2021 - 07.09.2021
Bemerkung	keine
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 07.09.2021



i. A. G. Blinde
 Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht veröffentlicht sowie nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.

Seite 1 von 5 zu Prüfbericht-Nr.: 2021P526337 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2021P526337 / 1
133/21 WP Ellhöft (am)

GBA-Nummer		21519077	21519077	21519077
Probe-Nummer		001	002	003
Material		Grund- / Stauwasser	Grund- / Stauwasser	Grund- / Stauwasser
Probenbezeichnung		WEA 27 BS1	WEA 28 BS1	WEA 29 BS1
Probemenge		ca. 1,36 L	ca. 1,36 L	ca. 1,36 L
Probeneingang		26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021
Analysenergebnisse	Einheit			
Betonaggressivität				
pH-Wert		6,8	7,2	6,6
Geruch		unauffällig	unauffällig	unauffällig
Permanganat-Verbrauch	mg KMnO4/L	170	100	110
Gesamthärte	°dH	14	20	11
Härtehydrogencarbonat	°dH	11	18	8,6
Nichtcarbonathärte	°dH	2,9	1,4	2,7
Magnesium	mg/L	9,2	5,9	4,2
Ammonium	mg/L	0,32	0,50	1,1
Sulfat	mg/L	30	24	33
Chlorid	mg/L	23	24	25
Kohlendioxid, kalklösend	mg/L	55	9,0	74
Eisen, ges.	mg/L	2,8	2,4	5,5
Eisen (II)	mg/L	1,5	0,80	1,3

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar

Prüfbericht-Nr.: 2021P526337 / 1
133/21 WP Ellhöft (am)

GBA-Nummer		21519077	21519077	21519077
Probe-Nummer		004	005	006
Material		Grund- / Stauwasser	Grund- / Stauwasser	Grund- / Stauwasser
Probenbezeichnung		WEA 30 BS1	WEA 20 BS1	WEA 31 BS1
Probemenge		ca. 1,36 L	ca. 1,36 L	ca. 1,36 L
Probeneingang		26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021
Analysenergebnisse	Einheit			
Betonaggressivität				
pH-Wert		6,6	7,0	6,7
Geruch		unauffällig	unauffällig	unauffällig
Permanganat-Verbrauch	mg KMnO4/L	180	140	190
Gesamthärte	°dH	8,3	11	8,2
Härtehydrogencarbonat	°dH	8,1	8,6	8,3
Nichtcarbonathärte	°dH	0,21	2,2	0,0
Magnesium	mg/L	3,3	4,9	3,2
Ammonium	mg/L	0,56	<0,20	0,52
Sulfat	mg/L	5,6	27	5,4
Chlorid	mg/L	12	16	12
Kohlendioxid, kalklösend	mg/L	73	24	61
Eisen, ges.	mg/L	6,2	1,7	4,5
Eisen (II)	mg/L	3,4	0,53	2,7

Prüfbericht-Nr.: 2021P526337 / 1
133/21 WP Ellhöft (am)

GBA-Nummer		21519077
Probe-Nummer		007
Material		Grund- / Stauwasser
Probenbezeichnung		WEA 33 BS1
Probemenge		ca. 1,36 L
Probeneingang		26.08.2021
Analysenergebnisse	Einheit	
Betonaggressivität		
pH-Wert		6,7
Geruch		unauffällig
Permanganat-Verbrauch	mg KMnO4/L	220
Gesamthärte	°dH	6,1
Härtehydrogencarbonat	°dH	4,3
Nichtcarbonathärte	°dH	1,8
Magnesium	mg/L	3,4
Ammonium	mg/L	0,35
Sulfat	mg/L	23
Chlorid	mg/L	23
Kohlendioxid, kalklösend	mg/L	38
Eisen, ges.	mg/L	9,9
Eisen (II)	mg/L	5,0

Prüfbericht-Nr.: 2021P526337 / 1
 133/21 WP Ellhöft (am)

Angewandte Verfahren

Parameter	BG	Einheit	Methode
Betonaggressivität			DIN 4030-2: 2008-06 ^a §
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 ^a §
Geruch			DIN EN 1622 Anhang C: 2006-10 ^a §
Permanganat-Verbrauch	2,0	mg KMnO ₄ /L	DIN EN ISO 8467: 1995-05 ^a §
Gesamthärte	0,010	°dH	DIN 38409-6: 1986-01 ^a §
Härtehydrogencarbonat		°dH	DIN 38409-7: 2005-12/DEV D8: 1971 ^a §
Nichtcarbonathärte		°dH	berechnet §
Magnesium	0,10	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09 ^a §
Ammonium	0,20	mg/L	DIN EN ISO 11732: 2005-05 ^a §
Sulfat	0,50	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a §
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a §
Kohlendioxid, kalklösend	5,0	mg/L	DIN 4030-2: 2008-06 ^a §
Eisen, ges.	0,0050	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a §
Eisen (II)	0,10	mg/L	DIN 38406-1: 1983-05 ^a §

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.
 Untersuchungslabor: §GBA Pinneberg

Anlage zu Prüfbericht 2021P526337

Probe-Nr.: 21519077 / 001

Probenbezeichnung: WEA 27 BS1

Tabelle 1: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischen Angriff durch Grundwasser nach DIN 4030 Teil 1 (06/2008), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1	XA2	XA3
pH-Wert	6,8		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	55	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	0,32	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 -100
Magnesium	9,2	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	30	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	23	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	14	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	11	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	170	mg KMnO4/L	---	---	---

Kurzbeurteilung: Das Wasser ist in die Expositionsklasse XA2 einzustufen.

Anlage zu Prüfbericht 2021P526337

Probe-Nr.: 21519077 / 002

Probenbezeichnung: WEA 28 BS1

Tabelle 1: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischen Angriff durch Grundwasser nach DIN 4030 Teil 1 (06/2008), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1	XA2	XA3
pH-Wert	7,2		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	9,0	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	0,50	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 - 100
Magnesium	5,9	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	24	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	24	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	20	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	18	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	100	mg KMnO4/L	---	---	---

Kurzbeurteilung: Gemäß DIN 4030 Teil 2 sind bei der hier untersuchten Wasserprobe keine Maßnahmen nach DIN 1045 erforderlich. Das Wasser ist nicht Beton angreifend.

Anlage zu Prüfbericht 2021P526337

Probe-Nr.: 21519077 / 003

Probenbezeichnung: WEA 29 BS1

Tabelle 1: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischen Angriff durch Grundwasser nach DIN 4030 Teil 1 (06/2008), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1	XA2	XA3
pH-Wert	6,6		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	74	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	1,1	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 -100
Magnesium	4,2	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	33	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	25	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	11	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	8,6	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	110	mg KMnO4/L	---	---	---

Kurzbeurteilung: Das Wasser ist in die Expositionsklasse XA2 einzustufen.

Anlage zu Prüfbericht 2021P526337

Probe-Nr.: 21519077 / 004

Probenbezeichnung: WEA 30 BS1

Tabelle 1: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischen Angriff durch Grundwasser nach DIN 4030 Teil 1 (06/2008), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1	XA2	XA3
pH-Wert	6,6		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	73	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	0,56	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 -100
Magnesium	3,3	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	5,6	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	12	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	8,3	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	8,1	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	180	mg KMnO4/L	---	---	---

Kurzbeurteilung: Das Wasser ist in die Expositionsklasse XA2 einzustufen.

Anlage zu Prüfbericht 2021P526337

Probe-Nr.: 21519077 / 005

Probenbezeichnung: WEA 20 BS1

Tabelle 1: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischen Angriff durch Grundwasser nach DIN 4030 Teil 1 (06/2008), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1	XA2	XA3
pH-Wert	7,0		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	24	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	<0,20	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 -100
Magnesium	4,9	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	27	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	16	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	11	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	8,6	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	140	mg KMnO4/L	---	---	---

Kurzbeurteilung: Das Wasser ist in die Expositionsklasse XA1 einzustufen.

Anlage zu Prüfbericht 2021P526337

Probe-Nr.: 21519077 / 006

Probenbezeichnung: WEA 31 BS1

Tabelle 1: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischen Angriff durch Grundwasser nach DIN 4030 Teil 1 (06/2008), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1	XA2	XA3
pH-Wert	6,7		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	61	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	0,52	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 -100
Magnesium	3,2	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	5,4	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	12	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	8,2	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	8,3	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	190	mg KMnO4/L	---	---	---

Kurzbeurteilung: Das Wasser ist in die Expositionsklasse XA2 einzustufen.

Anlage zu Prüfbericht 2021P526337

Probe-Nr.: 21519077 / 007

Probenbezeichnung: WEA 33 BS1

Tabelle 1: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischen Angriff durch Grundwasser nach DIN 4030 Teil 1 (06/2008), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1	XA2	XA3
pH-Wert	6,7		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	38	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	0,35	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 -100
Magnesium	3,4	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	23	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	23	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	6,1	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	4,3	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	220	mg KMnO4/L	---	---	---

Kurzbeurteilung: Das Wasser ist in die Expositionsklasse XA1 einzustufen.

Protokoll für die Messung des

Spezifischen Erdwiderstandes

Projekt: 133/21 WP Ellhöft

Anlage: 8.1
Durchf. s. Kopfblatt
Firma:
Anschrift:

Standort: Mittelpunkt WEA 20

Messgerät Typ, S/N: GEOHM 5, 16220375

Wetter: sonnig, B. erdfeucht

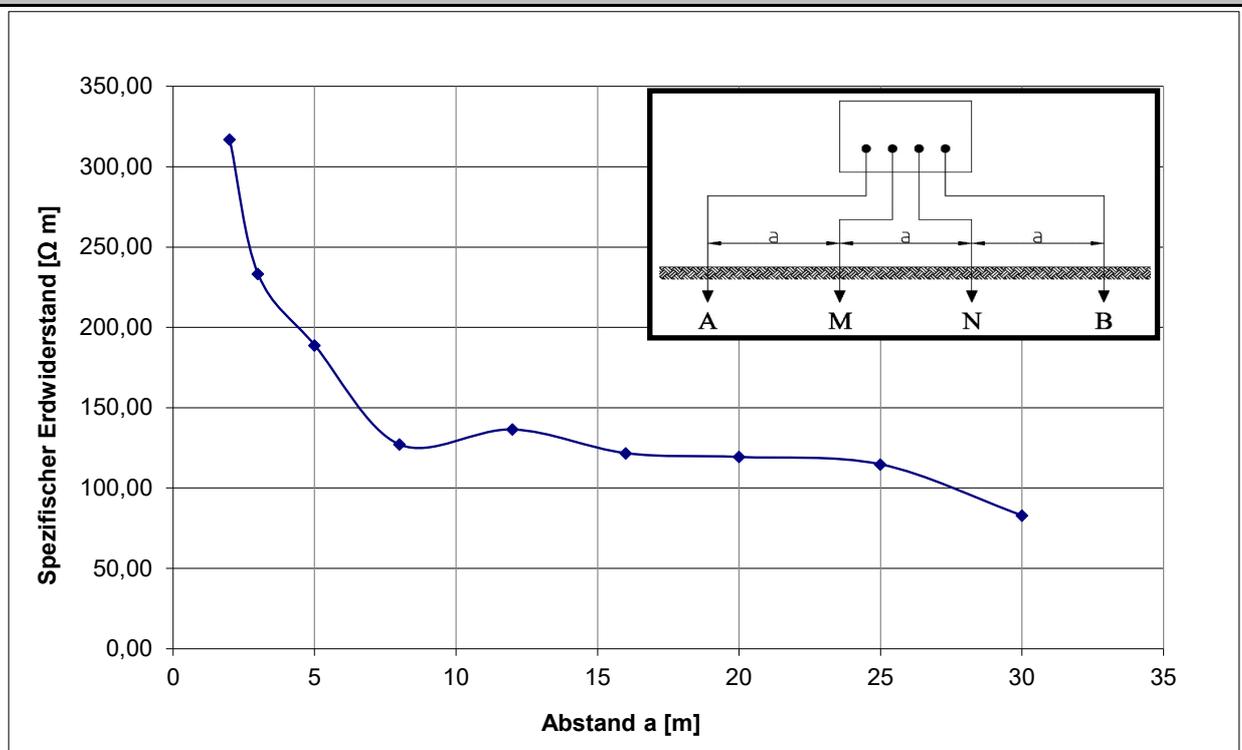
letzte Kalibrierung: bis Feb. 2022

Referenz (Koordinaten): MP WEA 20

Ausgeführt durch: H. Stanitzek

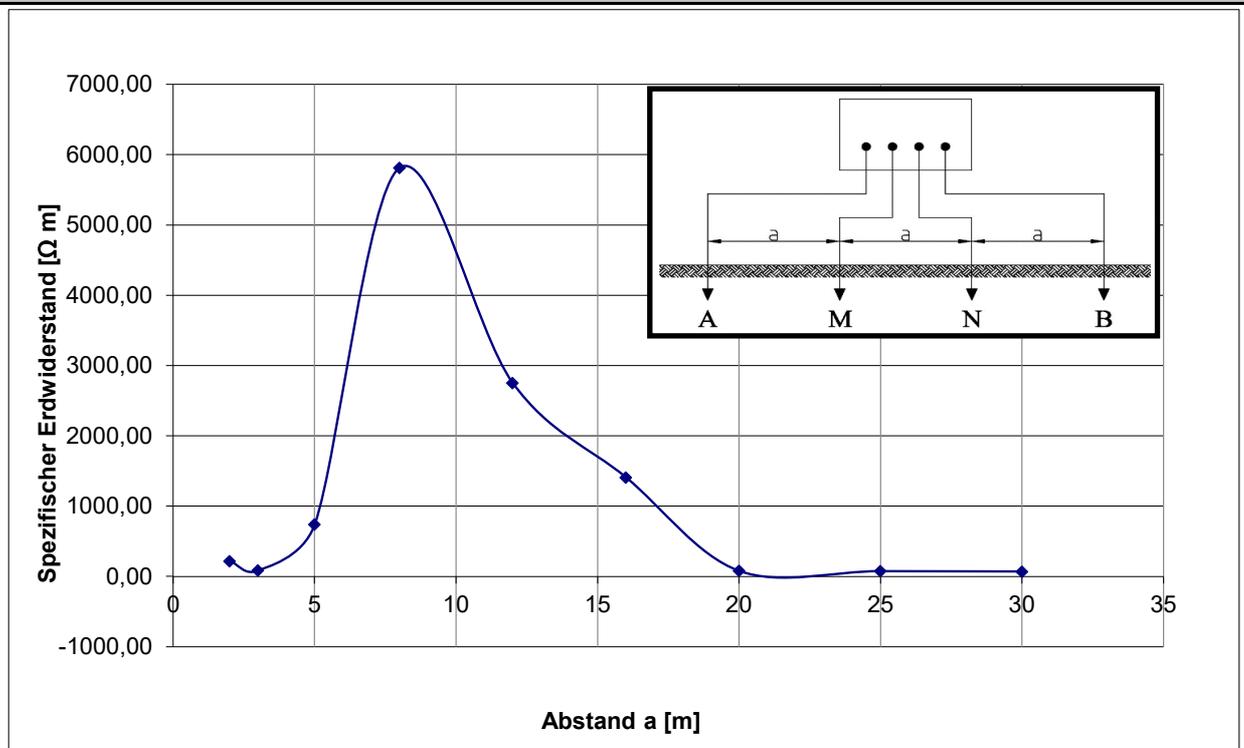
Datum: 03.09.2021

a [m]	R [Ω]	$\rho_s = R \times 2 \times \pi \times a$ [Ωm]	Bemerkung
2	25,22	316,91	1,0 m und 3,0 m
3	12,37	233,16	1,5 m und 4,5 m
5	6,01	188,80	2,5 m und 7,5 m
8	2,53	127,17	4,0 m und 12,0 m
12	1,81	136,47	6,0 m und 18,0 m
16	1,21	121,64	8,0 m und 24,0 m
20	0,95	119,38	10,0 m und 30,0 m
25	0,73	114,66	12,5 m und 37,5 m
30	0,44	82,94	15,0 m und 45,0 m



Protokoll für die Messung des		Anlage:	8.2
Spezifischen Erdwiderstandes		Durchf.	s. Kopfblatt
		Firma:	
		Anschrift:	
Projekt:	133/21 WP Ellhöft	Standort:	Mittelpunkt WEA 27
Messgerät Typ, S/N:	GEOHM 5, 16220375	Wetter:	sonnig, B. erdfeucht
letzte Kalibrierung:	bis Feb. 2022	Referenz (Koordinaten):	MP WEA 27
Ausgeführt durch:	H. Stanitzek	Datum:	30.08.2021

a [m]	R [Ω]	$\rho_s = R \times 2 \times \pi \times a$ [Ωm]	Bemerkung
2	17,50	219,91	1,0 m und 3,0 m
3	4,55	85,76	1,5 m und 4,5 m
5	23,50	738,25	2,5 m und 7,5 m
8	115,60	5810,52	4,0 m und 12,0 m
12	36,50	2751,95	6,0 m und 18,0 m
16	14,02	1409,40	8,0 m und 24,0 m
20	0,65	81,68	10,0 m und 30,0 m
25	0,49	76,97	12,5 m und 37,5 m
30	0,37	69,74	15,0 m und 45,0 m



Protokoll für die Messung des

Spezifischen Erdwiderstandes

Projekt: 133/21 WP Ellhöft

Anlage: 8.3
Durchf. s. Kopfblatt
Firma:
Anschrift:

Standort: Mittelpunkt WEA 28

Messgerät Typ, S/N: GEOHM 5, 16220375

Wetter: sonnig, B. erdfeucht

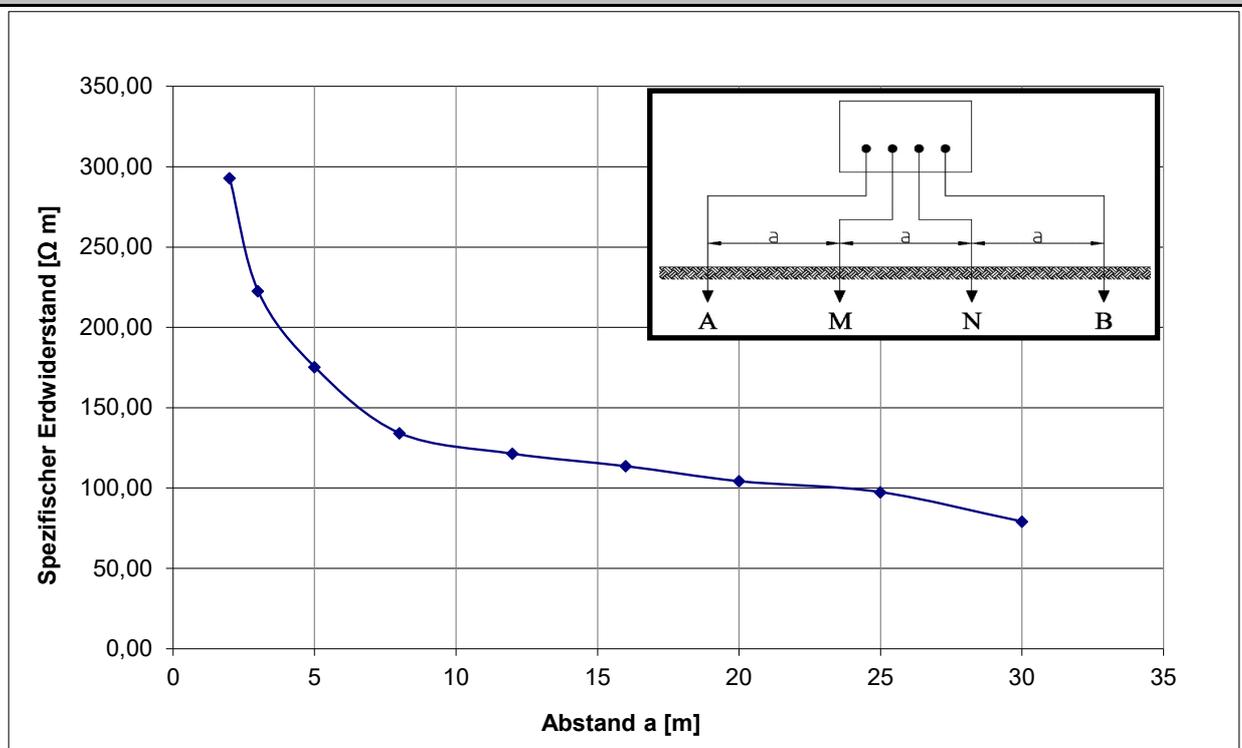
letzte Kalibrierung: bis Feb. 2022

Referenz (Koordinaten): MP WEA 28

Ausgeführt durch: H. Stanitzek

Datum: 03.09.2021

a [m]	R [Ω]	$\rho_s = R \times 2 \times \pi \times a$ [Ωm]	Bemerkung
2	23,30	292,79	1,0 m und 3,0 m
3	11,81	222,61	1,5 m und 4,5 m
5	5,58	175,30	2,5 m und 7,5 m
8	2,67	134,20	4,0 m und 12,0 m
12	1,61	121,39	6,0 m und 18,0 m
16	1,13	113,60	8,0 m und 24,0 m
20	0,83	104,30	10,0 m und 30,0 m
25	0,62	97,39	12,5 m und 37,5 m
30	0,42	79,17	15,0 m und 45,0 m



Protokoll für die Messung des

Spezifischen Erdwiderstandes

Projekt: 133/21 WP Ellhöft

Anlage: 8.4
Durchf. s. Kopfblatt
Firma:
Anschrift:

Standort: Mittelpunkt WEA 29

Messgerät Typ, S/N: GEOHM 5, 16220375

Wetter: sonnig, B. erdfeucht

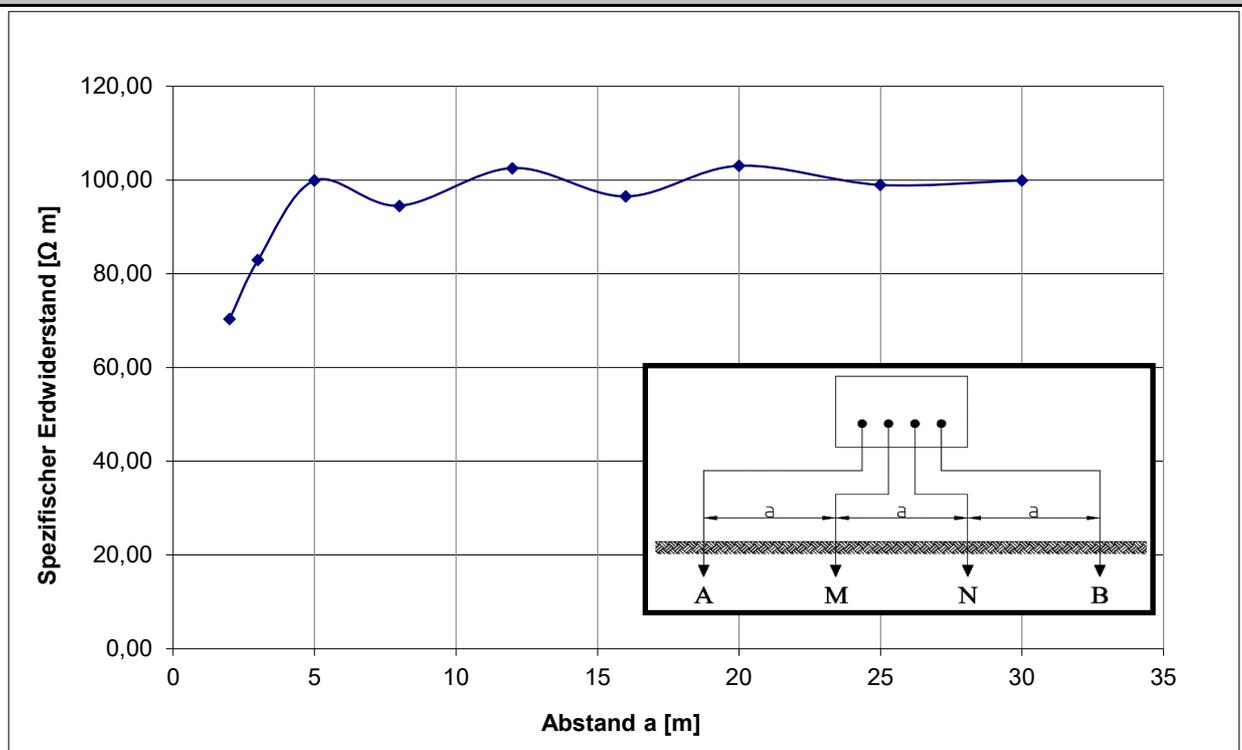
letzte Kalibrierung: bis Feb. 2022

Referenz (Koordinaten): MP WEA 29

Ausgeführt durch: H. Stanitzek

Datum: 30.08.2021

a [m]	R [Ω]	$\rho_s = R \times 2 \times \pi \times a$ [Ωm]	Bemerkung
2	5,60	70,37	1,0 m und 3,0 m
3	4,40	82,94	1,5 m und 4,5 m
5	3,18	99,90	2,5 m und 7,5 m
8	1,88	94,50	4,0 m und 12,0 m
12	1,36	102,54	6,0 m und 18,0 m
16	0,96	96,51	8,0 m und 24,0 m
20	0,82	103,04	10,0 m und 30,0 m
25	0,63	98,96	12,5 m und 37,5 m
30	0,53	99,90	15,0 m und 45,0 m



Protokoll für die Messung des

Spezifischen Erdwiderstandes

Projekt: 133/21 WP Ellhöft

Anlage: 8.5
Durchf. s. Kopfblatt
Firma:
Anschrift:

Standort: Mittelpunkt WEA 30

Messgerät Typ, S/N: GEOHM 5, 16220375

Wetter: sonnig, B. erdfeucht

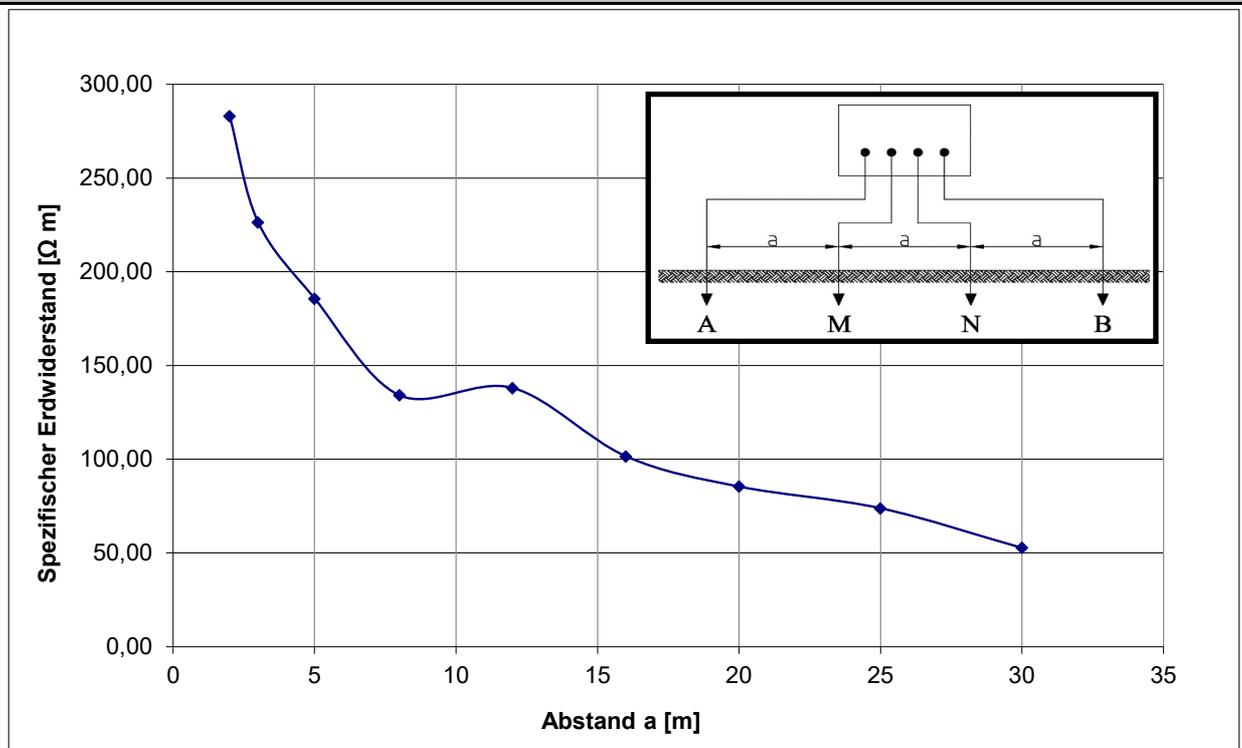
letzte Kalibrierung: bis Feb. 2022

Referenz (Koordinaten): MP WEA 30

Ausgeführt durch: H. Stanitzek

Datum: 03.09.2021

a [m]	R [Ω]	$\rho_s = R \times 2 \times \pi \times a$ [Ωm]	Bemerkung
2	22,52	282,99	1,0 m und 3,0 m
3	12,01	226,38	1,5 m und 4,5 m
5	5,91	185,66	2,5 m und 7,5 m
8	2,67	134,20	4,0 m und 12,0 m
12	1,83	137,97	6,0 m und 18,0 m
16	1,01	101,53	8,0 m und 24,0 m
20	0,68	85,45	10,0 m und 30,0 m
25	0,47	73,83	12,5 m und 37,5 m
30	0,28	52,78	15,0 m und 45,0 m



Protokoll für die Messung des

Spezifischen Erdwiderstandes

Projekt: 133/21 WP Ellhöft

Anlage: 8.6
Durchf. s. Kopfblatt
Firma:
Anschrift:

Standort: Mittelpunkt WEA 31

Messgerät Typ, S/N: GEOHM 5, 16220375

Wetter: sonnig, B. erdfeucht

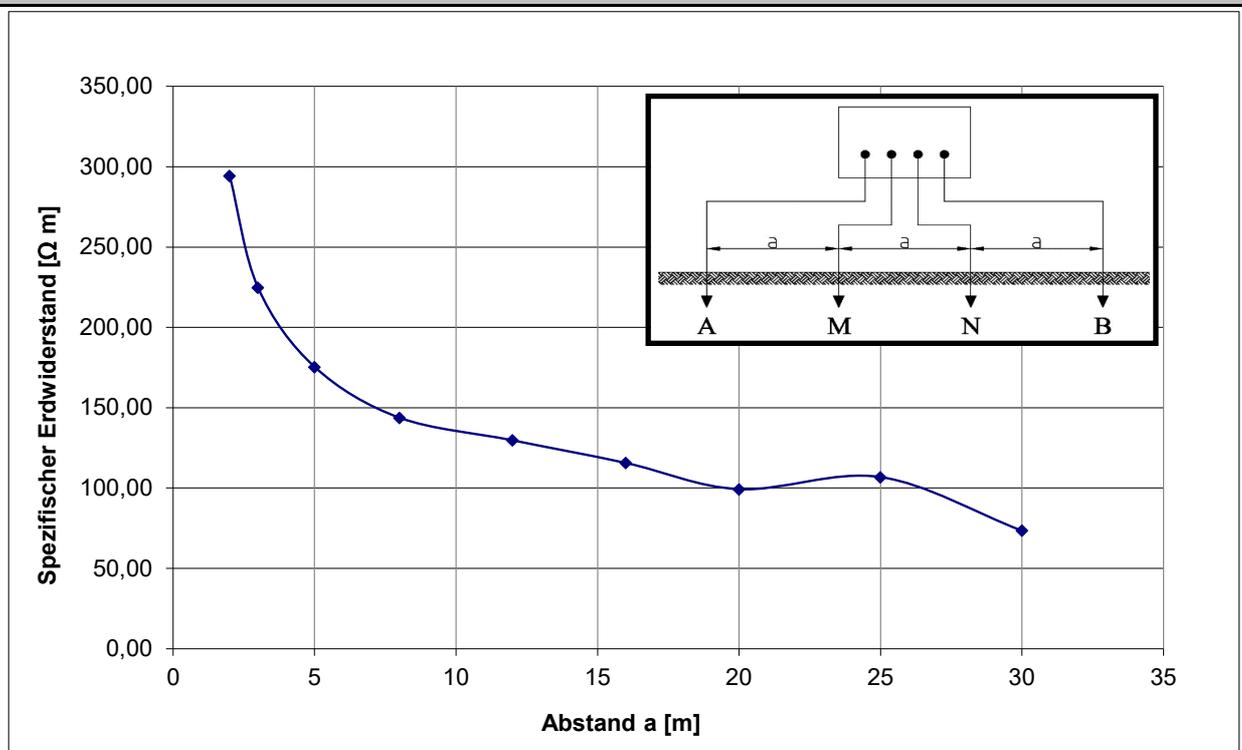
letzte Kalibrierung: bis Feb. 2022

Referenz (Koordinaten): MP WEA 31

Ausgeführt durch: H. Stanitzek

Datum: 03.09.2021

a [m]	R [Ω]	$\rho_s = R \times 2 \times \pi \times a$ [Ωm]	Bemerkung
2	23,41	294,17	1,0 m und 3,0 m
3	11,92	224,68	1,5 m und 4,5 m
5	5,58	175,30	2,5 m und 7,5 m
8	2,86	143,76	4,0 m und 12,0 m
12	1,72	129,68	6,0 m und 18,0 m
16	1,15	115,61	8,0 m und 24,0 m
20	0,79	99,27	10,0 m und 30,0 m
25	0,68	106,81	12,5 m und 37,5 m
30	0,39	73,51	15,0 m und 45,0 m



Protokoll für die Messung des

Spezifischen Erdwiderstandes

Projekt: 133/21 WP Ellhöft

Anlage: 8.7
Durchf. s. Kopfblatt
Firma:
Anschrift:

Standort: Mittelpunkt WEA 32

Messgerät Typ, S/N: GEOHM 5, 16220375

Wetter: sonnig, B. erdfeucht

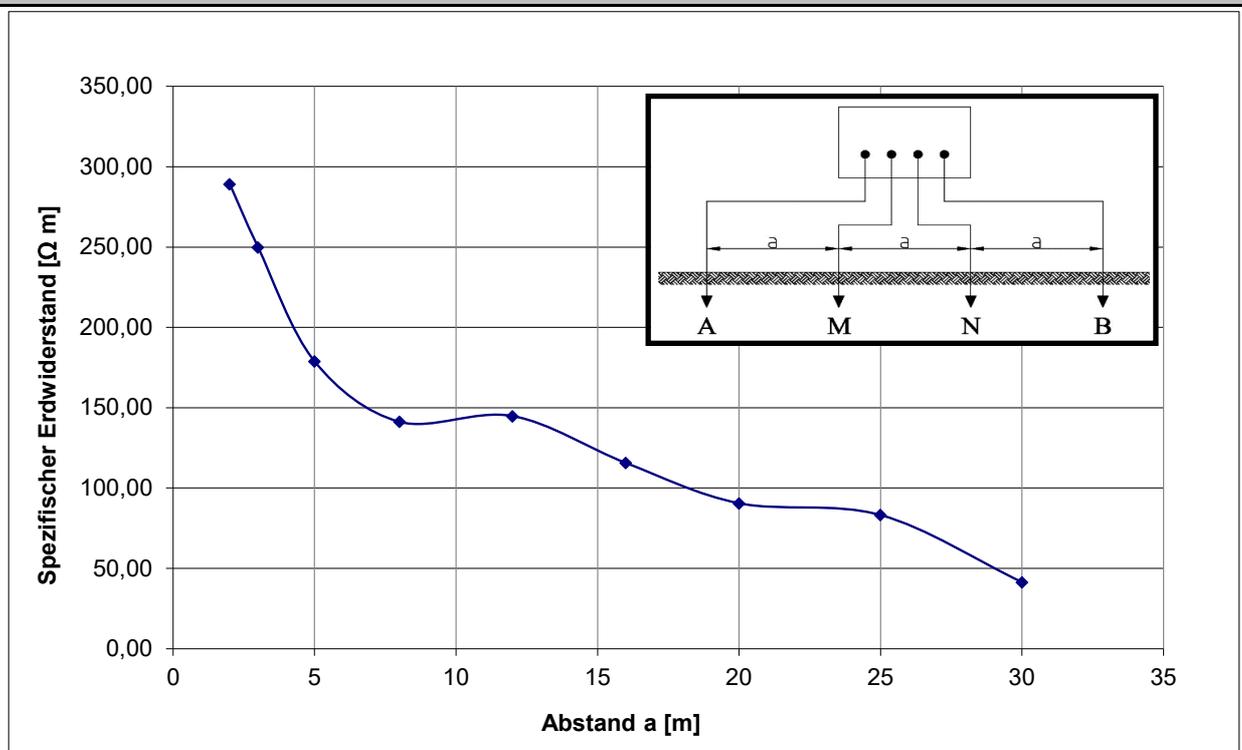
letzte Kalibrierung: bis Feb. 2022

Referenz (Koordinaten): MP WEA 32

Ausgeführt durch: H. Stanitzek

Datum: 03.09.2021

a [m]	R [Ω]	$\rho_s = R \times 2 \times \pi \times a$ [Ωm]	Bemerkung
2	23,01	289,14	1,0 m und 3,0 m
3	13,25	249,75	1,5 m und 4,5 m
5	5,69	178,75	2,5 m und 7,5 m
8	2,81	141,24	4,0 m und 12,0 m
12	1,92	144,76	6,0 m und 18,0 m
16	1,15	115,61	8,0 m und 24,0 m
20	0,72	90,48	10,0 m und 30,0 m
25	0,53	83,25	12,5 m und 37,5 m
30	0,22	41,47	15,0 m und 45,0 m



Protokoll für die Messung des

Spezifischen Erdwiderstandes

Projekt: 133/21 WP Ellhöft

Anlage: 8.8
Durchf. s. Kopfblatt
Firma:
Anschrift:

Standort: Mittelpunkt WEA 33

Messgerät Typ, S/N: GEOHM 5, 16220375

Wetter: sonnig, B. erdfeucht

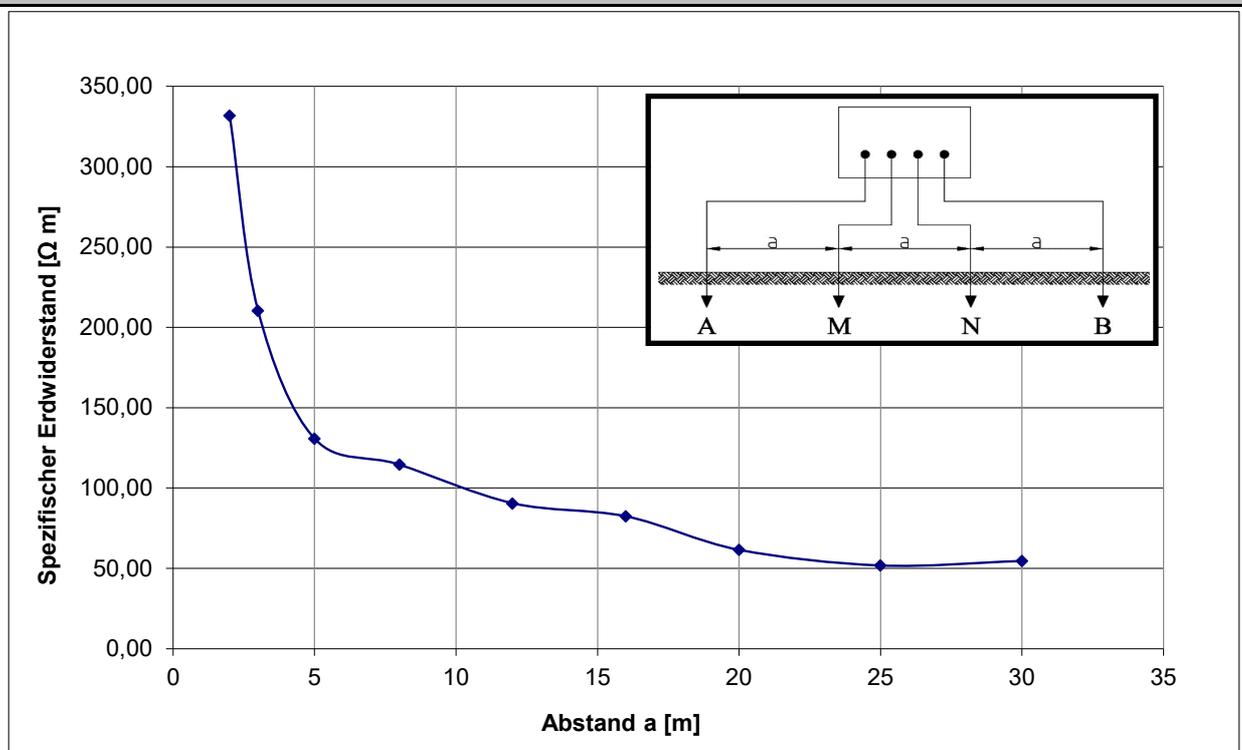
letzte Kalibrierung: bis Feb. 2022

Referenz (Koordinaten): MP WEA 33

Ausgeführt durch: H. Stanitzek

Datum: 30.08.2021

a [m]	R [Ω]	$\rho_s = R \times 2 \times \pi \times a$ [Ωm]	Bemerkung
2	26,40	331,74	1,0 m und 3,0 m
3	11,16	210,35	1,5 m und 4,5 m
5	4,16	130,69	2,5 m und 7,5 m
8	2,28	114,60	4,0 m und 12,0 m
12	1,20	90,48	6,0 m und 18,0 m
16	0,82	82,43	8,0 m und 24,0 m
20	0,49	61,57	10,0 m und 30,0 m
25	0,33	51,83	12,5 m und 37,5 m
30	0,29	54,66	15,0 m und 45,0 m



Nachweis der Drehfedersteifigkeit

		gegebenener Fundamentradius in m								12,40			
Nr.	Schichten unter Fundament	Reibungswinkel phi	Schicht	Schichtstärke	E_s (MN/m ²)	$E_{s\text{dyn}}$ (MN/m ²)	Querdehnzahl ν	Lastausbreitung in °	Fundamentradius (Ersatzradius)	Kappa phi stat. (MNm/rad)	Kappa phi dyn. (MNm/rad)	Bemerkung	
0									12,40	25.000,00	90.000,00	Sollwerte	
1	verbesserter Sand, md	35,0	OK	0,00	0,00	50	200	0,35	0,0	12,40	90.254,39	361.017,56	
2			UK	8,00	8,00	50	200	0,35	45,0	20,40	401.877,59	1.607.510,34	
3	Sand mitteldicht	35,0	OK	8,00	0,00	50	200	0,35	0,0	20,40	401.877,59	1.607.510,34	
4			UK	10,50	2,50	50	200	0,35	45,0	22,90	568.472,85	2.273.891,41	
5	Schluff, weich - steif	22,0	OK	10,50	0,00	5	50	0,42	0,0	22,90	38.078,44	380.784,43	
6			UK	11,50	1,00	5	50	0,42	30,0	23,48	41.031,74	410.317,44	
7	Sand, dicht	36,0	OK	11,50	0,00	80	250	0,35	0,0	23,48	980.100,26	3.062.813,31	
8			UK	21,00	9,50	80	250	0,35	45,0	32,98	2.716.254,99	8.488.296,83	
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

Anlagentyp: Nordex N133 mit 110 m NH
 Gründungsart: Flach mit Auftrieb
 Standort: WEA 31
 Datum: 08.09.2022

Bauvorhaben: Windpark Grenzstrom Bürgerwind
 Aktenzeichen: 133/21
 Auftraggeber: Grenzstrom Bürgerwind GmbH & Co. KG
 Anlage: 9

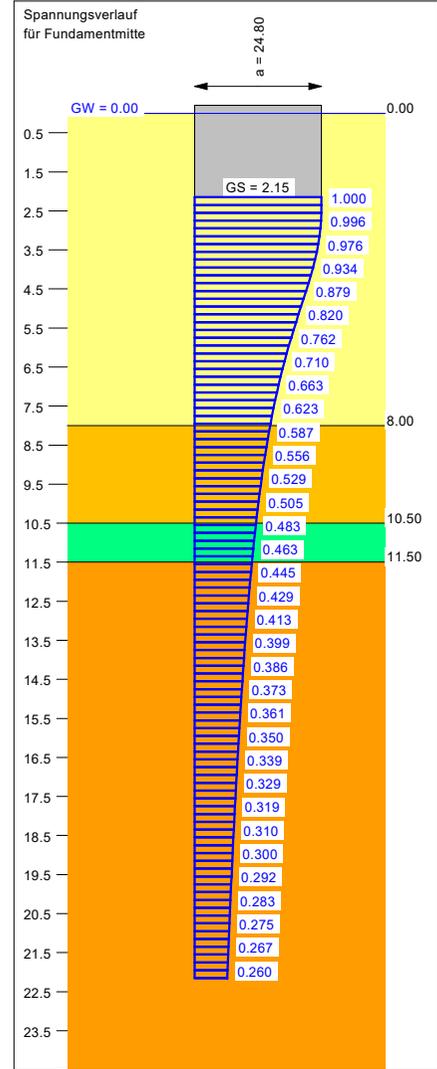
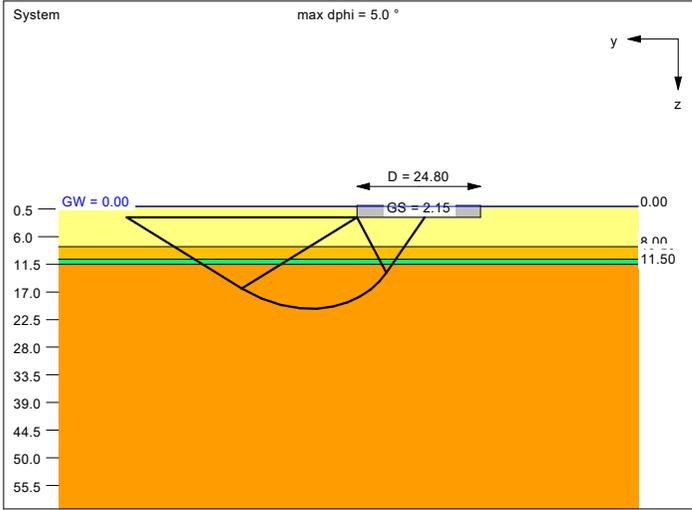


**NEUMANN
BAUGRUND**
 Marienthaler Str. 6
 24340 Eckernförde
 (+49) 4351 / 7136 0
 neumann-baugrund.de

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	19.0	11.0	35.0	0.0	50.0	0.00	verbessertes Sand, mitteldicht
	22.0	12.0	27.5	12.5	35.0	0.00	Sand, mitteldicht
	19.0	9.0	22.0	5.0	5.0	0.00	Schluff, w - st
	19.0	11.0	36.0	0.0	80.0	0.00	Sand, dicht

Berechnungsgrundlagen:
 WEA 31
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_G = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{G,dst} = 1.50$
 Gründungssohle = 2.15 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit festem Wert von 20.00 m u. GS
 ——— 1. Kernweite
 - - - - 2. Kernweite

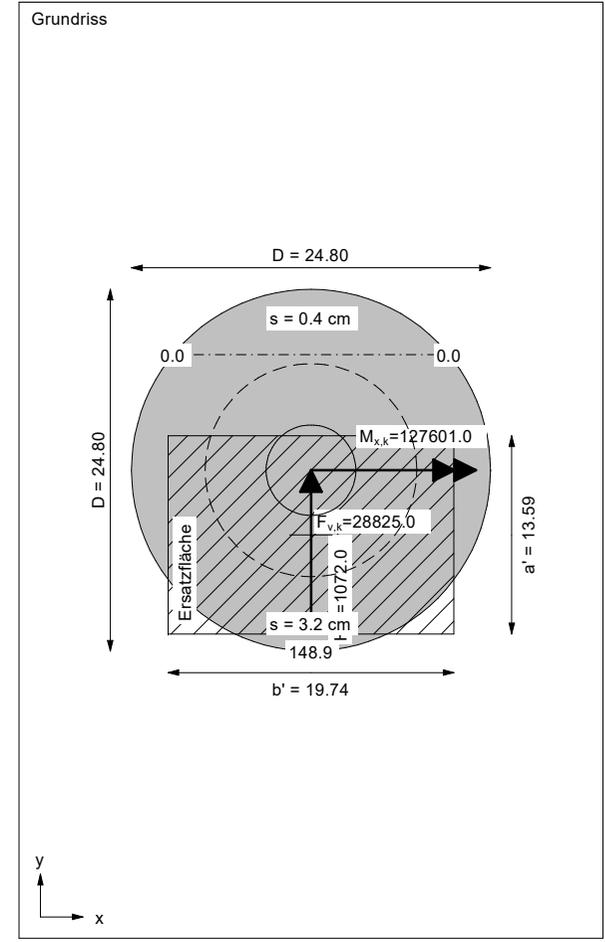


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 28825.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 1072.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 127601.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 24.800$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.100 m)
 $a' = 21.978$ m
 $b' = 21.978$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -4.427$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 7.304 m)
 $a' = 13.589$ m
 $b' = 19.740$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,d} = 1.40$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 1103.0 / 787.84$ kN/m²
 $R_{h,k} = 295863.99$ kN
 $R_{h,d} = 211331.42$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 28825.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 38913.75$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.184
 μ (parallel zu x) = 0.146

Kohäsionsglied = 12605.11 kN (k)
 Breitenglied = 179842.54 kN (k)
 Tiefenglied = 103416.34 kN (k)
 cal $\varphi = 27.0^\circ$
 φ wegen 5° Bedingung abgemindert
 cal c = 1.57 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 11.04$ kN/m³
 cal $\sigma_d = 23.65$ kN/m²
 UK log. Spirale = 20.33 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 72.51 m
 Fläche log. Spirale = 682.21 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{c0} = 23.93$; $N_{d0} = 13.19$; $N_{b0} = 6.21$
 Formbeiwerte (y):
 $\nu_c = 1.338$; $\nu_d = 1.312$; $\nu_b = 0.793$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.937$; $i_d = 0.941$; $i_b = 0.906$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 22.15$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 1.79 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.38 cm
 unten = 3.21 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 741.0
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{\varphi,x} = 94552.1$ MN·m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{stab} = 28825.0 \cdot 24.80 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 321687.0$
 $M_{dst} = 127601.0 \cdot 1.50 = 191401.5$
 $\mu_{EQU} = 191401.5 / 321687.0 = 0.595$



Bauvorhaben: Windpark Grenzstrom Bürgerwind
 Aktenzeichen: 133/21
 Auftraggeber: Grenzstrom Bürgerwind GmbH & Co. KG
 Anlage: 10

