



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

Bismarck Wind GmbH & Co. KG
An der Landstraße 6
17121 Trantow

 Gründungsmitglied
des BD bohr

06.12.2019
tie/cg

Bauvorhaben Nr. 337/19

Neubau von 3 Windenergieanlagen im Windpark Dersekow (Vestas V150 - 4,2/5,6 MW - NH 166 m)
Baugrunduntersuchung – Gründungsbeurteilung

1 Vorgang

Die EEN GmbH plant für die Bismarck Wind GmbH & Co. KG im Windpark Dersekow die Errichtung von drei Windenergieanlagen, und zwar sollen Anlagen vom Typ Vestas V 150 4,2 MW mit einer Nabenhöhe von 166 m erstellt werden. Dieser Anlagentyp wird gemäß vorliegendem Schal- und Bewehrungsplan der Fa. Vestas vom 24.04.2018 (Plan Nr. 0072-5972) auf einem Kreisfundament mit einem Durchmesser von 30,05 m (mit Auftrieb) im Regelfall in einer Tiefe von 3,35 m unter Geländeoberkante gegründet. Die Lage der Windkraftanlagen kann dem als Anlage 1 beigefügten Lageplan entnommen werden.

Der Unterzeichner ist von der Bismarck Wind GmbH & Co. KG, vertreten durch die EEN GmbH, mit der Mail vom 06.09.2019 beauftragt worden, den Baugrund im Bereich der geplanten Anlagen zu erkunden und hierauf basierend eine gutachterliche Stellungnahme zur Gründung der Windenergieanlagen zu erarbeiten.

Für die Bearbeitung standen dem Baugrundsachverständigen folgende Unterlagen zu Verfügung.

- [1] Übersichtsplan Windpark Dersekow (WEA 2, 4 + 5) des Vermessungs- und Ingenieurbüros Dipl.-Ing. Friedhelm Bock vom 07.08.2018 M 1 : 2500
- [2] Statische Berechnung „Vestas Wind Systems A/S, Flachgründung mit Auftrieb der WKA V 150 4,0/4,2 MW 166 m Mk3 DIBtS – Dokument Nr. 0072-5971, Rev. 02 vom 24.04.2018

BAUGRUNDUNTERSUCHUNG



- [3] Schal- und Bewehrungsplan „V 150 4,0/4,2 MW 166 m Mk3 DIBtS DHGWL GWS in OK Gelände“, Zeichnung Nr. 0072-5972, Rev. 02

2 Baugrund

2.1 Durchgeführte Untersuchungen

Der Baugrundaufbau ist vom 22.10. – 06.11.2019 im Bereich der geplanten Windenergieanlagenfundamente durch jeweils drei Drucksondierungen mit der elektrischen Spitze (CPT-E gem. DIN 4094-1 und DIN EN ISO 22476-1) bis in Tiefen von ca. 6,41 m – 27,18 m unter Ansatzpunkt untersucht worden. Weiterhin wurde an den Standorten jeweils eine Kleinbohrung bis in Tiefen zwischen 8,20 m und 18,20 m unter GOK niedergebracht. Die Drucksondierungen und die tiefer geführten Kleinbohrungen mussten z. T. vor dem Erreichen der vorgesehenen Endtiefe (> 20,00 m – 25,00 m) aufgrund der Tatsache, dass kein Sondierfortschritt zu erzielen war bzw. wegen des Erreichens der Abbruchkriterien beendet werden. Der Baugrund im Bereich der Kranstellflächen wurde zusätzlich durch jeweils 2 Kleinbohrungen bis in eine Tiefe von 5,00 m aufgeschlossen.

Die Lage der Baugrundaufschlüsse innerhalb der Fundamente und der Kranstellflächen kann der Prinzipskizze (Anlage 1.2) entnommen werden. Die Ergebnisse der Kleinbohrungen sind als Bohrprofile in den Anlagen 2.1 – 2.3 aufgetragen worden. Die Ergebnisse aller Drucksondierungen sind in den Anlagen 3.1 – 3.12 als Diagramme dargestellt, die die gemessenen Spitzenwiderstände, die Mantelreibung, das Reibungsverhältnis sowie die Neigung der Spitze wiedergeben.

Zur Beurteilung des Baugrundes standen dem Unterzeichner 81 gestörte Bodenproben zur Verfügung, die im Erdbaulabor bestimmt und beurteilt worden sind.

2.2 Baugrundaufbau

Aus den aufgetragenen Bohrprofilen ist ersichtlich, dass in allen Aufschlüssen oberflächlich 0,20 m bis 0,40 m mächtige Mutterböden anstehen, die bei den Kleinbohrungen WEA 02 :



BS 2 Kran und WEA 04 : BS 3 Kran bis in Tiefen von ca. 1,00 m und 1,30 m von mittelsandigen Feinsanden unterlagert werden. Hierunter bzw. bei den übrigen Kleinbohrungen direkt unter den Oberböden folgen im Wesentlichen bis zur Endteufe bzw. bis in Tiefen zwischen 2,30 m und 5,70 m unter GOK Geschiebeböden (Geschiebelehme und -mergel), deren Konsistenz überwiegend als steifplastisch, steif-halbfest und halbfest eingestuft werden konnte. Bei mehreren Kleinbohrungen sind in die Geschiebemergel in unterschiedlichen Tiefen und Mächtigkeiten Sande eingelagert. Darüber hinaus werden die Geschiebemergel bei den Kleinbohrungen WEA 02 : BS 1 und BS 3 / Kran sowie WEA 05 : BS 1b bis zur Endteufe von schwach mittelsandigen, z. T. schluffigen Feinsanden unterlagert.

2.3 Auswertung der Spitzendrucksondierungen

Aus den auf den Anlagen 3.1 – 3.12 dargestellten Diagrammen der Spitzendrucksondierungen ist zu entnehmen, dass die anstehenden Geschiebeböden (Bodenindex $R_f \cong 1,5 - 3 \%$) im Wesentlichen durch Spitzenwiderstände von $q_c \approx 1,5 - 7,5 \text{ MPa}$ gekennzeichnet sind, d. h., dass diese Böden mind. steife, steif-halbfeste und halbfeste Konsistenzen aufweisen. Steile Anstiege auf Werte $q_c > 7,5 \text{ MPa} - 50,0 \text{ MPa}$ deuten auf Sande (Reibungsindex $R_f \approx 1,0 - 1,5 \%$) in mitteldichter, dichter und sehr dichter Lagerung hin, die untergeordnet in die Geschiebeböden eingelagert sind. Am Standort der WEA 02 wurden bei der CPT 2 ab ca. 7,00 m unter GOK bis zur Endteufe durchgehend Sande in sehr dichter Lagerung ermittelt.

2.4 Bodenmechanische Laborversuche

2.4.1 Kornverteilungsanalysen

Mit Hilfe von drei kombinierten Sieb-/ Schlämmanalysen nach DIN 18123 ist die Kornverteilung der anstehenden Geschiebemergel ermittelt worden. Die Untersuchungen ergaben für diese Böden Feinstanteile von 13,8% - 16,5 %, Schluffanteile von 23,5 % - 47,1 %, Sandanteile von 34,4 % - 60,0 % sowie Kiesanteile von 2,0 – 4,2 %. Kornanalytisch handelt es sich bei den Böden demzufolge um tonige, feinsandige, schwach mittelsandige, schwach grobsandige Schluffe und um schwach tonige, schluffige Sande. Bei dem mit Hilfe einer Siebanalyse untersuchten Sand handelt es sich um einen mittelsandigen schwach schluffigen Feinsand.

Die Untersuchungsergebnisse sind als Körnungslinien auf den Anlagen 4.1 + 4.2 aufgetragen.

2.4.2 Wassergehalte

Die Ergebnisse der nach DIN EN ISO 17892 durchgeführten Wassergehaltsbestimmungen (s. a. Anlage 5) und die unter Berücksichtigung der durchgeführten Kornverteilungsanalysen abgeleiteten Konsistenzen sind in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1 Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmungen und Konsistenzen

Baugrundaufschluss	Tiefe [m]	Bodenart	Wassergehalt [%]	Konsistenz
WEA 02 BS 1/9	7,00	Geschiebemergel	14,02	steif
WEA 04 BS 1/5	4,00	Geschiebemergel	9,80	steif-halbfest
WEA 04 BS 1/8	7,00	Geschiebemergel	11,85	steif
WEA 04 BS 1/11	10,00	Geschiebemergel	14,27	steif
WEA 04 BS 1/14	13,00	Geschiebemergel	13,05	steif
WEA 04 BS 3/4	3,00	Geschiebemergel	14,74	steif-weich
WEA 05 BS 1b/5	4,00	Geschiebemergel	10,56	steif-halbfest
WEA 05 BS 1b/7	5,70	Geschiebemergel	8,00	halbfest

2.5 Zusammenstellung der bodenmechanischen Kennwerte

Im Folgenden werden die für die weitere Bearbeitung erforderlichen bodenmechanischen Kennziffern anhand der durch den Baugrundsachverständigen durchgeführten Ansprache der Bodenproben, der CPT-E-Ergebnisse, der Laborversuche und von Erfahrungswerten, die dem Baugrundsachverständigen von vergleichbaren Böden vorliegen, tabellarisch zusammengestellt.

Tabelle 2 Bodenmechanische Kennwerte der für die Gründung relevanten Baugrundsichten.

Bodenart	statischer Steifemodul $E_{stat.}$ [MN/m ²]	dynamischer Steifemodul $E_{dyn.}$ [MN/m ²]	Reibungswinkel φ [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Wichte γ / γ' [kN/m ³]	Querdehnzahl ν [-]
Mutterboden	keine baugrundtechnische Relevanz				18,0 / 10,0	--
Sand / Kiessand, mitteldicht	50,0	200,0	35,0	--	19,0 / 11,0	0,35
Sand, dicht	80,0	240,0	36,0	--	19,0 / 11,0	0,33
Geschiebelehm, steif	25,0	125,0	27,0	10,0	21,0 / 11,0	0,40
Geschiebelehm, steif-halbfest	30,0	145,0	27,5	10,0	21,0 / 11,0	0,40
Geschiebemergel, steif	35,0	170,0	27,5	12,5	22,0 / 12,0	0,38
Geschiebemergel, steif-halbfest	45,0	190,0	28,5	15,0	22,0 / 12,0	0,38
Geschiebemergel, halbfest	50,0	200,0	30,0	15,0	22,0 / 12,0	0,38

2.6 Wasserstände

Nach Abschluss der Sondierarbeiten wurde bei allen Kleinbohrungen Schichten-/Grundwasser in Tiefen zwischen 4,15 m und 6,00 m unter GOK festgestellt. In Abhängigkeit von den anfallenden Niederschlägen muss von Schwankungen dieser Wasserstände von einigen Dezimetern nach oben und unten ausgegangen werden.

2.7 Grundwasseranalyse

An den Standorten der Windenergieanlagen konnte keine Grundwasserprobe entnommen werden, da auch nach längerer Standzeit keine ausreichende Wassermenge im Pegel vorhanden war.

Unter Berücksichtigung der erkundeten Umgebungsbedingungen (pleistozäne Sande und Geschiebeböden) kann jedoch davon ausgegangen werden, dass an allen Standorten eine nicht betonangreifende Umgebung vorhanden ist.

3 Gründungsbeurteilung

Die Gründungssohlen der geplanten Windenergieanlagen vom Typ Vestas V 150 4,2 MW befinden sich gemäß vorliegendem Schal- und Bewehrungsplan der Fa. Vestas vom 24.04.2018 (Plan Nr. 0072-5972) – Grundwasserstand in OK Gelände (Flachgründung mit Auftrieb) - in einer Tiefe 3,35 m unter Geländeoberkante. Diese Gründungskoten sind auf den Anlagen 2.1 – 2.3 in die dort aufgetragenen Sondierprofile eingezeichnet worden. Hieraus ist ersichtlich, dass in diesen Tiefen sowohl mind. steifplastische Geschiebemergel als auch untergeordnet Sande in mitteldichter Lagerung anstehen. Da diese Böden als gut tragfähig eingestuft werden können, bestehen aus geotechnischer Sicht keine Bedenken gegen eine Flachgründung der geplanten Windenergieanlagen in den vorgesehenen Gründungstiefen.

Im Bereich der Geschiebemergel ist es lediglich erforderlich, unterhalb der Fundamente ein ca. 0,30 m mächtiges Polster aus mindestens mitteldicht gelagerten Kiessanden herzustellen, um den sog. „liquefaction effect“ – Verflüssigung bindiger Böden durch dynamische Einwirkungen – zu verhindern. Durch diese Kiessandschicht, die bei dynamischen Belastungen eine Dämpfungswirkung ausübt, kann dieser weitestgehend ausgeschlossen werden.

Für die Ausführung des Bodenaustausches sind die technischen Hinweise in Abschnitt 4.1 zu beachten. Die erforderlichen Austausch Tiefen sind auf den Anlagen 2.1 – 2.3 in die dort dargestellten Sondierprofile eingezeichnet worden.

Nach EC 7 (Formel DIN 4017:2006) mit dem Programm GGU-Footing durchgeführte Berechnungen haben ergeben, dass aus geotechnischer Sicht die vorhandene Bodenpressung von $\sigma_m = 136 \text{ kN/m}^2$ (Fundament mit Auftrieb) und $\sigma_m = 163 \text{ kN/m}^2$ (Fundament ohne Autrieb) mit hoher Sicherheit (Auslastungsgrade $\mu = 0,109$ bzw. $0,114$) vom Baugrund aufgenommen werden können.

In Anlehnung an die DIN 4019 auf der Grundlage der vorliegenden Baugrundverhältnisse durchgeführte Setzungsberechnungen haben ergeben, dass bei den Windkraftanlagen mit rechnerischen Setzungen bis zu $s = 3,8$ cm und Setzungsdifferenzen bis zu $\Delta s \leq 3,0$ cm gerechnet werden muss. Aufgrund der erkundeten Baugrundverhältnisse wird die maximal zulässige Schiefstellung infolge Baugrundsetzung von $\Delta s \leq 3,0$ mm/m ($30,05 * 3 = 90,15$ mm) in 20 Jahren nicht überschritten.

Einzelheiten der Berechnungen sind den Anlagen 6.1 + 6.2 zu entnehmen.

Die laut Statik einzuhaltende Mindestdrehfedersteifigkeit beträgt $k_{\varphi, dyn} = 120.000$ MNm/rad. Unter Berücksichtigung der für die steifplastischen Geschiebemergel (ungünstigste Annahme) anzusetzenden Querdehnzahl von $\nu = 0,38$ und eines Fundamentradius von $r = 15,025$ m wird gemäß nachfolgender Formel das erforderliche Steifemodul ermittelt:

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

$$E_{s, dyn} = 120.000 * \frac{3}{4} * \frac{1}{15,03^3} * 1,60$$

$$E_{s, dyn} = 120.000 * 0,75 * 2,95 * 10^{-4} * 1,60$$

$$E_{s, dyn} = 42,5 MN / m^2 < vorh. E_{s, dyn} = 170,0 MN / m^2$$

Der Nachweis der Drehfedersteifigkeit für alle Baugrundsichten ist dem Gutachten als Anlage 7 beigelegt.

Die Berechnungen haben ergeben, dass die gemäß Typenprüfung erforderliche dynamische Drehfedersteifigkeit eingehalten und die maximal zulässige Setzungsdifferenz nicht überschritten wird. Auch die vorhandenen Bodenpressungen können problemlos vom Baugrund aufgenommen werden.

4 Technische Hinweise

4.1 Bodenaustausch

Unterhalb der Fundamentunterkanten anstehende steifplastische Geschiebemergel sind gemäß den Ausführungen aus Kap. 3 in einer Schichtstärke von 0,30 m auszukoffern und gegen hoch zu verdichtende Kiessande zu ersetzen.

Der einzubringende Kiessand sollte im Körnungsbereich von 0 - 32/45 mm (Schluffanteile $\leq 5\%$) liegen und einen Ungleichförmigkeitsgrad von $U \cong 3$ haben. Alternativ hierzu kann auch Betonrecyclingmaterial - die Genehmigung durch die zuständige Behörde vorausgesetzt – bzw. Mineralgemisch gleicher Körnung eingebaut werden.

Die rolligen Böden müssen in Lagen von maximal 30 cm im Trockenen eingebracht und auf eine mitteldichte Lagerung gebracht werden. Die erforderliche Verdichtung kann durch wenigstens 4 - 5 Übergänge mit einer mittelschweren Vibrationsplatte erreicht werden. Die Kiessande sind so einzubauen, dass von den Fundamentaußenkanten Lastabtragungen unter 45° in diesen verdichteten Böden möglich sind. Der verbleibende Bereich zwischen dieser theoretischen Lastabtragungslinie und der Böschung sollte ebenfalls mit Kiessand, der verdichtet werden muss, aufgefüllt werden.

4.2 Aufnahme des Frischbetongewichtes

Die geplanten Fundamente können in einem Abschnitt betoniert werden, da die erkundeten Böden in der Lage sind, die Last aus dem Betoneigengewicht aufzunehmen.

4.3 Baugrubendurchführung

Unter Berücksichtigung des erkundeten Baugrundaufbaus kann die Baugrubendurchführung voraussichtlich im Wesentlichen im Schutz von offenen Wasserhaltungen (offene Gräben bzw. Baudränagen, Pumpensumpf mit Tauchpumpe) erfolgen. Hierdurch kann evtl. anfallendes Niederschlags- und Sickerwasser, das sich auf den erkundeten bindigen Geschiebeböden

anstauen kann, sicher abgeleitet werden. Zusätzlich könnte die Anordnung von Böschungsfiltren erforderlich werden, um ausfließendes Schichtenwasser besser ableiten zu können.

Die in der Gründungssohle anstehenden bindigen Böden sind vor dem Aufweichen durch Niederschlags- und Sickerwasser sowie vor dynamischer Belastung zu schützen, da sie schnell in eine weiche bis breiige Konsistenz übergehen und in diesem Zustand keine ausreichende Tragfähigkeit aufweisen. Aufgeweichte Böden sind durch verdichtet einzubauende Kiessande auszutauschen. Die Baugrubensohle sollte nach dem Bodenaushub nicht mehr befahren werden. Da es sich bei den Geschiebeböden um stark frostempfindliche Böden handelt, muss ein Eindringen von Frost in den Baugrund vermieden werden. Der Bodenaushub darf ab 0,40 m oberhalb der geplanten Aushubsohle nur mit einer glatten Baggerschaufel vorgenommen werden.

Weiterhin muss, um den Zufluss von Niederschlagswasser und die damit verbundene Verschlechterung der Konsistenz der unter den Fundamentsohlen anstehenden bindigen Böden weitestgehend zu verhindern, die erforderliche Überschüttung mit einem bindigen Material (z.B. Geschiebelehm oder -mergel des Aushubs) erfolgen.

Eine endgültige Entscheidung über ggf. weitere Maßnahmen sind zu Beginn des Bodenaushubs vor Ort zu treffen.

Nicht verbaute Baugruben mit senkrechten Wänden sind nach DIN 4124 nur bis zu einer Tiefe von 1,25 m zulässig. Tiefere Baugruben müssen geböschert oder verbaut werden. Die Neigung der Böschung darf in den hier anstehenden steifen bindigen Böden $\beta = 60^\circ$ und in den Sanden / weichen bindigen Böden $\beta = 45^\circ$ nicht überschreiten.

4.4 Bodenauflast

Der auf das Fundament aufzubringende Boden muss gemäß [3] eine Wichte von $\gamma \geq 18,0$ kN/m³ aufweisen. Da die Aushubböden diese Anforderung erfüllen, bestehen aus geotechnischer Sicht keine Bedenken, die beim Aushub der Fundamente anfallenden Böden als Bodenauflast zu verwenden.

4.5 Kranstellflächen

Wie den auf den Anlagen 2.1 – 2.3 dargestellten Bohrprofilen (BS 2/Kran + BS 3/Kran) zu entnehmen ist, stehen im Bereich der Kranstellflächen unter oberflächennahen Mutterböden durchweg Sande und mind. steifplastische Geschiebeböden an. Während die Mutterböden aufgrund ihrer organischen Bestandteile im Bereich der Kranstellflächen komplett bis auf die gewachsenen Böden (Geschiebelehm, Sand) entfernt werden müssen, können die erbohrten steifen Geschiebeböden und die Sande als gut tragfähig eingestuft werden, d. h., dass sie als Untergrund für die Kranstellflächen geeignet sind.

Unter Berücksichtigung der vorab beschriebenen Baugrundverhältnisse sind aus geotechnischer Sicht folgende Maßnahmen für den Bau der Kranstellflächen zu treffen:

- Entfernen der Mutterböden.
- Verlegen eines Trennvliesstoffes im Bereich von Geschiebelehmen (Gewicht > 250 g/m², GRK 4)
- Einbau einer Tragschicht (Mineralgemisch/Schotter 0/45 mm) in einer Stärke von $d \geq 30$ cm. Die endgültige Schichtstärke wird in Abhängigkeit von auf dem Untergrund (Geschiebelehm/Sand) erreichten E_{v2} - Werten festgelegt. Auf der Tragschicht muss ein E_{v2} -Wert von mind. 80 - 100 MN/m² nachgewiesen werden.
- Bei Austausch Tiefen von > 30 cm kann als Unterbau ein Kiessand 0 - 8/16 mm lagenweise eingebaut und verdichtet werden, wobei dieser Boden eine mind. mitteldichte Lagerung ($E_{v2} > 45$ MN/m²) aufweisen muss.
- Im Bereich der Geschiebelehme muss durch geeignete Maßnahmen (Drainage) die Entwässerung der Tragschicht gewährleistet werden.
- Vor allen Dingen im Bereich der Geschiebeböden wird empfohlen, die Tragschicht im Vor-Kopf-Verfahren herzustellen, da sich die Konsistenz dieser Böden bei dynamischer Belastung schnell verschlechtert.

Es wird empfohlen, die Herstellung der Kranstellplätze durch Beauftragte des Unterzeichners überwachen zu lassen.

Wie der als Anlage 8 beigefügten Grundbruchberechnung zu entnehmen ist, kann die von Vestas in der Regel geforderte mittlere charakteristische Bodenpressung von $\sigma = 260 \text{ kN/m}^2$ unterhalb der Kranpratzen unter Berücksichtigung einer Lastverteilungsplatte mit baustellenüblichen Abmessungen von $a/b = 5,00 \text{ m} / 2,00 \text{ m}$ (zul. $\sigma = 335 \text{ kN/m}^2$, $R_{zul} = 3349 \text{ kN}$) vom Baugrund aufgenommen werden, wobei mit rechnerischen Setzungen von bis zu ca. 2,0 cm zu rechnen ist.

5 Zusammenfassung

Die durchgeführten Untersuchungen haben ergeben, dass die geplanten Windkraftanlagen WEA 02, 04 und 05 (Vestas V 150 4.2 MW NH 166 m) im Windpark Dersekow nach dem Einbringen eines ca. 0,30 m mächtigen Kiessandpolsters flach auf kreisförmigen Einzelfundamenten mit Auftrieb gegründet werden können. Weitere Einzelheiten zur Gründung sind dem Abschnitt 3 des Gutachtens zu entnehmen.

Die technischen Hinweise in Abschnitt 4 sind zu beachten.

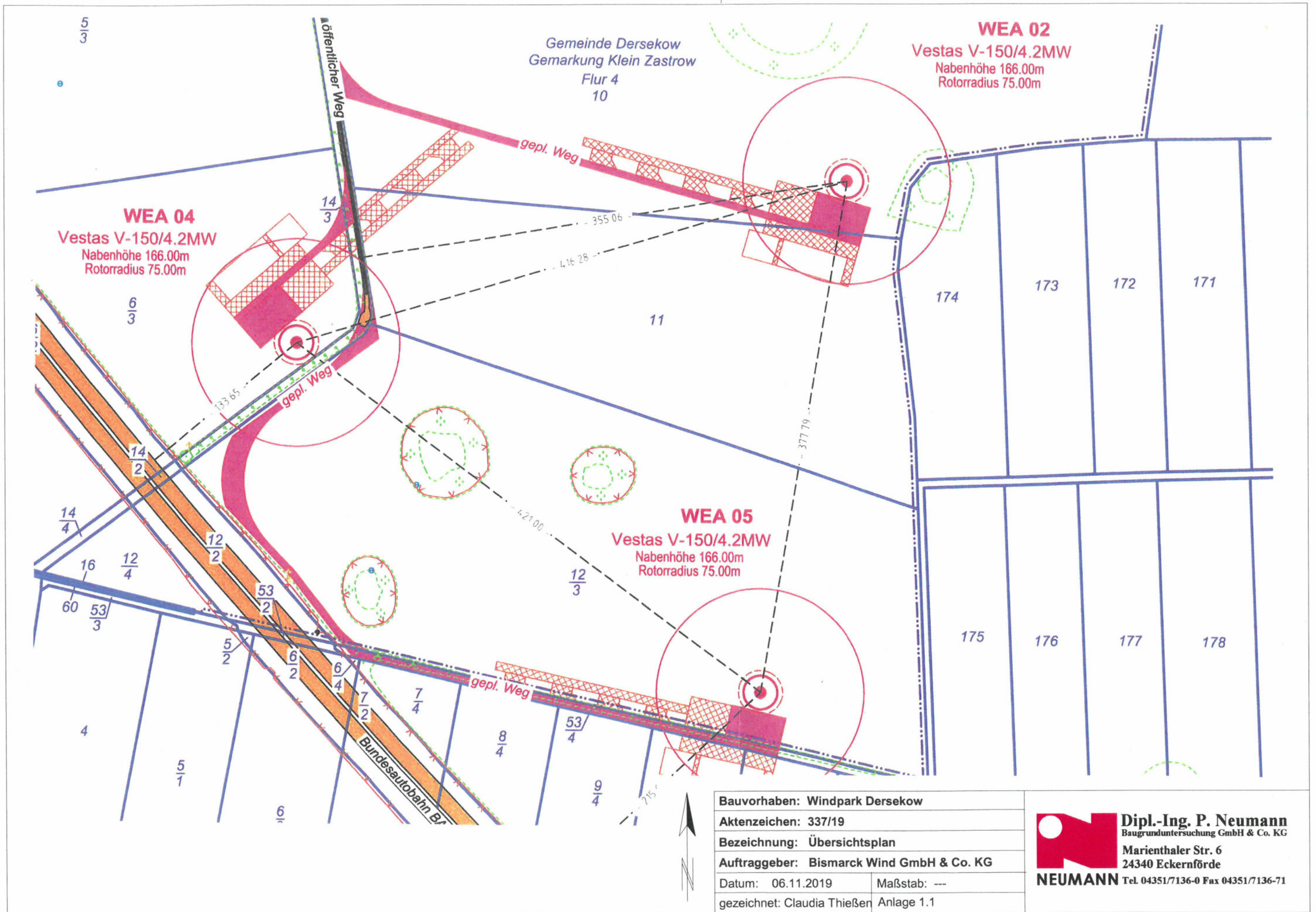
Nach Beendigung des Baugrubenaushubs müssen die Baugrubensohlen durch den Unterzeichner in Anwesenheit der Bauleitung und eines Vertreters der bauausführenden Firma abgenommen werden, um die im Gutachten vorausgesetzten Baugrundverhältnisse vor Ort zu überprüfen. Die mitteldichte Lagerung des einzubringenden Kiessandpolsters ist durch dynamische Lastplattendruckversuche zu überprüfen.

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

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



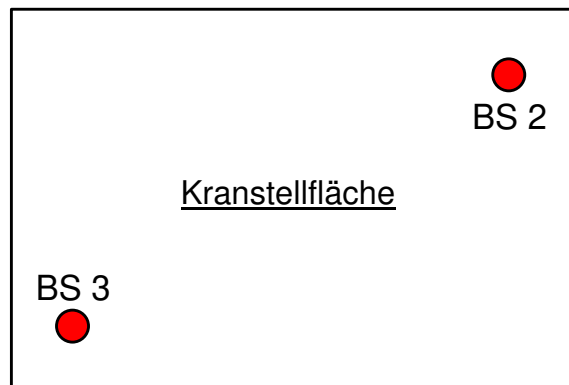
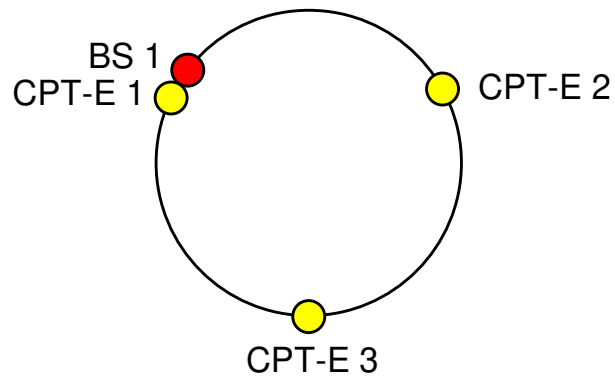
ppa. Wolfgang Tiedemann




Bauvorhaben: Windpark Dersekow	
Aktenzeichen: 337/19	
Bezeichnung: Übersichtsplan	
Auftraggeber: Bismarck Wind GmbH & Co. KG	
Datum: 06.11.2019	Maßstab: ---
gezeichnet: Claudia Thießen	Anlage 1.1

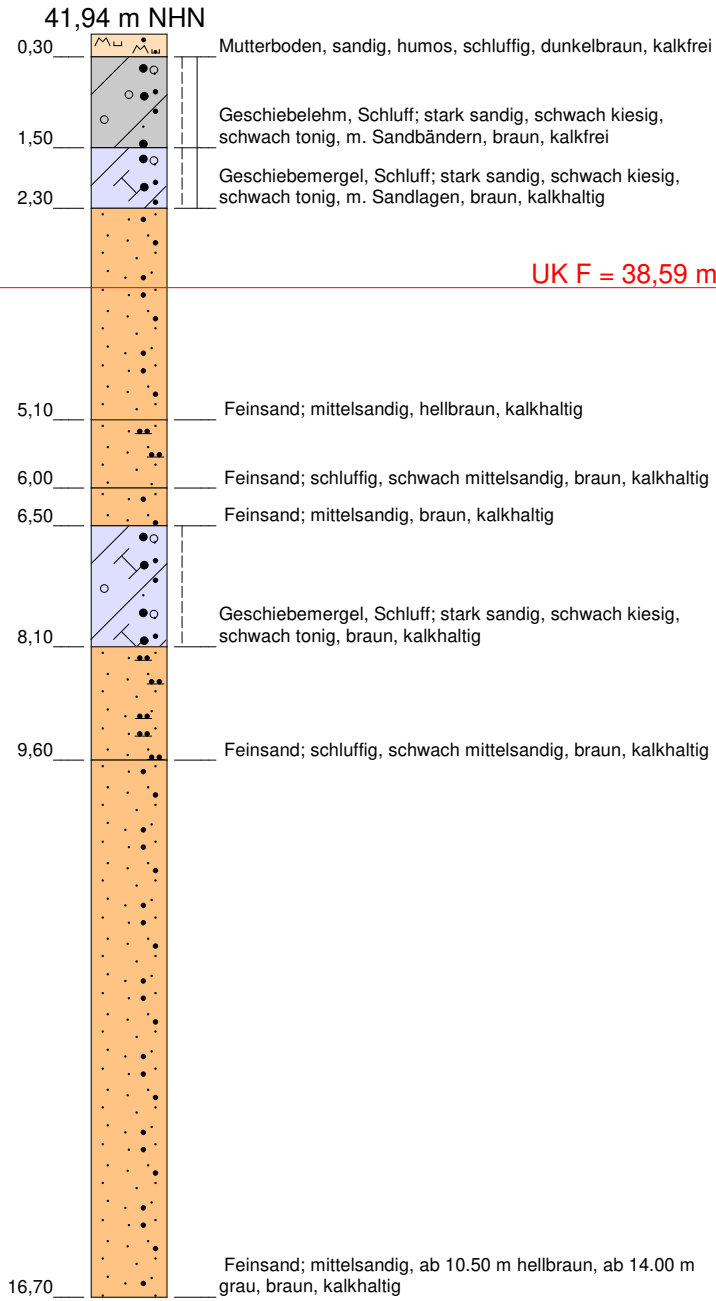
NEUMANN  **Dipl.-Ing. P. Neumann**
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

WEA 02, 04, 05



Bauvorhaben: Windpark Dersekow		 Dipl.-Ing. P. Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71
Aktenzeichen: 337/19		
Bezeichnung: Prinzipskizze		
Auftraggeber: Bismarck Wind GmbH & Co. KG		
Datum: 06.11.2019	Maßstab: ---	
gezeichnet: Claudia Thießen	Anlage: 1.2	

WEA 02: BS 1



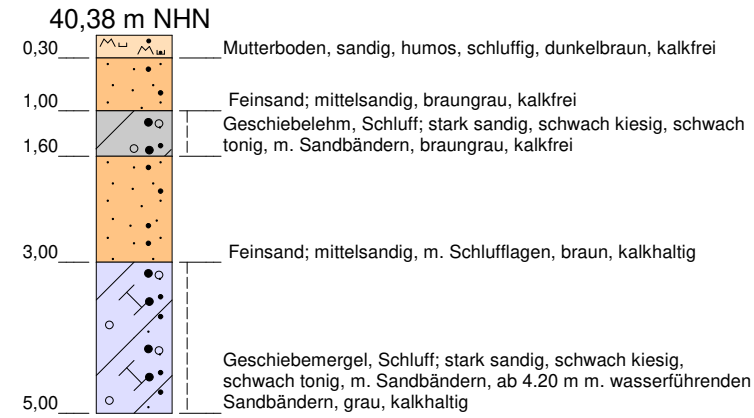
UK F = 38,59 m NHN

▼ 6,15
▽ 6,15

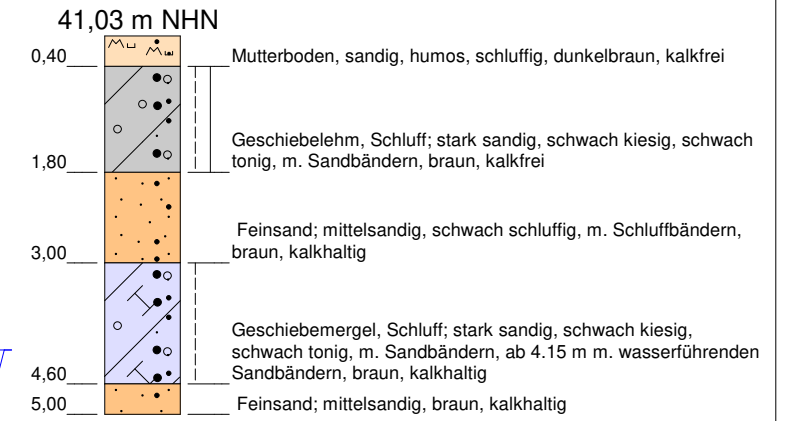
▼ 4,20
▽ 4,20

Sondierung abgebrochen!

WEA 02: BS 2/Kran



WEA 02: BS 3/Kran



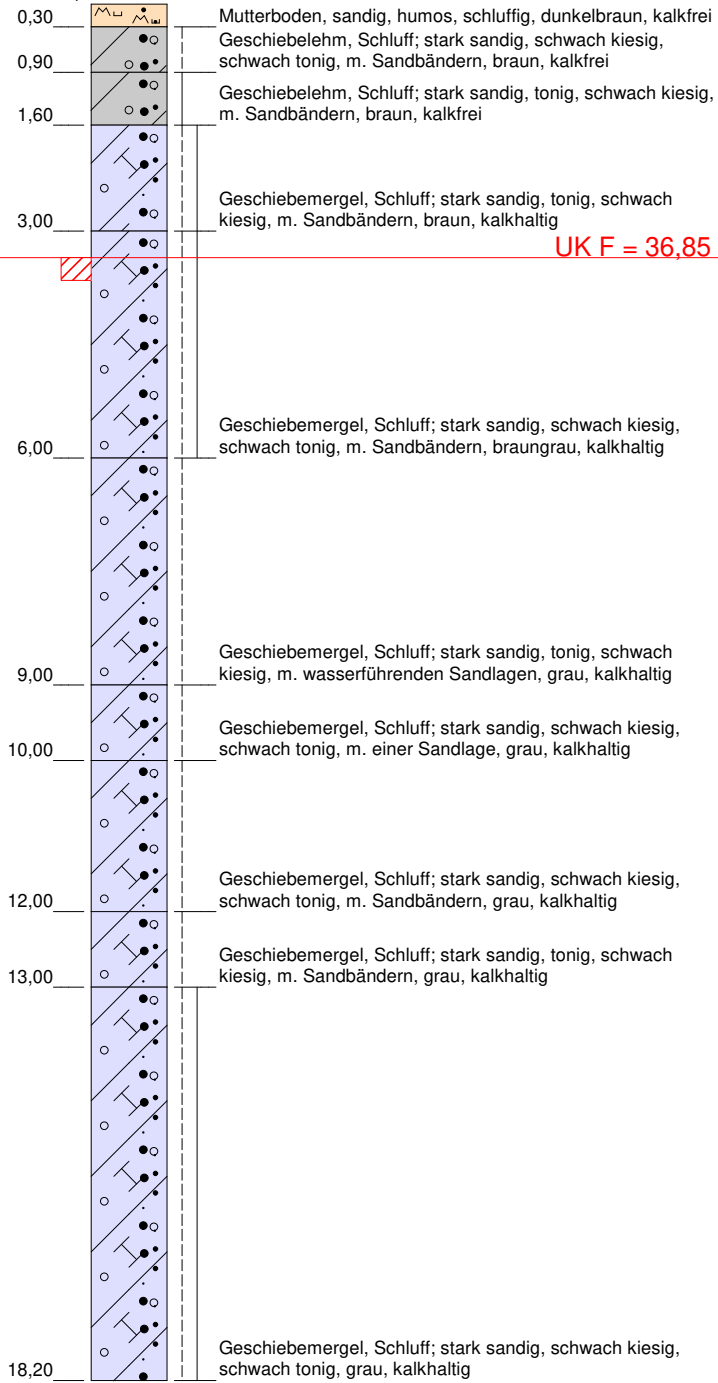
▼ 4,15
▽ 4,15

Bauvorhaben: Windpark Dersekow	
Aktenzeichen: 337/19	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: Bismarck Wind GmbH & Co. KG	
Datum: 22.10.-24.10.2019	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: Ronja Nickel	Anlage 2.1

Dipl.-Ing. P. Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

WEA 04: BS 1

40,20 m NHN

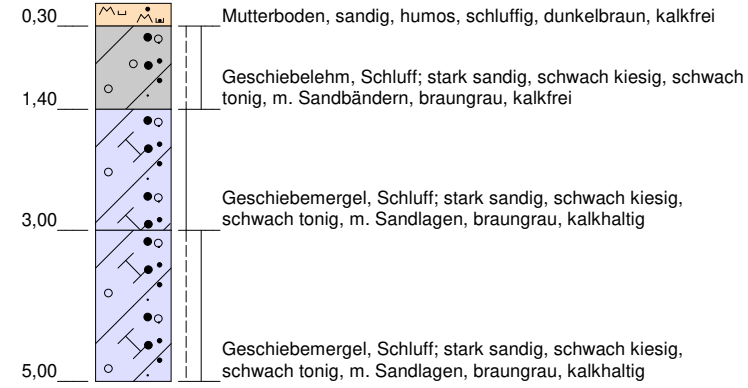


Sondierung abgebrochen!



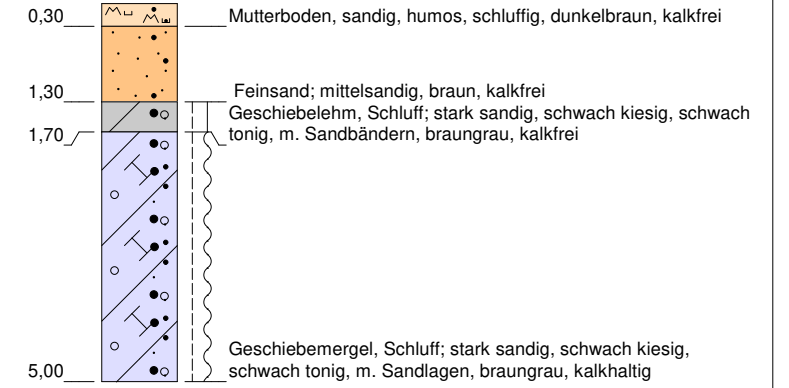
WEA 04: BS 2/Kran

39,63 m NHN



WEA 04: BS 3/Kran

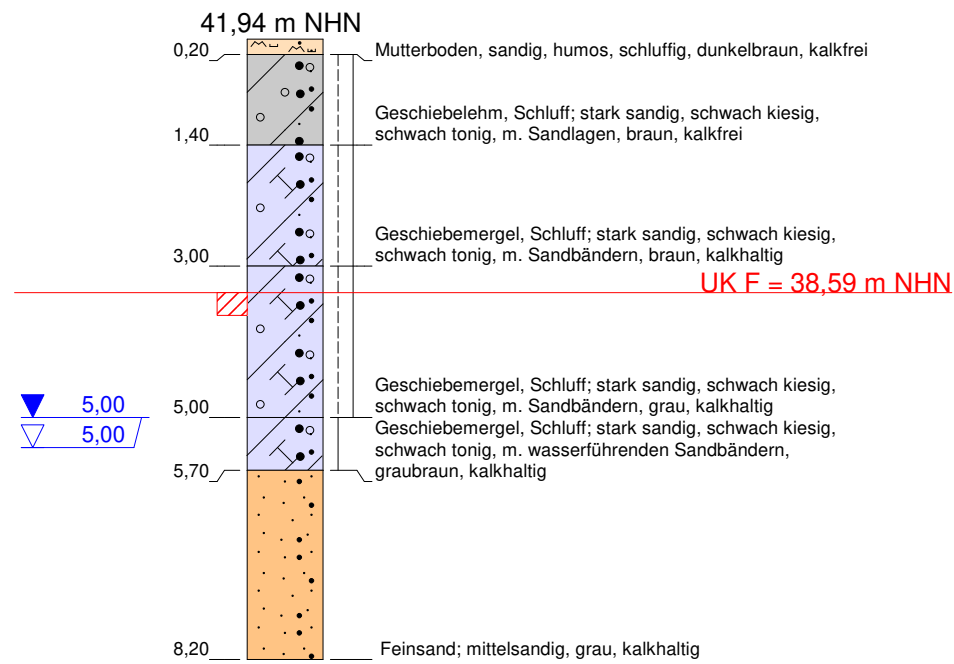
39,39 m NHN



Bauvorhaben: Windpark Dersekow	
Aktenzeichen: 337/19	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: Bismarck Wind GmbH & Co. KG	
Datum: 22.10.-24.10.2019	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: Ronja Nickel	Anlage 2.2

Dipl.-Ing. P. Neumann
 Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
 Marienthaler Str. 6
 24340 Eckernförde
NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

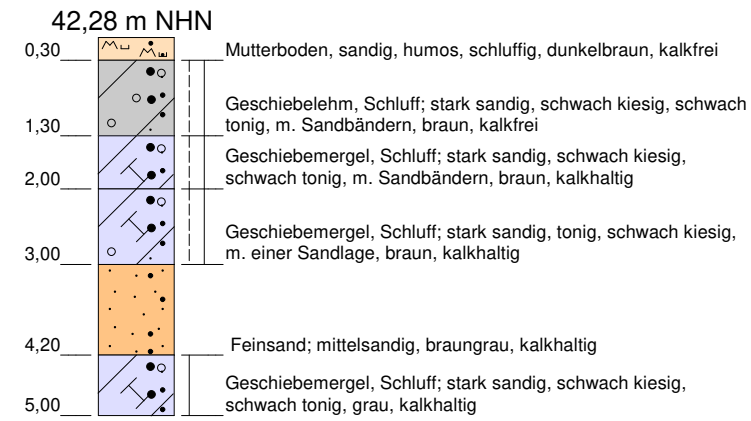
WEA 05: BS 1b



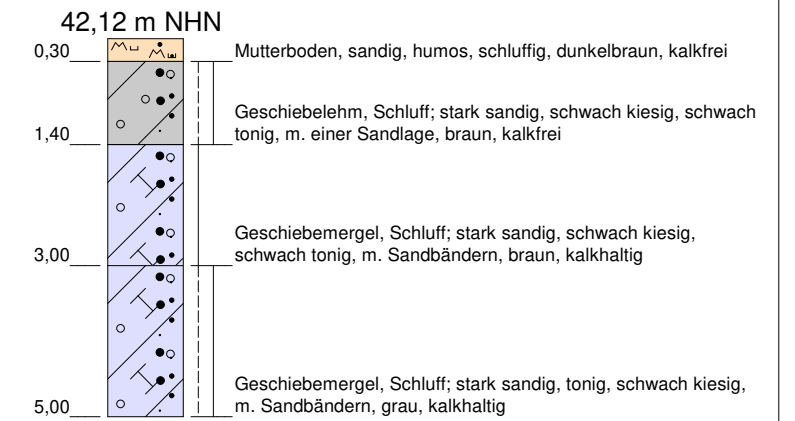
Sondierung abgebrochen!



WEA 05: BS 2/Kran

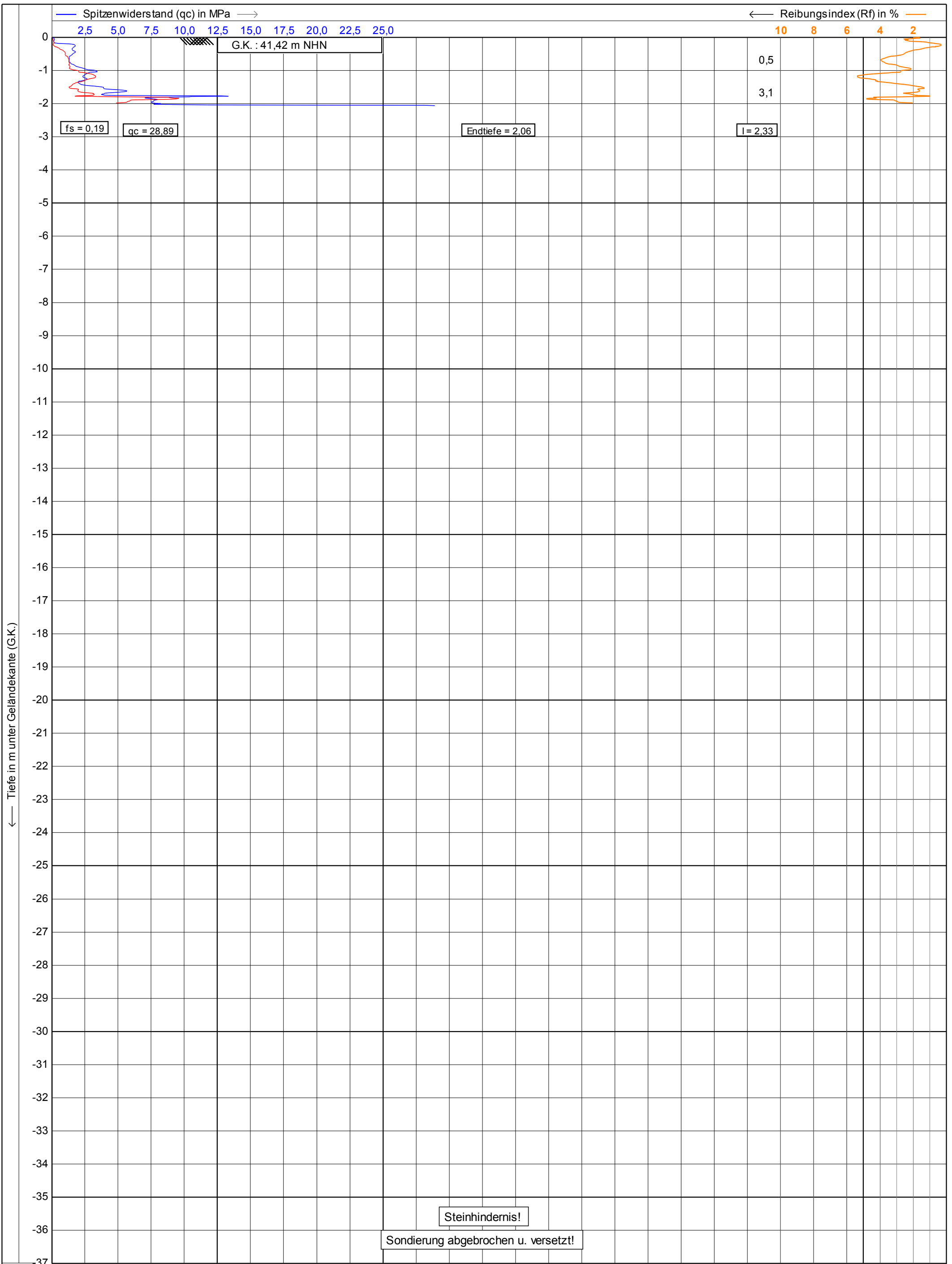


WEA 05: BS 3/Kran

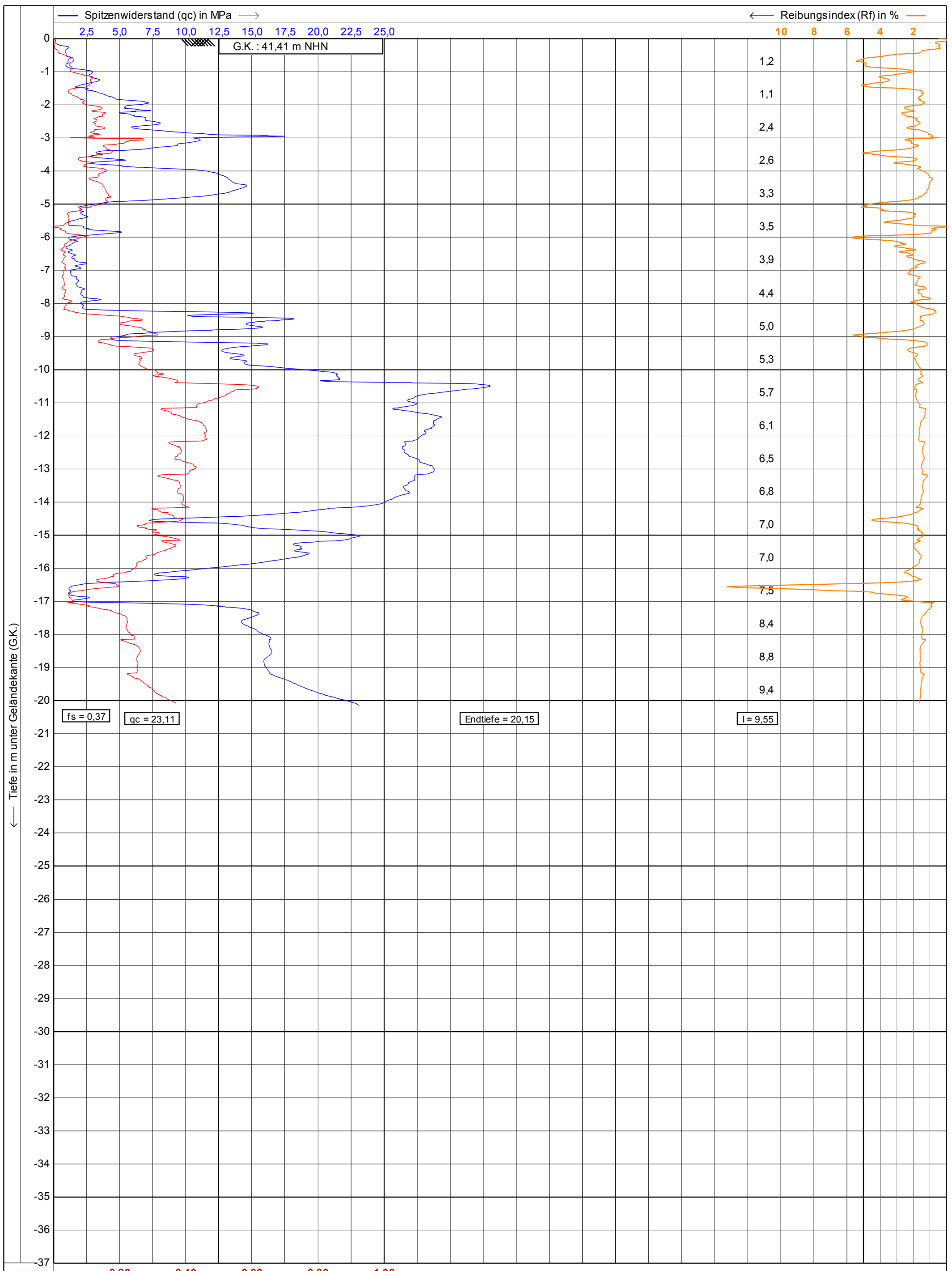


Bauvorhaben: Windpark Dersekow	
Aktenzeichen: 337/19	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: Bismarck Wind GmbH & Co. KG	
Datum: 22.10.-24.10.2019	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: Ronja Nickel	Anlage 2.3

Dipl.-Ing. P. Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71



<p>Dipl.-Ing. P. Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71</p>	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1	Datum : 6-11-2019
	Projekt : Windpark Dersekow	Konus Nr. : S15CFILS13041
	Ort : WEA 02	Projekt Nr. : 337/19
		CPT Nr. : 1



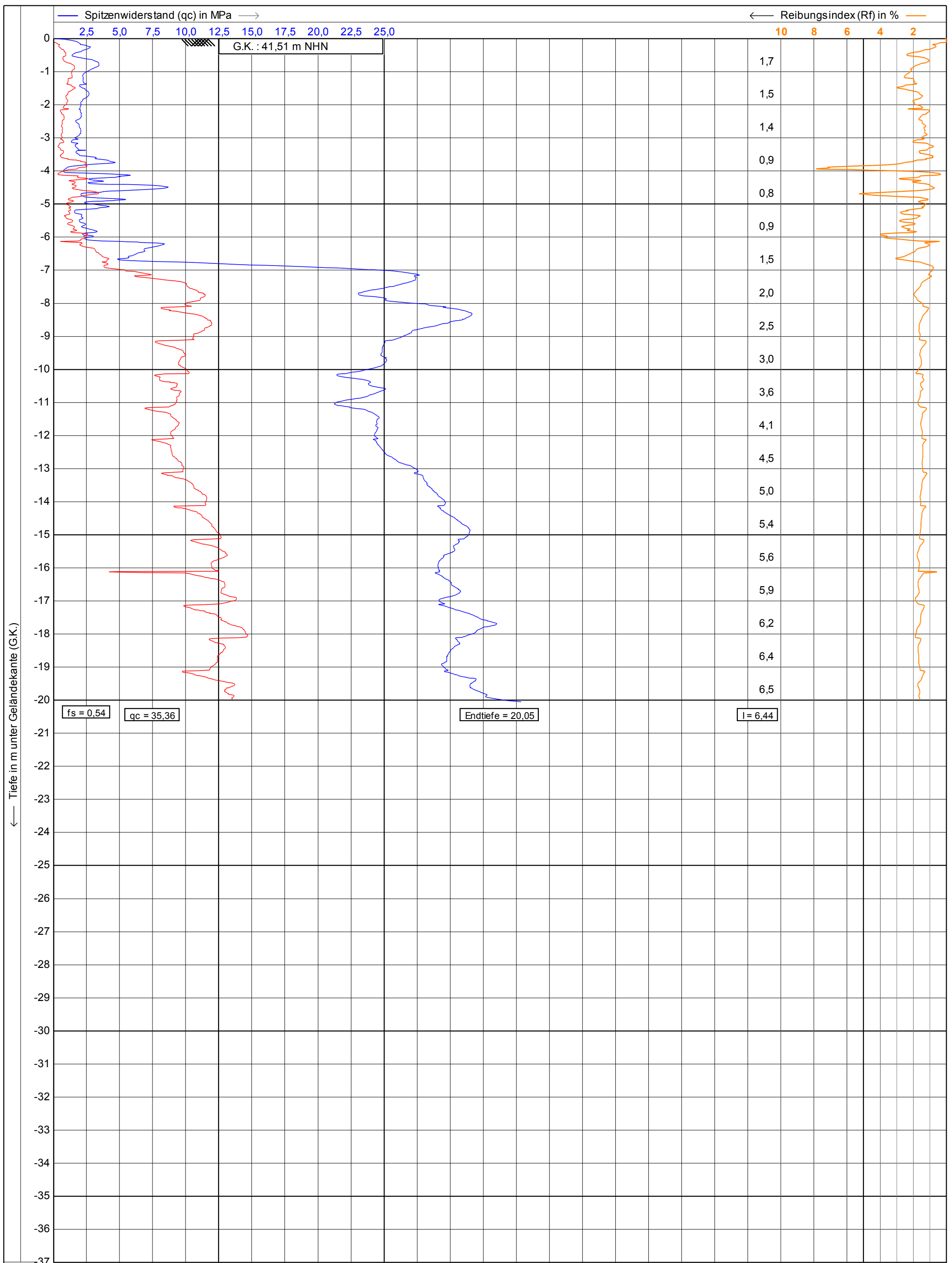
← 225 cm² / 15 cm² → Lokale Reibung (fs) in MPa →

☒ Neigung (I) in Grad

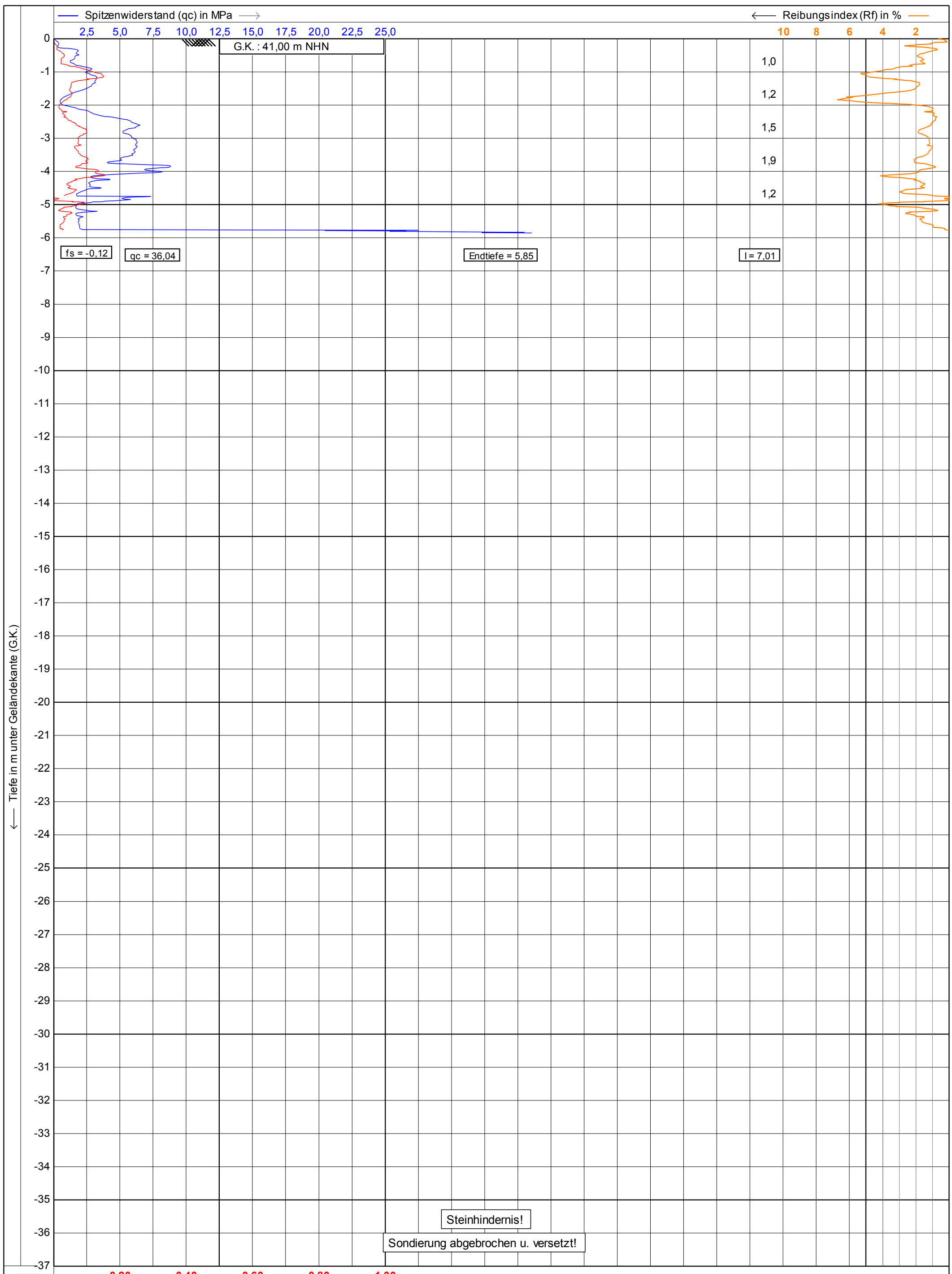
Dipl.-Ing. P. Neumann
 Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
 Marienthaler Str. 6
 24340 Eckernförde
 Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1
 Projekt : **Windpark Dersekow**
 Ort : **WEA 02**

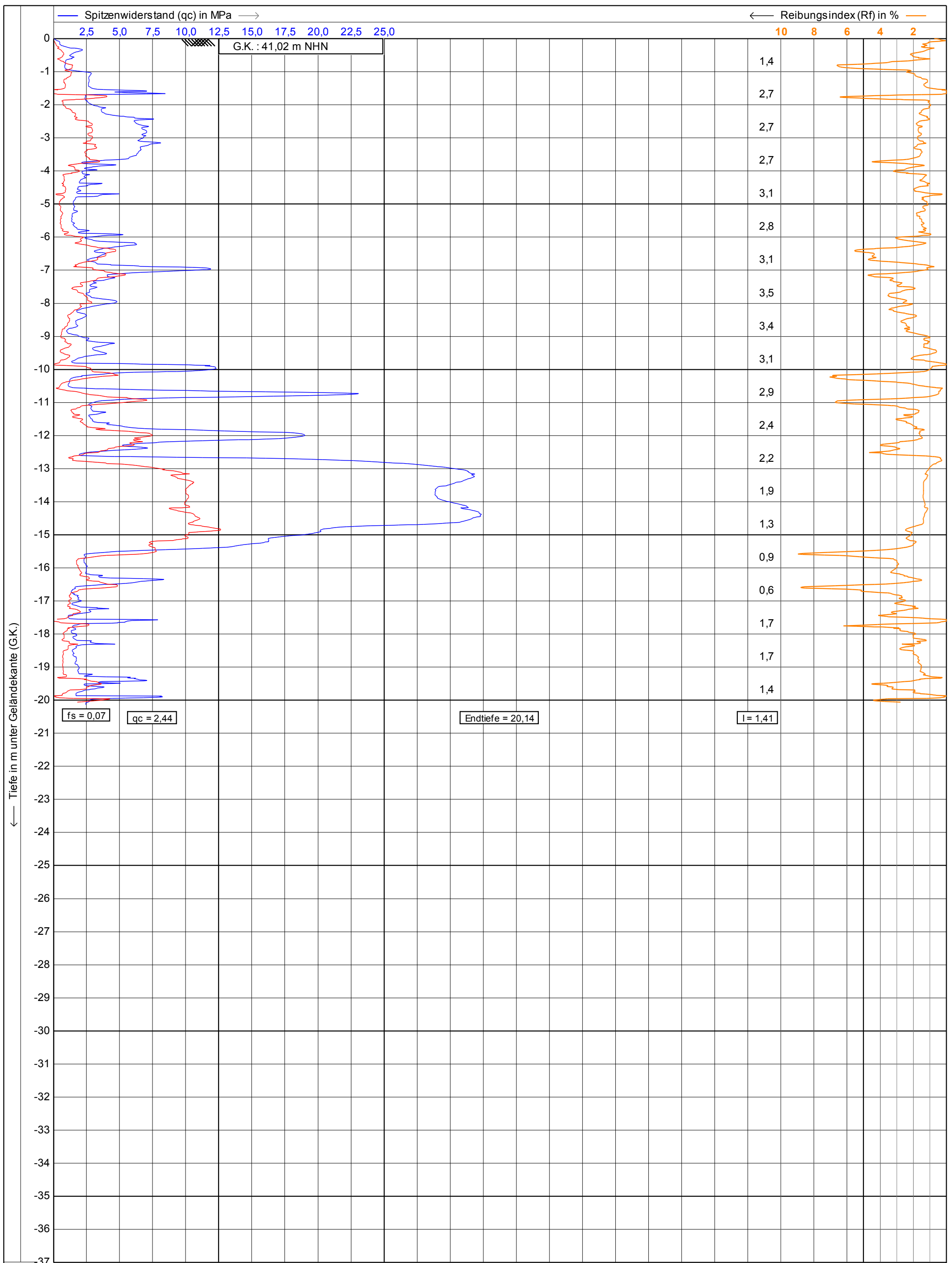
Datum : **6-11-2019**
 Konus Nr. : **S15CFILS13041**
 Projekt Nr. : **337/19**
 CPT Nr. : **1a** 1/1



<p>Dipl.-Ing. P. Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71</p>	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1		Datum : 6-11-2019	
	Projekt : Windpark Dersekow		Konus Nr. : S15CFILS13041	
	Ort : WEA 02		Projekt Nr. : 337/19	
			CPT Nr. : 2	1/1



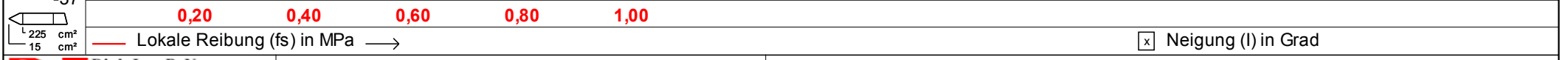
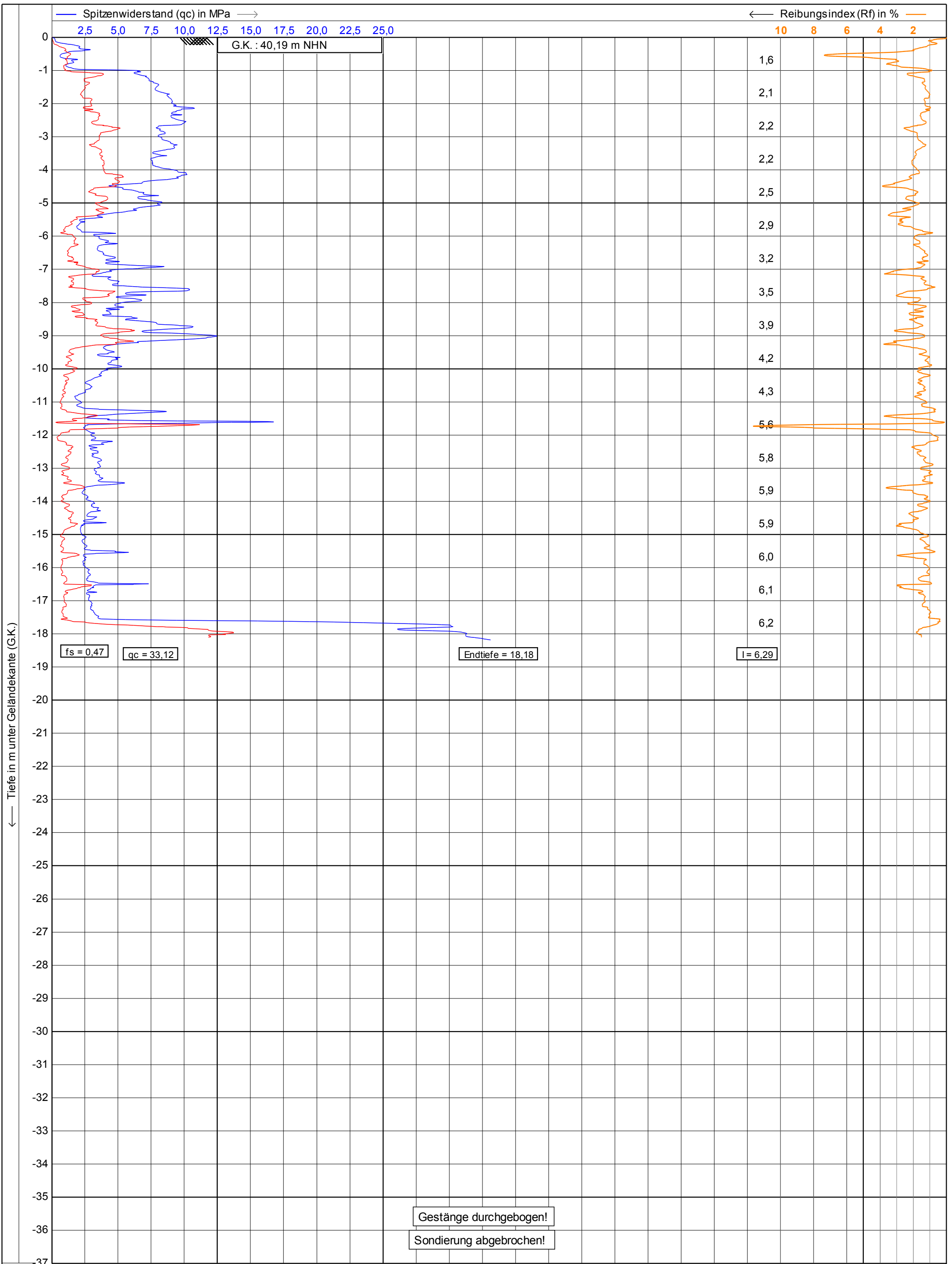
<p>Dipl.-Ing. P. Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71</p>	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1		Datum : 6-11-2019	
	Projekt : Windpark Dersekow		Konus Nr. : S15CFILS13041	
	Ort : WEA 02		Projekt Nr. : 337/19	
			CPT Nr. : 3	1/1



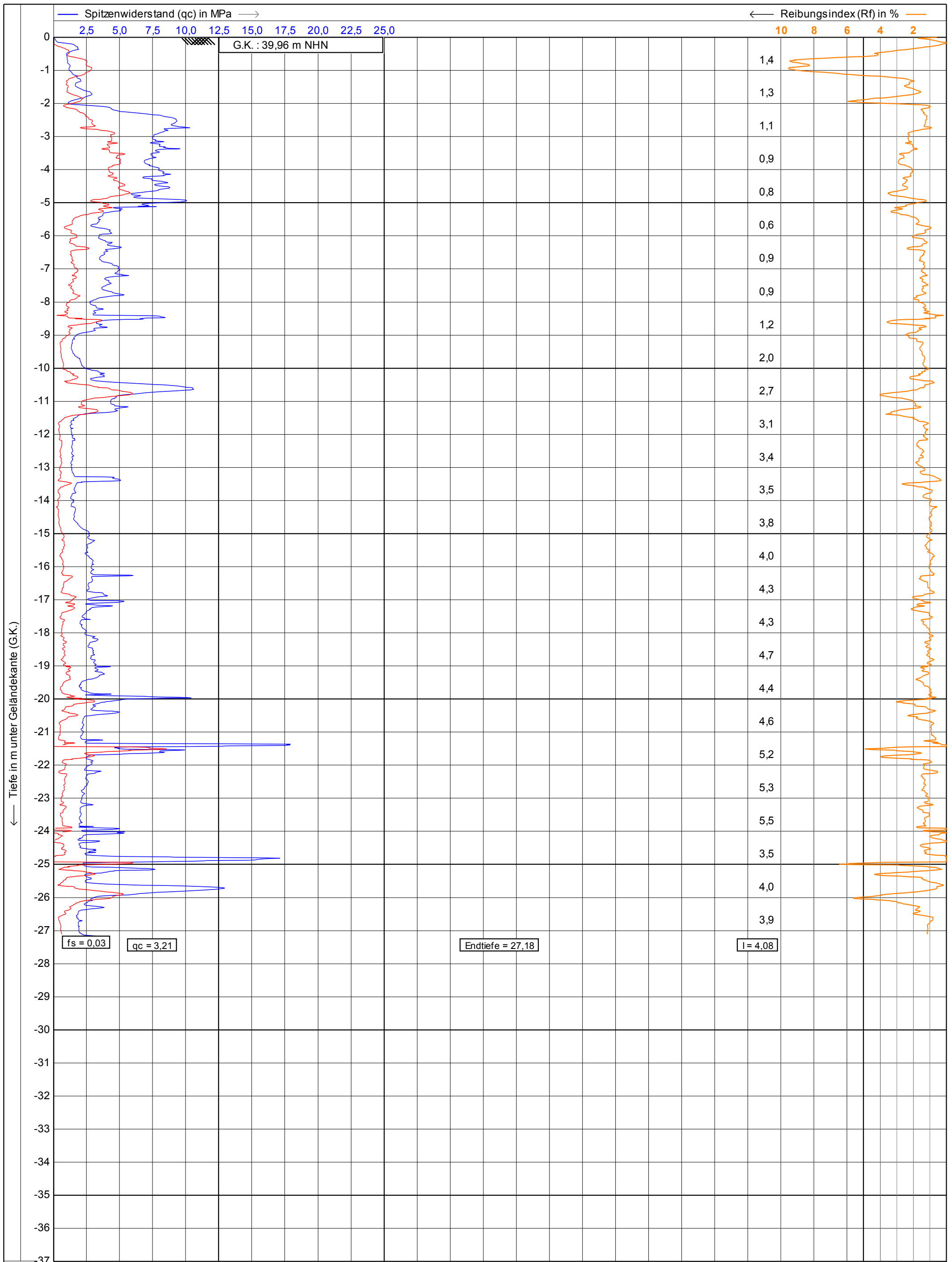
← Tiefe in m unter Geländeante (G.K.)

← Reibungsindex (Rf) in %

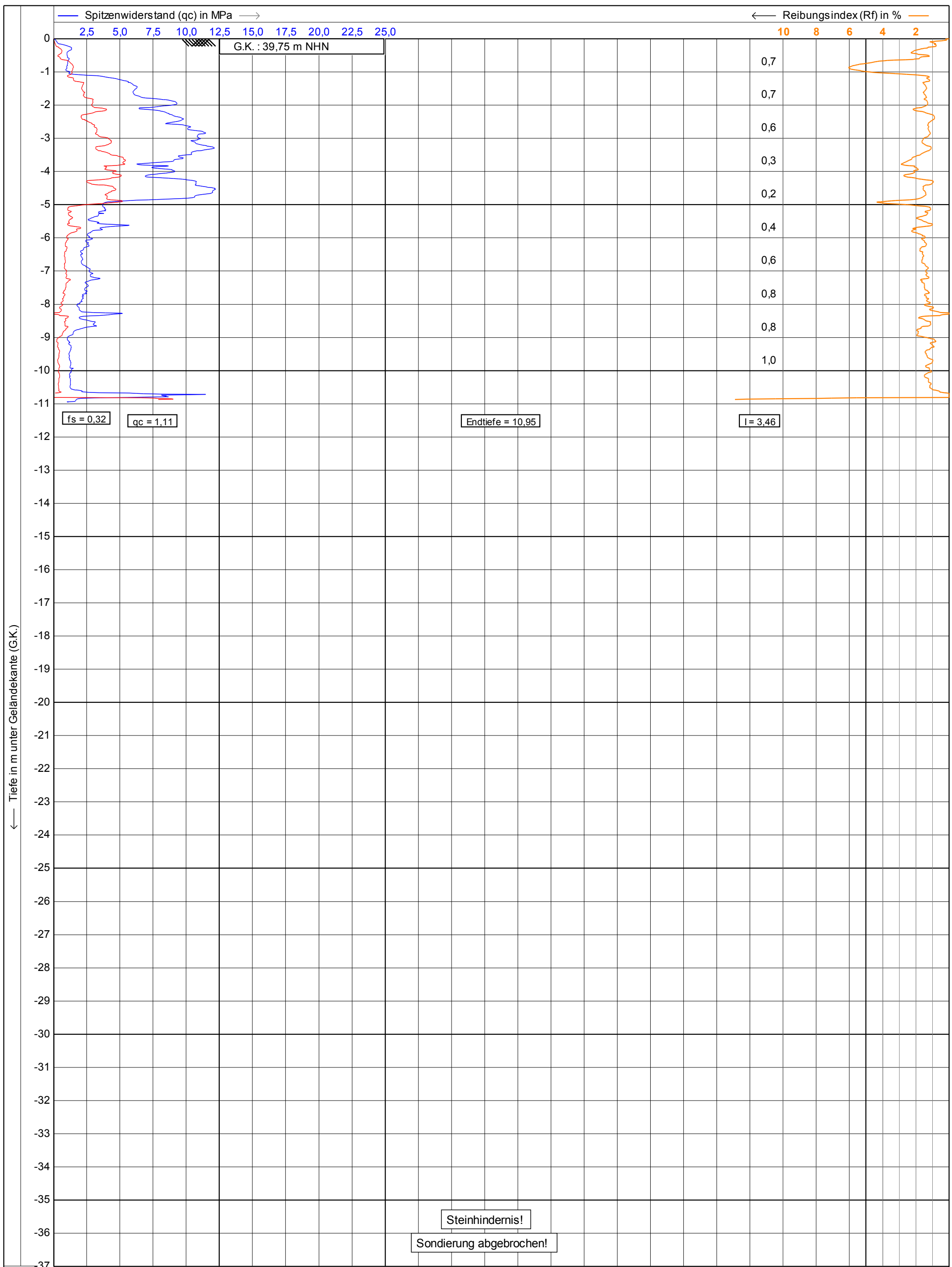
<p style="font-size: x-small; margin: 0;"> Dipl.-Ing. P. Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71 </p>	<p style="font-size: x-small; margin: 0;">nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1</p> <p style="margin: 0;">Projekt : Windpark Dersekow</p> <p style="margin: 0;">Ort : WEA 02</p>	<p style="font-size: x-small; margin: 0;">Datum : 6-11-2019</p> <p style="font-size: x-small; margin: 0;">Konus Nr. : S15CFILS13041</p> <p style="font-size: x-small; margin: 0;">Projekt Nr. : 337/19</p> <p style="font-size: x-small; margin: 0;">CPT Nr. : 3a</p>	<p style="font-size: x-small; margin: 0;">1/1</p>
---	---	---	---



<p>Dipl.-Ing. P. Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71</p>	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1		Datum : 6-11-2019	
	Projekt : Windpark Dersekow		Konus Nr. : S15CFILS13041	
	Ort : WEA 04		Projekt Nr. : 337/19	
			CPT Nr. : 1	1/1



<p>Dipl.-Ing. P. Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71</p>	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1		Datum : 6-11-2019	
	Projekt : Windpark Dersekow		Konus Nr. : S15CFILS13041	
	Ort : WEA 04		Projekt Nr. : 337/19	
			CPT Nr. : 2	1/1



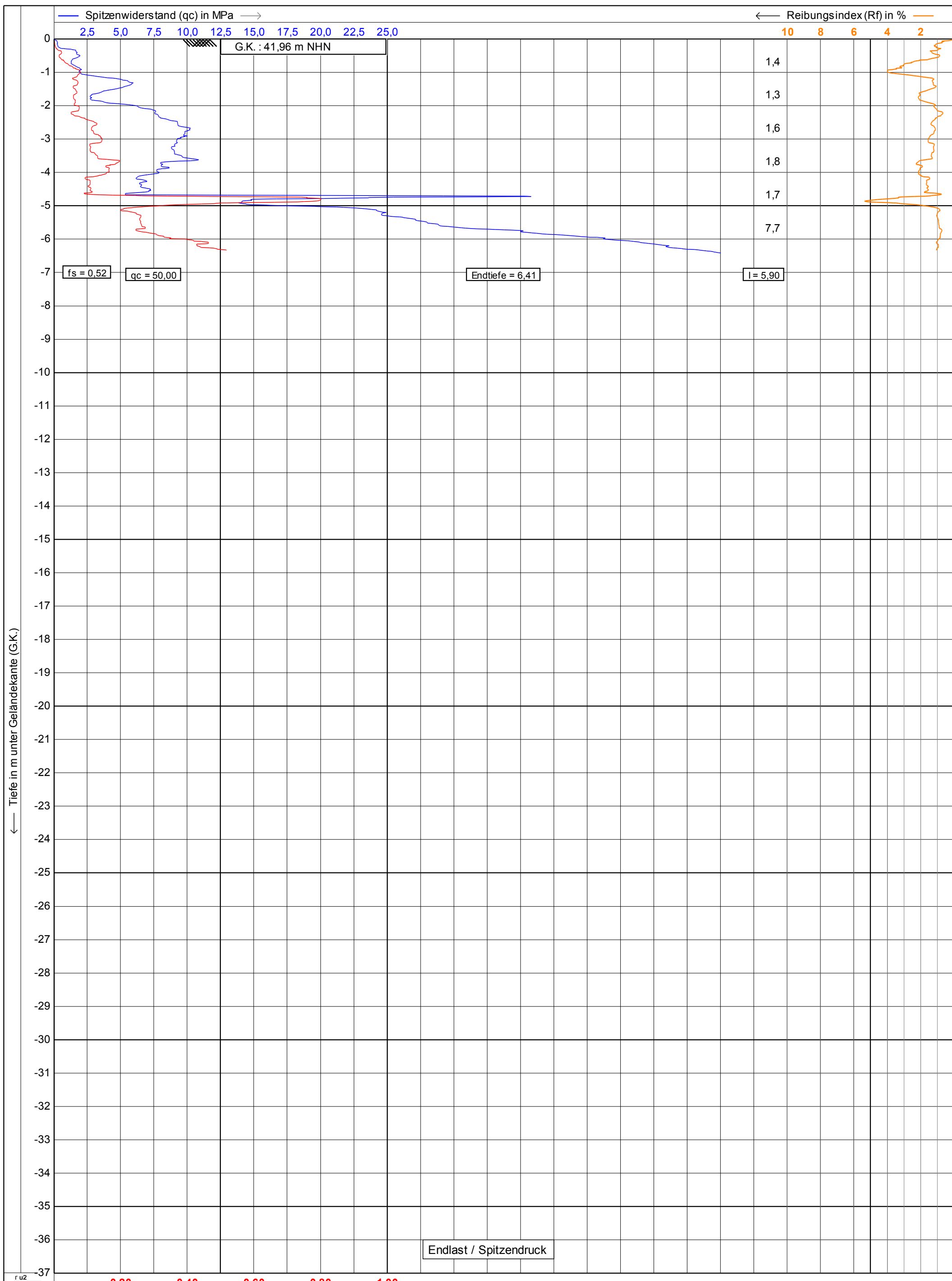
Tiefe in m unter Geländeante (G.K.)

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

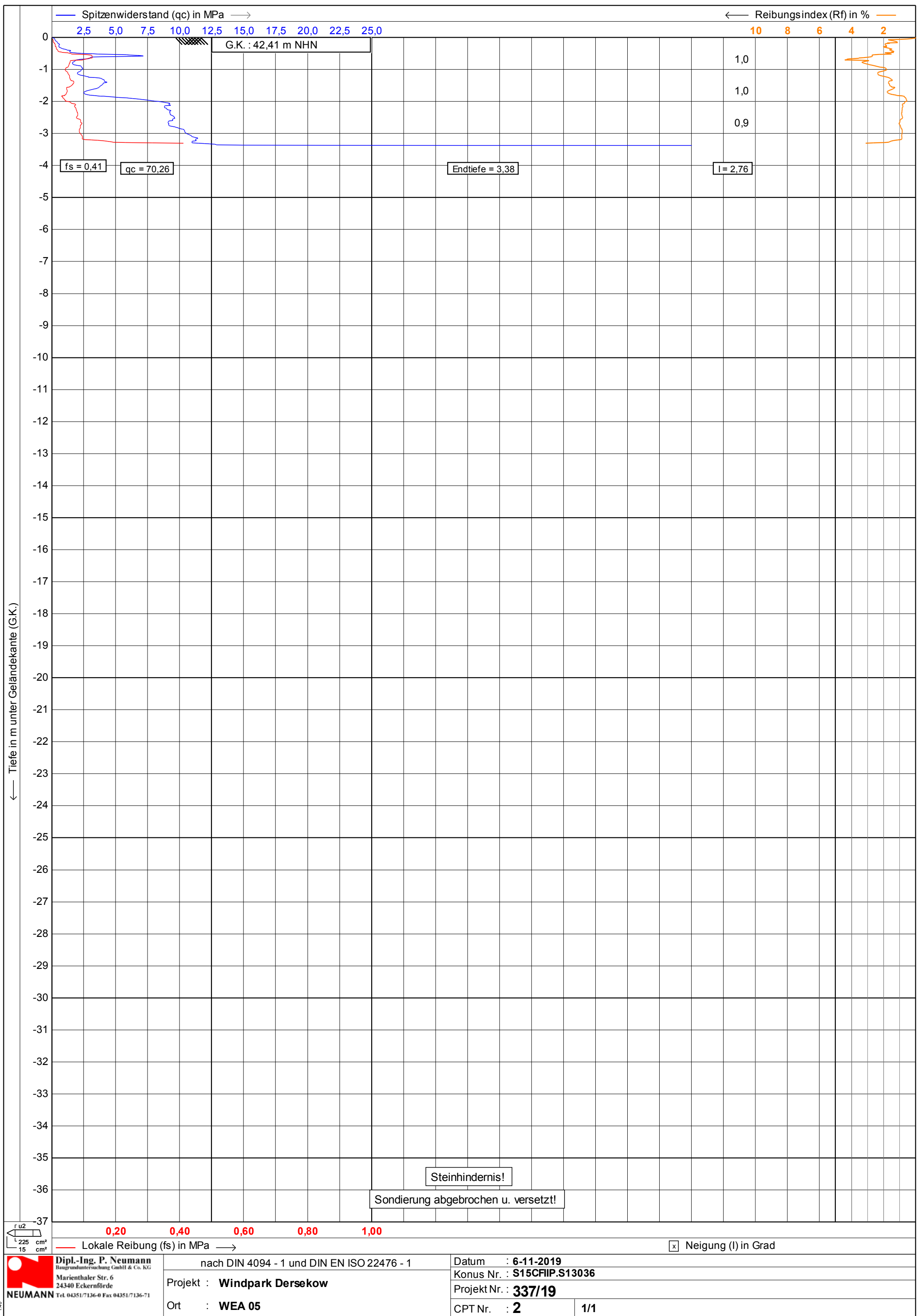
Dipl.-Ing. P. Neumann
 Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
 Marienthaler Str. 6
 24340 Eckernförde
 Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71
NEUMANN

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1
 Projekt : **Windpark Dersekow**
 Ort : **WEA 04**

Datum : **6-11-2019**
 Konus Nr. : **S15CFILS13041**
 Projekt Nr. : **337/19**
 CPT Nr. : **3** 1/1



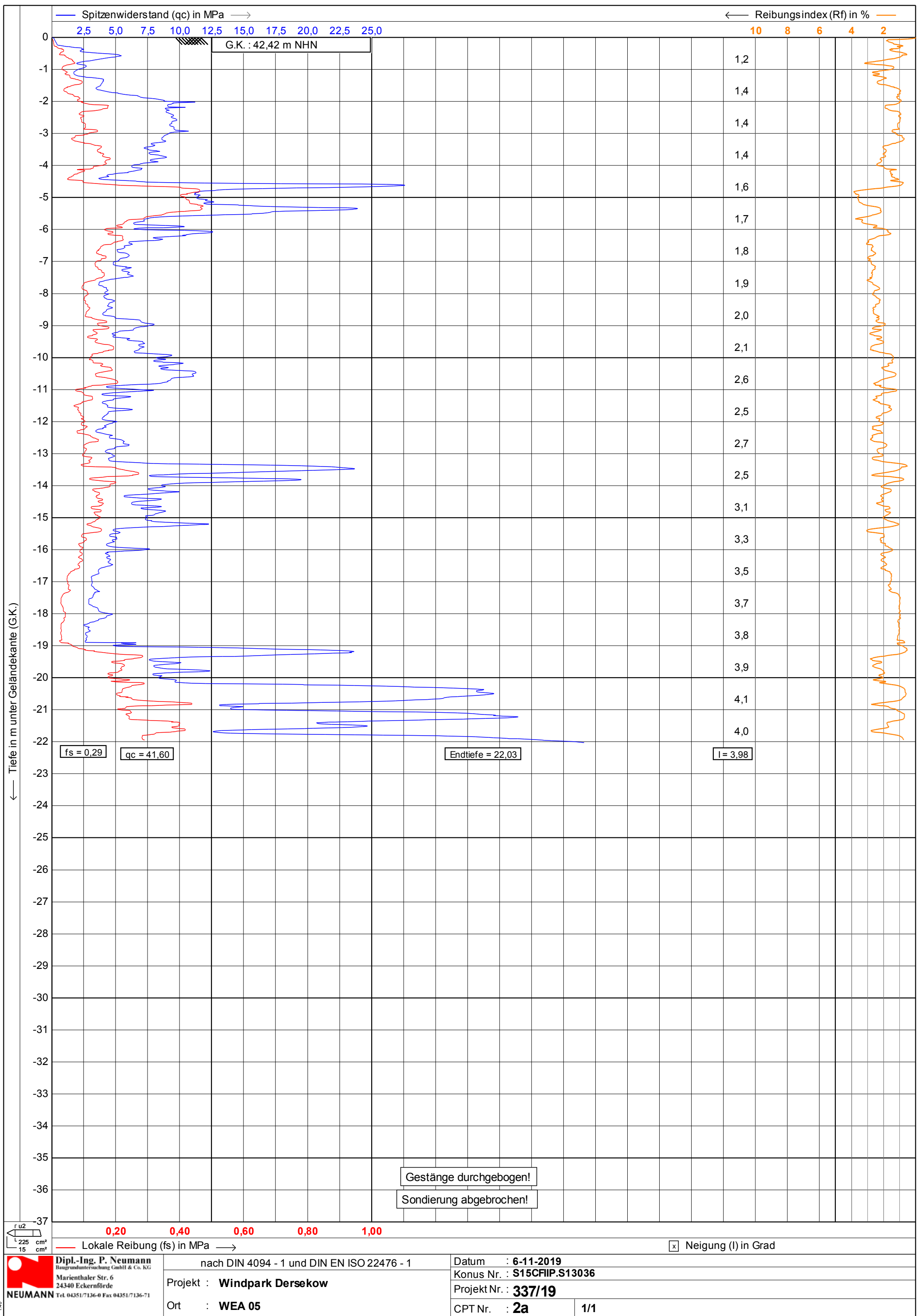
<p>Dipl.-Ing. P. Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71</p>	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1		Datum : 6-11-2019	
	Projekt : Windpark Dersekow		Konus Nr. : S15CFIP.S13036	
	Ort : WEA 05		Projekt Nr. : 337/19	
			CPT Nr. : 1	1/1

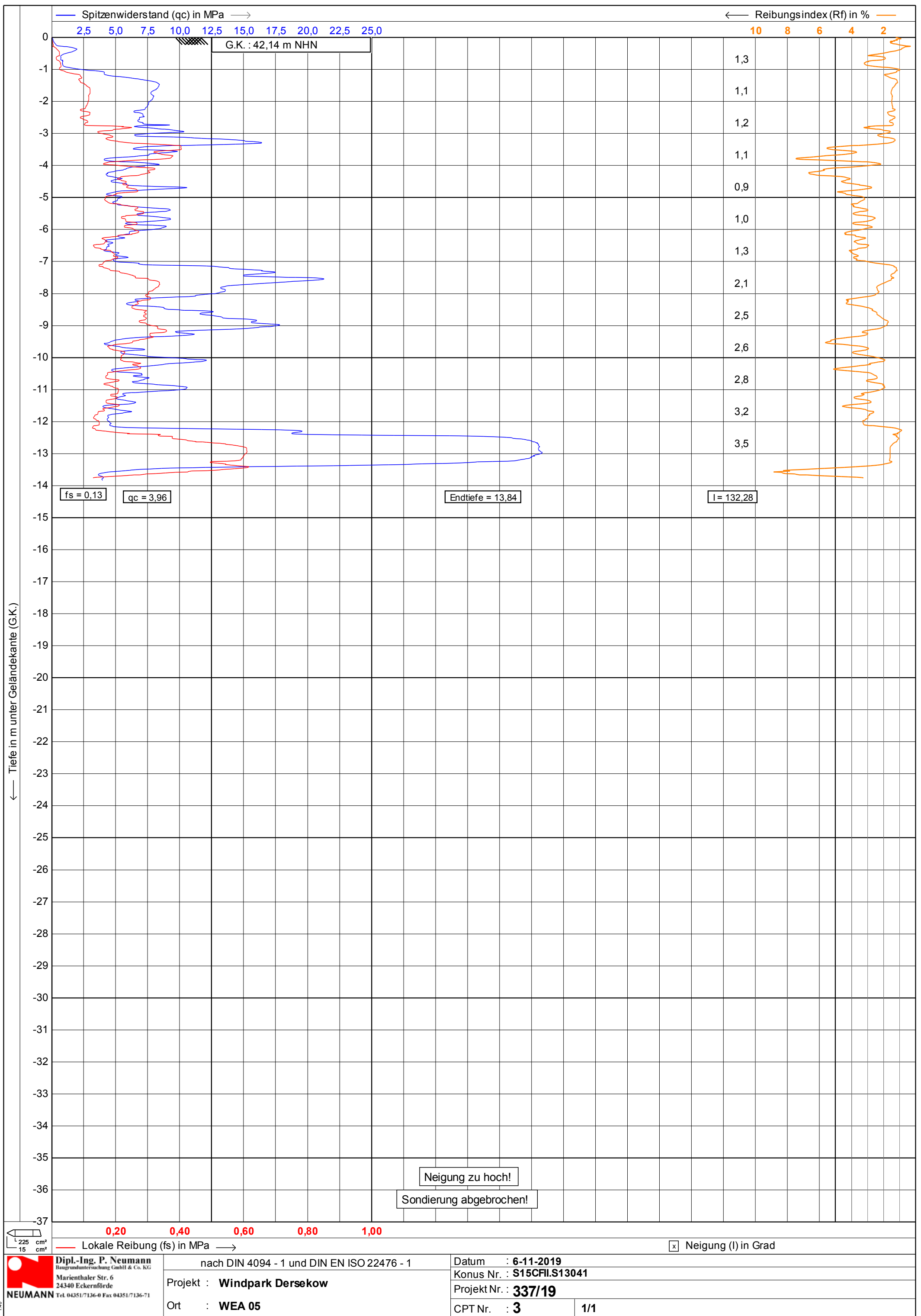


Dipl.-Ing. P. Neumann
 Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
 Marienthaler Str. 6
 24340 Eckernförde
 Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1
 Projekt : **Windpark Dersekow**
 Ort : **WEA 05**

Datum : **6-11-2019**
 Konus Nr. : **S15CFIP.S13036**
 Projekt Nr. : **337/19**
 CPT Nr. : **2** 1/1





Bemerkungen:

WEA 02 BS 1/9 w = 14,02 %
 WEA 04 BS 1/5 w = 9,80 %
 WEA 05 BS 1b/5 w = 10,56 %

Bearbeiter: arp

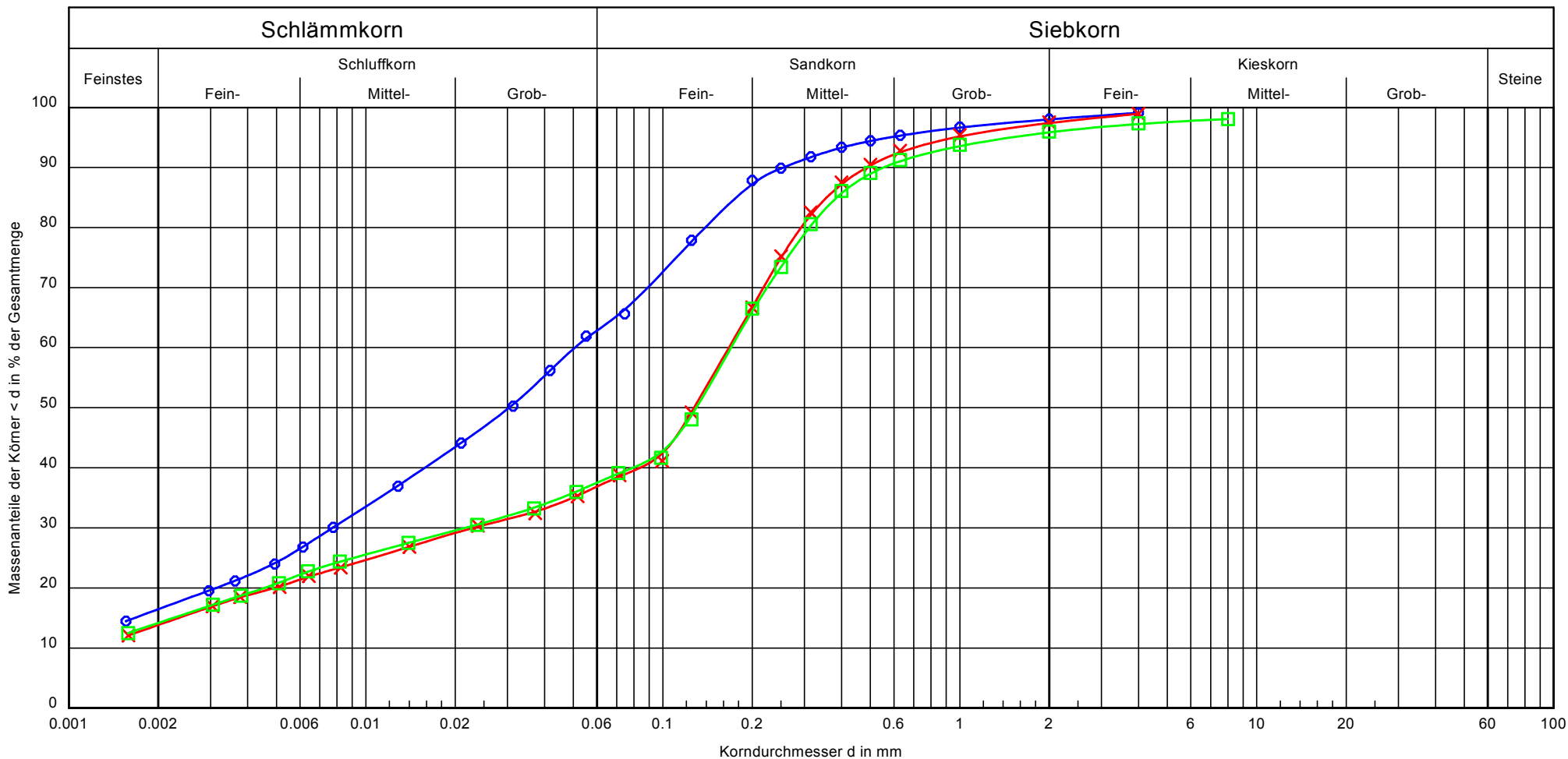
Datum: 02.12.2019

Körnungslinie nach DIN 18123

Windpark Dersekow



Dipl.- Ing. Peter Neumann
 Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
 Marienthaler Straße 6
 24340 Eckernförde
 Tel. 04351/7136-0 Fax: 04351/7136-71
 kontakt@neumann-baugrund.de



Bezeichnung:				Prüfungsnummer: 337/19 Probe entnommen am: 11/19 Art der Entnahme: gestörte Probe Arbeitsweise: Sieb-/Schlammanalyse	Bericht: 337/19 Anlage: 4.1
Bodenart:	U, t, fs, ms'	S, u, t'	S, u, t'		
Tiefe:	7,00 m	4,00 m	4,00 m		
Entnahmestelle:	WEA 02 BS 1/9	WEA 04 BS 1/5	WEA 05 BS 1b/5		
T/U/S/G [%]:	16.5/47.1/34.4/2.0	13.8/23.5/60.0/2.6	14.2/23.8/57.9/4.2		

Bemerkungen:

Körnungslinie nach DIN 18123

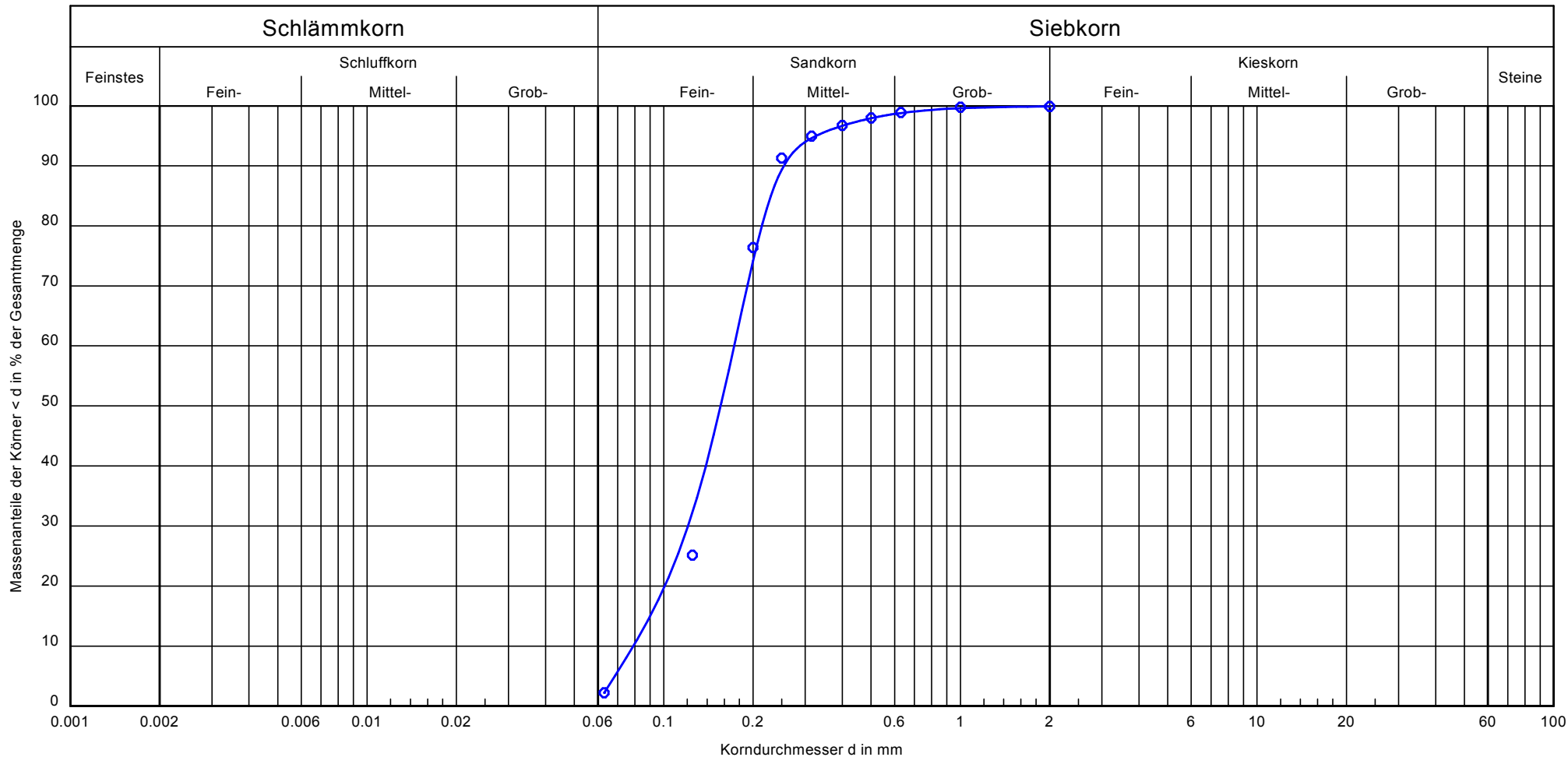
Windpark Dersekow



Dipl.- Ing. Peter Neumann
 Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
 Marienthaler Straße 6
 24340 Eckernförde
 Tel. 04351/7136-0 Fax: 04351/7136-71
 kontakt@neumann-baugrund.de

Bearbeiter: arp

Datum: 02.12.2019



Bezeichnung:	
Bodenart:	fS, ms
Tiefe:	4,00 m
U/Cc:	2.2/1.1
Entnahmestelle:	WEA 02 BS 1/5
k nach Beyer:	$6.2 \cdot 10^{-5}$
T/U/S/G [%]:	- /2.2/97.8/ -

Prüfungsnummer: 337/19
 Probe entnommen am: 11/19
 Art der Entnahme: gestörte Probe
 Arbeitsweise: Siebanalyse

Bericht:
 337/19
 Anlage:
 4.2



Dipl.- Ing. Peter Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Mariantaler Straße 6 24340 Eckernförde
Tel. 04351/7136-0 Fax: 04351/7136-71
kontakt@neumann-baugrund.de

Bericht: 337/19

Anlage: 5

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Windpark Dersekow

Bearbeiter: arp

Datum: 02.12.2019

Prüfungsnummer: 337/19

Entnahmestelle: WEA 02, WEA 04, WEA 05

Tiefe: siehe unten




Bodenart: Geschiebemergel

Art der Entnahme: gestörte Probe

Probe entnommen am: 11/19

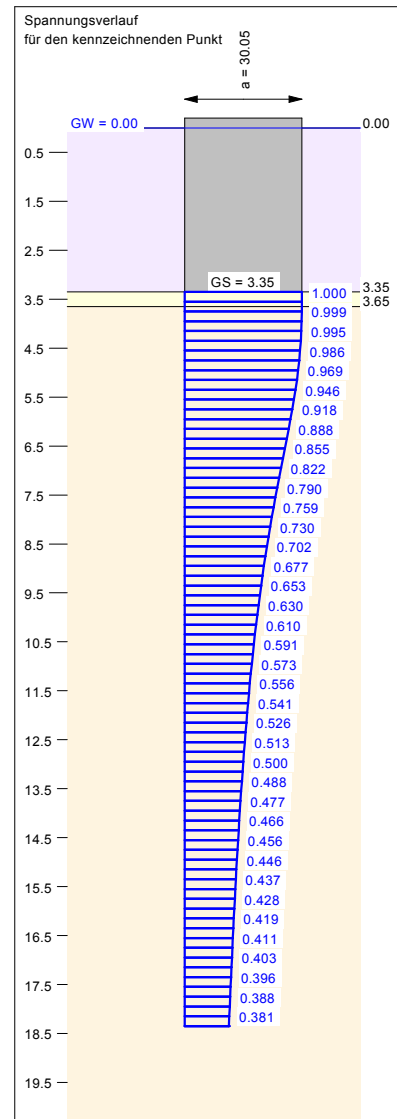
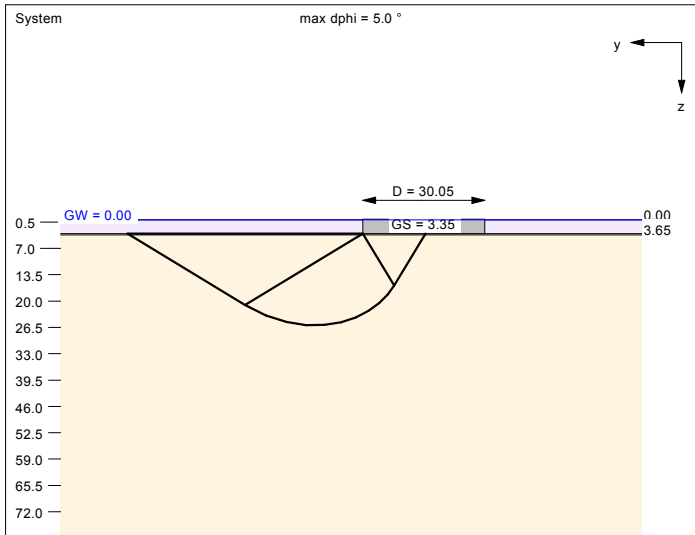
Bodenart:	Mg	Mg	Mg	Mg
Probenbezeichnung:	WEA 02 BS 1/9 7,00 m	WEA 04 BS 1/5 4,00 m	WEA 04 BS 1/8 7,00 m	WEA 04 BS 1/11 10,00 m
Feuchte Probe + Behälter [g]:	182.19	207.82	184.58	218.00
Trockene Probe + Behälter [g]:	168.23	195.40	170.36	199.11
Behälter [g]:	68.63	68.67	50.38	66.77
Porenwasser [g]:	13.96	12.42	14.22	18.89
Trockene Probe [g]:	99.60	126.73	119.98	132.34
Wassergehalt [%]:	14.02	9.80	11.85	14.27

Bodenart:	Mg	Mg	Mg	Mg
Probenbezeichnung:	WEA 04 BS 1/14 13,00 m	WEA 04 BS 3/4 Kran 3,00 m	WEA 05 BS 1b/5 4,00 m	WEA 05 BS 1b/7 5,70 m
Feuchte Probe + Behälter [g]:	221.37	246.19	200.45	220.11
Trockene Probe + Behälter [g]:	203.23	222.76	187.92	209.01
Behälter [g]:	64.18	63.81	69.24	70.31
Porenwasser [g]:	18.14	23.43	12.53	11.10
Trockene Probe [g]:	139.05	158.95	118.68	138.70
Wassergehalt [%]:	13.05	14.74	10.56	8.00

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	21.0	11.0	27.0	10.0	25.0	0.00	Lg,steif
	19.0	11.0	35.0	0.0	50.0	0.00	Sand, md
	22.0	12.0	27.5	12.5	35.0	0.00	Mg,steif

Berechnungsgrundlagen:
 337/19 WP Dersekow WEA 02/04/05
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.60$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Gründungssohle = 3.35 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit festem Wert von 15.00 m u. GS
 ——— 1. Kernweite
 - - - - 2. Kernweite

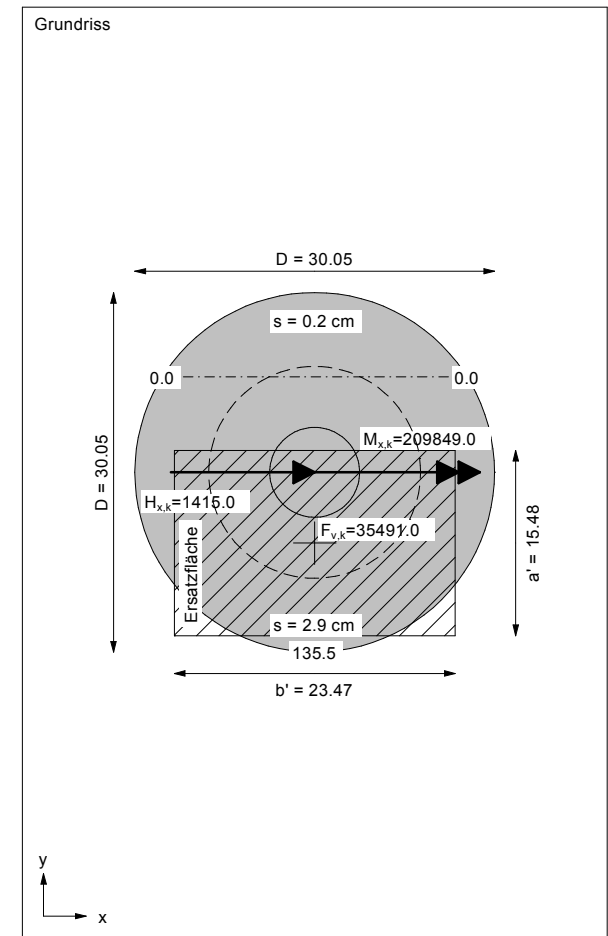





Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 35491.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,k} = 1415.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 209849.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 30.050$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.756 m)
 $a' = 26.631$ m
 $b' = 26.631$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -5.913$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 8.850 m)
 $a' = 15.480$ m
 $b' = 23.466$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.60$
 $\sigma_{0f,k} / \sigma_{0f,d} = 1939.1 / 1211.95$ kN/m²
 $R_{n,k} = 704402.58$ kN
 $R_{n,d} = 440251.61$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 35491.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 47912.85$ kN

μ (parallel zu y) = 0.109
 cal $\varphi = 27.6^\circ$
 φ wegen 5° Bedingung abgemindert
 cal c = 12.37 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 11.98$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 36.85$ kN/m²
 UK log. Spirale = 25.91 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 89.91 m
 Fläche log. Spirale = 1052.62 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{d0} = 24.95$; $N_{d0} = 14.02$; $N_{b0} = 6.79$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.329$; $v_d = 1.305$; $v_b = 0.802$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.940$; $i_d = 0.945$; $i_b = 0.907$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 18.35$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 1.55 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.16 cm
 unten = 2.95 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 909.7
 Nachweis EQU:
 $M_{stab} = 35491.0 \cdot 30.05 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 479927.0$
 $M_{dst} = 209849.0 \cdot 1.50 = 314773.5$
 $\mu_{EQU} = 314773.5 / 479927.0 = 0.656$



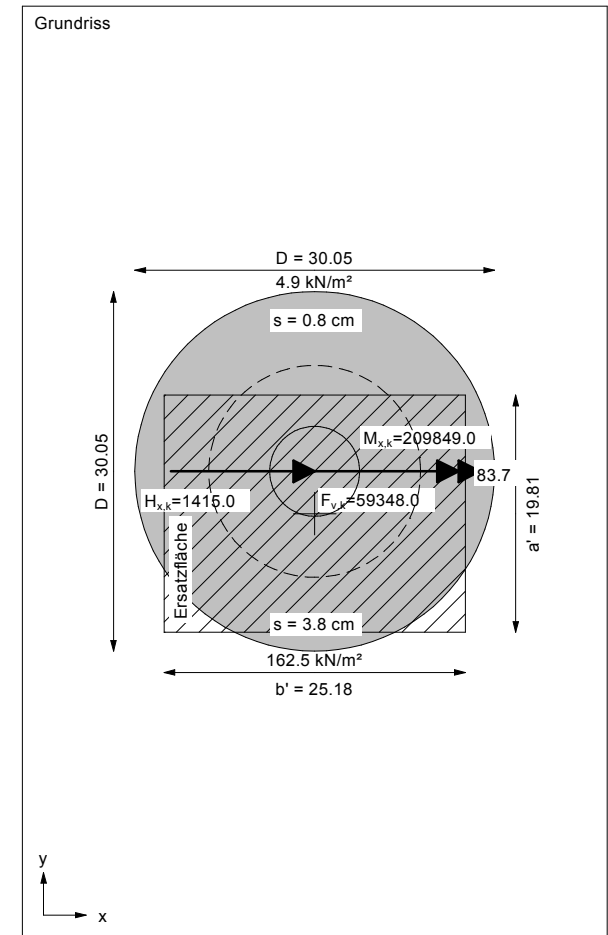
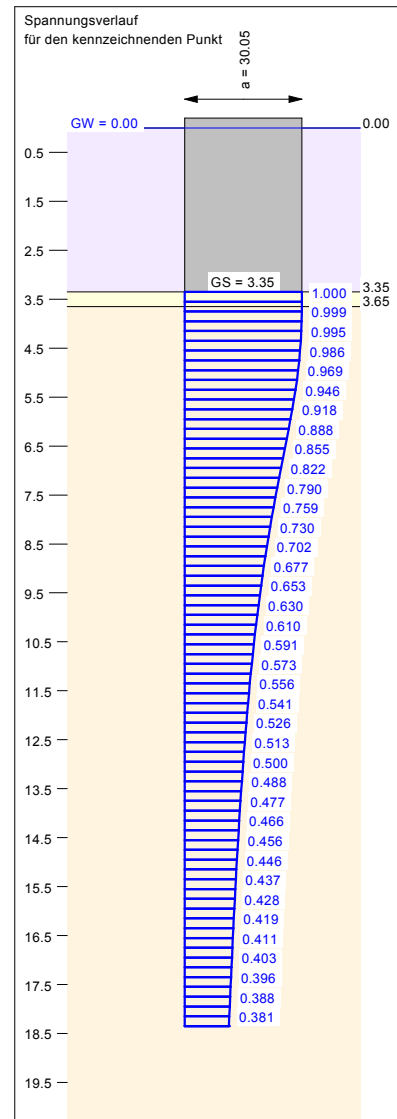
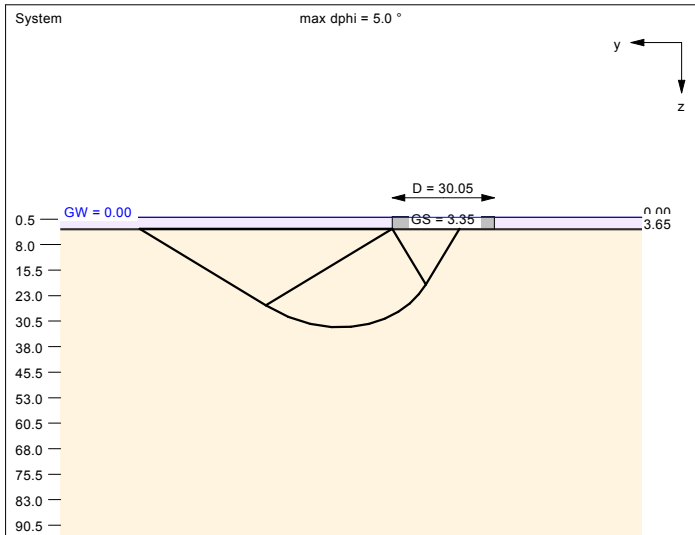
Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	21.0	11.0	27.0	10.0	25.0	0.00	Lg.steif
	19.0	11.0	35.0	0.0	50.0	0.00	Sand, md
	22.0	12.0	27.5	12.5	35.0	0.00	Mg.steif

Berechnungsgrundlagen:
 337/19 WP Dersekow WEA 02/04/05
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)

$\gamma_{R,v} = 1.60$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Gründungssohle = 3.35 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit festem Wert von 15.00 m u. GS

----- 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite




Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 59348.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 1415.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 209849.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser D = 30.050 m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.756 m)
 $a' = 26.631$ m
 $b' = 26.631$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -3.536$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.756 m)
 $a' = 19.808$ m
 $b' = 25.176$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.60$
 $\sigma_{0f,k} / \sigma_{0f,d} = 2253.1 / 1408.21$ kN/m²
 $R_{n,k} = 1123606.70$ kN
 $R_{n,d} = 702254.19$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 59348.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 80119.80$ kN

μ (parallel zu y) = 0.114
 cal $\varphi = 27.5^\circ$
 φ wegen 5° Bedingung abgemindert
 cal c = 12.40 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 11.98$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 36.85$ kN/m²
 UK log. Spirale = 32.21 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 114.99 m
 Fläche log. Spirale = 1721.78 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{d0} = 24.93$; $N_{d0} = 14.00$; $N_{b0} = 6.78$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.392$; $v_d = 1.364$; $v_b = 0.764$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.963$; $i_d = 0.966$; $i_b = 0.943$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 18.35$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 2.30 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.83 cm
 unten = 3.77 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 864.0
 Nachweis EQU:
 $M_{stab} = 59348.0 \cdot 30.05 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 802533.3$
 $M_{dst} = 209849.0 \cdot 1.50 = 314773.5$
 $\mu_{EQU} = 314773.5 / 802533.3 = 0.392$

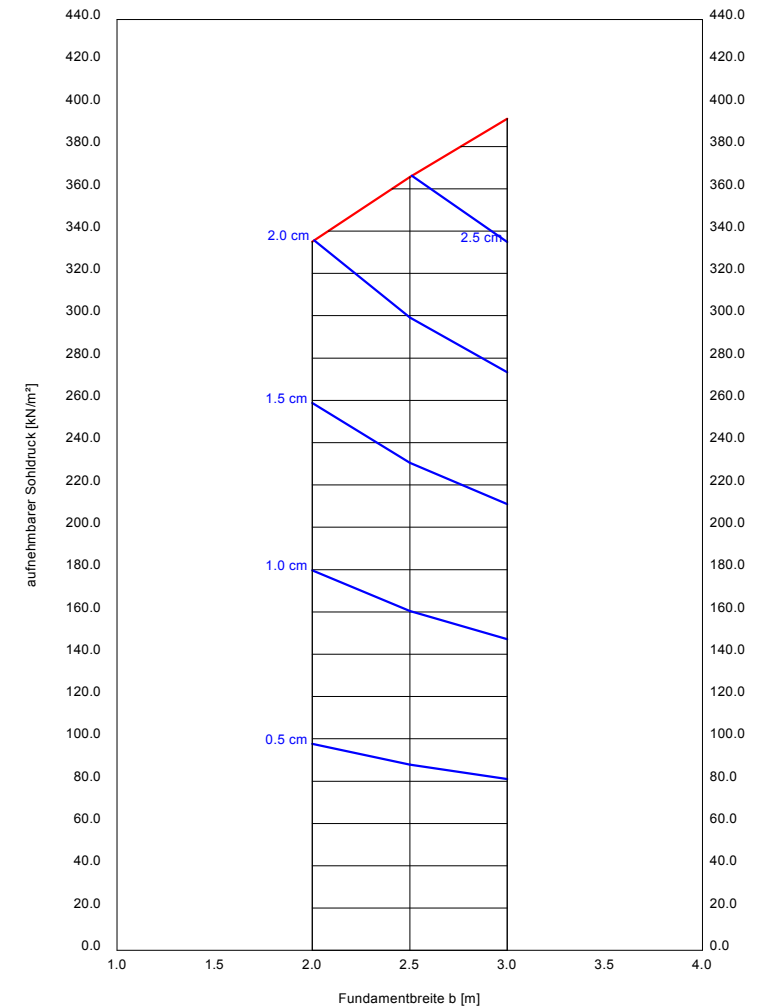
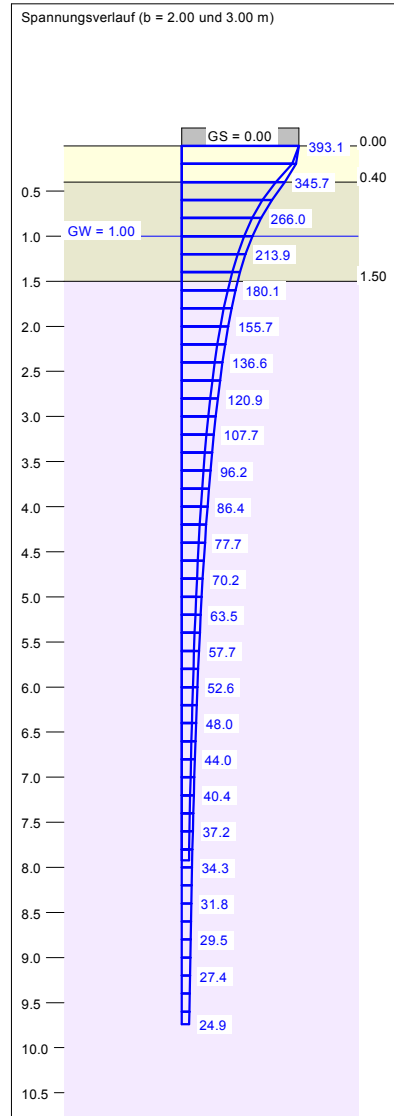
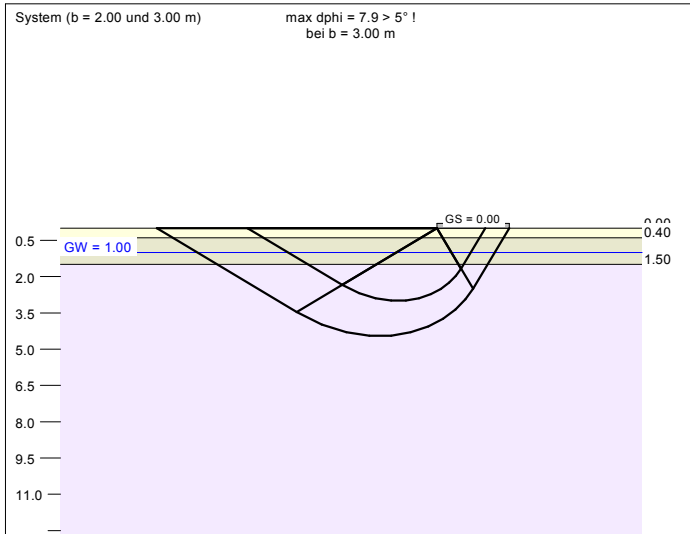
Bauvorhaben 337/19	Nachweis der Drehfedersteifigkeit	 Dipl.-Ing. P. Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71
WP Dersekow WEA02/04/05		
Anlagentyp Vestas V150 4.2MW 166m		
Gründungsart FlmA		
Datum 04.12.2019		

Nr.	Schichten unter Fundament	Reibungswinkel phi	Schicht	Schichtstärke	E _s (MN/m ²)	E _{sdyn} (MN/m ²)	Querdehnzahl ν	Lastausbreitung in °	gegebener Fundamentradius in m		Kappa phi stat. (MNm/rad)	Kappa phi dyn. (MNm/rad)	Bemerkung
									Fundamentradius (Ersatzradius)	15,03			
0									15,03		27.000,00	120.000,00	Soilwerte
1	Sand, Kiessand, md	35,0	OK	0,00	0,00	50	200	0,35	0,0	15,03	160.563,46	642.253,85	
2			UK	0,30	0,30	50	200	0,35	45,0	15,33	170.374,55	681.498,22	
3	Mg, steif	27,5	OK	0,30	0,00	35	170	0,38	0,0	15,33	104.866,34	509.350,77	
4			UK	15,00	14,70	35	170	0,38	30,0	23,81	393.391,47	1.910.758,59	
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	19.0	11.0	36.0	0.0	80.0	0.00	Tragschicht
	21.0	11.0	27.0	10.0	25.0	0.00	Lg,steif
	22.0	12.0	27.5	12.5	35.0	0.00	Mg,steif

Berechnungsgrundlagen:
 337/19 WP Dersekow WEA 02/04/05-Kran
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a = 5.00 m)

Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.250$
 Gründungssohle = 0.00 m
 Grundwasser = 1.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — aufnehmbare Sohldruck
 — Setzungen



a [m]	b [m]	zul σ [kN/m ²]	zul R [kN]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t _g [m]	UK LS [m]
5.00	2.00	334.9	3349.3	1.99	28.3	10.49	15.61	0.00	7.92	2.99
5.00	2.50	365.5	4569.3	2.49	28.2	10.88	14.97	0.00	8.88	3.72
5.00	3.00	393.1	5897.2	2.98	28.1	11.15	14.53	0.00	9.74	4.45

zul $\sigma = \sigma_{0,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0,k} / (1.30 \cdot 1.25) = \sigma_{0,k} / 1.63$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50