

Enercon IPP Deutschland GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich

28.10.2020
tie/dü

Bauvorhaben 385/20

Bauvorhaben: Neubau von 11 Windenergieanlagen im Windpark Groß Voigtshagen – Enercon E-147 EP5 E2-MST-155-FB-C-01
Baugrunduntersuchung – Gründungsbeurteilung

1 Vorgang

Die Enercon IPP Deutschland GmbH plant im Windpark Groß Voigtshagen die Errichtung von elf Windenergieanlagen der Firma Enercon mit einer Turmhöhe von 155,00 m. Diese Anlagen werden gemäß Fundamentdatenblatt E-147 EP5 E2-MST-155-FB-C-01 der Fa. Enercon von 11.08.2020 Rev. 02 auf je einem Kreisfundament mit einem Durchmesser von 27,50 m (Grundwasser in OK Gelände - FlmA) im Regelfall ca. 1,50 m unter der Geländeoberkante gegründet. Die Lage der Windenergieanlagen kann dem als Anlage 1.1 beigefügten Lageplan entnommen werden. Gemäß Angabe der AG haben die Mittelpunkte der Windenergieanlagen im ETRS 89 folgende Standortkoordinaten:

Tabelle 1: Mittelpunktkoordinaten der WEA-Standorte im ETRS 89

WEA-Nr.	Rechtswert	Hochwert	NHN Höhe [m]
01	33 237 900	59 80 868	29,00
02	33 238 289	59 80 980	27,00
03	33 238 749	59 81 104	32,00
04	33 239 029	59 80 878	28,00
05	33 239 275	59 80 636	24,00
06	33 239 631	59 80 657	24,00
07	33 239 460	59 80 341	17,00
08	33 239 824	59 80 339	12,00
09	33 239 992	59 80 658	25,00

WEA-Nr.	Rechtswert	Hochwert	NHN Höhe [m]
10	33 240 566	59 80 949	38,00
11	33 240 404	59 80 598	27,00

Die Firma Dipl.-Ing. Peter Neumann GmbH & Co. KG ist von der Enercon IPP Deutschland GmbH beauftragt worden, basierend auf den durchgeführten Baugrundaufschlüssen eine gutachterliche Stellungnahme zur Gründung der Windenergieanlagen zu erarbeiten.

Für die weitere Bearbeitung standen dem Baugrundsachverständigen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Anforderungskatalog für Baugrundbeurteilungen Deutschland herausgegeben durch die Enercon GmbH
- [2] Fundamentdatenblatt „E-147 EP5 E2-MST-155-FB-C-01 FlmA“ von 11.08.2020 Rev. 02 der Enercon GmbH
- [3] Lageplan WP Groß Voigtshagen der Enercon GmbH, Aurich, von 30.07.2020, M 1:4000

2 Baugrund

2.1 Durchgeführte Untersuchungen

Der Baugrundaufbau im Bereich der geplanten Windenergieanlagenfundamente ist durch jeweils vier Drucksondierungen mit der elektrischen Spitze (CPT-E gem. DIN 4094-1 und DIN EN ISO 22476-1) bis zur jeweiligen Endlast in Tiefen von ca. 5,13 m – 24,88 m unter Ansatzpunkt untersucht worden. Weiterhin wurden an den Standorten jeweils drei Kleinbohrungen bis in Tiefen von 3,90 m – 9,90 m unter GOK niedergebracht. Die Baugrundaufschlüsse mussten aufgrund von Steinhindernissen sowie aufgrund der hohen Festigkeit des anstehenden Baugrundes vor dem Erreichen der geplanten Sondiertiefen (t = 15,00 m – 25,00 m) beendet werden.



Die Lage der Baugrundaufschlüsse innerhalb der Standorte der WEA kann den als Anlagen 1.2 – 1.12 beigefügten Prinzipskizzen entnommen werden. Die Ergebnisse der Kleinbohrungen sind als Bohrprofile in den Anlagen 2.1 - 2.11 aufgetragen worden. Die Ergebnisse der Drucksondierungen sind in den Anlagen 3.1 - 3.49 als Diagramme dargestellt, die die gemessenen Spitzenwiderstände, die Mantelreibung, das Reibungsverhältnis sowie die Neigung der Spitze wiedergeben.

Die Mittelpunkte der Windkraftanlagen wurden im Gelände durch die Fa. Neumann im Koordinatensystem UTM ETRS 89 mit dem GNSS - Gerät eingemessen. Die Auflistung der Koordinaten kann dem als Anlage zum Kopfblatt beigefügtem Absteckprotokoll entnommen werden. Die Höhen der Ansatzpunkte der Baugrundaufschlüsse wurden auf NHN (DHHN92) eingemessen.

2.2 Baugrundaufbau

Aus den in den Anlagen 2.1 – 2.11 aufgetragenen Bohrprofilen ist ersichtlich, dass unter ca. 0,20 m – 0,40 m mächtigen Mutterbodenschichten bis zur Endteufe fast ausschließlich Geschiebeböden (Geschiebelehme und -mergel) in steifer, steif-halbfester und halbfester Konsistenz anstehen. Lediglich am Standort der WEA wurde in den Baugrundaufschlüssen BS 1 und BS 3 von 2,20 – 2,55 m und 1,60 – 2,30 m unter GOK auch weiche und weich – steife Konsistenzen dieser Böden festgestellt. Abweichend hiervon wurden im Bereich WEA 02: BS 3, WEA 06: BS 2, WEA 08: BS 3 und WEA 09: BS 2 + BS 3 direkt unter den Mutterböden bis in Tiefen zwischen 0,65 m und 1,10 m unter GOK, sowie an den Standorten WEA 02: BS 3 und WEA 07: BS 2 in Tiefen von 1,30 m – 1,80 m sowie 5,20 – 5,90 m unter GOK Sande erbohrt, und zwar handelt es sich hierbei um Fein- und Mittelsande mit unterschiedlichen Anteilen der übrigen Kornfraktionen.

2.3 Auswertung der Spitzendrucksondierung

Den auf den Anlagen 3.1 – 3.49 dargestellten Diagrammen der Spitzendrucksondierungen ist zu entnehmen, dass die anstehenden Geschiebeböden (Bodenindex $R_f \cong 2,0 - 8,0 \%$) im Wesentlichen durch Spitzenwiderstände von $q_c \approx 1,5 - 5,0 \text{ MPa}$ gekennzeichnet sind, d. h., dass diese Böden in steifer, steif-halbfester, und halbfester Konsistenz anstehen. Die untergeordnet festgestellten Sande (Reibungsindex $R_f < 1,5 \%$) stehen bei

Spitzenwiderständen zwischen $q_c \approx 7,5$ MPa und $q_c \approx 38,0$ MPa in mitteldichter ($q_c \approx 7,5 - 15,0$ MPa), dichter ($q_c \approx 15,0 - 25,0$ MPa) und untergeordnet auch sehr dichter ($q_c > 25,0$ MPa) Lagerung an.

2.4 Bodenmechanische Laborversuche

2.4.1 Kornverteilung

Mit Hilfe von insgesamt vier kombinierten Sieb- und Schlämmanalysen sind die Körnungslinien nach DIN EN ISO 17892-4 der anstehenden Geschiebemergel und -lehme ermittelt worden. Die Untersuchungen ergaben Feinstanteile von 14,2 - 18,6 %, Schluffanteile von 38,1 - 42,0 %, Sandanteile von 38,7 - 41,0 % und Kiesanteile von < 3,5 %. Kornanalytisch handelt es sich hierbei also um tonige, stark sandige Schluffe.

Weitere Einzelheiten hierzu sind der Anlage 4 zu entnehmen.

2.4.2 Wassergehalte

Die Ergebnisse der nach DIN EN ISO 17892-1 durchgeführten Wassergehaltsbestimmungen und die unter Berücksichtigung der durchgeführten Kornverteilungsanalysen abgeleiteten Konsistenzen sind in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2: Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmungen und Konsistenzen

Baugrundaufschluss	Tiefe [m]	Bodenart	Wassergehalt [%]	Kosistenz
WEA 01 BS 2/5	4,6 – 4,8	Geschiebemergel	13,85	steif
WEA 02 BS 2/4	3,9 – 4,1	Geschiebemergel	12,28	steif - halbfest
WEA 02 BS 3/5	2,8 – 3,0	Geschiebemergel	13,39	steif
WEA 03 BS 3/3	2,4 – 2,6	Geschiebemergel	12,20	steif - halbfest
WEA 04 BS 2/5	4,8 – 5,0	Geschiebemergel	13,28	steif
WEA 05 BS 2/3	2,6 – 2,8	Geschiebemergel	12,37	steif - halbfest
WEA 06 BS 1/3	2,7 – 2,9	Geschiebemergel	12,44	steif - halbfest
WEA 06 BS 2/4	2,6 – 2,8	Geschiebemergel	12,80	steif
WEA 07 BS 1/2	2,0 – 2,2	Geschiebemergel	12,66	steif - halbfest
WEA 07 BS 2/4	4,8 – 5,0	Geschiebemergel	11,73	steif - halbfest

Baugrundaufschluss	Tiefe [m]	Bodenart	Wassergehalt [%]	Kosistenz
WEA 07 BS 3/3	2,8 – 3,0	Geschiebemergel	12,25	steif - halbfest
WEA 08 BS 1/3	2,7 – 2,9	Geschiebemergel	11,17	halbfest
WEA 08 BS 3/5	4,5 – 4,7	Geschiebemergel	12,39	steif - halbfest
WEA 09 BS 1/3	2,3 – 2,45	Geschiebemergel	16,61	weich - steif
WEA 09 BS 3/3	1,9 – 2,1	Geschiebelehm	19,53	weich
WEA 10 BS 1/3	2,8 – 3,0	Geschiebemergel	14,04	steif
WEA 11 BS 1/4	3,5 – 3,7	Geschiebemergel	13,26	steif

Einzelheiten der Untersuchungen sind den Anlagen 5.1 – 5.3 zu entnehmen.

2.5 Zusammenstellung der bodenmechanischen Kennwerte

Im Folgenden werden die für die weitere Bearbeitung erforderlichen bodenmechanischen Kennziffern anhand der vorliegenden Bodenproben, der CPT-E Ergebnisse, der Laborversuche sowie von Erfahrungswerten, die von zahlreichen Laborversuchen an vergleichbaren Böden zur Verfügung stehen, tabellarisch zusammengestellt.

Tabelle 3: Bodenmechanische Kennwerte der für die Gründung relevanten Baugrundsichten

Bodenart	statischer Steife-modul $E_{stat.} [MN/m^2]$	dynamischer Steife-modul $E_{dyn.} [MN/m^2]$	Reibungs-winkel $\phi' [^\circ]$	Kohäsion $c' [kN/m^2]$	Wichte $\gamma / \gamma' [kN/m^3]$	Querdehn-zahl $\nu [-]$
Mutterboden	keine baugrundtechnische Relevanz				18,0 / 10,0	--
Kiessand/Sand, mitteldicht	50,0	200,0	35,0	--	19,0 / 11,0	0,35
Geschiebelehm, weich	5,0	50,0	25,0	5,0	20,0 / 10,0	0,42
Geschiebelehm steif	25,0	125,0	27,0	10,0	21,0 / 11,0	0,40

Bodenart	statischer Steife-modul $E_{\text{stat.}} [\text{MN/m}^2]$	dynamischer Steife-modul $E_{\text{dyn.}} [\text{MN/m}^2]$	Reibungs-winkel $\phi' [^\circ]$	Kohäsion $c' [\text{kN/m}^2]$	Wichte $\gamma / \gamma' [\text{kN/m}^3]$	Querdehn-zahl $\nu [-]$
Geschiebelehm, halbfest	30,0	150,0	27,5	12,0	21,0/11,0	0,40
Geschiebemergel, weich - steif	8,0	72,0	26,0	7,0	21,0 / 11,0	0,40
Geschiebemergel, steif	35,0	170,0	27,5	10,0	22,0 / 12,0	0,38
Geschiebemergel, steif-halbfest	40,0	180,0	28,5	12,5	22,0 / 12,0	0,38
Geschiebemergel, halbfest	50,0	200,0	30,0	15,0	22,0 / 12,0	0,38

2.6 Wasserstand

Nach Beendigung der Sondierarbeiten wurde im Bereich mehrerer Kleinbohrungen Wasser in Tiefen von 2,30 m – 7,30 m unter GOK erkundet. Hierbei handelt es sich um Stau- und Schichtenwasser, dass sich in Sandlagen/ -bändern oberhalb gering durchlässiger bindiger Böden gebildet hat. In Abhängigkeit von anfallenden Niederschlägen muss mit Schwankungen dieser Wasserstände von einigen Dezimetern nach oben und unten gerechnet werden. Auch an Standorten, an denen aktuell kein Wasser angetroffen wurde, muss in Abhängigkeit von den anfallenden Niederschlagsmengen mit Stau-/ Schichtwasser gerechnet werden.

2.7 Grundwasseranalysen

An den Standorten der Windenergieanlagen WEA 4, WEA 9 und WEA 11 wurde aus temporären Rammpegeln jeweils eine Grundwasserprobe entnommen und zur Untersuchung auf Betonaggressivität der GBA mbH in Pinneberg übergeben. Die Analysen haben ergeben, dass das Grundwasser gemäß DIN 4030-1:2008-6 an allen drei Standorten

als nicht betonangreifend (Expositionsklasse < XA 1) eingestuft werden kann. Einzelheiten hierzu sind den Prüfbericht 2020 P 527987 und 2020 P528811 des Labors GBA mbH zu entnehmen, die dem Gutachten als Anlagen 6.1 – 6.9 beigelegt sind.

3 Gründungsbeurteilung

Die Gründungssohlen der geplanten Windenergieanlagen befinden sich gemäß dem vorliegenden Fundamentdatenblatt der Fa. Enercon [2] ca. 1,50 m unter der derzeitigen Geländeoberkante. Diese Gründungskote wurde in die Sondierprofile auf den Anlagen 2.1 – 2.11 eingezeichnet, und zwar ausgehend von der Geländehöhe am Anlagenmittelpunkt. Wie aus diesen Darstellungen und den Spitzendrucksondierungen ersichtlich ist, stehen unterhalb der Gründungssohlen im Wesentlichen mind. steif-halbfeste und halbfeste Geschiebemergel an. Diese Böden können als hoch tragfähig eingestuft werden, d. h., dass die Gründung der Windenergieanlagen aus geotechnischer Sicht ohne gravierende Zusatzmaßnahmen flach auf diesen Böden erfolgen kann. Abweichend hiervon stehen am Standort WEA 09 unterhalb des Fundamentes noch bindige Weichschichten an, die für die Gründung der WEA keine ausreichende Tragfähigkeit besitzen und deshalb komplett ausgekoffert und durch Kiessande / Mineralgemische ersetzt werden müssen.

Die laut Statik einzuhaltende dynamische Mindestdrehfedersteifigkeit beträgt $k_{\varphi, dyn} = 180.000 \text{ MNm/rad}$. Unter Berücksichtigung der für die steif-halbfesten Geschiebemergel anzusetzenden Querdehnzahl von $\nu = 0,38$ und eines Fundamentradius von $r = 13,75 \text{ m}$ wird gemäß nachfolgender Formel das erforderliche dynamische Steifemodul ermittelt:

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

$$E_{s, dyn} = 180.000 * \frac{3}{4} * \frac{1}{13,75^3} * 1,60$$

$$E_{s, dyn} = 180.000 * 0,75 * 0,00038 * 1,60$$

$$E_{s, dyn} = 83,1 \text{ MN / m}^2 < \text{vorh. } E_{s, dyn} = 180,0 \text{ MN / m}^2$$

Da durch die anstehenden mindestens steif-halbfesten Geschiebemergel die erforderliche dynamische Mindestdrehfedersteifigkeit eingehalten wird, müssen für die Gründung der Windenergieanlagen keine gravierenden Zusatzmaßnahmen getroffen werden. Aus geotechnischer Sicht wird lediglich empfohlen, die steif-halbfesten Geschiebemergel in einer Schichtstärke von 0,30 - 0,50 m zu entfernen und durch Mineralgemische zu ersetzen, um die bei dynamischen Lasten bestehende Gefahr der Verflüssigung bindiger Böden (liquefaction effect) weitestgehend ausschließen zu können. Die Kiessande müssen auf eine mindestens mitteldichte - dichte Lagerung verdichtet werden. Der Nachweis der Drehfedersteifigkeit ist der Anlage 7 zu entnehmen. Diese Berechnung wurde für die ungünstigen Baugrundverhältnisse am Standort WEA 08 / BS 3 - hier ist davon auszugehen, dass halb feste Geschiebelehme unter dem Fundament im Baugrund verbleiben – durchgeführt. Da die ermittelten Werte der Drehfedersteifigkeiten weit über den in [2] geforderten Werten liegen, kann diese Berechnung auch auf die anderen Standorte übertragen werden und es sind somit keine weiteren Nachweise erforderlich.

Für die Ausführung des Kiespolsters / Bodenaustausches (WEA 7 und WEA 9) sind die technischen Hinweise in Abschnitt 4.1 zu beachten. Die erforderlichen Austausch Tiefen sind auf den Anlagen 2.1 – 2.11 in die dort dargestellten Sondierprofile eingezeichnet worden. Die endgültigen Austausch Tiefen müssen vorab durch das Anlegen von Baggerschürfen durch den Baugrundsachverständigen festgelegt werden.

Nach EC 7 (Formel DIN 4017:2006) mit dem Programm GGU-Footing durchgeführte Berechnungen haben ergeben, dass aus geotechnischer Sicht die vorhandene charakteristische Bodenpressung von $\sigma_{R,k,vorh} = 205,0 \text{ kN/m}^2$ mit hoher Sicherheit ($\mu = 0,159$) vom Baugrund aufgenommen werden kann.

In Anlehnung an die DIN 4019 auf der Grundlage der vorliegenden Baugrundverhältnisse durchgeführte Setzungsberechnungen haben ergeben, dass bei den Windkraftanlagen für den Lastfall N/A/T mit rechnerischen Setzungen von $s = 0,2 - 3,6 \text{ cm}$ sowie rechnerischen Setzungsdifferenzen bis zu $\Delta s = 3,4 \text{ cm}$ gerechnet werden muss. Aufgrund der erkundeten Baugrundverhältnisse wird die maximal zulässige Schiefstellung infolge Baugrundsetzung von $\Delta s \leq 3,0 \text{ mm/m}$ ($27,50 \times 3 = 82,5 \text{ mm}$) in 25 Jahren nicht überschritten werden.

Einzelheiten der Berechnungen, die ebenfalls für den Standort WEA 08 ausgeführt wurden, sind der Anlage 8 zu entnehmen.

Die Berechnungen haben somit für alle Standorte ergeben, dass die gemäß Typenprüfung erforderlichen Drehfedersteifigkeiten eingehalten und die maximal zulässigen Setzungsdifferenzen nicht überschritten werden. Auch die vorhandenen Bodenpressungen können problemlos vom Baugrund aufgenommen werden.

4 Technische Hinweise

4.1 Bodenaustausch

Die unterhalb der Fundamentunterkanten anstehenden Geschiebemergel sind gemäß den Ausführungen aus Kap. 3 in einer Schichtstärke von max. 50 cm auszukoffern und gegen hoch zu verdichtende Kiessande/Mineralgemische zu ersetzen. Am Standort der WEA 09 müssen darüber hinaus die erkundeten weichen Geschiebelehme und weich – steifen Geschiebemergel komplett ausgehoben und durch das vorab genannte Material ersetzt werden.

Das einzubringende Material sollte im Körnungsbereich von 0 – 16 / 32 mm (Schluffanteile $\leq 5\%$) liegen und einen Ungleichförmigkeitsgrad von $U \cong 3$ haben. Alternativ hierzu kann auch Recyclingmaterial gleicher Körnung eingebaut werden. Dies setzt jedoch eine Genehmigung der zuständigen Behörden voraus.

Die rolligen Böden müssen in Lagen von maximal 30 cm im Trockenen eingebaut und auf eine mind. 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 muss die Baugrubendurchführung im Schutze von Wasserhaltungsmaßnahmen durchgeführt werden, und zwar ist es erforderlich, eine offene Wasserhaltung (offene Gräben bzw. Baudränagen, Pumpensumpf mit Tauchpumpe) vorzuhalten, um anfallendes Niederschlags- und Sickerwasser, das sich auf den erkundeten bindigen Geschiebeböden anstauen kann, sicher ableiten zu können. Zusätzlich könnte u.U. die Anordnung von Böschungsfiltren erforderlich werden, um aus den eingelagerten Sandbändern ausfließendes Schichtenwasser besser ableiten zu können.

Eine endgültige Entscheidung über ggf. erforderliche weitere Maßnahmen sollte zu Beginn der Erdarbeiten vor Ort getroffen werden.

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. Gefrorene Böden dürfen nicht überbaut werden.

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

Senkrechte Baugrubenwände sind nach DIN 4124 nur bis zu einer Tiefe von 1,25 m zulässig. Tiefere Baugruben müssen geböscht oder verbaut werden. Die Neigung der Böschung darf bei den hier anstehenden überwiegend mindestens steifplastischer Geschiebeböden $\beta = 60^\circ$ sowie bei den Mutterböden und weichen / weich – steifen Geschiebeböden $\beta = 45^\circ$ nicht überschreiten.

4.4 Bodenauflast

Der auf das Fundament aufzubringende Boden muss gemäß [2] eine Wichte von $\gamma = 22,0 \text{ kN/m}^3$ aufweisen. Da die beim Aushub der Fundamente anfallenden Geschiebemergel diese Wichte einhalten ($\gamma = 22,0 \text{ kN/m}^3$) können sie u.E. als Bodenauflast verwendet werden. Dies muss jedoch zwingend mit dem Anlagenhersteller vor Beginn der Baumaßnahme abgeklärt werden, da dieser gemäß Fundamentdatenblatt eine aus einem Schottermaterial bestehende Aufschüttung vorsieht. Der Überstand der Aufschüttung sollte von der Außenkante der Fundamente mind. 0,5 m betragen. Die anschließende Böschung sollte eine maximale Neigung von 45° aufweisen. Hierdurch kann aus geotechnischer Sicht ein z.B. erosionsbedingter Abtrag der Auflast auch über einen langen Zeitraum verhindert werden.

5 Zusammenfassung

Die durchgeführten Untersuchungen haben ergeben, dass die geplanten Windenergieanlagen (E-147 EP5 E2-MST-155-FB-C-01) im Windpark Groß Voigtshagen nach dem Einbringen des gemäß Kap. 3 erforderlichen Kiessandpolsters flach auf kreisförmigen Einzelfundamenten gegründet werden können. Weitere Einzelheiten zur Gründung sind dem Abschnitt 3 des Gutachtens zu entnehmen. Die technischen Hinweise in Abschnitt 4 sind zu beachten.

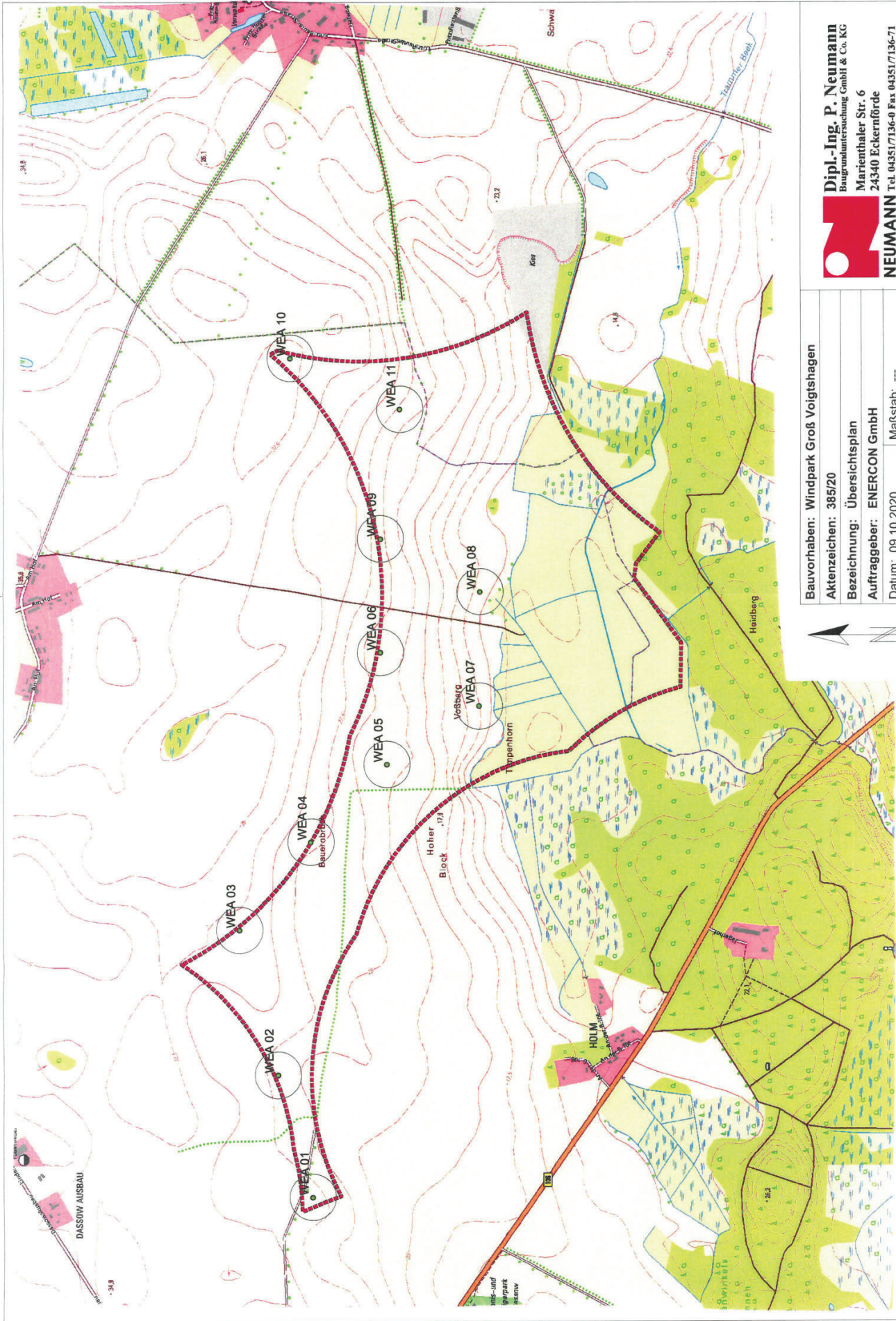
Nach Beendigung des Baugrubenaushubs müssen die Baugrubensohlen durch den Unterzeichner in Anwesenheit der Bauleitung und eines Vertreters der bauausführenden Firma abgenommen werden, um die im Gutachten vorausgesetzten Baugrundverhältnisse vor Ort zu überprüfen. Die Verdichtung des einzubringenden Kiessandpolsters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


Aktenzeichen: 385/20

Bezeichnung: Übersichtsplan

Auftraggeber: ENERCON GmbH

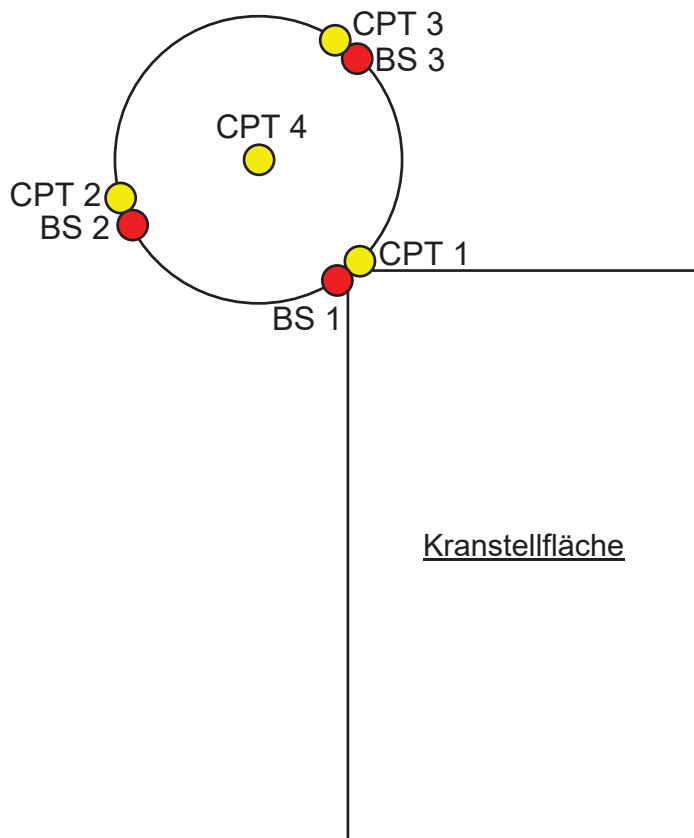
Datum: 09.10.2020 Maßstab: ---

gezeichnet: Claudia Thießer Anlage 1.1

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

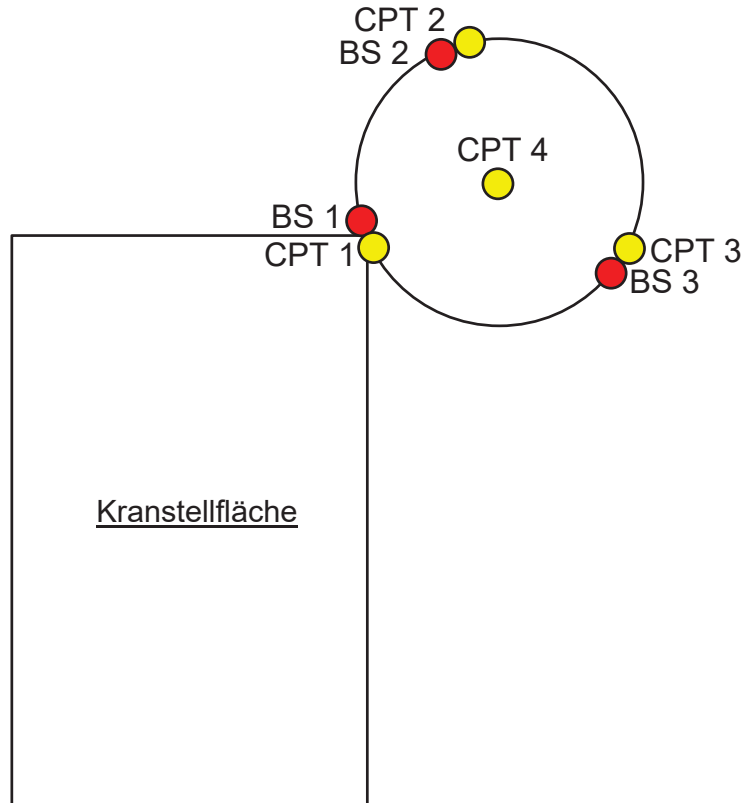
WEA 01



Bauvorhaben: Windpark Groß Voigtshagen	
Aktenzeichen: 385/20	
Bezeichnung: Prinzipskizze	
Auftraggeber: ENERCON GmbH	
Datum: 09.10.2020	Maßstab: ---
gezeichnet: Claudia Thießen	Anlage: 1.2

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

WEA 02



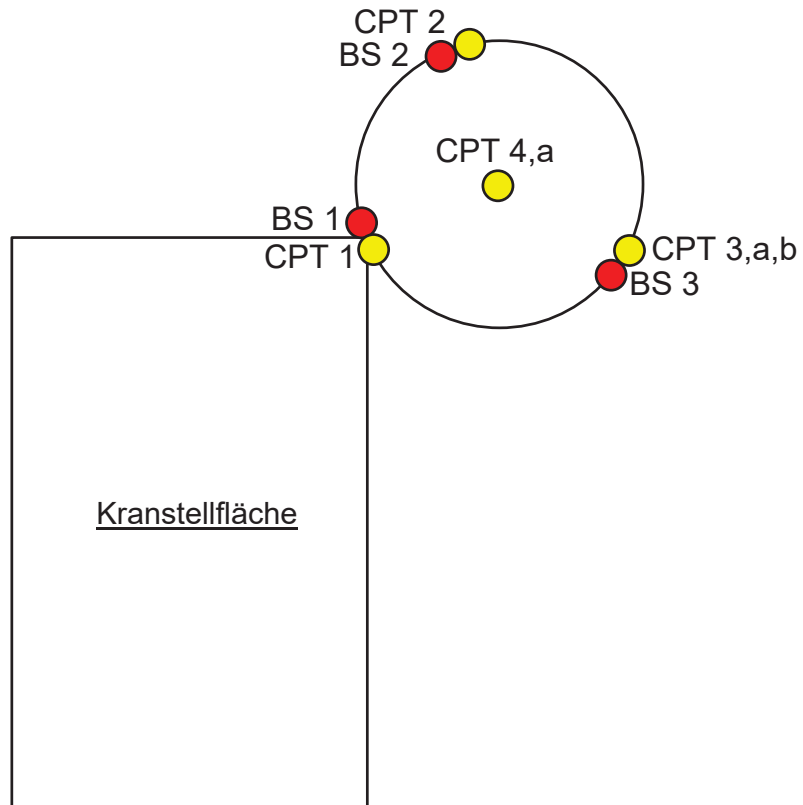
Bauvorhaben: Windpark Groß Voigtshagen	
Aktenzeichen: 385/20	
Bezeichnung: Prinzipskizze	
Auftraggeber: ENERCON GmbH	
Datum: 09.10.2020	Maßstab: ---
gezeichnet: Claudia Thießen	Anlage: 1.3



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

NEUMANN

WEA 03



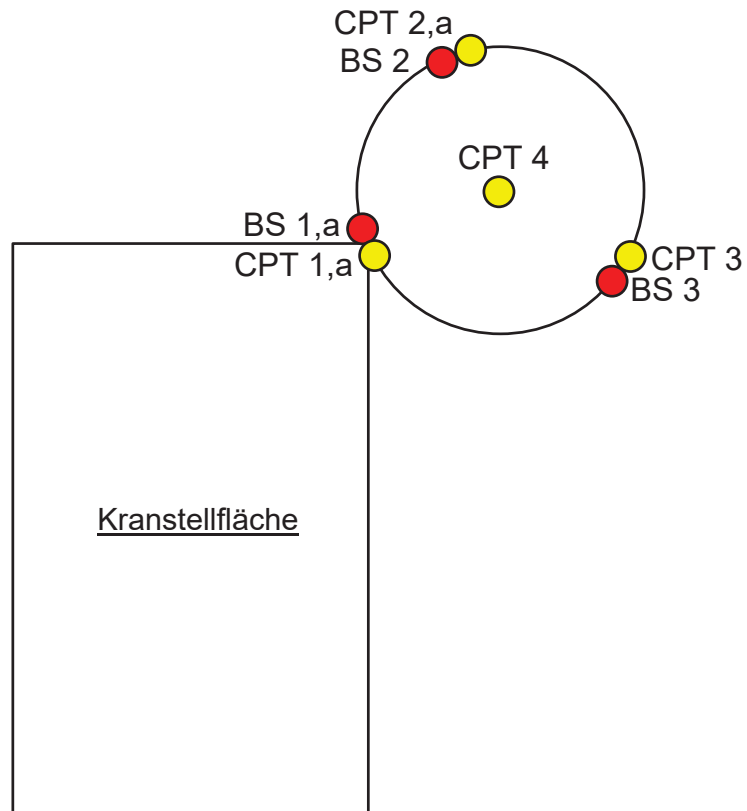
Bauvorhaben: Windpark Groß Voigtshagen	
Aktenzeichen: 385/20	
Bezeichnung: Prinzipskizze	
Auftraggeber: ENERCON GmbH	
Datum: 09.10.2020	Maßstab: ---
gezeichnet: Claudia Thießen	Anlage: 1.4



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

NEUMANN

WEA 04



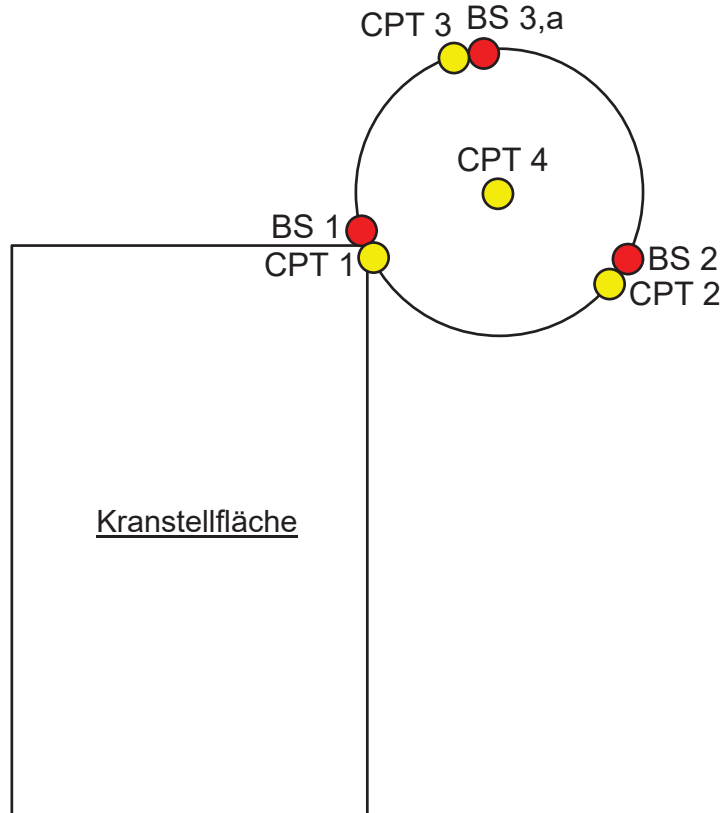
Bauvorhaben: Windpark Groß Voigtshagen	
Aktenzeichen: 385/20	
Bezeichnung: Prinzipskizze	
Auftraggeber: ENERCON GmbH	
Datum: 09.10.2020	Maßstab: ---
gezeichnet: Claudia Thießen	Anlage: 1.5



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

NEUMANN

WEA 05



Kranstellfläche

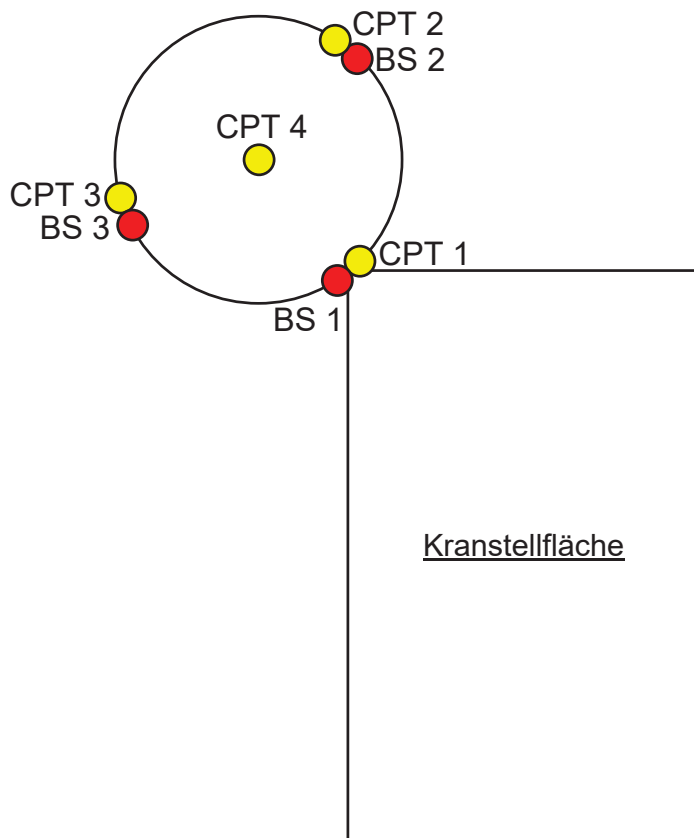
Bauvorhaben: Windpark Groß Voigtshagen	
Aktenzeichen: 385/20	
Bezeichnung: Prinzipskizze	
Auftraggeber: ENERCON GmbH	
Datum: 09.10.2020	Maßstab: ---
gezeichnet: Claudia Thießen	Anlage: 1.6



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

NEUMANN

WEA 06



Bauvorhaben: Windpark Groß Voigtshagen	
Aktenzeichen: 385/20	
Bezeichnung: Prinzipskizze	
Auftraggeber: ENERCON GmbH	
Datum: 09.10.2020	Maßstab: ---
gezeichnet: Claudia Thießen	Anlage: 1.7

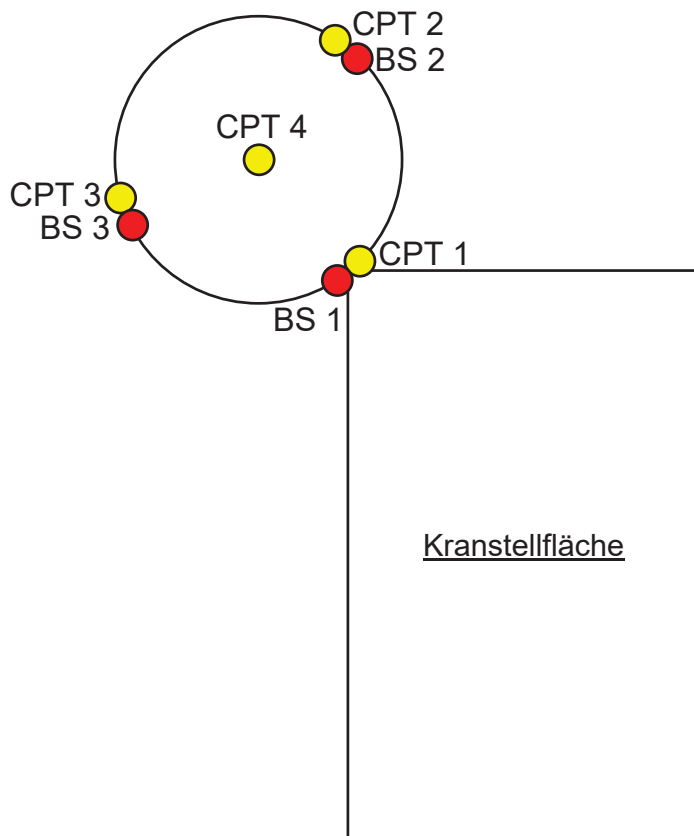


Dipl.-Ing. P. Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG

Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde

NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

WEA 07



Bauvorhaben: Windpark Groß Voigtshagen	
Aktenzeichen: 385/20	
Bezeichnung: Prinzipskizze	
Auftraggeber: ENERCON GmbH	
Datum: 09.10.2020	Maßstab: ---
gezeichnet: Claudia Thießen	Anlage: 1.8

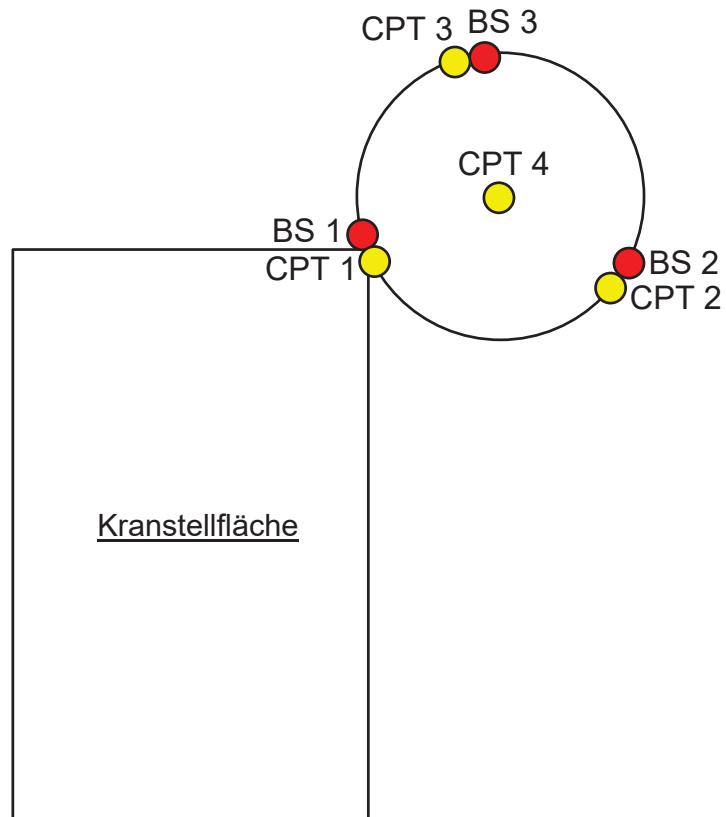


Dipl.-Ing. P. Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG

Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde

NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

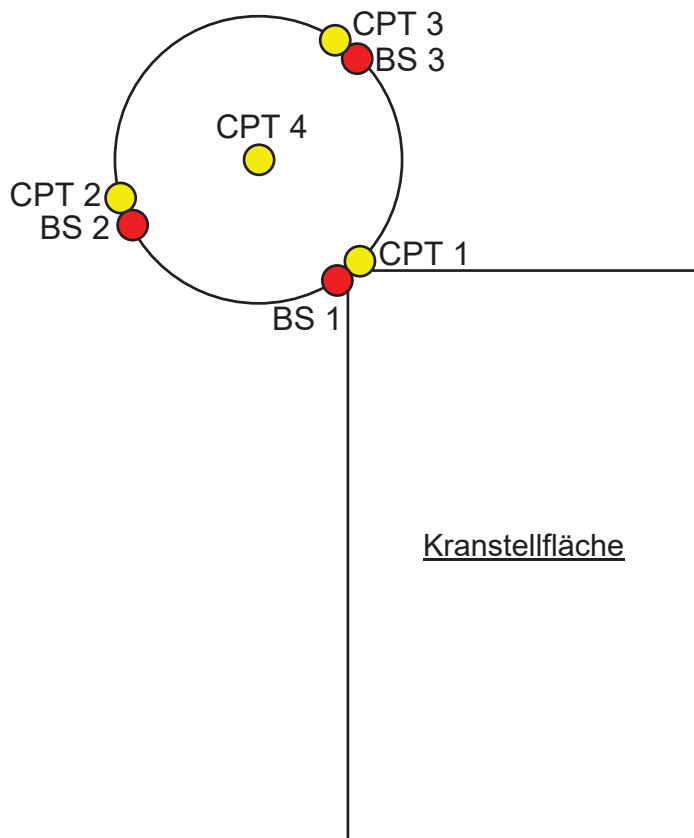
WEA 08



Bauvorhaben: Windpark Groß Voigtshagen	
Aktenzeichen: 385/20	
Bezeichnung: Prinzipskizze	
Auftraggeber: ENERCON GmbH	
Datum: 09.10.2020	Maßstab: ---
gezeichnet: Claudia Thießen	Anlage: 1.9

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

WEA 09



Bauvorhaben: Windpark Groß Voigtshagen	
Aktenzeichen: 385/20	
Bezeichnung: Prinzipskizze	
Auftraggeber: ENERCON GmbH	
Datum: 09.10.2020	Maßstab: ---
gezeichnet: Claudia Thießen	Anlage: 1.10

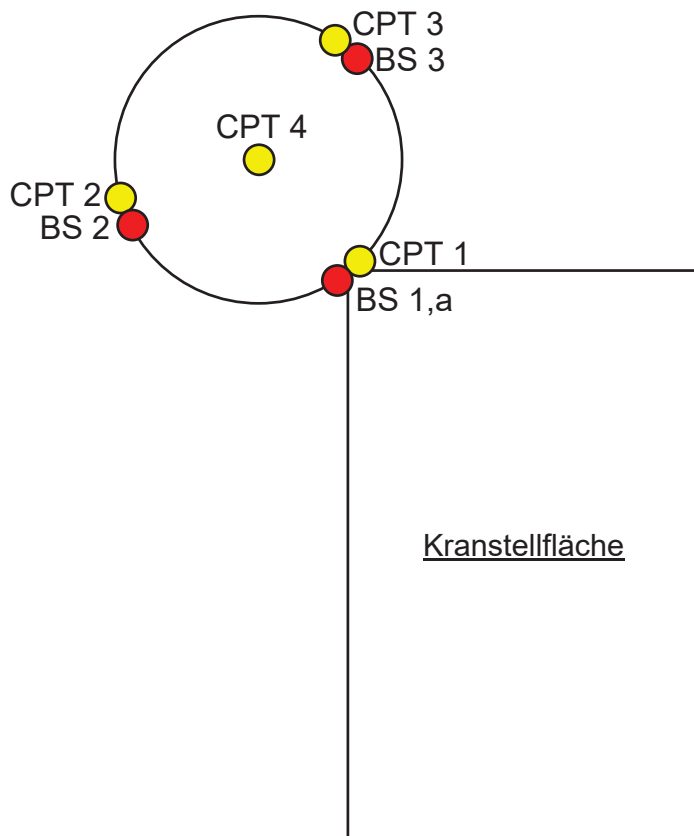



Dipl.-Ing. P. Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG

Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde

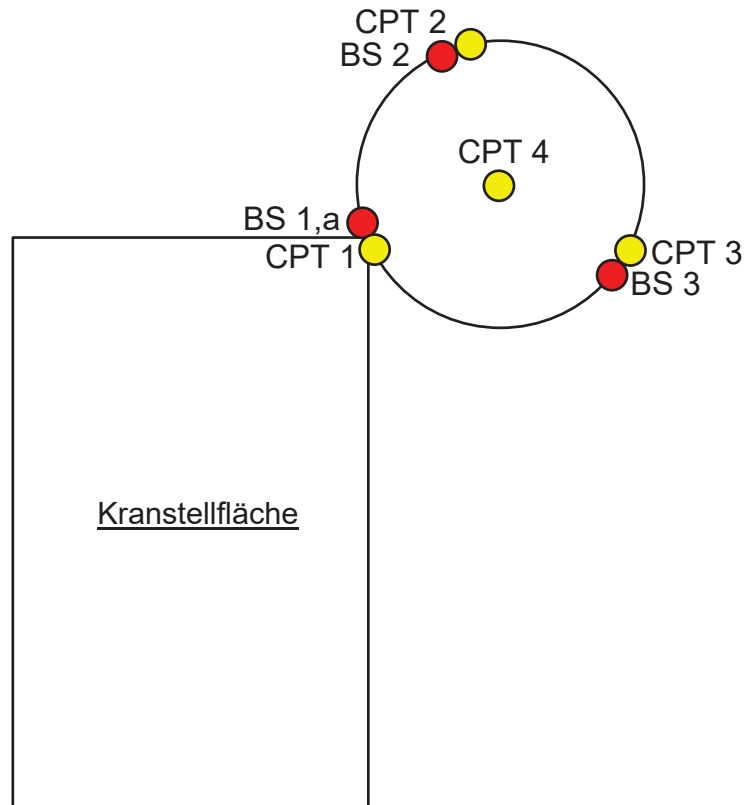
NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

WEA 10



Bauvorhaben: Windpark Groß Voigtshagen		 Dipl.-Ing. P. Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71
Aktenzeichen: 385/20		
Bezeichnung: Prinzipskizze		
Auftraggeber: ENERCON GmbH		
Datum: 09.10.2020	Maßstab: ---	
gezeichnet: Claudia Thießen	Anlage: 1.11	

WEA 11



Bauvorhaben: Windpark Groß Voigtshagen	
Aktenzeichen: 385/20	
Bezeichnung: Prinzipskizze	
Auftraggeber: ENERCON GmbH	
Datum: 09.10.2020	Maßstab: ---
gezeichnet: Claudia Thießen	Anlage: 1.12

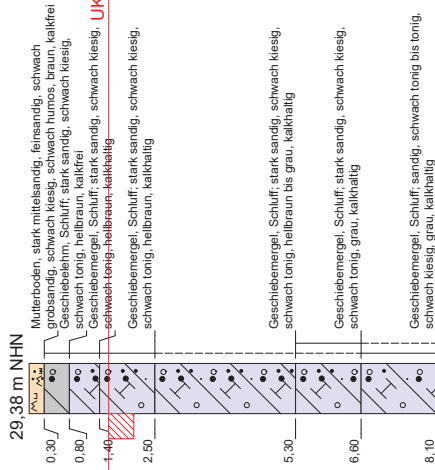


Dipl.-Ing. P. Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG

Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde

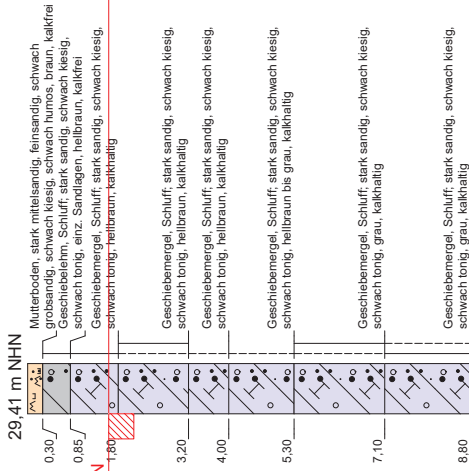
NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

WEA 01: BS 1



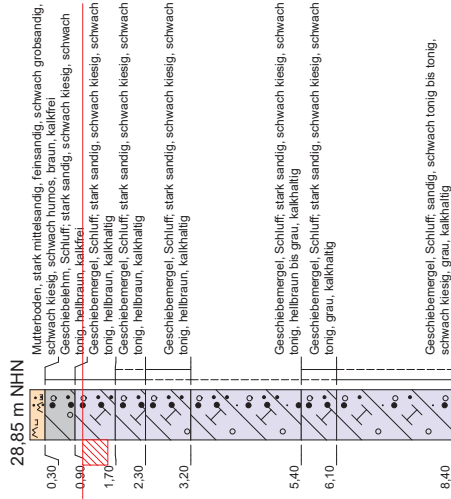
Sondierung abgebrochen!

WEA 01: BS 2



Sondierung abgebrochen!

WEA 01: BS 3



Sondierung abgebrochen!



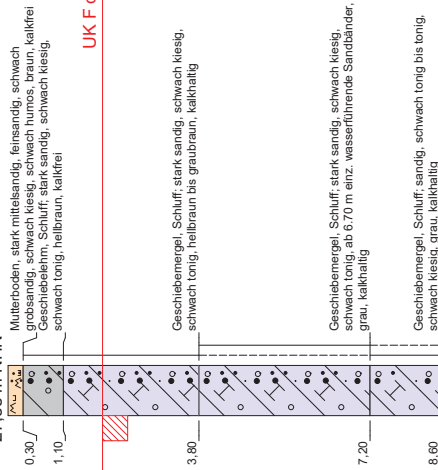
Kiessandpolster

Bauvorhaben: Windpark Groß Voigtshagen
Aktenzeichen: 385/20
Bezeichnung: Sondierprofile
Auftraggeber: ENERCON GmbH
Datum: 21.09.-01.10.2020
gezeichnet: Ronja Nickel
Maßstab: 1 : 100
Anlage 2.1

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

WEA 02: BS 1

27,38 m NHN

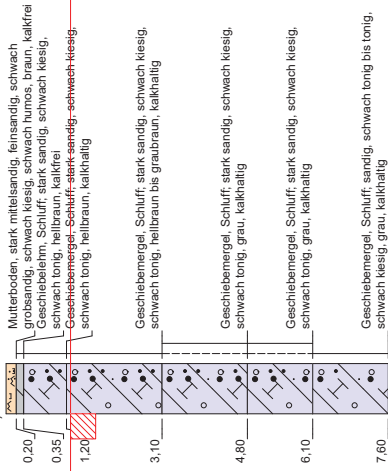


▽ 6,70
▽ 6,90

Sondierung abgebrochen!

WEA 02: BS 2

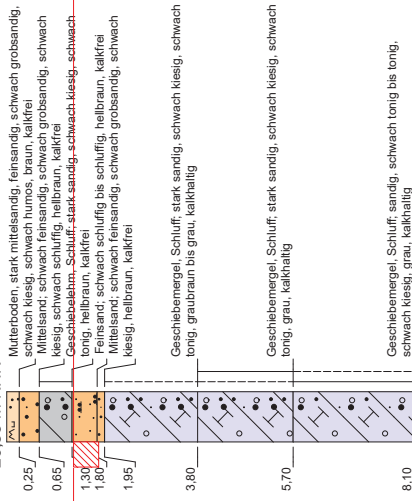
26,78 m NHN



Sondierung abgebrochen!

WEA 02: BS 3

26,83 m NHN



Sondierung abgebrochen!

Bauvorhaben: Windpark Groß Voigtshagen

Aktenzeichen: 385/20

Bezeichnung: Sondierprofile

Auftraggeber: ENERCON GmbH

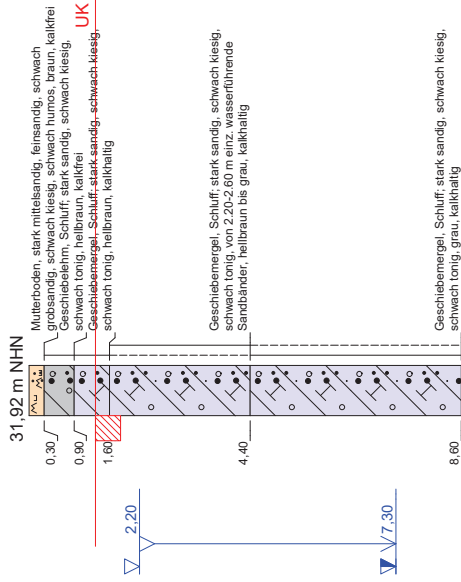
Datum: 21.09.-01.10.2020 Maßstab: 1 : 100

gezeichnet: Ronja Nickel Anlage 2.2



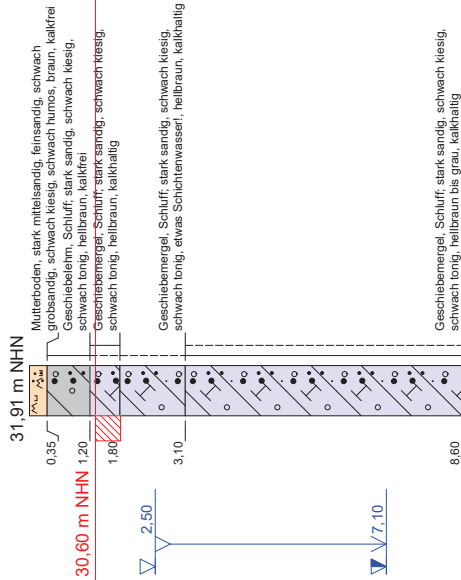
Dipl.-Ing. P. Neumann
Baugrunderkundung GmbH & Co. KG
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

WEA 03: BS 1



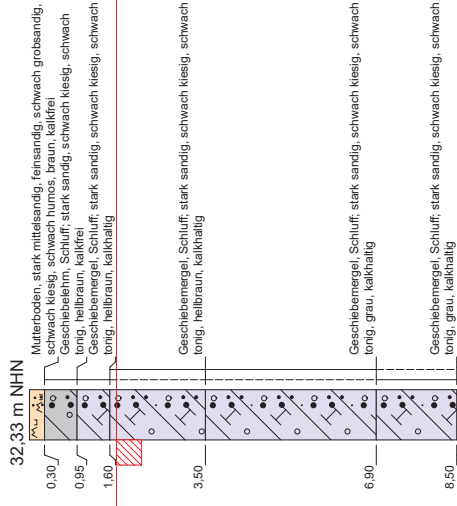
Sondierung abgebrochen!

WEA 03: BS 2



Sondierung abgebrochen!

WEA 03: BS 3



Sondierung abgebrochen!

Bauvorhaben: Windpark Groß Voigtshagen

Aktenzeichen: 385/20

Bezeichnung: Sondierprofile

Auftraggeber: ENERCON GmbH

Datum: 21.09.-01.10.2020 Maßstab: 1 : 100

gezeichnet: Ronja Nickel Anlage 2.3

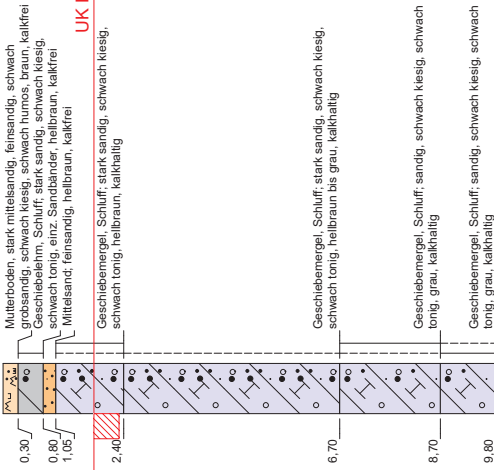


Kessandpolster

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

WEA 04: BS 1a

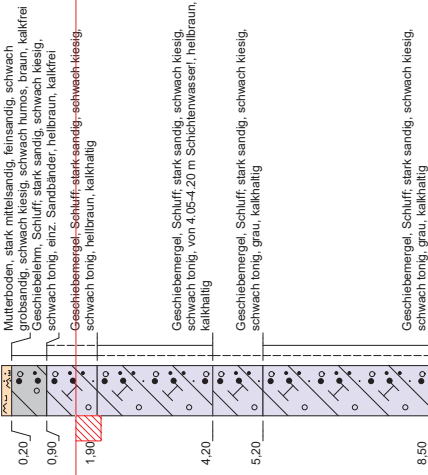
27,91 m NHN



Sondierung abgebrochen!

WEA 04: BS 2

27,58 m NHN



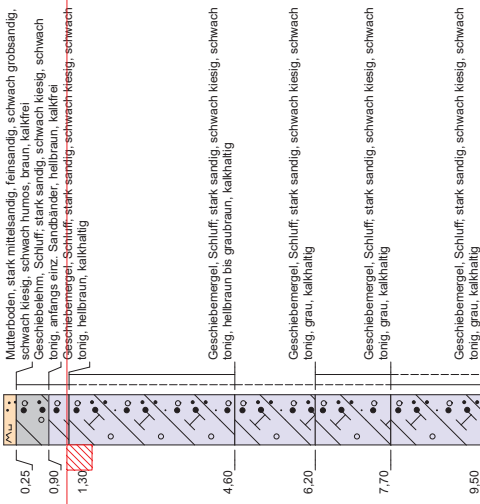
Sondierung abgebrochen!

UK F ca. 26.10 m NHN



WEA 04: BS 3

27,36 m NHN



Sondierung abgebrochen!



Kleissandpolster

Bauvorhaben: Windpark Groß Voigtshagen

Aktenzeichen: 385/20

Bezeichnung: Sondierprofile

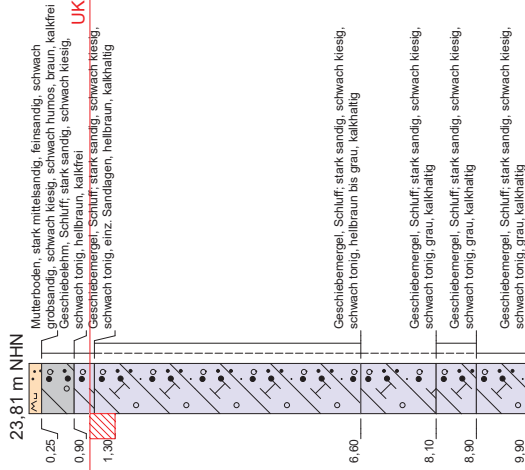
Auftraggeber: ENERCON GmbH

Datum: 21.09.-01.10.2020 Maßstab: 1 : 100

gezeichnet: Ronja Nickel Anlage 2.4

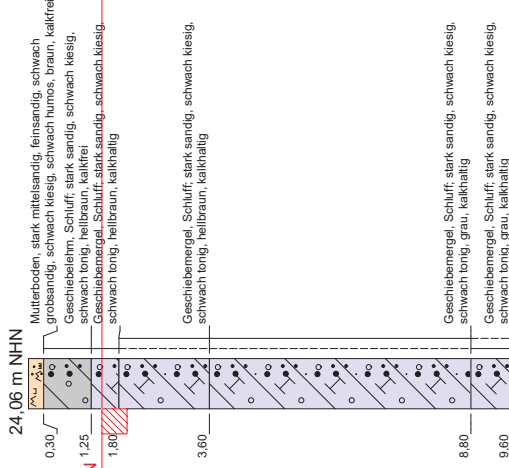
Dipl.-Ing. P. Neumann
 Baugrunderkundung GmbH & Co. KG
 Marienthaler Str. 6
 24340 Eckernförde
NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

WEA 05: BS 1



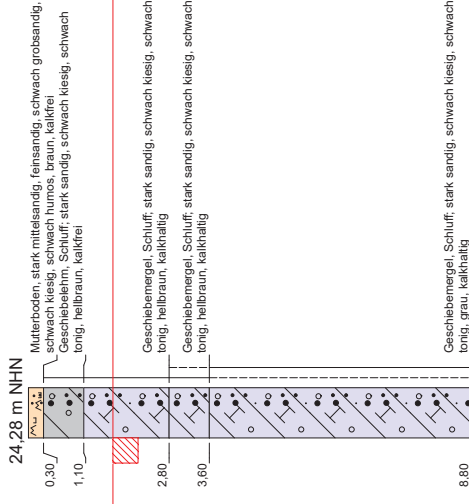
Sondierung abgebrochen!

WEA 05: BS 2



Sondierung abgebrochen!

WEA 05: BS 3a



Sondierung abgebrochen!



Kleissandpolster

Bauvorhaben: Windpark Groß Voigtshagen

Aktenzeichen: 385/20

Bezeichnung: Sondierprofile

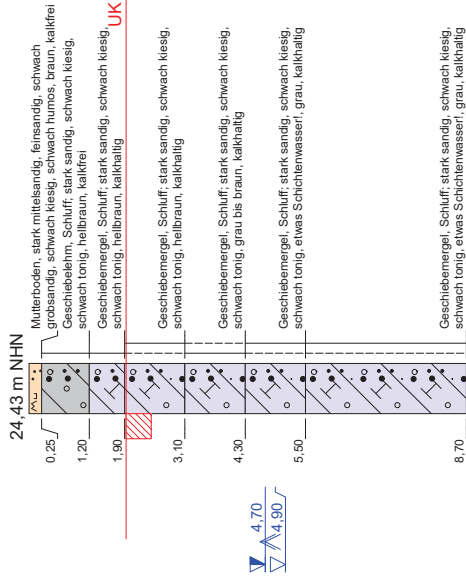
Auftraggeber: ENERCON GmbH

Datum: 21.09.-01.10.2020 Maßstab: 1 : 100

gezeichnet: Ronja Nickel Anlage 2.5

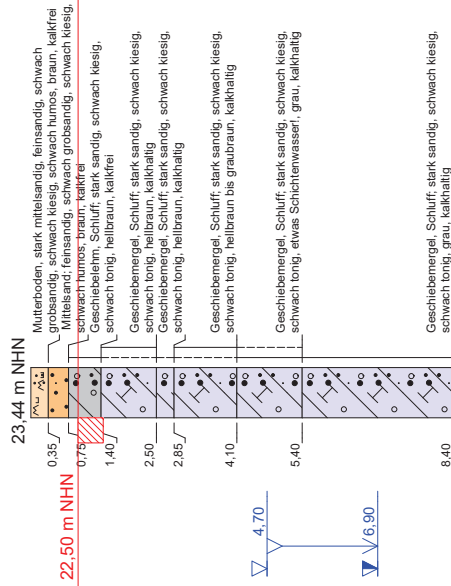
Dipl.-Ing. P. Neumann
Baugrunderkundung GmbH & Co. KG
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

WEA 06: BS 1



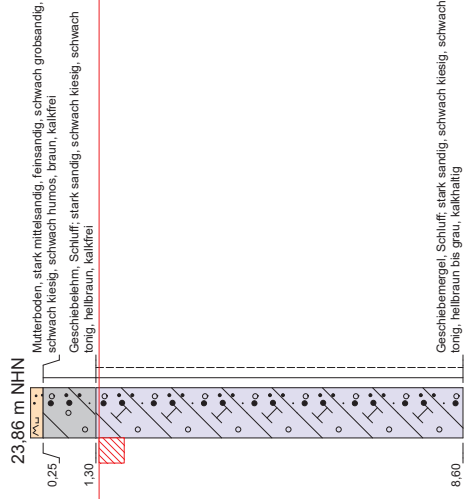
Sondierung abgebrochen!

WEA 06: BS 2



Sondierung abgebrochen!

WEA 06: BS 3



Sondierung abgebrochen!



Kiessandpolster

Bauvorhaben: Windpark Groß Voigtshagen

Aktenzeichen: 385/20

Bezeichnung: Sondierprofile

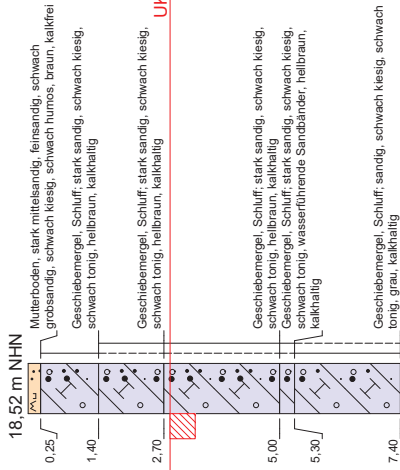
Auftraggeber: ENERCON GmbH

Datum: 21.09.-01.10.2020 Maßstab: 1 : 100

gezeichnet: Ronja Nickel Anlage 2.6

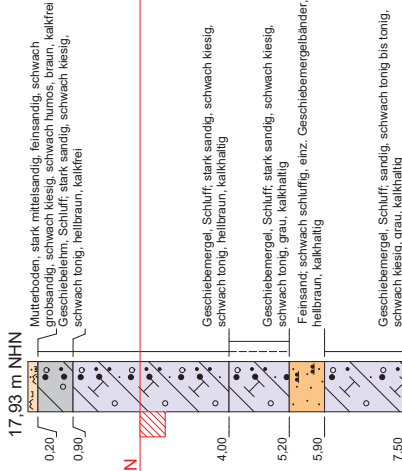
Dipl.-Ing. P. Neumann
Baugrunderkundung GmbH & Co. KG
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

WEA 07: BS 1



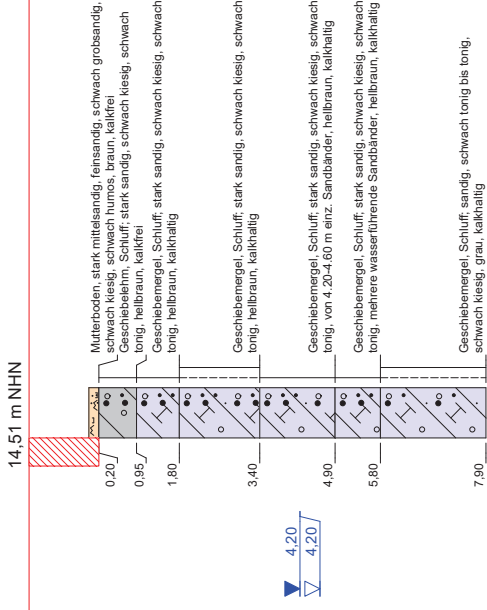
Sondierung abgebrochen!

WEA 07: BS 2



Sondierung abgebrochen!

WEA 07: BS 3



Sondierung abgebrochen!



Kiessandpolster / Bodenaustausch / Geländeaufschüttung

Bauvorhaben: Windpark Groß Voigtshagen

Aktenzeichen: 385/20

Bezeichnung: Sondierprofile

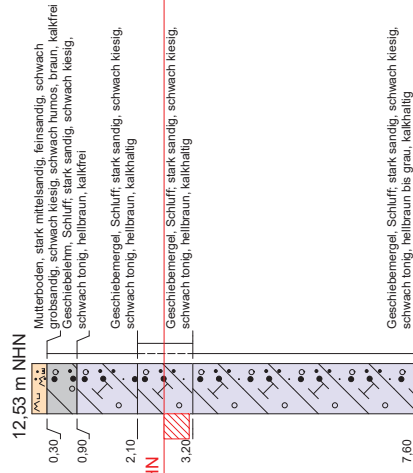
Auftraggeber: ENERCON GmbH

Datum: 21.09.-01.10.2020 Maßstab: 1 : 100

gezeichnet: Ronja Nickel Anlage 2.7

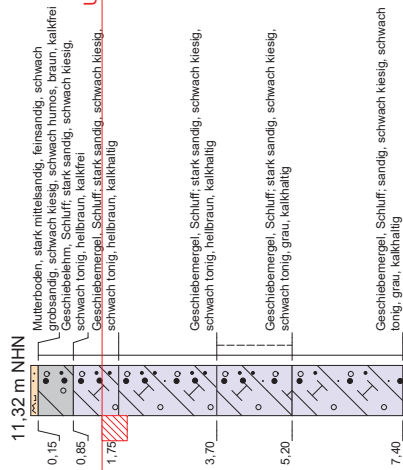
Dipl.-Ing. P. Neumann
Baugrunderkundung GmbH & Co. KG
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

WEA 08: BS 2



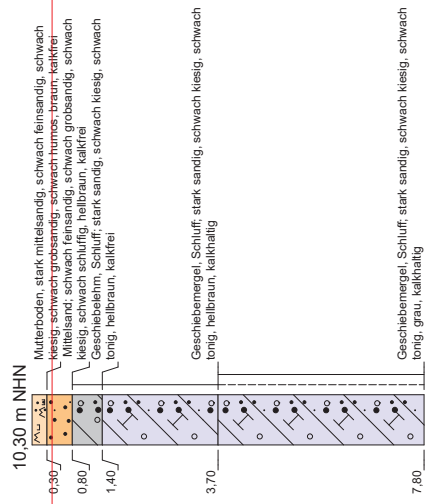
Sondierung abgebrochen!

WEA 08: BS 1



Sondierung abgebrochen!

WEA 08: BS 3



Sondierung abgebrochen!



Kiessandpolster

Bauvorhaben: Windpark Groß Voigtshagen

Aktenzeichen: 385/20

Bezeichnung: Sondierprofile

Auftraggeber: ENERCON GmbH

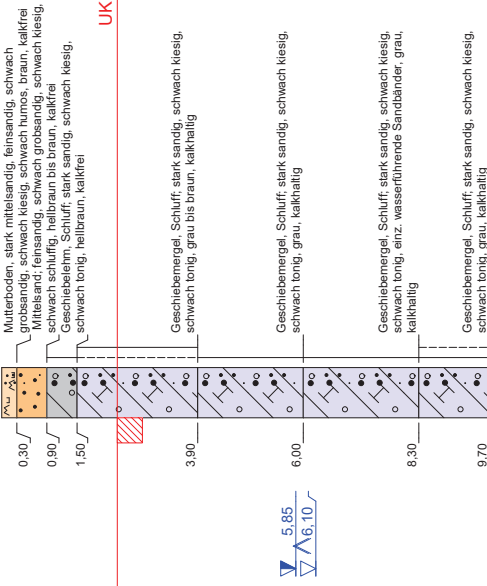
Datum: 21.09.-01.10.2020 Maßstab: 1 : 100

gezeichnet: Ronja Nickel Anlage 2.8

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

WEA 09: BS 2

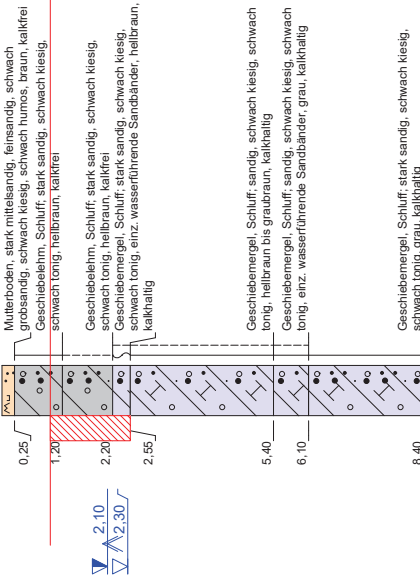
25,60 m NHN



Sondierung abgebrochen!

WEA 09: BS 1

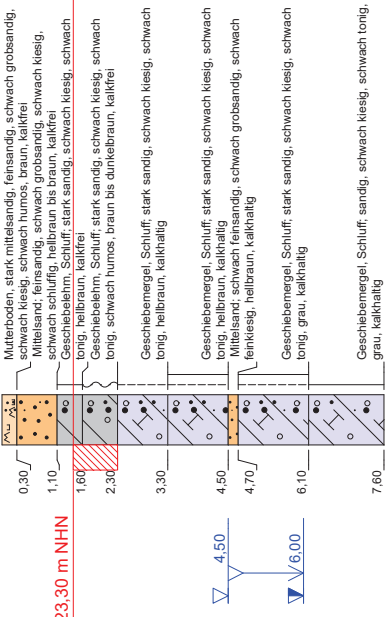
24,26 m NHN



Sondierung abgebrochen!

WEA 09: BS 3

24,72 m NHN



Sondierung abgebrochen!



Kiessandpolster / Bodenaustausch

Bauvorhaben: Windpark Groß Voigtshagen

Aktenzeichen: 385/20

Bezeichnung: Sondierprofile

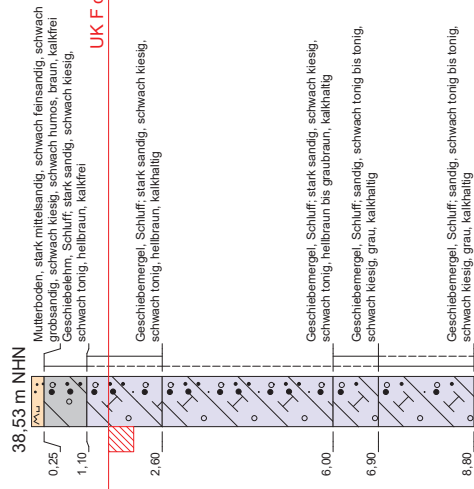
Auftraggeber: ENERCON GmbH

Datum: 21.09.-01.10.2020 Maßstab: 1 : 100

gezeichnet: Ronja Nickel Anlage 2.9

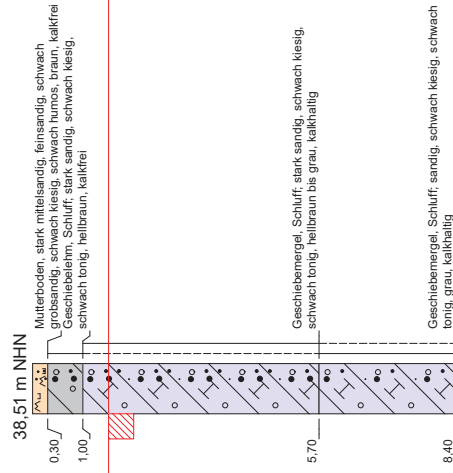
Dipl.-Ing. P. Neumann
 Baugrunderkundung GmbH & Co. KG
 Marienthaler Str. 6
 24340 Eckernförde
NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

WEA 10: BS 1a



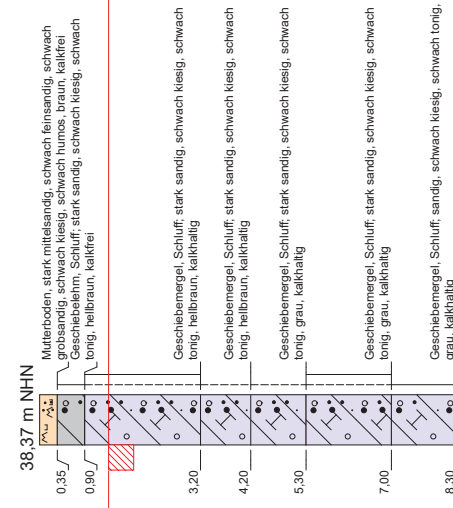
Sondierung abgebrochen!

WEA 10: BS 2



Sondierung abgebrochen!

WEA 10: BS 3



Sondierung abgebrochen!

UK F ca. 37,00 m NHN



Kiessandpolster

Bauvorhaben: Windpark Groß Voigtshagen

Aktenzeichen: 385/20

Bezeichnung: Sondierprofile

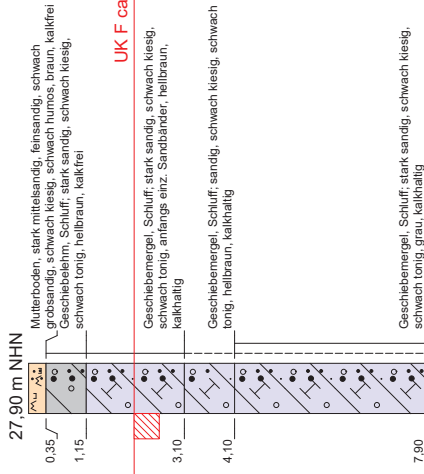
Auftraggeber: ENERCON GmbH

Datum: 21.09.-01.10.2020 Maßstab: 1 : 100

gezeichnet: Ronja Nickel Anlage 2:10

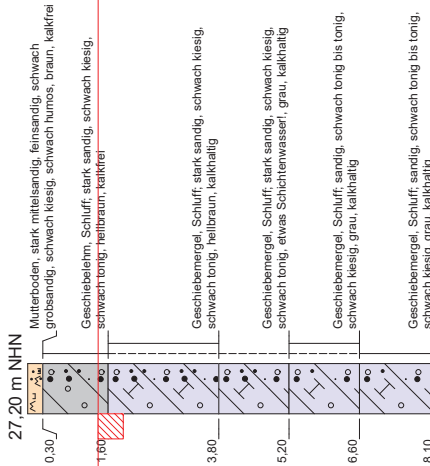
Dipl.-Ing. P. Neumann
Baugrunderkundung GmbH & Co. KG
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

WEA 11: BS 1a



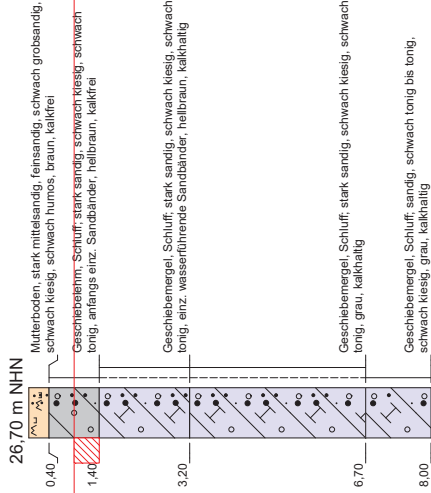
Sondierung abgebrochen!

WEA 11: BS 2



Sondierung abgebrochen!

WEA 11: BS 3



Sondierung abgebrochen!

Bauvorhaben: Windpark Groß Voigtshagen

Aktenzeichen: 385/20

Bezeichnung: Sondierprofile

Auftraggeber: ENERCON GmbH

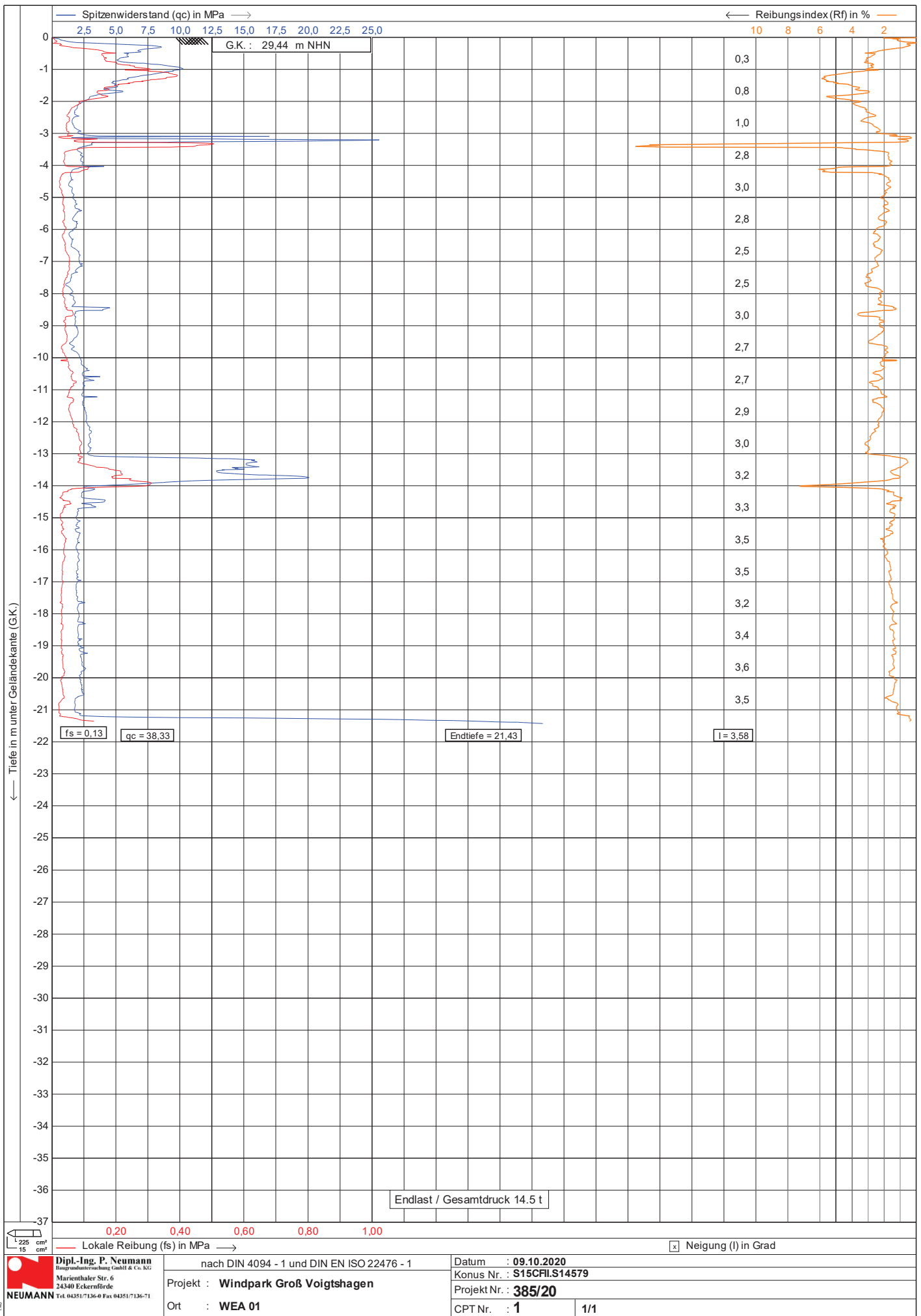
Datum: 21.09.-01.10.2020 Maßstab: 1 : 100

gezeichnet: Ronja Nickel Anlage 2.11



Kleissandpolster

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

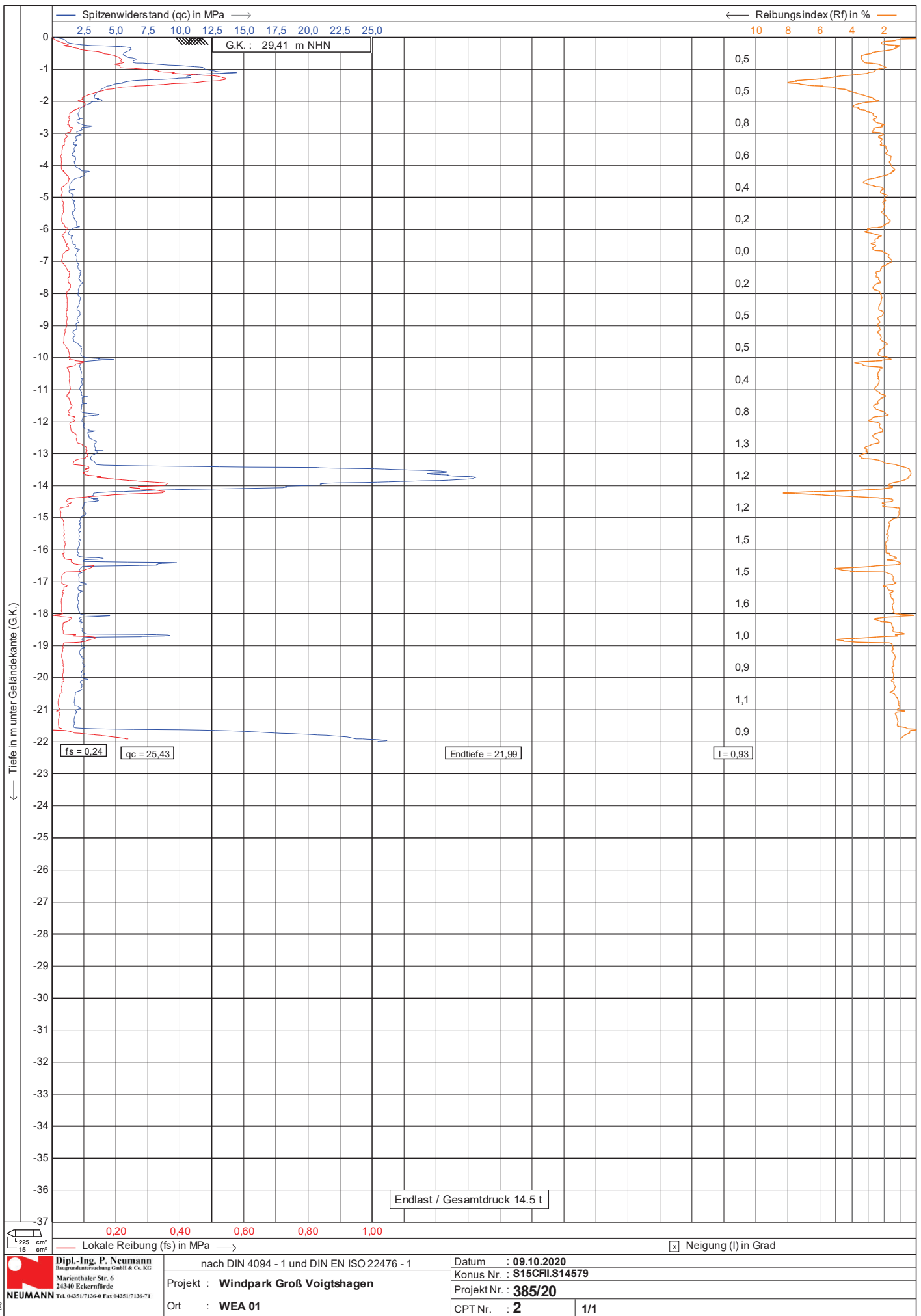


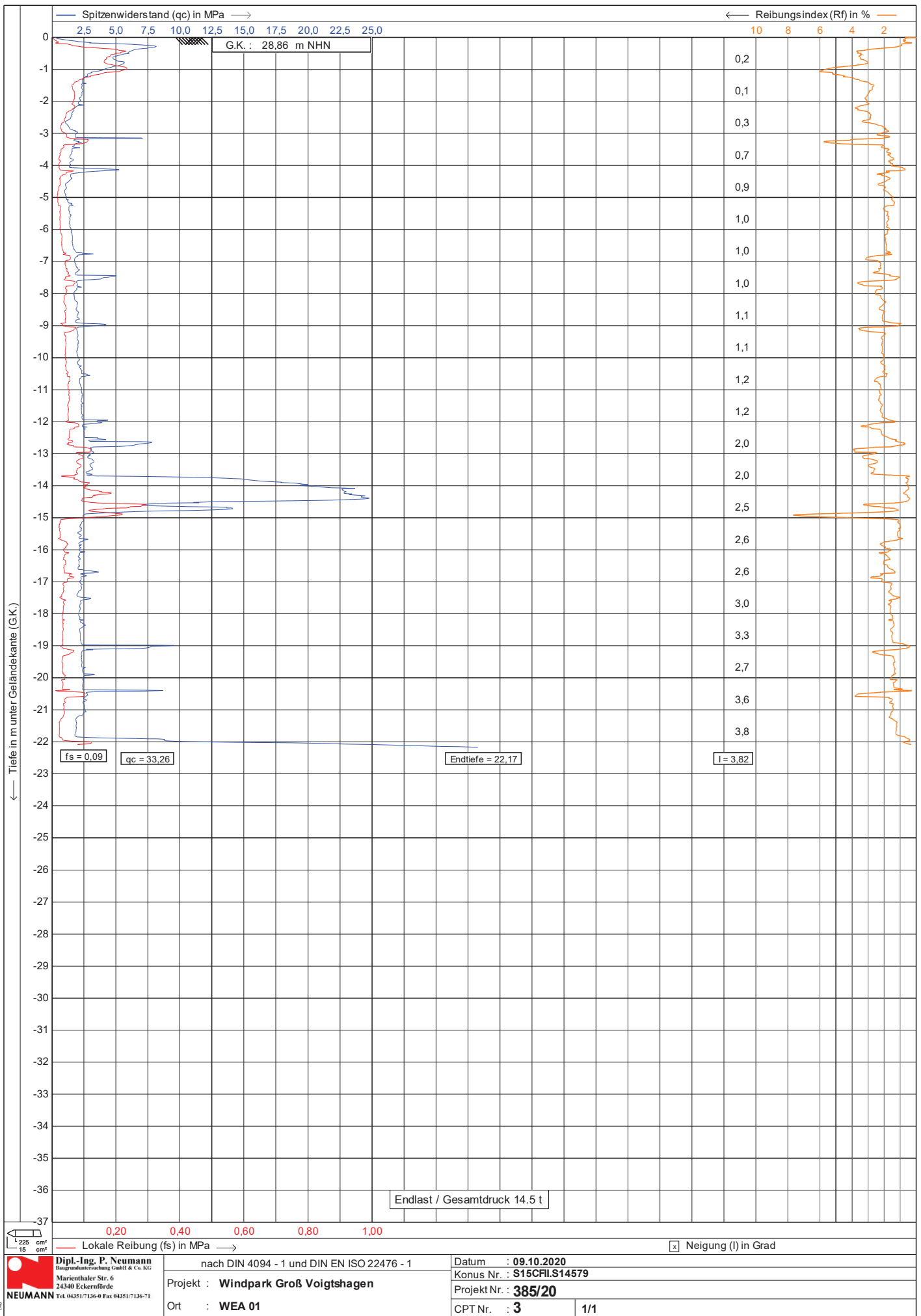
Dipl.-Ing. P. Neumann
 Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
 Marienthaler Str. 6
 24340 Eckernförde
 NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

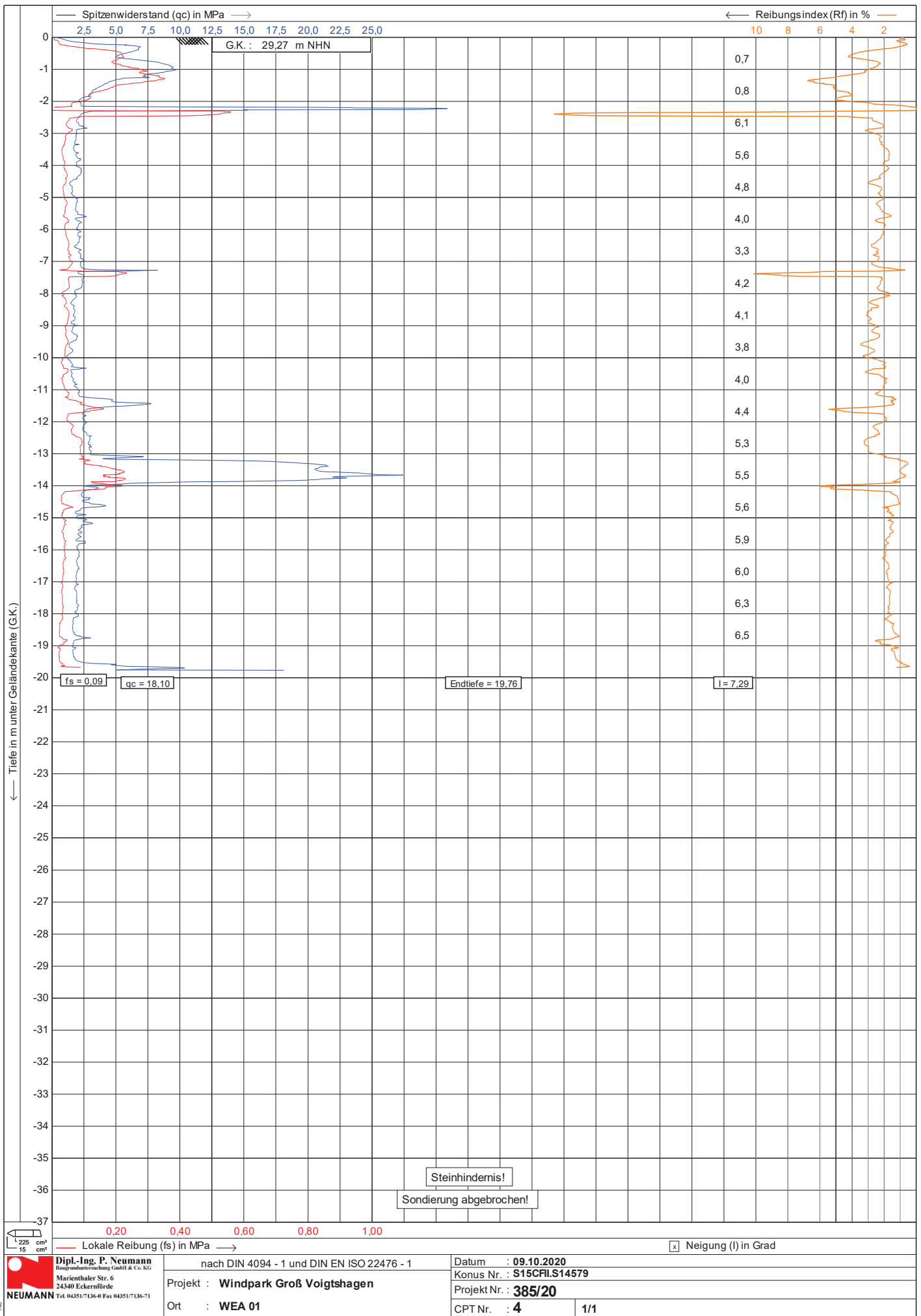
nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1
 Projekt : **Windpark Groß Voigtshagen**
 Ort : **WEA 01**

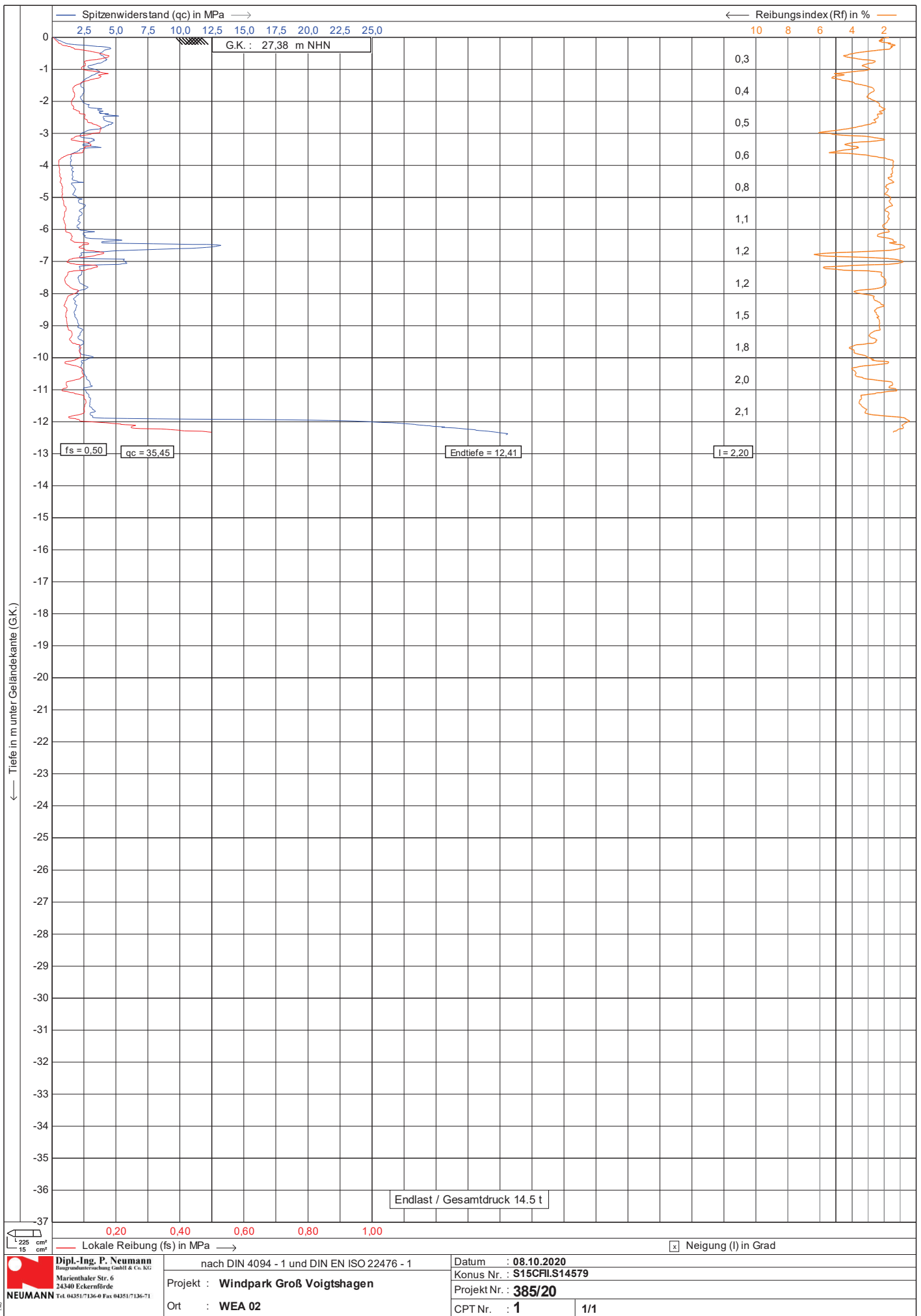
Datum : **09.10.2020**
 Konus Nr. : **S15CFLS14579**
 Projekt Nr. : **385/20**
 CPT Nr. : **1**

Neigung (l) in Grad







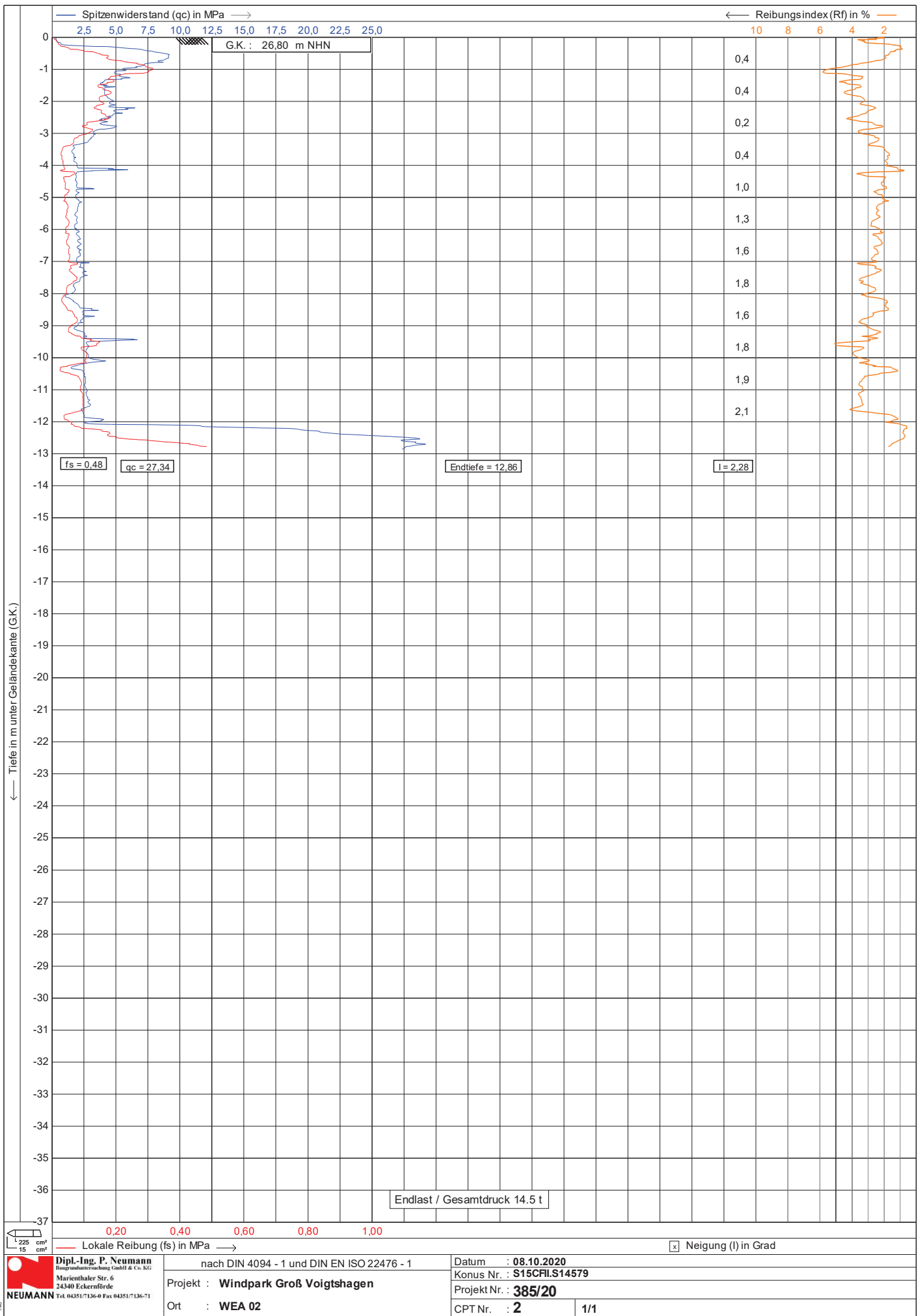


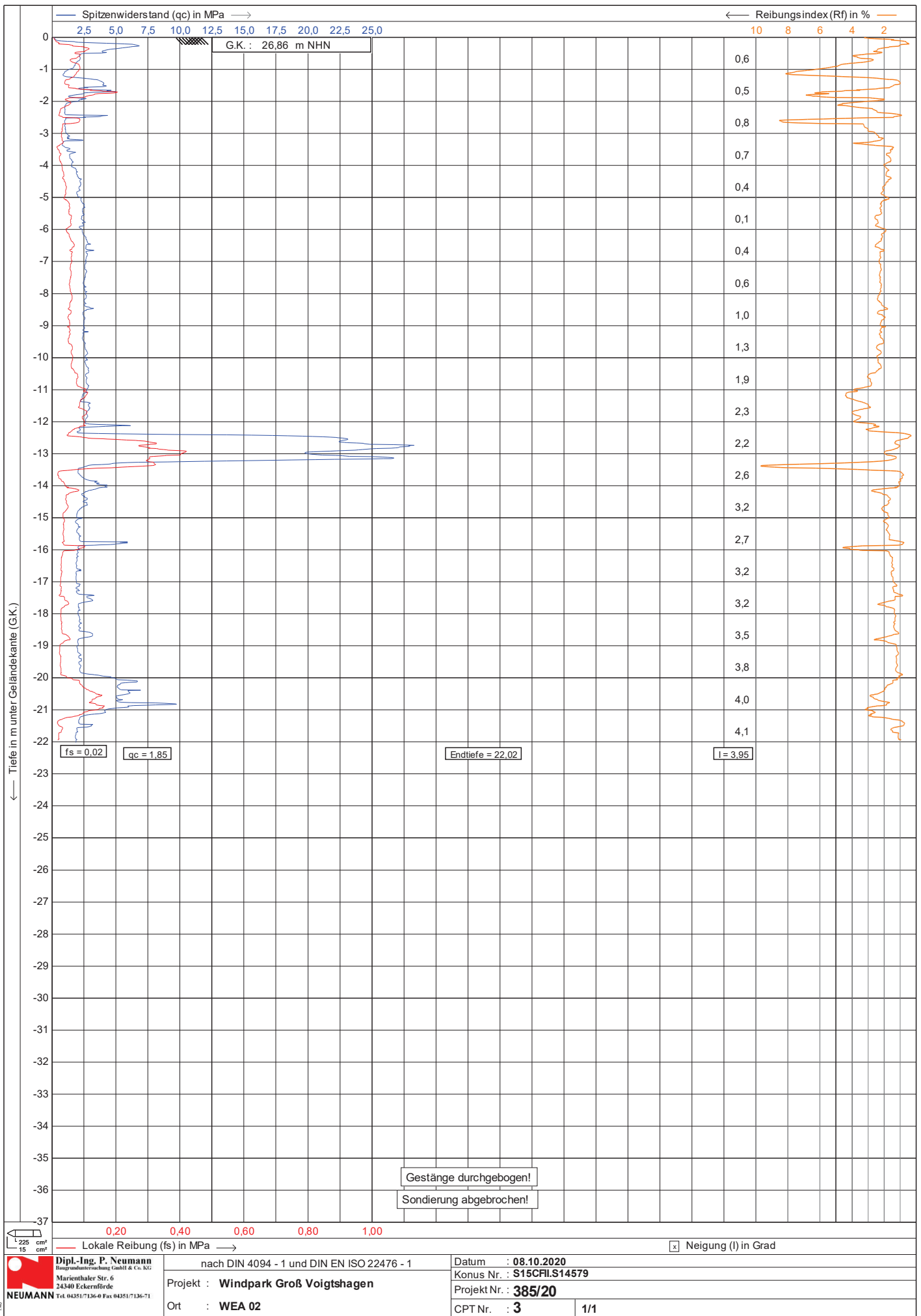
Dipl.-Ing. P. Neumann
 Bauingenieur- und
 Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
 Marienthaler Str. 6
 24340 Eckernförde
 NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

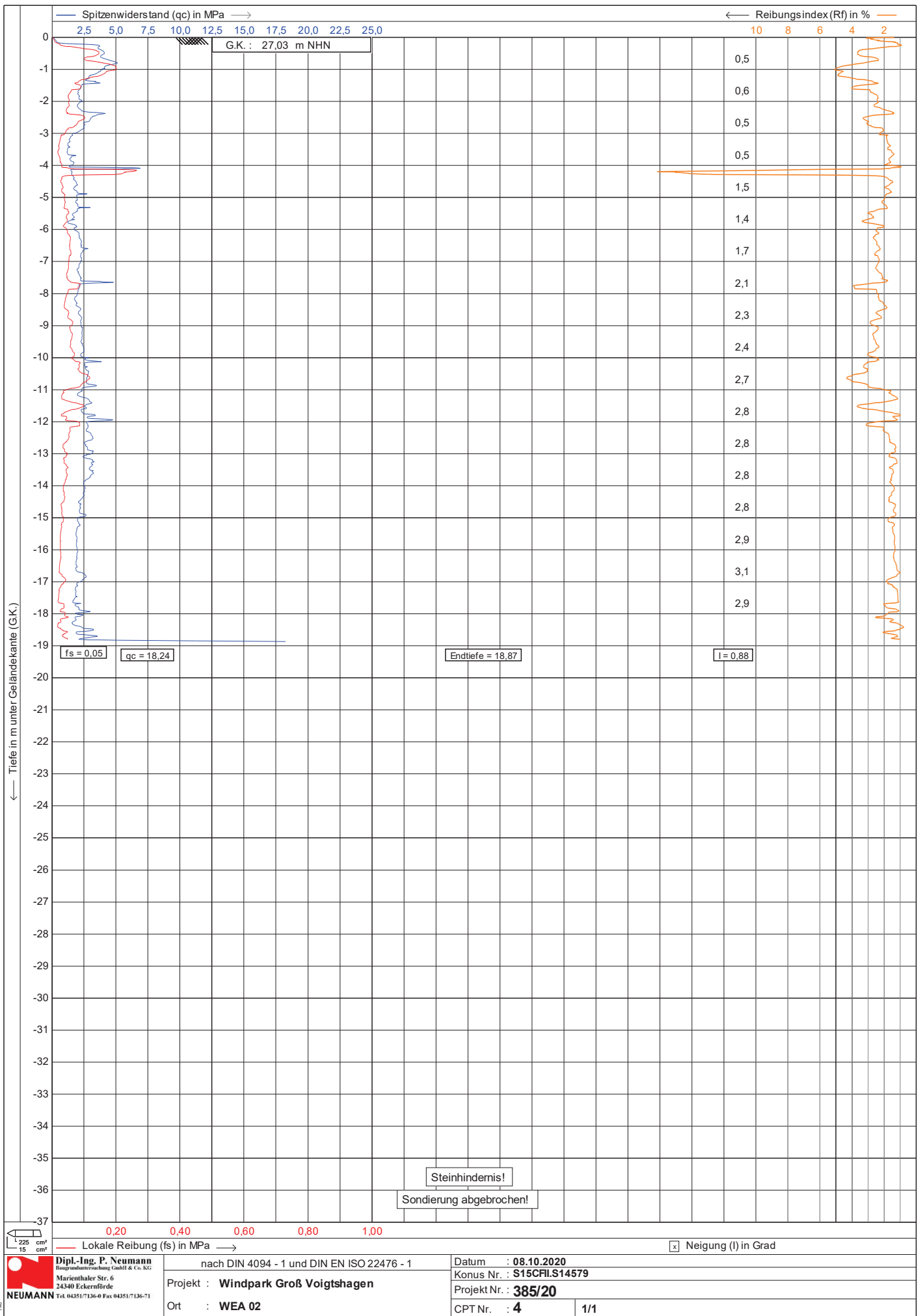
nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1
 Projekt : **Windpark Groß Voigtshagen**
 Ort : **WEA 02**

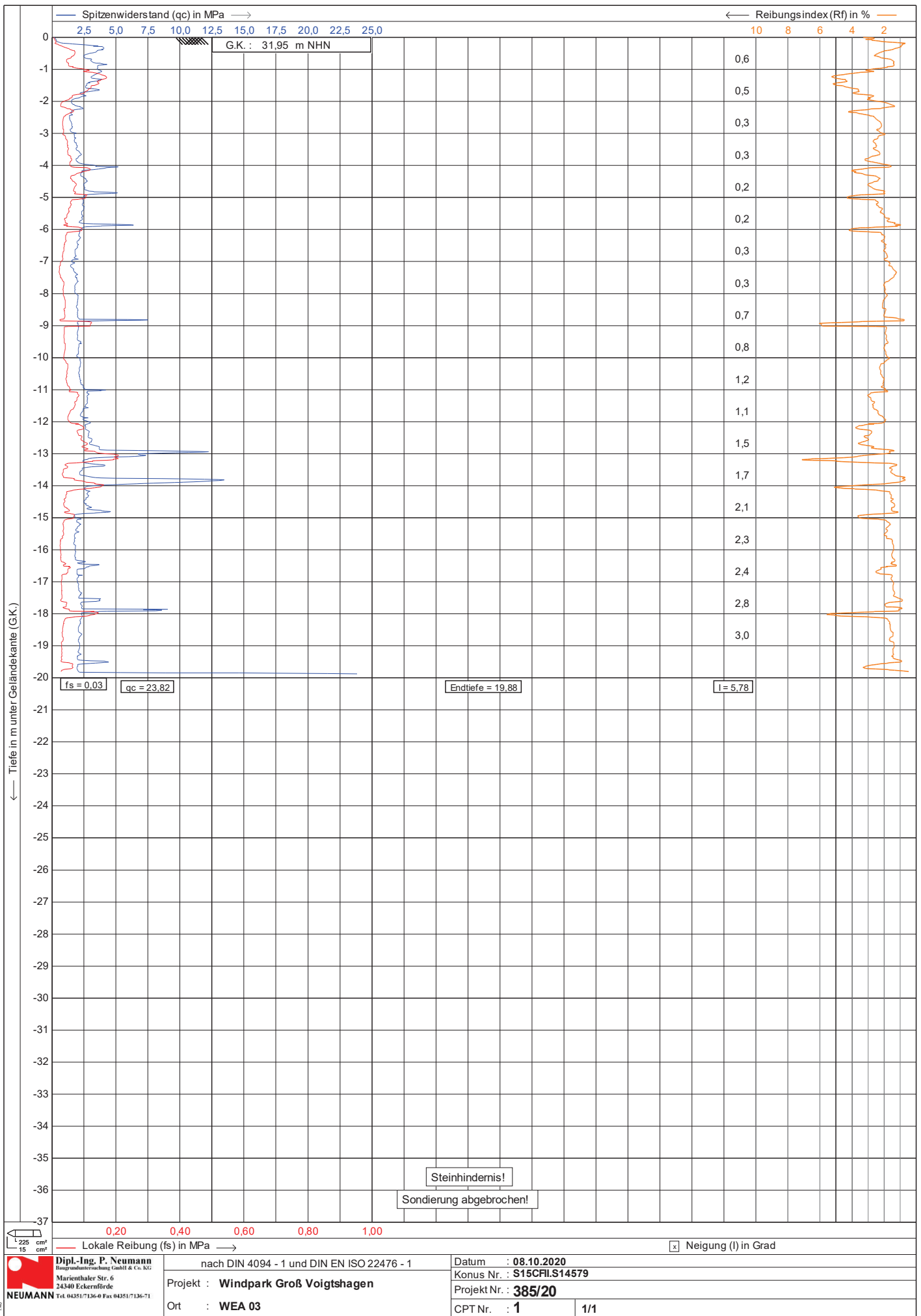
Datum : **08.10.2020**
 Konus Nr. : **S15CFLS14579**
 Projekt Nr. : **385/20**
 CPT Nr. : **1**

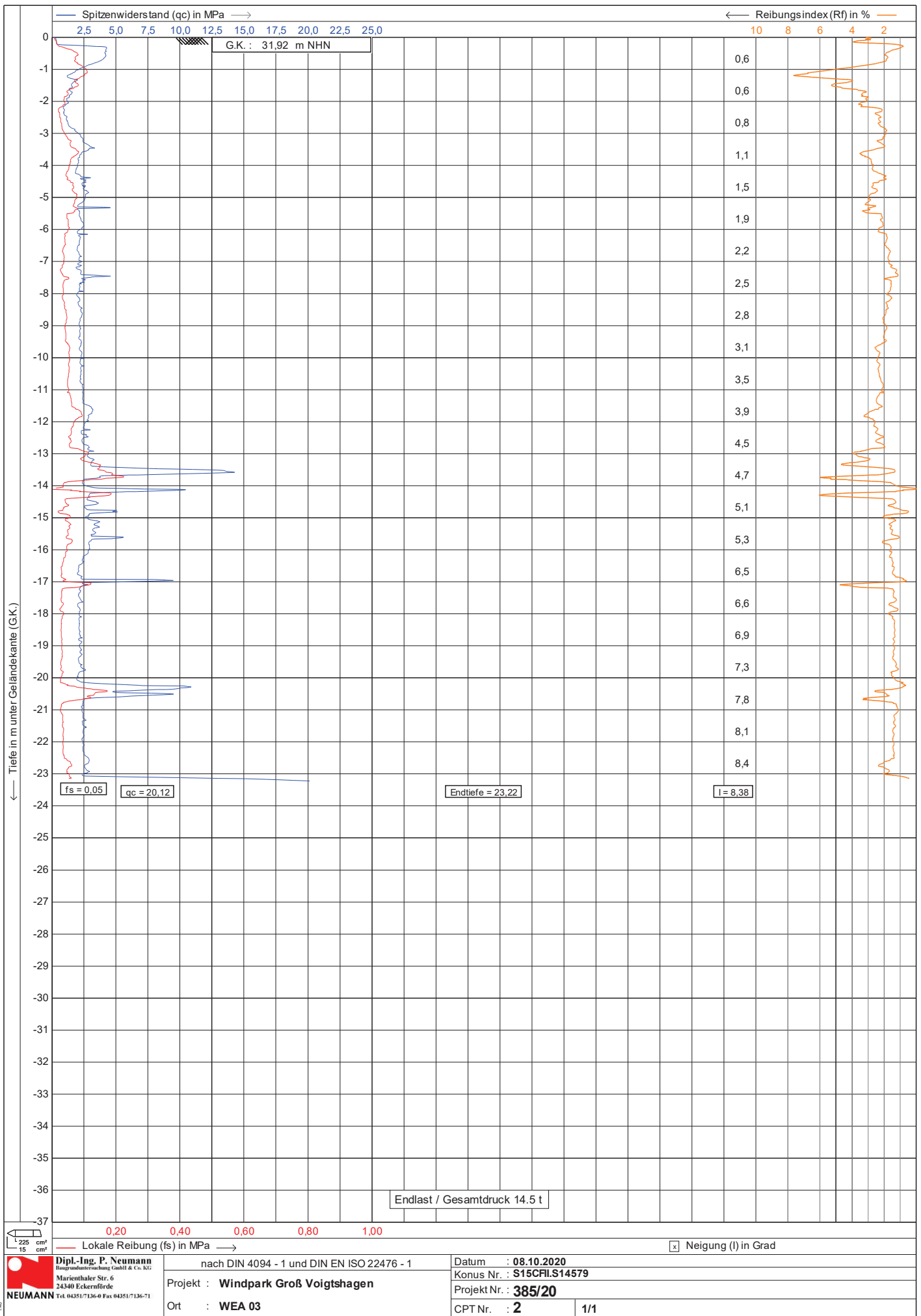
Neigung (l) in Grad

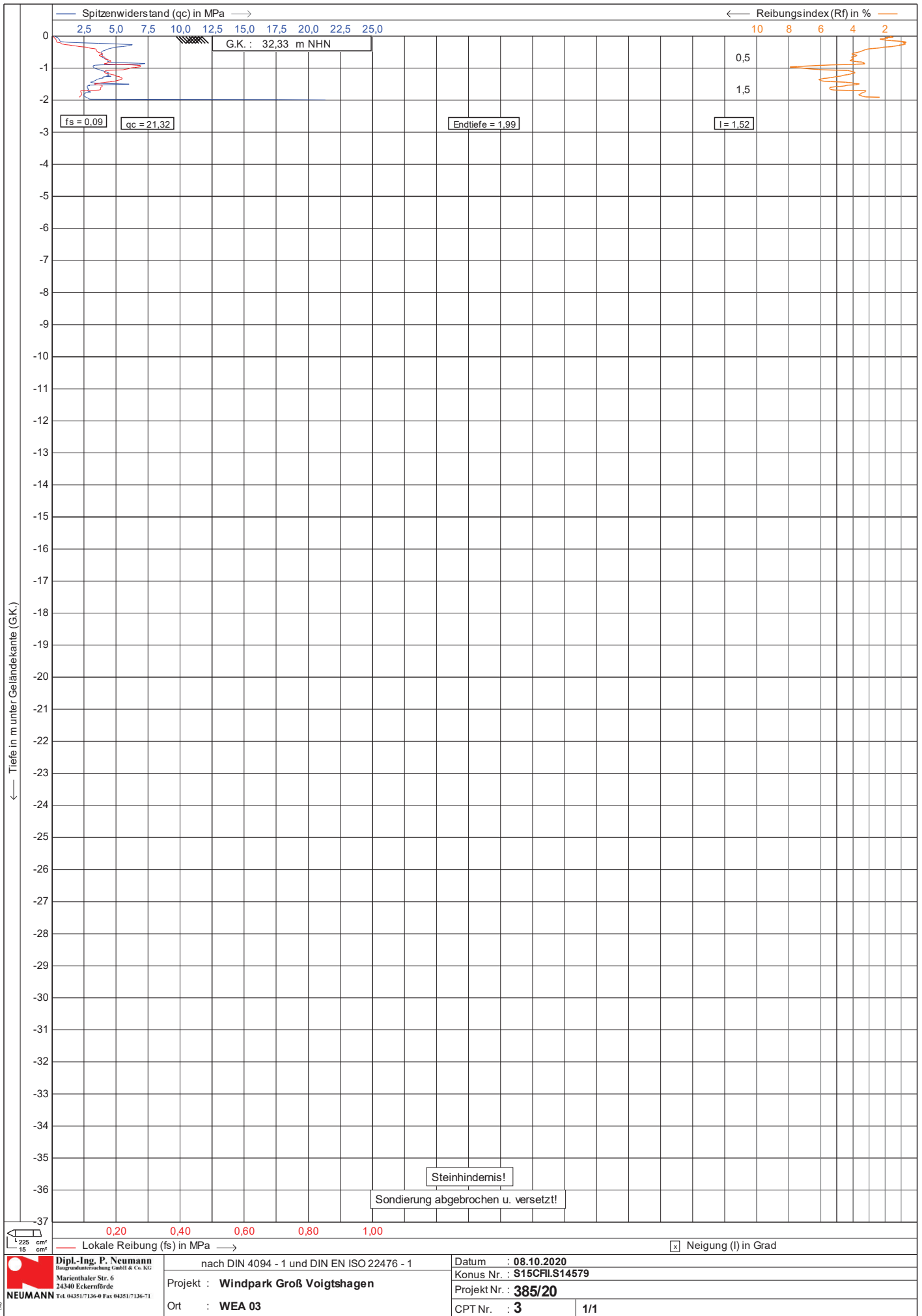


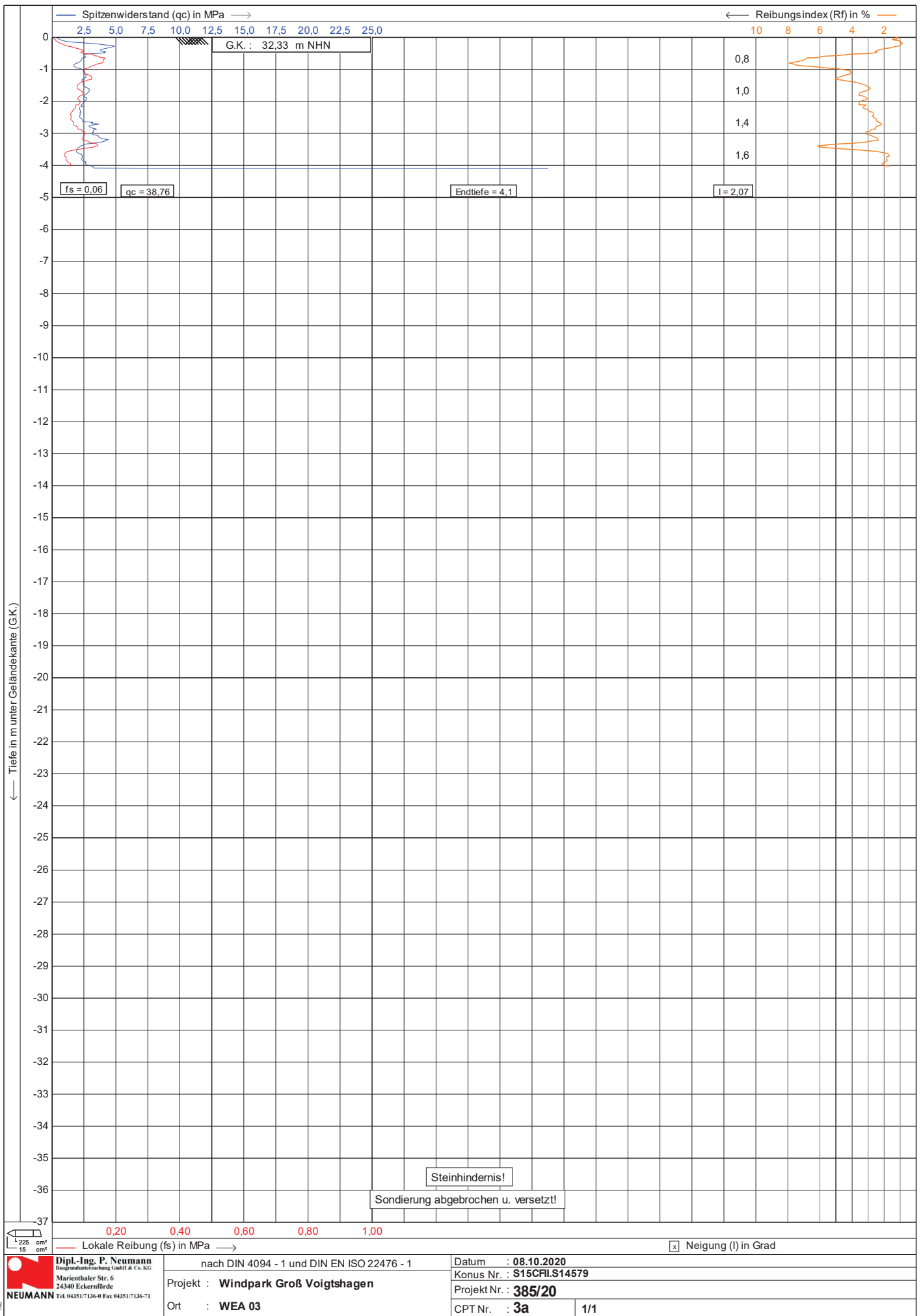


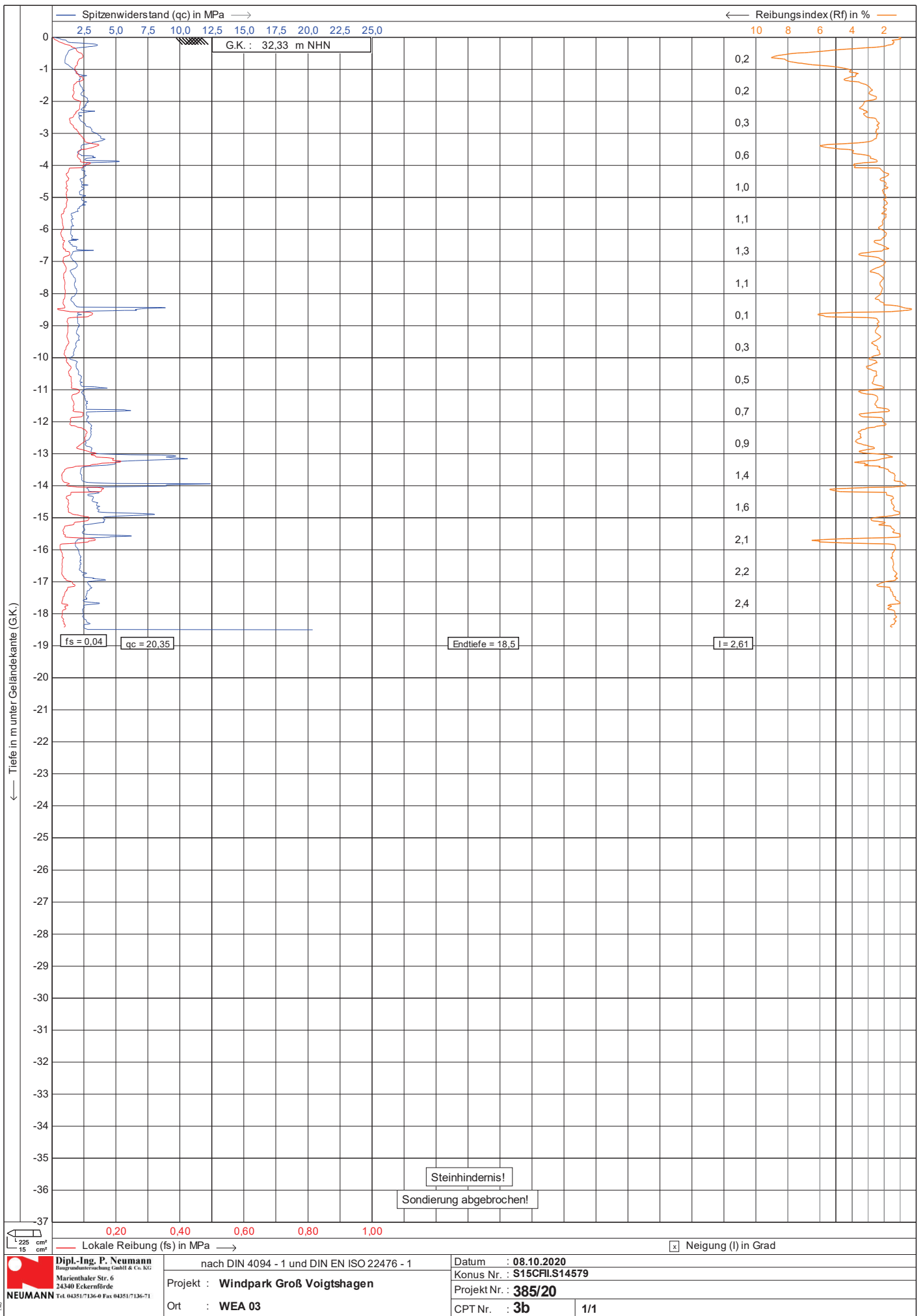


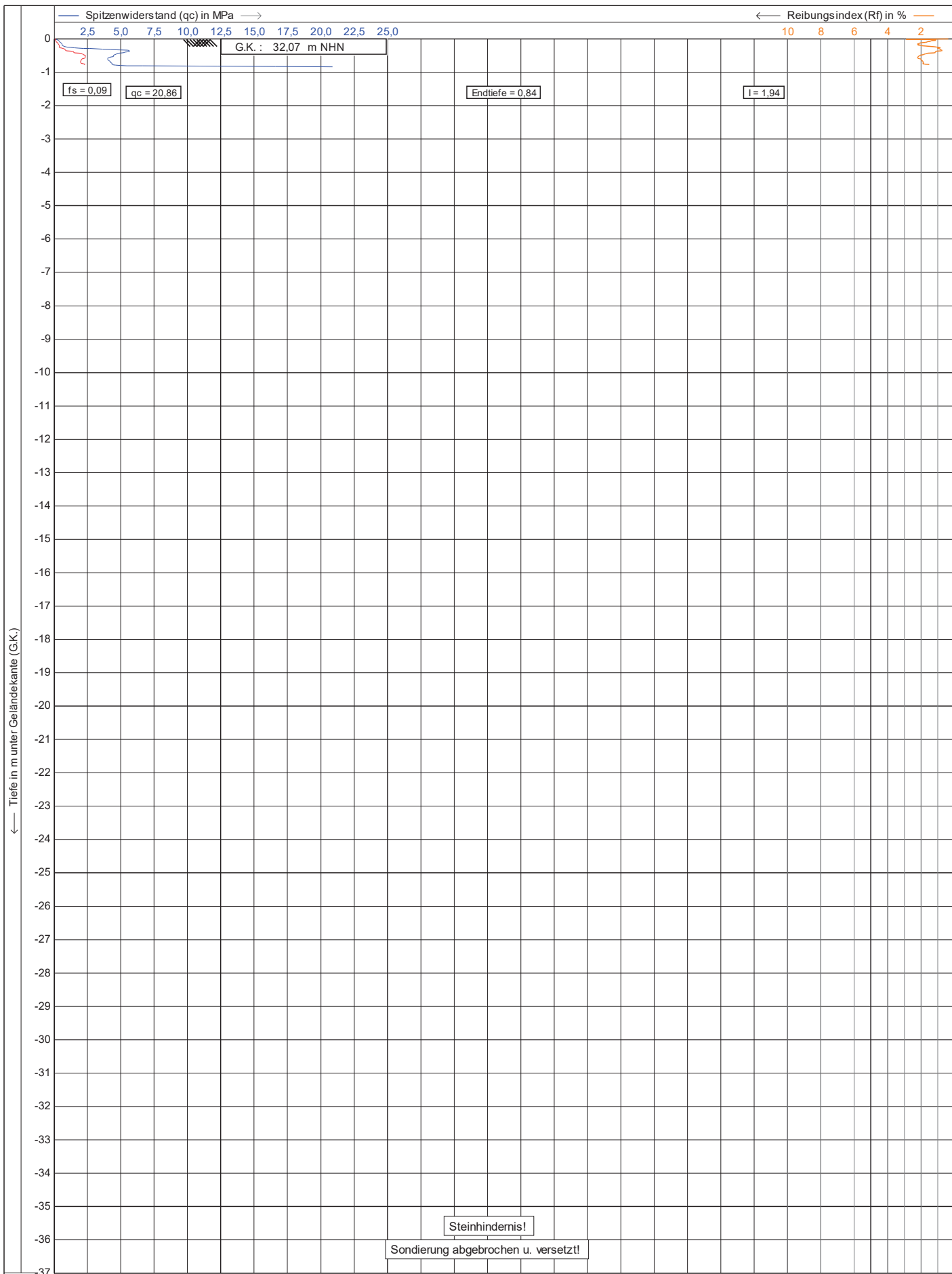




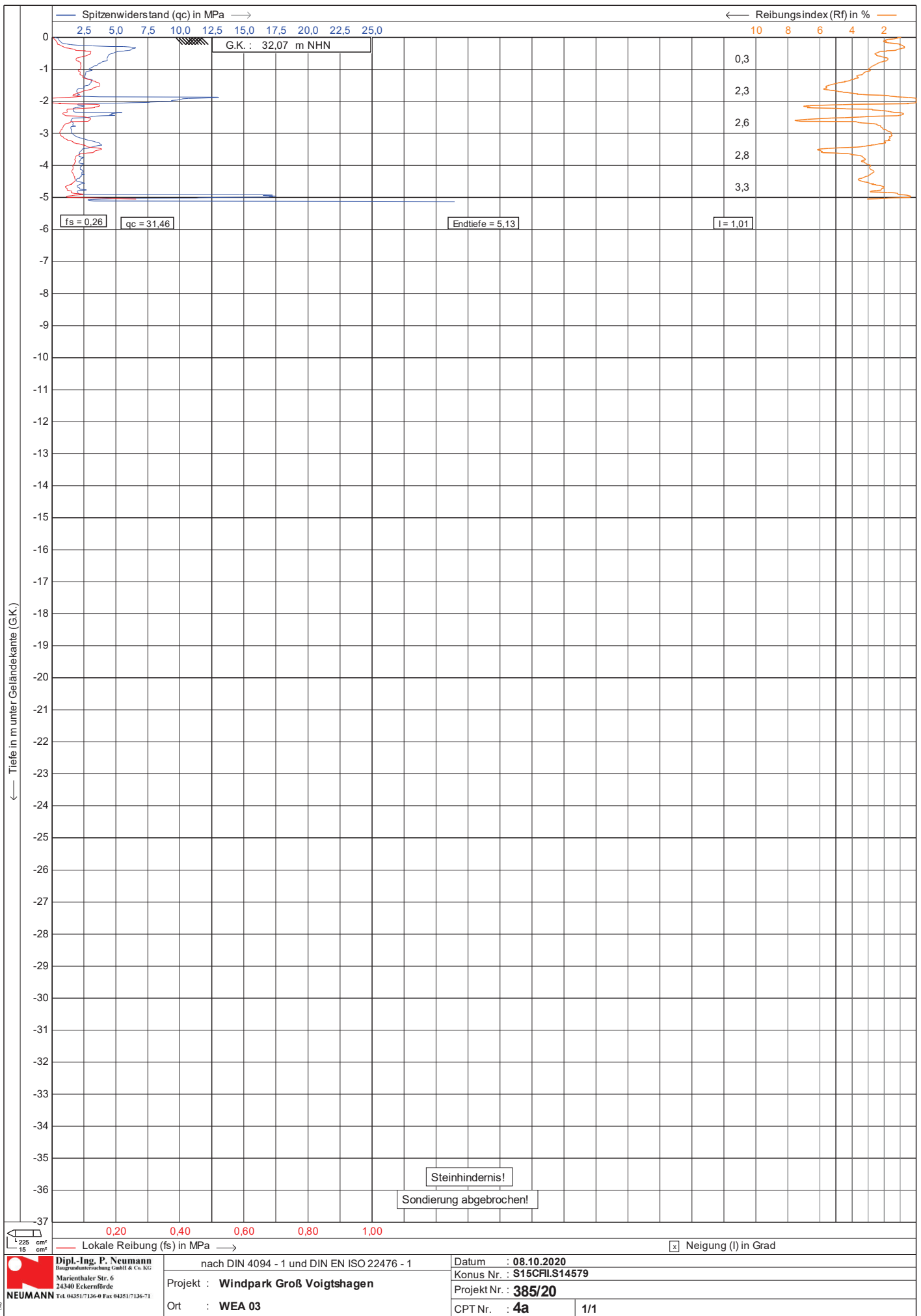


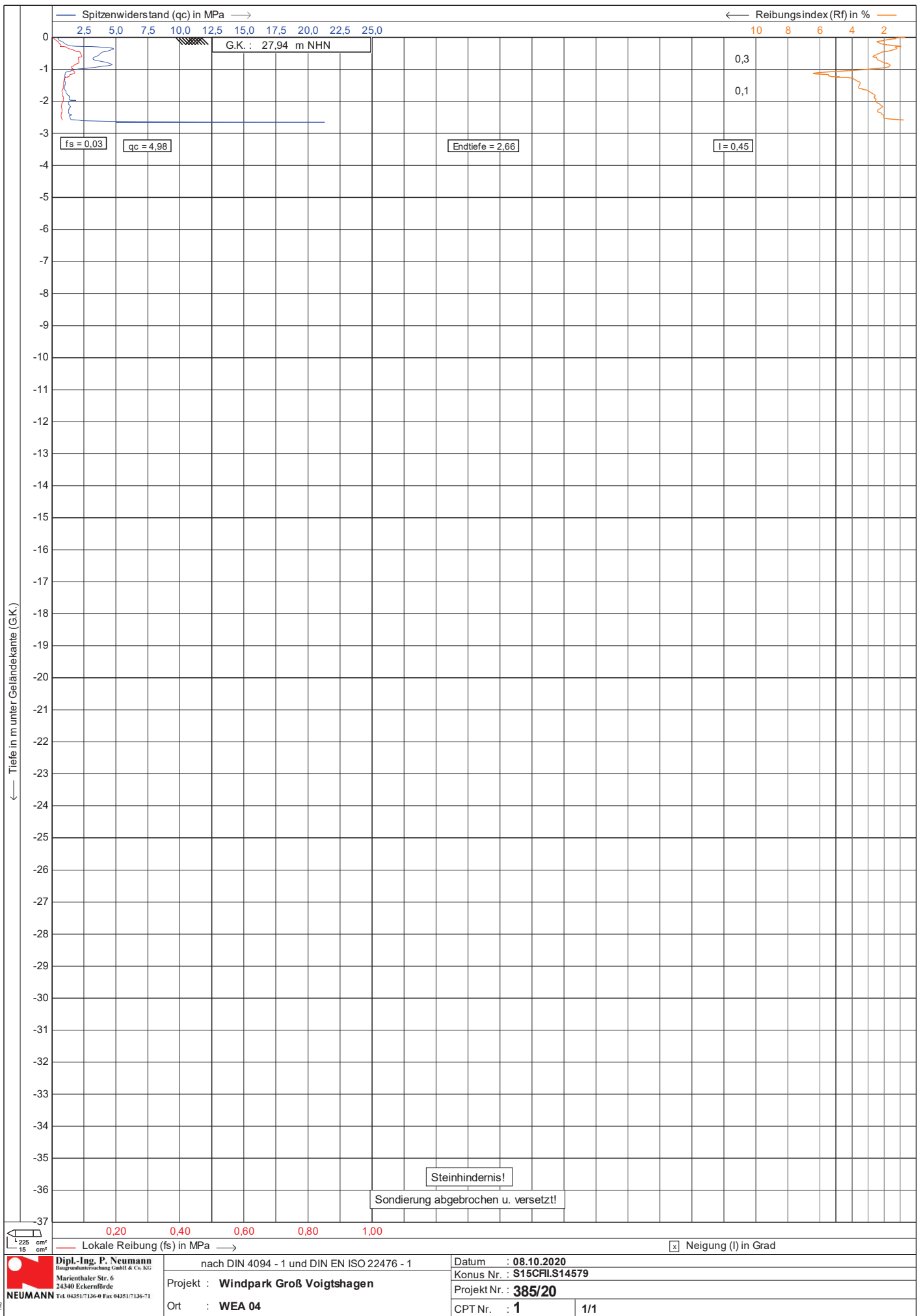


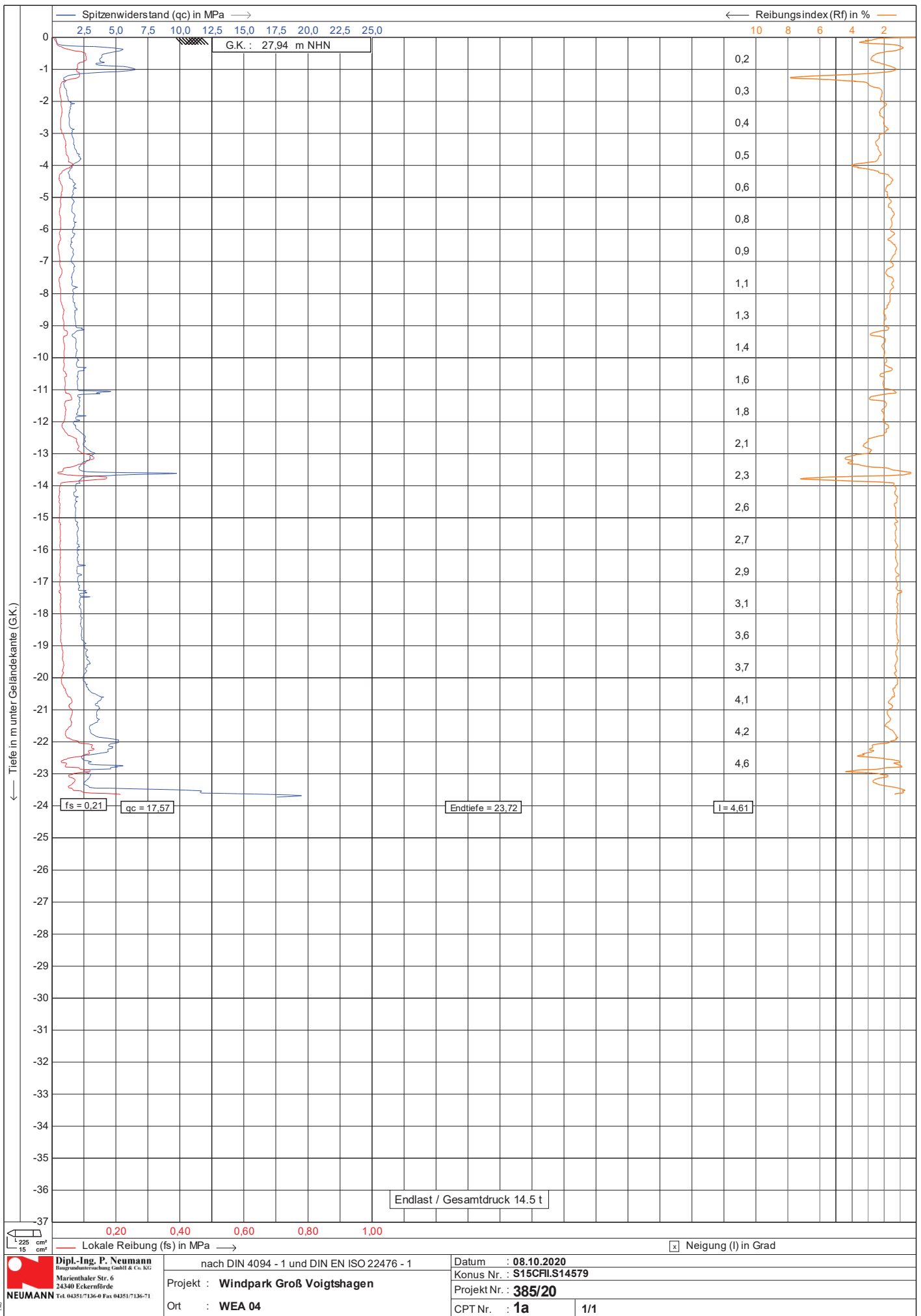


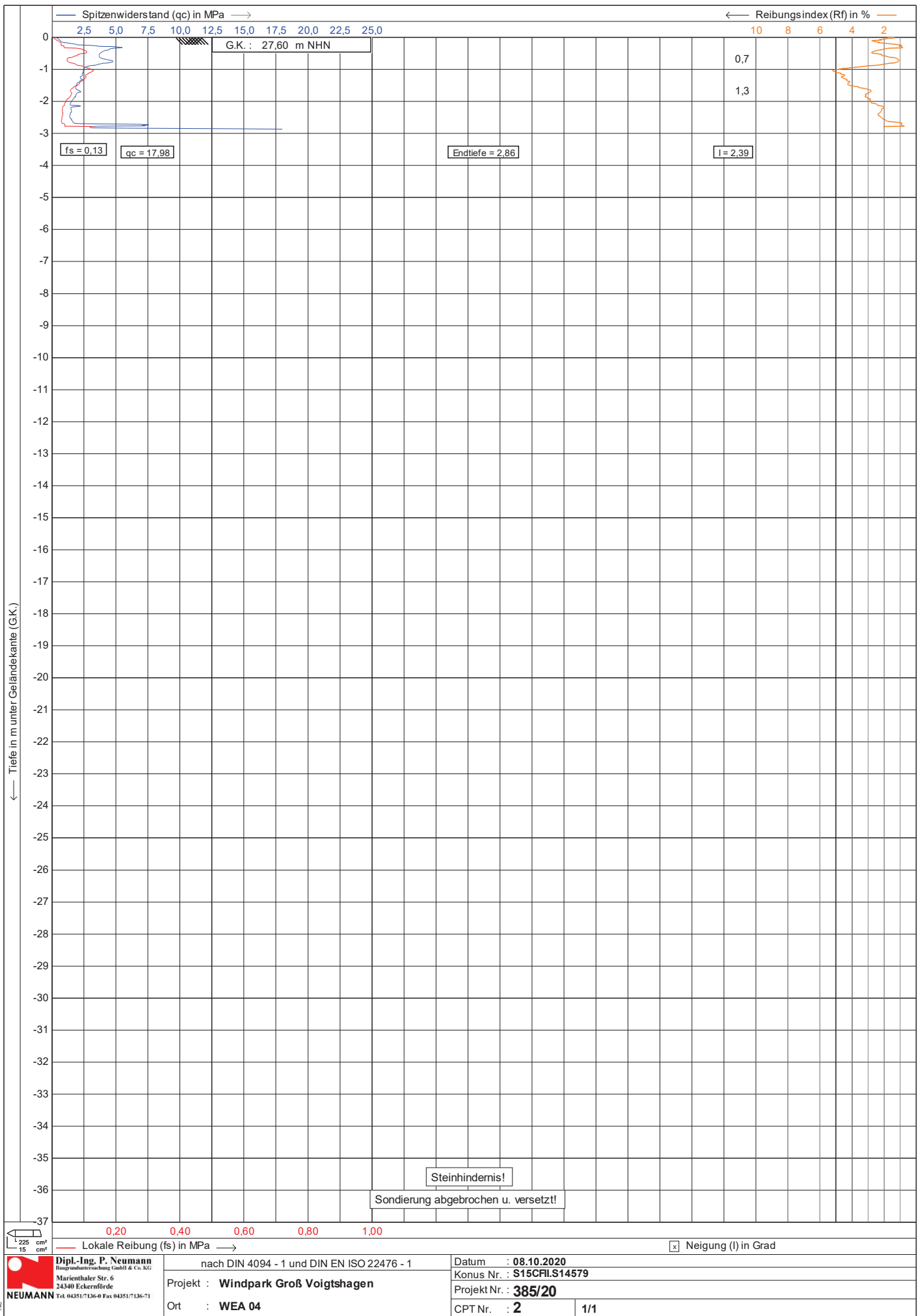


<p>Dipl.-Ing. P. Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71</p>	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1		Datum : 08.10.2020	
	Projekt : Windpark Groß Voigtshagen		Konus Nr. : S15CHI.S14579	
	Ort : WEA 03		Projekt Nr. : 385/20	
			CPT Nr. : 4	1/1





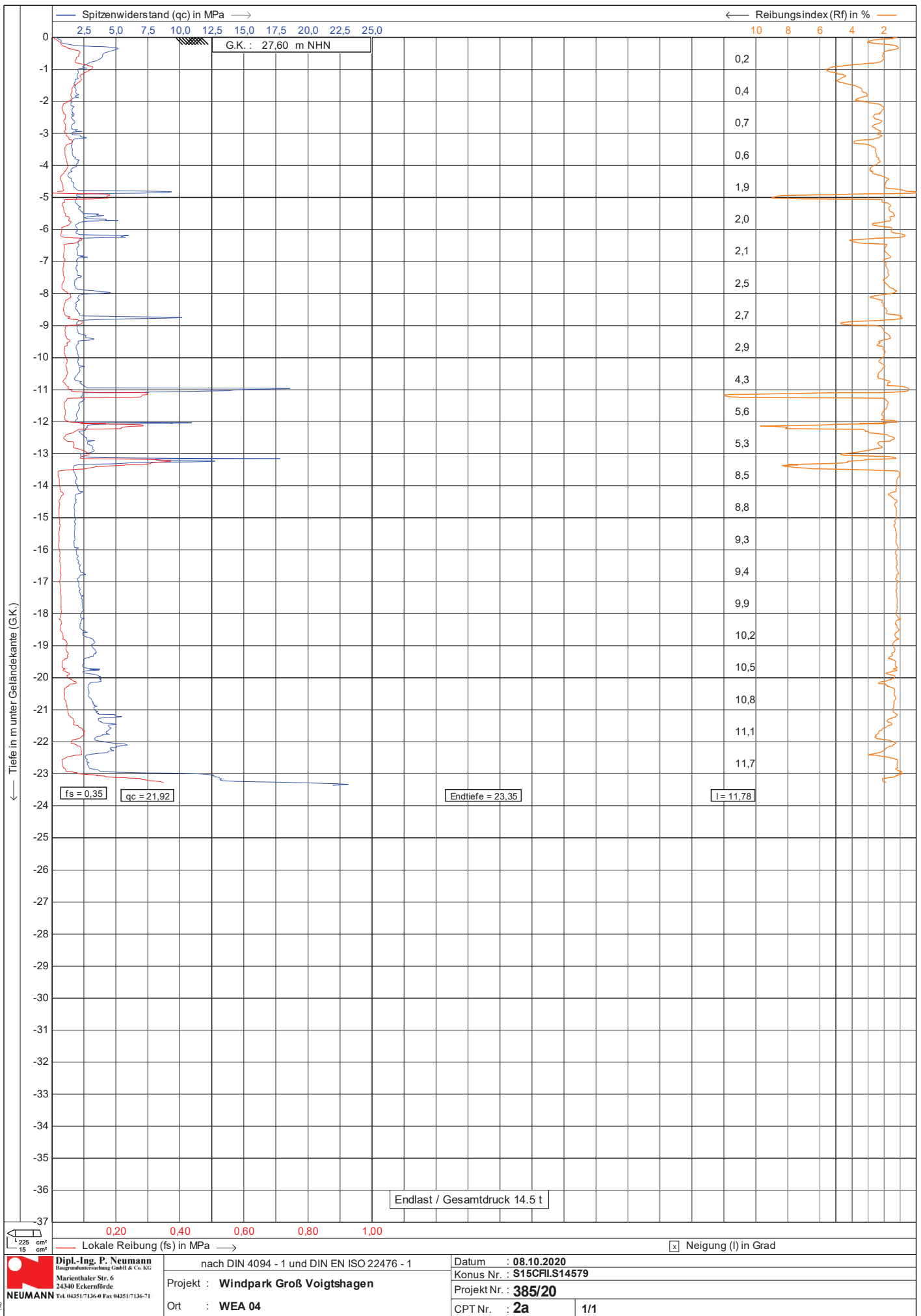


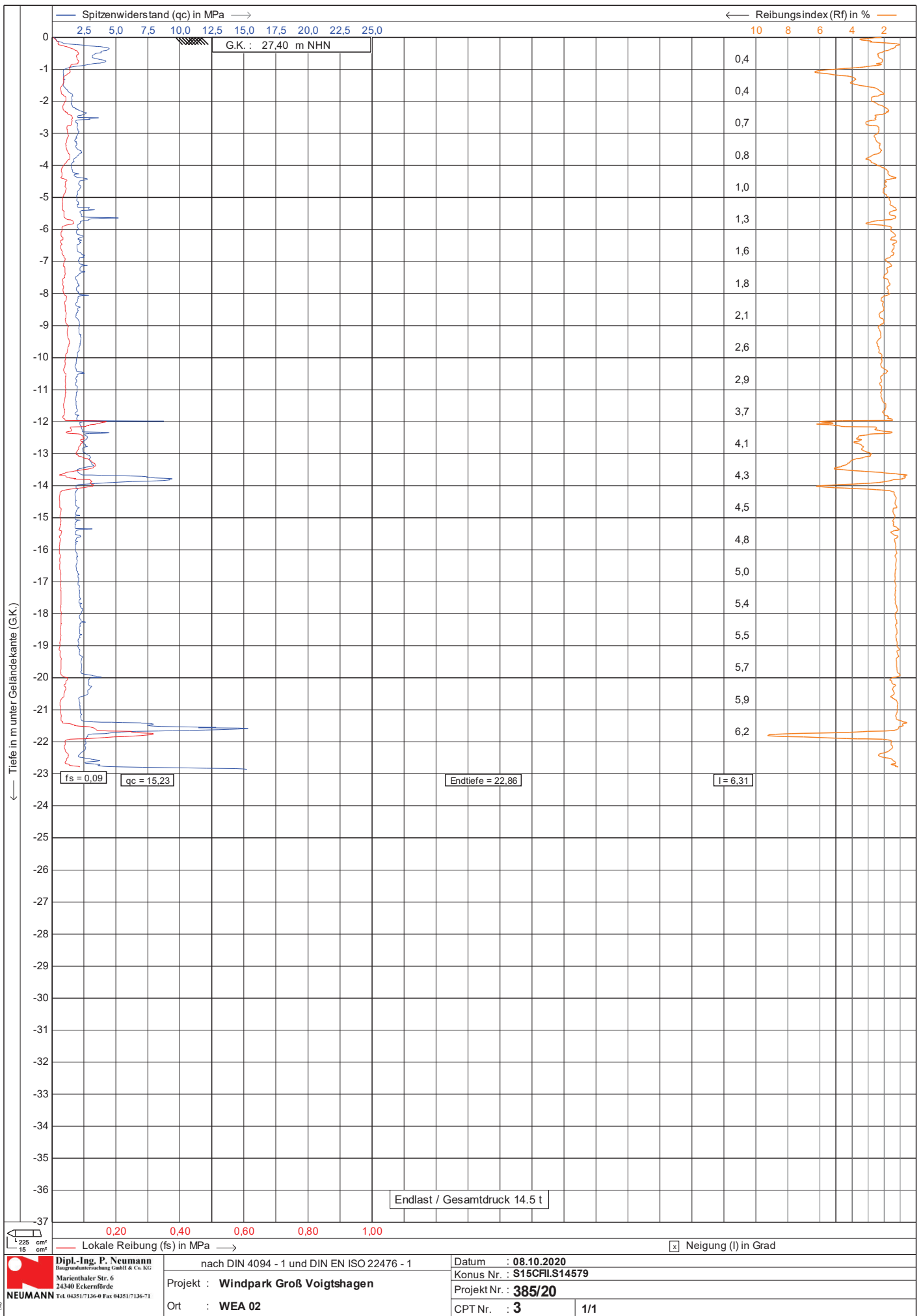


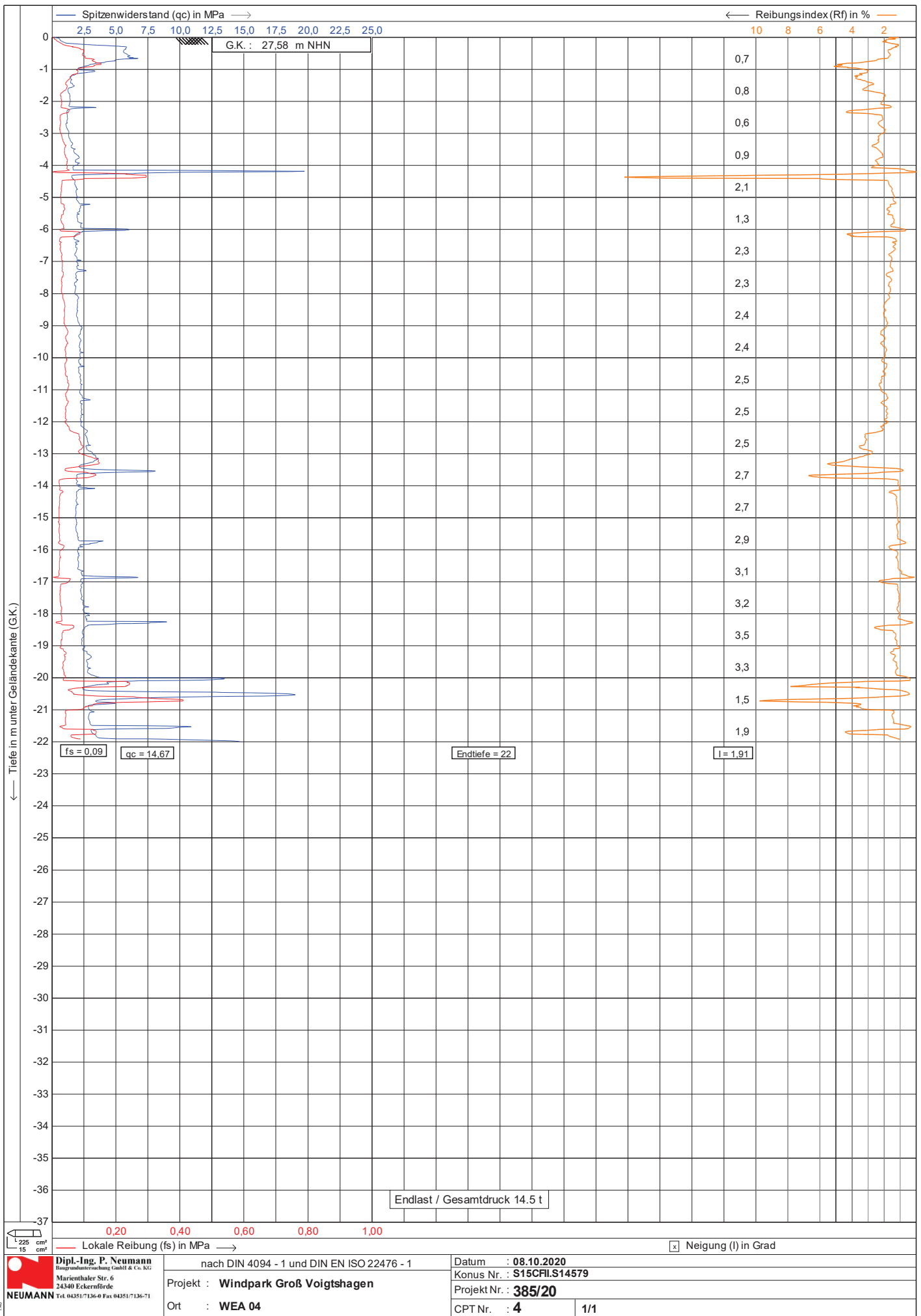
Dipl.-Ing. P. Neumann
 Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
 Marienthaler Str. 6
 24340 Eckernförde
 NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

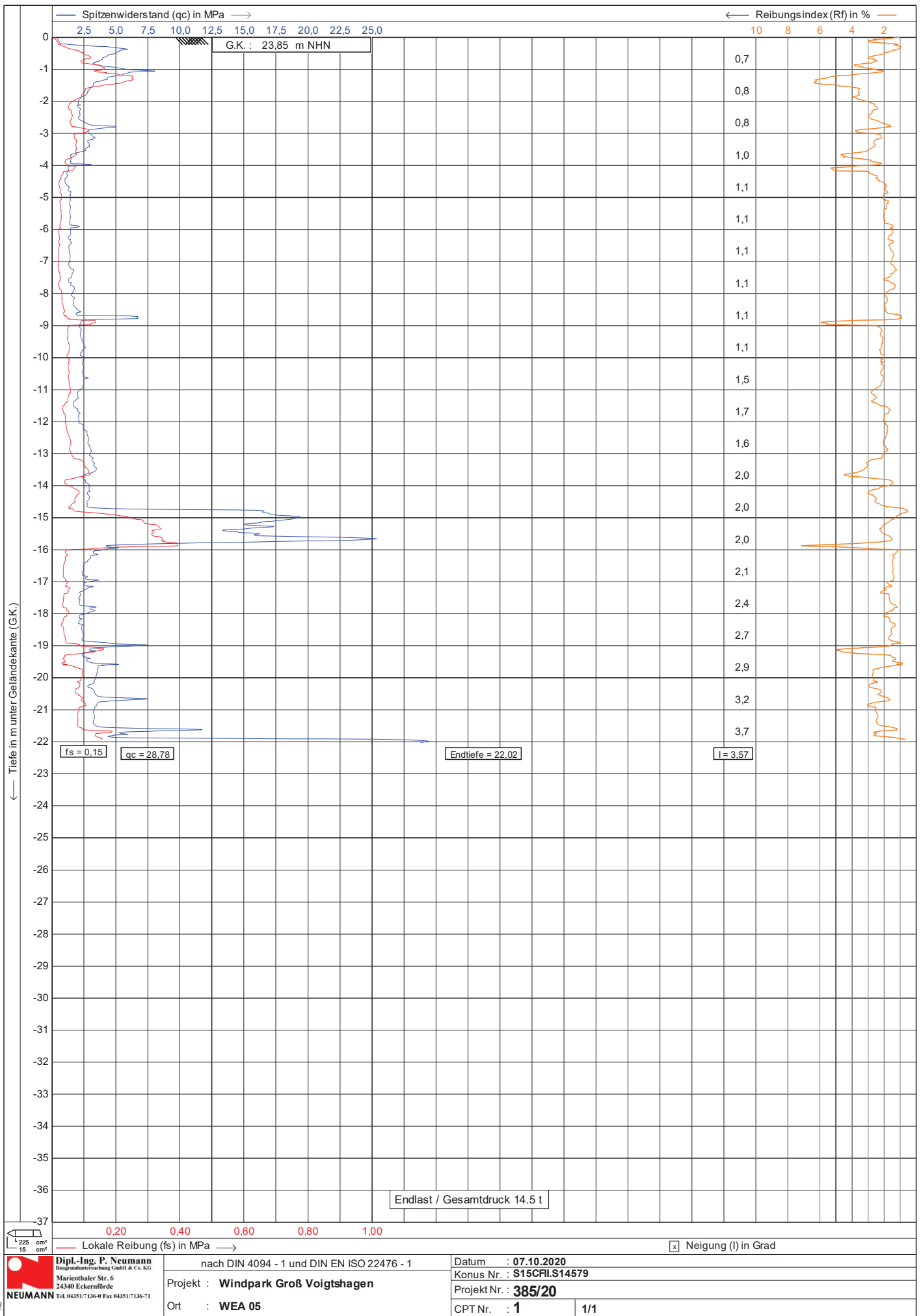
nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1
 Projekt : **Windpark Groß Voigtshagen**
 Ort : **WEA 04**

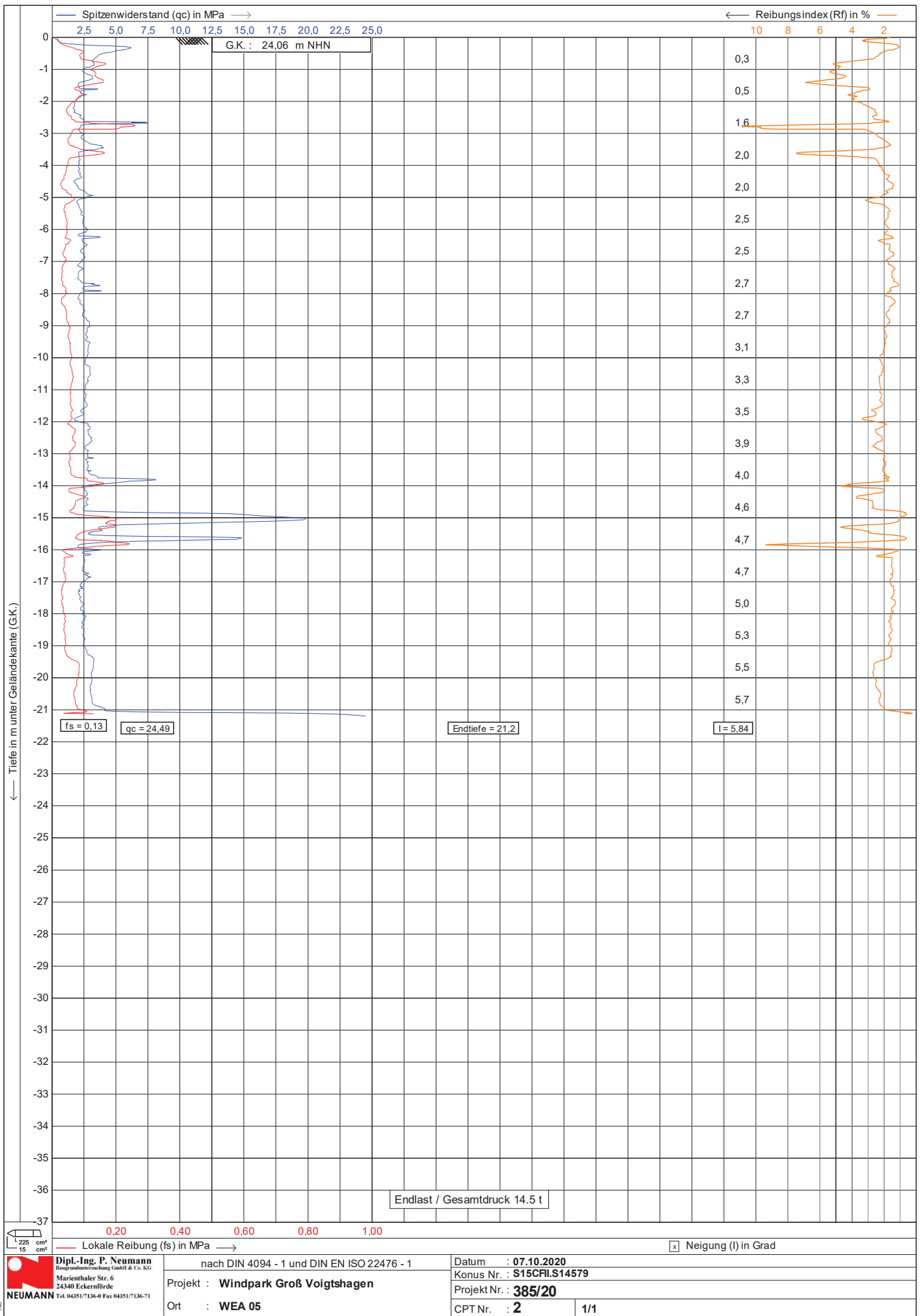
Datum : **08.10.2020**
 Konus Nr. : **S15CFLS14579**
 Projekt Nr. : **385/20**
 CPT Nr. : **2** 1/1









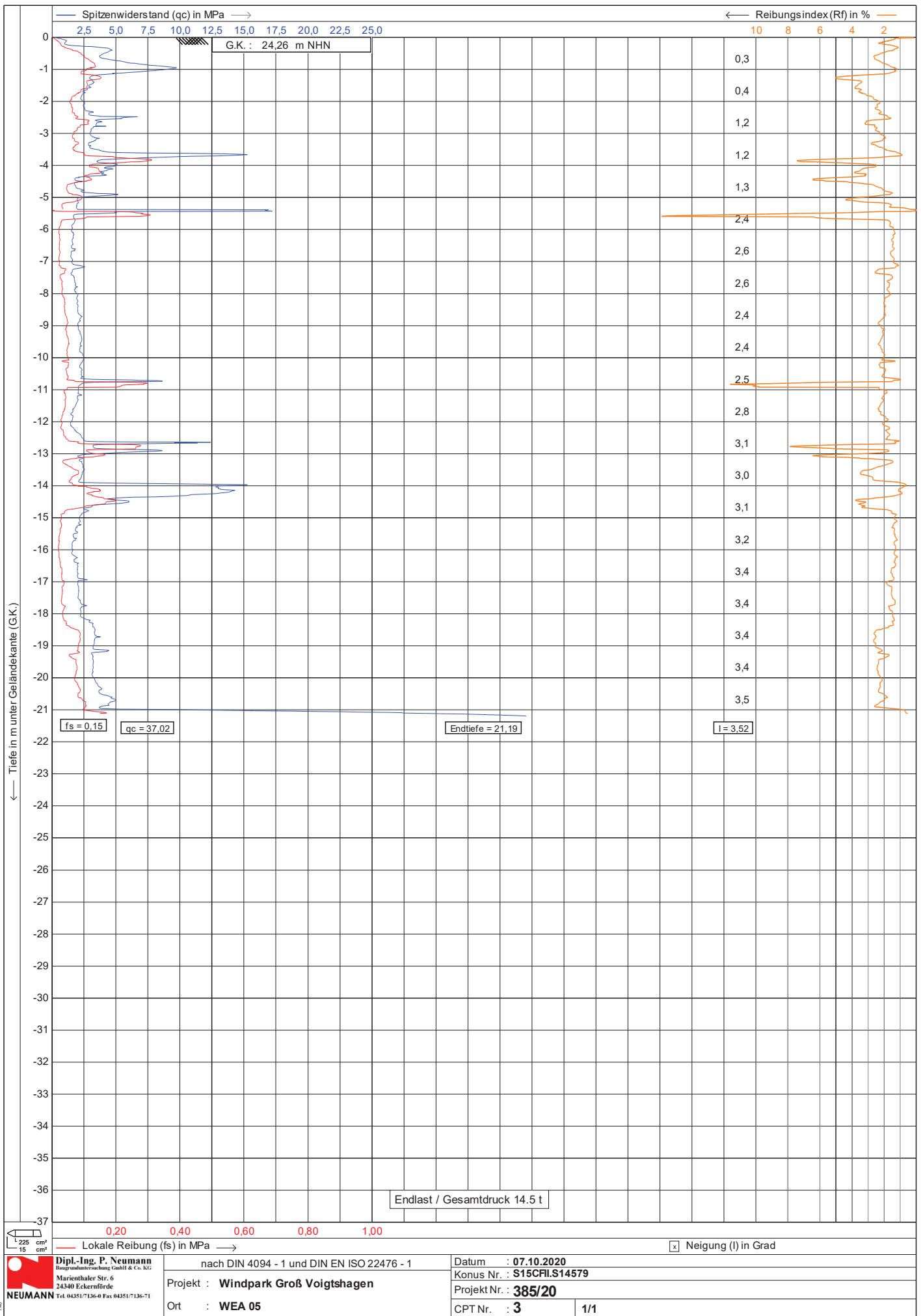


Dipl.-Ing. P. Neumann
 Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
 Marienthaler Str. 6
 24340 Eckernförde
 Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

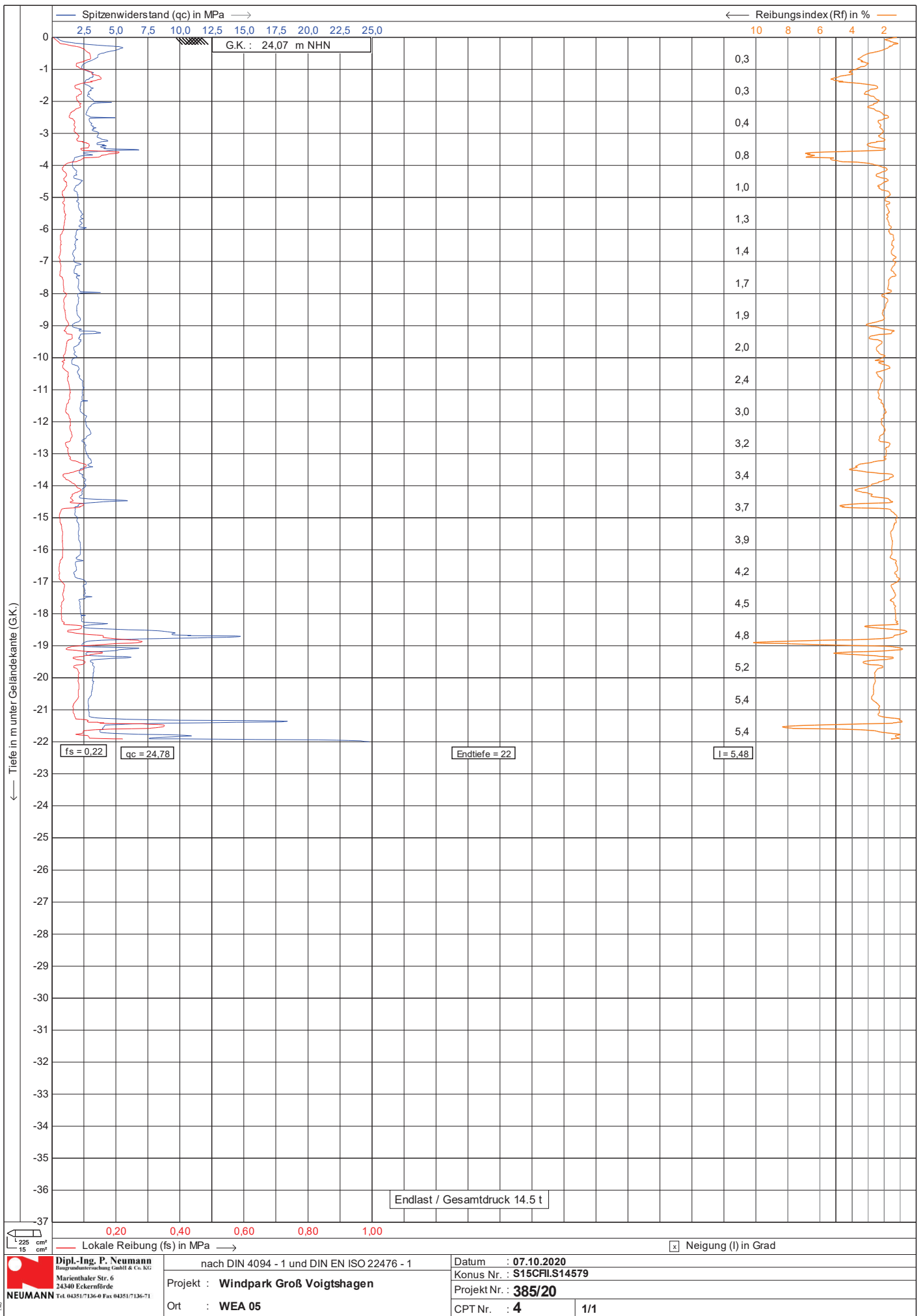
nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1
 Projekt : **Windpark Groß Voigtshagen**
 Ort : **WEA 05**

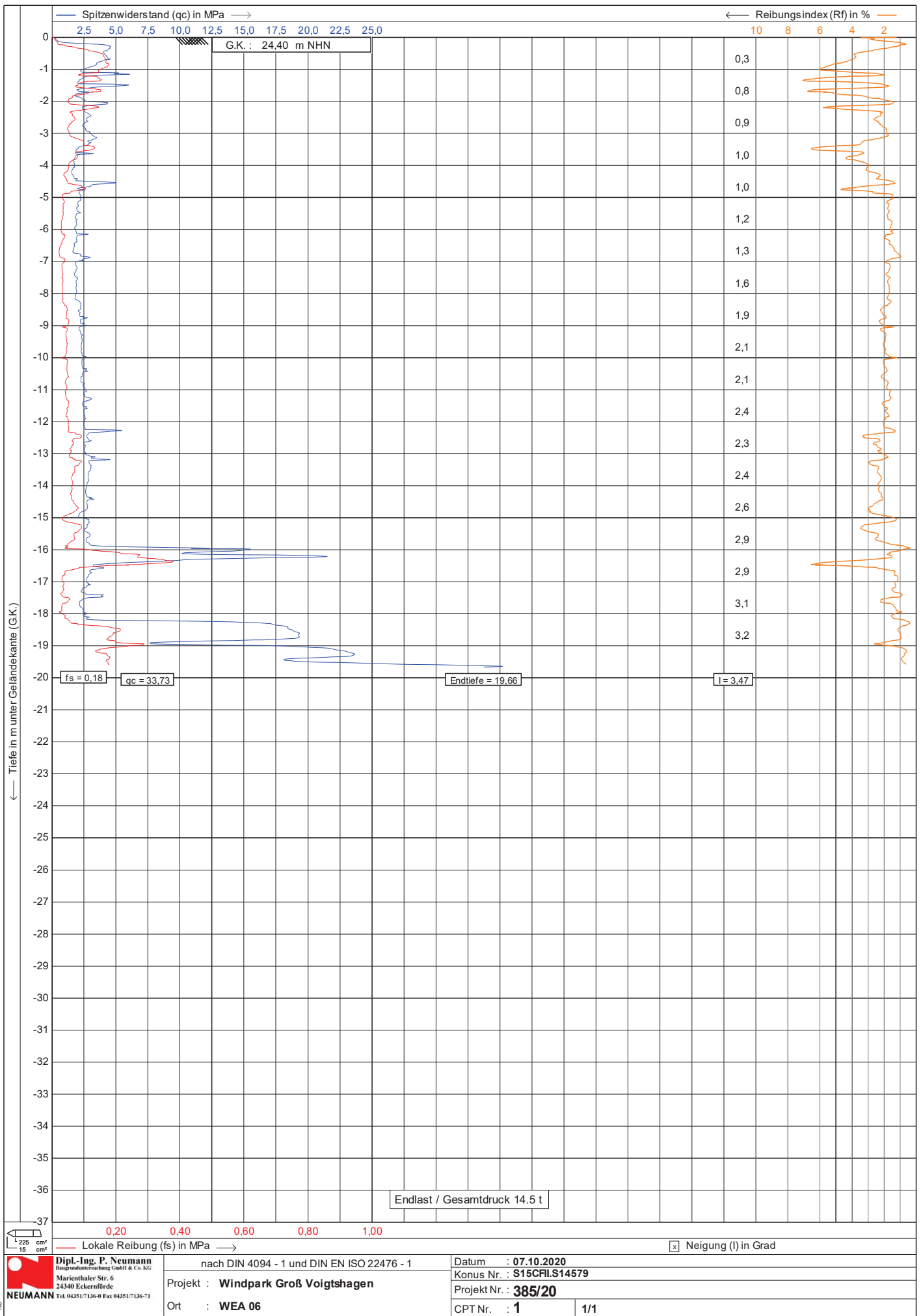
Datum : **07.10.2020**
 Konus Nr. : **S15CFLS14579**
 Projekt Nr. : **385/20**
 CPT Nr. : **2**

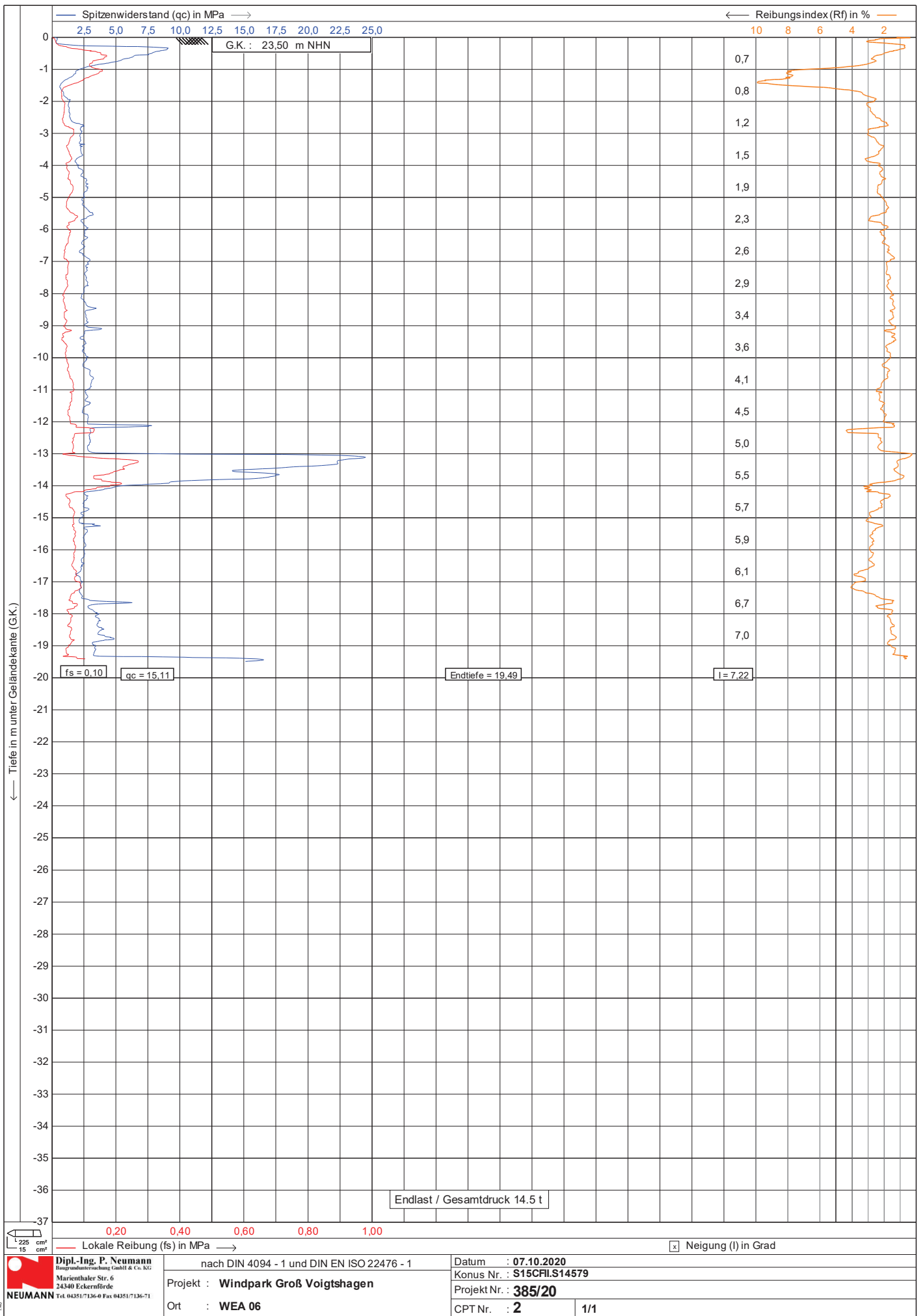
Neigung (l) in Grad

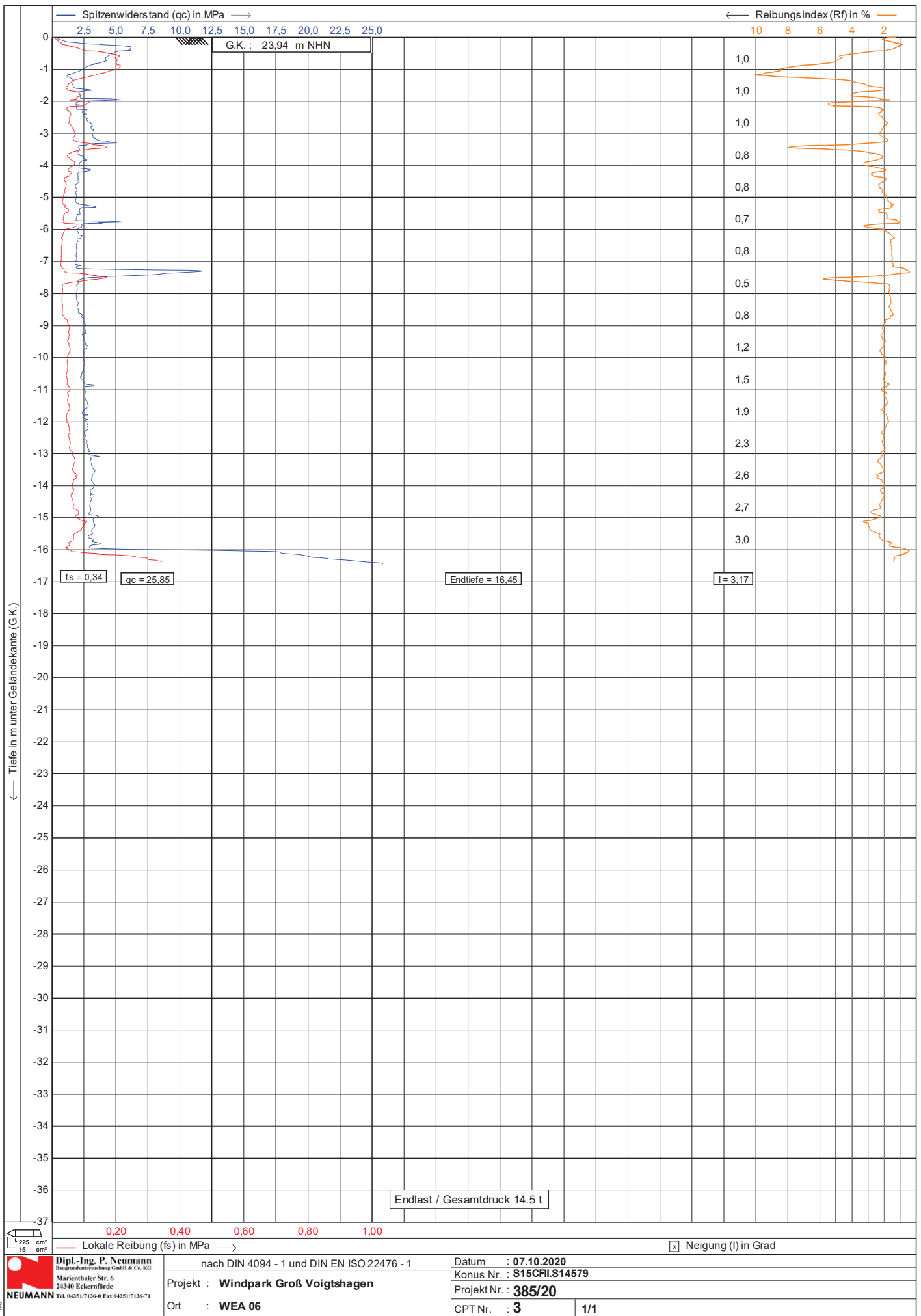


<p> Dipl.-Ing. P. Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71 </p>	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1		Datum : 07.10.2020	
	Projekt : Windpark Groß Voigtshagen		Konus Nr. : S15CFLS14579	
	Ort : WEA 05		Projekt Nr. : 385/20	
			CPT Nr. : 3 1/1	





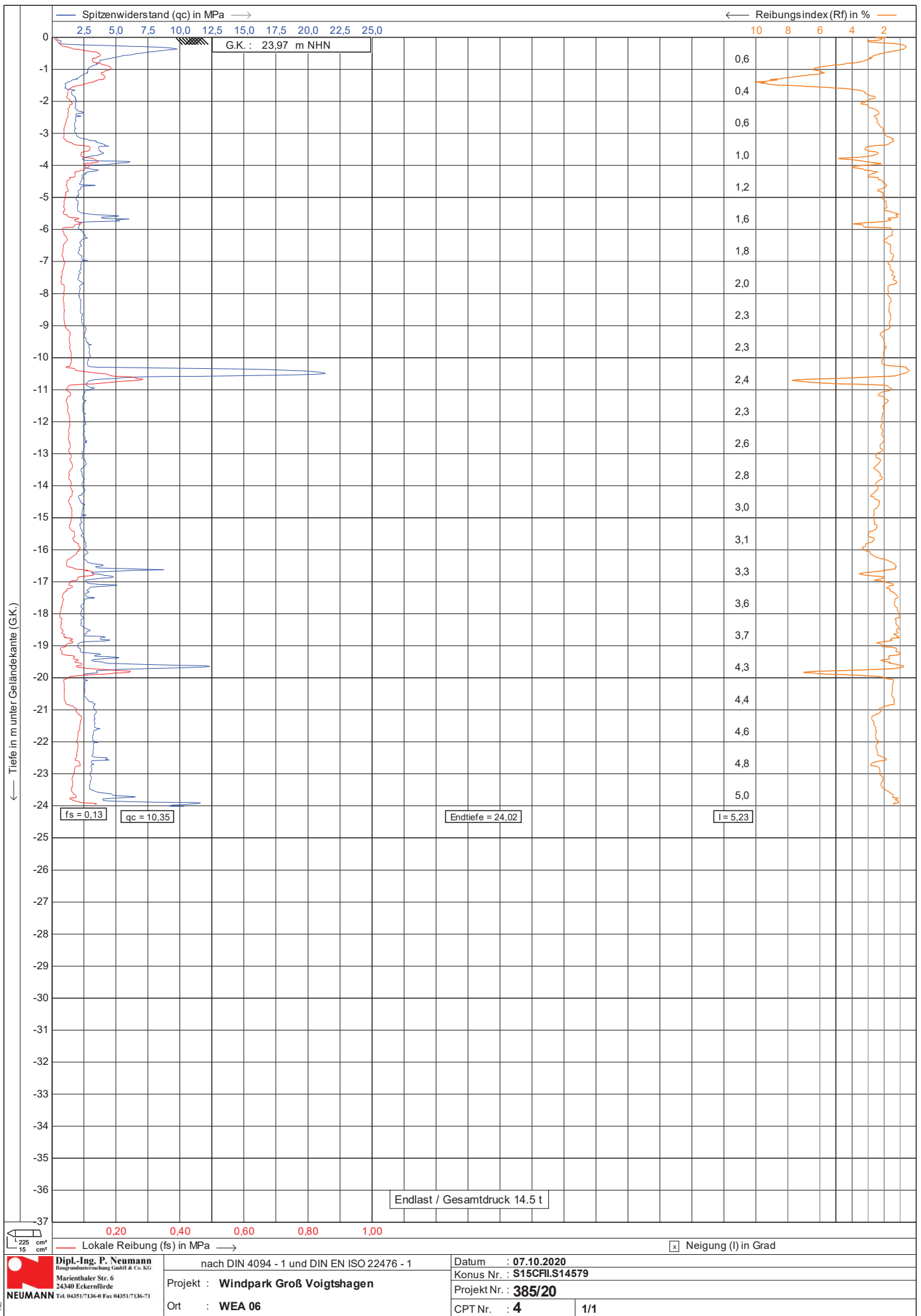


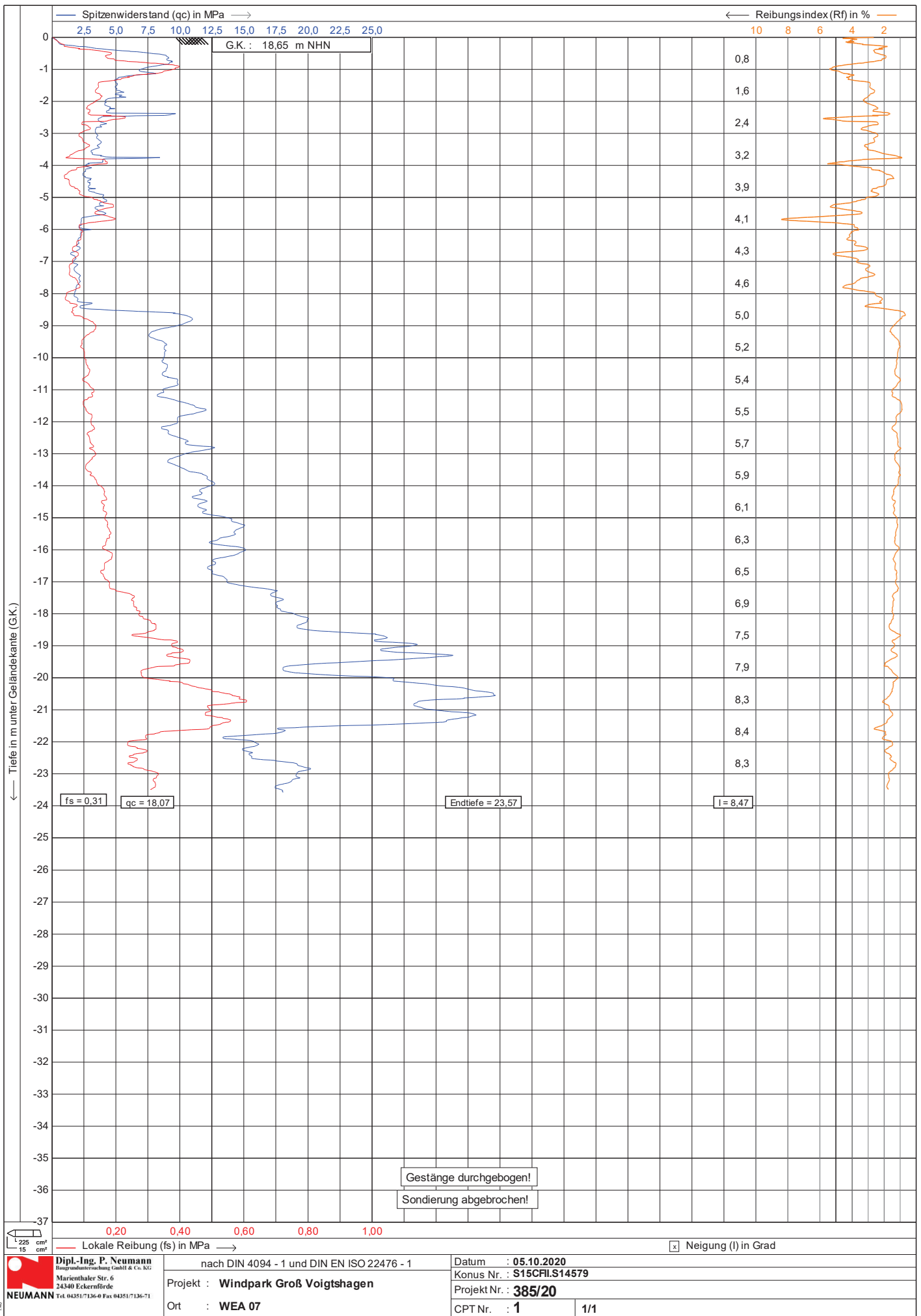


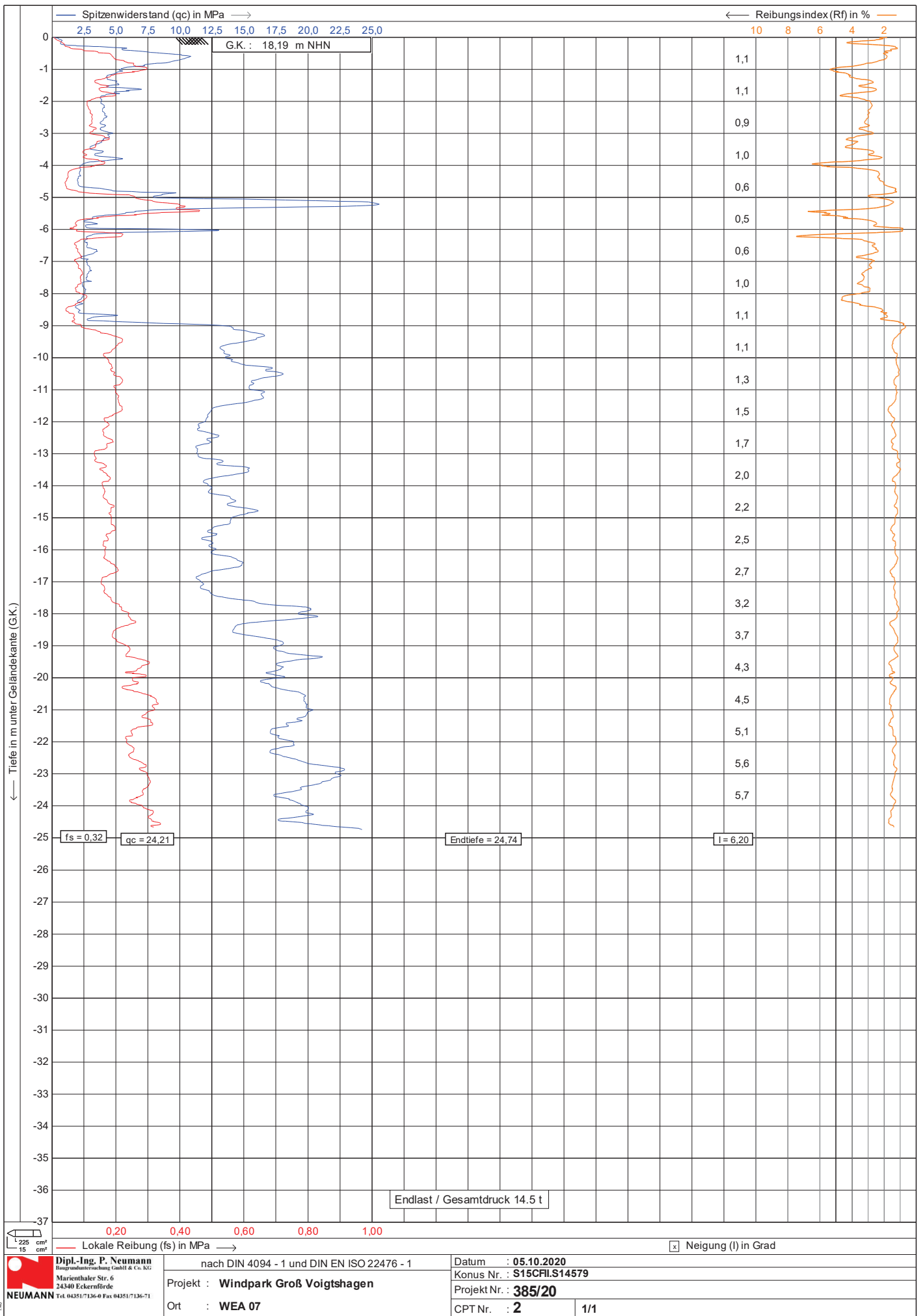
Dipl.-Ing. P. Neumann
 Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
 Marienthaler Str. 6
 24340 Eckernförde
 NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

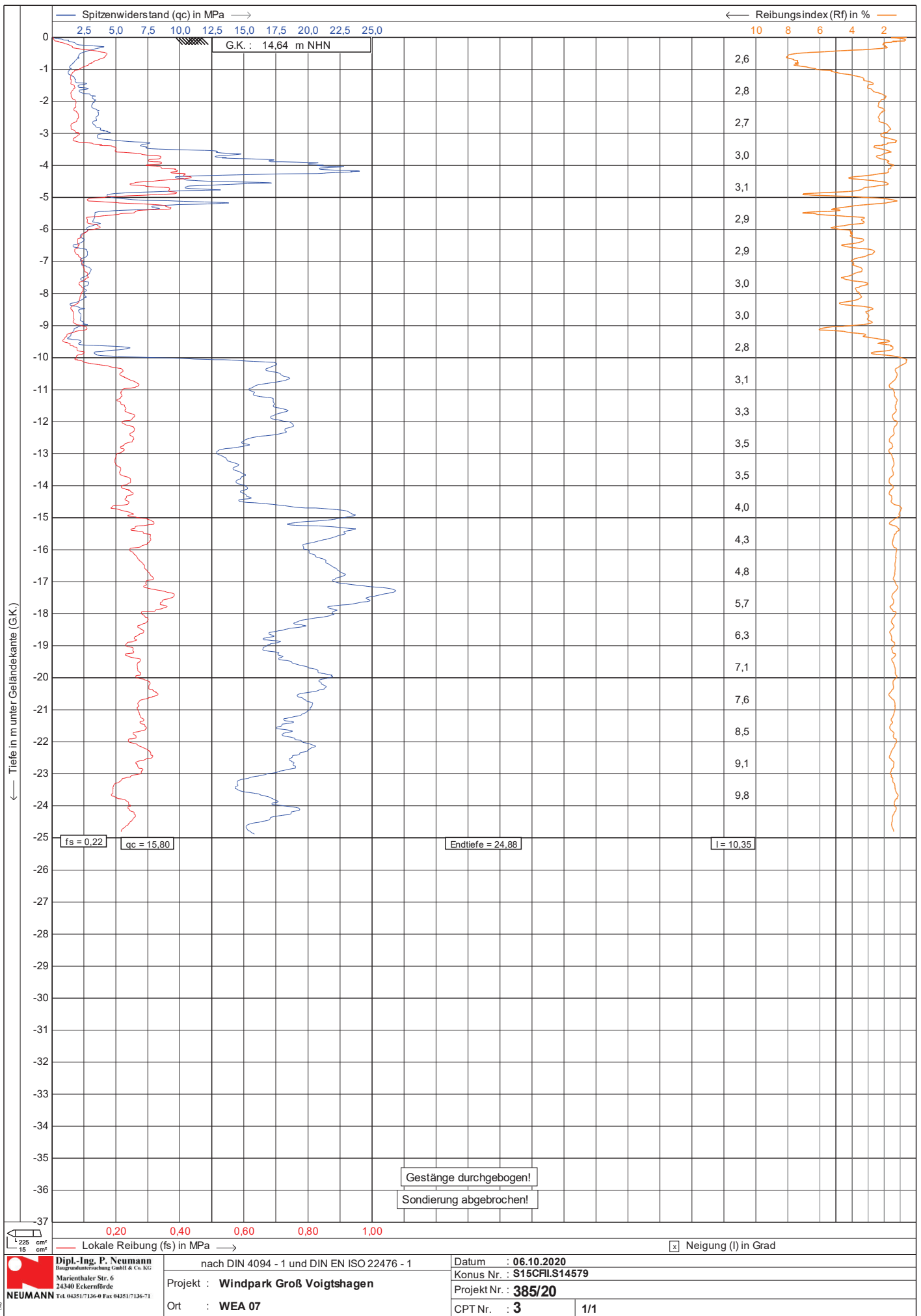
nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1
 Projekt : **Windpark Groß Voigtshagen**
 Ort : **WEA 06**

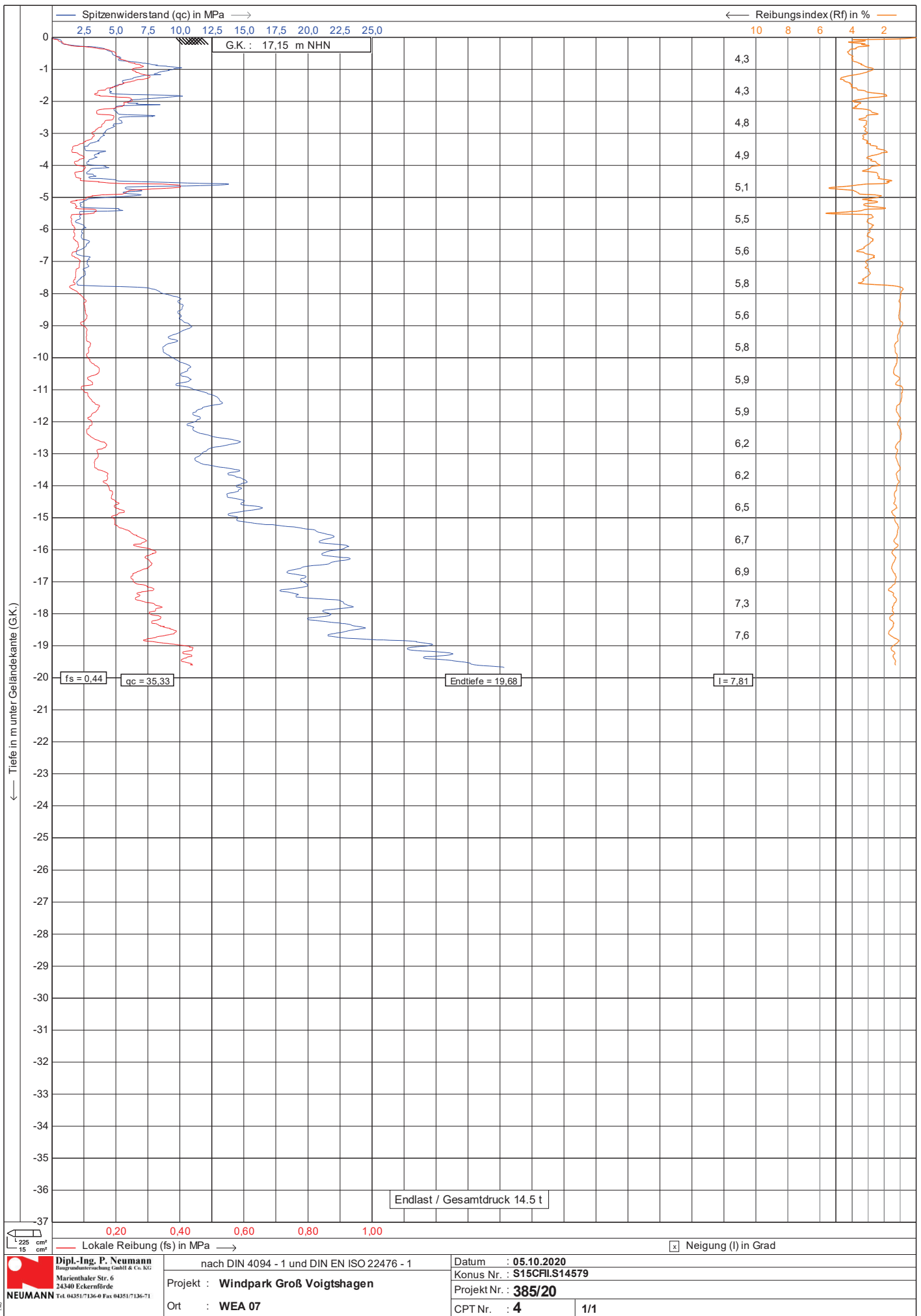
Datum : **07.10.2020**
 Konus Nr. : **S15CFLS14579**
 Projekt Nr. : **385/20**
 CPT Nr. : **3** 1/1

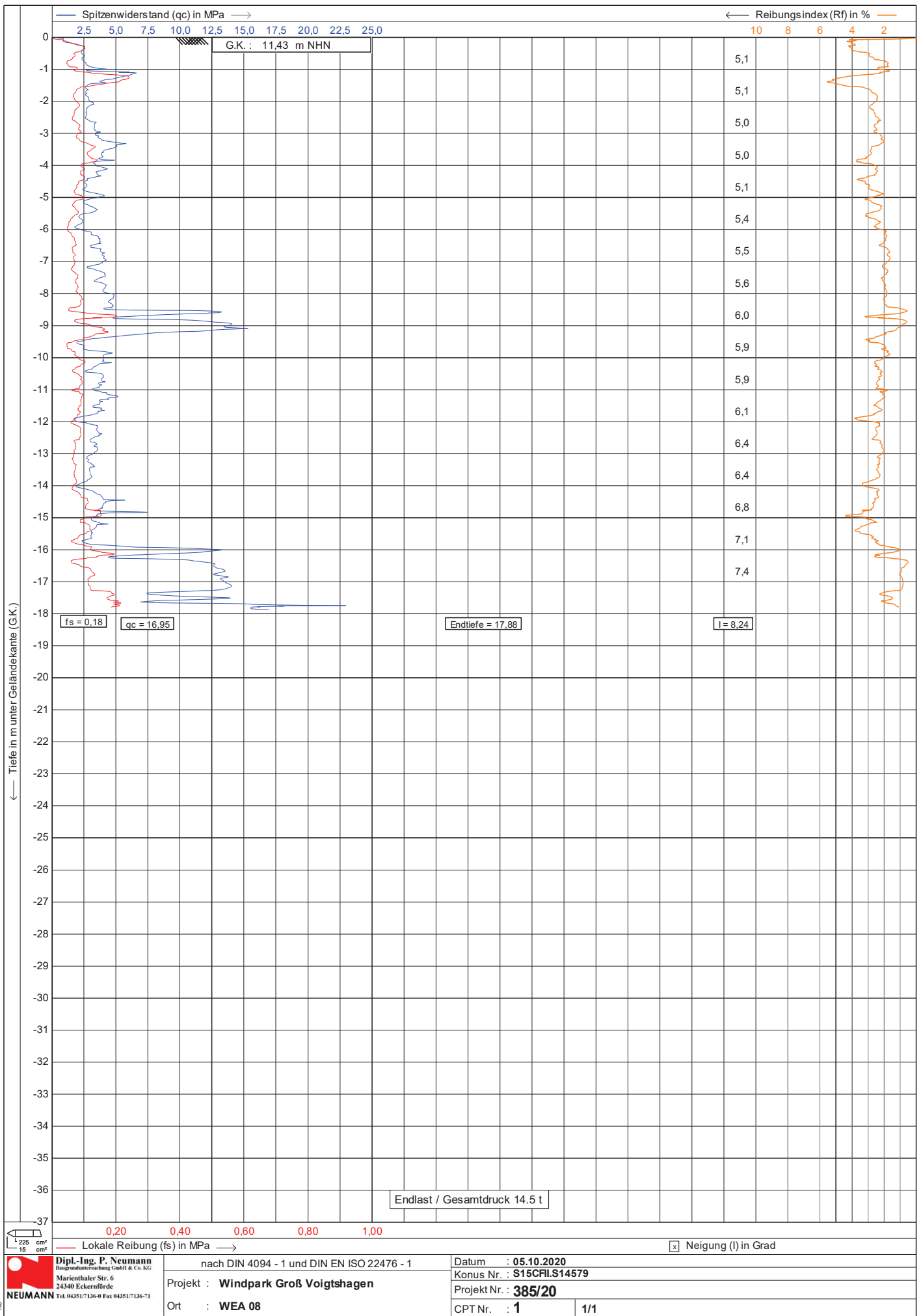


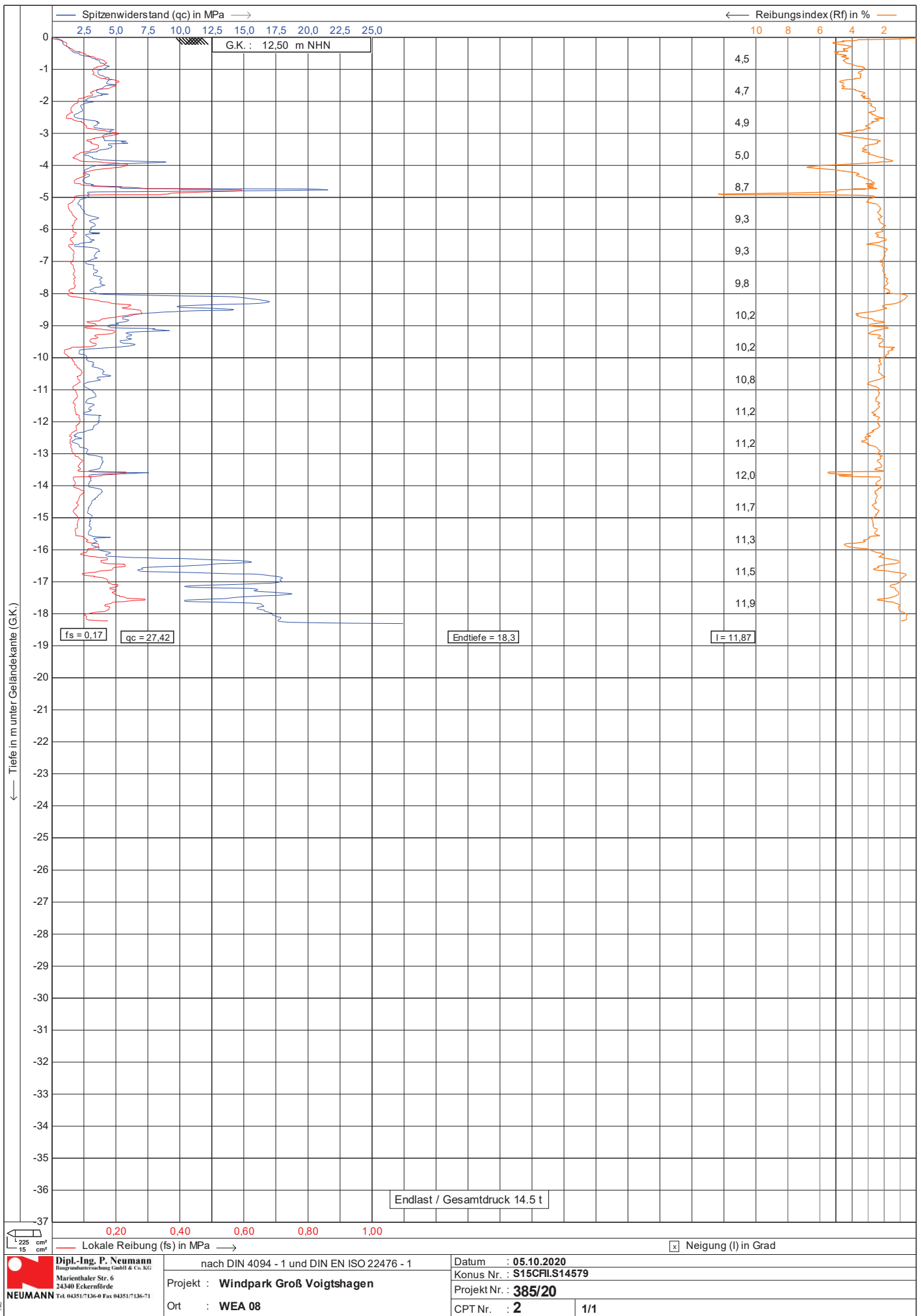


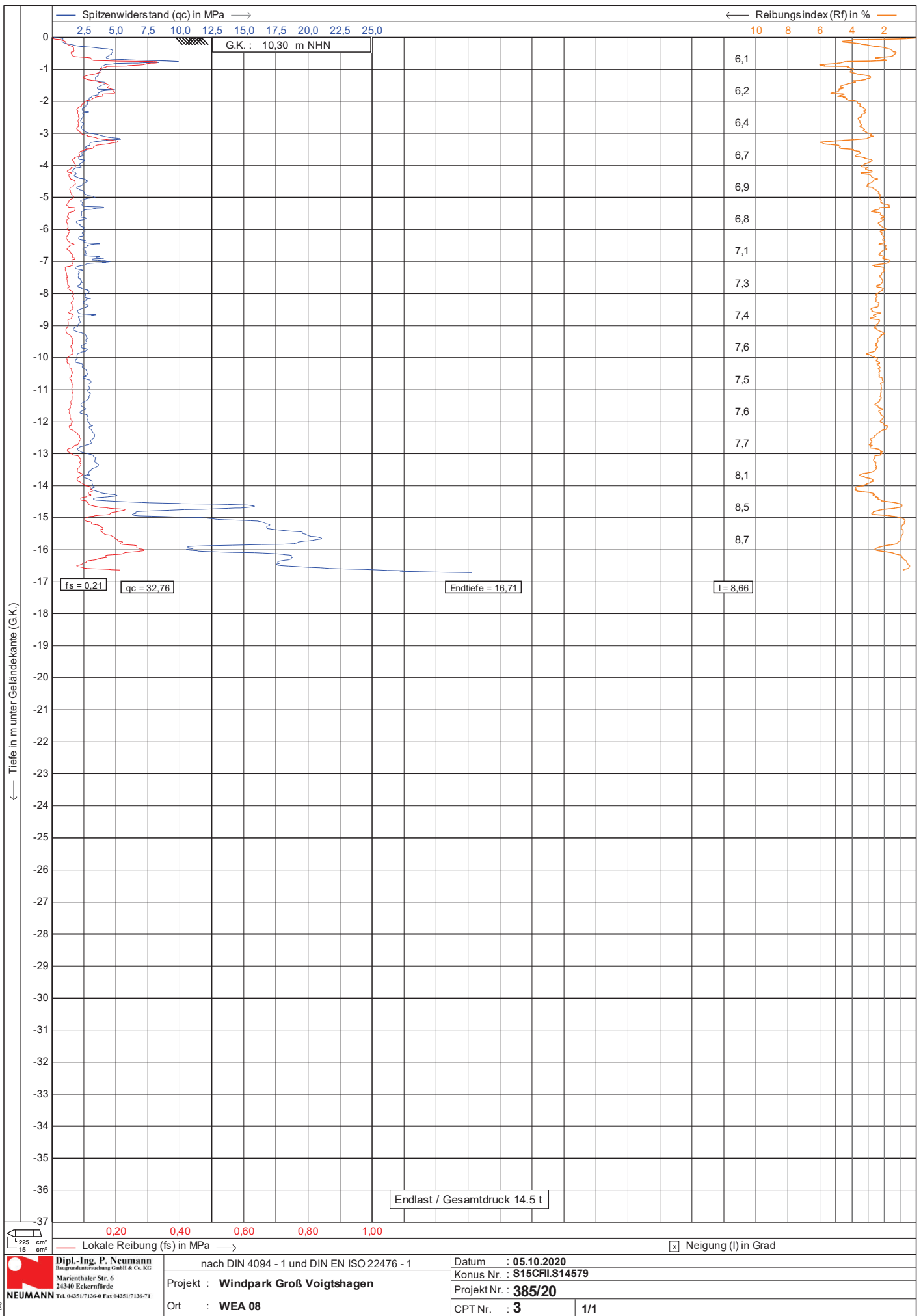


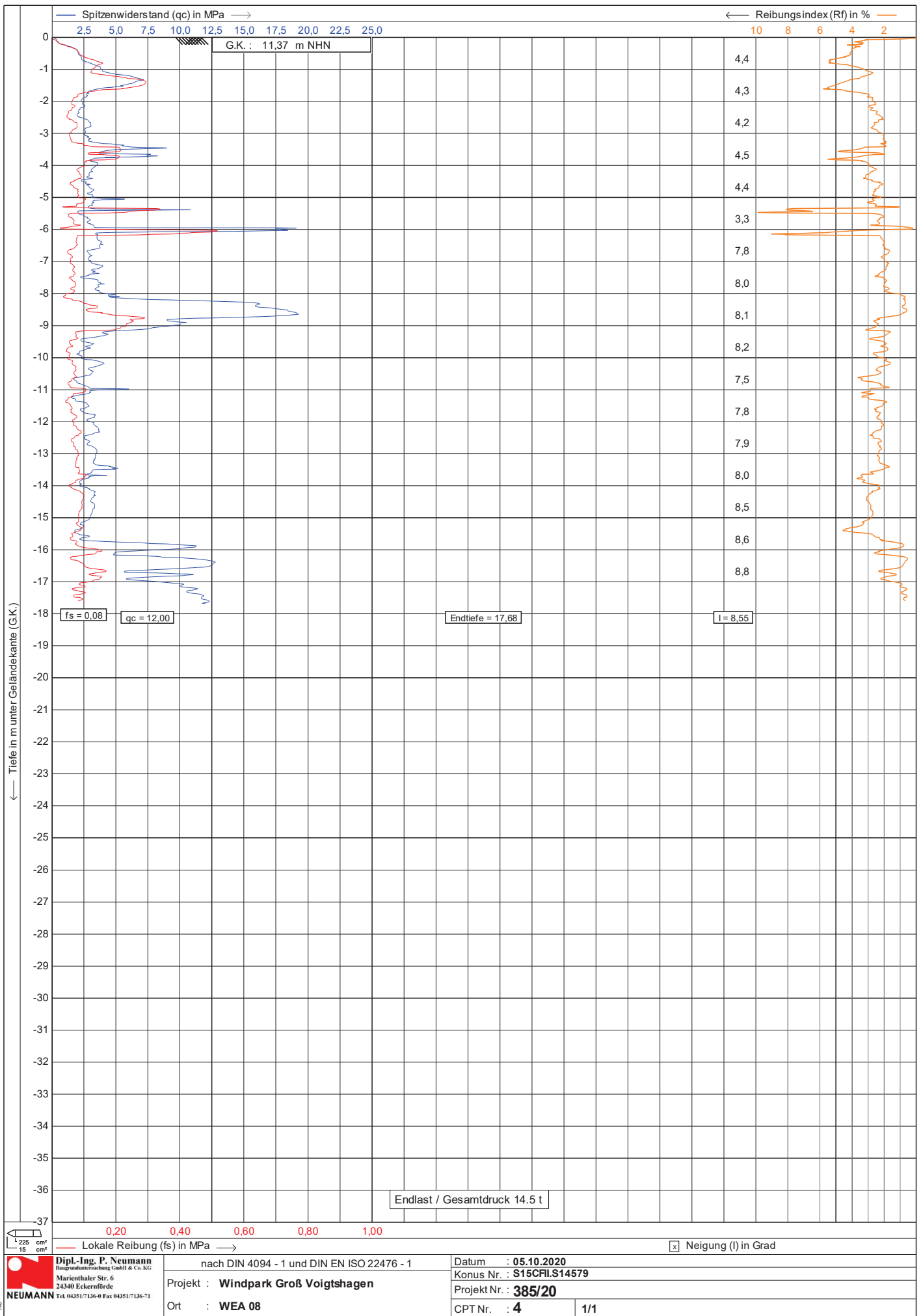


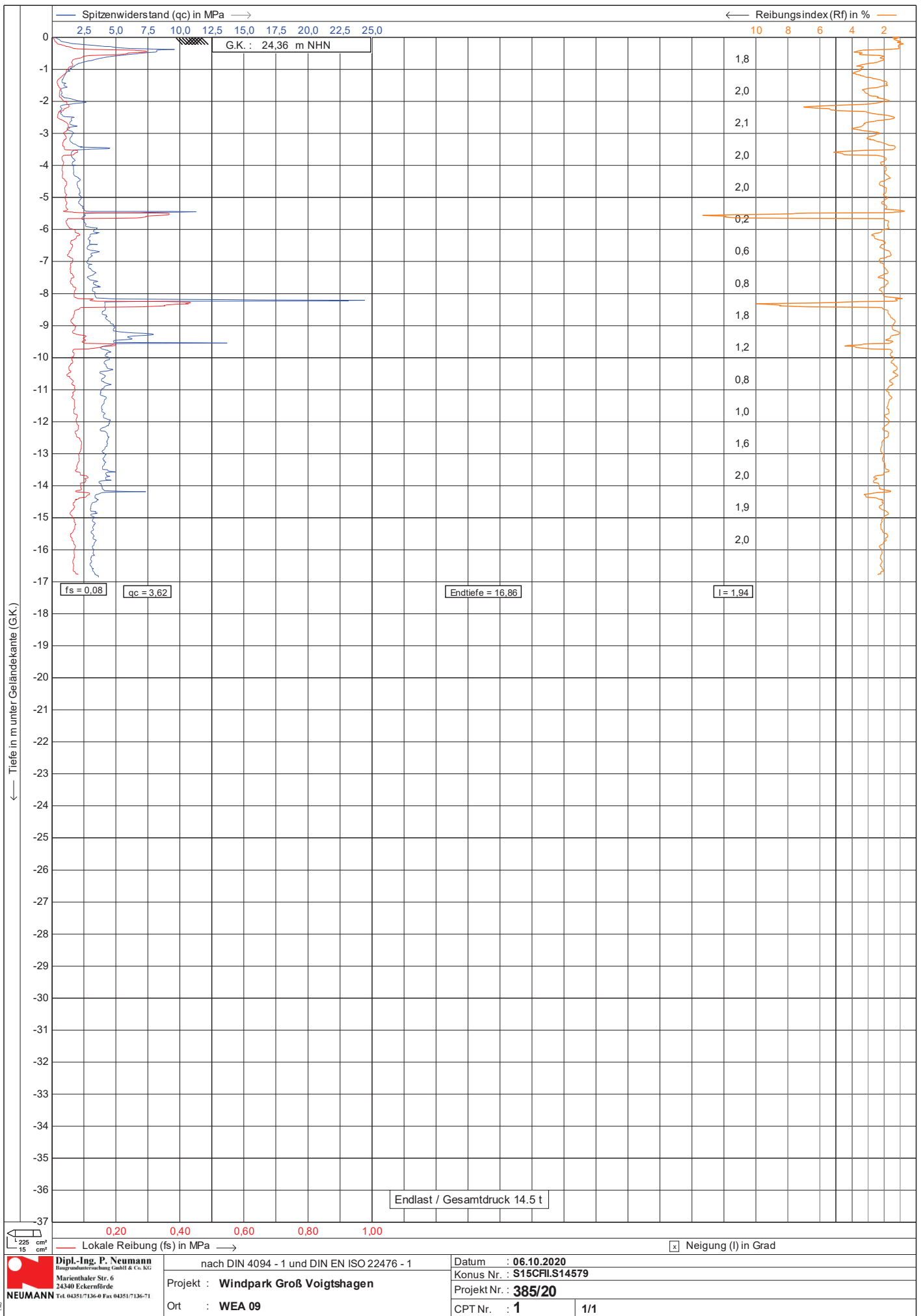


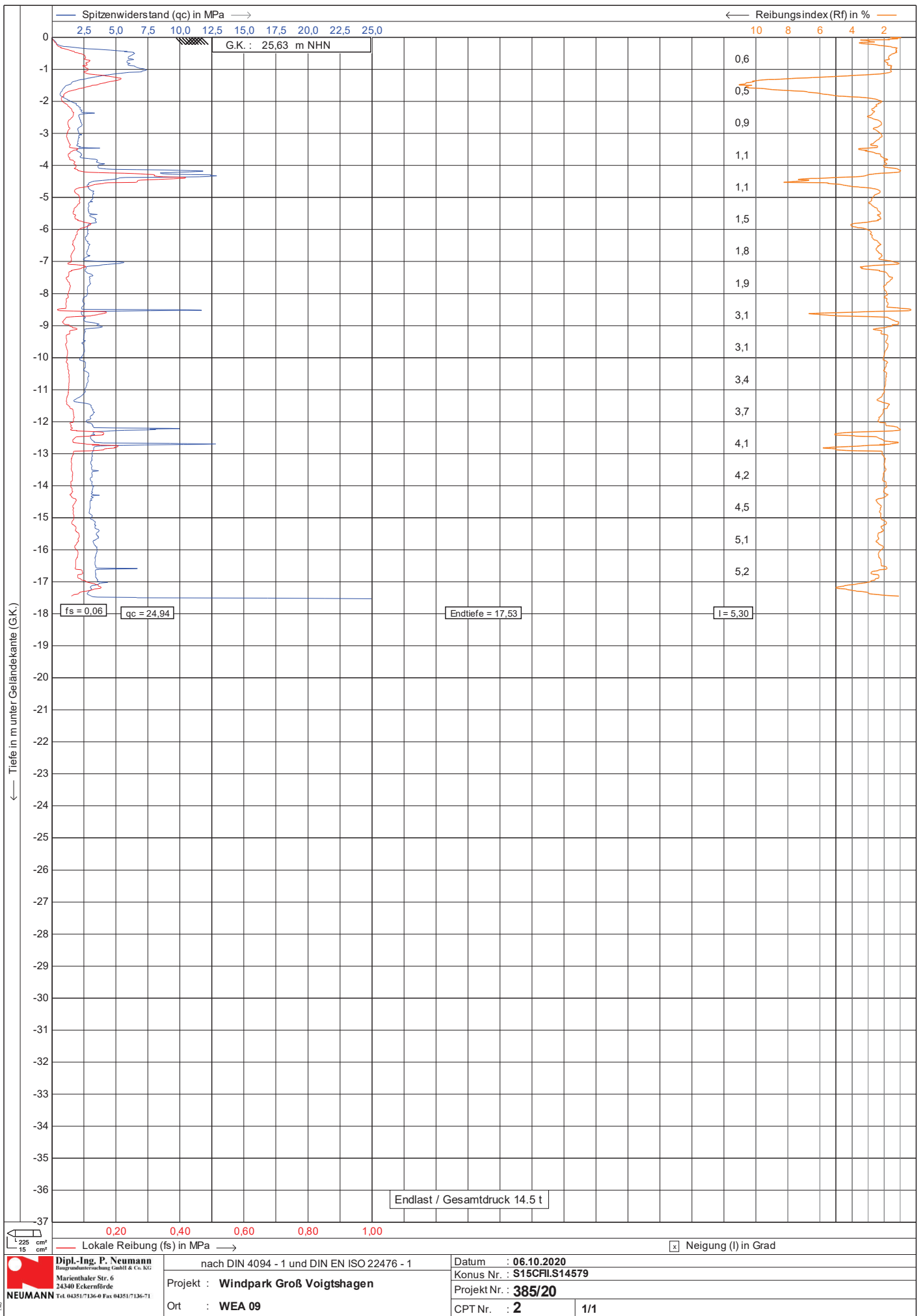


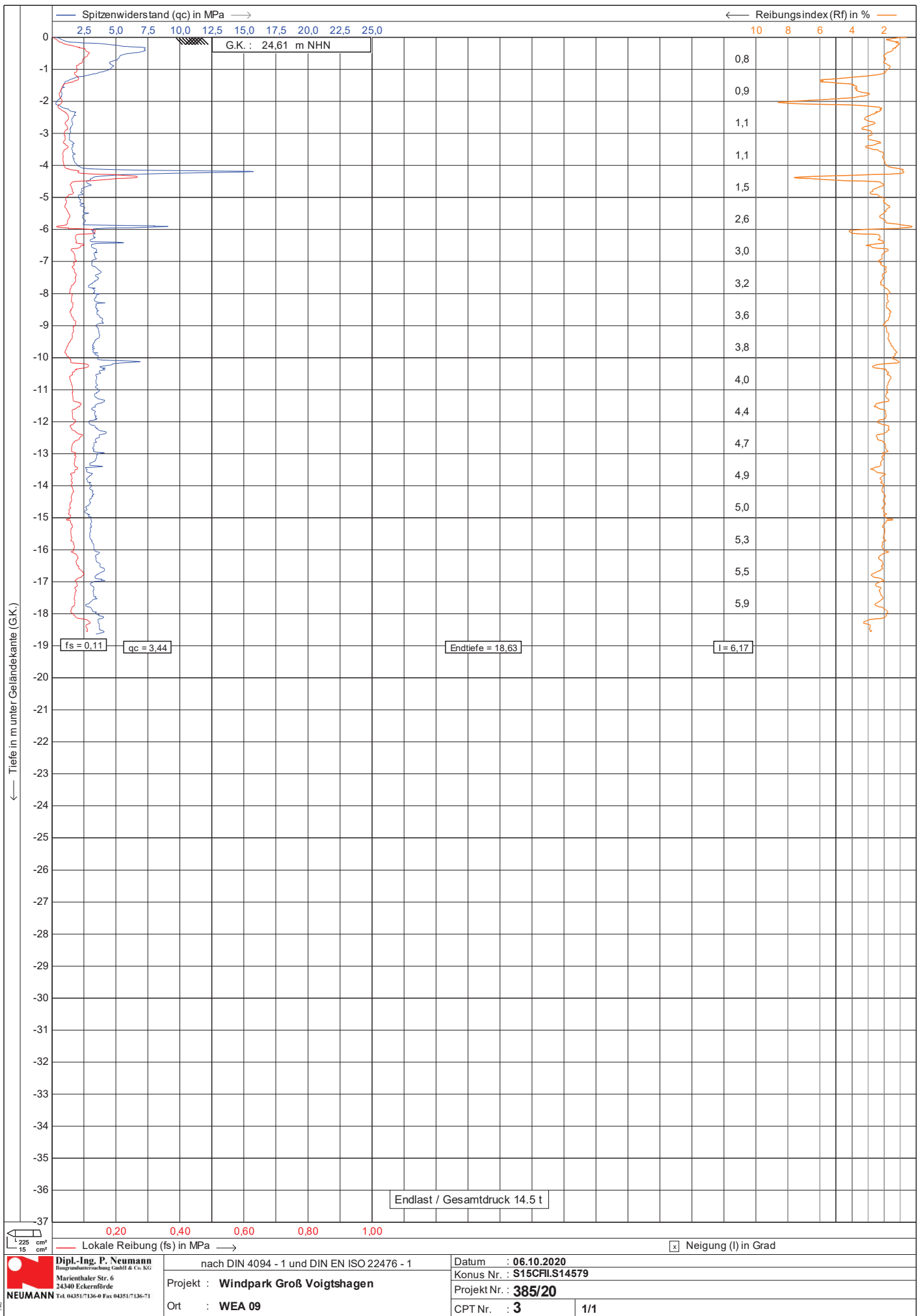


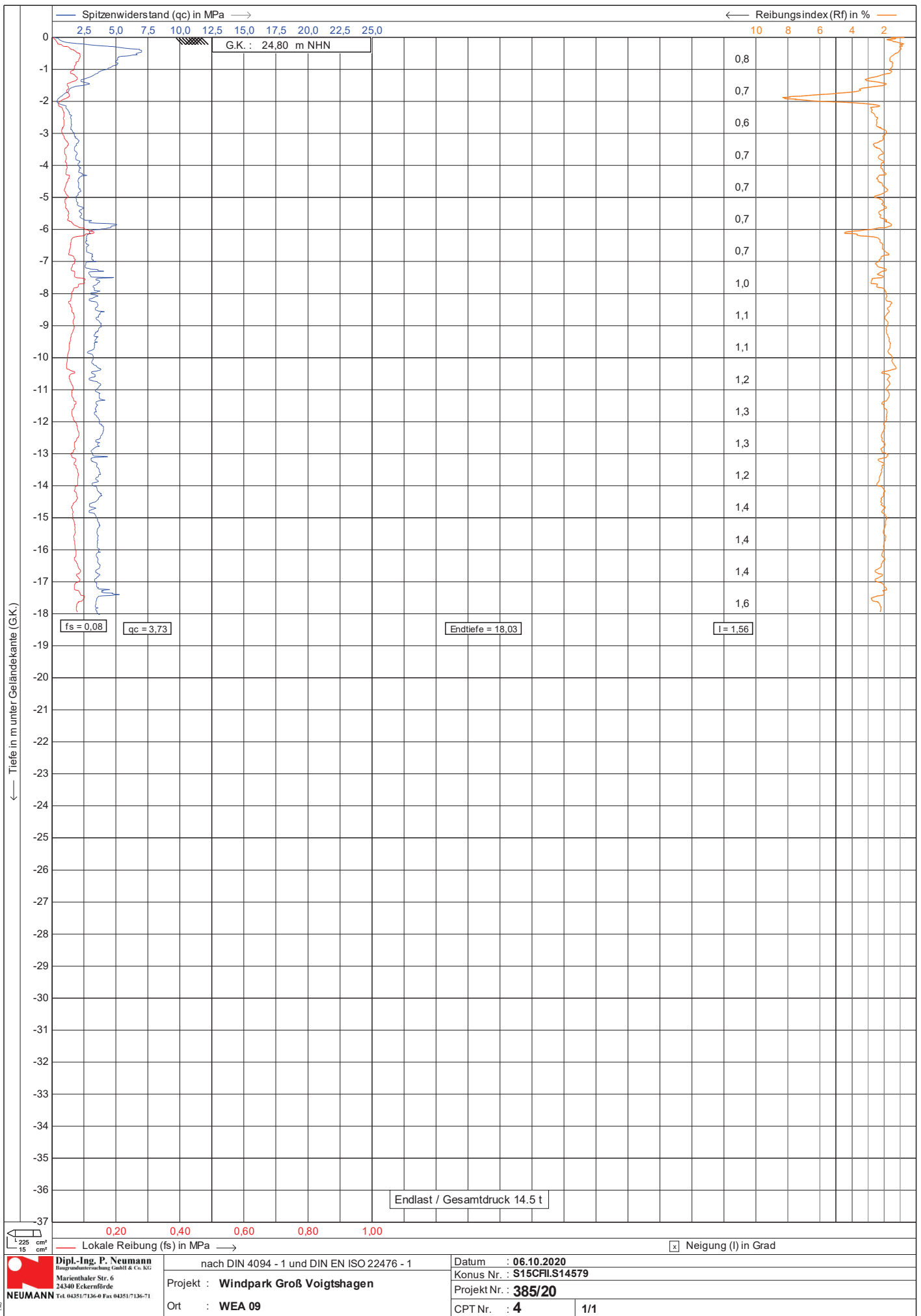


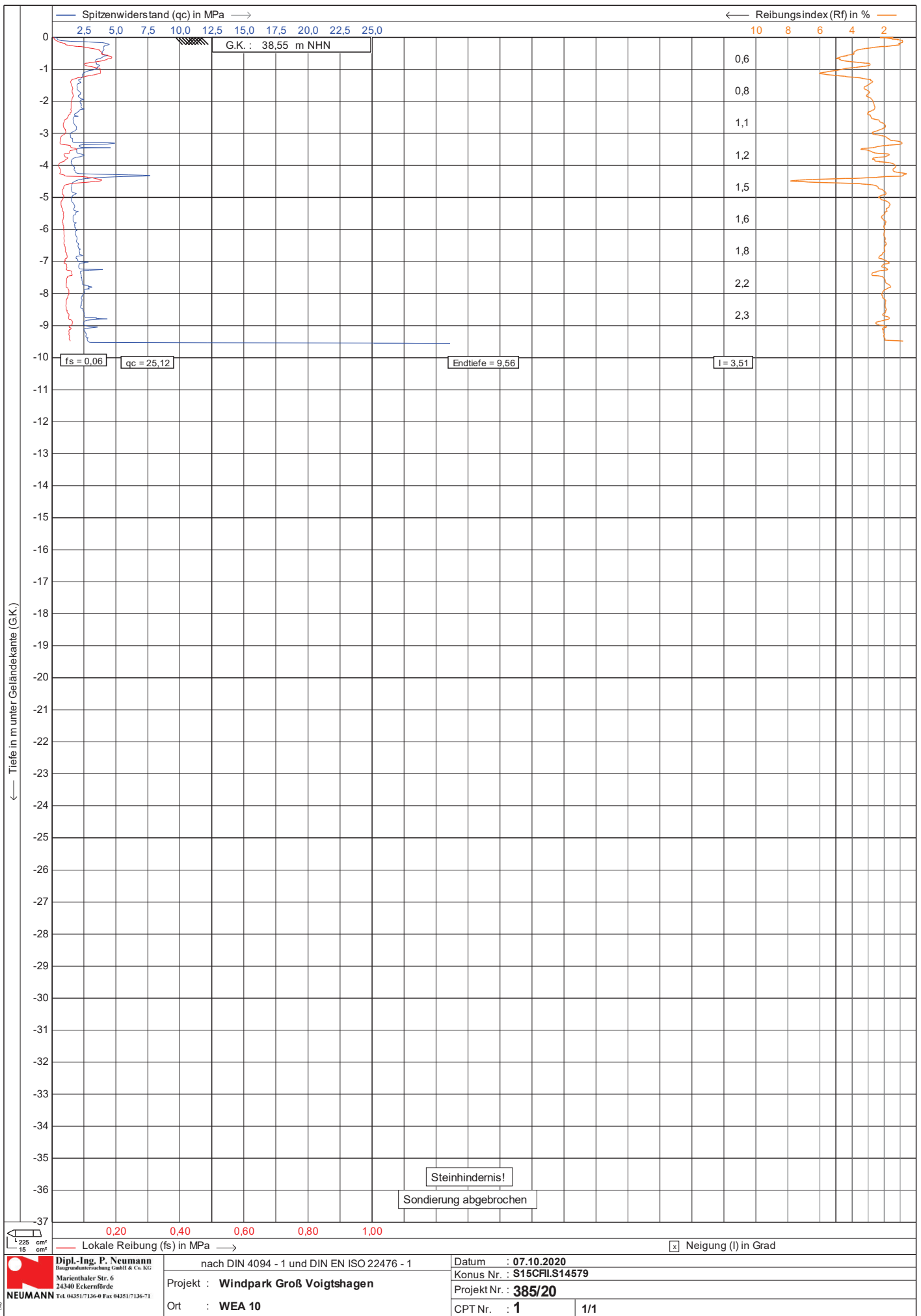


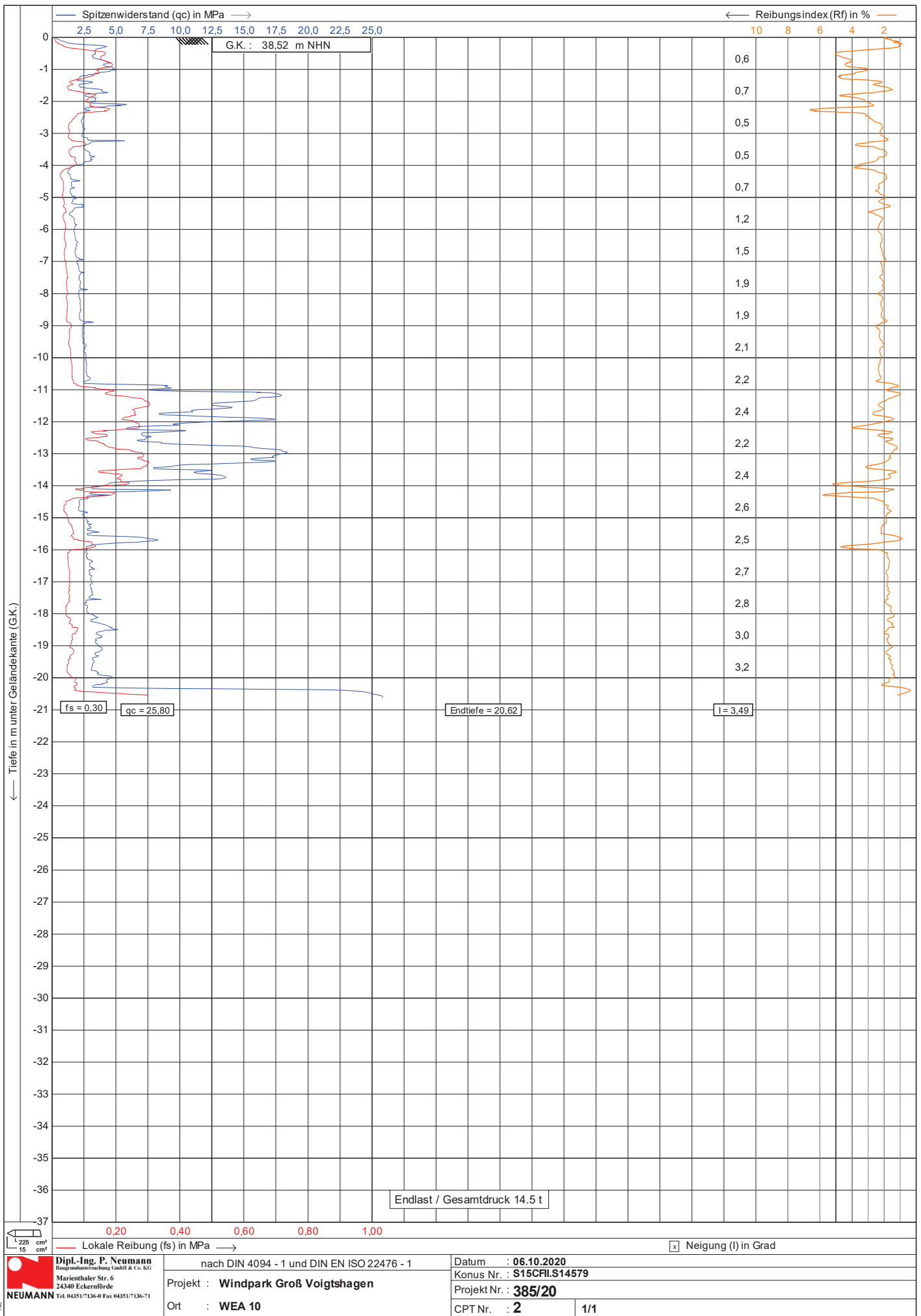


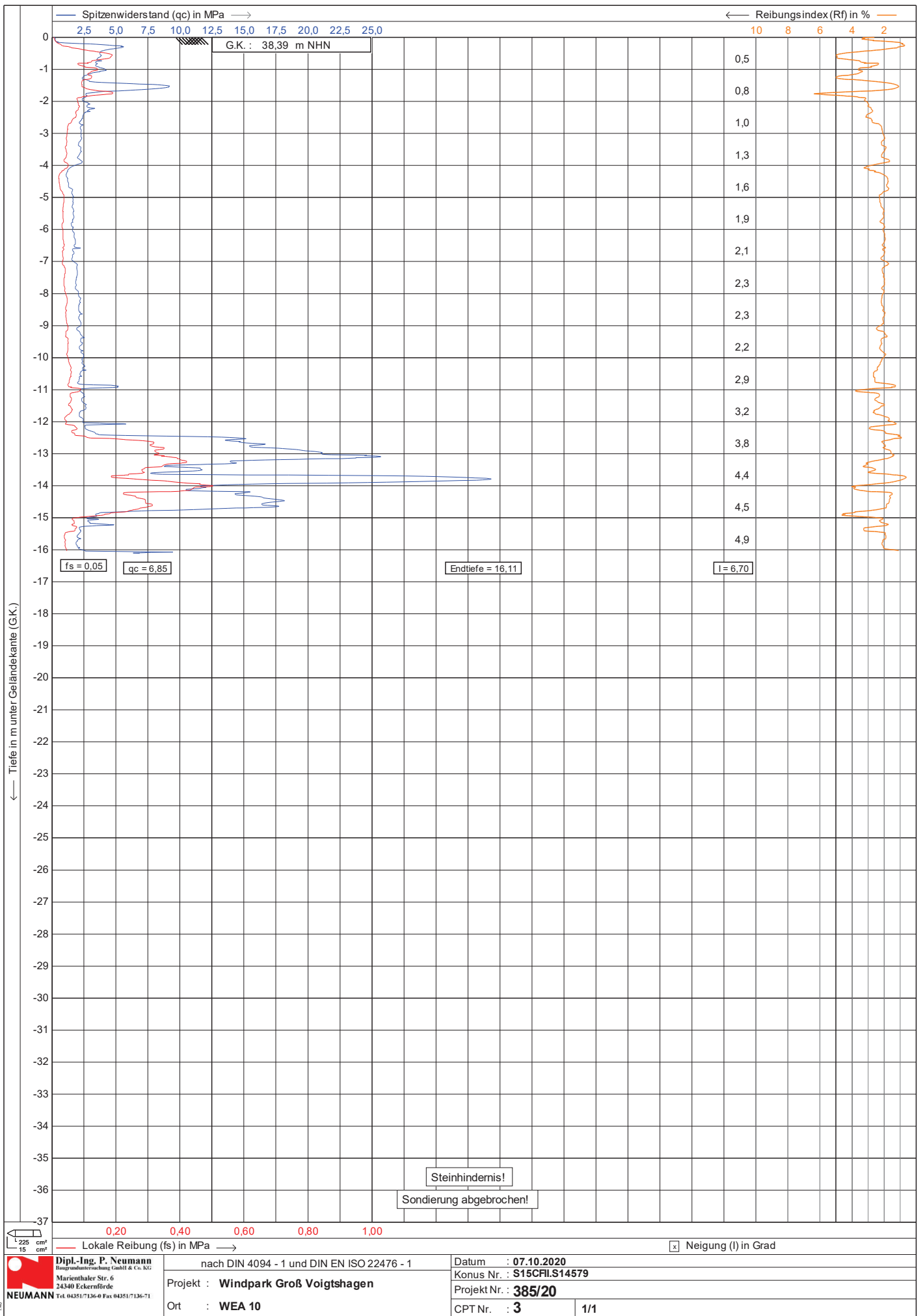










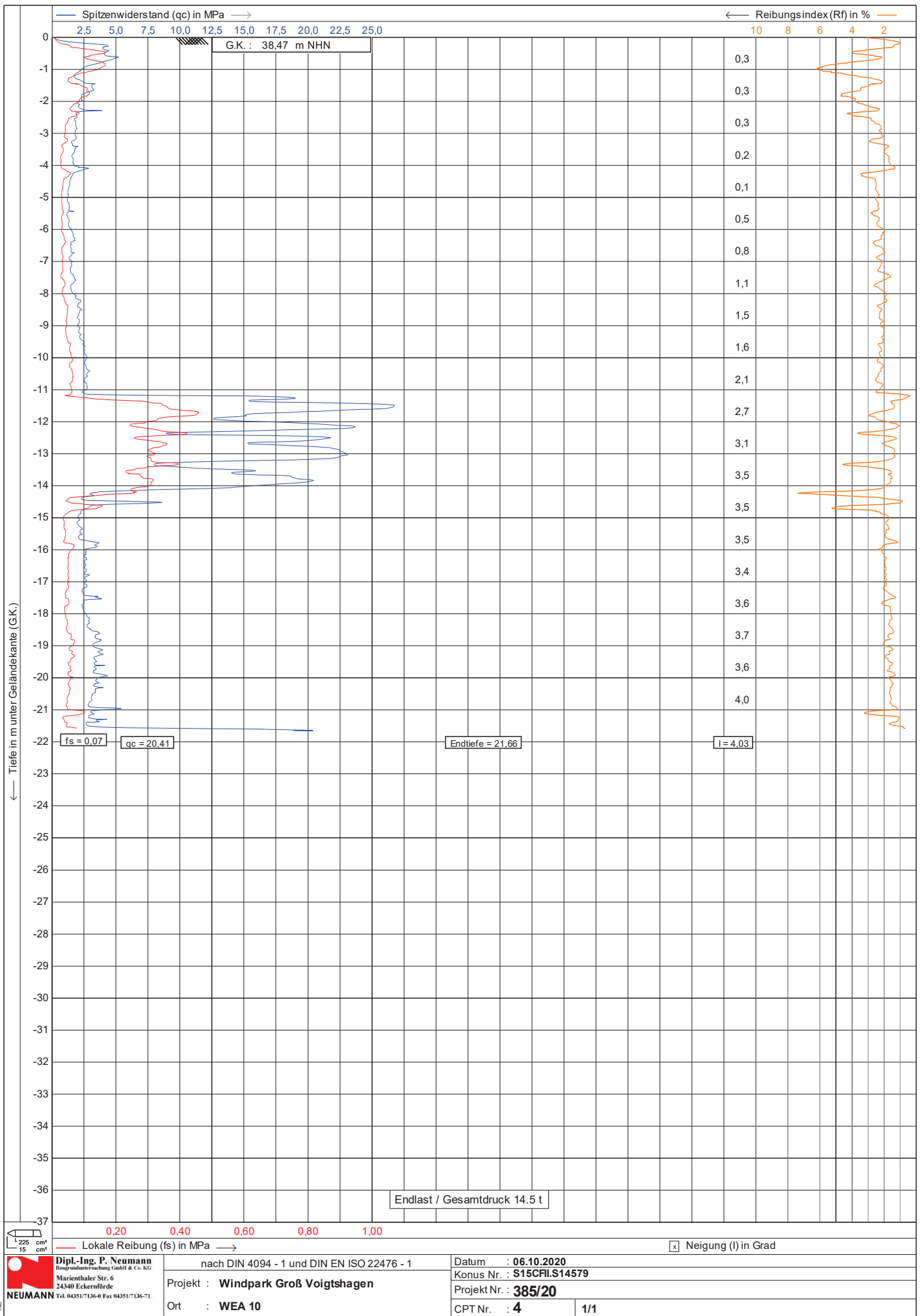


Dipl.-Ing. P. Neumann
 Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
 Marienthaler Str. 6
 24340 Eckernförde
 NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

Projekt : **Windpark Groß Voigtshagen**
 Ort : **WEA 10**

Datum : **07.10.2020**
 Konus Nr. : **S15CFLS14579**
 Projekt Nr. : **385/20**
 CPT Nr. : **3**

Neigung (l) in Grad

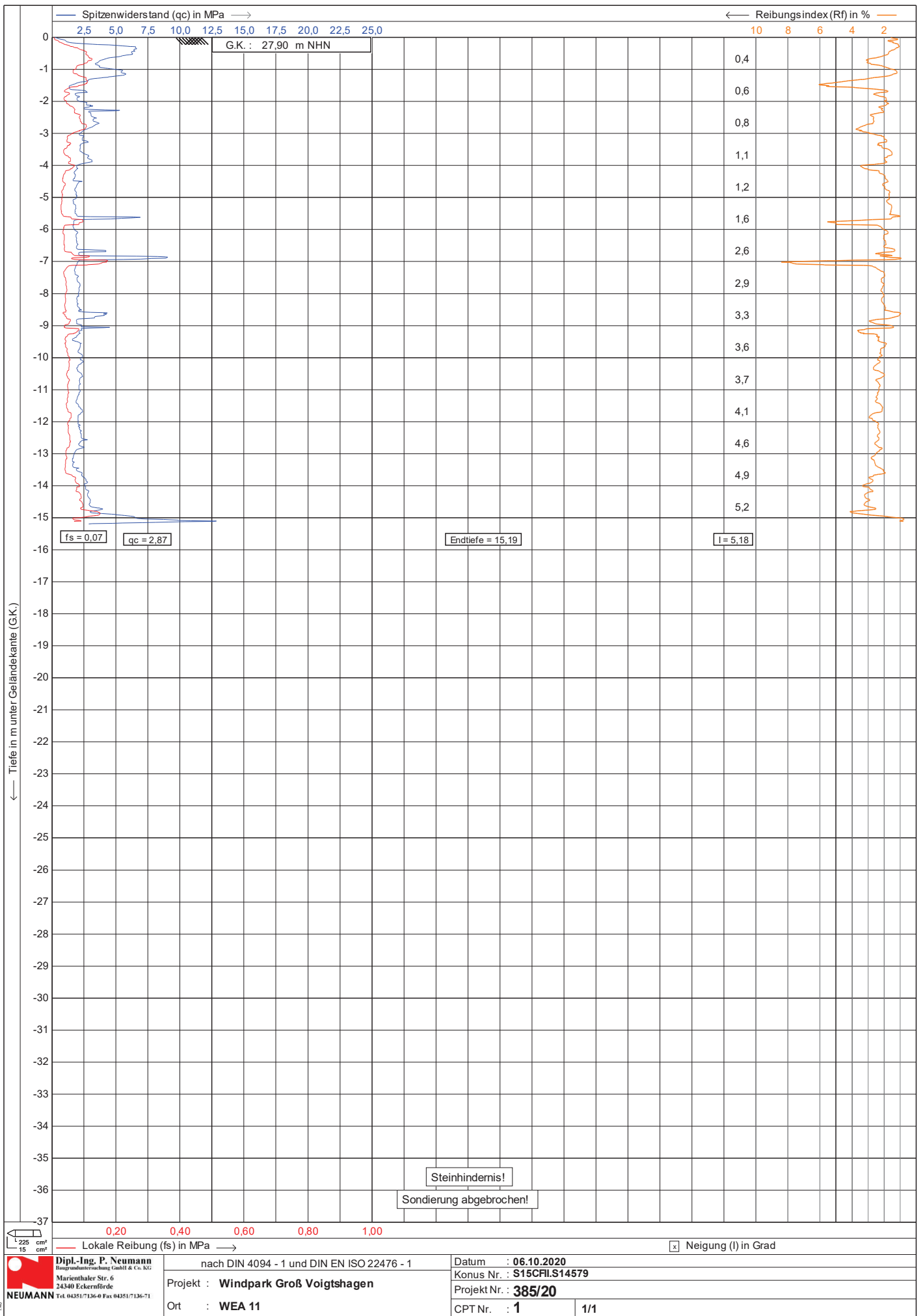


1:25
15 cm²
15 cm²

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

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1
 Projekt : **Windpark Groß Voigtshagen**
 Ort : **WEA 10**

Datum : **06.10.2020**
 Konus Nr. : **S15CFLS14579**
 Projekt Nr. : **385/20**
 CPT Nr. : **4** 1/1

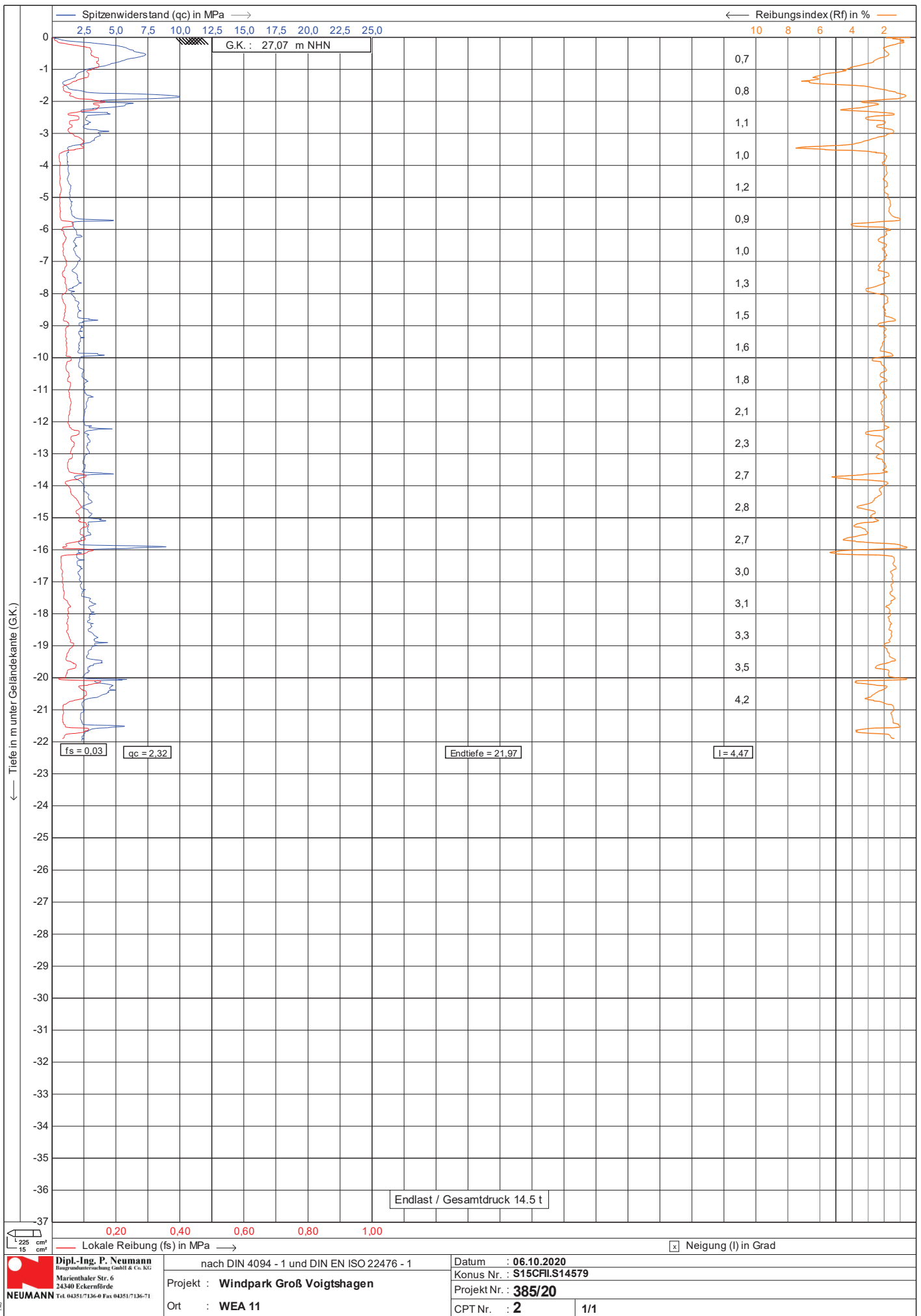


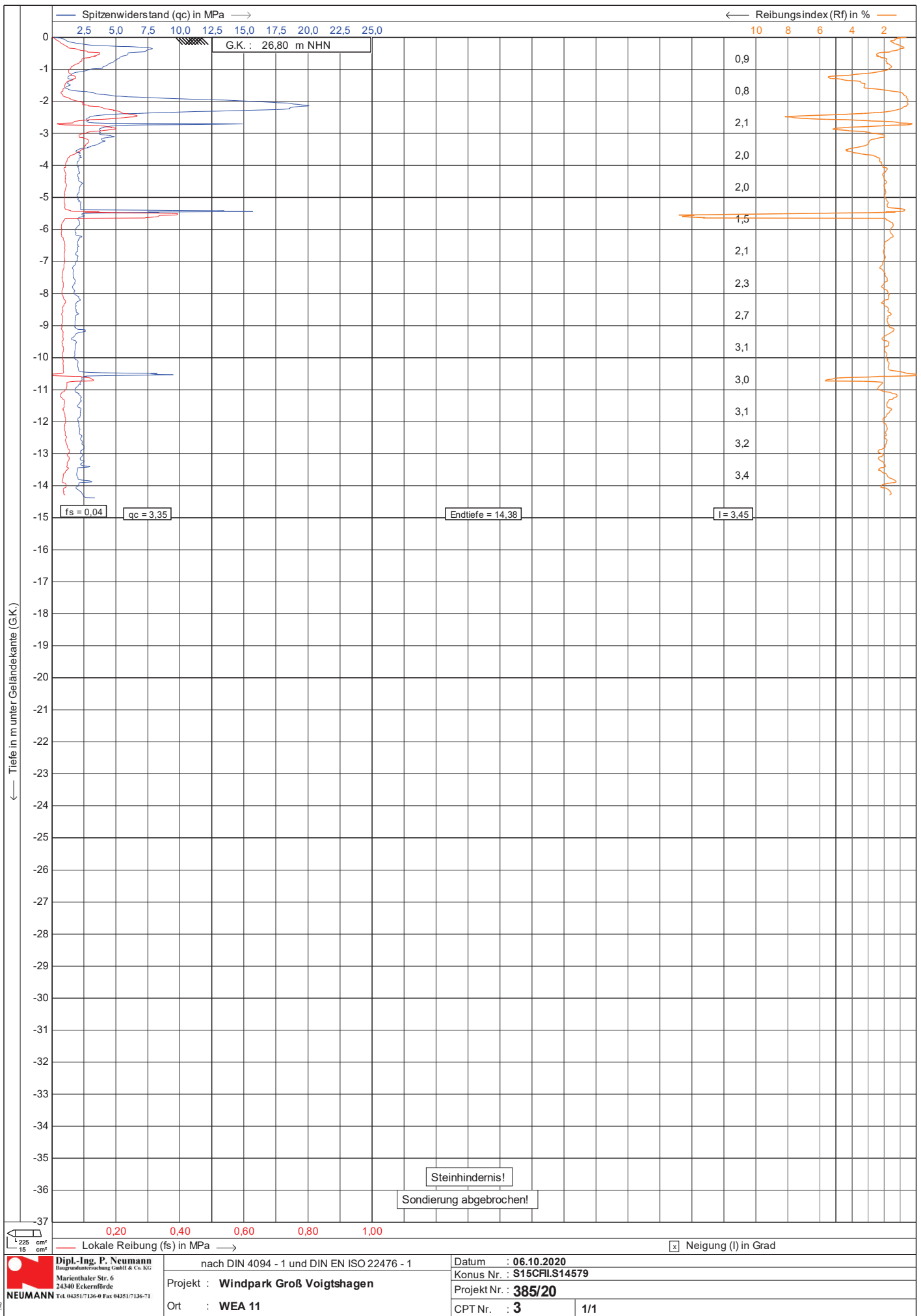
1:25
15 cm²
15 cm²

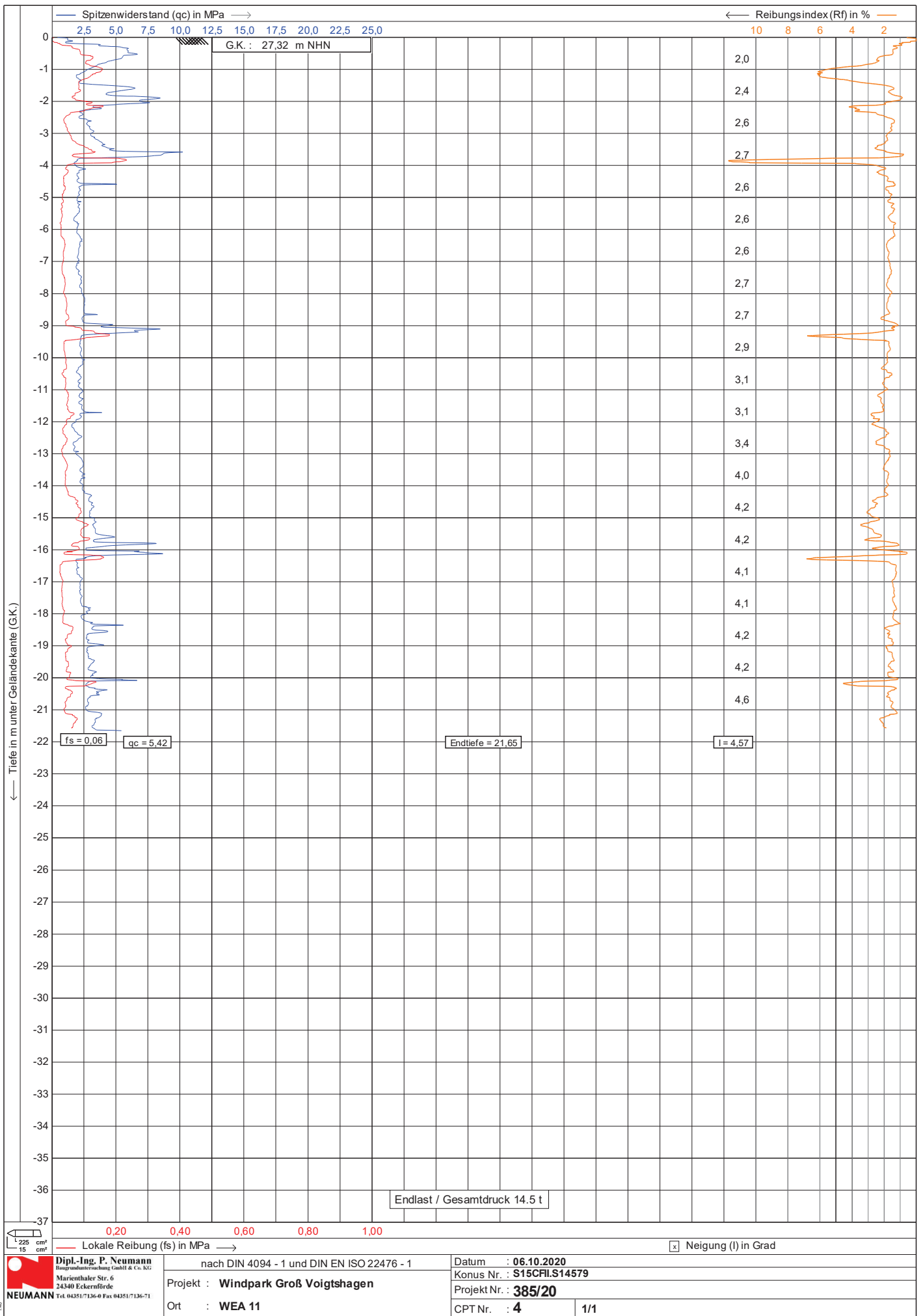
Dipl.-Ing. P. Neumann
 Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
 Marienthaler Str. 6
 24340 Eckernförde
 NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1
 Projekt : **Windpark Groß Voigtshagen**
 Ort : **WEA 11**

Datum : **06.10.2020**
 Konus Nr. : **S15CHI.S14579**
 Projekt Nr. : **385/20**
 CPT Nr. : **1** 1/1







Bemerkungen:
 WEA 1 BS 2/5 w= 13.85 %
 WEA 2 BS 3/5 w= 13.39 %
 WEA 7 BS 3/3 w= 12.25 %

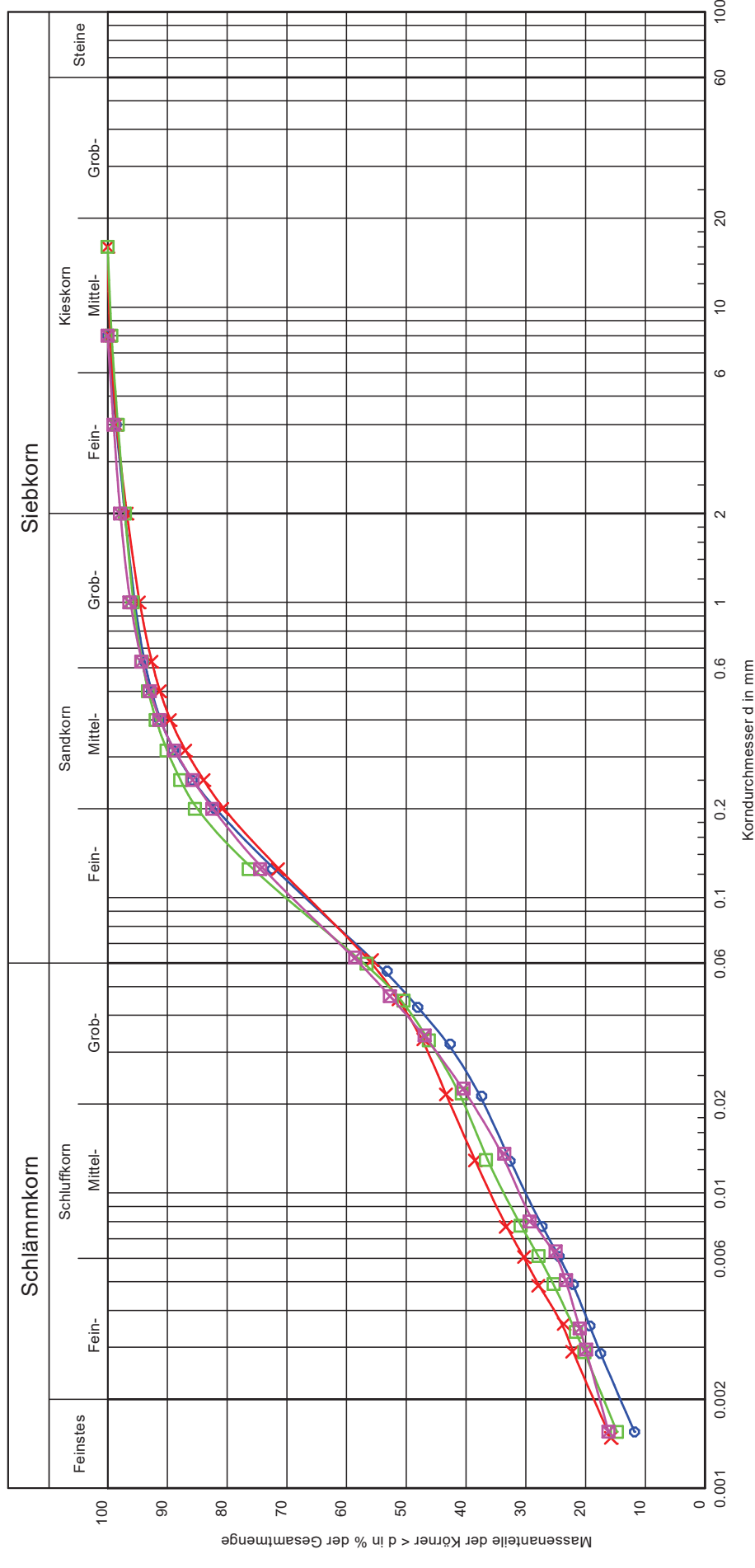
Körnungslinie

nach DIN EN ISO 17892-4
 Windpark Groß Voigtshagen

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: dü Datum: 13.10.2020



Bezeichnung:	○	×	□	⊠
Bodenart:	U, fs, t', ms'	S, ū, t	U, t, fs, ms'	U, t, fs, ms'
Tiefe:	4.60 - 4.80 m	2.80 - 3.00 m	2.80 - 3.00 m	1.90 - 2.10 m
Entnahmestelle:	WEA 1 BS 2/5	WEA 2 BS 3/5	WEA 7 BS 3/3	WEA 9 BS 3/3
T(U)/S(G) [%]:	14.2/42.0/41.0/2.9	18.6/38.1/40.0/3.2	17.0/41.4/38.7/2.9	17.6/41.3/38.9/2.1

Bericht: 385/20
 Anlage: 4
 Prüfungsnummer: 385/20
 Probe entnommen am: 09/20
 Art der Entnahme: gestörte Probe
 Arbeitsweise: Sieb-/Schlämmanalyse



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

Bericht: 385/20

Anlage: 5.1

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Windpark Groß Voigtshagen

Bearbeiter: dü

Datum: 13.10.2020

Prüfungsnummer: 385/20

Entnahmestelle: gemäß Probenbezeichnung

Tiefe: siehe unten

Bodenart: Geschiebemergel

Art der Entnahme: gestörte Probe

Probe entnommen am: 09/20

Bodenart:	Mg	Mg	Mg
Probenbezeichnung:	WEA 1 BS 2/5 4.60 - 4.80 m	WEA 2 BS 2/4 3.90 - 4.10 m	WEA 2 BS 3/5 2.80 - 3.00 m
Feuchte Probe + Behälter [g]:	177.64	159.38	163.09
Trockene Probe + Behälter [g]:	162.28	147.59	149.54
Behälter [g]:	51.40	51.56	48.36
Porenwasser [g]:	15.36	11.79	13.55
Trockene Probe [g]:	110.88	96.03	101.18
Wassergehalt [%]:	13.85	12.28	13.39

Bodenart:	Mg	Mg	Mg
Probenbezeichnung:	WEA 3 BS 3/3 2.40 - 2.60 m	WEA 4 BS 2/5 4.80 - 5.00 m	WEA 5 BS 2/3 2.60 - 2.80 m
Feuchte Probe + Behälter [g]:	167.29	159.94	155.86
Trockene Probe + Behälter [g]:	154.37	147.01	143.97
Behälter [g]:	48.48	49.63	47.87
Porenwasser [g]:	12.92	12.93	11.89
Trockene Probe [g]:	105.89	97.38	96.10
Wassergehalt [%]:	12.20	13.28	12.37



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

Bericht: 385/20

Anlage: 5.2

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Windpark Groß Voigtshagen

Bearbeiter: dü

Datum: 13.10.2020

Prüfungsnummer: 385/20

Entnahmestelle: gemäß Probenbezeichnung

Tiefe: siehe unten

Bodenart: Geschiebemergel

Art der Entnahme: gestörte Probe

Probe entnommen am: 09/20

Bodenart:	Mg	Mg	Mg
Probenbezeichnung:	WEA 6 BS 1/3 2.70 - 2.90 m	WEA 6 BS 2/4 2.60 - 2.80 m	WEA 7 BS 1/2 2.00 - 2.20 m
Feuchte Probe + Behälter [g]:	158.33	154.86	163.65
Trockene Probe + Behälter [g]:	146.97	143.03	151.29
Behälter [g]:	55.68	50.62	53.64
Porenwasser [g]:	11.36	11.83	12.36
Trockene Probe [g]:	91.29	92.41	97.65
Wassergehalt [%]:	12.44	12.80	12.66

Bodenart:	Mg	Mg	Mg
Probenbezeichnung:	WEA 7 BS 2/4 4.80 - 5.00 m	WEA 7 BS 3/3 2.80 - 3.00 m	WEA 8 BS 1/3 2.70 - 2.90 m
Feuchte Probe + Behälter [g]:	159.47	155.29	155.21
Trockene Probe + Behälter [g]:	148.07	143.99	144.68
Behälter [g]:	50.86	51.71	50.41
Porenwasser [g]:	11.40	11.30	10.53
Trockene Probe [g]:	97.21	92.28	94.27
Wassergehalt [%]:	11.73	12.25	11.17



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

Bericht: 385/20

Anlage: 5.3

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Windpark Groß Voigtshagen

Bearbeiter: dü

Datum: 13.10.2020

Prüfungsnummer: 385/20

Entnahmestelle: gemäß Probenbezeichnung

Tiefe: siehe unten

Bodenart: Geschiebemergel, Geschiebelehm

Art der Entnahme: gestörte Probe

Probe entnommen am: 09/20

Bodenart:	Mg	Mg	Lg
Probenbezeichnung:	WEA 8 BS 3/5 4.50 - 4.70 m	WEA 9 BS 1/3 2.30 - 2.45 m	WEA 9 BS 3/3 1.90 - 2.10 m
Feuchte Probe + Behälter [g]:	158.83	163.68	157.16
Trockene Probe + Behälter [g]:	146.85	148.00	139.71
Behälter [g]:	50.19	53.58	50.38
Porenwasser [g]:	11.98	15.68	17.45
Trockene Probe [g]:	96.66	94.42	89.33
Wassergehalt [%]:	12.39	16.61	19.53

Bodenart:	Mg	Mg	
Probenbezeichnung:	WEA 10 BS 1/3 2.80 - 3.00 m	WEA 11 BS 1/4 3.50 - 3.70 m	
Feuchte Probe + Behälter [g]:	158.31	160.57	
Trockene Probe + Behälter [g]:	144.94	147.47	
Behälter [g]:	49.71	48.64	
Porenwasser [g]:	13.37	13.10	
Trockene Probe [g]:	95.23	98.83	
Wassergehalt [%]:	14.04	13.26	

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

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

ISO 14001
 ISO 45001
 zertifiziert



24340 Eckernförde

Prüfbericht-Nr.: 2020P528811 / 1

Auftraggeber	Dipl.-Ing. Peter Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Eingangsdatum	06.10.2020
Projekt	WP Groß Voigtshagen BV 385/20
Material	Grundwasser
Auftrag	385/20
Verpackung	Glas- und PE-Flaschen
Probenmenge	ca. 1,25 l
GBA-Nummer	20518858
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Analysenbeginn / -ende	06.10.2020 - 13.10.2020
Bemerkung	keine
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 13.10.2020



R. A. Dr. S. Braun
 Projektbearbeitung

Anlage 6.1

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 3 zu Prüfbericht-Nr.: 2020P528811 / 1

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
 Flensburger Str. 15, 25421 Pinneberg
 Telefon +49 (0)4101 7946-0
 Fax +49 (0)4101 7946-26
 E-Mail pinneberg@gba-group.de
 www.gba-group.com

HypoVereinsbank
 IBAN DE45 2003 0000 0050 4043 92
 SWIFT BIC HYVEDEMM300
 Commerzbank Hamburg
 IBAN DE67 2004 0000 0449 6444 00
 SWIFT-BIC COBADEHHXXX

Sitz der Gesellschaft:
 Hamburg
 Handelsregister:
 Hamburg HRB 42774
 USt-Id.Nr. DE 118 554 138
 St.-Nr. 47/723/00196

Geschäftsführer:
 Ralf Murzen,
 Dr. Roland Bernerth,
 Kai Plinke,
 Dr. Dominik Obeloer



Prüfbericht-Nr.: 2020P528811 / 1
WP Groß Voigtshagen BV 385/20

GBA-Nummer		20518858
Probe-Nummer		001
Material		Grundwasser
Probenbezeichnung		WEA4/BS2
Probemenge		ca. 1,25 l
Probeneingang		06.10.2020
Analysenergebnisse	Einheit	
Betonaggressivität		
pH-Wert		7,8
Geruch		unauffällig
Permanganat-Verbrauch	mg KMnO4/L	5,5
Gesamthärte	°dH	25
Härtehydrogencarbonat	°dH	17
Nichtcarbonathärte	°dH	7,9
Magnesium	mg/L	13
Ammonium	mg/L	0,20
Sulfat	mg/L	80
Chlorid	mg/L	36
Kohlendioxid, kalklösend	mg/L	<5,0

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

Anlage 6.2

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.

Prüfbericht-Nr.: 2020P528811 / 1
WP Groß Voigtshagen BV 385/20

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 10622 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 38 405-D8: 1971 ^a §
Nichtcarbonathärte		°dH	berechnet §
Magnesium	0,10	mg/L	DIN EN ISO 11885 (EZZ): 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 §

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

Anlage 6.3

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.

Anlage zu Prüfbericht 2020P528811

Probe-Nr.: 20518858 / 001

Probenbezeichnung: WEA4/BS2

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	7,8		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	<5,0	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	0,20	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 -100
Magnesium	13	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	80	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	36	mg/L			
Gesamthärte	25	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	17	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	5,5	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.

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

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

ISO 14001
 ISO 45001
 zertifiziert




24340 Eckernförde

Prüfbericht-Nr.: 2020P527987 / 1

Auftraggeber	Dipl.-Ing. Peter Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Eingangsdatum	29.09.2020
Projekt	WP Voigtshagen BV 385/20
Material	Grundwasser
Auftrag	385/20
Verpackung	Glas- und PE-Flaschen
Probenmenge	ca. 1,25 l
GBA-Nummer	20518243
Probenahme Probentransport	durch den Auftraggeber GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Analysenbeginn / -ende	29.09.2020 - 05.10.2020
Bemerkung	keine
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 05.10.2020



R. A. Dr. S. Braun
 Projektbearbeitung

Anlage 6.5

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 empfangen. 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 3 zu Prüfbericht Nr.: 2020P527987 / 1

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
 Flensburger Str. 15, 25421 Pinneberg
 Telefon +49 (0)4101 7946-0
 Fax +49 (0)4101 7946-26
 E-Mail pinneberg@gba-group.de
 www.gba-group.com

HypoVereinsbank
 IBAN DE45 2003 0000 0050 4043 92
 SWIFT BIC HYVEDEMM300
 Commerzbank Hamburg
 IBAN DE67 2004 0000 0449 6444 00
 SWIFT-BIC COBADEHXXX

Sitz der Gesellschaft:
 Hamburg
 Handelsregister:
 Hamburg HRB 42774
 USt-Id.Nr. DE 118 554 138
 St.-Nr. 47/723/00196

Geschäftsführer:
 Ralf Murzen,
 Dr. Roland Bernerth,
 Kai Plinke,
 Dr. Dominik Obeloer



Prüfbericht-Nr.: 2020P527987 / 1
WP Voigtshagen BV 385/20

GBA-Nummer		20518243	20518243
Probe-Nummer		001	002
Material		Grundwasser	Grundwasser
Probenbezeichnung		WEA9/BS1	WEA11/BS3
Probemenge		ca. 1,25 l	ca. 1,25 l
Probeneingang		29.09.2020	29.09.2020
Analysenergebnisse	Einheit		
Belonaggressivität			
pH-Wert		7,8	7,9
Geruch		unauffällig	unauffällig
Permanganat-Verbrauch	mg KMnO4/L	9,7	10
Gesamthärte	°dH	23	20
Härtehydrogencarbonat	°dH	15	11
Nichtcarbonathärte	°dH	7,6	8,9
Magnesium	mg/L	12	11
Ammonium	mg/L	0,21	0,60
Sulfat	mg/L	72	78
Chlorid	mg/L	38	41
Kohlendioxid, kalklösend	mg/L	<5,0	<5,0

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

Anlage 6.6

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.

Prüfbericht-Nr.: 2020P527987 / 1
WP Voigtshagen BV 385/20
Angewandte Verfahren

Parameter	BG	Einheit	Methode
Betonaggressivität			DIN 4030-2: 2008-06 ^a 5
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 ^a 5
Geruch			DIN EN 1022 Anhang C: 2006-10 ^a 5
Permanganat-Verbrauch	2,0	mg KMnO ₄ /L	DIN EN ISO 8467: 1995-05 ^a 5
Gesamthärte	0,010	°dH	DIN 38409-6: 1986-01 ^a 5
Härtehydrogencarbonat		°dH	DIN 38 405-D8: 1971 ^a 5
Nichtcarbonathärte		°dH	berechnet 5
Magnesium	0,10	mg/L	DIN EN ISO 11885 (EZZ): 2009-09 ^a 5
Ammonium	0,20	mg/L	DIN EN ISO 11732: 2005-05 ^a 5
Sulfat	0,50	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Kohlendioxid, kalklösend	5,0	mg/L	DIN 4030-2: 2008-06 ^a 5

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.
 Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg

Anlage 6.7

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.

Anlage zu Prüfbericht 2020P527987

Probe-Nr.: 20518243 / 001

Probenbezeichnung: WEA9/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	7,8		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	<5,0	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	0,21	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 -100
Magnesium	12	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	72	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	38	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	23	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	15	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	9,7	mg KMnO ₄ /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 2020P527987

Probe-Nr.: 20518243 / 002

Probenbezeichnung: WEA11/BS3

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

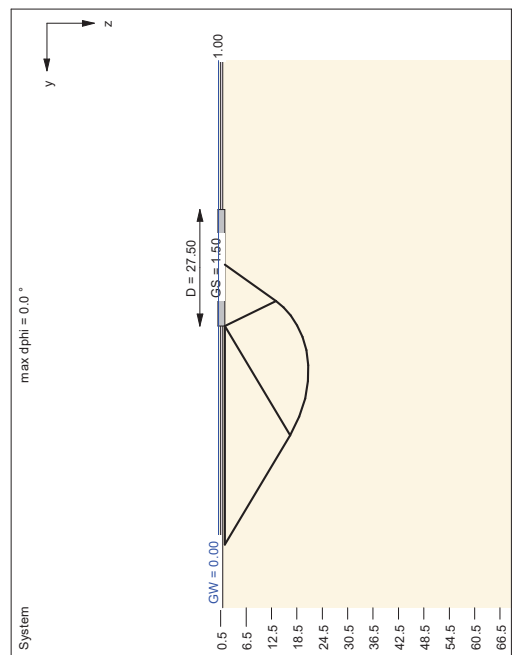
	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1	XA2	XA3
pH-Wert	7,9		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	<5,0	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	0,60	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 -100
Magnesium	11	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	78	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	41	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	20	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	11	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	10	mg KMnO ₄ /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.

Bauvorhaben 385/20 WP Groß Voigtshagen Anlagentyp E-147EP5E2-MST-155- Gründungsart FlmA Datum 26.10.2020	Nachweis der Drehfedersteifigkeit	 Dipl.-Ing. P. Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71
---	--	---

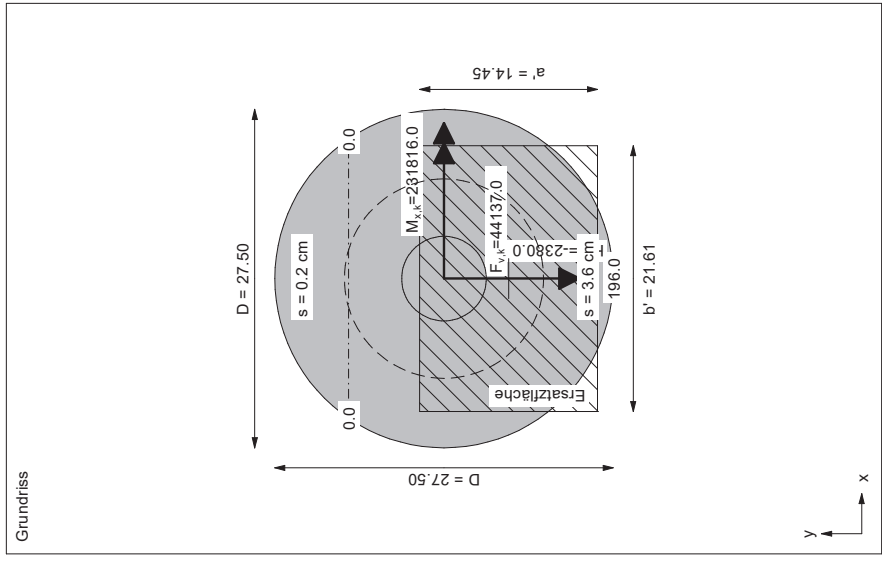
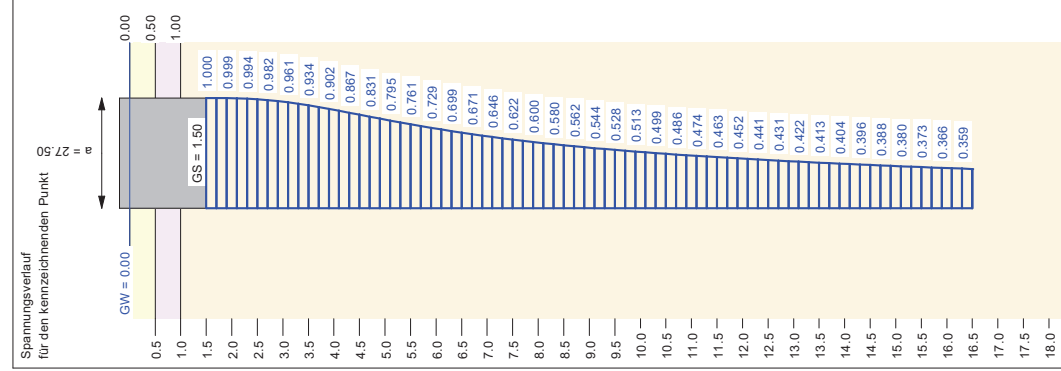
Nr.	Schichten unter Fundament	Reibungswinkel phi	Schicht	Schichtstärke	E _s (MN/m ²)	E _s ^{dyn} (MN/m ²)	Querdehnzahl ν	Lastausbreitung in °	Fundamentradius (Ersatzradius) in m	gegebenener Fundamentradius in m		Bemerkung
										Kappa phi stat. (MNm/rad)	Kappa phi dyn. (MNm/rad)	
0									13,75	22.500,00	180.000,00	Sollwerte
1	Sand, Kiessand, md	35,0	OK 0,00	0,00	50	200	0,35	0,0	13,75	123.058,43	492.233,73	
2			UK 0,50	0,50	50	200	0,35	45,0	14,25	136.977,07	547.908,28	
3			OK 0,50	0,00	30	150	0,40	0,0	14,25	64.303,13	321.515,63	
4		27,5	UK 1,00	0,50	30	150	0,40	30,0	14,54	68.290,77	341.453,83	
5			OK 1,00	0,00	40	180	0,38	0,0	14,54	102.329,56	460.483,00	
6	Mg.stf-hf	28,5	UK 15,00	14,00	40	180	0,38	30,0	22,62	385.474,21	1.734.633,97	
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	E_s [MN/m ²]	v	Bezeichnung
	19.0	11.0	35.0	0.0	50.0	0.00	Sand, md
	21.0	11.0	27.5	12.0	30.0	0.00	Lg, hf
	22.0	12.0	28.5	12.5	40.0	0.00	Mg, steif-hf



Berechnungsgrundlagen:
 385/20 WP, Groß, Voigtshagen WEA 8
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{Rv} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Gründungssohle = 1.50 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 $F_{v,k} = 44137.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,v,k} = 0.00 / -2380.00$ kN
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 231816.00$ kN·m
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 231816.00$ kN·m
 Durchmesser D = 27.500 m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern ($= 3.438$ m)
 $a' = 24.371$ m
 $b' = 24.371$ m
 Unter Gesamlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -5.252$ m
 Resultierende im 2. Kern ($= 8.099$ m)
 $a' = 14.451$ m
 $b' = 21.609$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{Rv} = 1.40$
 $\sigma_{q,k} / \sigma_{q,d} = 1676.3 / 1197.33$ kN/m²
 $R_{n,k} = 523452.16$ kN
 $R_{n,d} = 373894.40$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 44137.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 59584.95$ kN

μ (parallel zu y) = 0.159
 cal $\varphi = 28.5^\circ$
 cal c = 12.50 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 12.00$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 17.00$ kN/m²
 UK log. Spirale = 21.19 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 79.73 m
 Fläche log. Spirale = 815.73 m²
 $N_{60} = 26.81$; $N_{60} = 15.55$; $N_{60} = 7.90$
 $v_c = 1.341$; $v_d = 1.319$; $v_b = 0.799$
 Formbreite (y):
 Neigungsbewerte (y):
 $i_c = 0.909$; $i_b = 0.915$; $i_b = 0.866$

Setzung infolge Gesamlasten:
 Grenztiefe $t_b = 16.50$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 1.93 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.24 cm
 unten = 3.62 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 686.2