

Windpark Gehrde GmbH & Co. KG

Helmerslohne 8, 26736 Krummhörn - Groothusen

Wasserwirtschaftliche Voruntersuchung

B-Plan Nr. 27a
„Windpark Gehrde – Groß Drehle“

Osnabrück, den 31. Januar 2023

1. Ausfertigung



Ingenieure + Planer

Infrastruktur und Stadtentwicklung
GmbH & Co. KG

Wasserwirtschaft · Infrastruktur
Straßenbau · Verkehr
Landschaftsplanung
Stadtplanung
Ingenieurvermessung
Geoinformationssysteme

INHALT

Textteil

	Seite
1. Veranlassung	1
2. Bestehende Verhältnisse	1
3. Darstellung der Planung	2
3.1 Allgemeines	2
3.2 Überschwemmungs- und weitere Schutzgebiete	3
3.3 Untersuchung des Kanalzustandes	3
3.4 Oberflächenentwässerung	3
3.4.1 Entwässerung am Standort der WEA	3
3.4.2 Straßenbegleitende Gewässer	3
3.4.3 Vorbehandlung der Oberflächenabflüsse	4
3.5 Schmutzwasserableitung	4
4. Rechtliche Fragen	4

Anhang

Baugrundgutachten der Firma Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG vom 14.01.2021 (Revision 01 vom 16.12.2022)	Anhang 1
Nachtrag zur Ermittlung der bei der Grundwasserabsenkung anfallenden Wassermenge der Firma Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG vom 03.11.2022 (Revision 01 vom 02.12.2022)	Anhang 2

Zeichnerische Unterlagen

Übersichtsplan	M 1 : 5.000	Anlage 1
Lageplan Kanalisation	M 1 : 500	Anlage 2.1 – 2.3

1. Veranlassung

Die Windpark Gehrde GmbH & Co. KG plant in der Gemeinde Gehrde die Errichtung von drei Windenergieanlagen. Dazu soll von der Gemeinde der Bebauungsplan Nr. 27a „Windpark Gehrde – Groß Drehle“ aufgestellt werden.

Das Ingenieurbüro ibt Ingenieure + Planer wurde mit der wasserwirtschaftlichen Voruntersuchung zum B-Plan beauftragt.

2. Bestehende Verhältnisse

Lage im Raum

Das Plangebiet liegt südlich der Gemeinde Gehrde. Im Norden wird es vom Klein Drehler Weg begrenzt, der selbst Bestandteil des B-Plangebietes ist. Im Osten begrenzt der Meyerhofgraben das Plangebiet und im Süden und Westen grenzen landwirtschaftlich genutzte Flächen an das Plangebiet. Die B-Plangrenze selbst umfasst den gesamten Klein Drehler Weg bis zur Neuenkirchener Straße (K 140) im Westen.

Oberflächenentwässerung

Das auf den landwirtschaftlichen Flächen anfallende Oberflächenwasser versickert weitestgehend vor Ort. Das auf dem Klein Drehler Weg anfallende Oberflächenwasser wird diffus in die südlich und nördlich angrenzenden Gräben eingeleitet.

Schmutzwasserableitung

Schmutzwasser fällt auf den landwirtschaftlichen Flächen keines an. Die Bebauung am Klein Drehler Weg entwässert vermutlich entweder über 3-Kammer-Systeme oder über Kleinpumpwerke.

Ingenieurvermessung

Eine topografische Vermessung wurde durch das Ingenieurbüro ibt Ingenieure + Planer im September 2022 durchgeführt. Vor Ort wurde der Graben entlang der Straße Klein Drehler Weg sowie der Mündungsbereich in den Rethwiesenbach vermessen. Zusätzlich wurde ein digitales Geländemodell (DGM) vom Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN) angefordert. Das Gelände fällt leicht in nördlicher Richtung ab.

Baugrunduntersuchungen

Mit Datum vom 14. Januar 2021 (Revision 01 vom 16.12.2022) wurde durch die Firma Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG aus Eckernförde eine Beurteilung des anstehenden Baugrundes vorgelegt.

Zur Untersuchung der Baugrundverhältnisse wurden im Dezember 2020 4 Drucksondierungen bis in Tiefen von 15,77 m – 20,23 m unter Ansatzpunkt niedergebracht. Weiterhin wurden jeweils 2 Kleinbohrungen bis in Tiefen von 17,10 m – 18,40 m unter GOK niedergebracht. Die geplante Sondiertiefe von 20,00 m konnte z. T. aufgrund von Steinhindernissen sowie hoher Festigkeit des anstehenden Baugrundes nicht erreicht werden. Zudem wurden 8 weitere Kleinbohrungen bis in eine Tiefe von jeweils 5,0 m unter Geländeoberkante ausgeführt. Die Lage der Bohrungen ist im Lageplan (Anlage 2, Blatt 3) dargestellt. Die Beurteilung liegt der Untersuchung als Anhang bei.

Folgende Schichtenfolge wurde erschlossen:

Unter einer ca. 0,20 m bis 0,40 m mächtigen Mutterbodenschicht und sandigen Auffüllungen stehen bis zur Endteufe fast ausschließlich rollige Böden (Fein- und Mittelsande mit unterschiedlichen Anteilen der übrigen Kornfraktionen) an. In Tiefen zwischen ca. 5,0 m und 9,0 m werden diese Sande von Schlufflagen bzw. Schluffbändern mit einer Schichtstärke von wenigen Zentimetern bis zu 1,0 m durchzogen.

Die angetroffenen Durchlässigkeitsbeiwerte der angetroffenen Böden wurden durch den Gutachter mit der Formel von Beyer zu $k_f = 7,0 \cdot 10^{(-5)}$ bis $k_f = 7,0 \cdot 10^{(-4)}$ bestimmt und sind somit als durchlässig einzustufen.

Grundwasser wurde in Tiefen zwischen 0,50 m und 2,00 m unter GOK erkundet. Der Gutachter gibt an, dass in Zeiten langanhaltender Niederschläge mit Schwankungen dieser Wasserstände von einigen Dezimetern nach oben und unten gerechnet werden muss. Ein Anstieg des Grundwasserspiegels bis zur GOK kann demnach nicht ausgeschlossen werden. Entsprechend der im Gutachten beigefügten Bohrprofile liegt die Fundamentsohle der Anlage PSP-003 im Grundwasserbereich, während die Anlagen PSP-001 und PSP-002 nicht im Grundwasser liegen. Ungeachtet dessen empfiehlt der Gutachter, im Vorfeld der Gründung eine Grundwasserabsenkung mittels KleinfILTERbrunnen oder Horizontaldrainagen durchzuführen.

Eine Analyse des Grundwassers hat ergeben, dass an allen drei Standorten das Grundwasser als mäßig betonangreifend eingestuft wurde.

Ergänzend zur Baugrunduntersuchung hat die Fa. Neumann am 03.11.2022 (Revision 01 vom 02.12.2022) einen Nachtrag zur Ermittlung der bei der Grundwasserabsenkung anfallenden Wassermenge erstellt. Dieser ist der Untersuchung beigefügt.

In dem Nachtrag wurde die voraussichtlich zu fördernde Grundwassermenge für die Grundwasserhaltung vorläufig zu maximal 29,5 m³/h bestimmt, wobei die Eingangsparameter alle „auf der sicheren Seite“ gewählt wurden. Eine abschließende Fördermenge kann erst zum tatsächlichen Bautermin und den dann vorherrschenden Bedingungen bestimmt werden.

Kampfmitteluntersuchung

Auch in ländlichen Bereichen kann das Vorkommen von Kampfmitteln nicht ausgeschlossen werden. Wir empfehlen daher dringend, das Plangebiet im Vorfeld durch eine Luftbildauswertung und ggf. erforderliche, weitergehende Maßnahmen untersuchen zu lassen und so die Kampfmittelfreiheit zu bescheinigen.

3. Darstellung der Planung

3.1 Allgemeines

Für die Herstellung der Windenergieanlagen (WEA) sind insbesondere Maßnahmen an der ländlichen Wegeverbindung Klein Drehler Weg erforderlich, die die Anlieferung der Teile mit Spezialgeräten verkehrstechnisch ermöglichen. Hierfür sind im Bereich der geplanten Zufahrten zu den einzelnen Standorten der WEA Verrohrungen für den straßenbegleitenden Seitengraben auf der Südseite des Klein Drehler Weges erforderlich (siehe Lageplan, Anlage 2, Blatt 3).

Sofern für die Kreuzung Klein Drehler Weg / Neuenkirchener Straße (K 140) eine temporäre Aufweitung des Kreuzungsbereiches erforderlich werden sollte, kann eine Beeinträchtigung der dort vorhandenen Gewässer nicht ausgeschlossen werden. Sollte die Straße entsprechend verbreitert werden, ist eine Umlegung des Gewässers erforderlich.

3.2 Überschwemmungs- und weitere Schutzgebiete

Im Einmündungsbereich des Klein Drehler Weges in die Neuenkirchener Straße (K 140) quert das Plangebiet das Überschwemmungsgebiet „Möllwiesenbach, Heller Binnenbach und Vogelweddenbach“. Das übrige Plangebiet liegt außerhalb festgesetzter Überschwemmungs- und weiterer wasserwirtschaftlich relevanter Gebiete.

3.3 Untersuchung des Kanalzustandes

Die vorhandenen Durchlässe und Verrohrungen wurden bisher nicht auf ihren baulichen Zustand hin untersucht. Es wird empfohlen, dies im Rahmen der weitergehenden Planungen nachzuholen, um die Gewässerverrohrungen ggf. vollständig zu erneuern, falls erforderlich.

3.4 Oberflächenentwässerung

3.4.1 Entwässerung am Standort der WEA

Eine Änderung der Oberflächenentwässerung im Plangebiet ist aufgrund der Herstellung der WEA nicht zu erwarten. Das anfallende Oberflächenwasser versickert wie bisher weiterhin vor Ort über die belebte Bodenzone. Mehrabflüsse sind aufgrund der Planungen nicht zu erwarten.

3.4.2 Straßenbegleitende Gewässer

Veränderungen im Hinblick auf die wasserwirtschaftlichen Belange sind aufgrund der erforderlichen Verbreiterungen der ländlichen Wegeverbindung Klein Drehler Weg zu erwarten. Das derzeit hier anfallende Oberflächenwasser wird diffus in den südlich des Weges vorhandenen Straßenseitengraben eingeleitet. Durch die geplante Verlängerung der Verrohrung kann das Wasser demnächst nur in die südlich angrenzende Fläche abfließen und dort diffus versickern. Aufgrund der angetroffenen Böden (siehe Abschnitt 2) ist dies auch möglich. Die Herstellung einer Wasserführung in Form einer Rinne sowie die konzentrierte Ableitung des Oberflächenwassers über Straßenabläufe in den Graben ist nicht geplant.

Die geplanten Gewässerverrohrungen orientieren sich hierbei an den bereits vorhandenen Nennweiten, da diese zum Teil verlängert und zum Teil miteinander verbunden werden. Je nach Erfordernis wird zum später vorzulegenden Wasserrechtsantrag ein hydraulischer Nachweis nachgereicht.

Entsprechend den Ausführungen in Punkt 3.1 ist in Abhängigkeit von einer möglichen temporären Verbreiterung der Neuenkirchener Straße (K 140) für die Anlieferung der Anlagen die Verlegung der vorhandenen Gewässer auf der Nordostseite bzw. auf der Nordseite des Klein Drehler Weges erforderlich. Da dieser Bereich auch im unter Punkt 3.2 genannten Überschwemmungsgebiet liegt, sind entsprechende Anpassungen mit der Unteren Wasserbehörde des Landkreises Osnabrück sowie dem Unterhaltungsverband 97 „Mittlere Hase“ im Vorfeld abzustimmen.

Sollte die vorhandene Fahrbahn des Klein Drehler Weges verbreitert werden müssen, sind die vorhandenen Durchlässe am Möllwiesenbach, am Heller Binnenbach sowie am Rethwiesenbach zu verbreitern.

3.4.3 Vorbehandlung der Oberflächenabflüsse

Unabhängig von der Herkunft der Oberflächenabflüsse ist im Rahmen des noch einzureichenden Wasserrechtsantrags die Vorbehandlungsbedürftigkeit nach den einschlägigen Regelwerken (DWA-A 102 bzw. DWA-M 153) nachzuweisen.

Zudem ist das Merkblatt des Landkreises Osnabrück „Wasserwirtschaft & Windkraft“ bei der Herstellung der WEA zu berücksichtigen. So müssen unter anderem folgende Punkte berücksichtigt werden:

- Vorlage eines Sicherungskonzeptes bei Ölaustritten an Fahrzeugen und Baumaschinen
- Vorlage eines Nachweises zu den verwendeten Baustoffen und Beschichtungsmaterialien
- Verordnung über Anlagen zum Umgang mit abwassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe, um eine nachteilige Veränderung der Eigenschaften von Gewässern (Grund- und Oberflächengewässer) zu vermeiden

3.5 Schmutzwasserableitung

Eine Anpassung der vorhandenen Schmutzwasserableitung der Bestandsbauten ist nicht vorgesehen.

4. Rechtliche Fragen

Für die geplanten Gewässerverrohrungen ist im Vorfeld der erforderlichen Anträge nach § 68 WHG zum Gewässerausbau eine Umweltverträglichkeitsvorprüfung zu erarbeiten und bei der Unteren Wasserbehörde des Landkreises Osnabrück einzureichen.

Ist eine Verlängerung der vorhandenen Durchlässe des Möllwiesengrabens, des Hiller Binnengrabens bzw. des Rethwiesengrabens erforderlich, so sind diese gemäß § 57 NWG beim Landkreis Osnabrück zu beantragen.

Sollte im Kreuzungsbereich des Klein Drehler Weges mit der Neuenkirchener Straße eine temporäre Verbreiterung der Fahrbahn erforderlich werden, so ist diese gemäß § 78 WHG zu beantragen.

Für die voraussichtlich für die Gründung erforderliche Grundwasserabsenkung ist ebenfalls ein entsprechender Antrag zu erstellen.

Aufgestellt:
Osnabrück, den 31. Januar 2023
Ht-9380.011

.....
(Der Bearbeiter)

 **Ingenieure + Planer**
Infrastruktur und Stadtentwicklung
GmbH & Co. KG

Windpark Gehrde GmbH & Co. KG

Helmerslohne 8, 26736 Krummhörn - Groothusen

Wasserwirtschaftliche Voruntersuchung

B-Plan Nr. 27a
„Windpark Gehrde – Groß Drehle“

Anhang 1

Baugrundgutachten der Firma Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG vom 14.01.2021
(Revision 01 vom 16.12.2022)



Ingenieure + Planer

Infrastruktur und Stadtentwicklung
GmbH & Co. KG

Wasserwirtschaft · Infrastruktur
Straßenbau · Verkehr
Landschaftsplanung
Stadtplanung
Ingenieurvermessung
Geoinformationssysteme



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

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

Windpark Gehrde GmbH + Co. KG
Helmerts Lohne 8
26736 Krummhörn

 Gründungsmitglied
des BD bohr

16.12.2022
tie/la

Bauvorhaben 475/20

Bauvorhaben: Neubau von 3 Windenergieanlagen im Windpark Gehrde - Neuenkirchen –
Enercon E-138-EP3E2-HT-160-ES-C-01
Baugrunduntersuchung – Gründungsbeurteilung

Revision 01 – Änderung der Nabenhöhe am Standort WEA 02

1 Vorgang

Die Windpark Gehrde GmbH + Co. KG plant im Windpark Gehrde - Neuenkirchen die Errichtung von drei Windenergieanlagen der Firma Enercon mit einer Nabenhöhe von 160 m (PSP – 001 bis PSP – 003 / WEA 2, WEA 3 und WEA 6). Diese Anlagen werden gemäß Fundamentdatenblatt der Fa. Enercon auf je einem Kreisringfundament ($\varnothing$ 22,50 m – FlmA) in einer Tiefe von ca. 1,35 m unter GOK gegründet. Die Lage der Windenergieanlagen kann dem als Anlage 1.1 beigefügten Lageplan entnommen werden. Gemäß Angabe des AG haben die Mittelpunkt der Windenergieanlagen im ETRS 89 folgende Standortkoordinaten:

Tabelle 1: Mittelpunktkoordinaten der WEA-Standorte im ETRS 89

WEA-Nr.	Rechtswert	Hochwert	NHN Höhe [m]
PSP – 001 / 2	32 434 580	58 22 884	34,78
PSP – 002 / 3	32 434 900	58 22 877	34,88
PSP – 003 / 6	32 434 996	58 23 184	34,00

Die Firma Dipl.-Ing. Peter Neumann GmbH & Co. KG ist von der Windpark Gehrde GmbH + Co. KG beauftragt worden, basierend auf den durchgeführten Baugrundaufschlüssen und dem aktuellen Fundamentdatenblatt das Baugrundgutachten vom 14.01.2021 zu überarbeiten.

BAUGRUNDUNTERSUCHUNG



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

- [1] Anforderungskatalog für Baugrundbeurteilungen Deutschland herausgegeben durch die Enercon GmbH
- [2] Fundamentdatenblatt „E138 EP3-HT-160-ES-C-01 + E138 EP3E2-HT-160-ES-C-01 Flachgründung mit Spannraum mit und ohne Auftrieb der Fa. Enercon GmbH vom 01.03.2021 Revision 5
- [3] Lageplan WP Gehrde - Neuenkirchen der Enercon GmbH, Aurich, von 18.05.2020, ohne Maßstab

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 in Tiefen von ca. 15,77 m – 20,23 m unter Ansatzpunkt untersucht worden. Weiterhin wurden an den Standorten jeweils zwei Kleinbohrungen bis in Tiefen von 17,10 m – 18,40 m unter GOK niedergebracht. Die Baugrundaufschlüsse mussten z. T. aufgrund von Steinhindernissen sowie aufgrund der hohen Festigkeit des anstehenden Baugrundes vor dem Erreichen der geplanten Sondiertiefen ($t = 20,00$ m) beendet werden. Darüber hinaus wurden im Bereich der Kranstellflächen zwei weitere Kleinbohrungen je Kranstellfläche und im Bereich der Zuwegungen 8 weitere Kleinbohrungen bis in eine Tiefe von jeweils 5,0 m unter GOK ausgeführt.

Die Lage der Kleinbohrungen in den Zuwegungen ist aus der Anlage 1.1 zu ersehen.

Die Lage der Baugrundaufschlüsse innerhalb der Standorte der WEA kann der als Anlage 1.2 beigefügten Prinzipskizze entnommen werden. Die Ergebnisse der Kleinbohrungen sind als Bohrprofile in den Anlagen 2.1 - 2.4 aufgetragen worden. Die Ergebnisse der 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.

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 – 2.4 aufgetragenen Bohrprofilen ist ersichtlich, dass unter ca. 0,20 m – 0,40 m mächtigen Mutterbodenschichten und sandigen Auffüllungen bis zur Endteufe fast ausschließlich rollige Böden erkundet wurden, und zwar handelt es sich hierbei um Fein- und Mittelsande mit unterschiedlichen Anteilen der übrigen Kornfraktionen. In Tiefen zwischen ca. 5,0 m und ca. 9,0 m werden diese Sande von Schufflagen /-bändern durchzogen, und zwar in Schichtstärken zwischen wenigen Zentimetern und maximal ca. 1,0 m.

2.3 Auswertung der Spitzendrucksondierung

Den auf den Anlagen 3.1 – 3.12 dargestellten Diagrammen der Spitzendrucksondierungen ist zu entnehmen, dass die anstehenden Sande (Reibungsindex $R_f < 1,5 \%$) bei Spitzenwiderständen zwischen $q_c \approx 2,5 \text{ MPa}$ und $q_c \approx 51,0 \text{ MPa}$ in lockerer ($2,5 - 7,5 \text{ MPa}$), mitteldichter ($q_c \approx 7,5 - 15,0 \text{ MPa}$), dichter ($q_c \approx 15,0 - 25,0 \text{ MPa}$) und sehr dichter ($q_c > 25,0 \text{ MPa}$) Lagerung anstehen. Im Bereich der Schluffe (Reibungsindex $R_f = 2,0 - 6,0 \%$) wurden Spitzenwiderstände $q_c = 1,0 - 2,5 \text{ MPa}$ ermittelt d.h., dass diese Böden in weicher, weichsteifer und steifer Konsistenz anstehen.

2.4 Bodenmechanische Laborversuche

2.4.1 Kornverteilung

Mit Hilfe von zwei kombinierten Sieb- und Schlämmanalysen bzw. zwei Schlämmanalysen sind die Körnungslinien nach DIN EN ISO 17892-4 der anstehenden Schluffe ermittelt worden. Die Untersuchungen ergaben Feinstanteile von 4,1 - 9,6 %, Schluffanteile von 31,5 – 46,5 % und

Feinsandanteile von 43,9 – 64,4 %. Kornanalytisch handelt es sich hierbei also um schwach tonige, stark feinsandige Schluffe und um schwach tonige, stark schluffige Feinsande.

Die mit Hilfe von sechs Siebanalysen untersuchten Sande können kornanalytisch als stark mittelsandige Feinsande bzw. als stark feinsandige Mittelsande eingestuft werden. Die mit der Formel von Beyer ermittelten Durchlässigkeitswerte lagen zwischen $k_f = 7,0 \times 10^{-5}$ und $2,4 \times 10^{-4}$ m/s, d.h. dass die Sande gemäß DIN 18130, Teil 1 als durchlässig angesprochen werden können.

Weitere Einzelheiten hierzu sind den Anlagen 4.1 – 4.4 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

WEA	Baugrund-aufschluss	Tiefe [m]	Bodenart	Wasser-gehalt [%]	Konsistenz
PSP 001	BS 1/6	7,7 – 8,0	Feindsand, stark schluffig	27,72	--
PSP 001	BS 2/7	8,5 – 8,8	Feindsand, stark schluffig	26,75	--
PSP 002	BS 1/6	5,4 – 5,6	Schluff	32,89	weich-steif
PSP 002	BS 2/6	5,4 – 5,6	Schluff	33,71	weich-steif
PSP 003	BS 1/8	8,0 – 8,3	Feindsand, stark schluffig	25,92	--

Einzelheiten der Untersuchungen sind der Anlage 5 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	Stat. Steife modul $E_{\text{stat.}}$ [MN/m ²]	Dyn. Steifemo- dul $E_{\text{dyn.}}$ [MN/m ²]	Rei- bungs- winkel φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Wichte γ / γ' [kN/m ³]	Querdehn- zahl ν [-]
Mutterboden	keine baugrundtechnische Relevanz				18,0 / 10,0	--
Kiessand/ Sand, mitteldicht	50,0	200,0	35,0	--	19,0 / 11,0	0,35
Sand, locker	15,0	105,0	30,0	--	18,0 / 10,0	0,37
Feinsand mit Schlufflagen	10,0	80,0	27,5	--	18,0 / 10,0	0,38
Sand, dicht	80,0	280,0	36,0	--	19,0 / 11,0	0,33
Sand, sehr dicht	100,0	340,0	37,5	--	19,0 / 11,0	0,33
Schluff, steif	20,0	120,0	22,5	10,0	19,0 / 9,0	0,41
Schluff, weich- steif	7,0	65,0	20,0	6,0	19,0 / 9,0	0,42

2.6 Wasserstand

Nach Beendigung der Sondierarbeiten wurde in allen Kleinbohrungen Grundwasser erkundet, und zwar in Tiefen zwischen 0,50 m – 2,00 m unter GOK. In Abhängigkeit von anfallenden Niederschlägen muss mit Schwankungen dieser Wasserstände von einigen Dezimetern nach oben und unten gerechnet werden, d.h., dass ein Anstieg des Grundwasserspiegels bis in die Nähe der Geländeoberkante nicht ausgeschlossen werden kann.

2.7 Grundwasseranalysen

An den Standorten der Windenergieanlagen 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 mäßig betonangreifend (Expositionsklasse XA 2) eingestuft werden kann. Einzelheiten hierzu sind dem Prüfbericht 2021 P 500021 des Labors GBA mbH zu entnehmen, der dem Gutachten als Anlagen 6.1 – 6.6 beigelegt ist.

3 Gründungsbeurteilung

3.1 PSP – 001 / WEA 2

Die Gründungssohle der geplanten Windenergieanlage PSP-001 / WEA 2 befindet sich gemäß dem vorliegenden Fundamentdatenblatt der Fa. Enercon [2] ca. 1,35 m unter der derzeitigen Geländeoberkante. Diese Gründungskote wurde in die Sondierprofile auf der Anlage 2.1 eingezeichnet, und zwar ausgehend von der Geländehöhe am Anlagenmittelpunkt. Wie aus diesen Darstellungen und den Spitzendrucksondierungen ersichtlich ist, stehen unterhalb der Gründungssohle überwiegend Sande in mind. mitteldichter Lagerung an. Diese Böden können als gut tragfähig eingestuft werden, d. h., dass die Gründung der Windenergieanlage aus geotechnischer Sicht ohne gravierende Zusatzmaßnahmen flach auf diesen Böden erfolgen kann.

Die laut Statik einzuhaltende dynamische Minstdrehfedersteifigkeit beträgt $k_{\phi, dyn} = 210.000 \text{ MNm/rad}$. Unter Berücksichtigung der für die mitteldicht gelagerten Sande anzusetzenden Querdehnzahl von $\nu = 0,35$ und eines Fundamentradius' von $r = 11,25 \text{ m}$ wird gemäß nachfolgender Formel das erforderliche dynamische Steifemodul ermittelt:

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

$$E_{s, dyn} = 210.000 * \frac{3}{4} * \frac{1}{11,25^3} * 1,408$$

$$E_{s, dyn} = 210.000 * 0,75 * 0,00070 * 1,408$$

$$E_{s, dyn} = 155,7 \text{ MN / m}^2 < \text{vorh. } E_{s, dyn} = 200,0 \text{ MN / m}^2$$

Da durch die anstehenden mindestens mitteldicht gelagerten Sande die erforderliche dynamische Mindestdrehfedersteifigkeit eingehalten wird, müssen für die Gründung der Windenergieanlage keine gravierenden Zusatzmaßnahmen getroffen werden. Aus geotechnischer Sicht wird lediglich empfohlen, die Aushubsohle mit schwerem Verdichtungsgerät nachzuverdichten, um sowohl aushubbedingte Auflockerungen zu beseitigen als auch die natürliche Lagerungsdichte zu verbessern. Der Nachweis der Drehfedersteifigkeit ist der Anlage 7 zu entnehmen.

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 $\sigma_{R,k,vorh} = 275,0 \text{ kN/m}^2$ mit hoher Sicherheit ($\mu = 0,190$) vom Baugrund aufgenommen werden kann.

In Anlehnung an die DIN 4019 auf der Grundlage der vorliegenden Baugrundverhältnisse durchgeführte Setzungsberechnungen haben ergeben, dass bei der Windkraftanlage für den Lastfall N/A/T mit rechnerischen Setzungen von $s = 0,6 - 5,2 \text{ cm}$ sowie rechnerischen Setzungsdifferenzen bis zu $\Delta s = 4,6 \text{ cm}$ gerechnet werden muss. Aufgrund der erkundeten Baugrundverhältnisse wird die maximal zulässige Schiefstellung infolge Baugrundsetzung von $\Delta s \leq 3,0 \text{ mm/m}$ ($22,50 \times 3 = 67,5 \text{ mm}$) in 25 Jahren nicht überschritten werden.

Einzelheiten der Berechnungen, sind der Anlage 8 zu entnehmen.

Die Berechnungen haben somit für den Standort PSP-001 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.

3.2 PSP – 002 + - 003 / WEA 3 + WEA 6

Die Gründungssohlen der geplanten Windenergieanlagen befinden sich gemäß dem vorliegenden Fundamentalschaltplan der Fa. Max Bögl [3] ca. 1,35 m unter der derzeitigen Geländeoberkante. Diese Gründungskote wurde in die Sondierprofile auf den Anlagen 2.2 + 2.3 eingezeichnet, und zwar ausgehend von der Geländehöhe am Anlagenmittelpunkt. Wie aus diesen Darstellungen und den Spitzendrucksondierungen ersichtlich ist, stehen unterhalb



der Gründungssohle im Wesentlichen mind. mitteldicht gelagerte Sande an. In diese relativ gut tragfähigen Böden sind in Tiefen zwischen ca. 3,0 m und 9,0 m unter GOK noch locker gelagerte Sande und weich-steife bzw. steife Schluffe eingelagert, und zwar in Schichtstärken zwischen wenigen Zentimetern und maximal ca. 80 cm. Da diese Böden lediglich als bedingt tragfähig eingestuft werden können, soll zunächst untersucht werden, ob durch diese Böden die gemäß [3] geforderten Mindestdrehfedersteifigkeiten eingehalten werden.

Wie der als Anlage 9 beigefügten Berechnung zu entnehmen ist, können die Mindestdrehfedersteifigkeiten sowohl für die locker gelagerten Sande als auch für die weich-steifen Schluffe nicht nachgewiesen werden, d.h., dass für die Flachgründung dieser Anlagen zwingend Zusatzmaßnahmen getroffen werden müssen. Unter Berücksichtigung des vorhandenen Baugrundaufbaus wird im vorliegenden Fall die Durchführung einer Rüttelstopfverdichtung empfohlen.

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

Die Tiefe, Raster und Durchmesser der einzubringenden Rüttelstopfsäulen sowie das einzubringende Material sind eigenverantwortlich durch die ausführende Firma - unter Berücksichtigung der dynamischen Anforderungen an den Baugrund und der zulässigen Setzungsdifferenz von maximal 67,5 mm – festzulegen. Der Nachweis der Tragfähigkeit ist ebenfalls durch die ausführende Firma zu erbringen. Der mittels Rüttelstopfverdichtung verbesserte Baugrund wird gründungstechnisch wie normaler Baugrund behandelt. Unter Berücksichtigung der vorliegenden Baugrundaufschlüsse muss mit Säulenlängen von ca. 10,00 – 11,00 m ab derzeitiger Geländeoberkante gerechnet werden. Verfahrensbedingt müssen die Säulen nur innerhalb der Fundamentfläche angeordnet werden.

Grundsätzlich können alternativ zur vorab beschriebenen Baugrundverbesserung mittels Rüttelstopfsäulen auch vergleichbare Verfahren (Schottersäulen, FMS-Säulen etc.) eingesetzt werden.

4 Technische Hinweise

4.1 Bodenaustausch

Ggf. direkt unterhalb der Fundamentunterkante und noch anstehende weiche / weich-steife Schluffe sind auszukoffern und gegen hoch zu verdichtende Kiessande zu ersetzen.

Der einzubringende Kiessand sollte im Körnungsbereich von 0 – 16 mm (Schluffanteile $\leq 5\%$) liegen und einen Ungleichförmigkeitsgrad von $U \cong 3$ haben. Alternativ hierzu kann auch Recyclingmaterial / Mineralgemisch gleicher Körnung eingebaut werden.

Die rolligen Böden müssen in Lagen von maximal 40 cm im Trockenen eingebracht 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 der in Fundamentunterkante erkundeten Sande und der z. Zt. ermittelten Grundwasserstände kann die Baugrubendurchführung an den Standorten PSP-001 + - 002 ohne besondere Wasserhaltungsmaßnahmen durchgeführt werden. Am Standort der

PSP -003 muss unter Berücksichtigung des derzeitigen Grundwasserstandes eine geschlossene Wasserhaltung (KleinfILTERbrunnen oder eingefräste, verkieste Horizontal drainagen, die an Vakuumburrunnen angeschlossen werden) installiert werden. Da ein Anstieg des Grundwasserspiegels auch an den Anlagen PSP-002 + -003 nicht ausgeschlossen werden kann, sollte auch für diese Anlagen die vorab angegebene Grundwasserabsenkung mit ausgeschrieben werden.

Die endgütige Entscheidung über die tatsächlich erforderlichen Maßnahmen sollten zu Beginn der Erdarbeiten durch den Baugrundsachverständigen anhand von Schürfen getroffen werden.

Die in der Aushubsohle anstehenden Sande müssen durch mehrere Übergänge mit schwerem Verdichtungsgerät nachverdichtet werden, um die natürliche Lagerungsdichte zu erhöhen und aushubbedingte Auflockerungen zu beseitigen.

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 Mutterböden und Sanden $\beta = 45^\circ$ nicht überschreiten.

4.4 Herstellung der Kranstellflächen und der Zuwegung

Die im Bereich der Kranstellflächen und der Zuwegungen durchgeführten Baugrundaufschlüsse weisen unter max. 0,40 m mächtigen Mutterböden und rolligen Auffüllungen im Wesentlichen Sande in mitteldichter Lagerung auf. Diese Böden besitzen für die Aufstellung des Kranes und den Schwerlastverkehr eine ausreichende Tragfähigkeit. Für die Herstellung der Kranstellflächen und der Zuwegungen wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

- Aushub der Mutterböden
- Nachverdichtung anstehender Sande
- Einbringen eines Kiessandes/Mineralgemisches gemäß Abschnitt 4.1 als Unterbau für die Tragschicht, wenn nach Durchführung der Nachverdichtung auf dem Planum ein E_{v2} -Wert von 45 MN/m² nicht erreicht wird

- Aufbringen einer hochverdichteten Tragschicht aus Mineralgemisch / Recyclingmaterial (0 - 45 mm) in einer Mächtigkeit von $d \geq 0,20 \text{ m} - 0,25 \text{ m}$. Auf der Tragschicht muss ein E_{v2} – Wert von 100 MN/m^2 durch statische Lastplattendruckversuche nachgewiesen werden.

Wie den als Anlagen 10.1 + 10.2 beigefügten Grundbruchberechnungen zu entnehmen ist, kann die von Enercon geforderte „Mindestbelastbarkeit“ (charakteristische Bodenpressung) von $\sigma = 220 \text{ kN/m}^2$ unterhalb der Kranpratzen unter Berücksichtigung der Lastverteilungsplatten von $a/b = 5,00 \text{ m} / 2,00 \text{ m}$ ($\sigma_{zul} = 347 \text{ kN/m}^2$, $R_{zul} = 3467 \text{ kN}$) und $a/b = 10,00 / 2,00$ ($\sigma_{zul} = 370 \text{ kN/m}^2$, $R_{zul} = 7406 \text{ kN}$) aufgenommen werden, wobei rechnerische Setzungen von maximal ca. 2,50 cm auftreten können.

Grundsätzlich sind nach Vorlage einer Kranstatik durch den Unterzeichner die erforderlichen Maßnahmen (Dimensionierung der Aufstandsflächen der Raupen, detaillierter Aufbau der Tragschicht / Bodenaustausch) in einem Nachtrag zu erstellen.

Die Baumaßnahme muss durch den Unterzeichner überwacht werden. Die Verdichtung des Einbaumaterials ist durch Plattendruckversuche zu überprüfen.

4.5 Bodenauflast

Der auf das Fundament aufzubringende Boden muss gemäß [2] eine Wichte von $\gamma = 18,0 \text{ kN/m}^3$ aufweisen. Da die beim Aushub der Fundamente anfallenden Mutterböden und Sande diese Wichte einhalten ($\gamma = 18,0 \text{ kN/m}^3$) können sie als Bodenauflast verwendet werden. Der Überstand der Aufschüttung sollte von der Außenkante der Fundamente mind. 0,5 - 1,0 m betragen. Die anschließende Böschung sollte eine maximale Neigung von 45° aufweisen.

5. Zusammenfassung

Die durchgeführten Untersuchungen haben ergeben, dass die geplanten Windenergieanlagen im Windpark Gehrde - Neuenkirchen nach Durchführung der Baugrundverbesserung flach auf je einem kreisförmigen Einzelfundament 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 Baugrubensohle 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 Lagerungsdichte der anstehenden Sande und des ggf. einzubringenden Kiessandersatzbodens ist durch dynamische Lastplattendruckversuche/Sondierungen mit der leichten Rammsonde zu überprüfen.

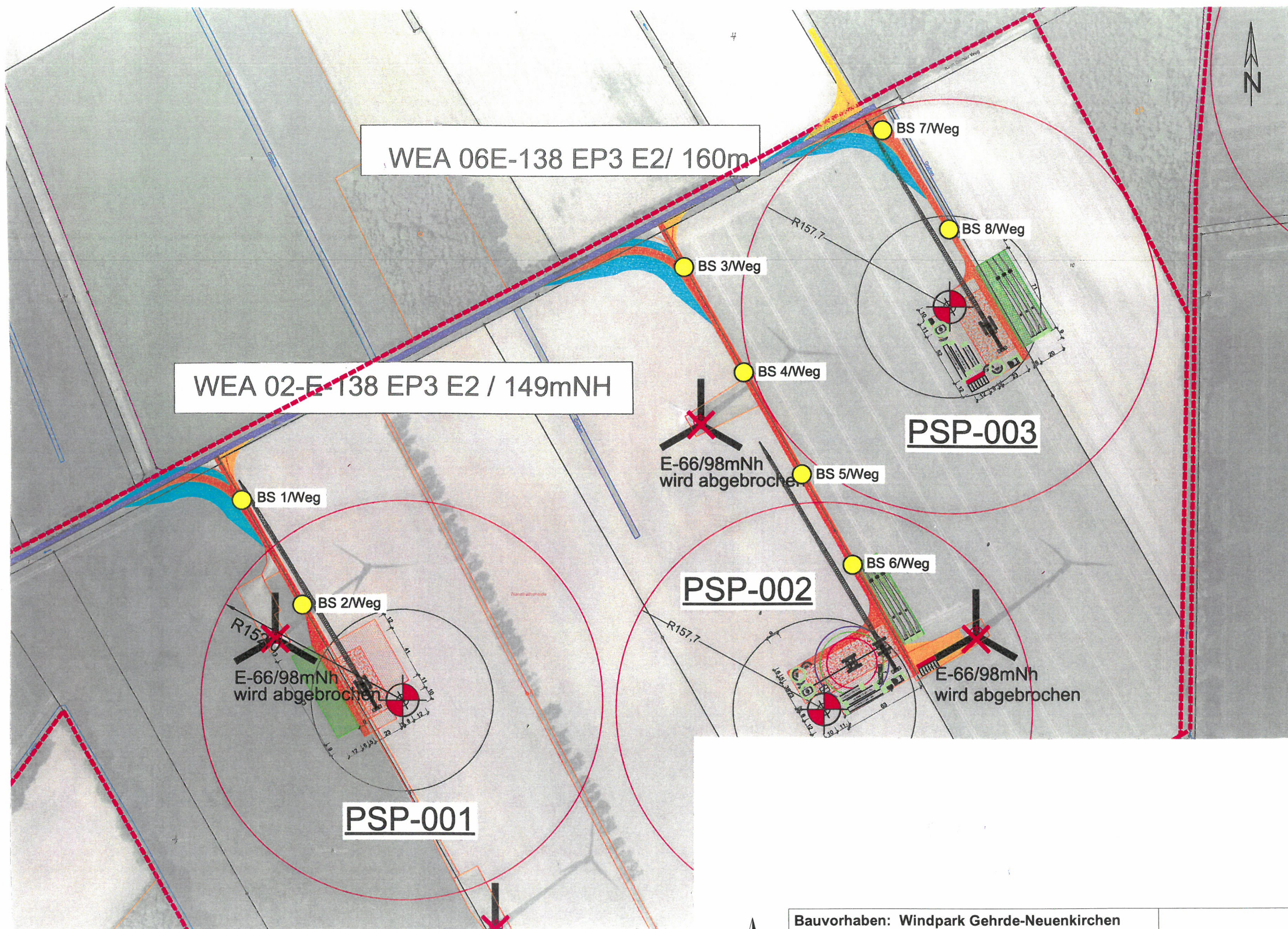
Für die Beantwortung evtl. noch auftretende Fragen stehen wir weiterhin gern zu Verfügung.

Dipl.- Ing. Peter Neumann

Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG



ppa. Wolfgang Tiedemann



Bauvorhaben: Windpark Gehrde-Neuenkirchen

Aktenzeichen: 475/20

Bezeichnung: Lageplan

Auftraggeber: EIPP Deutschland GmbH

Datum: 11.12.2020

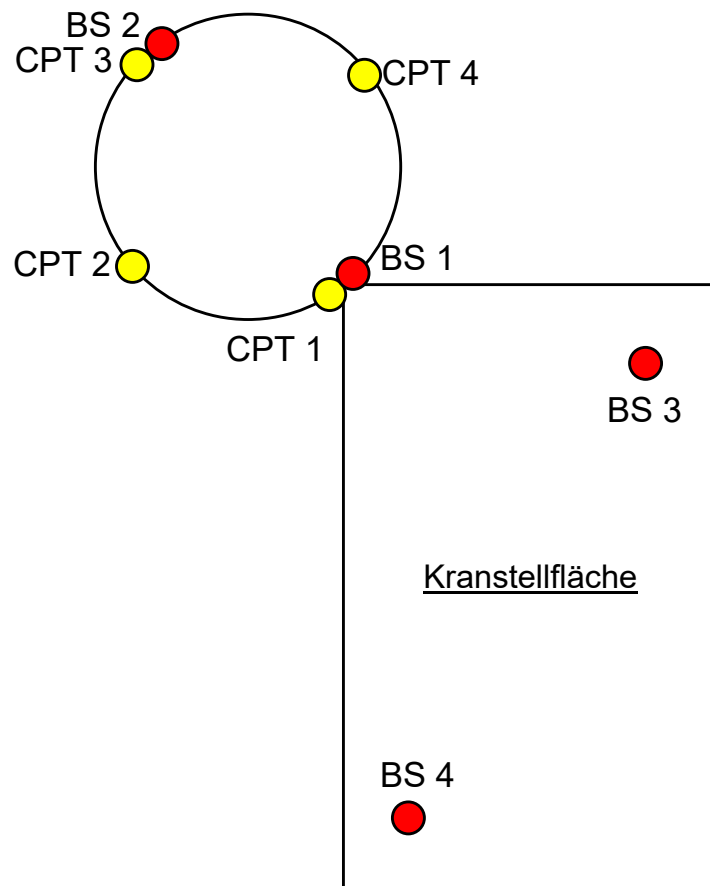
Maßstab: ---

gezeichnet: Claudia Thießen

Anlage 1.1

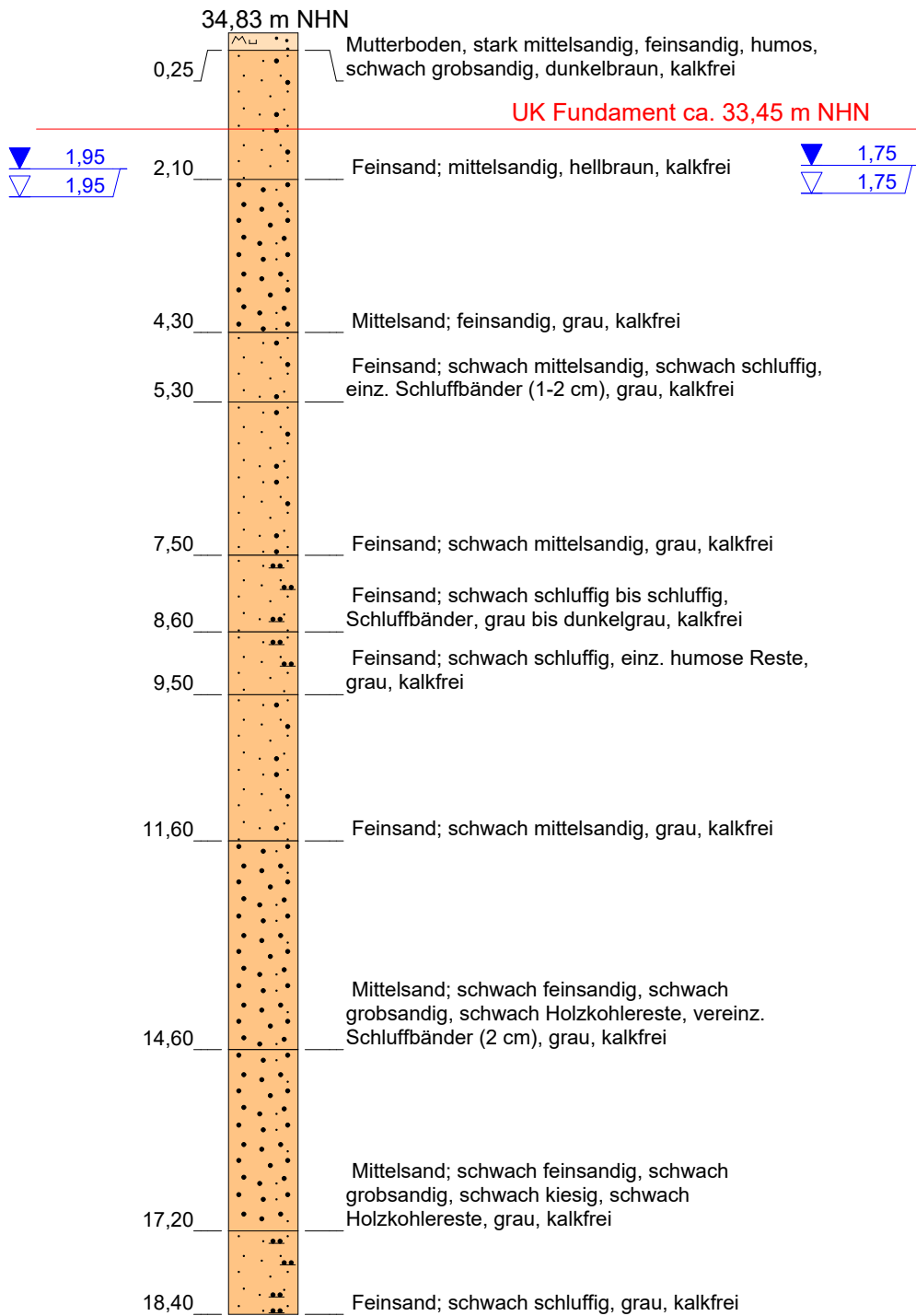
Dipl.-Ing. P. Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

PSP-001 - PSP-003



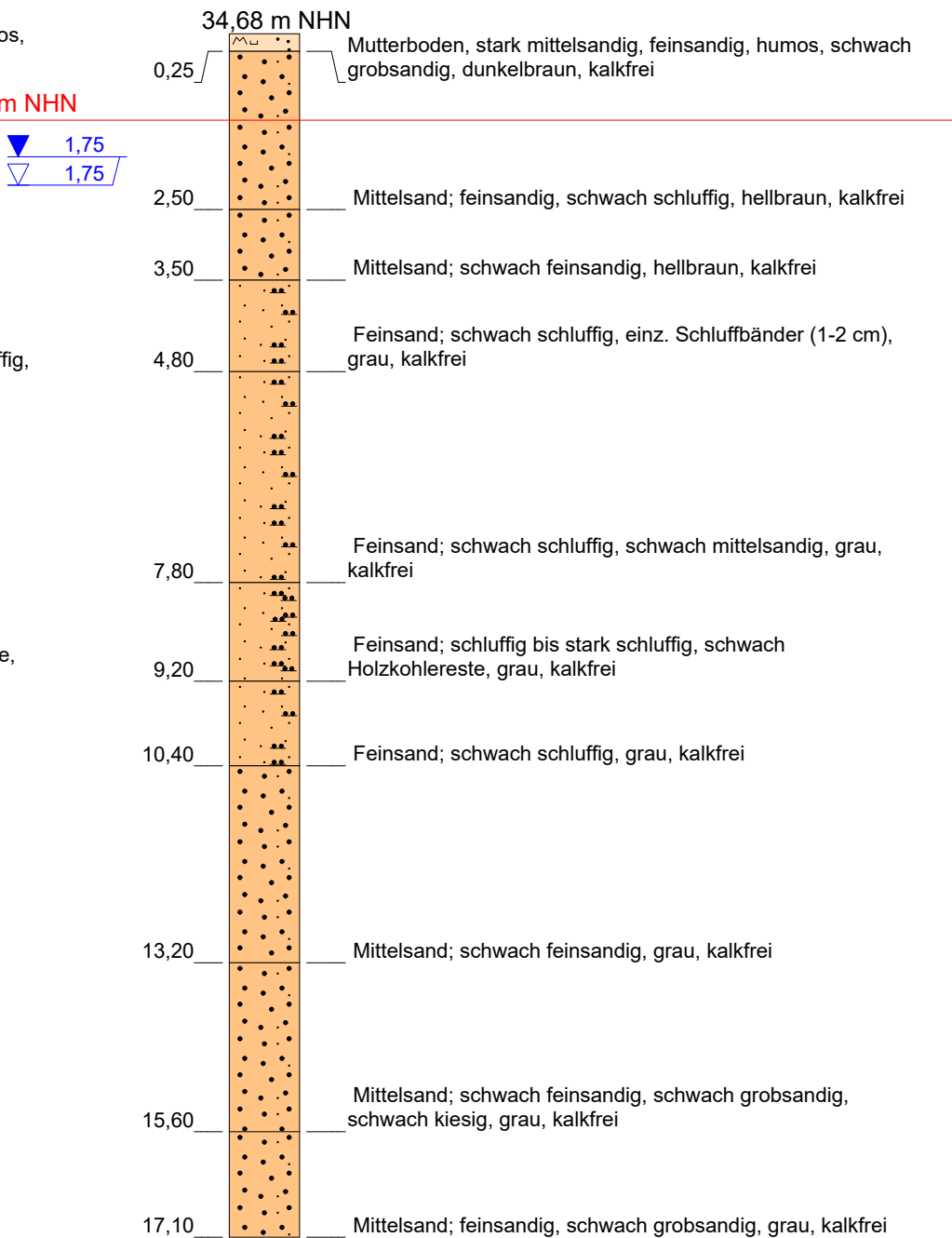
Bauvorhaben: Windpark Gehrde-Neuenkirchen		 Dipl.-Ing. P. Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71
Aktenzeichen: 475/20		
Bezeichnung: Prinzipskizze		
Auftraggeber: EIPP Deutschland GmbH		
Datum: 11.12.2020	Maßstab: ---	
gezeichnet: Claudia Thießen	Anlage: 1.2	

PSP-001: BS 1



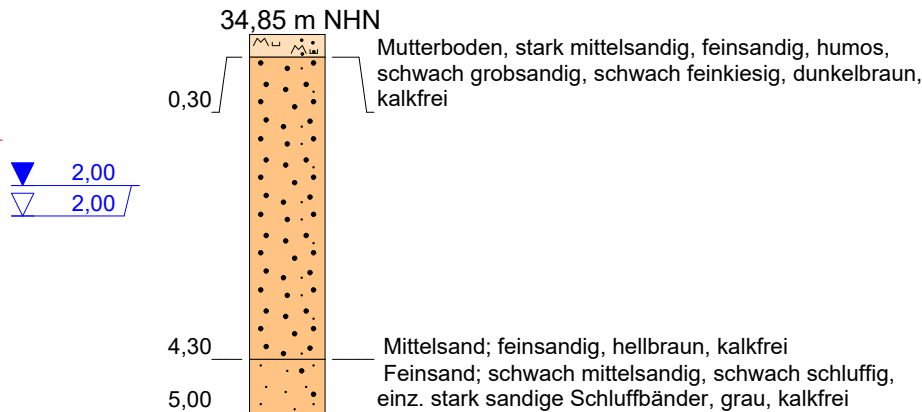
Sondierung abgebrochen!

PSP-001: BS 2

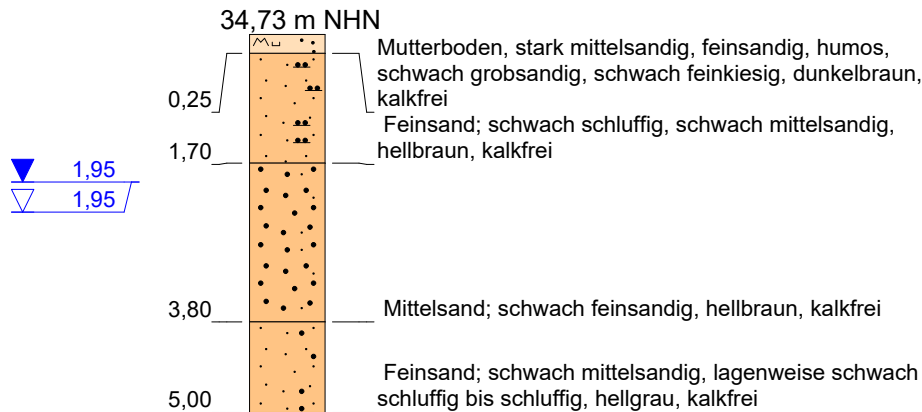


Sondierung abgebrochen!

PSP-001: BS 3/Kran



PSP-001: BS 4/Kran

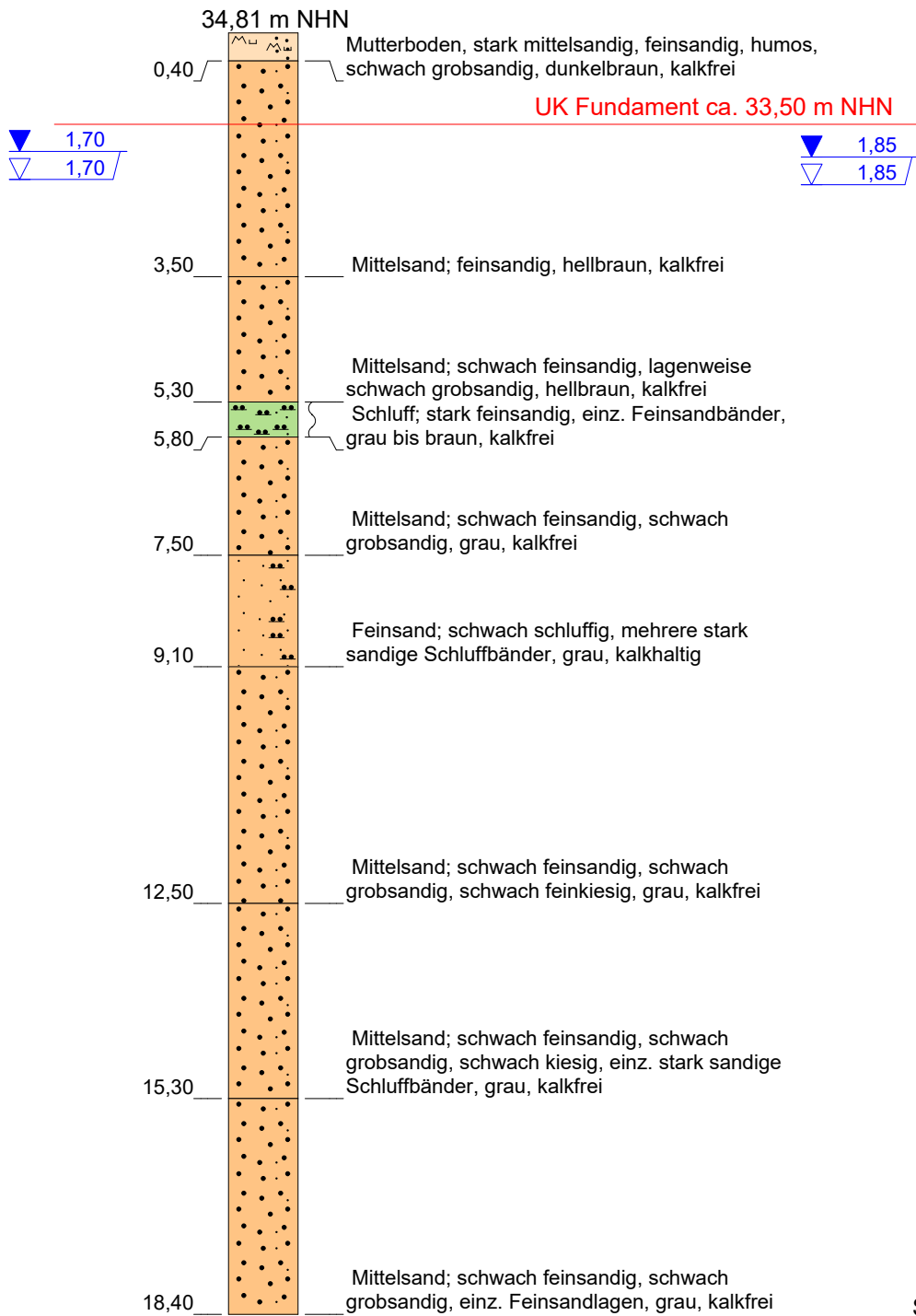


Bauvorhaben: Windpark Gehrde-Neuenkirchen	
Aktenzeichen: 475/20	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: EIPP Deutschland GmbH	
Datum: 07.12.-11.12.2020	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: Ronja Nickel	Anlage 2.1



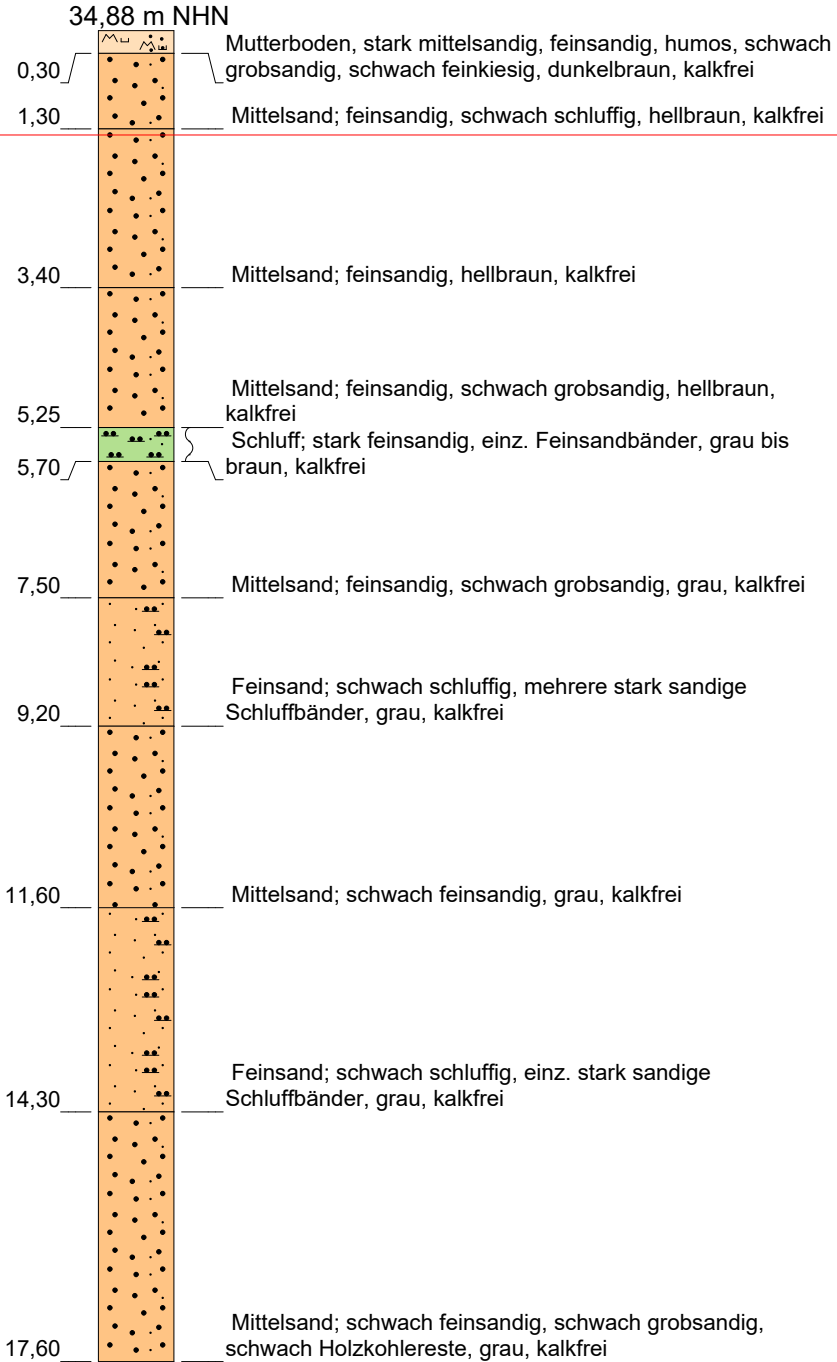
Dipl.-Ing. P. Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

PSP-002: BS 1



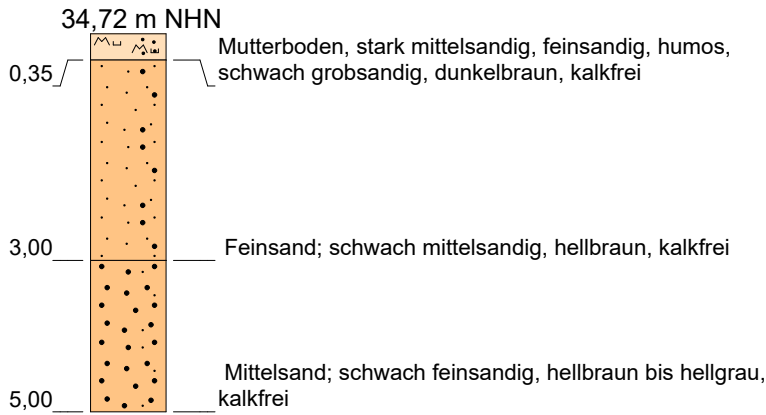
Sondierung abgebrochen!

PSP-002: BS 2

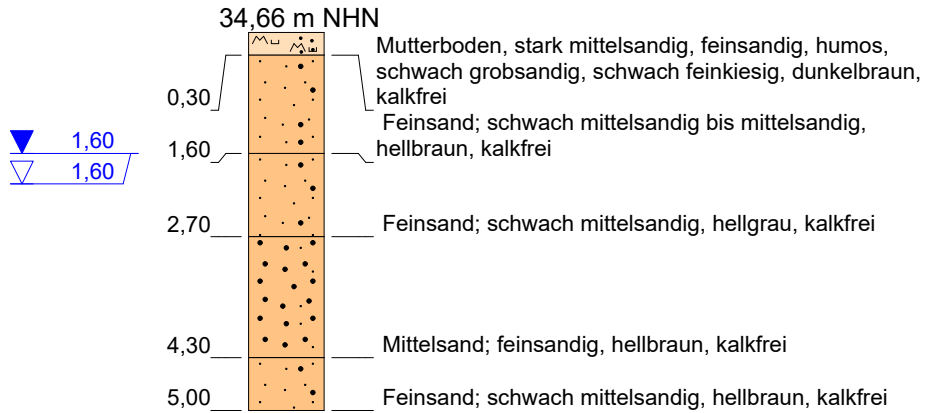


Sondierung abgebrochen!

PSP-002: BS 3/Kran



PSP-002: BS 4/Kran

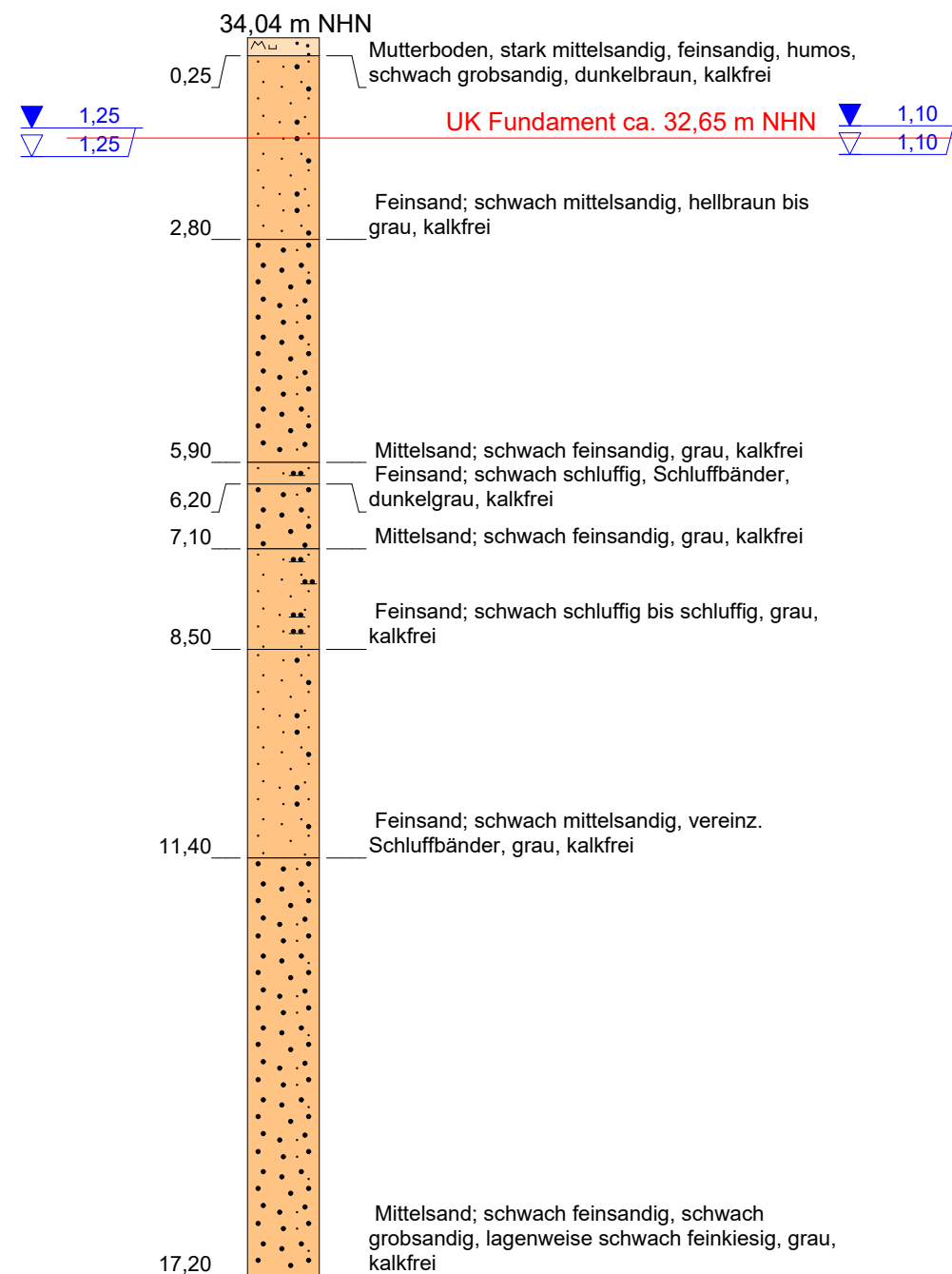


Bauvorhaben: Windpark Gehrde-Neuenkirchen	
Aktenzeichen: 475/20	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: EIPP Deutschland GmbH	
Datum: 07.12.-11.12.2020	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: Ronja Nickel	Anlage 2.2



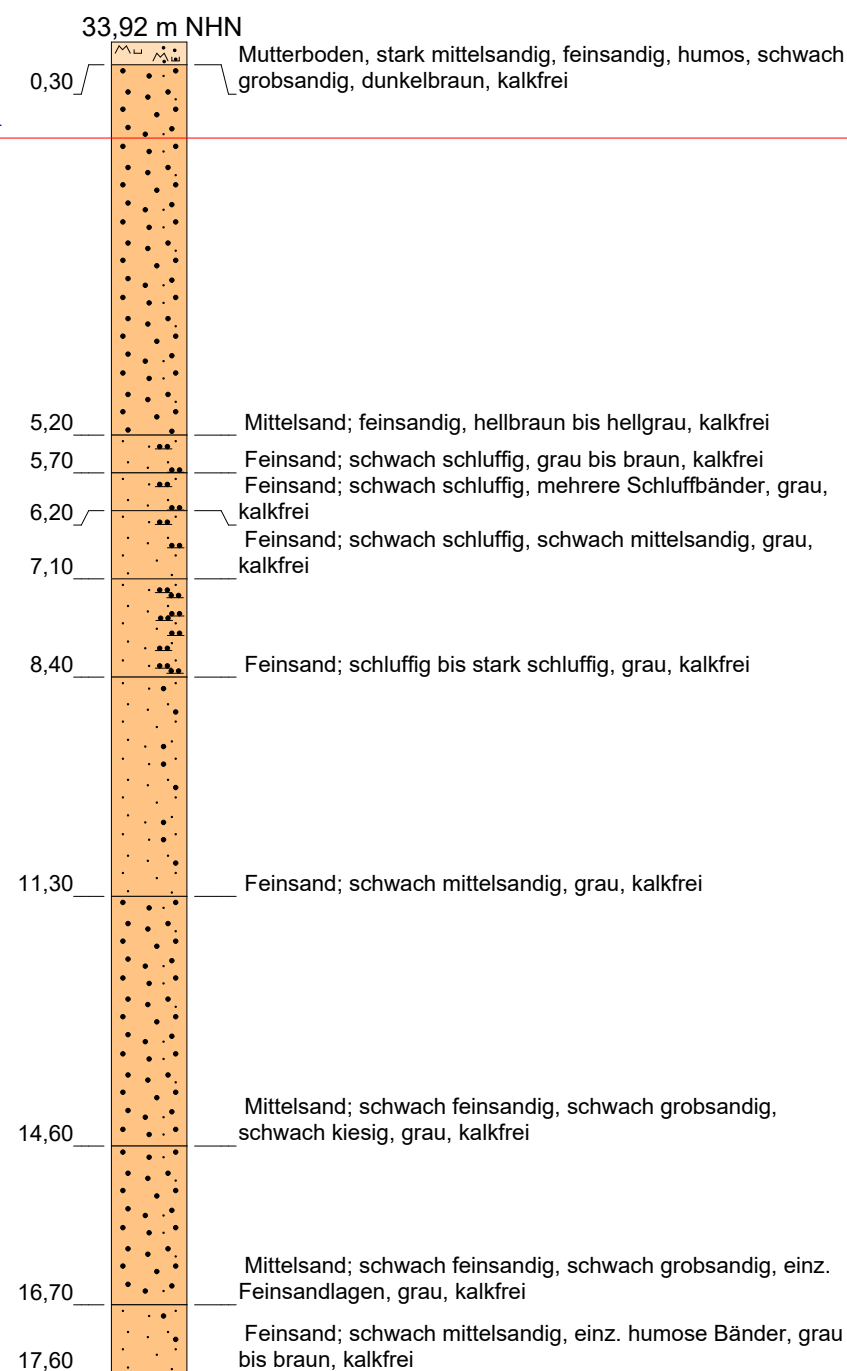
Dipl.-Ing. P. Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

PSP-003: BS 1



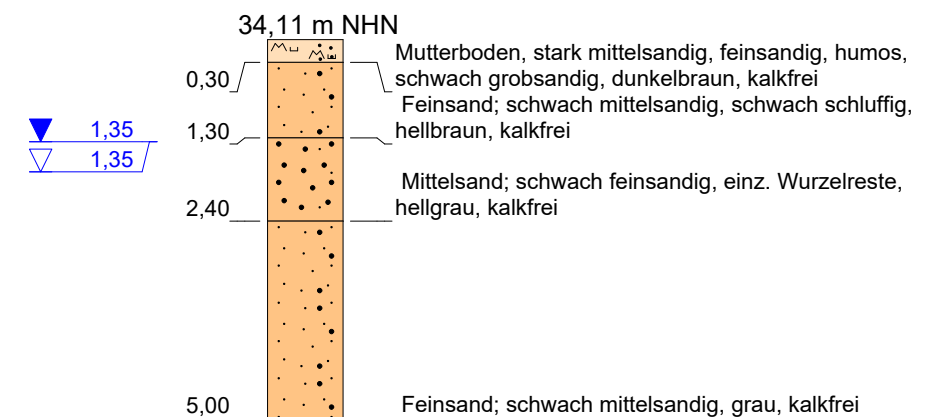
Sondierung abgebrochen!

PSP-003: BS 2

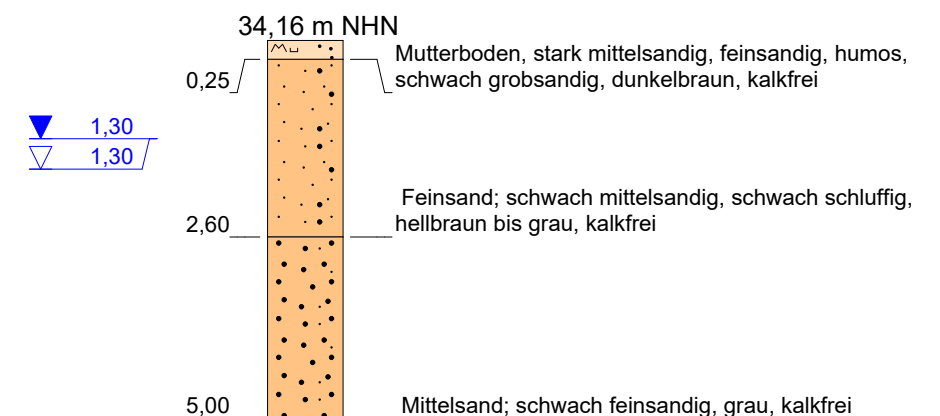


Sondierung abgebrochen!

PSP-003: BS 3/Kran



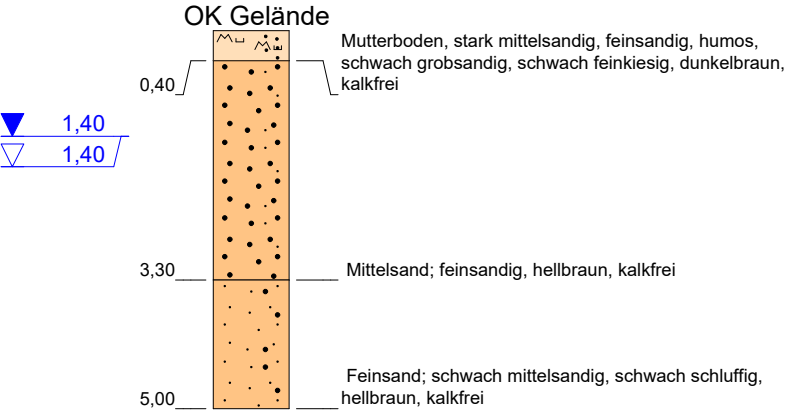
PSP-003: BS 4/Kran



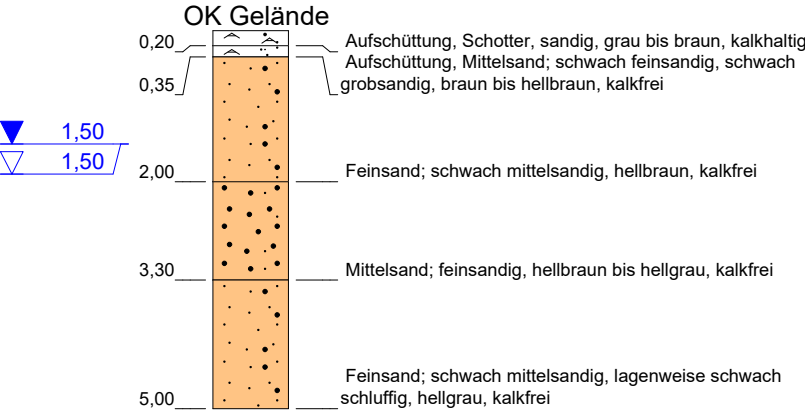
Bauvorhaben: Windpark Gehrde-Neuenkirchen	
Aktenzeichen: 475/20	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: EIPP Deutschland GmbH	
Datum: 07.12.-11.12.2020	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: Ronja Nickel	Anlage 2.3

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

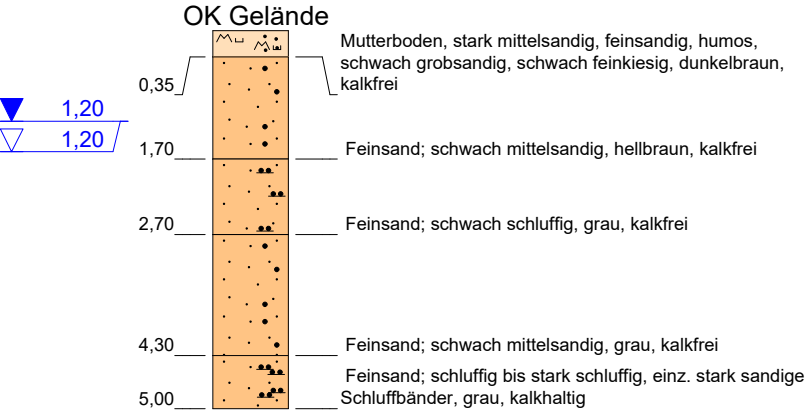
Weg: BS 1 (direkt neben dem Bestandsweg)



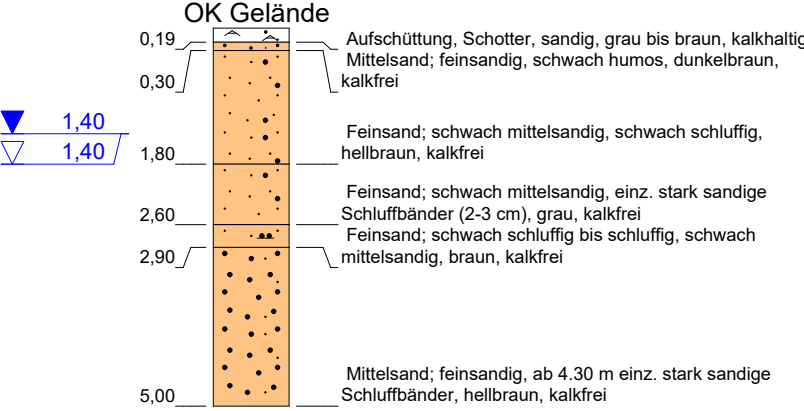
Weg: BS 2 (auf dem Bestandsweg)



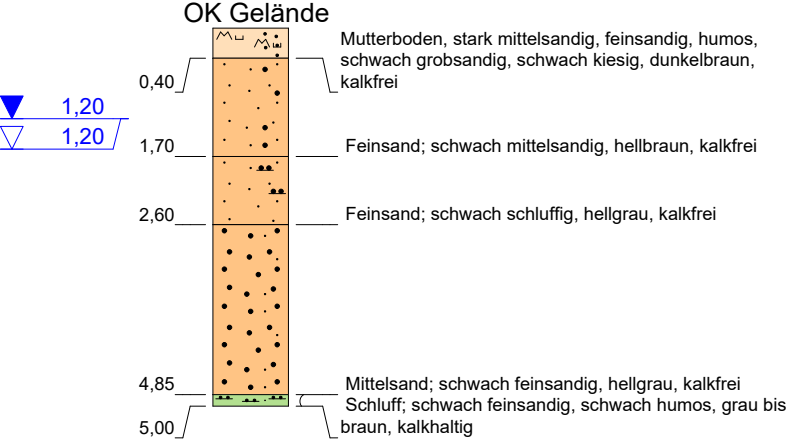
Weg: BS 3 (direkt neben dem Bestandsweg)



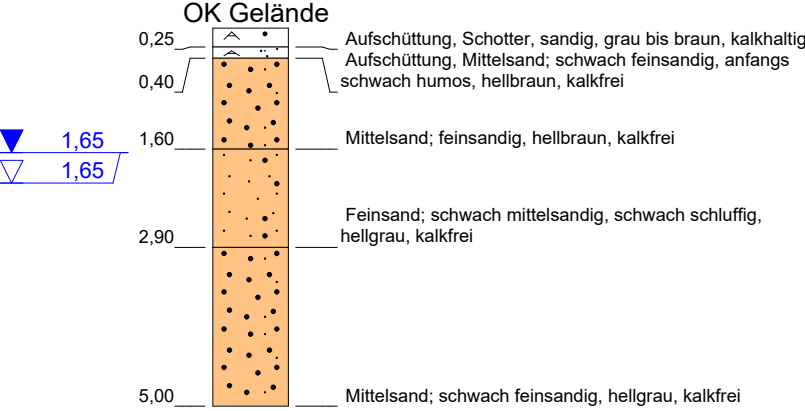
Weg: BS 4 (auf dem Bestandsweg)



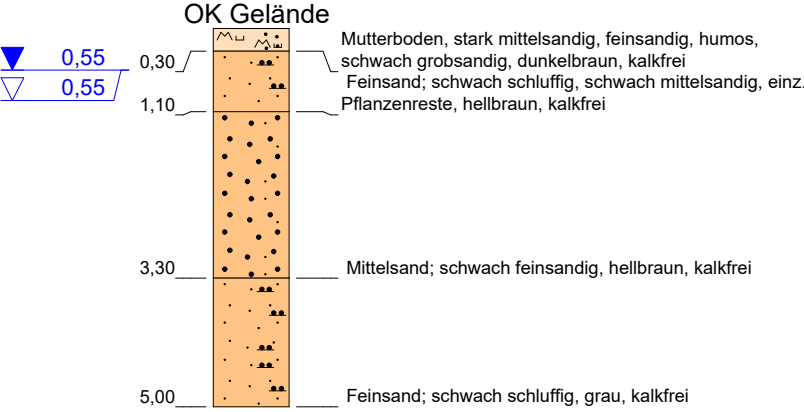
Weg: BS 5 (direkt neben dem Bestandsweg)



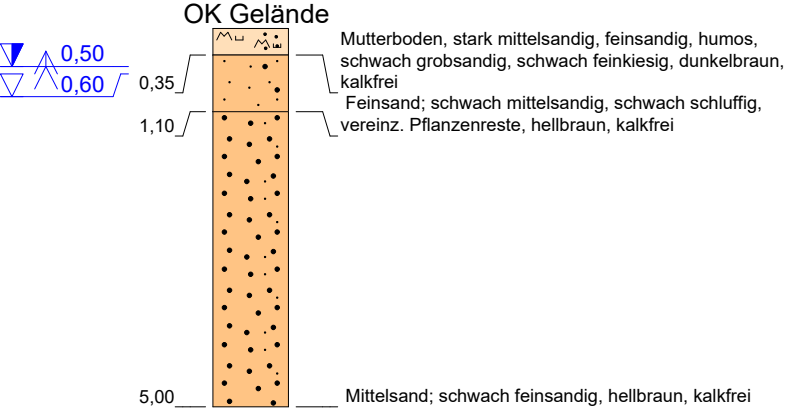
Weg: BS 6 (auf dem Bestandsweg)



Weg: BS 7



Weg: BS 8



Bauvorhaben: Windpark Gehrde-Neuenkirchen

Aktenzeichen: 475/20

Bezeichnung: Sondierprofile

Auftraggeber: EIPP Deutschland GmbH

Datum: 07.12.-11.12.2020

Maßstab: 1 : 100

gezeichnet: Ronja Nickel

Anlage 2.4



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

Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde

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

Anlage zur zeichnerischen Darstellung nach DIN 4023

Legende:

Hauptbodenarten:

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

Beimengungen:

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

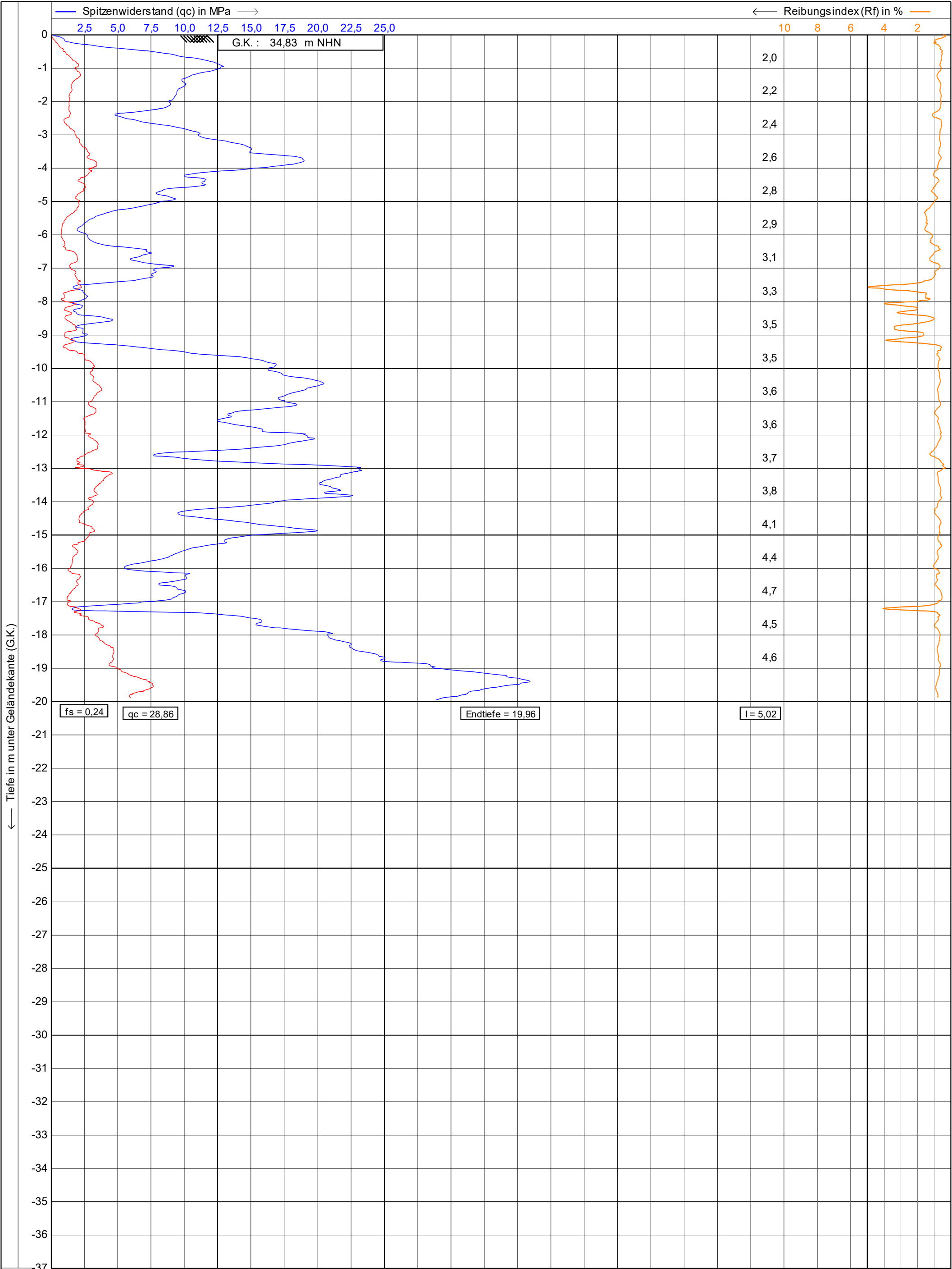
Konsistenzen:

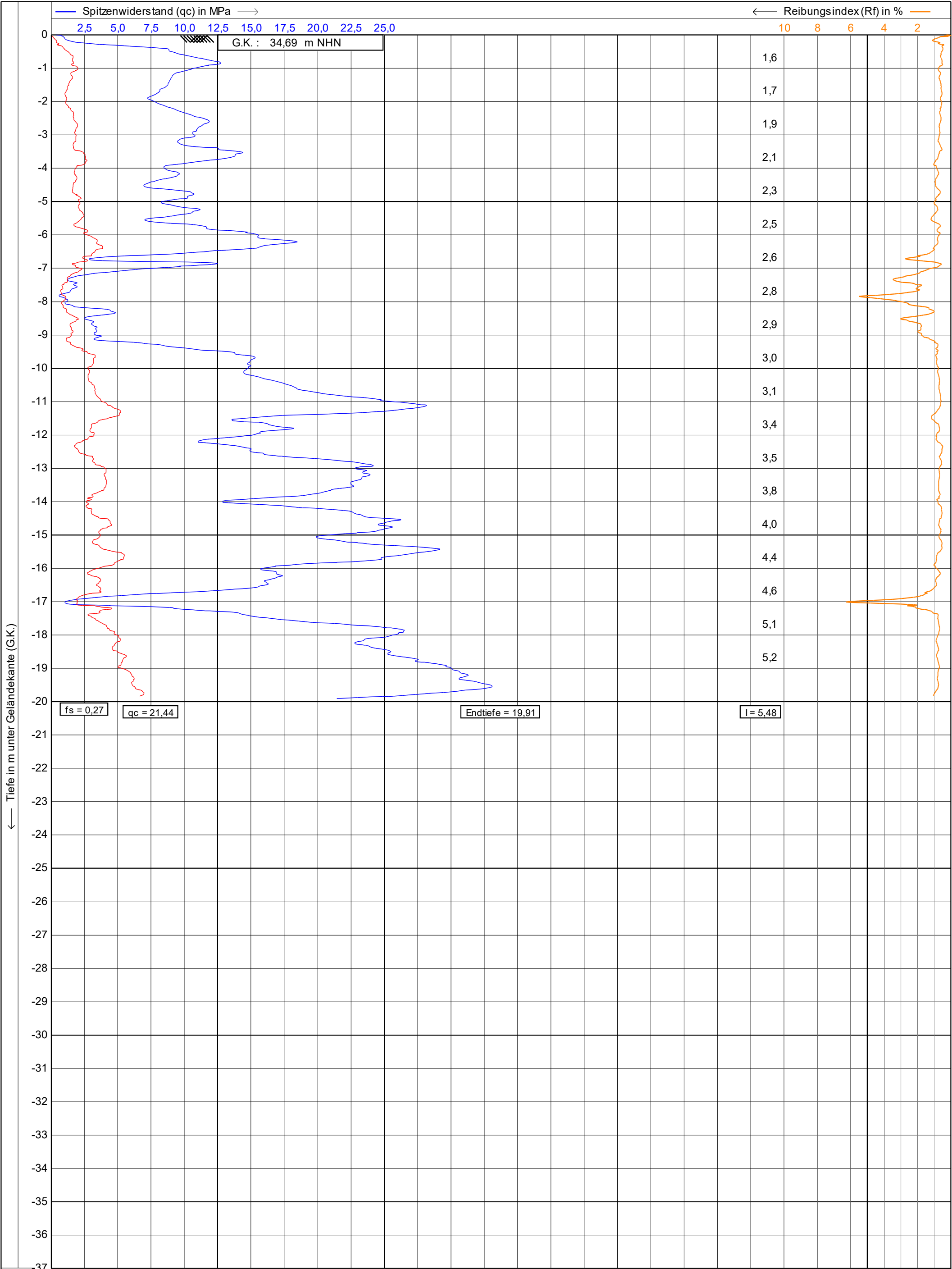
	breiig
	breiig bis weich
	weich
	weich bis steif
	steif bis weich
	steif
	halbfest
	fest

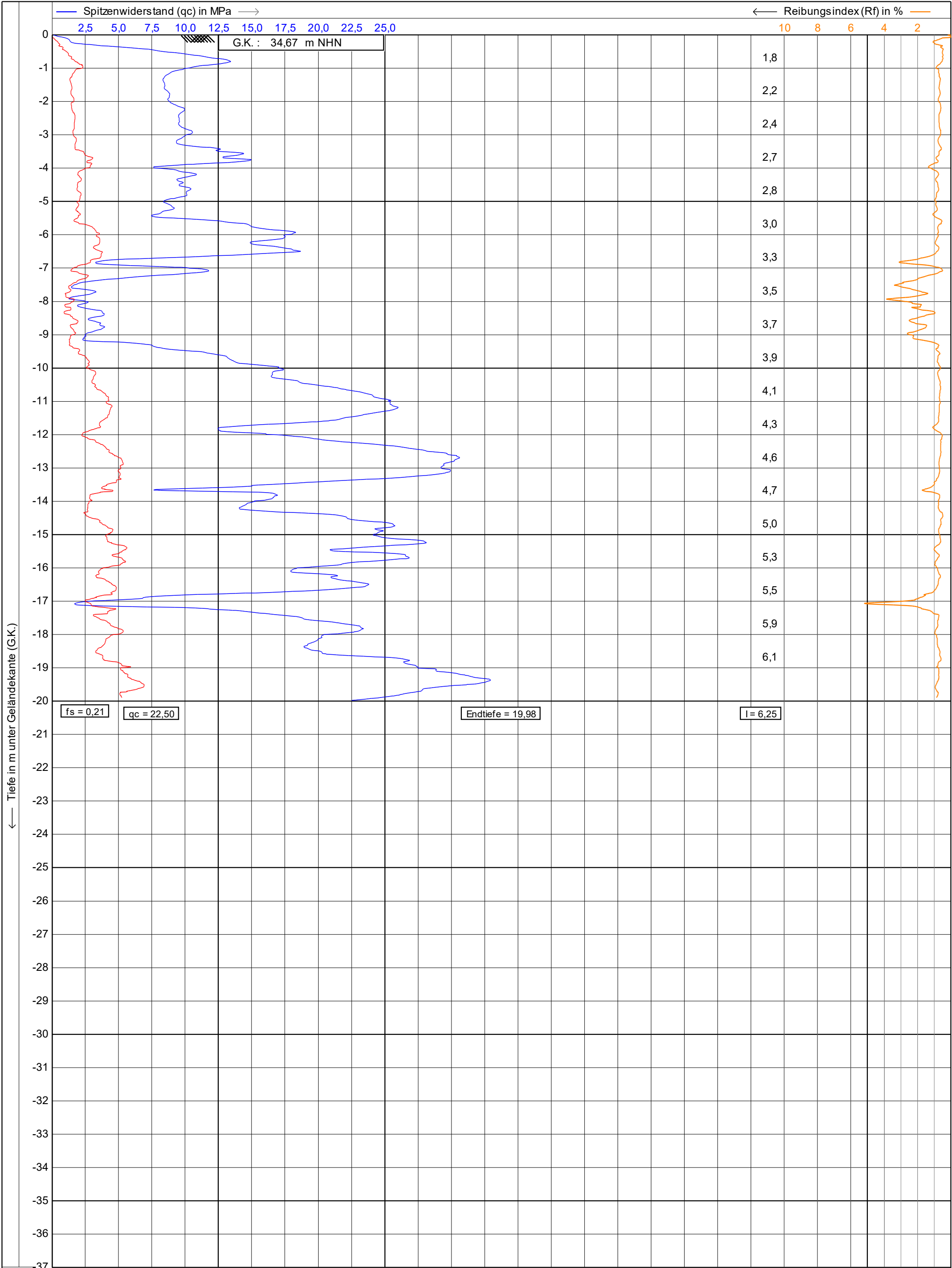
Grundwasser:

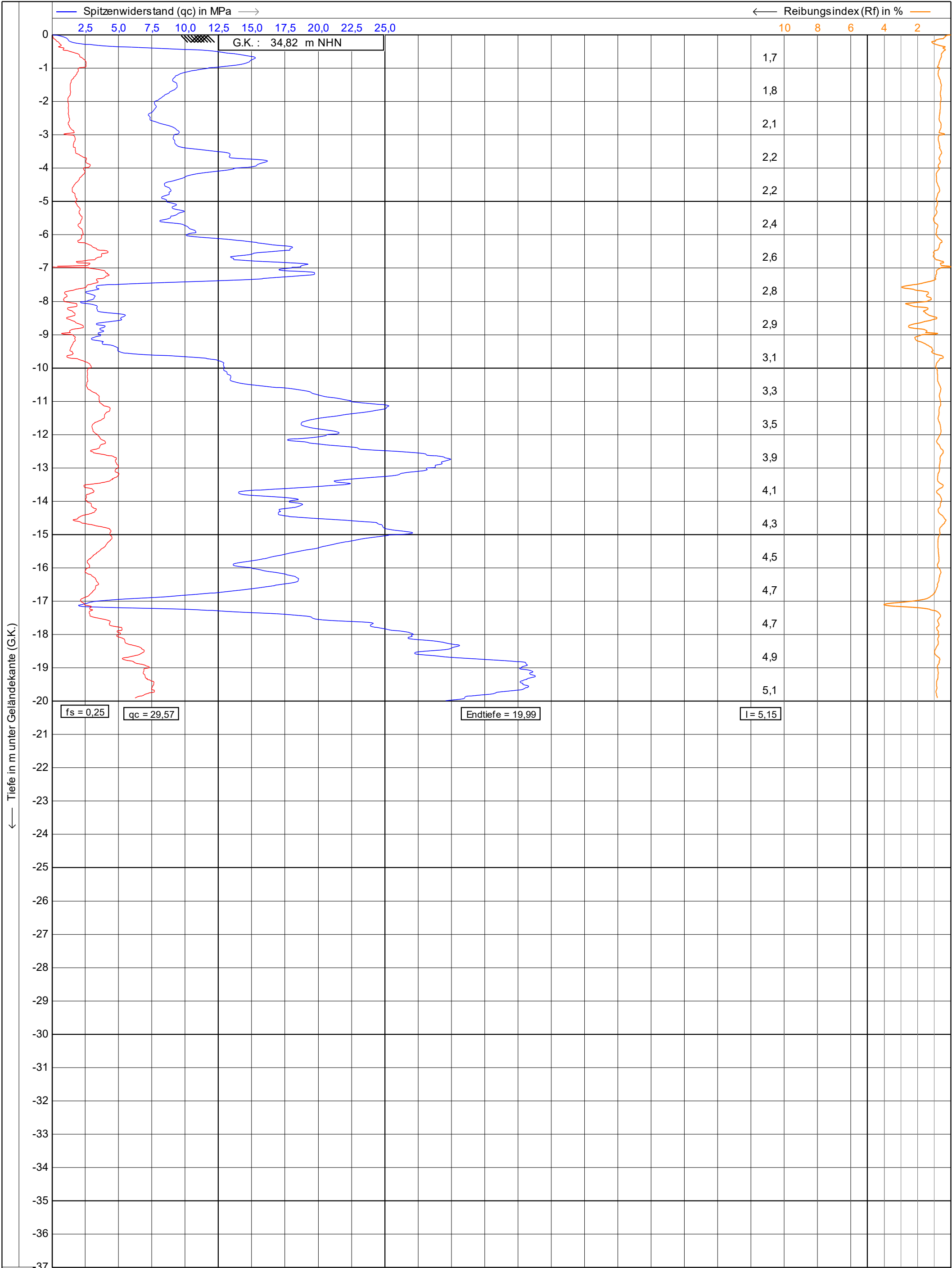
	0,50
	1,00
	1,50
	2,00

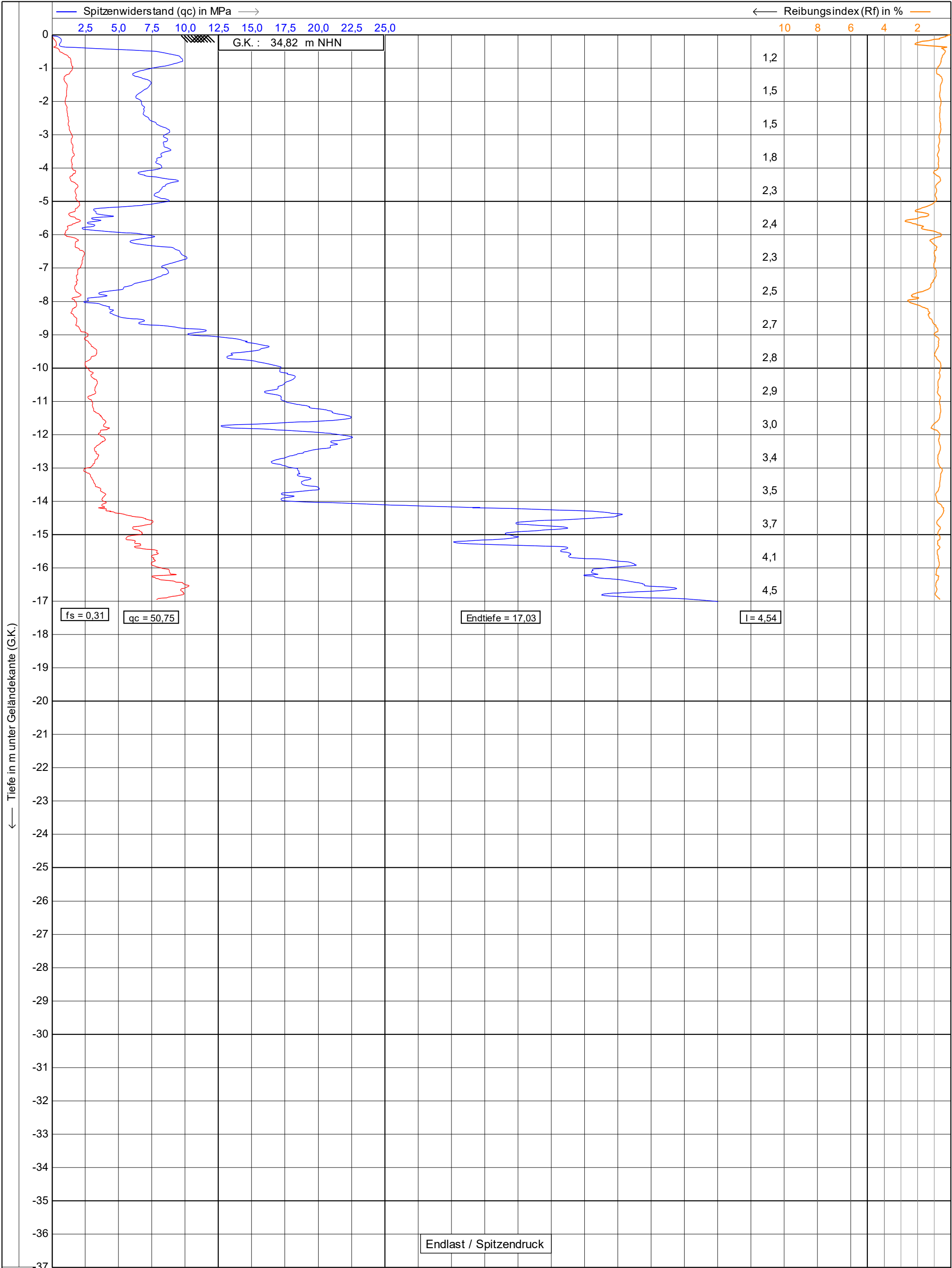
	Grundwasserspiegel angebohrt bei 0,50 m
	Grundwasserspiegel gefallen bis 1,00 m
	Grundwasserspiegel angestiegen bis 1,50 m
	Grundwasserspiegel im ausgebauten Bohrloch bei 2,00 m bzw. Grundwasserspiegel in Ruhe bei 2,00 m

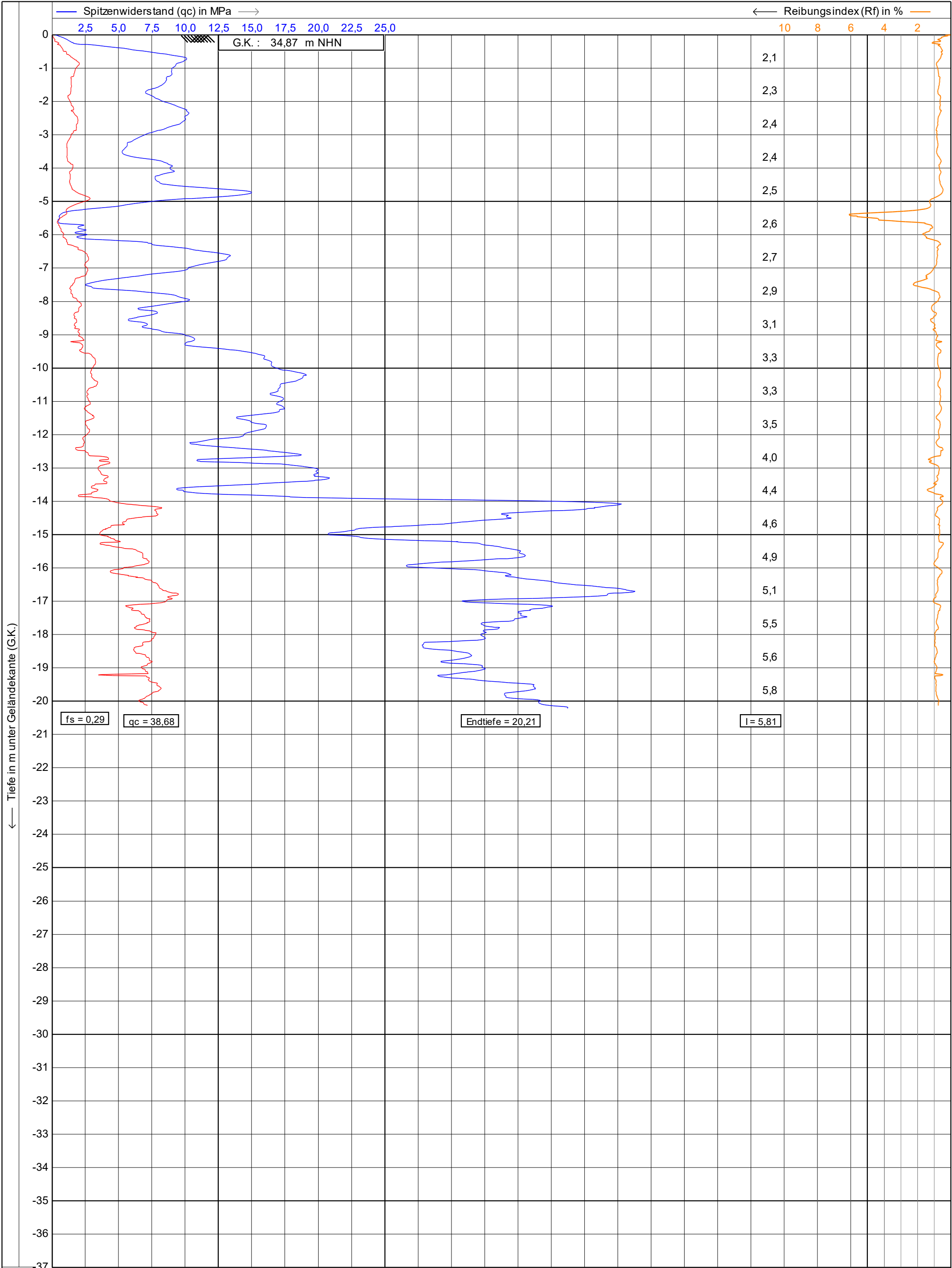


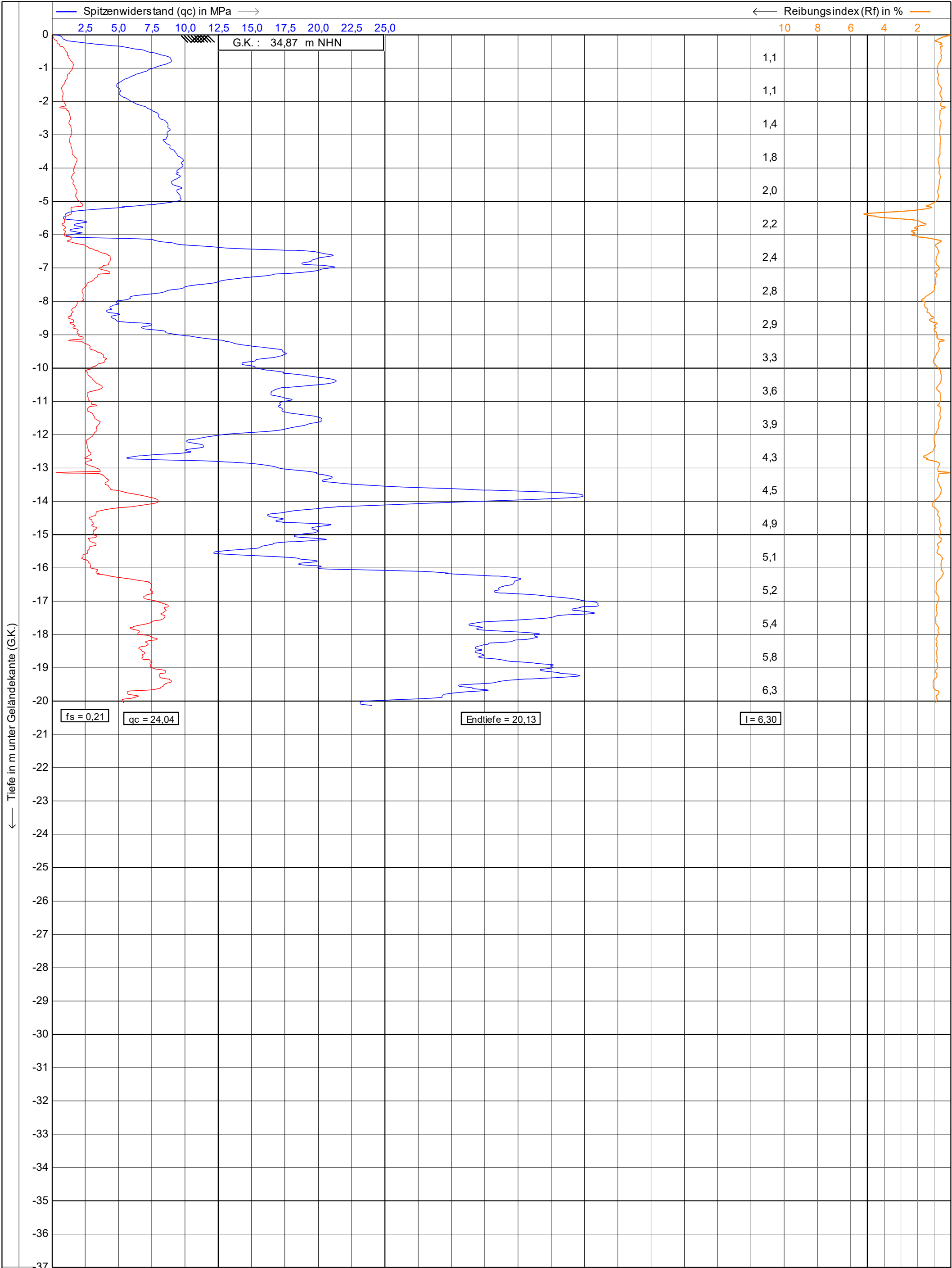


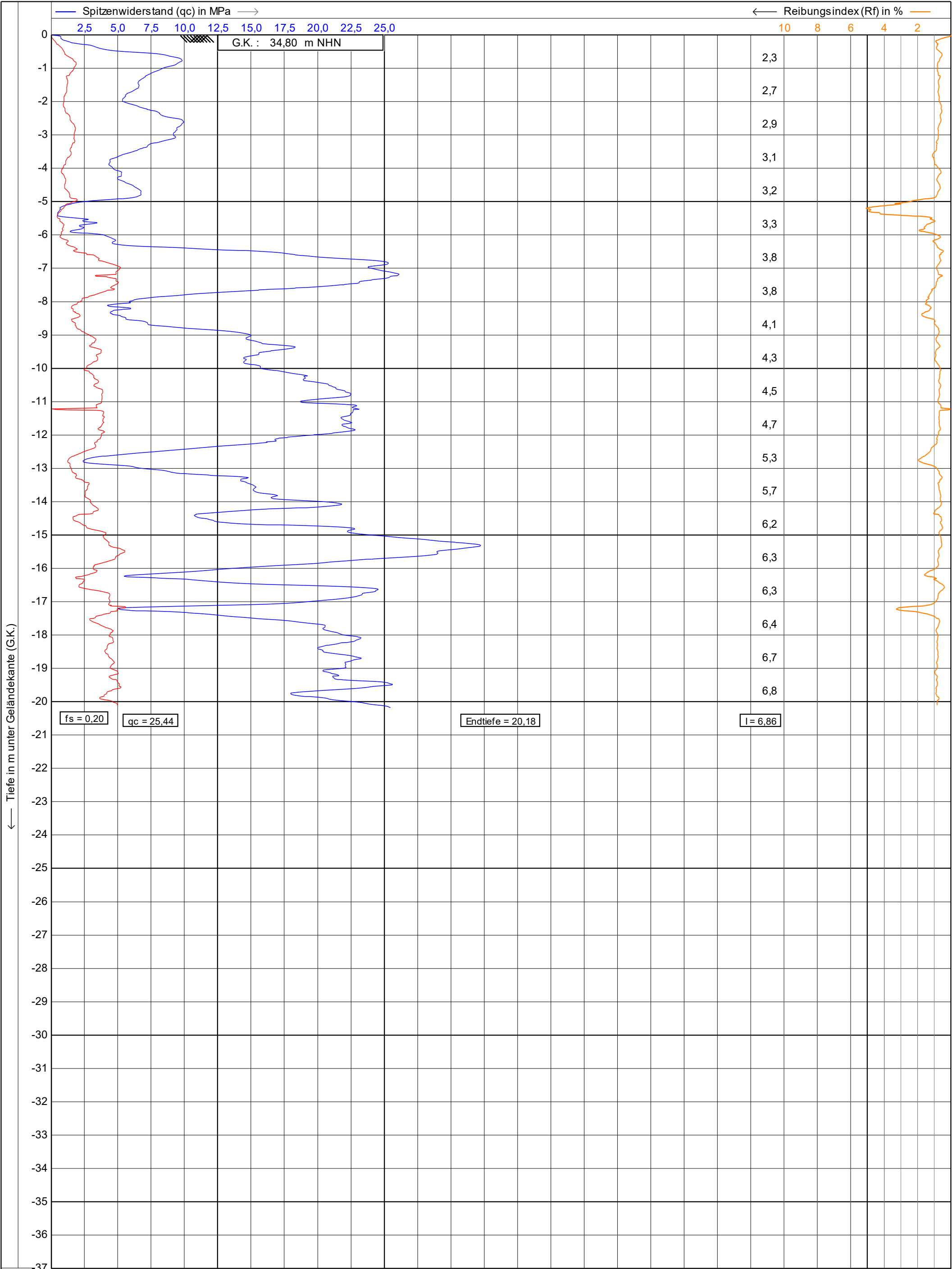


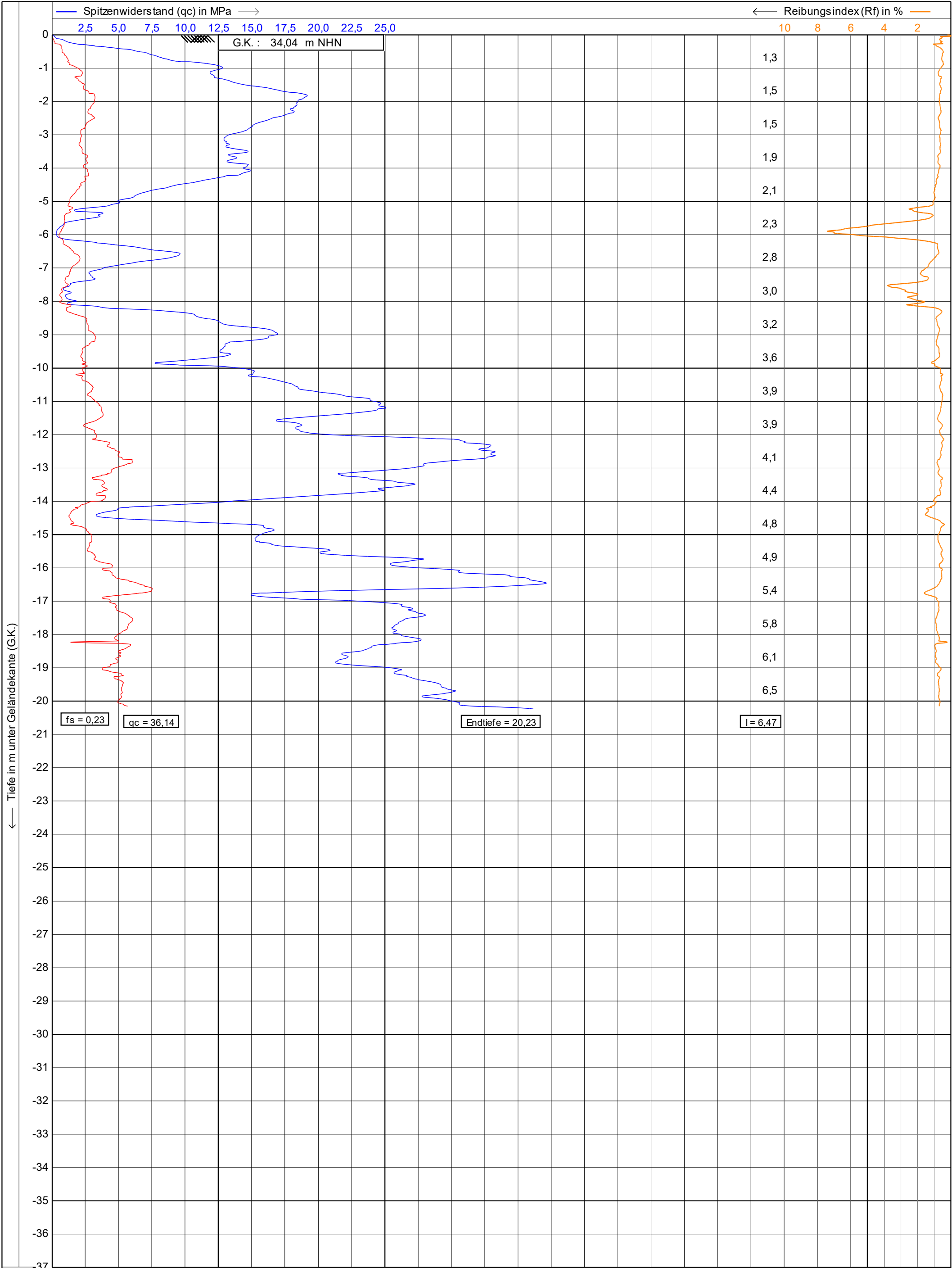


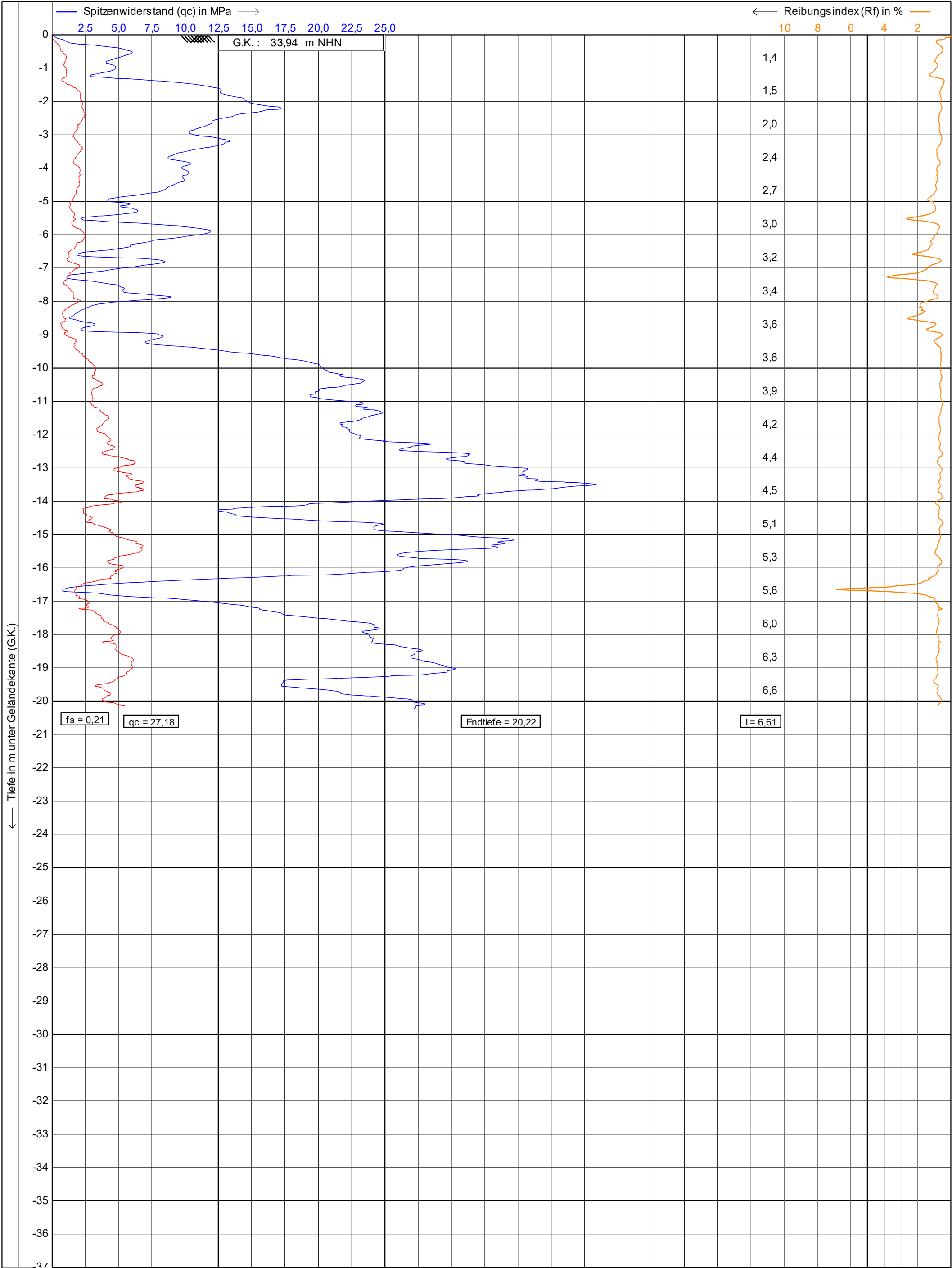


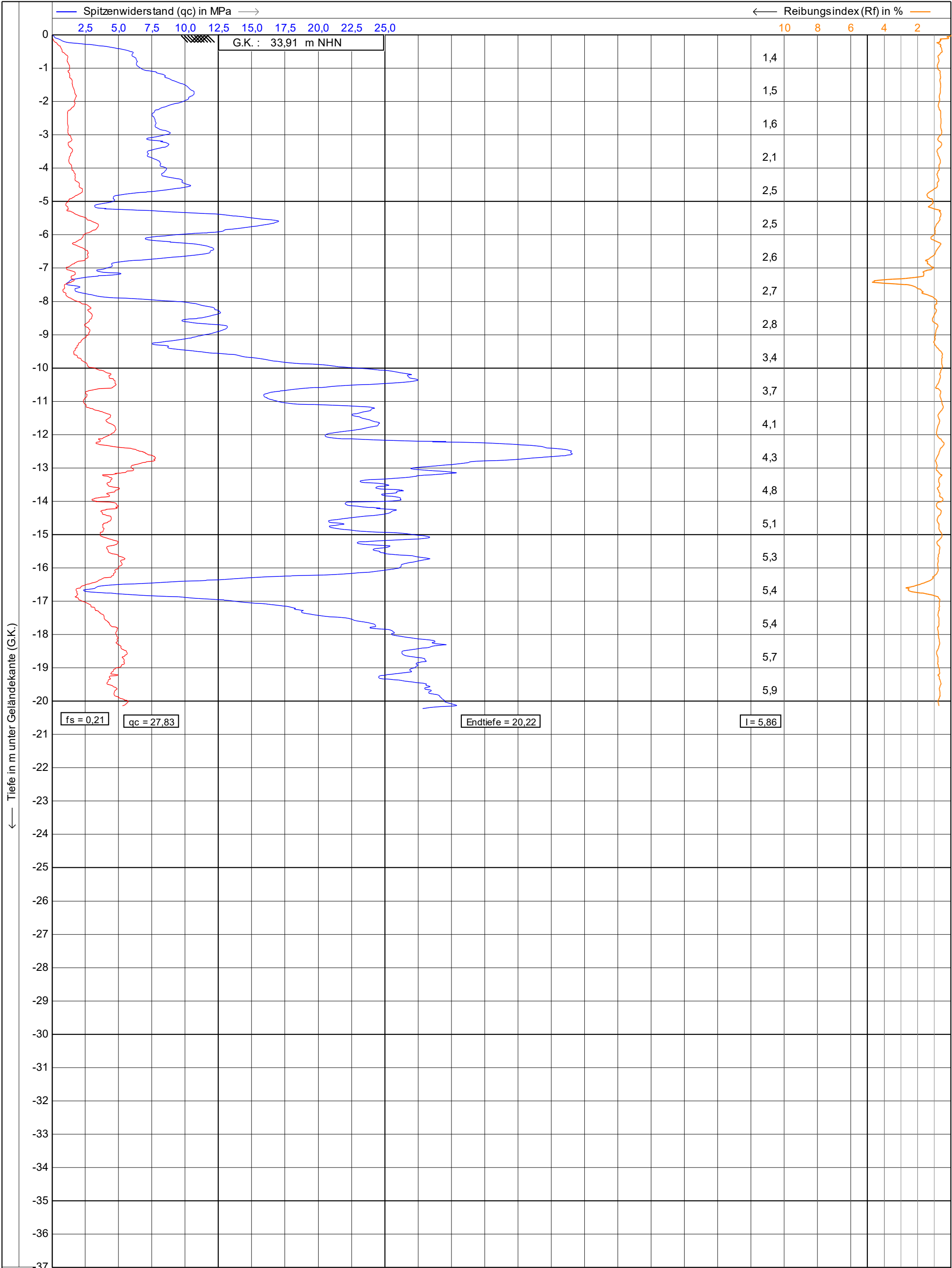


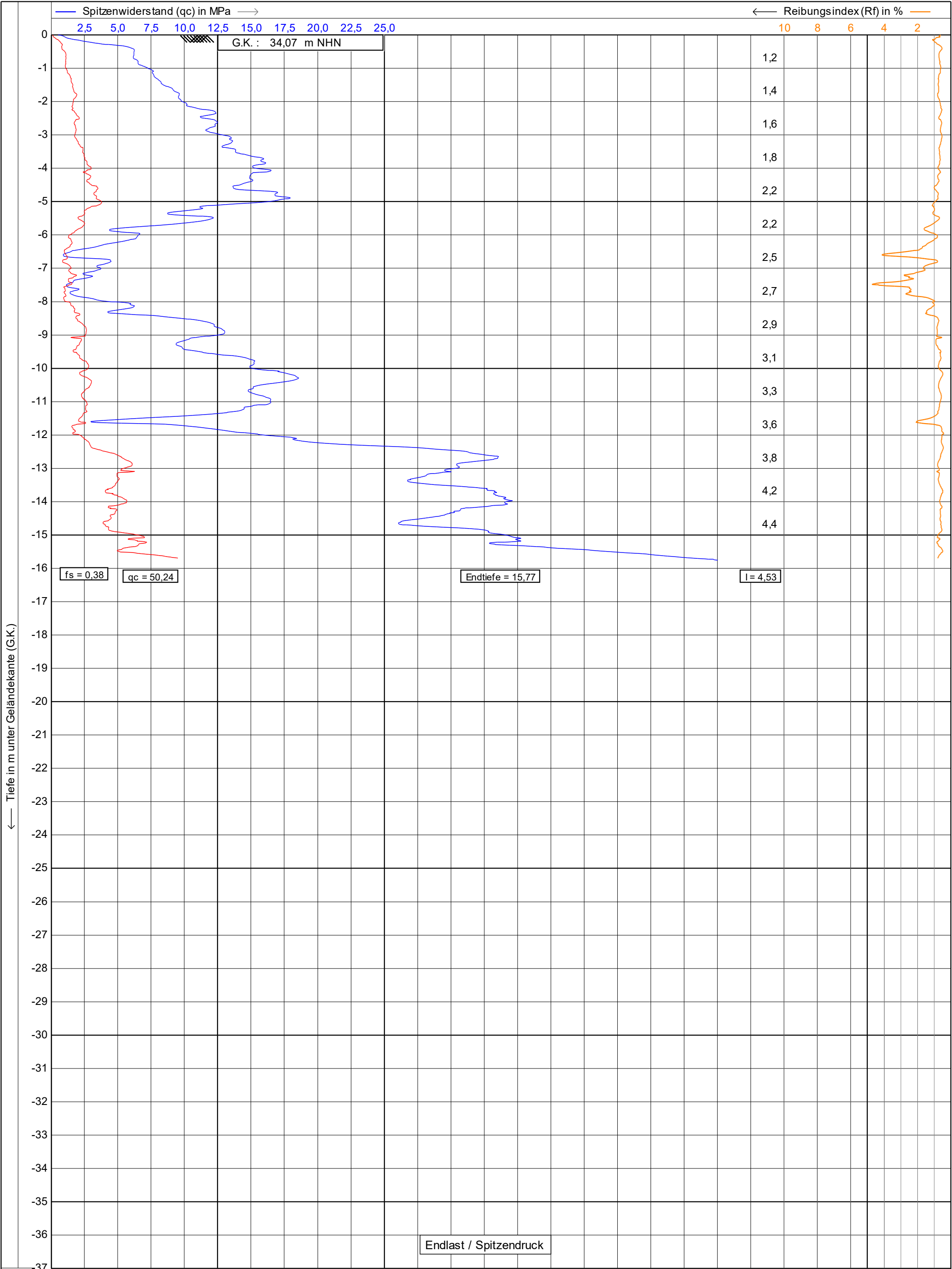












Bemerkungen:

PSP-001 BS 1/6 w = 27.72 %
PSP-002 BS 1/6 w = 32.89 %

Bearbeiter: dü

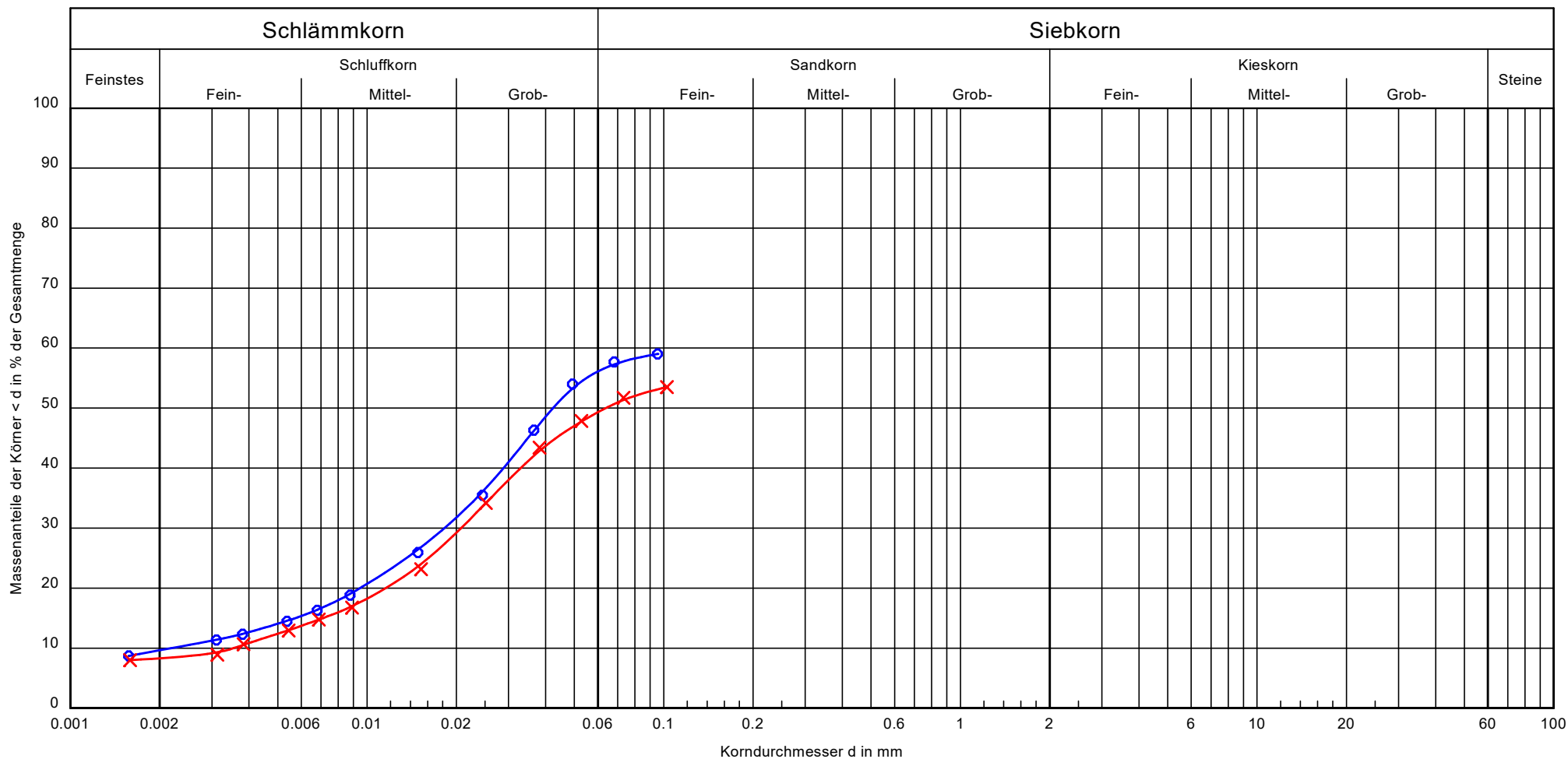
Datum: 04.01.2021

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

Windpark Gehrde-Neuenkirchen



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:

—○—○—

Bodenart:

U, fS, t'

Tiefe:

7.70 - 8.00 m

Entnahmestelle:

PSP-001 BS 1/6

T/U/S/G [%]:

9.6/46.5/43.9/ -

—×—×—

U, fS, t'

5.40 - 5.60 m

PSP-002 BS 1/6

8.3/41.0/50.7/ -

Prüfungsnummer: 475/20

Probe entnommen am: 10/20

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Schlämmanalyse

Bericht:
475/20
Anlage:
4.1

Bemerkungen:

PSP-001 BS 2/7 w = 26.75 %
PSP-003 BS 1/8 w = 25.92 %

Bearbeiter: dü

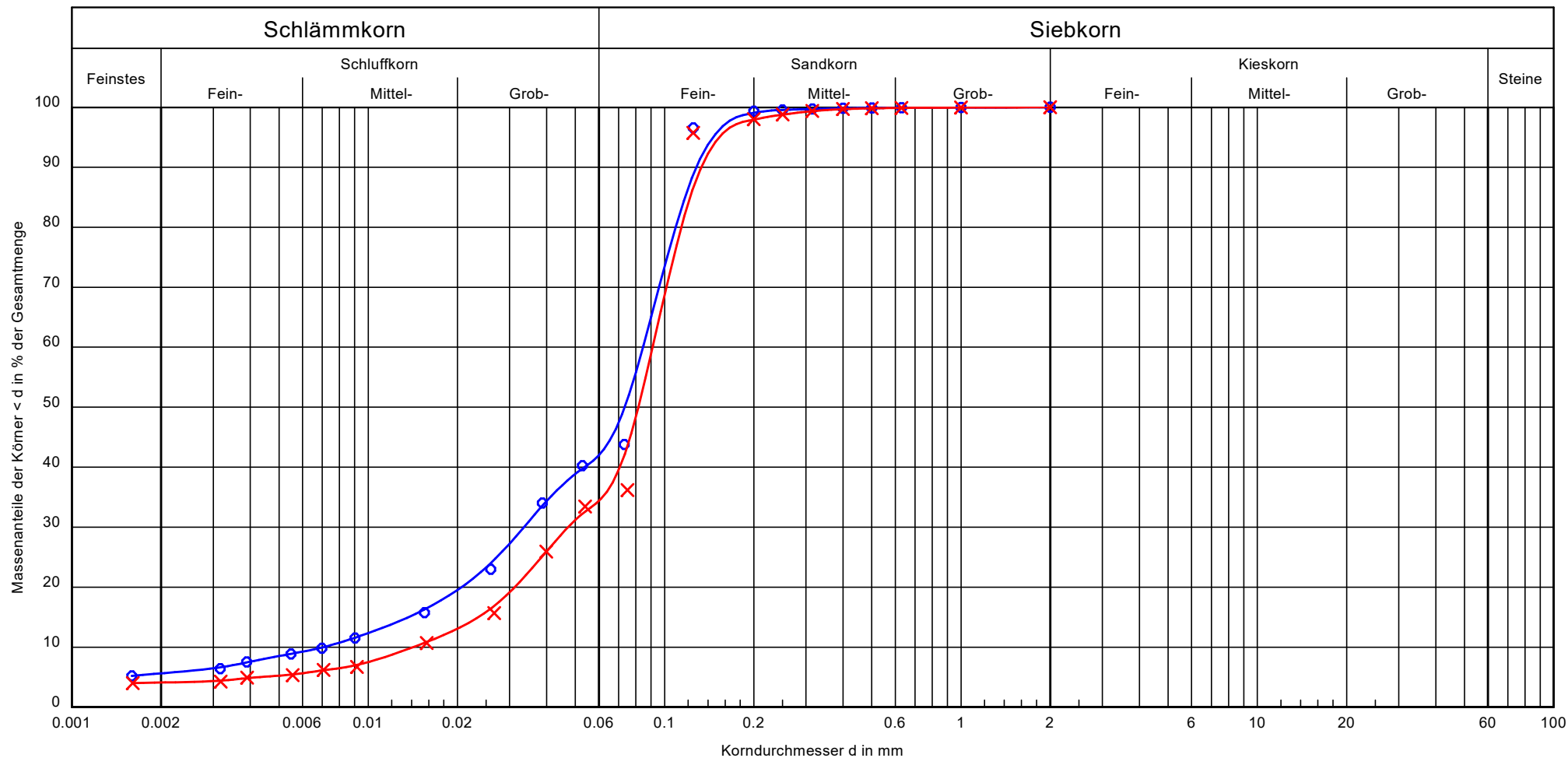
Datum: 04.01.2021

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

Windpark Gehrde-Neuenkirchen



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:

fS, $\bar{u}$, t'

Bodenart:

fS, $\bar{u}$

Tiefe:

8.50 - 8.80 m

Entnahmestelle:

PSP-001 BS 2/7

T/U/S/G [%]:

5.6/37.7/56.7/ -

fS, $\bar{u}$ fS, $\bar{u}$

8.00 - 8.30 m

PSP-003 BS 1/8

4.1/31.5/64.4/ -

Prüfungsnummer: 475/20

Probe entnommen am: 10/20

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Sieb-/Schlammanalyse

Bericht:
475/20
Anlage:
4.2

Bemerkungen:

Bearbeiter: dü

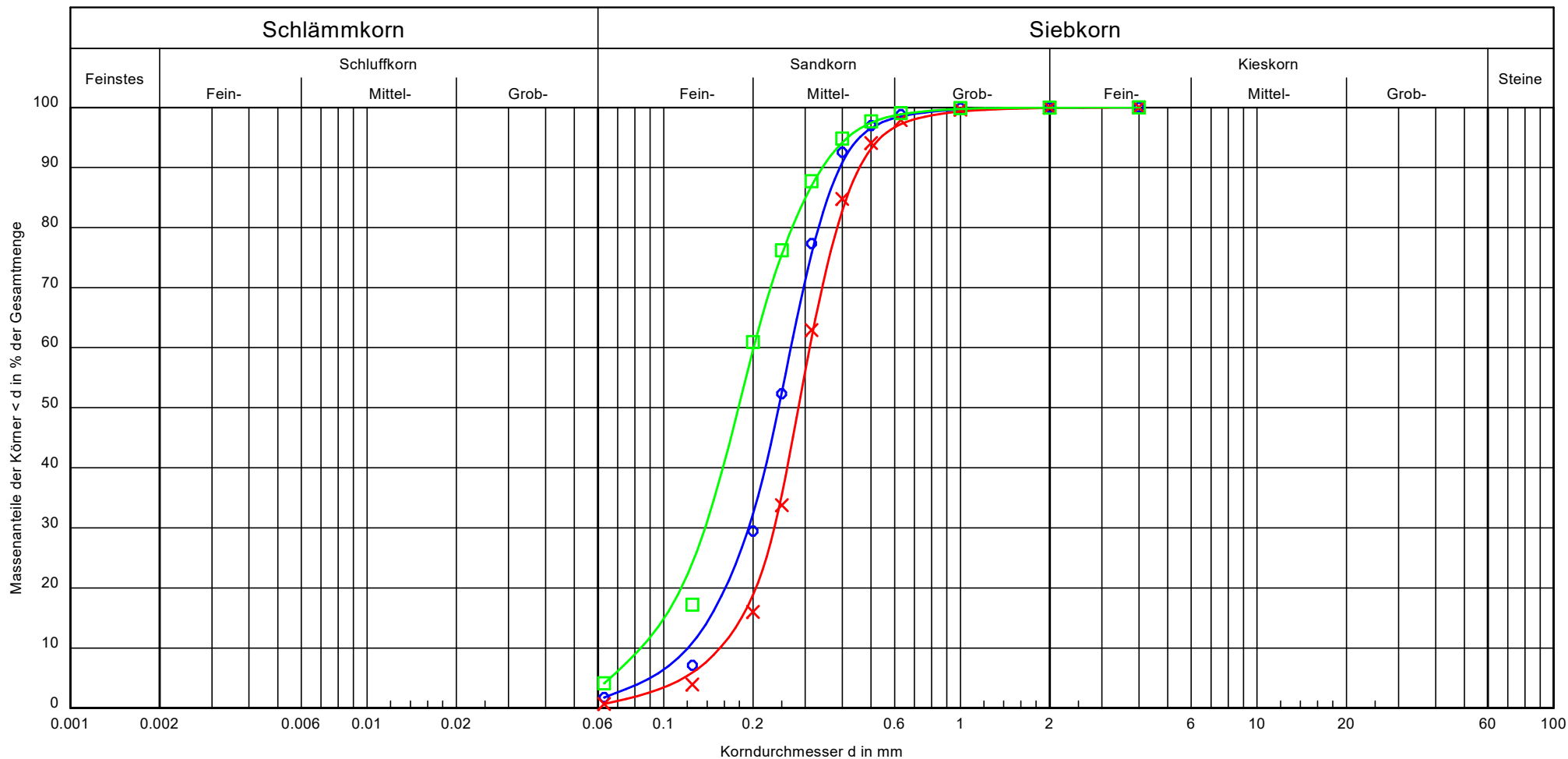
Datum: 04.01.2021

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

Windpark Gehrde-Neuenkirchen



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:			
Bodenart:	mS, fs	mS, fs	fS, mS
Tiefe:	2.80 - 3.20 m	2.60 - 3.90 m	1.80 - 2.00 m
U/Cc:	2.2/1.2	2.0/1.2	2.4/1.1
Entnahmestelle:	PSP-001 BS 1/3	PSP-001 BS 2/3	PSP-002 BS 1/3
k nach Beyer:	$1.5 \cdot 10^{-4}$	$2.4 \cdot 10^{-4}$	$7.0 \cdot 10^{-5}$
T/U/S/G [%]:	- /1.8/98.2/0.0	- /0.7/99.2/0.1	- /4.1/95.9/0.0

Prüfungsnummer: 475/20
Probe entnommen am: 10/20
Art der Entnahme: gestörte Probe
Arbeitsweise: Siebanalyse

Bericht:
475/20
Anlage:
4.3

Bemerkungen:

Bearbeiter: dü

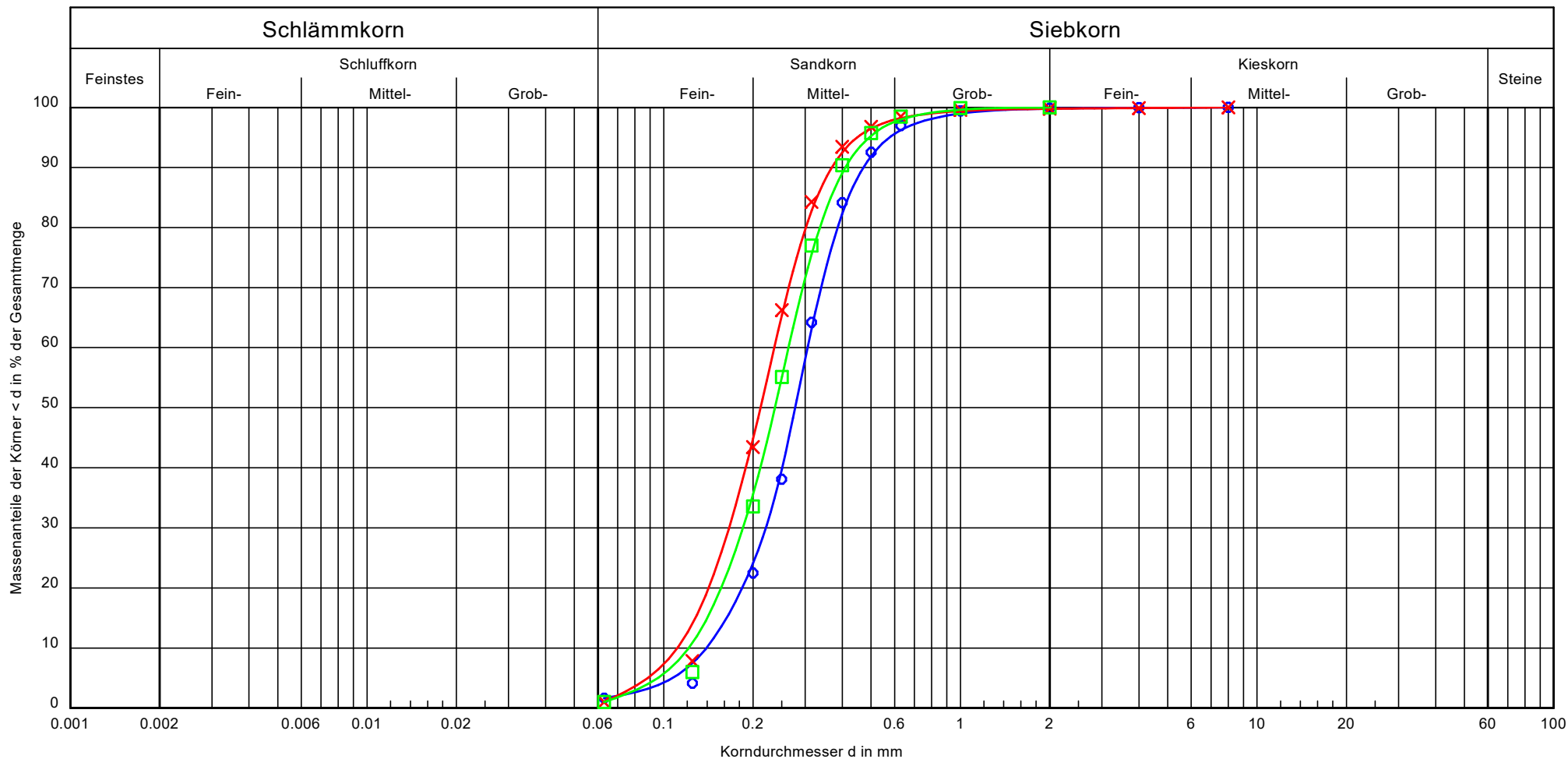
Datum: 04.01.2021

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

Windpark Gehrde-Neuenkirchen



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:			
Bodenart:	mS, fs	fS, mS	mS, fs
Tiefe:	10.60 - 10.90 m	1.80 - 2.00 m	1.00 - 1.30 m
U/Cc:	2.2/1.1	2.1/1.1	2.2/1.1
Entnahmestelle:	PSP-002 BS 2/9	PSP-003 BS 1/3	PSP-003 BS 2/2
k nach Beyer:	$1.9 \cdot 10^{-4}$	$1.2 \cdot 10^{-4}$	$1.5 \cdot 10^{-4}$
T/U/S/G [%]:	- /1.7/98.2/0.2	- /1.0/98.8/0.2	- /1.0/99.0/-

Prüfungsnummer: 475/20
Probe entnommen am: 10/20
Art der Entnahme: gestörte Probe
Arbeitsweise: Siebanalyse

Bericht:
475/20
Anlage:
4.4



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: 475/20

Anlage: 5

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Windpark Gehrde-Neuenkirchen

Bearbeiter: dü

Datum: 04.01.2021

Prüfungsnummer: 475/20

Entnahmestelle: gemäß Probenbezeichnung

Tiefe: siehe unten

Bodenart: Schluff, schluffiger Sand

Art der Entnahme: gestörte Probe

Probe entnommen am: 10/20

Bodenart:	uS	uS	U	U	uS
Probenbezeichnung:	PSP-001 BS 1/6 7.70 - 8.00 m	PSP-001 BS 2/7 8.50 - 8.80 m	PSP-002 BS 1/6 5.40 - 5.60 m	PSP-002 BS 2/6 5.40 - 5.60 m	PSP-003 BS 1/8 8.00 - 8.30 m
Feuchte Probe + Behälter [g]:	151.16	158.73	151.07	165.74	150.94
Trockene Probe + Behälter [g]:	128.73	136.98	126.10	136.96	130.49
Behälter [g]:	47.82	55.68	50.17	51.59	51.59
Porenwasser [g]:	22.43	21.75	24.97	28.78	20.45
Trockene Probe [g]:	80.91	81.30	75.93	85.37	78.90
Wassergehalt [%]:	27.72	26.75	32.89	33.71	25.92

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

ISO 14001
ISO 45001
zertifiziert



24340 Eckernförde

Prüfbericht-Nr.: 2021P500021 / 1

Auftraggeber	Dipl.-Ing. Peter Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Eingangsdatum	16.12.2020
Projekt	WP Gehrde-Neuenkirchen BV 475/20 (tie)
Material	Grundwasser
Auftrag	475/20
Verpackung	Glas- und PE-Flaschen
Probenmenge	ca. 1,25 l
GBA-Nummer	20524584
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Analysenbeginn / -ende	16.12.2020 - 03.01.2021
Bemerkung	keine
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 03.01.2021



A. G. Binde
Projektbearbeitung

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

Seite 1 von 3 zu Prüfbericht-Nr.: 2021P500021 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2021P500021 / 1
WP Gehrde-Neuenkirchen BV 475/20 (tie)
Anlage 6.2

GBA-Nummer		20524584	20524584	20524584
Probe-Nummer		001	002	003
Material		Grundwasser	Grundwasser	Grundwasser
Probenbezeichnung		PSP001/BS1	PSP002/BS1	PSP003/BS1
Probemenge		ca. 1,25 l	ca. 1,25 l	ca. 1,25 l
Probeneingang		16.12.2020	16.12.2020	16.12.2020
Analysenergebnisse	Einheit			
Betonaggressivität				
pH-Wert		4,6	6,0	5,9
Geruch		unauffällig	unauffällig	unauffällig
Permanganat-Verbrauch	mg KMnO ₄ /L	39	66	140
Gesamthärte	°dH	15	9,1	7,0
Härtehydrogencarbonat	°dH	0,22	1,2	1,5
Nichtcarbonathärte	°dH	15	7,9	5,5
Magnesium	mg/L	18	7,4	11
Ammonium	mg/L	0,48	2,2	1,7
Sulfat	mg/L	37	63	150
Chlorid	mg/L	38	31	81
Kohlendioxid, kalklösend	mg/L	28	45	60

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

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 1622 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 (E22): 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 zu Prüfbericht 2021P500021

Probe-Nr.: 20524584 / 001

Probenbezeichnung: PSP001/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	4,6		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	28	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	0,48	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 - 100
Magnesium	18	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	37	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	38	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	15	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	0,22	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	39	mg KMnO ₄ /L	---	---	---

Kurzbeurteilung: Das Wasser ist in die Expositionsklasse XA2 einzustufen.

Anlage zu Prüfbericht 2021P500021

Probe-Nr.: 20524584 / 002

Probenbezeichnung: PSP002/BS1

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

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1	XA2	XA3
pH-Wert	6,0		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	45	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	2,2	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 - 100
Magnesium	7,4	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	63	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	31	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	9,1	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	1,2	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	66	mg KMnO4/L	---	---	---

Kurzbeurteilung: Das Wasser ist in die Expositionsklasse XA2 einzustufen.

Anlage zu Prüfbericht 2021P500021

Probe-Nr.: 20524584 / 003

Probenbezeichnung: PSP003/BS1

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

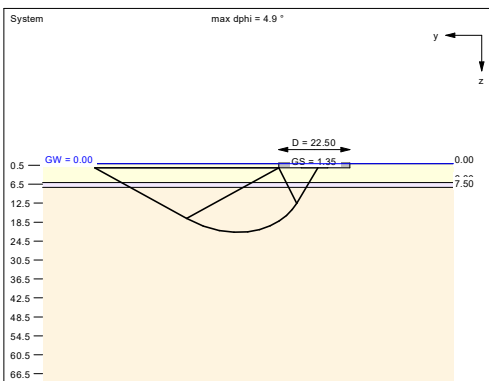
	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1	XA2	XA3
pH-Wert	5,9		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	60	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	1,7	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 - 100
Magnesium	11	mg/L	300 - 1000	> 1000 - 3000	> 3000
Sulfat	150	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	81	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	7,0	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	1,5	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	140	mg KMnO ₄ /L	---	---	---

Kurzbeurteilung: Das Wasser ist in die Expositionsklasse XA2 einzustufen.

Bauvorhaben	475/20 Rev.01	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 Gehrde-Neuenkirchen			
Anlagentyp	E-138 EP3 E2-HT-160		
Gründungsart	FlmA		
Datum	14.12.2022		

								gegebener Fundamentradius in m		11,25			
Nr.	Schichten unter Fundament	Reibungswinkel phi	Schicht	Schichtstärke	E _s (MN/m²)	E _{sdyn} (MN/m²)	Querdehnzahl ν	Lastausbreitung in °	Fundamentradius (Ersatzradius)	Kappa phi stat. (MNm/rad)	Kappa phi dyn. (MNm/rad)	Bemerkung	
0									11,25	42.000,00	210.000,00	Sollwerte	
1	Sand, Kiessand, md	35,0	OK	0,00	0,00	50	200	0,35	0,0	11,25	67.400,15	269.600,59	
2			UK	6,00	6,00	50	200	0,35	45,0	17,25	242.980,03	971.920,12	
3	Sand mit U-Lagen	27,5	OK	6,00	0,00	10	80	0,38	0,0	17,25	42.730,10	341.840,79	
4			UK	7,50	1,50	10	80	0,38	30,0	18,12	49.494,32	395.954,56	
5	Sand,md	35,0	OK	7,50	0,00	50	200	0,35	0,0	18,12	281.444,03	1.125.776,13	
6			UK	15,00	7,50	50	200	0,35	45,0	25,62	795.680,14	3.182.720,56	
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

Boden	γ/γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	50.0	Sand, md
	18.0/10.0	27.5	0.0	0.00	10.0	Sand ,U-Lagen
	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	50.0	Sand,md

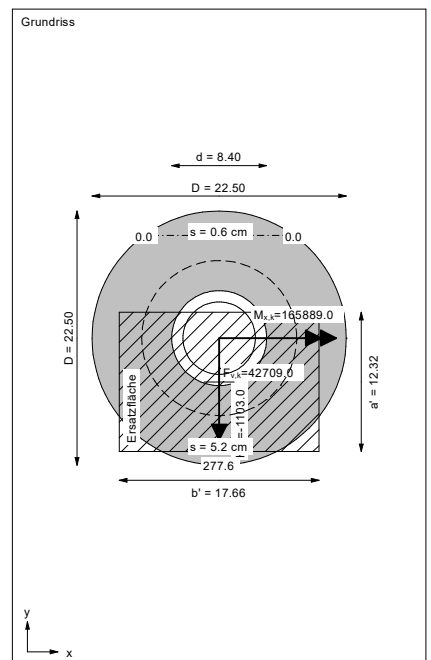
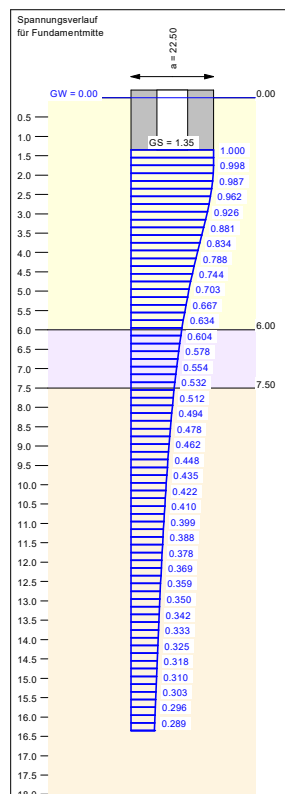


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 42709.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / -1103.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 165889.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser D = 22.500 m
 Durchmesser (innen) d = 8.400 m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.204 m)
 a' = 19.553 m
 b' = 19.553 m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -3.884$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 6.855 m)
 a' = 12.322 m
 b' = 17.663 m
 Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 1948.3 / 1391.67$ kN/m²
 $R_{n,k} = 424053.65$ kN
 $R_{n,d} = 302895.47$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 42709.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN

$V_d = 57657.15$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.190
 $\alpha_l \varphi = 32.4^\circ$
 φ wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\alpha_l c = 0.00$ kN/m²
 $\alpha_l \gamma_2 = 10.90$ kN/m³
 $\alpha_l \sigma_d = 14.85$ kN/m²
 UK log. Spirale = 21.71 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 84.87 m
 Fläche log. Spirale = 906.45 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{d0} = 36.76$; $N_{d0} = 24.34$; $N_{d0} = 14.82$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.390$; $v_d = 1.374$; $v_b = 0.791$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.958$; $i_d = 0.959$; $i_b = 0.935$
 Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 16.35$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 2.92 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.59 cm
 unten = 5.25 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 408.7

Berechnungsgrundlagen:
 475/20 WP Gehrde-Neuenkirchen PSP-001
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Gründungssohle = 1.35 m
 Grundwasser = 0.00 m

Grenztiefe mit festem Wert von 15.00 m u. GS
 ——— 1. Kernweite
 - - - - 2. Kernweite



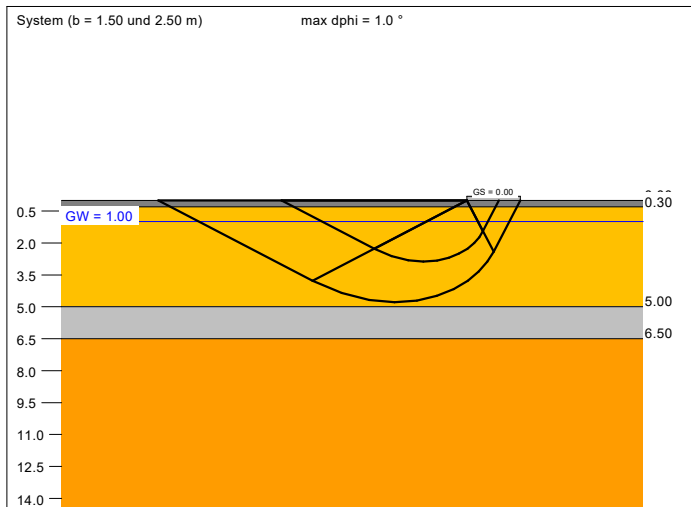
Bauvorhaben	475/20	Nachweis der Drehfedersteifigkeit	 Dipl.-Ing. P. Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71
WP Gehrde-Neuenkirchen			
Anlagentyp	E-138 EP3 E2-HT-160 PSP		
Gründungsart	FlmA		
Datum	12.01.2021		

								gegebener Fundamentradius in m		11,25			
Nr.	Schichten unter Fundament	Reibungswinkel phi	Schicht		Schichtstärke	E _s (MN/m²)	E _s dyn (MN/m²)	Querdehnzahl v	Lastausbreitung in °	Fundamentradius (Ersatzradius)	Kappa phi stat. (MNm/rad)	Kappa phi dyn. (MNm/rad)	Bemerkung
0										11,25	42.000,00	210.000,00	Sollwerte
1	Sand, md	35,0	OK	0,00	0,00	50	200	0,35	0,0	11,25	67.400,15	269.600,59	
2			UK	2,00	2,00	50	200	0,35	45,0	13,25	110.116,12	440.464,50	
3	Sand ,lo	30,0	OK	2,00	0,00	15	105	0,37	0,0	13,25	30.476,84	213.337,85	
4			UK	3,50	1,50	15	105	0,37	30,0	14,12	36.851,87	257.963,09	
5	Schluff,w-stf	20,0	OK	3,50	0,00	7	65	0,42	0,0	14,12	12.486,42	115.945,36	
6			UK	4,00	0,50	7	65	0,42	45,0	14,62	13.860,81	128.707,53	
7	Sand,md		OK	4,00	0,00	50	200	0,35	0,0	14,62	147.805,69	591.222,76	
8			UK	15,00	11,00	50	200	0,35	45,0	25,62	795.680,14	3.182.720,56	
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	v [-]	Bezeichnung
	19.0	11.0	36.0	0.0	80.0	0.00	Tragschicht, d
	19.0	11.0	35.0	0.0	50.0	0.00	Sand, mitteldicht
	18.0	10.0	27.5	0.0	10.0	0.00	Sand mit U-Lagen
	19.0	11.0	35.0	0.0	50.0	0.00	Sand, mitteldicht

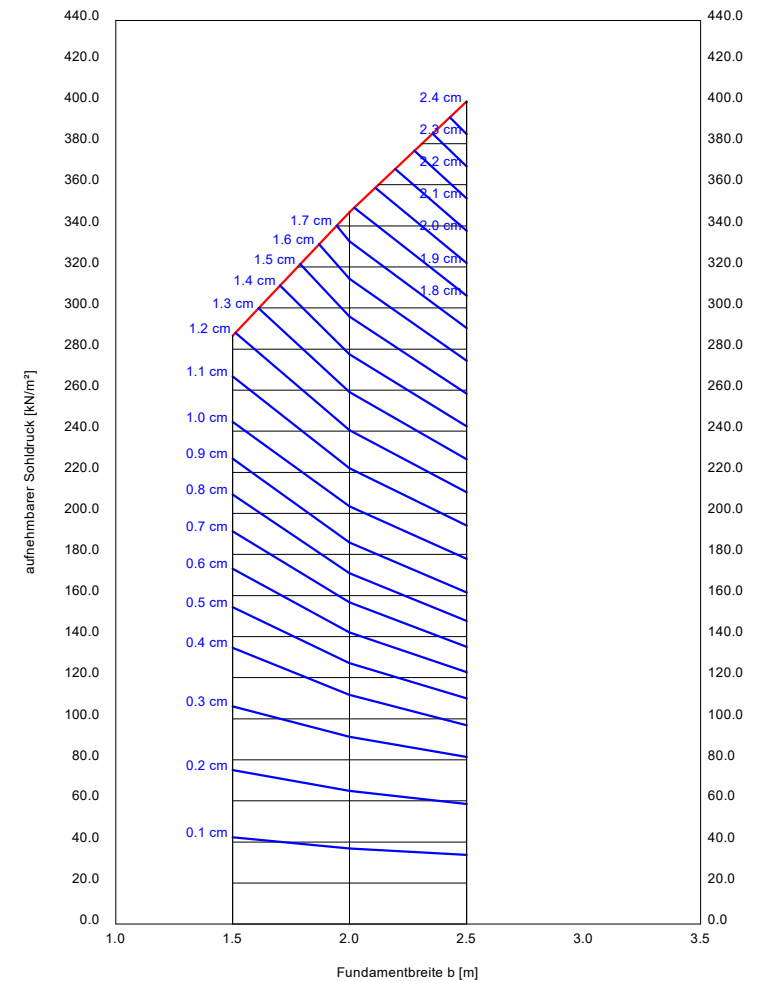
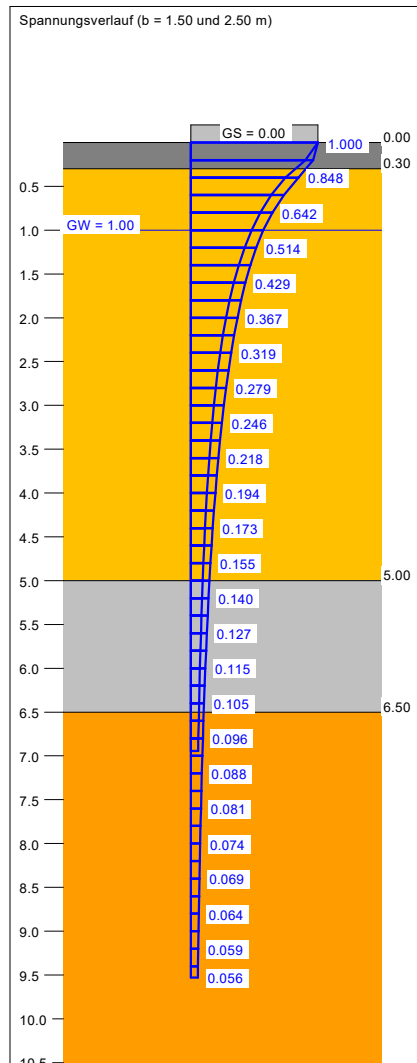
Berechnungsgrundlagen:
 Streifenfundament
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a = 5.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.30$
 $\gamma_G = 1.20$
 $\gamma_Q = 1.30$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

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



a [m]	b [m]	zul σ [kN/m²]	zul R [kN]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m³]
5.00	1.50	286.5	2148.9	1.19	35.1	0.00	14.88	0.00	6.94	2.87	24.1
5.00	2.00	346.7	3466.7	1.78	35.1	0.00	14.01	0.00	8.32	3.82	19.5
5.00	2.50	400.5	5006.7	2.40	35.0 *	0.00	13.46	0.00	9.53	4.78	16.7

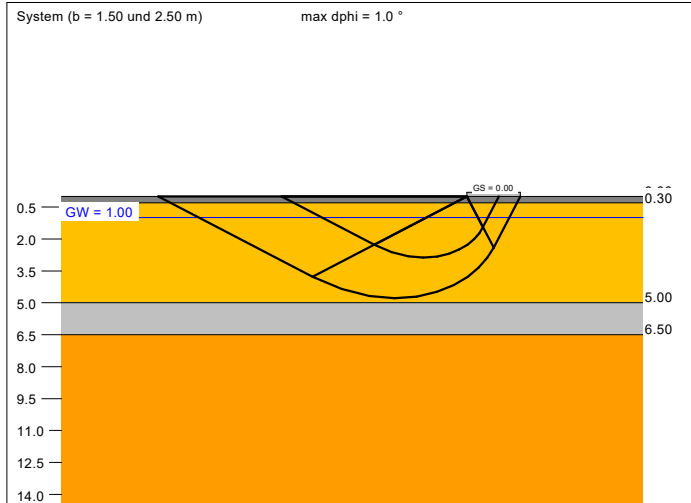
* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 zul $\sigma = \sigma_{G,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{G,k} / (1.30 \cdot 1.25) = \sigma_{G,k} / 1.63$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Bauvorhaben: WP Gehrde-Neuenkirchen
 Aktenzeichen: 475/20
 Auftraggeber: Enercon
 Anlage: 10.1

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

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	v [-]	Bezeichnung
	19.0	11.0	36.0	0.0	80.0	0.00	Tragschicht, d
	19.0	11.0	35.0	0.0	50.0	0.00	Sand, mitteldicht
	18.0	10.0	27.5	0.0	10.0	0.00	Sand mit U-Lagen
	19.0	11.0	35.0	0.0	50.0	0.00	Sand, mitteldicht

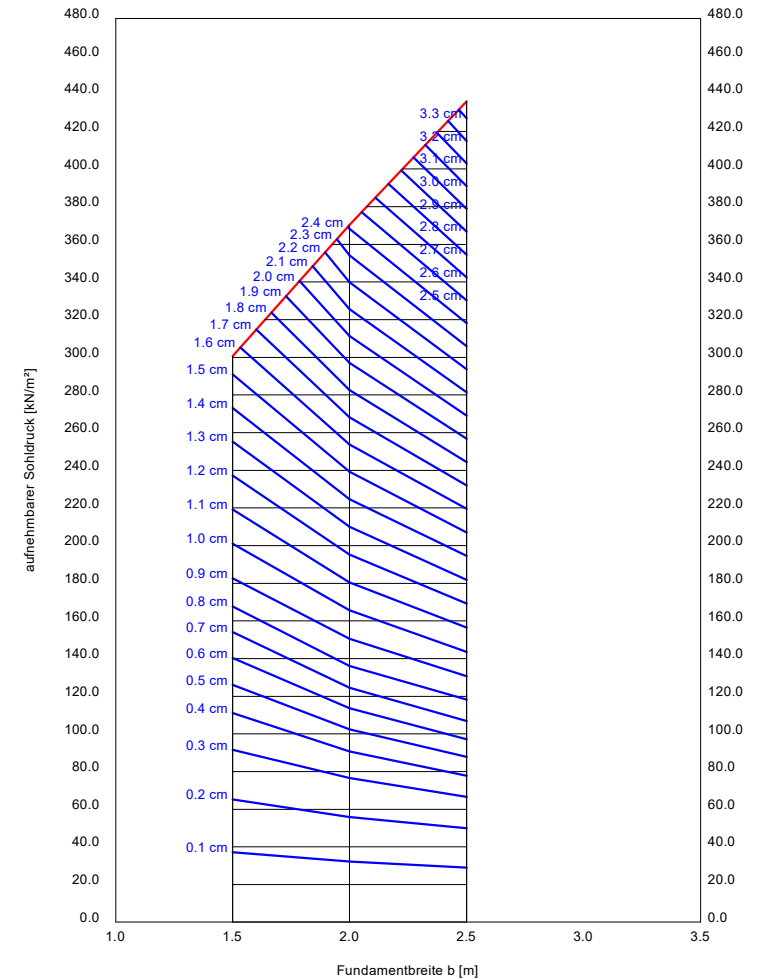
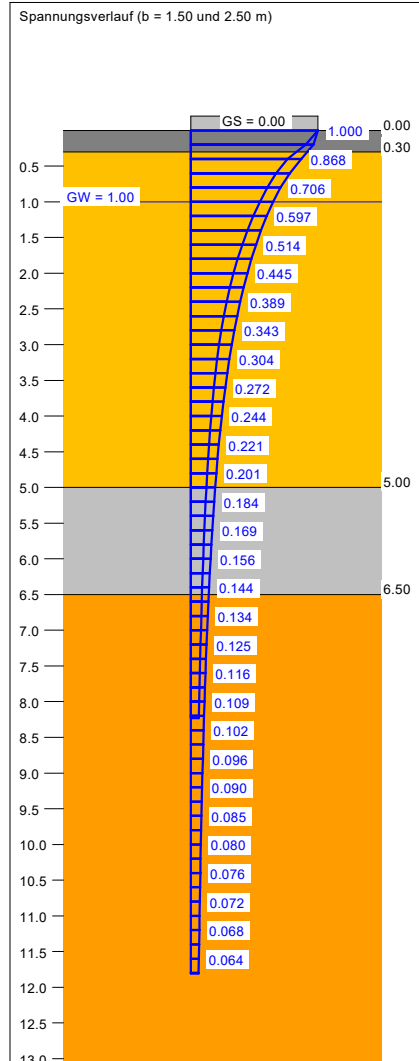


a [m]	b [m]	zul σ [kN/m²]	zul R [kN]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m³]
10.00	1.50	300.7	4510.4	1.55	35.1	0.00	14.88	0.00	8.23	2.87	19.3
10.00	2.00	370.3	7406.2	2.41	35.1	0.00	14.01	0.00	10.11	3.82	15.3
10.00	2.50	435.9	10896.9	3.37	35.0 *	0.00	13.46	0.00	11.81	4.78	12.9

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 $zul \sigma = \sigma_{0Lk} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0Lk} / (1.30 \cdot 1.25) = \sigma_{0Lk} / 1.63$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Berechnungsgrundlagen:
 Streifenfundament
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.30$
 $\gamma_G = 1.20$
 $\gamma_Q = 1.30$
 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
 — aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen



Bauvorhaben: WP Gehrde-Neuenkirchen
 Aktenzeichen: 475/20
 Auftraggeber: Enercon
 Anlage: 10.2

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

Windpark Gehrde GmbH & Co. KG

Helmerslohne 8, 26736 Krummhörn - Groothusen

Wasserwirtschaftliche Voruntersuchung

B-Plan Nr. 27a
„Windpark Gehrde – Groß Drehle“

Anhang 2

Nachtrag zur Ermittlung der bei der Grundwasserabsenkung
anfallenden Wassermenge der Firma Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG vom 03.11.2022
(Revision 01 vom 02.12.2022)



Ingenieure + Planer

Infrastruktur und Stadtentwicklung
GmbH & Co. KG

Wasserwirtschaft · Infrastruktur
Straßenbau · Verkehr
Landschaftsplanung
Stadtplanung
Ingenieurvermessung
Geoinformationssysteme

Windpark Gehrde GmbH & Co. KG
Helmers Lohne 8
26736 Krummhörn



Dipl.-Ing.
Peter Neumann
Baugrunduntersuchung
GmbH & Co. KG
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
Tel. 043 51 7136-0
Fax 043 51 7136-71

 Gründungsmitglied
des BD bohr

02.12.2022
ki

Bauvorhaben 475/20Rev.1-N-

Bauvorhaben: Neubau von 3 Windenergieanlagen im Windpark Gehrde - Neuenkirchen –
Enercon E-138 EP3 E2 mit einer Nabenhöhe von 160m
Baugrunduntersuchung – Gründungsbeurteilung
Nachtrag Nr. 1: Ermittlung der bei der Grundwasserabsenkung anfallenden Wassermengen

1 Vorgang

Die Windpark Gehrde GmbH & Co. KG plant im Windpark Gehrde - Neuenkirchen die Errichtung von drei Windenergieanlagen der Firma Enercon vom Typ E-138 EP3 E2 mit einer Nabenhöhe von 160m.

Für die Herstellung der Anlagenfundamente wird an allen drei Standorten eine geschlossene Wasserhaltung erforderlich. Vorgesehen ist eine Grundwasserabsenkung mittels eingefräster Horizontaldrainagen.

Die Fa. Neumann wurde durch die Windpark Gehrde GmbH & Co. KG damit beauftragt, basierend auf den Ergebnissen der vorliegenden Baugrunduntersuchungen die bei der Grundwasserhaltung anfallenden Wassermengen zu ermitteln.

2 Ermittlung der anfallenden Wassermengen

Die WEA PSP 001 - 003 werden auf kreisrunden Einzelfundamenten mit DN 22,5 m errichtet. Inklusive Vertiefung im WEA-Mittelpunkt und Sauberkeitsschicht verläuft die Baugrubensohle im tiefsten Bereich für alle drei WEA bei jeweils ca. 1,7m u.GOK (exklusiv Leerrohrverlegung). Unter Berücksichtigung einer Böschungsneigung von rd. 45° und einem Arbeitsraum von 1,0 m muß eine Baugrube mit einem Durchmesser auf Höhe der GOK von max. etwa 28 m

ausgehoben werden. Dies entspricht einem flächengleichen Quadrat mit ca. 24,8 m Kantenlänge.

Der geringste Grundwasserflurabstand im Dezember 2020 betrug 1,1 m (PSP 003: BS 2). Davon ausgehend, daß der maximale Grundwasserspiegel in unserer Klimaregion i.d.R. im März / April auftritt, wird für die Berechnungen – auf der sicheren Seite liegend – von einem Grundwasserflurabstand von 0,5 m ausgegangen. Dies entspricht einem maximalen Absenkungsbetrag von ca. $s = 1,7$ m (inkl. Entwässerung bis 0,5 m unterhalb des tiefsten Baugrubenbereichs = bis ca. 2,2 m u.GOK).

Unterhalb der wasserführenden Sande wurden indirekt in sämtlichen Spitzendrucksondierungen bindige, wasserhemmende Sedimente in wenigen Dezimetern Mächtigkeit bei maximal ca. 8 m u.GOK nachgewiesen. Die in geringeren Tiefen nachgewiesenen bindigen Böden werden – auf der sicheren Seite liegend – vernachlässigt.

Der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert wird für die erkundeten Sande unter Berücksichtigung der durchgeführten Siebanalyse (vgl. Kap. 2.4.1 der Gründungsbeurteilung) auf der sicheren Seite liegend mit $k_f = 3 \cdot 10^{-4}$ m/s angesetzt.

Nach dem theoretischen Ansatz von *Davidenkoff* berechnet sich die Wassermenge q , die dem gesamten System zufließt, zu:

$$Q = k_f \cdot s^2 \cdot \left[\left(1 + \frac{t}{s} \right) \cdot m + \frac{L_1}{R} \left(1 + \frac{t}{s} \cdot n \right) \right]$$

mit folgenden Eingangswerten:

Wasserdurchlässigkeitsbeiwert: $k_f = 3 \cdot 10^{-4}$ m/s

Absenkziel: $s = 1,7$ m

Mächtigkeit der aktiven Zone (Absenkziel bis zum wasserundurchlässigen Horizont bei ca. 8 m u.GOK): $t = 5,8$ m

Bei $t > s$ wird gemäß *Davidenkoff* $t = s$ angesetzt. Da auf Basis unserer Erfahrungen hierbei teilweise zu geringe Wassermengen errechnet werden, wird an dieser Stelle vom Ansatz *Davidenkoffs* abgewichen.

Einflußradius der Grundwasserabsenkung: $R = 2000 \cdot s \cdot \sqrt{k_f} = 59 \text{ m}$

Baugrubenlänge und -breite: $L_1 = L_2 = 24,8 \text{ m}$

m und n werden aus Diagrammen in Abhängigkeit von R, t und L_2 entnommen

$$Q = k_f \cdot s^2 \cdot \left[\left(1 + \frac{t}{s} \right) \cdot m + \frac{L_1}{R} \left(1 + \frac{t}{s} \cdot n \right) \right]$$

$$Q = 3 \cdot 10^{-4} \cdot 1,70^2 \cdot \left[(1 + 3,4) \cdot 1,5 + \frac{24,8}{59,0} \cdot (1 + 3,4 \cdot 1,65) \right]$$

$$Q = 0,00087 \cdot [6,6 + 0,42 \cdot 6,61] = 8,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 29,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

3 **Schlußbemerkung**

Es ist zu berücksichtigen, daß es sich um eine orientierende Vorbemessung handelt und daß die anfallenden Wassermengen maßgeblich vom Durchlässigkeitsbeiwert des anstehenden Baugrundes abhängen, so daß Inhomogenitäten des Untergrundes an allen drei WEA-Standorten zu stark abweichenden Ergebnissen führen können. Zur genaueren Eingrenzung wären insitu Versuche (z. B. Pumpversuche) erforderlich.

Sofern die Gründungsarbeiten zu einem Zeitpunkt länger andauernder starker Trockenheit ausgeführt werden, kann an den Standorten PSP 001 und ggf. auch PSP 002 möglicherweise auf die Durchführung einer Grundwasserabsenkung für den Fundamentbau verzichtet werden.

Für die Verlegung der Leerrohre sind partiell zusätzliche Absenkungen (ggf. mittels Spüllanzen) einzuplanen.



Für die Beantwortung evtl. noch auftretender Fragen stehen wir gern zur Verfügung.

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

Stefan Kindt, Dipl.-Geol.