



Windpark Westerberg I

Repowering von 6 Windenergieanlagen

Anlagentyp: 1 x Vestas V150 – 6,0 MW, NH 169 m
5 x Vestas V162 – 6,2 MW, NH 169 m

Geotechnischer Bericht



Auftraggeber: WindStrom Erneuerbare Energien
GmbH & Co. KG
Am Torfstich 11
31234 Edemissen

Auftragnehmer: Ingenieurbüro R.-U. Wode
Beratende Ingenieure und Geologen
Kolberger Straße 13, 31319 Sehnde
Tel.: 05138 / 6195-0; Fax: 05138 / 6195-15
eMail: Wode@ib-wode.de

Bearbeitung: Dipl.-Ing. A. Heumann



Ingenieurbüro Wode * Kolberger Str. 13 * 31319 Sehnde

WindStrom

Erneuerbare Energien GmbH & Co. KG

Am Torfstich 11

31234 Edemissen

Büro für Geotechnik

Baugrunderkundung

Gründungsberatung

Ingenieur- und Hydrogeologie

Bauschadenbegutachtung

Umweltgeologie / Altlasten

Deponie- u. Umwelttechnologie

Erdstatische Nachweise

Ihr Zeichen

Ihre Nachricht vom

Unser Zeichen

Datum

Heu/se

10. Mai 2023

Betr.: **Repowering von 6 Windenergieanlagen**

(1 x Vestas V150 - 6,0 MW, NH 169 m

5 x Vertas V162 – 6,2 MW, NH 169 m)

Windpark Westerberg I

hier: Geotechnisches Gutachten

Bezug: Ihre schriftliche Beauftragung vom 29. Dezember 2022

1. Vorgang und Aufgabenstellung

Die WindStrom Erneuerbare Energien GmbH & Co. KG plant ein Repowering von Windenergieanlagen (WEA) im Windpark „Weserberg I“.

Der Windpark befindet sich auf dem Gebiet der Gemeinden Hedeper und Börßum, Landkreis Wolfenbüttel (Niedersachsen).

Die geographische Lage des Planungsbereichs ist dem Übersichtslageplan (Anlage 1) zu entnehmen.

Nach dem Rückbau von 9 bestehenden Windenergieanlagen ist die Errichtung und der Betrieb von 6 Anlagen des Herstellers VESTAS geplant. Dabei handelt es sich um 1 Anlage vom Typ V150 mit 6,0 MW Nennleistung (Nabenhöhe: 169 m) und 5 Anlagen vom Typ V162 mit 6,2 MW Nennleistung (Nabenhöhe: 169 m).

Von der WindStrom Erneuerbare Energien GmbH & Co. KG sind wir am 29.12.2022 schriftlich beauftragt worden, im Gründungsbereich der geplanten Windenergieanlagen nach Art und Umfang vorgegebene Baugrunderkundungen (des Anlagenherstellers) durchzuführen.

Standort	Turmtyp	Geplante Gründungstiefe
WEA 1	Vestas V150, NH 169 m	0,14 m u. GOK
WEA 2 bis 6	Vestas V162, NH 169 m	0,24 m u. GOK

Anhand der Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen ist der Baugrund zu beurteilen und sind Empfehlungen zur Gründung abzugeben.

2. Bauwerk und örtliche Gegebenheiten

2.1 Windenergieanlagen

Für die geplanten Windenergieanlagen vom Typ Vestas V150 – 6,0 MW, NH 169 m bzw. V162 – 6,2 MW, NH 169 m sind die Abmessungen des Fundamentes sowie die Anforderungen an den Baugrund den statischen Unterlagen des Anlagenherstellers zu entnehmen:

V150: Fundamentdurchmesser Variante mit Auftrieb: 24,00 m

V162: Fundamentdurchmesser Variante mit Auftrieb: 24,50 m

Folgende geotechnischen Mindestwerte werden dort ausgewiesen:

Parameter		Einheit	V150	V162
Drehfedersteifigkeit, statisch	$k_{\varphi,stat}$	MNm/rad	≥ 40.000	
Drehfedersteifigkeit, dynamisch	$k_{\varphi,dyn}$	MNm/rad	≥ 200.000	
Mindestwert der zulässigen Bodenpressung	$\sigma_{R,k}$	kN/m ²	286,8 / 375,6	286,8 / 360,3

Im Sinne des EC 7 wird das Bauwerk in die Geotechnische Kategorie GK 3 eingeordnet.

2.2 Grundstück, örtliche Gegebenheiten

Die geplanten Standflächen der Windenergieanlagen liegen innerhalb eines Dreiecks, das durch die Ortschaften Hedeper im Osten, Achim im Westen und Kalme im Norden begrenzt wird.

Zum Zeitpunkt der Aufschlussarbeiten (21.03. bis 28.03.2023) unterlagen die Flächen der geplanten Standorte landwirtschaftlicher Nutzung.

Die Anlagenstandorte können über von der Kreisstraße K 23 abzweigende Wirtschaftswege sowie über die angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzflächen erreicht werden. Zwischen den Wirtschaftswegen und den Anlagenstandorten ist jeweils eine zusätzliche Zuwegung herzustellen.

3. Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

3.1 Allgemeine Angaben

Die nähere Umgebung des Untersuchungsbereiches im Übergang vom Fallstein-Sattel zur Remlinger Mulde weist eine leicht wellige Morphologie auf.

Nach den uns vorliegenden geologischen Unterlagen und im Ergebnis eigener Erkundungstätigkeiten im Windpark Westerberg II und Westerberg III ist im näheren Untersuchungsbereich mit der flächenhaften Verbreitung von weichselzeitlichem Lößlehm und von Hanglehm zu rechnen. Diese Lehme werden von Kalkstein und Tonstein des mittleren und unteren Jura bzw. dessen Verwitterungsprodukten (Verwitterungslehm / -ton) unterlagert. (vgl. Abb. 1, Geologische Übersichtskarte).

Der Untersuchungsbereich ist gemäß DIN 4149 als nicht erdbebengefährdet einzustufen.

Zur Erkundung der Baugrundsichtung wurden am 21.03.2023 an den geplanten Standorten der Windenergieanlagen von der Geländeoberkante aus Kleinrammbohrungen (KRB) nach DIN EN ISO 22475-1 in der Fundamentfläche ausgeführt. Die erreichte Tiefe der jeweiligen Sondierung war vorrangig abhängig vom möglichen Sondierfortschritt (mit Kleinbohrgeräten) und den angetroffenen Bodenarten.

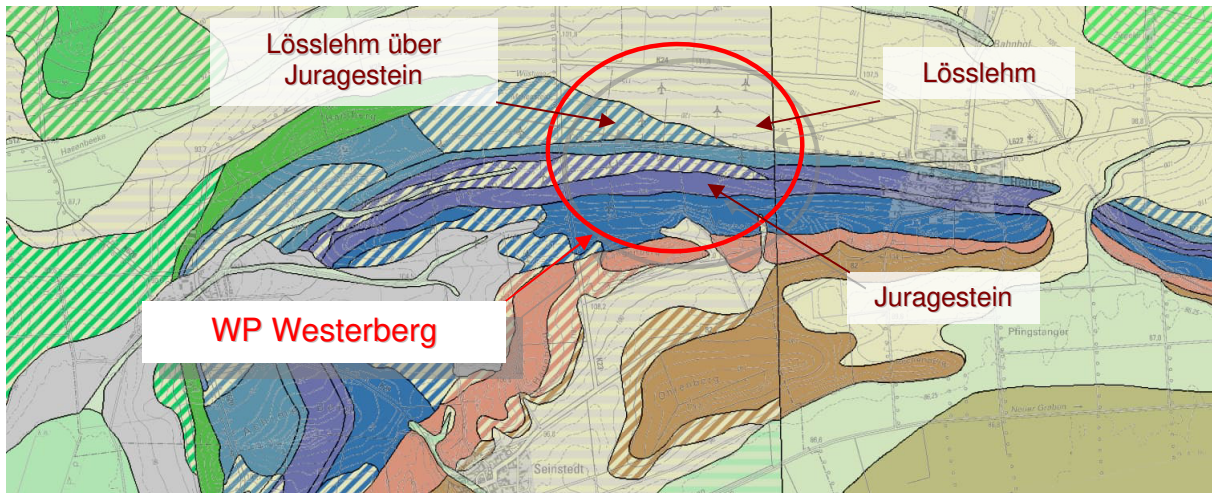


Abb. 1: Geologische Übersichtskarte (<https://nibis.lbeg.de/cardomap3>; 12.04.2023)

Des Weiteren wurden vom 27.03.2023 bis 28.03.2023 an jedem Anlagenstandort vier Drucksondierungen (CPT) nach DIN EN ISO 22476-1 abgeteuft (Abstand zur Fundamentmitte jeweils ca. 11 m).

Die Tiefe der Sondierungen wurde durch die Auslastung des Gerätes begrenzt.

Die Lage der Erkundungspunkte ist auf Anlage 2 eingetragen.

3.2 Ergebnisse der Kleinrammbohrungen und Drucksondierungen

Die bei den Kleinrammbohrungen geförderten Bodenproben wurden visuell und manuell durch den begleitenden Diplom-Ingenieur beurteilt.

Ergänzend wurden exemplarisch bodenmechanische Laborversuche (Bestimmung der Korngrößenverteilung und der Zustandsgrenzen) an ausgewählten Bodenproben ausgeführt (s. Anlage 10).

Die Ergebnisse der Bohrungen sind auf Anlage 4.1 bis 4.6 als Bohrprofile nach DIN 4023 gemeinsam mit der Auswertung der Drucksondierungen dargestellt und auf Anlage 3.1 bis 3.6 in Form von Schichtenverzeichnissen dokumentiert.

Nach Auswertung aller Aufschlüsse ist im zukünftigen Baubereich folgender Baugrundaufbau angetroffen worden, der auch durch die ausgeführten Drucksondierungen an den Anlagenstandorten abgebildet wird:

Unter dem **Oberboden** folgen verbreitet **Löss- und Hanglehme** in Form von Schluff, sandig - stark sandig, z. T. schwach tonig - tonig, z. T. schwach kiesig bzw. Feinsand, schluffig - stark schluffig, z. T. schwach kiesig.

Zur Tiefe stehen Festgesteine des Jura bzw. des Keupers und deren auflagernden Verwitterungsprodukte an. Die **Verwitterungstone** wiesen zum Erkundungszeitpunkt eine steife bis feste Konsistenz auf und wurden als Ton, schwach schluffig - schluffig, einzeln steinig (Geoden) angesprochen.

Anhand der Ergebnisse aus den Kleinrammbohrungen und Drucksondierungen, die im Sinne der DIN EN 1997-2, Anhang D interpretiert wurden, kann für geotechnischen Berechnungen für jeden Anlagenstandort ein individuelles standortgerechtes Baugrundmodell entworfen werden, das Homogenbereiche, Schichten und Diskontinuitäten im Untergrund der geplanten Windenergieanlage angemessen berücksichtigt.

3.3 Bodenmechanische Eigenschaften und Kennwerte

Aufgrund der visuellen Beurteilung der entnommenen Bodenproben durch den begleitenden Diplom-Ingenieur vor Ort, der Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche sowie unserer Erfahrungen mit geologisch und bodenmechanisch vergleichbaren Böden, können den angetroffenen Hauptbodenarten nachfolgende bodenmechanische Kennwerte und Eigenschaften zugeordnet werden.

Grundlage für die Festlegung der dynamischen Steifemoduli sind neben den Angaben GBT, 6. Auflage, Kap. 1.8 „Bodendynamik und Erdbeben“ weitere Literaturquellen (z. B. Betonkalender¹ und Messwerte nach NIJBOER²). Die Festlegung der im Gutachten angegebenen Wertespanne erfolgte dabei unter Berücksichtigung der Konsistenz bzw. Lagerungsdichte der in situ angetroffenen Böden.

¹ Betonkalender 1997, 86. Jahrgang, S. 780ff, Ernst&Sohn, Berlin

a) Oberboden

Benennung	(DIN 4022)	Schluff, schwach tonig - tonig, schwach sandig - sandig, humos
Bodengruppe	(DIN 18 196)	OU, OT
Bodenklasse	(DIN 18 300:2012-09)	1
Konsistenz		steif bis halbfest

b) Lösslehm / Hanglehm

Benennung	(DIN 4022)	Schluff, sandig - stark sandig, z. T. schwach tonig - tonig z. T. schwach kiesig bzw. Feinsand, schluffig - stark schluffig, z. T. schwach kiesig	
Bodengruppe	(DIN 18 196)	UL, TL, (SU*)	
Bodenklasse	(DIN 18 300:2012-09)	4	
Wichte, erdfeucht	γ_k	= 18,0 - 22,0 kN/m ³	
Wichte, unter Auftrieb	γ'_k	= 8,0 - 12,0 kN/m ³	
Reibungswinkel	φ'_k	= 22,5° - 27,5°	
Kohäsion	c'_k	= 5 - 25 kN/m ²	
Steifemodul	(statisch)	$E_{s,k}$ = 20 - 30 MN/m ²	(steif)
		$E_{s,k}$ = 30 - 40 MN/m ²	(halbfest)
	(dynamisch)	$E_{dyn,k}$ = 110 - 150 MN/m ²	(steif)
		$E_{dyn,k}$ = 150 - 160 MN/m ²	(halbfest)
Konsistenz		steif bis halbfest	
Wasserdurchlässigkeit (DIN 18130)	$k_f \sim$	< 1 x 10 ⁻⁶ m/s (schwach durchlässig)	

² Handbuch ZTVE, Kommentar mit Kompendium Erd- und Felsbau, 4. Auflage, S. 667f, Kirschbaum Verlag, Bonn

c) Verwitterungston

Benennung (DIN 4022)	Ton, schwach schluffig - schluffig, einzeln steinig (Geoden), zur Tiefe Übergang zum Festgestein			
Bodengruppe (DIN 18 196)	TA, TM			
Bodenklasse (DIN 18 300:2012-09)	4 - 6			
Wichte, erdfeucht	γ_k	= 19,5 - 22,5 kN/m ³		
Wichte, unter Auftrieb	γ'_k	= 9,5 - 12,5 kN/m ³		
Reibungswinkel	φ'_k	= 22,0° - 25,5°		
Kohäsion	c'_k	= 20 - 40 kN/m ²		
Steifemodul (statisch)	$E_{s,k}$	= 20 - 30 MN/m ²	(steif)	
	$E_{s,k}$	= 30 - 40 MN/m ²	(halbfest)	
	$E_{s,k}$	= 40 - 45 MN/m ²	(fest)	
	(dynamisch)	$E_{dyn,k}$	= 110 - 150 MN/m ²	(steif)
		$E_{dyn,k}$	= 150 - 160 MN/m ²	(halbfest)
		$E_{dyn,k}$	= 160 - 165 MN/m ²	(fest)
Konsistenz	steif bis fest			
Wasserdurchlässigkeit (DIN 18130)	k_f	< 1 x 10 ⁻⁸ m/s (sehr schwach durchlässig)		

3.4 Beurteilung des Baugrundes

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundungen steht an den untersuchten Standorten im Bereich der Gründungssohle mit den bereichsweise anstehenden Lösslehmen, Hanglehmen und steifen Verwitterungstonen Verhältnisse angetroffen, die einen nur mäßig tragfähigen Baugrund darstellen.

Aus geotechnischer Sicht wird für diese Standorte deshalb die Ausführung von baugrundverbessernden Maßnahmen empfohlen.

Die aus diesen Bauwerken resultierenden Lasten können dabei unter Beachtung der in Abschnitt 4 genannten Maßnahmen über eine Flachgründung in Verbindung mit einem Gründungspolster in den Untergrund eingeleitet werden (vgl. Anlage 8).

3.5 Hydrologische Verhältnisse

Bei den durchgeführten Baugrunderkundungen am 21.03.2023 wurde an den geplanten Anlagenstandorten kein freies Grundwasser angetroffen.

Lediglich am Standort WEA 5 lag in einer Tiefe von 1,50 m unter GOK Schichtwasser vor.

3.6 Betonaggressivität

Zur Beurteilung einer möglichen Betonaggressivität des anstehenden Bodens wurden im Rahmen der Aufschlussarbeiten im Bereich der Windenergieanlagen Bodenproben entnommen und zu der Mischprobe MP 1 zusammengeführt.

Die Bodenprobe wurde chemisch hinsichtlich ihrer betonaggressiven Inhaltsstoffe untersucht. Der entsprechende Prüfbericht 2023P602619/1 der GBA mbH ist als Anlage 9 beigelegt.

Im Ergebnis dieser chemischen Analysen sind die Böden im Bereich der Fundamente als „nicht Beton angreifend“ einzustufen.

4. Empfehlungen zur Bauwerksgründung und zu ihrer Bauausführung

4.1 Allgemeines

Im Rahmen des Repowerings im Windpark Westerberg I ist geplant, die Windenergieanlagen entsprechend der vorgegebenen Absetztiefe der Typenstatik bei 0,14 m unter GOK (V150) bzw. 0,24 m unter GOK (V162) zu gründen.

Die in Kapitel 2.1 genannten Anforderungen an die Baugrundverhältnisse sind zur Ausführung einer typisierten Gründung einzuhalten bzw. zu bestätigen.

Die Empfehlungen zur Gründung sind für alle Anlagenstandorte tabellarisch in der Anlage 8 dargestellt.

Folgende Vorgehensweise wird zur Gründung der Windenergieanlagen empfohlen:

- Die jeweilige Baugrube ist bis zur vorgesehenen Aushubebene herzustellen. Die Sohlebene ist sauber abzuziehen und zu glätten. Auflockerungen in der Aushubsohle sind dabei möglichst zu vermeiden bzw. bedarfsweise mit leichtem Gerät nachzuverdichten.
- Die Aushubsohle ist unbedingt vor Vernässungen (Niederschlag) und damit einhergehenden Konsistenzänderungen (Aufweichen) zu schützen (z. B. durch den unverzüglichen Einbau des Gründungspolsters und der Sauberkeitsschicht). Dennoch vernässte Bereiche sind aus der gesamten Aushubsohle zu entfernen und durch geeignetes Material zu ersetzen.
- Das Gründungspolster (vgl. Anlage 8) ist aus einem nichtbindigem, gebrochenen Erdbaustoff herzustellen, der lagenweise einzubringen und sorgfältig zu verdichten ist. Ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100 \%$ ist durch geeignete Erdbaukontrollprüfungen des AN nachzuweisen.
- Während der Erd- und Fundamentarbeiten am jeweiligen Anlagenstandort ist zum Schutz der Gründungsebene vor zutretendem Niederschlagswasser eine ausreichend dimensionierte offene Wasserhaltung einzuplanen und bedarfsweise zu betreiben.
- Vorhandene Felddränagen sind vor Beginn der Aushubarbeiten außerhalb der Baugrube zu fassen, bauzeitig abzuleiten und dauerhaft um den Fundamentkörper herum funktionstüchtig umzuschließen.
- Die Baugrubenböschungen können mit einem Böschungswinkel bis zu $\beta = 45^\circ$ hergestellt werden. Generell sind die Anforderungen der DIN 4124 zu beachten.
- Die als Erdaushub anfallenden Schluffe und Tone sind nur unter günstigen Bedingungen (geringer Wassergehalt) bzw. konditioniert für die Fundament-hinterfüllung bzw. Überschüttung geeignet.

Der zum Wiedereinbau vorgesehene Aushubboden ist dabei in entsprechenden Bodenmieten zu lagern und vor Vernässung und Konsistenzverschlechterung zu schützen.

In Bereichen, in denen die Hinterfüllung unter der Kranstellfläche liegt, ist ein grobkörniger Erdstoff einzubauen, um die Tragfähigkeit (der Stellfläche) sicher zu gewährleisten.

Die erforderlichen (Mindest-)Baugrunderfordernisse des Vestas-Standsicherheitsnachweises können unter Beachtung der vorgenannten Arbeitsweise hinsichtlich der geotechnischen Eingangswerte gutachterlich bestätigt werden.

Die gemäß Vestas-Standsicherheitsnachweis erforderliche dynamische Drehfedersteifigkeit des Baugrundes ist auf der Basis der abgeleiteten Steifemoduli sicher gewährleistet.

4.2 Wegebau und Kranstellflächen

Allgemein ist die Spezifikation des WEA-Herstellers in der aktuellen Fassung zu beachten.

Die Ausführung der Erdarbeiten hat unter Einhaltung der Regelungen in TL und ZTV SoB-StB 20 sowie ZTV E-StB 17 zu erfolgen.

Für den Wegebau und die Kranstellflächen sollte der Oberboden vollständig aus der Baufläche entfernt werden. Das Planum ist dann sorgfältig nachzuverdichten.

Für die ungebundenen Tragschichten sollte zumindest im oberen Bereich ein gebrochenes grobkörniges Material (RC-Material, Schotter o. ä.) lagenweise eingebracht und verdichtet werden.

Zuwegungen und Kranstellflächen sind mit einem Quergefälle zum Ableiten von Niederschlagswasser auszubilden. Darüber hinaus ist eine staufreie seitliche Ableitung sicherzustellen.

5. Erdstatische Nachweise und Berechnungen

Für geotechnische Nachweise liegen die nachfolgenden Unterlagen vor:

- Statische Berechnung Max Bögl Hybridturm T21 (Windenergieanlage: V150-5.4/5.6/6.0 MW, Nabenhöhe: 169m + 166m), Proj.-Nr. 21683-T21, Max Bögl Wind AG, Sengenthal, 07.05.2021.
- Schalplan Fundament Ø24,00m, Proj.-Nr. 21683, Planbezeichnung: DE_T21_005_XX_X_Schalplan_a, Max Bögl Wind AG, Sengenthal, 07.05.2021.
- Statische Berechnung Max Bögl Hybridturm T20 (Windenergieanlage: V162-5.4/5.6/6.0/6.2MW, Nabenhöhe: 169m + 166m), Proj.-Nr. 21683-T20, Max Bögl Wind AG, Sengenthal, 15.10.2021.
- Schalplan Fundament Ø24,50m, Proj.-Nr. 21683, Planbezeichnung: DE_T20_005_XX_X_Schalplan_c, Max Bögl Wind AG, Sengenthal, 03.12.2021.

In den Unterlagen sind die Lasten an der Fundamentunterkante für den Fall „Permanentlasten“ und „Extremlasten“ angegeben.

5.1 Sicherheit gegen Kippen (klaffende Fuge)

Eine überschlägige Nachrechnung zeigt für die geplanten Anlagen, dass unter der Annahme eines Kreisringfundamentes keine klaffende Fuge auftritt (die Sohldruckresultierende liegt innerhalb der 1. Kernweite).

Für den Lastfall 'Extremlasten' liegt die Sohldruckresultierende normgerecht innerhalb der 2. Kernweite.

5.2 Grundbruchsicherheit

Die Grundbruchsicherheit ist unter Annahme der aus den angegebenen Lasten resultierenden Sohlspannungen bei den Böden (Gründungspolster) in der Gründungsebene erfahrungsgemäß sicher gewährleistet.

Ein rechnerischer Nachweis kann deshalb entfallen.

5.3 Gleitsicherheit

Die Gleitsicherheit gem. DIN 1054 ist für die Fundamente dieser Windenergieanlagen allgemein gewährleistet, wenn ein Sohlreibungswinkel von mindestens 10° gegeben ist.

Durch das Gründungspolster in der Fundamentsohle ist diese Anforderung für die zu errichtende Anlage sicher erfüllt.

5.4 Setzungen

Auf der Grundlage der o. g. Unterlagen wurden erdstatische Berechnungen zur Ermittlung der wahrscheinlichen Setzungen (Extremlastfall) ausgeführt. Die Berechnungen erfolgten unter Annahme des in Kapitel 3 beschriebenen Baugrundmodells exemplarisch an den Standorten der Windenergieanlagen WEA 1 und WEA 6.

Die Berechnungen wurden unter Zuhilfenahme von geotechnischer Software erarbeitet (Programm: GGU-SETTLE, Version 6. / Verfasser: Prof. Dr. J. Buß).

Gemäß der durchgeführten Setzungsberechnungen wurden folgende Maximalsetzungen ermittelt (siehe Anlage 6):

- WEA 1: $s_{\max} = 31,3 \text{ mm.}$

- WEA 6: $s_{\max} = 36,9 \text{ mm.}$

Im Ergebnis der Berechnung zur Schiefstellung wurde ermittelt, dass die mögliche Schiefstellung die gemäß Typenprüfung maximal zulässige Fundamentneigung von $\Delta s \leq 3 \text{ mm/m}$ unterschreitet.

5.5 Drehfedersteifigkeiten

Auf der Grundlage der o. g. Unterlagen wurden exemplarisch am Standort WEA 1 und WEA 6 erdstatische Berechnungen zur Ermittlung der Drehfedersteifigkeit ausgeführt.

Dazu wurde zunächst die rechnerische Schiefstellung des Fundaments auf Grundlage der vorgegebenen Einwirkungen im Permanentlastfall bestimmt. Diese Schiefstellungsberechnung erfolgte separat sowohl unter Berücksichtigung der statischen als auch der dynamischen Steifemoduli.

Aus der Schiefstellung und der Fundamentgeometrie wurde der Drehwinkel ermittelt. Der Quotient aus angreifendem Moment und Drehwinkel stellt die jeweilige Drehfedersteifigkeit dar.

Die Berechnungen zur statischen Drehfedersteifigkeit erfolgten unter Annahme des in Kapitel 3 beschriebenen Baugrundmodells. Die Ergebnisse sind in den nachfolgenden Tabellen für die statischen sowie für die dynamischen Baugrundkennwerte an den Standorten der Windenergieanlagen zusammengestellt.

Statische Drehfedersteifigkeit:

Die für die statische Drehfedersteifigkeitsermittlung erforderliche Bestimmung der Schiefstellung ist in der Anlage 7.1 dokumentiert.

Standort	Durchmesser [m]	Schiefstellung [m]	Drehwinkel [rad]	Moment [kNm]	Drehfedersteifigkeit [MNm/rad]
WEA 1	24,0	0,0289	0,0012	199.389	165.583
WEA 6	24,5	0,0345	0,0014	218.788	155.371

Die gemäß Unterlagen erforderliche statische Drehfedersteifigkeit des Baugrundes von 40.000 MNm/rad ist rechnerisch nachgewiesen.

Dynamische Drehfedersteifigkeit:

Die für die dynamische Drehfedersteifigkeitsermittlung erforderliche Bestimmung der Schiefstellung ist in der Anlage 7.2 dokumentiert.

Standort	Durchmesser [m]	Schiefstellung [m]	Drehwinkel [rad]	Moment [kNm]	Drehfedersteifigkeit [MNm/rad]
WEA 1	24,0	0,0054	0,0002	199.389	886.173
WEA 6	24,5	0,0065	0,0003	218.788	824.662

Die gemäß Unterlagen erforderliche dynamische Drehfedersteifigkeit des Baugrundes von 200.000 MNm/rad ist rechnerisch nachgewiesen.

Soweit im Zuge der Ausführungsplanung Detailfragen in Bezug auf die Baugrundverhältnisse bzw. die erdbautechnische Behandlung des Bodens bestehen, steht der Unterzeichner zur Klärung zur Verfügung.


Dipl.-Ing. A. Heumann



Anlagen

- | | |
|----------------|--|
| Anl. 1 | Übersichtslageplan WP Westerberg |
| Anl. 2.1 - 2.2 | Lageplan / Lageskizze mit Darstellung der Aufschlusspunkte |
| Anl. 3 | Schichtenverzeichnisse |
| Anl. 4 | Bohrprofilschnitte |
| Anl. 5 | Drucksondierdiagramme (Keller Grundbau GmbH) |
| Anl. 6 | Setzungsberechnung |
| Anl. 7.1 - 7.2 | Schiefstellung |
| Anl. 8 | Empfehlungen zur Gründung (tabellarisch) |
| Anl. 9 | Chemische Analytik |
| Anl. 10 | Bodenmechanische Laborversuche |

Übersichtslageplan WP Westerberg





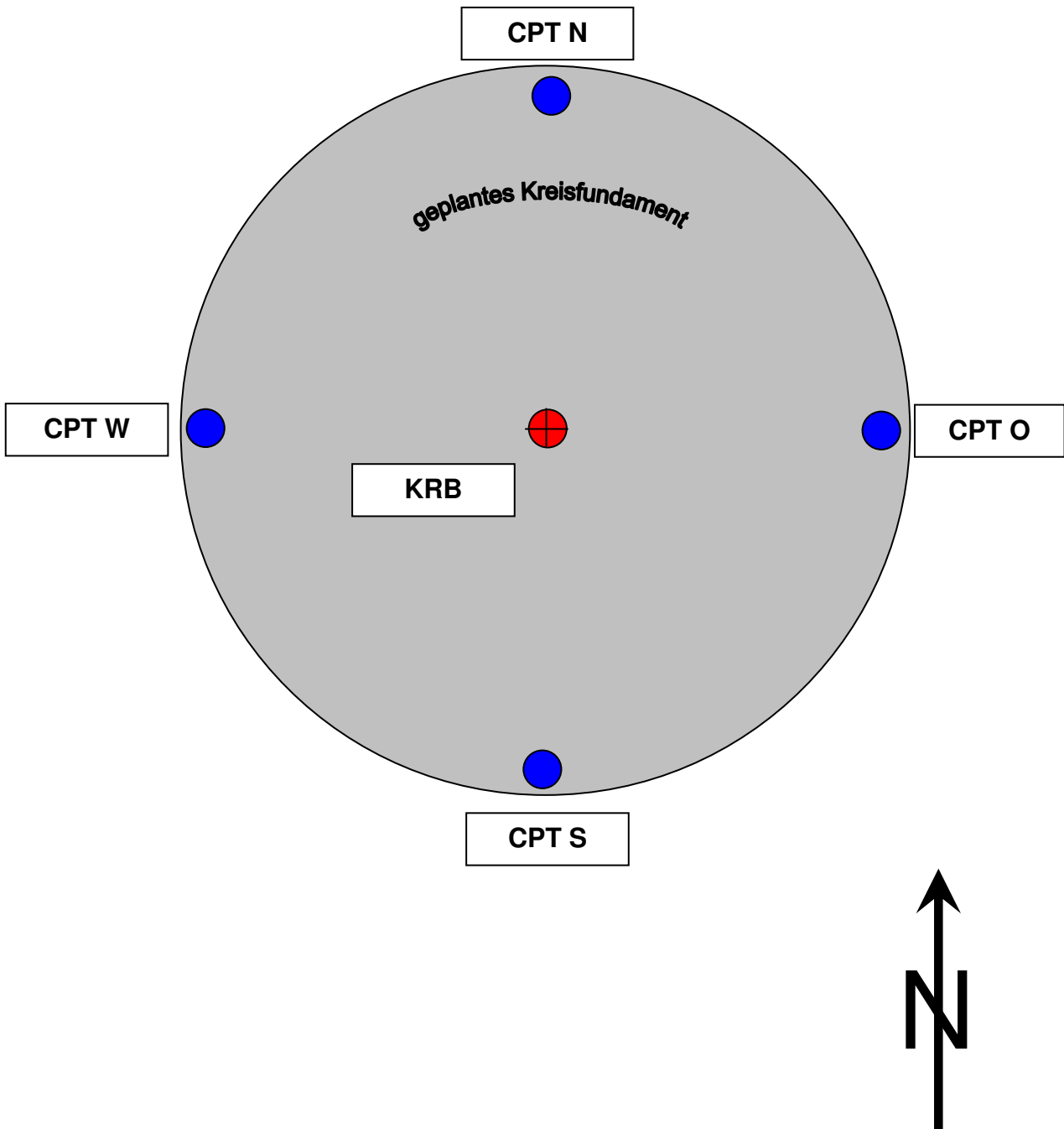
INGENIEURBÜRO R.-U. WODE

Repowering von
6 Windenergieanlagen
Windpark Westerberg I

Lageplan mit Darstellung der
Aufschlusspunkte

Anlage 2.1

Lageskizze mit Darstellung der Aufschlusspunkte



ING.BÜRO R.-U. WODE Beratende Ing. u. Geologen Kolberger Straße 13 31319 Sehnde Tel.: 05138/6195-0 * Fax: -15	<h1 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h1> <p style="margin: 0;">für Bohrungen ohne durchg. Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: WindStrom Anlage: 3.1
---	--	---

Vorhaben: Windpark Westerberg

Bohrung KRB 1 / Blatt: 1	Höhe: 124.57 mNN	Datum: 21.03.2023
---------------------------------	------------------	----------------------

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk-gehalt				
0.50	a) Schluff, sandig, schwach tonig, humos							
	b)							
	c) steif	d) mittelschwer z.b.	e) dunkelbraun					
	f) Auffüllung Oberboden	g) Holozän	h) [OU]	i)				
1.00	a) Schluff, mittelsandig, feinsandig							
	b)							
	c) steif	d) mittelschwer z.b.	e) hellbraun - beige					
	f) Lößlehm	g) Weichsel-Kaltzeit	h) UL	i)				
2.10	a) Schluff, feinsandig, schwach tonig							
	b)							
	c) steif	d) mittelschwer z.b.	e) hellbraun - beige					
	f) Lößlehm	g) Weichsel-Kaltzeit	h) UL	i)				
3.60	a) Schluff, tonig, schwach sandig, vereinzelt (kiesig)							
	b)							
	c) steif - halbfest	d) mittelschwer - schwer zu b.	e) orange - hellgrau					
	f) Verwitterungslehm	g) Quartär	h) TL	i)				
4.00	a) Ton, schwach schluffig - schluffig							
	b)							
	c) halbfest	d) (sehr) schwer zu bohren	e) grau					
	f) Verwitterungston	g) Quartär	h) TM - TA	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ING.BÜRO R.-U. WODE Beratende Ing. u. Geologen Kolberger Straße 13 31319 Sehnde Tel.: 05138/6195-0 * Fax: -15	<h1 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h1> <p style="margin: 0;">für Bohrungen ohne durchg. Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: WindStrom Anlage: 3.2
---	--	---

Vorhaben: Windpark Westerberg

Bohrung KRB 2 / Blatt: 1	Höhe: 122.57 mNN	Datum: 21.03.2023
---------------------------------	------------------	-------------------

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk-gehalt				
0.45	a) Schluff, sandig, schwach tonig, humos							
	b)							
	c) steif	d) mittelschwer z.b.	e) dunkelbraun					
	f) Auffüllung Oberboden	g) Holozän	h) [OU]	i)				
1.00	a) Schluff, stark feinsandig							
	b)							
	c) halbfest	d) mittelschwer z.b.	e) beige					
	f) Lößlehm	g) Weichsel-Kaltzeit	h) UL-SU*	i)				
2.10	a) Schluff, feinsandig, schwach tonig							
	b)							
	c) steif	d) mittelschwer z.b.	e) hellbraun - beige					
	f) Lößlehm	g) Weichsel-Kaltzeit	h) UL	i)				
2.10	a) Feinsand, stark schluffig, schwach kiesig				erdfeucht			
	b)							
	c)	d) mittelschwer z.b.	e) beige - gelb					
	f) Hangbildung	g) Quartär	h) SU*	i)				
3.00	a) Ton, schluffig, vereinzelt (steinig, Geoden)							
	b)							
	c) halbfest	d) schwer z. b.	e) graubraun - grau					
	f) Verwitterungston	g) Quartär	h) TM - TA	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ING.BÜRO R.-U. WODE
 Beratende Ing. u. Geologen
 Kolberger Straße 13
 31319 Sehnde
 Tel.: 05138/6195-0 * Fax: -15

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchg. Gewinnung von gekernten Proben

Bericht:
 WindStrom

Anlage:
 3.2

Vorhaben: Windpark Westerberg

Bohrung **KRB 2** / Blatt: 2

Höhe: 122.57 mNN

Datum:

21.03.2023

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
4.50	a) Ton, schwach schluffig							
	b)							
	c) fest	d) (sehr) schwer zu bohren	e) grau					
	f) Verwitterungston	g) Quartär	h) TM - TA	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ING.BÜRO R.-U. WODE Beratende Ing. u. Geologen Kolberger Straße 13 31319 Sehnde Tel.: 05138/6195-0 * Fax: -15	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchg. Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: WindStrom Anlage: 3.3
---	--	---

Vorhaben: Windpark Westerberg

Bohrung KRB 3 / Blatt: 1	Höhe: 131.94 mNN Datum: 21.03.2023
---------------------------------	---

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.30	a) Ton, schluffig, humos							
b)								
c) steif	d) mittelschwer z.b.	e) dunkelbraun						
f) Auffüllung Oberboden	g) Holozän	h) [OT]	i)					
3.00	a) Ton, schwach schluffig							
b)								
c) halbfest	d) schwer z. b.	e) hellbraun - hellgrau						
f) Verwitterungston	g) Quartär	h) TM	i)					
4.00	a) Ton, schluffig							
b)								
c) halbfest - fest	d) (sehr) schwer zu bohren	e) grau						
f) Verwitterungston	g) Quartär	h) TM - TA	i)					
	a)							
b)								
c)	d)	e)						
f)	g)	h)	i)					
	a)							
b)								
c)	d)	e)						
f)	g)	h)	i)					

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ING.BÜRO R.-U. WODE
 Beratende Ing. u. Geologen
 Kolberger Straße 13
 31319 Sehnde
 Tel.: 05138/6195-0 * Fax: -15

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchg. Gewinnung von gekernten Proben

Bericht:
 WindStrom

Anlage:
 3.4

Vorhaben: Windpark Westerberg

Bohrung **KRB 4** / Blatt: 1

Höhe: 125.40 mNN

Datum:

21.03.2023

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe					i) Kalk- gehalt
0.30	a) Ton, schluffig, humos							
	b)							
	c) steif	d) mittelschwer z.b.	e) dunkelbraun					
	f) Auffüllung Oberboden	g) Holozän	h) [OT]					i)
1.00	a) Ton, schwach schluffig - schluffig							
	b)							
	c) steif - halbfest	d) mittelschwer z.b.	e) beige - hellgrau					
	f) Verwitterungston	g) Quartär	h) TM					i)
3.00	a) Ton, schluffig							
	b)							
	c) fest	d) sehr schwer z. b.	e) braun - rotbraun					
	f) Verwitterungston	g) Quartär	h) TM - TA					i)
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					i)
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					i)

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ING.BÜRO R.-U. WODE
 Beratende Ing. u. Geologen
 Kolberger Straße 13
 31319 Sehnde
 Tel.: 05138/6195-0 * Fax: -15

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchg. Gewinnung von gekernten Proben

Bericht:
 WindStrom

Anlage:
 3.5

Vorhaben: Windpark Westerberg

Bohrung **KRB 5** / Blatt: 1

Höhe: 126.80 mNN

Datum:
 21.03.2023

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.70	a) Schluff, tonig, schwach sandig, humos							
	b)							
	c) steif - halbfest	d) mittelschwer z.b.	e) dunkelbraun					
	f) Auffüllung Oberboden	g) Holozän	h) [OT]	i)				
1.00	a) Schluff, mittelsandig, feinsandig, schwach tonig							
	b)							
	c) steif	d) mittelschwer z.b.	e) hellbraun - beige					
	f) Lößlehm	g) Weichsel-Kaltzeit	h) UL	i)				
4.00	a) Ton, schwach schluffig - schluffig, vereinzelt (steinig, Geoden)				GW (1.50 Schichtwasser)			
	b)							
	c) halbfest - fest	d) schwer z. b.	e) hellgrau					
	f) Verwitterungston	g) Quartär	h) TM - TA	i)				
4.50	a) Ton, schwach schluffig, vereinzelt (steinig, Geoden)							
	b)							
	c) fest	d) sehr schwer z. b.	e) hellgrau					
	f) Verwitterungston	g) Quartär	h) TM - TA	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ING.BÜRO R.-U. WODE Beratende Ing. u. Geologen Kolberger Straße 13 31319 Sehnde Tel.: 05138/6195-0 * Fax: -15	<h1 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h1> <p style="margin: 0;">für Bohrungen ohne durchg. Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: WindStrom Anlage: 3.6
---	--	---

Vorhaben: Windpark Westerberg

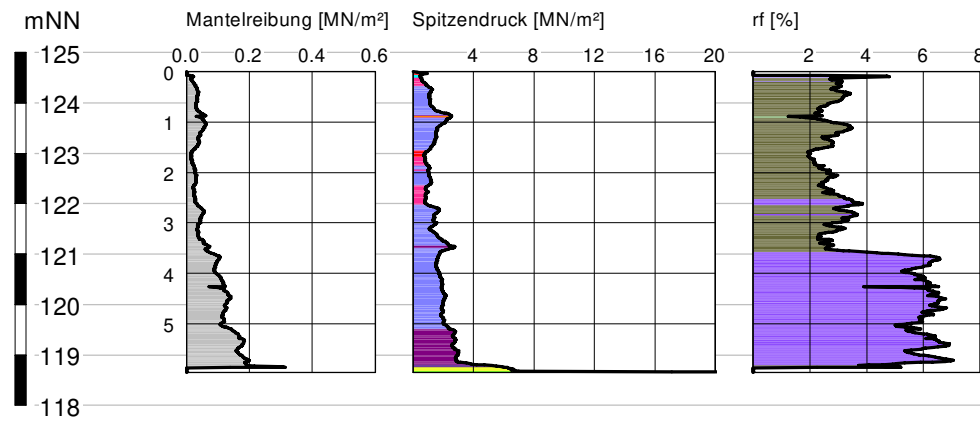
Bohrung KRB 6 / Blatt: 1	Höhe: 123.49 mNN	Datum: 21.03.2023
---------------------------------	------------------	-------------------

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalkgehalt				
0.60	a) Schluff, tonig, sandig, humos							
	b)							
	c) steif	d) mittelschwer z.b.	e) dunkelbraun					
	f) Auffüllung Oberboden	g) Holozän	h) [OT]	i)				
2.00	a) Schluff, tonig, feinsandig, schwach mittelsandig							
	b)							
	c) steif	d) mittelschwer z.b.	e) hellbraun - beige					
	f) Lößlehm	g) Weichsel-Kaltzeit	h) UL - TL	i)				
2.50	a) Schluff, tonig, sandig, vereinzelt (kiesig)							
	b)							
	c) steif	d) mittelschwer z.b.	e) hellbraun					
	f) Hangbildung	g) Quartär	h) TL	i)				
3.80	a) Ton, schwach schluffig - schluffig							
	b)							
	c) halbfest	d) schwer z. b.	e) hellgrau					
	f) Verwitterungston	g) Quartär	h) TM	i)				
4.00	a) Ton, schwach schluffig							
	b)							
	c) fest	d) sehr schwer z. b.	e) grau					
	f) Verwitterungston	g) Quartär	h) TM - TA	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

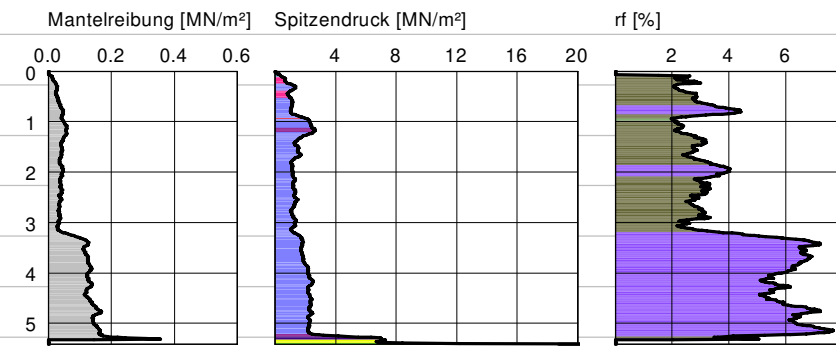
CPT 1-W

124.62 mNN



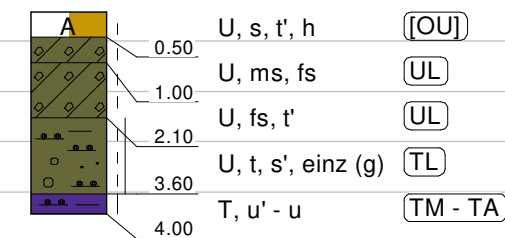
CPT 1-N

124.27 mNN



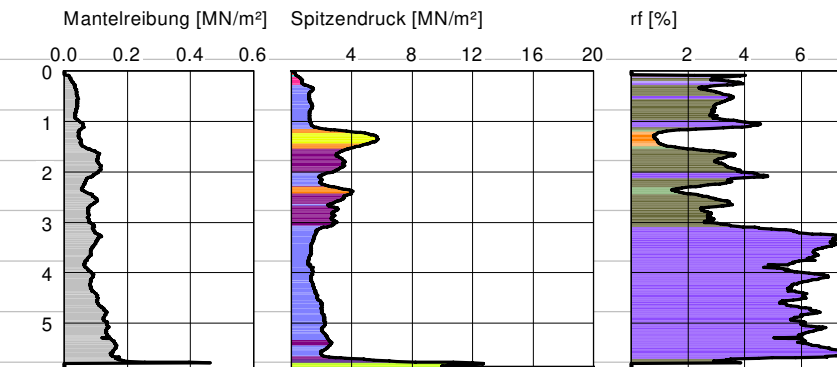
KRB 1

124.57 mNN



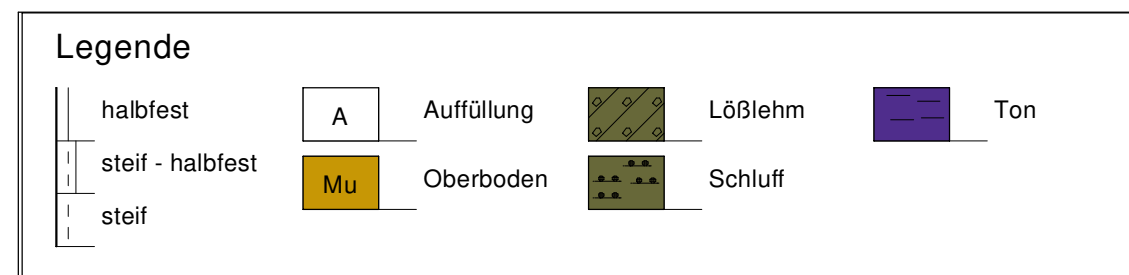
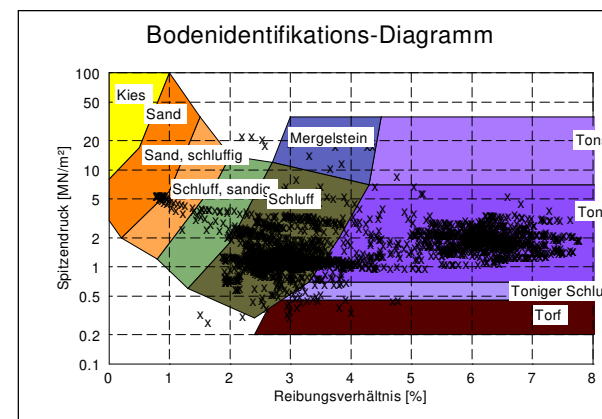
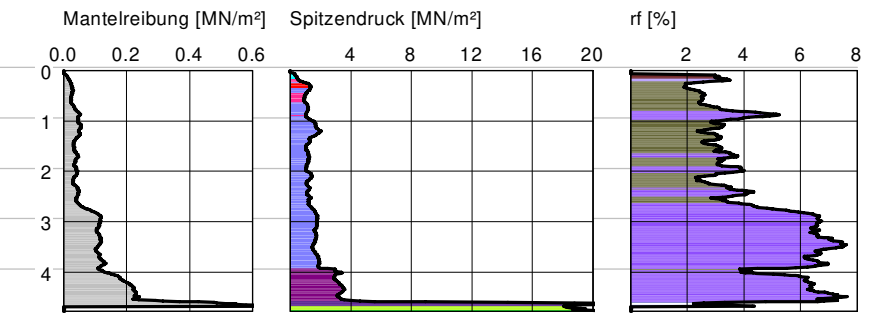
CPT 1-O

124.77 mNN



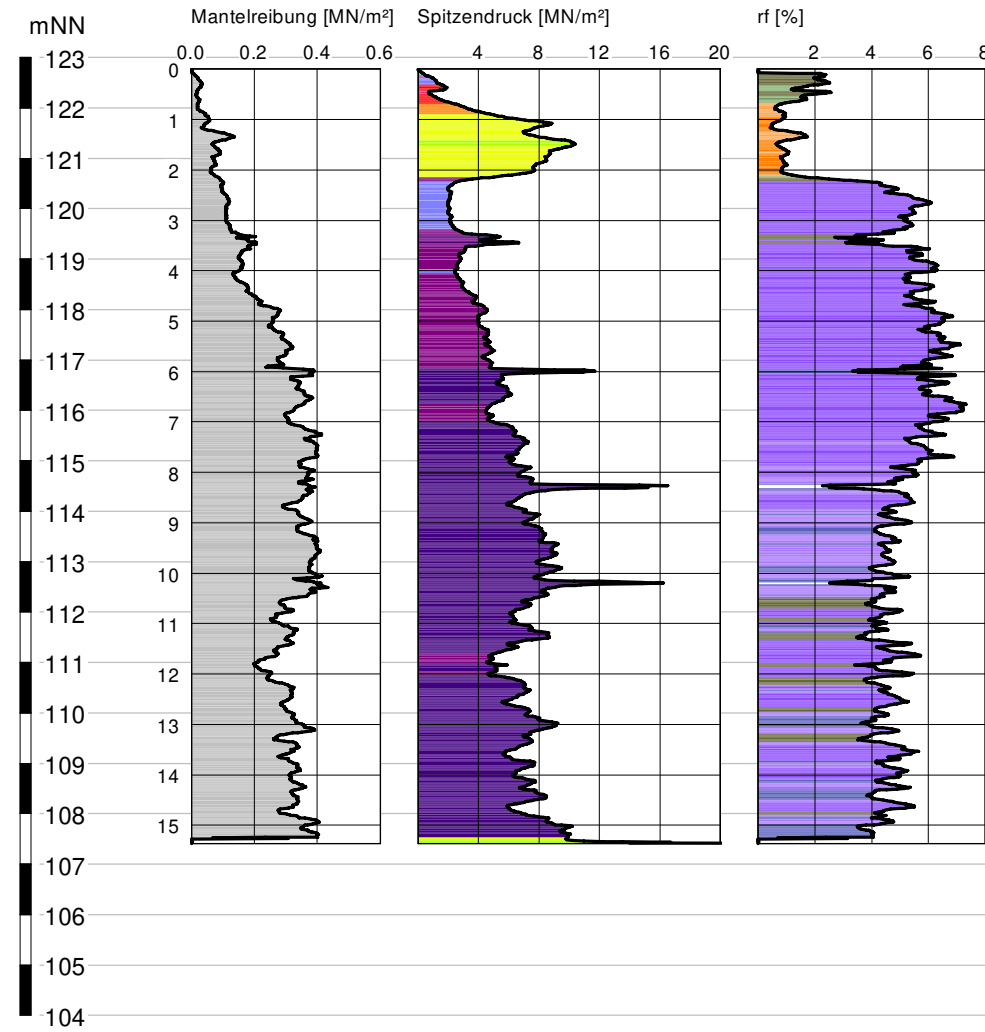
CPT 1-S

124.94 mNN



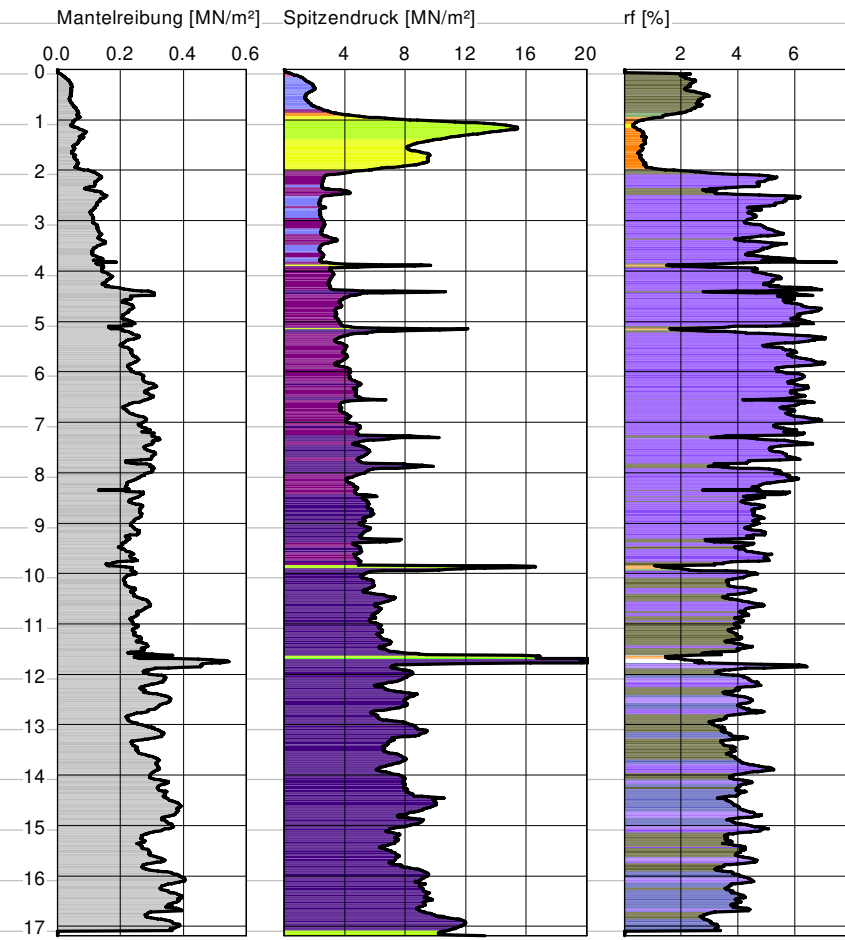
CPT 2-W

122.77 mNN



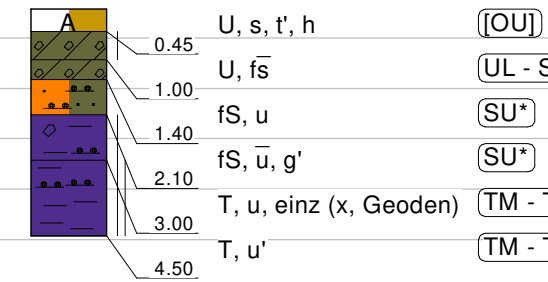
CPT 2-N

122.09 mNN



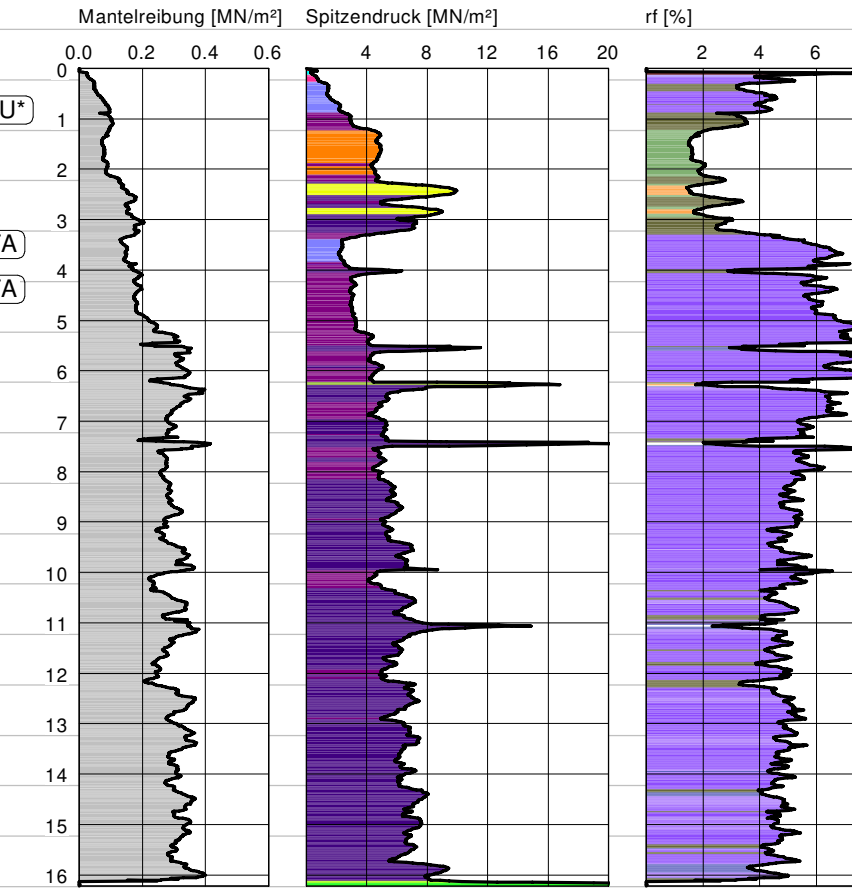
KRB 2

122.57 mNN



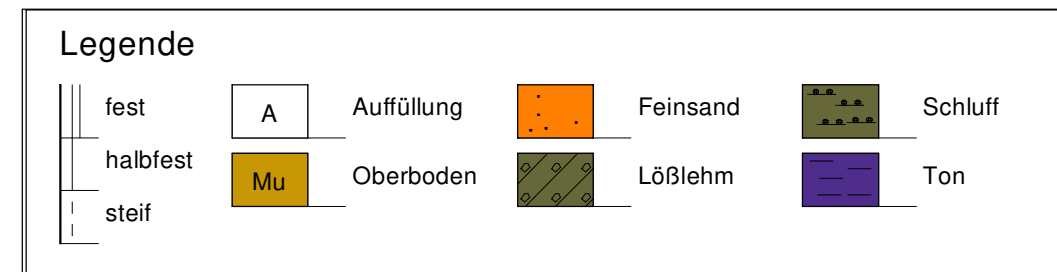
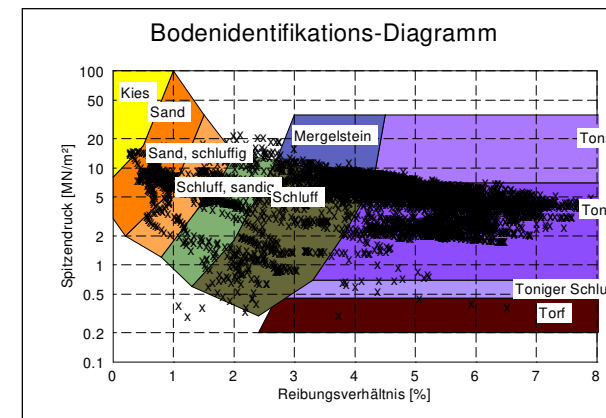
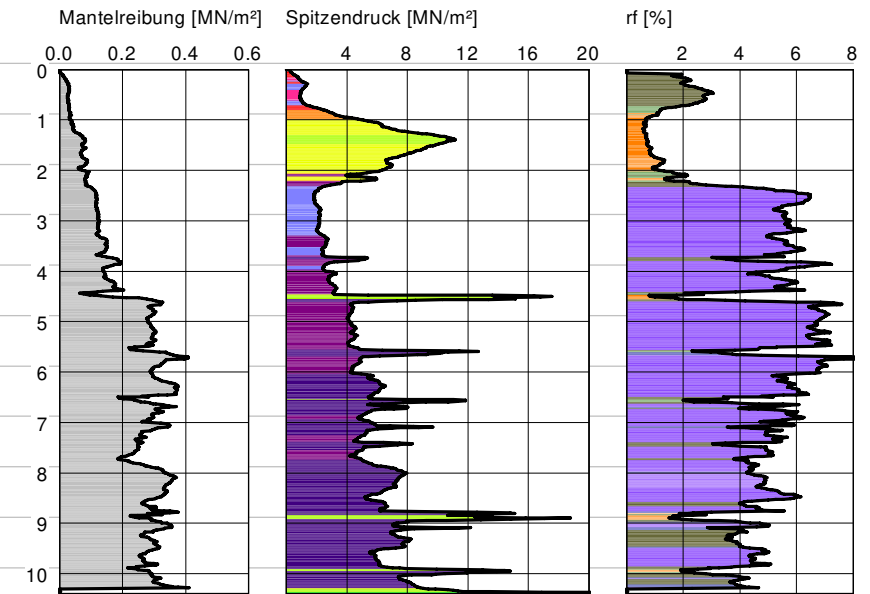
CPT 2-O

122.23 mNN



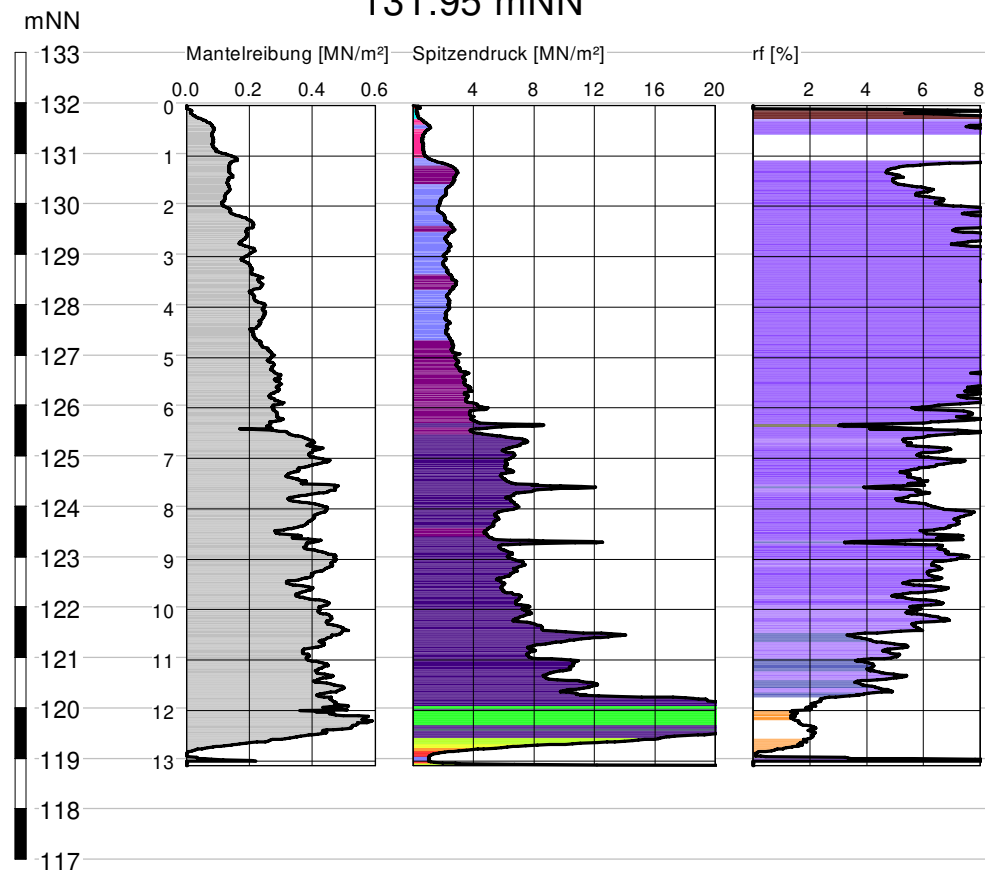
CPT 2-S

122.88 mNN



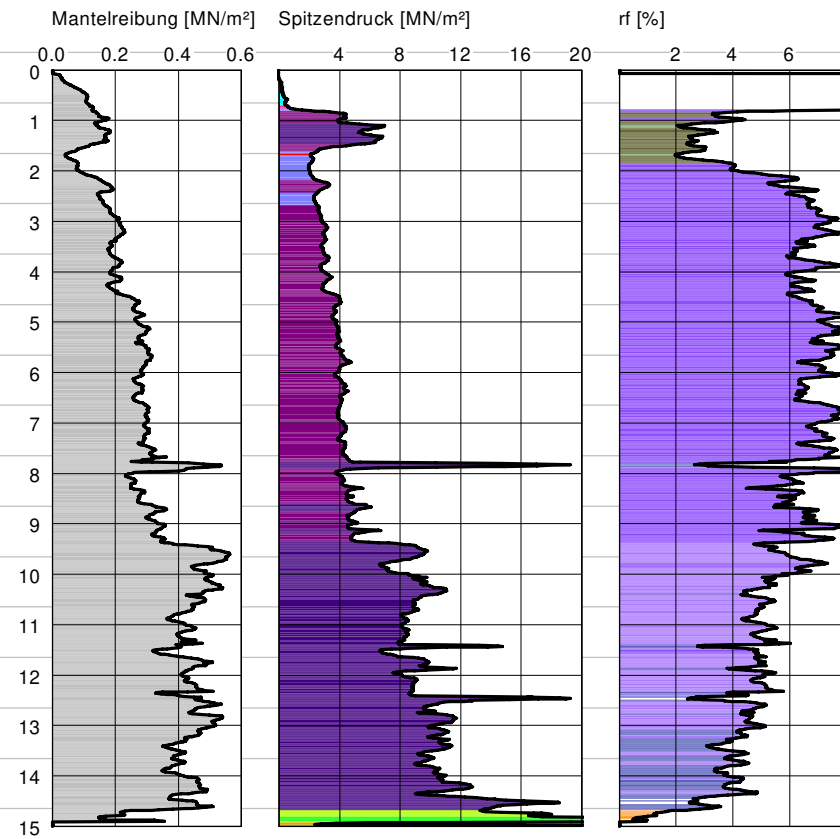
CPT 3-W

131.95 mNN



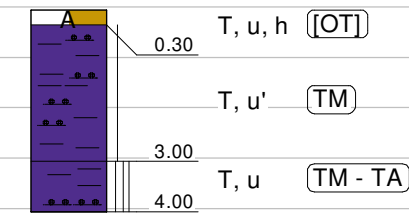
CPT 3-N

132.65 mNN



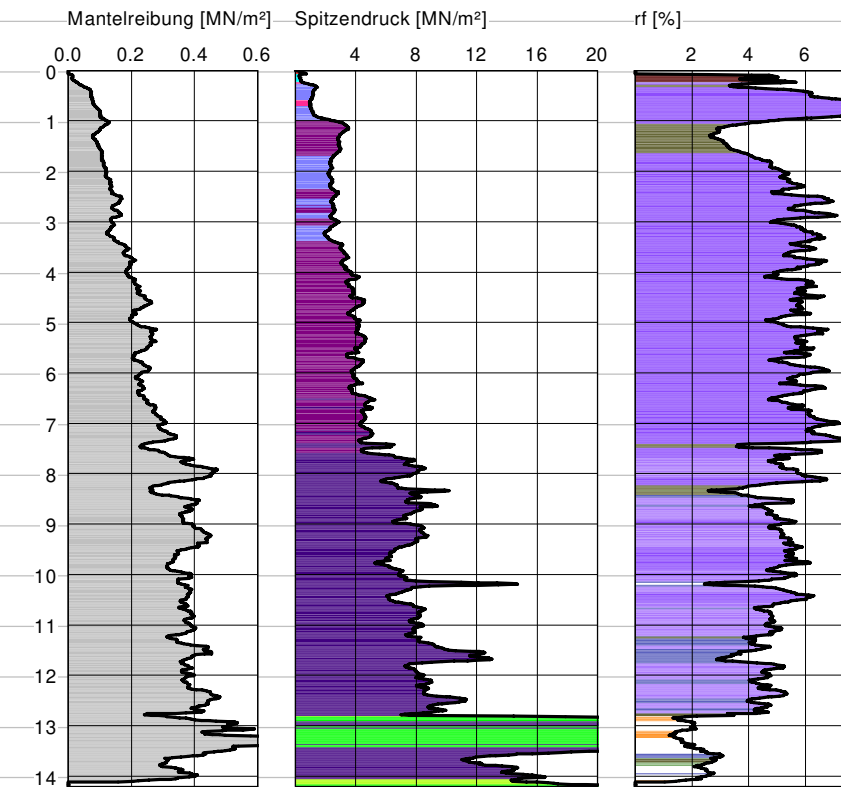
KRB 3

131.94 mNN



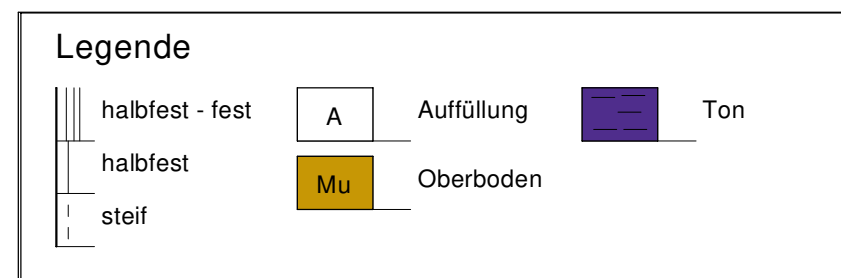
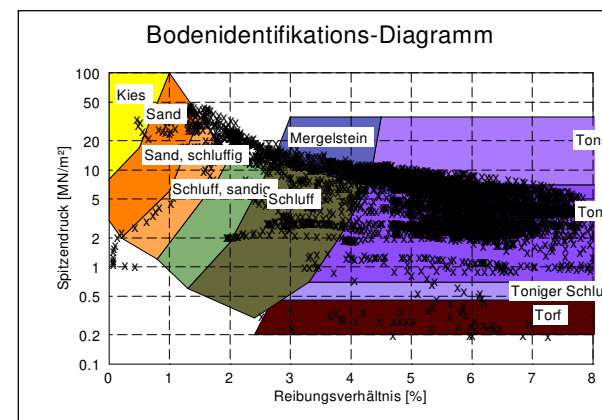
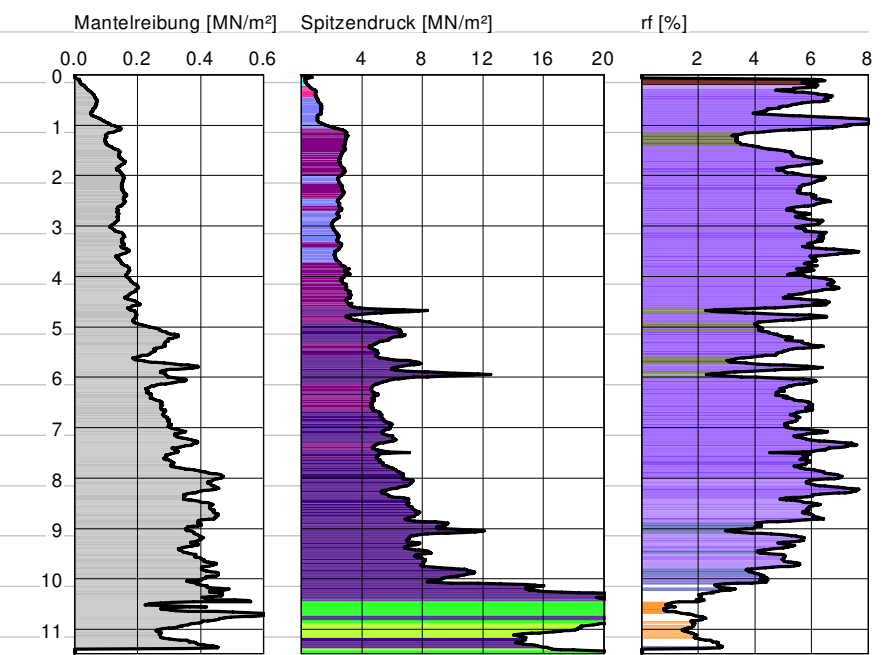
CPT 3-O

132.03 mNN



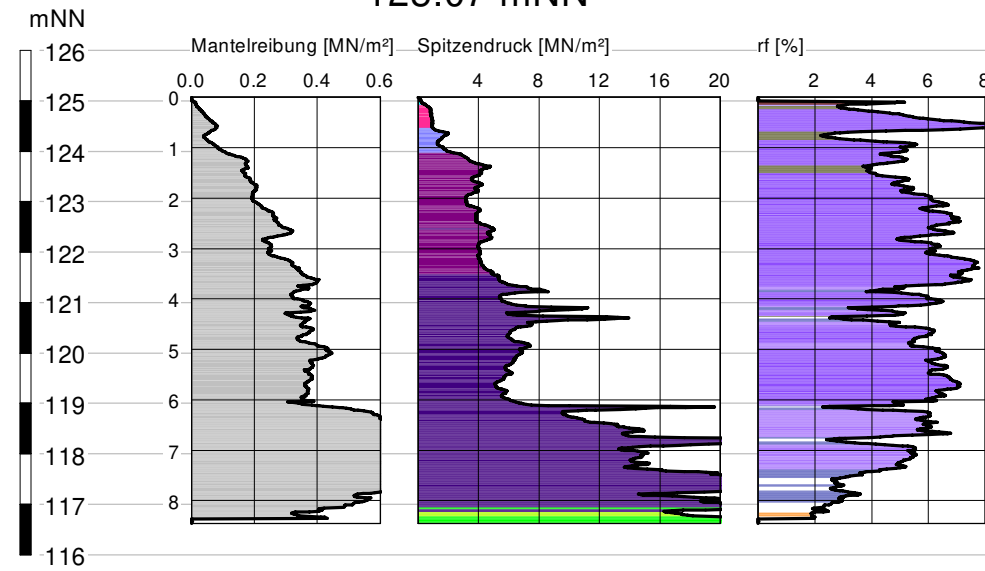
CPT 3-S

131.15 mNN



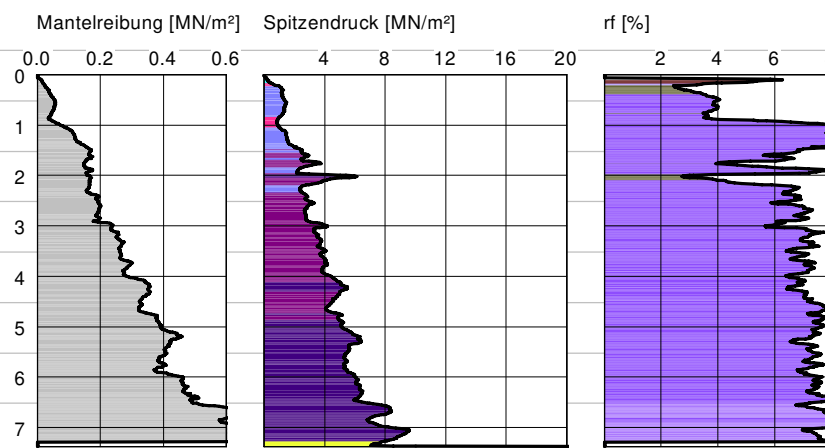
CPT 4-W

125.07 mNN



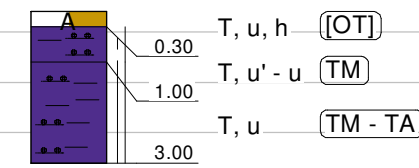
CPT 4-N

125.52 mNN



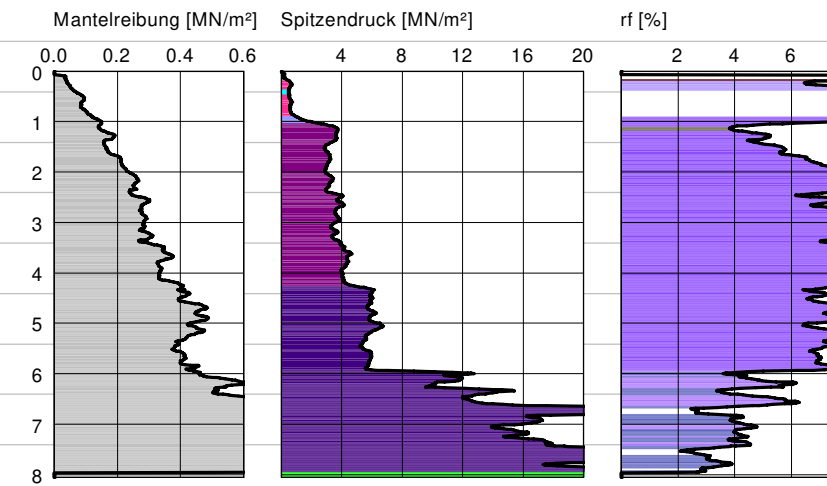
KRB 4

125.40 mNN



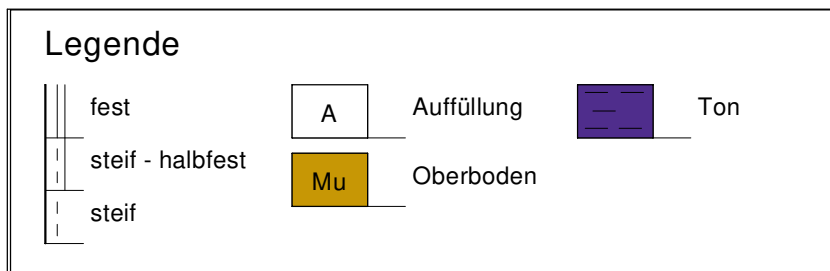
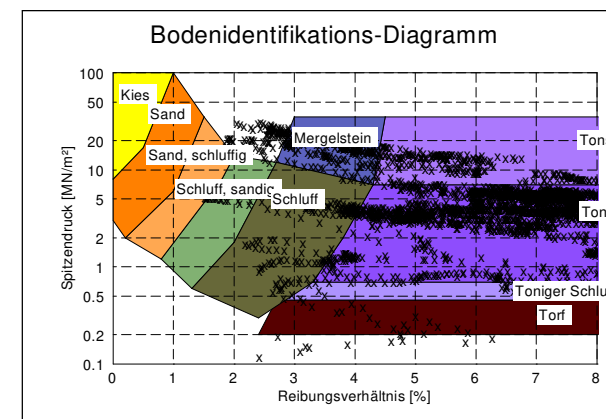
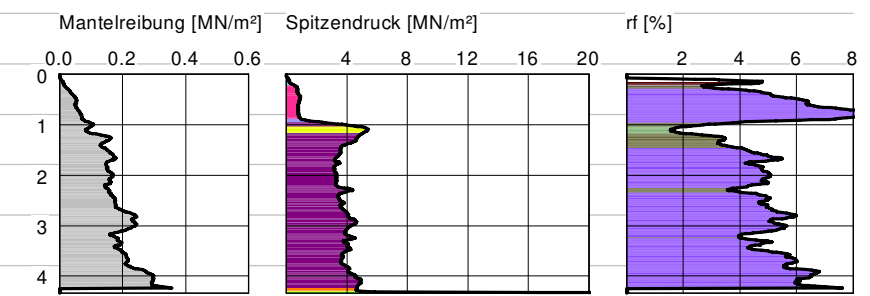
CPT 4-O

125.41 mNN



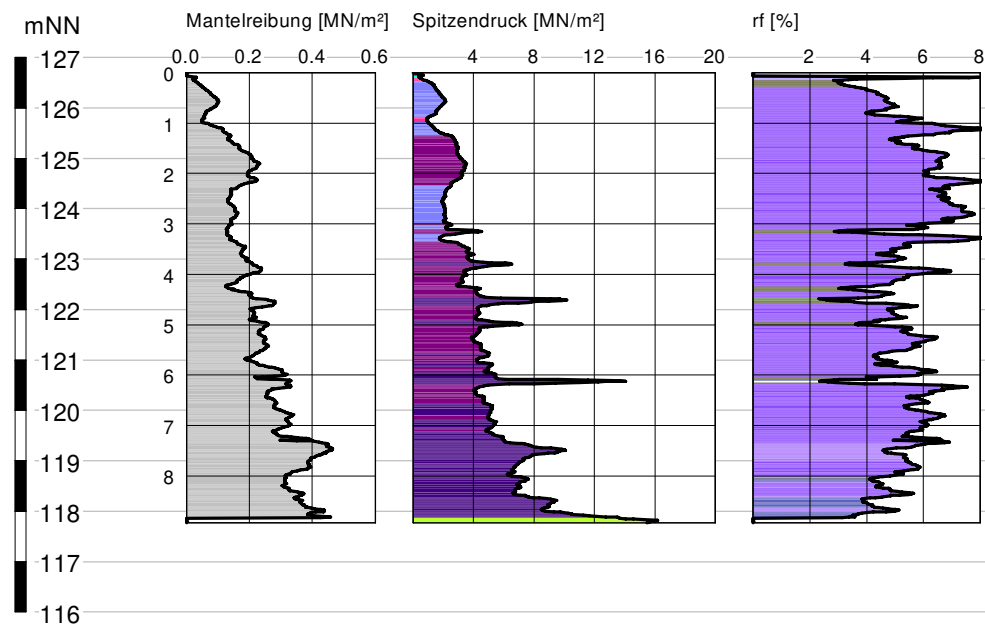
CPT 4-S

124.79 mNN



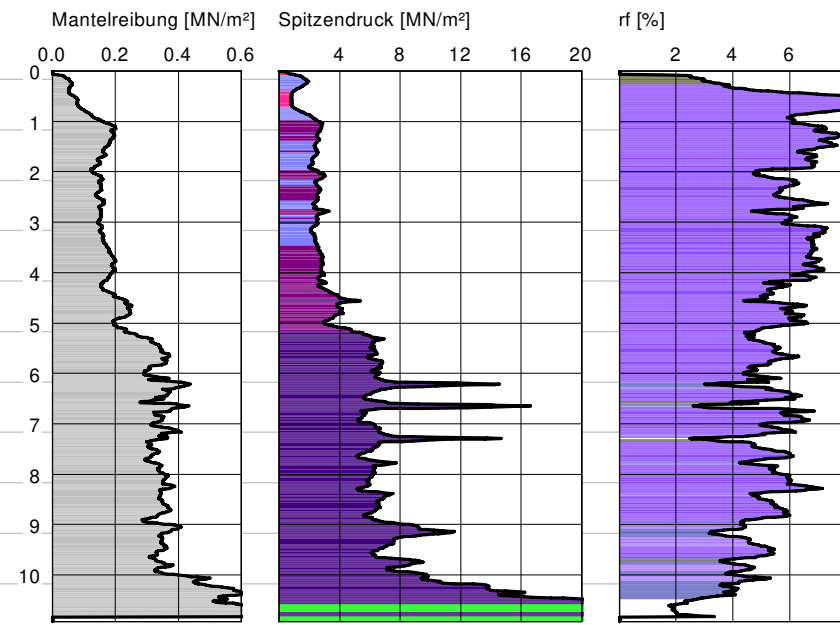
CPT 5-W

126.70 mNN



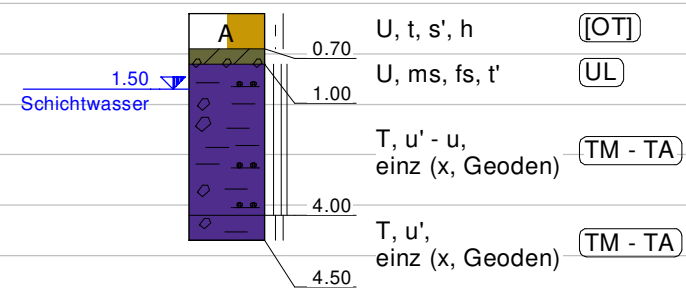
CPT 5-N

127.17 mNN



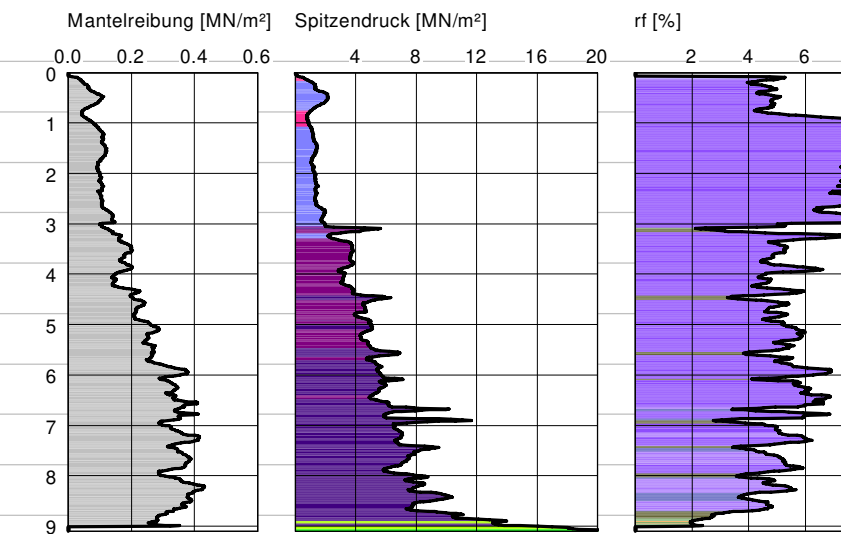
KRB 5

126.80 mNN



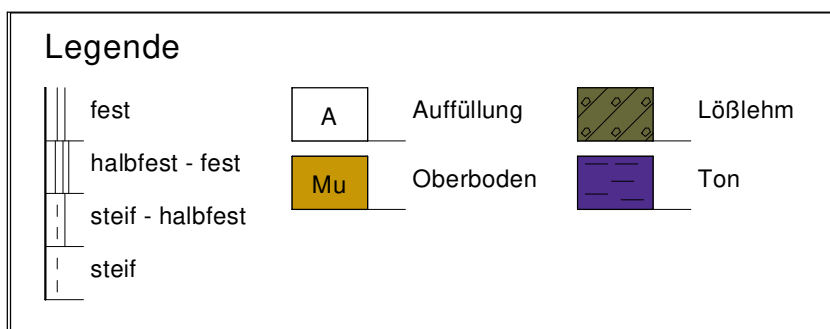
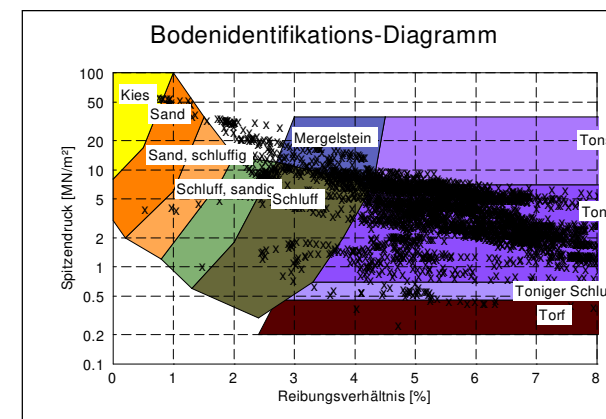
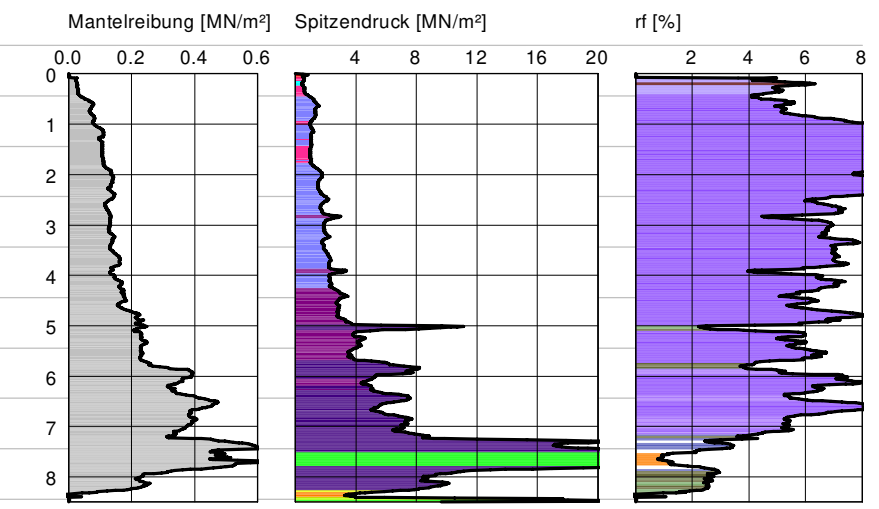
CPT 5-O

126.78 mNN



CPT 5-S

126.44 mNN



INGENIEURBÜRO R.-U. WODE
Beratende Ingenieure und Geologen
Kolberger Str. 13 * 31319 Sehnde
Tel.: 05138 / 6195-0 * Fax: 05138 / 6195-15

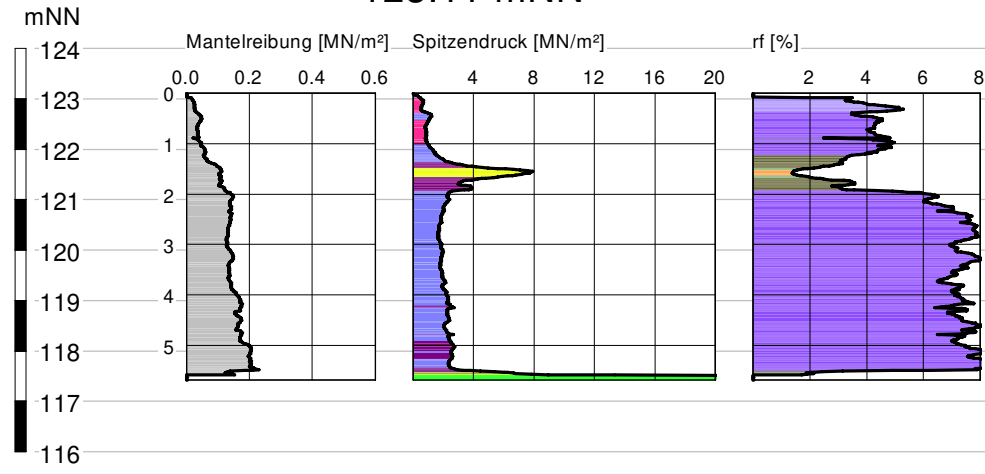
Bohrprofilschnitt
WP Westerberg I
WEA 5

Maßstab: 1 : 150

Anlage Nr.: 4.5

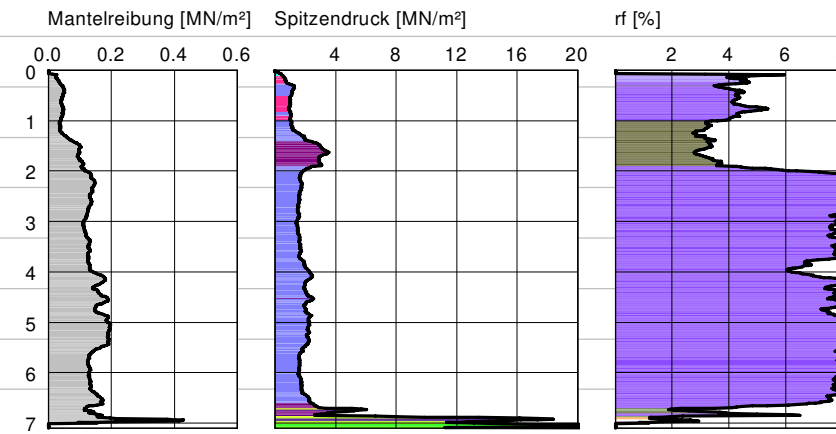
CPT 6-W

123.11 mNN



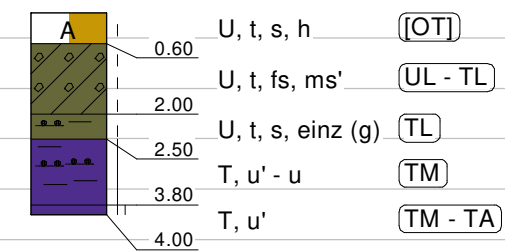
CPT 6-N

123.33 mNN



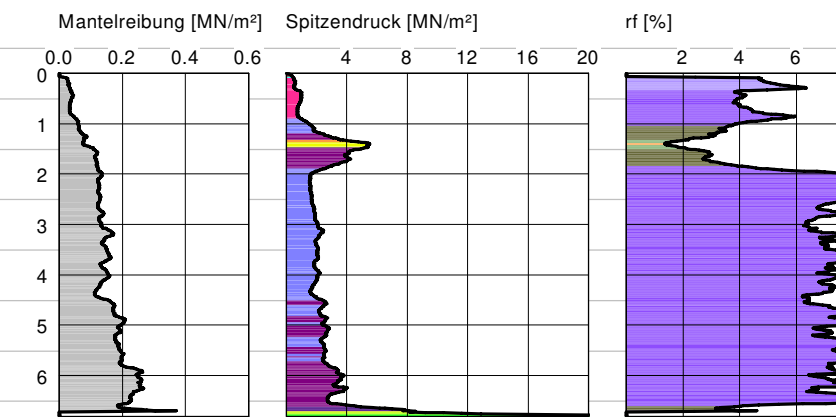
KRB 6

123.49 mNN



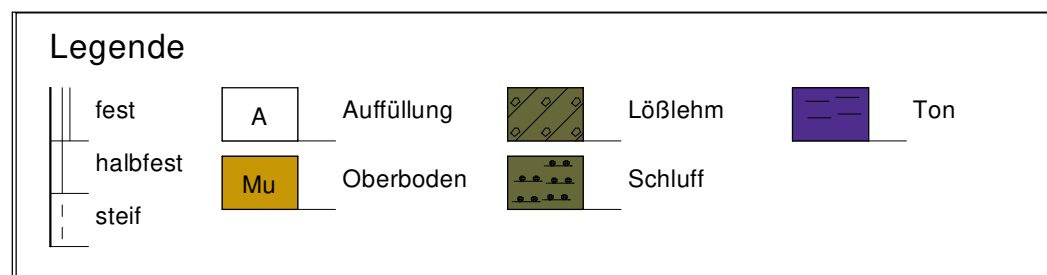
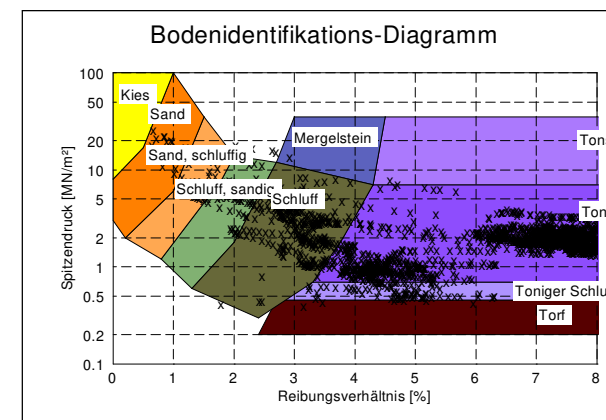
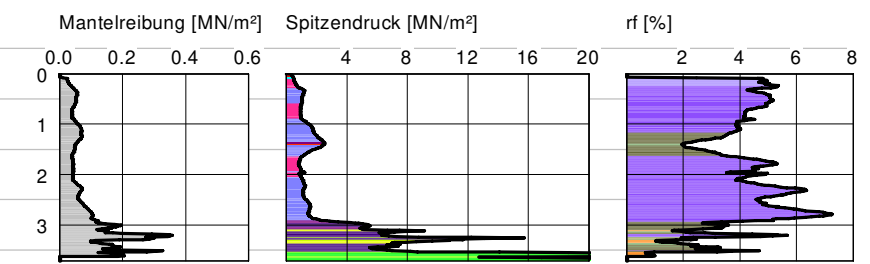
CPT 6-O

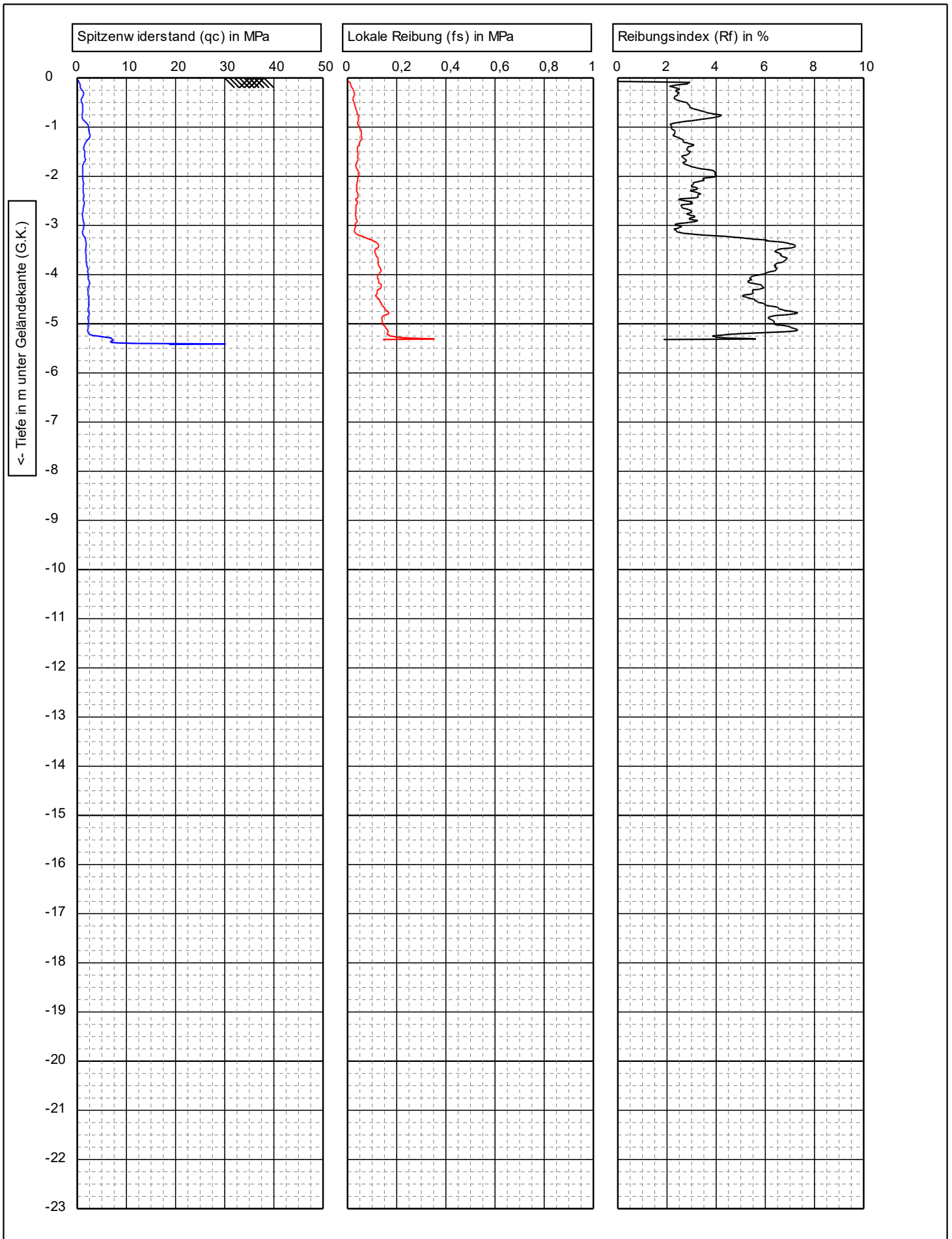
123.51 mNN



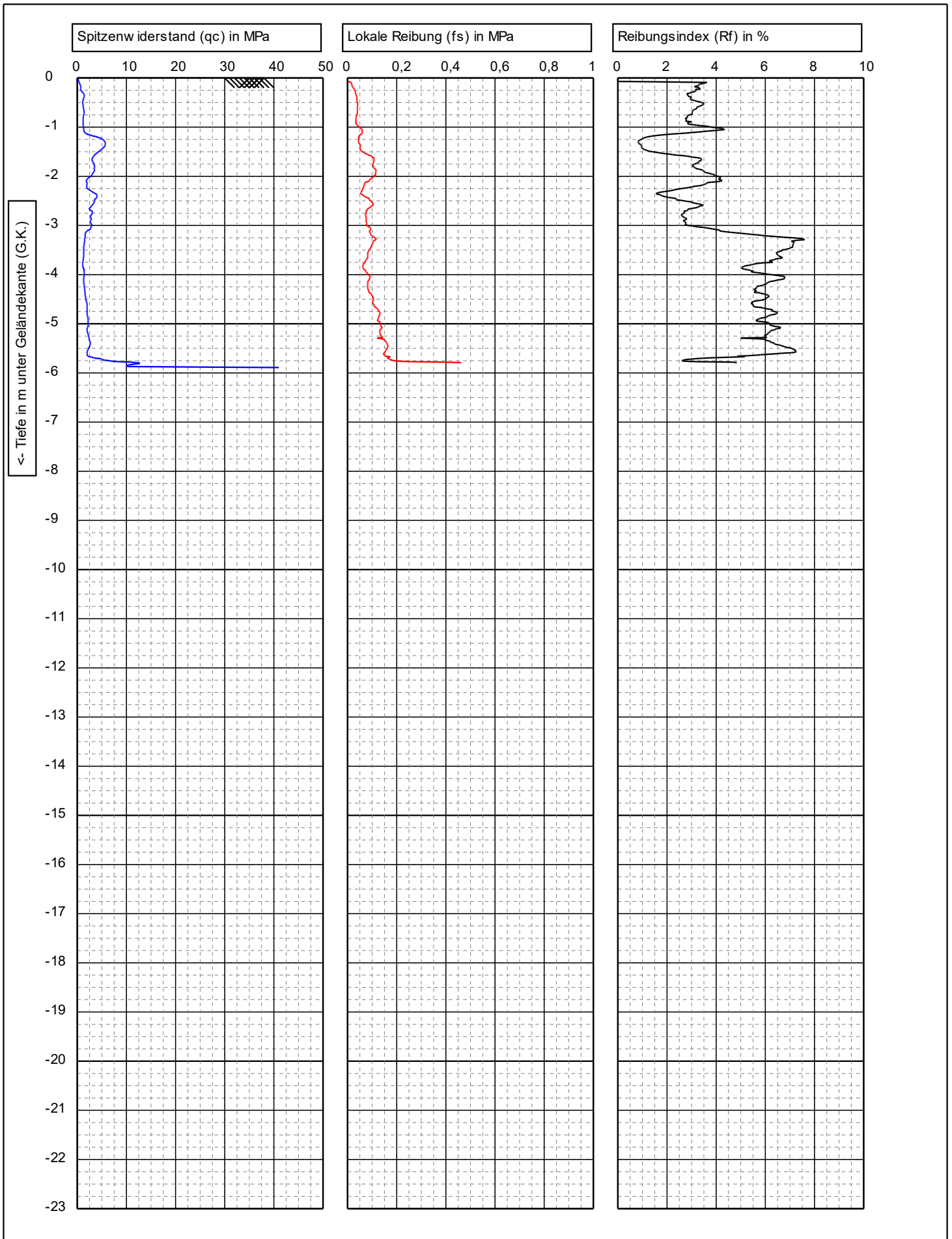
CPT 6-S

123.50 mNN





		Test according DIN EN ISO 22476-1	Vorbohrung: 0,00 m Predrilled	
		G.K.: 0,00 m	Datum: 28.03.2023	
		Projekt: Windpark Westerberg Repowering	Konus Nr.: S15CFIIP.S22490	
		Ort: Börßum	Projekt Nr.: S/031/230001-021	
		CPT Nr.: CPT WEA 1-N	1/1	



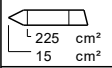
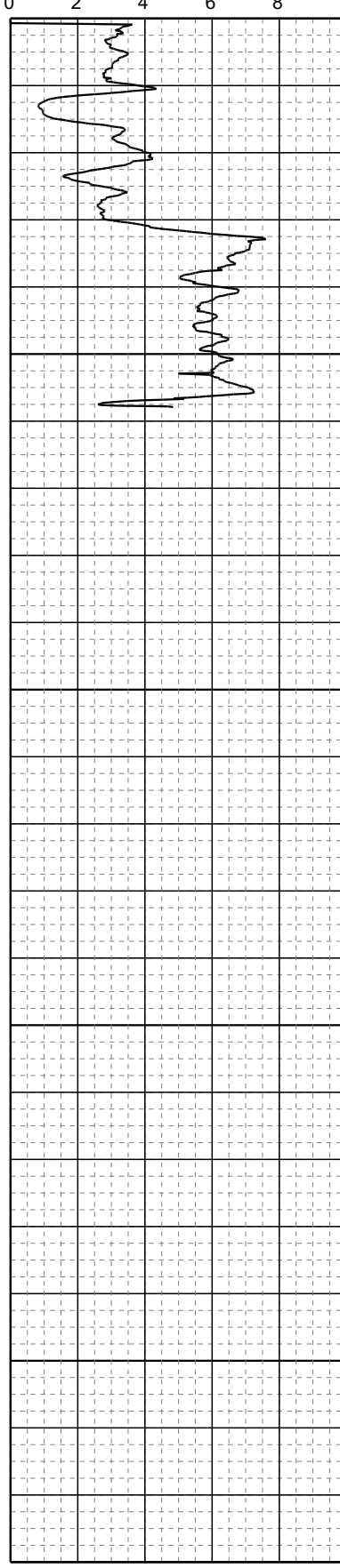
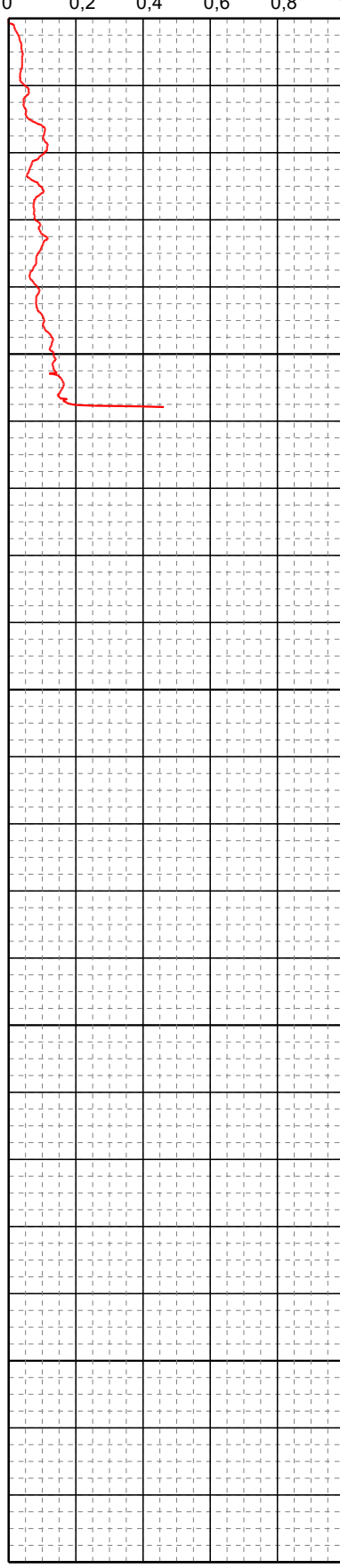
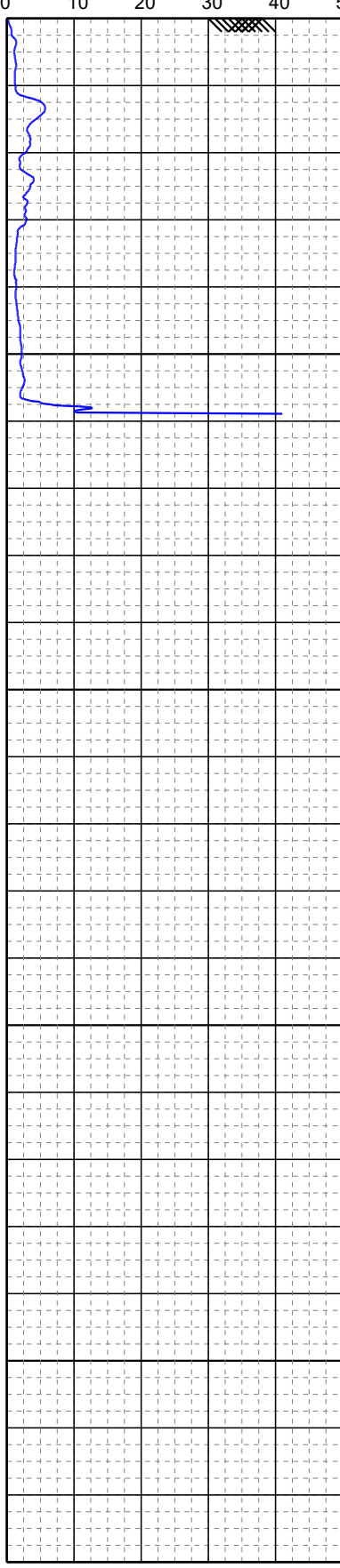
← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

Spitzenerwiderstand (qc) in MPa

Lokale Reibung (fs) in MPa

Reibungsindex (Rf) in %

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23



Test according DIN EN ISO 22476-1

G.K.: **0,00 m**

Vorbohrung: **0,00 m Predrilled**

Datum: **28.03.2023**

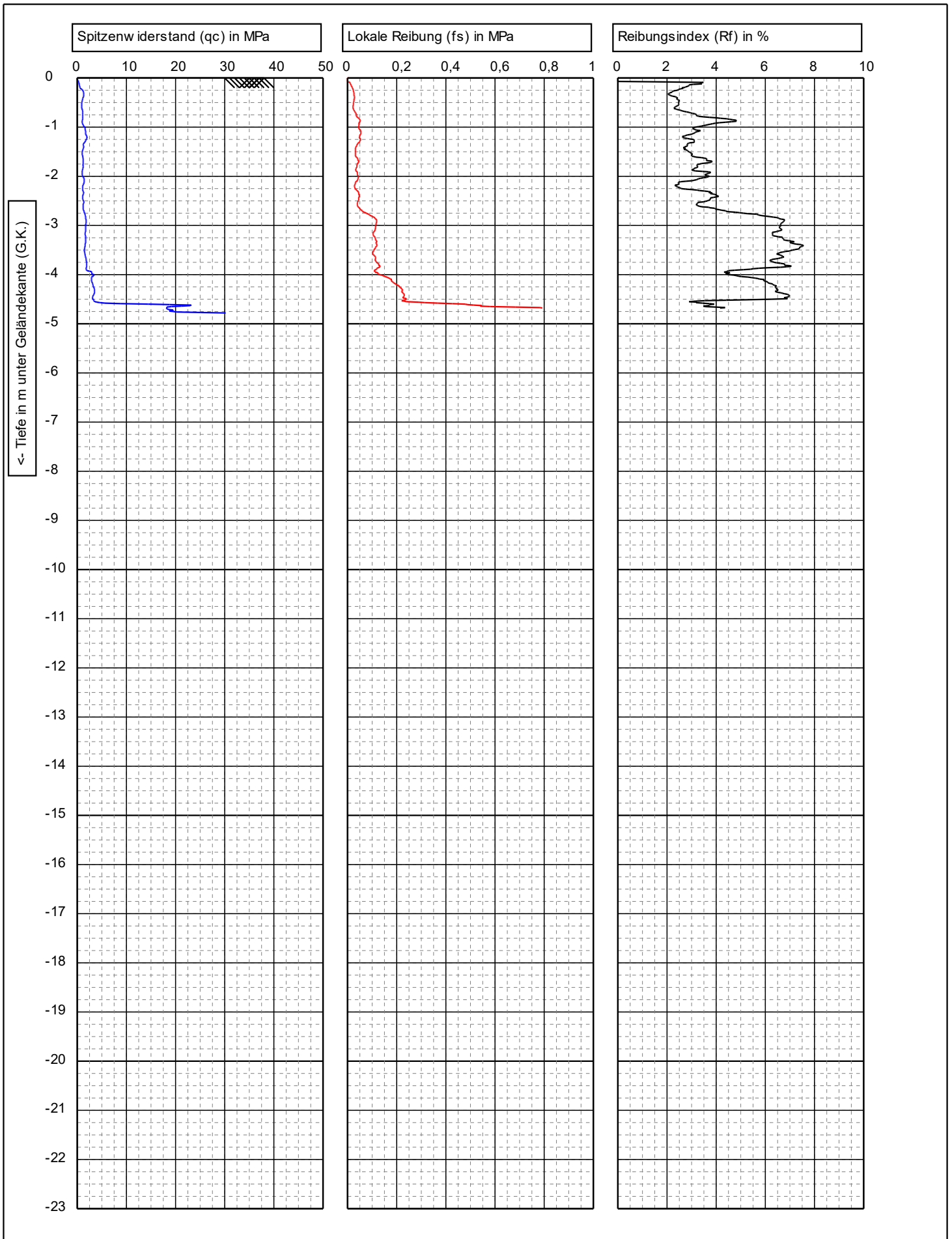
Projekt: **Windpark Westerberg | Repowering**

Konus Nr.: **S15CFIIP.S22490**

Ort: **Börßum**

Projekt Nr.: **S/031/230001-021**

CPT Nr.: **CPT WEA 1-O** | 1/1



← Tiefe in m unter Geländeante (G.K.)

Spitzenw ilderstand (qc) in MPa

Lokale Reibung (fs) in MPa

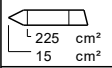
Reibungsindex (Rf) in %

0 10 20 30 40 50

0 0,2 0,4 0,6 0,8 1

0 2 4 6 8 10

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23



Test according DIN EN ISO 22476-1

G.K.: 0,00 m

Vorbohrung: 0,00 m Predrilled

Datum: 28.03.2023

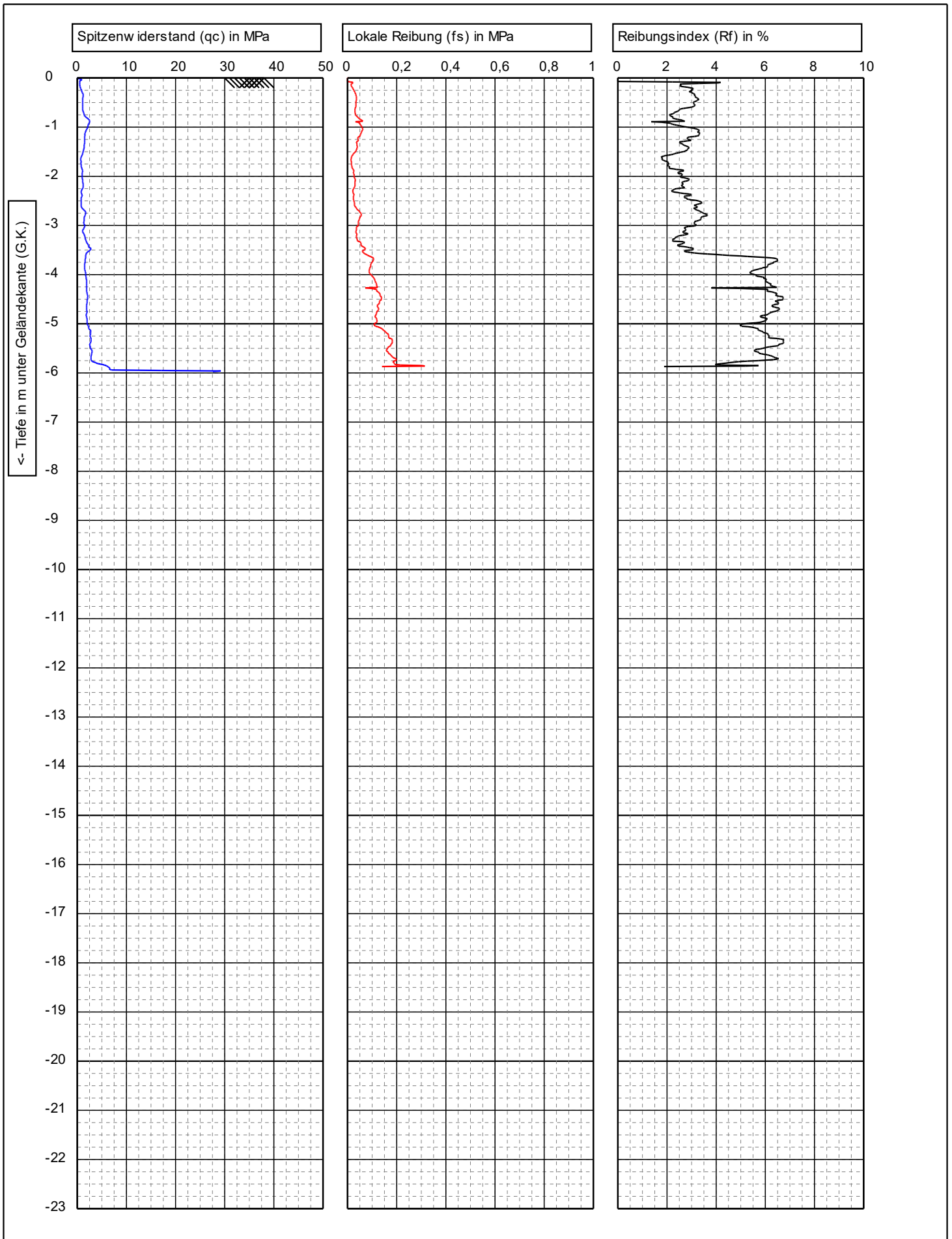
Projekt: Windpark Westerberg | Repowering

Ort: Börßum

Konus Nr.: S15CFIIP.S22490

Projekt Nr.: S/031/230001-021

CPT Nr.: CPT WEA 1-S | 1/1



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

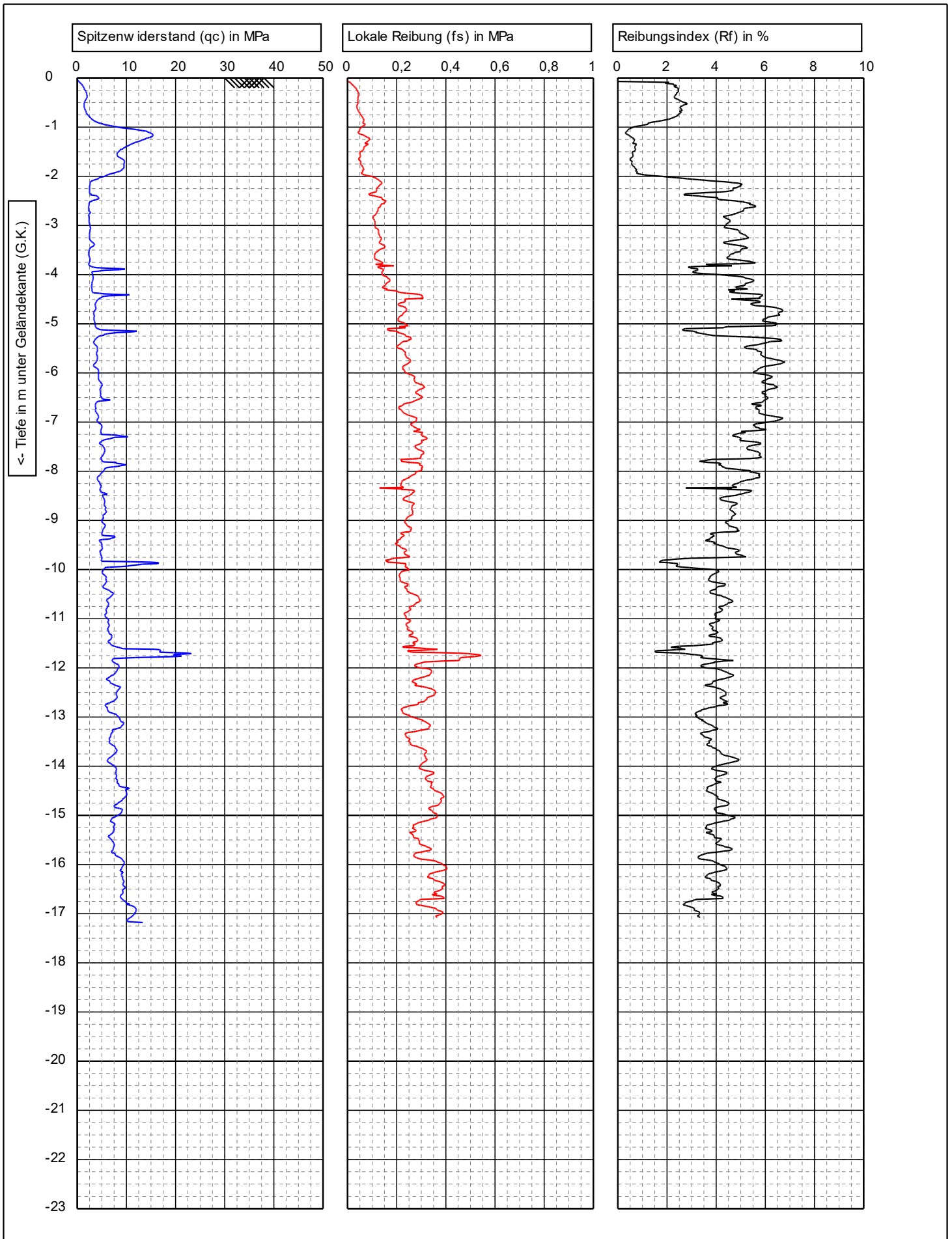
Spitzenerwiderstand (qc) in MPa


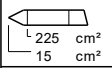
Lokale Reibung (fs) in MPa

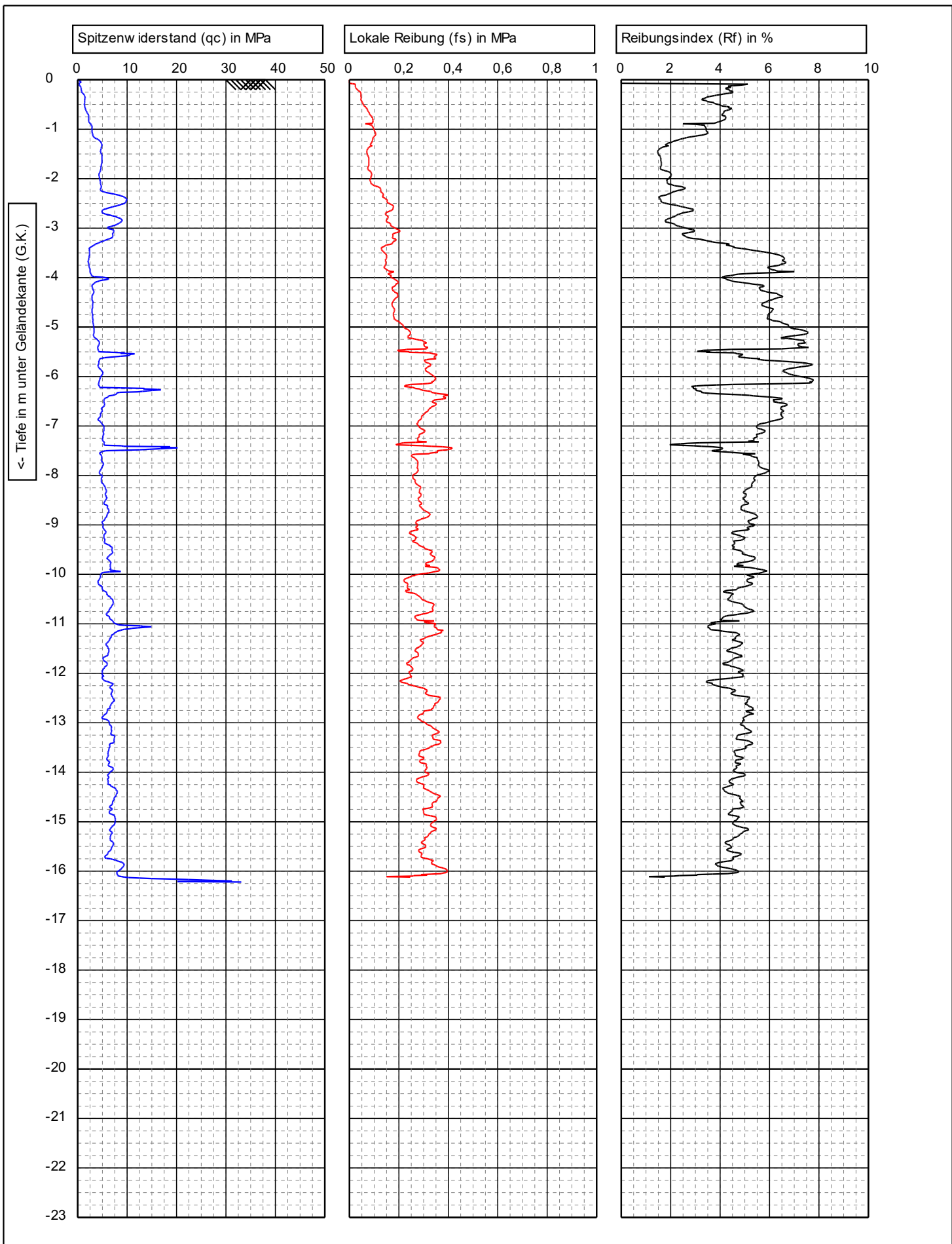
Reibungsindex (Rf) in %


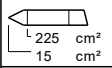
 225 cm ² 15 cm ²	Test according DIN EN ISO 22476-1	
	G.K.: 0,00 m	
Projekt:	Windpark Westerberg Repowering	
Ort:	Börßum	

Vorbohrung: 0,00 m Predrilled	
Datum:	28.03.2023
Konus Nr.:	S15CFIIP.S22490
Projekt Nr.:	S/031/230001-021
CPT Nr.:	CPT WEA1-W
	1/1

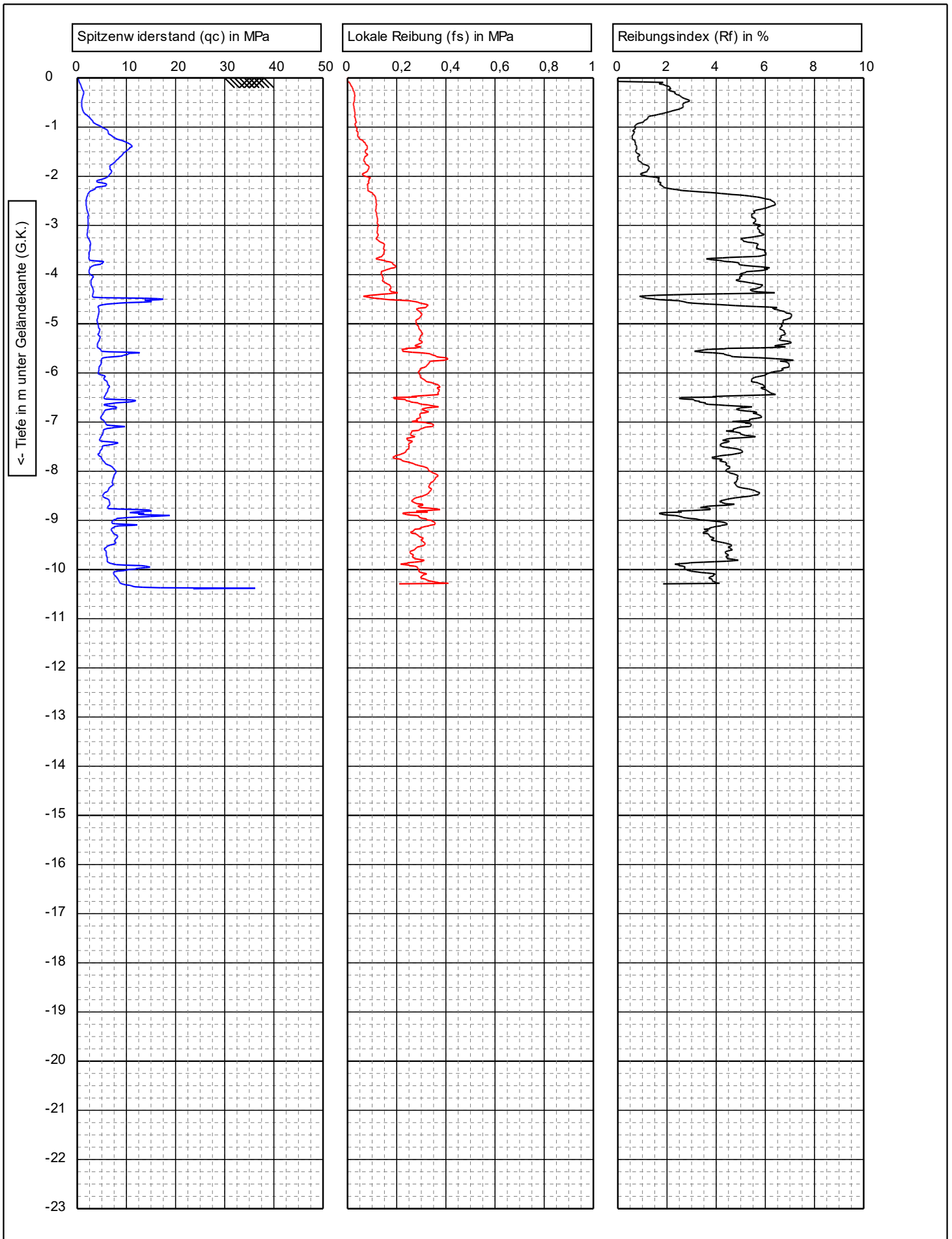


	 <small>225 cm² 15 cm²</small>	Test according DIN EN ISO 22476-1	Vorbohrung: 0,00 m Predrilled	
		G.K.: 0,00 m	Datum: 28.03.2023	
		Projekt: Windpark Westerberg Repowering	Konus Nr.: S15CFIIP.S22490	
		Ort: Börßum	Projekt Nr.: S/031/230001-021	
			CPT Nr.: CPT WEA 2-N	1/1



		Test according to DIN EN ISO 22476-1		Vorbohrung: 0,00 m Predrilled	
		G.K.: 0,00 m		Datum: 28.03.2023	
		Projekt: Windpark Westerberg Repowering		Konus Nr.: S15CFIIP.S22490	
		Ort: Börßum		Projekt Nr.: S/031/230001-021	
				CPT Nr.: CPT WEA 2-O 1/1	

1.49



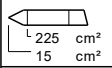
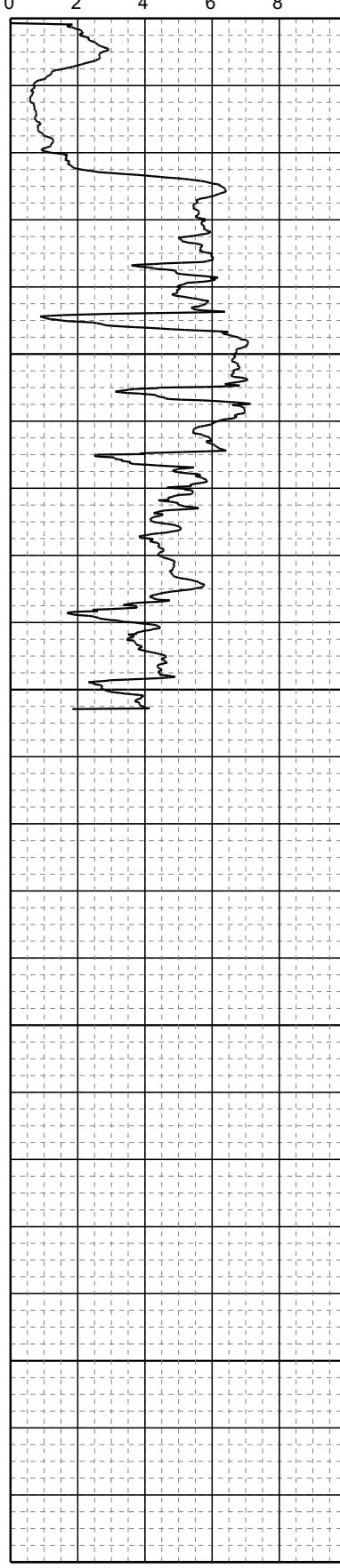
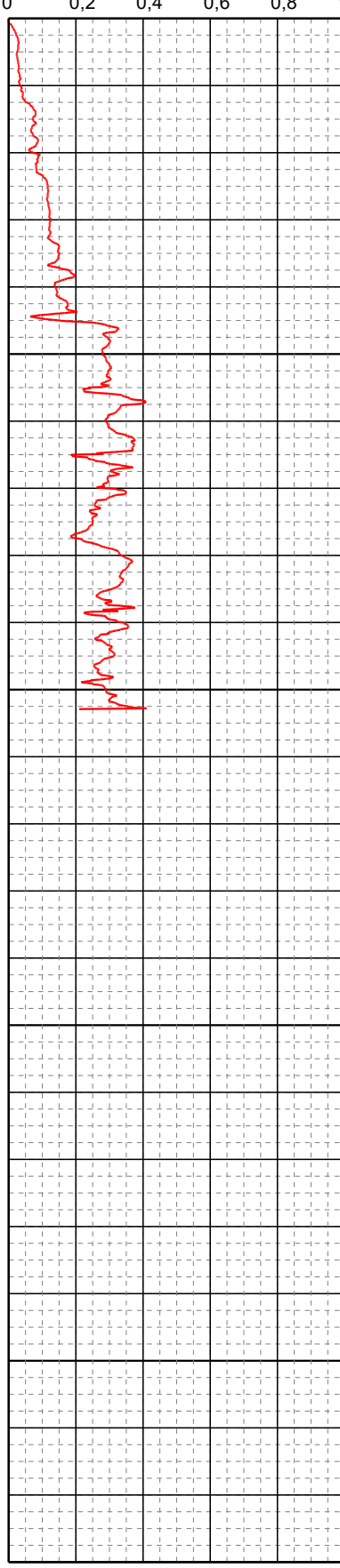
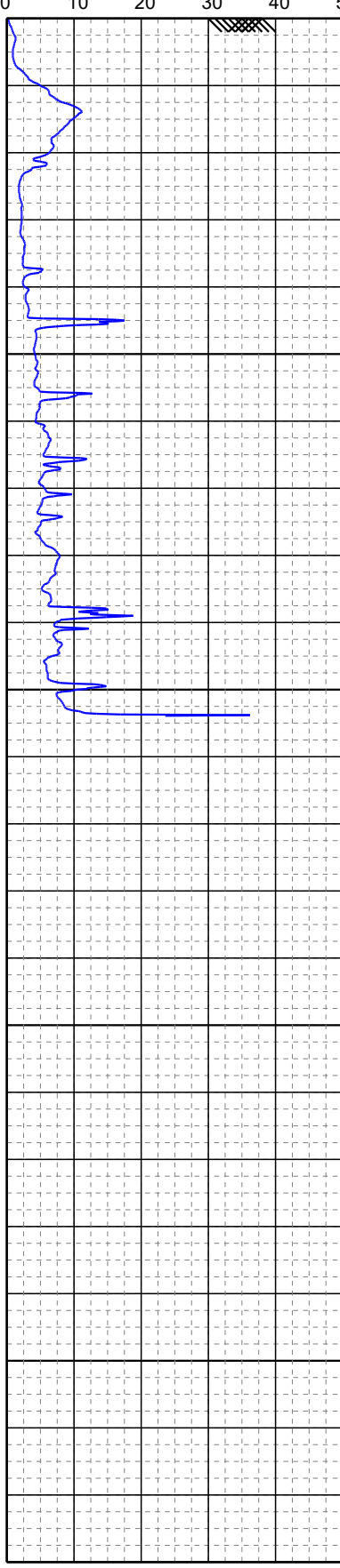
← Tiefe in m unter Geländeante (G.K.)

Spitzenerwiderstand (qc) in MPa

Lokale Reibung (fs) in MPa

Reibungsindex (Rf) in %

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23



Test according DIN EN ISO 22476-1

G.K.: 0,00 m

Vorbohrung: 0,00 m Predrilled

Datum: 28.03.2023

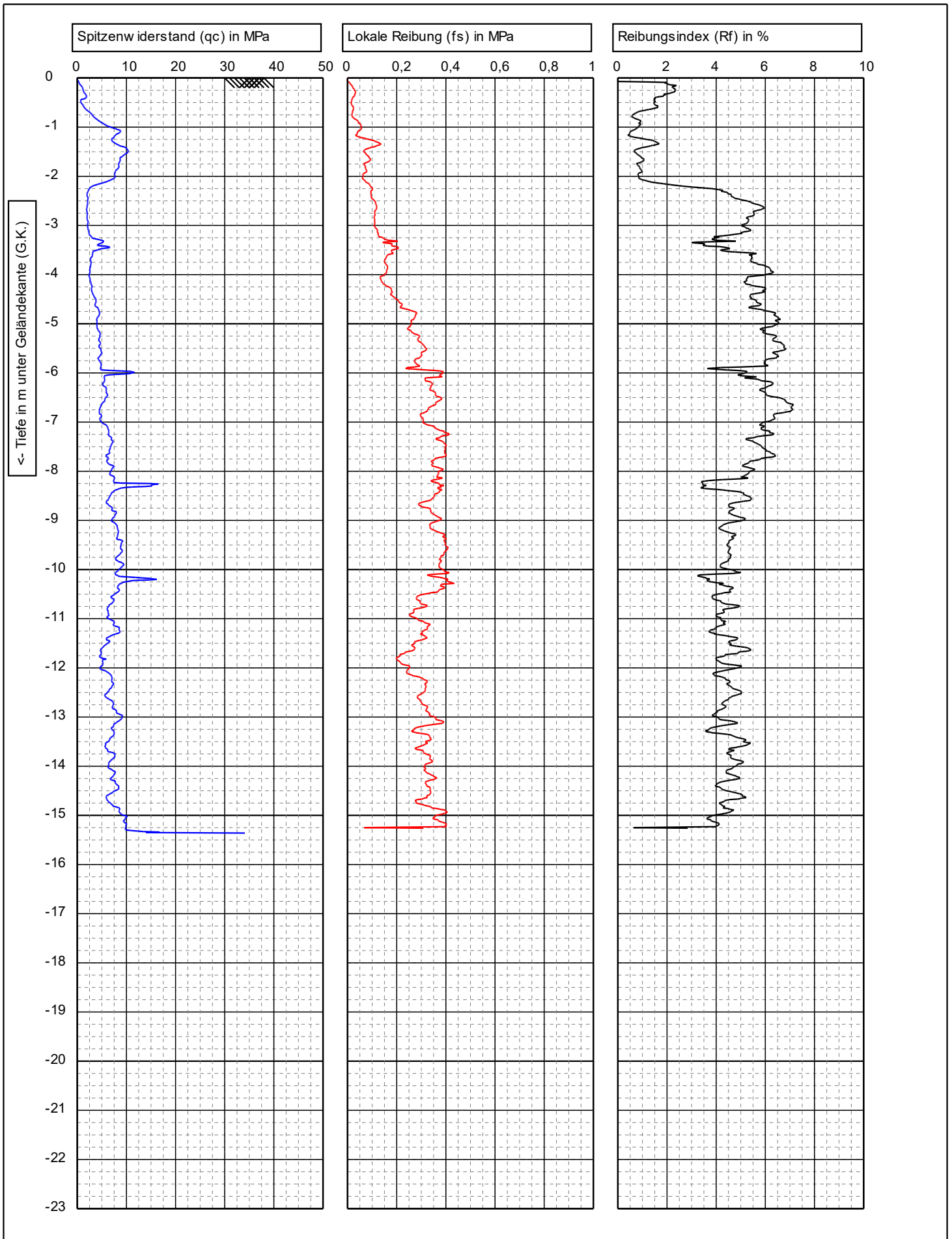
Projekt: Windpark Westerberg | Repowering

Konus Nr.: S15CFIIP.S22490

Ort: Börßum

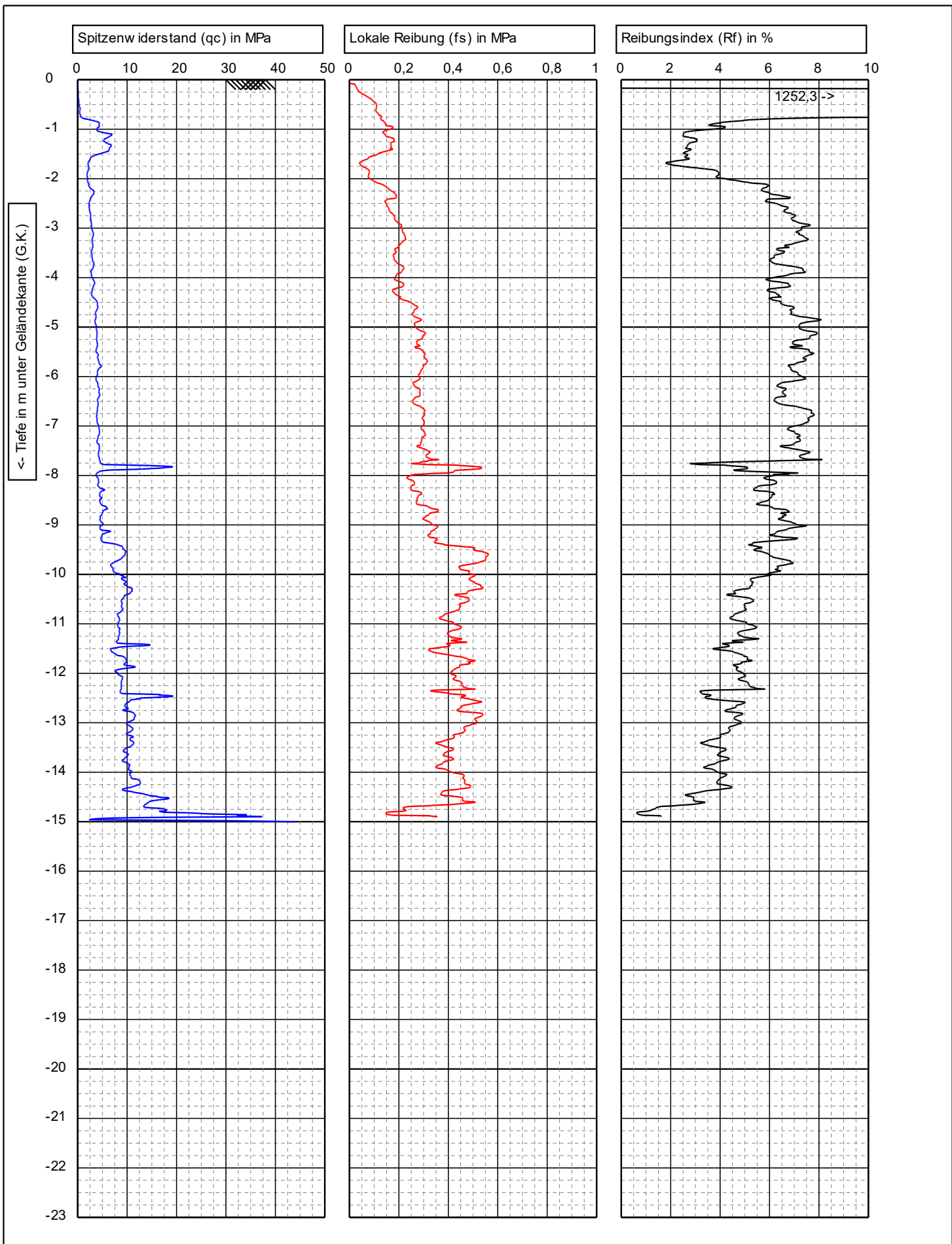
Projekt Nr.: S/031/230001-021

CPT Nr.: CPT WEA 2-S 1/1



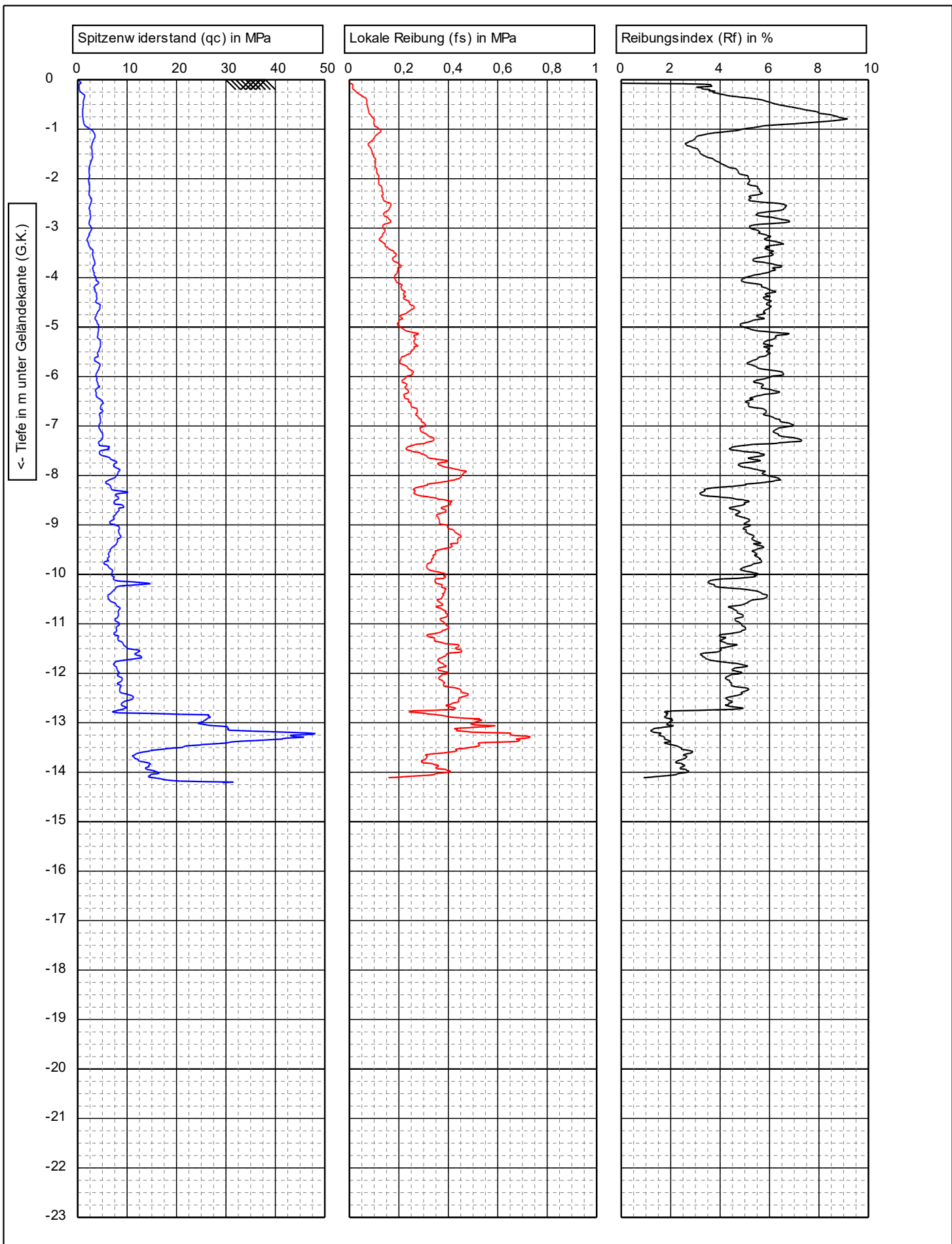
		Test according DIN EN ISO 22476-1	Vorbohrung: 0,00 m Predrilled	
		G.K.: 0,00 m	Datum: 28.03.2023	
		Projekt: Windpark Westerberg Repowering	Konus Nr.: S15CFIIP.S22490	
		Ort: Börßum	Projekt Nr.: S/031/230001-021	
			CPT Nr.: CPT WEA2-W	1/1

1.49

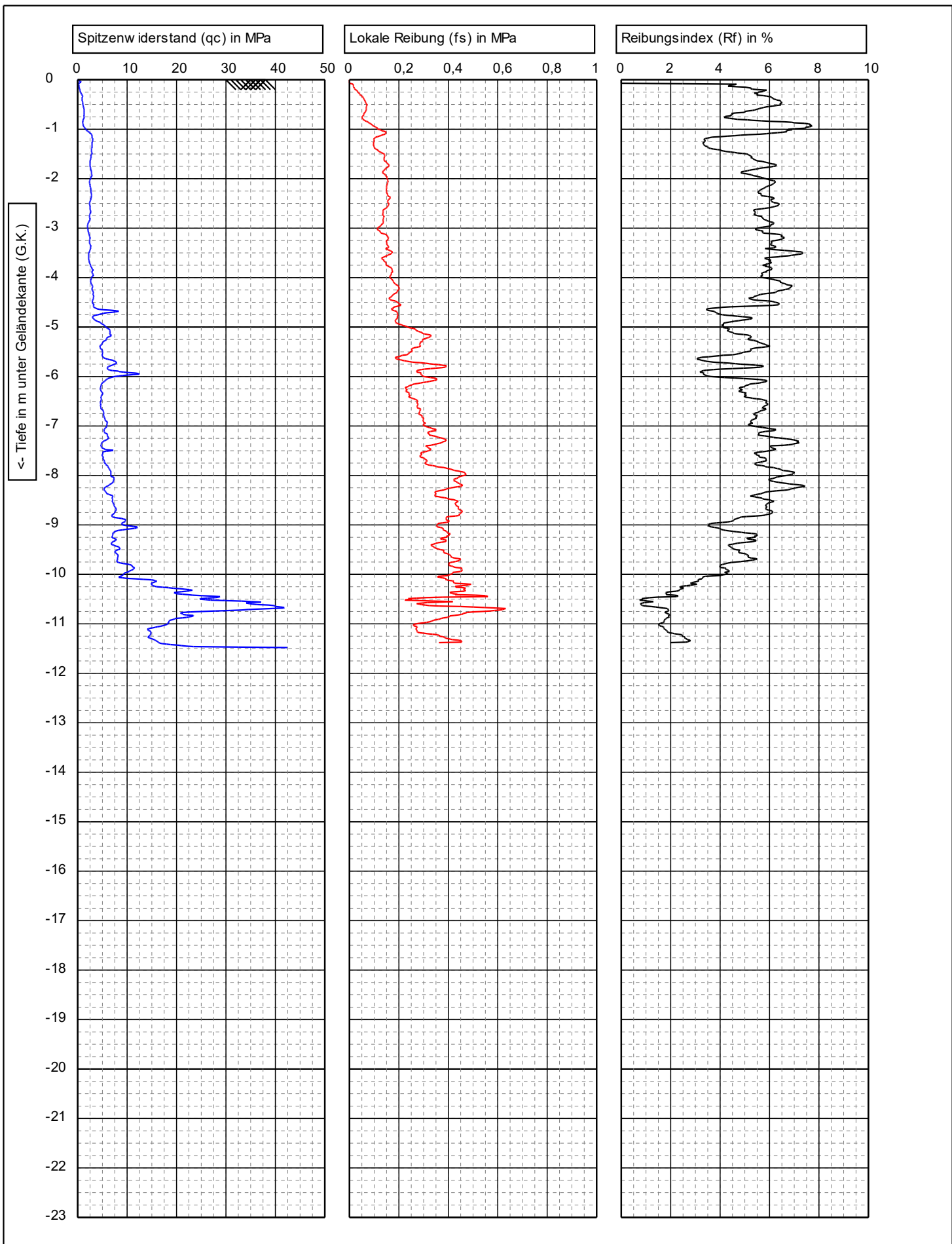


		Test according DIN EN ISO 22476-1		Vorbohrung: 0,00 m Predrilled	
		G.K.: 0,00 m		Datum: 27.03.2023	
		Projekt: Windpark Westerberg Repowering		Konus Nr.: S15CFIIP.S22490	
		Ort: Börßum		Projekt Nr.: S/031/230001-021	
				CPT Nr.: CPT WEA 3-N	1/1

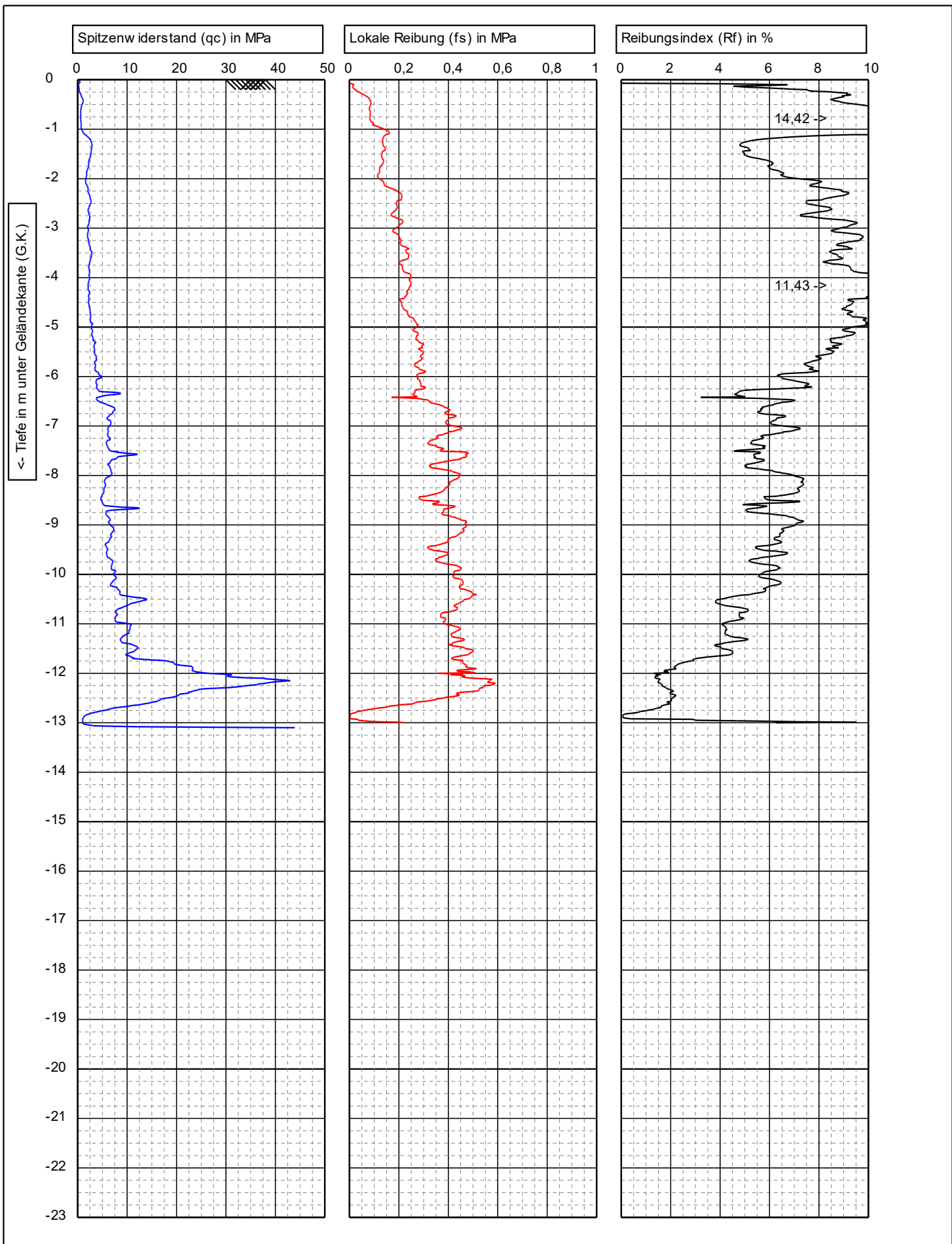
1.49



		Test according to DIN EN ISO 22476-1		Vorbohrung: 0,00 m Predrilled	
		G.K.: 0,00 m		Datum: 27.03.2023	
		Projekt: Windpark Westerberg Repowering		Konus Nr.: S15CFIIP.S22490	
		Ort: Börßum		Projekt Nr.: S/031/230001-021	
				CPT Nr.: CPT WEA 3-O 1/1	

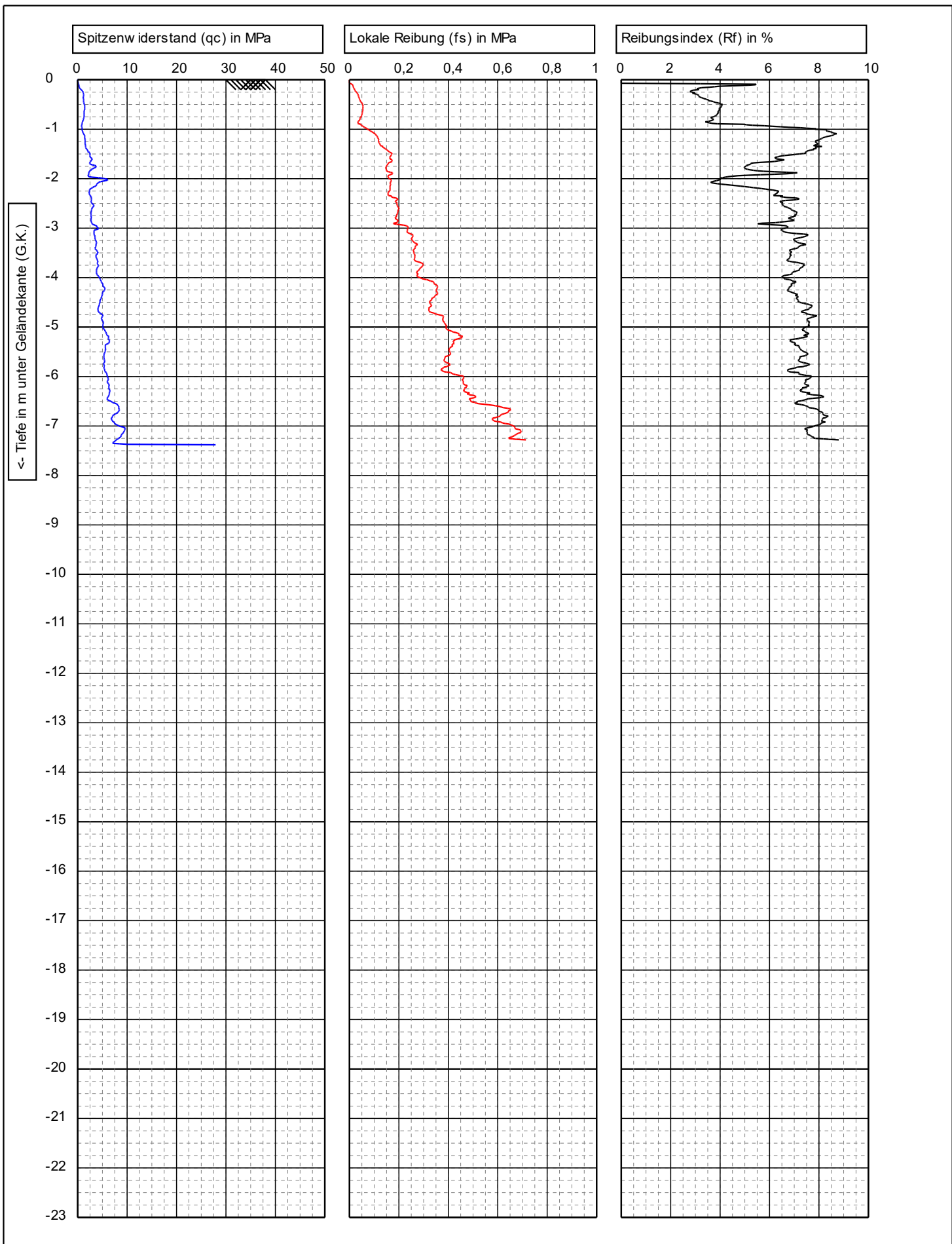


		Test according DIN EN ISO 22476-1		Vorbohrung: 0,00 m Predrilled	
		G.K.: 0,00 m		Datum: 27.03.2023	
		Projekt: Windpark Westerberg Repowering		Konus Nr.: S15CFIIP.S22490	
		Ort: Börßum		Projekt Nr.: S/031/230001-021	
				CPT Nr.: CPT WEA 3-S 1/1	

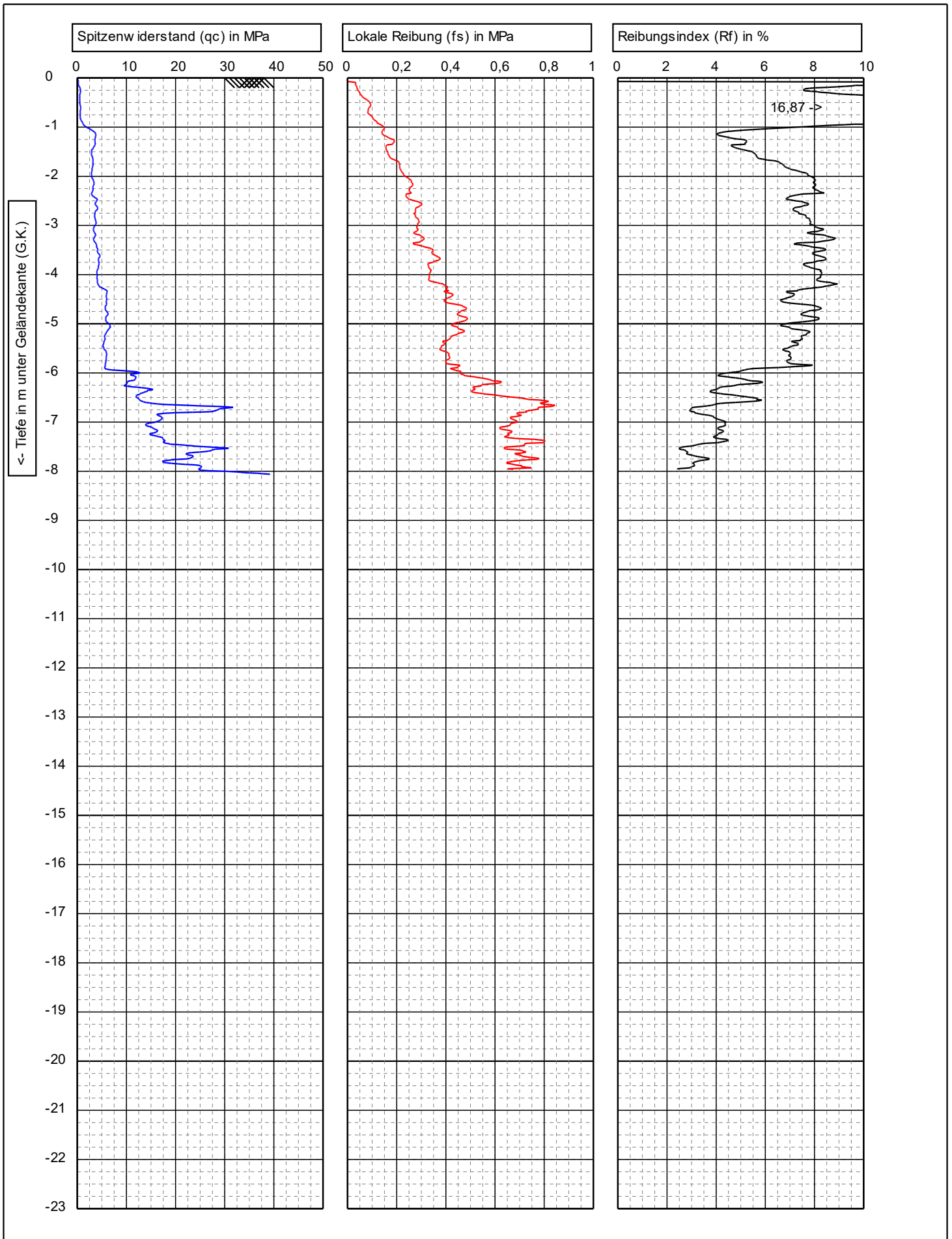


	 <small>225 cm²</small> <small>15 cm²</small>	Test according DIN EN ISO 22476-1		Vorbohrung: 0,00 m Predrilled	
		G.K.: 0,00 m		Datum: 27.03.2023	
		Projekt: Windpark Westerberg Repowering		Konus Nr.: S15CFIIP.S22490	
		Ort: Börßum		Projekt Nr.: S/031/230001-021	
				CPT Nr.: CPT WEA3-W 1/1	

1.49



	 <small>225 cm²</small> <small>15 cm²</small>	Test according DIN EN ISO 22476-1	Vorbohrung: 0,00 m Predrilled	
		G.K.: 0,00 m	Datum: 27.03.2023	
		Projekt: Windpark Westerberg Repowering	Konus Nr.: S15CFIIP.S22490	
		Ort: Börßum	Projekt Nr.: S/031/230001-021	
			CPT Nr.: CPT WEA 4-N	1/1



← Tiefe in m unter Geländeante (G.K.)

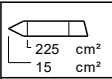
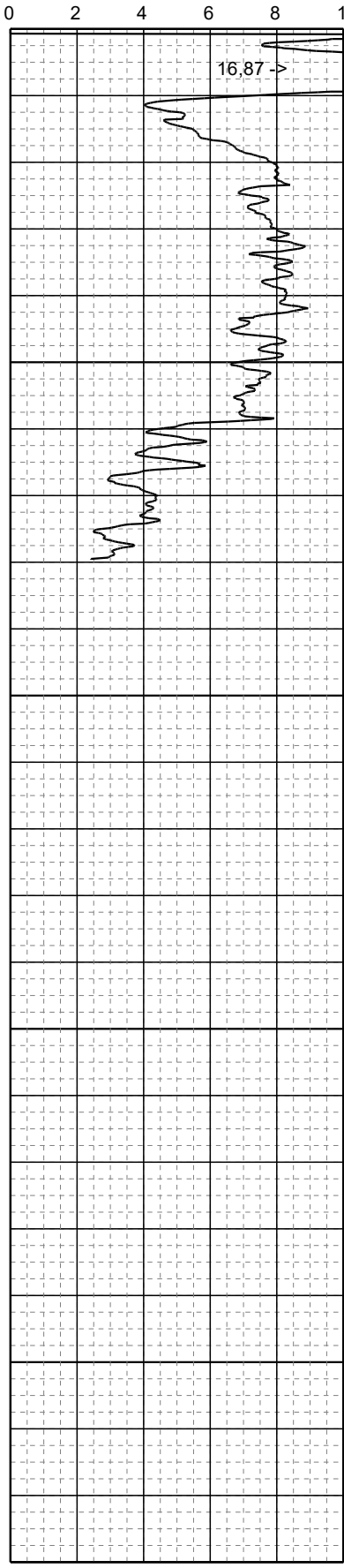
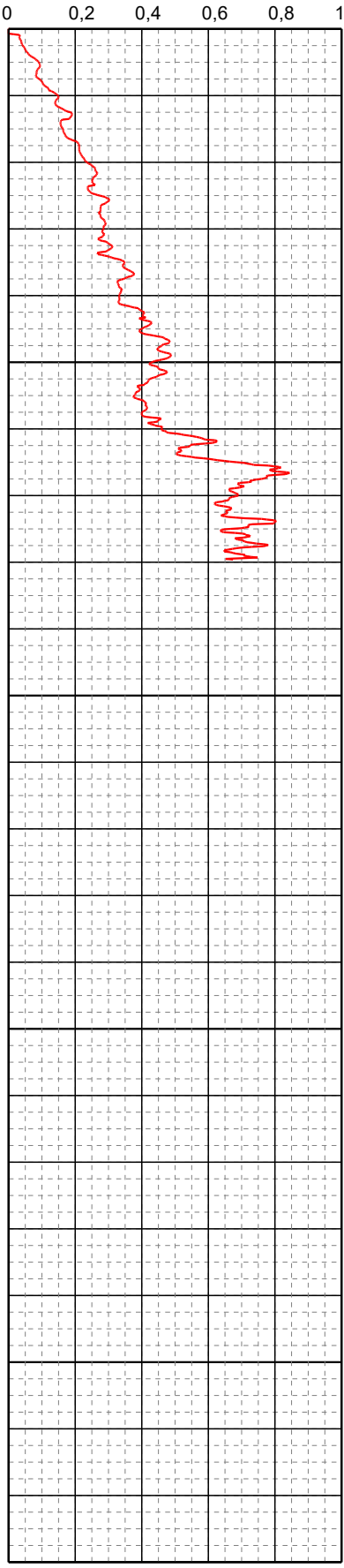
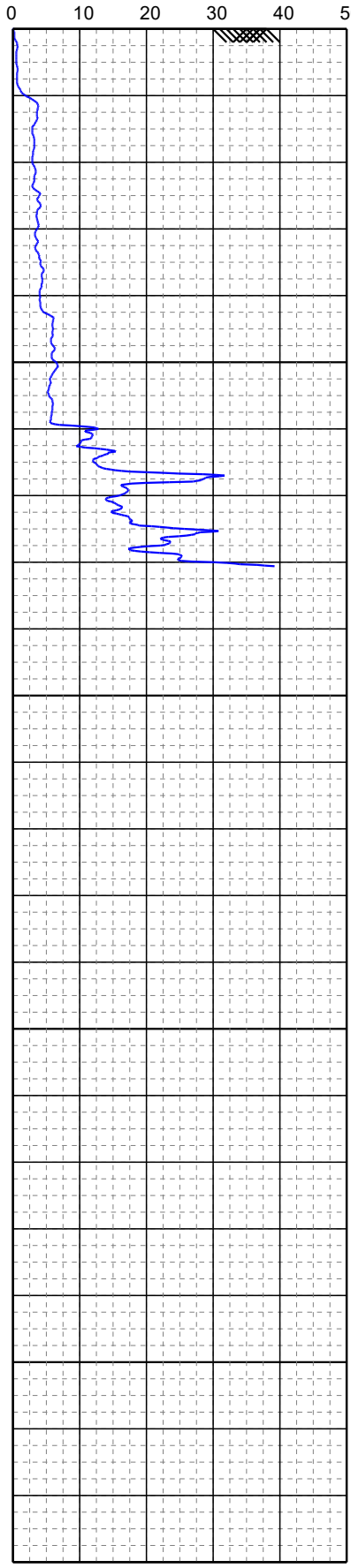
Spitzenerwiderstand (qc) in MPa

Lokale Reibung (fs) in MPa

Reibungsindex (Rf) in %

16,87 →

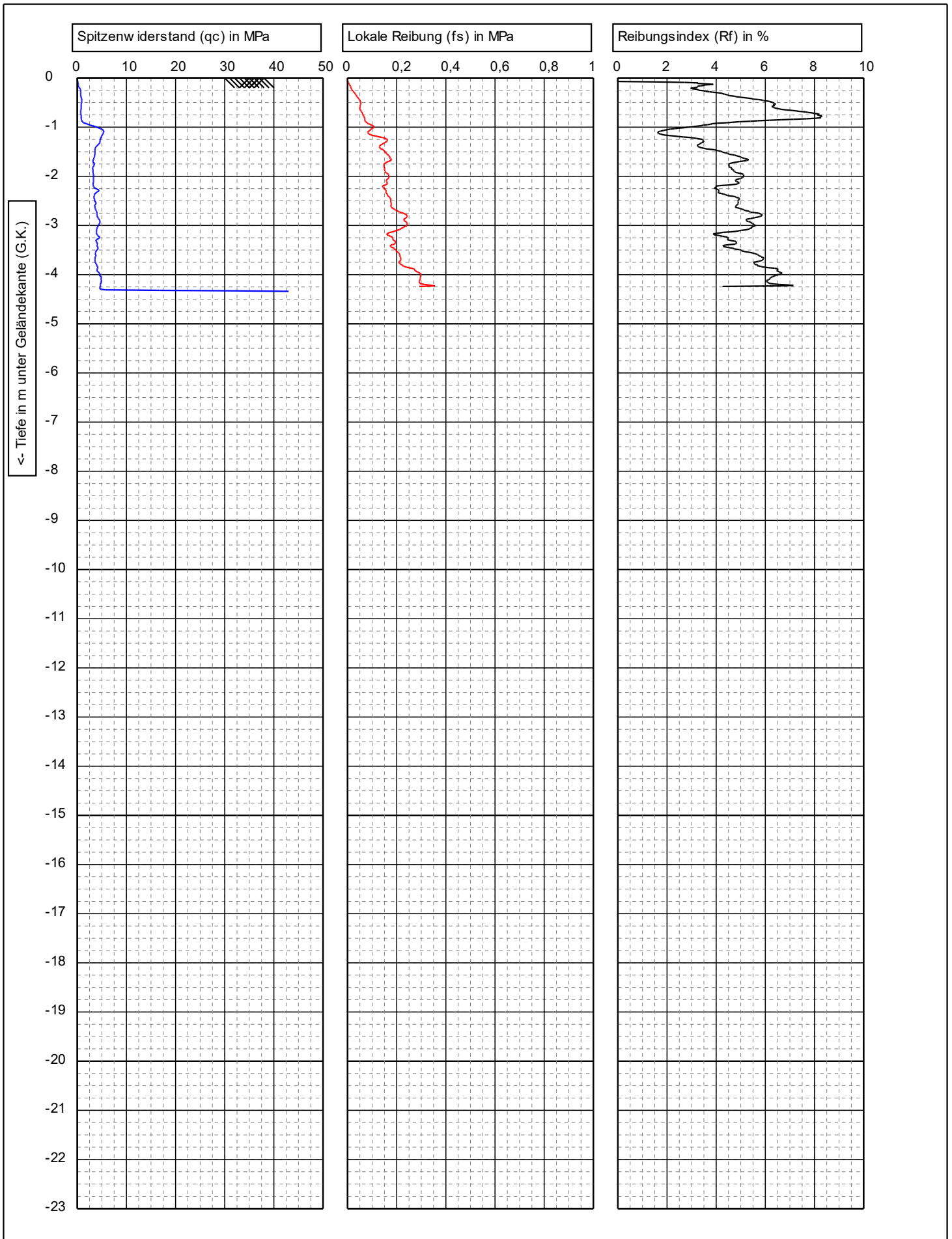
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23



Test according DIN EN ISO 22476-1
G.K.: **0,00 m**

Vorbohrung: **0,00 m Predrilled**
Datum: **27.03.2023**
Konus Nr.: **S15CFIIP.S22490**
Projekt Nr.: **S/031/230001-021**
CPT Nr.: **CPT WEA 4-O** | 1/1

Projekt: Windpark Westerberg | Repowering
Ort: Börßum



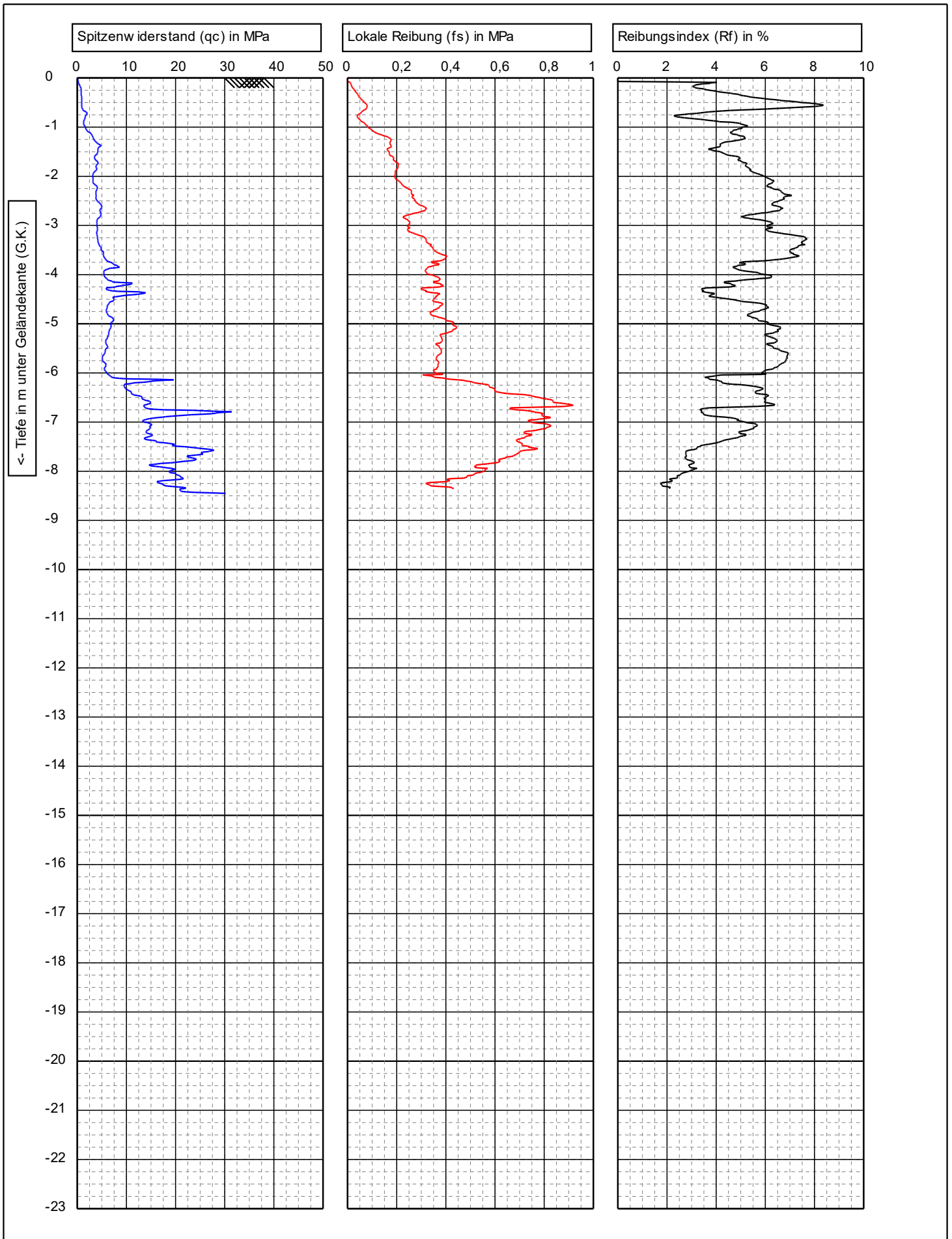
← Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

Spitzenerwiderstand (qc) in MPa

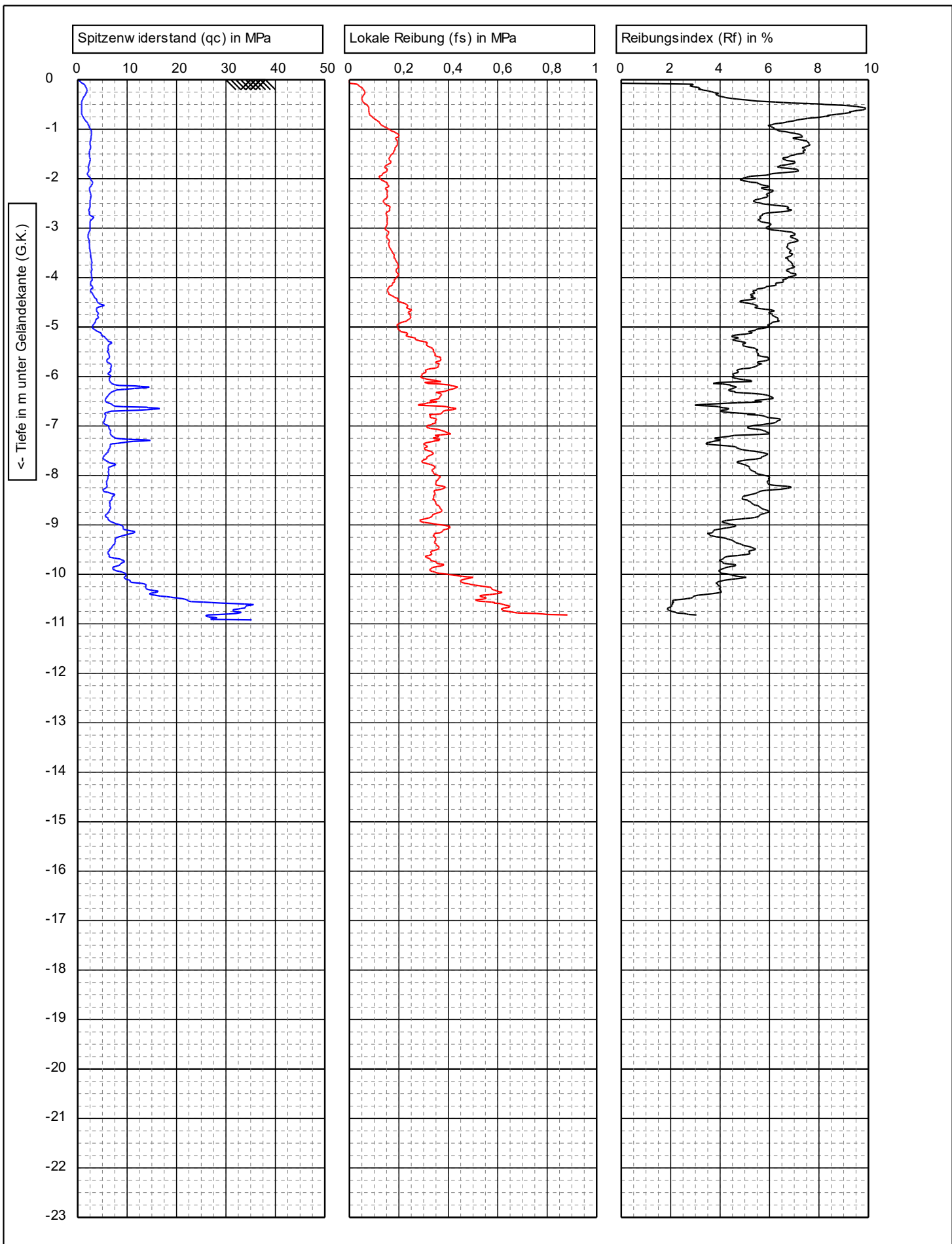
Lokale Reibung (fs) in MPa

Reibungsindex (Rf) in %

	 <small>225 cm²</small> <small>15 cm²</small>	Test according DIN EN ISO 22476-1	Vorbohrung: 0,00 m Predrilled	
		G.K.: 0,00 m	Datum: 27.03.2023	
		Projekt: Windpark Westerberg Repowering	Konus Nr.: S15CFIIP.S22490	
		Ort: Börßum	Projekt Nr.: S/031/230001-021	
			CPT Nr.: CPT WEA 4-S	1/1

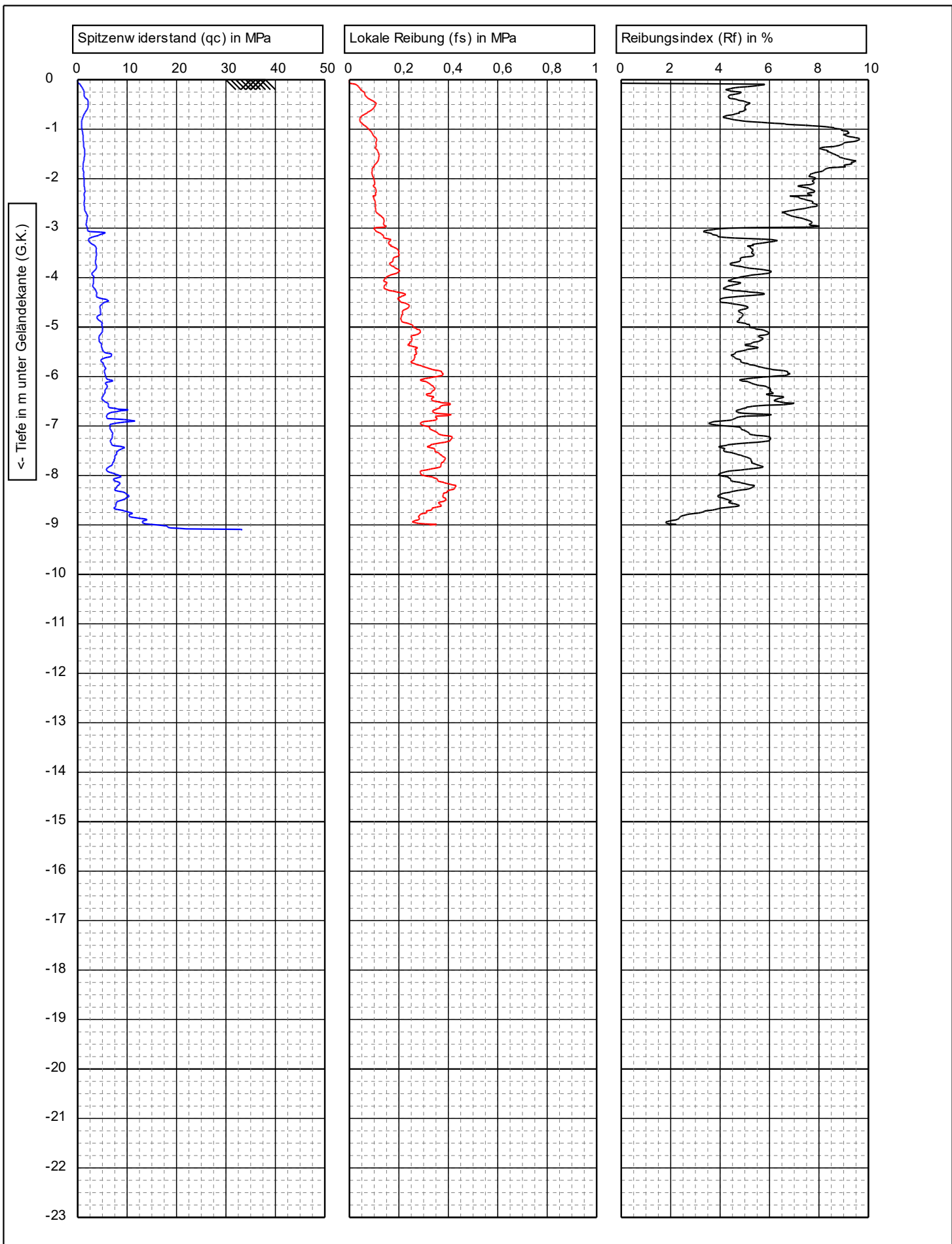



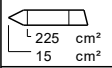
	 <small>225 cm²</small> <small>15 cm²</small>	Test according DIN EN ISO 22476-1		Vorbohrung: 0,00 m Predrilled	
		G.K.: 0,00 m		Datum: 27.03.2023	
		Projekt: Windpark Westerberg Repowering		Konus Nr.: S15CFIIP.S22490	
		Ort: Börßum		Projekt Nr.: S/031/230001-021	
		CPT Nr.: CPT WEA4-W	1/1		

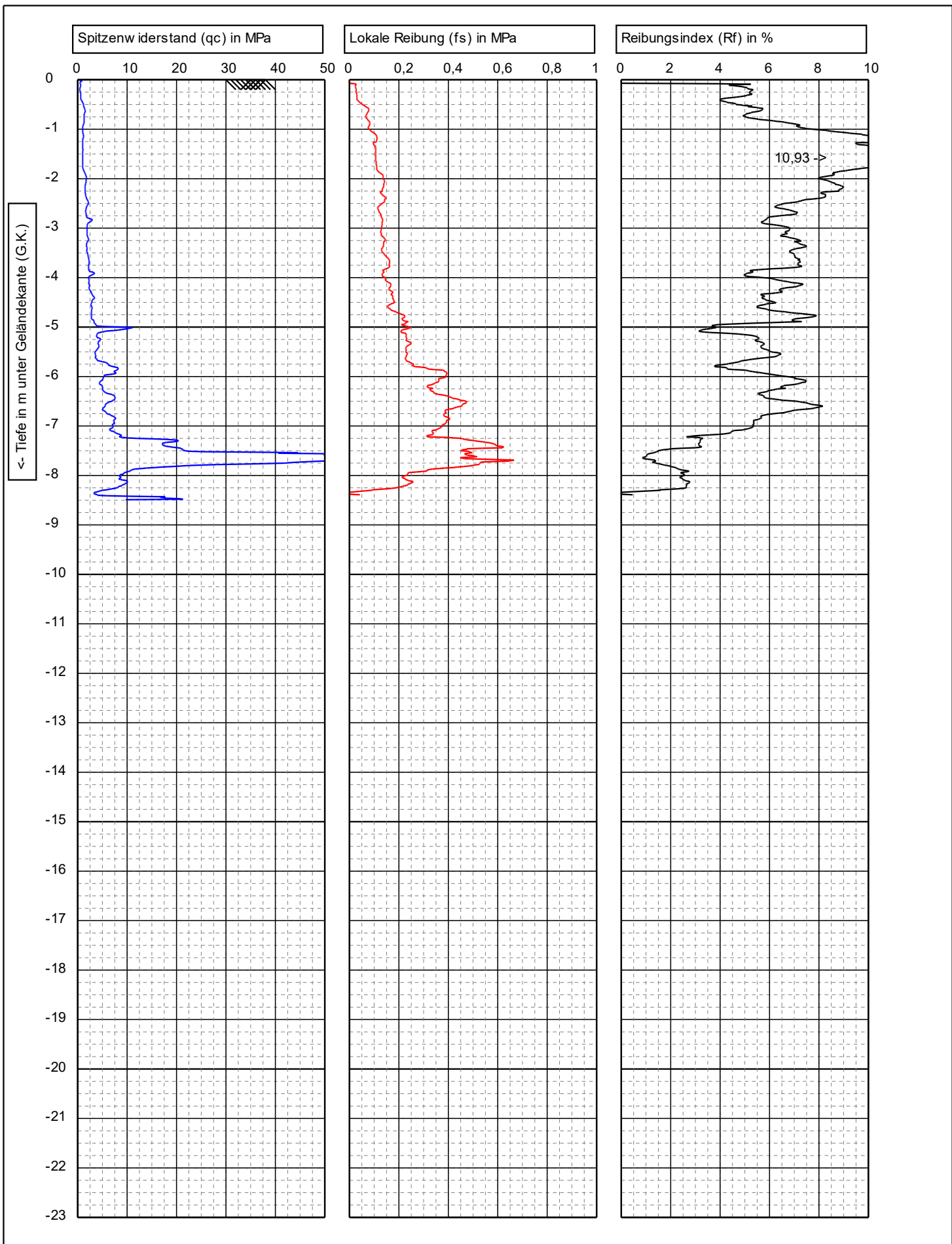


		Test according DIN EN ISO 22476-1		Vorbohrung: 0,00 m Predrilled	
		G.K.: 0,00 m		Datum: 27.03.2023	
		Projekt: Windpark Westerberg Repowering		Konus Nr.: S15CFIIP.S22490	
		Ort: Börßum		Projekt Nr.: S/031/230001-021	
				CPT Nr.: CPT WEA 5-N 1/1	

1.49



		Test according DIN EN ISO 22476-1		Vorbohrung: 0,00 m Predrilled	
		G.K.: 0,00 m		Datum: 27.03.2023	
		Projekt: Windpark Westerberg Repowering		Konus Nr.: S15CFIIP.S22490	
		Ort: Börßum		Projekt Nr.: S/031/230001-021	
				CPT Nr.: CPT WEA 5-O 1/1	



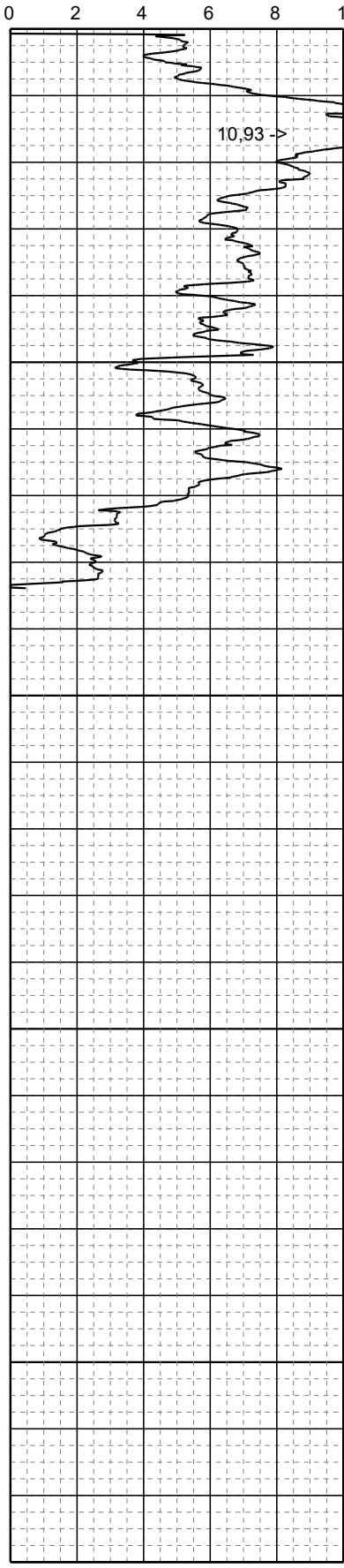
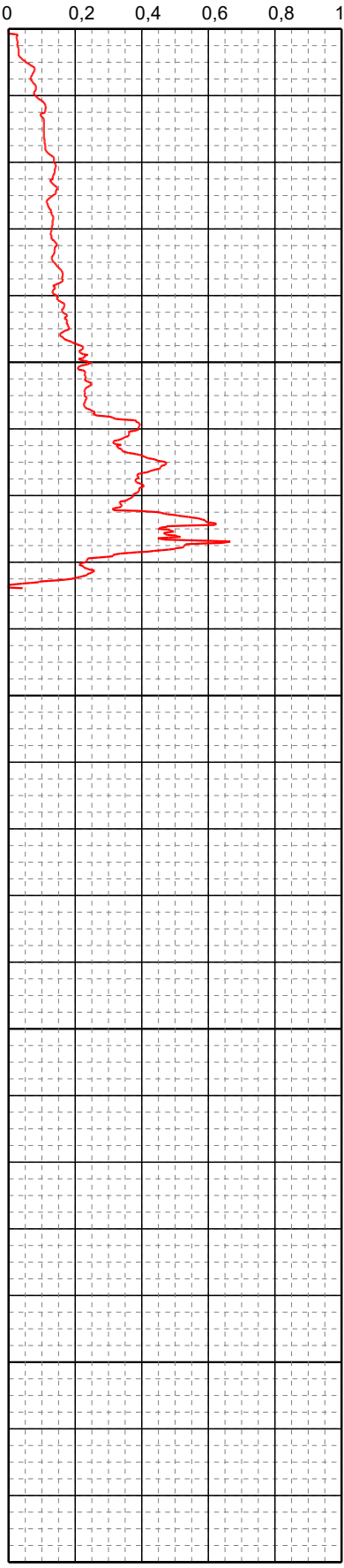
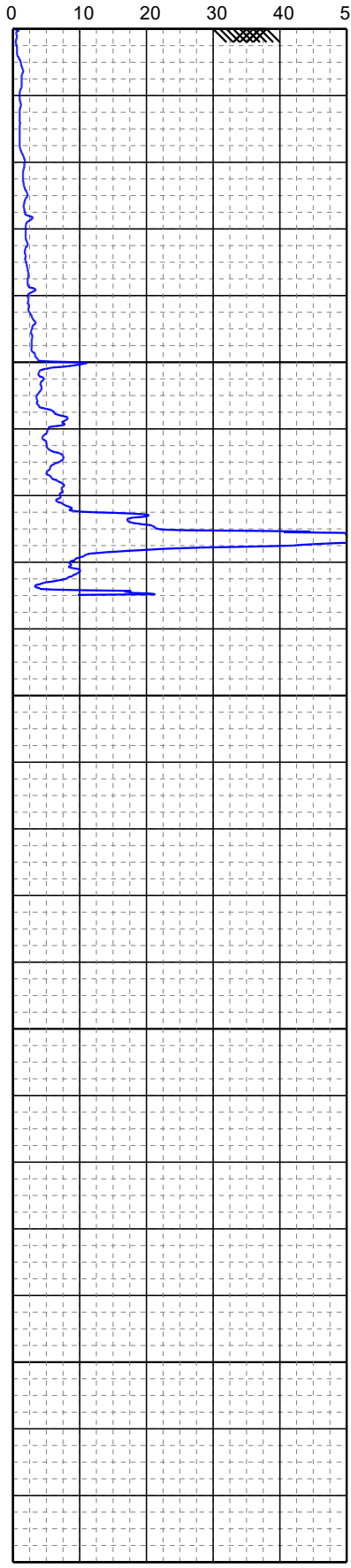
← Tiefe in m unter Geländeante (G.K.)

Spitzenerwiderstand (qc) in MPa

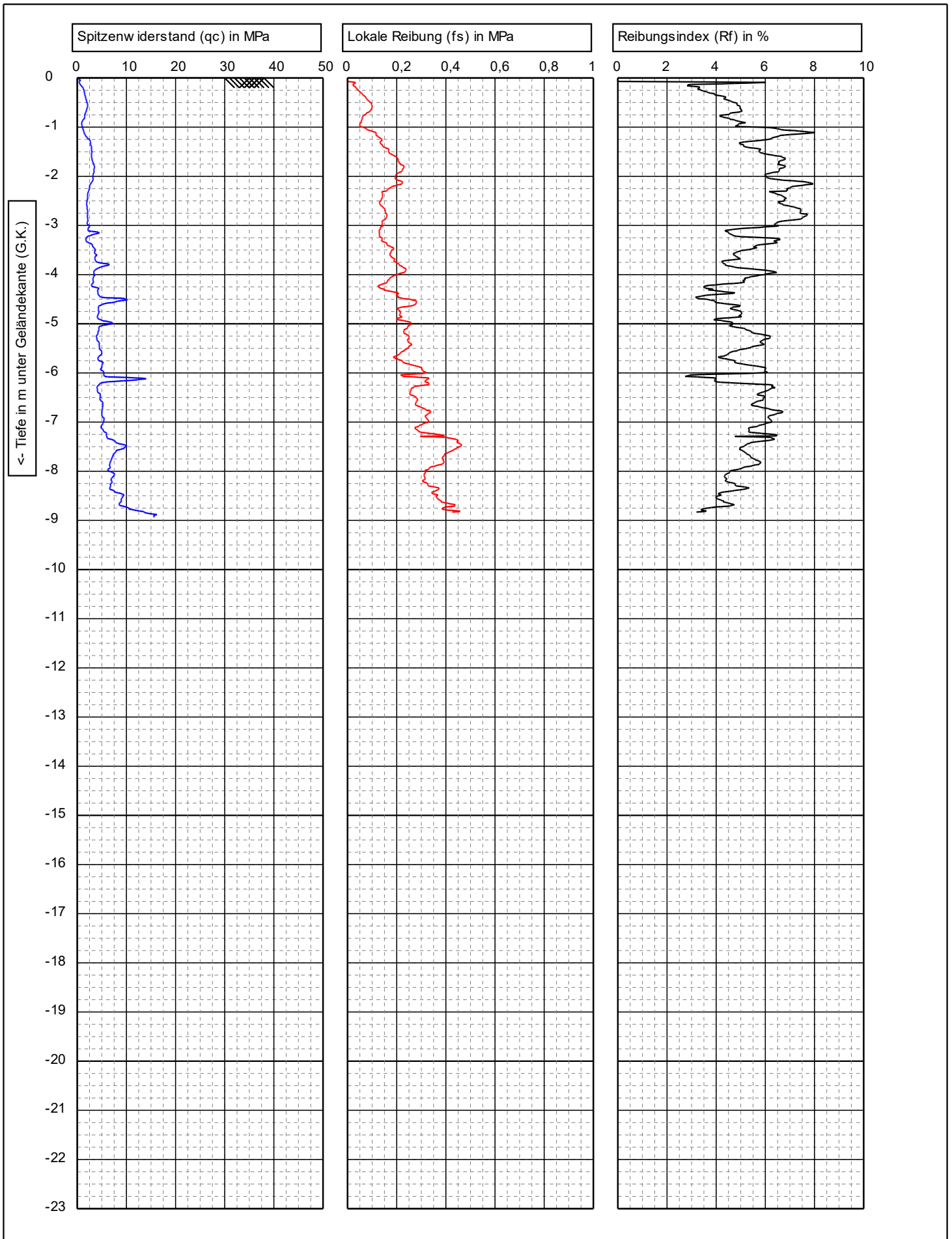
Lokale Reibung (fs) in MPa

Reibungsindex (Rf) in %

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23



	 <small>225 cm²</small> <small>15 cm²</small>	Test according DIN EN ISO 22476-1	Vorbohrung: 0,00 m Predrilled	
		G.K.: 0,00 m	Datum: 27.03.2023	
		Projekt: Windpark Westerberg Repowering	Konus Nr.: S15CFIIP.S22644	
		Ort: Börßum	Projekt Nr.: S/031/230001-021	
			CPT Nr.: CPT WEA 5-S	1/1



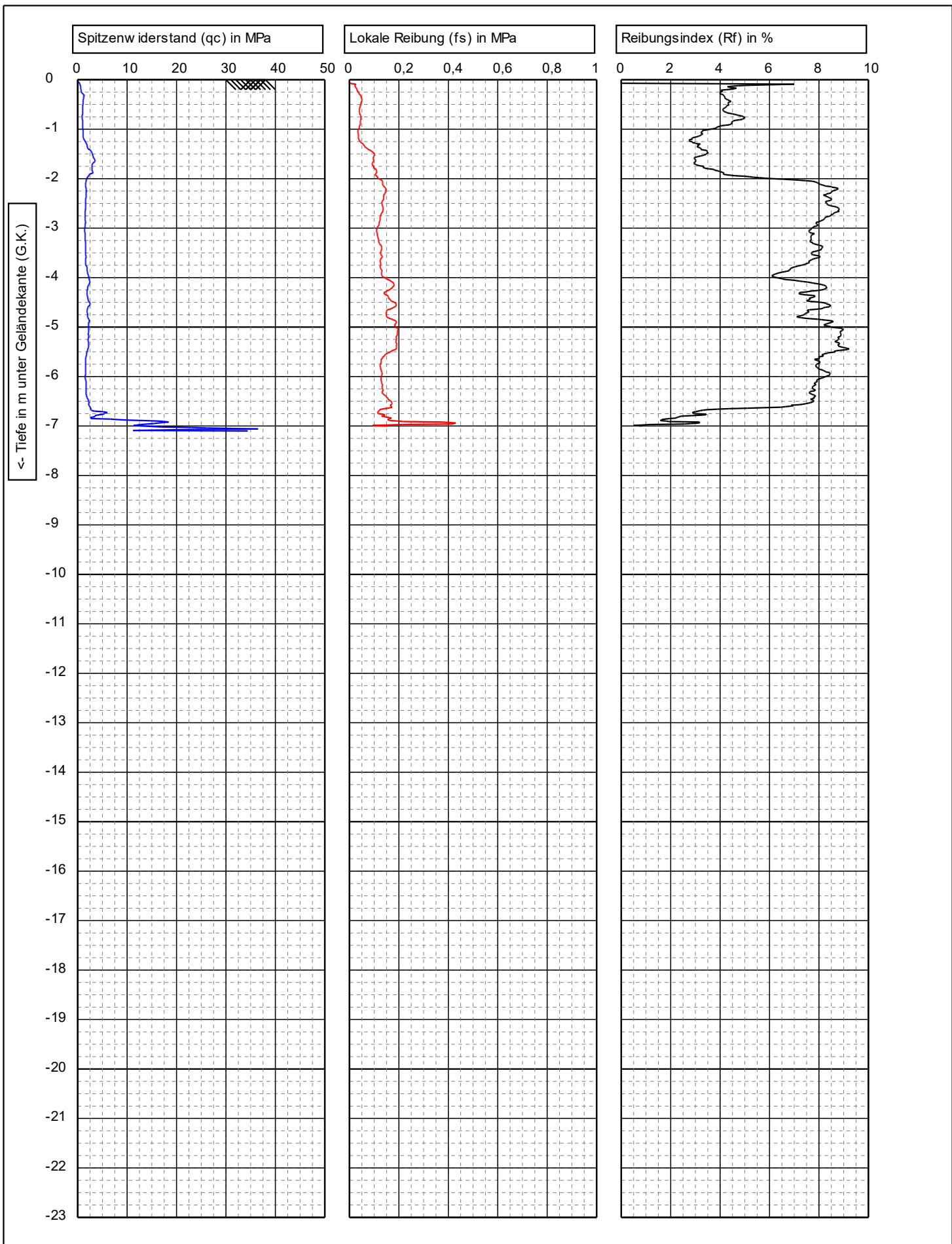
← Tiefe in m unter Geländeante (G.K.)

Spitzenerwiderstand (qc) in MPa

Lokale Reibung (fs) in MPa

Reibungsindex (Rf) in %

	 <small>225 cm² 15 cm²</small>	Test according DIN EN ISO 22476-1	Vorbohrung: 0,00 m Predrilled	
		G.K.: 0,00 m	Datum: 27.03.2023	
		Projekt: Windpark Westerberg Repowering	Konus Nr.: S15CFIIP.S22490	
		Ort: Börßum	Projekt Nr.: S/031/230001-021	
		CPT Nr.: CPT WEA5-W	1/1	



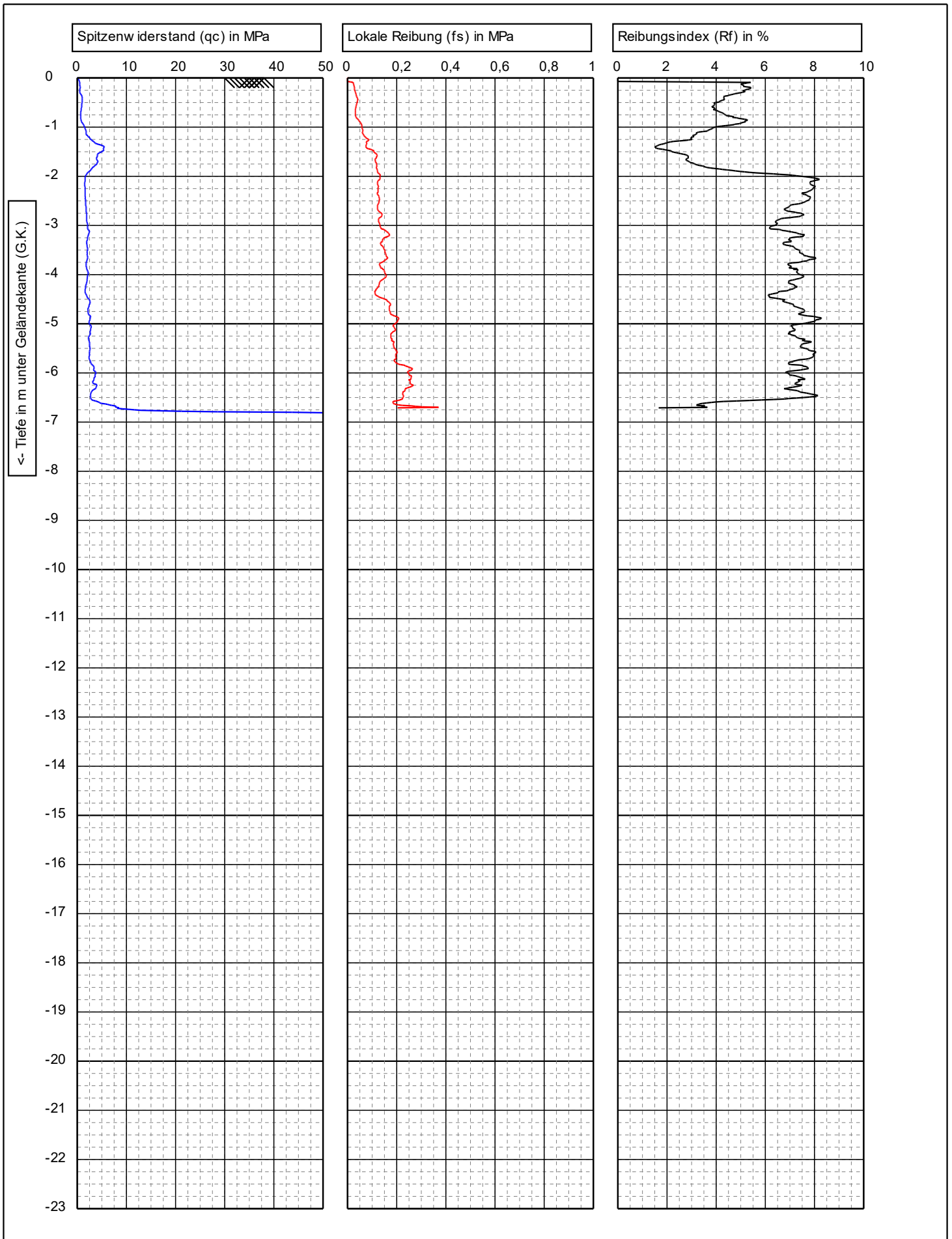
← Tiefe in m unter Geländeante (G.K.)

Spitzenerwiderstand (qc) in MPa

Lokale Reibung (fs) in MPa

Reibungsindex (Rf) in %

	 <small>225 cm²</small> <small>15 cm²</small>	Test according DIN EN ISO 22476-1	Vorbohrung: 0,00 m Predrilled	
		G.K.: 0,00 m	Datum: 27.03.2023	
		Projekt: Windpark Westerberg Repowering	Konus Nr.: S15CFIIP.S22644	
		Ort: Börßum	Projekt Nr.: S/031/230001-021	
		CPT Nr.: CPT WEA 6-N	1/1	



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

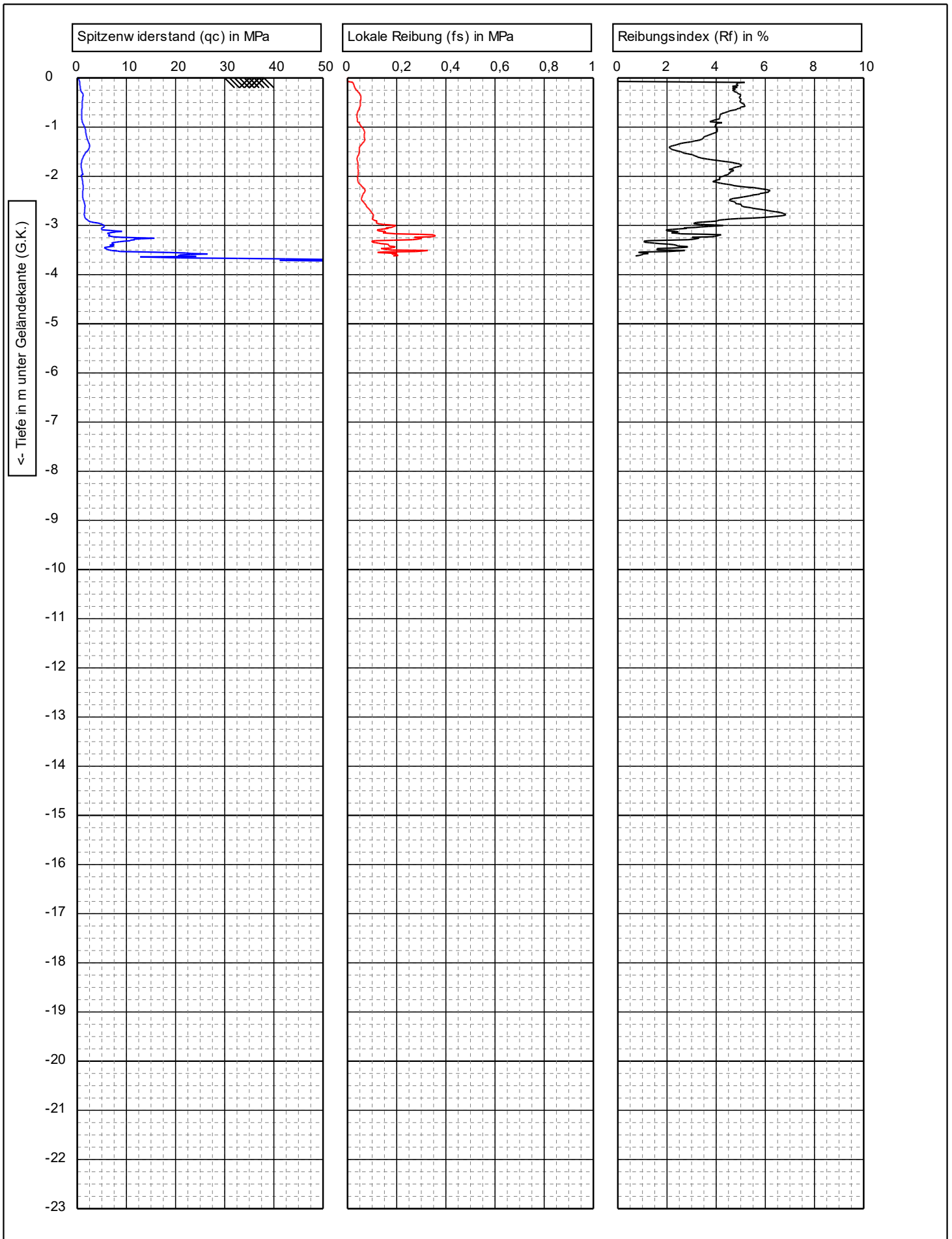
Spitzenerwiderstand (qc) in MPa

Lokale Reibung (fs) in MPa

Reibungsindex (Rf) in %

 225 cm ² 15 cm ²	Test according DIN EN ISO 22476-1	
	G.K.: 0,00 m	
Projekt:	Windpark Westerberg Repowering	
Ort:	Börßum	

Vorbohrung:	0,00 m Predrilled
Datum:	27.03.2023
Konus Nr.:	S15CFIIP.S22644
Projekt Nr.:	S/031/230001-021
CPT Nr.:	CPT WEA 6-O 1/1



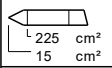
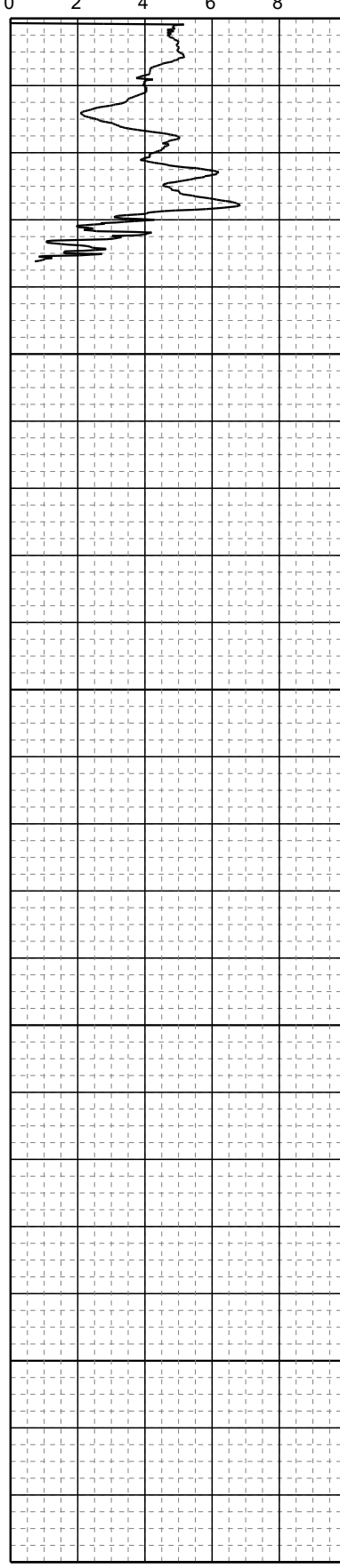
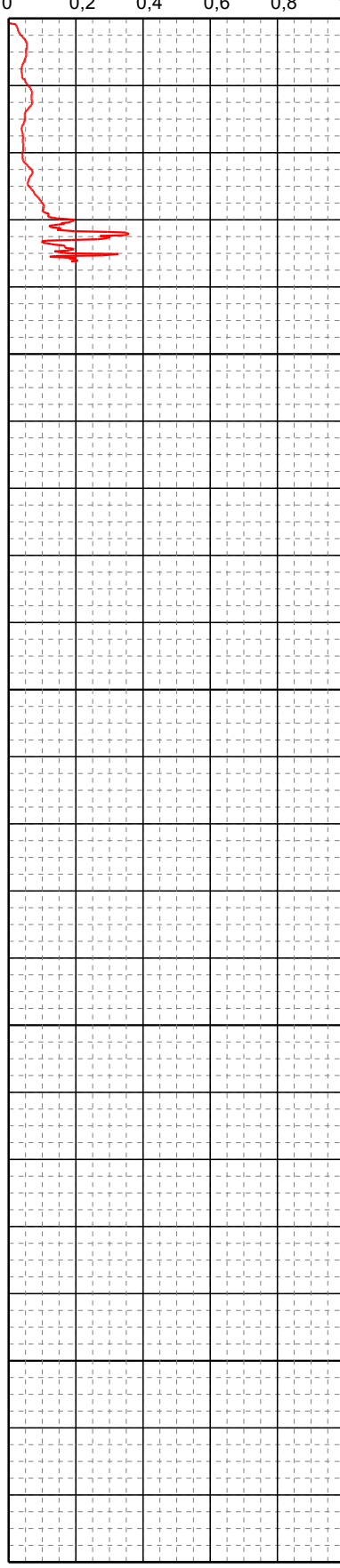
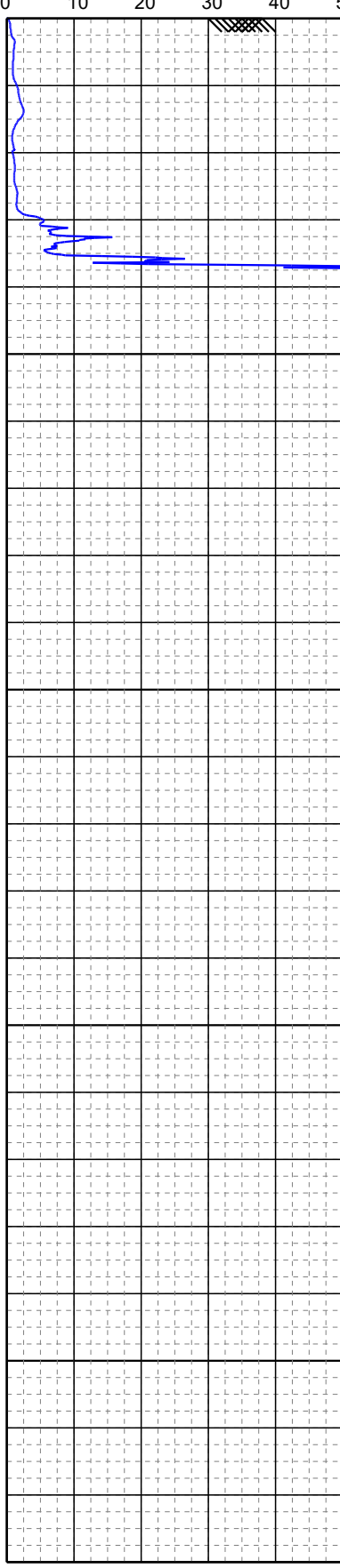
← Tiefe in m unter Geländeante (G.K.)

Spitzenerwiderstand (qc) in MPa

Lokale Reibung (fs) in MPa

Reibungsindex (Rf) in %

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23



Test according DIN EN ISO 22476-1

G.K.: **0,00 m**

Vorbohrung: **0,00 m Predrilled**

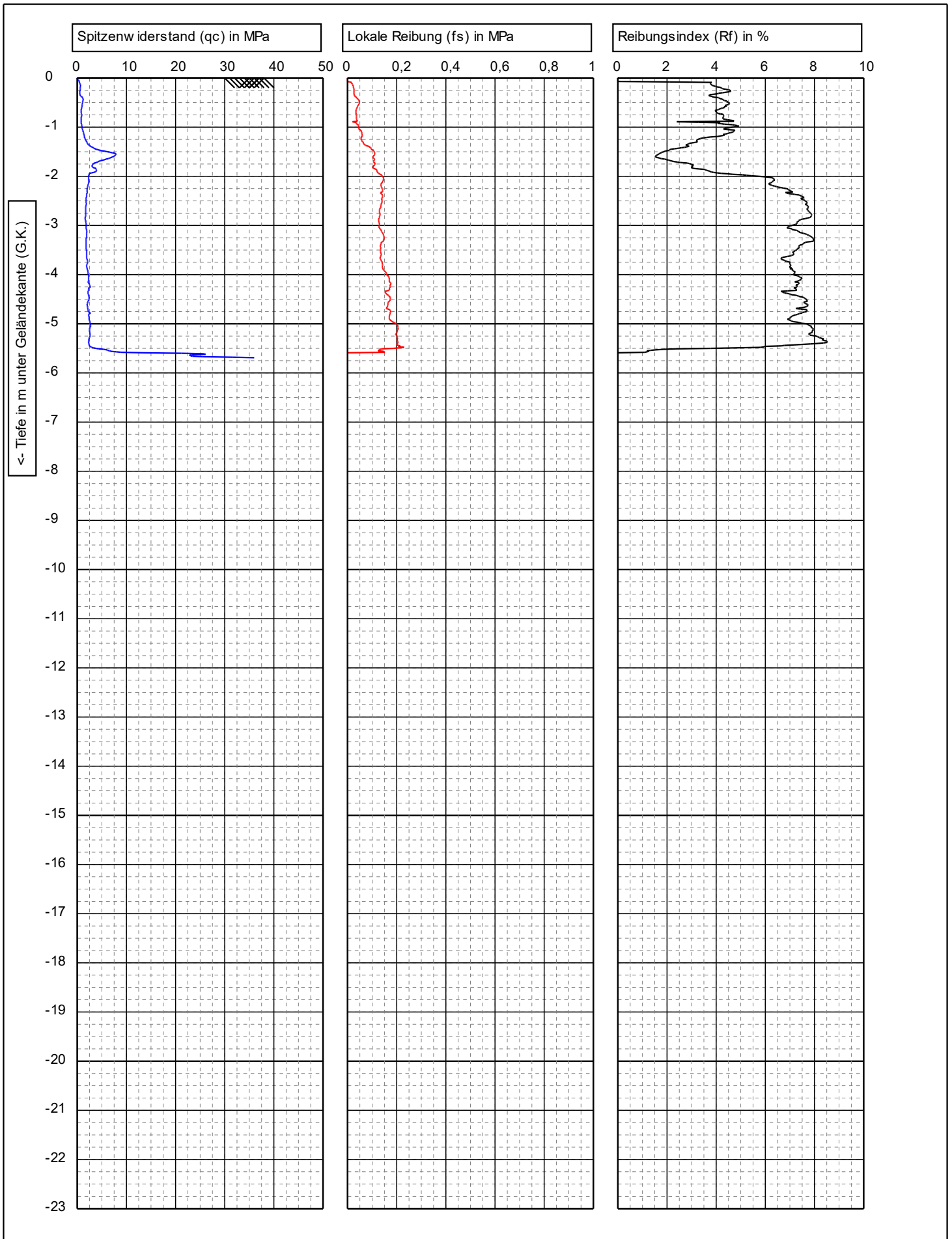
Datum: **27.03.2023**

Projekt: **Windpark Westerberg | Repowering**
Ort: **Börßum**

Konus Nr.: **S15CFIIP.S22644**

Projekt Nr.: **S/031/230001-021**

CPT Nr.: **CPT WEA 6-S** | 1/1



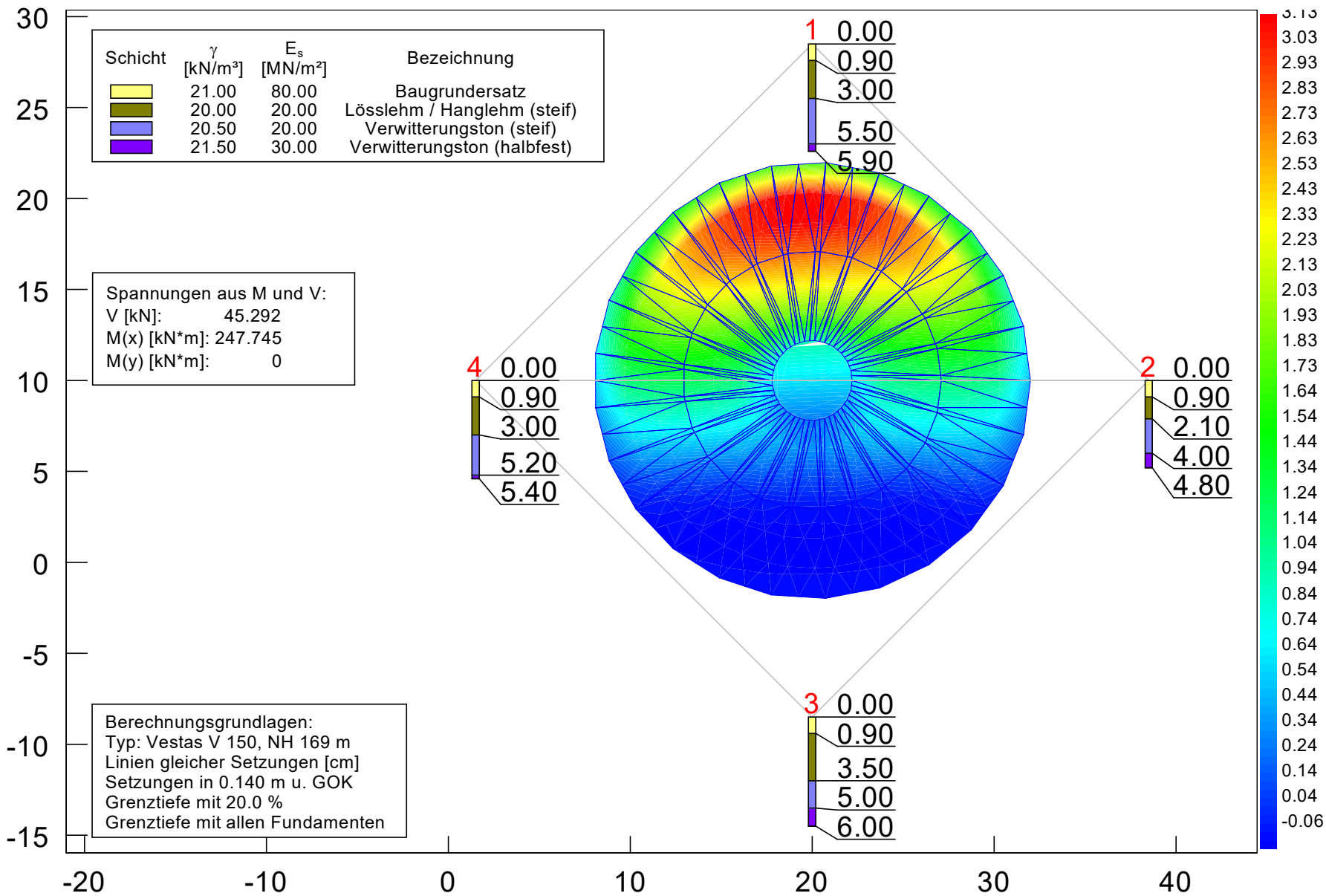
← Tiefe in m unter Geländeante (G.K.)

Spitzenerwiderstand (qc) in MPa

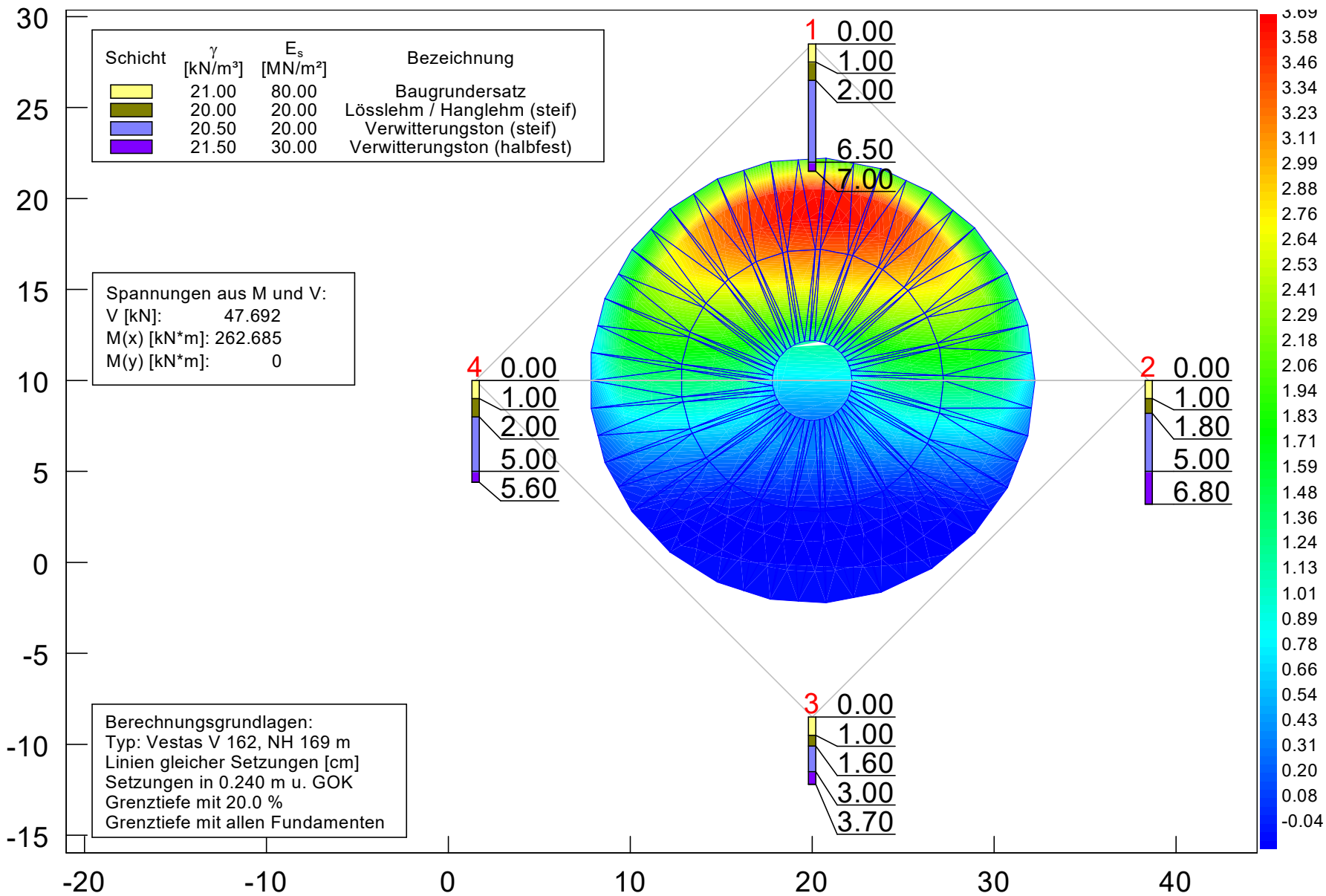
Lokale Reibung (fs) in MPa

Reibungsindex (Rf) in %

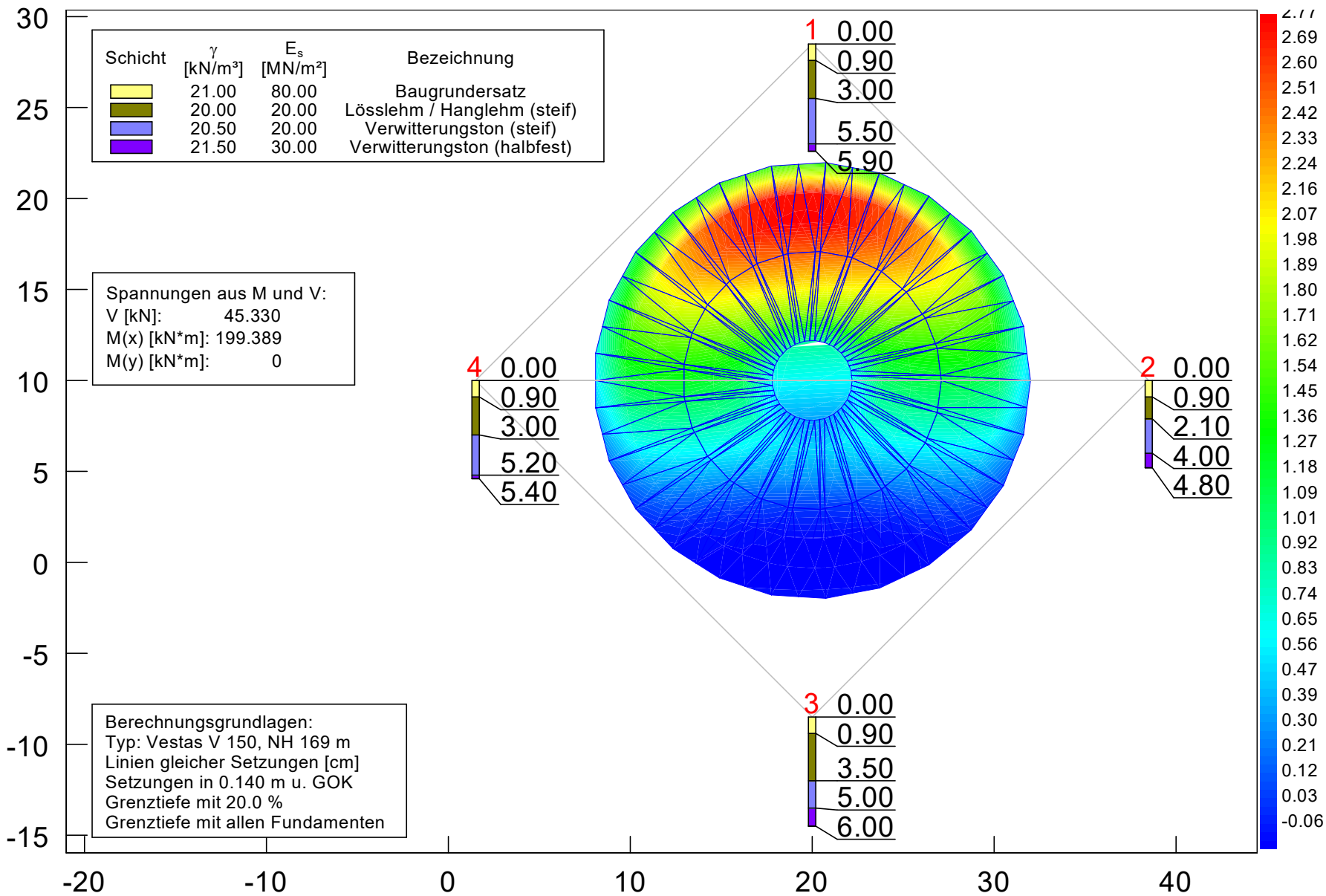
		Test according DIN EN ISO 22476-1		Vorbohrung: 0,00 m Predrilled	
		G.K.: 0,00 m		Datum: 27.03.2023	
		Projekt: Windpark Westerberg Repowering Ort: Börßum		Konus Nr.: S15CFIIP.S22644	
				Projekt Nr.: S/031/230001-021	
				CPT Nr.: CPT WEA6-W	1/1



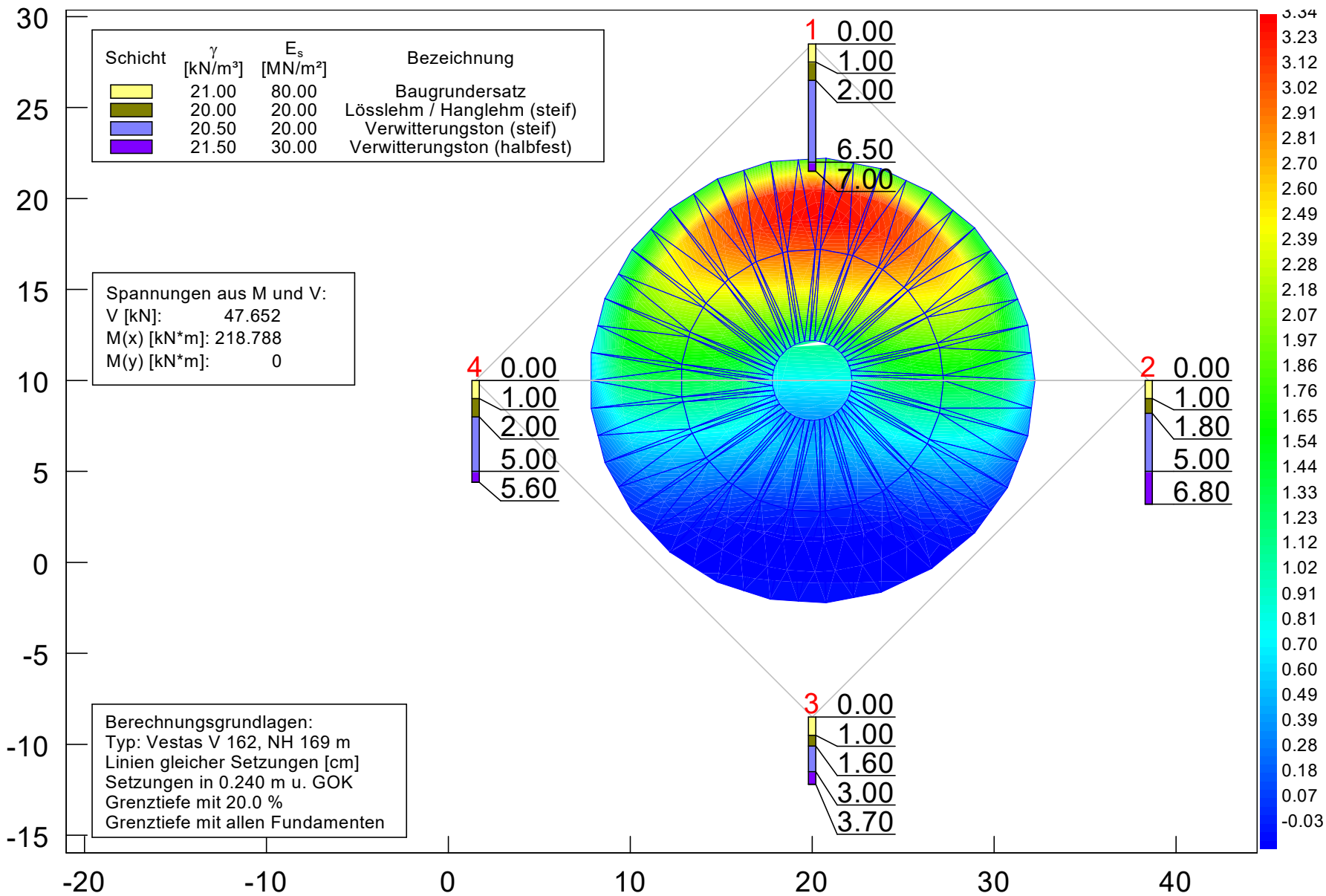
INGENIEURBÜRO R.-U. WODE Beratende Ingenieure und Geologen Kolberger Str. 13 * 31319 Sehnde Tel.: 05138 / 6195-0 * Fax: 05138 / 6195-15	
Setzung WP Westerberg I WEA 1 (Stat. E-Modul)	
Maßstab: 1 : 250 Anlage Nr.: 6.1	



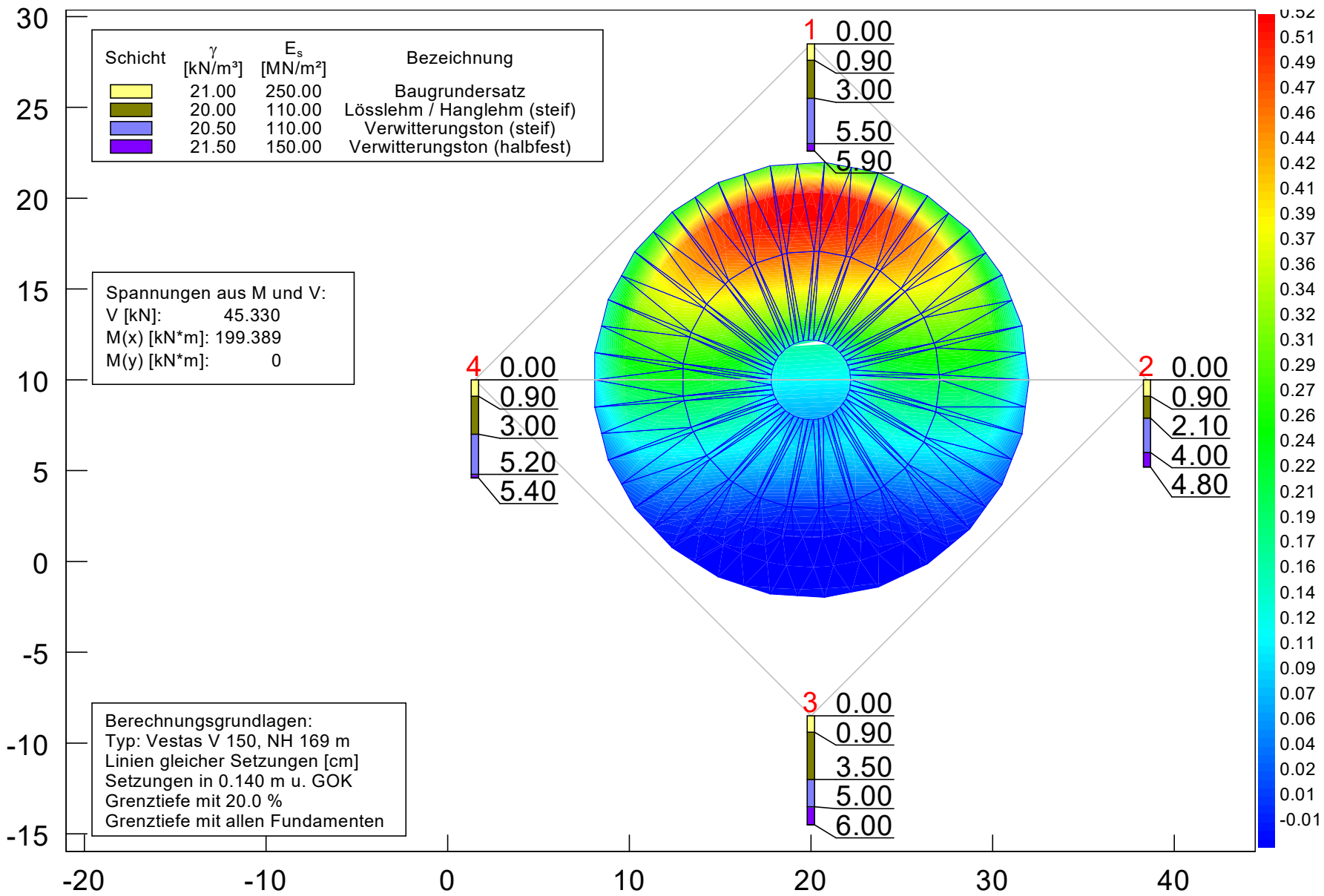
INGENIEURBÜRO R.-U. WODE Beratende Ingenieure und Geologen Kolberger Str. 13 * 31319 Sehnde Tel.: 05138 / 6195-0 * Fax: 05138 / 6195-15	
Setzung WP Westerberg I WEA 6 (Stat. E-Modul)	
Maßstab: 1 : 250 Anlage Nr.: 6.2	



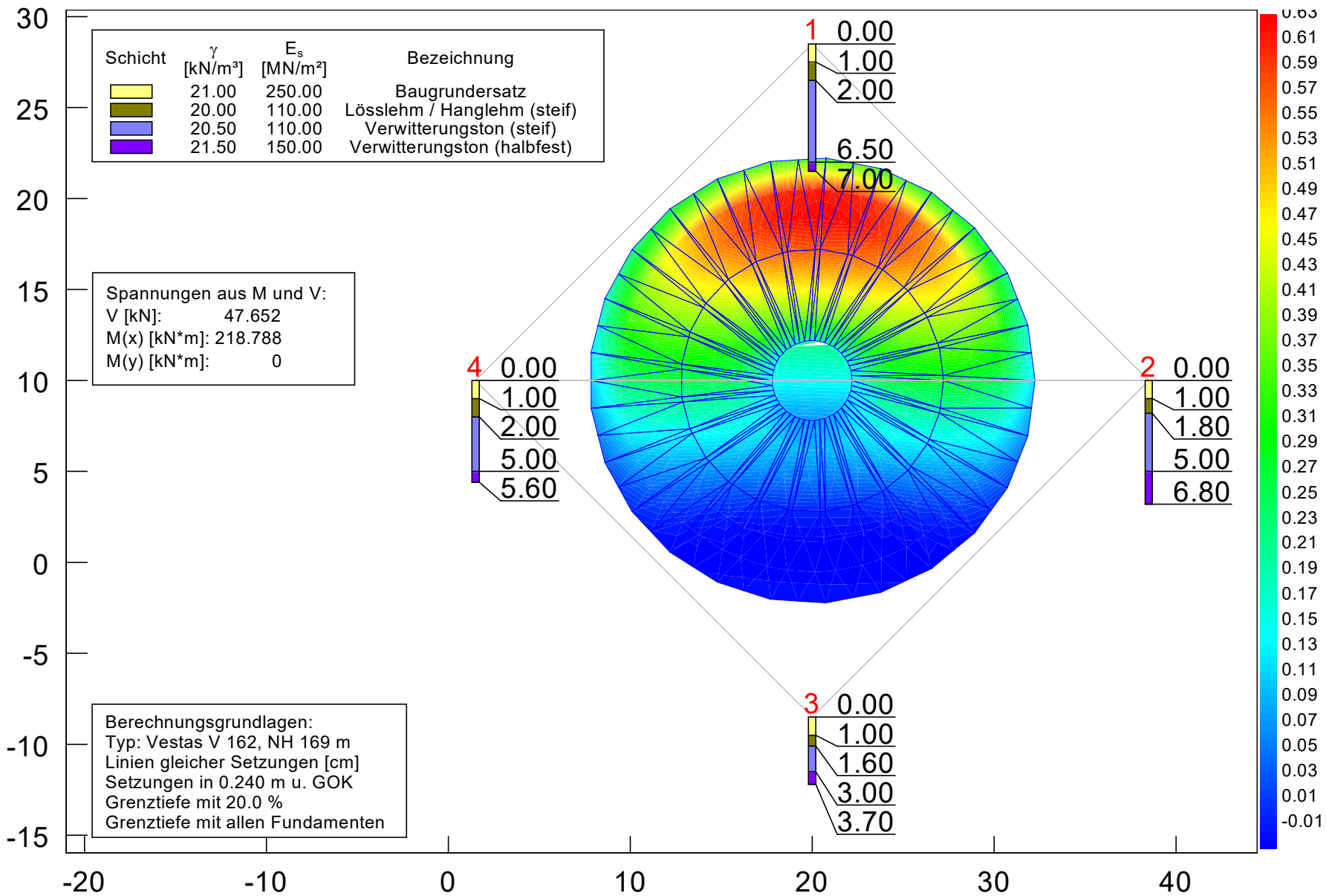
INGENIEURBÜRO R.-U. WODE Beratende Ingenieure und Geologen Kolberger Str. 13 * 31319 Sehnde Tel.: 05138 / 6195-0 * Fax: 05138 / 6195-15	
Schiefstellung WP Westerberg I WEA 1 (Stat. E-Modul)	
Maßstab: 1 : 250 Anlage Nr.: 7.1.1	



INGENIEURBÜRO R.-U. WODE Beratende Ingenieure und Geologen Kolberger Str. 13 * 31319 Sehnde Tel.: 05138 / 6195-0 * Fax: 05138 / 6195-15	
Schiefstellung WP Westerberg I WEA 6 (Stat. E-Modul)	
Maßstab: 1 : 250	Anlage Nr.: 7.1.2



INGENIEURBÜRO R.-U. WODE Beratende Ingenieure und Geologen Kolberger Str. 13 * 31319 Sehnde Tel.: 05138 / 6195-0 * Fax: 05138 / 6195-15	
Schiefstellung WP Westerberg I WEA 1 (Dyn. E-Modul)	
Maßstab: 1 : 250	Anlage Nr.: 7.2.1



INGENIEURBÜRO R.-U. WODE Beratende Ingenieure und Geologen Kolberger Str. 13 * 31319 Sehnde Tel.: 05138 / 6195-0 * Fax: 05138 / 6195-15	
Schiefstellung WP Westerberg I WEA 6 (Dyn. E-Modul)	
Maßstab: 1 : 250 Anlage Nr.: 7.2.2	

I N G E N I E U R B Ü R O R . - U . W O D E

Beratende Ingenieure und Geologen

Mitglieder der Ingenieurkammer Niedersachsen

Dipl.-Ing. Ralf-Ulrich Wode • Dipl.-Geol. Andreas Pohl • Dipl.-Ing. Andreas Heumann • M.Sc. Theresa Leiser

Empfehlungen zur Gründung

Projekt: Windpark Westerberg I

Anlagentyp	Vestas V150 NH 169 m	Vestas V162 NH 169 m	Vestas V162 NH 169 m	Vestas V162 NH 169 m	Vestas V162 NH 169 m
Standort	WEA 01	WEA 02	WEA 03	WEA 04	WEA 05
Vorgesehene Gründungsebene (unter GOK)	0,14 m	0,24 m	0,24 m	0,24 m	0,24 m
Fundamenttyp	Flachgründung	Flachgründung	Flachgründung	Flachgründung	Flachgründung
Besondere Maßnahmen - Baugrundersatz (m u. GOK)	bis 0,90 m u. GOK	bis 1,00 m u. GOK	bis 1,00 m u. GOK	bis 1,00 m u. GOK	bis 1,00 m u. GOK
- Wasserhaltung	offen	offen	offen	offen	offen
- weitere	-	-	-	-	-
Nachweise - Drehfedersteifigkeit	+				
- Setzung	+				
- Schiefstellung	+				
Zusätzliche Hinweise					

INGENIEURBÜRO R.-U. WODE

Beratende Ingenieure und Geologen

Mitglieder der Ingenieurkammer Niedersachsen

Dipl.-Ing. Ralf-Ulrich Wode • Dipl.-Geol. Andreas Pohl • Dipl.-Ing. Andreas Heumann • M.Sc. Theresa Leiser

Empfehlungen zur Gründung

Projekt: Windpark Westerberg I

Anlagentyp	Vestas V162 NH 169 m				
Standort	WEA 06				
Vorgesehene Gründungsebene (unter GOK)	0,24 m				
Fundamenttyp	Flachgründung				
Besondere Maßnahmen - Baugrundersatz (m u. GOK)	bis 1,00 m u. GOK				
- Wasserhaltung	offen				
- weitere	-				
Nachweise - Drehfedersteifigkeit	+				
- Setzung	+				
- Schiefstellung	+				
Zusätzliche Hinweise					

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Daimlerring 37 · 31135 Hildesheim

Ingenieurbüro Wode
Beratende Ingenieure und Geologen
Kolberger Straße 13



31319 Sehnde

Prüfbericht-Nr.: 2023P602619 / 1

Auftraggeber	Ingenieurbüro Wode Beratende Ingenieure und Geologen
Eingangsdatum	24.03.2023
Projekt	Windpark Westerberg
Material	Boden
Auftrag	Analytik gem. Vorgabe des Auftraggebers
Verpackung	PE-Becher
Probenmenge	0,3 kg
GBA-Nummer	23601872
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	Kunde
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Analysenbeginn / -ende	24.03.2023 - 31.03.2023
Unteraufträge	keine
Bemerkung	keine
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben vier Wochen aufbewahrt.

Hildesheim, 31.03.2023

i. A. L. Knieke
i. A. L. Knieke

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 2 zu Prüfbericht-Nr.: 2023P602619 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2023P602619 / 1
Windpark Westerberg

GBA-Nummer		23601872
Probe-Nr.		001
Material		Boden
Probenbezeichnung		MP 1
Probemenge		0,3 kg
Probenahme		23.03.2023
Probeneingang		24.03.2023
Analysenergebnisse	Einheit	
Säuregrad nach Baumann-Gully	mL/kg TM	<5,0
Eluat gem. DIN 4030/2		+
Chlorid	mg/kg TM	47
Betonaggressivität		
Sulfat	mg/kg TM	390
Sulfid	mg/kg TM	<0,20

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

Prüfbericht-Nr.: 2023P602619 / 1
Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)

Parameter	BG	Einheit	Methode
Säuregrad nach Baumann-Gully	5,0	mL/kg TM	DIN EN 16502:2014-11 ^a 5
Eluat gem. DIN 4030/2			DIN 4030-2: 2008-06 ^a 5
Chlorid		mg/kg TM	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Betonaggressivität			DIN 4030-2: 2008-06 ^a 5
Sulfat	15	mg/kg TM	DIN ISO 22036: 2009-06 ^a 5
Sulfid	0,20	mg/kg TM	DIN 38405-27 (D27): 2017-10 ^a 5

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

INGENIEURBÜRO R.-U. WODE

Beratende Ingenieure und Geologen

Kolberger Straße 13 * 31319 Sehnde

Tel.: 05138 / 6195-0 * Fax: 05138 / 6195-15

Bearbeiter: Wa/se

Datum: 28.03.2023

Körnungslinie

Windpark Westerberg I

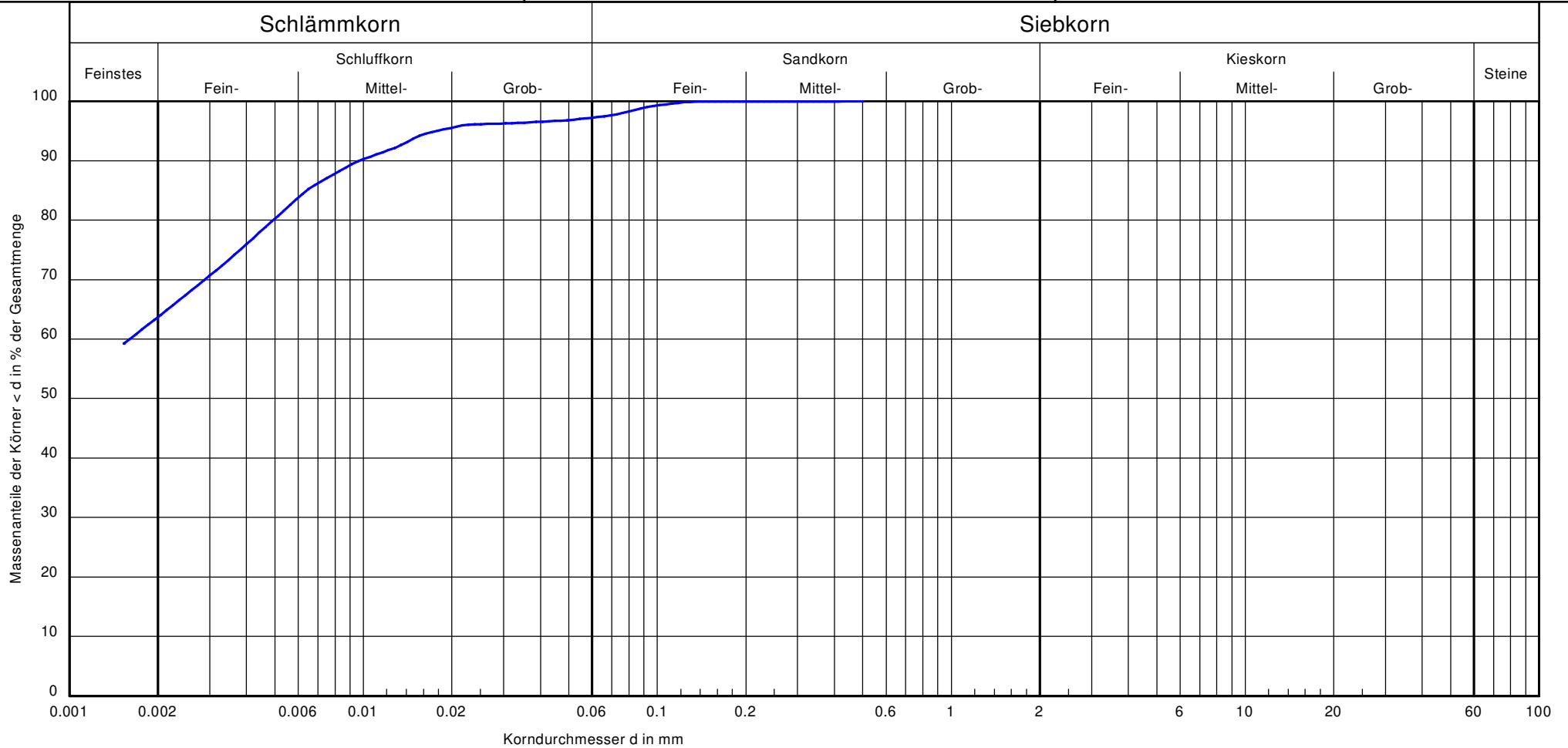
WEA 5, 1.00 m - 3.00 m

Probenbezeichnung:

Probe entnommen am: 21.03.2023

Art der Entnahme: BP

Arbeitsweise: Nasssiebung



Signatur:
 Bodenart:
 Tiefe:
 U/Cc:
 Entnahmestelle:
 k Wert (Beyer):
 T/U/S/G [%]:
 Bodengruppe:

—
 T, \bar{u}
 1.00 - 3.00 m
 -/
 KRB 5
 -
 63.7/33.6/2.7/ -

Bemerkungen:
 w (nat.) = 28.3 %

Report:
 Windstrom
 Anlage:
 10.1

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Windpark Westerberg I

Repowering von 6 Windenergieanlagen

Bearbeiter: Wa/se

Datum: 28.03.2023

Prüfungsnummer: 1

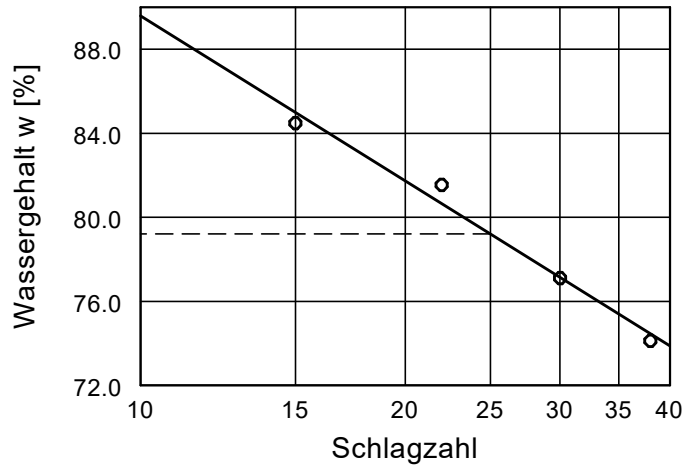
Entnahmestelle: KRB 5

Tiefe: 1.00 - 3.00 m

Art der Entnahme: Becherprobe

Bodenart: T, \bar{u}

Probe entnommen am: 21.03.2023



Wassergehalt $w = 28.3 \%$
 Fließgrenze $w_L = 79.2 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 24.2 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 55.0 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.93$

