



Füchteler Straße 29  
49377 Vechta

# GEOTECHNISCHER BERICHT

PROJEKT:  
2023-0138

Windpark Rodenkircherwarp  
6 x WEA Enercon E-160 EP5 E3, 120 mNH

Auftraggeber:  
Regenerative Energien Nordpol GmbH & Co KG  
Abser Deich  
26935 Stadland

22. März 2024

Baugrunderkundung  
Gründungsgutachten  
Baugrundlabor  
Altlastenuntersuchung  
Gefährdungsabschätzung  
Sanierungskonzepte  
Hydrogeologie



Projektdaten:

Projekt: 2023-0138  
WP Rodenkircherwarp  
6 x WEA Enercon E-160 EP5 E3, 120 m NH

Auftraggeber: Regenerative Energien Nordpol  
GmbH & Co. KG  
Herr Eike Sanders  
Abser Deich 12  
26395 Stadland

Auftragnehmer: Ingenieurgeologie Dr. Lübke  
Füchteler Str. 29  
49377 Vechta

Projektbearbeiterin: Dipl.-Geol. Petra Müller

Exemplare: 1 Stück

Dieser Geotechnische Bericht umfasst 20 Seiten, 9 Tabellen und 5 Anlagen.

Vechta, 22. März 2024

Der Bericht darf nur vollständig und unverändert vervielfältigt werden und nur zu dem Zweck, der unserer Beauftragung mit der Erstellung des Berichtes zugrunde liegt. Die Vervielfältigung zu anderen Zwecken, eine auszugsweise oder veränderte Wiedergabe sowie eine Veröffentlichung bedürfen unserer schriftlichen Genehmigung.



## INHALTSVERZEICHNIS

<b>I. VERANLASSUNG UND BEAUFTRAGUNG.....</b>	<b>5</b>
1. Unterlagen.....	5
2. Angaben zum Bauwerk.....	5
<b>II. DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN.....</b>	<b>6</b>
<b>III. BODEN- UND GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE.....</b>	<b>7</b>
1. Boden.....	7
2. Grundwasser.....	9
3. Erdbebenzone.....	9
4. Bodenklassifizierung nach DIN 18300/DIN 18196.....	9
5. Bodenkennwerte.....	10
<b>IV. GRÜNDUNGEN.....</b>	<b>11</b>
1. Geotechnische Kategorie.....	11
2. Auswertung und Bewertung.....	11
3. Pfahlgründung.....	12
4. Hinweise zur Pfahlgründung.....	13
5. Hinweise zur Pfahlgründung und Rammebene.....	14
6. Zusammenfassung der Gründungsempfehlungen.....	15
<b>V. KRANAUFSTELLFLÄCHEN UND ZUWEGUNG.....</b>	<b>16</b>
<b>VI. HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG.....</b>	<b>17</b>
1. Baugrube, Böschungen.....	17
2. Wasserhaltung.....	18
3. Seitliche Fundamentanfüllungen, Fundamentüberdeckung, Wiederverwendung Bodenaushub, Verdichtung.....	18
4. Betonaggressivität des Grundwassers.....	19
5. Frischbetoneigengewicht.....	20
<b>VII. SCHLUSSWORT.....</b>	<b>20</b>



## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Pfahllasten, E-160 EP5 E3, 120 mNH. ....	6
Tabelle 2:	Anlagentyp, Koordinaten und Geländehöhen.....	6
Tabelle 3:	Korrelation Lagerungsdichte, Spitzenwiderstand und Reibungswinkel.....	7
Tabelle 4:	Bodenprofil an den Anlagenstandorten.....	8
Tabelle 5:	Bodenklassifizierung nach DIN 18300 und DIN 18196.....	10
Tabelle 6:	Bodenkennwerte in Anlehnung an TÜRKE (1998), EAU (2012), Grundbau Taschenbuch (5. Auflage), Ergebnissen der Drucksondierungen und eigenen Erfahrungswerten.....	11
Tabelle 7:	Rechnerisch ermittelte Pfahlabsetztiefen ( <i>m u. GOK</i> ). ....	12
Tabelle 8:	Zusammenfassung der Gründungsempfehlungen.....	16
Tabelle 9:	Ergebnisse Grundwasseranalysen.....	19

## ANLAGENVERZEICHNIS:

ANLAGE 1:	Lageplan
ANLAGE 2.1-2.12:	Bohrprofile nach DIN 4023 und Drucksondierdiagramme nach DIN 4094
ANLAGE 3:	Drucksondierprotokolle
ANLAGE 4:	Analysenergebnisse Grundwasseranalysen
ANLAGE 5.1-5.30:	Bemessung äußere Pfahltragfähigkeit



## I. VERANLASSUNG UND BEAUFTRAGUNG

Im Landkreis Wesermarsch sollen in der Gemeinde Stadland westlich der Ortschaft Rodenkirchen sechs Windenergieanlagen vom Typ Enercon E-160 EP5 E3 mit einer Nabenhöhe 120 m (*WEA 1 bis WEA 6*) im Rahmen einer Repowering-Maßnahme neu errichtet werden.

Unser Büro wurde mit Schreiben vom 04.10.2023 von der regenerative Energien Nordpol GmbH & Co. KG, Herr Eike Sanders, auf der Grundlage unseres Angebotes vom 25.08.2023 beauftragt, die Baugrundverhältnisse an den Anlagenstandorten und den Kranstellflächen zu untersuchen und im Hinblick auf die Gründung in einem Geotechnischen Bericht zu bewerten.

Gegenüber dem ersten Bericht vom 11.12.2023 erfolgten redaktionelle Anpassungen.

### 1. Unterlagen

Zur Durchführung der Untersuchungen erhielten wir folgende Unterlagen:

- Lageplan Windpark Rodenkircherwupp, 09.10.2023, Maßstab 1 : 5000
- Übersichtslageplan Detailplan, 6 x E-160 EP5 E3 120 m HST, vom 06.03.2024, Maßstab: 1 : 2500
- Übersichtslageplan Detailplan, Übersichtsplan inkl. Luftbild 6 x E-160 EP5 E3 120 m HST, vom 06.03.2024, Maßstab: 1 : 2500
- Koordinaten Repowering Rodenkircherwupp Revision 007
- Enercon GmbH, Technische Beschreibung Fundamente E-160 EP5 E3-HST-120-FB-C-01, D02175473/2.1-de/DB
- Enercon Technisches Datenblatt E-160 EP5 E3-HST-120-FB-C-01, Tiefgründung, D0956331-1/DA, vom 25.03.2022, Rev. 1/12.07.2022, Heinz Lunte GmbH

### 2. Angaben zum Bauwerk

Bei einer Tiefgründung beträgt der Fundamentdurchmesser 19,40 m. Die Fundamentunterkante liegt ohne mittlere Sohlvertiefung auf Höhe der Geländeoberkante (*GOK*). Die Sohlvertiefung mit einem Durchmesser von 8,70 m reicht bis 0,50 m unter *GOK*.

Folgende Pfahlgründungsvarianten mit den entsprechenden Bemessungswerten der axialen Pfahllasten sind vorgesehen (*Tabelle 1*):



Variante	Pfähltyp	Anzahl Pfähle	Charakteristische Pfähllasten		Bemessungswerte Pfähllasten	
			Druck F <sub>k</sub> (kN)	Zug F <sub>k</sub> (kN)	Druck F <sub>d</sub> (kN)	Zug F <sub>d</sub> (kN)
A	Fertiggrammpfähle	40	1549	300	1872	508
B	Ortbetonrammpfähle, d = 51 cm	34	1822	353	2201	598
C	Ortbetonrammpfähle, d = 56 cm	28	2213	429	2674	726
D	Bohrpfähle, d = 100 cm	16	3637	604	4400	1088

Tabelle 1: Pfähllasten, E-160 EP5 E3, 120 mNH.

Die UTM ETRS89 (Zone 32) Koordinaten der Anlagenmittelpunkte wurden den Planunterlagen und die ungefähren Geländehöhen der den Kartenunterlagen des LBEG wie folgt entnommen (*Tabelle 2*):

Standort	Anlagentyp	Rechtswert	Hochwert	Geländehöhe (mNN)
WEA 1	Enercon E-160 EP5 E3, 120 mNH	32.460.210	5.916.698	0,4
WEA 2		32.460.360	5.916.343	0,6
WEA 3		32.460.760	5.916.537	0,3
WEA 4		32.461.031	5.916.152	0,2
WEA 5		32.460.631	5.916.026	0,4
WEA 6		32.460.009	5.916.064	0,0

Tabelle 2: Anlagentyp, Koordinaten und Geländehöhen.

## II. DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurde vom 25.10. bis 31.10.2023 an jedem Anlagenmittelpunkt eine Kleinbohrung/Rammkernsondierung (*RKS 1 bis RKS 6*) bis 12,0 m bzw. 15,00 m unter Geländeoberkante abgeteuft.

Durch die Vulhop + Becker GmbH & Co. KG, Rastede, wurden in einem Abstand von ca. 12,0 m vom Mittelpunkt entfernt und in etwa gleichmäßig um den Umfang verteilt vier elektrische Drucksondierungen bis 23,00 m bzw. 31,0 m unter Gelände durchgeführt (*CPT 1-1 bis CPT 6-4*).

An allen Kranstellflächen wurde jeweils eine Rammkernsondierung bis 5,0 m (*RKS 1-K und RKS 3-K*) und jeweils eine Drucksondierung bis 10,0 m unter GOK (*CPT 1-K bis CPT 6-K*) abgeteuft.



Die Lage der Sondieransatzpunkte ist in Anlage 1 dargestellt. Die erbohrten Bodenprofile wurden entsprechend DIN 4022 ingenieurgeologisch vor Ort angesprochen und in Schichtenverzeichnissen aufgenommen. Die Ergebnisse sind in Anlage 2.1-2.12 als Bohrprofile nach DIN 4023 zusammen mit den Drucksondierdiagrammen dargestellt. Die Drucksondierprotokolle liegen in Anlage 3 vor.

Die anstehenden Böden sind mit der vorliegenden Bodenansprache an den Bohrkernen und den Drucksondiererergebnissen ausreichend zu charakterisieren. Auf zusätzliche Laborversuche konnte daher verzichtet werden.

Je Anlagenstandort wurde mit dem direct-push-Verfahren eine Grundwasserprobe entnommen und im Labor auf den chemischen Angriffsgrad nach DIN 4030 analysiert (*Anlage 4*).

In Anlage 5 ist die Bemessung der äußeren Pfahltragfähigkeit aufgeführt.

### III. BODEN- UND GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE

#### 1. Boden

Das Gelände ist in etwa eben und liegt auf einer Geländehöhe von ca. 0,00 mNHN bis 0,60 mNHN.

Nach der Kartenserie Geologie vom Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Geologische Karte 1 : 50 000, stehen im Untersuchungsgebiet holozäne Gezeitenablagerungen (*Schlickwatt, Mischwatt, „Klei“*) mit Torfzwischenlagen an. Darunter sind weichsel-zeitliche fluviatile Sande zu erwarten.

Die Bewertung der Lagerungsdichte der anstehenden unteren Sande kann gem. Normen-Handbuch Eurocode 7, 2011, Band 2, Anhang D, Tabelle D.1 wie folgt vorgenommen werden:

Lagerungsdichte	Spitzenwiderstand (qc) (aus CPT) MN/m <sup>2</sup>	Wirksamer Reibungswinkel ( $\varphi'$ )
Sehr locker	0,0 bis 2,5	29 bis 32
locker	2,5 bis 5,0	32 bis 35
mitteldicht	5,0 bis 10,0	35 bis 37
dicht	10,0 bis 20,0	37 bis 40
sehr dicht	> 20,0	40 bis 42

Tabelle 3: Korrelation Lagerungsdichte, Spitzenwiderstand und Reibungswinkel.

Nach den vorliegenden Bohrprofilen und den Drucksondierdiagrammen kann die grundsätzliche Bodenschichtung an den geplanten Standorten und den Kranstellflächen und der Brücke wie folgt zusammengefasst werden (*vgl. Tabelle 4*):



Tiefe (bis m u. GOK min./max.)	Mächtigkeit (m)	Bodenschicht (Spitzendruck qc in MN/m <sup>2</sup> )	nicht bindig/ bindig	Baugrund- eigen- schaften
0,20/0,45	0,20-0,45	Mutterboden, humoser Oberboden: Schluff, schwach humos bis humos,  (-)	bindig	Wenig geeignet
12,00/ 18,00	11,70-17,70	Wattablagerungen, Klei mit Torfzwischen- lagen: Schluff, tonig, schwach feinsandig, Pflanzenreste; mit Torfzwischenlagen; in den unteren Lagen zunehmend feinsandig  Weich bis breiig qc ≈ 0,1-0,5	bindig	Wenig geeignet
> 30,0	> 20,00	Sand, überwiegend mitteldicht; Schluff- zwischenlagen möglich  (qc = 10 bis 20)	nicht bindig	gut
WEA 1: Bis 22,00 m bzw. 29,50 m	3,50-11,0	Schluffzwischenlage im Sand: Steifplastisch bis halbfest (qc = 3-5)	bindig	geeignet
WEA 2: Bis 22,00 m bzw. 31,00 m	2,00- > 11,00			

Tabelle 4: Bodenprofil an den Anlagenstandorten und den Kranstellflächen.

Unter mächtigen holozänen, gering tragfähigen Watt- und Kleiablagerungen mit Torfzwischenlagen folgen ab 12,00 m bzw. 18,00 m unter GOK tragfähige Sande.

An der WEA 1 und WEA 2 sind in diese Sande noch 2,00 m bis 11,00 m mächtige Schluffe eingeschaltet. Nach Grundbau Taschenbuch (5. Auflage, Teil 1) ist der Spitzenwiderstand in bindigen Böden wegen ihrer Plastizität gewöhnlich klein. Ein Wert von  $qc = 5 \text{ MN/m}^2$  kennzeichnet bereits eine feste Konsistenz. Bei Werten von  $qc > 1,5 \text{ MN/m}^2$  kann bereits auf eine steife bis sehr steife Konsistenz geschlossen werden. Aufgrund der ermittelten Spitzendrücke innerhalb der unteren Schluffe an der WEA 1 und WEA 2 von  $3 \text{ MN/m}^2$  bis  $5 \text{ MN/m}^2$  kann auf eine gut steifplastische bis halbfeste Konsistenz geschlossen werden.

In tieferen Profilvereichen ( $> 12,0 \text{ m}$  bzw.  $18,0 \text{ m}$ ) stehen keine unkonsolidierten Weichschichten wie Auesedimente, Klei, Wattsande oder humose Böden wie Torf bzw. Mudde an. Der tiefere Untergrund besteht aus mitteldicht gelagerten Sanden oder steifplastischem bis halbfestem Schluff.





Aufgrund der mächtigen oberen Weichschichten und der eingeschalteten Schluffzwischenlagen im Sand ist der Baugrund allerdings für den Abtrag von hohen Pfahllasten mit den vorliegenden Aufschlusstiefen nicht für alle Pfahltypen ausreichend tief erkundet.

## 2. Grundwasser

Bei den Bohrarbeiten im Oktober 2023 wurde Grundwasser innerhalb der Klei- und Watablagerungen ab 0,14 m bzw. 1,04 m unter GOK angebohrt. Zum Ende der Bohrarbeiten stieg das Wasser im Bohrloch auf 0,04 m bzw. 0,84 m unter GOK an. Die Bodenschichten waren durchgehend stark wassergesättigt und lagen in weicher oder weicher bis breiiger Konsistenz vor. Die gemessenen Grundwasserstände können mit -0,45 mNN bzw. +0,45 mNN angegeben werden.

Die Sande unterhalb der holozänen Watablagerungen sind der eigentliche Grundwasserleiter. Das Wasser in diesen unteren Sanden ist gespannt.

Nach den hydrogeologischen Kartenunterlagen des LBEG ist der mittlere Grundwasserstand zwischen 0 mNHN und 1 mNHN zu erwarten. Die gemessenen Grundwasserstände liegen in diesem Schwankungsbereich. Aufgrund der Jahreszeit und den vorausgegangenen Niederschlagsmengen handelt es sich in etwa um mittlere Wasserstände.

Als Bemessungswasserstand ist die Geländeoberkante anzunehmen.

## 3. Erdbebenzone

Der Landkreis Wesermarsch befindet sich nach DIN 4149 in keiner Erdbebenzone. Seismische Aktivitäten und daraus folgende Einwirkungen auf Bauwerke sind in diesem Bereich nicht zu erwarten und werden daher für die weiteren Ausführungen nicht berücksichtigt.

## 4. Bodenklassifizierung nach DIN 18300/DIN 18196

Für die Ausschreibung der Erdarbeiten können die angetroffenen Bodenarten wie folgt klassifiziert werden (*Tabelle 5*):



Homogenbereich		O1	B1	B3	B4
Bezeichnung		Oberboden	Torf	Schluff, Wattablagerung, Klei	Sand
Tiefenbereich m u. GOK		bis 0,20/ 0,60	Zwischenlagen	12,00/18,00	> 30,00
Korngrößenverteilung*	≤ 0,06 mm (%)	60-70	0-50	60-70	5-10
	>0,06-2,0 mm (%)	30-40	möglich	30-40	90-95
	>2,0-63 mm (%)	-	-	möglich	möglich
Massenanteil an Steinen/Blöcken	>63-200 mm (%)	-	-	-	-
	>200-630 mm (%)	-	-	-	-
Dichte* (g/cm <sup>3</sup> )		1,6-1,7	1,1-1,3	1,4-1,7	1,8-1,9
Undrainierte Scherfestigkeit* (kN/m <sup>2</sup> )		10-20	10	10-20	-
Wassergehalt (%)		35-50*	150-650	40-150	5-25
Lagerungsdichte (%)		-	-	-	30-50
Organischer Anteil (%)		> 5*	50-100	>5	<2
Bodengruppe, DIN 18196		OU	HN	UL, UM, OU	SE, SU
Altes System DIN 18300: 2002		1	2	4 (2)	3

\*Angaben nach Bodenansprache und Erfahrungswerten geschätzt. GOK: Geländeoberkante. Bezeichnung der Homogenbereiche in Anlehnung an ZTVE-STB 17.

Tabelle 5: Bodenklassifizierung nach DIN 18300 und DIN 18196.

Für die erforderlichen Erdarbeiten kann davon ausgegangen werden, dass die anstehenden Böden aus Torf, Schluff und Sand mit üblichen mittelschweren Aushubgeräten gelöst werden können.

## 5. Bodenkennwerte

Die Bodenkennwerte wurden nach der Bodenansprache und den durchgeführten klassifizierenden Laborversuchen (*Körnungsanalysen*) zugewiesen. Danach können in Anlehnung an TÜRKER (1998), EAU (2012) und eigenen Erfahrungswerten die in Tabelle 6 aufgeführten statischen und dynamischen Bodenkennwerte bei erdstatischen Berechnungen zugrunde gelegt werden.



Bezeichnung	Boden- gruppe  DIN 18196	Lagerungs- dichte/ Konsistenz	Wichte erdfeucht/ u. Auftrieb cal $\gamma$ / cal $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Reibungs- winkel  cal $\phi$ [°]	Kohäsion  cal-c' kN/m <sup>2</sup>	Steifemodul statisch/ dynamisch  E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Poisson- zahl (-)
Oberboden, Mutterboden, humose Schluff	OU	-/ weich	16/6	keine Angabe, da nicht gründungsrelevant			
Torf	HN	locker/ weich	11-13/ 1-3	15	5-10	0,4-0,8	-
Wattablagerungen, Klei: Schluff, feinsandig, z. T. organisch	UL, UM, OU	-/ weich oder weich bis breiig	16-17/ 6-7	20	5-10	2-5/ 20-55	0,45
Feinsand, mittelsandig	SE, SU	locker	18/10	32,5	0	30-40/ 150-160	0,35
		mitteldicht/ -	19/11	35	0	40-80/ 160-240	0,30-0,33

Tabelle 6: Bodenkennwerte in Anlehnung an TÜRKE (1998), EAU (2012), Grundbau Taschenbuch (5. Auflage), Ergebnissen der Drucksondierungen und eigenen Erfahrungswerten.

Die dynamischen Bodenkennwerte für die Berechnung der Drehfedersteifigkeit des Baugrundes wurden nach den Ergebnissen der statischen Baugrunduntersuchung in Anlehnung an das Grundbau Taschenbuch abgeschätzt.

#### IV. GRÜNDUNGEN

##### 1. Geotechnische Kategorie

Bei der Baugrunduntersuchung wurden unkonsolidierte Wattablagerungen mit Torfeinschaltungen in größerer Mächtigkeit und darunter durchschnittliche Baugrund- und Grundwasserverhältnisse aus typischen norddeutschen eiszeitlichen Sedimenten (*Sand*) angetroffen, die der Geotechnischen Kategorie GK 3 in Anlehnung an DIN 4020 zugeordnet werden können.

Bei Windenergieanlagen handelt es sich um Bauwerke mit zyklischen Einwirkungen und hohen und dynamischen Lasten, hohem Sicherheitsanspruch und ungewöhnlichen Lastkombinationen (*Geotechnische Kategorie GK 3 in Anlehnung an DIN 4020*).

##### 2. Auswertung und Bewertung

An allen Standorten stehen bis ca. 12,00 m bzw. 18,00 m unter GOK nicht bzw. gering tragfähige Böden aus Wattablagerungen (*Schluff, feinsandig, organisch*) mit Torfzwischenlagen an. Darunter folgen tragfähige Sande.

Wegen der Tiefenlage des tragfähigen Baugrundes kommt für die Gründung der Windenergieanlagen nur eine Pfahlgründung in Frage. Eine Baugrundverbesserung z. B. durch Rüttelstopfverdichtung ist in den anste-



henden Böden nicht möglich. Ebenso scheidet ein Bodenaustausch wegen der Tiefe aus.

### 3. Pfahlgründung

Laut Fundamentdatenblatt der E-160, 120 m Nabenhöhe sind für eine Pfahlgründung entweder Fertigbetonrammpfähle mit quadratischem Querschnitt und Seitenlängen von 45 cm (*Variante A*), Ortbetonrammpfähle mit geradem Schaft und einem Durchmesser  $d = 51$  cm (*Variante B*) bzw.  $d = 56$  cm (*Variante C*) oder Bohrpfähle  $d = 100$  cm (*Variante D*) vorgesehen.

Der Nachweis erfolgt mit den nachfolgend angegebenen Bemessungswerte der Pfahllasten nach EA-Pfähle, 2012, mit den unteren Tabellenwerten:

Fertigrammpfähle,  $a/b = 45/45$  cm Druck  $D = 1872$  kN Zug  $Z = 508$  kN

Ortbetonrammpfähle,  $d = 51$  cm Druck  $D = 2201$  kN Zug  $Z = 598$  kN

Ortbetonrammpfähle,  $d = 56$  cm Druck  $D = 2674$  kN Zug  $Z = 726$  kN.

Die Anwendung der unteren Tabellenwerte sollte nach EA-Pfähle der Regelfall sein und für einen Vorentwurf herangezogen werden. Aufgrund der gesicherten eiszeitlichen Genese können aber für die unteren Sande die mittleren Werte nach EA-Pfähle veranschlagt.

Bohrpfähle werden nur in Sonderfällen ausgeführt und haben für dieses Projekt keine Bedeutung. Daher werden sie bei der Bemessung nicht berücksichtigt.

Unter Beachtung einer ausreichenden Einbindelänge, der Durchstanzsicherheit und eines Teilsicherheitsbeiwertes des Widerstandes von  $\gamma = 1,40$  ergeben sich für eine erste Bemessung folgende Pfahlabsetztiefen (*Tabelle 7*).

Standort	Fertigrammpfahl 45/45	Ortbetonrammpfahl $d = 51$ cm	Ortbetonrammpfahl $d = 56$ cm
	Pfahlabsetztiefen (m u. GOK)		
WEA 1	25,00/> 30,00	28,00/>30,00	29,00/> 30,00
WEA 2	23,00/29,00	23,00/> 30,00	23,00/> 30,00
WEA 3	20,00	23,00	24,00
WEA 4	24,50	28,00	28,50
WEA 5	24,00	26,50	27,50
WEA 6	20,00	23,00	24,00

Tabelle 7: Rechnerisch ermittelte Pfahlabsetztiefen (*m u. GOK*).



Der rechnerische Nachweis der äußeren Pfahltragfähigkeit liegt als Anlage 5.1-5.30 bei.

An der WEA 1 und WEA 2 stehen in der Einbindung der Pfähle wechselnde Baugrundverhältnisse aus Sand und Schluff an. Eine einheitliche Pfahlbemessung ist an diesen Standorten für einfache Ramppfähle nicht möglich. Die erforderlichen Pfahlabsetztiefen können je nach Festigkeit der Böden zwischen 23,00 m und > 30,00 m unter GOK liegen. Für eine weitere Bewertung wären zunächst an der WEA 1 und WEA 2 Drucksondierungen bis ca. 40,00 m unter GOK erforderlich. Zusätzlich wäre bei Ausführung von einfachen Ramppfählen im Vorfeld die Herstellung von Probepfähle notwendig.

Alternativ können Ortbetonrammpfähle mit ausgerammtem Pfahlfuß ausgeführt werden (Typ „Franki-Pfahl“). Mit diesem Pfahltyp wären deutlich geringere Pfahlabsetztiefen realisierbar. Außerdem kann der Baugrund am Pfahlfuß durch eine Kiesvorverdichtung (KVV) auf das notwendige Maß verbessert werden. Auch an den übrigen Standorten können mit einem Franki-Pfahl die erforderlichen Absetztiefen gegenüber denen für einfache Ramppfählen reduziert werden.

Nach Rücksprache mit der Stump-Franki Grundbau GmbH erfolgt der Nachweis der äußeren Tragfähigkeit durch das Spezialtiefbauunternehmen. Bei Ausführung von Ortbetonrammpfählen mit ausgerammtem Pfahlfuß  $d = 56$  cm wurden uns vorab folgende Absetztiefen genannt:

WEA 1:	16,00 m	Kiesvorverdichtung: 13,00 m bis 17,0 m
WEA 2:	15,00 m	
WEA 3:	15,50 m	
WEA 4:	20,00 m	
WEA 5:	20,00 m	Kiesvorverdichtung: 17,00 m bis 19,00 m
WEA 6:	15,00 m	

#### 4. Hinweise zur Pfahlgründung

Die o. g. genannten zulässigen Belastungen gelten für einfache Ramppfähle nach DIN 1054.

Nach den vorliegenden statischen Unterlagen liegt die Fundamentunterkante auf Höhe der Geländeoberkante. Die Pfahlköpfe binden in die Fundamentplatte ein. Außerdem werden die Pfähle unter einer Neigung eingebracht. Bei der Ermittlung der Bemessungspfahlwiderstände wurde die Pfahlfußtiefe angegeben. Für die tatsächlichen erforderlichen Pfahllängen ist die Tiefenlage der Fundamentunterkante, die Einbindelängen der Pfähle in die Fundamentplatte und die Neigung der Pfähle noch zu berücksichtigen. Die von uns angegebenen Absetztiefen beziehen sich auf

Geländeoberkante = Oberkante Drucksondierung.



Beim Rammen sind Rammprotokolle zu führen, die an den Bodengutachter zur Prüfung zu überstellen sind.

Bei den Sondierarbeiten wurden keine Sondierhindernisse angetroffen. Steine oder Blöcke, die als Rammhindernisse wirken können, sind jedoch nicht ausgeschlossen.

Negative Mantelreibung:

Das Fundament erhält eine seitliche Aufschüttung von etwa 3,00 m Dicke. Diese führt zu Setzungen der anstehenden Weichschichten. Durch die Bodensetzungen ist zusätzlich eine ständige Beanspruchung aus negativer Mantelreibung von  $\tau_{n,k} = 10 \text{ kN/m}^2$  zu berücksichtigen. Die Einwirkungstiefe wird überschlägig mit 7,00 m veranschlagt. Die zusätzlichen Vertikallasten ergeben sich für die verschiedenen Pfahltypen mit:

Ortbetonrammpfählen d = 51 cm von	$\tau_{n,k} = 112 \text{ kN}$
Ortbetonrammpfählen d = 56 cm von	$\tau_{n,k} = 123 \text{ kN}$
Fertigrammpfählen 45/45 cm von	$\tau_{n,k} = 126 \text{ kN}$

Seitendruck auf Pfähle:

Die bis in größere Tiefen anstehenden Weichschichten neigen bei Auflast zum Fließen. Daher ist der Einfluss von Seitendruck auf die Pfähle nicht auszuschließen.

Größere Auflasten seitlich zu den Fundamenten sollten daher bauzeitlich und auch dauerhaft vermieden werden. Es sollte möglichst ein lastfreier Streifen um das Fundament in einer Breite von 10 m eingehalten werden.

Es ist in jedem Fall die Mindestmomentenbeanspruchung nach EA-Pfähle zu berücksichtigen.

Um die Pfahlköpfe zu halten, ist ein mindestens 0,50 m mächtiger Bodenaustausch gegen Schotter vorzusehen (s. u.).

##### 5. Hinweise zur Pfahlgründung und Rammebene

Die o. g. genannten zulässigen Belastungen gelten für einfache Ramm-pfähle nach DIN 1054.

Die Pfahlköpfe müssen in die Fundamentplatte einbinden.

Bei der Pfahlrammung ist eine Rammebene mit einer Mindesthöhe von  $h = 0,80 \text{ m}$  über Gelände anzulegen. Wegen der anstehenden Weichböden müssen die Pfahlköpfe zusätzlich stabilisiert werden.



Es wird folgende Vorgehensweise vorgeschlagen:

- Aushub bis 0,50 m unter GOK mit einem seitlichen Überstand von ca. 0,80 m
- Einbau 0,50 m Schotter aus Mineralgemisch, Körnung z. B 0/32
- Einbau der Rammebene aus Schotter, z. B. aus RC-Schotter 0/32, bis 1,00 m über GOK
- Anschließend Rammen der Pfähle, deren Pfahlköpfe in den RC-Schotter einbinden
- Aushub der oberen 1,00 m aus Schotter
- Herstellen der Sauberkeitsschicht
- Betonieren des 1. Fundamentabschnittes mit einer Dicke von maximal 0,60 m bis 0,70 m

Die Pfähle werden unter einer Neigung eingebracht. Bei der Ermittlung der Pfahlwiderstände wurde die Pfahlfußtiefe angegeben. Für die tatsächlich erforderlichen Pfahllängen ist die Tiefenlage der Fundamentunterkante, die Einbindelängen der Pfähle in die Fundamentplatte und die Neigung der Pfähle noch zu berücksichtigen. Die von uns angegebenen Absetztiefen beziehen sich auf

Geländeoberkante = Oberkante Drucksondierung.

Beim Rammen sind Rammprotokolle zu führen, die dem Bodengutachter zur Prüfung zu überstellen sind.

Das Grundwasser in den Sanden unterhalb des Kleis ist gespannt und die darüber liegenden Böden aus Klei und Wattsand sind wassergesättigt. Dieser Wasserdruck ist bei der Pfahlherstellung zu beachten. Insbesondere bei der Herstellung von Ortbetonrammpfählen sind hydraulische Bodeneinspülungen ins Vortreibrohr und somit etwaige Auflockerungen im Pfahleinbindebereich zu verhindern. Zudem ist durch stets ausreichenden Betonüberdruck dafür zu sorgen, dass es im Bereich der Klei- und Torfschichten nicht zu Einschnürungen oder Aufweitungen kommen kann. Ggf. müssen Ortbetonrammpfähle innerhalb einer Hülse hergestellt werden.

## 6. Zusammenfassung der Gründungsempfehlungen

Die Gründungsempfehlungen können wie folgt zusammengefasst werden (*Tabelle 8*):



Standort	Anlagentyp	Gründungstiefe (m u. GOK)	Aushubtiefe (m u. GOK)	Gründungsempfehlung
WEA 1	Enercon E-160 EP5 E3, 120 m NH	GOK	0,50	Pfahlgründung, Empfehlung „Franki Pfahl“; Stabilisieren Pfahlköpfe; Mindestmomentenbeanpruchung nach EA-Pfähle; Betonieren in Abschnitten
WEA 2		GOK	0,50	Pfahlgründung; Empfehlung „Franki Pfahl“; Stabilisieren Pfahlköpfe; Mindestmomentenbeanpruchung nach EA-Pfähle; Betonieren in Abschnitten
WEA 3		GOK	0,50	Pfahlgründung; Mindestmomentenbeanpruchung nach EA-Pfähle; Betonieren in Abschnitten
WEA 4		GOK	0,50	Pfahlgründung; Mindestmomentenbeanpruchung nach EA-Pfähle; Betonieren in Abschnitten
WEA 5		GOK	0,50	Pfahlgründung; Mindestmomentenbeanpruchung nach EA-Pfähle; Betonieren in Abschnitten
WEA 6		GOK	0,50	Pfahlgründung; Mindestmomentenbeanpruchung nach EA-Pfähle; Betonieren in Abschnitten

GOK = Geländeoberkante.

Tabelle 8: Zusammenfassung der Gründungsempfehlungen.

## V. KRANAUFSTELLFLÄCHEN UND ZUWEGUNG

Der Herstellung der Kranstellflächen kommt auch aus sicherheitstechnischen Gründen besondere Bedeutung zu. Die zum Einsatz kommenden Kräne können eine Stützlast von  $\geq 200$  t aufweisen, die über Lastverteilerplatten auf die Kranstellfläche übertragen werden. Es resultieren Flächenpressungen von bis zu  $260 \text{ kN/m}^2$ .

Die Kranaufstellflächen befinden sich auf bisher unbefestigter Fläche. Unter einer 0,20 m bis 0,45 mächtigen Deckschicht aus humosem Klei stehen bis ca. 12,00 m bzw. 18,00 m unter GOK gering tragfähige Weichschichten mit Torfzwischenlage an.

Für eine sichere Gründung des Krans wird an allen Standorten eine Pfahlgründung empfohlen. Eine ausreichende Stabilisierung für den Kran ist voraussichtlich auch mit einem mächtigen Schotteraufbau nicht möglich.





Außerhalb der eigentlichen Kranspur im übrigen Bereich der Kranstellflächen und der Montageflächen schlagen wir eine Stabilisierung mit Schotterlagen und Geotextil vor:

- Bodenaushub je nach Erfordernis nach örtlich festgelegter Höhe für Bau  $\pm 0,00$  m
- Verlegen eines kombinierten Geogitters mit Geovlies (z. B. *Combigrid 40/40 Q1 GRK 4C*, oder vergleichbar) auf Aushubebene bzw. auf Höhe der GOK
- Aufbau 45 cm gut kornabgestufte Schottertragschicht (*Körnung 0/32 oder 0/45 mm*)
- Verlegen eines Geogitters, z. B. Naue Secugrid 30/30 Q1 oder vergleichbar
- Einbau einer oberen 0,45 m mächtigen Schottertragschicht
- Die Verlegehinweise des Geotextil-Herstellers sind zu beachten

Für die Befestigung der Zuwegung über bisher unbefestigtes Gelände ist der Aufbau analog dem Vorschlag für die Kran- und Montageflächen mit einem Geogitter-bewehrten Schotteraufbau und einer Stärke von ca. 0,90 m herzustellen.

## VI. HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG

### 1. Baugrube, Böschungen

Für den Aushub von Baugruben gilt DIN 4124.

In den oberflächennah anstehenden Kleiböden können die Böschungen mit maximal 30-45° geneigt hergestellt werden. Nach den Bohrerergebnissen weist der Klei in den oberen Bereichen bis ca. 1,00 m unter GOK eine weiche bis steifplastische Konsistenz auf. Mit zunehmender Tiefe wird der Klei weich oder weich bis breiig. Bei geringen Aushubtiefen ist noch eine stabile Böschung zu erwarten. Falls der Böden wider Erwarten zum Fließen neigt, müssten die Böschungen deutlich verflacht oder mit einem Verbau gesichert werden.

Der anstehende Kleiböden ist sehr wasser- und störungsempfindlich. Er weicht im wassergesättigten Zustand und dynamischer Belastung schnell und tiefgründig auf. Die Aushubsohlen sind daher nicht direkt befahrbar. Sie müssten durch den Einbau einer Schotterausgleichsschicht o. ä. geschützt werden.



## 2. Wasserhaltung

Grundwasser stellte sich bereits geländenah ab 0,04 m bzw. 0,84 m unter GOK als Stau- oder Schichtenwasser ein.

Das Fundament gründet auf Höhe der Geländeoberkante. Ein größerer Bodenaushub ist nicht vorgesehen. Zur Trockenhaltung der Baugrube ist voraussichtlich eine offene Wasserhaltung mit Stichdräns, Ringdränage und Pumpensumpf ausreichend.

Falls tiefere Einschnitten in den Untergrund notwendig werden, kann eine geschlossene Wasserhaltung über Vakuumfilter oder Tiefendränage erforderlich werden. Die Absenkung sollte dann bis 0,50 m unter Aushubsohle reichen.

Das Grundwasser in den Sanden unter dem Klei ist gespannt. Nur bei flächenhaft Aushubtiefen  $> 2,00$  m könnten Entspannungsbrunnen zur Verhinderung des Aufschwimmens der Baugrubensohle erforderlich werden. Auf der Grundlage der aktuellen Planung ist das tiefere Grundwasser für die Baumaßnahme voraussichtlich nicht relevant.

## 3. Seitliche Fundamentanfüllung, Fundamentüberdeckung, Wiederverwendung Bodenaushub, Verdichtung

Für die Befestigung der Kranstellflächen und Wege sowie zur Herstellung der Rammebenen und der Pfahlstabilisierung ist kornabgestufter Schotter (*Körnung 0/32 oder 0/45*) vorzusehen.

Um eine ausreichende Dichte zu erreichen ist der Schotter lagenweise ( $d = \text{max. } 0,30$  m) mit einem mindestens mittelschweren Flächenrüttler je Lage gut und gleichmäßig auf 100 % (*WEA-Standorte, Kranstellflächen und Wege*) Proctordichte einzubauen.

Beim Bodenhub fallen überwiegend weiche bindige Schluffe und Torf an, die für Anfüllungen im Baufeld nicht oder nur eingeschränkt wieder verwendet werden können.

Für die Verdichtungsarbeiten gelten die Anforderungen der ZTVE-StB 17. Die ausreichende Verdichtung der eingebrachten Anfüllungen kann z. B. durch Rammsondierungen (z. B. *DPH, gem. DIN EN ISO 22476-2*) oder Lastplattendruckversuche (*DIN 18134*) nachgewiesen werden.

Schotterausgleichsschichten im Bereich der Kranstellflächen (*Mineralgemisch 0/45*) sind mit einer Verdichtung auf mindestens 100 % der einfachen Proctordichte herzustellen. Zum Verdichtungsnachweis sind im statischen Lastplattendruckversuch (*DIN 18134*)  $E_{v2} \geq 100$  MN/m<sup>2</sup> bei  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,30$  zu erreichen.

Auf Sand sind im Lastplattendruckversuch  $E_{v2} \geq 80$  MN/m<sup>2</sup> anzustreben.



Der Verdichtungserfolg ist durch den ausführenden Unternehmer im Rahmen der Erdbaukontrollprüfungen nachzuweisen und durch die Auftraggeberseite zu kontrollieren.

#### 4. Betonaggressivität des Grundwassers

An jedem Standort wurde eine Grundwasserprobe entnommen und im Labor auf ihren Betonangriffsgrad sowie auf Eisen-gesamt analysiert. Die vollständigen Analysenergebnisse liegen in Anlage 6 vor und werden wie folgt zusammengefasst (*Tabelle 9*):

Parameter	Analysenergebnis			Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030/Expositionsklasse		
	WEA 1	WEA 2	WEA 3	schwach angreifend/ XA 1	mäßig angreifend/ XA 2	stark angreifend/ XA 3
pH-Wert	6,0	7,3	7,6	6,5 bis 5,5	< 5,5 bis 4,5	< 4,5
CO <sub>2</sub> -kalklösend (mg/l)	84	90	<5,0	15 bis 40	> 40 bis 100	> 100
Sulfat (mg/l)	<1,0	62	110	200 bis 600	> 600 bis 3000	> 3000
Ammonium (mg/l)	1,3	4,4	3,1	15 bis 30	> 30 bis 60	> 60
Magnesium (mg/l)	15,0	21,4	35,2	300 bis 1000	> 1000 bis 3000	> 3000
Bewertung	XA2	XA2	<XA1			
Eisen, gesamt	26,4	45,5	116			

Tabelle 9.1: Ergebnisse Grundwasseranalysen.

Parameter	Analysenergebnis			Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030/Expositionsklasse		
	WEA 4	WEA 5	WEA 6	schwach angreifend/ XA 1	mäßig angreifend/ XA 2	stark angreifend/ XA 3
pH-Wert	7,6	7,1	6,7	6,5 bis 5,5	< 5,5 bis 4,5	< 4,5
CO <sub>2</sub> -kalklösend (mg/l)	<5,0	6,1	85	15 bis 40	> 40 bis 100	> 100
Sulfat (mg/l)	490	550	480	200 bis 600	> 600 bis 3000	> 3000
Ammonium (mg/l)	3,4	3,2	8,2	15 bis 30	> 30 bis 60	> 60
Magnesium (mg/l)	47,6	95,5	72,7	300 bis 1000	> 1000 bis 3000	> 3000
Bewertung	XA1	XA1	XA2			
Eisen, gesamt	8,10	36,8	72,4			

Tabelle 9.2: Ergebnisse Grundwasseranalysen.



## 5. Frischbetoneigengewicht

Es stehen weiche Kleiböden mit Torfzwischenlagen an. Unter Berücksichtigung des geforderten Bodenaustausches mit mindestens 0,50 m Schotter ist der Untergrund in der Lage die Last eines ersten Betonierabschnittes mit einer Höhe von 0,60 m bis 0,70 m aufzunehmen.

## VII. SCHLUSSWORT

Die vorliegende Baugrund- und Gründungsbeurteilung beschreibt auf der Grundlage der uns zur Verfügung gestellten Unterlagen die in unmittelbarer Umgebung der punktuellen Bodenaufschlüsse festgestellten Baugrundverhältnisse in geologischer, bodenmechanischer und hydrogeologischer Hinsicht und ist nur für diese gültig. Interpolationen zwischen den Aufschlusspunkten sind nicht statthaft. Die bautechnischen Aussagen beziehen sich auf den zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichtes bekannten Planungsstand und auf die Ergebnisse der Aufschlussbohrungen. Bei einer wesentlichen Planungsänderung, wie z. B. veränderte Höhenlage des Bauwerkes, oder von den vorstehenden Angaben abweichend festgestellte Baugrundverhältnisse, sollten die getroffenen Aussagen und Empfehlungen überprüft und ggf. an die geänderten Randbedingungen angepasst werden.

Sämtliche Aussagen, Bewertungen und Empfehlungen basieren auf dem im Bericht beschriebenen Erkundungsrahmen und erheben keinen Anspruch auf eine vollständige repräsentative Beurteilung der Fläche.

Unser Büro ist rechtzeitig für die Baugrubenabnahmen zu benachrichtigen.

Falls sich Fragen ergeben, die im vorliegenden Bericht nicht oder abweichend erörtert wurden, ist der Baugrundgutachter zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern.

Vechta, den 22. März 2024

Dipl.-Geol. Petra Müller

DocuSigned by:  
  
F849DD3E849D4AD...

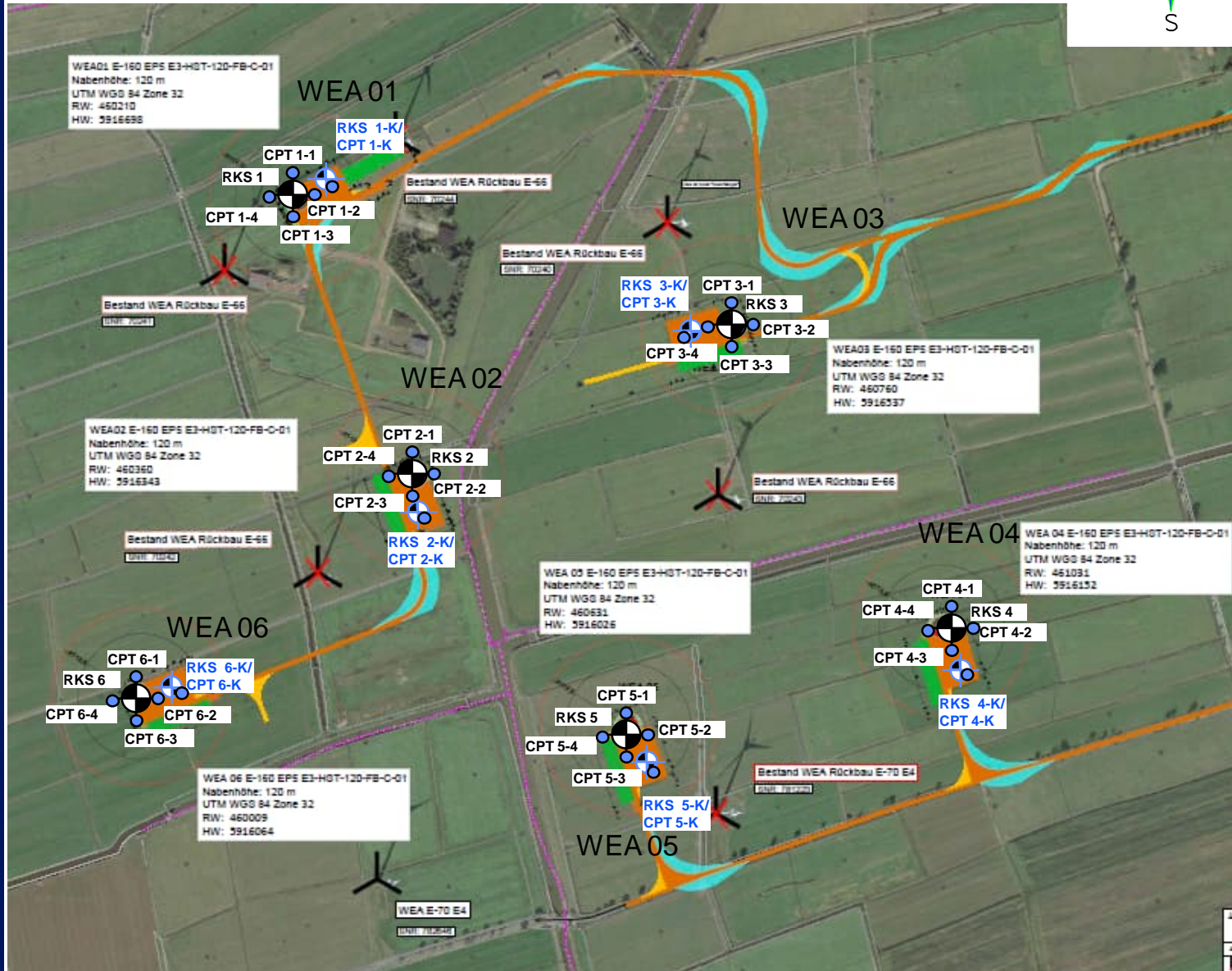
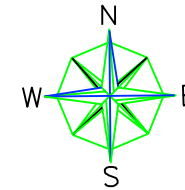
Dr. Joachim Lübke

22. März 2024 | 08:57 MEZ






ANLAGE 1

Lageplan



### LEGENDE

- RKS 1**  
 Rammkernsondierung WEA
- CPT 1-1**  
 Schwere Rammsondierung, WEA
- RKS 1-K/CPT 1-K**  
 Rammkernsondierung und schwere Rammsondierung, KAF



INGENIEURGEOLOGIE  
**DR. LÜBBE**

Projekt: 2023-0138  
**WP Rodenkirchenwupp  
WEA 1 – WEA 6**

Auftraggeber: Regenerativen Energien Nordpol  
GmbH & Co. Planungs-, Erzeugung-,  
und Betriebs KG  
Abser Deich 12  
26935 Stadland

Titel: **Lageplan**

gez.: N. Willers      gepr.: Dipl.-Geol. P. Müller

Datum: **21.03.2024**      Anlage: 1



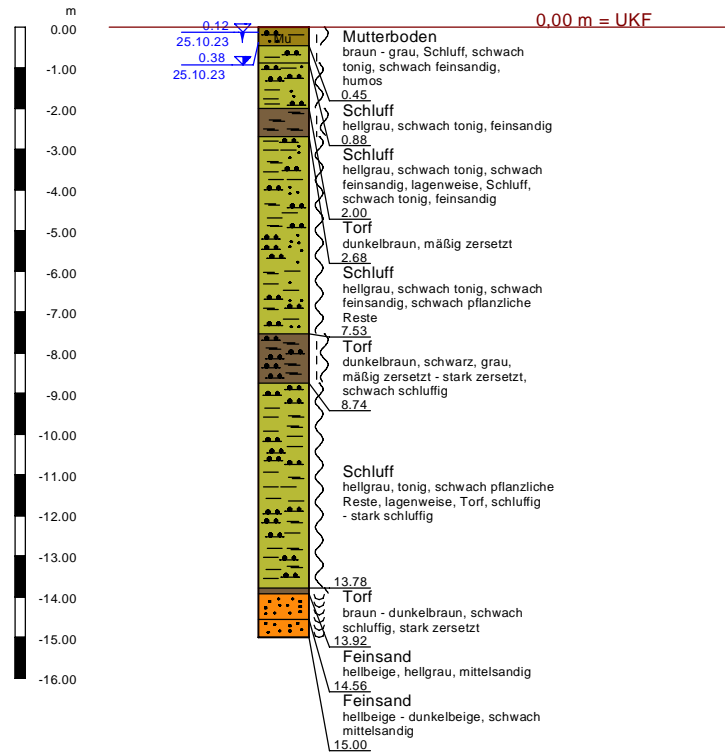
ANLAGE 2.1-2.12

Bohrprofile nach DIN 4023 und  
Drucksondierdiagramme nach DIN 4094

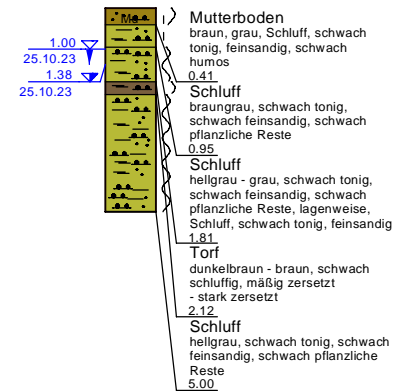
# WEA 1 Enercon E-160 EP5 E3, 120 mNH

# Kranstellfläche

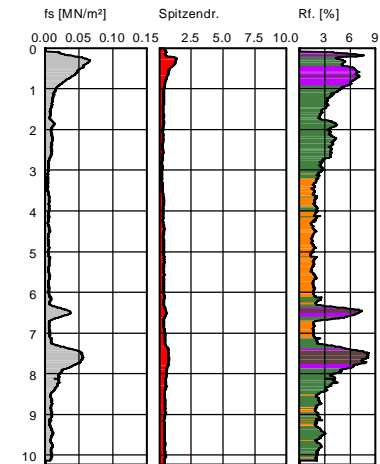
RKS 1  
0.00 m



RKS 1-K  
0.00 m



CPT 1-K  
0,00 m



**Legende Spitzendruck**

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

**Legende Reibungsverhältnis**

- Kies
- Sand
- Schluff
- Ton
- Torf

**Konsistenzen**

- steif
- weich - steif
- weich
- nass

**LEGENDE:**

RKS: Rammkernsondierung  
 CPT: Drucksondierung  
 UKF: Unterkante Fundament

0.12 m GW gestiegen auf m u. GOK Datum  
 25.10.23

0.38 m GW angebohrt bei m u. GOK Datum  
 25.10.23

Projekt: 2023-0138  
 WP Rodenkirchenwarp, WEA 1

Auftraggeber:  
 Regenerativen Energien Nordpol GmbH & Co.  
 Planungs-, Erzeugung-, und Betriebs KG  
 Absber Deich 12  
 26935 Stadland

Bearbeiter: Dipl.-Geol. P. Müller

Maßstab: Höhe: 1 : 125

**INGENIEURGEOLOGIE DR. LÜBBE**

INGENIEURGEOLOGIE  
 DR. LÜBBE

Titel: Bohrprofile nach DIN 4023 und Drucksondierdiagramm nach DIN 4094

Anlage: 2.1



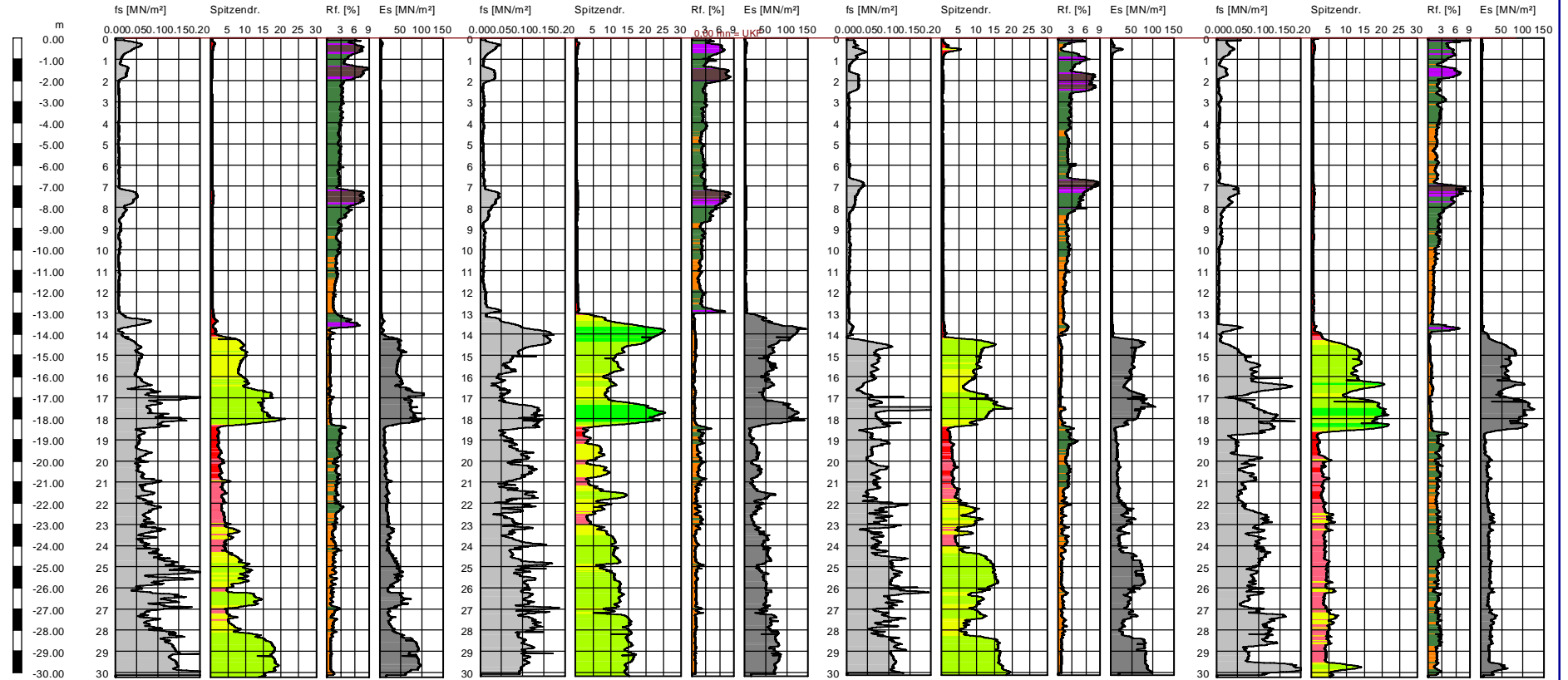
**WEA 1**

**CPT 1-1**  
0,00 m

**CPT 1-2**  
0,00 m

**CPT 1-3**  
0,00 m

**CPT 1-4**  
0,00 m



**Legende Spitzendruck**

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

**Legende Reibungsverhältnis**

- Kies
- Sand
- Schluff
- Ton
- Torf

**LEGENDE:**


CPT:    Drucksondierung  
 UKF:    Unterkante Fundament

Projekt:    2023-0138  
             WP Rodenkircherwupp, CPT

Auftraggeber:  
 Regenerativen Energien Nordpol GmbH & Co.  
 Planungs-, Erzeugung-, und Betriebs KG  
 Abser Deich 12  
 26935 Stadland

Bearbeiter:    Dipl.-Geol. P. Müller

Maßstab:      Höhe: 1 : 200



**INGENIEURGEOLOGIE**  
**DR. LÜBBECKE**

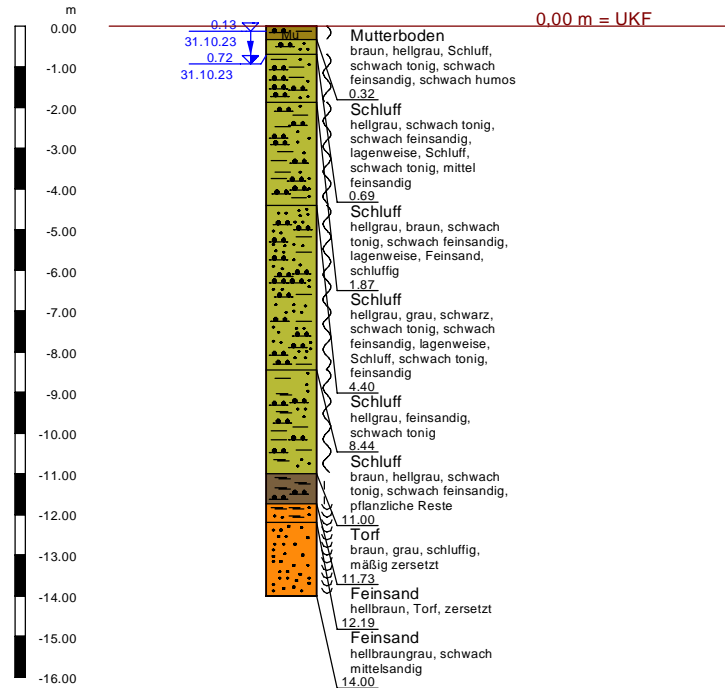
Titel:  
 Drucksondierdiagramme nach DIN 4094

Anlage: 2.2

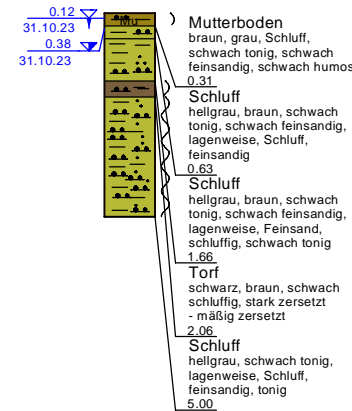
# WEA 2 Enercon E-160 EP5 E3, 120 mNH

# Kranstellfläche

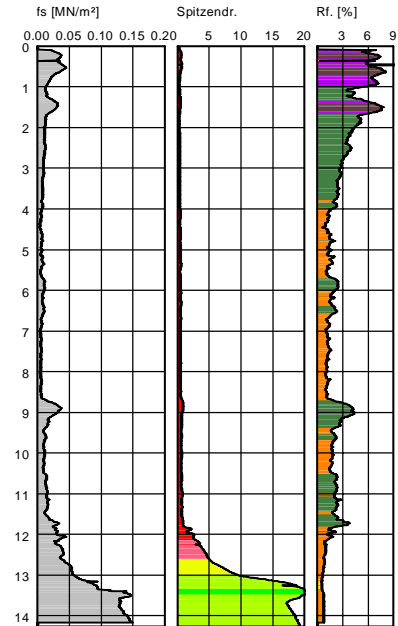
RKS 2  
0,00 m



RKS 2-K  
0,00 m



CPT 2-K  
0,00 m



**Legende Spitzendruck**

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

**Legende Reibungsverhältnis**

- Kies
- Sand
- Schluff
- Ton
- Torf

**Konsistenzen**

- steif
- weich - steif
- weich
- nass

**LEGENDE:**

RKS: Rammkernsondierung  
CPT: Drucksondierung  
UKF: Unterkante Fundament

0.13  
31.10.23  
0.72  
31.10.23

GW gestiegen auf m.u. GOK  
Datum

GW angebohrt bei m.u. GOK  
Datum

Projekt: 2023-0138  
WP Rodenkirchenwarp, WEA 2

Auftraggeber:  
Regenerativen Energien Nordpol GmbH & Co.  
Planungs-, Erzeugung-, und Betriebs KG  
Abser Deich 12  
26935 Stadland

Bearbeiter: Dipl.-Geol. P. Müller

Maßstab: Höhe: 1 : 125

**INGENIEURGEOLOGIE DR. LÜBBE**

Titel: Bohrprofile nach DIN 4023 und Drucksondierdiagramm nach DIN 4094

Anlage: 2.3

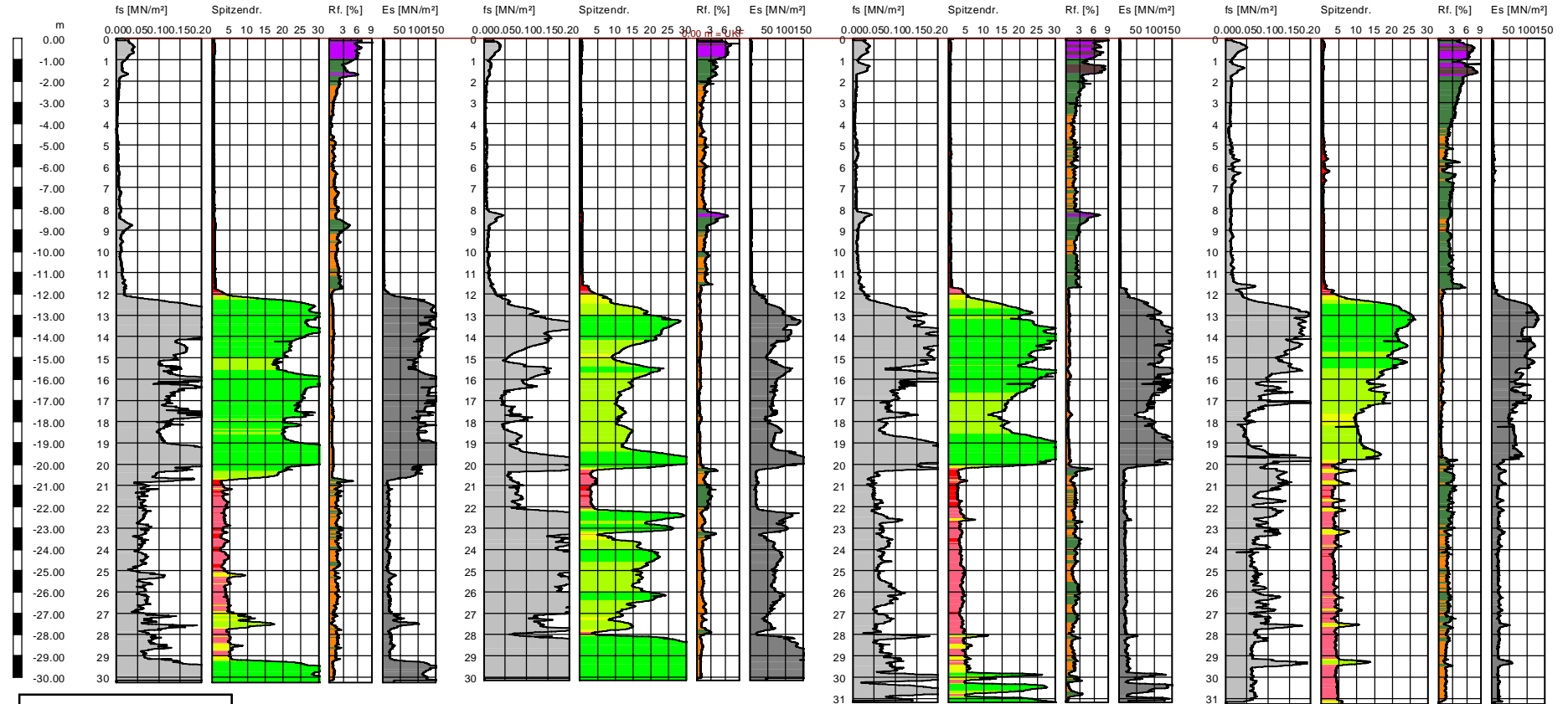
**WEA 2**

**CPT 2-1**  
0,00 m

**CPT 2-2**  
0,00 m

**CPT 2-3**  
0,00 m

**CPT 2-4**  
0,00 m



**Legende Spitzendruck**

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

**Legende Reibungsverhältnis**

- Kies
- Sand
- Schluff
- Ton
- Torf

**LEGENDE:**


CPT: Drucksondierung  
 UKF: Unterkante Fundament

Projekt: 2023-0138  
 WP Rodenkirchenwarp, CPT

Auftraggeber:  
 Regenerativen Energien Nordpol GmbH & Co.  
 Planungs-, Erzeugung-, und Betriebs KG  
 Absber Deich 12  
 26935 Stadland

Bearbeiter: Dipl.-Geol. P. Müller

Maßstab: Höhe: 1 : 200

 **INGENIEURGEOLOGIE**  
**DR. LÜBBE**

Titel:  
 Drucksondierdiagramme nach DIN 4094

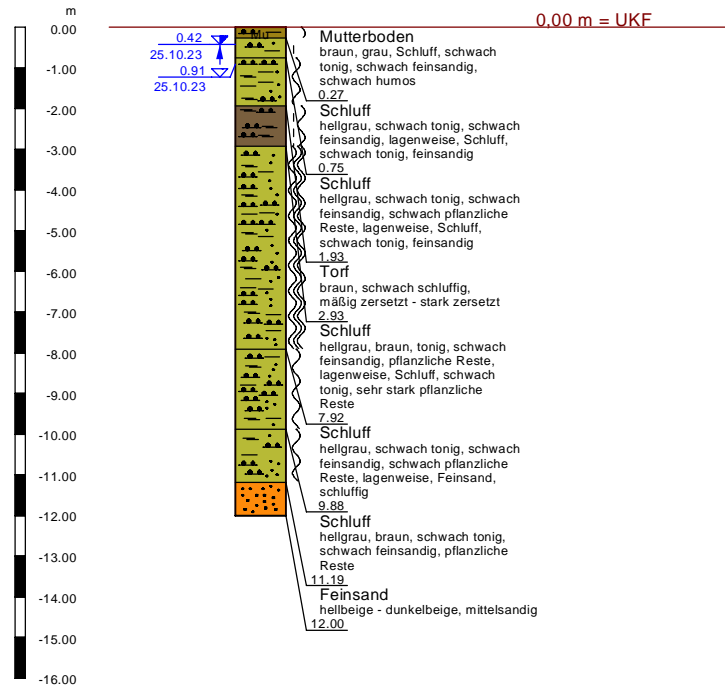
Anlage: 2.4

# WEA 3 Enercon E-160 EP5 E3, 120 mNH

# Kranstellfläche

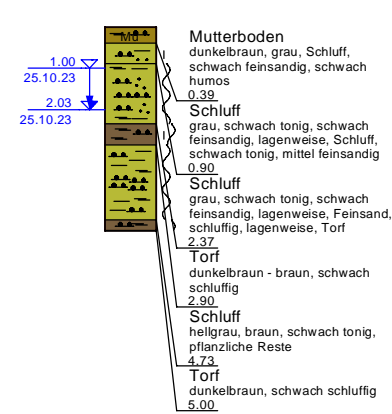
RKS 3

0.00 m



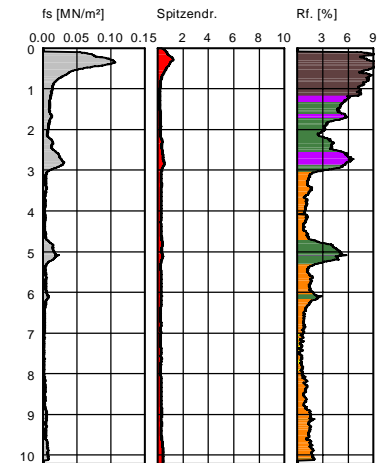
RKS 3-K

0.00 m



CPT 3-K

0,00 m



**Legende Spitzendruck**

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

**Legende Reibungsverhältnis**

- Kies
- Sand
- Schluff
- Ton
- Torf

**Konsistenzen**

- steif
- weich - steif
- weich
- breiig - weich

## LEGENDE:

RKS: Rammkernsondierung  
CPT: Drucksondierung  
UKF: Unterkante Fundament

0.42  
25.10.23  
0.91  
25.10.23

GW gestiegen auf m u. GOK Datum

GW angebohrt bei m u. GOK Datum

Projekt: 2023-0138  
WP Rodenkirchenwarp, WEA 3

Auftraggeber:  
Regenerativen Energien Nordpol GmbH & Co.  
Planungs-, Erzeugung-, und Betriebs KG  
Absber Deich 12  
26935 Stadland

Bearbeiter: Dipl.-Geol. P. Müller

Maßstab: Höhe: 1 : 125



**INGENIEURGEOLOGIE**  
**DR. LÜBBE**

Titel: Bohrprofile nach DIN 4023 und Drucksondierdiagramm nach DIN 4094

Anlage: 2.5

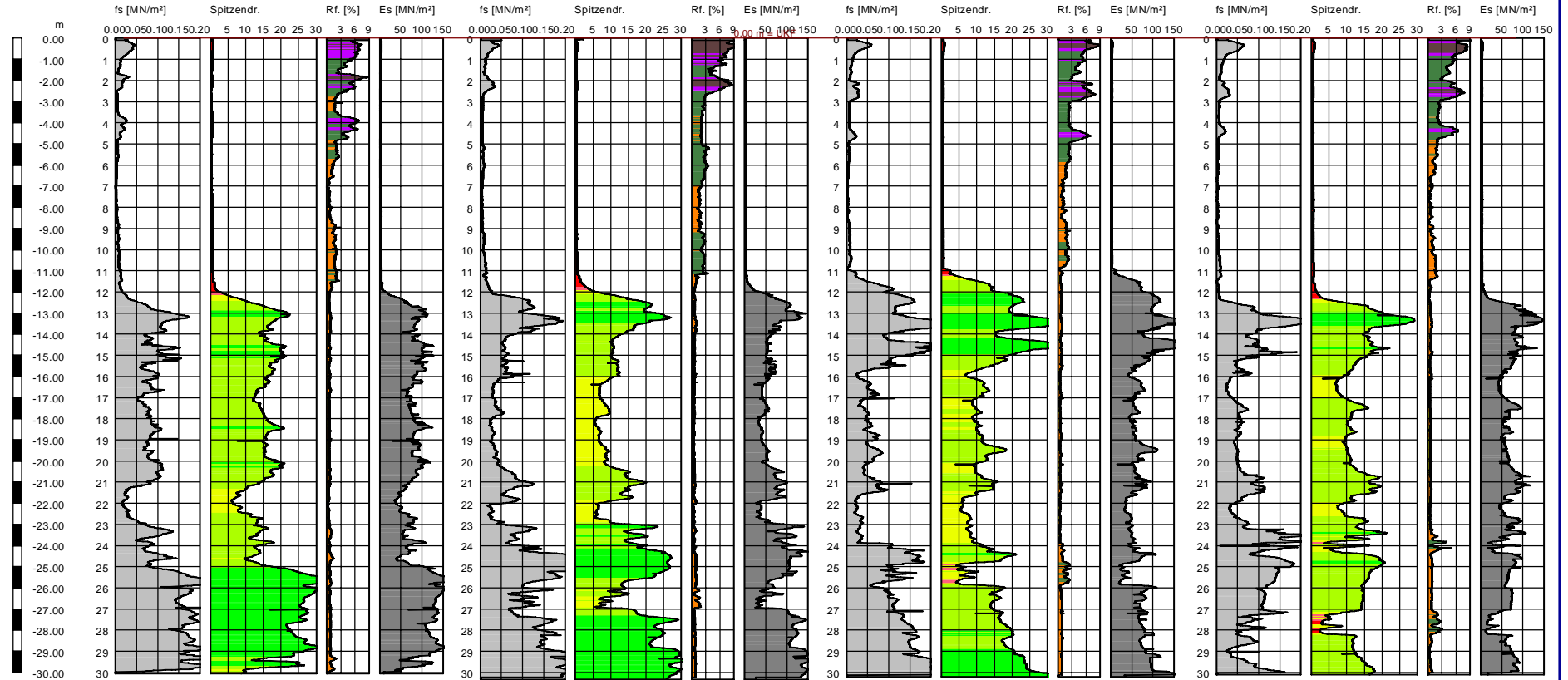
**WEA 3**

**CPT 3-1**  
0,00 m

**CPT 3-2**  
0,00 m

**CPT 3-3**  
0,00 m

**CPT 3-4**  
0,00 m



**Legende Spitzendruck**

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

**Legende Reibungsverhältnis**

- Kies
- Sand
- Schluff
- Ton
- Torf

**LEGENDE:**


CPT: Drucksondierung  
 UKF: Unterkante Fundament

Projekt: 2023-0138  
 WP Rodenkirchenwarp, CPT

Auftraggeber:  
 Regenerativen Energien Nordpol GmbH & Co.  
 Planungs-, Erzeugung-, und Betriebs KG  
 Absber Deich 12  
 26935 Stadland

Bearbeiter: Dipl.-Geol. P. Müller

Maßstab: Höhe: 1 : 200

 **INGENIEURGEOLOGIE**  
**DR. LÜBBE**

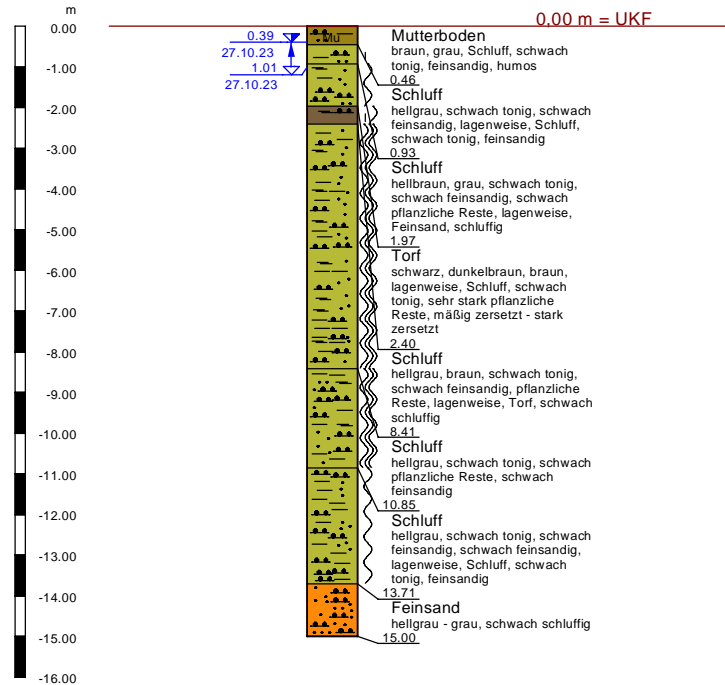
Titel:  
 Drucksondierdiagramme nach DIN 4094

Anlage: 2.6

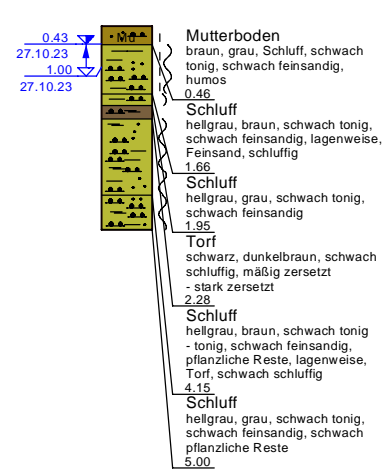
# WEA 4 Enercon E-160 EP5 E3, 120 mNH

# Kranstellfläche

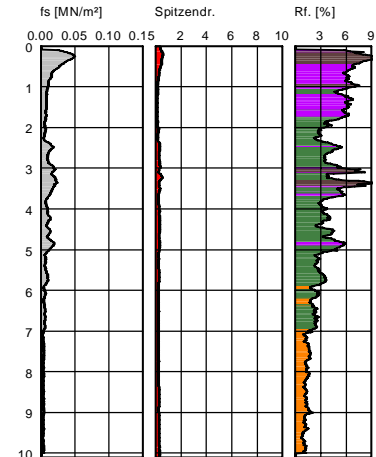
RKS 4  
0.00 m



RKS 4-K  
0.00 m



CPT 4-K  
0,00 m



**Legende Spitzendruck**

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

**Legende Reibungsverhältnis**

- Kies
- Sand
- Schluff
- Ton
- Torf

**Konsistenzen**

- steif
- weich - steif
- weich
- breiig - weich

**LEGENDE:**

RKS: Rammkernsondierung  
 CPT: Drucksondierung  
 UKF: Unterkante Fundament

0.39 m GW gestiegen auf m u. GOK Datum 27.10.23  
 1.01 m GW angebohrt bei m u. GOK Datum 27.10.23

Projekt: 2023-0138  
 WP Rodenkirchenwarp, WEA 4

Auftraggeber:  
 Regenerativen Energien Nordpol GmbH & Co.  
 Planungs-, Erzeugung-, und Betriebs KG  
 Absber Deich 12  
 26935 Stadland

Bearbeiter: Dipl.-Geol. P. Müller

Maßstab: Höhe: 1 : 125

**INGENIEURGEOLOGIE DR. LÜBBE**

Titel: Bohrprofile nach DIN 4023 und Drucksondierdiagramm nach DIN 4094

Anlage: 2.7

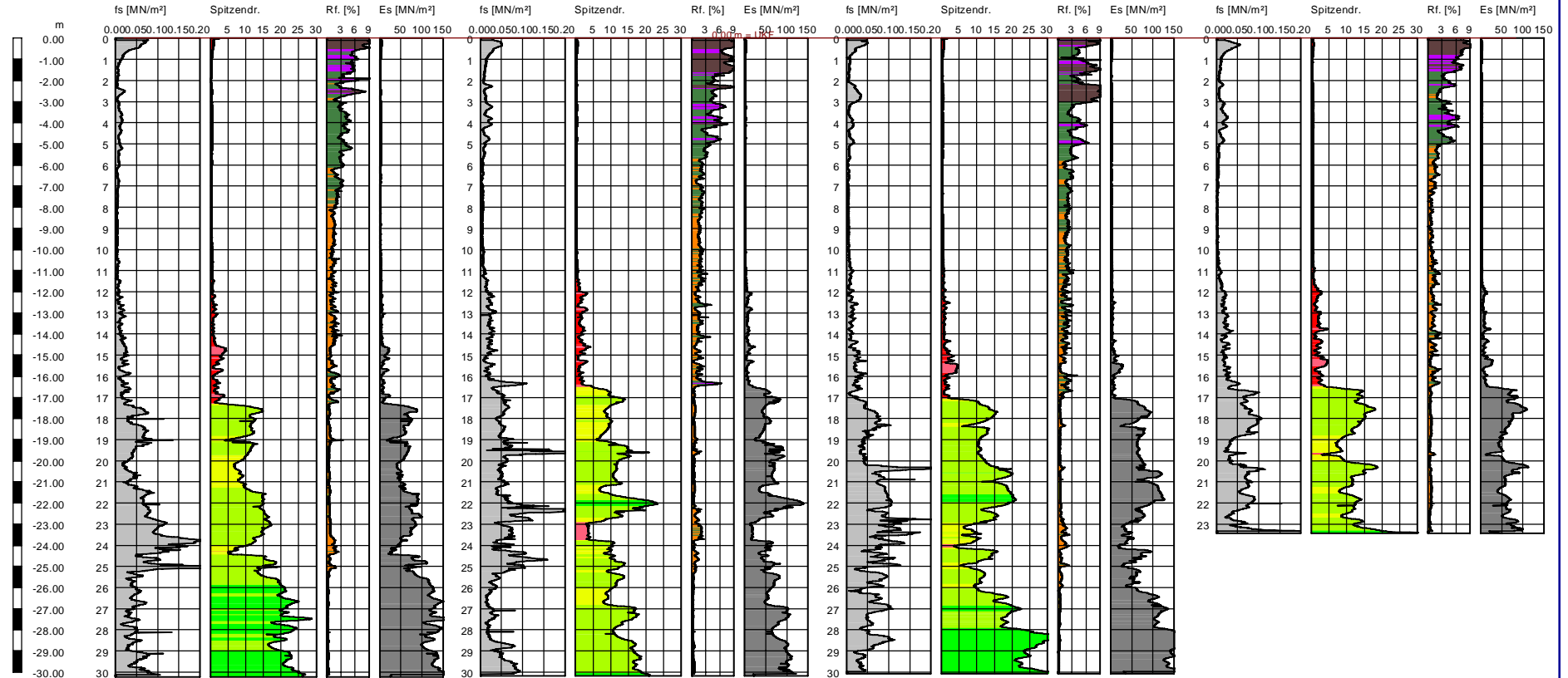
**WEA 4**

**CPT 4-1**  
0,00 m

**CPT 4-2**  
0,00 m

**CPT 4-3**  
0,00 m

**CPT 4-4**  
0,00 m



**Legende Spitzendruck**

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

**Legende Reibungsverhältnis**

- Kies
- Sand
- Schluff
- Ton
- Torf

**LEGENDE:**


CPT:     Drucksondierung  
 UKF:     Unterkante Fundament

Projekt:     2023-0138  
               WP Rodenkirchenwarp, CPT

Auftraggeber:  
 Regenerativen Energien Nordpol GmbH & Co.  
 Planungs-, Erzeugung-, und Betriebs KG  
 Abser Deich 12  
 26935 Stadland

Bearbeiter:   Dipl.-Geol. P. Müller

Maßstab:     Höhe: 1 : 200



**INGENIEURGEOLOGIE**  
**DR. LÜBBE**

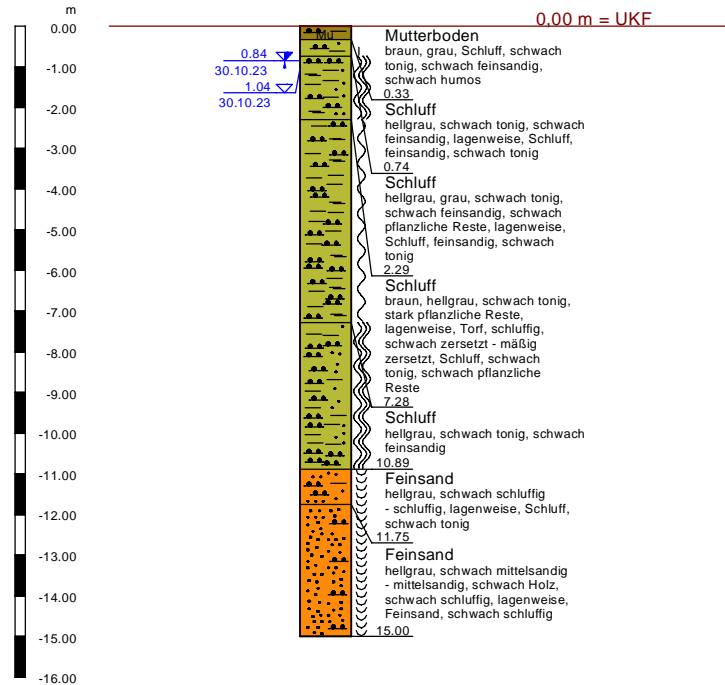
Titel:  
 Drucksondierdiagramme nach DIN 4094

Anlage: 2.8

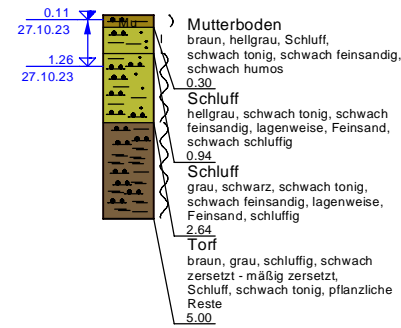
# WEA 5 Enercon E-160 EP5 E3, 120 mNH

# Kranstellfläche

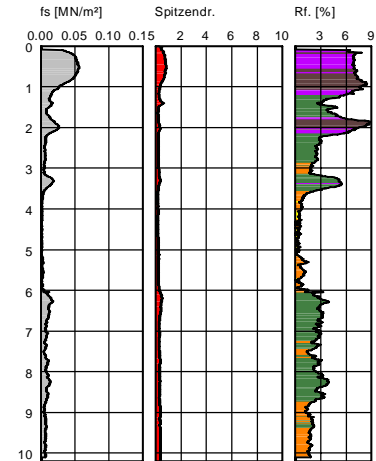
RKS 5  
0,00 m



RKS 5-K  
0,00 m



CPT 5-K  
0,00 m



**Legende Spitzendruck**

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

**Legende Reibungsverhältnis**

- Kies
- Sand
- Schluff
- Ton
- Torf

**Konsistenzen**

- steif
- weich - steif
- weich
- breiig - weich
- nass

**LEGENDE:**

- RKS: Rammkernsondierung
- CPT: Drucksondierung
- UKF: Unterkante Fundament

GW gestiegen auf m u. GOK Datum 30.10.23  
GW angebohrt bei m u. GOK Datum 30.10.23

Projekt: 2023-0138  
WP Rodenkirchenwarp, WEA 5

Auftraggeber:  
Regenerativen Energien Nordpol GmbH & Co.  
Planungs-, Erzeugung-, und Betriebs KG  
Absber Deich 12  
26935 Stadland

Bearbeiter: Dipl.-Geol. P. Müller

Maßstab: Höhe: 1 : 125

**INGENIEURGEOLOGIE DR. LÜBBE**

Titel: Bohrprofile nach DIN 4023 und Drucksondierdiagramm nach DIN 4094

Anlage: 2.9



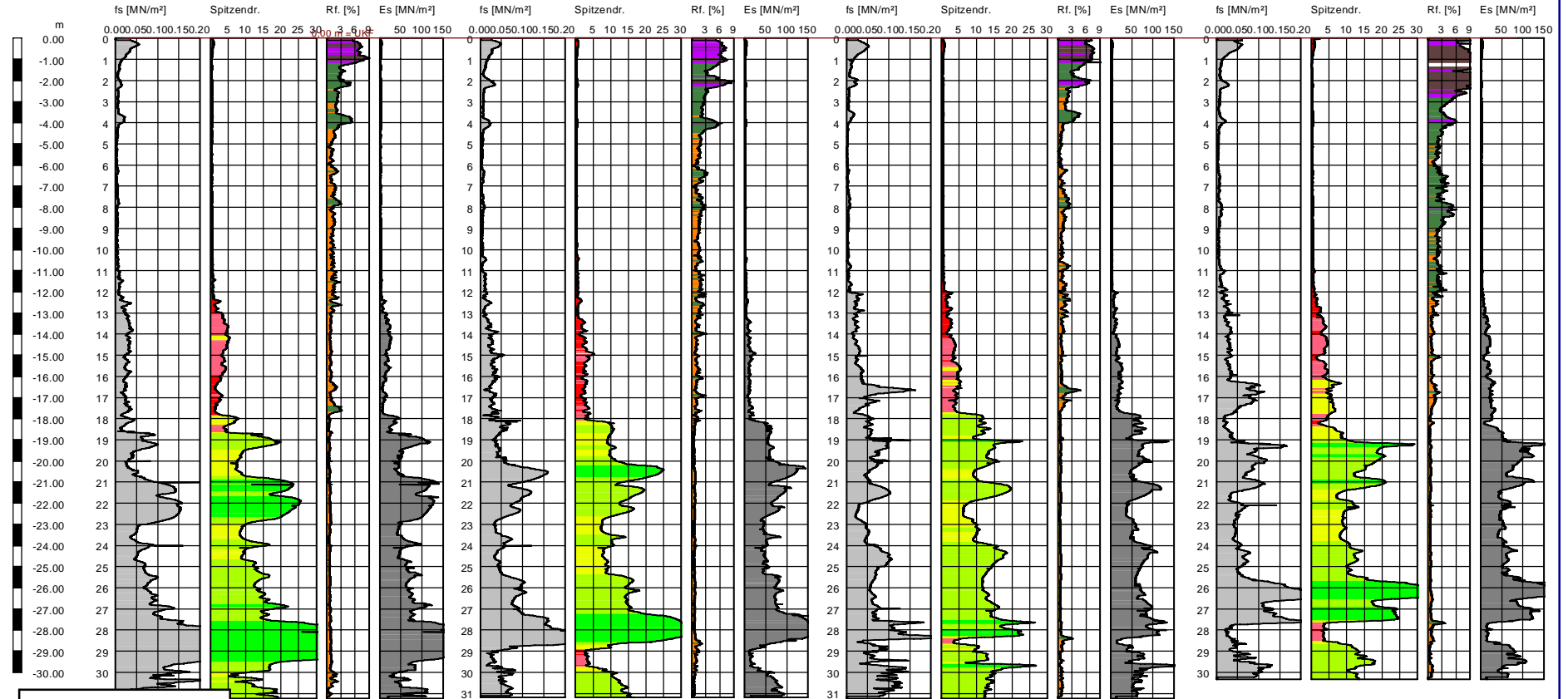
**WEA 5**

**CPT 5-1**  
0,00 m

**CPT 5-2**  
0,00 m

**CPT 5-3**  
0,00 m

**CPT 5-4**  
0,00 m



**Legende Spitzendruck**

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

**Legende Reibungsverhältnis**

- Kies
- Sand
- Schluff
- Ton
- Torf

**LEGENDE:**


CPT: Drucksondierung  
 UKF: Unterkante Fundament

Projekt: 2023-0138  
 WP Rodenkirchenwarp, CPT

Auftraggeber:  
 Regenerativen Energien Nordpol GmbH & Co.  
 Planungs-, Erzeugung-, und Betriebs KG  
 Absber Deich 12  
 26935 Stadland

Bearbeiter: Dipl.-Geol. P. Müller

Maßstab: Höhe: 1 : 200

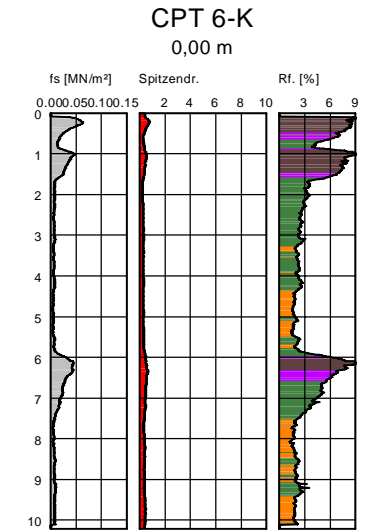
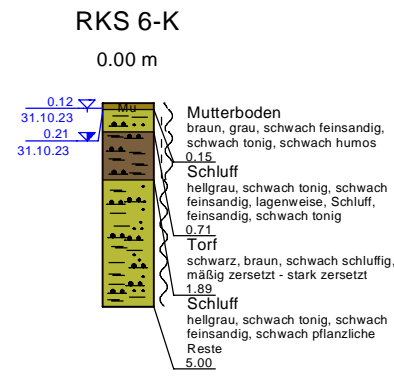
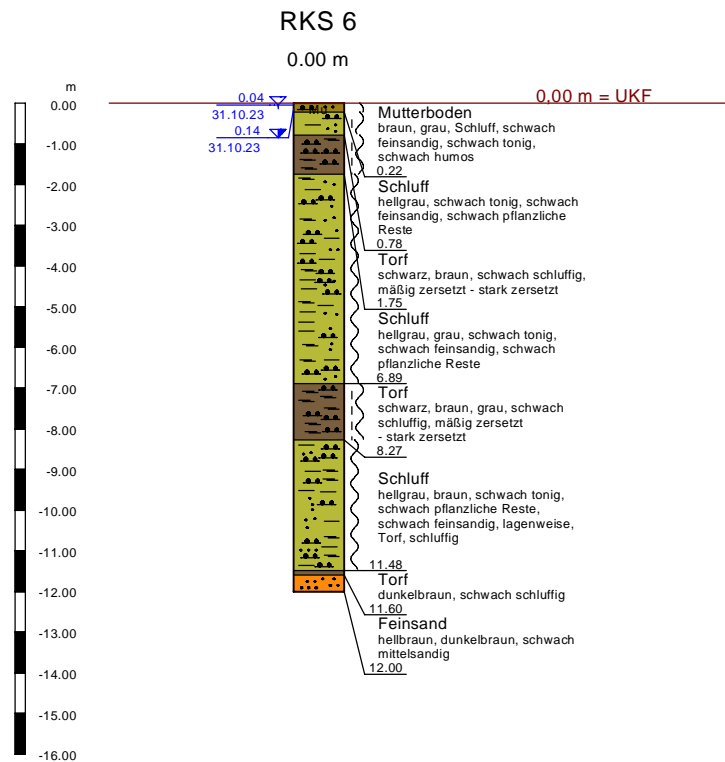
 **INGENIEURGEOLOGIE**  
**DR. LÜBBE**

Titel:  
 Drucksondierdiagramme nach DIN 4094

Anlage: 2.10

# WEA 6 Enercon E-160 EP5 E3, 120 mNH

# Kranstellfläche



**Legende Spitzendruck**

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

**Legende Reibungsverhältnis**

- Kies
- Sand
- Schluff
- Ton
- Torf

**Konsistenzen**

- steif
- weich - steif
- weich

**LEGENDE:**

RKS: Rammkernsondierung  
CPT: Drucksondierung  
UKF: Unterkante Fundament

0,04 m  
31.10.23  
Datum  
GW gestiegen auf m u. GOK

0,14 m  
31.10.23  
Datum  
GW angebohrt bei m u. GOK

Projekt: 2023-0138  
WP Rodenkirchenwarp, WEA 6

Auftraggeber:  
Regenerativen Energien Nordpol GmbH & Co.  
Planungs-, Erzeugung-, und Betriebs KG  
Abser Deich 12  
26935 Stadland

Bearbeiter: Dipl.-Geol. P. Müller

Maßstab: Höhe: 1 : 125

**INGENIEURGEOLOGIE DR. LÜBBE**

INGENIEURGEOLOGIE  
DR. LÜBBE

Titel: Bohrprofile nach DIN 4023 und Drucksondierdiagramm nach DIN 4094

Anlage: 2.11

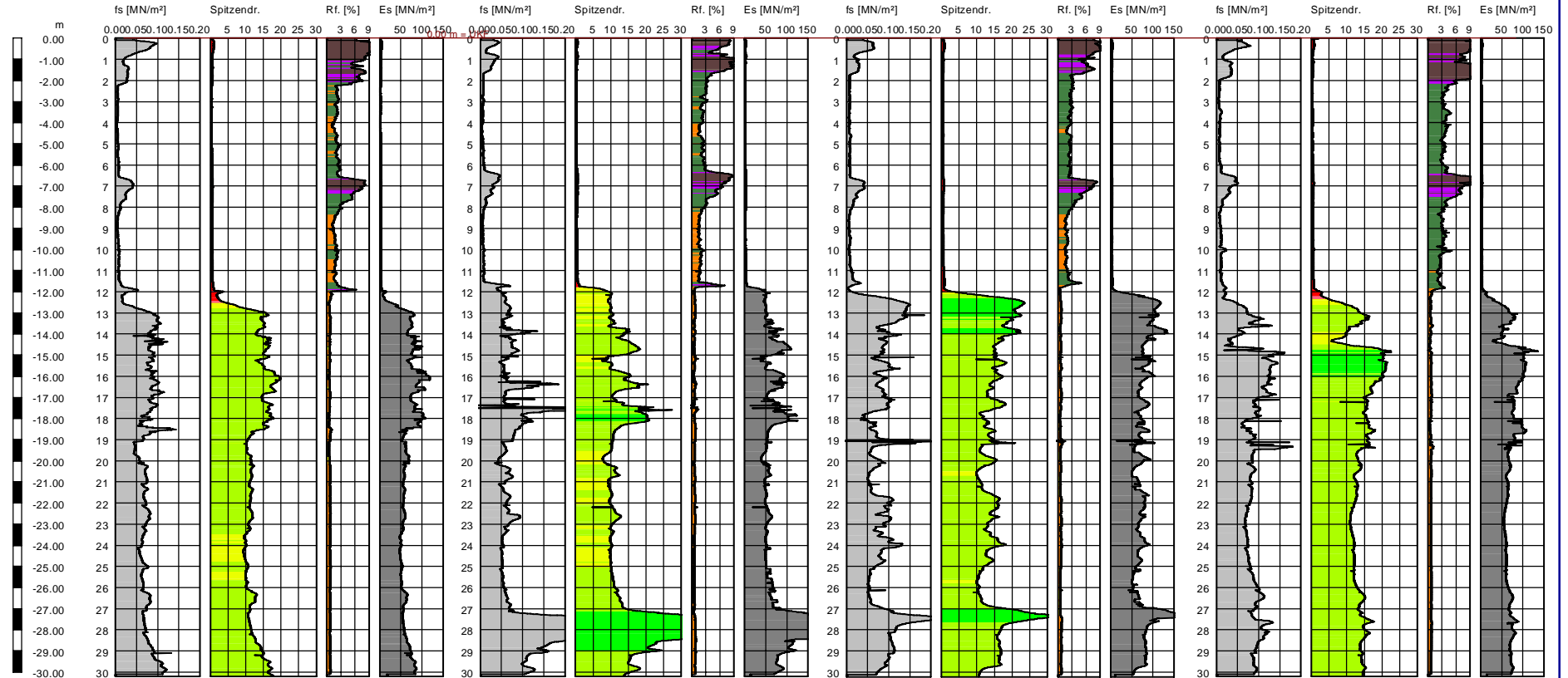
**WEA 6**

**CPT 6-1**  
0,00 m

**CPT 6-2**  
0,00 m

**CPT 6-3**  
0,00 m

**CPT 6-4**  
0,00 m



**Legende Spitzendruck**

<span style="color: red;">■</span>	sehr locker
<span style="color: pink;">■</span>	locker
<span style="color: yellow;">■</span>	mitteldicht
<span style="color: lightgreen;">■</span>	dicht
<span style="color: green;">■</span>	sehr dicht

**Legende Reibungsverhältnis**

<span style="color: yellow;">■</span>	Kies
<span style="color: orange;">■</span>	Sand
<span style="color: green;">■</span>	Schluff
<span style="color: purple;">■</span>	Ton
<span style="color: brown;">■</span>	Torf

**LEGENDE:**

CPT:    Drucksondierung  
 UKF:    Unterkante Fundament

Projekt:	2023-0138 WP Rodenkirchenwarp, CPT
Auftraggeber:	Regenerativen Energien Nordpol GmbH & Co. Planungs-, Erzeugung-, und Betriebs KG Abser Deich 12 26935 Stadland
Bearbeiter:	Dipl.-Geol. P. Müller
Maßstab:	Höhe: 1 : 200

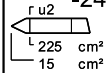
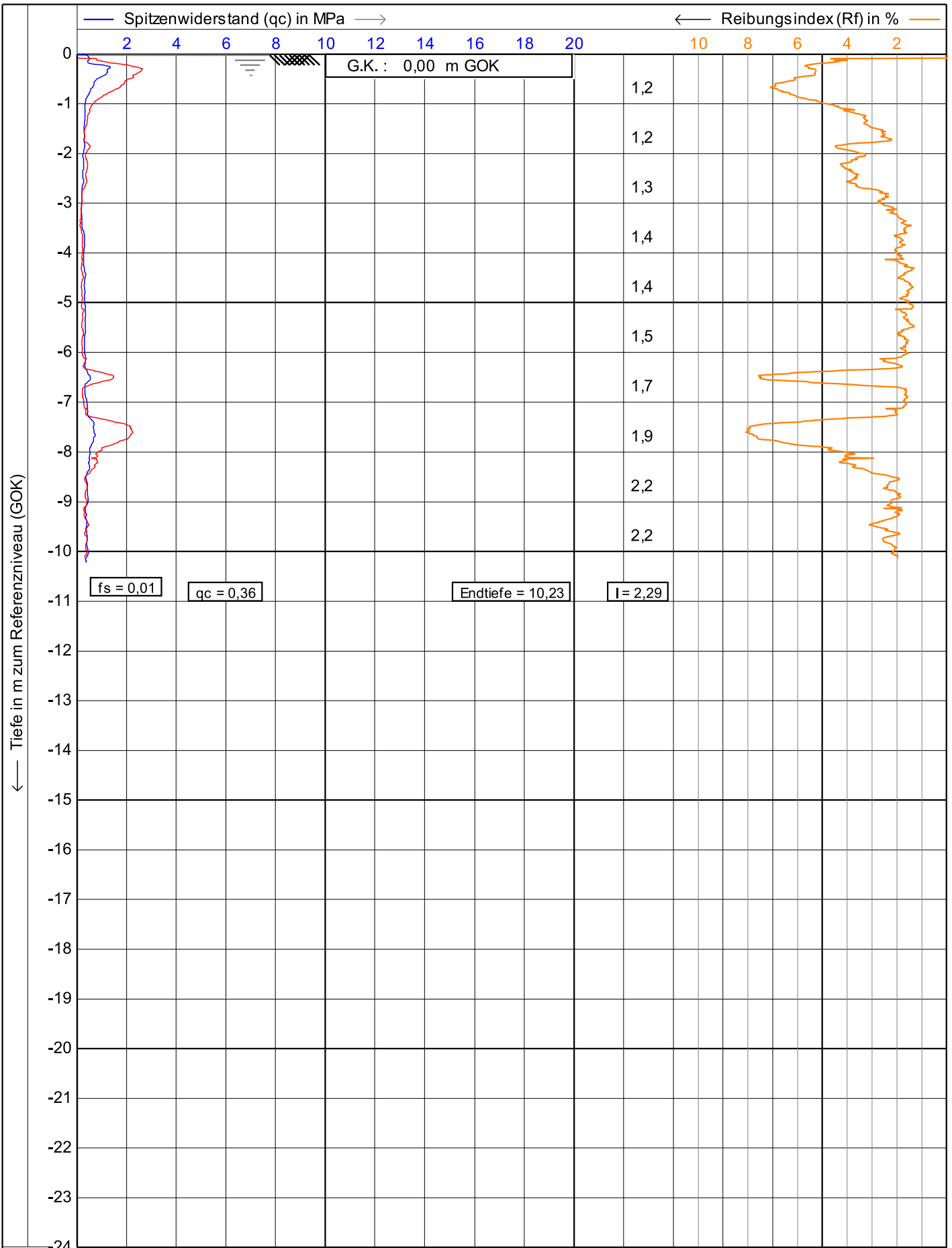


**INGENIEURGEOLOGIE**  
**DR. LÜBBE**

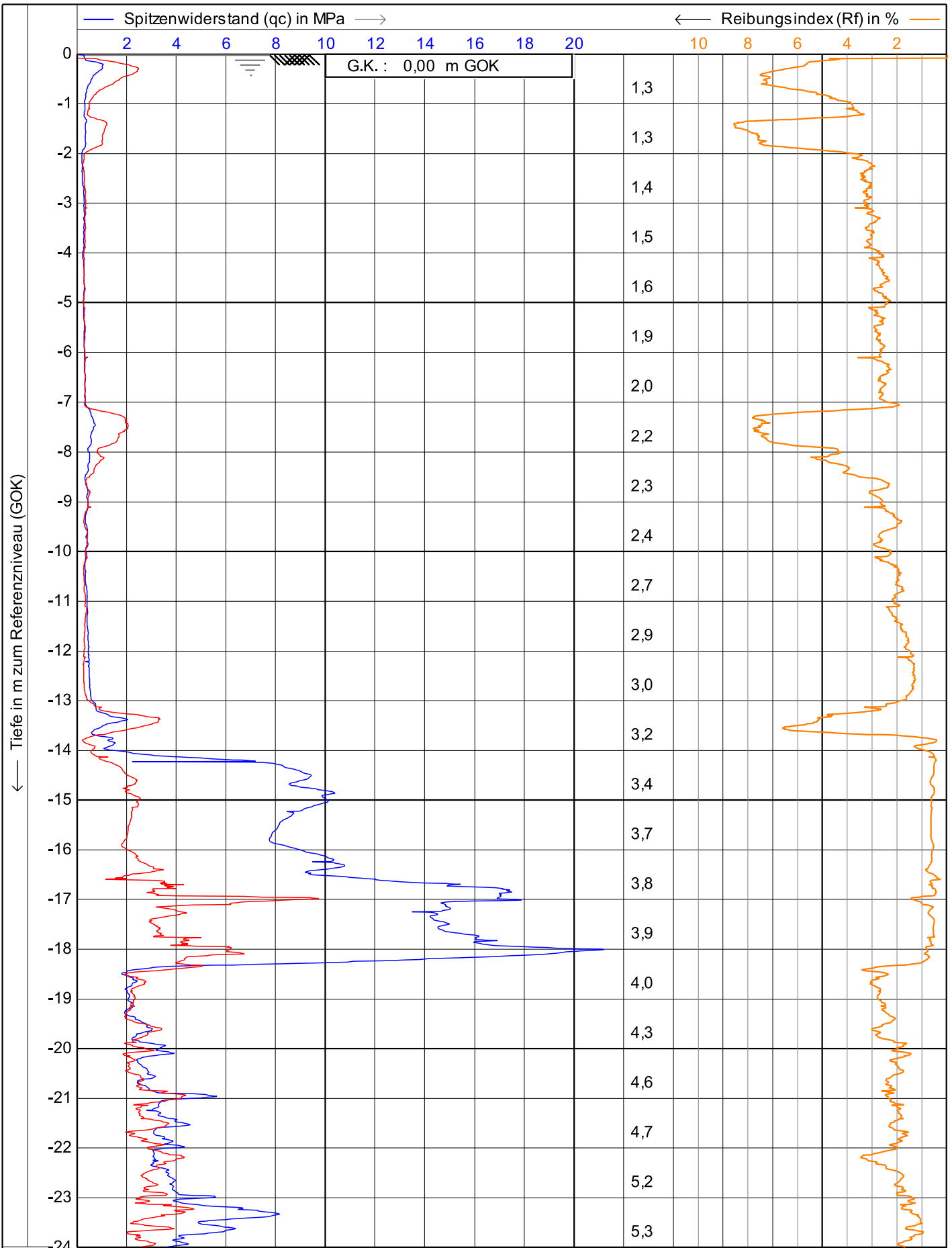
Titel:	
Drucksondierdiagramme nach DIN 4094	
Anlage:	2.12



ANLAGE 3  
Drucksondierprotokolle

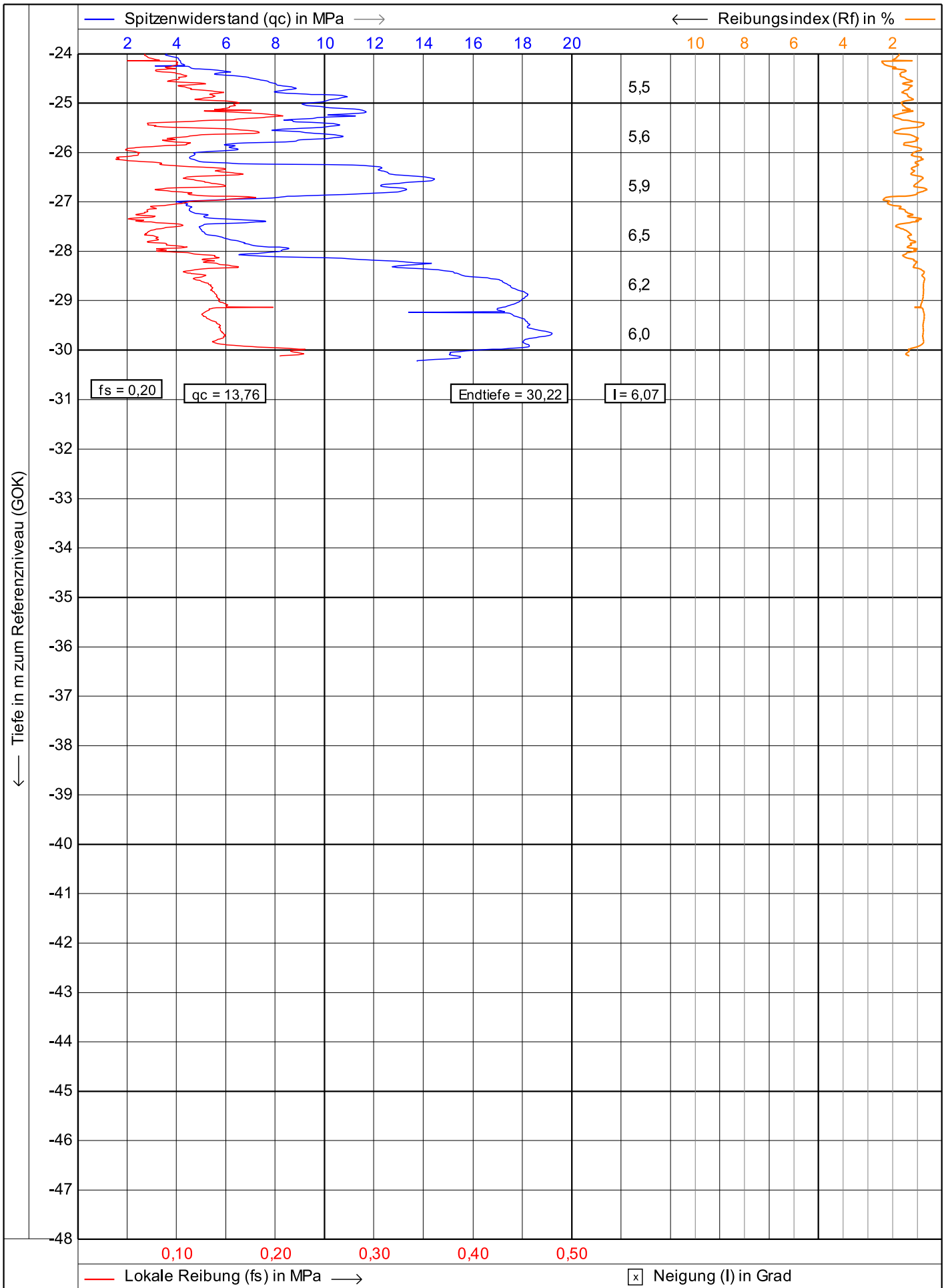


<p><b>Vulhop+Becker</b> GmbH &amp; Co. KG 26180 Rastede Tannerwegstraße 22 Telefon: +49 (441) 99 90 99-0 Telefax: +49 (441) 99 90 99-20 www.vulhop-becker.de</p> <p>Brunnenbau, Drucksondierungen, Baugrunderkundung</p>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : 18.10.2023	
	Projekt : WP Stadland		Konus Nr. : S15CFIIP.S22649	
	Ort : Stadland		Projekt Nr. : 234408	
	Position: 0, 0 UTM3N		CPT Nr. : WEA 01 KSF	1/1




r u2  
L 225 cm²  
15 cm²
— Lokale Reibung (fs) in MPa —>
 Neigung (I) in Grad

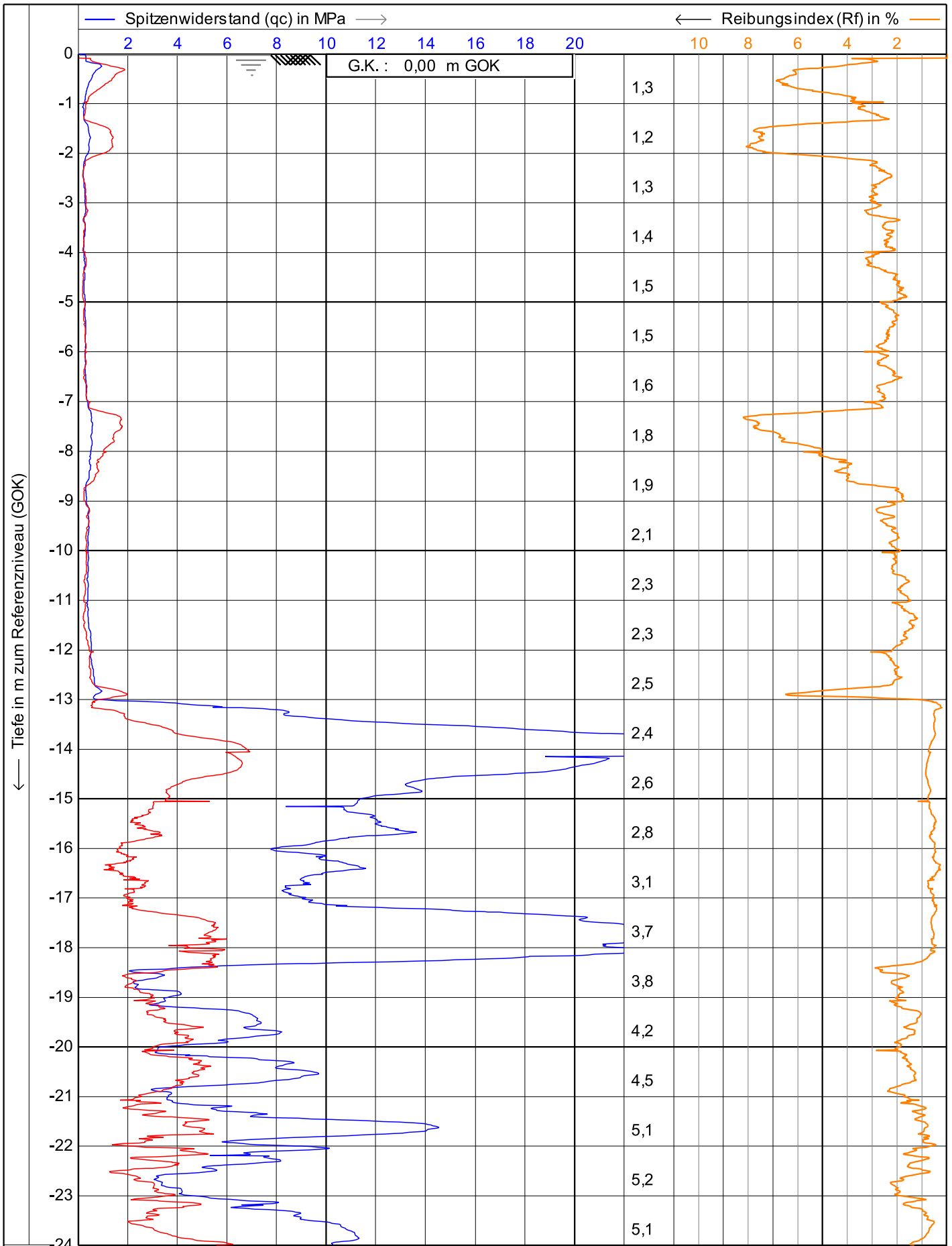
<p><b>Vulhop+Becker</b> GmbH &amp; Co. KG  <small>26180 Rastede                  Tannenruggstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</small></p> <p style="font-size: x-small; margin-top: 5px;">Brunnenbau, Drucksondierungen, Baugrunderkundung</p>	Test according NEN 5140 class 1	Datum : 18.10.2023	
	Projekt : WP Stadland	Konus Nr. : S15CFIIP.S22649	
	Ort : Stadland	Projekt Nr. : 234408	
	Position: 0, 0 UTM3N	CPT Nr. : WEA01 CPT 1	1/2



0,10 0,20 0,30 0,40 0,50

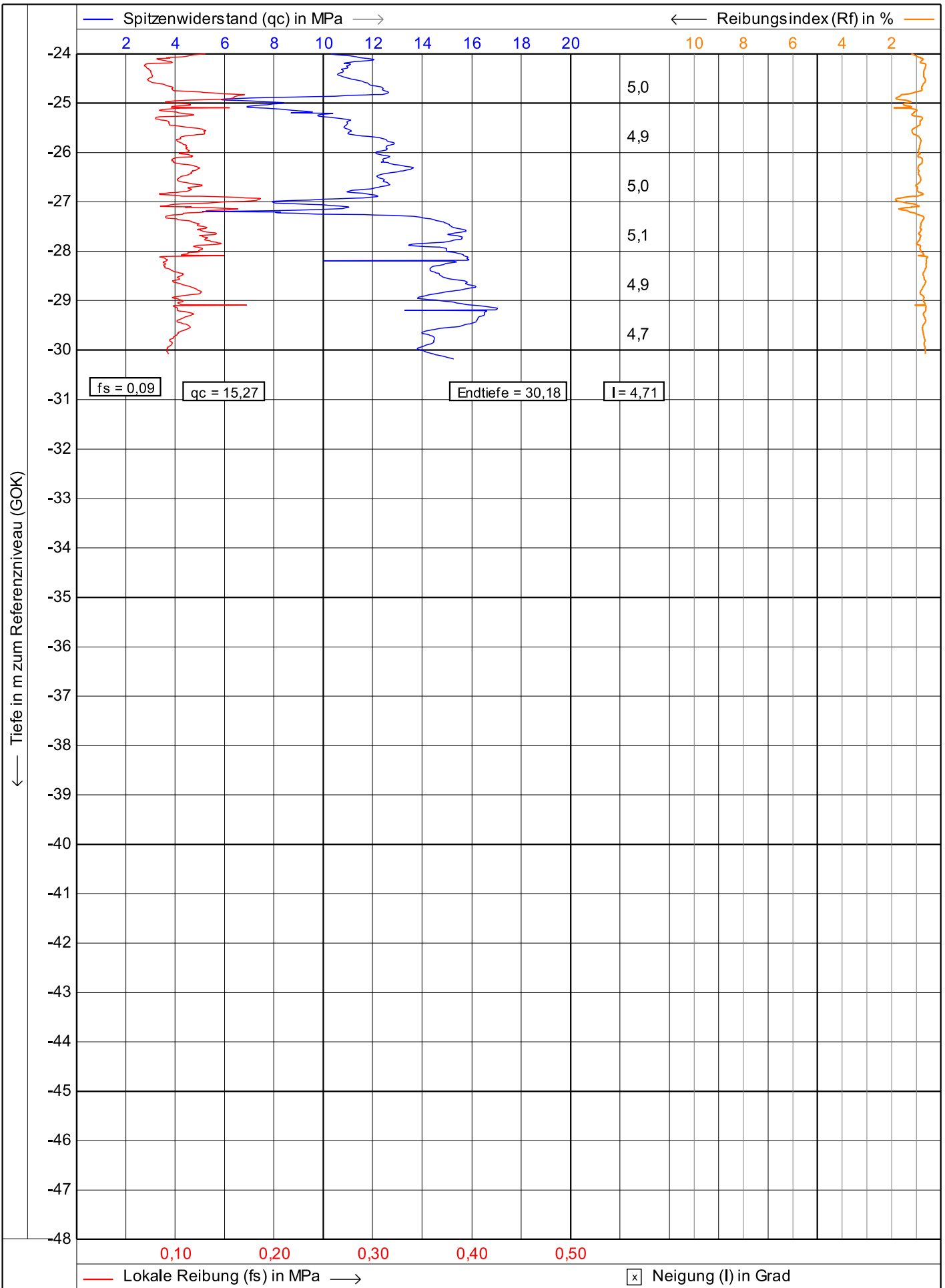
— Lokale Reibung (fs) in MPa —>  Neigung (I) in Grad


 <b>Vulhop+Becker</b> GmbH & Co. KG <small>26180 Rastede                  Tarnenrugstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</small>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : <b>18.10.2023</b>	
	Projekt : <b>WP Stadland</b>		Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>	
	Ort : <b>Stadland</b>		Projekt Nr. : <b>234408</b>	
	Position: <b>0, 0 UTM3N</b>		CPT Nr. : <b>WEA01 CPT 1</b>	<b>2/2</b>

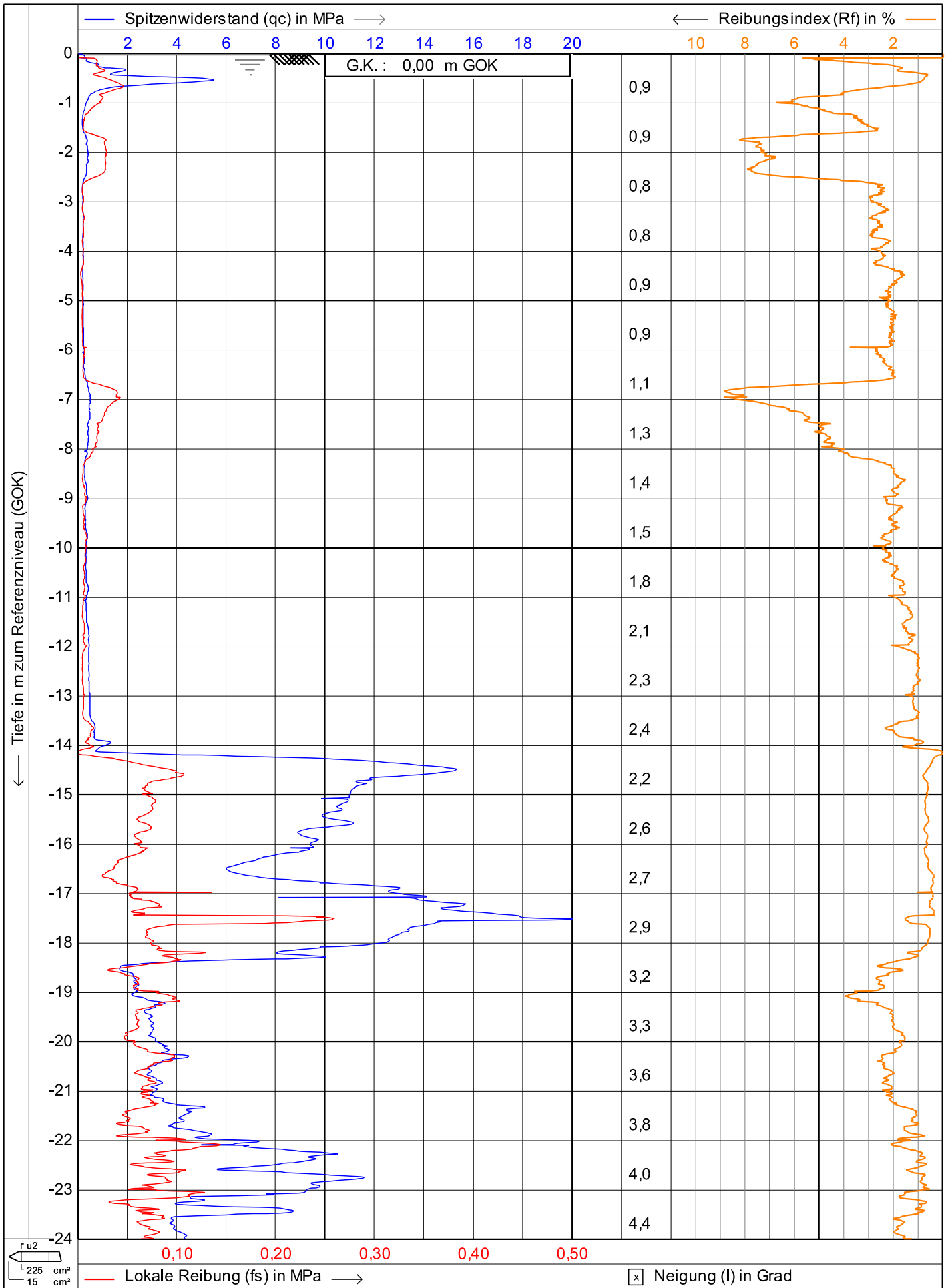


<p><b>Vulhop+Becker</b> GmbH &amp; Co. KG                  26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</p>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : 18.10.2023
	Projekt : WP Stadland		Konus Nr. : S15CFIIP.S22649
	Ort : Stadland		Projekt Nr. : 234408
	Position: 0, 0 UTM3N		CPT Nr. : WEA 01 CPT2 1/2





 <b>Vulhop+Becker</b> GmbH & Co. KG <small>26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</small>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : <b>18.10.2023</b>
	Projekt : <b>WP Stadland</b>		Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>
	Ort : <b>Stadland</b>		Projekt Nr. : <b>234408</b>
	Position: <b>0, 0 UTM3N</b>		CPT Nr. : <b>WEA 01 CPT2</b> <b>2/2</b>



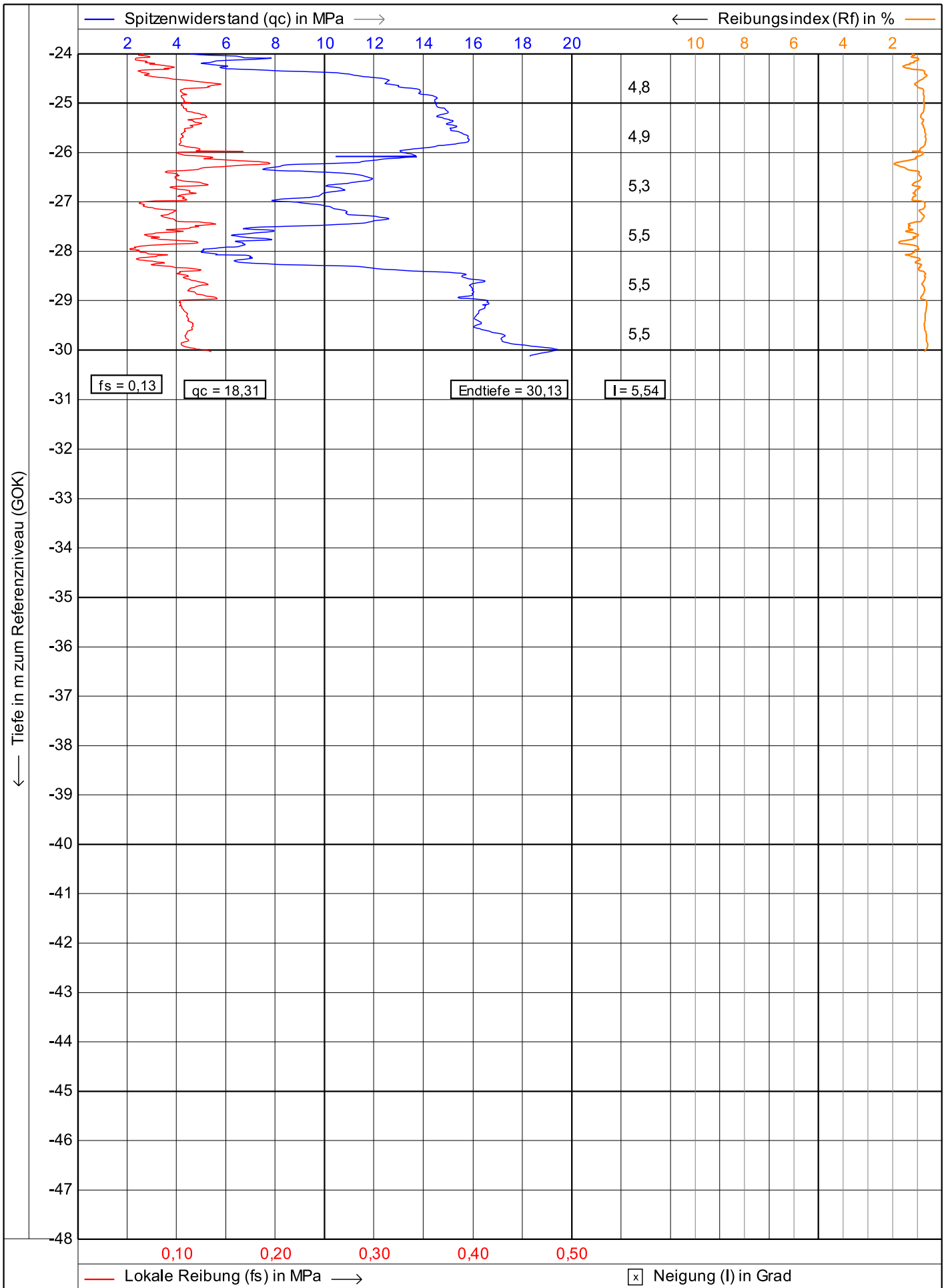
**VB**  
**Vulhop+Becker** GmbH & Co. KG  
 26180 Rastede  
 Tannenruggelstraße 22  
 Telefon: +49 (441) 99 90 99-0  
 Telefax: +49 (441) 99 90 99-20  
 www.vulhop-becker.de

Brunnenbau,  
 Drucksondierungen,  
 Baugrunderkundung

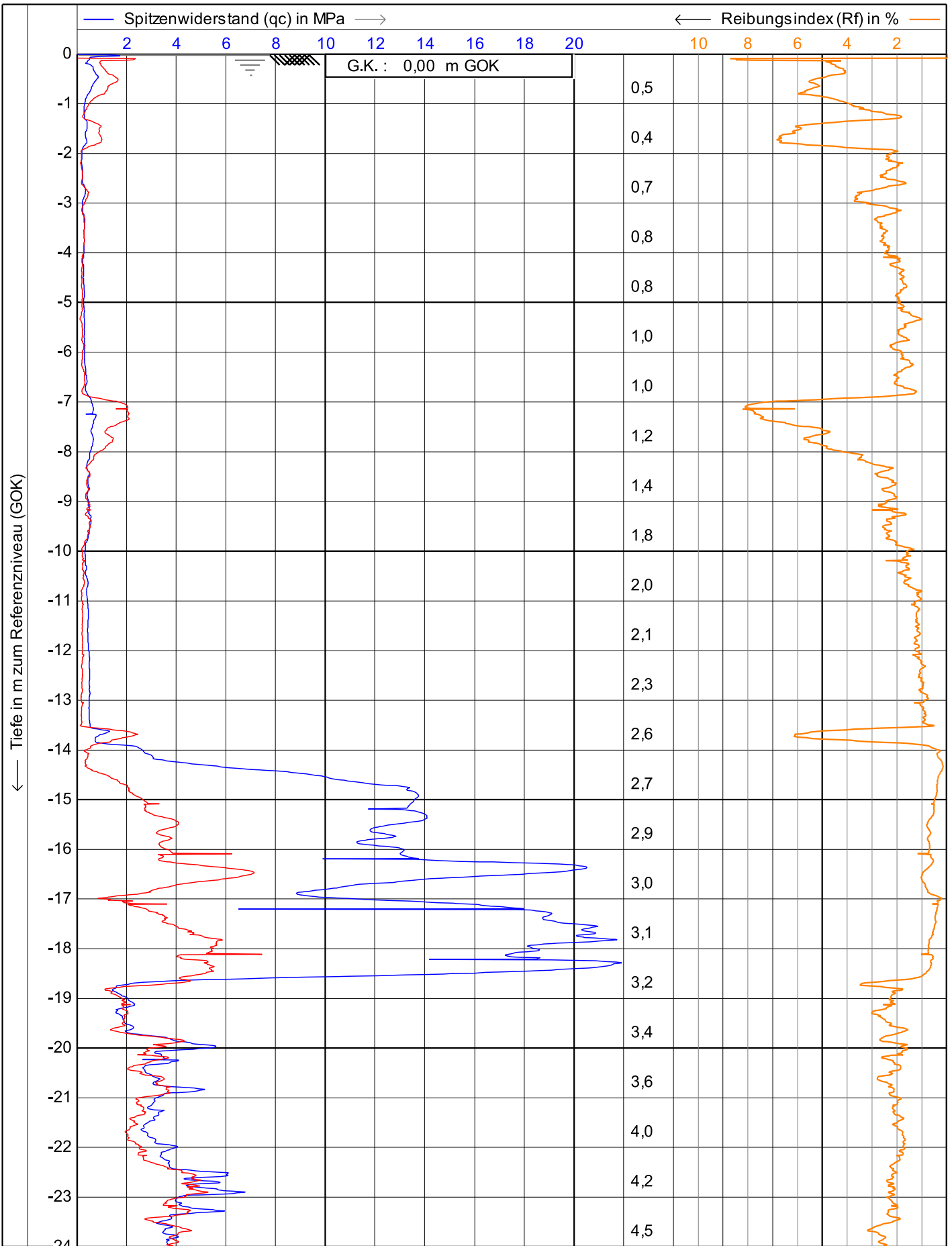
Test according NEN 5140 class 1

Projekt : **WP Stadland**  
 Ort : **Stadland**  
 Position: **0, 0 UTM3N**

Datum : **18.10.2023**  
 Konus Nr. : **S15CFIIP.S22649**  
 Projekt Nr. : **234408**  
 CPT Nr. : **WEA01 CPT 3** | 1/2



<p><b>Vulhop+Becker</b> GmbH &amp; Co. KG                  26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</p>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : <b>18.10.2023</b>
	Projekt : <b>WP Stadland</b>		Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>
	Ort : <b>Stadland</b>		Projekt Nr. : <b>234408</b>
	Position: <b>0, 0 UTM3N</b>		CPT Nr. : <b>WEA01 CPT 3</b>
			<b>2/2</b>

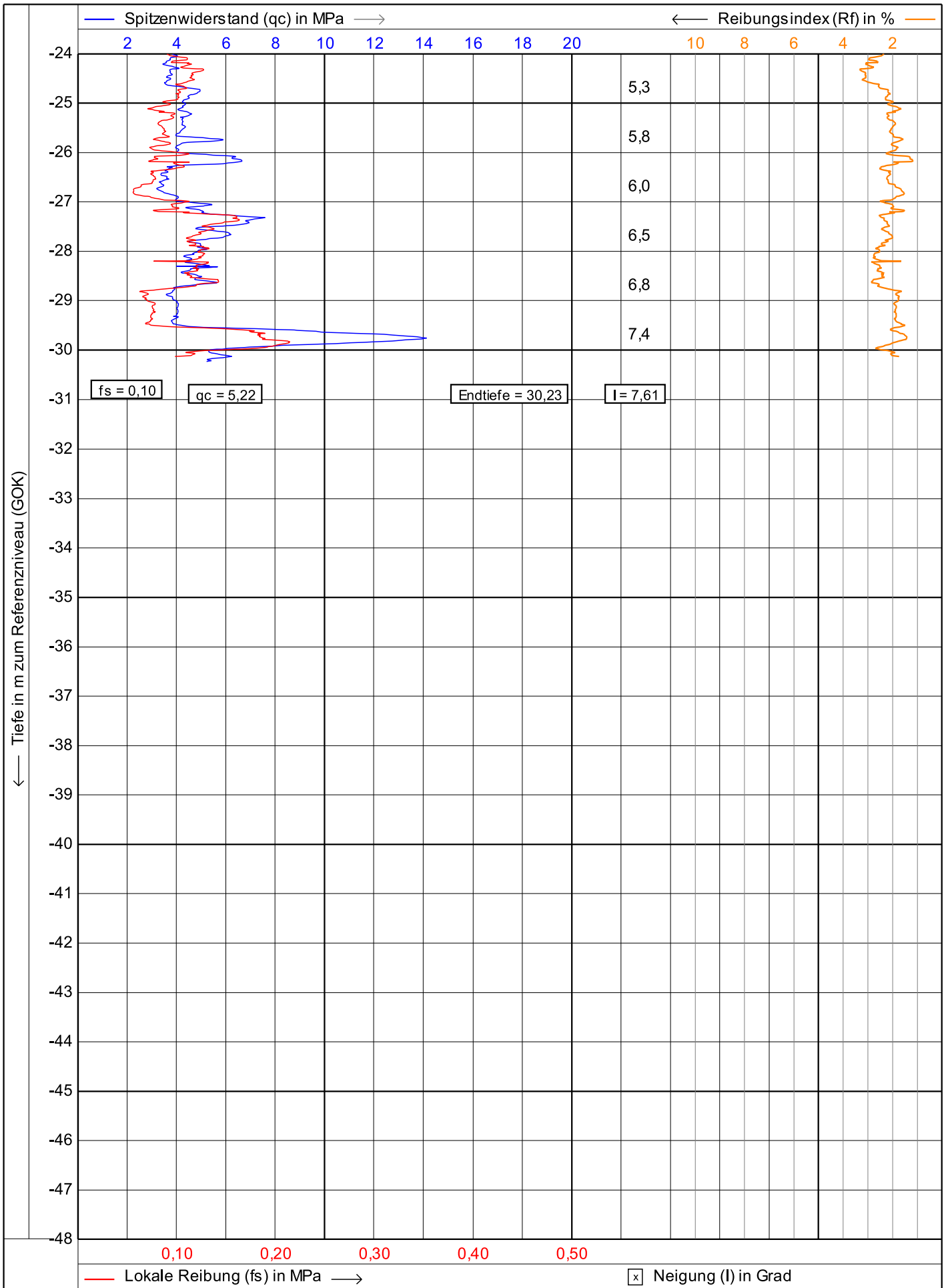


$r u^2$ 
  
 $L \frac{225}{15} \frac{cm^2}{cm^2}$ 

**— Lokale Reibung (fs) in MPa —>**

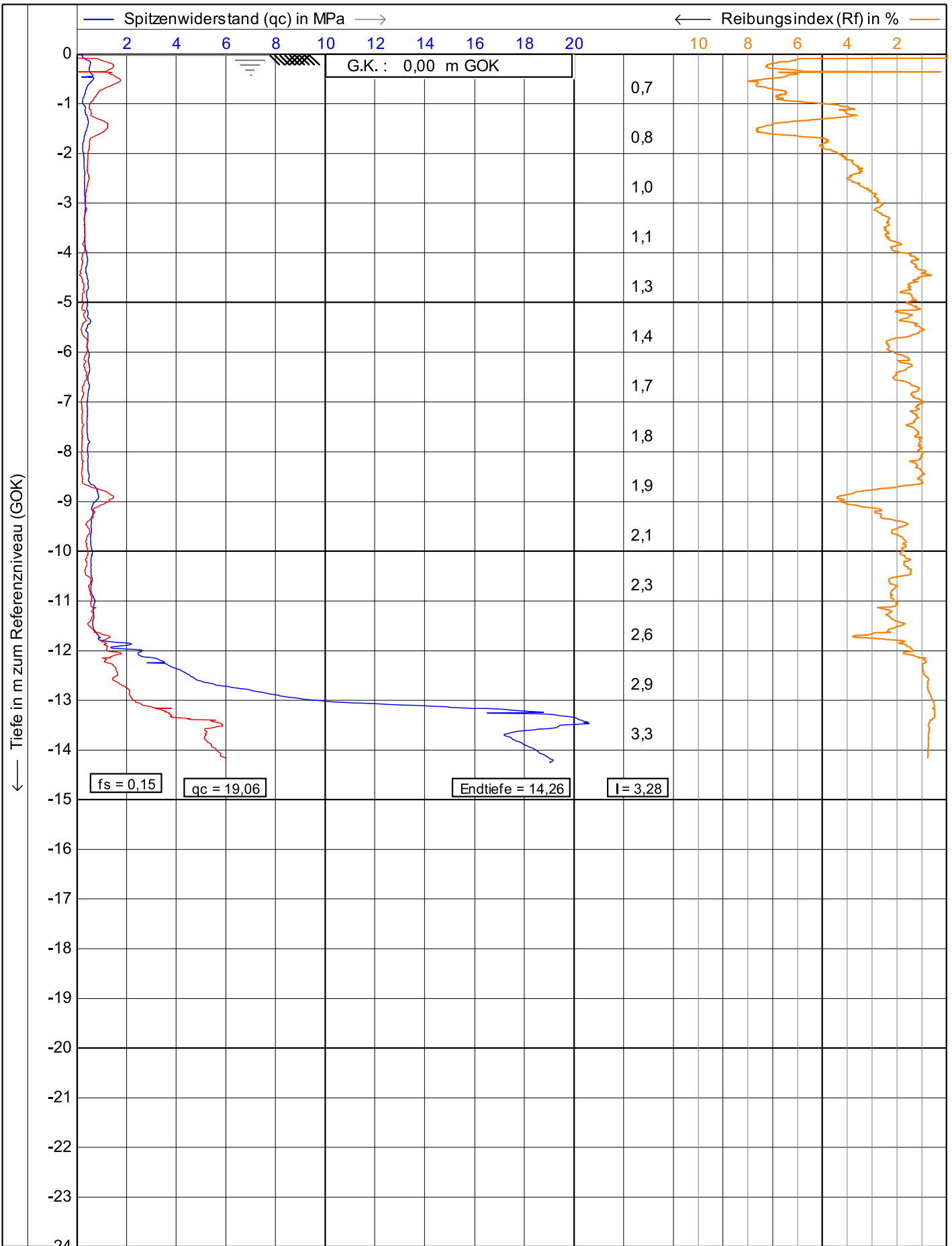
 **Neigung (I) in Grad**

<p><b>Vulhop+Becker</b> GmbH &amp; Co. KG                  26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</p> <p><b>Brunnenbau,                  Drucksondierungen,                  Baugrunderkundung</b></p>	Test according NEN 5140 class 1	Datum : <b>18.10.2023</b>	
	Projekt : <b>WP Stadland</b>	Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>	
	Ort : <b>Stadland</b>	Projekt Nr. : <b>234408</b>	
	Position: <b>0, 0 UTM3N</b>	CPT Nr. : <b>WEA01 CPT 4</b>	<b>1/2</b>



fs = 0,10      qc = 5,22      Endtiefe = 30,23      I = 7,61

<p><b>Vulhop+Becker</b> GmbH &amp; Co. KG                  26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</p>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : <b>18.10.2023</b>
	Projekt : <b>WP Stadland</b>		Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>
	Ort : <b>Stadland</b>		Projekt Nr. : <b>234408</b>
	Position: <b>0, 0 UTM3N</b>		CPT Nr. : <b>WEA01 CPT 4</b>
			<b>2/2</b>

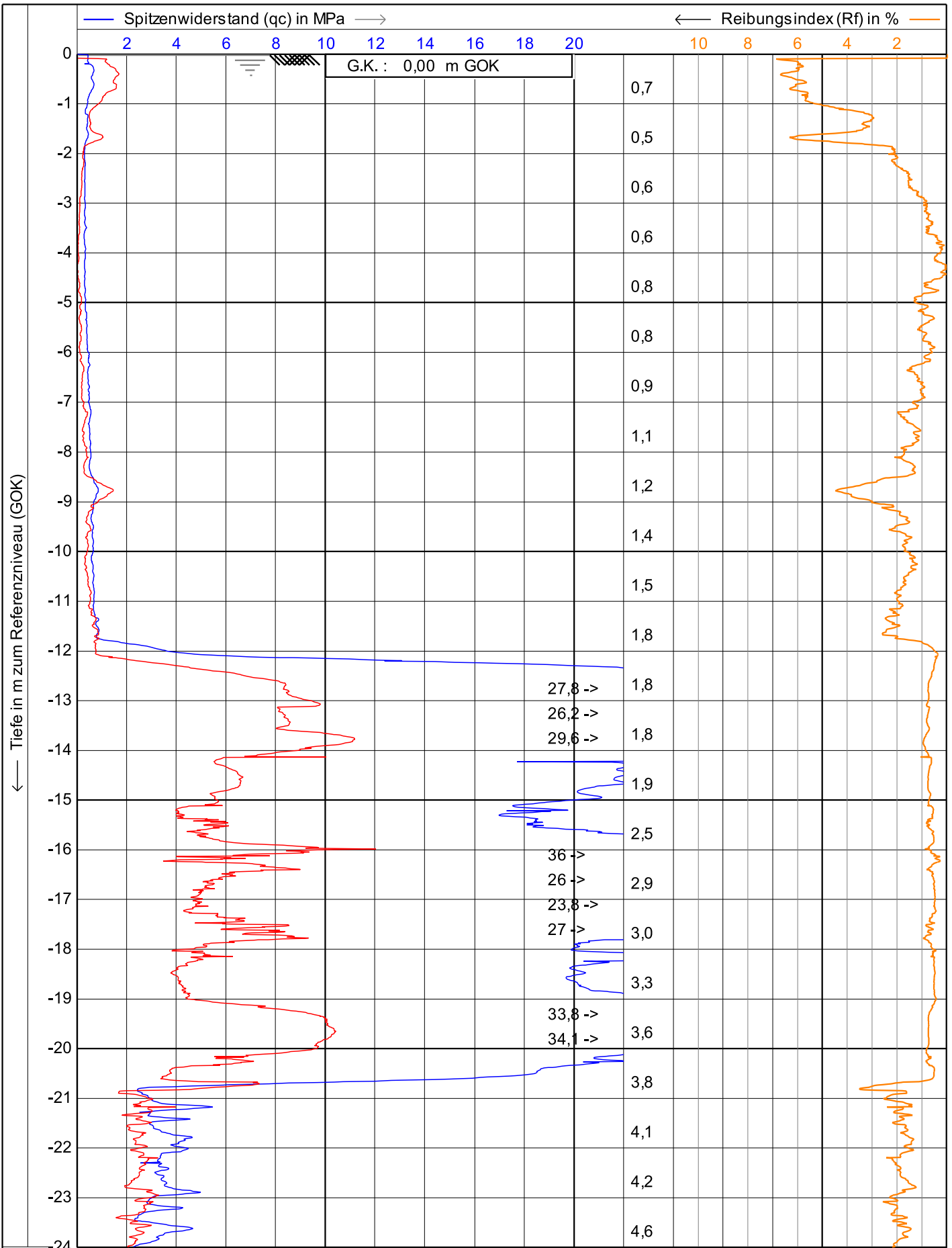


← Lokale Reibung (fs) in MPa → x Neigung (I) in Grad

**VB**  
**Vulhop+Becker** GmbH & Co. KG  
26180 Rastede  
 Tannenruggelstraße 22  
 Telefon: +49 (441) 99 90 99-0  
 Telefax: +49 (441) 99 90 99-20  
 www.vulhop-becker.de

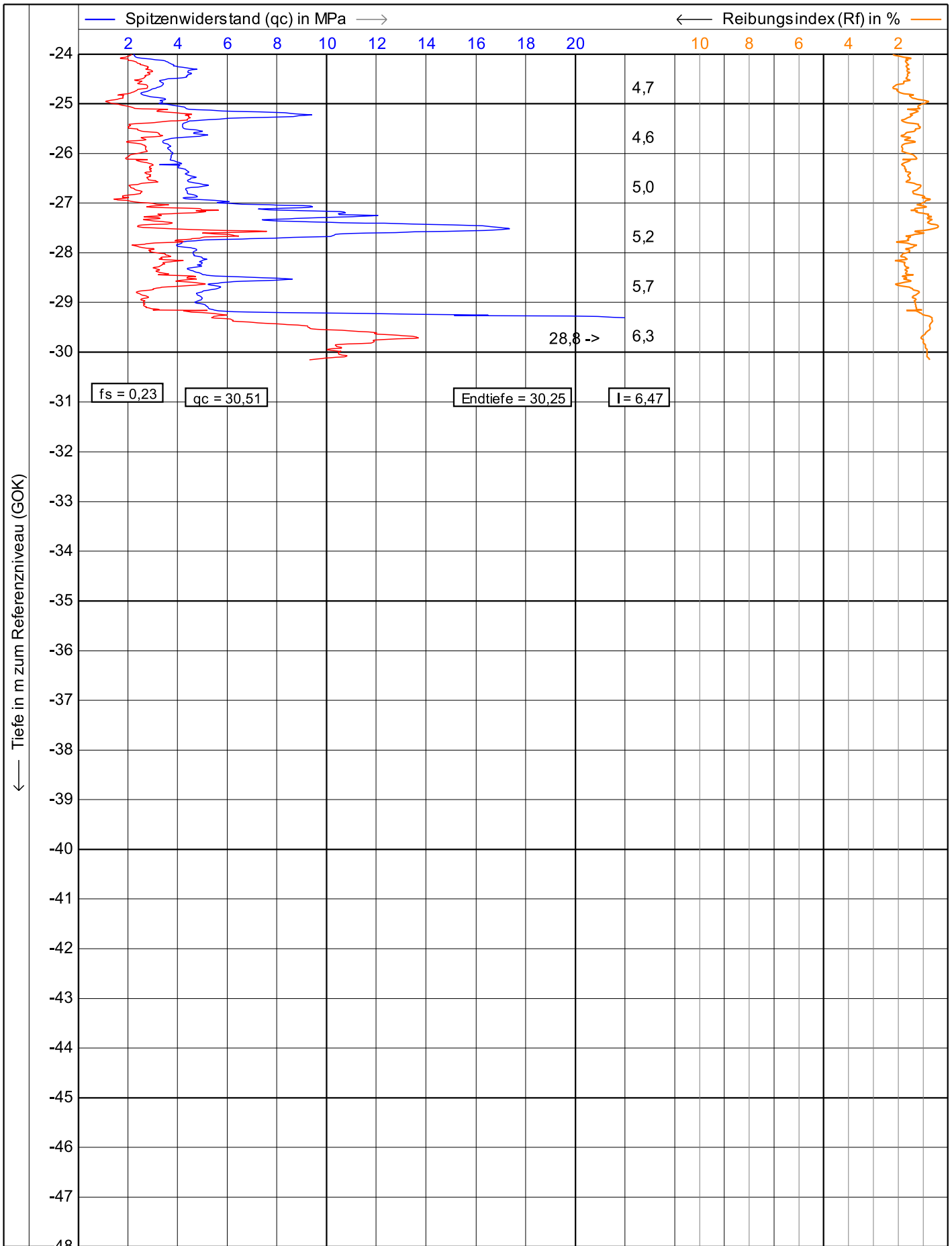
Test according NEN 5140 class 1  
 Projekt : **WP Stadland**  
 Ort : **Stadland**  
 Position: **0, 0 UTM3N**

Datum : **20.10.2023**  
 Konus Nr. : **S15CFIIP.S22649**  
 Projekt Nr. : **234408**  
 CPT Nr. : **WEA02 KSF** 1/1



r u2  
L 225 cm²  
15 cm²
— Lokale Reibung (fs) in MPa —>
 Neigung (I) in Grad

<p><b>Vulhop+Becker</b> GmbH &amp; Co. KG  <small>26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</small></p>	Test according NEN 5140 class 1	Datum : <b>20.10.2023</b>
	Projekt : <b>WP Stadland</b>	Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>
	Ort : <b>Stadland</b>	Projekt Nr. : <b>234408</b>
	Position: <b>0, 0 UTM3N</b>	CPT Nr. : <b>WEA02 CPT1</b> <span style="float: right;">1/2</span>



fs = 0,23      qc = 30,51      Endtiefe = 30,25      I = 6,47

0,10      0,20      0,30      0,40      0,50       Neigung (I) in Grad



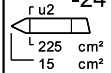
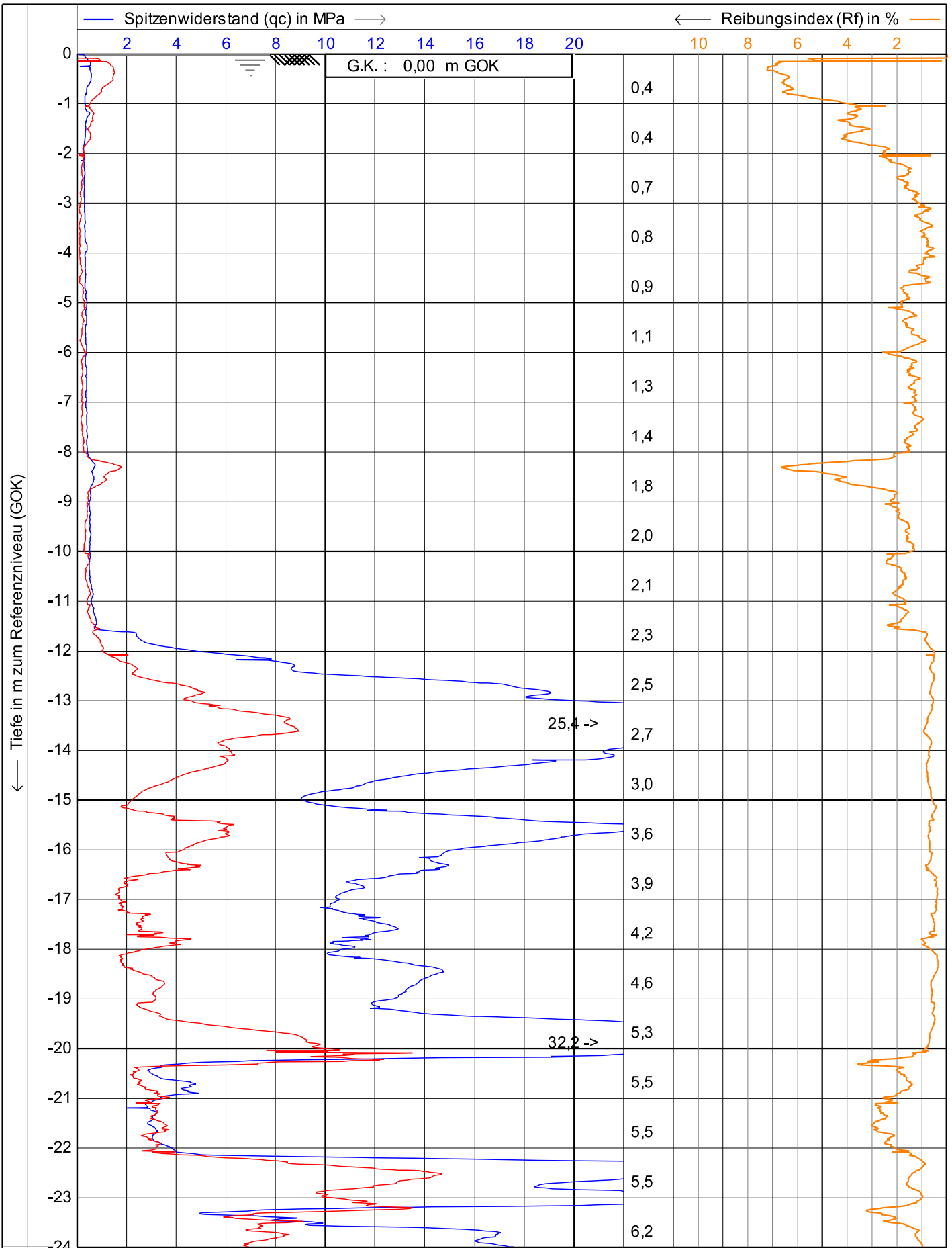
**Vulhop+Becker** GmbH & Co. KG  
 26180 Rastede  
 Tannenruggelstraße 22  
 Telefon: +49 (441) 99 90 99-0  
 Telefax: +49 (441) 99 90 99-20  
 www.vulhop-becker.de

Brunnenbau,  
 Drucksondierungen,  
 Baugrunderkundung

Test according NEN 5140 class 1  
 Projekt : **WP Stadland**  
 Ort : **Stadland**  
 Position: **0, 0 UTM3N**

Datum : **20.10.2023**  
 Konus Nr. : **S15CFIIP.S22649**  
 Projekt Nr. : **234408**  
 CPT Nr. : **WEA02 CPT1**      2/2





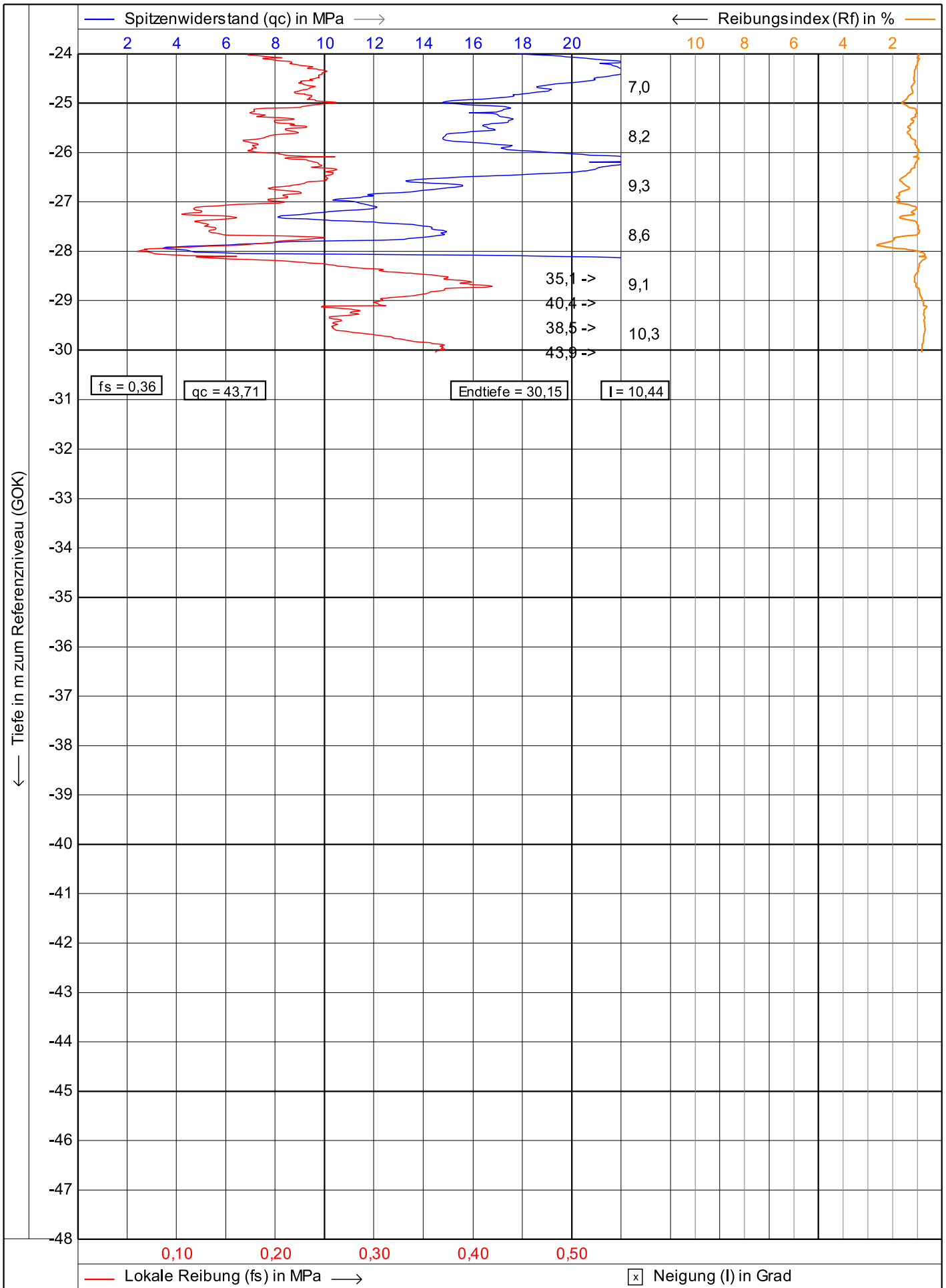
— Lokale Reibung (fs) in MPa —>  Neigung (I) in Grad


**VB**  
**Vulhop+Becker** GmbH & Co. KG  
 26180 Rastede  
 Tannenruggelstraße 22  
 Telefon: +49 (441) 99 90 99-0  
 Telefax: +49 (441) 99 90 99-20  
 www.vulhop-becker.de

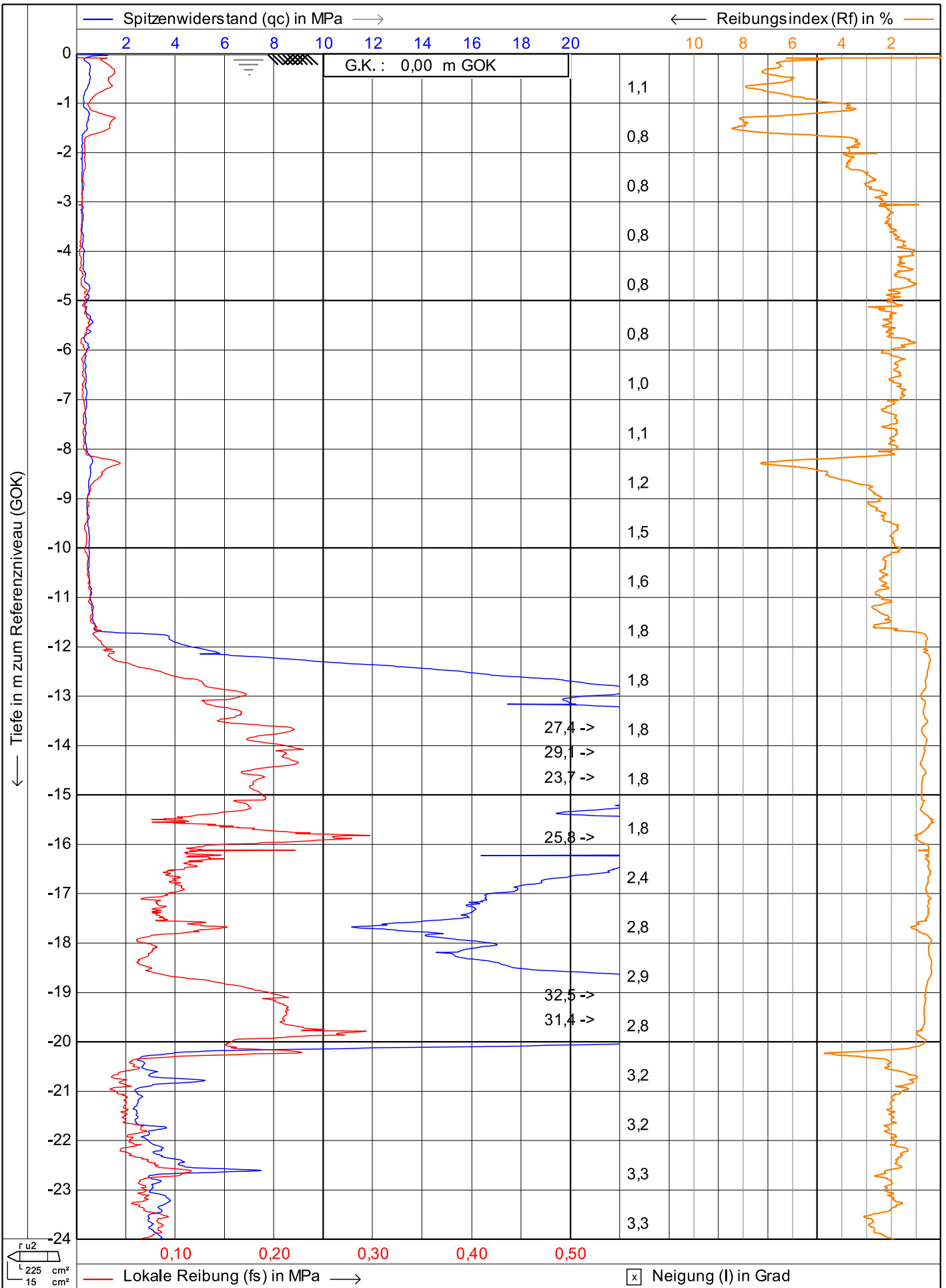
Brunnenbau,  
 Drucksondierungen,  
 Baugrunderkundung

Test according NEN 5140 class 1  
 Projekt : **WP Stadland**  
 Ort : **Stadland**  
 Position: **0, 0 UTM3N**

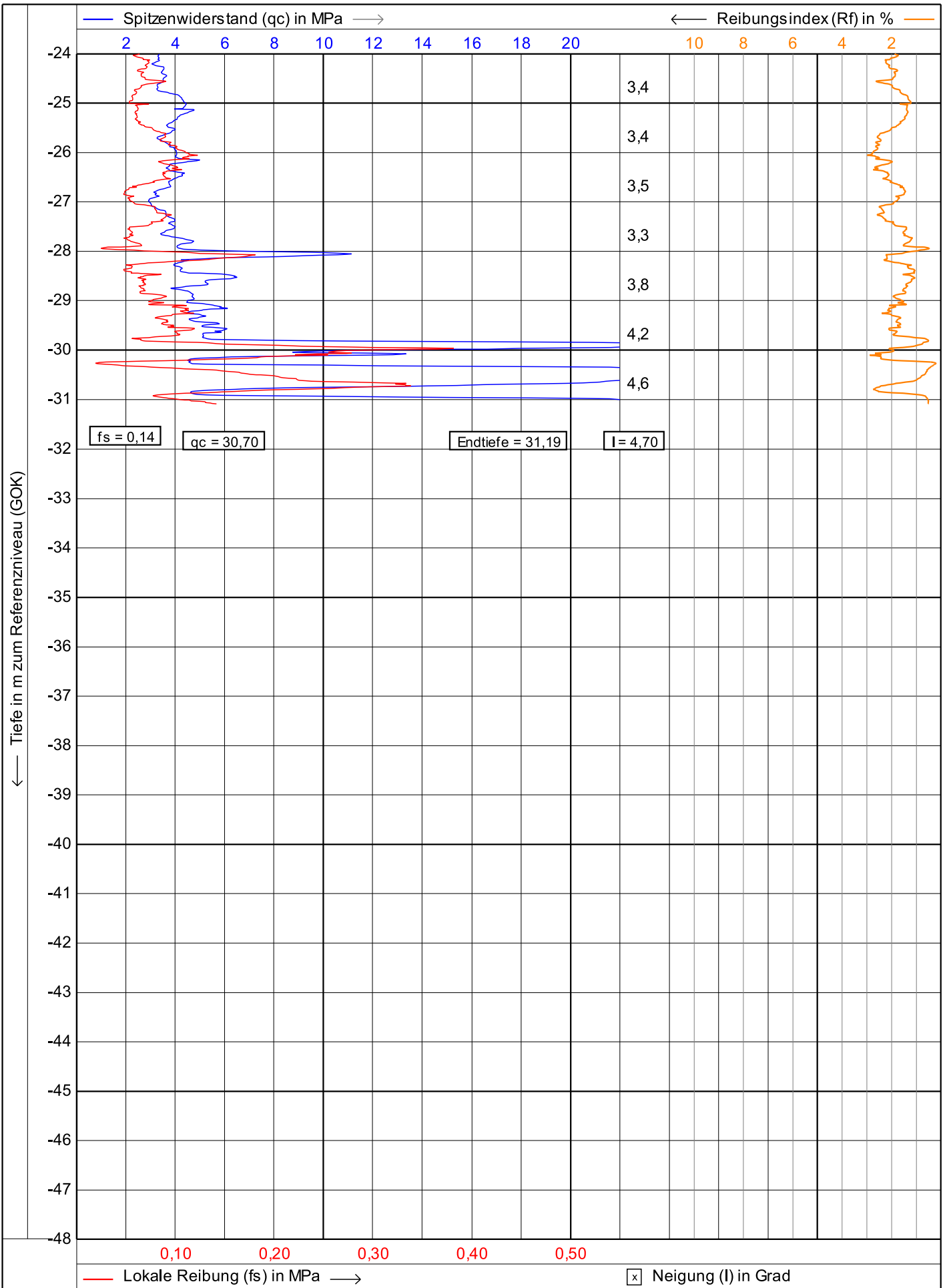
Datum : **20.10.2023**  
 Konus Nr. : **S15CFIIP.S22649**  
 Projekt Nr. : **234408**  
 CPT Nr. : **WEA02 CPT 2** **1/2**



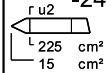
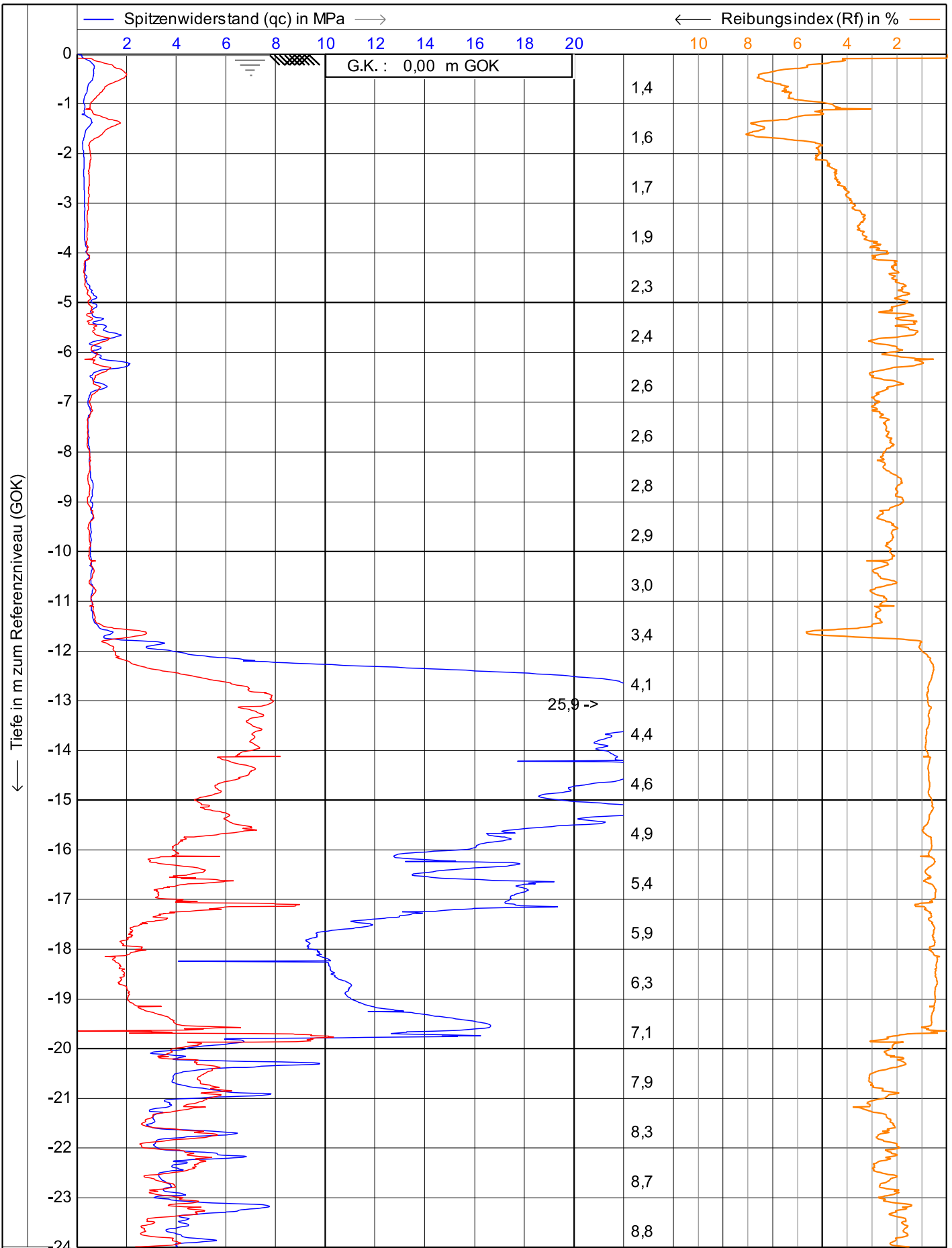
 <b>Vulhop+Becker</b> GmbH & Co. KG <small>26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</small>	Test according NEN 5140 class 1	Datum : <b>20.10.2023</b>	
	Projekt : <b>WP Stadland</b>	Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>	
	Ort : <b>Stadland</b>	Projekt Nr. : <b>234408</b>	
	Position: <b>0, 0 UTM3N</b>	CPT Nr. : <b>WEA02 CPT 2</b>	<b>2/2</b>



<p><b>Vulhop+Becker</b> GmbH &amp; Co. KG                  26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</p>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : <b>20.10.2023</b>	
	Projekt : <b>WP Stadland</b>		Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>	
	Ort : <b>Stadland</b>		Projekt Nr. : <b>234408</b>	
	Position: <b>0, 0 UTM3N</b>		CPT Nr. : <b>WEA02 CPT3</b>	<b>1/2</b>



<p><b>Vulhop+Becker</b> GmbH &amp; Co. KG                  26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</p>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : <b>20.10.2023</b>
	Projekt : <b>WP Stadland</b>		Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>
	Ort : <b>Stadland</b>		Projekt Nr. : <b>234408</b>
	Position: <b>0, 0 UTM3N</b>		CPT Nr. : <b>WEA02 CPT3</b>
			<b>2/2</b>



**VB**  
**Vulhop+Becker** GmbH & Co. KG  
 26180 Rastede  
 Tannenruggelstraße 22  
 Telefon: +49 (441) 99 90 99-0  
 Telefax: +49 (441) 99 90 99-20  
 www.vulhop-becker.de

Test according NEN 5140 class 1

Projekt : **WP Stadland**

Ort : **Stadland**

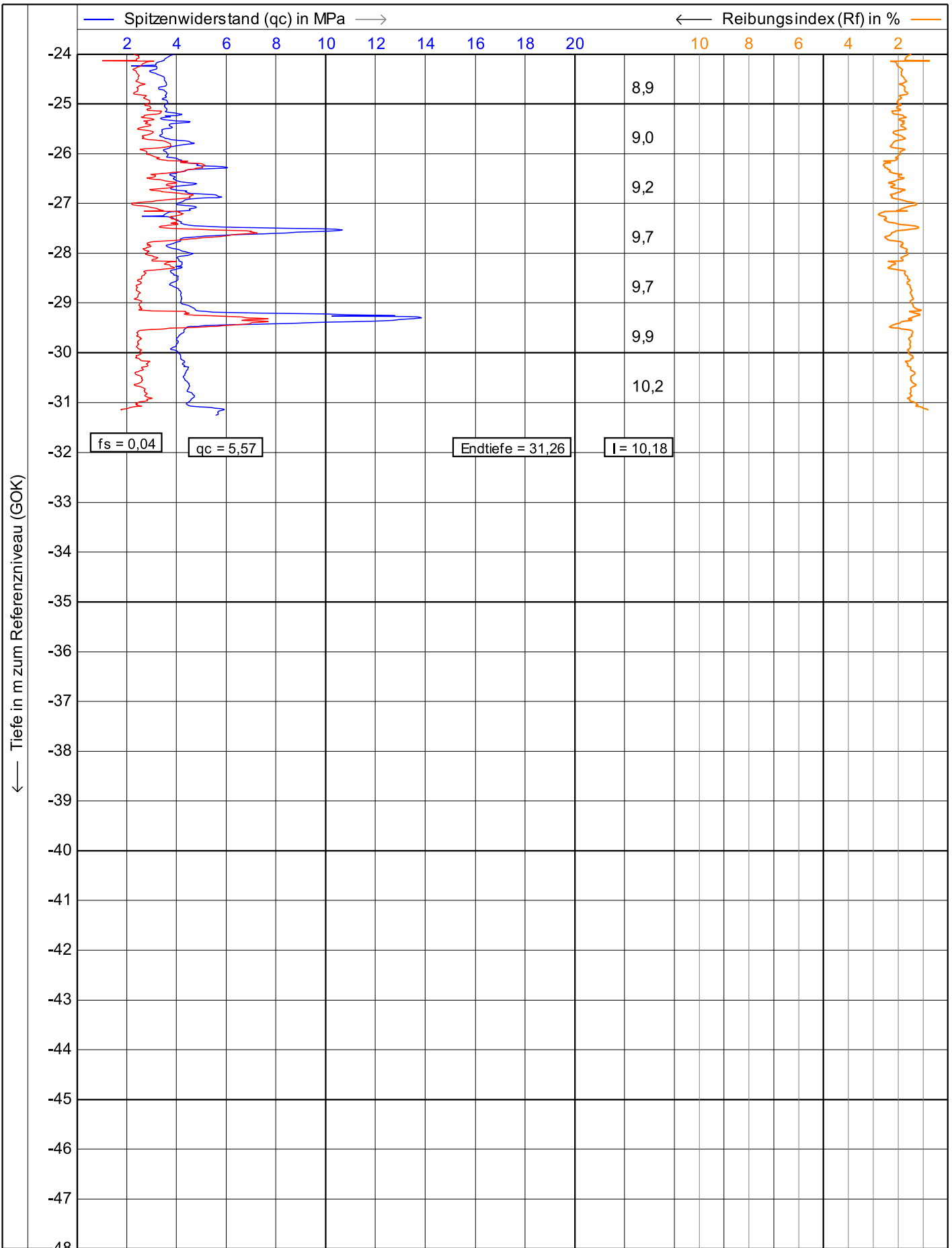
Position: **0, 0 UTM3N**

Datum : **20.10.2023**

Konus Nr. : **S15CFIIP.S22649**

Projekt Nr. : **234408**

CPT Nr. : **WEA02 CPT 4** 1/2



— Lokale Reibung (fs) in MPa →
x Neigung (I) in Grad



**Vulhop+Becker** GmbH & Co. KG  
 26180 Rastede  
 Tarnenrugstraße 22  
 Telefon: +49 (441) 99 90 99-0  
 Telefax: +49 (441) 99 90 99-20  
 www.vulhop-becker.de

Brunnenbau,  
 Drucksondierungen,  
 Baugrunderkundung

Test according NEN 5140 class 1

Projekt : **WP Stadland**

Ort : **Stadland**

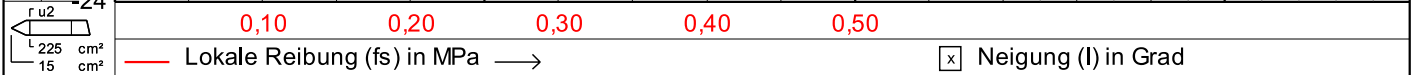
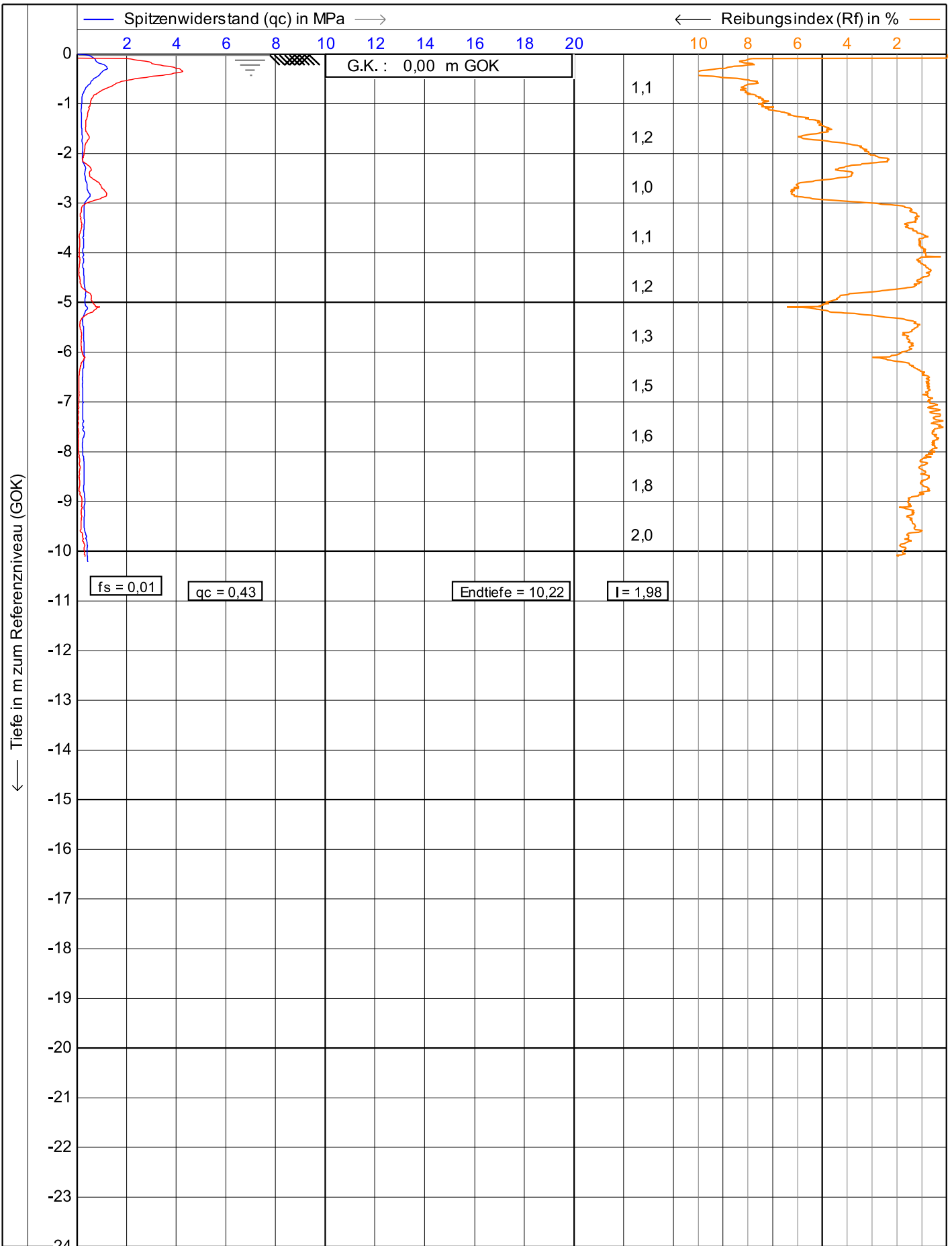
Position: **0, 0 UTM3N**

Datum : **20.10.2023**

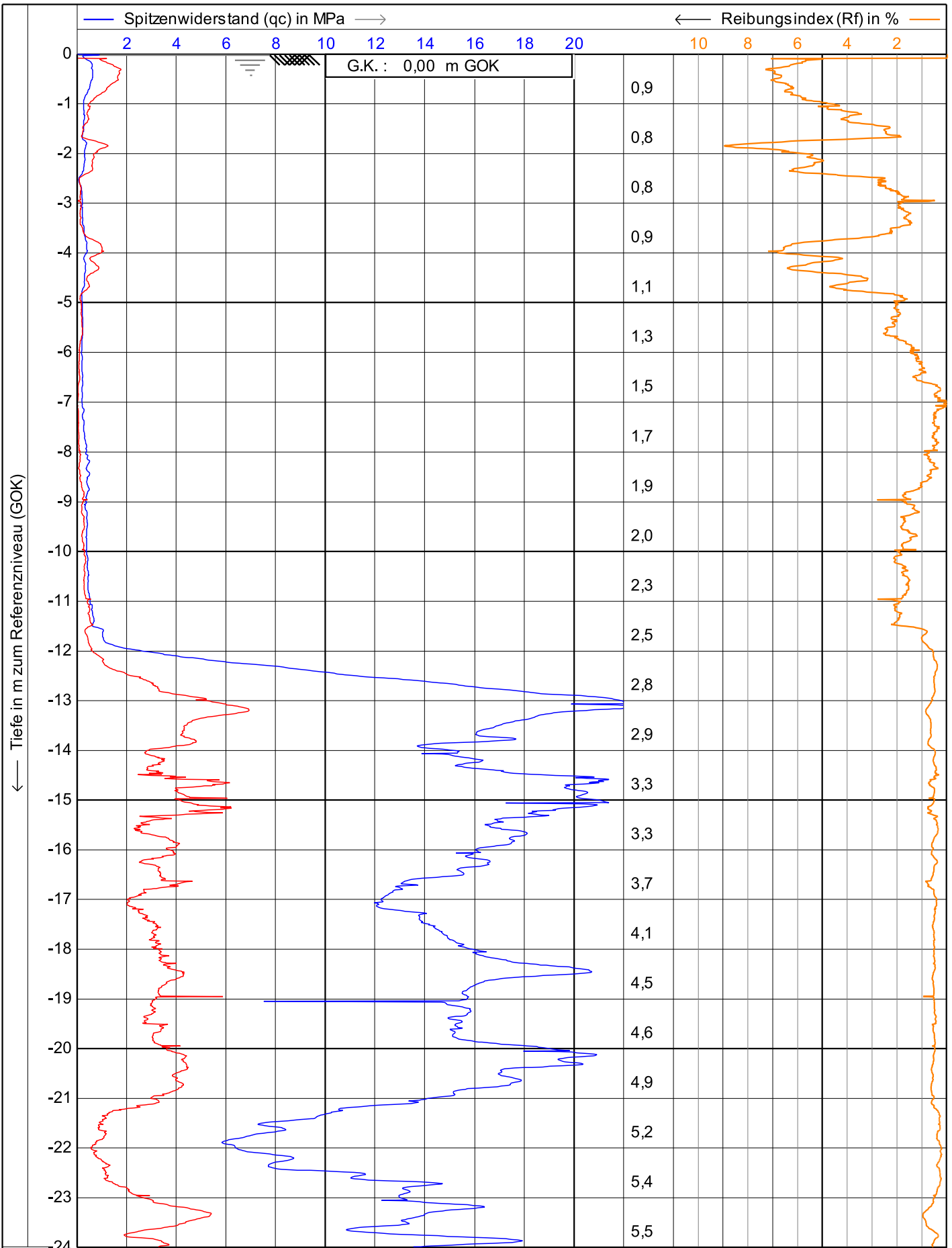
Konus Nr. : **S15CFIIP.S22649**

Projekt Nr. : **234408**

CPT Nr. : **WEA02 CPT 4** 2/2



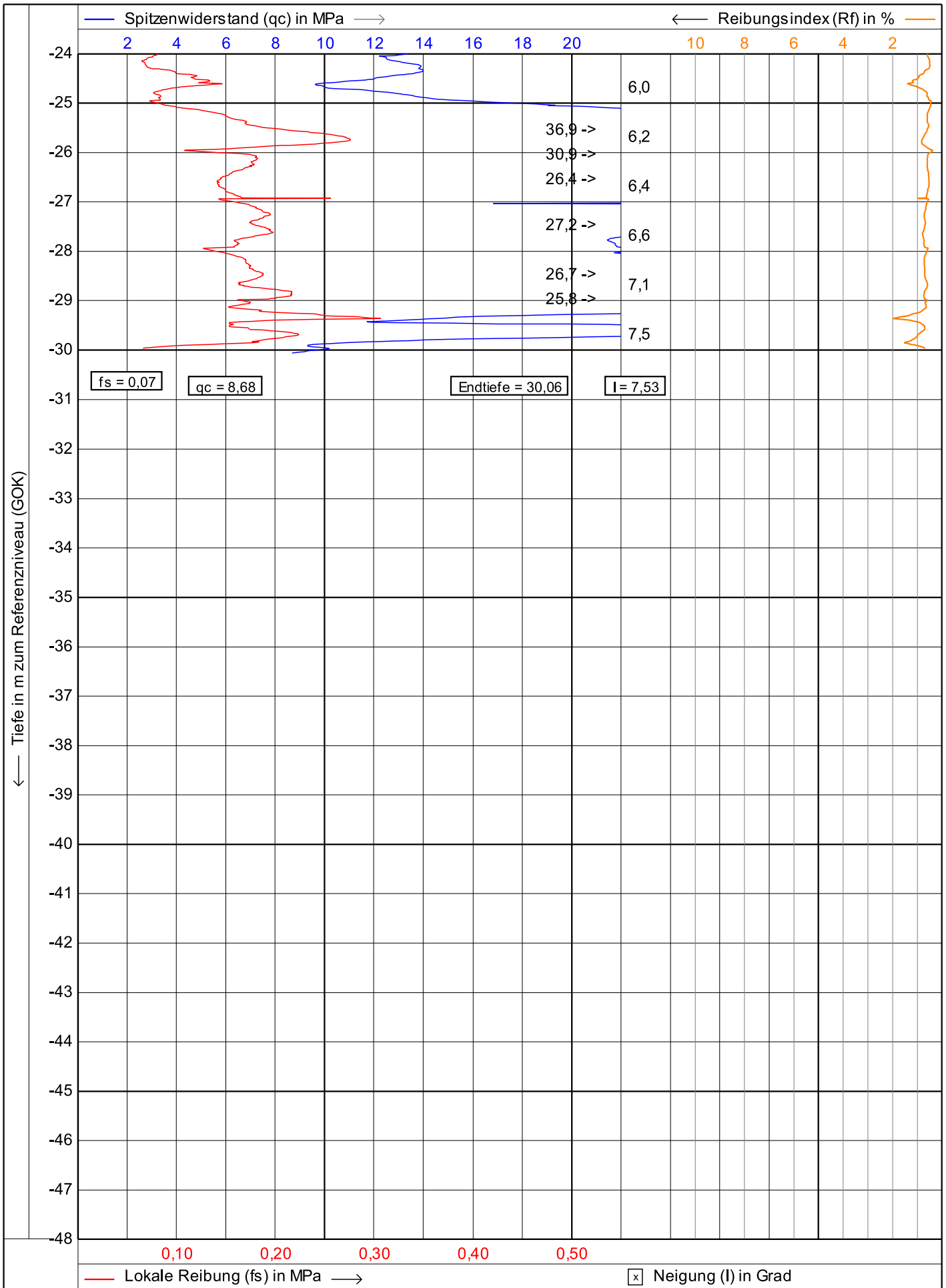
<p><b>Vulhop+Becker</b> GmbH &amp; Co. KG                  26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</p>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : 19.10.2023	
	Projekt : WP Stadland		Konus Nr. : S15CFIIP.S22649	
	Ort : Stadland		Projekt Nr. : 234408	
	Position: 0, 0 UTM3N		CPT Nr. : WEA 03 KSF	1/1




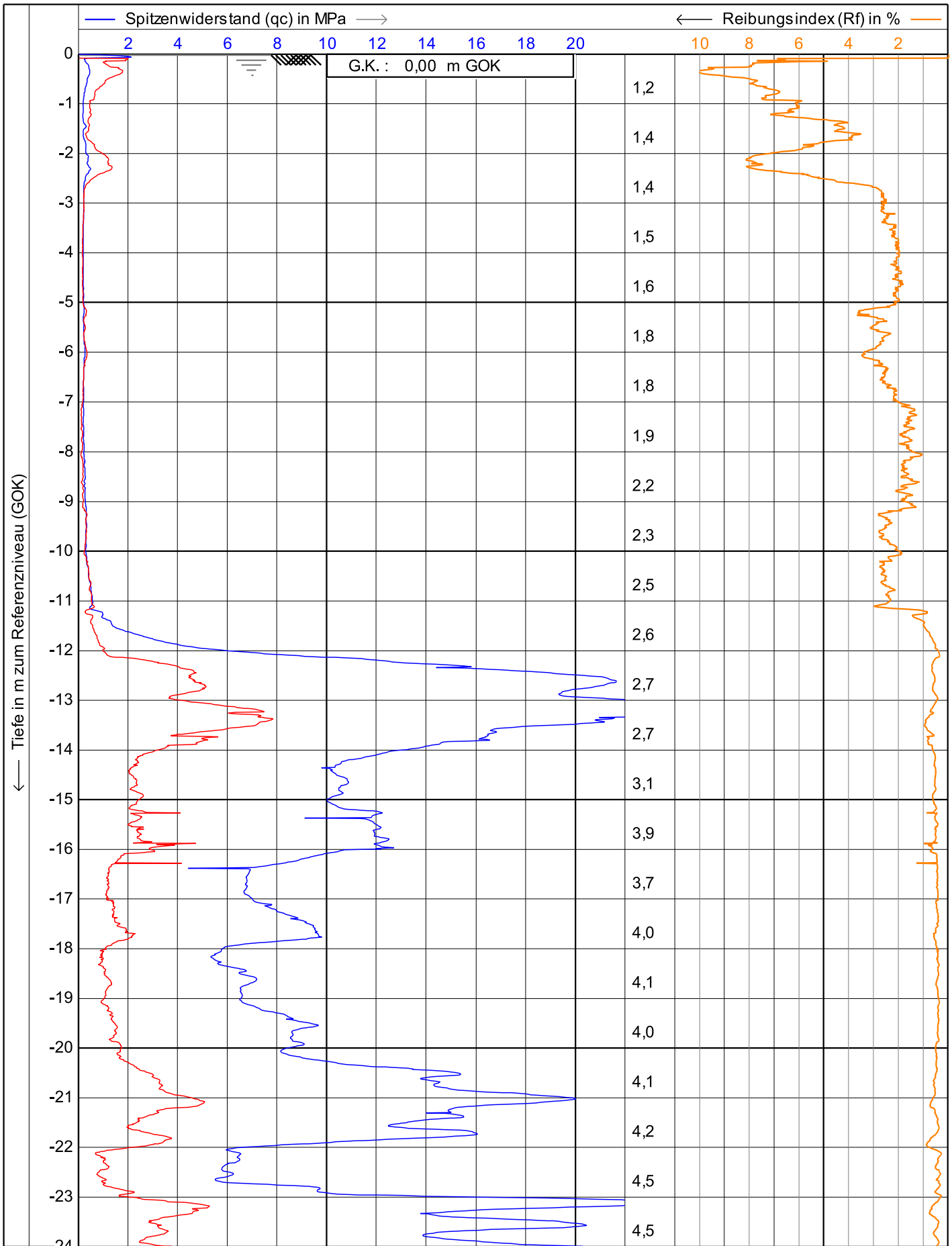
— Lokale Reibung (fs) in MPa — Neigung (I) in Grad

<p><b>Vulhop+Becker</b> GmbH &amp; Co. KG                  26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</p>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : <b>18.10.2023</b>	
	Projekt : <b>WP Stadland</b>		Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>	
	Ort : <b>Stadland</b>		Projekt Nr. : <b>234408</b>	
	Position: <b>0, 0 UTM3N</b>		CPT Nr. : <b>WEA03 CPT 1</b>	<b>1/2</b>



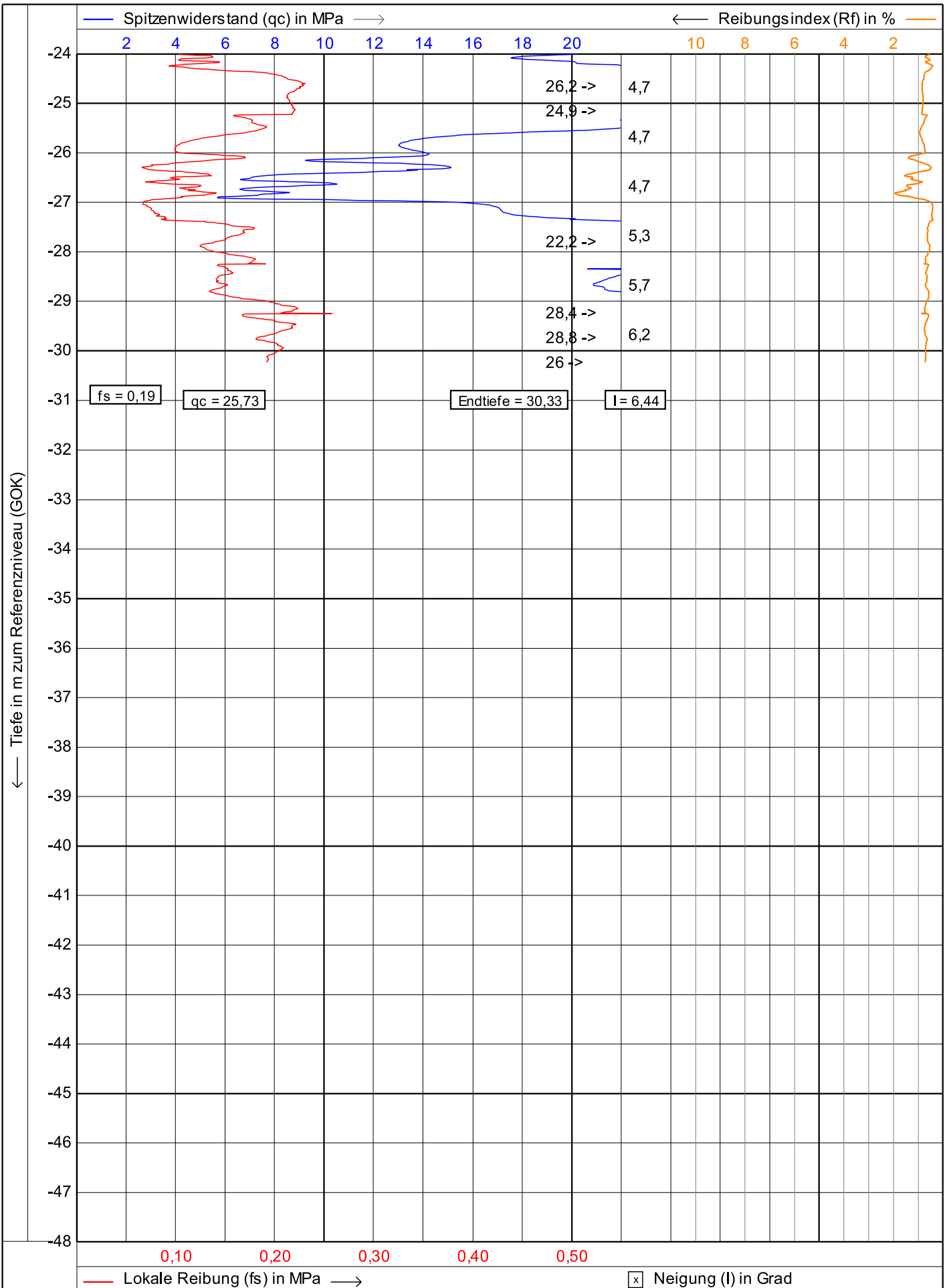


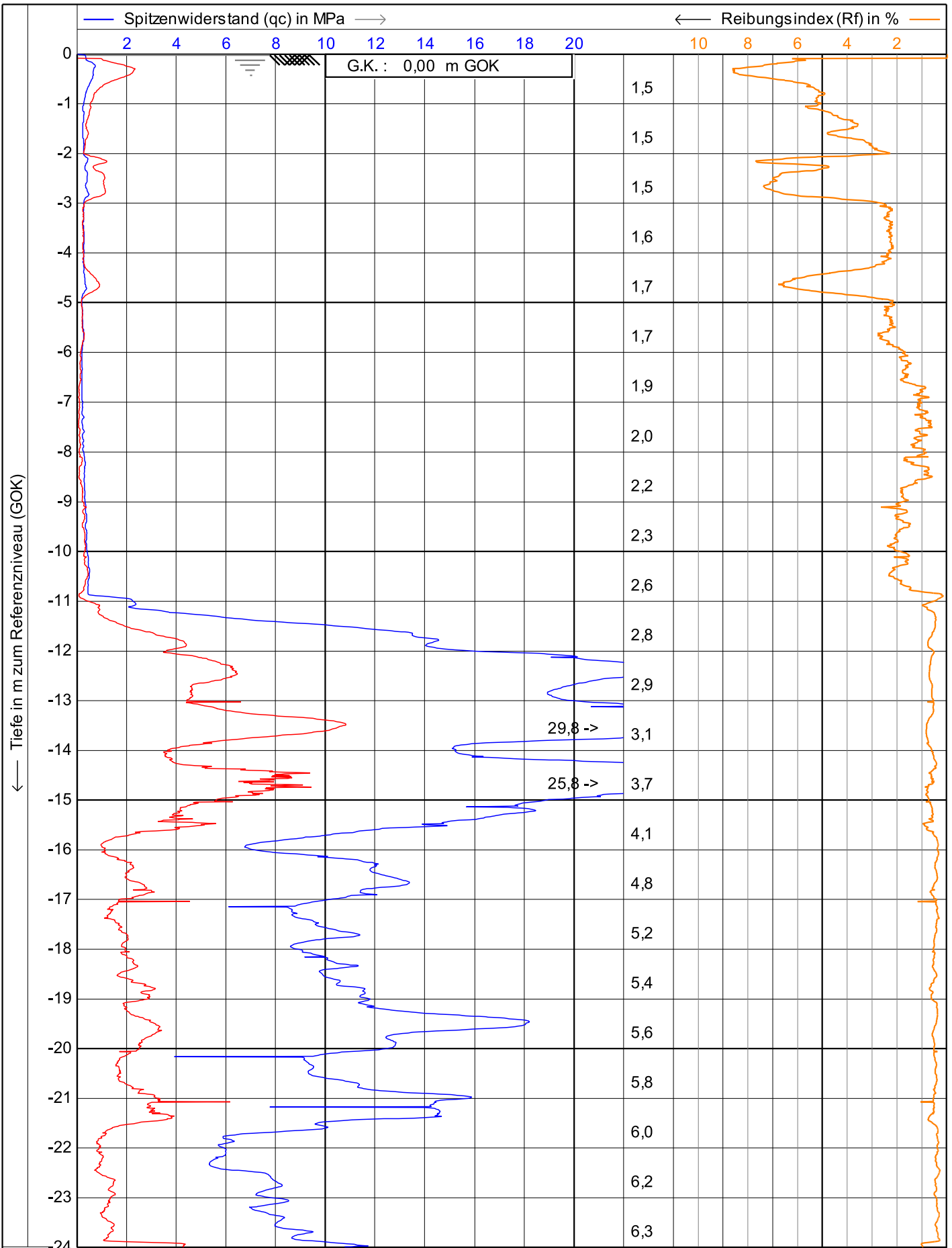
 <b>Vulhop+Becker</b> GmbH & Co. KG <small>26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</small>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : <b>18.10.2023</b>	
	Projekt : <b>WP Stadland</b>		Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>	
	Ort : <b>Stadland</b>		Projekt Nr. : <b>234408</b>	
	Position: <b>0, 0 UTM3N</b>		CPT Nr. : <b>WEA03 CPT 1</b>	<b>2/2</b>



Neigung (I) in Grad  
 — Lokale Reibung (fs) in MPa —>

<p><b>Vulhop+Becker</b> GmbH &amp; Co. KG                  26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</p> <p>Brunnenbau,                  Drucksondierungen,                  Baugrunderkundung</p>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : 19.10.2023	
	Projekt : WP Stadland		Konus Nr. : S15CFIIP.S22649	
	Ort : Stadland		Projekt Nr. : 234408	
	Position: 0, 0 UTM3N		CPT Nr. : WEA03 CPT 2	1/2

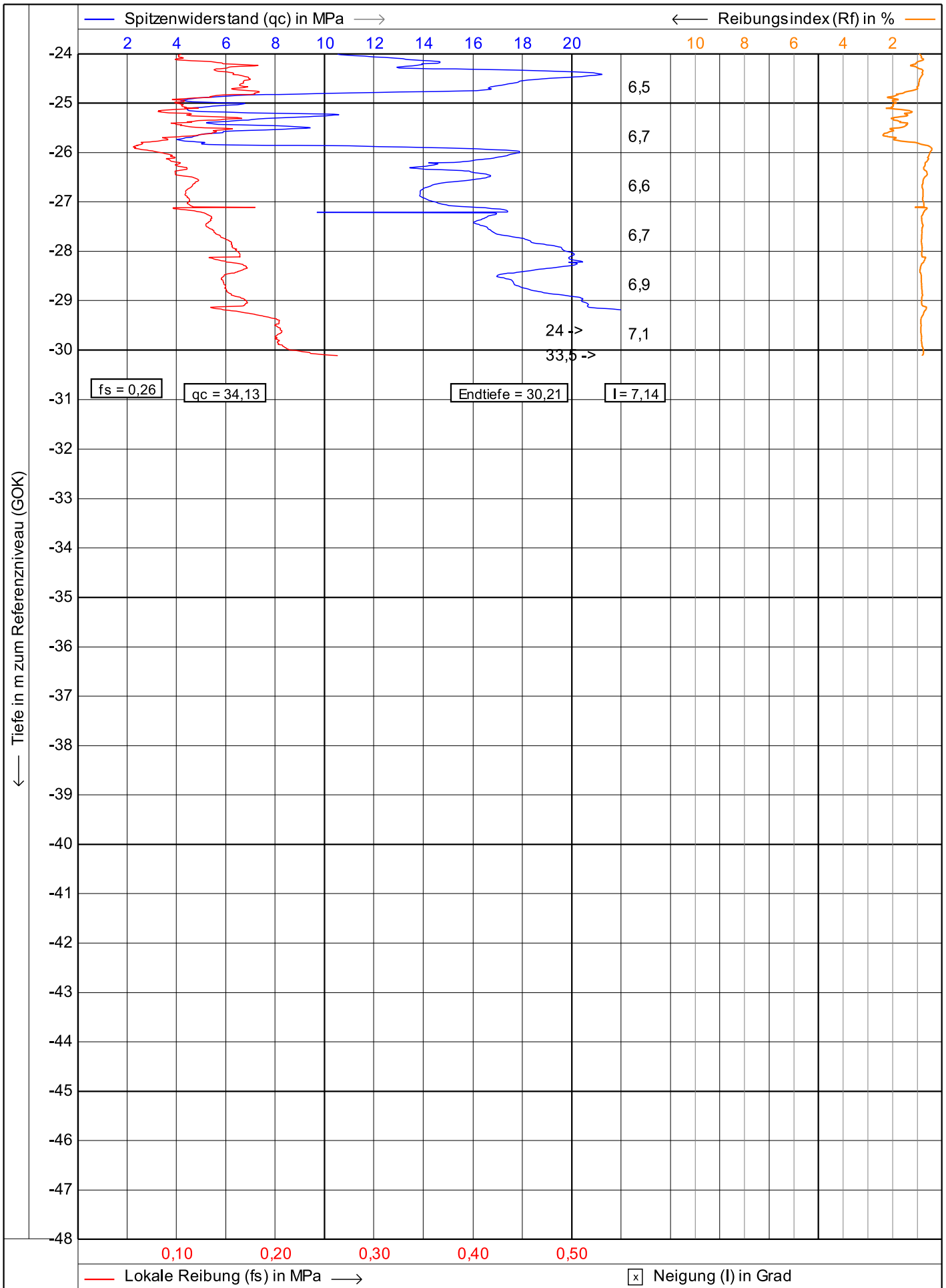


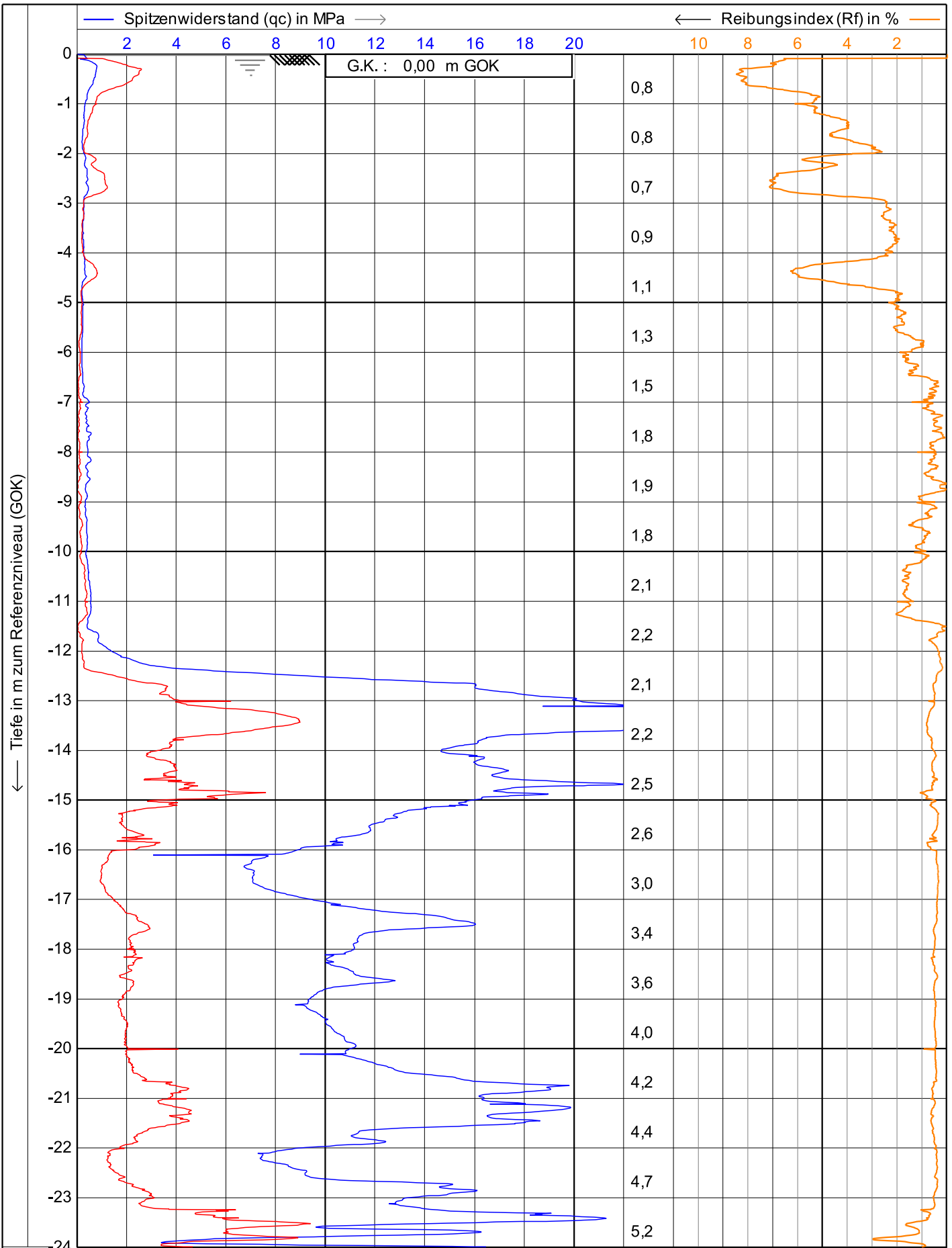


r u2  
L 225 cm<sup>2</sup>  
15 cm<sup>2</sup>

 Neigung (I) in Grad

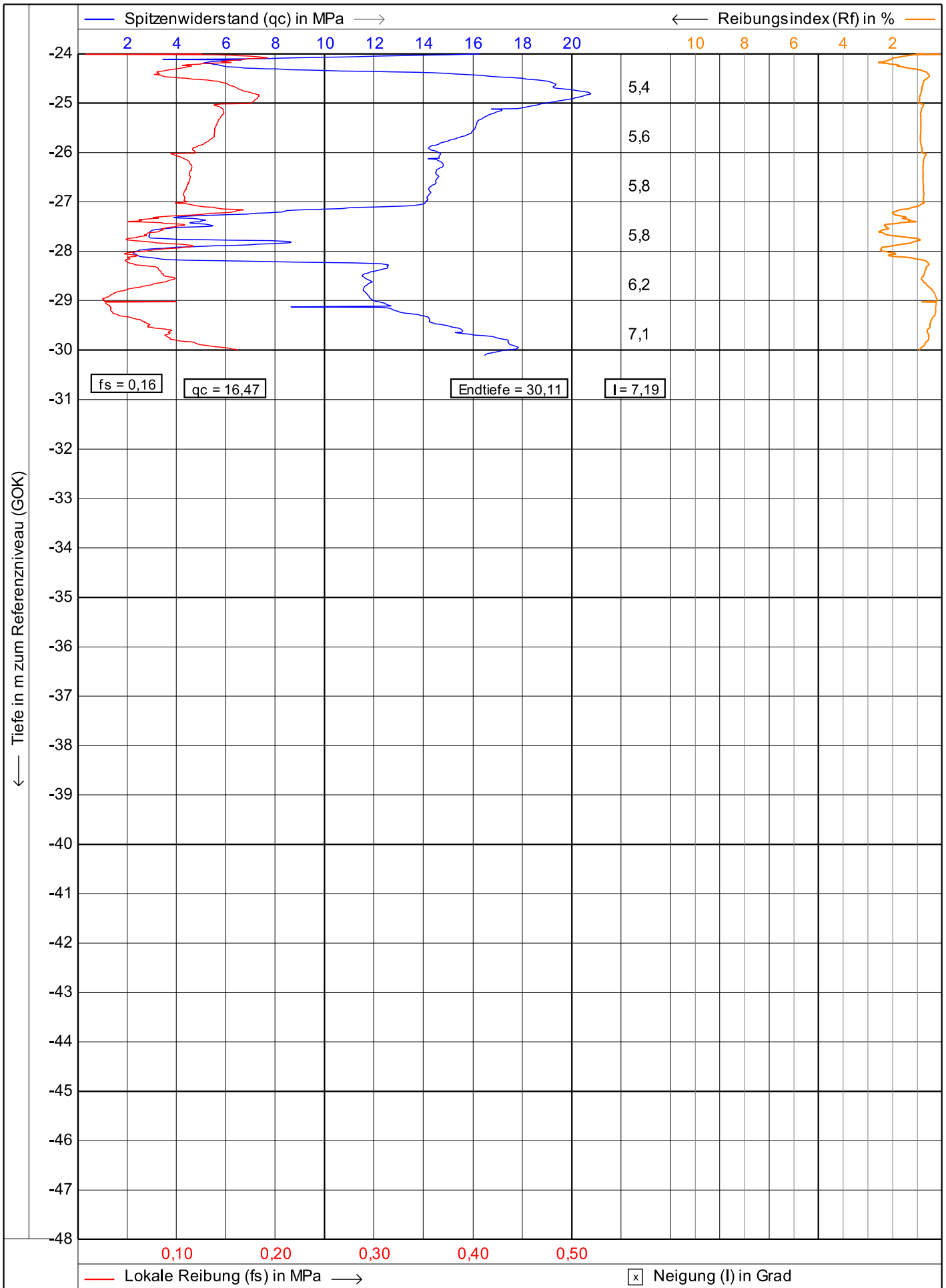
<p><b>Vulhop+Becker</b> GmbH &amp; Co. KG  <small>26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</small></p>	Test according NEN 5140 class 1	Datum : <b>19.10.2023</b>	
	Projekt : <b>WP Stadland</b>	Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>	
	Ort : <b>Stadland</b>	Projekt Nr. : <b>234408</b>	
	Position: <b>0, 0 UTM3N</b>	CPT Nr. : <b>WEA03 CPT 3</b>	<b>1/2</b>





— Lokale Reibung (fs) in MPa — — Neigung (I) in Grad

<p><b>Vulhop+Becker</b> GmbH &amp; Co. KG                  26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</p>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : <b>18.10.2023</b>
	Projekt : <b>WP Stadland</b>		Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>
	Ort : <b>Stadland</b>		Projekt Nr. : <b>234408</b>
	Position: <b>0, 0 GK</b>		CPT Nr. : <b>WEA03 CPT 4</b>
			<b>1/2</b>



fs = 0,16      qc = 16,47      Endtiefe = 30,11      I = 7,19

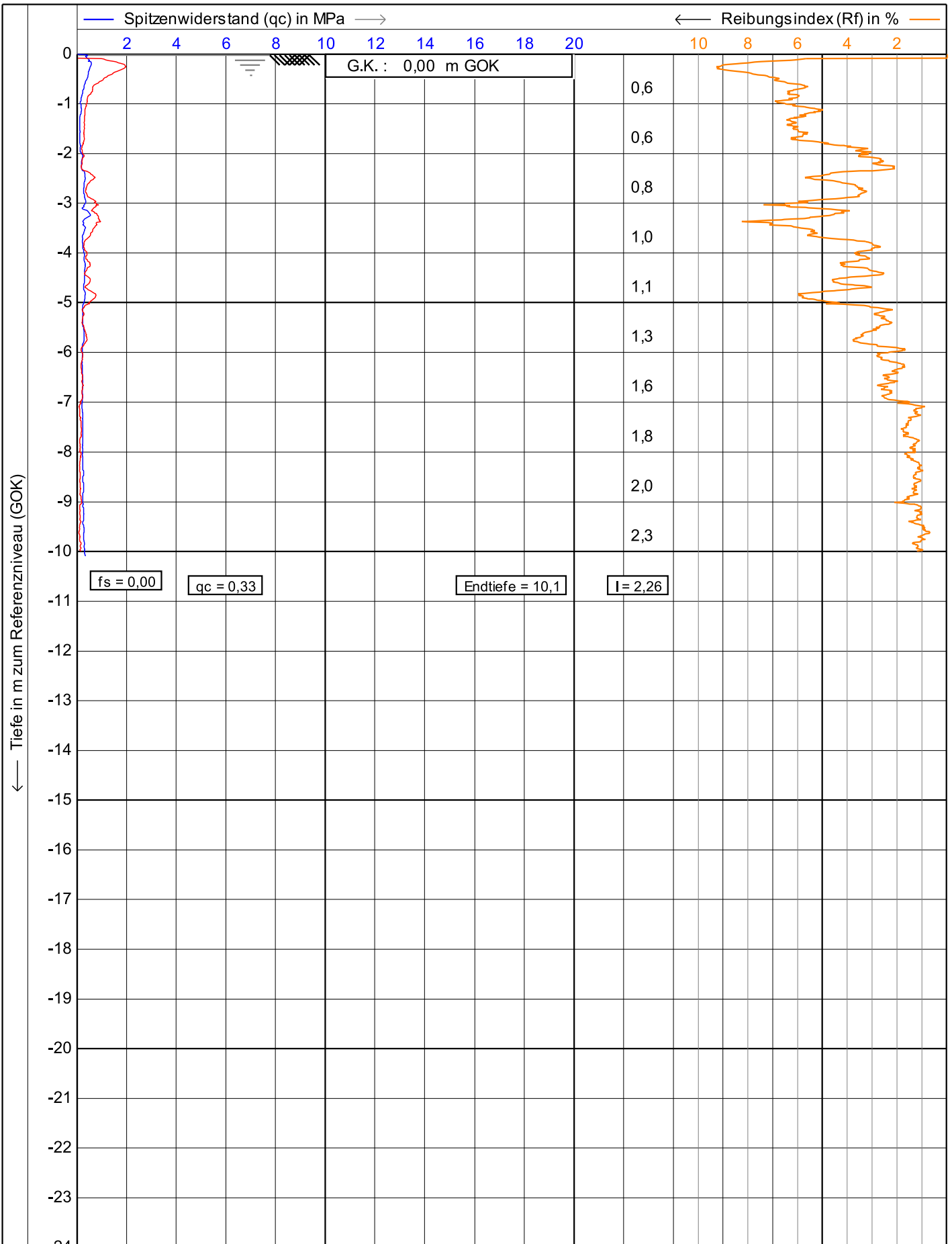
0,10      0,20      0,30      0,40      0,50       Neigung (I) in Grad

**VB**  
**Vulhop+Becker** GmbH & Co. KG  
 26180 Rastede  
 Tannenruggelstraße 22  
 Telefon: +49 (441) 99 90 99-0  
 Telefax: +49 (441) 99 90 99-20  
 www.vulhop-becker.de

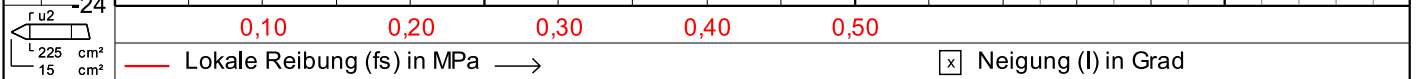
Brunnenbau,  
 Drucksondierungen,  
 Baugrunderkundung

Test according NEN 5140 class 1  
 Projekt : **WP Stadland**  
 Ort : **Stadland**  
 Position: **0, 0 GK**

Datum : **18.10.2023**  
 Konus Nr. : **S15CFIIP.S22649**  
 Projekt Nr. : **234408**  
 CPT Nr. : **WEA03 CPT 4**      **2/2**

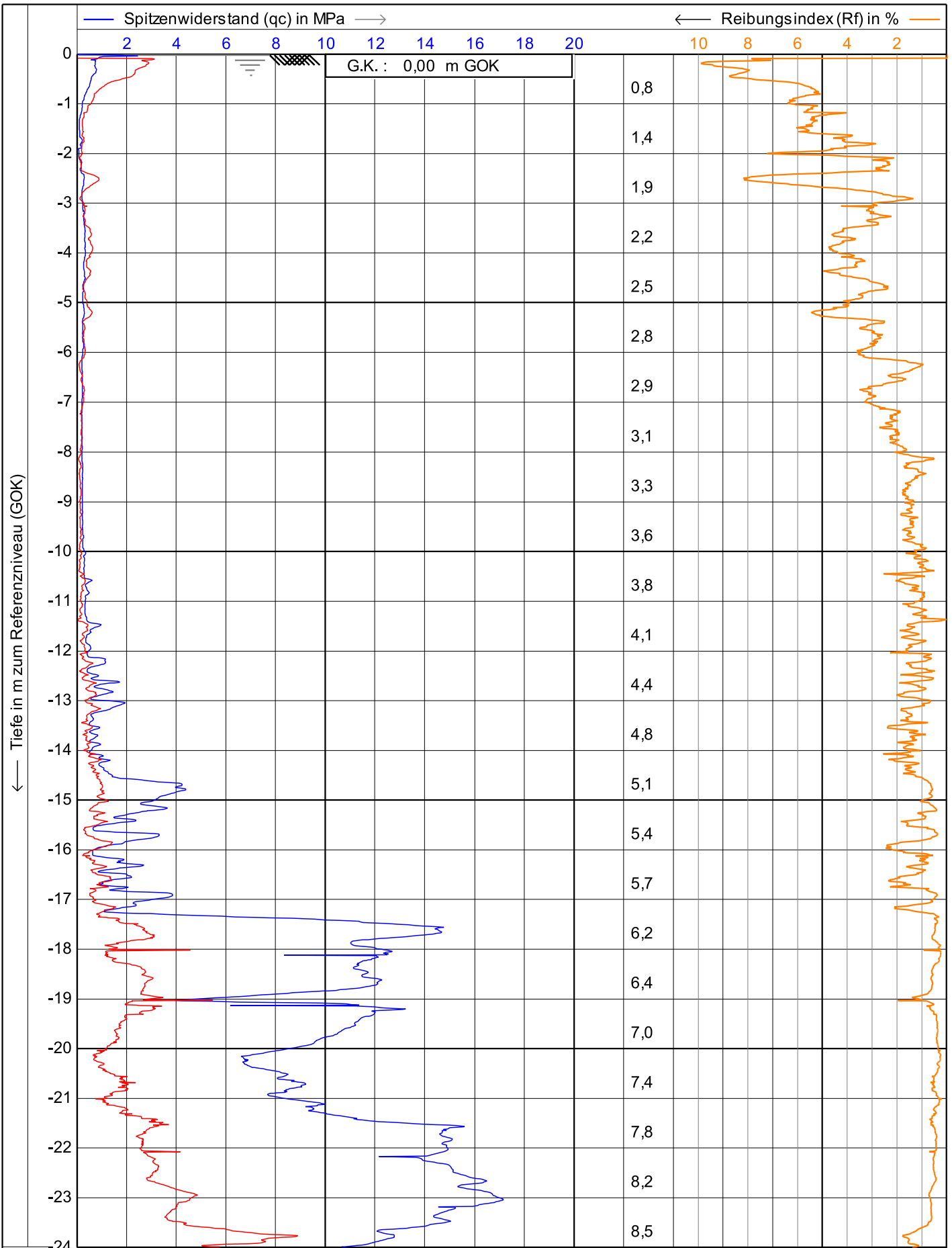


fs = 0,00      qc = 0,33      Endtiefe = 10,1      I = 2,26



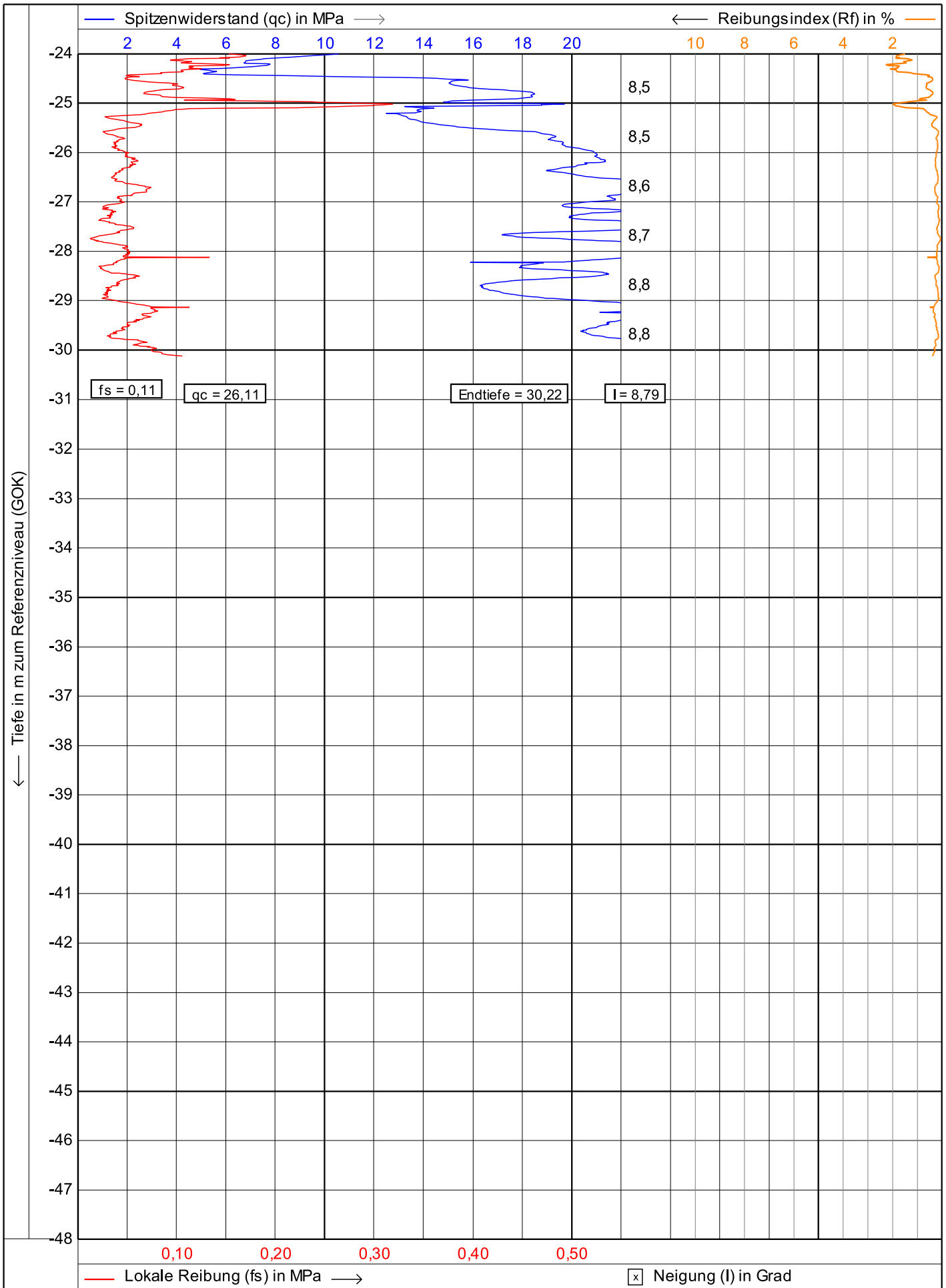
<p><b>Vulhop+Becker</b> GmbH &amp; Co. KG  <small>26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</small></p>	Test according NEN 5140 class 1	Datum : <b>23.10.2023</b>	
	Projekt : <b>WP Stadland</b>	Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>	
	Ort : <b>Stadland</b>	Projekt Nr. : <b>234408</b>	
	Position: <b>0, 0 UTM3N</b>	CPT Nr. : <b>WEA 04 KSF</b>	<b>1/1</b>





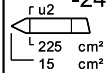
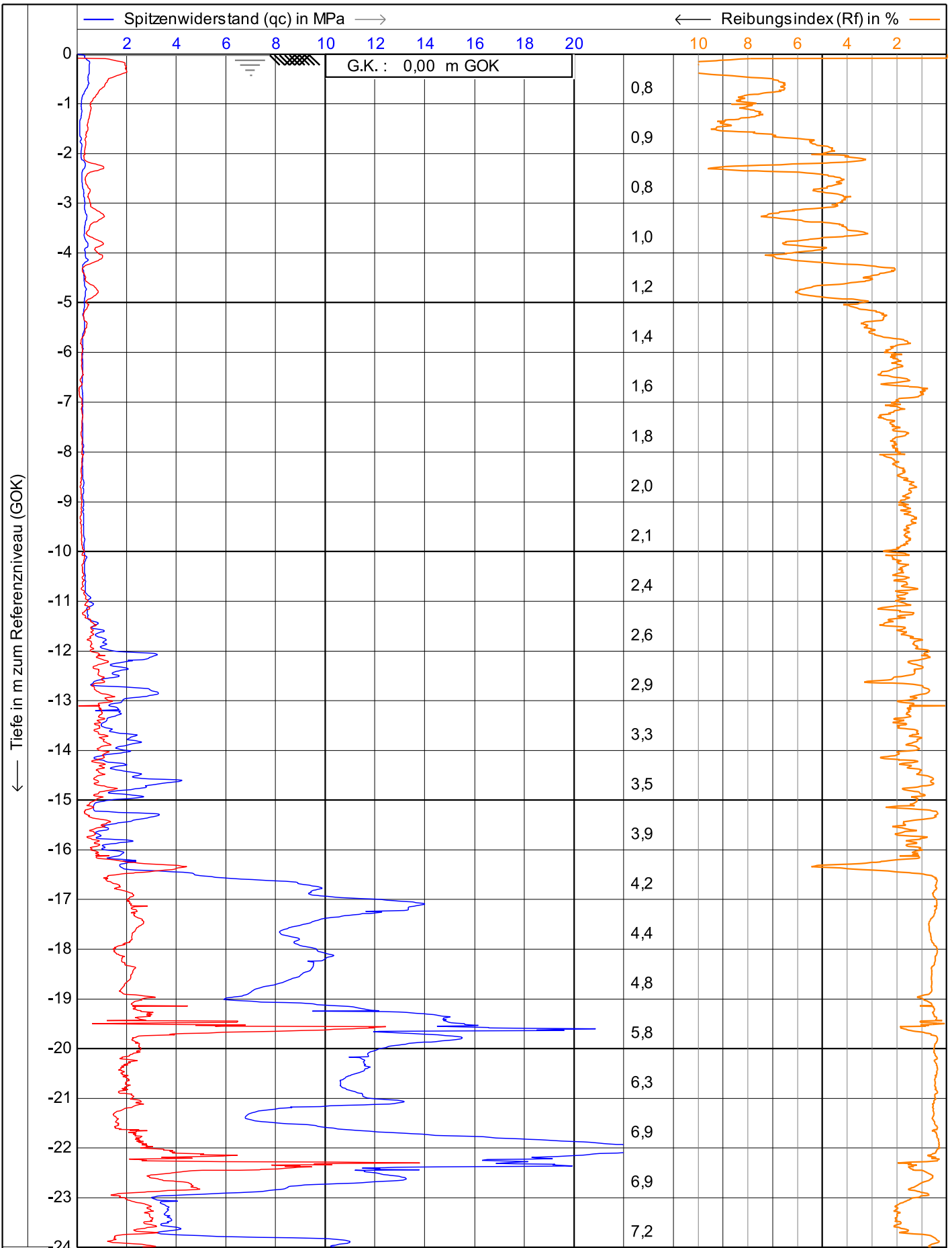
← Lokale Reibung (fs) in MPa → x Neigung (I) in Grad

<b>Vulhop+Becker</b> GmbH & Co. KG <small>26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</small>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : <b>24.10.2023</b>	
	Projekt : <b>WP Stadland</b>		Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>	
	Ort : <b>Stadland</b>		Projekt Nr. : <b>234408</b>	
	Position: <b>0, 0 UTM3N</b>		CPT Nr. : <b>WEA04 CPT 1</b>	<b>1/2</b>



— Lokale Reibung (fs) in MPa —>      [x] Neigung (I) in Grad

<p><b>Vulhop+Becker</b> GmbH &amp; Co. KG                  26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</p>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : <b>24.10.2023</b>	
	Projekt : <b>WP Stadland</b>		Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>	
	Ort : <b>Stadland</b>		Projekt Nr. : <b>234408</b>	
	Position: <b>0, 0 UTM3N</b>		CPT Nr. : <b>WEA04 CPT 1</b>	<b>2/2</b>



— Lokale Reibung (fs) in MPa —> ☒ Neigung (I) in Grad

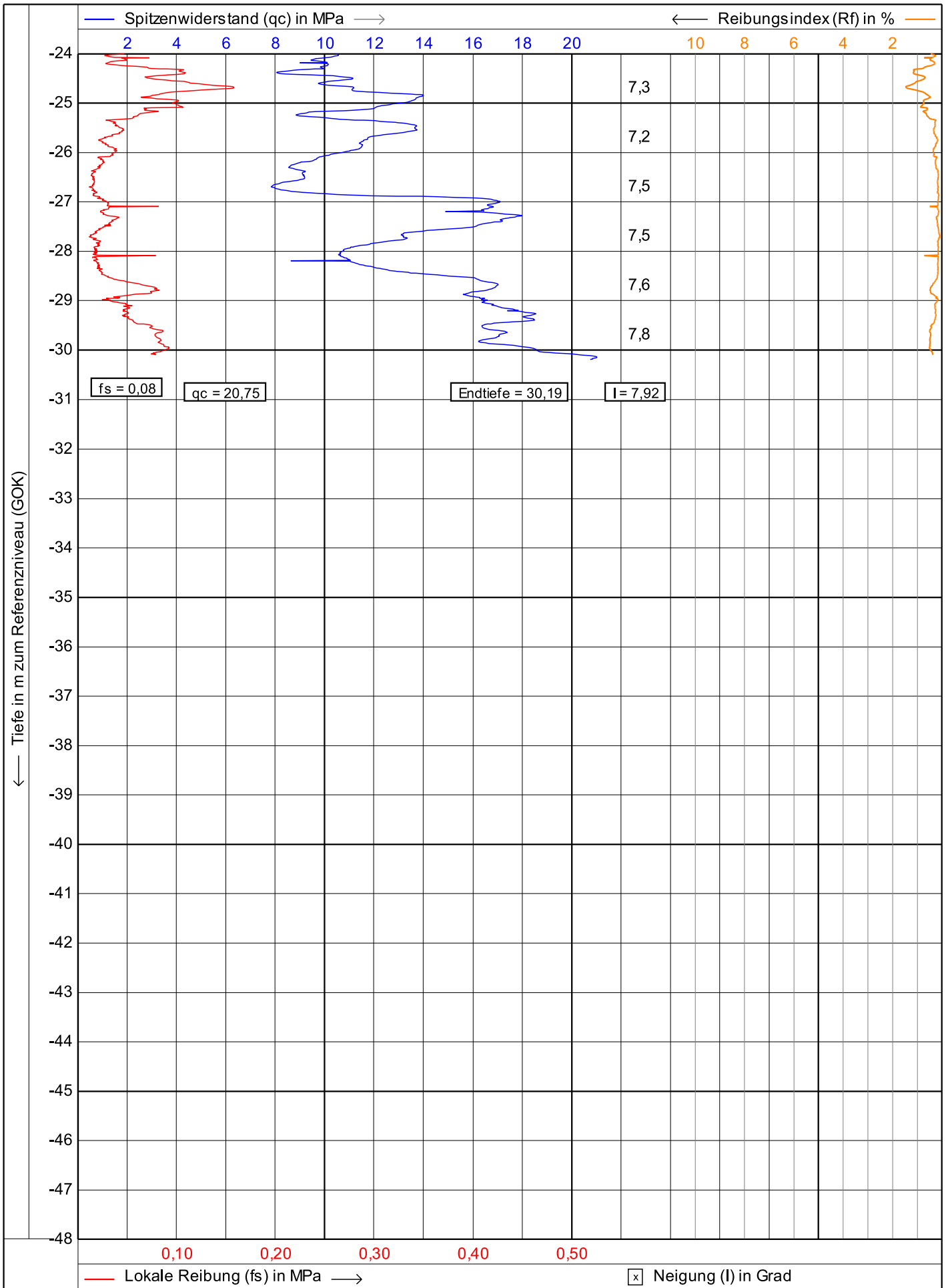
**VB**  
**Vulhop+Becker** GmbH & Co. KG  
 26180 Rastede  
 Tannenruggelstraße 22  
 Telefon: +49 (441) 99 90 99-0  
 Telefax: +49 (441) 99 90 99-20  
 www.vulhop-becker.de

**Brunnenbau, Drucksondierungen, Baugrunderkundung**

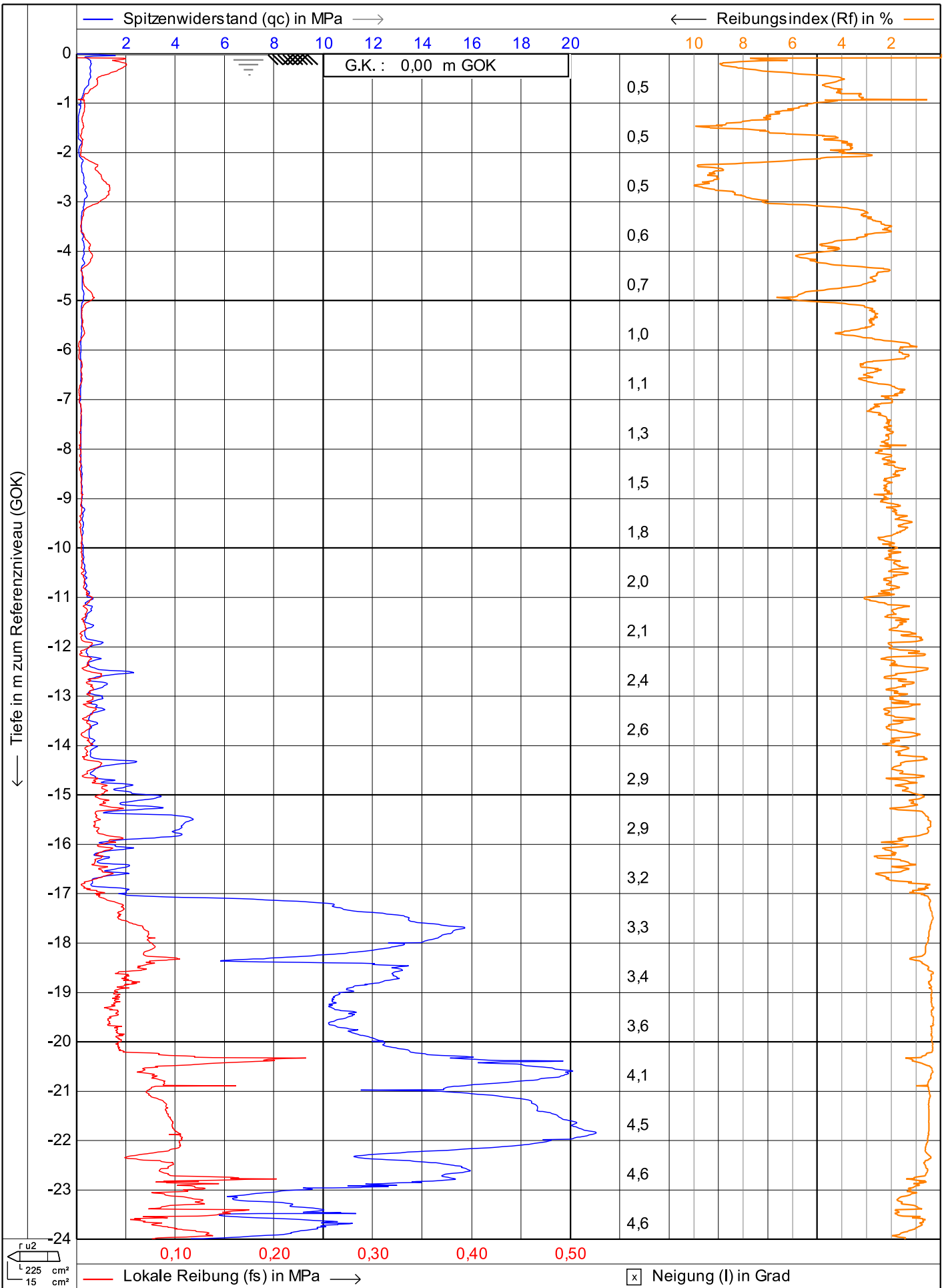
Test according NEN 5140 class 1

Projekt : **WP Stadland**  
 Ort : **Stadland**  
 Position: **0, 0 UTM3N**

Datum : **24.10.2023**  
 Konus Nr. : **S15CFIIP.S22649**  
 Projekt Nr. : **234408**  
 CPT Nr. : **WEA04 CPT 2** 1/2



<p><b>Vulhop+Becker</b> GmbH &amp; Co. KG                  26180 Rastede                  Tarnenrugelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</p>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : <b>24.10.2023</b>	
	Projekt : <b>WP Stadland</b>		Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>	
	Ort : <b>Stadland</b>		Projekt Nr. : <b>234408</b>	
	Position: <b>0, 0 UTM3N</b>		CPT Nr. : <b>WEA04 CPT 2</b>	<b>2/2</b>



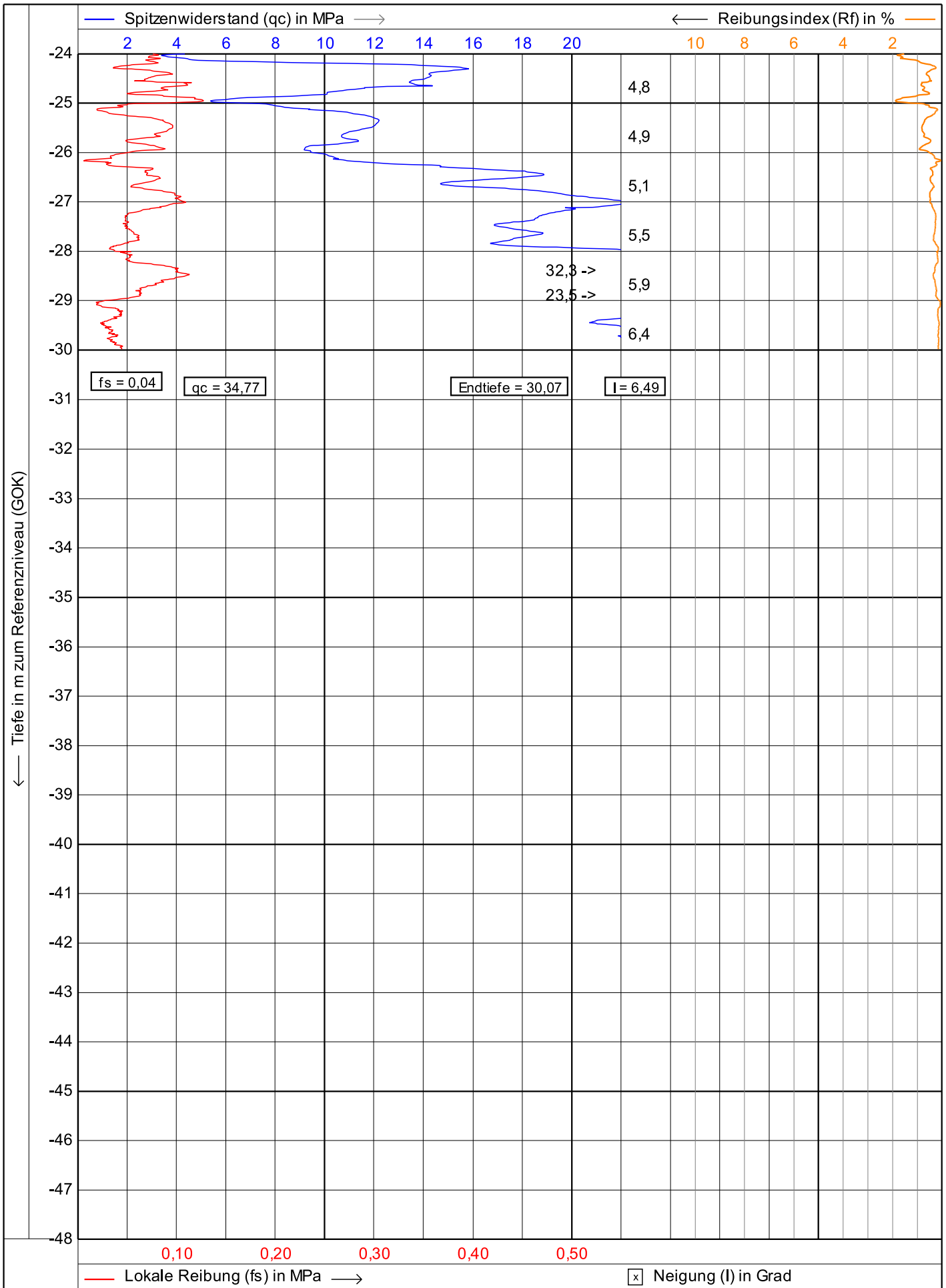
**VB**  
**Vulhop+Becker** GmbH & Co. KG  
 26180 Rastede  
 Tannenruggelstraße 22  
 Telefon: +49 (441) 99 90 99-0  
 Telefax: +49 (441) 99 90 99-20  
 www.vulhop-becker.de

Brunnenbau,  
 Drucksondierungen,  
 Baugrunderkundung

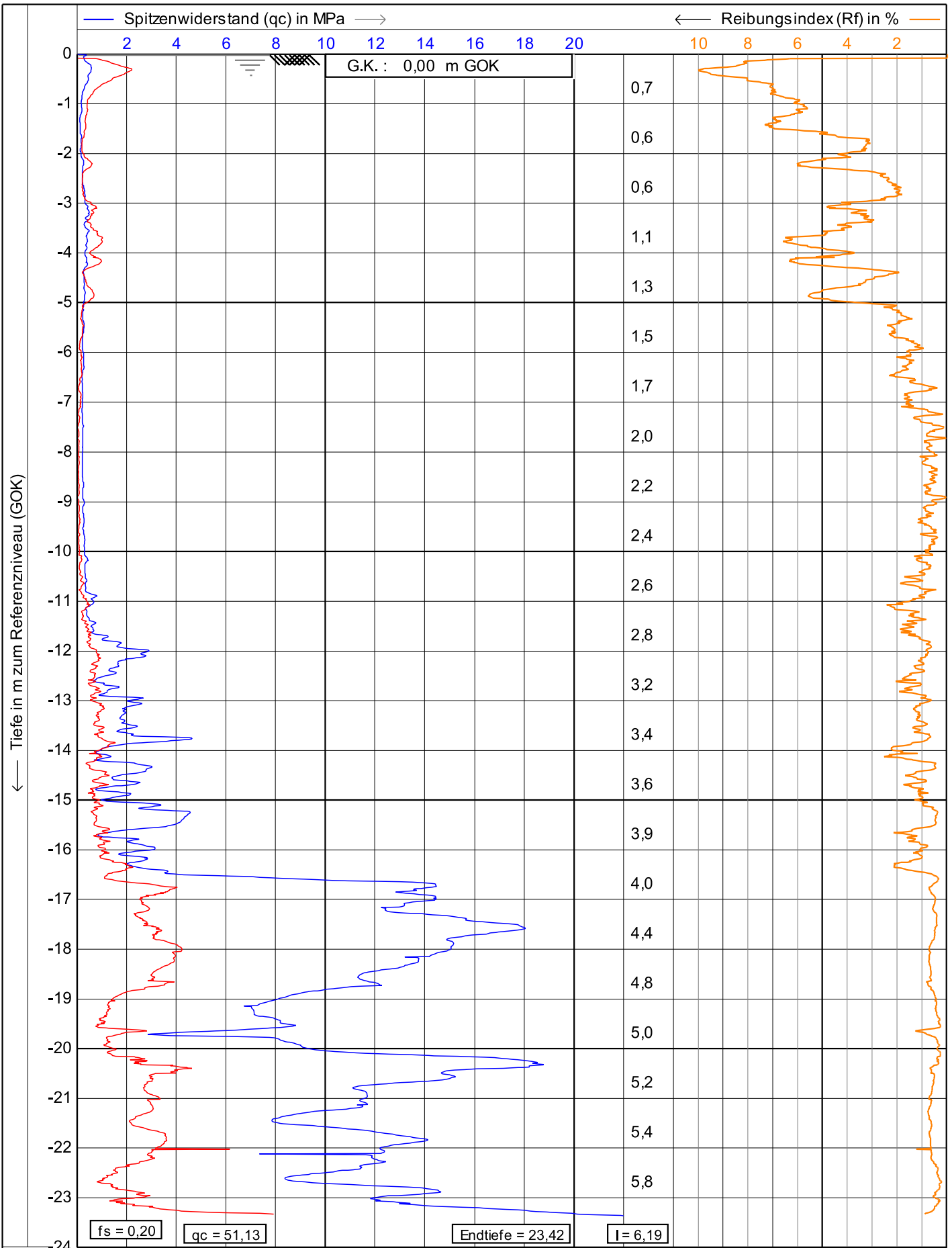
Test according NEN 5140 class 1

Projekt : **WP Stadland**  
 Ort : **Stadland**  
 Position: **0, 0 UTM3N**

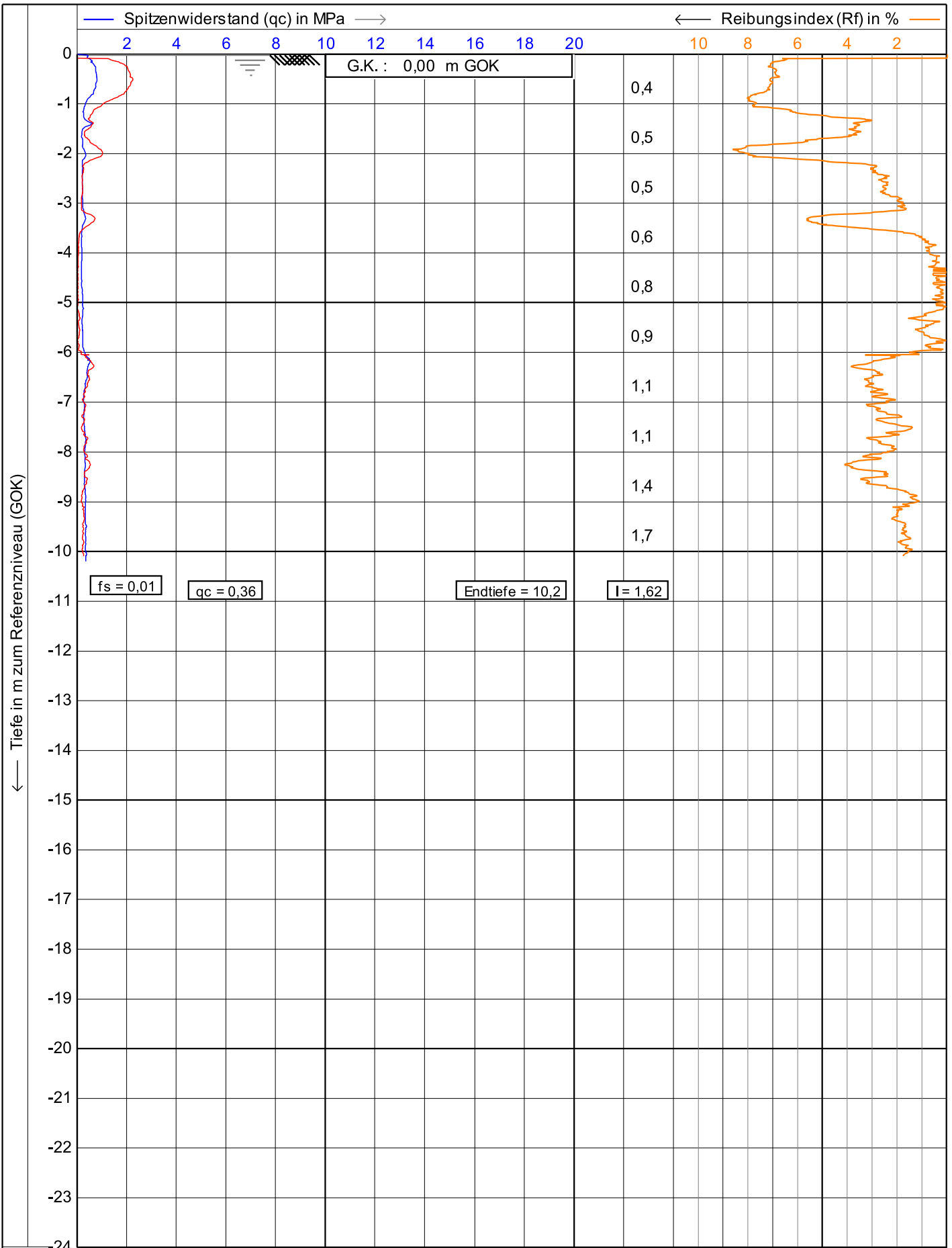
Datum : **23.10.2023**  
 Konus Nr. : **S15CFIIP.S22649**  
 Projekt Nr. : **234408**  
 CPT Nr. : **WEA04 CPT 3** | **1/2**



<p><b>Vulhop+Becker</b> GmbH &amp; Co. KG                  26180 Rastede                  Tarnenrugelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</p>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : <b>23.10.2023</b>	
	Projekt : <b>WP Stadland</b>		Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>	
	Ort : <b>Stadland</b>		Projekt Nr. : <b>234408</b>	
	Position: <b>0, 0 UTM3N</b>		CPT Nr. : <b>WEA04 CPT 3</b>	<b>2/2</b>



<p><b>Vulhop+Becker</b> GmbH &amp; Co. KG                  26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</p> <p>Brunnenbau,                  Drucksondierungen,                  Baugrunderkundung</p>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : <b>23.10.2023</b>	
	Projekt : <b>WP Stadland</b>		Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>	
	Ort : <b>Stadland</b>		Projekt Nr. : <b>234408</b>	
	Position: <b>0, 0 UTM3N</b>		CPT Nr. : <b>WEA04 CPT 4</b>	<b>1/1</b>



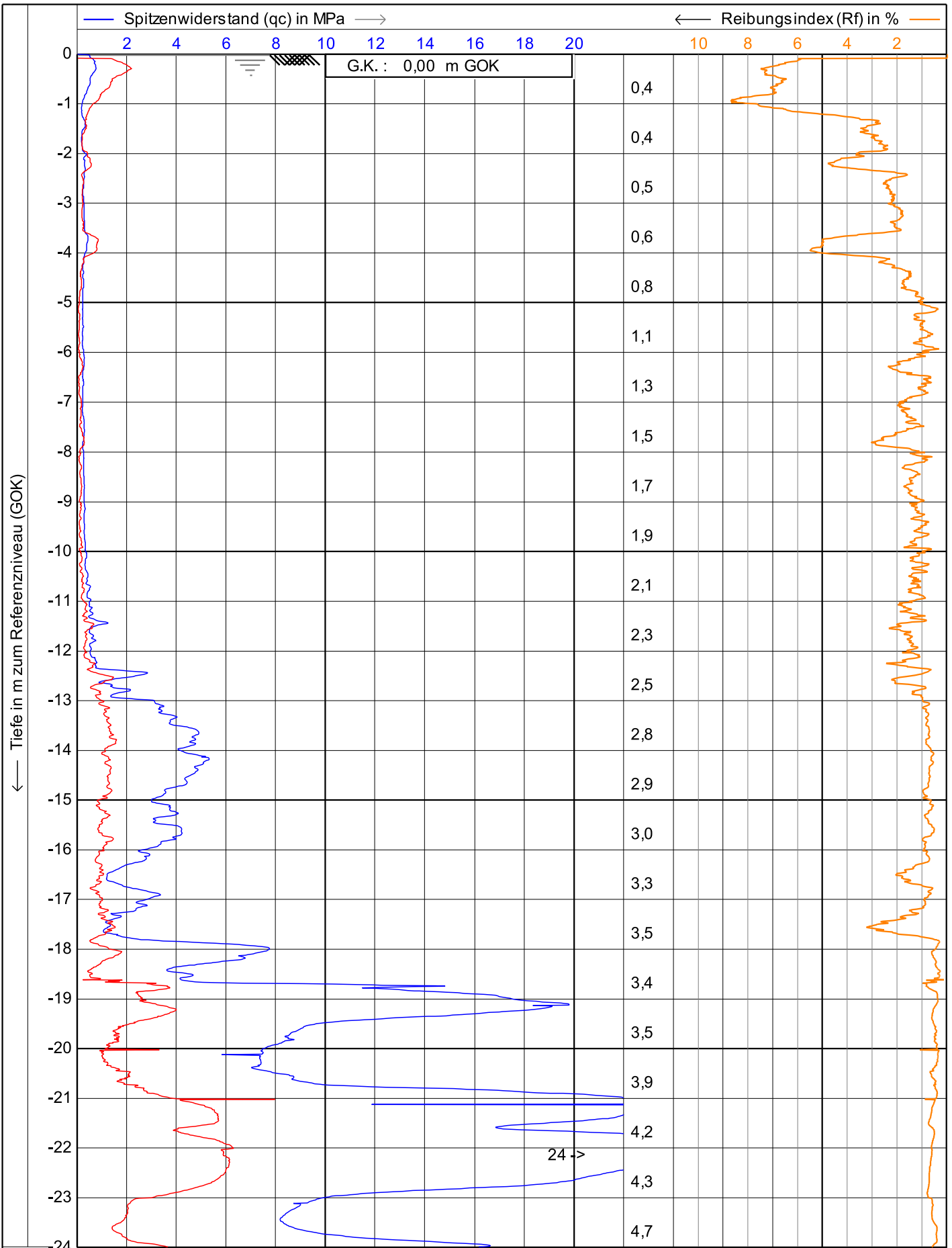
r u2  
L 225 cm<sup>2</sup>  
15 cm<sup>2</sup>

0,10    0,20    0,30    0,40    0,50


— Lokale Reibung (fs) in MPa —>
x Neigung (I) in Grad

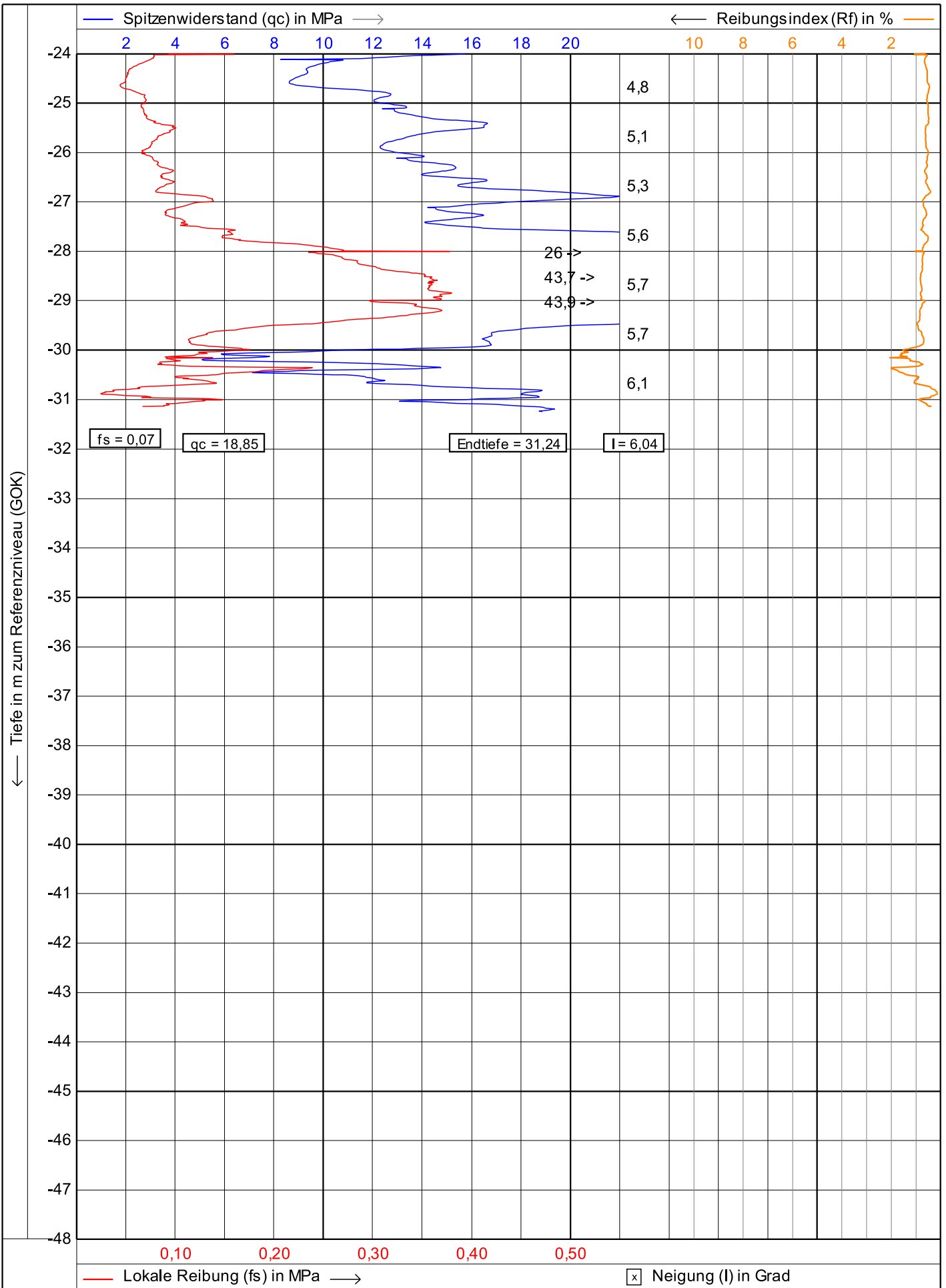
<p><b>Vulhop+Becker</b> GmbH &amp; Co. KG</p> <p style="font-size: x-small;">26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</p> <p style="font-size: x-small;">Brunnenbau,                  Drucksondierungen,                  Baugrunderkundung</p>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : <b>23.10.2023</b>	
	Projekt : <b>WP Stadland</b>		Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>	
	Ort : <b>Stadland</b>		Projekt Nr. : <b>234408</b>	
	Position: <b>0, 0 UTM3N</b>		CPT Nr. : <b>WEA 05 KSF</b>	<b>1/1</b>



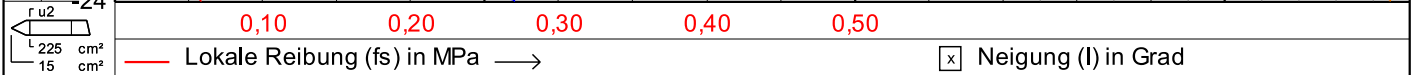
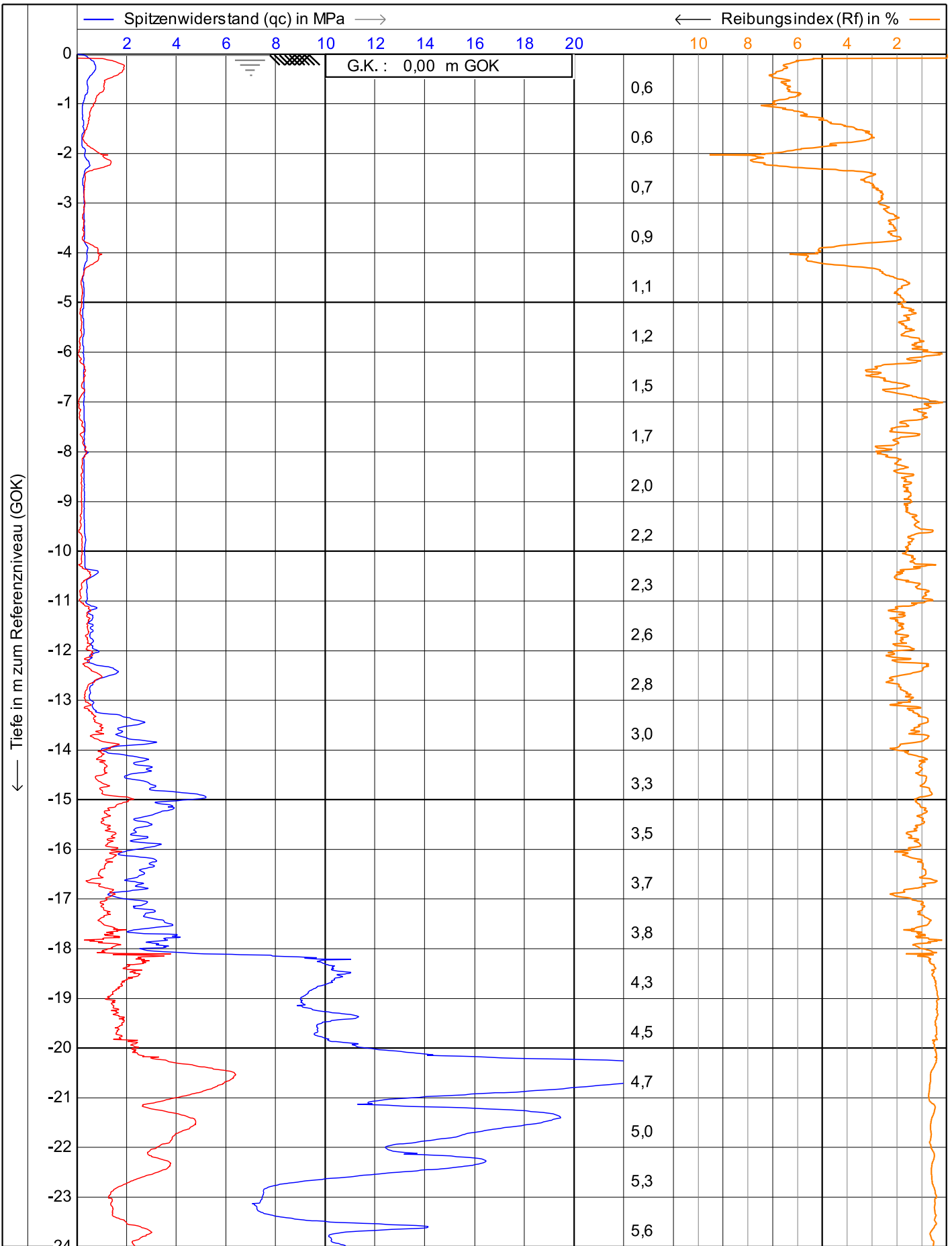


← Lokale Reibung (fs) in MPa →
[x] Neigung (I) in Grad

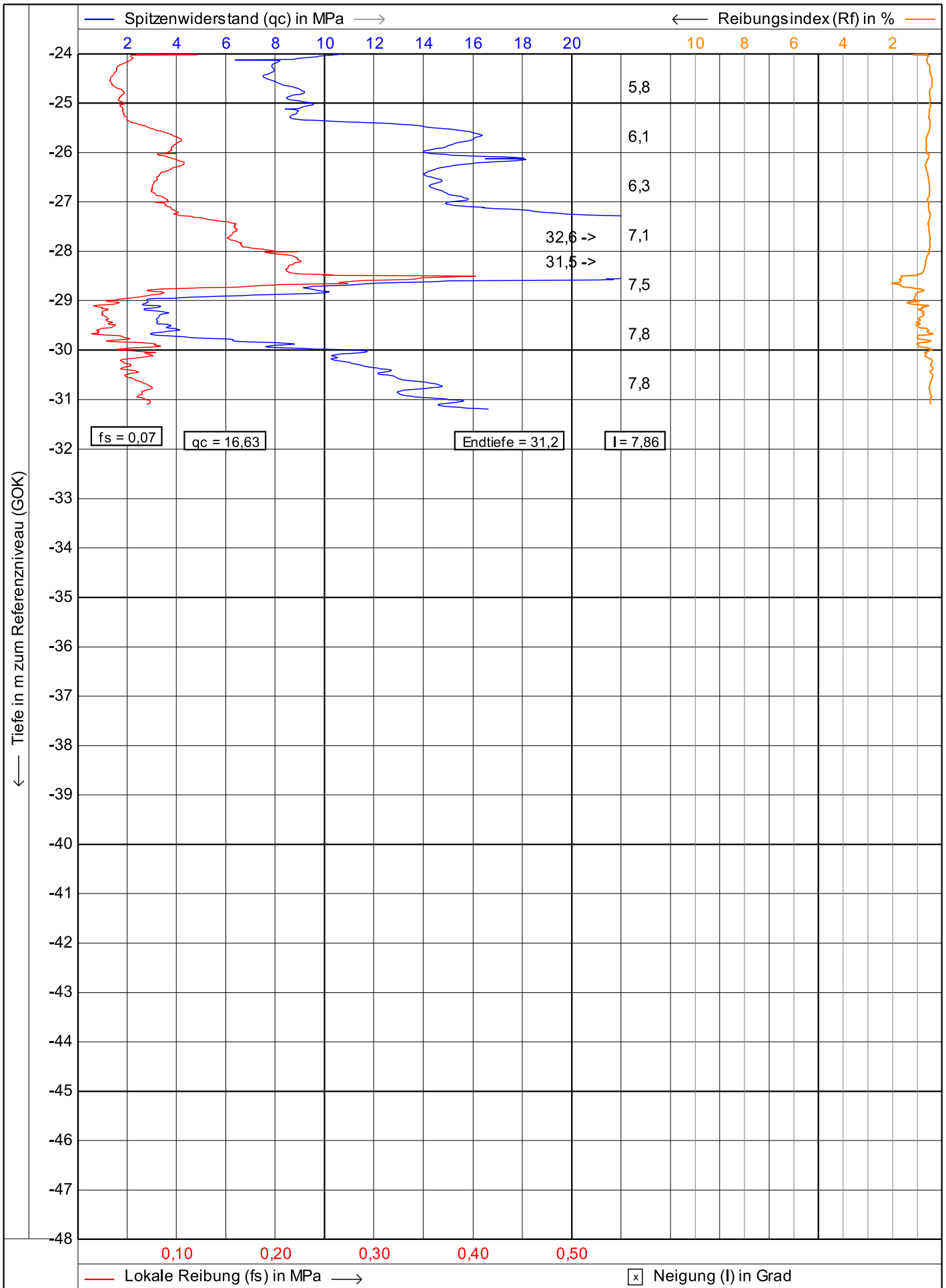
 <b>Vulhop+Becker</b> GmbH & Co. KG <small>26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</small>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : <b>23.10.2023</b>	
	Projekt : <b>WP Stadland</b>		Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>	
	Ort : <b>Stadland</b>		Projekt Nr. : <b>234408</b>	
	Position: <b>0, 0 UTM3N</b>		CPT Nr. : <b>WEA05 CPT 1</b>	<b>1/2</b>



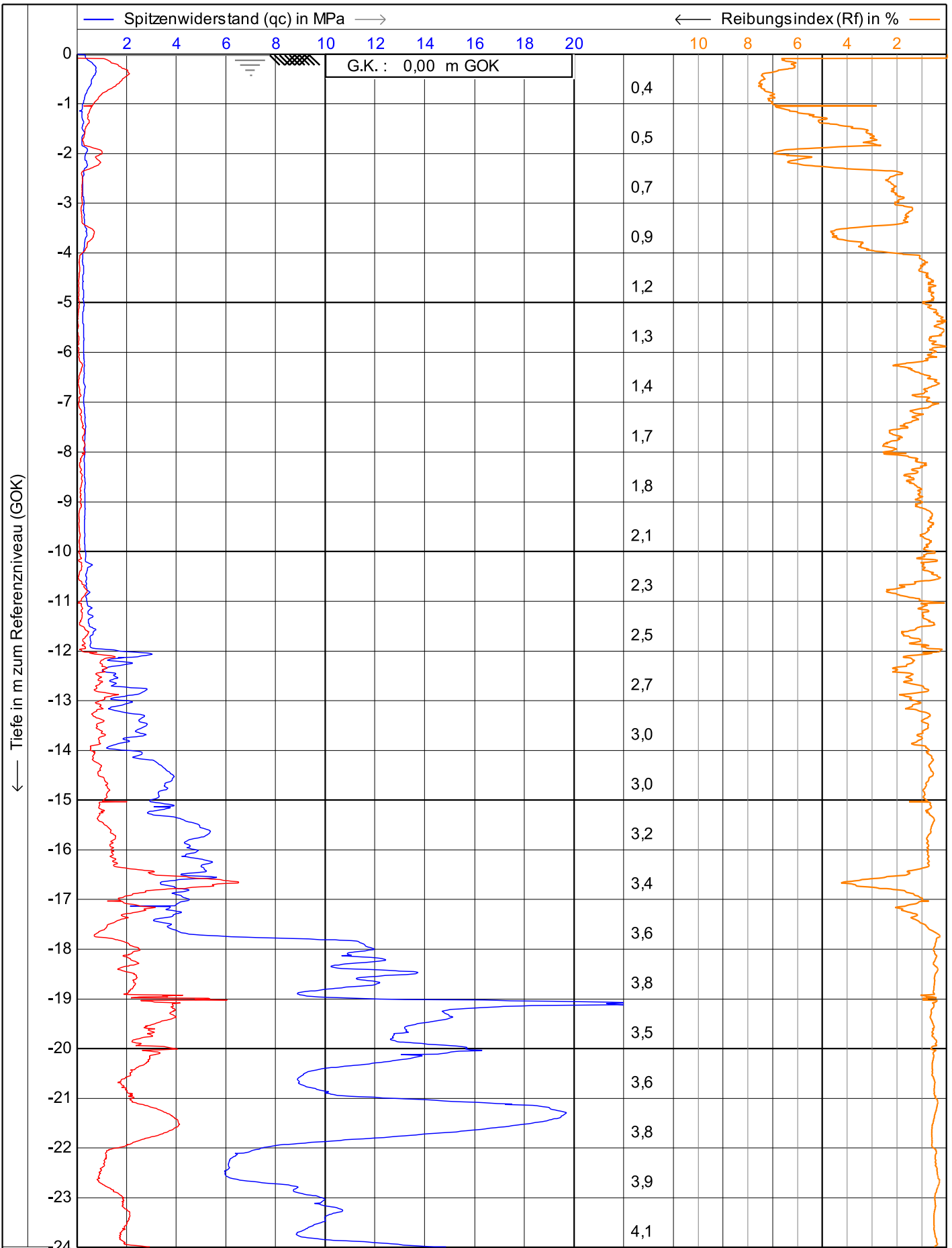
<p><b>Vulhop+Becker</b> GmbH &amp; Co. KG  <small>26180 Rastede                  Tarnenrugelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</small></p>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : <b>23.10.2023</b>	
	Projekt : <b>WP Stadland</b>		Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>	
	Ort : <b>Stadland</b>		Projekt Nr. : <b>234408</b>	
	Position: <b>0, 0 UTM3N</b>		CPT Nr. : <b>WEA05 CPT 1</b>	<b>2/2</b>



 <b>Vulhop+Becker</b> GmbH & Co. KG <small>26180 Rastede          Tannenruggelstraße 22          Telefon: +49 (441) 99 90 99-0          Telefax: +49 (441) 99 90 99-20          www.vulhop-becker.de</small> <small>Brunnenbau,          Drucksondierungen,          Baugrunderkundung</small>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : <b>23.10.2023</b>
	Projekt : <b>WP Stadland</b>		Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>
	Ort : <b>Stadland</b>		Projekt Nr. : <b>234408</b>
	Position: <b>0, 0 UTM3N</b>		CPT Nr. : <b>WEA05 CPT 2</b>
			<b>1/2</b>



<p><b>Vulhop+Becker</b> GmbH &amp; Co. KG                  26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</p>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : <b>23.10.2023</b>	
	Projekt : <b>WP Stadland</b>		Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>	
	Ort : <b>Stadland</b>		Projekt Nr. : <b>234408</b>	
	Position: <b>0, 0 UTM3N</b>		CPT Nr. : <b>WEA05 CPT 2</b>	
				<b>2/2</b>

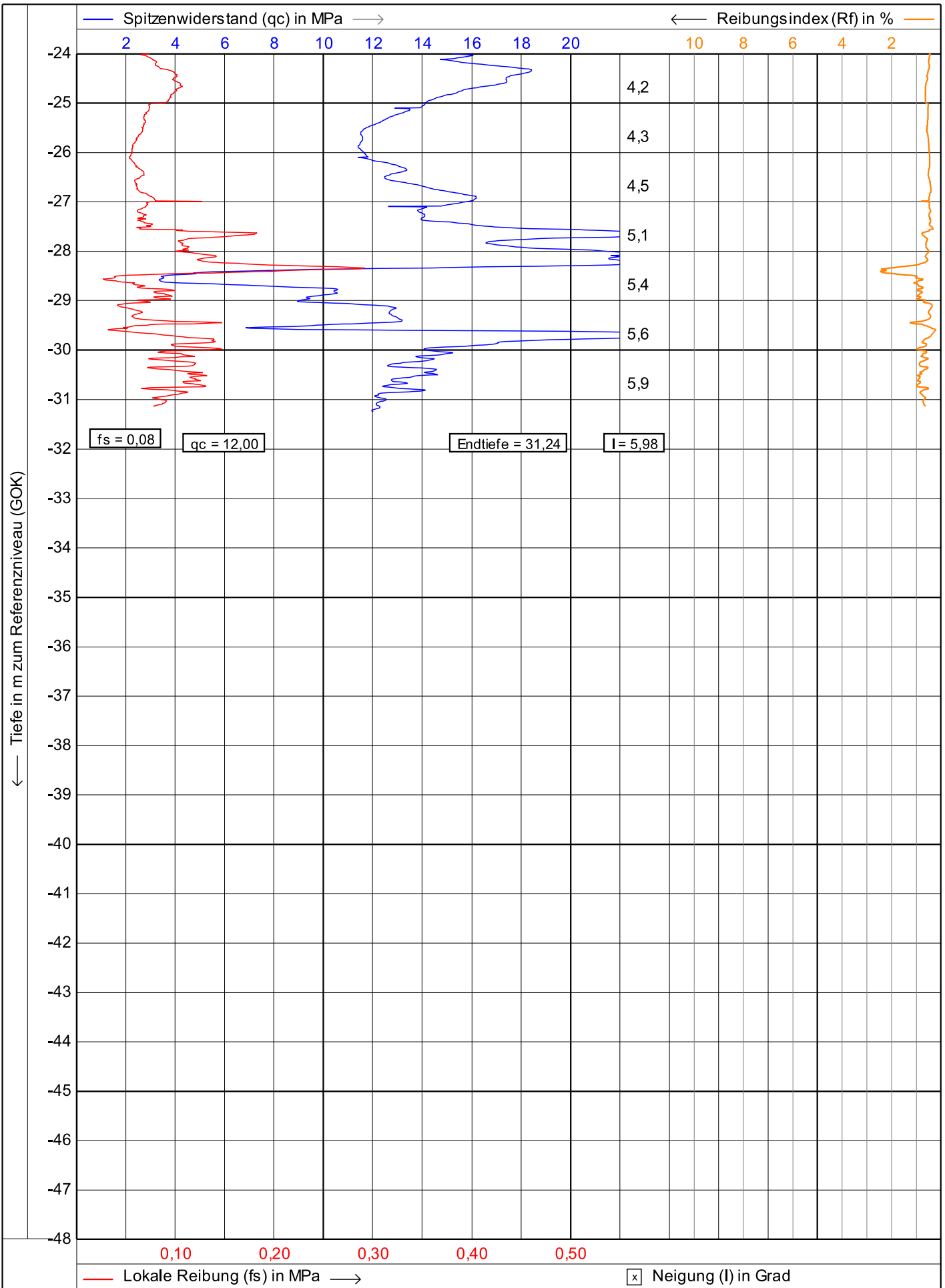


$r u^2$ 
  
 15 cm<sup>2</sup>

**0,10    0,20    0,30    0,40    0,50**

 Neigung (I) in Grad

<p><b>Vulhop+Becker</b> GmbH &amp; Co. KG</p> <p>26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</p> <p><b>Brunnenbau,                  Drucksondierungen,                  Baugrunderkundung</b></p>	Test according NEN 5140 class 1	Datum : <b>23.10.2023</b>	
	Projekt : <b>WP Stadland</b>	Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>	
	Ort : <b>Stadland</b>	Projekt Nr. : <b>234408</b>	
	Position: <b>0, 0 UTM3N</b>	CPT Nr. : <b>WEA05 CPT 3</b>	<b>1/2</b>



**Vulhop+Becker** GmbH & Co. KG  
 26180 Rastede  
 Tannenruggstraße 22  
 Telefon: +49 (441) 99 90 99-0  
 Telefax: +49 (441) 99 90 99-20  
 www.vulhop-becker.de

Brunnenbau,  
 Drucksondierungen,  
 Baugrunderkundung

Test according NEN 5140 class 1

Projekt : **WP Stadland**

Ort : **Stadland**

Position: **0, 0 UTM3N**

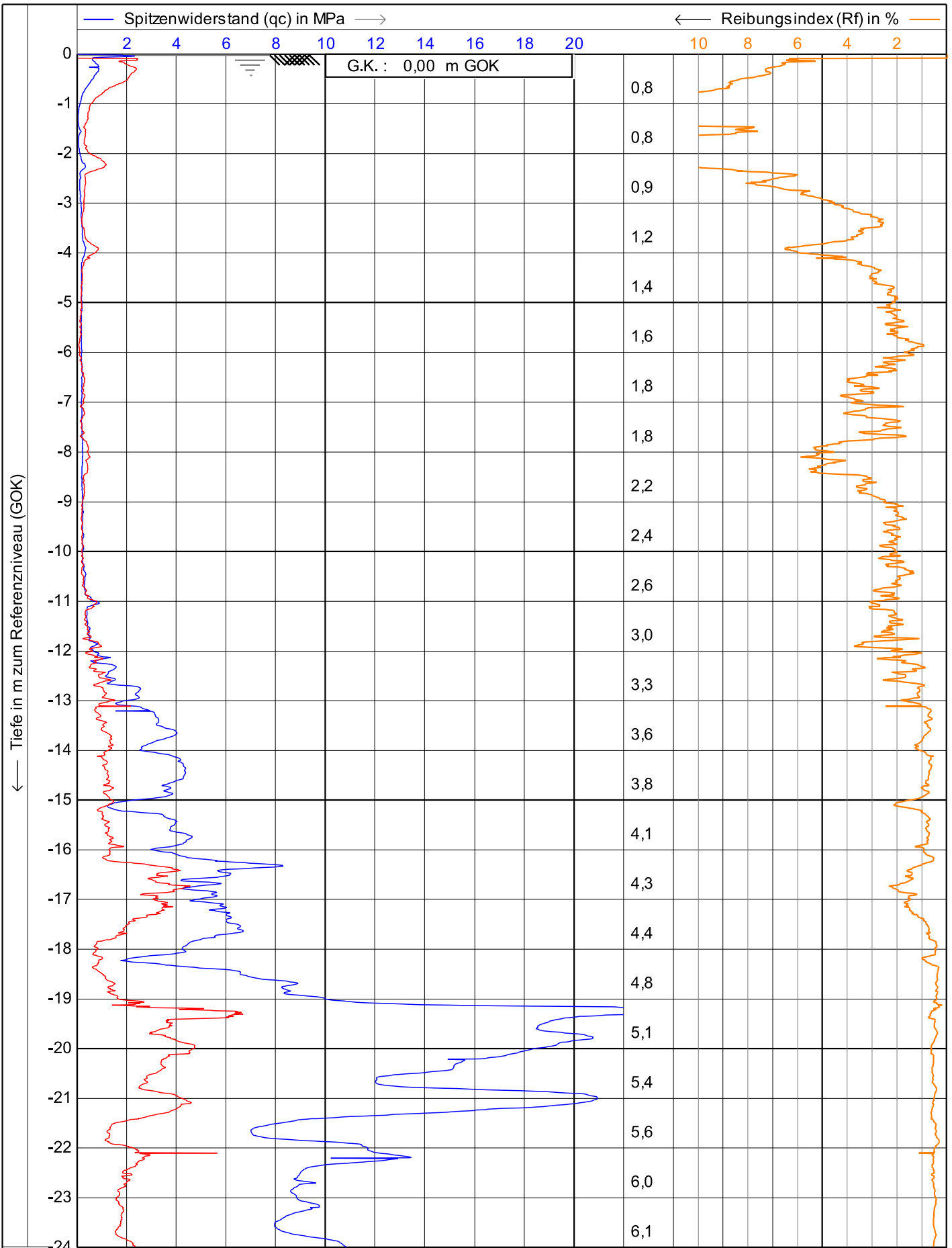
Datum : **23.10.2023**

Konus Nr. : **S15CFIIP.S22649**


Projekt Nr. : **234408**

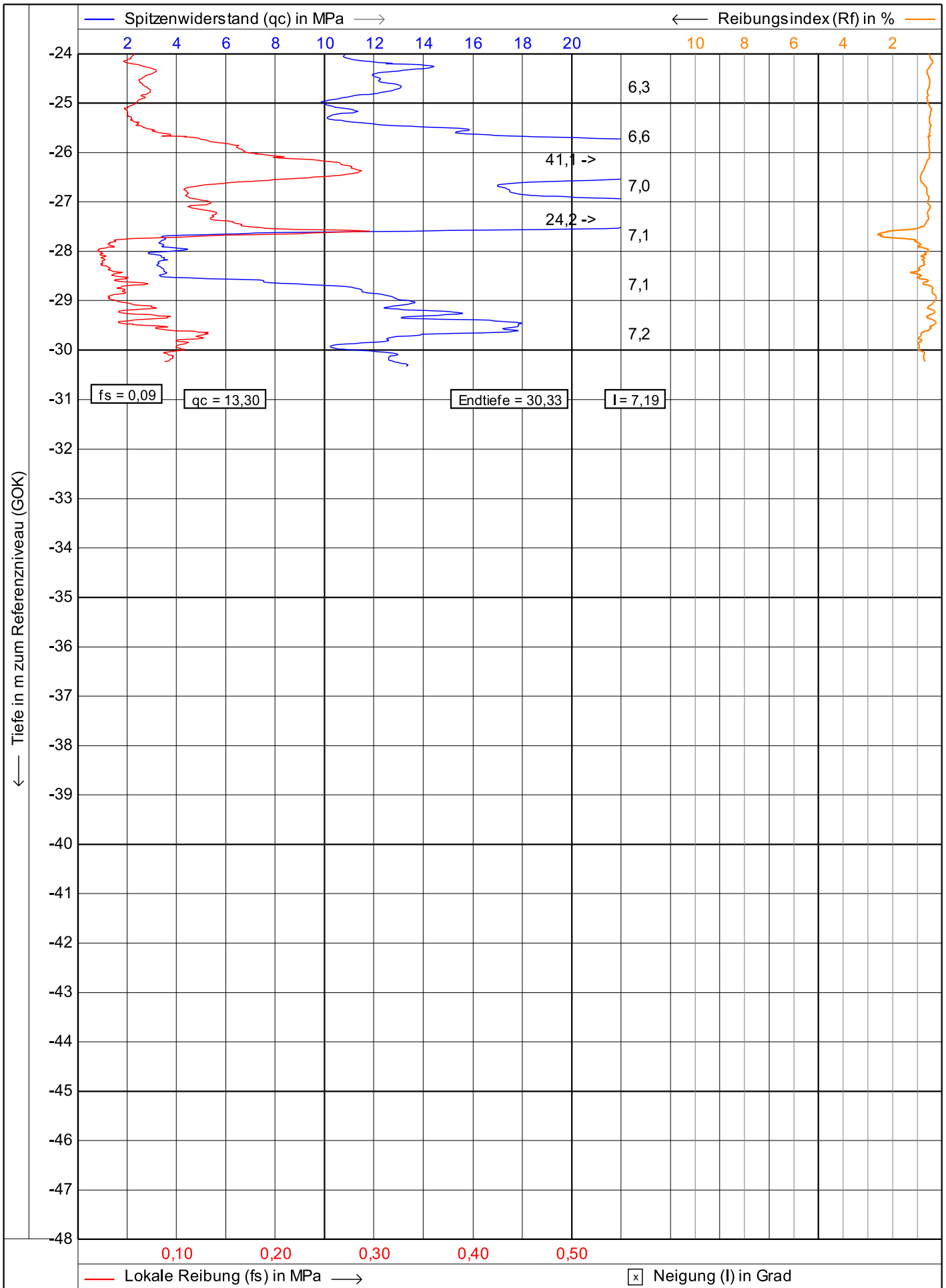
CPT Nr. : **WEA05 CPT 3**


**2/2**



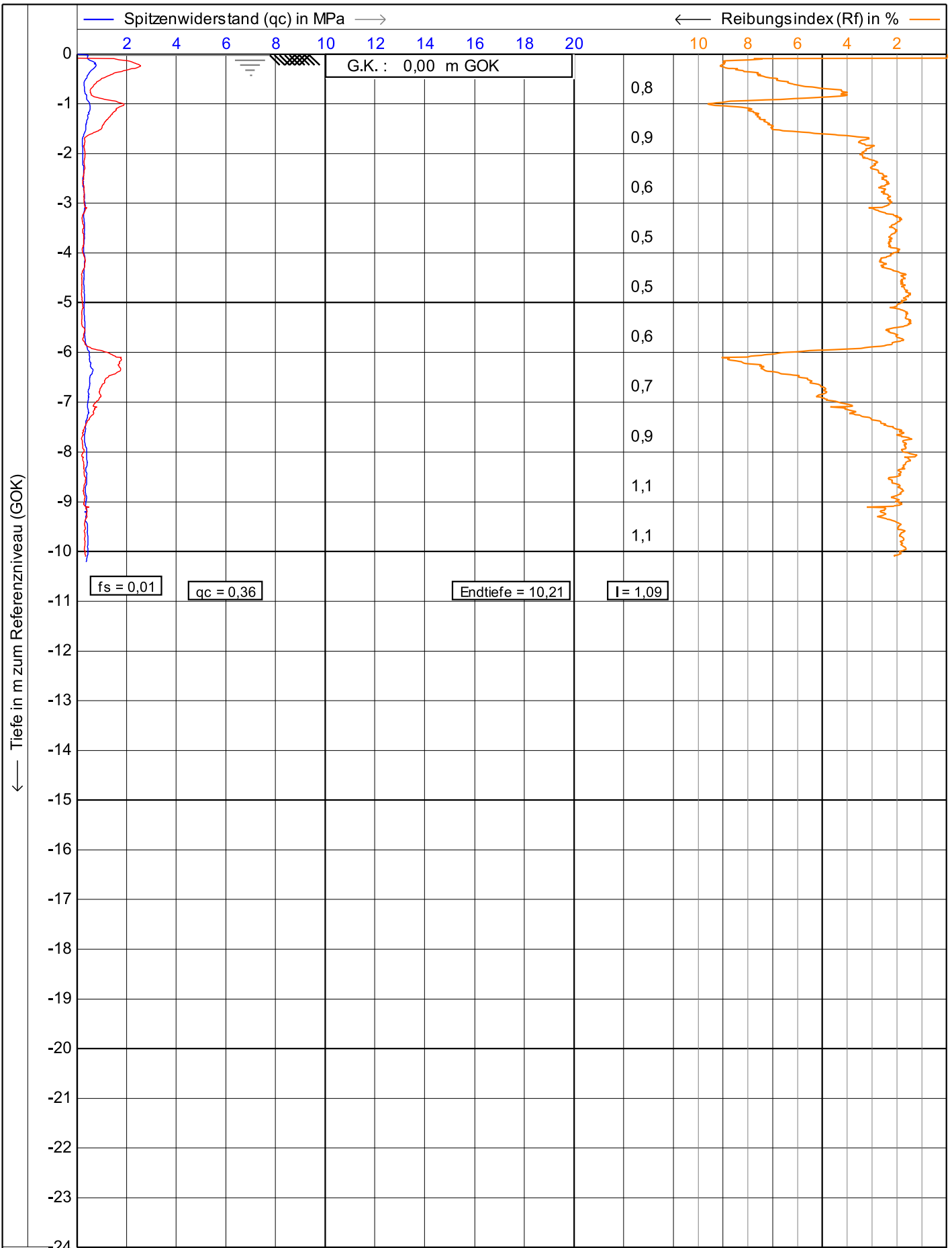
— Lokale Reibung (fs) in MPa →
x Neigung (I) in Grad

 <b>Vulhop+Becker</b> GmbH & Co. KG <small>26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</small>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : <b>23.10.2023</b>	
	Projekt : <b>WP Stadland</b>		Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>	
	Ort : <b>Stadland</b>		Projekt Nr. : <b>234408</b>	
	Position: <b>0, 0 UTM3N</b>		CPT Nr. : <b>WEA05 CPT 4</b>	<b>1/2</b>



 <b>Vulhop+Becker</b> GmbH & Co. KG <small>26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</small>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : <b>23.10.2023</b>
	Projekt : <b>WP Stadland</b>		Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>
	Ort : <b>Stadland</b>		Projekt Nr. : <b>234408</b>
	Position: <b>0, 0 UTM3N</b>		CPT Nr. : <b>WEA05 CPT 4</b> <b>2/2</b>



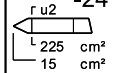
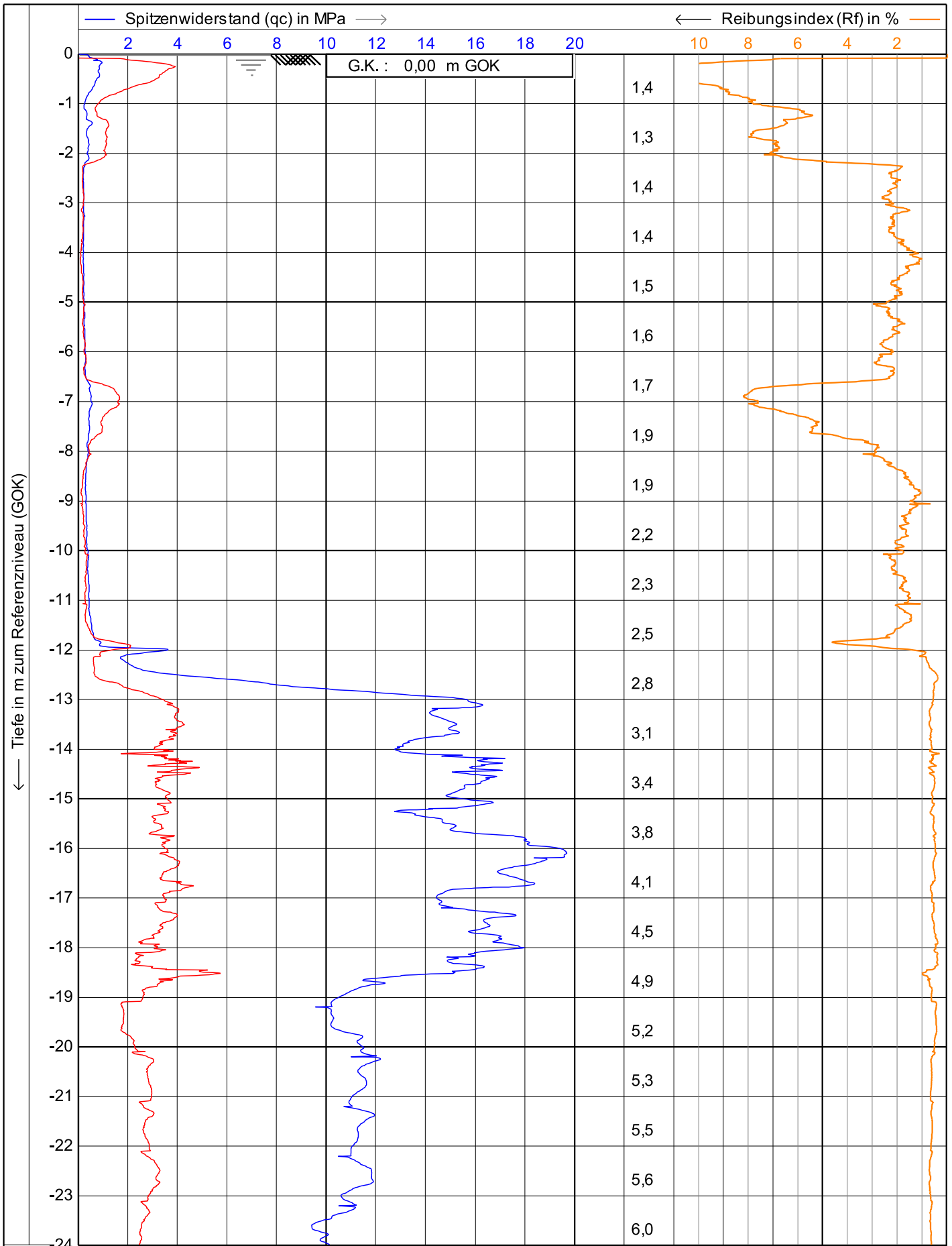


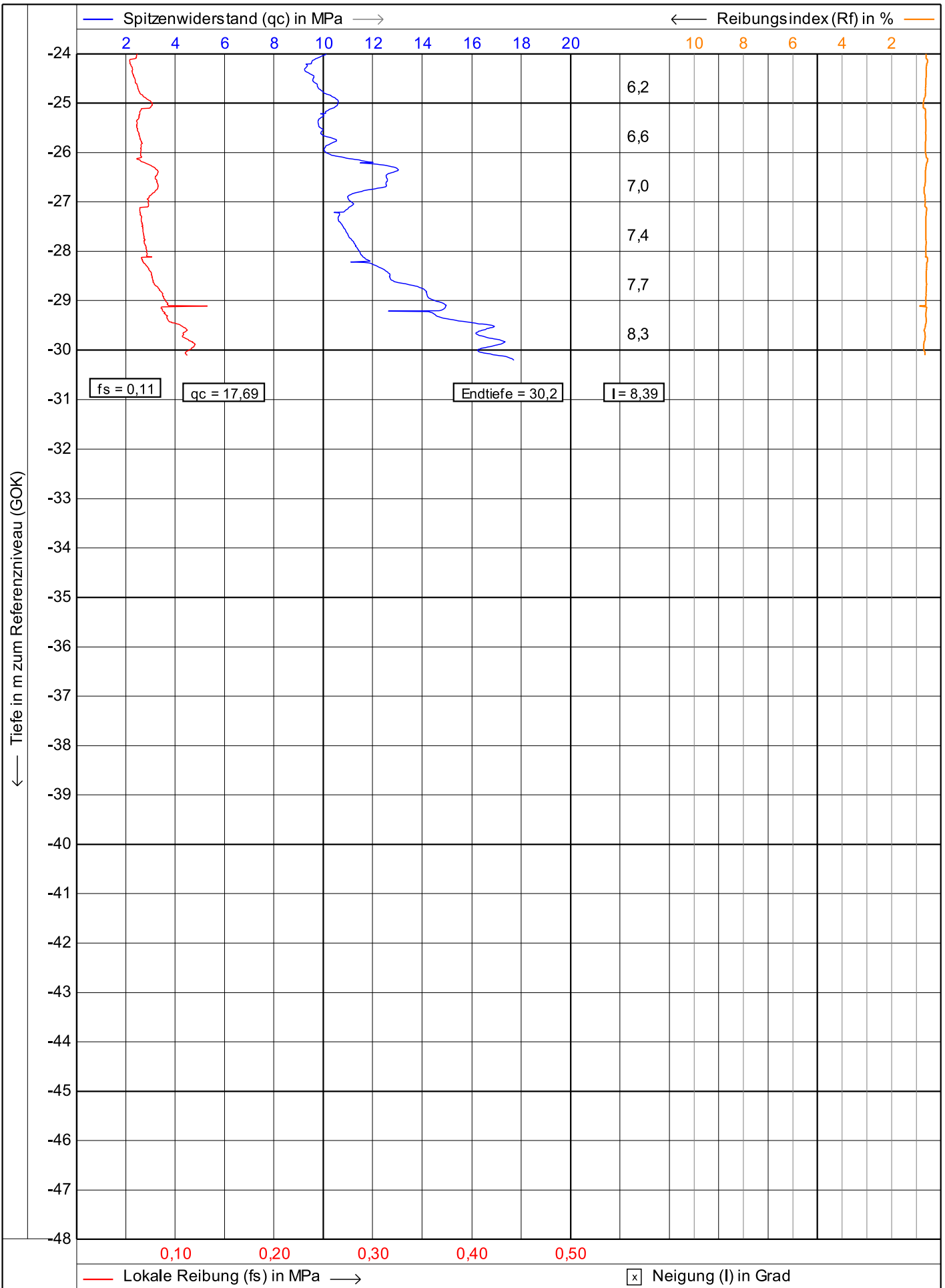
r u2  
 L 225 cm<sup>2</sup>  
 15 cm<sup>2</sup>

0,10    0,20    0,30    0,40    0,50

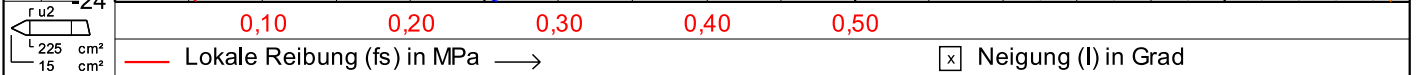
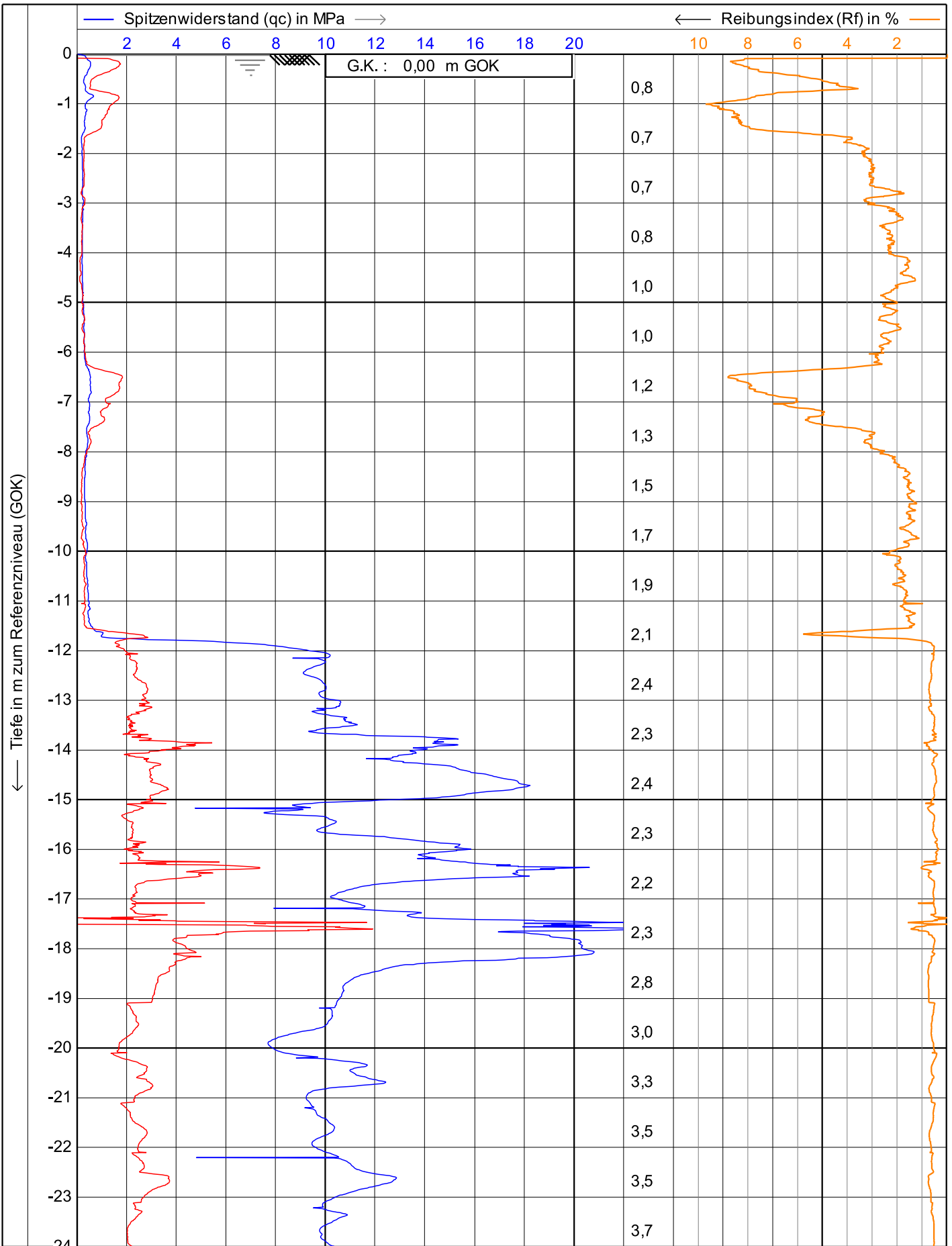
→ Lokale Reibung (fs) in MPa →

 <b>Vulhop+Becker</b> GmbH & Co. KG <small>26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</small>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : 19.10.2023	
	Projekt : WP Stadland		Konus Nr. : S15CFIIP.S22649	
	Ort : Stadland		Projekt Nr. : 234408	
	Position: 0, 0 UTM3N		CPT Nr. : WEA 06 KSF	1/1

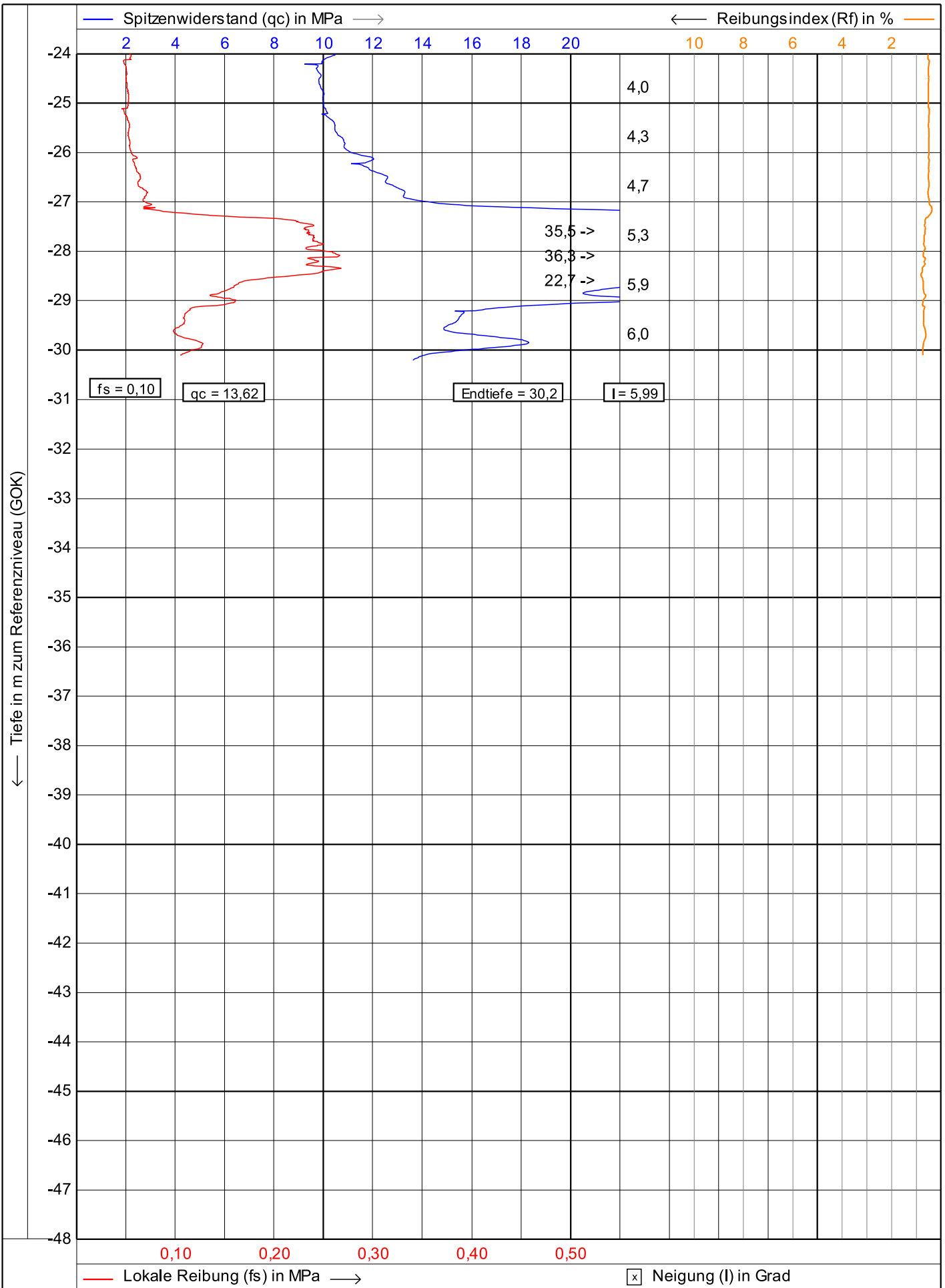




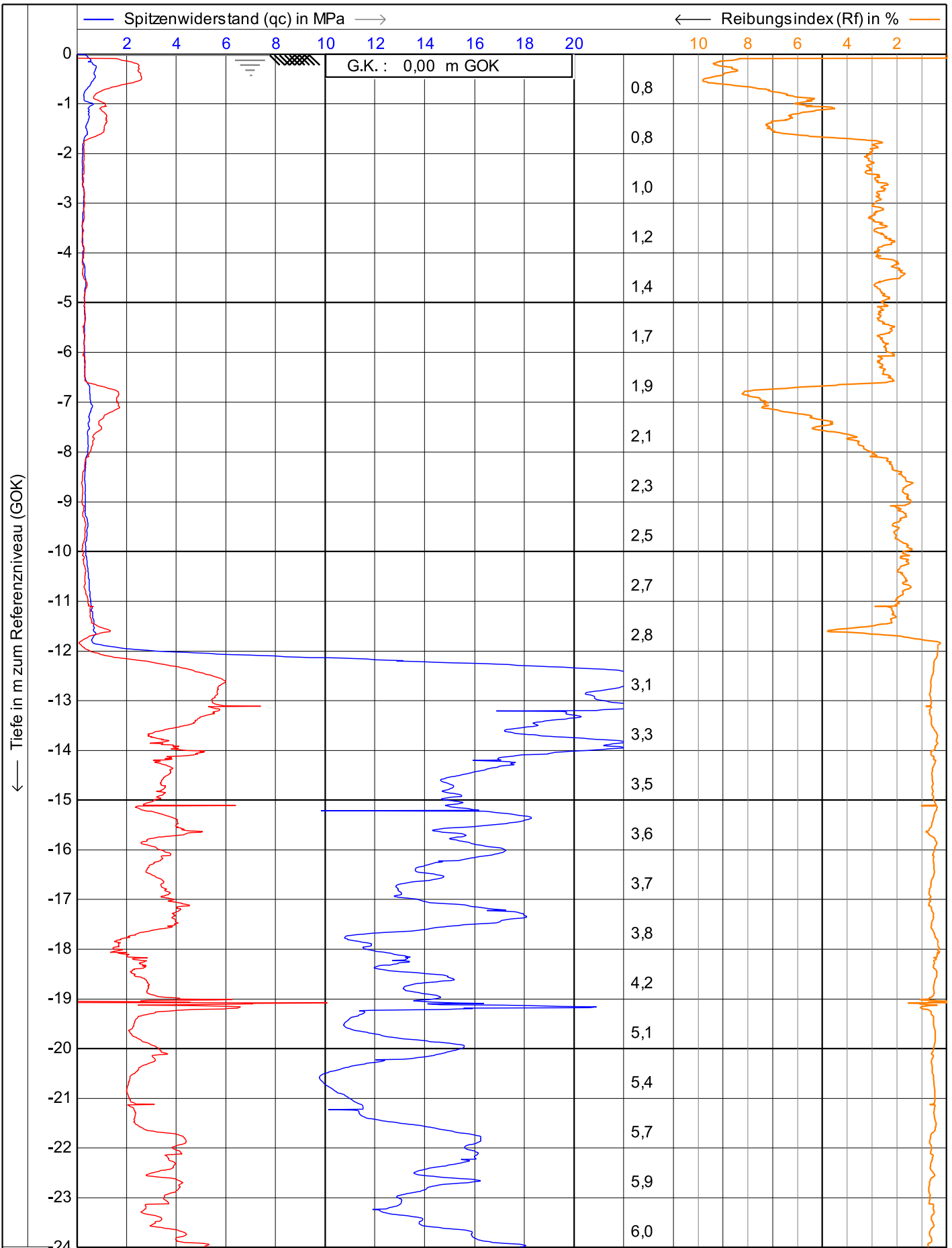
<p><b>Vulhop+Becker</b> GmbH &amp; Co. KG                  26180 Rastede                  Tarnenrugelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</p>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : 19.10.2023
	Projekt : WP Stadland		Konus Nr. : S15CFIIP.S22649
	Ort : Stadland		Projekt Nr. : 234408
	Position: 0, 0 UTM3N		CPT Nr. : WEA 06CPT 1 2/2



<p><b>Vulhop+Becker</b> GmbH &amp; Co. KG                  26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</p> <p>Brunnenbau, Drucksondierungen, Baugrunderkundung</p>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : 19.10.2023	
	Projekt : WP Stadland		Konus Nr. : S15CFIIP.S22649	
	Ort : Stadland		Projekt Nr. : 234408	
	Position: 0, 0 UTM3N		CPT Nr. : WEA06 CPT 2	1/2



<p><b>Vulhop+Becker</b> GmbH &amp; Co. KG                  26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</p>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : <b>19.10.2023</b>
	Projekt : <b>WP Stadland</b>		Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>
	Ort : <b>Stadland</b>		Projekt Nr. : <b>234408</b>
	Position: <b>0, 0 UTM3N</b>		CPT Nr. : <b>WEA06 CPT 2</b> <b>2/2</b>



— Lokale Reibung (fs) in MPa —>  Neigung (I) in Grad

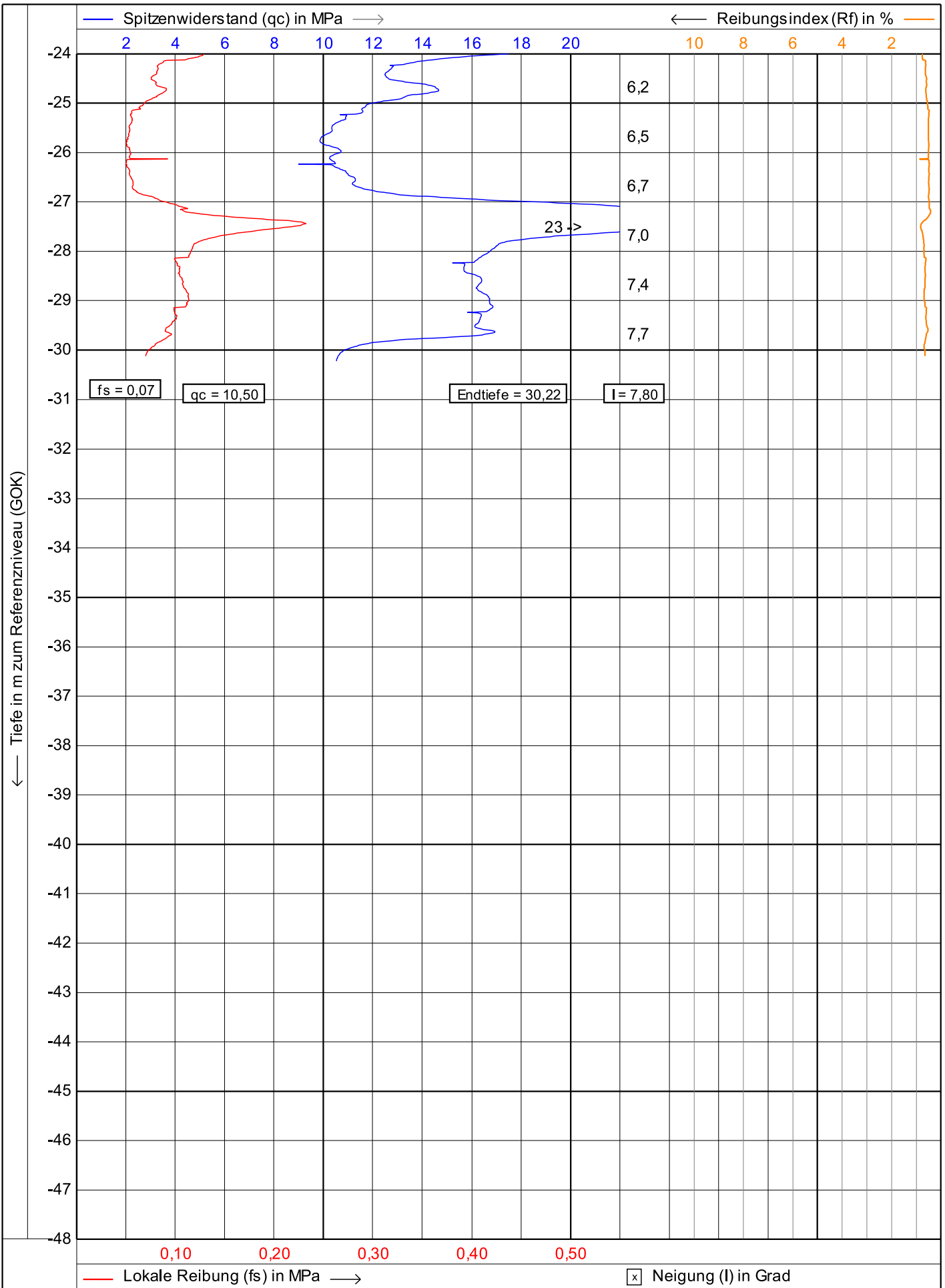
**VB**  
**Vulhop+Becker** GmbH & Co. KG  
 26180 Rastede  
 Tannenruggelstraße 22  
 Telefon: +49 (441) 99 90 99-0  
 Telefax: +49 (441) 99 90 99-20  
 www.vulhop-becker.de

Brunnenbau,  
 Drucksondierungen,  
 Baugrunderkundung

Test according NEN 5140 class 1

Projekt : **WP Stadland**  
 Ort : **Stadland**  
 Position: **0, 0 UTM3N**

Datum : **19.10.2023**  
 Konus Nr. : **S15CFIIP.S22649**  
 Projekt Nr. : **234408**  
 CPT Nr. : **WEA06 CPT 3** 1/2



fs = 0,07      qc = 10,50      Endtiefe = 30,22      I = 7,80

0,10      0,20      0,30      0,40      0,50       Neigung (I) in Grad

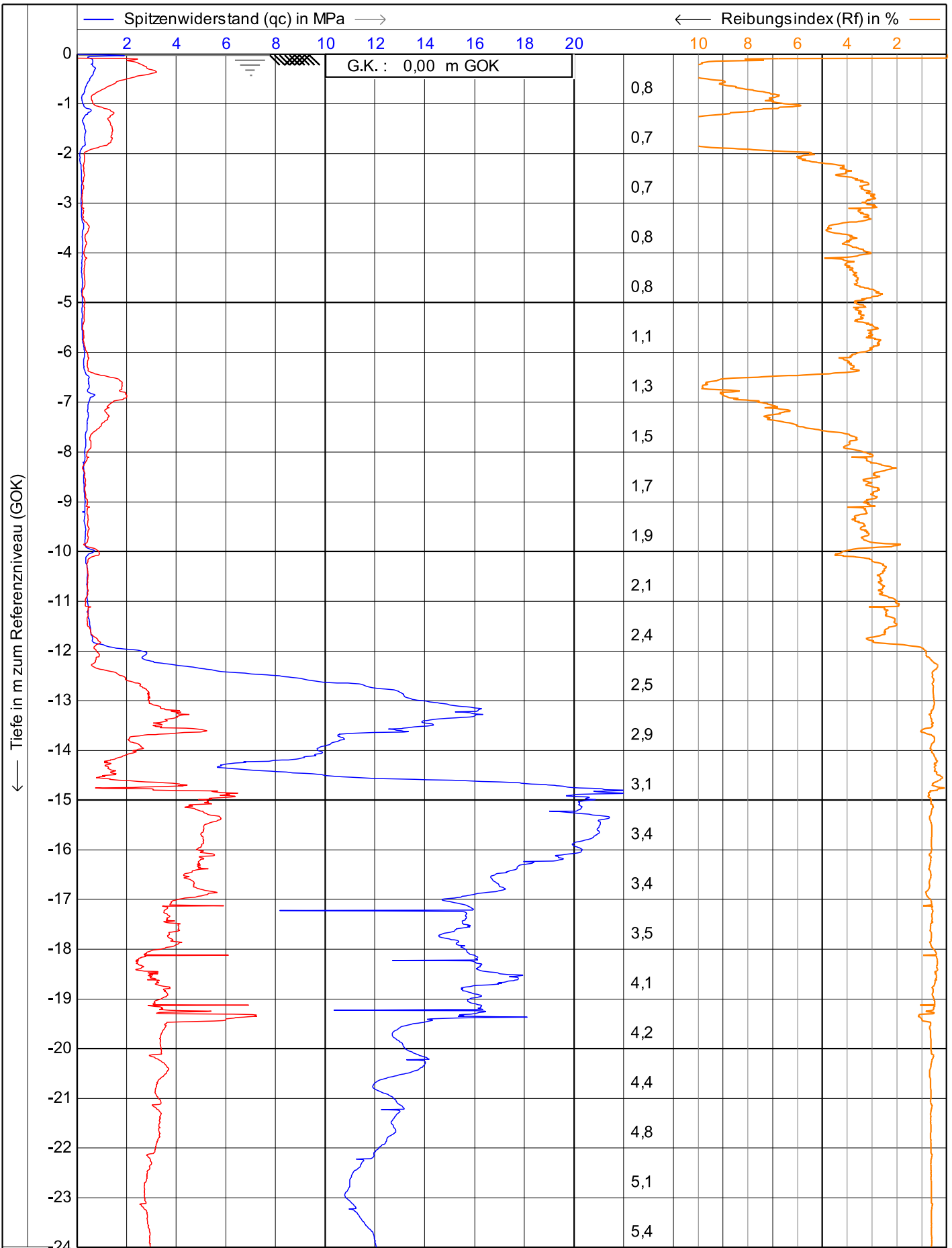


**Vulhop+Becker** GmbH & Co. KG  
 26180 Rastede  
 Tarnenrugstraße 22  
 Telefon: +49 (441) 99 90 99-0  
 Telefax: +49 (441) 99 90 99-20  
 www.vulhop-becker.de

Brunnenbau,  
 Drucksondierungen,  
 Baugrunderkundung

Test according NEN 5140 class 1  
 Projekt : **WP Stadland**  
 Ort : **Stadland**  
 Position: **0, 0 UTM3N**

Datum : **19.10.2023**  
 Konus Nr. : **S15CFIIP.S22649**  
 Projekt Nr. : **234408**  
 CPT Nr. : **WEA06 CPT 3**      **2/2**



**VB**  
**Vulhop+Becker** GmbH & Co. KG  
 26180 Rastede  
 Tannenruggelstraße 22  
 Telefon: +49 (441) 99 90 99-0  
 Telefax: +49 (441) 99 90 99-20  
 www.vulhop-becker.de

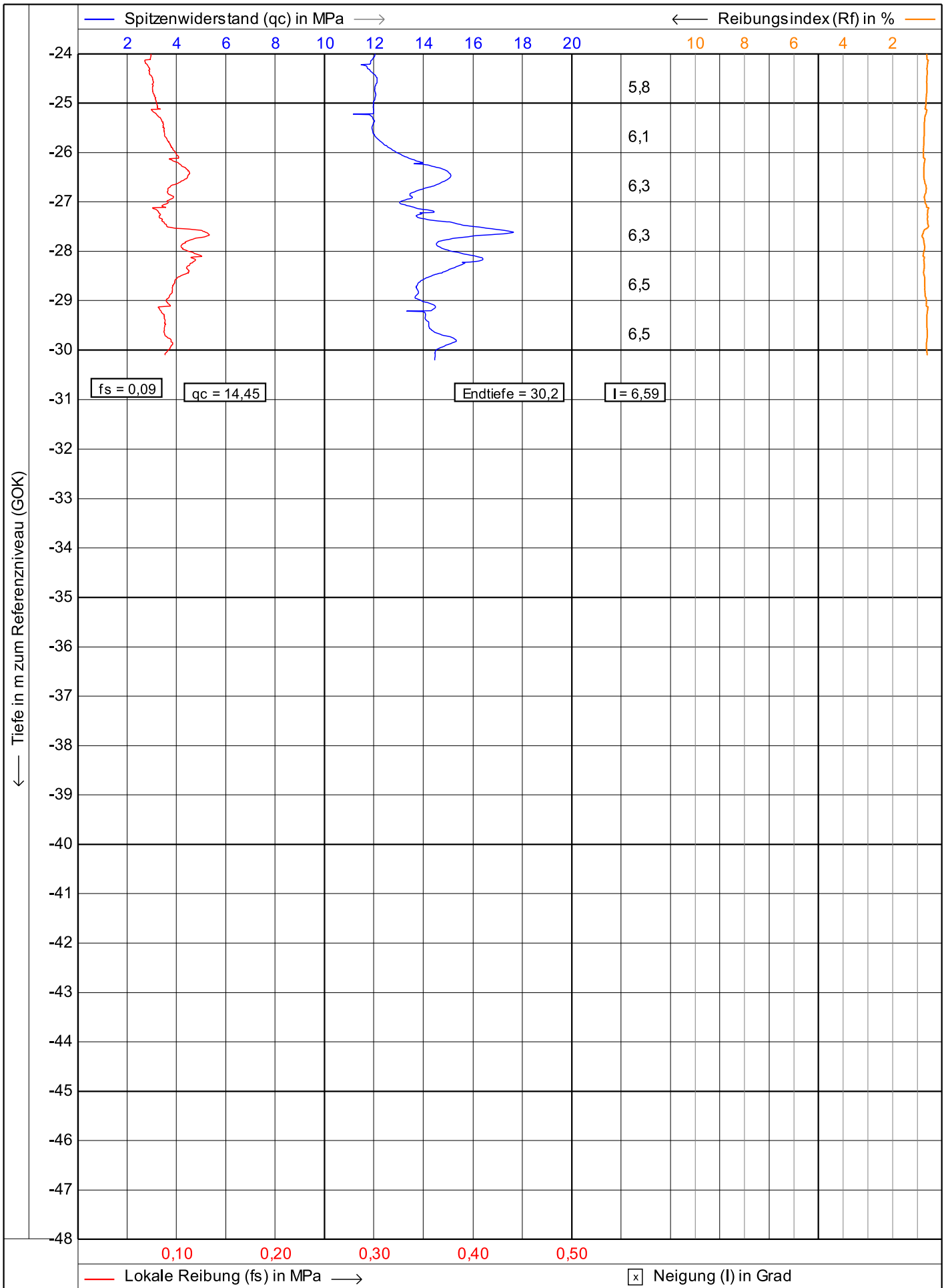
Brunnenbau,  
 Drucksondierungen,  
 Baugrunderkundung

Test according NEN 5140 class 1

Projekt : **WP Stadland**  
 Ort : **Stadland**  
 Position: **0, 0 UTM3N**


Datum : **19.10.2023**  
 Konus Nr. : **S15CFIIP.S22649**  
 Projekt Nr. : **234408**  
 CPT Nr. : **WEA06 CPT 4** | 1/2





0,10 0,20 0,30 0,40 0,50

— Lokale Reibung (fs) in MPa —>  Neigung (I) in Grad

 <b>Vulhop+Becker</b> GmbH & Co. KG <small>26180 Rastede                  Tannenruggelstraße 22                  Telefon: +49 (441) 99 90 99-0                  Telefax: +49 (441) 99 90 99-20                  www.vulhop-becker.de</small>	Test according NEN 5140 class 1		Datum : <b>19.10.2023</b>	
	Projekt : <b>WP Stadland</b>		Konus Nr. : <b>S15CFIIP.S22649</b>	
	Ort : <b>Stadland</b>		Projekt Nr. : <b>234408</b>	
	Position: <b>0, 0 UTM3N</b>		CPT Nr. : <b>WEA06 CPT 4</b>	<b>2/2</b>



ANLAGE 4

Analysenergebnisse Grundwasseranalysen

Eurofins Umwelt Nord GmbH - Werner-Nordmeyer-Straße 3 - 31226 Peine

**Geoservice Nord**  
**Stieglitzweg 2H**  
**27607 Geestland**

Titel: **Prüfbericht zu Auftrag 12348415**Prüfberichtsnummer: **AR-23-GE-010357-01**Auftragsbezeichnung: **BV Windpark Rodenkircherwarp WEA1-WEA6**Anzahl Proben: **6**Probenart: **Grundwasser**Probenehmer: **keine Angabe, Probe(n) wurde(n) an das Labor ausgehändigt, Jens Klinner**Probeneingangsdatum: **02.11.2023**Prüfzeitraum: **02.11.2023 - 17.11.2023**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

**Anhänge:***XML\_Export\_AR-23-GE-010357-01.xml*

Karsten Goldbach  
Niederlassungsleitung  
+49 5171 5078984

Digital signiert, 17.11.2023  
Wilhelm Behnen  
Prüfleitung

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Probenbezeichnung		WEA1	WEA2	WEA3
				Probennummer	BG	Einheit	123172619	123172620
<b>Prüfungen auf Betonaggressivität von Wässern</b>								
Färbung qualit.	FR/u	F5	DIN EN ISO 7887 (C1): 2012-04			braun	gelb	leicht braun
Trübung (qualitativ)	FR	F5	qualitativ			leicht	stark	leicht
Geruch (qualitativ)	FR/u	F5	DEV B 1/2: 1971			stechend	leicht jauchig	erdig
pH-Wert	FR/u	F5	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			6,0	7,3	7,3
Temperatur pH-Wert	FR/u	F5	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	21,6	21,5	21,6
Ammonium	FR/f	F5	DIN ISO 15923-1 (D49): 2014-07	0,06	mg/l	1,3	4,4	3,1
Ammonium-Stickstoff	FR/f	F5	DIN ISO 15923-1 (D49): 2014-07	0,05	mg/l	0,97	3,4	2,4
Sulfat (SO4)	FR/f	F5	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	< 1,0	62	110
Magnesium (Mg)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,02	mg/l	15,0	21,4	35,2
Kalkaggressives Kohlendioxid	FR/f	F5	DIN 38404-10 (C10): 2012-12	5,0	mg/l	84	90	< 5,0
<b>Prüfungen auf Stahlaggressivität von Wässern</b>								
Säurekapazität pH 4,3 (m-Wert)	FR/u	F5	DIN 38409-7 (H7-2): 2005-12	0,1	mmol/l	3,9	4,4	6,0
Temperatur Säurekapazität pH 4,3	FR/u	F5	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	21,6	21,5	21,6
<b>Physikalisch-chemische Kenngrößen</b>								
Geruch, angesäuert (qualitativ)	FR/f	F5	DEV B 1/2: 1971			stechend	leicht jauchig	erdig
<b>Anorganische Summenparameter</b>								
Säurekapazität nach CaCO <sub>3</sub> -Zugabe	FR/f	F5	DIN 38404-10 (C10): 2012-12	0,1	mmol/l	7,7	8,5	6,1
<b>Elemente aus dem oxidativen Säure-Auflösung gemäß AbwV</b>								
Eisen (Fe)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,005	mg/l	28,4	45,5	116

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Probenbezeichnung		WEA4	WEA5	WEA6
				BG	Einheit	123172622	123172623	123172624

**Prüfungen auf Betonaggressivität von Wässern**

Färbung qualit.	FR/u	F5	DIN EN ISO 7887 (C1): 2012-04			leicht gelb	leicht gelb	leicht braun
Trübung (qualitativ)	FR	F5	qualitativ			leicht	leicht	leicht
Geruch (qualitativ)	FR/u	F5	DEV B 1/2: 1971			ohne	ohne	leicht erdig
pH-Wert	FR/u	F5	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			7,3	7,1	6,7
Temperatur pH-Wert	FR/u	F5	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	21,1	21,1	21,4
Ammonium	FR/f	F5	DIN ISO 15923-1 (D49): 2014-07	0,06	mg/l	3,4	3,2	8,2
Ammonium-Stickstoff	FR/f	F5	DIN ISO 15923-1 (D49): 2014-07	0,05	mg/l	2,6	2,5	6,4
Sulfat (SO4)	FR/f	F5	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	490	550	480
Magnesium (Mg)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,02	mg/l	74,6	95,5	72,7
Kalkaggressives Kohlendioxid	FR/f	F5	DIN 38404-10 (C10): 2012-12	5,0	mg/l	< 5,0	6,1	85

**Prüfungen auf Stahlaggressivität von Wässern**

Säurekapazität pH 4,3 (m-Wert)	FR/u	F5	DIN 38409-7 (H7-2): 2005-12	0,1	mmol/l	9,2	10,8	5,7
Temperatur Säurekapazität pH 4,3	FR/u	F5	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	21,1	21,1	21,4

**Physikalisch-chemische Kenngrößen**

Geruch, angesäuert (qualitativ)	FR/f	F5	DEV B 1/2: 1971			ohne	ohne	leicht erdig
---------------------------------	------	----	-----------------	--	--	------	------	--------------

**Anorganische Summenparameter**

Säurekapazität nach CaCO <sub>3</sub> -Zugabe	FR/f	F5	DIN 38404-10 (C10): 2012-12	0,1	mmol/l	9,3	11	9,5
---	------	----	-----------------------------	-----	--------	-----	----	-----

**Elemente aus dem oxidativen Säure-Aufschluss gemäß AbwV**

Eisen (Fe)	FR/f	F5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,005	mg/l	8,10	36,8	72,4
------------	------	----	-----------------------------------	-------	------	------	------	------

**Erläuterungen**

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Die mit FR gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt Ost GmbH (Lindenstraße 11, Gewerbegebiet Freiberg Ost, Bobritzsch-Hilbersdorf) analysiert. Die Bestimmung der mit F5 gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14081-01-00 akkreditiert.

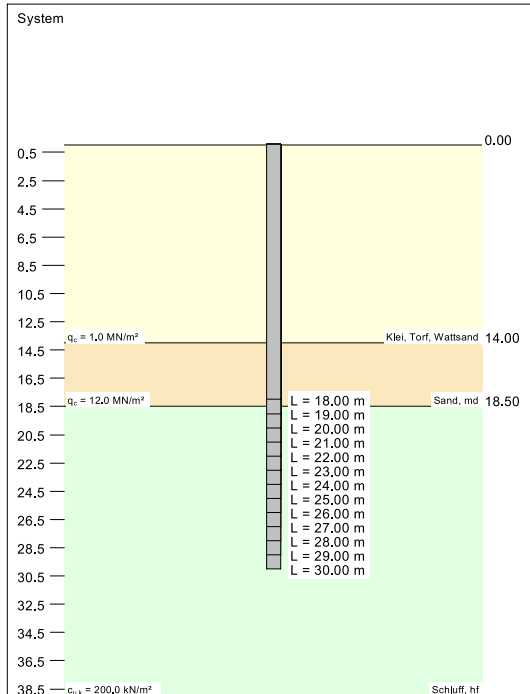
/u - Die Analyse des Parameters erfolgte in Untervergabe.

/f - Die Analyse des Parameters erfolgte in Fremdvergabe.

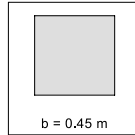


ANLAGE 5.1-5.30

Bemessung äußere Pfahltragfähigkeit

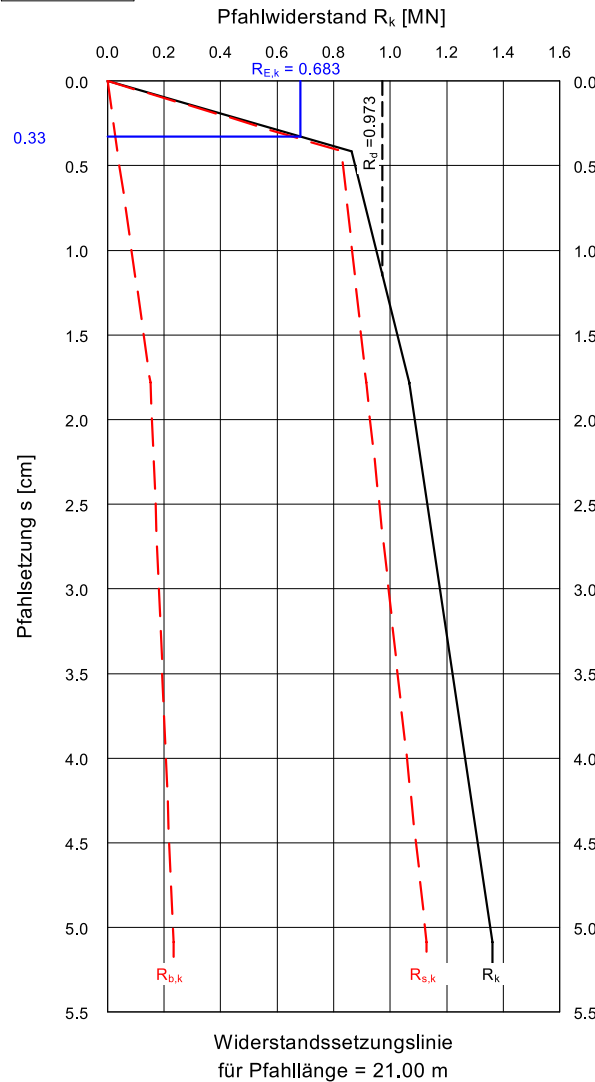


Boden	qc [MN/m²]	cu,k [kN/m²]	qb,k35 [MN/m²]	qb,k10 [MN/m²]	qs(eg),k [MN/m²]	qs(eg),k [MN/m²]	Bezeichnung
	1.0	0.0	0.000	0.000	0.0047	0.0067	Klei, Torf, Wattsand
	12.0	0.0	4.590	7.380	0.0605	0.0860	Sand, md
	0.0	200.0	0.750	1.150	0.0488	0.0588	Schluff, hf



**Berechnungsgrundlagen**  
 WP Rodenkircherwurf, WEA 1, CPT 1-4  
 Norm: EC 7  
 Fertigrampfpfahl  
 Stahlbeton und Spannbeton  
 Verhältniswert (min, max) = 0.50  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei  $q_c < 7.5 \text{ MN/m}^2$  aktiviert  
 bei  $c_{u,k} < 60 \text{ kN/m}^2$  deaktiviert

**Pfahlbreite = 0.450 m**  
 $\gamma_P = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$



b [m]	Länge [m]	Rk [MN]	Rd [MN]	RE,k [MN]	s [cm]
0.450	18.00				
0.450	19.00				
0.450	20.00	1.256	0.897	0.630	0.302
0.450	21.00	1.362	0.973	0.683	0.327
0.450	22.00	1.468	1.048	0.736	0.353
0.450	23.00	1.573	1.124	0.789	0.378
0.450	24.00	1.679	1.199	0.842	0.404
0.450	25.00	1.785	1.275	0.895	0.429
0.450	26.00	1.891	1.350	0.948	0.454
0.450	27.00	1.996	1.426	1.001	0.480
0.450	28.00	2.102	1.502	1.054	0.505
0.450	29.00	2.208	1.577	1.107	0.531
0.450	30.00	2.314	1.653	1.160	0.556

$R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99 \quad [\gamma_{(G,Q)} = 1.425]$

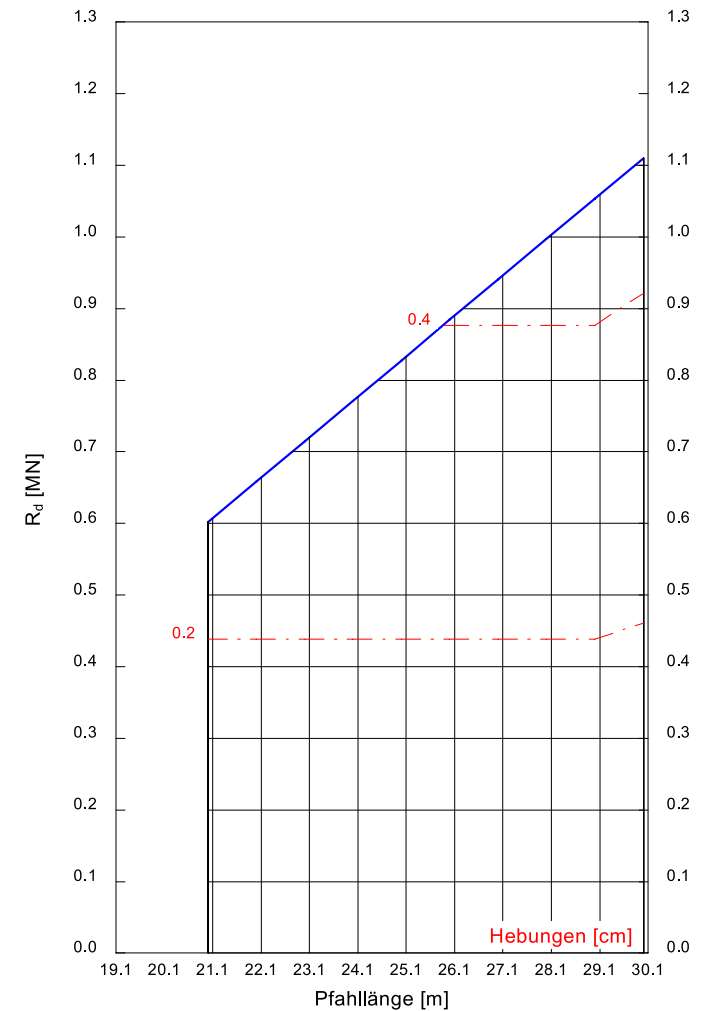
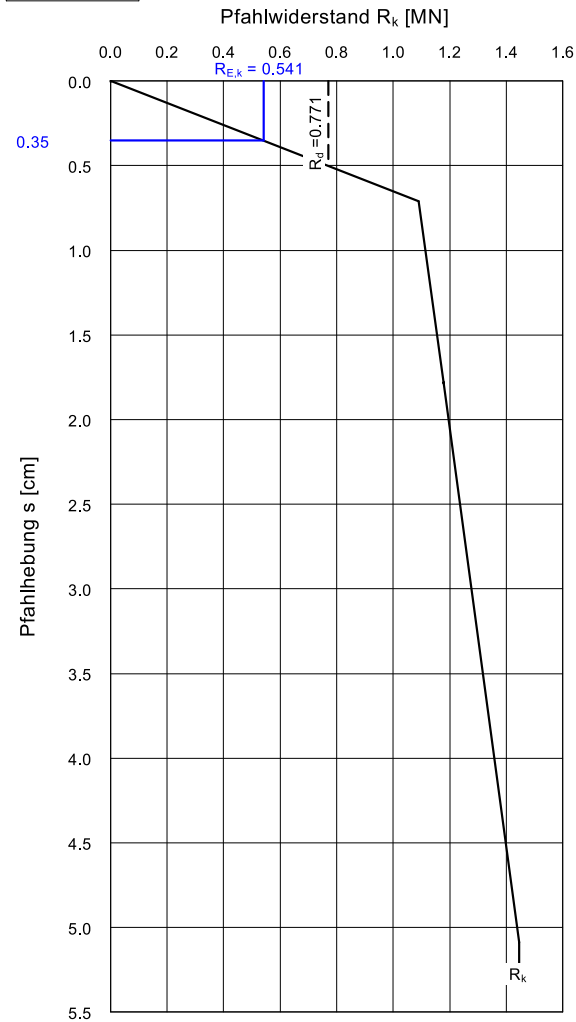
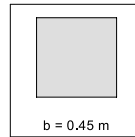
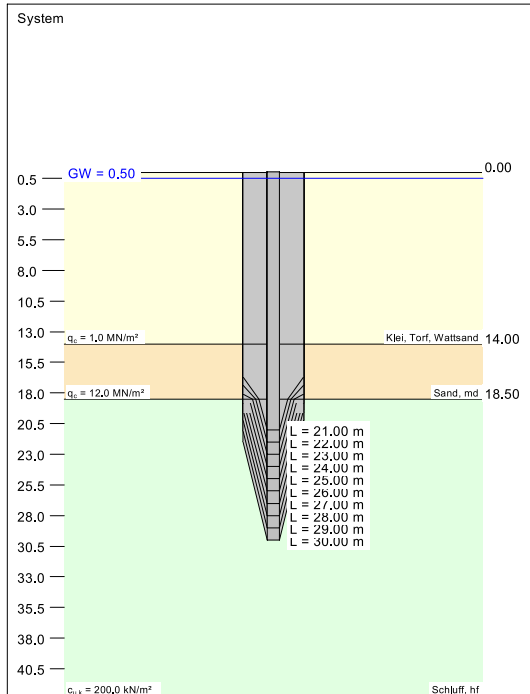
Widerstandssetzungslinie  
für Pfahlänge = 21.00 m

Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$q_c$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]	$q_{s(eg),k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	16,0	6,0	1,0	0,0	27,5	0,0067	Klei, Torf, Wattsand
	19,0	10,0	12,0	0,0	32,5	0,0880	Sand, md
	15,0	5,0	0,0	200,0	15,0	0,0588	Schluff, hf

Berechnungsgrundlagen  
WP Rodenkircherwupp, WEA 1, CPT 1-4  
Norm: EC 7  
Fertiggrampfahl (Zugpfahl)  
Stahlbeton und Spannbeton  
Verhältnswert (min, max) = 0.50  
Interpolation Mantelreibung:  
bei  $q_c < 7.5$  MN/m<sup>2</sup> aktiviert  
bei  $c_{u,k} < 60$  kN/m<sup>2</sup> deaktiviert

Pfahlbreite = 0.450 m  
Grundwasser = 0.50 m  
Anpassungsfaktor  $\eta = 0.800$   
 $\gamma_a = \gamma$  (Aufbruchkegel) = 0.900  
Modellfaktor  $\gamma_M = 1.250$   
Aufbruchradius begrenzt auf: 2.50 m  
 $\gamma_P = 1.50$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_G = 1.50$

Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_G + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
—  $R_d$   
- - - Hebung

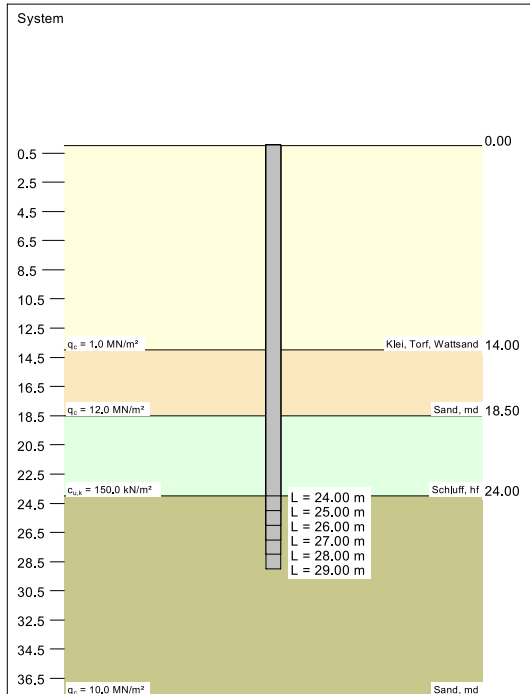


b [m]	Länge [m]	$G_d$ [MN]	$R_k$ [MN]	$R_d$ [MN]	$R_{E,k}$ [MN]	Hebung [cm]
0.450	21.00	1.734	1.129	0.602	0.423	0.275
0.450	22.00	1.808	1.235	0.659	0.462	0.300
0.450	23.00	1.879	1.340	0.715	0.502	0.326
0.450	24.00	1.946	1.446	0.771	0.541	0.352
0.450	25.00	2.005	1.552	0.828	0.581	0.378
0.450	26.00	2.055	1.658	0.884	0.620	0.403
0.450	27.00	2.094	1.763	0.941	0.660	0.429
0.450	28.00	2.162	1.869	0.997	0.700	0.455
0.450	29.00	2.229	1.975	1.053	0.739	0.480
0.450	30.00	2.298	2.081	1.110	0.779	0.482

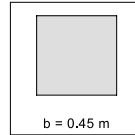
$R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)} \cdot \gamma_G) = R_k / (1.500 \cdot 1.425 \cdot 1.250) = R_k / 2.67 \quad [\gamma_{(G,Q)} = 1.425]$

Widerstandshebunglinie  
für Pfahlänge = 24.00 m





Boden	q <sub>c</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	c <sub>u,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k35</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k10</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s(eg*),k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s(eg),k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	1.0	0.0	0.000	0.000	0.0047	0.0067	Klei, Torf, Wattsand
	12.0	0.0	4.590	7.380	0.0605	0.0860	Sand, md
	0.0	150.0	0.625	0.975	0.0425	0.0500	Schluff, hf
	10.0	0.0	4.150	6.367	0.0492	0.0700	Sand, md

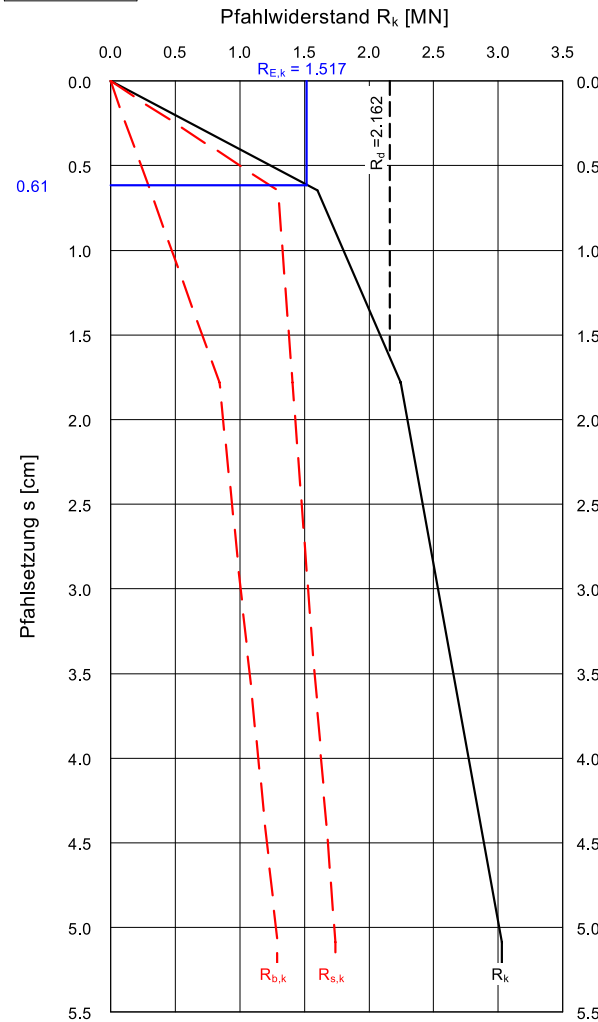


**Berechnungsgrundlagen**  
 WP Rodenkircherwarp, WEA 1, CPT 1-1  
 Norm: EC 7  
 Fertigrampfpfahl  
 Stahlbeton und Spannbeton  
 Verhältniswert (min, max) = 0.50  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei q<sub>c</sub> < 7.5 MN/m<sup>2</sup> aktiviert  
 bei c<sub>u,k</sub> < 60 kN/m<sup>2</sup> deaktiviert

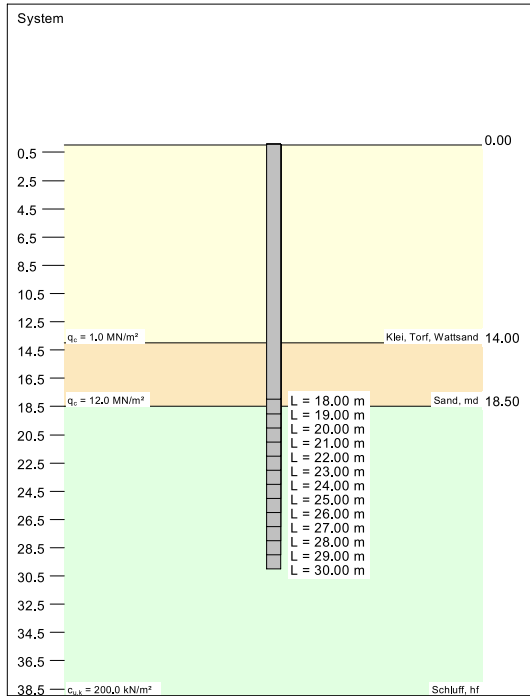
**Pfahlbreite = 0.450 m**  
 γ<sub>P</sub> = 1.40  
 γ<sub>G</sub> = 1.35  
 γ<sub>Q</sub> = 1.50  
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 γ<sub>(G,Q)</sub> = 0.500 · γ<sub>Q</sub> + (1 - 0.500) · γ<sub>G</sub>  
 γ<sub>(G,Q)</sub> = 1.425

b [m]	Länge [m]	R <sub>k</sub> [MN]	R <sub>d</sub> [MN]	R <sub>E,k</sub> [MN]	s [cm]
0.450	24.00	Bindige und nichtbindige Böden im Einflussbereich des Spitzendrucks			
0.450	25.00	2.775	1.982	1.391	0.577
0.450	26.00	2.901	2.072	1.454	0.588
0.450	27.00	3.027	2.162	1.517	0.614
0.450	28.00	3.153	2.252	1.580	0.639
0.450	29.00	3.279	2.342	1.644	0.665

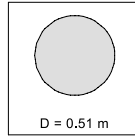
$R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99 \quad [\gamma_{(G,Q)} = 1.425]$



Widerstandssetzungslinie  
für Pfahlänge = 27.00 m

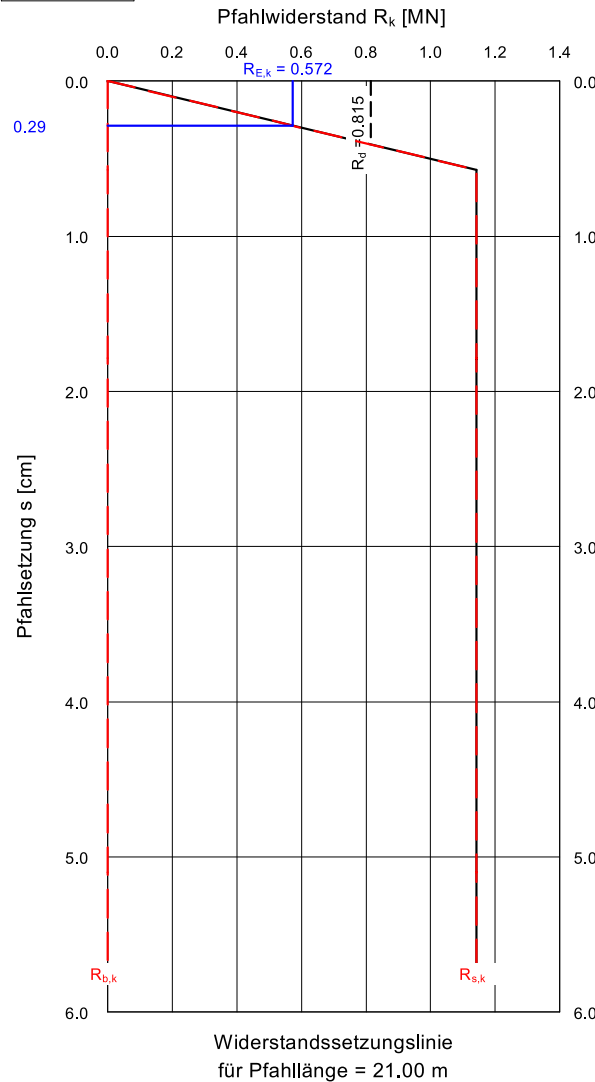


Boden	q <sub>c</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	c <sub>u,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k35</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k10</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s(eg*),k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s(eg),k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
0.0 - 14.00	1.0	0.0	0.000	0.000	0.0083	0.0083	Klei, Torf, Wattsand
14.00 - 18.50	12.0	0.0	4.590	7.380	0.0970	0.0970	Sand, md
18.50 - 38.5	0.0	200.0	0.000	0.000	0.0638	0.0638	Schluff, hf



Berechnungsgrundlagen  
 WP Rodenkircherwurf, WEA 1, CPT 1-4  
 Norm: EC 7  
 Simplexpfahl  
 Verhältniswert (min, max) = 0.50  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei q<sub>c</sub> < 7.5 MN/m<sup>2</sup> aktiviert  
 bei c<sub>u,k</sub> < 60 kN/m<sup>2</sup> deaktiviert  
 Pfahldurchmesser = 0.510 m

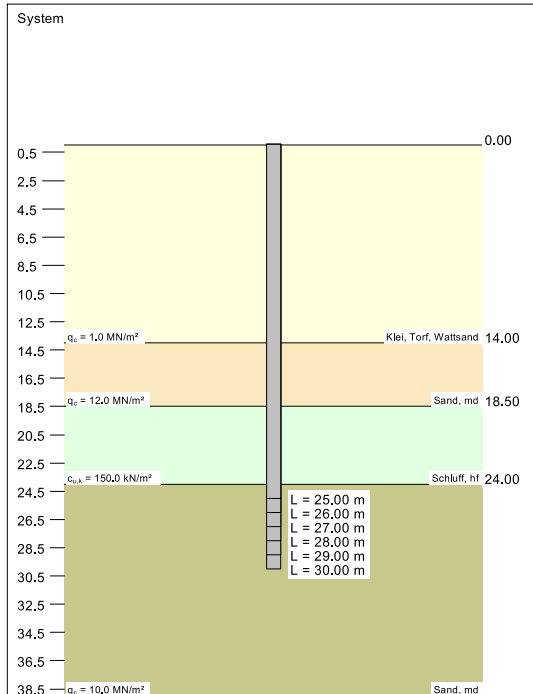
$\gamma_p = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_G + (1 - 0.500) \cdot \gamma_Q$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$



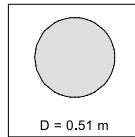
D [m]	Länge [m]	R <sub>k</sub> [MN]	R <sub>d</sub> [MN]	R <sub>E,k</sub> [MN]	s [cm]
0.510	18.00				
0.510	19.00				
0.510	20.00	1.040	0.743	0.521	0.261
0.510	21.00	1.142	0.815	0.572	0.286
0.510	22.00	1.244	0.888	0.623	0.312
0.510	23.00	1.346	0.961	0.675	0.337
0.510	24.00	1.448	1.034	0.726	0.363
0.510	25.00	1.550	1.107	0.777	0.389
0.510	26.00	1.652	1.180	0.828	0.414
0.510	27.00	1.754	1.253	0.879	0.440
0.510	28.00	1.857	1.326	0.931	0.465
0.510	29.00	1.959	1.399	0.982	0.491
0.510	30.00	2.061	1.472	1.033	0.501

$R_{E,k} = R_k / (\gamma_p \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99 \quad [\gamma_{(G,Q)} = 1.425]$

Widerstandssetzungslinie  
für Pfahlänge = 21.00 m



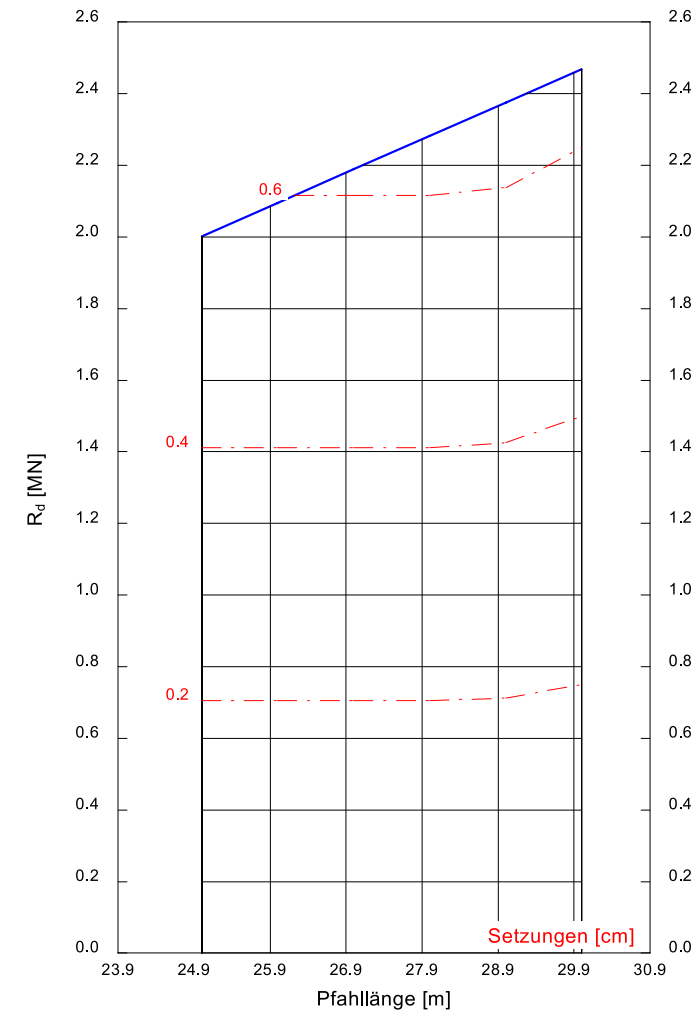
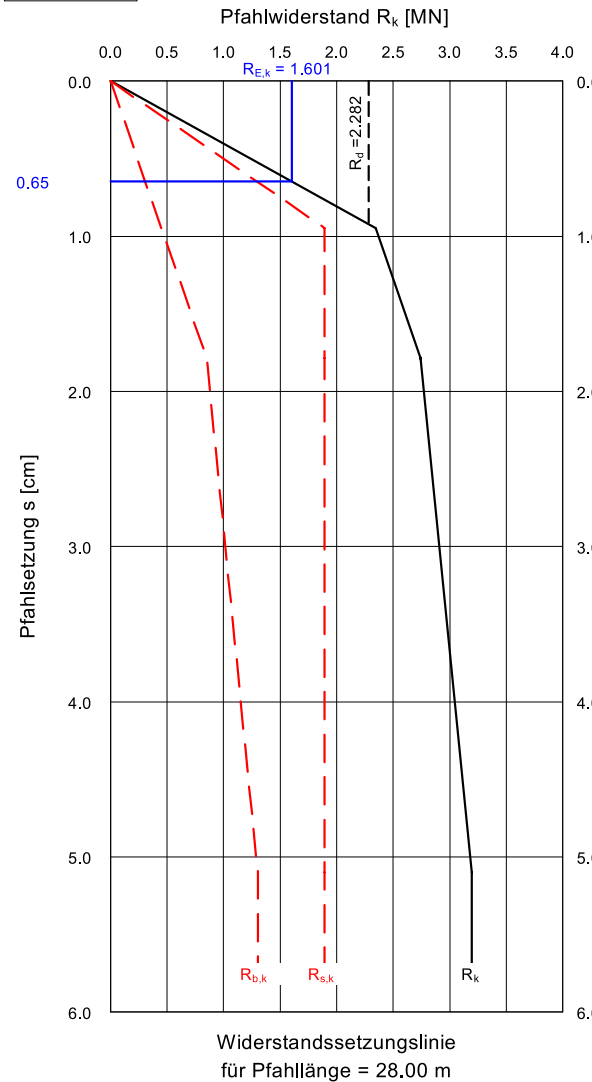
Boden	q <sub>c</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	c <sub>u,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k35</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k10</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s(eg*),k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s(eg),k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
1.0	0.0	0.000	0.000	0.000	0.0083	0.0083	Klei, Torf, Wattsand
12.0	0.0	4.590	7.380	0.0970	0.0970		Sand, md
0.0	150.0	0.000	0.000	0.0550	0.0550		Schluff, hf
10.0	0.0	4.150	6.367	0.0817	0.0817		Sand, md



**Berechnungsgrundlagen**  
 WP Rodenkircherwarp, WEA 1, CPT 1-1  
 Norm: EC 7  
 Simplexpfahl  
 Verhältniswert (min, max) = 0.50  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei q<sub>c</sub> < 7.5 MN/m<sup>2</sup> aktiviert  
 bei c<sub>u,k</sub> < 60 kN/m<sup>2</sup> deaktiviert  
 Pfahldurchmesser = 0.510 m

γ<sub>p</sub> = 1.40  
 γ<sub>G</sub> = 1.35  
 γ<sub>Q</sub> = 1.50  
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 γ<sub>(G,Q)</sub> = 0.500 · γ<sub>Q</sub> + (1 - 0.500) · γ<sub>G</sub>  
 γ<sub>(G,Q)</sub> = 1.425

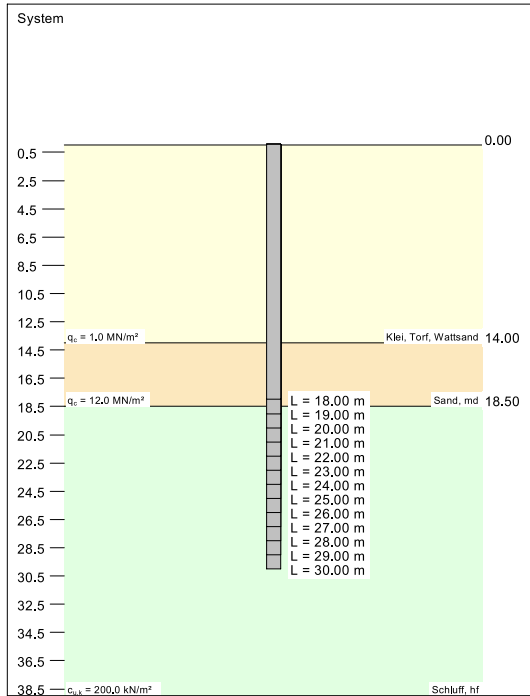
— R<sub>d</sub>  
 - - - - - Setzung



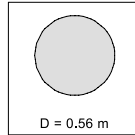
D [m]	Länge [m]	R <sub>k</sub> [MN]	R <sub>d</sub> [MN]	R <sub>E,k</sub> [MN]	s [cm]
0.510	25.00	2.802	2.002	1.405	0.568
0.510	26.00	2.933	2.095	1.470	0.594
0.510	27.00	3.064	2.189	1.536	0.621
0.510	28.00	3.195	2.282	1.601	0.647
0.510	29.00	3.326	2.376	1.667	0.667
0.510	30.00	3.457	2.469	1.733	0.659

$R_{E,k} = R_k / (\gamma_p \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99 \quad [\gamma_{(G,Q)} = 1.425]$

Widerstandssetzungslinie  
für Pfahlänge = 28.00 m

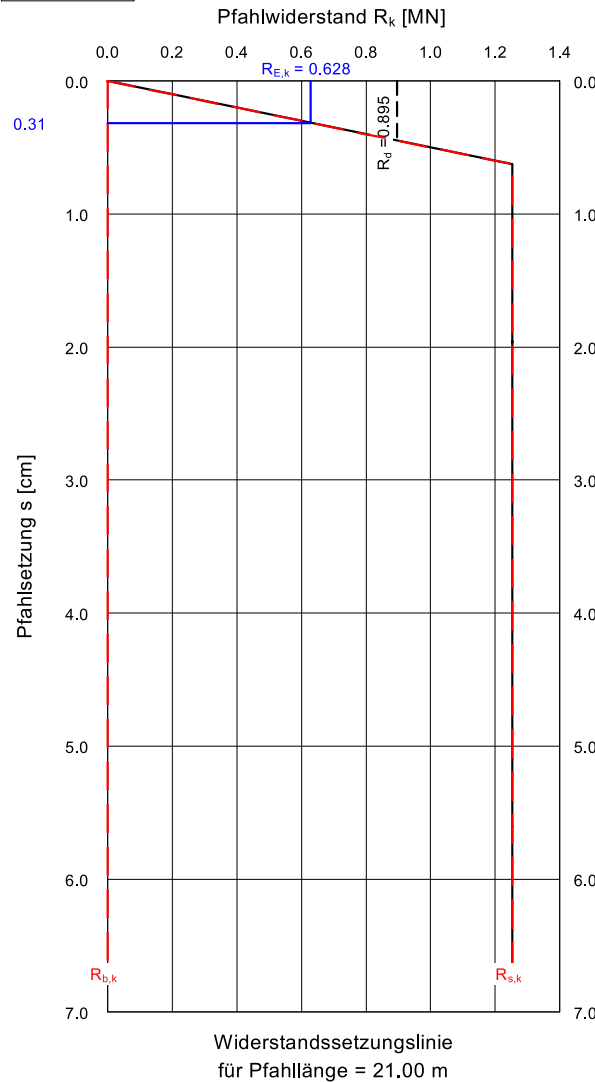


Boden	q <sub>c</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	c <sub>u,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k35</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k10</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s(eg<sup>3</sup>),k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s(eg),k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
■	1.0	0.0	0.000	0.000	0.0083	0.0083	Klei, Torf, Wattsand
■	12.0	0.0	4.590	7.380	0.0970	0.0970	Sand, md
■	0.0	200.0	0.000	0.000	0.0638	0.0638	Schluff, hf



Berechnungsgrundlagen  
 WP Rodenkircherwarp, WEA 1, CPT 1-4  
 Norm: EC 7  
 Simplexpfahl  
 Verhältniswert (min, max) = 0.50  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei q<sub>c</sub> < 7.5 MN/m<sup>2</sup> aktiviert  
 bei c<sub>u,k</sub> < 60 kN/m<sup>2</sup> deaktiviert  
 Pfahldurchmesser = 0.560 m

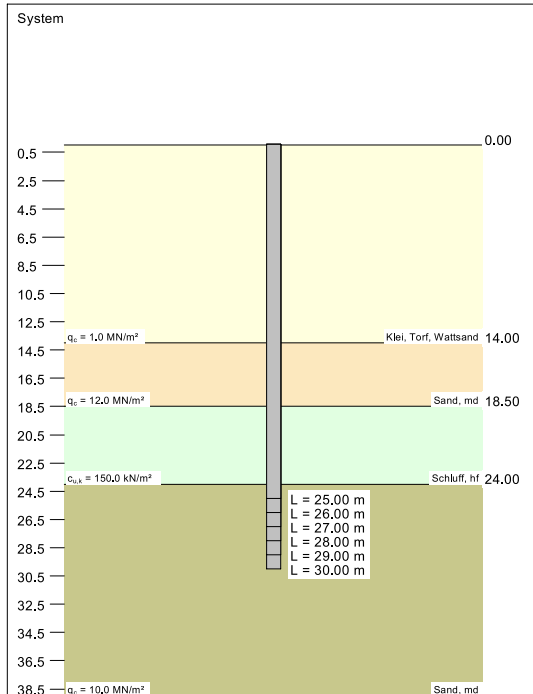
γ<sub>P</sub> = 1.40  
 γ<sub>G</sub> = 1.35  
 γ<sub>Q</sub> = 1.50  
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 γ<sub>(G,Q)</sub> = 0.500 · γ<sub>Q</sub> + (1 - 0.500) · γ<sub>G</sub>  
 γ<sub>(G,Q)</sub> = 1.425



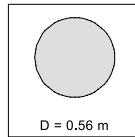
D [m]	Länge [m]	R <sub>k</sub> [MN]	R <sub>d</sub> [MN]	R <sub>E,k</sub> [MN]	s [cm]	
0.560	18.00	Bindige und nichtbindige Böden im Einflussbereich des Spitzendrucks				
0.560	19.00	Bindige und nichtbindige Böden im Einflussbereich des Spitzendrucks				
0.560	20.00	1.141	0.815	0.572	0.286	
0.560	21.00	1.254	0.895	0.628	0.314	
0.560	22.00	1.366	0.976	0.685	0.342	
0.560	23.00	1.478	1.056	0.741	0.370	
0.560	24.00	1.590	1.136	0.797	0.399	
0.560	25.00	1.702	1.216	0.853	0.427	
0.560	26.00	1.814	1.296	0.909	0.455	
0.560	27.00	1.926	1.376	0.966	0.483	
0.560	28.00	2.039	1.456	1.022	0.501	
0.560	29.00	2.151	1.536	1.078	0.501	
0.560	30.00	2.263	1.616	1.134	0.501	

R<sub>E,k</sub> = R<sub>k</sub> / (γ<sub>P</sub> · γ<sub>(G,Q)</sub>) = R<sub>k</sub> / (1.400 · 1.425) = R<sub>k</sub> / 1.99 [γ<sub>(G,Q)</sub> = 1.425]

Widerstandssetzungslinie  
für Pfahlänge = 21.00 m



Boden	$q_c$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{b,k35}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{b,k10}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{s(eg^*),k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{s(eg),k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	1.0	0.0	0.000	0.000	0.0083	0.0083	Klei, Torf, Wattsand
	12.0	0.0	4.590	7.380	0.0970	0.0970	Sand, md
	0.0	150.0	0.000	0.000	0.0550	0.0550	Schluff, hf
	10.0	0.0	4.150	6.367	0.0817	0.0817	Sand, md



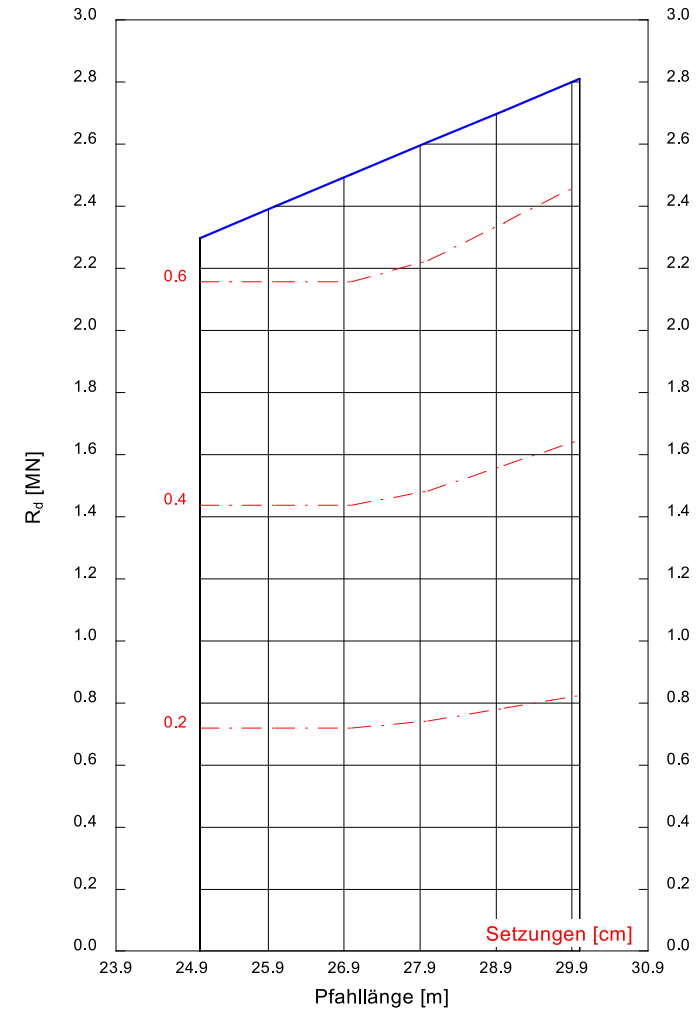
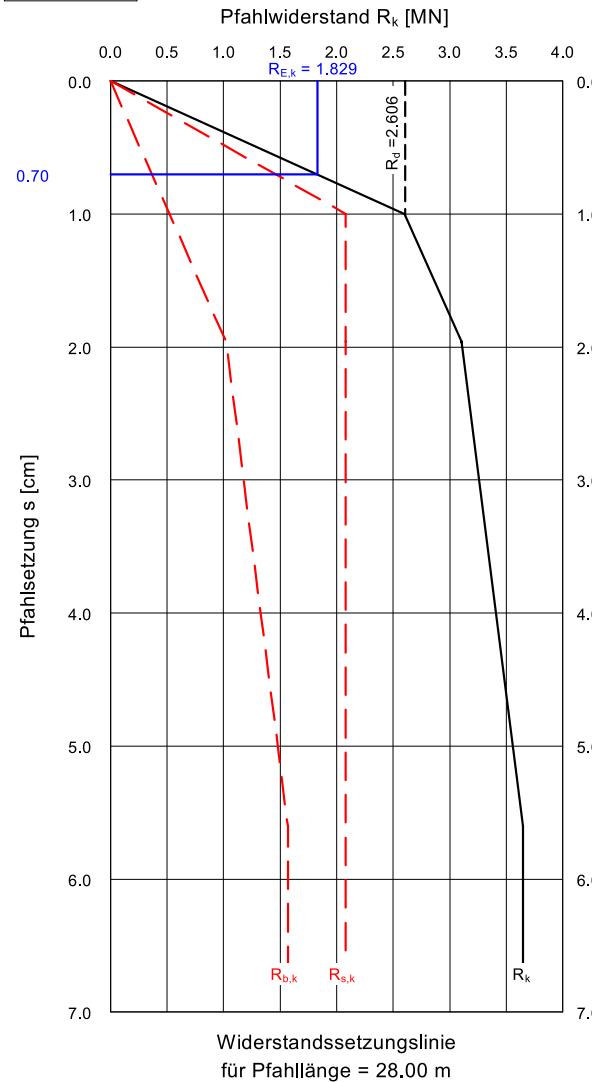
Berechnungsgrundlagen  
 WP Rodenkircherwarp, WEA 1, CPT 1-1  
 Norm: EC 7  
 Simplexpfahl  
 Verhältniswert (min, max) = 0.50  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei  $q_c < 7.5$  MN/m<sup>2</sup> aktiviert  
 bei  $c_{u,k} < 60$  kN/m<sup>2</sup> deaktiviert  
 Pfahldurchmesser = 0.560 m

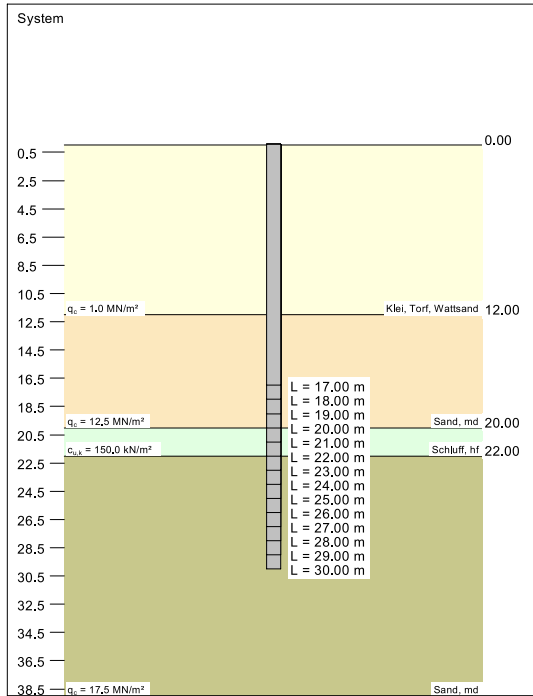
$\gamma_P = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$

—  $R_d$   
 - - - - -  $s$

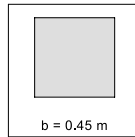
D [m]	Länge [m]	$R_k$ [MN]	$R_d$ [MN]	$R_{E,k}$ [MN]	s [cm]
0.560	25.00	3.217	2.298	1.613	0.640
0.560	26.00	3.361	2.401	1.685	0.668
0.560	27.00	3.505	2.503	1.757	0.697
0.560	28.00	3.648	2.606	1.829	0.703
0.560	29.00	3.792	2.708	1.901	0.692
0.560	30.00	3.936	2.811	1.973	0.683

$R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99$  [ $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$ ]



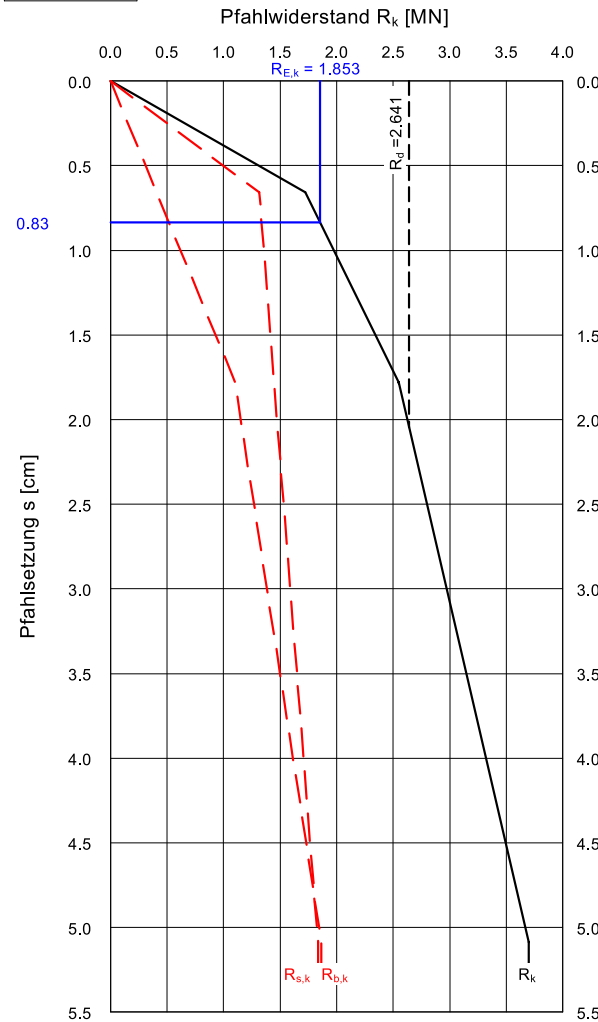


Boden	q <sub>c</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	c <sub>u,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k35</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k10</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s(eg*),k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s(eg),k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	1.0	0.0	0.000	0.000	0.0047	0.0067	Klei, Torf, Wattsand
	12.5	0.0	4.700	7.633	0.0633	0.0900	Sand, md
	0.0	150.0	0.625	0.975	0.0425	0.0500	Schluff, hf
	17.5	0.0	5.438	9.206	0.0838	0.1181	Sand, md



**Berechnungsgrundlagen**  
 WP Rodenkircherwupp, WEA 2, CPT 2-2  
 Norm: EC 7  
 Fertigrampfpfahl  
 Stahlbeton und Spannbeton  
 Verhältniswert (min, max) = 0.50  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei q<sub>c</sub> < 7.5 MN/m<sup>2</sup> aktiviert  
 bei c<sub>u,k</sub> < 60 kN/m<sup>2</sup> deaktiviert

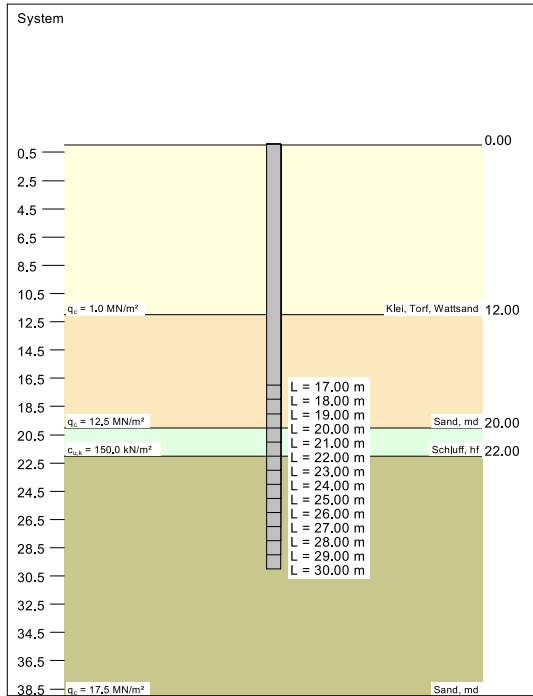
**Pfahlbreite = 0.450 m**  
 γ<sub>P</sub> = 1.40  
 γ<sub>G</sub> = 1.35  
 γ<sub>Q</sub> = 1.50  
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 γ<sub>(G,Q)</sub> = 0.500 · γ<sub>Q</sub> + (1 - 0.500) · γ<sub>G</sub>  
 γ<sub>(G,Q)</sub> = 1.425



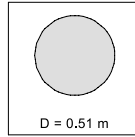
b [m]	Länge [m]	R <sub>k</sub> [MN]	R <sub>d</sub> [MN]	R <sub>E,k</sub> [MN]	s [cm]
0.450	17.00	2.500	1.786	1.253	1.013
0.450	18.00	Bindige und nichtbindige Böden im Einflussbereich des Spitzendrucks			
0.450	19.00	Bindige und nichtbindige Böden im Einflussbereich des Spitzendrucks			
0.450	20.00	Bindige und nichtbindige Böden im Einflussbereich des Spitzendrucks			
0.450	21.00	Bindige und nichtbindige Böden im Einflussbereich des Spitzendrucks			
0.450	22.00	Bindige und nichtbindige Böden im Einflussbereich des Spitzendrucks			
0.450	23.00	3.697	2.641	1.853	0.834
0.450	24.00	3.910	2.793	1.960	0.785
0.450	25.00	4.122	2.944	2.066	0.789
0.450	26.00	4.335	3.096	2.173	0.830
0.450	27.00	4.547	3.248	2.279	0.870
0.450	28.00	4.760	3.400	2.386	0.887
0.450	29.00	4.973	3.552	2.493	0.878
0.450	30.00	5.185	3.704	2.599	0.869

$R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99 \quad [\gamma_{(G,Q)} = 1.425]$

Widerstandssetzungslinie  
für Pfahlänge = 23.00 m

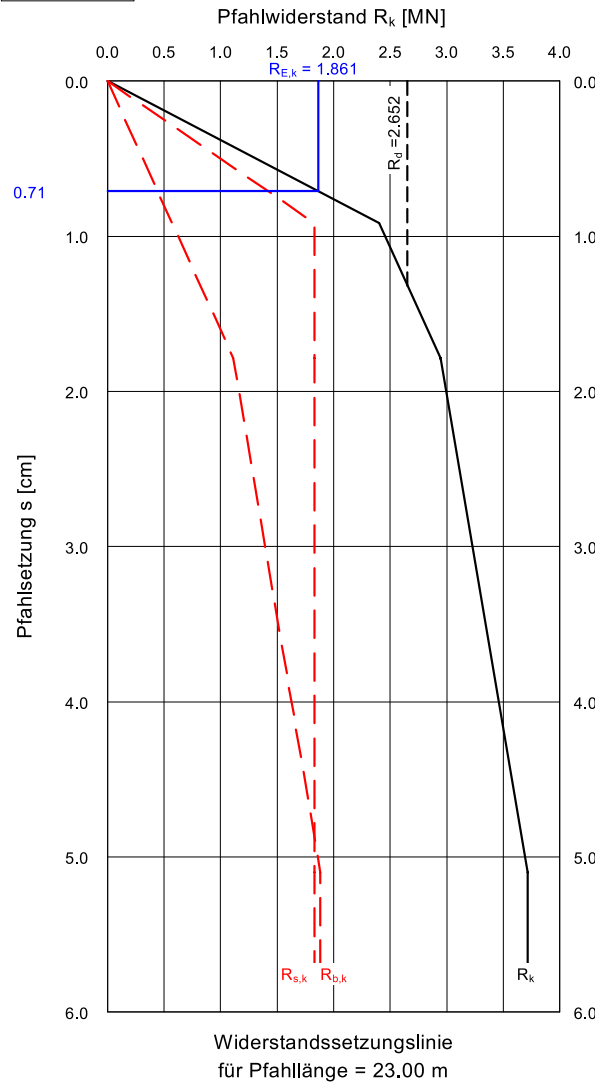


Boden	$q_c$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{b,k35}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{b,k10}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{s(eg^*),k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{s(eg),k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	1.0	0.0	0.000	0.000	0.0083	0.0083	Klei, Torf, Wattsand
	12.5	0.0	4.700	7.633	0.1008	0.1008	Sand, md
	0.0	150.0	0.000	0.000	0.0550	0.0550	Schluff, hf
	17.5	0.0	5.438	9.206	0.1269	0.1269	Sand, md



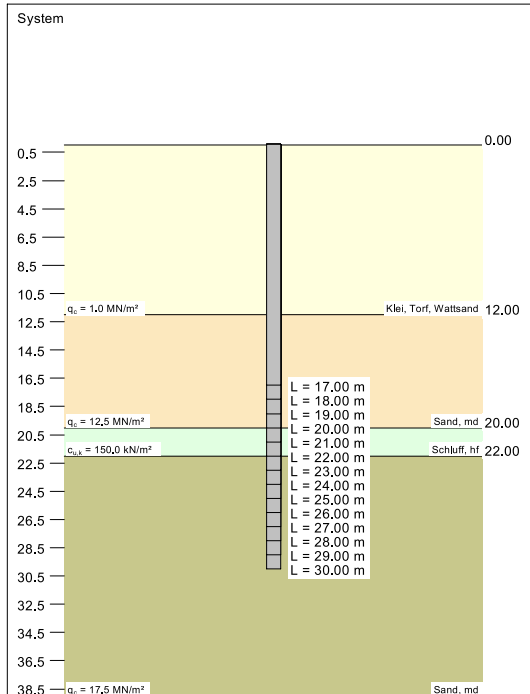
Berechnungsgrundlagen  
 WP Rodenkircherwarp, WEA 2, CPT 2-2  
 Norm: EC 7  
 Simplexpfahl  
 Verhältnisswert (min, max) = 0.50  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei  $q_c < 7.5 \text{ MN/m}^2$  aktiviert  
 bei  $c_{u,k} < 60 \text{ kN/m}^2$  deaktiviert  
 Pfahldurchmesser = 0.510 m

$\gamma_p = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_G + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$

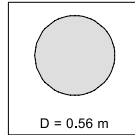


D [m]	Länge [m]	$R_k$ [MN]	$R_d$ [MN]	$R_{E,k}$ [MN]	$s$ [cm]
0.510	17.00	2.527	1.805	1.267	0.556
0.510	18.00	Bindige und nichtbindige Böden im Einflussbereich des Spitzendrucks			
0.510	19.00	Bindige und nichtbindige Böden im Einflussbereich des Spitzendrucks			
0.510	20.00	Bindige und nichtbindige Böden im Einflussbereich des Spitzendrucks			
0.510	21.00	Bindige und nichtbindige Böden im Einflussbereich des Spitzendrucks			
0.510	22.00	Bindige und nichtbindige Böden im Einflussbereich des Spitzendrucks			
0.510	23.00	3.713	2.652	1.861	0.710
0.510	24.00	3.916	2.797	1.963	0.739
0.510	25.00	4.119	2.942	2.065	0.722
0.510	26.00	4.323	3.088	2.167	0.707
0.510	27.00	4.526	3.233	2.269	0.694
0.510	28.00	4.729	3.378	2.371	0.683
0.510	29.00	4.933	3.523	2.472	0.673
0.510	30.00	5.136	3.668	2.574	0.664

$R_{E,k} = R_k / (\gamma_p \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99 \quad [\gamma_{(G,Q)} = 1.425]$

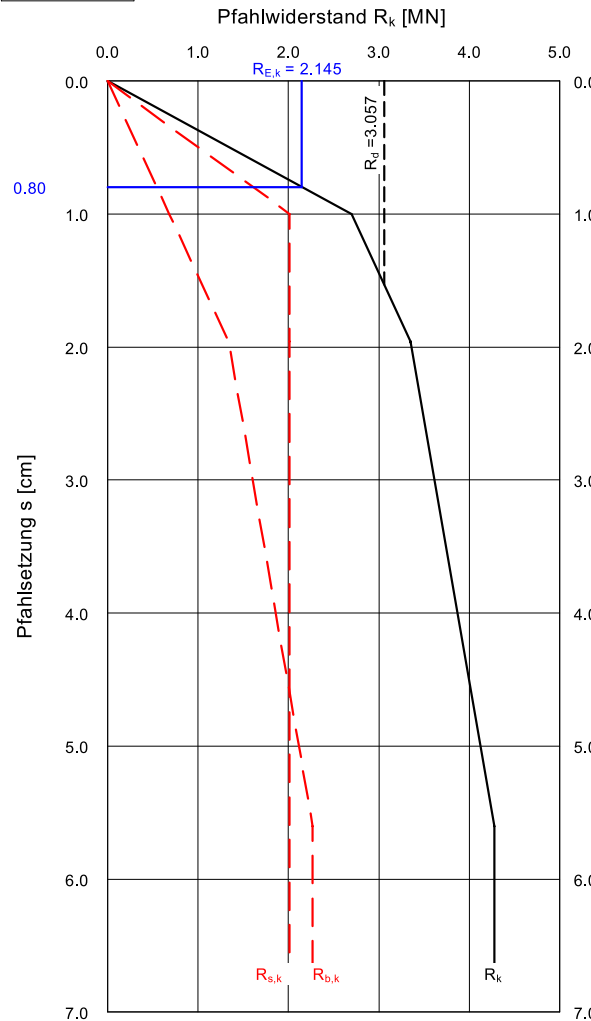


Boden	qc [MN/m²]	cu,k [kN/m²]	qb,k35 [MN/m²]	qb,k10 [MN/m²]	qs(eg*),k [MN/m²]	qs(eg),k [MN/m²]	Bezeichnung
0.0 - 12.0	1.0	0.0	0.000	0.000	0.0083	0.0083	Klei, Torf, Wattsand
12.0 - 20.0	12.5	0.0	4.700	7.633	0.1008	0.1008	Sand, md
20.0 - 22.0	0.0	150.0	0.000	0.000	0.0550	0.0550	Schluff, hf
22.0 - 38.5	17.5	0.0	5.438	9.206	0.1269	0.1269	Sand, md



Berechnungsgrundlagen  
 WP Rodenkircherwarp, WEA 2, CPT 2-2  
 Norm: EC 7  
 Simplexpfahl  
 Verhältniswert (min, max) = 0.50  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei  $q_c < 7.5 \text{ MN/m}^2$  aktiviert  
 bei  $c_{u,k} < 60 \text{ kN/m}^2$  deaktiviert  
 Pfahldurchmesser = 0.560 m

$\gamma_P = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_G + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$

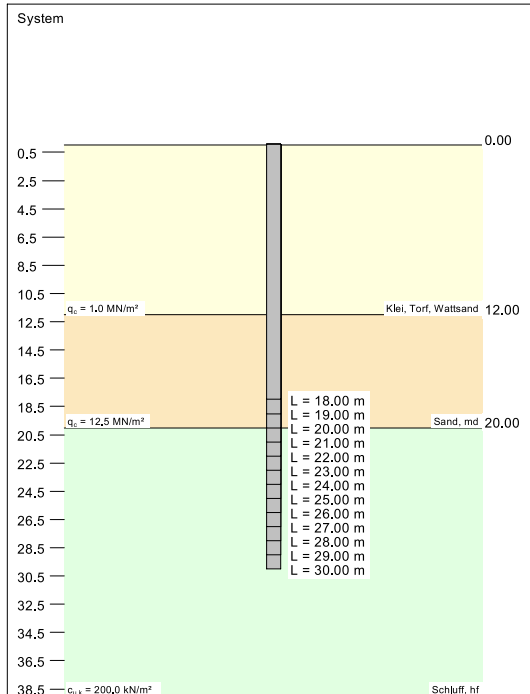


D [m]	Länge [m]	Rk [MN]	Rd [MN]	Re,k [MN]	s [cm]
0.560	17.00	2.943	2.102	1.475	0.698
0.560	18.00	Bindige und nichtbindige Böden im Einflussbereich des Spitzendrucks			
0.560	19.00	Bindige und nichtbindige Böden im Einflussbereich des Spitzendrucks			
0.560	20.00	Bindige und nichtbindige Böden im Einflussbereich des Spitzendrucks			
0.560	21.00	Bindige und nichtbindige Böden im Einflussbereich des Spitzendrucks			
0.560	22.00	Bindige und nichtbindige Böden im Einflussbereich des Spitzendrucks			
0.560	23.00	4.279	3.057	2.145	0.796
0.560	24.00	4.503	3.216	2.257	0.773
0.560	25.00	4.726	3.376	2.369	0.754
0.560	26.00	4.949	3.535	2.481	0.737
0.560	27.00	5.172	3.694	2.593	0.723
0.560	28.00	5.395	3.854	2.704	0.710
0.560	29.00	5.619	4.013	2.816	0.698
0.560	30.00	5.842	4.173	2.928	0.688

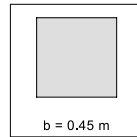
$R_{e,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99 \quad [\gamma_{(G,Q)} = 1.425]$

Widerstandssetzungslinie  
für Pfahlänge = 23.00 m



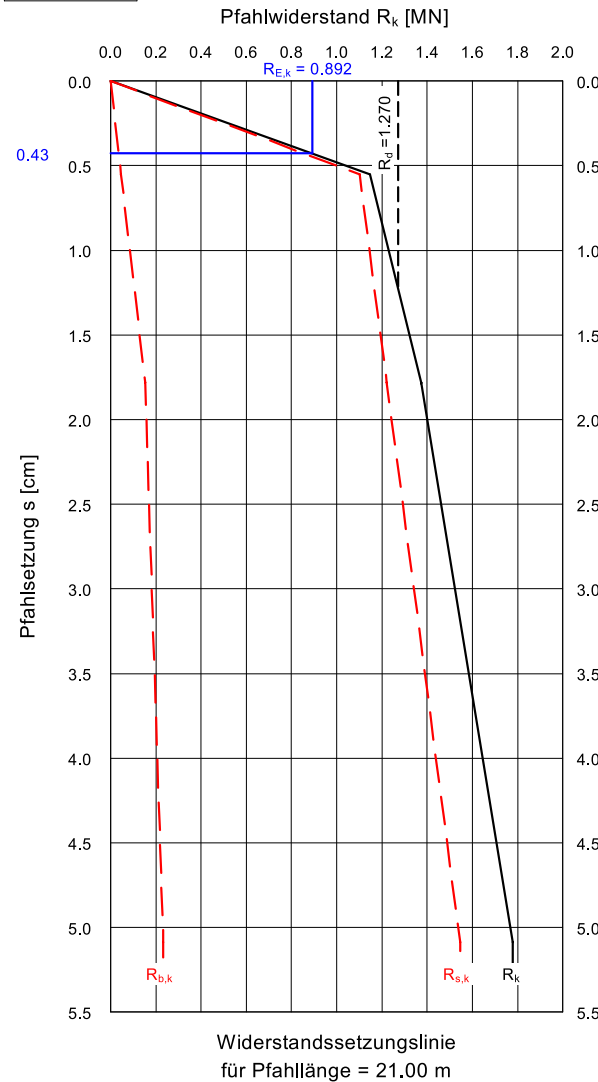


Boden	q <sub>c</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	c <sub>u,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k35</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k10</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s(eg*),k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s(eg),k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
Yellow	1.0	0.0	0.000	0.000	0.0047	0.0067	Klei, Torf, Wattsand
Orange	12.5	0.0	4.700	7.633	0.0633	0.0900	Sand, md
Green	0.0	200.0	0.750	1.150	0.0488	0.0588	Schluff, hf



**Berechnungsgrundlagen**  
 WP Rodenkircherwarp, WEA 2, CPT 2-4  
 Norm: EC 7  
 Fertigrampfpfahl  
 Stahlbeton und Spannbeton  
 Verhältniswert (min, max) = 0.50  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei q<sub>c</sub> < 7.5 MN/m<sup>2</sup> aktiviert  
 bei c<sub>u,k</sub> < 60 kN/m<sup>2</sup> deaktiviert

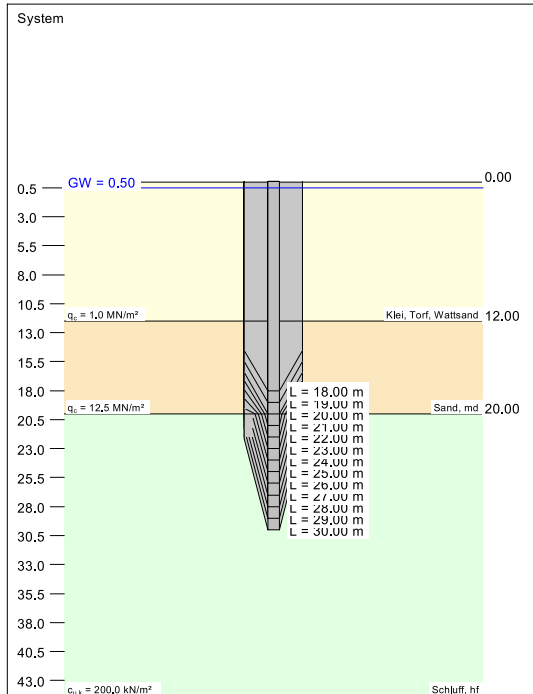
**Pfahlbreite = 0.450 m**  
 γ<sub>P</sub> = 1.40  
 γ<sub>G</sub> = 1.35  
 γ<sub>Q</sub> = 1.50  
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 γ<sub>(G,Q)</sub> = 0.500 · γ<sub>Q</sub> + (1 - 0.500) · γ<sub>G</sub>  
 γ<sub>(G,Q)</sub> = 1.425



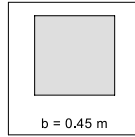
b [m]	Länge [m]	R <sub>k</sub> [MN]	R <sub>d</sub> [MN]	R <sub>E,k</sub> [MN]	s [cm]
0.450	18.00				
0.450	19.00				
0.450	20.00				
0.450	21.00	1.779	1.270	0.892	0.428
0.450	22.00	1.884	1.346	0.945	0.453
0.450	23.00	1.990	1.422	0.998	0.478
0.450	24.00	2.096	1.497	1.051	0.504
0.450	25.00	2.202	1.573	1.104	0.529
0.450	26.00	2.307	1.648	1.157	0.555
0.450	27.00	2.413	1.724	1.210	0.580
0.450	28.00	2.519	1.799	1.263	0.605
0.450	29.00	2.625	1.875	1.316	0.631
0.450	30.00	2.730	1.950	1.369	0.656

$R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99 \quad [\gamma_{(G,Q)} = 1.425]$

Widerstandssetzungslinie  
für Pfahlänge = 21.00 m



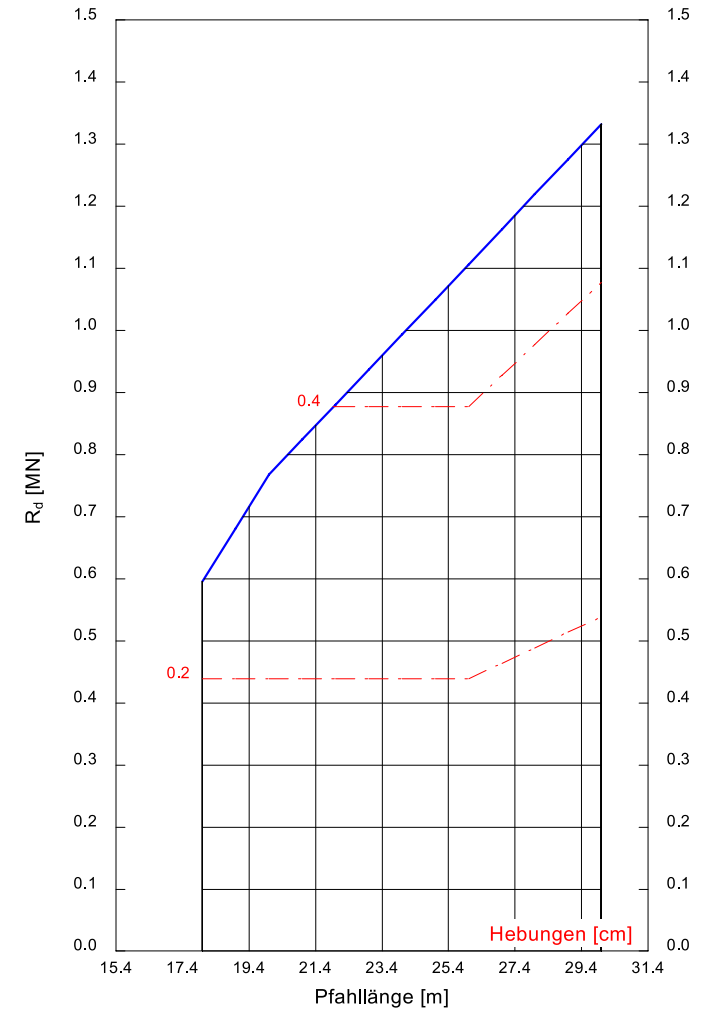
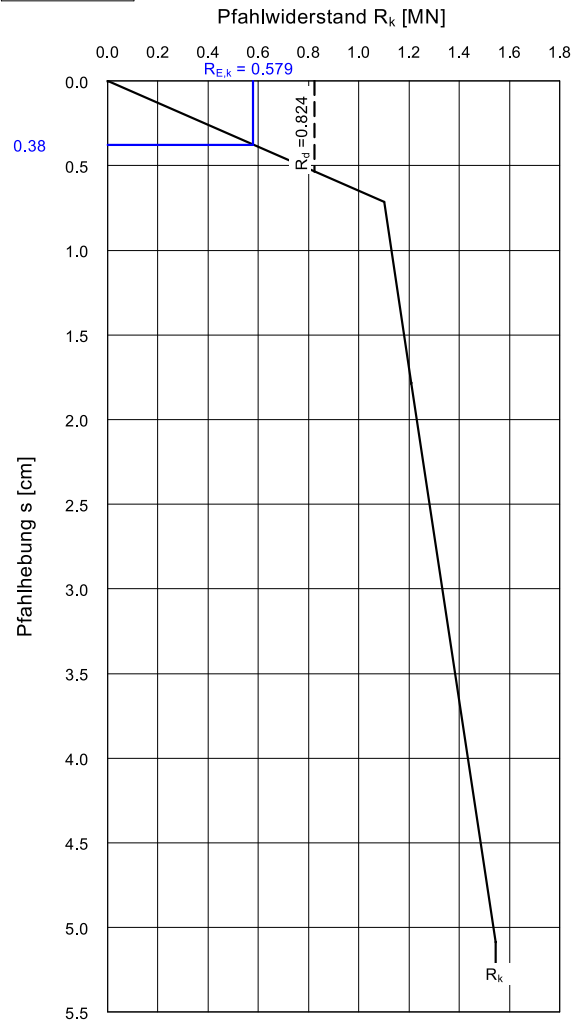
Boden	$\gamma$ [kN/m³]	$\gamma'$ [kN/m³]	$q_c$ [MN/m²]	$c_{u,k}$ [kN/m²]	$\phi$ [°]	$q_{s(sg),k}$ [MN/m²]	Bezeichnung
Yellow	16.0	6.0	1.0	0.0	27.5	0.0067	Klei, Torf, Wattsand
Orange	19.0	10.0	12.5	0.0	32.5	0.0900	Sand, md
Green	15.0	5.0	0.0	200.0	15.0	0.0588	Schluff, hf



Berechnungsgrundlagen  
 WP Rodenkircherwupp, WEA 2, CPT 2-4  
 Norm: EC 7  
 Fertigrampfpfahl (Zugpfahl)  
 Stahlbeton und Spannbeton  
 Verhältniswert (min, max) = 0.50  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei  $q_c < 7.5$  MN/m² aktiviert  
 bei  $c_{u,k} < 60$  kN/m² deaktiviert

Pfahlbreite = 0.450 m  
 Grundwasser = 0.50 m  
 Anpassungsfaktor  $\eta = 0.800$   
 $\gamma_a = \gamma$  (Aufbruchkegel) = 0.900  
 Modellfaktor  $\gamma_M = 1.250$   
 Aufbruchradius begrenzt auf: 2.50 m  
 $\gamma_P = 1.50$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$

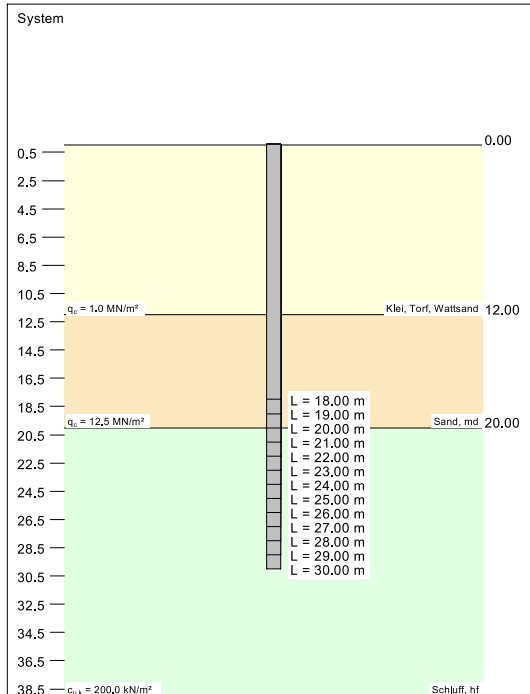
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
 ———  $R_d$   
 - - - - - Hebung



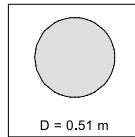
b [m]	Länge [m]	$G_d$ [MN]	$R_k$ [MN]	$R_d$ [MN]	$R_{E,k}$ [MN]	Hebung [cm]
0.450	18.00	1.596	1.116	0.595	0.418	0.271
0.450	19.00	1.735	1.278	0.682	0.478	0.311
0.450	20.00	1.875	1.440	0.768	0.539	0.350
0.450	21.00	1.947	1.546	0.824	0.579	0.376
0.450	22.00	2.030	1.651	0.881	0.618	0.402
0.450	23.00	2.115	1.757	0.937	0.658	0.427
0.450	24.00	2.190	1.863	0.994	0.697	0.453
0.450	25.00	2.258	1.969	1.050	0.737	0.479
0.450	26.00	2.317	2.075	1.106	0.776	0.504
0.450	27.00	2.366	2.180	1.163	0.816	0.502
0.450	28.00	2.403	2.286	1.219	0.856	0.499
0.450	29.00	2.451	2.392	1.276	0.895	0.497
0.450	30.00	2.518	2.498	1.332	0.935	0.494

$R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)} \cdot \gamma_M) = R_k / (1.500 \cdot 1.425 \cdot 1.250) = R_k / 2.67$  [ $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$ ]

Widerstandshebunglinie  
für Pfahlänge = 21.00 m

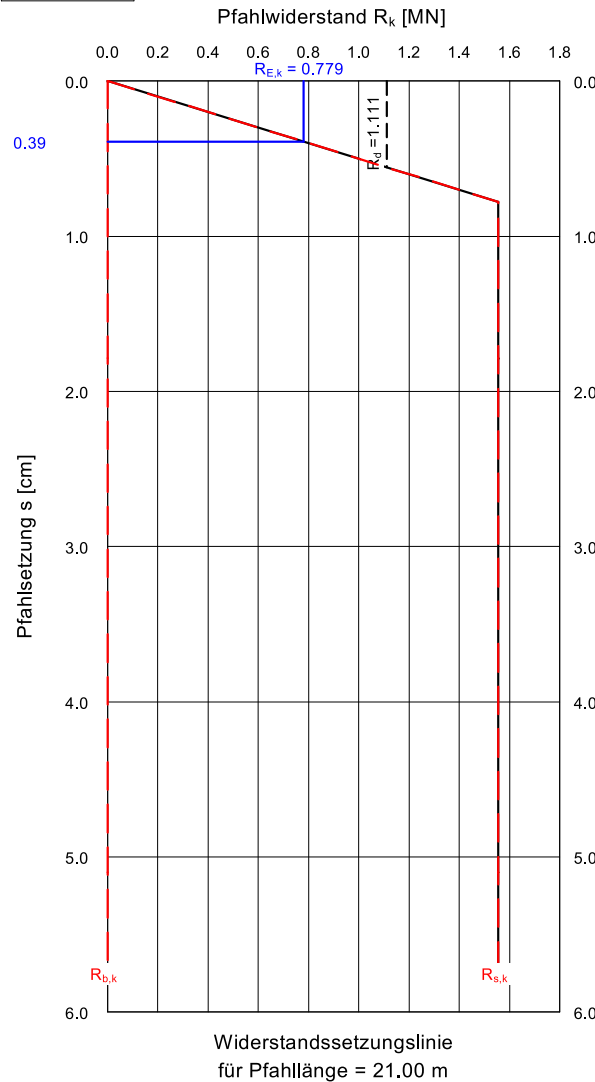


Boden	q <sub>c</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	c <sub>u,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k35</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k10</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s(eg*),k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s(eg),k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
0.0 - 12.0	1.0	0.0	0.000	0.000	0.0083	0.0083	Klei, Torf, Wattsand
12.0 - 20.0	12.5	0.0	4.700	7.633	0.1008	0.1008	Sand, md
20.0 - 38.5	0.0	200.0	0.000	0.000	0.0638	0.0638	Schluff, hf



Berechnungsgrundlagen  
 WP Rodenkircherwurf, WEA 2, CPT 2-4  
 Norm: EC 7  
 Simplexpfahl  
 Verhältniswert (min, max) = 0.50  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei q<sub>c</sub> < 7.5 MN/m<sup>2</sup> aktiviert  
 bei c<sub>u,k</sub> < 60 kN/m<sup>2</sup> deaktiviert  
 Pfahldurchmesser = 0.510 m

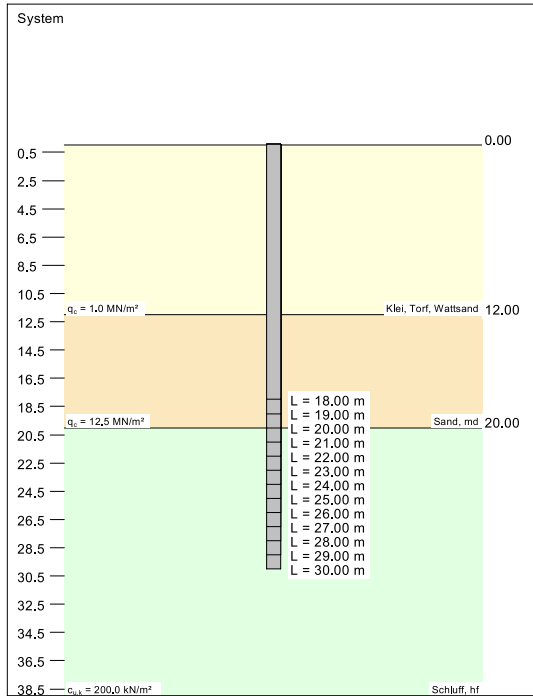
γ<sub>P</sub> = 1.40  
 γ<sub>G</sub> = 1.35  
 γ<sub>Q</sub> = 1.50  
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 γ<sub>(G,Q)</sub> = 0.500 · γ<sub>G</sub> + (1 - 0.500) · γ<sub>Q</sub>  
 γ<sub>(G,Q)</sub> = 1.425



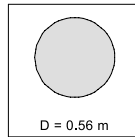
D [m]	Länge [m]	R <sub>k</sub> [MN]	R <sub>d</sub> [MN]	R <sub>E,k</sub> [MN]	s [cm]
0.510	18.00	Bindige und nichtbindige Böden im Einflussbereich des Spitzendrucks			
0.510	19.00	Bindige und nichtbindige Böden im Einflussbereich des Spitzendrucks			
0.510	20.00	Bindige und nichtbindige Böden im Einflussbereich des Spitzendrucks			
0.510	21.00	1.555	1.111	0.779	0.390
0.510	22.00	1.657	1.184	0.831	0.415
0.510	23.00	1.759	1.256	0.882	0.441
0.510	24.00	1.861	1.329	0.933	0.466
0.510	25.00	1.963	1.402	0.984	0.492
0.510	26.00	2.066	1.475	1.035	0.501
0.510	27.00	2.168	1.548	1.087	0.501
0.510	28.00	2.270	1.621	1.138	0.501
0.510	29.00	2.372	1.694	1.189	0.501
0.510	30.00	2.474	1.767	1.240	0.501

$R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99 \quad [\gamma_{(G,Q)} = 1.425]$

Widerstandssetzungslinie  
für Pfahlänge = 21.00 m

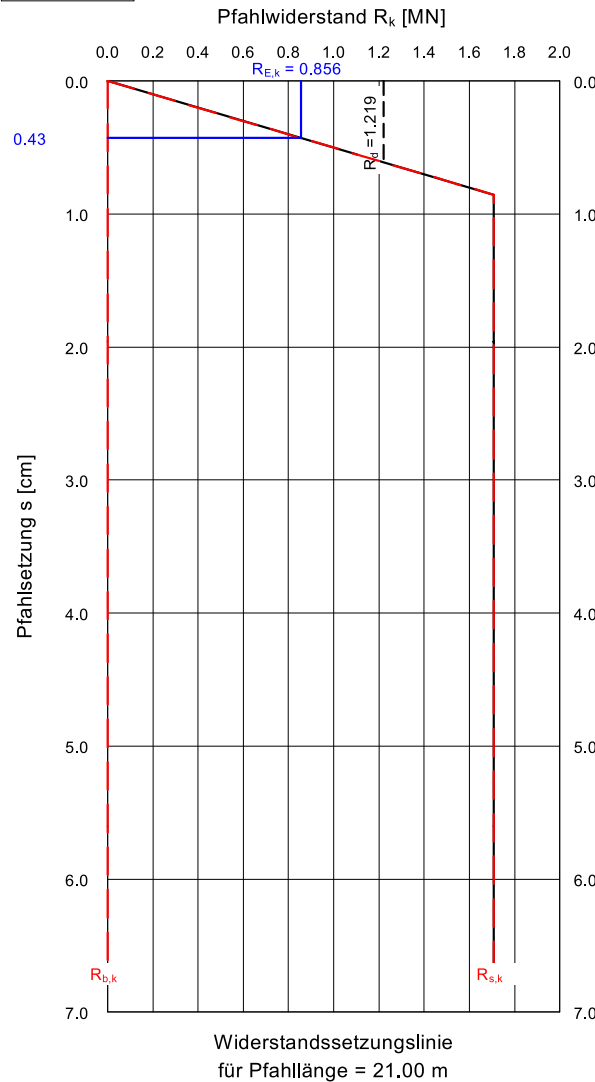


Boden	q <sub>c</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	c <sub>u,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k35</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k10</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s(eg),k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s(eg),k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
Yellow	1.0	0.0	0.000	0.000	0.0083	0.0083	Klei, Torf, Wattsand
Orange	12.5	0.0	4.700	7.633	0.1008	0.1008	Sand, md
Green	0.0	200.0	0.000	0.000	0.0638	0.0638	Schluff, hf



Berechnungsgrundlagen  
 WP Rodenkircherwarp, WEA 2, CPT 2-4  
 Norm: EC 7  
 Simplexpfahl  
 Verhältniswert (min, max) = 0.50  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei q<sub>c</sub> < 7.5 MN/m<sup>2</sup> aktiviert  
 bei c<sub>u,k</sub> < 60 kN/m<sup>2</sup> deaktiviert  
 Pfahldurchmesser = 0.560 m

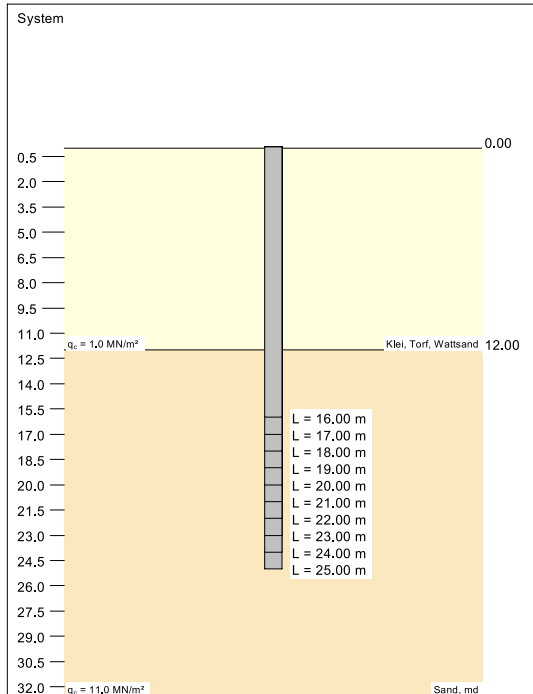
γ<sub>P</sub> = 1.40  
 γ<sub>G</sub> = 1.35  
 γ<sub>Q</sub> = 1.50  
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 γ<sub>(G,Q)</sub> = 0.500 · γ<sub>G</sub> + (1 - 0.500) · γ<sub>Q</sub>  
 γ<sub>(G,Q)</sub> = 1.425



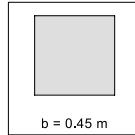
D [m]	Länge [m]	R <sub>k</sub> [MN]	R <sub>d</sub> [MN]	R <sub>E,k</sub> [MN]	s [cm]
0.560	18.00	Bindige und nichtbindige Böden im Einflussbereich des Spitzendrucks			
0.560	19.00	Bindige und nichtbindige Böden im Einflussbereich des Spitzendrucks			
0.560	20.00	Bindige und nichtbindige Böden im Einflussbereich des Spitzendrucks			
0.560	21.00	1.707	1.219	0.856	0.428
0.560	22.00	1.819	1.300	0.912	0.456
0.560	23.00	1.932	1.380	0.968	0.484
0.560	24.00	2.044	1.460	1.024	0.501
0.560	25.00	2.156	1.540	1.081	0.501
0.560	26.00	2.268	1.620	1.137	0.501
0.560	27.00	2.380	1.700	1.193	0.501
0.560	28.00	2.492	1.780	1.249	0.501
0.560	29.00	2.604	1.860	1.306	0.501
0.560	30.00	2.717	1.940	1.362	0.501

R<sub>E,k</sub> = R<sub>k</sub> / (γ<sub>P</sub> · γ<sub>(G,Q)</sub>) = R<sub>k</sub> / (1.400 · 1.425) = R<sub>k</sub> / 1.99 [γ<sub>(G,Q)</sub> = 1.425]

Widerstandssetzungslinie  
für Pfahlänge = 21.00 m



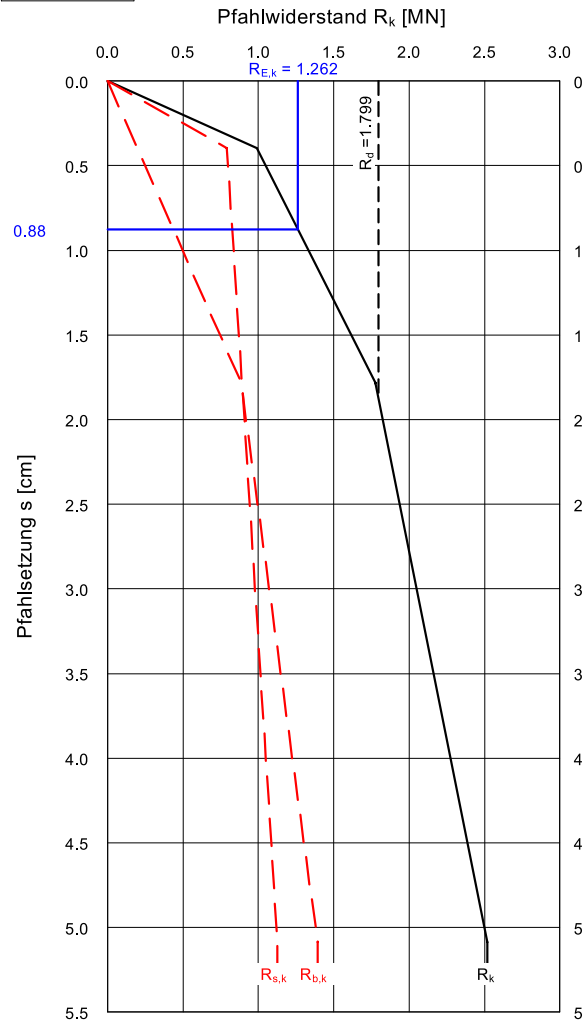
Boden	q <sub>c</sub> [MN/m²]	c <sub>u,k</sub> [kN/m²]	q <sub>b,k35</sub> [MN/m²]	q <sub>b,k10</sub> [MN/m²]	q <sub>s(eg*),k</sub> [MN/m²]	q <sub>s(eg),k</sub> [MN/m²]	Bezeichnung
0.00 - 12.00	1.0	0.0	0.000	0.000	0.0047	0.0067	Klei, Torf, Wattsand
12.00 - 32.00	11.0	0.0	4.370	6.873	0.0548	0.0780	Sand, md



Berechnungsgrundlagen  
 WP Rodenkircherwupp, WEA 3  
 Norm: EC 7  
 Fertigrampfpfahl  
 Stahlbeton und Spannbeton  
 Verhältniswert (min, max) = 0.50  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei q<sub>c</sub> < 7.5 MN/m² aktiviert  
 bei c<sub>u,k</sub> < 60 kN/m² deaktiviert

Pfahlbreite = 0.450 m  
 γ<sub>P</sub> = 1.40  
 γ<sub>G</sub> = 1.35  
 γ<sub>Q</sub> = 1.50  
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 γ<sub>(G,Q)</sub> = 0.500 · γ<sub>Q</sub> + (1 - 0.500) · γ<sub>G</sub>  
 γ<sub>(G,Q)</sub> = 1.425

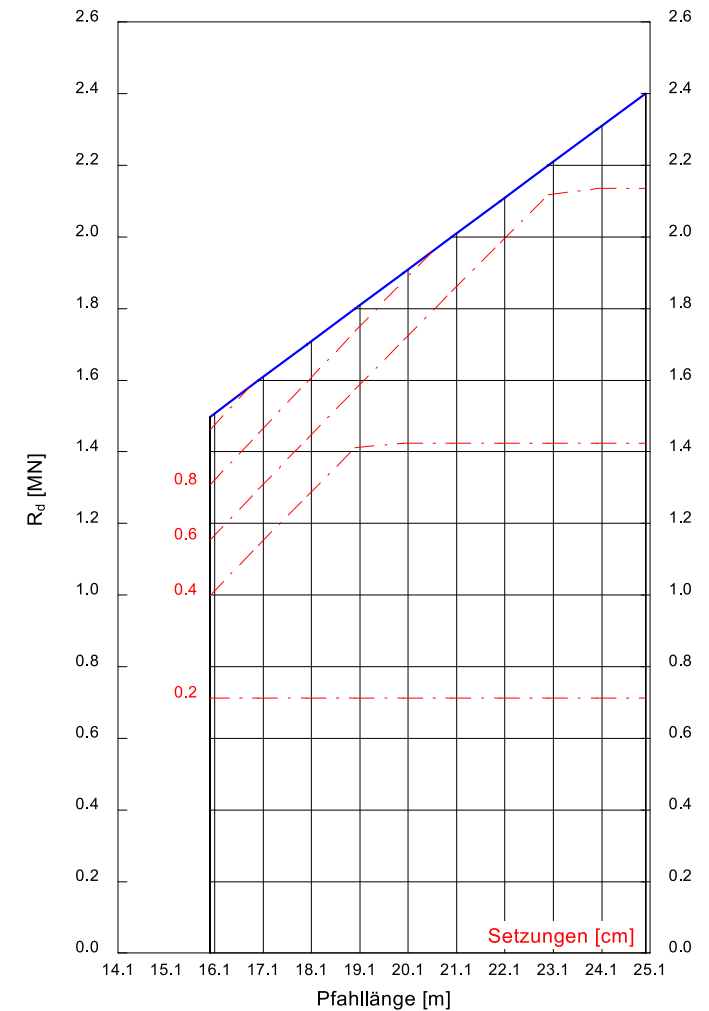
R<sub>d</sub> (blue solid line)  
 Setzung (red dashed line)

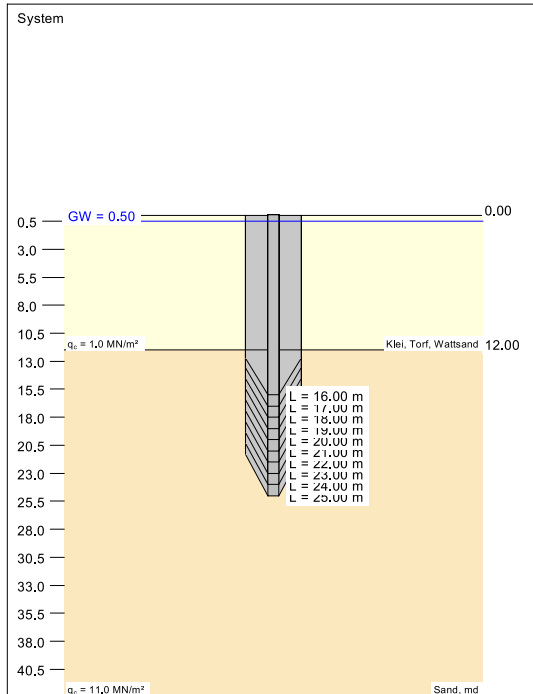


Widerstandssetzungslinie  
für Pfahlänge = 19.00 m

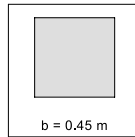
b [m]	Länge [m]	R <sub>k</sub> [MN]	R <sub>d</sub> [MN]	R <sub>E,k</sub> [MN]	s [cm]
0.450	16.00	2.097	1.498	1.051	1.048
0.450	17.00	2.238	1.598	1.122	0.988
0.450	18.00	2.378	1.699	1.192	0.931
0.450	19.00	2.519	1.799	1.262	0.878
0.450	20.00	2.659	1.899	1.333	0.827
0.450	21.00	2.799	2.000	1.403	0.780
0.450	22.00	2.940	2.100	1.474	0.737
0.450	23.00	3.080	2.200	1.544	0.696
0.450	24.00	3.221	2.300	1.614	0.658
0.450	25.00	3.361	2.401	1.685	0.675

$R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99$  [γ<sub>(G,Q)</sub> = 1.425]





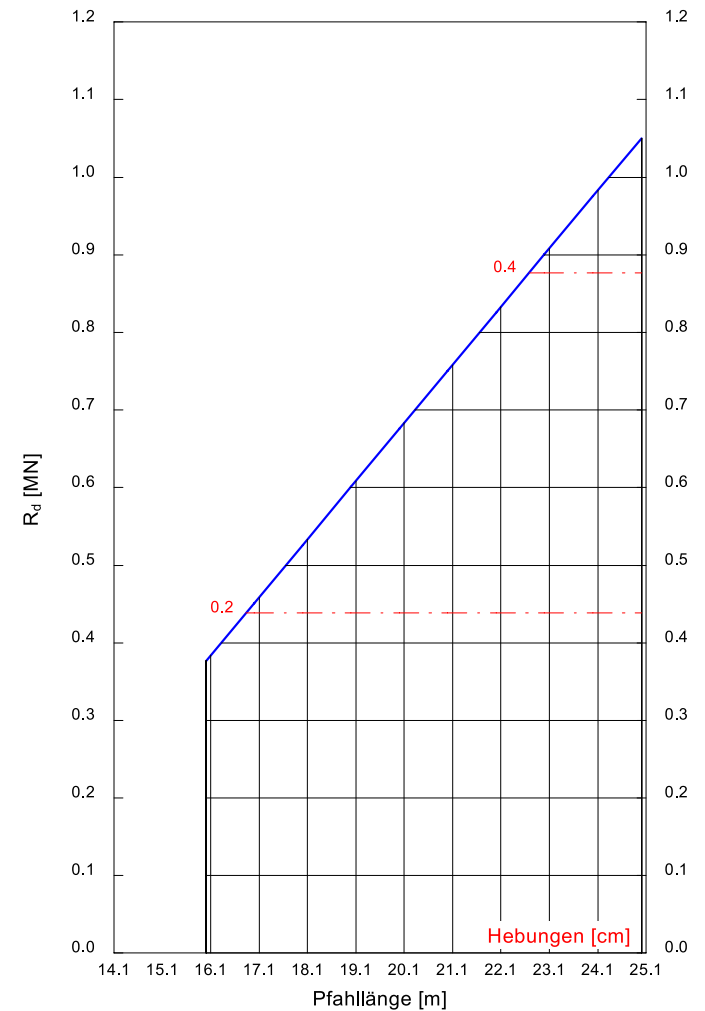
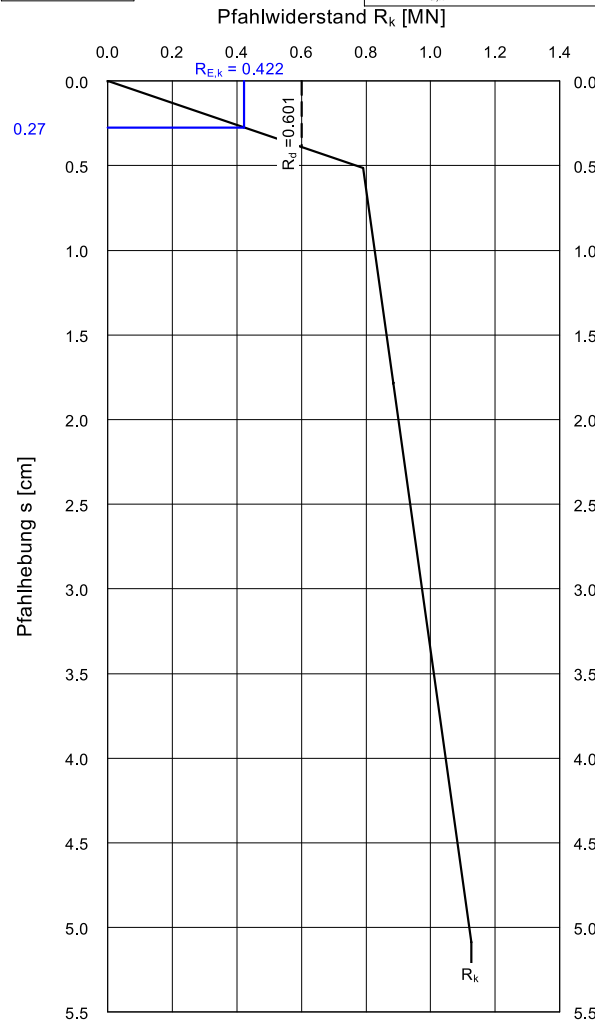
Boden	$\gamma$ [kN/m³]	$\gamma'$ [kN/m³]	$q_c$ [MN/m²]	$c_{u,k}$ [kN/m²]	$\phi$ [°]	$q_{s(sg),k}$ [MN/m²]	Bezeichnung
Yellow	16.0	6.0	1.0	0.0	27.5	0.0067	Klei, Torf, Wattsand
Orange	19.0	10.0	11.0	0.0	32.5	0.0780	Sand, md



**Berechnungsgrundlagen**  
 WP Rodenkircherwurf, WEA 3  
 Norm: EC 7  
 Fertigrampfpfahl (Zugpfahl)  
 Stahlbeton und Spannbeton  
 Verhältniswert (min, max) = 0.50  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei  $q_c < 7.5$  MN/m² aktiviert  
 bei  $c_{u,k} < 60$  kN/m² deaktiviert

Pfahlbreite = 0.450 m  
 Grundwasser = 0.50 m  
 Anpassungsfaktor  $\eta = 0.800$   
 $\gamma_{sa} = \gamma$  (Aufbruchkegel) = 0.900  
 Modellfaktor  $\gamma_M = 1.250$   
 Aufbruchradius begrenzt auf: 2.50 m  
 $\gamma_P = 1.50$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$

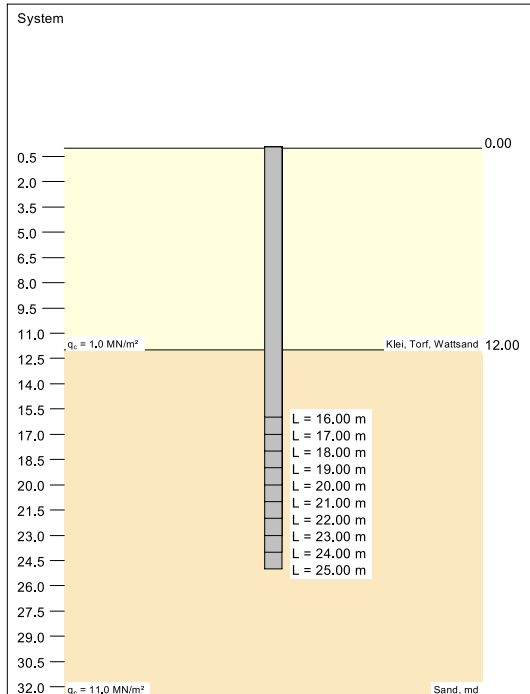
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
 ———  $R_d$   
 - - - - - Hebung



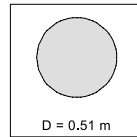
b [m]	Länge [m]	$G_d$ [MN]	$R_k$ [MN]	$R_d$ [MN]	$R_{E,k}$ [MN]	Hebung [cm]
0.450	16.00	1.319	0.706	0.376	0.264	0.172
0.450	17.00	1.458	0.846	0.451	0.317	0.206
0.450	18.00	1.596	0.986	0.526	0.369	0.240
0.450	19.00	1.735	1.127	0.601	0.422	0.274
0.450	20.00	1.875	1.267	0.676	0.474	0.308
0.450	21.00	2.015	1.408	0.751	0.527	0.342
0.450	22.00	2.154	1.548	0.826	0.579	0.377
0.450	23.00	2.294	1.688	0.900	0.632	0.411
0.450	24.00	2.434	1.829	0.975	0.684	0.445
0.450	25.00	2.574	1.969	1.050	0.737	0.479

$R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)} \cdot \gamma_M) = R_k / (1.500 \cdot 1.425 \cdot 1.250) = R_k / 2.67 \quad [\gamma_{(G,Q)} = 1.425]$

Widerstandshebunglinie  
für Pfahlänge = 19.00 m



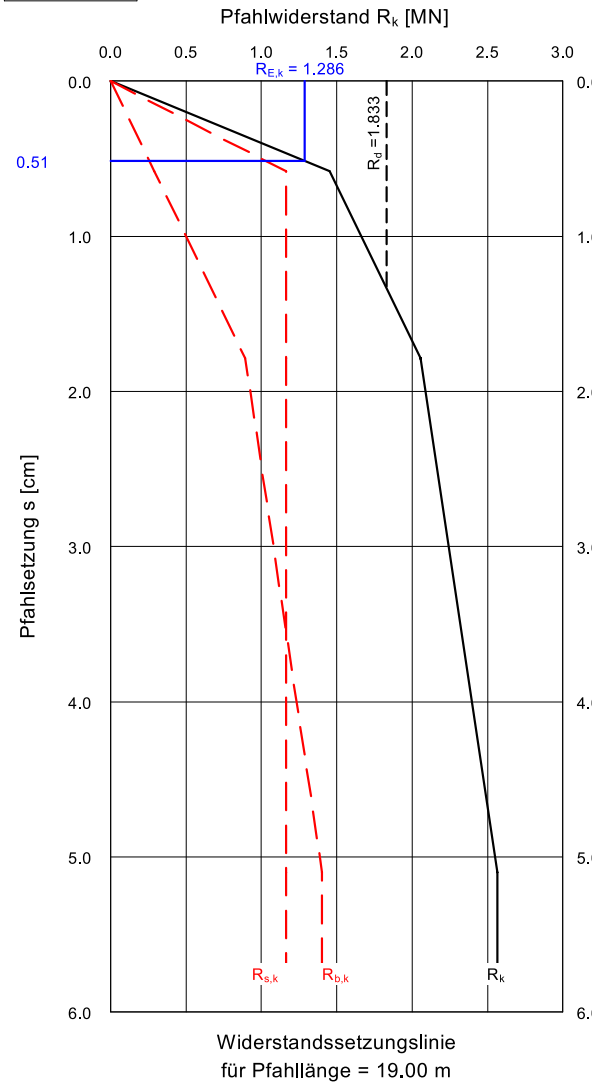
Boden	q <sub>c</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	c <sub>u,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k35</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k10</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s(eg*),k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s(eg),k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
0.00 - 12.00	1.0	0.0	0.000	0.000	0.0083	0.0083	Klei, Torf, Wattsand
12.00 - 32.00	11.0	0.0	4.370	6.873	0.0893	0.0893	Sand, md



Berechnungsgrundlagen  
 WP Rodenkircherwarp, WEA 3  
 Norm: EC 7  
 Simplexpfahl  
 Verhältniswert (min, max) = 0.50  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei q<sub>c</sub> < 7.5 MN/m<sup>2</sup> aktiviert  
 bei c<sub>u,k</sub> < 60 kN/m<sup>2</sup> deaktiviert  
 Pfahldurchmesser = 0.510 m

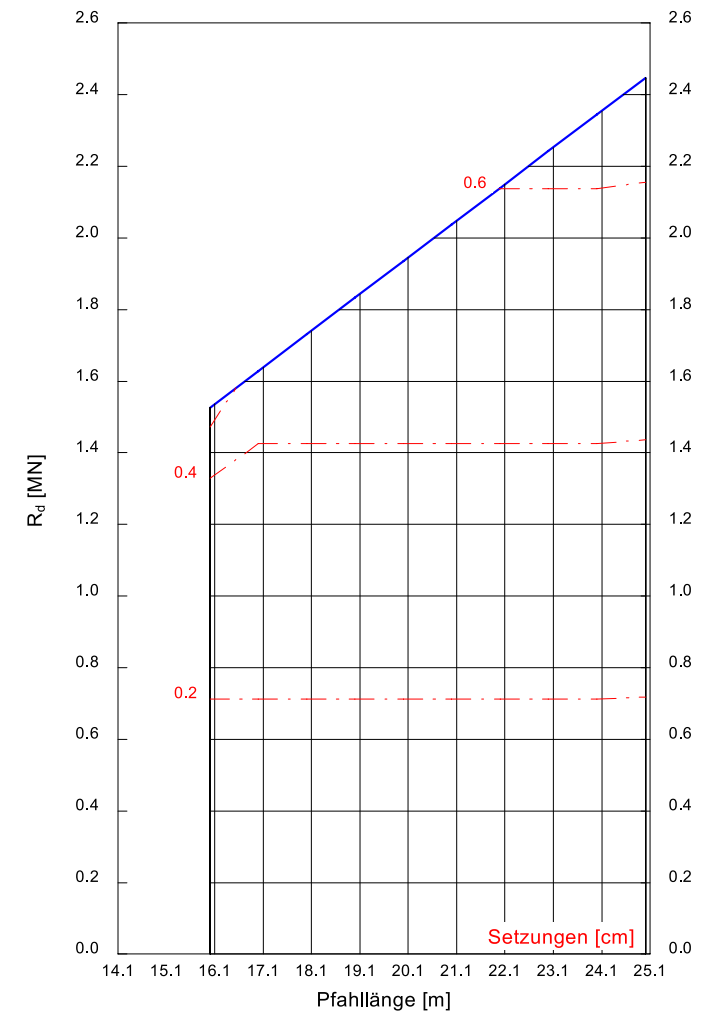
γ<sub>P</sub> = 1.40  
 γ<sub>G</sub> = 1.35  
 γ<sub>Q</sub> = 1.50  
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 γ<sub>(G,Q)</sub> = 0.500 · γ<sub>Q</sub> + (1 - 0.500) · γ<sub>G</sub>  
 γ<sub>(G,Q)</sub> = 1.425

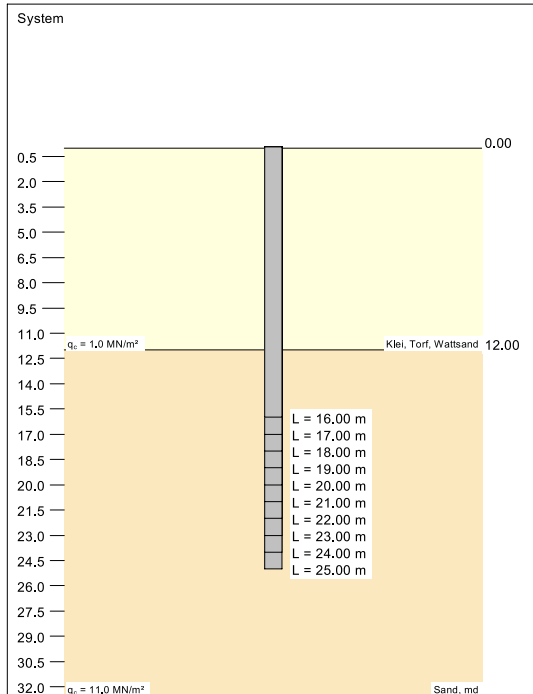
— R<sub>d</sub>  
 - - - - - Setzung



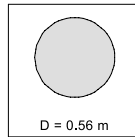
D [m]	Länge [m]	R <sub>k</sub> [MN]	R <sub>d</sub> [MN]	R <sub>E,k</sub> [MN]	s [cm]
0.510	16.00	2.137	1.526	1.071	0.677
0.510	17.00	2.280	1.629	1.143	0.534
0.510	18.00	2.423	1.731	1.215	0.486
0.510	19.00	2.566	1.833	1.286	0.515
0.510	20.00	2.709	1.935	1.358	0.543
0.510	21.00	2.852	2.037	1.430	0.572
0.510	22.00	2.996	2.140	1.502	0.601
0.510	23.00	3.139	2.242	1.573	0.629
0.510	24.00	3.282	2.344	1.645	0.658
0.510	25.00	3.425	2.446	1.717	0.681

$R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99 \quad [\gamma_{(G,Q)} = 1.425]$





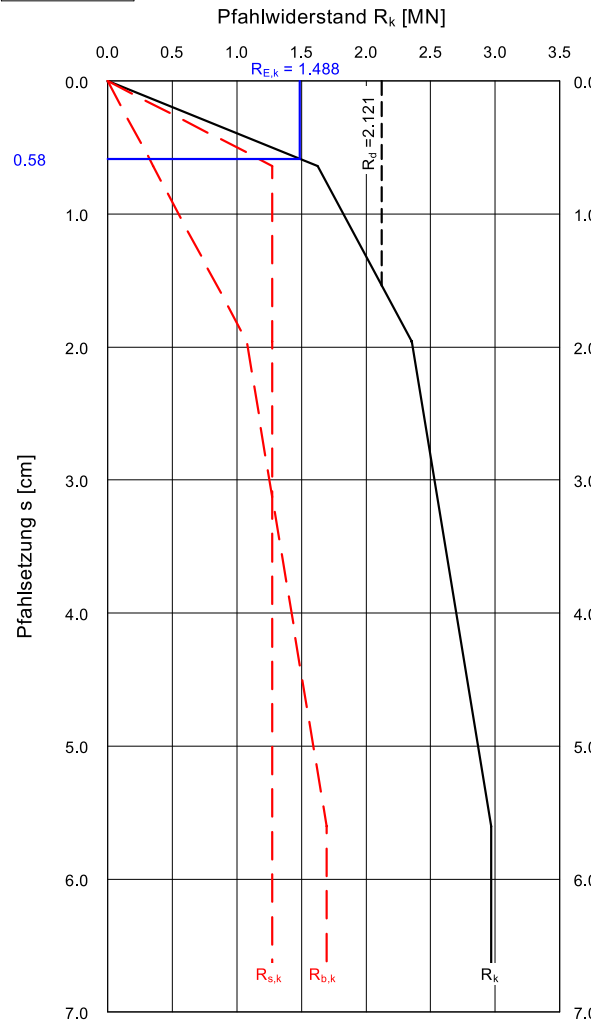
Boden	q <sub>c</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	c <sub>u,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k35</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k10</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s(eg<sup>3</sup>),k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s(eg),k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
Clay	1.0	0.0	0.000	0.000	0.0083	0.0083	Klei, Torf, Wattsand
Sand	11.0	0.0	4.370	6.873	0.0893	0.0893	Sand, md



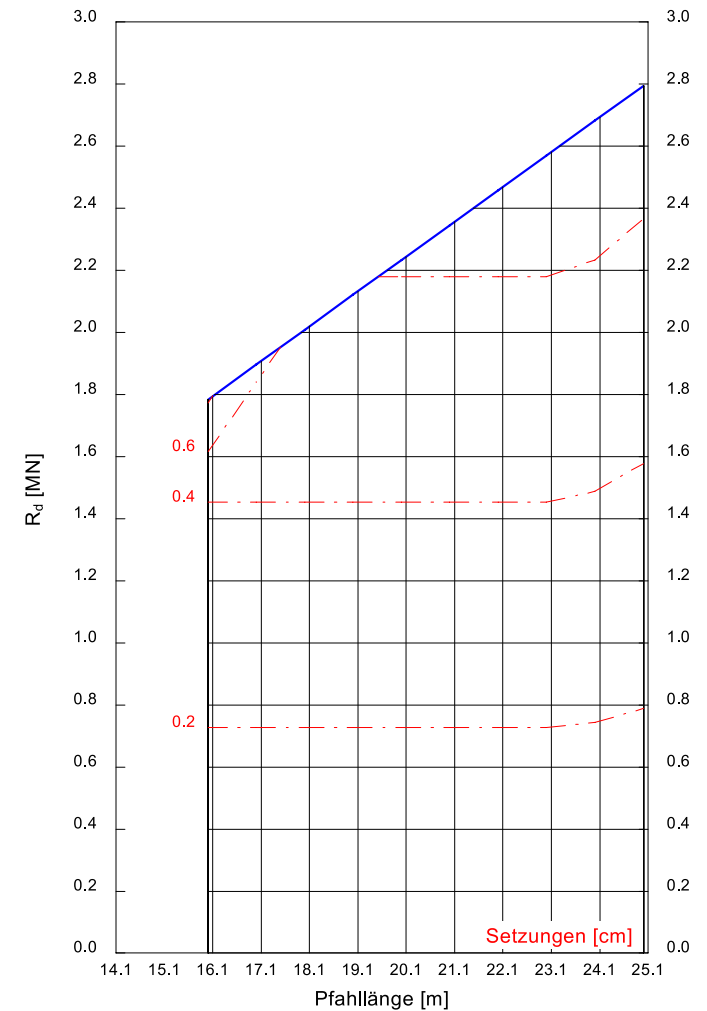
Berechnungsgrundlagen  
 WP Rodenkircherwurf, WEA 3  
 Norm: EC 7  
 Simplexpfahl  
 Verhältnisswert (min, max) = 0.50  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei q<sub>c</sub> < 7.5 MN/m<sup>2</sup> aktiviert  
 bei c<sub>u,k</sub> < 60 kN/m<sup>2</sup> deaktiviert  
 Pfahldurchmesser = 0.560 m

$\gamma_P = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$

— R<sub>d</sub>  
- - - Setzung



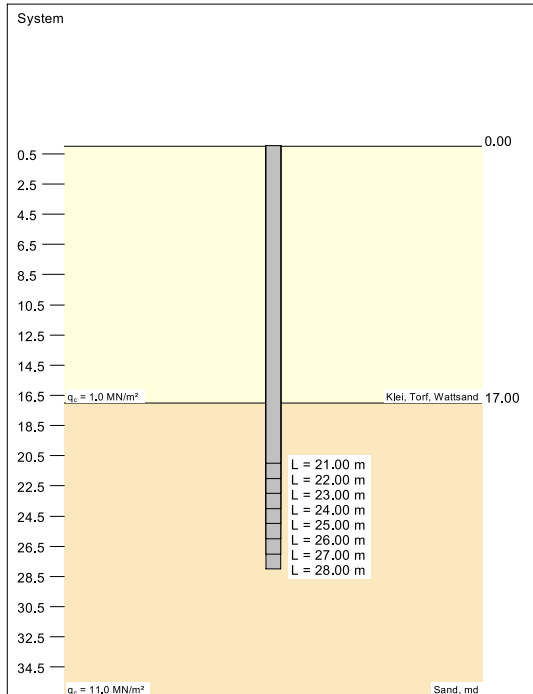
Widerstandssetzungslinie  
für Pfahlänge = 19.00 m



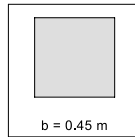
D [m]	Länge [m]	R <sub>k</sub> [MN]	R <sub>d</sub> [MN]	R <sub>E,k</sub> [MN]	s [cm]
0.560	16.00	2.497	1.784	1.252	0.815
0.560	17.00	2.655	1.896	1.331	0.672
0.560	18.00	2.812	2.008	1.409	0.553
0.560	19.00	2.969	2.121	1.488	0.584
0.560	20.00	3.126	2.233	1.567	0.615
0.560	21.00	3.283	2.345	1.646	0.646
0.560	22.00	3.440	2.457	1.725	0.677
0.560	23.00	3.598	2.570	1.803	0.707
0.560	24.00	3.755	2.682	1.882	0.721
0.560	25.00	3.912	2.794	1.961	0.708

$R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99$  [ $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$ ]





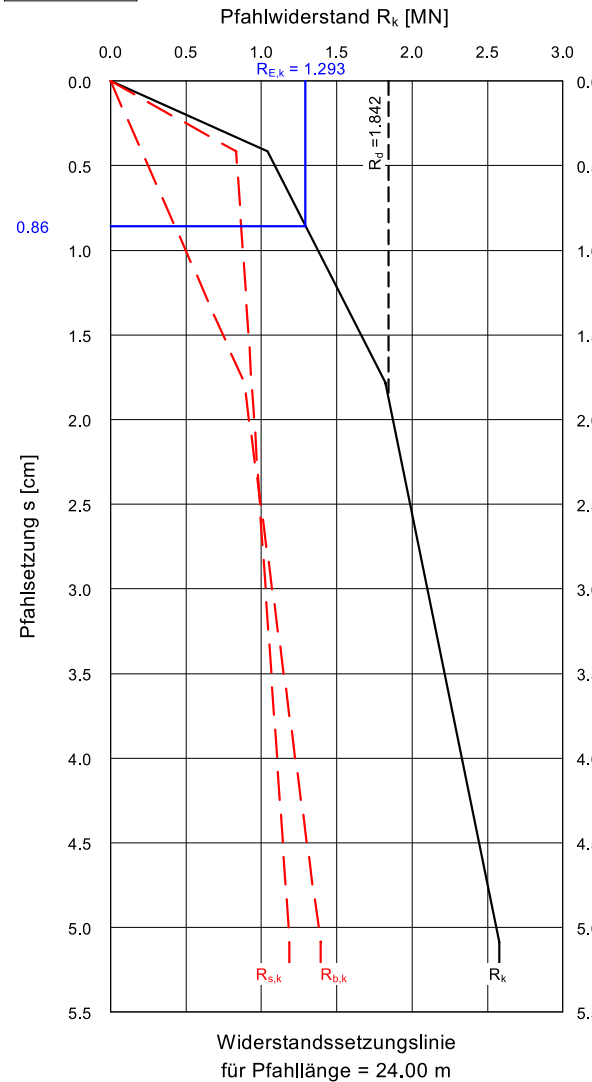
Boden	q <sub>c</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	c <sub>u,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k35</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k10</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s(eg*),k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s(eg),k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
Light Yellow	1.0	0.0	0.000	0.000	0.0047	0.0067	Klei, Torf, Wattsand
Light Orange	11.0	0.0	4.370	6.873	0.0548	0.0780	Sand, md



Berechnungsgrundlagen  
 WP Rodenkircherwarp, WEA 4  
 Norm: EC 7  
 Fertigrampfpfahl  
 Stahlbeton und Spannbeton  
 Verhältniswert (min, max) = 0.50  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei q<sub>c</sub> < 7.5 MN/m<sup>2</sup> aktiviert  
 bei c<sub>u,k</sub> < 60 kN/m<sup>2</sup> deaktiviert

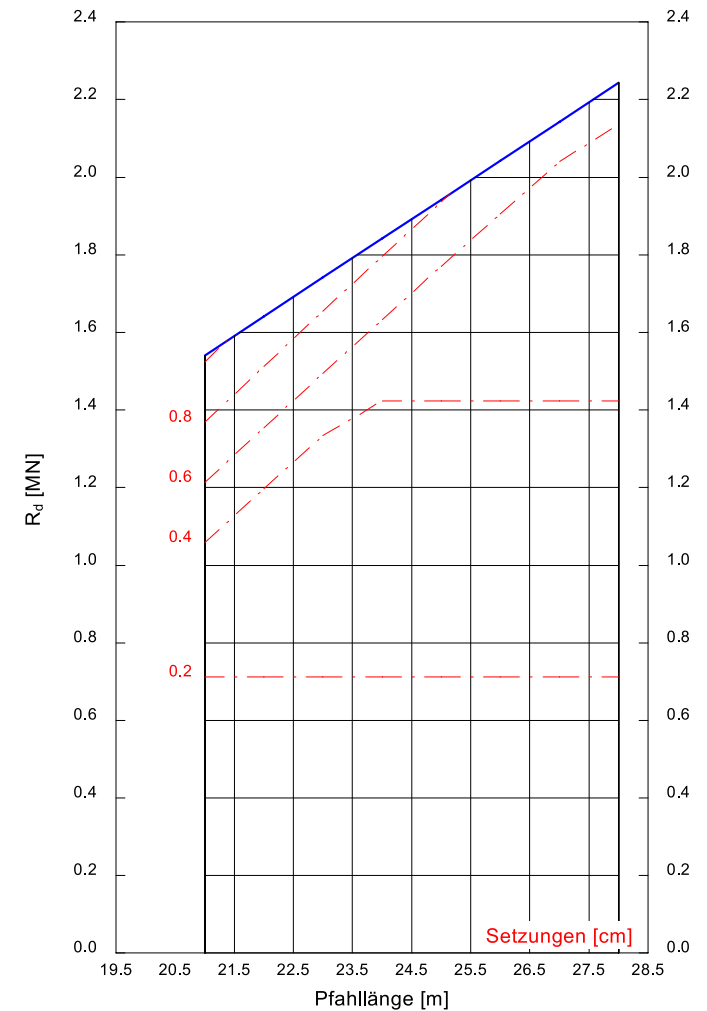
Pfahlbreite = 0.450 m  
 γ<sub>p</sub> = 1.40  
 γ<sub>G</sub> = 1.35  
 γ<sub>Q</sub> = 1.50  
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 γ<sub>(G,Q)</sub> = 0.500 · γ<sub>G</sub> + (1 - 0.500) · γ<sub>Q</sub>  
 γ<sub>(G,Q)</sub> = 1.425

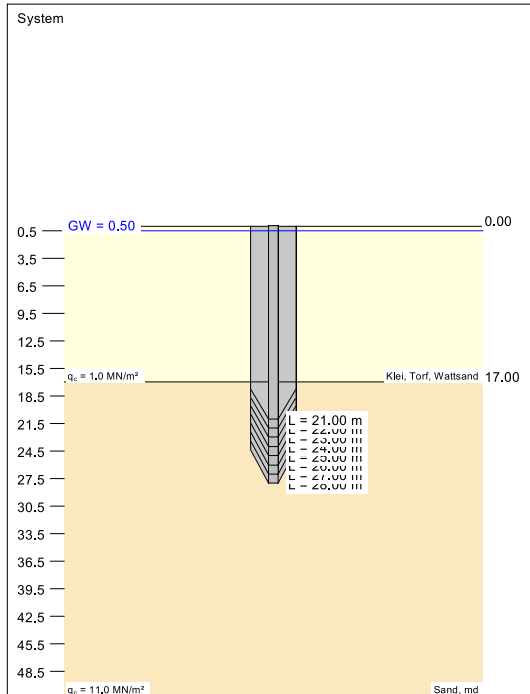
R<sub>d</sub> (blue solid line)  
 - - - - - **Setzung** (red dashed line)



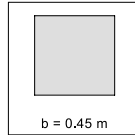
b [m]	Länge [m]	R <sub>k</sub> [MN]	R <sub>d</sub> [MN]	R <sub>E,k</sub> [MN]	s [cm]
0.450	21.00	2.157	1.541	1.081	1.022
0.450	22.00	2.298	1.641	1.152	0.963
0.450	23.00	2.438	1.742	1.222	0.908
0.450	24.00	2.579	1.842	1.293	0.856
0.450	25.00	2.719	1.942	1.363	0.807
0.450	26.00	2.859	2.042	1.433	0.762
0.450	27.00	3.000	2.143	1.504	0.719
0.450	28.00	3.140	2.243	1.574	0.680

$R_{E,k} = R_k / (\gamma_p \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99 \quad [\gamma_{(G,Q)} = 1.425]$





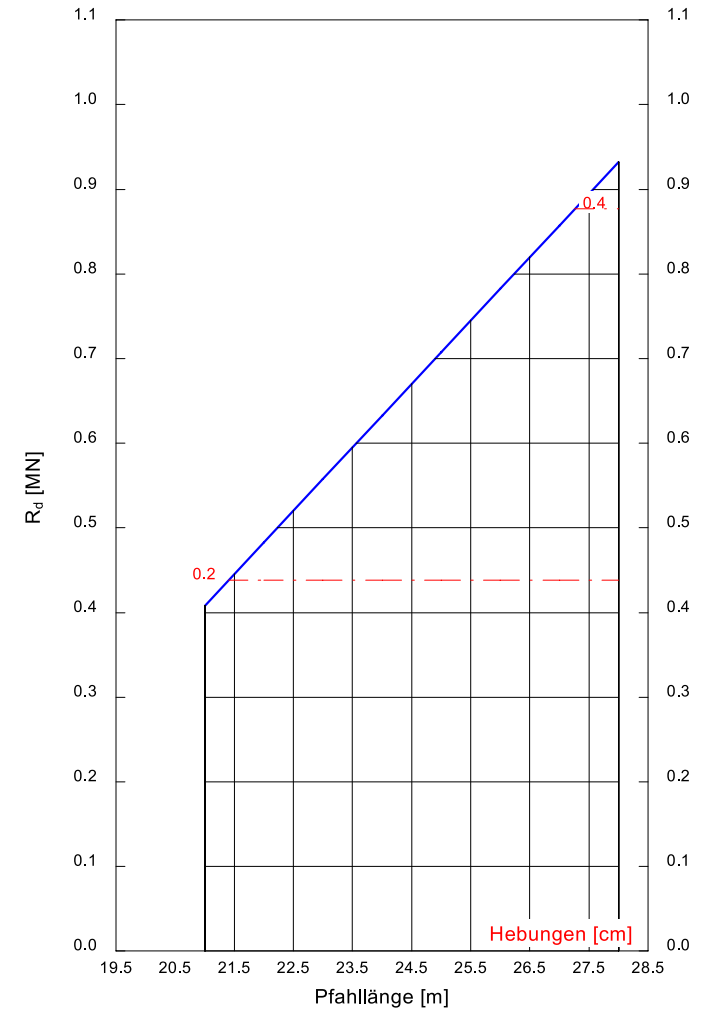
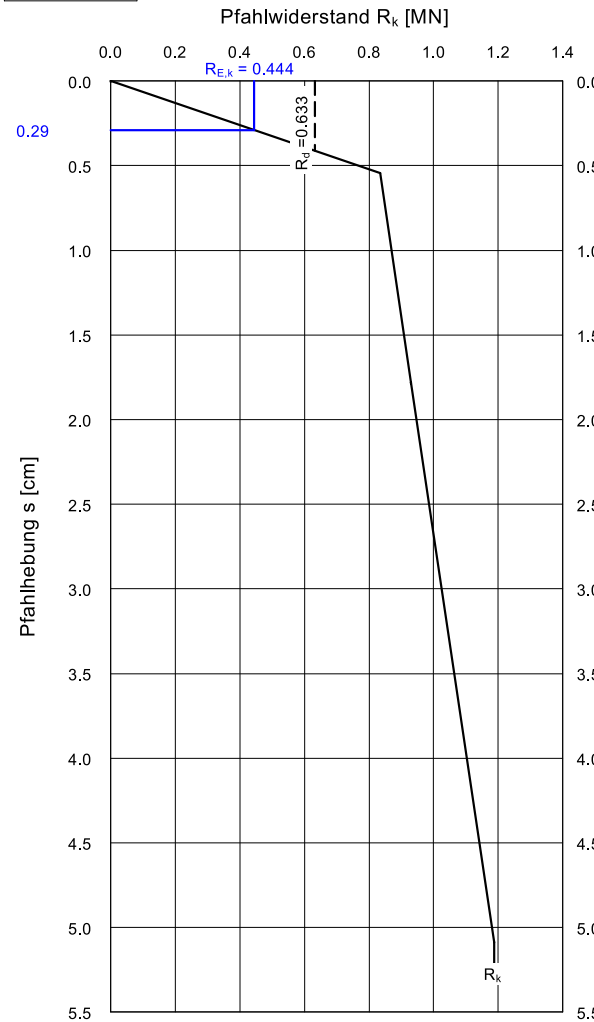
Boden	$\gamma$ [kN/m³]	$\gamma'$ [kN/m³]	$q_c$ [MN/m²]	$c_{u,k}$ [kN/m²]	$\phi$ [°]	$q_{s(sg),k}$ [MN/m²]	Bezeichnung
Light Yellow	16.0	6.0	1.0	0.0	32.5	0.0067	Klei, Torf, Wattsand
Light Orange	19.0	10.0	11.0	0.0	32.5	0.0780	Sand, md



Berechnungsgrundlagen  
 WP Rodenkircherwurf, WEA 4  
 Norm: EC 7  
 Fertigrampfpfahl (Zugpfahl)  
 Stahlbeton und Spannbeton  
 Verhältniswert (min, max) = 0.50  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei  $q_c < 7.5$  MN/m² aktiviert  
 bei  $c_{u,k} < 60$  kN/m² deaktiviert

Pfahlbreite = 0.450 m  
 Grundwasser = 0.50 m  
 Anpassungsfaktor  $\eta = 0.800$   
 $\gamma_B = \gamma$  (Aufbruchkegel) = 0.900  
 Modellfaktor  $\gamma_M = 1.250$   
 Aufbruchradius begrenzt auf: 2.50 m  
 $\gamma_P = 1.50$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$

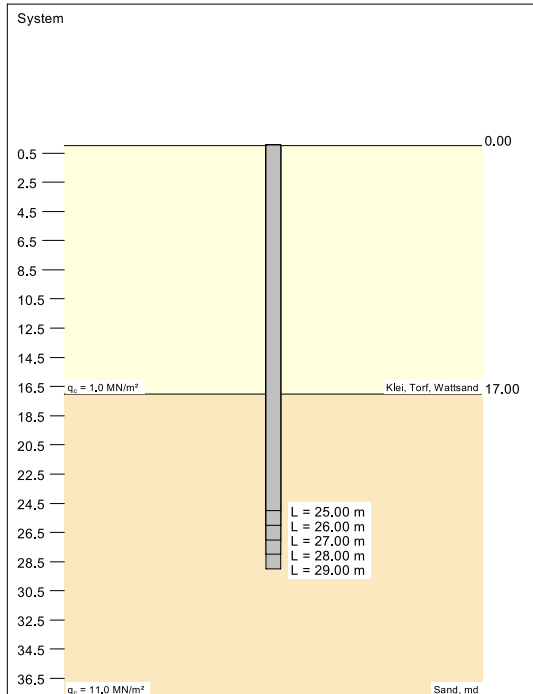
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
 ———  $R_d$   
 - - - - - Hebung



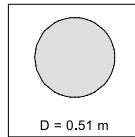
b [m]	Länge [m]	$G_d$ [MN]	$R_k$ [MN]	$R_d$ [MN]	$R_{E,k}$ [MN]	Hebung [cm]
0.450	21.00	1.740	0.766	0.408	0.287	0.186
0.450	22.00	1.878	0.906	0.483	0.339	0.220
0.450	23.00	2.017	1.046	0.558	0.392	0.255
0.450	24.00	2.156	1.187	0.633	0.444	0.289
0.450	25.00	2.296	1.327	0.708	0.497	0.323
0.450	26.00	2.435	1.468	0.783	0.549	0.357
0.450	27.00	2.575	1.608	0.858	0.602	0.391
0.450	28.00	2.715	1.748	0.932	0.654	0.425

$R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)} \cdot \gamma_M) = R_k / (1.500 \cdot 1.425 \cdot 1.250) = R_k / 2.67$  [ $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$ ]

Widerstandshebunglinie  
für Pfahlänge = 24.00 m

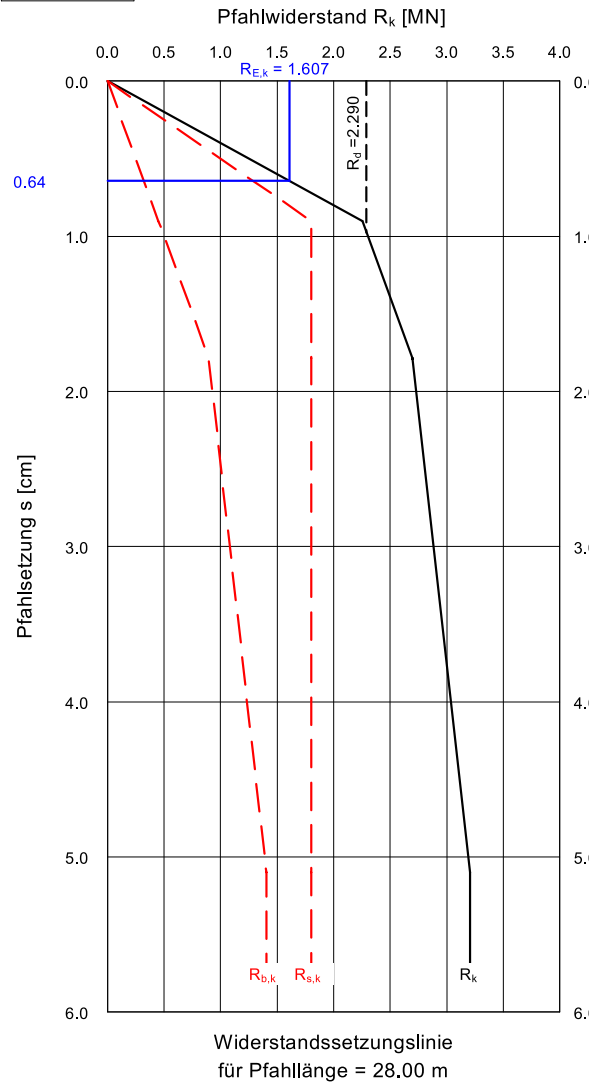


Boden	q <sub>c</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	c <sub>u,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k35</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k10</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s(eg*),k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s(eg),k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
Yellow	1.0	0.0	0.000	0.000	0.0083	0.0083	Klei, Torf, Wattsand
Orange	11.0	0.0	4.370	6.873	0.0893	0.0893	Sand, md



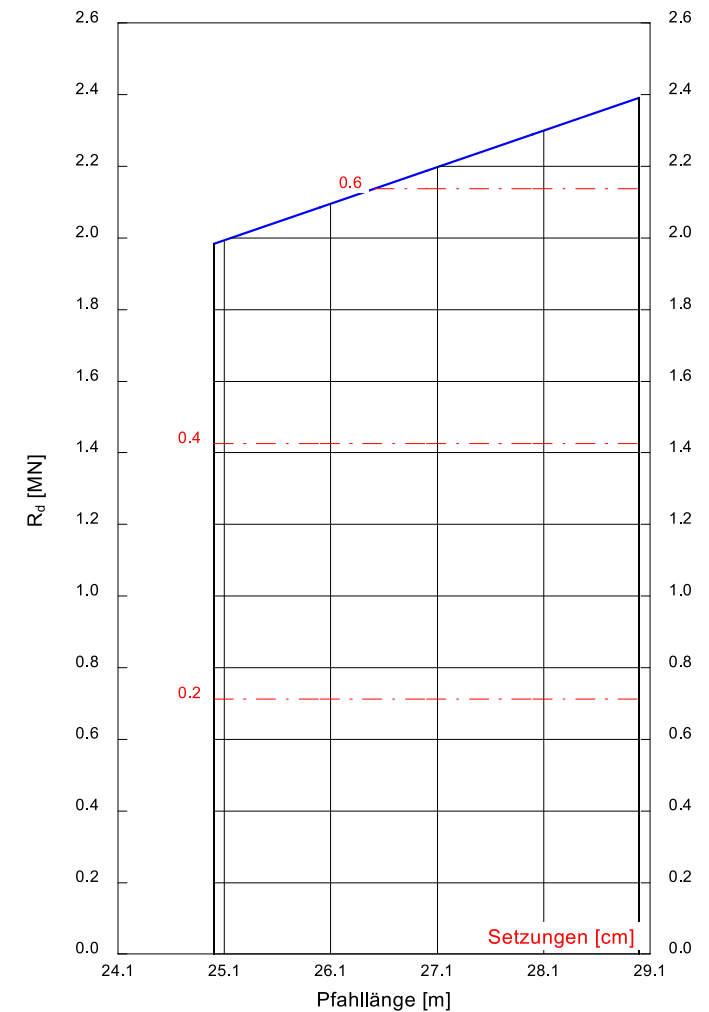
Berechnungsgrundlagen  
 WP Rodenkircherwurf, WEA 4  
 Norm: EC 7  
 Simplexpfahl  
 Verhältniswert (min, max) = 0.50  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei q<sub>c</sub> < 7.5 MN/m<sup>2</sup> aktiviert  
 bei c<sub>u,k</sub> < 60 kN/m<sup>2</sup> deaktiviert  
 Pfahldurchmesser = 0.510 m

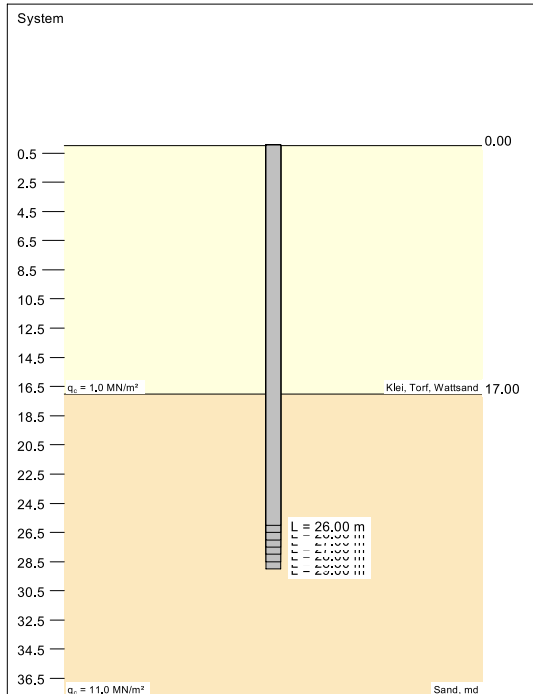
$\gamma_P = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$



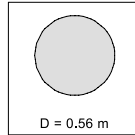
D [m]	Länge [m]	R <sub>k</sub> [MN]	R <sub>d</sub> [MN]	R <sub>E,k</sub> [MN]	s [cm]
0.510	25.00	2.776	1.983	1.392	0.557
0.510	26.00	2.919	2.085	1.463	0.585
0.510	27.00	3.062	2.187	1.535	0.614
0.510	28.00	3.206	2.290	1.607	0.643
0.510	29.00	3.349	2.392	1.679	0.671

$R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99 \quad [\gamma_{(G,Q)} = 1.425]$





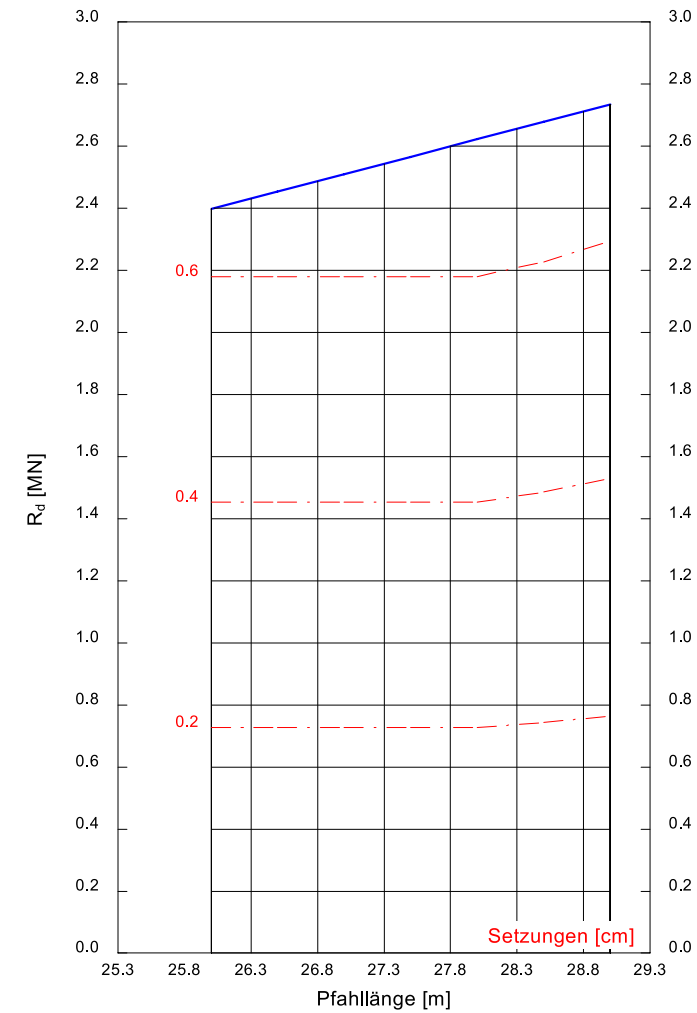
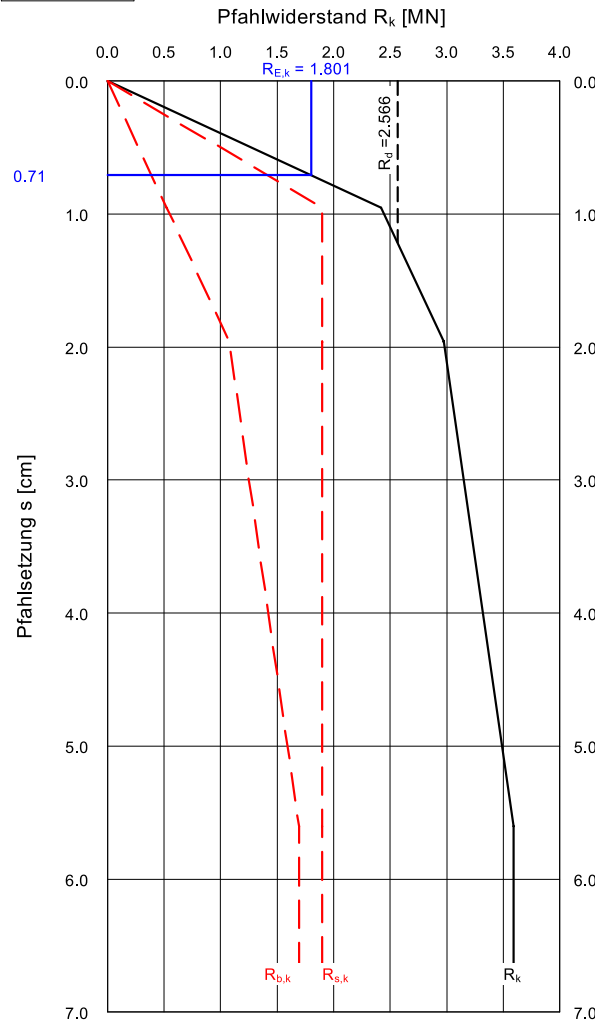
Boden	q <sub>c</sub> [MN/m²]	c <sub>u,k</sub> [kN/m²]	q <sub>b,k35</sub> [MN/m²]	q <sub>b,k10</sub> [MN/m²]	q <sub>s(eg*),k</sub> [MN/m²]	q <sub>s(eg),k</sub> [MN/m²]	Bezeichnung
Yellow	1.0	0.0	0.000	0.000	0.0083	0.0083	Klei, Torf, Wattsand
Orange	11.0	0.0	4.370	6.873	0.0893	0.0893	Sand, md



Berechnungsgrundlagen  
 WP Rodenkircherwarp, WEA 4  
 Norm: EC 7  
 Simplexpfahl  
 Verhältniswert (min, max) = 0.50  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei q<sub>c</sub> < 7.5 MN/m² aktiviert  
 bei c<sub>u,k</sub> < 60 kN/m² deaktiviert  
 Pfahldurchmesser = 0.560 m

$\gamma_P = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$

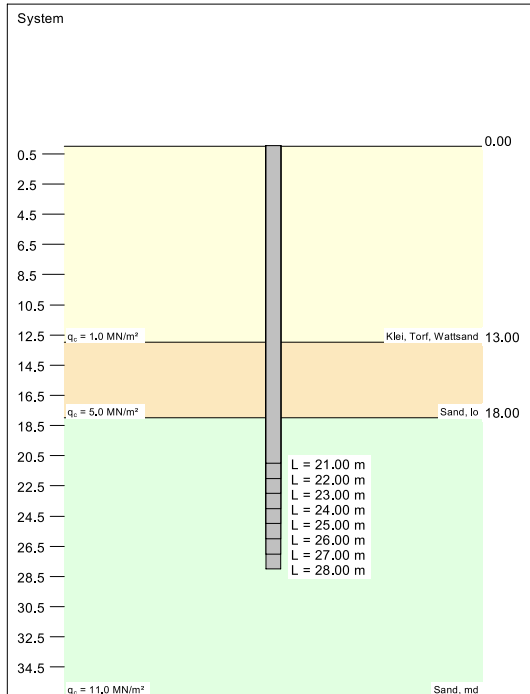
— R<sub>d</sub>  
- - - Setzung



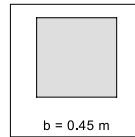
D [m]	Länge [m]	R <sub>k</sub> [MN]	R <sub>d</sub> [MN]	R <sub>E,k</sub> [MN]	s [cm]
0.560	26.00	3.357	2.398	1.683	0.660
0.560	26.50	3.435	2.454	1.722	0.675
0.560	27.00	3.514	2.510	1.761	0.691
0.560	27.50	3.592	2.566	1.801	0.706
0.560	28.00	3.671	2.622	1.840	0.722
0.560	28.50	3.750	2.678	1.879	0.721
0.560	29.00	3.828	2.734	1.919	0.715

$R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99$  [ $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$ ]

Widerstandssetzungslinie  
für Pfahlänge = 27.50 m



Boden	q <sub>c</sub> [MN/m²]	c <sub>u,k</sub> [kN/m²]	q <sub>b,k35</sub> [MN/m²]	q <sub>b,k10</sub> [MN/m²]	q <sub>s(eg*),k</sub> [MN/m²]	q <sub>s(eg),k</sub> [MN/m²]	Bezeichnung
0-12.5 m	1.0	0.0	0.000	0.000	0.0047	0.0067	Klei, Torf, Wattsand
12.5-18.0 m	5.0	0.0	0.000	0.000	0.0233	0.0333	Sand, lo
18.0-34.5 m	11.0	0.0	4.370	6.873	0.0548	0.0780	Sand, md



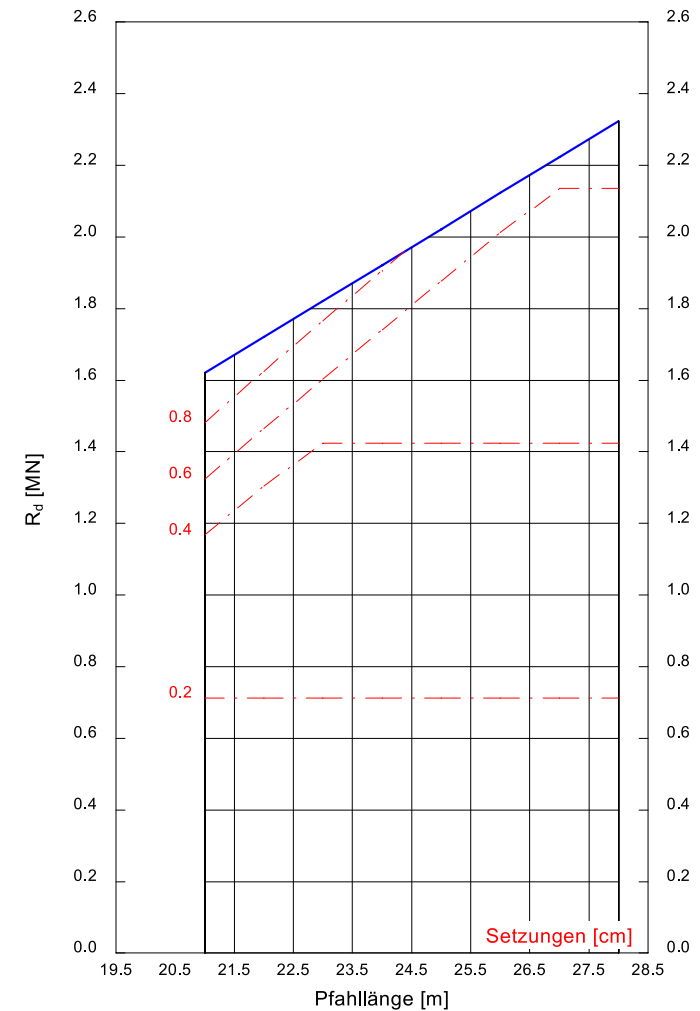
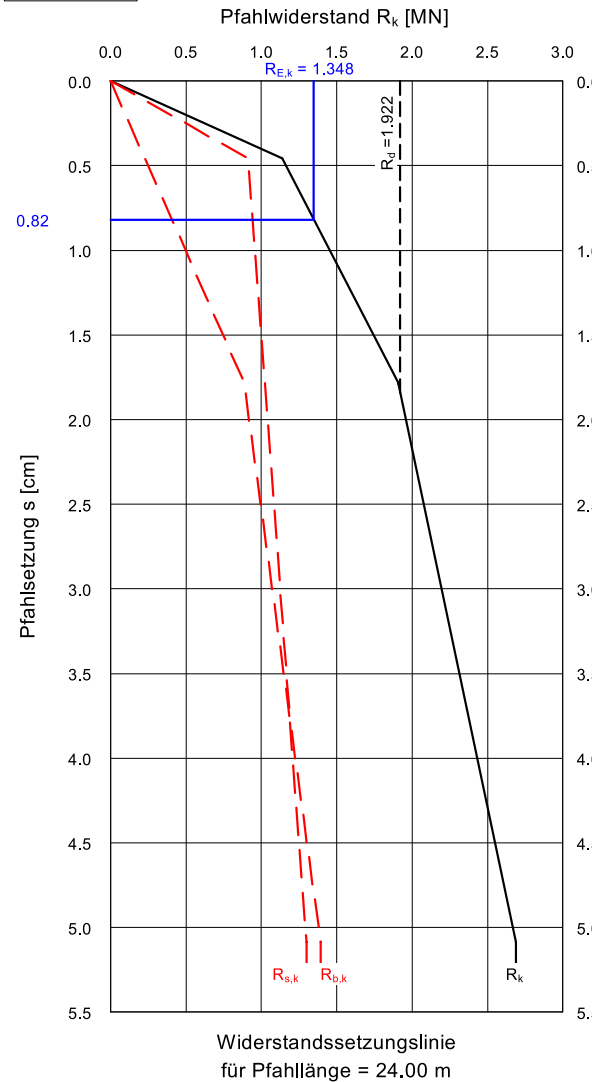
Berechnungsgrundlagen  
 WP Rodenkircherwupp, WEA 5  
 Norm: EC 7  
 Fertigrampfpfahl  
 Stahlbeton und Spannbeton  
 Verhältniswert (min, max) = 0.50  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei q<sub>c</sub> < 7.5 MN/m² aktiviert  
 bei c<sub>u,k</sub> < 60 kN/m² deaktiviert

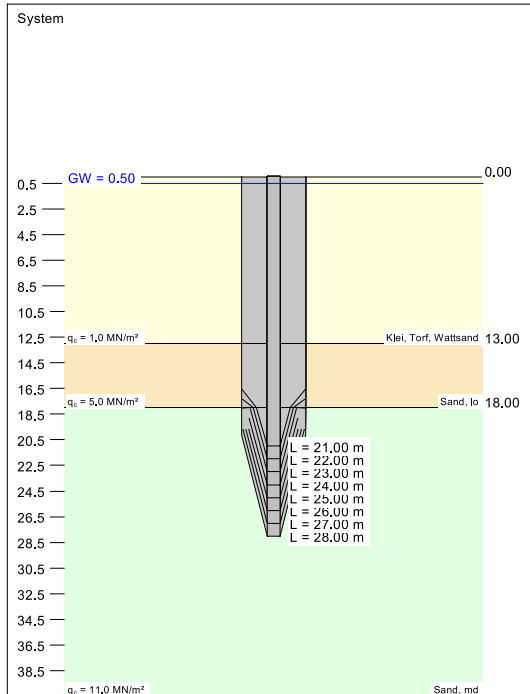
Pfahlbreite = 0.450 m  
 γ<sub>p</sub> = 1.40  
 γ<sub>G</sub> = 1.35  
 γ<sub>Q</sub> = 1.50  
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 γ<sub>(G,Q)</sub> = 0.500 · γ<sub>G</sub> + (1 - 0.500) · γ<sub>Q</sub>  
 γ<sub>(G,Q)</sub> = 1.425

— R<sub>d</sub>  
 - - - - - Setzung

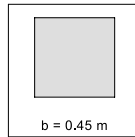
b [m]	Länge [m]	R <sub>k</sub> [MN]	R <sub>d</sub> [MN]	R <sub>E,k</sub> [MN]	s [cm]
0.450	21.00	2.269	1.621	1.137	0.976
0.450	22.00	2.409	1.721	1.208	0.920
0.450	23.00	2.550	1.821	1.278	0.868
0.450	24.00	2.690	1.922	1.348	0.818
0.450	25.00	2.831	2.022	1.419	0.772
0.450	26.00	2.971	2.122	1.489	0.729
0.450	27.00	3.111	2.222	1.560	0.689
0.450	28.00	3.252	2.323	1.630	0.653

$R_{E,k} = R_k / (\gamma_p \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99$  [γ<sub>(G,Q)</sub> = 1.425]





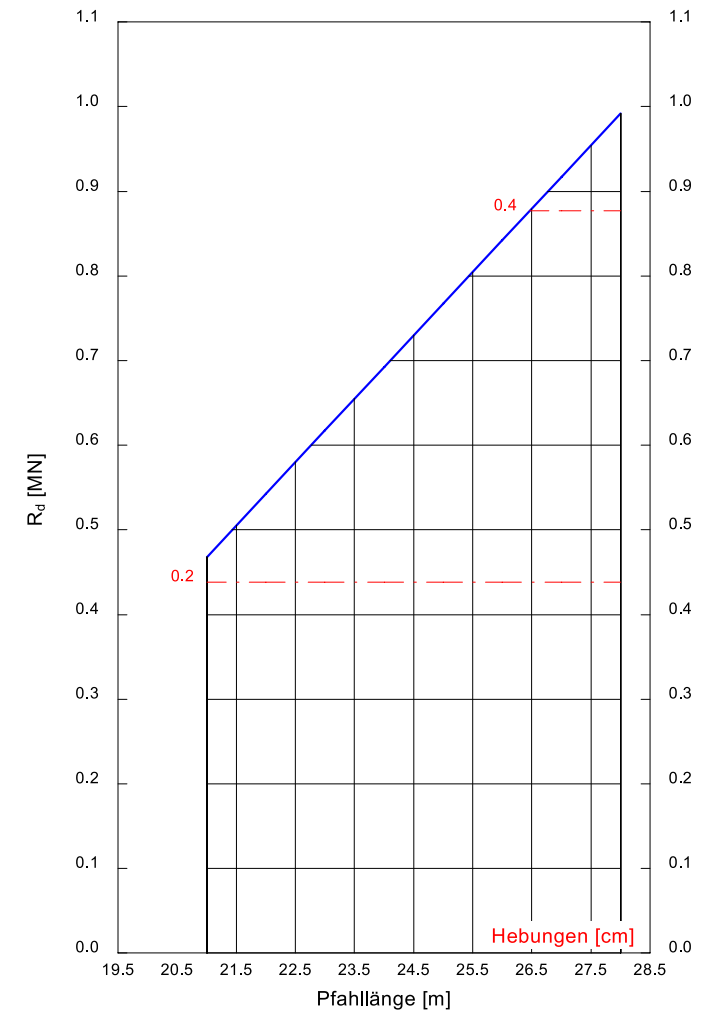
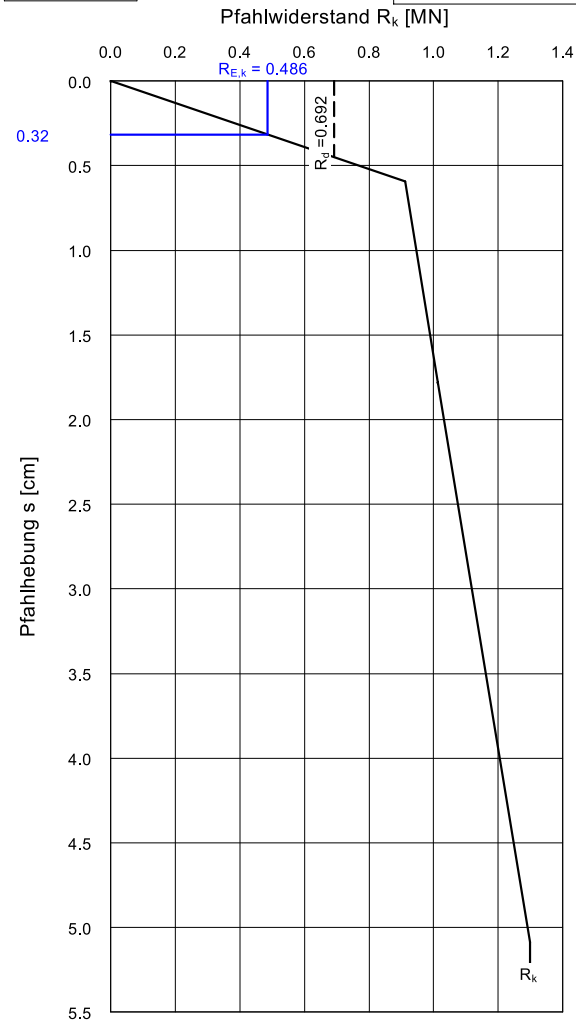
Boden	$\gamma$ [kN/m³]	$\gamma'$ [kN/m³]	$q_c$ [MN/m²]	$c_{u,k}$ [kN/m²]	$\phi$ [°]	$q_{s(sg),k}$ [MN/m²]	Bezeichnung
	16.0	6.0	1.0	0.0	27.5	0.0067	Klei, Torf, Wattsand
	19.0	10.0	5.0	0.0	32.5	0.0333	Sand, lo
	15.0	5.0	11.0	0.0	15.0	0.0780	Sand, md



Berechnungsgrundlagen  
WP Rodenkircherwupp, WEA 5  
Norm: EC 7  
Fertigrammpfahl (Zugpfahl)  
Stahlbeton und Spannbeton  
Verhältniswert (min, max) = 0.50  
Interpolation Mantelreibung:  
bei  $q_c < 7.5$  MN/m² aktiviert  
bei  $c_{u,k} < 60$  kN/m² deaktiviert

Pfahlbreite = 0.450 m  
Grundwasser = 0.50 m  
Anpassungsfaktor  $\eta = 0.800$   
 $\gamma_a = \gamma$  (Aufbruchkegel) = 0.900  
Modellfaktor  $\gamma_M = 1.250$   
Aufbruchradius begrenzt auf: 2.50 m  
 $\gamma_P = 1.50$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$

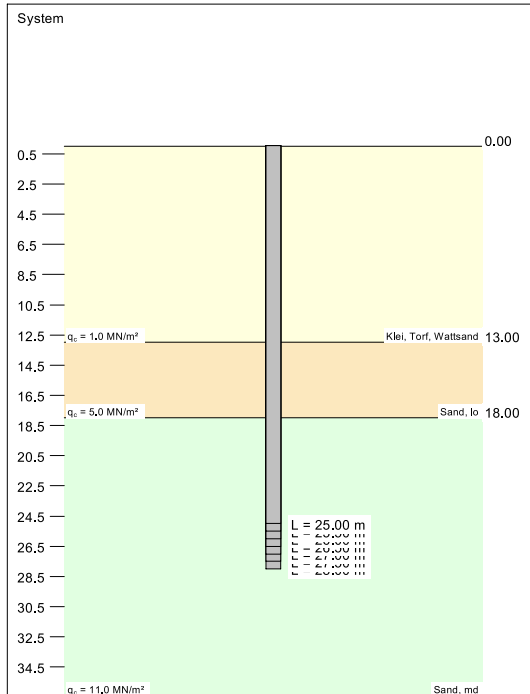
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
— — — — —  $R_d$   
- - - - - Hebung



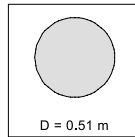
b [m]	Länge [m]	$G_d$ [MN]	$R_k$ [MN]	$R_d$ [MN]	$R_{E,k}$ [MN]	Hebung [cm]
0.450	21.00	1.762	0.877	0.468	0.328	0.213
0.450	22.00	1.835	1.018	0.543	0.381	0.248
0.450	23.00	1.904	1.158	0.618	0.433	0.282
0.450	24.00	1.966	1.298	0.692	0.486	0.316
0.450	25.00	2.020	1.439	0.767	0.538	0.350
0.450	26.00	2.063	1.579	0.842	0.591	0.384
0.450	27.00	2.114	1.720	0.917	0.644	0.418
0.450	28.00	2.181	1.860	0.992	0.696	0.452

$R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)} \cdot \gamma_M) = R_k / (1.500 \cdot 1.425 \cdot 1.250) = R_k / 2.67$  [ $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$ ]

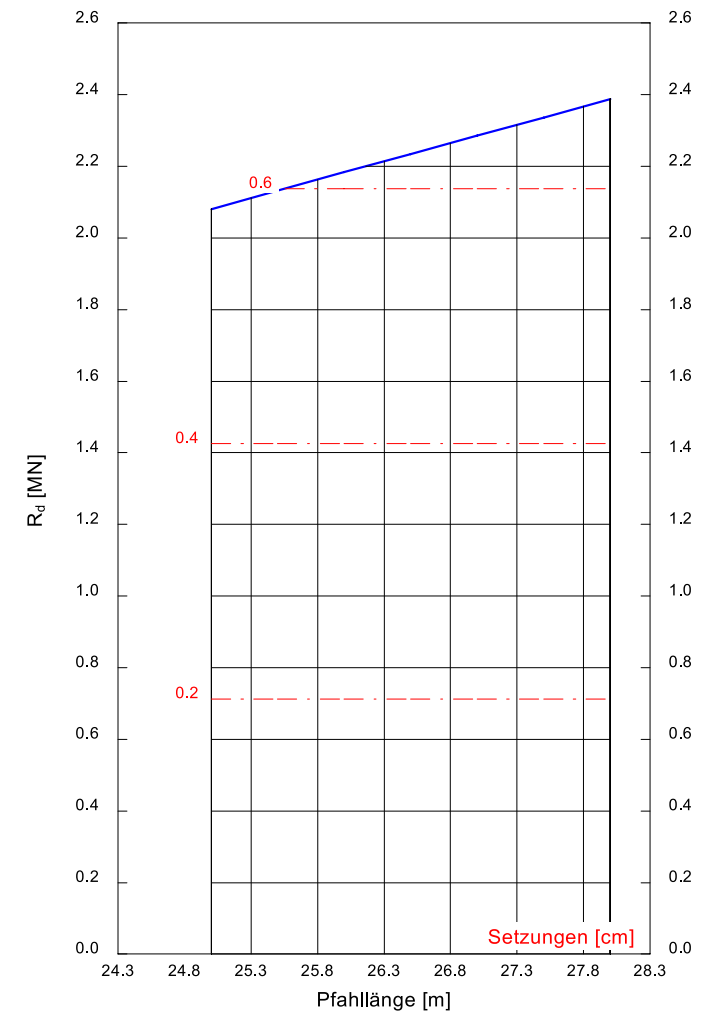
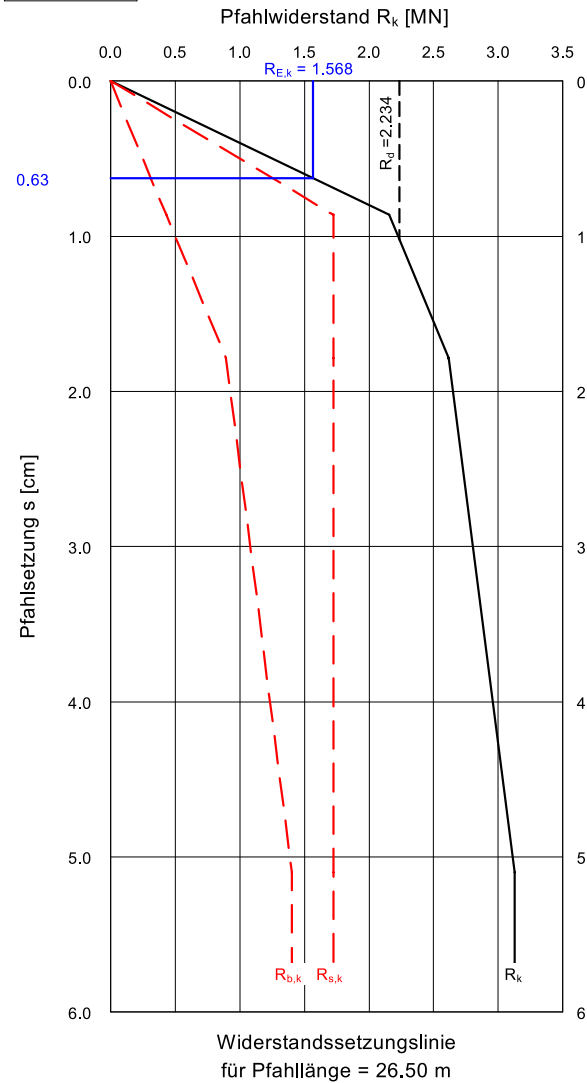
Widerstandshebunglinie  
für Pfahlänge = 24.00 m



Boden	$q_c$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{b,k35}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{b,k10}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{s(eg^*),k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{s(eg),k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
Yellow	1.0	0.0	0.000	0.000	0.0083	0.0083	Klei, Torf, Wattsand
Orange	5.0	0.0	0.000	0.000	0.0417	0.0417	Sand, lo
Green	11.0	0.0	4.370	6.873	0.0893	0.0893	Sand, md

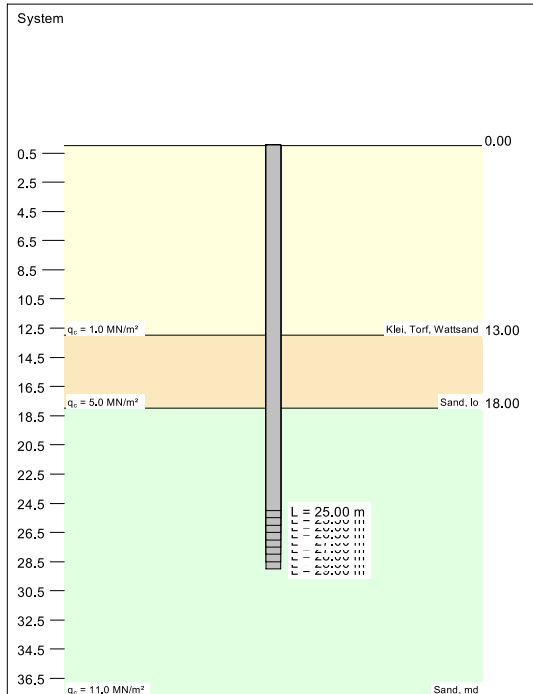


Berechnungsgrundlagen  
 WP Rodenkircherwarp, WEA 5  $\gamma_P = 1.40$   
 Norm: EC 7  $\gamma_G = 1.35$   
 Simplexpfahl  $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 Verhältniswert (min, max) = 0.50  $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 Interpolation Mantelreibung:  $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
 bei  $q_c < 7.5$  MN/m<sup>2</sup> aktiviert  $R_d$   
 bei  $c_{u,k} < 60$  kN/m<sup>2</sup> deaktiviert  
 Pfahldurchmesser = 0.510 m  $\text{--- -- --} \text{Setzung}$

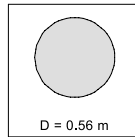


D [m]	Länge [m]	$R_k$ [MN]	$R_d$ [MN]	$R_{E,k}$ [MN]	s [cm]
0.510	25.00	2.913	2.081	1.460	0.584
0.510	25.50	2.985	2.132	1.496	0.598
0.510	26.00	3.057	2.183	1.532	0.613
0.510	26.50	3.128	2.234	1.568	0.627
0.510	27.00	3.200	2.285	1.604	0.642
0.510	27.50	3.271	2.337	1.640	0.656
0.510	28.00	3.343	2.388	1.676	0.670

$R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99$   $[\gamma_{(G,Q)} = 1.425]$



Boden	q <sub>c</sub> [MN/m²]	c <sub>u,k</sub> [kN/m²]	q <sub>b,k35</sub> [MN/m²]	q <sub>b,k10</sub> [MN/m²]	q <sub>s(eg*),k</sub> [MN/m²]	q <sub>s(eg),k</sub> [MN/m²]	Bezeichnung
1.0	1.0	0.0	0.000	0.000	0.0083	0.0083	Klei, Torf, Wattsand
5.0	5.0	0.0	0.000	0.000	0.0417	0.0417	Sand, lo
11.0	11.0	0.0	4.370	6.873	0.0893	0.0893	Sand, md

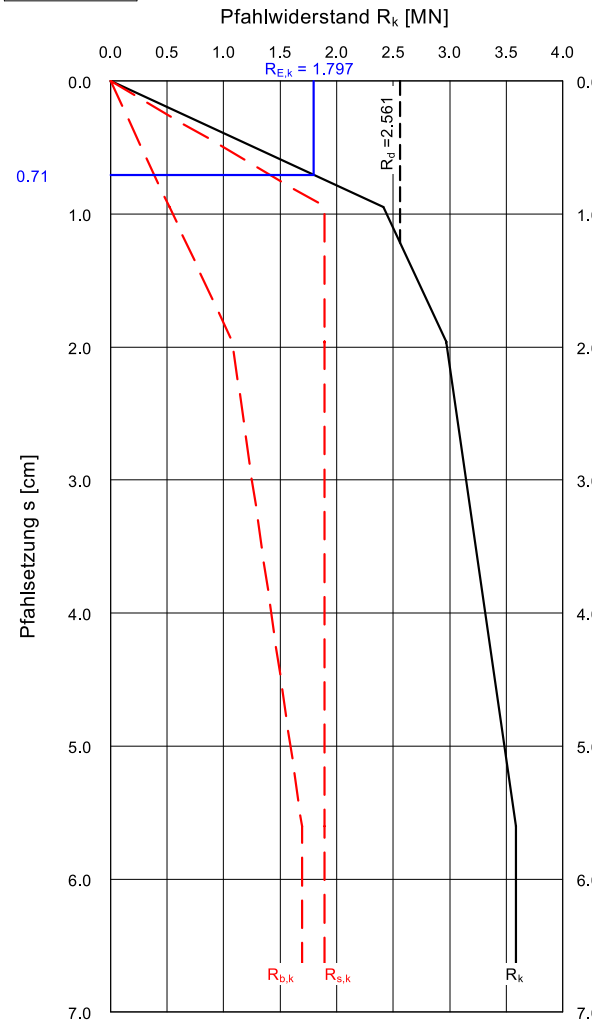


Berechnungsgrundlagen  
 WP Rodenkircherwarp, WEA 5  
 Norm: EC 7  
 Simplexpfahl  
 Verhältniswert (min, max) = 0.50  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei q<sub>c</sub> < 7.5 MN/m² aktiviert  
 bei c<sub>u,k</sub> < 60 kN/m² deaktiviert  
 Pfahldurchmesser = 0.560 m

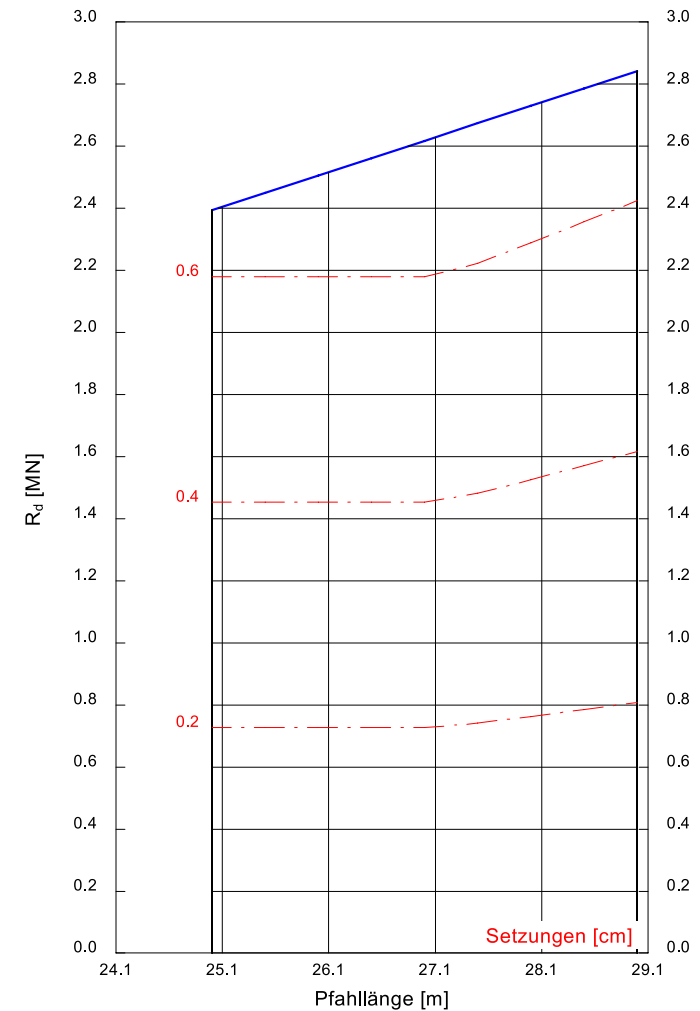
$\gamma_P = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$

D [m]	Länge [m]	R <sub>k</sub> [MN]	R <sub>d</sub> [MN]	R <sub>E,k</sub> [MN]	s [cm]
0.560	25.00	3.350	2.393	1.679	0.659
0.560	25.50	3.429	2.449	1.719	0.674
0.560	26.00	3.507	2.505	1.758	0.690
0.560	26.50	3.586	2.561	1.797	0.705
0.560	27.00	3.664	2.617	1.837	0.721
0.560	27.50	3.743	2.674	1.876	0.722
0.560	28.00	3.822	2.730	1.916	0.715
0.560	28.50	3.900	2.786	1.955	0.709
0.560	29.00	3.979	2.842	1.994	0.703

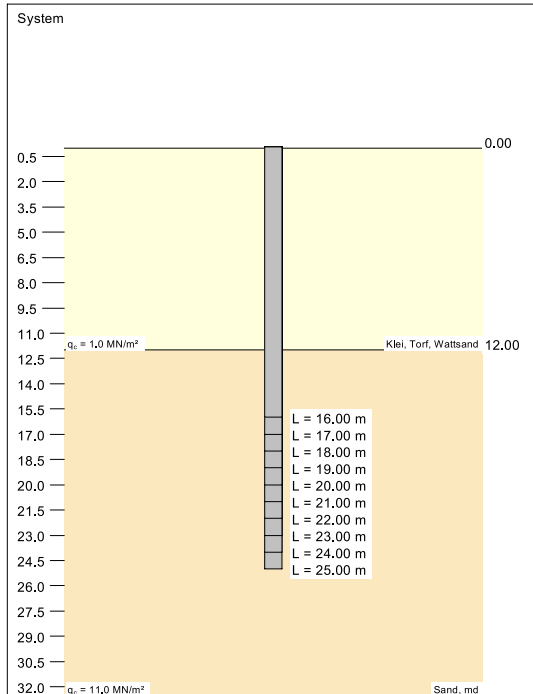
$R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99 \quad [\gamma_{(G,Q)} = 1.425]$



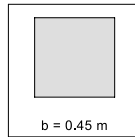
Widerstandssetzungslinie  
für Pfahlänge = 26.50 m







Boden	q <sub>c</sub> [MN/m²]	c <sub>u,k</sub> [kN/m²]	q <sub>b,k35</sub> [MN/m²]	q <sub>b,k10</sub> [MN/m²]	q <sub>s(eg*),k</sub> [MN/m²]	q <sub>s(eg),k</sub> [MN/m²]	Bezeichnung
	1.0	0.0	0.000	0.000	0.0047	0.0067	Klei, Torf, Wattsand
	11.0	0.0	4.370	6.873	0.0548	0.0780	Sand, md



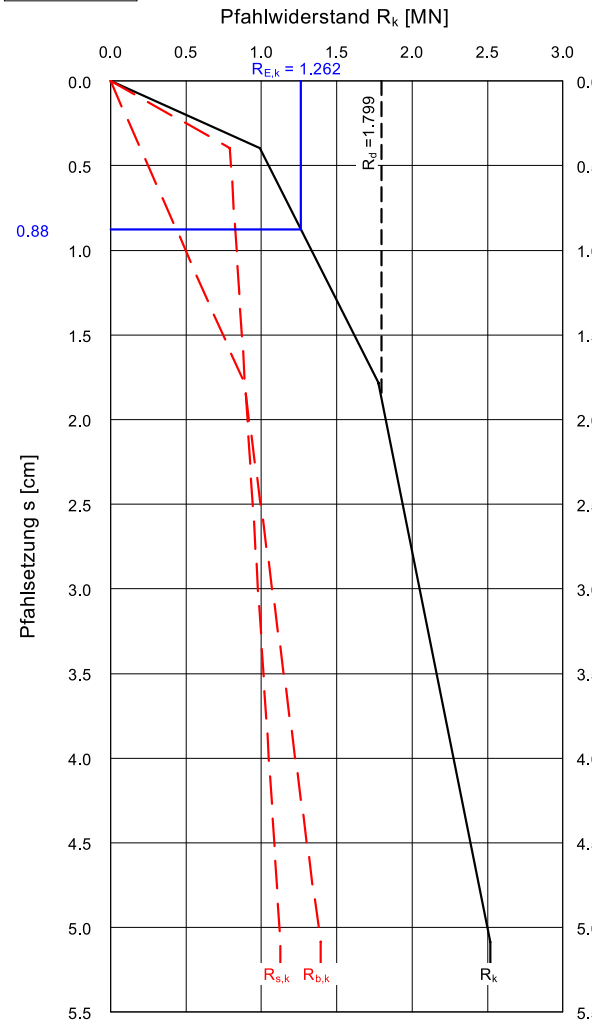
Berechnungsgrundlagen  
 WP Rodenkircherwarp, WEA 6  
 Norm: EC 7  
 Fertigrampfpfahl  
 Stahlbeton und Spannbeton  
 Verhältniswert (min, max) = 0.50  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei q<sub>c</sub> < 7.5 MN/m² aktiviert  
 bei c<sub>u,k</sub> < 60 kN/m² deaktiviert

Pfahlbreite = 0.450 m  
 γ<sub>P</sub> = 1.40  
 γ<sub>G</sub> = 1.35  
 γ<sub>Q</sub> = 1.50  
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 γ<sub>(G,Q)</sub> = 0.500 · γ<sub>Q</sub> + (1 - 0.500) · γ<sub>G</sub>  
 γ<sub>(G,Q)</sub> = 1.425

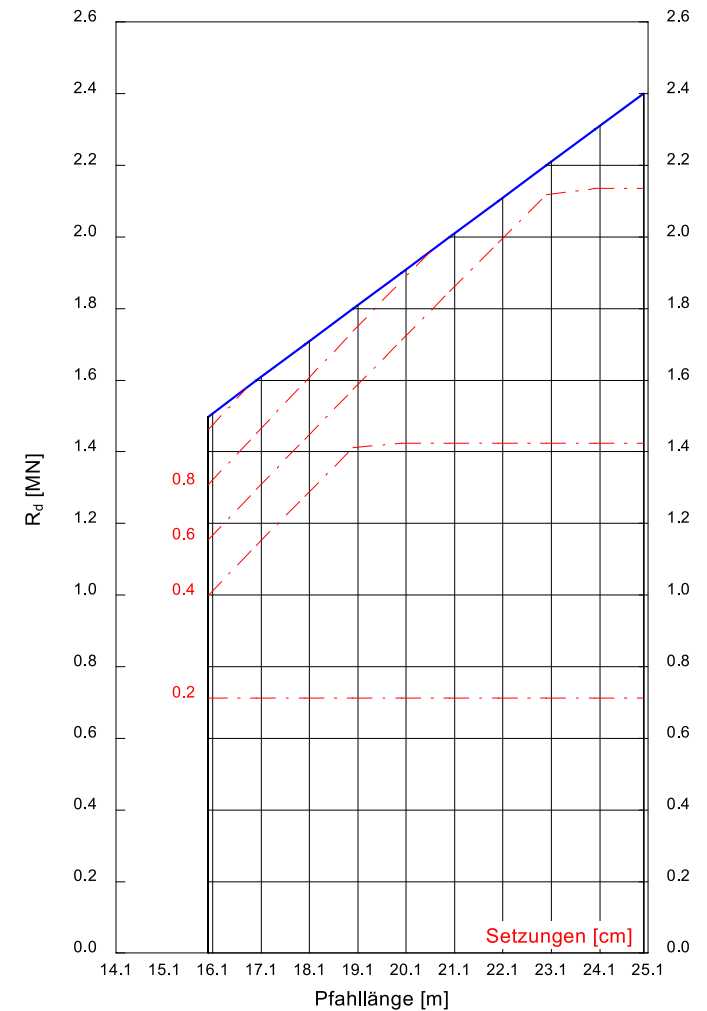
— R<sub>d</sub>  
 - - - - - Setzung

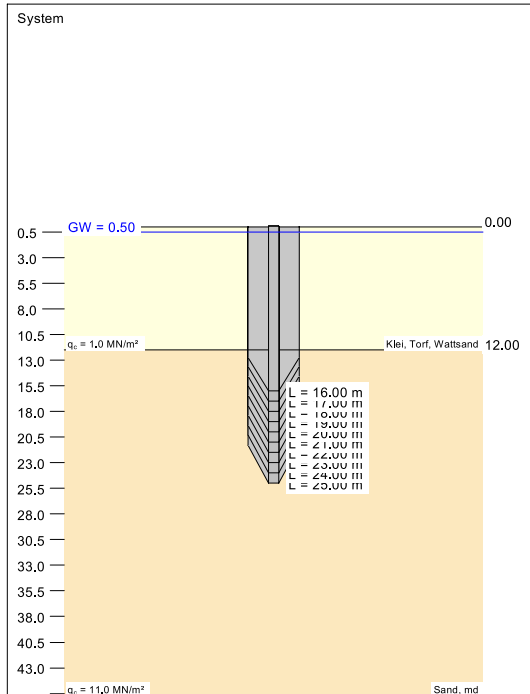
b [m]	Länge [m]	R <sub>k</sub> [MN]	R <sub>d</sub> [MN]	R <sub>E,k</sub> [MN]	s [cm]
0.450	16.00	2.097	1.498	1.051	1.048
0.450	17.00	2.238	1.598	1.122	0.988
0.450	18.00	2.378	1.699	1.192	0.931
0.450	19.00	2.519	1.799	1.262	0.878
0.450	20.00	2.659	1.899	1.333	0.827
0.450	21.00	2.799	2.000	1.403	0.780
0.450	22.00	2.940	2.100	1.474	0.737
0.450	23.00	3.080	2.200	1.544	0.696
0.450	24.00	3.221	2.300	1.614	0.658
0.450	25.00	3.361	2.401	1.685	0.625

$R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99 \quad [\gamma_{(G,Q)} = 1.425]$

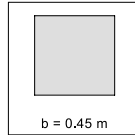


Widerstandssetzungslinie  
für Pfahlänge = 19.00 m





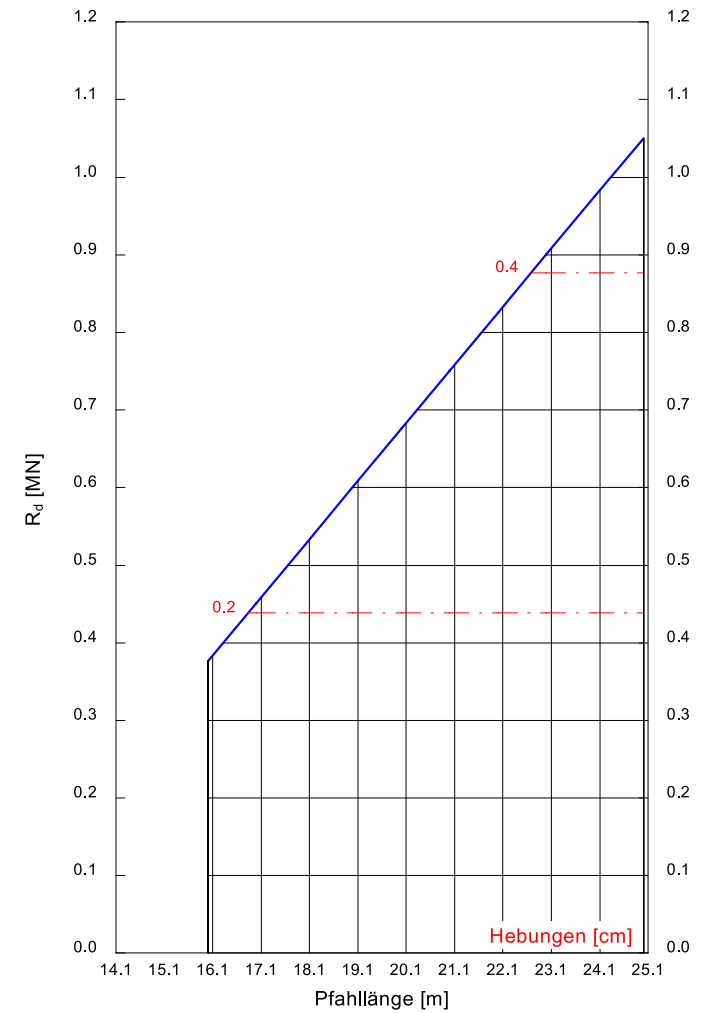
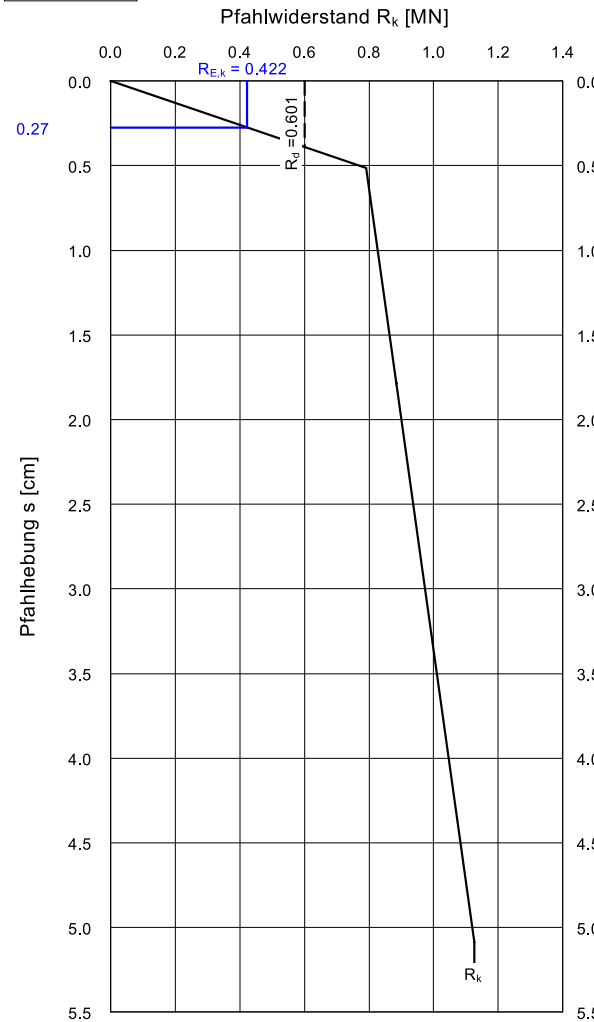
Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$q_c$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]	$q_{s(sg),k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
[Yellow Box]	19.0	10.0	1.0	0.0	32.5	0.0067	Klei, Torf, Wattsand
[Orange Box]	19.0	10.0	11.0	0.0	32.5	0.0780	Sand, md



Berechnungsgrundlagen  
WP Rodenkircherwurf, WEA 6  
Norm: EC 7  
Fertigrampfpfahl (Zugpfahl)  
Stahlbeton und Spannbeton  
Verhältniswert (min, max) = 0.50  
Interpolation Mantelreibung:  
bei  $q_c < 7.5$  MN/m<sup>2</sup> aktiviert  
bei  $c_{u,k} < 60$  kN/m<sup>2</sup> deaktiviert

Pfahlbreite = 0.450 m  
Grundwasser = 0.50 m  
Anpassungsfaktor  $\eta = 0.800$   
 $\gamma_R = \gamma$  (Aufbruchkegel) = 0.900  
Modellfaktor  $\gamma_M = 1.250$   
Aufbruchradius begrenzt auf: 2.50 m  
 $\gamma_P = 1.50$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$

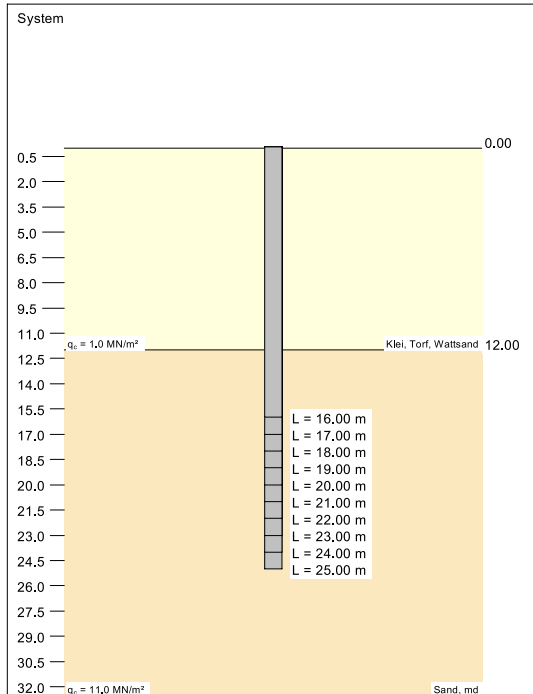
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_G + (1 - 0.500) \cdot \gamma_Q$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
 $R_d$   
Hebung



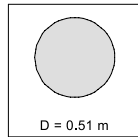
b [m]	Länge [m]	$G_d$ [MN]	$R_k$ [MN]	$R_d$ [MN]	$R_{E,k}$ [MN]	Hebung [cm]
0.450	16.00	1.985	0.706	0.376	0.264	0.172
0.450	17.00	2.124	0.846	0.451	0.317	0.206
0.450	18.00	2.262	0.986	0.526	0.369	0.240
0.450	19.00	2.402	1.127	0.601	0.422	0.274
0.450	20.00	2.541	1.267	0.676	0.474	0.308
0.450	21.00	2.681	1.408	0.751	0.527	0.342
0.450	22.00	2.820	1.548	0.826	0.579	0.377
0.450	23.00	2.960	1.688	0.900	0.632	0.411
0.450	24.00	3.100	1.829	0.975	0.684	0.445
0.450	25.00	3.240	1.969	1.050	0.737	0.479

$R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)} \cdot \gamma_M) = R_k / (1.500 \cdot 1.425 \cdot 1.250) = R_k / 2.67$  [ $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$ ]

Widerstandshebunglinie  
für Pfahlänge = 19.00 m



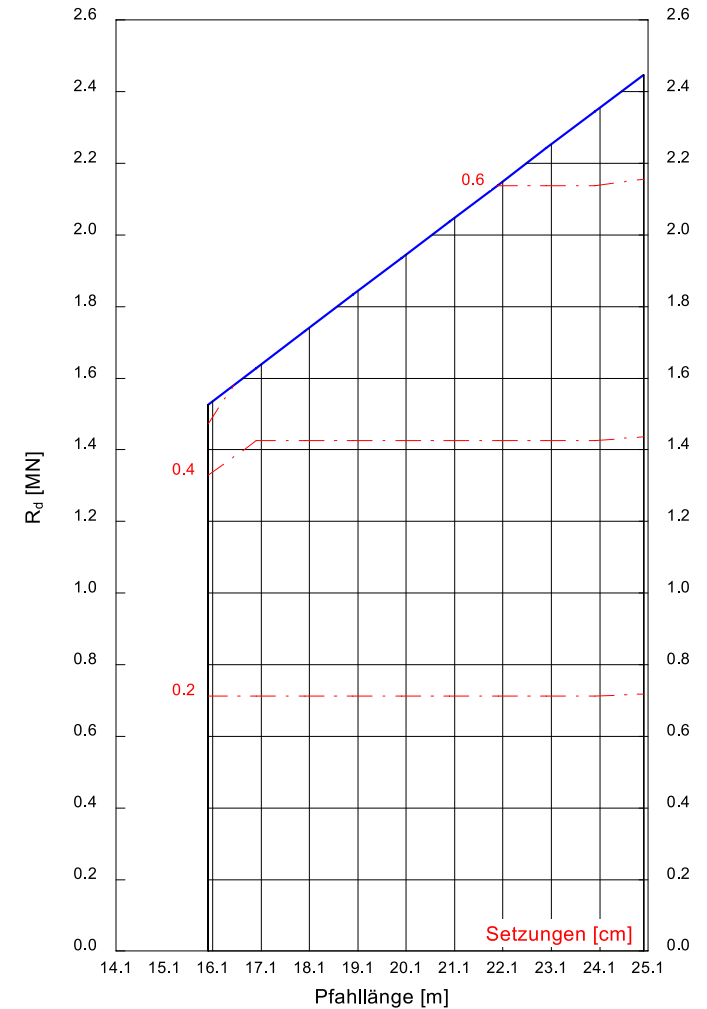
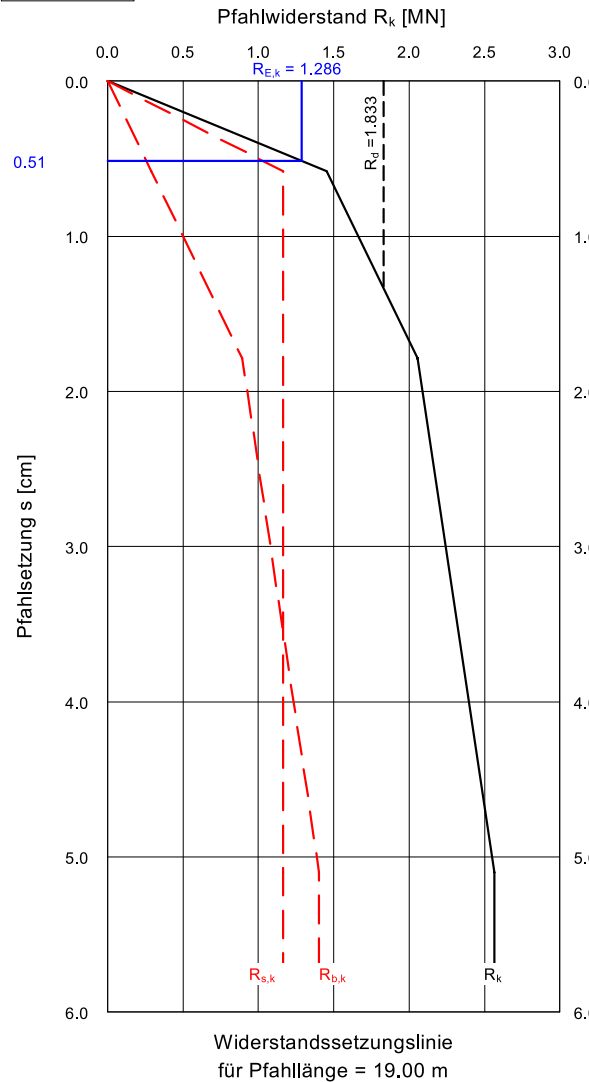
Boden	$q_c$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{b,k35}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{b,k10}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{s(eg^*),k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{s(eg),k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	1.0	0.0	0.000	0.000	0.0083	0.0083	Klei, Torf, Wattsand
	11.0	0.0	4.370	6.873	0.0893	0.0893	Sand, md



Berechnungsgrundlagen  
 WP Rodenkircherwarp, WEA 6  
 Norm: EC 7  
 Simplexpfahl  
 Verhältniswert (min, max) = 0.50  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei  $q_c < 7.5 \text{ MN/m}^2$  aktiviert  
 bei  $c_{u,k} < 60 \text{ kN/m}^2$  deaktiviert  
 Pfahldurchmesser = 0.510 m

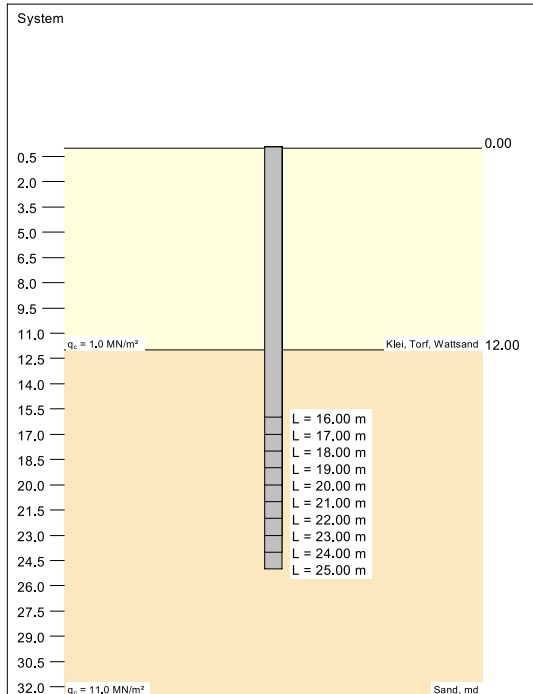
$\gamma_p = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$

$R_d$  (blue solid line)  
 $s$  (red dashed line)

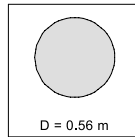


D [m]	Länge [m]	$R_k$ [MN]	$R_d$ [MN]	$R_{E,k}$ [MN]	$s$ [cm]
0.510	16.00	2.137	1.526	1.071	0.677
0.510	17.00	2.280	1.629	1.143	0.534
0.510	18.00	2.423	1.731	1.215	0.486
0.510	19.00	2.566	1.833	1.286	0.515
0.510	20.00	2.709	1.935	1.358	0.543
0.510	21.00	2.852	2.037	1.430	0.572
0.510	22.00	2.996	2.140	1.502	0.601
0.510	23.00	3.139	2.242	1.573	0.629
0.510	24.00	3.282	2.344	1.645	0.658
0.510	25.00	3.425	2.446	1.717	0.681

$R_{E,k} = R_k / (\gamma_p \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99 \quad [\gamma_{(G,Q)} = 1.425]$



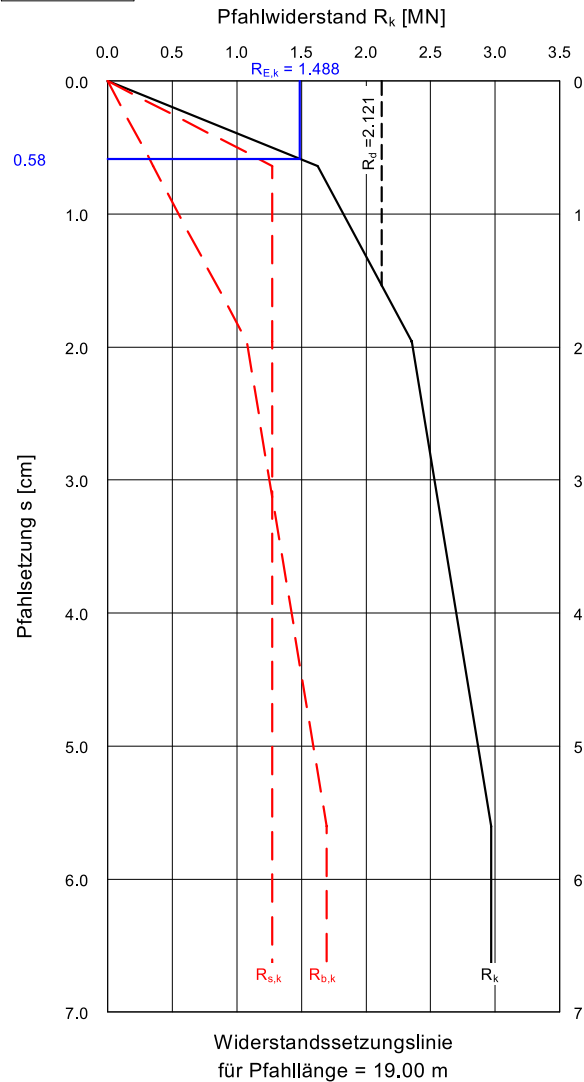
Boden	q <sub>c</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	c <sub>u,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k35</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b,k10</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s(eg*),k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>s(eg),k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
Yellow	1.0	0.0	0.000	0.000	0.0083	0.0083	Klei, Torf, Wattsand
Orange	11.0	0.0	4.370	6.873	0.0893	0.0893	Sand, md



Berechnungsgrundlagen  
 WP Rodenkircherwurf, WEA 6  
 Norm: EC 7  
 Simplexpfahl  
 Verhältnisswert (min, max) = 0.50  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei q<sub>c</sub> < 7.5 MN/m<sup>2</sup> aktiviert  
 bei c<sub>u,k</sub> < 60 kN/m<sup>2</sup> deaktiviert  
 Pfahldurchmesser = 0.560 m

$\gamma_P = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$

— R<sub>d</sub>  
- - - Setzung



D [m]	Länge [m]	R <sub>k</sub> [MN]	R <sub>d</sub> [MN]	R <sub>E,k</sub> [MN]	s [cm]
0.560	16.00	2.497	1.784	1.252	0.815
0.560	17.00	2.655	1.896	1.331	0.672
0.560	18.00	2.812	2.008	1.409	0.553
0.560	19.00	2.969	2.121	1.488	0.584
0.560	20.00	3.126	2.233	1.567	0.615
0.560	21.00	3.283	2.345	1.646	0.646
0.560	22.00	3.440	2.457	1.725	0.677
0.560	23.00	3.598	2.570	1.803	0.707
0.560	24.00	3.755	2.682	1.882	0.721
0.560	25.00	3.912	2.794	1.961	0.708

$R_{E,k} = R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99$  [ $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$ ]

