



Füchteler Straße 29
49377 Vechta

Geotechnischer Bericht

Projekt: Windpark Weener-Dwarstief, WEA 12,
1 x Enercon E-138 EP3 E3, 131 mNH

Projekt-Nr.: 2025-0205

Auftraggeber: Windpark Weener Pooling
GmbH & Co. KG
Am Hessepark 24a
26826 Weener

Datum: 16. Dezember 2025

Projektbearbeiterin: Petra Müller, Dipl.-Geol.

Baugrunderkundung
Gründungsgutachten
Baugrundlabor
Hydrogeologie
Altlastenuntersuchung
Gefährdungsabschätzung
Sanierungskonzepte
Bodenschutz
Gebäudeschadstoffe



INHALTSVERZEICHNIS

I. VERANLASSUNG UND BEAUFTRAGUNG.....	4
1. Unterlagen.....	4
2. Angaben zum Bauwerk.....	4
II. DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN.....	5
III. BODEN- UND GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE.....	6
1. Boden.....	6
2. Grundwasser.....	8
3. Erdbebenzone.....	8
4. Bodenmechanische Laborversuche.....	8
5. Bodenklassifizierung nach DIN 18300/DIN 18196.....	9
6. Bodenkennwerte.....	10
IV. AUSWERTUNG UND BEWERTUNG, GRÜNDUNG.....	10
1. Geotechnische Kategorie.....	10
2. Auswertung und Bewertung.....	11
3. Zusammenfassung der Gründungsempfehlungen.....	12
V. KRANSTELLFLÄCHE.....	12
VI. HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG.....	12
1. Baugrube, Böschungen, Wasserhaltung	12
2. Fundamentüberdeckung, Wiederverwendung Bodenaushub, Verdich- tung.....	13
3. Betonaggressivität des Grundwassers.....	14
4. Frischbetoneigengewicht.....	14
5. Erdspezifischer elektrischer Widerstand.....	14
VII. SCHLUSSWORT.....	15

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Charakteristische Lastfälle für Fundamente mit Flachgründung.....	5
Tabelle 2:	Anlagentyp, Koordinaten und ungefähre Geländehöhe....	5
Tabelle 3:	Korrelation Lagerungsdichte, Spitzenwiderstand und Reibungswinkel.....	6
Tabelle 4:	Bodenprofil am Anlagenstandort und Kranstellfläche.....	7
Tabelle 5:	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche.....	8
Tabelle 6:	Durchlässigkeitsbereiche nach DIN 18130.....	9
Tabelle 7:	Bodenklassifizierung nach DIN 18300 und DIN 18196.....	9
Tabelle 8:	Bodenkennwerte in Anlehnung an TÜRKE (1998), EAU (2012), Ergebnissen der Drucksondierungen und eigenen Erfahrungswerten.....	10
Tabelle 9:	Setzungen, Setzungsdifferenzen, Grundbruchsicherheit, Drehfedersteifigkeit.....	11
Tabelle 10:	Zusammenfassung der Gründungsempfehlungen.....	12
Tabelle 11:	Ergebnisse Grundwasseranalysen.....	14

ANLAGENVERZEICHNIS:

ANLAGE 1:	Lageplan
ANLAGE 2.1-2.2:	Bohrprofile nach DIN 4023 und Drucksondierdiagramme nach DIN EN ISO 22476-1
ANLAGE 3:	Drucksondierprotokolle
ANLAGE 4:	Wassergehalte, DIN 18121
ANLAGE 5:	Körnungslinien, DIN 18123
ANLAGE 6:	Analysenergebnis Grundwasser
ANLAGE 7.1-7.3:	Setzungsberechnungen, Grundbruch, Drehfeder
ANLAGE 8:	Hydraulische Berechnung
ANLAGE 9:	Tabellarische Zusammenstellung der Wenner Sondierung

I. VERANLASSUNG UND BEAUFTRAGUNG

Die Windpark Pooling GmbH & Co. KG plant im Landkreis Leer im bestehenden Windpark „Dwarstief“ nördlich der Ortschaft Weener eine weitere Windenergieanlage vom Typ Enercon E-138 EP3 E3 mit 131 m Nabenhöhe (WEA 12) zu errichten.

Die Ingenieurgeologie Dr. Lübbe GmbH & Co. KG wurde mit Schreiben vom 08.04.2025 über die WEB Windenergie AG, Herrn Schweighart, beauftragt, den Baugrund am geplanten Standort und der Kranstellfläche zu untersuchen und für die Gründung zu beurteilen.

1. Unterlagen

Zur Durchführung der Untersuchungen erhielten wir folgende Unterlagen:

- Übersichtslageplan, Aufbauplan, „Windpark Dwarstief“, Projekt-Nr. O-17921, 01.08.2024, Maßstab: benutzerspezifisch.
- Übersichtslageplan, Übersichtsplan, „Windpark Dwarstief“, Projekt-Nr. O-17921, 01.08.2024, Maßstab: 1 : 2500.
- Technisches Datenblatt E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01, Flachgründung, D02539730/4.0/DA, 16.11.2021, Rev. 4 19.09.2024.

2. Angaben zum Bauwerk

Bei einer Flachgründung erfolgt die Gründung der Windenergieanlage über ein Kreisfundament mit einem Fundamentdurchmesser von 22,95 m und einer Fundamenthöhe von 2,70 m. Die Fundamentunterkante liegt auf Höhe der Geländeoberkante. Die mittlere Sohlvertiefung mit einem Durchmesser von 8,30 m reicht bis 0,50 m unter GOK. Das Fundament erhält eine allseitige Überschüttung.

Der maximal zulässige Wasserstand liegt auf Höhe der Geländeoberkante bzw. bei Unterkante Sauberkeitsschicht.

Der anstehende Baugrund muss mindestens eine Bodenpressung/Kantenpressung $\max \delta_k = 204 \text{ kN/m}^2$ aufnehmen können.

Für geotechnische Nachweise bzw. zur Ermittlung der maximalen Kantenpressung wurden den Planunterlagen folgende charakteristischen Lastfälle (*inklusive Erdüberschüttung und Auftrieb*) entnommen (*Tabelle 1*):

Lastfall	Fxy (kN)	FZ (kN)		Mxy (kNm)
		Min (ohne Auftrieb)	Max (mit Auftrieb)	
NTM DLC D.3	710	-30342	-28956	90317
N/T/DLC 8.2 (BS-P)	990	-30342	-28956	118323
N/A/T (BS-A)	1100	-30352	-28956	138120
DLC 8.1/8.2/8.3	930	-20643	-19506	118361

alle Lasten ohne Teilsicherheitsbeiwerte ($\gamma_{G,min}/\gamma_{G,max} = 1,00/1,00$).

Tabelle 1: Charakteristische Lastfälle für Fundamente mit Flachgründung.

Für die elastische Fundamenteinspannung zwischen Fundament und Baugrund ist eine Mindestdrehfedersteifigkeit des Gesamtsystems (*Turm und Gründung*) von $k_{phi,dyn} = 129.147 \text{ MNm/rad}$ bzw. $k_{phi,stat} = 13.026 \text{ MNm/rad}$ einzuhalten.

Die UTM-Koordinaten (*UTM ETRS84 Zone 32*) des Anlagenmittelpunktes wurden den Planunterlagen und die ungefähre Geländehöhe den Kartenunterlagen des Nibis-Kartenservers wie folgt entnommen (*Tabelle 2*):

Standort	Anlagentyp	Rechtswert	Hochwert	Geländehöhe (mNN)
WEA 12	Enercon E-138 EP3 E3, 131 m NH	389760	5893974	-0,3

Tabelle 2: Anlagentyp, Koordinaten und ungefähre Geländehöhe.

II. DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden am 25.06.2025 am Anlagenstandort zwei Rammkernsondierungen bis 10,0 m unter Gelände abgeteuft ($\varnothing 80/60 \text{ cm}$, *RKS -12-1 und RKS 12-2*).

Durch die Thade Gerdes GmbH, Norden, wurden in einem Abstand von ca. 12 m vom Mittelpunkt entfernt und in etwa gleichmäßig um den Umfang verteilt vier elektrische Drucksondierungen bis 11,0 m bzw. 24,0 m unter Gelände ausgeführt (*CPT 12-Nord bis CPT 12-West*).

Die Erkundung des Baugrundes an der Kranstellfläche (*KSF*) erfolgte durch eine Drucksondierung (*CPT 12-K*) bis 10,0 m unter Ansatzpunkt und eine Rammkernsondierung (*RKS 12-K*) bis 5,00 m unter GOK.

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 2.1-2.2 als Bohrprofile nach DIN 4023 zusammen mit den Drucksondierdiagrammen (*CPT nach DIN 4094*) dargestellt. Die Drucksondierprotokolle liegen in Anlage 3 vor.

Aus den Sondierprofilen wurden Bodenproben entnommen. An zwei exemplarisch ausgewählten Bodenproben wurden die Wassergehalte nach DIN EN ISO 17892-1 (*Anlage 4*) und Körnungsanalysen nach DIN EN ISO 17892-4, Siebung nach nassem Abtrennen der Feinanteile, durchgeführt (*Anlage 5*).

Die RKS 12-1 wurde zu einem provisorischen Grundwasserpegel ausgebaut, eine Grundwasserprobe entnommen und im Labor auf den chemischen Angriffsgrad nach DIN 4030 analysiert. Die Analysenergebnisse liegen in Anlage 6 vor.

In Anlage 7.1-7.3 sind die Grundbruch- und Setzungsberechnungen aufgeführt. Eine hydraulische Berechnung ist in Anlage 8 beigefügt.

In Anlage 9 sind die Protokolle der Wenner-Sondierungen mit Messung des spezifischen Erdwiderstandes aufgeführt.

III. BODEN- UND GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE

1. Boden

Nach den geologischen Kartenunterlagen des LBEG sind im Bereich des Windparks unter holozänen Brackwasserablagerung (*Klei*) oder unter Torfschichten entweder fluviatile Fein- bis Mittelsande aus der Weichsel-Kaltzeit (*Niederterrassensedimente*) oder Beckenablagerungen bestehend aus Ton und Schluff („*Lauenburger Ton*“) aus der Elster-Kaltzeit zu erwarten.

Das Gelände eben. Die mittlere Geländehöhe beträgt nach der Topographischen Karte im Nibis-Kartenserver etwa -0,3 mNN.

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

Bezogene Lagerungsdichte	Spitzenwiderstand (q_c) (aus CPT) MN/m ²	Wirksamer Reibungswinkel (φ')
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

Die Bestimmung der Konsistenzen des bindigen Bodens aus Ton erfolgte anhand von Knetversuchen im Feld sowie an den Bodenproben im Labor. Die Drucksondierungen wurden dazu in Anlehnung an das Grundbau Taschenbuch (5. Auflage, Teil 1) ausgewertet. Danach ist der Spitzenwiderstand in bindigen Böden wegen ihrer Plastizität gewöhnlich klein. Ein Wert von $q_c = 5 \text{ MN/m}^2$ kennzeichnet bereits eine feste Konsistenz. Bei Werten von $q_c > 1,5 \text{ MN/m}^2$ kann bereits auf eine steife bis sehr steife Konsistenz geschlossen werden. In Verbindung mit den Knetversuchen wurde bei Spitzendrücken von etwa 2 MN/m^2 bis 3 MN/m^2 auf eine halbfeste Konsistenz geschlossen.

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

Tiefe (bis m u. GOK min./max.)	Mächtigkeit (m)	Bodenschicht (qc in MN/m ²)	nicht bindig/ bindig	Baugrund- eigenschaften
1,20/1,50	1,20-1,50	Oberboden/Mutterboden, Schluff, humos, Klei, Schluff, stark tonig, schwach feinsandig und Torf, (-)	-	nicht geeignet
3,60/4,50	2,00-3,50	Niederterrassensande: Fein- bis Mittelsand mitteldicht (qc ≥ 7,5-15)	nicht bindig	geeignet bis gut
10,00/11,00	6,00-7,00	Ton (Lauenburger Ton), Sandzwischenlagen und Geschiebelehm: weich bis steif oder steif: qc = 0,5-1,5, fs ≈ 10-80 Sandzwischenlagen: Mitteldicht: qc = 5-15	Bindig/nicht bindig	mäßig tragfähig
> 24,0	> 15,0	Schmelzwassersand, gut mitteldicht bis dicht qc = 10-> 25	nicht bindig	sehr gut

Tabelle 4: Bodenprofil am Anlagenstandort und an der Kranstellfläche.

Nach den vorliegenden Baugrunderkundungen besteht der Baugrund unter gering konsolidierten oder humosen Deckschichten (*Oberboden, Klei, Torf*) aus Sand (*Niederterrasse*). Darunter folgt eine Wechselfolge aus Ton (Lauenburger Ton), Sand und Geschiebelehm.

Bei dem Lauenburger Ton handelt es sich um Ablagerungen der Elster-Kaltzeit, die während der späteren Kaltzeiten bei entsprechender Gletscherlage erneut überdeckt wurden. Der Lauenburger Ton und auch der Geschiebelehm sind geologisch vorbelastet und ihre geotechnischen Eigenschaften sind gegenüber nichtkomprimierten Tonen im Hinblick auf Konsistenz und Scherfestigkeit verbessert.

Der Baugrund ist unter Berücksichtigung der regionalen Geologie entsprechend Enercon Spezifikation mit den vorliegenden Aufschlüssen grundsätzlich ausreichend tief erkundet.

2. Grundwasser

Grundwasser wurde bei den Bohrarbeiten im Juni 2025 ab 1,00 m unter Geländeoberkante angetroffen. Bezogen auf mNN entspricht dies etwa -1,30 mNN. Bei dem erbohrten Grundwasser handelt es sich um einen zusammenhängenden, geschlossenen Grundwasserkörper innerhalb der Sande.

Bei den angegebenen Grundwasserständen handelt es sich um punktuelle Messungen und nicht um den eingepegelten Ruhewasserstand.

In den hydrogeologischen Kartenunterlagen des LBEG wird die Höhe der mittleren Grundwasseroberfläche im Bereich des Windparks mit -1,00 mNN angegeben. Die gemessenen Grundwasserstände stimmen mit den Angaben der Kartenunterlagen gut überein.

Das Jahr 2025 war durchschnittlich niederschlagsreich. Die Bohrarbeiten fanden im Sommer statt. Daher können die aktuell gemessenen Grundwasserstände als mittlere bis niedrige Wasserstände eingeordnet werden. Nach länger anhaltenden und ergiebigen Niederschlagsperioden muss mit einem deutlichen Grundwasseranstieg um bis zu 1,00 m gerechnet werden.

Aufgrund des flachen Geländes ist als Bemessungswasserstand die Geländeoberkante anzunehmen.

Die Gründungsebene der Windkraftanlage liegt auf Höhe der Geländeoberkante. Das Fundamente stehen nicht unter Auftrieb.

3. Erdbebenzone

Der Landkreis Leer, Regierungsbezirk Weser-Ems, befindet sich nach DIN 4149 in keiner Erdbebenzone. Seismische Aktivitäten und daraus folgende Einwirkungen auf Gebäude sind in diesem Bereich nicht zu erwarten und werden daher für die weiteren Ausführungen nicht berücksichtigt.

4. Bodenmechanische Laborversuche

Zur Überprüfung der Bodenansprache am Bohrkern und zur Klassifizierung der anstehenden Bodenarten, wurde an zwei Bodenproben die Wassergehalte nach DIN EN ISO 178792-1 und Körungsanalysen nach DIN EN ISO 17892-4 ermittelt.

Nach der Labormethode „Sieblinienauswertung“ wurden die kf-Werte nach HAZEN ermittelt (Tabelle 5).

Bohrung, Proben-Nr.	Entnahmetiefe (m u. GOK)	Wassergehalt (M.-%)	Anteil < 0,063 mm	Bodenart	kf-Wert (HAZEN) (m/s)
RKS 12-1, 12-1-4	1,50-3,60	19,14	2,3	Feinsand bis Mittelsand	$9,7 \times 10^{-5}$
RKS 12-1, 12-1-6	3,80-5,40	20,61	4,1	Feinsand, stark mittelsandig	$6,8 \times 10^{-5}$

Tabelle 5: Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche.

Nach DIN 18130 werden in Abhängigkeit vom Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) folgende Durchlässigkeitsbereiche unterschieden (Tabelle 6):

k_f -Wert (m/s)	Bereich
unter 10^{-8}	sehr schwach durchlässig
10^{-8} bis 10^{-6}	schwach durchlässig
über 10^{-6} bis 10^{-4}	durchlässig
über 10^{-4} bis 10^{-2}	stark durchlässig
über 10^{-2}	sehr stark durchlässig

Tabelle 6: Durchlässigkeitsbereiche nach DIN 18130.

Die anstehenden oberen Fein- bis Mittelsande sind mit k_f -Werten von bis zu $9,7 \times 10^{-5}$ m/s durchlässig.

5. Bodenklassifizierung nach DIN 18300/DIN 18196

Für die Ausschreibung der Erdarbeiten können die angetroffenen Bodenarten aufgrund ihrer bautechnischen Eigenschaften wie folgt klassifiziert werden (vgl. Tabelle 7):

Homogenbereich		B1	B2	B3	B4
Bezeichnung		Klei, Torf	Sand	Ton, Geschiebelehm	Schmelzwassersande
Tiefenbereich bis m u. GOK		1,20/ 1,50	3,00/ 4,50	10,00/ 11,00	> 24,00
Korngrößenverteilung*	$\leq 0,06$ mm (%)	10-50	5-30	50	0-10
	>0,06-2,0 mm (%)	möglich	70-95	50	90-100
	>2,0-63 mm (%)	-	-	möglich	möglich
Massenanteil an Steinen/Blöcken	>63-200 mm (%)	-	-	möglich	-
	>200-630 mm (%)	-	-	möglich	-
Dichte* (g/cm ³)		1,1	1,7-1,8	1,8-2,0	1,8-1,9
Undrainierte Scherfestigkeit* (kN/m ²)		10	-	20-50	-
Wassergehalt (%)*		>100	15-20	20-30	14-20
Lagerungsdichte (%)		-	0,30	-	0,40-0,50
Organischer Anteil (%)*		>90	0-20	< 2	<2
Bodengruppe, DIN 18196		HN, HZ	SE, SU, OU	Ton: UM, UA, Geschiebelehm: SU, SU*, ST, ST*	SE, SW, SU
Altes System DIN 18300: 2002		2	3	4	3

*Angaben nach Bodenansprache und Erfahrungswerten geschätzt.

GOK: Geländeoberkante.

Bezeichnung der Homogenbereiche in Anlehnung an ZTVE-STB 17.

Tabelle 7: Bodenklassifizierung nach DIN 18300 und DIN 18196.

6. Bodenkennwerte

Die Bodenkennwerte wurden nach der Bodenansprache und den bautechnischen Eigenschaften zugewiesen. Danach können in Anlehnung an TÜRKE (1998), EAU (2012) und eigenen Erfahrungswerten die in Tabelle 8 aufgeführten statischen und dynamischen Bodenkennwerte bei erdstatischen Berechnungen zugrunde gelegt werden.

Bezeichnung	Boden- gruppe	Lagerungs- dichte/ Konsistenz	Wichte erd- feucht/ unter Auftrieb cal γ / cal γ' [kN/m ³]	Reibungs- winkel cal ϕ [°]	Kohäsion cal-c' kN/m ²	Steife- modul statisch/ dynamisch E _s [MN/m ²]	Poisson- zahl (-)
Klei, Torf	OU, HN, HZ	- / weich	11-15/1-5	15-20	5	0,4-5/-	0,50
Fein- bis Mittel- sand, z. T. schwach schluffig, z. T. grobsandig	SE, SW, SU	locker	17-18/9-10	32,5	0	25-40/ 125-160	0,35
		Mitteldicht- dicht	18-19/10-11	35-37,5	0	30-60/ 150-210	0,32-0,35
Geschiebelehm	ST, ST*	- / steifplastisch	20-21/ 10-11	30	10-20	20-40/ 120-160	0,35
		- / weich	19-20/ 9-10	27,5	0-5	5-15/ 50-105	0,40
Ton (<i>Lauenburger Ton</i>)	TM, TA	weich bis steif	18-19/8-9	20-25	20-50	10-20/ 80-120	0,38
		halbfest	19-20/9-10	20-25	30-60	20-30/ 120-150	0,35

Tabelle 8: Bodenkennwerte in Anlehnung an TÜRKE (1998), EAU (2012), Grundbau Taschenbuch, Ergebnissen der Drucksondierungen und eigenen Erfahrungswerten.

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

IV. AUSWERTUNG UND BEWERTUNG, GRÜNDUNG

1. Geotechnische Kategorie

Nach der Baugrunduntersuchung wurden unter gering konsolidierten, humosen Deckschichten aus Klei und Torf Sandböden (*Niederterrassensedimente*) und darunter geologisch vorbelastete Beckentone (*Lauenburger Ton*) angetroffen. Die freie Grundwasseroberfläche liegt im Bereich der Geländeoberkante. Die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse können in die Geotechnische Kategorie GK 2 in Anlehnung an DIN 4020 eingeordnet werden.

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

Die planmäßige Gründungsebene der Windenergieanlagen befindet sich gemäß den vorliegenden Unterlagen auf Höhe der Geländeoberkante.

Der humose Oberboden, der Klei und der Torf sind unter Berücksichtigung eines seitlichen Lastausbreitungswinkels von 45° aus dem Gründungsbereich restlos abzuschieben. Dazu sind Aushubtiefen von 1,20 m bzw. 1,50 m zu veranschlagen.

Nach den vorliegenden Baugrunderkundungen stehen darunter Sandböden mit Tonzwischenlagen und ab ca. 8,00 m unter GOK gering mächtiger Geschiebelehm an. Bei einer mitteldichten Lagerungsdichte sind diese Sande gut tragfähig. Die bindigen Schichten (*Ton, Geschiebelehm*) sind konsolidiert, setzen aber gegenüber dem Sand die Tragfähigkeit leicht herab.

Der tiefere Untergrund ab 10,00 m bzw. 12,00 m unter GOK wird von gut konsolidierten, mitteldicht bis dicht gelagerten Sanden gebildet.

Zum Ausgleich von unterschiedlichen Lagerungsdichten und zur Lastverteilung ist unter den Fundamenten eine Schotterausgleichsschicht (*Mineralgemisch 0/32*) in einer Stärke von mindestens 0,50 m vorzusehen. Verdichtungsanforderungen siehe Kapitel VI.3.

Entscheidend für die Gründungsempfehlung ist, ob die zulässigen Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen, die Grundbruchsicherheit $\mu < 1,00$ sowie die Drehfedersteifigkeit eingehalten werden. Die Setzungs- und Grundbruchberechnungen sowie die Ermittlung der Drehfedersteifigkeiten für eine Flachgründung nach Bodenaustausch und einer 0,50 m mächtigen Schotterausgleichsschicht liegen in Anlage 7.1-7.3 vor.

Mit dem im Fundamentdatenblatt angegebenen charakteristischen Lasten für die Lastfälle BS-P und BS-A wurden folgende Setzungen, Setzungsdifferenzen und Grundbruchsicherheiten ermittelt (*Tabelle 9*):

Standort	Last fall	Setzungen (cm)		Setzungsdifferenz (cm) soll: $\leq 6,88$	Ausnutzung Grundbruchsicherheit (-) soll: $< 1,00$	Drehfeder (MNm/rad)	
		min	max			statisch soll: ≥ 13.026	dynamisch soll: ≥ 129.247
WEA 12	BS-P	0,4	3,7	3,3	0,304	68.915	331.892
	BS-A	0,3	4,1	3,8	0,370		

Tabelle 9: Setzungen, Setzungsdifferenzen, Grundbruchsicherheit, Drehfedersteifigkeit.

Unter Berücksichtigung des genannten Bodenaustausches und der Schotterausgleichsschicht werden am Standort der WEA 12 die zulässigen Setzungen und Setzungsdifferenzen für eine Flachgründung eingehalten.

Die Drehfedersteifigkeiten werden erreicht und die Grundbruchsicherheit ist gewährleistet.

Die Windkraftanlagen WEA 12 kann flach gegründet werden.

3. Zusammenfassung der Gründungsempfehlungen

Die Gründungsempfehlungen können wie folgt zusammengefasst werden (*Tabelle 10*):

Standort	Anlagentyp	Gründungstiefe (m u. GOK)	Aushubtiefe	Gründungsempfehlung
WEA 12	E-138 EP3 E3, 131 mNH	0,00	1,50	Flachgründung nach BA, Einbau Füllsand und 0,50 m STS

BA = Bodenaustausch, STS = Schottertrag- oder ausgleichsschicht, SBS = Sauberkeitsschicht.

Tabelle 10: Zusammenfassung der Gründungsempfehlungen.

V. KRANSTELLFLÄCHE

Die Kranstellfläche befindet sich auf bisher unbefestigter Fläche mit 1,20 m mächtiger Klei- und Torfauflage.

Für die Befestigung sind diese nichttragfähigen Schichten unter Berücksichtigung eines seitlichen Überstandes von 45° restlos abzuschleifen. Darunter stehen tragfähige Sande an.

Die Befestigung kann nach dem Bodenaustausch mit Füllsand in den unteren Lagen und oberer mindestens 0,40 m mächtiger Schottertragschicht erfolgen. Die einzelnen Einbaulagen sind bis auf mitteldichte Lagerung zu verdichten. Die Verdichtung kann durch Lastplattendruckversuche überprüft werden (*Verdichtungsanforderungen vgl. Kap. VI.2*).

Zusätzlich sind unter den Kranaufstellflächen ausreichend dimensionierte Lastverteilungsplatten erforderlich. Nach Vorlage der Krandaten können entsprechende Standsicherheitsnachweise geliefert werden.

VI. HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG

1. Baugrube, Böschungen, Wasserhaltung

Für den Aushub der Baugruben gilt DIN 4124. In den anstehenden Kleiböden können die Böschungen mit maximal 45° geneigt hergestellt werden.

Grundwasser ist etwa ab 1,00 m unter Geländeoberkante zu erwarten. Die Sande neigen beim Anschnitt im Wasser gesättigten Zustand zum Fließen. Ein Bodenaustausch ist daher nur im Schutze einer ausreichend dimensionierte geschlossene Wasserhaltung, z. B. durch eingefräste Horizontaldränage oder Vakuumfilter möglich. Die Wasserabsenkung muss bis mindestens 0,50 m unter Aushubsohle reichen. Bei einer Baugrubentiefe für den Bodenaustausch bis maximal ca. 1,50 m entspricht dies einer Absenktiefe bis mindestens 2,00 m unter GOK.

Nach den Körnungsanalysen kann der kf-Wert der anstehenden Sande mit $9,7 \times 10^{-5}$ m/s angenommen werden. Die Sande sind damit durchlässig. Es muss mit einem ständigen Wasserandrang gerechnet werden.

Eine hydraulische Berechnung für angenommene Hochwasserstände und unter Berücksichtigung eines Sicherheitszuschlages für den kf-Wert auf $1,0 \times 10^{-4}$ m/s liegt in Anlage 8 bei.

Für die Ermittlung der Gesamtmenge wurde eine Laufzeit von vier Wochen veranschlagt. Folgende Ergebnisse wurden ermittelt:

Absenkbetrag $s \approx 1,50$ m:

Reichweite:	R = 6045 m
Fördermenge:	Q = 7,3 m ³ /h
Gesamtfördermenge, 28 Tage	Q _{gesamt} = 4900 m ³

Die angegebenen Wassermengen dienen der ersten Kalkulation. Die tatsächlich anfallenden Wassermengen können aufgrund ggf. abweichender natürlicher Verhältnisse von den mit vereinfachten Modellannahmen rechnerisch ermittelten Werten deutlich nach oben oder unten abweichen.

Unmittelbar vor den eigentlichen Erdarbeiten empfehlen wir die Ausführung von Probeschürfen um den aktuellen Wasserstand zu erkunden und die erforderlichen Wasserhaltungsmaßnahmen final festzulegen.

2. Fundamentüberdeckung, Wiederverwendung Bodenaushub, Verdichtung

Die Anfüllungen auf dem Fundamentsporn und die Arbeitsraumverfüllungen müssen eine Feuchtwichte von 18 kN/m³ erreichen bzw. überschreiten. Beim Fundamentaushub fallen Klei- und Torfböden an. Der Torf ist nicht verdichtungsfähig und kann für die Auffüllungen nicht wieder verwendet werden. Der Klei ist nur bei günstigen Wassergehalten, d. h. maximal erdfeucht, verdichtungsfähig und kann dann zumindest zum Andecken wieder verwendet werden. Zusätzlich sind entsprechende grobkörnige, verdichtungsfähige Böden (z. B. *Füllsand, SE, SW, gem. DIN 18196*) vorzuhalten.

Um die geforderte Wichte zu erreichen, sind die Anfüllungen auf dem Fundamentsporn, die Arbeitsraumverfüllungen und der erforderlicher Bodenaustausch lagenweise ($d = \max. 0,30$ m) mit einem mindestens mittelschweren Flächenrüttler und mindestens drei bis fünf Übergängen je Lage gleichmäßig verdichtet einzubauen.

Als seitlicher Überstand ist 1,00 m und ein Böschungswinkel von 1 : 1,5 zu veranschlagen.

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*) nachgewiesen werden. Dabei sind folgende Anforderungen zu erfüllen:

ohne Grundwasser: mindestens 5 Schläge je 10 cm Eindringtiefe

mit Grundwasser: mindestens 3 Schläge je 10 cm Eindringtiefe

Die Schottertragschichten im Wegebau und an der Kranstellfläche (z. B. *Mineralgemisch 0/45 oder 0/32 oder güteüberwachtes RC-Material*) sind mit einer Verdichtung auf mindestens 100 % der einfachen Proctordichte herzustellen. Zum Verdichtungsnachweis sind im statischen Lastplattendruckversuch (DIN 18134) $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ bei $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,30$ zu erreichen.

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

3. Betonaggressivität des Grundwassers

Es wurde eine Grundwasserprobe entnommen und auf Betonaggressivität untersucht.

Die Ergebnisse können wie folgt bewertet werden (*Tabelle 11*):

	Prüfergebnisse	Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030/Expositionsklasse		
		schwach angreifend/ XA1	stark angreifend/ XA2	sehr stark angreifend/ XA3
pH-Wert	6,3	6,5 bis 5,5	< 5,5 bis 4,5	< 4,5
CO ₂ -kalklösend (mg/l)	80	15 bis 40	> 40 bis 100	> 100
Sulfat (mg/l)	230	200 bis 600	> 600 bis 3000	> 3000
Ammonium (mg/l)	2,4	15 bis 30	> 30 bis 60	> 60
Magnesium (mg/l)	30,0	300 bis 1000	> 1000 bis 3000	> 3000
Bewertung	XA2			
Eisen (mg/l)	4,76	-	-	-

Tabelle 11: Ergebnisse Grundwasseranalysen.

Die vollständigen Analysenergebnisse liegen in Anlage 6 bei.

4. Frischbetoneigengewicht

Nach einem Austausch der Torfböden sind die eingebauten Füllsande in der Lage das Frischbetoneigengewicht aufzunehmen.

5. Erdspezifischer elektrischer Widerstand

Eine tabellarische Zusammenstellung und das Diagramm der Wenner-Sondierungen zur Messung des erdspezifischen Widerstandes liegen in Anlage 8 vor.

VII. SCHLUSSWORT

Die vorliegende Baugrund- und Gründungsbeurteilung beschreibt 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.

Falls sich Fragen ergeben, die im vorliegenden Bericht nicht oder abweichend erörtert wurden, ist der Baugrundgutachter zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern. Unser Büro ist für Baugrubenabnahmen rechtzeitig zu bestellen.

Vechta, den 16. Dezember 2025



Dipl.-Geol. Petra Müller

Signiert von:

F849DD3E849D4AD...

Dr. Joachim Lübke

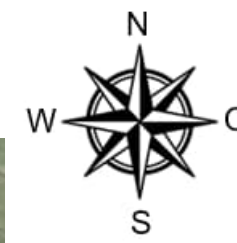
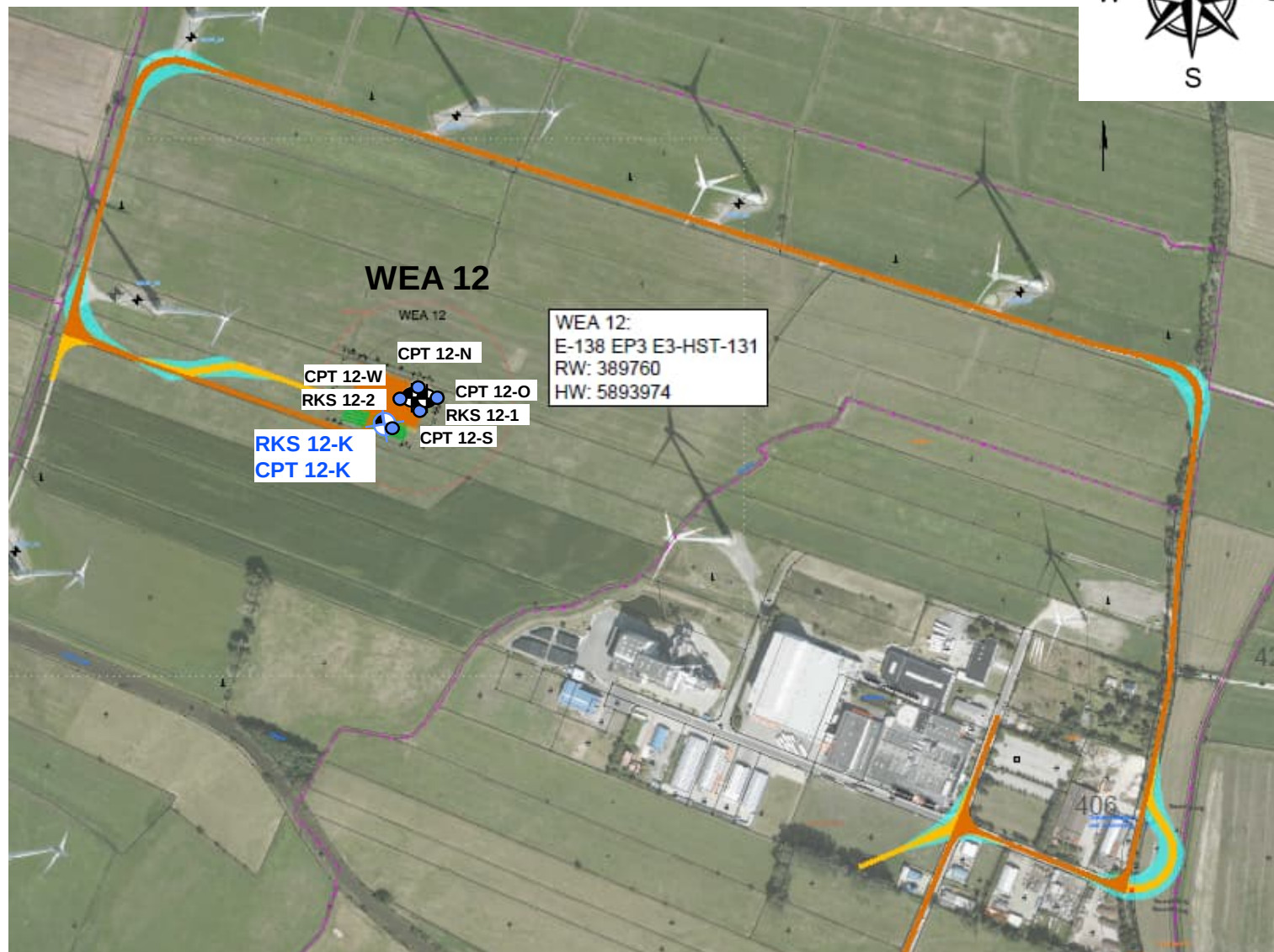
16. Dezember 2025 | 16:34 MEZ

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.



ANLAGE 1

Lageplan



LEGENDE

RKS 12



Rammkernsondierung WEA

CPT 12-N



Drucksondierung, WEA

RKS 12-K/CPT 12-K



Rammkernsondierung und
Drucksondierung, KAF



INGENIEURGEOLOGIE
DR. LÜBBE
GmbH & Co. KG

Projekt: 2025-0205
WP Weener
WEA 12

Auftraggeber:
Windpark Weener Pooling
GmbH & Co. KG
Im Hessepark 24a
26826 Weener

Titel: **Lageplan**

gez.: C. Hinrichs

Datum: **09.12.2025**

Anlage: 1



ANLAGE 2.1-2.2

Bohrprofile nach DIN 4023 und
Drucksondierdiagramme nach DIN EN ISO 22476-2

WEA 12

KAF

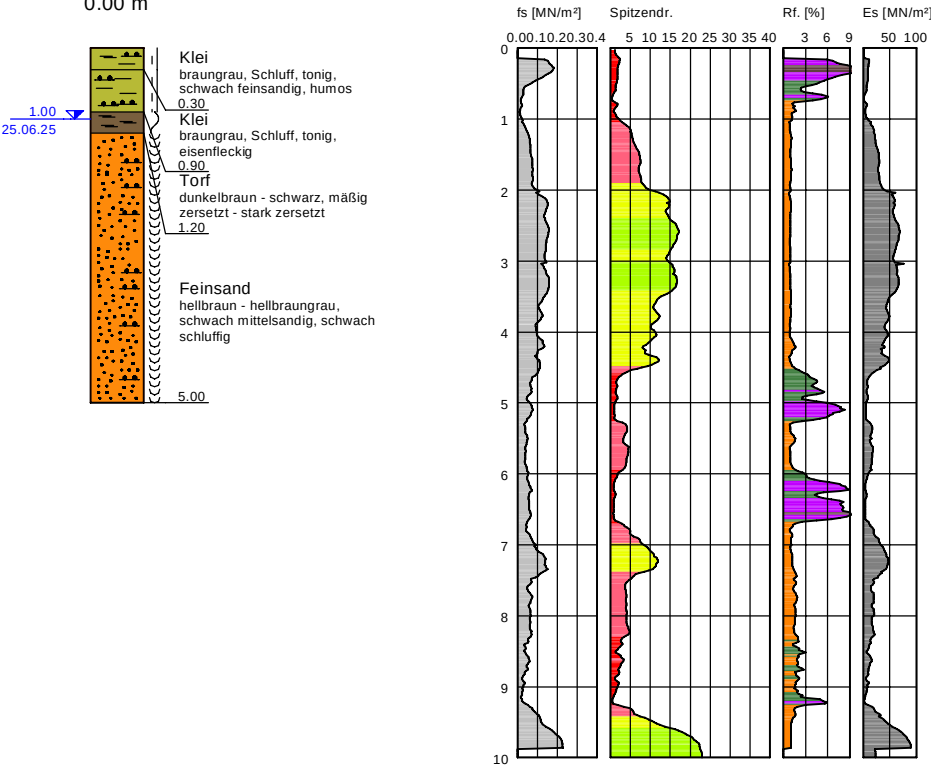
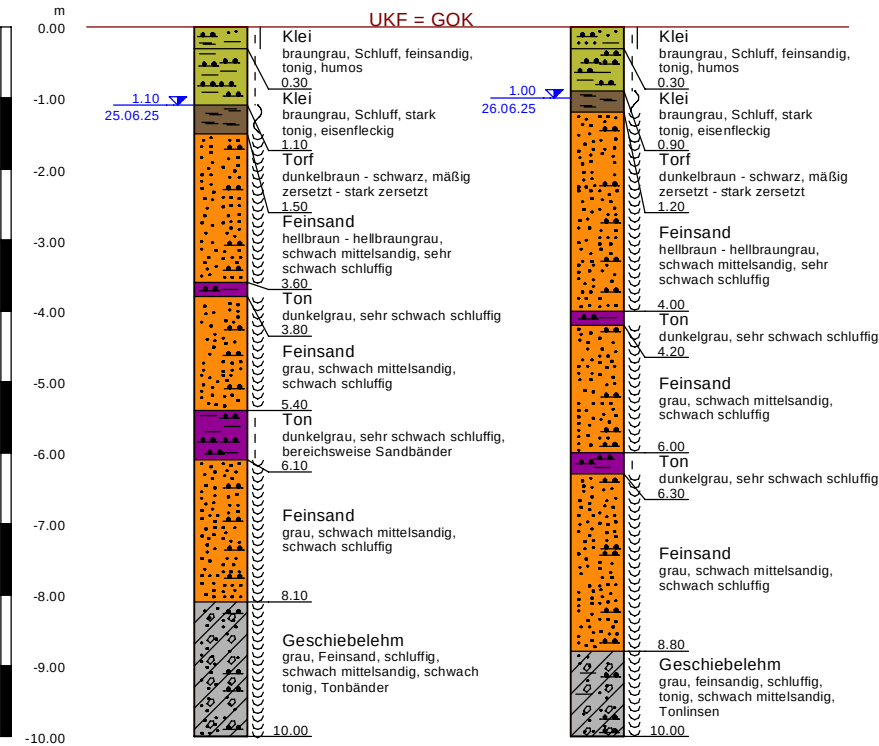
RKS 12-1 Ost

RKS 12-2 West

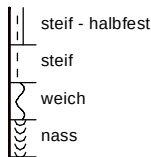
RKS 12-K

CPT 12-K

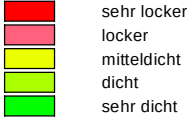
0,00 m



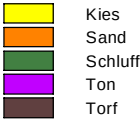
Konsistenzen



Legende Spitzendruck



Legende Reibungsverhältnis



LEGENDE:

RKS: Rammkernsondierung
CPT: Drucksondierung
UKF: Unterkante Fundament

1.10
25.06.25 Grundwasser m u. GOK
Datum

Projekt: 2025-0205
WP Weener
WEA 12

Auftraggeber: Windpark Weener Pooling
GmbH & Co. KG
Im Hessepark 24a
26826 Weener

Bearbeiter: C. Hinrichs

Maßstab: Höhe: 1 : 75



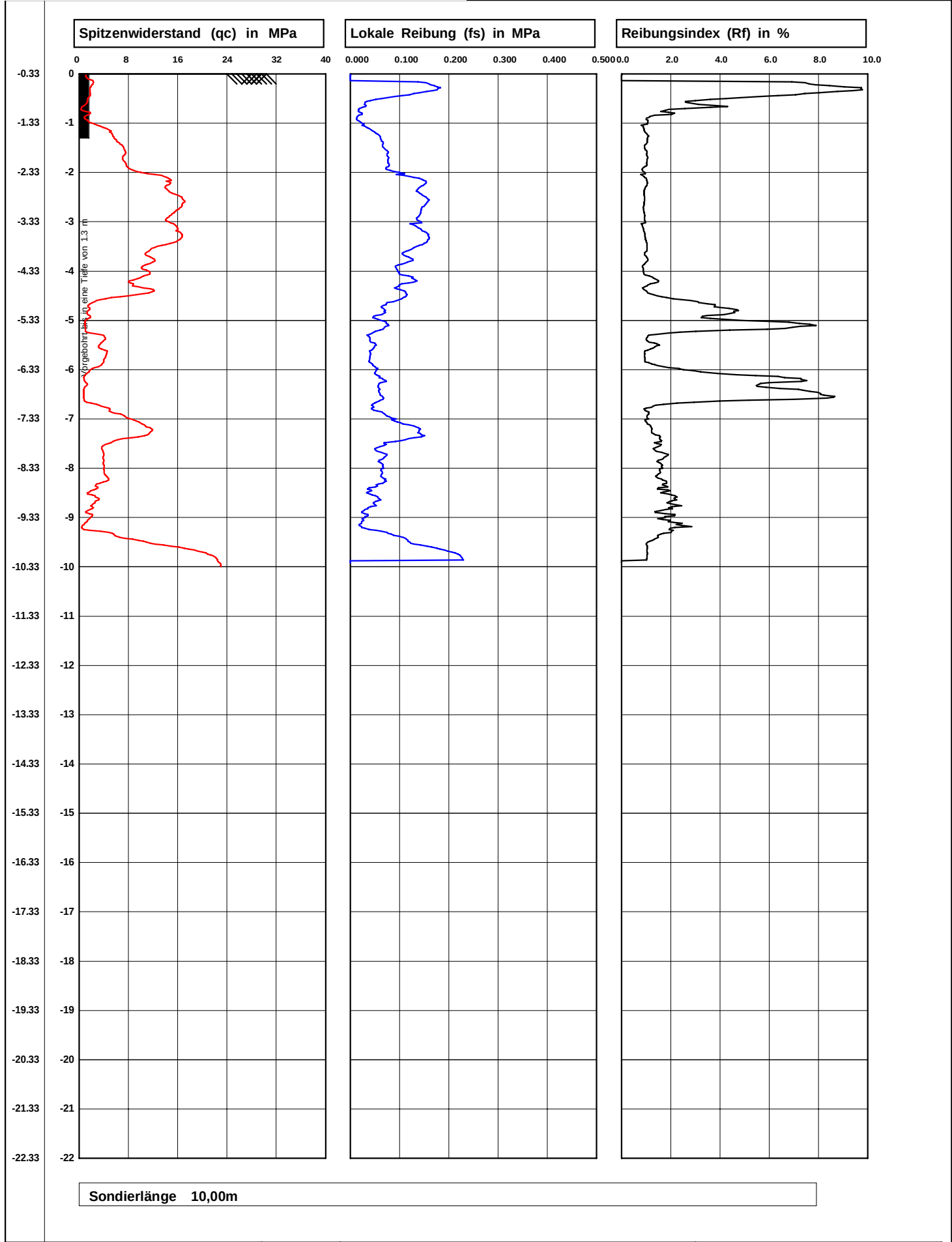
INGENIEURGEOLOGIE
DR. LÜBBE
GMBH & CO. KG

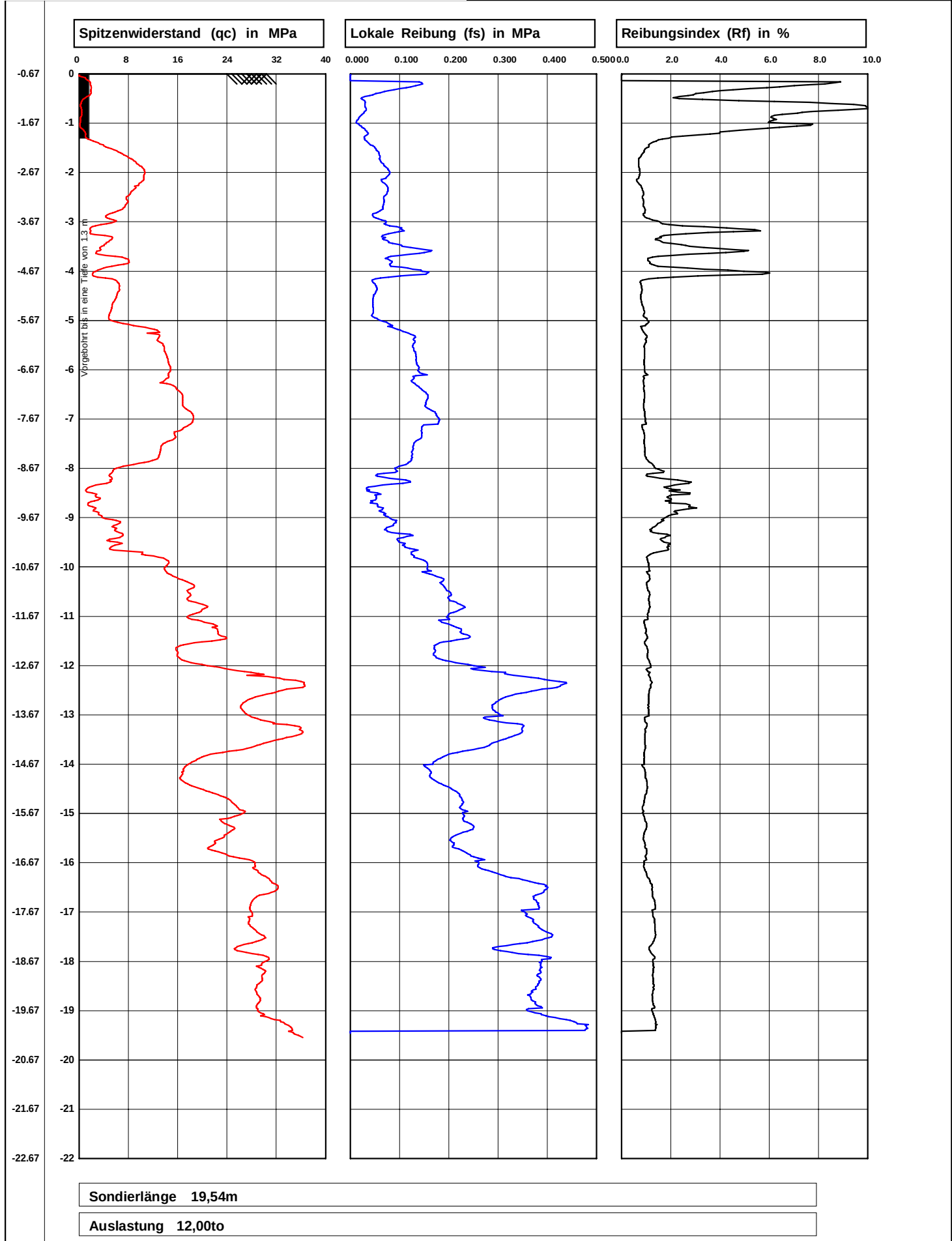
Titel: Bohrprofile nach DIN 4023 und
Drucksondierdiagramm nach DIN 4094

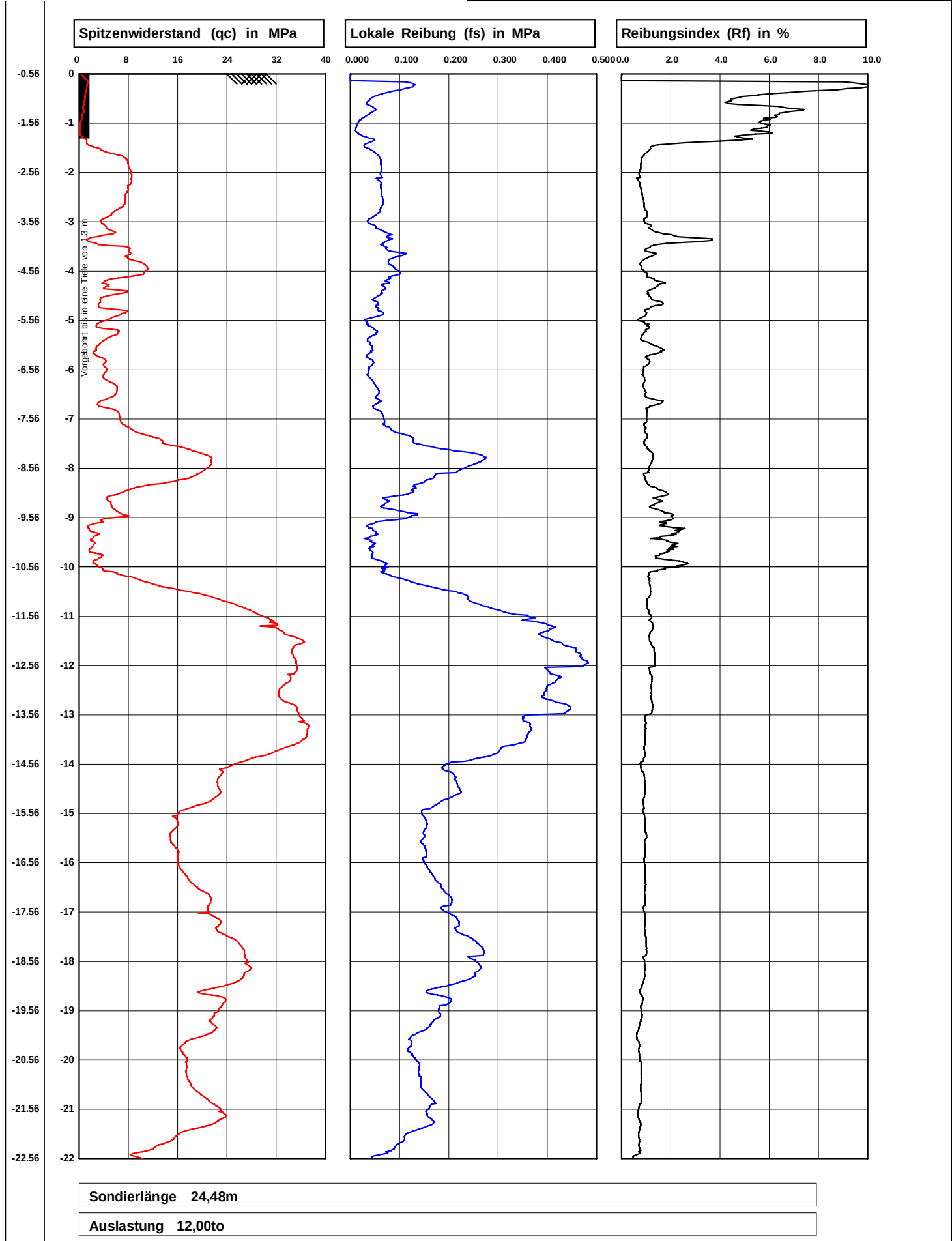
Anlage: 2.1

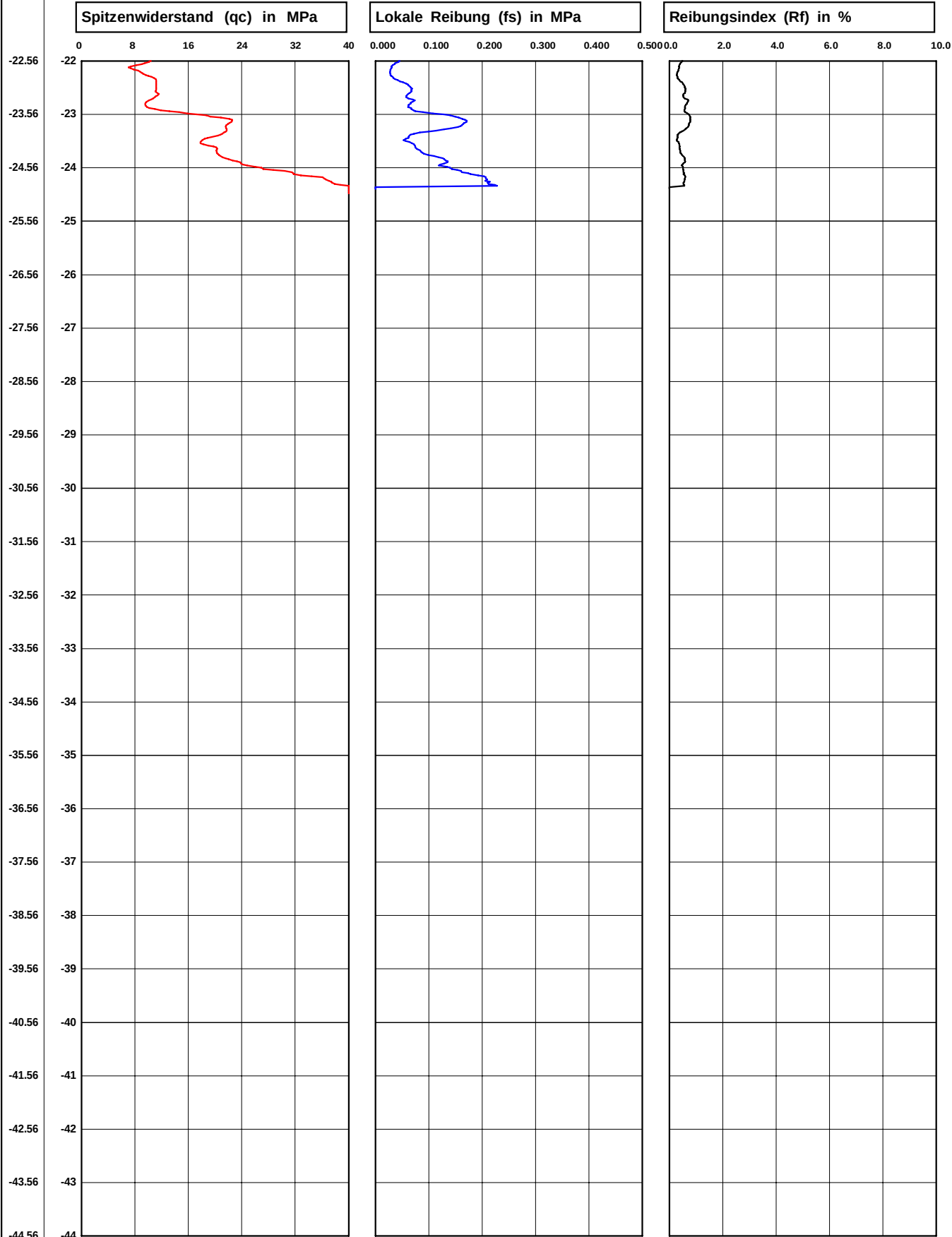


ANLAGE 3
Drucksondierprotokolle





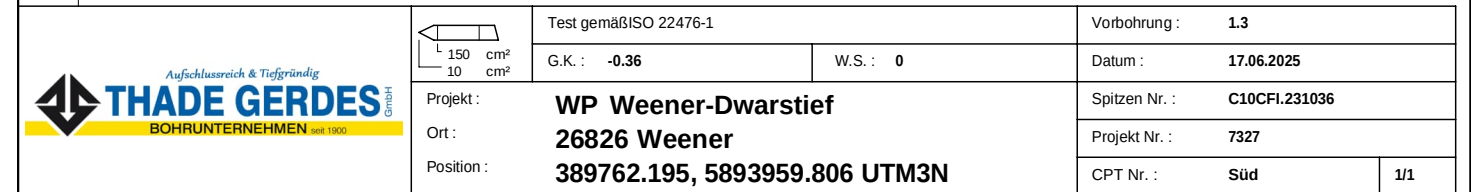


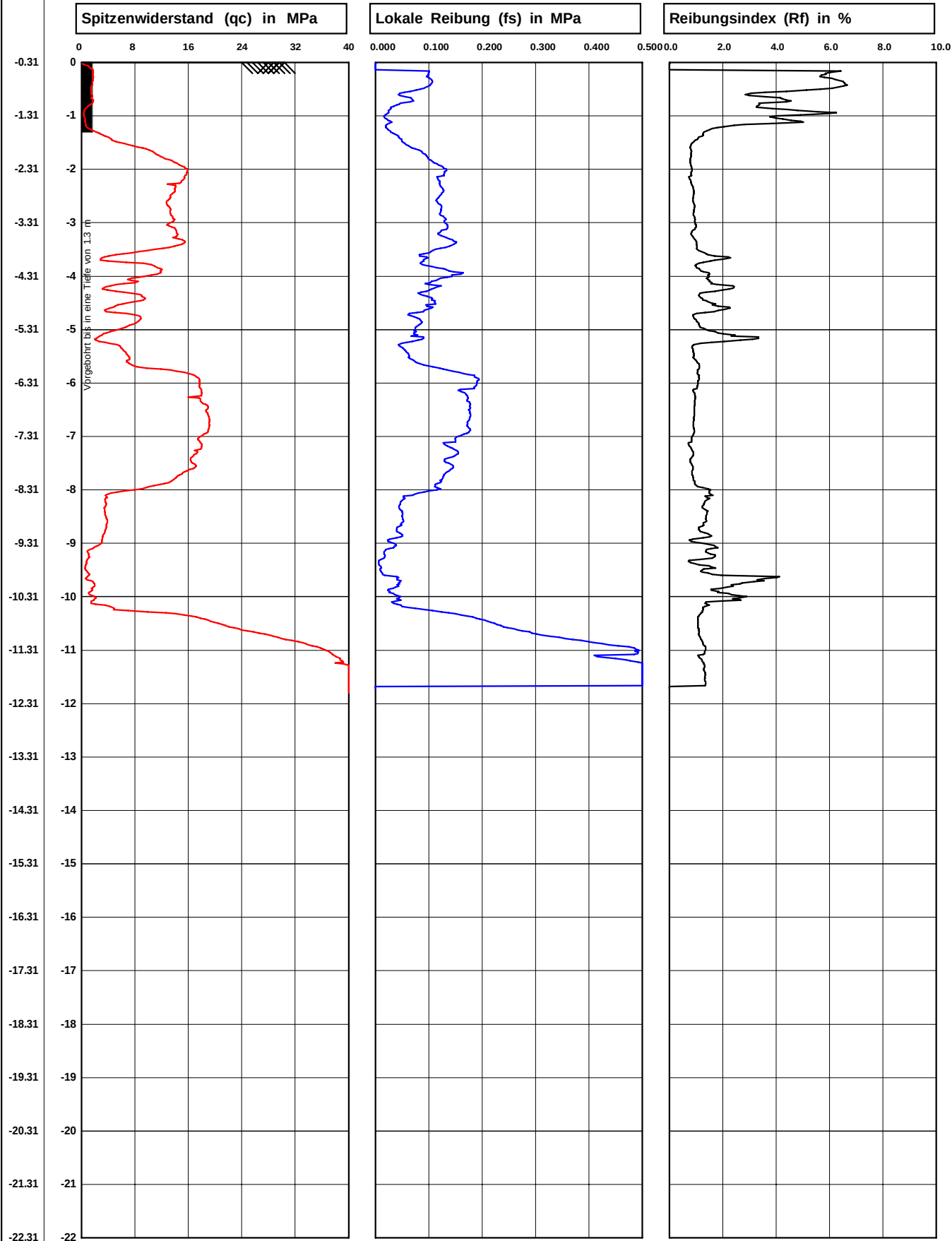


Sondierlänge 24,48m

Auslastung 12,00to

Aufschlussreich & Tiefgründig THADE GERDES BOHRUNTERNEHMEN seit 1900 150 cm² 10 cm²	Test gemäß ISO 22476-1		Vorbohrung : 1.3	
	G.K. : -0.56	W.S. : 0	Datum : 17.06.2025	
	Projekt : WP Weener-Dwarstief		Spitzen Nr. : C10CFI.231036	
	Ort : 26826 Weener		Projekt Nr. : 7327	
	Position : 389773.857, 5893976.64 UTM3N		CPT Nr. : Ost	2/2





Sondierlänge 11,80m

Auslastung 12,00to

		Test gemäß ISO 22476-1		Vorbohrung : 1.3	
		G.K. : -0.31		W.S. : 0	
		Projekt : WP Weener-Dwarstief Ort : 26826 Weener Position : 389746.14, 5893971.522 UTM3N		Datum : 17.06.2025	
				Spitzen Nr. : C10CFI.231036	
				Projekt Nr. : 7327	
		CPT Nr. : West		1/1	



ANLAGE 4
Wassergehalte, DIN 18121

BESTIMMUNG DES WASSERGEHALTES

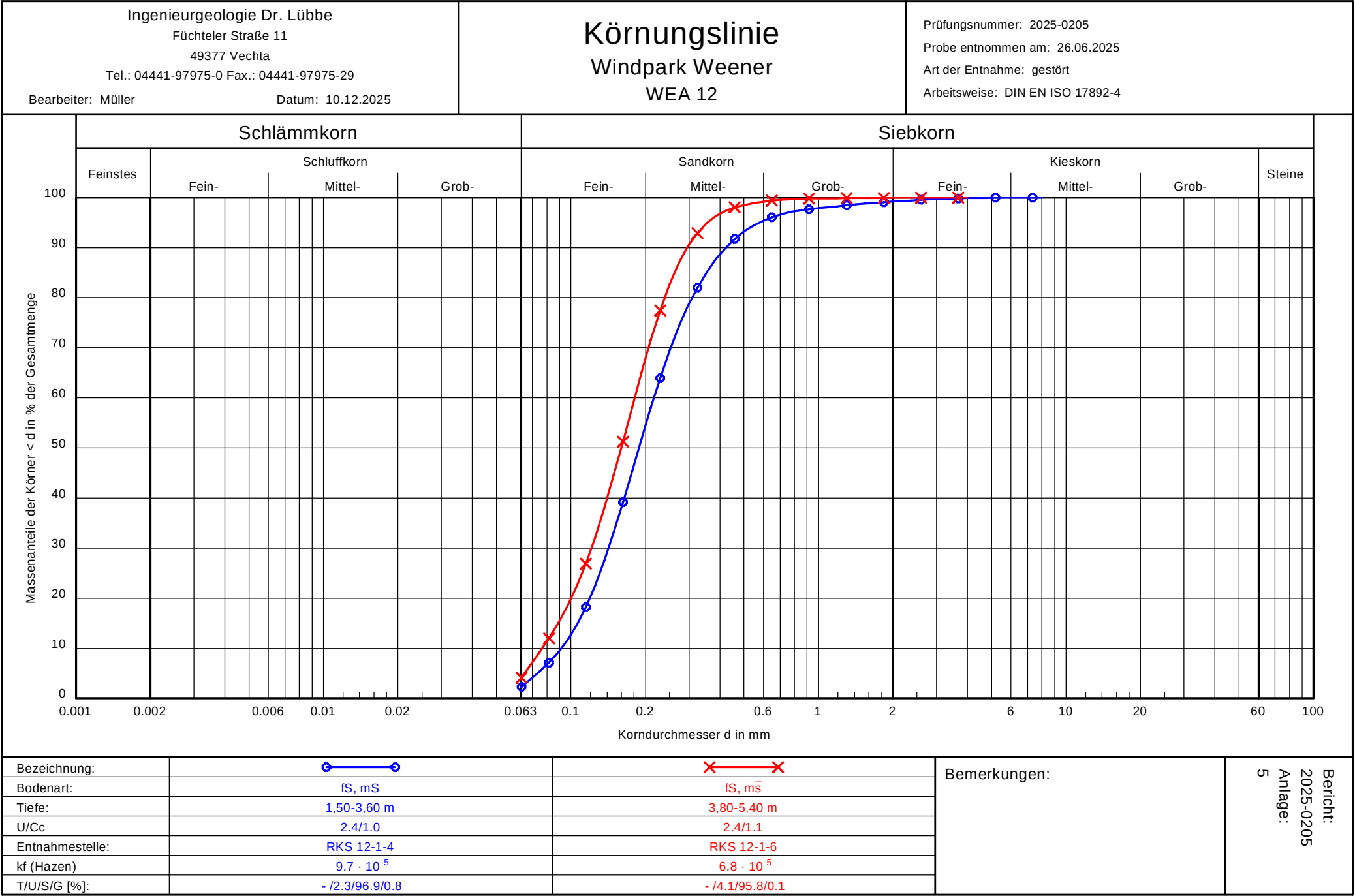
nach DIN EN ISO 17892-1

Bauvorhaben: WP Weener, WEA 12		Projekt-Nr.: 2023-0205
		Anlage: 4
Auftraggeber: WP Weener Pooling GmbH & Co. KG		
Probe entnommen von:	Ulpts	am: 25.06.2025
Analysen durchgeführt von:	Langfermann	am: 10.12.2025

Nr.	Probenbezeichnung	Gewicht des Behälters	Gewicht der Probe + Behälter		Wasser- gehalt
			vor dem Trocknen	nach dem Trocknen	
		[g]	[g]	[g]	[%]
1	RKS 12-1, 12-1-4: 1,50-3,60 m	15,08	278,15	235,89	19,14
2	RKS 12-1, 12-1-6: 3,80-5,40 m	15,21	272,14	228,23	20,61
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					



ANLAGE 5
Körnungslinien, DIN 18123





ANLAGE 6

Analysenergebnisse Grundwasser

Eurofins Umwelt Nord GmbH - Mellumstraße 3a - 26125 Oldenburg

Ingenieurgeologie Dr. Lübbe GmbH & Co. KG
Füchteler Straße 29
49377 Vechta

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 32523836

Prüfberichtsnummer: AR-25-DX-004329-01

Auftragsbezeichnung: WP Weener

Anzahl Proben: 1

Probenart: Grundwasser

Probenehmer: keine Angabe, Probe(n) wurde(n) an das Labor ausgehändigt

Probeneingangsdatum: 30.06.2025

Prüfzeitraum: 30.06.2025 - 04.07.2025

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür sowie für die Kundenangaben oder darauf basierende Berechnungsergebnisse keine Gewähr übernommen. Die Ergebnisse gelten dann für die Probe, wie erhalten. 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-25-DX-004329-01.xml

Imke Wulff

Prüfleitung

+49 441 218300

Digital signiert, 04.07.2025

Philipp Kelm

Prüfleitung

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte				Probenbezeichnung	WEA 12	
				nicht angrei- fend	schwach angrei- fend	stark angrei- fend	sehr stark angrei- fend	Probennummer	BG	Einheit
										325104715

Physikalisch-chemische Kenngrößen

Färbung qualit.	AN/u	L8	DIN EN ISO 7887 (C1): 2012-04	2)						leicht gelb
Trübung (qualitativ)	AN/f		qualitativ							ohne
Geruch (qualitativ)	AN/u	L8	DEV B 1/2: 1971	3)						ohne
Geruch, angesäuert (qualitativ)	AN/f	L8	DEV B 1/2: 1971							ohne
pH-Wert	AN/u	L8	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04	> 6,5	> 5,5	> 4,5	> 4			6,3 ¹⁾
Temperatur pH-Wert	AN/u	L8	DIN 38404-4 (C4): 1976-12						°C	25,3 ¹⁾

Anorganische Summenparameter

Säurekapazität pH 4,3 (m-Wert)	AN/u	L8	DIN 38409-7 (H7-2): 2005-12					0,1	mmol/l	2,5
Temperatur Säurekapazität pH 4,3	AN/u	L8	DIN 38404-4 (C4): 1976-12						°C	25,3
Säurekapazität nach CaCO ₃ -Zugabe	AN/f	L8	DIN 38404-10 (C10): 2012-12					0,1	mmol/l	6,1
Kalkaggressives Kohlendioxid	AN/f		DIN 38404-10 (C10): 2012-12	< 15	40	100		5,0	mg/l	80

Anionen

Sulfat (SO ₄)	AN/f	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	< 200	600	3000	6000	1,0	mg/l	230
---------------------------	------	----	--------------------------------------	-------	-----	------	------	-----	------	-----

Kationen

Ammonium	FR/f	F5	DIN EN ISO 11732 (E23): 2005-05	< 15	30	60	100	0,06	mg/l	2,4
Ammonium-Stickstoff	FR/f	F5	DIN EN ISO 11732 (E23): 2005-05					0,05	mg/l	1,9

Elemente aus der filtrierten Probe

Eisen (Fe)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01					0,005	mg/l	4,76
Magnesium (Mg)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	< 300	1000	3000		0,02	mg/l	30,0

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Kommentare zu Ergebnissen

¹⁾ Die Analyse erfolgte nach Probentransport ins Labor. Das Ergebnis kann aufgrund einer erhöhten Messunsicherheit von dem gegebenenfalls bei der Probenahme ermittelten Wert abweichen.

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt West GmbH (Vorgebirgsstrasse 20, Wesseling) analysiert. Die Bestimmung der mit L8 gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

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.

Erläuterungen zu Vergleichswerten

Untersuchung nach Betonaggressivität (DIN 4030).

²⁾ Nach Absetzen farblos

³⁾ Kein Geruch

Bei der Darstellung von Vergleichswerten im Prüfbericht handelt es sich um eine Serviceleistung der EUROFINS UMWELT. Die zitierten Vergleichswerte (Grenz-, Richt- oder sonstige Zuordnungswerte) sind teilweise vereinfacht dargestellt und berücksichtigen nicht alle Kommentare, Nebenbestimmungen und/oder Ausnahmeregelungen des entsprechenden Regelwerkes.

Abgleich mit Vergleichswerten

Der Abgleich bezieht sich ausschließlich auf die in AR-25-DX-004329-01 aufgeführten Ergebnisse und erfolgt auf Basis eines rein numerischen Vergleichs des erhaltenen Messwertes mit den entsprechenden Vergleichswerten. Die Messunsicherheit des entsprechenden Verfahrens wird hierbei nicht berücksichtigt.

Nachfolgend aufgeführte Proben weisen im Vergleich zur Betonaggressivität (DIN 4030) die dargestellten Überschreitungen bzw. Verletzungen der zitierten Vergleichswerte auf. Der Untersuchungsstelle obliegt nicht die Festlegung der aus dem Vergleichswertabgleich abzuleitenden Maßnahmen.

X: Überschreitung bzw. Verletzung der zitierten Vergleichswerte festgestellt

Probenbeschreibung: WEA 12
Probennummer: 325104715

Test	Parameter	nicht angreifend	schwach angreifend	stark angreifend	sehr stark angreifend
pH-Wert [Wasser]	pH-Wert	X			
Kalkaggressives Kohlendioxid (berechnet) mg/l	Kalkaggressives Kohlendioxid	X	X		
Sulfat mg/l	Sulfat (SO4)	X			



ANLAGE 7.1-7.3

Setzungsberechnungen, Grundbruch

[illegible]

$\text{cal } \gamma_2 = 10.24 \text{ kN/m}^3$
 $\text{cal } \sigma_{\bar{u}} = 0.00 \text{ kN/m}^2$
 UK log. Spirale = 19.08 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 76.44 m
 Fläche log. Spirale = 757.51 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{c0} = 26.42$; $N_{q0} = 15.23$; $N_{b0} = 7.67$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.356$; $v_q = 1.333$; $v_b = 0.789$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.951$; $i_d = 0.954$; $i_b = 0.923$

Gleitwiderstand:
 Teilsicherheit (Gleitwiderstand) $\gamma_{R,h} = 1.10$
 $N_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h} = 30342.00 \cdot \tan(30.00^\circ) / 1.10$
 $R_{t,d} = N_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h} = 15925.42 \text{ kN}$
 $T_d = 1485.00 \text{ kN}$
 $\mu = T_d / R_{t,d} = 0.093$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 13.33 \text{ m u. GOK}$
 Setzung (Mittel aller KPs) = 2.08 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.41 cm
 unten = 3.74 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 582.4
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{\varphi,x} = 68915.1 \text{ MN}\cdot\text{m/rad}$
 Nachweis EQU:
 $M_{\text{stb}} = 30342.0 \cdot 22.95 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 313357.0$
 $M_{\text{dst}} = 118323.0 \cdot 1.50 = 177484.5$
 $\mu_{\text{EQU}} = 177484.5 / 313357.0 = 0.566$

Spannungsverlauf für Fundamentmitte infolge Gesamtlasten

GS = 0.00

GW = 0.50

2.25

0.00

0.50

1.00

1.50

2.00

2.50

3.00

3.50

4.00

4.50

5.00

5.50

6.00

6.50

7.00

7.50

8.00

8.50

9.00

9.50

10.00

10.50

11.00

11.50

12.00

12.50

13.00

13.50

14.00

14.50

15.00

82.9

82.8

80.1

77.2

73.7

70.0

66.2

62.6

59.3

56.3

53.5

51.1

48.8

46.8

45.0

43.3

41.8

40.4

39.1

37.9

36.8

35.7

34.8

33.8

32.9

32.1

31.3

30.5

29.8

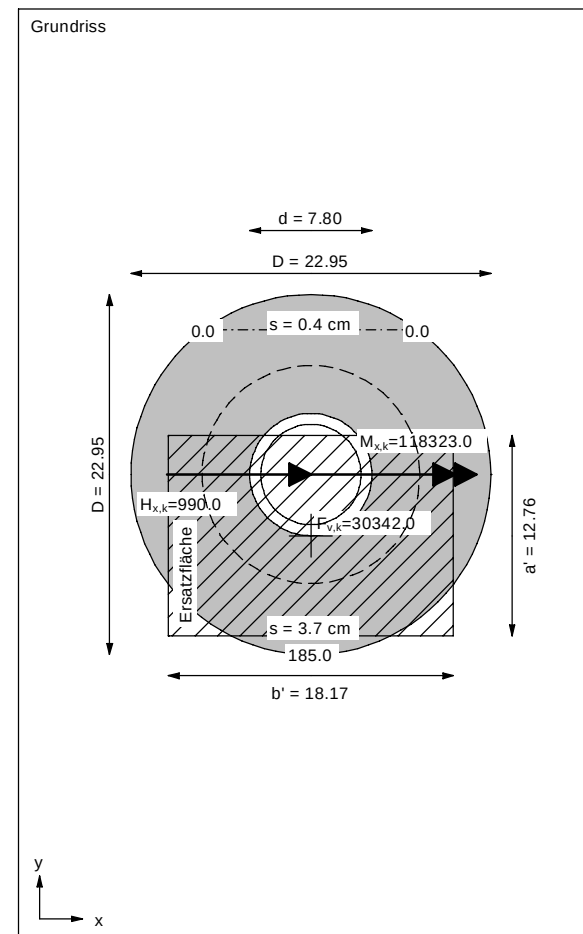
29.0

28.4

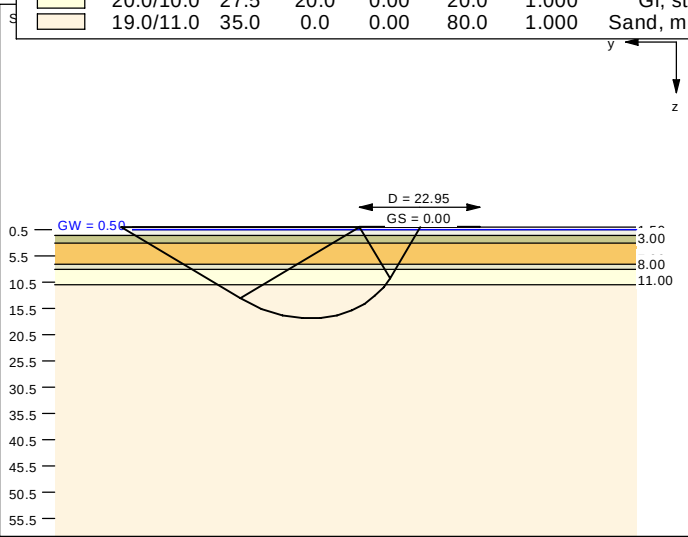
27.7

26.8

Berechnungsgrundlagen:	Grenz Zustand EQU:
WP Weener, WEA 12, BS-P	$\gamma_{G,dst} = 1.10$
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006	$\gamma_{G,stb} = 0.90$
Teilsicherheitskonzept (EC 7)	$\gamma_{Q,dst} = 1.50$
$\gamma_{R,v} = 1.40$	Gründungssohle = 0.00 m
$\gamma_G = 1.35$	Grundwasser = 0.50 m
$\gamma_Q = 1.50$	Grenztiefe mit $p = 20.0 \%$
$\gamma_{R,h} = 1.10$	———— 1. Kernweite
Gleitsicherheit mit $\omega = 30.00^\circ$	———— 2. Kernweite



Boden	γ/γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	v [-]	E_s [MN/m²]	κ [-]	Bezeichnung
	21.0/12.0	42.0	0.0	0.00	100.0	1.000	BA, STS
	18.0/10.0	32.5	0.0	0.00	50.0	1.000	BA, Sand, md
	18.0/10.0	32.5	0.0	0.00	30.0	1.000	Sand, lo-md
	18.0/8.0	30.0	0.0	0.00	25.0	1.000	SAnd, U, T
	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	60.0	1.000	Sand, md
	20.0/10.0	27.5	20.0	0.00	20.0	1.000	Gl, st
	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	80.0	1.000	Sand, md-d



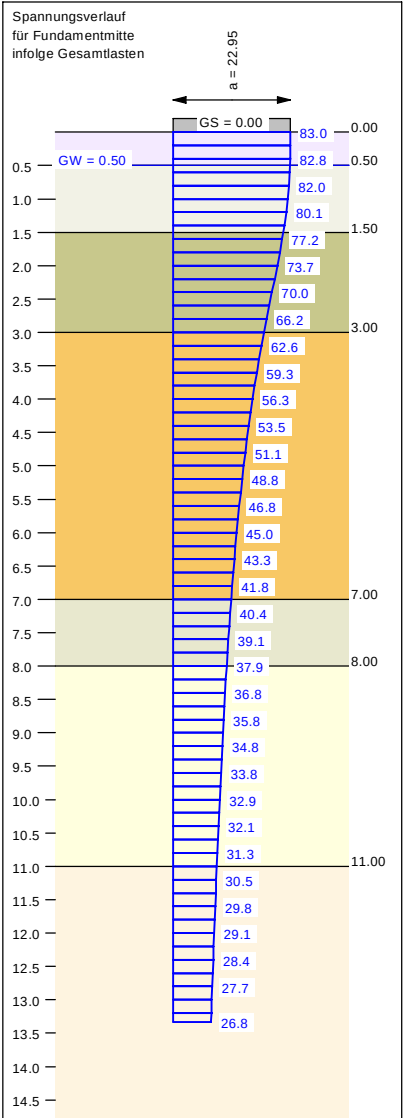
Ergebnisse Einzelfundament:
Lasten = ständig / veränderlich
Vertikallast $F_{v,k} = 30352.00 / 0.00$ kN
Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 1100.00$ kN
Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
Moment $M_{x,k} = 0.00 / 138120.00$ kN·m
Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
Durchmesser D = 22.950 m
Durchmesser (innen) d = 7.800 m
Unter ständigen Lasten:
Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
Resultierende im 1. Kern (= 3.200 m)
 $a' = 20.068$ m
 $b' = 20.068$ m
Unter Gesamtlasten:
Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
Exzentrizität $e_y = -4.551$ m
Resultierende im 2. Kern (= 6.942 m)
 $a' = 11.604$ m
 $b' = 17.653$ m

Grundbruch:
Durchstanzen untersucht,
aber nicht maßgebend.
Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 756.8 / 540.58$ kN/m²
 $R_{n,k} = 155020.16$ kN
 $R_{n,d} = 110728.68$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 30352.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 40975.20$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.370
cal $\phi = 28.3^\circ$
 ϕ wegen 5° Bedingung abgemindert
cal c = 2.71 kN/m²

cal $\gamma_2 = 10.20$ kN/m³
cal $\sigma_u = 0.00$ kN/m²
UK log. Spirale = 17.35 m u. GOK
Länge log. Spirale = 69.53 m
Fläche log. Spirale = 626.79 m²
Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{c0} = 26.42$; $N_{d0} = 15.23$; $N_{b0} = 7.67$
Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.334$; $v_d = 1.312$; $v_b = 0.803$
Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.946$; $i_d = 0.950$; $i_b = 0.915$

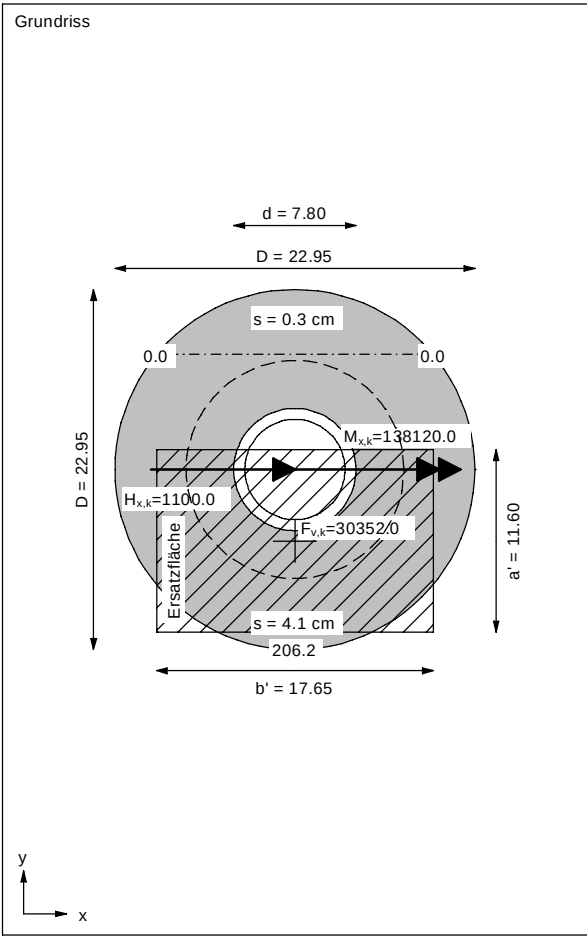
Gleitwiderstand:
Teilsicherheit (Gleitwiderstand) $\gamma_{R,h} = 1.10$
 $N_k \cdot \tan(\phi) / \gamma_{R,h} = 30352.00 \cdot \tan(30.00^\circ) / 1.10$
 $R_{t,d} = N_k \cdot \tan(\phi) / \gamma_{R,h} = 15930.67$ kN
 $T_d = 1650.00$ kN
 $\mu = T_d / R_{t,d} = 0.104$

Setzung infolge Gesamtlasten:
Grenztiefe $t_g = 13.34$ m u. GOK
Setzung (Mittel aller KPs) = 2.18 cm
Setzungen der KPs:
oben = 0.28 cm
unten = 4.08 cm
Verdrehung(x) (KP) = 1 : 510.2
Drehfedersteifigkeit:
 $k_{\phi,x} = 70472.7$ MN/m/rad
Nachweis EQU:
 $M_{stb} = 30352.0 \cdot 22.95 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 313460.3$
 $M_{dst} = 138120.0 \cdot 1.50 = 207180.0$
 $\mu_{EQU} = 207180.0 / 313460.3 = 0.661$

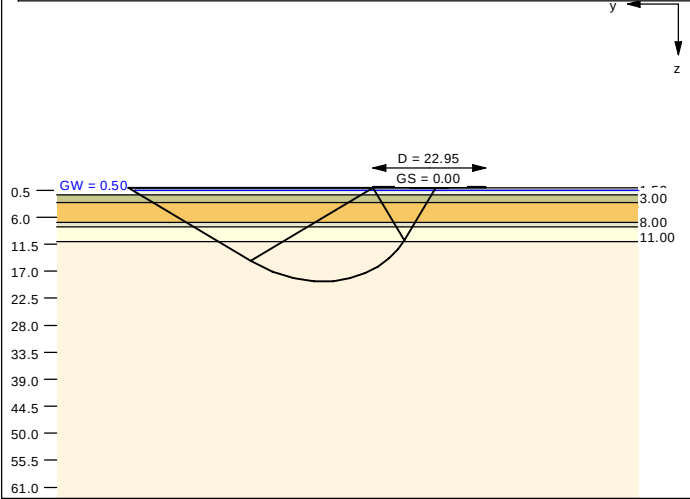


Berechnungsgrundlagen:
WP Weener, WEA 12, BS-A
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 $\gamma_{R,h} = 1.10$
Gleitsicherheit mit $\phi = 30.00^\circ$

Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$
 $\gamma_{G,stb} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
Gründungssohle = 0.00 m
Grundwasser = 0.50 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
—— 1. Kernweite
- - - - 2. Kernweite



Boden	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	κ [-]	Bezeichnung
	21.0/12.0	42.0	0.0	0.00	300.0	1.000	BA, STS
	18.0/10.0	32.5	0.0	0.00	200.0	1.000	BA, Sand, md
	18.0/10.0	32.5	0.0	0.00	150.0	1.000	Sand, lo-md
	18.0/8.0	30.0	0.0	0.00	125.0	1.000	SAnd, U, T
	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	210.0	1.000	Sand, md
	20.0/10.0	27.5	20.0	0.00	120.0	1.000	Gl, st
	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	240.0	1.000	Sand, md-d



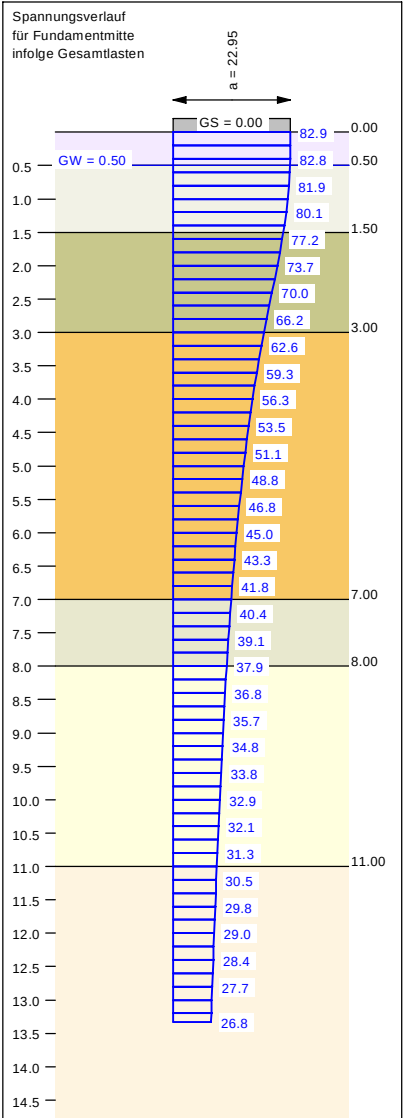
Ergebnisse Einzelfundament:
Lasten = ständig / veränderlich
Vertikallast $F_{v,k} = 30342.00 / 0.00$ kN
Horizontalkraft $F_{h,k} = 0.00 / 990.00$ kN
Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
Moment $M_{x,k} = 0.00 / 118323.00$ kN·m
Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
Durchmesser D = 22.950 m
Durchmesser (innen) d = 7.800 m
Unter ständigen Lasten:
Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
Resultierende im 1. Kern (= 3.200 m)
 $a' = 20.068$ m
 $b' = 20.068$ m
Unter Gesamtlasten:
Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
Exzentrizität $e_y = -3.900$ m
Resultierende im 2. Kern (= 6.942 m)
 $a' = 12.758$ m
 $b' = 18.175$ m

Grundbruch:
Durchstanzen untersucht,
aber nicht maßgebend.
Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 813.3 / 580.94$ kN/m²
 $R_{n,k} = 188583.45$ kN
 $R_{n,d} = 134702.47$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 30342.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 40961.70$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.304
cal $\phi = 28.3^\circ$
 ϕ wegen 5° Bedingung abgemindert
cal c = 2.45 kN/m²

cal $\gamma_2 = 10.24$ kN/m³
cal $\sigma_u = 0.00$ kN/m²
UK log. Spirale = 19.08 m u. GOK
Länge log. Spirale = 76.44 m
Fläche log. Spirale = 757.51 m²
Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{c0} = 26.42$; $N_{d0} = 15.23$; $N_{b0} = 7.67$
Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.356$; $v_d = 1.333$; $v_b = 0.789$
Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.951$; $i_d = 0.954$; $i_b = 0.923$

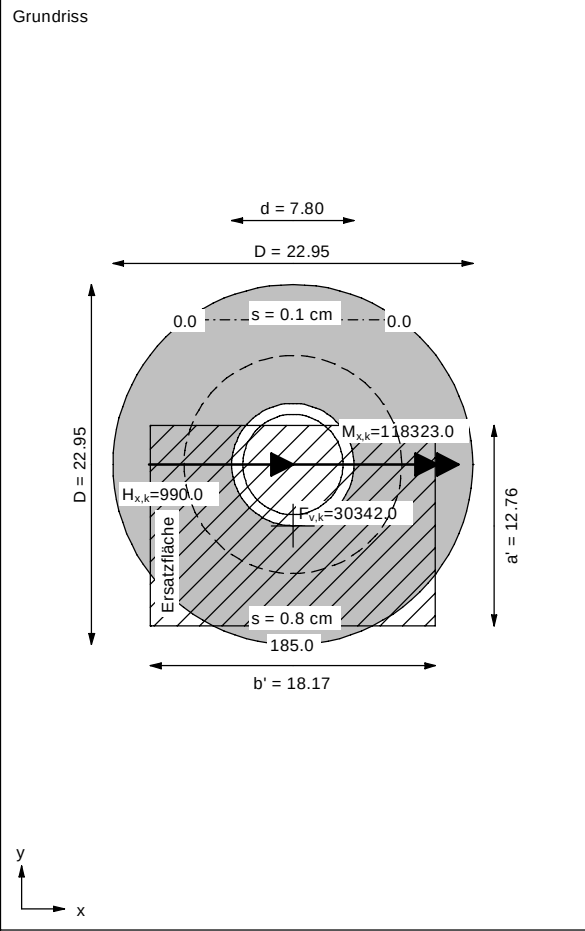
Gleitwiderstand:
Teilsicherheit (Gleitwiderstand) $\gamma_{R,h} = 1.10$
 $N_k \cdot \tan(\phi) / \gamma_{R,h} = 30342.00 \cdot \tan(30.00^\circ) / 1.10$
 $R_{t,d} = N_k \cdot \tan(\phi) / \gamma_{R,h} = 15925.42$ kN
 $T_d = 1485.00$ kN
 $\mu = T_d / R_{t,d} = 0.093$

Setzung infolge Gesamtlasten:
Grenztiefe $t_g = 13.33$ m u. GOK
Setzung (Mittel aller KPs) = 0.43 cm
Setzungen der KPs:
oben = 0.08 cm
unten = 0.77 cm
Verdrehung(x) (KP) = 1 : 2805.0
Drehfedersteifigkeit:
 $k_{\phi,x} = 331892.7$ MN·m/rad
Nachweis EQU:
 $M_{stb} = 30342.0 \cdot 22.95 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 313357.0$
 $M_{dst} = 118323.0 \cdot 1.50 = 177484.5$
 $\mu_{EQU} = 177484.5 / 313357.0 = 0.566$



Berechnungsgrundlagen:
WP Weener, WEA 12, dynamisch
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 $\gamma_{R,h} = 1.10$
Gleitsicherheit mit $\phi = 30.00^\circ$

Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$
 $\gamma_{G,stb} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
Gründungssohle = 0.00 m
Grundwasser = 0.50 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
—— 1. Kernweite
- - - - 2. Kernweite





ANLAGE 8

Hydraulische Berechnung

Hydraulische Berechnung

Aufsteller			
Antragsteller			
Baugrundstück	Flurstück	WP Weener	
	Flur	WEA 12	
	Gemarkung		
Absenkverfahren	Dränage		
Wassermenge nach Davidenkoff:	$Q = k_f \times s^2 \left[\left(1 + \frac{t}{s} \right) m + \frac{L1}{R} \left(1 + \frac{t}{s} \times n \right) \right]$		
	kf	Durchlässigkeitsbeiwert	1,00E-04
	s	Absenkbetrag	1,5
	t	Mächtigkeit der aktiven Zone [m] = Abstand zwischen Baugrubensohle und Oberkante Wasserstauer	4
	L1	Baugrubenlänge	24,8
	L2	Baugrubenbreite	24,8
	R	Einflussradius, Reichweite nach Sichardt [m]: $R = 3000 \times s \times \sqrt{k_f}$	45
	m	werden aus Diagrammen in	1,6
	n	Abhängigkeit von R, t und L2	1,75
		Q=	2,0E-03 m³/s 7,3 m³/h 175 m³/d



ANLAGE 9

Tabellarische Zusammenstellung der Wenner Sondierung

Protokoll
Messung des spezifischen Erdwiderstands

Ausführende Firma Gepla mbH & Co. KG
Anschrift Schepser Damm 15 B
 26188 Edeweicht

Name Aufführende(r) Ulrich Hesenius

Projekt WP Weener (1 WEA), 26826 Weener (SG20250100)

Bauwerk WEA 1

Geo-Referenz: UTM ETRS 89 R
 Zone 32N H

Messgerät Typ,: CA6472

Umgebungstemperatur,
Wetter, Bodenzustand: nass, stehendes Wasser

a [m]	R = [Ω]	$\rho_s = R \times 2 \times \pi \times a$ [Ωxm]	Bemerkungen
2	5,50	69,11	
3	4,50	84,82	
5	3,40	106,81	
8	2,50	125,66	
12	1,60	120,63	
16	1,10	110,58	
20	0,82	103,04	
25	0,63	98,96	
30	0,32	60,32	

Mit der Unterschrift bestätigt der Ausführende die Messung nach der Wenner-Methode durchgeführt zu haben.



Weener, 02.12.2025
Ort, Datum, Unterschrift des Ausführenden