

Gutachten

**Neubau von vier Windenergieanlagen
des Typs E-175 EP5 HT-162-ES-C-01
im Windpark Fahrenkamp,
Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz,
hier: WEA 04**

Projekt-Nr: EAL-25-0089

Auftrags-Nr: EAL-00436-25

Auftraggeber: JUWI GmbH
Energie-Allee 1
55286 Wörrstadt

Auftragsdatum: 28.02.2025

Projektleiter: Diplom-Geologe Thorsten Freisfeld
Thorsten.Freisfeld@wessling-ce.de

Altenberge, 20.05.2025

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	6
2	Grundlagen der Bearbeitung.....	6
3	Standortbeschreibung und Bauvorhaben.....	8
3.1	Standortbeschreibung.....	8
3.2	Bauvorhaben	9
4	Geologisch-hydrogeologische Verhältnisse	12
4.1	Geologische Verhältnisse	12
4.2	Hydrogeologische Verhältnisse	13
4.3	Georisiken	13
5	Geotechnische Kategorie	14
6	Durchgeführte Untersuchungen.....	14
6.1	Rammkern- und Rammsondierungen, Drucksondierungen sowie chemische Untersuchungen	14
6.2	Bodenmechanische Laborversuche.....	16
6.3	Organoleptische Bewertung der Bodenproben	16
6.4	Chemisch-analytische Untersuchungen.....	17
7	Beschreibung und Darstellung der Untergrundverhältnisse im Untersuchungsgebiet.....	18
7.1	Morphologische Verhältnisse.....	18
7.2	Schichtenfolge.....	18

7.3	Grundwasserstand	22
8	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche	24
9	Ergebnisse der chemisch-analytischen Untersuchungen.....	26
9.1	Bewertungsgrundlage.....	26
9.2	Beton- und Stahlaggressivität.....	26
9.3	Hinweise zu den durchgeführten Untersuchungen.....	27
10	Geotechnische Klassifizierungen der anstehenden Böden	28
10.1	Homogenbereiche	28
10.2	Einstufung der Böden in Bodenklassen/Homogenbereiche (DIN 18300), Bodengruppen (DIN 18196), Frostempfindlichkeitsklassen (ZTV E- StB 17) und Verdichtbarkeitsklassen (ZTV-A StB 12)	31
10.3	Bodenmechanische Kennwerte	32
11	Gründungstechnische Folgerungen.....	34
11.1	Gründungsart	34
11.2	Gründungstiefe	34
11.3	Tragfähigkeit des Baugrundes und Baugrundverbesserungs- maßnahmen - Erstellen des Gründungshorizontes	34
11.4	Bauzeitliche Wasserhaltung.....	36
11.5	Auftriebsverhältnisse	38
11.6	Anschüttung	38
11.7	Baugruben.....	39
11.8	Belastung des Baugrundes.....	39
11.8.1	Baugrundmodelle	39
11.8.2	Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS)	41

11.8.3	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS)	42
12	Verwendung des Aushubmaterials	42
13	Angaben zu bautechnischen Maßnahmen für die Zuwegung und die Kranstellfläche	44
13.1	Allgemeine Anforderungen	44
13.2	Mindeststärke des frostsicheren Straßenaufbaus	46
13.3	Geotechnische Nachweise der Lastverteilungsplatten für Kranstell- und Montageflächen	48
13.3.1	Kranstellfläche	48
13.3.2	Montagefläche	49
14	Allgemeine Hinweise	50
15	Schlusswort	50

Anlagen

- Anlage 1: Lagepläne
- Anlage 1.1: Übersichtslageplan regional, ohne Maßstab
- Anlage 1.2: Übersichtslageplan (Luftbild) mit eingetragenen Windenergieanlagen WEA 01 bis WEA 04, 1 : 5.000
- Anlage 1.3: Detaillageplan (Luftbild) mit eingetragenen Bodenaufschlusspunkten, 1 : 1.000
- Anlage 1.4: Fundamentplan (Luftbild mit Fundamentauffläche) mit eingetragenen Bodenaufschlusspunkten, 1 : 333
- Anlage 2: Probenahmebericht, Schichtenprofile und Rammogramme der Aufschlussbohrungen und Rammsondierungen, 1 : 100 und 1 : 50 (Anlagen 2.1 bis 2.11)
- Anlage 3: Schichtenverzeichnisse (Anlagen 3.1 bis 3.7)
- Anlage 4: Ergebnisse der Drucksondierungen (20 Seiten)
- Anlage 5: Ergebnisse der bodenphysikalischen Laborversuche (18 Seiten)
- Anlage 6: Ergebnisse der chemischen Untersuchungen
- Anlage 7: Schalplan, 1 : 50, 1 : 25 und 1 : 10 und Fundamentdatenblatt (9 Seiten)
- Anlage 8: Ergebnisse der Setzungsberechnungen (Anlagen 8.1 bis 8.6)
- Anlage 9: Nachweis der geforderten statischen und dynamischen Drehfedersteifigkeit
- Anlage 10: Ergebnisse der Setzungs- und Grundbruchberechnungen für Lastverteilungsplatten (Anlagen 10.1 bis 10.5)

1 Einleitung

In 33442 Herzebrock-Clarholz soll im Bereich der Straßen Im Esch und Fahrenkamp der Windpark (WP) Fahrenkamp entstehen (s. Anlage 1.1).

Bei diesem Bauvorhaben ist die Errichtung von vier Windenergieanlagen (WEA 01 bis WEA 04) des Typs ENERCON E-175 EP5 HT-162-ES-C-01 vorgesehen (s. Anlage 1.2).

Die WESSLING Consulting Engineering GmbH & Co. KG (nachfolgend WCE genannt) wurde von der JUWI GmbH, Energie-Allee 1, 55286 Wörrstadt, mit der Durchführung von orientierenden geotechnischen Untersuchungen zur Feststellung der Baugrundverhältnisse und der Erstellung eines geotechnischen Berichtes beauftragt.

Der vorliegende geotechnische Bericht befasst sich mit der Anlage WEA 04.

2 Grundlagen der Bearbeitung

[U1] Übersichtslageplan, 1:2.500 (Stand: 04.03.2025, Verfasser: JUWI GmbH, Energie-Allee 1, 55286 Wörrstadt)

[U2] Lageplan mit eingetragener Lage der Windenergieanlagen, mit Maßkette (Stand: 07.01.2025, Verfasser: JUWI GmbH)

[U3] Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:100.000, Blatt C 4314 Gütersloh

[U4] Flurkarte, 1:50.000 (Quelle: www.tim-online.nrw.de, Bezirksregierung Köln, Zugriffsdatum: 10.03.2025)

[U5] Internetportal: GEOportal.NRW (Geodateninfrastruktur NRW, Zugriffsdatum: 05.03.2025)

[U6] Internetportal: NRW Umweltdaten vor Ort (UVO) des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (Quelle: www.uvo.nrw.de, Zugriffsdatum: 10.03.2025)

- [U7] Internet-Auskunftssystem „Gefährdungspotenziale des Untergrundes in Nordrhein-Westfalen“ der Bezirksregierung Arnsberg, Abteilung Bergbau und Energie in NRW und des Geologischen Dienstes NRW (Quelle: www.gdu.nrw.de, Zugriffsdatum: 10.03.2025)
- [U8] Luftbilder (Quelle: Google Earth, Bildaufnahmedatum: 18.02.2025)
- [U9] Fundamentdatenblatt für Windenergieanlagen vom Typ ENERCON E-175 EP5 HT-162-ES-C-01, Flachgründung, Turm: Hybridturm DE-E23, Nabenhöhe: 162 m über GOK; Verfasser: Max Bögl Wind AG, Max-Bögl-Str. 1, 92369 Sengenthal, Dokumentennr.: D02784458-2, Datum: 13.07.2023)
- [U10] Schalplan, 1 : 50, 1 : 25 und 1 : 10
(Stand 19.12.2022; ENERCON-Planbezeichnung: D02784467-1, Verfasser: Max Bögl Wind AG)
- [U11] Anforderungskatalog für die Durchführung von geotechnischen Untersuchungen und die Erstellung eines Geotechnischen Entwurfsberichts für ENERCON Windenergieanlagen (Verfasser; ENERCON GmbH, Dreenkamp 5, 26605 Aurich; Stand: 02.08.20217)
- [U12] Technische Spezifikation Zuwegung und Baustellenflächen für die Windenergieanlage Typ ENERCON E-175 EP5 162 Hybridturm (Verfasser: ENERCON GmbH; Stand: 22.02.2024)
- [U13] Ortsbesichtigungen und Begehungen am 12.03.2025
- [U14] Ergebnisse der geotechnischen Feldarbeiten, Zeitraum vom 25.03.2025 bis 30.04.2025.
- [U15] Ergebnisse der bodenmechanischen und chemisch-analytischen Laboruntersuchungen
- [U16] DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A-138-1, Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser - Teil 1, Planung, Bau und Betrieb, 10_2024

3 Standortbeschreibung und Bauvorhaben

3.1 Standortbeschreibung

Der geplante WP Fahrenkamp liegt zwischen den Orten Harsewinkel und Herzebrock-Clarholz (s. Anlage 1.1).

Das Baugrundstück der geplanten Windenergieanlage WEA 04 ist eine \pm ebene Ackerfläche. Nordöstlich vom Baugrundstück befindet sich ein Entwässerungsgraben (s. Anlagen 1.2 bis 1.4).

**Abb. 1****Abb. 2**

Abbildung 1: Baugrundstück der WEA 04, Blickrichtung Nordosten

Abbildung 2: Baugrundstück der WEA 04, Blickrichtung Südosten

(Quelle: [U13], Stand 12.03.2025)

Nach dem Höheneinmaß der Bodenaufschlusspunkte liegt das Baugrundstück im Bereich des geplanten Fundamentes der Windenergieanlage WEA 04 zwischen ca. 64,81 m ü. NHN (RKS 22) und ca. 65,06 m ü. NHN (RKS 24 und CPT 15). Die maximale Höhendifferenz beträgt ca. 0,25 m. Die mittlere Geländehöhe liegt bei ca. 64,97 m ü. NHN.

Der maximale Grundwasserstand bzw. der Bemessungswasserstand (HGW) für das Fundament ist bei ca. -0,17 m GOK bzw. rechnerisch bei ca. 64,8 m ü. NHN anzusetzen (s. Kap. 7.3).

Unter Beachtung der angetroffenen hydrogeologischen Gegebenheiten sind gemäß [U11] die geotechnische Nachweise für den Lastfall „ohne Auftrieb“ und „mit Auftrieb“ zu führen.

Nach [U9] muss der anstehende Baugrund eine maximale charakteristische Kantenpressung von $\sigma_{R,k} = 262 \text{ kN/m}^2$ (Lastfall BS-P) und von ca. $\sigma_{R,k} = 292 \text{ kN/m}^2$ (Lastfall BS-A) aufnehmen können.

Für die elastische Fundamenteinspannung zwischen Fundament und Baugrund sind für das Gesamtsystem Turm und Gründung folgende Drehfedersteifigkeiten einzuhalten:

statische Drehfeder: $K_{\phi, \text{stat}} \geq 40.000 \text{ MNm/rad}$

dynamische Drehfeder: $K_{\phi, \text{dyn}} \geq 200.000 \text{ MNm/rad}$

Für den Grundbruchnachweis sind für die jeweiligen Bemessungssituationen die der nachfolgenden Tabellen 1.1 und 1.2 zu entnehmenden charakteristische Lasten auf Unterkante Fundament anzusetzen.

Tabelle 1.1: anzusetzende charakteristische ständige und veränderliche Lasten

Lastfall BS-P		
Lasten	ständig	veränderlich
max. V_k [kN]	41.477	0
max. H_k [kN]	0	1.424
max. M_k [kNm]	0	219.556

Tabelle 1.2: anzusetzende charakteristische ständige und veränderliche Lasten

Lastfall BS-A		
Lasten	ständig	veränderlich
max. V_k [kN]	41034	0
max. H_k [kN]	0	1.761
max. M_k [kNm]	0	242.010

Bei den vorgenannten V_k -Lasten sind die Erdüberschüttung und der Auftrieb nicht enthalten und müssen entsprechend auf die Normalkraft addiert werden.

Bei den geplanten Höhen der Erdüberschüttungen von ca. $t_{\text{MaxÜs,inn}} = 0,5$ m und ca. $t_{\text{MaxÜs,aus}} = 2,1$ m und einer Bodenwichte von $\gamma_{\text{Üs}} = 18,0$ kN/m³ beträgt das Gewicht der Erdüberschüttung ca. $G_{\text{MaxÜs}} = 10.056$ kN.

Die anzusetzende Auftriebskraft beträgt ca. $G_{\text{Gw,max}} = -3.682$ kN.

Aufgrund der angetroffenen Baugrundverhältnisse wird eine Flachgründung auf einem Bodenaustauschpolster empfohlen.

4 Geologisch-hydrogeologische Verhältnisse

4.1 Geologische Verhältnisse

Das Baugrundstück liegt im sogenannten Münsterländer Kreidebecken.

Entsprechend den Angaben der geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen 1 : 100.000, Blatt C 4314 Gütersloh [U3] stehen im Bereich des Grundstückes oberflächennah Ablagerungen der Niederterrasse (Fein- und Mittelsand, z.T. Schluff, feinsandig, tonig und Kies, sandig) an, die gemäß der vorgenannten geologischen Karte der Weichsel-Kaltzeit, Serie Pleistozän, System Quartär, zuzuordnen sind. Unterlagert werden die Niederterrassenablagerungen von Eis- und Schmelzwasserablagerungen der Saale-Kaltzeit (Serie Pleistozän, System Quartär), den so genannten Vorschüttsanden [Fein- und Mittelsand, z. T. schluffig und kiesig (z. T. nordische Geschiebe), sowie Schluff, sandig, tonig, z. T. Tonbänder (s. Abbildung 4)].



Abbildung 4: Ausschnitt aus der geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen [U3]

Die vorgenannten Lockergesteine werden von den Festgesteinen (Tonmergel- und Kalkmergelsteine), die stratigraphisch in die Stufe Santon, Serie Oberkreide, System Kreide, zu stellen sind, unterlagert.

4.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Im Bereich des Baugrundstückes stehen überwiegend durchlässige Lockergesteine (Sande) an.

Bei dem oberflächennah ausgebildeten Grundwasserkörper handelt es sich um einen freien Porengrundwasserleiter in den anstehenden Sanden der Niederterrasse.

Gemäß dem seitens des Ministeriums für Umwelt, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen zur Verfügung gestellten Internet-Auskunftssystem „NRW Umweltdaten vor Ort (UvO)“ [U6] befindet sich das Baugrundstück außerhalb offiziell verzeichneter Überschwemmungsgebiete (HQ10 bis HQ500) und außerhalb existierender und geplanter Trinkwasser- bzw. Heilquellenschutzgebiete.

4.3 Georisiken

Zu einer möglichen Beeinträchtigung des Bauwerkes durch naturbedingte Risiken des Untergrunds wurde eine Recherche auf dem webbasierten Geo-Portal des Landes Nordrhein-Westfalen [U7] durchgeführt.

Danach ist im Bereich des Baugrundstückes und der näheren Umgebung kein oberflächennaher Bergbau umgegangen. Es liegen keine Hinweise auf verlassene Tagesöffnungen vor und im Untergrund stehen keine Gesteine an, die zur Verkarstung oder Auslaugung neigen. Mit Methanausgasungen ist nicht zu rechnen.

Gemäß der DIN EN 1998-1/NA beträgt im Bereich des Untersuchungsgrundstücks die spektrale Antwortbeschleunigung für eine Wiederkehrperiode T_{NCR} von 475 Jahren und für das Untergrundverhältnis A-R im Plateaubereich $S_{aP,R} \leq 0,2 \text{ m/s}^2$.

Für Beschleunigungen $S_{aP,R} < 0,6 \text{ m/s}^2$ ist für übliche Hochbauten aller Bedeutungskategorien für alle geologischen Untergrundklassen die Bedingung für **sehr geringe Seismizität** immer erfüllt.

In Fällen sehr geringer Seismizität brauchen die Regelungen der Normreihe DIN EN 1998 i. d. R. nicht berücksichtigt werden.

Weitere Georisiken sind derzeit nicht bekannt.

5 Geotechnische Kategorie

Gemäß Eurocode 7 bzw. DIN EN 1997-1: 2014-03 (D) sowie der deutschen Norm DIN 1054:2021-04 werden Baumaßnahmen in Geotechnische Kategorien (GK) eingeordnet. Maßgebend für die Einstufung ist jeweils das Merkmal, das die höchste Geotechnische Kategorie (GK) aufgrund des Schwierigkeitsgrades ergibt.

Im vorliegenden Fall wird von der Geotechnischen Kategorie „GK 3“ (Baumaßnahmen mit hohem Schwierigkeitsgrad) ausgegangen.

6 Durchgeführte Untersuchungen

6.1 Rammkern- und Rammsondierungen, Drucksondierungen sowie chemische Untersuchungen

Zur Erschließung der Baugrundverhältnisse und zur Ermittlung der Tragfähigkeit des Baugrundes wurden im Zeitraum vom 27.03. bis 30.04.2025 im Bereich des geplanten Fundamentes der WEA 04 sowie im Bereich der geplanten Zuwegungen und Stellflächen sieben Rammkernsondierbohrungen (Kleinbohrungen gem. DIN 22475-1; RKS 22 bis RKS 28) und vier leichte Rammsondierungen (DPL 13 bis DPL 16) niedergebracht. Des Weiteren wurden im Auftrag der WCE von der geotechnik Heiligenstadt GmbH vier Drucksondierungen (CPT 13 bis CPT 16) bis zur Geräteauslastung ausgeführt.

Die Bohr- und Rammansatzpunkte sowie die Ansatzstellen der Drucksondierungen wurden mit einem vermessertauglichen GPS-Gerät (Typ Trimble R10) lage- und höhenmäßig eingemessen.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass das eingesetzte Gerät zwar lediglich eine Lage- und Höhenabweichung \pm max. 1 cm aufweist, die Vermessung aber nicht durch ein Vermessungsbüro oder einen entsprechend qualifizierten Vermessungsingenieur durchgeführt wurde. Die weiteren Planungen sollten daher auf der Grundlage eines durch ein Vermessungsbüro aufgestellten Vermessungsplans erfolgen.

Die Ansatzpunkte der Bodenaufschlusspunkte sind den Lageplänen in den Anlagen 1.3 und 1.4 zu entnehmen.

Die Ergebnisse der Bohrungen und Rammsondierungen wurden als Schichtenprofile und Rammdiagramme in den Anlage 2.1 bis 2.11 graphisch dargestellt. Die Schichtenverzeichnisse der Aufschlussbohrungen sind dem vorliegenden geotechnischen Bericht als Anlagen 3.1 bis 3.7 beigefügt. Der Anlage 4 sind die Ergebnisse der durchgeführten Drucksondierungen zu entnehmen.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Lagen und Höhen sowie die Bohr- und Rammtiefen der durchgeführten Kleinbohrungen, Drucksondierungen und Rammsondierungen zusammenfassend aufgeführt:

Tabelle 2: Bohr- und Rammtiefen sowie Rechts-/Hochwert:
Koordinatensystem UTM 32N; Höhenbezug DHHN 16

Bohr- und Rammansatzpunkte	Rechtswert	Hochwert	Höhe [m ü. NHN]	Bohr-/ Sondiertiefe [m]
RKS 22	444666,693	5753572,767	64,81	10,0
RKS 23	444689,008	5753572,881	65,03	10,0
RKS 24	444677,844	5753553,276	65,06	15,0
CPT 13	444664,474	5753566,268	64,89	20,0
CPT 14	444689,977	5753566,377	65,00	20,0
CPT 15	444677,844	5753553,276	65,06	20,0
CPT 16	444677,861	5753579,355	64,95	20,0
RKS 25	444686,047	5753548,910	65,08	5,0
RKS 26	444656,247	5753507,442	65,42	5,0
RKS 27	444582,066	5753456,001	65,96	5,0
RKS 28	444443,414	5753372,240	65,56	5,0
DPL 13	444695,371	5753533,730	65,13	5,0
DPL 14	444642,203	5753527,886	65,38	5,0
DPL 15	444618,617	5753480,490	65,55	5,0
DPL 16	444520,675	5753414,302	65,94	5,0

Alle Rammkernsondierungen wurden schicht- bzw. meterweise beprobt. Insgesamt wurden aus den Bohrungen 44 gestörte Bodenproben entnommen. Die Bodenproben wurden unter anderem für die Durchführung bodenphysikalischer Laborversuche (s. Kapitel 6.2) zur Bestimmung von Bodengruppen gemäß DIN 18196, Bodenklassen gemäß DIN 18300 / DIN 18301 und der Frostempfindlichkeit gemäß ZTVE-StB 17 sowie für die chemische Analytik zur Bestimmung der Beton- und Stahlaggressivität genutzt.

Die Bohrung RKS 22 wurde als temporäre Grundwassermessstelle ausgebaut. Aus der Bohrung RKS 22 wurde die Grundwasserprobe WEA04 entnommen. Die Grundwasserprobe WEA04 wurde in einem akkreditierten chemischen Laboratorium auf beton- und stahlangreifende Stoffe sowie auf ihren Eisen-Gehalt untersucht. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen sind der Anlage 6 zu entnehmen.

Die bei den in den Kapiteln 6.2 und 6.4 genannten bodenphysikalischen und chemischen Laborversuchen nicht verbrauchten Boden- und Grundwasserproben werden 6 Monate nach Abgabe des geotechnischen Berichts aufbewahrt und dann, falls vom Auftraggeber nicht anders bestimmt, verworfen.

6.2 Bodenmechanische Laborversuche

An neun Einzelproben der Aufschlussbohrungen RKS 23 und RKS 24 wurden im bodenphysikalischen Labor die Korngrößenverteilungen gem. DIN EN ISO 17892-4 bestimmt. Die Ergebnisse der bodenphysikalischen Laborversuche sind der Anlage 5 sowie dem Kapitel 8 zu entnehmen.

6.3 Organoleptische Bewertung der Bodenproben

Die Bodenproben wurden organoleptisch bewertet. An keiner der Bodenproben wurde ein organoleptisch bzw. optisch oder geruchlich auffälliger Befund, der einen Hinweis auf eine Schadstoffbelastung gibt, festgestellt.

6.4 Chemisch-analytische Untersuchungen

Zur Bestimmung der Beton- und Stahlaggressivität der oberflächennah anstehenden Böden wurde eine Mischprobe aus folgenden Bodenproben zusammengestellt:

Tabelle 3: Mischprobenzusammenstellung für die chemische Analytik

Mischprobenbezeichnung	Einzelproben [m]
MP 4	RKS 22 (0,3 – 1,0); RKS 9 (1,0 – 2,5); RKS 24 (0,4 – 1,3); RKS 10 (1,3 – 2,5)

Die Bohrung RKS 22 wurde als temporäre Grundwassermessstelle ausgebaut. Aus der Bohrung RKS 22 wurde die Grundwasserprobe WEA04 entnommen.

Die Mischprobe MP 4 und die Grundwasserprobe WEA04 wurden in einem akkreditierten chemischen Laboratorium auf beton- und stahlangreifende Stoffe, die Grundwasserprobe WEA02 ergänzend noch auf ihren Eisen-Gehalt, untersucht.

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen sind der Anlage 6 zu entnehmen.

7 Beschreibung und Darstellung der Untergrundverhältnisse im Untersuchungsgebiet

7.1 Morphologische Verhältnisse

Bei dem ± Baugelände handelt es sich um eine Ackerfläche.

Nach dem Höheneinmaß der Bohr- und Rammansatzpunkte liegt im Bereich der Untersuchungsfläche eine maximale Höhendifferenz von ca. 1,15 m vor.

Das Gelände fällt von ca. 65,96 m ü. NHN im Bereich der Bohrung RKS 27, mittlerer Bereich der geplanten Zuwegung auf ca. 64,81 m ü. NHN (RKS 22) im Nordosten im Bereich des geplanten Windenergieanlagen-Fundamentes um diesen Betrag ab. Vom vorgenannten Hochpunkt fällt das Gelände nach Südwesten bis zum Bohrpunkt RKS 28 um ca. 0,40 m bzw. auf ca. 65,56 m ü. NHN ab.

Danach liegt das Untersuchungsgelände im Mittel bei ca. 65,25 m ü. NHN.

Im Bereich des geplanten Fundamentes der Windenergieanlage WEA 04 liegt das Baugrundstück nach dem Höhennivellement der Bodenaufschlusspunkte zwischen ca. 64,81 m ü. NHN (RKS 22) und ca. 65,06 m ü. NHN (RKS 24 und CPT 15). Die maximale Höhendifferenz beträgt ca. 0,25 m. Die mittlere Geländehöhe liegt bei ca. 64,97 m ü. NHN.

7.2 Schichtenfolge

Die punktuellen Aufschlussbohrungen haben eine relativ einheitliche Schichtenfolge erschlossen, die, unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Drucksondierungen und der Rammsondierungen, vereinfacht wie folgt beschrieben wird (s. dazu die Anlagen 2.1 bis 2.11 und 4):

bis ca. 0,3/0,4 m unter GOK

Schicht 1

(belebter humoser Oberboden/ Mutterboden):

Bei dem Oberboden handelt es sich um einen humosen, schluffigen Feinsand, erdfeucht.

bis ca. 9,3/10,0 m unter GOK bzw.

bis zur max. Aufschlusstiefe

von 5,0/10,0 m unter GOK

Schicht 2

[Ablagerungen der Niederterrasse in fazieller Ausprägung: Sande (Schicht 2.1), Schluffe, Sand-Schluff-Gemische und stark schluffige Feinsande (Schicht 2.2)]

Schicht 2.1: (Sande)

Feinsand, schwach mittelsandig bis stark mittelsandig, örtlich Fein- und Mittelsand-Gemisch, überwiegend schwach schluffig bis schluffig, erdfeucht bis grundwasserführend und dann fließfähig.

Die Sande sind oberflächennah bis zu einer Tiefe von ca. 1 m unter GOK locker bis mitteldicht gelagert und gehen zur Tiefe hin in eine mitteldichte Lagerung über. Ab Tiefen zwischen ca. 3,0 m und ca. 5,0 m unter GOK weisen die Sande z. T. eine lockere bis mitteldichte Lagerung auf.

Schicht 2.2: (Schluff-Sand- bzw. Sand-Schluff-Gemische und stark schluffige Feinsande)

Feinsand, stark schluffig, grundwasserführend und somit fließfähig. Die locker bis mitteldicht gelagerten stark schluffigen Feinsande wurden in der Bohrung RKS 22 zwischen ca. 7,5 m und ca. 9,3 m unter GOK angetroffen.

Schluff-Sand-Gemisch, schwach tonig, grundwasserführend und somit fließfähig. Das in der Bohrung RKS 23 zwischen ca. 7,5 m und der maximalen Aufschlusstiefe von 10,0 m unter GOK erbohrte locker bis mitteldicht gelagerte Schluff-Sand-Gemisch besitzt im ungestörten Zustand eine weich- bis steifplastische Konsistenz.

Sand-Schluff-Gemisch, grundwasserführend und somit fließfähig. Das in der Bohrung RKS 24 zwischen ca. 7,5 m und ca. 10,0 m unter GOK angetroffene Sand-Schluff-Gemisch ist locker bis mitteldicht gelagert.

**bis zur max. Aufschlusstiefe
von 10,0/15,0 m unter GOK**

Schicht 3

(Vorschüttsande)

Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig (nur RKS 22 zwischen ca. 9,3 m und der max. Aufschlusstiefe von 10,0 m unter GOK), Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig, schwach grobsandig (nur RKS 24 zwischen ca. 10,0 m und ca. 12,0 m unter GOK) und Sand, schwach kiesig, schwach schluffig (nur RKS 24 zwischen ca. 12,0 m und der max. Aufschlusstiefe von 15,0 m unter GOK), grundwasserführend und somit fließfähig. Die vorgenannten Sande sind dicht und sehr dicht gelagert.

Die Aufschlussbohrungen RKS 22 bis RKS 28 wurden bis zu den angestrebten Endteufen von 5,0 m (RKS 25 bis RKS 28), 10,0 m (RKS 22 und RKS 23) und 15,0 m (RKS 24) ausgeführt. Dabei wurden die vorgenannten Bohrungen RKS 23 und RKS 25 bis RKS 28 in den Niederterrassenablagerungen [Schluffe (RKS 23) und Sande (RKS 25 bis RKS 28)] und die Bohrungen RKS 22 und RKS 24 in den Vorschüttsanden eingestellt.

Unterhalb der Aufschlusstiefen der Bohrung RKS 15 bis RKS 28 stehen die geklüfteten, geschichteten und in tieferen Schichten kluftgrundwasserführenden Gesteine der Oberkreide in fester Zustandsform an.

Gemäß den Ergebnissen der durchgeführten Drucksondierungen CPT 13 bis CPT 16 kann davon ausgegangen werden, dass ab einer Tiefe von ca. 16,5/17,0 m unter GOK stark verwitterte Kalkmergelsteine (gemäß DIN EN ISO 14689:2018-05 Verwitterungsstufe 3) anstehen. Ab einer Tiefenlage von ca. 18,5 /19,0 m unter GOK gehen die Kalkmergelsteine in den verwitterten Zustand (gemäß DIN EN ISO 14689:2018-05 Verwitterungsstufe 2) über.

Der Schichtenaufbau im Untersuchungsgebiet, die Mächtigkeit der jeweiligen Schichten und die Grenze der Schichtunterkanten sind in der folgenden Tabelle 4 zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 4: Übersicht über den Schichtaufbau im Bereich der WEA 04
(RKS 22 bis RKS 24)

Schicht	Lithologie	Mächtigkeit [m]	Unterkante [m ü. NHN]	Lagerungsdichte / Konsistenz
Schicht 1 Mutterboden	Feinsand, schluffig, humos	ca. 0,3 - 0,4	ca. 64,7 - 64,6	locker
Schicht 2.1 Sande	Fein- und Mittelsand, überwiegend schwach schluffig bis schluffig	ca. 7,1 - 7,2	ca. 57,5	locker bis mitteldicht und mitteldicht
Schicht 2.2 Schluff-Sand- bzw. Sand-Schluff-Gemische und stark schluffige Feinsande	Schluff-Sand-Gemisch, schwach tonig, Sand-Schluff-Gemisch und Feinsand, stark schluffig	ca. 1,8 - 2,5	ca. 55,7 - 55,0	locker bis mitteldicht / weich- bis steif
Schicht 3 Vorschüttsande	Fein- und Mittelsand bzw. Sand, schwach schluffig, teils schwach grobsandig	ca. 6,5 - 7,7**	ca. 48,5 - 48,0**	dicht bis sehr dicht
Schicht 4 Kalkmergelstein, stark verwittert*	Festgestein (Verwitterungsstufe 3 gemäß DIN EN ISO 14689:2018-05)	ca. 1,5 - 2,5	ca. 46,5 - 46,0	halbfest
Schicht 5 Kalkmergelstein				
verwittert*	Festgestein (Verwitterungsstufe 2 gemäß DIN EN ISO 14689:2018-05)	> 1,0 - 1,5	≤ 45,0	halbfest bis fest

* nicht erbohrt

** Mächtigkeit und Tiefenlage aus den Ergebnissen der Drucksondierungen abgeleitet

7.3 Grundwasserstand

Das Grundwasser wurde am 27.03.2025 in den Aufschlussbohrungen RKS 22 bis RKS 28 zwischen ca. 0,65 m und ca. 1,6 m unter GOK bzw. zwischen ca. 64,03 m und ca. 64,41 m ü. NHN als freies Porengrundwasser in den Sanden angetroffen.

In der nachfolgenden Tabelle sind die im Bohrloch mittels Lichtlot eingemessenen Wasserstände aufgeführt.

Tabelle 5: Grundwasserstände

Bohrung	Geländehöhe [m ü. NHN]	Grundwasser [m unter GOK]	Grundwasser in [m ü. NHN]
RKS 22	64,81	0,65	64,16
RKS 23	65,03	0,65	64,38
RKS 24	65,06	0,65	64,41
RKS 25	65,08	1,05	64,03
RKS 26	65,42	1,20	64,22
RKS 27	65,96	1,60	64,36
RKS 28	65,56	1,45	64,11
Mittelwert (gerundet)	65,27	1,04	64,24

Im Bereich der geplanten Windenergieanlage lag der mittlere Grundwasserstand am 27.03.2025 bei ca. 64,3 m ü. NHN.

Im Bereich der geplanten Zuwegungen und Kranstellplätze wurden Grundwasserstände zwischen ca. 64,03 m ü. NHN im Nordosten (RKS 25) und ca. 64,36 m ü. NHN im Bereich der Bohrung RKS 27 angetroffen.

Eine exakte Aussage zu möglichen GW-Höchstständen ist ausschließlich nach Langzeitmessungen in nahgelegenen Grundwassermessstellen möglich. Diese sind im Bereich des Baugrundstückes nicht vorhanden bzw. nicht bekannt. Die Werte für den mittleren höchsten Grundwasserstand (mHGW) und den höchsten bzw. maximalen Grundwasserstand (HGW = Bemessungsgrundwasserstand) können somit nur auf der Basis der am 27.03.2025 gemessenen Grundwasserstände grob abgeschätzt werden.

Unter Berücksichtigung der jahreszeitlichen Grundwasserschwankungen (im Frühjahr hohe und im Herbst niedrige Grundwasserstände) sowie der vorangegangenen feuchten Witterungsperiode kann davon ausgegangen werden, dass es sich bei den am 27.03.2025 gemessenen Grundwasserstände bereits um hohe Grundwasserstände handelt. Somit ist der geschätzte mittlere höchste Grundwasserstand (mHGW) im Bereich der geplanten Windenergieanlage WEA 04 bei ca. 64,3 m ü. NHN anzusetzen.

Der geschätzte maximale Grundwasserstand bzw. der Bemessungsgrundwasserstand (HGW) ist im Bereich der WEA 04 bei ca. 64,8 m ü. NHN in Ansatz zu bringen.

Im Bereich der geplante Zuwegungen und Kranstellflächen liegt der geschätzte maximale Grundwasserstand (HGW = Bemessungsgrundwasserstand) zwischen ca. 64,86 m ü. NHN im Bereich des Geländehochpunktes (RKS 27) und ca. 63,53 m ü. NHN im Nordosten (RKS 25) und ca. 64,61 m ü. NHN im Südwesten (RKS 28).

Der tiefer liegende Kluftgrundwasserspiegel hat für die Bebauung i. d. R. keine Bedeutung und kann somit vernachlässigt werden.

8 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

Zur Bestimmung von Bodengruppen gemäß DIN 18196 und Bodenklassen bzw. Homogenbereichen gemäß DIN 18300 wurden im bodenmechanische Labor an neun Einzelproben der Aufschlussbohrungen die Korngrößenverteilungen gem. DIN EN ISO 17892-4 bestimmt.

Die Ergebnisse der Untersuchungen wurden in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst (siehe auch Anlage 5):

Tabelle 6: Ergebnisse der Korngrößenanalysen

<u>Bodenproben</u>	<u>Ergebnisse</u>			
Korngrößenverteilung (Sieb- und Schlämmanalyse)	Bodenart	Bodengruppe	Durchlässigkeitsbeiwert [k _r -Wert (m/s)]	Korrigiert gem. DWA(*) k _r -Wert [m/s]
RKS 23 (0,3 – 1,7)	fS, ms, u´	SU	3,5 · 10 ⁻⁵	3,5 · 10 ⁻⁶
RKS 23 (1,7 – 3,5)	fS, ms*, u´	SU	6,0 · 10 ⁻⁵	6,0 · 10 ⁻⁶
RKS 23 (3,5 – 4,5)	fS, mS, u´	SU	5,6 · 10 ⁻⁵	5,6 · 10 ⁻⁶
RKS 23 (4,5 – 6,0)	fS, ms*, u´	SU	1,4 · 10 ⁻⁵ (**)	1,4 · 10 ⁻⁶ (**)
RKS 23 (6,0 – 7,5)	fS, ms*, u´	SU	1,3 · 10 ⁻⁵ (**)	1,3 · 10 ⁻⁶ (**)
RKS 23 (7,5 – 9,0)	U, S, t´	UL/TL	5,5 · 10 ⁻⁷ (**)	5,5 · 10 ⁻⁸ (**)
RKS 24 (7,5 – 8,5)	S, U	UL	1,8 · 10 ⁻⁶ (**)	1,8 · 10 ⁻⁷ (**)
RKS 24 (10,0 – 12,0)	mS, fs*, u´, gs´	SU	2,2 · 10 ⁻⁵ (**)	2,2 · 10 ⁻⁶ (**)
RKS 24 (12,0 – 15,0)	S, g´, u´	SU	1,2 · 10 ⁻⁴	1,2 · 10 ⁻⁵

S/s = Sand / sandig, U/u = Schluff / schluffig, T/t = Ton / tonig

f = fein, m = mittel, * = stark, ` = schwach

(*) Korrekturbeiwert von 0,1 gem. [16] bei Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes aus den Ergebnissen von Korngrößenanalysen

(**) Angabe k_f-Wert rechnerisch nach USBR (ohne Beachtung der Gültigkeitsregel)

Die Ergebnissen der Feldarbeiten und der bodenmechanischen Laboruntersuchungen sind für die Ableitung der in Kapitel 10 dargestellten Bodenkennwerte herangezogen worden.

9 Ergebnisse der chemisch-analytischen Untersuchungen

9.1 Bewertungsgrundlage

Die Bewertung der Bodenmischprobe MP 4 und die der Wasserprobe WEA 04 (s. Kapitel 6.4) erfolgt gemäß DIN Teil 1 und DIN 50929 Teil 3.

9.2 Beton- und Stahlaggressivität

Gemäß den Ergebnissen der chemischen Untersuchungen (s. Anlagen 6.1 und 6.2) ist das **Grundwasser** im Bereich der geplanten Aufstellfläche der Windenergieanlage WEA 04 gemäß den Vorgaben der DIN 4030 Teil 1 als stark betonangreifend (Expositions-kategorie XA2) zu klassifizieren. Gemäß den Vorgaben der DIN 50929 Teil 3 besteht eine mittlere Wahrscheinlichkeit für Mulden-/Lochkorrosion und eine geringe Wahrscheinlichkeit für Flächenkorrosion. Die Güte der Deckschichten auf feuerverzinkten Stählen ist gut.

Die der Mischprobe MP 4 entsprechenden **Böden** sind gemäß den Vorgaben der DIN 4030 Teil 1 und den Ergebnissen der chemischen Untersuchungen (s. Anlage 6.3) nicht betonangreifend.

In Bezug auf die Stahlaggressivität besteht gemäß den Auswertungen der Ergebnisse der chemischen Untersuchungen (s. Anlage 6.3) für die der Mischprobe MP 4 entsprechenden Böden gemäß der DIN 50929 Teil 3 eine geringe Wahrscheinlichkeit für Mulden-/Lochkorrosion und eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit für Flächenkorrosion.

In der nachfolgenden Tabelle 7 sind die Ergebnisse der durchgeführten chemischen Untersuchungen zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 7: Zusammenfassung der Ergebnisse chemischen Untersuchungen auf Beton- und Stahlaggressivität

		MP 4
Expositionsklasse (Beton- und Stahl)		XA1
Bodenklasse		I b
Bodenaggressivität		schwach
Korrosionswahrscheinlichkeit	Mulden- und Lochkorrosion	gering
	Flächenkorrosion	sehr gering

Der in der Grundwasserprobe WEA04 gemessene Eisengehalt beträgt 39.000 $\gamma\text{g/l}$.

9.3 Hinweise zu den durchgeführten Untersuchungen

Sollte vorgesehen sein, Boden von der Baustelle abzufahren, wird empfohlen, vor Abfuhr des Bodens zur Klärung des Verwertungs- bzw. Entsorgungspfades an den Rückstellproben der Bohrungen chemische Untersuchungen [z. B. auf die Parameter der Vorsorgewerte der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) oder auf die Parameter der Verordnung über Anforderungen an den Einsatz von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung – EBV)] vorzunehmen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die jeweiligen Kippstellen über den Umfang der vorgenannten Verordnungen hinaus zur Verwertung ggf. noch weitere chemische Untersuchungen benötigen.

10 Geotechnische Klassifizierungen der anstehenden Böden

10.1 Homogenbereiche

Auf Grundlage des Ergänzungsbandes zur VOB 2019 (VOB, Teil C, 2019) erfolgt die Einstufung der Böden am Standort in Homogenbereiche. Dabei orientieren sich die Homogenbereiche an den zu erwartenden Erdarbeiten.

Tabelle 8.1: Lithologische Schichten und Homogenbereiche

Schicht	Homogenbereich
Schicht 1: belebter humoser Oberboden	O
Schicht 2.1: Sande (Weichsel-Kaltzeit)	A ₁
Schicht 2.2: Schluff-Sand- bzw. Sand-Schluff-Gemische und stark schluffige Feinsande (Weichsel-Kaltzeit)	B
Schicht 3: Sande (Saale-Kaltzeit)	A ₂
Schicht 4: stark verwitterter Kalkmergelstein	C ₁ *
Schicht 5: verwitterter Kalkmergelstein	C ₂ *

* nicht erbohrt

Die laufende Nummer in Tabelle 8.2 bezieht sich direkt auf die VOB, Teil C (2022) für Erdarbeiten nach DIN 18300.

Tabelle 8.2: Homogenbereiche nach VOB/C (2022)

Nr.	Parameter	Einheit	Bandbreiten der Kennwerte der Homogenbereiche		
			O	A ₁	B
1	Ortsübliche Bezeichnung		Mutterboden	Sande (Wechsel- Kaltzeit)	Schluff-Sand- u. Sand-Schluff- Gemische / stark schluffige Feinsande
2	Körnungsband		-	s. Anlage 5	s. Anlage 5
3a	Steine, $d > 63 \text{ mm}^1$	[%]	0 - 2	0 - 2	0 - 2
3b	Blöcke, $d > 200 \text{ mm}^1$	[%]	0 - 1	0 - 1	0 - 1
3c	große Blöcke, > 630 mm^1	[%]	0 - 1	0 - 1	0 - 1
5	Bodengruppe nach DIN 18196		OH	SE, SU	UL, SU*
7	Feuchtdichte ρ	[g/cm ³]	1,6 - 1,8	1,8 - 1,9	1,8 - 2,0
9	undrainierte Scherfestigkeit C_u	[kN/m ²]	0	0	0 - 120 ²⁾
11	Wassergehalt ω	[%]	5 - 20	5 - 20	15 - 20
12	Plastizitätszahl I_p	[%]	-	-	0 - 5,0
13	Konsistenzzahl I_c	-	-	-	0,7 – 0,8
14	Konsistenz		-	-	nur Schluff: weich bis steif (im ung. Zustand)
16	bezogene Lagerungs- dichte I_D	-	10 - 30	35 - 65	35 - 65
19	Organischer Anteil	[%]	1,0 - 20,0	0 - 1,0	0 - 1,0

1) mit dem gewählten Bohrverfahren nicht erfassbar aber keine Hinweise (Hindernisse) festgestellt

2) gemäß den Ergebnissen der durchgeführten Drucksondierungen (s. Anlage 4)

ung. = ungestört

Tabelle 8.2: Homogenbereiche nach VOB/C (2022)

Nr.	Parameter	Einheit	Bandbreiten der Kennwerte der Homogenbereiche		
			A ₂	C ₁	C ₂
1	Ortsübliche Bezeichnung		Sande Saale-Kaltzeit	Kalkmergelstein	Kalkmergelstein
2	Körnungsband		s. Anlage 5	-	-
3a	Steine, d > 63 mm ¹⁾	[%]	0 - 2	n. R.	n. R.
3b	Blöcke, d > 200 mm ¹⁾	[%]	0 - 1	n. R.	n. R.
3c	große Blöcke, > 630 mm ¹⁾	[%]	0 - 1	n. R.	n. R.
5	Bodengruppe nach DIN 18196		SU	TM, TA bzw. stark verwitterte Festgesteine	verwitterte bis schwach verwitterte Festgesteine
7	Feuchtdichte ρ	[g/cm ³]	1,9 - 2,0	1,95 - 2,15	2,15 - 2,35
9	undrainierte Scherfestigkeit C _u	[kN/m ²]	0	≥ 200 ²⁾	≥ 200 ²⁾
11	Wassergehalt ω	[%]	15 - 20	2 - 10	0 - 5
12	Plastizitätszahl I _p	[%]	-	25 - 50	-
13	Konsistenzzahl I _c	-	-	1,0 - 1,2	1,1 - > 1,2
14	Konsistenz		-	halbfest	halbfest bis fest
16	bezogene Lagerungs- dichte I _D	-	75 - >85	-	-
19	Organischer Anteil	[%]	0 - 1,0	0 - 1,0	0 - 1,0

1) mit dem gewählten Bohrverfahren nicht erfassbar aber keine Hinweise (Hindernisse) festgestellt

2) gemäß den Ergebnissen der durchgeführten Drucksondierungen (s. Anlage 4)

n. R. nicht relevant

10.2 Einstufung der Böden in Bodenklassen/Homogenbereiche (DIN 18300), Bodengruppen (DIN 18196), Frostempfindlichkeitsklassen (ZTV E-StB 17) und Verdichtbarkeitsklassen (ZTV-A StB 12)

Die erbohrten Böden im Untersuchungsbereich können wie folgt eingestuft werden.

Tabelle 8.3: Bodenklassen / Homogenbereiche (DIN 18300), Bodengruppen (DIN 18196), Frostempfindlichkeitsklassen (ZTV E-StB 17) und Verdichtbarkeitsklassen (ZTV-A StB 12)

Bodenschicht	Bodenklasse (DIN 18300: 2012-09)	Homogenbe- reich (VOB/C 2019)	Bodengruppe (DIN 18196)	Frostem- pfindlichkeit (ZTV E-StB 17)	Verdicht- barkeit (ZTV A-StB 12)
Schicht 1 Mutterboden	1	O	OH	F1 bis F3	V2 bis V3
Schicht 2.1 Sande (Weichsel- Kaltzeit)	3 und 4	A ₁	SE, SU, SU*	F1 bis F3	V1 bis V3
Schicht 2.2 Schluff-Sand- bzw. Sand- Schluff- Gemische und stark schluffige Feinsande	4 bei Verschlam- mungen, dyn. Beanspruchungen oder Wassersätti- gung bzw. einer Konsistenzzahl von $I_c < 0,5$ ggf. auch Bodenklasse 2	B	SU*, UL, TL	F3	V2 bis V3
Schicht 3 Sande (Saale-Kaltzeit)	3	A ₂	SU	F1 und F2	V1 und V2
Schicht 4* Kalkmergelstein, stark verwittert	4 und 5, bei Verschlammungen, dyn. Beanspru- chungen oder Wassersättigung bzw. einer Konsistenzzahl von $I_c < 0,5$ ggf. auch Klasse 2	C ₁	TM, TA	F3 (TA auch F2)	V3
Schicht 5* Kalkmergelstein, verwittert	6 und 7	C ₂	verwitterter bis schwach Fels	- [i. d. R. nicht frostbeständig]	- [mäßig bis nicht veränderlich]

* nicht erbohrt

10.3 Bodenmechanische Kennwerte

Die nachfolgend angegebenen bodenmechanischen Kennwerte wurden auf der Grundlage der DIN 1055 sowie Erfahrungswerten unter Berücksichtigung der bodenphysikalischen Feld- und Laborversuche abgeschätzt. Die Werte gelten für die beschriebenen Hauptbodenschichten im ungestörten Lagerungsverband, d. h. ohne z. B. baubedingte Auflockerungen oder Vernässungen.

Tabelle 9.1: Bodenmechanische Kennwerte

Bodenschicht	Wichte γ [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	Reibungs- winkel φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]	Durchlässig- keit k_f [m/s]
Bodenauffüll- material (BV)	18,0	10,0	30,0	0	30	$> 1 \cdot 10^{-5}$
Tragschicht- material (BA)	19,5	11,5	35,0	0	80 ^{*1)}	$> 1 \cdot 10^{-5}$
Schicht 1 Oberboden	bautechnisch nicht relevant					
Schicht 2.1 S, lo-mi	18,5	10,5	32,5	0	40	$1,3 \cdot 10^{-5} - 6,0 \cdot 10^{-5}$ ^{*1)}
Schicht 2.1 S, mi	18,5	10,5	32,5	0	50	$1,3 \cdot 10^{-5} - 6,0 \cdot 10^{-5}$ ^{*1)}
Schicht 2.2 US	19,0	9,0	27,5	5 ^{*2)}	20	$5,5 \cdot 10^{-7}$
Schicht 2.2 SU / fS, u*	18,5	8,5	30,0	0	25	$1,8 \cdot 10^{-6}$
Schicht 3 S, di	19,0	11,0	35,0	0	60	$2,4 \cdot 10^{-5} - 1,2 \cdot 10^{-4}$ ^{*1)}
Schicht 3 S, sdi	19,5	11,5	35,0	0	80	$2,4 \cdot 10^{-5} - 1,2 \cdot 10^{-4}$ ^{*1)}
Schicht 4 KMst _{stvw}	20,5	10,5	27,5	20 ^{*2)}	40	$\leq 1 \cdot 10^{-9}$
Schicht 5 KMst <sub,vw< sub=""></sub,vw<>	22,5	12,5	32,5	15	60	$\leq 1 \cdot 10^{-9}$

/ JUWI GmbH / WP Fahrenkamp, WEA 04
 19.05.2025 / tff_wce /

Seite 33 von 50

BA [Material des bauzeitlichen Flächenfilters (Kiessand 0/32, Schotter 0/45) und/oder Bodenaustausch- bzw. Bodenauffüllmaterial (Kiessand 0/32, Sand, Grubenkies, Schotter 0/45)]

*1) abhängig vom Feinkornanteil

*2) bei Wassersättigung und im gestörten Zustand gegen 0 kN/m² gehend

*3) im gestörten Zustand gegen 3 MN/m² gehend

*4) stark vom Klüftungsgrad und der Ausbildung des Trennflächengefüges abhängig

S = Sand, **U** = Schluff, **US** = Schluff-Sand-Gemisch, **SU** = Sand-Schluff-Gemisch, **KMst** = Kalkmergelstein

lo locker gelagert

mi mitteldicht gelagert

di dicht gelagert

sdi sehr dicht

stvw stark verwittert

vw verwittert

Tabelle 9.2: Bodenmechanische dynamische Kennwerte

Bodenschicht	undrÄnirte KohÄsion c_u [kN/m ²]	dynamischer Steifemodul E_{sd} [MN/m ²]	dynamischer Schubmodul G_{do} [MN/m ²]
Bodenauffüllmaterial (BV)	0	120	60
Tragschichtmaterial (BA)	0	320	120
Schicht 1 Mutterboden	bautechnisch nicht relevant		
Schicht 2.1 S, lo-mi	0	160	70
Schicht 2.1 S, mi	0	200	80
Schicht 2.2 US	40	100	30
Schicht 2.2 SU / fS, u*	0	120	50
Schicht 3 S, di	0	240	100
Schicht 3 S, sdi	0	320	120
Schicht 4 KMst stvw	100	200	50
Schicht 5 KMst, vw	150	300	200

Werden bei baugrundtechnischen Berechnungen von den vorgenannten Werten abweichende Bodenkennwerte in Ansatz gebracht, obliegt die Gewährleistung für die Abweichung dem jeweiligen Fachplaner.

11 Gründungstechnische Folgerungen

11.1 Gründungsart

Gemäß den zur Verfügung gestellten Planunterlagen [U9] und [U10] wird die WEA 04 vom Typ ENERCON E-175 EP5 HT-162-ES-C-01 mit einer Nabenhöhe (NH) von 162,0 m auf einem kreisrunden Stahlbetonfundament mit einem Außendurchmesser von $d_s = 25,5$ m gegründet.

11.2 Gründungstiefe

Unter Beachtung der im Bereich der geplanten WEA vorhandenen mittleren GOK von ca. 64,97 m ü. NHN (s. Kapitel 7.1) wird die Gründungsebene des Fundamentes einschließlich Sauberkeitsschicht bei ca. 64,15 m ü. NHN liegen.

11.3 Tragfähigkeit des Baugrundes und Baugrundverbesserungsmaßnahmen - Erstellen des Gründungshorizontes

Wie den Schichtenprofilen auf den Anlagen 2.1 bis 2.3 und den Drucksondierdiagrammen auf der Anlage 4 zu entnehmen ist, wurden in der angenommenen Gründungsebene des Fundamentes der Windenergieanlage WEA 04 bei ca. 64,15 m ü. NHN Sande angetroffen.

Die Sande sind oberflächennah bis zu einer Tiefe von ca. 1 m unter GOK bzw. bis ca. 64,0 m ü. NHN locker bis mitteldicht gelagert und gehen zur Tiefe hin in eine mitteldichte Lagerung über. Ab Tiefen zwischen ca. 3,0 m und ca. 5,0 m unter GOK bzw. zwischen ca. 62,0 m und ca. 60,0 m ü. NHN weisen die Sande eine lockere bis mitteldichte Lagerung auf.

Zwischen ca. 7,5 m und ca. 9,3/10,0 m unter GOK wurden locker bis mitteldicht gelagerte stark schluffige Feinsande, Sand-Schluff-Gemische und Schluffe, die im ungestörten Zustand eine weich- bis steifplastische Konsistenz aufweisen, erbohrt.

Unterlagert werden die vorgenannten Böden von so genannten Vorschüttssanden, die eine dichte bis sehr dichte Lagerung aufweisen.

Nach den Ergebnissen der durchgeführten Drucksondierungen stehen ab einer Tiefe von ca. 16,5 m unter GOK bzw. ab ca. 48,5 m ü. NHN Festgesteine der Oberkreide an.

Um ein ausreichend tragfähiges Gründungsplanum unter dem Windenergieanlagen-Fundamentes in allen Bereichen des Baufeldes zu gewährleisten und um unzulässige Setzungsdifferenzen vermeiden zu können, ist unter dem Fundament durch einen Bodenaustausch eine Tragschicht in einer Stärke von mindestens 0,5 m herzustellen. Dabei ist ein seitlicher Überstand unter einem Druckausbreitungswinkel von 45° einzuhalten.

Als Bodenaustauschmaterial ist das Material des erforderlichen bauzeitlichen Flächenfilters (Kiessand 0/32 oder Kalkstein-Schotter 0/45 bzw. eine äquivalente Mischung oder Gesteinsart, vgl. Kap. 11.4) zu verwenden.

Das Bodenaustauschmaterial ist im Schutze der ggf. erforderlichen geschlossenen Wasserhaltung (s. Kap. 11.4) in Lagenstärken bis maximal 0,3 m einzubringen und mit geeigneten Verdichtungsgeräten bis auf ca. 100 % der Proctordichte zu verdichten.

Werden bei den Verdichtungsarbeiten für die Tragschicht dynamisch wirkende Verdichtungsgeräte verwendet, ist deren Eindringtiefe so zu wählen, dass ggf. unterlagernde wassergesättigte Böden nicht dynamisch beansprucht werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass dynamische Beanspruchungen bei wassergesättigten Böden bzw. bei hohen Wassergehalten von bindigen Böden einen Porenwasserüberdruck im Boden bewirken, wodurch die Tragfähigkeit stark herabgesetzt wird (es entsteht ein so genannter „Matratzeneffekt“). **Das Befahren des Erdplanums und des bauzeitlichen Flächenfilters mit schweren oder gummibereiften Baufahrzeugen ist zu unterlassen. Bei Bedarf ist eine Baustraße anzulegen.**

Bei Verdichtungsüberprüfungen durch Plattendruckversuche ist auf der Tragschicht für das Fundament ein E_{v2} -Wert von mindestens 80 MPa zu erreichen.

Der geforderte Verdichtungswert ist nachzuweisen.

Es wird empfohlen, Testfelder anzulegen und auf diesen Plattendruckversuche durchzuführen, um anhand der Messergebnisse die Mächtigkeit der Tragschicht festzulegen bzw. zu optimieren.

11.4 Bauzeitliche Wasserhaltung

Aufgrund der angetroffenen hydrogeologischen Verhältnisse ist bei den angetroffenen bzw. bei höheren Grundwasserständen für die Durchführung der Erd- und Gründungsarbeiten eine Wasserhaltung über **Vakuumfilter** (z. B. kiesummantelte Vakuumfilter bzw. OTO-Filter) oder **Brunnen** erforderlich. Die Filter werden mindestens 2,0 m unter der Aushubebene in den Baugrund eingeleitet und stehen maximal 1,5 m auseinander. Die Vorlaufzeit beträgt mindestens 48 Stunden. Für die Auslegung von Brunnen sind gesonderte hydraulische Berechnungen notwendig.

Erfahrungsgemäß kann die Aushubebene über die Vakuumfilter- bzw. Brunnenanlage nur unvollkommen entwässert werden, so dass ergänzend zur geschlossenen Wasserhaltung noch eine offene Wasserhaltung über einen bauzeitlichen Kiessand- oder Schotterflächenfilter notwendig wird.

Sofort nach Freilegung eines Teilbereiches der Aushubebene ist dann Kiessand 0/32, Kalkstein-Schotter 0/45 oder eine äquivalente Mischung oder Gesteinsart, beginnend von einem Pumpensumpf aus, im Andeckverfahren einzubringen. Die Stärke des bauzeitlichen Kiessand- oder Schotterflächenfilters richtet sich nach den anfallenden Wassermengen und der Stabilität der Baugrubensohle und ist im Zuge der Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten noch exakt festzulegen. Zunächst ist eine Stärke von ca. 0,5 m, das entspricht der Mindeststärke der Tragschicht (vgl. Kap. 11.3), für die Ausschreibung anzusetzen.

Für die Wasserhaltungsmaßnahme ist i. d. R. eine wasserrechtliche Erlaubnis bei der zuständigen Behörde einzuholen.

Ausgehend von dem angenommenen höchsten Grundwasserspiegel (HGW) bei ca. 64,8 m ü. NHN (s. Kapitel 7.3) ist das Grundwasser in den Sanden während der Bauzeit im Bereich des geplanten WEA-Fundamentes bis ca. 0,5 m unter der Aushubebene der einzubauenden Tragschicht von 0,5 m bzw. bis ca. 63,15 m ü. NHN und demnach um ca. $s = 1,65$ m abzusenken.

Der Durchlässigkeitsbeiwert der Sande ist auf der sicheren Seite liegend mit ca. $k_f = 5 \cdot 10^{-4}$ m/s in Ansatz zu bringen. Die maximale Reichweite der Absenkung beträgt dann nach SICHARDT:

$$R = 3000 \cdot h_w \cdot \sqrt{k_f} = 110,7 \text{ m}$$

Bei den zu entwässernden Sanden handelt es sich um korngerüstgestützte Böden. Durch eine Entwässerung korngerüstgestützter Böden werden i. d. R. keine Setzungen verursacht. Da die Wasserhaltung nur kurzzeitig für die Bauzeit des Anlagenfundamentes erforderlich ist, ist ein schädlicher Einfluss der Wasserhaltung auf die umliegende Vegetation nicht zu erwarten. In längeren Trockenperioden ist ggf. eine Bewässerung der umliegenden Ackerflächen vorzusehen.

Bei Grundwasserständen auf etwa der Höhe der Aushubebene des Bodenaustauschpolsters von ca. 63,65 m ü. NHN ist das anfallende Grundwasser in **offener Haltung** über einem bauzeitlichen Kiessand- oder Schotterflächenfilter (Kiessand 0/32, Kalkstein-Schotter 0/45 oder eine äquivalente Mischung oder Gesteinsart) in Verbindung mit Pumpensümpfen abzuführen. Sofort nach Freilegung eines Teilbereiches der Aushubebene für das einzubauende Bodenaustauschpolsters ist das empfohlene Material des bauzeitlichen Flächenfilters, beginnend von einem Pumpensumpf aus, im Andeckverfahren einzubringen.

Die Stärke des bauzeitlichen Kiessand- oder Schotterflächenfilters richtet sich nach den anfallenden Wassermengen und der Stabilität der Baugrubensohle und wird im Zuge der Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten noch exakt festgelegt. Zunächst ist eine Stärke von ca. 0,5 m, das entspricht der Mindeststärke der Tragschicht (vgl. Kap. 11.3), für die Ausschreibung anzusetzen.

Das Filtermaterial ist soweit wie möglich an die Böschungen anzudecken, um Böschungsbrüche weitgehend zu verhindern.

Der bauzeitliche Kiessand- oder Schotterflächenfilter stabilisiert die Aushubebene, wobei sich das Wasser im Flächenfilter sammeln und den Pumpensümpfen zufließen kann.

Erst bei Grundwasserständen unterhalb der Aushubebene des Bodenaustauschpolsters von ca. 63,15 m ü. NHN sind **keine Wasserhaltungsmaßnahmen** erforderlich.

11.5 Auftriebsverhältnisse

Aufgrund der angetroffenen hydrogeologischen Verhältnisse (s. Kapitel 7.3) ist für das geplante WEA-Fundament der Lastfall 100 % Auftrieb („Fundament mit Auftrieb“, FmA) zu berücksichtigen.

Der geschätzte maximale Grundwasserstand (HGW, Bemessungswasserstand) ist für das Fundament bei ca. 64,8 m ü. NHN und somit ca. 0,2 m unterhalb der mittleren GOK in Ansatz zu bringen.

11.6 Anschüttung

Gemäß den Angaben des Fundamentdatenblattes [U9] und des Schalplans [U10] ist, um die statischen Anforderungen erfüllen zu können, der nach außen abfallendem Sporn mit einer Außenhöhe von $h_{sp} = 0,7$ m im fertigen Zustand mit Boden in Stärken von bis zu ca. $h_{GOK} = 2,18$ m zu überschütten (s. Kap. 3.2, Abb. 3).

Als Anschüttmaterial ist verdichtungsfähiges Lockergesteinsmaterial gemäß DIN 1055 lagenweise aufzutragen und auf mindestens 97 % der Proctordichte bzw. bis auf eine Wichte des Bodens von mindestens $\gamma_b \geq 18,0$ kN/m³ bzw. $\gamma'_b \geq 8,0$ kN/m³ zu verdichten.

Die bei den Gründungsarbeiten anfallenden Sande sind im erdfeuchten Zustand i. d. R. als Anschüttmaterial geeignet (vgl. Kap. 12).

11.7 Baugruben

Die Baugrubenwände können in den anstehenden Böden (Sande) im Schutze der bauzeitlichen Wasserhaltung bis 45° abgeböschert werden. Die Böschungen sind gegen Erosionen durch Folienabdeckung zu schützen.

In den Bereichen, in denen keine Böschungen angelegt werden können (z. B. anstehende vernässte und dann fließfähige Böden), ist ein Baugrubenverbau, der statisch nachzuweisen ist, vorzusehen.

Sollte ein Verbau zur Ausführung kommen, ist dafür Sorge zu tragen, dass die umliegenden Böden beim Einbau der Verbauträger nicht in ihrer natürlichen Lagerung gestört (z. B. durch Konsistenzänderung, Massenverlust, Nachsackungen, Einregelung etc.) und dadurch in ihrer Tragfähigkeit herabgesetzt werden. Der Verbau ist möglichst erschütterungsarm ein- und auszubauen. Die Träger des Verbaus sind so in den Untergrund einzubringen, dass der Baugrund nicht aufgelockert und in seiner Tragfähigkeit nicht herabgesetzt wird.

Für die Ausführung der Aushubarbeiten gelten die Vorgaben der DIN 4124 und der EAB: Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“.

11.8 Belastung des Baugrundes

11.8.1 Baugrundmodelle

Wie den Schichtenprofilen in den Anlagen 2.1 bis 2.3 sowie den Drucksondier-Diagrammen auf der Anlage 4 zu entnehmen ist, wurde unterhalb der angenommenen Gründungsebene des Windenergieanlagen-Fundamentes eine relativ einheitliche Schichtenfolge erschlossen. Für die Durchführung von überschlägigen Setzungsberechnungen wurde deshalb ein vereinfachtes und generalisiertes Baugrundmodell in Ansatz gebracht.

Tabelle 10: Baugrundmodell für das Windenergieanlagen-Fundamentes

Schicht	Mächtigkeit [m]	Schichtunterkante [m ü. NHN]
Bodenauffüllung (BV)	0,82	64,15
Bodenaustausch (BA)	0,5	63,65
Schicht 2.1 Sand, _{mi}	1,68	61,97
Schicht 2.1 Sand, _{lo-mi}	4,5	57,47
Schicht 2.2 Schluff	2,5	54,97
Schicht 3 S, _{di}	2,0	52,97
Schicht 3 S, _{sdi}	4,5	48,47
Schicht 4 KMst, _{stvw}	2,5	45,97
Schicht 5 KMst, _{vw}	> 1,0	< 45,97

Die für die erdstatischen Berechnungen anzusetzenden statischen und dynamischen Bodenkennwerte können den Tabellen 9.1 und 9.2 im Kap. 10.3 entnommen werden.

Bei den Setzungsberechnungen bzw. für den Nachweis der Grundbruchsicherheit wurden die in [U9] für die Lastfälle BS-P und BS-A anzusetzenden ständigen und veränderlichen Lasten berücksichtigt. Die für die erdstatischen Berechnungen anzusetzenden ständigen und veränderlichen Lasten sind der Anlage 7 zu entnehmen und im Kapitel 3.2 aufgeführt.

Folgende Setzungs- und Grundbruchberechnungen wurden durchgeführt:

Lastfall BS-P	ohne Auftrieb	(s. Anlage 8.1)
Lastfall BS-P	mit Auftrieb	(s. Anlage 8.2)
Lastfall BS-P	max. Kantenpressung	(s. Anlage 8.3)

Lastfall BS-A	ohne Auftrieb	(s. Anlage 8.4)
Lastfall BS-A	mit Auftrieb	(s. Anlage 8.5)
Lastfall BS-A	max. Kantenpressung	(s. Anlage 8.6)

11.8.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS)

Unter Beachtung der noch zulässigen Schiefstellung infolge von Baugrundsetzungen in 25 Jahren von $\Delta s = 3 \text{ mm/m}$ auf einen Fundamentdurchmesser von ca. 25,5 m und der Grundbruchsicherheit [Ausnutzungsgrad μ (parallel zu b) $\leq 1,0$; Teilsicherheit $\gamma_{R,v} \geq 1,4$] sind die resultierenden rechnerischen Setzungen für die Lastfälle BS-P von $s_{\max} = 4,69 \text{ cm}$ (mittlere Setzung $s = 2,65 \text{ cm}$; s. Anlage 8.1) und BS-A von $s_{\max} = 4,94 \text{ cm}$ (mittlere Setzung $s = 2,72 \text{ cm}$; s. Anlage 8.4) zulässig.

Die ermittelten Setzungsdifferenzen infolge des Baugrundes liegen beim Lastfall BS-P bei ca. $\Delta s = 1,6 \text{ mm/m}$ und beim Lastfall BS-A bei ca. $\Delta s = 1,7 \text{ mm/m}$ und unterschreiten somit die zulässige Schiefstellung von $\Delta s = 3 \text{ mm/m}$, bezogen auf den Außendurchmesser in 25 Jahren.

Die Belastungen aus dem ungünstigsten charakteristischen Lastfall führen somit nicht zu unzulässigen Setzungen oder Setzungsdifferenzen.

Das Fundament besitzt gemäß den in [U9] anzusetzenden Belastungen (s. Kap. 3.2) und den nachzuweisenden charakteristischen Kantenpressungen von $\sigma_{R,k} = 262 \text{ kN/m}^2$ (Lastfall BS-P) und von ca. $\sigma_{R,k} = 292 \text{ kN/m}^2$ (Lastfall BS-A) und der dazugehörenden Fundament-Abmessung eine ausreichende Grundbruchsicherheit [Ausnutzungsgrad μ (parallel zu b) $\leq 1,0$; Teilsicherheit $\gamma_{Gr} \geq 1,4$; s. Anlagen 8.1 bis 8.6].

Die Berechnungen erfolgten mittels folgenden Ersatzflächen:

Lastfall BS-P	ohne Auftrieb	$A = 297,54 \text{ m}^2$
Lastfall BS-P	mit Auftrieb	$A = 281,96 \text{ m}^2$
Lastfall BS-P	max. Kantenpressung	$A = 510,76 \text{ m}^2$

/ JUWI GmbH / WP Fahrenkamp, WEA 04
19.05.2025 / tff_wce /

Seite 42 von 50

Lastfall BS-A	ohne Auftrieb	$A = 274,85 \text{ m}^2$
Lastfall BS-A	mit Auftrieb	$A = 257,52 \text{ m}^2$
Lastfall BS-A	max. Kantenpressung	$A = 510,76 \text{ m}^2$

Der für die Fundamenteinspannung zwischen Fundament und Baugrund geforderte Mindestwert der dynamischen Drehfedersteifigkeit von

$k_{\phi,\text{dyn}} = 200.000 \text{ MNm/rad}$ nach

$$k_{\phi,\text{dyn}} = E_{s,\text{dyn}} \cdot 1,33 r^3 \cdot \frac{1 - \nu - 2\nu^2}{(1 + \nu) \cdot (1 - \nu)^2}$$

sowie der Mindestwert der statischen Drehfedersteifigkeit von

$k_{\phi,\text{stat}} = 40.000 \text{ MNm/rad}$ nach

$$k_{\phi,\text{stat}} = E_s \cdot 1,33 r^3 \cdot \frac{1 - \nu - 2\nu^2}{(1 + \nu) \cdot (1 - \nu)^2}$$

wird vom Baugrund eingehalten bzw. deutlich übertroffen (s. Anlage 9).

11.8.3 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS)

Gemäß den durchgeführten Setzungsberechnungen werden bei Einhaltung der in [U9] angegebenen Bemessungswerte der Sohlwiderstände i.d.R. keine unzulässigen Setzungen auftreten (s. Kap. 11.8.2).

12 Verwendung des Aushubmaterials

Die Verwertung der beim Aushub anfallenden Böden hat unter Beachtung der Verordnung über Anforderungen an den Einsatz von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung – EBV) und der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV; hier Mutterboden) bzw. in Abstimmung mit der zuständigen Behörde zu erfolgen.

Die bei den Aushubarbeiten anfallenden Sande sind im erdfeuchten Zustand i. d. R. einbau- und verdichtungsfähig. Die Aushubböden können somit als Anfüllmaterial verwendet werden, sofern die Vorgaben in Bezug auf die in [U9] gestellten Anforderungen an das Anschüttmaterial eingehalten werden.

Vernässter und dann nicht verdichtungsfähiger Boden ist abzufahren.

Liegen entsprechende Verhältnisse vor, ist der Aushubboden in Lagenstärken bis maximal 0,3 m einzubringen und mittels geeigneter Verdichtungsgeräte bis auf 97 % bis 100 % der Proctordichte zu verdichten.

Der zum Wiedereinbau vorgesehene Boden ist durch Folienabdeckungen gegen Witterungseinflüsse zu schützen.

In den Bereichen (z. B. Stellflächen), in denen ein frostsicherer Unterbau erforderlich ist, ist der Aushubboden nur bis zur Unterkante der Frostschutz- bzw. der Tragschichten einzubauen und entsprechend zu verdichten.

Im Zuge der Gründungsarbeiten fällt neben den o. g. Böden auch humoser Oberboden (Mutterboden) an. Es wird an dieser Stelle auf den § 202, Schutz des Mutterbodens, des Baugesetzbuches hingewiesen. Danach *„ist Mutterboden, der bei der Errichtung und Änderung baulicher Anlagen sowie bei wesentlichen anderen Veränderungen der Erdoberfläche ausgehoben wird, ... in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung oder Vergeudung zu schützen“*.

13 Angaben zu bautechnischen Maßnahmen für die Zuwegung und die Kranstellfläche

13.1 Allgemeine Anforderungen

Das Baugelände gehört gemäß RStO 12 der Frosteinwirkungszone I der Bundesrepublik Deutschland an.

Die Zuwegung zur Windenergieanlage und die Kranstellfläche sind dauerhaft und frostsicher herzustellen. Sie müssen so aufgebaut sein, dass sie von Schwerlasttransportern mit einer maximalen Achslast von ca. 12 t und einem maximalen Gesamtgewicht von ca. 210 t befahren werden können.



Abb. 5

Abbildung 5: Luftbild mit eingetragener Lage der geplanten Kran- und Montageflächen und Zuwegungen gemäß [U1]

Als Verdichtungswerte für die **Zuwegung**, der **Kranstell-** und **Montagefläche** werden in [U12] folgende Mindestanforderungen geforderte:

Oberbau, Deckschicht

(Zuwegung): $E_{v2} \geq 100 \text{ MPa} / D_{Pr} \geq 100 \%$

Verhältnswert E_{v2}/E_{v1} : $\leq 2,3$

Oberbau, Tragschicht (Zuwegung): $E_{v2} \geq 80 \text{ MPa} / D_{Pr} \geq 100 \%$

Verhältnswert E_{v2}/E_{v1} : $\leq 2,3$

Oberbau, Deckschicht (Kranstellfläche): $E_{v2} \geq 120 \text{ MPa} / D_{Pr} \geq 103 \%$

Verhältnswert E_{v2}/E_{v1} : $\leq 2,3$

Oberbau, Tragschicht (Kranstellfläche): $E_{v2} \geq 100 \text{ MPa} / D_{Pr} \geq 100 \%$

Verhältnswert E_{v2}/E_{v1} : $\leq 2,3$

Geforderte zulässige Flächenpressung

auf der Kranstellfläche für $NH \leq 162 \text{ m}$: $\sigma_{R,k} = 350 \text{ kN/m}^2$

Oberbau, Deckschicht (Montagefläche): $E_{v2} \geq 120 \text{ MPa} / D_{Pr} \geq 103 \%$

Verhältnswert E_{v2}/E_{v1} : $\leq 2,3$

Oberbau, Tragschicht (Montagefläche): $E_{v2} \geq 80 \text{ MPa} / D_{Pr} \geq 100 \%$

Verhältnswert E_{v2}/E_{v1} : $\leq 2,3$

Geforderte zulässige Flächenpressung

auf der Montagefläche: $\sigma_{R,k} = 135 \text{ kN/m}^2$

Die o. g. geforderten Tragfähigkeitswerte sind nachzuweisen.

Die Kranlasten werden durch Lastverteilungsplatten unterhalb der Ketten bzw. Prätzen auf die vorgenannten zulässigen Bodendrücke reduziert. Die geforderten geotechnischen Nachweise der Lastverteilung sind jeweils für eine Fläche mit den folgenden Abmessungen zu erbringen:

Kranstellfläche: 2 m x 10 m und 5 m x 10 m

Montagefläche: 1,5 m x 5 m und 3 m x 5 m

Nach Vorlage spezifischer Planunterlagen sind i. d. R. noch entsprechende rechnerische Nachweise der Grundbruchsicherheiten, speziell für die Kranstellflächen, durchzuführen.

13.2 Mindeststärke des frostsicheren Straßenaufbaus

Das Baugelände gehört gemäß RStO 12 der Frosteinwirkungszone I der Bundesrepublik Deutschland an.

Die im oberflächennahen Bereich anstehenden Böden sind gem. ZTV E-StB 17, Tabelle 1, in die Frostempfindlichkeitsklassen F 1 (nicht frostempfindlich) bis F 3 (sehr frostempfindlich) zu stellen.

Die Stärke und der Aufbau der Zufahrt und des Flächenoberbaus richten sich nach der vom Planer festzulegenden Belastungsklasse und der Ausführung der Tragschicht. Für die Herstellung der Außenanlagen sind für den Planer und die ausführende Firma die ZTV E-StB 17 sowie die ZTV SoB-StB 20 maßgebend.

Davon ausgehend, dass im Untergrund Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F 2 anstehen und unter Beachtung der ungünstigen Grundwasserverhältnisse, beträgt die **Mindestdicke** des frostsicheren Straßenaufbaus gemäß den Tabellen 6 und 7 der RStO 12 für die

Belastungsklassen Bk100 bis Bk10 0,60 m,

Belastungsklassen Bk3,2 bis Bk1,0 0,55 m

und für die Belastungsklasse Bk0,3 0,45 m.

Stehen ggf. in der Planumsebene flächendeckend schluffige bis stark schluffige Sande und somit Böden mit der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 an, dann sind die vorgenannten Mindeststärken des frostsicheren Oberbaus um mindestens 0,1 m zu verstärken.

Es wird empfohlen, die Planumsebene für den frostsicheren Oberbau der Transportwege, der Kranstell- und Montageflächen mindestens auf der Höhe des zu erwartenden maximalen Grundwasserstandes bzw. bei ca. 64,86 m ü. NHN im Bereich des Geländehochpunktes (RKS 27), bei ca. 64,61 m ü. NHN im Südwesten (RKS 28) und ca. 64,53 m ü. NHN im Nordosten (RKS 25) anzuordnen.

Um die o.g. Tragfähigkeitswerte erreichen zu können, ist auf dem Untergrund der Transportwege, der Kranstell- und Montageflächen E_{v2} -Wert von ≥ 45 MPa nachzuweisen.

Kann der auf dem Erdplanum geforderte E_{v2} -Wert von ≥ 45 MPa auf den Sanden nicht erreicht werden, ist unter der Frostschutzschicht eine Bodenverbesserung mittels eines Bodenaustausches vorzusehen.

Der Bodenaustausch erfolgt gegen nicht bindige, verdichtungsfähige, wasserdurchlässige und umweltverträgliche Lockergesteine.

Die erforderlichen bautechnischen Maßnahmen sind ggf. durch Probeverdichtungen festzulegen. In diesem Zusammenhang wird auf die Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten durch die WCE hingewiesen.

13.3 Geotechnische Nachweise der Lastverteilungsplatten für Kranstell- und Montageflächen

13.3.1 Kranstellfläche

Für die durchgeführten Setzungs- und Grundbruchberechnungen wurden folgende Annahmen getroffen:

- es kommt eine nicht gebundene Deckschicht zur Ausführung
- es liegt die Belastungsklasse $\geq Bk10$ vor, d. h., die Mindeststärke des frostsicheren Oberbaus, bestehend aus einem Kalkstein-Schotter 0/45 bzw. aus einer äquivalenten Mischung oder Gesteinsart, beträgt 0,6 m (vgl. Kap. 13.2)
- Unterkante des frostsicheren Oberbaus wird bei ca. 64,5 m ü. NHN angeordnet
- die Lastverteilungsplatten werden direkt auf der Tragschicht, ohne eine Einbindung in den Untergrund, aufgelegt

Gemäß den durchgeführten Setzungs- und Grundbruchberechnungen (s. Anlagen 10.1 bis 10.3) kann bei der geforderten Flächenpressung von $\sigma_{R,k} = 350 \text{ kN/m}^2$ erst bei einer Breite der Lastverteilungsplatten von $b \geq 4,5 \text{ m}$ die Grundbruchsicherheit [Ausnutzungsgrad μ (parallel zu b) $\leq 1,0$; Teilsicherheit $\gamma_{R,v} \geq 1,4$] eingehalten werden.

Die Setzungen werden bei der vorgenannten Flächenpressung und den dazugehörigen Lastverteilungsabmessungen rechnerisch $S_g = 3,59 \text{ cm}$ nicht überschreiten.

Setzungsdifferenzen sind bei den angetroffenen Bodenverhältnissen und bei annähernd gleichmäßig zu erwartender Lastverteilung nicht zu erwarten.

Nach Vorlage der Datenblätter der für die Montagearbeiten vorgesehenen Kräne sind zur Festlegung der zu verwendenden Lastverteilungsplatten ergänzende Setzungs- und Grundbruchberechnungen durchzuführen.

13.3.2 Montagefläche

Für die durchgeführten Setzungs- und Grundbruchberechnungen wurden folgende Annahmen getroffen:

- es kommt eine nicht gebundene Deckschicht zur Ausführung
- es liegt die Belastungsklasse \geq Bk10 vor, d. h., die Mindeststärke des frostsicheren Oberbaus, bestehend aus einem Kalkstein-Schotter 0/45 bzw. aus einer äquivalenten Mischung oder Gesteinsart, beträgt 0,6 m (vgl. Kap. 13.2)
- Unterkante des frostsicheren Oberbaus wird bei ca. 64,50 m ü. NHN angeordnet
- die Lastverteilungsplatten werden direkt auf der Tragschicht, ohne eine Einbindung in den Untergrund, aufgelegt

Gemäß den durchgeführten Setzungs- und Grundbruchberechnungen (s. Anlagen 10.4 und 10.5) kann die geforderten Flächenpressung von $\sigma_{R,k} = 135 \text{ kN/m}^2$ auf Lastverteilungsplatten mit einer Abmessung von 5 x 1,5 m und 5 x 3,0 m die Grundbruchsicherheit [Ausnutzungs-grad μ (parallel zu b) $\leq 1,0$; Teilsicherheit $\gamma_{R,v} \geq 1,4$] nachgewiesen werden.

Die Setzungen werden bei der vorgenannten Flächenpressung und den dazugehörigen Lastverteilungsabmessungen rechnerisch $S_g = 0,41 \text{ cm}$ (5 x 1,5 m) und $S_g = 0,64 \text{ cm}$ (5 x 3,0 m) nicht überschreiten.

Setzungsdifferenzen sind bei den angetroffenen Bodenverhältnissen und bei annähernd gleichmäßig zu erwartender Lastverteilung nicht zu erwarten.

Nach Vorlage der Datenblätter der für die Montagearbeiten vorgesehenen Kräne sind zur Festlegung der zu verwendenden Lastverteilungsplatten ergänzende Setzungs- und Grundbruchberechnungen durchzuführen.

14 Allgemeine Hinweise

Die ausgeführten Baugrundaufschlüsse geben nur für den jeweiligen Bohransatzpunkt die lithologische Abfolge bzw. der Baugrundverhältnisse wieder. Sollten während der Erdarbeiten Abweichungen von den im Baugrundgutachten beschriebenen Verhältnissen angetroffen werden, ist die WCE hinzuzuziehen.

Bei Abweichungen von den in diesem Gutachten getroffenen Annahmen, insbesondere bezüglich der angenommenen Bauhöhen, ergeben sich möglicherweise Änderungen in Bezug auf die Gründung.

Daher sollte bei deutlichen Abweichungen zu den angenommenen Höhen für die spätere Ausführungsplanung die WCE darüber in Kenntnis gesetzt werden. Gegebenenfalls wird ein Nachtrag zum vorliegenden geotechnischen Berichts erforderlich.

15 Schlusswort

Die WCE ist zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern, wenn sich Fragen ergeben, die im vorliegenden geotechnischen Bericht nicht erörtert wurden

Ralf Barenbrügge

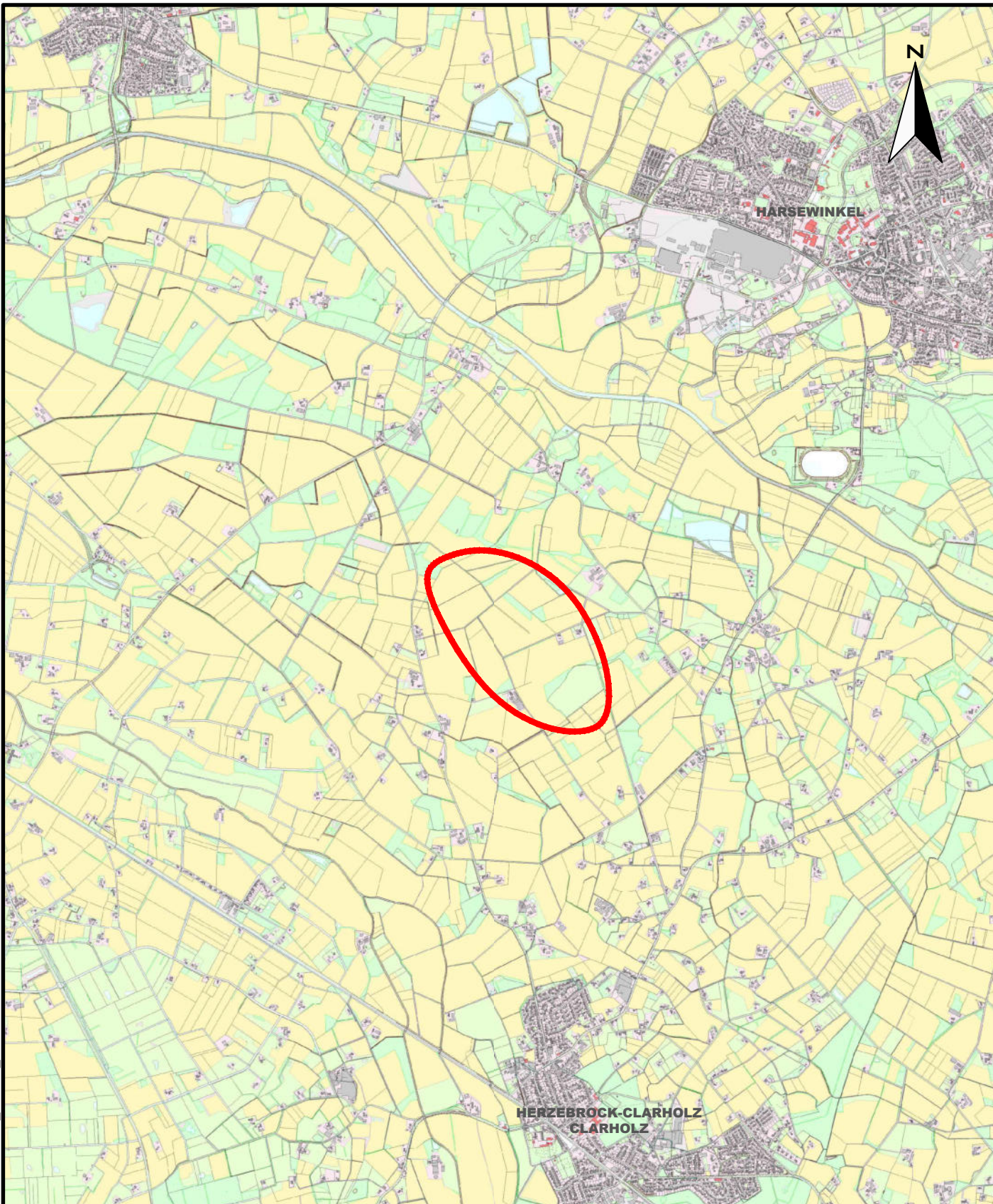
Diplom-Geologe
Fachleiter Baugrund / Geotechnik Altenberge

Thorsten Freisfeld

Diplom-Geologe
Projektleiter Geologie

A N L A G E 1

Übersichtslageplan regional,
Übersichtslageplan (Luftbild) mit eingetragenen Standorte der geplanten
Windenergieanlagen WEA01 bis WEA04,
Detaillageplan (Luftbild) mit eingetragenen Bodenaufschlusspunkten
und
Lageplan(Fundamentplan) mit eingetragenen Bodenaufschlusspunkten
(Anlagen 1.1 bis 1.4)



Dieser Ausdruck wurde mit TIM-online 2.0
(www.tim-online.nrw.de) erstellt.



Land NRW - Lizenz dl-de/by-2-0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0) - Keine amtliche
Standardausgabe. Für Geodaten anderer Quellen gelten die Nutzungs- und
Lizenzbedingungen der jeweiligen zugrundeliegenden Dienste.

Legende:



Untersuchungsgebiet

WESSLING

Consulting | Engineering

**WESSLING Consulting
Engineering GmbH & Co. KG**
Oststraße 6 · 48341 Altenberge
www.wessling-consulting-engineering.de

Titel: Übersichtslageplan

Projekt: Fahrenkamp, Baugrundgutachten &
Geotechnischer Bericht

Proj.Nr.:
EAL-25-0089

AG.: JUWI GmbH

Auftr.Nr.:
EAL-00436-25

Bearb.: tff

Dat.: 20.03.2025

M ohne

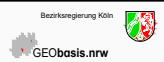
Gez.: smr

Gepr.:

Anlage: 1.1



Dieser Ausdruck wurde mit TIM-online 2.0 (www.tim-online.nrw.de) erstellt.



Land NRW - Lizenz dl-de/by-2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2.0) - Keine amtliche Standardausgabe. Für Geodaten anderer Quellen gelten die Nutzungs- und Lizenzbedingungen der jeweiligen zugrundeliegenden Dienste.

Legende:

 geplante Windkraftanlage

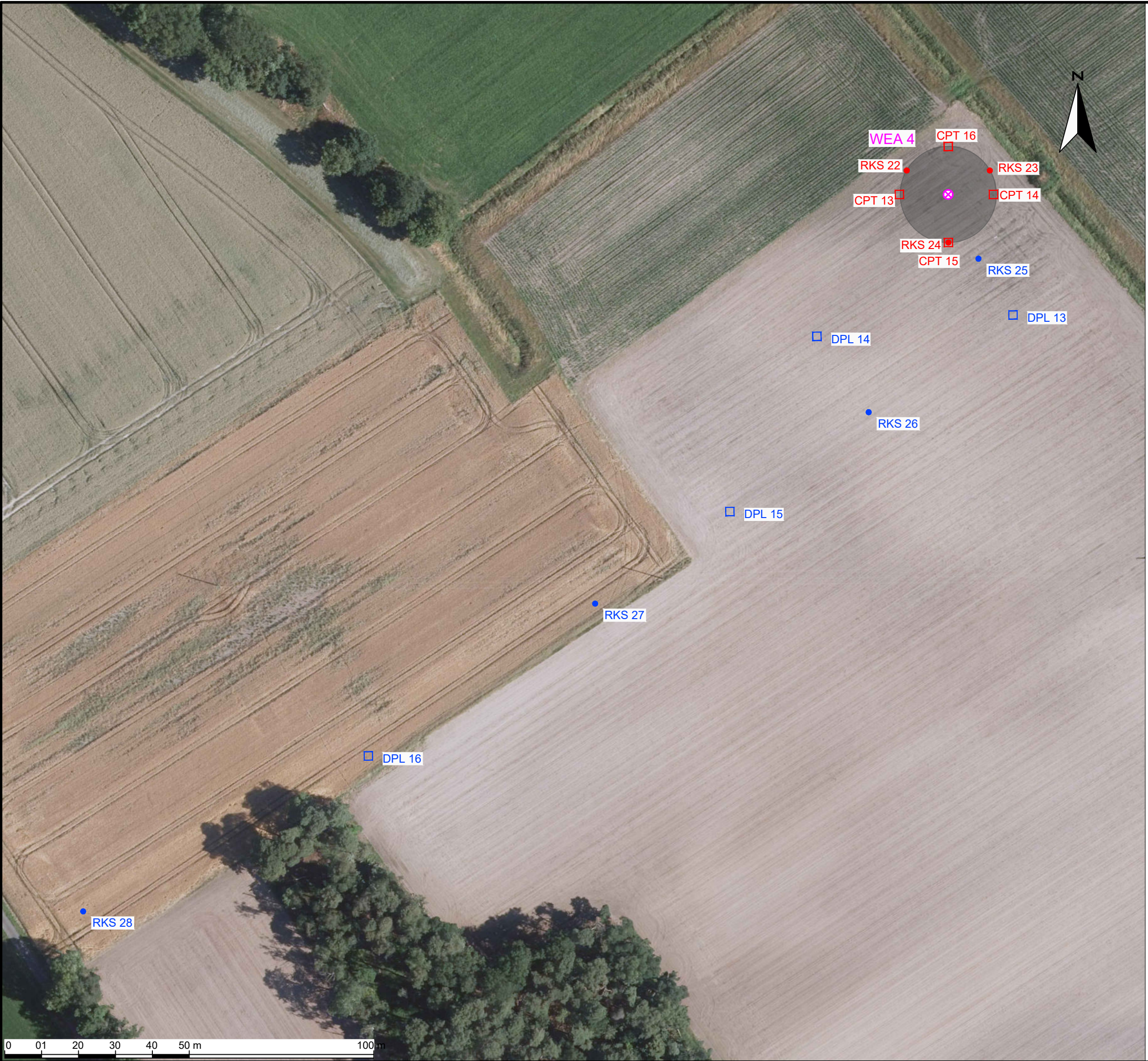


Consulting | Engineering







WESSLING Consulting Engineering GmbH & Co. KG
 Oststraße 6 · 48341 Altenberge
 www.wessling-consulting-engineering.de

Titel: Übersichtslageplan		
Projekt: Fahrenkamp, Baugrundgutachten & Geotechnischer Bericht		Proj.Nr.: EAL-25-0089
AG.: JUWI GmbH		Auftr.Nr.: EAL-00436-25
Bearb.: tff	Dat.: 18.03.2025	M 1: 5.000
Gez.: smr	Gepr.:	Anlage: 1.2

\\AL-FS01\PROJEKT1\CAD\BUERO\PROJEKTE\2025\EAL-25-0089\EAL-00436-25\250513_ANL1.3_DETALLAGEPLÄNE_wec 13. Mai. 2025 02:14:18



Legende:

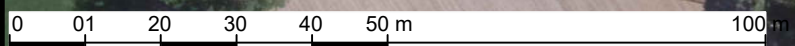
-  geplante Windenergieanlage
-  Fundament
-  Rammkernsondierung (10 - 15 m)
-  Drucksondierung (CPT)
-  Rammkernsondierung (5 m)
-  leichte (5 m)

Dieser Ausdruck wurde mit TIM-online 2.0 (www.tim-online.nrw.de) erstellt.

Land NRW - Lizenz dl-de/by-2.0 (www.govdata.de/dl-de/by-2.0) - Keine amtliche Standardausgabe. Für Geodaten anderer Quellen gelten die Nutzungs- und Lizenzbedingungen der jeweiligen zugrundeliegenden Dienste.

WESSLING
 Consulting | Engineering
 WESSLING Consulting
 Engineering GmbH & Co. KG
 Oststraße 6 · 48341 Altenberge
 www.wessling-consulting-engineering.de

Titel: Detailageplan WEA 4		Proj.Nr.: EAL-25-0089
Projekt: Fahrenkamp, Baugrundgutachten & Geotechnischer Bericht		Auftr.Nr.: EAL-00436-25
AG.: JUWI GmbH	Bearb.: tff	Dat.: 13.05.2025
Gez.: smr/wec	M 1: 1.000	Anlage: 1.3





WEA 4

CPT 16

RKS 22

RKS 23

CPT 13

CPT 14

RKS 24

CPT 15

0 3,3 6,6 9,9 13,2 16,5 m 33 m

Dieser Ausdruck wurde mit TIM-online 2.0
(www.tim-online.nrw.de) erstellt.



Land NRW - Lizenz dl-de/by-2-0 (www.govdata.de/dl-de/by-2-0) - Keine amtliche Standardausgabe. Für Geodaten anderer Quellen gelten die Nutzungs- und Lizenzbedingungen der jeweiligen zugrundeliegenden Dienste.

Legende:



geplante Windkraftanlage



Fundament

WESSLING

Consulting | Engineering

**WESSLING Consulting
Engineering GmbH & Co. KG**
Oststraße 6 · 48341 Altenberge
www.wessling-consulting-engineering.de

Titel: Fundamentplan
WEA 4

Projekt: Fahrenkamp, Baugrundgutachten &
Geotechnischer Bericht

Proj.Nr.:
EAL-25-0089

AG.: JUWI GmbH

Auftr.Nr.:
EAL-00436-25

Bearb.: tff

Dat.: 20.03.2025

M 1: 333

Gez.: smr

Gepr.:

Anlage: 1.4

ANLAGE 2

Probenahmebericht /
Schichtenprofile gemäß DIN 4023 und
Rammdiagramme gemäß DIN EN ISO 22476-2, 1:100 u. 1:50
(Anlagen 2.1 bis 2.7)

JUWI GmbH
Frau Karolin Neumann
Energie-Allee 1
55286 Wörrstadt

Geschäftsfeld
Geologie
Ansprechpartner
Thorsten Freisfeld
Tel.: +49 2505 89 236
Thorsten.Freisfeld@wessling-ce.de
Ihr Zeichen
tff_wce
Unser Zeichen
EAL-25-0089
EAL-00436-25

20.05.2025

Probenahmebericht

Nr.: „EAL-00436-25-250514“

Ort der Probenahme: Im Esch / Fahrenkamp, 33441 Herzebrock-Clarholz

Probenahmezeitraum: 25.03.-30.04.25

Probenahme durch: N. Sultani und C. Stanke

Anzahl der Anlagen: 2

Die Proben wurden gemäß folgenden Methoden entnommen:

Nach Kundenvorgabe

Grundwasser: DIN EN ISO 38402-13:1985

Kleinrammbohrungen: DIN EN ISO 22475-1:2007 (A)

Boden: DIN ISO 10381-2:2003 (A)

DIN 4030-2:2008 (A)

Rammsondierungen: DIN EN ISO 22476-2:2012 (A)

Die WESSLING Consulting Engineering GmbH & Co. KG (WCE) ist eine durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 (2018) akkreditierte Stelle. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage D-PL-22294-01-00 aufgeführten Akkreditierungsumfang. Mit (A) gekennzeichnete Leistungen sind im Akkreditierungsumfang enthalten.

Ralf Barenbrügge

Fachleiter Baugrund / Geotechnik Altenberge

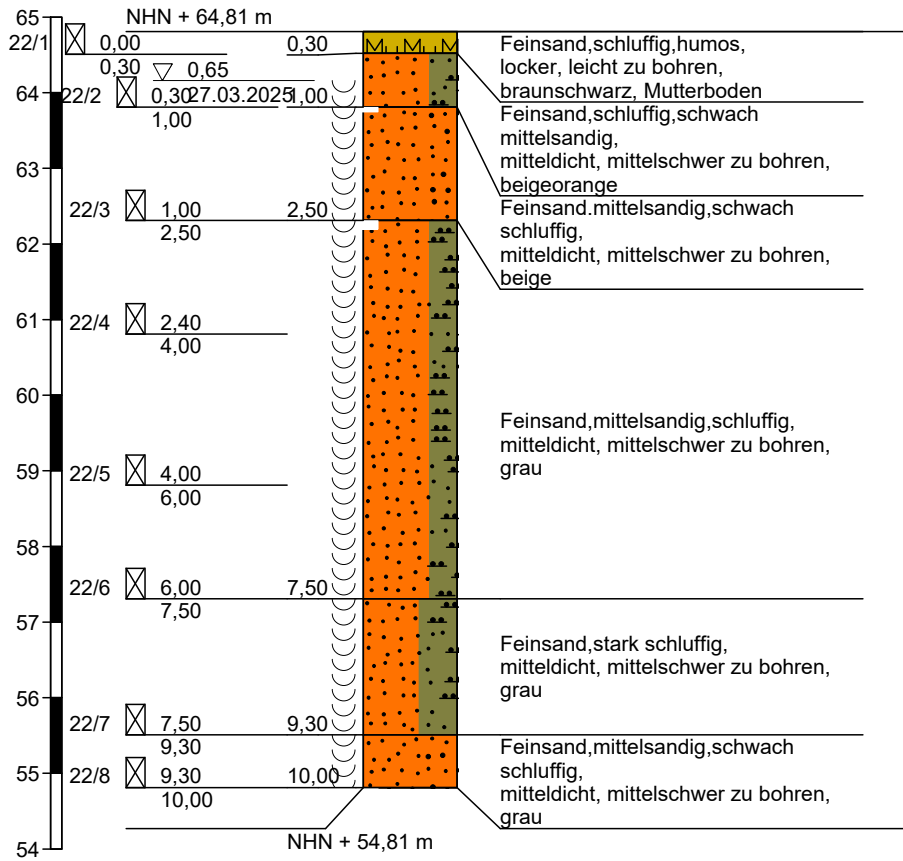


20.05.2025 11:37

Thorsten Freisfeld

Projektleiter Geologie

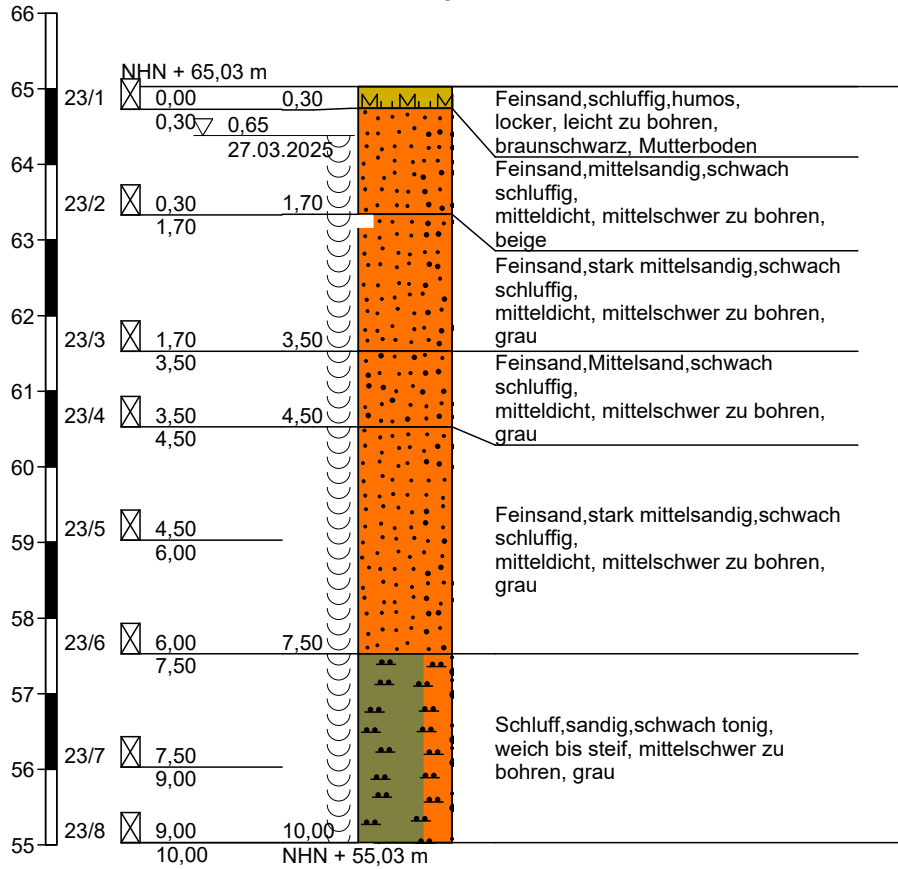
RKS 22



UK Sauberkeitsschicht 64,15 m NHN

Höhenmaßstab 1:100

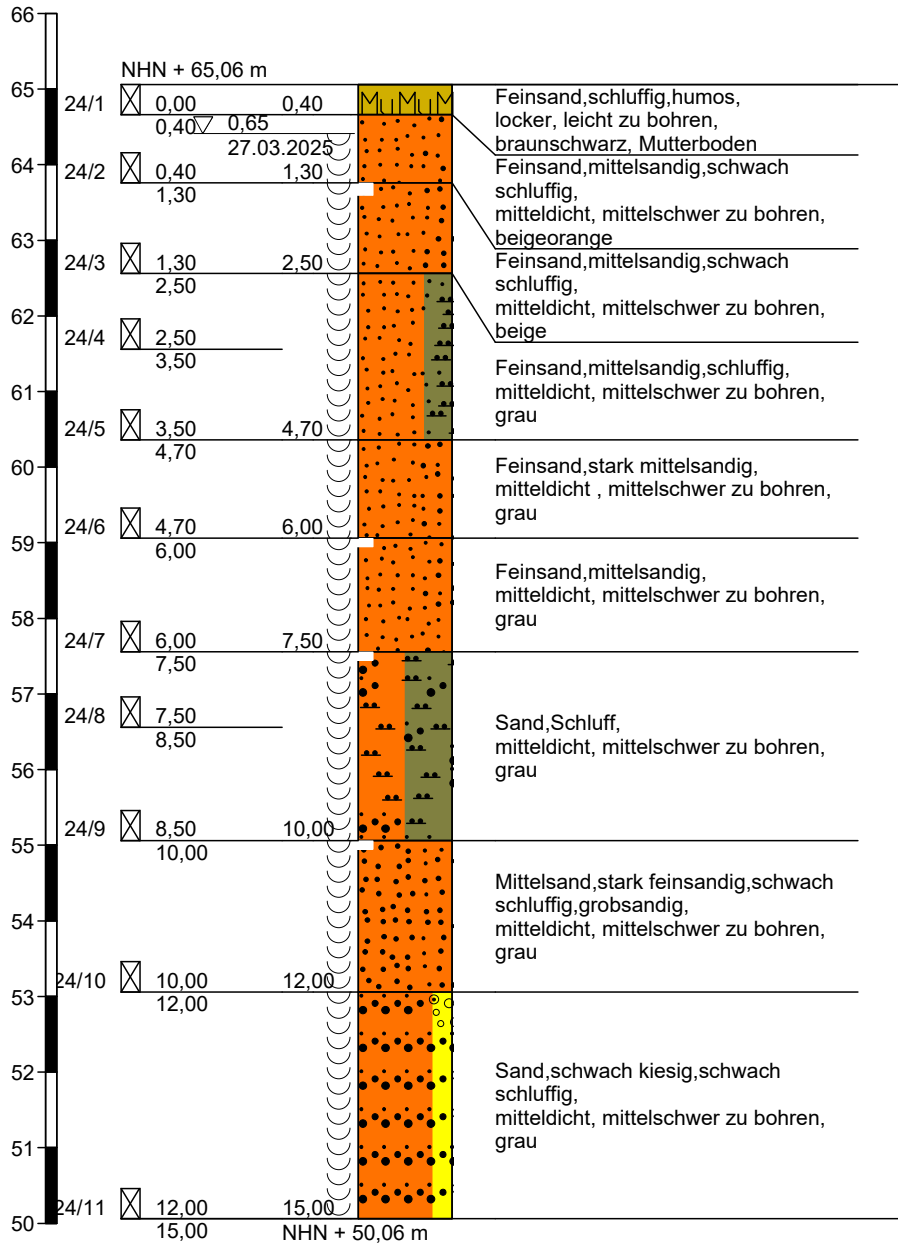
RKS 23



UK Sauberkeitsschicht 64,15 m NHN

Höhenmaßstab 1:100

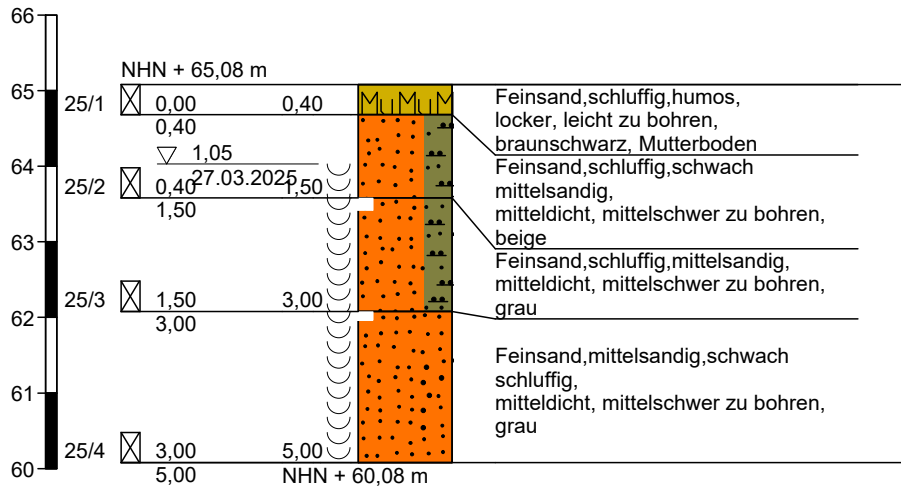
RKS 24



UK Sauberkeitsschicht 64,15 m NHN

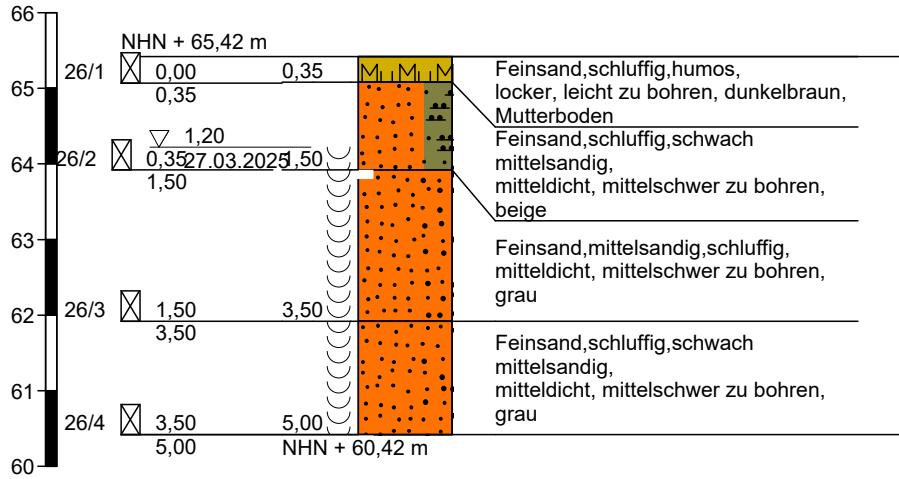
Höhenmaßstab 1:100

RKS 25



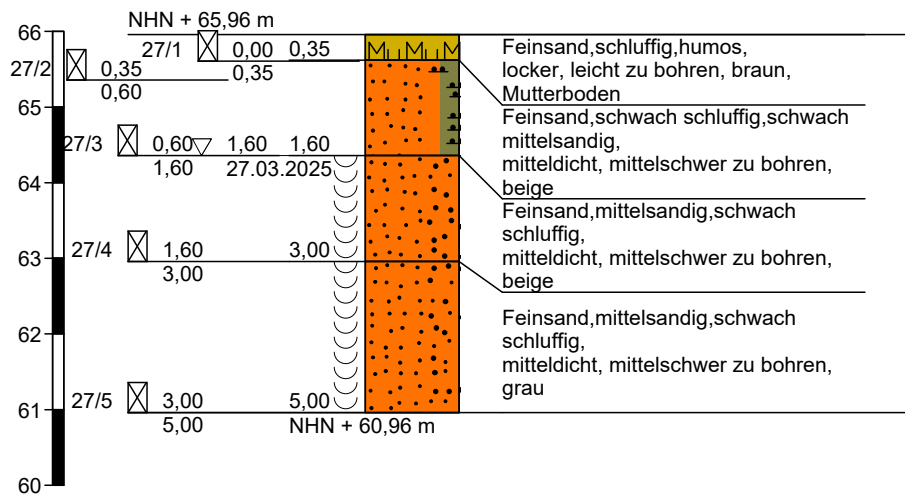
Höhenmaßstab 1:100

RKS 26



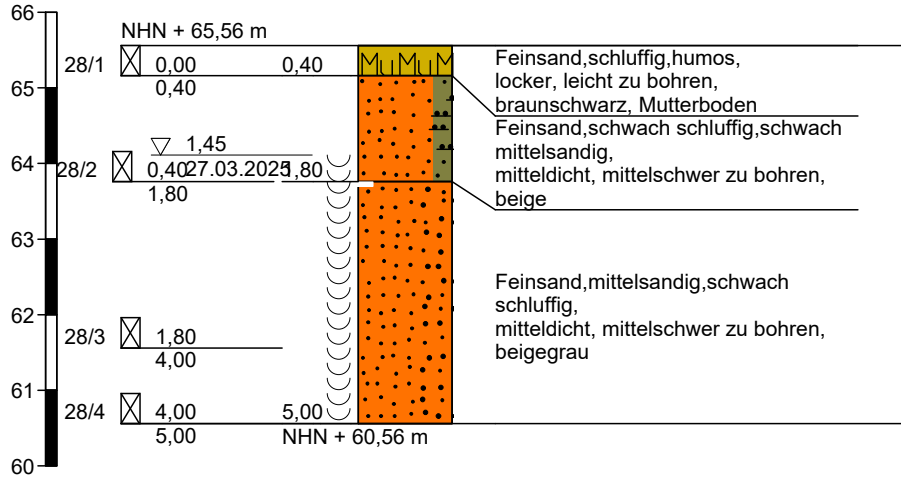
Höhenmaßstab 1:100

RKS 27



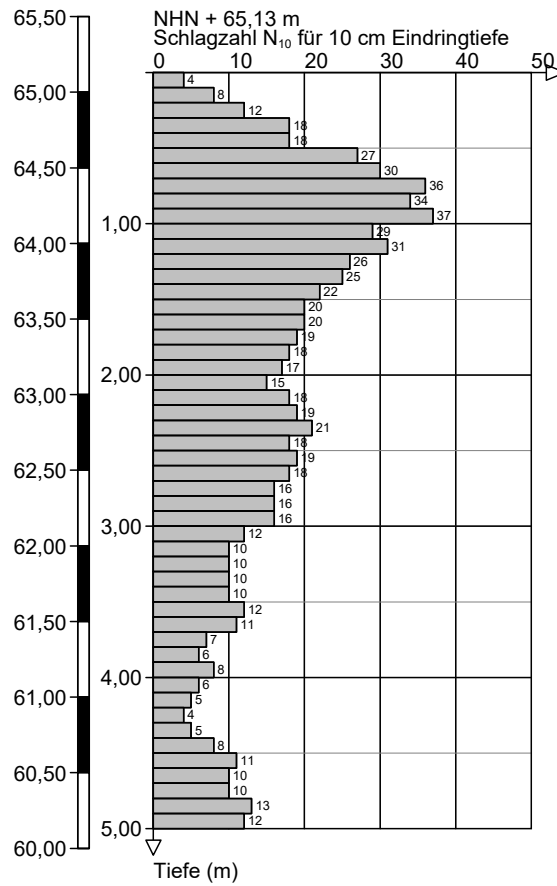
Höhenmaßstab 1:100

RKS 28



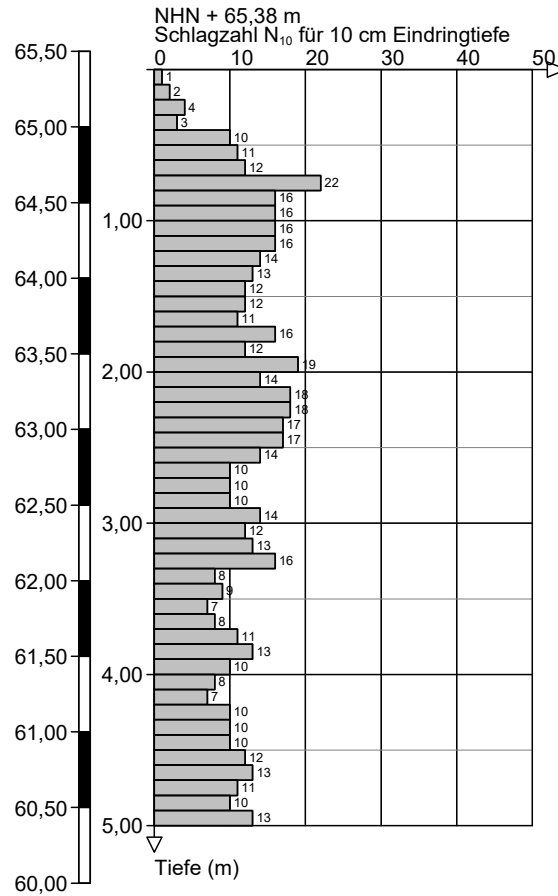
Höhenmaßstab 1:100

DPL 13



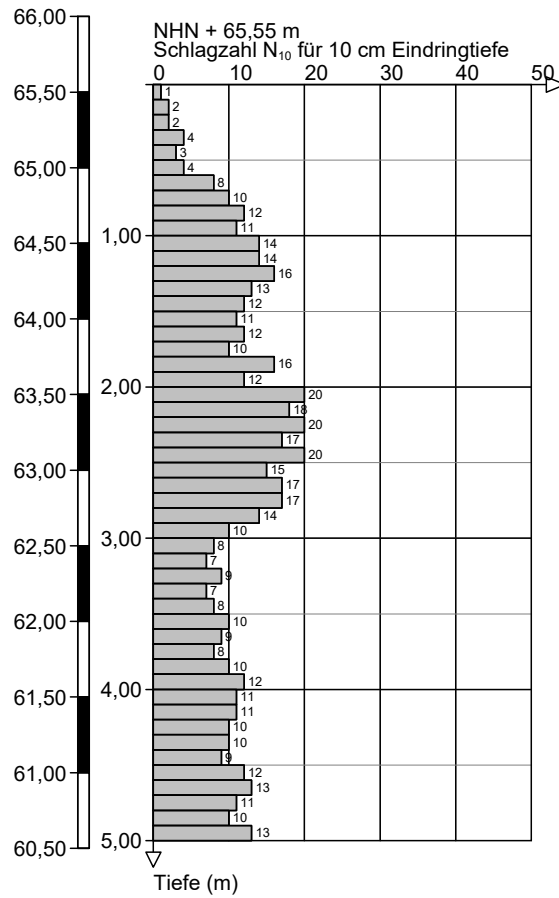
Höhenmaßstab 1:50

DPL 14



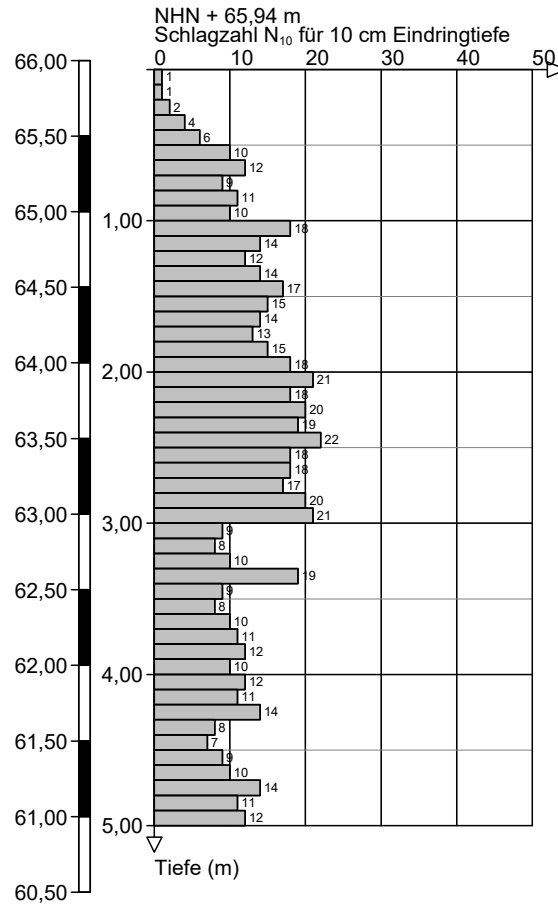
Höhenmaßstab 1:50

DPL 15



Höhenmaßstab 1:50

DPL 16



Höhenmaßstab 1:50

ANLAGE 3

Schichtenverzeichnisse gemäß DIN EN ISO 14688-1/14689-1
(Anlagen 3.1 bis 3.7)

Schichtenverzeichnis

nach DIN EN ISO 14688-1/14689-1

Anlage 3.1

Bericht: EAL-00436-25

Az.: EAL-25-0089

Bauvorhaben: Errichtung von 4 WEA im Windpark Fahrenkamp WEA 4

Bohrung Nr RKS 22 /Blatt 1

Datum:

27.03.2025

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,30	a) Feinsand,schluffig,humos					B	22/1	0,30
	b)							
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) braunschwarz					
	f) Mutterboden	g)	h)	i)				
1,00	a) Feinsand,schluffig,schwach mittelsandig				Grundwasser angebohrt bei 0,65 m	B	22/2	1,00
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beigeorange					
	f)	g)	h)	i)				
2,50	a) Feinsand.mittelsandig,schwach schluffig					B	22/3	2,50
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h)	i)				
7,50	a) Feinsand,mittelsandig,schluffig					B B B	22/4	4,00
	b)						22/5	6,00
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) grau				22/6	7,50
	f)	g)	h)	i)				
9,30	a) Feinsand,stark schluffig					B	22/7	9,30
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Schichtenverzeichnis

nach DIN EN ISO 14688-1/14689-1

Anlage 3.1

Bericht: EAL-00436-25

Az.: EAL-25-0089

Bauvorhaben: Errichtung von 4 WEA im Windpark Fahrenkamp WEA 4

Bohrung Nr RKS 22 /Blatt 2

Datum:

27.03.2025

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalkgehalt				
10,00	a) Feinsand,mittelsandig,schwach schluffig					B	22/8	10,00
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Schichtenverzeichnis

nach DIN EN ISO 14688-1/14689-1

Anlage 3.2

Bericht: EAL-00436-25

Az.: EAL-25-0089

Bauvorhaben: Errichtung von 4 WEA im Windpark Fahrenkamp WEA 4

Bohrung Nr RKS 23 /Blatt 1

Datum:
27.03.2025

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,30	a) Feinsand,schluffig,humos					B	23/1	0,30
	b)							
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) braunschwarz					
	f) Mutterboden	g)	h)	i)				
1,70	a) Feinsand,mittelsandig,schwach schluffig				Grundwasser angebohrt bei 0,65 m	B	23/2	1,70
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h)	i)				
3,50	a) Feinsand,stark mittelsandig,schwach schluffig					B	23/3	3,50
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
4,50	a) Feinsand,Mittelsand,schwach schluffig					B	23/4	4,50
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
7,50	a) Feinsand,stark mittelsandig,schwach schluffig					B B	23/5 23/6	6,00 7,50
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Schichtenverzeichnis

nach DIN EN ISO 14688-1/14689-1

Anlage 3.2

Bericht: EAL-00436-25

Az.: EAL-25-0089

Bauvorhaben: Errichtung von 4 WEA im Windpark Fahrenkamp WEA 4

Bohrung Nr RKS 23 /Blatt 2

Datum:

27.03.2025

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
10,00	a) Schluff,sandig,schwach tonig					B B	23/7 23/8	9,00 10,00
	b)							
	c) weich bis steif	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Schichtenverzeichnis

nach DIN EN ISO 14688-1/14689-1

Anlage 3.3

Bericht: EAL-00436-25

Az.: EAL-25-0089

Bauvorhaben: Errichtung von 4 WEA im Windpark Fahrenkamp WEA 4

Bohrung Nr RKS 24 /Blatt 1

Datum:
27.03.2025

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,40	a) Feinsand,schluffig,humos					B	24/1	0,40
	b)							
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) braunschwarz					
	f) Mutterboden	g)	h)	i)				
1,30	a) Feinsand,mittelsandig,schwach schluffig				Grundwasser angebohrt bei 0,65 m	B	24/2	1,30
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beigeorange					
	f)	g)	h)	i)				
2,50	a) Feinsand,mittelsandig,schwach schluffig					B	24/3	2,50
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h)	i)				
4,70	a) Feinsand,mittelsandig,schluffig					B B	24/4 24/5	3,50 4,70
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
6,00	a) Feinsand,stark mittelsandig					B	24/6	6,00
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Schichtenverzeichnis

nach DIN EN ISO 14688-1/14689-1

Anlage 3.3

Bericht: EAL-00436-25

Az.: EAL-25-0089

Bauvorhaben: Errichtung von 4 WEA im Windpark Fahrenkamp WEA 4

Bohrung Nr RKS 24 /Blatt 2

Datum:

27.03.2025

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
7,50	a) Feinsand,mittelsandig					B	24/7	7,50
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
10,00	a) Sand,Schluff					B B	24/8 24/9	8,50 10,00
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
12,00	a) Mittelsand,stark feinsandig,schwach schluffig,grobsandig					B	24/1 0	12,00
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
15,00	a) Sand,schwach kiesig,schwach schluffig					B	24/1 1	15,00
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Schichtenverzeichnis

nach DIN EN ISO 14688-1/14689-1

Anlage 3.4

Bericht: EAL-00436-25

Az.: EAL-25-0089

Bauvorhaben: Errichtung von 4 WEA im Windpark Fahrenkamp WEA 4

Bohrung Nr RKS 25 /Blatt 1

Datum:

27.03.2025

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,40	a) Feinsand,schluffig,humos					B	25/1	0,40
	b)							
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) braunschwarz					
	f) Mutterboden	g)	h)	i)				
1,50	a) Feinsand,schluffig,schwach mittelsandig				Grundwasser angebohrt bei 1,05 m	B	25/2	1,50
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h)	i)				
3,00	a) Feinsand,schluffig,mittelsandig					B	25/3	3,00
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
5,00	a) Feinsand,mittelsandig,schwach schluffig					B	25/4	5,00
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Schichtenverzeichnis

nach DIN EN ISO 14688-1/14689-1

Anlage 3.5

Bericht: EAL-00436-25

Az.: EAL-25-0089

Bauvorhaben: Errichtung von 4 WEA im Windpark Fahrenkamp WEA 4

Bohrung Nr RKS 26 /Blatt 1

Datum:

27.03.2025

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,35	a) Feinsand,schluffig,humos					B	26/1	0,35
	b)							
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Mutterboden	g)	h)	i)				
1,50	a) Feinsand,schluffig,schwach mittelsandig				Grundwasser angebohrt bei 1,2 m	B	26/2	1,50
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h)	i)				
3,50	a) Feinsand,mittelsandig,schluffig					B	26/3	3,50
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
5,00	a) Feinsand,schluffig,schwach mittelsandig					B	26/4	5,00
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Schichtenverzeichnis

nach DIN EN ISO 14688-1/14689-1

Anlage 3.6

Bericht: EAL-00436-25

Az.: EAL-25-0089

Bauvorhaben: Errichtung von 4 WEA im Windpark Fahrenkamp WEA 4

Bohrung Nr RKS 27 /Blatt 1

Datum:

27.03.2025

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,35	a) Feinsand,schluffig,humos					B	27/1	0,35
	b)							
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f) Mutterboden	g)	h)	i)				
1,60	a) Feinsand,schwach schluffig,schwach mittelsandig					B B	27/2 27/3	0,60 1,60
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h)	i)				
3,00	a) Feinsand,mittelsandig,schwach schluffig				Grundwasser angebohrt bei 1,6 m	B	27/4	3,00
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h)	i)				
5,00	a) Feinsand,mittelsandig,schwach schluffig					B	27/5	5,00
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Schichtenverzeichnis

nach DIN EN ISO 14688-1/14689-1

Anlage 3.7

Bericht: EAL-00436-25

Az.: EAL-25-0089

Bauvorhaben: Errichtung von 4 WEA im Windpark Fahrenkamp WEA 4

Bohrung Nr RKS 28 /Blatt 1

Datum:

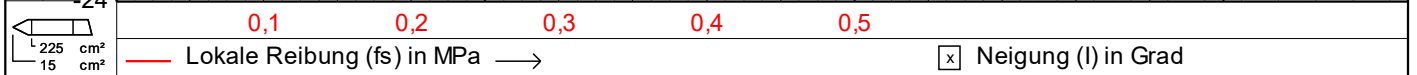
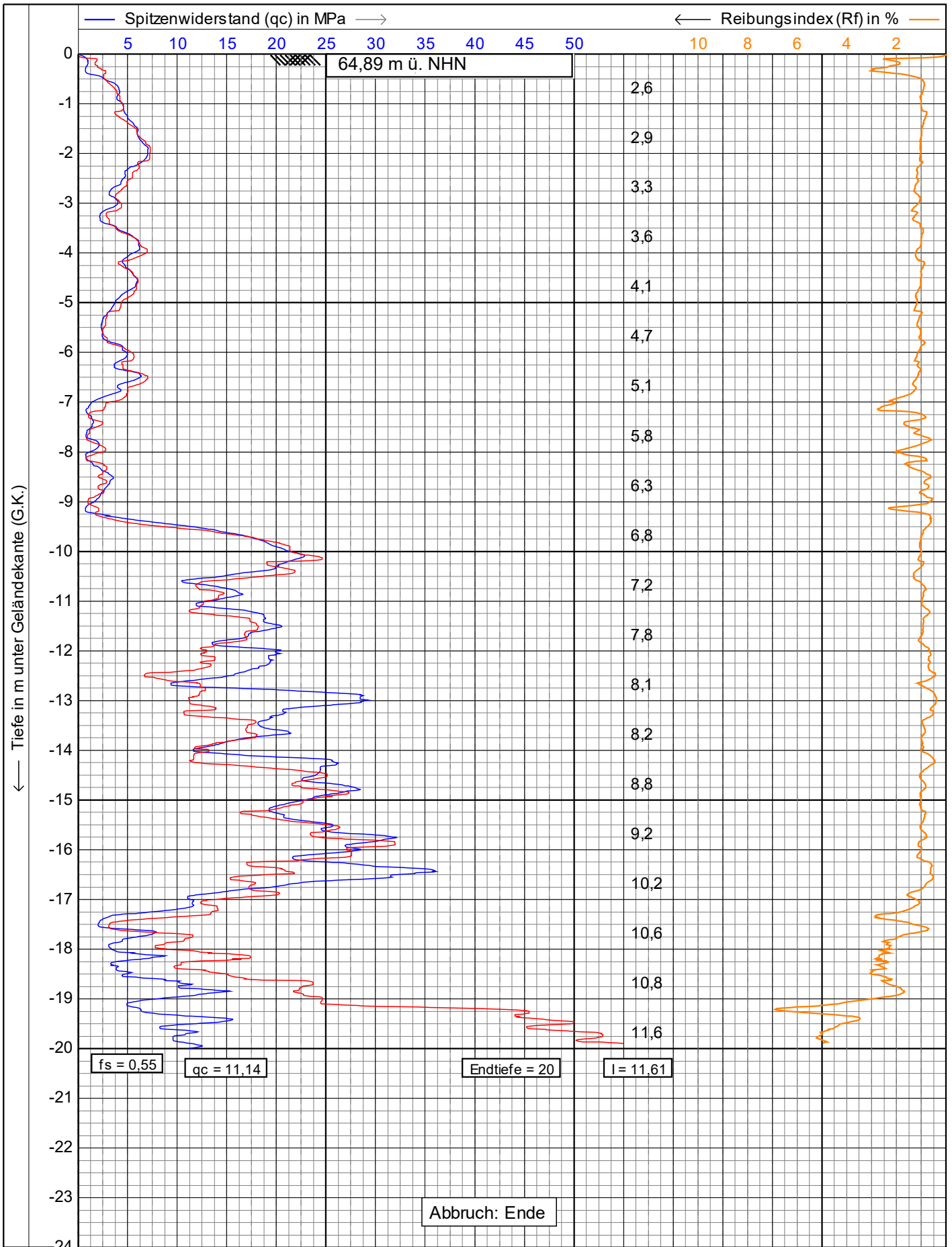
27.03.2025

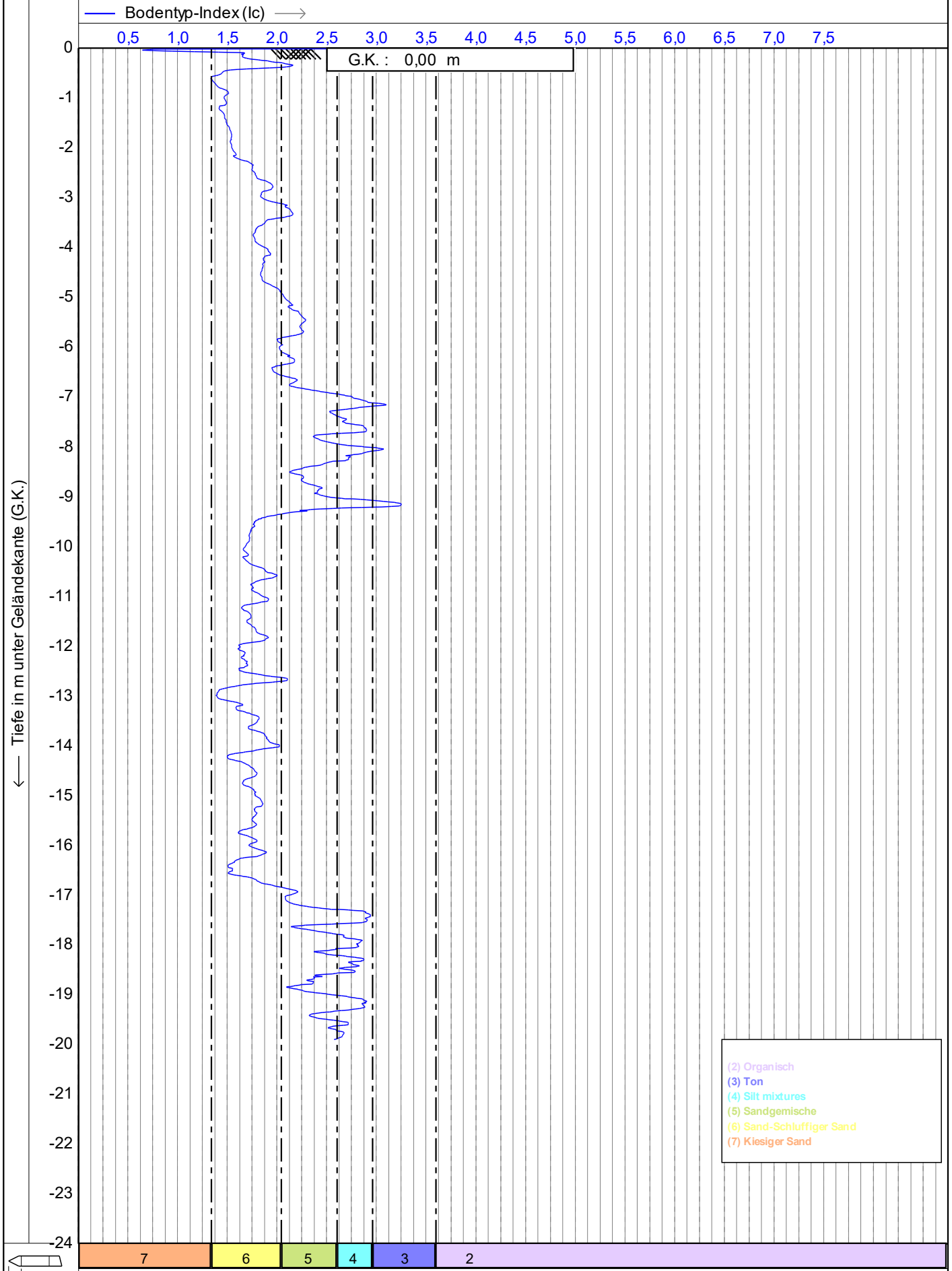
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,40	a) Feinsand,schluffig,humos					B	28/1	0,40
	b)							
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) braunschwarz					
	f) Mutterboden	g)	h)	i)				
1,80	a) Feinsand,schwach schluffig,schwach mittelsandig				Grundwasser angebohrt bei 1,45 m	B	28/2	1,80
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h)	i)				
5,00	a) Feinsand,mittelsandig,schwach schluffig					B B	28/3	4,00
	b)						28/4	5,00
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beigegrau					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

ANLAGE 4

Ergebnisse CPT (20 Seiten)





$\frac{1}{15}$ 225 cm²
 $\frac{1}{15}$ 15 cm²

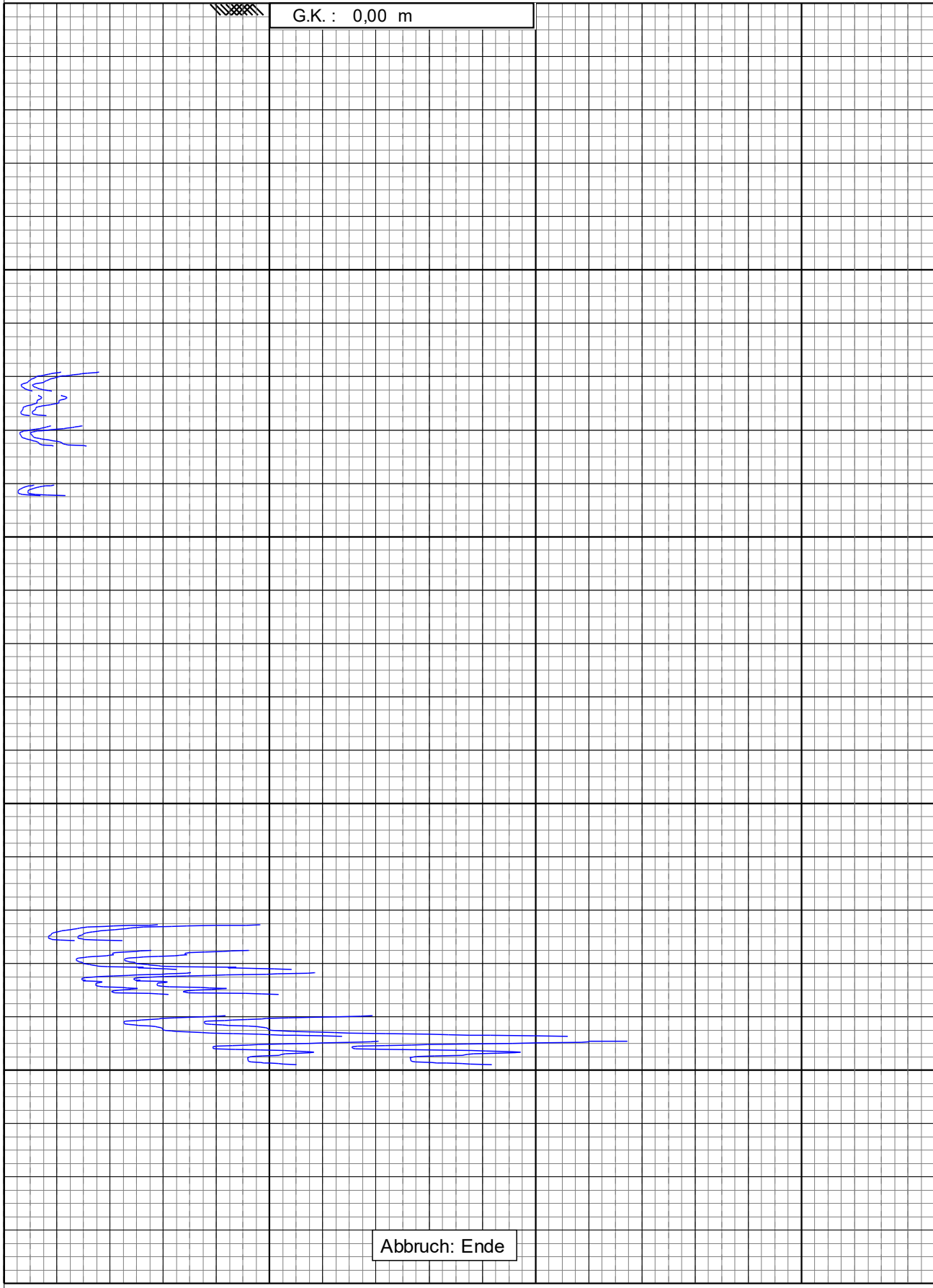
— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

G.K. : 0,00 m

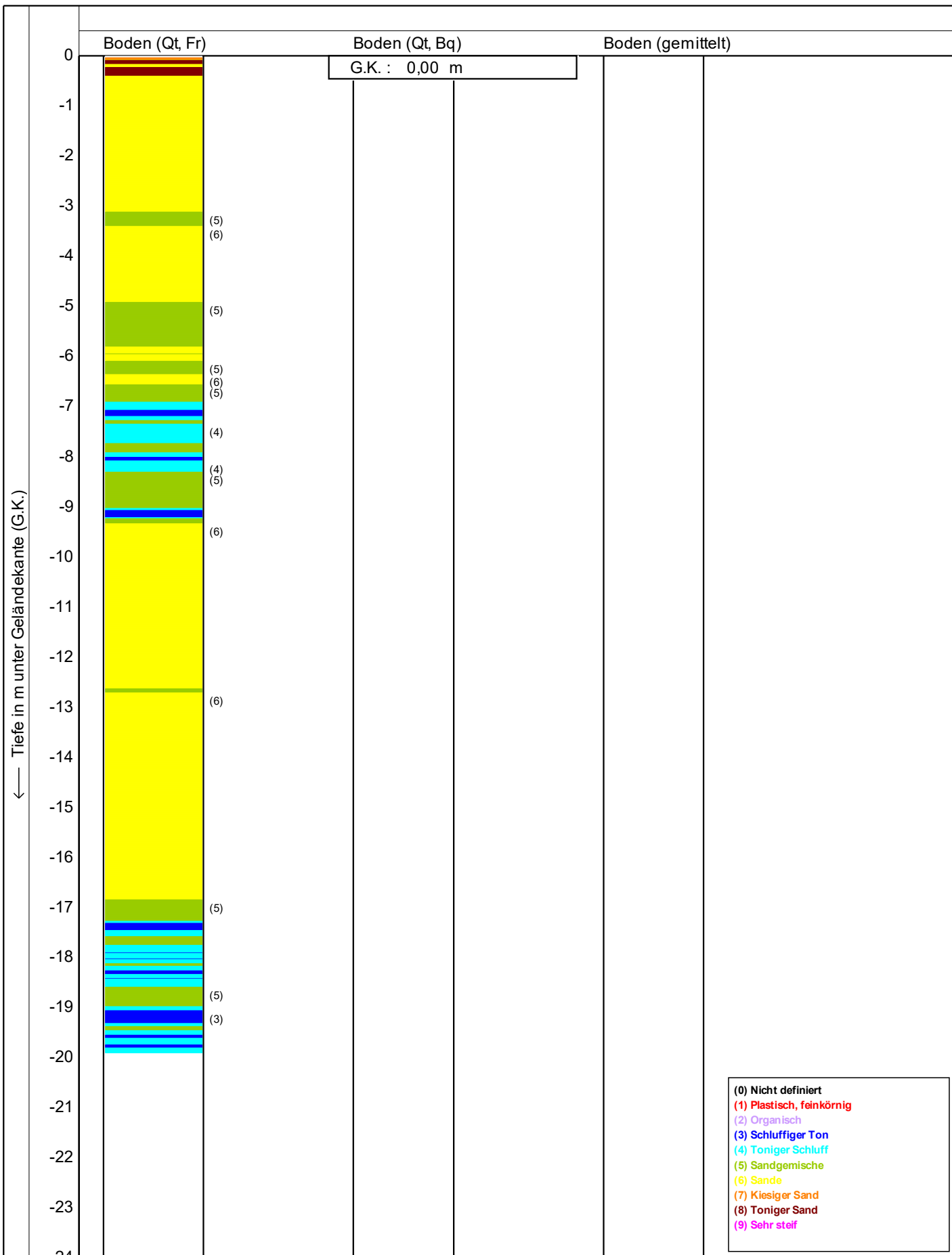
Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24



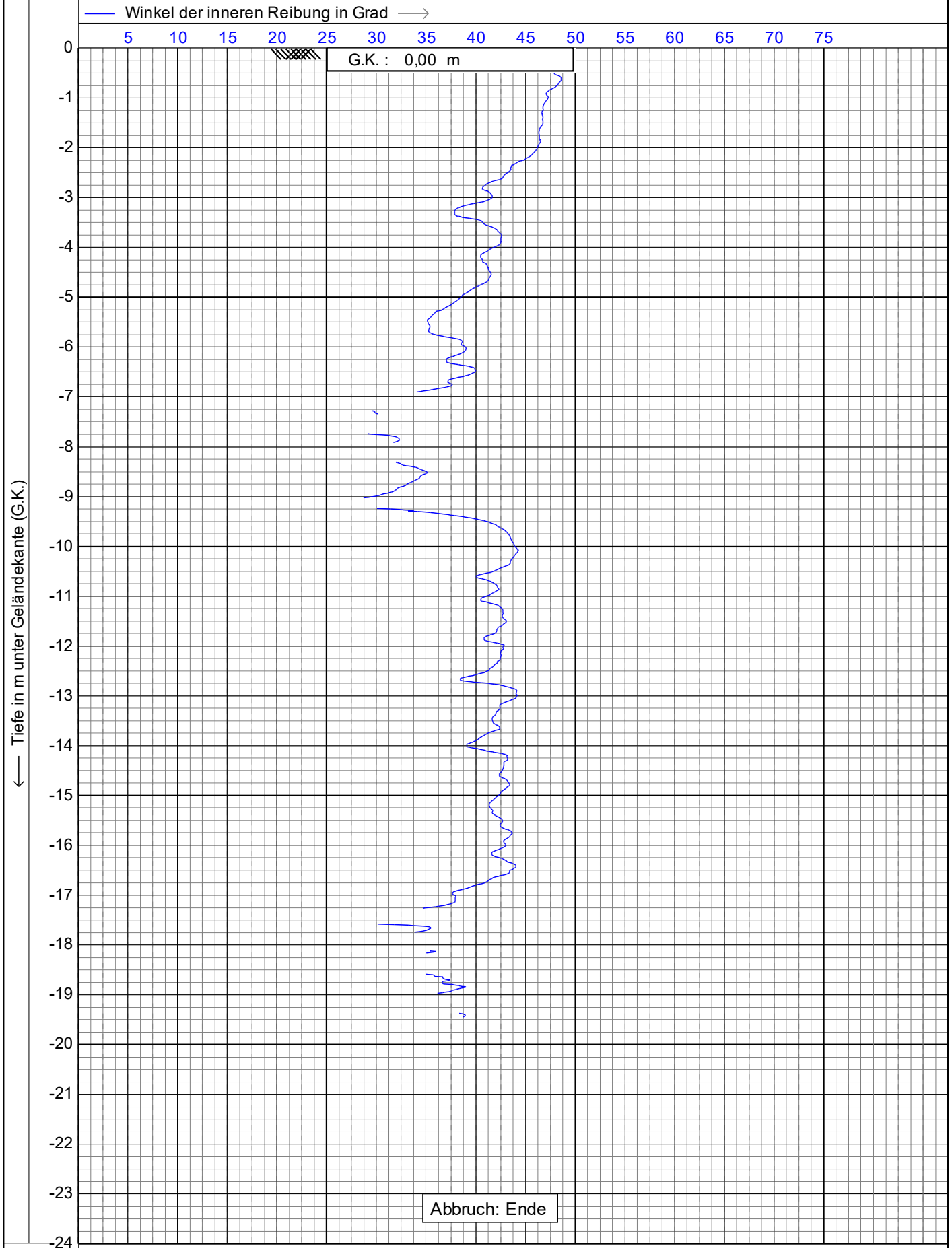
Abbruch: Ende

225 cm²
15 cm²



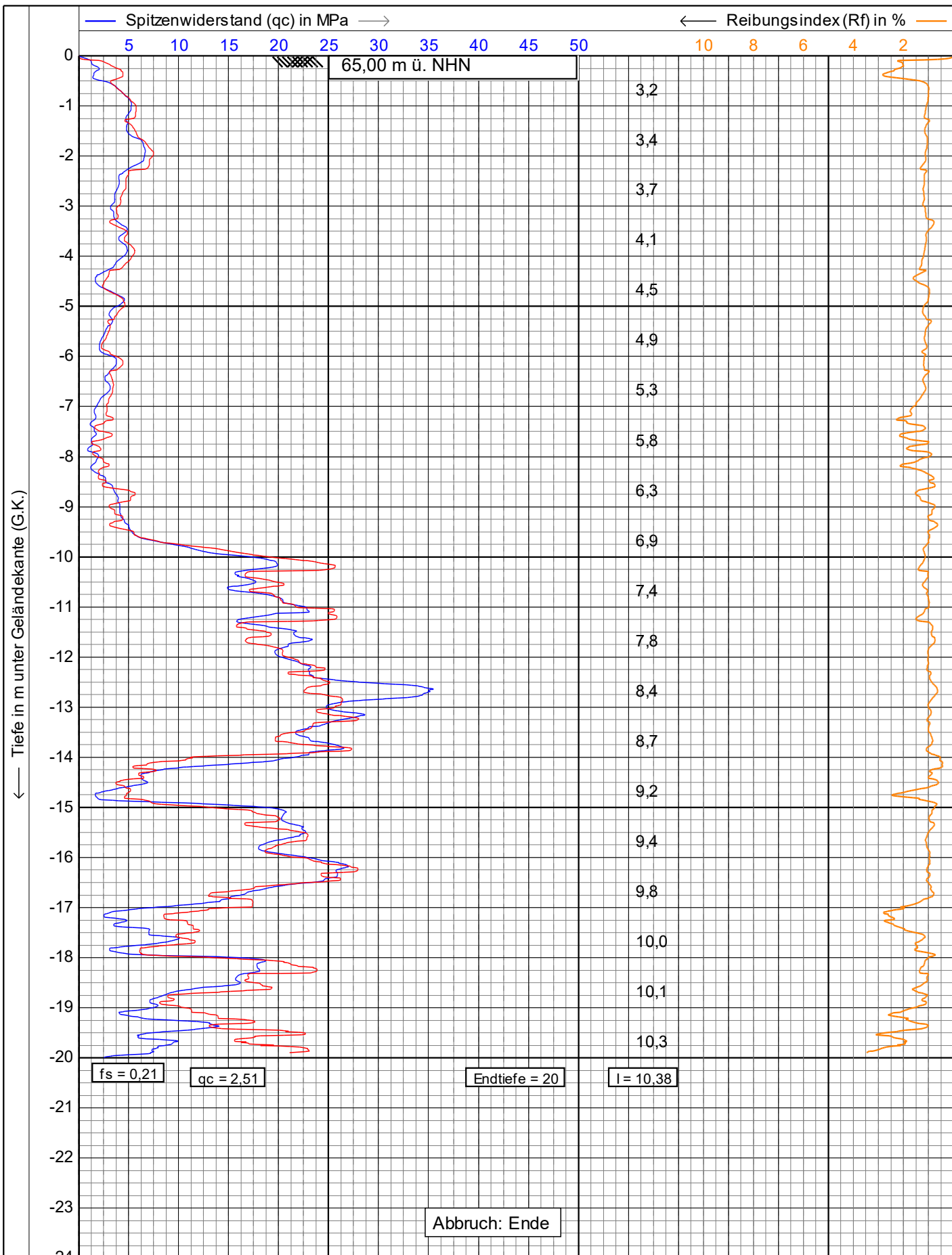
Bodenklassifikation nach Robertson 1990

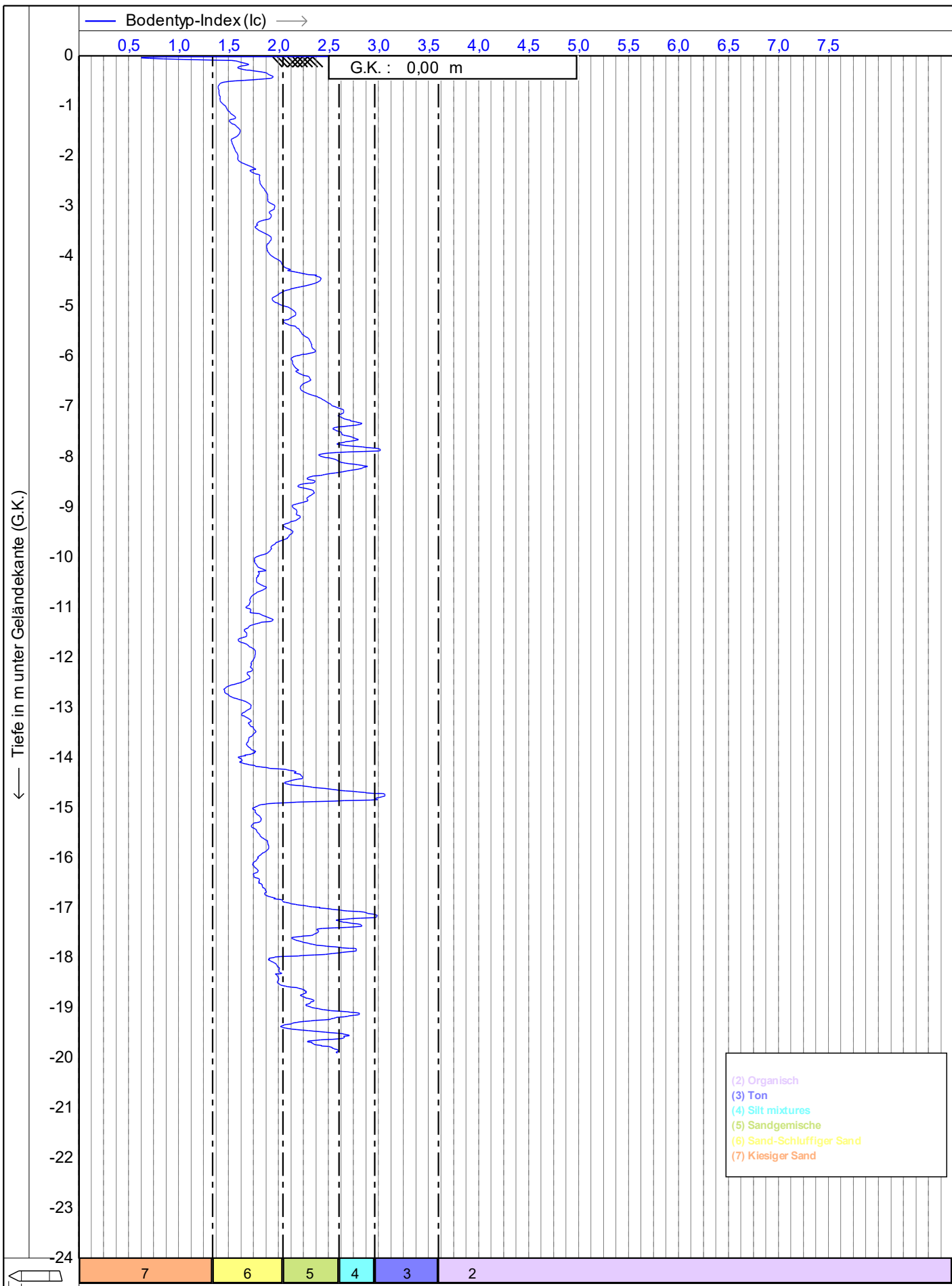
	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (07/2021)	Datum : 15.04.2025
	Projekt : Herzebrode-Clarholz	Konus Nr. : S15CFIL.S241750
	Ort : Herzebrode-Clarholz	Projekt Nr. : 20240305-10002
		CPT Nr. : WEA4-CPT13 4/5



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

225 cm²
15 cm²





\leftarrow 225 cm²
 15 cm²

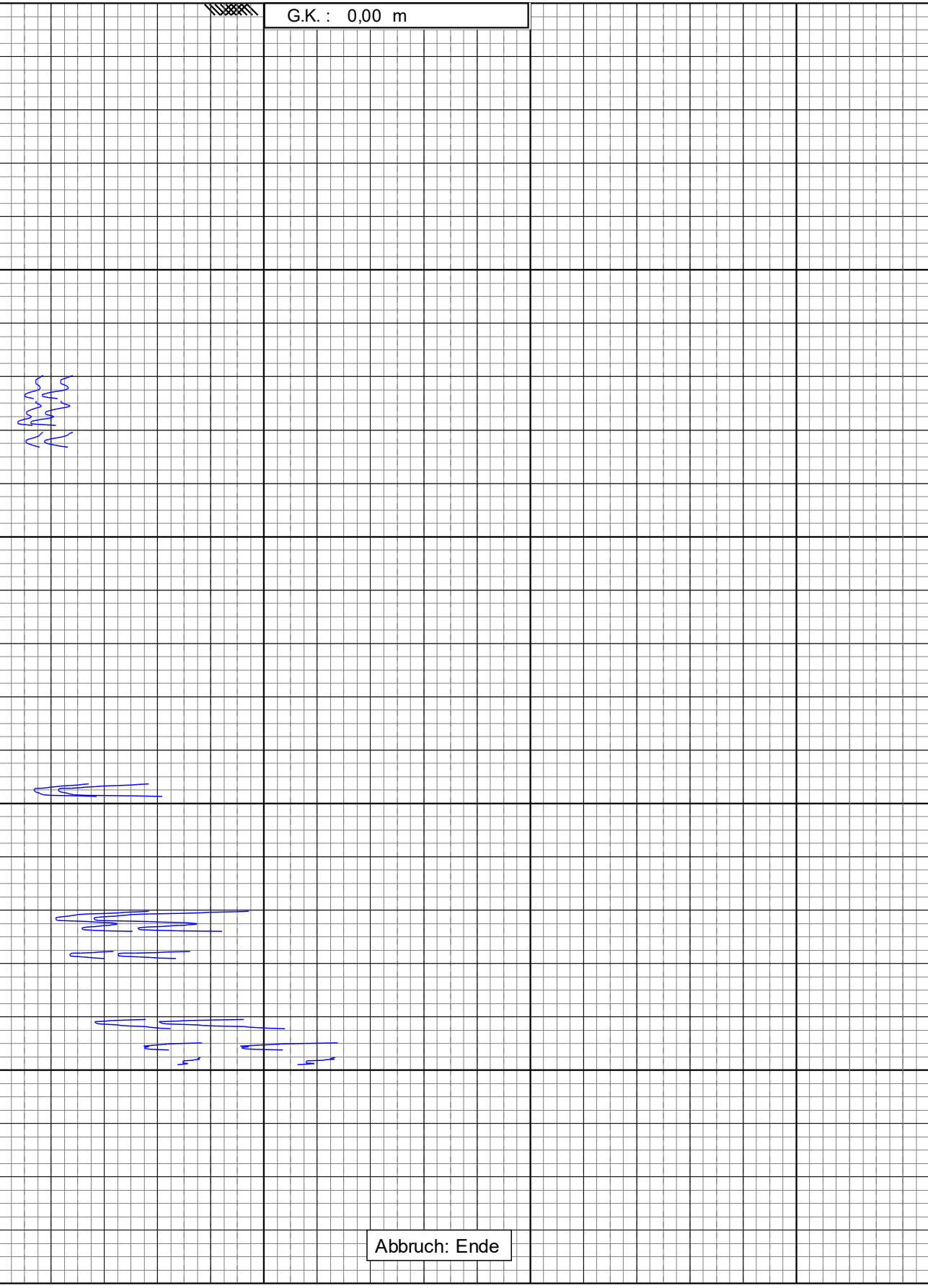
— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

G.K. : 0,00 m

Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24



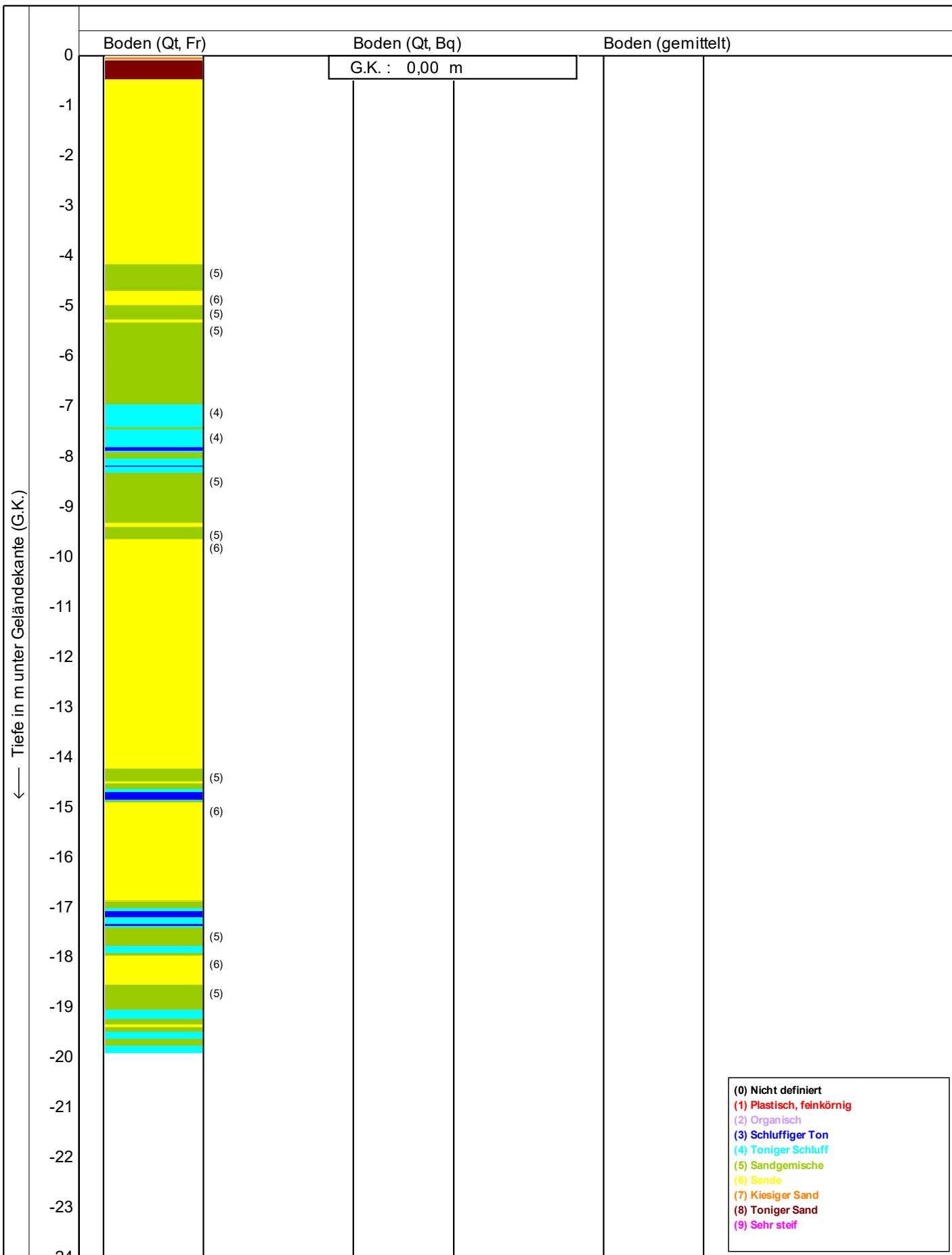
Abbruch: Ende

225 cm²
15 cm²



Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (07/2021)
 Projekt : **Herzebrode-Clarholz**
 Ort : **Herzebrode-Clarholz**

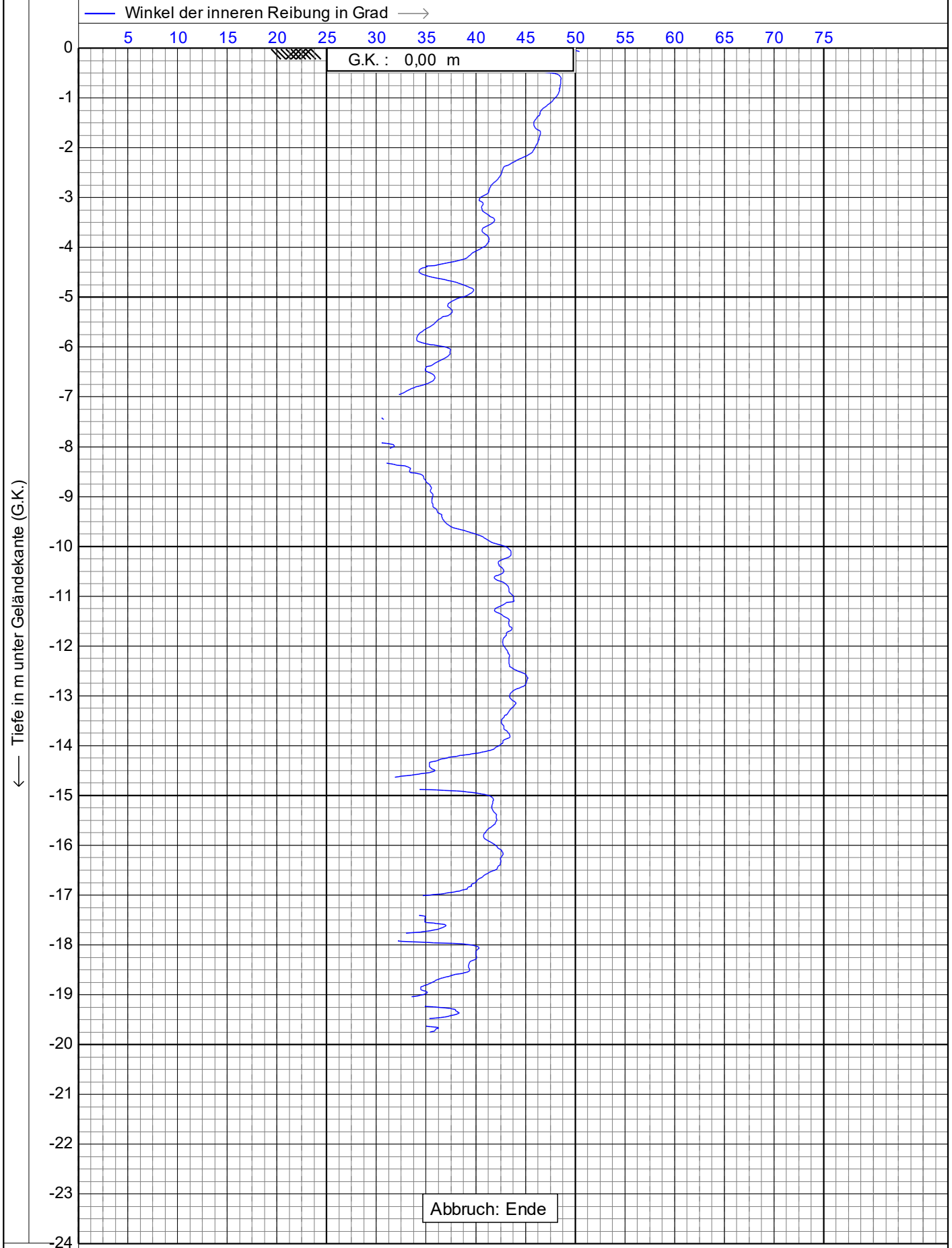
Datum : **15.04.2025**
 Konus Nr. : **S15CFIL.S241750**
 Projekt Nr. : **20240305-10002**
 CPT Nr. : **WEA4-CPT14** | **3/5**



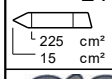
- (0) Nicht definiert
- (1) Plastisch, feinkörnig
- (2) Organisch
- (3) Schluffiger Ton
- (4) Toniger Schluff
- (5) Sandgemische
- (6) Sande
- (7) Kiesiger Sand
- (8) Toniger Sand
- (9) Sehr steif

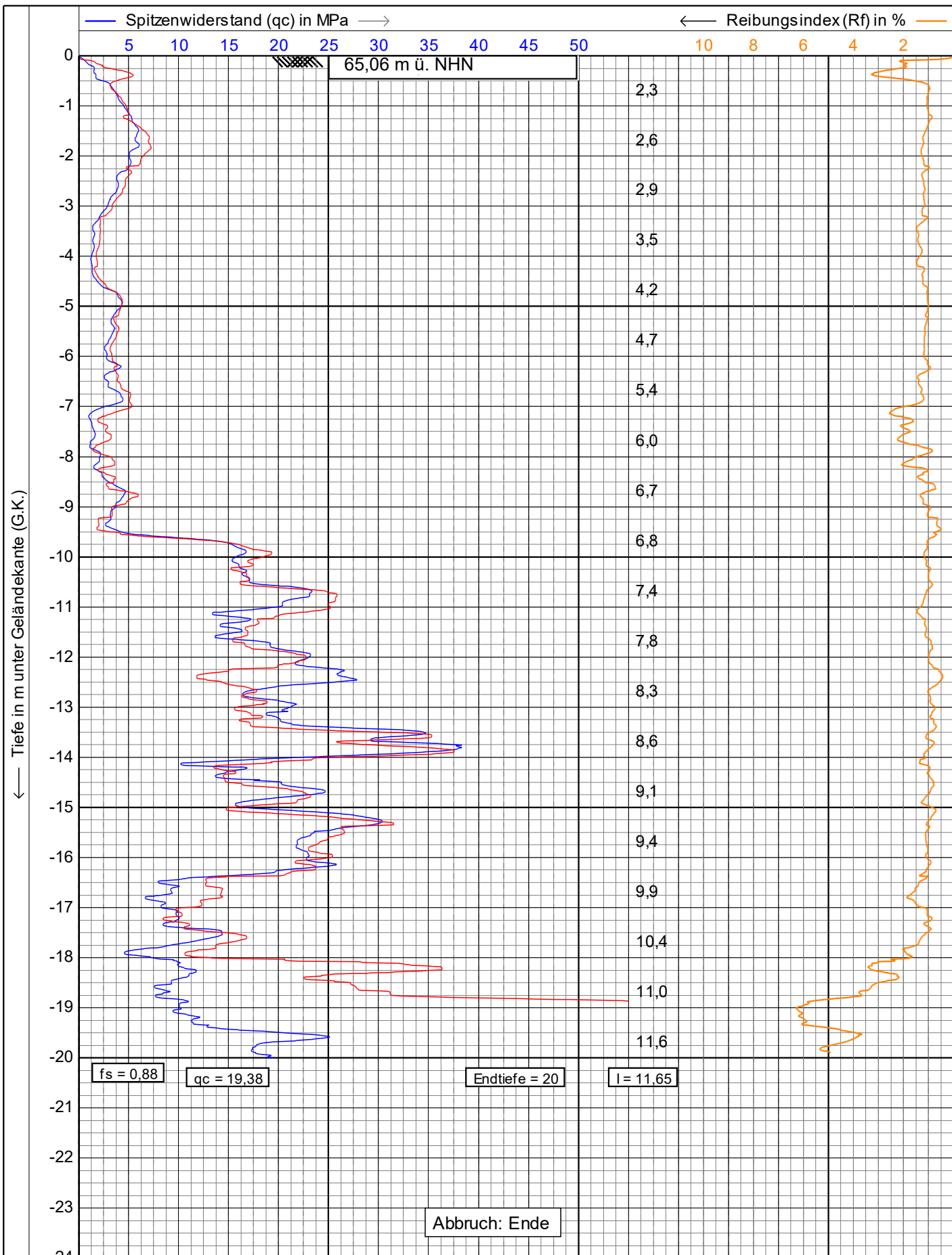
Bodenklassifikation nach Robertson 1990

<p>heiligenstadt gmbh Beratende Ingenieure VBI</p>	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (07/2021)	Datum : 15.04.2025
	Projekt : Herzebrode-Clarholz	Konus Nr. : S15CFIL.S241750
	Ort : Herzebrode-Clarholz	Projekt Nr. : 20240305-10002
		CPT Nr. : WEA4-CPT14 4/5



Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)



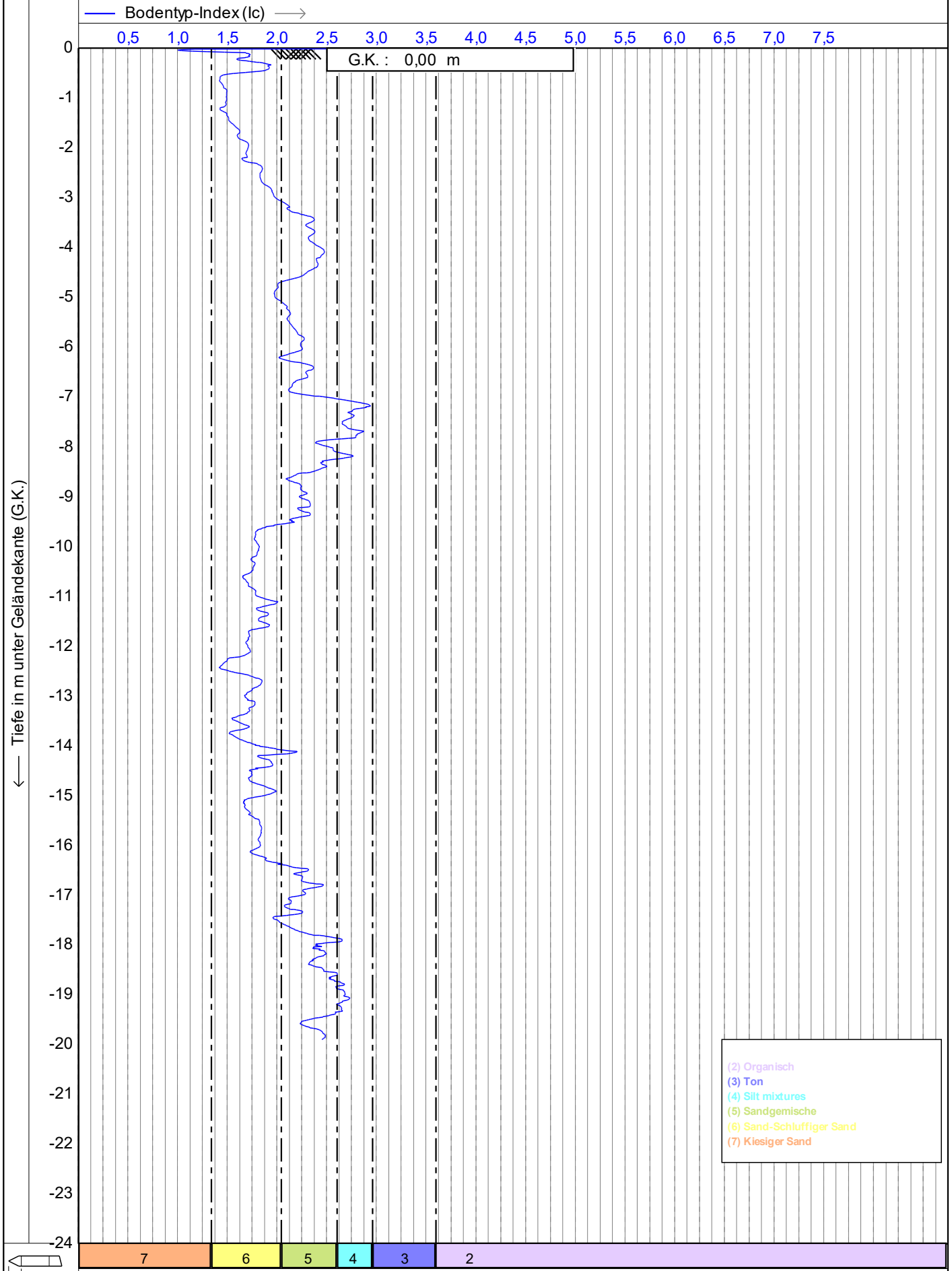


225 cm²
15 cm²

0,1 0,2 0,3 0,4 0,5

→

Neigung (I) in Grad



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

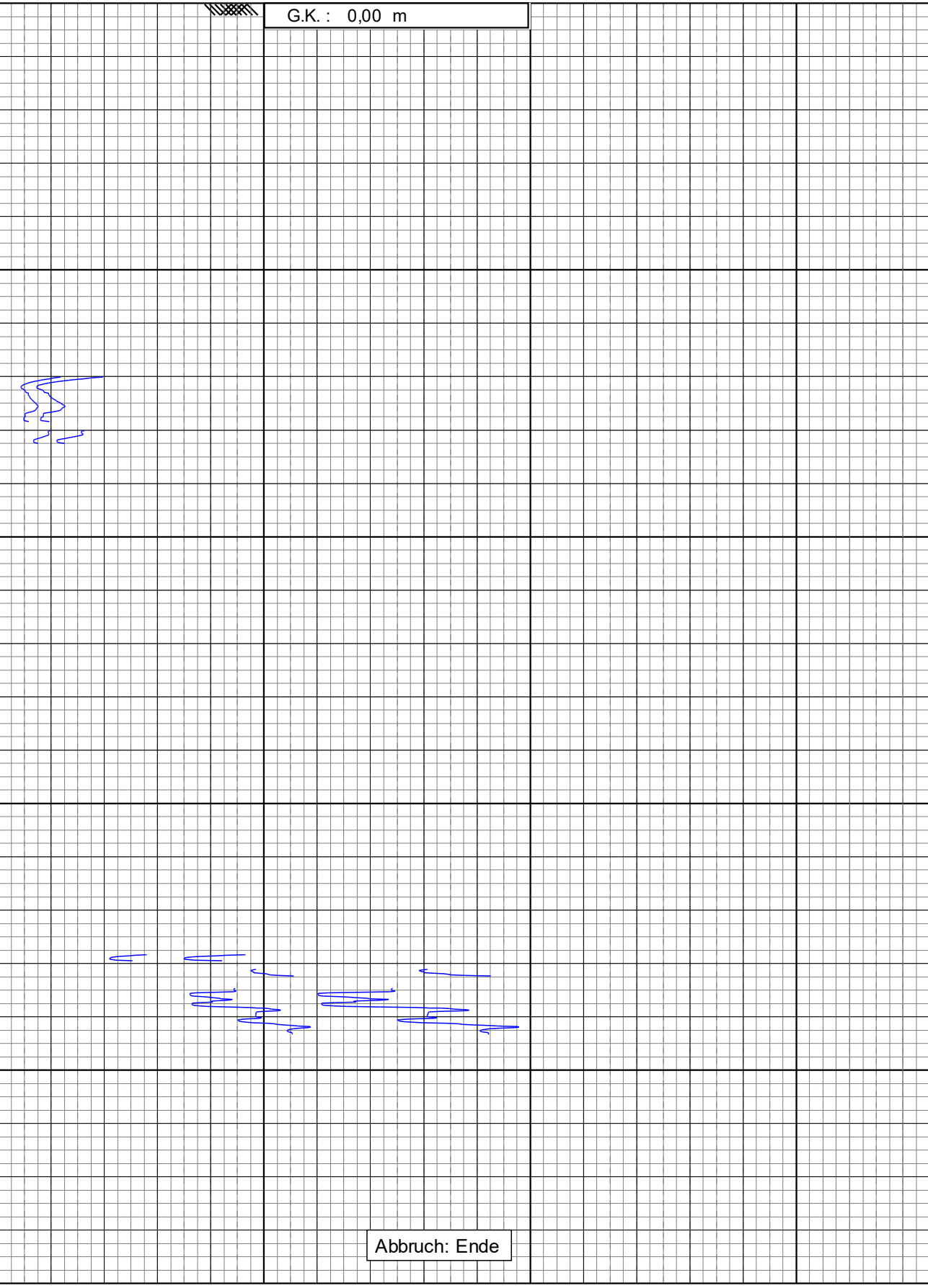
— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

G.K. : 0,00 m

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

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24



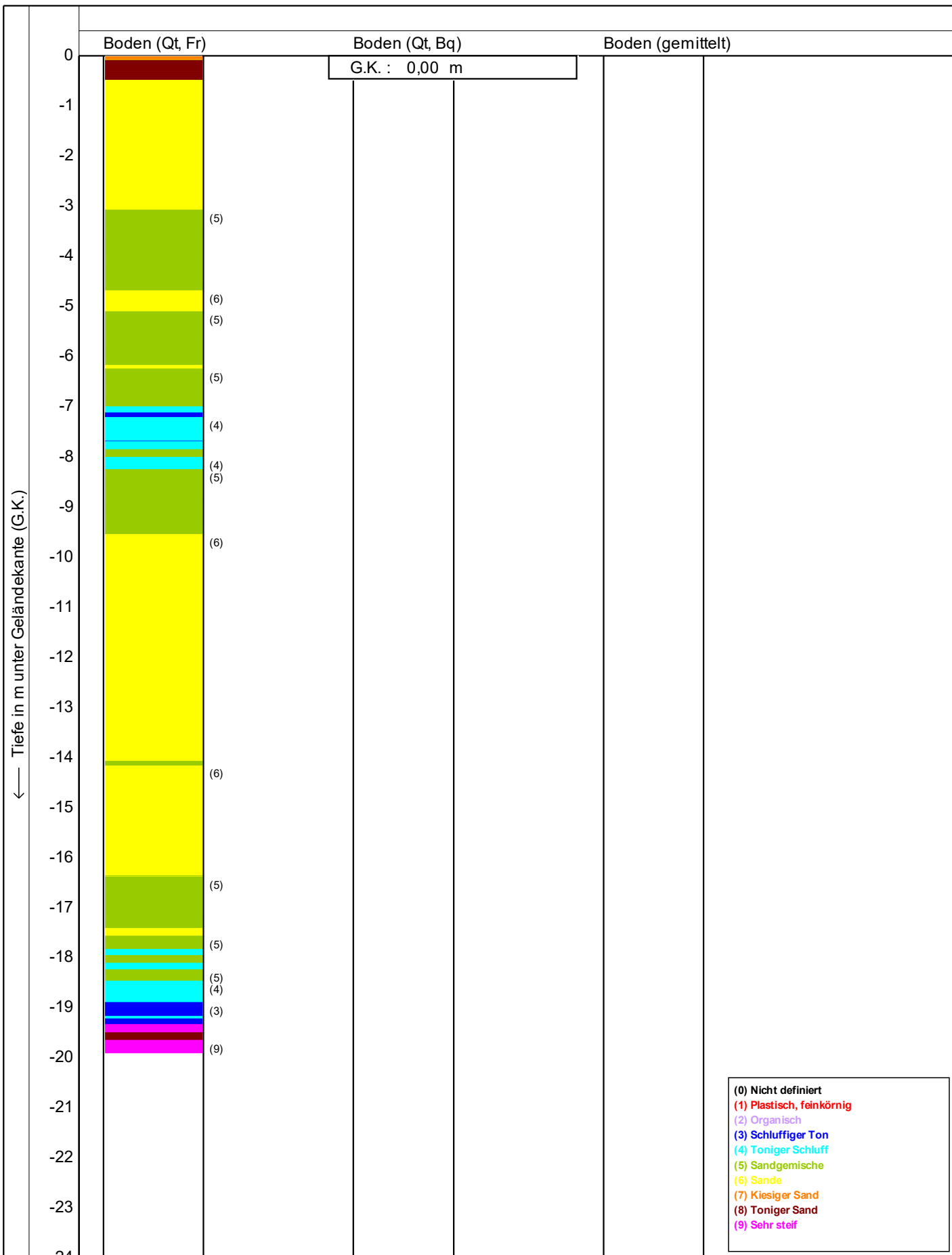
Abbruch: Ende

225 cm²
15 cm²



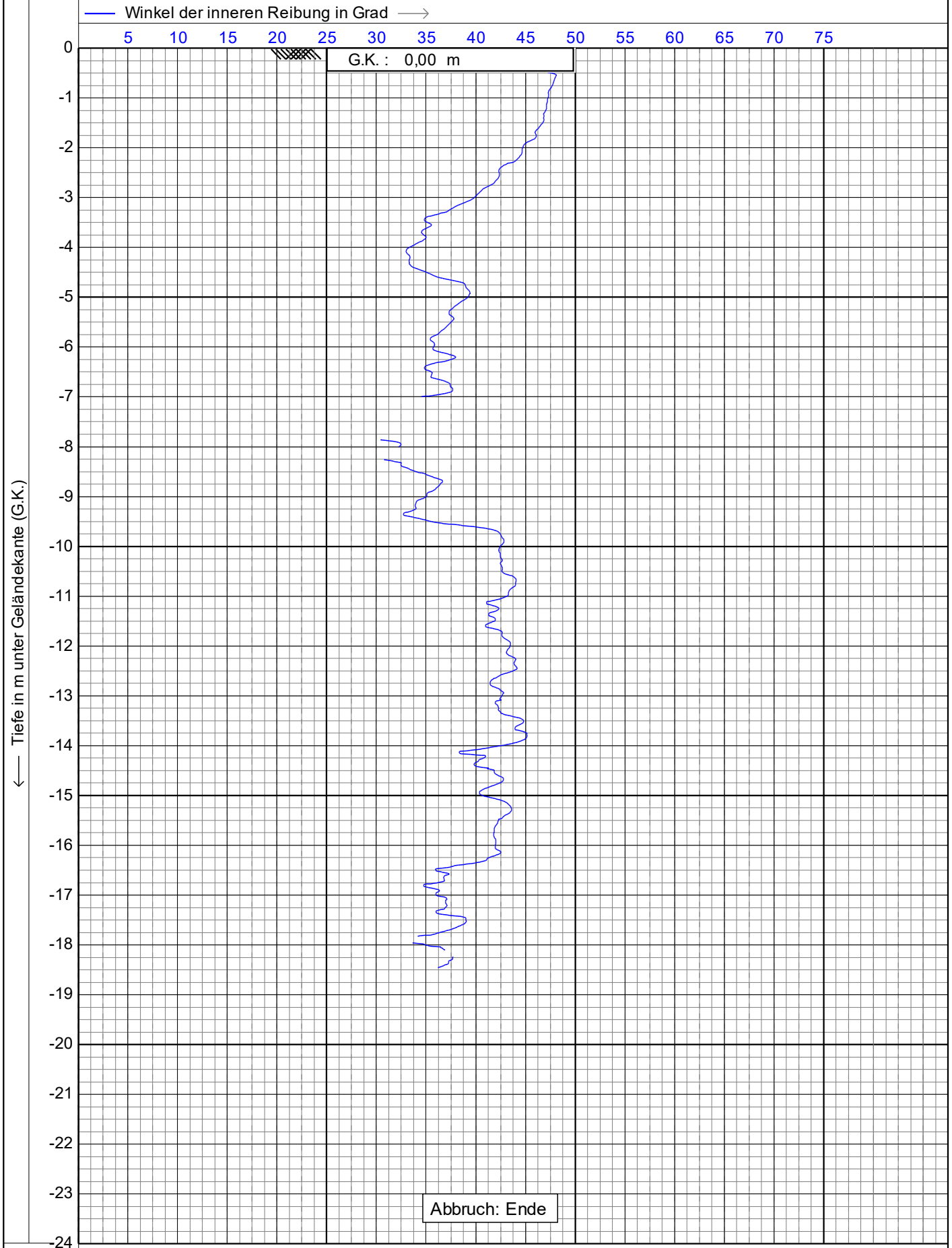
Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (07/2021)
 Projekt : **Herzebrode-Clarholz**
 Ort : **Herzebrode-Clarholz**

Datum : **15.04.2025**
 Konus Nr. : **S15CFIL.S241750**
 Projekt Nr. : **20240305-10002**
 CPT Nr. : **WEA4-CPT15** | **3/5**



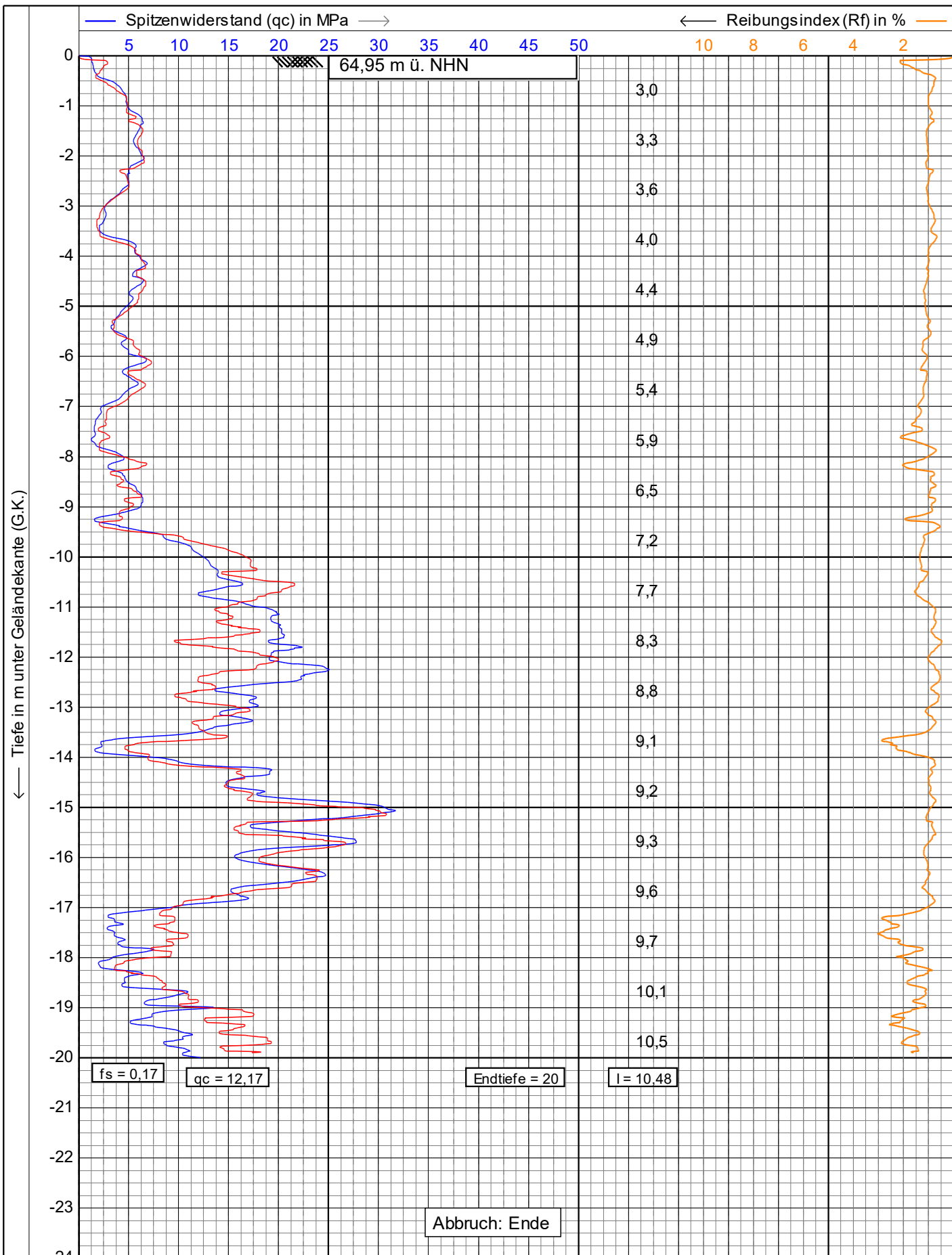
Bodenklassifikation nach Robertson 1990

	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (07/2021)	Datum : 15.04.2025
	Projekt : Herzebrode-Clarholz	Konus Nr. : S15CFIL.S241750
	Ort : Herzebrode-Clarholz	Projekt Nr. : 20240305-10002
		CPT Nr. : WEA4-CPT15 4/5



Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

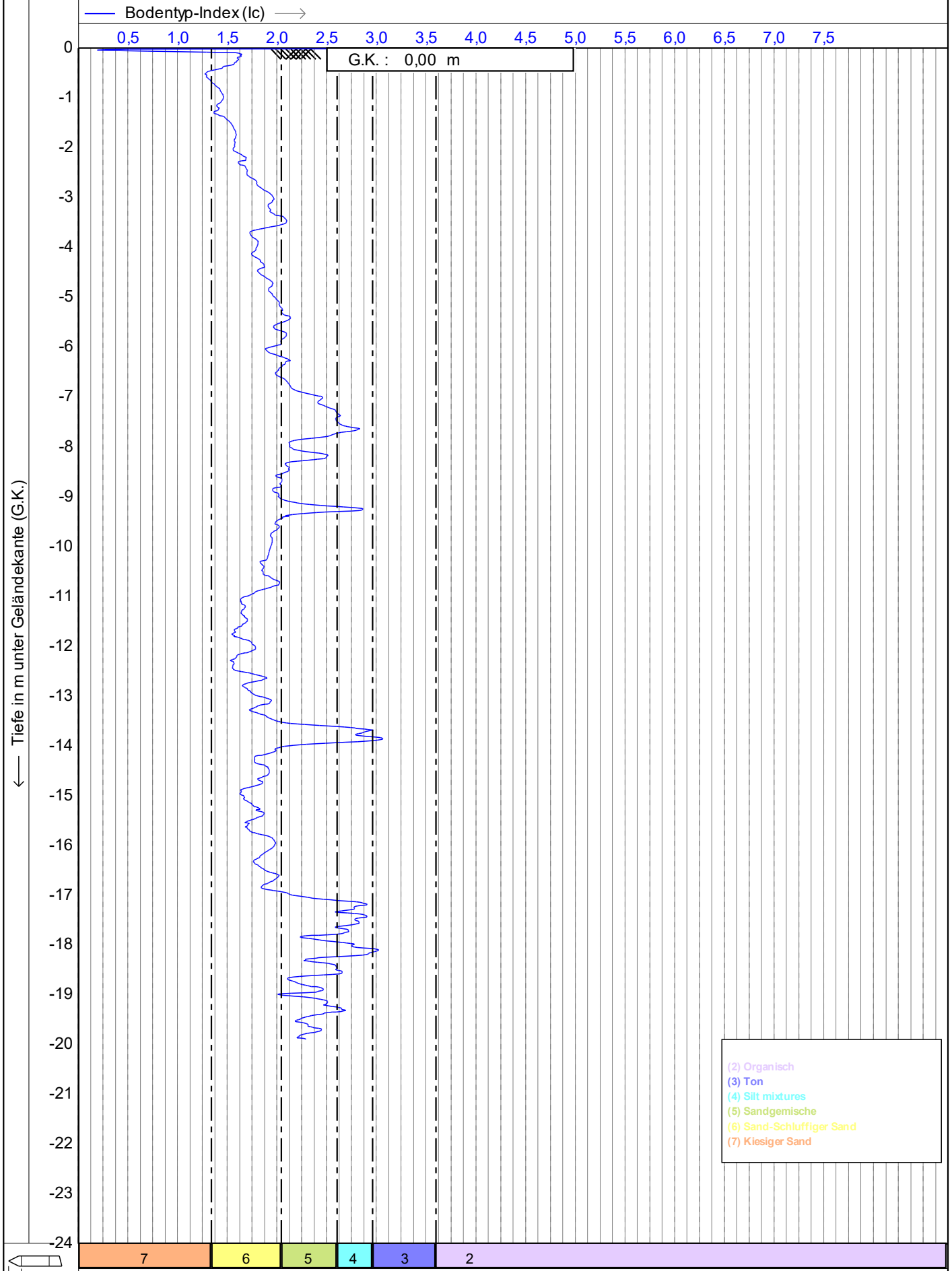
225 cm²
 15 cm²



225 cm² 15 cm²

geo **technik**
 heiligenstadt gmbh
 Beratende Ingenieure VBI

Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (07/2021) Datum : 15.04.2025
 Projekt : Herzebrode-Clarholz Konus Nr. : S15CFILS241750
 Ort : Herzebrode-Clarholz Projekt Nr. : 20240305-10002
 CPT Nr. : WEA4-CPT16 1/5



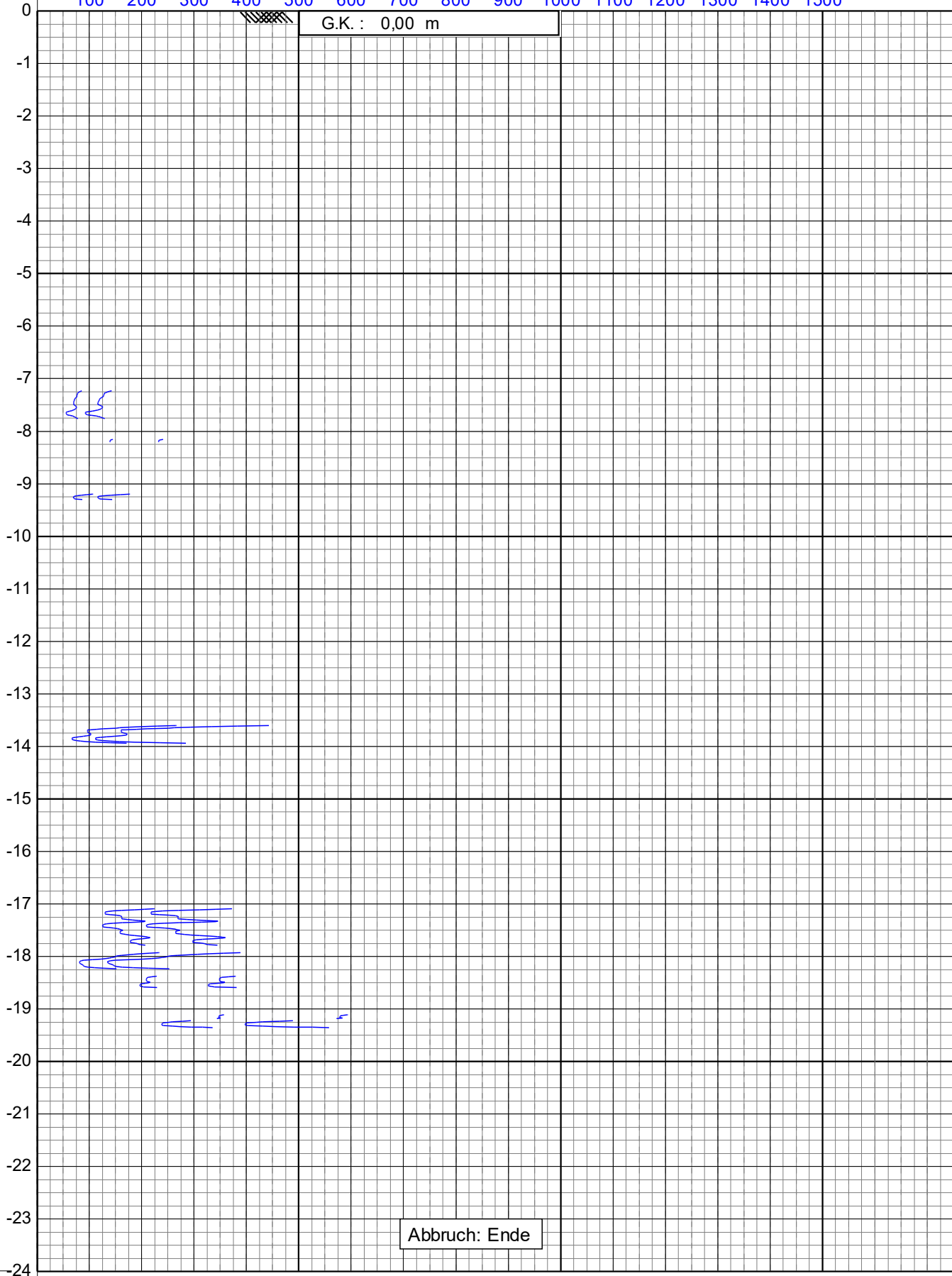
$\frac{L}{15}$ 225 cm²
 $\frac{L}{15}$ 15 cm²

— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

G.K. : 0,00 m

← Tiefe in m unter Geländeante (G.K.)



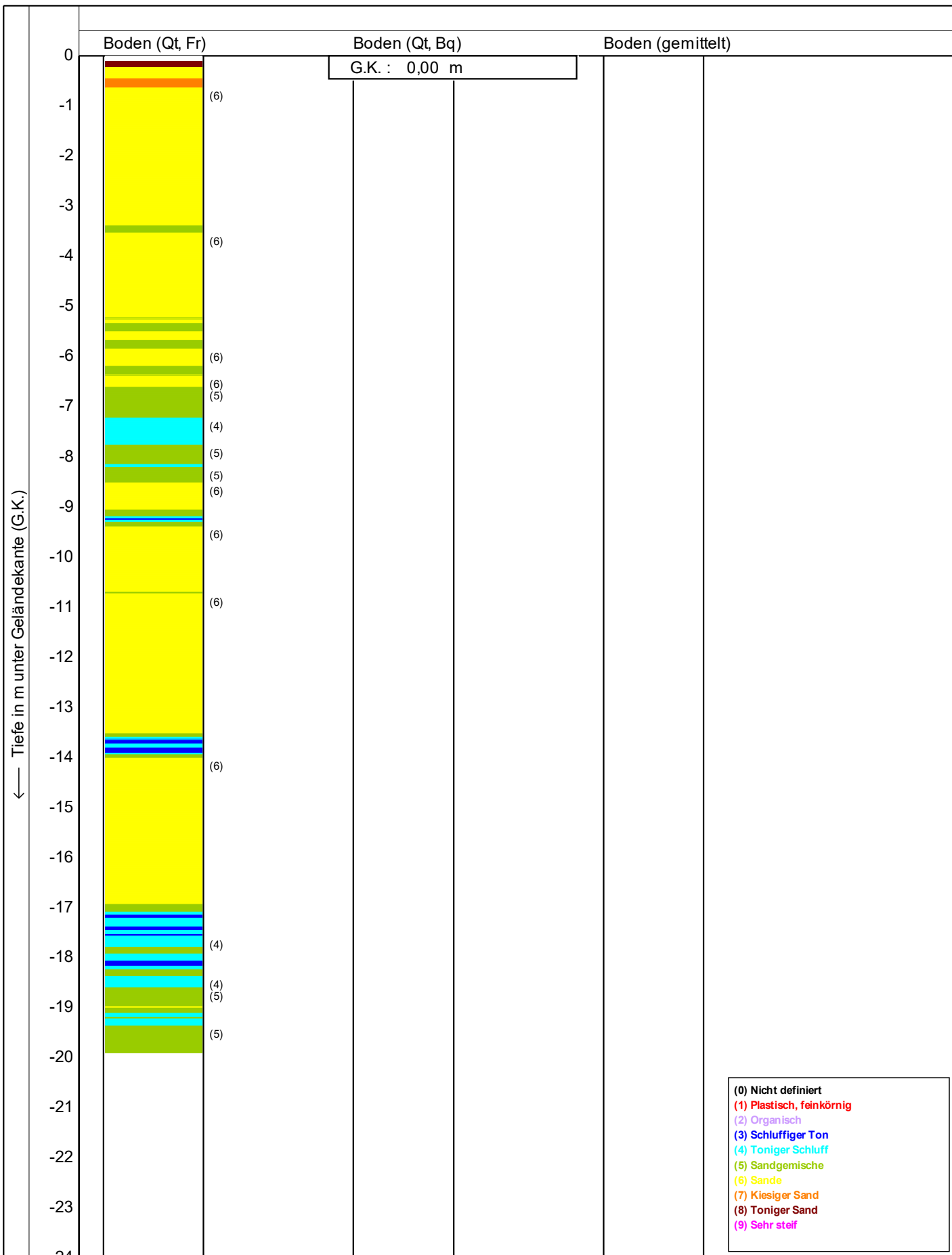
Abbruch: Ende

225 cm²
15 cm²



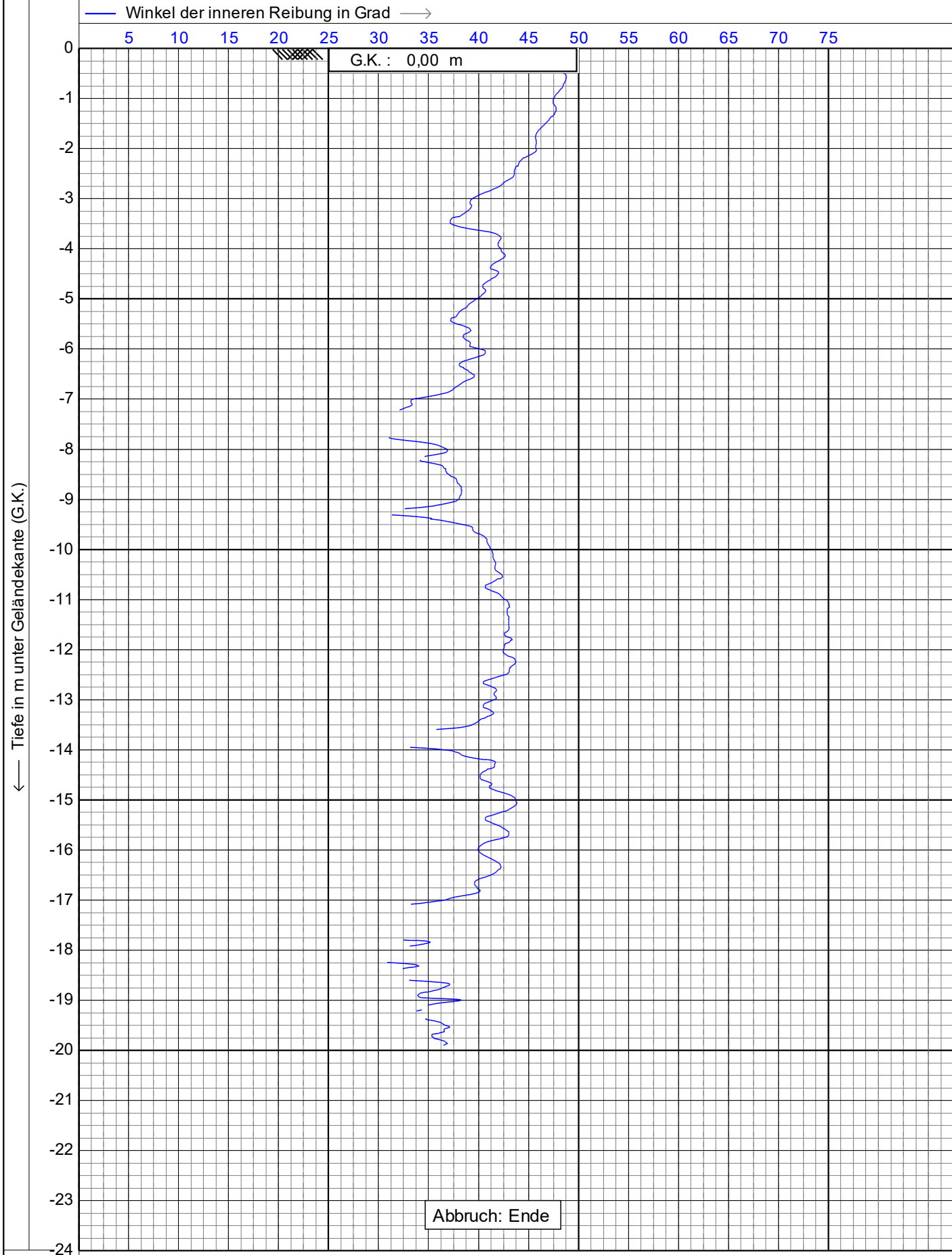
Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (07/2021)
 Projekt : **Herzebrode-Clarholz**
 Ort : **Herzebrode-Clarholz**

Datum : **15.04.2025**
 Konus Nr. : **S15CFIL.S241750**
 Projekt Nr. : **20240305-10002**
 CPT Nr. : **WEA4-CPT16** | **3/5**



Bodenklassifikation nach Robertson 1990

<p>1.49</p>	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (07/2021)	Datum : 15.04.2025
	Projekt : Herzebrode-Clarholz	Konus Nr. : S15CFIL.S241750
	Ort : Herzebrode-Clarholz	Projekt Nr. : 20240305-10002
		CPT Nr. : WEA4-CPT16 4/5



225 cm²
15 cm²

ANLAGE 5

Ergebnisse der bodenphysikalischen Laborversuche (18 Seiten)



Consulting | Engineering

WESSLING Consulting Engineering GmbH & Co. KG

Oststraße 6, 48341 Altenberge

Tel.: 02505 / 89-0

Körnungslinie

nach DIN EN ISO 17892-4 (2017-04)

Errichtung von 4 WEA im Windpark (WP) Fahrenkamp
Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz

Prüfungsnummer: 25-0347-01

Entnahmedatum: 27.03.2025

Art der Entnahme: gestört

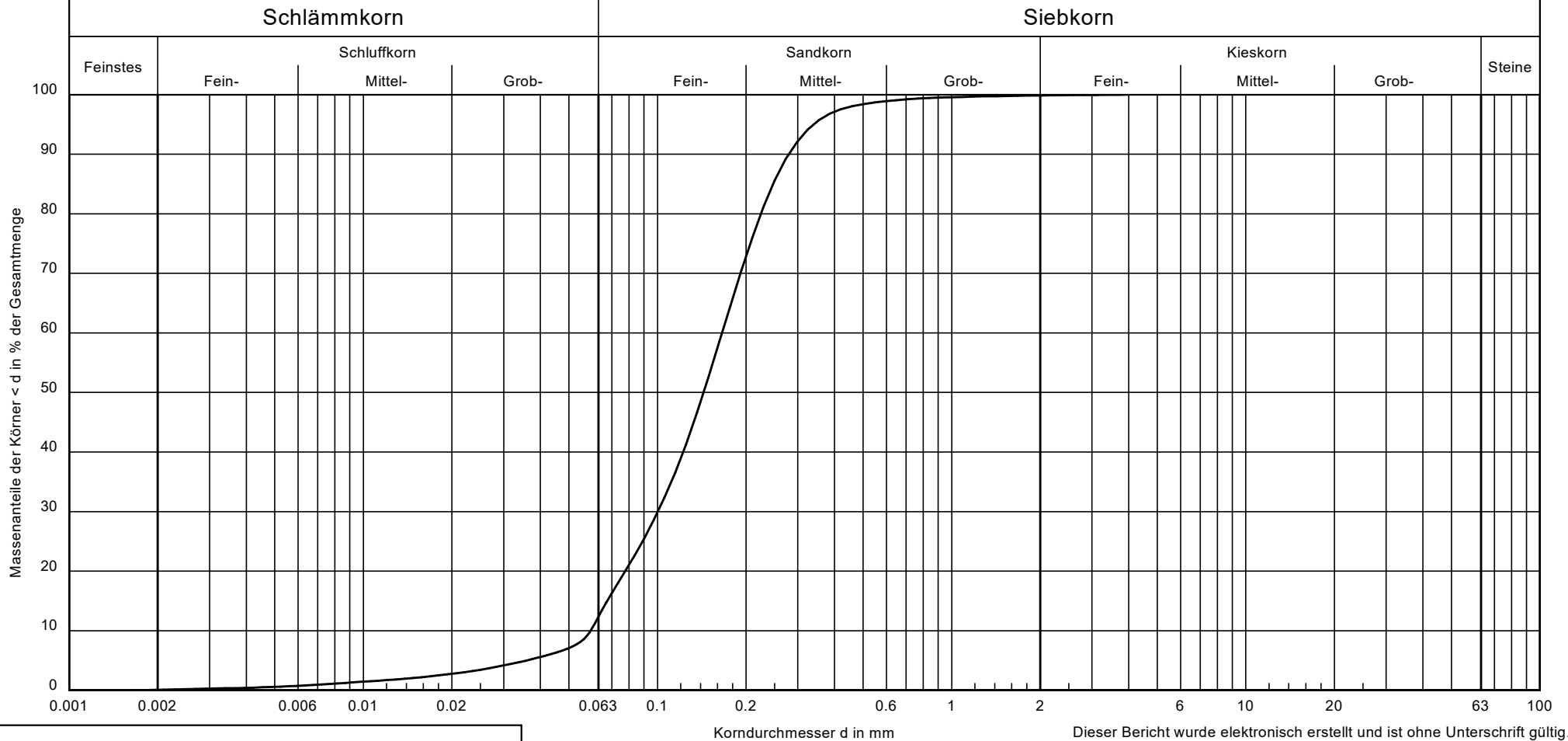
Methode: Sieb-/Schlammanalyse

Auftraggeber:

JUWI GmbH

Energie-Allee 1

55286 Wörrstadt



Bearbeiter: Chr. von Basum Bearbeitungsende: 04.04.2025

Korndurchmesser d in mm

Dieser Bericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Proben.

Signatur	Probenbezeichnung	Tiefe [m]	Bodenart [DIN 4022]	Bodenart [DIN EN ISO 14688-1]	Bodengruppe	T/U/S/G [%]	Cu/Cc	Frostsicherheit	kf-Wert [m/s] + Verfahren	Bemerkungen:	Projekt-Nr.
—	RKS 23	0,3-1,7	fS, ms, u'	csi'msaFSa	SU	0.1/12.3/87.5/0.1	2.8/1.0	F1	3.5 · 10 ⁻⁵ Beyer	- kf-Wert ohne Beachtung der Gültigkeitsregel!	EAL-25-0089
											Auftrags-Nr.
											EAL-00436-25
											Seite 1 von 2

Körnungslinie

nach DIN EN ISO 17892-4 (2017-04)

Errichtung von 4 WEA im Windpark (WP) Fahrenkamp
 Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz

Prüfungsnummer: 25-0347-01

Entnahmedatum: 27.03.2025

Art der Entnahme: gestört

Methode: Sieb-/Schlammanalyse

Bearbeiter: Chr. von Basum

Datum: 04.04.2025

Prüfung DIN EN ISO 17892-4 - 5.5
 Probenbezeichnung RKS 23
 Tiefe [m] 0,3-1,7
 Bodenart [DIN 4022] fS, ms, u'
 Bodenart [DIN EN ISO 14688-1] csi'msaFSa
 Bodengruppe SU
 T/U/S/G [%] 0.1 / 12.3 / 87.5 / 0.1 / -
 Cu/Cc 2.8/1.0
 Frostsicherheit F1
 kf-Wert [m/s] + Verfahren 3.51E-5 Beyer
 d10/d30/d60 [mm]: 0.059 / 0.100 / 0.166
 Siebanalyse:
 Trockenmasse [g]: 163.20
 Schlammanalyse:
 Trockenmasse [g]: 14.78
 Korndichte [g/cm³]: 2.650
 Aräometer:
 Bezeichnung: Aräometer 4257
 Volumen Aräometerbirne [cm³]: 58.40
 Abstand 100-ml 1000-ml [mm]: 305.50
 Länge Aräometerbirne [mm]: 162.00
 Abstd. OK Birne - UK Skala [mm]: 10.40
 Meniskuskorrektur C_m / R'_0 : 0.10 / 0.30
 d1 = 19.6 d2 = 39.7 d3 = 59.7 d4 = 79.6
 d5 = 100.0 d6 = 120.7 d7 = 141.6 mm

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
4.0	0.00	0.00	100.00
2.0	0.20	0.12	99.88
1.0	0.40	0.25	99.63
0.5	1.10	0.67	98.96
0.25	6.60	4.04	94.91
0.125	98.00	60.05	34.87
0.063	34.60	21.20	13.66
Schale	22.30	13.66	-
Summe	163.20		
Siebverlust	0.00		

Schlammanalyse

Zeit		R'_h	$R'_h + R_0$	Korngröße	T	H_r	η	Durchgang
[h]	[min]	[-]	$R_0=C_m+R'_0$	[mm]	[°C]	[mm]	[-]	[%]
0	0.5	6.50	6.90	0.0816	19.3	175.37	1.02280	10.25
0	1	5.00	5.40	0.0587	19.3	181.49	1.02280	8.02
0	2	3.50	3.90	0.0422	19.3	187.70	1.02280	5.79
0	5	2.00	2.40	0.0271	19.4	193.91	1.02029	3.56
0	15	1.00	1.40	0.0158	19.3	198.05	1.02280	2.08
0	45	0.50	0.90	0.0092	19.3	200.12	1.02280	1.34
2	0	0.00	0.40	0.0056	19.4	202.19	1.02029	0.59
6	0	-0.20	0.20	0.0032	20.9	203.02	0.98373	0.30
24	0	-0.50	-0.10	0.0016	19.8	204.28	1.01033	0.00



Consulting | Engineering

WESSLING Consulting Engineering GmbH & Co. KG

Oststraße 6, 48341 Altenberge

Tel.: 02505 / 89-0

Körnungslinie

nach DIN EN ISO 17892-4 (2017-04)

Errichtung von 4 WEA im Windpark (WP) Fahrenkamp
Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz

Prüfungsnummer: 25-0347-02

Entnahmedatum: 27.03.2025

Art der Entnahme: gestört

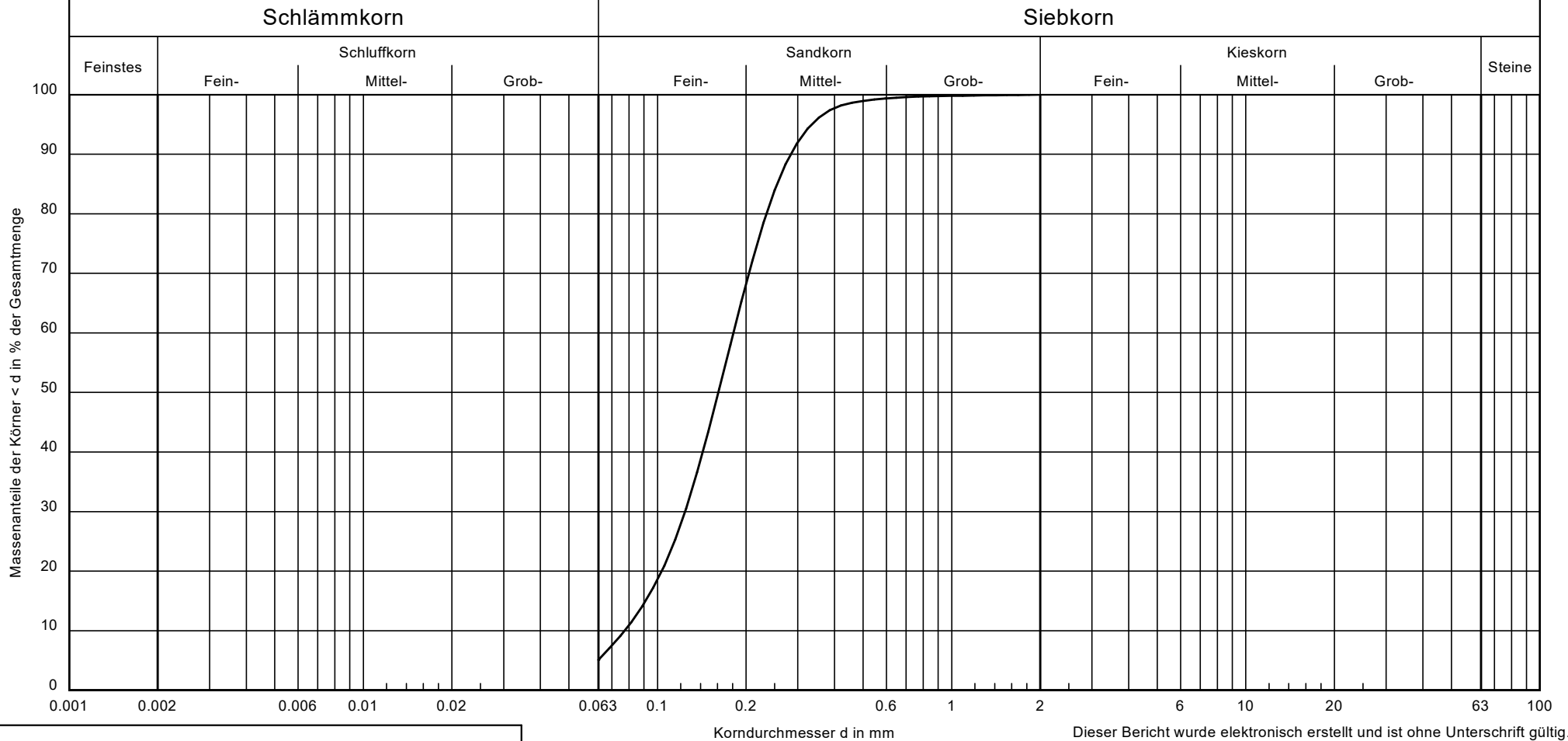
Methode: Nasssiebung

Auftraggeber:

JUWI GmbH

Energie-Allee 1

55286 Wörrstadt



Bearbeiter: Chr. von Basum Bearbeitungsende: 04.04.2025

Korndurchmesser d in mm

Dieser Bericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Proben.

Signatur	Probenbezeichnung	Tiefe [m]	Bodenart [DIN 4022]	Bodenart [DIN EN ISO 14688-1]	Bodengruppe	T/U/S/G [%]	Cu/Cc	Frostsicherheit	kf-Wert [m/s] + Verfahren	Bemerkungen:	Projekt-Nr.
—	RKS 23	1,7-3,5	fS, mS, u'	csi'msa*FSa	SU	- /5.1/94.9/ -	2.3/1.1	F1	6.0 · 10 ⁻⁵ Beyer		EAL-25-0089
											Auftrags-Nr.
											EAL-00436-25
											Seite 1 von 2

Körnungslinie

nach DIN EN ISO 17892-4 (2017-04)

Errichtung von 4 WEA im Windpark (WP) Fahrenkamp
Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz

Bearbeiter: Chr. von Basum

Datum: 04.04.2025

Prüfungsnummer: 25-0347-02

Entnahmedatum: 27.03.2025

Art der Entnahme: gestört

Methode: Nasssiebung

Prüfung DIN EN ISO 17892-4 - 5.2
Probenbezeichnung RKS 23
Tiefe [m] 1,7-3,5
Bodenart [DIN 4022] fS, m \bar{s} , u'
Bodenart [DIN EN ISO 14688-1] csi'msa*FSa
Bodengruppe SU
T/U/S/G [%] - / 5.1 / 94.9 / - / -
Cu/Cc 2.3/1.1
Frostsicherheit F1
kf-Wert [m/s] + Verfahren 5.97E-5 Beyer
d10/d30/d60 [mm]: 0.077 / 0.124 / 0.181
Siebanalyse:
Trockenmasse [g]: 160.60

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
2.0	0.00	0.00	100.00
1.0	0.30	0.19	99.81
0.5	0.50	0.31	99.50
0.25	5.80	3.61	95.89
0.125	121.00	75.34	20.55
0.063	24.80	15.44	5.11
Schale	8.20	5.11	-
Summe	160.60		
Siebverlust	0.00		



Consulting | Engineering

WESSLING Consulting Engineering GmbH & Co. KG

Oststraße 6, 48341 Altenberge

Tel.: 02505 / 89-0

Körnungslinie

nach DIN EN ISO 17892-4 (2017-04)

Errichtung von 4 WEA im Windpark (WP) Fahrenkamp
Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz

Prüfungsnummer: 25-0347-03

Entnahmedatum: 27.03.2025

Art der Entnahme: gestört

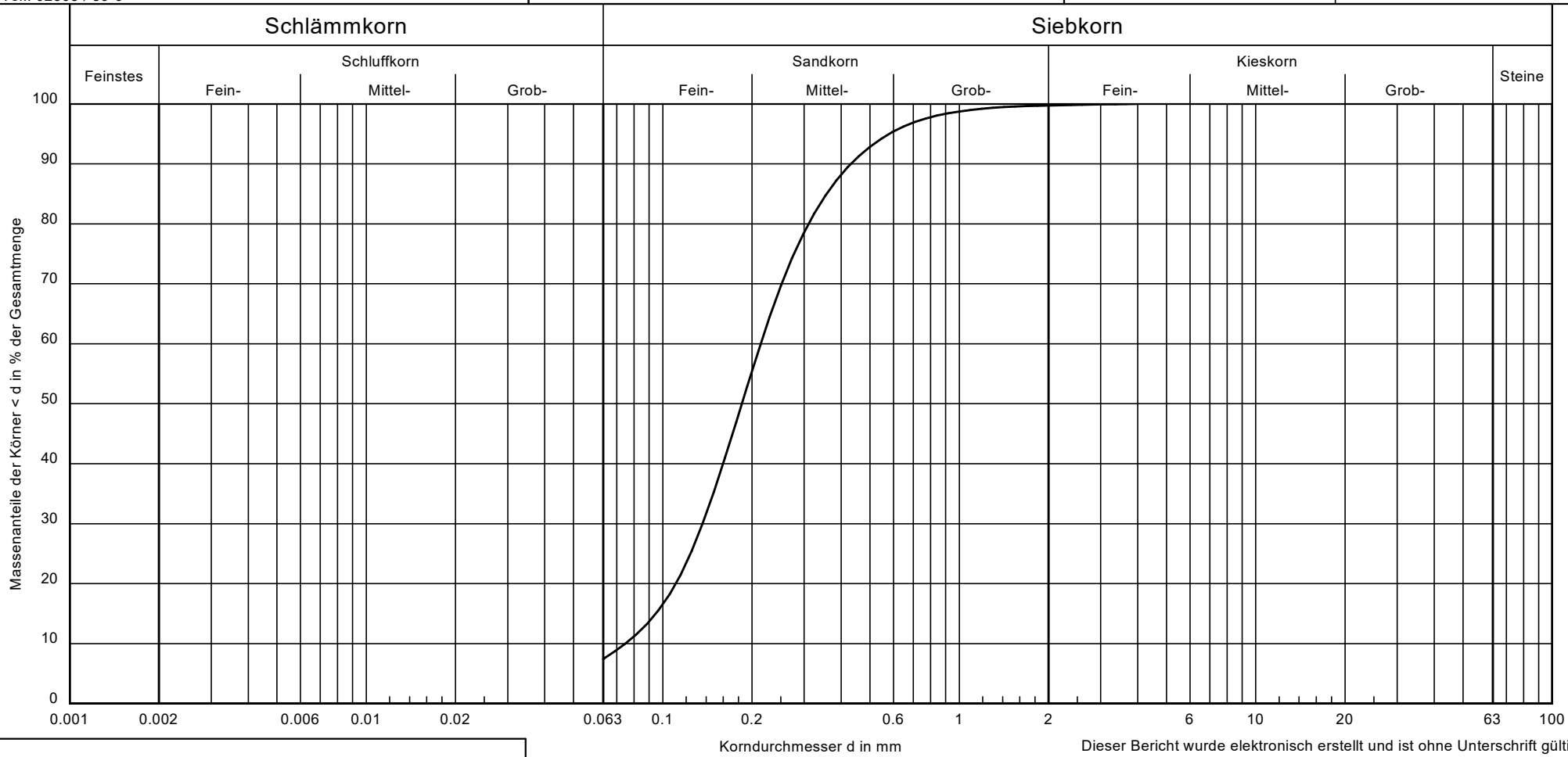
Methode: Nasssiebung

Auftraggeber:

JUWI GmbH

Energie-Allee 1

55286 Wörrstadt



Bearbeiter: Chr. von Basum Bearbeitungsende: 04.04.2025

Korndurchmesser d in mm

Dieser Bericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Proben.

Signatur	Probenbezeichnung	Tiefe [m]	Bodenart [DIN 4022]	Bodenart [DIN EN ISO 14688-1]	Bodengruppe	T/U/S/G [%]	Cu/Cc	Frostsicherheit	kf-Wert [m/s] + Verfahren	Bemerkungen:
—	RKS 23	3,5-4,5	fS, mS, u'	csiMSa/FSa	SU	- /7.4/92.3/0.3	2.9/1.2	F1	5.6 · 10 ⁻⁵ Beyer	

Projekt-Nr.
EAL-25-0089
Auftrags-Nr.
EAL-00436-25

Körnungslinie

nach DIN EN ISO 17892-4 (2017-04)

Errichtung von 4 WEA im Windpark (WP) Fahrenkamp
Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz

Bearbeiter: Chr. von Basum

Datum: 04.04.2025

Prüfungsnummer: 25-0347-03

Entnahmedatum: 27.03.2025

Art der Entnahme: gestört

Methode: Nasssiebung

Prüfung DIN EN ISO 17892-4 - 5.2
Probenbezeichnung RKS 23
Tiefe [m] 3,5-4,5
Bodenart [DIN 4022] fS, mS, u'
Bodenart [DIN EN ISO 14688-1] csi'MSa/FSa
Bodengruppe SU
T/U/S/G [%] - / 7.4 / 92.3 / 0.3 / -
Cu/Cc 2.9/1.2
Frostsicherheit F1
kf-Wert [m/s] + Verfahren 5.59E-5 Beyer
d10/d30/d60 [mm]: 0.075 / 0.136 / 0.214
Siebanalyse:
Trockenmasse [g]: 184.30

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
4.0	0.00	0.00	100.00
2.0	0.40	0.22	99.78
1.0	0.90	0.49	99.29
0.5	7.20	3.91	95.39
0.25	35.20	19.10	76.29
0.125	108.90	59.09	17.20
0.063	18.00	9.77	7.43
Schale	13.70	7.43	-
Summe	184.30		
Siebverlust	0.00		



Consulting | Engineering

WESSLING Consulting Engineering GmbH & Co. KG

Oststraße 6, 48341 Altenberge

Tel.: 02505 / 89-0

Körnungslinie

nach DIN EN ISO 17892-4 (2017-04)

Errichtung von 4 WEA im Windpark (WP) Fahrenkamp
Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz

Prüfungsnummer: 25-0347-04

Entnahmedatum: 27.03.2025

Art der Entnahme: gestört

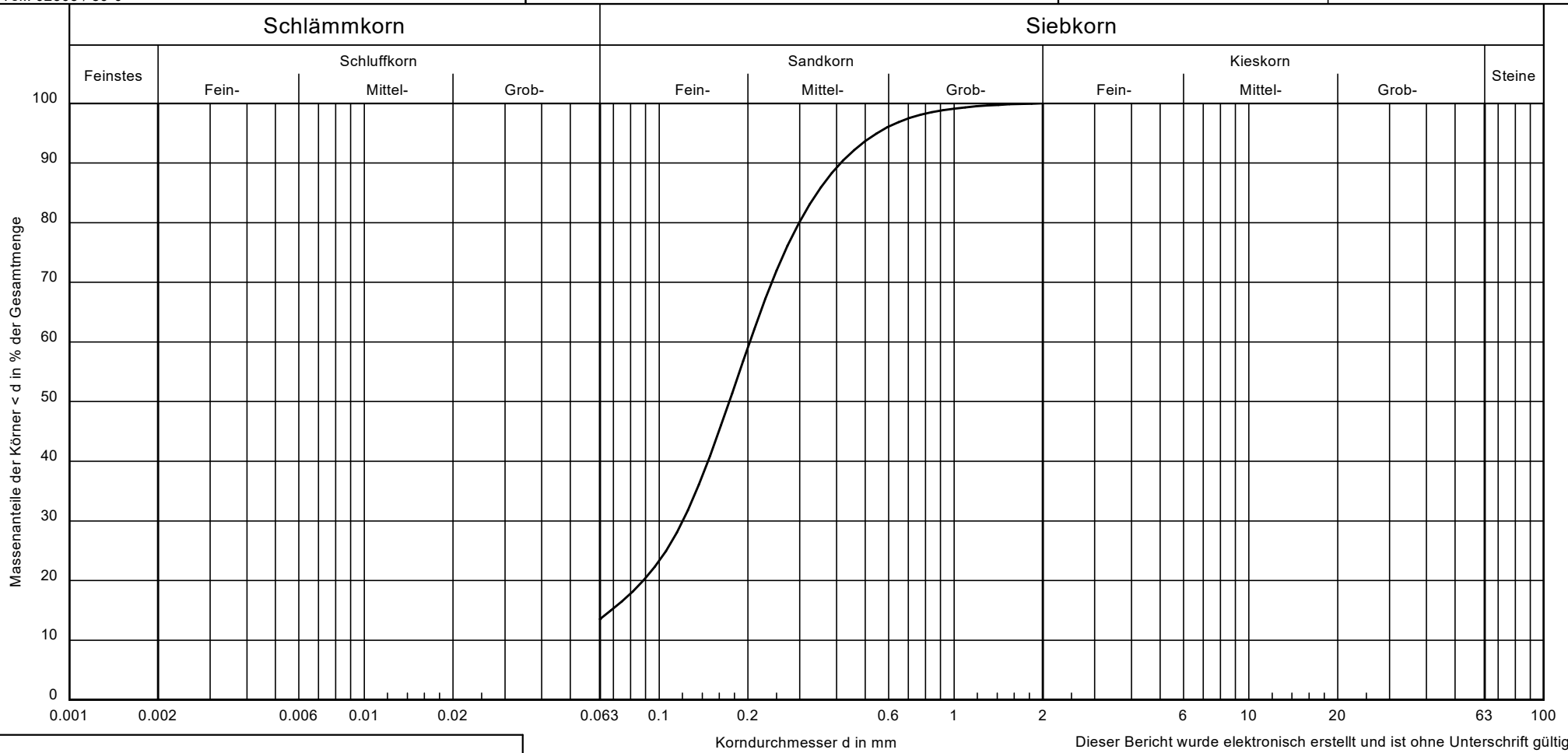
Methode: Nasssiebung

Auftraggeber:

JUWI GmbH

Energie-Allee 1

55286 Wörrstadt



Bearbeiter: Chr. von Basum Bearbeitungsende: 04.04.2025

Korndurchmesser d in mm

Dieser Bericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Proben.

Signatur	Probenbezeichnung	Tiefe [m]	Bodenart [DIN 4022]	Bodenart [DIN EN ISO 14688-1]	Bodengruppe	T/U/S/G [%]	Cu/Cc	Frostsicherheit	kf-Wert [m/s] + Verfahren	Bemerkungen:
—	RKS 23	4,5-6,0	fS, m \bar{s} , u'	csi'msa*FSa	SU	- /13.6/86.4/ -	-/-	F2	1.4 · 10 ⁻⁵ USBR	- kf-Wert ohne Beachtung der Gültigkeitsregel! - Schlämmung nicht durchgeführt

Projekt-Nr.
EAL-25-0089
Auftrags-Nr.
EAL-00436-25

Körnungslinie

nach DIN EN ISO 17892-4 (2017-04)

Errichtung von 4 WEA im Windpark (WP) Fahrenkamp
Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz

Bearbeiter: Chr. von Basum

Datum: 04.04.2025

Prüfungsnummer: 25-0347-04

Entnahmedatum: 27.03.2025

Art der Entnahme: gestört

Methode: Nasssiebung

Prüfung DIN EN ISO 17892-4 - 5.2
Probenbezeichnung RKS 23
Tiefe [m] 4,5-6,0
Bodenart [DIN 4022] fS, m \bar{s} , u'
Bodenart [DIN EN ISO 14688-1] csi'msa*FSa
Bodengruppe SU
T/U/S/G [%] - / 13.6 / 86.4 / - / -
Cu/Cc -/-
Frostsicherheit F2
kf-Wert [m/s] + Verfahren 1.36E-5 USBR
d10/d30/d60 [mm]: - / 0.120 / 0.203
Siebanalyse:
Trockenmasse [g]: 182.20

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
2.0	0.00	0.00	100.00
1.0	0.70	0.38	99.62
0.5	6.20	3.40	96.21
0.25	33.80	18.55	77.66
0.125	96.20	52.80	24.86
0.063	20.60	11.31	13.56
Schale	24.70	13.56	-
Summe	182.20		
Siebverlust	0.00		



Consulting | Engineering

WESSLING Consulting Engineering GmbH & Co. KG

Oststraße 6, 48341 Altenberge

Tel.: 02505 / 89-0

Körnungslinie

nach DIN EN ISO 17892-4 (2017-04)

Errichtung von 4 WEA im Windpark (WP) Fahrenkamp
Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz

Prüfungsnummer: 25-0347-05

Entnahmedatum: 27.03.2025

Art der Entnahme: gestört

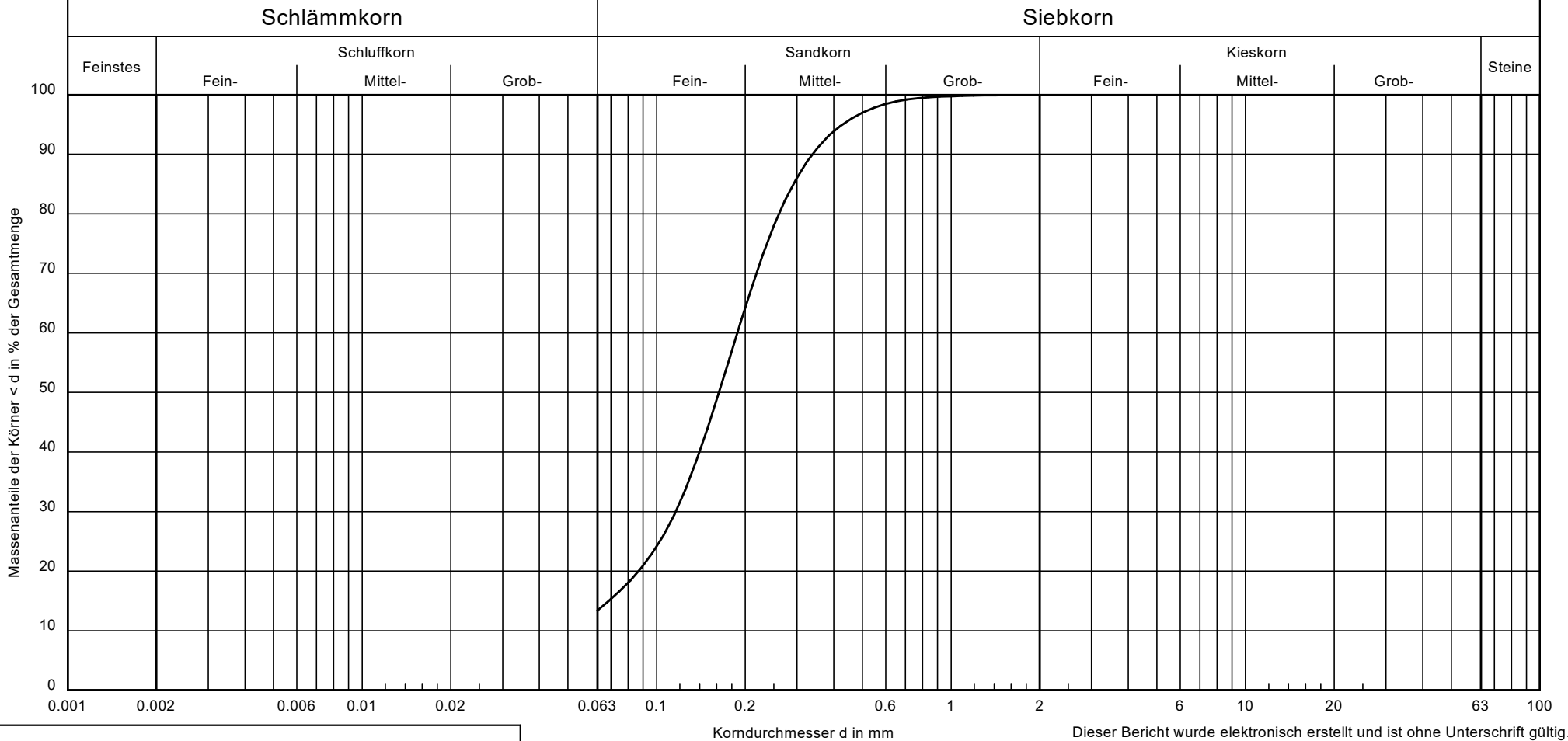
Methode: Nasssiebung

Auftraggeber:

JUWI GmbH

Energie-Allee 1

55286 Wörrstadt



Bearbeiter: Chr. von Basum Bearbeitungsende: 04.04.2025

Dieser Bericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Proben.

Signatur	Probenbezeichnung	Tiefe [m]	Bodenart [DIN 4022]	Bodenart [DIN EN ISO 14688-1]	Bodengruppe	T/U/S/G [%]	Cu/Cc	Frostsicherheit	kf-Wert [m/s] + Verfahren	Bemerkungen:	Projekt-Nr. EAL-25-0089 Auftrags-Nr. EAL-00436-25
—	RKS 23	6,0-7,5	fS, mS, u'	csi'msa*FSa	SU	-/13.4/86.6/-	-/-	F2	1.3 · 10 ⁻⁵ USBR	- kf-Wert ohne Beachtung der Gültigkeitsregel! - Schlämmung nicht durchgeführt	

Körnungslinie

nach DIN EN ISO 17892-4 (2017-04)

Errichtung von 4 WEA im Windpark (WP) Fahrenkamp
Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz

Bearbeiter: Chr. von Basum

Datum: 04.04.2025

Prüfungsnummer: 25-0347-05

Entnahmedatum: 27.03.2025

Art der Entnahme: gestört

Methode: Nasssiebung

Prüfung DIN EN ISO 17892-4 - 5.2
Probenbezeichnung RKS 23
Tiefe [m] 6,0-7,5
Bodenart [DIN 4022] fS, m \bar{s} , u'
Bodenart [DIN EN ISO 14688-1] csi'msa*FSa
Bodengruppe SU
T/U/S/G [%] - / 13.4 / 86.6 / - / -
Cu/Cc -/-
Frostsicherheit F2
kf-Wert [m/s] + Verfahren 1.30E-5 USBR
d10/d30/d60 [mm]: - / 0.116 / 0.188
Siebanalyse:
Trockenmasse [g]: 181.80

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
2.0	0.00	0.00	100.00
1.0	0.30	0.17	99.83
0.5	1.40	0.77	99.06
0.25	24.20	13.31	85.75
0.125	109.20	60.07	25.69
0.063	22.30	12.27	13.42
Schale	24.40	13.42	-
Summe	181.80		
Siebverlust	0.00		

Körnungslinie

nach DIN EN ISO 17892-4 (2017-04)

Errichtung von 4 WEA im Windpark (WP) Fahrenkamp
Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz

Prüfungsnummer: 25-0347-06

Entnahmedatum: 27.03.2025

Art der Entnahme: gestört

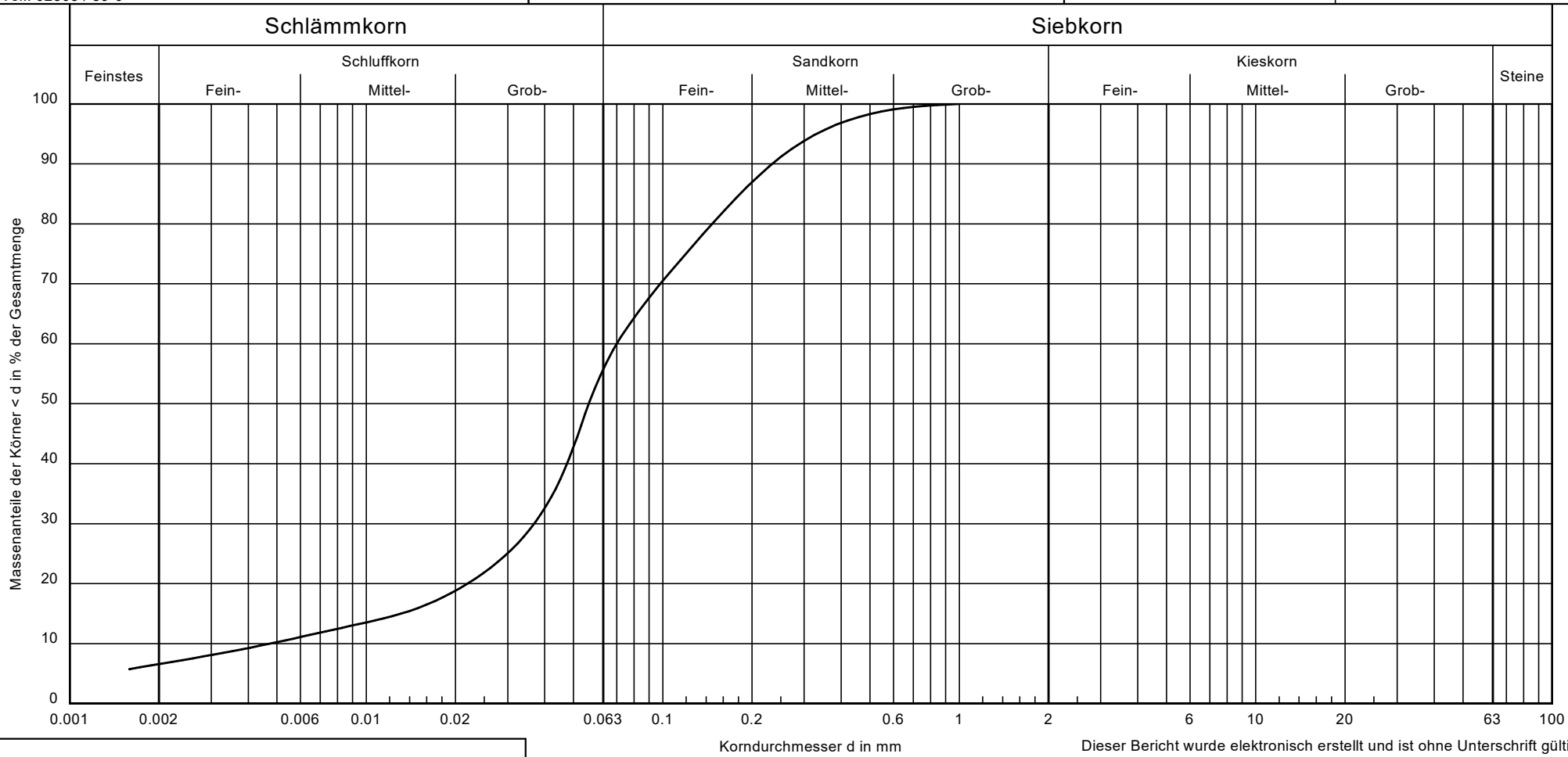
Methode: Sieb-/Schlammanalyse

Auftraggeber:

JUWI GmbH

Energie-Allee 1

55286 Wörrstadt



Bearbeiter: Chr. von Basum Bearbeitungsende: 04.04.2025

Korndurchmesser d in mm

Dieser Bericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Proben.

Signatur	Probenbezeichnung	Tiefe [m]	Bodenart [DIN 4022]	Bodenart [DIN EN ISO 14688-1]	Bodengruppe	T/U/S/G [%]	Cu/Cc	Frostsicherheit	kf-Wert [m/s] + Verfahren	Bemerkungen:	Projekt-Nr.
—	RKS 23	7,5-9,0	U, S, t'	cl'Sa/Si		6.6/49.2/44.3/ -	14.8/4.1	-	5.5 · 10 ⁻⁷ USBR	- Bodengruppe und Frostsicherheit anhand der Körnungsanalyse nicht ermittelbar	EAL-25-0089 Auftrags-Nr. EAL-00436-25

Körnungslinie

nach DIN EN ISO 17892-4 (2017-04)

Errichtung von 4 WEA im Windpark (WP) Fahrenkamp
 Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz

Prüfungsnummer: 25-0347-06

Entnahmedatum: 27.03.2025

Art der Entnahme: gestört

Methode: Sieb-/Schlammanalyse

Bearbeiter: Chr. von Basum

Datum: 04.04.2025

Prüfung DIN EN ISO 17892-4 - 5.5
 Probenbezeichnung RKS 23
 Tiefe [m] 7,5-9,0
 Bodenart [DIN 4022] U, S, t'
 Bodenart [DIN EN ISO 14688-1] cl'Sa/Si
 Bodengruppe
 T/U/S/G [%] 6.6 / 49.2 / 44.3 / - / -
 Cu/Cc 14.8/4.1
 Frostsicherheit -
 kf-Wert [m/s] + Verfahren 5.53E-7 USBR
 d10/d30/d60 [mm]: 0.005 / 0.037 / 0.070
 Siebanalyse:
 Trockenmasse [g]: 161.00
 Schlammanalyse:
 Trockenmasse [g]: 39.51
 Korndichte [g/cm³]: 2.650
 Aräometer:
 Bezeichnung: Aräometer 4257
 Volumen Aräometerbirne [cm³]: 58.40
 Abstand 100-ml 1000-ml [mm]: 305.50
 Länge Aräometerbirne [mm]: 162.00
 Abstd. OK Birne - UK Skala [mm]: 10.40
 Meniskuskorrektur C_m / R'_0 : 0.10 / 0.30
 d1 = 19.6 d2 = 39.7 d3 = 59.7 d4 = 79.6
 d5 = 100.0 d6 = 120.7 d7 = 141.6 mm

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
1.0	0.00	0.00	100.00
0.5	1.20	0.75	99.25
0.25	10.30	6.40	92.86
0.125	26.80	16.65	76.21
0.063	27.80	17.27	58.94
Schale	94.90	58.94	-
Summe	161.00		
Siebverlust	0.00		

Schlammanalyse

Zeit		R'_h	$R'_h + R_0$	Korngröße	T	H_r	η	Durchgang
[h]	[min]	[-]	$R_0 = C_m + R'_0$	[mm]	[°C]	[mm]	[-]	[%]
0	0.5	20.00	20.40	0.0678	19.3	121.19	1.02280	48.88
0	1	17.00	17.40	0.0503	19.3	133.19	1.02280	41.69
0	2	12.00	12.40	0.0381	19.3	153.13	1.02280	29.71
0	5	8.50	8.90	0.0252	19.2	167.21	1.02532	21.32
0	15	6.00	6.40	0.0150	19.2	177.41	1.02532	15.33
0	45	5.00	5.40	0.0087	19.4	181.49	1.02029	12.94
2	0	4.00	4.40	0.0054	19.5	185.63	1.01778	10.54
6	0	3.00	3.40	0.0031	20.9	189.77	0.98373	8.15
24	0	2.00	2.40	0.0016	19.8	193.91	1.01033	5.75

Körnungslinie

nach DIN EN ISO 17892-4 (2017-04)

Errichtung von 4 WEA im Windpark (WP) Fahrenkamp
Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz

Prüfungsnummer: 25-0347-07

Entnahmedatum: 27.03.2025

Art der Entnahme: gestört

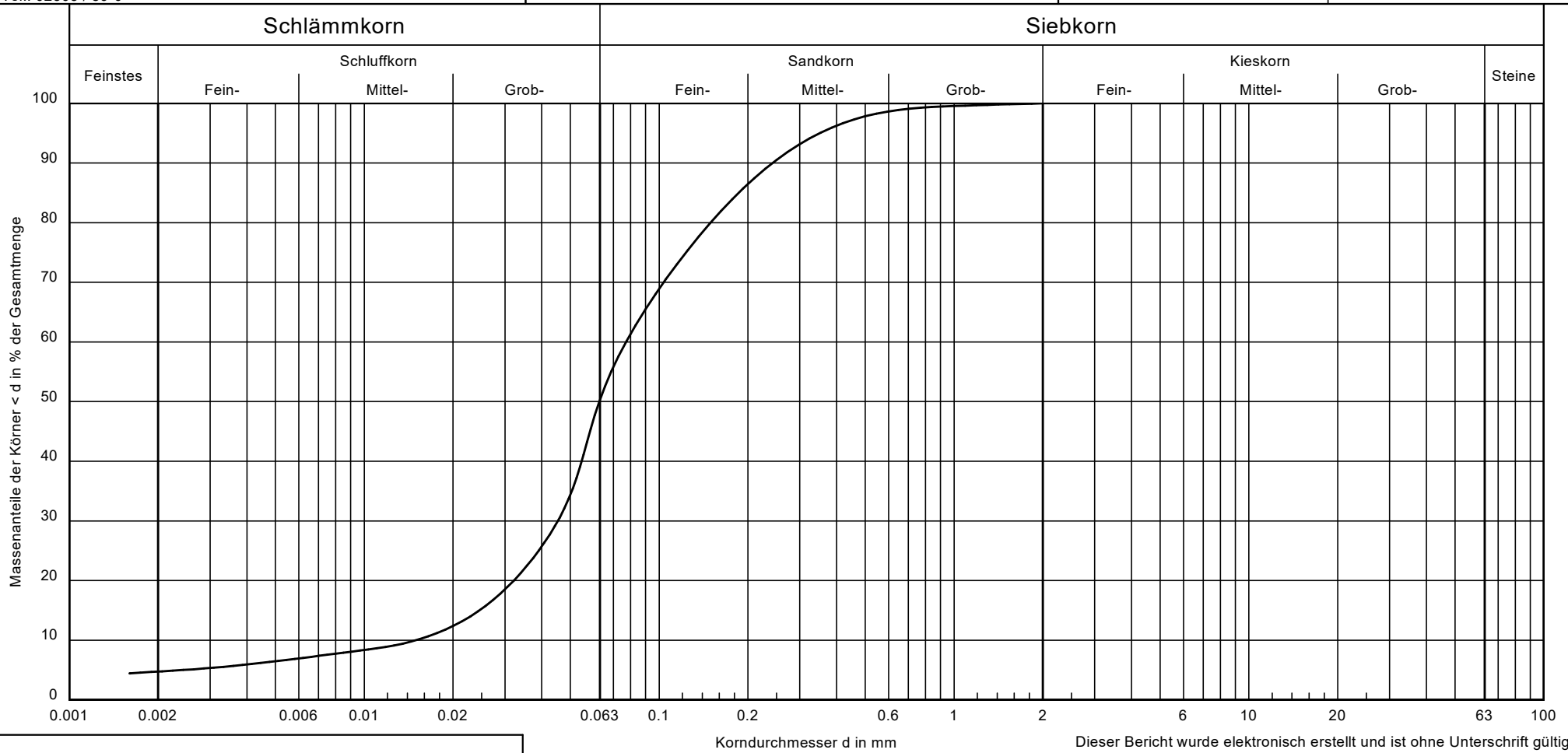
Methode: Sieb-/Schlammnanalyse

Auftraggeber:

JUWI GmbH

Energie-Allee 1

55286 Wörrstadt



Bearbeiter: Chr. von Basum Bearbeitungsende: 04.04.2025

Korndurchmesser d in mm

Dieser Bericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Proben.

Signatur	Probenbezeichnung	Tiefe [m]	Bodenart [DIN 4022]	Bodenart [DIN EN ISO 14688-1]	Bodengruppe	T/U/S/G [%]	Cu/Cc	Frostsicherheit	kf-Wert [m/s] + Verfahren	Bemerkungen:	Projekt-Nr.
—	RKS 24	7,5-8,5	S, U	Si/Sa		4.7/45.5/49.7/	5.2/1.8	-	1.8 · 10 ⁻⁶ Beyer	- Bodengruppe und Frostsicherheit anhand der Körnungsanalyse nicht ermittelbar - kf-Wert ohne Beachtung der Gültigkeitsregel!	EAL-25-0089 Auftrags-Nr. EAL-00436-25

Körnungslinie

nach DIN EN ISO 17892-4 (2017-04)

Errichtung von 4 WEA im Windpark (WP) Fahrenkamp
 Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz

Prüfungsnummer: 25-0347-07

Entnahmedatum: 27.03.2025

Art der Entnahme: gestört

Methode: Sieb-/Schlammanalyse

Bearbeiter: Chr. von Basum

Datum: 04.04.2025

Prüfung DIN EN ISO 17892-4 - 5.5
 Probenbezeichnung RKS 24
 Tiefe [m] 7,5-8,5
 Bodenart [DIN 4022] S, U
 Bodenart [DIN EN ISO 14688-1] Si/Sa
 Bodengruppe
 T/U/S/G [%] 4.7 / 45.5 / 49.7 / - / -
 Cu/Cc 5.2/1.8
 Frostsicherheit -
 kf-Wert [m/s] + Verfahren 1.79E-6 Beyer
 d10/d30/d60 [mm]: 0.015 / 0.045 / 0.077
 Siebanalyse:
 Trockenmasse [g]: 195.60
 Schlammanalyse:
 Trockenmasse [g]: 31.32
 Korndichte [g/cm³]: 2.650
 Aräometer:
 Bezeichnung: Aräometer 4257
 Volumen Aräometerbirne [cm³]: 58.40
 Abstand 100-ml 1000-ml [mm]: 305.50
 Länge Aräometerbirne [mm]: 162.00
 Abstd. OK Birne - UK Skala [mm]: 10.40
 Meniskuskorrektur C_m / R'_0 : 0.10 / 0.30
 d1 = 19.6 d2 = 39.7 d3 = 59.7 d4 = 79.6
 d5 = 100.0 d6 = 120.7 d7 = 141.6 mm

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
2.0	0.00	0.00	100.00
1.0	0.80	0.41	99.59
0.5	1.40	0.72	98.88
0.25	13.60	6.95	91.92
0.125	30.10	15.39	76.53
0.063	43.30	22.14	54.40
Schale	106.40	54.40	-
Summe	195.60		
Siebverlust	0.00		

Schlammanalyse

Zeit		R'_h	$R'_h + R_0$	Korngröße	T	H_r	η	Durchgang
[h]	[min]	[-]	$R_0=C_m+R'_0$	[mm]	[°C]	[mm]	[-]	[%]
0	0.5	16.00	16.40	0.0723	19.1	137.19	1.02785	45.75
0	1	12.50	12.90	0.0537	19.1	151.14	1.02785	35.98
0	2	8.50	8.90	0.0399	19.1	167.21	1.02785	24.83
0	5	5.00	5.40	0.0263	19.1	181.49	1.02785	15.06
0	15	3.00	3.40	0.0155	19.4	189.77	1.02029	9.48
0	45	2.50	2.90	0.0090	19.4	191.84	1.02029	8.09
2	0	2.00	2.40	0.0055	19.5	193.91	1.01778	6.69
6	0	1.50	1.90	0.0032	20.9	195.98	0.98373	5.30
24	0	1.20	1.60	0.0016	19.8	197.22	1.01033	4.46

Körnungslinie

nach DIN EN ISO 17892-4 (2017-04)

Errichtung von 4 WEA im Windpark (WP) Fahrenkamp
Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz

Prüfungsnummer: 25-0347-08

Entnahmedatum: 27.03.2025

Art der Entnahme: gestört

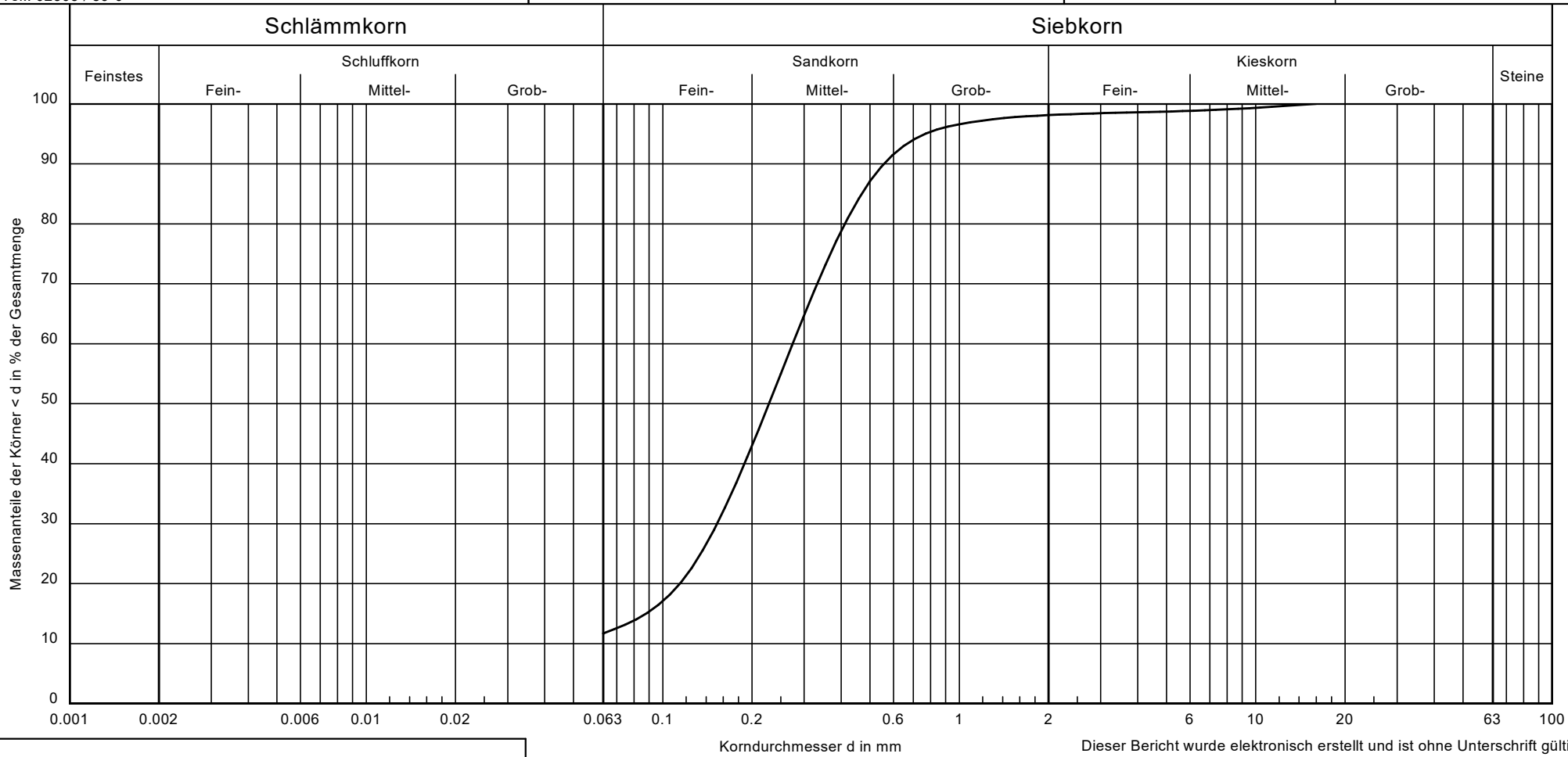
Methode: Nasssiebung

Auftraggeber:

JUWI GmbH

Energie-Allee 1

55286 Wörrstadt



Bearbeiter: Chr. von Basum Bearbeitungsende: 04.04.2025

Korndurchmesser d in mm

Dieser Bericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Proben.

Signatur	Probenbezeichnung	Tiefe [m]	Bodenart [DIN 4022]	Bodenart [DIN EN ISO 14688-1]	Bodengruppe	T/U/S/G [%]	Cu/Cc	Frostsicherheit	kf-Wert [m/s] + Verfahren	Bemerkungen:
—	RKS 24	10,0-12,0	mS, fs, u', gs'	csa'csi'fsa*MSa	SU	- /11.7/86.4/1.9	-/-	F2	2.4 · 10 ⁻⁵ USBR	- kf-Wert ohne Beachtung der Gültigkeitsregel! - Schlämmung nicht durchgeführt

Projekt-Nr.
EAL-25-0089
Auftrags-Nr.
EAL-00436-25

Körnungslinie

nach DIN EN ISO 17892-4 (2017-04)

Errichtung von 4 WEA im Windpark (WP) Fahrenkamp
Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz

Bearbeiter: Chr. von Basum

Datum: 04.04.2025

Prüfungsnummer: 25-0347-08

Entnahmedatum: 27.03.2025

Art der Entnahme: gestört

Methode: Nasssiebung

Prüfung DIN EN ISO 17892-4 - 5.2
Probenbezeichnung RKS 24
Tiefe [m] 10,0-12,0
Bodenart [DIN 4022] mS, f_s, u', gs'
Bodenart [DIN EN ISO 14688-1] csa'csi'fsa*MSa
Bodengruppe SU
T/U/S/G [%] - / 11.7 / 86.4 / 1.9 / -
Cu/Cc -/-
Frostsicherheit F2
kf-Wert [m/s] + Verfahren 2.45E-5 USBR
d10/d30/d60 [mm]: - / 0.152 / 0.274
Siebanalyse:
Trockenmasse [g]: 205.30

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
16.0	0.00	0.00	100.00
8.0	2.10	1.02	98.98
4.0	0.80	0.39	98.59
2.0	0.70	0.34	98.25
1.0	2.20	1.07	97.17
0.5	9.30	4.53	92.64
0.25	77.30	37.65	54.99
0.125	77.50	37.75	17.24
0.063	11.40	5.55	11.69
Schale	24.00	11.69	-
Summe	205.30		
Siebverlust	0.00		

Körnungslinie

nach DIN EN ISO 17892-4 (2017-04)

Errichtung von 4 WEA im Windpark (WP) Fahrenkamp
Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz

Prüfungsnummer: 25-0347-09

Entnahmedatum: 27.03.2025

Art der Entnahme: gestört

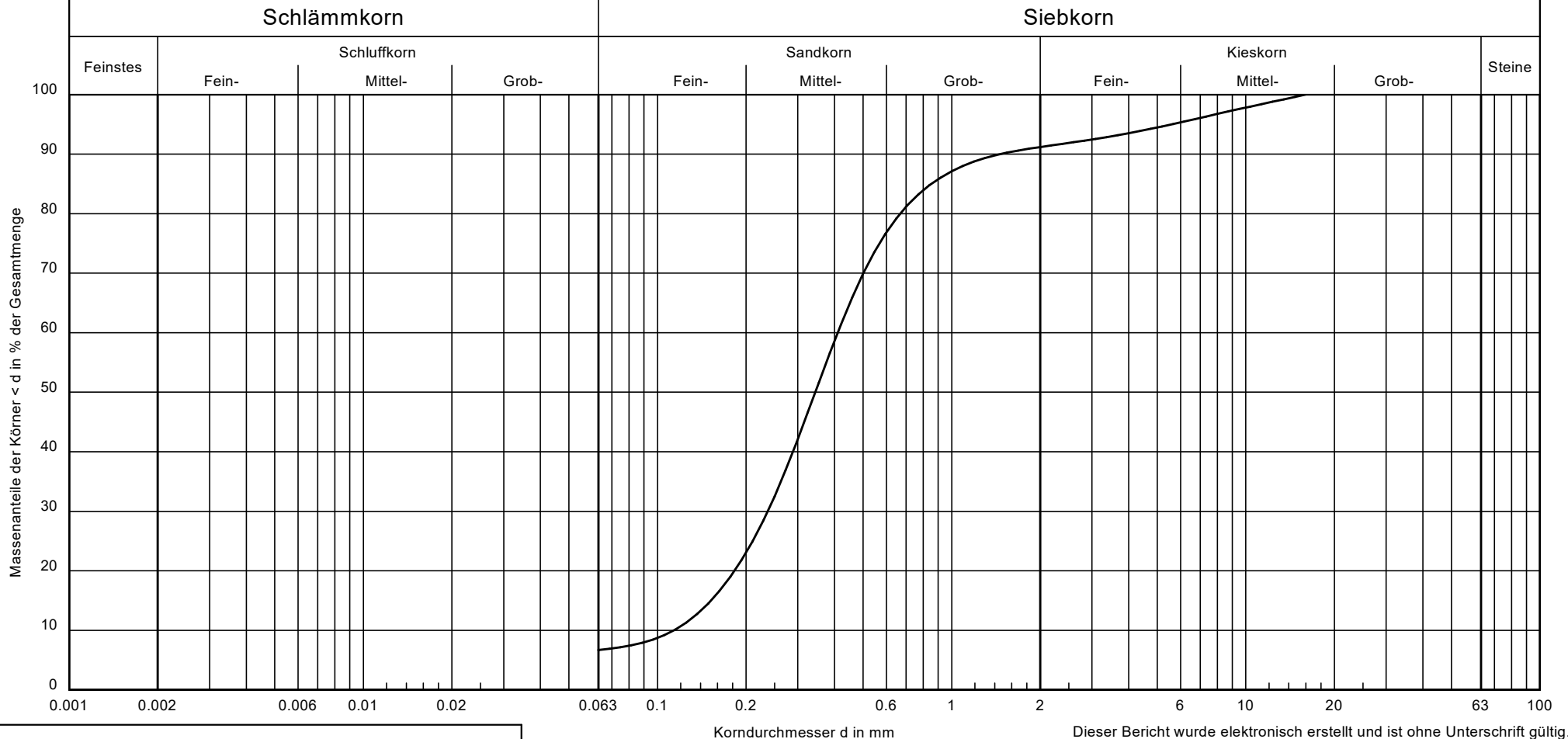
Methode: Nasssiebung

Auftraggeber:

JUWI GmbH

Energie-Allee 1

55286 Wörrstadt



Bearbeiter: Chr. von Basum Bearbeitungsende: 04.04.2025

Dieser Bericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.
Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Proben.

Signatur	Probenbezeichnung	Tiefe [m]	Bodenart [DIN 4022]	Bodenart [DIN EN ISO 14688-1]	Bodengruppe	T/U/S/G [%]	Cu/Cc	Frostsicherheit	kf-Wert [m/s] + Verfahren	Bemerkungen:	Projekt-Nr. EAL-25-0089 Auftrags-Nr. EAL-00436-25
—	RKS 24	12,0-15,0	S, g', u'	si'gr'Sa	SU	- /6.7/84.5/8.8	3.6/1.2	F1	1.2 · 10 ⁻⁴ Beyer		

Körnungslinie

nach DIN EN ISO 17892-4 (2017-04)

Errichtung von 4 WEA im Windpark (WP) Fahrenkamp
Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz

Bearbeiter: Chr. von Basum

Datum: 04.04.2025

Prüfungsnummer: 25-0347-09

Entnahmedatum: 27.03.2025

Art der Entnahme: gestört

Methode: Nasssiebung

Prüfung DIN EN ISO 17892-4 - 5.2
Probenbezeichnung RKS 24
Tiefe [m] 12,0-15,0
Bodenart [DIN 4022] S, g', u'
Bodenart [DIN EN ISO 14688-1] si'gr'Sa
Bodengruppe SU
T/U/S/G [%] - / 6.7 / 84.5 / 8.8 / -
Cu/Cc 3.6/1.2
Frostsicherheit F1
kf-Wert [m/s] + Verfahren 1.16E-4 Beyer
d10/d30/d60 [mm]: 0.114 / 0.237 / 0.410
Siebanalyse:
Trockenmasse [g]: 309.70

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
16.0	0.00	0.00	100.00
8.0	9.90	3.20	96.80
4.0	11.00	3.55	93.25
2.0	6.30	2.03	91.22
1.0	7.10	2.29	88.92
0.5	40.80	13.17	75.75
0.25	148.80	48.05	27.70
0.125	59.90	19.34	8.36
0.063	5.20	1.68	6.68
Schale	20.70	6.68	-
Summe	309.70		
Siebverlust	0.00		

ANLAGE 6

Ergebnisse der chemischen Untersuchungen

Prüfbericht über die Prüfung und Beurteilung von Wasser auf Beton- und
Stahlaggressivität (Anlage 6.1, 2 Seiten)

Prüfbericht Nr.: CB025-004257-2 (Anlage 6.2, 3 Seiten)

Prüfbericht Nr.: CB025-003361-1 (Anlage 6.3, 4 Seiten)

Prüfbericht über die Prüfung und Beurteilung von Wasser auf Betonaggressivität	Probenahme und Analyse nach DIN 4030 Teil 2
---	--

1. Allgemeine Angaben			
Auftraggeber:	WESSLING Consulting Engineering GmbH & Co. KG	Auftrags-Nr.:	
Bauvorhaben:	33442 Herzebrock-Clarholz, Projekt Fahrer	Labor-Nr.:	25-054922-04
Art des Wassers: (z.B. Grund-, Oberflächen-, Sickerwasser)	Grundwasser	Bezeichnung des Wassers:	WEA04
Entnahmestelle: (z.B. Bohrloch, Schürfgrube, offenes Gewässer)	RKS 22	Entnahmetiefe:	0,65 - 1,5 m
Temperatur des Wassers: °C	Entnahmezeit: Uhr	Entnahmedatum:	27.03.2025

2. Erweiterte Angaben			
Fließrichtung:		Fließgeschwindigkeit:	m/s
Höhe des Wasserspiegels:	m	Hydrostatischer Druck:	m
Beschreibung der Geländeverhältnisse am Entnahmeort: (z.B. Wohnhäuser, Industrie, Deponie, Halden, Ackerland, Wald)			
Altenberge, 19.05.2025		Piotr, Zeisig	
Ort, Datum		Probenehmer Auftraggeber	

3. Wasseranalyse		4. Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1 ¹⁾		
Parameter	Prüfergebnis	schwach angreifend	stark angreifend	sehr stark angreifend
Aussehen		-	-	-
Geruch (unveränderte Probe)		-	-	-
Geruch (angesäuerte Probe)		-	-	-
pH-Wert	6,1	6,5 bis 5,5	< 5,5 bis 4,5	< 4,5
KMnO ₄ -Verbrauch	280 mg/l	-	-	-
Härte	310	mg CaO / l	-	-
Härtehydrogencarbonat	51		-	-
Nichtcarbonathärte	260		-	-
Magnesium (Mg ²⁺)	15 mg/l	300 bis 1000	> 1000 bis 3000	> 3000
Ammonium (NH ₄ ⁺)	0,53 mg/l	15 bis 30	> 30 bis 60	> 60
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	100 mg/l	200 bis 600	> 600 bis 3000	> 3000
Chlorid (Cl ⁻)	120 mg/l	-	-	-
CO ₂ (kalklösend)	83,6 mg/l	15 bis 40	> 40 bis 100	> 100
Sulfid (S ²⁻)	0,26 mg/l	-	-	-

¹⁾ Für die Beurteilung ist der höchste Angriffsgrad maßgebend, auch wenn er nur von einem der Werte erreicht wird.
Liegen zwei oder mehr Werte im oberen Viertel eines Bereichs (bei pH im unteren Viertel), so erhöht sich der Angriffsgrad um eine Stufe (ausgenommen Meerwasser und Niederschlagswasser).

5. Beurteilung	
Das untersuchte Wasser ist stark betonangreifend.	
Bochum, den 08.05.2025	P. Iker
Ort, Datum	Sachbearbeiter
WESSLING GmbH, Am Umweltpark 1, 44793 Bochum	

Anlage: Bewertung der Stahlaggressivität von Wässern						
nach DIN 50929 Teil 3: Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung (Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern)						
Labornummer:	25-054922-04					
Merkmal und Dimension	Einheit	Analyse	unlegierte Eisen		verzinkter Stahl	
(1) Wasserart			N ₁ =	0	M ₁ =	-2
a) fließende Gewässer		x				
b) stehende Gewässer						
c) Küste von Binnenseen						
d) anaerobe Moor, Meeresküste						
(2) Lage des Objektes			N ₂ =	0	M ₂ =	0
a) Unterwasserbereich		x				
b) Wasser-/Luftbereich						
c) Spritzwasserbereich						
(3) c(Cl⁻) + 2c(SO₄²⁻)		5,5				
mit Chlorid (Cl ⁻)	mol/m ³	3,5				
mit Sulfat (SO ₄ ²⁻)	mol/m ³	1	N ₃ =	-4	M ₃ =	-1
(4) Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	1,83	N ₄ =	2	M ₄ =	1
(5) Ca²⁺	mol/m ³	4,9	N ₅ =	1	M ₅ =	3
(6) pH-Wert	-	6,1	N ₆ =	-2	M ₆ =	-4
(7) Objekt/Wasser-Potential	V	0,31	N ₇ =	-8		
(Zur Feststellung der Fremdkathoden)						
Bewertungszahlsumme W ₀		-5,00				
Bewertungszahlsumme W ₁		-5,00				
Bewertungszahlsumme W _D		-3	Bewertungszahlsumme W _L =		-3	
Beurteilung:						
Die Korrosionswahrscheinlichkeit von unlegierten und niedriglegierten Stählen in Wässern ist im Unterwasserbereich						
mittel	bezüglich Mulden und Lochkorrosion und					
gering	bezüglich der Flächenkorrosion.					
Die Korrosionswahrscheinlichkeit von unlegierten und niedriglegierten Stählen in Wässern ist an der Wasser/Luft-Grenze						
mittel	bezüglich Mulden und Lochkorrosion und					
gering	bezüglich der Flächenkorrosion.					
Die Güte der Deckschichten auf feuerverzinkten Stählen ist			gut.			
Bemerkung:						
Bewertung für fließendes Gewässer im Unterwasserbereich			WESSLING GmbH, Am Umweltpark 1, 44793 Bochum			
Bochum, den 08.05.2025			P. Iker Sachbearbeiter			



WESSLING GmbH
Am Umweltpark 1 · 44793 Bochum
www.wessling.de

Anlage 6.2
(3 Seiten)
unser Zeichen:
EAL-0089-25 /
EAL-00436-25

WESSLING GmbH, Am Umweltpark 1, 44793 Bochum

WESSLING Consulting Engineering GmbH & Co. KG
Herr Thorsten Freisfeld
Oststraße 6
48341 Altenberge

Geschäftsfeld: Umwelt
Ansprechpartner: P. Iker
Durchwahl: +49 234 6 897 108
E-Mail: Patricia.Iker@wessling.de

Prüfbericht

Prüfbericht Nr.: CBO25-004257-2

Datum: 08.05.2025

Auftrag Nr.: CBO-02617-25

Auftrag: 33442 Herzebrock-Clarholz, Projekt Fahrenkamp, Baugrundgutachten & Geotechnischer Bericht

Patricia Iker
Sachverständige Umwelt



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PI-14162-01-00

Durch die DAKKS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit ^h gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

Geschäftsführer:
Sven Polenz,
Thomas Symura
HRB 1953 AG Steinfurt

Probeninformation

Probe Nr.	25-054922-04
Bezeichnung	WEA04
Probenart	Grundwasser
Proben-ID	WCE-39385 - 1 - 4
Probenahme durch	Auftraggeber
Eingangsdatum	06.05.2025
Untersuchungsbeginn	29.04.2025
Untersuchungsende	08.05.2025
WCE-Auftragsnummer	EAL-00436-25

Physikalisch-chemische Untersuchung

	25-054922-04	Einheit	Bezug	Methode	aS
pH-Wert	6,1		OS	DIN EN ISO 10523 (2012-04)	A AL
Messtemperatur pH-Wert	17,3	°C	OS	DIN EN ISO 10523 (2012-04)	A AL
Redoxpotential vs. NHE	310	mV	OS	DIN 38404-6 (1984-05)	A HA
Säurekapazität, pH 4,3	1,83	mmol/l	OS	DIN 38409-7 (2005-12)	A AL
Titrationstemperatur (Säure 4,3)	17,3	°C	OS	DIN 38409-7 (2005-12)	A AL
Säurekapazität, pH 4,3 nach CaCO ₃ -Zugabe	5,63	mmol/l	OS	DIN 38409-7 (2005-12)	A AL
Titrationstemperatur (Säure 4,3)	17,4	°C	OS	DIN 38409-7 (2005-12)	A AL
Sättigungs-pH-Wert nach CaCO ₃ -Sättigung	7,1		OS	DIN 38409-7 (2005-12)	A AL

Elemente

Aus der filtrierten Probe

	25-054922-04	Einheit	Bezug	Methode	aS
Barium (Ba), gelöst	720	µg/l	OS	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)	A AL
Calcium (Ca), gelöst	190.000	µg/l	OS	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)	A AL
Eisen (Fe), gelöst	39.000	µg/l	OS	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)	A AL
Magnesium (Mg), gelöst	15.000	µg/l	OS	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)	A AL
Strontium (Sr), gelöst	760	µg/l	OS	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)	A AL

Rechnerische Werte

	25-054922-04	Einheit	Bezug	Methode	aS
Calcium (Ca), gelöst	4,9	mol/m ³	OS	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)	A AL
Gesamthärte aus Ca,Mg,Ba,Sr (als CaO)	310	mg/l	OS	DIN 38409-6 mod. (1986-01)	A AL

Kationen, Anionen und Nichtmetalle

	25-054922-04	Einheit	Bezug	Methode	aS
Ammonium (NH ₄)	0,53	mg/l	OS	DIN EN ISO 11732 (2005-05)	A HA
Chlorid (Cl)	120	mg/l	OS	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)	A AL
Sulfat (SO ₄)	100	mg/l	OS	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)	A AL
Sulfid (S), leicht freisetzbar	0,26	mg/l	OS	DIN 38405-27 (1992-07)	A AL

Rechnerische Werte

	25-054922-04	Einheit	Bezug	Methode	aS
Chlorid (Cl)	3,5	mol/m ³	OS	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)	A AL
Sulfat (SO ₄)	1,0	mol/m ³	OS	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)	A AL
Härtehydrogencarbonat (als CaO)	51	mg/l	OS	DIN 4030-2 (1986-01 / 2008-06)	AL
Nichtcarbonathärte (als CaO)	260	mg/l	OS	DIN 4030-2 (1986-01 / 2008-06)	AL
Kohlensäure (CO ₂), aggressive	83,6	mg/l	OS	DIN 38404-10-M4 (1995-04)	AL

Summenparameter

	25-054922-04	Einheit	Bezug	Methode	aS
Permanganat-Verbrauch	280	mg/l	OS	DIN 4030 Teil 2 (2008-06)	A HA

25-054922-03

Kommentare der Ergebnisse:

Eisen (Fe), gelöst: Bestimmungsgrenze musste aufgrund von analytischen Erfordernissen angehoben werden.

Norm

DIN 38409-6 mod. (1986-01)

Modifikation

Bestimmung des Calcium- und Magnesium-Gehaltes mit der ICP-OES oder ICP-MS

Legende

aS ausführender Standort

HA Hannover

n. a. nicht analysiert (chemisch),
nicht auswertbar
(mikrobiologisch)

OS Originalsubstanz

n. n. nicht nachgewiesen
(chemisch), nicht nachweisbar
(mikrobiologisch)

AL Altenberge

n. b. nicht bestimmbar

WESSLING GmbH
Am Umweltpark 1 · 44793 Bochum
www.wessling.de

WESSLING GmbH, Am Umweltpark 1, 44793 Bochum

WESSLING Consulting Engineering GmbH & Co. KG
Herr Thorsten Freisfeld
Oststraße 6
48341 Altenberge

Geschäftsfeld: Umwelt
Ansprechpartner: P. Iker
Durchwahl: +49 234 6 897 108
E-Mail: Patricia.Iker
@wessling.de

Anlage 6.3
(4 Seiten)
unser Zeichen:
EAL-25-0089 /
EAL-00436-25

Prüfbericht

Prüfbericht Nr.: CBO25-003361-1

Datum: 10.04.2025

Auftrag Nr.: CBO-02277-25

Auftrag: 33442 Herzebrock-Clarholz, Projekt Fahrenkamp, Baugrundgutachten & Geotechnischer Bericht



Patricia Iker
Sachverständige Umwelt



Probeninformation

Probe Nr.	25-046161-04
Bezeichnung	MP 4
Probenart	Boden
Proben-ID	WCE-38256 - 1 - 4
Probenahme durch	Auftraggeber
Probengefäß	500ml PE
Eingangsdatum	02.04.2025
Untersuchungsbeginn	02.04.2025
Untersuchungsende	10.04.2025
WCE-Auftragsnummer	EAL-00436-25

Probenvorbereitung gem. DIN 4030-2

	25-046161-04	Einheit	Bezug	BG	Methode	aS
Lufttrocknung (40°C)	04.04.2025				DIN 19747 (2009-07)	AL
Mahlen < 90 µm	04.04.2025				DIN 19747 (2009-07)	AL
25:1 Eluat	08.04.2025				DIN 4030-2 (2008-06)	AL
Salzsäureheißeextrakt	09.04.2025				DIN 4030-2 (2008-06)	AL

Probenvorbereitung gem. DIN 50929-3

	25-046161-04	Einheit	Bezug	BG	Methode	aS
Fraktion < 5 mm	n. a.	Gew%	OS	1	DIN 19747 (2009-07)	AL
Masse ungetrocknete Probe	751,7	g			DIN 19747 (2009-07)	AL
Auswaage Fraktion < 5 mm	n.a.	g			DIN 19747 (2009-07)	AL
Fraktion > 5 mm	n. a.	Gew%	OS	1	DIN 19747 (2009-07)	AL
4:1 Eluat	03.04.2025				DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 3	AL
Salzsäureauszug	04.04.2025				DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 4	AL

Kriterien gem. DIN 4030-2

	25-046161-04	Einheit	Bezug	BG	Methode	aS
Säuregrad nach Baumann-Gully	34	ml/kg	L-TS <2	10	DIN 4030-2 (2008-06)	AL
Sulfat, heiß HCl-löslich	150	mg/kg	L-TS	30	Berechnung aus S gem. DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL
Schwefel, heiß HCl-löslich	1.550	µg/l	SalzHE xtr	1.000	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

Im 25:1 Eluat

	25-046161-04	Einheit	Bezug	BG	Methode	aS
Chlorid (Cl)	<25	mg/kg	L-TS	25	Berechnung aus Cl gem. DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL
Chlorid (Cl)	<1	mg/l	EL 25:1	1,0	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

Kriterium gem. DIN 4030-2, DIN 50929-3

	25-046161-04	Einheit	Bezug	BG	Methode	aS
Sulfid (S)	<1	mg/kg	L-TS	1,0	DIN 4030-2 mod. (2008-06)	AL

Kriterien gem. DIN 50929-3

	25-046161-04	Einheit	Bezug	BG	Methode	aS
Wassergehalt (105°C)	13,2	Gew%	OS <5		DIN EN 15934 (2012-11) A	AL
Abschlämbbare Bestandteile	4,2	Gew%	TS <5	0,1	DIN 50929-3 (2018-03)	*
pH-Wert (50 %-ige Aufschlämmung)	7,5		OS <5		DIN EN 15933 mod. (2012-11)	AL
Basekapazität, pH 7,0	n. a.	mmol/kg	TS <5	0,5	DVGW GW 9 (2011-09) Anhang B, Modul 5	AL
pH-Wert vor Titration	7,52		EL 4:1		DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	0,56	mmol/l	EL 4:1	0,100	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Titrationstemperatur (Säure 4,3)	18,09	°C	EL 4:1		DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	2,6	mmol/kg	TS <5	0,4	Berechnung aus SK4,3 gem. DIN 38409-7 (2005-12)	AL

Im 4:1 Eluat

	25-046161-04	Einheit	Bezug	BG	Methode	aS
Chlorid (Cl)	<1	mg/l	EL 4:1	1,0	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL
Sulfat (SO4)	1,4	mg/l	EL 4:1	1,0	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL
Neutralsalze (Cl + 2*SO4), gelöst incl. 1/2BG	0,2	mmol/kg	TS <5	0,1	Berechnung aus Messung gem. DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

im HCl-Extrakt

	25-046161-04	Einheit	Bezug	BG	Methode	aS
Schwefel, HCl-löslich	<1	mg/l	SalzsAu sz	1,00	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL
Sulfat, HCl-löslich	<0,3	mmol/kg	TS <5	0,1	Berechnung aus S gem. DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

ANLAGE 7

Schalplan
und
Fundamentdatenblatt (9 Seiten)

Verfasser / Author:	 <small>Fortschritt baut man aus Ideen</small>	Proj.-Nr. / No.:
		21683-E23
WEA / WT: Enercon E-175 EP5	NH / HH: 162 m	Hybridturm / Tower: DE-E23
		Datum / Date:
		13.07.2023

Fundamentdatenblatt / *Foundation datasheet*

Max Bögl Hybridturm DE-E23

E-175 EP5 HT-162-ES-C-01 Flachgründung

Projektnummer / <i>Project number:</i>	21683-E23
Documentnummer / <i>Document number</i>	D00346347
Anlagenhersteller / <i>Turbine manufacturer:</i>	ENERCON GmbH Dreekamp 5 DE-26605 Aurich
Windenergieanlage / <i>Wind turbine:</i>	Enercon E-175 EP5
Nabenhöhe / <i>Hub height:</i>	162 m
Bauteil / <i>Component:</i>	Flachgründung mit Auftrieb <i>Flat foundation with buoyancy</i>
Verfasser / <i>Author:</i>	Max Bögl Wind AG Max-Bögl-Str. 1 DE-92369 Sengenthal
Datum / <i>Date:</i>	13.07.2023
Enercon Dokumentennr. / Enercon Document no.:	D02784458-2

Bauteil / <i>Component:</i>	Fundament / <i>Foundation</i>	
Block / <i>Chapter:</i>		

Änderungsverzeichnis / *Table of revision*

Revision / <i>Revision</i>	Datum / <i>Date</i>	Beschreibung / <i>Description</i>	Bearbeiter / <i>Author</i>
00	23.12.2022	Erstausgabe / <i>First release</i>	J. Goycoolea
01	31.03.2023	Lasten 2023-02-13 hinzugefügt / <i>Loads from 2023-02-13 added</i>	J. Goycoolea
02	13.07.2023	Benennung der Windenergieanlage im Titel korrigiert / <i>Name of the wind turbine in the title corrected</i>	R. Braun

Datum / *Date*: 13.07.2023

Aufgestellt:



i.A. Joaquin Goycoolea Castillo

Aufgestellt /
Prepared by:



i.A. Roman Braun

Geprüft und freigegeben /
Checked and approved by:



i.A. Thorsten Betz

Bauteil / <i>Component</i> :	Fundament / <i>Foundation</i>	Seite/ <i>Page</i> :	2
Block / <i>Chapter</i> :	Änderungsverzeichnis / <i>Table of revision</i>		

Inhaltsverzeichnis / Table of contents

Änderungsverzeichnis / Table of revision	2
Inhaltsverzeichnis / Table of contents.....	3
1 Allgemeines / General.....	4
2 Geometrie, Material und Massen / Geometry, material and dimensions.....	5
3 Belastung / Loading.....	6
3.1 Eigengewicht, Erdüberschüttung und Auftrieb / <i>Own weight, soil cover and buoyancy</i>	6
3.2 Turmlasten / <i>Tower loads</i>	7
3.2.1 BS-P, BS-T und BS-A / <i>BS-P, BS-T and BS-A</i>	7
3.2.2 GZT und GZG / <i>ULS and SLS</i>	8
4 Anforderungen an den Baugrund / Soil requirements	9

Bauteil / Component:	Fundament / <i>Foundation</i>	Seite/ Page:	3
Block / Chapter:	Inhaltsverzeichnis / <i>Table of contents</i>		

1 Allgemeines / General

In diesem Dokument werden die sich aus der Vorbemessung ergebende Kennwerte des Fundamentes für die nachfolgend angegebene Windenergieanlage zusammengefasst.

This document summarizes the properties of the foundation for the following wind turbine, which result of the preliminary design.

Turm / Tower

Beschreibung / Description

Turmtyp / Tower type	Max Bögl hybrid tower E23
Turbinenhersteller / Manufacturer	Enercon
Land / Country	DE
Leistung / Power	6.XX MW
WEA / Wind turbine	E-175 EP5 E1
Nabenhöhe / Hub height	162 m
System / System	RT 2.0

Die Turmgeometrie ist in der folgenden Entwurfszeichnung von Max Bögl angegeben:

The tower geometry is defined in the following Max Bögl pre-design drawing:

Enercon_DE_X,XXMW_E-175_162,0m_RT2,0_a

Bauteil /
Component: Fundament / Foundation

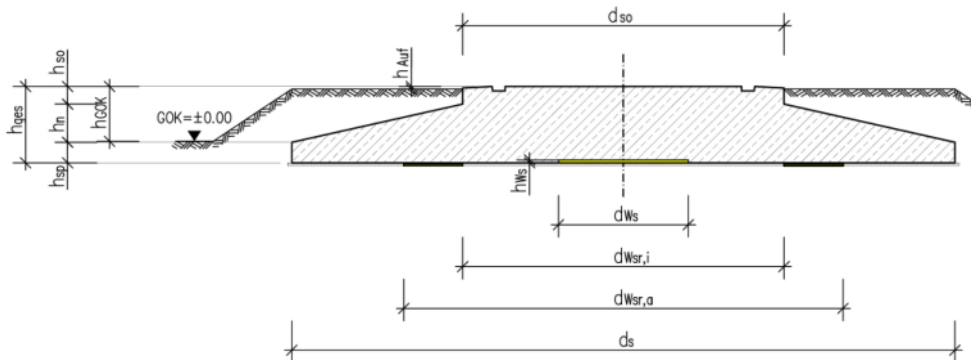
Block /
Chapter: 1 Allgemeines / General

Seite/
Page: 4

2 Geometrie, Material und Massen / Geometry, material and dimensions

Die Geometrie, das Material und die Massen des Fundamententwurfes werden nachfolgend angegeben.

The geometry, material and dimensions for the foundation draft are defined in this chapter.



Geometrie / Geometry

Betonkörper / Concrete body

Außendurchmesser / Outer diameter	d_s	=	25,50 m
Sockeldurchmesser / Base diameter	d_{so}	=	11,88 m
Äußere Weichschichtsrindendurchmesser / Soft layer ring outer diameter	$d_{ws,r,a}$	=	15,88 m
Weichschichtdurchmesser / Soft layer diameter	d_{ws}	=	4,40 m
Fundamenthöhe / Foundation height	h_{ges}	=	2,90 m
Spornhöhe / Outer height	h_{sp}	=	0,70 m
Spornneigungshöhe / Nose incline height	h_n	=	1,60 m
Sockelhöhe / Base height	h_{so}	=	0,60 m
Abstand Fundamentoberkante - Grundoberkante / Separation foundation top edge - ground level	h_{GOK}	=	2,179 m
Abstand Fundamentoberkante - Überschüttungoberkante / Separation foundation top edge - soil cover top edge	h_{Auf}	=	0,10 m
Weichschichtsdicke / Soft layer thickness	h_{ws}	=	0,05 m

Bauteil / Component:	Fundament / Foundation	Seite/ Page: 5
Block / Chapter:	2 Geometrie, Material und Massen / Geometry, material and dimensions	

3 Belastung / Loading

Die folgenden Lasten wurden in der Fundamentvorbemessung angesetzt.

Die Belastung aus der Windenergieanlage wurden gemäß der E-175 EP5 Lastrechnung D02775088_1.0_en_Berechnung_E-175 EP5+_E1-HT-162-ES-C-01_LL03_WCII_TCA_7.8_2.0; Fatigue_and_Ultimate_Loads_Tower und D02833236_0.0_de-en_Calculation_E-175_EP5_-HT-162-ES-C-01; LL03 SC_WCII_TCA_7.8_2.0; fatigue and ultimate loads; tower.zip angesetzt.

The followings loads were applied in the foundation pre-design.

The loads from the wind turbine were applied according to E-175 EP5 load calculation D02775088_1.0_en_Berechnung_E-175 EP5+_E1-HT-162-ES-C-01_LL03_WCII_TCA_7.8_2.0; Fatigue_and_Ultimate_Loads_Tower and D02833236_0.0_de-en_Calculation_E-175_EP5_-HT-162-ES-C-01; LL03 SC_WCII_TCA_7.8_2.0; fatigue and ultimate loads; tower.zip.

3.1 Eigengewicht, Erdüberschüttung und Auftrieb / Own weight, soil cover and buoyancy

Betonvolumen / Concrete weight

Betonwichte / <i>Concrete specific weight</i>	γ_c	=	25,0 kN/m ³
Betongewicht / <i>Concrete weight</i>	G_c	=	22 041 kN

Überschüttung / Backfill

Höhe Erdüberschüttung innen / <i>Inner thickness backfill</i>	$t_{Max\ddot{U}s,inn}$	=	0,500 m
Höhe Erdüberschüttung außen / <i>Outer thickness backfill</i>	$t_{Max\ddot{U}s,aus}$	=	2,100 m
Bodenwichte / <i>Soil specific weight</i>	$\gamma_{\ddot{U}s}$	=	18,0 kN/m ³
Gewicht Erdüberschüttung / <i>Soil cover weight</i>	$G_{Max\ddot{U}s}$	=	10 056 kN

Auftrieb / Buoyancy

Höhe Wassersäule / <i>Buoyancy height</i>	$h_{Gw,max}$	=	0,721 m
Auftriebskraft / <i>Buoyancy force</i>	$G_{Gw,max}$	=	-3 682 kN

Bauteil / <i>Component:</i>	Fundament / <i>Foundation</i>	Seite/ <i>Page:</i>	6
Block / <i>Chapter:</i>	3 Belastung / <i>Loading</i>		

3.2 Turmlasten / *Tower loads*

3.2.1 BS-P, BS-T und BS-A / *BS-P, BS-T and BS-A*

Die folgenden Lasten wurden für die Ermittlung der maximalen Kantenpressungen angesetzt.

Es handelt sich um charakteristische Werte an der Unterkante der Gründung. Erdüberschüttung und Auftrieb sind in den angegebenen Werten nicht enthalten und müssen entsprechend auf die Normalkraft addiert werden.

The next loads were applied for the calculation of the maximum soil edge pressure.

Those are characteristic values at the foundation bottom. Soil cover and buoyancy are not included in these values and must be added accordingly.

LF / LC	BS-P	BS-T	BS-A
V_k [kN]	41 477	41 395	41 034
H_k [kN]	1 424	1 428	1 761
M_{b,k} [kNm]	219 556	188 499	242 010

Lasten an Fundamentunterkante / *Loads at the foundation bottom*

Legende / *Legend:*

- V_k: Normalkraft (vertikal) / *Normal force (vertical)*
- H_k: Querkraft (horizontal) / *Shear force (horizontal)*
- M_{b,k}: Biegemoment / *Bending moment*

3.2.2 GZT und GZG / ULS and SLS

Die folgenden Turmlasten werden für die Berechnung der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit des Fundaments benutzt.

Es handelt sich um Designlasten inkl. des angegebenen Teilsicherheitsbeiwerts an der Oberkante der Gründung. Fundamenteigengewicht, Turmvorspannung, Erdüberschüttung, Auftrieb und etwaige Anbauteile sind nicht in diesen Lasten enthalten.

Die Schnittgrößen beinhalten bereits den Einfluss nach Theorie II. Ordnung mit linear elastischem Tragverhalten einschließlich elastischer dynamischer Einspannung in den Baugrund.

The next loads are considered for the calculation of the resistance and serviceability of the foundation.

These are design loads at the foundation top. Foundation own weight, tower prestressing, soil cover, buoyancy and possible mounting parts are not included in these loads.

The internal forces consider already the influence of the II. order theory with linear elastic behaviour including elastic dynamic loading in the foundation soil

LF / LC	GZT / ULS	D.3
V_{Ed} [kN]	25 640	19 436
H_{Ed} [kN]	1 922	1 133
M_{b,Ed} [kNm]	284 893	160 284
M_{t,Ed} [kNm]	2 243	3 813
γ_E	1,35	1,00

Lasten an Fundamentoberkante / *Loads at the foundation top*

Legende / *Legend:*

- V_{Ed}: Normalkraft (vertikal) / *Normal force (vertical)*
- H_{Ed}: Querkraft (horizontal) / *Shear force (horizontal)*
- M_{b,Ed}: Biegemoment / *Bending moment*
- M_{t,Ed}: Torsionsmoment / *Torsional moment*
- γ_E: Sicherheitsfaktor / *Safety factor*

Bauteil / <i>Component:</i>	Fundament / <i>Foundation</i>	Seite/ <i>Page:</i> 8
Block / <i>Chapter:</i>	3 Belastung / <i>Loading</i>	

4 Anforderungen an den Baugrund / Soil requirements

Der Baugrund am geplanten Standort muss mindestens die nachfolgenden Anforderungen erfüllen. Die Eignung des geplanten Standorts ist durch den Bodengutachter nachzuweisen.

The soil at the planned site has to comply with the following requirements. The suitability of the planned site must be proven by the soil expert.

Wegen Anforderungen der Eigenfrequenzen musste die Bodendrehsteifigkeit erhöht werden.

Due to eigenfrequency requirements the soil rotational stiffness had to be increased.

Drehfedersteifigkeit / Rotation spring stiffness

Mindestwert / Minimal value

Statische Drehfeder / *Static rotational spring*

$$k_{\varphi, \text{stat}} = 40\,000 \text{ MNm/rad}$$

Dynamische Drehfeder / *Dynamic rotational spring*

$$k_{\varphi, \text{dyn}} = 200\,000 \text{ MNm/rad}$$

Zulässige Schiefstellung / Allowed out-of-vertical deviation

Maximal zulässige Schiefstellung in 25 Jahren / *Maximal allowed out-of-vertical inclination in 25 years*

$$\Delta s_{\text{max}} = 3 \text{ mm/m}$$

Bodenpressung / Soil bearing pressure

Erforderlicher Widerstand / *Required resistance*

Maximale Randdruckspannung im BS-P / *Maximal edge soil pressure in BS-P*

$$\sigma_{\text{max, BS-P}} = 262 \text{ kN/m}^2$$

Maximale Randdruckspannung im BS-A / *Maximal edge soil pressure in BS-A*

$$\sigma_{\text{max, BS-A}} = 292 \text{ kN/m}^2$$

Diese Werte sind vom Bodengutachter zu bestätigen.
/ *These values must be confirmed by the geotechnical expert.*

Bauteil / Component:	Fundament / <i>Foundation</i>	Seite/ Page:	9
Block / Chapter:	4 Anforderungen an den Baugrund / Soil requirements		

ANLAGE 8

Ergebnisse der Setzungsberechnungen (Anlagen 8.1 bis 8.6)

Boden	Tiefe [mNHN]	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	64.15	18.0/10.0	30.0	0.0	0.00	30.0	BV
	63.65	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	BA
	61.97	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	50.0	S, mi
	57.47	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	40.0	S, lo-mi
	54.97	19.0/9.0	27.5	5.0	0.00	20.0	U
	52.97	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	60.0	S, di
	48.47	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	S, sdi
	45.97	20.5/10.5	27.5	20.0	0.00	40.0	KMst, stvw
	<45.97	22.5/12.5	32.5	15.0	0.00	60.0	KMst, vw

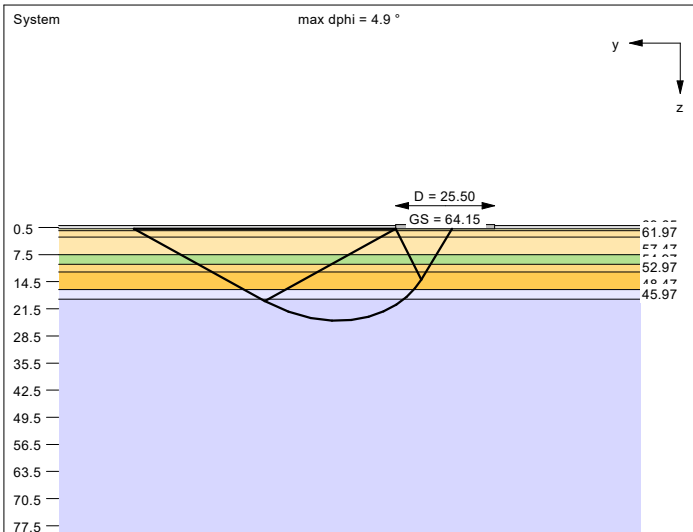
Oberkante Gelände = 64.97 mNHN

WESSLING

Auftraggeber:
JUWI GmbH

Projekt-Nr./Auftrags-Nr.:
EAL-25-0089 // EAL-00436-25

Projekt: **Anlage 8.1**
 Errichtung von 4 Windenergieanlagen im WP-Fahrenkamp
 hier: WEA 04, Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz
 Setzungsberechnung: WEA-Fundament, ohne Auftrieb (BS-P)



Ergebnisse Einzelfundament:

Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 51533.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 1424.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 219556.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 25.500$ m

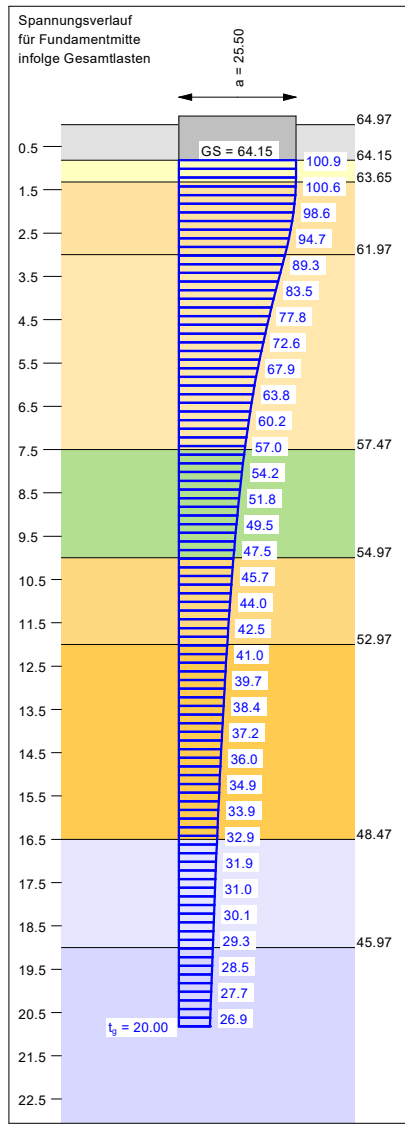
Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.188 m)
 $a' = 22.599$ m
 $b' = 22.599$ m

Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -4.260$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 7.510 m)
 $a' = 14.498$ m
 $b' = 20.522$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 2483.3 / 1773.77$ kN/m²

$R_{n,k} = 738859.24$ kN
 $R_{n,d} = 527756.60$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 51533.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 69569.55$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.132
 cal $\phi = 32.3^\circ$
 cal c = 8.11 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 10.79$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 13.56$ kN/m²

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 20.82$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 2.65 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.60 cm
 unten = 4.69 cm

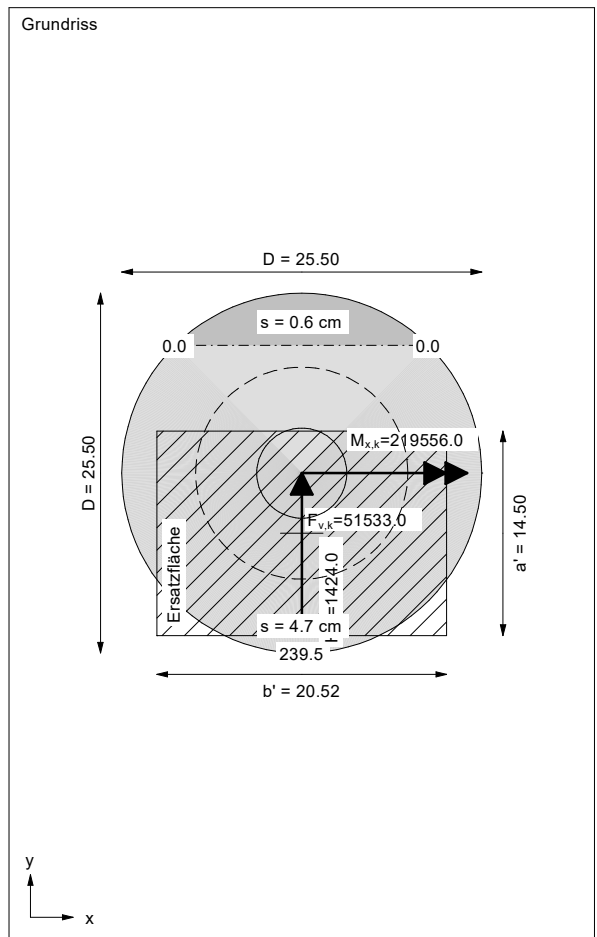


Berechnungsgrundlagen:
 Herzebrock-Clarholz, Im Esch/Fahrenkamp
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)

$\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Oberkante Gelände = 64.97 mNHN
 Gründungssole = 64.15 mNHN
 Grundwasser = 64.30 mNHN
 Grenztiefe mit festem Wert von 20.00 m u. GS

----- 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite



Boden	Tiefe [mNHN]	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	64.15	18.0/10.0	30.0	0.0	0.00	30.0	BV
	63.65	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	BA
	61.97	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	50.0	S, mi
	57.47	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	40.0	S, lo-mi
	54.97	19.0/9.0	27.5	5.0	0.00	20.0	U
	52.97	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	60.0	S, di
	48.47	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	S, sdi
	45.97	20.5/10.5	27.5	20.0	0.00	40.0	KMst, stvw
	<45.97	22.5/12.5	32.5	15.0	0.00	60.0	KMst, vw

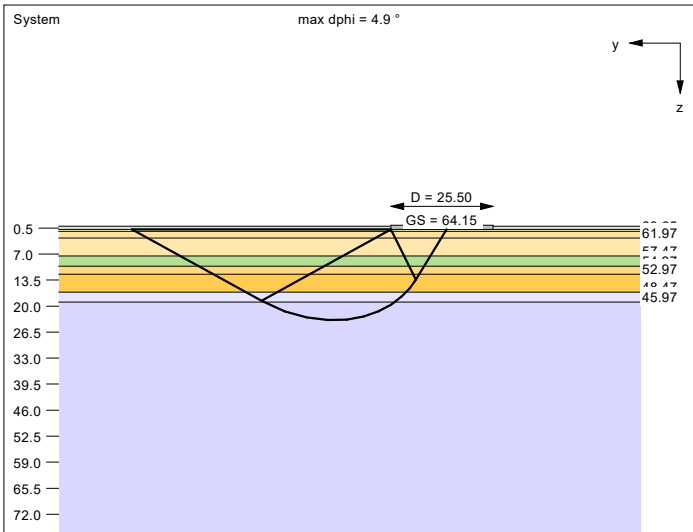
Oberkante Gelände = 64.97 mNHN

WESSLING

Auftraggeber:
JUWI GmbH

Projekt-Nr./Auftrags-Nr.:
EAL-25-0089 // EAL-00436-25

Projekt: **Anlage 8.2**
 Errichtung von 4 Windenergieanlagen im WP-Fahrenkamp
 hier: WEA 04, Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz
 Setzungsberechnung: WEA-Fundament, mit Auftrieb (BS-P)



Ergebnisse Einzelfundament:

Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 47851.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 1424.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 219556.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 25.500$ m

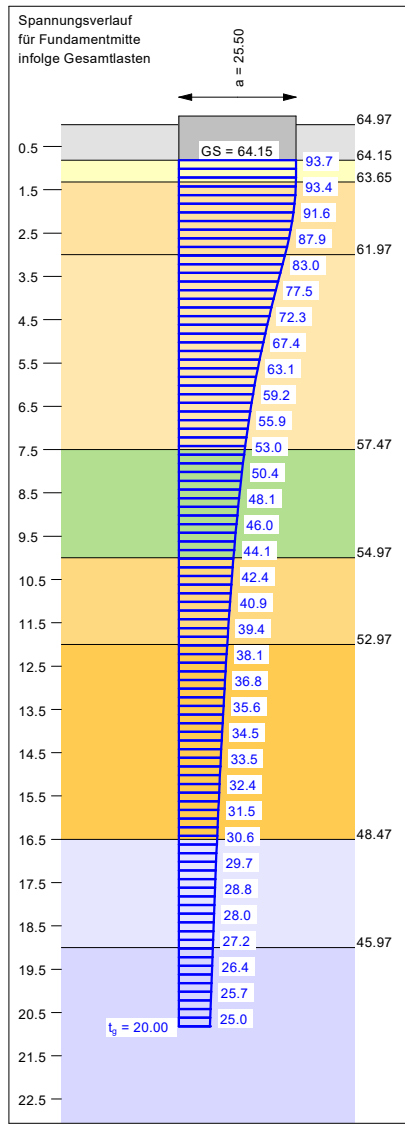
Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.188 m)
 $a' = 22.599$ m
 $b' = 22.599$ m

Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -4.588$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 7.510 m)
 $a' = 13.906$ m
 $b' = 20.268$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 2378.4 / 1698.87$ kN/m²

$R_{n,k} = 670369.17$ kN
 $R_{n,d} = 478835.12$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 47851.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 64598.85$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.135
 cal $\phi = 32.3^\circ$
 cal c = 7.79 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 10.74$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 13.56$ kN/m²

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 20.82$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 2.52 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.50 cm
 unten = 4.54 cm

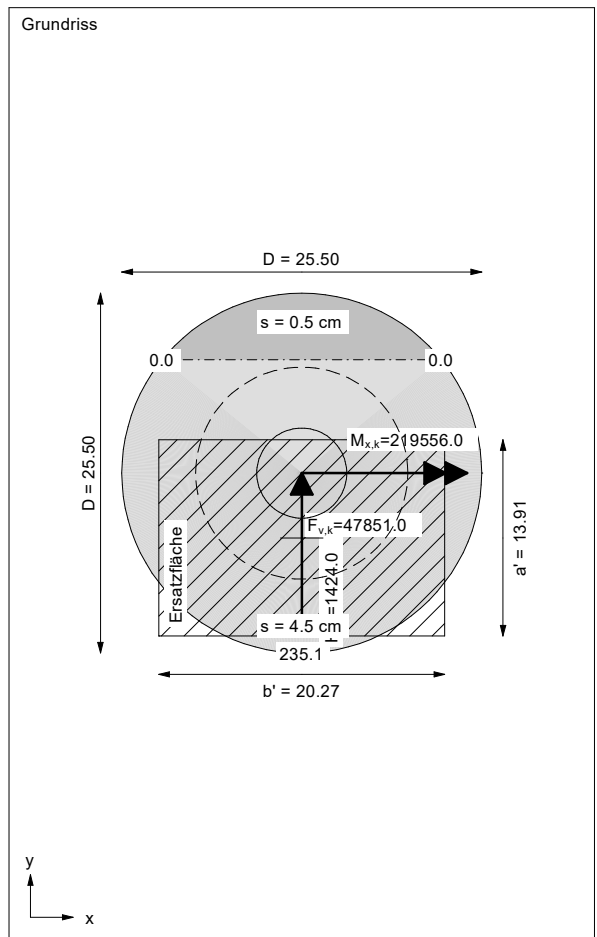


Berechnungsgrundlagen:
 Herzebrock-Clarholz, Im Esch/Fahrenkamp
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)

$\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Oberkante Gelände = 64.97 mNHN
 Gründungssohle = 64.15 mNHN
 Grundwasser = 64.30 mNHN
 Grenztiefe mit festem Wert von 20.00 m u. GS

----- 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite



Boden	Tiefe [mNHN]	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	64.15	18.0/10.0	30.0	0.0	0.00	30.0	BV
	63.65	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	BA
	61.97	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	50.0	S, mi
	57.47	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	40.0	S, lo-mi
	54.97	19.0/9.0	27.5	5.0	0.00	20.0	U
	52.97	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	60.0	S, di
	48.47	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	S, sdi
	45.97	20.5/10.5	27.5	20.0	0.00	40.0	KMst, stvw
	<45.97	22.5/12.5	32.5	15.0	0.00	60.0	KMst, vw

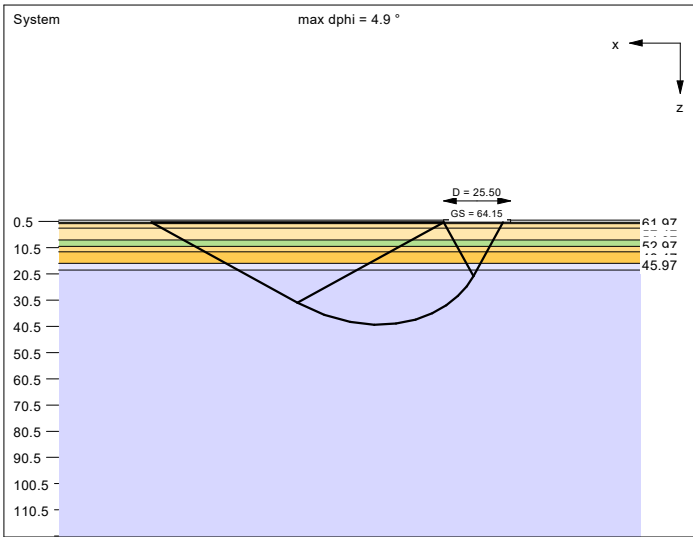
Oberkante Gelände = 64.97 mNHN

WESSLING

Auftraggeber:
JUWI GmbH

Projekt-Nr./Auftrags-Nr.:
EAL-25-0089 // EAL-00436-25

Projekt: **Anlage 8.3**
 Errichtung von 4 Windenergieanlagen im WP-Fahrenkamp
 hier: WEA 04, Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz
 Setzungsberechnung: WEA-Fundament, max. Kantenpressung (BS-P)



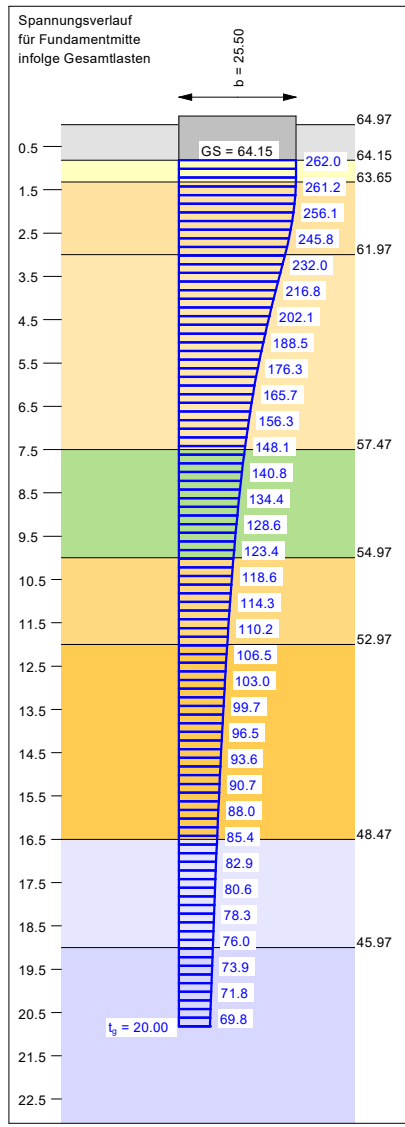
Ergebnisse Einzelfundament:

Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 133804.75 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{n,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{n,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 25.500$ m

Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.188 m)
 $a' = 22.599$ m
 $b' = 22.599$ m

Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.188 m)
 $a' = 22.599$ m
 $b' = 22.599$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht, aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 3766.3 / 2690.24$ kN/m²

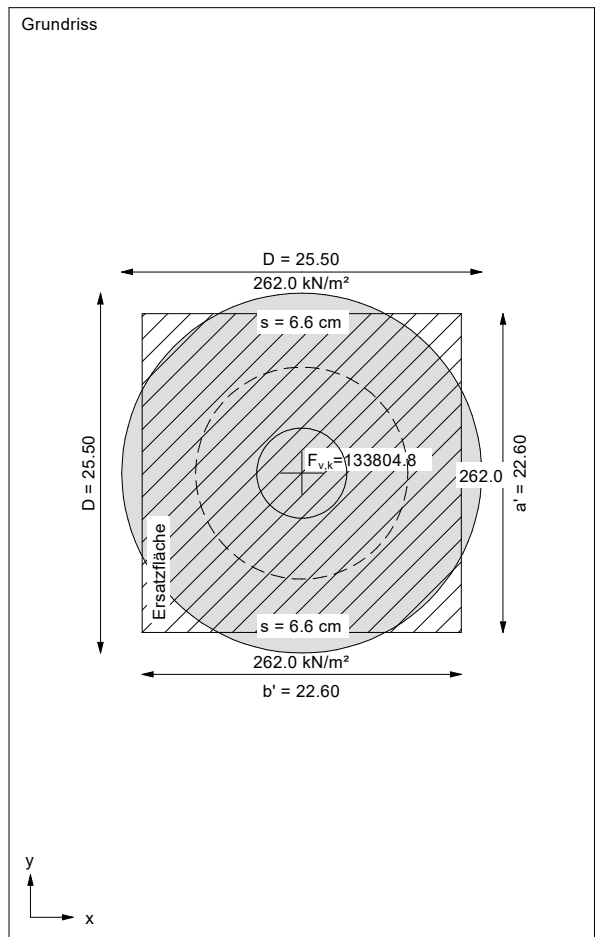


Berechnungsgrundlagen:
 Herzebrock-Clarholz, Im Esch/Fahrenkamp
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)

$\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Oberkante Gelände = 64.97 mNHN
 Gründungssohle = 64.15 mNHN
 Grundwasser = 64.30 mNHN
 Grenztiefe mit festem Wert von 20.00 m u. GS

--- 1. Kernweite
 - - - 2. Kernweite



Boden	Tiefe [mNHN]	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	64.15	18.0/10.0	30.0	0.0	0.00	30.0	BV
	63.65	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	BA
	61.97	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	50.0	S, mi
	57.47	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	40.0	S, lo-mi
	54.97	19.0/9.0	27.5	5.0	0.00	20.0	U
	52.97	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	60.0	S, di
	48.47	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	S, sdi
	45.97	20.5/10.5	27.5	20.0	0.00	40.0	KMst, stvw
	<45.97	22.5/12.5	32.5	15.0	0.00	60.0	KMst, vw

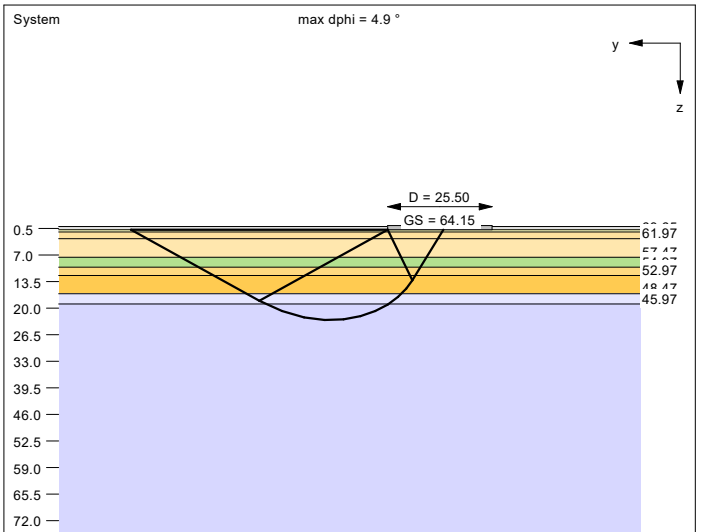
Oberkante Gelände = 64.97 mNHN

WESSLING

Auftraggeber:
JUWI GmbH

Projekt-Nr./Auftrags-Nr.:
EAL-25-0089 // EAL-00436-25

Projekt: **Anlage 8.4**
 Errichtung von 4 Windenergieanlagen im WP-Fahrenkamp
 hier: WEA 04, Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz
 Setzungsberechnung: WEA-Fundament, ohne Auftrieb (BS-A)



Ergebnisse Einzelfundament:

Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 51090.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{n,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{n,y,k} = 0.00 / 1761.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 242010.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 25.500$ m

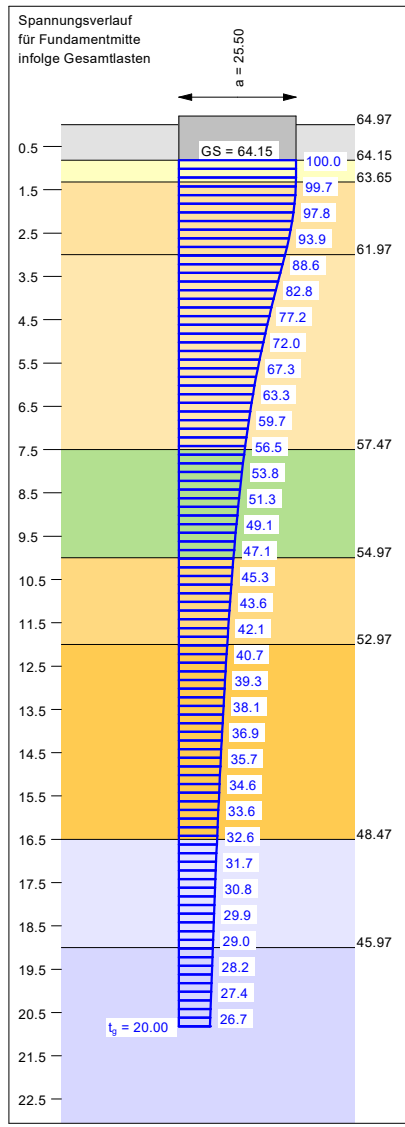
Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.188 m)
 $a' = 22.599$ m
 $b' = 22.599$ m

Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -4.737$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 7.510 m)
 $a' = 13.639$ m
 $b' = 20.148$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht, aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 2303.3 / 1645.21$ kN/m²

$R_{n,k} = 632945.60$ kN
 $R_{n,d} = 452104.00$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 51090.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 68971.50$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.153
 cal $\phi = 32.2^\circ$
 cal c = 7.57 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 10.71$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 13.56$ kN/m²

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 20.82$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 2.72 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.51 cm
 unten = 4.94 cm

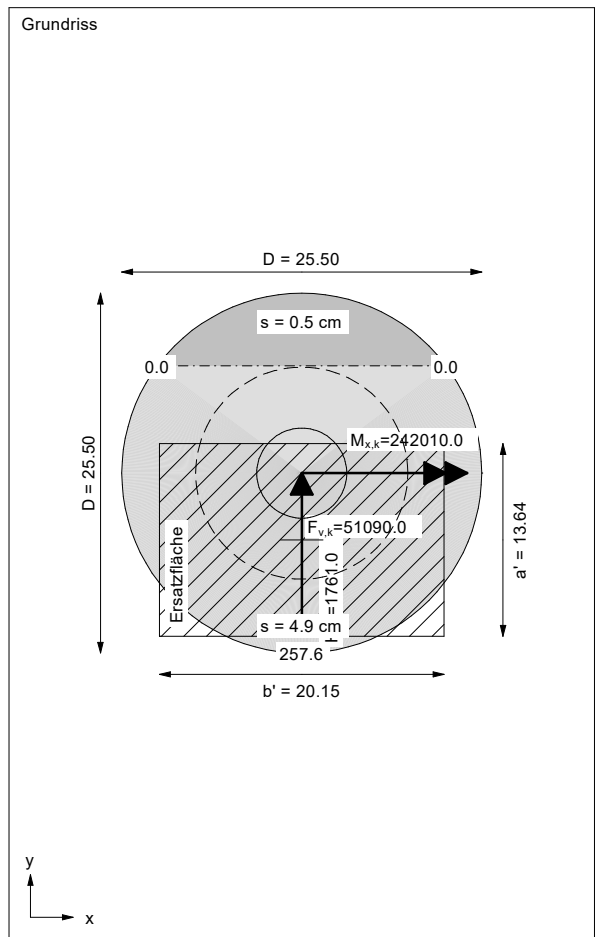


Berechnungsgrundlagen:
 Herzebrock-Clarholz, Im Esch/Fahrenkamp
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)

$\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Oberkante Gelände = 64.97 mNHN
 Gründungssohle = 64.15 mNHN
 Grundwasser = 64.30 mNHN
 Grenztiefe mit festem Wert von 20.00 m u. GS

----- 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite



Boden	Tiefe [mNHN]	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	64.15	18.0/10.0	30.0	0.0	0.00	30.0	BV
	63.65	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	BA
	61.97	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	50.0	S, mi
	57.47	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	40.0	S, lo-mi
	54.97	19.0/9.0	27.5	5.0	0.00	20.0	U
	52.97	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	60.0	S, di
	48.47	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	S, sdi
	45.97	20.5/10.5	27.5	20.0	0.00	40.0	KMst, stvw
	<45.97	22.5/12.5	32.5	15.0	0.00	60.0	KMst, vw

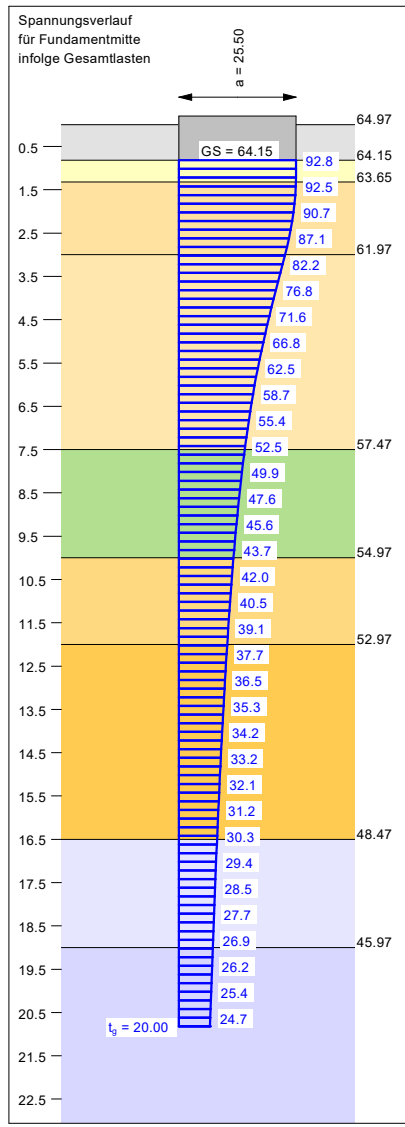
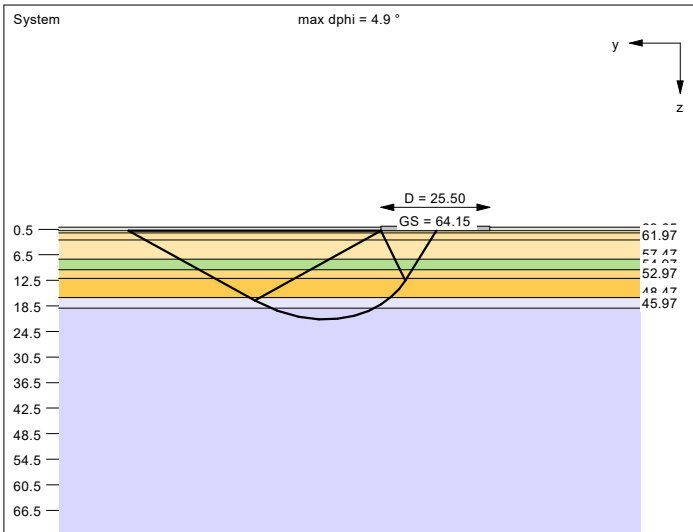
Oberkante Gelände = 64.97 mNHN

WESSLING

Auftraggeber:
JUWI GmbH

Projekt-Nr./Auftrags-Nr.:
EAL-25-0089 // EAL-00436-25

Projekt: **Anlage 8.5**
 Errichtung von 4 Windenergieanlagen im WP-Fahrenkamp
 hier: WEA 04, Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz
 Setzungsberechnung: WEA-Fundament, mit Auftrieb (BS-A)



Berechnungsgrundlagen:
 Herzebrock-Clarholz, Im Esch/Fahrenkamp
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)

$\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Oberkante Gelände = 64.97 mNHN
 Gründungssohle = 64.15 mNHN
 Grundwasser = 64.30 mNHN
 Grenztiefe mit festem Wert von 20.00 m u. GS

----- 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite

Ergebnisse Einzelfundament:

Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 47408.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 1761.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 242010.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 25.500$ m

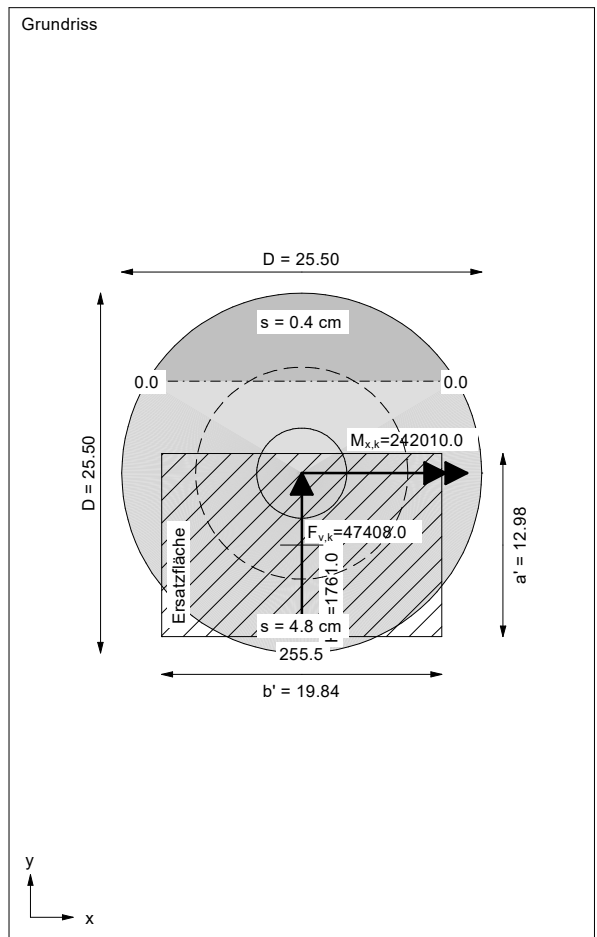
Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.188 m)
 $a' = 22.599$ m
 $b' = 22.599$ m

Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -5.105$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 7.510 m)
 $a' = 12.980$ m
 $b' = 19.837$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 2173.7 / 1552.63$ kN/m²

$R_{n,k} = 559704.87$ kN
 $R_{n,d} = 399789.19$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 47408.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 64000.80$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.160
 cal $\phi = 32.2^\circ$
 cal $c = 7.16$ kN/m²
 cal $\gamma_2 = 10.65$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 13.56$ kN/m²

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 20.82$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 2.61 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.42 cm
 unten = 4.81 cm



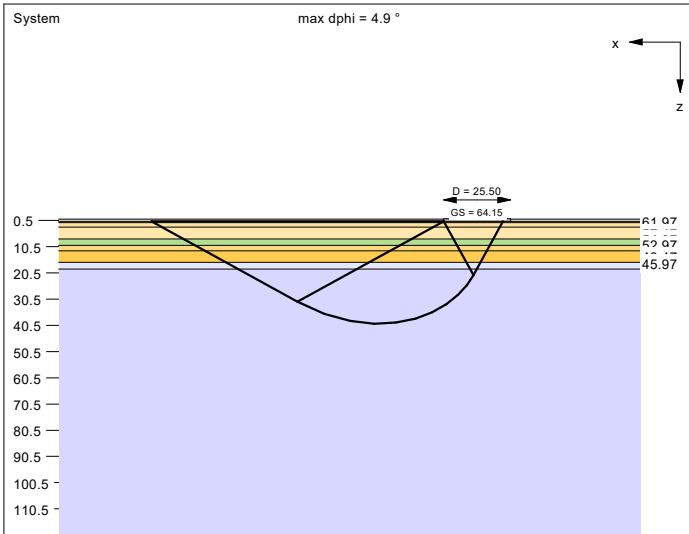
Boden	Tiefe [mNHN]	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	64.15	18.0/10.0	30.0	0.0	0.00	30.0	BV
	63.65	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	BA
	61.97	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	50.0	S, mi
	57.47	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	40.0	S, lo-mi
	54.97	19.0/9.0	27.5	5.0	0.00	20.0	U
	52.97	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	60.0	S, di
	48.47	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	S, sdi
	45.97	20.5/10.5	27.5	20.0	0.00	40.0	KMst, stvw
	<45.97	22.5/12.5	32.5	15.0	0.00	60.0	KMst, vw

Oberkante Gelände = 64.97 mNHN

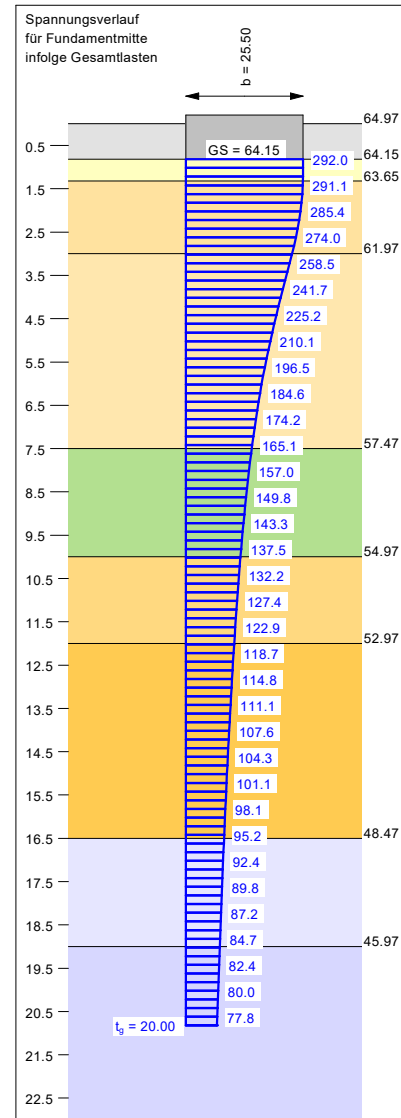


Auftraggeber:
JUWI GmbH
Projekt-Nr./Auftrags-Nr.:
EAL-25-0089 // EAL-00436-25

Projekt: Anlage 8.6
Errichtung von 4 Windenergieanlagen im WP-Fahrenkamp
hier: WEA 04, Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz
Setzungsberechnung: WEA-Fundament, max. Kantenpressung (BS-A)

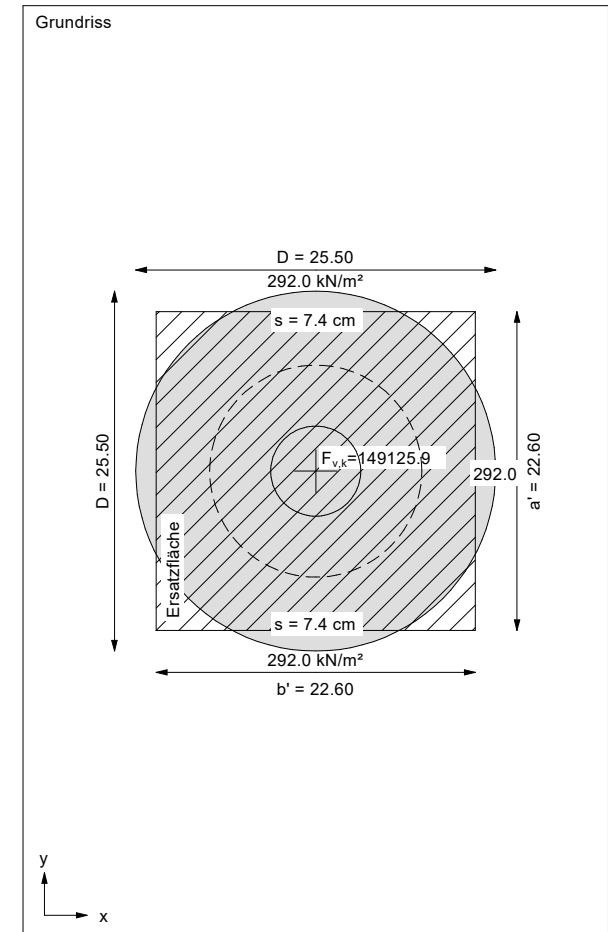


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 149125.91 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{n,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{n,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 25.500$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.188 m)
 $a' = 22.599$ m
 $b' = 22.599$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.188 m)
 $a' = 22.599$ m
 $b' = 22.599$ m
 Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 3766.3 / 2690.24$ kN/m²



Berechnungsgrundlagen:
 Herzebrock-Clarholz, Im Esch/Fahrenkamp
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Oberkante Gelände = 64.97 mNHN
 Gründungssohle = 64.15 mNHN
 Grundwasser = 64.30 mNHN
 Grenztiefe mit festem Wert von 20.00 m u. GS
 --- 1. Kernweite
 - - - 2. Kernweite



ANLAGE 9

Nachweis der geforderten
statischen und dynamischen Drehfedersteifigkeiten

**Errichtung von 4 Windenergieanlagen im Windpark Fahrenkamp
hier: WEA 3**

Nachweis der geforderten statischen und dynamischen Drehfedersteifigkeiten

	Einheit	1	2	3	4
Bodenschicht	-	S _{mi}	S _{lo-mi}	U	S _{di}
Schichtdicke	m	2,18	4,5	2,5	2
Wichte (γ)	kN/m ³	18,5	18,5	19,0	19,0
unter Auftrieb (γ')	kN/m ³	10,5	10,5	9,0	11,0
Reibungswinkel (φ')	°	32,5	32,5	27,50	35,00
Kohäsion (c')	kN/m ²	0	0	5	0
undrän. Kohäsion (c _u)	kN/m ²	0	0	40	0
Querdehnungszahl (ν)	-	0,3	0,3	0,35	0,3
stat. Steifemodul (E _{s,stat})	MN/m ²	50	40	20	60
dyn. Steifemodul (E _{s,dyn})	MN/m ²	200	160	100	240
Lasteinwirkungsradius (r)	m	12,75	14,93	19,43	21,93
dyn. Drehfedersteifigkeit (k _{φ,dyn})	MNm/rad	450.066	578.116	692.731	2.748.164
Sollwert (k _{φ,dyn})	MNm/rad	200.000	200.000	200.000	200.000
stat. Drehfedersteifigkeit (k _{φ,stat})	MNm/rad	112.516	144.529	138.546	687.041
Sollwert (k _{φ,stat})	MNm/rad	40.000	40.000	40.000	40.000

	Einheit	5	6	7	8
Bodenschicht	-	S _{sdi}	KMst, stvw	KMst, vw	
Schichtdicke	m	4,5	2,5	1	
Wichte (γ)	kN/m ³	19,5	20,5	22,5	
unter Auftrieb (γ')	kN/m ³	11,5	10,5	12,5	
Reibungswinkel (φ')	°	35	27,5	32,5	
Kohäsion (c')	kN/m ²	0	20	15	
undrän. Kohäsion (c _u)	kN/m ²	0	100	150	
Querdehnungszahl (ν)	-	0,3	0,35	0,25	
stat. Steifemodul (E _{s,stat})	MN/m ²	80	40	60	
dyn. Steifemodul (E _{s,dyn})	MN/m ²	320	200	300	
Lasteinwirkungsradius (r)	m	23,93	28,43	30,93	
dyn. Drehfedersteifigkeit (k _{φ,dyn})	MNm/rad	4.760.950	4.340.170	10.494.461	
Sollwert (k _{φ,dyn})	MNm/rad	200.000	200.000	200.000	
stat. Drehfedersteifigkeit (k _{φ,stat})	MNm/rad	1.190.238	868.034	2.098.892	
Sollwert (k _{φ,stat})	MNm/rad	40.000	40.000	40.000	

Gleichungen:

$$k_{\phi,dyn} = E_{s,dyn} \cdot 1,33 r^3 \cdot \frac{1 - \nu - 2\nu^2}{(1 + \nu) \cdot (1 - \nu)^2}$$

$$k_{\phi,stat} = E_{s,stat} \cdot 1,33 r^3 \cdot \frac{1 - \nu - 2\nu^2}{(1 + \nu) \cdot (1 - \nu)^2}$$

Legende:

 Sollwerte erreicht

 Sollwerte unterschritten

ANLAGE 10

Ergebnisse der Setzungsberechnungen
für Lastverteilungsplatten (Anlagen 10.1 bis 10.5)

Boden	Tiefe [mNHN]	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	64.50	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	BA
	64.10	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	40.0	S, lo-mi
	61.97	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	50.0	S, mi
	57.47	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	40.0	S, lo-mi
	54.97	19.0/9.0	27.5	5.0	0.00	20.0	U
	52.97	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	60.0	S, di
	48.47	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	S, sdi
	45.97	20.5/10.5	27.5	20.0	0.00	40.0	KMst, stvw
	<45.97	22.5/12.5	32.5	15.0	0.00	60.0	KMst, vw

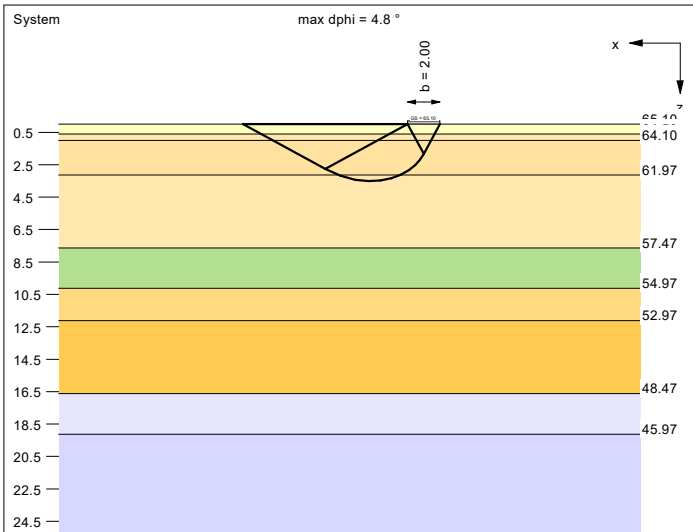
Oberkante Gelände = 65.10 mNHN

WESSLING

Auftraggeber:
JUWI GmbH

Projekt-Nr./Auftrags-Nr.:
EAL-25-0089 // EAL-00436-25

Projekt: Anlage 10.1
 Errichtung von 4 Windenergieanlagen im WP-Fahrenkamp
 hier: WEA 04, Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz
 Setzungsberechnung: Lastverteilungsplatte Kranstellfläche (10 x 2 m)



Ergebnisse Einzelfundament:

Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 7000.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{n,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{n,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Länge a = 10.000 m
 Breite b = 2.000 m

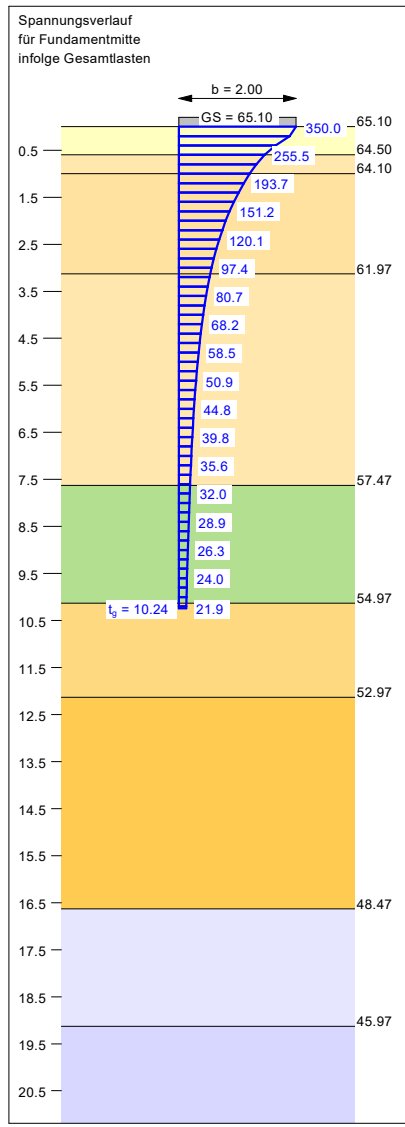
Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge a' = 10.000 m
 Breite b' = 2.000 m

Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge a' = 10.000 m
 Breite b' = 2.000 m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$

$\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 381.6 / 272.58$ kN/m²
 $R_{n,k} = 7632.18$ kN
 $R_{n,d} = 5451.56$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 7000.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 9450.00$ kN
 μ (parallel zu x) = 1.733
 cal $\phi = 32.8^\circ$
 cal c = 0.00 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 12.79$ kN/m³
 cal $\sigma_u = 0.00$ kN/m²

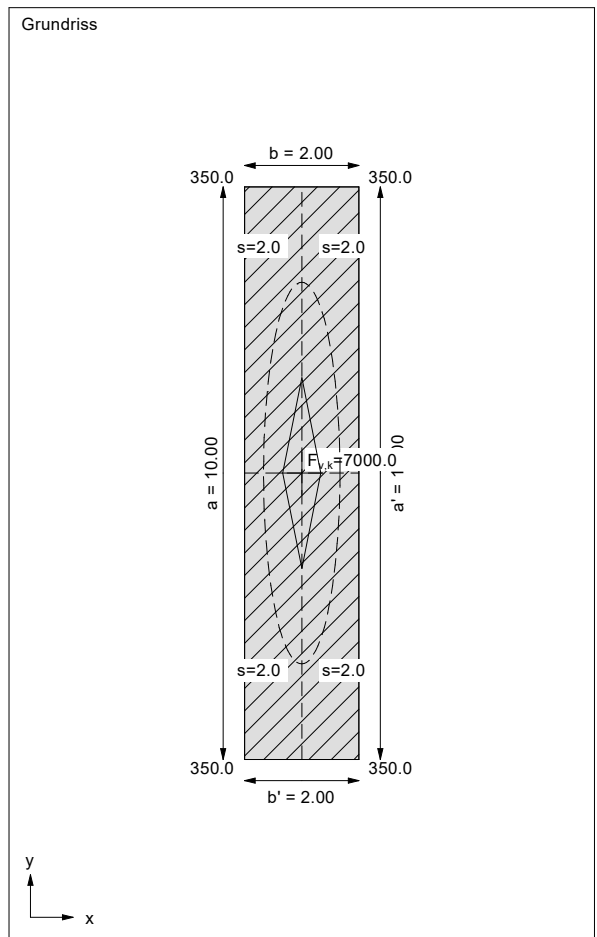
Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 10.24$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 2.03 cm



Berechnungsgrundlagen:
 Herzebrock-Clarholz, Im Esch/Fahrenkamp
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)

$\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Oberkante Gelände = 65.10 mNHN
 Gründungssole = 65.10 mNHN
 Grundwasser = 64.50 mNHN
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 --- 1. Kernweite
 - - - 2. Kernweite



Boden	Tiefe [mNHN]	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	64.50	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	BA
	64.10	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	40.0	S, lo-mi
	61.97	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	50.0	S, mi
	57.47	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	40.0	S, lo-mi
	54.97	19.0/9.0	27.5	5.0	0.00	20.0	U
	52.97	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	60.0	S, di
	48.47	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	S, sdi
	45.97	20.5/10.5	27.5	20.0	0.00	40.0	KMst, stvw
	<45.97	22.5/12.5	32.5	15.0	0.00	60.0	KMst, vw

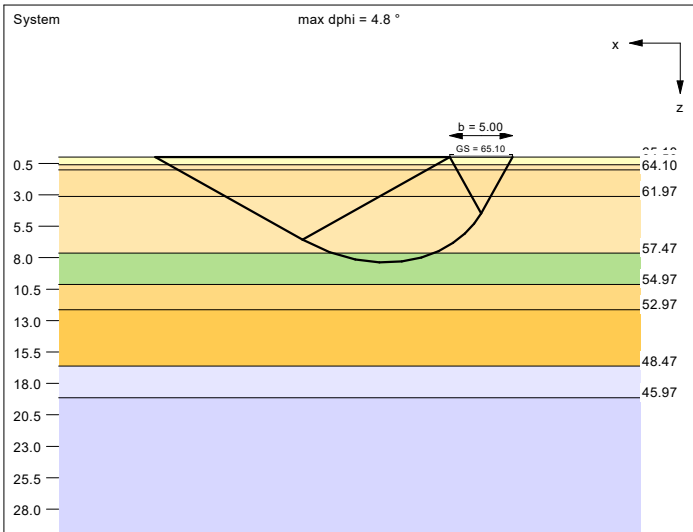
Oberkante Gelände = 65.10 mNHN

WESSLING

Auftraggeber:
JUWI GmbH

Projekt-Nr./Auftrags-Nr.:
EAL-25-0089 // EAL-00436-25

Projekt: Anlage 10.2
 Errichtung von 4 Windenergieanlagen im WP-Fahrenkamp
 hier: WEA 04, Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz
 Setzungsberechnung: Lastverteilungsplatte Kranstellfläche (10 x 5 m)

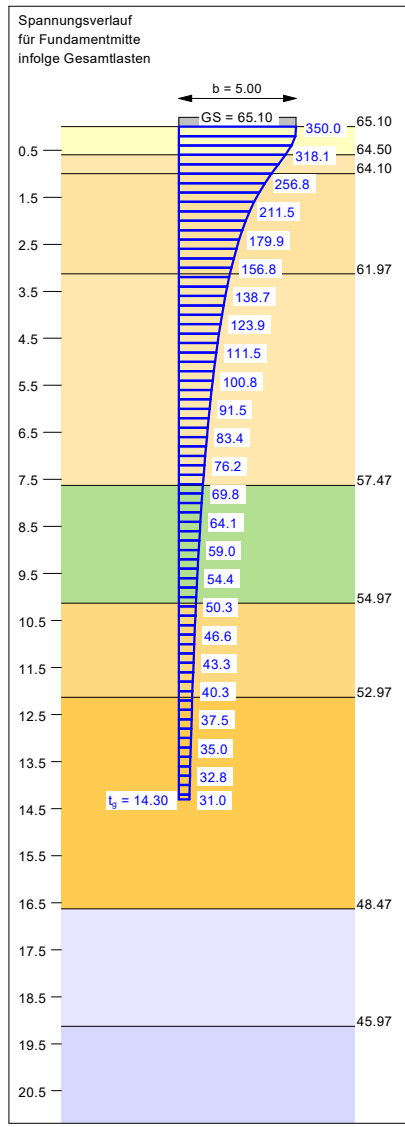


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 17500.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Länge $a = 10.000$ m
 Breite $b = 5.000$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 10.000$ m
 Breite $b' = 5.000$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 10.000$ m
 Breite $b' = 5.000$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$

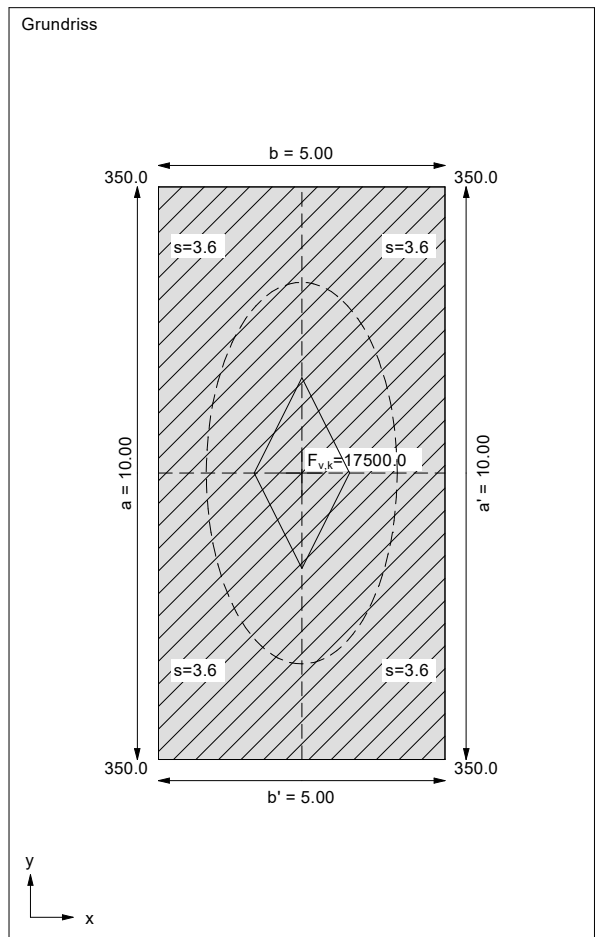
$\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 674.7 / 481.92$ kN/m²
 $R_{n,k} = 33734.39$ kN
 $R_{n,d} = 24096.00$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 17500.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 23625.00$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.980
 cal $\phi = 31.5^\circ$
 cal $c = 1.18$ kN/m²
 cal $\gamma_2 = 11.46$ kN/m³
 cal $\sigma_u = 0.00$ kN/m²

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 14.30$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 3.59 cm



Berechnungsgrundlagen:
 Herzebrock-Clarholz, Im Esch/Fahrenkamp
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Oberkante Gelände = 65.10 mNHN
 Gründungssohle = 65.10 mNHN
 Grundwasser = 64.50 mNHN
 Grenztiefe mit $p = 20.0\%$
 ——— 1. Kernweite
 - - - - 2. Kernweite



Boden	Tiefe [mNHN]	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	64.50	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	BA
	64.10	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	40.0	S, lo-mi
	61.97	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	50.0	S, mi
	57.47	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	40.0	S, lo-mi
	54.97	19.0/9.0	27.5	5.0	0.00	20.0	U
	52.97	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	60.0	S, di
	48.47	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	S, sdi
	45.97	20.5/10.5	27.5	20.0	0.00	40.0	KMst, stvw
	<45.97	22.5/12.5	32.5	15.0	0.00	60.0	KMst, vw

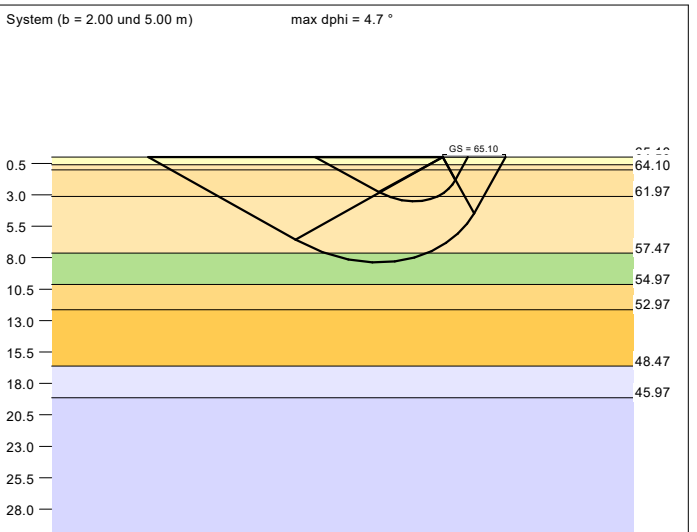
Oberkante Gelände = 65.10 mNHN

WESSLING

Auftraggeber:
JUWI GmbH

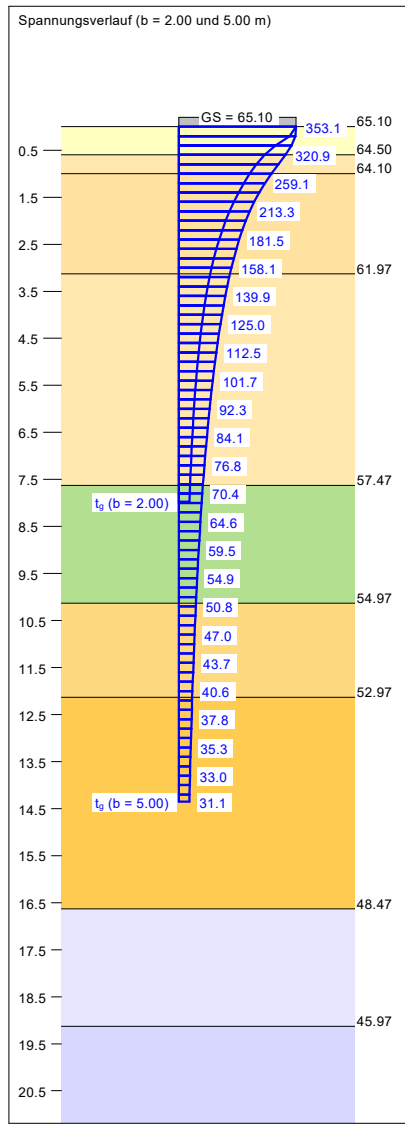
Projekt-Nr./Auftrags-Nr.:
EAL-25-0089 // EAL-00436-25

Projekt: Anlage 10.3
 Errichtung von 4 Windenergieanlagen im WP-Fahrenkamp
 hier: WEA 04, Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz
 Setzungsberechnung: Lastverteilungsplatte Kranstellfläche



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_{ϕ} [kN/m ²]	t _g [m]	k _s [MN/m ³]
10.00	2.00	272.6	545.2	199.7	0.99	32.8	0.00	12.79	0.00	7.97	20.1
10.00	2.50	320.5	801.3	234.8	1.49	32.8	0.00	12.36	0.00	9.44	15.8
10.00	3.00	366.7	1100.1	268.6	2.00	32.7	0.00	12.06	0.00	10.75	13.4
10.00	3.50	411.1	1438.9	301.2	2.49	32.7	0.00	11.85	0.00	11.91	12.1
10.00	4.00	453.9	1815.4	332.5	3.00	32.7	0.00	11.69	0.00	12.98	11.1
10.00	4.50	477.2	2147.4	349.6	3.38	32.2	0.44	11.57	0.00	13.79	10.3
10.00	5.00	481.9	2409.6	353.1	3.62	31.5	1.18	11.46	0.00	14.35	9.7

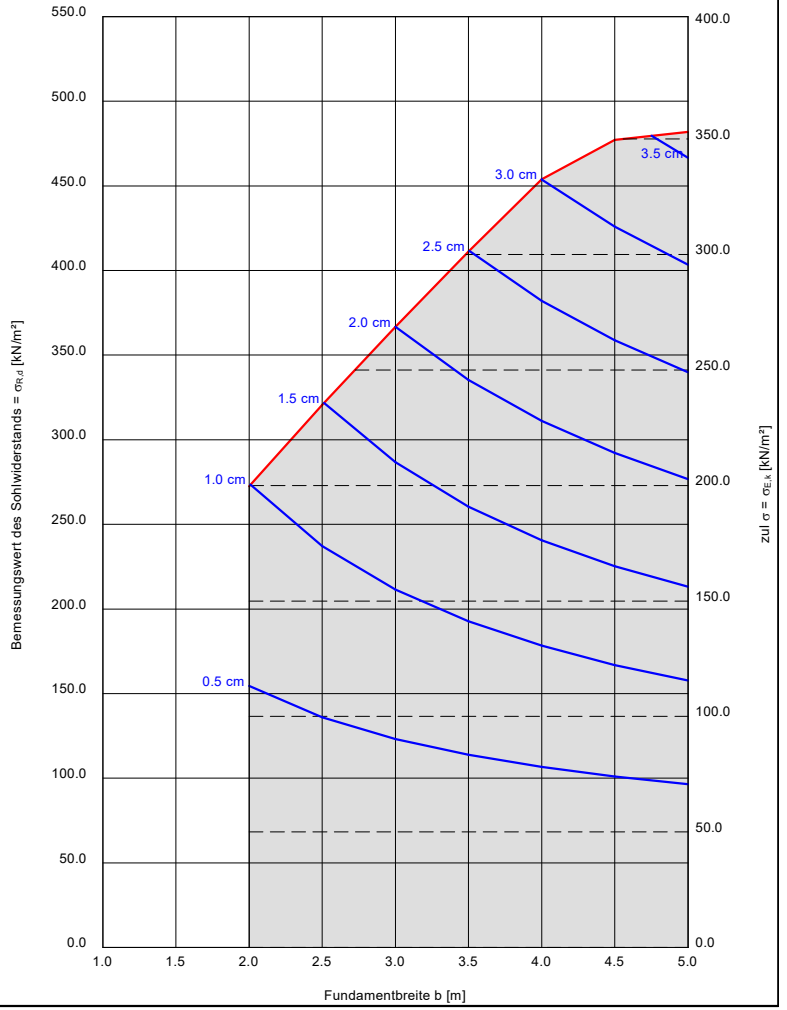
$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.36) = \sigma_{R,k} / 1.91$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.10



Berechnungsgrundlagen:
 Herzebrock-Clarholz, Im Esch/Fahrenkamp
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.10

$\gamma_{(G,Q)} = 0.100 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.100) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.365$
 Oberkante Gelände = 65.10 mNHN
 Gründungssohle = 65.10 mNHN
 Grundwasser = 64.50 mNHN
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenzflächen spannungsvariabel bestimmt

— Sohldruck
 — Setzungen



Boden	Tiefe [mNHN]	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	64.50	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	BA
	64.10	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	40.0	S, lo-mi
	61.97	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	50.0	S, mi
	57.47	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	40.0	S, lo-mi
	54.97	19.0/9.0	27.5	5.0	0.00	20.0	U
	52.97	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	60.0	S, di
	48.47	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	S, sdi
	45.97	20.5/10.5	27.5	20.0	0.00	40.0	KMst, stvw
	<45.97	22.5/12.5	32.5	15.0	0.00	60.0	KMst, vw

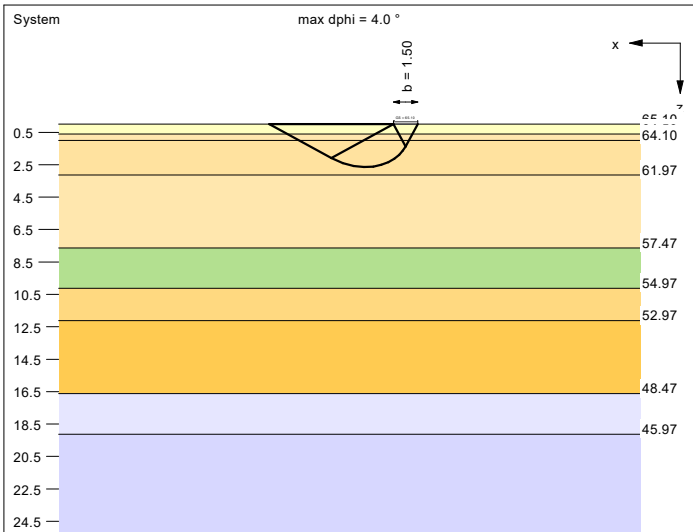
Oberkante Gelände = 65.10 mNHN

WESSLING

Auftraggeber:
JUWI GmbH

Projekt-Nr./Auftrags-Nr.:
EAL-25-0089 // EAL-00436-25

Projekt: **Anlage 10.4**
 Errichtung von 4 Windenergieanlagen im WP-Fahrenkamp
 hier: WEA 04, Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz
 Setzungsberechnung: Lastverteilungsplatte Montagefläche (5 x 1,5 m)



Ergebnisse Einzelfundament:

Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 1012.50 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{n,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{n,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Länge $a = 5.000$ m
 Breite $b = 1.500$ m

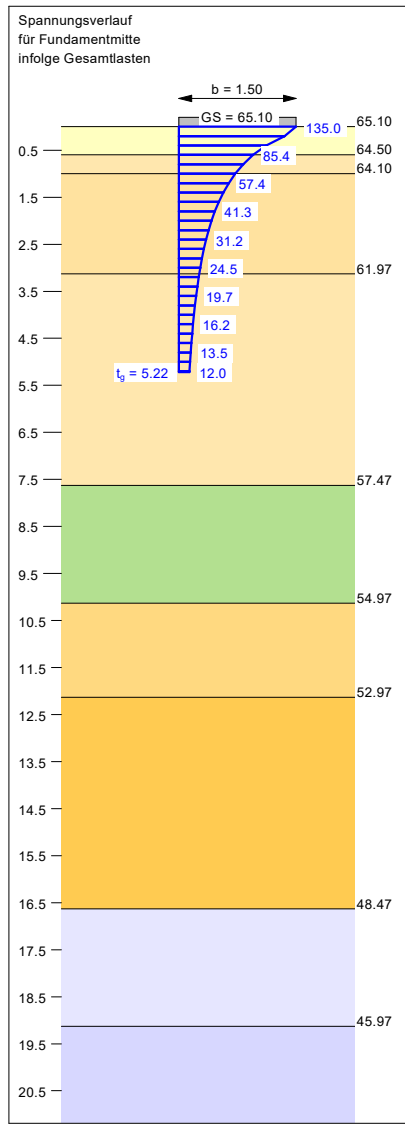
Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 5.000$ m
 Breite $b' = 1.500$ m

Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 5.000$ m
 Breite $b' = 1.500$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht, aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$

$\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 297.3 / 212.33$ kN/m²
 $R_{n,k} = 2229.45$ kN
 $R_{n,d} = 1592.46$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 1012.50 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 1366.88$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.858
 cal $\phi = 32.9^\circ$
 cal c = 0.00 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 13.47$ kN/m³
 cal $\sigma_u = 0.00$ kN/m²

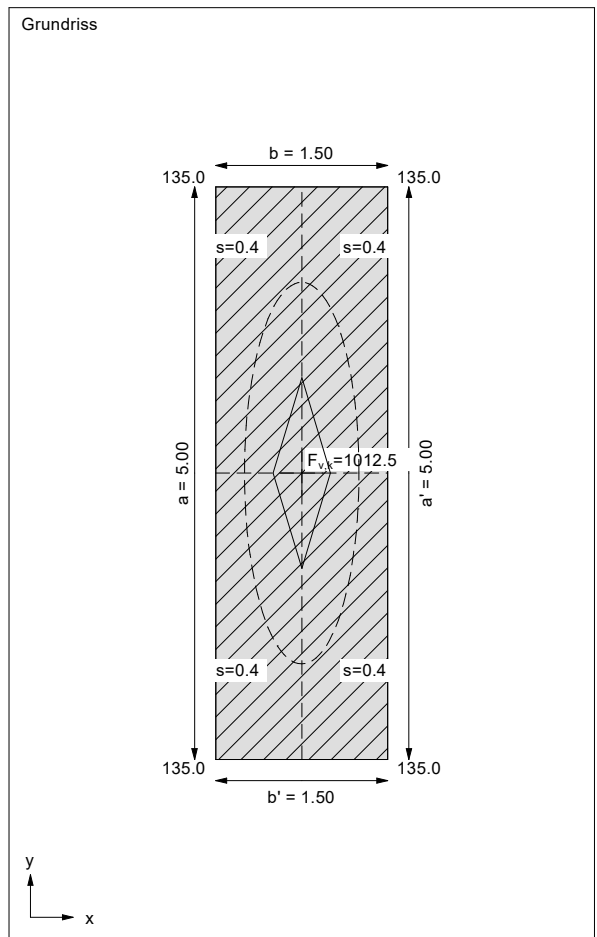
Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 5.22$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.41 cm



Berechnungsgrundlagen:
 Herzebrock-Clarholz, Im Esch/Fahrenkamp
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)

$\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Oberkante Gelände = 65.10 mNHN
 Gründungssohle = 64.50 mNHN
 Grundwasser = 64.50 mNHN
 Grenztiefe mit $p = 20.0\%$
 ——— 1. Kernweite
 - - - - 2. Kernweite



Boden	Tiefe [mNHN]	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	64.50	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	BA
	64.10	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	40.0	S, lo-mi
	61.97	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	50.0	S, mi
	57.47	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	40.0	S, lo-mi
	54.97	19.0/9.0	27.5	5.0	0.00	20.0	U
	52.97	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	60.0	S, di
	48.47	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	S, sdi
	45.97	20.5/10.5	27.5	20.0	0.00	40.0	KMst, stvw
	<45.97	22.5/12.5	32.5	15.0	0.00	60.0	KMst, vw

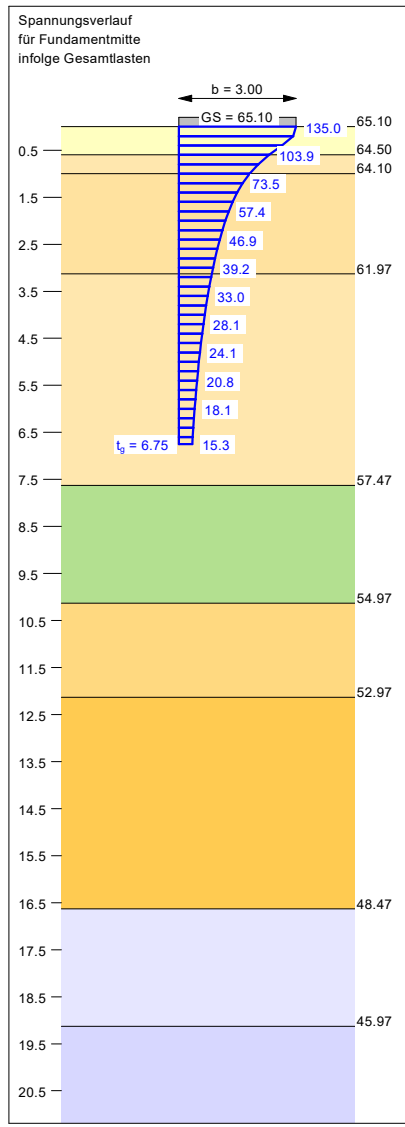
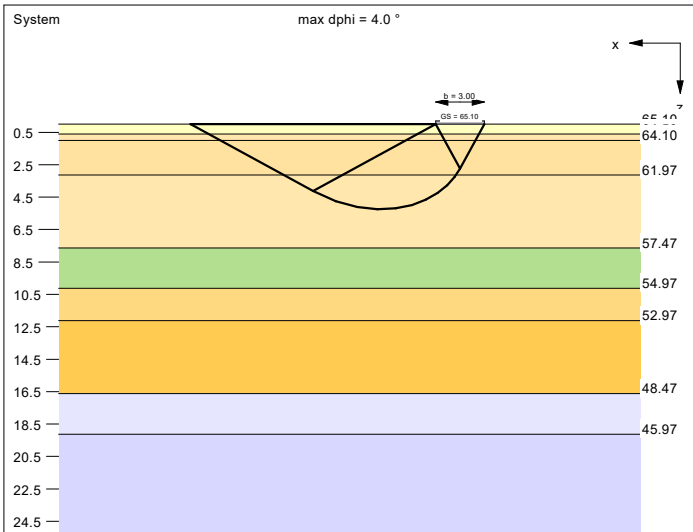
Oberkante Gelände = 65.10 mNHN

WESSLING

Auftraggeber:
JUWI GmbH

Projekt-Nr./Auftrags-Nr.:
EAL-25-0089 // EAL-00436-25

Projekt: Anlage 10.5
 Errichtung von 4 Windenergieanlagen im WP-Fahrenkamp
 hier: WEA 04, Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz
 Setzungsberechnung: Lastverteilungsplatte Montagefläche (5 x 3,0 m)



Berechnungsgrundlagen:
 Herzebrock-Clarholz, Im Esch/Fahrenkamp
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)

$\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Oberkante Gelände = 65.10 mNHN
 Gründungssohle = 64.50 mNHN
 Grundwasser = 64.50 mNHN
 Grenztiefe mit $p = 20.0\%$
 ——— 1. Kernweite
 - - - - 2. Kernweite

Ergebnisse Einzelfundament:

Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 2025.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{n,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{n,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Länge $a = 5.000$ m
 Breite $b = 3.000$ m

Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 5.000$ m
 Breite $b' = 3.000$ m

Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 5.000$ m
 Breite $b' = 3.000$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$

$\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 462.6 / 330.42$ kN/m²
 $R_{n,k} = 6938.79$ kN
 $R_{n,d} = 4956.28$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 2025.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 2733.75$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.552
 cal $\phi = 32.7^\circ$
 cal $c = 0.00$ kN/m²
 cal $\gamma_2 = 12.06$ kN/m³
 cal $\sigma_u = 0.00$ kN/m²

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 6.75$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.64 cm

