

Geotechnischer Bericht

**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 01**

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, 13.05.2025

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.....	27
9.1	Bewertungsgrundlage.....	27
9.2	Beton- und Stahlaggressivität des Grundwassers.....	27
9.3	Hinweise zu den durchgeführten Untersuchungen.....	28
10	Geotechnische Klassifizierungen der anstehenden Böden	29
10.1	Homogenbereiche	29
10.2	Einstufung der Böden in Bodenklassen/Homogenbereiche (DIN 18300), Bodengruppen (DIN 18196), Frostempfindlichkeitsklassen (ZTV E- StB 17) und Verdichtbarkeitsklassen (ZTV-A StB 12)	32
10.3	Bodenmechanische Kennwerte	33
11	Gründungstechnische Folgerungen	36
11.1	Gründungsart	36
11.2	Gründungstiefe	36
11.3	Tragfähigkeit des Baugrundes und Baugrundverbesserungs- maßnahmen - Erstellen des Gründungshorizontes	36
11.4	Bauzeitliche Wasserhaltung.....	38
11.5	Auftriebsverhältnisse	39
11.6	Anschüttung	39
11.7	Baugruben.....	40
11.8	Belastung des Baugrundes.....	40
11.8.1	Baugrundmodelle	40
11.8.2	Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS)	42

11.8.3	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS)	43
12	Verwendung des Aushubmaterials	44
13	Angaben zu bautechnischen Maßnahmen für die Zuwegung und die Kranstellfläche	45
13.1	Allgemeine Anforderungen	45
13.2	Mindeststärke des frostsicheren Straßenaufbaus	46
13.3	Geotechnische Nachweise der Lastverteilungsplatten für Kranstell- und Montageflächen	49
13.3.1	Kranstellfläche	49
13.3.2	Montagefläche	50
14	Allgemeine Hinweise	51
15	Schlusswort	51

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 Rammprofile der Aufschlussbohrungen und Rammsondierungen (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 (17 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 01.

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)

EAL-00436-25 / JUWI GmbH / WP Fahrenkamp, WEA 01

13.05.2025 / tff_wce /

Seite 7 von 51

- [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 HAT-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 24.03.2025 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

EAL-00436-25 / JUWI GmbH / WP Fahrenkamp, WEA 01
13.05.2025 / tff_wce / **Seite 8 von 51**

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 01 ist eine \pm ebene Ackerfläche. Östlich vom Baugrundstück befindet sich der Vorfluter Flütbach (s. Anlage 1.2).



Abb. 1



Abb. 2

Abbildung 1: Baugrundstück der WEA 01, Blickrichtung Südwesten

Abbildung 2: östliche Baugrundstücksgrenze der WEA 01, Blickrichtung Nordwesten

(Quelle: [U13], Stand 12.03.2025)

Nach dem Höheneinmaß der Bodenaufschlusspunkte liegt das Baugrundstück im Bereich des geplanten Fundamentes der Windenergieanlage WEA 01 zwischen ca. 63,33 m ü. NHN (RKS 2) und ca. 63,57 m ü. NHN (CPT 3). Die maximale Höhendifferenz beträgt ca. 0,24 m. Die mittlere Geländehöhe liegt bei ca. 63,42 m ü. NHN.

EAL-00436-25 / JUWI GmbH / WP Fahrenkamp, WEA 01

13.05.2025 / tff_wce /

Seite 10 von 51

Der maximale Grundwasserstand bzw. der Bemessungswasserstand (HGW) für das Fundament ist bei ca. -0,46 m GOK bzw. rechnerisch bei ca. 63,0 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 Ablagerungen der Niederterrasse an, die sich inhomogen aus schwach schluffigen Fein- und Mittelsanden, z.T. aus feinsandigen, tonigen Schluffen sowie aus sandigen Kiesen zusammensetzen. Gemäß der vorgenannten geologischen Karte sind die Ablagerungen der Niederterrasse stratigraphisch der Weichsel-Kaltzeit, Serie Pleistozän, System Quartär zuzuordnen (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 $S_{a,P,R} < 0,6 \text{ m/s}^2$ 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 24.03. bis 30.04.2025 im Bereich des geplanten Fundamentes der WEA 01 sowie im Bereich der geplanten Zuwegungen und Stellflächen sieben Rammkernsondierbohrungen (Kleinbohrungen gem. DIN 22475-1; RKS 1 bis RKS 7) und vier leichte/mittelschwere Rammsondierungen (DPL/M 1 bis DPL/M 4; mittelschwere Rammsondierung mit der Sonde DPM-A) niedergebracht. Des Weiteren wurden im Auftrag der WCE von der geotechnik Heiligenstadt GmbH vier Drucksondierungen (CPT 1 bis CPT 4) 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.

EAL-00436-25 / JUWI GmbH / WP Fahrenkamp, WEA 01

13.05.2025 / tff_wce /

Seite 15 von 51

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 beigelegt. 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 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 1	443722,523	574632,466	63,47	9,5
RKS 2	443745,151	574632,623	63,33	10,0
RKS 3	443733,625	574613,011	63,57	10,5
CPT 1	443720,383	5754626,048	63,46	15,83
CPT 2	443756,830	5754625,956	63,34	13,91
CPT 3	443733,995	5754613,024	63,57	14,64
CPT 4	44733,754	575638,040	63,40	15,12
RKS 4	443758,331	574593,612	63,83	5,0
RKS 5	443852,183	5754574,011	63,67	5,0
RKS 6	443777,717	575430,235	64,10	5,0
RKS 7	443862,461	5754400,596	64,21	5,0
DPL/M 1	443746,932	575497,843	63,82	5,0
DPL/M 2	443762,205	5754557,754	64,13	5,0
DPL/M 3	443902,137	5754518,033	64,11	5,0
DPL/M 4	443827,607	5754461,215	64,22	5,0

Alle Rammkernsondierungen wurden schicht- bzw. meterweise beprobt. Insgesamt wurden aus den Bohrungen 60 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 2 wurde als temporäre Grundwassermessstelle ausgebaut. Aus der Bohrung RKS 2 wurde die Grundwasserprobe WEA01 entnommen. Die Grundwasserprobe WEA01 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 sechs Einzelproben der Aufschlussbohrungen RKS 1 bis RKS 3 wurden im bodenphysikalischen Labor die Korngrößenverteilungen gem. DIN EN ISO 17892-4 sowie an einer Einzelprobe die Konsistenzwerte gemäß gem. DIN EN ISO 17892-12 einschließlich der Wassergehalt gemäß DIN EN ISO 17892-1 bestimmt. Des Weiteren wurden an drei Einzelproben die Glühverluste gemäß DIN 18128 ermittelt. 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 1	RKS 1 (0,3 – 1,3); RKS 1 (1,3 – 2,5); RKS 2 (0,3 – 1,3); RKS 1 (1,3 – 2,0); RKS 3 (0,4 – 0,9); RKS 1 (0,9 – 2,0);

Die Bohrung RKS 2 wurde als temporäre Grundwassermessstelle ausgebaut. Aus der Bohrung RKS 2 wurde die Grundwasserprobe WEA01 entnommen.

Die Mischprobe MP 1 und die Grundwasserprobe WEA01 wurden in einem akkreditierten chemischen Laboratorium auf beton- und stahlangreifende Stoffe, die Grundwasserprobe WEA01 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. 0,88 m vor.

Das Gelände fällt von ca. 64,21 m ü. NHN (RKS 7 und DPL/M 4) im Süden auf ca. 63,33 m ü. NHN (RKS 2) im Norden um diesen Betrag ab.

Danach liegt das Untersuchungs Gelände im Mittel bei ca. 63,75 m ü. NHN.

Im Bereich des geplanten Fundamentes der Windenergieanlage WEA 01 liegt das Baugrundstück nach dem Höhennivellement der Bodenaufschlusspunkte zwischen ca. 63,33 m ü. NHN (RKS 2) und ca. 63,57 m ü. NHN (CPT 3). Die maximale Höhendifferenz beträgt ca. 0,24 m. Die mittlere Geländehöhe liegt bei ca. 63,42 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 bis stark humosen, schluffigen Feinsand, erdfeucht.

EAL-00436-25 / JUWI GmbH / WP Fahrenkamp, WEA 01

13.05.2025 / tff_wce /

Seite 19 von 51

bis ca. 9,7/10,0 m unter GOK bzw.**bis zur max. Aufschlusstiefe****von 5,0/9,5 m unter GOK****Schicht 2**

[Ablagerungen der Niederterrasse in fazieller Ausprägung: Sande (Schicht 2.1), Schluffe (Schicht 2.2) und Lehme (Schicht 2.3)]

Schicht 2.1: (Sande)

Feinsand, mittelsandig bis stark mittelsandig, schwach schluffig bis schluffig, Mittelsand, schwach feinsandig bis feinsandig bis stark feinsandig, überwiegend schwach schluffig bis schluffig, örtlich schwach grobsandig, und Sand, stark schluffig, erdfeucht bis grundwasserführend und dann fließfähig.

Die Sande sind mitteldicht gelagert und gehen zur Tiefe hin, ab ca. 6 m unter GOK in eine mitteldichte bis dichte, ab einer Tiefe von ca. 8,0 m unter GOK in eine dichte Lagerung und ab einer Tiefe von ca. 9,1 m unter GOK in eine sehr dichte Lagerung über.

In den vorgenannten Sanden sind Schluff- (Schicht 2.2) und Lehm-Schichten (Schicht 2.3) heterogen eingeschaltet.

Schicht 2.2: (Schluffe)

Schluff, stark sandig, humos, grundwasserführend und somit fließfähig. Der in der Bohrung RKS 1 zwischen ca. 7,6 m und ca. 8,0 m unter GOK erbohrte locker bis mitteldicht gelagerte humose Schluff besitzt im ungestörten Zustand eine weich- bis steifplastische Konsistenz.

Schluff, schwach tonig, schwach sandig, grundwasserführend und somit fließfähig. Der in der Bohrung RKS 6 erbohrte mitteldicht gelagerte Schluff besitzt im ungestörten Zustand eine steifplastische Konsistenz.

Schicht 2.3: (Lehme)

Lehm (Sand, stark schluffig, schwach tonig), z.T. schwach humos bis humos, grundwasserführend und somit fließfähig. Der mitteldicht gelagerte und zur Tiefe hin mitteldicht bis dicht gelagerte Lehm besitzt im ungestörten Zustand eine weich- bis steifplastische (nur schwach humoser bis humoser Lehm) und eine steifplastische Konsistenz.

Der steifplastische Lehm wurde in den Bohrungen RKS 1, zwischen ca. 4,0 m und ca. 6,0 m unter GOK, und RKS 3, zwischen ca. 7,1 m und ca. 8,2 m unter GOK, erbohrt.

Der weich- bis steifplastische schwach humose Lehm wurde in der Bohrung RKS 2 zwischen ca. 6,5 m und ca. 7,0 m unter GOK angetroffen.

In der Bohrung RKS 1 wurde zwischen ca. 8,6 m und ca. 9,1 m unter GOK ein weich- bis steifplastischer humoser Lehm aufgeschlossen.

**bis zur max. Aufschlusstiefe
von 10,0/10,5 m unter GOK**

Schicht 3**(Festgesteine)**

Kalkmergelstein, stark verwittert,
(gemäß DIN EN ISO 14689:2018-05 Verwitterungsstufe 3). Der stark verwitterte Kalkmergelstein liegt im halbfesten Zustand vor.

Die Aufschlussbohrungen RKS 1 und RKS 3 wurden beim Erreichen der Geräteauslastung bei 9,5 m unter GOK in den dicht gelagerten Sanden (RKS 1) und im halbfesten Kalkmergelstein (RKS 3), der noch bis in größeren Tiefen ansteht, eingestellt.

Die Aufschlussbohrungen RKS 2, RKS 4 bis RKS 7 wurden bis zu den angestrebten Endteufen von 5,0 m (RKS 4 bis RKS 7) und 10,0 m (RKS 2) ausgeführt. Dabei wurden die Bohrungen RKS 4 bis RKS 7 in den Niederterrassenablagerungen (Sande und Schluffe) und die Bohrung RKS 2 im stark verwitterten Kalkmergelstein eingestellt.

EAL-00436-25 / JUWI GmbH / WP Fahrenkamp, WEA 01

13.05.2025 / tff_wce /

Seite 21 von 51

Unterhalb der Aufschlusstiefen der Bohrung RKS 2 und RKS 3 stehen die geklüfteten, geschichteten und in tieferen Schichten kluftgrundwasserführenden Gesteine der Oberkreide in fester Zustandsform an.

Gemäß den Ergebnissen der durchgeführten Drucksondierungen CPT 1 bis CPT 4 gehen die Kalkmergelsteine ab einer Tiefe von ca. 12,0 m unter GOK in den halbfesten bis festen Zustand bzw. in den verwitterten Zustand und ab einer Tiefe von ca. 15,0 m unter GOK in den festen Zustand bzw. in den schwach verwitterten Zustand über.

Es ist zu erwarten, dass bereits geringfügig unterhalb der Aufschlusstiefe der Bohrung RKS 1 von 9,5 m unter GOK ebenfalls die Festgesteine der Oberkreide anstehen.

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 01 (RKS 1 bis RKS 3)

Schicht	Lithologie	Mächtigkeit [m]	Unterkante [m ü. NHN]	Lagerungsdichte / Konsistenz
Schicht 1 Mutterboden	Feinsand, schluffig, humos bis stark humos	ca. 0,3 - 0,4	ca. 63,15- 63,05	locker
Schicht 2.1 Sande	Fein- und Mittelsand, bzw. Sand, überwiegend schwach schluffig bis schluffig, teils stark schluffig, örtlich schwach grobsandig	ca. 9,2 - 9,6*	ca. 53,95 - 53,45	mitteldicht, mitteldicht bis dicht und dicht
Schicht 2.2 Schluffe	Schluff, stark sandig, humos (nur RKS 1 zwischen ca. 7,6 m und ca. 8,0 m unter GOK)	ca. 0,4	eingelagerte Schicht in den Sanden (s. o.)	locker bis mitteldicht / weich- bis steifplastische Konsistenz
Schicht 2.3 Lehme	Sand, stark schluffig, schwach tonig, teils schwach humos und humos (nur RKS 1 zwischen ca. 4,0 m und ca. 6,0 m unter GOK sowie zwischen ca. 8,6 m und ca. 9,1 m unter GOK, RKS 2 zwischen ca. 6,5 m und ca. 7,0 m unter GOK und RKS 3 zwischen ca. 7,1 m und ca. 8,2 m unter GOK)	ca. 0,5 - 2,0	eingelagerte Schichten in den Sanden (s. o.)	weich- bis steifplastisch und steifplastisch

Schicht	Lithologie	Mächtigkeit [m]	Unterkante [m ü. NHN]	Lagerungsdichte / Konsistenz
Schicht 3 Kalkmergelstein				
stark verwitterte	Festgestein (Verwitterungsstufe 3 gemäß DIN EN ISO 14689:2018-05)	ca. 2,0 - 2,5	ca. 51,45	halbfest
verwittert	Festgestein (Verwitterungsstufe 2 gemäß DIN EN ISO 14689:2018-05)	ca. 3,0	ca. 48,45	halbfest bis fest
schwach verwittert	Festgestein (Verwitterungsstufe 1 gemäß DIN EN ISO 14689:2018-05)	>> 1,0	≤ 48,45	fest

* hier die Mächtigkeit der Niederterrassenablagerung, d. h. Sande mit eingeschalteten Schluff- und Lehm-Schichten

7.3 Grundwasserstand

Das Grundwasser wurde am 24.03.2025 in den Aufschlussbohrungen RKS 1 bis RKS 7 zwischen ca. 0,9 m und ca. 1,3 m unter GOK bzw. zwischen ca. 62,4 m und ca. 62,9 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 1	63,47	1,0	62,5
RKS 2	63,33	0,9	62,4
RKS 3	63,57	0,9	62,7
RKS 4	63,83	1,3	62,5
RKS 5	63,67	1,0	62,7
RKS 6	64,10	1,3	62,8
RKS 7	64,21	1,3	62,9
Mittelwert (gerundet)	63,75	1,1	62,65

EAL-00436-25 / JUWI GmbH / WP Fahrenkamp, WEA 01

13.05.2025 / tff_wce /

Seite 23 von 51

Im Bereich der geplanten Windenergieanlage lag der mittlere Grundwasserstand am 24.03.2025 bei ca. 62,5 m ü. NHN.

Im Bereich der geplanten Zuwegungen und Kranstellplätze wurden Grundwasserstände zwischen ca. 62,5 m ü. NHN im Norden bzw. im Bereich der Windenergieanlage und ca. 62,9 m ü. NHN im Süden 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 24.03.2025 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 24.03.2025 gemessenen Grundwasserstände bereits um hohe Grundwasserstände handelt. Somit ist der geschätzte mittlere höchste Grundwasserstand (mHGW) im Bereich der geplanten Windenergieanlage WEA 01 bei ca. 62,5 m ü. NHN anzusetzen.

Der geschätzte maximale Grundwasserstand bzw. der Bemessungsgrundwasserstand (HGW) ist im Bereich der WEA 01 bei ca. 63,0 m ü. NHN in Ansatz zu bringen.

Im Bereich der geplante Zuwegungen und Kranstellflächen liegt der geschätzte maximale Grundwasserstand zwischen ca. 63,0 m ü. NHN im Norden (RKS 4) und ca. 63,4 m ü. NHN im Süden (RKS 7).

Der Kluffgrundwasserstand in den Festgesteinen konnte am 24.03.2025, aufgrund der geringen Eindringtiefe der Rammkernsondierbohrungen in den festen Fels, nicht festgestellt werden. Hierzu müsste eine Großbohrung bis in das unverwitterte Gebirge ausgeführt werden und eine Grundwassermessstelle errichtet werden.

Der tiefer liegende Kluffgrundwasserspiegel 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 sechs Einzelproben der Aufschlussbohrungen die Korngrößenverteilungen gem. DIN EN ISO 17892-4 sowie an einer Einzelprobe die Konsistenzwerte gemäß gem. DIN EN ISO 17892-12 einschließlich der Wassergehalt gemäß DIN EN ISO 17892-1 bestimmt. Des Weiteren wurden an drei Einzelproben die Glühverluste gemäß DIN 18128 ermittelt.

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

EAL-00436-25 / JUWI GmbH / WP Fahrenkamp, WEA 01

13.05.2025 / tff_wce /

Seite 25 von 51

Tabelle 6.1: Ergebnisse der Korngrößenanalysen

<u>Bodenproben</u>	<u>Ergebnisse</u>			
Korngrößenverteilung (Sieb- und Schlämmanalyse)	Bodenart	Bodengruppe	Durchlässigkeitsbeiwert [k_f-Wert (m/s)]	Korrigiert gem. DWA(*) k_f-Wert [m/s]
RKS 1 (0,3 – 1,3)	fS, ms, u	SU*	$8,5 \cdot 10^{-6}$ (**)	$8,5 \cdot 10^{-7}$
RKS 1 (1,3 – 2,5)	fS, ms*, u´	SU	$4,2 \cdot 10^{-5}$	$4,2 \cdot 10^{-6}$
RKS 1 (2,5 – 4,0)	mS, fs*, u´, gs´	SU	$4,6 \cdot 10^{-5}$	$4,6 \cdot 10^{-6}$
RKS 1 (4,0 – 5,0)	(L) S, u*, t´	ST*-TL	$7,9 \cdot 10^{-7}$ (**)	$7,9 \cdot 10^{-8}$
RKS 1 (5,0 – 6,0)	(L) S, u*, t´	ST*-TL	$6,2 \cdot 10^{-7}$ (**)	$6,2 \cdot 10^{-8}$
RKS 2 (7,0 – 8,5)	mS, fs´, gs´, u´	SU	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$
RKS 3 (7,1 – 8,2)	(L) S, u*, t´	ST*-TL	$2,5 \cdot 10^{-7}$ (**)	$2,5 \cdot 10^{-8}$

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

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)

EAL-00436-25 / JUWI GmbH / WP Fahrenkamp, WEA 01

13.05.2025 / tff_wce /

Seite 26 von 51

Tabelle 6.2: Zustandsgrenzen (Fließ- und Ausrollgrenze)

Bodenproben	Fließgrenze [W _L in %]	Ausrollgrenze [W _p in %]	Wassergehalt [%]	Konsistenzzahl [I _c]	Bodenart
RKS 3 (7,1 – 8,2)	27,0	17,0	18,1	0,87	(L), S, u*, t'

Tabelle 6.3: Ergebnis der Glühverlustbestimmungen und Klassifizierung von Böden mit organischen Anteilen nach DIN EN ISO 14 688-2

Bodenprobe	Glühverlust 550°C [%]	Klassifizierung nach [DIN EN ISO 14 688-2]
RKS 1 (7,6 – 8,0)	11,34	mäßig organisch
RKS 1 (8,6 – 9,1)	11,16	mäßig organisch
RKS 2 (6,5 – 7,0)	2,85	schwach organisch

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 1 und die der Wasserprobe WEA 01 (s. Kapitel 6.4) erfolgt gemäß DIN Teil 1 und DIN 50929 Teil 3.

9.2 Beton- und Stahlaggressivität des Grundwassers

Gemäß den Ergebnissen der chemischen Untersuchungen (s. Anlagen 6.1 und 6.2) ist das **Grundwasser** im Bereich der geplanten Aufstellfläche der Windenergieanlage WEA 01 gemäß den Vorgaben der DIN 4030 Teil 1 als nicht betonangreifend (Expositionsklasse XA0) zu klassifizieren. Gemäß den Vorgaben der DIN 50929 Teil 3 besteht eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit für Mulden-/Lochkorrosion und eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit für Flächenkorrosion. Die Güte der Deckschichten auf feuerverzinkten Stählen ist sehr gut.

Die der Mischprobe MP 1 entsprechenden **Böden** sind gemäß den Vorgaben der DIN 4030 Teil 1 und den Ergebnissen der chemischen Untersuchungen (s. Anlage 6.3) nicht betonangreifend und können somit in die Expositionsklasse X0 eingestuft werden.

In Bezug auf die Stahlaggressivität besteht gemäß den Auswertungen der Ergebnisse der chemischen Untersuchungen (s. Anlage 6.3) für die der Mischprobe MP 1 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.

EAL-00436-25 / JUWI GmbH / WP Fahrenkamp, WEA 01

13.05.2025 / tff_wce /

Seite 28 von 51

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

		MP 1
Expositionsklasse		XA1
Bodenklasse		I b
Bodenaggressivität		schwach
Korrosionswahrscheinlichkeit	Mulden- und Lochkorrosion	gering
	Flächenkorrosion	sehr gering

Der in der Grundwasserprobe WEA01 gemessene Eisengehalt beträgt 250 $\mu\text{g/l}$.

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	A
Schicht 2.2: Schluffe	B ₁
Schicht 2.3: Lehme (Sand)	B ₂
Schicht 3: stark verwitterter Kalkmergelstein	C ₁
Schicht 4: verwitterter bis schwach verwitterter Kalkmergelstein	C ₂

EAL-00436-25 / JUWI GmbH / WP Fahrenkamp, WEA 01

13.05.2025 / tff_wce /

Seite 30 von 51

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	B ₁
1	Ortsübliche Bezeichnung		Mutterboden	Sande	Schluffe
2	Körnungsband		-	s. Anlage 5	-
3a	Steine, d > 63 mm ¹⁾	[%]	0 - 2	0 - 2	0 - 2
3b	Blöcke, d > 200 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, SU*	UL, TL
7	Feuchtdichte ρ	[g/cm ³]	1,6 - 1,8	1,8 - 2,0	1,8 - 2,0
9	undrainierte Scherfestigkeit C _u	[kN/m ²]	0	0	60 - 350 ²⁾
11	Wassergehalt ω	[%]	5 - 20	5 - 20	15 - 20
12	Plastizitätszahl I _p	[%]	-	-	1)
13	Konsistenzzahl I _c	-	-	-	1 - 5
14	Konsistenz		-	-	weich- bis steif (im ung. Zustand)
16	bezogene Lagerungs- dichte I _D	-	10 - 30	35 - 85	30 - 50
19	Organischer Anteil	[%]	1,0 - 20,0	0 - 1,0	0 - 11,34 (s. Anlage 5)

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, ung. = ungestört

EAL-00436-25 / JUWI GmbH / WP Fahrenkamp, WEA 01

13.05.2025 / tff_wce /

Seite 31 von 51

Tabelle 8.2: Homogenbereiche nach VOB/C (2022)

Nr.	Parameter	Einheit	Bandbreiten der Kennwerte der Homogenbereiche		
			B ₂	C ₁	C ₂
1	Ortsübliche Bezeichnung		Lehme	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		ST*-TL	TM, TA bzw. stark verwitterte Festgesteine	verwitterte bis schwach verwitterte Festgesteine
7	Feuchtdichte ρ	[g/cm ³]	1,6 - 1,8	1,95 - 2,15	2,15 - 2,35
9	undrainierte Scherfestigkeit C _u	[kN/m ²]	60 - 350 ²⁾	≥ 200 ²⁾	≥ 200 ²⁾
11	Wassergehalt ω	[%]	15 - 25	2 - 10	0 - 5
12	Plastizitätszahl I _p	[%]	8 - 12	25 - 50	-
13	Konsistenzzahl I _c	-	0,70 - 0,9	1,0 - 1,2	1,1 - > 1,2
14	Konsistenz		weich bis steif	halbfest	halbfest bis fest
16	bezogene Lagerungsdichte I _D	-	-	-	-
19	Organischer Anteil	[%]	0 - 11,16 (s. Anlage 5)	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	3 und 4	A	SE, SU, SU*	F1 bis F3	V1 und V2
Schicht 2.2 Schluffe	4 bei Verschlam- mungen, dyn. Beanspruchungen oder Wassersätti- gung bzw. einer Konsistenzzahl von $I_c < 0,5$ ggf. auch Bodenklasse 2	Homogen- bereich B ₁	UL, TL	F3	V2 bis V3
Schicht 2.3 Lehme	4 bei Verschlam- mungen, dyn. Beanspruchungen oder Wassersätti- gung bzw. einer Konsistenzzahl von $I_c < 0,5$ ggf. auch Bodenklasse 2	Homogen- bereich B ₂	ST*-TL	F3	V2 bis V3
Schicht 3 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	Homogen- bereich C ₁	TM, TA	F3 (TA auch F2)	V3 (schlecht verdichtbar)

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 4 Kalkmergelstein, verwittert bis schwach verwittert	6 und 7	Homogen- bereich C ₂	verwitterter bis schwach Fels	- [i. d. R. nicht frostbeständig]	- [mäßig bis nicht veränderlich]

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 Sand, lo-mi	18,5	10,5	32,5	0	40	$1,3 \cdot 10^{-4} -$ $1,0 \cdot 10^{-6}$ ^{*1)}
Schicht 2.1 Sand, mi	18,5	10,5	32,5	0	50	$1,3 \cdot 10^{-4} -$ $1,0 \cdot 10^{-6}$ ^{*1)}
Schicht 2.1 Sand, di	19,0	11,0	35,0	0	60	$1,3 \cdot 10^{-4} -$ $1,0 \cdot 10^{-6}$ ^{*1)}
Schicht 2.1 Sand, sdi	19,5	11,5	35,0	0	80	$1,3 \cdot 10^{-4} -$ $1,0 \cdot 10^{-6}$ ^{*1)}
Schicht 2.2 Schluff	19,0	9,0	27,5	5 ^{*2)}	20	$\leq 1 \cdot 10^{-7}$

EAL-00436-25 / JUWI GmbH / WP Fahrenkamp, WEA 01

13.05.2025 / tff_wce /

Seite 34 von 51

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]
Schicht 2.2 Schluff, humos	18,0	8,0	27,5	2 ^{*2)}	15	$\leq 1 \cdot 10^{-7}$
Schicht 2.3 Lehm	18,5	10,5	27,5	5 ^{*2)}	15	$\leq 1 \cdot 10^{-8}$
Schicht 2.3 Lehm, humos	18,0	8,0	27,5	2 ^{*2)}	10	$\leq 1 \cdot 10^{-8}$
Schicht 2.3 Lehm, humos, mi-di	18,0	8,0	27,5	2 ^{*2)}	15	$\leq 1 \cdot 10^{-8}$
Schicht 3 KMst _{stvw}	20,5	10,5	27,5	20 ^{*2)}	40	$\leq 1 \cdot 10^{-9}$
Schicht 4 KMst _{vw}	22,5	12,5	32,5	15	60	$\leq 1 \cdot 10^{-9}$
Schicht 4 KMst _{svw}	23,5	13,5	37,5	≥ 10	≥ 100	$\leq 1 \cdot 10^{-9}$ bis $\geq 1 \cdot 10^{-3}$ ^{*3)}

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

mi mitteldicht gelagert

di dicht gelagert

sdi sehr dicht gelagert

stvw stark verwittert

vw verwittert

svw schwach verwittert

EAL-00436-25 / JUWI GmbH / WP Fahrenkamp, WEA 01

13.05.2025 / tff_wce /

Seite 35 von 51

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 Sand, lo-mi	0	160	70
Schicht 2.1 Sand, mi	0	200	80
Schicht 2.1 Sand, di	0	240	100
Schicht 2.1 Sand, sdi	0	320	120
Schicht 2.2 Schluff	80	100	30
Schicht 2.2 Schluff, humos	60	50	20
Schicht 2.3 Lehm	95	75	30
Schicht 2.3 Lehm, humos	60	40	20
Schicht 2.3 Lehm, humos, mi-di	60	50	20
Schicht 3 KMst _{stvw}	100	200	50
Schicht 4 KMst _{vw}	150	300	200
Schicht 4 KMst _{swf}	200	≥ 500	≥ 500

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 01 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. 63,42 m ü. NHN (s. Kapitel 7.1) wird die Gründungsebene des Fundamentes einschließlich Sauberkeitsschicht bei ca. 62,60 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 Drucksondier-Diagrammen auf der Anlage 4 zu entnehmen ist, wurden in der angenommenen Gründungsebene des Fundamentes der Windenergieanlage WEA 01 bei ca. 62,60 m ü. NHN locker bis mitteldicht gelagerte Sande angetroffen.

Die Sande, die zur Tiefe hin in eine sehr dichte Lagerung übergehen, werden ab einer Tiefe von ca. 9,7/10,0 m unter GOK bzw. ab ca. 53,95/53,45 m ü. NHN von den Festgesteinen der Oberkreide (stark verwitterte Kalkmergelsteine) unterlagert.

In den Sanden sind heterogen bindige Bodenschichten (Schluffe und Lehme) mit unterschiedlichen Mächtigkeiten eingeschaltet.

Z.T. sind die bindigen Bodenschichten schwach humos bis humos. Aufgrund der Tiefenlage dieser organogenen Bodenschichten [RKS 1 zwischen ca. 7,6 m und ca. 8,0 m unter GOK sowie zwischen ca. 8,6 m und ca. 9,1 m unter GOK (humose Schluffe und Lehme); RKS 2 zwischen ca. 6,5 m und ca. 7,0 m unter GOK (schwach humose Lehme)] spielen die organischen Bodenschichten für die Tragfähigkeit des Baugrundes nur noch eine untergeordnete Rolle, sodass unter Berücksichtigung der Ergebnissen der durchgeführten Drucksondierungen (s. Anlage 4) aus gutachterlicher Sicht eine Flachgründung erfolgen kann.

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 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.**

EAL-00436-25 / JUWI GmbH / WP Fahrenkamp, WEA 01

13.05.2025 / tff_wce /

Seite 38 von 51

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 für die Durchführung der Erd- und Gründungsarbeiten eine Wasserhaltung über Vakuumpfilter (z. B. kiesummantelte Vakuumpfilter 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 Vakuumpfilter- 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.

EAL-00436-25 / JUWI GmbH / WP Fahrenkamp, WEA 01

13.05.2025 / tff_wce /

Seite 39 von 51

Ausgehend von dem angenommenen höchsten Grundwasserspiegel (HGW) bei ca. 63,0 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. 61,60 m ü. NHN und demnach um ca. $s = 1,4$ 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:

$$R = 3000 \cdot h_w \cdot \sqrt{k_f} = 93,9 \text{ m}$$

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.

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. 63,0 m ü. NHN und somit ca. 0,46 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).

EAL-00436-25 / JUWI GmbH / WP Fahrenkamp, WEA 01

13.05.2025 / tff_wce /

Seite 40 von 51

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 $\gamma_b \geq 18,0 \text{ kN/m}^3$ bzw. $\gamma'_b \geq 8,0 \text{ kN/m}^3$ 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° abgebösch 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)	0,6	62,6
Bodenaustausch (BA)	0,5	62,1
Schicht 2.1 Sand, lo-mi	4,1	58,0
Schicht 2.3 Lehm	0,5	57,5
Schicht 2.1 Sand, mi	1,0	56,5
Schicht 2.3 Lehm, humos, mi	1,0	55,5
Schicht 2.1 Sand, di	0,8	54,7
Schicht 2.3 Lehm, humos, mi-di	0,3	54,4
Schicht 2.1 Sand, sdi	0,9	53,5
Schicht 3 KMst _{stvw}	2,0	51,5
Schicht 4 KMst _{vw}	3,0	48,5
Schicht 4 KMst _{swf}	>> 1,0	<< 48,5

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

EAL-00436-25 / JUWI GmbH / WP Fahrenkamp, WEA 01

13.05.2025 / tff_wce /

Seite 42 von 51

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 $s_{\max} = 4,55 \text{ cm}$ (mittlere Setzung $s = 2,48 \text{ cm}$; s. Anlage 8.1) und BS-A von $s_{\max} = 4,82 \text{ cm}$ (mittlere Setzung $s = 2,57 \text{ cm}$; 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. $\Delta s = 1,8 \text{ mm/m}$ 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.

EAL-00436-25 / JUWI GmbH / WP Fahrenkamp, WEA 01

13.05.2025 / tff_wce /

Seite 43 von 51

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 dazugehörigen 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	$A = 295,54 \text{ m}^2$
Lastfall BS-P	mit Auftrieb	$A = 281,96 \text{ m}^2$
Lastfall BS-P	max. Kantenpressung	$A = 510,76 \text{ m}^2$
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.

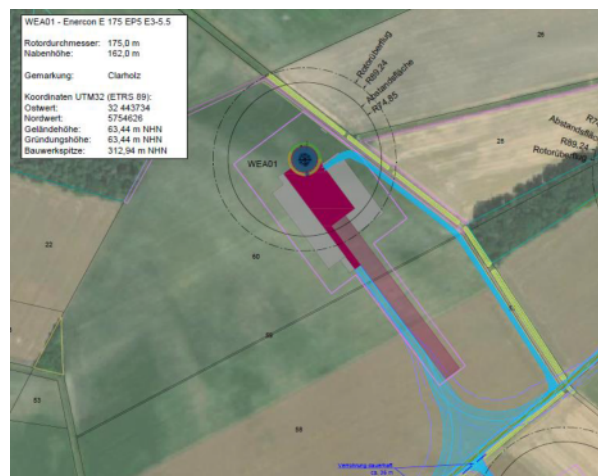


Abb. 5

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 gefordert:

Oberbau, Deckschicht

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

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

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

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

EAL-00436-25 / JUWI GmbH / WP Fahrenkamp, WEA 01

13.05.2025 / tff_wce /

Seite 46 von 51

Oberbau, Deckschicht (<u>Kranstellfläche</u>):	$E_{v2} \geq 120 \text{ MPa} / D_{Pr} \geq 103 \%$
Verhältnisswert E_{v2}/E_{v1} :	$\leq 2,3$
Oberbau, Tragschicht (<u>Kranstellfläche</u>):	$E_{v2} \geq 100 \text{ MPa} / D_{Pr} \geq 100 \%$
Verhältnisswert E_{v2}/E_{v1} :	$\leq 2,3$
Geforderte zulässige Flächenpressung auf der <u>Kranstellfläche</u> für $NH \leq 162 \text{ m}$:	$\sigma_{R,k} = 350 \text{ kN/m}^2$
Oberbau, Deckschicht (<u>Montagefläche</u>):	$E_{v2} \geq 120 \text{ MPa} / D_{Pr} \geq 103 \%$
Verhältnisswert E_{v2}/E_{v1} :	$\leq 2,3$
Oberbau, Tragschicht (<u>Montagefläche</u>):	$E_{v2} \geq 80 \text{ MPa} / D_{Pr} \geq 100 \%$
Verhältnisswert E_{v2}/E_{v1} :	$\leq 2,3$
Geforderte zulässige Flächenpressung auf der <u>Montagefläche</u> :	$\sigma_{R,k} = 135 \text{ kN/m}^2$

Die o. g. geforderten Tragfähigkeitswerte sind nachzuweisen.

Die Kranlasten werden durch Lastverteilungsplatten unterhalb der Ketten bzw. Pratzen 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 Kranaufstellflächen, durchzuführen.

13.2 Mindeststärke des frostsicheren Straßenaufbaus

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

EAL-00436-25 / JUWI GmbH / WP Fahrenkamp, WEA 01

13.05.2025 / tff_wce /

Seite 47 von 51

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. zwischen ca. 63,0 m ü. NHN auf Höhe des geplanten Windenergieanlagen-Fundamentes im Norden und ca. 63,4 m ü. NHN im Süden (Bereich RKS 7) 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 vorzusehen.

EAL-00436-25 / JUWI GmbH / WP Fahrenkamp, WEA 01

13.05.2025 / tff_wce /

Seite 48 von 51

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. 63,0 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 $b \geq 4,6 \text{ m}$ 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 $S_g = 3,91 \text{ cm}$ 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. 63,0 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 $S_g = 0,45 \text{ cm}$ (5 x 1,5 m) und $S_g = 0,73 \text{ cm}$ (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

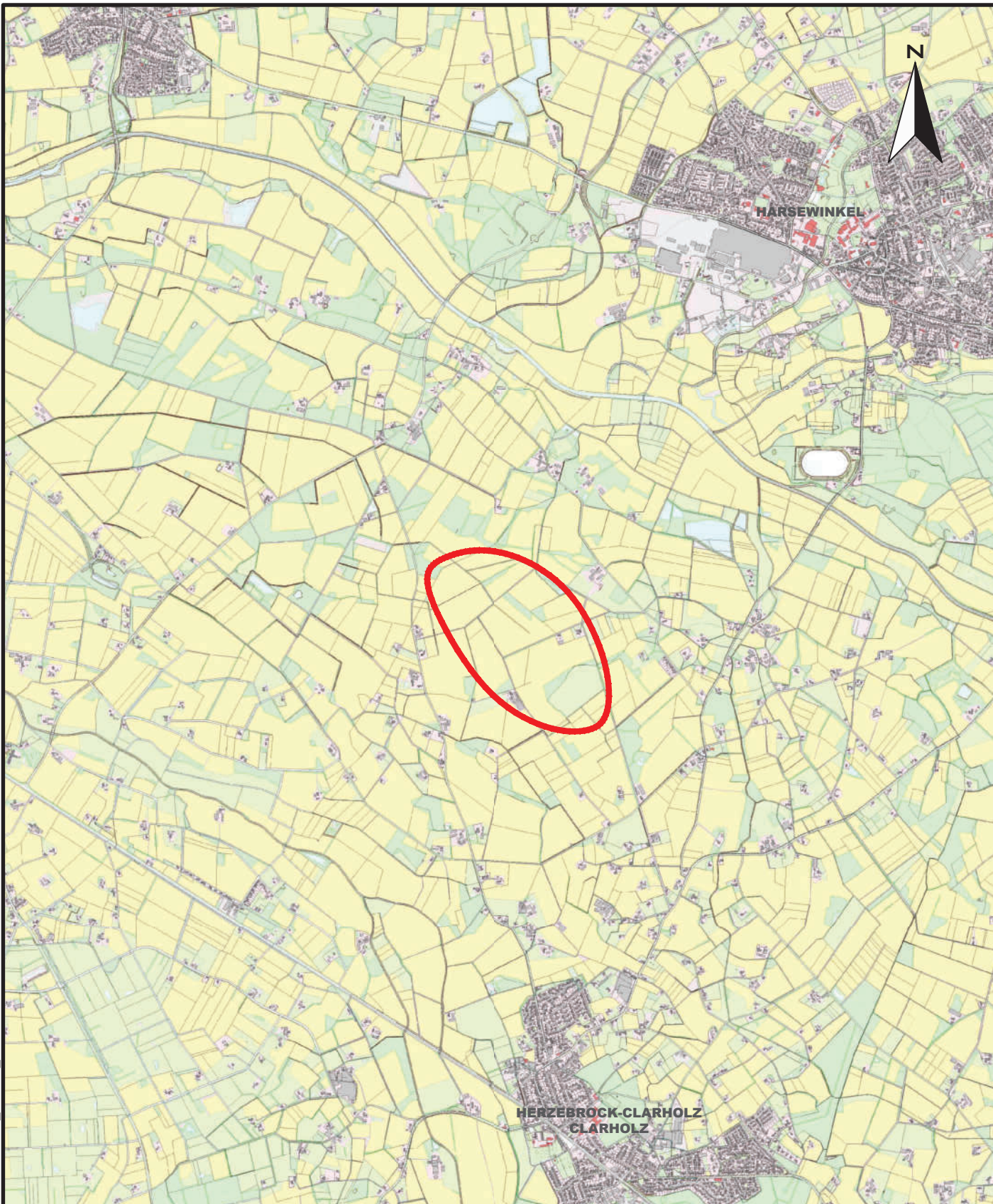
Diplom-Geologe

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



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:

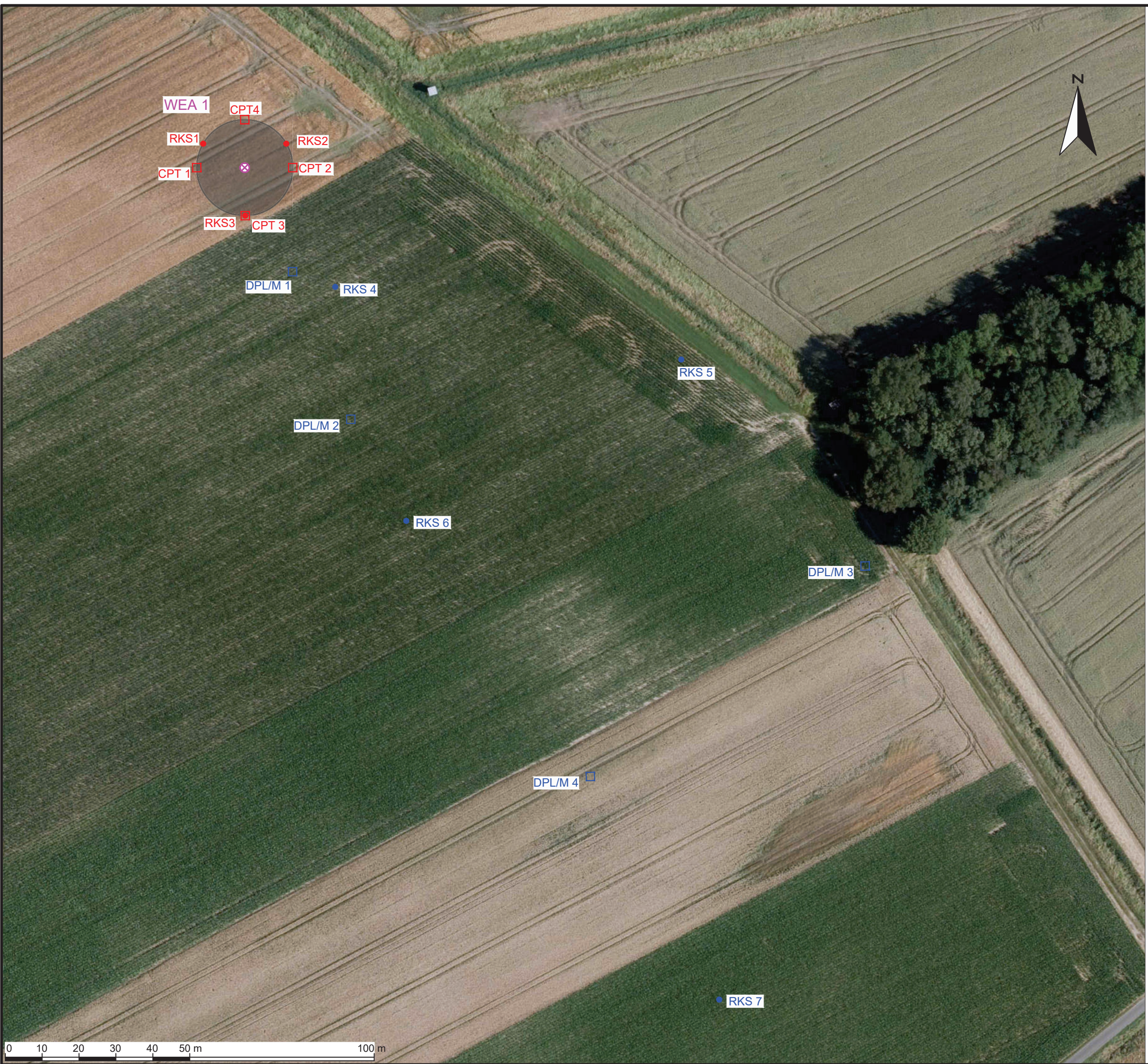
geplante Windkraftanlage









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
Gez.: smr	Gepr.: M 1: 5.000
	Anlage: 1.2

U:\CABUERO\PROJEKTE\2025\EAL-25-0089\EAL-00436-25\250318_ANL1.3_DETAILLAGEPLÄNE_smr.19_Mrz.2025 10:32:47



Legende:

-  geplante Windenergieanlage
-  Fundament
-  Rammkernsondierung (10 - 15 m)
-  Drucksondierung (CPT)
-  Rammkernsondierung (5 m)
-  leichte / mittelschwere Rammsonde (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: Detaillageplan WEA 1		Proj.Nr.: EAL-25-0089
Projekt: Fahrenkamp, Baugrundgutachten & Geotechnischer Bericht		Auftr.Nr.: EAL-00436-25
AG.: JUWI GmbH	Bearb.: tff	Dat.: 18.03.2025
Gez.: smr	M 1: 1.000	Anlage: 1.3



WEA 1

CPT4

RKS1

RKS2

CPT 1

CPT 2

RKS3

CPT 3

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 1		Proj.Nr.: EAL-25-0089
Projekt: Fahrenkamp, Baugrundgutachten & Geotechnischer Bericht		Auftr.Nr.: EAL-00436-25
AG.: JUWI GmbH		M 1: 333
Bearb.: tff	Dat.: 20.03.2025	Gepr.:
Gez.: smr		Anlage: 1.4

ANLAGE 2

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

JUWI GmbH
Frau Janett Thater
Energie-Allee 1
55286 Wörrstadt

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

12.05.2025

Probenahmebericht

Nr.: „EAL-00436-25-250512“

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

Probenahmezeitraum: 24.03.-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

Diplom-Geologe

Fachleiter Baugrund / Geotechnik Altenberge

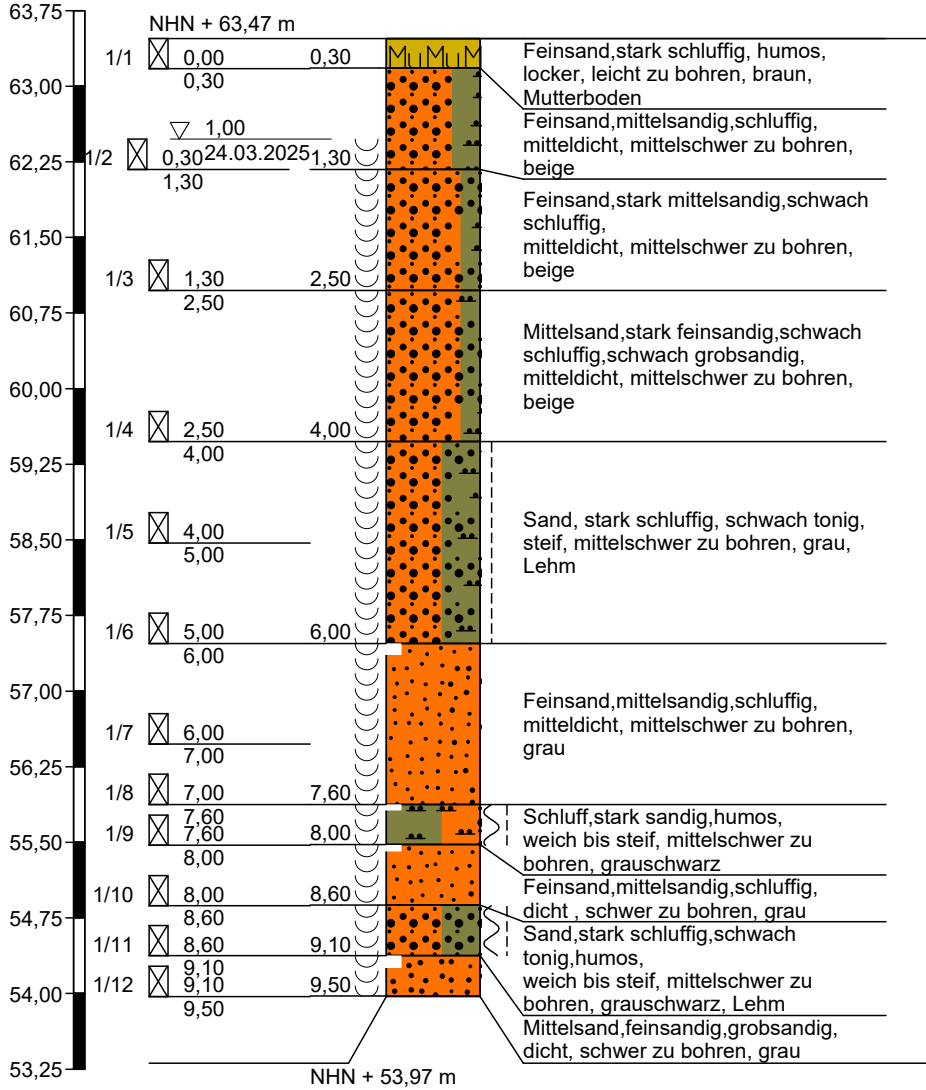
12.05.2025 11:34

Thorsten Freisfeld

Diplom-Geologe

Projektleiter Geologie

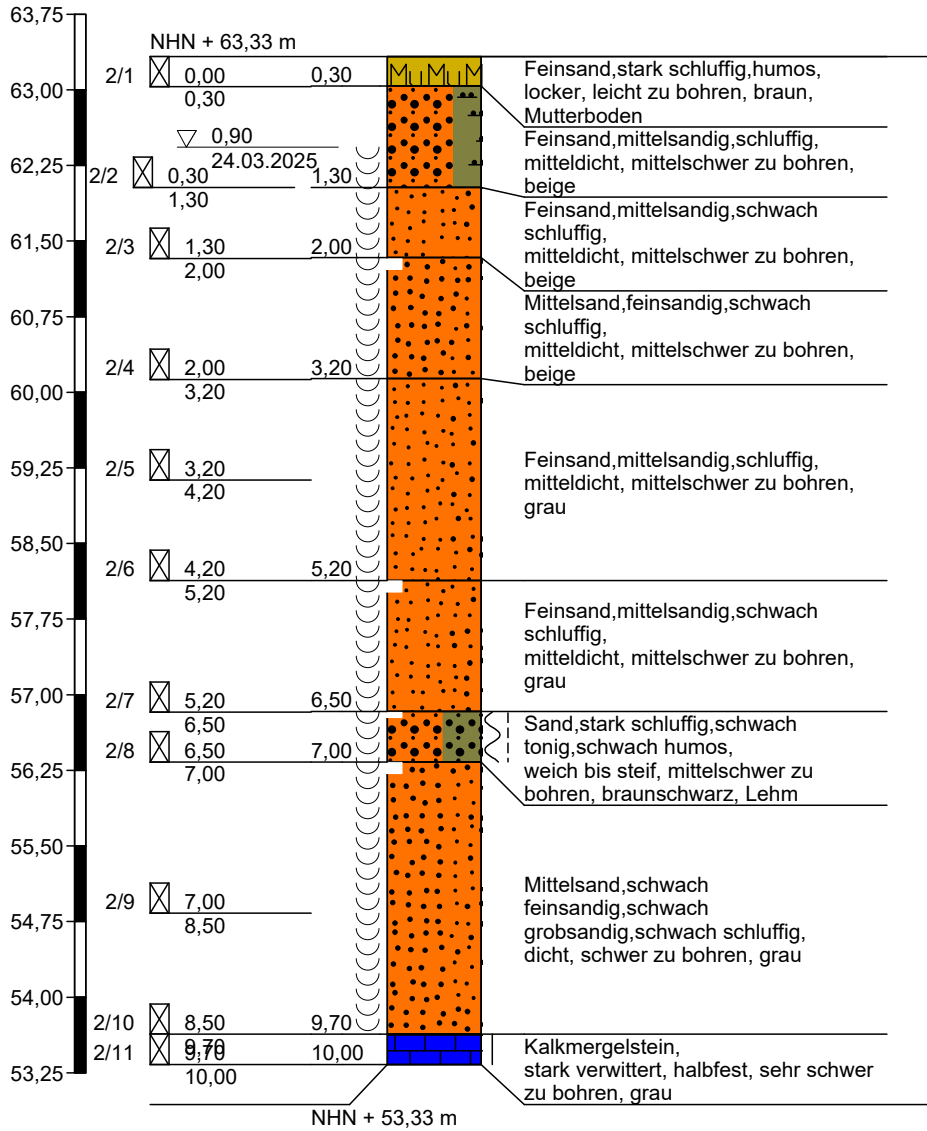
RKS 1



UK Sauberkeitsschicht 62,46 m NHN

Höhenmaßstab 1:75

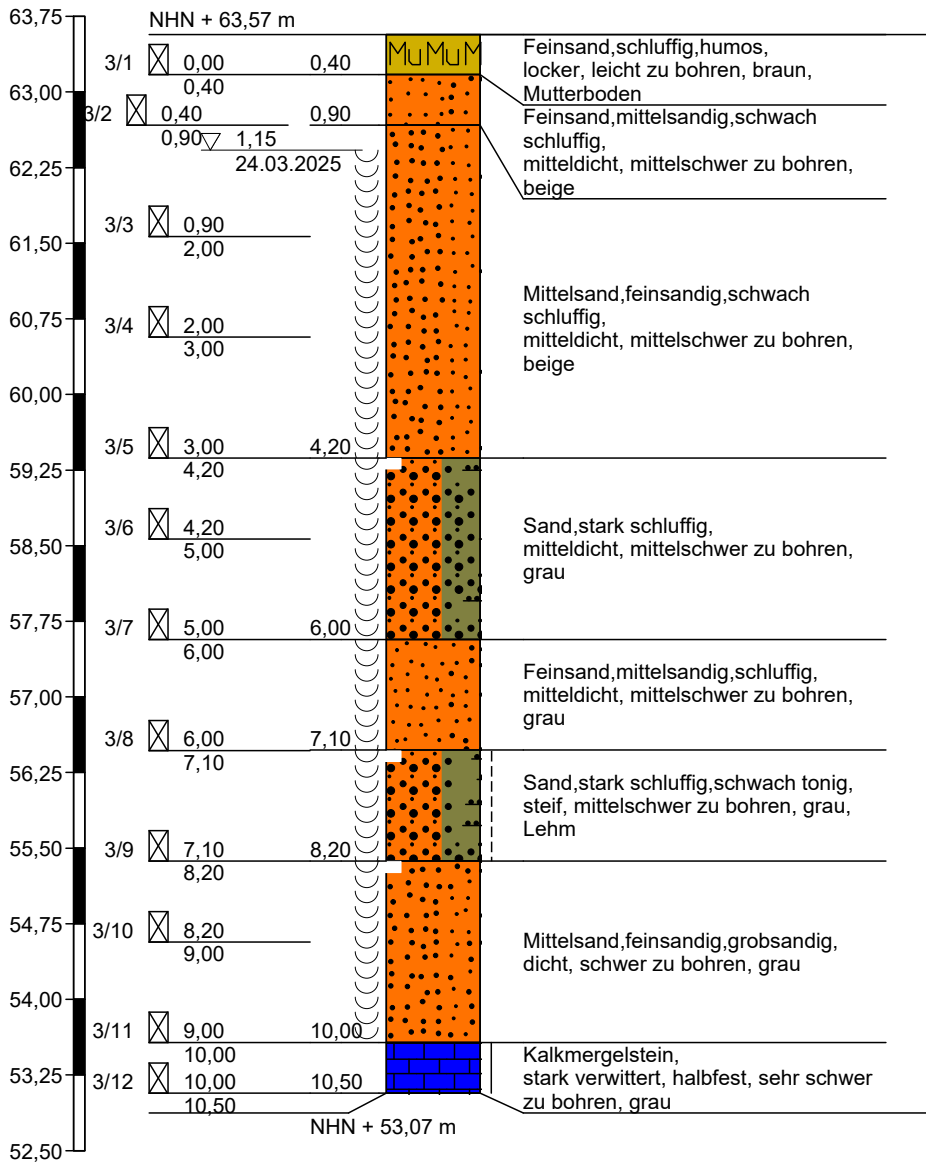
RKS 2



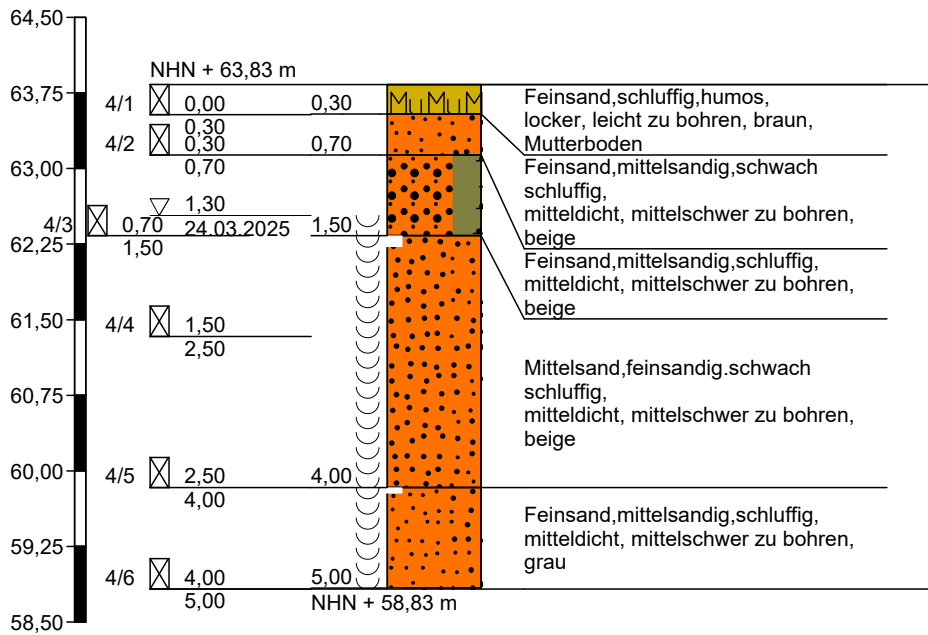
UK Sauberkeitsschicht 62,46 m NHN

Höhenmaßstab 1:75

RKS 3

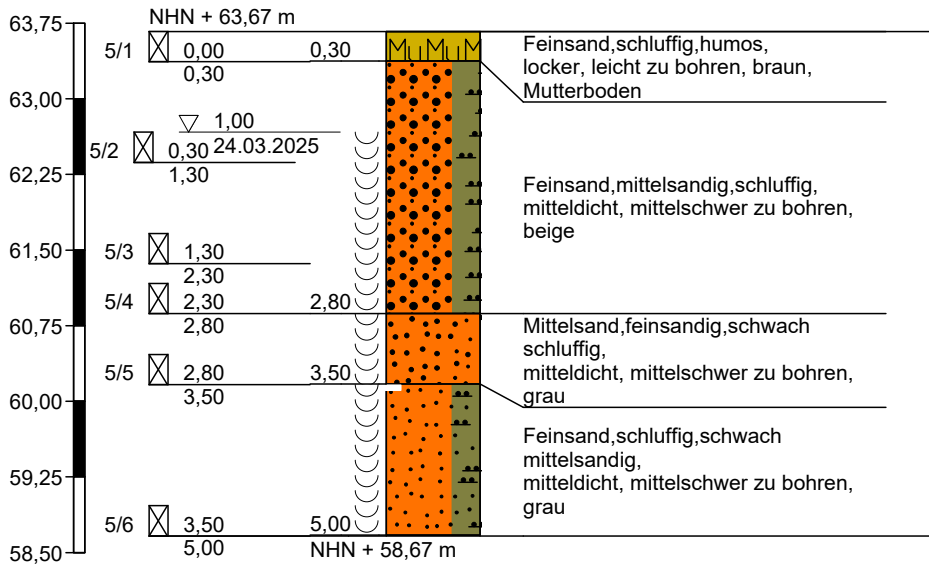


Höhenmaßstab 1:75

RKS 4


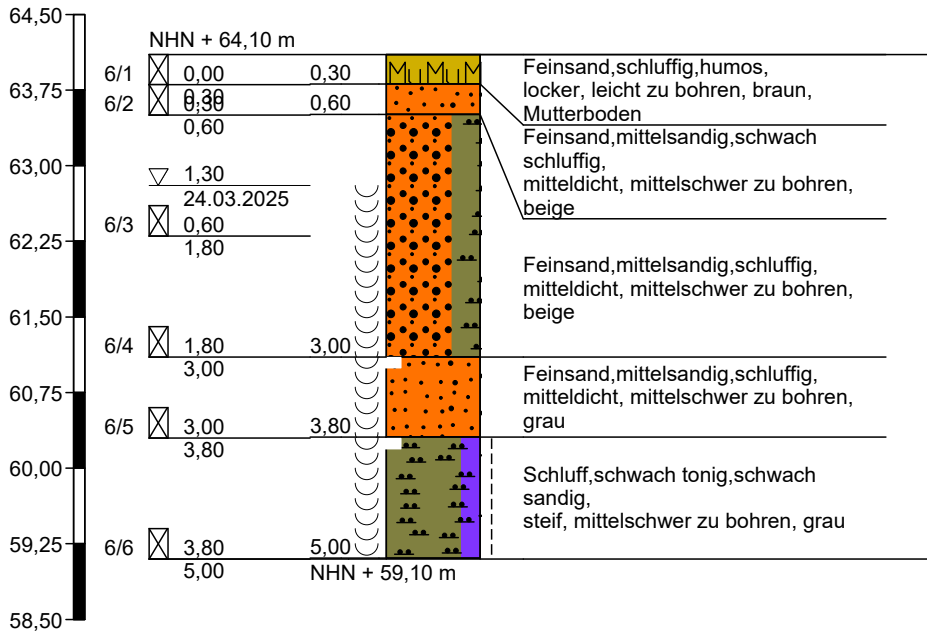
Höhenmaßstab 1:75

RKS 5



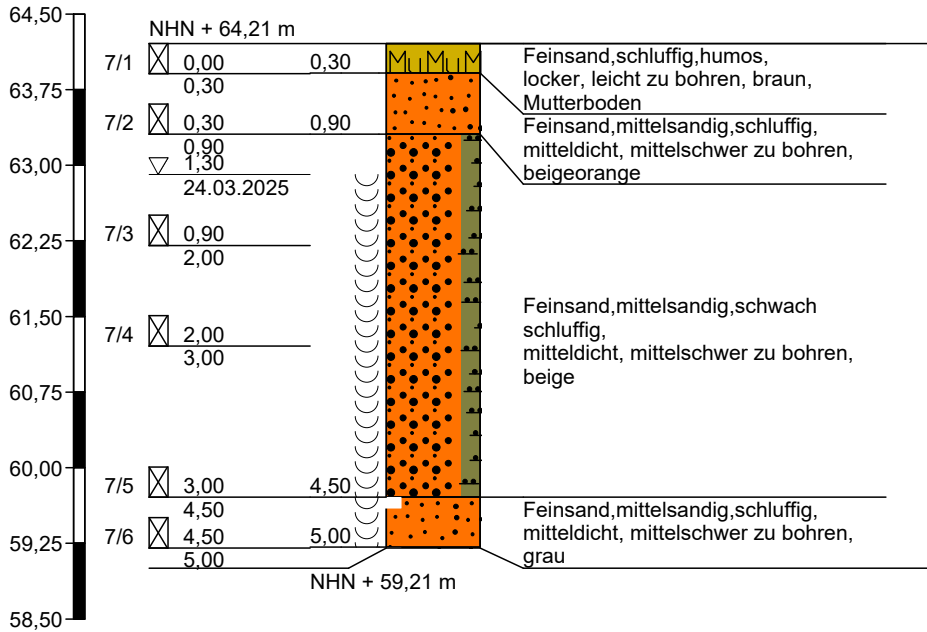
Höhenmaßstab 1:75

RKS 6



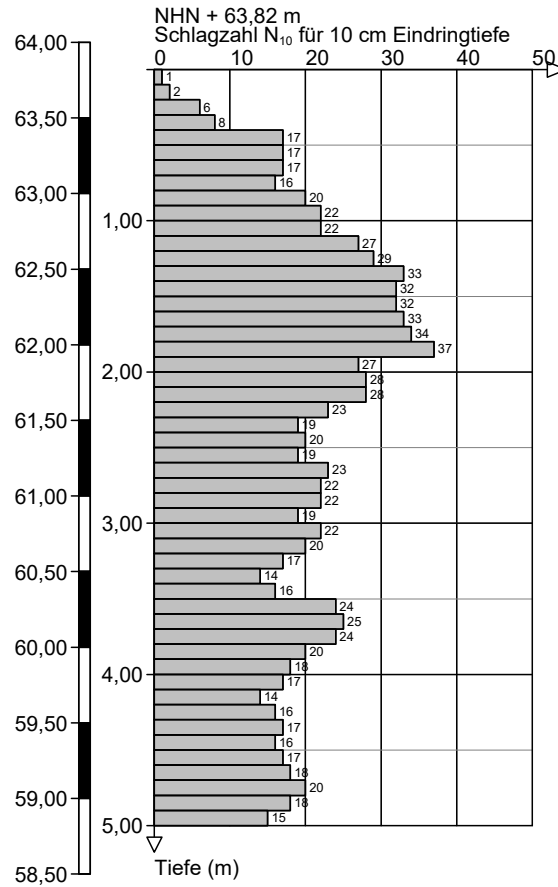
Höhenmaßstab 1:75

RKS 7



Höhenmaßstab 1:75

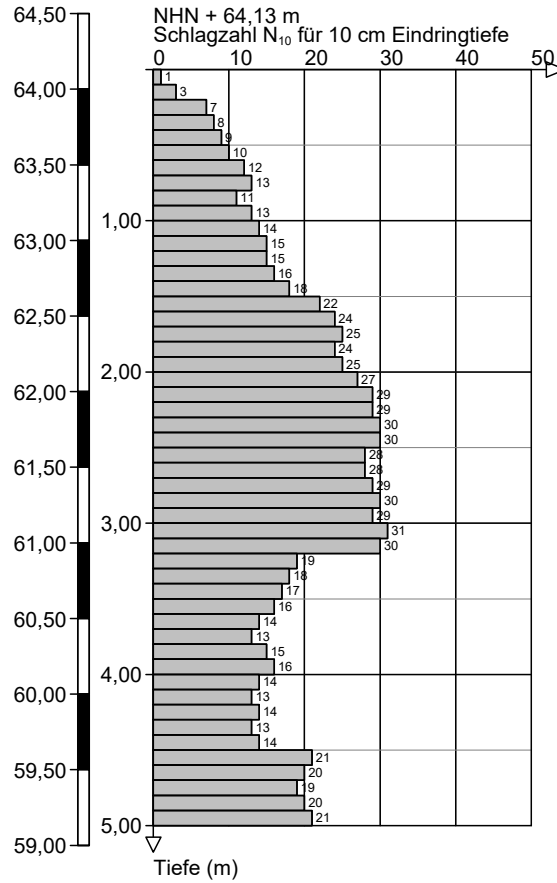
DPL/M-A 1



ab 1,90 m u GOK als DPM-A

Höhenmaßstab 1:50

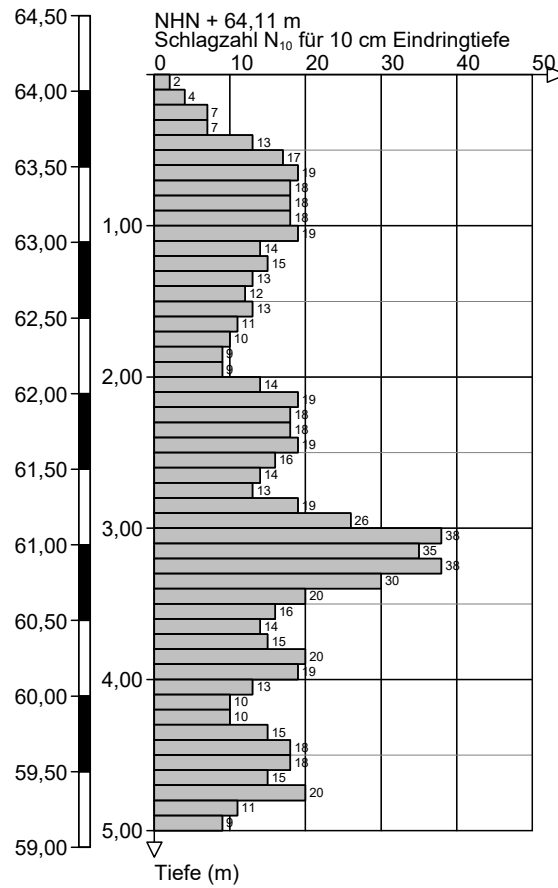
DPL/M-A 2



ab 3,20 m u GOK als DPM-A

Höhenmaßstab 1:50

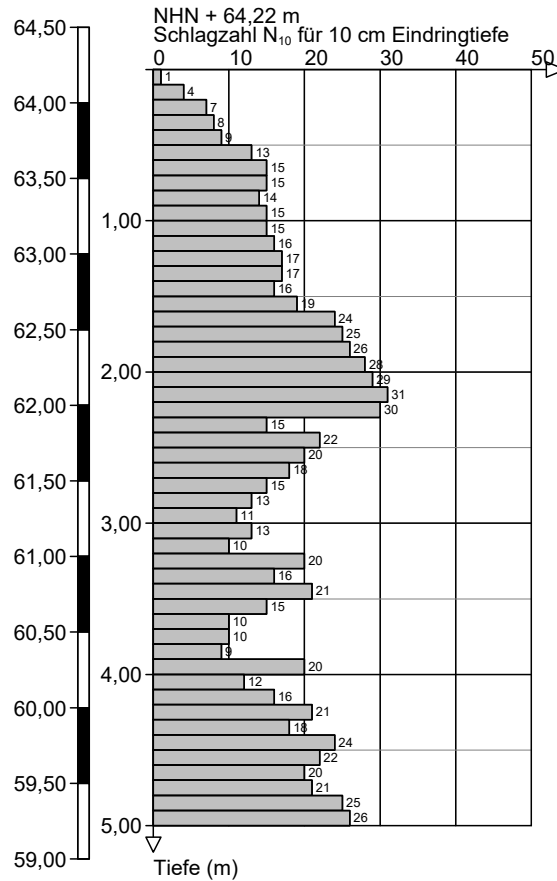
DPL/M-A 3



ab 3,20 m u GOK als DPM-A

Höhenmaßstab 1:50

DPL/M-A 4



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 1

Bohrung Nr RKS 1 /Blatt 1

Datum:

24.03.2025

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				
0,30	a) Feinsand, stark schluffig, humos					B	1/1	0,30
	b)							
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f) Mutterboden	g)	h)	i)				
1,30	a) Feinsand, mittelsandig, schluffig				Grundwasser angebohrt bei 1,0 m	B	1/2	1,30
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h)	i)				
2,50	a) Feinsand, stark mittelsandig, schwach schluffig					B	1/3	2,50
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h)	i)				
4,00	a) Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig, schwach grobsandig					B	1/4	4,00
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h)	i)				
6,00	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig					B B	1/5	5,00
	b)						1/6	6,00
	c) steif	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f) Lehm	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 1

Bohrung Nr RKS 1 /Blatt 2

Datum:

24.03.2025

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				
7,60	a) Feinsand,mittelsandig,schluffig					B B	1/7 1/8	7,00 7,60
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
8,00	a) Schluff,stark sandig,humos					B	1/9	8,00
	b)							
	c) weich bis steif	d) mittelschwer zu bohren	e) grauschwarz					
	f)	g)	h)	i)				
8,60	a) Feinsand,mittelsandig,schluffig					B	1/10	8,60
	b)							
	c) dicht	d) schwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
9,10	a) Sand,stark schluffig,schwach tonig,humos					B	1/11	9,10
	b)							
	c) weich bis steif	d) mittelschwer zu bohren	e) grauschwarz					
	f) Lehm	g)	h)	i)				
9,50	a) Mittelsand,feinsandig,grobsandig					B	1/12	9,50
	b)							
	c) dicht	d) schwer 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 1

Bohrung Nr RKS 2 /Blatt 1

Datum:

24.03.2025

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				
0,30	a) Feinsand, stark schluffig, humos					B	2/1	0,30
	b)							
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f) Mutterboden	g)	h)	i)				
1,30	a) Feinsand, mittelsandig, schluffig				Grundwasser angebohrt bei 0,9 m	B	2/2	1,30
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h)	i)				
2,00	a) Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig					B	2/3	2,00
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h)	i)				
3,20	a) Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig					B	2/4	3,20
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h)	i)				
5,20	a) Feinsand, mittelsandig, schluffig					B B	2/5	4,20
	b)						2/6	5,20
	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 1

Bohrung Nr RKS 2 /Blatt 2

Datum:

24.03.2025

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				
6,50	a) Feinsand,mittelsandig,schwach schluffig					B	2/7	6,50
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
7,00	a) Sand,stark schluffig,schwach tonig,schwach humos					B	2/8	7,00
	b)							
	c) weich bis steif	d) mittelschwer zu bohren	e) braunschwarz					
	f) Lehm	g)	h)	i)				
9,70	a) Mittelsand,schwach feinsandig,schwach grobsandig,schwach schluffig					B B	2/9 2/10	8,50 9,70
	b)							
	c) dicht	d) schwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
10,00	a) Kalkmergelstein					B	2/11	10,00
	b) stark verwittert							
	c) halbfest	d) sehr schwer 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 3.3

Bericht: EAL-00436-25

Az.: EAL-25-0089

Bauvorhaben: Errichtung von 4 WEA im Windpark Fahrenkamp WEA 1

Bohrung Nr RKS 3 /Blatt 1

Datum:
24.03.2025

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	3/1	0,40
	b)							
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f) Mutterboden	g)	h)	i)				
0,90	a) Feinsand,mittelsandig,schwach schluffig					B	3/2	0,90
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h)	i)				
4,20	a) Mittelsand,feinsandig,schwach schluffig				Grundwasser angebohrt bei 1,15 m	B B B	3/3 3/4 3/5	2,00 3,00 4,20
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h)	i)				
6,00	a) Sand,stark schluffig					B B	3/6 3/7	5,00 6,00
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
7,10	a) Feinsand,mittelsandig,schluffig					B	3/8	7,10
	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 1

Bohrung Nr RKS 3 /Blatt 2

Datum:

24.03.2025

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				
8,20	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig					B	3/9	8,20
	b)							
	c) steif	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f) Lehm	g)	h)	i)				
10,00	a) Mittelsand, feinsandig, grobsandig					B B	3/10 3/11	9,00 10,00
	b)							
	c) dicht	d) schwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
10,50	a) Kalkmergelstein					B	3/12	10,50
	b) stark verwittert							
	c) halbfest	d) sehr schwer 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)				

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 1

Bohrung Nr RKS 4 /Blatt 1

Datum:

24.03.2025

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				
0,30	a) Feinsand,schluffig,humos					B	4/1	0,30
	b)							
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f) Mutterboden	g)	h)	i)				
0,70	a) Feinsand,mittelsandig,schwach schluffig					B	4/2	0,70
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h)	i)				
1,50	a) Feinsand,mittelsandig,schluffig				Grundwasser angebohrt bei 1,3 m	B	4/3	1,50
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h)	i)				
4,00	a) Mittelsand,feinsandig.schwach schluffig					B B	4/4 4/5	2,50 4,00
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h)	i)				
5,00	a) Feinsand,mittelsandig,schluffig					B	4/6	5,00
	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 3.5

Bericht: EAL-00436-25

Az.: EAL-25-0089

Bauvorhaben: Errichtung von 4 WEA im Windpark Fahrenkamp WEA 1

Bohrung Nr RKS 5 /Blatt 1

Datum:

24.03.2025

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	5/1	0,30
	b)							
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f) Mutterboden	g)	h)	i)				
2,80	a) Feinsand,mittelsandig,schluffig				Grundwasser angebohrt bei 1,3 m	B B B	5/2 5/3 5/4	1,30 2,30 2,80
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h)	i)				
3,50	a) Mittelsand,feinsandig,schwach schluffig					B	5/5	3,50
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
5,00	a) Feinsand,schluffig,schwach mittelsandig					B	5/6	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 1

Bohrung Nr RKS 6 /Blatt 1

Datum:

24.03.2025

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	6/1	0,30
	b)							
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f) Mutterboden	g)	h)	i)				
0,60	a) Feinsand,mittelsandig,schwach schluffig					B	6/2	0,60
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h)	i)				
3,00	a) Feinsand,mittelsandig,schluffig				Grundwasser angebohrt bei 1,3 m	B B	6/3 6/4	1,80 3,00
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h)	i)				
3,80	a) Feinsand,mittelsandig,schluffig					B	6/5	3,80
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
5,00	a) Schluff,schwach tonig,schwach sandig					B	6/6	5,00
	b)							
	c) steif	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 3.7

Bericht: EAL-00436-25

Az.: EAL-25-0089

Bauvorhaben: Errichtung von 4 WEA im Windpark Fahrenkamp WEA 1

Bohrung Nr RKS 7 /Blatt 1

Datum:

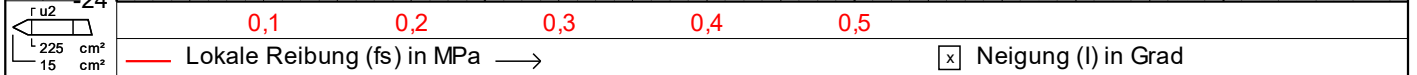
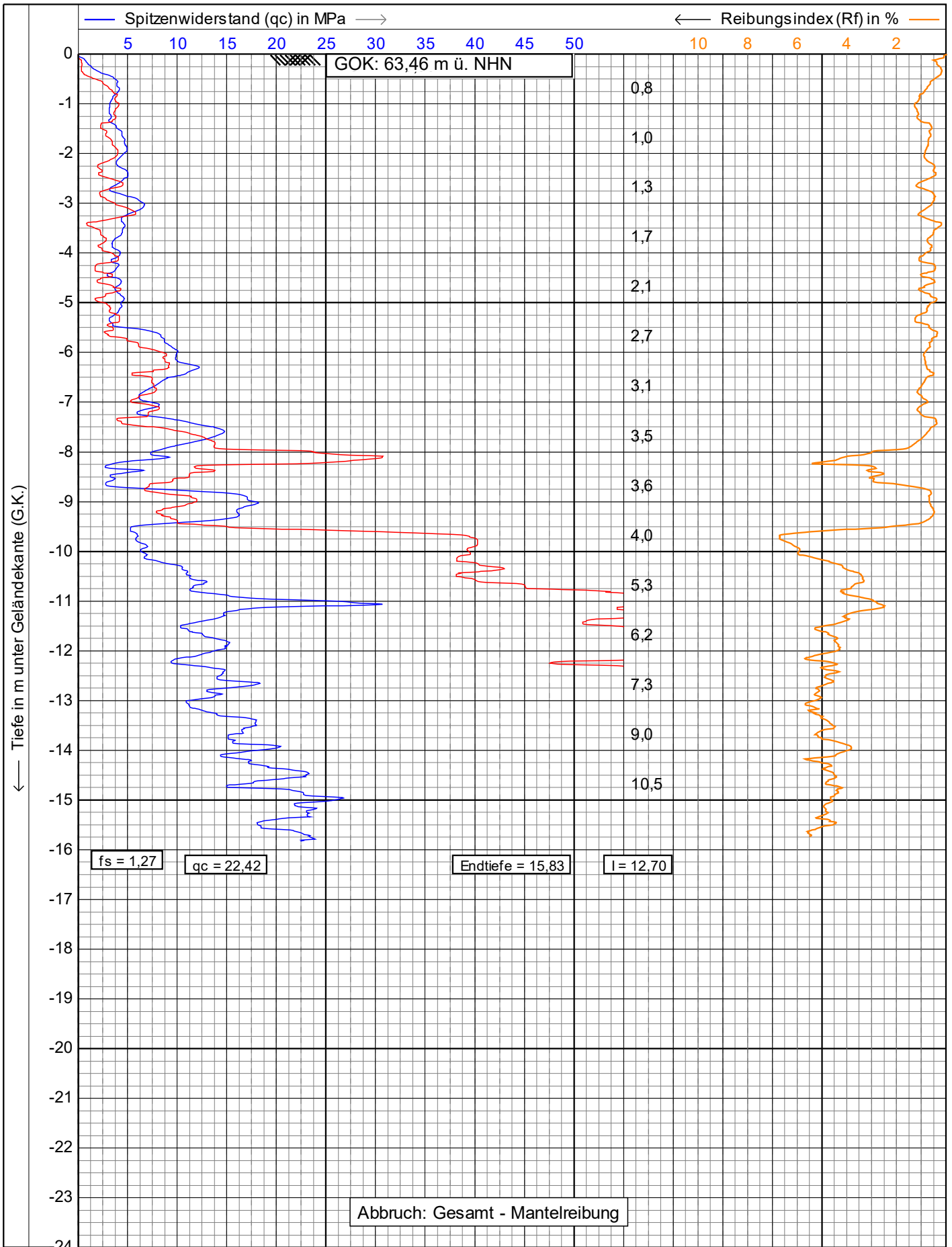
24.03.2025

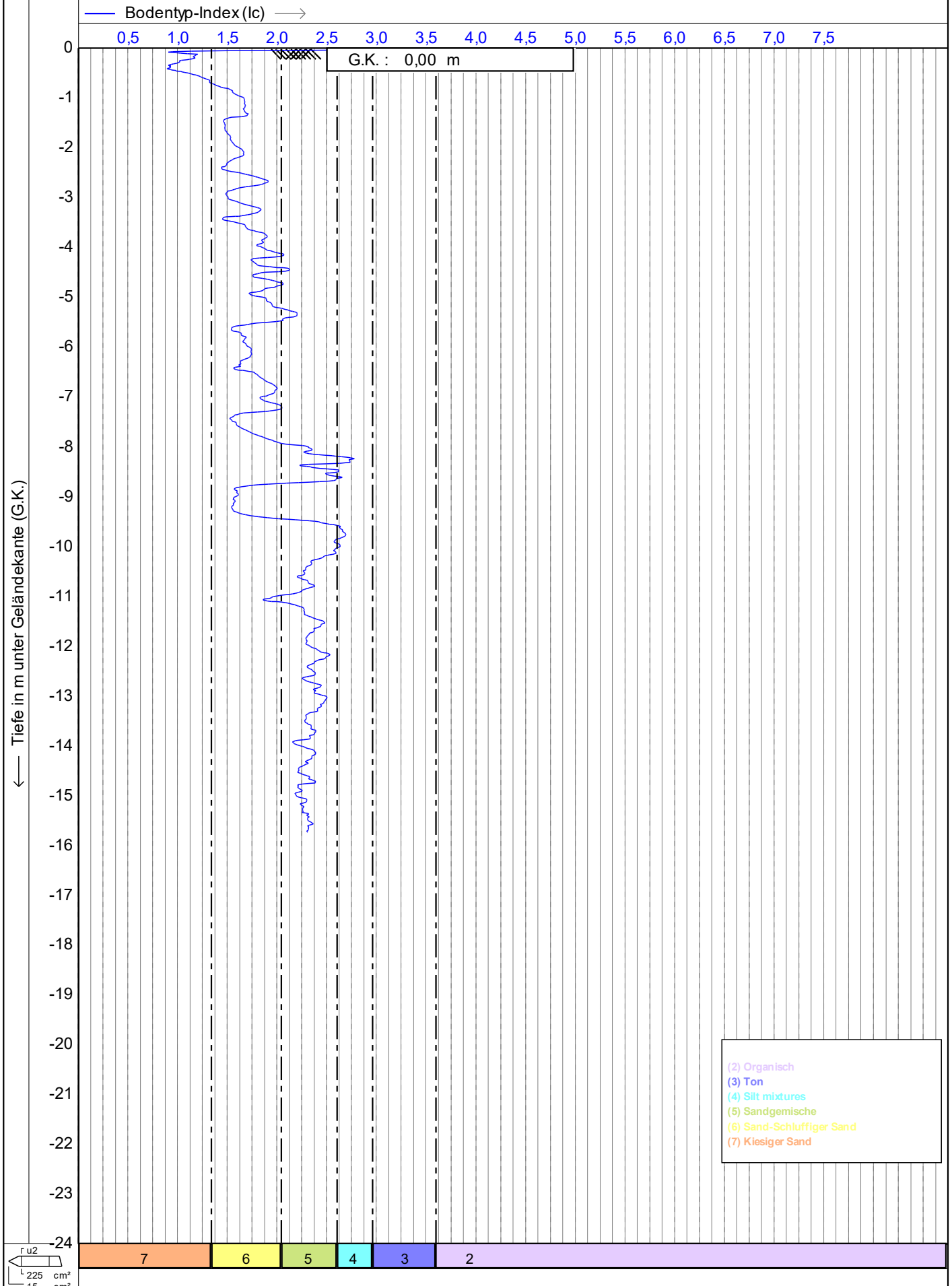
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,30	a) Feinsand,schluffig,humos					B	7/1	0,30
	b)							
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f) Mutterboden	g)	h)	i)				
0,90	a) Feinsand,mittelsandig,schluffig					B	7/2	0,90
	b)							
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beigeorange					
	f)	g)	h)	i)				
4,50	a) Feinsand,mittelsandig,schwach schluffig				Grundwasser angebohrt bei 1,3 m	B B B	7/3	2,00
	b)						7/4	3,00
	c) mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) beige				7/5	4,50
	f)	g)	h)	i)				
5,00	a) Feinsand,mittelsandig,schluffig					B	7/6	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.

ANLAGE 4

Ergebnisse CPT (20 Seiten)



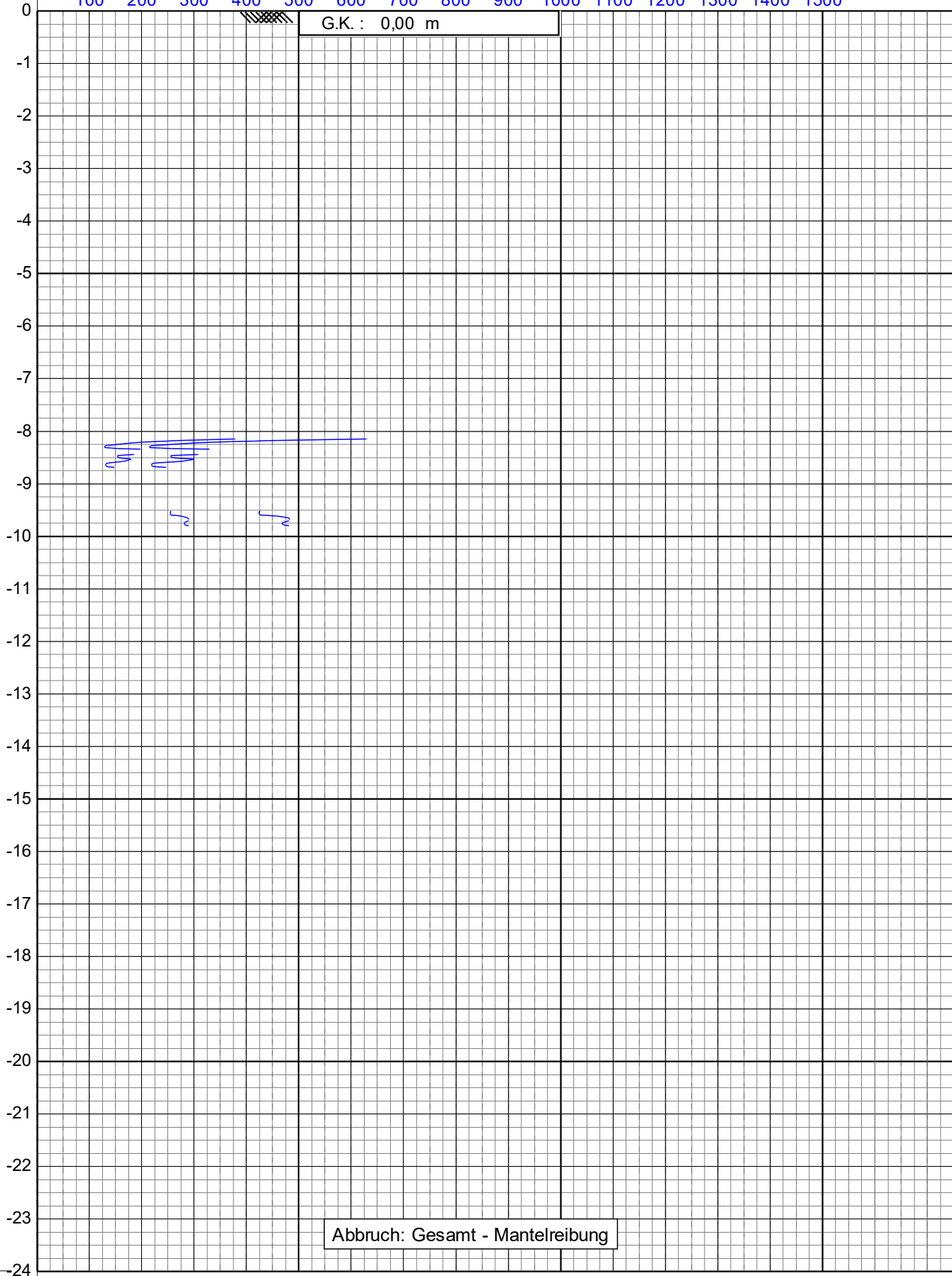


— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

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

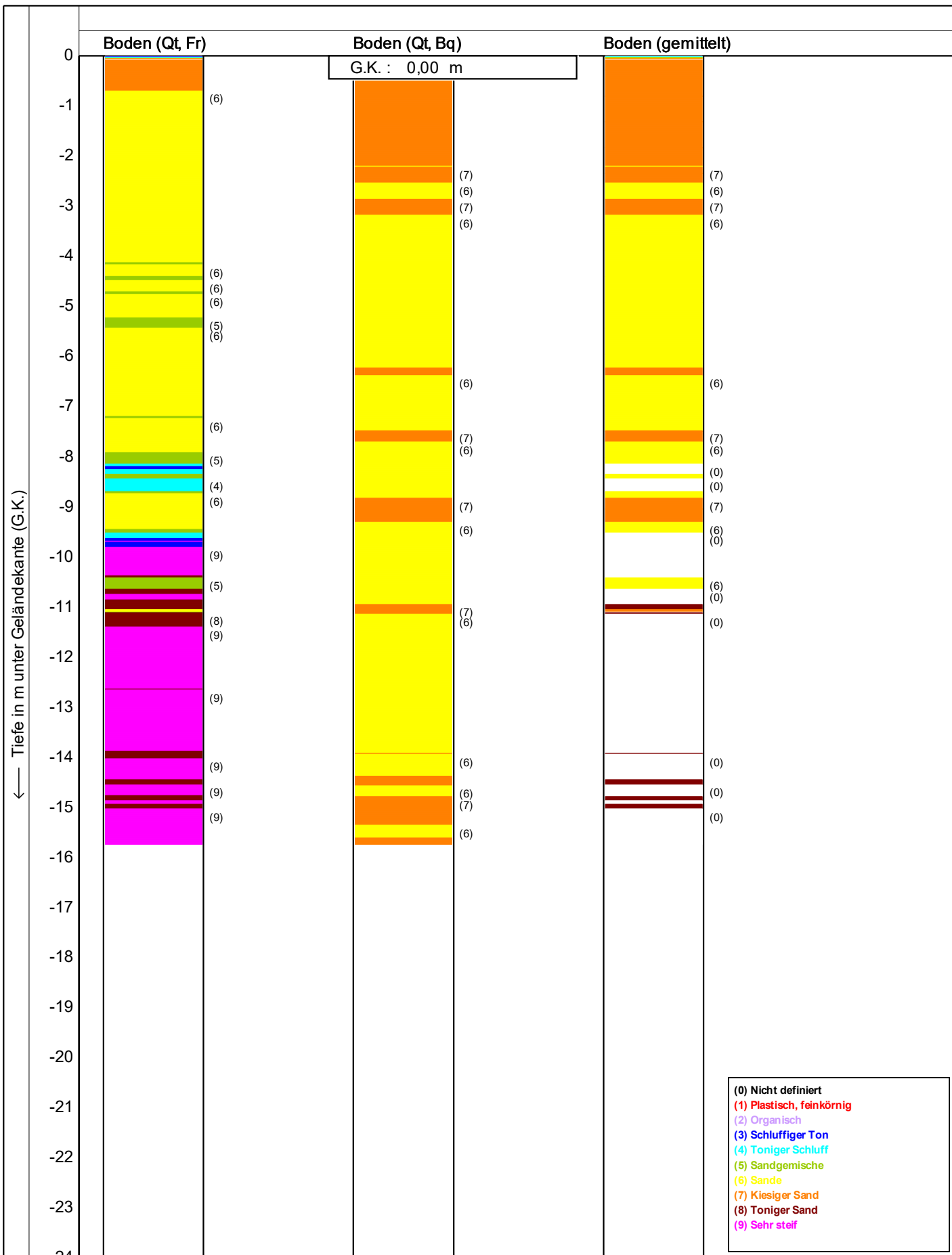
G.K. : 0,00 m

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



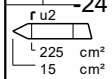
Abbruch: Gesamt - Mantelreibung

r_{u2}
 L 225 cm²
 15 cm²



- (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



 heiligenstadt gmbh Beratende Ingenieure VBI	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (07/2021)	Datum : 14.04.2025	
	Projekt : Herzebrode-Clarholz	Konus Nr. : S15CFIIP.S241257	
	Ort : Herzebrode-Clarholz	Projekt Nr. : 20240305-10002	
		CPT Nr. : WEA1-CPT1	4/5

— Winkel der inneren Reibung in Grad —>

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75

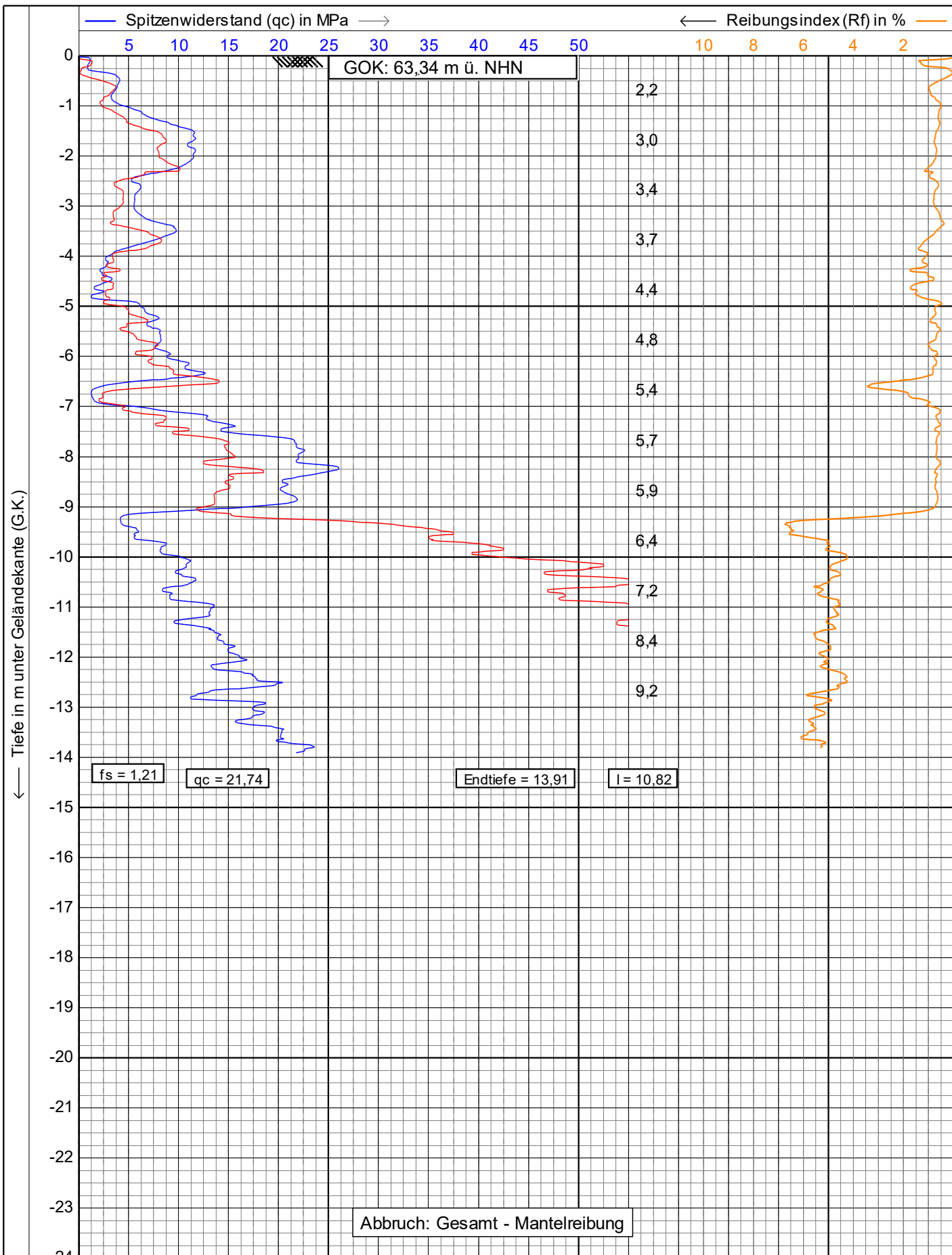
G.K. : 0,00 m

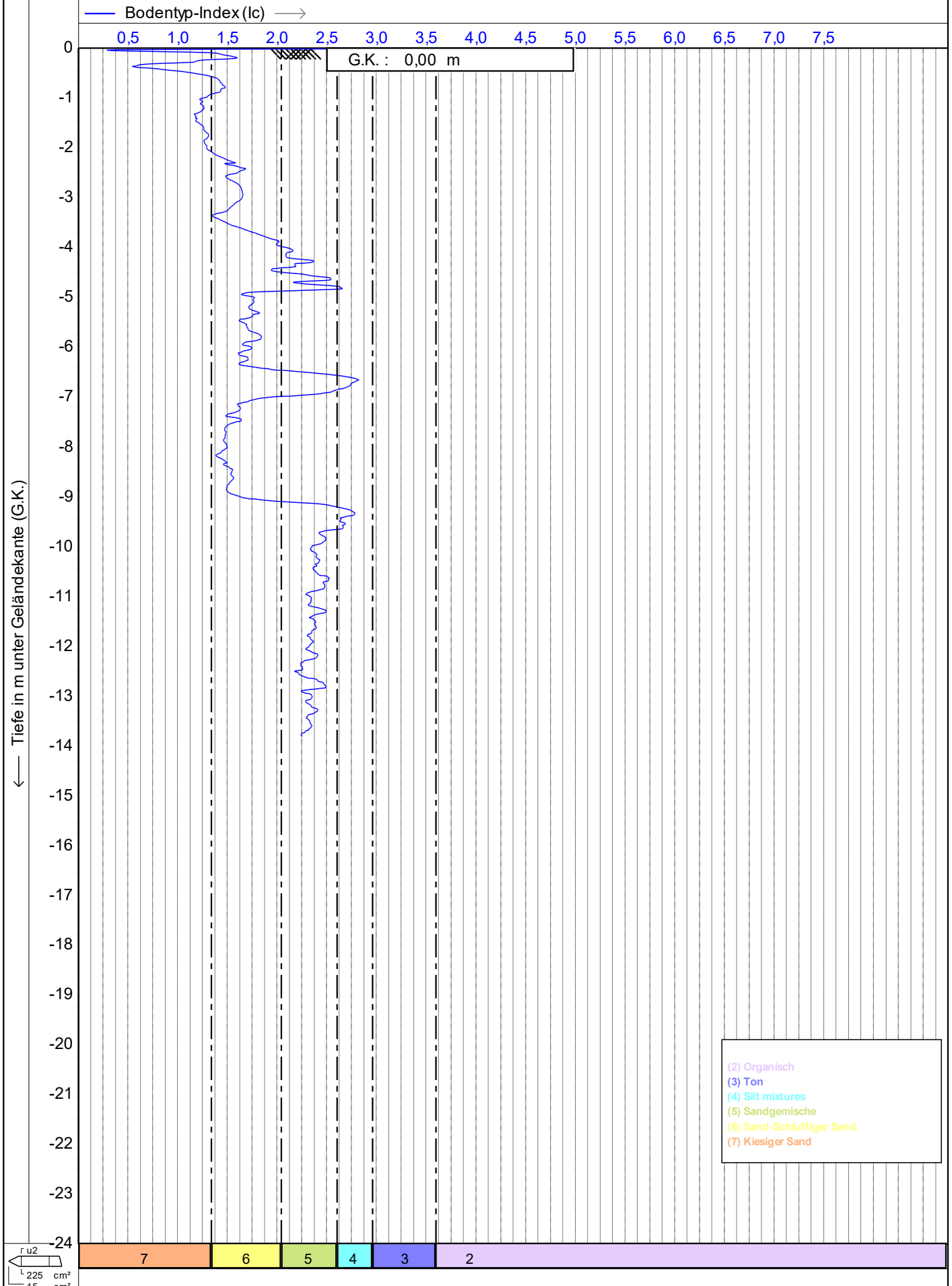
Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

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: Gesamt - Mantelreibung

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





r_{u2}
 L 225 cm²
 15 cm²

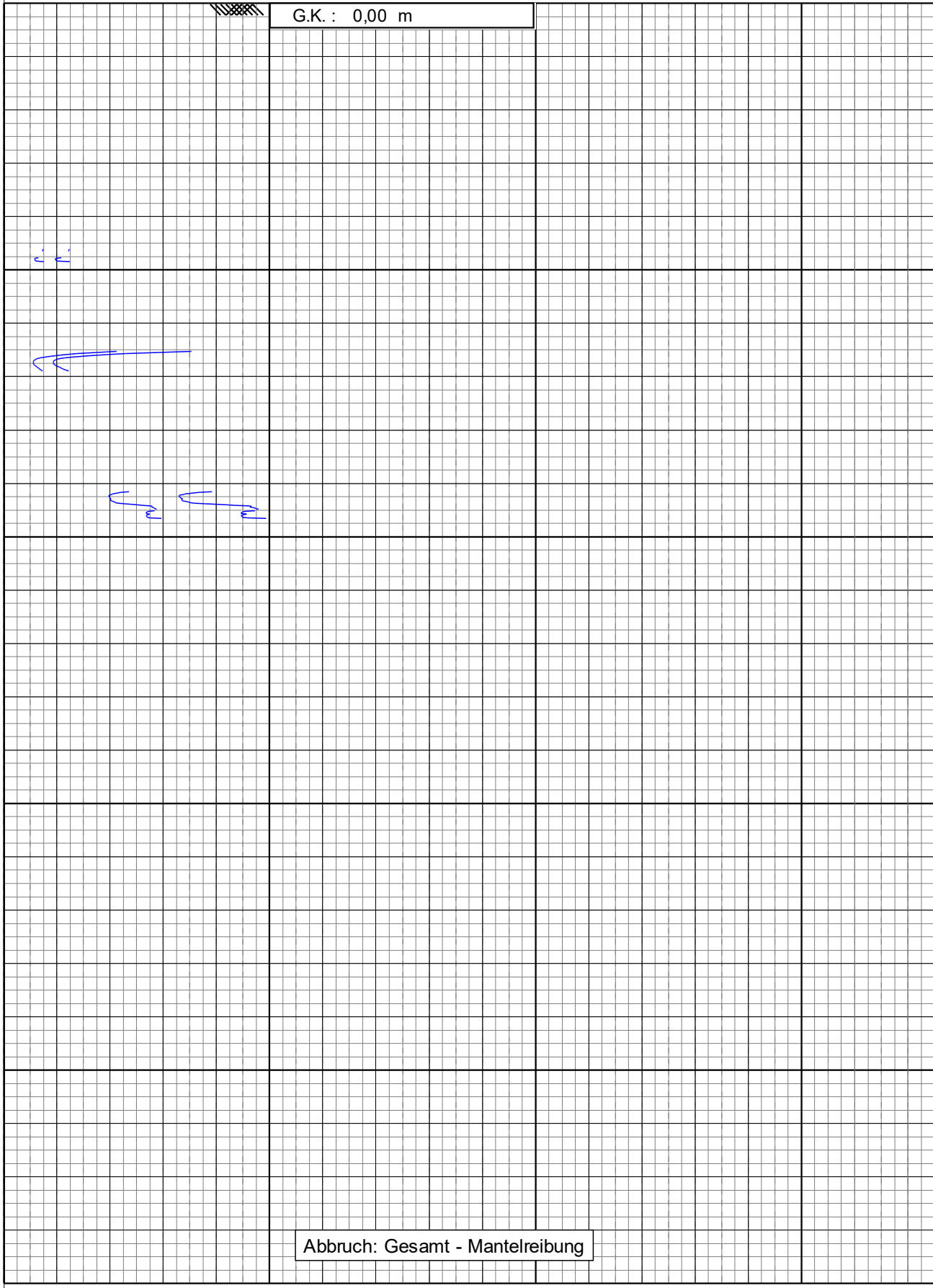
— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

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



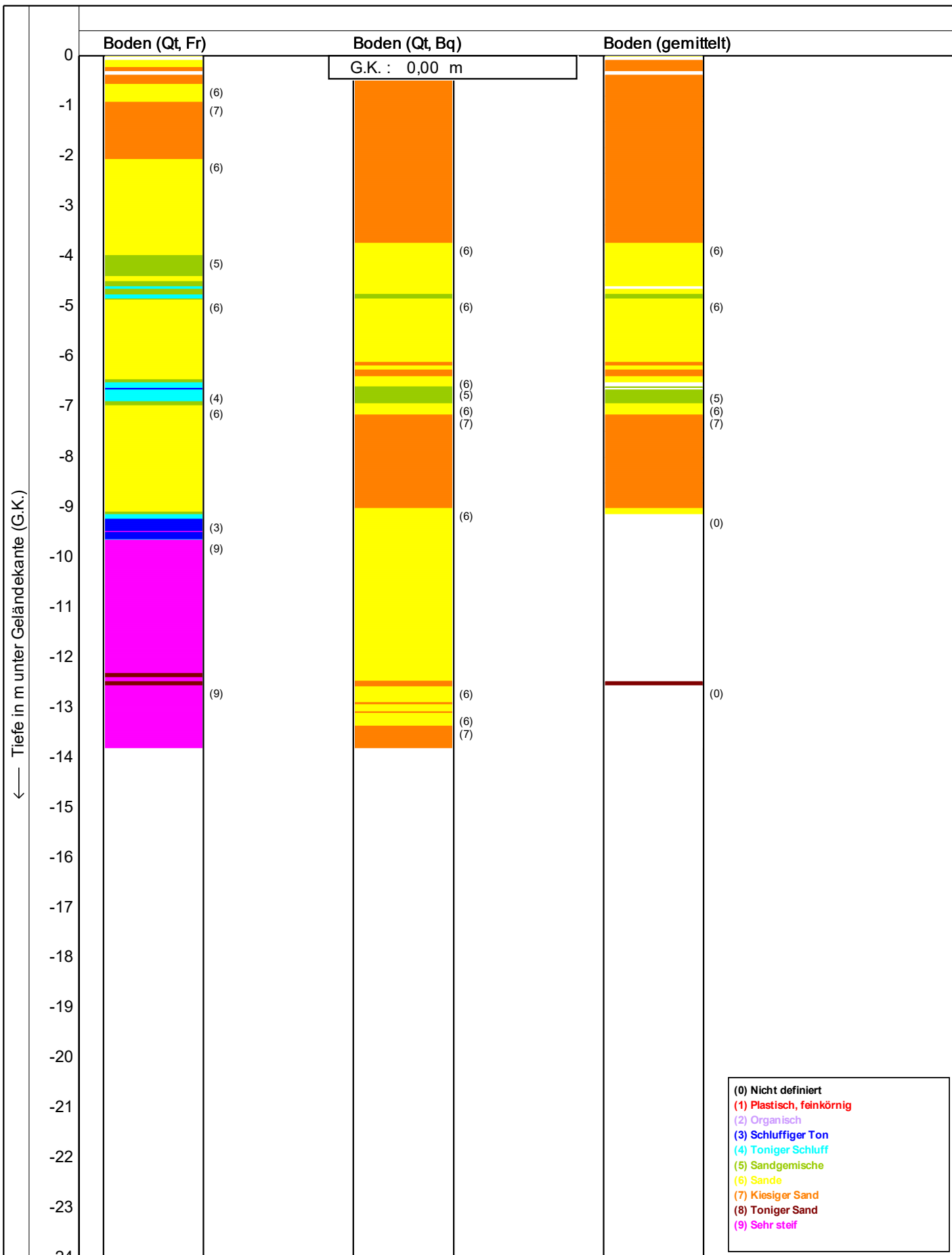
Abbruch: Gesamt - Mantelreibung

r_{u2}
 $\frac{L}{15} \frac{cm^2}{cm^2}$



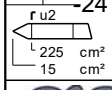
Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (07/2021)
 Projekt : **Herzebrode-Clarholz**
 Ort : **Herzebrode-Clarholz**

Datum : **14.04.2025**
 Konus Nr. : **S15CFIIP.S241257**
 Projekt Nr. : **20240305-10002**
 CPT Nr. : **WEA1-CPT2** | **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



geo
technik
heiligenstadt gmbh
Beratende Ingenieure VBI

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

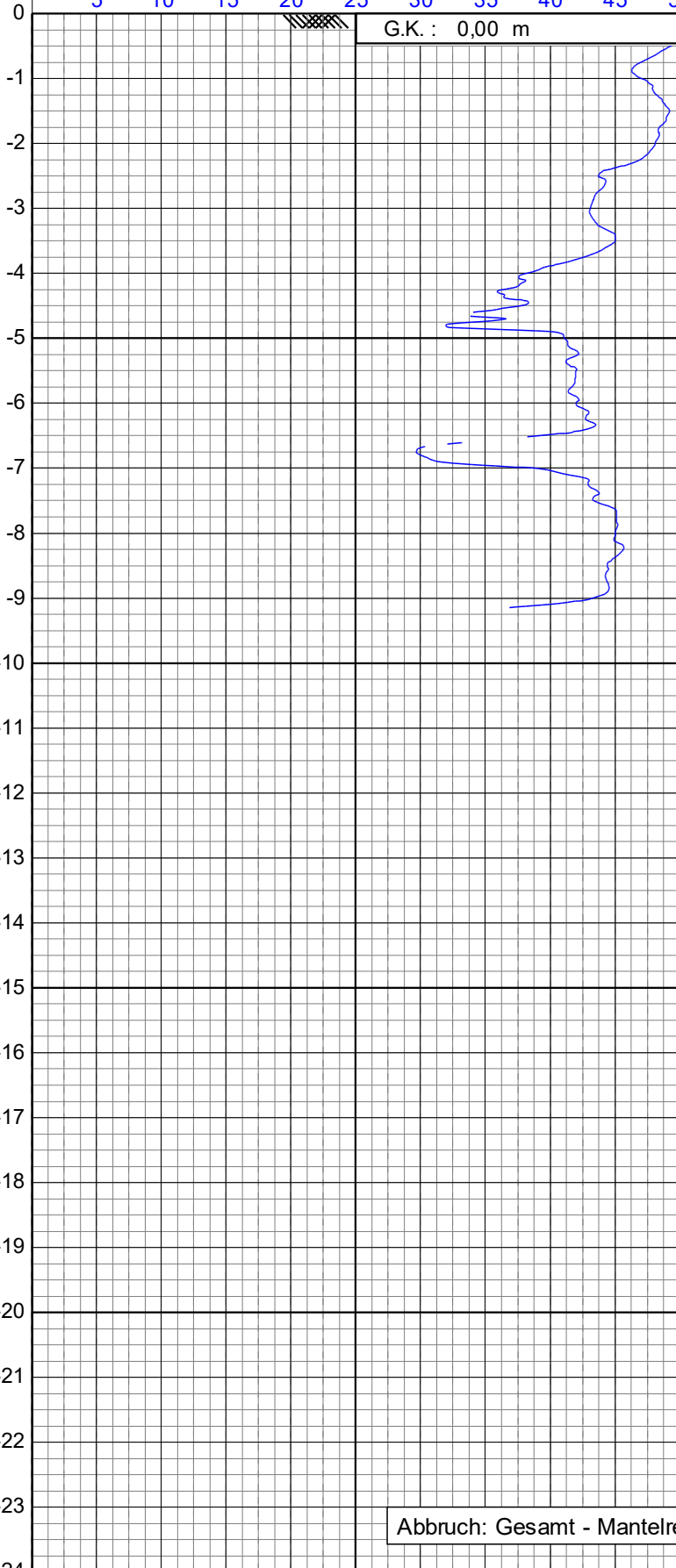
Datum : **14.04.2025**
 Konus Nr. : **S15CFIIP.S241257**
 Projekt Nr. : **20240305-10002**
 CPT Nr. : **WEA1-CPT2** **4/5**

— Winkel der inneren Reibung in Grad —>

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75

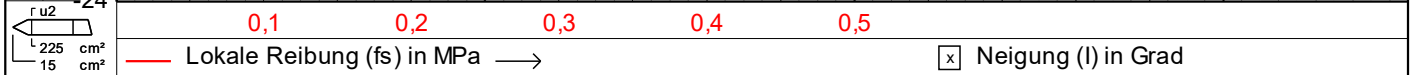
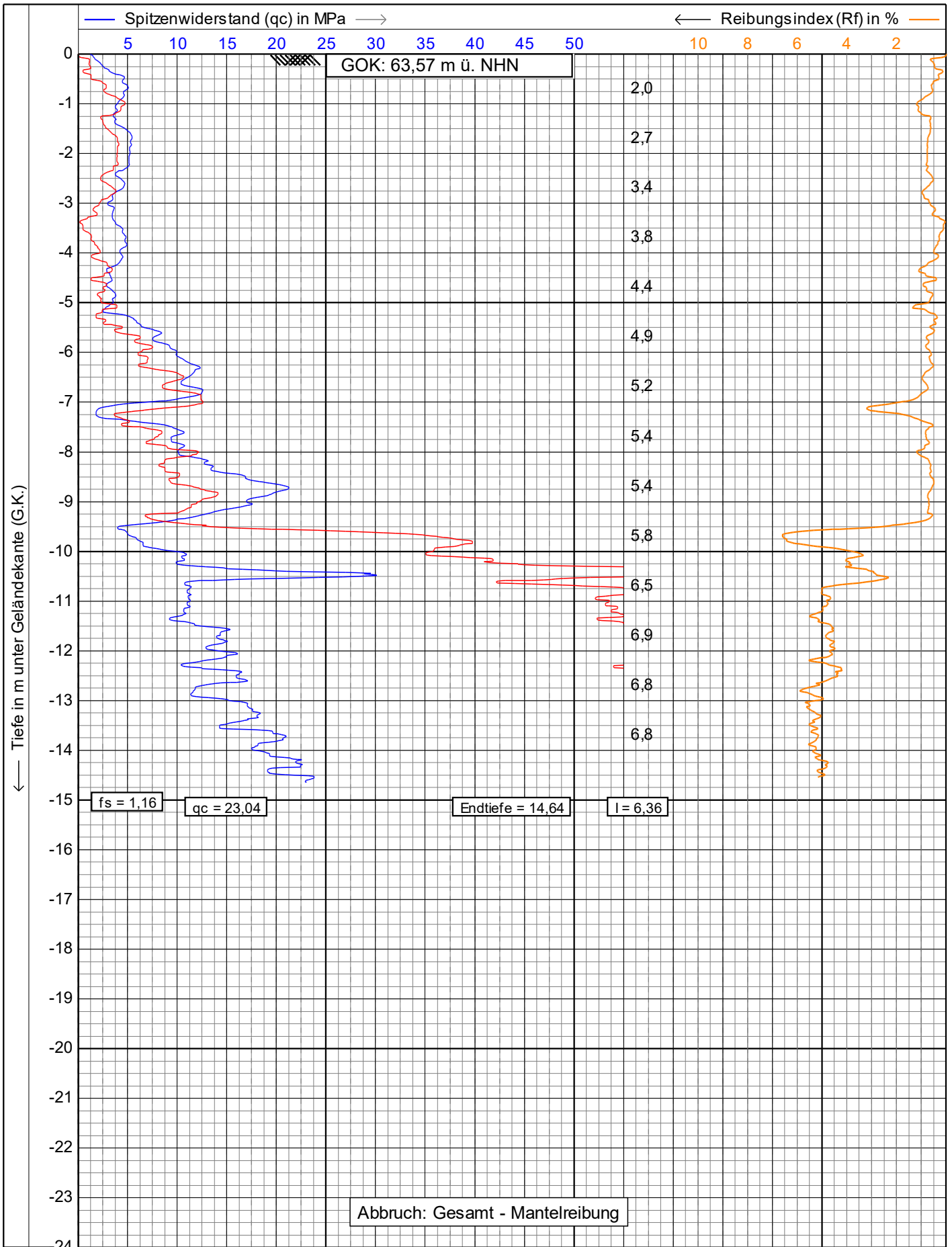
G.K. : 0,00 m

Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

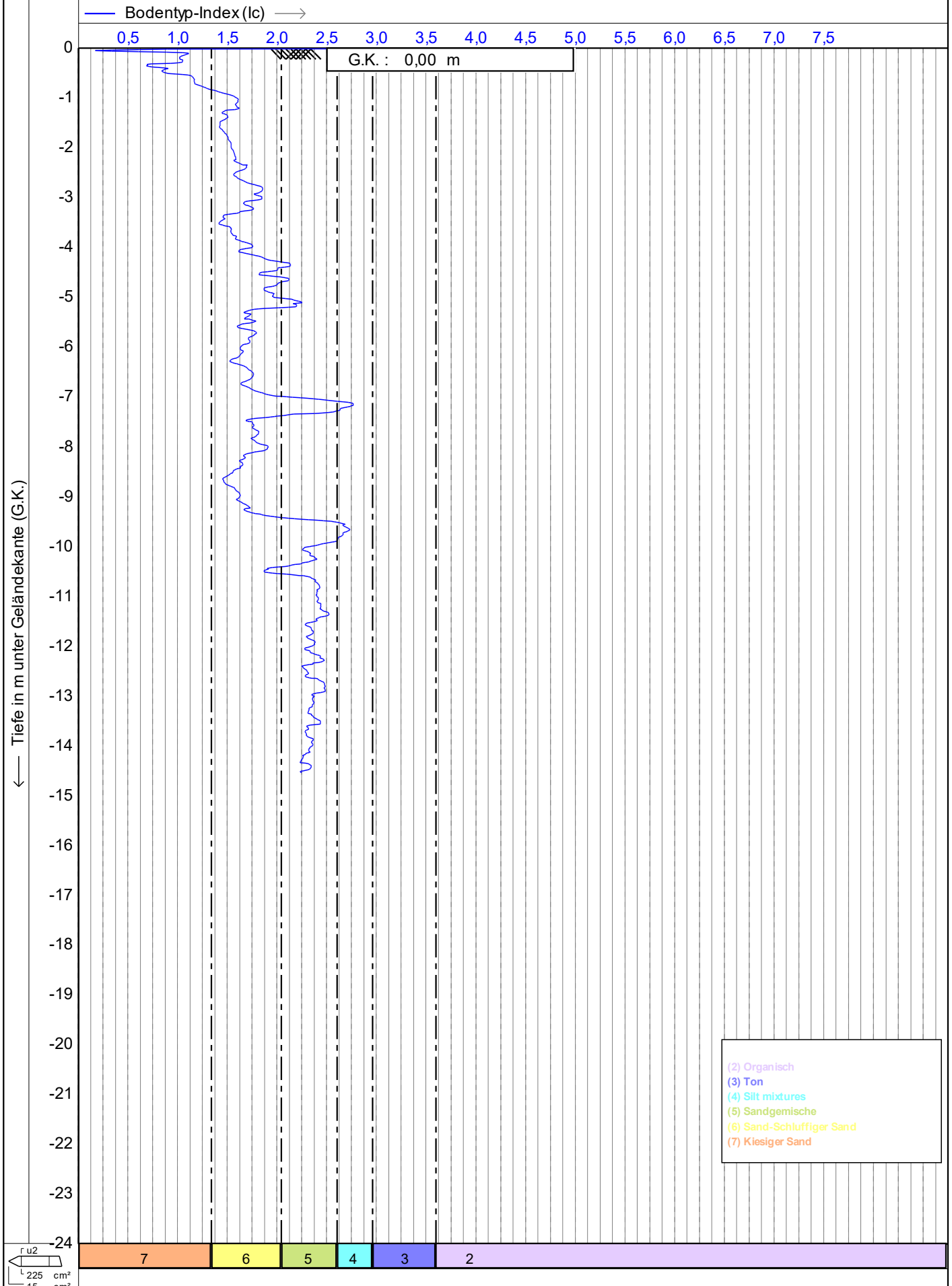


Abbruch: Gesamt - Mantelreibung

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



<p>1.49</p>	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (07/2021)		Datum : 14.04.2025	
	Projekt : Herzebrode-Clarholz		Konus Nr. : S15CFIP.S241257	
	Ort : Herzebrode-Clarholz		Projekt Nr. : 20240305-10002	
			CPT Nr. : WEA1-CPT3	1/5

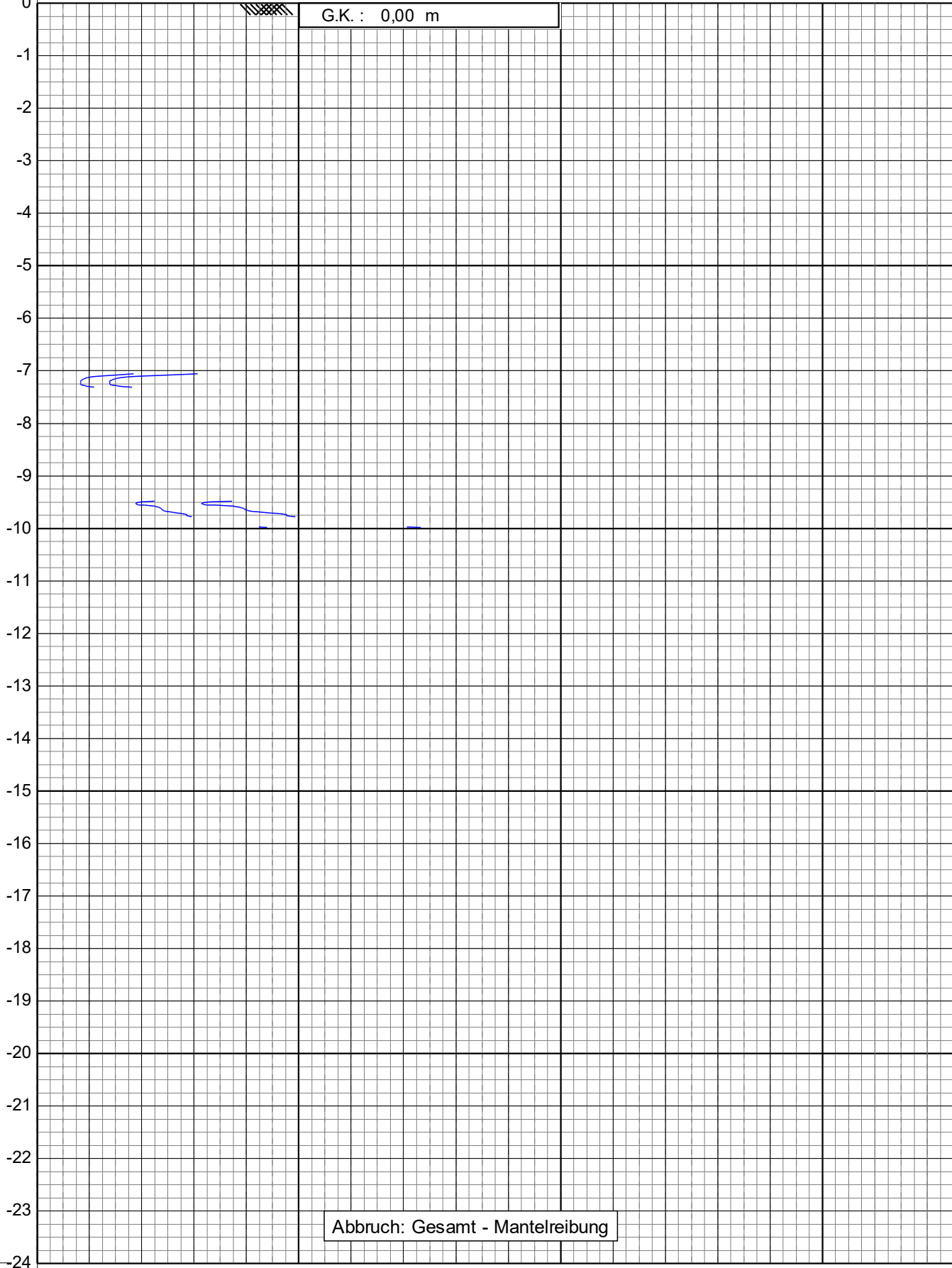


— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

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.)



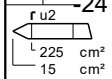
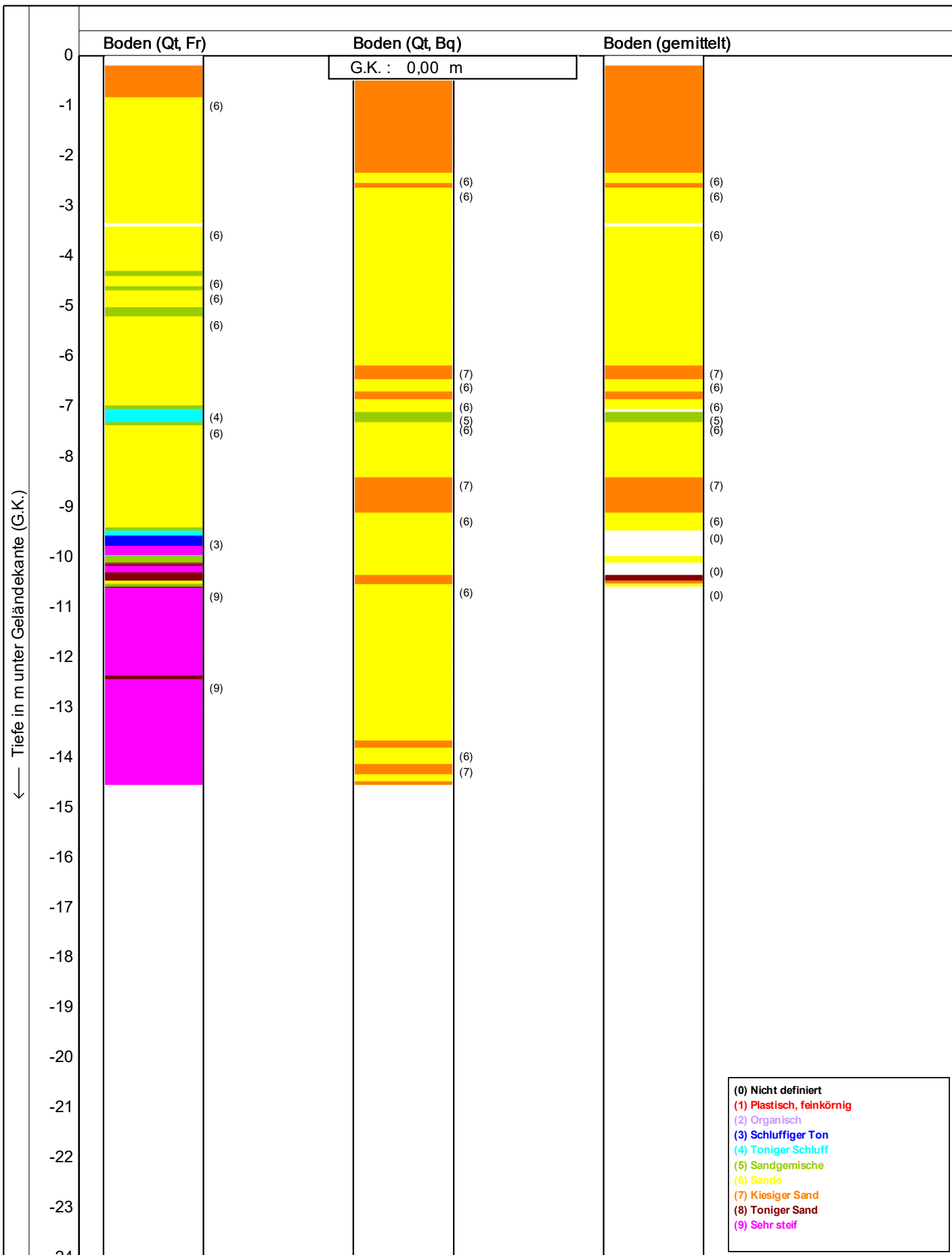
Abbruch: Gesamt - Mantelreibung

r_{u2}
 L 225 cm²
 15 cm²

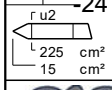
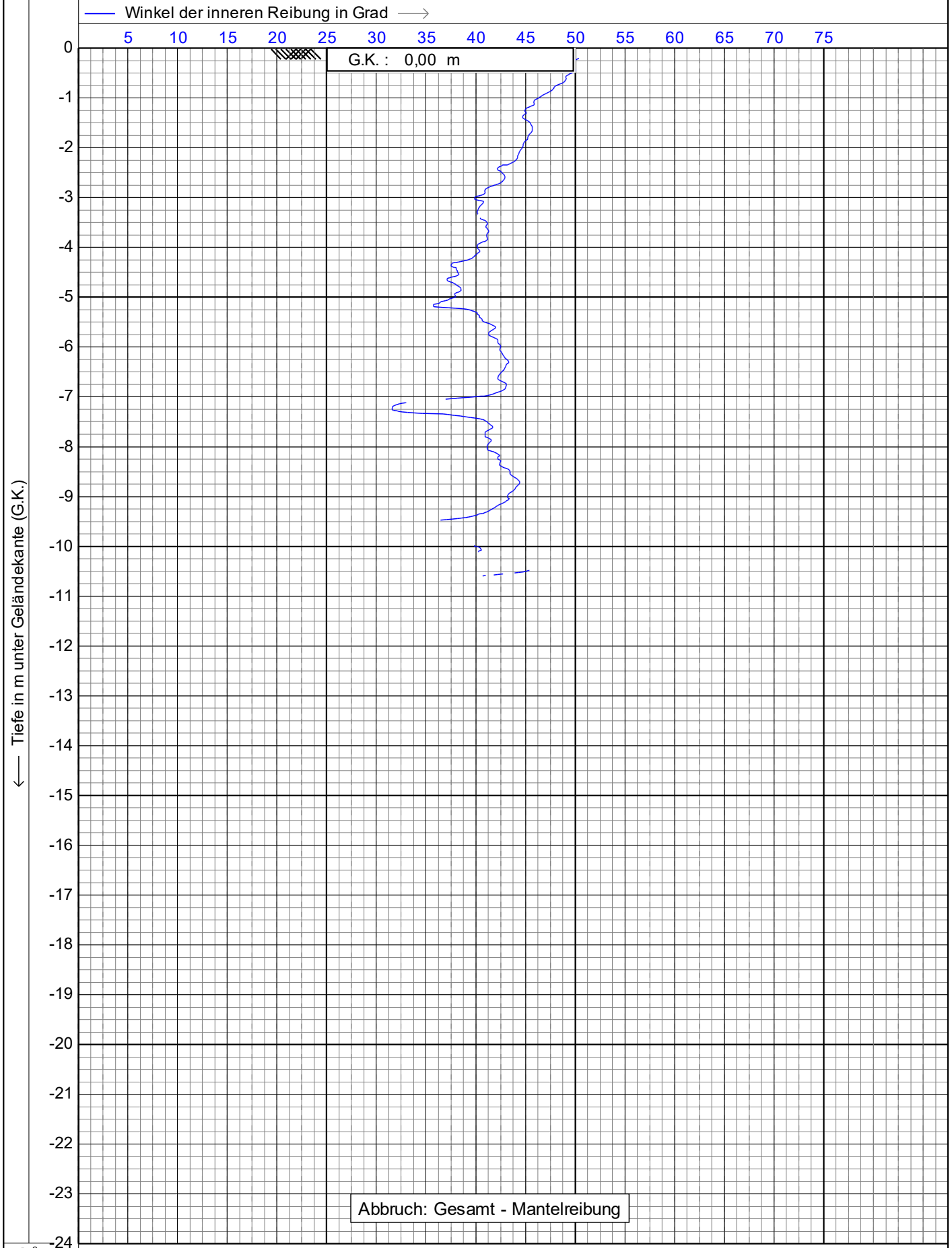


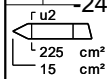
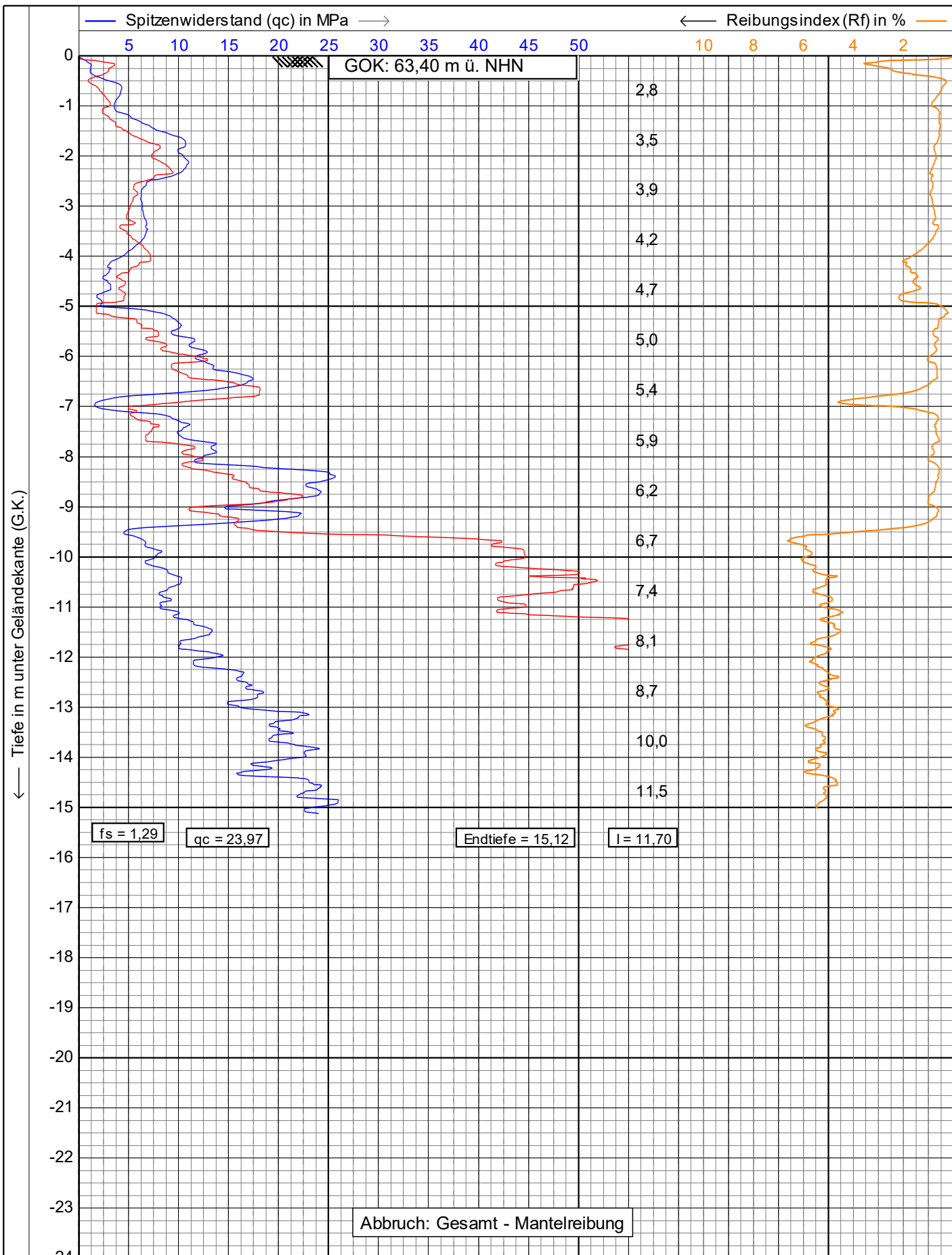
Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (07/2021)
 Projekt : **Herzebrode-Clarholz**
 Ort : **Herzebrode-Clarholz**

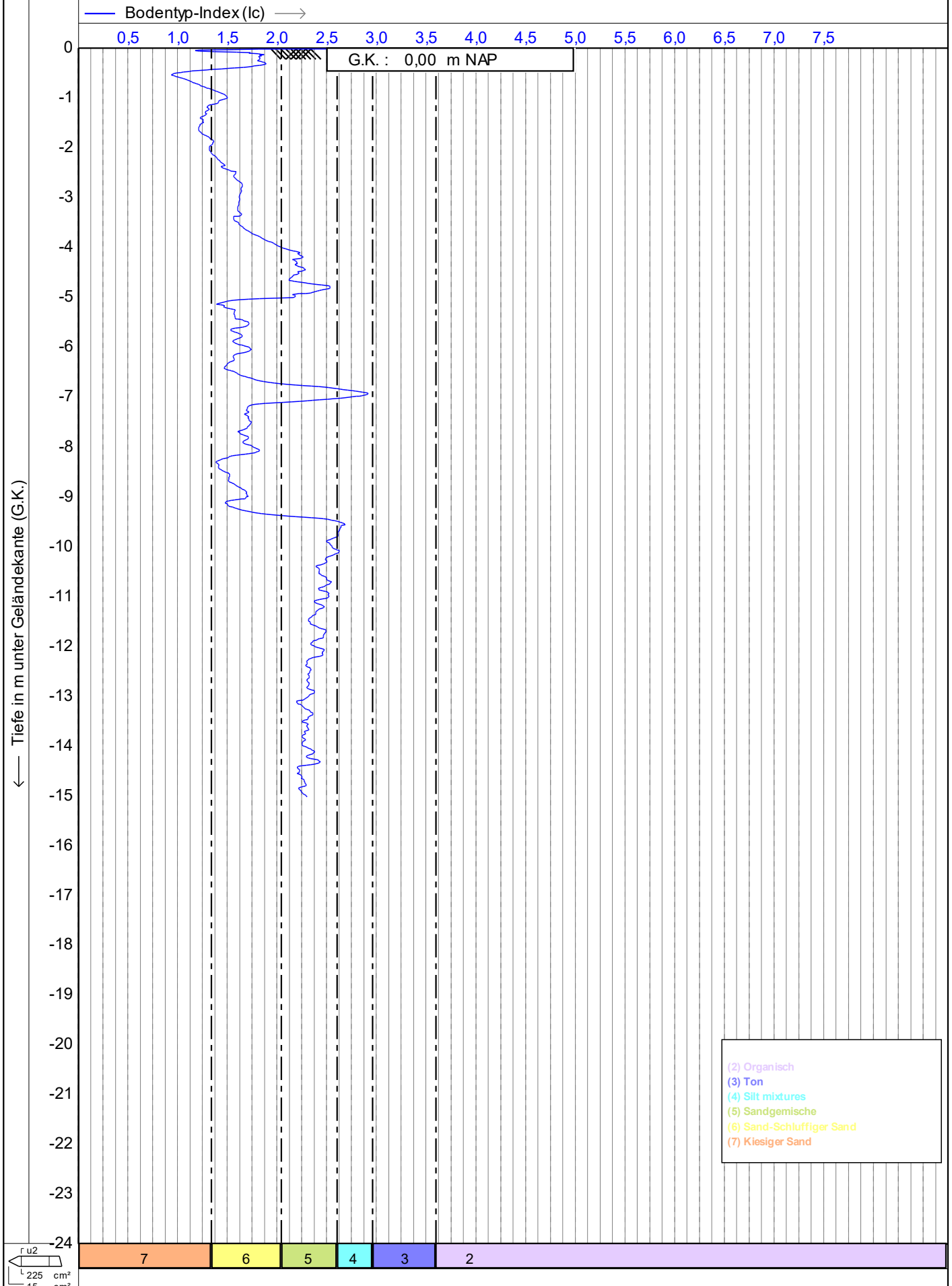
Datum : **14.04.2025**
 Konus Nr. : **S15CFIIP.S241257**
 Projekt Nr. : **20240305-10002**
 CPT Nr. : **WEA1-CPT3** | **3/5**



Bodenklassifikation nach Robertson 1990







r_{u2}
 L 225 cm²
 15 cm²

- (2) Organisch
- (3) Ton
- (4) Silt mixtures
- (5) Sandgemische
- (6) Sand-Schluffiger Sand
- (7) Kiesiger Sand

 heiligenstadt gmbh Beratende Ingenieure VBI	Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (07/2021)		Datum : 14.04.2025	
	Projekt : Herzebrode-Clarholz		Konus Nr. : S15CFIIP.S241257	
			Projekt Nr. : 20240305-10002	
	Ort : Herzebrode-Clarholz		CPT Nr. : WEA1-CPT4	2/5

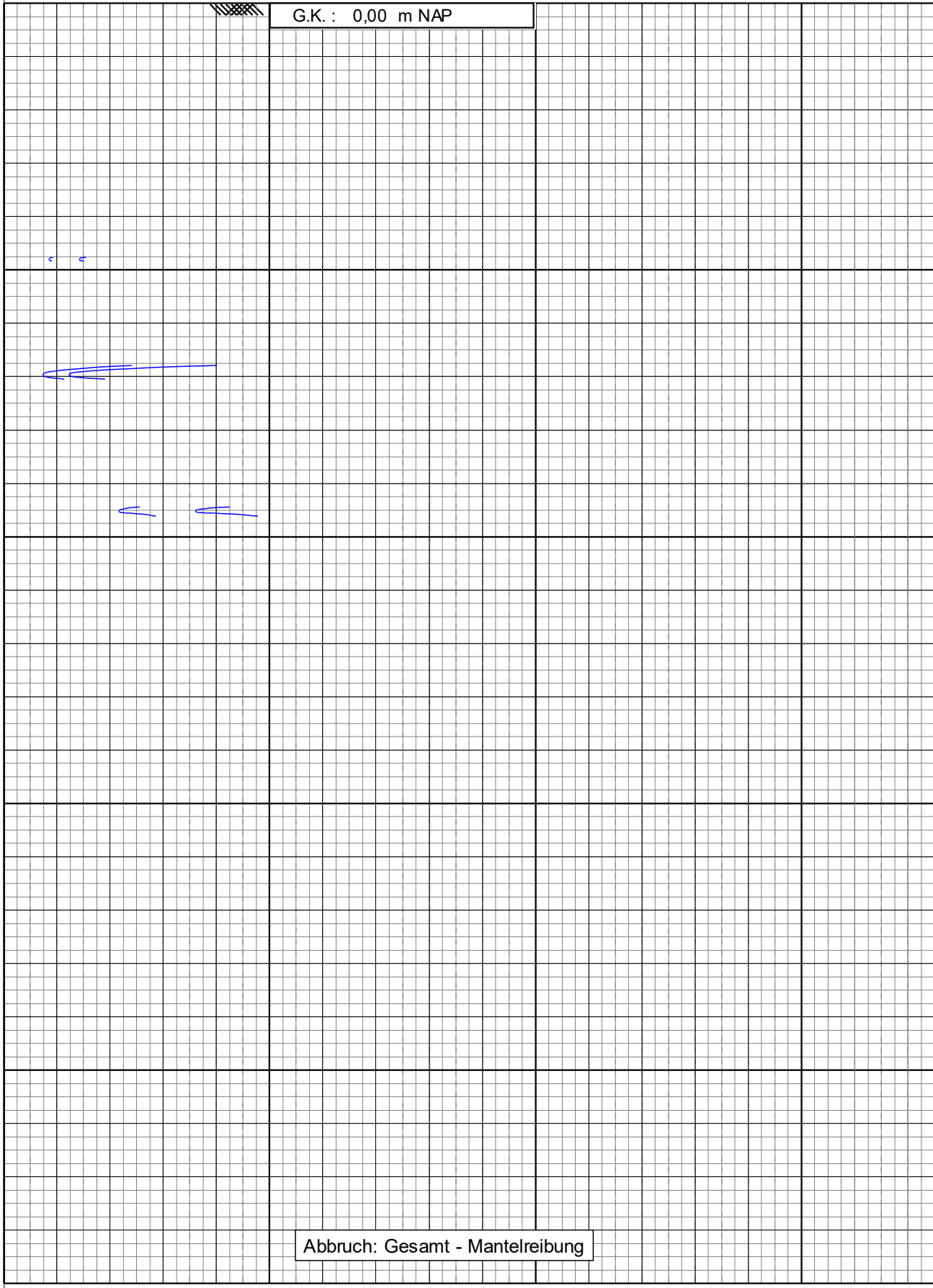
— Undrainierte Scherfestigkeit (Su) in kPa —>

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

G.K. : 0,00 m NAP

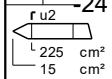
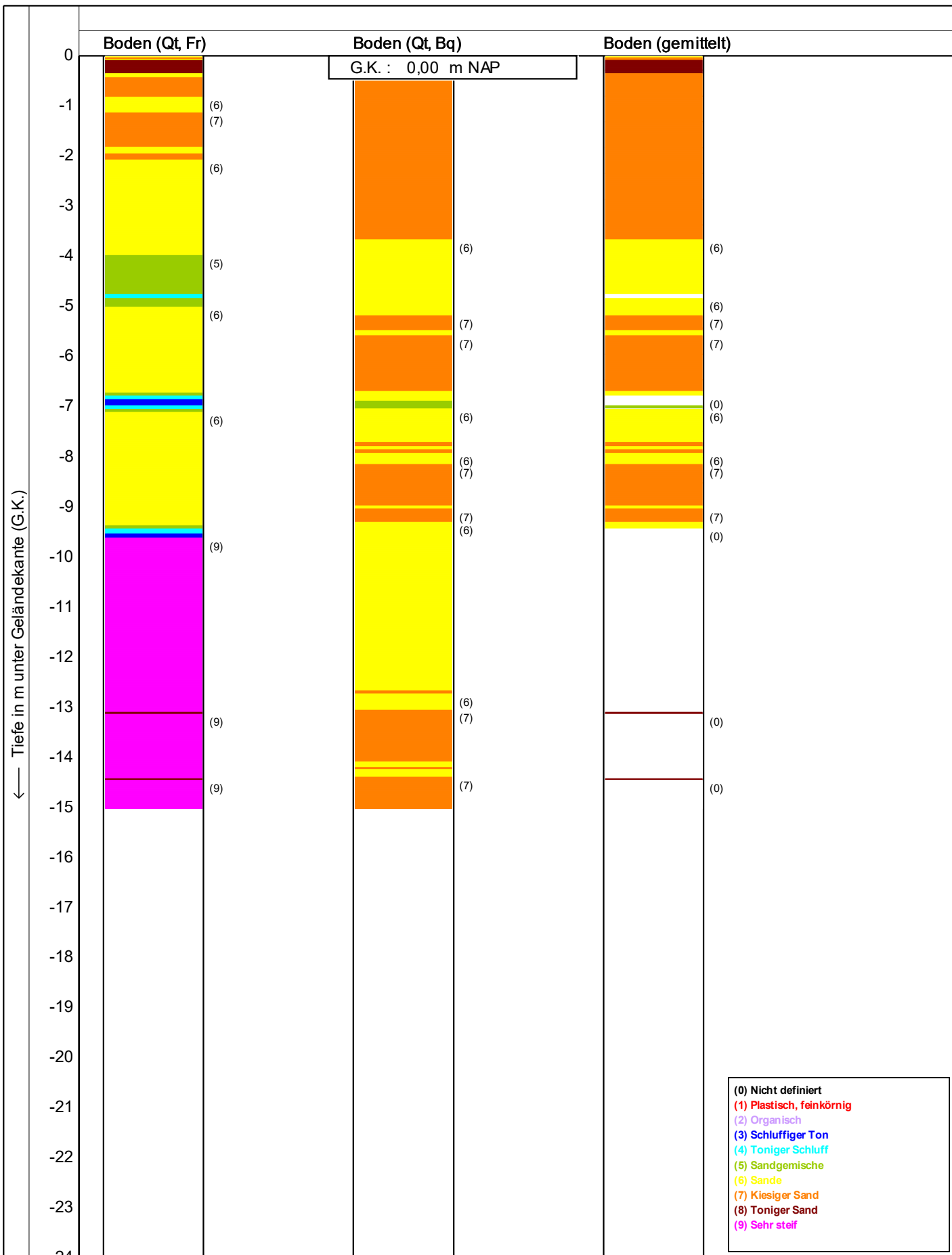
Tiefe in m unter Geländekante (G.K.)

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: Gesamt - Mantelreibung

r_{u2}
 L 225 cm²
 15 cm²



Bodenklassifikation nach Robertson 1990

geo
technik
 heiligenstadt gmbh
 Beratende Ingenieure VBI

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

Datum : **14.04.2025**
 Konus Nr. : **S15CFIIP.S241257**
 Projekt Nr. : **20240305-10002**
 CPT Nr. : **WEA1-CPT4** **4/5**

— Winkel der inneren Reibung in Grad —>

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75

G.K. : 0,00 m NAP

← 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: Gesamt - Mantelreibung

r u2
L 225 cm²
15 cm²

ANLAGE 5

Ergebnisse der bodenphysikalischen Laborversuche (17 Seiten)

Körnungslinie

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

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

Prüfungsnummer: 25-0344-01

Entnahmedatum: 24.03.2025

Art der Entnahme: gestört

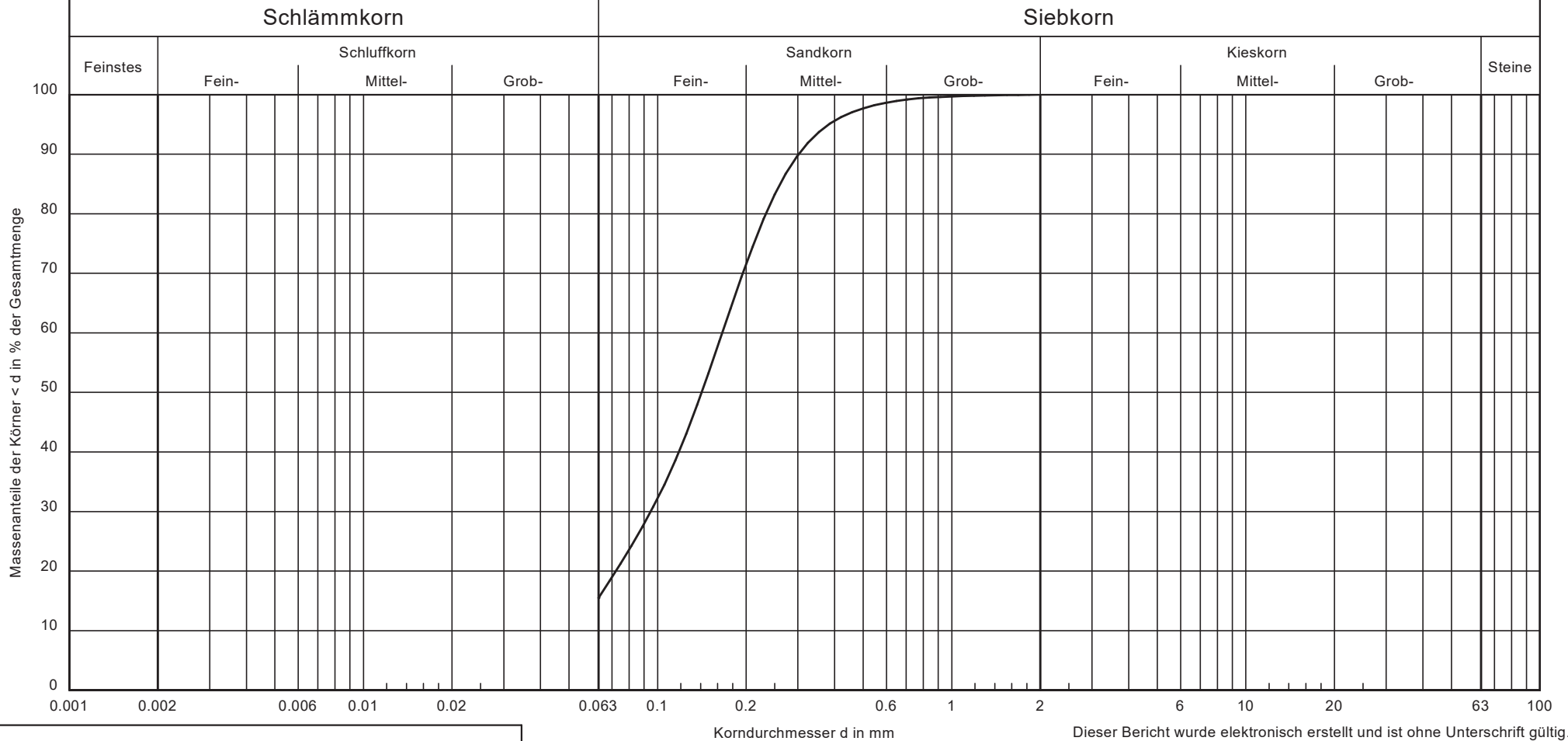
Methode: Nasssiebung

Auftraggeber:

JUWI GmbH

Energie-Allee 1

55286 Wörrstadt



Bearbeiter: Chr. von Basum Bearbeitungsende: 03.04.2025

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.
—	RKS 1	0,3-1,3	fS, ms, u	csimsaFSa	SU*	- /15.5/84.5/ -	-/-	F3	8.5 · 10 ⁻⁶ USBR	- kf-Wert ohne Beachtung der Gültigkeitsregel! - Schlammung nicht durchgeführt	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: 03.04.2025

Prüfungsnummer: 25-0344-01

Entnahmedatum: 24.03.2025

Art der Entnahme: gestört

Methode: Nasssiebung

Prüfung DIN EN ISO 17892-4 - 5.2
Probenbezeichnung RKS 1
Tiefe [m] 0,3-1,3
Bodenart [DIN 4022] fS, ms, u
Bodenart [DIN EN ISO 14688-1] csimsaFSa
Bodengruppe SU*
T/U/S/G [%] - / 15.5 / 84.5 / - / -
Cu/Cc -/-
Frostsicherheit F3
kf-Wert [m/s] + Verfahren 8.51E-6 USBR
d10/d30/d60 [mm]: - / 0.095 / 0.166
Siebanalyse:
Trockenmasse [g]: 203.10

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
2.0	0.00	0.00	100.00
1.0	0.40	0.20	99.80
0.5	1.80	0.89	98.92
0.25	16.80	8.27	90.65
0.125	106.90	52.63	38.01
0.063	45.70	22.50	15.51
Schale	31.50	15.51	-
Summe	203.10		
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: 25-0344-02

Entnahmedatum: 24.03.2025

Art der Entnahme: gestört

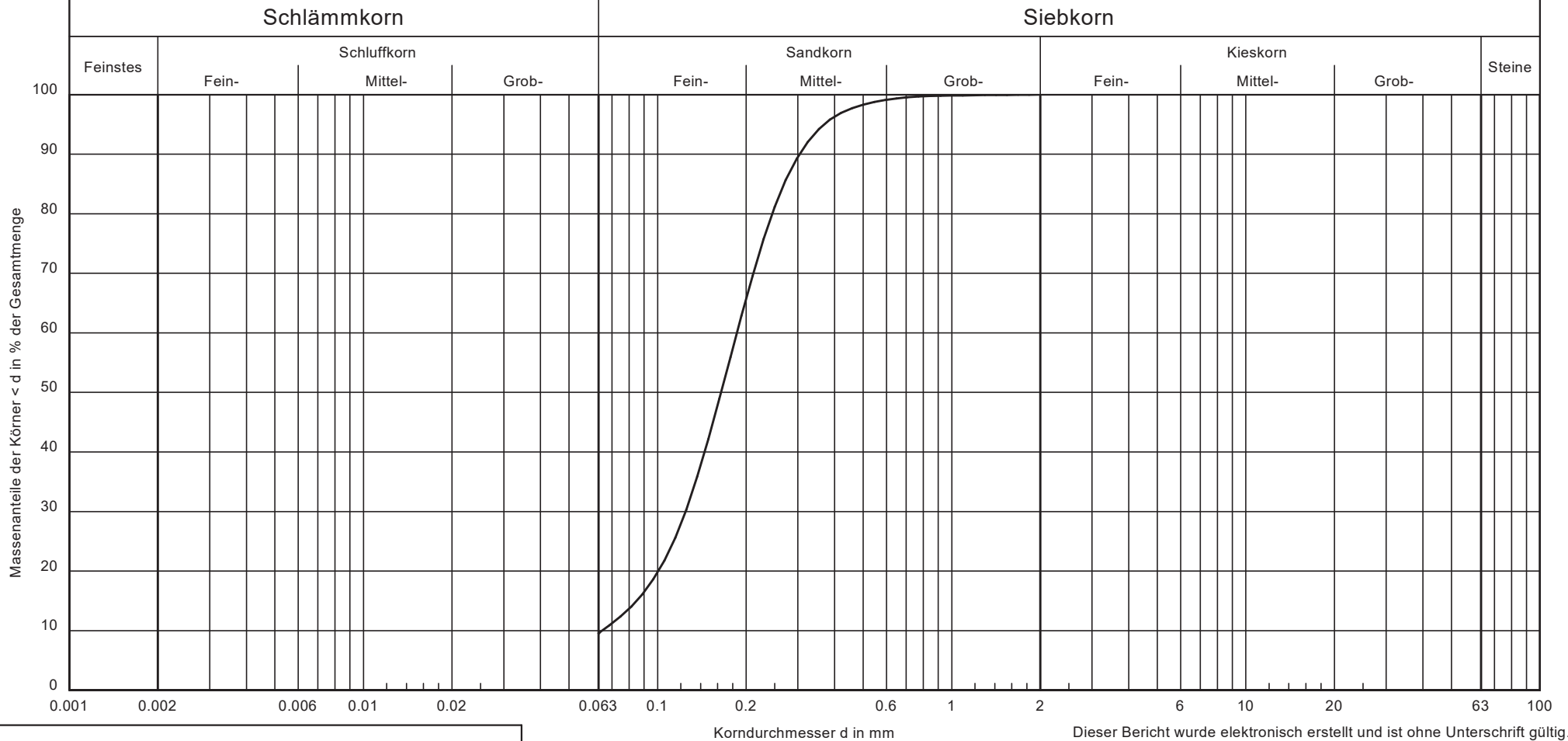
Methode: Nasssiebung

Auftraggeber:

JUWI GmbH

Energie-Allee 1

55286 Wörrstadt



Bearbeiter: Chr. von Basum Bearbeitungsende: 03.04.2025

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 1	1,3-2,5	fS, mS, u'	csi'msa*FSa	SU	- /9.6/90.4/ -	2.9/1.3	F1	4.2 · 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: 03.04.2025

Prüfungsnummer: 25-0344-02

Entnahmedatum: 24.03.2025

Art der Entnahme: gestört

Methode: Nasssiebung

Prüfung DIN EN ISO 17892-4 - 5.2
Probenbezeichnung RKS 1
Tiefe [m] 1,3-2,5
Bodenart [DIN 4022] fS, m \bar{s} , u'
Bodenart [DIN EN ISO 14688-1] csi'msa*FSa
Bodengruppe SU
T/U/S/G [%] - / 9.6 / 90.4 / - / -
Cu/Cc 2.9/1.3
Frostsicherheit F1
kf-Wert [m/s] + Verfahren 4.19E-5 Beyer
d10/d30/d60 [mm]: 0.065 / 0.125 / 0.186
Siebanalyse:
Trockenmasse [g]: 167.00

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
2.0	0.00	0.00	100.00
1.0	0.20	0.12	99.88
0.5	0.60	0.36	99.52
0.25	12.80	7.66	91.86
0.125	119.90	71.80	20.06
0.063	17.50	10.48	9.58
Schale	16.00	9.58	-
Summe	167.00		
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: 25-0344-03

Entnahmedatum: 24.03.2025

Art der Entnahme: gestört

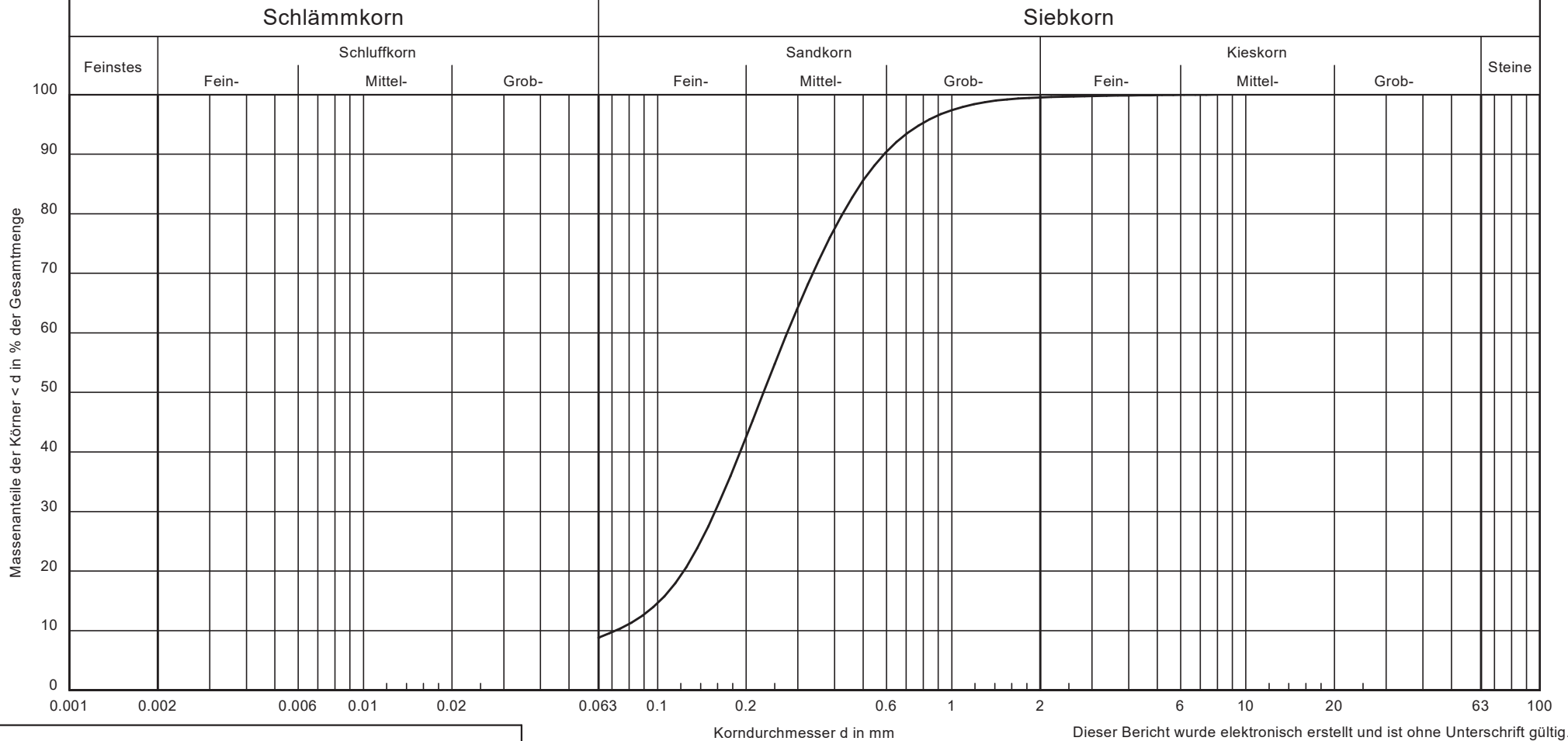
Methode: Nasssiebung

Auftraggeber:

JUWI GmbH

Energie-Allee 1

55286 Wörrstadt



Bearbeiter: Chr. von Basum Bearbeitungsende: 03.04.2025

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.
—	RKS 1	2,5-4,0	mS, fs, u', gs'	csa'csi'fsa*MSa	SU	- /8.8/90.7/0.5	3.8/1.2	F1	4.6 · 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: 03.04.2025

Prüfungsnummer: 25-0344-03

Entnahmedatum: 24.03.2025

Art der Entnahme: gestört

Methode: Nasssiebung

Prüfung DIN EN ISO 17892-4 - 5.2
Probenbezeichnung RKS 1
Tiefe [m] 2,5-4,0
Bodenart [DIN 4022] mS, f_s, u', gs'
Bodenart [DIN EN ISO 14688-1] csa'csi'f_{sa}*MSa
Bodengruppe SU
T/U/S/G [%] - / 8.8 / 90.7 / 0.5 / -
Cu/Cc 3.8/1.2
Frostsicherheit F1
kf-Wert [m/s] + Verfahren 4.64E-5 Beyer
d₁₀/d₃₀/d₆₀ [mm]: 0.072 / 0.157 / 0.276
Siebanalyse:
Trockenmasse [g]: 183.80

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
8.0	0.00	0.00	100.00
4.0	0.20	0.11	99.89
2.0	0.50	0.27	99.62
1.0	1.60	0.87	98.75
0.5	16.60	9.03	89.72
0.25	61.90	33.68	56.04
0.125	75.90	41.29	14.74
0.063	10.90	5.93	8.81
Schale	16.20	8.81	-
Summe	183.80		
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: 25-0344-04

Entnahmedatum: 24.03.2025

Art der Entnahme: gestört

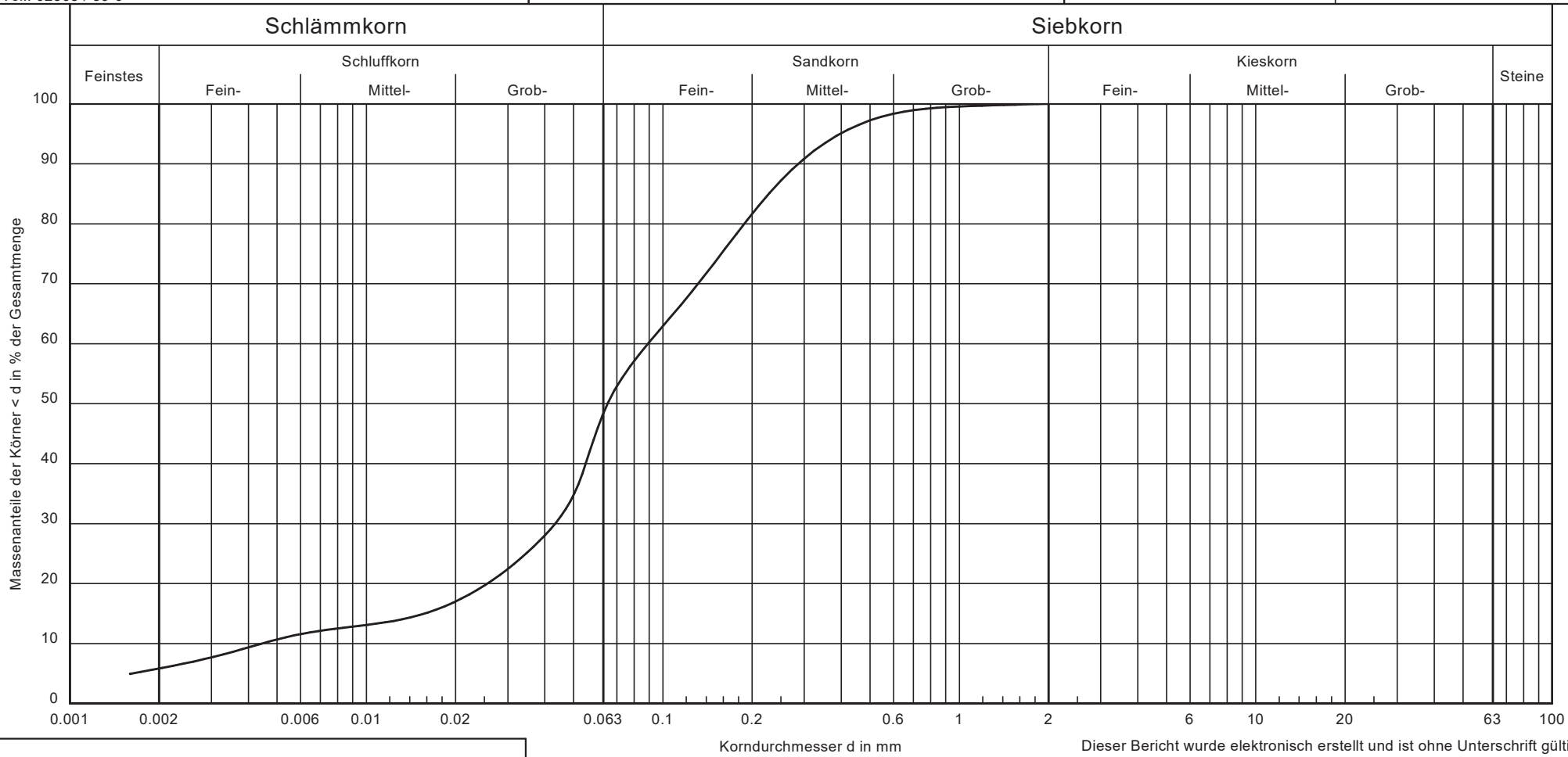
Methode: Sieb-/Schlammanalyse

Auftraggeber:

JUWI GmbH

Energie-Allee 1

55286 Wörrstadt



Bearbeiter: Chr. von Basum Bearbeitungsende: 03.04.2025

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 1	4,0-5,0	S, ü, t'	cl'Si/Sa		5.8/42.6/51.6/	20.0/4.7	-	7.9 · 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: 25-0344-04

Entnahmedatum: 24.03.2025

Art der Entnahme: gestört

Methode: Sieb-/Schlammanalyse

Bearbeiter: Chr. von Basum

Datum: 03.04.2025

Prüfung DIN EN ISO 17892-4 - 5.5
 Probenbezeichnung RKS 1
 Tiefe [m] 4,0-5,0
 Bodenart [DIN 4022] S, ü, t'
 Bodenart [DIN EN ISO 14688-1] cl'Si/Sa
 Bodengruppe
 T/U/S/G [%] 5.8 / 42.6 / 51.6 / - / -
 Cu/Cc 20.0/4.7
 Frostsicherheit -
 kf-Wert [m/s] + Verfahren 7.87E-7 USBR
 d10/d30/d60 [mm]: 0.004 / 0.043 / 0.089
 Siebanalyse:
 Trockenmasse [g]: 182.50
 Schlammanalyse:
 Trockenmasse [g]: 32.44
 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	0.60	0.33	99.67
0.5	1.90	1.04	98.63
0.25	17.10	9.37	89.26
0.125	39.70	21.75	67.51
0.063	27.00	14.79	52.71
Schale	96.20	52.71	-
Summe	182.50		
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	16.50	16.90	0.0716	19.3	135.19	1.02280	44.10
0	1	13.00	13.40	0.0532	19.3	149.15	1.02280	34.97
0	2	10.00	10.40	0.0391	19.3	161.09	1.02280	27.14
0	5	7.00	7.40	0.0256	19.4	173.33	1.02029	19.31
0	15	5.00	5.40	0.0151	19.4	181.49	1.02029	14.09
0	45	4.50	4.90	0.0088	19.3	183.56	1.02280	12.79
2	0	4.00	4.40	0.0054	19.4	185.63	1.02029	11.48
6	0	2.50	2.90	0.0031	20.9	191.84	0.98373	7.57
24	0	1.50	1.90	0.0016	19.8	195.98	1.01033	4.96

Körnungslinie

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

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

Prüfungsnummer: 25-0344-05

Entnahmedatum: 24.03.2025

Art der Entnahme: gestört

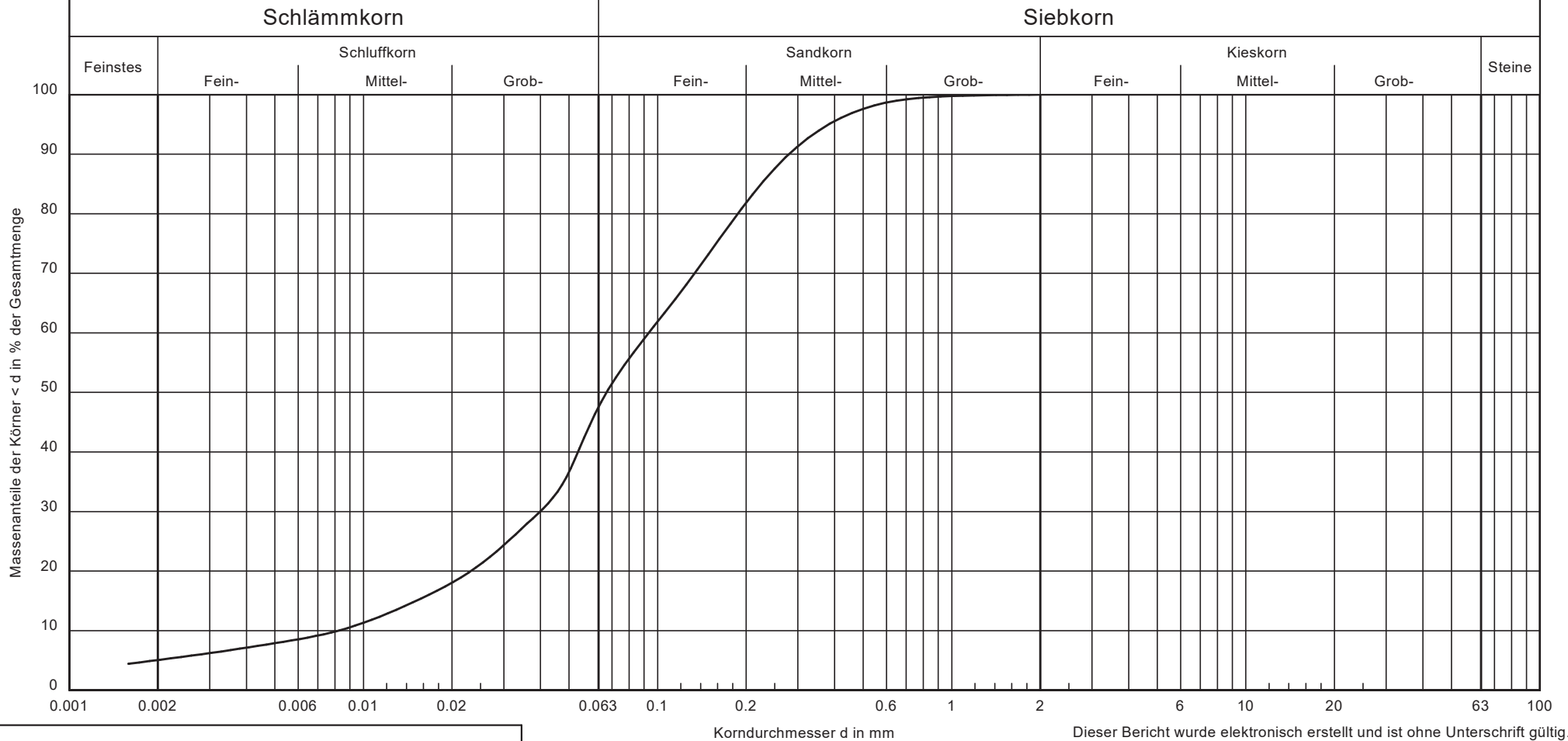
Methode: Sieb-/Schlammanalyse

Auftraggeber:

JUWI GmbH

Energie-Allee 1

55286 Wörrstadt



Bearbeiter: Chr. von Basum Bearbeitungsende: 03.04.2025

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 1	5-0-6,0	S, ü, t'	cl'Si/Sa		5.1/42.5/52.4/	11.4/2.1	-	6.2 · 10 ⁻⁷ USBR	- Bodengruppe und Frostsicherheit anhand der Körnungsanalyse nicht ermittelbar	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: 25-0344-05

Entnahmedatum: 24.03.2025

Art der Entnahme: gestört

Methode: Sieb-/Schlammanalyse

Bearbeiter: Chr. von Basum

Datum: 03.04.2025

Prüfung DIN EN ISO 17892-4 - 5.5
 Probenbezeichnung RKS 1
 Tiefe [m] 5-0-6,0
 Bodenart [DIN 4022] S, ü, t'
 Bodenart [DIN EN ISO 14688-1] cl'Si/Sa
 Bodengruppe
 T/U/S/G [%] 5.1 / 42.5 / 52.4 / - / -
 Cu/Cc 11.4/2.1
 Frostsicherheit -
 kf-Wert [m/s] + Verfahren 6.24E-7 USBR
 d10/d30/d60 [mm]: 0.008 / 0.040 / 0.093
 Siebanalyse:
 Trockenmasse [g]: 166.10
 Schlammanalyse:
 Trockenmasse [g]: 43.85
 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	0.20	0.12	99.88
0.5	1.50	0.90	98.98
0.25	15.10	9.09	89.89
0.125	37.90	22.82	67.07
0.063	27.70	16.68	50.39
Schale	83.70	50.39	-
Summe	166.10		
Siebverlust	0.00		

Schlammanalyse

Zeit [h] [min]		R'_h [-]	$R'_h + R_0$ $R_0 = C_m + R'_0$ [-]	Korngröße [mm]	T [°C]	H_r [mm]	η [-]	Durchgang [%]
0	0.5	20.00	20.40	0.0678	19.3	121.19	1.02280	37.65
0	1	18.00	18.40	0.0495	19.3	129.19	1.02280	33.96
0	2	15.00	15.40	0.0366	19.3	141.19	1.02280	28.42
0	5	10.50	10.90	0.0246	19.3	159.10	1.02280	20.12
0	15	7.50	7.90	0.0147	19.3	171.29	1.02280	14.58
0	45	5.00	5.40	0.0088	19.1	181.49	1.02785	9.97
2	0	4.00	4.40	0.0054	19.5	185.63	1.01778	8.12
6	0	3.00	3.40	0.0031	20.9	189.77	0.98373	6.28
24	0	2.00	2.40	0.0016	19.8	193.91	1.01033	4.43

Körnungslinie

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

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

Prüfungsnummer: 25-0344-09

Entnahmedatum: 24.03.2025

Art der Entnahme: gestört

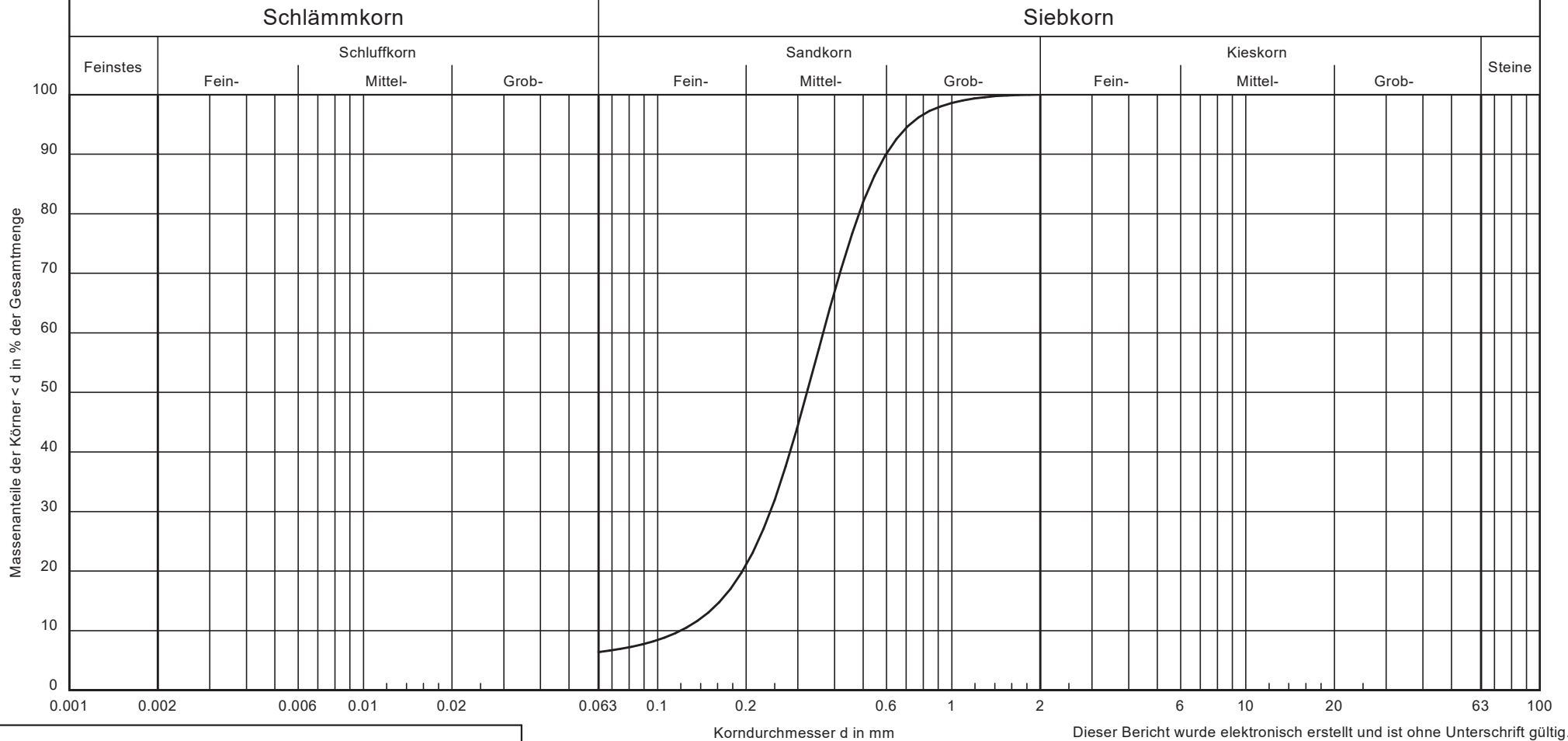
Methode: Nasssiebung

Auftraggeber:

JUWI GmbH

Energie-Allee 1

55286 Wörrstadt



Bearbeiter: Chr. von Basum Bearbeitungsende: 03.04.2025

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.
—	RKS 2	7,0-8,5	mS, fs', gs', u'	csi'csa'f'sa'MSa	SU	- /6.4/93.6/ -	3.1/1.3	F1	1.3 · 10 ⁻⁴ 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: 03.04.2025

Prüfungsnummer: 25-0344-09

Entnahmedatum: 24.03.2025

Art der Entnahme: gestört

Methode: Nasssiebung

Prüfung DIN EN ISO 17892-4 - 5.2
Probenbezeichnung RKS 2
Tiefe [m] 7,0-8,5
Bodenart [DIN 4022] mS, fs', gs', u'
Bodenart [DIN EN ISO 14688-1] csi'csa'fsa'MSa
Bodengruppe SU
T/U/S/G [%] - / 6.4 / 93.6 / - / -
Cu/Cc 3.1/1.3
Frostsicherheit F1
kf-Wert [m/s] + Verfahren 1.29E-4 Beyer
d10/d30/d60 [mm]: 0.120 / 0.241 / 0.366
Siebanalyse:
Trockenmasse [g]: 198.30

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
2.0	0.00	0.00	100.00
1.0	0.40	0.20	99.80
0.5	14.80	7.46	92.33
0.25	138.10	69.64	22.69
0.125	28.20	14.22	8.47
0.063	4.10	2.07	6.40
Schale	12.70	6.40	-
Summe	198.30		
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: 25-0344-10

Entnahmedatum: 24.03.2025

Art der Entnahme: gestört

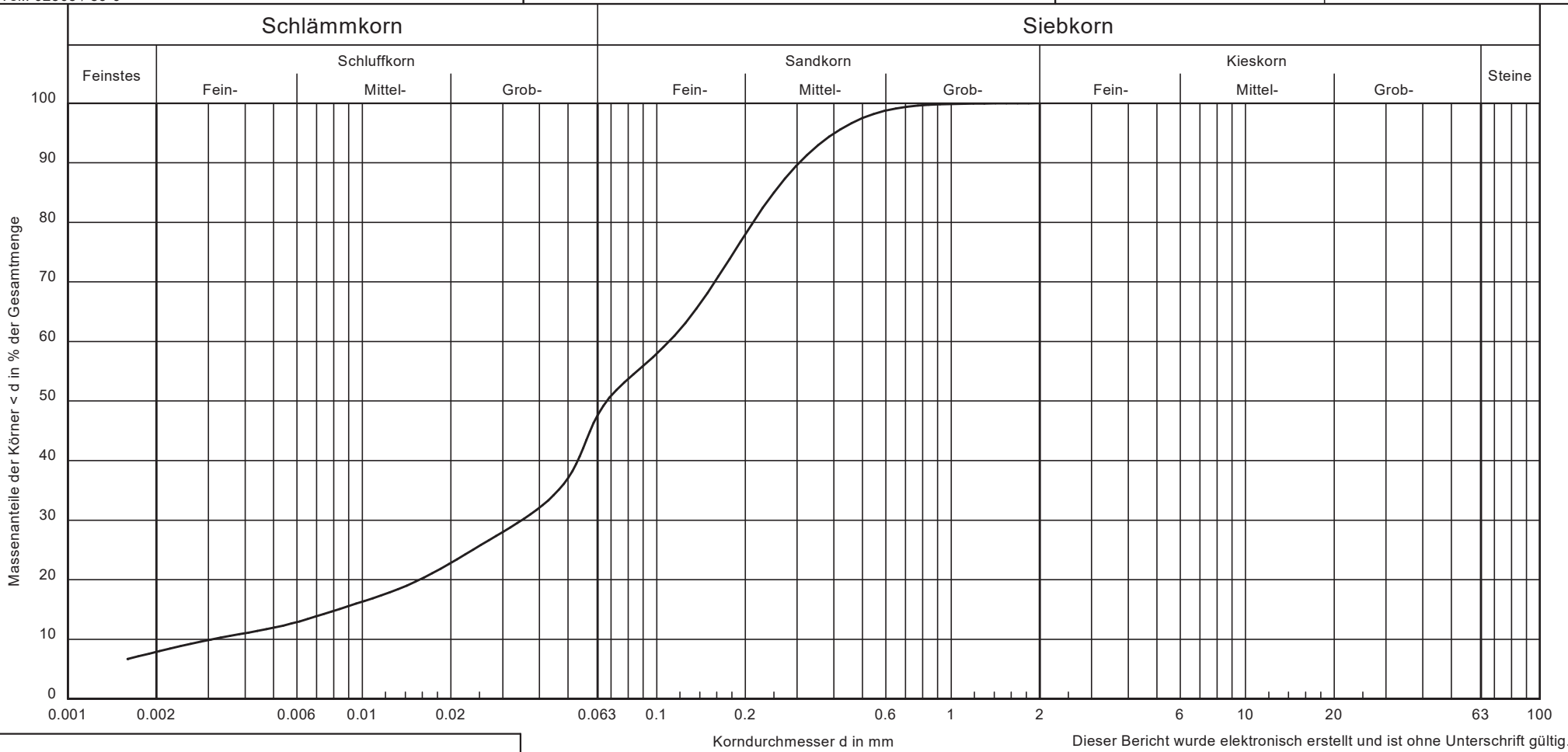
Methode: Sieb-/Schlammanalyse

Auftraggeber:

JUWI GmbH

Energie-Allee 1

55286 Wörrstadt



Bearbeiter: Chr. von Basum

Bearbeitungsende: 03.04.2025

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	Ip/wL	kf-Wert [m/s] + Verfahren	Bemerkungen:	Projekt-Nr. EAL-25-0089 Auftrags-Nr. EAL-00436-25
—	RKS 3	7,1-8,2	S, ü, t'	fsi'cl'msi'csiSa	TL	7.9/39.7/52.4/	35.5/3.6	F3	10.0 / 27.0	2.5 · 10 ⁻⁷ USBR		

Körnungslinie

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

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

Prüfungsnummer: 25-0344-10

Entnahmedatum: 24.03.2025

Art der Entnahme: gestört

Methode: Sieb-/Schlammanalyse

Bearbeiter: Chr. von Basum

Datum: 03.04.2025

Prüfung DIN EN ISO 17892-4 - 5.5
 Probenbezeichnung RKS 3
 Tiefe [m] 7,1-8,2
 Bodenart [DIN 4022] S, \bar{u} , t'
 Bodenart [DIN EN ISO 14688-1] fsi'cl'msi'csiSa
 Bodengruppe TL
 T/U/S/G [%] 7.9 / 39.7 / 52.4 / - / -
 Cu/Cc 35.5/3.6
 Frostsicherheit F3
 Ip/wL 10.0 / 27.0
 kf-Wert [m/s] + Verfahren 2.53E-7 USBR
 d10/d30/d60 [mm]: 0.003 / 0.035 / 0.110
 Siebanalyse:
 Trockenmasse [g]: 151.30
 Schlammanalyse:
 Trockenmasse [g]: 23.29
 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	0.10	0.07	99.93
0.5	0.90	0.59	99.34
0.25	17.60	11.63	87.71
0.125	42.10	27.83	59.88
0.063	13.10	8.66	51.22
Schale	77.50	51.22	-
Summe	151.30		
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	12.00	12.40	0.0763	19.2	153.13	1.02532	43.80
0	1	10.50	10.90	0.0550	19.2	159.10	1.02532	38.50
0	2	8.50	8.90	0.0399	19.2	167.21	1.02532	31.44
0	5	7.00	7.40	0.0257	19.2	173.33	1.02532	26.14
0	15	5.00	5.40	0.0152	19.1	181.49	1.02785	19.07
0	45	4.00	4.40	0.0088	19.3	185.63	1.02280	15.54
2	0	3.00	3.40	0.0055	19.5	189.77	1.01778	12.01
6	0	2.50	2.90	0.0031	20.9	191.84	0.98373	10.24
24	0	1.50	1.90	0.0016	19.8	195.98	1.01033	6.71

Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN EN ISO 17892-12 (2022-08)

Errichtung von 4 WEA im Windpark (WP)

Fahrenkamp - Im Esch/Fahrenkamp,
33442 Herzebrock-Clarholz

Auftraggeber: JUWI GmbH

Probennummer: 25-0344-10

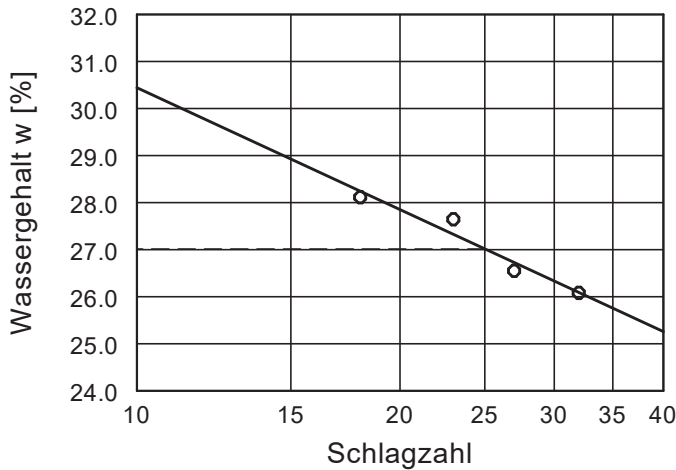
Entnahmestelle: RKS 3

Tiefe [m]: 7,1-8,2

Probe entnommen am: 24.03.2025

Bearbeiter: Chr. von Basum

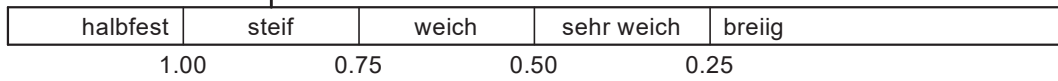
Datum: 03.04.2025



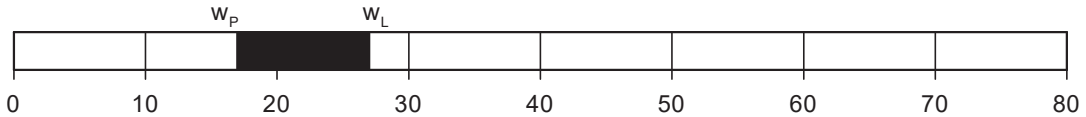
Wassergehalt w =	18.1 %
Fließgrenze w_L =	27.0 %
Ausrollgrenze w_P =	17.0 %
Plastizitätszahl I_P =	10.0 %
Konsistenzzahl I_C =	0.87
Ungetrocknete Probe =	178.70 g
Entfernte Partikel =	1.00 g
Korr. Wassergehalt =	18.2 %

$I_C = 0.87$

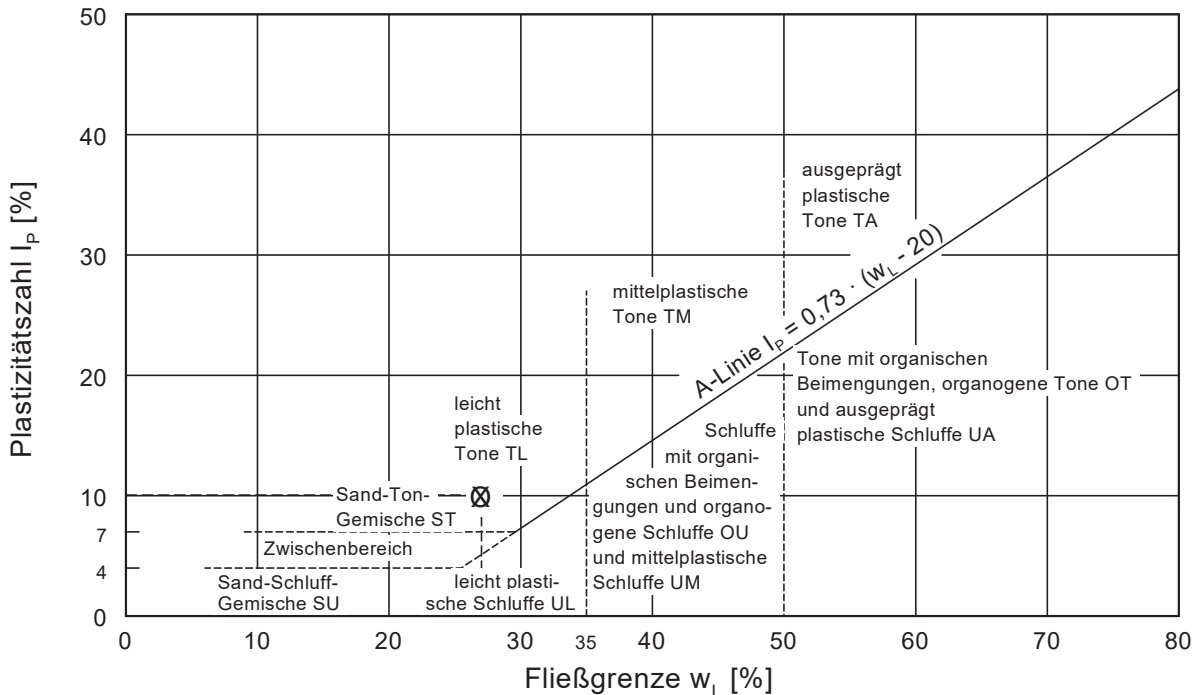
Zustandsform



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1 (2015-03)

Projektnr.: EAL-25-0089	Datum der Probenahme: 24.03.2025
Auftragsnr.: EAL-00436-25	Entnahmetiefe [m]: 7,1-8,2
Auftraggeber: JUWI GmbH 55286 Wörrstadt	Entnahmestelle: RKS 3
	Bodenart: S, ü, t'
Datum der Prüfung: 02.04.2025	geprüft von: Chr. von Basum
Proben-/Labornummer: 25-0344-10	
Bemerkungen: WEA 1	

Masse feuchte Probe + Behälter [g]	310,7
Masse trockene Probe + Behälter [g]	283,3
Masse Behälter [g]	132,0
Masse Porenwasser [g]	27,4
Masse trockene Probe [g]	151,3
Wassergehalt [%]	18,1

Glühverlust bei 550°C nach DIN 18 128 (2002-12)Errichtung von 4 WEA im Windpark (WP) Fahrenkamp
Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz
WEA 1

Probennummer: 25-0344-06, -07, -08

Auftraggeber: JUWI GmbH

Tiefe [m]: siehe Probenbezeichnung

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 24.03.2025

Bearbeiter: Chr. von Basum

Datum: 02.04.2025

Probenbezeichnung (Tiefe in m) [Proben-Nr.]	RKS 1 (7,6-8,0) [25-0344-06]	RKS 1 (8,6-9,1) [25-0344-07]	RKS 2 (6,5-7,0) [25-0344-08]
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	54.40	53.07	57.69
Geglühte Probe + Behälter [g]	52.03	50.75	56.95
Behälter [g]	33.50	32.28	31.74
Massenverlust [g]	2.37	2.32	0.74
Trockenmasse vor Glühen [g]	20.90	20.79	25.95
Glühverlust 550°C [%]	11.34	11.16	2.85

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.: 25-054922-01
Art des Wassers: (z.B. Grund-, Oberflächen-, Sickerwasser)	Grundwasser Bezeichnung WEA01 des Wassers:
Entnahmestelle: (z.B. Bohrloch, Schürfgrube, offenes Gewässer)	RKS 2 Entnahmetiefe: 1,3 - 2,0 m
Temperatur des Wassers: °C	Entnahmezeit: Uhr Entnahmedatum: 30.04.2025
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)	Ackerland
Altenberge, 08.05.2025	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	7,2	6,5 bis 5,5	< 5,5 bis 4,5	< 4,5
KMnO4-Verbrauch	80 mg/l	-	-	-
Härte	1.900	mg CaO / l	-	-
Härtehydrogencarbonat	260		-	-
Nichtcarbonathärte	1.600		-	-
Magnesium (Mg ²⁺)	36 mg/l	300 bis 1000	> 1000 bis 3000	> 3000
Ammonium (NH ₄ ⁺)	0,22 mg/l	15 bis 30	> 30 bis 60	> 60
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	31 mg/l	200 bis 600	> 600 bis 3000	> 3000
Chlorid (Cl ⁻)	9 mg/l	-	-	-
CO ₂ (kalklösend)	<2,2 mg/l	15 bis 40	> 40 bis 100	> 100
Sulfid (S ²⁻)	<0,04 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 nicht betonangreifend.	
WESSLING GmbH, Am Umweltpark 1, 44793 Bochum	
Bochum, den 08.05.2025	P. Iker
Ort, Datum	Sachbearbeiter

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:		25-054922-01				
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⁻)		0,89				
mit Chlorid (Cl ⁻)	mol/m ³	0,25				
mit Sulfat (SO ₄ ²⁻)	mol/m ³	0,32	N ₃ =	0	M ₃ =	0
(4) Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	9,2	N ₄ =	5	M ₄ =	-1
(5) Ca²⁺	mol/m ³	32	N ₅ =	2	M ₅ =	4
(6) pH-Wert	-	7,2	N ₆ =	0	M ₆ =	1
(7) Objekt/Wasser-Potential	V	0,424	N ₇ =	-8		
(Zur Feststellung der Fremdkathoden)						
Bewertungszahlsumme W ₀		7,00				
Bewertungszahlsumme W ₁		7,00				
Bewertungszahlsumme W _D		2	Bewertungszahlsumme W _L =			2
Beurteilung:						
Die Korrosionswahrscheinlichkeit von unlegierten und niedriglegierten Stählen in Wässern ist im Unterwasserbereich						
sehr gering		bezüglich Mulden und Lochkorrosion und				
sehr gering		bezüglich der Flächenkorrosion.				
Die Korrosionswahrscheinlichkeit von unlegierten und niedriglegierten Stählen in Wässern ist an der Wasser/Luft-Grenze						
sehr gering		bezüglich Mulden und Lochkorrosion und				
sehr gering		bezüglich der Flächenkorrosion.				
Die Güte der Deckschichten auf feuerverzinkten Stählen ist			sehr 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.	25-054922-01
Bezeichnung	WEA01
Probenart	Grundwasser
Proben-ID	WCE-39385 - 1 - 1
Probenahme durch	Auftraggeber
Eingangsdatum	06.05.2025
Untersuchungsbeginn	29.04.2025
Untersuchungsende	08.05.2025
WCE-Auftragsnummer	EAL-00436-25

Physikalisch-chemische Untersuchung

	25-054922-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
pH-Wert	7,2		OS	DIN EN ISO 10523 (2012-04)	A AL
Messtemperatur pH-Wert	14,5	°C	OS	DIN EN ISO 10523 (2012-04)	A AL
Redoxpotential vs. NHE	424	mV	OS	DIN 38404-6 (1984-05)	A HA
Säurekapazität, pH 4,3	9,2	mmol/l	OS	DIN 38409-7 (2005-12)	A AL
Titrationstemperatur (Säure 4,3)	14,6	°C	OS	DIN 38409-7 (2005-12)	A AL
Säurekapazität, pH 4,3 nach CaCO ₃ -Zugabe	8,95	mmol/l	OS	DIN 38409-7 (2005-12)	A AL
Titrationstemperatur (Säure 4,3)	16,4	°C	OS	DIN 38409-7 (2005-12)	A AL
Sättigungs-pH-Wert nach CaCO ₃ -Sättigung	7,4		OS	DIN 38409-7 (2005-12)	A AL

Elemente
Aus der filtrierten Probe

	25-054922-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Barium (Ba), gelöst	820	µg/l	OS	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)	A AL
Calcium (Ca), gelöst	1.300.000	µg/l	OS	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)	A AL
Eisen (Fe), gelöst	250	µg/l	OS	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)	A AL
Magnesium (Mg), gelöst	36.000	µg/l	OS	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)	A AL
Strontium (Sr), gelöst	4.600	µg/l	OS	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)	A AL

Rechnerische Werte

	25-054922-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Calcium (Ca), gelöst	32	mol/m ³	OS	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)	A AL
Gesamthärte aus Ca,Mg,Ba,Sr (als CaO)	1.900	mg/l	OS	DIN 38409-6 mod. (1986-01)	A AL

Kationen, Anionen und Nichtmetalle

	25-054922-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Ammonium (NH ₄)	0,22	mg/l	OS	DIN EN ISO 11732 (2005-05)	^A HA
Chlorid (Cl)	9,0	mg/l	OS	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)	^A AL
Sulfat (SO ₄)	31	mg/l	OS	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)	^A AL
Sulfid (S), leicht freisetzbar	<0,04	mg/l	OS	DIN 38405-27 (1992-07)	^A AL

Rechnerische Werte

	25-054922-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Chlorid (Cl)	0,25	mol/m ³	OS	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)	^A AL
Sulfat (SO ₄)	0,32	mol/m ³	OS	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)	^A AL
Härtehydrogencarbonat (als CaO)	260	mg/l	OS	DIN 4030-2 (1986-01 / 2008-06)	AL
Nichtcarbonathärte (als CaO)	1.600	mg/l	OS	DIN 4030-2 (1986-01 / 2008-06)	AL
Kohlensäure (CO ₂), aggressive	<2,2	mg/l	OS	DIN 38404-10-M4 (1995-04)	AL

Summenparameter

	25-054922-01	Einheit	Bezug	Methode	aS
Permanganat-Verbrauch	80	mg/l	OS	DIN 4030 Teil 2 (2008-06)	^A HA

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.	25-046161-01
Bezeichnung	MP 1
Probenart	Boden
Proben-ID	WCE-38256 - 1 - 1
Probenahme durch	Auftraggeber
Probengefäß	500ml PE
Anzahl Gefäße	1
Eingangsdatum	02.04.2025
Untersuchungsbeginn	02.04.2025
Untersuchungsende	10.04.2025
WCE-Auftragsnummer	EAL-00436-25

Probenvorbereitung gem. DIN 4030-2

	25-046161-01	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
Salzsäureheißextrakt	09.04.2025				DIN 4030-2 (2008-06)	AL

Probenvorbereitung gem. DIN 50929-3

	25-046161-01	Einheit	Bezug	BG	Methode	aS
Fraktion < 5 mm	n. a.	Gew%	OS	1	DIN 19747 (2009-07)	AL
Masse ungetrocknete Probe	1090,8	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

	25-046161-01	Einheit	Bezug	BG	Methode	aS
Säuregrad nach Baumann-Gully	n. a.	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	1.480	µg/l	SalzHE xtr	1.000	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL

Im 25:1 Eluat

	25-046161-01	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

	25-046161-01	Einheit	Bezug	BG	Methode	aS
Sulfid (S)	1,0	mg/kg	L-TS	1,0	DIN 4030-2 mod. (2008-06)	AL

Kriterien gem. DIN 50929-3

	25-046161-01	Einheit	Bezug	BG	Methode	aS
Wassergehalt (105°C)	14,6	Gew%	OS <5		DIN EN 15934 (2012-11) A	AL
Abschlämmbare Bestandteile	13	Gew%	TS <5	0,1	DIN 50929-3 (2018-03)	*
pH-Wert (50 %-ige Aufschlämmung)	9,2		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	7,96		EL 4:1		DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	0,766	mmol/l	EL 4:1	0,100	DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Titrationstemperatur (Säure 4,3)	17,65	°C	EL 4:1		DIN 38409-7 (2005-12)	AL
Säurekapazität, pH 4,3, gelöst	3,6	mmol/kg	TS <5	0,4	Berechnung aus SK4,3 gem. DIN 38409-7 (2005-12)	AL

Im 4:1 Eluat

	25-046161-01	Einheit	Bezug	BG	Methode	aS
Chlorid (Cl)	1,1	mg/l	EL 4:1	1,0	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL
Sulfat (SO ₄)	2,2	mg/l	EL 4:1	1,0	DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL
Neutralsalze (Cl + 2*SO ₄), gelöst incl. 1/2 BG	0,4	mmol/kg	TS <5	0,1	Berechnung aus Messung gem. DIN EN ISO 10304-1 mod. (2009-07)	AL

im HCl-Extrakt

	25-046161-01	Einheit	Bezug	BG	Methode	aS
Schwefel, HCl-löslich	1,74	mg/l	SalzsAu sz	1,00	DIN ISO 22036 mod. (2009-06)	AL
Sulfat, HCl-löslich	0,6	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 Dreerkamp 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 / Revision	Datum / Date	Beschreibung / Description	Bearbeiter / Author
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 / Table of contents		

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

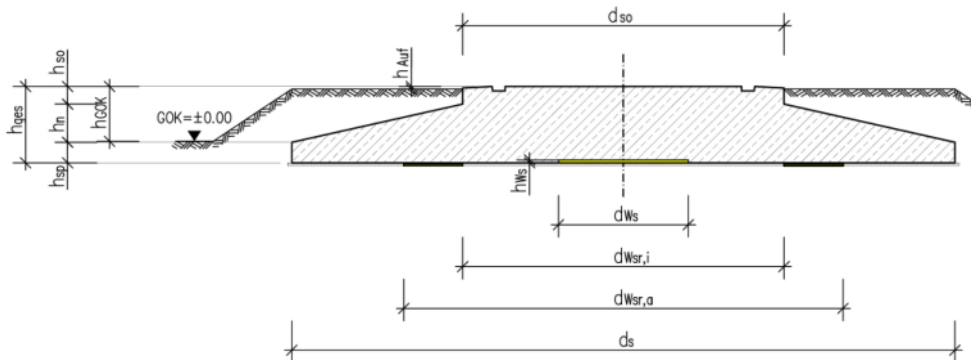
Block /
Chapter: 1 Allgemeines / General

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 Weichschichtringdurchmesser / Soft layer ring outer diameter	$d_{wsr,a}$	=	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>	$t_{\text{MaxÜs,inn}}$	=	0,500 m
Höhe Erdüberschüttung außen / <i>Outer thickness backfill</i>	$t_{\text{MaxÜs,aus}}$	=	2,100 m
Bodenwichte / <i>Soil specific weight</i>	$\gamma_{\text{Üs}}$	=	18,0 kN/m ³
Gewicht Erdüberschüttung / <i>Soil cover weight</i>	$G_{\text{MaxÜs}}$	=	10 056 kN

Auftrieb / Buoyancy

Höhe Wassersäule / <i>Buoyancy height</i>	$h_{\text{Gw,max}}$	=	0,721 m
Auftriebskraft / <i>Buoyancy force</i>	$G_{\text{Gw,max}}$	=	-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*

Bauteil / *Component:* Fundament / *Foundation*

Block / *Chapter:* 3 Belastung / *Loading*

Seite / *Page:* 7

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.*

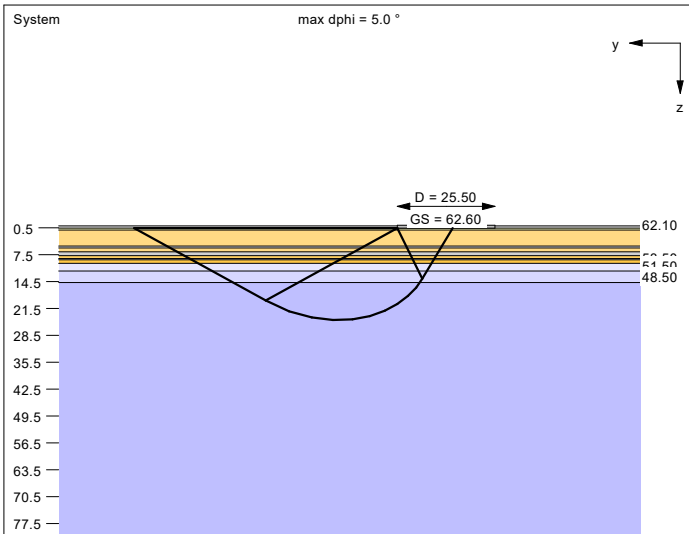
Bauteil / Component:	Fundament / <i>Foundation</i>	Seite/ Page: 9
Block / Chapter:	4 Anforderungen an den Baugrund / <i>Soil requirements</i>	

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
	62.60	18.0/10.0	30.0	0.0	0.00	30.0	BV
	62.10	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	BA
	58.00	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	40.0	S, lo-mi
	57.50	18.5/8.5	27.5	5.0	0.00	15.0	L
	56.50	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	50.0	S, mi
	55.50	18.0/8.0	27.5	2.0	0.00	15.0	L, o'-o (wh-stf/mi)
	54.70	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	60.0	S, di
	54.40	18.5/8.5	27.5	2.0	0.00	20.0	L, o'-o (wh-stf/mi-di)
	53.50	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	S, sdi
	51.50	20.5/10.5	27.5	20.0	0.00	40.0	KMst, stvw
	48.50	22.5/15.5	32.5	15.0	0.00	60.0	KMst, vw
	<48.50	23.5/13.5	37.5	10.0	0.00	100.0	KMst, svw

Oberkante Gelände = 63.20 mNHN



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

$R_{n,k} = 784183.52$ kN
 $R_{n,d} = 560131.08$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 51533.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 69569.55$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.124
 $\phi = 32.5^\circ$
 ϕ wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\text{cal } c = 8.35$ kN/m²
 $\text{cal } \gamma_2 = 11.83$ kN/m³
 $\text{cal } \sigma_0 = 10.80$ kN/m²

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 15.60$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 2.48 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.41 cm
 unten = 4.55 cm

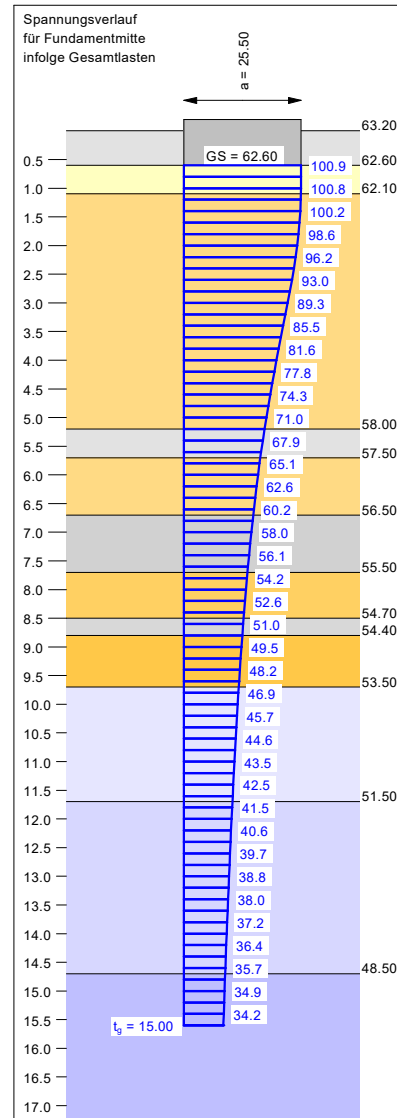
Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 2635.6 / 1882.58$ kN/m²



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

Projekt:
 Errichtung von 4 Windenergieanlagen im WP-Fahrenkamp
 hier: WEA 01, Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz
 Setzungsberechnung: WEA-Fundament, ohne Auftrieb (BS-P)

Anlage 8.1

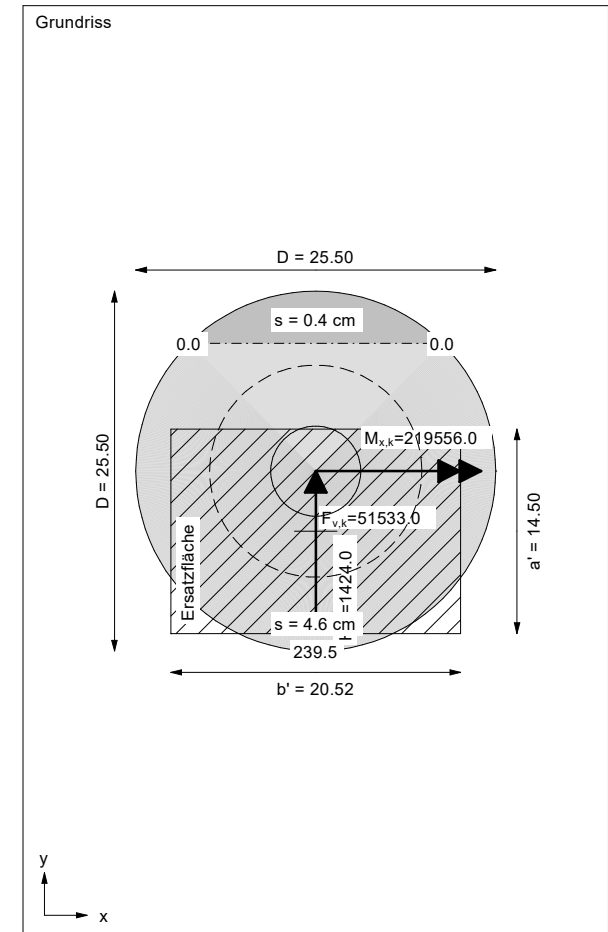


Berechnungsgrundlagen:
 Herzebrock-Clarholz, Im Esch/Fahrenkamp
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)

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

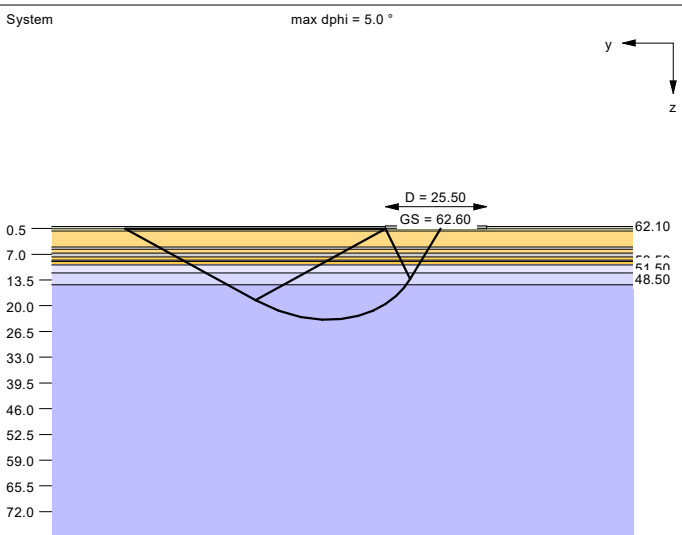
$\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Oberkante Gelände = 63.20 mNHN
 Gründungssohle = 62.60 mNHN
 Grundwasser = 62.50 mNHN
 Grenztiefe mit festem Wert von 15.00 m u. GS

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



Boden	Tiefe [mNHN]	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	62.60	18.0/10.0	30.0	0.0	0.00	30.0	BV
	62.10	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	BA
	58.00	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	40.0	S, lo-mi
	57.50	18.5/8.5	27.5	5.0	0.00	15.0	L
	56.50	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	50.0	S, mi
	55.50	18.0/8.0	27.5	2.0	0.00	15.0	L, o'-o (wh-stf/mi)
	54.70	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	60.0	S, di
	54.40	18.5/8.5	27.5	2.0	0.00	20.0	L, o'-o (wh-stf/mi-di)
	53.50	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	S, sdi
	51.50	20.5/10.5	27.5	20.0	0.00	40.0	KMst, stvw
	48.50	22.5/15.5	32.5	15.0	0.00	60.0	KMst, vw
	<48.50	23.5/13.5	37.5	10.0	0.00	100.0	KMst, svw

Oberkante Gelände = 63.20 mNHN



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

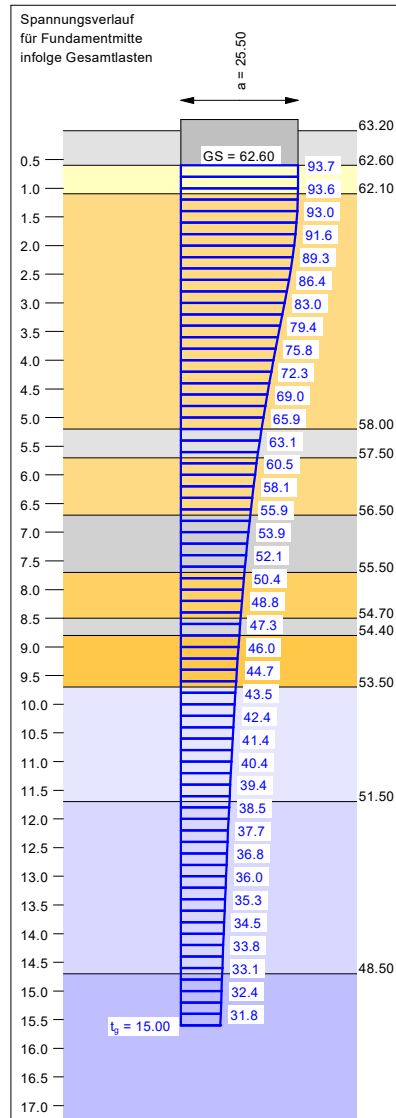
Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 2542.5 / 1816.10$ kN/m²

$R_{n,k} = 716624.23$ kN
 $R_{n,d} = 511874.45$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 47851.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 64598.85$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.126
 ϕ wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\text{cal } c = 8.28$ kN/m²
 $\text{cal } \gamma_2 = 11.77$ kN/m³
 $\text{cal } \sigma_0 = 10.80$ kN/m²
 Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 15.60$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 2.37 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.33 cm
 unten = 4.42 cm



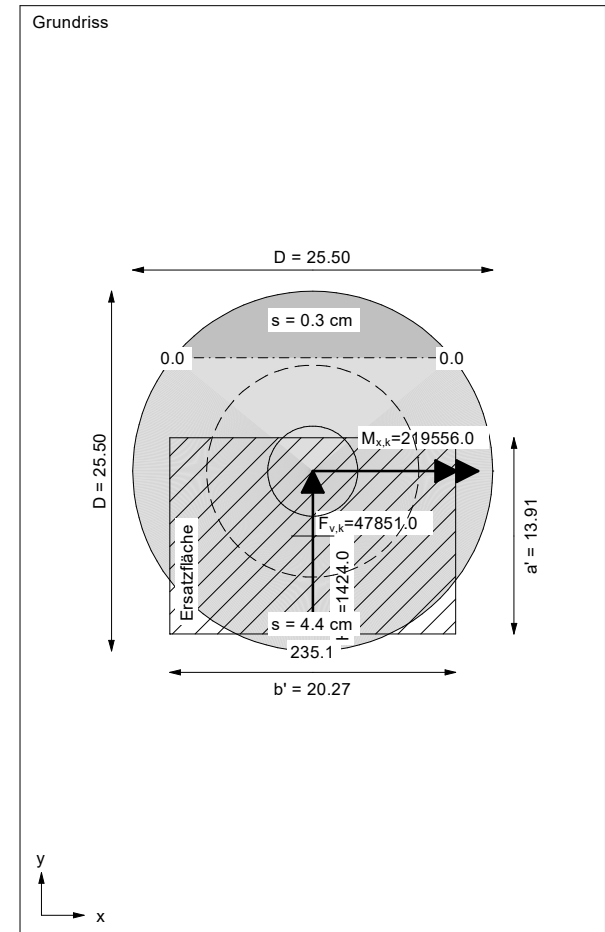
Auftraggeber:
 JUWI GmbH
 Projekt-Nr./Auftrags-Nr.:
 EAL-25-0089 // EAL-00436-25

Projekt: Anlage 8.2
 Errichtung von 4 Windenergieanlagen im WP-Fahrenkamp
 hier: WEA 01, Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz
 Setzungsberechnung: WEA-Fundament, mit Auftrieb (BS-P)



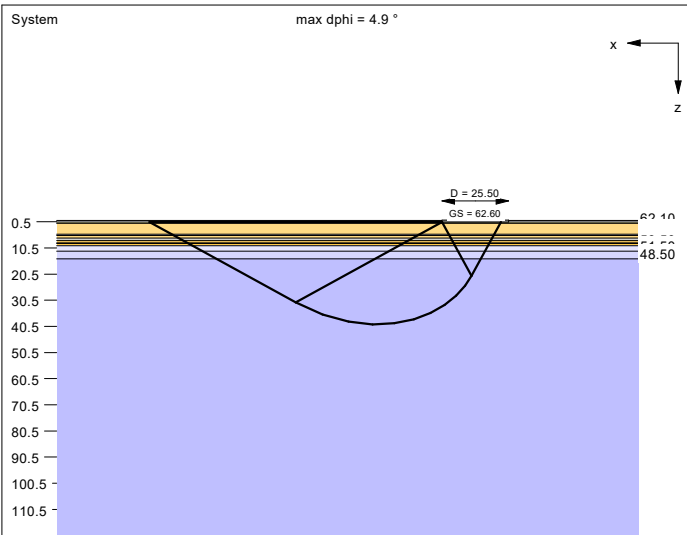
Berechnungsgrundlagen:
 Herzebrock-Clarholz, Im Esch/Fahrenkamp
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Oberkante Gelände = 63.20 mNHN
 Gründungssohle = 62.60 mNHN
 Grundwasser = 62.50 mNHN
 Grenztiefe mit festem Wert von 15.00 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
	62.60	18.0/10.0	30.0	0.0	0.00	30.0	BV
	62.10	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	BA
	58.00	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	40.0	S, lo-mi
	57.50	18.5/8.5	27.5	5.0	0.00	15.0	L
	56.50	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	50.0	S, mi
	55.50	18.0/8.0	27.5	2.0	0.00	15.0	L, o'-o (wh-stf/mi)
	54.70	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	60.0	S, di
	54.40	18.5/8.5	27.5	2.0	0.00	20.0	L, o'-o (wh-stf/mi-di)
	53.50	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	S, sdi
	51.50	20.5/10.5	27.5	20.0	0.00	40.0	KMst, stvw
	48.50	22.5/15.5	32.5	15.0	0.00	60.0	KMst, vw
	<48.50	23.5/13.5	37.5	10.0	0.00	100.0	KMst, svw

Oberkante Gelände = 63.20 mNHN



Ergebnisse Einzelfundament:

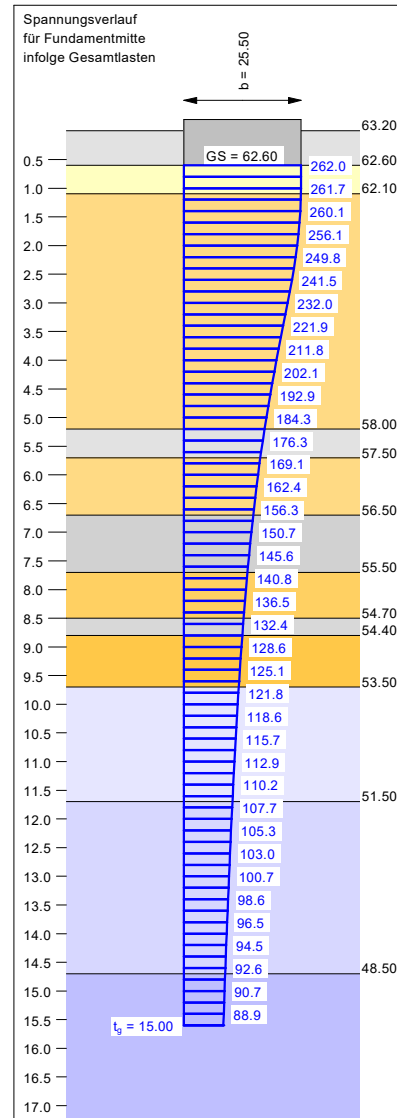
Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 133804.75 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{n,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{n,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 25.500$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ 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) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 3841.3 / 2743.81$ kN/m²



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 01, Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz
 Setzungsberechnung: WEA-Fundament, max. Kantenpressung (BS-P)

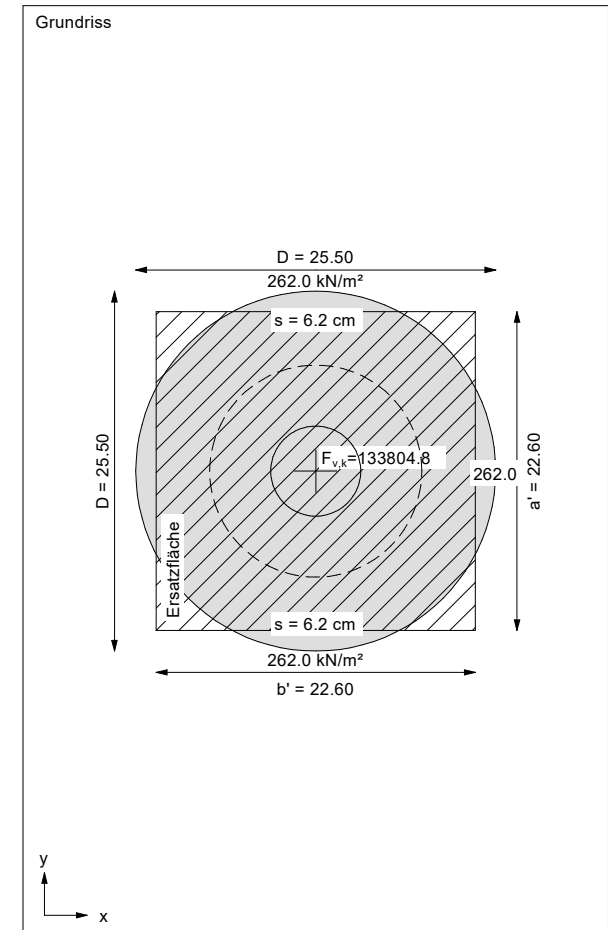


Berechnungsgrundlagen:
 Herzebrock-Clarholz, Im Esch/Fahrenkamp
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)

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

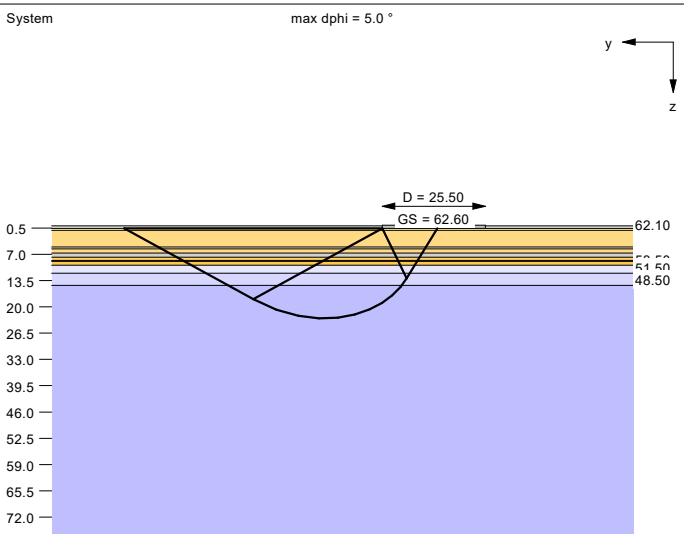
$\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Oberkante Gelände = 63.20 mNHN
 Gründungssohle = 62.60 mNHN
 Grundwasser = 62.50 mNHN
 Grenztiefe mit festem Wert von 15.00 m u. GS

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



Boden	Tiefe [mNHN]	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	62.60	18.0/10.0	30.0	0.0	0.00	30.0	BV
	62.10	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	BA
	58.00	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	40.0	S, lo-mi
	57.50	18.5/8.5	27.5	5.0	0.00	15.0	L
	56.50	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	50.0	S, mi
	55.50	18.0/8.0	27.5	2.0	0.00	15.0	L, o'-o (wh-stf/mi)
	54.70	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	60.0	S, di
	54.40	18.5/8.5	27.5	2.0	0.00	20.0	L, o'-o (wh-stf/mi-di)
	53.50	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	S, sdi
	51.50	20.5/10.5	27.5	20.0	0.00	40.0	KMst, stvw
	48.50	22.5/15.5	32.5	15.0	0.00	60.0	KMst, vw
	<48.50	23.5/13.5	37.5	10.0	0.00	100.0	KMst, svw

Oberkante Gelände = 63.20 mNHN



Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 51090.00 / 0.00$ 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 $e_y = -4.737$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 7.510 m)
 $a' = 13.639$ m
 $b' = 20.148$ m

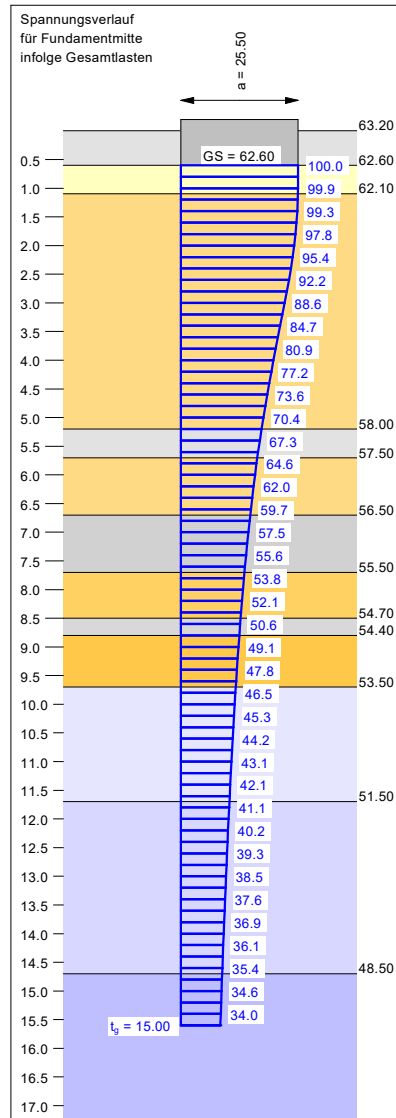
Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 2480.1 / 1771.47$ kN/m²

$R_{n,k} = 681518.75$ kN
 $R_{n,d} = 486799.11$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 51090.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 68971.50$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.142
 $\phi = 32.5^\circ$
 ϕ wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\text{cal } c = 8.22$ kN/m²
 $\text{cal } \gamma_2 = 11.72$ kN/m³
 $\text{cal } \sigma_0 = 10.80$ kN/m²
 Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 15.60$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 2.57 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.33 cm
 unten = 4.82 cm



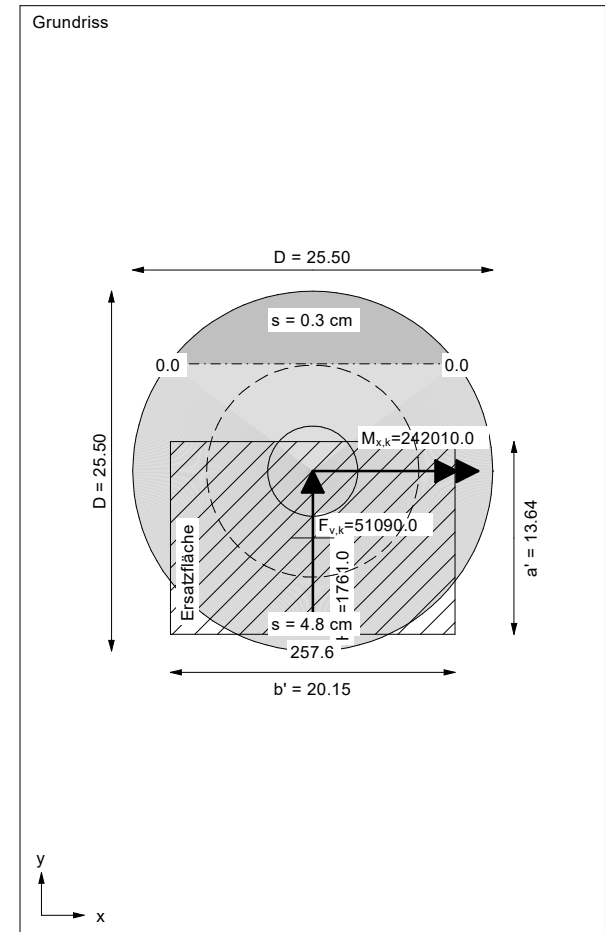
Auftraggeber:
 JUWI GmbH
 Projekt-Nr./Auftrags-Nr.:
 EAL-25-0089 // EAL-00436-25

Projekt: **Anlage 8.4**
 Errichtung von 4 Windenergieanlagen im WP-Fahrenkamp
 hier: WEA 01, Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz
 Setzungsberechnung: WEA-Fundament, ohne Auftrieb (BS-A)



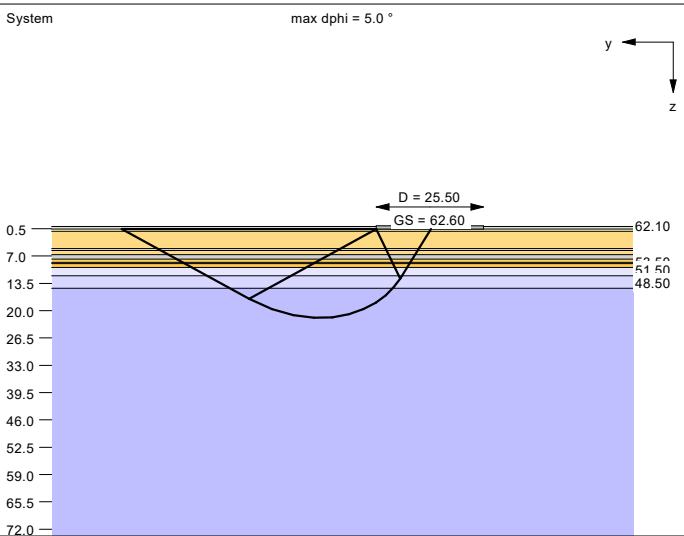
Berechnungsgrundlagen:
 Herzebrock-Clarholz, Im Esch/Fahrenkamp
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Oberkante Gelände = 63.20 mNHN
 Gründungssohle = 62.60 mNHN
 Grundwasser = 62.50 mNHN
 Grenztiefe mit festem Wert von 15.00 m u. G.
 ——— 1. Kernweite
 - - - - 2. Kernweite



Boden	Tiefe [mNHN]	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	62.60	18.0/10.0	30.0	0.0	0.00	30.0	BV
	62.10	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	BA
	58.00	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	40.0	S, lo-mi
	57.50	18.5/8.5	27.5	5.0	0.00	15.0	L
	56.50	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	50.0	S, mi
	55.50	18.0/8.0	27.5	2.0	0.00	15.0	L, o'-o (wh-stf/mi)
	54.70	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	60.0	S, di
	54.40	18.5/8.5	27.5	2.0	0.00	20.0	L, o'-o (wh-stf/mi-di)
	53.50	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	S, sdi
	51.50	20.5/10.5	27.5	20.0	0.00	40.0	KMst, stvw
	48.50	22.5/15.5	32.5	15.0	0.00	60.0	KMst, vw
	<48.50	23.5/13.5	37.5	10.0	0.00	100.0	KMst, svw

Oberkante Gelände = 63.20 mNHN



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

$R_{n,k} = 608805.34$ kN
 $R_{n,d} = 434860.96$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 47408.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 64000.80$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.147
 $\alpha = 32.5^\circ$
 ϕ wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\alpha = 8.13$ kN/m²
 $\alpha = 11.64$ kN/m³
 $\alpha = 10.80$ kN/m²

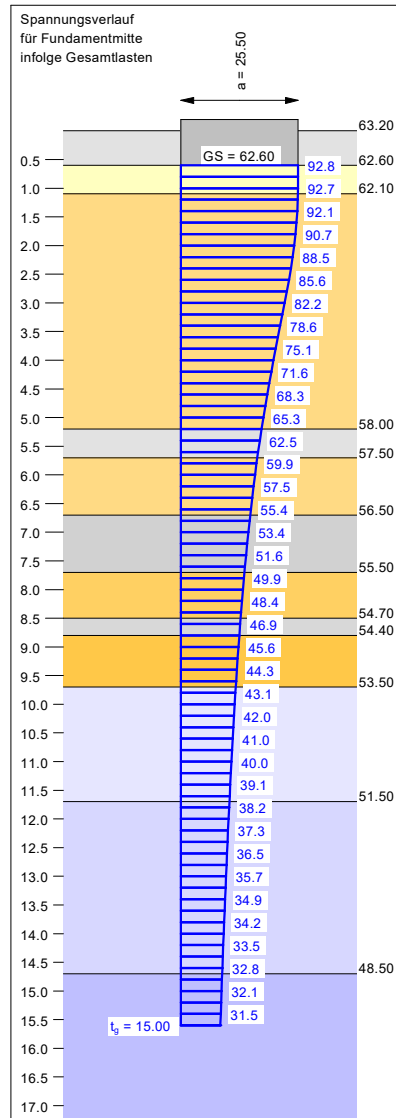
Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 15.60$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 2.48 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.26 cm
 unten = 4.71 cm

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 2364.4 / 1688.83$ kN/m²



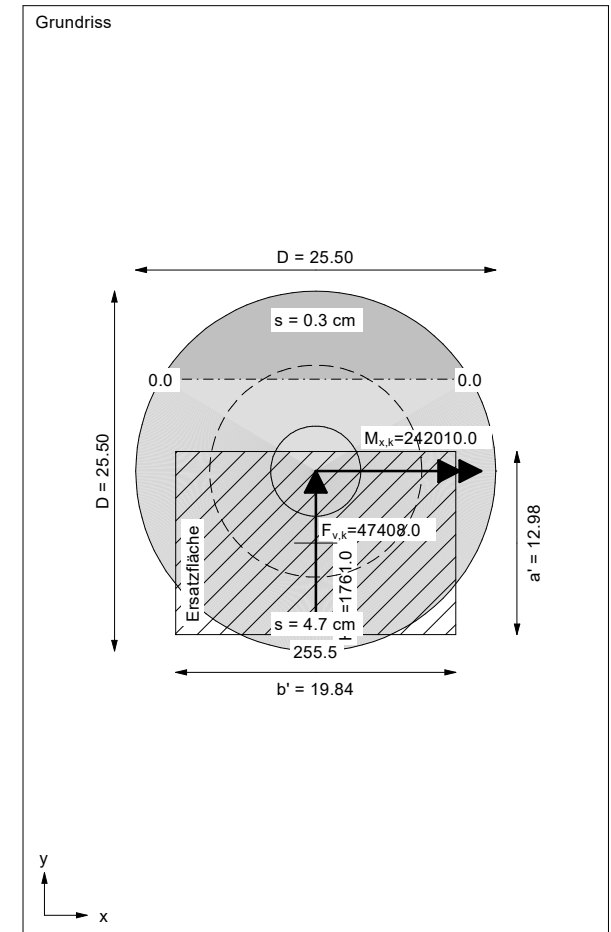
Auftraggeber:
 JUWI GmbH
 Projekt-Nr./Auftrags-Nr.:
 EAL-25-0089 // EAL-00436-25

Projekt: **Anlage 8.5**
 Errichtung von 4 Windenergieanlagen im WP-Fahrenkamp
 hier: WEA 01, Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz
 Setzungsberechnung: WEA-Fundament, mit Auftrieb (BS-A)



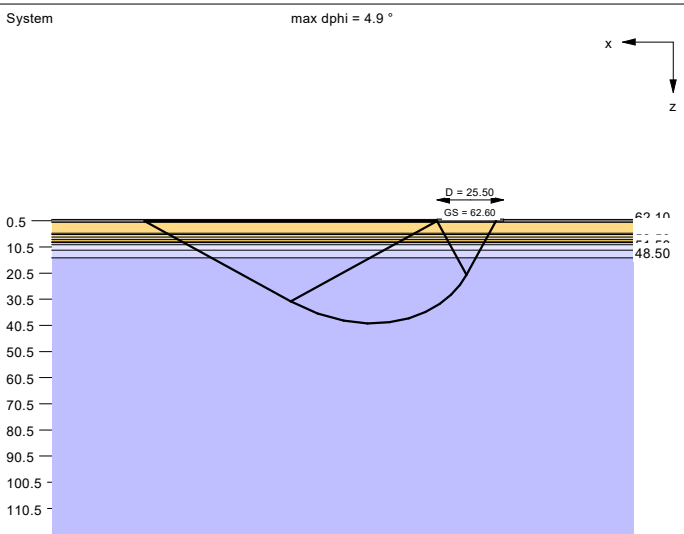
Berechnungsgrundlagen:
 Herzebrock-Clarholz, Im Esch/Fahrenkamp
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Oberkante Gelände = 63.20 mNHN
 Gründungssohle = 62.60 mNHN
 Grundwasser = 62.50 mNHN
 Grenztiefe mit festem Wert von 15.00 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
	62.60	18.0/10.0	30.0	0.0	0.00	30.0	BV
	62.10	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	BA
	58.00	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	40.0	S, lo-mi
	57.50	18.5/8.5	27.5	5.0	0.00	15.0	L
	56.50	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	50.0	S, mi
	55.50	18.0/8.0	27.5	2.0	0.00	15.0	L, o'-o (wh-stf/mi)
	54.70	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	60.0	S, di
	54.40	18.5/8.5	27.5	2.0	0.00	20.0	L, o'-o (wh-stf/mi-di)
	53.50	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	S, sdi
	51.50	20.5/10.5	27.5	20.0	0.00	40.0	KMst, stvw
	48.50	22.5/15.5	32.5	15.0	0.00	60.0	KMst, vw
	<48.50	23.5/13.5	37.5	10.0	0.00	100.0	KMst, svw

Oberkante Gelände = 63.20 mNHN



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

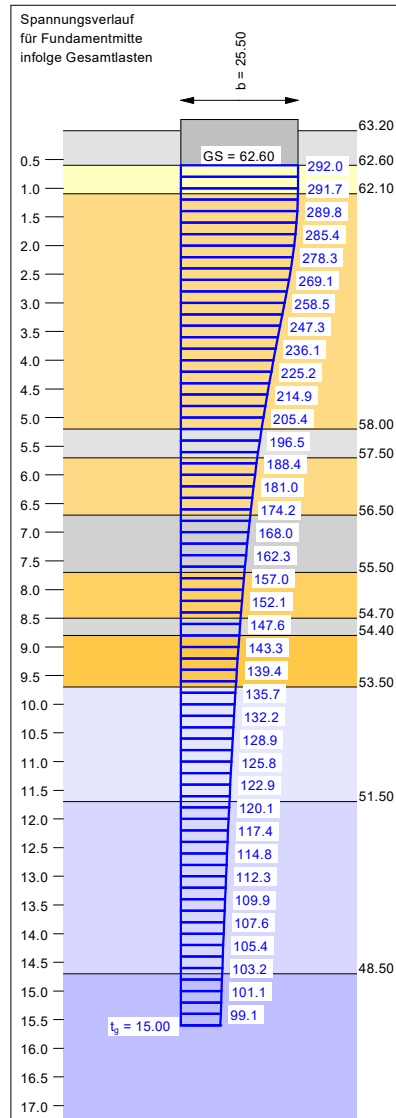
Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 3841.3 / 2743.81$ kN/m²



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

Projekt:
 Errichtung von 4 Windenergieanlagen im WP-Fahrenkamp
 hier: WEA 01, Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz
 Setzungsberechnung: WEA-Fundament, max. Kantenpressung (BS-A)

Anlage 8.6

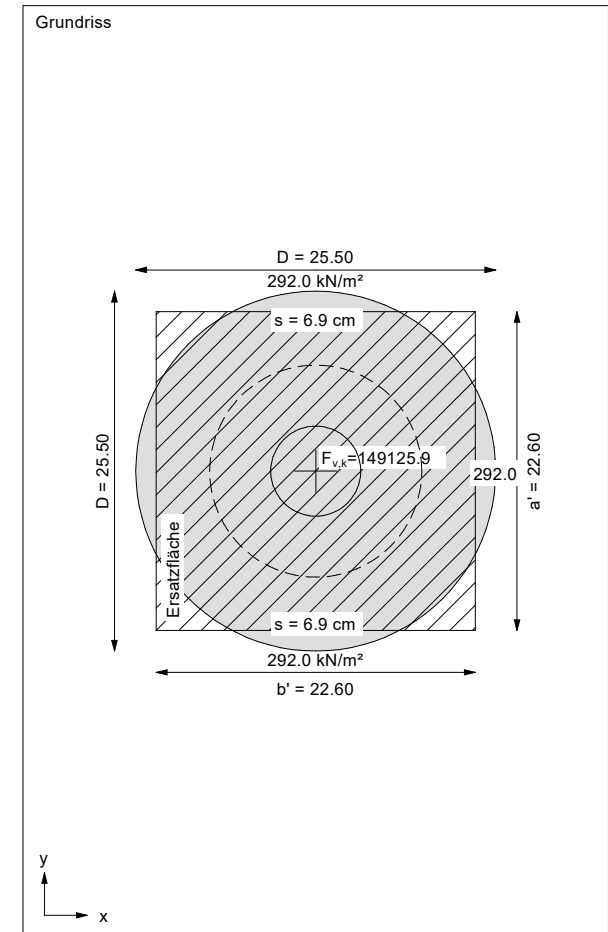


Berechnungsgrundlagen:
 Herzebrock-Clarholz, Im Esch/Fahrenkamp
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)

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

$\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Oberkante Gelände = 63.20 mNHN
 Gründungssohle = 62.60 mNHN
 Grundwasser = 62.50 mNHN
 Grenztiefe mit festem Wert von 15.00 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 1**

Nachweis der geforderten statischen und dynamischen Drehfedersteifigkeiten

	Einheit	1	2	3	4
Bodenschicht	-	S	L	S	L, o`-o
Schichtdicke	m	4,6	0,5	1	1
Wichte (γ)	kN/m ³	18,5	18,5	18,5	18,0
unter Auftrieb (γ')	kN/m ³	10,5	8,5	10,5	8,0
Reibungswinkel (φ')	°	30	27,5	32,5	27,5
Kohäsion (c')	kN/m ²	0	5	0	2
undrän. Kohäsion (c_u)	kN/m ²	0	95	0	60
Querdehnungszahl (ν)	-	0,3	0,35	0,3	0,35
stat. Steifemodul ($E_{s,stat}$)	MN/m ²	40	15	50	10
dyn. Steifemodul ($E_{s,dyn}$)	MN/m ²	160	75	200	40
Lasteinwirkungsradius (r)	m	12,75	17,35	17,85	18,85
dyn. Drehfedersteifigkeit ($k_{\varphi,dyn}$)	MNm/rad	360.053	369.918	1.234.981	253.011
Sollwert ($k_{\varphi,dyn}$)	MNm/rad	200.000	200.000	200.000	200.000
stat. Drehfedersteifigkeit ($k_{\varphi,stat}$)	MNm/rad	90.013	73.984	308.745	63.253
Sollwert ($k_{\varphi,stat}$)	MNm/rad	40.000	40.000	40.000	40.000

	Einheit	5	6	7	8
Bodenschicht	-	S	L, o`-o	S	KMst, stvw
Schichtdicke	m	0,8	0,5	0,9	5
Wichte (γ)	kN/m ³	19,0	18,0	19,5	20,5
unter Auftrieb (γ')	kN/m ³	11,0	8,0	11,5	10,5
Reibungswinkel (φ')	°	35	27,5	35	27,5
Kohäsion (c')	kN/m ²	0	2	0	20
undrän. Kohäsion (c_u)	kN/m ²	0	60	0	100
Querdehnungszahl (ν)	-	0,3	0,35	0,3	0,35
stat. Steifemodul ($E_{s,stat}$)	MN/m ²	60	15	80	40
dyn. Steifemodul ($E_{s,dyn}$)	MN/m ²	240	50	320	200
Lasteinwirkungsradius (r)	m	19,85	20,65	21,15	22,05
dyn. Drehfedersteifigkeit ($k_{\varphi,dyn}$)	MNm/rad	2.038.019	415.792	3.286.977	2.024.892
Sollwert ($k_{\varphi,dyn}$)	MNm/rad	200.000	200.000	200.000	200.000
stat. Drehfedersteifigkeit ($k_{\varphi,stat}$)	MNm/rad	509.505	124.738	821.744	404.978
Sollwert ($k_{\varphi,stat}$)	MNm/rad	40.000	40.000	40.000	40.000

Gleichungen:

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

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

Legende:

 Sollwerte erreicht

 Sollwerte unterschritten

ANLAGE 10

Ergebnisse der Setzungsberechnungen
für Lastverteilungsplatten (Anlagen 10.1 bis 10.5)

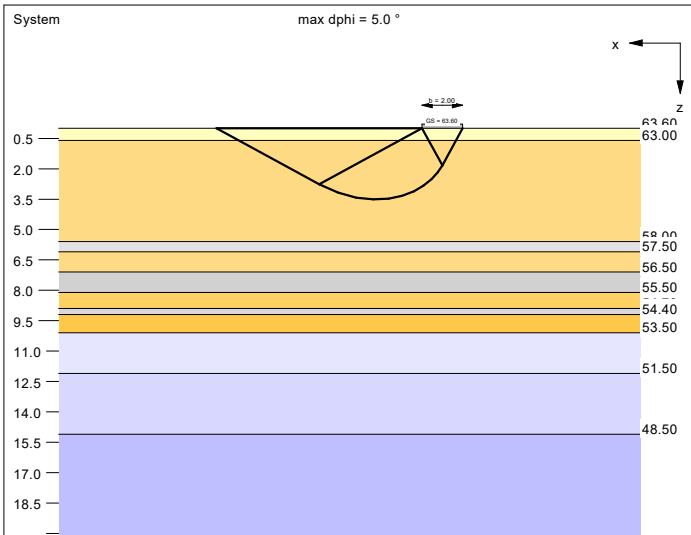
Boden	Tiefe [mNHN]	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	63.00	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	BA
	58.00	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	40.0	S, lo-mi
	57.50	18.5/8.5	27.5	5.0	0.00	15.0	L
	56.50	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	50.0	S, mi
	55.50	18.0/8.0	27.5	2.0	0.00	15.0	L, o'-o (wh-stf/mi)
	54.70	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	60.0	S, di
	54.40	18.5/8.5	27.5	2.0	0.00	20.0	L, o'-o (wh-stf/mi-di)
	53.50	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	S, sdi
	51.50	20.5/10.5	27.5	20.0	0.00	40.0	KMst, stvw
	48.50	22.5/15.5	32.5	15.0	0.00	60.0	KMst, vvw
	<48.50	23.5/13.5	37.5	10.0	0.00	100.0	KMst, svw

Oberkante Gelände = 63.60 mNHN



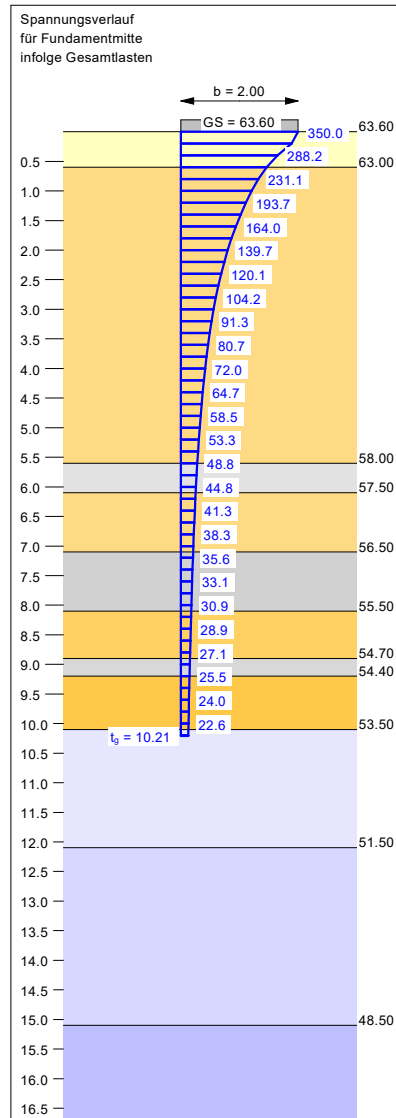
Auftraggeber:
JUWI GmbH
Projekt-Nr./Auftrags-Nr.:
EAL-25-0089 // EAL-00436-25

Projekt: Anlage 10.1
Errichtung von 4 Windenergieanlagen im WP-Fahrenkamp
hier: WEA 01, Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz
Setzungsberechnung: Lastverteilungsplatte Kranstellfläche (10 x 2 m)

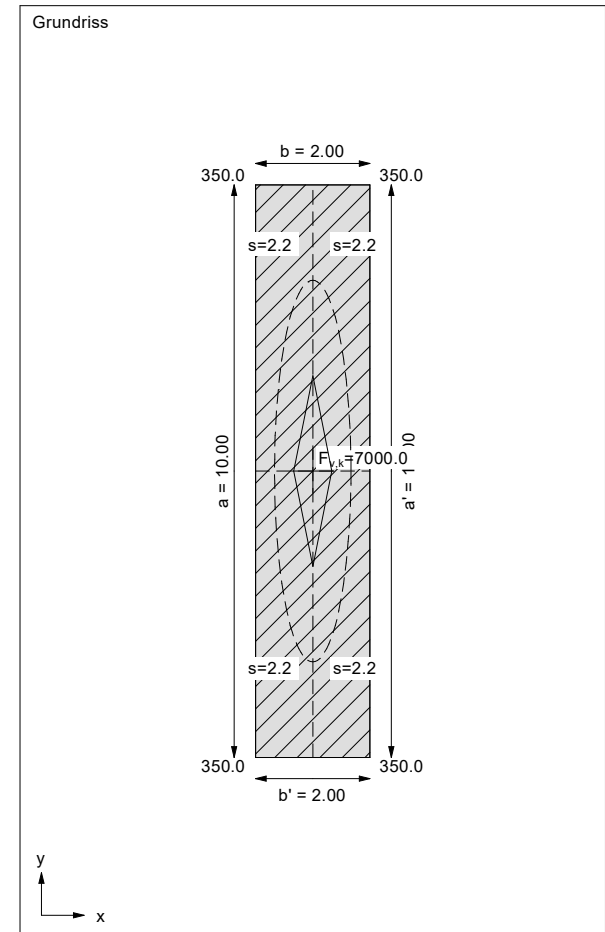


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 7000.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Länge $a = 10.000$ m
 Breite $b = 2.000$ 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 $t_g = 10.21$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 2.20 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 = 63.60 mNHN
 Gründungssohle = 63.00 mNHN
 Grundwasser = 63.00 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
	63.00	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	BA
	58.00	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	40.0	S, lo-mi
	57.50	18.5/8.5	27.5	5.0	0.00	15.0	L
	56.50	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	50.0	S, mi
	55.50	18.0/8.0	27.5	2.0	0.00	15.0	L, o'-o (wh-stf/mi)
	54.70	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	60.0	S, di
	54.40	18.5/8.5	27.5	2.0	0.00	20.0	L, o'-o (wh-stf/mi-di)
	53.50	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	S, sdi
	51.50	20.5/10.5	27.5	20.0	0.00	40.0	KMst, stvw
	48.50	22.5/15.5	32.5	15.0	0.00	60.0	KMst, vw
	<48.50	23.5/13.5	37.5	10.0	0.00	100.0	KMst, svw

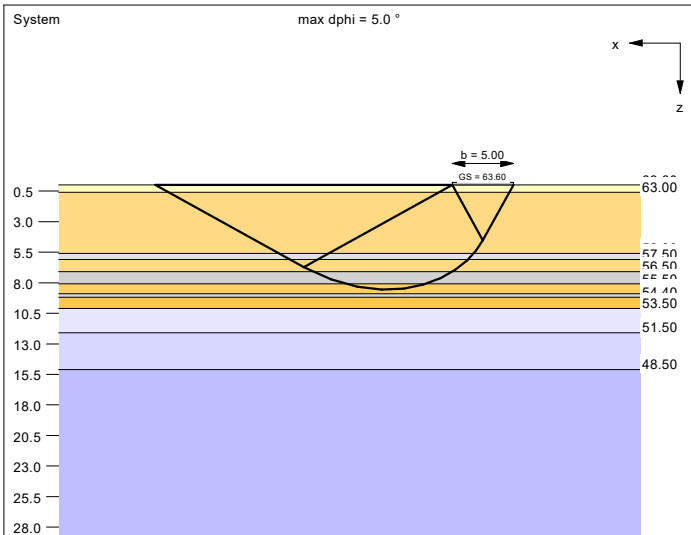
Oberkante Gelände = 63.60 mNHN

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 01, 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

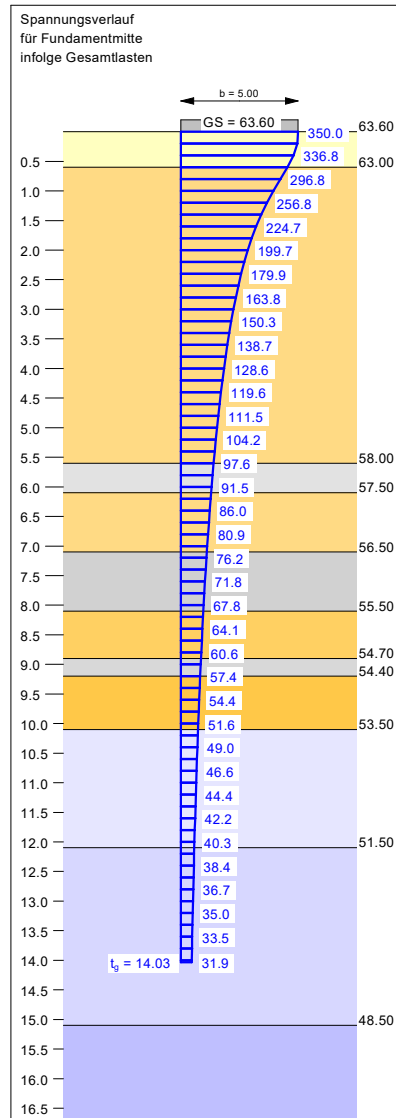
Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 10.000$ m
 Breite $b' = 5.000$ m

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) $\gamma_{R,v} = 1.40$

$\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 704.6 / 503.28$ kN/m²
 $R_{n,k} = 35229.56$ kN
 $R_{n,d} = 25163.97$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 17500.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 23625.00$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.939
 cal $\phi = 32.2^\circ$
 cal c = 0.54 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 11.24$ kN/m³
 cal $\sigma_{\bar{u}} = 0.00$ kN/m²

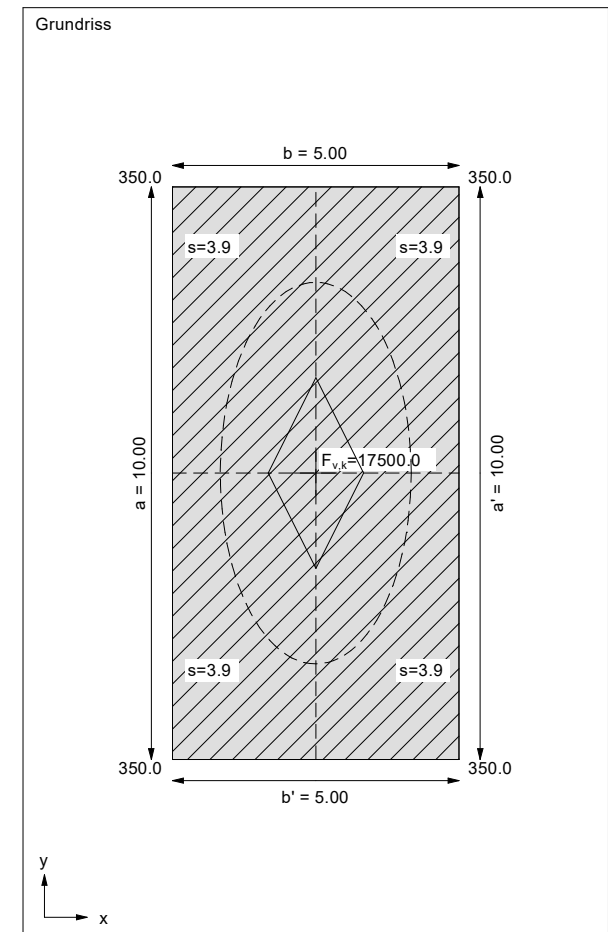
Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 14.03$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 3.91 cm



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 = 63.60 mNHN
 Gründungssole = 63.60 mNHN
 Grundwasser = 63.00 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
	63.00	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	BA
	58.00	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	40.0	S, lo-mi
	57.50	18.5/8.5	27.5	5.0	0.00	15.0	L
	56.50	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	50.0	S, mi
	55.50	18.0/8.0	27.5	2.0	0.00	15.0	L, o'-o (wh-stf/mi)
	54.70	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	60.0	S, di
	54.40	18.5/8.5	27.5	2.0	0.00	20.0	L, o'-o (wh-stf/mi-di)
	53.50	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	S, sdi
	51.50	20.5/10.5	27.5	20.0	0.00	40.0	KMst, stvw
	48.50	22.5/15.5	32.5	15.0	0.00	60.0	KMst, vw
	<48.50	23.5/13.5	37.5	10.0	0.00	100.0	KMst, svw

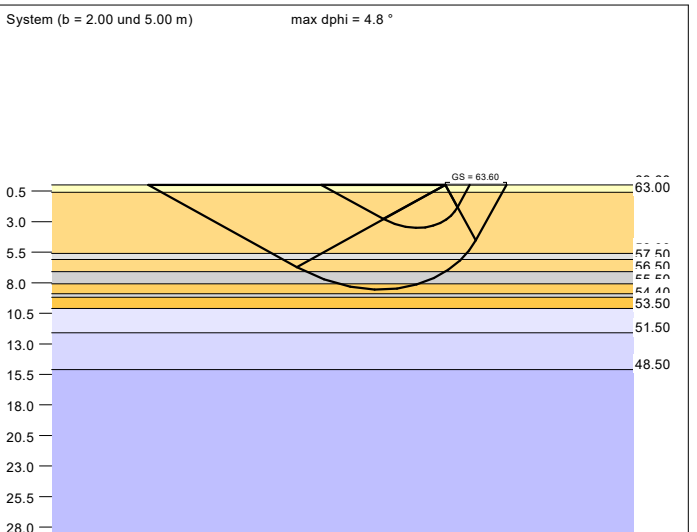
Oberkante Gelände = 63.60 mNHN

WESSLING

Auftraggeber:
JUWI GmbH

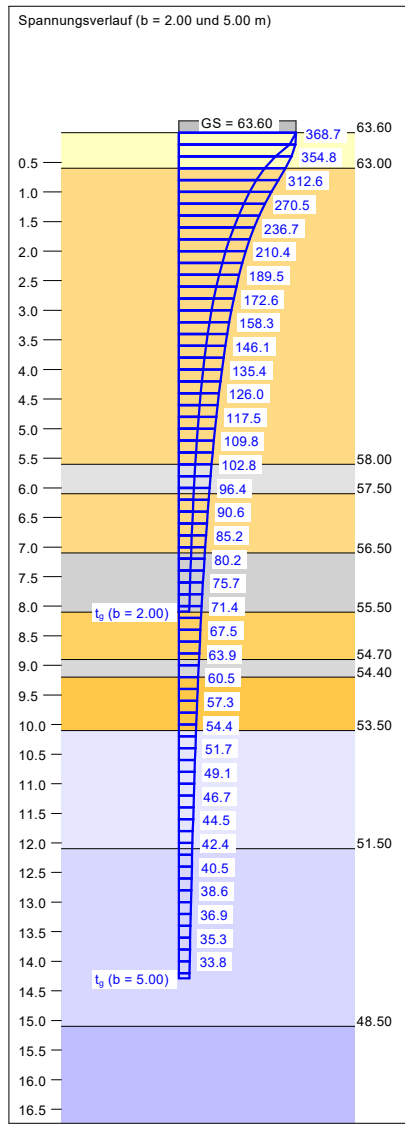
Projekt-Nr./Auftrags-Nr.:
EAL-25-0089 // EAL-00436-25

Projekt: Anlage 10.3
 Errichtung von 4 Windenergieanlagen im WP-Fahrenkamp
 hier: WEA 01, Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz
 Setzungsberechnung: Lastverteilungsplatten Kranstellfläche



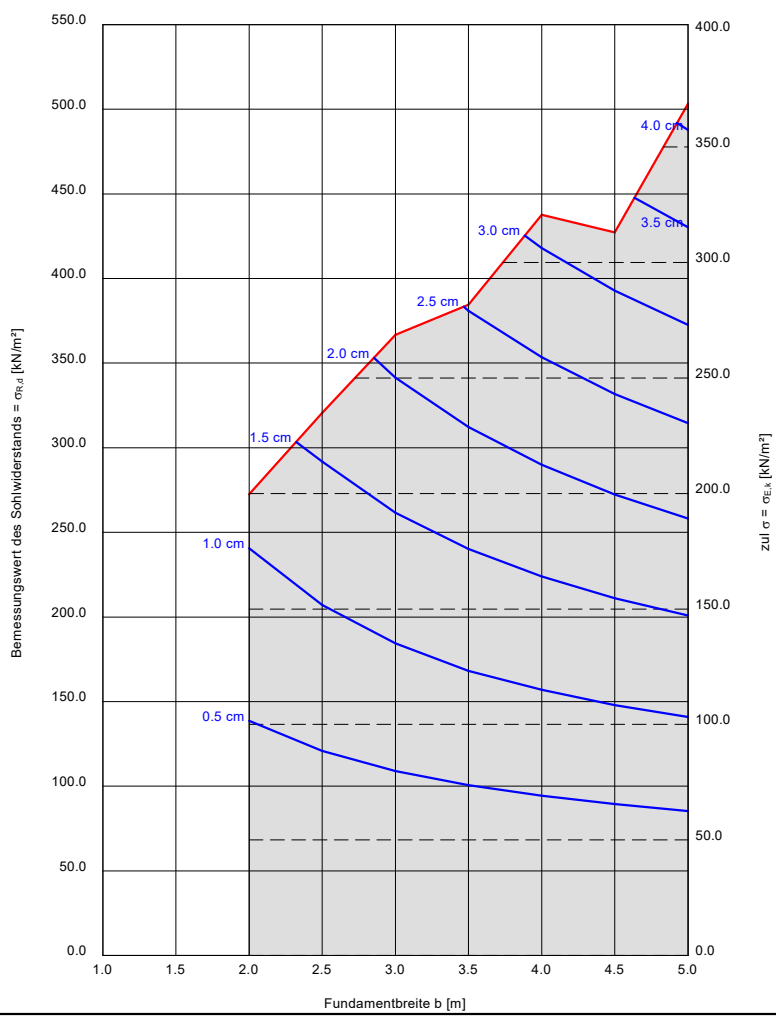
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	R _{n,d} [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_U [kN/m ²]	t _g [m]	k _s [MN/m ²]
10.00	2.00	272.6	545.2	199.7	1.19	32.8	0.00	12.79	0.00	8.09	16.8
10.00	2.50	320.5	801.2	234.8	1.66	32.8	0.00	12.36	0.00	9.47	14.1
10.00	3.00	366.7	1100.0	268.6	2.17	32.7	0.00	12.06	0.00	10.72	12.4
10.00	3.50	384.5	1345.9	281.7	2.53	31.8	0.93	11.86	0.00	11.59	11.2
10.00	4.00	437.6	1750.3	320.6	3.15	32.3	0.39	11.62	0.00	12.71	10.2
10.00	4.50	427.3	1922.6	313.0	3.28	31.5	0.68	11.48	0.00	13.08	9.5
10.00	5.00	503.3	2516.4	368.7	4.14	32.2	0.54	11.24	0.00	14.29	8.9

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



Berechnungsgrundlagen:
 Herzzebrock-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 = 63.60 mNHN
 Gründungssohle = 63.00 mNHN
 Grundwasser = 63.00 mNHN
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt
 — Sohlldruck
 — Setzungen



Boden	Tiefe [mNHN]	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	63.00	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	BA
	58.00	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	40.0	S, lo-mi
	57.50	18.5/8.5	27.5	5.0	0.00	15.0	L
	56.50	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	50.0	S, mi
	55.50	18.0/8.0	27.5	2.0	0.00	15.0	L, o'-o (wh-stf/mi)
	54.70	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	60.0	S, di
	54.40	18.5/8.5	27.5	2.0	0.00	20.0	L, o'-o (wh-stf/mi-di)
	53.50	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	S, sdi
	51.50	20.5/10.5	27.5	20.0	0.00	40.0	KMst, stvw
	48.50	22.5/15.5	32.5	15.0	0.00	60.0	KMst, vvw
	<48.50	23.5/13.5	37.5	10.0	0.00	100.0	KMst, svw

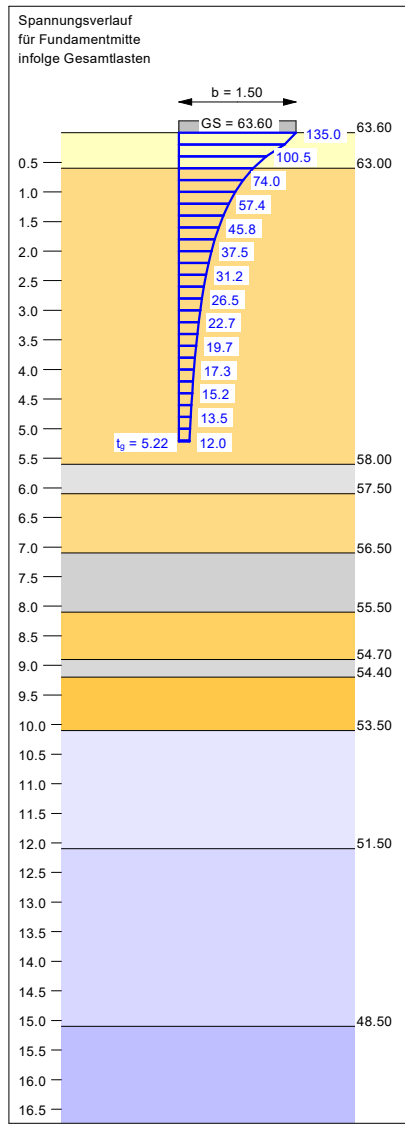
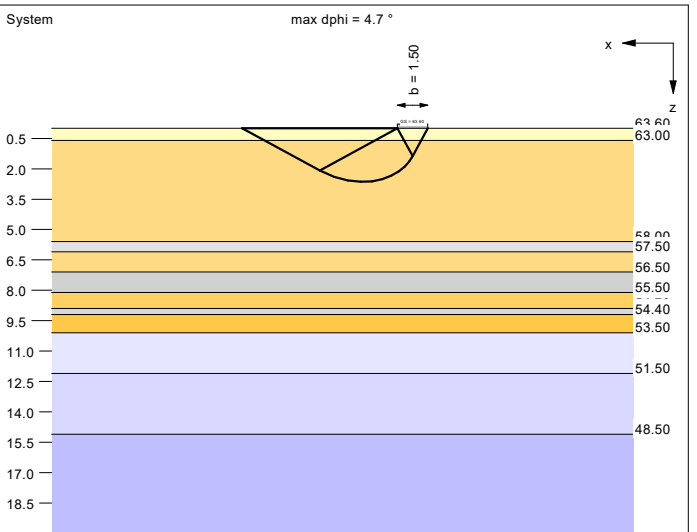
Oberkante Gelände = 63.60 mNHN

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 01, Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz
 Setzungsberechnung: Lastverteilungsplatte Montagefläche 5 x 1,5 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 = 63.60 mNHN
 Gründungssohle = 63.00 mNHN
 Grundwasser = 63.00 mNHN
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 1. Kernweite
 2. Kernweite

Ergebnisse Einzelfundament:

Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 1012.50 / 0.00$ 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 = 5.000 m
 Breite b = 1.500 m

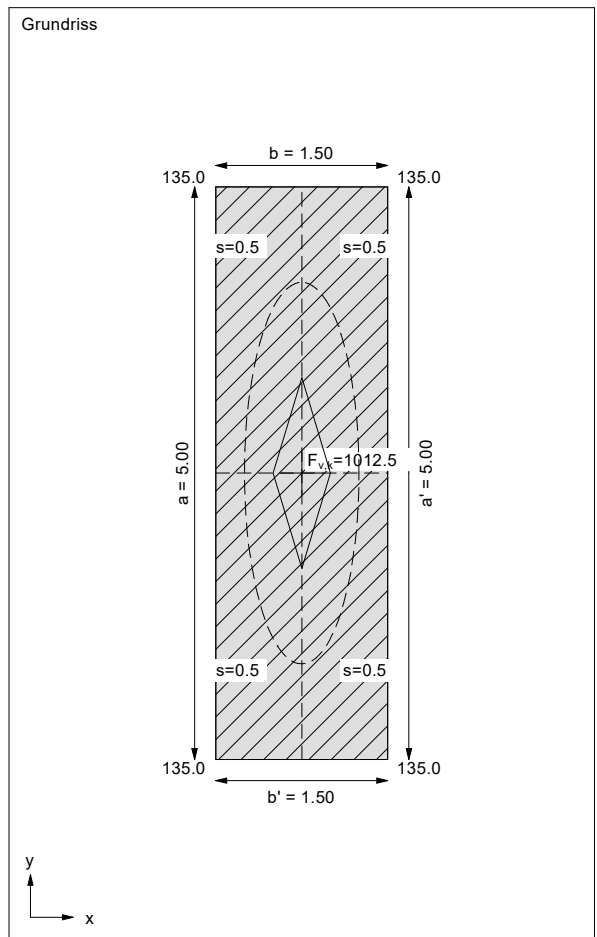
Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge a' = 5.000 m
 Breite b' = 1.500 m

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) = 0.45 cm



Boden	Tiefe [mNHN]	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	63.00	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	BA
	58.00	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	40.0	S, lo-mi
	57.50	18.5/8.5	27.5	5.0	0.00	15.0	L
	56.50	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	50.0	S, mi
	55.50	18.0/8.0	27.5	2.0	0.00	15.0	L, o'-o (wh-stf/mi)
	54.70	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	60.0	S, di
	54.40	18.5/8.5	27.5	2.0	0.00	20.0	L, o'-o (wh-stf/mi-di)
	53.50	19.5/11.5	35.0	0.0	0.00	80.0	S, sdi
	51.50	20.5/10.5	27.5	20.0	0.00	40.0	KMst, stvw
	48.50	22.5/15.5	32.5	15.0	0.00	60.0	KMst, vvw
	<48.50	23.5/13.5	37.5	10.0	0.00	100.0	KMst, svw

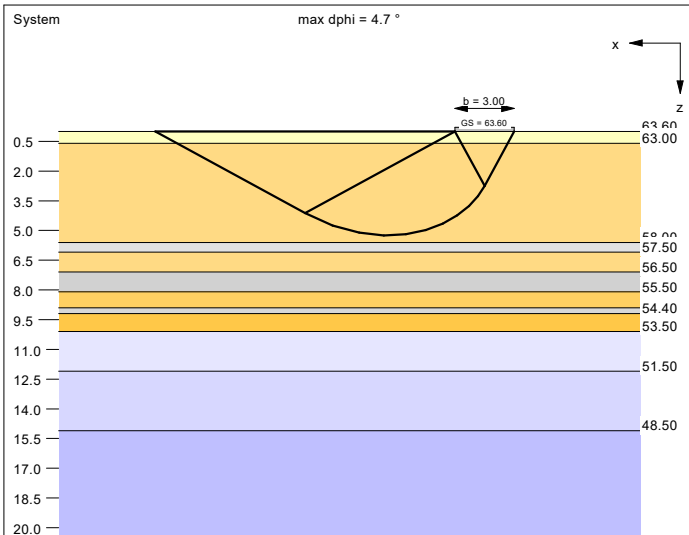
Oberkante Gelände = 63.60 mNHN

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 01, Im Esch/Fahrenkamp, 33442 Herzebrock-Clarholz
 Setzungsberechnung: Lastverteilungsplatte Montagefläche 5 x 3,0 m)



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

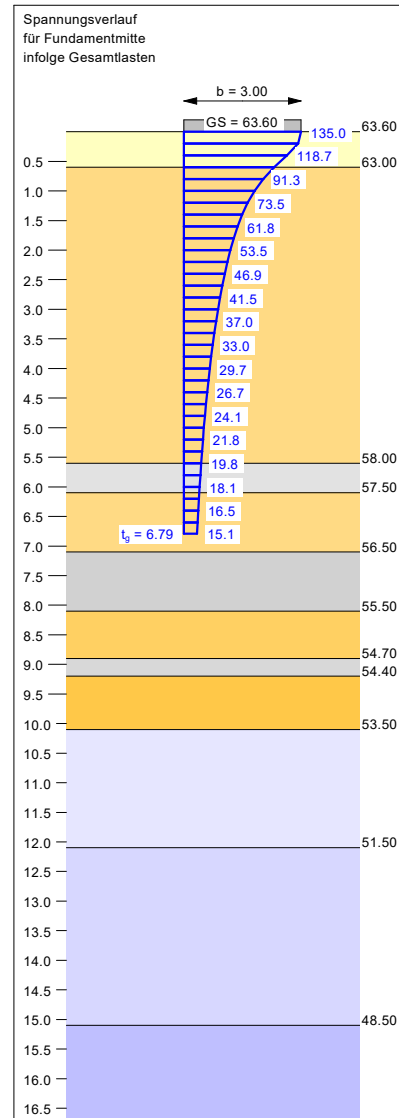
Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern
 Länge $a' = 5.000$ m
 Breite $b' = 3.000$ m

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) $\gamma_{R,v} = 1.40$

$\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 462.6 / 330.41$ kN/m²
 $R_{n,k} = 6938.66$ kN
 $R_{n,d} = 4956.19$ 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 $t_0 = 6.79$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.73 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 = 63.60 mNHN
 Gründungssole = 63.60 mNHN
 Grundwasser = 63.00 mNHN
 Grenztiefe mit $p = 20.0\%$
 ——— 1. Kernweite
 - - - - 2. Kernweite

