

DR. SCHLEICHER & PARTNER

INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

BERATENDE INGENIEUR-GEOLOGEN FÜR BAUGRUND UND UMWELT
TECHNISCHE BODENUNTERSUCHUNGEN
INGENIEUR-GEOLOGISCHE GUTACHTEN



48599 GRONAU, DÜPPELSTR. 5
TEL.: 02562/9359-0, FAX: 02562/9359-30

49808 LINGEN, AN DER MARIENSCHULE 46
TEL: 0591/9660-119, FAX: 0591/9660-129

e-mail: info@dr-schleicher.de Internet: www.dr-schleicher.de

Gronau, 03.04.2023
Projekt-Nr.: 222 645
Rev. 1

ERRICHTUNG VON 6 WEA IM WINDENERGIEPROJEKT HEEK-ANTHORNSHOOK IN 48619 HEEK - BAUGRUNDUNTERSUCHUNG - (REVISION 1)



**AUFTRAGGEBER: ANTHORNSHOOK BÜRGERWIND GBR
AHLE 107
48619 HEEK**



GESCHÄFTSFÜHRER:
DIPL.-GEOL. ANDREAS BEUNINK
M.SC. GEOW. THOMAS HELMES
M.SC. GEOW. KAI NIELAND

VOLKSBANK GRONAU-AHAUS
SPARKASSE WESTMÜNSTERLAND
GLS BANK

UST.ID.NR.: 123 764 223
BIC: GENODEM1GRN
BIC: WELADED3XXX
BIC: GENODEM1GLS

AMTSGERICHT COESFELD HRB 5654
IBAN: DE50 4016 4024 0101 7509 00
IBAN: DE25 4015 4530 0182 0004 14
IBAN: DE21 4306 0967 1108 3593 00

Revisionsverzeichnis

#	Datum	Bemerkung / Änderungen
Rev. 0	03.04.2023	Ursprungsgutachten
Rev. 1	11.04.2023	Ergänzung der Angaben zur Betonaggressivität Boden und Ergebnisse der chemischen Untersuchung

Hinweis: Bei der Verwendung des vorliegenden Gutachtens ist zu prüfen, ob es sich um die aktuelle Revision handelt.

Inhaltsverzeichnis

Revisionsverzeichnis	2
Anlagenverzeichnis.....	4
1. Vorbemerkungen	5
2. Baugrunderkundung und Darstellung.....	5
3. Höhen.....	6
4. Baugrund.....	7
4.1 Geologie	7
4.2 Schichtenfolge	8
4.3 Betonaggressivität Boden	10
4.4 Bodenkennwerte / Bodenklassen / Bodengruppen / Eigenschaften	11
5. Grund-/Stau und Schichtenwasser.....	12
5.1 Wasserspiegelmessungen im Bohrloch	12
5.2 Betonaggressivität Grundwasser	12
6. Grundbautechnische Folgerungen.....	14
6.1 Generelles	14
6.2 Baugrunderfordernisse Flachgründung mit Auftrieb.....	15
6.3 Grundbautechnische Maßnahmen.....	17
6.3.1 WEA 1 – WEA 2	17
6.3.2 WEA 3 – WEA 4	18
6.3.3 WEA 5 – WEA 6	20
6.4 Erdarbeiten.....	22
6.5 Wasserhaltung.....	24
6.6 Fundamentüberschüttung	24
6.7 Bergsenkungen / Erdfälle / Hanglagen / Sonstiges	25
6.8 Erdbebenzone / Baugrundfaktor	25
7. Kranstellflächen und Zuwegung.....	25
8. Zusammenfassung	27
9. Schlussbemerkung	28

Anlagenverzeichnis

	Anl. Nr.
1 Übersichtslageplan 1:25.000	A/1
1 Umgebungsplan 1:15.000.....	A/2
1 Lageplan mit Lage der Sondierungen WEA 1 1:1.000	A/3
1 Lageplan mit Lage der Sondierungen WEA 2 1:1.000	A/4
1 Lageplan mit Lage der Sondierungen WEA 3 1:1.000	A/5
1 Lageplan mit Lage der Sondierungen WEA 4 1:1.000	A/6
1 Lageplan mit Lage der Sondierungen WEA 5 1:1.000	A/7
1 Lageplan mit Lage der Sondierungen WEA 6 1:1.000	A/8
2 Schichtenschnitte WEA 1 Fundament und Kranstellfläche.....	B/1 – B/2
2 Schichtenschnitte WEA 2 Fundament und Kranstellfläche.....	B/3 – B/4
2 Schichtenschnitte WEA 3 Fundament und Kranstellfläche.....	B/5 – B/6
2 Schichtenschnitte WEA 4 Fundament und Kranstellfläche.....	B/7 – B/8
2 Schichtenschnitte WEA 5 Fundament und Kranstellfläche.....	B/9 – B/10
2 Schichtenschnitte WEA 6 Fundament und Kranstellfläche.....	B/11 – B/12
18 Drucksondierdiagramme.....	C/1 – C/18
12 Rammsondierdiagramme Kranstellflächen.....	D/1 – D/12
24 Kornverteilungen.....	E/1 – E/24
10 Labor-Prüfberichte Grundwasser und Boden	F/1 – F/13
4 Setzungsberechnungen.....	G1/ – G4

1. Vorbemerkungen

In Heek ist die Errichtung von sechs Windenergieanlagen vom Typ GE 6.0-164 mit 167 m Nabenhöhe geplant (Anlage A/1 – A/8).

Die INGENIEURGESELLSCHAFT DR. SCHLEICHER & PARTNER mbH wurde auf das Angebot-Nr. 20220221 vom 27.03.2022 am 15.07.2022 mit der Erstellung eines Baugrundgutachtens beauftragt. Lagepläne mit Angaben zum Fundamentmittelpunkt und statische Angaben für das Fundament (s. Kapitel 6.1) wurden uns gemäß Zitat zur Verfügung gestellt.

2. Baugrunderkundung und Darstellung

Die Anlagenmittelpunkte wurden von uns für die Dauer der Feldarbeiten mit einem leistungsstarken GPS abgesteckt (Genauigkeit: wenige Zentimeter). Die Koordinaten der Windenergieanlagen (Fundamentmittelpunkt) wurden uns wie folgt angegeben.

WEA Nr.	ETRS 89/UTM East Zone 32	
	R	H
WEA 01	366 220,64	5777 507,78
WEA 02	366 783,32	5777 489,11
WEA 03	366 810,63	5777 104,64
WEA 04	367 366,00	5777 366,00
WEA 05	367 862,47	5777 154,35
WEA 06	368 078,45	5776 793,32

Zur Baugrunduntersuchung wurden in der 04. – 07. KW 2023 im Fundamentbereich als direkter Aufschluss je Standort jeweils in 8 m Abstand vom Fundamentmittelpunkt drei Kleinrammbohrungen (KRB nach DIN EN ISO 22475-1) bis 10 m Tiefe bzw. bis zur max. erreichbaren Tiefe durchgeführt (siehe Anlage B/1 – B/12).

Auf den Kranstellflächen wurden jeweils zwei Kleinrammbohrungen bis max. 5,0 m Tiefe durchgeführt (siehe Anlage B/1 – B/12) sowie jeweils zwei Rammsondierungen (siehe Anlage D/1 – D/12) (RS nach DIN EN ISO 22476-2, DPL & DPH) bis max. 6,0 m Tiefe.

Das erbohrte Schichtenprofil wurde zunächst vor Ort nach DIN 4022 angesprochen und der Baugrund feldgeologisch auf seine bodenmechanischen Eigenschaften untersucht. Anschließend

wurden die Bodenproben im Erdbaulabor bodenmechanisch hinsichtlich ihrer Zusammensetzung exemplarisch überprüft.

Als indirekte Aufschlussmethode kamen in der 51. Kalenderwoche 2022 je WEA drei Drucksondierungen (CPT nach DIN EN ISO 22476-1) in ca. 10 m Abstand vom Fundamentmittelpunkt bis zur max. Geräteauslastung zur Ausführung (Drucksondierdiagramme siehe Anlage C/1 – C/18).

Bei Drucksondierungen liegt das Reibungsverhältnis R_f ($R_f = \text{Mantelreibung } f_s : \text{Spitzenwiderstand } q_c$) im Sand allgemein in einer Größenordnung von rd. 0,5 bis 1,5%. Ein höheres Reibungsverhältnis deutet auf feinkörnige (bindige oder organische) Anteile hin. Die Lagerungsdichte von Sand und die Konsistenz bindiger Schichten lassen sich aus den Drucksondierdiagrammen ermitteln. Der Feinkornanteil ist bei der Interpretation besonders zu beachten. Es gelten folgende empirische Abhängigkeiten.

q_c [MPa]	Lagerungsdichte	q_c [MPa]	Konsistenz
< 2,5	sehr locker	< 1,0	breiig
2,5...7,5	locker	1,0...1,5	weich
7,5...15	mitteldicht	1,5...2,0	steif
15...25	dicht	2,0...5,0	halbfest
> 25	sehr dicht	> 5,0	fest

Bei der Auswertung der Drucksondierdiagramme ist zu berücksichtigen, dass in bindigen und gemischtkörnigen Bodenarten der Spitzenwiderstand aufgrund der Plastizität dieser Böden generell niedriger ist als bei nicht bindigen Böden. Bei sehr feinkörnigen Böden (Ton) ist bereits bei einem Spitzenwiderstand $q_c > 3 \text{ MN/m}^2$ von halbfest/fester Konsistenz auszugehen. Die vorliegenden Drucksondierdiagramme wurden in Verbindung mit den direkten Aufschlüssen interpretiert.

3. Höhen

Die Höhe des Geländes wurde mittels GPS mit einer Genauigkeit von wenigen Zentimetern in Lage und Höhe unter Nutzung von SAPOS®-Korrekturdaten eingemessen. Die jeweilige Höhe zum Untersuchungszeitpunkt ist in den Lageplänen und Schichtenschnitten in den Anlagen angegeben.

4. Baugrund

4.1 Geologie

Geologisch liegen die Standorte der WEA 1 – WEA 4 im Verbreitungsgebiet eiszeitlicher Ablagerungen der Weichsel-Kaltzeit. Diese sind geprägt durch Gletscherablagerungen aus Sanden mit kiesigen Anteilen, in denen Geschiebelehmablagerungen aus Schluff/Ton zwischengeschaltet sein können.

Die Standorte der WEA 5 – WEA 6 befinden sich in einer für das Münsterländer Kreidebecken typischen Wechselfolge aus Sand und Sandlöss (Schluff mit Sand / Schluff mit Ton). Je nach Lage innerhalb des Beckens in variierender Tiefe von Karbonatfestgestein der Kreide unterlagert wird.

Bohrungsdaten des Geologischen Dienstes NRW zeigen den Übergang zum Mergelfestgestein (Campanium) in der näheren Umgebung zwischen 3...6 m Tiefe an.

Schichtdaten:

Symbol	Länge (m)	Mächtigkeit (m)	Schichtbeschreibung
	0.8	0.8	Feinsand mit Mittelsand; Einlagerung aus Feinsand mit Mittelsand; (Holozän)
	1.9	1.1	Feinsand mit Mittelsand; (Pleistozän)
	3	1.1	Sandmergel mit Feinsand; Einlagerung aus Sedimentäres Karbonatfestgestein mit Feinsand und Schluff; (Campanium)

Beispielbohrung DABO 11078 des Geologischen Dienstes NRW aus der näheren Umgebung

Darüber befinden sich in der Regel Sande (Schmelzwasserablagerungen) oder Löss bzw. Lösslehm mit wechselnden Sand- und Tonanteilen, der neben eiszeitlichen Findlingen auch Sandlinsen/-bänder enthalten kann. Darunter folgt ein Übergang zum Verwitterungshorizont des Festgesteins sowie das indirekt durch Drucksondierungen erkundete Kreidefestgestein (= max. Geräteauslastung).

4.2 Schichtenfolge

Die Schichtenfolge an den Aufschlusspunkten beginnt mit rd. 0,4...0,6 m mächtigem **Oberboden / Ackerkrume (= Homogenbereich H 1)**, der aus **braunem, humosem Sand** besteht.

Darunter folgen an den Standorten der WEA 1 – und 5 bis rd. 1,8 – 3,7 m Tiefe **z.T. schwach schluffige, z.T. grobsandstreifige, Fein- bis Mittelsande (= Homogenbereiche H 2)** mit einer lockeren bis mitteldichten Lagerungsdichte. Die Schicht ist an den Standorten der WEA 4 und 6 nicht angetroffen worden.

Darunter folgen im Fundamentbereich der WEA 1 – 4 bis rd. 3,5 m Tiefe bzw. bis zur erbohrten Endtiefe **z.T. schwach schluffige, z.T. grobsandstreifige, Fein- bis Mittelsande (= Homogenbereiche H 3)**. Die Lagerungsdichte der Sande wird anhand der Drucksondiererergebnisse (Anlage C) mit mitteldicht bis dicht angenommen.

An den Standorten der WEA 3 und 5 – 6 folgt bis rd. 2,4 – 7,0 m Tiefe **aufgeweichter, schwach sandiger Schluff (= Homogenbereich H 4)**. Die vertikale Ausdehnung der Schicht variiert an den o.g. WEA-Standorten stark und ist im Detail den Schichtenschnitten (Anlage B) zu entnehmen.

Bis zur erbohrten Endtiefe folgt **sandiger, z.T. toniger, steiniger Schluff (= Homogenbereich H 5)**. Die Konsistenz kann anhand der Drucksondiererergebnisse (Anlage C) mit halbfest bis fest angenommen werden. Der mit der Tiefe zunehmende Steinanteil an den Standorten 4 – 6 deutet auf einen Übergang zum tieferfolgenden Karbonatfestgestein. Dies zeigt in den Drucksondierungen sich durch einen abrupten Anstieg des Spitzenwiderstands auf >20 MN/m² und einem wechselhaften Reibungsverhältnis auf dem Niveau 3...5%. Die Tiefe des Festgesteins konnte durch die max. Geräteauslastung indirekt durch die Drucksondierungen erkundet werden und deckt sich mit den Daten der geologischen Archivbohrungen.

Die Baugrundverhältnisse werden im Folgenden vereinfacht beschrieben. Das in Bezug auf die Tragfähigkeit jeweils ungünstigste Bohrprofil bzw. Drucksondierdiagramm wird zugrunde gelegt.

WEA 1

von – bis [m Tiefe]	Homogenbereich	Baugrund
0,0 – 0,4	H 1	Sand, humos (Oberboden / Ackerkrume)
0,4– 4,0	H 2	Sand, grau, locker
4,0 – 5,0	H 3	Sand, grau, mitteldicht
5,0 – 8,0		Sand, grau, dicht
8,0 – 11,0		Sand, grau, mitteldicht

WEA 2

von – bis [m Tiefe]	Homogenbereich	Baugrund
0,0 – 0,4	H 1	Sand, humos (Oberboden / Ackerkrume)
0,4– 3,0	H 2	Sand, grau, locker – mitteldicht
3,0– 5,5	H 3	Sand, grau, mitteldicht
5,5 – 8,0		Sand, grau, mitteldicht – dicht
8,0 – 10,0	H 5	Schluff, sandig, tonig, steif – halbfest
10,0 – 25,0	H 5	Schluff, sandig, tonig, fest

WEA 3

von – bis [m Tiefe]	Homogenbereich	Baugrund
0,0 – 0,4	H 1	Sand, humos (Oberboden / Ackerkrume)
0,4– 4,5	H 3	Sand, grau, mitteldicht
4,5– 5,5	H 4	Schluff, sandig, tonig, weich
5,5 – 11,0	H 5	Schluff, sandig, tonig, halbfest
11,0 – 23,0	H 5	Schluff, sandig, tonig, fest

WEA 4

von – bis [m Tiefe]	Homogenbereich	Baugrund
0,0 – 0,4	H 1	Sand, humos (Oberboden / Ackerkrume)
0,4– 3,5	H 2	Sand, grau, locker
3,5– 5,0	H 4	Schluff, sandig, tonig, weich – steif
5,0 – 5,5	H 5	Schluff, sandig, tonig, steif – halbfest
5,5 – 12,0	H 5	Schluff, sandig, tonig, fest

WEA 5

von – bis [m Tiefe]	Homogenbereich	Baugrund
0,0 – 0,4	H 1	Sand, humos (Oberboden / Ackerkrume)
0,4– 1,5	H 2	Sand, grau, locker – mitteldicht
1,5– 3,0	H 4	Schluff, sandig, tonig, weich
3,0 – 3,5	H 5	Schluff, sandig, tonig, steif – halbfest
3,5 – 6,0	H 5	Schluff, sandig, tonig, halbfest/fest
6,0 – 9,5	H 5	Schluff, sandig, tonig, fest

WEA 6

von – bis [m Tiefe]	Homogenbereich	Baugrund
0,0 – 0,5	H 1	Sand, humos (Oberboden / Ackerkrume)
0,5– 2,0	H 4	Schluff, sandig, tonig, weich
2,0– 2,5	H 5	Schluff, sandig, tonig, steif – halbfest
2,5 – 8,5	H 5	Schluff, sandig, tonig, fest

4.3 Betonaggressivität Boden

Es wurde je WEA eine Bodenmischprobe im Fundamentbereich aus dem Tiefenbereich bis 2,0 m ohne den Oberbodenhorizont (H 1) zusammengestellt und auf ihre Betonaggressivität nach DIN 4030 bei der Eurofins GmbH untersucht.

Parameter	WEA 1 MP Boden	WEA 2 MP Boden	WEA 3 MP Boden	Expositionsklasse nach DIN 4030		
				XA1	XA2	XA3
Sulfid, gesamt (mg/kg TS)	< 5,0	< 1,0	< 1,0			
Säuregrad n. Baumann-Gully (ml/kg TS)	86	158	26	> 200	In der Praxis nicht anzutreffen	
Sulfat (mg/kg TS)	75	290	94	> 2.000 und ≤ 3.000	> 3.000 und ≤ 12.000	> 12.000 und ≤ 24.000
Chlorid (mg/kg TS)	< 25	< 25	< 25			

¹⁾ Bei Sulfidgehalten von > 100 mg S²⁻/kg Boden ist eine gesonderte Beurteilung durch einen Fachmann für Betonrezepturen erforderlich, sodass sich Änderungen an der Betonqualität ergeben können.

Parameter	WEA 4 MP Boden	WEA 5 MP Boden	WEA 6 MP Boden	Expositionsklasse nach DIN 4030		
				XA1	XA2	XA3
Sulfid, gesamt (mg/kg TS)	< 1,0	< 1,0	< 5,0			
Säuregrad n. Baumann-Gully (ml/kg TS)	163	115	40	> 200	In der Praxis nicht anzutreffen	
Sulfat (mg/kg TS)	80	64	190	> 2.000 und ≤ 3.000	> 3.000 und ≤ 12.000	> 12.000 und ≤ 24.000
Chlorid (mg/kg TS)	< 25	< 25	< 25			

¹⁾ Bei Sulfidgehalten von > 100 mg S²⁻/kg Boden ist eine gesonderte Beurteilung durch einen Fachmann für Betonrezepturen erforderlich, sodass sich Änderungen an der Betonqualität ergeben können.

Der Boden ist an den Standorten der WEA 01 bis WEA 06 bis 2 m Tiefe nicht chemisch angreifend im Sinne der DIN 4030, da keine Grenzwertüberschreitungen festzustellen sind.

4.4 Bodenkennwerte / Bodenklassen / Bodengruppen / Eigenschaften

Die Festlegung der bodenmechanischen Kennwerte erfolgt unter Berücksichtigung der Bodenanforderungen, Drucksondierdiagramme und verschiedener Literaturangaben. Für die unterhalb des nicht gründungsrelevanten **Oberbodens (= Homogenbereich H 1)** erbohrten Schichten können folgende charakteristische Bodenkennwerte, Bodengruppen nach DIN 18196, Bodenklassen nach DIN 18300, Homogenbereiche nach DIN 18300:2015 und die angegebenen bodenmechanischen Eigenschaften für die Erd- und Gründungsarbeiten angenommen werden.

Bodenart	Homogenbereich	Wichte erdfeucht / unter Auftrieb γ_k / γ'_k [kN/m ³]	Reibungswinkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m ²]	Poissonzahl ν [-]	Steifemodul stat. $E_{s,stat,k}$ [MN/m ²]	Steifemodul dyn. $E_{s,dyn,k}$ [MN/m ²]
Fein- + Mittelsand, z.T. schwach grobsandig, z.T. schluffig locker	H 2	17 / 9	30	0	0,30... 0,35	15	80
Fein- + Mittelsand, z.T. schwach grobsandig, z.T. schluffig locker/mitteldicht		17,5 / 9,5	30	0	0,30... 0,35	25	130
Fein- + Mittelsand, z.T. schwach grobsandig, z.T. schluffig mitteldicht – dicht	H 3	18...19 / 10	32,5	0	0,30... 0,35	50...80	180...220
Fein- + Mittelsand, z.T. schwach grobsandig, z.T. schluffig dicht		19 / 11	35	0	0,30... 0,35	80	250
Schluff, ±sandig, tonig weich...steif	H 4	19...20 / 9...10	25... 27,5	0...2 / 8...20	0,40	4...8	55...75
Schluff, ±sandig, tonig steif...halbfest	H 5	20...21 / 10...11	27,5	2...5 / 20...50	0,40	8...20	75...120
Schluff, ±sandig, tonig, z.T. steinig fest		22 / 12	30,0	25 / 100	0,40	40	200

Bodenart	Homogenbereich	Bodengruppe	Bodenklasse	Frostempfindlichkeit	Verdichtbarkeit	Witterungsempfindlichkeit	Durchlässigkeitswert k_f [m/s]
Sand, z.T. schluffig, Wurzeln, \pm humos	H 1	OH, OU	1 ¹⁾ - 4	F 2	V 2	mäßig	$1 \times 10^{-5} \dots$ 1×10^{-7}
Feinsand, mittelsandig, z.T. schwach grobsandig, z.T. schluffig	H 2 / H 3	SE, SU*	3 - 4	F 1 - F 3	V 1 - V 3	gering - mäßig	$5 \times 10^{-5} \dots$ 2×10^{-4}
Schluff, \pm sandig, tonig, z.T. steinig	H 4 / H 5	SU*, UL, UM, TL, TM	4 / 6 ²⁾	F 3	V 3	hoch	$1 \times 10^{-6} \dots$ 1×10^{-8}

¹⁾ im Allgemeinen werden die oberen 20-30 cm des Oberbodens als belebter Oberboden der Bodenklasse 1 zugeordnet.

²⁾ Bindige oder gemischtkörnige Böden sind bei fester Konsistenz der Klasse 6 (leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten) zuzuordnen. Bei Findlingen und Steinen richtet sich die Bodenklasse nach dem Steinanteil und dem Rauminhalt. Die Festlegung kann nur am Bodenaushub bzw. in der Baugrube erfolgen.

5. Grund-/Stau und Schichtenwasser

5.1 Wasserspiegelmessungen im Bohrloch

Zum Untersuchungszeitpunkt (24.01. – 17.02.2023) wurden die offenen Bohrlöcher Grund-/Stau-/Schichtenwasser kontrolliert. Der Grundwasserspiegel lag jahrzeitlich und witterungsbedingt auf einem mittleren Niveau. Der freie Grundwasserspiegel wurde an den Standorten der WEA 1 – WEA 5 rd. 0,7...1,1 m unter Flur gemessen. In nasser Jahreszeit muss mit einem zeitweisen Anstieg bis zur Geländeoberkante (= Bemessungswasserspiegel) gerechnet werden.

Am Standort der WEA 6 handelt es sich um Stauwasser, das sich oberhalb der bindigen Böden (H 4) ansammelt. Es ist aufgrund der geringen Durchlässigkeit des bindigen Bodens mit zeitweiligem Stauwasser bis zur GOK (= Bemessungswasserstand) zu rechnen. Dies gilt auch für die Fundament hinterfüllung (sog. „Badewanneneffekt“).

Durch die Wasserstauwirkung kann zudem der Oberboden (H 1) und der folgende $\frac{3}{4}$ m in nasser Jahreszeit bzw. Witterung stark aufweichen.

5.2 Betonaggressivität Grundwasser

In temporär eingerichteten Grundwasserentnahmestellen im Fundamentbereich der WEA's wurde Grundwasserproben entnommen und auf ihre Betonaggressivität nach DIN 4030 bei der Eurofins GmbH untersucht. Die Ergebnisse der Grundwasseranalyse (Anlagen F) sind den Grenzwerten der DIN 4030 gegenübergestellt.

Parameter	WEA 1	WEA 2	WEA 3	Expositionsklasse nach DIN 4030		
				XA1	XA2	XA3
pH-Wert	7,5	6,8	7,5	6,5 - 5,5	<5,5 - 4,5	<4,5
kalklösende Kohlensäure (mg/l)	n.n.	15	8,6	15 - 40	>40 - 100	>100
Ammonium (mg/l)	0,26	0,13	0,28	15 - 30	>30 - 60	>60
Magnesium (mg/l)	9,36	9,41	8,48	300 - 1.000	>1.000 - 3.000	>3.000
Sulfat (mg/l)	53	130	63	200 - 600	>600 - 3.000	>3.000

Parameter	WEA 4	WEA 5	Expositionsklasse nach DIN 4030		
			XA1	XA2	XA3
pH-Wert	7,3	7,1	6,5 - 5,5	<5,5 - 4,5	<4,5
kalklösende Kohlensäure (mg/l)	66	n.n.	15 - 40	>40 - 100	>100
Ammonium (mg/l)	n.n.	n.n.	15 - 30	>30 - 60	>60
Magnesium (mg/l)	5,92	6,03	300 - 1.000	>1.000 - 3.000	>3.000
Sulfat (mg/l)	65	65	200 - 600	>600 - 3.000	>3.000

Das Grundwasser am Standort der WEA 2 ist aufgrund kalklösender Kohlensäure als schwach chemisch angreifend (XA1) nach DIN 4030 einzustufen. Am Standort der WEA 4 ist das Grundwasser ist aufgrund kalklösender Kohlensäure als stark chemisch angreifend (XA2) nach DIN 4030 einzustufen. Die übrigen Grundwasserproben sind unauffällig.

Aufgrund des geringdurchlässigen bindigen Baugrunds im Bereich der WEA 6 wurde in rd. 1,4 – 1,8 m Tiefe Stauwasser festgestellt. Eine fachgerechte Beprobung und Analyse waren nicht möglich.

Grundsätzlich bildet sich nach Niederschlägen zeitweilig Stauwasser, welches auf den bindigen Boden trifft bzw. überwiegend oberflächlich abfließt. In den trockenen Monaten kann es vorkommen, dass kaum bis kein Stauwasser vorhanden ist und nur eine Erdfeuchte herrscht.

Aufgrund der bindigen und tiefer auch zunehmend kalkhaltigen Böden (WEA 6) besitzen diese eine Pufferwirkung für z.B. kalklösende Kohlensäure. Wir gehen daher nicht von einer relevanten Betonaggressivität des zeitweiligen Stauwassers aus.

6. Grundbautechnische Folgerungen

6.1 Generelles

Geplant ist die Errichtung von sechs Windenergieanlagen folgenden Typs:

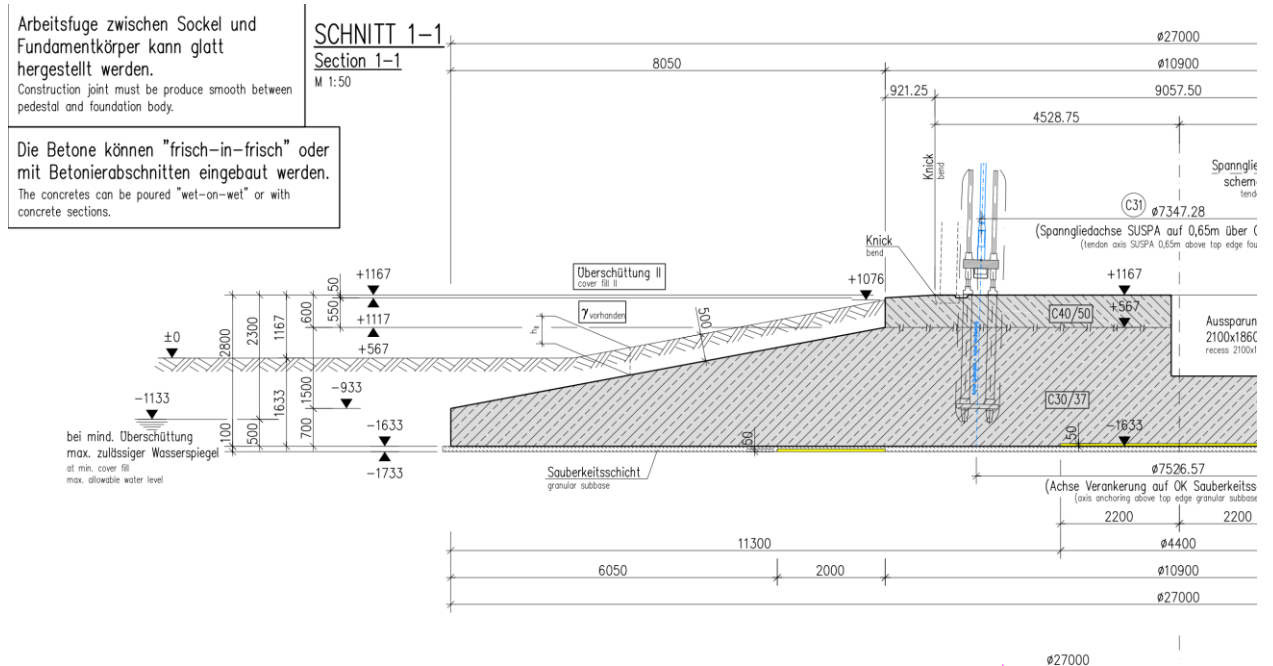
Windenergieanlage GE 6.0-164 mit 167 m Nabenhöhe

Zur Bearbeitung des Baugrundgutachtens wurden uns die nachfolgend genannten Unterlagen zur Verfügung gestellt. Aufgrund der generell hohen Grundwasserstände (bis GOK) und Standorten mit bindigen Böden darf bei nur ein Fundament unter Berücksichtigung von Auftrieb zur Ausführung kommen.

- (1) Max Bögl: Fundamentschalplan (DE-G-23-005-XX-X-Schalplan-Index-c), GE Renewable Energy Windenergieanlage Stahl-Beton-Hybridturm (G23), Rotordurchmesser 164 m, Nabenhöhe 167 m, Fundament mit Auftrieb, vom 02.11.2020 mit Index c vom 20.01.2022.
- (2) TÜV Nord: Windenergieanlage GE 6.0-164, Rotorblatt LM80.4P, Hybridturm G23 NH 167 m, DIBt Windzone S, Geländekategorie S, Nr. T-7003/21-2 Rev. 1 vom 28.06.2022

6.2 Baugrundanforderungen Flachgründung mit Auftrieb

Im Fundamentalschalplan (mit Auftrieb, Kreisringfundament $\varnothing 27,000 \text{ m}$) werden folgende Angaben zu den Lasten an der Fundamentunterkante = $-1,633 \text{ m}$ unter Geländeoberkante + 10 cm Sauberkeitsschicht = $-1,733 \text{ m}$ u. GOK) gemacht:



- Der Baugrund muss folgende max. charakteristische Kantenpressungen aufnehmen können:
- Lastfall BS-P: $\sigma_{R,k} = 211,4 \text{ kN/m}^2$
- Lastfall BS-A: $\sigma_{R,k} = 254,7 \text{ kN/m}^2$
- Mindestwert dynamische Drehfedersteifigkeit $k_{\phi, \text{dyn}} = 173.800 \text{ MNm/rad}$
- Mindestwert statische Drehfedersteifigkeit $k_{\phi, \text{stat}} = 34.760 \text{ MNm/rad}$
- Max. Schiefstellung infolge von Baugrundsetzungen in 25 Jahren darf $\Delta s = 3 \text{ mm/m}$ nicht überschreiten. Bei $27,00 \text{ m}$ Fundamentdurchmesser $\Delta s = 81,0 \text{ mm}$
- Max. Grundwasserspiegel $\pm 0,00 \text{ m} = \text{GOK} \rightarrow \text{max. Überschüttung I}$
- Fundamentüberdeckung $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
- Überschüttung I = $1169,8 \text{ Tonnen}$

Folgende Angaben zu Lastfällen werden gemacht:

Hinweis: Bei den u.a. Lasten werden unüblicherweise die Erdüberschüttung, der Auftrieb und etwaige Anbauteile nicht berücksichtigt und müssen bei der Dimensionierung der Baugrundverbesserung berücksichtigt werden.

Zusätzlich sind die Lasten der Erdüberschüttung und des Auftriebs gemäß den Planungen für den jeweiligen Standort der Windenergieanlagen anzusetzen.

The verification against soil rupture has to be carried out by the building geotechnical expert. For this, the mean soil pressure has to be calculated with the loads given in the following table:

Additionally the loads stemming from the earth cover and the buoyancy according to the design need to be taken into account for the respective wind turbine location.

Maximale charakteristische Lasten ($Y_E=1,00$) in der Sohlfuge der Gruendung (exkl. Erdueberschuetting, Auftrieb und etwaiger Anbauteile)			
Maximum characteristic loads ($Y_E=1,00$) in the joint between bottom of foundation and soil (excl. earth cover fill, hydrostatic uplift and possible mounting parts)			
	BS-P (DIN 1054:2010)	BS-T (DIN 1054:2010)	BS-A (DIN 1054:2010)
Vk [kN]	40448	-	40314
Hk [kN]	1054	-	1715
Mk [kNm]	181724	-	255186

Drehfedersteifigkeit

Aus dem angegebenen Mindestwert der dynamischen Drehfedersteifigkeit ergibt sich der erforderliche dynamische Steifemodul $E_{s,dyn}$ wie folgt:

$$\text{erf. } E_{s,dyn} = k_{p,dyn} \cdot 3/4 \cdot 1/r^3 \cdot (1 + \nu) \cdot (1 - \nu)^2 : (1 - \nu - 2 \cdot \nu^2)$$

$$r = \text{Fundamentradius} = 13,50 \text{ m}$$

Für **sandigen** Baugrund gilt:

$$\nu = \text{Poisson-Zahl} = 0,30$$

$$\text{erf. } E_{s,dyn} = 173.800 \cdot 3/4 \cdot 1/13,50^3 \cdot (1 + 0,30) \cdot (1 - 0,30)^2 : (1 - 0,30 - 2 \cdot 0,30^2)$$

$$\text{erf. } E_{s,dyn} = \underline{65 \text{ MN/m}^2} \text{ (= mindestens lockere Lagerungsdichte bei Sand)}$$

Für **bindigen** Baugrund gilt:

$$\nu = \text{Poisson-Zahl} = 0,40$$

$$\text{erf. } E_{s,dyn} = 173.800 \cdot 3/4 \cdot 1/13,50^3 \cdot (1 + 0,40) \cdot (1 - 0,40)^2 : (1 - 0,40 - 2 \cdot 0,40^2)$$

$$\text{erf. } E_{s,dyn} = \underline{95 \text{ MN/m}^2} \text{ (= mindestens halbfeste Konsistenz bei Schluff)}$$

6.3 Grundbautechnische Maßnahmen

6.3.1 WEA 1 – WEA 2

An den Standorten WEA 1 bis WEA 2 wurde unterhalb des Oberbodens (H 1) bis rd. 2,7...3,7 m Tiefe ein locker bis mitteldichter Sand (H 2) nachgewiesen, der gemäß statischer Anforderung an die erf. dynamische Drehfedersteifigkeit ($E_{s,dyn} = 65 \text{ MN/m}^2$) diese mit $E_{s,dyn} = 80...130 \text{ MN/m}^2$ einhält, jedoch keinen tragfähigen Baugrund im Sinne der DIN1054 darstellt.

Nach der Grundbruch-/Setzungsberechnung (Anlage G/1 – G/2) mit dem Programm GGU-Footing 10 nach EC7 ergeben sich folgende Setzungen/Sicherheiten:

WEA 1:

Lastfall BS-P	rechnerische Setzungen	0,52...2,22 cm	$\Delta s = 17 \text{ mm}$
	Grundbruchsicherheit	$\mu = 0,102$	

WEA 2:

Lastfall BS-P	rechnerische Setzungen	0,60...3,00 cm	$\Delta s = 24,0 \text{ mm}$
	Grundbruchsicherheit	$\mu = 0,091$	

Damit liegen die rechnerischen Setzungsdifferenzen (Δs) unterhalb der zulässigen Schiefstellung $\Delta s = 81,0 \text{ mm}$ (bezogen auf den Fundamentdurchmesser). In der Regel klingen ca. 70% der Setzungen als Sofortsetzungen bei sandigem Baugrund bereits in der Bauphase ab. Die Grundbruchsicherheit ($\mu \leq 1,0$) ist ebenfalls gegeben. Die erforderliche stat. Drehfedersteifigkeit ($k_{\phi,stat} = 34.760 \text{ MNm/rad}$) ist rechnerisch gegeben. Die notwendige dynamische Drehfedersteifigkeit $E_{s,dyn} = 65 \text{ MN/m}^2$ entspricht mindestens lockerem Sand ($\nu = 0,30$), der durch das Gesamtsystem im Lastabtragungsbereich gemäß Setzungsberechnung vorhanden ist.

Als Mindestmaß für die Tragfähigkeit sollte für nicht bindige Böden eine mitteldichte Lagerungsdichte und für bindige Böden eine halbfeste Konsistenz vorausgesetzt werden

Für eine **Flachgründung mit Auftrieb (s. Fundamentalschalplan)** kommen daher eine **Baugrundverbesserung durch Bodenaustausch** bis zum mindestens halbfestem Schluff (H 5) und ggf. Schotterausgleich / dickerer Sauberkeitsschicht oder das **RSV-Verfahren** in Betracht. Die finale Tiefe des Bodenaustauschs muss im Zuge der Erdarbeiten festgelegt (Baggerschürfe) und im Rahmen der Baugrubenabnahme kontrolliert werden.

Als vergleichmäßiges Einbaumaterial unter dem Fundament kommen zum Beispiel Schotter / Mineralgemisch in der Körnung 0/45 oder 0/56 in Betracht. Nach erfolgreicher Baugrundverbesserung / bzw. Bodenaustausch genügt der Baugrund den zu erwartenden o.g. bodenmechanischen Anforderungen gemäß Statik, so dass die Windenergieanlagen gegründet werden kann.

Auf der Polsterschicht aus z.B. Schotter/Mineralgemisch ist als Verdichtungsziel ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ in allen Lagen zu erzielen.

Alternativ kommt auch eine Baugrundverbesserung (z.B. Rüttelstopfverdichtung) in Betracht. Die Dimensionierung der Rüttelstopfverdichtung erfolgt durch eine Spezialtiefbaufirma und den statischen Lastangaben.

Nach Durchführung der Rüttelstopfverdichtung und dem Einbau einer ca. 50 cm mächtigen Schottertragschicht zur gleichmäßigeren Lastabtragung oberhalb der Rüttelstopfsäulen ist eine Flachgründung möglich. Eine Wasserhaltung ist aufgrund der hohen Grundwasserstände voraussichtlich notwendig.

Im Vorfeld sollte für die Standorte geprüft werden, welche der Maßnahmen wirtschaftlicher ist. Wir empfehlen zur Minderung der Erdarbeiten und Wasserhaltung die RSV.

6.3.2 WEA 3 – WEA 4

Am Standort der WEA 3 und WEA 4 wurden unterhalb des Oberbodens (H 1) und des mitteldichten Sandes (H 3) zwischen 4 – 6...7 m weicher bis steifer Schluff (H 4) festgestellt.

Als Mindestmaß für die Tragfähigkeit sollte für bindige Böden eine halbfeste Konsistenz Lage vorausgesetzt werden. Die dynamische Drehfedersteifigkeit (95 MN/m^2) wird nur von mind. halbfestem Schluff eingehalten.

Da aufgrund der Tiefenlage des gleichmäßig tragfähigen Baugrunds ab ca. 6 – 7 m Tiefe (= mindestens halbfeste Konsistenz) ein Bodenaustausch unwirtschaftlich ist, empfehlen wir für eine **Flachgründung mit Auftrieb** eine **Baugrundverbesserung durch Rüttelstopfverdichtung (RSV)** zur Verbesserung der aufgeweichten Böden bis rd. 6...7 m Tiefe, bzw. je nach Dimensionierung. Möglicherweise kann auch ein Verdichtungsverfahren ohne den Eintrag von Fremdmaterial (wie bei der RSV) für die Verdichtung verwendet werden. Hierzu sollte ein Konzept seitens der Spezialtiefbaufirma auf Basis des Baugrundgutachtens erstellt werden. Bei diesem Verfahren

ist durch den Volumenverlust bei der Nachverdichtung Ersatzmaterial, z.B. sandiger Fundamentashub / Füllsand, erforderlich.

Nach erfolgreicher Baugrundverbesserung gemäß Bemessung der Rüttelstopfverdichtung genügt der Baugrund nach Rücksprache der geplanten Ausführung mit dem Bodengutachter den o.g. bodenmechanischen Anforderungen gemäß Statik und zulässigen Setzungen, sodass die Windenergieanlage flach mit Auftrieb gegründet werden kann.

Bei einer Rüttelstopfverdichtung wird die Tragfähigkeit des Baugrundes durch den Aufbau von Schottersäulen so verbessert, dass anschließend eine Flachgründung in dem verbesserten Baugrund möglich ist. Es werden Schleusenrüttler bis in die erforderliche Tiefe eingebracht und Stopfsäulen durch Zugabe von Fremdmaterial (Kies, Splitt oder Mineralgemisch) hergestellt. Das durch Schleusenrüttler eingebrachte Fremdmaterial wird durch Stopfvorgänge schrittweise verdichtet und die Stopfsäulen von unten nach oben aufgebaut. Inhomogenitäten im Baugrund werden bei der Herstellung selbstregulierend ausgeglichen. Im Bereich weicher Schichten muss mit einer größeren Aufnahmemenge an Fremdmaterial gerechnet werden.

Die Bodenpressungen konzentrieren sich auf die Stopfsäulen, wobei jedoch auch der umgebende Baugrund an der Lastabtragung beteiligt wird. Durch die seitliche Bodenverdrängung und die Stopfvorgänge entstehen Kies-/Schottersäulen mit einem Durchmesser von rd. 50 bis 60 cm (je nach Schleusenrüttler und Baugrund).

Die Stopfpunkte werden rasterförmig angeordnet. Die Rasterabstände sind vom Baugrund, von den aufzunehmenden Bodenpressungen und dynamischen Anforderungen abhängig und sind ebenso wie die Verbesserungstiefe von der ausführenden Firma auf der Grundlage des Baugrundgutachtens und der Statik zu bemessen.

Die ausführende Firma muss anhand der Drucksondierergebnisse und Bodenprofile prüfen, ob die Rüttler bis zur erforderlichen Tiefe eingefahren werden können oder ob evtl. vorgebohrt werden muss. Eiszeitliche Steine und Findlinge können als Hindernisse vorkommen.

Eine Kontrolle des Verdichtungserfolges erfolgt über die Ampèreaufnahme bzw. über den Hydraulikdruck des Rüttlers und über die Mengenzugabe. Die Geräte sollen mit einer automatischen Hubhöhenbegrenzung ausgestattet sein.

Unter dem Fundament ist ein mind. 50 cm starkes Lastverteilungspolster aus Schotter (z.B. Mineralgemisch, HKS 0/45 oder 0/56 mm) einzubauen. Auf der Polsterschicht ist als Verdichtungsziel ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 90 \dots 100 \text{ MN/m}^2$ zu erzielen.

Die Baugrundanforderungen gemäß Schalplan zur Typenprüfung werden nach erfolgreicher Rüttelstopfverdichtung und von der Spezialtiefbaufirma durchgeführten Berechnung zur Gebrauchstauglichkeit erfüllt. Der verbesserte Baugrund weist dann mindestens die geforderten statischen und dynamischen Kennwerte auf und die geforderte aufnehmbare Kantenpressung kann zugelassen werden.

Anschließend kann nach einer Baugrubenabnahme sowie Verdichtungskontrolle des Schotterpolsters der Fundamentbau in der geplanten Tiefe im Schutze einer Grundwasserabsenkung erfolgen. Insbesondere die möglichen ungleichmäßigen Setzungen durch im Baugrund vorkommende bindige Zwischenschichten werden bei deren Verbesserung ausgeglichen bzw. gemindert.

6.3.3 WEA 5 – WEA 6

An den Standorten WEA 5 bis WEA 6 wurde unterhalb des Oberbodens (H 1) bis rd. 1,5...3,0 m Tiefe ein locker Sand (H 2) und aufgeweichter bindiger Boden (H 4) nachgewiesen, der gemäß statischer Anforderung an die erf. dynamische Drehfedersteifigkeit ($E_{s,dyn} = 95 \text{ MN/m}^2$) diese mit $E_{s,dyn} = 55...75 \text{ MN/m}^2$ nicht einhält. Die dynamische Drehfedersteifigkeit (95 MN/m^2) wird nur von mind. halbfestem Schluff eingehalten.

Nach der Grundbruch-/Setzungsberechnung (Anlage G/3 – G/4) mit dem Programm GGU-Footing 10 nach EC7 ergeben sich folgende Setzungen/Sicherheiten:

WEA 5:

Lastfall BS-P	rechnerische Setzungen	0,54...4,36 cm	$\Delta s = 38,2 \text{ mm}$
	Grundbruchsicherheit	$\mu = 0,089$	

WEA 6:

Lastfall BS-P	rechnerische Setzungen	0,42...2,55 cm	$\Delta s = 21,3 \text{ mm}$
	Grundbruchsicherheit	$\mu = 0,085$	

Damit liegen die rechnerischen Setzungsdifferenzen (Δs) unterhalb der zulässigen Schiefstellung $\Delta s = 81,0 \text{ mm}$ (bezogen auf den Fundamentdurchmesser). In der Regel klingen ca. 70% der Setzungen als Sofortsetzungen bei sandigem Baugrund bereits in der Bauphase ab. Die Grundbruchsicherheit ($\mu \leq 1,0$) ist ebenfalls gegeben. Die erforderliche stat. Drehfedersteifigkeit

($k_{\phi,stat} = 34.760 \text{ MNm/rad}$) ist rechnerisch gegeben. Die notwendige dynamische Drehfedersteifigkeit $E_{s,dyn} = 95 \text{ MN/m}^2$ entspricht mindestens halbfestem Schluff ($\nu = 0,40$), der durch das Gesamtsystem im Lastabtragungsbereich gemäß Setzungsberechnung vorhanden ist.

Als Mindestmaß für die Tragfähigkeit sollte für bindige Böden eine halbfeste Konsistenz vorausgesetzt werden.

Für eine **Flachgründung mit Auftrieb (s. Fundamentalschalplan)** kommen daher eine **Baugrundverbesserung durch Bodenaustausch** bis zum mindestens halbfestem Schluff (H 5) und ggf. Schotterausgleich / dickerer Sauberkeitsschicht oder das **RSV-Verfahren** in Betracht. Die finale Tiefe des Bodenaustauschs muss im Zuge der Erdarbeiten festgelegt (Baggerschürfe) und im Rahmen der Baugrubenabnahme kontrolliert werden.

Als vergleichmäßiges Einbaumaterial unter dem Fundament kommen zum Beispiel Schotter / Mineralgemisch in der Körnung 0/45 oder 0/56 in Betracht. Nach erfolgreicher Baugrundverbesserung / bzw. Bodenaustausch genügt der Baugrund den zu erwartenden o.g. bodenmechanischen Anforderungen gemäß Statik, so dass die Windenergieanlagen gegründet werden kann.

Auf der Polsterschicht aus z.B. Schotter/Mineralgemisch ist als Verdichtungsziel ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ in allen Lagen zu erzielen.

Alternativ kommt auch eine Baugrundverbesserung (z.B. Rüttelstopfverdichtung) in Betracht. Die Dimensionierung der Rüttelstopfverdichtung erfolgt durch eine Spezialtiefbaufirma und den statischen Lastangaben.

Nach Durchführung der Rüttelstopfverdichtung und dem Einbau einer ca. 50 cm mächtigen Schottertragschicht zur gleichmäßigeren Lastabtragung oberhalb der Rüttelstopfsäulen ist eine Flachgründung möglich. Eine Wasserhaltung ist aufgrund der hohen Grundwasserstände voraussichtlich notwendig.

Im Vorfeld sollte für die Standorte geprüft werden, welche der Maßnahmen wirtschaftlicher ist. Wir empfehlen das RSV-Verfahren, da hierfür kein tiefer Bodenaustausch einschließlich Druckausbreitungsbereich notwendig ist.

6.4 Erdarbeiten

WEA 1 – 2

Die Baugrube ist je nach gewählter Maßnahme bis zur planmäßigen Tiefe (UK Austausch Tiefe / UK Schotterpolster) im Schutz einer Grundwasserabsenkung auszuheben. Für die Baugrube ist im Sand ein Böschungswinkel $\beta = 45^\circ$ zulässig. Insgesamt ist mit sandigem Aushub (H 2 / H 3) zu rechnen. Es können auch schluffige Sande in Lagen vorkommen.

Variante Bodenaustausch

Die Baugrubensohle ist vom Baugrundgutachter abzunehmen und für die Gründung bzw. für den Einbau eines des Bodenaustauschpolsters / Schotterpolsters freizugeben. Eine klassische Nachverdichtung der sandigen Sohle ist notwendig. In allen Lagen ist für die vorhandenen Sande (H 2) als Verdichtungsziel ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$ zu erzielen.

Erst nach der Freigabe der Baugrubensohle und des Schotterpolsters durch den Baugrundgutachter (Verdichtungsnachweis für alle Lagen) darf der Einbau der Sauberkeitsschicht erfolgen.

Variante RSV-Verfahren

Das Planum ist vom Baugrundgutachter abzunehmen und für die Gründung bzw. für den Einbau eines Schotterpolsters oberhalb der Rüttelstopfsäulen freizugeben.

Erst nach der Freigabe der Baugrubensohle und des Schotterpolsters durch den Baugrundgutachter (Verdichtungsnachweis) darf der Einbau der Sauberkeitsschicht erfolgen.

WEA 3 – WEA 4

Die Baugrube ist nach erfolgter Baugrundverbesserung bis zur planmäßigen Tiefe (UK Schotterpolster) im Schutze einer Grundwasserabsenkung auszuheben. Für die Baugrube ist im Sand ein Böschungswinkel $\beta = 45^\circ$ zulässig. Im weichem Schluff ein Böschungswinkel $\beta = 45^\circ$ und im Schluff mit steifer bis halbfester Konsistenz $\beta = 60^\circ$ zulässig.

Insgesamt ist mit sandigem Aushub (H 2) zu rechnen. Bindige Zwischenlagen sind möglich und sollten separiert werden, da sie kaum verdichtungsfähig und damit für den Wiedereinbau ohne weiteres ungeeignet sind.

Das Planum ist vom Baugrundgutachter abzunehmen und für die Gründung bzw. für den Einbau eines Schotterpolsters oberhalb der Rüttelstopfsäulen freizugeben.

Erst nach der Freigabe der Baugrubensohle und des Schotterpolsters durch den Baugrundgutachter (Verdichtungsnachweis) darf der Einbau der Sauberkeitsschicht erfolgen.

WEA 5 – WEA 6

Die Baugrube ist je nach gewählter Maßnahme bis zur planmäßigen Tiefe (UK Austausch Tiefe / UK Schotterpolster) auszuheben. Für die Baugrube ist im weichem Schluff ein Böschungswinkel $\beta = 45^\circ$ und im Schluff mit steifer bis halbfester Konsistenz $\beta = 60^\circ$ zulässig. Für Sand ist ein Böschungswinkel $\beta = 45^\circ$ zulässig.

Variante Bodenaustausch

Der bindige Aushubboden (H 4) ist sehr witterungsempfindlich und vor Nässe zu schützen. Die Arbeiten sollten generell bei trockener Witterung bzw. Jahreszeit durchgeführt werden. Die Baugrubensohle ist vom Baugrundgutachter abzunehmen und für die Gründung bzw. für den Einbau eines des Bodenaustauschpolsters freizugeben. Eine „Nachverdichtung“ der Sohle nach dem Abtrag mit einem Tiefenlöffel ist zu vermeiden, da der bindige / steinige Boden sehr witterungsempfindlich ist und durch Verdichtungsenergie (statisch/dynamisch) nachhaltig seine Konsistenz (= Tragfähigkeit) verlieren kann.

Aufgeweichter schluffiger Boden ist auf Anweisung des Bodengutachtes zu entfernen und durch verdichtet eingebauten Schotter oder ggf. Sauberkeitsschicht zu ersetzen. Erst nach der Freigabe der Baugrubensohle und des Schotterpolsters durch den Baugrundgutachter (Verdichtungsnachweis für alle Lagen) darf der Einbau der Sauberkeitsschicht erfolgen.

Variante RSV-Verfahren

Das Planum ist vom Baugrundgutachter abzunehmen und für die Gründung bzw. für den Einbau eines Schotterpolsters oberhalb der Rüttelstopfsäulen freizugeben.

Erst nach der Freigabe der Baugrubensohle und des Schotterpolsters durch den Baugrundgutachter (Verdichtungsnachweis) darf der Einbau der Sauberkeitsschicht erfolgen.

6.5 Wasserhaltung

WEA 1 – WEA 4

Für die Durchführung der Erdarbeiten ist aufgrund der überwiegend sandigen Schichten (H 2 / H 3) eine Wasserhaltung für den Fundamentaushub erforderlich. Die Wasserhaltung kann mit Drainagen oder Spülfiltern/OTO-Filtern/Brunnen und angeschlossener Vakuumanlage erfolgen.

WEA 5 – WEA 6

Für die Durchführung der Erdarbeiten bei nasser Witterung / Jahreszeit ist aufgrund der bindigen Schichten (H 4 bis H 6) eine offene Wasserhaltung als Ringdrainage mit Pumpensumpf zur Ableitung von Stau und Schichtenwasser einzuplanen. Es wird empfohlen, die Arbeiten grundsätzlich in trockener Jahreszeit durchzuführen, sodass lediglich zur Ableitung von Niederschlagswasser oberhalb des bindigen Bodens eine offene Wasserhaltung vorzuhalten ist.

Die fertigen Rüttelstopfsäulen wirken, ähnlich wie Vertikaldräns, als gute Wegsamkeit für Grund-/Stau-/Schichtenwasser, welches dadurch aufsteigen kann. Sollte Wasser durch die Rüttelstopfsäulen in der Baugrubensohle aufsteigen, kann dieses über eine Flächendrainage (Schotter oder Kiessand auf Trennvlies) und zusätzliche Dränagen in der Baugrube abgeleitet werden.

Der Zulauf von Oberflächenwasser ist zu unterbinden. Sofern sich Ackerdränagen im Fundamentbereich befinden, müssen die Dränagen außerhalb der Baugrube gekappt und um die Baugrube herum neu verlegt werden.

6.6 Fundamentüberschüttung

Zur Überschüttung des Fundamentes ist gemäß Fundamentalschalplan eine Wichte von $\gamma \geq 18 \text{ kN/m}^3$ zu gewährleisten. Unterhalb des Oberbodens steht überwiegend sandiger Baugrund (H 2 / H 3, WEA 1 – WEA 5) an, der bei einer mindestens mitteldichten Lagerungsdichte die o.g. Anforderungen einhält.

Der Einbau von bindigem Boden (H 4, WEA 6) ist zwar möglich, jedoch durch die hohe Witterungsempfindlichkeit mit zusätzlichen Maßnahmen verbunden (Witterungsschutz, ggf. Zugabe von hydraulischen Bindemitteln). Die Verdichtung des bindigen Bodens kann mittels Schafffuß-

walze bei trockener Witterung erfolgen. Bei zu hohem Wassergehalt / bzw. Steinanteil ist schluffiger Boden nicht verdichtungsfähig und kann zum Beispiel unter Zugabe von hydraulischen Bindemitteln konditioniert werden.

Alternativ ist Füllsand (SE, SI) oder Mineralgemisch zu verwenden.

6.7 Bergsenkungen / Erdfälle / Hanglagen / Sonstiges

Nach der Karte „Gefährdungspotentiale des Untergrundes Nordrhein-Westfalen“ liegen die geplanten Anlagen in einem Gebiet mit potentiellen Karstgestein. Dabei handelt es sich um Kalkstein mit unterschiedlicher Klüftigkeit, der typisch für das Münsterland ist. Ausgeprägte Karstgebiete werden nicht erwartet.

6.8 Erdbebenzone / Baugrundfaktor

Die Standorte der geplanten WEA 01 – WEA 06 liegen außerhalb der Erdbebenzonen nach DIN 4149 (Fassung 2005).

7. Kranstellflächen und Zuwegung

Eine Baugrunduntersuchung im Bereich der Kranstellflächen wurde an jeweils drei Ansatzpunkten mittels Kleinrammbohrungen und leichten/schweren Rammsondierungen durchgeführt.

Die Schichtenfolge ist im Kapitel 4.2 beschrieben.

Für die **Kranstellflächen (WEA 1 – WEA 5)** empfehlen wir folgende Bauweise:

- Abtrag des Oberbodens (H 1)
- der sandige Baugrund ist intensiv nachzuverdichten, sodass der Boden bis rd. 1 m Tiefe verdichtet wird; evtl. Wasserhaltung vorsehen, um den kapillaren Wasseraufstieg und geringe Verdichtungseffekte zu vermeiden.
Verdichtungsziel: $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$
- Verdichteter Einbau von 50 cm Mineralgemisch (Schotter 0/45 oder 0/56)
Verdichtungsziel: $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ (Verhältniswert $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,2$)
- Durch das kreuzweise Verlegen von Lastverteilungsplatten (Baggermatratzen) soll der Sohldruck begrenzt werden.

Für die **Kranstellfläche (WEA 6)** empfehlen wir folgende Bauweise:

- Abtrag des Oberbodens (H 1)
- Je nach Ausführungszeitpunkt der Erdarbeiten: Konditionierung des sandig/bindigen Bodens mit Kalk-/Zementbindemitteln zur Erhöhung der Tragfähigkeit und Stabilisierung gegenüber Witterungseinflüssen. Durch den ab rd. 1,5 – 2,5 m folgenden Übergangshorizont zum Kreidefestgestein ist mit Steinen bei einer Verfestigung durch hydraulische Bindemittel zu rechnen.
- Verdichteter Einbau von 50 cm Mineralgemisch (Schotter 0/45 oder 0/56) auf einem Kompiprodukt aus Trennvlies und Geogitter. Umfang und Aufbau können im Rahmen eines Testfeldes im Vorfeld geprüft werden.
- Verdichtungsziel: $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ (Verhältniswert $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,2 \dots 2,3$)
(Anforderungen des Anlagenherstellers können abweichen)
- Durch das kreuzweise Verlegen von Lastverteilungsplatten (Baggermatratzen) soll der Sohldruck begrenzt werden. Eine Setzungs-/Grundbruchberechnung für die Aufstellung des Krans kann nach Vorlage der Lastangaben für den jeweiligen Krantyp erfolgen. Hierfür benötigen wir außerdem den geplanten/tatsächlichen Aufbau der Kranstellfläche.

Selbstverständlich sind auch andere Aufbauweisen in Abstimmung mit uns möglich. Diese können zum Beispiel durch Testfeld im Vorfeld ermittelt und festgelegt werden. Maßgeblich ist hier z.B. die Art des zu verwendenden Schotters, die Witterungsverhältnisse/Jahreszeit und die mit dem geplanten Aufbau tatsächlich erreichbaren Verdichtungszielwerte.

Für die **Zuwegungen** empfehlen wir eine ähnliche Bauweise wie für die Kranstellfläche. Hier kann die Schotterstärke z.B. auf 30 cm reduziert werden. Die bodenverbessernden Maßnahmen wie z.B. die hydraulische Verfestigung sind analog zur Kranstellfläche nach der Gebrauchstauglichkeit und Konsistenz des bindigen Bodens unterhalb des Oberbodens zu wählen.

8. Zusammenfassung

Der Baugrund besteht unterhalb des Oberbodens (H 1) an den Standorten der WEA 1 - WEA 2 aus überwiegend sandigem Boden mit lockerer bis mitteldichter Lagerungsdichte (bis ca. 2,0...4,0 m), der die Anforderungen gemäß Statik (insbesondere dynamische Wechselbelastung) nicht einhält. Darunter steigt die Lagerungsdichte langsam auf mitteldicht (= tragfähig) und darunter dann homogen auf mitteldicht bis dicht. Unter Einbezug der Einbindetiefe des Fundaments (= -1,633 m unter Geländeoberkante + 10 cm Sauberkeitsschicht) erscheinen ein Bodenaustausch oder das RSV-Verfahren möglich.

An den Standorten der WEA 3 und WEA 4 wurde unterhalb des Oberbodens aufgeweichter bindiger Boden bis rd. 6 – 7 m Tiefe nachgewiesen.

Der Baugrund muss aufgrund einer nicht ausreichend hohen Konsistenz bzgl. der Baugrundanforderungen unterhalb der Fundamentunterkante für eine Flachgründung durch eine Baugrundverbesserung, z.B. durch eine tiefgründige Rüttelstopfverdichtung verbessert werden. Durch diese Maßnahmen werden die Baugrundanforderungen für eine Flachgründung mit einem Fundament mit Auftrieb erfüllt. Ein Bodenaustausch bis zum ausreichend tragfähigen Boden und den damit verbundenen Sicherungsmaßnahmen ist aus gutachterlicher Sicht nicht wirtschaftlich.

An den Standorten de WEA 5 und WEA 6 wurde unterhalb der des Oberbodens (H 1) aufgeweichter bindiger Boden bis rd. 2,4 – 3,5 m Tiefe nachgewiesen, der die Anforderungen gemäß Statik (insbesondere dynamische Wechselbelastung) nicht einhält. Darunter steigt die Konsistenz langsam auf halbfest (= tragfähig) und darunter dann homogen auf fest an. Unter Einbezug der Einbindetiefe des Fundaments (= -1,633 m unter Geländeoberkante + 10 cm Sauberkeitsschicht) erscheinen ein Bodenaustausch oder das RSV-Verfahren möglich.

Grund-/Stauwasser wurde zum Untersuchungszeitpunkt (= mittleres Grundwasserniveau) rd. 0,7 – 1,1 m unter Flur festgestellt. Generell muss mit zeitweiliger Stauwasserbildung durch Oberflächenwasser bis zur Geländeoberkante (= Bemessungswasserstand) gerechnet werden, so dass bei Erdeinbindung ein auftriebssicheres Fundament gewählt werden muss.

9. Schlussbemerkung

Der Bericht wurde auf der Grundlage der zur Verfügung gestellten Unterlagen und den im Zuge der Aufschlussarbeiten gewonnenen Daten erstellt. Der dargestellte Schichtenverlauf wurde durch Interpolation zwischen den stichpunktartigen Bohrungen/Drucksondierungen ermittelt. Abweichungen vom beschriebenen Bodenaufbau können daher generell nicht vollkommen ausgeschlossen werden. Bei Unsicherheiten ist der Baugrundgutachter hinzuzuziehen. Für Baufeldabnahmen / -kontrollen stehen wir nach Absprache zur Verfügung.

Ergänzende Auswertungen und Angaben, z.B. zu Erdarbeiten, Wasserhaltung oder Gründung können als Ergänzung bzw. neue Revision erfolgen. Bei Unsicherheiten ist der Baugrundgutachter hinzuzuziehen. Für Baufeldabnahmen / -kontrollen stehen wir nach Absprache zur Verfügung.

Bei Änderungen in den geotechnisch relevanten Unterlagen zur Gründung ist der Bodengutachter zu einer Prüfung der Gründungsempfehlung aufzufordern. Insbesondere vor Baubeginn sollte eine Prüfung und Abgleich der Unterlagen stattfinden, da Revisionen der Herstellerunterlagen aufgrund der zeitlichen Abfolge der Planungs- und Genehmigungsphase die Regel sind und zu Änderungen in der Gründungsempfehlung, den Empfehlungen zum Erdbau und damit verbundenen Arbeiten führen können.



(M.Sc. Geow. K. Nieland)



(M.Sc. angew. Geow. S. Schmor)

Verteiler:

- BBWind Projektberatungsgesellschaft mbH, Schorlemerstraße 12 – 14 in 48443 Münster
Benjamin.rotherm@bbwind.de (pdf)
Nina.Hellmann@bbwind.de (pdf)
- eigene Akte



Proj. Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
 Heek-Anthornshook in 48619 Heek
 - Baugrunduntersuchung -

Übersichtslageplan zur Baugrunduntersuchung

Maßstab:	gez.:	z. Ber. / Schr. v.	Proj.-Nr.	Anl.-Nr.
1:25.000	Ra	03.04.2023	222 645	A/1



0 500 1.000 m

DR. SCHLEICHER
 & PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau
 Düppelstr. 5

49808 Lingen
 An der Marienschule 46



**Proj. Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -**

Umgebungslageplan zur Baugrunduntersuchung

Maßstab:	gez.:	z. Ber. / Schr. v.	Proj.-Nr.	Anl.-Nr.
1:15.000	Ra	03.04.2023	222 645	A/2

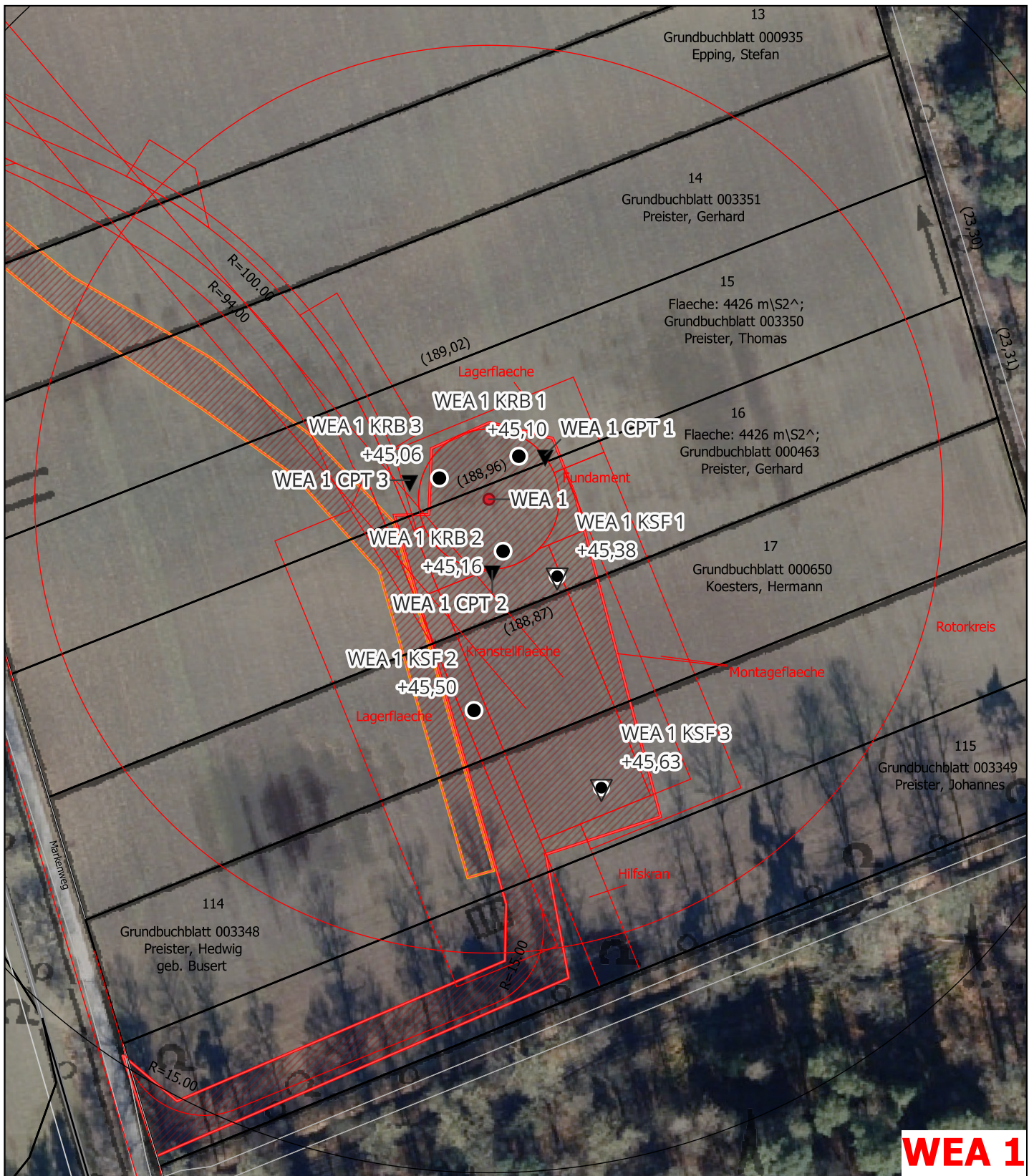


0 250 500 m

**DR. SCHLEICHER
& PARTNER**
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

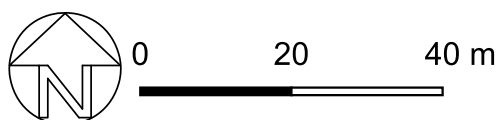
48599 Gronau
Düppelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



Legende

- Kleinrammbohrung (KRB)
- ▽ Rammsondierung (RS)
- ▼ Drucksondierung (CPT)
- WEA Fundamentmittelpunkt



Proj. Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Lageplan zur Baugrunduntersuchung
mit Geländehöhen in mNN

Maßstab:	gez.:	z. Ber. / Schr. v.	Proj.-Nr.	Anl.-Nr.
1:1.000	Ra	03.04.2023	222 645	A/3

DR. SCHLEICHER
& PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau
Düppelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46





WEA 2

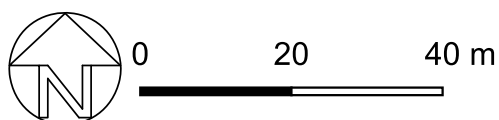
Legende

- Kleinrammbohrung (KRB)
- ▽ Rammsondierung (RS)
- ▼ Drucksondierung (CPT)
- WEA Fundamentmittelpunkt

Proj. Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Lageplan zur Baugrunduntersuchung
mit Geländehöhen in mNN

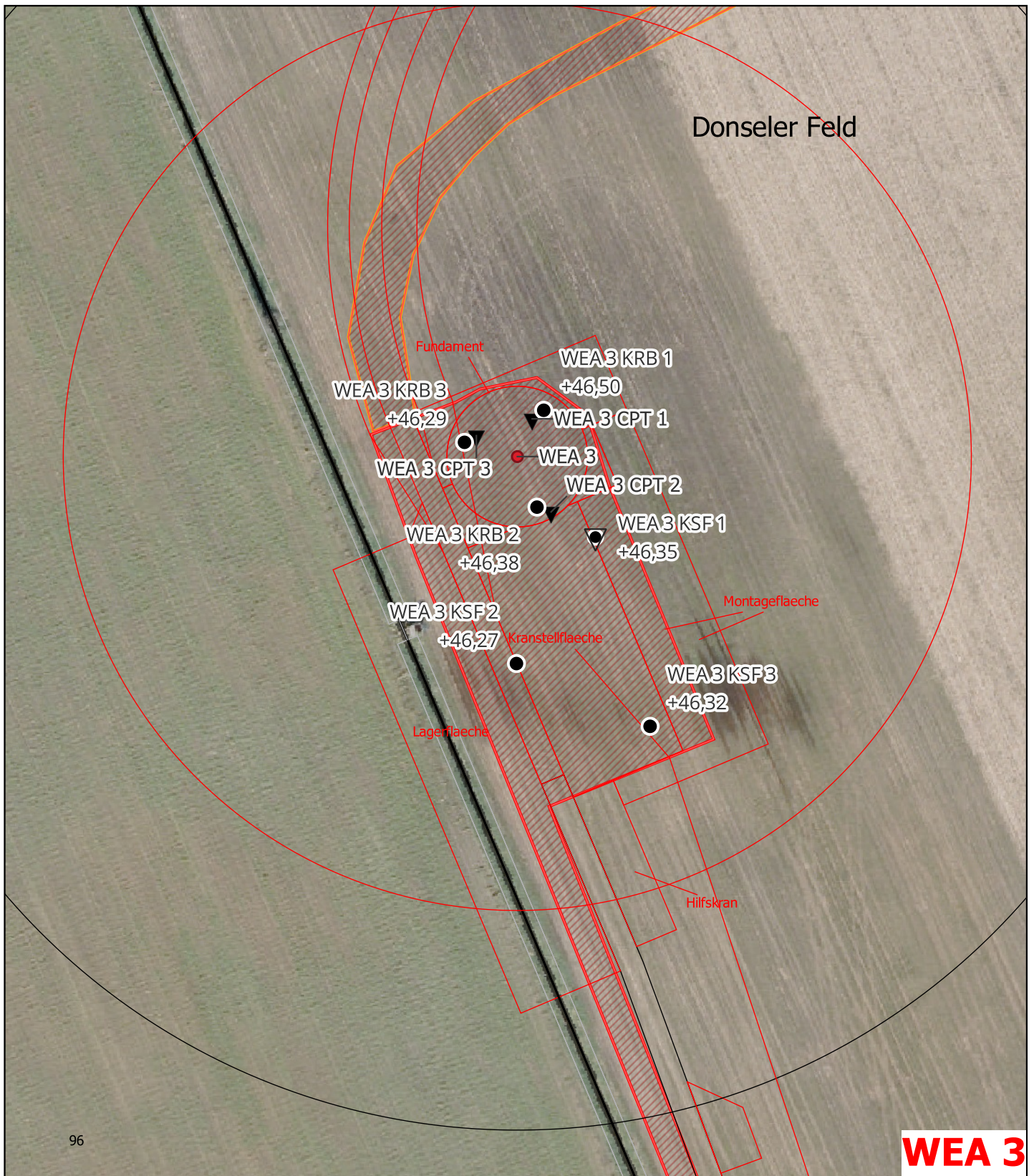
Maßstab:	gez.:	z. Ber. / Schr. v.	Proj.-Nr.	Anl.-Nr.
1:1.000	Ra	03.04.2023	222 645	A/4



DR. SCHLEICHER
& PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau
Düppelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46

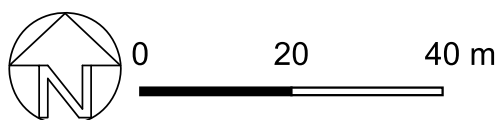


96

WEA 3

Legende

- Kleinrammbohrung (KRB)
- ▽ Rammsondierung (RS)
- ▼ Drucksondierung (CPT)
- WEA Fundamentmittelpunkt



Proj. Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Lageplan zur Baugrunduntersuchung
mit Geländehöhen in mNN

Maßstab:	gez.:	z. Ber. / Schr. v.	Proj.-Nr.	Anl.-Nr.
1:1.000	Ra	03.04.2023	222 645	A/5



DR. SCHLEICHER
& PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

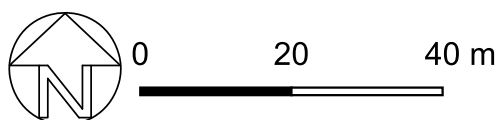
48599 Gronau
Düppelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



Legende

- Kleinrammbohrung (KRB)
- ▽ Rammsondierung (RS)
- ▼ Drucksondierung (CPT)
- WEA Fundamentmittelpunkt



Proj. Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Lageplan zur Baugrunduntersuchung
mit Geländehöhen in mNN

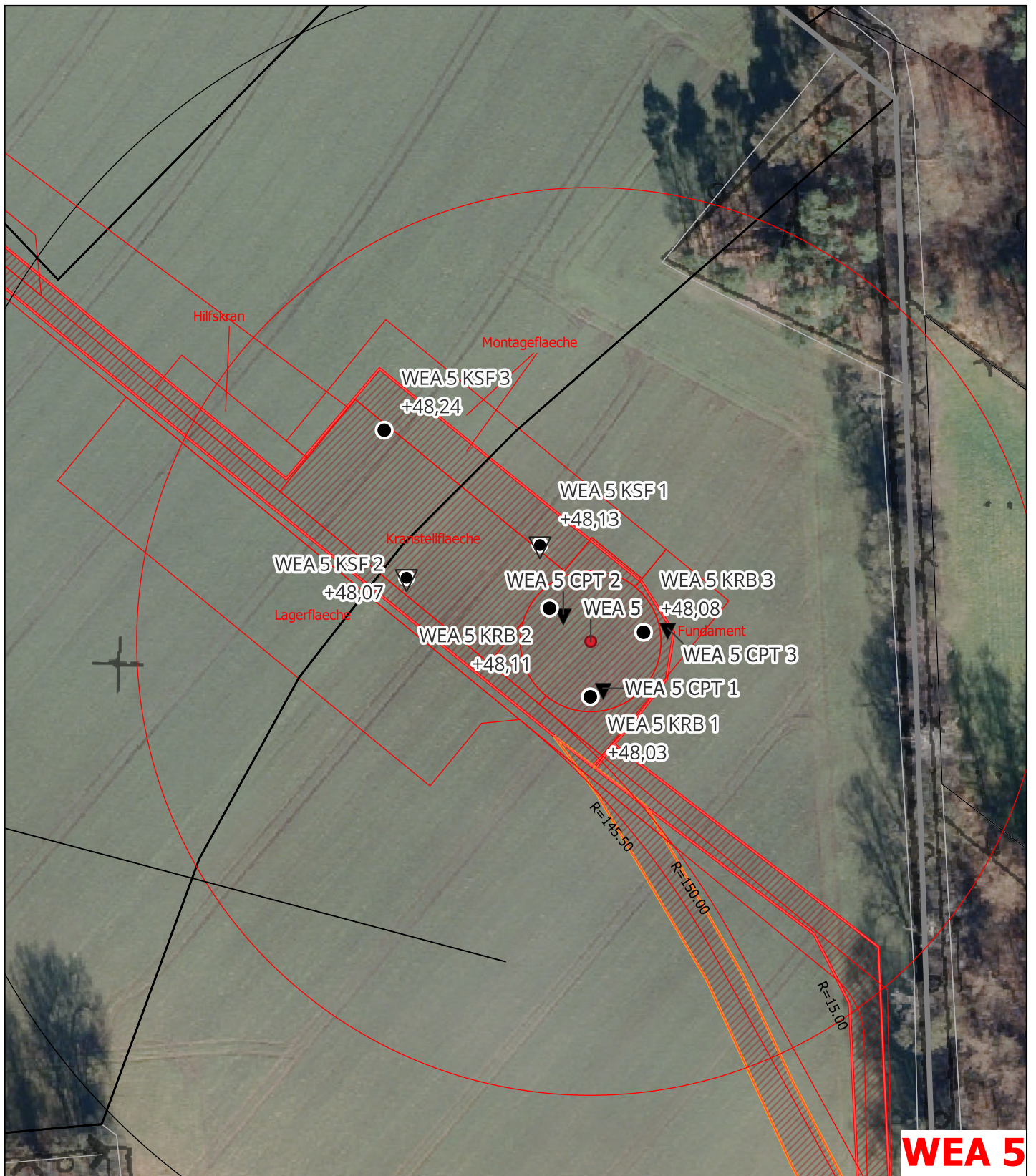
Maßstab:	gez.:	z. Ber. / Schr. v.	Proj.-Nr.	Anl.-Nr.
1:1.000	Ra	03.04.2023	222 645	A/6



DR. SCHLEICHER
& PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau
Düppelstr. 5

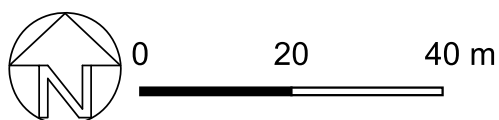
49808 Lingen
An der Marienschule 46



WEA 5

Legende

- Kleinrammbohrung (KRB)
- ▽ Rammsondierung (RS)
- ▼ Drucksondierung (CPT)
- WEA Fundamentmittelpunkt



Proj. Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Lageplan zur Baugrunduntersuchung
mit Geländehöhen in mNN

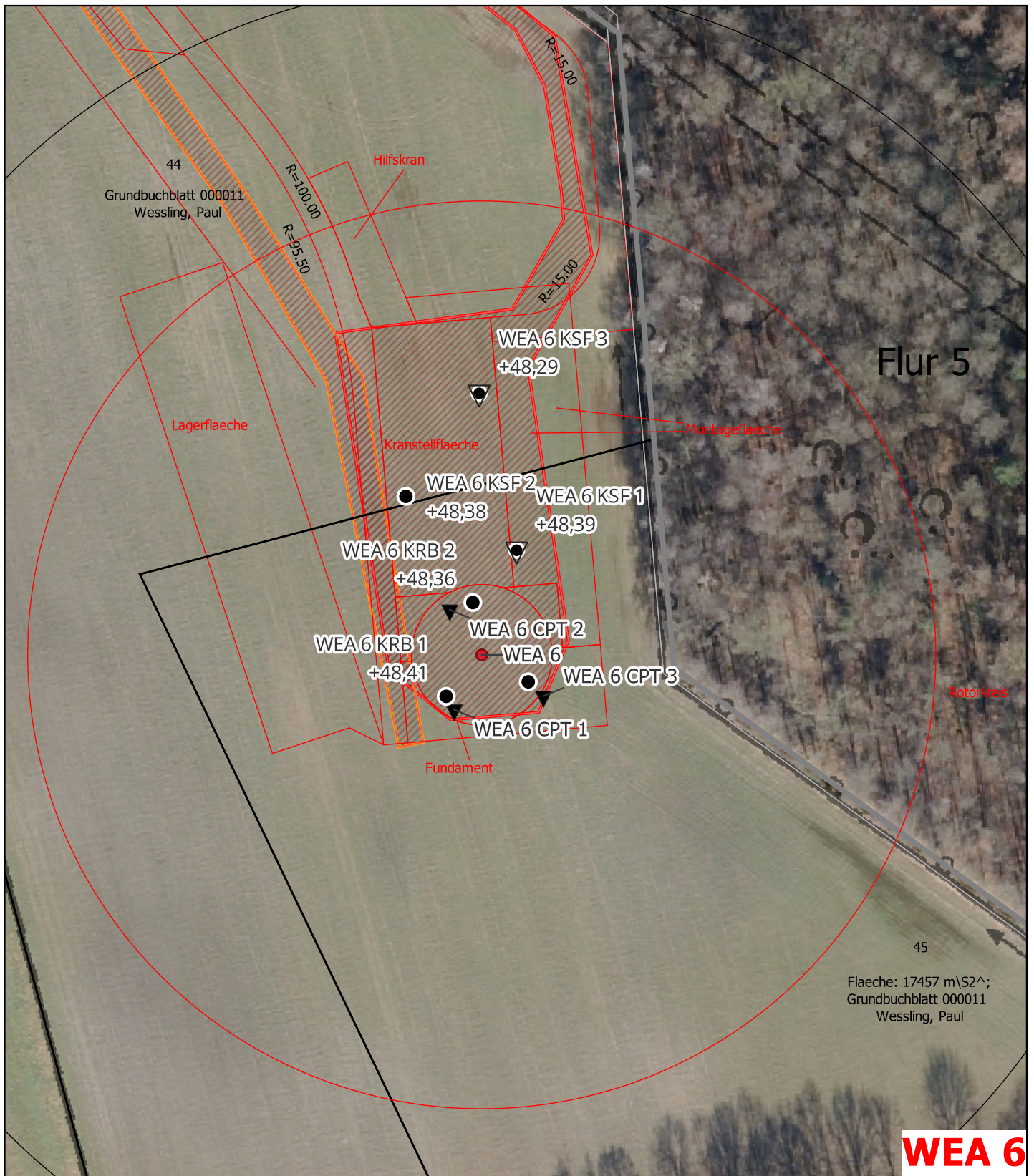
Maßstab:	gez.:	z. Ber. / Schr. v.	Proj.-Nr.	Anl.-Nr.
1:1.000	Ra	03.04.2023	222 645	A/7



DR. SCHLEICHER
& PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

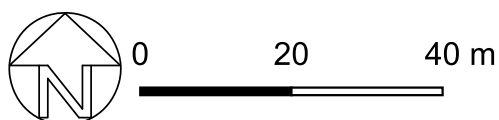
48599 Gronau
Düppelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



Legende

- Kleinrammbohrung (KRB)
- ▽ Rammsondierung (RS)
- ▼ Drucksondierung (CPT)
- WEA Fundamentmittelpunkt



Proj. Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Lageplan zur Baugrunduntersuchung
mit Geländehöhen in mNN

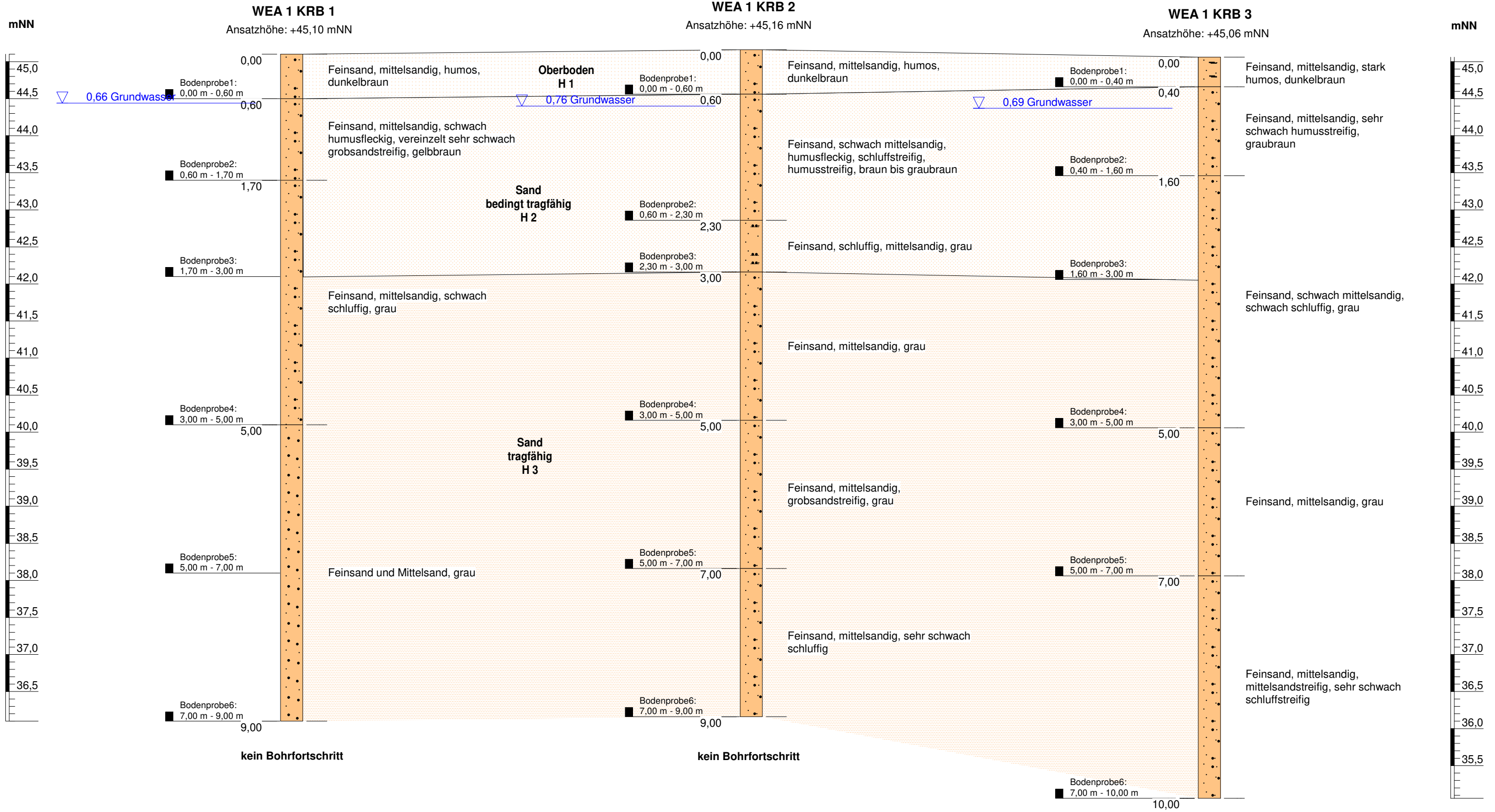
Maßstab:	gez.:	z. Ber. / Schr. v.	Proj.-Nr.	Anl.-Nr.
1:1.000	Ra	03.04.2023	222 645	A/8

DR. SCHLEICHER
& PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau
Düppelstr. 5

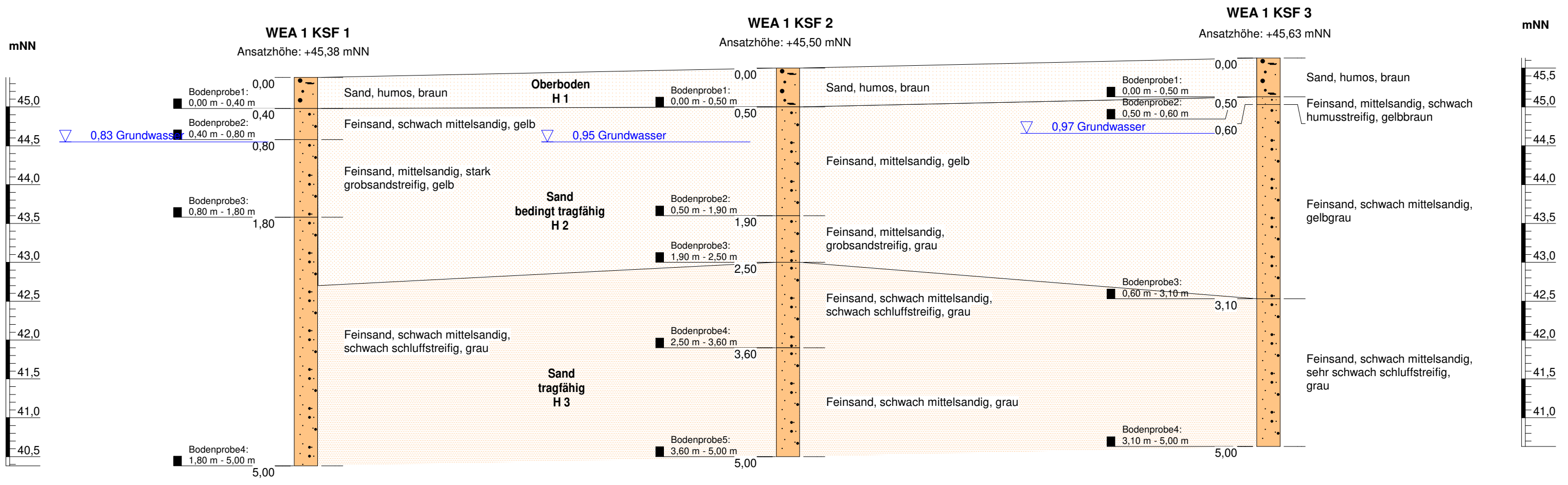
49808 Lingen
An der Marienschule 46





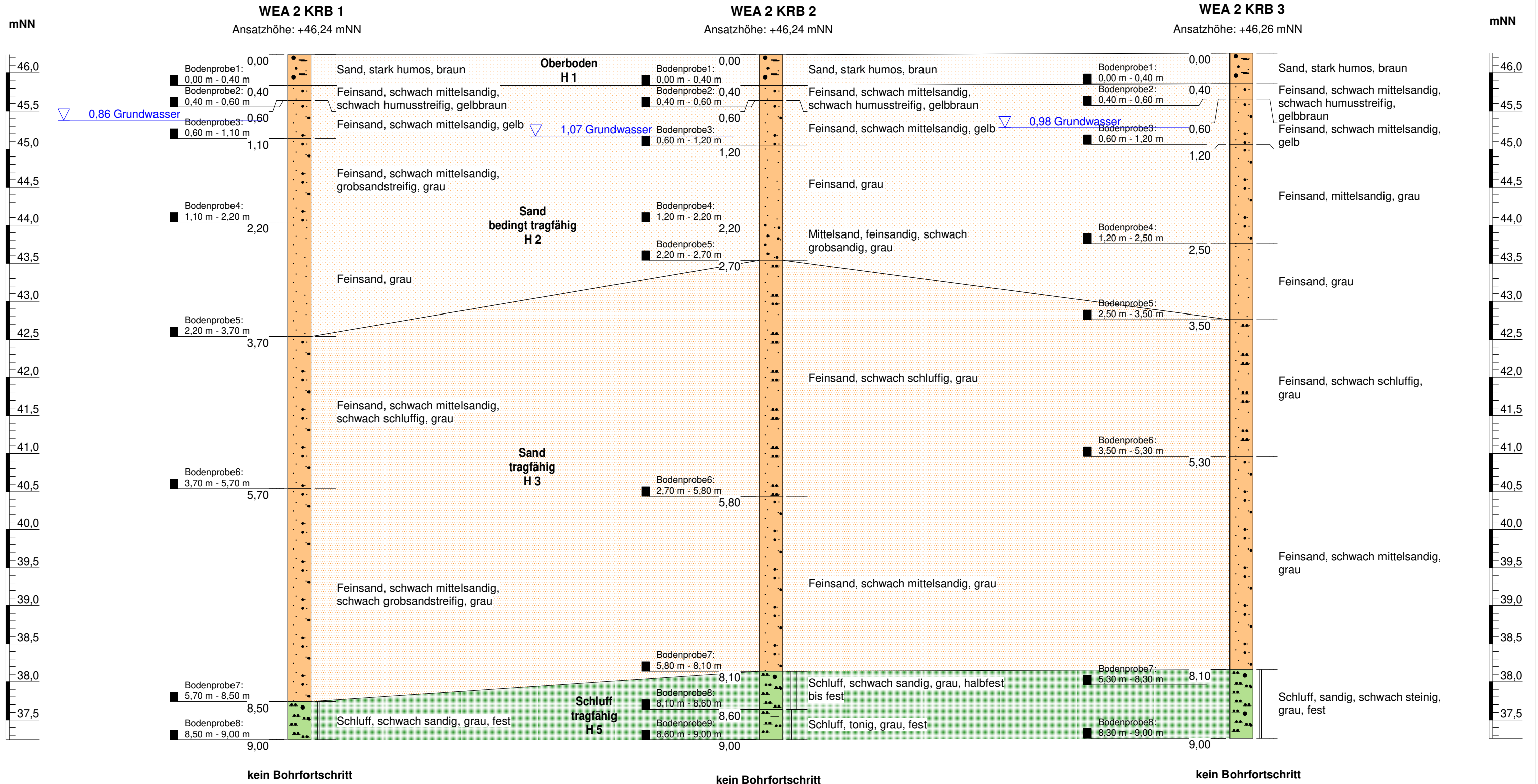
Schichtenschnitt I			
Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek			
- Baugrunduntersuchung -			
ausgeführt:	04. KW 2023	Vertikalmaßstab: 1 : 50	Bearbeiter: Projekt-Nr.: 222 645
Bericht vom:	03.04.2023		Ra Anlage - Nr.: B/1
DR. SCHLEICHER & PARTNER INGENIEURGESELLSCHAFT MBH		48599 Gronau Düppelstraße 5	49808 Lingen An der Marienschule 46





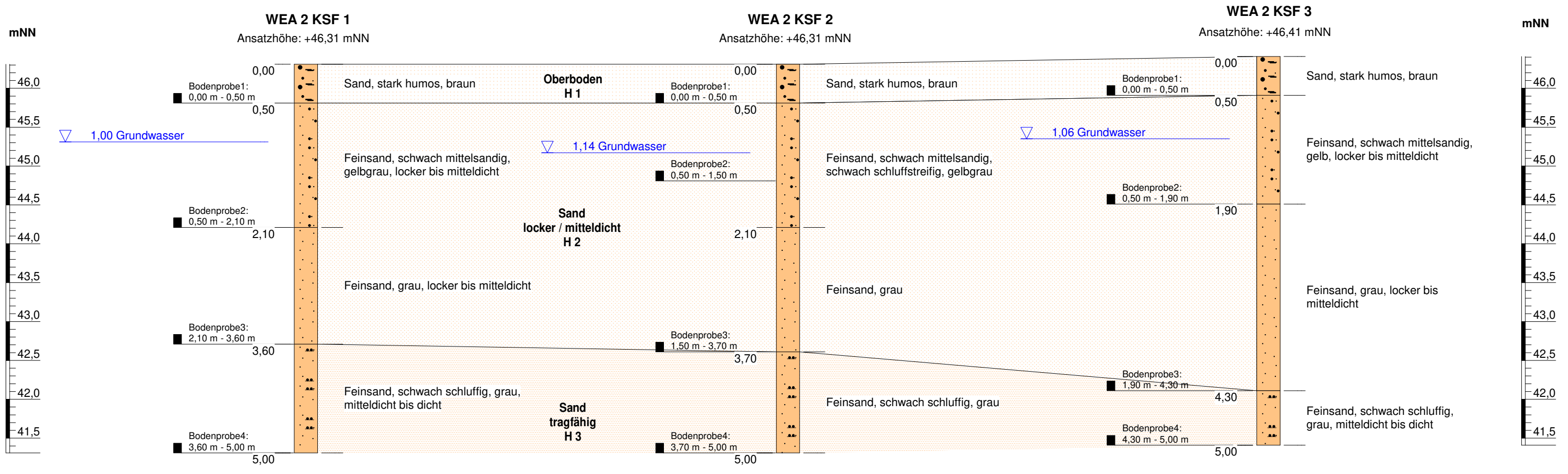
Schichtenschnitt II			
Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek			
- Baugrunduntersuchung -			
ausgeführt:	04. KW 2023	Vertikalmaßstab: 1 : 50	Bearbeiter: Projekt-Nr.: 222 645
Bericht vom:	03.04.2023		Ra Anlage - Nr.: B/2
DR. SCHLEICHER & PARTNER INGENIEURGESELLSCHAFT MBH		48599 Gronau Düppelstraße 5	49808 Lingen An der Marienschule 46





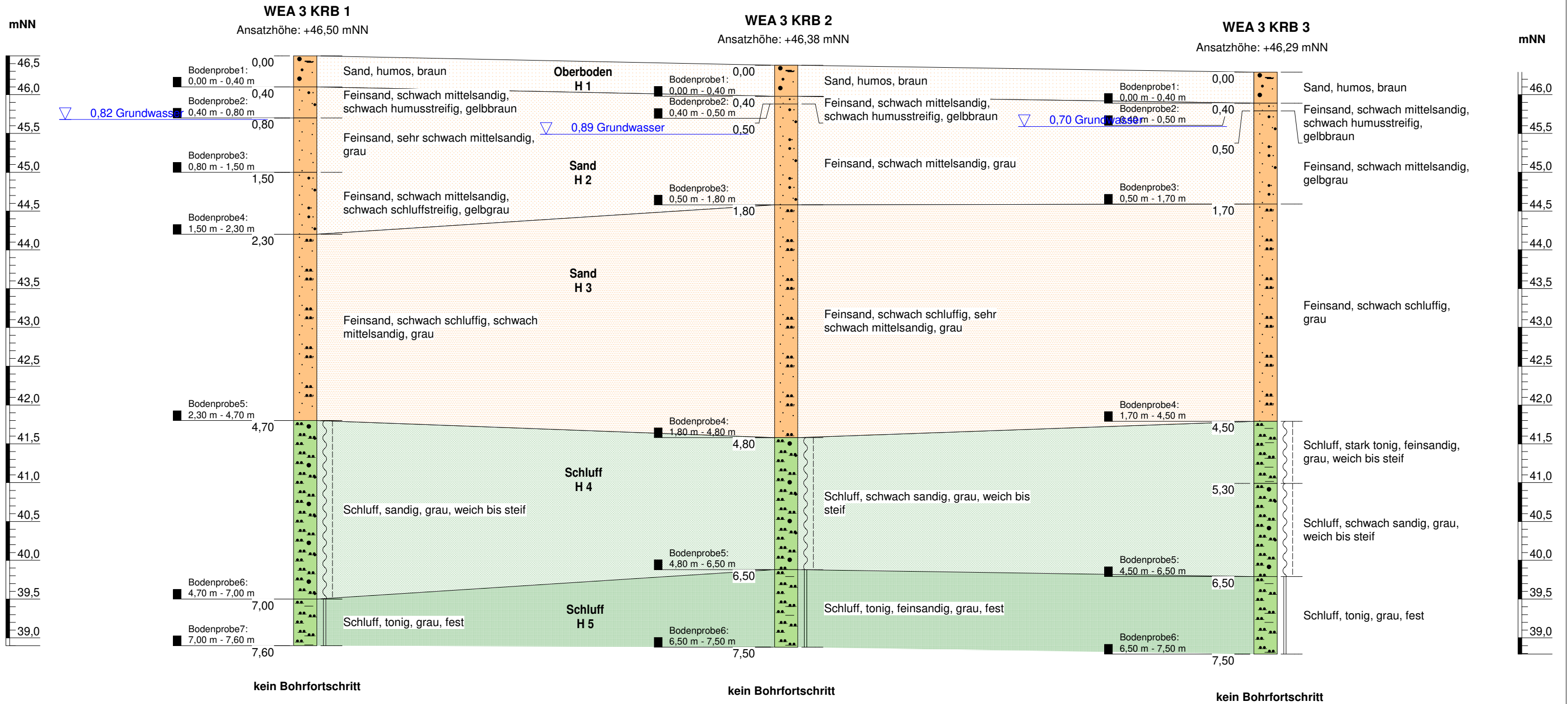
Schichtenschnitt III			
Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek - Baugrunduntersuchung -			
ausgeführt: 07. KW 2023	Vertikalmaßstab: 1 : 50	Bearbeiter: Ra	Projekt-Nr.: 222 645
Bericht vom: 03.04.2023			Anlage - Nr.: B/3
DR. SCHLEICHER & PARTNER INGENIEURGESELLSCHAFT MBH		48599 Gronau Düppelstraße 5	49808 Lingen An der Marienschule 46





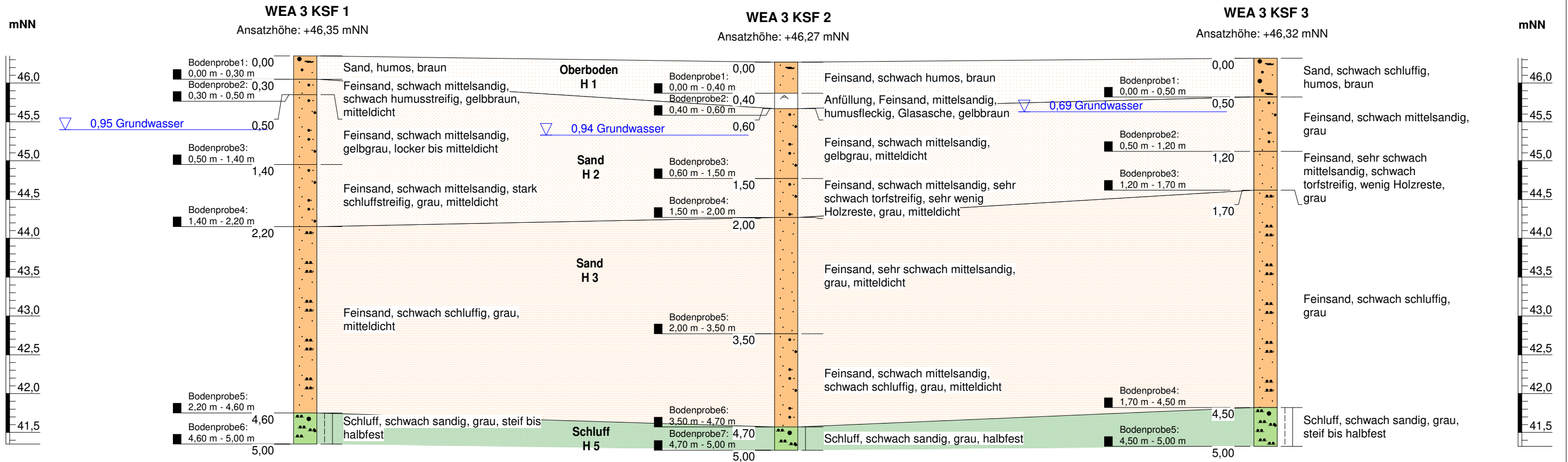
Schichtenschnitt IV			
Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek			
- Baugrunduntersuchung -			
ausgeführt:	07. KW 2023	Vertikalmaßstab: 1 : 50	Bearbeiter: Projekt-Nr.: 222 645
Bericht vom:	03.04.2023		Ra Anlage - Nr.: B/4
DR. SCHLEICHER & PARTNER INGENIEURGESELLSCHAFT MBH		48599 Gronau Düppelstraße 5	49808 Lingen An der Marienschule 46





Schichtenschnitt V			
Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek - Baugrunduntersuchung -			
ausgeführt: 07. KW 2023	Vertikalmaßstab: 1 : 50	Bearbeiter: Ra	Projekt-Nr.: 222 645
Bericht vom: 03.04.2023			Anlage - Nr.: B/5
DR. SCHLEICHER & PARTNER INGENIEURGESELLSCHAFT MBH		48599 Gronau Düppelstraße 5	49808 Lingen An der Marienschule 46





Schichtenschnitt VI

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

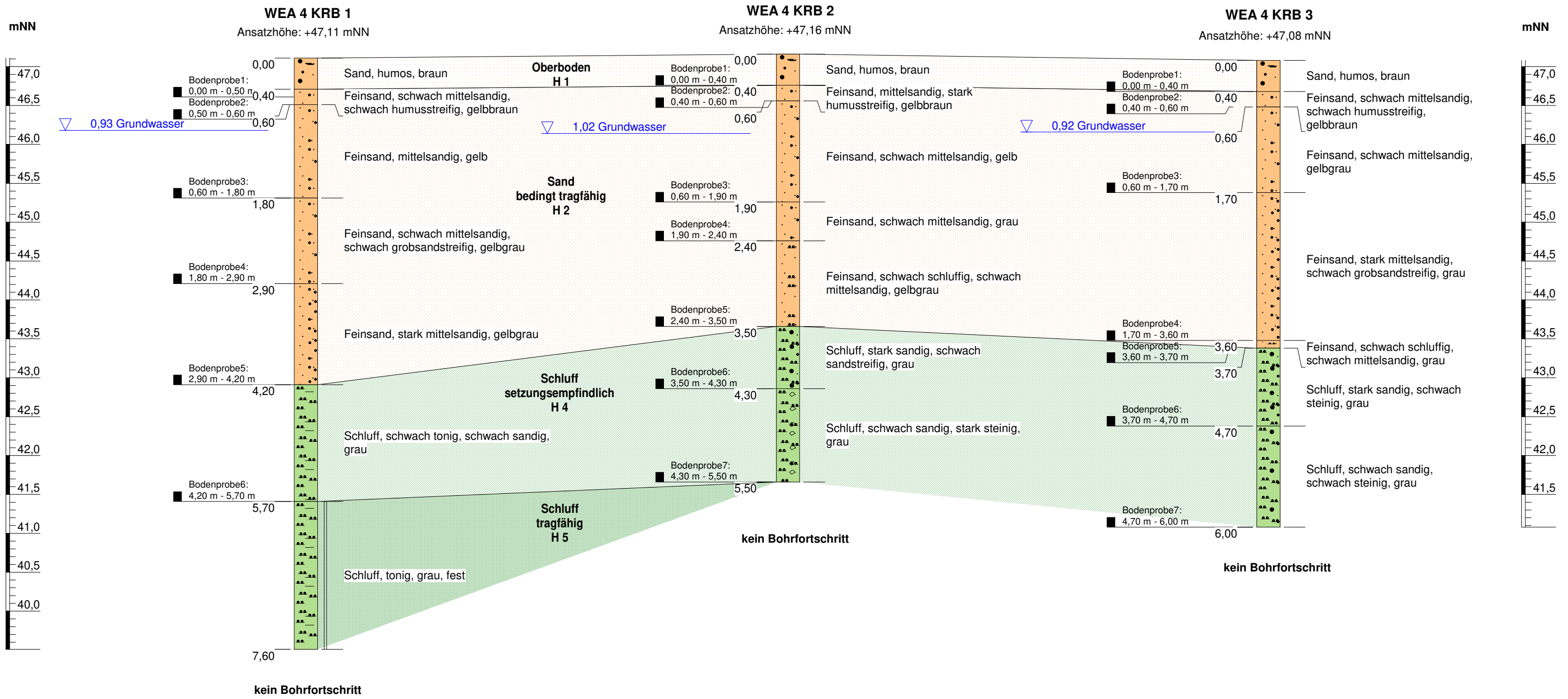
ausgeführt: 07. KW 2023	Vertikalmaßstab: 1 : 50	Bearbeiter: Ra	Projekt-Nr.: 222 645
Bericht vom: 03.04.2023			Anlage - Nr.: B/6

DR. SCHLEICHER & PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau
Düppelstraße 5

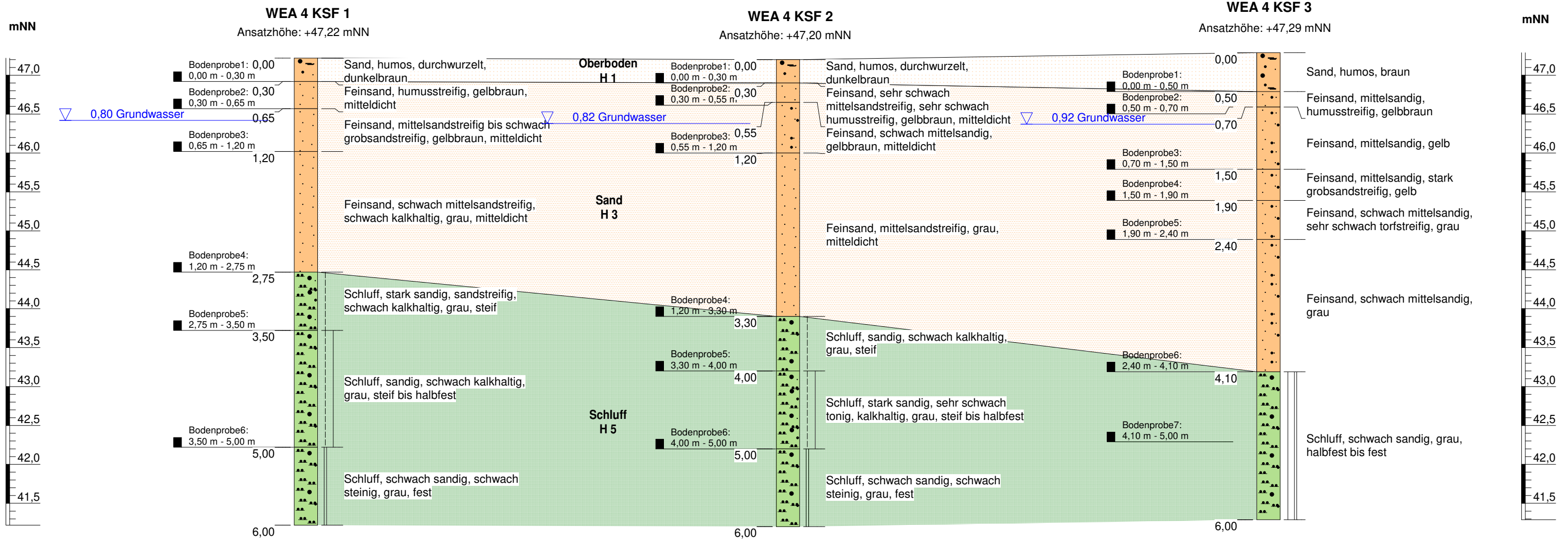
49808 Lingen
An der Marienschule 46





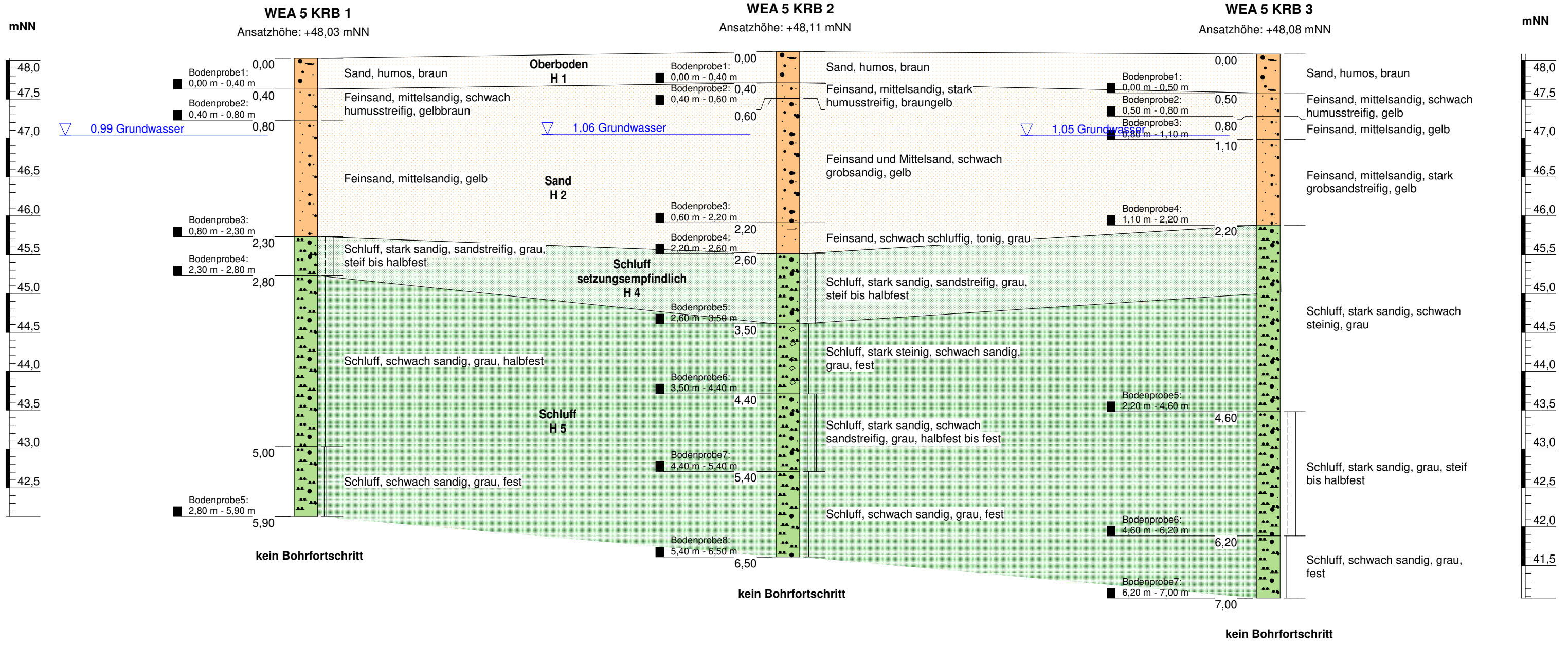
Schichtenschnitt VII			
Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek - Baugrunduntersuchung -			
ausgeführt: 07. KW 2023	Vertikalmaßstab: 1 : 50	Bearbeiter: Ra	Projekt-Nr.: 222 645
Bericht vom: 03.04.2023			Anlage - Nr.: B/7
DR. SCHLEICHER & PARTNER INGENIEURGESELLSCHAFT MBH		48599 Gronau Düppelstraße 5	49808 Lingen An der Marienschule 46





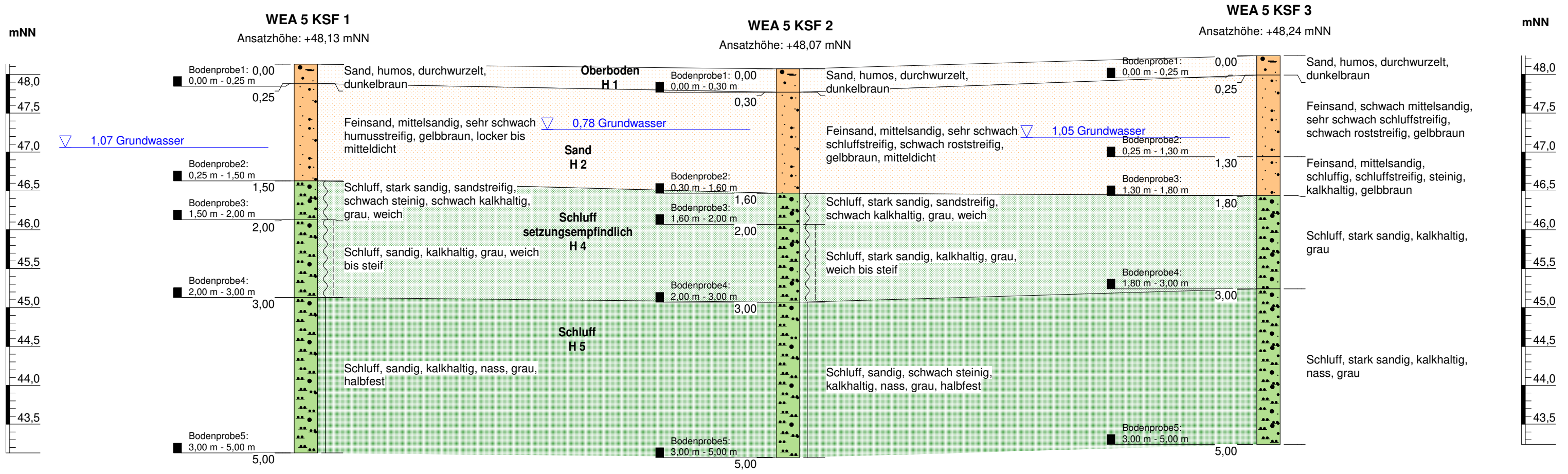
Schichtenschnitt VIII			
Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek			
- Baugrunduntersuchung -			
ausgeführt:	07. KW 2023	Vertikalmaßstab:	1 : 50
Bericht vom:	03.04.2023	Bearbeiter:	Ra
		Projekt-Nr.:	222 645
		Anlage - Nr.:	B/8
DR. SCHLEICHER & PARTNER INGENIEURGESELLSCHAFT MBH		48599 Gronau Düppelstraße 5	49808 Lingen An der Marienschule 46





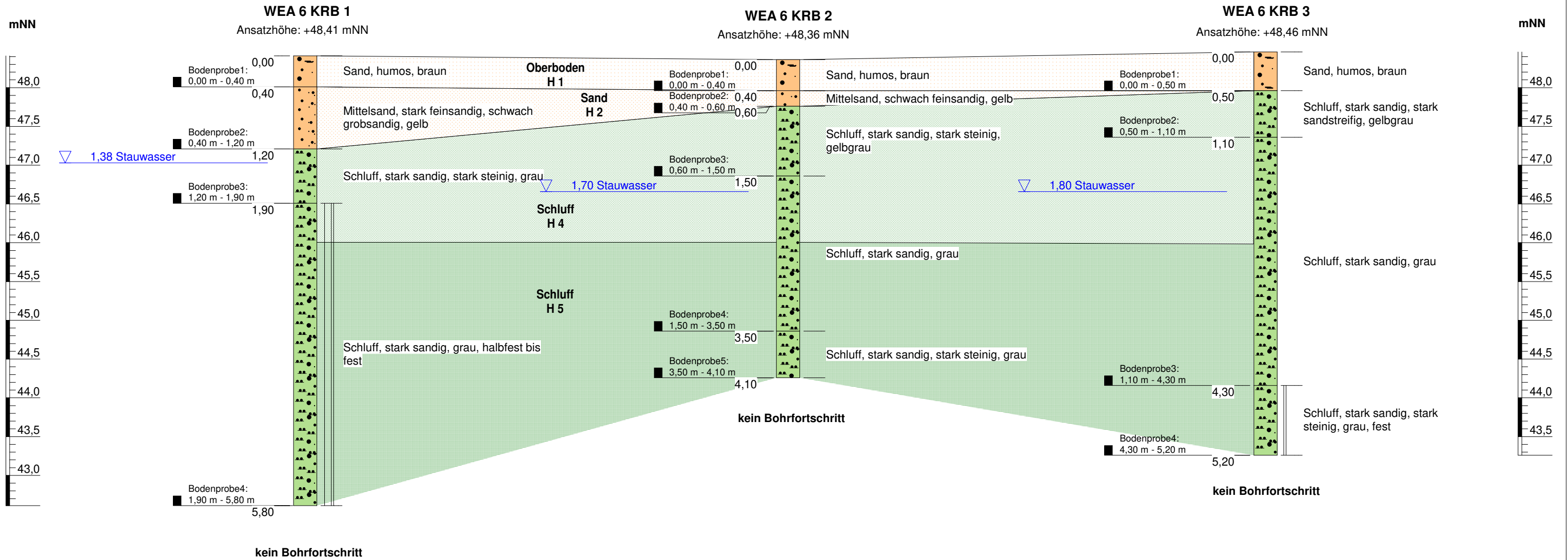
Schichtenschnitt IX			
Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek			
- Baugrunduntersuchung -			
ausgeführt: 07. KW 2023	Vertikalmaßstab: 1 : 50	Bearbeiter: Ra	Projekt-Nr.: 222 645
Bericht vom: 03.04.2023			Anlage - Nr.: B/9
DR. SCHLEICHER & PARTNER INGENIEURGESELLSCHAFT MBH		48599 Gronau Düppelstraße 5	49808 Lingen An der Marienschule 46





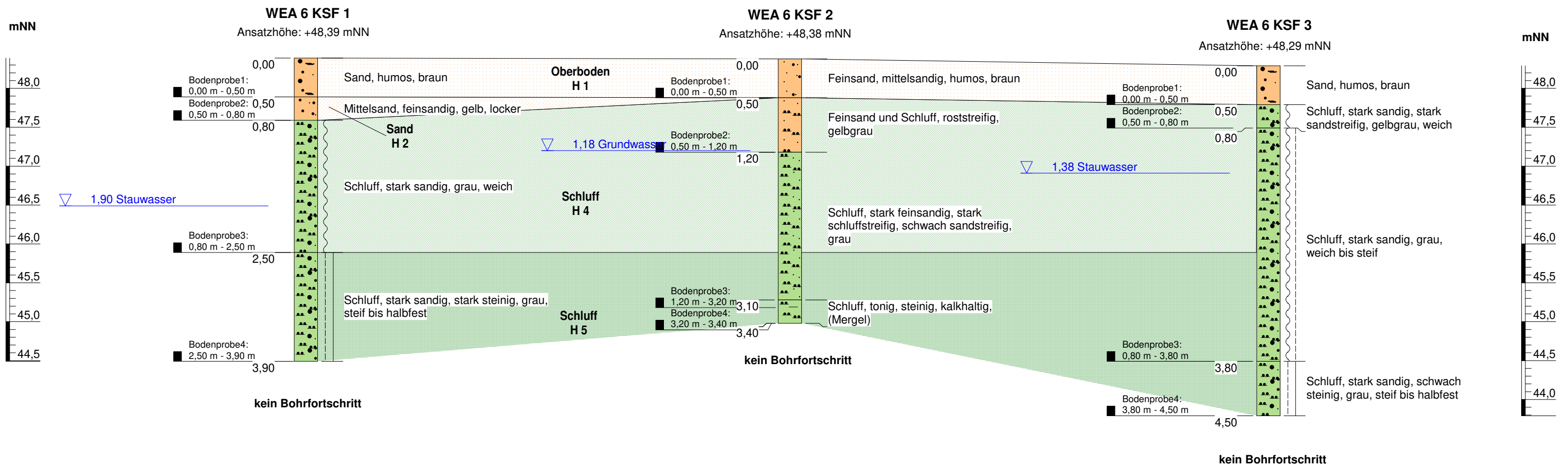
Schichtenschnitt X			
Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek			
- Baugrunduntersuchung -			
ausgeführt:	07. KW 2023	Vertikalmaßstab:	1 : 50
Bericht vom:	03.04.2023	Bearbeiter:	Projekt-Nr.: 222 645
		Ra	Anlage - Nr.: B/10
DR. SCHLEICHER & PARTNER INGENIEURGESELLSCHAFT MBH		48599 Gronau Düppelstraße 5	49808 Lingen An der Marienschule 46





Schichtenschnitt XI			
Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek - Baugrunduntersuchung -			
ausgeführt:	07. KW 2023	Vertikalmaßstab: 1 : 50	Bearbeiter: Projekt-Nr.: 222 645
Bericht vom:	03.04.2023		Ra Anlage - Nr.: B/11
DR. SCHLEICHER & PARTNER <small>INGENIEURGESELLSCHAFT MBH</small>		48599 Gronau Düppelstraße 5	49808 Lingen An der Marienschule 46

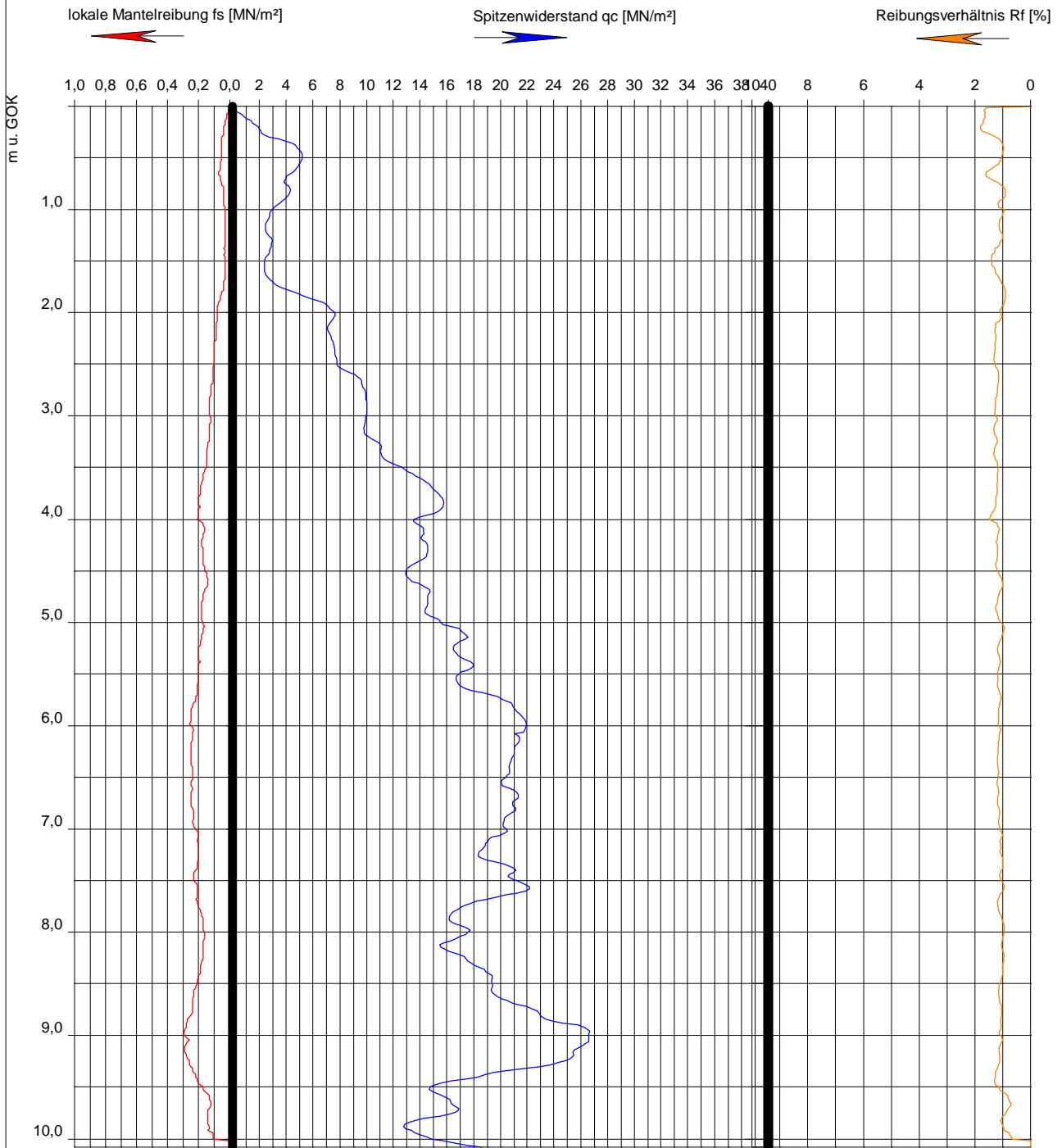




Schichtenschnitt XII			
Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek			
- Baugrunduntersuchung -			
ausgeführt:	04. KW 2023	Vertikalmaßstab:	1 : 50
Bericht vom:	03.04.2023	Bearbeiter:	Ra
		Projekt-Nr.:	222 645
		Anlage - Nr.:	B/12
DR. SCHLEICHER & PARTNER <small>INGENIEURGESELLSCHAFT MBH</small>		48599 Gronau Düppelstraße 5	49808 Lingen An der Marienschule 46



**WEA 1 CPT 1
GOK**



Höhenmaßstab: 1:60

Drucksondierung WEA 1 CPT 1

**Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -**

Projekt-Nr.: 222 645 | Bericht vom: 03.04.2023 | ausgeführt: 04. KW 2023 | Bearb.: Ra | Anlage-Nr.: C/1

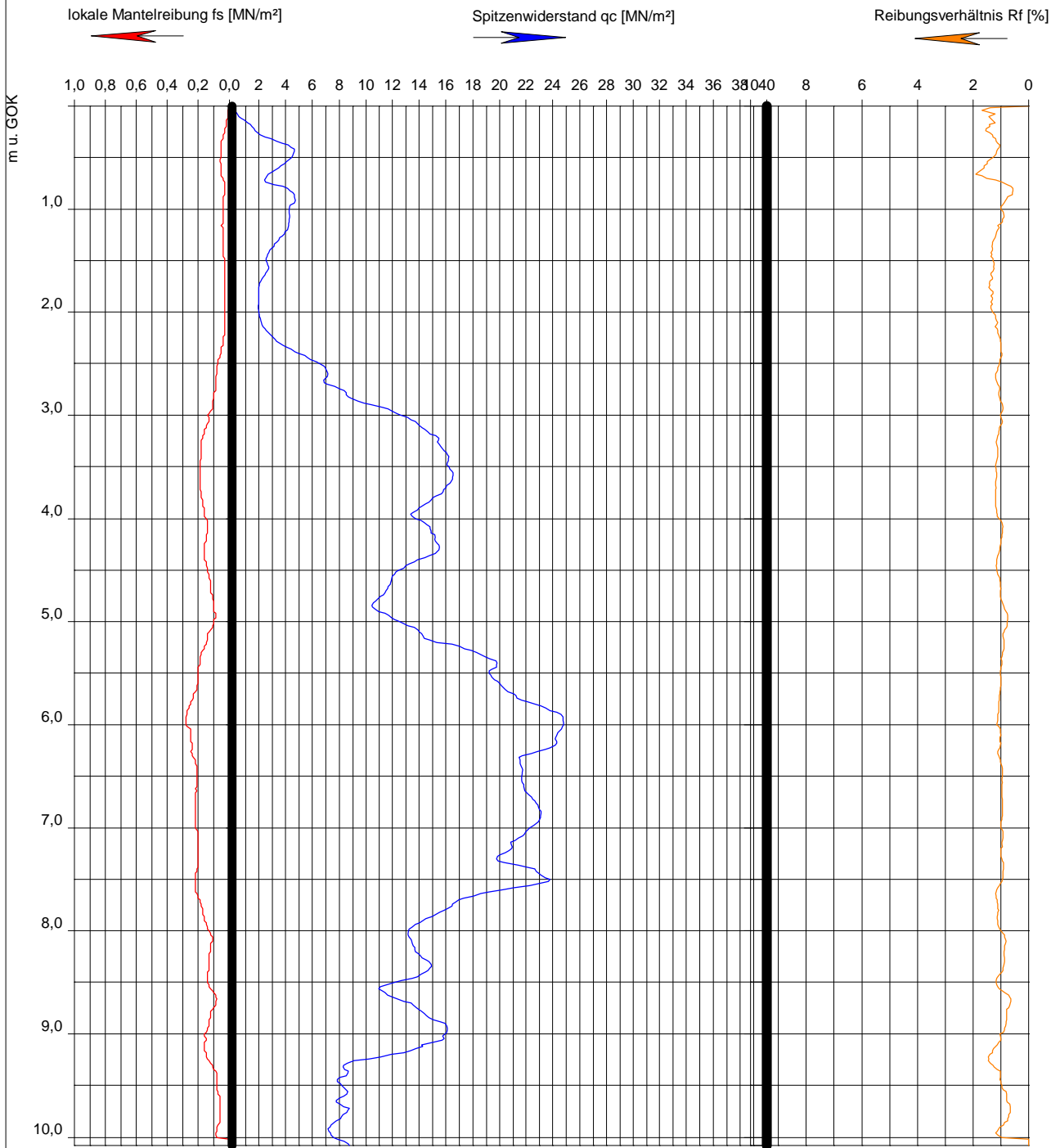
**Dr. Schleicher & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH**

48599 Gronau
Düppelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



**WEA 1 CPT 2
GOK**



Höhenmaßstab: 1:60

Drucksondierung WEA 1 CPT 2

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 222 645 | Bericht vom: 03.04.2023 | ausgeführt: 04. KW 2023 | Bearb.: Ra | Anlage-Nr.: C/2

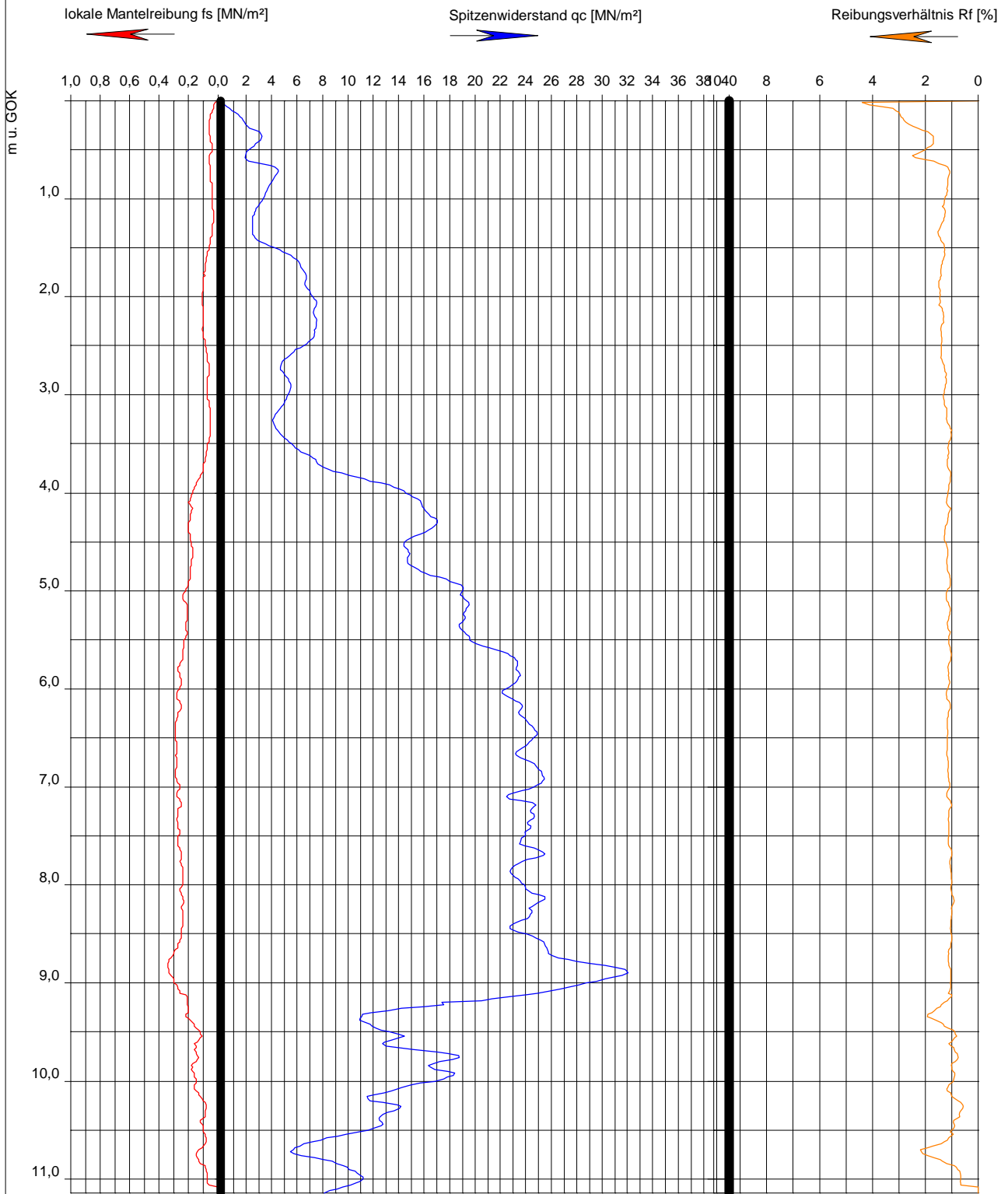
**Dr. Schleicher & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH**

48599 Gronau
Düppelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



**WEA 1 CPT 3
GOK**



Höhenmaßstab: 1:60

Drucksondierung WEA 1 CPT 3

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 222 645 | Bericht vom: 03.04.2023 | ausgeführt: 04. KW 2023 | Bearb.: Ra | Anlage-Nr.: C/3

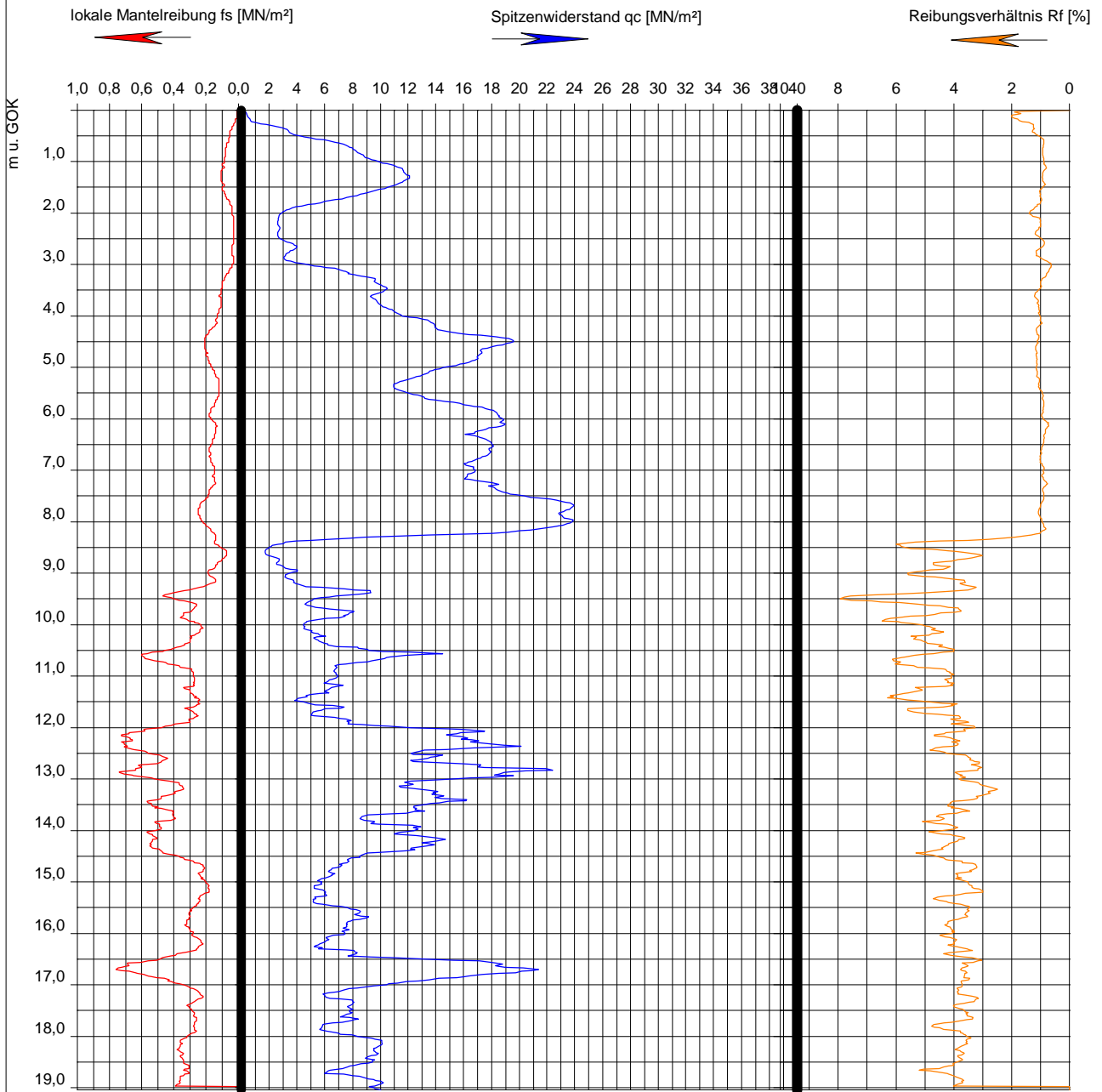
**Dr. Schleicher & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH**

48599 Gronau
Düppelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



WEA 2 CPT 1 GOK



Höhenmaßstab: 1:125

Drucksondierung WEA 2 CPT 1

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 222 645 | Bericht vom: 03.04.2023 | ausgeführt: 04. KW 2023 | Bearb.: Ra | Anlage-Nr.: C/4

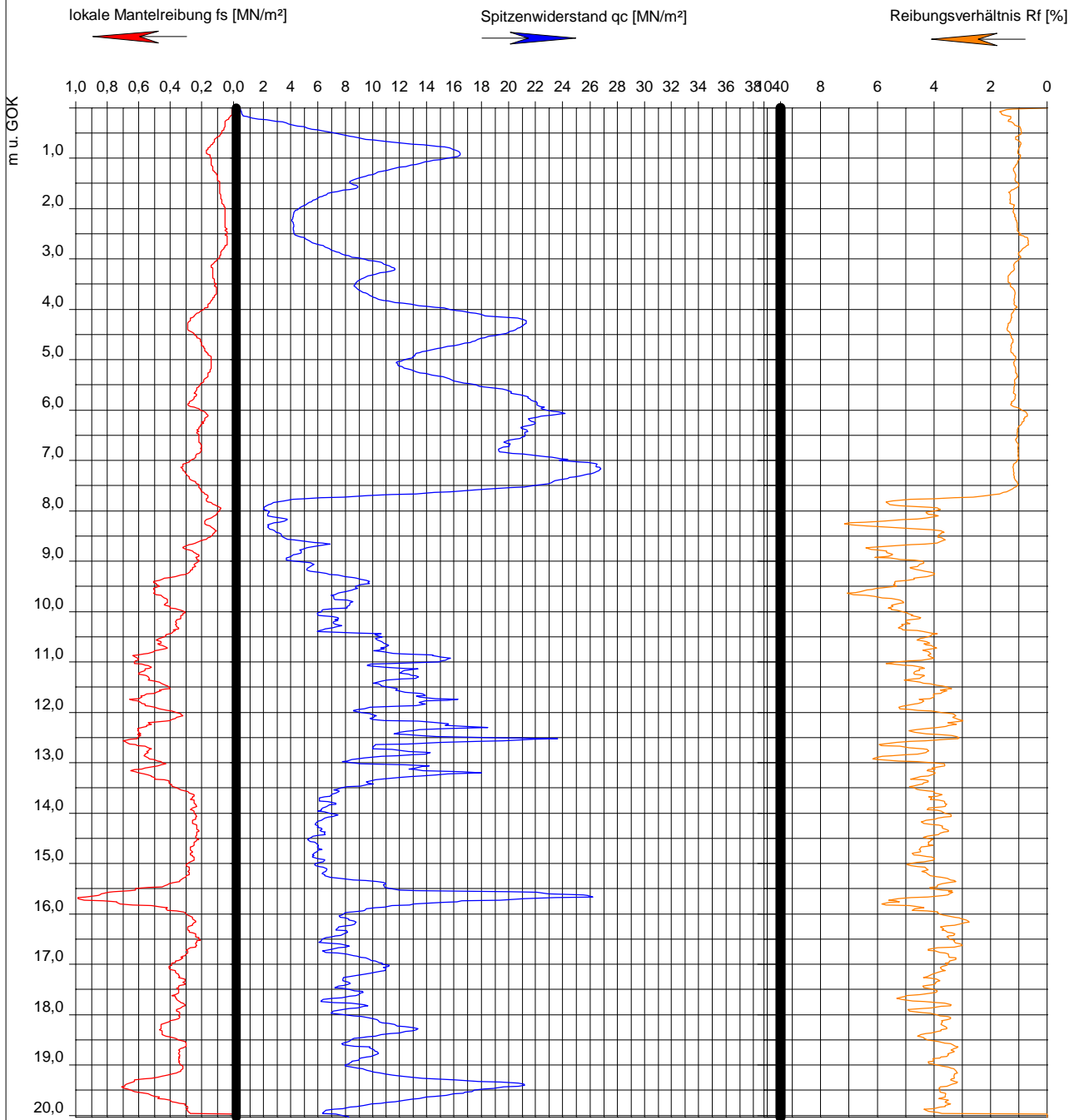
Dr. Schleicher & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH

48599 Gronau
Düffelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



**WEA 2 CPT 2
GOK**



Höhenmaßstab: 1:125

Drucksondierung WEA 2 CPT 2

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 222 645 | Bericht vom: 03.04.2023 | ausgeführt: 04. KW 2023 | Bearb.: Ra | Anlage-Nr.: C/5

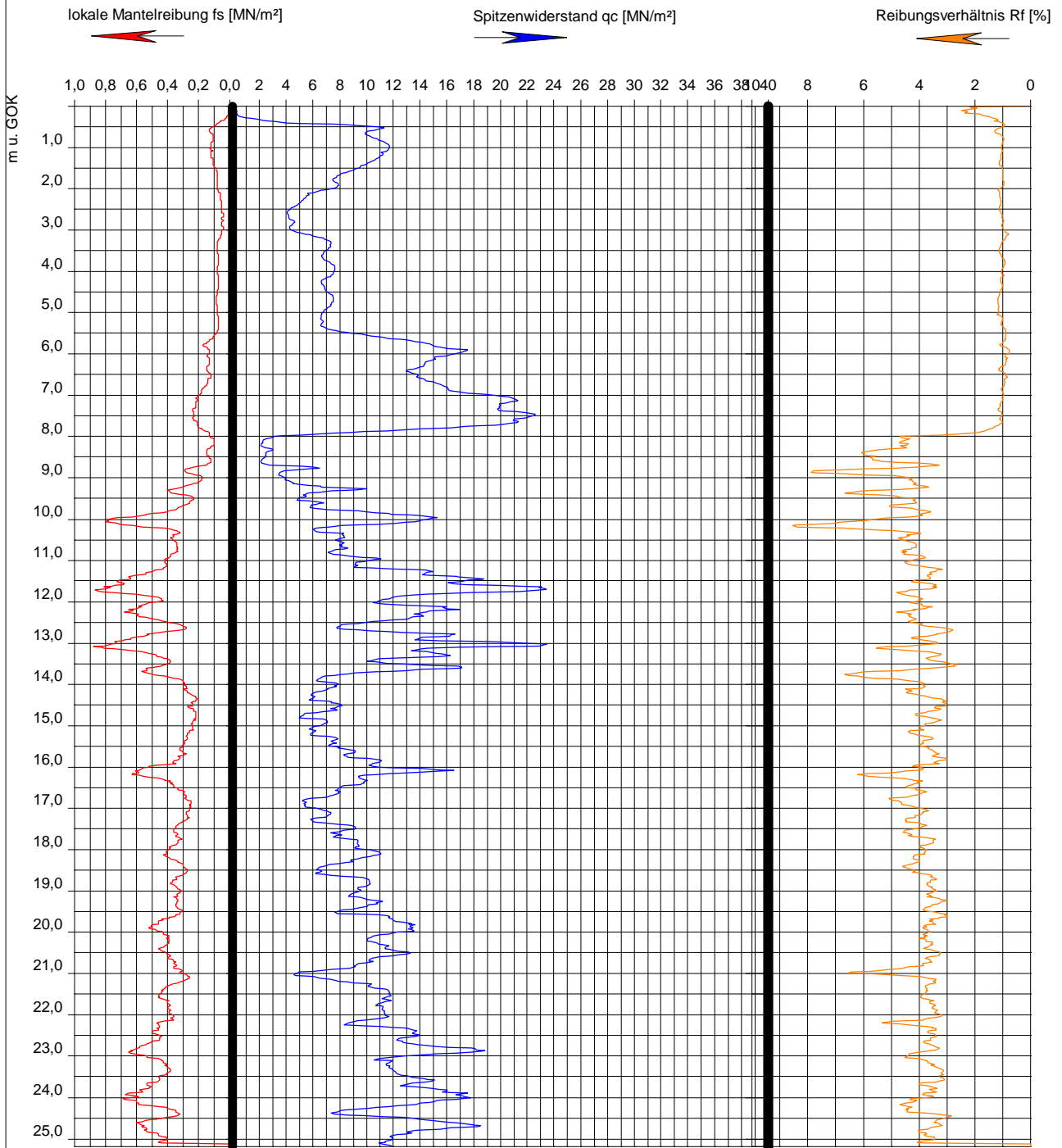
**Dr. Schleicher & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH**

48599 Gronau
Düppelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



**WEA 2 CPT 3
GOK**



Höhenmaßstab: 1:150

Drucksondierung WEA 2 CPT 3

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 222 645 | Bericht vom: 03.04.2023 | ausgeführt: 04. KW 2023 | Bearb.: Ra | Anlage-Nr.: C/6

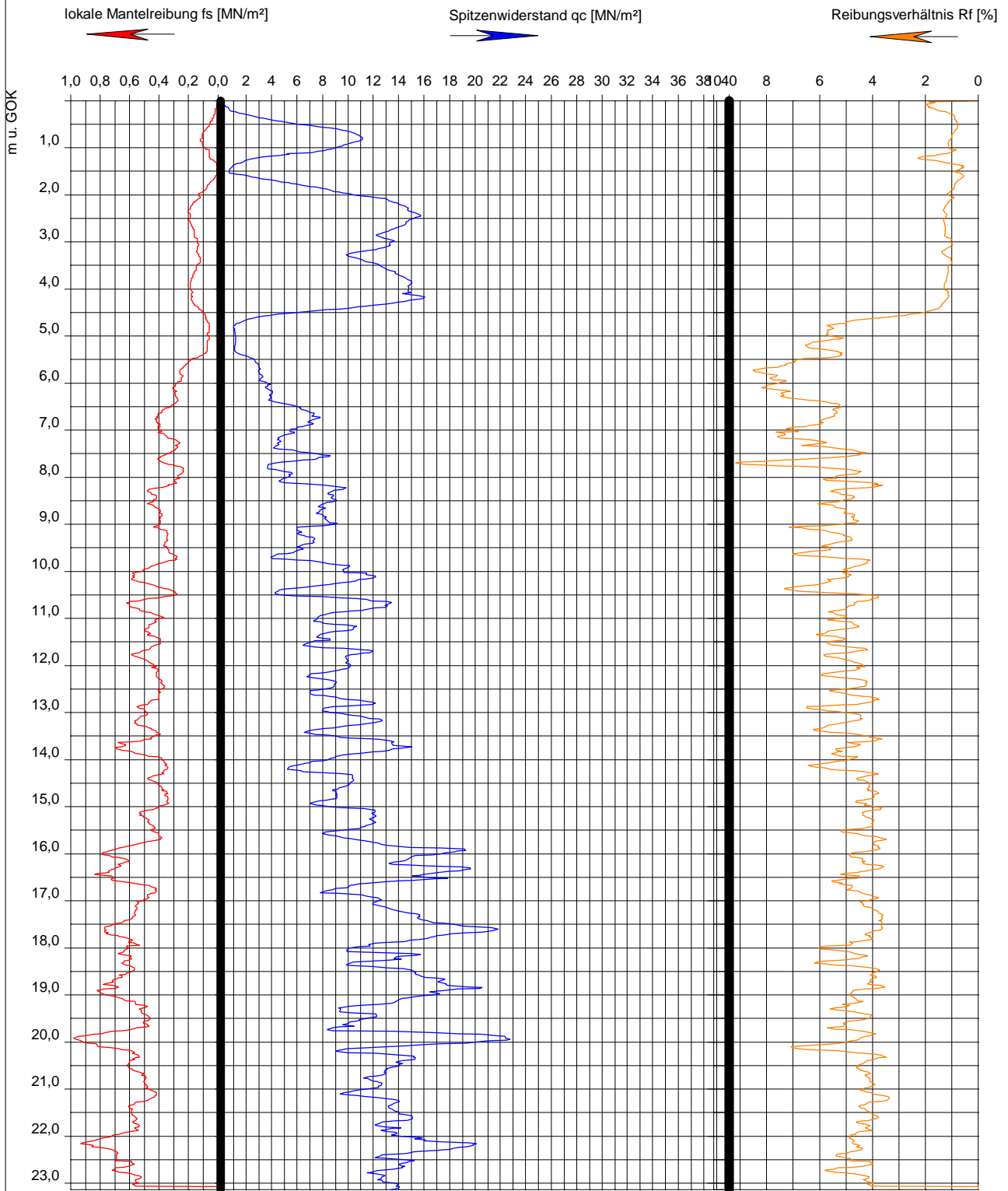
**Dr. Schleicher & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH**

48599 Gronau
Düppelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



WEA 3 CPT 1 GOK



Höhenmaßstab: 1:125

Drucksondierung WEA 3 CPT 1

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 222 645 | Bericht vom: 03.04.2023 | ausgeführt: 04. KW 2023 | Bearb.: Ra | Anlage-Nr.: C/7

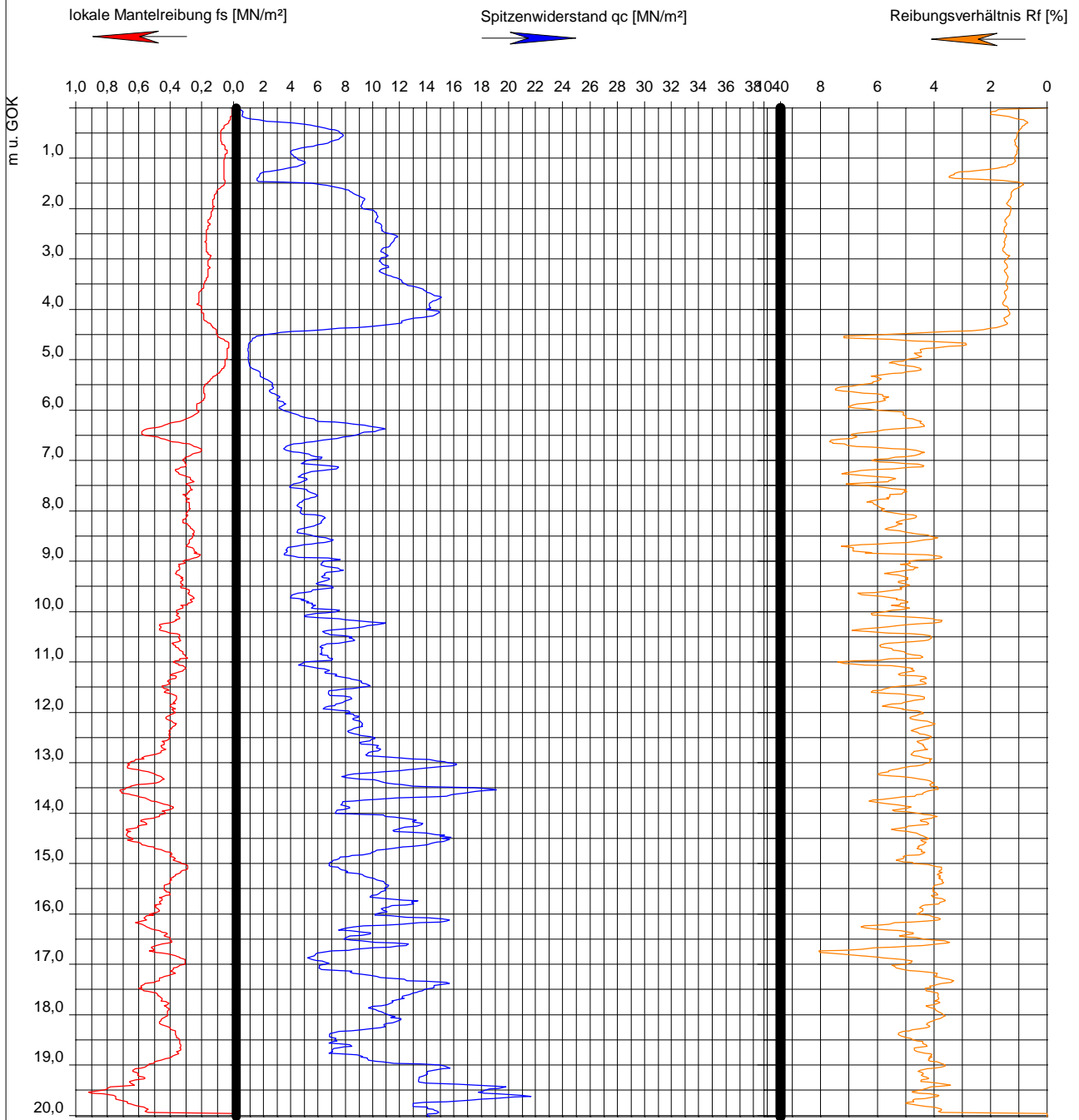
Dr. Schleicher & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH

48599 Gronau
Düppelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



WEA 3 CPT 2 GOK



Höhenmaßstab: 1:125

Drucksondierung WEA 3 CPT 2

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 222 645 | Bericht vom: 03.04.2023 | ausgeführt: 04. KW 2023 | Bearb.: Ra | Anlage-Nr.: C/8

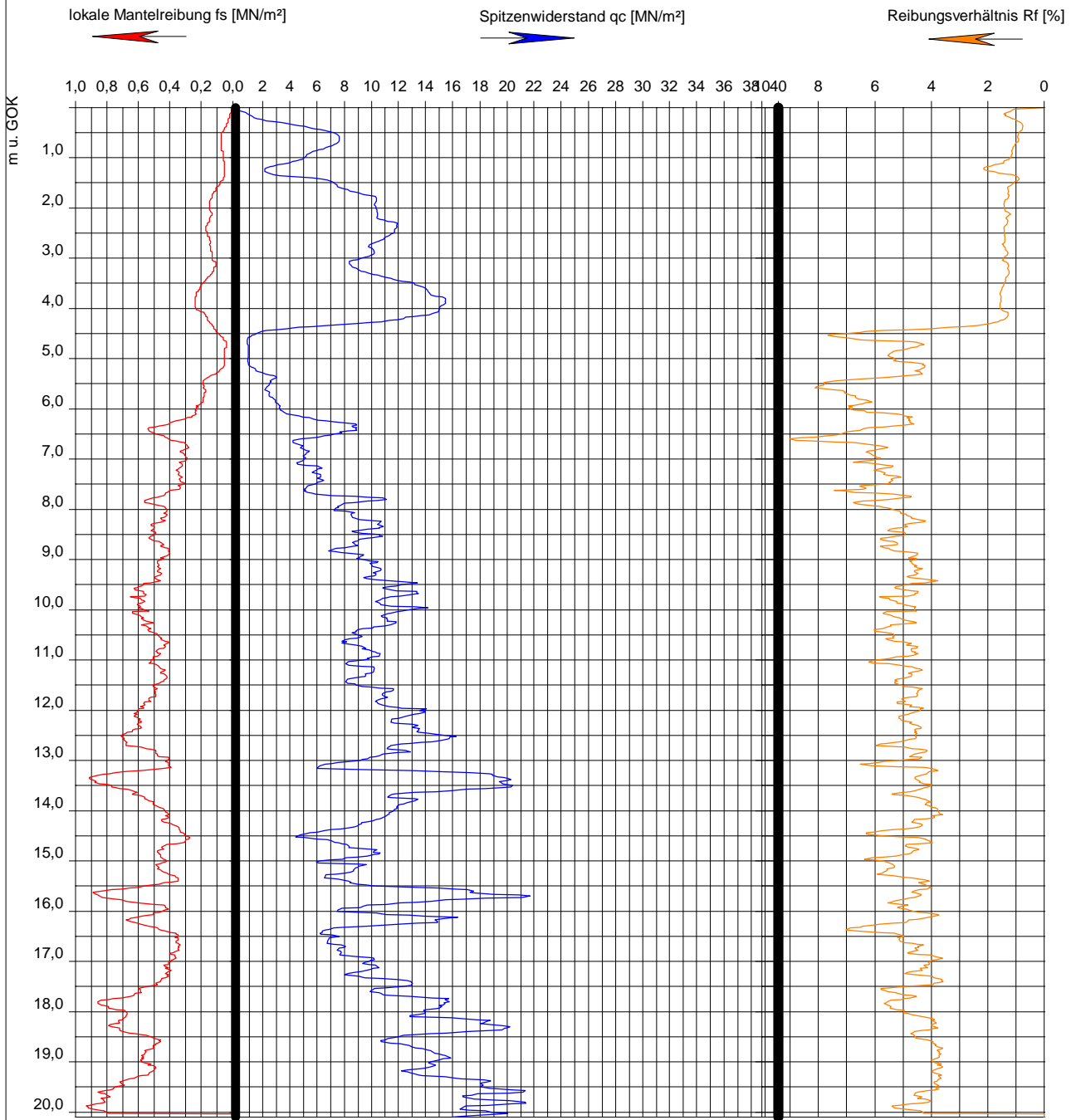
**Dr. Schleicher & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH**

48599 Gronau
Düppelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



**WEA 3 CPT 3
GOK**



Höhenmaßstab: 1:125

Drucksondierung WEA 3 CPT 3

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 222 645 | Bericht vom: 03.04.2023 | ausgeführt: 04. KW 2023 | Bearb.: Ra | Anlage-Nr.: C/9

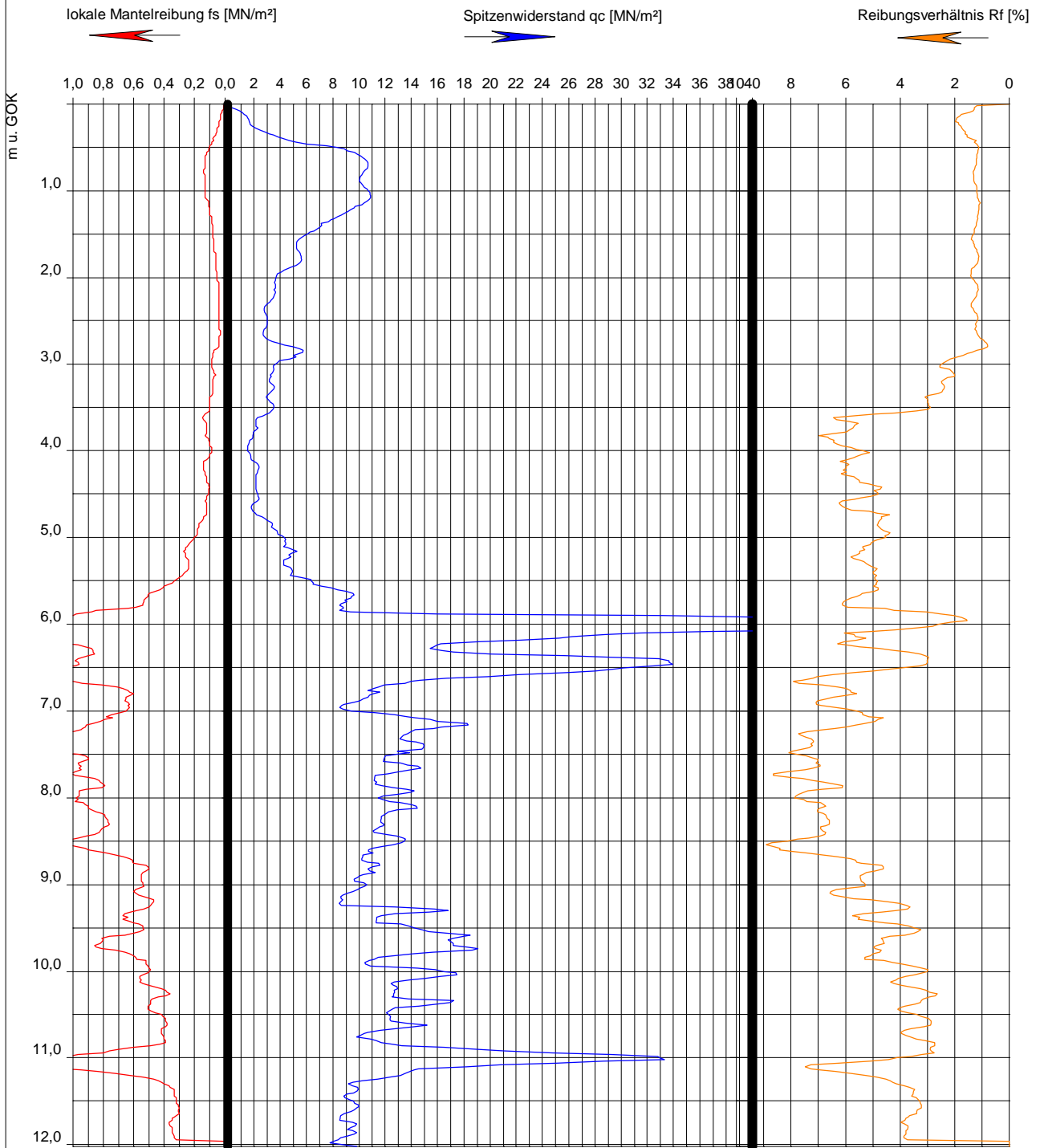
**Dr. Schleicher & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH**

48599 Gronau
Düpelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



**WEA 4 CPT 1
GOK**



Höhenmaßstab: 1:70

Drucksondierung WEA 4 CPT 1

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 222 645 | Bericht vom: 03.04.2023 | ausgeführt: 04. KW 2023 | Bearb.: Ra | Anlage-Nr.: C/10

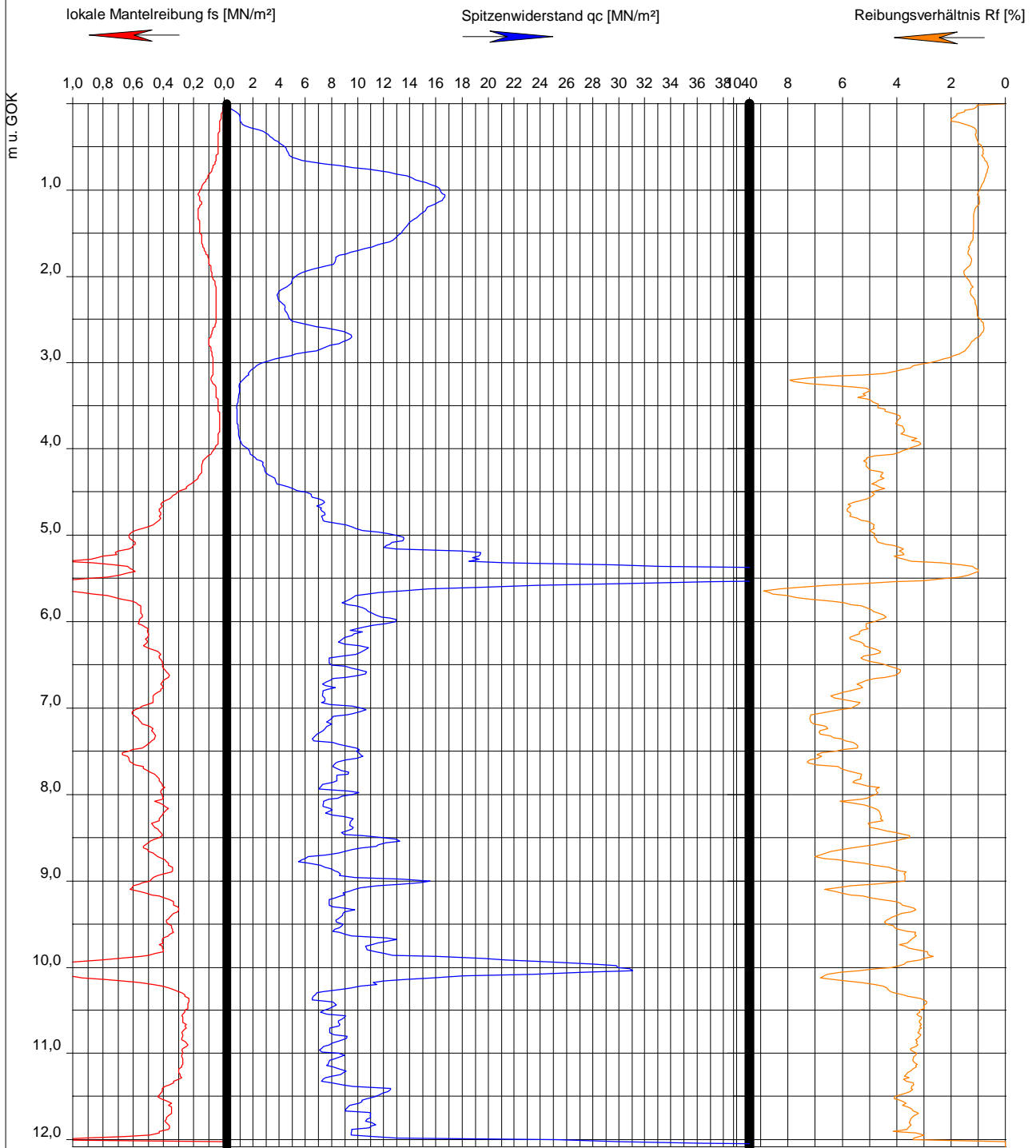
**Dr. Schleicher & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH**

48599 Gronau
Düppelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



**WEA 4 CPT 2
GOK**



Höhenmaßstab: 1:70

Drucksondierung WEA 4 CPT 2

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 222 645 | Bericht vom: 03.04.2023 | ausgeführt: 04. KW 2023 | Bearb.: Ra | Anlage-Nr.: C/11

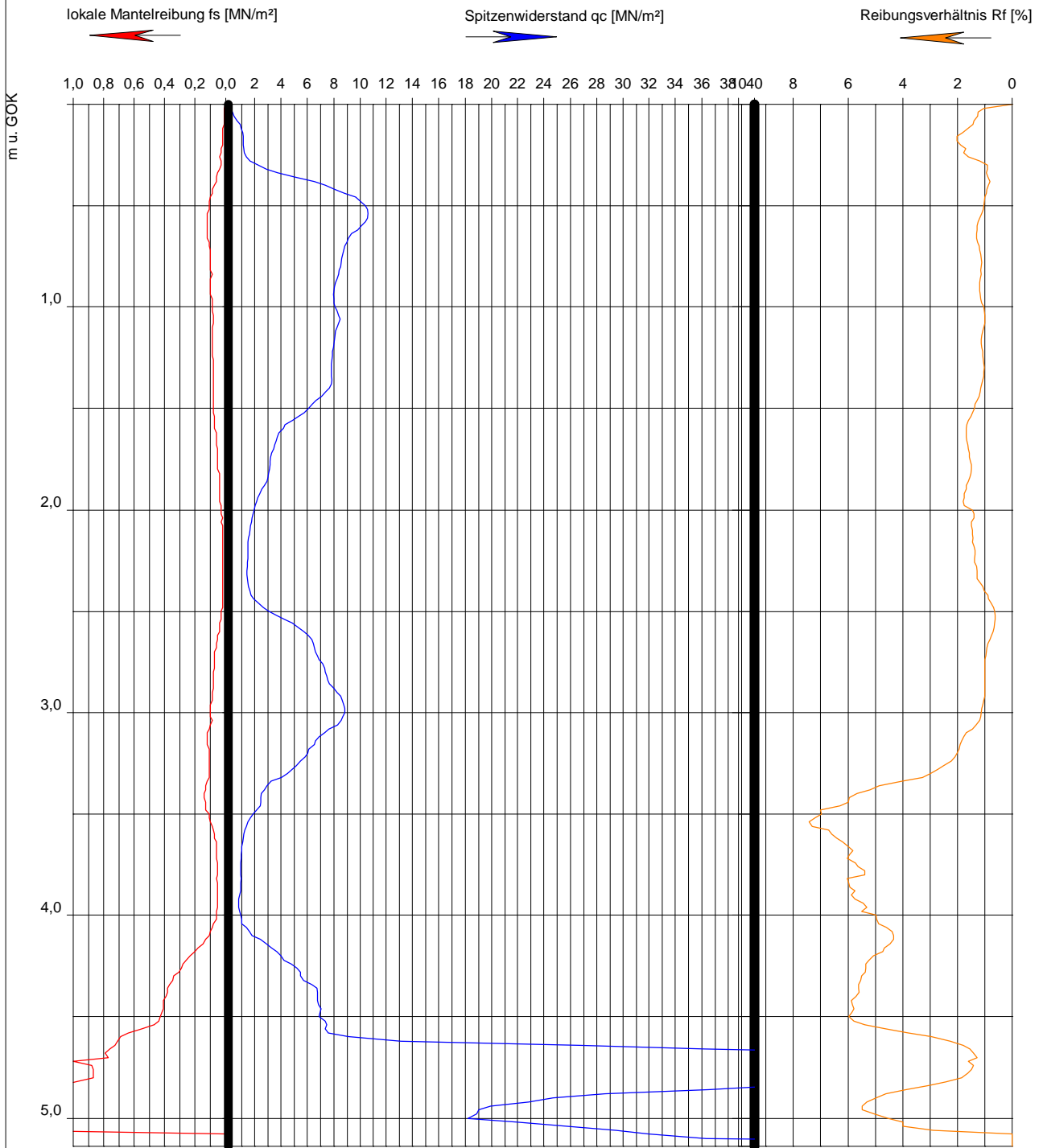
**Dr. Schleicher & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH**

48599 Gronau
Düppelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



**WEA 4 CPT 3
GOK**



Höhenmaßstab: 1:30

Drucksondierung WEA 4 CPT 3

**Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -**

Projekt-Nr.: 222 645 | Bericht vom: 03.04.2023 | ausgeführt: 04. KW 2023 | Bearb.: Ra | Anlage-Nr.: C/12

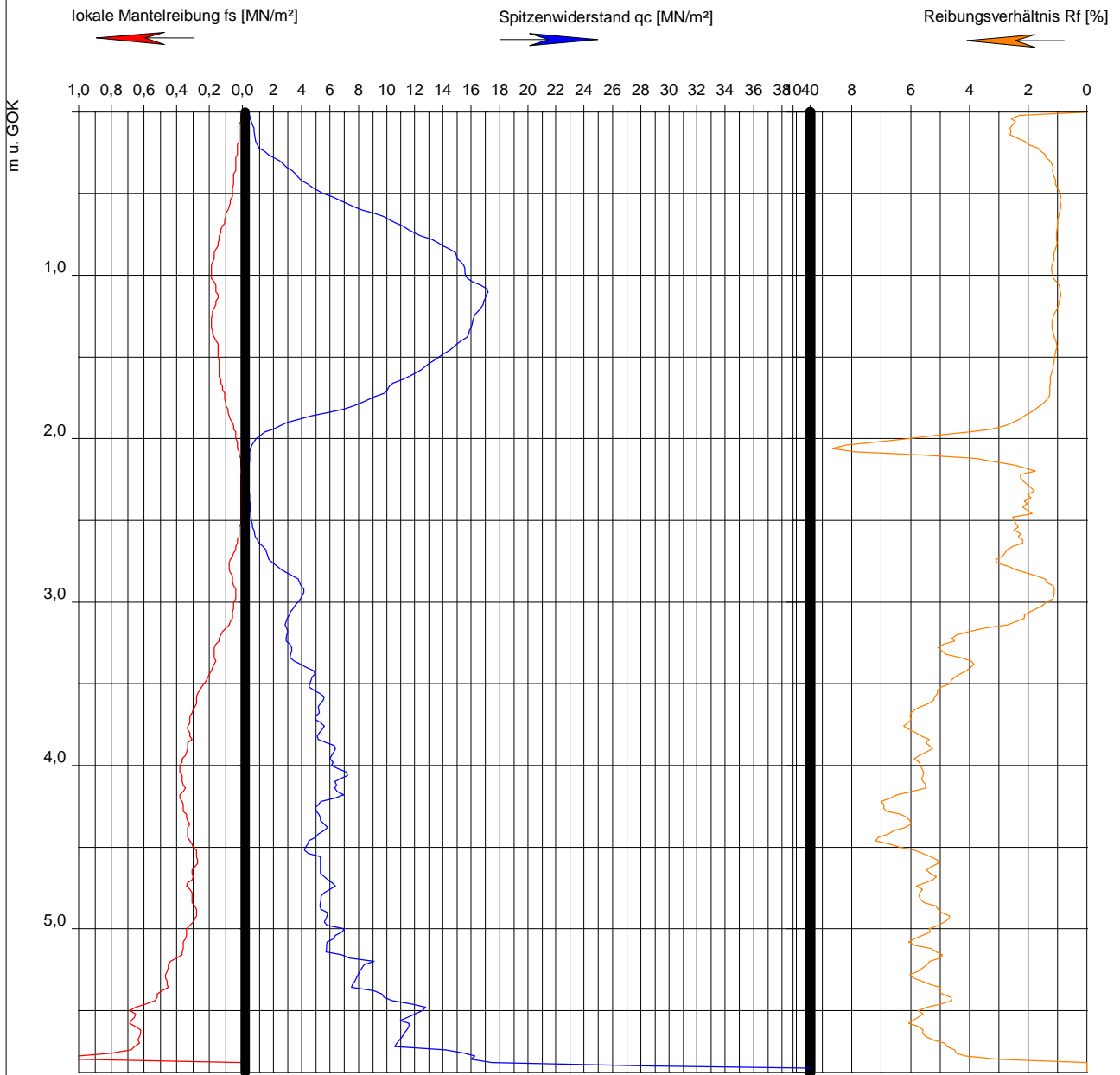
**Dr. Schleicher & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH**

48599 Gronau
Düffelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



WEA 5 CPT 1 GOK



Höhenmaßstab: 1:40

Drucksondierung WEA 5 CPT 1

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 222 645 | Bericht vom: 03.04.2023 | ausgeführt: 04. KW 2023 | Bearb.: Ra | Anlage-Nr.: C/13

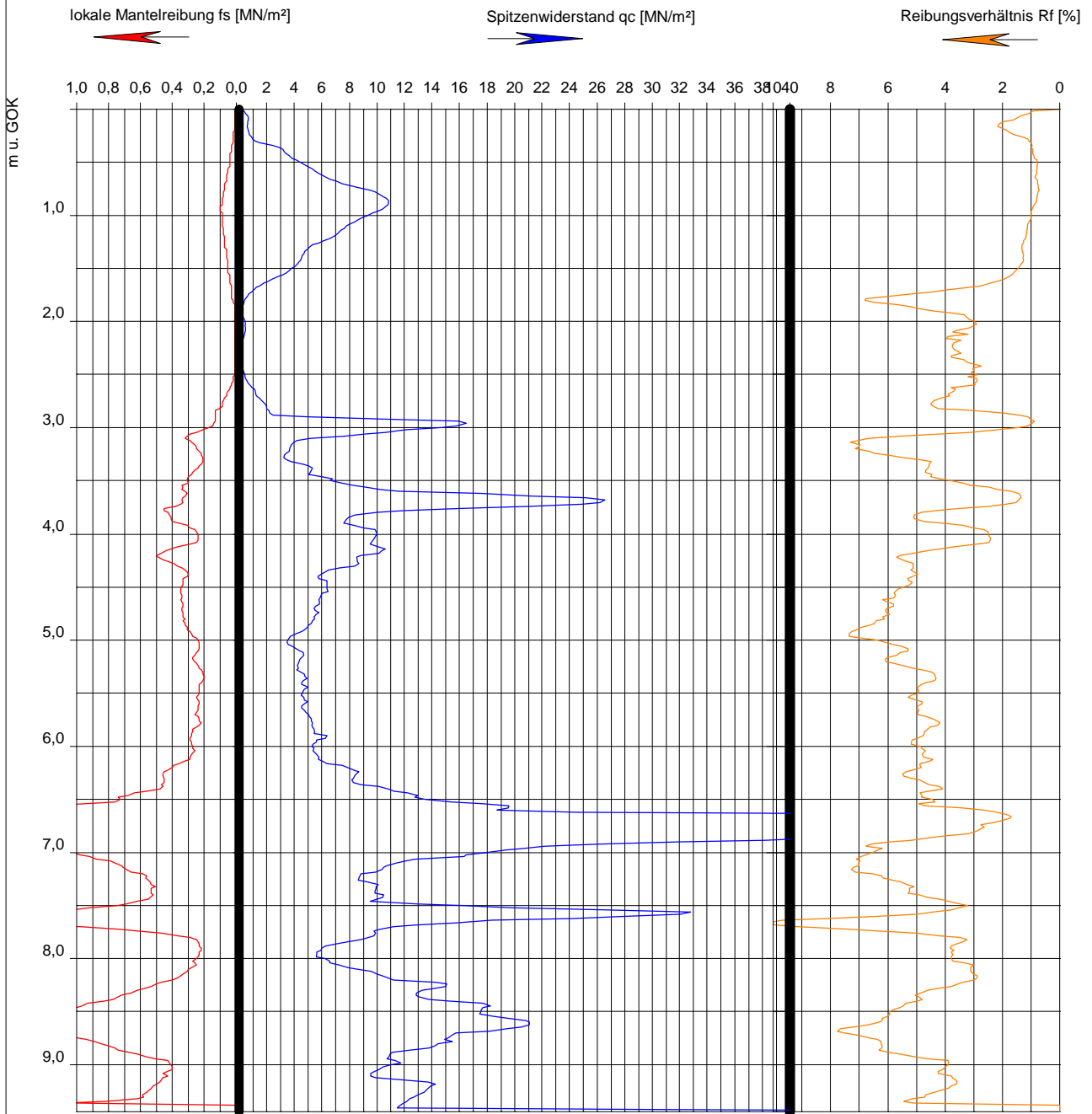
Dr. Schleicher & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH

48599 Gronau
Düffelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



**WEA 5 CPT 2
GOK**



Höhenmaßstab: 1:60

Drucksondierung WEA 5 CPT 2

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 222 645 | Bericht vom: 03.04.2023 | ausgeführt: 04. KW 2023 | Bearb.: Ra | Anlage-Nr.: C/14

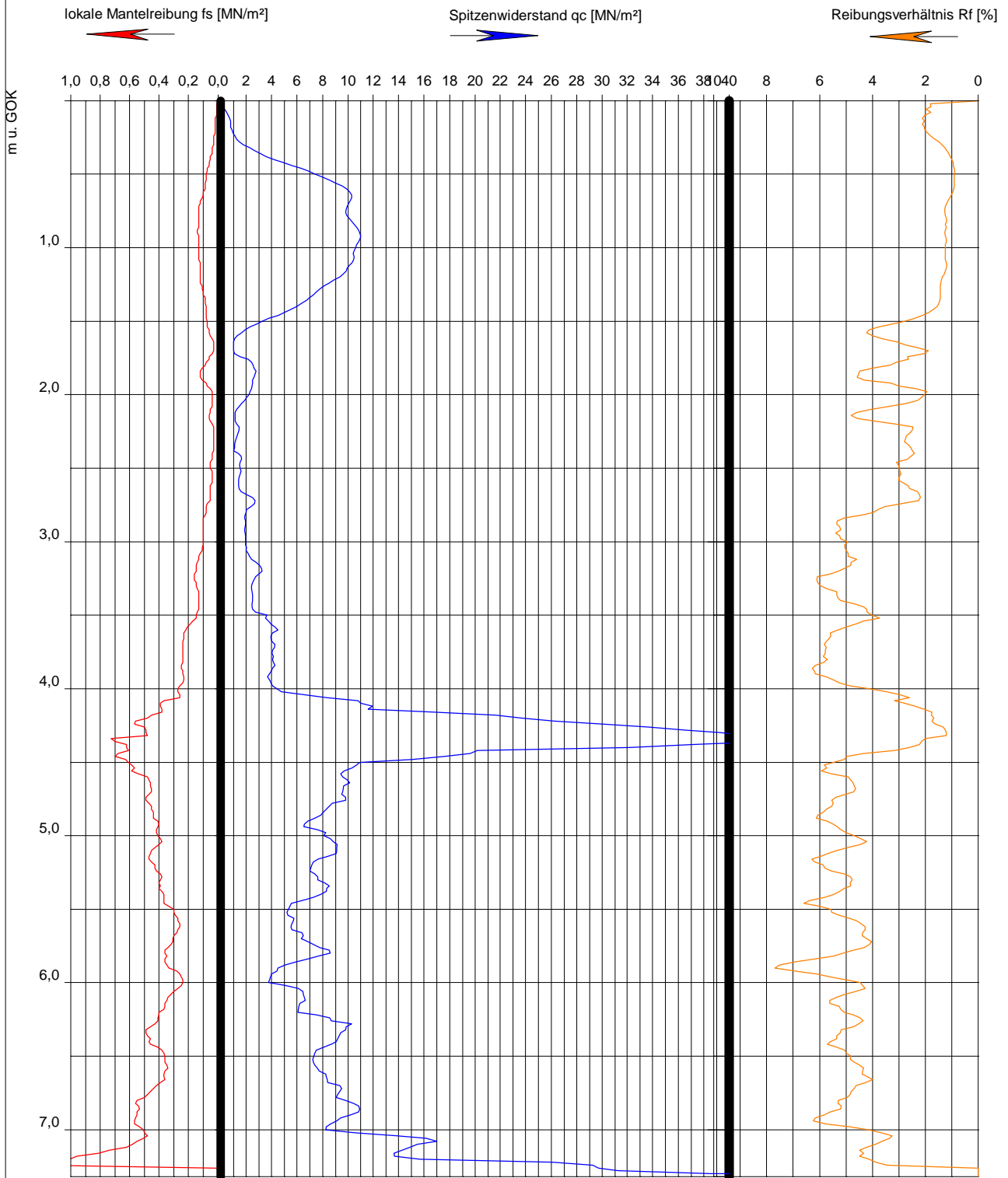
**Dr. Schleicher & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH**

48599 Gronau
Düppelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



WEA 5 CPT 3 GOK



Höhenmaßstab: 1:40

Drucksondierung WEA 5 CPT 3

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 222 645 | Bericht vom: 03.04.2023 | ausgeführt: 04. KW 2023 | Bearb.: Ra | Anlage-Nr.: C/15

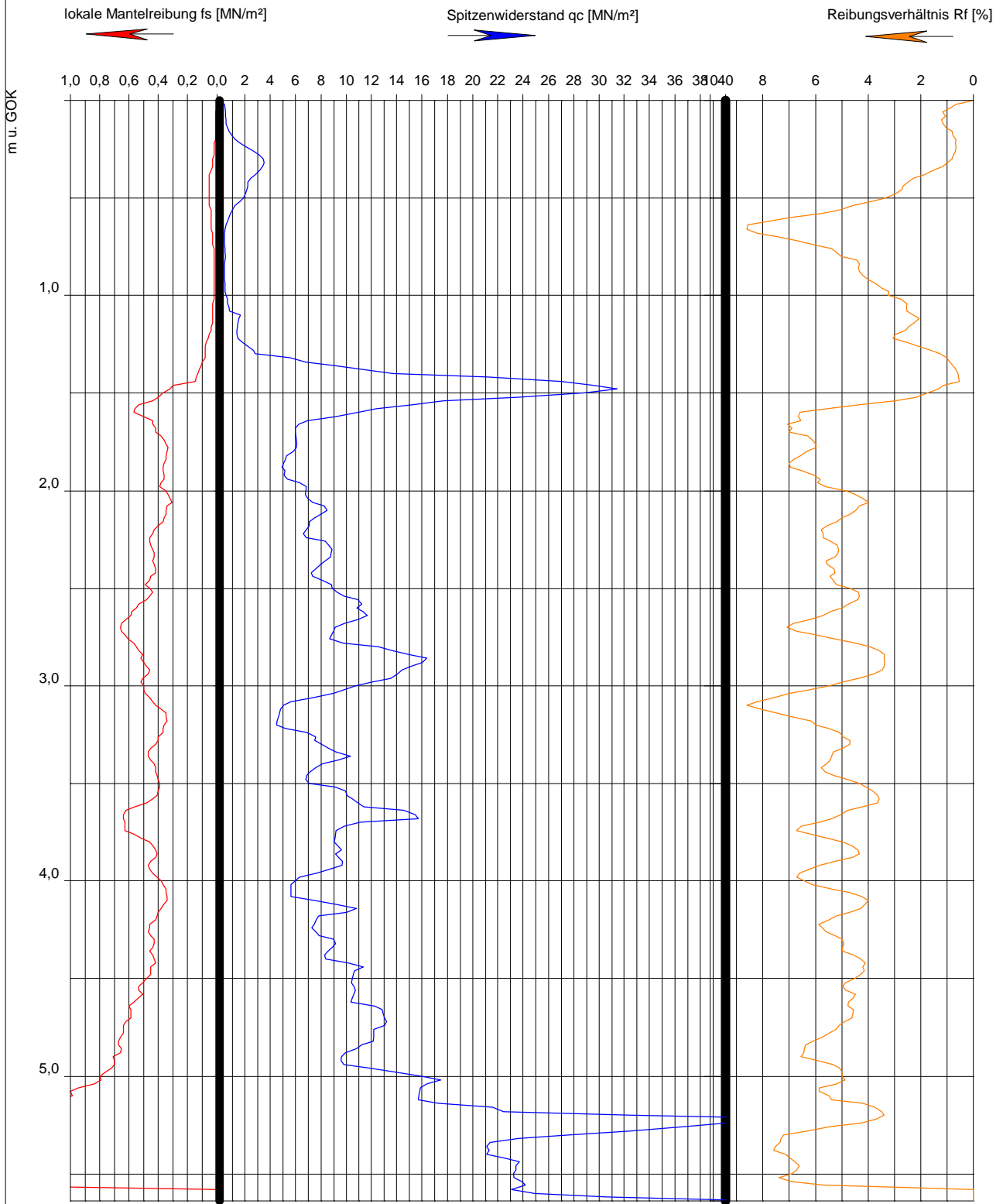
Dr. Schleicher & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH

48599 Gronau
Düppelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



WEA 6 CPT 1 GOK



Höhenmaßstab: 1:30

Drucksondierung WEA 6 CPT 1

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 222 645 | Bericht vom: 03.04.2023 | ausgeführt: 04. KW 2023 | Bearb.: Ra | Anlage-Nr.: C/16

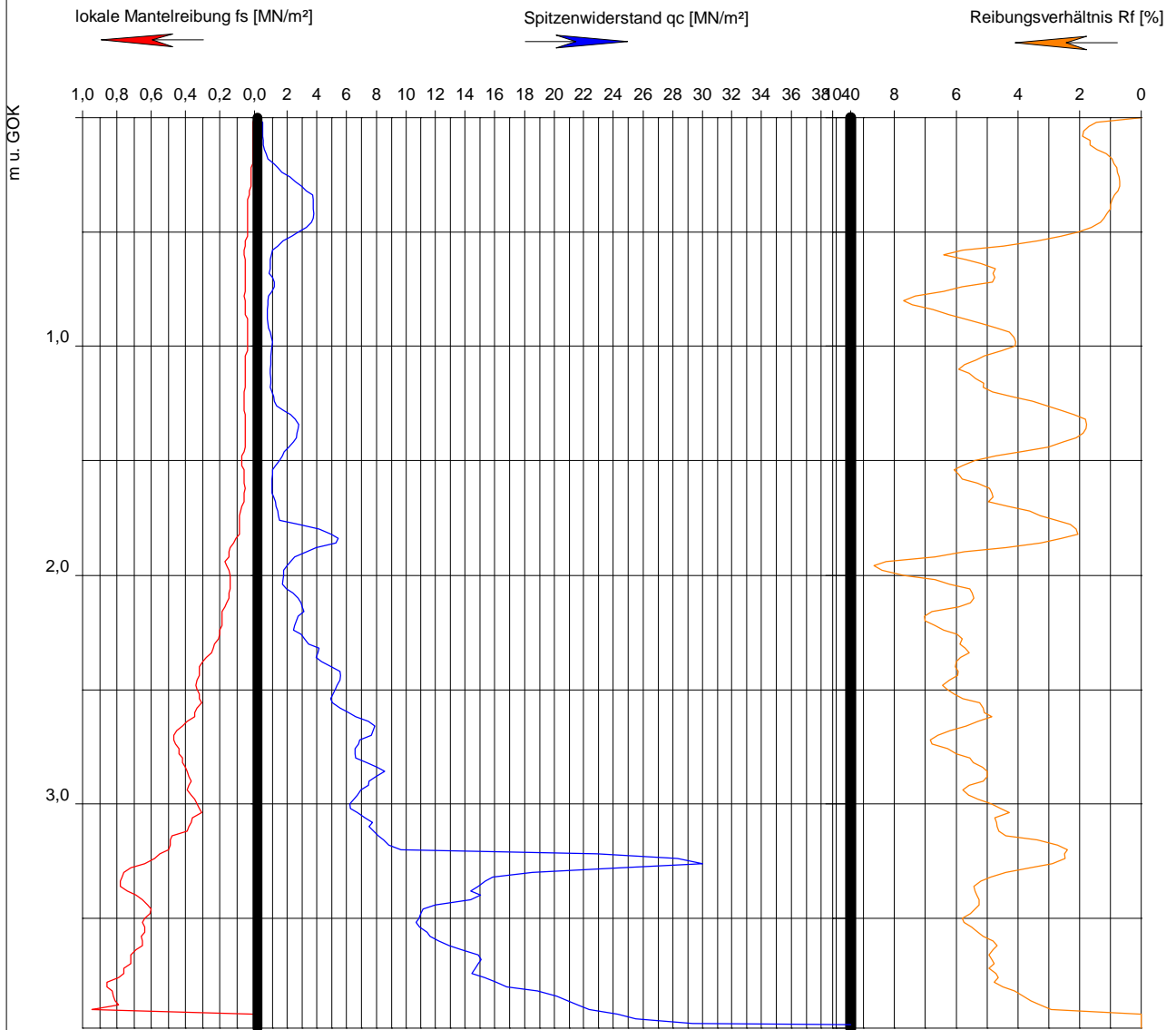
**Dr. Schleicher & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH**

48599 Gronau
Düppelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



**WEA 6 CPT 2
GOK**



Höhenmaßstab: 1:30

Drucksondierung WEA 6 CPT 2

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 222 645 | Bericht vom: 03.04.2023 | ausgeführt: 04. KW 2023 | Bearb.: Ra | Anlage-Nr.: C/17

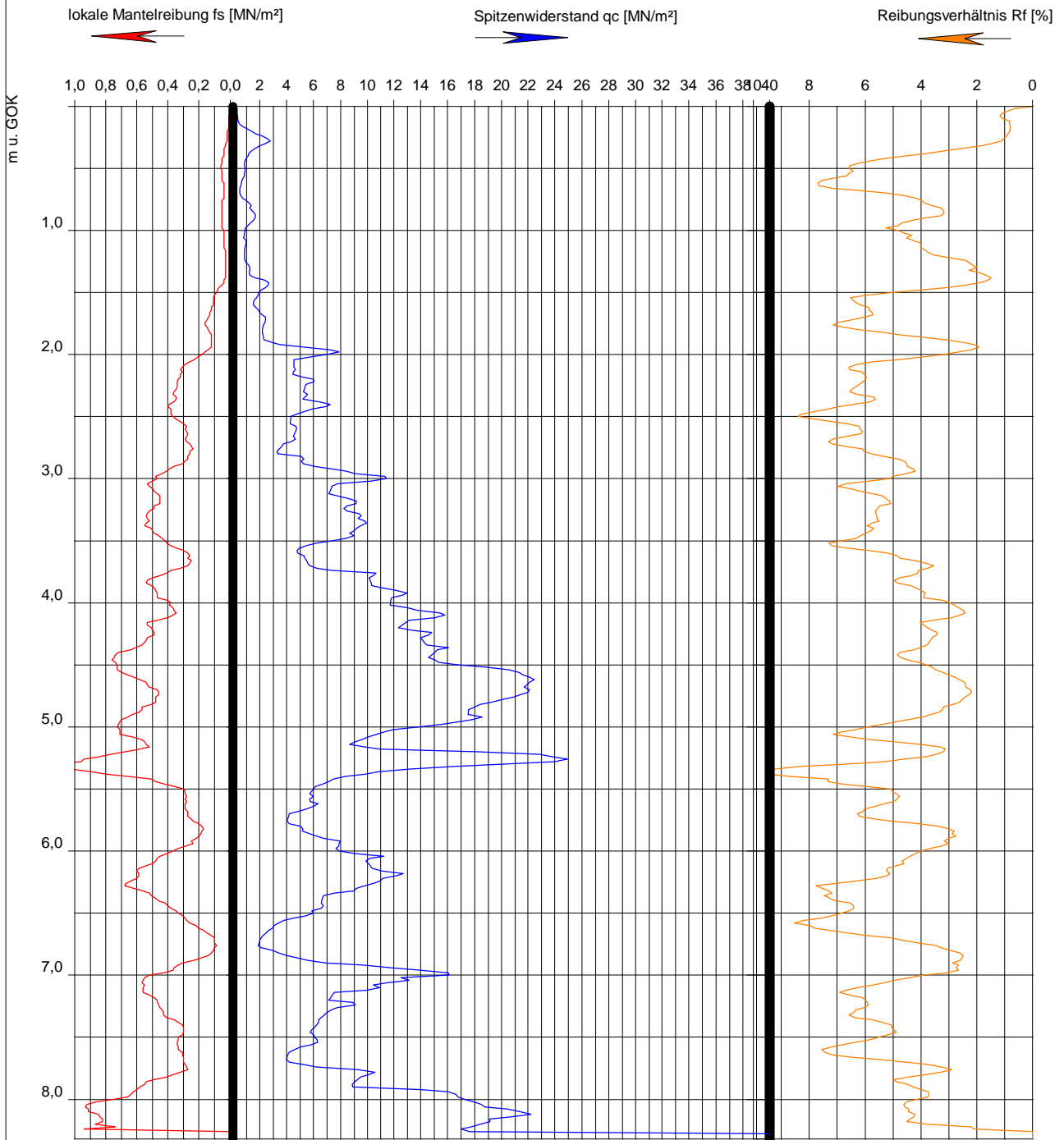
**Dr. Schleicher & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH**

48599 Gronau
Düffelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



WEA 6 CPT 3 GOK



Höhenmaßstab: 1:50

Drucksondierung WEA 6 CPT 3

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 222 645 | Bericht vom: 03.04.2023 | ausgeführt: 04. KW 2023 | Bearb.: Ra | Anlage-Nr.: C/18

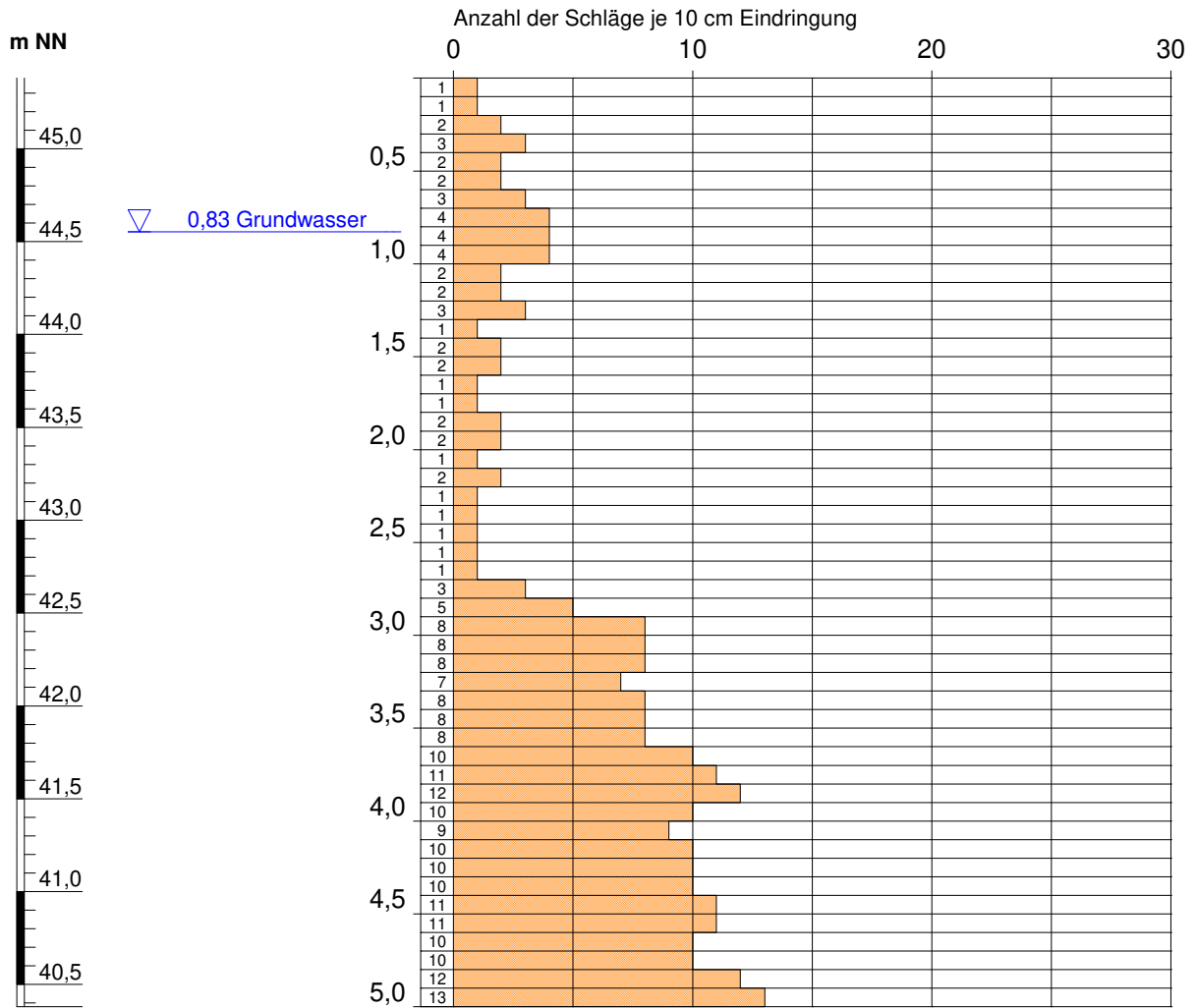
Dr. Schleicher & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH

48599 Gronau
Düffelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



WEA 1 KSF RS 1
Schwere Rammsondierung DPH
Ansatzhöhe: +45,38 mNN



Höhenmaßstab: 1:40

Schwere Rammsondierung DPH: WEA 1 KSF RS 1

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 222 645

Bericht vom: 03.04.2023

ausgeführt: 04. KW 2023

Anlage - Nr.: D/1

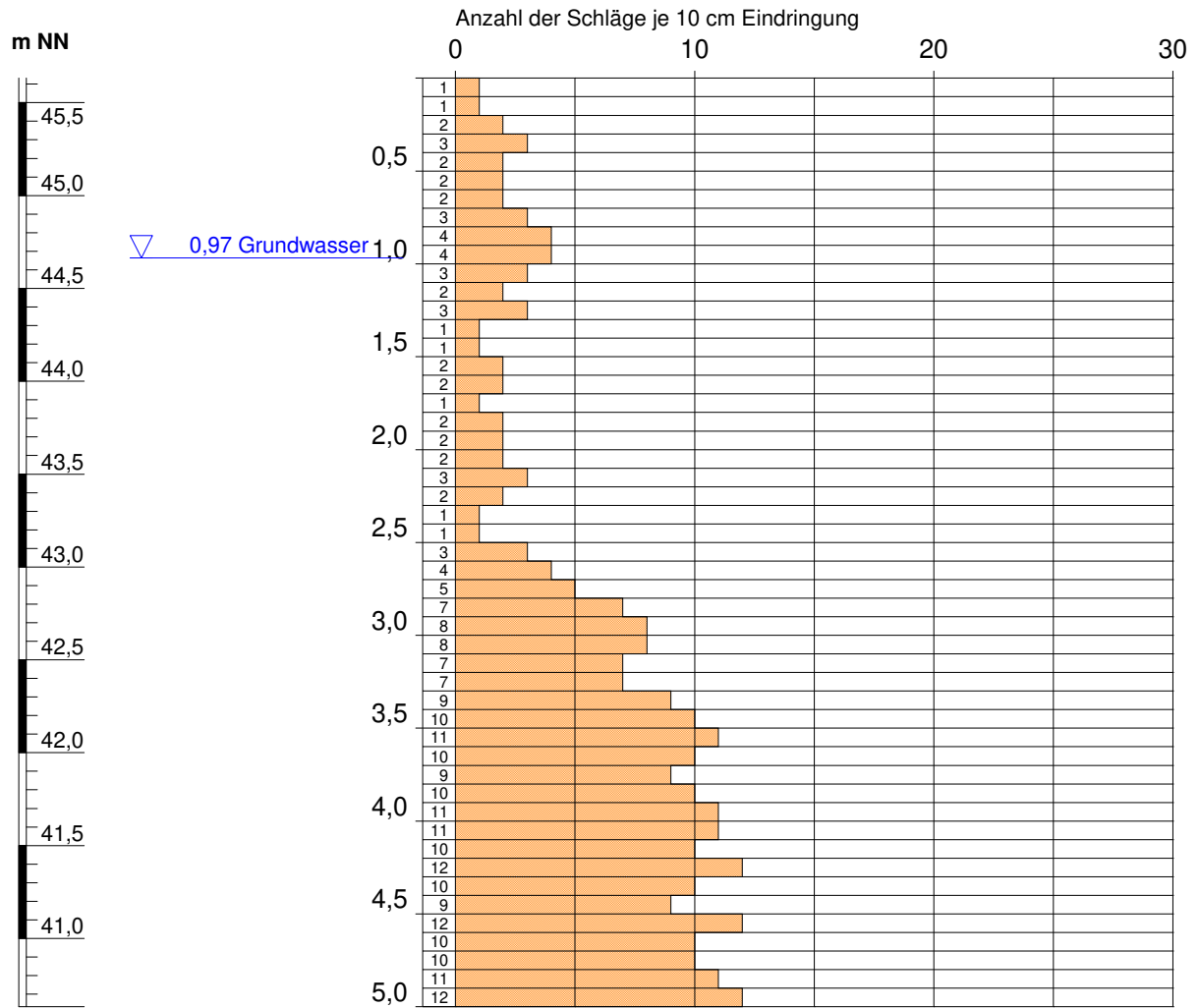
DR. SCHLEICHER
 & PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau
 Düppelstr. 5

49808 Lingen
 An der Marienschule 46



WEA 1 KSF RS 3
Schwere Rammsondierung DPH
Ansatzhöhe: +45,63 mNN



Höhenmaßstab: 1:40

Schwere Rammsondierung DPH: WEA 1 KSF RS 3

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 222 645

Bericht vom: 03.04.2023

ausgeführt: 04. KW 2023

Anlage - Nr.: D/2

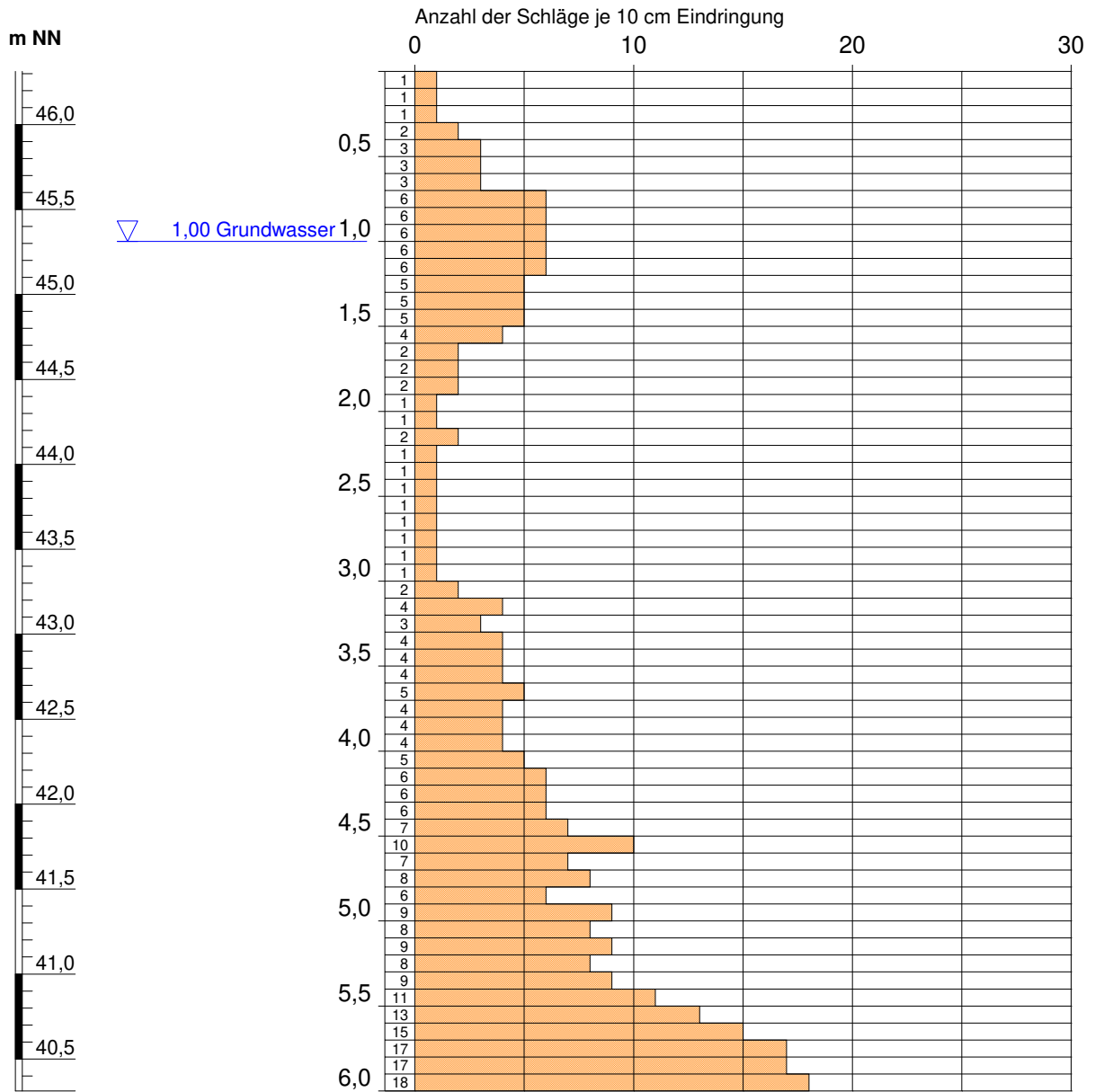
DR. SCHLEICHER
 & PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau
 Düppelstr. 5

49808 Lingen
 An der Marienschule 46



WEA 2 KSF RS 1
Schwere Rammsondierung DPH
Ansatzhöhe: +46,31 mNN



Höhenmaßstab: 1:40

Schwere Rammsondierung DPH: WEA 2 KSF RS 1

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 222 645 | Bericht vom: 03.04.2023 | ausgeführt: 07. KW 2023 | Anlage - Nr.: D/3

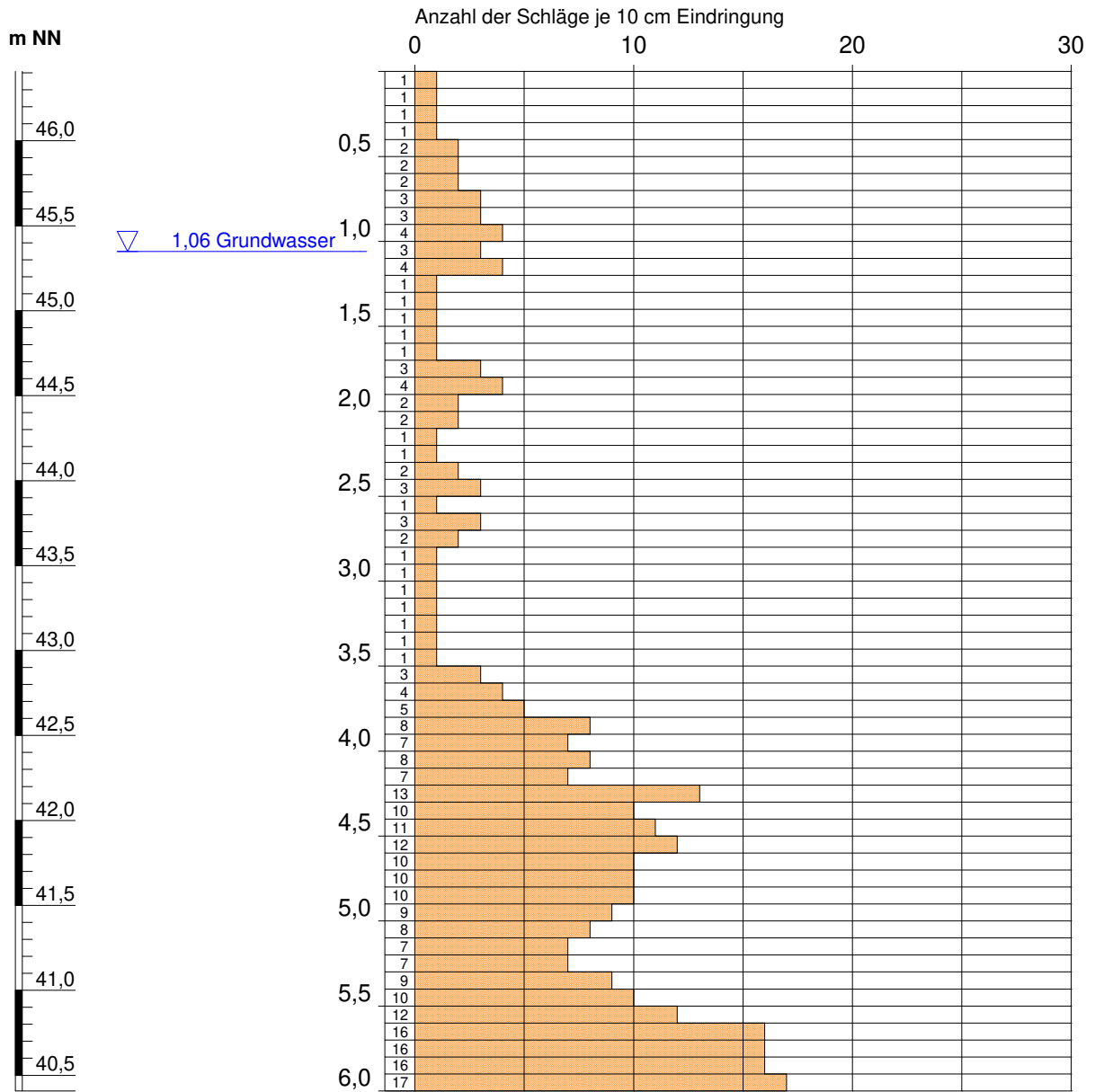
DR. SCHLEICHER
 & PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau
 Düppelstr. 5

49808 Lingen
 An der Marienschule 46



WEA 2 KSF RS 3
Schwere Rammsondierung DPH
Ansatzhöhe: +46,41 mNN



Höhenmaßstab: 1:40

Schwere Rammsondierung DPH: WEA 2 KSF RS 3

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 222 645

Bericht vom: 03.04.2023

ausgeführt: 07. KW 2023

Anlage - Nr.: D/4

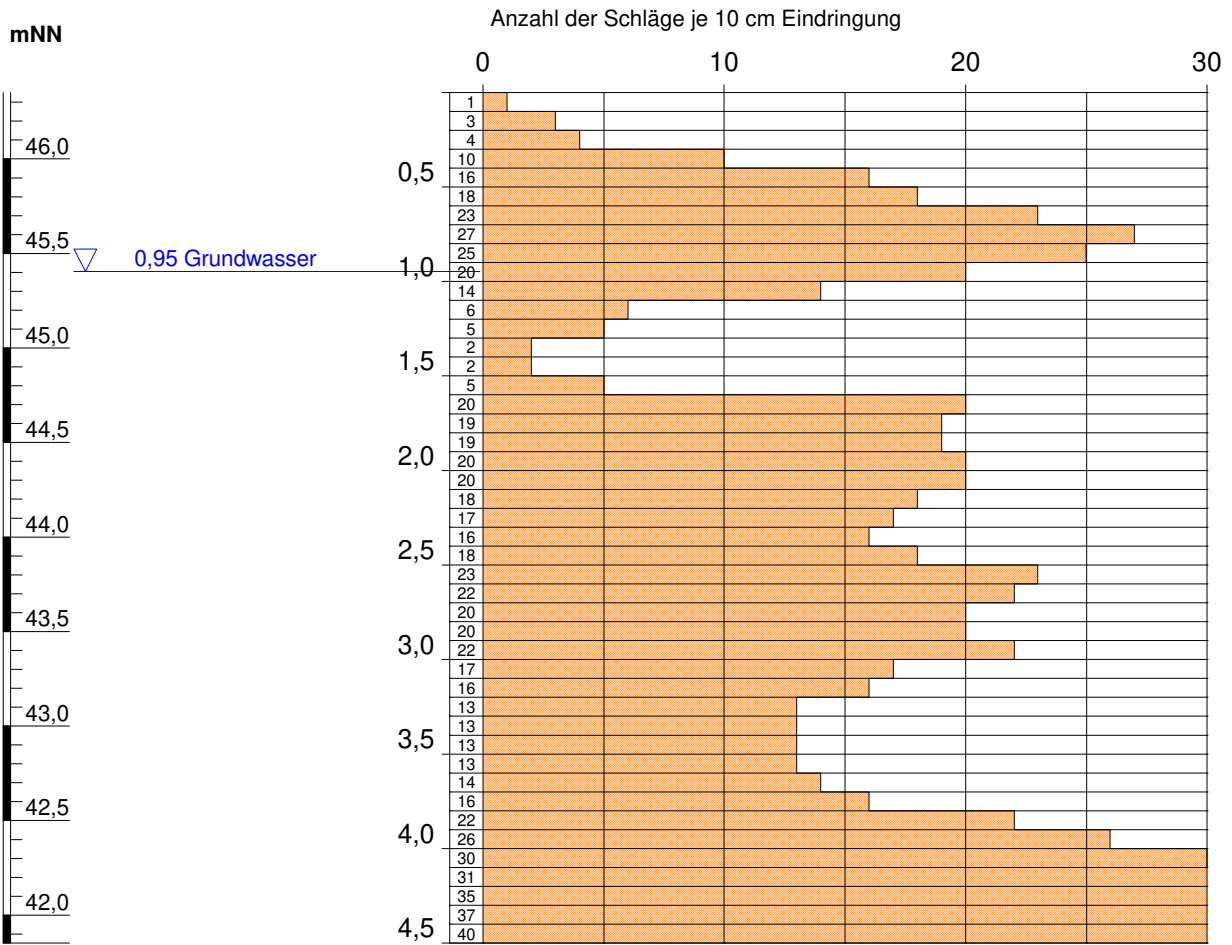
DR. SCHLEICHER
 & PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau
 Düppelstr. 5

49808 Lingen
 An der Marienschule 46



WEA 3 KSF RS 1
Leichte Rammsondierung DPL-10
Ansatzhöhe: +46,35 mNN



Höhenmaßstab: 1:40

Leichte Rammsondierung (DPL-10): WEA 3 KSF RS 1

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 222 645 | Bericht vom: 03.04.2023 | ausgeführt: 07. KW 2023 | Bearb.: Ra | Anlage - Nr.: D/5

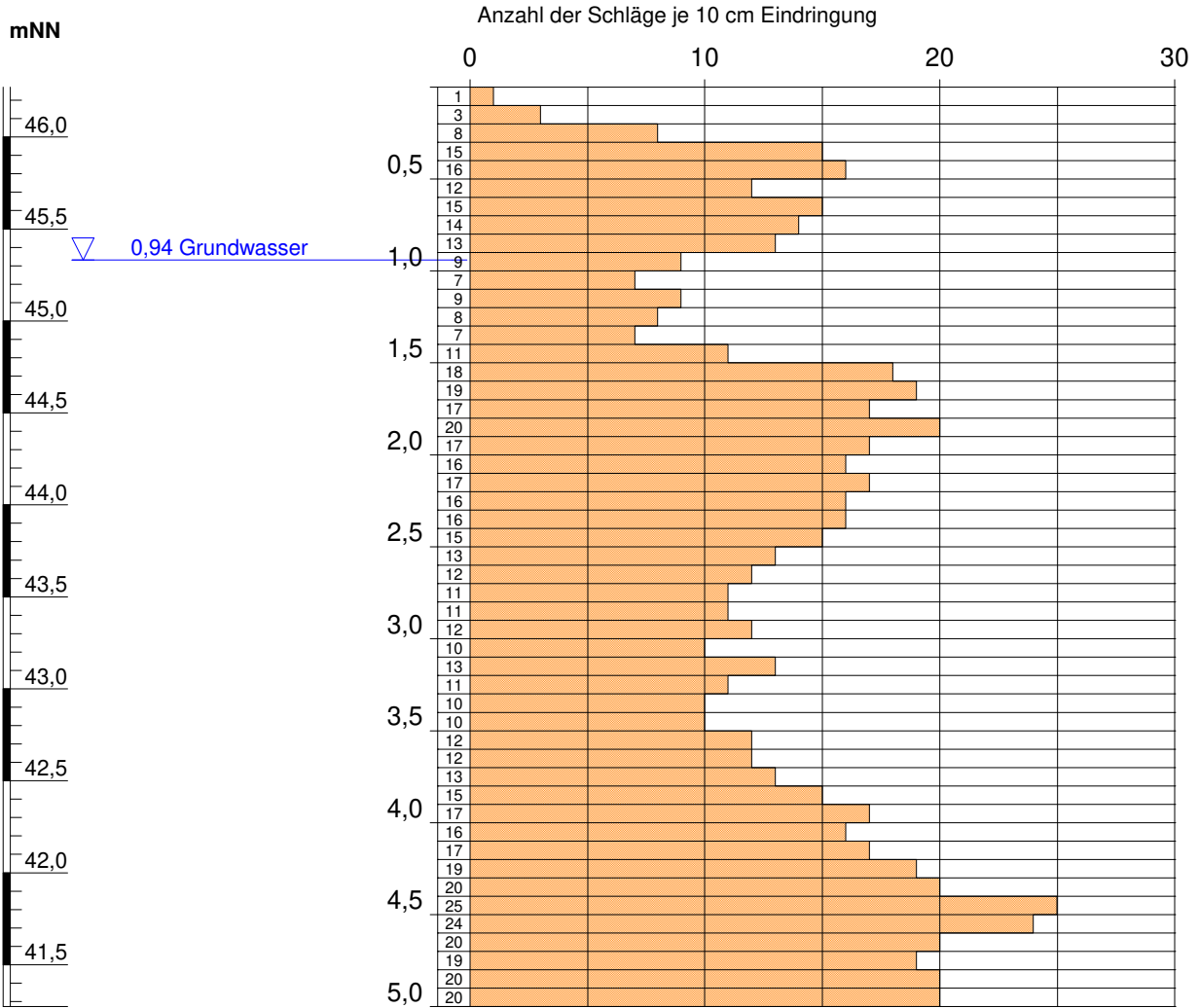
DR. SCHLEICHER
 & PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau
 Düppelstr. 5

49808 Lingen
 An der Marienschule 46



WEA 3 KSF RS 2
Leichte Rammsondierung DPL-10
Ansatzhöhe: +46,27 mNN



Höhenmaßstab: 1:40

Leichte Rammsondierung (DPL-10): WEA 3 KSF RS 2

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 222 645 | Bericht vom: 03.04.2023 | ausgeführt: 07. KW 2023 | Bearb.: Ra | Anlage - Nr.: D/6

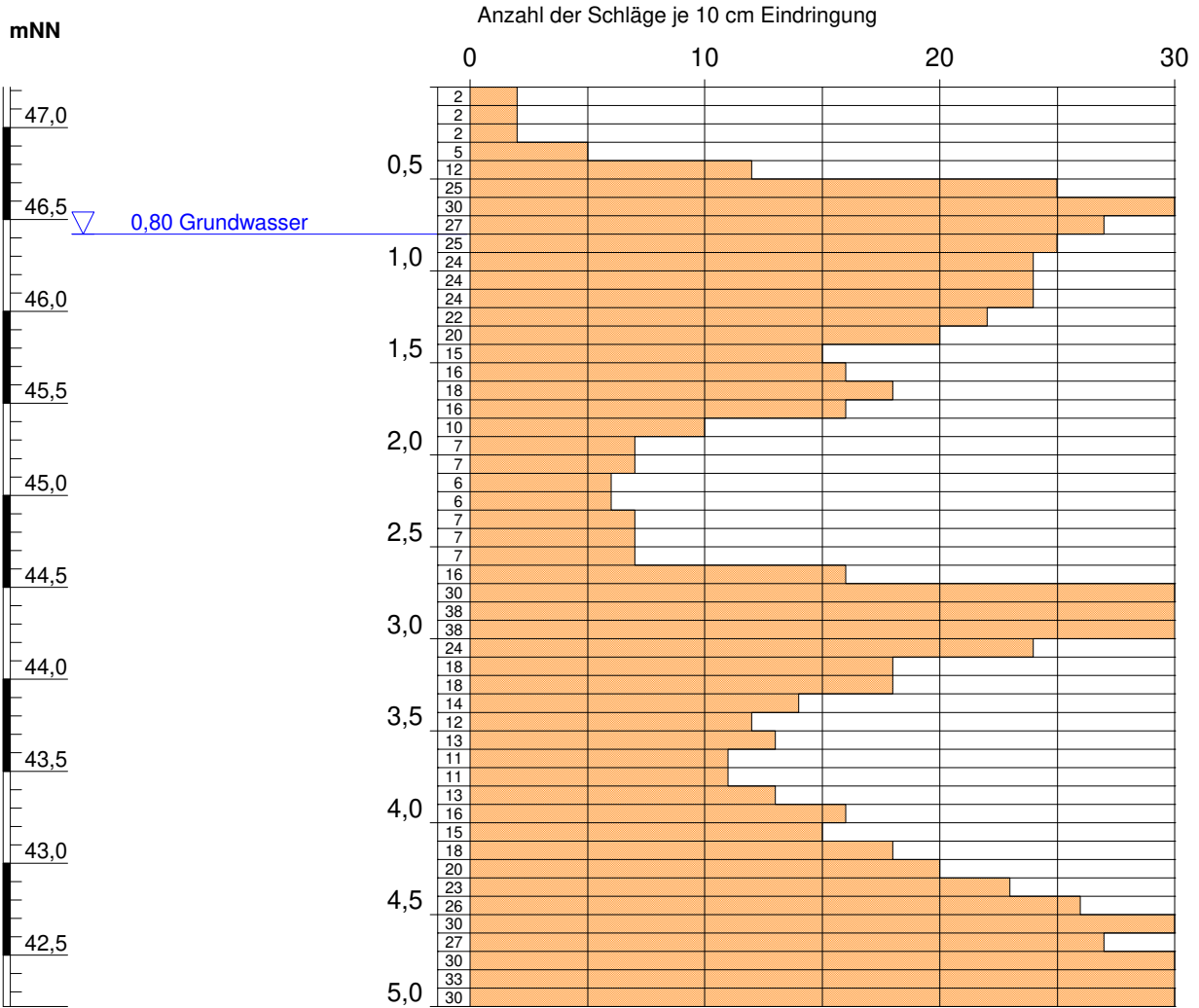
DR. SCHLEICHER
 & PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau
 Düppelstr. 5

49808 Lingen
 An der Marienschule 46



WEA 4 KSF RS 1
Leichte Rammsondierung DPL-10
Ansatzhöhe: +47,22 mNN



Höhenmaßstab: 1:40

Leichte Rammsondierung (DPL-10): WEA 4 KSF RS 1

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 222 645 | Bericht vom: 03.04.2023 | ausgeführt: 07. KW 2023 | Bearb.: Ra | Anlage - Nr.: D/7

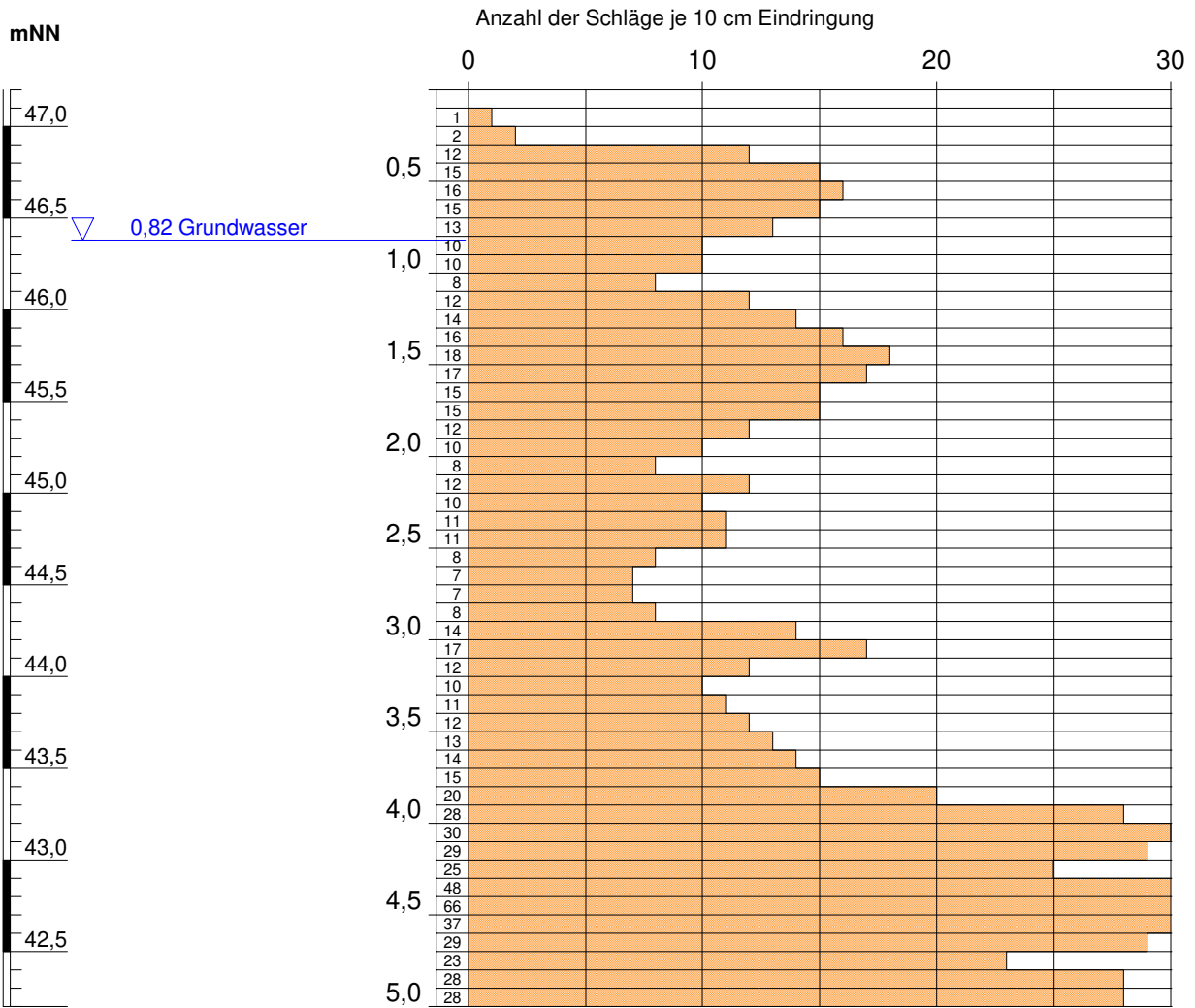
DR. SCHLEICHER
 & PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau
 Düppelstr. 5

49808 Lingen
 An der Marienschule 46



WEA 4 KSF RS 2
Leichte Rammsondierung DPL-10
Ansatzhöhe: +47,20 mNN



Höhenmaßstab: 1:40

Leichte Rammsondierung (DPL-10): WEA 4 KSF RS 2

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 222 645 | Bericht vom: 03.04.2023 | ausgeführt: 07. KW 2023 | Bearb.: Ra | Anlage - Nr.: D/8

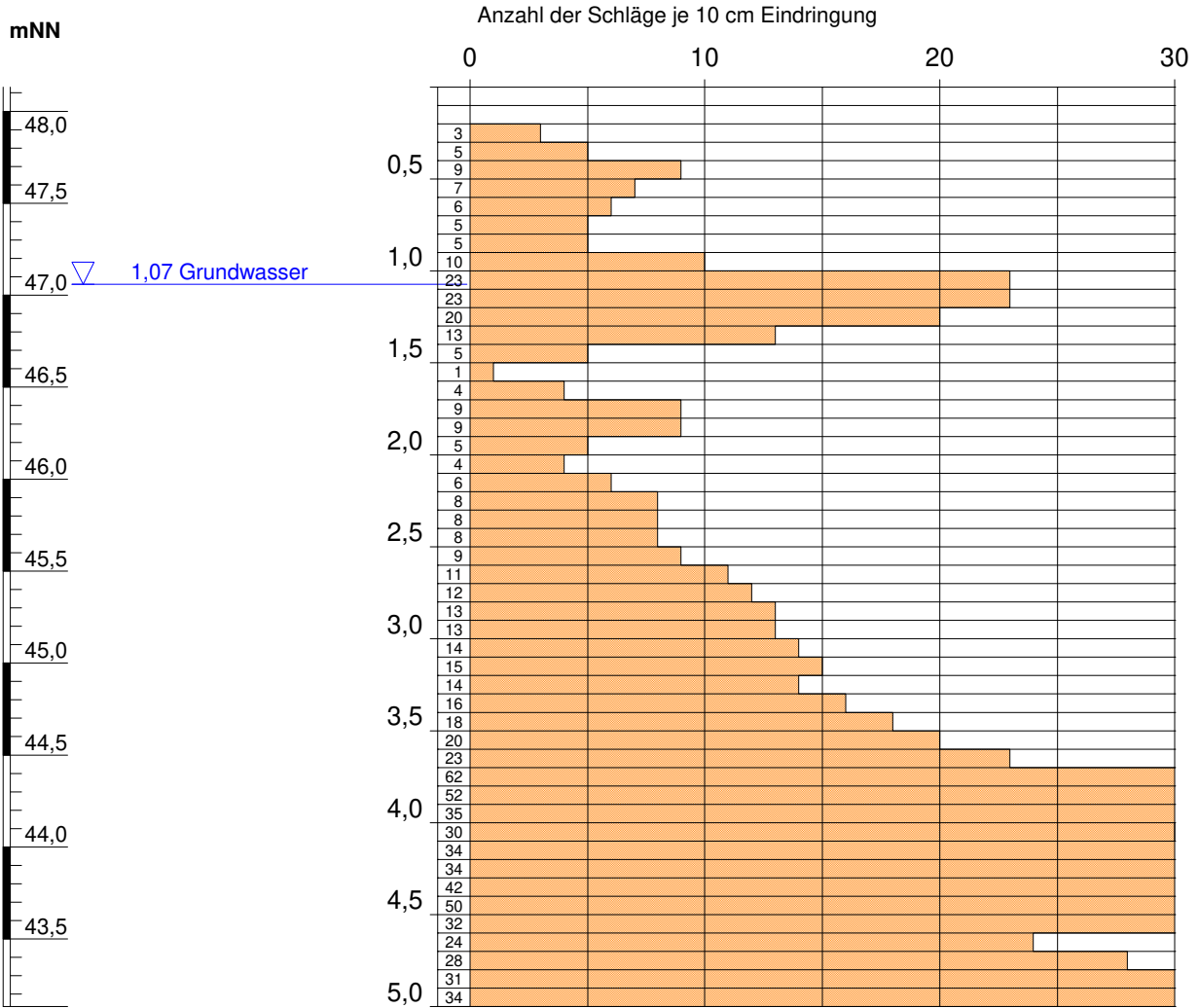
DR. SCHLEICHER
 & PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau
 Düppelstr. 5

49808 Lingen
 An der Marienschule 46



WEA 5 KSF RS 1
Leichte Rammsondierung DPL-10
Ansatzhöhe: +48,13 mNN



Höhenmaßstab: 1:40

Leichte Rammsondierung (DPL-10): WEA 5 KSF RS 1

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 222 645 | Bericht vom: 03.04.2023 | ausgeführt: 07. KW 2023 | Bearb.: Ra | Anlage - Nr.: D/9

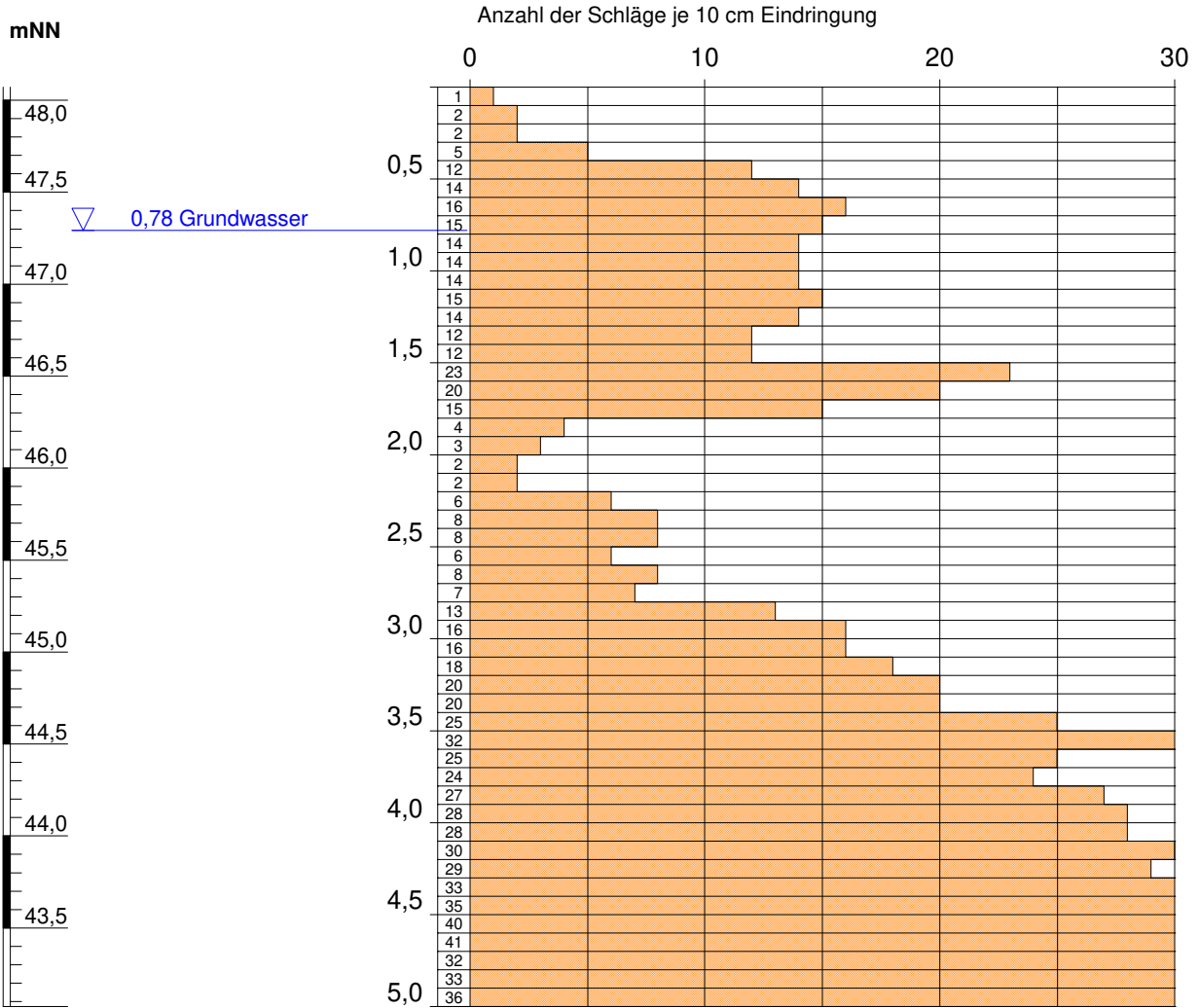
DR. SCHLEICHER
 & PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau
 Düppelstr. 5

49808 Lingen
 An der Marienschule 46



WEA 5 KSF RS 2
Leichte Rammsondierung DPL-10
Ansatzhöhe: +48,07 mNN



Höhenmaßstab: 1:40

Leichte Rammsondierung (DPL-10): WEA 5 KSF RS 2

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 222 645 | Bericht vom: 03.04.2023 | ausgeführt: 07. KW 2023 | Bearb.: Ra | Anlage - Nr.: D/10

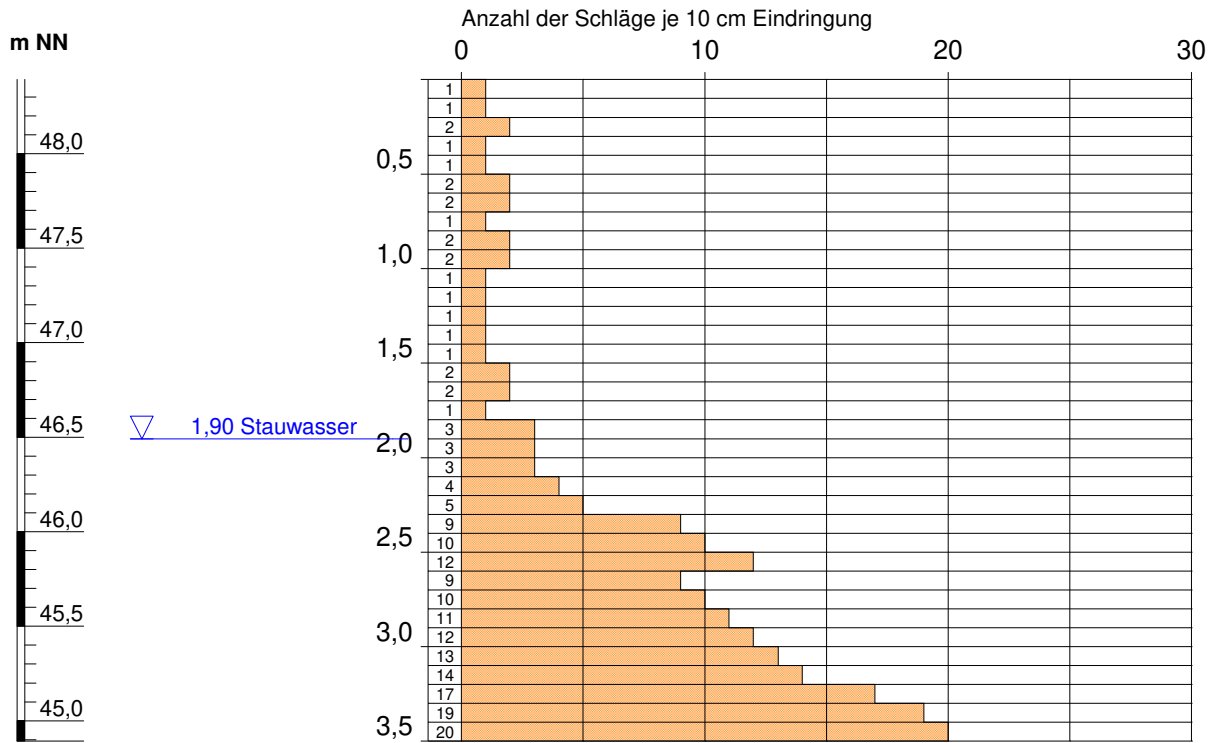
DR. SCHLEICHER
 & PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau
 Düppelstr. 5

49808 Lingen
 An der Marienschule 46



WEA 6 KSF RS 1
Schwere Rammsondierung DPH
Ansatzhöhe: +48,39 mNN



steht auf

Höhenmaßstab: 1:40

Schwere Rammsondierung DPH: WEA 6 KSF RS 1

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 222 645

Bericht vom: 03.04.2023

ausgeführt: 04. KW 2023

Anlage - Nr.: D/11

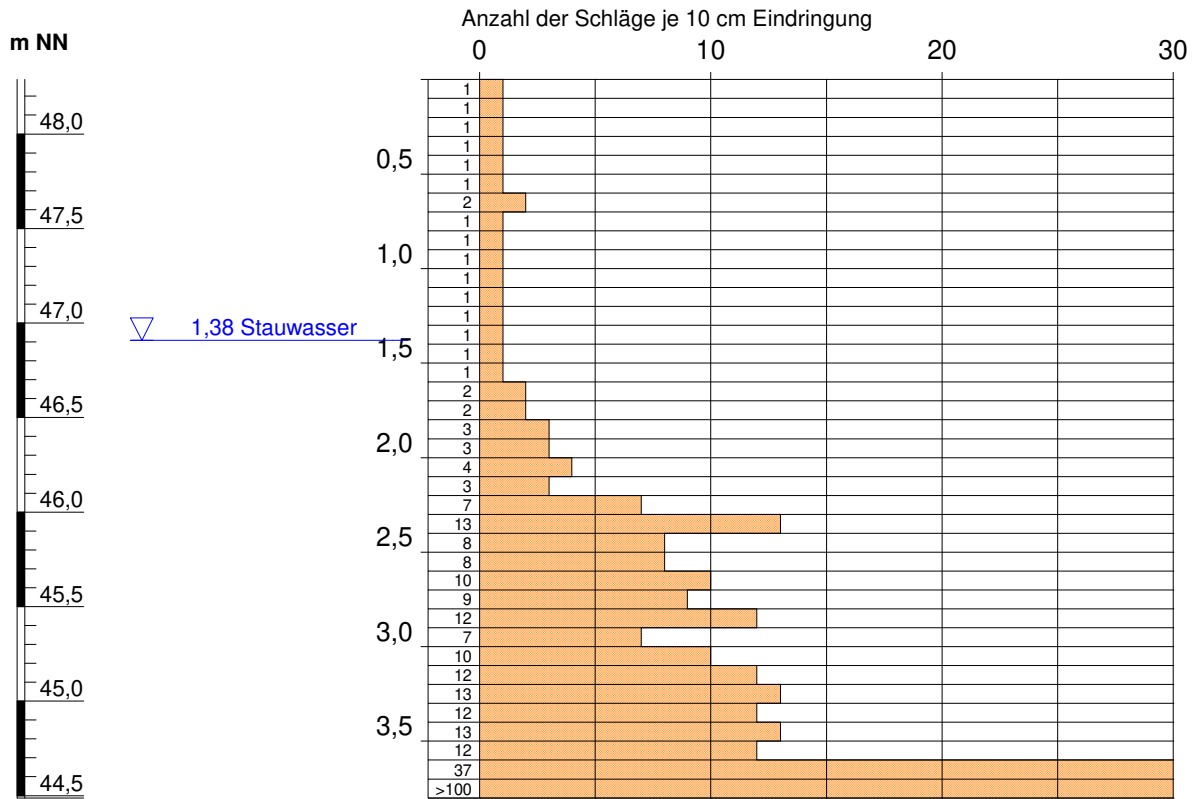
DR. SCHLEICHER
 & PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau
 Düppelstr. 5

49808 Lingen
 An der Marienschule 46



WEA 6 KSF RS 3
Schwere Rammsondierung DPH
Ansatzhöhe: +48,29 mNN



steht auf

Höhenmaßstab: 1:40

Schwere Rammsondierung DPH: WEA 6 KSF RS 3

Projekt: Errichtung von 6 WEA im WP Heek-Anthornshook in 48619 Heek
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 222 645

Bericht vom: 03.04.2023

ausgeführt: 04. KW 2023

Anlage - Nr.: D/12

DR. SCHLEICHER
& PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau
 Düppelstr. 5

49808 Lingen
 An der Marienschule 46



Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
 Düppelstraße 5
 48599 Gronau
 Tel.: 02562 / 9359-0 Fax: 02562 / 9359-30

Bearbeiter: Ra

Datum: 01.03.2023

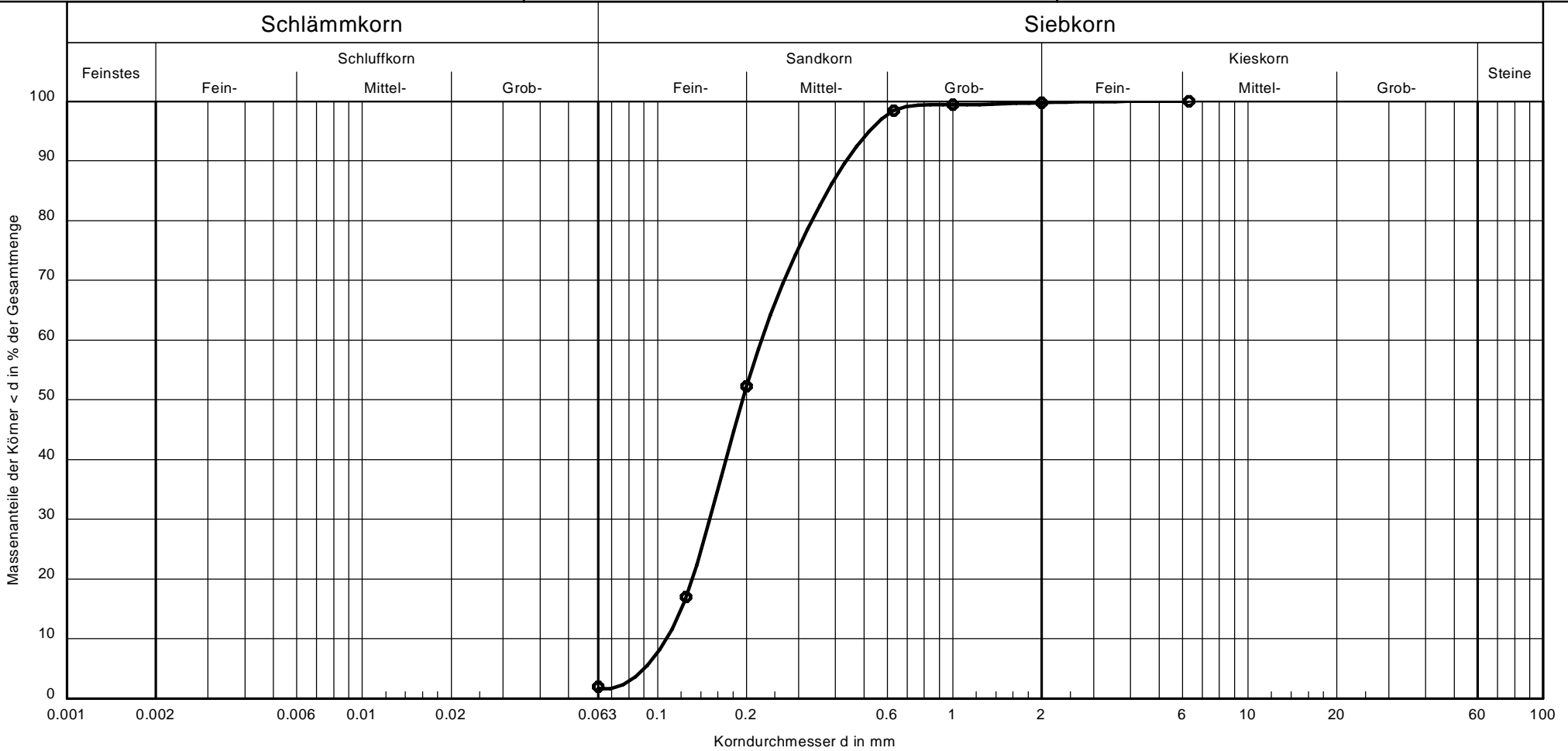
Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04
 Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
 Heek-Anthornshook in 48619 Heek

Projekt - Nummer: 222 645

Probe entnommen in der: 04.+07. KW 2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Trockensiebung



Entnahmestelle:	WEA 1 KRB 1
Tiefe:	5,00 m - 7,00 m
Bodenart:	Feinsand + Mittelsand
U /Cc	2.1/0.9
Durchlässigkeit k [m/s]:	$1.3 \cdot 10^{-4}$
ermittelt nach	k nach Hazen

Bemerkungen:
 U = Ungleichförmigkeitsgrad
 Cc = Krümmungszahl

Bericht:
 03.04.2023
 Anlage:
 E/1

Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
 Düppelstraße 5
 48599 Gronau
 Tel.: 02562 / 9359-0 Fax: 02562 / 9359-30

Bearbeiter: Ra

Datum: 01.03.2023

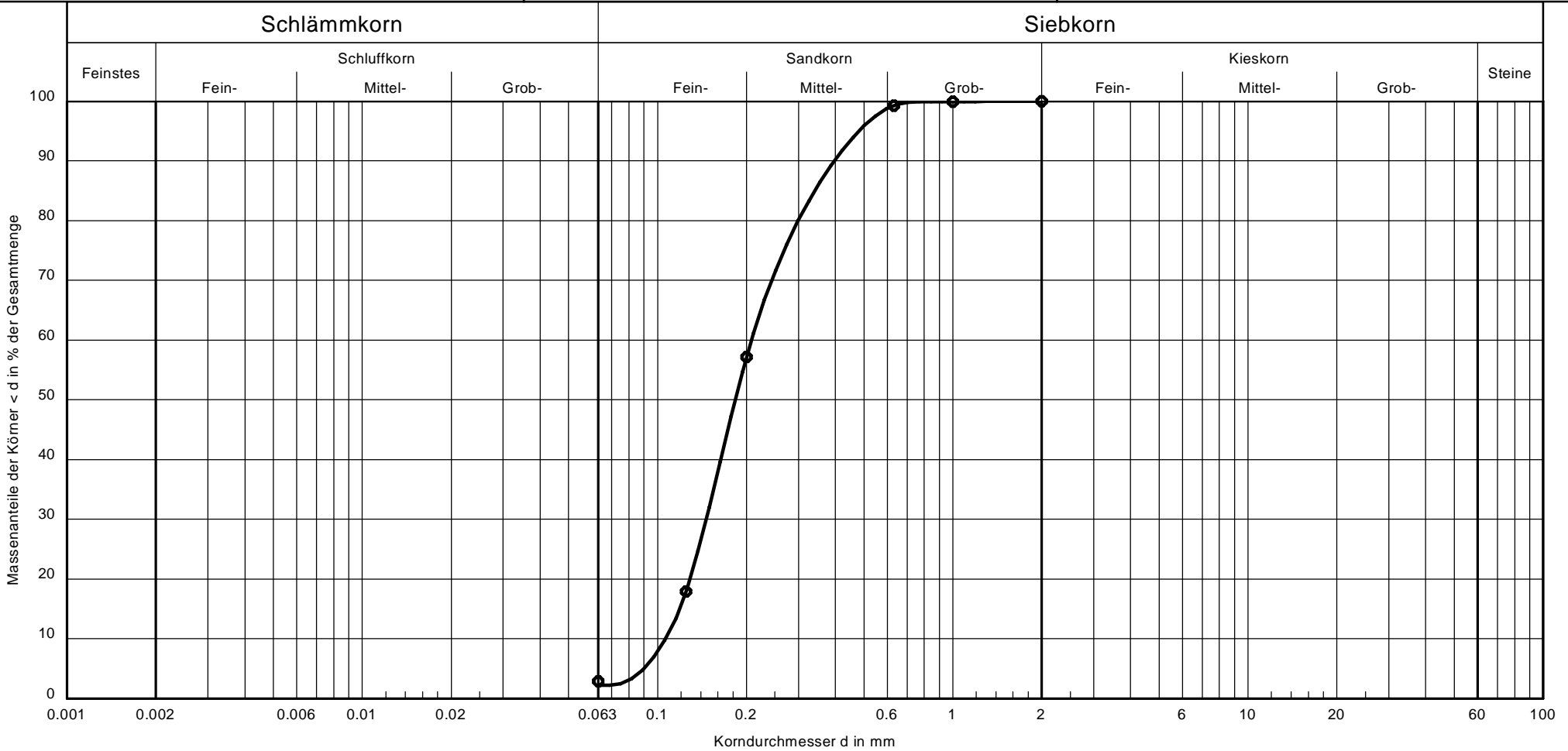
Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04
 Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
 Heek-Anthornshook in 48619 Heek

Projekt - Nummer: 222 645

Probe entnommen in der: 04.+07. KW 2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Trockensiebung



Entnahmestelle:	WEA 1 KRB 1
Tiefe:	7,00 m - 9,00 m
Bodenart:	Feinsand + Mittelsand
U /Cc	2.0/1.0
Durchlässigkeit k [m/s]:	$1.3 \cdot 10^{-4}$
ermittelt nach	k nach Hazen

Bemerkungen:
 U = Ungleichförmigkeitsgrad
 Cc = Krümmungszahl

Bericht:
 03.04.2023
 Anlage:
 E/2

Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
 Düppelstraße 5
 48599 Gronau
 Tel.: 02562 / 9359-0 Fax: 02562 / 9359-30

Bearbeiter: Ra

Datum: 01.03.2023

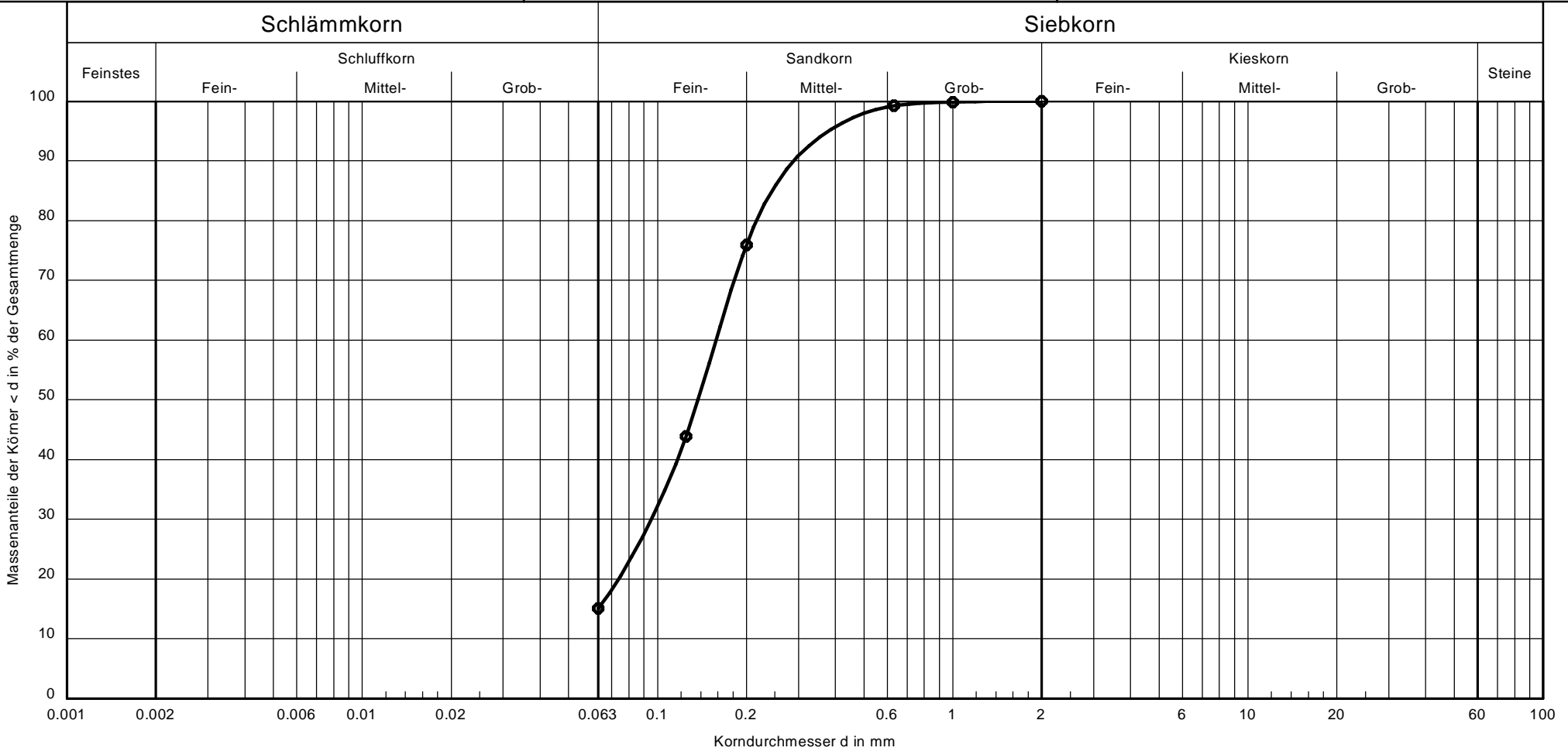
Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04
 Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
 Heek-Anthornshook in 48619 Heek

Projekt - Nummer: 222 645

Probe entnommen in der: 04.+07. KW 2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Trockensiebung



Entnahmestelle:	WEA 1 KRB 2
Tiefe:	2,30 m - 3,00 m
Bodenart:	Feinsand, schluffig, mittelsandig
U /Cc	-/-
Durchlässigkeit k [m/s]:	-
ermittelt nach	k nach Hazen

Bemerkungen:
 U = Ungleichförmigkeitsgrad
 Cc = Krümmungszahl

Bericht: 03.04.2023
 Anlage: E/3

Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
 Düppelstraße 5
 48599 Gronau
 Tel.: 02562 / 9359-0 Fax: 02562 / 9359-30

Bearbeiter: Ra

Datum: 01.03.2023

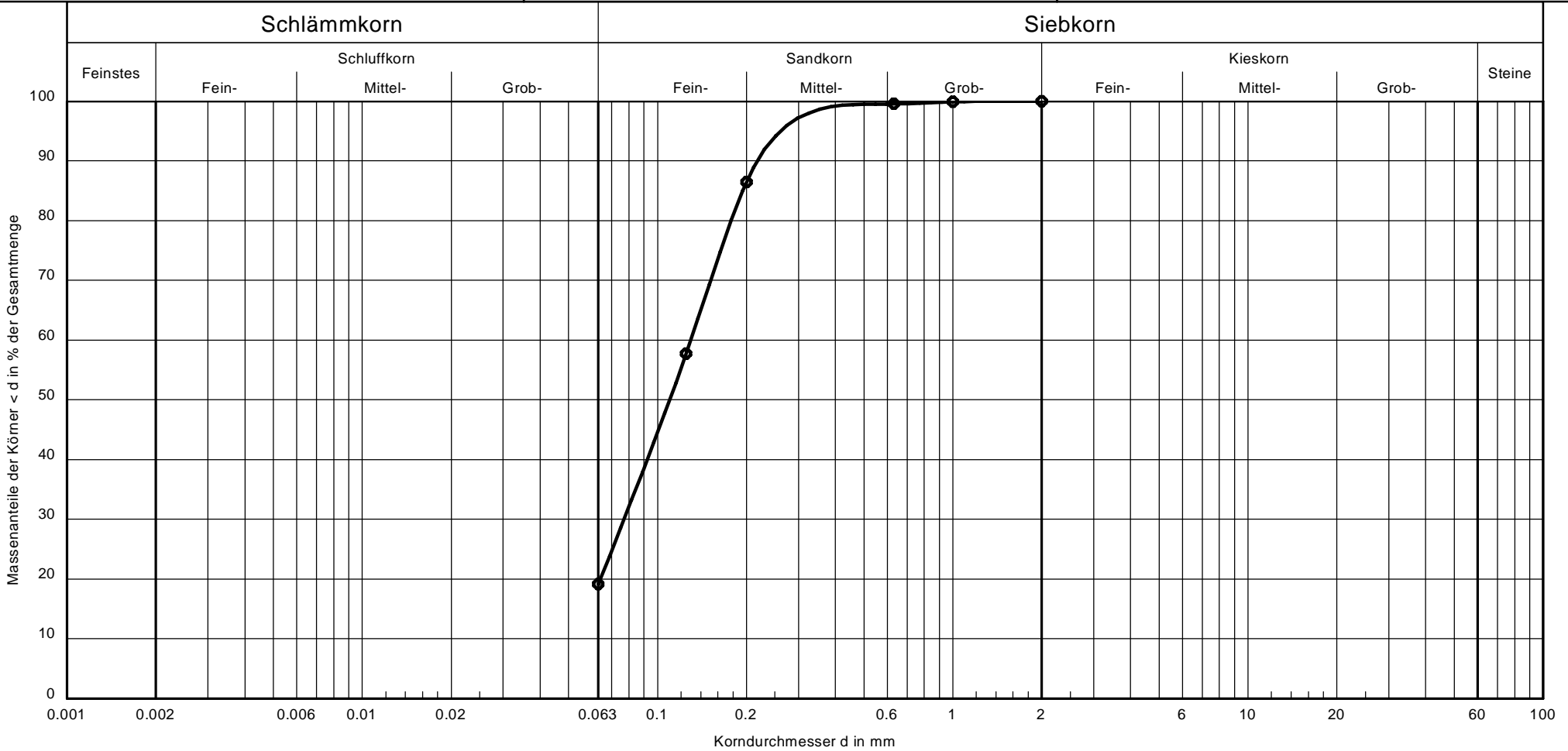
Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04
 Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
 Heek-Anthornshook in 48619 Heek

Projekt - Nummer: 222 645

Probe entnommen in der: 04.+07. KW 2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Trockensiebung



Entnahmestelle:	WEA 1 KRB 3
Tiefe:	1,60 m - 3,00 m
Bodenart:	Feinsand, schluffig, schwach mittelsandig
U /Cc	-/-
Durchlässigkeit k [m/s]:	-
ermittelt nach	k nach Hazen

Bemerkungen:
 U = Ungleichförmigkeitsgrad
 Cc = Krümmungszahl

Bericht:
 03.04.2023
 Anlage:
 E/4

Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
 Düppelstraße 5
 48599 Gronau
 Tel.: 02562 / 9359-0 Fax: 02562 / 9359-30

Bearbeiter: Ra

Datum: 01.03.2023

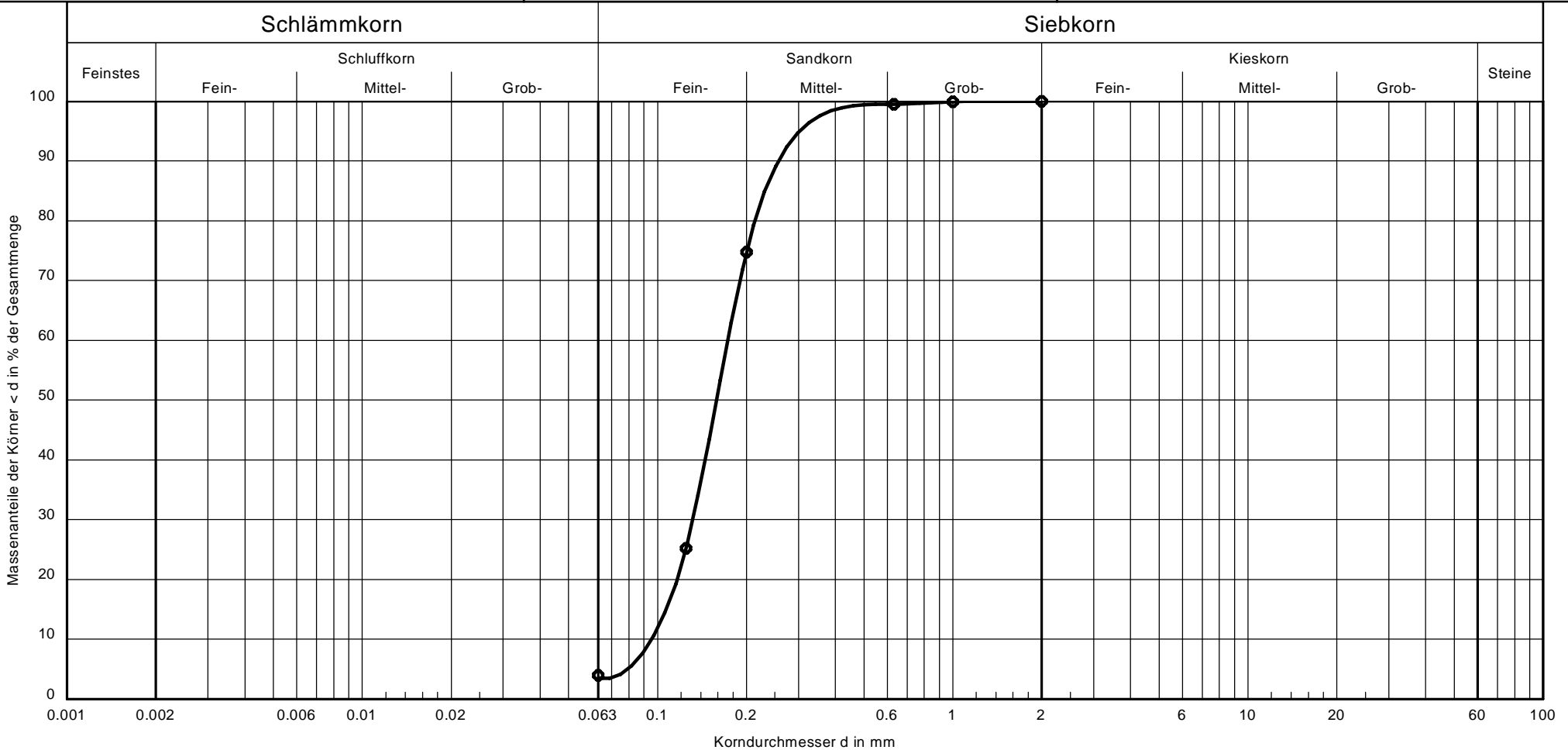
Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04
 Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
 Heek-Anthornshook in 48619 Heek

Projekt - Nummer: 222 645

Probe entnommen in der: 04.+07. KW 2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Trockensiebung



Entnahmestelle:	WEA 1 KRB 3
Tiefe:	3,00 m - 5,00 m
Bodenart:	Feinsand, mittelsandig
U /Cc	1.8/1.0
Durchlässigkeit k [m/s]:	-
ermittelt nach	k nach Hazen

Bemerkungen:
 U = Ungleichförmigkeitsgrad
 Cc = Krümmungszahl

Bericht: 03.04.2023
 Anlage: E/5

Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
 Düppelstraße 5
 48599 Gronau
 Tel.: 02562 / 9359-0 Fax: 02562 / 9359-30

Bearbeiter: Ra

Datum: 01.03.2023

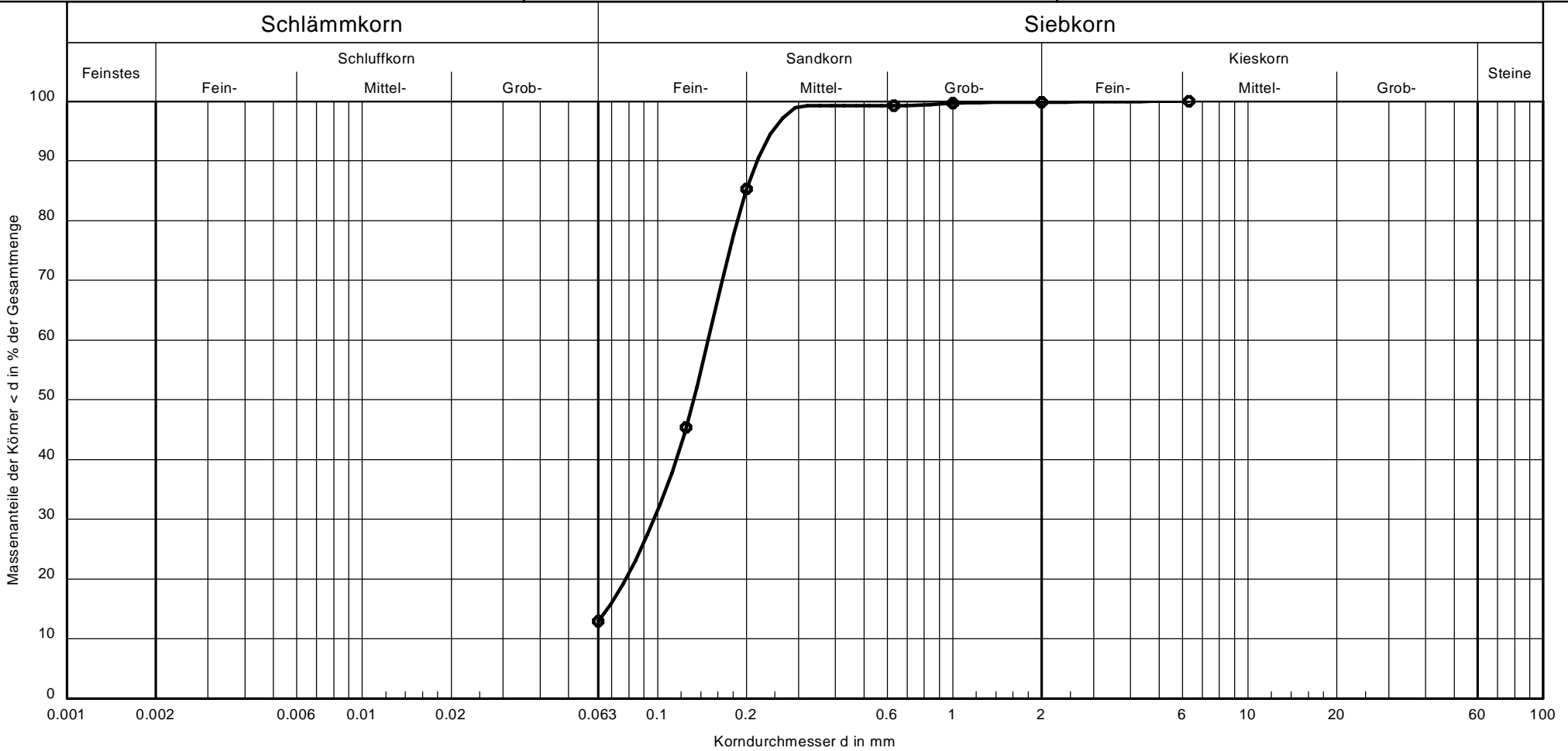
Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04
 Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
 Heek-Anthornshook in 48619 Heek

Projekt - Nummer: 222 645

Probe entnommen in der: 04.+07. KW 2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Trockensiebung



Entnahmestelle:	WEA 2 KRB 1
Tiefe:	3,70 m - 5,70 m
Bodenart:	Feinsand, schwach schluffig, schwach mittelsandig
U /Cc	-/-
Durchlässigkeit k [m/s]:	-
ermittelt nach	k nach Hazen

Bemerkungen:
 U = Ungleichförmigkeitsgrad
 Cc = Krümmungszahl

Bericht:
 03.04.2023
 Anlage:
 E/6

Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
 Düppelstraße 5
 48599 Gronau
 Tel.: 02562 / 9359-0 Fax: 02562 / 9359-30

Bearbeiter: Ra

Datum: 01.03.2023

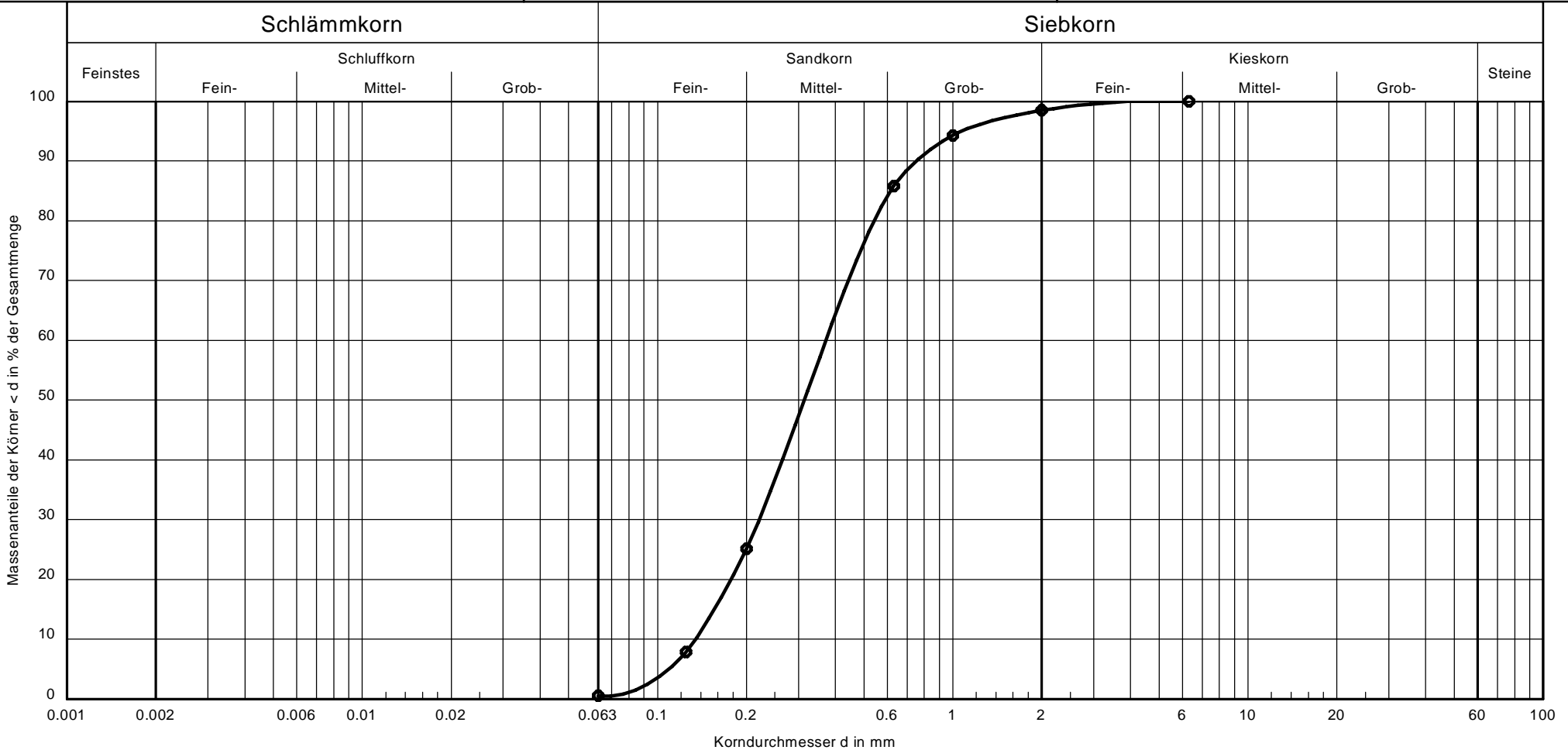
Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04
 Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
 Heek-Anthornshook in 48619 Heek

Projekt - Nummer: 222 645

Probe entnommen in der: 04.+07. KW 2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Trockensiebung



Entnahmestelle:	WEA 2 KRB 2
Tiefe:	2,20 m - 2,70 m
Bodenart:	Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig
U /Cc	2.8/1.0
Durchlässigkeit k [m/s]:	$2.1 \cdot 10^{-4}$
ermittelt nach	k nach Hazen

Bemerkungen:
 U = Ungleichförmigkeitsgrad
 Cc = Krümmungszahl

Bericht:
 03.04.2023
 Anlage:
 E/7

Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
 Düppelstraße 5
 48599 Gronau
 Tel.: 02562 / 9359-0 Fax: 02562 / 9359-30

Bearbeiter: Ra

Datum: 01.03.2023

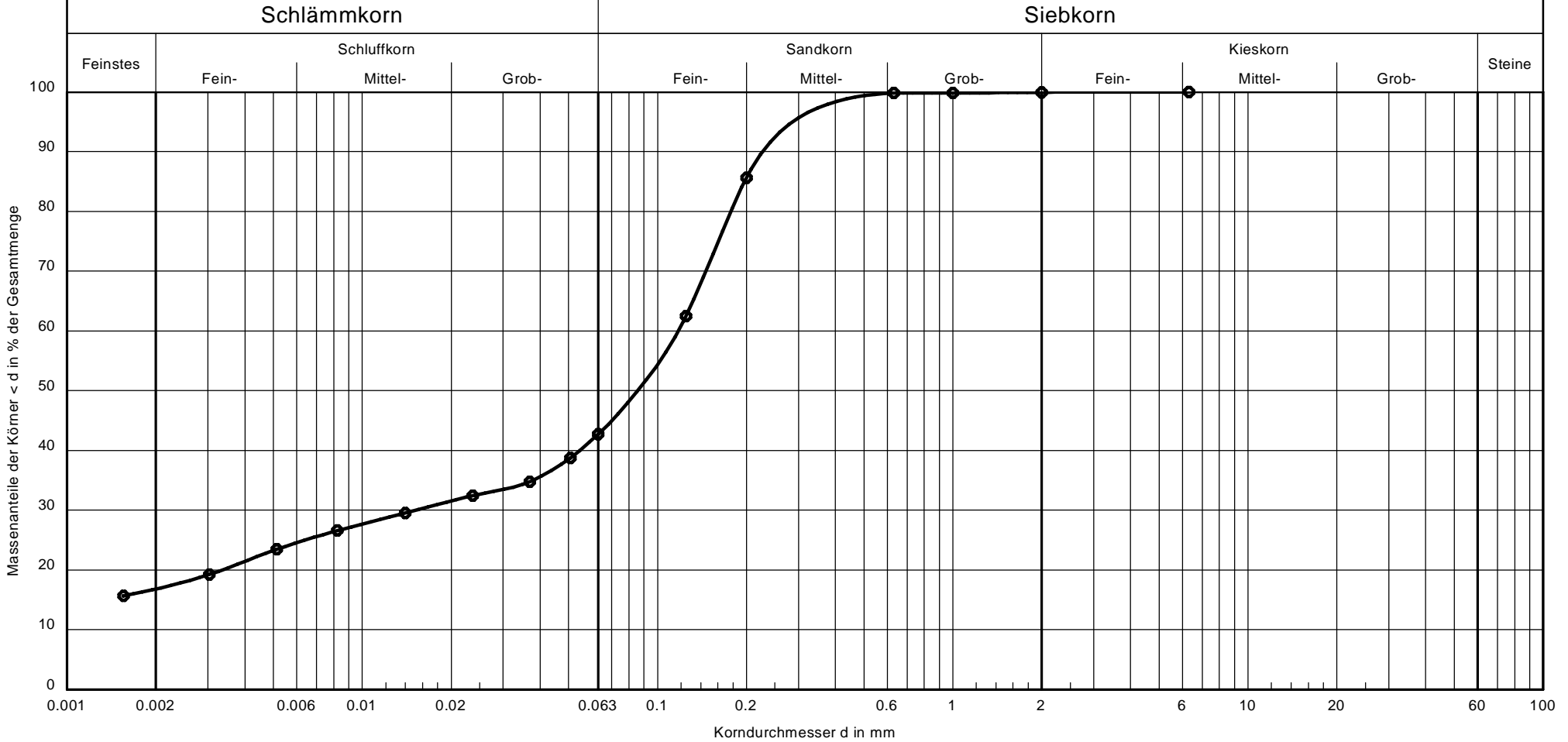
Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04
 Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
 Heek-Anthornshook in 48619 Heek

Projekt - Nummer: 222 645

Probe entnommen in der: 04.+07. KW 2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombinierte Schlämm- und Siebanalyse



Entnahmestelle:	WEA 2 KRB 3
Tiefe:	8,30 m - 9,00 m
Bodenart:	Feinsand, tonig, schluffig, schwach mittelsandig
U /Cc	-/-
Durchlässigkeit k [m/s]:	-
ermittelt nach	k nach Hazen

Bemerkungen:
 U = Ungleichförmigkeitsgrad
 Cc = Krümmungszahl

Bericht:
 03.04.2023
 Anlage:
 E/8

Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
 Düppelstraße 5
 48599 Gronau
 Tel.: 02562 / 9359-0 Fax: 02562 / 9359-30

Bearbeiter: Ra

Datum: 01.03.2023

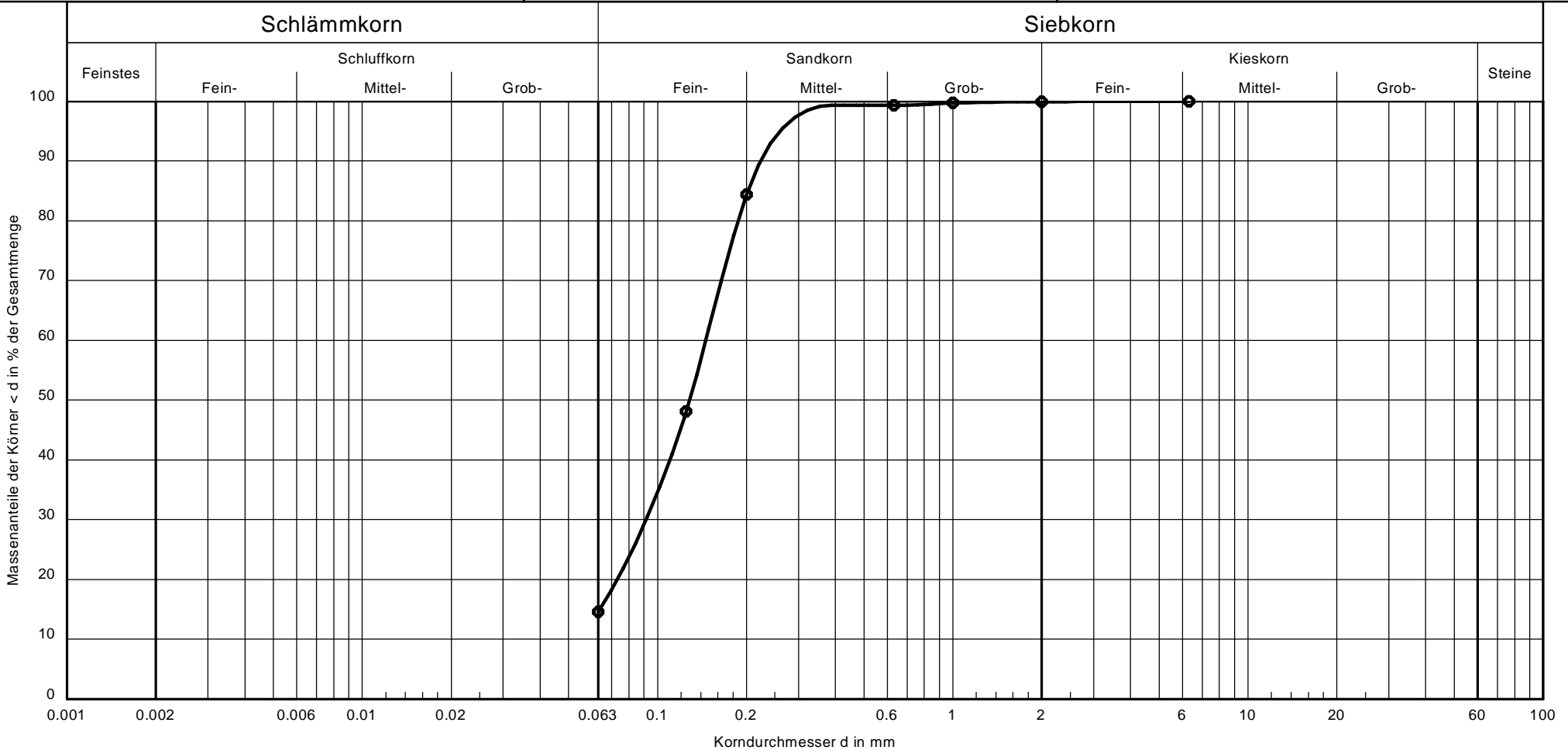
Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04
 Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
 Heek-Anthornshook in 48619 Heek

Projekt - Nummer: 222 645

Probe entnommen in der: 04.+07. KW 2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Trockensiebung



Entnahmestelle:	WEA 3 KRB 1
Tiefe:	2,30 m - 4,70 m
Bodenart:	Feinsand, schwach schluffig, schwach mittelsandig
U /Cc	-/-
Durchlässigkeit k [m/s]:	-
ermittelt nach	k nach Hazen

Bemerkungen:
 U = Ungleichförmigkeitsgrad
 Cc = Krümmungszahl

Bericht:
 03.04.2023
 Anlage:
 E/9

Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
 Düppelstraße 5
 48599 Gronau
 Tel.: 02562 / 9359-0 Fax: 02562 / 9359-30

Bearbeiter: Ra

Datum: 01.03.2023

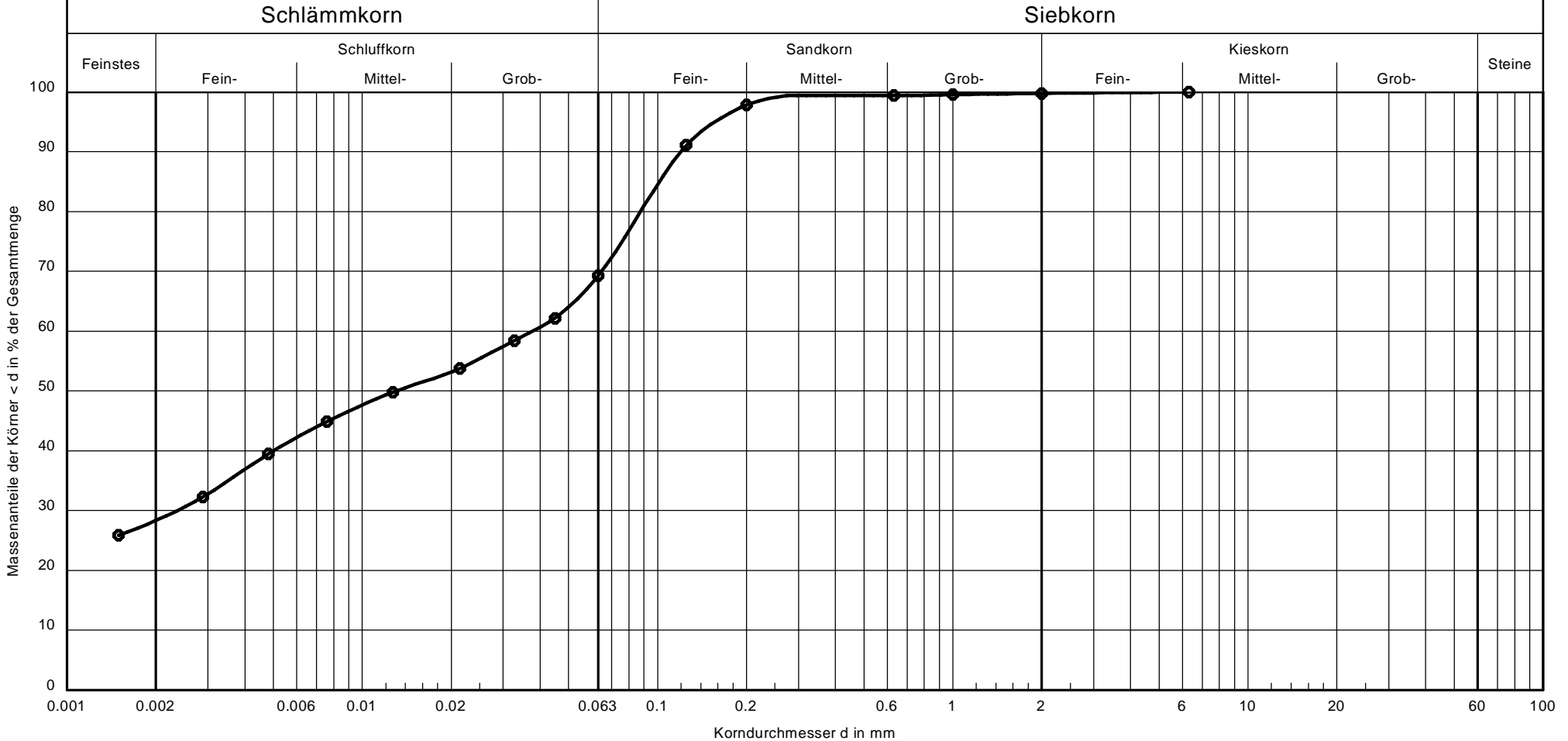
Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04
 Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
 Heek-Anthornshook in 48619 Heek

Projekt - Nummer: 222 645

Probe entnommen in der: 04.+07. KW 2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombinierte Schläm- und Siebanalyse



Entnahmestelle:	WEA 3 KRB 2	Bemerkungen: U = Ungleichförmigkeitsgrad Cc = Krümmungszahl	Bericht: 03.04.2023 Anlage: E/10
Tiefe:	6,50 m - 7,50 m		
Bodenart:	Schluff, tonig, feinsandig		
U /Cc	-/-		
Durchlässigkeit k [m/s]:	-		
ermittelt nach	k nach Hazen		

Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
 Düppelstraße 5
 48599 Gronau
 Tel.: 02562 / 9359-0 Fax: 02562 / 9359-30

Bearbeiter: Ra

Datum: 01.03.2023

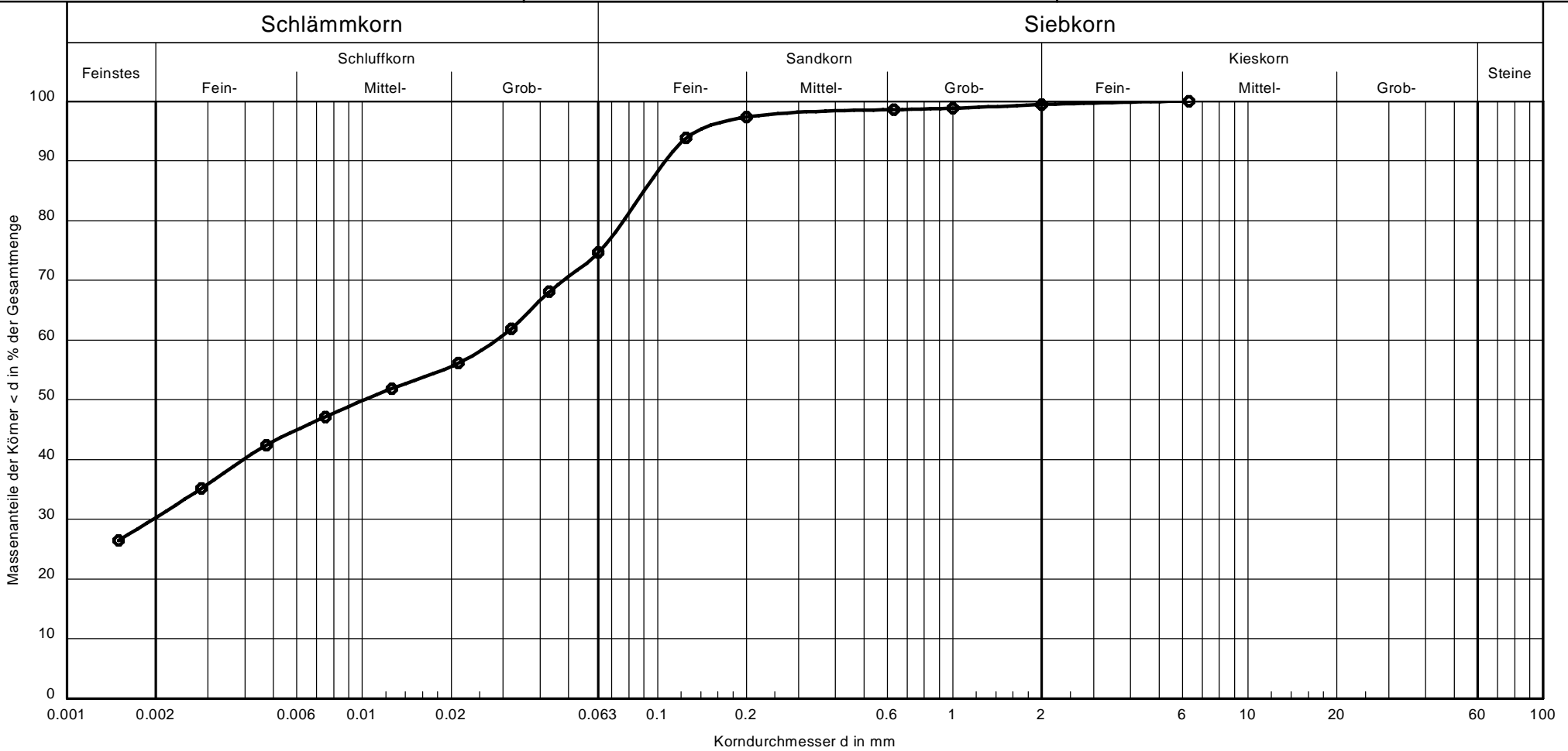
Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04
 Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
 Heek-Anthornshook in 48619 Heek

Projekt - Nummer: 222 645

Probe entnommen in der: 04.+07. KW 2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombinierte Schläm- und Siebanalyse



Entnahmestelle:	WEA 3 KRB 3
Tiefe:	4,50 m - 6,50 m
Bodenart:	Schluff, stark tonig, feinsandig
U /Cc	-/-
Durchlässigkeit k [m/s]:	-
ermittelt nach	k nach Hazen

Bemerkungen:
 U = Ungleichförmigkeitsgrad
 Cc = Krümmungszahl

Bericht:
 03.04.2023
 Anlage:
 E/11

Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
 Düppelstraße 5
 48599 Gronau
 Tel.: 02562 / 9359-0 Fax: 02562 / 9359-30

Bearbeiter: Ra

Datum: 01.03.2023

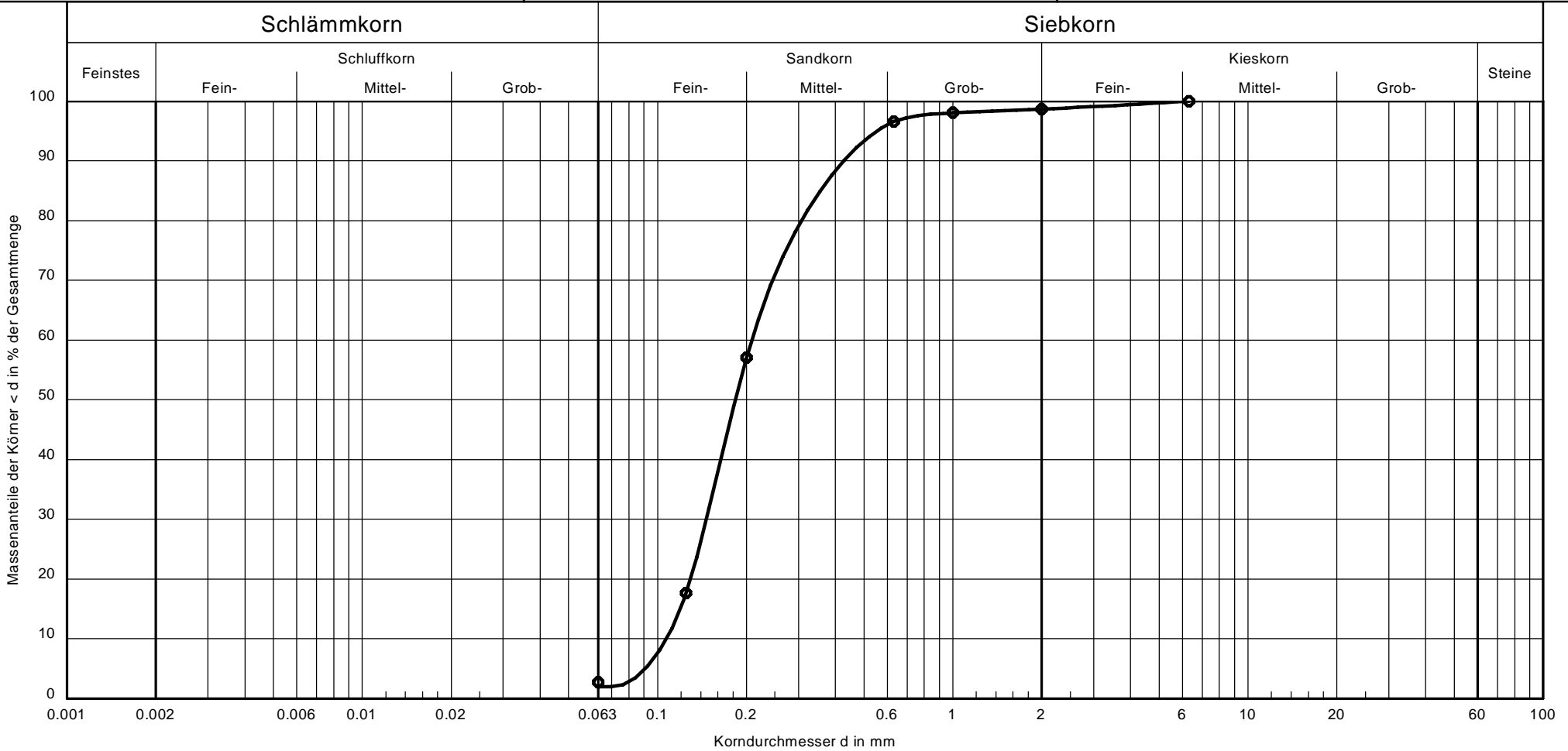
Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04
 Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
 Heek-Anthornshook in 48619 Heek

Projekt - Nummer: 222 645

Probe entnommen in der: 04.+07. KW 2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Trockensiebung



Entnahmestelle:	WEA 4 KRB 1
Tiefe:	2,90 m - 4,20 m
Bodenart:	Feinsand, stark mittelsandig
U /Cc	2.0/1.0
Durchlässigkeit k [m/s]:	$1.3 \cdot 10^{-4}$
ermittelt nach	k nach Hazen

Bemerkungen:
 U = Ungleichförmigkeitsgrad
 Cc = Krümmungszahl

Bericht:
 03.04.2023
 Anlage:
 E/12

Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
 Düppelstraße 5
 48599 Gronau
 Tel.: 02562 / 9359-0 Fax: 02562 / 9359-30

Bearbeiter: Ra

Datum: 01.03.2023

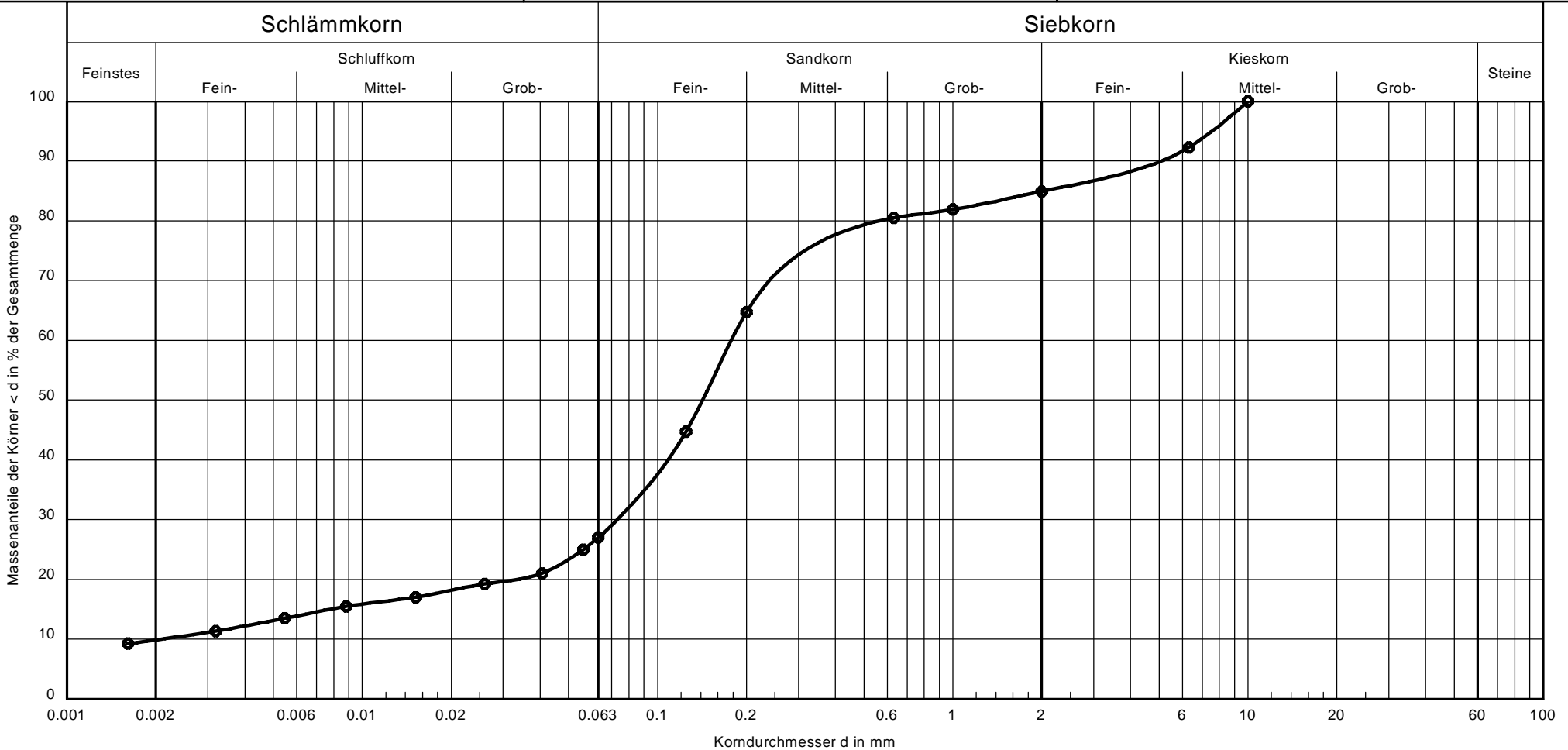
Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04
 Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
 Heek-Anthornshook in 48619 Heek

Projekt - Nummer: 222 645

Probe entnommen in der: 04.+07. KW 2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombinierte Schlämm- und Siebanalyse



Entnahmestelle:	WEA 4 KRB 2
Tiefe:	4,30 m - 5,50 m
Bodenart:	Sand, schluffig, schwach tonig, schwach feinkiesig, schwach mittelkiesig
U /Cc	85.1/14.4
Durchlässigkeit k [m/s]:	-
ermittelt nach	k nach Hazen

Bemerkungen:
 U = Ungleichförmigkeitsgrad
 Cc = Krümmungszahl

Bericht:
 03.04.2023
 Anlage:
 E/13

Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
 Düppelstraße 5
 48599 Gronau
 Tel.: 02562 / 9359-0 Fax: 02562 / 9359-30

Bearbeiter: Ra

Datum: 01.03.2023

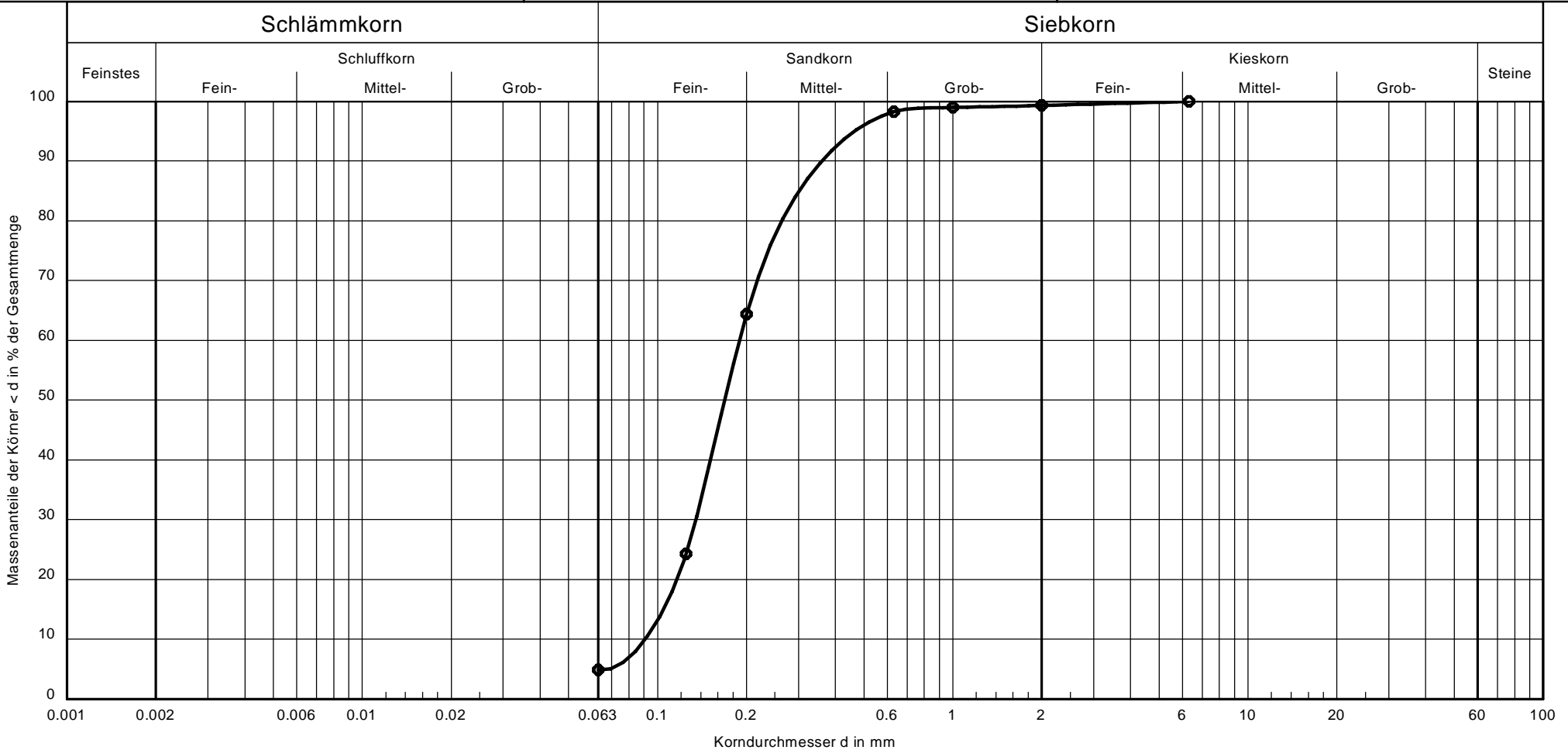
Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04
 Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
 Heek-Anthornshook in 48619 Heek

Projekt - Nummer: 222 645

Probe entnommen in der: 04.+07. KW 2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Trockensiebung



Entnahmestelle:	WEA 4 KRB 3
Tiefe:	1,70 m - 3,60 m
Bodenart:	Feinsand, stark mittelsandig
U /Cc	2.1/1.1
Durchlässigkeit k [m/s]:	-
ermittelt nach	k nach Hazen

Bemerkungen:
 U = Ungleichförmigkeitsgrad
 Cc = Krümmungszahl

Bericht:
 03.04.2023
 Anlage:
 E/14

Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
 Düppelstraße 5
 48599 Gronau
 Tel.: 02562 / 9359-0 Fax: 02562 / 9359-30

Bearbeiter: Ra

Datum: 01.03.2023

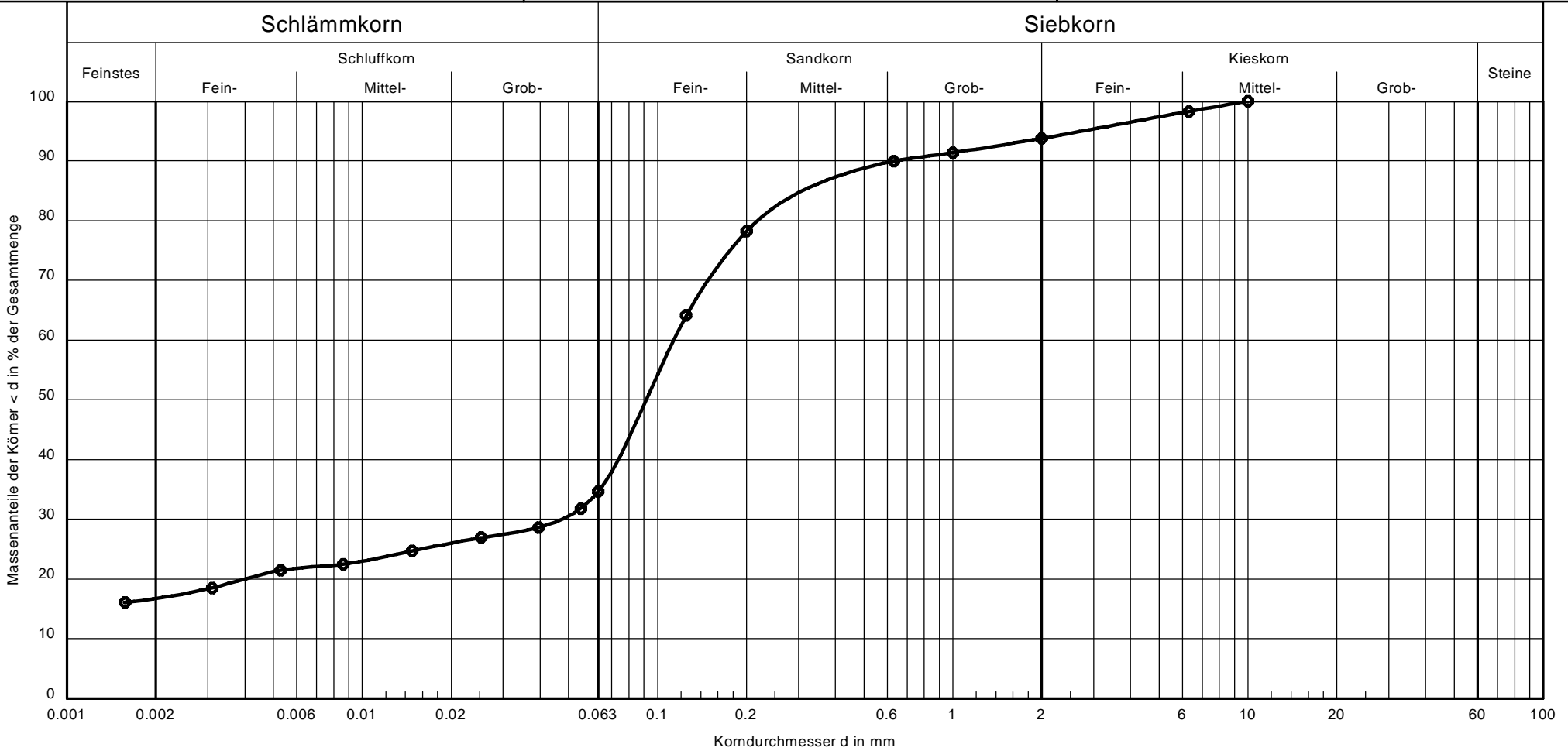
Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04
 Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
 Heek-Anthornshook in 48619 Heek

Projekt - Nummer: 222 645

Probe entnommen in der: 04.+07. KW 2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombinierte Schläm- und Siebanalyse



Entnahmestelle:	WEA 5 KRB 1
Tiefe:	2,80 m - 5,90 m
Bodenart:	Feinsand, tonig, schluffig, schwach kiesig, schwach mittelsandig
U /Cc	-/-
Durchlässigkeit k [m/s]:	-
ermittelt nach	k nach Hazen

Bemerkungen:
 U = Ungleichförmigkeitsgrad
 Cc = Krümmungszahl

Bericht:
 03.04.2023
 Anlage:
 E/15

Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
 Düppelstraße 5
 48599 Gronau
 Tel.: 02562 / 9359-0 Fax: 02562 / 9359-30

Bearbeiter: Ra

Datum: 01.03.2023

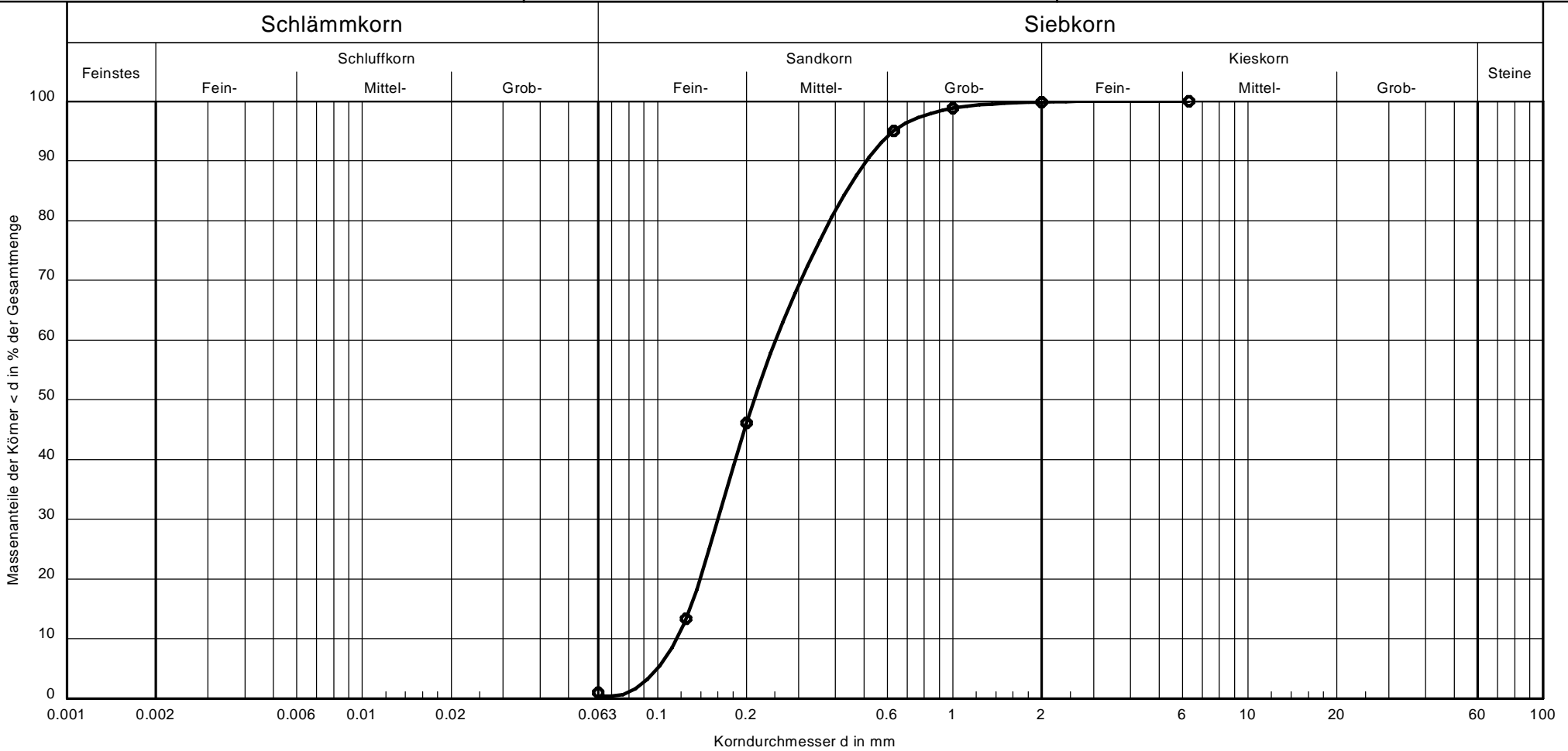
Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04
 Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
 Heek-Anthornshook in 48619 Heek

Projekt - Nummer: 222 645

Probe entnommen in der: 04.+07. KW 2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Trockensiebung



Entnahmestelle:	WEA 5 KRB 2 0,
Tiefe:	60 m - 2,20 m
Bodenart:	Feinsand + Mittelsand, schwach grobsandig
U /Cc	2.2/0.9
Durchlässigkeit k [m/s]:	$1.6 \cdot 10^{-4}$
ermittelt nach	k nach Hazen

Bemerkungen:
 U = Ungleichförmigkeitsgrad
 Cc = Krümmungszahl

Bericht:
 03.04.2023
 Anlage:
 E/16

Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
 Düppelstraße 5
 48599 Gronau
 Tel.: 02562 / 9359-0 Fax: 02562 / 9359-30

Bearbeiter: Ra

Datum: 01.03.2023

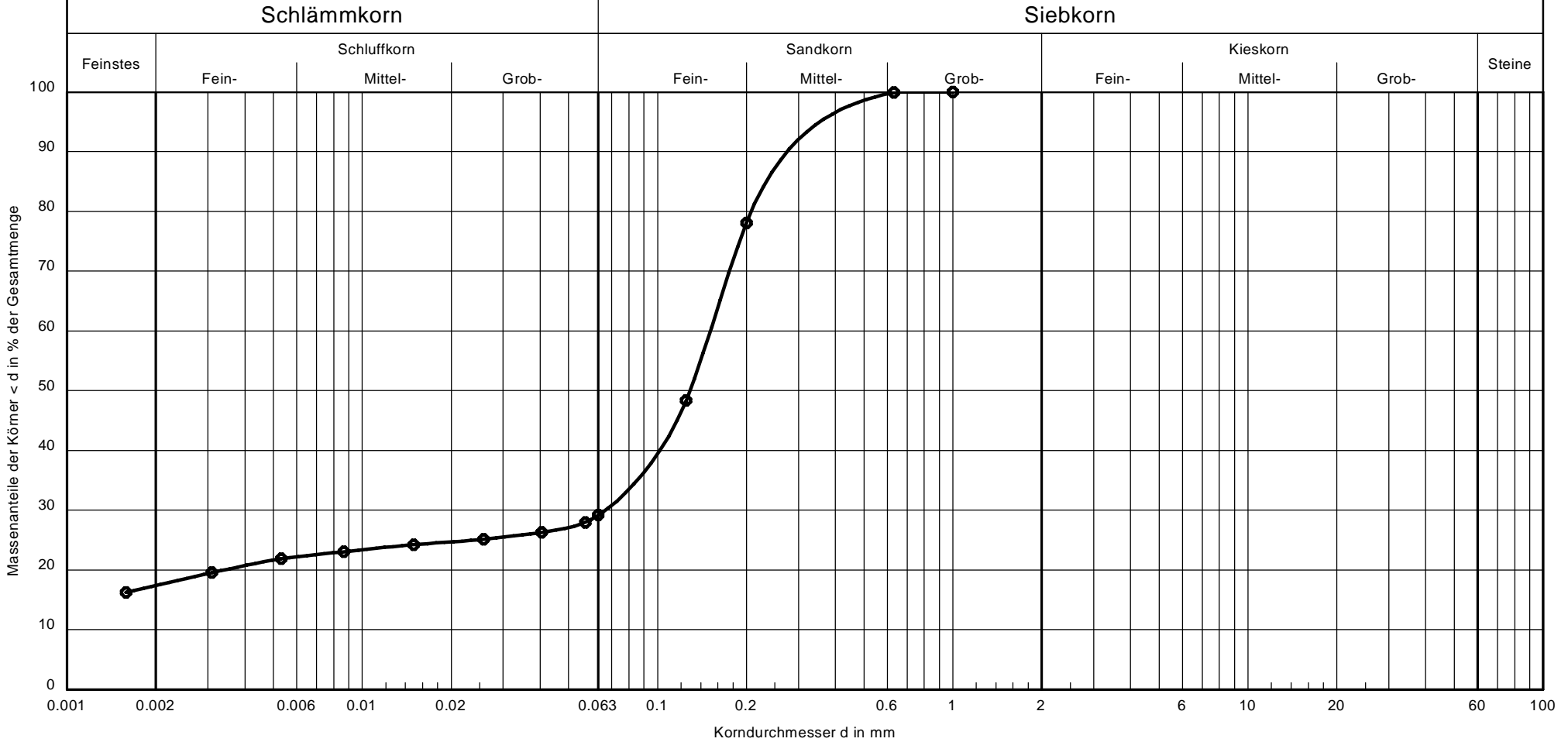
Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04
 Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
 Heek-Anthornshook in 48619 Heek

Projekt - Nummer: 222 645

Probe entnommen in der: 04.+07. KW 2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombinierte Schlämm- und Siebanalyse



Entnahmestelle:	WEA 5 KRB 2
Tiefe:	2,20 m - 2,60 m
Bodenart:	Feinsand, tonig, mittelsandig, schwach schluffig
U /Cc	-/-
Durchlässigkeit k [m/s]:	-
ermittelt nach	k nach Hazen

Bemerkungen:
 U = Ungleichförmigkeitsgrad
 Cc = Krümmungszahl

Bericht:
 03.04.2023
 Anlage:
 E/17

Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
 Düppelstraße 5
 48599 Gronau
 Tel.: 02562 / 9359-0 Fax: 02562 / 9359-30

Bearbeiter: Ra

Datum: 01.03.2023

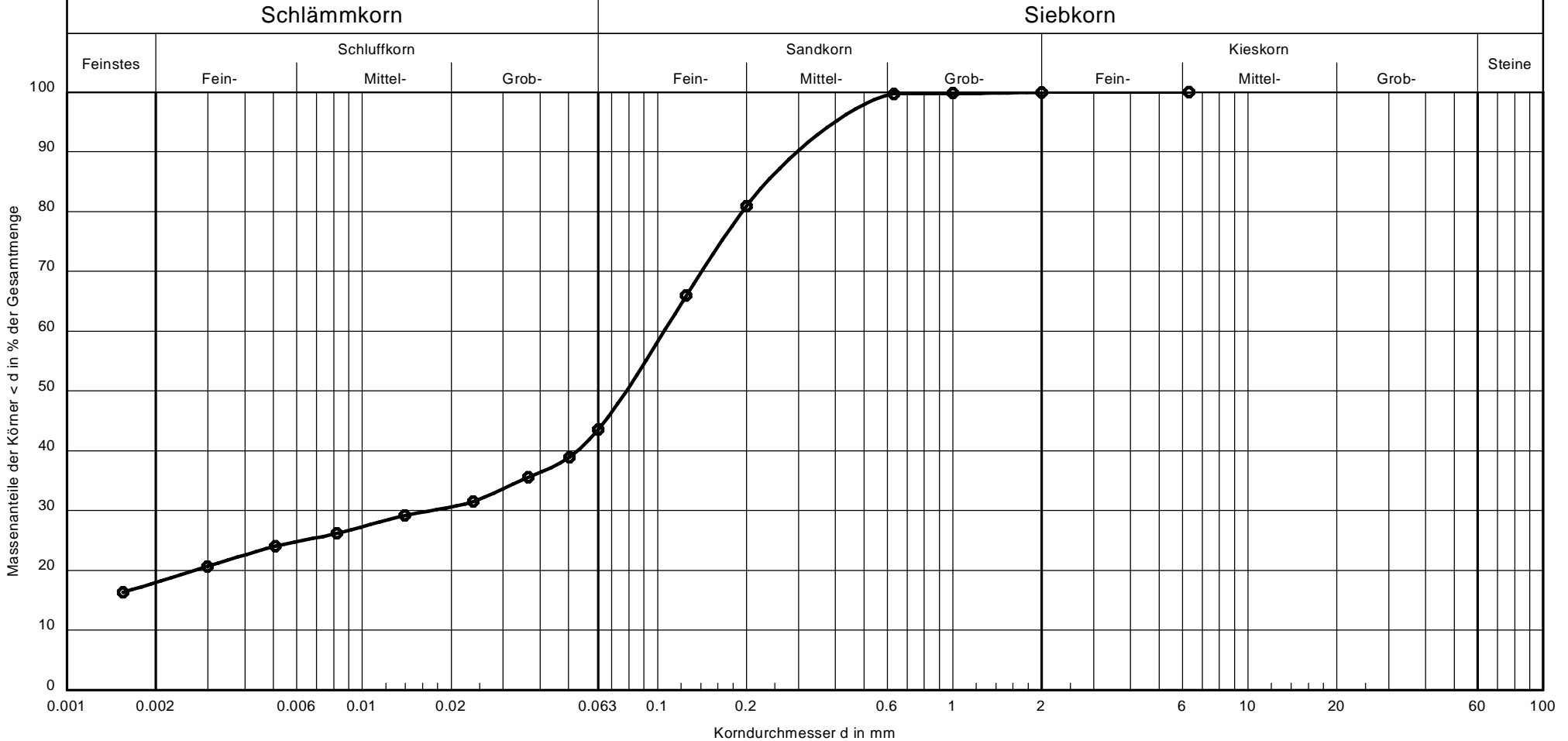
Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04
 Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
 Heek-Anthornshook in 48619 Heek

Projekt - Nummer: 222 645

Probe entnommen in der: 04.+07. KW 2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombinierte Schlämm- und Siebanalyse



Entnahmestelle:	WEA 5 KRB 3
Tiefe:	6,20 m - 7,00 m
Bodenart:	Sand, tonig, schluffig
U /Cc	-/-
Durchlässigkeit k [m/s]:	-
ermittelt nach	k nach Hazen

Bemerkungen:
 U = Ungleichförmigkeitsgrad
 Cc = Krümmungszahl

Bericht:
 03.04.2023
 Anlage:
 E/18

Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
 Düppelstraße 5
 48599 Gronau
 Tel.: 02562 / 9359-0 Fax: 02562 / 9359-30

Bearbeiter: Ra

Datum: 01.03.2023

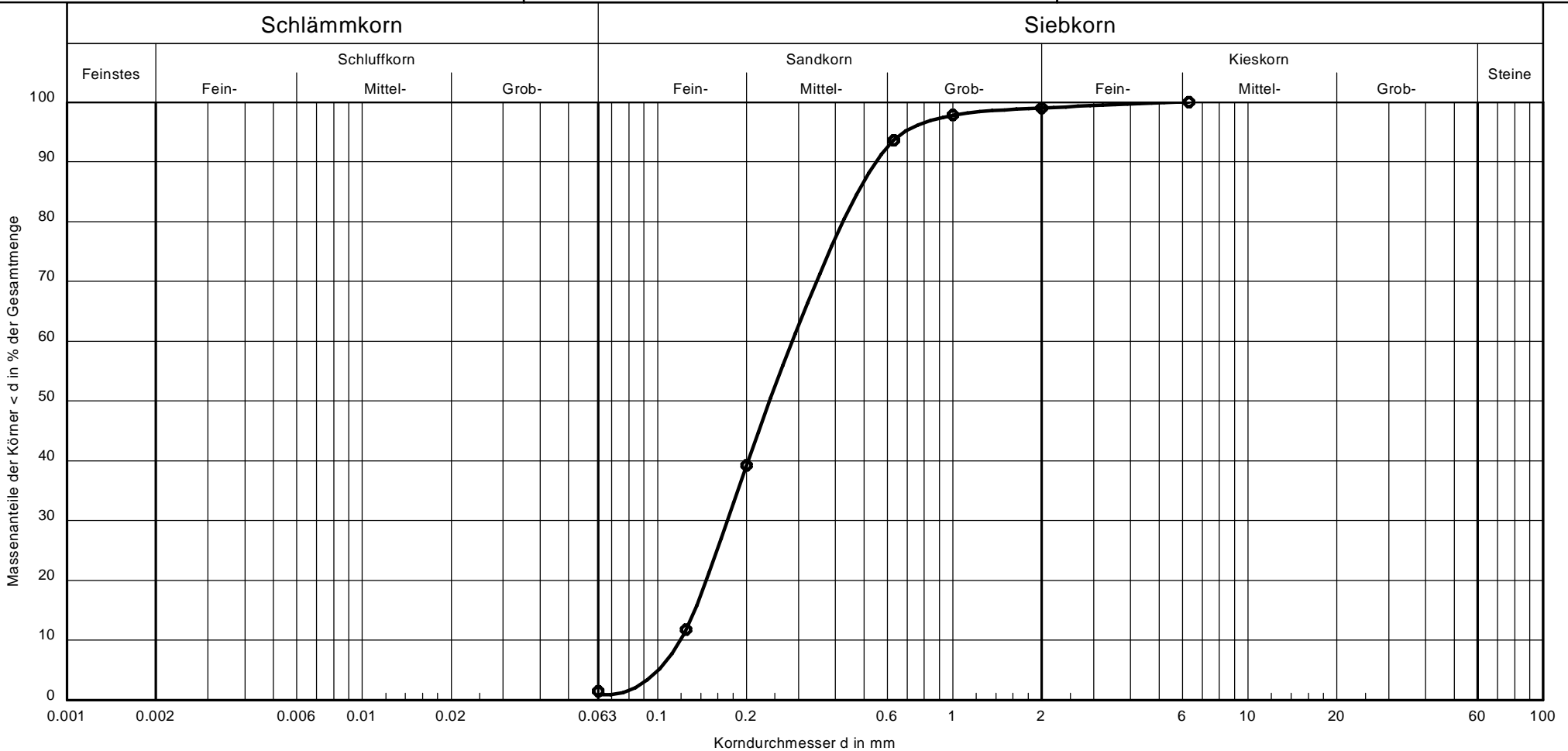
Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04
 Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
 Heek-Anthornshook in 48619 Heek

Projekt - Nummer: 222 645

Probe entnommen in der: 04.+07. KW 2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Trockensiebung



Entnahmestelle:	WEA 6 KRB 1	Bemerkungen: U = Ungleichförmigkeitsgrad Cc = Krümmungszahl	Bericht: 03.04.2023 Anlage: E/19
Tiefe:	0,40 m - 1,20 m		
Bodenart:	Mittelsand, stark feinsandig, schwach grobsandig		
U /Cc	2.4/0.9		
Durchlässigkeit k [m/s]:	$1.7 \cdot 10^{-4}$		
ermittelt nach	k nach Hazen		

Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
 Düppelstraße 5
 48599 Gronau
 Tel.: 02562 / 9359-0 Fax: 02562 / 9359-30

Bearbeiter: Ra

Datum: 01.03.2023

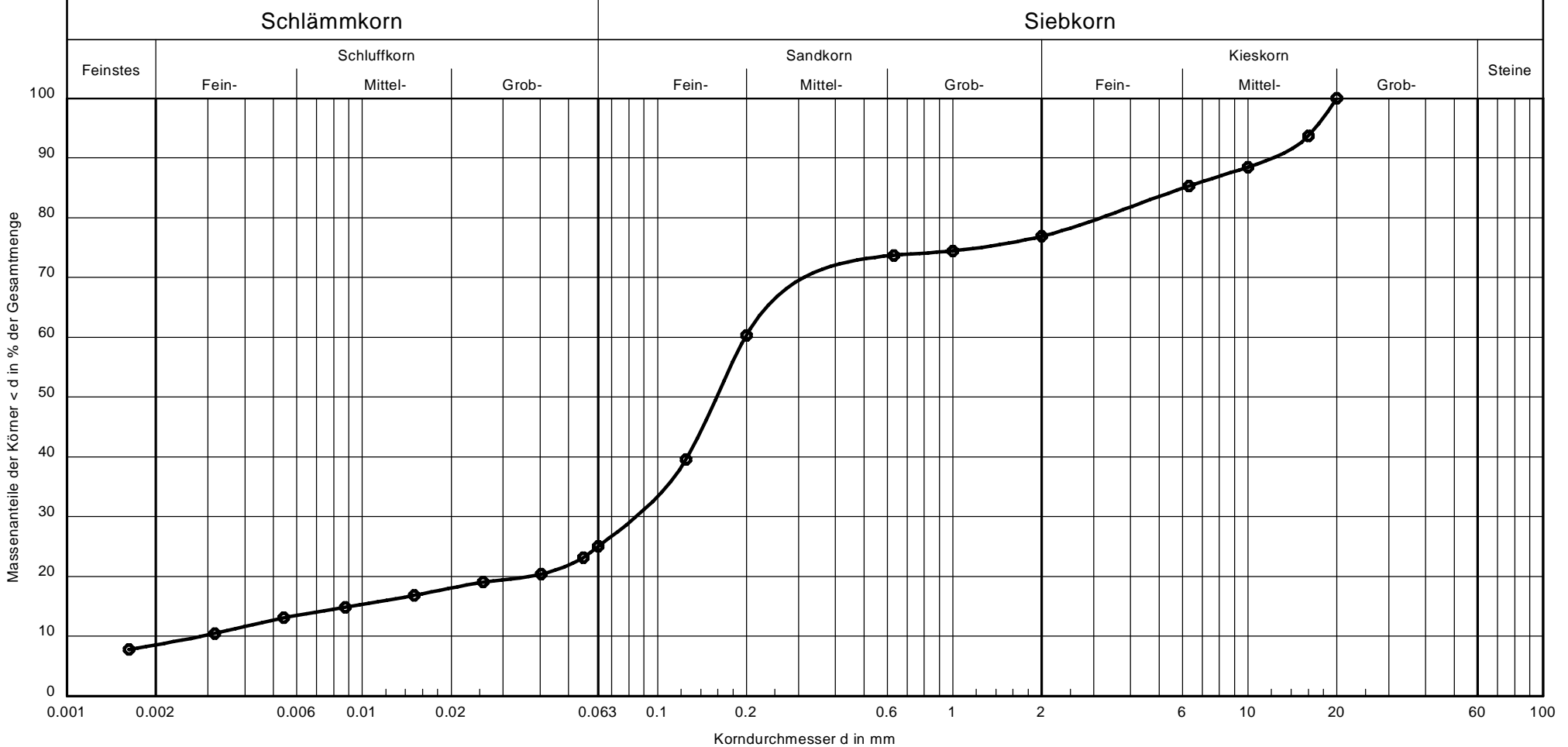
Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04
 Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
 Heek-Anthornshook in 48619 Heek

Projekt - Nummer: 222 645

Probe entnommen in der: 04.+07. KW 2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombinierte Schläm- und Siebanalyse



Entnahmestelle:	WEA 6 KRB 2
Tiefe:	3,50 m - 4,10 m
Bodenart:	Sand, schluffig, mittelkiesig, schwach tonig, schwach feinkiesig
U /Cc	69.4/12.6
Durchlässigkeit k [m/s]:	-
ermittelt nach	k nach Hazen

Bemerkungen:
 U = Ungleichförmigkeitsgrad
 Cc = Krümmungszahl

Bericht:
 03.04.2023
 Anlage:
 E/20

Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
 Düppelstraße 5
 48599 Gronau
 Tel.: 02562 / 9359-0 Fax: 02562 / 9359-30

Bearbeiter: Ra

Datum: 01.03.2023

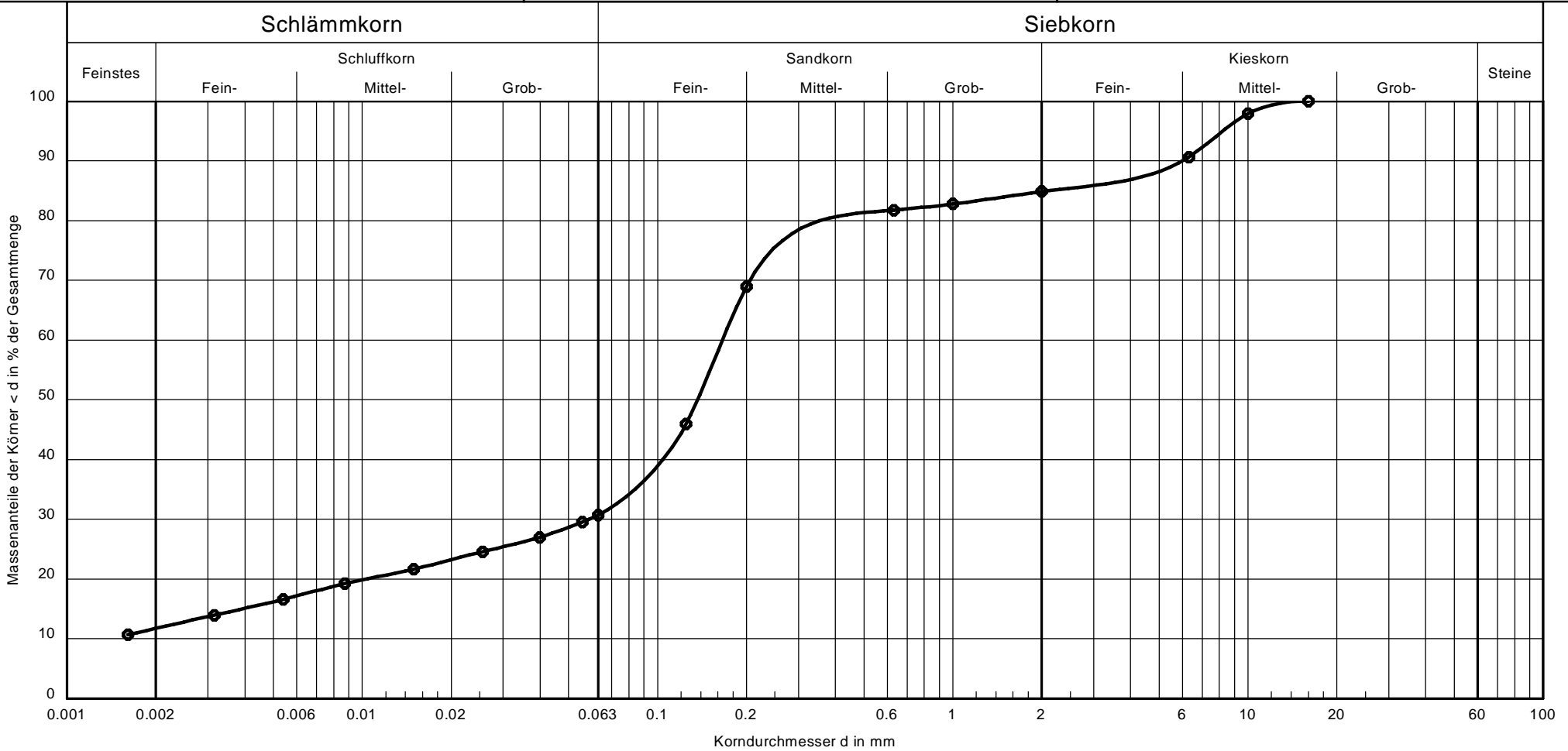
Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04
 Errichtung von 6 WEA im Windenergieprojekt
 Heek-Anthornshook in 48619 Heek

Projekt - Nummer: 222 645

Probe entnommen in der: 04.+07. KW 2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombinierte Schlämm- und Siebanalyse



Entnahmestelle:	WEA 6 KRB 3
Tiefe:	4,30 m - 5,20 m
Bodenart:	Sand, schluffig, schwach tonig, schwach feinkiesig, schwach mittelkiesig
U /Cc	-/-
Durchlässigkeit k [m/s]:	-
ermittelt nach	k nach Hazen

Bemerkungen:
 U = Ungleichförmigkeitsgrad
 Cc = Krümmungszahl

Bericht:
 03.04.2023
 Anlage:
 E/21

Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) - Vorgebirgsstrasse 20 - 50389 Wesseling

Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
Düppelstr. 5
48599 Gronau
Deutschland

Prüfbericht

Prüfberichtsnummer	AR-777-2023-008093-01
Ihre Auftragsreferenz	222 645 Heek (Sch)
Bestellbeschreibung	-
Auftragsnummer	777-2023-008093
Anzahl Proben	2
Probenart	Grundwasser
Probenahmezeitraum	13.02.2023
Probeneingang	16.02.2023
Prüfzeitraum	20.02.2023 - 23.02.2023

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

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

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14078-01-00) aufgeführten Umfang.

Leila Djabbari
Prüfleitung
+49 2236 897 211

Digital signiert, 23.02.2023

Leila Djabbari

Parametername	Akkr.	Methode	Probenreferenz		WEA 4	WEA 5
			BG	Einheit	13.02.2023	13.02.2023
					777-2023-00020040	777-2023-00020041

Physikalisch-chemische Kenngrößen

Parametername	Akkr.	Methode	BG	Einheit	WEA 4	WEA 5
Färbung qualit.	L8	DIN EN ISO 7887 (C1): 2012-04			leicht gelb	leicht gelb
Trübung (qualitativ)		qualitativ			ohne	ohne
Geruch (qualitativ)	L8	DEV B 1/2: 1971			ohne	ohne
pH-Wert	L8	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			7,3	7,1
Temperatur pH-Wert	L8	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	23,8	23,7

Anorganische Summenparameter

Parametername	Akkr.	Methode	BG	Einheit	WEA 4	WEA 5
Säurekapazität pH 4,3 (m-Wert)	L8	DIN 38409-7 (H7-2): 2005-12	0,1	mmol/l	2,9	4,6
Temperatur Säurekapazität pH 4,3	L8	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	23,8	23,7
Säurekapazität nach CaCO ₃ -Zugabe	L8	DIN 38404-10 (C10): 2012-12	0,1	mmol/l	5,9	4,1
Kalkaggressives Kohlendioxid		DIN 38404-10 (C10): 2012-12	5,0	mg/l	66	< 5

Anionen

Parametername	Akkr.	Methode	BG	Einheit	WEA 4	WEA 5
Sulfat (SO ₄)	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	65	65

Kationen

Parametername	Akkr.	Methode	BG	Einheit	WEA 4	WEA 5
Ammonium	L8	DIN ISO 15923-1 (D49): 2014-07	0,06	mg/l	< 0,06	< 0,06
Ammonium-Stickstoff	L8	DIN ISO 15923-1 (D49): 2014-07	0,05	mg/l	< 0,05	< 0,05

Elemente aus der filtrierten Probe

Parametername	Akkr.	Methode	BG	Einheit	WEA 4	WEA 5
Magnesium (Mg)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,02	mg/l	5,92	6,03

Sonstige

Parametername	Akkr.	Methode	BG	Einheit	WEA 4	WEA 5
Geruch, angesäuert (qualitativ)	L8	DEV B 1/2: 1971			ohne	ohne

Weitere Erläuterungen

Nr.	Probennummer	Probenart	Probenreferenz	Probenbeschreibung	Eingangsdatum
1	777-2023-00020040	Grundwasser	WEA 4		16.02.2023
2	777-2023-00020041	Grundwasser	WEA 5		16.02.2023

Akkreditierung

Akkr.-Code	Erläuterung
L8	DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00

Laborkürzelerklärung

BG - Bestimmungsgrenze

Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Alle nicht besonders gekennzeichneten Analysenparameter wurden in der Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) durchgeführt. Die mit L8 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 (DAkkS, D-PL-14078-01-00) akkreditiert.

Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) - Vorgebirgsstrasse 20 - 50389 Wesseling

Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
Düppelstr. 5
48599 Gronau
Deutschland

Prüfbericht

Prüfberichtsnummer	AR-777-2023-008098-01
Ihre Auftragsreferenz	222 645 Heek (Sch)
Bestellbeschreibung	-
Auftragsnummer	777-2023-008098
Anzahl Proben	1
Probenart	Grundwasser
Probenahmezeitraum	13.02.2023
Probeneingang	16.02.2023
Prüfzeitraum	20.02.2023 - 23.02.2023

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

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

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14078-01-00) aufgeführten Umfang.

Leila Djabbari
Prüfleitung
+49 2236 897 211

Digital signiert, 23.02.2023

Leila Djabbari

Parametername	Akkr.	Methode	Probenreferenz		WEA 3
			BG	Einheit	13.02.2023
					777-2023-00020044

Physikalisch-chemische Kenngrößen

Färbung qualit.	L8	DIN EN ISO 7887 (C1): 2012-04			leicht gelb
Trübung (qualitativ)		qualitativ			ohne
Geruch (qualitativ)	L8	DEV B 1/2: 1971			ohne
pH-Wert	L8	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			7,5
Temperatur pH-Wert	L8	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	23,9

Anorganische Summenparameter

Säurekapazität pH 4,3 (m-Wert)	L8	DIN 38409-7 (H7-2): 2005-12	0,1	mmol/l	2,7
Temperatur Säurekapazität pH 4,3	L8	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	23,9
Säurekapazität nach CaCO ₃ -Zugabe	L8	DIN 38404-10 (C10): 2012-12	0,1	mmol/l	3,1
Kalkaggressives Kohlendioxid		DIN 38404-10 (C10): 2012-12	5,0	mg/l	8,6

Anionen

Sulfat (SO ₄)	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	63
---------------------------	----	-----------------------------------	-----	------	----

Kationen

Ammonium	L8	DIN ISO 15923-1 (D49): 2014-07	0,06	mg/l	0,28
Ammonium-Stickstoff	L8	DIN ISO 15923-1 (D49): 2014-07	0,05	mg/l	0,21

Elemente aus der filtrierten Probe

Magnesium (Mg)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,02	mg/l	8,48
----------------	----	-----------------------------------	------	------	------

Sonstige

Geruch, angesäuert (qualitativ)	L8	DEV B 1/2: 1971			ohne
---------------------------------	----	-----------------	--	--	------

Weitere Erläuterungen

Nr.	Probennummer	Probenart	Probenreferenz	Probenbeschreibung	Eingangsdatum
1	777-2023-00020044	Grundwasser	WEA 3		16.02.2023

Akkreditierung

Akkr.-Code	Erläuterung
L8	DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00

Laborkürzelerklärung

BG - Bestimmungsgrenze

Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Alle nicht besonders gekennzeichneten Analysenparameter wurden in der Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) durchgeführt. Die mit L8 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 (DAkkS, D-PL-14078-01-00) akkreditiert.

Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) - Vorgebirgsstrasse 20 - 50389 Wesseling

Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
Düppelstr. 5
48599 Gronau
Deutschland

Prüfbericht

Prüfberichtsnummer	AR-777-2023-008514-01
Ihre Auftragsreferenz	222 645 Heek (Sch)
Bestellbeschreibung	-
Auftragsnummer	777-2023-008514
Anzahl Proben	1
Probenart	Grundwasser
Probenahmezeitraum	15.02.2023
Probeneingang	20.02.2023
Prüfzeitraum	22.02.2023 - 02.03.2023

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

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

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14078-01-00) aufgeführten Umfang.

Leila Djabbari
Prüfleitung
+49 2236 897 211

Digital signiert, 02.03.2023

Leila Djabbari

Parametername	Akkr.	Methode	Probenreferenz		WEA 2
			BG	Einheit	15.02.2023
					777-2023-00021057

Physikalisch-chemische Kenngrößen

Färbung qualit.	L8	DIN EN ISO 7887 (C1): 2012-04			braun
Trübung (qualitativ)		qualitativ			stark
Geruch (qualitativ)	L8	DEV B 1/2: 1971			ohne
pH-Wert	L8	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			6,8
Temperatur pH-Wert	L8	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	23,7

Anorganische Summenparameter

Säurekapazität pH 4,3 (m-Wert)	L8	DIN 38409-7 (H7-2): 2005-12	0,1	mmol/l	2,7
Temperatur Säurekapazität pH 4,3	L8	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	23,7
Säurekapazität nach CaCO ₃ -Zugabe	L8	DIN 38404-10 (C10): 2012-12	0,1	mmol/l	3,4
Säurekapazität pH 8,2 (p-Wert)	L8	DIN 38409-7 (H7-1): 2005-12	0,1	mmol/l	< 0,1
Temperatur Säurekapazität pH 8,2	L8	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	23,7
Kalkaggressives Kohlendioxid		DIN 38404-10 (C10): 2012-12	5,0	mg/l	15
Hydrogencarbonathärte	L8	DEV D 8: 1971	3,0	mg CaO/l	76
Nichtcarbonathärte	L8	DEV D 8: 1971		mg CaO/l	94

Anorganische Summenparameter aus der filtrierten Probe

Gesamthärte	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,002	mmol/l	3,03
Gesamthärte	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,1	mg CaO/l	170

Anionen

Hydrogencarbonat (HCO ₃)	L8	DEV D 8: 1971	0,1	mmol/l	2,7
Chlorid (Cl)	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	35
Sulfat (SO ₄)	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	130
Sulfid, leicht freisetzbar ¹⁾	F5	DIN 38405-27 (D27): 2017-10	0,04	mg/l	< 0,04

Kationen

Ammonium	L8	DIN ISO 15923-1 (D49): 2014-07	0,06	mg/l	0,13
Ammonium-Stickstoff	L8	DIN ISO 15923-1 (D49): 2014-07	0,05	mg/l	0,10

Elemente aus der filtrierten Probe

Calcium (Ca)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,02	mg/l	106
Magnesium (Mg)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,02	mg/l	9,41

Organische Summenparameter

Permanganat-Verbrauch [KMnO ₄] ¹⁾	F5	DIN EN ISO 8467: 1995-05	2,0	mg KMnO ₄ /l	30
--	----	--------------------------	-----	-------------------------	----

			Probenreferenz		WEA 2
			Probenahmedatum		15.02.2023
Parametername	Akkr.	Methode	BG	Einheit	777-2023-00021057

Sonstige

Geruch, angesäuert (qualitativ)	L8	DEV B 1/2: 1971			ohne
---------------------------------	----	-----------------	--	--	------

Weitere Erläuterungen

Nr.	Probennummer	Probenart	Probenreferenz	Probenbeschreibung	Eingangsdatum
1	777-2023-00021057	Grundwasser	WEA 2		20.02.2023

Akkreditierung

1) Die Analyse erfolgte in Fremdvergabe bei Eurofins Umwelt Ost GmbH, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), Deutschland

Akkr.-Code	Erläuterung
F5	DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkks D-PL-14081-01-00
L8	DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkks D-PL-14078-01-00

Laborkürzelerklärung

BG - Bestimmungsgrenze

Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Alle nicht besonders gekennzeichneten Analysenparameter wurden in der Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) durchgeführt. Die mit L8 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 (DAkks, D-PL-14078-01-00) akkreditiert.

Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) - Vorgebirgsstrasse 20 - 50389 Wesseling

Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
Düppelstr. 5
48599 Gronau
Deutschland

Prüfbericht

Prüfberichtsnummer	AR-777-2023-004923-01
Ihre Auftragsreferenz	222 645 (Nie/Sch)
Bestellbeschreibung	-
Auftragsnummer	777-2023-004923
Anzahl Proben	1
Probenart	Grundwasser
Probenahmezeitraum	24.01.2023
Probeneingang	02.02.2023
Prüfzeitraum	03.02.2023 - 17.02.2023

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

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

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14078-01-00) aufgeführten Umfang.

Leila Djabbari
Prüfleitung
+49 2236 897 211

Digital signiert, 17.02.2023

Leila Djabbari

Parametername	Akkr.	Methode	Probenreferenz		WEA 1
			BG	Einheit	24.01.2023
					777-2023-00011889

Physikalisch-chemische Kenngrößen

Färbung qualit.	L8	DIN EN ISO 7887 (C1): 2012-04			ohne
Trübung (qualitativ)		qualitativ			ohne
Geruch (qualitativ)	L8	DEV B 1/2: 1971			ohne
Geruch, angesäuert (qualitativ)	L8	DEV B 1/2: 1971			ohne
pH-Wert	L8	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			7,5
Temperatur pH-Wert	L8	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	22,6

Anorganische Summenparameter

Säurekapazität pH 4,3 (m-Wert)	L8	DIN 38409-7 (H7-2): 2005-12	0,1	mmol/l	5,0
Temperatur Säurekapazität pH 4,3	L8	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	22,6
Säurekapazität nach CaCO ₃ -Zugabe	L8	DIN 38404-10 (C10): 2012-12	0,1	mmol/l	5,1
Säurekapazität pH 8,2 (p-Wert)	L8	DIN 38409-7 (H7-1): 2005-12	0,1	mmol/l	< 0,1
Temperatur Säurekapazität pH 8,2	L8	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	22,6
Kalkaggressives Kohlendioxid		DIN 38404-10 (C10): 2012-12	5,0	mg/l	< 5
Hydrogencarbonathärte	L8	DEV D 8: 1971	3,0	mg CaO/l	140
Nichtcarbonathärte	L8	DEV D 8: 1971		mg CaO/l	37

Anorganische Summenparameter aus der filtrierten Probe

Gesamthärte	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,002	mmol/l	3,16
Gesamthärte	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,1	mg CaO/l	177

Anionen

Hydrogencarbonat (HCO ₃)	L8	DEV D 8: 1971	0,1	mmol/l	5,0
Chlorid (Cl)	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	33
Sulfat (SO ₄)	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	53
Sulfid, leicht freisetzbar ¹⁾	F5	DIN 38405-27 (D27): 2017-10	0,04	mg/l	< 0,04

Kationen

Ammonium	L8	DIN ISO 15923-1 (D49): 2014-07	0,06	mg/l	0,26
Ammonium-Stickstoff	L8	DIN ISO 15923-1 (D49): 2014-07	0,05	mg/l	0,20

Elemente aus der filtrierten Probe

Calcium (Ca)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,02	mg/l	111
Magnesium (Mg)	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,02	mg/l	9,36

			Probenreferenz		WEA 1
			Probenahmedatum		24.01.2023
Parametername	Akkr.	Methode	BG	Einheit	777-2023-00011889

Organische Summenparameter

Permanganat-Verbrauch [KMnO4]	¹⁾ F5	DIN EN ISO 8467: 1995-05	2,0	mg KMnO4/l	19
-------------------------------	------------------	--------------------------	-----	------------	----

Weitere Erläuterungen

Nr.	Probennummer	Probenart	Probenreferenz	Probenbeschreibung	Eingangsdatum
1	777-2023-00011889	Grundwasser	WEA 1		02.02.2023

Akkreditierung

¹⁾ Die Analyse erfolgte in Fremdvergabe bei Eurofins Umwelt Ost GmbH, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), Deutschland

Akkr.-Code	Erläuterung
F5	DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14081-01-00
L8	DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00

Laborkürzelerklärung

BG - Bestimmungsgrenze

Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Alle nicht besonders gekennzeichneten Analysenparameter wurden in der Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) durchgeführt. Die mit L8 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 (DAkkS, D-PL-14078-01-00) akkreditiert.

Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) - Vorgebirgsstrasse 20 - 50389 Wesseling

Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
Düppelstr. 5
48599 Gronau
Deutschland

Prüfbericht

Prüfberichtsnummer	AR-777-2023-010927-01
Ihre Auftragsreferenz	222 645 Heek (Sch)
Bestellbeschreibung	-
Auftragsnummer	777-2023-010927
Anzahl Proben	6
Probenart	Boden
Probenahmezeitraum	25.01.2023 - 15.02.2023
Probeneingang	06.03.2023
Prüfzeitraum	06.03.2023 - 11.04.2023

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

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

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14078-01-00) aufgeführten Umfang.

Leila Djabbari
Prüfleitung
+49 2236 897 211

Digital signiert, 11.04.2023

Francesco Falvo

Parametername	Akkr.	Methode	Probenreferenz		WEA 1 MP	WEA 2 MP	WEA 3 MP	WEA 4 MP
			BG	Einheit	Boden	Boden	Boden	Boden
					25.01.2023	15.02.2023	14.02.2023	13.02.2023
					777-2023-00027082	777-2023-00027083	777-2023-00027084	777-2023-00027085

Probenvorbereitung Feststoffe

Parametername	Akkr.	Methode	BG	Einheit	WEA 1 MP	WEA 2 MP	WEA 3 MP	WEA 4 MP
Fraktion < 2 mm	L8	DIN 19747: 2009-07	0,1	%	50,0	100,0	98,7	97,9
Fraktion > 2 mm	L8	DIN 19747: 2009-07	0,1	%	50,0	< 0,1	1,3	2,1

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Parametername	Akkr.	Methode	BG	Einheit	WEA 1 MP	WEA 2 MP	WEA 3 MP	WEA 4 MP
Trockenmasse	L8	DIN EN 14346: 2007-03 (Ofen)	0,1	Ma.-%	85,1	85,7	85,7	86,9

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)

Parametername	Akkr.	Methode	BG	Einheit	WEA 1 MP	WEA 2 MP	WEA 3 MP	WEA 4 MP
Säuregrad nach Baumann Gully ¹⁾	F5	DIN 4030-2: 2008-06	4,0	ml/kg TS	86	158	26	163

Anionen aus der Originalsubstanz

Parametername	Akkr.	Methode	BG	Einheit	WEA 1 MP	WEA 2 MP	WEA 3 MP	WEA 4 MP
Sulfid, gesamt ¹⁾		DIN 4030-2: 2008-06	5,0	mg/kg TS	< 5,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0

Anionen aus dem Salzsäureauszug nach DIN 4030-2: 2008-06

Parametername	Akkr.	Methode	BG	Einheit	WEA 1 MP	WEA 2 MP	WEA 3 MP	WEA 4 MP
Sulfat (SO ₄)	L8	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09	20,0	mg/kg TS	75	290	94	80

Anionen aus dem Heißwasser-Auszug

Parametername	Akkr.	Methode	BG	Einheit	WEA 1 MP	WEA 2 MP	WEA 3 MP	WEA 4 MP
Chlorid (Cl)	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	25,0	mg/kg TS	< 25	< 25	< 25	< 25

Parametername	Akkr.	Methode	Probenreferenz		WEA 5 MP Boden	WEA 6 MP Boden
			BG	Einheit	13.02.2023	13.02.2023
					777-2023-00027086	777-2023-00027087

Probenvorbereitung Feststoffe

Parametername	Akkr.	Methode	BG	Einheit	WEA 5 MP Boden	WEA 6 MP Boden
Fraktion < 2 mm	L8	DIN 19747: 2009-07	0,1	%	100,0	97,7
Fraktion > 2 mm	L8	DIN 19747: 2009-07	0,1	%	< 0,1	2,3

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Parametername	Akkr.	Methode	BG	Einheit	WEA 5 MP Boden	WEA 6 MP Boden
Trockenmasse	L8	DIN EN 14346: 2007-03 (Ofen)	0,1	Ma.-%	86,7	78,7

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)

Parametername	Akkr.	Methode	BG	Einheit	WEA 5 MP Boden	WEA 6 MP Boden
Säuregrad nach Baumann Gully ¹⁾	F5	DIN 4030-2: 2008-06	4,0	ml/kg TS	115	40

Anionen aus der Originalsubstanz

Parametername	Akkr.	Methode	BG	Einheit	WEA 5 MP Boden	WEA 6 MP Boden
Sulfid, gesamt ¹⁾		DIN 4030-2: 2008-06	5,0	mg/kg TS	< 1,0	< 5,0

Anionen aus dem Salzsäureauszug nach DIN 4030-2: 2008-06

Parametername	Akkr.	Methode	BG	Einheit	WEA 5 MP Boden	WEA 6 MP Boden
Sulfat (SO4)	L8	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09	20,0	mg/kg TS	64	190

Anionen aus dem Heißwasser-Auszug

Parametername	Akkr.	Methode	BG	Einheit	WEA 5 MP Boden	WEA 6 MP Boden
Chlorid (Cl)	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	25,0	mg/kg TS	< 25	< 25

Weitere Erläuterungen

Nr.	Probennummer	Probenart	Probenreferenz	Probenbeschreibung	Eingangsdatum
1	777-2023-00027082	Boden	WEA 1 MP Boden		06.03.2023
2	777-2023-00027083	Boden	WEA 2 MP Boden		06.03.2023
3	777-2023-00027084	Boden	WEA 3 MP Boden		06.03.2023
4	777-2023-00027085	Boden	WEA 4 MP Boden		06.03.2023
5	777-2023-00027086	Boden	WEA 5 MP Boden		06.03.2023
6	777-2023-00027087	Boden	WEA 6 MP Boden		06.03.2023

Akkreditierung

¹⁾ Die Analyse erfolgte in Fremdvergabe bei Eurofins Umwelt Ost GmbH, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), Deutschland

Akkr.-Code	Erläuterung
F5	DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14081-01-00
L8	DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00

Laborkürzelerklärung

BG - Bestimmungsgrenze

Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

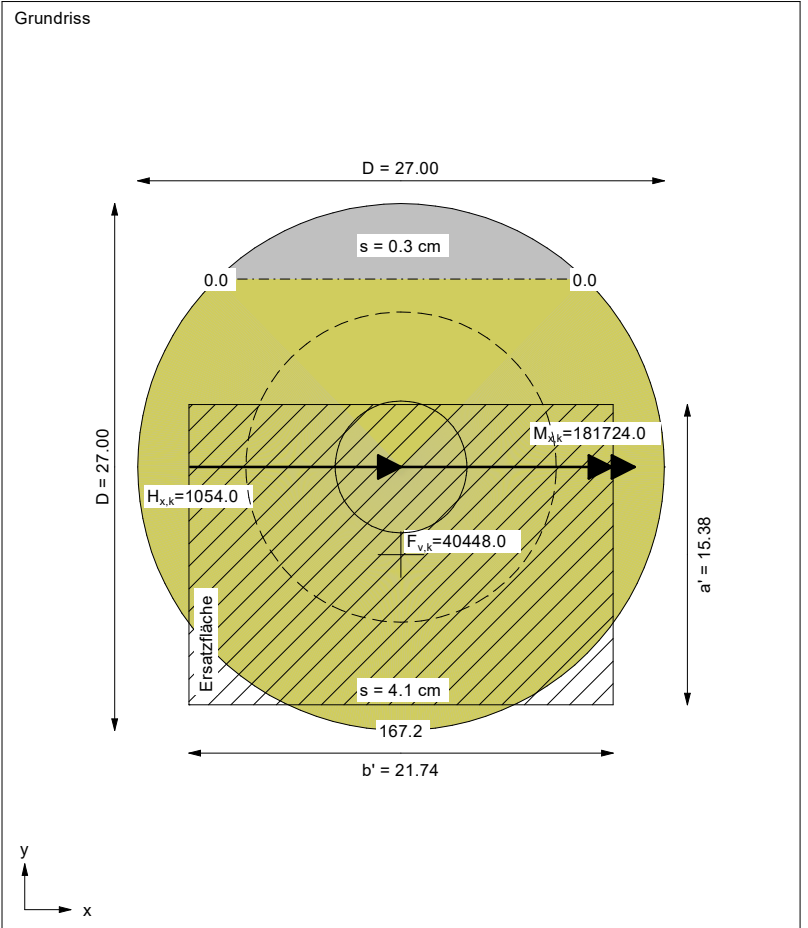
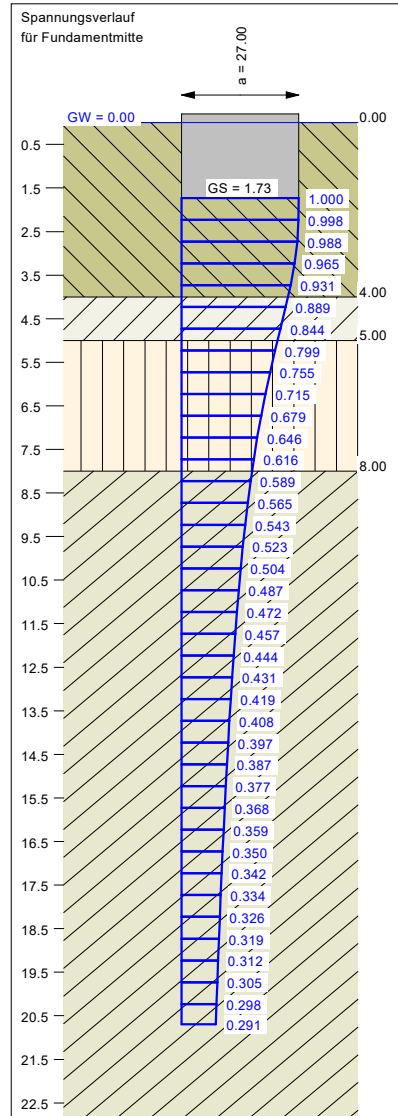
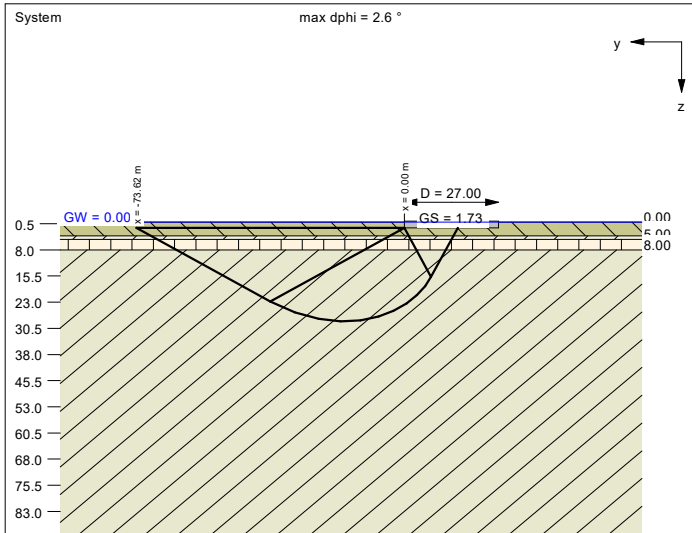
Alle nicht besonders gekennzeichneten Analysenparameter wurden in der Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) durchgeführt. Die mit L8 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 (DAkkS, D-PL-14078-01-00) akkreditiert.
Angaben zur durchgeführte(n) Probenahme(n), sofern von Eurofins durchgeführt, siehe Probenahmeprotokoll(e).

Boden	Tiefe [m]	γ/γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	4.00	17.0/9.0	30.0	0.0	0.00	15.0	Sand, locker
	5.00	18.0/10.0	32.5	0.0	0.00	50.0	Sand, mitteldicht
	8.00	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	80.0	Sand, dicht
	>8.00	19.0/10.0	32.5	0.0	0.00	50.0	Sand, mitteldicht

222 645 WP Heek Anthoornshook (6 WEA), Baugrundgutachten vom 03.04.2023 (Rev. 0)
WEA 01, ohne Baugrundverbesserung, BS-P, Es,stat

Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$
 $\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$

Gründungssohle = 1.73 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit $p = 10.0$ %
 ——— 1. Kernweite
 - - - - 2. Kernweite



Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 40448.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 1054.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 181724.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 27.000$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.375 m)
 $a' = 23.928$ m
 $b' = 23.928$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -4.493$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 7.952 m)
 $a' = 15.384$ m
 $b' = 21.743$ m

cal c = 0.00 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 10.03$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 15.57$ kN/m²
 UK log. Spirale = 28.48 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 111.24 m
 Fläche log. Spirale = 1560.34 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{c0} = 37.22$; $N_{d0} = 24.77$; $N_{b0} = 15.18$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.397$; $v_d = 1.381$; $v_b = 0.788$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.962$; $i_d = 0.963$; $i_b = 0.938$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 20.69$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 2.22 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.34 cm
 unten = 4.11 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 605.7
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{\alpha,x} = 110070.9$ MN·m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{stab} = 40448.0 \cdot 27.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 491443.2$
 $M_{dst} = 181724.0 \cdot 1.50 = 272586.0$
 $\mu_{EQU} = 272586.0 / 491443.2 = 0.555$

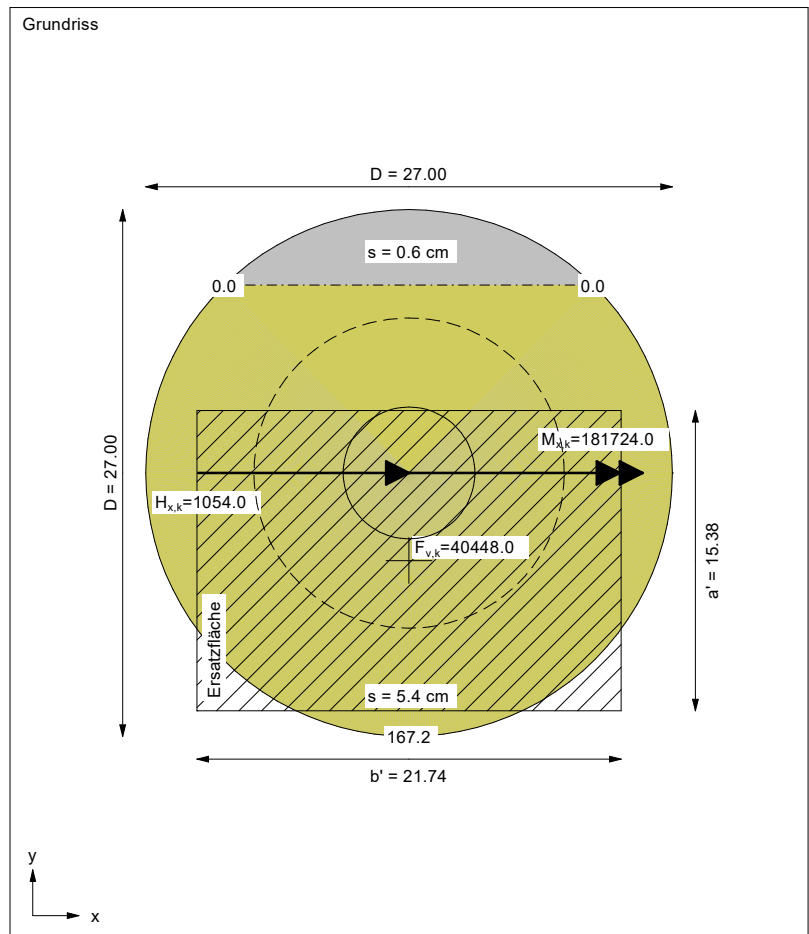
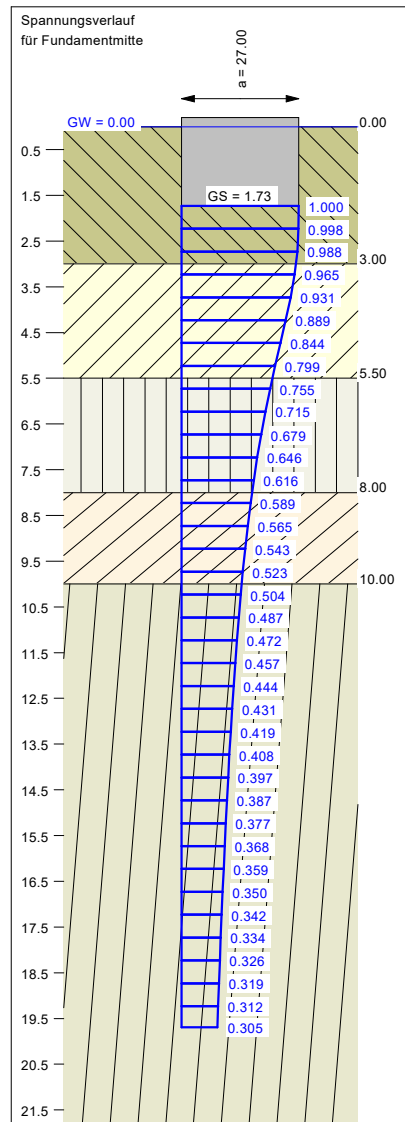
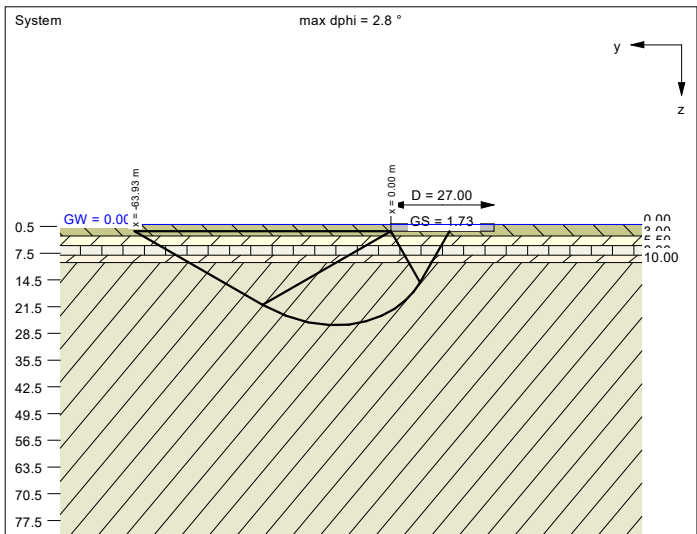
Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 2243.4 / 1602.46$ kN/m²
 $R_{n,k} = 750433.33$ kN
 $R_{n,d} = 536023.81$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 40448.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 54604.80$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.102
 Kohäsionsglied = 0.00 kN (k)
 Breitenglied = 578825.95 kN (k)
 Tiefenglied = 171607.38 kN (k)
 cal $\varphi = 32.6$ °

Boden	Tiefe [m]	γ/γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	3.00	17.0/9.0	30.0	0.0	0.00	15.0	Sand, locker
	5.50	18.0/10.0	32.5	0.0	0.00	50.0	Sand, mitteldicht
	8.00	18.5/10.5	32.5	0.0	0.00	50.0	Sand, mitteldicht/dicht
	10.00	20.5/10.5	27.5	20.0	0.00	8.0	Schluff stf-hf
	>10.00	22.0/12.0	30.0	25.0	0.00	40.0	Schluff fst

222 645 WP Heek Anthoornshook (6 WEA), Baugrundgutachten vom 03.04.2023 (Rev. 0)
WEA 02, ohne Baugrundverbesserung, BS-P, Es, stat

Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$
 $\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$

Gründungssohle = 1.73 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit $p = 10.0$ %
 ——— 1. Kernweite
 - - - - 2. Kernweite



Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 40448.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 1054.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 181724.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 27.000$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.375 m)
 $a' = 23.928$ m
 $b' = 23.928$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -4.493$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 7.952 m)
 $a' = 15.384$ m
 $b' = 21.743$ m

cal c = 19.74 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 11.10$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 15.57$ kN/m²
 UK log. Spirale = 26.33 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 100.16 m
 Fläche log. Spirale = 1285.02 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{c0} = 30.75$; $N_{d0} = 18.93$; $N_{b0} = 10.46$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.376$; $v_d = 1.356$; $v_b = 0.788$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.961$; $i_d = 0.963$; $i_b = 0.938$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 19.69$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 3.00 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.56 cm
 unten = 5.43 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 468.6
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{\alpha,x} = 85150.1$ MN·m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{stab} = 40448.0 \cdot 27.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 491443.2$
 $M_{dst} = 181724.0 \cdot 1.50 = 272586.0$
 $\mu_{EQU} = 272586.0 / 491443.2 = 0.555$

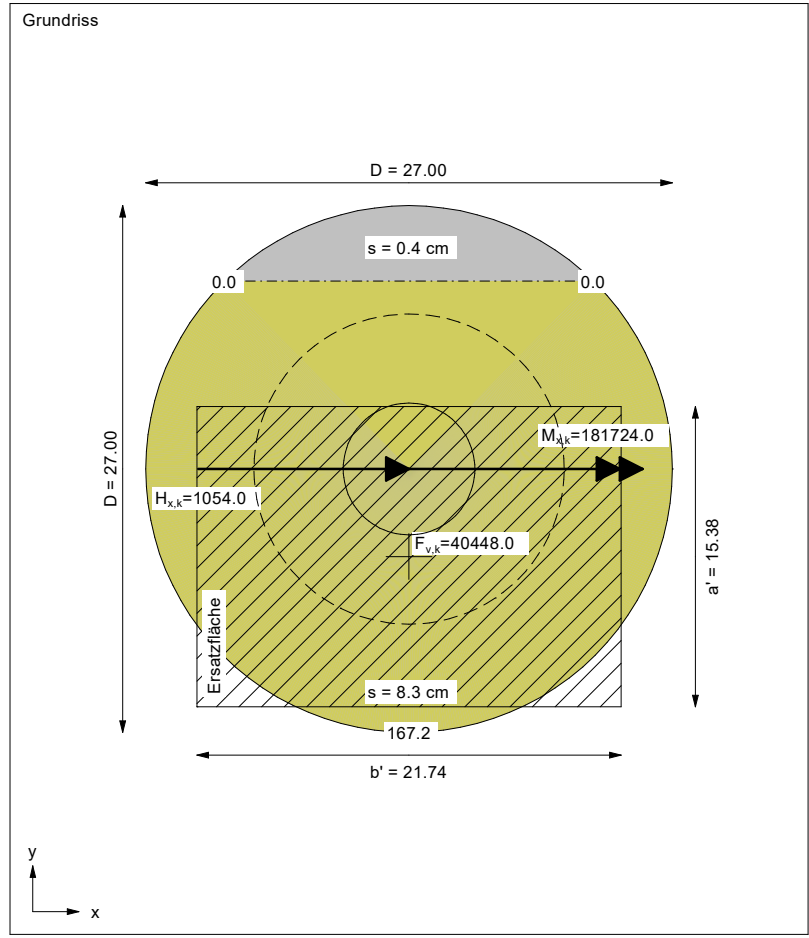
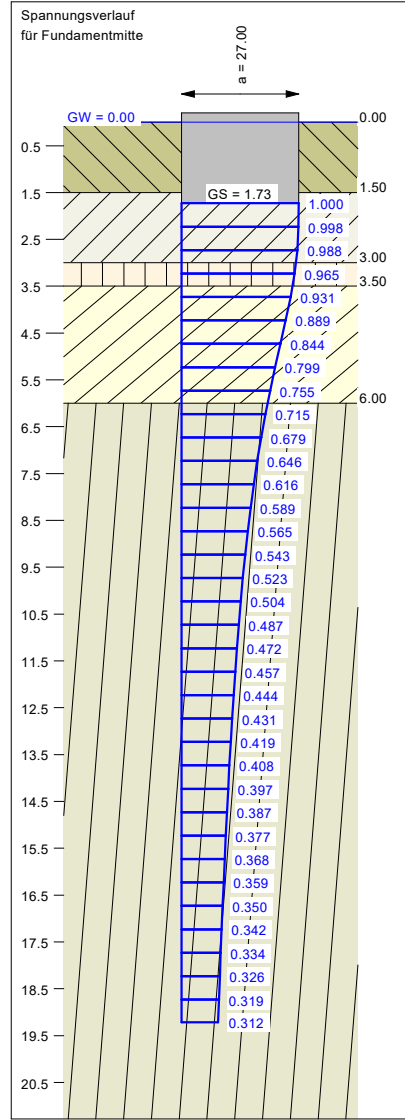
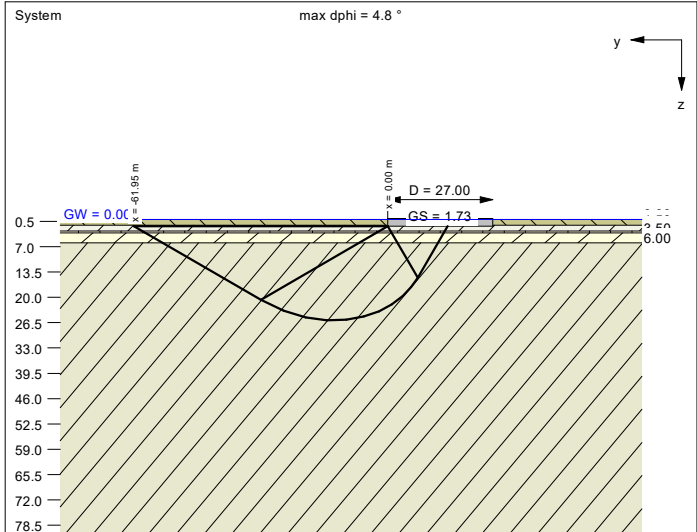
Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 2508.2 / 1791.56$ kN/m²
 $R_{n,k} = 838987.97$ kN
 $R_{n,d} = 599277.12$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 40448.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 54604.80$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.091
 Kohäsionsglied = 268588.68 kN (k)
 Breitenglied = 441554.54 kN (k)
 Tiefenglied = 128844.75 kN (k)
 cal $\varphi = 30.3$ °

Boden	Tiefe [m]	γ/γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	1.50	17.5/9.5	30.0	0.0	0.00	25.0	Sand, locker - mitteldicht
	3.00	19.0/9.0	25.0	0.0	0.00	4.0	Schluff w
	3.50	20.5/10.5	27.5	8.0	0.00	12.0	Schluff stf-hf
	6.00	21.5/11.5	30.0	15.0	0.00	30.0	Schluff hf-fst
	>6.00	22.0/12.0	30.0	25.0	0.00	40.0	Schluff fst

222 645 WP Heek Anthoornshook (6 WEA), Baugrundgutachten vom 03.04.2023 (Rev. 0)
WEA 05, ohne Baugrundverbesserung, BS-P, Es, stat

Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$
 $\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$

Gründungssohle = 1.73 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit $p = 10.0$ %
 ——— 1. Kernweite
 - - - - 2. Kernweite



Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 40448.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 1054.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 181724.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 27.000$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.375 m)
 $a' = 23.928$ m
 $b' = 23.928$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -4.493$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 7.952 m)
 $a' = 15.384$ m
 $b' = 21.743$ m

cal c = 22.90 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 11.63$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 16.32$ kN/m²
 UK log. Spirale = 25.88 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 97.88 m
 Fläche log. Spirale = 1231.40 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{c0} = 29.58$; $N_{d0} = 17.92$; $N_{b0} = 9.68$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.372$; $v_d = 1.351$; $v_b = 0.788$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.961$; $i_d = 0.963$; $i_b = 0.938$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 19.21$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 4.36 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.39 cm
 unten = 8.33 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 287.6
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{s,x} = 52266.9$ MN·m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{stab} = 40448.0 \cdot 27.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 491443.2$
 $M_{dst} = 181724.0 \cdot 1.50 = 272586.0$
 $\mu_{EQU} = 272586.0 / 491443.2 = 0.555$

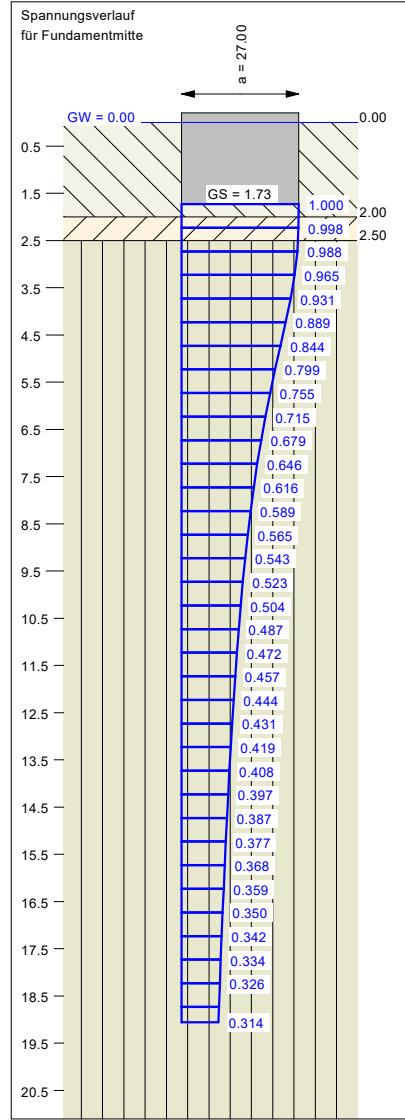
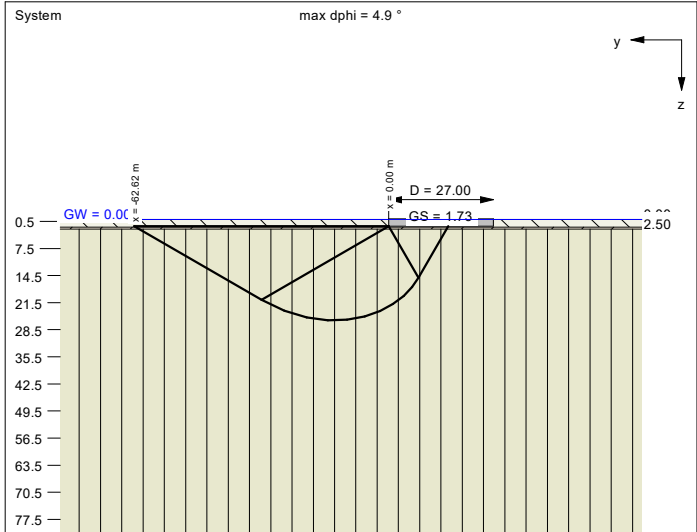
Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 2554.0 / 1824.31$ kN/m²
 $R_{n,k} = 854327.00$ kN
 $R_{n,d} = 610233.57$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 40448.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 54604.80$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.089
 Kohäsionsglied = 298860.60 kN (k)
 Breitenglied = 428132.91 kN (k)
 Tiefenglied = 127333.49 kN (k)
 cal $\varphi = 29.8$ °

Boden	Tiefe [m]	γ/γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	2.00	19.0/9.0	25.0	0.0	0.00	4.0	Schluff w
	2.50	20.5/10.5	27.5	3.0	0.00	12.0	Schluff stf-hf
	>2.50	22.0/12.0	30.0	25.0	0.00	40.0	Schluff fst

222 645 WP Heek Anthoornshook (6 WEA), Baugrundgutachten vom 03.04.2023 (Rev. 0)
WEA 06, ohne Baugrundverbesserung, BS-P, Es,stat

Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$
 $\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$

Gründungssohle = 1.73 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit $p = 10.0\%$
 ——— 1. Kernweite
 - - - - 2. Kernweite



Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 40448.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,k} = 1054.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 181724.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 27.000$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.375 m)
 $a' = 23.928$ m
 $b' = 23.928$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -4.493$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 7.952 m)
 $a' = 15.384$ m
 $b' = 21.743$ m

cal c = 24.43 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 11.90$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 15.57$ kN/m²
 UK log. Spirale = 26.03 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 98.65 m
 Fläche log. Spirale = 1249.41 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{c0} = 29.95$; $N_{d0} = 18.23$; $N_{b0} = 9.92$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.373$; $v_d = 1.353$; $v_b = 0.788$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.961$; $i_d = 0.963$; $i_b = 0.938$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 19.05$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 2.55 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.38 cm
 unten = 4.72 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 525.6
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{n,x} = 95514.5$ MN·m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{stab} = 40448.0 \cdot 27.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 491443.2$
 $M_{dst} = 181724.0 \cdot 1.50 = 272586.0$
 $\mu_{EQU} = 272586.0 / 491443.2 = 0.555$

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 2677.9 / 1912.80$ kN/m²
 $R_{n,k} = 895767.08$ kN
 $R_{n,d} = 639833.63$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 40448.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 54604.80$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.085
 Kohäsionsglied = 323110.43 kN (k)
 Breitenglied = 448882.08 kN (k)
 Tiefenglied = 123774.57 kN (k)
 cal $\varphi = 29.9^\circ$

