
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

Lingen, 29.01.2021
Projekt-Nr.: 220 726

ERRICHTUNG EINER WINDENERGIEANLAGE IM WINDPARK MELLE-BENNIEN IN 49328 MELLE

- BAUGRUNDUNTERSUCHUNG -

**AUFTRAGGEBER: EFG ENERGY-FARMING HOLDING GMBH
BORNWEG 28
49152 BAD ESSEN**



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	29.01.2021	Ursprungsgutachten Finale Fundamentdatenblätter lagen aufgrund einer Fundamentänderung noch nicht vor.

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

Inhaltsverzeichnis

	Seite
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	7
4.3 Betonaggressivität Boden	9
4.4 Bodenkennwerte / Bodenklassen / Bodengruppen / Eigenschaften	10
5. Grundwasser	11
5.1 Grundwasserspiegel	11
6. Grundbautechnische Folgerungen (Entwurf).....	11
6.1 Generelles	11
6.2 Baugrunderfordernisse Flachgründung mit Auftrieb.....	11
6.2.1 Drehfedersteifigkeit.....	11
6.3 Grundbautechnische Maßnahmen	12
6.4 Erdarbeiten	12
6.5 Wasserhaltung.....	12
6.6 Fundamentüberschüttung	12
6.7 Erdbebenzone / Baugrundfaktor	13
6.8 Spezifischer Erdwiderstand	13
7. Kranstellfläche	13
8. Zusammenfassung	13
9. Schlussbemerkung	14

Anlagenverzeichnis

	Anl. Nr.
1 Übersichtslageplan 1:25.000	A/1
1 Lageplan zur Baugrunduntersuchung 1:1000	A/2
1 Schichtenschnitt WEA 1 Fundament.....	B/1
1 Schichtenschnitt WEA 1 Kranstellfläche	B/2
3 Drucksondierdiagramme.....	C/1 – C/3
2 Rammsondierdiagramme Kranstellfläche	D/1 – D/2
4 Kornverteilungen.....	E/1 – E/4
2 Labor-Prüfberichte Boden (2 Seiten).....	F
2 Glühverlustbestimmung Torf.....	G/1 – G/2
1 Bericht der Erdwiderstandsmessungen (5 Seiten)	H

1. Vorbemerkungen

Im Windpark Melle-Bennien ist die Errichtung einer Windenergieanlage vom Typ Nordex N163 mit 5,7 MW und 165,5 m Nabenhöhe geplant (Anlage A/1, A/2).

Die INGENIEURGESELLSCHAFT DR. SCHLEICHER & PARTNER mbH wurde auf das Angebot-Nr. 20200622 vom 02.12.2020 am 14.12.2020 mit der Erstellung eines Baugrundgutachtens beauftragt. Lagepläne wurden uns zur Verfügung gestellt.

Zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung lag aufgrund eines herstellerbedingten Fundamentwechsels noch kein finales typengeprüftes Fundament für die Windenergieanlage vor. Die Gründungsempfehlung wird nach Vorliegen der Fundamentdatenblätter in einer neuen Revision des Gutachtens konkretisiert.

2. Baugrunderkundung und Darstellung

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

WEA Nr.	ETRS 89/UTM East Zone 32	
	R	H
WEA 1	465.095	5.782.458

Hinweis: Nach Durchführung der Feldarbeiten wurden uns geänderte Koordinaten des Mittelpunktes mitgeteilt, sodass die Anordnung der Sondierungen (Anlage A/2) geringfügig vom dargestellten Mittelpunkt mit obigen Koordinaten abweichen.

Zur Baugrunduntersuchung wurden in der 01. KW 2021 als direkter Aufschluss jeweils in 8 m Abstand vom Standortmittelpunkt zwei Kleinrammbohrungen (KRB nach DIN EN ISO 22475-1) bis 10 m Tiefe bzw. bis zur max. erreichbaren Tiefe durchgeführt (siehe Anlage B/1).

Auf der Kranstellfläche wurden zwei Kleinrammbohrungen bis 5 m Tiefe (siehe Anlage B/2) sowie zwei leichte Rammsondierungen (siehe Anlage D/1 – D/2) (RS nach DIN EN ISO 22476-2) bis 5 m Tiefe durchgeführt.

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

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

Von vier ausgewählten Bodenproben wurde die Kornverteilung mittels kombinierter Schlämm- und Siebanalyse nach DIN 18123 ermittelt (Körnungslinien siehe Anlagen E/1 – E/4).

Als indirekte Aufschlussmethode kamen in der 51. Kalenderwoche 2020 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/3).

Bei Drucksondierungen liegt das Reibungsverhältnis R_f ($R_f = \text{Mantelreibung } f_s : \text{Spitzenwiderstand } q_c$) im Sand 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

Als Festpunkt (FP) für das Nivellement der Bohransatzpunkte wurde die im Lageplan gekennzeichnete Oberkante der Straße mit $\pm 0,00 \text{ m}$ relativer Höhe gewählt. Die Geländehöhen an den Ansatzpunkten lagen hierauf bezogen zwischen $-0,52 \dots -0,58 \text{ m}$ rel. Höhe.

4. Baugrund

4.1 Geologie

Das Planungsgebiet befindet sich im Osnabrücker Hügelland, das lokal durch quartäre Auenterassen gekennzeichnet ist. Je nach Lage sind quartäre Auenlehme sowie Löss und Lösssand ausgebildet. Untergeordnet kommen Kiese und Hochflutablagerungen aus Ton und Schluff vor.

4.2 Schichtenfolge

Die Schichtenfolge beginnt mit rd. 0,40 m mächtigem **Oberboden (= Homogenbereich H 1)**, der aus graubraunen, schwach humosen, schluffigen Feinsanden besteht.

Es folgt bis 2,1...2,2 m Tiefe ein **gelbbrauner, roststreifiger/rostfleckiger, feinsandiger, z.T. toniger Schluff (= Homogenbereich H 2)** mit einer breiigen bis weichen Konsistenz (= setzungsempfindlich).

Bis 5,3...5,6 m Tiefe folgt ein **sandiger Schluff/Ton mit torfigen/organischen Anteilen (= Homogenbereich H 4)**. Am Ansatzpunkt 1 findet sich von 3,7...4,4 m Tiefe eine Schicht aus sandig, schluffig, tonigen Torf (**= Homogenbereich H 3**), welcher als setzungsempfindlich einzustufen ist. Für die torfigen Schichten wurde der Glühverlust nach DIN 18128-GL bestimmt. Das Ergebnis ist nachfolgend dargestellt (Anlage G).

Name	Tiefe	Glühverlust	Bewertung nach DIN ISO 14688-2 (2020-11)
KRB 1	2,10 – 3,70 m	10,234 Gew.-%	mäßig organisch
KRB 2	3,00 – 5,30 m	14,048 Gew.-%	mäßig organisch

Die bindige bzw. torfige Schichtenfolge der Homogenbereiche H 2, H 3 und H 4 weist gemäß der Drucksondierungen nur sehr niedrige Spitzendrücke zwischen 0,5...1,0 MPa auf, sodass diese Schichten als besonders setzungsempfindlich einzustufen sind. In den Drucksondierdiagrammen ist der Ton/Schluff (H 4) am hohen Reibungsverhältnis R_f ($R_f = \text{Mantelreibung } f_s : \text{Spitzenwiderstand } q_c$) zu erkennen. Das Reibungsverhältnis gilt als Anzeiger für die Bodenart und liegt im Mittel bei $R_f \approx 3\%$.

Darunter folgen bis zur erbohrten Endtiefe **graue z.T. schluffige, z.T. grobsandige Fein- bis Mittelsande (= Homogenbereich H 3)** mit feinkiesigen/kiesstreifigen Anteilen. Die Sande sind bis ca. 8,5 m Tiefe nur locker gelagert. Tiefer steigt die Lagerungsdichte auf

knapp mitteldicht. Ab 10...11 m Tiefe steigt der schluffige Anteil in den Sanden (Homogenbereich H 6), was durch ein Reibungsverhältnis von im Mittel $R_f \approx 1,5\%$ gekennzeichnet wird.

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

WEA Bennien

von – bis [m Tiefe]	Homogenbereich	Baugrund
0,0 – 0,4	H 1	Sand, schluffig, humos (Oberboden)
0,4 – 2,2	H 2	Schluff/Ton, sandig, breiig/weich
2,2 – 5,5	H 3/ H 4	Schluff/Ton, sandig, organisch, vereinzelt Torf (H 3), breiig/weich (Auenlehm)
5,5 – 8,5	H 5	Sand, kiesig, locker
8,5 – 10,0	H 5	Sand, kiesig, mitteldicht
10,0 – 12,0	H 6	Sand, schluffig, locker
Ab 12,0	H 6	Sand, schluffig, dicht / Übergang zu Schluff/Schluffstein ?

Da die Spitzendrücke ab 11...12 m Tiefe deutlich ansteigen und die Drucksondierungen aufgrund der maximalen Geräteauslastung abgebrochen werden mussten, wurden für die Erkundung des tieferen Untergrunds die Archivdaten des Landes Niedersachsen aus der näheren Umgebung herangezogen (Abbildung 1). Hier werden in einer nächstgelegenen Bohrung ab 15 m Tiefe Schluffstein bzw. Schluff beschrieben, die sich in den Drucksondierungen ab 11...13 m Tiefe durch ein erhöhtes Reibungsverhältnis indirekt andeuten. Genauere Aussagen zur Beschaffenheit können nur durch eine Aufschlussbohrung ermittelt werden.

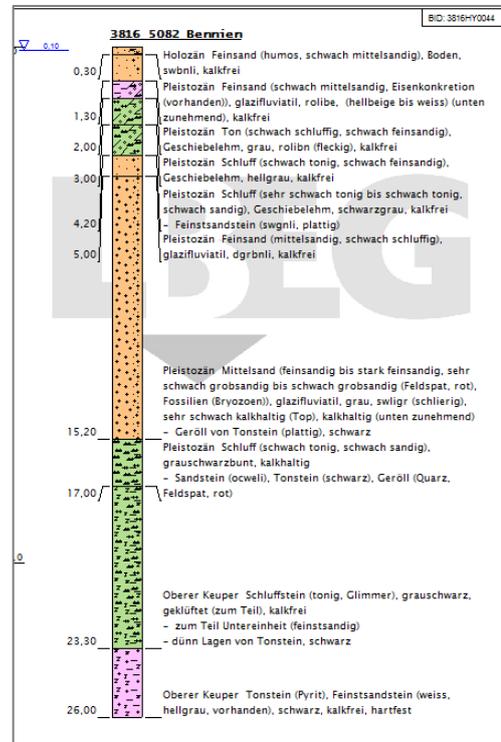


Abbildung 1: Bohrungsdaten des LBEG aus dem NIBIS-Portal.

4.3 Betonaggressivität Boden

Es wurde eine Bodenmischprobe im Fundamentbereich aus dem Tiefenbereich 0,0 bis 2,1 m zusammengestellt und auf ihre Betonaggressivität nach DIN 4030 bei der Eurofins GmbH untersucht. Die Ergebnisse (Anlage F) der Bodenanalyse sind den Grenzwerten der DIN 4030 gegenübergestellt.

Parameter	MP WEA Bennien 0,00 - 2,10 m	Expositionsklasse nach DIN 4030		
		XA1	XA2	XA3
Sulfid, gesamt (mg/kg TS)	67			
Säuregrad n. Baumann-Gully (ml/kg TS)	82	> 200	In der Praxis nicht anzutreffen	
Sulfat (mg/kg TS)	350	> 2.000 und ≤ 3.000	> 3.000 und ≤ 12.000	> 12.000 und ≤ 24.000
Chlorid (mg/kg TS)	< 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 dem Standort WEA Bennien nicht chemisch angreifend im Sinne der DIN 4030.

4.4 Bodenkennwerte / Bodenklassen / Bodengruppen / Eigenschaften

Die Festlegung der bodenmechanischen Kennwerte erfolgt unter Berücksichtigung der Bodenansprachen, 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 $c'_k / c'_{u,k}$ [kN/m ²]	Poissonzahl ν [-]	Steifemodul stat. $E_{s,stat,k}$ [MN/m ²]	Steifemodul dyn. $E_{s,dyn,k}$ [MN/m ²]
Schluff, sandig, ±tonig, breiig/weich	H 2	19 / 9	15...25	0 / 0...2	0,40	1...4	55
Schluff, sandig-tonig, organisch, ±torfig breiig/weich	H 4	19 / 9	15...25	0 / 0...2	0,40	1...4	55
Fein – Mittelsand, ±grob- sandig, ±kiesig locker	H 5	17 / 9	30,0	0 / 0	0,30	15	80
Fein – Mittelsand, ±grob- sandig, ±kiesig mitteldicht	H 5	18 / 10	32,5	0 / 0	0,30	50	180
Fein – Mittelsand, schluffig locker	H 6	17 / 9	30,0	0 / 0	0,35	10	60
Fein – Mittelsand, schluffig dicht	H 6	19 / 11	35	0 / 0	0,35	80	250

Für den Torf (Homogenbereich H 3) wird aufgrund der geringen Schichtmächtigkeit und dem lokalen Vorkommen keine Bodenkennwerten ausgewiesen.

Bodenart	Homogenbereich	Bodengruppe	Bodenklasse	Frostempfindlichkeit	Verdichtbarkeit	Witterungsempfindlichkeit
Sand, schluffig, schwach humos	H 1	OH	1 ¹⁾ - 4	F 2	V 2 – V 3	mäßig-hoch
Schluff, sandig-tonig, breiig/weich	H 2	UL, UM, TL, TM	4	F 3	V 3	hoch
Torf, sandig, schluffig, tonig weich	H 3	HN, HZ	2, 4	F 3	V 3	hoch
Schluff, sandig-tonig, organisch, ±torfig breiig/weich	H 4	UL, UM, UA, OU, TL, TM	4	F 3	V 3	hoch
Fein – Mittelsand, ±grob- sandig, ±kiesig	H 5	SE, SI	3	F 1	V 1	gering
Fein – Mittelsand, schluffig	H 6	SU	4	F 2 – F 3	V 1 – V 2	mäßig-hoch

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

5. Grundwasser

5.1 Grundwasserspiegel

Zum Untersuchungszeitpunkt (05.01.2021) wurden die offenen Bohrlöcher nach dem Ziehen des Sondiergestänges auf Grund-/Stau-/Schichtenwasser kontrolliert.

Es wurde zum Untersuchungszeitpunkt (05.01.2020) bei einem generell mittleren bis leicht erhöhten Grundwasserniveau lediglich Stau- oder Schichtenwasser in den Bohrlöchern in 0,9...1,0 m Tiefe gemessen. Es ist aufgrund der geringen Durchlässigkeit des bindigen Bodens (H 2, H 3, H 4) mit Stauwasser bis zur GOK (= Bemessungswasserstand) zu rechnen. Dies gilt auch bei einer ggf. sandigen Fundamentinterfüllung (sog. „Badewanneneffekt“).

6. Grundbautechnische Folgerungen (Entwurf)

6.1 Generelles

Geplant ist die Errichtung einer Windenergieanlage folgenden Typs:

Nordex N163 mit 5,7 MW und 165,5 m Nabenhöhe (bei Gründung auf GOK)

Zum Zeitpunkt der Bearbeitung des Baugrundgutachtens liegt kein geprüfter Fundamentalschalplan vor, weshalb die grundbautechnischen Folgerungen allgemein gehalten werden.

Aufgrund der generell vorhandenen wasserstauenden Schichten (H 2, H 3, H 4) am Standort darf bei Erdeinbindung nur ein Fundament unter Berücksichtigung von Auftrieb (Stauwasserwirkung bis max. GOK) zur Ausführung kommen.

6.2 Baugrundanforderungen Flachgründung mit Auftrieb

Liegen noch nicht vor.

6.2.1 Drehfedersteifigkeit

Liegt noch nicht vor.

6.3 Grundbautechnische Maßnahmen

Am Standort wurden unterhalb des Oberbodens (H 1) bis 5,5 m Tiefe sehr setzungsempfindliche Auenlehmablagerungen aus organischem Schluff/Ton mit Torfschichten (H 2, H 3, H 4) festgestellt, die nicht zur Abtragung von Bauwerkslasten geeignet sind.

Tiefer folgt bis 12 m eine Wechselfolge aus lockeren und mitteldicht gelagerten Sanden (H 5, H 6), die insgesamt ebenfalls nur bedingt tragfähig sind. Ab 12 m Tiefe folgen tragfähige dichte schluffige Sande (H 6), die gemäß Archivunterlagen des Landes auf einen Übergang zu Schluff/Schluffstein hinweisen. Genauere Angaben sind nur durch einen direkten tieferen Aufschluss (z.B. Aufschlussbohrung) möglich und können in Abhängigkeit vom geplanten Fundament und Gründung durchgeführt werden.

Eine Flachgründung scheidet aufgrund der mächtigen organischen Weichschichten aus. Als sichere Gründungsvariante kommt nur eine Tiefgründung mit Pfählen in Betracht. Eine Baugrundverbesserung durch z.B. Rüttelstopfverdichtung (RSV) ist aufgrund der fehlenden Seiteneinspannung der Kiessäulen in den breiigen/weichen bindigen Böden voraussichtlich nicht möglich.

6.4 Erdarbeiten

Konkrete Angaben folgen nach Vorliegen der Fundamentdatenblätter und der Gründungsempfehlung.

6.5 Wasserhaltung

Für die Durchführung der Erdarbeiten ist aufgrund der bindigen Schichten (H 2, H 3, H 4) eine offene Wasserhaltung als Ringdrainage mit Pumpensumpf einzuplanen. Es wird empfohlen, die Arbeiten in trockener Jahreszeit durchzuführen, sodass lediglich die Ableitung von Niederschlagswasser erforderlich ist.

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

Konkrete Angaben folgen nach Vorliegen der Fundamentdatenblätter.

6.7 Erdbebenzone / Baugrundfaktor

Der Standort der geplanten WEA liegt außerhalb der Erdbebenzonen nach DIN 4149 (Fassung 2005).

6.8 Spezifischer Erdwiderstand

Die Messung des spezifischen Erdwiderstandes wurde durch das Geophysikbüro GBM an dem Standort durchgeführt. Das Untersuchungsverfahren und die Ergebnisse können dem als Anlage H beigefügten Erläuterungsbericht entnommen werden.

7. Kranstellfläche

Die Baugrunduntersuchung im Bereich der Kranstellfläche wurde mit zwei Kleinrammbohrungen und zwei Rammsondierungen durchgeführt (s. Anlage A/2, B/2, D/1 – D/2).

Die Schichtenfolge im Bereich der Kranstellfläche beginnt mit 0,4...0,5 m mächtigen humosem Sand (Oberboden, H 1).

Darunter folgt bis 2,0...2,3 m Tiefe ein sandiger, toniger Schluff (H 2) mit einer weichen Konsistenz. Am Ansatzpunkt KSF 1 wird der weiche bindige Boden (H 2) von einem organischen, schwach sandigen, tonigen Schluff (Auenlehm, H 4) bis in 3,5 m Tiefe unterlagert. Dieser weist eine steife Konsistenz auf. Darunter folgt am Ansatzpunkt KSF 1 bis in 4,5 m Tiefe eine Schicht aus Torf (H 3).

Bis zur erbohrten Endtiefe folgt ein schwach schluffiger, mittelsandiger Feinsand (H 5) mit einer locker – mitteldichten Lagerungsdichte.

Durch das vergleichsweise hohe Setzungsrisiko der organischen Ablagerungen kommen ein Bodenaustausch oder auch Hilfsfundamente mit einer Tiefgründung im Bereich der Kranpratzen in Betracht.

8. Zusammenfassung

Der Baugrund besteht unterhalb des Oberbodens (H 1) aus bindigen und organischen Böden (H 2, H 3, H 4) bis max. ca. 5,5 m Tiefe mit breiiger/weicher Konsistenz. Tiefer folgt eine Wechselfolge aus lockeren und mitteldichten Sanden, die ab 12 m Tiefe eine dichte Lagerung aufweisen.

Grund-/Stauwasser wurde zum Untersuchungszeitpunkt im Flurabstand von 0,9 – 1,0 m festgestellt. Generell muss mit Stauwasserbildung bis zur Geländeoberkante (= Bemessungswasserstand) gerechnet werden, sodass bei Erdeinbindung ein auftriebssicheres Fundament gewählt werden muss.

Insgesamt kommt für eine sichere Gründung nur eine Tiefgründung z.B. mittels Pfählen in Betracht. Für die Ermittlung der Pfahlabsatztiefen ist aus gutachterlicher Sicht zur direkten Erkundung des tieferen Untergrunds eine Aufschlussbohrung zur Erkundung des nach Archivlage ggf. tiefer folgenden Schluffsteins ab 12 m Tiefe erforderlich. Details hierzu sollten im Vorfeld mit einer Spezialtiefbaufirma für eine Tiefgründung erörtert werden, da z.B. bei einer Pfahlabsatztiefe auf dem Schluffstein ein „Durchstanzen“ der Pfähle in ggf. tiefer folgende Weichschichten ausgeschlossen werden muss.

9. Schlussbemerkung

Das Baugrundgutachten wurde auf Grundlage der Bohr- und Sondierarbeiten, der Laboruntersuchungen und der zur Verfügung stehenden Unterlagen erstellt. Für weitere Angaben (Baugrundverbesserung, Erdarbeiten, Wasserhaltung, Gründung), für die Baugrubenabnahme und Verdichtungskontrollen stehen wir zur Verfügung.



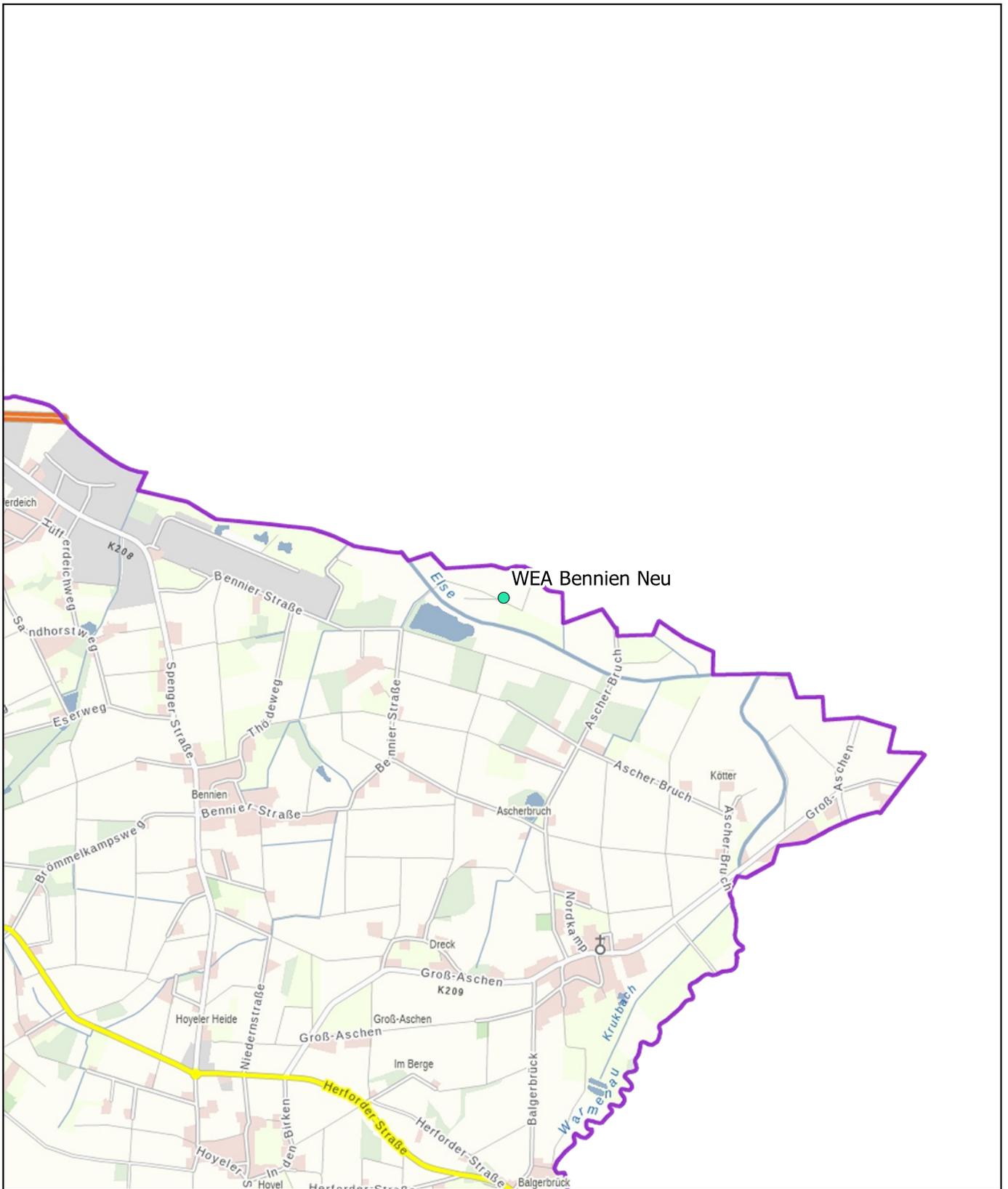
(M.Sc. Geow. K. Nieland)



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

Verteiler:

- EFG Energy-Farming Holding GmbH, Bornweg 28, 49152 Bad Essen, Hr. Hellmann, hellmann@energy-farming.de (Original + pdf)
- eigene Akte



Legende

- WEA Fundamentmittelpunkt

**Proj. Errichtung einer Windenergieanlage im Windpark-Melle
Bennis in 49328 Melle
- Baugrunduntersuchung -**

Übersichtslageplan

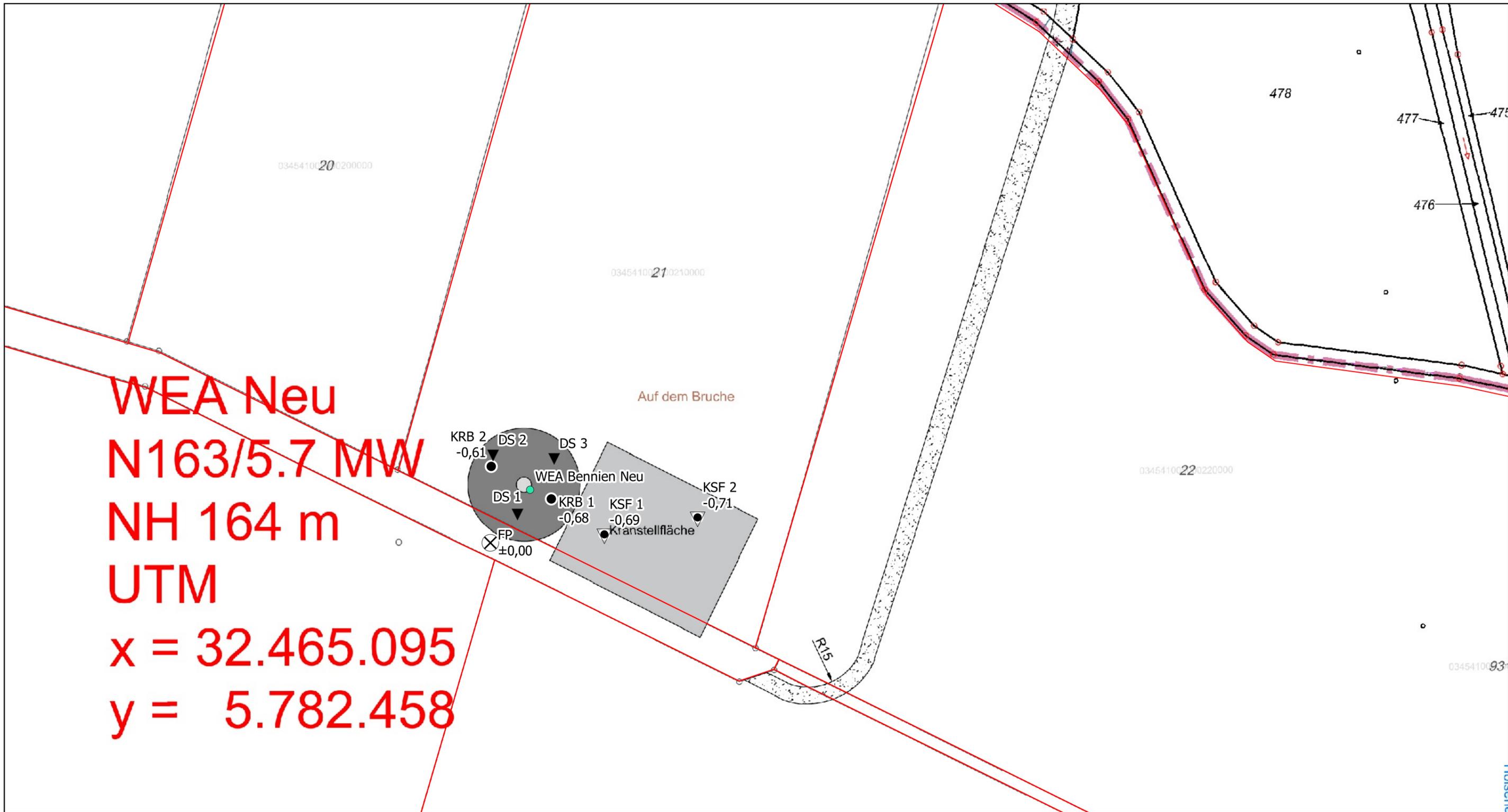
Maßstab:	gez.:	z. Ber. / Schr. v.	Proj.-Nr.	Anl.-Nr.
1:25.000	Sch	29.01.2021	220 726	A/1



**DR. SCHLEICHER
& PARTNER**
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau
Düppelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



WEA Neu
N163/5.7 MW
NH 164 m
UTM
x = 32.465.095
y = 5.782.458

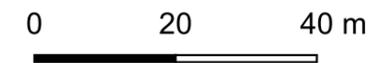


Legende

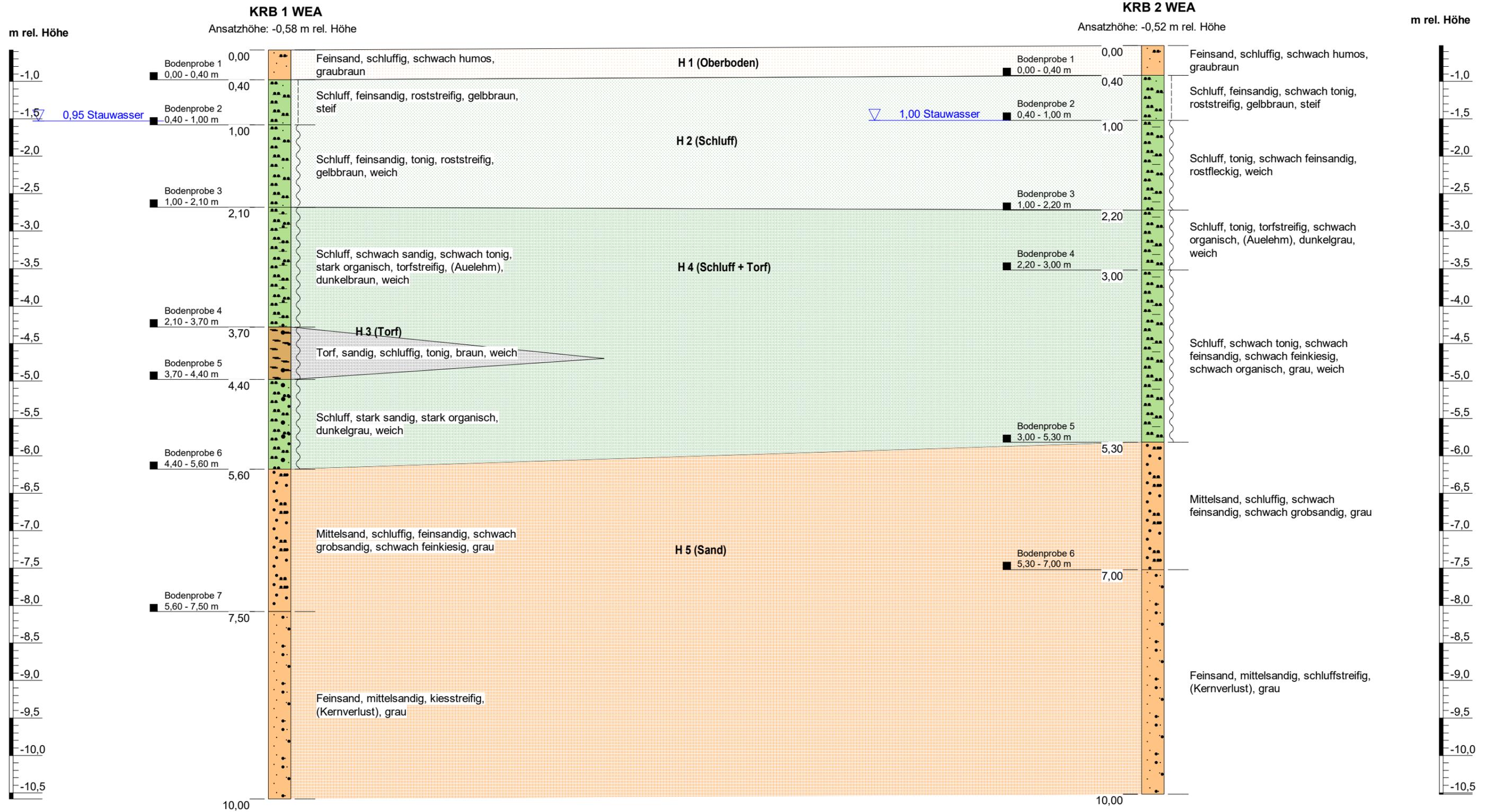
- ⊗ Festpunkt (FP) = OK Straße ±0,00 m rel. Höhe
- Kleinrammbohrung (KRB)
- ▽ Rammsondierung (RS)
- ▼ Drucksondierung (CPT)

Koordinaten

- WEA Fundamentmittelpunkt



Proj. Errichtung einer Windenergieanlage im Windpark Melle-Bennien in 49328 Melle - Baugrunduntersuchung -					
Lageplan zur Baugrunduntersuchung mit Geländehöhen					
Maßstab:	gez.:	z. Ber. / Schr. v.	Proj.-Nr.	Anl.-Nr.	
1:1.000	Sch	29.01.2021	220 726	A/2	
DR. SCHLEICHER & PARTNER <small>INGENIEURGESELLSCHAFT MBH</small>		48599 Gronau Düppelstr. 5	49808 Lingen An der Marienschule 46		



Schichtenschnitt I WEA

**Projekt: Errichtung 1 WEA im WP Melle-Bennien in 49328 Melle
- Baugrunduntersuchung -**

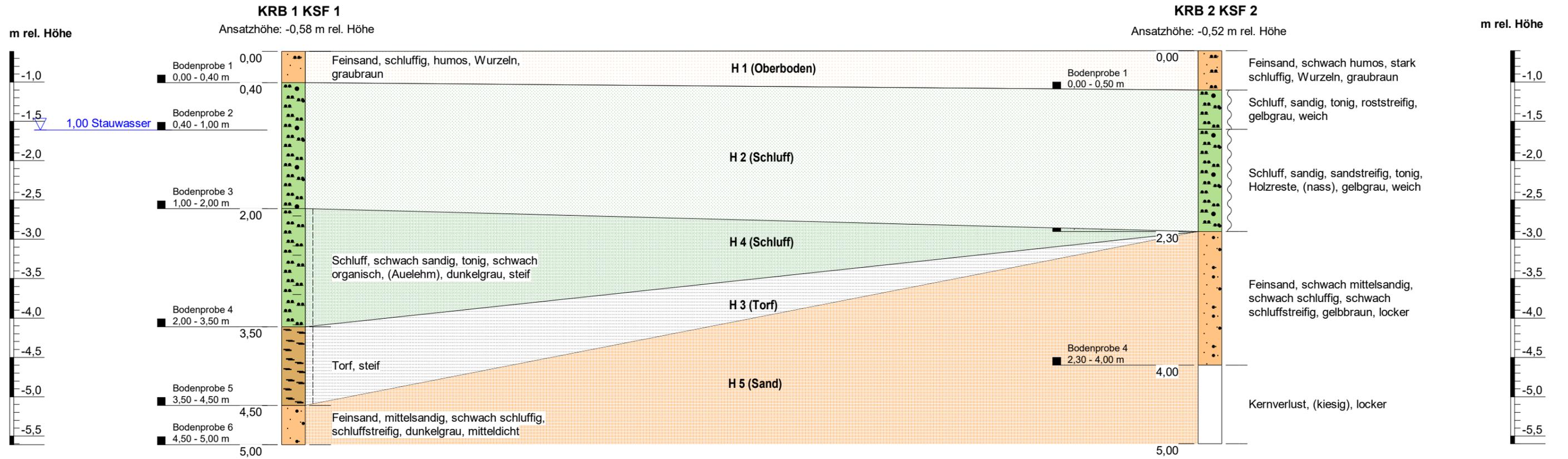
ausgeführt: 01. KW 2021	Vertikalmaßstab: 1 : 50	Bearbeiter: SH	Projekt-Nr.: 220 726
Bericht vom: 29.01.2021			Anlage - Nr.: B/1

**DR. SCHLEICHER
& PARTNER**
INGENIEURGESSELLSCHAFT MBH

48599 Gronau
Düppelstraße 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46





Schichtenschnitt II KSF

Projekt: Errichtung 1 WEA im WP Melle-Bennien in 49328 Melle
- Baugrunduntersuchung -

ausgeführt: 01. KW 2021	Vertikalmaßstab: 1 : 50	Bearbeiter: SH	Projekt-Nr.: 220 726
Bericht vom: 29.01.2021			Anlage - Nr.: B/2

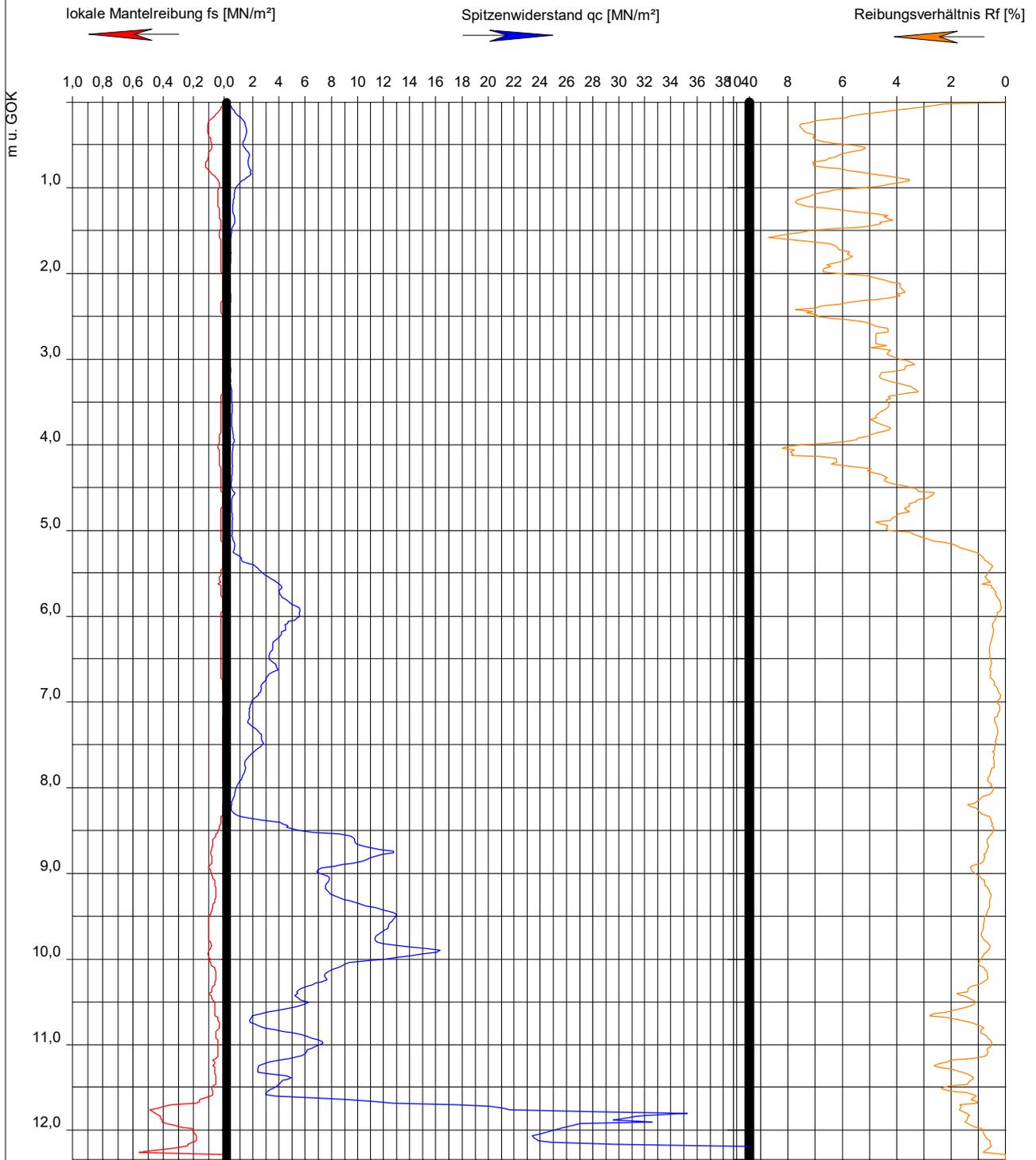
DR. SCHLEICHER
& PARTNER
INGENIEURGESSELLSCHAFT MBH

48599 Gronau
Düppelstraße 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



**DS 1
GOK**



Höhenmaßstab: 1:70

Drucksondierung 1

Projekt: Errichtung 1 WEA im WP Melle-Bennien in 49328 Melle
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 220 726 | Bericht vom: 29.01.2021 | ausgeführt: 01. KW 2021 | Bearb.: SH | Anlage-Nr.: C/1

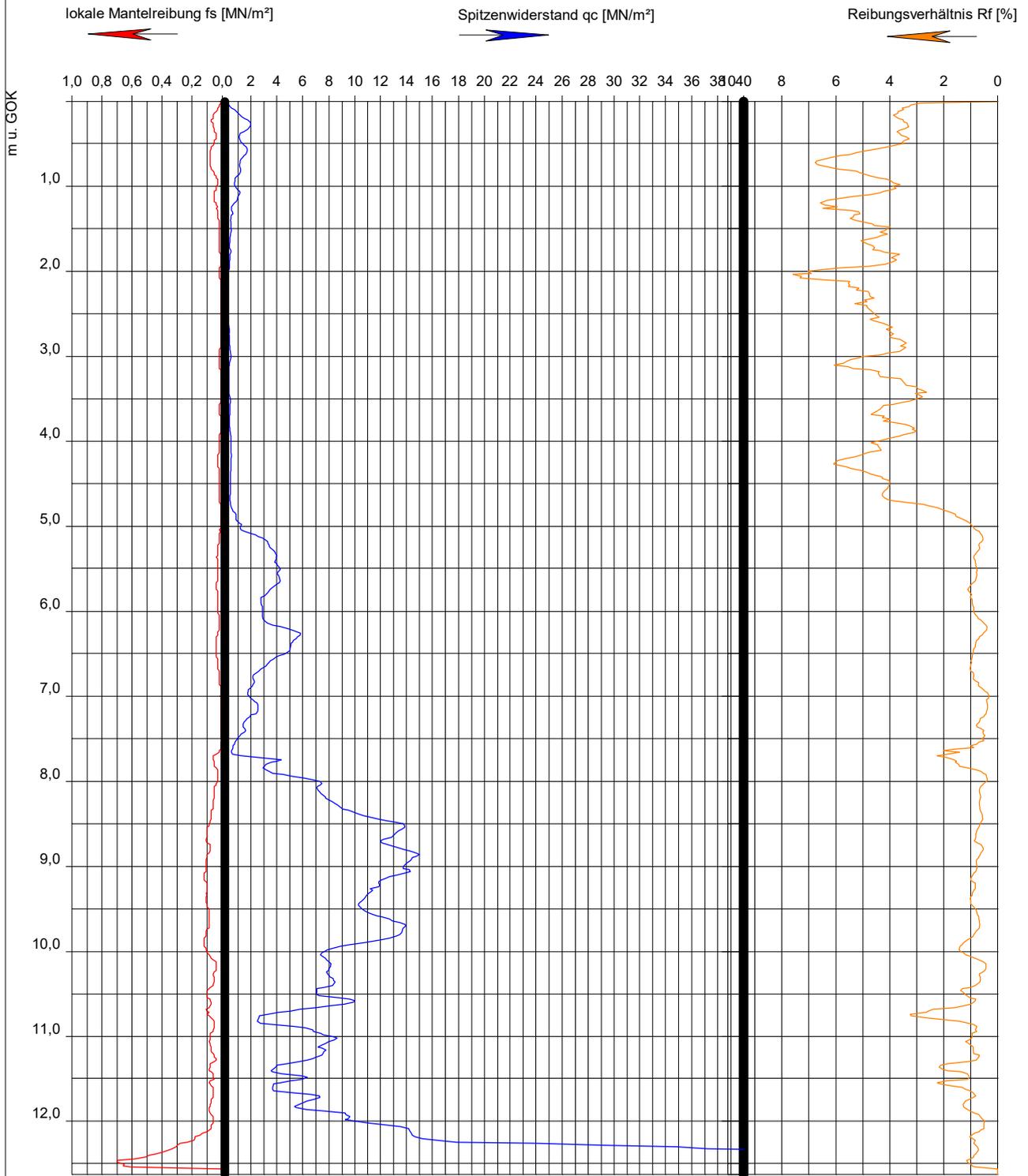
**Dr. Schleicher & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH**

48599 Gronau
Düppelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



**DS 2
GOK**



Höhenmaßstab: 1:70

Drucksondierung 2

Projekt: Errichtung 1 WEA im WP Melle-Bennien in 49328 Melle
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 220 726 | Bericht vom: 29.01.2021 | ausgeführt: 01. KW 2021 | Bearb.: SH | Anlage-Nr.: C/2

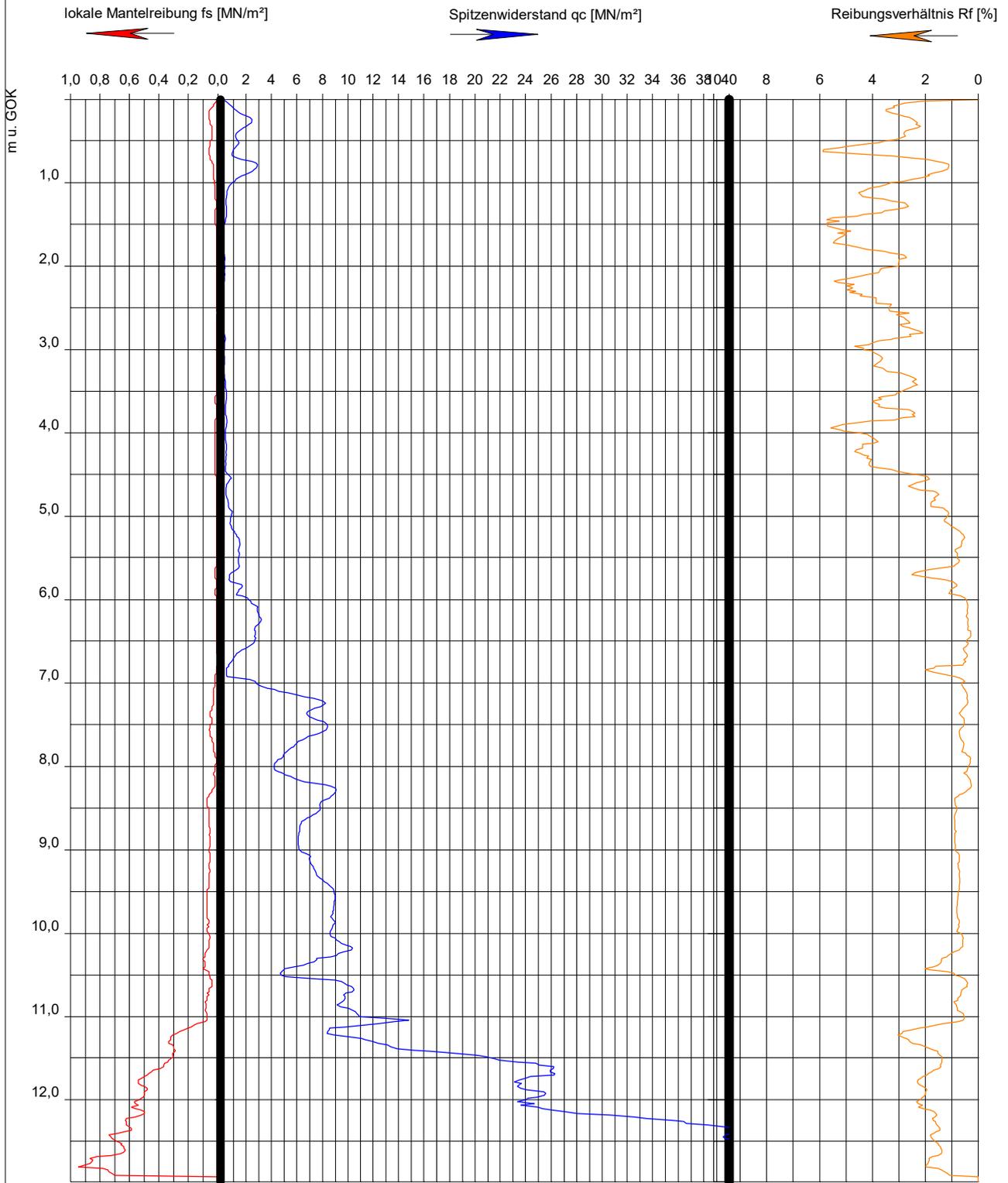
**Dr. Schleicher & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH**

48599 Gronau
Düppelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



**DS 3
GOK**



Höhenmaßstab: 1:70

Drucksondierung 3

Projekt: Errichtung 1 WEA im WP Melle-Bennien in 49328 Melle
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 220 726 | Bericht vom: 29.01.2021 | ausgeführt: 01. KW 2021 | Bearb.: SH | Anlage-Nr.: C/3

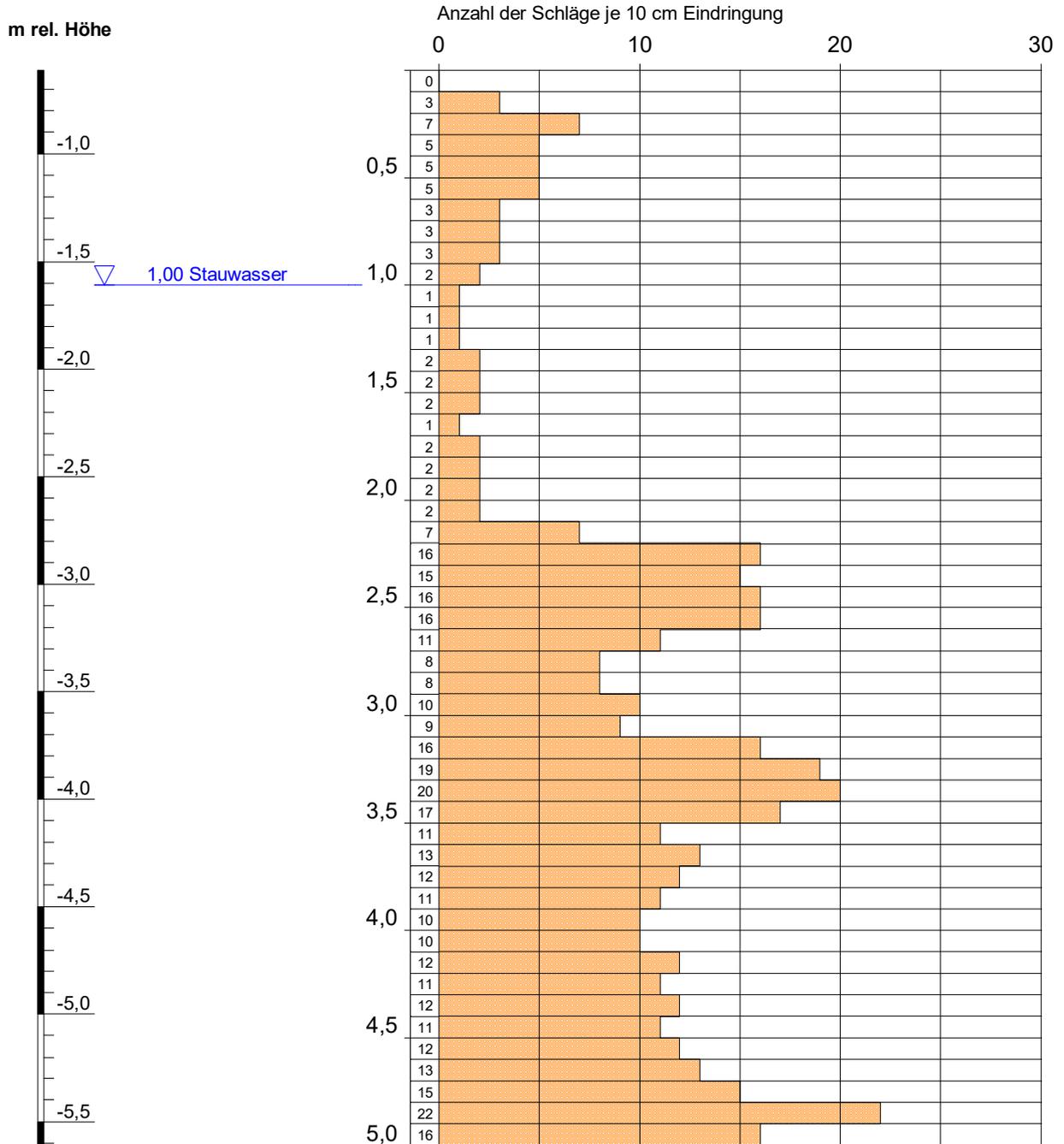
**Dr. Schleicher & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH**

48599 Gronau
Düppelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



KSF 1 RS 1
Leichte Rammsondierung (DPL-10)
Ansatzhöhe: -0,61 m rel. Höhe



Höhenmaßstab: 1:30

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

Projekt: Errichtung 1 WEA im WP Melle-Bennien in 49328 Melle
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 220 726 | Bericht vom: 29.01.2021 | ausgeführt: 01. KW 2021 | Bearb.: SH | Anlage - Nr.: D/1

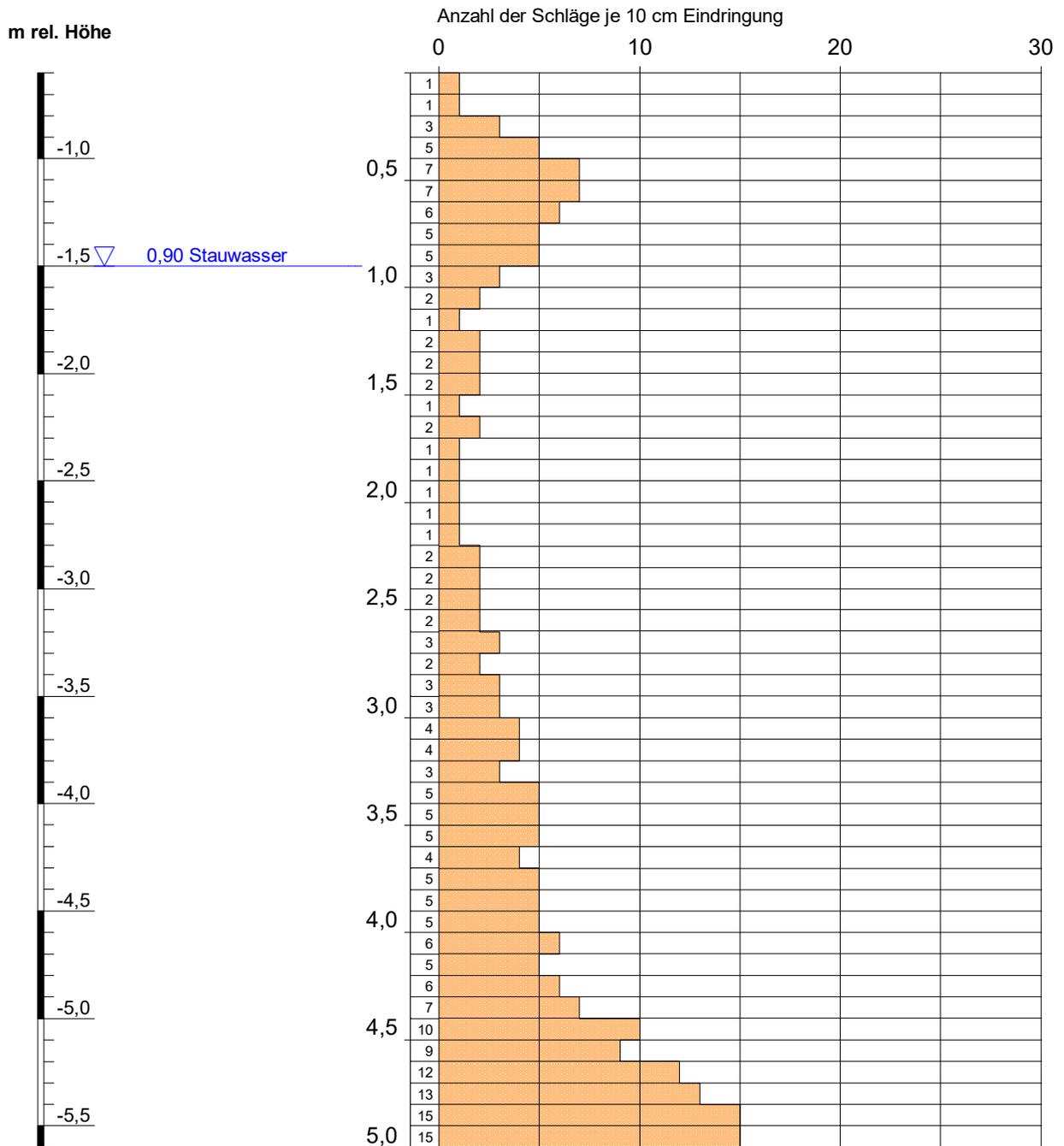
DR. SCHLEICHER
& PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau
 Düppelstraße 5

49808 Lingen
 An der Marienschule 46



KSF 2 RS 2
Leichte Rammsondierung (DPL-10)
Ansatzhöhe: -0,60 m rel. Höhe



Höhenmaßstab: 1:30

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

Projekt: Errichtung 1 WEA im WP Melle-Bennien in 49328 Melle
- Baugrunduntersuchung -

Projekt-Nr.: 220 726 | Bericht vom: 29.01.2021 | ausgeführt: 01. KW 2021 | Bearb.: SH | Anlage - Nr.: D/2

DR. SCHLEICHER
& PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau
 Düppelstraße 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: Str

Datum: 29.01.2021

Körnungslinie nach DIN 18123

Errichtung 1 WEA

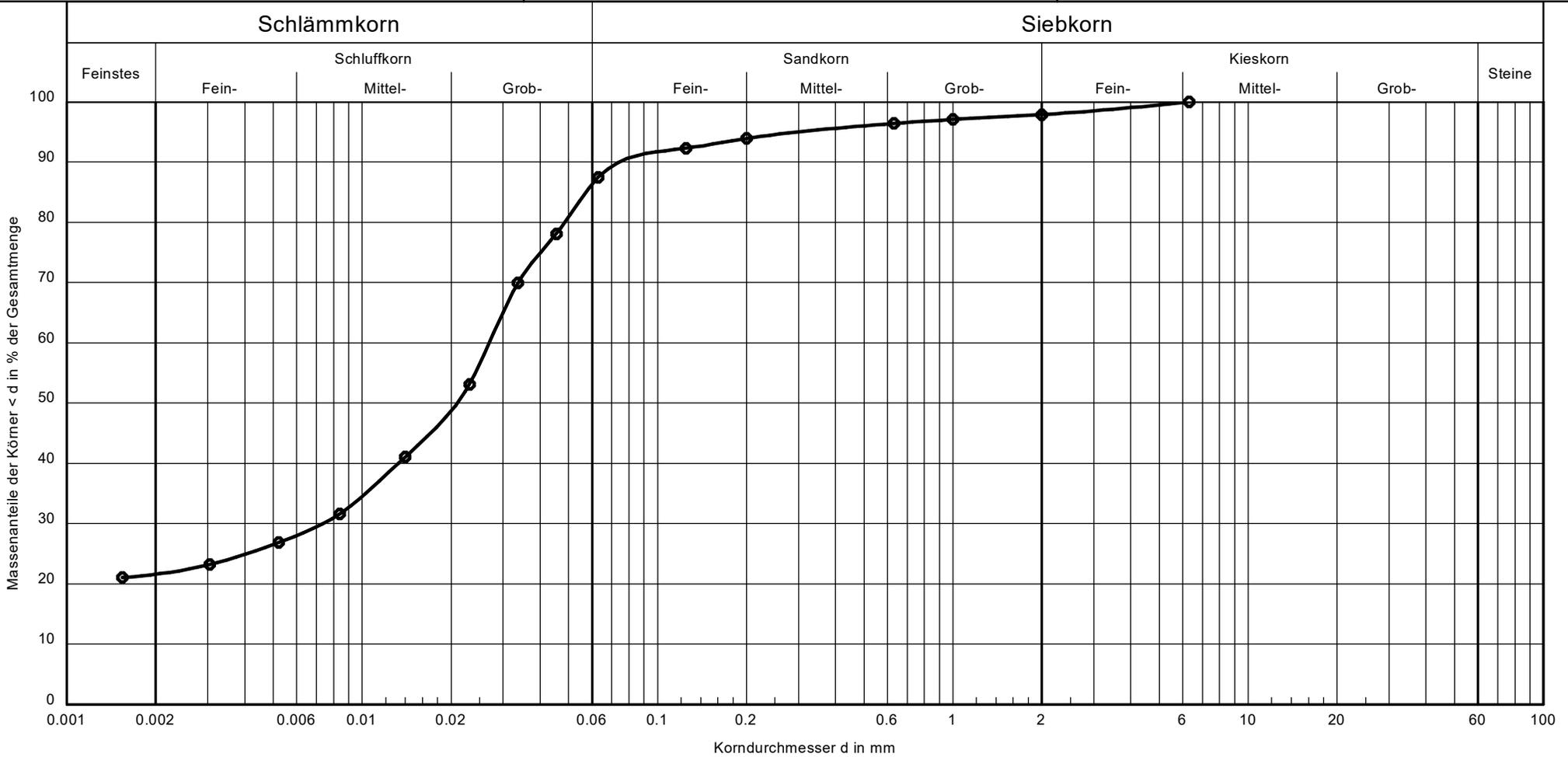
im WP Melle-Bennien in 49328 Melle-Bennien

Projekt - Nummer: 220 726

Probe entnommen in der: 01. KW 2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse



Entnahmestelle:	KRB 1	Bemerkungen: U = Ungleichförmigkeitsgrad Cc = Krümmungszahl	Bericht: 29.01.2021 Anlage: E/1
Tiefe:	2,10 - 3,70 m		
Bodenart:	Schluff, tonig, schwach sandig		
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: Str

Datum: 29.01.2021

Körnungslinie nach DIN 18123

Errichtung 1 WEA

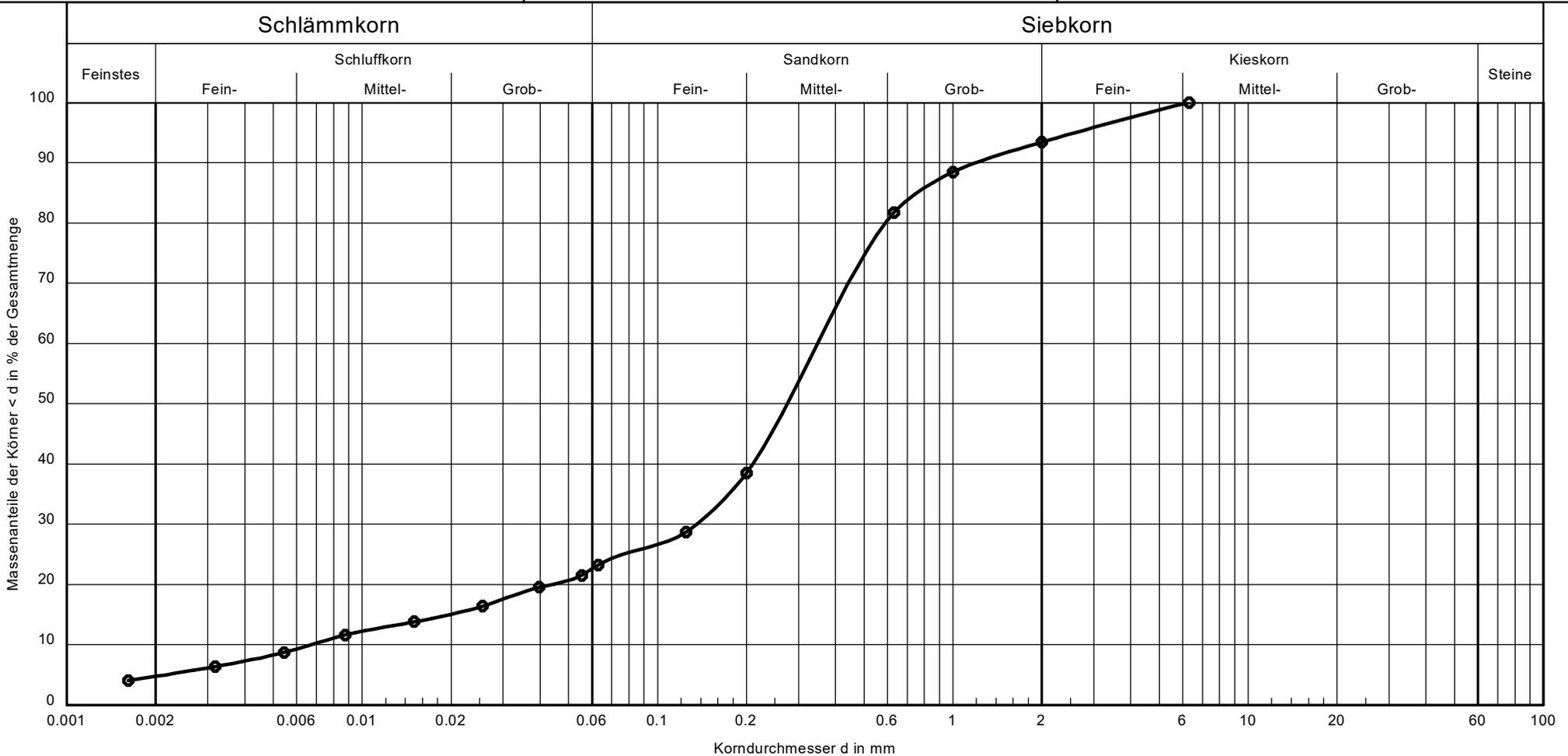
im WP Melle-Bennien in 49328 Melle-Bennien

Projekt - Nummer: 220 726

Probe entnommen in der: 01. KW 2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse



Entnahmestelle:	KRB 1	Bemerkungen: U = Ungleichförmigkeitsgrad Cc = Krümmungszahl	Bericht: 29.01.2021 Anlage: E/2
Tiefe:	5,60 - 7,50 m		
Bodenart:	Mittelsand, schluffig, feinsandig, schwach grobsandig, schwach feinkiesig		
U / Cc	51.8/7.9		
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: Str

Datum: 29.01.2021

Körnungslinie nach DIN 18123

Errichtung 1 WEA

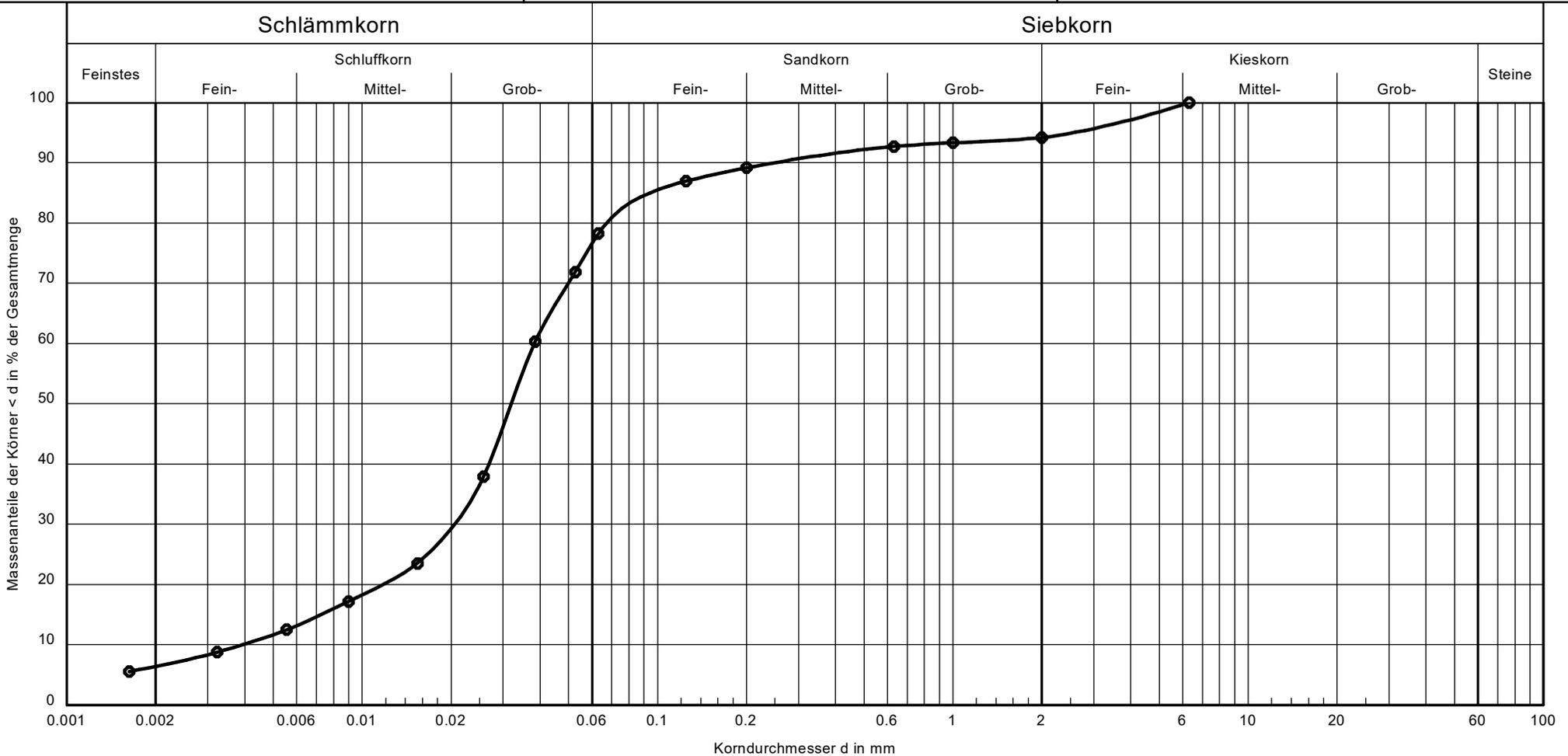
im WP Melle-Bennien in 49328 Melle-Bennien

Projekt - Nummer: 220 726

Probe entnommen in der: 01. KW 2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse



Entnahmestelle:	KRB 2	Bemerkungen: U = Ungleichförmigkeitsgrad Cc = Krümmungszahl	Bericht: 29.01.2021 Anlage: E/3
Tiefe:	3,00 - 5,30 m		
Bodenart:	Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig, schwach feinkiesig		
U /Cc	9.7/2.8		
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: Str

Datum: 29.01.2021

Körnungslinie nach DIN 18123

Errichtung 1 WEA

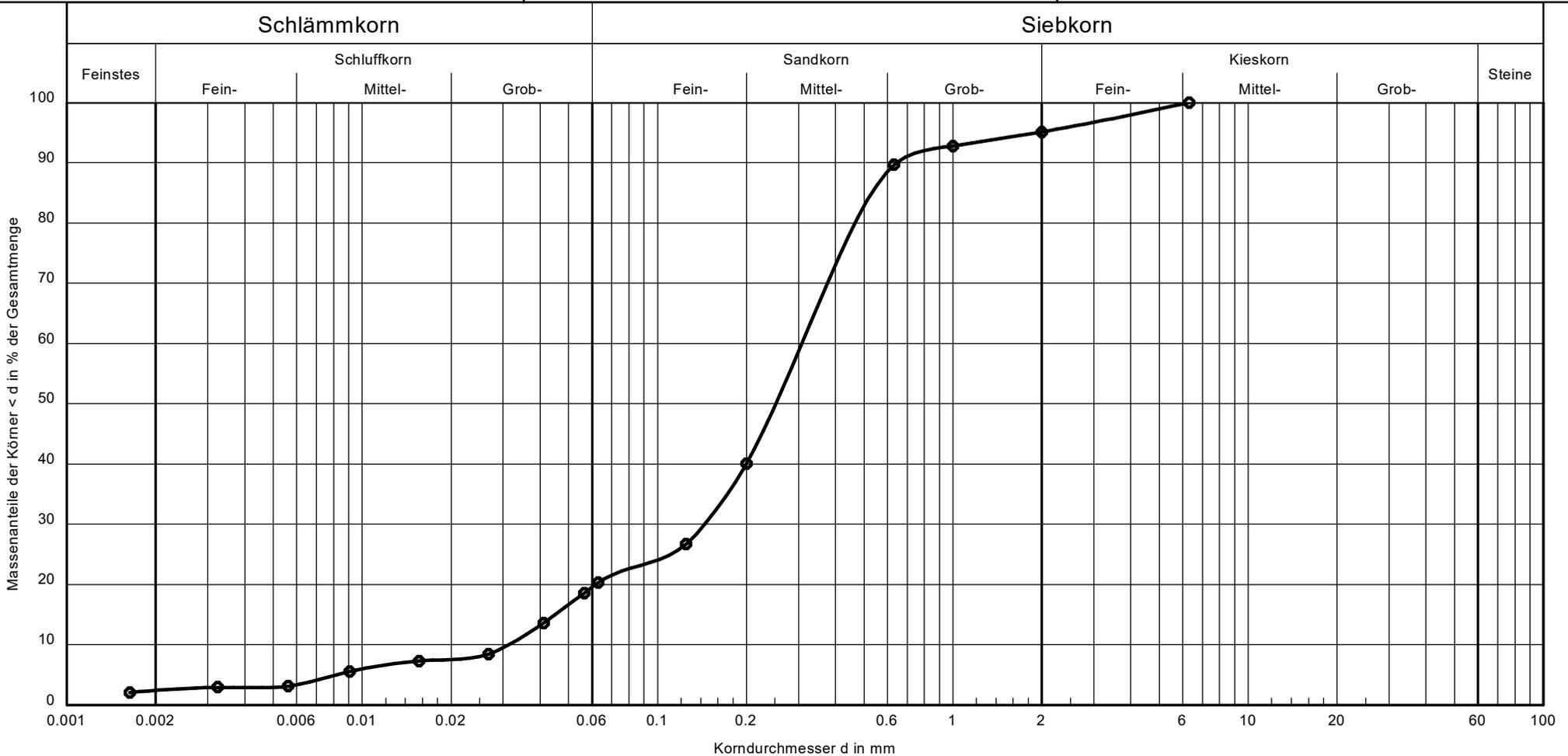
im WP Melle-Bennien in 49328 Melle-Bennien

Projekt - Nummer: 220 726

Probe entnommen in der: 01. KW 2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse



Entnahmestelle:	KRB 2	Bemerkungen: U = Ungleichförmigkeitsgrad Cc = Krümmungszahl	Bericht: 29.01.2021 Anlage: E/4
Tiefe:	5,30 - 7,00 m		
Bodenart:	Mittelsand, schluffig, schwach feinsandig, schwach grobsandig		
U /Cc	9.8/2.2		
Durchlässigkeit k [m/s]:	-		
ermittelt nach	k nach Hazen		

Eurofins Umwelt West GmbH - Vorgebirgsstrasse 20 - D-50389 - Wesseling

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

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 02103103
Prüfberichtsnummer: AR-21-AN-003410-01

Auftragsbezeichnung: 220 726 Melle (Nie)

Anzahl Proben: 1
Probenart: Boden
Probenahmedatum: 05.01.2021
Probenehmer: Auftraggeber

Probeneingangsdatum: 25.01.2021
Prüfzeitraum: 25.01.2021 - 01.02.2021

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. Die Ergebnisse beziehen sich in diesem Fall auf die Proben im Anlieferungszustand. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

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

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

Leila Djabbari
Prüfleiter
Tel. +49 2236 897 211

Digital signiert, 01.02.2021
Dr. Francesco Falvo
Prüfleitung



Probenbezeichnung	MP WEA Bennien 0,4-2,1
Probenahmedatum/ -zeit	05.01.2021
Probennummer	021011433

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit	
-----------	------	------	---------	----	---------	--

Probenvorbereitung Feststoffe

Fraktion < 2 mm	AN	RE000 GI	DIN ISO 11464: 2006-12	0,1	%	82,3
Fraktion > 2 mm	AN	RE000 GI	DIN ISO 11464: 2006-12	0,1	%	17,7

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	AN	RE000 GI	DIN EN 14346: 2007-03	0,1	Ma.-%	74,4
--------------	----	-------------	-----------------------	-----	-------	------

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

Säuregrad nach Baumann Gully	FR/f	RE000 FY	DIN 4030-2: 2008-06	4	ml/kg TS	82
---------------------------------	------	-------------	---------------------	---	----------	----

Anionen aus der Originalsubstanz

Sulfid, gesamt	FR/f	RE000 FY	DIN 4030-2: 2008-06	5,0	mg/kg TS	67
----------------	------	-------------	---------------------	-----	----------	----

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

Sulfat (SO ₄)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09	20	mg/kg TS	350
---------------------------	----	-------------	------------------------------------	----	----------	-----

Anionen aus dem Heißwasser-Auszug

Chlorid (Cl)	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	25	mg/kg TS	< 25
--------------	----	-------------	--------------------------------------	----	----------	------

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akk. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) analysiert. Die Bestimmung der mit RE000GI gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

Die mit FR gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt Ost GmbH (Bobritzsch-Hilbersdorf) analysiert. Die Bestimmung der mit RE000FY gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14081-01-00 akkreditiert.

/f - Die Analyse des Parameters erfolgte in Fremdvergabe.

Bestimmung des Glühverlustes

DIN 18128 - GL

Projekt-Nr.: 220 726
Projekt: Errichtung einer WEA im WP Bennien
in 49328 Melle
Entnahmestelle: KRB 1
Entnahmeart: GP
Entnahmetiefe: 2,10 - 3,70 m
Entnahmedatum: 01. KW. 2021
Probe-Nr.: KRB 1/4
Bodenart: Schluff, stark tonig, schwach sandig

Bodengruppe: -
Ausgeführt durch: Str
Ausgeführt am: 26.01.2021

Behälter-Nr.:	1
Tiegel + trockene Probe:	77,894 [g]
Tiegel + geglühte Probe:	73,750 [g]
Tiegel:	37,400 [g]
Trockene Probe:	40,494 [g]
geglühte Probe:	36,350 [g]
Glühzeit:	6,000 [h]
Glühverlust:	10,234 [Gew.-%]

Bestimmung des Glühverlustes

DIN 18128 - GL

Projekt-Nr.: 220 726
Projekt: Errichtung einer WEA im WP Bennien
in 49328 Melle
Entnahmestelle: KRB 2
Entnahmeart: GP
Entnahmetiefe: 3,00 - 5,30 m
Entnahmedatum: 01. KW. 2021
Probe-Nr.: KRB 2/5
Bodenart: Schluff, tonig, sandig

Bodengruppe: -
Ausgeführt durch: Str
Ausgeführt am: 26.01.2021

Behälter-Nr.:	2
Tiegel + trockene Probe:	148,894 [g]
Tiegel + geglühte Probe:	140,840 [g]
Tiegel:	91,560 [g]
Trockene Probe:	57,334 [g]
geglühte Probe:	49,280 [g]
Glühzeit:	6,000 [h]
Glühverlust:	14,048 [Gew.-%]

Erläuterung
Geophysikalische Messungen
Ermittlung des spezifischen Erdwiderstandes
Windpark Melle - Bennien

Niedersachsen
Landkreis Osnabrück
Messungen am 12.01.2021

Erläuterung

Geophysikalische Messungen

Ermittlung des spezifischen Erdwiderstandes

Windpark Melle - Bennien

Auftraggeber : Dr. Schleicher & Partner Ingenieurgesellschaft mbH
Düppelstraße 5
48599 Gronau

Auftragnehmer : GBM Geophysikbüro Munstermann
Industriepark I
Straße A Nr. 1
39245 Gommern

Aufgabe : Geophysikalische Messungen zur Erkundung von elektrischen Erdwiderständen

Methodik : 1 D - Geoelektrik

Bearbeiter : Dipl. - Geophysiker Dirk Munstermann

Gommern, den 14. Januar 2021



Dirk Munstermann
Bearbeiter

1.0 Allgemeines

Die Ingenieurgesellschaft Dr. Schleicher & Partner mbH, Gronau, beauftragte das Geophysikbüro Munstermann, Gommern, mit der Ermittlung von spezifischen elektrischen Erdwiderständen im Bereich von einer neuen geplanten Windenergieanlage in einem Windpark bei Melle - Bennien.

Nach geologischen Gesichtspunkten ist der oberflächennahe Untergrund zumeist aus bindigen Materialien aufgebaut.

2.0 Geoelektrische Messungen

Die Messungen wurden mit dem Messgerät Super Sting R1 der Firma AGI (USA, Texas, Seriennummer SP 1402279) am 12.01.2021 durchgeführt.

Bild 1: Messsystem Sting / Swift (AGI) im Bereich des Mittelpunktes der neuen WEA



Die geoelektrischen Messungen erfolgten in Form von 1 D - Widerstandsmessungen nach der Wenner – Konfiguration mit Elektrodenabständen a von 0,5, 1, 2, 3, 5, 8, 12, 16, 20, 25 und 30m. Die Widerstandswerte wurden durch die Messung von mindestens 2 Messzyklen ermittelt.

Vor Beginn der Messungen wurden die Kabel und Elektroden auf ihre Funktionalität überprüft und die Übergangswiderstände bestimmt.

Die Einmessung der Abstände zwischen den Elektroden erfolgte mit Bandmaß.

Das Messprinzip der geoelektrischen Messungen (Vierpunktanordnung) besteht darin, dass über eine Spannungsquelle durch Elektroden (2 Elektroden A und B) dem Boden Strom zugeführt wird und mittels symmetrisch angeordneter Sonden (2 Elektroden M und N) das Potenzial abgegriffen wird. Das sich herausbildende Potenzial und der Stromfluss sind ein Maß für den scheinbaren spezifischen Widerstand des Bodens.

$$\rho = \frac{\Delta V}{I} \cdot K$$

ρ = elektr. Widerstand
 ΔV = Spannungsdifferenz
 I = Stromstärke
 K = Länge des Leiters

Der Leiter ist in diesem Fall der Untergrund.

Bild 2: Skizze Messprinzip Geoelektrik

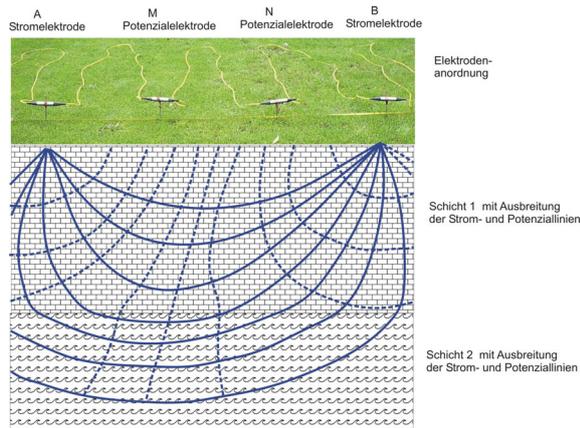
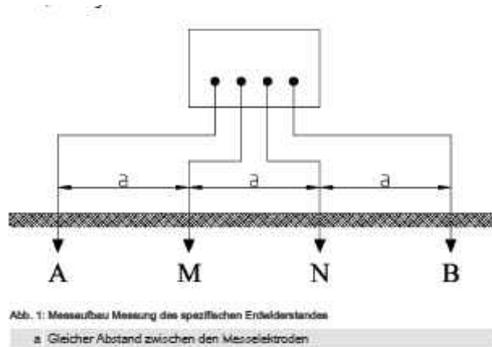


Bild 3: Schematischer Messaufbau nach WENNER



Bei der WENNER – Konfiguration besitzen die Abstände zwischen den Elektroden die gleichen Abstände. Bei den Elektroden A und B wird der Strom in den Untergrund eingespeist und bei den Elektroden M und N die Spannung abgenommen.

Bild 4: Messbereich vor den Messungen Bild 5: Messbereich nach den Messungen



Die Ergebnisse der Messungen sind entsprechend den Vorgaben der technischen Information in Tabellenform für den Mittelpunkt der geplanten Windenergieanlage enthalten.

Technische Information

Messung des spezifischen Erdwiderstandes ρ_s

Protokoll für die Messung des spezifischen Erdwiderstandes

Durchführende Firma:	GBM Geophysikbüro Munstermann
Anschrift:	Industriepark I, Str. A Nr. 1 39245 Gommern
Name Ausführender:	Dirk Munstermann
Projektname/Windpark:	Melle - Bennien
WEA-Nr./Ü-Station:	WEA 1, Neu
Geo-Referenz:	UTM; ETRS 89 <input type="text"/> <input type="text"/> RW 32 456 101; HW Y: 5 782 468 <input type="text"/> <input type="text"/> Messung in Westnordwest - Ostsüdost - Richtung
Messgerät Typ, S/N, Kalibrierung gültig bis:	Widerstandsmessgerät SuperSting R1; SN SP1402279 Kalibrierung gültig bis 02/2024
Umgebungstemperatur, Wetter, Bodenzustand:	6 ° C, wolkig, Wiese schluffig - tonig, nass

a [m]	R [Ω]	$\rho_s = R \times 2\pi \times a$ [$\Omega \times m$]	Bemerkung
0,5	13,7446	43,1798	
1	5,58802	35,1106	
2	2,15357	27,0626	
3	1,14474	21,5778	
5	0,588897	18,5008	
8	0,385084	19,3565	
12	0,274247	20,6777	
16	0,216377	21,7526	
20	0,184481	23,1825	
25	0,154513	24,2709	
30	0,132109	24,9019	

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

Messdatum: 12.01.2021
Darstellung: Gommern, den 14.01.2021



Ort, Datum, Unterschrift des Ausführenden