

---

# 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](mailto:info@dr-schleicher.de) Internet: [www.dr-schleicher.de](http://www.dr-schleicher.de)

Lingen, 10.03.2022  
Projekt-Nr.: 220 727  
Rev. 1

## ERRICHTUNG EINER WINDENERGIEANLAGE IM WINDPARK MELLE-DRATUM IN 49328 MELLE

### - BAUGRUNDUNTERSUCHUNG - (REVISION 1)

**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**

<b>#</b>	<b>Datum</b>	<b>Bemerkung / Änderungen</b>
<b>Rev. 0</b>	<b>29.01.2021</b>	Ursprungsgutachten Finale Fundamentdatenblätter lagen aufgrund einer Fundamentänderung noch nicht vor.
<b>Rev. 1</b>	<b>10.03.2022</b>	Verschiebung des Fundamentmittelpunktes um rd. 24 m nach Süden <ul style="list-style-type: none"><li>- ergänzende Sondierungen (Drucksondierungen, Rammsondierungen, Kleinrammbohrungen) für Fundament, Kranstellfläche und Zuwegung</li><li>- Anpassungen der Anlagen</li><li>- Anpassung der Gründungsempfehlung anhand der Allgemeinen Dokumentation von Fa. Nordex</li><li>- Die Erdwiderstandsmessung sowie die chemischen Analysen wurden aufgrund der geringen Verschiebung nicht aktualisiert bzw. neu veranlasst.</li></ul>

**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.....	7
4. Baugrund.....	7
4.1 Geologie .....	7
4.2 Schichtenfolge .....	8
4.3 Betonaggressivität Boden .....	9
4.4 Bodenkennwerte / Bodenklassen / Bodengruppen / Eigenschaften .....	10
5. Grundwasser .....	11
5.1 Grund-/Stau-/Schichtenwasserspiegel .....	11
6. Grundbautechnische Folgerungen.....	11
6.1 Generelles .....	11
6.2 Baugrunderfordernisse Flachgründung mit Auftrieb.....	12
6.2.1 Drehfedersteifigkeit .....	13
6.3 Grundbautechnische Maßnahmen.....	14
6.4 Erdarbeiten .....	16
6.5 Wasserhaltung.....	18
6.6 Fundamentüberschüttung .....	19
6.7 Erdbebenzone / Baugrundfaktor .....	19
6.8 Spezifischer Erdwiderstand (2021) .....	19
7. Kranstellfläche .....	20
8. Zuwegung.....	21
9. Zusammenfassung .....	22
10. Schlussbemerkung.....	23

## **Anlagenverzeichnis**

	Anl. Nr.
1 Übersichtslageplan 1:25.000 .....	A/1
1 Lageplan zur Baugrunduntersuchung der WEA 1 1:1000 .....	A/2
1 Lageplan zu GPS-Geländehöhen 1 1:750 .....	A/2
1 Schichtenschnitt WEA NEU Fundament (2022) .....	B/1
1 Schichtenschnitt WEA NEU Kranstellfläche (2022) .....	B/2
1 Einzelsäule WEA NEU Zuwegung (2022) .....	B/3
3 Drucksondierdiagramme (2022) .....	C/1 – C/3
2 Rammsondierdiagramme Kranstellfläche (2022) .....	D/1 – D/2
1 Rammsondierdiagramm Zuwegung 2 (2022) .....	D/3
3 Kornverteilungen (2021) .....	E/1 – E/3
1 Labor-Prüfbericht Boden (2021, 2 Seiten) .....	F
1 Bericht Erdwiderstandsmessungen (2021, 5 Seiten) .....	G
1 Fotodokumentation über die Geländeverhältnisse (2022) .....	H/1 – H/3

## **1. Vorbemerkungen**

Im Windpark Melle-Dratum ist die Errichtung einer Windenergieanlage vom Typ Nordex N163/6.8 mit 165,5 m Nabenhöhe mit einem TCS164-Hybridturm 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. Am 14.12.2021 wurde uns eine Verschiebung des Standortes um rd. 24 m nach Süde mitgeteilt, sodass eine ergänzende Baugrunduntersuchung am neuen Standort (2022) veranlasst wurde.

Lagepläne und eine allgemeine Dokumentation für die Fundamente (zunächst ohne Schalplan) wurden uns zur Verfügung gestellt.

Zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung lag noch kein finales typengeprüftes Fundament für die Windenergieanlage vor. Eine Bestätigung, dass die Typenprüfung für die N163/6.X TCS164 seitens des TÜV Süd in Prüfung ist, liegt vor. Der Prüfbescheid wird gemäß Schreiben vom 10.06.2021 (Nr. ST-3451400-1-d) für das Q2 2022 in Aussicht gestellt.

Das Baugrundgutachten muss nach Vorliegen der finalen Fundamentdatenblätter und dem Fundamentalschalplan in einer neuen Revision aktualisiert werden.

## **2. Baugrunderkundung und Darstellung**

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

WEA Nr.	ETRS 89/UTM East Zone 32	
	R	H
<del>WEA 1</del> (2021)	448.286	5.785.179
WEA NEU (2022)	448.285	5.785.156

Zur ergänzenden Baugrunduntersuchung wurden in der 01. KW 2022 als direkter Abschluss jeweils in 8 m Abstand vom Standortmittelpunkt zwei Kleinrammbohrungen (KRB

nach DIN EN ISO 22475-1) bis 7 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 (RS nach DIN EN ISO 22476-2) bis 5 m Tiefe durchgeführt (siehe Anlage D/1 – D/2).

Im Bereich der Zuwegung wurde eine Kleinrammbohrung bis max. 5 m Tiefe (siehe Anlage B/3) sowie eine leichte Rammsondierung (siehe Anlage D/3) (RS nach DIN EN ISO 22476-2) bis max. 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. Die Bodenverhältnisse entsprechen den Untersuchungen von 2021, sodass auf zusätzliche Erdbaulaborversuche verzichtet wurde.

Aus dem Gutachten Revision 0 von 2021: Von drei ausgewählten Bodenproben wurde die Kornverteilung mittels kombinierter Schlämm- und Siebanalyse nach DIN 18123 ermittelt (Körnungslinien siehe Anlagen E/1 – E/3).

Als indirekte Aufschlussmethode kamen in der 5. Kalenderwoche 2022 drei Drucksondierungen (CPT nach DIN EN ISO 22476-1) in 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**

Das Einmessen der Lage und Höhe der Sondieransatzpunkte wurde per GPS unter Nutzung von SAPOS®-Korrekturdaten an den im Lageplan (Anlage A/1) gekennzeichneten Punkten durchgeführt. Die Höhe der Geländeoberkante wurde an den Sondieransatzpunkten im Fundamentbereich zwischen +98,9...+100,0 mNN. Die Geländeoberkante am Fundamentmittelpunkt wurde mit +99,4 mNN gemessen (s. Lageplan, Anlage A/2, A/3).

Aufgrund des insgesamt nach Nordosten abfallenden Geländes und eines Geländeversprungshöhe (ca. 3-5 m) rd. 15 m vom Fundamentrand südlich der geplanten Anlage wurden einige Geländepunkte (GP) in der Höhe aufgenommen, um ein besseres Bild von der Geländesituation zu erhalten (s. Anlage A/3).

Fundamentbereich	+98,9...+100,0 mNN
Kranstellfläche	+96,6...+98,2 mNN
Weg 1	+91,5 mNN

Details zu den örtlichen Verhältnissen sind auch der Fotodokumentation (Anlage H) zu entnehmen.

### **4. Baugrund**

#### **4.1 Geologie**

Das Planungsgebiet befindet sich im Osnabrücker Hügelland, das lokal durch quartäre Auenenterrassen 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. 0,5 m **mächtigen Oberboden (= Homogenbereich H 1)**, der aus graubraunen, schwach humosen, schluffigen Feinsanden besteht und den landwirtschaftlich genutzten Bearbeitungshorizont darstellt.

Es folgt bis ca. 2 m Tiefe eine Schicht aus **stark sandigem Schluff / schluffig-tonigem Sand (= Homogenbereich H 2), die dem Lösslehm zugeordnet wird**. Der vergleichsweise hohe bindige Anteil bestimmt das geomechanische Verhalten, sodass diese Schicht gemäß der Drucksondierungen eine steife Konsistenz aufweist.

Darunter folgt bis zur erbohrten Tiefe ein **schwach sandiger, toniger Schluff (= Homogenbereich H 3), der dem Geschiebelehm und tiefer dem Geschiebemergel zugeordnet wird**. Untergeordnet können sandige Zwischenschichten (= Homogenbereich H 4 im Bereich der Zuwegung) vorkommen. Die Konsistenz ist gemäß der Drucksondierungen zwischen 2...6 m weich; ab 6...8 m halbfest und darunter bis zur max. erreichten Tiefe von 20,5 m überwiegend fest. Ab ca. 8...9 m Tiefe steigt das Reibungsverhältnis von ca. 2% auf im Mittel 3,5%, was auf einen Rückgang der sandigen Anteile hindeutet. Die vorhandenen Spitzen („peaks“) und Schwankungen im Spitzenwiderstand weisen auf Steine hin, die regional durch Tonstein oder nordische eiszeitliche Geschiebe gekennzeichnet sein können.

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

### WEA NEU (2022)

von – bis [m Tiefe]	Homogenbereich	Baugrund
0,0 – 0,5	H 1	Sand, schluffig, humos (Oberboden)
0,5 – 2,0	H 2	Sand, schluffig / Schluff, stark sandig, steif (Lösslehm)
2,0 – 6,0	H 3	Schluff, sandig, tonig, steinig, weich
6,0 – 8,0	H 3	Schluff, tonig, sandig, steinig, halbfest
8,0 – 10,0	H 3	Schluff, tonig, sandig, steinig, fest
10,0 – 14,0	H 3	Schluff, tonig, sandig, steinig, halbfest/fest
14,0 – 20,5	H 3	Schluff, tonig, sandig, steinig, fest

Archivdaten des Landes Niedersachsens aus der näheren Umgebung zeigen einen vergleichbaren Verlauf der Schichtenfolge und in größerer Tiefe Tonstein, der durch die Drucksondierungen bis zur Untersuchungstiefe nicht nachgewiesen wurde.

### 4.3 Betonaggressivität Boden

Es wurde eine Bodenmischprobe im Fundamentbereich (Stand 2021) aus dem Tiefenbereich 0,4 bis 2,2 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 Dratum 0,40 - 2,20 m	Expositionsklasse nach DIN 4030		
		XA1	XA2	XA3
Sulfid, gesamt (mg/kg TS)	15			
Säuregrad n. Baumann-Gully (ml/kg TS)	104	> 200	In der Praxis nicht anzutreffen	
Sulfat (mg/kg TS)	84	> 2.000 und ≤ 3.000	> 3.000 und ≤ 12.000	> 12.000 und ≤ 24.000
Chlorid (mg/kg TS)	< 25			

<sup>1)</sup> Bei Sulfidgehalten von > 100 mg S<sup>2-</sup>/kg Boden ist eine gesonderte Beurteilung durch einen Fachmann für Betonrezepturen erforderlich, sodass sich Änderungen an der Betonqualität ergeben können.

Der Boden kann auch am neuen Standort (rd. 24 m südlich) als nicht chemisch angreifend im Sinne der DIN 4030 angenommen werden.

#### 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 $\gamma_k / \gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Reibungswinkel $\varphi'_k$ [°]	Kohäsion $c'_k / c'_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Poissonzahl $\nu$ [-]	Steifemodul stat. $E_{s,stat,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Steifemodul dyn. $E_{s,dyn,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
Sand/Schluff, sandig-tonig (Lösslehm) steif	H 2	20 / 10	27,5	2	0,40	8	75
Schluff, sandig, tonig weich	H 3	19 / 9	25	0...1	0,40	4	55
Schluff, sandig, tonig halbfest		21 / 11	27,5	5	0,40	20	120
Schluff, sandig, tonig halbfest/fest		20,5 / 10,5	30	15	0,40	30	160
Schluff, sandig, tonig fest		22 / 12	30	25	0,40	40	200
Sand, schwach schluffig mitteldicht	H 4	18 / 10	32,5	0	0,30	50	180

Bodenart	Homogenbereich	Bodengruppe	Bodenklasse	Frostempfindlichkeit	Verdichtbarkeit	Witterungsempfindlichkeit
Oberboden Sand, schluffig, schwach humos	H 1	OH	1 <sup>1)</sup> - 4	F 2	V 2 – V 3	mäßig-hoch
Sand/Schluff (Lösslehm) sandig-tonig	H 2	SU, SU*, UL, UM, TL	4	F 3	V 3	hoch
Schluff, sandig, tonig	H 3	UL, UM, TL	4 <sup>2)</sup>	F 3	V 3	hoch
Sand, schwach schluffig	H 4	SE, SU	3 – 4	F 1 – F 2	V 1	gering

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

<sup>2)</sup> 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. Grundwasser**

### **5.1 Grund-/Stau-/Schichtenwasserspiegel**

Es wurde zum Untersuchungszeitpunkt (06.01.2022) bei einem allgemein mittleren bis erhöhten Grundwasserniveau kein Grund-Stau-/Schichtenwasser in den Bohrlöchern gemessen. Es ist aufgrund der geringen Durchlässigkeit des sandig-bindigen Bodens (H 2) mit Stauwasser bis zur GOK (= Bemessungswasserstand) zu rechnen. Dies gilt auch für die Fundamentinterfüllung (sog. „Badewanneneffekt“).

Generell ist durch die leicht hügelige Geländemorphologie mit einem Oberflächenwasserabfluss nach Norden bzw. Nordosten zu rechnen.

## **6. Grundbautechnische Folgerungen**

### **6.1 Generelles**

Geplant ist die Errichtung einer Windenergieanlage folgenden Typs:

#### **Nordex N163/6.8 und 165,5 m Nabenhöhe**

Zum Zeitpunkt der Bearbeitung des Baugrundgutachtens lagen uns die folgenden Unterlagen vor. Eine finale Typenprüfung durch den TÜV Süd war zu diesem Zeitpunkt noch in der Bearbeitung. Zudem sind die Typenunterlagen für eine Nabenhöhe von 164 m ausgelegt.

- 1) Nordex: Unterlagen für ein Genehmigungsverfahren nach Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG), Windenergieanlage N163/6.X TCS164, Inhaltsverzeichnis
- 2) Nordex: Allgemeine Dokumentation, Fundamente Nordex N163/6.X, Hybridturm TCS164, (Fundament mit und ohne Auftrieb), Rev. 02/17.08.2021, Dokumentennr.: 2017619DE
- 3) TÜV Süd: Bestätigungsschreiben Ausstellung Typenprüfung N163/6.X TCS164, Nr. ST-3451400-1-d vom 10.06.2021

**Finale Anpassungen der Gründung sind nach Vorlage der typengeprüften Unterlagen wie u.a. dem Fundamentalschalplan erforderlich.**

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

## 6.2 Baugrunderfordernungen Flachgründung mit Auftrieb

In der o.g. Allgemeinen Dokumentation (2) werden folgende Angaben zum Fundament (Erdeinbindung = 0,89 m unter GOK) mit  $\varnothing$  25,50 m mit Auftrieb gemacht. Der Auftrieb ist bis zu einer Einbindung von 0,88 m berücksichtigt. Die Erdeinbindung ist nicht eindeutig der Skizze und den Unterlagen zu entnehmen. Für die Spornhöhe  $h_{sp}$  werden 0,70 m angegeben.

### Flachgründung für N163/6.X auf einem Hybridturm TCS164

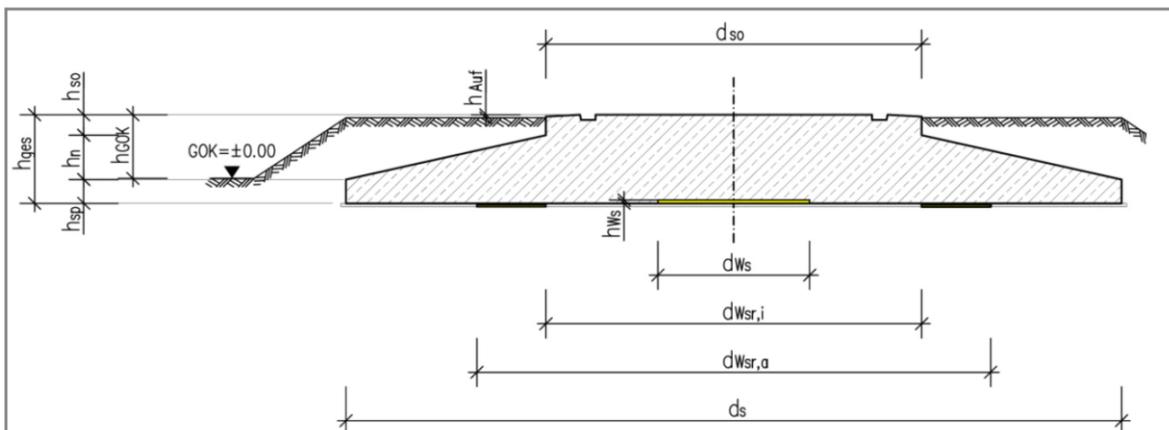


Abb. 1: Schematische Darstellung exemplarisches Fundament N163/6.X mit 164 m Nabenhöhe (alle Angaben in Metern, Skizze nicht maßstabsgerecht)

$d_s = 25,50$  m (Außendurchmesser)

$d_{so} = 10,90$  m (Sockeldurchmesser)

$d_{ws} = 4,40$  m (Weichschichtdurchmesser)

$d_{wsr,i} = 10,90$  m (Innere Weichschichtsdurchmesser)

$d_{wsr,a} = 14,90$  m (Äußere Weichschichtsdurchmesser)

$h_{ges} = 2,80$  m (Fundamenthöhe)

$h_{sp} = 0,70$  m (Spornhöhe)

$h_n = 1,50$  m (Spornneigungshöhe)

$h_{so} = 0,60$  m (Sockelhöhe)

$h_{GOK} = 1,92$  m (Abstand Fundamentoberkante - Grundoberkante)

$h_{Auf} = 0,10$  m (Abstand Fundamentoberkante - Überschüttungoberkante)

$h_{ws} = 0,05$  m (Weichschichtsdicke)

Abbildung: Auszug aus (2)

- Maximal zulässige Bodenpressung im BS-P:  $\sigma_{\text{MAX,BS-P}} \geq 222 \text{ kN/m}^2$
- Maximal zulässige Bodenpressung im BS-A:  $\sigma_{\text{MAX,BS-A}} \geq 257 \text{ kN/m}^2$
- Mindestwert dynamische Drehfedersteifigkeit  $k_{\phi,\text{dyn}} = 300.000 \text{ MNm/rad}$
- Mindestwert statische Drehfedersteifigkeit  $k_{\phi,\text{stat}} = 60.000 \text{ MNm/rad}$
- Fundamentüberdeckung  $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
- Max. Grundwasserspiegel  $\pm 0,00 \text{ m} = \text{GOK}$ 
  - Max. zulässige Einbindetiefe  $0,88 \text{ m} = \text{Höhe der Wassersäule}$

**Auftrieb**

- Höhe Wassersäule  $h_{\text{GW,max}} = 0,88 \text{ m}$
- Auftriebskraft  $G_{\text{GW,max}} = -4494 \text{ kN}$

Folgenden Lasten sind dem Dokument (2) zu entnehmen:

Tab. 2: *Charakteristische Lasten in der Sohlfuge der Gründung nach DIBt*

	<b>M<sub>b,k</sub> [kNm]</b>	<b>V<sub>k</sub> [kN]</b>	<b>H<sub>k</sub> [kN]</b>
BS-P	186470	37582	1331
BS-T	64043	37296	613
BS-A	218891	37512	1435

**6.2.1 Drehfedersteifigkeit**

Konkrete Angaben sind dem Allgemeinen Dokument (2) nicht zu entnehmen.

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

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

**r = Fundamentradius = 12,75 m**

Für **bindigen** Baugrund (H 2 bis H 3) gilt:

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

**erf.  $E_{s,\text{dyn}} = 195 \text{ MN/m}^2$  (mind. feste Konsistenz bei Schluff)**

### 6.3 Grundbautechnische Maßnahmen

Am Standort wurde unterhalb des Oberbodens (H 1) eine Schicht aus Lösslehm, bestehend aus schluffigem Sand und sandig-tonigem Schluff bis rd. 2 m Tiefe mit einer steifen Konsistenz festgestellt.

Darunter folgt bis rd. 6 m Tiefe ein weicher Schluff, der nicht zur Abtragung insbesondere der hohen dynamischen Wechselbelastungen geeignet ist. Es ist mindestens eine  $E_{s,dyn} = 195 \text{ MN/m}^2$  erforderlich, die einer mind. festen Konsistenz bei Schluff entspricht.

Als Baugrundverbesserung kommt aufgrund der Tiefenlage des tragfähigen Baugrunds (ca. 6 m) kein Bodenaustausch in Betracht. Zur Realisierung einer Flachgründung kommt eine tiefgründige Bodenverbesserung mittels Rüttelstopfverdichtung (RSV) ggf. vermörtelt in Betracht. In einer folgenden Abstimmung mit der Spezialtiefbaufirma ist auch eine Tiefgründung mit Pfählen auf Basis der Höhenverhältnisse in Bezug auf die Standsicherheit (s. Abbruchkante) abzuwägen. Erste Berechnungen zeigen, dass die vorhandene Böschungskante in rd. 15 m Entfernung bei einer Erdeinbindung des Fundamentes von 0,8 m zu steil in Bezug auf die Reibungswinkel der bindigen Böden ist.

Bei dem Rüttelstopfverfahren 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 (ggf. Vorbohren erforderlich) 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.

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. 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 Fundamentstatik zu bemessen.

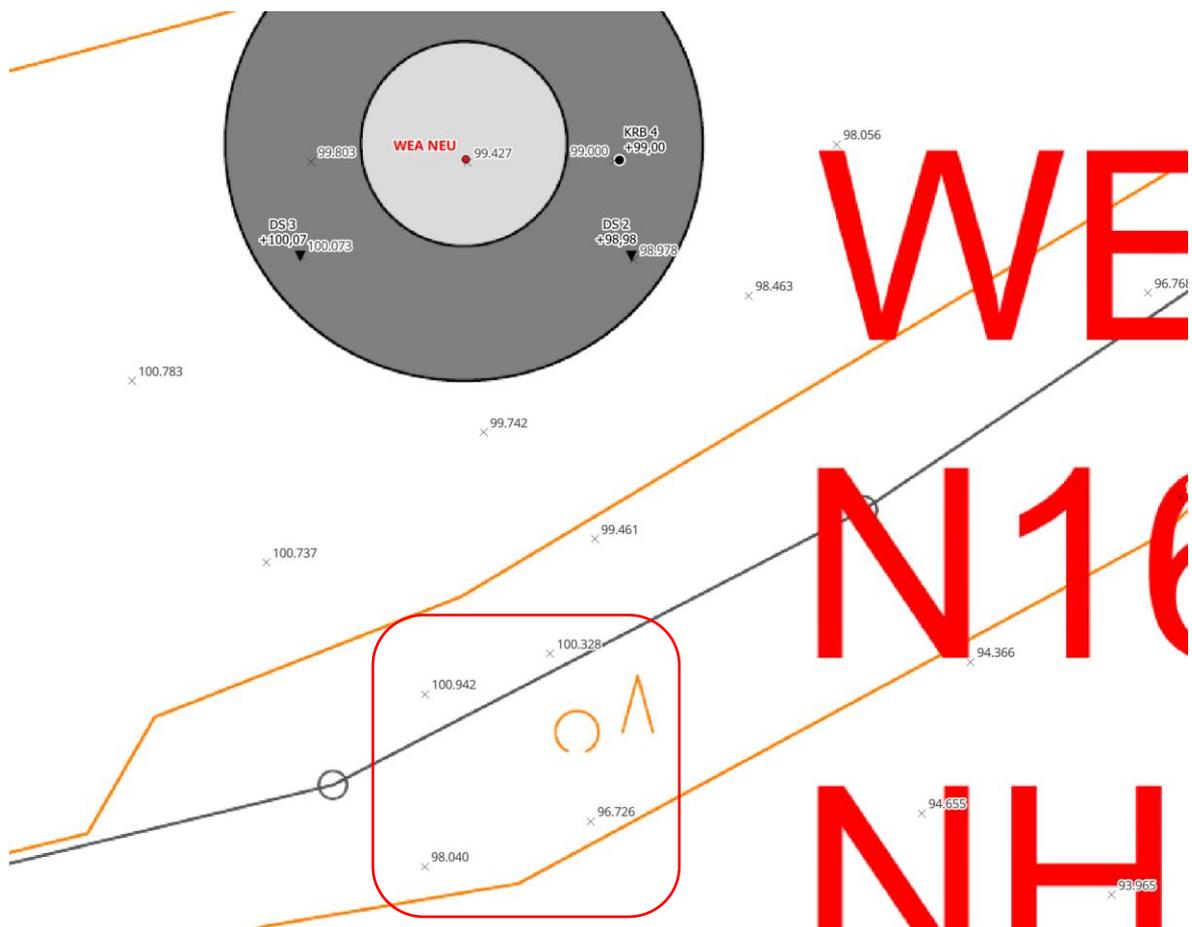
Auf das mögliche Vorkommen von eiszeitlichen Findlingen innerhalb der Schichtenfolge, die bei der Baugrundverbesserung hinderlich sein können, wurde hingewiesen.

Unmittelbar unter dem Fundament muss eine rd. 50 cm mächtige Tragschicht eingebaut werden, da diese als Lastverteilungspolster in der Regel statisch einbezogen wird. Beim bindigen Baugrund ist ein Trennvlies (GRK 3) auf der Sohle einzubauen. Auf der Schottertragschicht ist in der Regel als Verdichtungsziel ein Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 80 \dots 100 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen. Die Anforderungen können je nach Spezialtiefbaufirma abweichen.

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

Nach bedarfsgerecht dimensionierter Rüttelstopfverdichtung kann die Windenergieanlage (mit Auftrieb) auf dem Schottertragpolster gemäß Schalplan gegründet werden.

Bei einem Fundamentdurchmesser von 25,5 m sind bis zur Abbruchkante im Südosten ca. 14 m Abstand vorhanden, wobei die genaue Kante ungleichmäßig verläuft und im Zuge der Feldvermessung nicht zugänglich war (starker Bewuchs). Die Kante im Bereich des Fundamentes weist eine Höhendifferenz von 3,0...3,5 m auf. Weiter nach Osten sind auch Differenzen von rd. 4 m vorhanden.



Ausschnitt der GOK-Vermessung. Angaben in +mNN.

Da eine Höhendifferenz vom Fundamentbereich bis zur Kranstellfläche von rd. 1,6...1,8 m (von Drucksondierung 1 bis KSF 4) vorhanden ist, sollte die finale Einbindetiefe gemäß der Zuwegungs- und Kranstellflächenplanung (Neigungen etc.) durch Profilschnitte festgelegt werden.

#### 6.4 Erdarbeiten

Zunächst ist der Oberboden (H 1) im Fundamentbereich abzutragen. Je nach Befahrbarkeit des Planums durch die Spezialtiefbaufirma ist für die Baugrundverbesserung durch Rüttelstopfverdichtung eine temporäre Arbeitsebene aus Schotter/Mineralgemisch einzubauen. Dann kann die Baugrundverbesserung erfolgen. Grundsätzlich sollten die Arbeiten aufgrund der hohen Witterungsempfindlichkeit der Böden in der trockenen Jahreszeit erfolgen. Andernfalls sind Stabilisierungsmaßnahmen durch bewährte Geokunststoffe und/oder das Einbringen von hydraulischen Bindemitteln erforderlich.

An die Baugrundverbesserung anschließend ist die Baugrube bis zur planmäßigen Tiefe auszuheben. Für die Baugrubenherstellung sind folgende Böschungswinkel zulässig:

- Schluff, weich  $\beta = 45^\circ$
- Schluff, mind. steif  $\beta = 60^\circ$

Mit abweichender Schichtenfolge und Konsistenz/Lagerungsdichte muss innerhalb der Baugruben je nach Witterung und Grund-/Stauwasserstand gerechnet werden. Es ist eine offene Wasserhaltung einzuplanen. Diese kann am zweckmäßigsten mittels Ringdrainage und einem Pumpensumpf am tiefsten Geländepunkt ausgeführt werden.

Die Erdarbeiten sind an die vorgefundenen Verhältnisse anzupassen und ggf. mit dem Baugrundgutachter abzustimmen. Die Baugrubensohle ist vor dem Einbau des Schotterpolsters vom Baugrundgutachter abzunehmen und für den Einbau freizugeben. Sollte hierbei aufgeweichter bindiger Boden festgestellt werden, so ist dieser auf Anweisung entsprechend tiefer im Schutze einer Wasserhaltung zu entfernen.

Unmittelbar unter dem Fundament oberhalb der Rüttelstopfsäulen muss eine rd. 50 cm mächtige Schottertragschicht eingebaut werden, da diese als Lastverteilungspolster in der Regel statisch einbezogen wird. Der Einbau und die angepasste Verdichtung sollte grundsätzlich bei trockener Witterung erfolgen. Beim schluffig-sandigem Boden sollte ein Vlies (mind. GRK 3) vorgesehen werden. Auf der Schottertragschicht (z.B. HKS 0/45 oder 0/56) ist in der Regel als Verdichtungsziel ein Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 80 \dots 100 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen. Die Anforderungen können je nach Spezialtiefbaufirma und verwendetem Material (insbesondere bei hohem Feinkornanteil) abweichen.

Der beim Baugrubenaushub anfallende bindige Boden (H 2) sehr witterungsempfindlich und kann bei dynamischer Verdichtung/Befahrung und je nach Wassergehalt aufweichen.

Nasser/weicher schluffiger Boden ist nicht verdichtungsfähig und kann nur mittels Aufbereitung z.B. mit hydraulischen Bindemitteln in der Tragfähigkeit konditioniert werden. Entsprechend sollte die Ausführungszeit der Erdarbeiten in trockener Jahreszeit erfolgen oder es sind bodenverbessernde Maßnahmen (s.o.) einzuplanen.

Für die weitere Planung ist eine Erosionssicherung auf Grundlage der Höhenverhältnisse für die Bauphase, sofern diese in die nasse Jahreszeit fällt, zu beachten. Hierfür kommen z.B. Quergräben oder Strohballen in Betracht.

---

## **6.5 Wasserhaltung**

Für die Durchführung der Erdarbeiten ist aufgrund der bindigen Schichten eine offene Wasserhaltung als Ringdrainage in Kies mit Vlies mit Pumpensumpf einzuplanen. Es wird empfohlen, die Arbeiten in trockener Jahreszeit durchzuführen, sodass lediglich die Ableitung von Niederschlags- und Tagwasser 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. Für die Bauzeit sollte die Drainagen, wenn wasserführend, an die bauzeitliche Ringdrainage angeschlossen werden.

Allgemein besitzen fertige Rüttelstopfsäulen, ähnlich wie Vertikaldräns, eine 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.

## 6.6 Fundamentüberschüttung

Folgende Angaben werden gemäß Dokument (2) gemacht:

### Überschüttung

- Höhe Erdüberschüttung innen  $t_{\text{ÜS,inn}}$ : 0,50 m
- Höhe Erdüberschüttung außen  $t_{\text{ÜS,aus,max}}$ : 2,00 m
- Bodenwichte  $\gamma_{\text{ÜS}} = 18,0 \text{ kN/m}^3$
- Gewicht Erdüberschüttung  $G_{\text{ÜS,max}}$ : 10145 kN

Die Wichte des sandig-schluffigen Bodens (H 2 und H 3) hält die o.g. Anforderung unter folgenden Bedingungen ein.

Bei der abschließenden Überschüttung des Fundamentes mit Boden (statisch erforderliche Auflast, Wichte von  $\gamma \geq 18 \text{ kN/m}^3$ ) kann verdichtungsfähiger bindiger Bodenaushub verwendet werden. Ggf. ist eine Verbesserung der Verdichtungsfähigkeit durch das Einfräsen/Einmischen von hydraulischen Bindemitteln möglich und je nach Konsistenz notwendig.

Der bindige Boden (H 2 und H 3) ist aufgrund der hohen Witterungsempfindlichkeit für den Wiedereinbau mit einer Konditionierung (hydraulische Bindemittel) zu ertüchtigen. Das bindige Aushubmaterial ist vor nasser Witterung vor Niederschlagswasser (Aufweichen) zu schützen (Abdecken mit einer Folie).

## 6.7 Erdbebenzone / Baugrundfaktor

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

## 6.8 Spezifischer Erdwiderstand (2021)

Die Messung des spezifischen Erdwiderstandes wurde durch das Geophysikbüro GBM an dem Standort (Stand 2021) durchgeführt. Das Untersuchungsverfahren und die Ergebnisse können dem als Anlage G beigefügten Erläuterungsbericht entnommen werden.

Aufgrund der geringen Verschiebung können die 2021 erhobenen Werte für den neuen Standort verwendet werden.

## **7. Kranstellfläche**

Die Baugrunduntersuchung im Bereich der Kranstellfläche wurde an zwei Ansatzpunkten 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 m mächtigen humosen, schluffigen Feinsanden (Oberboden, H 1).

Darunter folgt bis 1,9...2,5 m Tiefe ein schwach sandiger, schwach toniger Schluff (H 2) mit einer weichen – steifen Konsistenz.

Bis zur erbohrten Endtiefe folgt ein schwach sandiger, z.T. toniger, steiniger Schluff (H 3, Geschiebelehm) mit einer steifen – halbfester Konsistenz.

Eine baubegleitende Anpassung der u.a. Maßnahmen an die vorgefundene Tragfähigkeit nach Abtrag des Oberbodens ist je nach Witterung und Konsistenz des bindigen Bodens (H 2) notwendig und kann in Abstimmung mit uns erfolgen.

Die Empfehlung der Bauweise der Kranstellfläche wird auf Grundlage der finalen Planhöhen für die Kranstellfläche und der geplanten Fundamenteinbindung erarbeitet.

Insgesamt wird eine Konditionierung des sandig/bindigen Bodens (H 2) mit Kalk-/Zementbindemitteln zur Erhöhung der Tragfähigkeit und Stabilisierung gegenüber Witterungseinflüssen empfohlen. Generell ist der Lösslehm (H 2) sehr witterungsempfindlich, da seine Tragfähigkeit bzw. Konsistenz stark vom Wassergehalt abhängig ist. Eine klassische Nachverdichtung ist erfahrungsgemäß aufgrund der hohen bindigen Anteile nicht möglich.

Wir empfehlen folgende Vorgehensweise zur Herstellung der Kranstellfläche:

- Vollständiger Abtrag des Oberbodens (0,4...0,5 m)
- Hydraulische Vermörtelung (ca. 30 cm Frästiefe) mit hydraulischem Mischbinder (z.B. C50/50). Bei der Herstellung des verbesserten Planums mit hydraulischen Bindemitteln ist ein Schräggefälle oder Dachprofil herstellen, damit sich kein oder wenig Sickerwasser in der Tragschicht aufstauen kann.
- Abschließend ein verdichteter Einbau von 50 cm Mineralgemisch (Schotter 0/45 oder 0/56)
- Verdichtungsziel:  $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$  (Verhältniswert  $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,3$ )  
(Anforderungen des Anlagenherstellers können abweichen)

Eine Setzungs-/Grundbruchberechnung für die Aufstellung des Krans kann nach Vorlage der Lastangaben für den jeweiligen Krantyp erfolgen. Hierfür benötigen wir den geplanten/tatsächlichen Aufbau der Kranstellfläche. Selbstverständlich sind auch andere Bauweisen/Materialien möglich.

Grundsätzlich steigen die Tragfähigkeitsanforderung der aufzustellenden Krane, sodass für eine sichere Gründung/Aufstellung auch eine Baugrundverbesserung durch Rüttelstopfverdichtung für die Kranposition denkbar ist. Basis für eine Dimensionierung der notwendigen Rüttelstopfsäulen (RSV) sind die Kranlasten und der erkundete Baugrundaufbau. Eine Dimensionierung kann darauf basierend von einer Spezialtiefbaufirma erfolgen.

Erfahrungsgemäß lassen sich durch eine Baugrundverbesserung z.B. durch die o.g. RSV der insgesamt bindigen und setzungsempfindlichen Böden hinsichtlich der hohen Kranlasten große Setzungen bei der Kranaufstellung und notwendige große Lastverteilung durch „Baggermatratzen“ vermeiden.

## **8. Zuwegung**

Die Schichtenfolge der Zuwegung ist der Anlage B/3 bzw. Rammsondierdiagramm (Anlage D/3) zu entnehmen.

Insgesamt stellt sich die Schichtenfolge ähnlich der Kranstellfläche dar. Bis 0,4 m Tiefe wurde ein schwach humoser, schluffiger Sand festgestellt (Oberboden, H 1).

Bis 2 m Tiefe folgt ein sandig-toniger Schluff (Lösslehm, H 2) mit einer überwiegend steifen Konsistenz. Die Tragfähigkeit ist stark vom Wassergehalt abhängig, der jahreszeitlich bedingte Schwankungen unterliegt.

Darunter wurden bis zur erbohrten Tiefe mitteldicht gelagerte Sande (= Homogenbereich H 4) festgestellt. Insgesamt lag der erkundete Punkt „Weg 2“ an der morphologisch tiefsten Stelle im Vergleich zu den übrigen Sondierpunkten.

Es stehen sandige Böden mit hohem bindigen Anteil an, sodass je nach Konsistenz / Lagerungsdichte z.B. eine Bodenverfestigung durch das Einfräsen von Kalk-Zement-Mischbinder oder ein Kombiprodukt aus Geogitter und Vlies nach Abtrag des Oberbodens erforderlich sind. Bei trockener Witterung kann je nach Wassergehalt auch auf eine „Vermörtelung“ verzichtet werden. Entscheidend für den Aufbau ist die Gebrauchstauglichkeit und die Standfestigkeit der Zuwegungen bei häufigen Überfahrten.

Wir empfehlen zunächst folgende Bauweise:

- Abtrag des Oberbodens im Vor-Kopf-Verfahren ohne Befahrung der Sohle bei nasser Witterung (hohe Witterungsempfindlichkeit)
- Einfräsen von Kalk-Zement-Mischbinder bei weicher bis steifer Konsistenz zur Stabilisierung der bindigen Sohle (= Homogenbereich H 2)
- Einbau eines Trennvlieses (GRK 3) oder eines Kombiproduktes aus Geogitter/Vlies
- Ggf. Aufbau mit Füllsand (SE) mit bindigen Anteilen < 5% bis UK Schotter
- Einbau einer Schottertragschicht (z.B. HKS 0/45, 0/56) mit einer Stärke von  $\geq 0,30$  m. Generell sind auch Recyclingbaustoffe möglich, die abschließend mit einer Natursteinschotterschicht (Schutz vor Reifenschäden) versehen werden. Der Einbau sollte mit der zuständigen Unteren Wasserbehörde abgestimmt werden.

## **9. Zusammenfassung**

Der Baugrund besteht unterhalb des Oberbodens (H 1) aus bindigen Böden (H 2) mit weicher bis steifer Konsistenz. Erst ab ca. 6...8 m Tiefe steigt die Konsistenz auf halbfest bis fest, sodass diese grundsätzlich zur Gründung geeignet sind.

Grund-/Stauwasser wurde zum Untersuchungszeitpunkt (= mittleres bis leicht erhöhtes Grundwasserniveau) nicht festgestellt. Generell muss aufgrund der bindigen und gering durchlässigen Böden mit Stauwasserbildung bis zur Geländeoberkante gerechnet werden, sodass bei Erdeinbindung ein auftriebssicheres Fundament gewählt werden muss.

Der Baugrund muss am Standort aufgrund einer nicht ausreichend hohen Konsistenz (H 2, H 3) bzgl. der hohen Baugrundanforderungen unterhalb der Fundamentunterkante für eine Flachgründung durch eine Baugrundverbesserung z.B. eine Rüttelstopfverdichtung, verbessert werden.

Die in rd. 15 m vom Fundamentrand entfernte Abbruchkante mit einem Geländeversatz von 3-4 m wirkt sich bei einem angenommenen Lastausbreitungswinkel von  $45^\circ$  unterhalb des Fundamentes voraussichtlich nicht unmittelbar negativ auf die Gründung bei einer Rüttelstopfverdichtung/Pfahlgründung aus. Details müssen nach Festlegung der konkreten Gründungsunterkante (s. inkonsistente Angaben in der Allgemeinen Dokumentation), dem Vorliegen der typengeprüften Unterlagen, einem Geländeschnitt nach einem Höhenaufmaß (Vermesser) und der Abstimmung mit der Spezialtiefbaufirma (Dimensionierung unter Berücksichtigung der morphologischen Gegebenheiten) ausbearbeitet werden.

## **10. 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/Sondierungen 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.

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)

### Verteiler:

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



0 500 1.000 m

● WEA Fundmentmittelpunkt

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

Übersichtslageplan  
(Revision 1)



Maßstab:  
1:25.000

gez.:  
Sch/Nie

z. Ber. / Schr. v.  
10.03.2022

Proj.-Nr.  
220 727

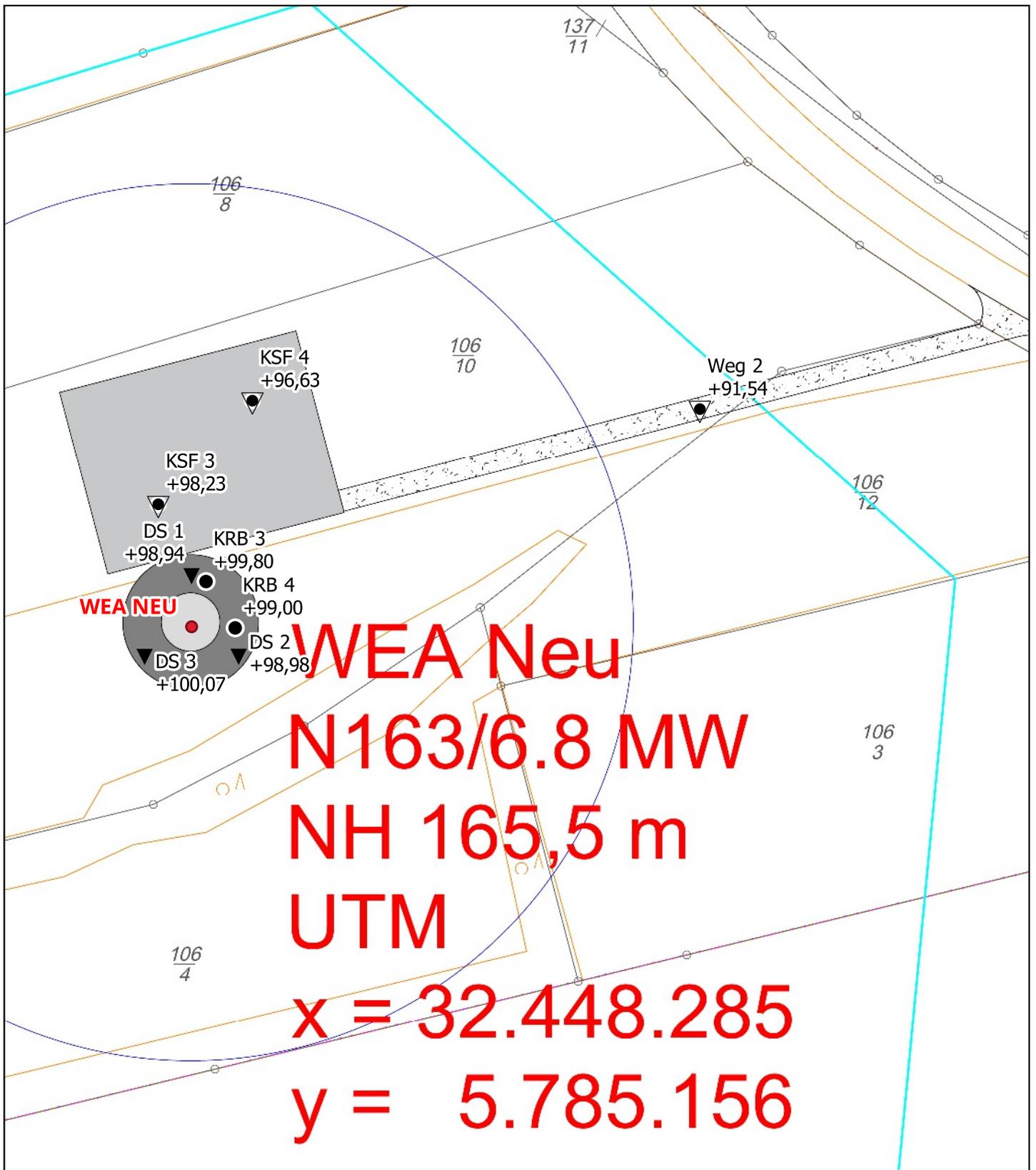
Anl.-Nr.  
A/1



**DR. SCHLEICHER**  
& PARTNER  
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599  
Gronau

49808 Lingen  
An der Marienschule



**Legende**

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



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

Lageplan zur Baugrunduntersuchung mit Geländehöhen  
 (Revision 1)

Maßstab:  
 1:1.000

gez.:  
 Sch/Nie

z. Ber. / Schr. v.  
 10.03.2022

Proj.-Nr.  
 220 727

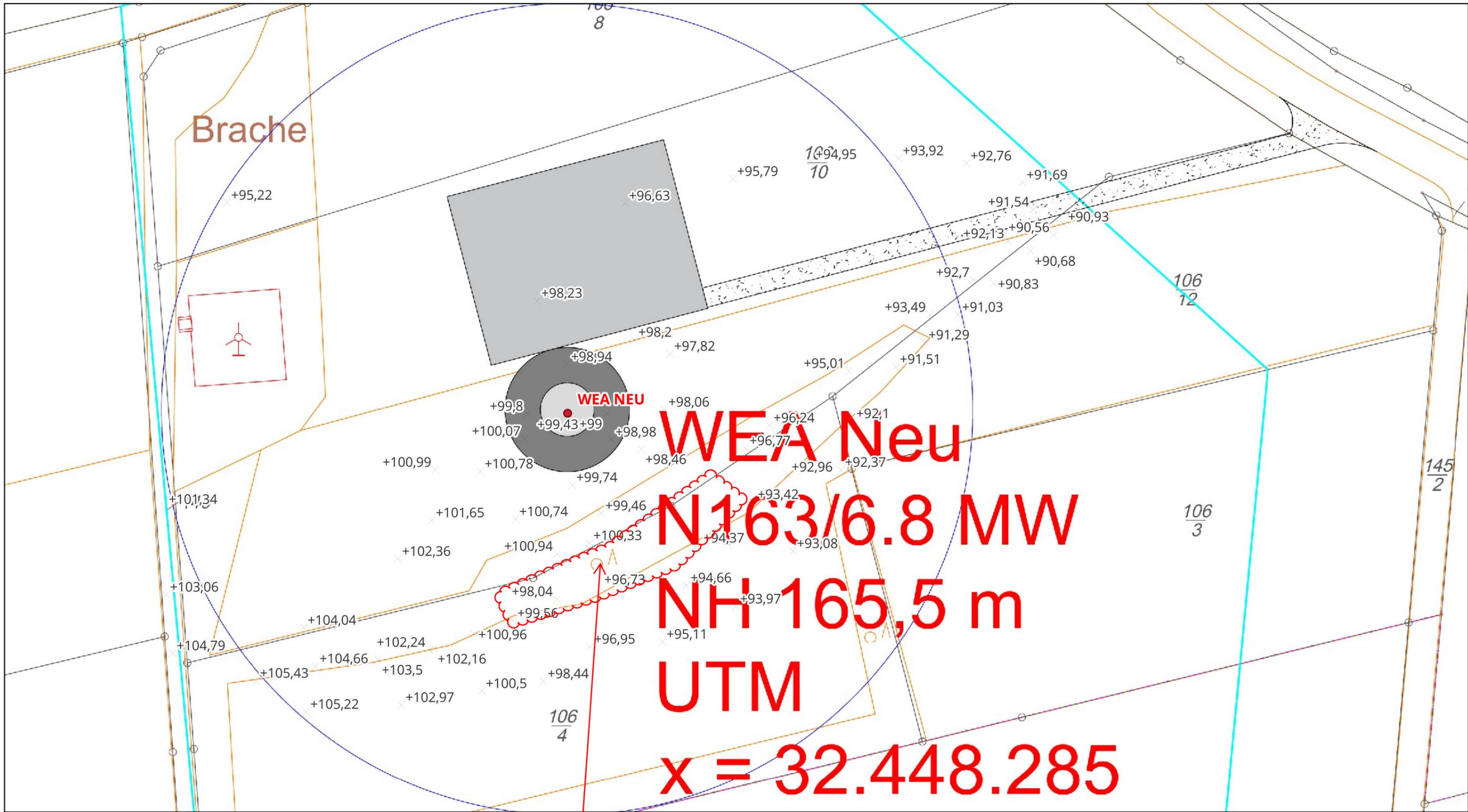
Anl.-Nr.  
 A/2



**DR. SCHLEICHER**  
 & PARTNER  
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599  
 Gronau

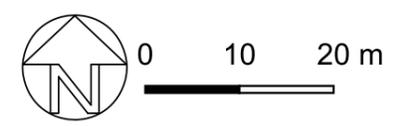
49808 Lingen  
 An der Marienschule



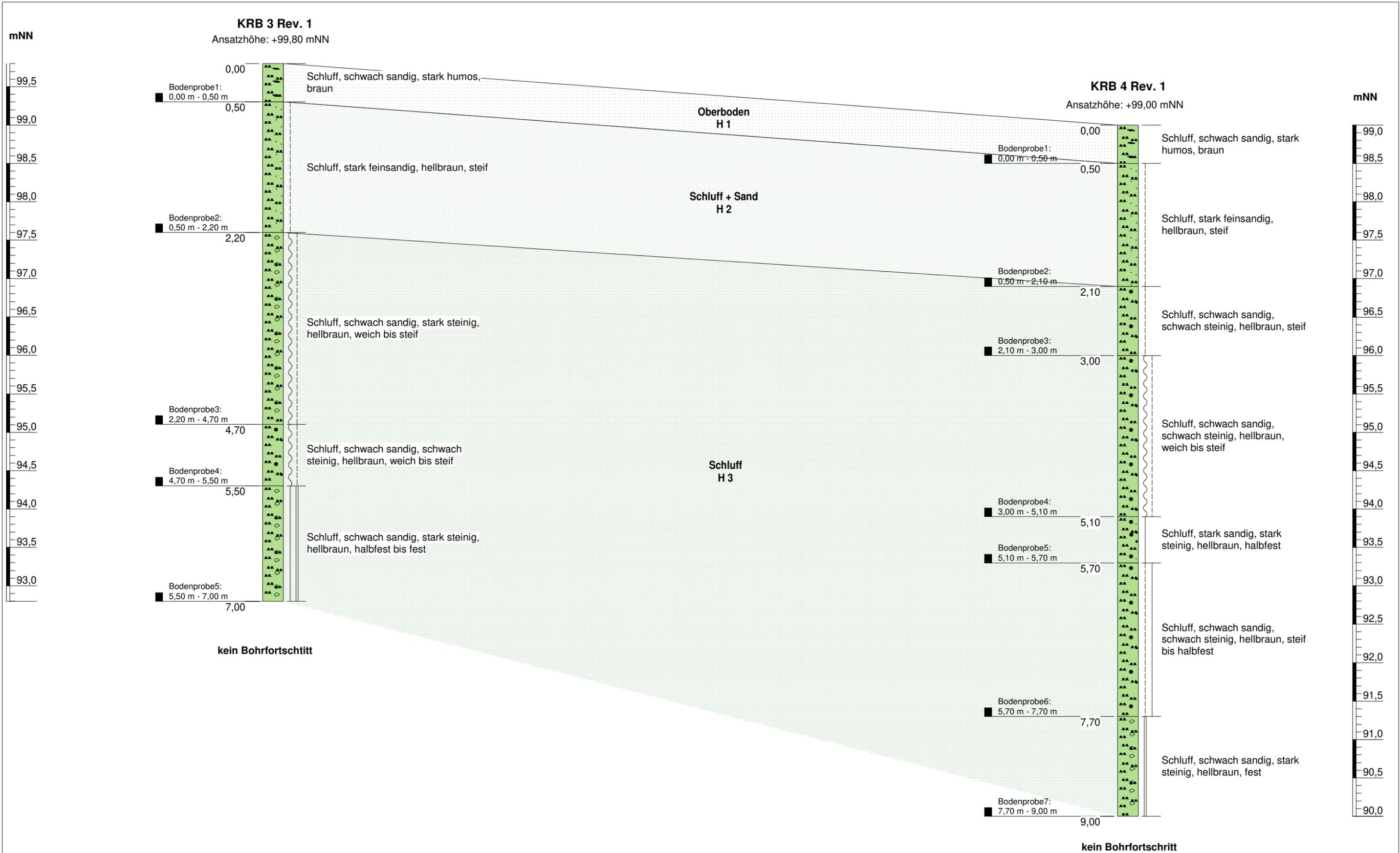
Abbruchkante 3-4 m

**Legende**

- × Geländehöhen (+mNN)  
Gemessen per GPS mit SAPOS-Korrekturdaten
- Mittelpunkt WEA Neu (Verschiebung 2022)

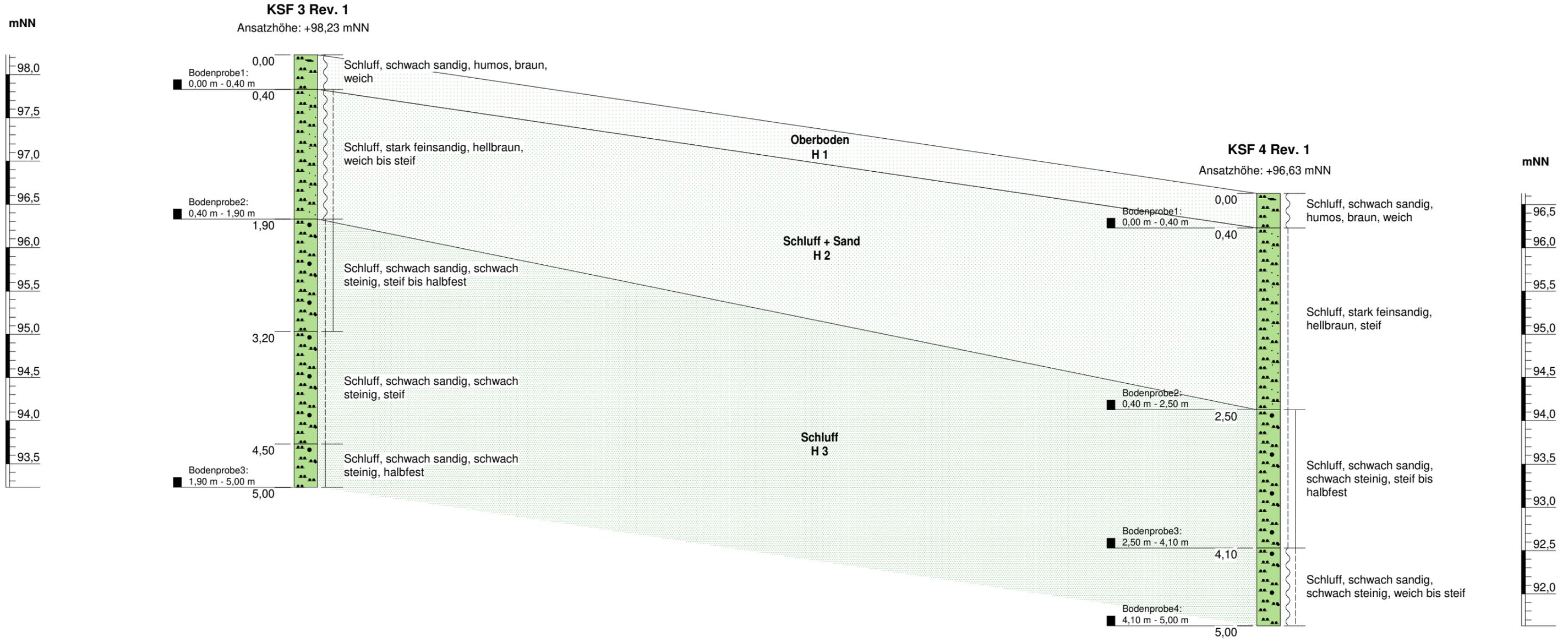


Proj. Errichtung einer Windenergieanlage im Windpark Melle-Dratum in 49328 Melle - Baugrunduntersuchung -				
Lageplan mit GPS-Geländehöhen (Revision 1)				
Maßstab: 1:750	gez.: Sch/Nie	z. Ber. / Schr. v. 10.03.2022	Proj.-Nr. 220 727	Anl.-Nr. A/3
<b>DR. SCHLEICHER</b> & PARTNER <small>INGENIEURGESELLSCHAFT MBH</small>		48599 Gronau	49808 Lingen An der Marienschule	



Schichtenschnitt I Rev. 1			
Projekt: Errichtung 1 WEA im WP Melle-Dratum in 49328 Melle - Baugrunduntersuchung Rev. 1 -			
ausgeführt:	01. KW 2022	Vertikalmaßstab: 1 : 45	Bearbeiter: <b>Projekt-Nr.: 220 727</b>
Bericht vom:	10.03.2022		SH <b>Anlage - Nr.: B/1</b>
DR. SCHLEICHER & PARTNER <small>INGENIEURGESELLSCHAFT MBH</small>		48599 Gronau Düppelstraße 5	49808 Lingen An der Marienschule 46

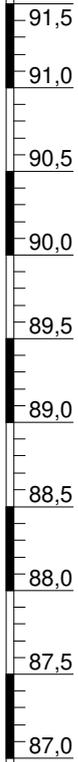




<b>Schichtenschnitt II Rev. 1</b>			
<b>Projekt: Errichtung 1 WEA im WP Melle-Dratum in 49328 Melle</b>			
<b>- Baugrunduntersuchung Rev. 1 -</b>			
ausgeführt:	01. KW 2022	Vertikalmaßstab:	1 : 45
Bericht vom:	10.03.2022	Bearbeiter:	SH
		<b>Projekt-Nr.:</b>	<b>220 727</b>
		<b>Anlage - Nr.:</b>	<b>B/2</b>
<b>DR. SCHLEICHER &amp; PARTNER</b> INGENIEURGESELLSCHAFT MBH		48599 Gronau Düppelstraße 5	49808 Lingen An der Marienschule 46



mNN



■ Bodenprobe 1  
0,00 - 0,40 m

■ Bodenprobe 2  
0,40 - 2,00 m

■ Bodenprobe 3  
2,00 - 5,00 m

### Weg 2 Rev. 1

Ansatzhöhe: +91,54 mNN

**Oberboden**

**H 1**

Schluff, schwach sandig, humos,  
braun, weich

0,00

0,40

Schluff, stark feinsandig, hellbraun,  
steif

**Schluff + Sand**

**H 2**

2,00

Feinsand, schwach mittelsandig,  
schwach schluffig, gelb, mitteldicht

**Sand, schwach schluffig**

**H 4**

5,00

Höhenmaßstab: 1:45

#### Kleinrammbohrung Weg 2 Rev.1

**Projekt: Errichtung 1 WEA im WP Melle-Dratum in 49328 Melle**  
**- Baugrunduntersuchung Rev. 1 -**

Projekt-Nr.: 220 727 | Bericht vom: 10.03.2022 | ausgeführt: 01. KW 2022 | Bearb.: SH | Anlage - Nr.: B/3

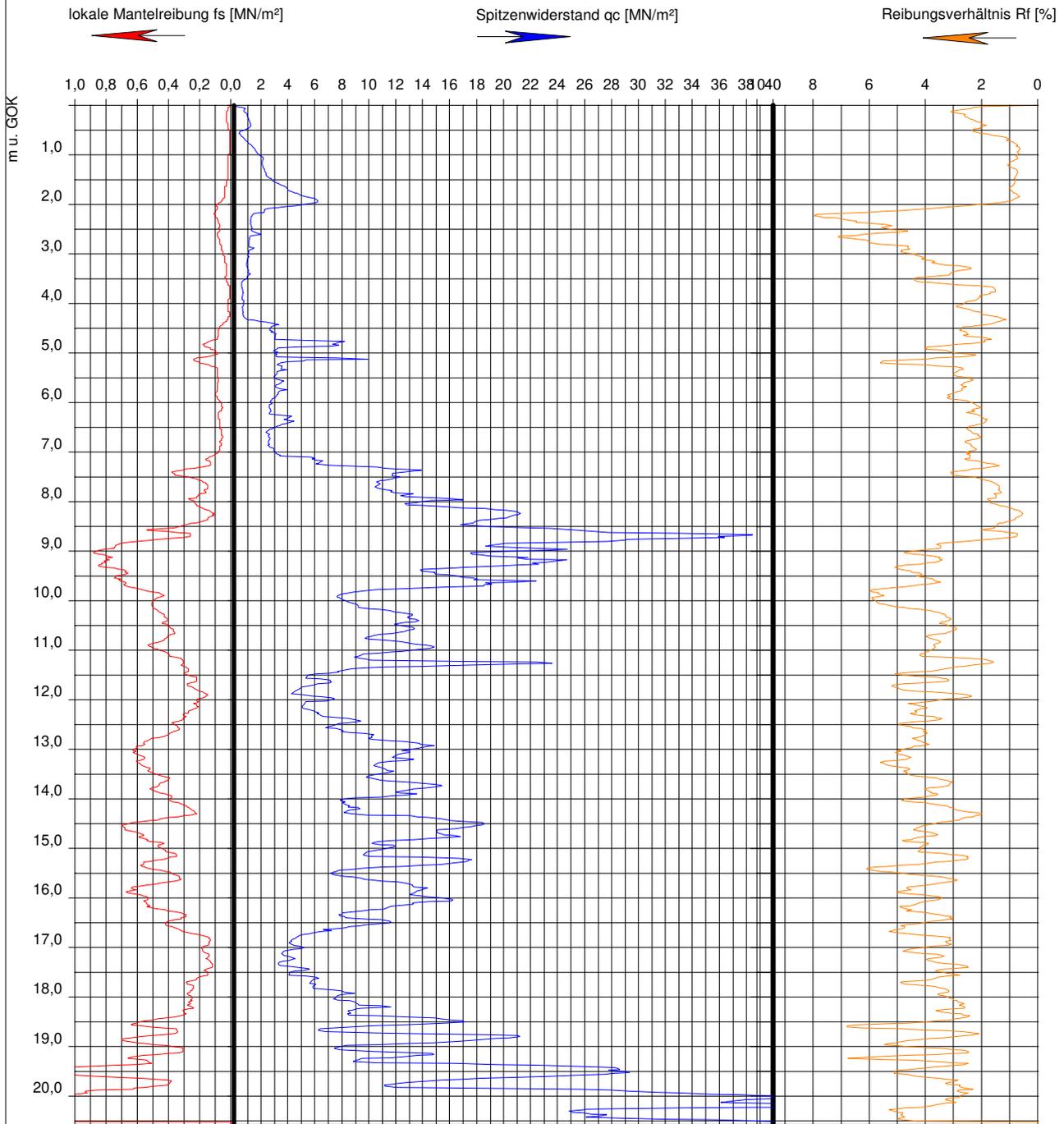
**DR. SCHLEICHER**  
& PARTNER  
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau  
Düppelstr. 5

49808 Lingen  
An der Marienschule 46



**DS 1  
GOK**



Höhenmaßstab: 1:125

**Drucksondierung 1 Rev. 1**

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

Projekt-Nr.: 220 727 | Bericht vom: 10.03.2021 | ausgeführt: 06. KW 2022 | Bearb.: SH | Anlage-Nr.: C/1

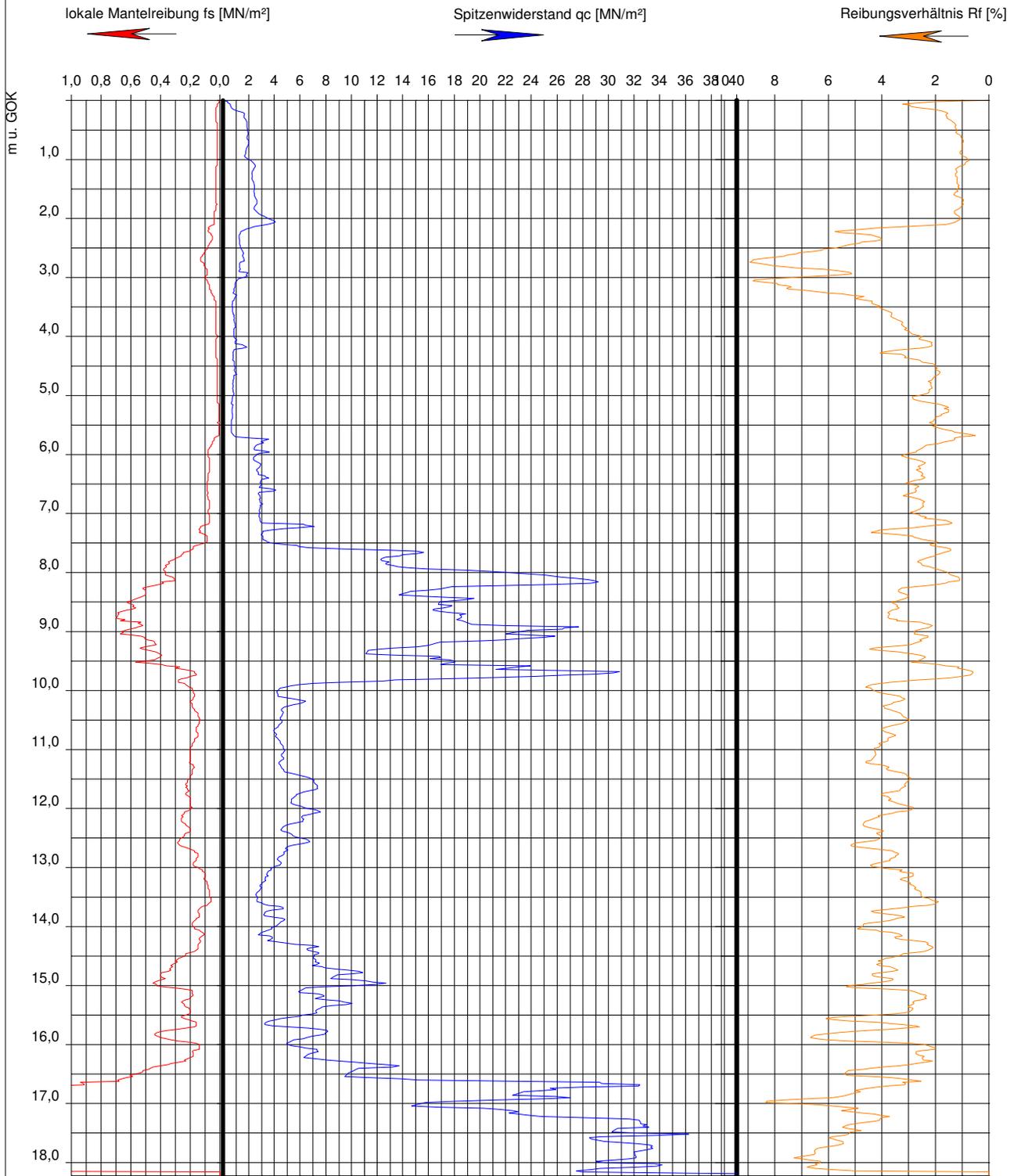
**Dr. Schleicher & Partner  
Ingenieurgesellschaft mbH**

48599 Gronau  
Düppelstr. 5

49808 Lingen  
An der Marienschule 46



**DS 2  
GOK**



Höhenmaßstab: 1:100

**Drucksondierung 2 Rev. 1**

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

Projekt-Nr.: 220 727 | Bericht vom: 10.03.2022 | ausgeführt: 06. KW 2022 | Bearb.: SH | Anlage-Nr.: C/2

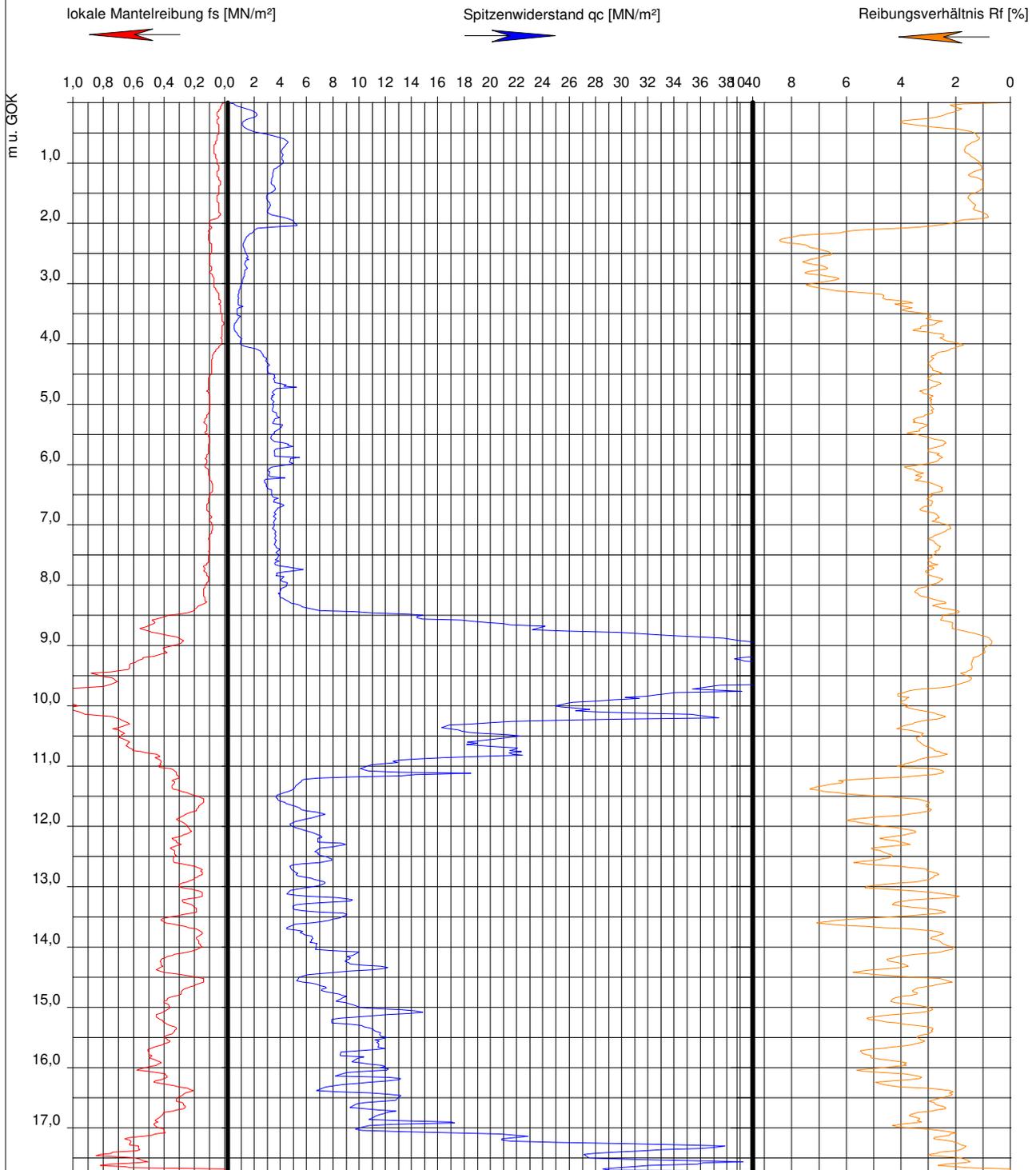
**Dr. Schleicher & Partner  
Ingenieurgesellschaft mbH**

48599 Gronau  
Düppelstr. 5

49808 Lingen  
An der Marienschule 46



**DS 3  
GOK**



Höhenmaßstab: 1:100

**Drucksondierung 3 Rev. 1**

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

Projekt-Nr.: 220 727 | Bericht vom: 10.03.2022 | ausgeführt: 06. KW 2022 | Bearb.: SH | Anlage-Nr.: C/3

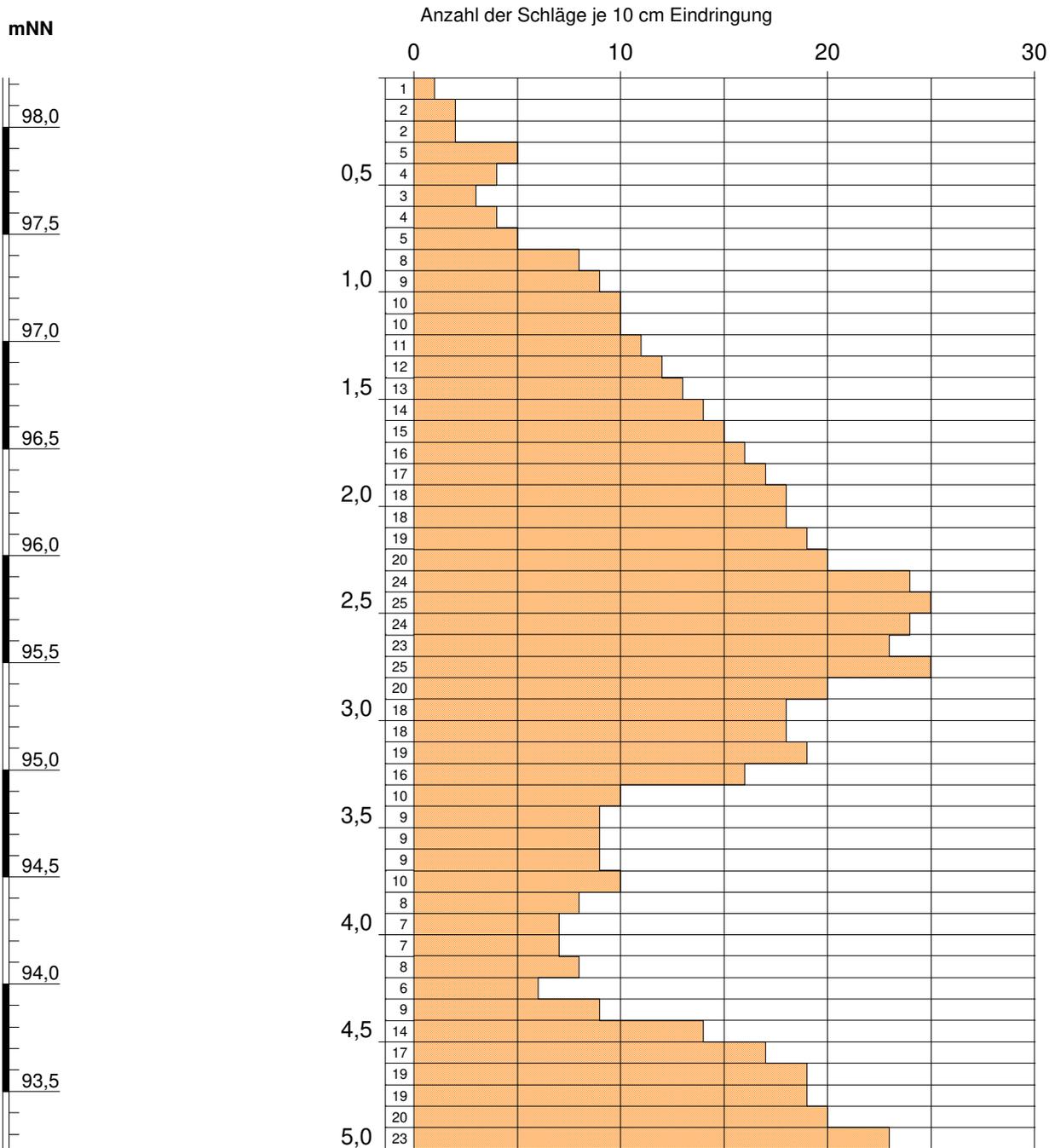
**Dr. Schleicher & Partner  
Ingenieurgesellschaft mbH**

48599 Gronau  
Düppelstr. 5

49808 Lingen  
An der Marienschule 46



**RS KSF 3 Rev. 1**  
**Leichte Rammsondierung DPL-10**  
**Ansatzhöhe: +98,23 mNN**



Höhenmaßstab: 1:30

**Leichte Rammsondierung (DPL-10): RS KSF 3 Rev. 1**

**Projekt: Errichtung 1 WEA im WP Melle-Dratum in 49328 Melle**  
**- Baugrunduntersuchung Rev. 1 -**

Projekt-Nr.: 220 727 | Bericht vom: 10.03.2022 | ausgeführt: 01. KW 2022 | Bearb.: SH | Anlage - Nr.: D/1

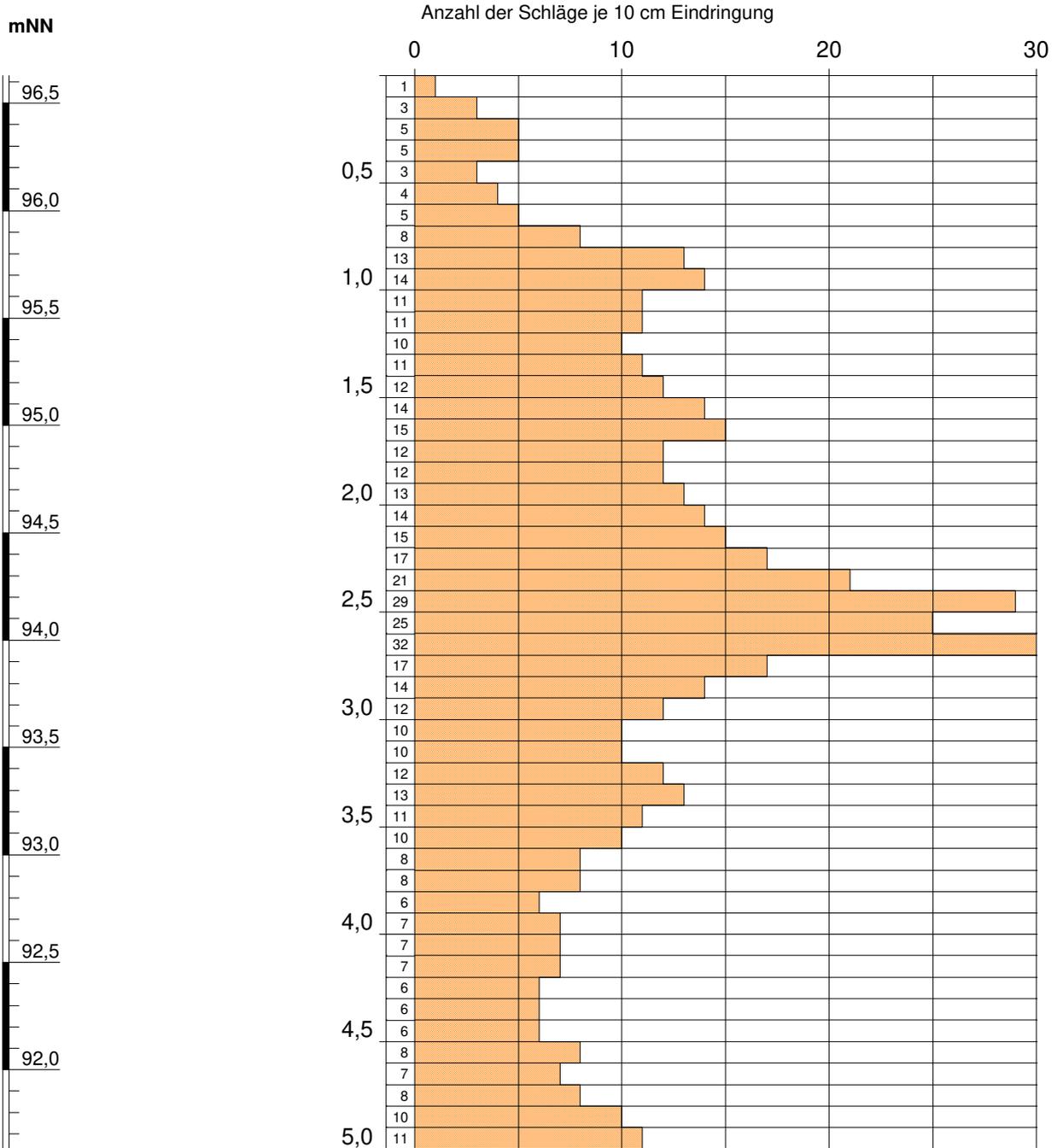
**DR. SCHLEICHER**  
 & PARTNER  
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau  
 Düppelstr. 5

49808 Lingen  
 An der Marienschule 46



**RS KSF 4 Rev. 1**  
**Leichte Rammsondierung DPL-10**  
**Ansatzhöhe: +96,63 mNN**



Höhenmaßstab: 1:30

**Leichte Rammsondierung (DPL-10): RS KSF 4 Rev. 1**

**Projekt: Errichtung 1 WEA im WP Melle-Dratum in 49328 Melle**  
**- Baugrunduntersuchung Rev. 1 -**

Projekt-Nr.: 220 727 | Bericht vom: 10.03.2022 | ausgeführt: 01. KW 2022 | Bearb.: SH | Anlage - Nr.: D/2

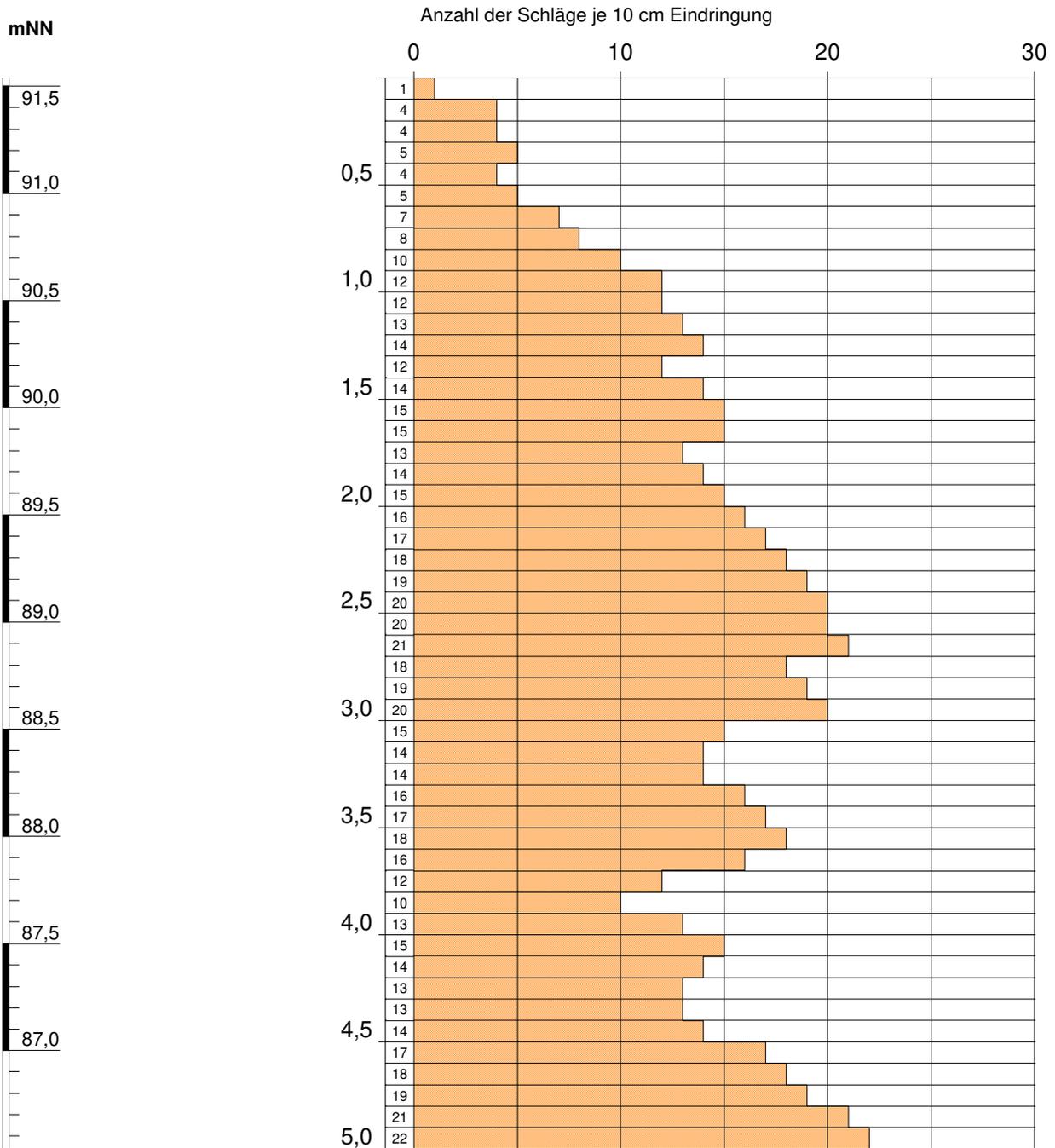
**DR. SCHLEICHER**  
 & PARTNER  
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau  
 Düppelstr. 5

49808 Lingen  
 An der Marienschule 46



**RS Weg 2 Rev. 1**  
**Leichte Rammsondierung DPL-10**  
**Ansatzhöhe: +91,54 mNN**



Höhenmaßstab: 1:30

**Leichte Rammsondierung (DPL-10): RS Weg 2 Rev. 1**

**Projekt: Errichtung 1 WEA im WP Melle-Dratum in 49328 Melle**  
**- Baugrunduntersuchung Rev. 1 -**

Projekt-Nr.: 220 727 | Bericht vom: 10.03.2022 | ausgeführt: 01. KW 2022 | Bearb.: SH | Anlage - Nr.: D/3

**DR. SCHLEICHER**  
 & PARTNER  
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau  
 Düppelstr. 5

49808 Lingen  
 An der Marienschule 46



Dr. Schleicher & Partner Ing.-Ges. mbH  
 Düppelstraße 5 in 48599 Gronau  
 Tel.: 02562 / 9359-0 Fax: 02562 / 9359-30  
 email: info@dr-schleicher.de

Bearbeiter: Wi

Datum: 27.01.2021

## Körnungslinie nach DIN 18123

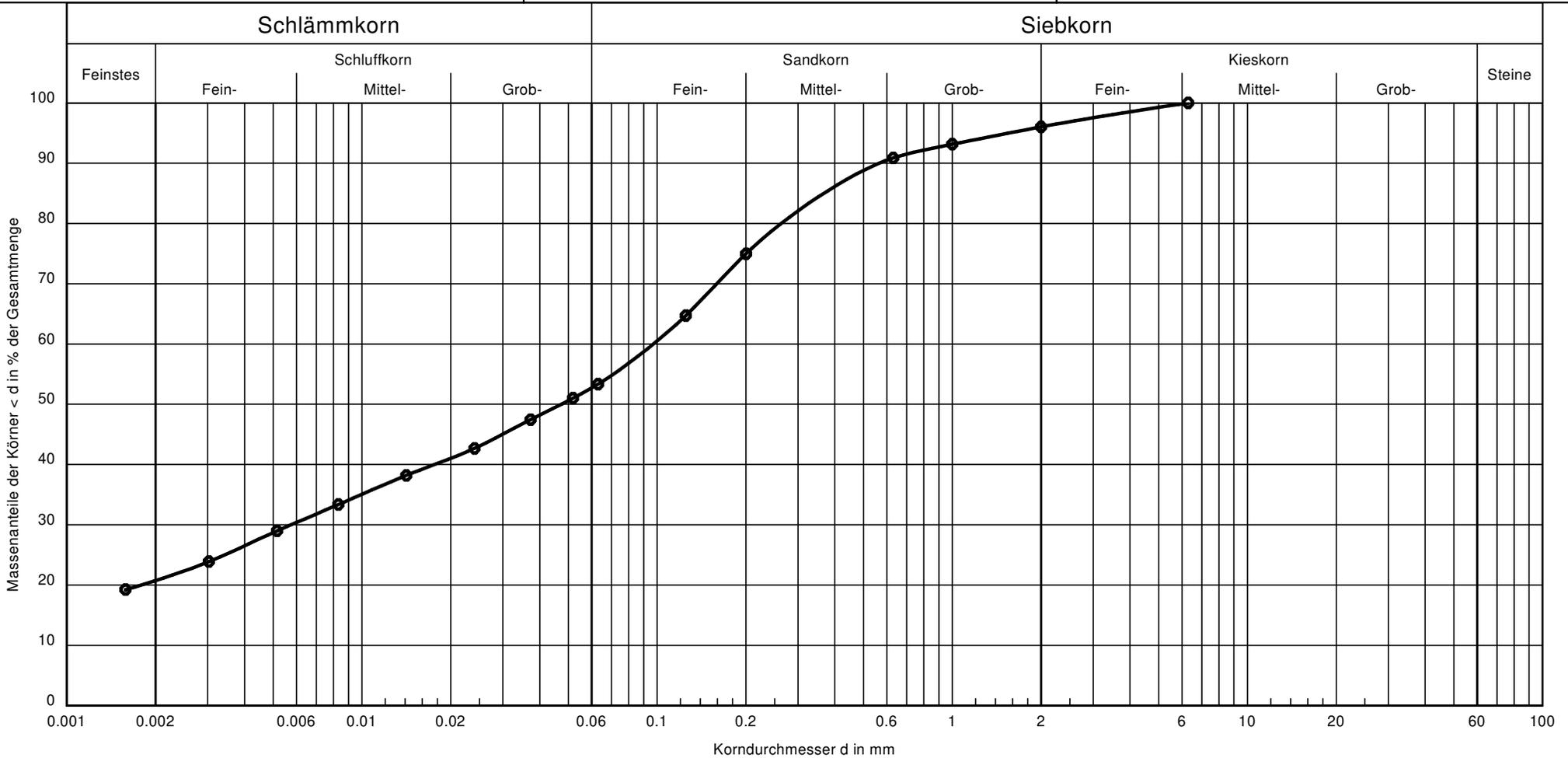
Errichtung einer Windenergieanlage im Windpark  
 Melle- Dalum in 49328 Melle

Projekt - Nummer: 220 727

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/1
Tiefe:	3,00 m - 5,00 m		
Bodenart:	Sand, stark schluffig, tonig		
U /Cc	-/-		
Durchlässigkeit k [m/s]:	-		
ermittelt nach	k nach Hazen		

Dr. Schleicher & Partner Ing.-Ges. mbH  
 Düppelstraße 5 in 48599 Gronau  
 Tel.: 02562 / 9359-0 Fax: 02562 / 9359-30  
 email: info@dr-schleicher.de

Bearbeiter: Wi

Datum: 27.01.2021

## Körnungslinie nach DIN 18123

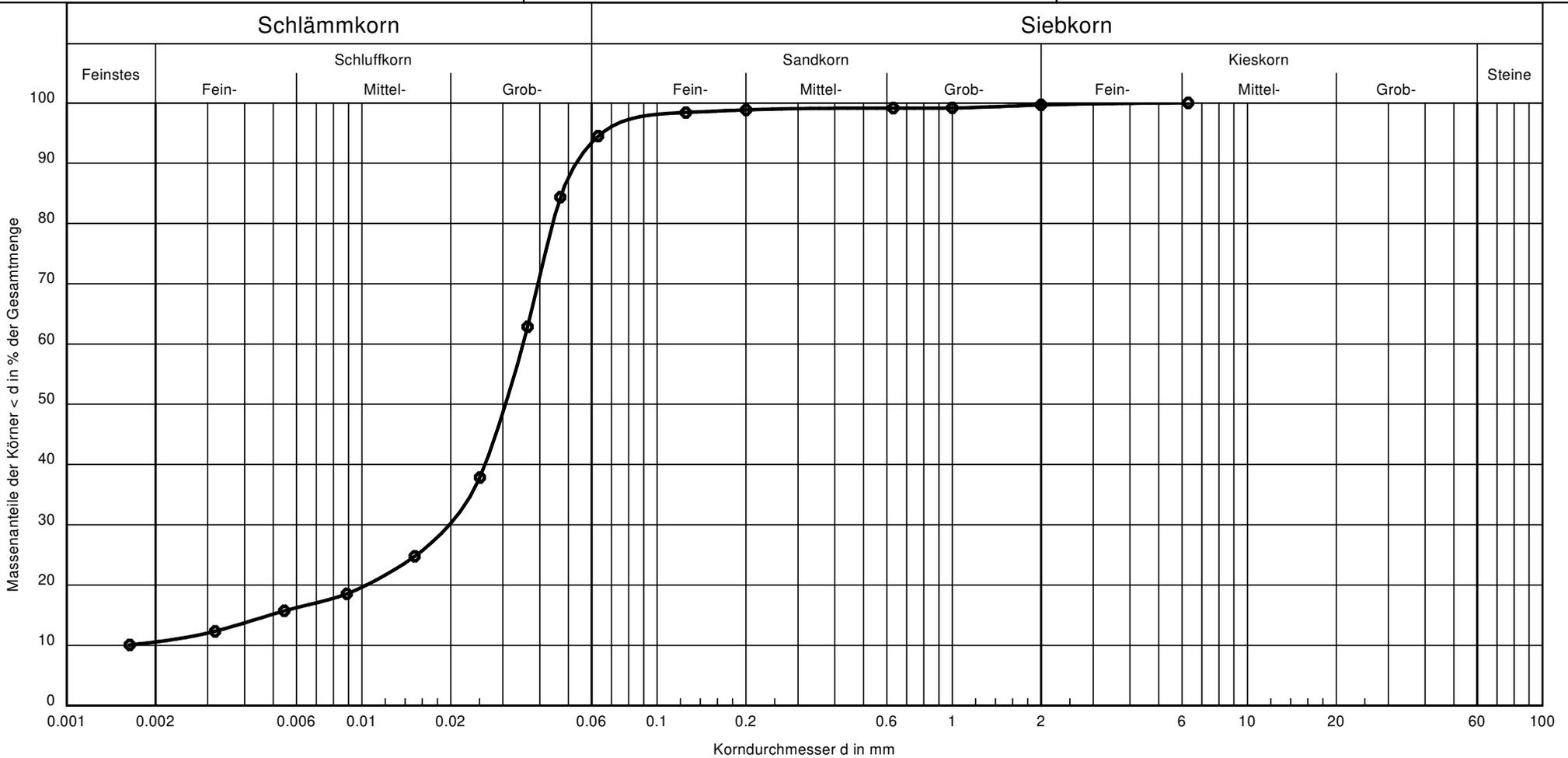
Errichtung einer Windenergieanlage im Windpark  
 Melle- Dalum in 49328 Melle

Projekt - Nummer: 220 727

Probe entnommen in der: 01. KW 2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse



Entnahmestelle:	KSF 1	Bemerkungen: U = Ungleichförmigkeitsgrad Cc = Krümmungszahl	Bericht: 29.01.2021 Anlage: E/2
Tiefe:	0,40 m - 2,40 m		
Bodenart:	Schluff, schwach tonig, schwach sandig		
U / Cc	-/-		
Durchlässigkeit k [m/s]:	-		
ermittelt nach	k nach Hazen		

Dr. Schleicher & Partner Ing.-Ges. mbH  
 Düppelstraße 5 in 48599 Gronau  
 Tel.: 02562 / 9359-0 Fax: 02562 / 9359-30  
 email: info@dr-schleicher.de

Bearbeiter: Wi

Datum: 27.01.2021

## Körnungslinie nach DIN 18123

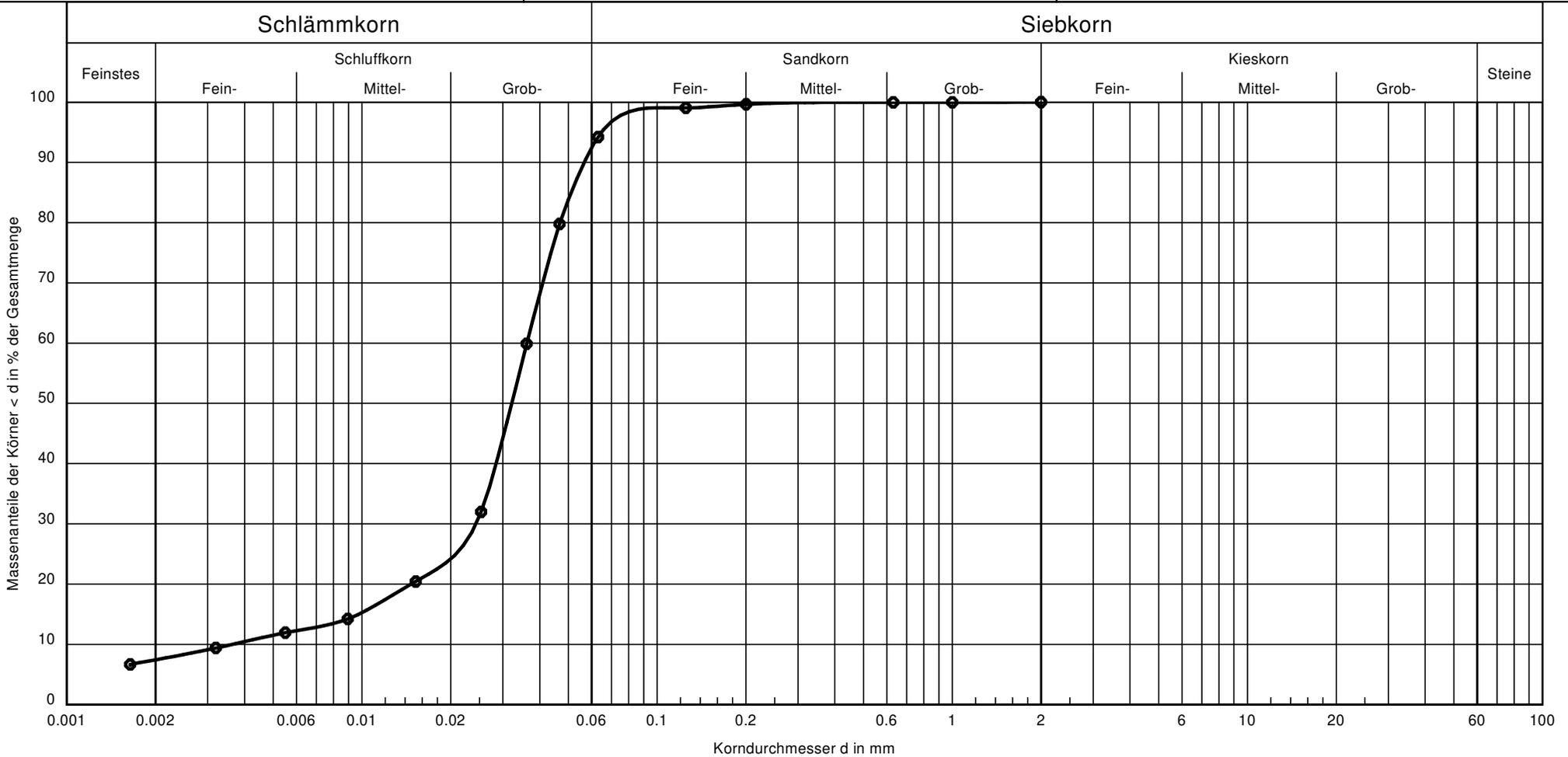
Errichtung einer Windenergieanlage im Windpark  
 Melle- Dalum in 49328 Melle

Projekt - Nummer: 220 727

Probe entnommen in der: 01. KW 2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse



Entnahmestelle:	Weg 1
Tiefe:	0,40 m - 2,60 m
Bodenart:	Schluff, schwach tonig, schwach sandig
U /Cc	10.0/4.5
Durchlässigkeit k [m/s]:	-
ermittelt nach	k nach Hazen

Bemerkungen:  
 U = Ungleichförmigkeitsgrad  
 Cc = Krümmungszahl

Bericht:  
 29.01.2021  
 Anlage:  
 E/3

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

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

**Titel: Prüfbericht zu Auftrag 02102833**  
**Prüfberichtsnummer: AR-21-AN-003237-01**

**Auftragsbezeichnung: 220 727 Melle (Nie)**

**Anzahl Proben: 1**  
**Probenart: Boden**  
**Probenahmedatum: 06.01.2021**  
**Probenehmer: Auftraggeber**

**Probeneingangsdatum: 25.01.2021**  
**Prüfzeitraum: 25.01.2021 - 30.01.2021**

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



<b>Probenbezeichnung</b>	<b>MP WEA Dratum 0,4 - 2,2 m</b>
<b>Probenahmedatum/ -zeit</b>	<b>06.01.2021</b>
<b>Probennummer</b>	<b>021010227</b>

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

**Probenvorbereitung Feststoffe**

Fraktion < 2 mm	AN	RE000 GI	DIN ISO 11464: 2006-12	0,1	%	100,0
Fraktion > 2 mm	AN	RE000 GI	DIN ISO 11464: 2006-12	0,1	%	< 0,1

**Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz**

Trockenmasse	AN	RE000 GI	DIN EN 14346: 2007-03	0,1	Ma.-%	82,9
--------------	----	-------------	-----------------------	-----	-------	------

**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	104
---------------------------------	------	-------------	---------------------	---	----------	-----

**Anionen aus der Originalsubstanz**

Sulfid, gesamt	FR/f	RE000 FY	DIN 4030-2: 2008-06	5,0	mg/kg TS	15
----------------	------	-------------	---------------------	-----	----------	----

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

Sulfat (SO <sub>4</sub> )	AN	RE000 GI	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09	20	mg/kg TS	84
---------------------------	----	-------------	------------------------------------	----	----------	----

**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.

**Erläuterung**  
**Geophysikalische Messungen**  
**Ermittlung des spezifischen Erdwiderstandes**  
**Windpark Melle - Dartum**

**Niedersachsen**  
**Landkreis Osnabrück**  
**Messungen am 12.01.2021**

**Erläuterung**

**Geophysikalische Messungen**

**Ermittlung des spezifischen Erdwiderstandes**

**Windpark Melle - Dartum**

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 - Dartum.

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.

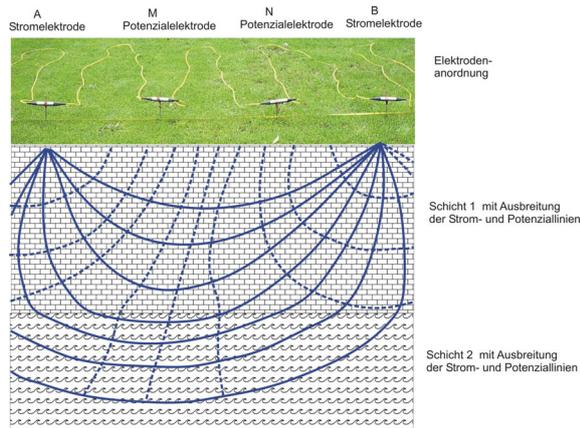
Das Messprinzip der geoelektrischen Messungen (Vierpunktanordnung) besteht darin, dass über eine Spannungsquelle durch Elektroden (2 Elektroden A und B) dem Boden Strom zugeführt wird und mittels symmetrisch angeordneter Sonden (2 Elektroden M und N) das Potenzial abgegriffen wird. Das sich herausbildende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

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

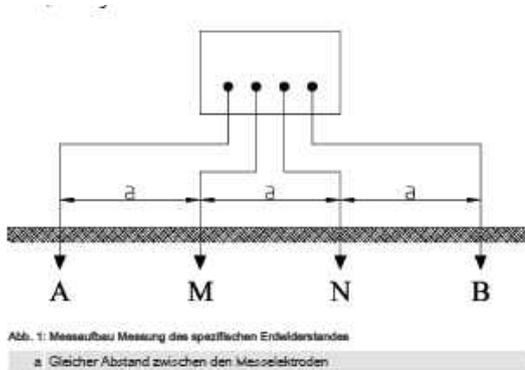
$\rho$  = elektr. Widerstand  
 $\Delta V$  = Spannungsdifferenz  
 $I$  = Stromstärke  
 $K$  = Länge des Leiters

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 $\rho_s$

## 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 - Dratum
WEA-Nr./Ü-Station:	WEA 1, Neu
Geo-Referenz:	UTM; ETRS 89 $39T$ RW 32 448 286; HW Y: 5 785 179 Messung in Südwest - Nordost - Richtung
Messgerät Typ, S/N, Kalibrierung gültig bis:	Widerstandsmessgerät SuperSting R1; SN SP1402279 Kalibrierung gültig bis 02/2024
Umgebungstemperatur, Wetter, Bodenzustand:	5 ° C, regnerisch, Acker, bestellt mit Zwischenfrucht, schluffig-tonig, nass

a [m]	R [ $\Omega$ ]	$\rho_s = R \times 2\pi \times a$ [ $\Omega \times m$ ]	Bemerkung
0,5	22,1186	69,4878	
1	12,4813	78,422	
2	6,89534	86,6494	
3	4,1553	78,3256	
5	2,04094	64,118	
8	1,06819	53,6931	
12	0,601782	45,3733	
16	0,534494	53,7332	
20	0,359294	45,1502	
25	0,283952	44,603	
30	0,260906	49,1796	

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

Aufnahme vom 06.01.2022



Abbruchkante von „unten“ auf Höhe des Fundamentes



Foto vom FuÙe der Abbruchkante (Sondierung Weg 2) mit auslaufendem Versatz mit Blick auf die neuen WEA-Standort (Markierung)

**- Fotodokumentation der Geländebeziehungen -**



Abbruchkante von „Oben“. Rechts ist der WEA-Standort geplant.



Geländeabfall nach Nordosten. Standpunkt ist der vorhandene Feldweg (von der Bestands-WEA) von Norden kommend.



Verlauf der Abbruchkante mit Blick nach Nordosten auf Höhe des Fundamentes (oberer Teil der Kante)