
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.: 220 728

ERRICHTUNG EINER WINDENERGIEANLAGE IM WINDPARK MELLE-WESTENDORF 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.....	7
4. Baugrund	7
4.1 Geologie	7
4.2 Schichtenfolge	7
4.3 Betonaggressivität Boden	8
4.4 Bodenkennwerte / Bodenklassen / Bodengruppen / Eigenschaften	9
5. Grundwasser	10
5.1 Grundwasserspiegel	10
6. Grundbautechnische Folgerungen (Entwurf).....	11
6.1 Generelles	11
6.2 Baugrundanforderungen Flachgründung mit Auftrieb.....	11
6.2.1 Drehfedersteifigkeit	11
6.3 Grundbautechnische Maßnahmen.....	11
6.4 Erdarbeiten.....	12
6.5 Wasserhaltung.....	12
6.6 Fundamentüberschüttung	12
6.7 Erdbebenzone / Baugrundfaktor	12
6.8 Spezifischer Erdwiderstand	12
7. Kranstellfläche	13
8. Zuwegung.....	14
9. Zusammenfassung	15
10. Schlussbemerkung.....	15

Anlagenverzeichnis

	Anl. Nr.
1 Übersichtslageplan 1:25.000	A/1
1 Lageplan zur Baugrunduntersuchung der WEA 1 1:1500	A/2
1 Schichtenschnitt WEA 1 Fundament.....	B/1
1 Schichtenschnitt WEA 1 Kranstellfläche	B/2
1 Einzelsäule WEA 1 Zuwegung.....	B/3
3 Drucksondierdiagramme.....	C/1 – C/3
2 Rammsondierdiagramme Kranstellfläche	D/1 – D/2
1 Rammsondierdiagramm Zuwegung	D/3
Kornverteilungen (folgen in Rev. 1).....	E
1 Labor-Prüfbericht Boden (2 Seiten)	F
1 Bericht der Erdwiderstandsmessungen (6 Seiten)	G

1. Vorbemerkungen

Im Windpark Melle-Westendorf 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	457.945	5.781.063

Zur Baugrunduntersuchung wurde 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 4,5 m Tiefe bzw. bis zur max. erreichbaren Tiefe durchgeführt (siehe Anlage B/1).

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

Im Bereich der Zuwegung wurde eine Kleinrammbohrung bis max. 3 m Tiefe (siehe Anlage B/3) sowie eine leichte Rammsondierung (siehe Anlage D/3) bis max. 3 m Tiefe durchgeführt (RS nach DIN EN ISO 22476-2).

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

Nach Vorliegen der Fundamentdatenblätter werden zusätzliche erdbautechnische Versuche wie z.B. Siebungen zur Beschreibung der Baugrundverhältnisse festgelegt.

Als indirekte Aufschlussmethode kamen in der 51. Kalenderwoche 2020 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

Als Festpunkt (FP) für das Nivellement der Bohransatzpunkte wurde die im Lageplan gekennzeichnete Oberkante der Straße mit $\pm 0,00$ m relativer Höhe gewählt. Die Geländehöhen an den Ansatzpunkten lagen auf folgenden Höhen:

Fundamentbereich	-1,47...-1,86 m rel. Höhe
Kranstellfläche	-0,42...-0,37 m rel. Höhe
Weg 1	+1,50 m rel. Höhe

4. Baugrund

4.1 Geologie

Das Planungsgebiet befindet sich im Osnabrücker Hügelland, das lokal durch quartäre Auenterrassen 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...0,65 m **mächtigen Oberboden (= Homogenbereich H 1)**, der aus graubraunen, schwach humosen, schluffigen Feinsanden besteht.

Es folgt unterhalb des Oberbodens bis 2,1...2,6 m Tiefe eine Schicht aus **Sand und Schluff (= Homogenbereich H 2), die dem Lösslehm zugeordnet wird**. Die Konsistenz ist gemäß der Drucksondierdiagramme (Anlage C) als steif – halbfest zu bewerten.

Darunter folgt zwischen 2...3 m Tiefe ein **steifer, schwach sandiger, schluffiger Ton (= Homogenbereich H 3)**, der sich durch ein hohes Reibungsverhältnis von ca. 8,5% auszeichnet. Diese Schicht ist kalkfrei und wird dem Geschiebelehm zugeordnet.

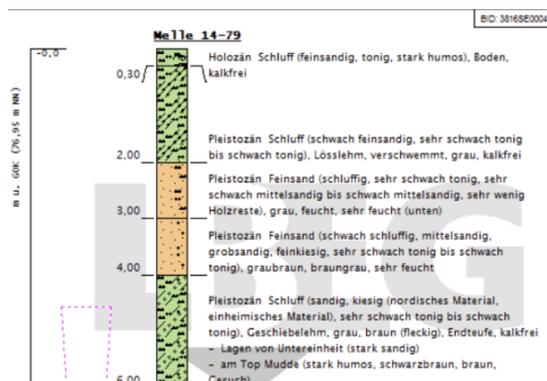
Ab ca. 3 m Tiefe folgt bis zur erbohrten Tiefe ein **sandiger, toniger Schluff (= Homogenbereich H 4)** mit einer gemäß den Drucksondierdiagrammen ab 3,5 m Tiefe festen Konsistenz. Das Reibungsverhältnis liegt in dieser Schicht bei im Mittel 2,5%. Die vorhandenen Spitzen („peaks“) und Schwankungen im Spitzenwiderstand weisen auf Steine hin, die regional durch Tonstein oder nordische eiszeitliche Geschiebe gekennzeichnet sein können.

Bohrungsdaten aus der Umgebung weisen einen mürben, krümeligen, dunkelgrauen Tonstein nach, der aufgrund der festen Konsistenz (s. Drucksondierungen) einen tragfähigen Baugrund darstellt.

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

WEA Westendorf

von – bis [m Tiefe]	Homogenbereich	Baugrund
0,0 – 0,5	H 1	Sand, schluffig, humos (Oberboden)
0,5 – 2,0	H 2	Sand/Schluff, sandig-tonig, steif/halbfest (Lösslehm)
2,0 – 3,0	H 3	Ton, schluffig, sandig (Geschiebelehm)
3,0 – 3,5	H 4	Schluff, tonig, schwach sandig, halbfest
3,5 – 11,0	H 4	Schluff, tonig, schwach sandig, fest



Archivdaten des Landes Niedersachens aus der näheren Umgebung (Abbildung 1) zeigen einen vergleichbaren Verlauf der Schichtenfolge mit Ausnahme der Ausbildung des Geschiebelehms zwischen 2...3 m Tiefe.

Abbildung 1: Auszug aus dem NIBIS-Kartenserver.

4.3 Betonaggressivität Boden

Es wurde eine Bodenmischprobe im Fundamentbereich aus dem Tiefenbereich 0,4 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 Westendorf 0,40 - 2,10 m	Expositionsklasse nach DIN 4030		
		XA1	XA2	XA3
Sulfid, gesamt (mg/kg TS)	22			
Säuregrad n. Baumann-Gully (ml/kg TS)	34	> 200	In der Praxis nicht anzutreffen	
Sulfat (mg/kg TS)	69	> 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 der geplanten WEA Westendorf 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 [kN/m ²]	Poissonzahl ν [-]	Steifemodul stat. $E_{s,stat,k}$ [MN/m ²]	Steifemodul dyn. $E_{s,dyn,k}$ [MN/m ²]
Sand/Schluff, sandig-tonig steif/halbfest (Lösslehm)	H 2	18...20/ 10...11	27,5	2...5	0,40	8...20	75...120
Ton, schluffig, sandig (Geschiebelehm) steif	H 3	19,5...20,0/ 9,5...10,0	22,5... 25,0	3...10	0,45	5...7	60...70
Schluff, sandig, tonig halbfest	H 4	19,5...21,0/ 10,5...11,0	27,5	5	0,40	20	120
Schluff, sandig, tonig fest		22/12	30	25	0,40	40	200

Die abschließenden Bodenparameter werden in Abhängigkeit von der Gründungsvariante und folgenden erdbautechnischen Versuchen festgelegt.

Bodenart	Homogenbereich	Bodengruppe	Bodenklasse	Frostempfindlichkeit	Verdichtbarkeit	Witterungsempfindlichkeit
Sand, schluffig, Wurzeln schwach humos	H 1	OH	1 ¹⁾ - 4	F 2	V 2 – V 3	mäßig-hoch
Sand/Schluff, sandig-tonig steif/halfest (Lösslehm)	H 2	SU, SU*, UL, UM, TL	4	F 3	V 3	hoch
Ton, schluffig, sandig (Geschiebelehm)	H 3	TL, TM	4, 5	F 3	V 3	mäßig
Schluff, sandig, tonig halfest bis fest	H 4	UL, UM, UA, TL, TM	6 ²⁾	F 2 – F 3	V 2 – V 3	hoch

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

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

5. Grundwasser

5.1 Grundwasserspiegel

Es wurde zum Untersuchungszeitpunkt (05.01.2021) bei einem mittleren bis leicht erhöhten Grundwasserniveau kein Grundwasser in den Bohrlöchern gemessen. Es ist aufgrund der geringen Durchlässigkeit des sandig-bindigen Bodens (H 2, H 3, H 4) mit zeitweiligem Stauwasser bis zur GOK (= Bemessungswasserstand) zu rechnen. Dies gilt auch für die Fundament hinterfüllung (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 geplanter Gründung auf GOK)

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

Aufgrund der generell vorhandenen wasserstauenden Schichten (H 2 bis H 4) am Standort darf bei Einbindung 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 wurde unterhalb des Oberbodens (H 1) eine Schicht aus Sand und Schluff (Lösslehm, H 2) bis rd. 2 m Tiefe festgestellt, die eine steife – halbfeste Konsistenz besitzt und ebenso wie die darunter liegende Schicht aus steifem Ton (H 3) nicht zur Abtragung der erfahrungsgemäß hohen Bauwerkslasten geeignet ist.

Erst der ab 3,0...3,5 m Tiefe folgende halbfeste – feste sandige, tonige Schluff / Tonstein (H 4) ist aufgrund der Konsistenz als tragfähiger Baugrund einzustufen. Für eine Flachgründung auf GOK wären ein Bodenaustausch bis H 4 oder eine Baugrundverbesserung mittels Rüttelstopfsäulen möglich. Details können nach Vorliegen der Fundamentdatenblätter ausgearbeitet werden.

6.4 Erdarbeiten

Konkrete Angaben folgen nach Vorliegen der Fundamentdatenblätter.

6.5 Wasserhaltung

Für die Durchführung der Erdarbeiten ist aufgrund der bindigen Schichten (H 2 bis H 4) eine offene Wasserhaltung als Ringdrainage mit Pumpensumpf einzuplanen. Es wird empfohlen, die Arbeiten generell in trockener Jahreszeit durchzuführen, da die Böden sehr witterungsempfindlich sind.

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 Standorte der geplanten WEA Westendorf 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 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 Kranstellflächen beginnt mit 0,40...0,65 m mächtigen humosem, schluffigen Feinsand (Oberboden, H 1).

Darunter folgt bis 1,3...1,8 m Tiefe ein z.T. schluffiger Feinsand (Lösslehm H 2) mit einer gemäß der Rammsondierdiagramme (Anlage D/1 – D/2) lockeren bis mitteldichten Lagerungsdichte bzw. steifen Konsistenz.

Bis zur erbohrten Endtiefe folgt ab 1,3...1,8 m Tiefe ein sandiger Ton/Schluff (H 3, H 4) mit einer halbfesten – festen Konsistenz, der einen tragfähigen Baugrund darstellt.

Eine baubegleitende Anpassung der u.a. Maßnahmen an die vorgefundene Tragfähigkeit nach Abtrag des Oberbodens ist ggf. notwendig und kann in Abstimmung mit uns erfolgen.

Für die **Kranstellfläche** empfehlen wir zunächst folgende Bauweise:

- Abtrag des Oberbodens
- Je nach Ausführungszeitpunkt der Erdarbeiten und Witterung: Konditionierung des sandig/bindigen Bodens (H 2) mit Kalk-/Zementbindemitteln zur Erhöhung der Tragfähigkeit und Stabilisierung gegenüber Witterungseinflüssen. Da durch das „Vermörteln“ eine gering durchlässige Schicht entsteht, ist Niederschlagswasser durch ein seitliches Gefälle von der Kranstellfläche abzuleiten. Andernfalls sammelt sich dieses in der Schottertragschicht, welches z.B. die Verdichtungsarbeiten erschwert.
- Verdichteter Einbau von 50 cm Mineralgemisch (Schotter 0/45 oder 0/56) auf einem Trennvlies.
- Verdichtungsziel: $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ (Verhältnswert $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,2$)
(Anforderungen des Anlagenherstellers können abweichen)
- Durch das kreuzweise Verlegen von Lastverteilungsplatten (Baggermatratzen) soll der Sohldruck begrenzt werden. Eine Setzungs-/Grundbruchberechnung für die Aufstellung des Krans kann nach Vorlage der Lastangaben für den jeweiligen Kranstyp erfolgen. Hierfür benötigen wir außerdem den geplanten/tatsächlichen Aufbau der Kranstellfläche.

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

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 zur erbohrten Endtiefe folgt ein stark schluffiger Feinsand bzw. sandig-toniger Schluff (Lösslehm H 2) mit einer lockeren bis mitteldichten Lagerungsdichte bzw. einer überwiegend steifen Konsistenz. Die Tragfähigkeit ist stark vom Wassergehalt abhängig, der jahreszeitlich bedingt Schwankungen unterliegt.

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:

- Vollständiger Abtrag des Oberbodens im Vor-Kopf-Verfahren ohne Befahrung der Sohle bei nasser Witterung (hohe Witterungsempfindlichkeit)
- Einfräsen von Kalk-Zement-Mischbinder bei weicher Konsistenz zur Stabilisierung der bindigen Sohle
- 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) bis 2 m Tiefe aus Lösslehm (H 2) mit steifer bis halbfester Konsistenz. Darunter folgt ein steifer, sandiger Ton (Geschiebelehm, H 3). Beide Homogenbereiche H 2 und H 3 sind erfahrungsgemäß nicht zur Abtragung der hohen und dynamischen Bauwerkslasten geeignet.

Ab 3,0...3,5 m Tiefe folgt ein toniger Schluff mit Tonsteinstücken bzw. Tonstein (H 4), der durch die halbfeste bis feste Konsistenz einen allgemein tragfähigen Baugrund darstellt.

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, so dass bei Erdeinbindung ein auftriebssicheres Fundament gewählt werden muss.

Der Baugrund muss voraussichtlich am Standort aufgrund einer nicht ausreichend hohen Konsistenz (H 2, H 3) bzgl. der Baugrundanforderungen unterhalb der Fundamentunterkante für eine Flachgründung durch eine Baugrundverbesserung z.B. Teilbodenaustausch bis in den tragfähigen Boden (H 4) oder eine Rüttelstopfverdichtung, verbessert werden. Eine konkrete Gründungsempfehlung kann nach Vorliegen der statischen Fundamentanforderungen an den Baugrund erstellt werden.

10. 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



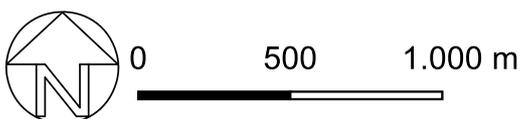
Legende

- WEA Fundmentmittelpunkt

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

Übersichtslageplan

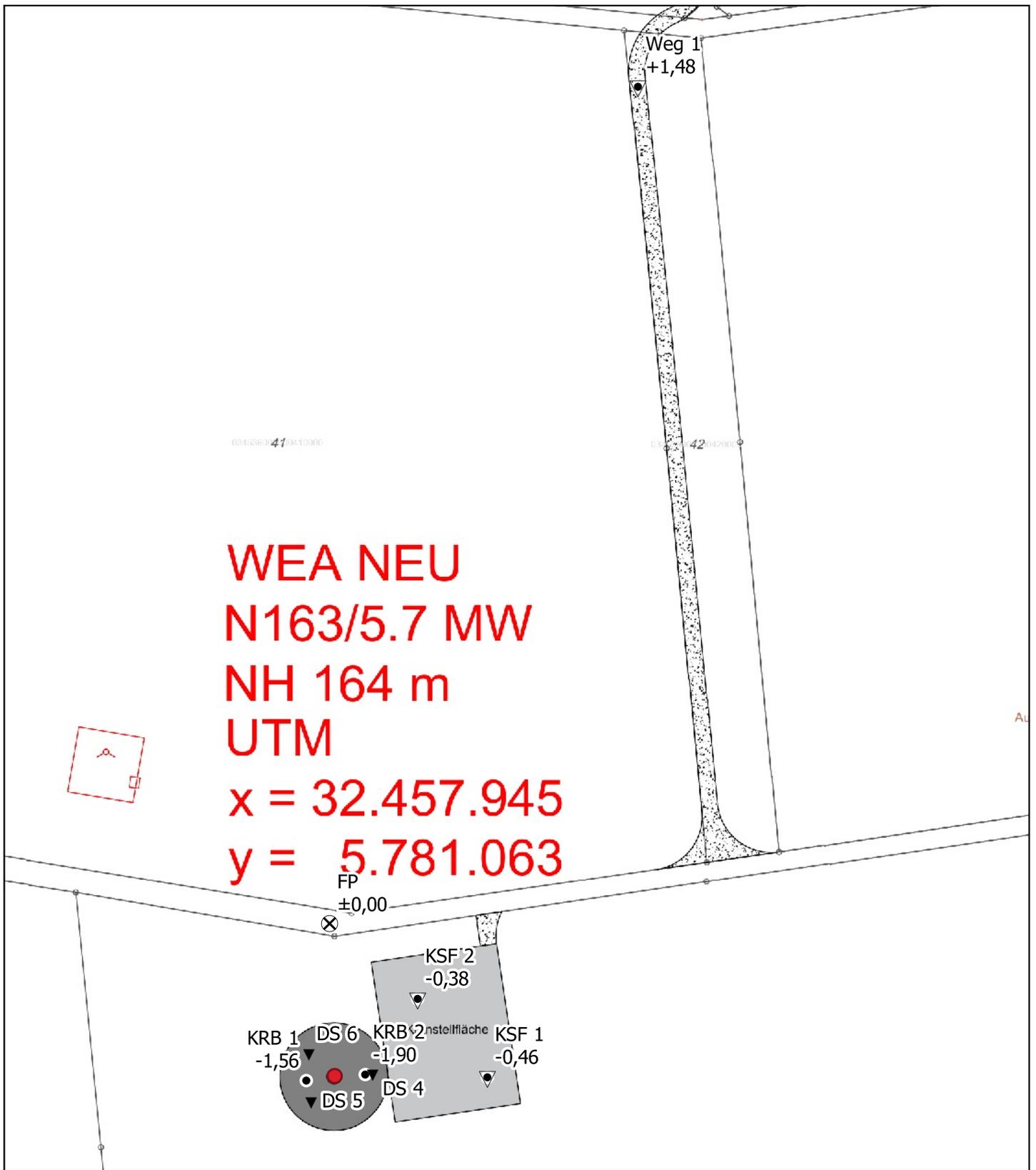
Maßstab:	gez.:	z. Ber. / Schr. v.	Proj.-Nr.	Anl.-Nr.
1:25.000	Sch	29.01.2021	220 728	A/1



DR. SCHLEICHER & PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau
Düppelstr. 5

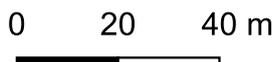
49808 Lingen
An der Marienschule 46



WEA NEU
N163/5.7 MW
NH 164 m
UTM
x = 32.457.945
y = 5.781.063

Legende

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



Proj. **Errichtung einer WEA im Windpark Melle-Westendorf in 49328 Melle**
- Baugrunduntersuchung -

Lageplan zur Baugrunduntersuchung mit Geländehöhen

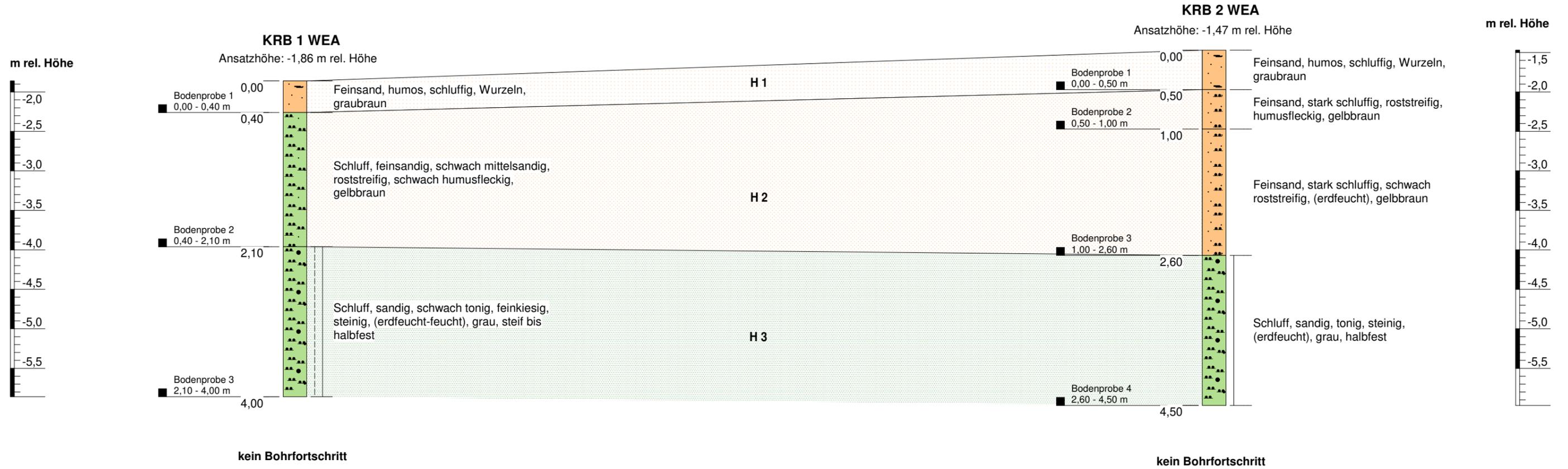
Maßstab:	gez.:	z. Ber. / Schr. v.	Proj.-Nr.	Anl.-Nr.
1:1.500	Sch	29.01.2021	220 728	A/2



DR. SCHLEICHER
& PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

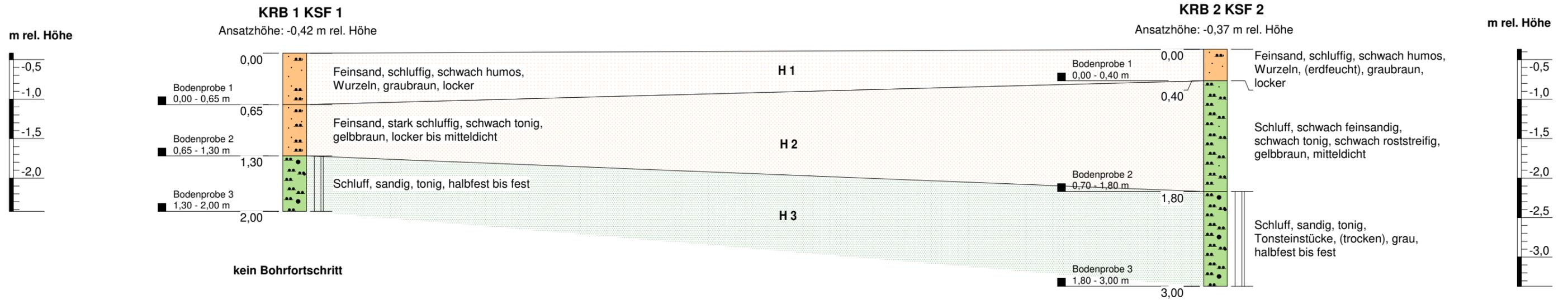
48599 Gronau
 Düppelstr. 5

49808 Lingen
 An der Marienschule 46



Schichtenschnitt I WEA			
Projekt: Errichtung 1 WEA im WP Melle-Westendorf in 49328 Melle			
- Baugrunduntersuchung -			
ausgeführt:	01. KW 2021	Vertikalmaßstab: 1 : 50	Bearbeiter: Projekt-Nr.: 220 728
Bericht vom:	29.01.2021		SH Anlage - Nr.: B/1
DR. SCHLEICHER & PARTNER <small>INGENIEURGESELLSCHAFT MBH</small>		48599 Gronau Düppelstraße 5	49808 Lingen An der Marienschule 46





Schichtenschnitt II KSF

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

ausgeführt: 01. KW 2021	Vertikalmaßstab: 1 : 50	Bearbeiter: SH	Projekt-Nr.: 220 728
Bericht vom: 29.01.2021			Anlage - Nr.: B/2

DR. SCHLEICHER
 & PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

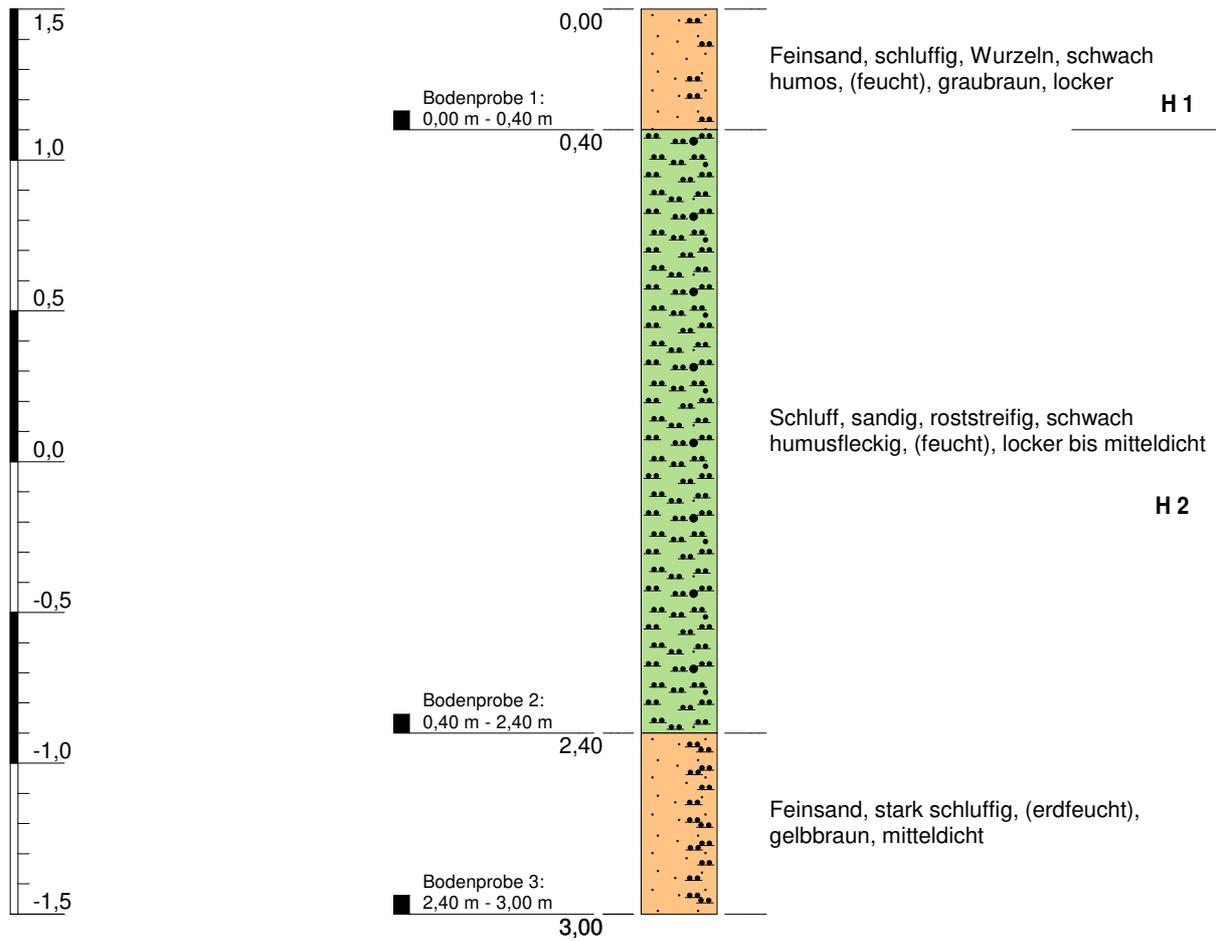
48599 Gronau
 Düppelstraße 5

49808 Lingen
 An der Marienschule 46



m rel. Höhe

KRB Weg 1
Ansatzhöhe: +1,50 m rel. Höhe



Höhenmaßstab: 1:25

Kleinrammbohrung Weg 1

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

Projekt-Nr.: 220 728 | Bericht vom: 29.01.2021 | ausgeführt: 01. KW 2021 | Bearb.: SH | Anlage - Nr.: B/3

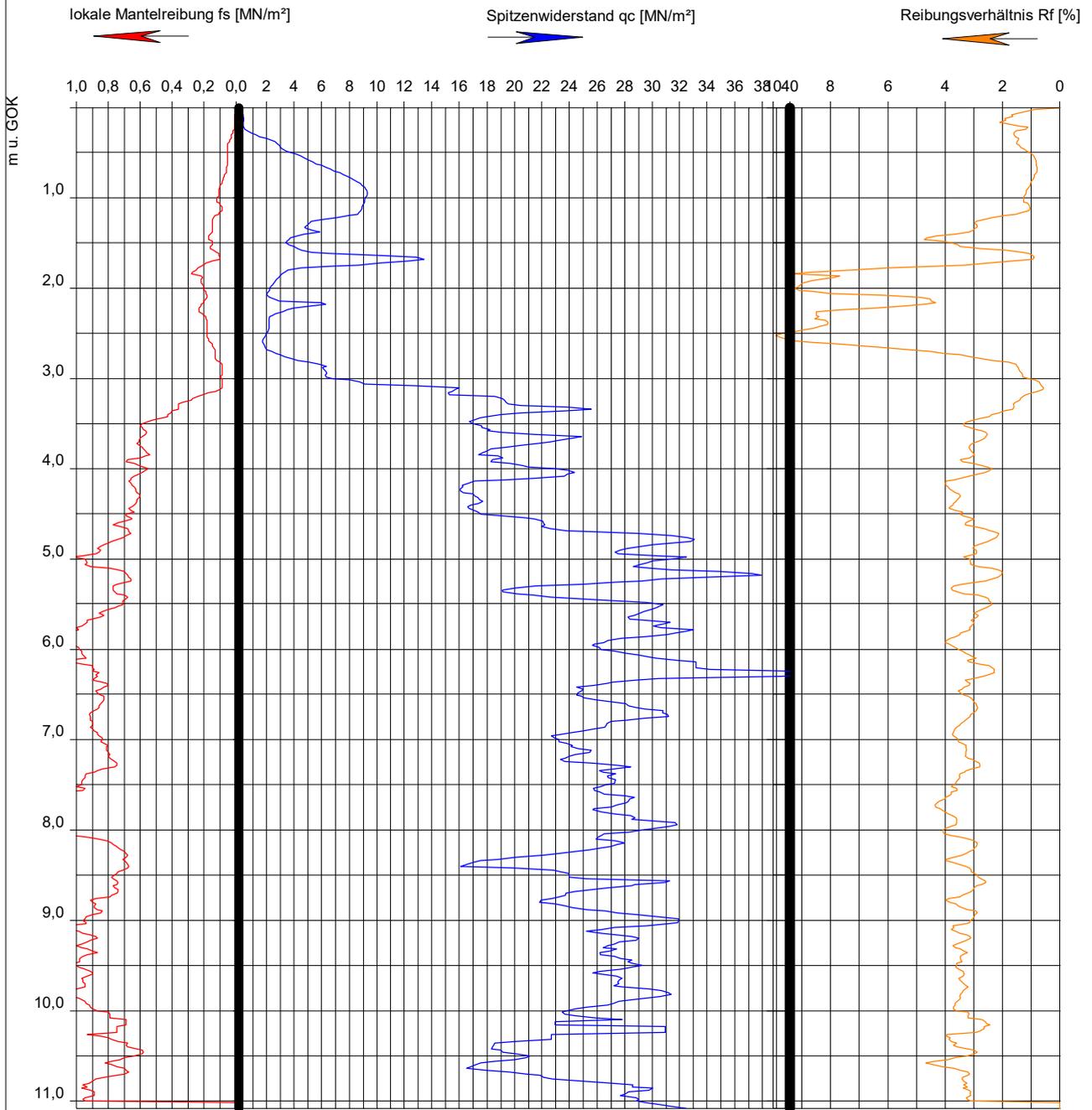
DR. SCHLEICHER
& PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau
Düppelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



**DS 4
GOK**



Höhenmaßstab: 1:70

Drucksondierung 4

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

Projekt-Nr.: 220 728 | Bericht vom: 29.01.2021 | ausgeführt: 01. KW 2021 | Bearb.: SH | Anlage-Nr.: C/1

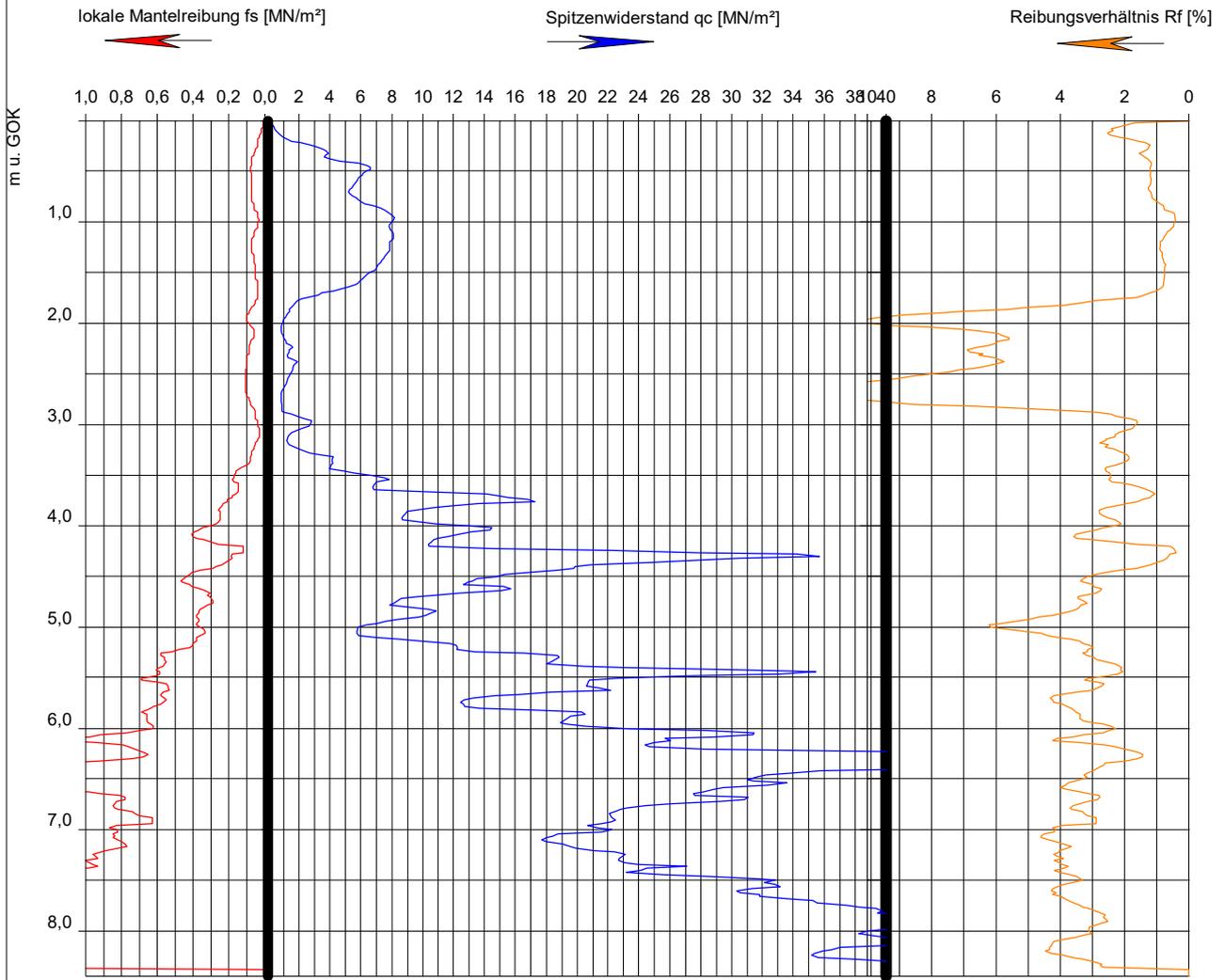
**Dr. Schleicher & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH**

48599 Gronau
Düppelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



**DS 5
GOK**



Höhenmaßstab: 1:70

Drucksondierung 5

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

Projekt-Nr.: 220 728 | Bericht vom: 29.01.2021 | ausgeführt: 01. KW 2021 | Bearb.: SH | Anlage-Nr.: C/2

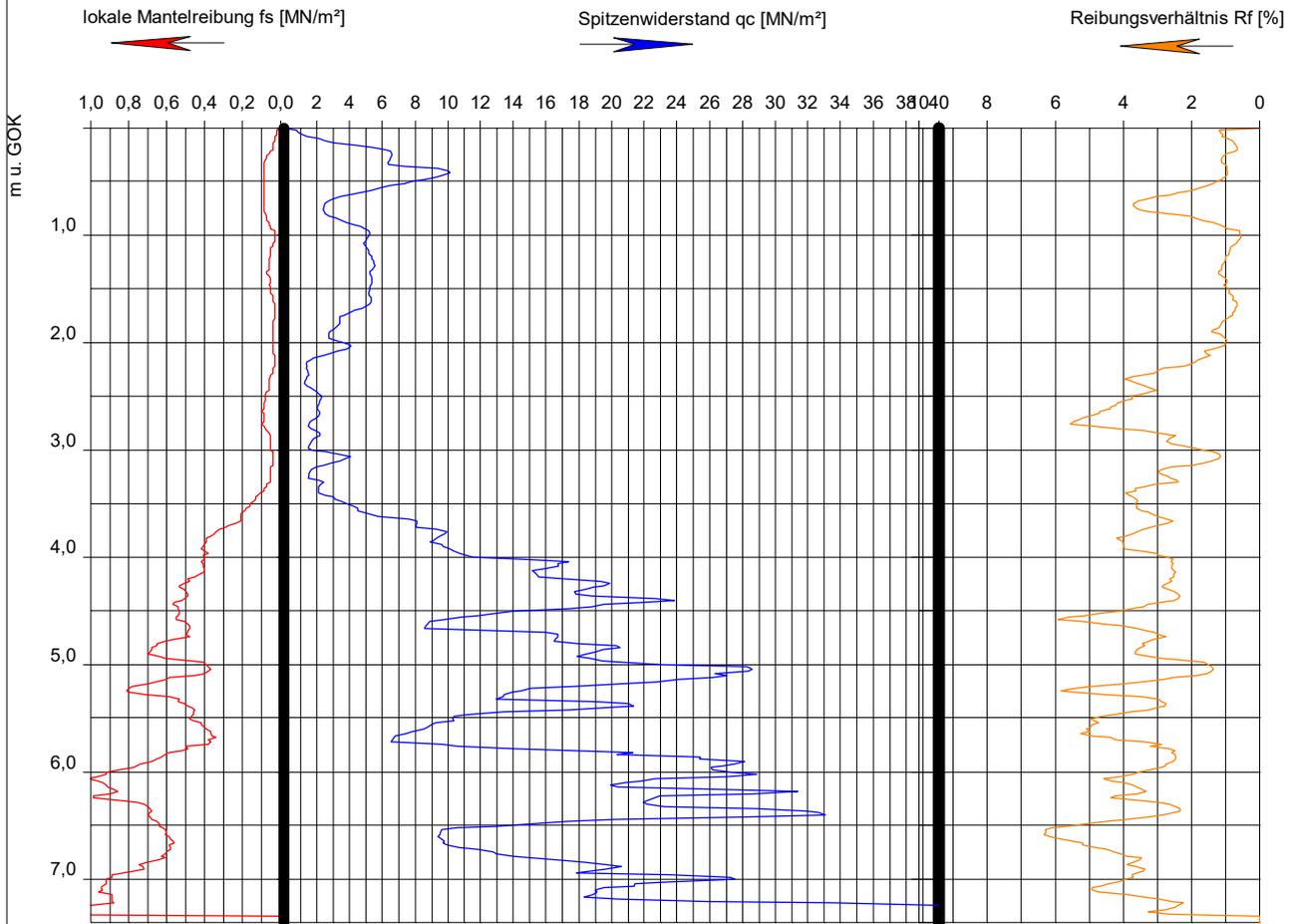
**Dr. Schleicher & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH**

48599 Gronau
Düppelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



**DS 6
GOK**



Höhenmaßstab: 1:70

Drucksondierung 6

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

Projekt-Nr.: 220 728 | Bericht vom: 29.01.2021 | ausgeführt: 01. KW 2021 | Bearb.: SH | Anlage-Nr.: C/3

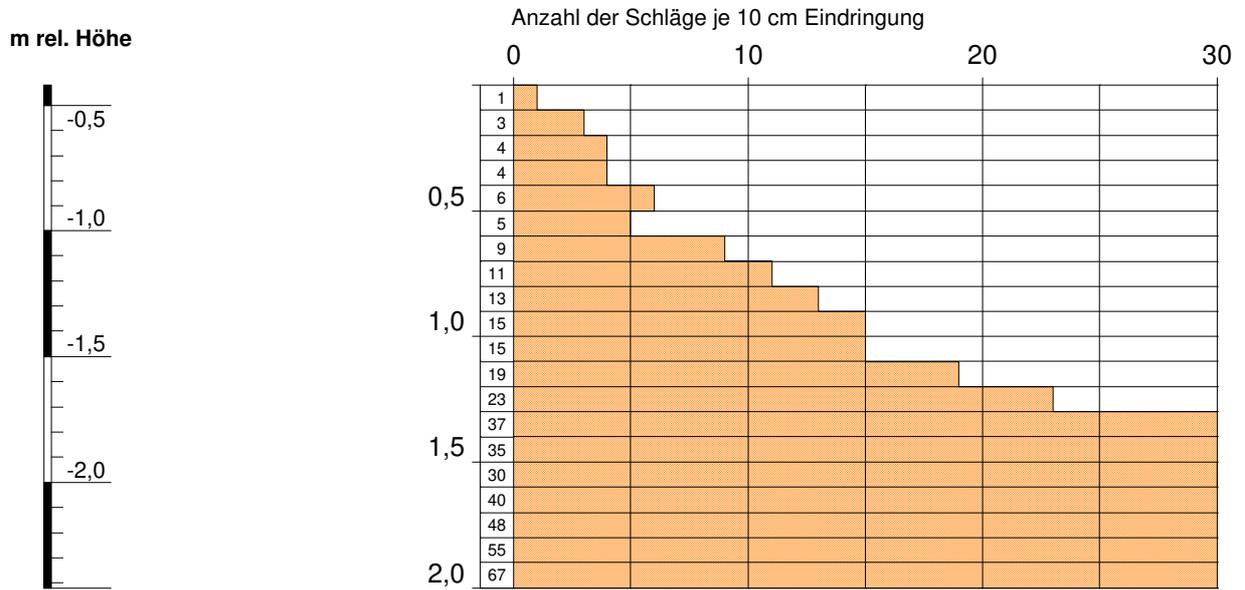
**Dr. Schleicher & Partner
Ingenieurgesellschaft mbH**

48599 Gronau
Düppelstr. 5

49808 Lingen
An der Marienschule 46



KSF 1 RS 1
Leichte Rammsondierung (DPL-10)
Ansatzhöhe: -0,42 m rel. Höhe



Höhenmaßstab: 1:30

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

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

Projekt-Nr.: 220 728 | Bericht vom: 29.01.2021 | ausgeführt: 01. KW 2021 | Bearb.: SH | Anlage - Nr.: D/1

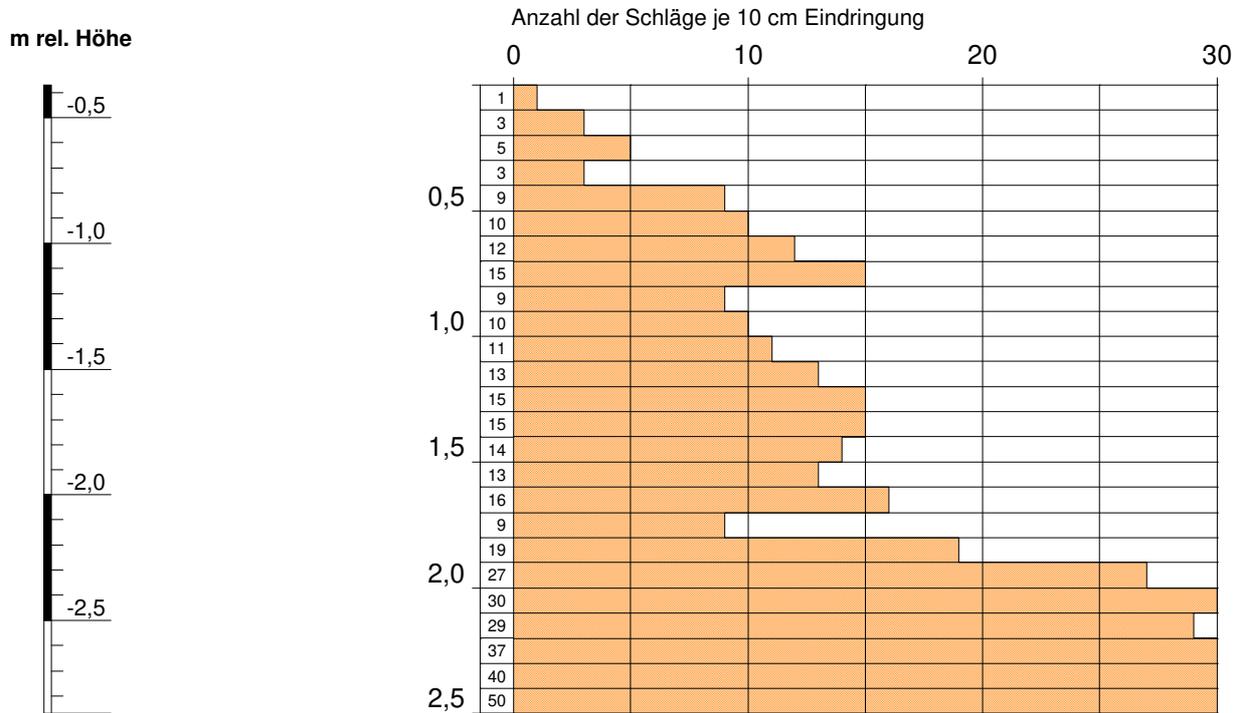
DR. SCHLEICHER
 & PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau
 Düppelstraße 5

49808 Lingen
 An der Marienschule 46



KSF 2 RS 2
Leichte Rammsondierung (DPL-10)
Ansatzhöhe: -0,37 m rel. Höhe



Höhenmaßstab: 1:30

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

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

Projekt-Nr.: 220 728 | Bericht vom: 29.01.2021 | ausgeführt: 01. KW 2021 | Bearb.: SH | Anlage - Nr.: D/2

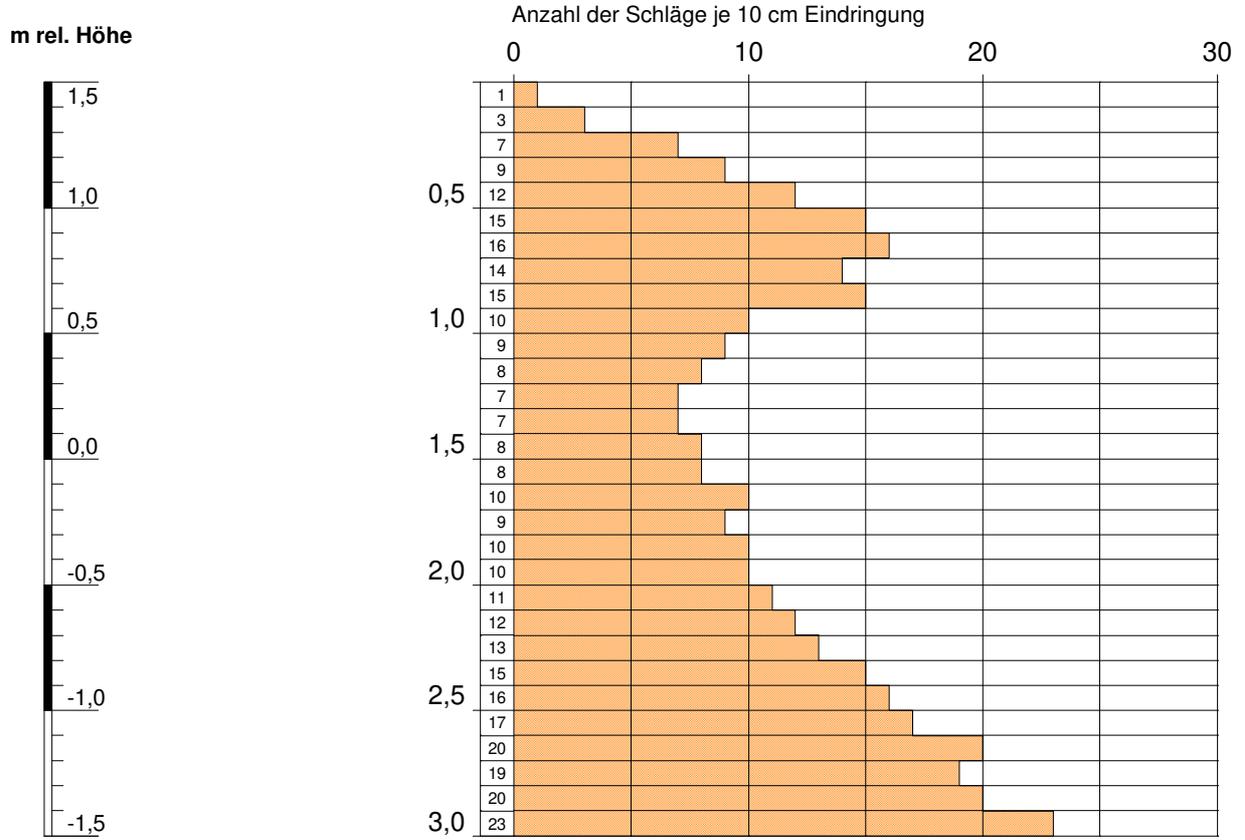
DR. SCHLEICHER
 & PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau
 Düppelstraße 5

49808 Lingen
 An der Marienschule 46



Weg 1 RS 3
Leichte Rammsondierung (DPL-10)
Ansatzhöhe: +1,50 m rel. Höhe



Höhenmaßstab: 1:30

Leichte Rammsondierung (DPL-10): RS 3 Weg 1

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

Projekt-Nr.: 220 728 | Bericht vom: 29.01.2021 | ausgeführt: 01. KW 2021 | Bearb.: SH | Anlage - Nr.: D/3

DR. SCHLEICHER
 & PARTNER
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

48599 Gronau
 Düppelstraße 5

49808 Lingen
 An der Marienschule 46



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

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

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 02102835
Prüfberichtsnummer: AR-21-AN-003238-01

Auftragsbezeichnung: 220 728 Melle (Nie)

Anzahl Proben: 1
Probenart: Boden
Probenahmedatum: 05.01.2021
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



Probenbezeichnung	MP WEA Western- dorf 0,4 - 2,1 m
Probenahmedatum/ -zeit	05.01.2021
Probennummer	021010237

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.-%	86,0
--------------	----	-------------	-----------------------	-----	-------	------

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	34
---------------------------------	------	-------------	---------------------	---	----------	----

Anionen aus der Originalsubstanz

Sulfid, gesamt	FR/f	RE000 FY	DIN 4030-2: 2008-06	5,0	mg/kg TS	22
----------------	------	-------------	---------------------	-----	----------	----

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	69
---------------------------	----	-------------	------------------------------------	----	----------	----

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 - Westendorf

Niedersachsen
Landkreis Osnabrück
Messungen am 12.01.2021

Erläuterung

Geophysikalische Messungen

Ermittlung des spezifischen Erdwiderstandes

Windpark Melle - Westendorf

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 - Westendorf.

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

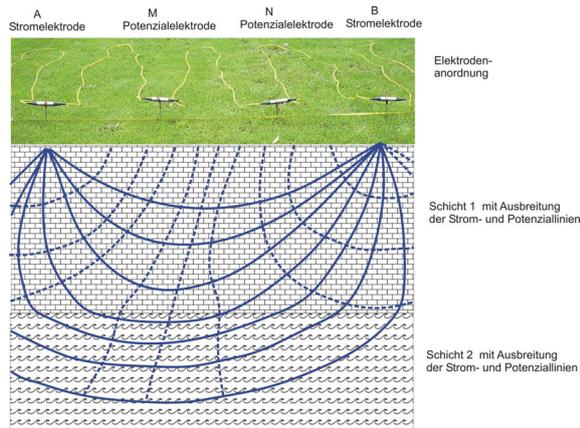
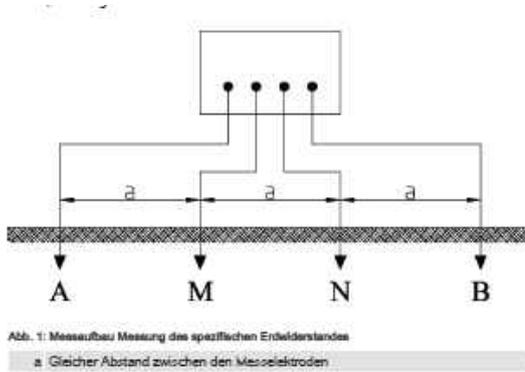


Bild 3: Schematischer Messaufbau nach WENNER



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 - Westendorf
WEA-Nr./Ü-Station:	WEA 1, Neu
Geo-Referenz:	UTM; ETRS 89 RW 32 457 945; HW Y: 5 781 063 Messung in Westsüdwest - Ostnordost - Richtung
Messgerät Typ, S/N, Kalibrierung gültig bis:	Widerstandsmessgerät SuperSting R1; SN SP1402279 Kalibrierung gültig bis 02/2024
Umgebungstemperatur, Wetter, Bodenzustand:	5 ° C, regnerisch-wolkig, zum Teil Acker, zum Teil Wiese schluffig - tonig, nass

a [m]	R [Ω]	$\rho_s = R \times 2\pi \times a$ [$\Omega \times m$]	Bemerkung
0,5	28,6838	90,1127	
1	9,74645	61,2388	
2	4,00063	50,2734	
3	2,45000	46,1814	
5	1,25474	39,4188	
8	0,677757	34,0678	
12	0,461669	34,8091	
16	0,377813	37,9819	
20	0,299939	37,6915	
25	0,231761	36,4049	
30	0,178403	33,6281	

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