17.1 Sonstige Unterlagen

Formular zur Abfrage der Betreiber von Richtfunkstrecken

Datenblatt informelle Voranfrage - Bundeswehr

Risikoanalyse Eisfall

Baugrundgutachten

Die Typenprüfungsunterlagen befinden sich in einem Extraordner:

Maschinengutachten der WEA V162-7.2 MW

Gutachterliche Stellungnahme für Lastannahmen zur Turmberechnung Vestas V 162-7.2 MW mit 169 NH

Prüfbescheid zur Typenprüfung: Prüfung der Standsicherheit -- Hybridturm T21, Windenergieanlage

Vestas V 162-7.2 MW mit 169 m Nabenhöhe

Prüfbericht für eine Typenprüfung - Prüfung der Standsicherheit - Flachgründung mit Auftrieb,

Windenergieanlage Vestas V 162-7.2 MW mit 169 m, Turm: Hybridturm T21, Nabenhöhe: 169 m über GOK

Anlagen:

- Formular zur Abfrage der Betreiber von Richtfunkstrecken.pdf
- Datenblatt Luftfahrt.pdf
- Risikoanalyse0 Eisfall WEA Mannhagen.pdf
- 15624_G WP Mannhagen.pdf
- Deckblatt Typenprüfung.pdf
- 0150-3058.V00-Maschinengutachten-M-10048-0-Rev0-EnVentus-V162--6.8--7.2MW.pdf
- 0136-0315.V00-Lastgutachten-CHT-L-08867-A052-0A-Rev0-162-6.8--7.2MW-169m-20a-DIBtS-(0136-0315).pdf
- 0131-8546.V00-TP-Turm-CHT-3667703-11-d-V162--6.8--7.2MW-169m-20a-(0131-8546).pdf
- 0131-8554.V01-TP-Fundament-FGmA-3667703-21-d-Rev.1-V162--6.8-7.2MW-169m-20a-(0131-8554).pdf

Bundesnetzagentur

000723

Formular zur Abfrage der Betreiber von Richtfunkstrecken im vorgegebenen Plangebiet

1. Adresse der Auskunftersuchenden:

Behörde / Firma:	Windpark Mannhagen Gemeinschafts-GmbH & KG
Straße / Nr.:	Segebadenhau 30
Postleitzahl / Ort:	18519 Sundhagen
Land:	Deutschland

2. Ansprechpartner :

Anrede:	Frau
Name:	[redacted]
Vorname:	[redacted]
E-Mail:	info@een-gmbh.de
Telefon:	03834 887530

3. Art der Bauplanung bzw. des Vorhabens

- ☐ Bebauungsplan
- ☐ Flächennutzungsplan
- ☑ Windkraftanlage(n)
- ☐ Mast(en)
- ☐ Hochspannungsfreileitung(n)
- ☐ Photovoltaikanlage
- ☐ Landschafts-/ Naturschutzgebiet
- ☐ Regionalplan / Raumordnungsplan
- ☐ Teilregionalplan
- ☐ Entwicklungsplan / Entwicklungsprogramm
- ☐ Planfeststellungsverfahren
- ☐ Leitungs- bzw. Medienabfrage
- ☐ Sonstiges:

Planungsbezeichnung:	Repowering im Windpark Mannhagen - Errichtung und Betrieb von
Aktenzeichen: [1]	
BNetzA-Vorgangsnr.: [1]	

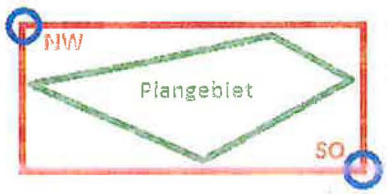
4. Adressdaten des Baugebiets / Plangebiets:

Straße / Nr.:[1]	
Postleitzahl / Ort:	18519 Sundhagen
Landkreis:	Vorpommern-Rügen

1. Angaben bitte ausfüllen, wenn bekannt

5. Koordinaten und Kartenmaterial des Baugebiets / Plangebiets:

Beim **Planrechteck** bitte die Koordinaten in der Form: **Grad Min. Sek. / WGS 84** angeben.
Beispiel: 11°E 22'33" 44°N 55'06" (bitte ohne Sonderzeichen ° ' " und ohne Kommastellen)



- Nordwest-Koordinate (NW): 131016,5972 541048,4284
- Südost-Koordinate (SO): 131302,9892 540909,2088

Beim **Polygon / Vektor** (z. B. für Trassenverläufe der Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen) bitte die Hinweise auf dem Zusatzblatt beachten.

Zusätzlich erforderliche Unterlagen:

- Topografische Karte bzw. Lageplan des Baugebiets mit Orientierungspunkten — ☑ dem Formular beigelegt

6. Angaben zum Maß der baulichen Nutzung:

- Bauhöhe über Erdboden inkl. der möglichen Überschreitungen in Meter: 250,00
- ggf. Zahl der Vollgeschosse als Höchstmaß:
- Sind auf dem Plangebiet weitere hohe Baukörper vorgesehen?

  z. B.:
  ☐ Werbepylone; ☐Schornsteine; ☐ Silos;
  ☐ Baumwipfelpfade; ☐ Hochregallager;
  ☐ Sonstiges:
- Wenn ja, bitte die Bauhöhe dieses Baukörpers angeben:

Bitte richten Sie Ihre Bauleitplanungsanfragen ausschließlich elektronisch an folgende E-Mail-Adresse: 226.Postfach@BNetzA.de

Weitere Informationen zur Bauleitplanung im Zusammenhang mit Richtfunkstrecken stehen Ihnen auf der Internetseite der Bundesnetzagentur zur Verfügung: www.bundesnetzagentur.de/bauleitplanung.

Datenschutzhinweis: Ihre personenbezogenen Daten werden zur weiteren Bearbeitung und Korrespondenz entsprechend der Datenschutzerklärung der Bundesnetzagentur verarbeitet. Diese können Sie über folgenden Link abrufen: www.bundesnetzagentur.de/Datenschutz. Sollte Ihnen ein Abruf der Datenschutzerklärung nicht möglich sein, kann Ihnen diese auch in Textform übermittelt werden.

000724

Zusatzblatt
(nur bei Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen)

Polygon / Vektor

Hinweise:

- Die Koordinaten bitte in eine Excel-Datei eintragen und dem Formular beilegen.
- Das Koordinatenformat ist Dezimalgrad in WGS 84. (Beispiel E11.2233 N44.5566)
- Die Punkte beziehen sich auf den Verlauf des Polygons bzw. des Vektors.
- Beim Polygon ist der erste Punkt ein Nordwest-Wert; der weitere Verlauf im Uhrzeigersinn.
- Beim Vektor sind die Punkte von einem Ende bis zum anderen Ende fortlaufend zu setzen.
- Die Anzahl der Punkte ist variabel und vom Verlauf der Trasse abhängig.

Zusätzlich erforderliche Unterlagen:

- Topografische Karte bzw. Lageplan des Trassenverlaufs mit Orientierungspunkten ☐ dem Formular beigelegt

Bundesamt für Infrastruktur, Umweltschutz und Dienstleistungen der Bundeswehr
Referat Infra I 3
Fontainengraben 200
53123 Bonn
windenergie@bundeswehr.org

Datenblatt informelle Voranfrage

Das Inkrafttreten der EU-Verordnung 73/2010 bitte ich zu beachten!

Adresse Betreiber: Windpark Mannhagen Gemeinschafts-GmbH & Co. KG, Segebadenhau 30, 18519 Sundhagen

Tel. / Fax / E-Mail: 0383[redacted]

Marktstammdatennummer: wird nach Genehmigung erteilt

Liegt dem Vorhaben ein rechtskräftiger Flächennutzungsplan zugrunde? Wenn Nein bitte begründen! Ggf. auf einem gesondertem Blatt.

Ja : ☑	Der FNP der Gemeinde Sundhagen enthält ein SG Wind
Nein : ☐	

							Geografische Koordinaten im Bezugssystem WGS 84 **KEINE Rechts- und Hochwerte**								
Nr.	Name des Windparks	WEA-Bezeichnung	WEA-Typ	NH in m	RD in m	WEA-Störtyp	Latitude Format: 50 32 27,6	Longitude Format 9 17 26,3	Anlagen-nennleistung in KW	Anlagenhöhe über Grund in m	Geländehöhe m NHN im Bezugssystem	Gesamt-höhe mNHN	Gemarkung	Flur	Flurstück
1	Mannhagen Repo	1	Vestas V162-7.2	169,00	162,00	D	54 10 04,87	13 11 24,78	7200	250,00	24,90	274,90	Mannhagen	13	49/1
2	Mannhagen Repo	2	Vestas V162-7.2	169,00	162,00	D	54 10 03,95	13 11 47,55	7200	250,00		250,00	Mannhagen	13	44
3	Mannhagen Repo	3	Vestas V162-7.2	169,00	162,00	D	54 09 51,85	13 11 30,04	7200	250,00		250,00	Mannhagen	13	75
4	Mannhagen Repo	4	Vestas V162-7.2	169,00	162,00	D	54 09 47,41	13 10 48,65	7200	250		250,00	Wilmshagen	1	200
5	Mannhagen Repo	5	Vestas V162-7.2	169,00	162,00	D	54 09 40,30	13 11 04,35	7200	250		250,00	Wilmshagen	1	197
6	Mannhagen Repo	6	Vestas V162-7.2	169,00	162,00	D	54 09 34,51	13 11 21,64	7200	250		250,00	Mannhagen	13	60
7	Mannhagen Repo	7	Vestas V162-7.2	169,00	162,00	D	54 09 41,57	13 11 37,60	7200	250		250,00	Mannhagen	13	82
8	Mannhagen Repo	8	Vestas V162-7.2	169,00	162,00	D	54 09 43,68	13 11 57,47	7200	250		250,00	Mannhagen	13	80
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

Erläuterungen:

NH - Nabenhöhe des Anlagentyps

RD - Rotordurchmesser des Anlagentyps

Störtyp:

RD: =
< 60 m: **B**
60 - 100 m: **C**
> 100 m: **D**

000725

000726

Ingenieurbüro Frey messen an Windenergie-anlagen

Risikoanalyse zum Eisfall für 12 geplante Windenergieanlagen bei Mannhagen (Mecklenburg-Vorpommern)

Berichtsnummer: WE2024-02-02

Seiten: 32 Seiten + Anhang

Auftragnehmer:

Ingenieurbüro Dr.-Ing. Dieter Frey
Bürgermeister Kröger Straße 17
D - 21244 - Sprötze

Auftraggeber:

EEN GmbH
Herrenhufenstr. 1
D-17489 Greifswald

INHALT

1.	ZUSAMMENFASSUNG	3
2.	EINLEITUNG	5
3.	STANDORTBESCHREIBUNG	6
3.1	LAGE	6
4.	RISIKOBEWERTUNG	9
4.1	INDIVIDUELLES RISIKO	9
4.2	KOLLEKTIVES RISIKO (GEFÄHRDUNG DES ÖFFENTLICHEN VERKEHRS)	10
4.3	VERKEHRSDICHTE IM GEFÄHRDETEN STRAßENBEREICH	11
5.	**RISIKOANALYSE**	12
5.1	EISWURF UND EISFALL	12
5.1.1	BESTIMMUNG DER EISABWURFWEITEN	13
5.1.2	BESTIMMUNG DES EISFALLRISIKOS	15
5.1.3	MAßNAHMEN ZUR RISIKOMINIMIERUNG	20
5.1.3.1	ERKENNUNG VON EISANSATZ	20
5.1.3.2	MAßNAHMEN ZUM SCHUTZ VOR EISWURF BEI WIEDERANLAUF	20
6.	**RISIKOANALYSE UND BEWERTUNG**	21
6.1	EISWURF UND EISFALL	21
6.1.1	VEREISUNGSPOTENTIAL	21
6.1.2	GEFÄHRDUNGSRADIUS	22
6.1.3	INDIVIDUALRISIKO	22
6.1.4	KOLLEKTIVRISIKO	23
7.	**MODELL- UND DATENUNSICHERHEITEN**	25
8.	**BEWERTUNG UND EMPFEHLUNGEN**	26
8.1	WEITERFÜHRENDE MAßNAHMEN	26
9	VERWENDETE ABKÜRZUNGEN	28
10	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	29
11	TABELLENVERZEICHNIS	30
	LITERATURVERZEICHNIS	31

ANHANG

- Standortdokumentation
- Allgemeine Spezifikation Vestas Eiserkennungssystem (VID). Dokumentennr.: 0049-7921 V15. 13. Oktober 2022, Vestas Wind Systems A/S
- Zertifikat Rotor Blade Monitoring System BLADEcontrol Ice Detector (BID). Dokument CR-DNV-SE-0439-04314-2. DNV. Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH, Brooktorkai 18, 20457 Hamburg. Oktober 2022.
- Vestas Condition Monitoring Solution – BKV CMS. Dokumentverwalter: VPDC CMS.

1. Zusammenfassung

Sieben der geplanten 12 Windenergieanlagen vom Typ Vestas V162 südwestlich von Mannhagen (Gemeinde Sundhagen, Landkreis Vorpommern-Rügen) unterschreiten den erforderlichen Mindestabstand bzgl. Eisabwurf (1,5 x Nabenhöhe+Rotordurchmesser) zu öffentlichen Verkehrsflächen (Bundesstraße B96, Landesstraße L30, Gemeindeweg Mannhagen – B96/Wilmshagen). Hierzu werden im Folgenden Berechnungen zur Eisabfallwahrscheinlichkeit bei stehendem Rotor (Trudelbetrieb) im Umkreis der WEA beschrieben und die gefährdeten Bereiche in Kartenform dargestellt.

Die Risikoabschätzung ergab, dass die Risiken bzgl. Eisfall ohne weiterführende Maßnahmen an einigen Verkehrswegen (Straße/Weg nach Mannhagen) im tolerablen Bereich liegen. Es sind daher für die 7 betroffenen WEA (4-8, 11, 12) risikomindernde Maßnahmen vorzusehen. Durch folgende weiterführende Maßnahmen kann das Gefährdungsrisiko durch **Eiswurf (im Betrieb und beim Wiederanlauf nach Stillstand) und Eisfall** (im Trudelbetrieb) deutlich minimiert werden:

1. Installation eines Systems zur automatischen Erkennung von Eisansatz an den Rotorblättern und Abschaltung der WEA durch Vergleich der Leistungsbeiwerte (SOLL-IST) nach Vorgabe des Anlagenherstellers [2].
2. Installation eines zweiten zertifiziertes Eiserkennungssystem (hier System Weidmüller Blade control [2, Kap. 5.2], [6]), das Eisansatz unabhängig von Punkt 1 detektiert (durch Sensoren an den Rotorblättern) und ein Wiederanlaufen bei Eisansatz verhindert.
3. Aufstellung von Warnhinweisen (Gefährdung durch Eisfall) an den Zufahrtswegen zum Windpark.

Die Systeme nach (1) und (2) versetzen die Anlagen in den Trudelbetrieb, bei dem das Anwachsen von Eis– gegenüber einem Betrieb mit Nenndrehzahl – durch die verringerte Blattspitzengeschwindigkeit erheblich verlangsamt wird. Damit verringern sich die Dicke und die Masse des anwachsenden Eises. Die Folge ist eine kleinere Zahl von abfallenden Eisstücken im Trudelbetrieb, das Risiko für Eisfall verringert sich.

Das System nach (2) kann Eisansatz auch im Trudelbetrieb ohne Leistungsabgabe erkennen und ist daher insbesondere zur Überwachung des Anlaufvorgangs und ergänzend zum System (1) bei niedrigen Windgeschwindigkeiten < 3 m/s (keine Leistungsabgabe) und hohen Windgeschwindigkeiten (> 20 m/s) geeignet.

Maßnahme 3 dient zur Risikominderung an den Zufahrtswegen zum Windpark.

Bei Umsetzung der Maßnahmen 1-3 liegen Individual- und Kollektivrisiko für die untersuchten Straßen und die öffentlichen Wege im unkritischen Bereich.

Der Bericht wurde sorgfältig und unparteiisch nach bestem Wissen und Gewissen erstellt. Die Ergebnisse sind von dritter Seite unbeeinflusst zustande gekommen.

Von dem Bericht liegt eine Kopie im Ing.-Büro Frey, welche im Streitfall alleinig gültig ist.

Schadensersatzansprüche sind ausgeschlossen. Auszugsweise Veröffentlichungen aus diesem Bericht sind erlaubt, wenn die Seiten vollständig kopiert werden. Der Bericht ist vorzugsweise vollständig weiterzugeben.

Buchholz, den 9.2.2024

[redacted]

(Dr. [redacted])

2. Einleitung

Die EEN GmbH plant südwestlich der Ortschaft Mannhagen (Gemeinde Sundhagen, Landkreis Vorpommern-Rügen, Mecklenburg-Vorpommern) die Errichtung von 12 Windenergieanlagen des Typs Vestas V162 mit 169 m Nabenhöhe und 162 m Rotordurchmesser. Am Aufstellungsort wird der erforderliche Mindestabstand (1,5 mal (Nabenhöhe + Rotordurchmesser oder 497 m) zu nahe gelegenen öffentlichen Wegen, hier Abschnitte der Bundesstraße B96, der Landesstraße L30 und der Verbindungsstraße Mannhagen zur Landesstraße L30 und weiter nach Wilmshagen unterschritten.

Nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) sind genehmigungsbedürftige Anlagen so zu errichten und zu betreiben, dass zur Gewährleistung eines hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft nicht hervorgerufen werden können.

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens ist nachzuweisen, dass die öffentliche Sicherheit durch die geplanten Anlagen nicht beeinträchtigt wird. Abstände größer als 1,5 x (Nabenhöhe + Rotordurchmesser) zu öffentlichen Verkehrswegen gelten als ausreichend, um eine Gefährdung auszuschließen. Sofern diese Abstände nicht eingehalten werden, ist eine gutachterliche Stellungnahme erforderlich, um eine Abweichung zu begründen und die Funktionssicherheit von zusätzlichen Einrichtungen (z.B. Rotorblattheizung, automatische Abschaltung bei Eisansatz) zu gewährleisten.

Bei einer Nabenhöhe der Neuanlage (Typ Vestas V162) von 169 m und einem Rotordurchmesser von 162 m sind daher auftretende Abstände unter 1,5 x (169+162) m = 497 m zu öffentlichen Verkehrswegen gesondert zu überprüfen. Betroffen hiervon sind die oben erwähnten Straßen- und Wegabschnitte.

Weitere bestehende und geplante Anlagen in Straßennähe sind nicht vorhanden, es entfällt daher die Berücksichtigung einer Vorbelastung.

Im Rahmen der Prüfung werden die vorgesehenen technischen Maßnahmen zur Vermeidung von Eisabwurf und Eisabfall rings um die neue WEA beschrieben und bewertet. Ergänzend wird eine Berechnung der Eisabfallwahrscheinlichkeit im Umkreis der WEA erstellt.

3. Standortbeschreibung

3.1 Lage

Die geplanten Standorte der Windenergieanlagen vom Typ Vestas V162 mit 169 m Nabenhöhe und 162 m Rotordurchmesser liegen westlich und südwestlich der Ortschaft Mannhagen (Gemeinde Sundhagen, Landkreis Vorpommern-Rügen, Mecklenburg-Vorpommern). Weitere Orte in der näheren Umgebung sind Wilmshagen und Ausbau Wilmshagen im Westen, Dümmelscher Hof im Süden und Reinkenhagen im Norden. Die Stadt Stralsund liegt ca. 15 km nordnordwestlich. Innerhalb der Parkfläche sind mehrere Anlagen im Betrieb, die im Zuge eine Repowerings ersetzt werden sollen.

Die Standortumgebung ist gekennzeichnet durch großflächige landwirtschaftliche Nutzung. Die Straßen und die Ortsrandbereiche sind verbreitet von Büschen und Bäumen gesäumt (vgl. Standortdokumentation im Anhang).

Die geplanten Standorte liegen östlich der Bundesstraße B96 mit der Abfahrt Miltzow und östlich der Landesstraße L30. Der Abstand beträgt ca. 400 m (WEA 4, 12).

Ein unbefestigter Weg verläuft von Mannhagen in Richtung Wilmshagen über die Ortsstelle Dümmelscher Hof zur L30 südlich von Wilmshagen (Weg ab Dümmelscher Hof in Richtung Wilmshagen befestigt). Die geplanten Anlagen WEA 4, 5, 6, 7, 8, 11 stehen westlich und nördlich dieses Wegs teils in dichten Abständen von 85-160 m). Der Abschnitt ab Dümmelscher Hof wird unter der Bezeichnung „Am Rienegraben" separat bewertet.

Ein Zufahrtsweg zum Windpark zweigt vom Verbindungsweg Wilmshagen - Mannhagen nach Nordwesten ab und dient der Erschließung und Zufahrt zu den Anlagen. Ein weiterer Zufahrtsweg zweigt bei Ausbau Wilmshagen von der L30 in südöstlicher Richtung ab.

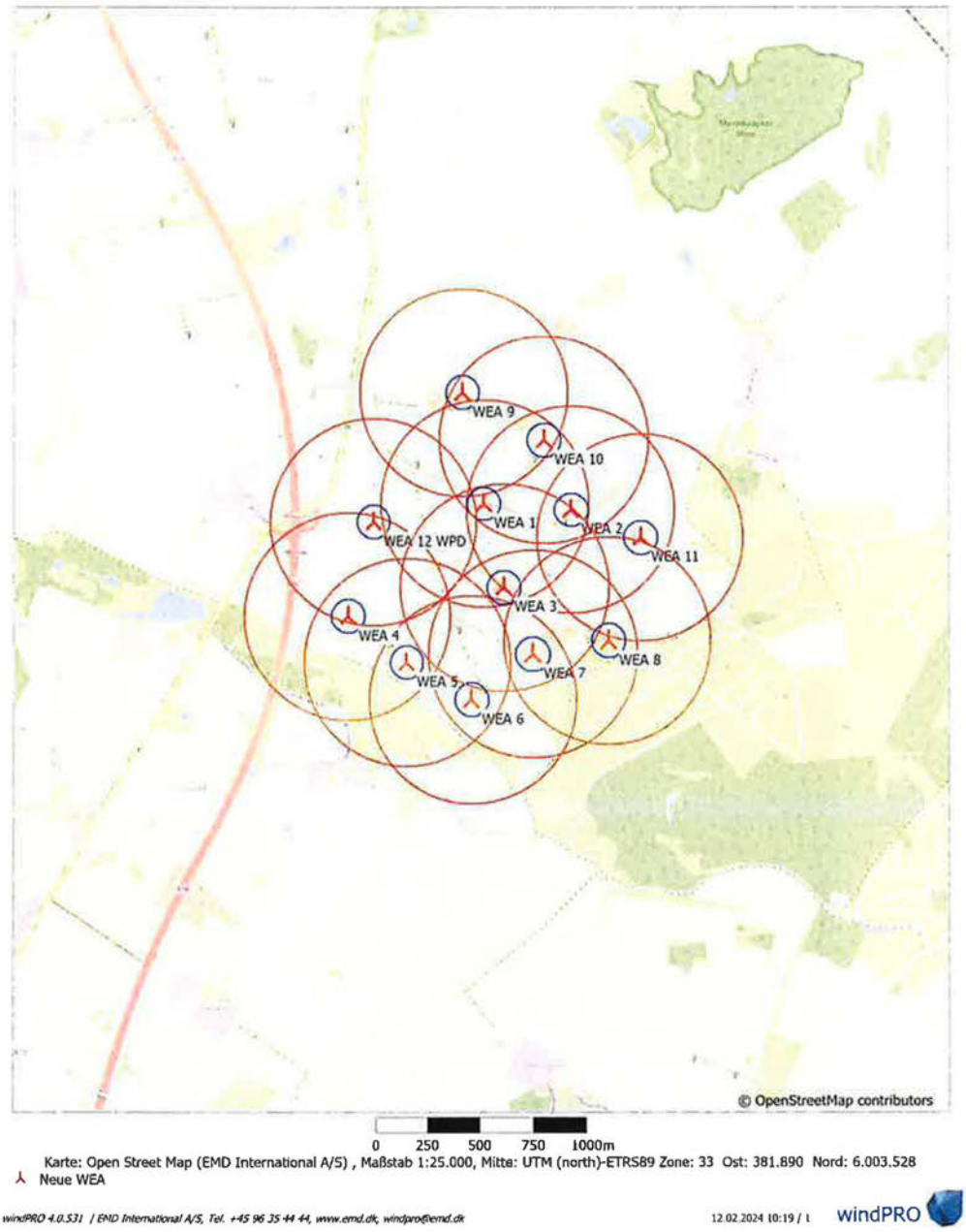
Die Standorte liegen großräumig gesehen in flachem Gelände. Die Geländehöhen betragen im weiteren Umfeld (ca. 3 km) zwischen 8 und 15 m NN.

Projekt:
Mannhagen

[redacted]

12.02.2024 10:17/4.0.531

PARK - Karte



Karte: Open Street Map (EMD International A/S) , Maßstab 1:25.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 381.890 Nord: 6.003.528

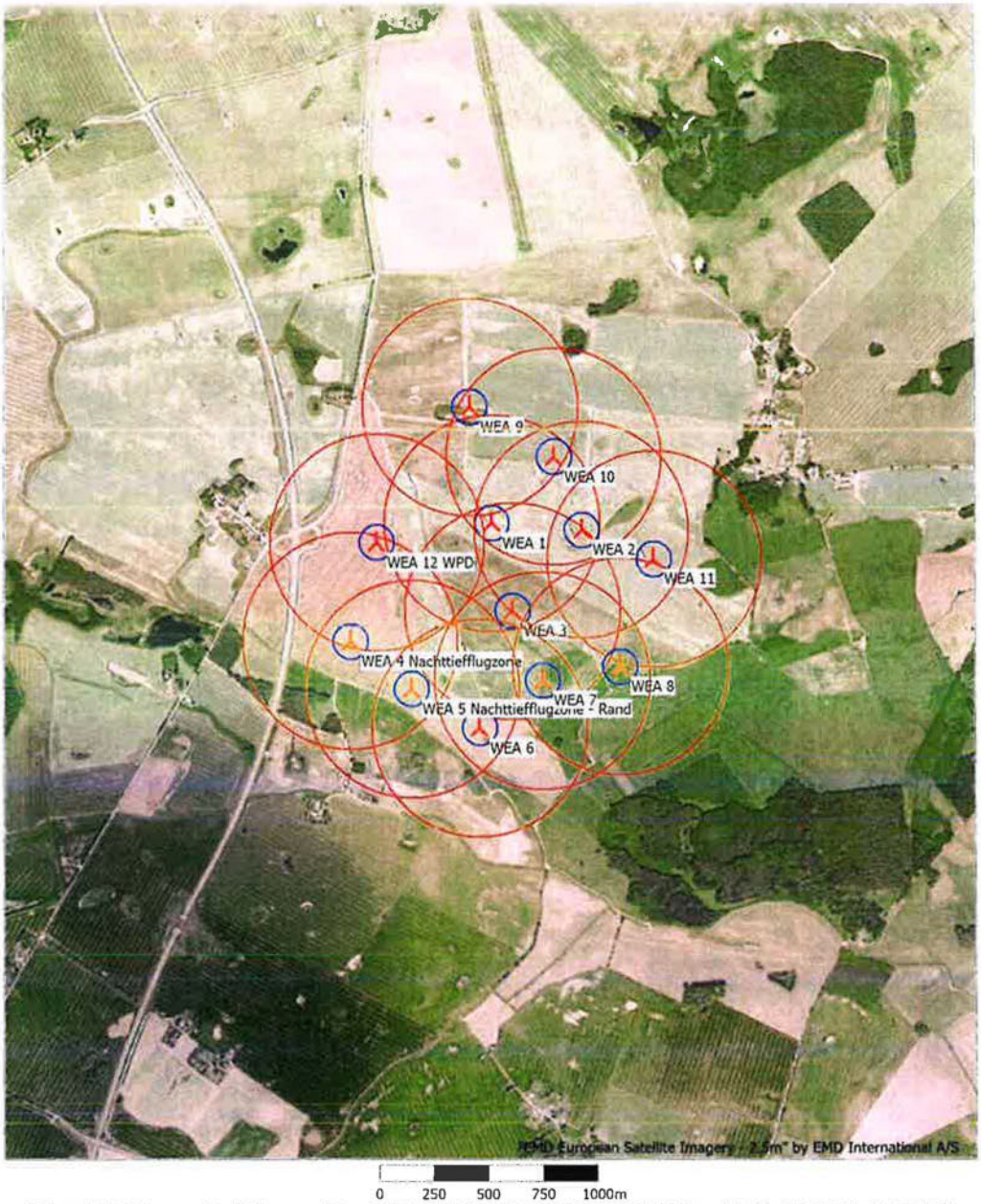
Neue WEA

Abbildung 1a: Übersichtskarte der Standorte: Geplante WEA (rot) mit Gefährdungskreis (497m Radius).

Projekt:
Mannhagen

Exklusiv für Anwender:
[redacted]
29.01.2024 15:18/4.0.531

PARK - Karte



Karte: windPRO European Satellite Imagery - 2.5m , Maßstab 1:25.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 381.890 Nord: 6.003.528
Neue WEA

Abbildung 1b: Luftbild mit den geplanten WEA. Die Kreise (rot) zeigen für jede WEA den Mindestabstand bzgl. Eisabfall.

4. Risikobewertung

Für die vorliegende Fragestellung werden verschiedene Quellen zur Ermittlung eines Risikogrenzwertes herangezogen, da es deutschlandweit kein einheitliches Risikoakzeptanzkriterium gibt:

- Prinzip der minimalen endogenen Mortalität (MEM, [1])
- Statistiken der Gesundheitsberichterstattung des Bundes (GBE, [12])
- Statistiken der Verkehrsunfälle des Statistischen Bundesamtes [8]
- Risk Criteria in EU [13]
- Deutsche Störfall Kommission-Risikomanagement im Rahmen der Störfallverordnung [14]
- Kriterien für die Beurteilung von Gefährdungen durch technische Anlagen VdTÜV [15]

Erhöht sich das Risiko infolge der betrachteten Gefährdung durch die WEA signifikant, so sind entsprechende Maßnahmen abzuleiten. In Anlehnung an das MEM Prinzip [1] wird eine Risikoerhöhung um mehr als 10% als signifikant erachtet.
Im Rahmen der Beurteilung der Gefährdung von Verkehrsteilnehmern im öffentlichen Straßenverkehr werden die Gefährdung der einzelnen Verkehrsteilnehmer und die des Straßenverkehrs in den betroffenen Verkehrsabschnitten berücksichtigt. Für die Bewertung einzelner Verkehrsteilnehmer werden Bewertungsmaßstäbe für das Individualrisiko herangezogen (Kap. 4.1). Zur Beurteilung der Gesamtsituation ist zusätzlich auch die Betrachtung der Gefährdung des Verkehrs auf öffentlichen Wegen nötig (Kollektivrisiko). Diese wird mit Hilfe von Schätzungen zur Verkehrsdichte am Standort und den aktuellen Verkehrsunfallzahlen [8, 9] bewertet.

4.1 Individuelles Risiko

MEM Prinzip
Das Prinzip der MEM [1] beschreibt das akzeptierte (unvermeidliche) Risiko, durch eine betreffende Technologie zu Tode zu kommen.
Sie wird in der CENELEC-Norm EN 50126 beschrieben und konkretisiert als **0,0002 Todesfälle pro Person und Jahr** (in wirtschaftlich gut entwickelten Ländern). Da jeder Mensch „vielen" (normiert: 20) technischen Systemen gleichzeitig ausgesetzt ist, wird pro System ein Schwellwert von 1/20 MEM = 0,00001 Tote/Jahr festgesetzt.
Dieser Wert darf von geplanten Neuerungen nicht überschritten werden. Im Gegenteil müssen neue Technologien in aller Regel sicherer sein als alte, da der technische Fortschritt das ermöglicht (ALARP-Prinzip, von englisch *as low as reasonably practicable* [7]).

GBE Statistik
Nach den Unfallstatistiken der GBE [12] und mit der Annahme eines Anstiegs des Risikos um maximal 10% (noch nicht signifikant), erhält man:

- Risiko eines tödlichen Freizeitunfalls 6,0 10^{-6} (0,000006) je Person und Jahr.

VdTÜV
In [15] wird empfohlen, für Deutschland den in den Niederlanden geltenden Risikogrenzwert von 1,0 10^{-6} für Neuanlagen zu übernehmen, solange in Deutschland keine rechtlich verbindliche Regelung vorliegt.

Ein Vergleich der drei Ansätze zeigt, dass die Risikoakzeptanzkriterien in einem Bereich von $1{,}0\ 10^{-6}$ pro Person und Jahr (unterer Grenzwert des Individualrisikos) bis $1{,}0\ 10^{-5}$ pro Person und Jahr (oberer Grenzwert des Individualrisikos) liegen.
Ein Individualrisiko unterhalb von $1{,}0\ 10^{-6}$ ist als akzeptabel oder unkritisch zu bewerten Im Bereich zwischen $1{,}0\ 10^{-6}$ und $1{,}0\ 10^{-5}$ ist das Risiko tolerabel. Nach dem ALARP Prinzip [9] sind in diesem Fall jedoch Maßnahmen zur Risikominderung erforderlich, bzw. zu prüfen.
Ein Individualrisiko oberhalb von $1{,}0\ 10^{-5}$ gilt als unakzeptabel. In diesem Fall müssen weiterführende Maßnahmen zur Risikominderung durchgeführt werden.

4.2 Kollektives Risiko (Gefährdung des öffentlichen Verkehrs)

Die Bewertung des ermittelten Kollektivrisikos richtet sich nach den IEA Empfehlungen [20] vom April 2022.
Laut Tabelle 5 des o.g. Dokuments sind Risikowerte < 10^{-4} unkritisch, im Bereich 10^{-3} bis 10^{-4} tolerabel und bei > 10^{-3} nicht akzeptabel (vgl. S.28, Tabelle 5 in [20]).
Diese Grenzwerte gelten unabhängig von der tatsächlichen Verkehrsbelastung an den untersuchten Straßen und Wegen. Sie sind insbesondere für Nebenstraßen, Waldwege, und für Fußgänger anzuwenden.
Bei Risiken > 10^{-3} müssen weiterführende Maßnahmen zur Risikominimierung ergriffen werden. Dazu zählen laut Tabelle 7, letzte Spalte auf S.31 (in [20]) Maßnahmen zur Eiserkennung und zum Wiederanlauf nach Eiserkennung.

Alternativ kann zur Beurteilung der Gefährdung des Straßenverkehrs durch die WEA das allgemein vorliegende Unfallrisiko im Straßenverkehr betrachtet werden. Dazu werden die aktuellen Statistiken von Verkehrsunfällen herangezogen (Statistisches Bundesamt [8,9]). Bei einer signifikanten Risikoerhöhung (größer 10% in Anlehnung an das MEM Prinzip [1]) sind entsprechende Maßnahmen zur Minderung vorzusehen.
Nach [8] gab es in 2019 je 1.000 km Straßenlänge 436 Unfälle mit Personenschaden (außerorts, ohne Autobahnen). Das entspricht einer Unfallhäufigkeit von (gerundet) 0,436 pro Kilometer und Jahr.
Die signifikante Risikoschwelle (10%) liegt dann bei $4{,}36\ 10^{-2}$ je km und Jahr. Berücksichtigt man die betroffenen Weglänge (B96 inkl. Ab- und Auffahrten der Anschlusstelle Miltzow, ca. 1.400 m im Gefährdungsbereich), erhält man in Anlehnung an das ALARP Prinzip [7] folgende Risikogrenzwerte:

- Obere Grenze: **$6{,}02\ 10^{-2}$** je WEA und Jahr. Das entspricht einem Unfall mit Personenschaden alle 17 Jahre;
- Untere Grenze: **$6{,}02\ 10^{-3}$** je WEA und Jahr. Das entspricht einem Unfall mit Personenschaden alle 166 Jahre.

Bezogen auf das betroffene Teilstück der B96 (Länge 1.400 m) ist daher eine Unfallhäufigkeit kleiner als $6{,}02\ 10^{-3}$ je WEA als unkritisch zu bewerten. Ein Unfallrisiko zwischen $6{,}02\ 10^{-2}$ und $6{,}02\ 10^{-3}$ ist tolerabel, Maßnahmen zur Risikominderung sind jedoch zu prüfen. Bei einem Unfallrisiko größer als $6{,}02\ 10^{-2}$ sind weiterführende Maßnahmen zur Risikominderung zwingend erforderlich.
Für die Landesstraße L30 (betroffen Länge 670 m) erhält man analog:

- Obere Grenze: **$2{,}92\ 10^{-2}$** je WEA und Jahr.
- Untere Grenze: **$2{,}92\ 10^{-3}$** je WEA und Jahr.

Die Straße „Am Rienegraben" und der Weg nach Mannhagen werden nach der IEA Empfehlung bewertet, da die o.g. Unfallzahlen hier nicht repräsentativ sind:

- Obere Grenze: $\mathbf{10^{-3}}$ je WEA und Jahr.
- Untere Grenze: $\mathbf{10^{-4}}$ je WEA und Jahr.

4.3 Verkehrsdichte im gefährdeten Straßenbereich

Die Bundesstraße B96 verbindet Stralsund mit der Autobahn A20. An der Ausfahrt Miltzow kreuzt die B96 die Landesstraße L30.
Für die B96 gibt es aktuellen Verkehrszählungen der Dauerzählstelle Stralsund, die im Folgenden verwendet werden (in 2021 11.690 Fahrzeuge pro Tag, beide Richtungen). Für die L30 wird aufgrund der räumlichen Lage und der angebundenen Ortschaften (Grimmen im Südwesten, Reinkenhagen im Norden) eine mittlere Verkehrsdichte von 2.000 Fahrzeugen pro Tag (beide Fahrtrichtungen) angenommen. Hierbei dürfte es sich zu einem Teil um land- und forstwirtschaftlichen Verkehr handeln.
Diese Annahme ist aufgrund der lokalen Siedlungsstruktur (überwiegend ländlich und bewaldet mit kleinen angebundenen Ortschaften und Einzelhöfen) als konservativ zu bewerten.
Für die Straße „Am Rienegraben" wird reiner Anliegerverkehr angenommen, max. 200 Fahrzeuge pro Tag.
Vom Rienegraben zweigt ein unbefestigter Weg in Richtung Mannhagen ab. Aufgrund der räumlichen Lage und der angebundenen bebauten Flächen wird hierfür eine geringe Verkehrsdichte von maximal 30 Fahrzeugen pro Tag (beide Fahrtrichtungen) angenommen. Die Hauptzufahrt nach Mannhagen erfolgt von Norden (Reinkenhagen).

Im Weiteren wird das ermittelte Kollektivrisiko mit beiden beschriebenen Ansätzen (IEA und nach Verkehrsaufkommen) verglichen und daraus Handlungsempfehlungen abgeleitet.

5. Risikoanalyse

5.1 Eiswurf und Eisfall

Die Begriffe Eiswurf und Eisfall werden meist in Zusammenhang mit Windenergieanlagen verwendet und bezeichnen das Abfallen (bei stehender Anlage), bzw. Abwerfen (Abwurf) von Eis von den Rotorblättern. Die Gefahr von herabfallenden Eisstücken bei entsprechender Witterung geht jedoch grundsätzlich von allen hohen Gebäuden und Bauwerken aus.

Bei bestimmten Wetterlagen (insbesondere bei Nebel oder Regen und Temperaturen um den Gefrierpunkt oder darunter) können sich auf den Rotorblättern von Windenergieanlagen Eisschichten bilden, die sich bei Tauwetter oder beim Erreichen einer bestimmten Eisdicke ablösen. Die Eisbildung (Anwachsen von Eis) erfolgen bei Drehung des Rotors im Leistungsbetrieb mit höherer Rate. Auch die Eisdicke nimmt bei höherer Drehzahl schneller zu. Schutzsysteme zielen daher darauf ab, die Eisbildung zu verlangsamen, bzw. zu minimieren. Bei Erkennung von Eisansatz wird die Anlage daher in den Trudelbetrieb (langsame Drehzahl von 0-3 Umdrehungen pro Minute) versetzt.

Je nach Betriebszustand der Anlage (Leistungsbetrieb, Trudelbetrieb) lassen sich drei Fälle unterscheiden:

1. Eiswurf: Die Anlage ist während der Eisbildung im Leistungsbetrieb, durch die Rotordrehung und die Biegung der Rotorblätter werden Eisstücke in Drehrichtung des Rotors abgeworfen. Dieser Betriebszustand kann durch ein automatisches System zur Erkennung von Eisansatz ausgeschlossen werden.
2. Eisfall: Im Stillstand und im Trudelbetrieb– insbesondere bei einsetzendem Tauwetter – kann das angesetzte Eis abfallen und durch den vorherrschenden Wind zusätzlich entgegen der Windrichtung verdriftet werden.
3. Eiswurf bei Wiederanlauf: Beim Wiederanlauf der Anlage nach Stillstand und nicht vollständig abgetauten Rotorblättern werden Eisstücke in Drehrichtung des Rotors abgeworfen.

Rechnerisch sind je nach Windgeschwindigkeit Wurfweiten von mehreren hundert Metern möglich. In der Realität treten kritischer Eiswurf und Eisfall selten bei hohen Windgeschwindigkeiten auf. Eiswetterlagen sind meist schwachwindig, schon Eisansatz in Millimeterstärke reduziert Auftrieb und Drehzahl des Rotors und das Eis wird in kleinen Stücken bereits durch die auf sie wirkende Zentripetalkraft abgeworfen. Je nach Eisform wirkt der Luftwiderstand begrenzend auf die Wurfweite. Parameter für die Wurfweite sind Drehzahl, Anlagenhöhe, Rotordurchmesser, ablenkende Windgeschwindigkeit quer zur Wurfrichtung und Eisform (Luftwiderstand).

Es wird daher empfohlen, einen Abstand von 1,5x (Nabenhöhe+Durchmesser) zu den nächsten gefährdeten Objekten einzuhalten [5]. Ist dies nicht möglich, sollte - bei WEA, die über kein Eiserkennungssystem verfügen - die Anlage in Zeiten möglicher Vereisung automatisch abgeschaltet bleiben. Ausgenommen sind dann nur Zeiträume, in denen der Wind aus Richtungen kommt, die eine Gefährdung dieser Objekte durch Eisabwurf ausschließen oder eine Vereisung wird durch aktive Beheizung der Blätter vollständig verhindert.

5.1.1 Bestimmung der Eisabwurfweiten

Die Gefährdung durch Eisabwurf im laufenden Betrieb der WEA kann durch ein Eiserken nungssystem (nach [2] und/oder [6]) ausgeschlossen werden. Die WEA wird bei Eisansatzerkennung automatisch gestoppt. Im Stillstand, bzw. im Trudelbetrieb abfallendes Eis – insbesondere während des Abtauens - kann aber je nach Windrichtung und Windgeschwindigkeit, sowie Größe und Form der Eisstücke verdriftet werden und damit auch außerhalb der Rotorkreisfläche zum Boden gelangen.

In einer umfangreichen internationalen Studie zum Eisansatz an WEA (***Wind Energy in Cold Climate, WECO Projekt,*** [4]) wurde ein Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Verdriftung entwickelt und mit beobachteten Abwurfweiten verifiziert (*H. Seifert 2007;* [5]).

Neben der Windgeschwindigkeit hängt die Verdriftungsweite danach wesentlich von Luftwiderstandsbeiwert c_w des Eises ab. Längliche Eisstücke (typische Längen bis 2 m und Querschnitt 8 cm mal 13,5 cm, die häufig beim Abtauen vereister Rotorblätter auftreten, werden danach bei gleicher Windgeschwindigkeit aufgrund ihres gegenüber kompakten (runden) Eiskörpern höheren c_w Werts deutlich weiter von der WEA verdriftet (nach [5]).

Für die Bestimmung der Auftreffwahrscheinlichkeit im Umfeld der WEA wird daher im Folgenden von großen, länglichen Eisstücken ausgegangen.

Die maximalen Abwurfweiten werden dabei nach folgender Gleichung bestimmt (vgl. in [5]):

$$dmax = (v + vr) * (\frac{D}{2} + H)/15$$

mIt

d_{max}: maximale Abwurfweite durch Verdriftung bei stillstehender WEA;

v: Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe;

vr: Geschwindigkeit des Rotorblatts im Trudelbetrieb

D: Rotordurchmesser

H: Nabenhöhe

Die Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten in Nabenhöhe der WEA für verschiedene Windrichtungen und die Verteilung der Häufigkeit der Windrichtungen in einem durchschnittlichen Jahr werden mit Hilfe von Modelldaten (Reanalysedaten ERA 5) ermittelt.

Tabelle 1: Verwendete Windstatistiken für die geplanten WEA bei Mannhagen, langjährige Mittelwerte November bis April).

Richtungssektor	Weibull Parameter A	Windgeschwindigkeit in 165 m Höhe über Grund (Mittel)	Weibull Parameter k	Windrichtung Häufigkeit
	m/s	m/s	-	Prozent
0 (Nord)	7,21	6,38	2,314	4,3
1	7,1	6,3	2,42	4,1
2	8,58	7,64	2,83	5,9
3 (Ost)	8,6	7,68	2,979	7,5
4	8,51	7,62	3,17	6,9
5	8,8	7,87	3,115	6,4
6 (Süd)	9,36	8,33	2,768	7
7	10,58	9,44	2,932	10,6
8	10,86	9,68	2,869	14,9
9 (West)	10,01	8,89	2,568	15,3
10	8,99	7,97	2,377	10,7
11	7,58	6,72	2,264	6,4
Mittel windrichtungsgewichtet	**9,3**	**8,26**	**2,553**	100

5.1.2 Bestimmung des Eisfallrisikos

Die folgende Karte zeigt die Standorte der geplanten WEA in Straßennähe und den maximalen Abstandskreis (1,5 x (H+D), Radius 497 m).

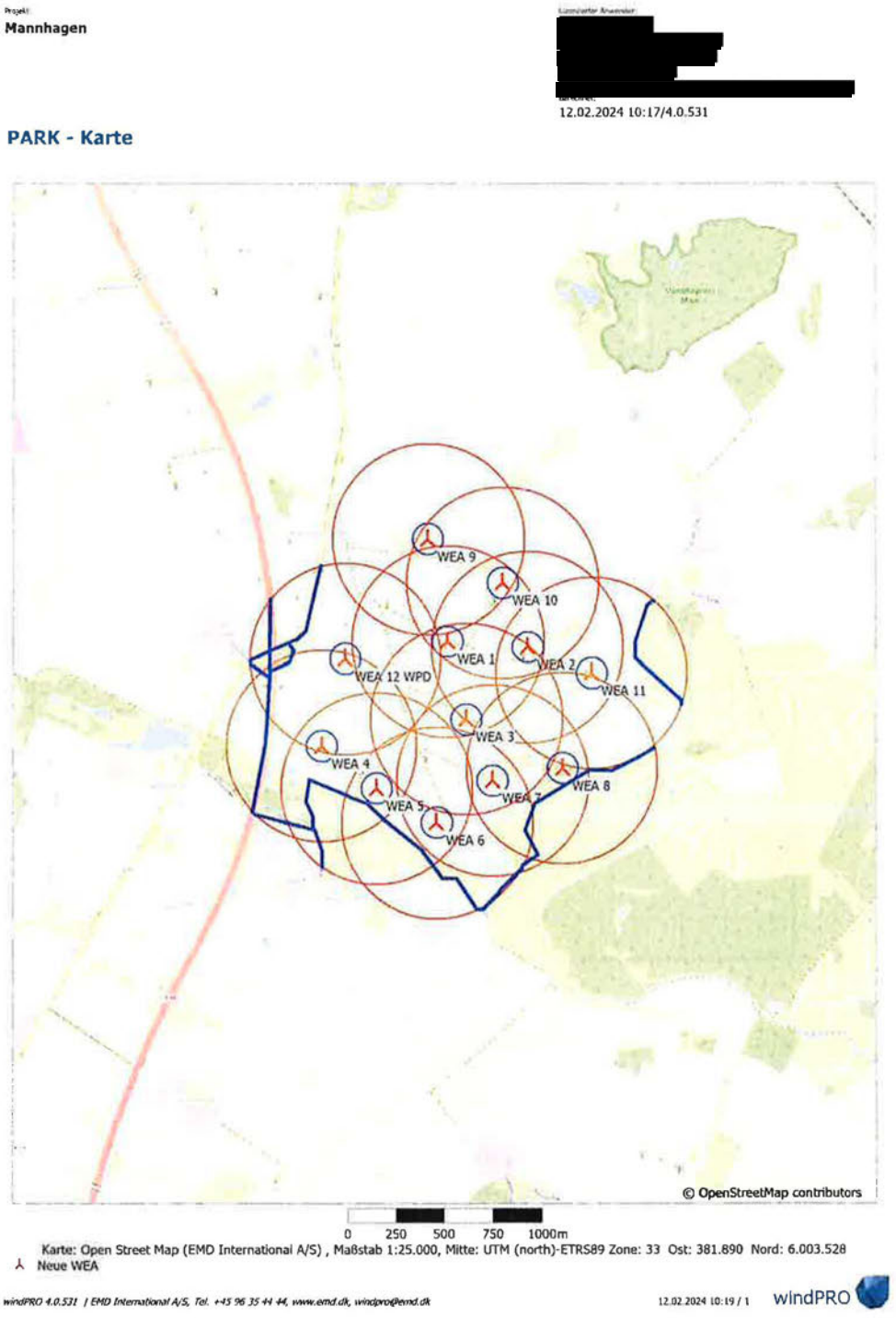


Abbildung 2: Maximaler Gefährdungsradius (1,5x (H+D, 497 m, rote Kreise) und gefährdete Straßen- und Wegbereiche (blau).

Tabelle 2: Übersicht der betrachteten WEA und der gefährdeten Wegebereiche.

lfd. Nr	Bezeichnung	Typ	Nabenhöhe (m)	Rotordurch-messer (m)	UTM ETRS89 Zone 33 Ost	Nord
Neue WEA						
1	WEA01	Vestas V162 7.2	169,0	162,0	381.854	6.003.729
2	WEA02	Vestas V162 7.2	169,0	162,0	382.266	6.003.690
3	WEA03	Vestas V162 7.2	169,0	162,0	381.939	6.003.324
4	WEA04	Vestas V162 7.2	169,0	162,0	381.185	6.003.206
5	WEA05	Vestas V162 7.2	169,0	162,0	381.464	6.002.979
6	WEA06	Vestas V162 7.2	169,0	162,0	381.773	6.002.792
7	WEA07	Vestas V162 7.2	169,0	162,0	382.068	6.003.003
8	WEA08	Vestas V162 7.2	169,0	162,0	382.430	6.003.059
9	WEA09	Vestas V162 7.2	169,0	162,0	381.767	6.004.329
10	WEA10	Vestas V162 7.2	169,0	162,0	382.146	6.004.027
11	WEA11	Vestas V162 7.2	169,0	162,0	382.596	6.003.547
12	WEA12	Vestas V162 7.2	169,0	162,0	381.319	6.003.654

Betroffene öffentliche Verkehrswege						
	Bezeichnung	WEA im Ab-stand < 497 m	Lage	Betroffene Straßenlänge je WEA		
E1	Bundesstraße B96	Nr. 4, 12	4: 270m Ost 12: 356m Ost	Nr.4: 780 m Nr.12: 600 m		
E2	Landesstraße L30	Nr. 12	12: 250m SO	Nr.12: 670 m		
E3	Straße „Am Rienegraben"	Nr. 4, 5	4: 430m NO 5: 400m NO	Nr.4: 410 m Nr.5: 325 m		
E4	Weg Mann-hagen-L30 (ohne Riene-graben)	Nr. 4-8, 11	4: 780 m NO 5: 1120m NO 6: 980m NO 7: 580m NW 8: 880m NW 11: 700m W	Nr.4: 180 m Nr.5: 104 m Nr.6: 150 m Nr.7: 160 m Nr.8: 82 m Nr.11: 250 m		

Aus den Windhäufigkeitsdaten kann die Auftreffwahrscheinlichkeit von Eisstücken im Umkreis der WEA berechnet werden (vgl. Kap. 5.1.1). Die auf der nächsten Seite dargestellte Karte stellt die Auftreffwahrscheinlichkeit für abfallendes Eis in Prozent je Quadratmeter Grundfläche dar (bei Eisfall im Trudelbetrieb, ohne installiertes Eiserkennungssystem).

Wie erwartet, nimmt die Wahrscheinlichkeit rasch mit dem Abstand zum Anlagenmittelpunkt ab. Innerhalb der vom Rotorkreis überstrichenen Fläche (Abstand < 80 m vom WEA Mittelpunkt) sind ca. 60% des abfallendes Eises zu erwarten.

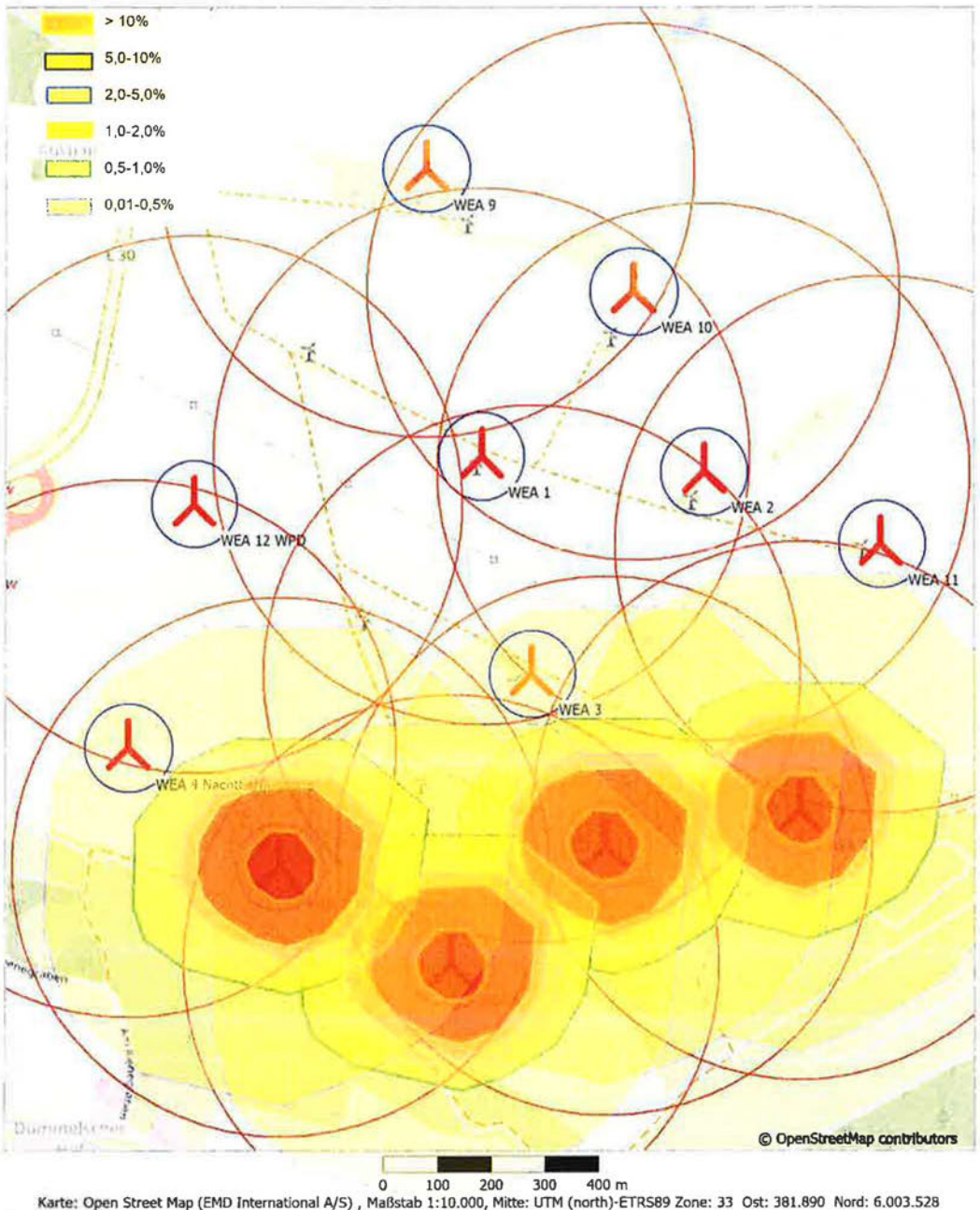
Die größten Abfallweiten sind in nordöstlicher und östlicher Richtung zu erwarten, da die höchsten Windgeschwindigkeiten im langjährigen Mittel bei Südwest bis Westwind auftreten und diese Windrichtungen am häufigsten auftreten (vgl. Tabelle 1).

Projekt:
Mannhagen

Eisfallwahrscheinlichkeit je m²

Lizenzierter Anwender:
[redacted]
Berechnet:
29.01.2024 15:18/4.0.531

PARK - Karte



Karte: Open Street Map (EMD International A/S) , Maßstab 1:10.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Ost: 381.890 Nord: 6.003.528
Neue WEA

Abbildung 3a: Karte der Eisfallwahrscheinlichkeiten (ohne weiterführende Maßnahmen nach Kap.8) der südlichen geplanten WEA 5-8. Der große rote Kreis ist der maximale Gefährdungsbereich (Radius 497m).

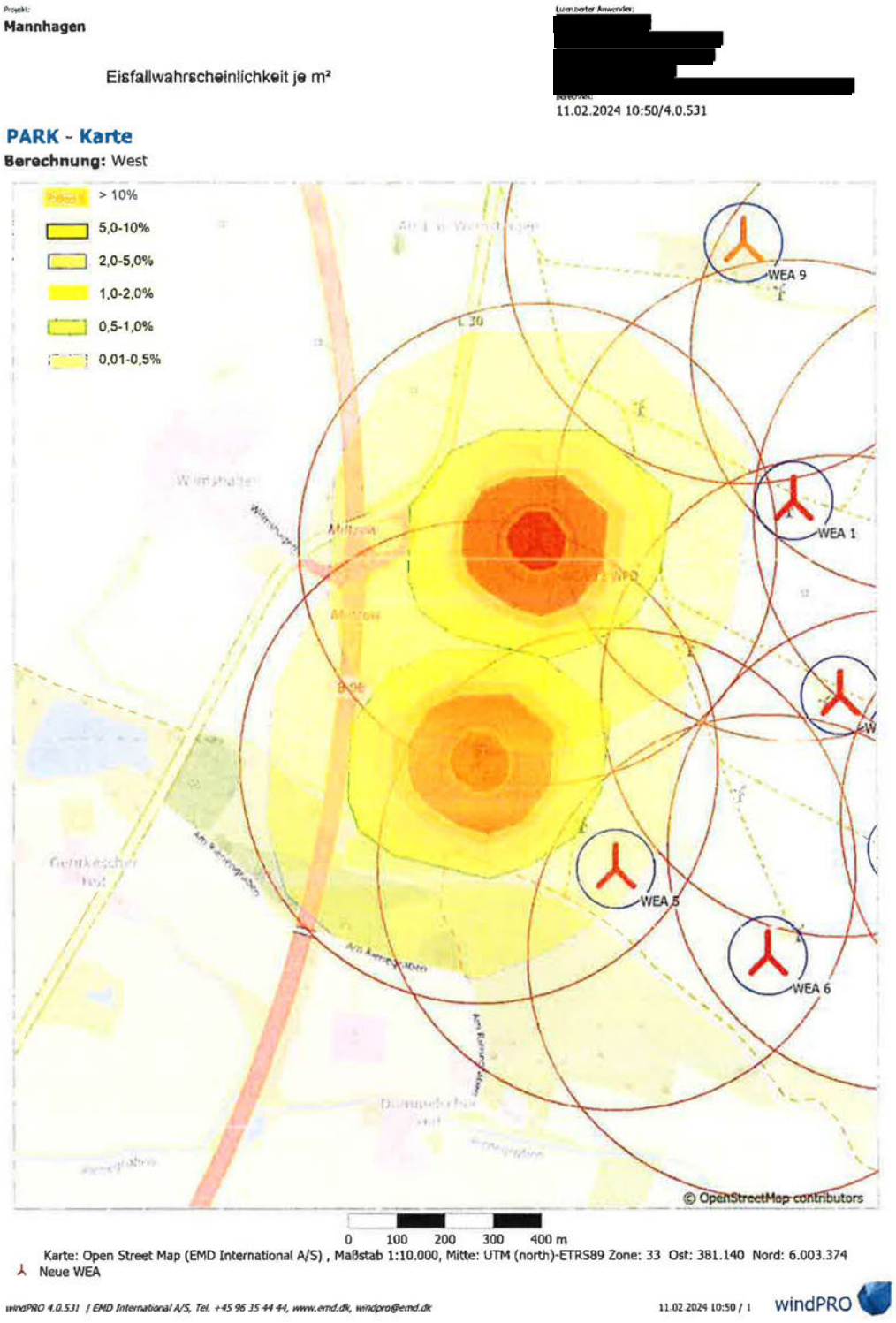


Abbildung 3b: Karte der Eisfallwahrscheinlichkeiten (ohne weiterführende Maßnahmen nach Kap.8) der westlichen geplanten WEA 4 und 12. Der große rote Kreis ist der maximale Gefährdungsbereich (Radius 497m).

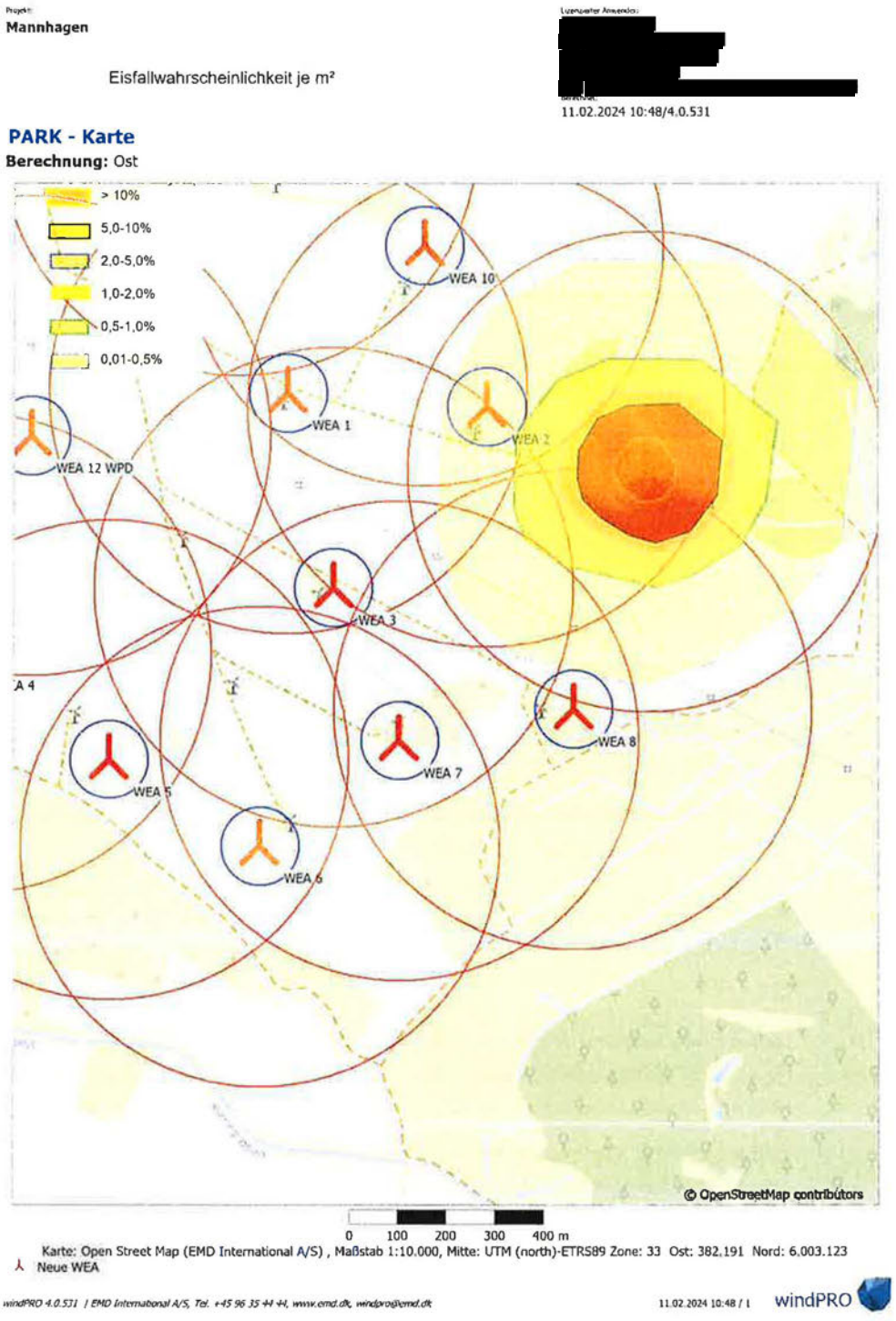


Abbildung 3c: Karte der Eisfallwahrscheinlichkeiten (ohne weiterführende Maßnahmen nach Kap.8) der östlichen geplanten WEA 11. Der große rote Kreis ist der maximale Gefährdungsbereich (Radius 497m).

5.1.3 Maßnahmen zur Risikominimierung

5.1.3.1 Erkennung von Eisansatz

Die WEA kann vom Hersteller mit einem System zur automatischen Erkennung von Eisansatz an den Blättern ausgestattet werden. Das System wird im Anhang ausführlich beschrieben [2].

Ein Eisansatz wird dabei durch Schwingungsüberwachung (Unwucht und Vibration der Gesamtanlage durch anwachsendes Eis), sowie Überwachung der Leistungskurve (Abweichung SOLL – IST Werte) erkannt. Dabei werden nicht plausible Werte der gemessenen Windgeschwindigkeit und der Anlagenleistung erkannt, z.B. zu geringe Leistung trotz ausreichend Wind, verursacht durch Veränderung der Aerodynamik am Rotorblatt durch Eis. Dazu wird die aktuell gültige Leistungskennlinie der WEA mit den aktuell gemessenen Werten verglichen.

Ein zweites, unabhängiges System zur Erkennung von Eisansatz kann an den Anlagen nachgerüstet werden:

Einbau eines Sensors zur Bestimmung der Eisbildung am Rotor (System Weidmüller Blade control, [6]). An jedem Rotorblatt misst ein Sensor die Eigenfrequenz des Blattes, die sich bei Eisansatz verändert. Werden bestimmte Grenzwerte der Abweichung überschritten, wird die WEA durch den Betriebsführungsrechner gestoppt.

Alternativ kann ein Eissensor auch auf der Gondel installiert werden, der das Risiko von Eisbildung misst und die Anlage ggf. stoppt.

Durch zwei oder mehrere, voneinander unabhängige Erkennungssysteme ist eine sichere Detektion von Eisansatz möglich.

5.1.3.2 Maßnahmen zum Schutz vor Eiswurf bei Wiederanlauf

Vor einem Wiederanlauf der Anlage sollte die Eisfreiheit der Rotorblätter durch Sichtkontrolle vor Ort überprüft werden. Beim Anlaufvorgang kann bei Auftreten von Eisabwurf der startenden Anlage durch das Personal vor Ort ein sofortiges Anhalten der Anlage erfolgen.

Die Eisfreiheit kann auch durch ein zertifiziertes Eiserkennungssystem (z.B. System Weidmüller [6]) nachgewiesen werden.

6. Risikoanalyse und Bewertung

6.1 Eiswurf und Eisfall

Abfallende Eisstücke aus großer Höhe und mit entsprechend hoher Geschwindigkeit können für Verkehrsteilnehmer im Trefferbereich eine ernste Gefahr darstellen. Geschlossene Fahrzeuge bieten Schutz, durch reflexartige Reaktionen des Fahrers können jedoch Unfälle ausgelöst werden.
Die häufig beobachteten Schäden durch von Lastkraftwagen abfallende Eisplatten belegen den hohen Gefährdungsgrad für Personen- und Sachschäden.

Die betrachteten WEA können mit einem System zur automatischen Abschaltung bei Eisansatz von drehenden Rotorblättern ausgestattet werden [2]. Das System ist bei mehreren Anlagenherstellern im Einsatz und hat sich hier in den vergangenen Jahren insbesondere zur Verhinderung von Eisabwurf (im Leistungsbetrieb) bewährt.

Im Folgenden wird die Gefährdung bei Eisfall im Stillstand oder im Trudelbetrieb betrachtet.

6.1.1 Vereisungspotential

Die Vereisung durch Eisregen oder Raueis ist abhängig von den meteorologischen Parametern Lufttemperatur, Feuchte und Windgeschwindigkeit, die durch das Standortklima und die jeweiligen Witterungsverhältnisse vorgegeben sind. Ferner beeinflussen Werkstoff, Oberflächenbeschaffenheit und Form der Rotorblätter den Vereisungsgrad.
Allgemeingültige Aussagen über das Auftreten von Vereisung können daher nicht gemacht werden. Bevorzugt tritt sie im Gebirge, in Küstennähe, in der Nähe großer Binnengewässer und an Flussläufen auf.
Aufgrund des Druckabfalls an der Hinterseite der Rotorblätter sinkt dort die Lufttemperatur und Vereisung kann bereits bei Außentemperaturen unter ca. 2°C auftreten. Eisabfall von Rotorblättern kann nach jeder Vereisungswetterlage mit anschließendem Tauwetter auftreten. Die abgeschalteten WEA unterscheiden sich dabei nicht wesentlich von anderen hohen Objekten wie z.B. Brücken oder Strommasten.
Für den Standort bei Stralsund ist gemäß den Statistiken des Deutschen Wetterdienstes für Schwerin mit 25 Vereisungtagen (Frosttage mit hoher Luftfeuchtigkeit) im Jahr zu rechnen). Für den Eisfall entscheidend sind die Vereisungsereignisse, die in der Regel aus mehreren zusammenhängenden Vereisungstagen bestehen. Erst am Ende einer Vereisungsperiode (bei Tauwetter) tritt Eisfall auf. Die 25 Vereisungstage in Schwerin lassen sich in sieben durchgehende Vereisungsereignisse aufteilen.
Da die Wintertemperaturen der letzten Jahre angestiegen sind und aufgrund des Klimawandels weiter ansteigen, ist zukünftig mit einer geringeren Zahl von Vereisungstagen zu rechnen.
Zusätzlich zu den Vereisungsereignissen muss die Anzahl der möglichen Eisfallereignisse je Vereisung bekannt sein. Hierzu werden Daten einer Fallstudie eines Schweizer Forschungsprojekts (Alpine Test Site Gütsch) verwendet [16]. Dabei wurden die abgefallenen und abgeworfenen Eisobjekte bei einer WEA mit 44 m Rotordurchmesser (Enercon E-40 6.44) statistisch über einen Zeitraum von vier Jahren erfasst. Insgesamt wurden 250 Eisobjekte bei einer Vereisungshäufigkeit von 10-30 Tagen pro Jahr erfasst.

Damit lässt sich die Anzahl von Eisobjekten pro Vereisung abschätzen zu:

250 /4 Jahre/10 Vereisungen pro Jahr oder 6-7 Eisobjekte pro Vereisung.

Nimmt man an, dass ein Teil der Eisobjekte (ca. 1/3) nicht gefunden wurde, lässt sich konservativ ein Wert von 10 Eisobjekten je Vereisung annehmen.
Zur Übertragung der Ergebnisse der Feldstudie auf andere Typen von WEA muss der unterschiedliche Rotordurchmesser berücksichtigt werden. Die gebildete Eismenge ist proportional zur Rotorfläche und damit zum Quadrat des Rotordurchmessers.
Das Verhältnis der Rotorflächen Vestas V162 zu Enercon E-40 6.44 beträgt 13,55. D.h. für die V162 ist mit 13,55 x 10 = 136 Eisobjekten je Vereisung zu rechnen.
Auf das Jahr umgerechnet erhält man damit 136 Eisobjekte x 7 Vereisungsereignisse = 948 Eisabfall Ereignisse pro WEA und Jahr.

6.1.2 Gefährdungsradius

Die maximale Fallweite von Eisstücken bestimmt den Gefährdungsradius rings um die Windenergieanlage. Bei einer Windgeschwindigkeit von 25 m/s (das 99,9% Quantil der Häufigkeitsverteilung in Nabenhöhe 169 m) beträgt die Fallweite ca. 410 m (für flache, flächige Eisobjekte mit maximalen Fallweiten).
Innerhalb dieses Abstands rings um die WEA verlaufen die in Tabelle 2 genannten Verkehrswege (vgl. Abb. 1b und 2).
Die folgenden Berechnungen beziehen sich auf das Eisfallrisiko bei Anlagen, die ohne Eiserkennungssysteme ausgestattet sind.

6.1.3 Individualrisiko

Auf Basis der in Abbildung 3a-c (Gefährdungsflächen bei Eisabfall) dargestellten Trefferhäufigkeiten kann das Risiko eines Unfalls auf der Straße ermittelt werden. Dabei wird konservativ für die Bundesstraße B96 eine durchschnittliche Fahrtgeschwindigkeit von 60 km/h angenommen (was die Aufenthaltsdauer im Gefährdungsbereich gegenüber einer höheren Fahrtgeschwindigkeit deutlich erhöht). Für die Landesstraße werden 50 km/h angenommen, für den Weg nach Mannhagen und die Straße „Am Rienegraben" 30 km/h.
Trifft der Eisabfall zeitlich und örtlich mit dem zu betrachtenden Fahrzeug überein, besteht eine Gefährdung des Verkehrs:
Es gilt folgender Zusammenhang:

$$H_{Tj} = h_{vj} * h_{Ev} * h_{Tej} * A_T * P_{VA} * P_{Aj}$$

$$H_T = \sum_j H_{Tj}$$

Mit

H_{Tj} Anzahl gefährlicher Treffer im Bereich j pro Jahr;
H_T Anzahl gefährlicher Treffer pro Jahr;
h_{vj} Häufigkeit der Vereisung pro Jahr (7 Vereisungsereignisse);
h_{Ev} Häufigkeit Eisabfall pro Vereisung (136 für den Anlagentyp V162);
h_{Tej} Häufigkeit der Treffer pro m² im Bereich j pro Eisabfall;
A_T Trefferfläche des Fahrzeugs: Fläche der Windschutzscheibe ca. 2 m² (konservative Annahme, da nicht jeder Treffer die Windschutzscheibe durchschlägt und einen lebensbedrohlichen Unfall zur Folge hat).

P_{VA} Wahrscheinlichkeit der Anwesenheit an einem Vereisungstag. Beispiel Fahrzeugführer, der die Straße einmal pro Tag passiert (Hin- und Rückweg). $P_{VA} = (225 * 2)/365$

P_{Aj} Wahrscheinlichkeit, dass das Ereignis während eines Aufenthalts im Gefährdungsbereich j eintritt: $P_{Aj} = \left(\frac{lj}{vf}\right) / 24$; lj: Länge des Gefährdungsbereichs (siehe Tabelle 2.), v_f = Fahrzeuggeschwindigkeit, siehe Text oben

Damit erhält man die in der folgenden Tabelle dargestellte Trefferhäufigkeit pro Jahr (Individualrisiko. Dabei wird konservativ angenommen, dass jeder Treffer der Windschutzscheibe einen Unfall mit Personenschaden zur Folge hat.

Tabelle 3: Individualrisiko pro Jahr bei Eisabfall (ohne weiterführende Maßnahmen zur Eisansatzerkennung)

Verkehrsweg	WEA	Treffer eines Fahrzeugs
E1: Bundesstraße B96	Nr. 4	$3{,}68\ 10^{-9}$
	Nr. 12	$2{,}62\ 10^{-12}$
	Summe alle WEA	**$3{,}68\ 10^{-9}$**
E2: Landesstraße L30	Nr. 12	$1{,}34\ 10^{-8}$
	Summe alle WEA	**$1{,}34\ 10^{-8}$**
E3: Straße „Am Rienegraben"	Nr.4	$4{,}26\ 10^{-13}$
	Nr.5	$1{,}03\ 10^{-10}$
	Summe alle WEA	**$1{,}04\ 10^{-10}$**
E4 Weg Mannhagen zur L30 (ohne Rienegraben)	Nr.4	$2{,}52\ 10^{-7}$
	Nr.5	$4{,}84\ 10^{-6}$
	Nr.6	$1{,}82\ 10^{-6}$
	Nr.7	$8{,}65\ 10^{-7}$
	Nr.8	$6{,}62\ 10^{-6}$
	Nr.11	$1{,}70\ 10^{-6}$
	Summe alle WEA	**$1{,}61\ 10^{-5}$**

Ein Individualrisiko von $1{,}61\ 10^{-5}$ bei E4 bedeutet im Mittel alle 62.000 Jahre einen lebensbedrohlichen Treffer durch Eisabfall. Eine Angabe des Zeitpunkts, zu dem sich der Treffer ereignet, ist nicht ableitbar.

6.1.4 Kollektivrisiko

Das Kollektivrisiko berechnet sich nach den Randbedingungen für das Individualrisiko und nach der geschätzten Verkehrsdichte (Kap.4.3). Es gilt folgender Zusammenhang:

$$H_{Tj} = h_{vj} * h_{Ev} * h_{Tej} * A_T * h_{aVT} * P_{Aj}$$

$$H_T = \sum_j H_{Tj}$$

Mit

H_{Tj} Anzahl gefährlicher Treffer im Bereich j pro Jahr;

H_T Anzahl gefährlicher Treffer pro Jahr;

h_{vj} Häufigkeit der Vereisung pro Jahr;

h_{Ev} Häufigkeit Eisabfall pro Vereisung

h_{Tej} Häufigkeit der Treffer pro m² im Bereich j pro Eisabfall;

A_T Trefferfläche des Fahrzeugs: Fläche der Windschutzscheibe ca. 2 m² (konservative Annahme, da nicht jeder Treffer die Windschutzscheibe durchschlägt und einen lebensbedrohlichen Unfall zur Folge hat).

h_{aVT} Verkehrsdichte: Kap. 4.3.

P_{Aj} Wahrscheinlichkeit, dass das Ereignis während eines Aufenthalts im Gefährdungsbereich J eintritt: $P_{Aj} = \left(\frac{lj}{vf}\right) / 24$; lj: Länge des Gefährdungsbereichs (siehe Tabelle 2), v_f: Fahrzeuggeschwindigkeit

Damit erhält man die in der folgenden Tabelle dargestellte Trefferhäufigkeit pro Jahr (Kollektivrisiko). Dabei wird konservativ angenommen, dass jeder Treffer der Windschutzscheibe einen Unfall mit Personenschaden zur Folge hat.

Tabelle 4: Kollektivrisiko pro Jahr bei Eisabfall (ohne weiterführende Maßnahmen zur Eisansatzerkennung)

Verkehrsweg	WEA	Treffer eines Fahrzeugs bei
Verkehrsweg	WEA	Treffer eines Fahrzeugs
E1: Bundesstraße B96	Nr. 4	$6{,}98\ 10^{-5}$
	Nr. 12	$4{,}97\ 10^{-8}$
	Summe alle WEA	**$6{,}98\ 10^{-5}$**
E2: Landesstraße L30	Nr. 12	$4{,}34\ 10^{-5}$
	Summe alle WEA	**$4{,}34\ 10^{-5}$**
E3: Straße „Am Rienegraben"	Nr.4	$1{,}50\ 10^{-10}$
	Nr.5	$3{,}36\ 10^{-8}$
	Summe alle WEA	**$3{,}37\ 10^{-8}$**
E4 Weg Mannhagen zur L30 (ohne Rienegraben)	Nr.4	$1{,}23\ 10^{-5}$
	Nr.5	$2{,}36\ 10^{-4}$
	Nr.6	$8{,}86\ 10^{5}$
	Nr.7	$4{,}21\ 10^{-5}$
	Nr.8	$3{,}22\ 10^{-4}$
	Nr.11	$8{,}27\ 10^{-5}$
	Summe alle WEA	**$7{,}84\ 10^{-4}$**

Das ermittelte Kollektivrisiko von $6{,}98\ 10^{-5}$ bei E1 bedeutet, dass sich im Mittel alle 14.300 Jahre ein Unfall durch Eisabfall ereignet. Eine Aussage zum Zeitpunkt lässt sich daraus nicht ableiten.

Diese Werte gelten bei Betrieb der WEA ohne zusätzliche Maßnahmen nach Kap.5.1.3, vgl. Diskussion in Kap.8.

7. Modell- und Datenunsicherheiten

Die Risikoanalyse verwendet vereinfachte Annahmen und Randbedingungen, um die Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten und den Analyseaufwand zu begrenzen.
Sämtliche Annahmen und Randbedingungen sind dabei konservativ gewählt.

Modellrechnungen erfassen die Realität lediglich annähernd, sie können daher nur als Hilfsmittel zur Entscheidungsfindung dienen. Die ermittelten Risikowahrscheinlichkeiten gelten nur unter den genannten Randbedingungen. Insbesondere die Abgrenzung der Gefährdungsbereiche im Ereignisfall ist in der Realität nicht so scharf, wie hier dargestellt.

Die dargestellten Ergebnisse dienen der Orientierung.

8. Bewertung und Empfehlungen

Die nachstehende Tabelle fasst die errechneten Unfallwahrscheinlichkeiten bei Eisfall (d.h. im Trudelbetrieb) zusammen.
Tabelle 5 zeigt die Risiken ohne Einsatz weiterführender Maßnahmen (keine Systeme zur Erkennung von Eisansatz an den Rotorblättern).

Tabelle 5: Unfallrisiken beim Betrieb der WEA01-12 (ohne weiterführende Maßnahmen zur Eisansatzerkennung). Fettdruck kursiv: Werte im tolerablen Bereich, Normaldruck: Werte im unkritischen Bereich.

Risiko Unfall	Eisfall	Oberer Grenzwert	Unterer Grenzwert
Individualrisiko (ohne weiterführende Maßnahmen)			
E1: 2 WEA	$3{,}68\ 10^{-9}$	$1{,}0\ 10^{-5}$	$1{,}0\ 10^{-6}$
E2: 1 WEA	$1{,}34\ 10^{-8}$	$1{,}0\ 10^{-5}$	$1{,}0\ 10^{-6}$
E3: 2 WEA	$1{,}04\ 10^{-10}$	$1{,}0\ 10^{-5}$	$1{,}0\ 10^{-6}$
E4: 6 WEA	***1,61 10^{-5}***	$1{,}0\ 10^{-5}$	$1{,}0\ 10^{-6}$
Kollektivrisiko (ohne weiterführende Maßnahmen)			
Nach IEA [20]			
E1: 2 WEA	$6{,}98\ 10^{-5}$	$1{,}00\ 10^{-3}$	$1{,}00\ 10^{-4}$
E2: 1 WEA	$4{,}34\ 10^{-5}$	$1{,}00\ 10^{-3}$	$1{,}00\ 10^{-4}$
E3: 2 WEA	$3{,}37\ 10^{-8}$	$1{,}00\ 10^{-3}$	$1{,}00\ 10^{-4}$
E4: 6 WEA	***7,84 10^{-4}***	$1{,}00\ 10^{-3}$	$1{,}00\ 10^{-4}$

Am Verkehrsweg E1 liegt das Kollektivrisiko für Eisfall innerhalb des tolerablen Bereichs (größer $1{,}0\ 10^{-4}$). Am Verkehrsweg E4 liegen Individual- und Kollektivrisiko im tolerablen Bereich.
Nach dem ALARP Prinzip [7] sind nach IEA [20] daher Maßnahmen zur Risikominderung von Eisfall erforderlich. Durch folgende Maßnahmen kann die Eisbildung an den beweglichen Anlagenteilen verringert werden und Eisabwurf beim Wiederanlauf verhindert werden:

8.1 Weiterführende Maßnahmen

Für die WEA 4-8, 11, 12: Einsatz von zwei unabhängigen Eiserkennungssystemen. :

1. Überwachung der Leistungskurve nach [2],
2. Einbau des Systems Bladecontrol von Weidmüller, [6]). Dieses System ist empfindlicher und erkennt Eisansatz frühzeitiger als das System (1), insbesondere auch bei niedrigen Windgeschwindigkeiten (< 3 m/s) und im Nennleistungsbereich (> 20 m/s).

Beide Systeme sind für die eno 160 erhältlich, siehe [2, Kap.5.2]. Sie minimieren die Eisansatzbildung (Eismasse und Eisdicke) und verhindern den Wiederanlauf bei Gefahr von Eisabwurf.

Die Systeme nach (1) und (2) versetzen die Anlagen in den Trudelbetrieb, bei dem das Anwachsen von Eis– gegenüber einem Betrieb mit Nenndrehzahl – durch die verringerte Blattspitzengeschwindigkeit erheblich verlangsamt wird. Damit verringert sich die Dicke und die Masse des anwachsenden Eises. Die Folge ist eine kleinere Zahl von abfallenden Eisstücken im Trudelbetrieb, das Risiko für Eisfall verringert sich.

Mit diesen Maßnahmen wurde eine erneute Risikobewertung durchgeführt. Das Eisfallrisiko lässt sich durch die beiden Maßnahmen deutlich verringern, die verbleibenden Risiken liegen nach IEA danach im unkritischen Bereich (Individualrisiko < 10^{-6}- und Kollektivrisiko < 10^{-4}).

Tabelle 6: Unfallrisiken beim Betrieb der WEA4-8, 11-12 (mit zwei unabhängigen Systemen zur Eiserkennung). Normaldruck: Werte im unkritischen Bereich.

Risiko Unfall	Eisfall	Oberer Grenzwert	Unterer Grenzwert
Individualrisiko (mit weiterführenden Maßnahmen)			
E1: 2 WEA	$7{,}37\ 10^{-11}$	$1{,}0\ 10^{-5}$	$1{,}0\ 10^{-6}$
E2: 1 WEA	$2{,}67\ 10^{-10}$	$1{,}0\ 10^{-5}$	$1{,}0\ 10^{-6}$
E3: 2 WEA	$2{,}08\ 10^{-12}$	$1{,}0\ 10^{-5}$	$1{,}0\ 10^{-6}$
E4: 6 WEA	$3{,}17\ 10^{-7}$	$1{,}0\ 10^{-5}$	$1{,}0\ 10^{-6}$
Kollektivrisiko (mit weiterführenden Maßnahmen)			
Nach IEA [20]			
E1: 2 WEA	$1{,}40\ 10^{-6}$	$1{,}00\ 10^{-3}$	$1{,}00\ 10^{-4}$
E2: 1 WEA	$8{,}68\ 10^{-7}$	$1{,}00\ 10^{-3}$	$1{,}00\ 10^{-4}$
E3: 2 WEA	$6{,}75\ 10^{-10}$	$1{,}00\ 10^{-3}$	$1{,}00\ 10^{-4}$
E4: 6 WEA	$1{,}54\ 10^{-5}$	$1{,}00\ 10^{-3}$	$1{,}00\ 10^{-4}$

Da die Annahmen zur Häufigkeit von Eisansatz aus vergangenen Zeiträumen abgeleitet wurden, sollten die tatsächlichen Vereisungsereignisse an den WEA erfasst werden. Ggf. können die Annahmen zur Berechnung des Eisfallrisikos dadurch überprüft und ggf. angepasst werden.

9 Verwendete Abkürzungen

IEC:	International Electrotechnical Commission
Rev.	Revision
TR:	Technische Richtlinie
ü.Gr.	über Grund
ü NN:	über Normal Null
WEA:	Windenergieanlage

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1a: Übersichtskarte der Standorte: Geplante WEA (rot) mit Gefährdungskreis (497m Radius).

Abbildung 1b: Luftbild mit den geplanten WEA. Die Kreise (rot) zeigen für jede WEA den Mindestabstand bzgl. Eisabfall.

Abbildung 2: Maximaler Gefährdungsradius (1,5x (H+D, 497 m, rote Kreise) und gefährdete Straßen- und Wegbereiche (blau).

Abbildung 3a: Karte der Eisfallwahrscheinlichkeiten (ohne weiterführende Maßnahmen nach Kap.8) der südlichen geplanten WEA 5-8. Der große rote Kreis ist der maximale Gefährdungsbereich (Radius 497m).

Abbildung 3b: Karte der Eisfallwahrscheinlichkeiten (ohne weiterführende Maßnahmen nach Kap.8) der westlichen geplanten WEA 4 und 12. Der große rote Kreis ist der maximale Gefährdungsbereich (Radius 497m).

Abbildung 3c: Karte der Eisfallwahrscheinlichkeiten (ohne weiterführende Maßnahmen nach Kap.8) der östlichen geplanten WEA 11. Der große rote Kreis ist der maximale Gefährdungsbereich (Radius 497m).

11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verwendete Windstatistiken für die geplanten WEA bei Mannhagen, langjährige Mittelwerte November bis April).

Tabelle 2: Übersicht der betrachteten WEA und der gefährdeten Wegebereiche.

Tabelle 3: Individualrisiko pro Jahr bei Eisabfall (ohne weiterführende Maßnahmen zur Eisansatzerkennung)

Tabelle 4: Kollektivrisiko pro Jahr bei Eisabfall (ohne weiterführende Maßnahmen zur Eisansatzerkennung)

Tabelle 5: Unfallrisiken beim Betrieb der WEA 4-8, 11-12 (ohne weiterführende Maßnahmen zur Eisansatzerkennung). Fettdruck kursiv: Werte im tolerablen Bereich, Normaldruck: Werte im unkritischen Bereich.

Tabelle 6: Unfallrisiken beim Betrieb der WEA 4-8, 11-12 (mit zwei unabhängigen Systemen zur Eiserkennung). Normaldruck: Werte im unkritischen Bereich.

Literaturverzeichnis

(1) https://de.wikipedia.org/wiki/Minimale_endogene_Mortalität, Abruf vom 22.2.2019

(2) Allgemeine Spezifikation Vestas Eiserkennungssystem (VID). Dokumentennr.: 0049-7921 V15. 13. Oktober 2022, Vestas Wind Systems A/S · Hedeager 42 · 8200 Aarhus N · Dänemark.

(3) Allgemeine Beschreibung EnVentus™ Brandschutz der Windenergieanlage. Dokumentennr.: 0116-1100 V01. Datum: 30.03.2023, Vestas Wind Systems A/S · Hedeager 42 · 8200 Aarhus N · Dänemark.
Generisches Brandschutzkonzept für die Errichtung von Windenergieanlagen der Reihe EnVentus™. Dok IS_ESM4-MUC/wi/31.05.2022; TÜV Süd Industry Service.

(4) Betrieb von Windenergieanlagen unter Vereisungsbedingungen. Ergebnisse und Empfehlungen aus einem EU – Forschungsprojekt. H. Seifert, Deutsches Windenergie – Institut GmbH, Wilhelmshaven, Deutschland. Oktober 1999

(5) Wind Energy in Cold Climate, WECO. Seifert, Henry; Tammelin, Bengt: Icing of wind turbines: Final report; Jou2-CT93-0366 /Deutsches Windenergie-Institut, Wilhelmshaven (Herausgeber); Finnish Meteorological Institute, Helsinki. Wilhelmshaven: DEWI, 1997,

(6) Vestas Ice Detection System (VID) Integration des BLADEcontrol Ice Steuerung von Vestas Windenergieanlagen. Report Nr.: 75172, Rev.6. 18.10.2021; DNV – Energy Systems Brooktorkai 18 20457 Hamburg

(7) https://de.wikipedia.org/wiki/ALARP, Abruf vom 22.2.1019

(8) Verkehrsunfälle: Zeitreihen 2019; Artikelnummer: 5462403197004 vom 14.Juli 2020. Statistisches Bundesamt 2020.

(9) https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/verkehrsinfrastruktur-fahrzeugbestand

(10) Blitzschutz und elektromagnetische Verträglichkeit, Windenergieanlagentyp EnVentus. Dokumentennr.: 0077–8468 v05, 30.11.2022; Vestas Wind Systems A/S · Hedeager 42 · 8200 Aarhus N · Dänemark.

(11) Siehe Kap. 6.2, Seite 6 in: Allgemeine Spezifikation Vestas Eiserkennungssystem (VID). Dokumentennr.: 0049-7921 V15. 13. Oktober 2022, Vestas Wind Systems A/S · Hedeager 42 · 8200 Aarhus N · Dänemark.

(12) GBE Hest 52-Sterblichkeit, Todesursachen und regionale Unterschiede. Gesundheitsberichterstattung des Bundes (GBE) 2013

(13) Trbojevic V.M. Risk Criteria in EU, ESREL 2005. 27-30 June 2005

(14) Störfall Kommission. Risikomanagement im Rahmen der Störfallverordnung.SFK-GS-41, 2004

(15)Hauptmanns, U., Marx, M. : Kriterien für die Beurteilung von Gefährdungen durch technische Anlagen, Verlag VdTÜV-Band 16, 2010

(16)Cattin, R. et al.. Four years of monitoring a wind turbine under icing conditions. IWAIS 2009, 13th International Workshop on Atmospheric Icing of Structures, Bern 2009.

(17) WKA Störfallregister. http://mrandreasmarciniak.blogspot.com/2016/08/liste-von-unfallen-windkraftanlagen-in.html. Abruf vom 25.2.2023

(18) WKA Störfallregister. https://www.vernunftkraft.de/unfaelle-mit-windkraftanlagen/. Abruf vom 25.2.2023

(19)Produktspezifikation Vestas Condition Monitoring Solution – BKV CMS. Dokumentverwalter: VPDC CMS. Originaldokument (englisch): T05 0057-0228 VER 01, 2017-07-03. Vestas Wind Systems A/S · Hedeager 42 · 8200 Aarhus N · Dänemark.

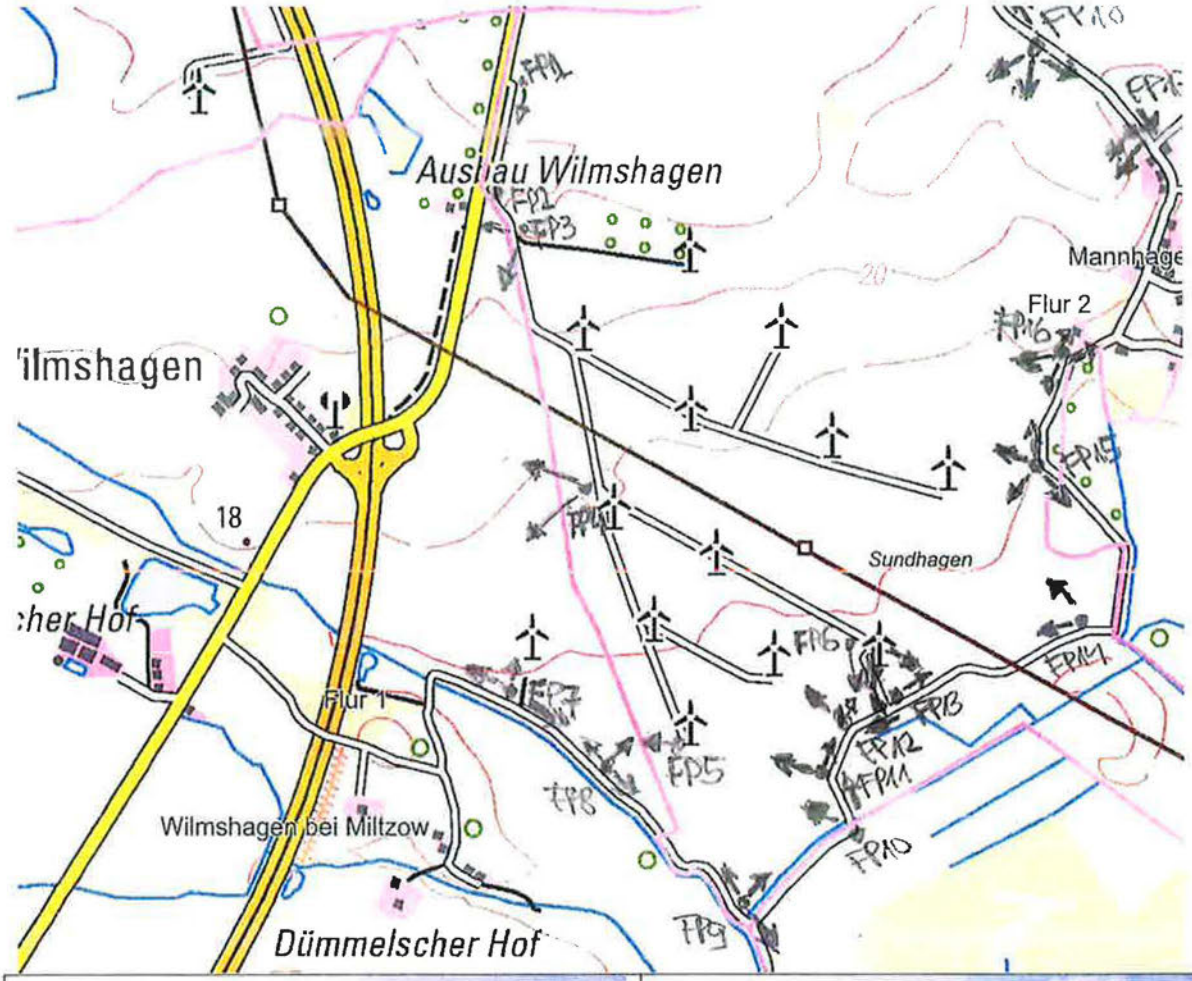
(20)IEA Wind TCP Task 19 Technical Report International Recommendations for Ice Fall and Ice Throw Risk Assessments. Revision No.: 1 ; April 2022.

Anhang

- Standortdokumentation
- Allgemeine Spezifikation Vestas Eiserkennungssystem (VID). Dokumentennr.: 0049-7921 V15. 13. Oktober 2022, Vestas Wind Systems A/S
- Zertifikat Rotor Blade Monitoring System BLADEcontrol Ice Detector (BID). Dokument CR-DNV-SE-0439-04314-2. DNV. Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH, Brooktorkai 18, 20457 Hamburg. Oktober 2022.
- Vestas Condition Monitoring Solution – BKV CMS. Dokumentverwalter: VPDC CMS.

Fotodokumentation: Planung Mannhagen

Übersichtskarte mit Fotostandorten



FP1: Abzweig Zuwegung Windpark von L30

FP3: rechts L30 Richt. Süd; links Zuwegung Windpark

FP7: Weg nach Mannhagen, Blick nach Osten

FP8: Weg nach Mannhagen, Blick nach Osten

FP9: Weg nach Mannhagen, Blick nach Norden

FP13: Weg nach Mannhagen, Blick nach Norden

FP15: Weg nach Mannhagen, Blick nach Norden

FP16: Weg nach Mannhagen (Hintergrund).

FP4: Blick nach Westen Richtung B96 (mit Ausfahrt Miltzow).

Eingeschränkte Weitergabe
Dokumentennr.: 0049-7921 V15
13. Oktober 2022

Allgemeine Spezifikation

Vestas Eiserkennungssystem (VID)

V105/V112/V117/V126/V136-3.45/3.6 MW 50/60 Hz
V117/V136/V150 – 4.0/4.2/4.5 MW 50/60 Hz
V150-5.6/6.0 MW 50/60 Hz
V162- 5.6/6.0/6.2 MW 50/60 Hz
V162/V172 – 7.2 MW 50/60 Hz

VESTAS PROPRIETARY NOTICE: This document contains valuable confidential information of Vestas Wind Systems A/S. It is protected by copyright law as an unpublished work. Vestas reserves all patent, copyright, trade secret, and other proprietary rights to it. The information in this document may not be used, reproduced, or disclosed except if and to the extent rights are expressly granted by Vestas in writing and subject to applicable conditions. Vestas

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0049-7921 VER 15

T05 0049-7921 Ver 15 - Approved- Exported from DMS: 2022-11-15 by OL

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0049-7921 VER 15

Inhaltsverzeichnis

1 Referenzen 3
2 Allgemeine Beschreibung 4
3 Mechanische Konstruktion 5
3.1 Rotorblätter 5
3.2 NABE 5
4 Elektrisches System 5
4.1 Stromversorgung 5
4.2 Elektrische Daten des VID-Systems 5
4.3 Unterbrechung der Stromversorgung 5
5 WEA-Schutzsysteme 6
5.1 Blitzschutz von Rotorblättern, Maschinenhaus, Rotorblattnabe und Turm 6
5.2 EMV-System 6
6 Betriebsstrategie, Betriebsbereich und Leistungsmerkmale 6
6.1 Aktivierung des VID-Systems 6
6.2 Betriebsstrategie 6
6.3 Über VestasOnline® SCADA verfügbare Daten 7
7 Allgemeine Einschränkungen, Hinweise und Haftungsausschlüsse 8

Siehe allgemeine Einschränkungen, Hinweise und Haftungsausschlüsse (einschließlich Abschnitt 7 Allgemeine Einschränkungen, Hinweise und Haftungsausschlüsse) der vorliegenden allgemeinen Spezifikation

T05 0049-7921 Ver 15 - Approved- Exported from DMS: 2022-11-15 by INVOL

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

1 Referenzen

Ref.	Dokumenttitel
[1]	13. Windenergieprojekte in kalten Klimagebieten. IEA Wind – Studie der Expertengruppe zu empfohlenen Maßnahmen, 22. Mai 2012
[2]	RISK ANALYSIS OF ICE THROW FROM WIND TURBINES (Risikoabschätzung des Eisabwurfs von Windenergieanlagen). Henry Seifert u. a., DEWI, Deutsches Windenergie-Institut GmbH
[3]	0047-7240 „GL75172_BR_BLADEControl_Vestas_GA“ von Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH
[4]	„MERKBLATT für Vorhaben zur Errichtung von Windenergieanlagen hinsichtlich immissionsschutzrechtlicher und arbeitsschutzrechtlicher Anforderungen an die Antragsunterlagen in Genehmigungsverfahren nach dem BImSchG“ von Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord, Rheinland-Pfalz.
[5]	0050–7583 V01 Beschreibung des Weidmüller-Eiserkennungssystems

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0049-7921 VER 15

T05 0049-7921 Ver 15 - Approved- Exported from DMS: 2022-11-15 by

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0049-7921 VER 15

2 Allgemeine Beschreibung

Bei dem optionalen Vestas Eiserkennungssystem (VID) handelt es sich um ein vollständig in die Windenergieanlage integriertes System, das den Anlagenbetrieb (Stromerzeugung) unterbricht, wenn sich auf den Rotorblättern eine Eisschicht bildet (Eisansatz) und bestimmte weitere Bedingungen erfüllt sind. Dies dient zur Verringerung der Gefahr von Eisabwurf [2]. Erst wenn die Vereisung beseitigt ist, geht die Windenergieanlage wieder in Betrieb oder kann manuell wieder in Betrieb gesetzt werden.

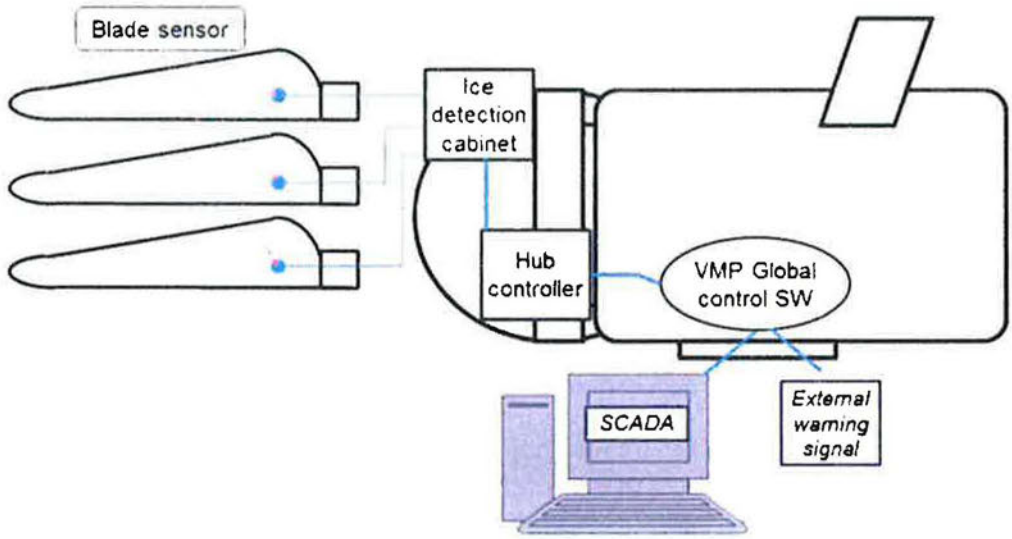


Abb. 1 Systemübersicht

Das VID-System besteht aus zwei Beschleunigungsmessern in jedem Rotorblatt, die mit einem in der Nabe angeordneten Steuerschrank (Schaltschrank der Eiserkennung) verbunden sind, der seinerseits mit der Nabensteuerung der Windenergieanlage verbunden ist.

Der Rotorblattsensor misst die Schwingungsfrequenzen des Rotorblatts, diese werden vom System überwacht. Eisansatz verändert die Grundfrequenzen.

Das System liefert Daten zum Eisansatz und unterbricht den Anlagenbetrieb (Stromerzeugung), sobald bestimmte Bedingungen erfüllt sind. In erster Linie muss der in [5] festgelegte Schwellenwert für den Eisansatz überschritten sein und die Temperatur weniger als 5 °C betragen.

Eisabwurf findet statt, wenn durch die Fliehkraft Eis von den Rotorblättern geschleudert wird, Eissturz hingegen, wenn die WEA stillsteht. Als Drehung gilt > 2 U/min.

Die Daten des Schaltschranks des Eiserkennungssystems werden an die WEA-Steuerung übertragen.

T05 0049-7921 Ver 15 - Approved- Exported from DMS: 2022-11-15 by INVOL

Copyright © - Vestas Wind Systems A/S, Hedeager 42, DK-8200 Aarhus N, Dänemark, www.vestas.com
Klassifizierung: Eingeschränkte Weitergabe
VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Das Vestas Eiserkennungssystem (VID) leitet nach erfolgreicher Inbetriebnahme automatisch eine Kalibrierung ein, um das Vestas Eiserkennungssystem an die spezifische Windenergieanlage anzupassen. Die Kalibrierung läuft normalerweise zwei Tage lang im Hintergrund, bis sie vollständig durchgeführt wurde. Nach diesem Zeitraum ist das Vestas Eiserkennungssystem vollständig einsatzbereit. Die normale Kalibrierung kann nur bei einer Umgebungstemperatur von über +5 °C durchgeführt werden. Falls eine Kalibrierung erforderlich ist, die Temperaturen jedoch unter 5 °C liegen, muss gemeinsam mit dem Lieferanten des Vestas Eiserkennungssystems eine manuelle Kalibrierung durchgeführt werden.

3 Mechanische Konstruktion

3.1 Rotorblätter

Die Versionen der Standardrotorblätter für die VID sind V105/112/V117/ V126/V136 /V150 und V150/V162/V172.

3.2 NABE

Der Schaltschrank der Eiserkennung ist innerhalb der NABE angeordnet und mit dem Steuerschrank der NABENSTEUERUNG sowie mit den Sensoren in den Rotorblättern verbunden.

4 Elektrisches System

Das VID-System ist optional und basiert auf der standardmäßigen Elektrik der Windenergieanlage.

4.1 Stromversorgung

Das VID-System wird mit 24 V DC aus dem Steuerschrank der NABENSTEUERUNG versorgt. Siehe auch Abbildung 1.

4.2 Elektrische Daten des VID-Systems

Elektrische Daten des VID-Systems	
Versorgungsspannung	24 VDC
Nenn-Energieverbrauch des VID-Systems	<21 W

Tabelle 1: Elektrische Daten des VID-Systems

4.3 Unterbrechung der Stromversorgung

Die Stromversorgung kann durch Abziehen des Steckers in der Nabensteuerung unterbrochen werden.

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0049-7921 VER 15

T05 0049-7921 Ver 15 - Approved- Exported from DMS: 2022-11-15 by

Copyright © - Vestas Wind Systems A/S, Hedeager 42, DK-8200 Aarhus N, Dänemark, www.vestas.com
Klassifizierung: Eingeschränkte Weitergabe

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

5 WEA-Schutzsysteme

5.1 Blitzschutz von Rotorblättern, Maschinenhaus, Rotorblattnabe und Turm

Die VID-Sensoren sind nahe der Blattwurzel angebracht, um die Wahrscheinlichkeit eines Blitzeinschlags in das Rotorblatt zu minimieren.

5.2 EMV-System

Das VID-System erfüllt die Anforderungen an die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) genau wie die Windenergieanlage.

Die Integration des VID-Systems in die folgenden Windenergieanlagen entspricht den Anforderungen der DNV-GL-Richtlinie [3] und des Merkblatts [4].

6 Betriebsstrategie, Betriebsbereich und Leistungsmerkmale

6.1 Aktivierung des VID-Systems

Während der Installation des Vestas Eiserkennungssystems verbindet der Monteur seinen PC mit dem Schaltschrank der Eiserkennung und konfiguriert das System. Bis zum Abschluss der Inbetriebnahme ist eine Kalibrierung des VID-Systems pro Windenergieanlage erforderlich, da das Rotorschwingungsmuster einzigartig ist. Die Kalibrierung läuft normalerweise einige Tage lang im Hintergrund, bis sie vollständig abgeschlossen ist. Nach Ablauf des Kalibrierungszeitraums kann die endgültige Inbetriebnahme des VID-Systems erfolgen.

Die automatische Kalibrierung kann nur bei einer Umgebungstemperatur von über +5 °C durchgeführt werden. Bei einer Umgebungstemperatur unter +5 °C muss eine manuelle Kalibrierung mit Unterstützung von Weidmüller durchgeführt werden, was zusätzliche Kosten verursacht. In diesem Fall muss der Rotor manuell auf Eisbildung überprüft werden. Nach Erfassung eines ausreichenden Datenbestands und der manuellen Prüfung ist der Kalibrierungszeitraum abgeschlossen und die endgültige Inbetriebnahme des Vestas Eiserkennungssystems kann erfolgen. Dabei wird die automatische Erkennung aktiviert.

6.2 Betriebsstrategie

Die Betriebsstrategie des VID-Systems beruht im Wesentlichen auf der kontinuierlichen Messung von Eis. Eisansatz an den Rotorblättern (jenseits des Schwellenwerts) und bestimmte weitere Parameter einschließlich Temperaturen unter 5 °C lösen eine Abschaltung der Windenergieanlage (Stromerzeugung) aus. Das Eiserkennungssystem setzt die Messungen an den Rotorblättern fort. Sobald kein Eis mehr erkannt wird (Unterschreitung des Schwellenwerts), nimmt die Windenergieanlage den Betrieb wieder auf. Der Schwellenwert ist einstellbar, alle Änderungen werden entsprechend protokolliert.

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0049-7921 VER 15
T05 0049-7921 Ver 15 - Approved- Exported from DMS: 2022-11-15 by INVOL

Copyright © - Vestas Wind Systems A/S, Hedeager 42, DK-8200 Aarhus N, Dänemark, www.vestas.com
Klassifizierung: Eingeschränkte Weitergabe
VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Es stehen zwei Konfigurationsvarianten für die Eiserkennung zur Verfügung:

1. Variante Eis-Alarm/Eis-Sicherheitsstopp
   Wenn das VID-System Eis erkennt oder nicht in der Lage ist, den Eisansatz zu messen (etwa aufgrund eines Systemausfalls), wird die Windenergieanlage abgeschaltet, sobald die Temperatur unter 5 °C sinkt.

   Diese Konfiguration bietet drei Modi, die definieren, wie die Windenergieanlage nach einem Alarm neu gestartet wird, d. h. *automatisch,manuell aus der Ferne* oder *manuell vor Ort*.

2. Variante Eis-Warnung.
   Wenn das VID-System Eis erkennt oder nicht in der Lage ist, den Eisansatz zu messen (etwa aufgrund eines Systemausfalls), sendet es eine Warnmeldung.
   Diese Variante ist nicht in der Lage, die WEA abzuschalten.

Eine optionale E/A-Lösung für den Benutzer ist verfügbar, um ein 24-VDC-Signal in der Turmsteuerung bereitzustellen. Das 24-VDC-Signal wird auf niedrig gesetzt, wenn das VID Eis auf den Rotorblättern feststellt. Das E/A-Signal kann verwendet werden, um eine externe Auslösevorrichtung (Warnton, Licht usw.) anzuschließen, wenn das VID Eis auf den Rotorblättern feststellt. Die Benutzer-EO-Lösung für den Turmschaltschrank ist als Option für 4-MW-Windenergieanlagen erhältlich und in verschiedenen Versionen der EnVentus-Turmsteuerung erhältlich.

6.3 Über VestasOnline® SCADA verfügbare Daten

Die folgenden Daten sind über SCADA verfügbar:

- Ausfallzeit infolge von Eisansatz [hh:mm:ss]
- Produktionsausfall infolge von Eisansatz [kWh]
- Daten zum Eisansatz

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0049-7921 VER 15

T05 0049-7921 Ver 15 - Approved- Exported from DMS: 2022-11-15 by OL

Copyright © - Vestas Wind Systems A/S, Hedeager 42, DK-8200 Aarhus N, Dänemark, www.vestas.com
Klassifizierung: Eingeschränkte Weitergabe

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0049-7921 VER 15

7 Allgemeine Einschränkungen, Hinweise und Haftungsausschlüsse

- © 2015 Vestas Wind Systems A/S. Dieses Dokument wurde von Vestas Wind Systems A/S und/oder einer der Tochtergesellschaften des Unternehmens (Vestas) erstellt und enthält urheberrechtlich geschütztes Material, Marken und andere geschützte Informationen. Alle Rechte vorbehalten. Das Dokument darf ohne vorherige schriftliche Erlaubnis durch Vestas Wind Systems A/S weder als Ganzes noch in Teilen reproduziert oder in irgendeiner Weise oder Form – sei es grafisch, elektronisch oder mechanisch, einschließlich Fotokopien, Bandaufzeichnungen oder mittels Datenspeicherungs- und Datenzugriffssystemen – vervielfältigt werden. Die Nutzung dieses Dokuments über den ausdrücklich von Vestas Wind Systems A/S gestatteten Umfang hinaus ist untersagt. Marken-, Urheberrechts- oder sonstige Vermerke im Dokument dürfen nicht geändert oder entfernt werden.
- Die allgemeinen Spezifikationen, die in diesem Dokument beschrieben werden, gelten für die aktuelle Version des VID-Systems. Neuere Versionen des VID-Systems, die ggf. zukünftig hergestellt werden, haben unter Umständen hiervon abweichende allgemeine Spezifikationen. Falls Vestas dem Empfänger eine neuere Version des VID-Systems liefern sollte, wird das Unternehmen dem Empfänger hierzu eine aktualisierte allgemeine Spezifikation für das VID-System bereitstellen.
- Dieses Dokument, die allgemeine Spezifikation, stellt kein Verkaufsangebot dar und enthält keinerlei ausdrückliche oder stillschweigende Gewährleistungen, Garantien, Versprechen, Verpflichtungen und/oder Zusicherungen von Vestas. Diese werden hiermit ausdrücklich von Vestas ausgeschlossen, es sei denn, es liegt eine ausdrückliche schriftliche Zusicherung von Vestas gegenüber dem Empfänger vor.
- Bilder und Illustrationen im vorliegenden Dokument können von der tatsächlichen Ausführung/Bauweise abweichen.
- Die Windenergieanlage muss an das Stromnetz angeschlossen und eingeschaltet sein, damit das VID-System betrieben werden kann.
- Das VID-System trägt zur Minderung der Gefahr von Eiswurf bei, ist jedoch nicht für die Minderung der Gefahr von Eissturz oder Eisabfall und/oder Eissturz vorgesehen. Sollte der Empfänger das System für solche Zwecke benutzen oder sich diesbezüglich darauf verlassen, tut er dies auf eigene Gefahr. Die Gefahr von Eiswurf oder Eisabfall infolge des Betriebs der Windenergieanlage und des VID-Systems liegt in der alleinigen Verantwortung des Kunden. Die tatsächlichen Standortbedingungen weisen viele Variablen auf, entsprechend kann die Vereisung in unterschiedlichen Formen auftreten (z. B. Eisstürme oder Vereisung durch Reifansatz). Diese Unterschiede können sich je nach eingestelltem Schwellenwert auf die Leistung des VID-Systems auswirken.
- Angaben zur Verfügbarkeit sind der Betriebs- und Wartungsvereinbarung zu entnehmen.

T05 0049-7921 Ver 15 - Approved- Exported from DMS: 2022-11-15 by INVOL

Copyright © - Vestas Wind Systems A/S, Hedeager 42, DK-8200 Aarhus N, Dänemark, www.vestas.com
Klassifizierung: Eingeschränkte Weitergabe
VESTAS PROPRIETARY NOTICE

RESTRICTED

Original Instruction: T05 0047-7240 VER 07

Gutachten

Vestas Ice Detection System (VID)

Integration des BLADEcontrol Ice Detector BID in die Steuerung von Vestas Windenergieanlagen

Integration of the BLADEcontrol Ice Detector BID into the Controller of Vestas Wind Turbine Generators

Report Nr.: 75172, Rev.6 **Datum: 18.10.2021**

DNV – Energy Systems

Hersteller	Vestas Wind Systems A/S Hedeager 44 8200 Aarhus N Denmark
Auftragsnr.	4800/14/46271/256
Sachverständiger	Dr. Karl Steingröver
Addresse	DNV – Energy Systems Brooktorkai 18 20457 Hamburg Germany
Revision 6:	Documents 1.4 and 1.5 updated

T05 0047-7240 Ver 07 - Approved- Exported from DMS: 2021-10-25 by OL

VESTAS PROPRIETARY NOTICE: This document contains valuable confidential information of Vestas Wind Systems A/S. It is protected by copyright law as an unpublished work. Vestas reserves all patent, copyright, trade secret, and other proprietary rights to it. The information in this document may not be used, reproduced, or disclosed except if and to the extent rights are expressly granted by Vestas in writing and subject to applicable conditions. Vestas

1 MITGELTENDE DOKUMENTATION *APPLICABLE DOCUMENTS*

1.1 Type Certificate BLADEcontrol Ice Detector BID. DNV GL Renewables Certification; Certificate No. TC-DNVGL-SE-0439-04314-1, ausgestellt am 20.10.2020

1.2 Certification Report for the Ice Detection System "BLADEcontrol Ice Detector BID", DNV GL Renewables Certification Report No. CR-CMS-DNVGL-SE-0439-04314-1, ausgestellt am 20.10.2020

1.3 Gutachten "Ice Detection System BLADEcontrol Ice Detector BID", GL Renewables Report No. 75138, Rev. 7 ausgestellt am 23.11.2020

1.4 Turbine Integration Description. Vestas doc. no. 0046-4946 VER04, ausgestellt im Okt. 2021

1.5 Merkblatt der Struktur- und Genehmigungsdirektionen Nord für Vorhaben zur Errichtung von Windenergieanlagen hinsichtlich immissionsschutzrechtlicher und arbeitsschutzrechtlicher Anforderungen an die Antragsunterlagen im Genehmigungsverfahren nach dem Emmissionsschutzgesetz - BLmSchG. Rheinland-Pfalz, 2019

2 PRÜFKRITERIUM UND PRÜFUMFANG ASSESSMENT *CRITERA AND SCOPE OF ASSESSMENT*

Die Prüfung der Integration des „BLADEcontrol Ice Detectors" (BID) in die Steuerung der Vestas Windenergieanlagen (WEA) wird anhand der folgenden Richtlinien durchgeführt:

DNVGL-SE-0439:2016-06 Certification of condition monitoring [1)]

Germanischer Lloyd: GL Rules and Guidelines – IV Industrial Services – Guideline for the Certification of Wind Turbines, Edition 2010

Im Rahmen dieses Gutachtens wird die Integration der Ausgangssignale des BID in die Steuerung der Vestas WEA geprüft. Die integrierte Eiserkennungslösung wird als Vestas Ice Detection (VID) vermarktet. Die Steuerung sowie das Sicherheitssystem der Vestas WEA sind nicht Gegenstand dieses Gutachtens, da alle Vestas WEA ein gültiges Typenzertifikat aufweisen und im Rahmen der jeweiligen Typenprüfung die Funktionalität der Steuerung sowie des Sicherheitssystems geprüft wurde. Die jeweiligen Typenzertifikate sind auf den home pages von DNV bzw. GL angeführt. Zentrale Punkte dieses Gutachtens sind das sichere Abschalten der WEA bei Eisansatz sowie das Wiederanfahren der WEA im eisfreien Zustand.

Dieses Gutachten deckt somit den Punkt 8 von 1.5 ab. Die Punkte 1 bis 7 aus 1.5 sind bereits durch das in 1.3 angeführte Gutachten abgedeckt.

[1)] Diese Richtlinie ersetzt die in den vorherigen Revisionen zitierte Richtlinie Germanischer Lloyd: GL Rules and Guidelines – IV Industrial Services – Guideline for the Certification of Condition Monitoring Systems for Wind Turbines, Edition 2013 (GL-IV-4:2013).

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Original Instruction: T05 0047-7240 VER 07

T05 0047-7240 Ver 07 - Approved- Exported from DMS: 2021-10-25 by INVOL

RESTRICTED

DNVGL-SE-0439:2016-06 und GL-IV-4:2014 sind vom Inhalt her identisch.

The assessment of the integration of the „BLADEcontrol Ice Detector" (BID) into the controller of Vestas wind energy converters (WEC) was done according to the following guidelines:

DNVGL-SE-0439:2016-06 Certification of condition monitoring [1)]

Germanischer Lloyd: GL Rules and Guidelines – IV Industrial Services – Guideline for the Certification of Wind Turbines, Edition 2010

Within this expertise the integration of the output signals of the BID into the controller of Vestas WEC will be assessed. The integrated ice detection solution is marketed as Vestas Ice Detection (VID). The controller and also the safety system of the Vestas WEC are not part of this expertise, because all Vestas WEC hold a valid Type Certificate where within the type assessment the functionality of the controller and the safety system was assessed. The corresponding Type Certificates are listed on the home pages of DNV resp. GL. Key points of this expertise are the safe shut-down of the WEC when icing occurs and the start-up of the WEC if there is no icing.

Hence this expertise covers point 8 from 1.5. The points 1 to 7 from 1.5 are already covered by the expertise listed in 1.3.

[1)] This guideline replaces the guideline Germanischer Lloyd: GL Rules and Guidelines – IV Industrial Services – Guideline for the Certification of Condition Monitoring Systems for Wind Turbines, Edition 2013 (GL-IV-4:2013) listed in previous revisions.

The contents of DNVGL-SE-0439:2016-06 and GL-IV-4:2014 are identical.

3 SACHVERSTÄNDIGER *EXPERT IN CHARGE*

Dieses Gutachten wurde durch den Sachverständigen Dr. Karl Steingröver, Senior Principal Engineer bei DNV – Energy Systems, erstellt.

This expertise was generated by the expert in charge, Dr. Karl Steingröver, Senior Principal Engineer with DNV – Energy Systems.

4 SYSTEMBESCHREIBUNG *DESCRIPTION OF THE SYSTEM*

Der BID ist in 1.3 ausführlich beschrieben. In diesem Gutachten wird nur die Integration der Ausgangssignale des BID in die Steuerung von Vestas WEA sowie die Signalverarbeitung dargestellt und beurteilt. Das in die Steuerung der Vestas WEA integrierte (BID) stellt drei Ausgangssignale zur Verfügung.

- Alive: Signal, welches die Funktionsfähigkeit des BID anzeigt (watch dog).

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Original Instruction: T05 0047-7240 VER 07

T05 0047-7240 Ver 07 - Approved- Exported from DMS: 2021-10-25 by OL

- Icing Evaluation: Signal, ob eine Eisauswertung beim aktuellen Anlagenzustand ein verwertbares Ergebnis liefert.
- Icing Alarm: Signal, dass den Zustand der Rotorblätter mit „Eisfrei" oder „Eisansatz" charakterisiert.

The BID is described in detail in 1.3. Within this expertise only the integration of the output signals of the BID into the controller of Vestas WEC along with the signal processing are described and verified. The BID integrated into the controller of Vestas WEC provides three output signals:

- *Alive: Signal, which shows the operational capability of the BID (watch dog).*
- *Icing Evaluation: Signal, if an ice analysis within the actual status of the site allows an exploitable result.*
- *Icing Alarm: Signal, which characterizes the status of the rotor blades with „no ice" or „ice".*

4.1 Abschalten der WEA *Shut-down of the WEC*

Wenn die Rotordrehzahl kleiner als 2 min^{-1} ist, werden die BID Signale nicht ausgewertet und somit bleibt der Betriebszustand der WEA unbeeinflusst. Ist die Rotordrehzahl größer als 2 min^{-1}, erfolgt eine Temperaturmessung. Bei den Vestas WEA erfolgt eine Temperaturmessung in Nabenhöhe. Ist die Umgebungstemperatur in Nabenhöhe größer als 5 °C, werden die BID Signale nicht ausgewertet und somit bleibt der Betriebszustand der WEA unbeeinflusst. Ist die Umgebungstemperatur kleiner als 5 °C, so werden die Signale des BID ausgewertet. Das Signal „Alive" wird dabei kontinuierlich ausgewertet. Ist die Funktionsfähigkeit des BID nicht gewährleistet, so wird die WEA automatisch abgeschaltet und in den Leerlaufmodus (Trudeln der Anlage) gesetzt. Beträgt die Rotordrehzahl mehr als 2 min^{-1} und ist die Umgebungstemperatur kleiner als 5 °C und ist die Funktionalität des BID gewährleistet und wenn der BID ein verwertbares Ergebnis liefert, wird das Signal „Icing Evaluation" ausgewertet. Liefert dieses Signal kein verwertbares Ergebnis, so wird die WEA in den Leerlaufmodus gesetzt. Ist die Rotordrehzahl größer als 2 min^{-1}, die Umgebungstemperatur kleiner als 5 °C, die Funktionsfähigkeit des BID gewährleistet und liefert der BID ein verwertbares Ergebnis, wird das Signal „Icing Alarm" ausgewertet. Wird Eis erkannt, wird die WEA automatisch abgeschaltet und in den Leerlaufmodus gesetzt.

If the rotor speed is below 2 rounds per minute, the signals from the BID are not interpreted and thereby the WEC operational mode is not affected. If the rotor speed is above 2 rounds per minute, then the temperature will be checked. At the Vestas WEC a temperature measurement is done in hub height. If the environmental temperature in hub height is higher than 5 °C, the signals from the BID are not interpreted and thereby the WEC operational mode is not affected. If the environmental temperature is below 5 °C, the signals from the BID are interpreted. The signal "Alive" will be interpreted continuously. If the function of the BID is not guaranteed, the WEC will be shutdown automatically and set into the idling mode (idling of the wind turbine). If the functionality of the BID is guaranteed, the signal "Icing Evaluation" will be interpreted. If this signal does not deliver an exploitable result, the WEC will be set into idling mode. If the rotor speed is higher than 2 rounds per minute and if the environmental

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Original Instruction: T05 0047-7240 VER 07

T05 0047-7240 Ver 07 - Approved- Exported from DMS: 2021-10-25 by INVOL

RESTRICTED

temperature is lower than 5 °C and if the functionality of the BID is guaranteed and if the BID delivers and exploitable result, the signal "Icing Alarm" will be interpreted. If ice is recognized the WEC will be shutdown automatically and set into idling mode.

4.2 Wiederanfahren der WEA *Start-up of the WEC*

Bevor die WEA wieder in den Produktionsmodus gefahren werden kann, überprüft die Steuerung, ob der aktuelle Leerlaufmodus durch den BID ausgelöst wurde. Solange dieses der Fall ist, verbleibt die WEA im Leerlaufmodus. Erst wenn die Umgebungstemperatur größer als 5 °C ist oder die Umgebungstemperatur kleiner als 5 °C sowie die Funktionsfähigkeit des BID gewährleistet ist, ein verwertbares Ergebnis des BID vorliegt sowie kein Eis erkannt wird, wird die WEA wieder in den Produktionsmodus gefahren.

Before the WEC can be set again into the production mode, the controller checks if the actual idling mode was caused by the BID. As long as this is the case, the WEC stays within the idling mode. Only if the environmental temperature is higher than 5 °C or if the environmental temperature is below 5 °C and if the functionality of the BID is guaranteed, an exploitable result is delivered from the BID and no ice is recognized, the WEC will be set into the production mode.

5 PRÜFUNG *ASSESSMENT*

Im Rahmen dieses Gutachtens wurde die Integration der Signale des BID in die Steuerung von Vestas WEA im Hinblick auf zuverlässige Eiserkennung und sicheren Betrieb auf Basis der in 2 angegebenen Richtlinien geprüft.

Within this expertise the integration of the signals of the BID into the controller of Vestas WEC in view of safe detection of icing and safe operation will be assessed on the basis of the guidelines listed in 2.

5.1 Abschalten bei Eisansatz und Wiederanfahren bei eisfreiem Zustand *Shut-down in case of icing and start-up in ice-free condition*

Das Abschalten bei Eisansatz sowie das Wiederanfahren bei eisfreiem Zustand wurden anhand der in 1.4 dargestellten Dokumentation überprüft. Die Prüfung ergab, dass die Signale des BID so in die Steuerung der Vestas WEA eingebunden sind, dass bei Eisansatz oder bei Nichtvorliegen von verwertbaren Messdaten oder bei Ausfall des BID die WEA automatisch in den Leerlaufmodus gefahren wird. Die Steuerung der Vestas WEA fährt diese erst wieder in den Produktionsmodus, wenn Eisfreiheit vorliegt und der BID verwertbare Messdaten liefert. Ist letzteres nicht der Fall oder liegt ein Ausfall des BID vor, kann die WEA nicht in den Produktionsmodus überführt werden, auch wenn ein eisfreier Zustand vorliegen sollte.

The shut-down in case of icing and the start-up in ice-free condition was assessed using the documentation listed in 1.4. The assessment showed, that the signals of the BID are integrated into the

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Original Instruction: T05 0047-7240 VER 07

T05 0047-7240 Ver 07 - Approved- Exported from DMS: 2021-10-25 by OL

controller of the Vestas WEC in that way, that if icing occurs or if exploitable measuring data is not available or if the BID is malfunctioning the WEC will be set automatically into the idling mode. The controller of the Vestas WEC sets the WEC back into the production mode only in that case if there is no ice and if the BID delivers exploitable results. If the latter is not the case or if the BID is malfunctioning, the WEC cannot be set into the production mode, even if the condition is ice-free.

5.2 Einfluss auf die Gültigkeit des Typenzertifikats einer Anlage *Influence on the validity of the Type Certificate of the wind turbine*

Der Einfluss der Integration der Signale des BID in die Steuerung von Vestas WEA auf das Sicherheitssystem der WEA wurde geprüft. Die Prüfung ergab, dass die Sicherheitsfunktionen der Vestas WEA hiervon nicht beeinflusst werden und umgekehrt. So kann z.B. bei gedrücktem „Not-Aus"-Schalter die Anlage bei Eisfreiheit und umgekehrt bei entriegeltem „Not-Aus" Schalter und Vorliegen von Eis nicht wieder anfahren.

The influence of the integration of the signals of the BID into the controller of Vestas WEC on the safety system of the WEC was assessed. The assessment showed that the safety functions of the Vestas WEC are not influenced by this and vice versa. I.e, if the emergency button is locked and the condition is ice-free and vice versa if the emergency button is unlocked and icing occurs, the wind turbine cannot start-up.

5.3 Installation und Inbetriebnahme *Installation and commissioning*

Installation und Inbetriebnahme werden entsprechend den in 2 angegebenen Richtlinien sowie den Prozeduren für Installation und Inbetriebnahme des BID durchgeführt. Die Installation und die Inbetriebnahme werden mit einer Funktionsprüfung durch das Installationsteam abgeschlossen

Installation and commissioning is conducted according to the guidelines listed in 2 and the procedures for installation and commissioning of the BID. Installation and commissioning is concluded with a functionality check by the installation team.

6 ZUSAMMENFASSUNG *SUMMARY*

Die Prüfung der Integration der Signale des BID in die Steuerung von Vestas WEA in Zusammenhang mit der in 1.3 dargestellten Prüfung des BID hat ergeben, dass die behördlichen Anforderungen für eine sichere Abschaltung bei Gefahr von Eisabwurf im laufenden Betrieb als „sonstige Gefahr" im Sinne des § 5 BImSchG erfüllt werden. Die Integration entspricht damit dem Stand der Technik. Der in Vestas WEA integrierte BID ist auch unter konservativen Annahmen als zur Gefahrenabwehr geeignet einzustufen. Dieses Gutachten behält seine Gültigkeit, so lange ein gültiges Typenzertifikat für den BID vorliegt.

Original Instruction: T05 0047-7240 VER 07

T05 0047-7240 Ver 07 - Approved- Exported from DMS: 2021-10-25 by INVOL

The assessment of the integration of the signals of the BID into the controller of Vestas WEC in conjunction with the assessment of the BID listed in 1.3 showed, that the governmental requirements for a safe shut-down if danger by dropping ice during production mode are fulfilled according § 5BLmSchG. The integration confirms to the state of art. The BID integrated into Vestas WEC is classified for danger prevention even under conservative assumptions. This expertise is valid as long as a valid Type Certificate for the BID is available.

KarSte

DNV – Energy Systems

Dr. Karl Steingröver
Expert in Charge

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Original Instruction: T05 0047-7240 VER 07

T05 0047-7240 Ver 07 - Approved- Exported from DMS: 2021-10-25 by '

000751

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0064-2710 VER 02

Restricted

Produktspezifikation

Vestas Condition Monitoring Solution – BKV CMS

T05 0078-6921 Ver 00 - Approved- Exported from DMS: 2020-01-02 by INVOL

Vestas Wind Systems A/S · Hedeager 42 · 8200 Aarhus N · Dänemark · www.vestas.com

VESTAS PROPRIETARY NOTICE: This document contains valuable confidential information of Vestas Wind Systems A/S. It is protected by copyright law as an unpublished work. Vestas reserves all patent, copyright, trade secret, and other proprietary rights to it. The information in this document may not be used, reproduced, or disclosed except if and to the extent rights are expressly granted by Vestas in writing and subject to applicable conditions. Vestas

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 3
2 Umfang 3
3 Referenzen 3
4 Definitionen 4
5 BKV CMS Systemübersicht 5
5.1 Datenerfassungseinheit (BKV CMS DAU/Data Acquisition Unit) 5
5.2 Sensoren 6
5.2.1 Montage 6
5.2.2 Verkabelung 6
5.2.3 Sensorpositionen 7
6 Kommunikationsvorrichtungen 8
6.1.1 IT-Infrastruktur 8
6.1.2 Betriebsparameter 9
7 Montage 10
8 Inbetriebnahme 10
9 Zertifikate 12
10 CMS-Spezifikationen 12
10.1.1 Brüel & Kjaer DAU 12
10.1.2 AS-477 12
10.1.3 AS-667 12
10.1.4 CMSS WIND-34100 13
11 Mitteilungen und Haftungsausschlüsse 14
11.1.1 Urheberrechtsvermerk 14
11.1.2 Einschränkungen und Haftungsausschlüsse 14

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0064-2710 VER 02

T05 0078-6921 Ver 00 - Approved- Exported from DMS: 2020-01-02 by /OL

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0064-2710 VER 02

1 Einleitung

Die Vestas Condition Monitoring Solution (VCMS, Zustandsüberwachungslösung) ist ein System mit Serviceleistung(en) zur Zustandsüberwachung von Vestas-Windenergieanlagen durch Schwingungsmessung, um Änderungen bzw. Identifizierungsmerkmale für die Hauptkomponenten der Windenergieanlage festzustellen, die eine sich eventuell entwickelnde Störung anzeigen könnten. Siehe Abbildung 1-1 zur anschaulichen Übersicht der VCMS.

In dieser Produktspezifikation wird das Zustandsüberwachungssystem Brüel & Kjaer Vibro (BKV) condition monitoring system (BKV CMS), Teil des VCMS, beschrieben. Die Überwachungsleistungen und der optionale Datenreplikationsservice, Teil des VCMS, wird in getrennten Produktspezifikationen beschrieben, siehe Ref. [5] und [6].

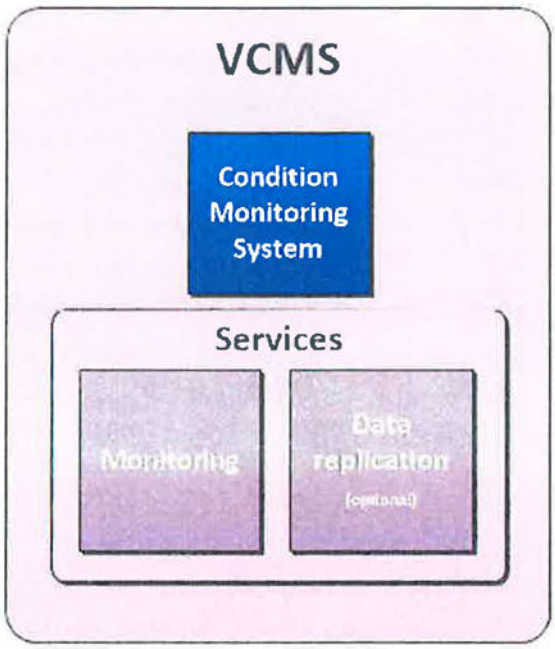


Abbildung 1-1: Schematische Übersicht des VCMS - Komponenten Vestas Zustandsüberwachungssystemlösung

2 Umfang

Das Dokument umfasst die folgenden Plattformen:

- 3MW-Plattform Mk3 und höher

3 Referenzen

Referenz-Nr.	DMS Link	Dokumenttitel
[1]	0000-3254	TSS for WTAS3652 BKV CMS
[2]	0027-1156	TC-GL-010B-2009_BKV_WTAS_Type_3652_Hrmn
[3]	0056-7604	TSS ACY04 2 Achsen-Beschleunigungsmesser (für

T05 0078-6921 Ver 00 - Approved- Exported from DMS: 2020-01-02 by INVOL

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

		Offshore)
[4]	0065-6428	Konformitätserklärung BKV CMS
[5]	0066-9857	Produktspezifikationen - Überwachungsserver
[6]	0062-5300	Product Specification - Data repl BKV
[7]	0051-0974	Überwachungsstrategie BKV CMS 3MW
[8]	0051-0968	Überwachungsstrategie BKV CMS 2MW
[9]	0042-4954	TSS SKF Beschleunigungsmesser Wind-34100

4 Definitionen

Abkürzung	Beschreibung
VCMS	Vestas Condition Monitoring System (Vestas-Zustandsüberwachun
ERP	Vestas Business Enterprise System (ERP)
WEA	Windenergieanlage
BKV CMS	BKV Condition Monitoring System (Zustandsüberwachungssystem)
BKV	Brüel & Kjær Vibro
SAT	Site Acceptance Test (Standortabnahmetest)
FAT	Factory Acceptance Test (Werkabnahmetest)
DAU	Datenerfassungseinheit
LAN	Local Area Network
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0064-2710 VER 02

T05 0078-6921 Ver 00 - Approved- Exported from DMS: 2020-01-02 by '' 'OL

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

5 BKV CMS Systemübersicht

Mithilfe des BKV CMS werden die Schwingungspegel fortlaufend am/an den Hauptlager/n der WEA, am Getriebe und am Generator und bei Offshore-Windenergieanlagen am Hauptrahmen gemessen.

Das BKV CMS besteht aus einer Datenerfassungseinheit, (Data Acquisition Unit, DAU) einschließlich Vestas Firmware und einer Reihe von Schwingungssensoren.

Wie unten in Abschnitt 5.2.3 näher beschrieben, werden die Schwingungssensoren über bestimmte Hauptkomponenten instrumentiert. Die Sensoren erfassen Schwingungen, die aufgezeichnet und in der im Maschinenhaus der WEA installierten Datenerfassungseinheit (DAU) verarbeitet werden. Die in die DAU integrierte Vestas Firmware ermöglicht fortlaufend die Überwachung der Prozessdaten der WEA zur Kategorisierung und Unterstützung der erfassten Schwingungspegel.

Die Daten werden in der DAU verarbeitet und zu einem Datenerfassungsserver übermittelt, auf dem die Daten gespeichert und zur Überwachung und Berichterstattung weiter verarbeitet werden.

5.1 Datenerfassungseinheit (BKV CMS DAU/Data Acquisition Unit)

Die BKV CMS DAU erfasst Daten von den an sie angeschlossenen Schwingungssensoren sowie über eine Ethernet-Verbindung von der Steuerung Betriebsdaten der WEA. Anschließend werden die Daten verarbeitet, um die an den/die Datenerfassungsserver zu übertragende Datenmenge zu verringern. Diese Reduzierung erfolgt durch Extraktion von Funktionen aus den Sensorsignalen, die typisch für die beobachteten Fehler sind, sowie von den Feindaten, die dann für die Diagnose-Analyse verwendet werden.

Die BKV CMS ist ein WEA-spezifisches System und die BKV CMS DAU muss als solche im gesamten WEA-Park verwendet werden.

Die für die VCMS verwendete BKV CMS verfügt über eine Read-only-Verbindung zur WEA-Steuerung und hat somit keine Kontrolle über den WEA-Betrieb, einschließlich Sicherheits- und Schutzsystemen.

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0064-2710 VER 02

T05 0078-6921 Ver 00 - Approved- Exported from DMS: 2020-01-02 by INVOL

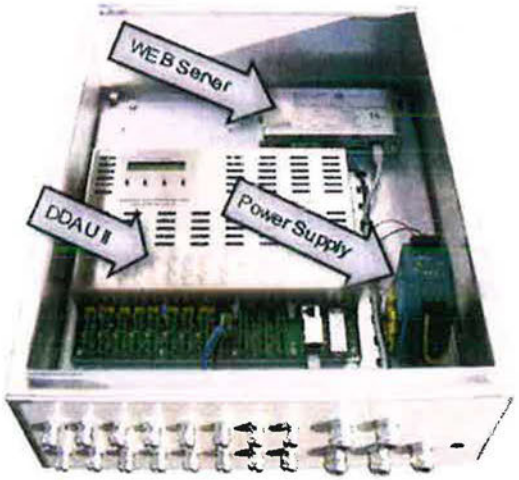


Abbildung 5-1:DDAU im zugehörigen IP66-Gehäuse in Verbindung mit Webserver und Stromversorgung. Der Webserver ist in die DDAU für Mk3 integriert.

5.2 Sensoren

Es werden drei Arten von Beschleunigungsmessern und ein induktiver Näherungsschalter verwendet:

- AS-477 für Wellen mit geringer Drehzahl (Planetengetriebestufe).
- AS-667 für Wellen mit niedriger und hoher Drehzahl (Getriebe niedrige, mittlere und hohe Drehzahlstufen und Generatorwelle).
- CMSS WIND-34100 für Wellen mit hoher Drehzahl (Getriebe hohe/mittlere Drehzahlstufen)
- ACY04 für Turmschwingungen.
- Induktiver Näherungsschalter zur Erfassung der Wellendrehzahl.

Die Beschleunigungsmesser sind analoge piezoelektrische Beschleunigungssensoren mit integriertem Lastverstärker.

5.2.1 Montage

Die Beschleunigungsmesser sind mit Schrauben oder Bolzen installiert. Siehe Abbildung 5-2.

Für Sensoren, die an exponierten Orten angebracht sind, werden Schutzhalterungen verwendet. Siehe Abbildung 5-2.

Die Näherungsschalter sind in speziellen Halterungen installiert.

5.2.2 Verkabelung

Die Sensorkabel sind abgeschirmt und mittels M12-Stecker mit den Sensoren verbunden, mit Ausnahme von zwei Sensoren vom Typ CMSS WIND-34100 (Getriebe Zwischenstufe hinten und Getriebe axial).

Für Kabel, die langen oder sonstigen exponierten Führungsbedingungen ausgesetzt sind, werden flexible Kabelschutzschläuche verwendet. Siehe Abbildung 5-3. Die Kabelschutzschläuche und Kabel werden mit Montagevorrichtungen befestigt.

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0064-2710 VER 02

T05 0078-6921 Ver 00 - Approved- Exported from DMS: 2020-01-02 by

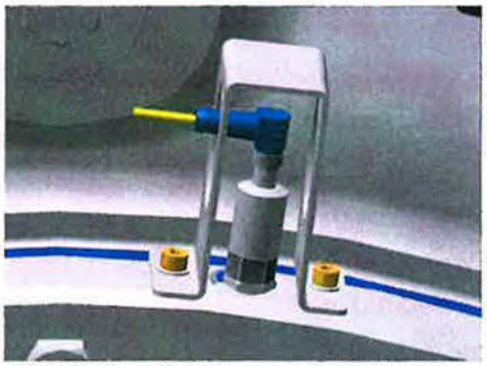


Abbildung 5-2: Mithilfe eines Bolzen montierter Sensor mit Schutzhalterung

Abbildung 5-3: Sensorkabel wird in einem flexiblen Kabelschutzschlauch geführt

5.2.3 Sensorpositionen

Die Beschleunigungsmesser befinden sich an folgenden Orten:

- Hauptlagergehäuse
- Außenseite des Getriebes nahe bei:
  - Planetenstufe(n)
  - Zwischenstufe
  - Hochgeschwindigkeitsstufe
  - Generatorseite axial
- Außenseite des Generators nahe bei:
  - getriebeseitiges Lager
  - generatorseitiges Lager
- Hauptrahmen oberhalb der Mitte des Turmquerschnitts (nur Offshore):
  - Abwindrichtung
  - Querrichtung

3MW-Plattformen

Komponente	Anzahl an Sensoren	Richtung	Empfindlichkeit	Frequenzbereich
Rotor-Lager	1	Radial	100 mV/g	0,5 Hz - 13 kHz
Getriebe	1	Radial	500 mV/g	0,2 Hz – 14 kHz
Getriebe	6	5 Radial + 1 Axial	100 mV/g	0,5 Hz – 13/10 kHz
Generator	2	Radial	100 mV/g	0,5 Hz - 13 kHz
Hauptrahmen (nur Offshore)	1	Axial + Transversal	400 mV/g	0–100 Hz
Tachometer	1	High Speed (Hohe Drehzahl/Geschwindigkeit)		

Die Sensoren am Hauptrahmen sind nur bei Offshore-WEA instrumentiert.

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0064-2710 VER 02

T05 0078-6921 Ver 00 - Approved- Exported from DMS: 2020-01-02 by INVOL

Der Näherungsschalter ist in der Nähe des Ausgabe-Welle des Getriebes installiert.

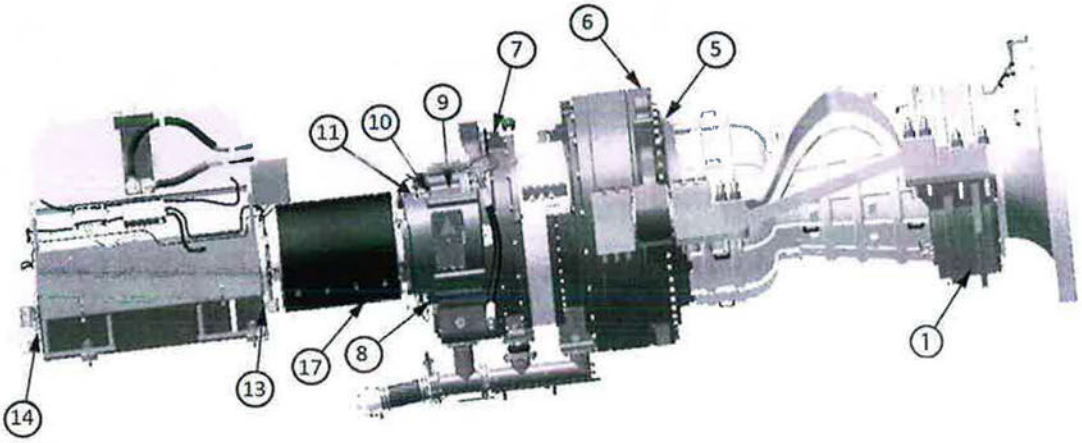


Abbildung 5-4: Sensorpositionen für den 3 MW-Triebstrang. Nur zur Veranschaulichung

6 Kommunikationsvorrichtungen

6.1.1 IT-Infrastruktur

Die gesamte Datenkommunikation erfolgt über LAN-Verbindungen mithilfe von TCP/IP. Dle Daten werden von der BKV CMS DAU in den WEA durch das Parknetzwerk zur Park-Firewall geleitet. Dort werden sie einem verschlüsselten Tunnel zugewiesen und über das Internet zu den Datenerfassungsservern von Vestas weitergeleitet.

Die Verbindung vom Park zum Internet muss den in der geltenden Servicevereinbarung genannten Anforderungen und Angaben entsprechen, vorausgesetzt, dass die Nennverbindung mindestens 10 Mbit beträgt.

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0064-2710 VER 02

T05 0078-6921 Ver 00 - Approved- Exported from DMS: 2020-01-02 by [illegible]YOL

000755

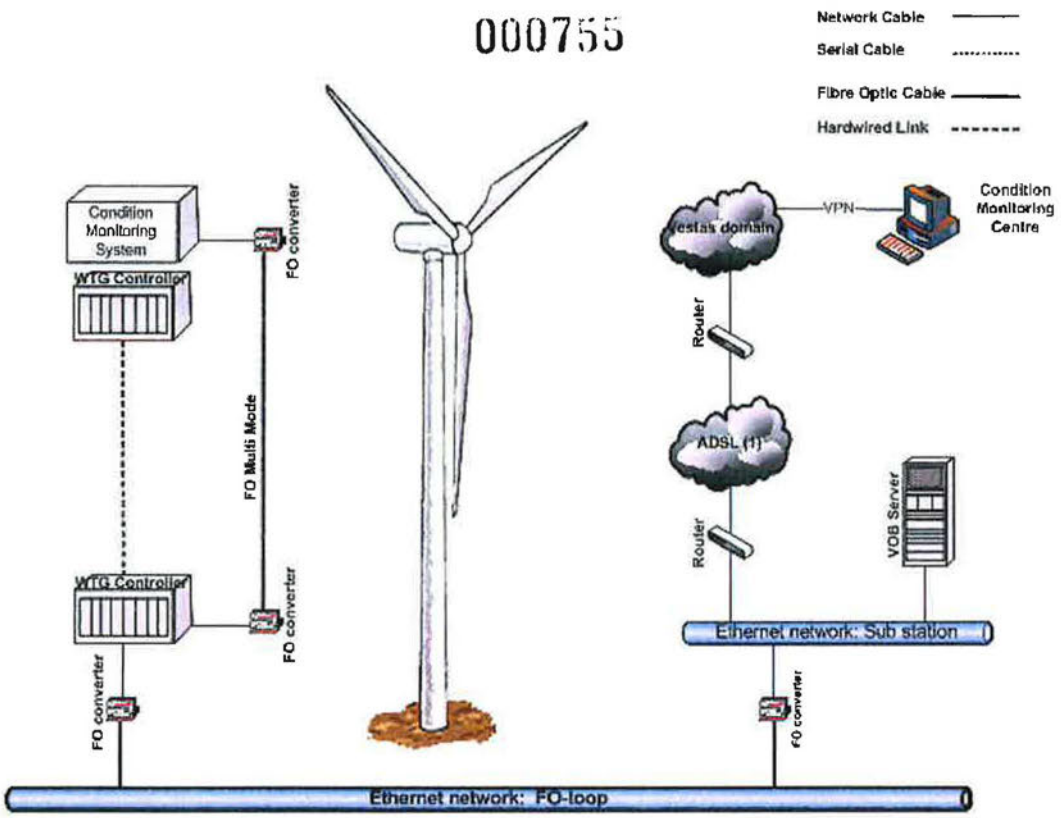


Abbildung 6-1: Dateninfrastruktur des Zustandsüberwachungssystems

Nur zur Veranschaulichung, tatsächliche Konfiguration kann abweichen

6.1.2 Betriebsparameter

Während der Messungen zeichnet die BKV CMS DAU Betriebsparameter (z.B. aktuelle Leistungsausgabe und Windgeschwindigkeit zum Messzeitpunkt) der Steuerung der Windenergieanlage auf.

An den 2-MW- und 3-MW-Plattformen mit VMP-Steuerung werden die Daten auf die BKV CMS DAU übertragen. Dies erfolgt über eine Ethernet-Verbindung zu der unteren Steuerung der von Vestas bereitgestellten Firmware in der BKV DAU.

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0064-2710 VER 02

T05 0078-6921 Ver 00 - Approved- Exported from DMS: 2020-01-02 by INVOL

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0064-2710 VER 02

7 Montage

Die Komponenten des in der VCMS verwendeten BKV CMS werden bei der Bestellung neuer WEA werkseitig in der Montagelinie des Maschinenhauses installiert.

Das System kann auch bei bereits bestehenden WEA nachgerüstet werden.

8 Inbetriebnahme

Bei der Inbetriebnahme wird die installierte BKV CMS DAU -Einheit auf ihre Funktionstüchtigkeit getestet und auf die Routine-Überwachungsleistungen vorbereitet. Die Inbetriebnahme umfasst drei wesentliche Prozesse.

1. **Factory Acceptance Test (Werksabnahmetest):** Funktionstest von werkseitig installierten BKV-System-Sensoren und DAU.
2. **Site Acceptance Test (Standortabnahmetest):** Überprüfung von Hardware und Sensoren sowie Netzwerk-Konfiguration der DAU in der WEA vor Ort.
3. **Back-Office-Inbetriebnahme***: Konfiguration der WEA-spezifischen Überwachungsstrategie, siehe Ref. [7, 8], und Überprüfung sämtlicher Funktionen des Systems, die an den Routine-Überwachungsleistungen beteiligt sind. Die Inbetriebnahme wird durch die Dokumentierung in einem Abnahmebericht mit einem Endabnahmedatum abgeschlossen.
   ** Die Back-office-Inbetriebnahme gilt nur in Verbindung mit den Vestas-Überwachungsleistungen, siehe Ref. [5].*

Das oben beschriebene Verfahren gilt auch für die Inbetriebnahme nachgerüsteter Systeme, mit Ausnahme des Werkabnahmeverfahrens (FAT).

Es sind zwei Abnahmeberichte verfügbar; einer beruht auf einer vollständigen Systemüberwachung (vollständiger Abnahmebericht), der andere beruht auf einer eingeschränkten Systemüberwachung (eingeschränkter Abnahmebericht)

Ein vollständiger Abnahmebericht eines installierten BKV-CMS-Systems erfüllt folgende Kriterien:

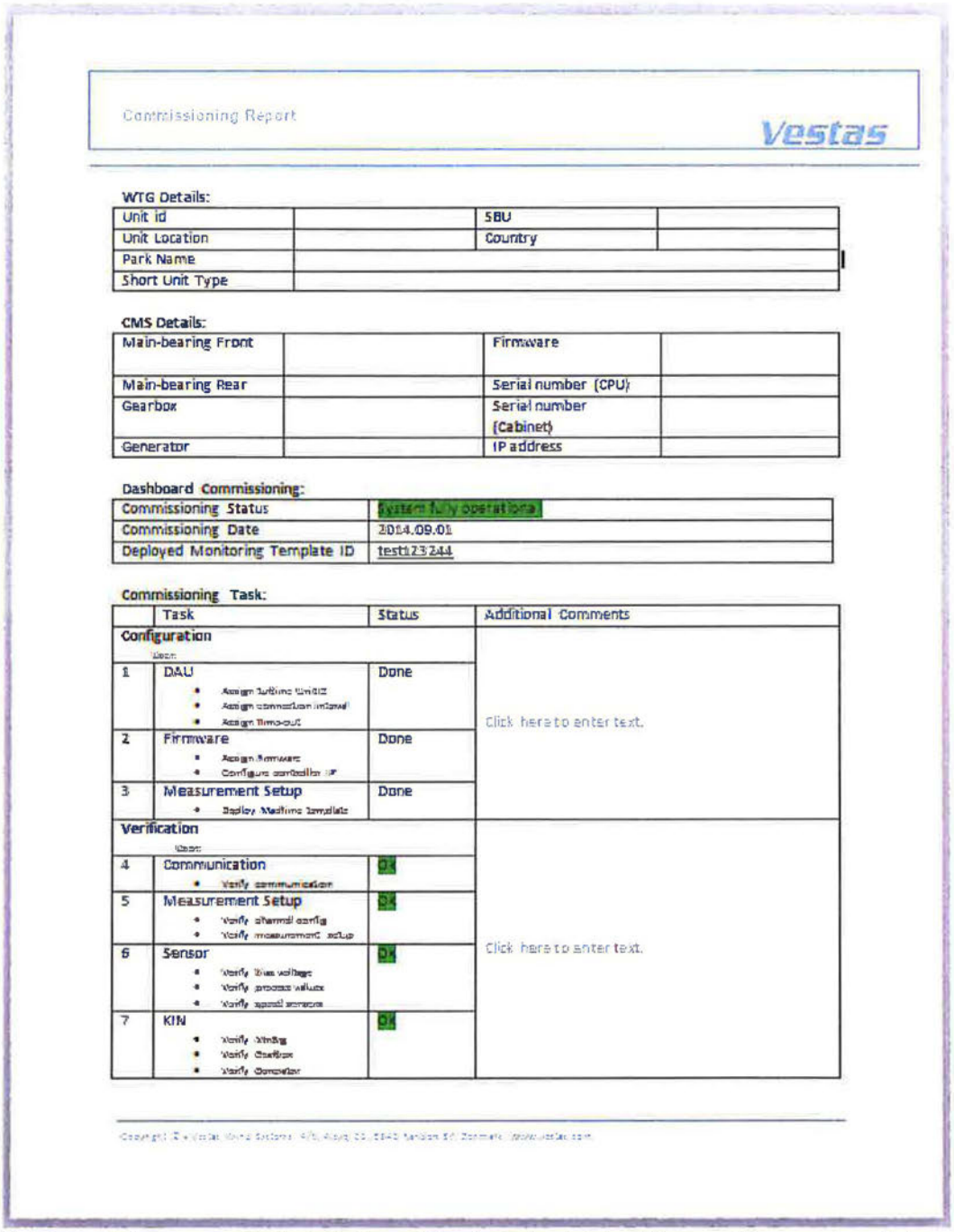
- Getriebedaten überprüft
- Lagerdaten überprüft
- WEA-Einheits-ID überprüft und in Verbindung mit dem WEA-Standort überprüft
- Erfassungs-Servereinstellungen überprüft
- Datenerfassungsmodell installiert
- Stromsignal überprüft
- (Optional: Windgeschwindigkeitssignal und sonstige Prozessparameter überprüft)
- Sämtliche Beschleunigungsmessersignale überprüft
- Drehzahlsignale überprüft
- Datenverbindung überprüft (Überprüfung der Serverdaten)
- Datenerfassungseinheit zugänglich und Sensor-Arbeitspunktniveau OK
- Datenerfassungs-Firmware aktualisiert
- Manuelle Bewertung des Zustands jeder Hauptkomponente. (Kann einen Alarmbericht auslösen)

T05 0078-6921 Ver 00 - Approved- Exported from DMS: 2020-01-02 by [illegible]YOL

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Ein eingeschränkter Abnahmebericht eines installierten CMS-Systems wird statt eines vollständigen Abnahmeberichts erstellt, wenn alle Abnahmekriterien erfüllt sind, abgesehen von fehlenden Daten zu den Lagern und/oder maximal 2 nicht funktionierenden Sensoren, sofern folgende Regeln erfüllt sind:

1. Mindestens 1 Sensor pro Hauptlager muss einwandfrei funktionieren
2. Nicht mehr als 1 der Sensoren befindet sich am Getriebe
3. Nicht mehr als 1 der Sensoren befindet sich am Generator



Commissioning Report

Vestas

WTG Details:

Unit id		SBU	
Unit Location		Country	
Park Name			
Short Unit Type			

CMS Details:

Main-bearing Front		Firmware	
Main-bearing Rear		Serial number (CPU)	
Gearbox		Serial number (Cabinet)	
Generator		IP address	

Dashboard Commissioning:

Commissioning Status	System fully operational
Commissioning Date	2014.09.01
Deployed Monitoring Template ID	test123244

Commissioning Task:

	Task	Status	Additional Comments
Configuration			
1	DAU • Assign turbine timeout • Assign connection interval • Assign time-out	Done	Click here to enter text.
2	Firmware • Assign firmware • Configure controller IP	Done	
3	Measurement Setup • Deploy Machine template	Done	
Verification			
4	Communication • Verify communication	OK	Click here to enter text.
5	Measurement Setup • Verify thermal config • Verify measurement setup	OK	
6	Sensor • Verify bias voltage • Verify process value • Verify speed sensors	OK	
7	KIN • Verify Wing • Verify Gearbox • Verify Generator	OK	

Abbildung 8-1: Beispiel eines Abnahmeberichts . Nur zur Veranschaulichung.

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0064-2710 VER 02

T05 0078-6921 Ver 00 - Approved- Exported from DMS: 2020-01-02 by INVOL

9 Zertifikate

Das BKV-CMS-Zustandsüberwachungssystem wurde vom Germanischen Lloyd zertifiziert, siehe Ref. [2].

10 CMS-Spezifikationen

10.1.1 Brüel & Kjaer DAU

DDAU	
Betriebstemperatur	-20 °C bis +60 °C
Schutzklasse	IP 66
Maße	160 x 400 x 500 mm (T x B x H)
Weight	12 kg
Vorrichtung	2 MW: /761548 3 MW: /10205415
Analogeingänge	16 Differential-Eingänge +/- 25 V, >100 kOhm
Digitaleingänge	2 optoisoliert, 12 V, 40 mA
Ausgänge	Zwei Relais-Driver
Datenschnittstellen	3 x 100 Mbit RJ45, TCP/IP RS232 RS485 (Modbus) Optische HFBR-57E0
Technisches Datenblatt	Ref. [1]

10.1.2 AS-477

AS-477	
Betriebstemperatur	-50 °C bis +120 °C
Schutzklasse	IP 67/IP68
Maße	47 x 19 x 22 mm (H x B x T) (ohne Montagebolzen)
Vorrichtung	/29022137
Empfindlichkeit	500 mV/g
Frequenzbereich	0,2 Hz – 14 kHz
Vorspannung	8-14 V
Weight	90 g
Technisches Datenblatt	Ref. [1]

10.1.3 AS-667

AS-667	
Betriebstemperatur	-40 °C bis 120 °C
Schutzklasse	IP 66/IP67

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0064-2710 VER 02

T05 0078-6921 Ver 00 - Approved- Exported from DMS: 2020-01-02 by [illegible]VOL

AS-667	
Maße	57,5 x 22 x 24,8 mm (H x B x T) (ohne Montagebolzen)
Vorrichtung	/60098059
Empfindlichkeit	100 mV/g
Frequenzbereich	0,5 Hz – 13 kHz
Vorspannung	8-14 V
Weight	120 g
Technisches Datenblatt	Ref. [1]

10.1.4 CMSS WIND-34100

CMSS WIND-34100	
Betriebstemperatur	-54 °C bis 121 °C
Schutzklasse	IP 68
Maße	14 x 24,6 mm (Skt x Höhe) (ohne Montagebolzen)
Vorrichtung	/29017882
Empfindlichkeit	100 mV/g
Frequenzbereich	0,5 Hz – 10 kHz
Vorspannung	8 - 12 V
Kabel	FEP mit Stahlummantelung
Weight	31 gm
Technisches Datenblatt	Ref [9]

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0064-2710 VER 02

T05 0078-6921 Ver 00 - Approved- Exported from DMS: 2020-01-02 by INVOL

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

11 Mitteilungen und Haftungsausschlüsse

11.1.1 Urheberrechtsvermerk

Das vorliegende Dokument wurde von Vestas Wind Systems A/S und/oder einer seiner Tochtergesellschaften erstellt und enthält urheberrechtlich geschütztes Material, Markenzeichen und andere geschützte Informationen. Alle Rechte vorbehalten. Das Dokument darf ohne vorherige schriftliche Erlaubnis durch Vestas Wind Systems A/S weder als Ganzes noch in Teilen reproduziert oder in irgendeiner Weise oder Form – sei es grafisch, elektronisch oder mechanisch, einschließlich Fotokopien, Bandaufzeichnungen oder mittels Datenspeicherungs- und Datenzugriffssystemen – vervielfältigt werden. Die Nutzung dieses Dokuments über den ausdrücklich von Vestas Wind Systems A/S gestatteten Umfang hinaus ist untersagt. Marken-, Urheberrechts- oder sonstige Vermerke im Dokument dürfen nicht geändert oder entfernt werden.

11.1.2 Einschränkungen und Haftungsausschlüsse

Die Informationen in diesem Dokument gelten lediglich für die aktuelle Version des Produkts, der Software oder des Serviceangebots. Aktualisierte Versionen des Produkts, der Software oder des Serviceangebots, die künftig zur Verfügung gestellt werden, können von dieser Beschreibung abweichen.

Vestas gibt keine Garantien oder Zusicherungen (weder ausdrücklich noch stillschweigend) bezüglich des Dokuments, aller enthaltenen oder sonstigen Informationen, insbesondere in Bezug auf Richtigkeit, Vollständigkeit, Funktionalität, Nichtverletzung geistiger Eigentumsrechte, Genauigkeit, Verwendbarkeit und Eignung oder Nichteignung für einen bestimmten Zweck. Das Dokument wird ohne Mängelgewähr zur Verfügung gestellt, und Vestas übernimmt im gesetzlich zulässigen Umfang keinerlei Verantwortung oder Haftung für die Ergebnisse der Nutzung des Dokuments. Keinesfalls ist Vestas für Folgeschäden, direkte, indirekte, besondere und sonstige Schäden gleich welcher Art haftbar, die sich aus der Nutzung oder Unmöglichkeit der Nutzung des Dokuments ergeben oder damit in Verbindung gebracht werden können, und zwar unabhängig davon, ob dies auf Verträgen, unerlaubter Handlung, Fahrlässigkeit, verschuldensunabhängiger Haftung oder anderweitigen Rechtsgründen beruht.

VESTAS PROPRIETARY NOTICE

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0064-2710 VER 02

T05 0078-6921 Ver 00 - Approved- Exported from DMS: 2020-01-02 by "VOL

NEUMANN Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG • Marientholer Str. 6 • 24340 Eckernförde

Windpark Mannhagen
Gemeinschafts GmbH & Co. KG
OT Segebadenhau
18519 Sundhagen

19.08.2025
[redacted]

Bauvorhaben Nr. 156/24

Bauvorhaben: Neubau von 12 Windenergieanlagen im WP Mannhagen - Vestas V162 – 7.2 MW mit 169m NH
Baugrunduntersuchung – Geotechnischer Entwurfsbericht

1 Vorgang

Die WP Mannhagen Gemeinschafts GmbH & Co. KG plant den Neubau von 12 Windenergieanlagen vom Typ Vestas V162 mit 169 m Nabenhöhe im Windpark Mannhagen. Die Anlagen werden im Falle einer Flachgründung auf einem auftriebssicheren Einzelfundament (∅ 25,50 m) in einer Tiefe von ca. 0,38 m unter GOK gegründet. Die Lage der Windenergieanlagen kann dem als Anlage 1.1 beigefügten Übersichtslageplan und der Tabelle 1 entnommen werden.

Tabelle 1: Mittelpunktkoordinaten der untersuchten Standorte (UTM ETRS 89)

WEA Nr.	Rechtswert	Hochwert	Anlagen - Typ	Höhe [m NH]
WEA 01	33 381 854	6003 729	Vestas V162-7.2, 169 m NH	16,2
WEA 02	33 382 266	6003 690	Vestas V162-7.2, 169 m NH	12,4
WEA 03	33 381 939	6003 324	Vestas V162-7.2, 169 m NH	11,8
WEA 04	33 381 185	6003 206	Vestas V162-7.2, 169 m NH	12,5
WEA 05	33 381 464	6002 979	Vestas V162-7.2, 169 m NH	9,0
WEA 06	33 381 773	6002 792	Vestas V162-7.2, 169 m NH	7,6

Dipl.-Ing. Peter Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Marientholer Str. 6
24340 Eckernförde
Telefon: 04351 / 7136 - 0
Fax: 04351 / 7136 - 71

kontakt@neumann-baugrund.de
www.neumann-baugrund.de
PhG: Dipl.-Ing. Peter Neumann
Baugrunduntersuchung Verwaltung GmbH
Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Thomas Behnke
Handelsregister Kiel: HRA 5412 / HRB 8265

Bankverbindungen:
Hypo-Vereinsbank
IBAN: DE87 2003 0000 0092 0035 41
BIC: HYVEDEMM300
Ust.-IdNr.: DE250024802
Gerichtsstand Eckernförde

WEA Nr.	Rechtswert	Hochwert	Anlagen - Typ	Höhe [m NH]
WEA 07	33 382 068	6003 003	Vestas V162-7.2, 169 m NH	8,2
WEA 08	33 382 430	6003 059	Vestas V162-7.2, 169 m NH	6,2
WEA 09	33 381 767	6004 329	Vestas V162-7.2, 169 m NH	25,4
WEA 10	33 382 146	6004 027	Vestas V162-7.2, 169 m NH	18,9
WEA 11	33 382 596	6003 547	Vestas V162-7.2, 169 m NH	11,7
WEA 12	33 381 319	6003 654	Vestas V162-7.2, 169 m NH	16,8

Die Dipl.-Ing. Peter Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG ist von der NeXtWind Management GmbH mit E-Mail vom 13.08.2024 beauftragt worden, den Baugrund im Bereich der geplanten Anlagen und der Kranstellflächen durch Drucksondierungen und Kleinbohrungen zu erkunden und hierauf basierend einen Geotechnischen Entwurfsbericht zur Gründung der Windenergieanlagen zu erarbeiten.

Bearbeitungsgrundlagen:

[U1] Übersichtspläne zum Amtlichen Lageplan Windpark Mannhagen Repowering der Haff Vermessung GmbH & Co. KG, Jatznick vom 15.08.2024 M 1:2000

[U2] Schalplan Fundament Ø 25,50 m, Vestas Windenergieanlage Vestas V162, Stahl-Beton-Hybridturm (T22) 169 m NH, Rotorblattdurchmesser 162 m, DIBt 2, M 1 : 50; M 1 : 25; M 1 : 10, Max Bögl, vom 18.08.2022

2 Baugrund

2.1 Durchgeführte Untersuchungen

Der Baugrundaufbau ist an den geplanten Standorten im Zeitraum vom 02.06.2025 bis 18.06.2025 im Bereich der geplanten Windenergieanlagenfundamente durch je zwei Kleinbohrungen bis in Tiefen von 4,30 m – 9,30 m unter GOK und durch je drei Spitzendrucksondierungen (CPT-E gemäß DIN EN ISO 22476-1) bis in Tiefen von 2,19 m - 25,19 m unter Ansatzpunkt erkundet worden. Die Kleinbohrungen und Spitzendruck-

sondierungen mussten durchweg vor dem Erreichen der planmäßigen Endteufe abgebrochen werden, da kein weiterer Bohrfortschritt möglich war.

Im Bereich der Kranstellflächen wurden je zwei Kleinbohrungen bis in Tiefen von 4,00 m - 5,00 m unter GOK abgeteuft.

Die Lage der Windenergieanlagen kann dem Lageplan in der Anlage 1.1 entnommen werden, während die Positionen der Kranstellflächen und der Baugrundaufschlüsse aus den in den Anlagen 1.2 – 1.13 vorhandenen Detailplänen hervorgehen. Die Ergebnisse der Kleinbohrungen sind als Bohrprofile in den Anlagen 2.1 - 2.12 dargestellt. Die Ergebnisse der Drucksondierungen sind in den Anlagen 3.1 - 3.36 als Diagramme enthalten und geben die gemessenen Spitzenwiderstände, die Mantelreibung, das Reibungsverhältnis und die Neigung der Spitze wieder.

Die Höhen und die Lage der Aufschlussansatzpunkte wurden mittels GNSS-Gerät im Koordinatensystem UTM ETRS 89 Zone 33 und auf Normalhöhennull (NHN) gem. DHHN16 bezogen eingemessen.

Aus den Kleinbohrungen wurden insgesamt 249 gestörte Bodenproben entnommen, die durch den Baugrundsachverständigen bestimmt und beurteilt wurden.

Darüber hinaus wurden an repräsentativen Bodenproben bodenmechanische Laborversuche durchgeführt, deren Ergebnisse in Kap. 2.4 dargestellt und interpretiert werden. Die Ergebnisse dieser Versuche sind als Laborprotokolle in der Anlagen 4 - 6 beigefügt.

Aus mehreren zu temporären Rammpegeln ausgebauten Kleinbohrungen wurde jeweils eine Wasserprobe entnommen und zur Untersuchung auf Beton- und Stahlaggressivität sowie Eisengehalt (Fe^{2+} + Fe_{ges}) an das chemische Labor GBA Gesellschaft für Bioanalytik in Pinneberg übergeben. Das Protokoll der Analyse ist in der Anlage 7 enthalten.

Mit der Baugrunduntersuchung wurde an den Standorten WEA 01, WEA 03 - WEA 07 und WEA 12 je eine Messung des geoelektrischen Erdwiderstandes nach der Wenner – Methode durchgeführt. Die zugehörigen Messprotokolle sind in den Anlagen 9.1 – 9.7 beigefügt.

2.2 Baugrundaufbau

Aus den in den Anlagen 2.1 – 2.12 aufgetragenen Sondierprofilen ist ersichtlich, dass an den Fundamentstandorten und auf den Kranstellflächen unter 0,20 – 1,00 m mächtigen Mutterböden bzw. unter 0,50 m – 1,60 m mächtigen sandigen, mit Ziegel- und Betonresten durchsetzten Auffüllungen bis zur Endteufe bzw. bis in Tiefen zwischen 1,20 m und 4,50 m unter Ansatzhöhe im Wesentlichen bindige Geschiebeböden (Geschiebelehme und -mergel) und Schluffe erbohrt wurden, deren Konsistenz überwiegend als steif, steif-halbfest und halbfest eingestuft werden konnte. Untergeordnet wurden in einigen Kleinbohrungen auch weichplastische und weich-steife Konsistenzen der bindigen Böden festgestellt. Die bindigen Böden werden bei nahezu allen Standorten von Sanden in Schichtstärken zwischen 0,30 m – 3,50 m überlagert bzw. durchzogen. Hierbei handelt es sich durchweg um Feinsande mit unterschiedlichen Anteilen der übrigen Kornfraktionen. An den Standorten WEA 01, WEA 02, WEA 10 und WEA 11 werden die bindigen Böden von Fein- und Mittelsande bis zur Endteufe unterlagert. Abweichend vom vorab beschriebenen Baugrundaufbau wurden in der BS2 am Standort WEA 08 bis in eine Tiefe von 2,40 m unter GOK organische Böden (Torf / Mudde) erbohrt.

2.3 Auswertung der Spitzendrucksondierungen

Den auf den Anlagen 3.1 - 3.36 dargestellten Diagrammen der ausgeführten Spitzendrucksondierungen ist zu entnehmen, dass die durch einen Reibungsindex von R_f = 0,5 – 1,5 % gekennzeichneten Sande gemäß den gemessenen Spitzenwiderständen in lockerer (q_c < 7,5 MPa), mitteldichter (q_c = 7,5 – 15,0 MPa), dichter (q_c = 15,0 – 25,0 MPa) und sehr dichter (q_c > 25,0 MPa) Lagerung anstehen. Die am Standort WEA 08 oberflächennah anstehenden Torfböden sind in den Diagrammen durch einen Reibungsindex von überwiegend R_f = 4,0 – 10,0 % und durch einen Spitzenwiderstand q_c < 0,5 MPa gekennzeichnet. Die erkundeten bindigen Böden (Reibungsindex R_f = 1,5 – 8,0 %) stehen bei Spitzenwiderständen zwischen q_c = 1,5 – 22,5 MPa im Wesentlichen in steifer, steif-halbfester, halbfester und fester Konsistenz an. Lediglich oberflächennah muss bei Spitzenwiderständen von q_c < 1,5 MPa auch von weichen und weich-steifen Konsistenzen dieser Böden ausgegangen werden.

2.4 Bodenmechanische Laborversuche

2.4.1 Korngrößenverteilungen

Mit Hilfe von sieben kombinierten Sieb-Schlämmanalysen, einer Schlämmanalyse und zwei Siebanalysen nach DIN EN ISO 17892-4 wurden die Korngrößenverteilungen der anstehenden Geschiebemergel, Schluffe und Sande untersucht. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2: Ergebnisse der Kornverteilungsanalysen der untersuchten Böden

WEA Nr.	Sondierung/ Proben Nr.	Tiefe u. GOK [m]	Bodenart	Kornanteile T/U/S/G [%]	Bodengruppe nach DIN 18196
01	BS 2/3	2,0 – 3,0	S, u, t'	12,4 / 29,8 / 54,8 / 3,0	SŪ
03	BS 1/3	2,0 – 2,7	S, ū, t'	12,0 / 30,8 / 53,6 / 3,6	SŪ
05	BS 1/2	1,0 – 2,0	U, t', fs, ms', gs'	17,0 / 38,2 / 35,9 / 8,9	UL
06	BS 1/2	1,5 – 2,5	S, ū, t'	13,4 / 31,2 / 50,4 / 5,0	SŪ
06	BS 2/1	0,5 – 1,5	fS, m̄s , g', gs'	- / 3,7 / 90,2 / 6,1	SE
07	BS 1/2	1,5 – 2,5	fS, ms	- / 3,9 / 93,9 / 2,2	SE
07	BS 2/2	1,0 – 2,0	U, fs, t'	5,8 / 71,2 / 23,0 / -	UA
09	BS 1/2	2,0 – 3,0	S, ū, t	16,8 / 34,9 / 44,7 / 3,6	UL
10	BS 1/3	2,0 – 2,5	S, u, t	11,3 / 27,9 / 58,0 / 2,8	SŪ
12	BS 1/1	0,5 – 1,5	S, ū, t', g'	10,5 / 33,0 / 50,0 / 6,6	SŪ

n.b. = nicht bestimmt

Kornanalytisch handelt es sich bei den untersuchten Böden um schwach tonige bzw. tonige, schluffige bzw. stark schluffige Sande, um schwach tonige, feinsandige Schluffe sowie um Feinsande mit unterschiedlichen Anteilen der übrigen Sand- und Kieskornfraktionen. Nach der Formel von Beyer liegt der Durchlässigkeitsbeiwert der Sande zwischen $5{,}2 \cdot 10^{-5}$ m/s

und $5{,}5 \cdot 10^{-5}$ m/s, d. h., dass die Böden als durchlässig einzustufen sind. Einzelheiten hierzu sind den Anlagen 4.1 bis 4.4 zu entnehmen.

2.4.2 Wassergehalte

An 15 Bodenproben der anstehenden Schluffe und Geschiebeböden wurden die Wassergehalte nach DIN EN ISO 17892-1 im Erdbaulabor ermittelt. Die Ergebnisse sowie die unter Berücksichtigung der in Kap. 2.4.1 beschriebenen Kornverteilungsanalysen abgeleiteten Konsistenzen sind in der nachfolgenden Tabelle 3 zusammengestellt. Einzelheiten können den Anlagen 5.1 bis 5.3 entnommen werden.

Tabelle 3: Wassergehalte und Konsistenz der untersuchten Böden

Sondierung / Proben Nr.	Tiefe u. GOK [m]	Bodenart	Wasser-gehalt [%]	Konsistenz
WEA 01 BS 2/2	0,50 – 1,50	Geschiebelehm	12,61	steif
WEA 01 BS 2/3	2,00 – 3,00	Geschiebemergel	11,80	steif-halbfest
WEA 02 BS 1/1	0,40 – 1,00	Geschiebelehm	12,38	steif
WEA 02 BS 1/3	2,50 – 3,50	Geschiebemergel	6,92	fest
WEA 03 BS 1/3	2,00 – 2,70	Geschiebemergel	12,33	steif
WEA 03 BS 2/3	1,50 – 2,50	Geschiebemergel	12,30	steif
WEA 04 BS 1/3	1,20 – 2,00	Geschiebemergel	15,17	steif
WEA 05 BS 1/2	1,00 – 2,00	Geschiebemergel	18,96	steif
WEA 05 BS 1/4	3,00 – 4,00	Geschiebemergel	7,29	fest
WEA 06 BS 1/2	1,50 – 2,50	Geschiebemergel	13,87	steif
WEA 07 BS 2/2	1,00 – 2,00	Schluff	98,80	weich
WEA 08 BS 2/2	1,00 – 1,80	Torf	224,61	-
WEA 08 BS 2/4	2,50 – 3,50	Geschiebemergel	15,26	steif
WEA 09 BS 1/2	2,00 – 3,00	Geschiebelehm	12,19	steif

Sondierung / Proben Nr.	Tiefe u. GOK [m]	Bodenart	Wasser-gehalt [%]	Konsistenz
WEA 09 BS 1/2	1,00 – 2,00	Geschiebelehm	15,26	weich-steif
WEA 10 BS 1/3	2,00 – 2,50	Geschiebelehm	13,21	steif
WEA 10 BS 2/5	3,00 – 3,80	Schluff	15,57	halbfest
WEA 11 BS 2/3	2,00 – 3,00	Geschiebemergel	12,66	steif-halbfest
WEA 12 BS 1/1	0,50 - 1,50	Geschiebemergel	15,26	steif
WEA 12 BS 2/3	2,50 – 3,50	Geschiebemergel	11,57	steif-halbfest

Aus den Versuchsergebnissen inklusive der in Kap. 2.4.1 beschriebenen Korngrößenverteilung geht hervor, dass die Konsistenz der erkundeten Böden mit den Ergebnissen aus der Baugrunderkundung übereinstimmt.

2.4.3 Glühverlust

An einer gestörten Bodenprobe aus dem Torf wurde im Erdbaulabor eine Glühverlustbestimmung nach DIN 18128 durchgeführt.

Die Untersuchung hat einen Glühverlust von v_{gl} = 35,54 % ergeben, d. h., dass dieser Boden als stark organisch eingestuft werden kann.

Einzelheiten des Versuchs sind der Anlage 6 zu entnehmen.

2.5 Zusammenstellung der bodenmechanischen Kennwerte

Im Folgenden werden die für die weitere Bearbeitung erforderlichen bodenmechanischen Kennziffern anhand der durchgeführten Untersuchungen (Kleinbohrungen, Drucksondierungen, bodenmechanische Laborversuche) und basierend auf Erfahrungswerten von Laborversuchen aus vergleichbaren Baugrundverhältnissen, die in der folgenden Tabelle 4 aufgeführten Werte angesetzt werden.

Tabelle 4: Angabe von charakteristischen Bodenkennwerten der für die Gründung relevanten Bodenschichten

Bodenart	statischer Steifemodul $E_{stat.}$ [MN/m²]	dynamischer Steifemodul $E_{dyn.}$ [MN/m²]	Reibungs-winkel φ` [°]	Kohäsion c` [kN/m²]	Wichte γ/γ` [kN/m³]	Querdehn-zahl ν [-]
Mutterboden	keine baugrundtechnische Relevanz				18,0 / 10,0	--
Torf, gepr., zers.	1,0	15,0	13,0	2,0	12,0 / 2,0	0,47
Sand, locker	20,0	100,0	30,0	--	18,0 / 10,0	0,37
Sand, Kiessand*, mitteldicht	50,0	200,0	35,0	--	19,0 / 11,0	0,35
Sand, dicht	80,0	280,0	36,0	--	19,0 / 11,0	0,35
Schluff, weich	3,0	30,0	20,0	3,0	18,0 / 8,0	0,45
Schluff, halbfest	30,0	150,0	26,0	20,0	19,0 / 11,0	0,41
Geschiebelehm, halbfest	35,0	180,0	30,0	11,5	21,0 / 11,0	0,40
Geschiebelehm, steif	20,0	100,0	27,0	8,5	21,0 / 11,0	0,40
Geschiebelehm, weich-steif	8,0	65,0	26,0	7,5	20,0 / 10,0	0,42
Geschiebemergel, steif	35,0	170,0	27,5	12,5	22,0 / 12,0	0,35
Geschiebemergel, steif-halbfest	40,0	180,0	28,5	15,0	22,0 / 12,0	0,38
Geschiebemergel, halbfest	50,0	200,0	30,0	15,0	22,0 / 12,0	0,38

2.5 Wasserstand

Nach Beendigung der Sondierarbeiten wurde in den Kleinbohrungen im Bereich der WEA – Fundamente mittels Lichtlot der Grundwasserstand im offenen Bohrloch bestimmt. Die gemessenen Wasserstände sind in der Tabelle 5 aufgeführt.

Tabelle 5: in den offenen Bohrlöchern gemessene Wasserspiegelhöhen (WSH)

WEA	Aufschluss Nr.	Datum	WSH unter GOK [m]	WSH [m NHN]
WEA 01	BS 1	03.06.2025	3,50	12,63
	BS 2	03.06.2025	3,30	12,83
WEA 02	BS 1	02.06.2025	1,00	11,66
	BS 2	02.06.2025	1,40	10,75
WEA 06	BS 2	05.06.2025	1,20	6,12
WEA 07	BS 1	04.06.2025	1,80	6,68
WEA 08	BS 1	04.06.2025	0,80	6,15
	BS 2	04.06.2025	0,80	5,18
WEA 10	BS 1	03.06.2025	4,50	14,14
	BS 2	03.06.2025	3,90	15,10
WEA 11	BS 1	02.06.2025	3,50	8,22
	BS 2	02.06.2025	3,50	7,94
WEA 12	BS 1	05.06.2025	1,80	14,90
	BS 2	05.06.2025	1,80	14,93

An den Standorten WEA 03, WEA 04 und WEA 09 konnte lediglich Schichtenwasser in Tiefen von 1,95 m (WEA 04), 3,00 m (WEA 03) und 5,40 m (WEA 09) unter GOK festgestellt werden.

In Abhängigkeit von anfallenden Niederschlägen ist mit Schwankungen der Wasserstände von mehreren Dezimetern nach unten bzw. oben zu rechnen. Oberhalb der bindigen Böden ist generell mit dem Auftreten von Stauwasser zu rechnen.

2.6 Grundwasserqualität

An den unten aufgeführten Standorten wurde jeweils eine Grundwasserprobe zur Untersuchung auf Betonaggressivität, des Eisengehaltes (Fe ges., Fe II) und des Mangangehaltes entnommen. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle 6 zusammengestellt.

Tabelle 6: Ergebnisse der Grundwasseruntersuchung

WEA	Expositionsklasse für Betonkorrosion	Eisengehalt		Mangan [mg/L]
		Eisen, ges. [mg/L]	Eisen (II) [mg/L]	
01	XA 1	0,34	< 0,10	0,88
02	XA 1	0,19	0,15	0,45
03	< XA 1	0,30	< 0,10	0,75
04	< XA 1	0,30	0,12	0,25
06	< XA 1	1,00	< 0,10	0,36
07	XA 2	0,47	< 0,10	0,49
08	< XA 1	2,50	1,20	0,72
11	XA 1	0,25	0,13	0,30

Einzelheiten zu den Untersuchungen können dem Prüfbericht 2025 P514755 des Labors GBA, der als Anlage 7 beigefügt ist, entnommen werden.

3 Gründungsbeurteilung

Im Windpark Mannhagen sollen 12 WEA des Anlagentyps Vestas V162 mit einer Nabenhöhe von 169 m errichtet werden. Die nachfolgende Gründungsbeurteilung wird auf der Grundlage des Fundamentschalplans Flachgründung vom 18.08.2022 [U2] der Fa. Max Bögl Wind AG vorgenommen.

Die Gründungssohlen der geplanten Windenergieanlagen verlaufen gemäß [U2] in einer Tiefe von ca. 0,38 m unter der derzeitigen Geländeoberkante. Die geplante Gründungstiefe ist in die auf den Anlagen 2.1 – 2.12 dargestellten Bohrprofile (BS1 + BS2) eingetragen worden. Hieraus ist zu ersehen, dass direkt unter der geplanten Gründungssohle Mutterböden und mit Ziegel- und Betonresten durchsetzte Auffüllungen sowie untergeordnet auch bindige bzw. organische Weichschichten (WEA 08) anstehen.

Diese Böden sind als relativ gering tragfähig und setzungsempfindlich zu bewerten, d.h. dass für eine technisch einwandfreie Gründung der Windkraftanlagen aller Voraussicht nach Baugrundverbesserungen erforderlich werden.

Die laut Schalplan Fundament [U2] einzuhaltenden Mindestdrehfedersteifigkeiten betragen $k_{\varphi,dyn}$ = 200.000 MNm/rad und $k_{\varphi,stat}$ = 40.000 MNm/rad.

Unter Berücksichtigung der für die weichen Geschiebelehme, Schluffe und locker gelagerten Sande anzusetzenden Querdehnzahlen und eines Fundamentradius´ von r = 12,75 m wird gemäß nachfolgender Formel das erforderliche dynamische Steifemodul ermittelt:

Schluff, weich:

$$E_{s,dyn} = k_{\varphi,dyn} * \frac{3}{4} * \frac{1}{r^3} * \frac{(1+\nu)*(1-\nu)^2}{1-\nu-2*\nu^2}$$

$$E_{s,dyn} = 200000 * \frac{3}{4} * \frac{1}{12{,}75^3} * 3{,}025$$

$$E_{s,dyn} = 200000 * 0{,}75 * 0{,}00048 * 3{,}025$$

$E_{s,dyn}$ = 218,9 MN / m² ≫ vorh. $E_{s,dyn}$ = 30 MN / m²

Geschiebelehm, weich:

$$E_{s,dyn} = k_{\varphi,dyn} * \frac{3}{4} * \frac{1}{r^3} * \frac{(1+\nu)*(1-\nu)^2}{1-\nu-2*\nu^2}$$

$$E_{s,dyn} = 200000 * \frac{3}{4} * \frac{1}{12{,}75^3} * 2{,}103$$

$$E_{s,dyn} = 200000 * 0{,}75 * 0{,}00048 * 2{,}103$$

$E_{s,dyn}$ = 152,1 MN / m² ≫ vorh. $E_{s,dyn}$ = 35 MN / m²

Sand, locker:

$$E_{s,dyn} = k_{\varphi,dyn} * \frac{3}{4} * \frac{1}{r^3} * \frac{(1+\nu)*(1-\nu)^2}{1-\nu-2*\nu^2}$$

$$E_{s,dyn} = 200000 * \frac{3}{4} * \frac{1}{12{,}75^3} * 1{,}527$$

$$E_{s,dyn} = 200000 * 0{,}75 * 0{,}00048 * 1{,}527$$

$E_{s,dyn}$ = 110,4 MN / m² > vorh. $E_{s,dyn}$ = 100,0 MN / m²

Da durch die anstehenden weichplastischen bindigen Böden und die locker gelagerten Sande der erforderliche dynamische Steifemodul nicht eingehalten wird und eine Gründung oberhalb der bindigen Weichschichten sowie der bereichsweise sehr locker und locker Sande zu Setzungen, setzungsbedingten Schiefstellungen und damit zu Funktionsbeeinträchtigungen der Anlagen führen würde, ist es im vorliegenden Fall an allen Standorten erforderlich, eine Baugrundverbesserung durchzuführen.

In Abhängigkeit von den erforderlichen Sanierungstiefen können hierfür nachfolgende Verfahren eingesetzt werden:

- Bodenaustausch
- Rütteldruck- / Rüttelstopfverdichtung

Beim Rüttelstopfverfahren handelt es sich um eine Baugrundverbesserungsmaßnahme, bei der in die lastaufzunehmenden Bereiche des Baugrunds Rüttelstopfsäulen eingebracht werden. Hierfür werden Schleusenrüttler eingesetzt, bei denen grobkörniges Material (Schotter oder Kies) mit Druckluftunterstützung in den Untergrund eingebracht wird. Nach dem Erreichen der Endtiefe wird das Zugabematerial (z. B. Schotter oder Kies) im Pilgerschritt verfüllt, seitlich in den Boden gedrückt und verdichtet. Die Rüttelstopfsäule wird so bis zur Arbeitsebene aufgebaut. Auf diese Weise entstehen Säulen, die im Verbund mit dem Boden die Lasten abtragen.

Die Rüttelstopfsäulen müssen bis auf den tragfähigen Baugrund (mindestens steifplastische Geschiebemergel mit einem $q_c > 2,5$ MPa bzw. mitteldicht gelagerte Sande mit einem $q_c > 10$ MPa) geführt werden, eine Einbindung in den tragfähigen Untergrund ist nicht erforderlich.

Oberhalb der Rüttelstopfsäulen wird ein im Regelfall ca. 50 cm starkes Lastverteilungspolster bestehend aus Böden der Bodengruppen SW bzw. GW nach Vorgabe der ausführenden Firma eingebaut. Sofern in der Aushubsohle weichplastische bindige Böden oder stark schluffige Sande anstehen, sollte zunächst ein Trennvlies eingebracht werden, um ein Einschlämmen von Feinstkorn in die Poren des Austauschmaterials zu verhindern. Auf dem Kiessandpolster kann dann die Gründung der geplanten WEA wie vorgesehen erfolgen.

Unabhängig vom Verfahren der Baugrundverbesserung muss basierend auf den vorliegenden punktuellen Baugrundaufschlüssen aller Voraussicht nach von den nachfolgend aufgeführten Sanierungstiefen ausgegangen werden:

WEA 01:	T= 1,5 – 4,0 m	RSV, BA
WEA 02:	T= 1,0 – 1,5 m	BA
WEA 03:	T= 1,0 – 2,0 m	BA
WEA 04:	T= 1,5 – 2,0 m	BA
WEA 05:	T= 1,0 – 1,5 m	BA
WEA 06:	T= 1,0 – 2,5 m	BA
WEA 07:	T= 3,0 – 4,0 m	RSV
WEA 08:	T= 1,0 – 2,5 m	BA
WEA 09:	T= 5,0 – 6,0 m	RSV
WEA 10:	T= 2,0 – 2,5 m	BA
WEA 11:	T= 1,0 – 1,5 m	BA
WEA 12:	T= 1,5 – 2,0 m	BA

BA = Bodenaustausch RSV = Rüttelstopfverdichtung

Die Bemessung der Rüttelstopfsäulen (Durchmesser, Raster etc.) muss unter Berücksichtigung der erkundeten Baugrundverhältnisse und der abzutragenden Lasten durch die ausführende Firma erfolgen und ist dem Unterzeichner vorzulegen. Die gem. [U2] einzuhaltende statische und dynamische Mindestdrehfedersteifigkeit ist ebenfalls vom Hersteller der Rüttelstopfsäulen nachzuweisen. Weiterhin ist vom Hersteller nachzuweisen, dass die rechnerischen Setzungen und Setzungsdifferenzen die maximal zulässige Schiefstellung ($s_{ges.}$ und $\Delta s \leq 3mm/m$) nicht überschreiten.

Basierend auf den durchgeführten Baugrundaufschlüssen wird die Ausführung von RSV-Säulen aufgrund der erforderlichen Sanierungstiefen an den Standorten WEA 01, WEA 07 und WEA 09 empfohlen.

Im Folgenden werden für die Baugrundsituation im Anschluss an die o.g. baugrundverbessernden Maßnahmen (Bodenaustausch) für die WEA 06 (ungünstigster Baugrundaufbau) mit dem Teilsicherheitskonzept des EC 7 die Grundbruchsicherheit und daraus die mittlere zulässige Bodenpressung mit dem Programm GGU-Footing ermittelt. Für die Berechnung wurden die in [2] genannten Lasten verwendet. Aus der Anlage 8.1 geht hervor, dass die vorhandene mittlere charakteristische Bodenpressung (Kantenpressung) von $\sigma k,vorh = 361,0$ kN/m² (Ausnutzungsgrad $\mu = 0,505$) aus geotechnischer Sicht nach der Baugrundverbesserung mit ausreichender Sicherheit vom Baugrund aufgenommen werden kann (Lastfall BS - A). Weiterhin enthält diese Berechnung den Nachweis der statischen Drehfedersteifigkeit ($k_{\varphi,stat} = 126.651$ MNm/rad > erf. $k_{\varphi,stat} = 40.000$ MNm/rad)

Eine in Anlehnung an die DIN 4019 durchgeführte Setzungsberechnung hat ergeben, dass bei der Windenergieanlage WEA 06 mit rechnerischen Setzungsdifferenzen von bis zu $\Delta s = 4,9$ cm gerechnet werden muss. Aus geotechnischer Sicht kann somit gewährleistet werden, dass die maximal zulässige Schiefstellung infolge Baugrundsetzung von $\Delta s \leqq 3$ mm/m * 25,50 m = 76,5 mm in 25 Jahren nicht überschritten wird.

Da die Berechnung unter Berücksichtigung der ungünstigsten Baugrundverhältnisse durchgeführt wurde, kann aus geotechnischer Sicht davon ausgegangen werden, dass für die Gründung der WEA 01 – 06, 08 und 10 - 12 im Anschluss an die Baugrundverbesserung mit Bodenaustausch sowohl die geforderten erdstatischen Werte eingehalten als auch die

maximale Setzungsdifferenz nicht überschritten werden, so dass aus geotechnischer Sicht keine Bedenken gegen die vorgeschlagene Gründung dieser Windenergieanlagen bestehen.

Weitere Berechnungen und Nachweise können, wenn es erforderlich sein sollte, nachgereicht werden.

Grundsätzlich können an den vorgenannten Standorten auch RSV-Säulen zur Ausführung gelangen.

4 Technische Hinweise

4.1 Bodenaustausch

Die unterhalb der Fundamentsohlen anstehenden, in Kap. 3 aufgeführten Böden sind, wie in den Anlagen 2.1 – 2.12 dargestellt, auszukoffern und gegen hoch zu verdichtende Kiessande/ Mineralgemische zu ersetzen. In Bereichen, in denen in der Gründungssogle bereits steif-halbfeste Geschiebemergel anstehen, muss lediglich ein ca. 50 cm mächtiges Kiessandpolster angeordnet werden.

Das einzubringende Material sollte im Körnungsbereich von 0 – 16 / 32 mm (Schluffanteile ≤ 5 %) liegen und einen Ungleichförmigkeitsgrad von U ≅ 3 haben. Alternativ hierzu kann auch Recyclingmaterial gleicher Körnung eingebaut werden. Dies setzt jedoch eine Genehmigung der zuständigen Behörden voraus.

Die rolligen Böden müssen in Lagen von maximal 30 cm im Trockenen eingebaut und auf eine mind. mitteldichte Lagerung gebracht werden. Die erforderliche Verdichtung kann durch wenigstens 4 - 5 Übergänge mit einer mittelschweren Vibrationsplatte erreicht werden.

Die Kiessande sind so einzubauen, dass von den Fundamentaußenkanten Lastabtragungen unter 45° in diesen verdichteten Böden möglich sind. Der verbleibende Bereich zwischen dieser theoretischen Lastabtragungslinie und der Böschung sollte ebenfalls mit Kiessand, der verdichtet werden muss, aufgefüllt werden.

4.2 Aufnahme des Frischbetongewichtes

Die geplanten Fundamente können in einem Abschnitt betoniert werden, da die erkundeten Böden in der Lage sind, die Last aus dem Betoneigengewicht aufzunehmen.

4.3 Wasserhaltung

Unter Berücksichtigung des erkundeten Baugrundaufbaus muss die Baugrubendurchführung an den Standorten, an denen in den maßgebenden Aushubbereichen bindige Böden anstehen, im Schutze von Wasserhaltungsmaßnahmen durchgeführt werden, und zwar ist es erforderlich, eine offene Wasserhaltung (offene Gräben bzw. Baudränagen, Pumpensumpf mit Tauchpumpe) vorzuhalten, um anfallendes Niederschlags- und Sickerwasser, das sich auf den erkundeten bindigen Geschiebeböden anstauen kann, sicher ableiten zu können. An den Standorten WEA 06 – WEA 08 könnten unter Berücksichtigung der zur Zeit erkundeten Wasserstände und der erforderlichen Austauschtiefen u.U. auch der Einsatz einer geschlossenen Wasserhaltung (Kleinfilterbrunnen, eingefräste Horizontalbrunnen, Vakuumpumpe) erforderlich werden.

Eine endgültige Entscheidung über ggf. erforderliche weitere Maßnahmen sollte zu Beginn der Erdarbeiten vor Ort getroffen werden. Hierfür sollten in Anwesenheit des Baugrundsachverständigen an den Standorten der WEA Schürfe angelegt werden.

4.4 Baugrunddurchführung

Die in der Gründungssohle anstehenden bindigen Böden sind vor dem Aufweichen durch Niederschlags- und Sickerwasser sowie vor dynamischer Belastung zu schützen, da sie schnell in eine weiche bis breiige Konsistenz übergehen und in diesem Zustand keine ausreichende Tragfähigkeit aufweisen.

Aufgeweichte Böden sind durch verdichtet einzubauende Kiessande auszutauschen. Der Aushub sollte mit einer glatten Baggerschaufel erfolgen, um aushubbedingte Auflockerungen der Sohle weitestgehend zu verhindern. Ab einer Tiefe von mind. 40 cm oberhalb der geplanten Aushubsohle ist der Bodenaushub mit einer glatten Baggerschaufel vorzunehmen, um das Auflockern / Aufreißen der Baugrubensohle und eine damit verbundene Abminderung der Tragfähigkeit des Baugrundes zu verhindern. Die Baugrubensohle sollte nach dem Bodenaushub nicht mehr befahren werden. Da es sich bei den Geschiebeböden um stark

frostempfindliche Böden handelt, muss ein Eindringen von Frost in den Baugrund vermieden werden.

Gefrorene Böden dürfen nicht überbaut werden. In den Baugrubensohlen anstehende Sande müssen ggf. durch mehrere Übergänge mit einer mittelschweren Vibrationsplatte nachverdichtet werden, um aushubbedingte Auflockerungen zu beseitigen.

Weiterhin muss, um den Zufluss von Niederschlagswasser und die damit verbundene Verschlechterung der Konsistenz des unter der Fundamentsohle anstehenden bindigen Bodens weitestgehend zu verhindern, die erforderliche Überschüttung mit einem bindigen Material (z.B. Geschiebelehm oder -mergel des Aushubs) erfolgen.

Senkrechte Baugrubenwände sind nach DIN 4124 nur bis zu einer Tiefe von 1,25 m zulässig. Tiefere Baugruben müssen geböscht oder verbaut werden. Die Neigung der Böschung darf bei den hier anstehenden mind. steifen Geschiebeböden $\beta = 60°$ und bei den Mutterböden, Sanden und maximal weich-steifen Geschiebeböden $\beta = 45°$ nicht überschreiten.

Oberboden ist getrennt von anderen Bodenarten auszuheben, sachgerecht zwischenzulagern und einer Wiederverwendung als Oberboden zurückzuführen. Angaben hierzu sind z. B. in der DIN 19731 zu finden.

4.5 Bodenauflast

Der auf das Fundament aufzubringende Boden muss gemäß [U2] eine Wichte von $\gamma = 18{,}0$ kN/m³ aufweisen. Da die beim Aushub der Fundamente anfallenden Mutterböden, Sande, und Geschiebeböden diese Wichte überschreiten ($\gamma = 18{,}0 – 22{,}0$ kN/m³) können sie als Bodenauflast verwendet werden. Der Überstand der Aufschüttung sollte von der Außenkante der Fundamente mind. 0,5 m betragen. Die anschließende Böschung sollte eine maximale Neigung von 45° aufweisen.

Die organischen Böden und die weichplastischen Schluffe sind als Bodenauflast nicht geeignet.

4.6 Herstellung der Kranstellflächen und Zuwegungen

Die im Bereich der Kranstellflächen und Zuwegungen durchgeführten Baugrundaufschlüsse weisen unter 0,20 m – 1,60 m mächtigen Mutterböden und Auffüllungen mind. weich-steifplastische und steifplastische Geschiebeböden und Sande in überwiegend locker-mitteldichter und mitteldichter Lagerung auf. Diese Böden haben eine ausreichende Tragfähigkeit. Ggf. direkt unter dem Mutterboden anstehende aufgeweichte bindige Böden sind auszuheben und durch ein hoch verdichtetes Kiessandgemisch zu ersetzen. Für die Herstellung der Kranstellflächen wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

- Vollaushub der Mutterböden und Teilaushub der sandigen Auffüllungen
- Ggf. direkt unter dem Mutterboden anstehende aufgeweichte bindige Böden sind auszuheben und durch ein hoch verdichtetes Kiessandgemisch zu ersetzen
- Einbringen eines Trennvlieses im Bereich bindiger Böden
- Nachverdichtung der anstehenden Sande / sandigen Auffüllungen mit mind. mittelschweren Vibrationsplatten
- Einbringen eines Kiessandes/Mineralgemisches gemäß Abschnitt 4.1 als Unterbau für die Tragschicht, wenn auf dem Planum ein Ev2-Wert von 45 MN/m² nicht erreicht wird
- Aufbringen einer hochverdichteten Tragschicht aus Mineralgemisch / Recyclingmaterial (0 - 45 mm) in einer Mächtigkeit von d ≧ 0,30 m
- Die Entwässerung der Tragschichten ist durch Entwässerungsmulden / Drainagen zu gewährleisten

Die Baumaßnahme sollte durch den Unterzeichner überwacht werden. Die Verdichtung des Einbaumaterials ist durch Plattendruckversuche zu überprüfen. Hierbei müssen die von Hersteller geforderten E_{v2}-Werten nachgewiesen werden.

Wie der als Anlage 8.2 beigefügten Grundbruchberechnung zu entnehmen ist, kann die von Vestas gemäß der Spezifikation für Zuwegungen und Baustellflächen geforderte mittlere charakteristische Bodenpressung von $\sigma_k = 400$ kN/m² bei Lastverteilungsflächen von a/b > 5,00/5,00 m vom Baugrund aufgenommen werden. Bei Ausnutzung der charakteristischen Bodenpressung von $\sigma_k = 400$ kN/m² ergeben sich rechnerische Setzungen bis 3,8 cm.

Die Standsicherheit ist nach der Auswahl des für die Montage vorgesehenen Krans nach Vorlage einer Kranstatik durch den Baugrundsachverständigen in einem Nachtrag gesondert nachzuweisen.

5 Zusammenfassung

Die durchgeführten Untersuchungen haben ergeben, dass die geplanten Windenergieanlagen vom Typ Vestas V162 – 7.2 MW mit 169 m Nabenhöhe im Windpark Mannhagen im Anschluss an eine Bodenverbesserung mittels Rüttelstopfsäulen bzw. Bodenaustausch flach gegründet werden können. Weitere Einzelheiten hierzu sind den Abschnitten 3 und 4 des Gutachtens zu entnehmen.

Die Baugrubensohlen sind durch den Unterzeichner abnehmen zu lassen, um die im Geotechnischen Entwurfsbericht unter Berücksichtigung der punktuellen Baugrundaufschlüsse vorausgesetzten Baugrundverhältnisse vor Ort zu überprüfen. Die Verdichtung des aufgebrachten Bettungspolsters bzw. des Bodenaustausches muss durch dyn. Lastplattenversuche und Sondierungen mit der leichten Rammsonde (Austauschtiefen > 0,50 m) nachgewiesen werden. Die Herstellung der Rüttelstopfsäulen ist durch den Unterzeichner zu überwachen.

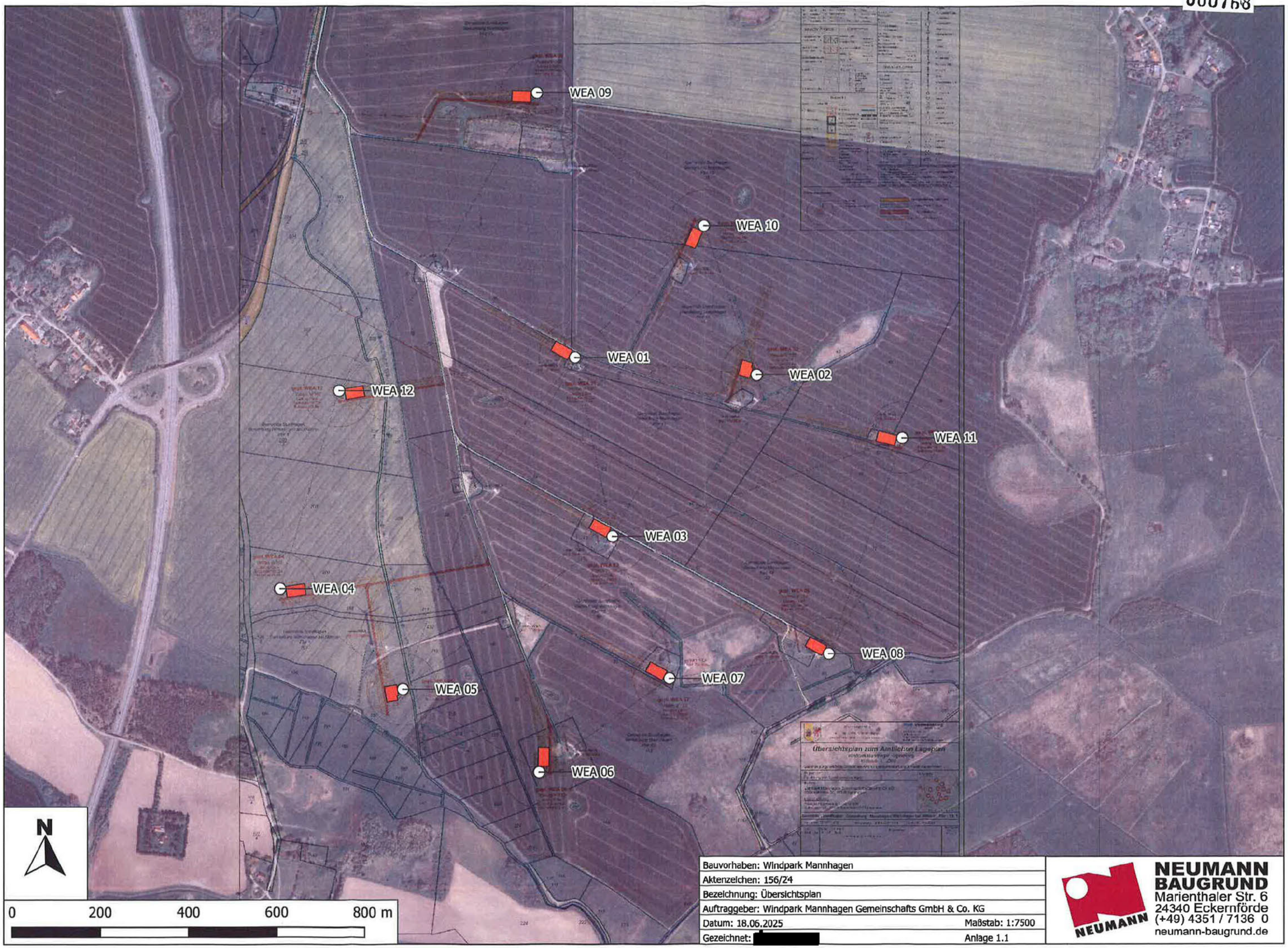
Für die Beantwortung eventuell noch auftretender Fragen stehen wir weiterhin gern zur Verfügung.

Dipl.-Ing. Peter Neumann

Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG

[redacted]

ppa. [redacted]

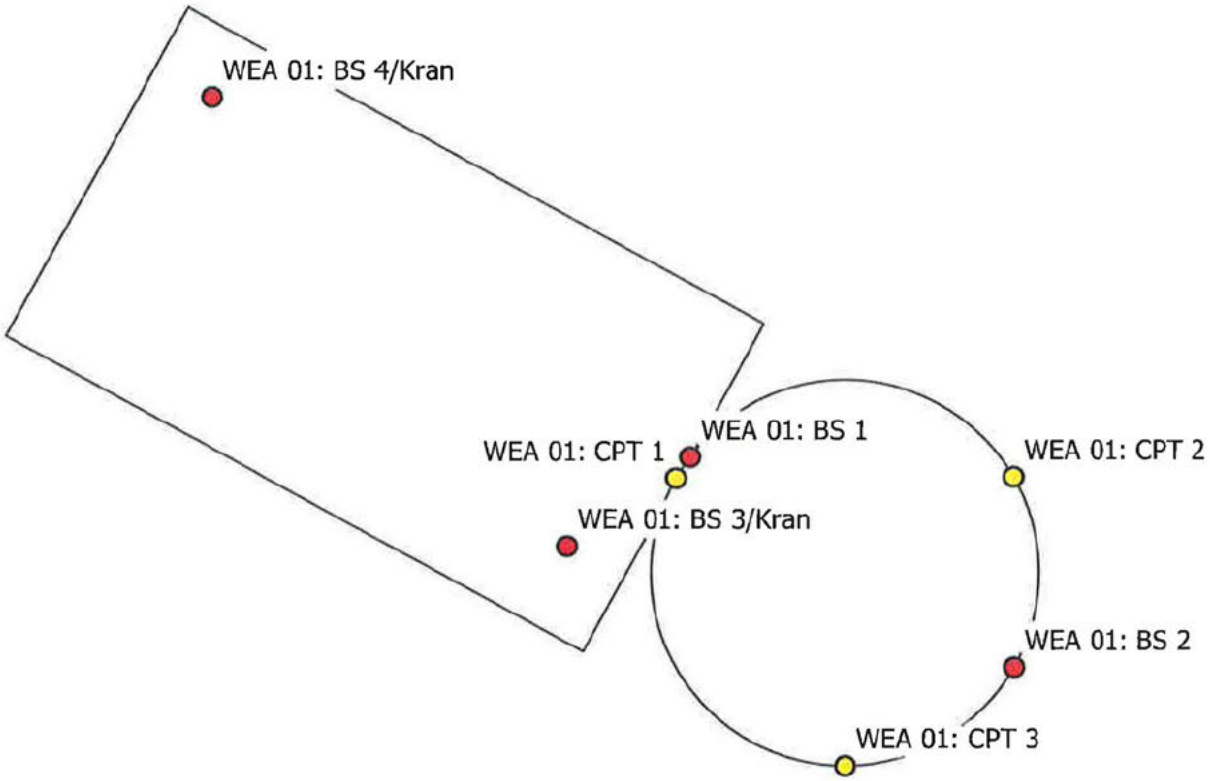


Bauvorhaben: Windpark Mannhagen	
Aktenzeichen: 156/24	
Bezeichnung: Übersichtsplan	
Auftraggeber: Windpark Mannhagen Gemeinschafts GmbH & Co. KG	
Datum: 18.06.2025	Maßstab: 1:7500
Gezeichnet: [redacted]	Anlage 1.1

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

WEA 01

000769

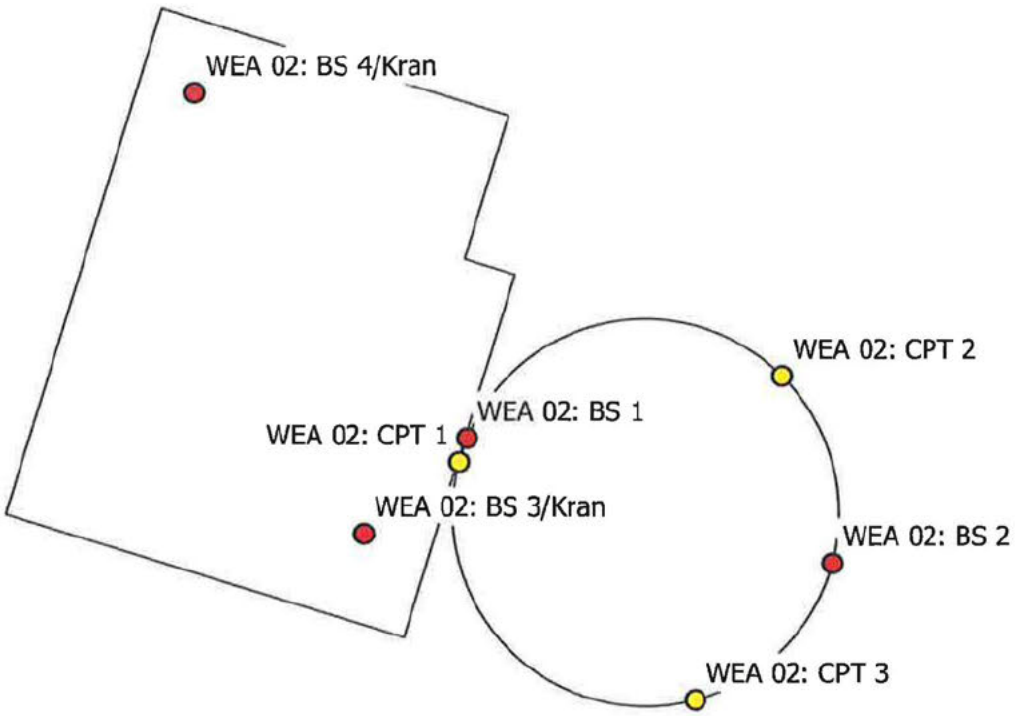


N

Bauvorhaben: Windpark Mannhagen	
Aktenzeichen: 156/24	
Bezeichnung: Detailplan	
Auftraggeber: Windpark Mannhagen Gemeinschafts GmbH & Co. KG	
Datum: 18.06.2025	Maßstab: 1:500
Gezeichnet: [redacted]	Anlage 1.2

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

WEA 02



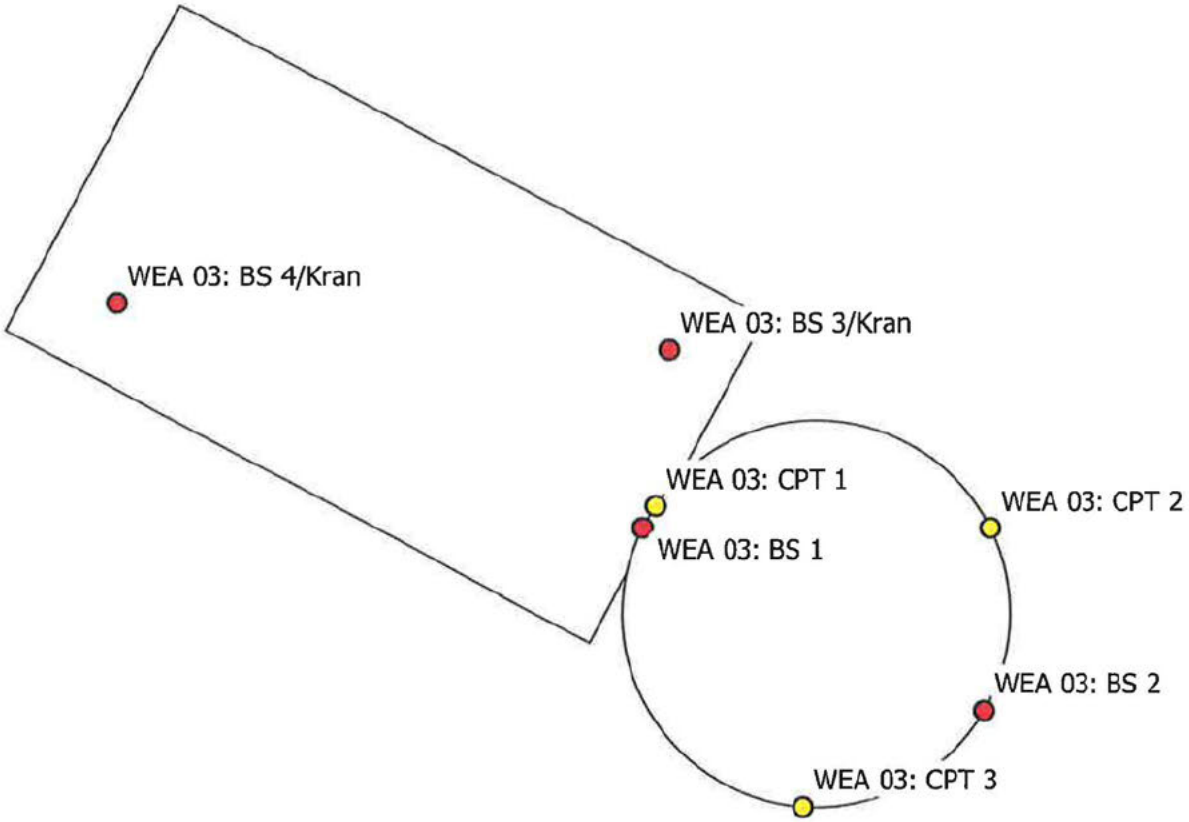
N

Bauvorhaben: Windpark Mannhagen	
Aktenzeichen: 156/24	
Bezeichnung: Detailplan	
Auftraggeber: Windpark Mannhagen Gemeinschafts GmbH & Co. KG	
Datum: 18.06.2025	Maßstab: 1:500
Gezeichnet: [redacted]	Anlage 1.3

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

WEA 03

000770

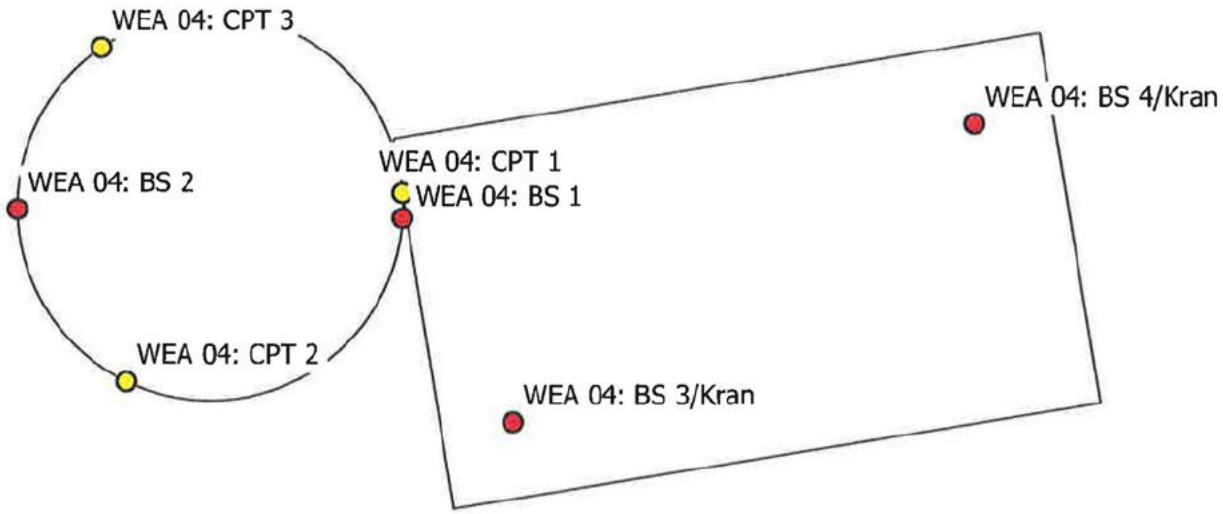


N

Bauvorhaben: Windpark Mannhagen	
Aktenzeichen: 156/24	
Bezeichnung: Detailplan	
Auftraggeber: Windpark Mannhagen Gemeinschafts GmbH & Co. KG	
Datum: 18.06.2025	Maßstab: 1:500
Gezeichnet: [redacted]	Anlage 1.4

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

WEA 04



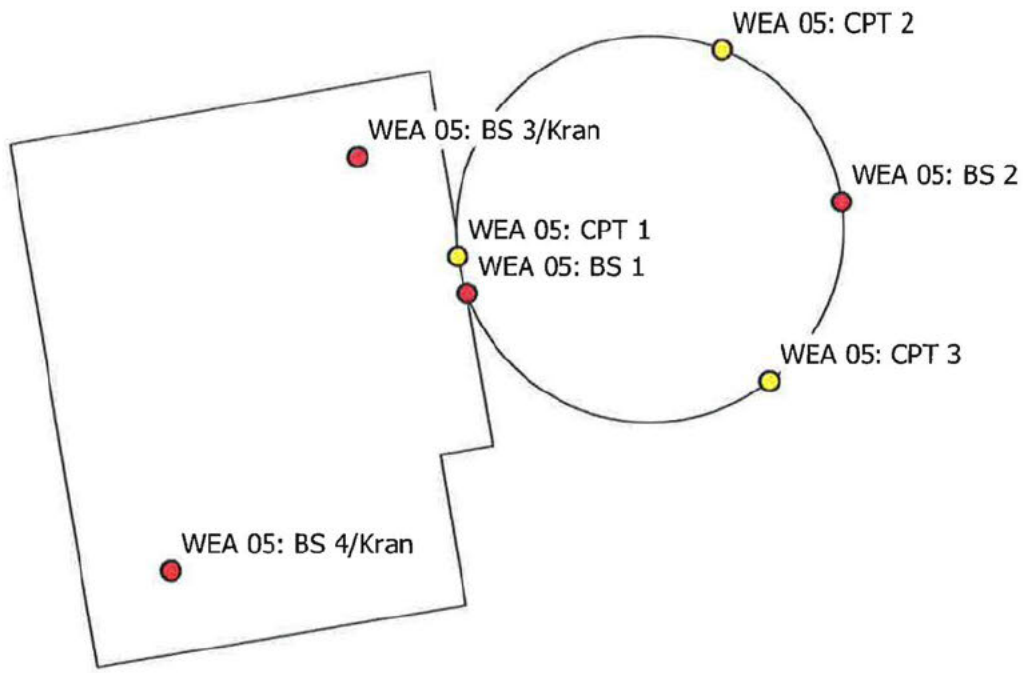
N

Bauvorhaben: Windpark Mannhagen	
Aktenzeichen: 156/24	
Bezeichnung: Detailplan	
Auftraggeber: Windpark Mannhagen Gemeinschafts GmbH & Co. KG	
Datum: 18.06.2025	Maßstab: 1:500
Gezeichnet: [redacted]	Anlage 1.5

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

WEA 05

000771

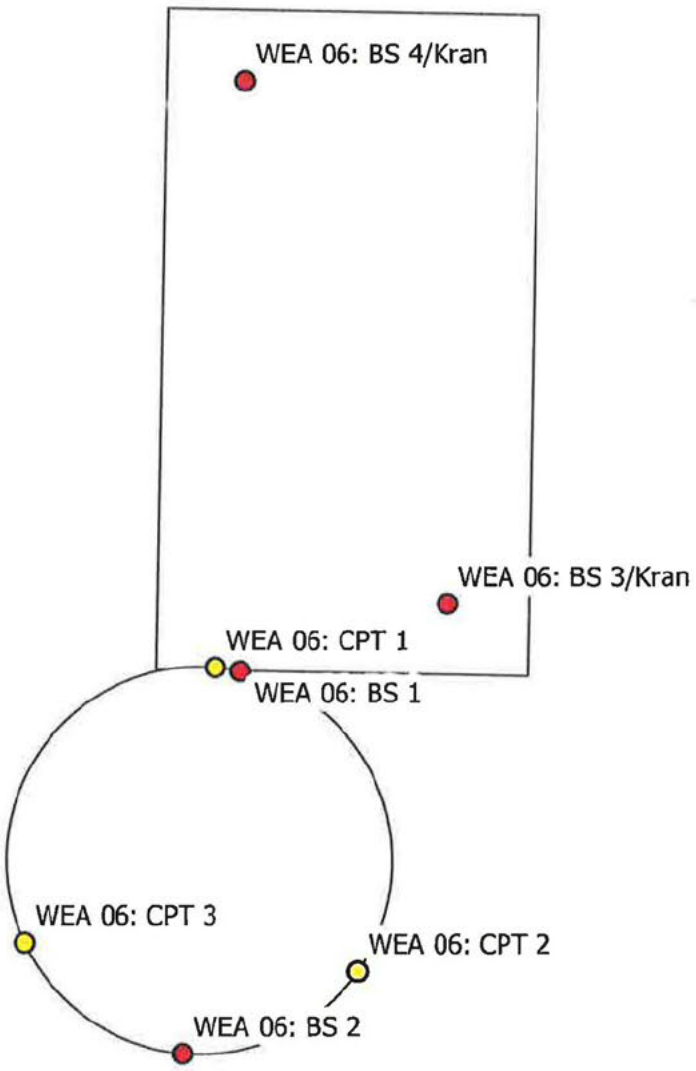


N

Bauvorhaben: Windpark Mannhagen	
Aktenzeichen: 156/24	
Bezeichnung: Detailplan	
Auftraggeber: Windpark Mannhagen Gemeinschafts GmbH & Co. KG	
Datum: 18.06.2025	Maßstab: 1:500
Gezeichnet: [redacted]	Anlage 1.6

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

WEA 06



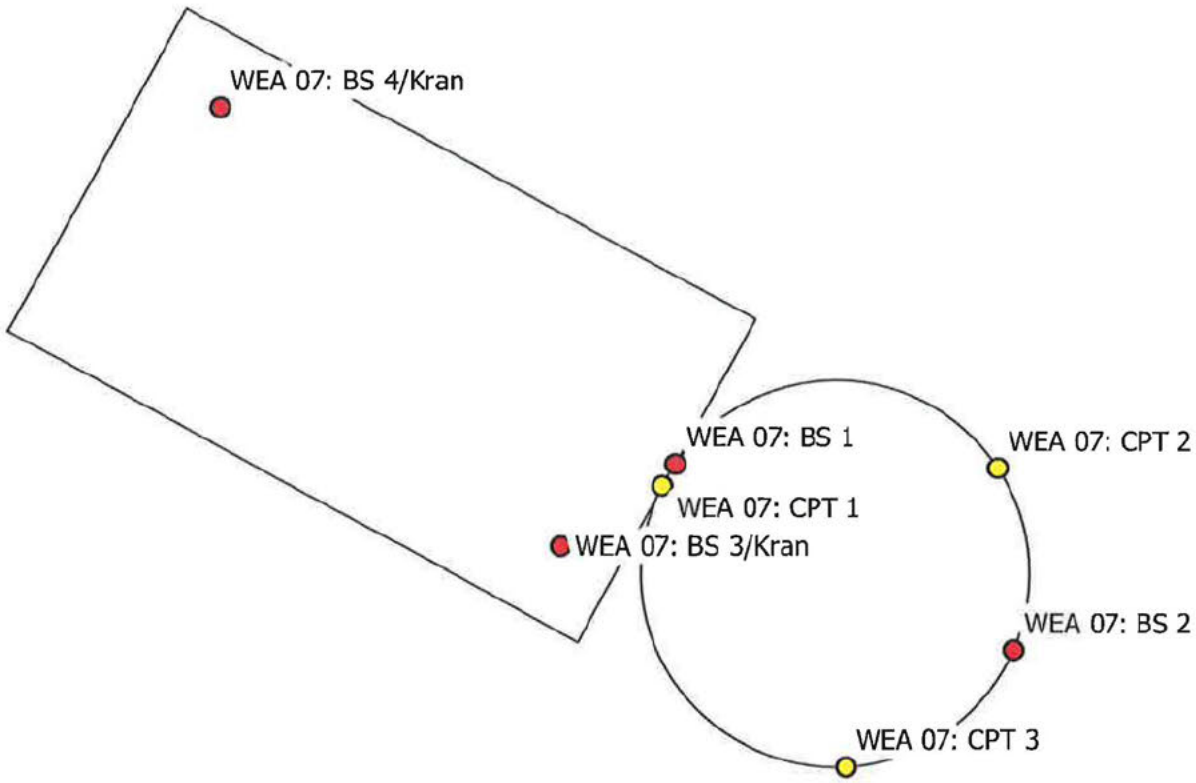
N

Bauvorhaben: Windpark Mannhagen	
Aktenzeichen: 156/24	
Bezeichnung: Detailplan	
Auftraggeber: Windpark Mannhagen Gemeinschafts GmbH & Co. KG	
Datum: 18.06.2025	Maßstab: 1:500
Gezeichnet: [redacted]	Anlage 1.7

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

WEA 07

000772

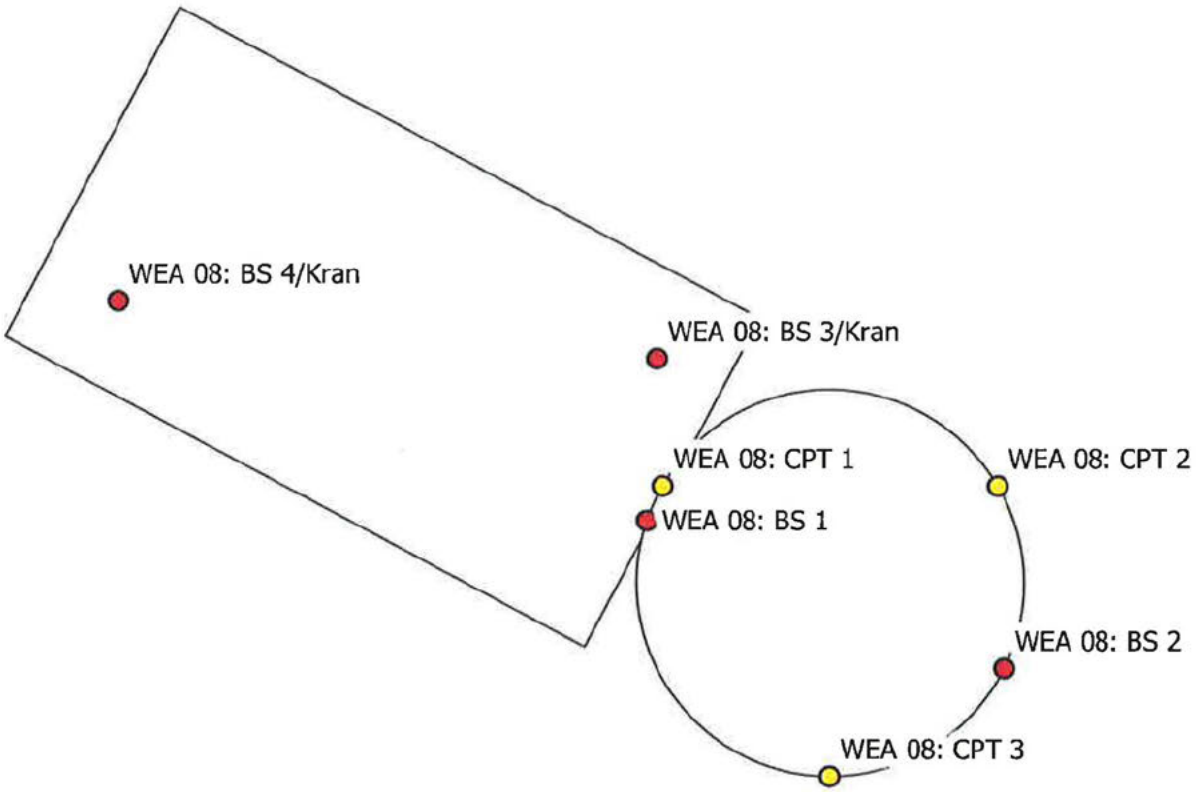


N

Bauvorhaben: Windpark Mannhagen	
Aktenzeichen: 156/24	
Bezeichnung: Detailplan	
Auftraggeber: Windpark Mannhagen Gemeinschafts GmbH & Co. KG	
Datum: 18.06.2025	Maßstab: 1:500
Gezeichnet: [redacted]	Anlage 1.8

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

WEA 08



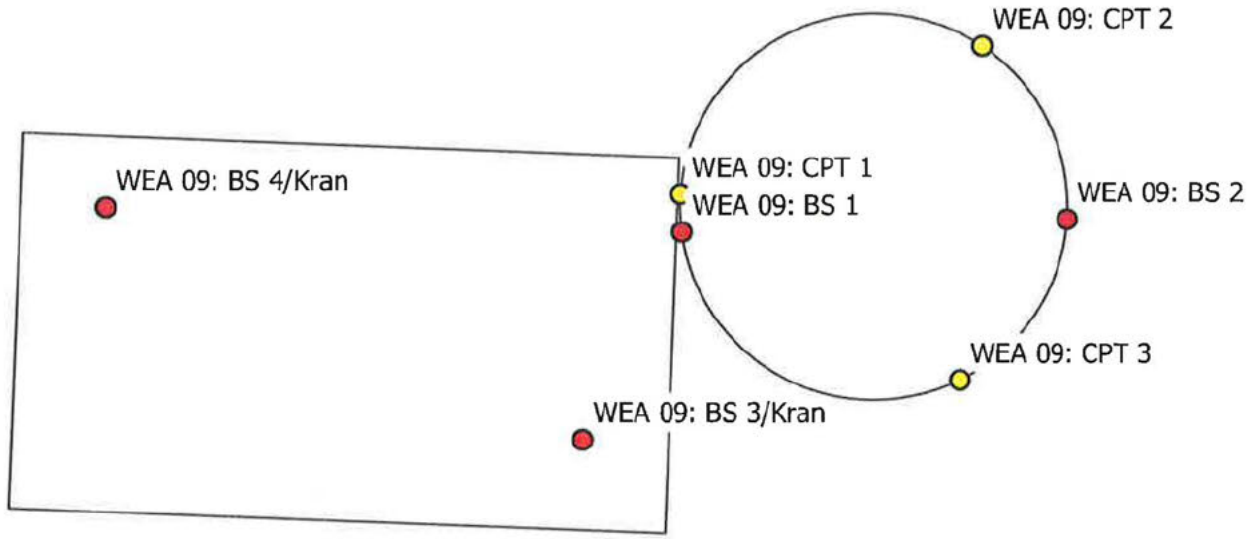
N

Bauvorhaben: Windpark Mannhagen	
Aktenzeichen: 156/24	
Bezeichnung: Detailplan	
Auftraggeber: Windpark Mannhagen Gemeinschafts GmbH & Co. KG	
Datum: 18.06.2025	Maßstab: 1:500
Gezeichnet: [redacted]	Anlage 1.9

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

WEA 09

000773

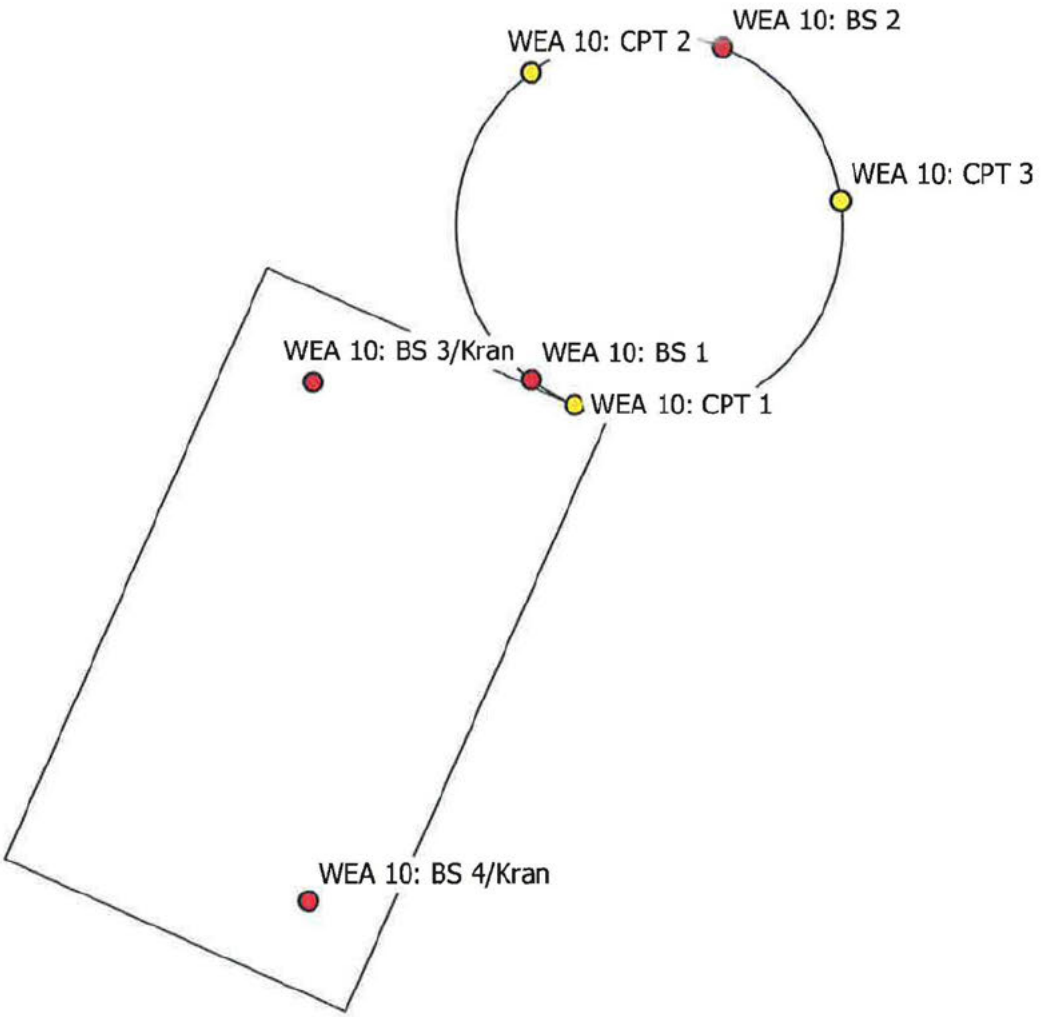


N

Bauvorhaben: Windpark Mannhagen	
Aktenzeichen: 156/24	
Bezeichnung: Detailplan	
Auftraggeber: Windpark Mannhagen Gemeinschafts GmbH & Co. KG	
Datum: 18.06.2025	Maßstab: 1:500
Gezeichnet: [redacted]	Anlage 1.10

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

WEA 10



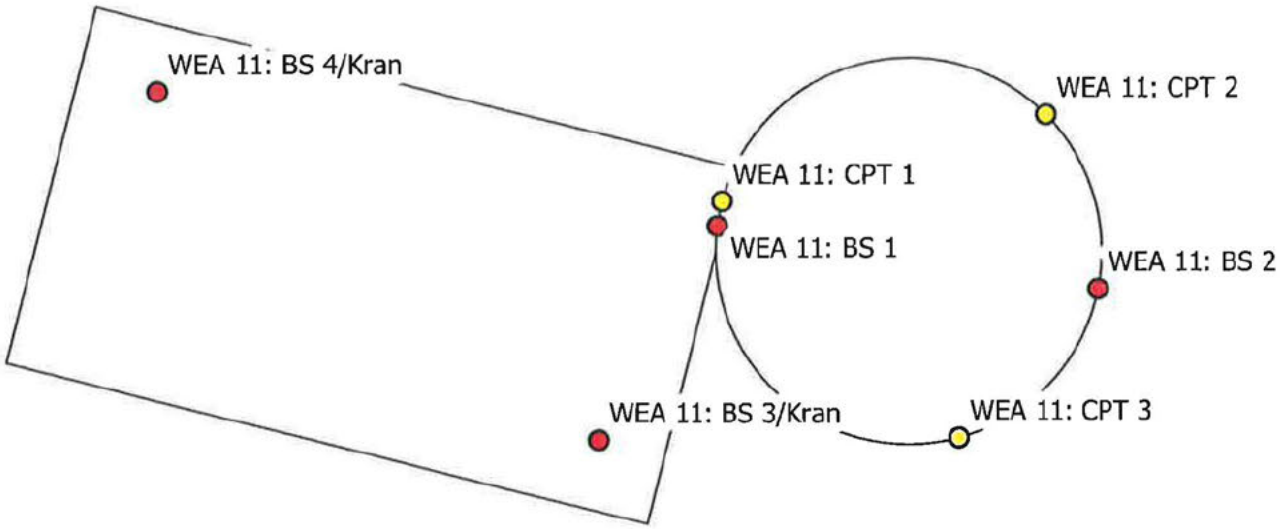
N

Bauvorhaben: Windpark Mannhagen	
Aktenzeichen: 156/24	
Bezeichnung: Detailplan	
Auftraggeber: Windpark Mannhagen Gemeinschafts GmbH & Co. KG	
Datum: 18.06.2025	Maßstab: 1:500
Gezeichnet: [redacted]	Anlage 1.11

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

WEA 11

000774

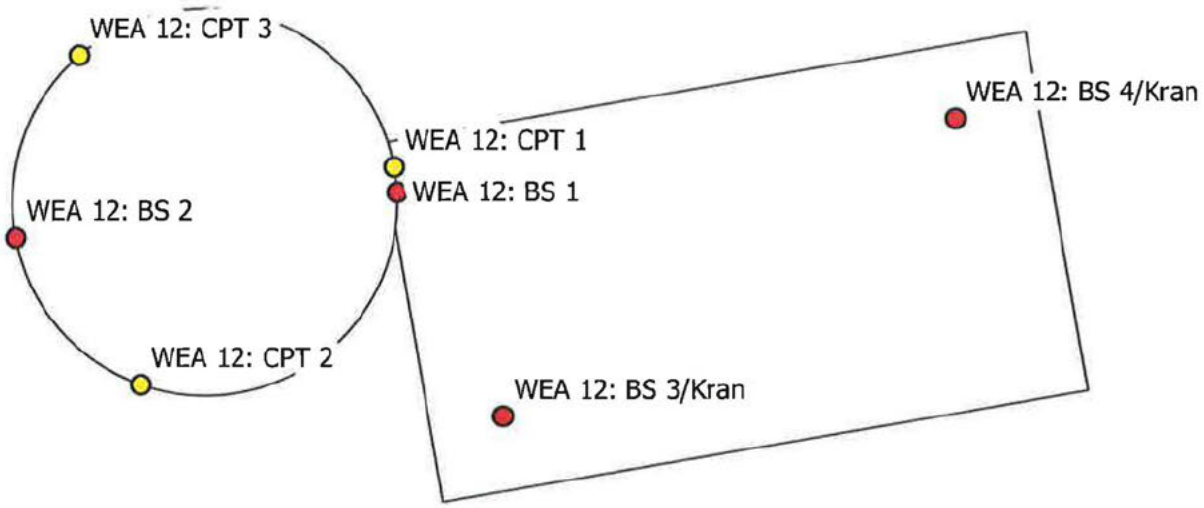


N

Bauvorhaben: Windpark Mannhagen	
Aktenzeichen: 156/24	
Bezeichnung: Detailplan	
Auftraggeber: Windpark Mannhagen Gemeinschafts GmbH & Co. KG	
Datum: 18.06.2025	Maßstab: 1:500
Gezeichnet: [redacted]	Anlage 1.12

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

WEA 12

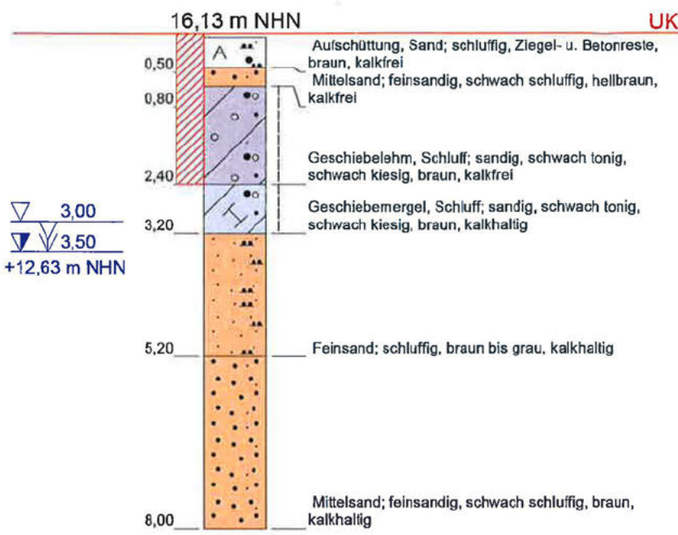


N

Bauvorhaben: Windpark Mannhagen	
Aktenzeichen: 156/24	
Bezeichnung: Detailplan	
Auftraggeber: Windpark Mannhagen Gemeinschafts GmbH & Co. KG	
Datum: 18.06.2025	Maßstab: 1:500
Gezeichnet: [redacted]	Anlage 1.13

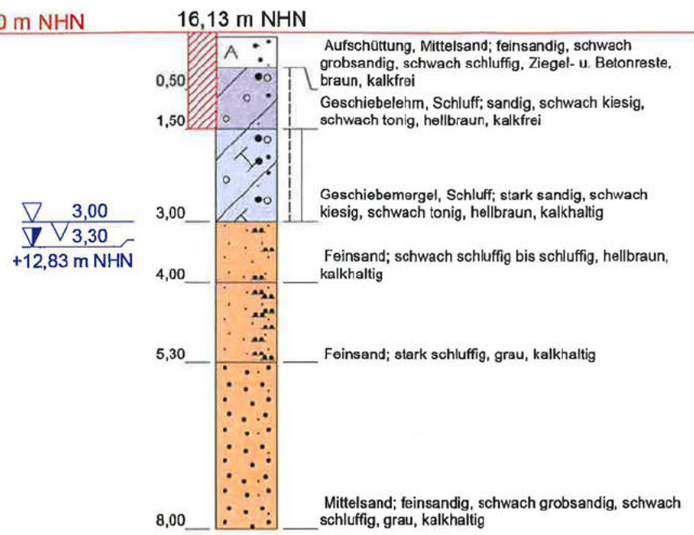
NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

WEA 01: BS 1



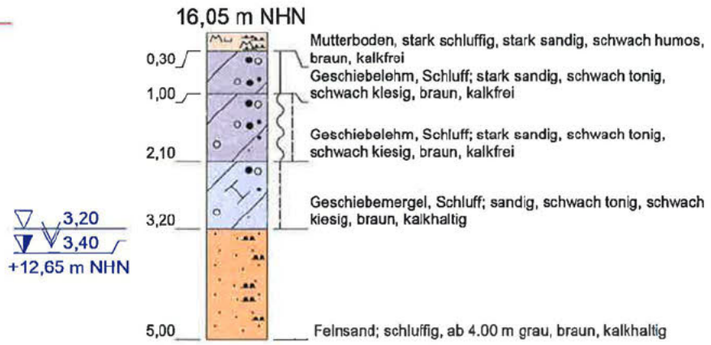
Sondierung abgebrochen!

WEA 01: BS 2

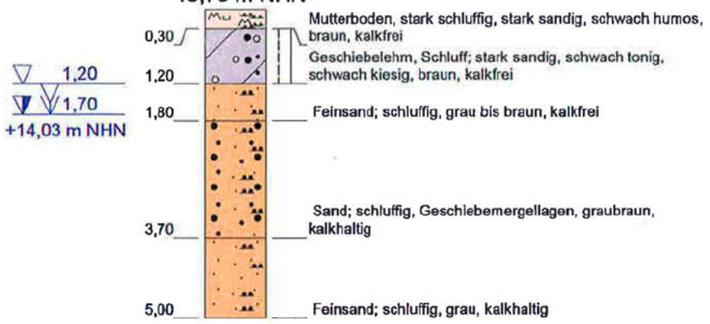


Sondierung abgebrochen!

WEA 01: BS 3/Kran



WEA 01: BS 4/Kran

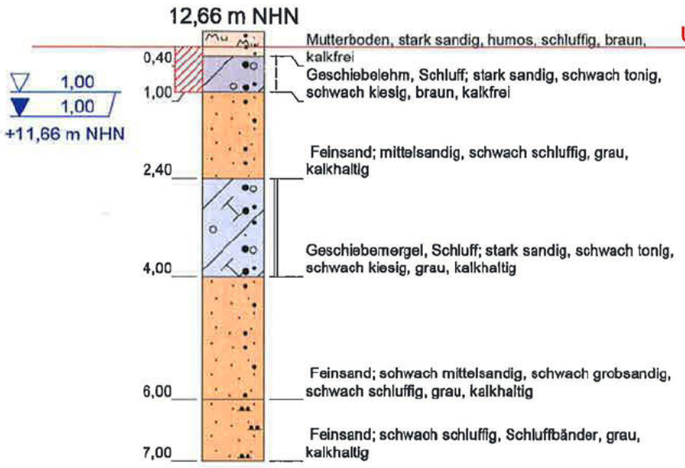


Bodenaustausch / Geländeerhöhung / RSV

Bauvorhaben: Windpark Mannhagen	
Aktenzeichen: 156/24	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: WP Mannhagen Gemeinschafts GmbH & Co. KG	
Datum: 02.06.-05.06.2025	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: [redacted]	Anlage 2.1

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

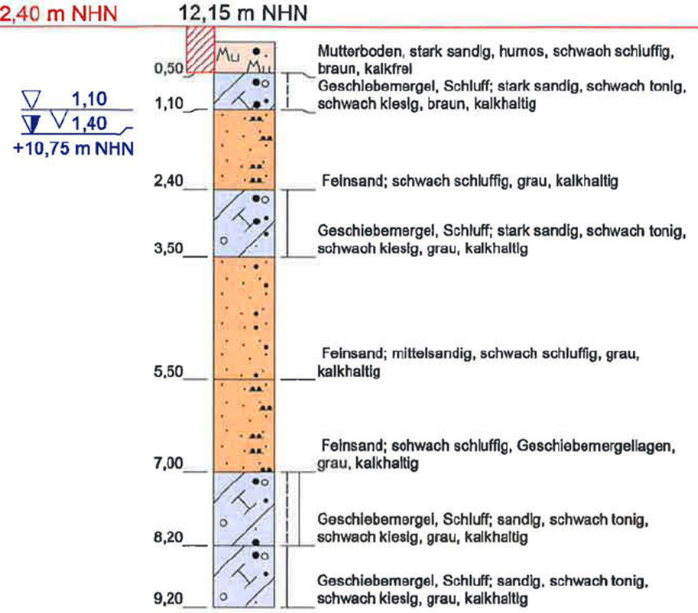
WEA 02: BS 1



Sondierung abgebrochen!

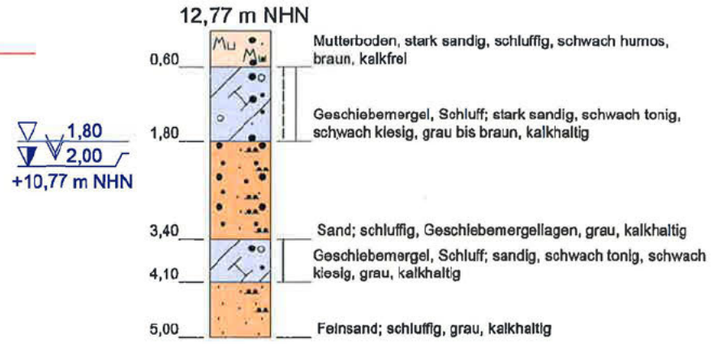
UK F ca. 12,40 m NHN

WEA 02: BS 2

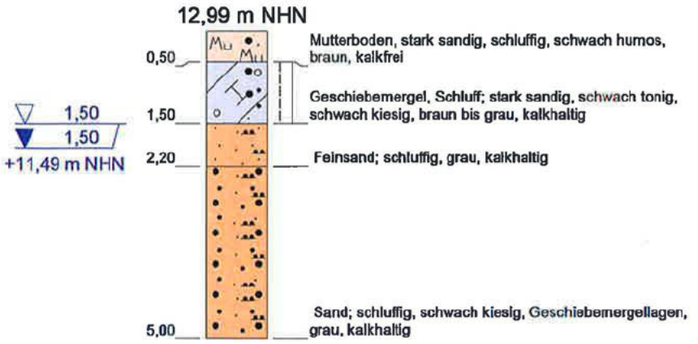


Sondierung abgebrochen!

WEA 02: BS 3/Kran



WEA 02: BS 4/Kran

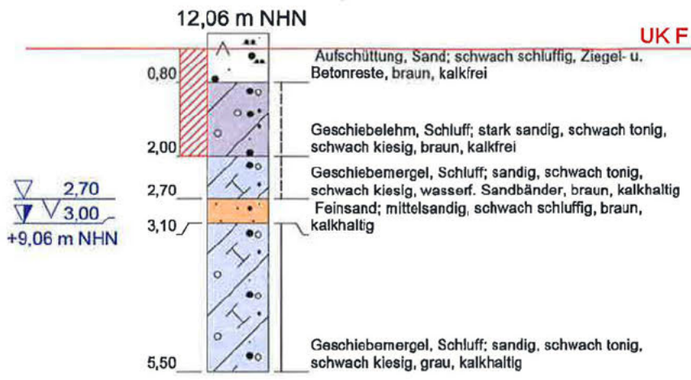


Bodenaustausch / Geländeerhöhung

Bauvorhaben: Windpark Mannhagen	
Aktenzeichen: 156/24	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: WP Mannhagen Gemeinschafts GmbH & Co. KG	
Datum: 02.06.-05.06.2025	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: [redacted]	Anlage 2.2

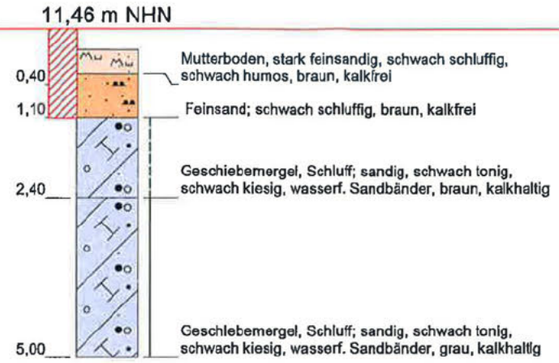
NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

WEA 03: BS 1



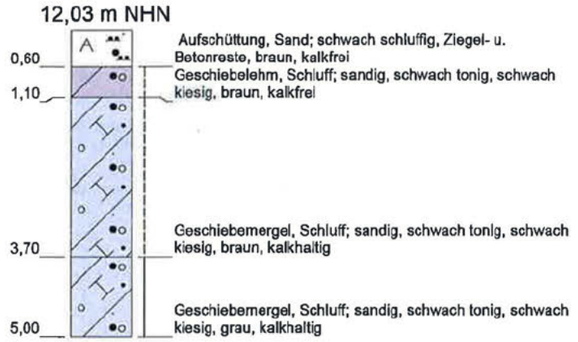
Sondierung abgebrochen!

WEA 03: BS 2

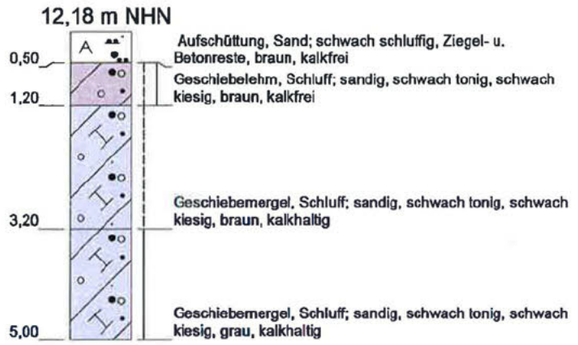


Sondierung abgebrochen!

WEA 03: BS 3/Kran



WEA 03: BS 4/Kran

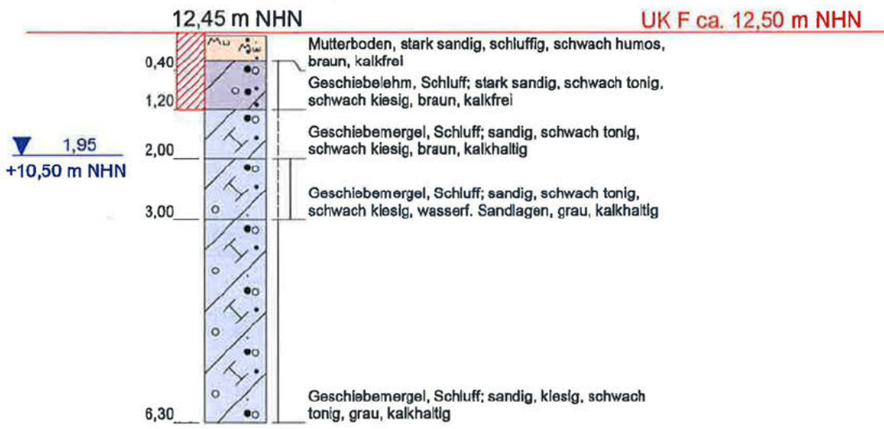


Bodenaustausch / Geländeerhöhung

Bauvorhaben: Windpark Mannhagen	
Aktenzeichen: 156/24	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: WP Mannhagen Gemeinschafts GmbH & Co. KG	
Datum: 02.06.-05.06.2025	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: [redacted]	Anlage 2.3

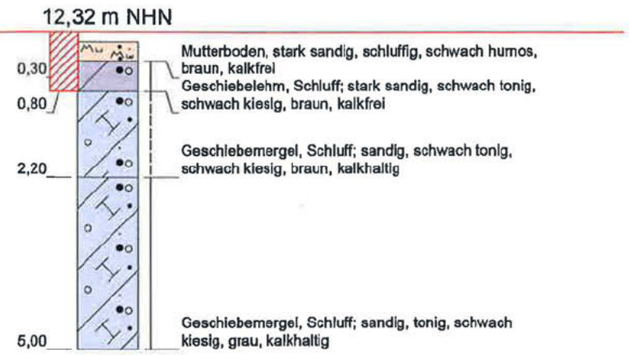
NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

WEA 04: BS 1



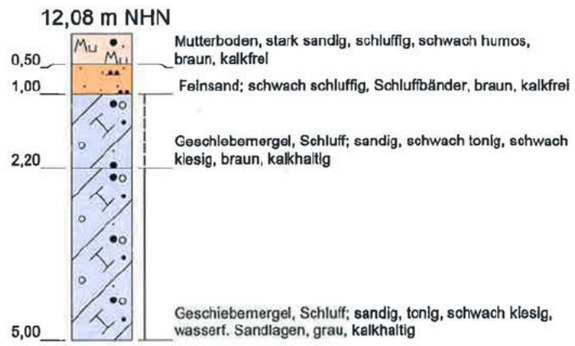
Sondierung abgebrochen!

WEA 04: BS 2

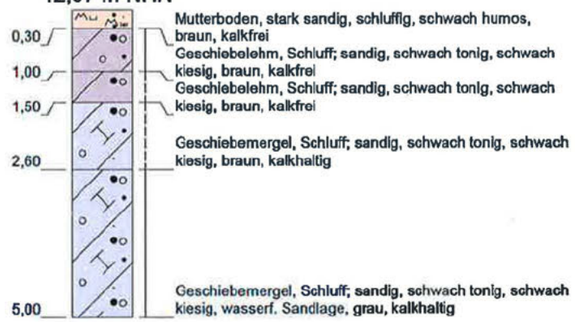


Sondierung abgebrochen!

WEA 04: BS 3/Kran



WEA 04: BS 4/Kran

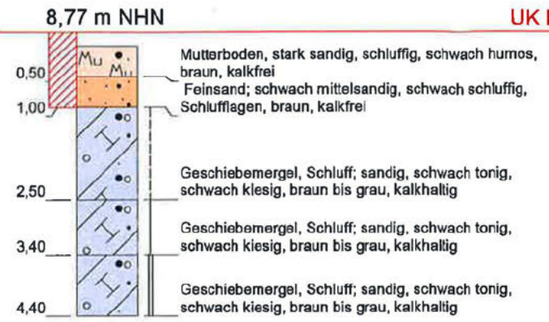


Bodenaustausch / Geländeerhöhung

Bauvorhaben: Windpark Mannhagen	
Aktenzeichen: 156/24	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: WP Mannhagen Gemeinschafts GmbH & Co. KG	
Datum: 02.06.-05.06.2025	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: [redacted]	Anlage 2.4

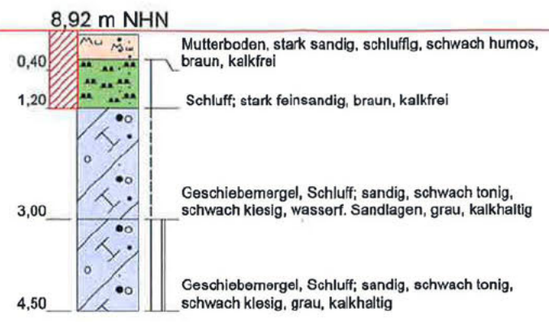
NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

WEA 05: BS 1



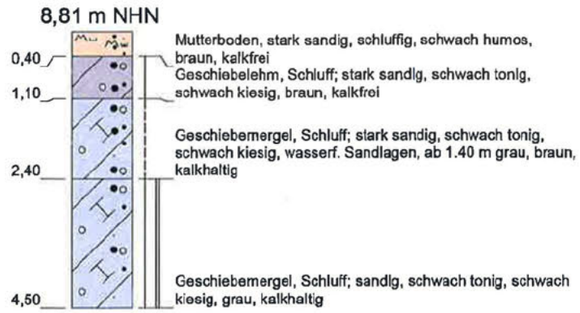
Sondierung abgebrochen!

WEA 05: BS 2



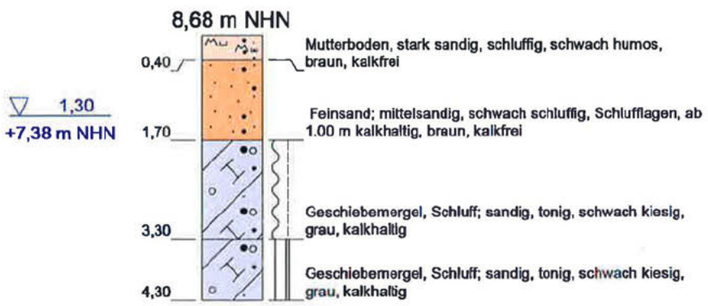
Sondierung abgebrochen!

WEA 05: BS 3/Kran



Sondierung abgebrochen!

WEA 05: BS 4/Kran



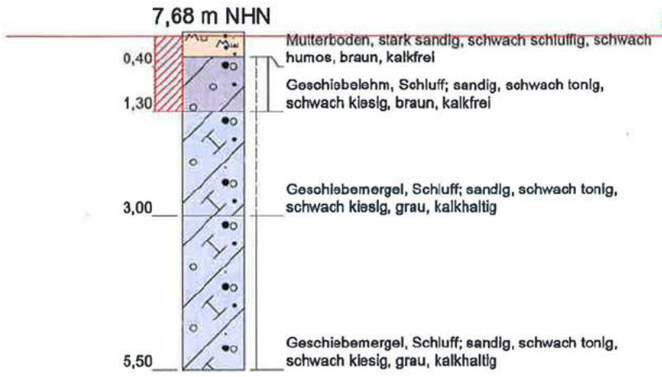
Sondierung abgebrochen!

Bodenaustausch / Geländeerhöhung

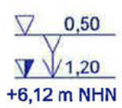
Bauvorhaben: Windpark Mannhagen	
Aktenzeichen: 156/24	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: WP Mannhagen Gemeinschafts GmbH & Co. KG	
Datum: 02.06.-05.06.2025	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: [redacted]	Anlage 2.5

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

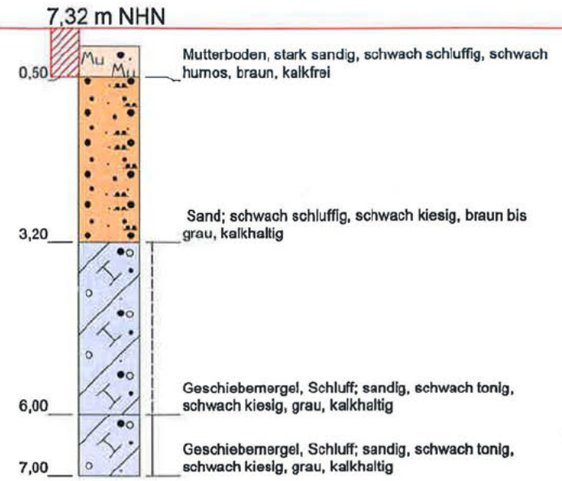
WEA 06: BS 1



Sondierung abgebrochen!

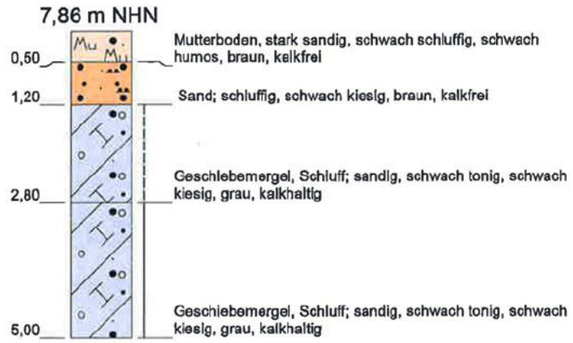


WEA 06: BS 2

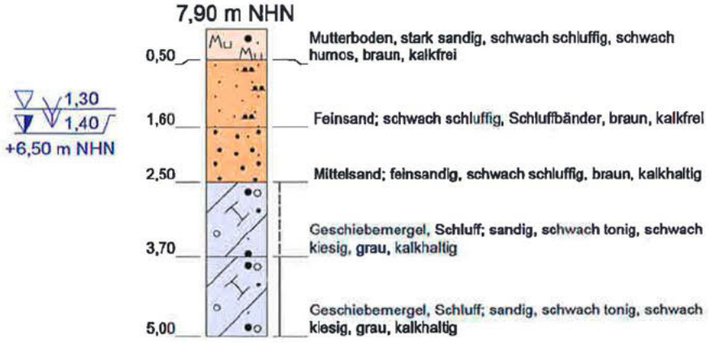


Sondierung abgebrochen!

WEA 06: BS 3/Kran



WEA 06: BS 4/Kran

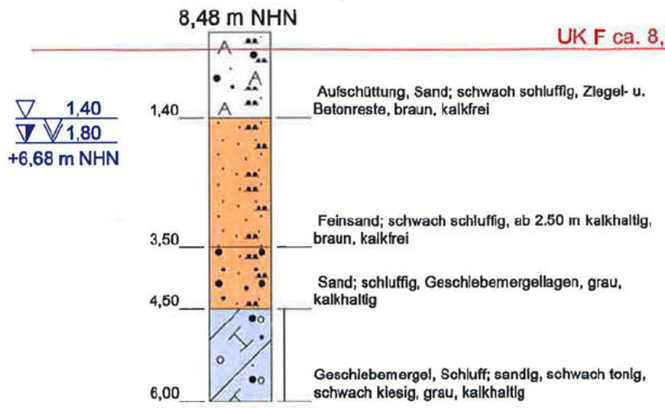


Bodenaustausch / Geländeerhöhung

Bauvorhaben: Windpark Mannhagen	
Aktenzeichen: 156/24	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: WP Mannhagen Gemeinschafts GmbH & Co. KG	
Datum: 02.06.-05.06.2025	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: [redacted]	Anlage 2.6

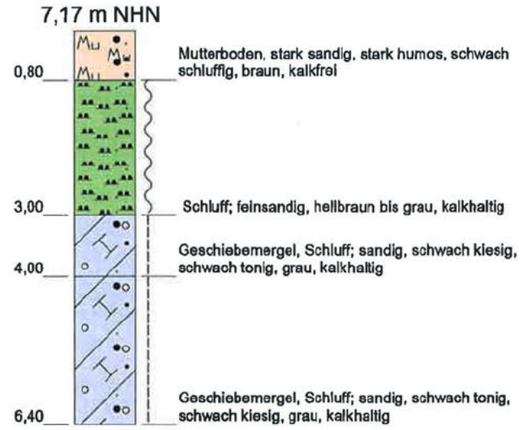
NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

WEA 07: BS 1



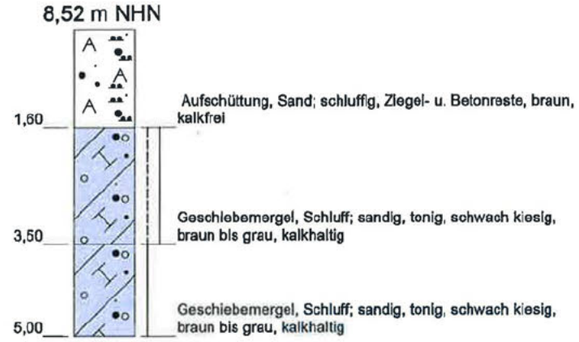
Sondierung abgebrochen!

WEA 07: BS 2

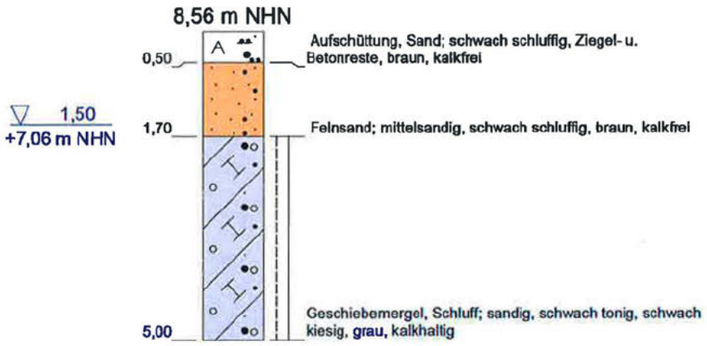


Sondierung abgebrochen!

WEA 07: BS 3/Kran



WEA 07: BS 4/Kran

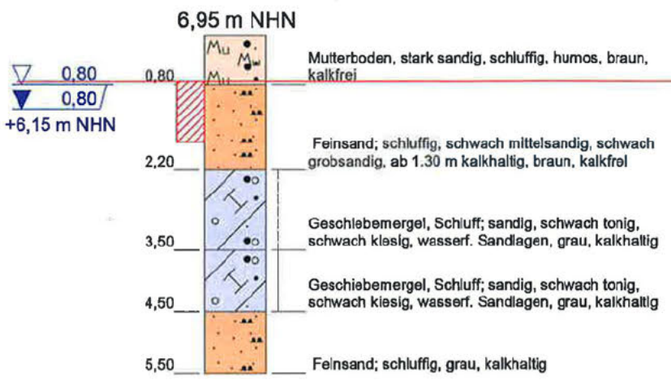


RSV

Bauvorhaben: Windpark Mannhagen	
Aktenzeichen: 166/24	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: WP Mannhagen Gemeinschafts GmbH & Co. KG	
Datum: 02.06.-05.06.2025	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: [redacted]	Anlage 2.7

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

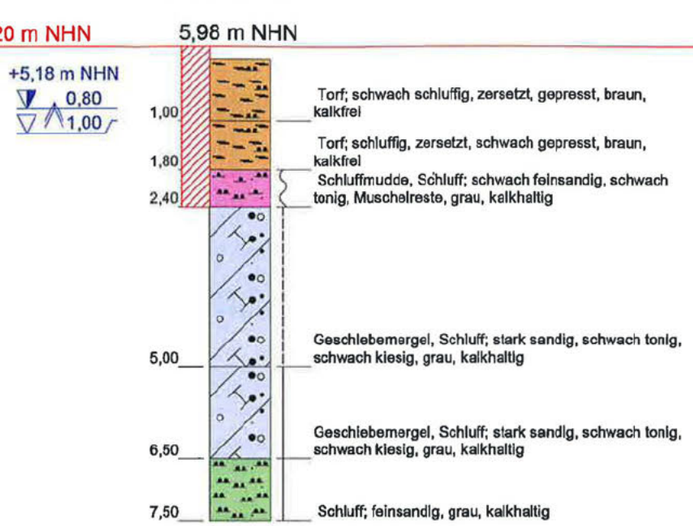
WEA 08: BS 1



Sondierung abgebrochen!

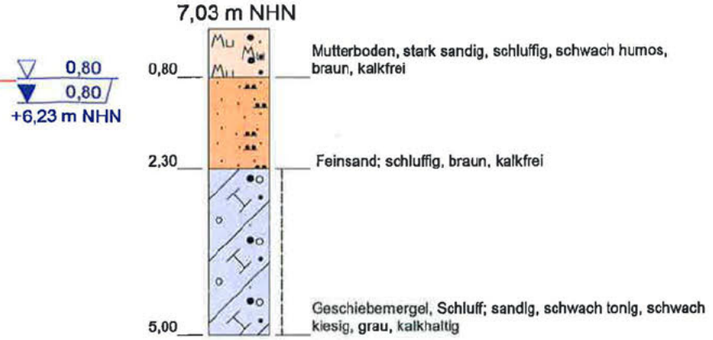
UK F ca. 6,20 m NHN

WEA 08: BS 2

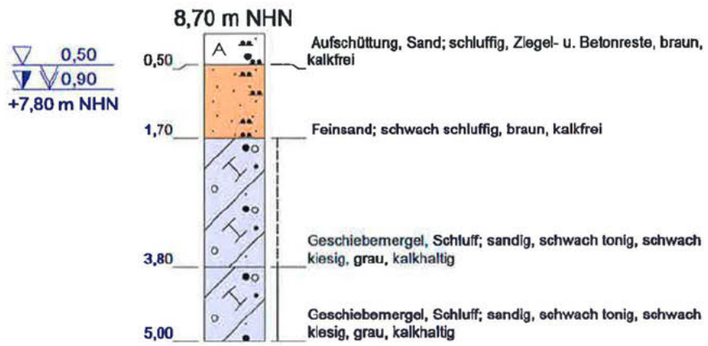


Sondierung abgebrochen!

WEA 08: BS 3/Kran



WEA 08: BS 4/Kran



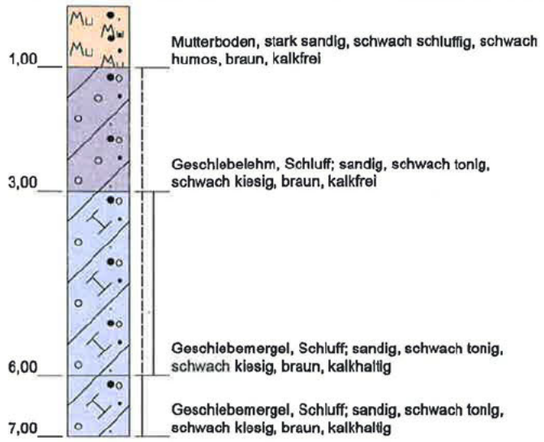
Bodenaustausch / Geländeerhöhung

Bauvorhaben: Windpark Mannhagen	
Aktenzeichen: 156/24	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: WP Mannhagen Gemeinschafts GmbH & Co. KG	
Datum: 02.06.-05.06.2025	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: [redacted]	Anlage 2.8

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

WEA 09: BS 1

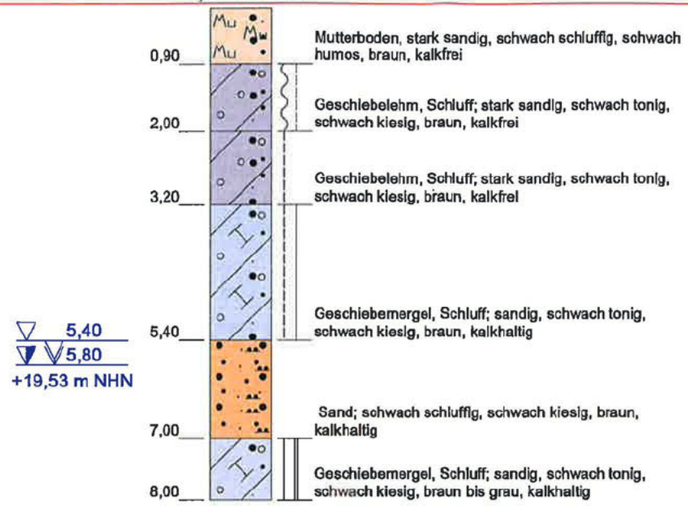
25,22 m NHN — UK F ca. 25,40 m NHN



Sondierung abgebrochen!

WEA 09: BS 2

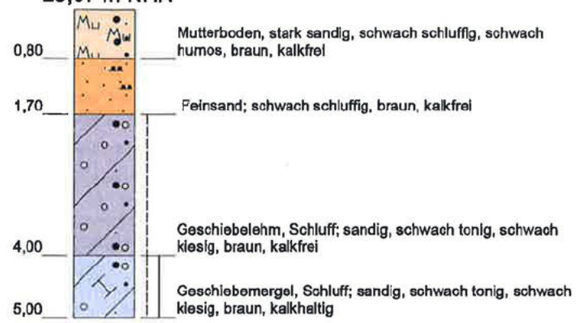
25,33 m NHN



Sondierung abgebrochen!

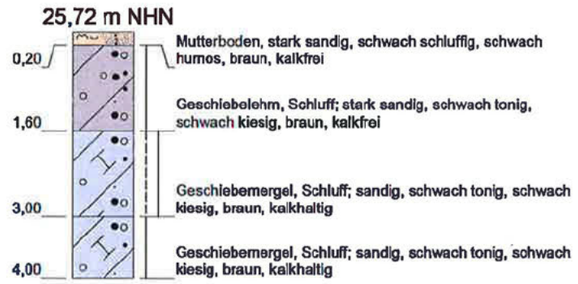
WEA 09: BS 3/Kran

25,07 m NHN



WEA 09: BS 4/Kran

25,72 m NHN



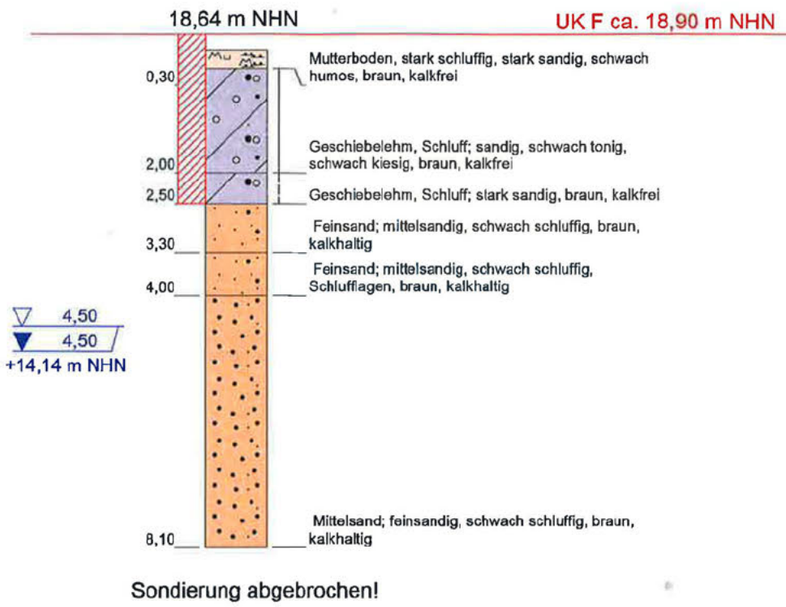
Sondierung abgebrochen!

RSV

Bauvorhaben: Windpark Mannhagen	
Aktenzeichen: 156/24	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: WP Mannhagen Gemeinschafts GmbH & Co. KG	
Datum: 02.06.-05.06.2025	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: [redacted]	Anlage 2.9

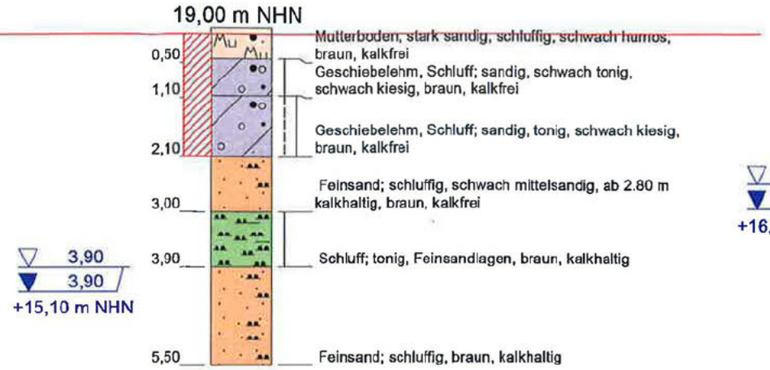
NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

WEA 10: BS 1



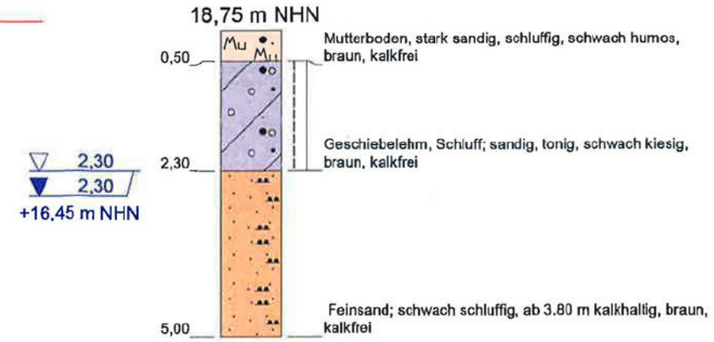
Sondierung abgebrochen!

WEA 10: BS 2

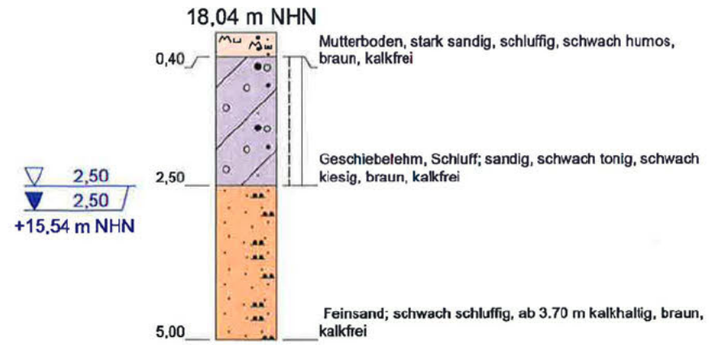


Sondierung abgebrochen!

WEA 10: BS 3/Kran



WEA 10: BS 4/Kran



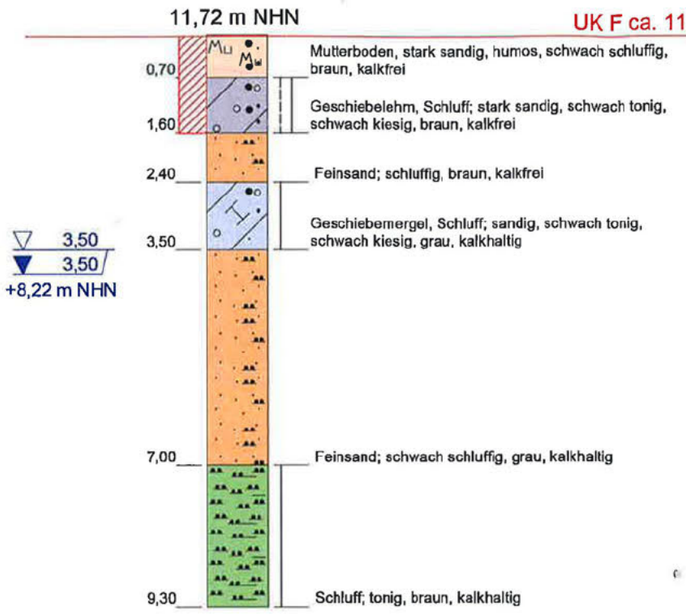
Bodenaustausch / Geländeerhöhung

Bauvorhaben: Windpark Mannhagen	
Aktenzeichen: 156/24	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: WP Mannhagen Gemeinschafts GmbH & Co. KG	
Datum: 02.06.-05.06.2025	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: [redacted]	Anlage 2.10

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

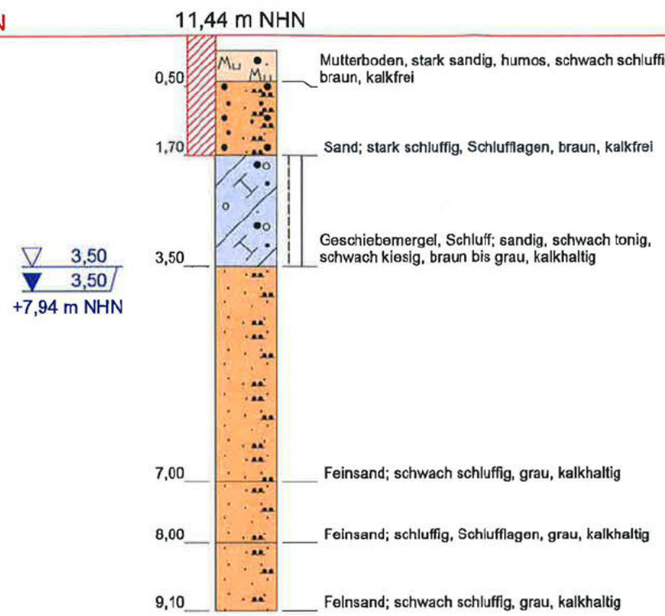
000780

WEA 11: BS 1



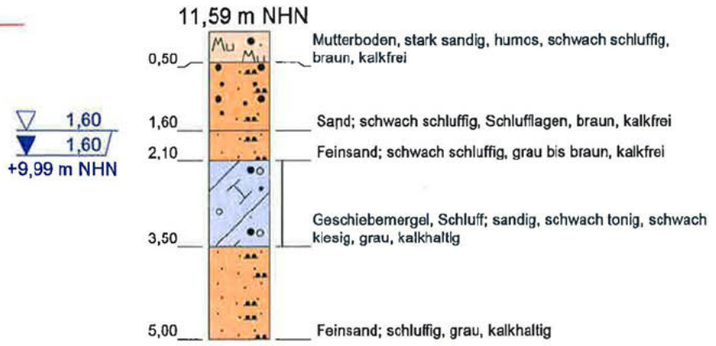
Sondierung abgebrochen!

WEA 11: BS 2

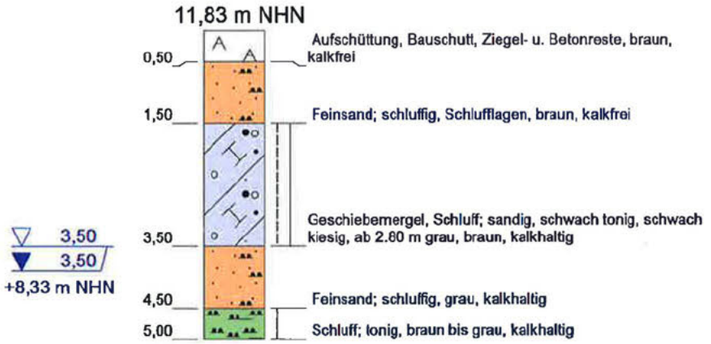


Sondierung abgebrochen!

WEA 11: BS 3/Kran



WEA 11: BS 4/Kran

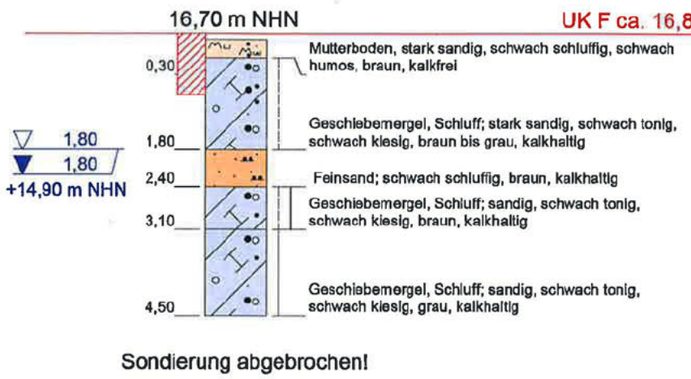


Bodenaustausch / Geländeerhöhung

Bauvorhaben: Windpark Mannhagen	
Aktenzeichen: 156/24	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: WP Mannhagen Gemeinschafts GmbH & Co. KG	
Datum: 02.06.-05.06.2025	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: [redacted]	Anlage 2.11

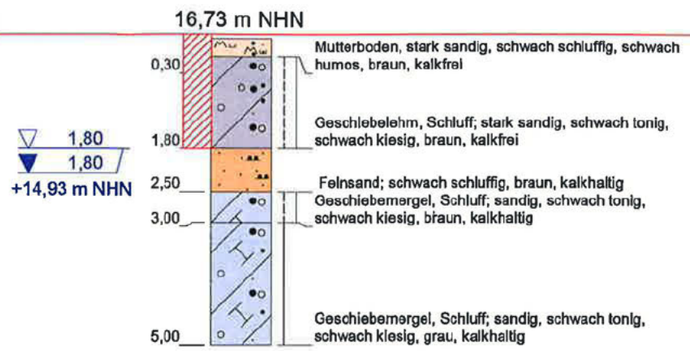
NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

WEA 12: BS 1



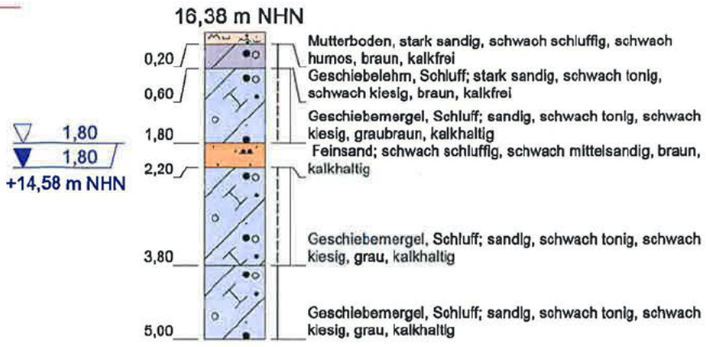
Sondierung abgebrochen!

WEA 12: BS 2

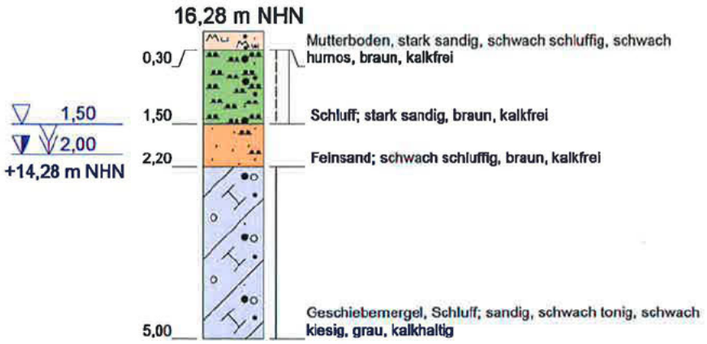


Sondierung abgebrochen!

WEA 12: BS 3/Kran



WEA 12: BS 4/Kran



Bodenaustausch / Geländeerhöhung

Bauvorhaben: Windpark Mannhagen	
Aktenzeichen: 156/24	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: WP Mannhagen Gemeinschafts GmbH & Co. KG	
Datum: 02.06.-05.06.2025	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: [redacted]	Anlage 2.12

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

000781

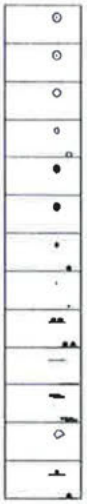
Anlage zur zeichnerischen Darstellung nach DIN 4023

Legende:

Hauptbodenarten:

Kies
Grobkies
Mittelkies
Feinkies
Sand
Grobsand
Mittelsand
Feinsand
Schluff
Ton
Torf
Stein
Blöcke
Lehm
Mudde
Aufschüttung
Mutterboden
Geschiebemergel
Geschiebelehm
Wiesenkalk
Klei
Bänderton
Braunkohle
Steinkohle
Lößlehm
Verwitterungslehm
Kreidestein
Festgestein
Kalkstein
Tonstein
Kalkmergel

Beimengungen:



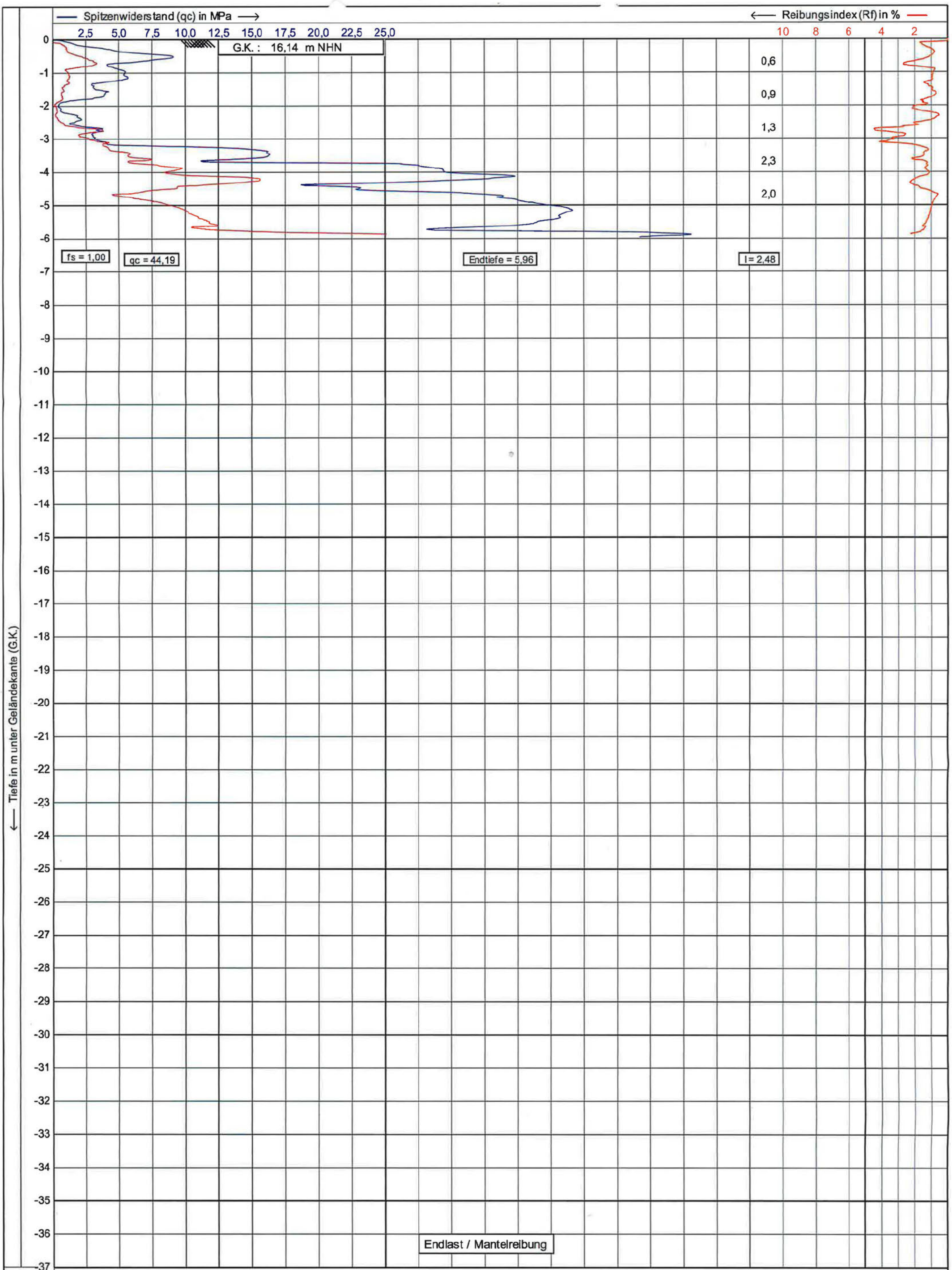
kiesig
grobkiesig
mittelkiesig
feinkiesig
sandig
grobsandig
mittelsandig
feinsandig
schluffig
tonig
humos
steinig
organisch

Konsistenzen:

breiig
breiig bis weich
weich
weich bis steif
steif bis weich
steif
halbfest
fest

Grundwasser:

Grundwasserspiegel angebohrt bei 0,50 m
Grundwasserspiegel gefallen bis 1,00 m
Grundwasserspiegel angestiegen bis 1,50 m
Grundwasserspiegel im ausgebauten Bohrloch bei 2,00 m
bzw. Grundwasserspiegel in Ruhe bei 2,00 m



NEUMANN BAUGRUND Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde (+49) 4351 / 7136 0 neumann-baugrund.de	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1	Datum : **12.06.2025**	28700
	Projekt : **Windpark Mannhagen**	Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**	
	Ort : **WEA 01**	Projekt Nr. : **156/24**	
		CPT Nr. : **1**	**1/1**

Anlage 3.1

— Spitzenwiderstand (qc) in MPa ⟶

2,5 5,0 7,5 10,0 12,5 15,0 17,5 20,0 22,5 25,0

G.K. : 16,16 m NHN

⟵ Reibungsindex (Rf) in % —

10 8 6 4 2

0,7
1,0
1,6
2,6
3,4
4,4
5,4
6,2
7,6
8,6
9,2

fs = 0,35

qc = 36,85

Endtiefe = 11,71

I = 9,56

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

0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -17 -18 -19 -20 -21 -22 -23 -24 -25 -26 -27 -28 -29 -30 -31 -32 -33 -34 -35 -36 -37

Neigung zu hoch!

Sondierung abgebrochen!

225 cm²
15 cm²

0,2 0,4 0,6 0,8 1,0

— Lokale Reibung (fs) in MPa ⟶

[x] Neigung (I) in Grad

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Projekt : **Windpark Mannhagen**

Ort : **WEA 01**

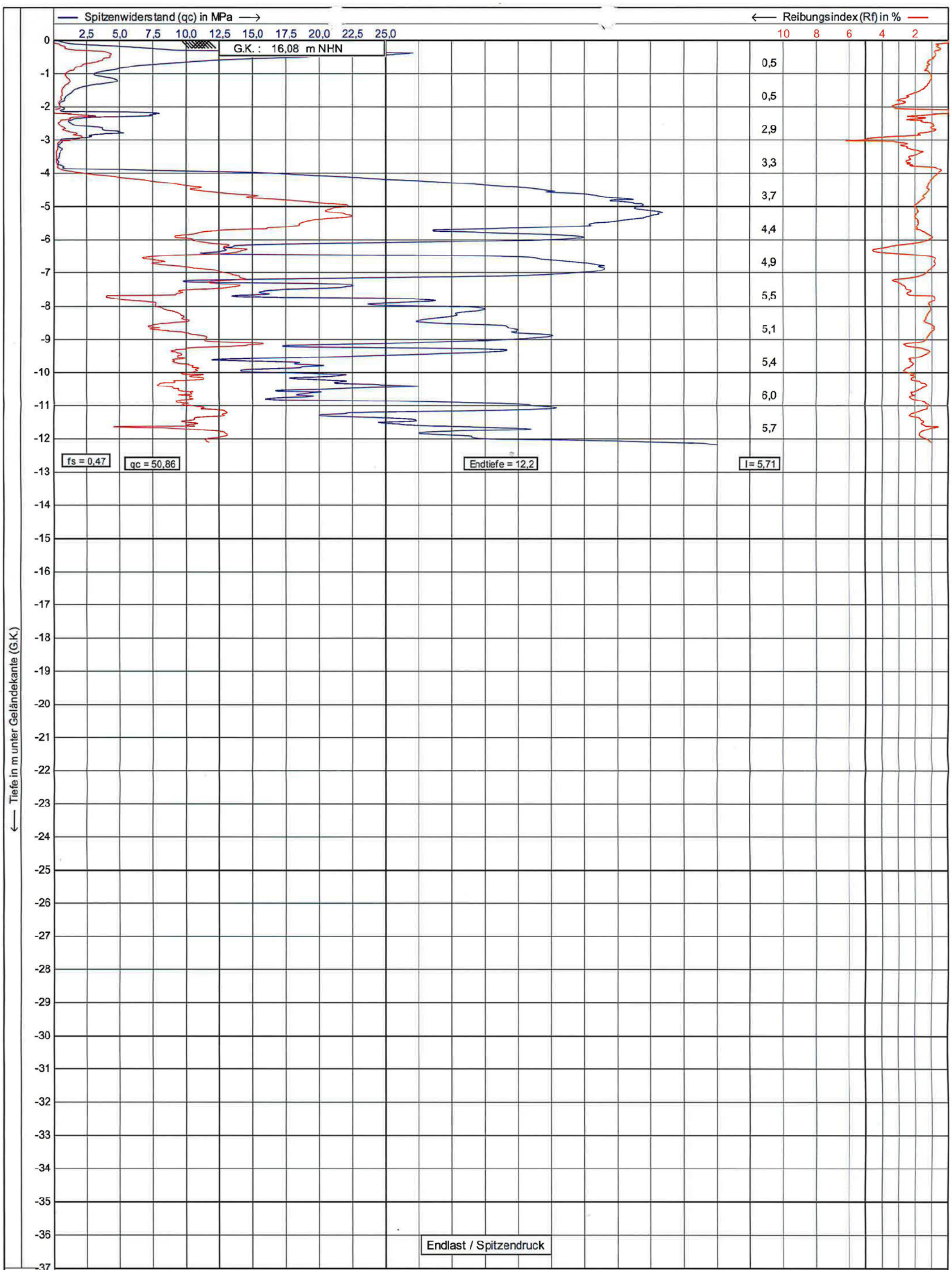
Datum : **12.06.2025**

Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**

Projekt Nr. : **156/24**

CPT Nr. : **2**

Anlage 3.2



NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Projekt : **Windpark Mannhagen**

Ort : **WEA 01**

Datum : **12.06.2025**

Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**

Projekt Nr. : **156/24**

CPT Nr. : **3** | **1/1**

00783

Anlage 3.3

— Spitzenwiderstand (qc) in MPa ⟶

2,5 5,0 7,5 10,0 12,5 15,0 17,5 20,0 22,5 25,0

G.K. : 12,67 m NHN

⟵ Reibungsindex (Rf) in % —

10 8 6 4 2

0,3 0,2 0,6 0,3 0,3 0,5 0,4 0,9 1,0 1,3 1,4 1,5 1,5 1,8 2,0 2,2 2,9 3,5

fs = 0,10

qc = 7,10

Endtiefe = 18,41

I = 3,58

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

0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -17 -18 -19 -20 -21 -22 -23 -24 -25 -26 -27 -28 -29 -30 -31 -32 -33 -34 -35 -36 -37

Endlast / Gesamtdruck

225 cm²
15 cm²

0,2 0,4 0,6 0,8 1,0

— Lokale Reibung (fs) in MPa ⟶

[x] Neigung (I) in Grad

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Projekt : **Windpark Mannhagen**

Ort : **WEA 02**

Datum : **17.06.2025**

Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**

Projekt Nr. : **156/24**

CPT Nr. : **1**

1.49

— Spitzenwiderstand (qc) in MPa ⟶

2,5 5,0 7,5 10,0 12,5 15,0 17,5 20,0 22,5 25,0

⟵ Reibungsindex (Rf) in %

10 8 6 4 2

G.K. : 12,35 m NHN

0,2 0,1 1,2 1,6 2,3 3,0

fs = 0,26 qc = 50,11 Endtiefe = 6,57 I = 3,73

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

0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -17 -18 -19 -20 -21 -22 -23 -24 -25 -26 -27 -28 -29 -30 -31 -32 -33 -34 -35 -36 -37

Endlast / Spitzendruck

225 cm²
15 cm²

0,2 0,4 0,6 0,8 1,0

— Lokale Reibung (fs) in MPa ⟶

[x] Neigung (I) in Grad

000784

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Projekt : **Windpark Mannhagen**

Ort : **WEA 02**

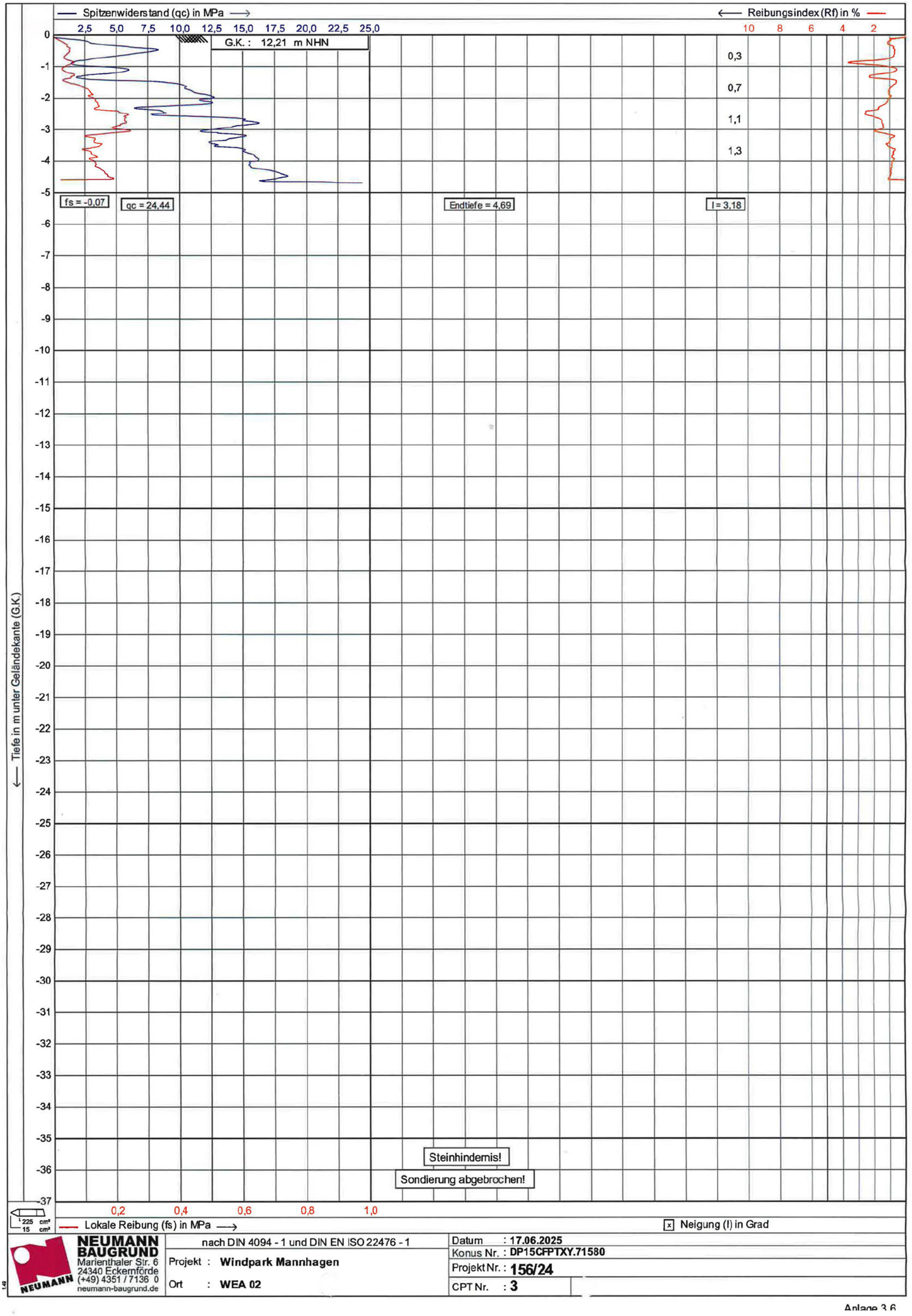
Datum : **17.06.2025**

Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**

Projekt Nr. : **156/24**

CPT Nr. : **2** 1/1

Anlage 3.5



NEUMANN BAUGRUND Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde (+49) 4351 / 7136 0 neumann-baugrund.de	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1	Datum : **17.06.2025**
	Projekt : **Windpark Mannhagen**	Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**
	Ort : **WEA 02**	Projekt Nr. : **156/24**
		CPT Nr. : **3**

1.49

Anlage 3.6

— Spitzenwiderstand (qc) in MPa ⟶

2,5 5,0 7,5 10,0 12,5 15,0 17,5 20,0 22,5 25,0

⟵ Reibungsindex (Rf) in % —

10 8 6 4 2

G.K. : 12,08 m NHN

2,3

2,4

fs = 0,04

qc = 24,45

Endtiefe = 2,76

I = 6,10

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

0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -17 -18 -19 -20 -21 -22 -23 -24 -25 -26 -27 -28 -29 -30 -31 -32 -33 -34 -35 -36 -37

Hindernis!

Sondierung abgebrochen!

225 cm²
15 cm²

0,2 0,4 0,6 0,8 1,0

— Lokale Reibung (fs) in MPa ⟶

☒ Neigung (I) in Grad

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Projekt : **Windpark Mannhagen**

Ort : **WEA 03**

Datum : **11.06.2025**

Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**

Projekt Nr. : **156/24**

CPT Nr. : **1** | **1/1**

0007835

Anlage 3.7

— Spitzenwiderstand (qc) in MPa ⟶

2,5 5,0 7,5 10,0 12,5 15,0 17,5 20,0 22,5 25,0

⟵ Reibungsindex (Rf) in %

10 8 6 4 2

G.K. : 11,66 m NHN

0,5
0,3
0,8
1,7

fs = 0,14

qc = 55,36

Endtiefe = 4,18

I = 4,07

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

0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -17 -18 -19 -20 -21 -22 -23 -24 -25 -26 -27 -28 -29 -30 -31 -32 -33 -34 -35 -36 -37

Hindernis!

Sondierung abgebrochen!

225 cm²
15 cm²

0,2 0,4 0,6 0,8 1,0

— Lokale Reibung (fs) in MPa ⟶

[x] Neigung (I) in Grad

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Projekt : **Windpark Mannhagen**

Ort : **WEA 03**

Datum : **11.06.2025**

Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**

Projekt Nr. : **156/24**

CPT Nr. : **2** 1 1

Anlage 3.8

— Spitzenwiderstand (qc) in MPa ⟶

2,5 5,0 7,5 10,0 12,5 15,0 17,5 20,0 22,5 25,0

⟵ Reibungsindex (Rf) in % —

10 8 6 4 2

G.K. : 11,49 m NHN

0,9

1,1

1,8

fs = 0,42

qc = 55,07

Endtiefe = 3,12

I = 1,96

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

0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -17 -18 -19 -20 -21 -22 -23 -24 -25 -26 -27 -28 -29 -30 -31 -32 -33 -34 -35 -36 -37

Endlast / Spitzendruck

225 cm²
15 cm²

0,2 0,4 0,6 0,8 1,0

— Lokale Reibung (fs) in MPa ⟶

[x] Neigung (I) in Grad

0007860

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Projekt : **Windpark Mannhagen**

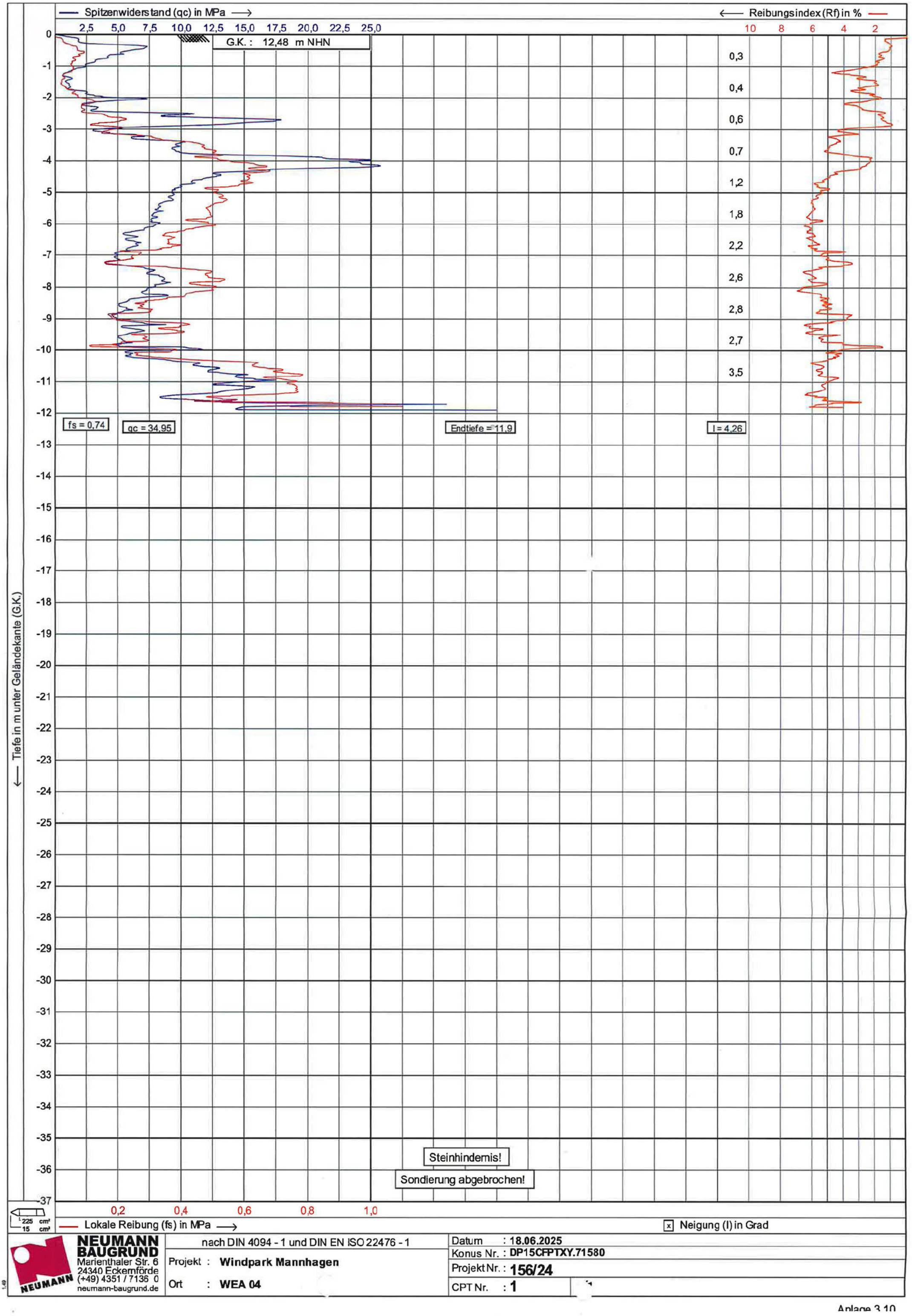
Ort : **WEA 03**

Datum : **11.06.2025**

Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**

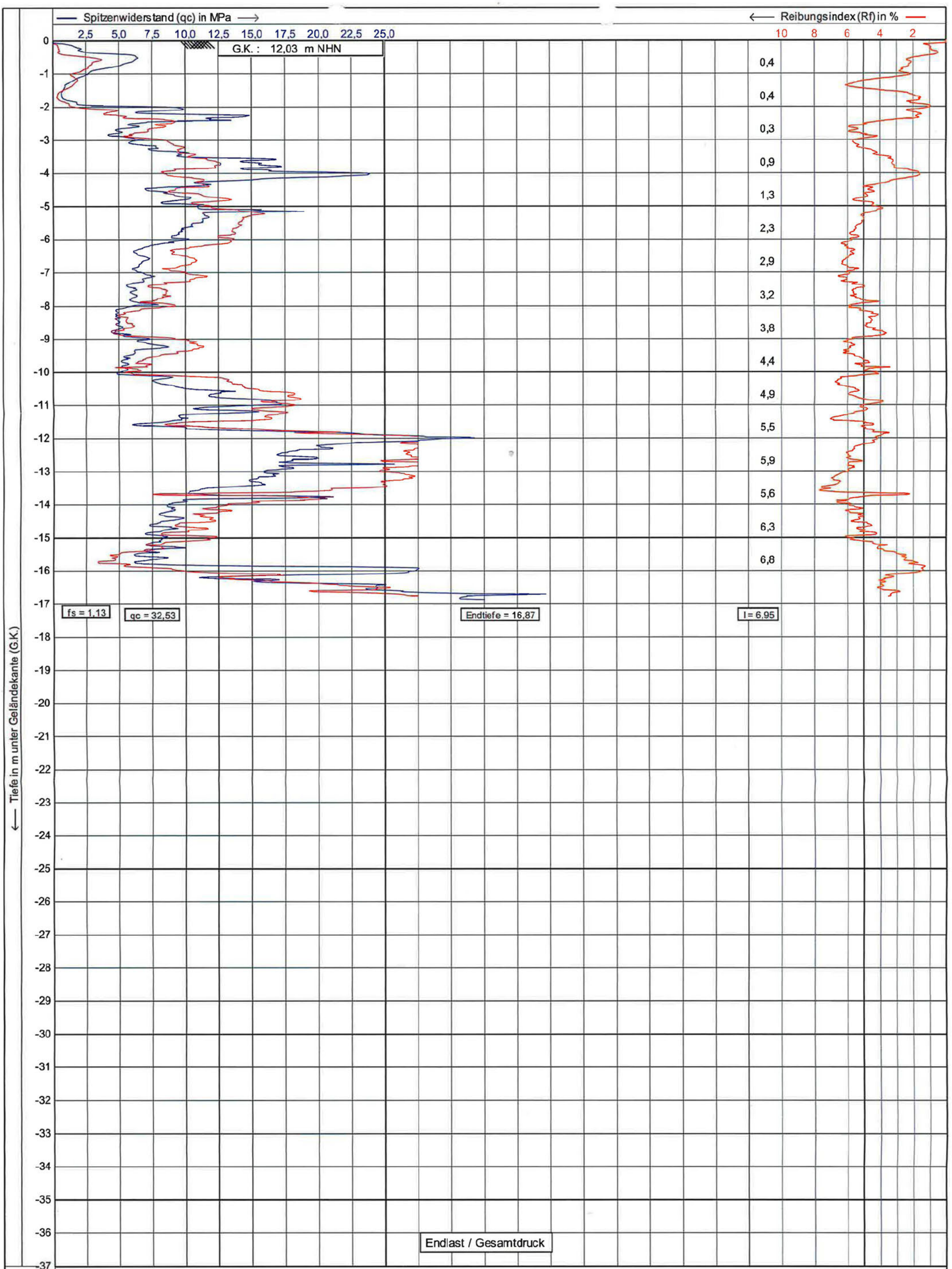
Projekt Nr. : **156/24**

CPT Nr. : **3** **1/1**



NEUMANN BAUGRUND Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde (+49) 4351 / 7136 0 neumann-baugrund.de	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1	Datum : **18.06.2025**
	Projekt : **Windpark Mannhagen**	Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**
	Ort : **WEA 04**	Projekt Nr. : **156/24**
		CPT Nr. : **1**

Anlage 3.10



NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Projekt : **Windpark Mannhagen**

Ort : **WEA 04**

Datum : **18.06.2025**

Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**

Projekt Nr. : **156/24**

CPT Nr. : **2** **1/1**

0007871

Anlage 3.11

— Spitzenwiderstand (qc) in MPa ⟶

2,5 5,0 7,5 10,0 12,5 15,0 17,5 20,0 22,5 25,0

G.K. : 12,63 m NHN

⟵ Reibungsindex (Rf) in %

10 8 6 4 2

0,6 0,7 0,6 0,8 1,1 1,4 1,7 1,7 1,7 2,2 2,5

fs = 0,11

qc = 49,49

Endtiefe = 11,84

I = 4,24

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

0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -17 -18 -19 -20 -21 -22 -23 -24 -25 -26 -27 -28 -29 -30 -31 -32 -33 -34 -35 -36 -37

Endlast / Spitzendruck

L 225 cm²
15 cm²

0,2 0,4 0,6 0,8 1,0

— Lokale Reibung (fs) in MPa ⟶

[x] Neigung (I) in Grad

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Projekt : **Windpark Mannhagen**

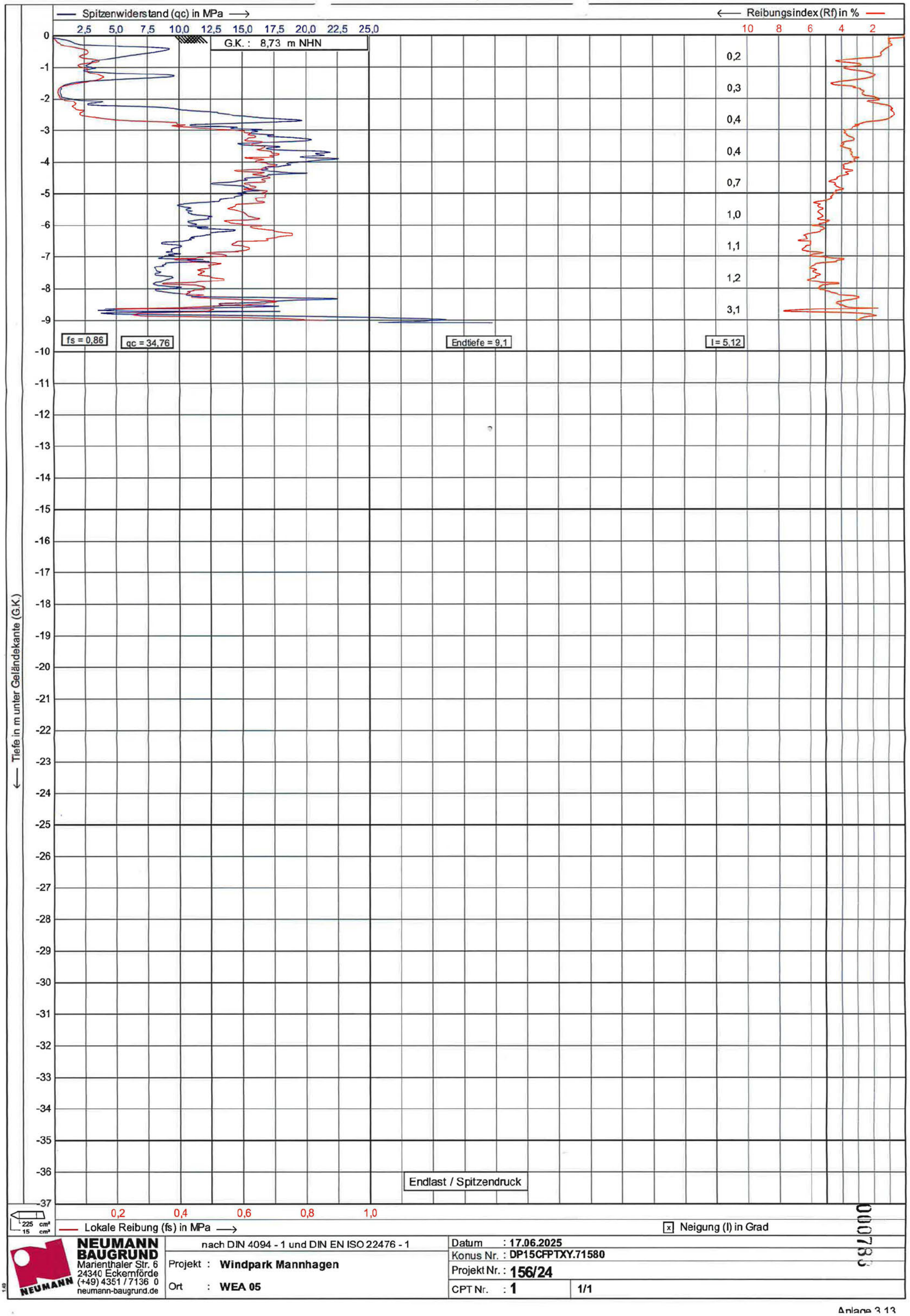
Ort : **WEA 04**

Datum : **18.06.2025**

Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**

Projekt Nr. : **156/24**

CPT Nr. : **3**



NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Projekt : **Windpark Mannhagen**

Ort : **WEA 05**

Datum : **17.06.2025**

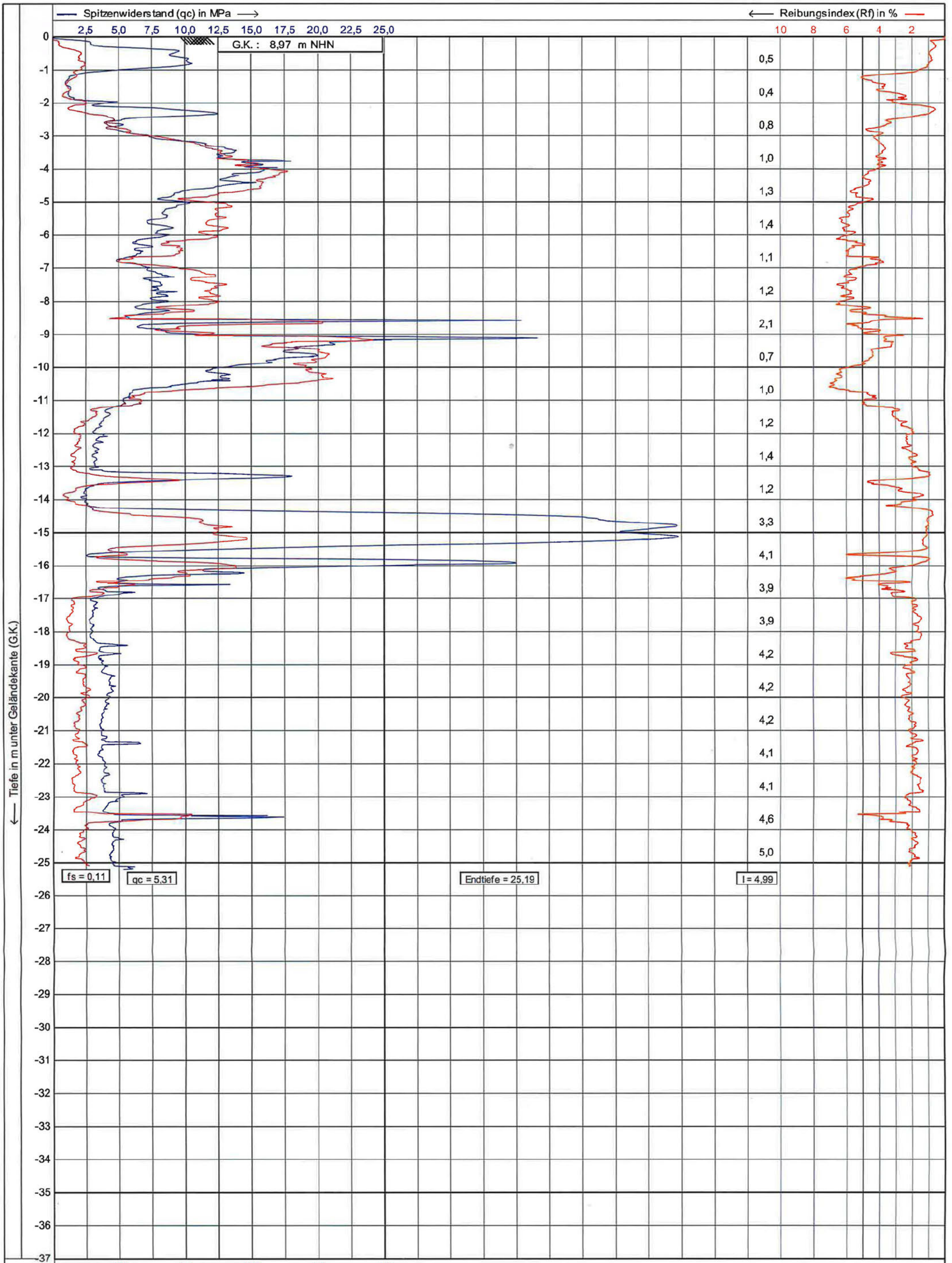
Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**

Projekt Nr. : **156/24**

CPT Nr. : **1** **1/1**

000785

Anlage 3.13



NEUMANN BAUGRUND Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde (+49) 4351 / 7136 0 neumann-baugrund.de	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1 Projekt : **Windpark Mannhagen** Ort : **WEA 05**	Datum : **17.06.2025** Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580** Projekt Nr. : **156/24** CPT Nr. : **2**

Anlage 3.14

— Spitzenwiderstand (qc) in MPa ⟶

2,5 5,0 7,5 10,0 12,5 15,0 17,5 20,0 22,5 25,0

G.K. : 8,81 m NHN

⟵ Reibungsindex (Rf) in % —

10 8 6 4 2

0,3 0,4 0,4 0,4 0,6 0,6 0,7 0,6 2,9

fs = 0,61

qc = 35,61

Endtiefe = 9,1

I = 3,64

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

0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -17 -18 -19 -20 -21 -22 -23 -24 -25 -26 -27 -28 -29 -30 -31 -32 -33 -34 -35 -36 -37

Steinhindernis!

Sondierung abgebrochen!

225 cm²
15 cm²

0,2 0,4 0,6 0,8 1,0

— Lokale Reibung (fs) in MPa ⟶

[x] Neigung (I) in Grad

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Projekt : **Windpark Mannhagen**

Ort : **WEA 05**

Datum : **17.06.2025**

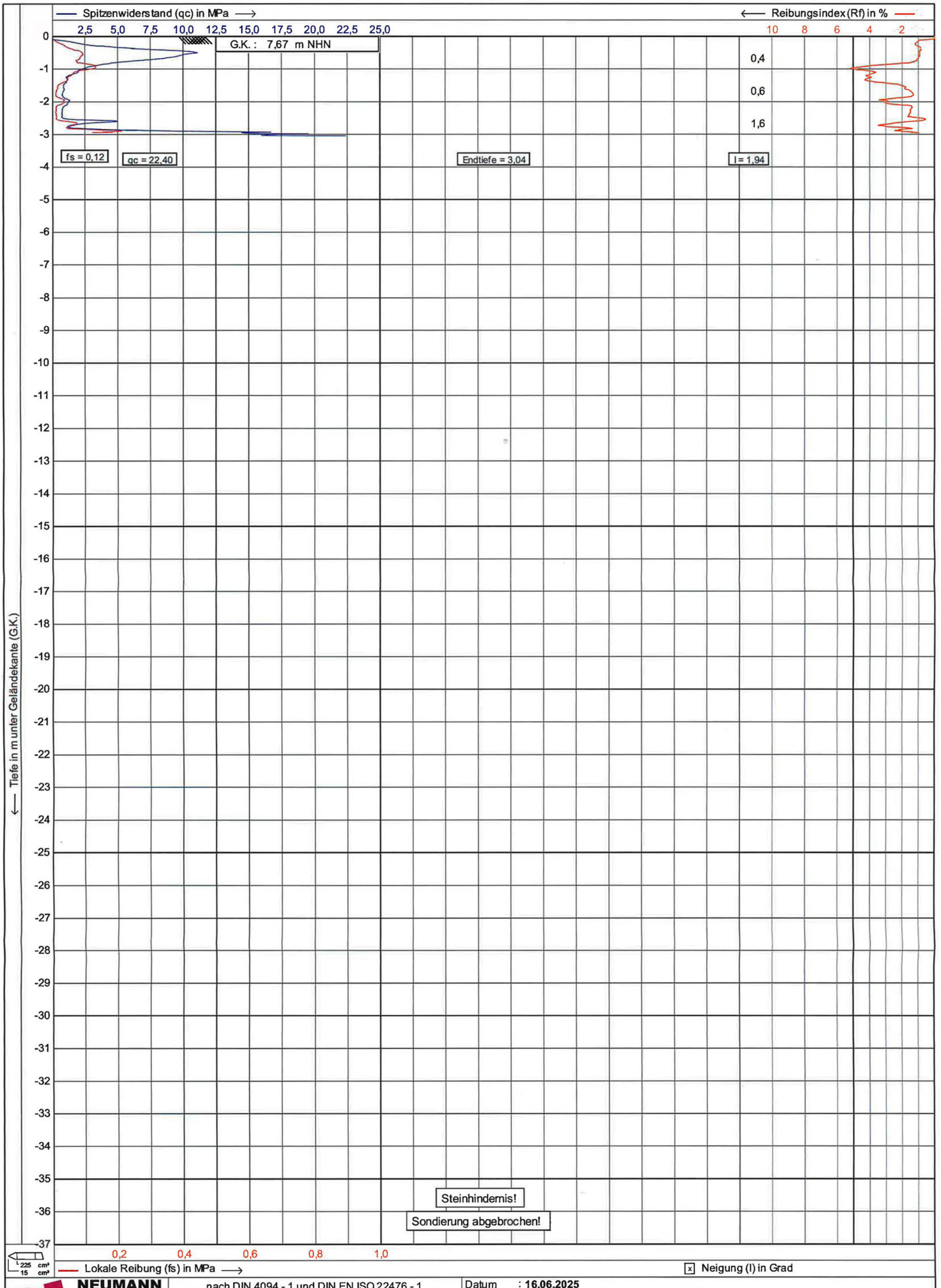
Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**

Projekt Nr. : **156/24**

CPT Nr. : **3** 1/1

0007789

Anlage 3.15



NEUMANN BAUGRUND Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde (+49) 4351 / 7136 0 neumann-baugrund.de	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1	Datum : **16.06.2025**
	Projekt : **Windpark Mannhagen**	Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**
	Ort : **WEA 06**	Projekt Nr. : **156/24**
		CPT Nr. : **1**

Anlage 3.16

— Spitzenwiderstand (qc) in MPa ⟶

2,5 5,0 7,5 10,0 12,5 15,0 17,5 20,0 22,5 25,0

⟵ Reibungsindex (Rf) in %

10 8 6 4 2

G.K. : 7,47 m NHN

0,6 0,7 0,8 0,8 1,0 1,1

fs = -0,02

qc = 26,74

Endtiefe = 6,75

I = 2,37

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

0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -17 -18 -19 -20 -21 -22 -23 -24 -25 -26 -27 -28 -29 -30 -31 -32 -33 -34 -35 -36 -37

Neigung zu hoch!

Sondierung abgebrochen!

225 cm²
15 cm²

0,2 0,4 0,6 0,8 1,0

— Lokale Reibung (fs) in MPa ⟶

[x] Neigung (I) in Grad

0007790

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Projekt : **Windpark Mannhagen**

Ort : **WEA 06**

Datum : **16.06.2025**

Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**

Projekt Nr. : **156/24**

CPT Nr. : **2** **1/1**

— Spitzenwiderstand (qc) in MPa ⟶

2,5 5,0 7,5 10,0 12,5 15,0 17,5 20,0 22,5 25,0

⟵ Reibungsindex (Rf) in % —

10 8 6 4 2

G.K. : 7,38 m NHN

0,4
0,4
0,7
0,9
1,1
1,1
2,6
3,2
3,4
3,9
4,5
4,8
6,1

fs = 0,55

qc = 11,75

Endtiefe = 13,92

I = 6,31

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

0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -17 -18 -19 -20 -21 -22 -23 -24 -25 -26 -27 -28 -29 -30 -31 -32 -33 -34 -35 -36 -37

Neigung zu hoch!

Sondierung abgebrochen!

225 cm²
15 cm²

0,2 0,4 0,6 0,8 1,0

— Lokale Reibung (fs) in MPa ⟶

[x] Neigung (I) in Grad

NEUMANN BAUGRUND Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde (+49) 4351 / 7136 0 neumann-baugrund.de	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1	Datum : 16.06.2025
	Projekt : **Windpark Mannhagen**	Konus Nr. : DP15CFPTXY.71580
		Projekt Nr. : 156/24
	Ort : **WEA 06**	CPT Nr. : 3

1.09

— Spitzenwiderstand (qc) in MPa ⟶

2,5 5,0 7,5 10,0 12,5 15,0 17,5 20,0 22,5 25,0

⟵ Reibungsindex (Rf) in % —

10 8 6 4 2

G.K. : 8,47 m NHN

1,3
2,1
2,2
2,5

fs = 0,44

qc = 27,70

Endtiefe = 4,42

I = 4,97

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

0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -17 -18 -19 -20 -21 -22 -23 -24 -25 -26 -27 -28 -29 -30 -31 -32 -33 -34 -35 -36 -37

Steinhindernis!

Sondierung abgebrochen!

225 cm²
15 cm²

0,2 0,4 0,6 0,8 1,0

— Lokale Reibung (fs) in MPa ⟶

[x] Neigung (I) in Grad

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Projekt : **Windpark Mannhagen**

Ort : **WEA 07**

Datum : **12.06.2025**

Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**

Projekt Nr. : **156/24**

CPT Nr. : **1** 1/1

000791

Anlage 3.19

— Spitzenwiderstand (qc) in MPa ⟶

2,5 5,0 7,5 10,0 12,5 15,0 17,5 20,0 22,5 25,0

⟵ Reibungsindex (Rf) in %

10 8 6 4 2

G.K. : 7,60 m NHN

0,5 0,6 0,7 0,6 0,7 1,0

fs = 0,18

qc = 24,94

Endtiefe = 6,36

I = 1,14

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

0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -17 -18 -19 -20 -21 -22 -23 -24 -25 -26 -27 -28 -29 -30 -31 -32 -33 -34 -35 -36 -37

Steinhindernis!

Sondierung abgebrochen!

225 cm²
15 cm²

0,2 0,4 0,6 0,8 1,0

— Lokale Reibung (fs) in MPa ⟶

[x] Neigung (I) in Grad

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Projekt : **Windpark Mannhagen**

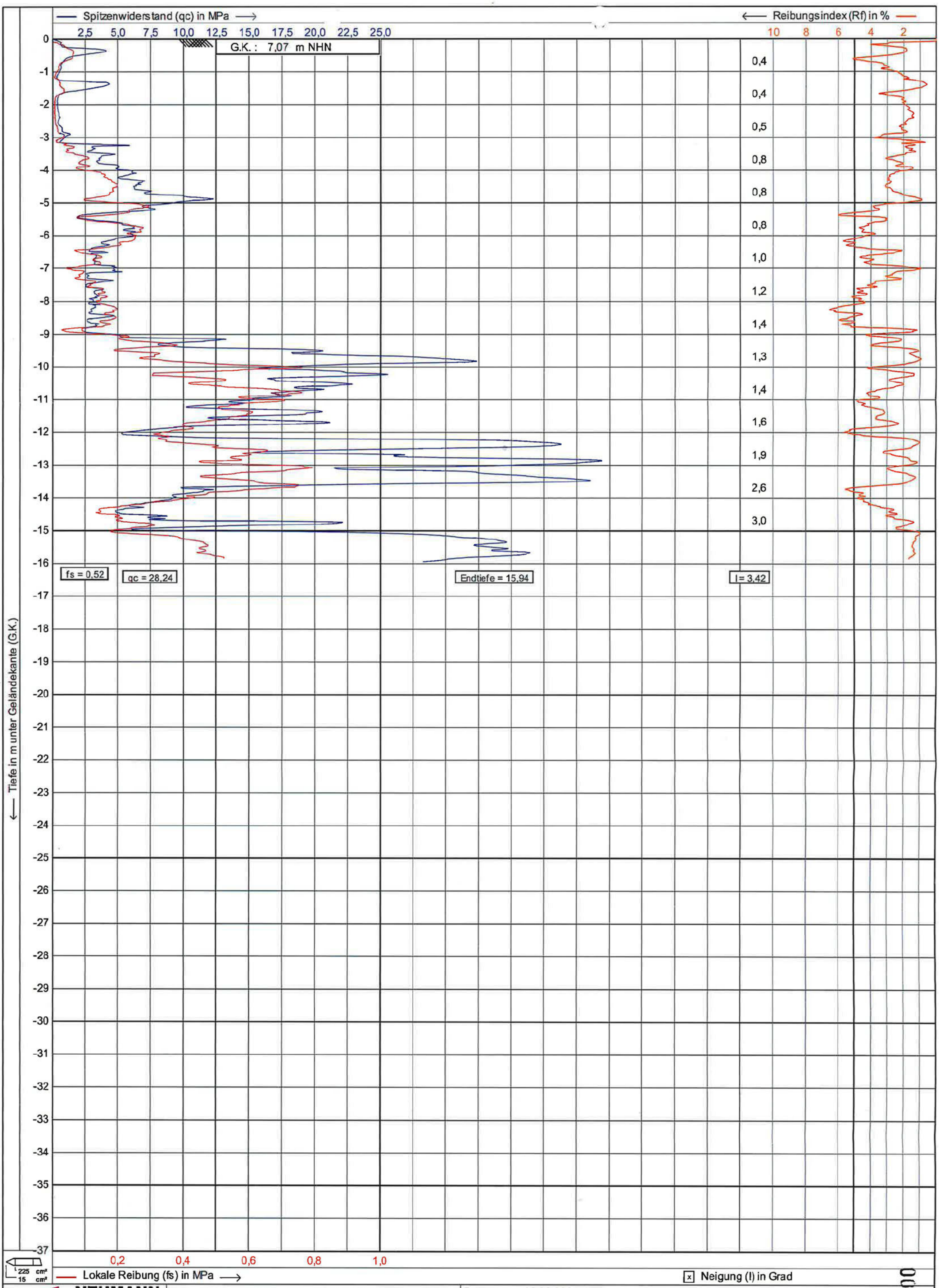
Ort : **WEA 07**

Datum : **12.06.2025**

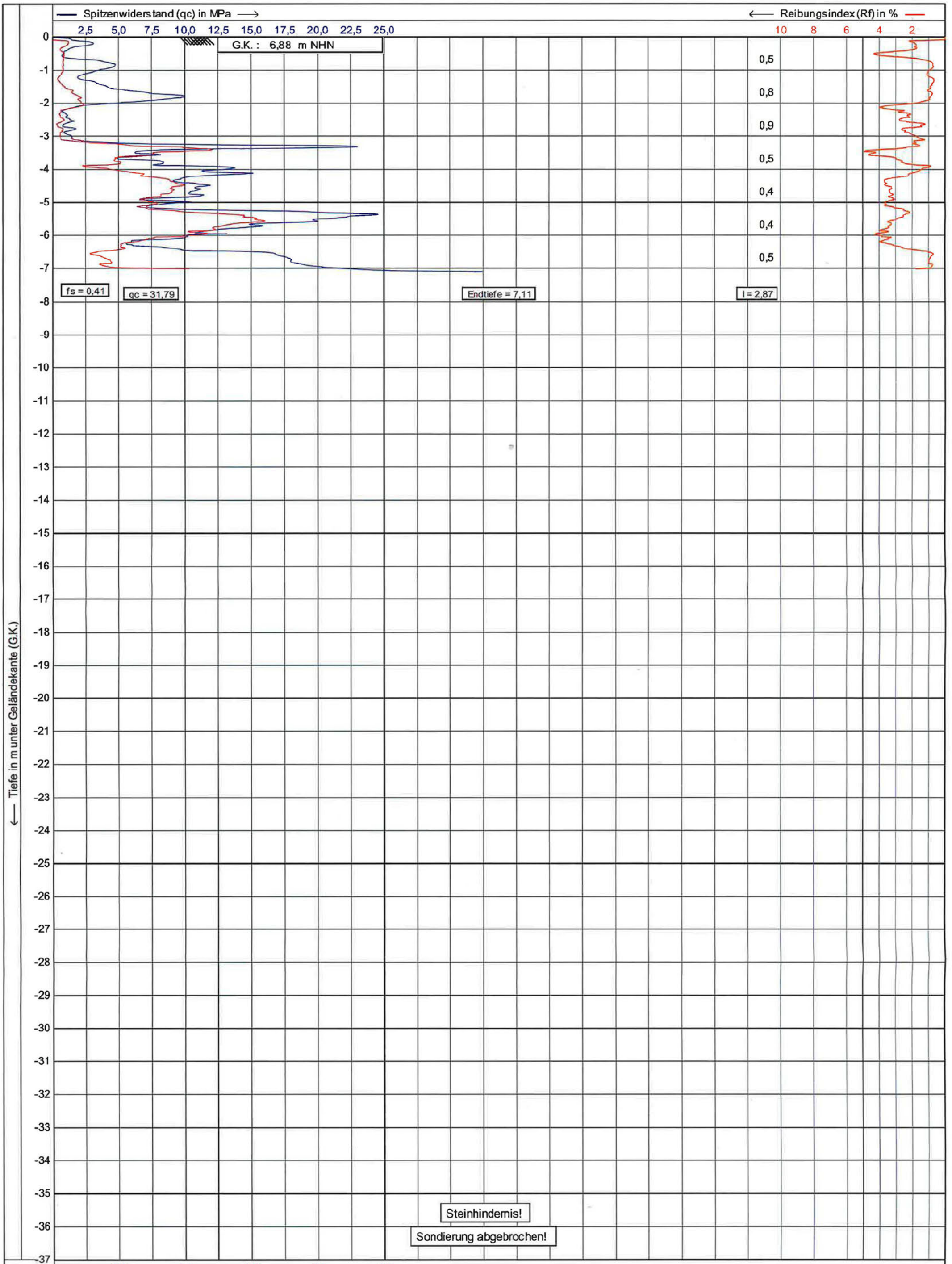
Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**

Projekt Nr. : **156/24**

CPT Nr. : **2**

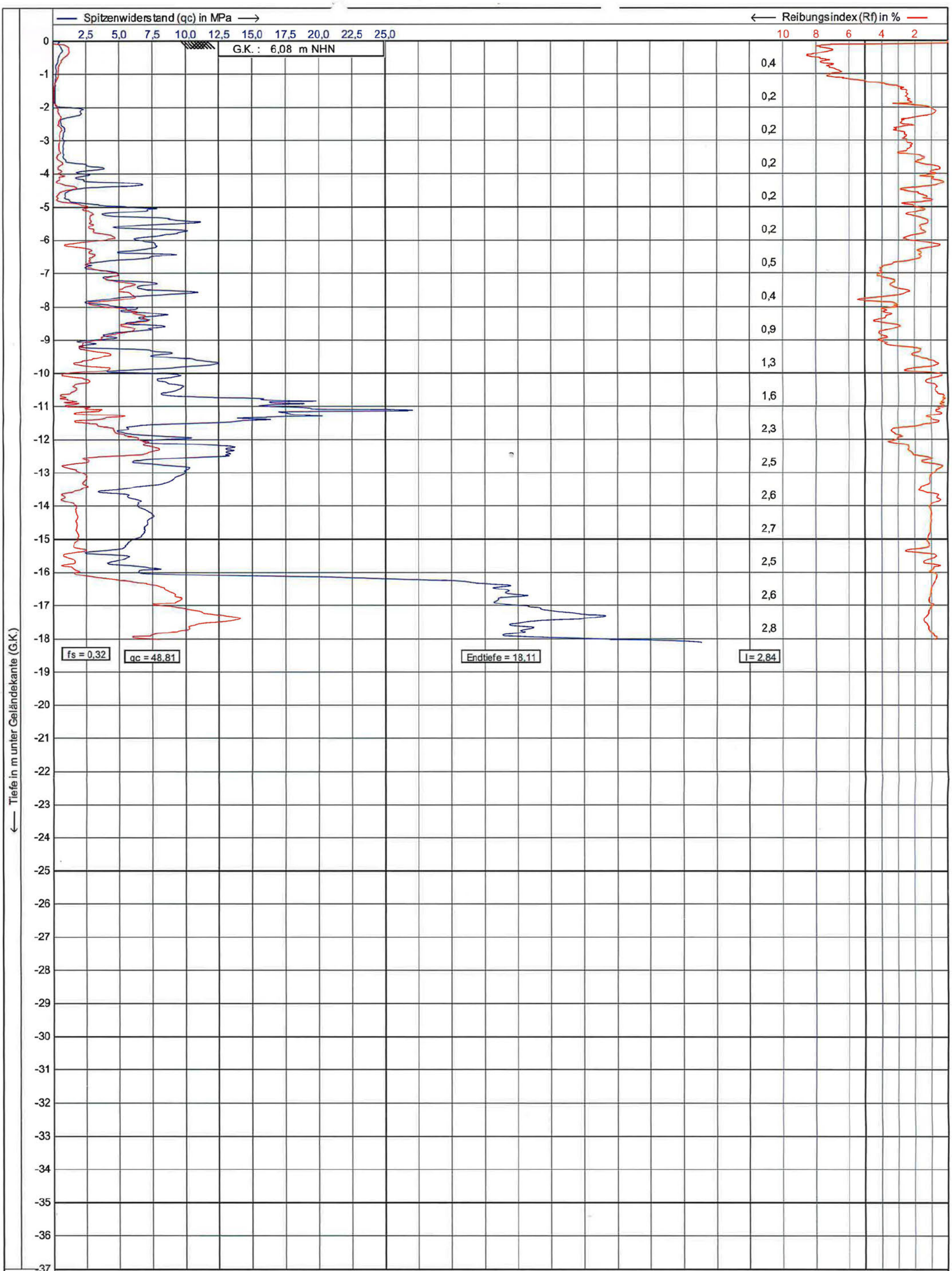


NEUMANN BAUGRUND Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde (+49) 4351 / 7136 0 neumann-baugrund.de	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1	Datum : **12.06.2025**	000792
	Projekt : **Windpark Mannhagen**	Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**	
	Ort : **WEA 07**	Projekt Nr. : **156/24**	
		CPT Nr. : **3**	**1/1**



NEUMANN BAUGRUND Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde (+49) 4351 / 7136 0 neumann-baugrund.de	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1 Projekt : **Windpark Mannhagen** Ort : **WEA 08**	Datum : **12.06.2025** Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580** Projekt Nr. : **156/24** CPT Nr. : **1**

Anlage 3.22



NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Projekt : **Windpark Mannhagen**

Ort : **WEA 08**

Datum : **12.06.2025**

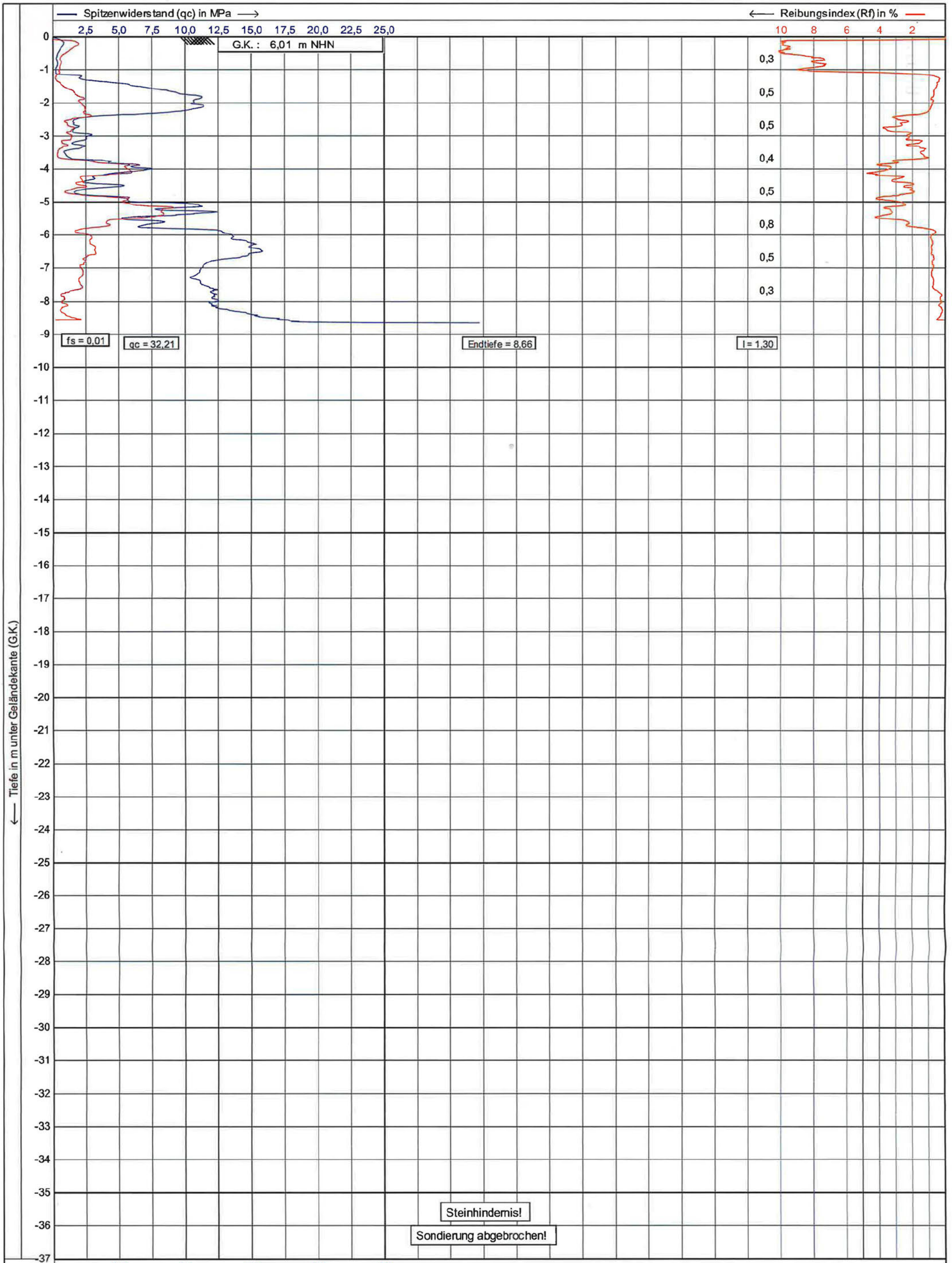
Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**

Projekt Nr. : **156/24**

CPT Nr. : **2** | **1/1**

000793

Anlage 3.23



NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Projekt : **Windpark Mannhagen**

Ort : **WEA 08**

Datum : **12.06.2025**

Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**

Projekt Nr. : **156/24**

CPT Nr. : **3**

Anlage 3.24

— Spitzenwiderstand (qc) in MPa ⟶

2,5 5,0 7,5 10,0 12,5 15,0 17,5 20,0 22,5 25,0

G.K. : 25,26 m NHN

fs = 0,37

qc = 42,66

Endtiefe = 7,2

⟵ Reibungsindex (Rf) in %

10 8 6 4 2

0,3 0,4 0,5 0,7 1,1 4,0 4,1

I = 3,92

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

0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -17 -18 -19 -20 -21 -22 -23 -24 -25 -26 -27 -28 -29 -30 -31 -32 -33 -34 -35 -36 -37

Neigung zu hoch!

Sondierung abgebrochen!

225 cm²
15 cm²

0,2 0,4 0,6 0,8 1,0

— Lokale Reibung (fs) in MPa ⟶

[x] Neigung (I) in Grad

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Projekt : **Windpark Mannhagen**

Ort : **WEA 09**

Datum : **16.06.2025**

Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**

Projekt Nr. : **156/24**

CPT Nr. : **1** 1/1

0007334

Anlage 3.25

— Spitzenwiderstand (qc) in MPa ⟶

2,5 5,0 7,5 10,0 12,5 15,0 17,5 20,0 22,5 25,0

← Reibungsindex (Rf) in %

10 8 6 4 2

G.K. : 25,44 m NHN

0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -17 -18 -19 -20 -21 -22 -23 -24 -25 -26 -27 -28 -29 -30 -31 -32 -33 -34 -35 -36 -37

0,5 0,6 0,8 0,7 0,7 0,9

fs = 0,21

qc = 45,13

Endtiefe = 6,46

I = 0,01

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

Endlast / Spitzendruck

225 cm²
15 cm²

0,2 0,4 0,6 0,8 1,0

— Lokale Reibung (fs) in MPa ⟶

[x] Neigung (I) in Grad

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Projekt : **Windpark Mannhagen**

Ort : **WEA 09**

Datum : 16.06.2025

Konus Nr. : DP15CFPTXY.71580

Projekt Nr. : **156/24**

CPT Nr. : **2**

— Spitzenwiderstand (qc) in MPa ⟶

2,5 5,0 7,5 10,0 12,5 15,0 17,5 20,0 22,5 25,0

G.K. : 25,06 m NHN

⟵ Reibungsindex (Rf) in %

10 8 6 4 2

0,6 0,6 0,7 0,6 0,4 0,6

fs = 0,15

qc = 52,67

Endtiefe = 6,05

I = 0,73

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

0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -17 -18 -19 -20 -21 -22 -23 -24 -25 -26 -27 -28 -29 -30 -31 -32 -33 -34 -35 -36 -37

Endlast / Spitzendruck

225 cm²
15 cm²

0,2 0,4 0,6 0,8 1,0

— Lokale Reibung (fs) in MPa ⟶

[x] Neigung (I) in Grad

0007935

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Projekt : **Windpark Mannhagen**

Ort : **WEA 09**

Datum : **16.06.2025**

Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**

Projekt Nr. : **156/24**

CPT Nr. : **3** 1/1

— Spitzenwiderstand (qc) in MPa ⟶

2,5 5,0 7,5 10,0 12,5 15,0 17,5 20,0 22,5 25,0

⟵ Reibungsindex (Rf) in % —

10 8 6 4 2

G.K. : 18,49 m NHN

0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -17 -18 -19 -20 -21 -22 -23 -24 -25 -26 -27 -28 -29 -30 -31 -32 -33 -34 -35 -36 -37

1,1 1,2 1,6 2,3 2,9 3,7 4,4 4,9 5,5 5,9

fs = 0,45

qc = 41,57

Endtiefe = 10,92

I = 7,69

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

Neigung zu hoch!

Sondierung abgebrochen!

225 cm²
15 cm²

0,2 0,4 0,6 0,8 1,0

— Lokale Reibung (fs) in MPa ⟶

[x] Neigung (I) in Grad

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Projekt : **Windpark Mannhagen**

Ort : **WEA 10**

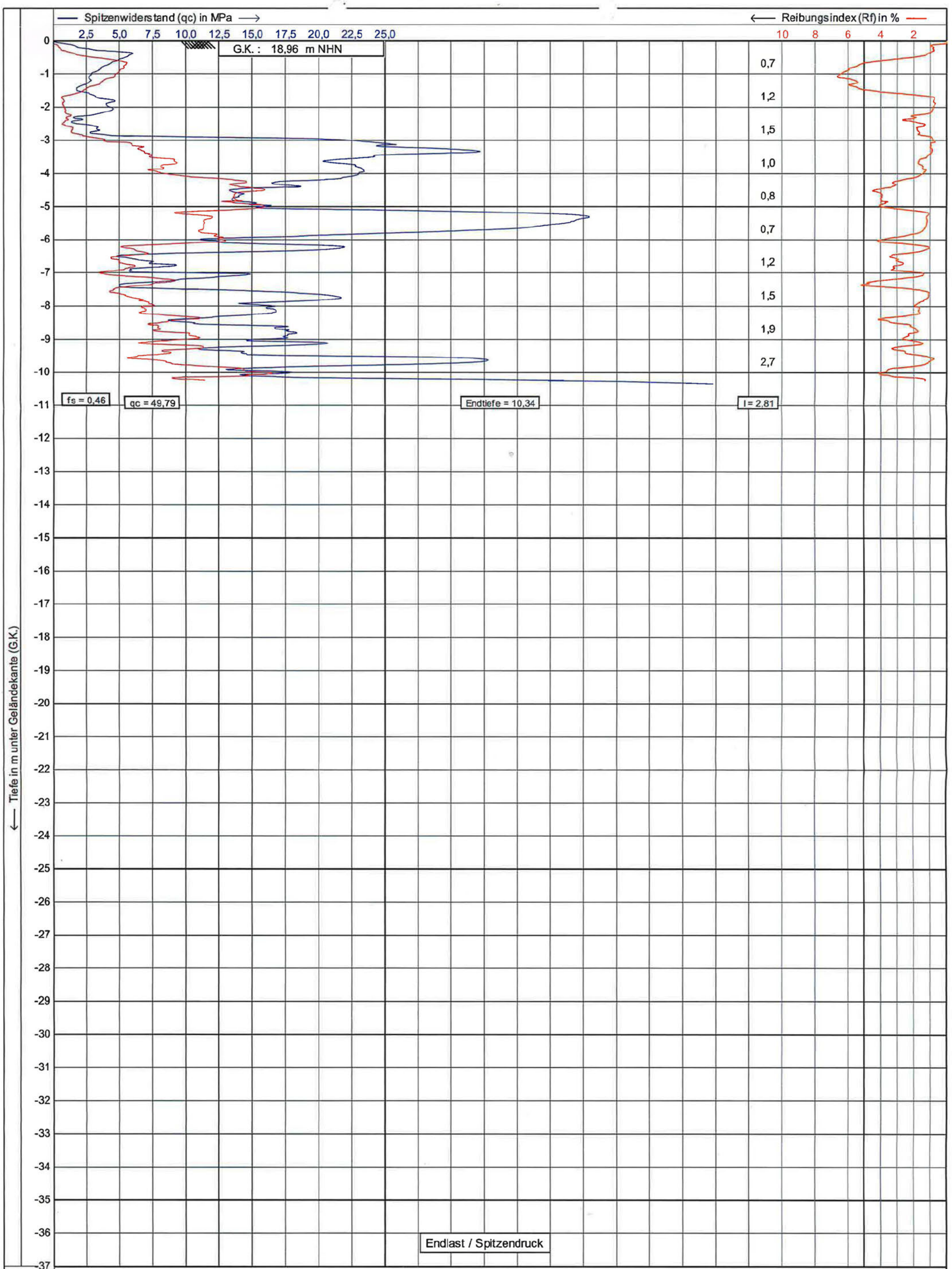
Datum : **17.06.2025**

Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**

Projekt Nr. : **156/24**

CPT Nr. : **1**

1-49



NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Projekt : **Windpark Mannhagen**

Ort : **WEA 10**

Datum : **17.06.2025**

Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**

Projekt Nr. : **156/24**

CPT Nr. : **2** 1/1

000756

Anlage 3.29

— Spitzenwiderstand (qc) in MPa ⟶

2,5 5,0 7,5 10,0 12,5 15,0 17,5 20,0 22,5 25,0

⟵ Reibungsindex (Rf) in %

10 8 6 4 2

G.K. : 18,52 m NHN

0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -17 -18 -19 -20 -21 -22 -23 -24 -25 -26 -27 -28 -29 -30 -31 -32 -33 -34 -35 -36 -37

0,2 0,3 0,7 1,1 1,8 2,4 3,3 4,0 4,4 5,1

fs = 0,69

qc = 53,37

Endtiefe = 10,44

I = 5,95

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

Endlast / Spitzendruck

225 cm²
15 cm²

0,2 0,4 0,6 0,8 1,0

— Lokale Reibung (fs) in MPa ⟶

[x] Neigung (I) in Grad

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Projekt : **Windpark Mannhagen**

Ort : **WEA 10**

Datum : **17.06.2025**

Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**

Projekt Nr. : **156/24**

CPT Nr. : **3**

1.49

— Spitzenwiderstand (qc) in MPa ⟶

2,5 5,0 7,5 10,0 12,5 15,0 17,5 20,0 22,5 25,0

⟵ Reibungsindex (Rf) in % —

10 8 6 4 2

G.K. : 11,74 m NHN

1,0

0,8

fs = 0,27

qc = 36,58

Endtiefe = 2,19

I = 4,05

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

0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -17 -18 -19 -20 -21 -22 -23 -24 -25 -26 -27 -28 -29 -30 -31 -32 -33 -34 -35 -36 -37

Steinhindernis!

Sondierung abgebrochen!

225 cm²
15 cm²

0,2 0,4 0,6 0,8 1,0

— Lokale Reibung (fs) in MPa ⟶

☒ Neigung (I) in Grad

0007397

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Projekt : **Windpark Mannhagen**

Ort : **WEA 11**

Datum : **12.06.2025**

Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**

Projekt Nr. : **156/24**

CPT Nr. : **1** 1/1

— Spitzenwiderstand (qc) in MPa ⟶

2,5 5,0 7,5 10,0 12,5 15,0 17,5 20,0 22,5 25,0

⟵ Reibungsindex (Rf) in %

10 8 6 4 2

G.K. : 11,60 m NHN

0,3 0,2 0,6 1,0 1,4

fs = 0,74

qc = 50,41

Endtiefe = 5,01

I = 1,39

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

0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -17 -18 -19 -20 -21 -22 -23 -24 -25 -26 -27 -28 -29 -30 -31 -32 -33 -34 -35 -36 -37

Endlast / Spitzendruck

225 cm²
15 cm²

0,2 0,4 0,6 0,8 1,0

— Lokale Reibung (fs) in MPa ⟶

[x] Neigung (I) in Grad

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Projekt : **Windpark Mannhagen**

Ort : **WEA 11**

Datum : **12.06.2025**

Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**

Projekt Nr. : **156/24**

CPT Nr. : **2** 1/1

1.49

— Spitzenwiderstand (qc) in MPa ⟶

2,5 5,0 7,5 10,0 12,5 15,0 17,5 20,0 22,5 25,0

⟵ Reibungsindex (Rf) in % —

10 8 6 4 2

G.K. : 11,55 m NHN

0,4
0,6
1,1
1,1

fs = 0,63

qc = 50,08

Endtiefe = 4,97

I = 1,09

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

0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -17 -18 -19 -20 -21 -22 -23 -24 -25 -26 -27 -28 -29 -30 -31 -32 -33 -34 -35 -36 -37

Endlast / Spitzendruck

225 cm²
15 cm²

0,2 0,4 0,6 0,8 1,0

— Lokale Reibung (fs) in MPa ⟶

[x] Neigung (I) in Grad

000798

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Projekt : **Windpark Mannhagen**

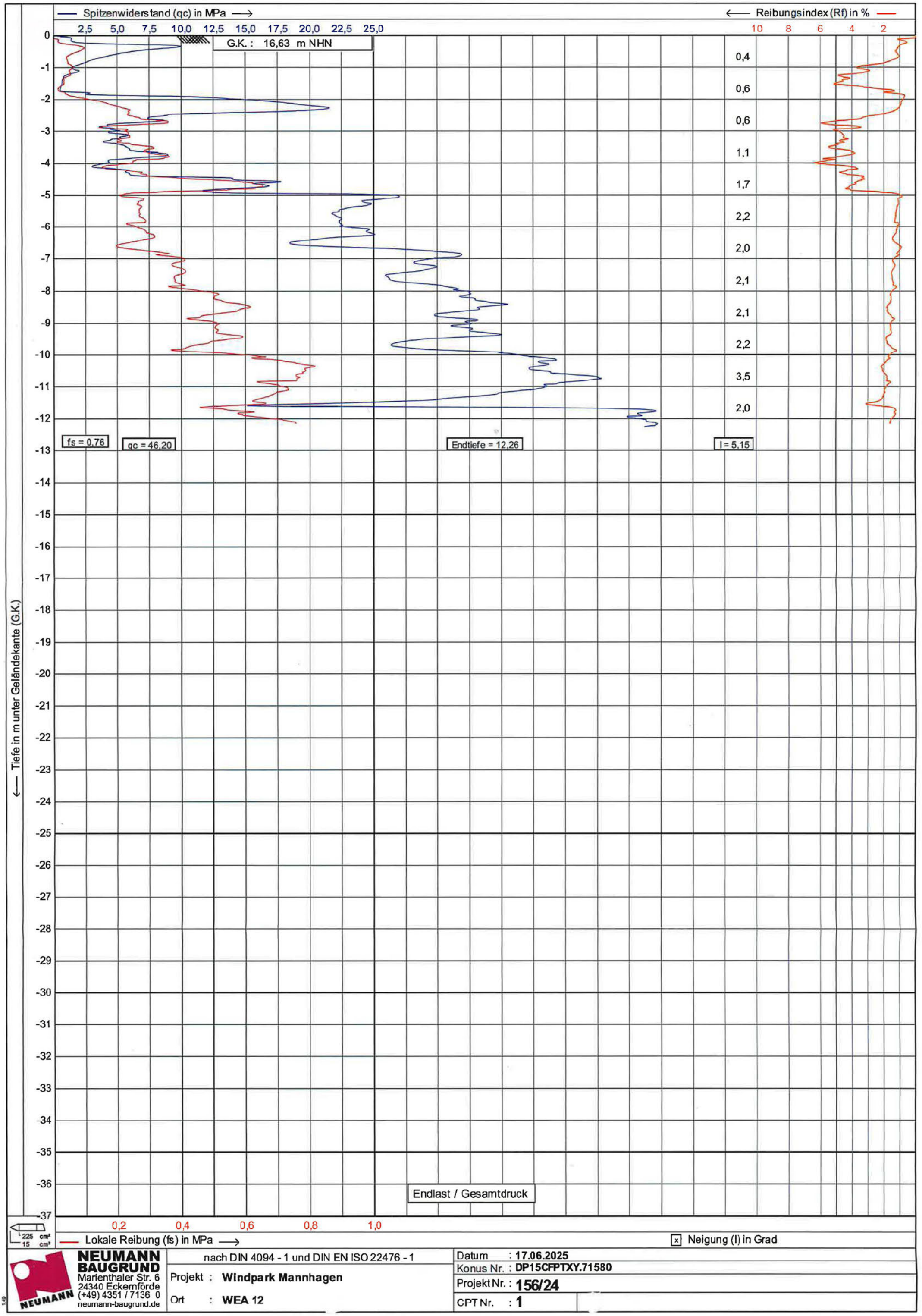
Ort : **WEA 11**

Datum : **12.06.2025**

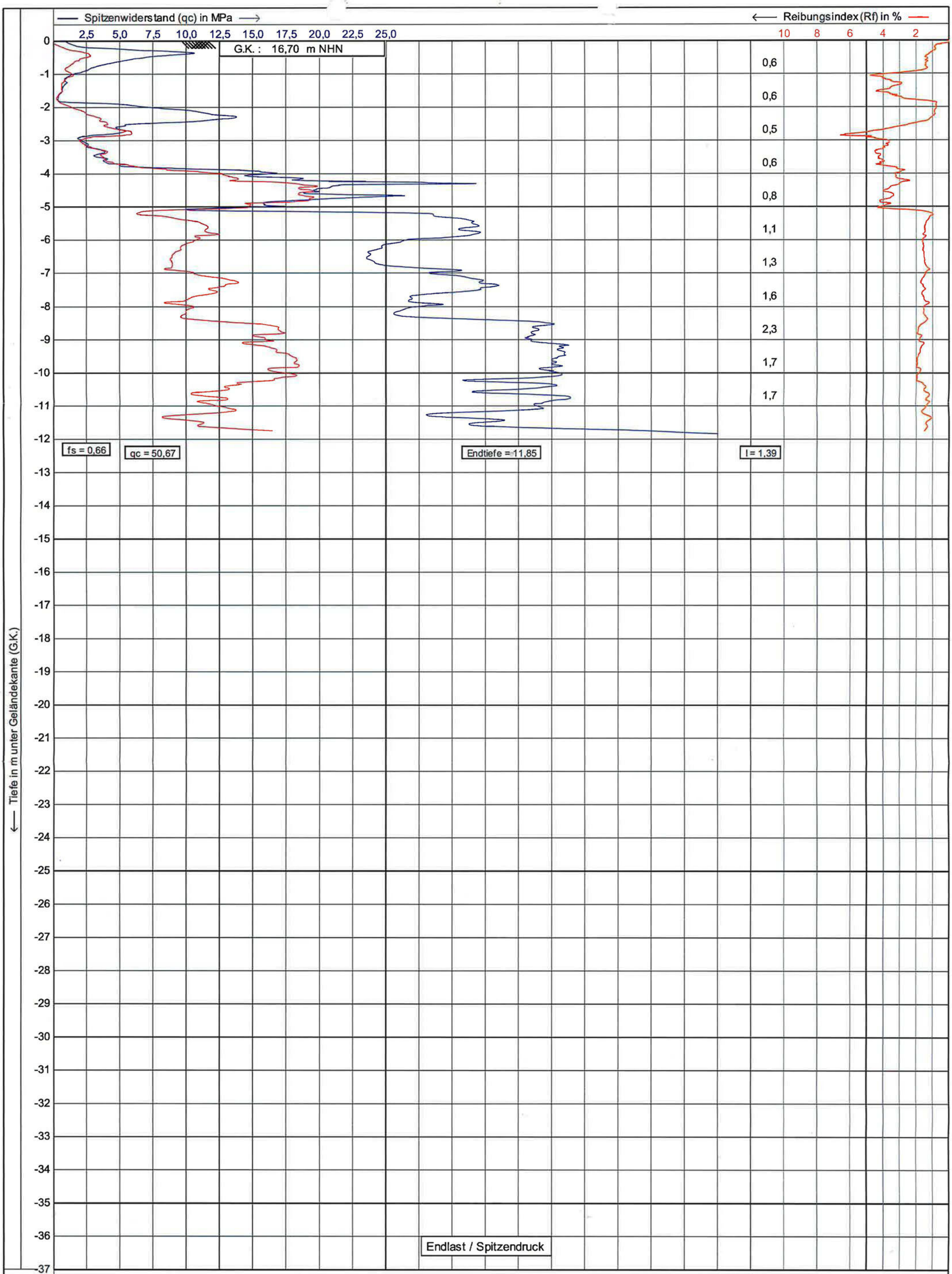
Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**

Projekt Nr. : **156/24**

CPT Nr. : **3** **1/1**



NEUMANN BAUGRUND Marienthaler Str. 6 24340 Eckernförde (+49) 4351 / 7136 0 neumann-baugrund.de	nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1	Datum : **17.06.2025**
	Projekt : **Windpark Mannhagen**	Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**
	Ort : **WEA 12**	Projekt Nr. : **156/24**
		CPT Nr. : **1**



NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Projekt : **Windpark Mannhagen**

Ort : **WEA 12**

Datum : **17.06.2025**

Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**

Projekt Nr. : **156/24**

CPT Nr. : **2** **1/1**

0007993

Anlage 3.35

— Spitzenwiderstand (qc) in MPa ⟶

2,5 5,0 7,5 10,0 12,5 15,0 17,5 20,0 22,5 25,0

G.K. : 16,89 m NHN

⟵ Reibungsindex (Rf) in % —

10 8 6 4 2

0,2
0,2
0,2
1,3
1,9
2,1
2,5
2,8
2,9
3,5
3,3
3,3
3,3
3,5

fs = 0,84

qc = 49,66

Endtiefe = 15,24

I = 3,79

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

0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -17 -18 -19 -20 -21 -22 -23 -24 -25 -26 -27 -28 -29 -30 -31 -32 -33 -34 -35 -36 -37

Endlast / Gesamtdruck

225 cm²
15 cm²

0,2 0,4 0,6 0,8 1,0

— Lokale Reibung (fs) in MPa ⟶

☒ Neigung (I) in Grad

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

Projekt : **Windpark Mannhagen**

Ort : **WEA 12**

Datum : **17.06.2025**

Konus Nr. : **DP15CFPTXY.71580**

Projekt Nr. : **156/24**

CPT Nr. : **3** 1/1

Anlage 3.36

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

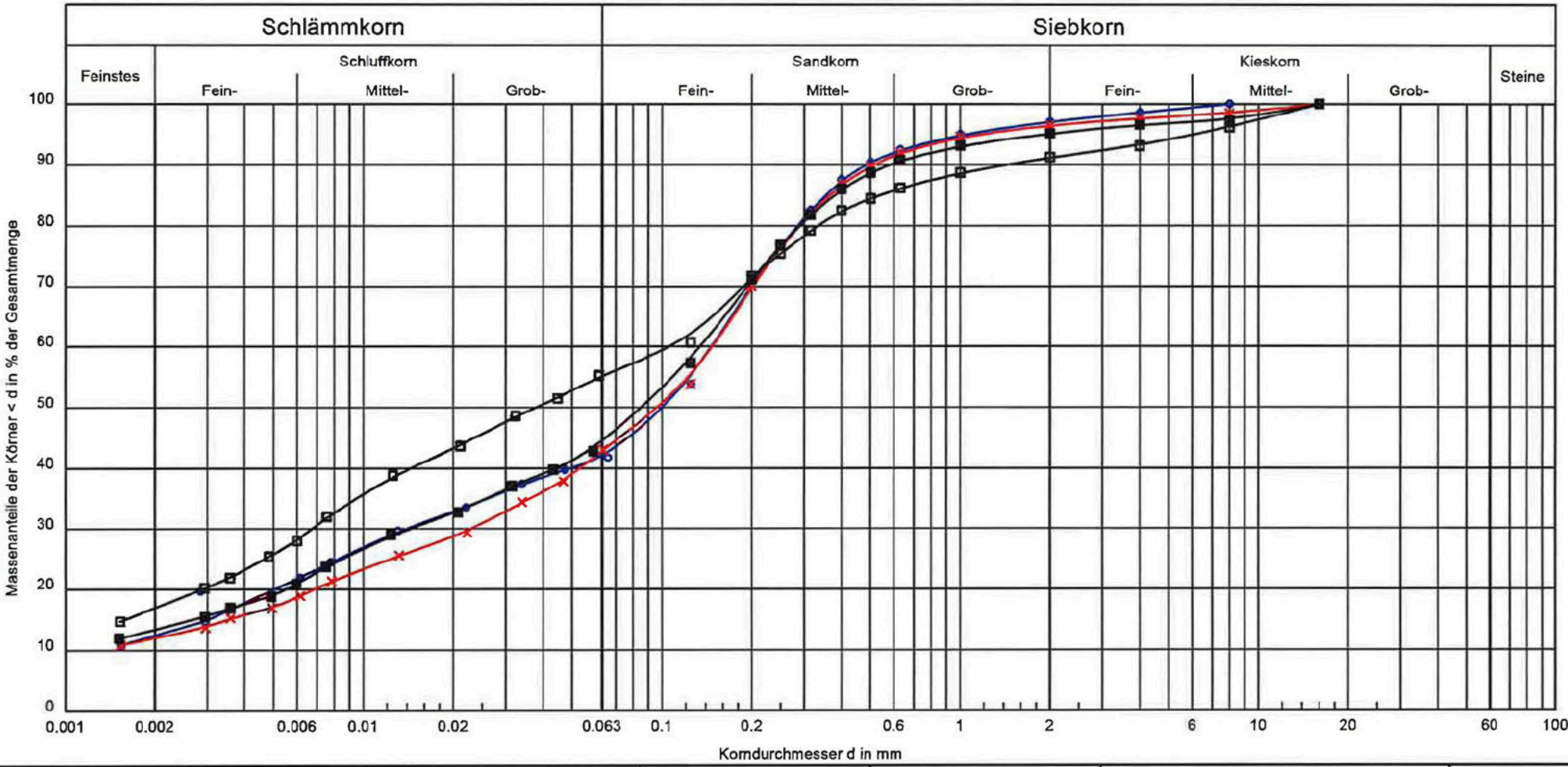
WP Mannhagen

Bemerkungen:

WEA 01 BS 2/3 w= 11.80%
WEA 03 BS 1/3 w= 12.33%
WEA 05 BS 1/2 w= 18.96%
WEA 06 BS 1/2 w= 13.87%

Bearbeiter: [redacted]

Datum: 13.08.25



Bezeichnung:	●——●	×——×	▫——▫	■——■
Bodenart:	S, u, t'	S, ū, t'	U, t, fs, ms', gs', mg'	S, ū, t'
Tiefe:	2.00 - 3.00 m	2.00 - 2.70 m	1.00 - 2.00 m	1.50 - 2.50 m
Entnahmestelle:	WEA 01 BS 2/3	WEA 03 BS 1/3	WEA 05 BS 1/2	WEA 06 BS 1/2
T/U/S/G [%]:	12.4/29.8/54.8/3.0	12.0/30.8/53.6/3.6	17.0/38.2/35.9/8.9	13.4/31.2/50.4/5.0

Prüfungsnummer: 156/24
Probe entnommen am: 06/25
Art der Entnahme: gestörte Probe
Arbeitsweise: Sieb-/Schlämmanalyse

Bericht: 156/24
Anlage: 4.1

000800

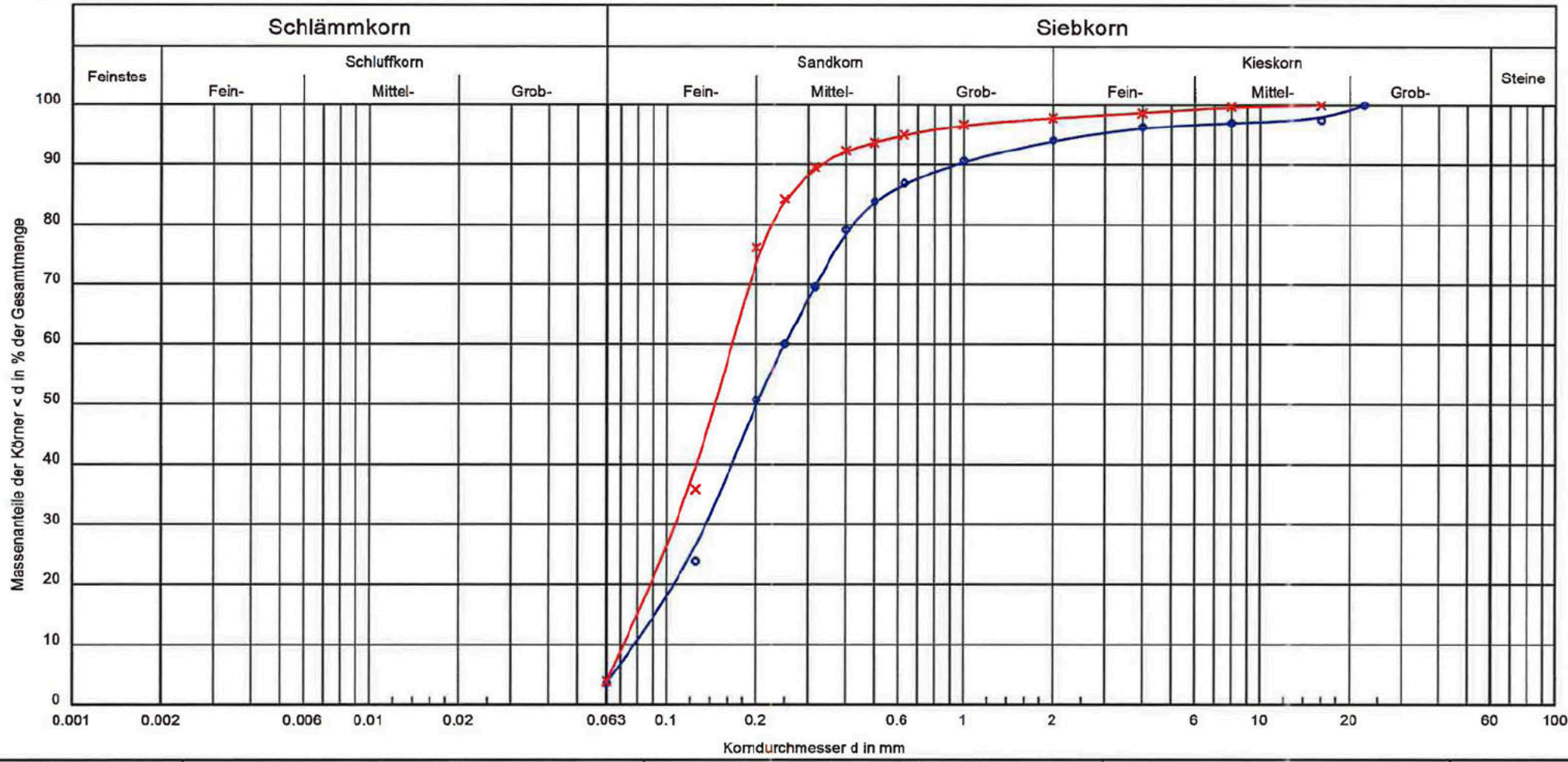
NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

WP Mannhagen

Bemerkungen:

Bearbeiter: [redacted] Datum: 13.08.25



Bezeichnung:	●——●	×——×
Bodenart:	fS, ms, g', gs'	fS, ms
Tiefe:	0.50 - 1.50 m	1.50 - 2.50 m
U/Cc:	3.2/0.9	2.3/1.0
Entnahmestelle:	WEA 06 BS 2/1	WEA 07 BS 1/2
k nach Beyer:	$5.5 \cdot 10^{-5}$	$5.2 \cdot 10^{-5}$
T/U/S/G [%]:	- /3.7/90.2/6.1	- /3.9/93.9/2.2
Bodengruppe	SE	SE

Prüfungsnummer: 156/24

Probe entnommen am: 06/25

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Siebanalyse

Bericht: 156/24
Anlage: 4.2

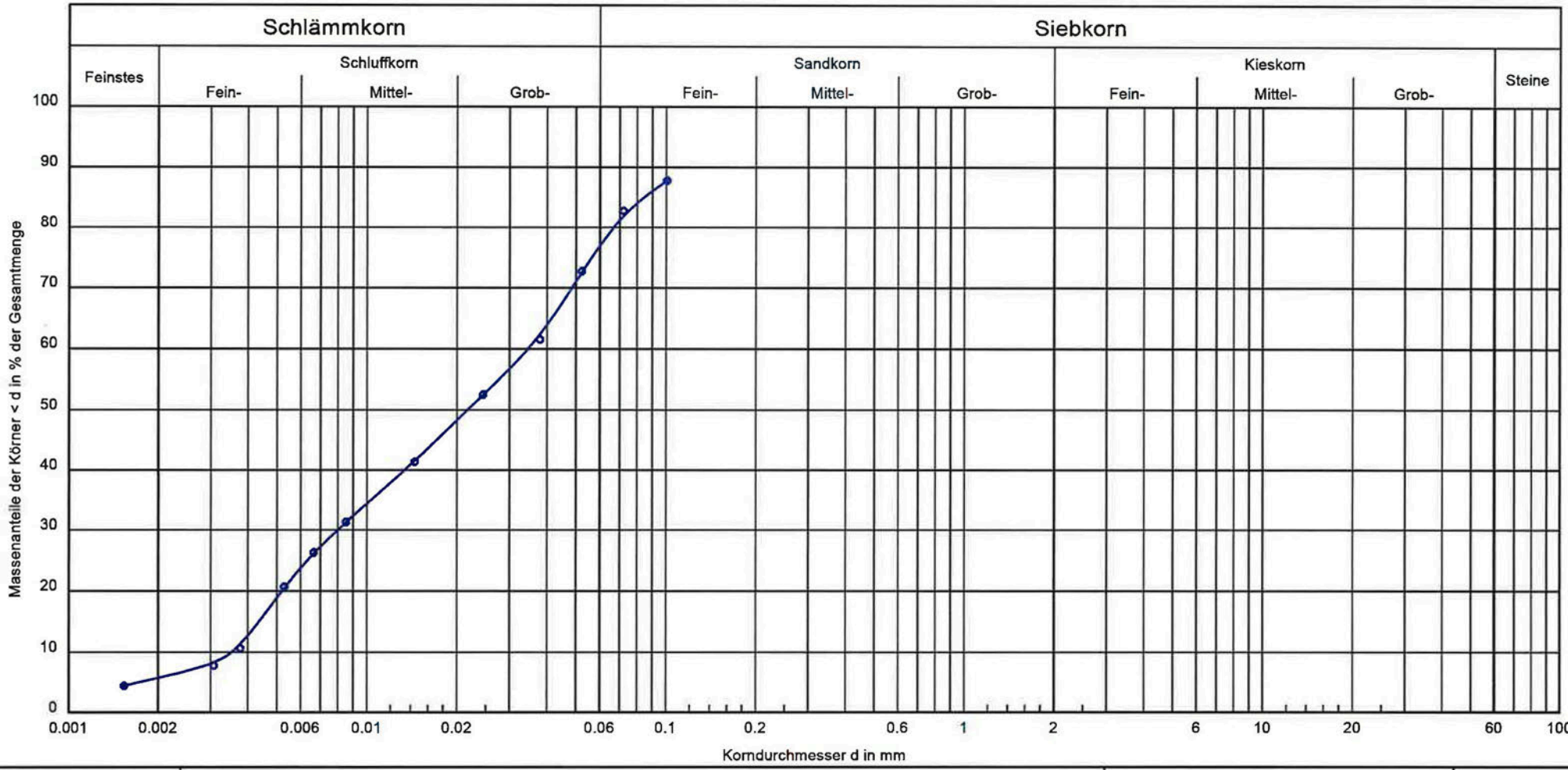
NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

WP Mannhagen

Bemerkungen:
WEA 07 BS 2/2 w= 98.80%

Bearbeiter: [redacted] Datum: 13.08.25



Bezeichnung:	
Bodenart:	U, fs, t'
Tiefe:	1.00 - 2.00 m
Entnahmestelle:	WEA 07 BS 2/2
T/U/S/G [%]:	5.8/71.2/23.0/ -

Prüfungsnummer: 156/24
Probe entnommen am: 06/25
Art der Entnahme: gestörte Probe
Arbeitsweise: Schlämmanalyse

Bericht: 156/24
Anlage: 4.3

000801

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

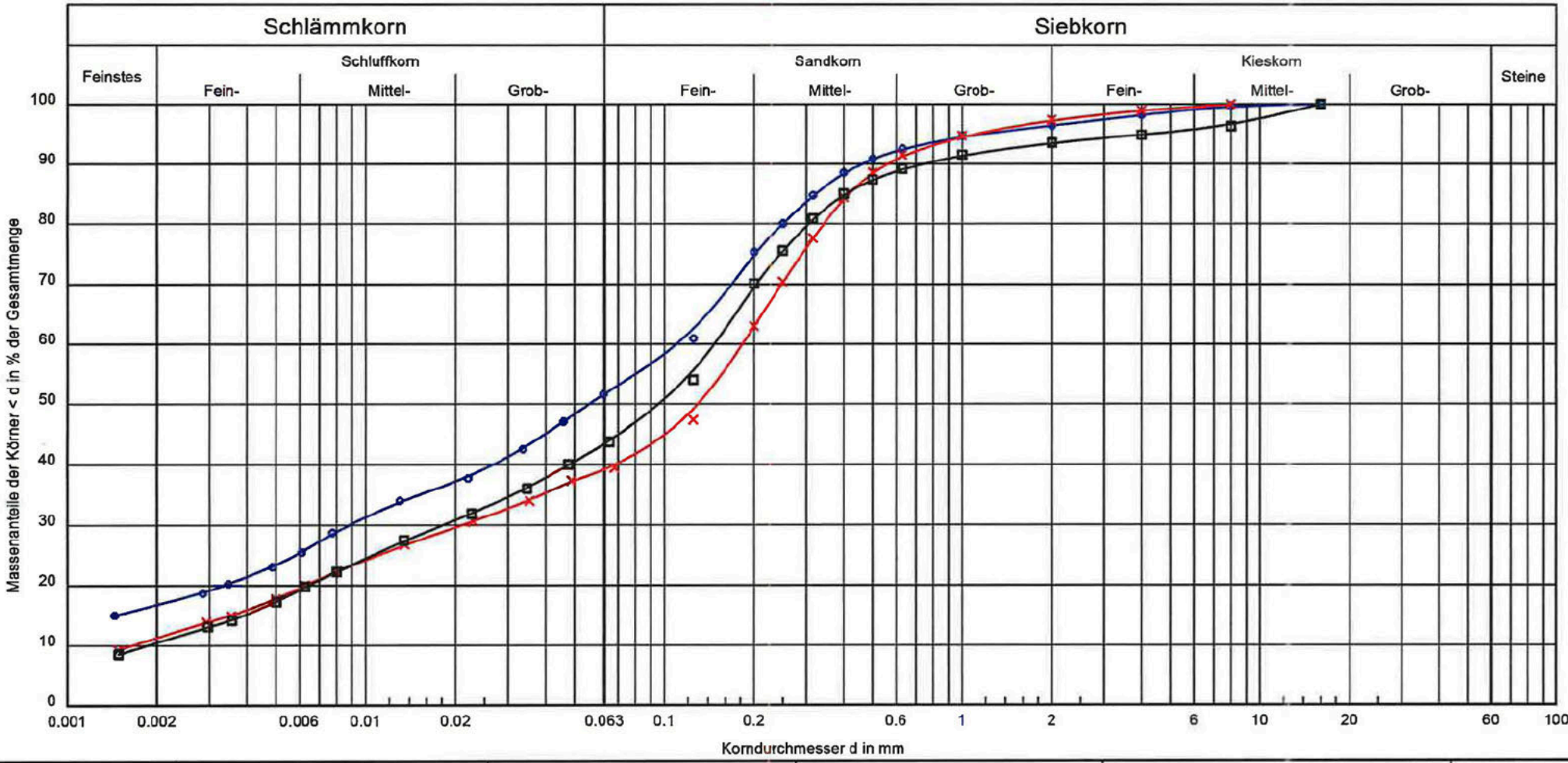
Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

WP Mannhagen

Bemerkungen:

WEA 09 BS 1/2 w= 12.19%
WEA 10 BS 1/3 w= 13.21%
WEA 12 BS 1/1 w= 15.26%

Bearbeiter: [redacted] Datum: 13.08.25



Bezeichnung:	——●——	——×——	——□——
Bodenart:	S, $\bar{u}$, t	S, u, t'	S, $\bar{u}$, t', g'
Tiefe:	2.00 - 3.00 m	2.00 - 2.50 m	0.50 - 1.50 m
Entnahmestelle:	WEA 09 BS 1/2	WEA 10 BS 1/3	WEA 12 BS 1/1
T/U/S/G [%]:	16.8/34.9/44.7/3.6	.3/27.9/58.0/2.8	10.5/33.0/50.0/6.6

Prüfungsnummer: 156/24
Probe entnommen am: 06/25
Art der Entnahme: gestörte Probe
Arbeitsweise: Sieb-/Schlämmanalyse

Bericht: 156/24
Anlage: 4.4

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

000802

Bericht: 156/24
Anlage: 5.1

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

WP Mannhagen

Bearbeiter: [redacted] Datum: 13.08.25

Prüfungsnummer: 156/24
Entnahmestelle: gem. Probenbezeichnung
Tiefe: siehe unten
Bodenart: Geschiebelehm, Geschiebemergel, Schluff, Torf
Art der Entnahme: gestörte Probe
Probe entnommen am: 06/25

Bodenart:	Mg	Mg	Mg	U
Probenbezeichnung:	WEA 05 BS 1/2 1.00 - 2.00 m	WEA 05 BS 1/4 3.00 - 4.00 m	WEA 06 BS 1/2 1.50 - 2.50 m	WEA 07 BS 2/2 1.00 - 2.00 m
Feuchte Probe + Behälter [g]:	181.63	214.69	214.53	194.74
Trockene Probe + Behälter [g]:	161.01	203.56	194.65	124.90
Behälter [g]:	52.25	50.83	51.37	54.21
Porenwasser [g]:	20.62	11.13	19.88	69.84
Trockene Probe [g]:	108.76	152.73	143.28	70.69
Wassergehalt [%]:	18.96	7.29	13.87	98.80

Bodenart:	H,u	Mg	Lg	Lg
Probenbezeichnung:	WEA 08 BS 2/2 1.00 - 1.80 m	WEA 08 BS 2/4 2.50 - 3.50 m	WEA 09 BS 1/2 2.00 - 3.00 m	WEA 09 BS 2/2 1.00 - 2.00 m
Feuchte Probe + Behälter [g]:	552.75	214.39	171.66	203.37
Trockene Probe + Behälter [g]:	373.76	192.55	158.62	183.11
Behälter [g]:	294.07	49.44	51.66	50.35
Porenwasser [g]:	178.99	21.84	13.04	20.26
Trockene Probe [g]:	79.69	143.11	106.96	132.76
Wassergehalt [%]:	224.61	15.26	12.19	15.26

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

Bericht: 156/24
Anlage: 5.2

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

WP Mannhagen

Bearbeiter: [redacted] Datum: 13.08.25

Prüfungsnummer: 156/24
Entnahmestelle: gem. Probenbezeichnung
Tiefe: siehe unten
Bodenart: Geschiebelehm, Geschiebemergel
Art der Entnahme: gestörte Probe
Probe entnommen am: 06/25

Bodenart:	Lg	Mg	Lg	Mg
Probenbezeichnung:	WEA 01 BS 2/2 0.50 - 1.50 m	WEA 01 BS 2/3 2.00 - 3.00 m	WEA 02 BS 1/1 0.40 - 1.00 m	WEA 02 BS 1/3 2.50 - 3.50 m
Feuchte Probe + Behälter [g]:	212.38	215.65	217.10	213.71
Trockene Probe + Behälter [g]:	194.17	198.54	199.11	203.12
Behälter [g]:	49.81	53.53	53.82	50.13
Porenwasser [g]:	18.21	17.11	17.99	10.59
Trockene Probe [g]:	144.36	145.01	145.29	152.99
Wassergehalt [%]:	12.61	11.80	12.38	6.92

Bodenart:	Mg	Mg	Mg	
Probenbezeichnung:	WEA 03 BS 1/3 2.00 - 2.70 m	WEA 03 BS 2/3 1.50 - 2.50 m	WEA 04 BS 1/3 1.20 - 2.00 m	
Feuchte Probe + Behälter [g]:	205.69	217.70	209.10	
Trockene Probe + Behälter [g]:	188.85	199.73	188.41	
Behälter [g]:	52.30	53.64	52.00	
Porenwasser [g]:	16.84	17.97	20.69	
Trockene Probe [g]:	136.55	146.09	136.41	
Wassergehalt [%]:	12.33	12.30	15.17	

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

000803

Bericht: 156/24
Anlage: 5.3

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

WP Mannhagen

Bearbeiter: [redacted]

Datum: 13.08.25

Prüfungsnummer: 156/24
Entnahmestelle: gem. Probenbezeichnung
Tiefe: siehe unten
Bodenart: Geschiebelehm, Geschiebemergel, Schluff,
Art der Entnahme: gestörte Probe
Probe entnommen am: 06/25

Bodenart:	Lg	U	Mg
Probenbezeichnung:	WEA 10 BS 1/3 2.00 - 2.50 m	WEA 10 BS 2/5 3.00 - 3.90 m	WEA 11 BS 2/3 2.00 - 3.00 m
Feuchte Probe + Behälter [g]:	202.07	202.36	203.92
Trockene Probe + Behälter [g]:	184.74	181.91	186.70
Behälter [g]:	53.60	50.58	50.71
Porenwasser [g]:	17.33	20.45	17.22
Trockene Probe [g]:	131.14	131.33	135.99
Wassergehalt [%]:	13.21	15.57	12.66

Bodenart:	Mg	Mg	
Probenbezeichnung:	WEA 12 BS 1/1 0.50 - 1.50 m	WEA 12 BS 2/3 2.50 - 3.50 m	
Feuchte Probe + Behälter [g]:	201.30	204.17	
Trockene Probe + Behälter [g]:	180.91	188.55	
Behälter [g]:	47.28	53.52	
Porenwasser [g]:	20.39	15.62	
Trockene Probe [g]:	133.63	135.03	
Wassergehalt [%]:	15.26	11.57	

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

Bericht: 156/24
Anlage: 6

Glühverlust nach DIN 18 128

WP Mannhagen

Bearbeiter: [redacted] Datum: 13.08.25

Prüfungsnummer: 156/24
Entnahmestelle: WEA 08 BS 2/2
Tiefe: 1.00 - 1.80 m
Art der Entnahme: gestörte Probe
Bodenart: Torf,u
Probe entnommen am: 06/25

Probenbezeichnung	1	2	3
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	64.98	64.95	62.35
Geglühte Probe + Behälter [g]	55.77	55.35	52.86
Behälter [g]	39.23	37.47	35.92
Massenverlust [g]	9.21	9.60	9.49
Trockenmasse vor Glühen [g]	25.75	27.48	26.43
Glühverlust [%]	35.77	34.93	35.91
Mittelwert [%]	35.54		

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

Dipl.-Ing. Peter Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Marienthaler Straße 6

[redacted]S
eutsche
kreditierungsstelle
PL-14170-01-00

24340 Eckernförde

Prüfbericht-Nr.: 2025P514755 / 1

Auftraggeber	Dipl.-Ing. Peter Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Eingangsdatum	siehe Tabelle
Projekt	WP Mannhagen Repowering (tie)
Material	Wasser
Auftrag	156/24
Verpackung	Glas- und PE-Flaschen
Probenmenge	je Probe ca. 1,8 l
unsere Auftragsnummer	25509944
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	Kurier (GO)
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Analysenbeginn / -ende	11.06.2025 - 19.06.2025
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben 3 Monate, bzgl. EBV und BBodSchV 2021 abweichend 6 Monate und Wasserproben bis 2 Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.
Bemerkung	keine

Pinneberg, 19.06.2025

Dieser Prüfbericht wurde automatisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.

[redacted]
Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht weder veröffentlicht noch auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln sind in den AGB (www.gba-group.com/agb) einzusehen.

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Flensburger Str. 15, 25421 Pinneberg
Telefon +49 (0)4101 7946-0
Fax +49 (0)4101 7946-26
E-Mail pinneberg@gba-group.de
www.gba-group.com

Sitz der Gesellschaft:
Hamburg
Handelsregister:
Hamburg HRB 42774
USt-Id.Nr. DE 118 554 138
St.-Nr. 47/723/00196

Geschäftsführer:
Ralf Murzen,
Ole Borchert,
Alexander Kleinke,
Dr. Dominik Obeloer

Prüfbericht-Nr.: 2025P514755 / 1

WP Mannhagen Repowering (tie)

unsere Auftragsnummer		25509944	25509944	25509944	25509944
Probe-Nummer		001	002	003	004
Material		Wasser	Wasser	Wasser	Wasser
Probenbezeichnung		**WEA1 BS1**	**WEA2 BS2**	**WEA3 BS1**	**WEA4 BS1**
Probeneingang		11.06.2025	11.06.2025	11.06.2025	11.06.2025
Analysenergebnisse	***Einheit***				
Betonaggressivität		siehe Anlage	siehe Anlage	siehe Anlage	siehe Anlage
pH-Wert		7,3	7,5	7,3	7,6
Geruch		schwach erdig	stark muffig	schwach erdig	schwach erdig
Permanganat-Verbrauch	mg KMnO4/L	22	17	18	10
Gesamthärte	°dH	35	28	37	21
Härtehydrogencarbonat	°dH	20	14	18	16
Nichtcarbonathärte	°dH	15	15	19	4,7
Magnesium	mg/L	18	18	14	10
Ammonium	mg/L	0,50	<0,20	<0,20	<0,20
Sulfat	mg/L	230	210	310	65
Chlorid	mg/L	27	63	20	34
Kohlendioxid, kalklösend	mg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Temp. bei pH-/Leitf.-Messung	°C	21,4	21,6	22,2	22,1
Eisen, ges.	mg/L	0,34	0,19	0,30	0,30
Eisen (II)	mg/L	<0,10	0,15	<0,10	0,12
Mangan	mg/L	0,88	0,45	0,75	0,25

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht weder veröffentlicht noch auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln sind in den AGB (www.gba-group.com/agb) einzusehen.

Prüfbericht-Nr.: 2025P514755 / 1

WP Mannhagen Repowering (tie)

unsere Auftragsnummer		25509944	25509944	25509944	25509944
Probe-Nummer		005	006	007	008
Material		Wasser	Wasser	Wasser	Wasser
Probenbezeichnung		**WEA6 BS4**	**WEA7 BS1**	**WEA8 BS2**	**WEA11 BS4**
Probeneingang		11.06.2025	11.06.2025	11.06.2025	11.06.2025
Analysenergebnisse	***Einheit***				
Betonaggressivität		siehe Anlage	siehe Anlage	siehe Anlage	siehe Anlage
pH-Wert		7,4	7,4	7,2	7,7
Geruch		schwach erdig	schwach erdig	schwach erdig	schwach erdig
Permanganat-Verbrauch	mg KMnO4/L	17	23	61	18
Gesamthärte	°dH	28	66	30	25
Härtehydrogencarbonat	°dH	19	28	21	13
Nichtcarbonathärte	°dH	8,2	38	9,6	12
Magnesium	mg/L	15	36	12	14
Ammonium	mg/L	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Sulfat	mg/L	99	700	170	220
Chlorid	mg/L	23	12	39	31
Kohlendioxid, kalklösend	mg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Temp. bei pH-/Leitf.-Messung	°C	22,1	22,1	22,2	22,3
Eisen, ges.	mg/L	1,0	0,47	2,5	0,25
Eisen (II)	mg/L	<0,10	<0,10	1,2	0,13
Mangan	mg/L	0,36	0,49	0,72	0,30

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht weder veröffentlicht noch auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln sind in den AGB (www.gba-group.com/agb) einzusehen.

Prüfbericht-Nr.: 2025P514755 / 1
WP Mannhagen Repowering (tie)

Angewandte Verfahren

Parameter	BG	Einheit	MU %	Methode
Betonaggressivität				DIN 4030-2: 2008-06ª 5
pH-Wert			1	DIN EN ISO 10523: 2012-04ª 5
Geruch				DIN EN 1622 Anhang C: 2006-10ª 5
Permanganat-Verbrauch	2,0	mg KMnO4/L		DIN EN ISO 8467: 1995-05ª 5
Gesamthärte	0,010	°dH		DIN 38409-6: 1986-01ª 5
Härtehydrogencarbonat		°dH		DIN 38409-7: 2005-12/DEV D8: 1971ª 5
Nichtcarbonathärte		°dH		berechnet 5
Magnesium	0,10	mg/L	15	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09ª 5
Ammonium	0,20	mg/L	12	DIN EN ISO 11732: 2005-05ª 5
Sulfat	0,50	mg/L	15	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07ª 5
Chlorid	0,60	mg/L	10	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07ª 5
Kohlendioxid, kalklösend	5,0	mg/L		DIN 4030-2: 2008-06ª 5
Temp. bei pH-/Leitf.-Messung		°C		DIN 38404-4: 1976-12ª 5
Eisen, ges.	0,0050	mg/L	15	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01ª 5
Eisen (II)	0,10	mg/L	5	DIN 38406-1: 1983-05ª 5
Mangan	0,010	mg/L	10	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01ª 5

Die Messunsicherheit (MU) wurde berechnet nach DIN ISO 11352:2013-03 als erweiterte, kombinierte Unsicherheit mit k=2 (95 %), Probenahme nicht inbegriffen.

Die mit ª gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren des ausführenden Untersuchungslabors. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.

Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg (D-PL-14170-01)

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht weder veröffentlicht noch auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln sind in den AGB (www.gba-group.com/agb) einzusehen.

Anlage zu Prüfbericht 2025P514755

Probe-Nr.: 25509944 / 001

Probenbezeichnung: WEA1 BS1

Tabelle 1: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischen Angriff durch Grundwasser nach DIN 4030 Teil 1 (07/2024), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1 chemisch schwach angreifend	XA2 chemisch mäßig angreifend	XA3 chemisch stark angreifend
pH-Wert	7,3		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	<5,0	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	0,50	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 -100
Magnesium	18	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	230	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	27	mg/L	—	—	—
Gesamthärte	35	°dH	—	—	—
Härtehydrogencarbonat	20	°dH	—	—	—
Permanganat-Verbrauch	22	mg KMnO4/L	—	—	—

Die Klasse wird durch den ungünstigsten Wert für jedes einzelne chemische Merkmal bestimmt. Wenn zwei oder mehrere angreifende Merkmale zu derselben Klasse führen, muss die nächsthöhere Expositionsklasse festgelegt werden, sofern nicht in einer speziellen Studie für diesen Fall nachgewiesen wird, dass dies nicht erforderlich ist.

Kurzbeurteilung: Das Wasser ist in die Expositionsklasse XA1 einzustufen.

Die Einstufung in Expositionsklassen erfolgt nach DIN 4030 Teil 1, während die Analytik der einzelnen Parameter im Labor entsprechend der im Prüfbericht genannten Methoden erfolgte.

Die angegebenen Einstufungen sind eine Serviceleistung und dienen zur Unterstützung der Auswertung durch den Auftraggeber. Die abschließende rechtsverbindliche Einstufung ist durch den Auftraggeber vorzunehmen und liegt allein in seinem Verantwortungsbereich.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die

GBAGROUP

Anlage zu Prüfbericht 2025P514755

Probe-Nr.: 25509944 / 002

Probenbezeichnung: WEA2 BS2

Tabelle 1: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischen Angriff durch Grundwasser nach DIN 4030 Teil 1 (07/2024), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1 chemisch schwach angreifend	XA2 chemisch mäßig angreifend	XA3 chemisch stark angreifend
pH-Wert	7,5		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	<5,0	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	<0,20	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 -100
Magnesium	18	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	210	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	63	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	28	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	14	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	17	mg KMnO4/L	---	---	---

Die Klasse wird durch den ungünstigsten Wert für jedes einzelne chemische Merkmal bestimmt. Wenn zwei oder mehrere angreifende Merkmale zu derselben Klasse führen, muss die nächsthöhere Expositionsklasse festgelegt werden, sofern nicht in einer speziellen Studie für diesen Fall nachgewiesen wird, dass dies nicht erforderlich ist.

Kurzbeurteilung: Das Wasser ist in die Expositionsklasse XA1 einzustufen.

Die Einstufung in Expositionsklassen erfolgt nach DIN 4030 Teil 1, während die Analytik der einzelnen Parameter im Labor entsprechend der im Prüfbericht genannten Methoden erfolgte.

Die angegebenen Einstufungen sind eine Serviceleistung und dienen zur Unterstützung der Auswertung durch den Auftraggeber. Die abschließende rechtsverbindliche Einstufung ist durch den Auftraggeber vorzunehmen und liegt allein in seinem Verantwortungsbereich.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die

Anlage zu Prüfbericht 2025P514755

Probe-Nr.: 25509944 / 003

Probenbezeichnung: WEA3 BS1

Tabelle 1: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischen Angriff durch Grundwasser nach DIN 4030 Teil 1 (07/2024), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1 chemisch schwach angreifend	XA2 chemisch mäßig angreifend	XA3 chemisch stark angreifend
pH-Wert	7,3		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	<5,0	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	<0,20	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 -100
Magnesium	14	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	310	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	20	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	37	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	18	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	18	mg KMnO4/L	---	---	---

Die Klasse wird durch den ungünstigsten Wert für jedes einzelne chemische Merkmal bestimmt. Wenn zwei oder mehrere angreifende Merkmale zu derselben Klasse führen, muss die nächsthöhere Expositionsklasse festgelegt werden, sofern nicht in einer speziellen Studie für diesen Fall nachgewiesen wird, dass dies nicht erforderlich ist.

Kurzbeurteilung: Das Wasser ist in die Expositionsklasse <XA1 einzustufen.

Die Einstufung in Expositionsklassen erfolgt nach DIN 4030 Teil 1, während die Analytik der einzelnen Parameter im Labor entsprechend der im Prüfbericht genannten Methoden erfolgte.

Die angegebenen Einstufungen sind eine Serviceleistung und dienen zur Unterstützung der Auswertung durch den Auftraggeber. Die abschließende rechtsverbindliche Einstufung ist durch den Auftraggeber vorzunehmen und liegt allein in seinem Verantwortungsbereich.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die

[redacted]ROUP

Anlage zu Prüfbericht 2025P514755

Probe-Nr.: 25509944 / 004

Probenbezeichnung: WEA4 BS1

Tabelle 1: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischen Angriff durch Grundwasser nach DIN 4030 Teil 1 (07/2024), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1 chemisch schwach angreifend	XA2 chemisch mäßig angreifend	XA3 chemisch stark angreifend
pH-Wert	7,6		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	<5,0	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	<0,20	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 -100
Magnesium	10	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	65	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	34	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	21	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	16	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	10	mg KMnO4/L	---	---	---

Die Klasse wird durch den ungünstigsten Wert für jedes einzelne chemische Merkmal bestimmt. Wenn zwei oder mehrere angreifende Merkmale zu derselben Klasse führen, muss die nächsthöhere Expositionsklasse festgelegt werden, sofern nicht in einer speziellen Studie für diesen Fall nachgewiesen wird, dass dies nicht erforderlich ist.

Kurzbeurteilung: Das Wasser ist in die Expositionsklasse <XA1 einzustufen.

Die Einstufung in Expositionsklassen erfolgt nach DIN 4030 Teil 1, während die Analytik der einzelnen Parameter im Labor entsprechend der im Prüfbericht genannten Methoden erfolgte.

Die angegebenen Einstufungen sind eine Serviceleistung und dienen zur Unterstützung der Auswertung durch den Auftraggeber. Die abschließende rechtsverbindliche Einstufung ist durch den Auftraggeber vorzunehmen und liegt allein in seinem Verantwortungsbereich.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die

Anlage zu Prüfbericht 2025P514755

Probe-Nr.: 25509944 / 005

Probenbezeichnung: WEA6 BS4

Tabelle 1: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischen Angriff durch Grundwasser nach DIN 4030 Teil 1 (07/2024), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1 chemisch schwach angreifend	XA2 chemisch mäßig angreifend	XA3 chemisch stark angreifend
pH-Wert	7,4		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	<5,0	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	<0,20	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 -100
Magnesium	15	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	99	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	23	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	28	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	19	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	17	mg KMnO4/L	---	---	---

Die Klasse wird durch den ungünstigsten Wert für jedes einzelne chemische Merkmal bestimmt. Wenn zwei oder mehrere angreifende Merkmale zu derselben Klasse führen, muss die nächsthöhere Expositionsklasse festgelegt werden, sofern nicht in einer speziellen Studie für diesen Fall nachgewiesen wird, dass dies nicht erforderlich ist.

Kurzbeurteilung: Das Wasser ist in die Expositionsklasse <XA1 einzustufen.

Die Einstufung in Expositionsklassen erfolgt nach DIN 4030 Teil 1, während die Analytik der einzelnen Parameter im Labor entsprechend der im Prüfbericht genannten Methoden erfolgte.

Die angegebenen Einstufungen sind eine Serviceleistung und dienen zur Unterstützung der Auswertung durch den Auftraggeber. Die abschließende rechtsverbindliche Einstufung ist durch den Auftraggeber vorzunehmen und liegt allein in seinem Verantwortungsbereich.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die

GBAGROUP

Anlage zu Prüfbericht 2025P514755

Probe-Nr.: 25509944 / 006

Probenbezeichnung: WEA7 BS1

Tabelle 1: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischen Angriff durch Grundwasser nach DIN 4030 Teil 1 (07/2024), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1 chemisch schwach angreifend	XA2 chemisch mäßig angreifend	XA3 chemisch stark angreifend
pH-Wert	7,4		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	<5,0	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	<0,20	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 -100
Magnesium	36	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	700	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	12	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	66	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	28	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	23	mg KMnO4/L	---	---	---

Die Klasse wird durch den ungünstigsten Wert für jedes einzelne chemische Merkmal bestimmt. Wenn zwei oder mehrere angreifende Merkmale zu derselben Klasse führen, muss die nächsthöhere Expositionsklasse festgelegt werden, sofern nicht in einer speziellen Studie für diesen Fall nachgewiesen wird, dass dies nicht erforderlich ist.

Kurzbeurteilung: Das Wasser ist in die Expositionsklasse XA2 einzustufen.

Die Einstufung in Expositionsklassen erfolgt nach DIN 4030 Teil 1, während die Analytik der einzelnen Parameter im Labor entsprechend der im Prüfbericht genannten Methoden erfolgte.

Die angegebenen Einstufungen sind eine Serviceleistung und dienen zur Unterstützung der Auswertung durch den Auftraggeber. Die abschließende rechtsverbindliche Einstufung ist durch den Auftraggeber vorzunehmen und liegt allein in seinem Verantwortungsbereich.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die

Anlage zu Prüfbericht 2025P514755

Probe-Nr.: 25509944 / 007

Probenbezeichnung: WEA8 BS2

Tabelle 1: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischen Angriff durch Grundwasser nach DIN 4030 Teil 1 (07/2024), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1 chemisch schwach angreifend	XA2 chemisch mäßig angreifend	XA3 chemisch stark angreifend
pH-Wert	7,2		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	<5,0	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	<0,20	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 -100
Magnesium	12	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	170	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	39	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	30	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	21	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	61	mg KMnO4/L	---	---	---

Die Klasse wird durch den ungünstigsten Wert für jedes einzelne chemische Merkmal bestimmt. Wenn zwei oder mehrere angreifende Merkmale zu derselben Klasse führen, muss die nächsthöhere Expositionsklasse festgelegt werden, sofern nicht in einer speziellen Studie für diesen Fall nachgewiesen wird, dass dies nicht erforderlich ist.

Kurzbeurteilung: Das Wasser ist in die Expositionsklasse <XA1 einzustufen.

Die Einstufung in Expositionsklassen erfolgt nach DIN 4030 Teil 1, während die Analytik der einzelnen Parameter im Labor entsprechend der im Prüfbericht genannten Methoden erfolgte.

Die angegebenen Einstufungen sind eine Serviceleistung und dienen zur Unterstützung der Auswertung durch den Auftraggeber. Die abschließende rechtsverbindliche Einstufung ist durch den Auftraggeber vorzunehmen und liegt allein in seinem Verantwortungsbereich.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die

GBAGROUP

Anlage zu Prüfbericht 2025P514755

Probe-Nr.: 25509944 / 008

Probenbezeichnung: WEA11 BS4

Tabelle 1: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischen Angriff durch Grundwasser nach DIN 4030 Teil 1 (07/2024), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1 chemisch schwach angreifend	XA2 chemisch mäßig angreifend	XA3 chemisch stark angreifend
pH-Wert	7,7		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	<5,0	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	<0,20	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 -100
Magnesium	14	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	220	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	31	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	25	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	13	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	18	mg KMnO4/L	---	---	---

Die Klasse wird durch den ungünstigsten Wert für jedes einzelne chemische Merkmal bestimmt. Wenn zwei oder mehrere angreifende Merkmale zu derselben Klasse führen, muss die nächsthöhere Expositionsklasse festgelegt werden, sofern nicht in einer speziellen Studie für diesen Fall nachgewiesen wird, dass dies nicht erforderlich ist.

Kurzbeurteilung: Das Wasser ist in die Expositionsklasse XA1 einzustufen.

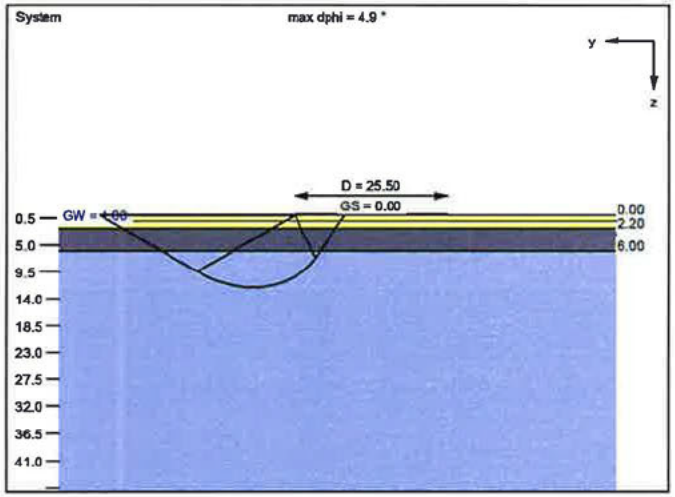
Die Einstufung in Expositionsklassen erfolgt nach DIN 4030 Teil 1, während die Analytik der einzelnen Parameter im Labor entsprechend der im Prüfbericht genannten Methoden erfolgte.

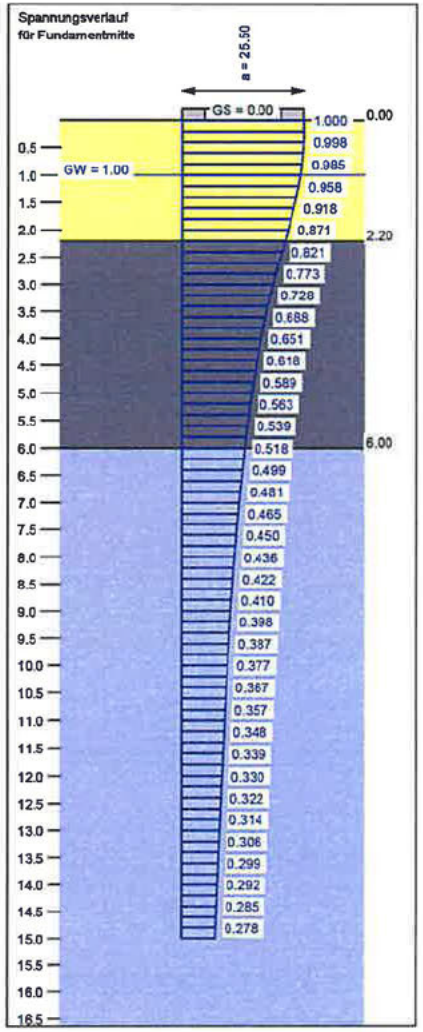
Die angegebenen Einstufungen sind eine Serviceleistung und dienen zur Unterstützung der Auswertung durch den Auftraggeber. Die abschließende rechtsverbindliche Einstufung ist durch den Auftraggeber vorzunehmen und liegt allein in seinem Verantwortungsbereich.

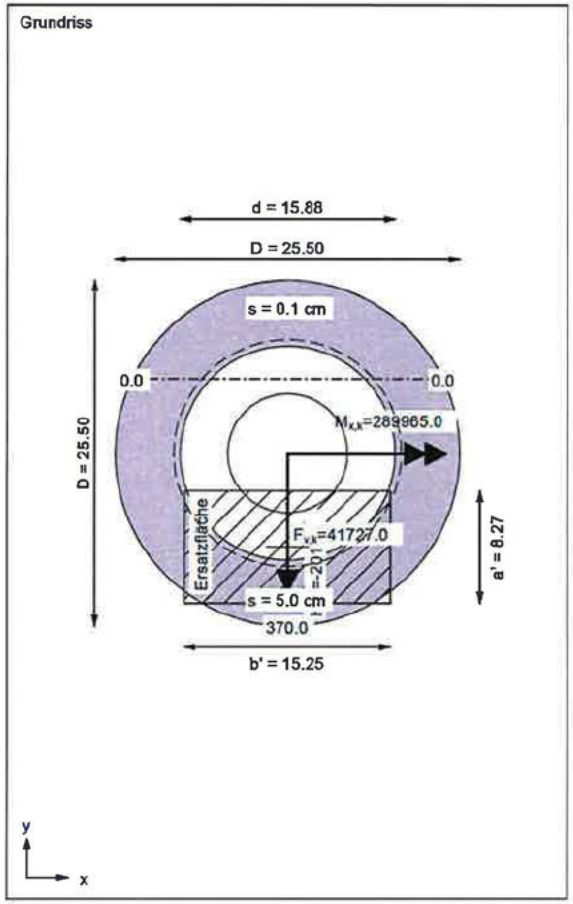
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die

Boden	γ/γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	ν [-]	E_s [MN/m²]	Bezeichnung
	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	50.0	Kiessand,md
	22.0/12.0	27.5	12.5	0.00	35.0	Mg,steif
	22.0/12.0	30.0	15.0	0.00	50.0	Mg,halbfest

Berechnungsgrundlagen:
WEA 2-8
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
$\gamma_{R,v}$ = 1.40
γ_G = 1.35
γ_Q = 1.50
Grenzzustand EQU:
$\gamma_{G,dst}$ = 1.10
$\gamma_{G,stb}$ = 0.90
$\gamma_{Q,dst}$ = 1.50
Gründungssohle = 0.00 m
Grundwasser = 1.00 m
Grenztiefe mit festem Wert von 15.00 m u. GS
1. Kernweite
2. Kernweite







Ergebnisse Einzelfundament:
Lasten = ständig / veränderlich
Vertikallast $F_{v,k}$ = 41727.00 / 0.00 kN
Horizontalkraft $F_{h,x,k}$ = 0.00 / 0.00 kN
Horizontalkraft $F_{h,y,k}$ = 0.00 / -2011.00 kN
Moment $M_{x,k}$ = 0.00 / 289965.00 kN·m
Moment $M_{y,k}$ = 0.00 / 0.00 kN·m
Durchmesser D = 25.500 m
Durchmesser (innen) d = 15.880 m
Unter ständigen Lasten:
Exzentrizität e_x = 0.000 m
Exzentrizität e_y = 0.000 m
Resultierende im 1. Kern (= 4.424 m)
a' = 19.200 m
b' = 19.200 m
Unter Gesamtlasten:
Exzentrizität e_x = 0.000 m
Exzentrizität e_y = -6.949 m
Resultierende im 2. Kern (= 8.413 m)
a' = 8.273 m
b' = 15.245 m

Grundbruch:
Durchstanzen untersucht,
aber nicht maßgebend.
Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v}$ = 1.40
$\sigma_{R,k}$ / $\sigma_{R,d}$ = 1239.0 / 885.00 kN/m²
$R_{n,k}$ = 156265.91 kN
$R_{n,d}$ = 111618.51 kN
V_d = 1.35 · 41727.00 + 1.50 · 0.00 kN
V_d = 56331.45 kN
μ (parallel zu y) = 0.505
cal φ = 30.2 °
cal c = 12.24 kN/m²
cal γ_2 = 12.75 kN/m³
cal σ_0 = 0.00 kN/m²
UK log. Spirale = 12.04 m u. GOK
Länge log. Spirale = 49.41 m
Fläche log. Spirale = 310.63 m²
Tragfähigkeitsbeiwerte (γ):
N_{c0} = 30.51; N_{d0} = 18.72; N_{b0} = 10.29
Formbeiwerte (γ):
ν_c = 1.288; ν_d = 1.273; ν_b = 0.837
Neigungsbeiwerte (γ):
i_c = 0.917; i_d = 0.922; i_b = 0.877

Setzung infolge Gesamtlasten:
Grenztiefe t_g = 15.00 m u. GOK
Setzung (Mittel aller KPs) = 2.57 cm
Setzungen der KPs:
oben = 0.10 cm
unten = 5.04 cm
Verdrehung(x) (KP) = 1 : 436.8
Drehfedersteifigkeit:
$K_{\varphi,x}$ = 126651.7 MN·m/rad
Nachweis EQU:
M_{stb} = 41727.0 · 25.50 · 0.5 · 0.90 = 478817.3
M_{dst} = 289965.0 · 1.50 = 434947.5
μ_{EQU} = 434947.5 / 478817.3 = 0.908

Bauvorhaben: WP Mannhagen
Aktenzeichen: 156/24
Auftraggeber: WP Mannhagen Gemeinschafts GmbH&Co.KG
Anlage: 8.1

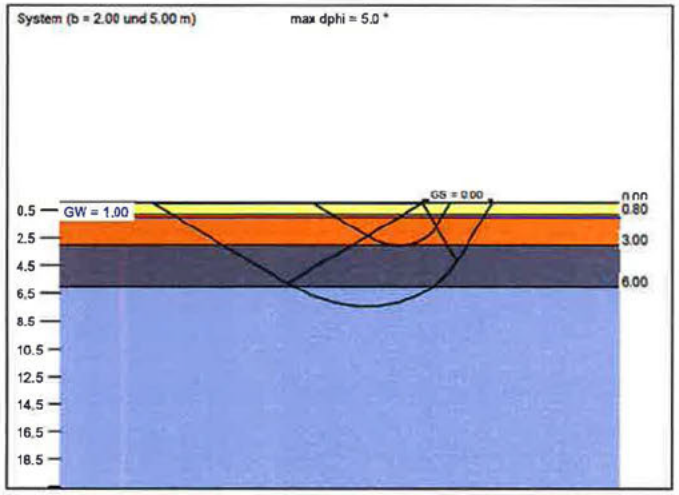
NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

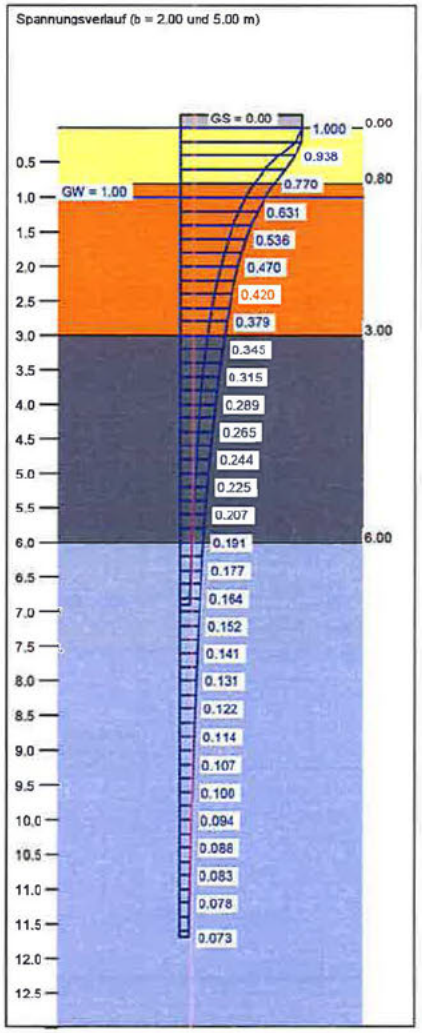
000810

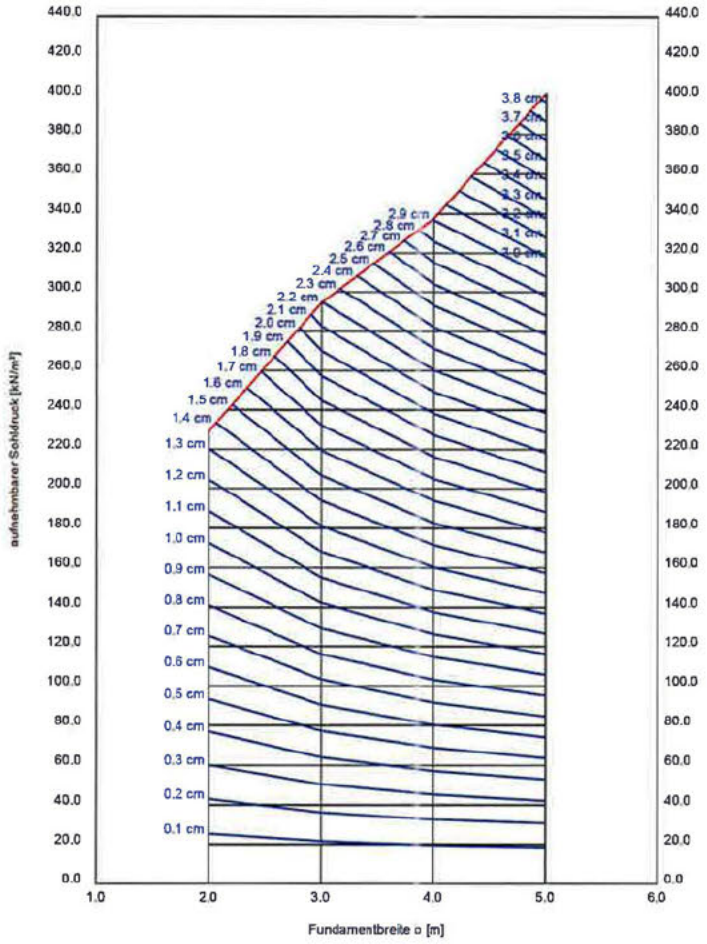
Boden	γ/γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	ν [-]	E_s [MN/m²]	Bezeichnung
	19.0/11.0	35.0	0.0	0.00	50.0	Kiessand,md
	21.0/11.0	27.0	10.0	0.00	25.0	Lg,steif
	22.0/12.0	27.5	12.5	0.00	35.0	Mg,steif
	22.0/12.0	30.0	15.0	0.00	50.0	Mg,halbfest

Berechnungsgrundlagen:
WEA 2-6 Kran
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a = 5.00 m)
$\gamma_{R,v}$ = 1.40
γ_G = 1.35
γ_Q = 1.50
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
$\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
Gründungssohle = 0.00 m
Grundwasser = 1.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
aufnehmbarer Sohldruck
Setzungen







a [m]	b [m]	zul σ [kN/m²]	zul R [kN]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m³]
5.00	2.00	229.2	2291.8	1.36	28.4 *	7.93	14.89	0.00	6.88	3.00	16.9
5.00	3.00	294.7	4420.2	2.20	28.1 *	9.79	13.92	0.00	8.78	4.46	13.4
5.00	4.00	337.7	6754.6	2.91	28.0 *	10.46	13.45	0.00	10.20	5.91	11.6
5.00	5.00	401.0	10024.9	3.85	28.1 *	11.76	13.15	0.00	11.70	7.42	10.4

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
zul σ = σ_{Rk} / ($\gamma_{Rv} \cdot \gamma_{(G,Q)}$) = σ_{Rk} / (1.40 · 1.43) = σ_{Rk} / 1.99
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Bauvorhaben: WP Mannhagen
Aktenzeichen: 156/24
Auftraggeber: Mannhagen Gemeinschafts GmbH&Co.KG
Anlage: b.2

NEUMANN BAUGRUND
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
(+49) 4351 / 7136 0
neumann-baugrund.de

000811

Dipl.-Ing. P. Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

Anlage: 9.1

Protokoll für die Messung des

Spezifischen Erdwiderstandes

Projekt: 156/24 Windpark Mannhagen

Durchf. S. Kopfblatt
Firma:
Anschrift:
Standort: Mittelpunkt WEA 01

Messgerät Typ, S/N: GEOHM 5, 16220375

letzte Kalibrierung: bis August 2025

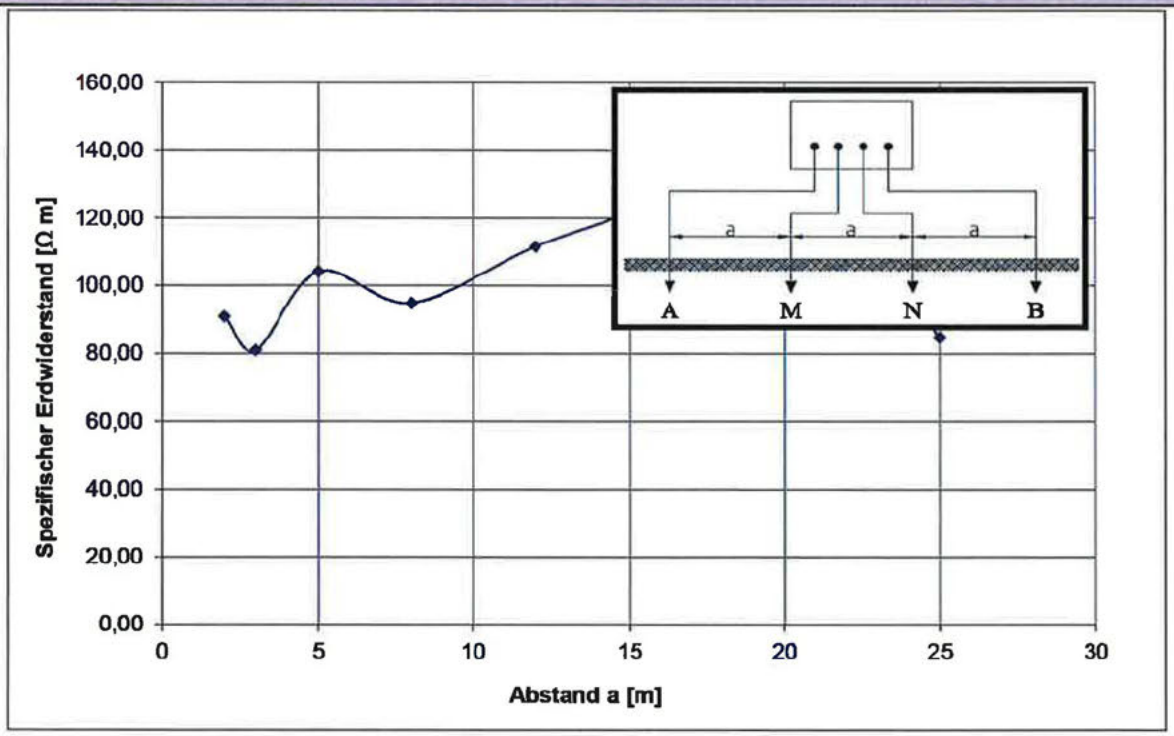
Ausgeführt durch: [redacted]

Wetter: wolkig

Referenz (Koordinaten): MP WEA 01

Datum: 18.06.2025

a [m]	R [Ω]	ρs = R x 2 x π x a [Ωm]	Bemerkung
2	7,24	90,98	1 und 3 m
3	4,30	81,05	1,5 und 4,5 m
5	3,32	104,30	2,5 und 7,5 m
8	1,89	95,00	4 und 12 m
12	1,48	111,59	6 und 18 m
16	1,25	125,66	8 und 24 m
20	1,18	148,28	10 und 30 m
25	0,54	84,82	12,5 und 37,5 m
30	0,28	52,78	15 und 45 m



Ort, Datum, Unterschrift

Dipl.-Ing. P. Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

Anlage: 9.2

Protokoll für die Messung des

Spezifischen Erdwiderstandes

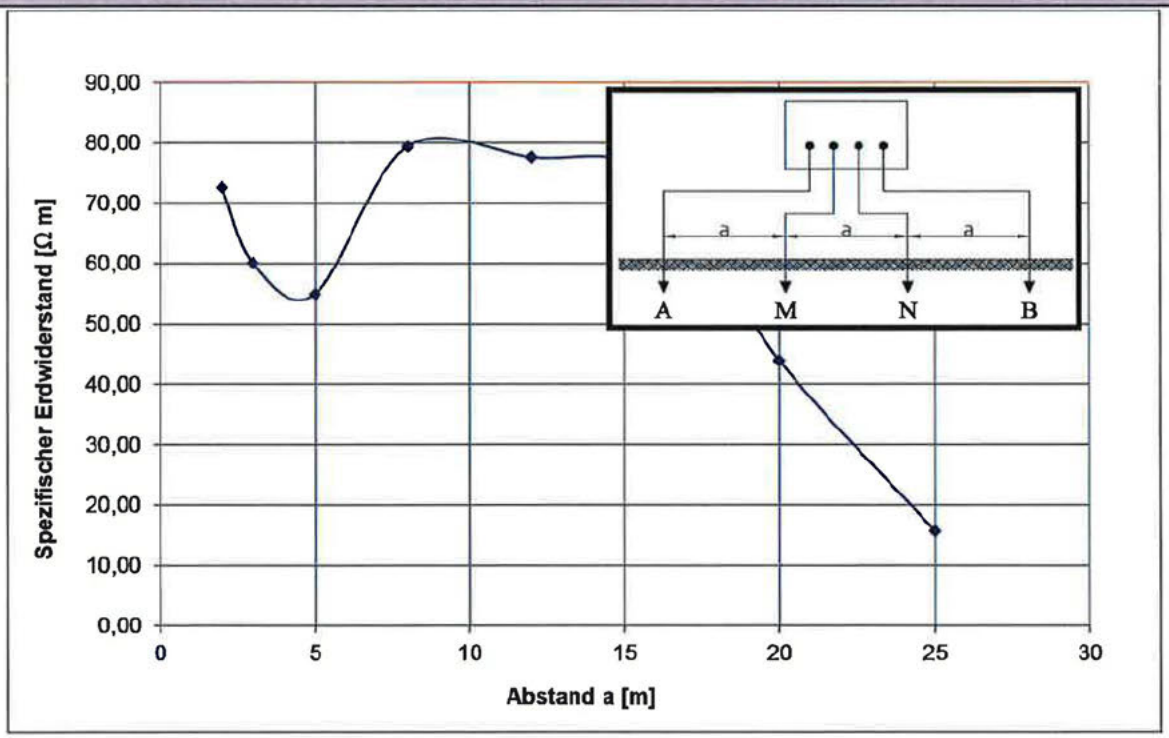
Projekt: 156/24 Windpark Mannhagen

Durchf. S. Kopfblatt
Firma:
Anschrift:
Standort: Mittelpunkt WEA 03

Messgerät Typ, S/N: GEOHM 5, 16220375
letzte Kalibrierung: bis August 2025
Ausgeführt durch: [redacted]

Wetter: wolkig
Referenz (Koordinaten): MP WEA 03
Datum: 18.06.2025

a [m]	R [Ω]	ρs = R x 2 x π x a [Ωm]	Bemerkung
2	5,78	72,63	1 und 3 m
3	3,19	60,13	1,5 und 4,5 m
5	1,75	54,98	2,5 und 7,5 m
8	1,58	79,42	4 und 12 m
12	1,03	77,66	6 und 18 m
16	0,74	74,39	8 und 24 m
20	0,35	43,98	10 und 30 m
25	0,10	15,71	12,5 und 37,5 m
30	0,08	15,08	15 und 45 m

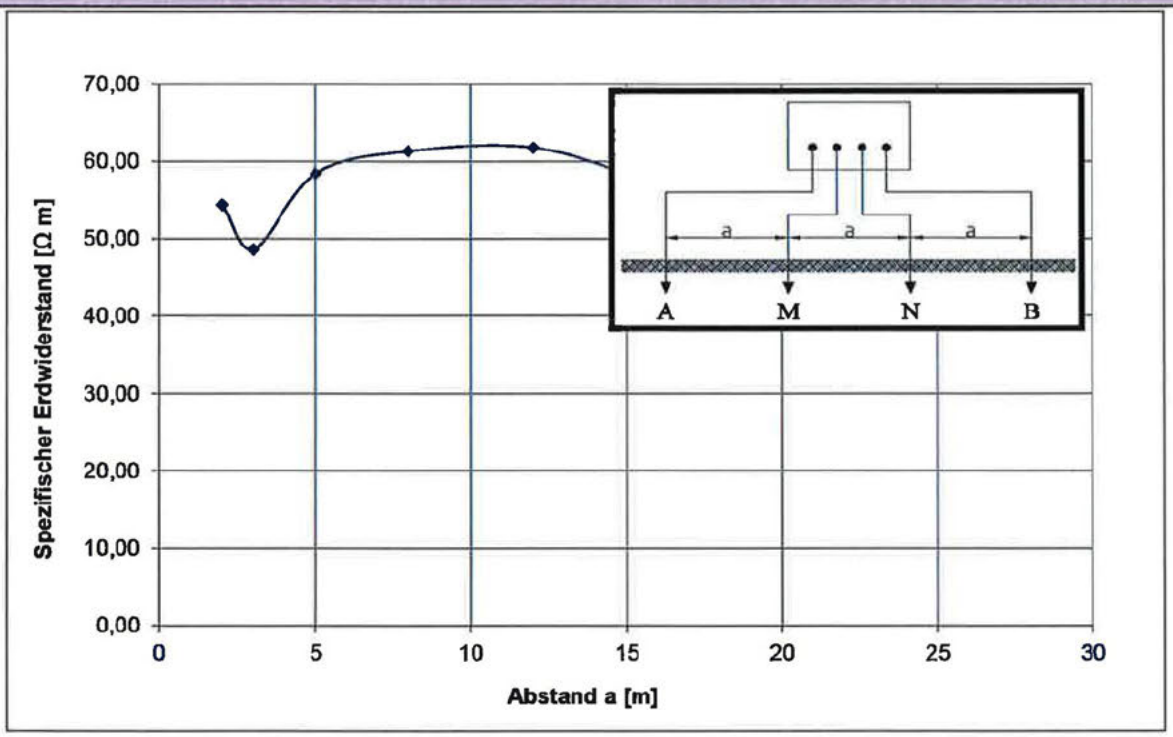


Ort, Datum, Unterschrift

Dipl.-Ing. P. Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

Protokoll für die Messung des	Anlage: 9.3 Durchf. S. Kopfblatt Firma:
Spezifischen Erdwiderstandes	Anschrift:
Projekt: 156/24 Windpark Mannhagen	Standort: Mittelpunkt WEA 04
Messgerät Typ, S/N: GEOHM 5, 16220375	Wetter: wolkig
letzte Kalibrierung: bis August 2025	Referenz (Koordinaten): MP WEA 04
Ausgeführt durch: [redacted]	Datum: 18.06.2025

a [m]	R [Ω]	ρs = R x 2 x π x a [Ωm]	Bemerkung
2	4,33	54,41	1 und 3 m
3	2,58	48,63	1,5 und 4,5 m
5	1,86	58,43	2,5 und 7,5 m
8	1,22	61,32	4 und 12 m
12	0,82	61,82	6 und 18 m
16	0,57	57,30	8 und 24 m
20	0,43	54,03	10 und 30 m
25	0,28	43,98	12,5 und 37,5 m
30	0,16	30,16	15 und 45 m



Ort, Datum, Unterschrift

Dipl.-Ing. P. Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

Anlage: 9.4

Protokoll für die Messung des

Spezifischen Erdwiderstandes

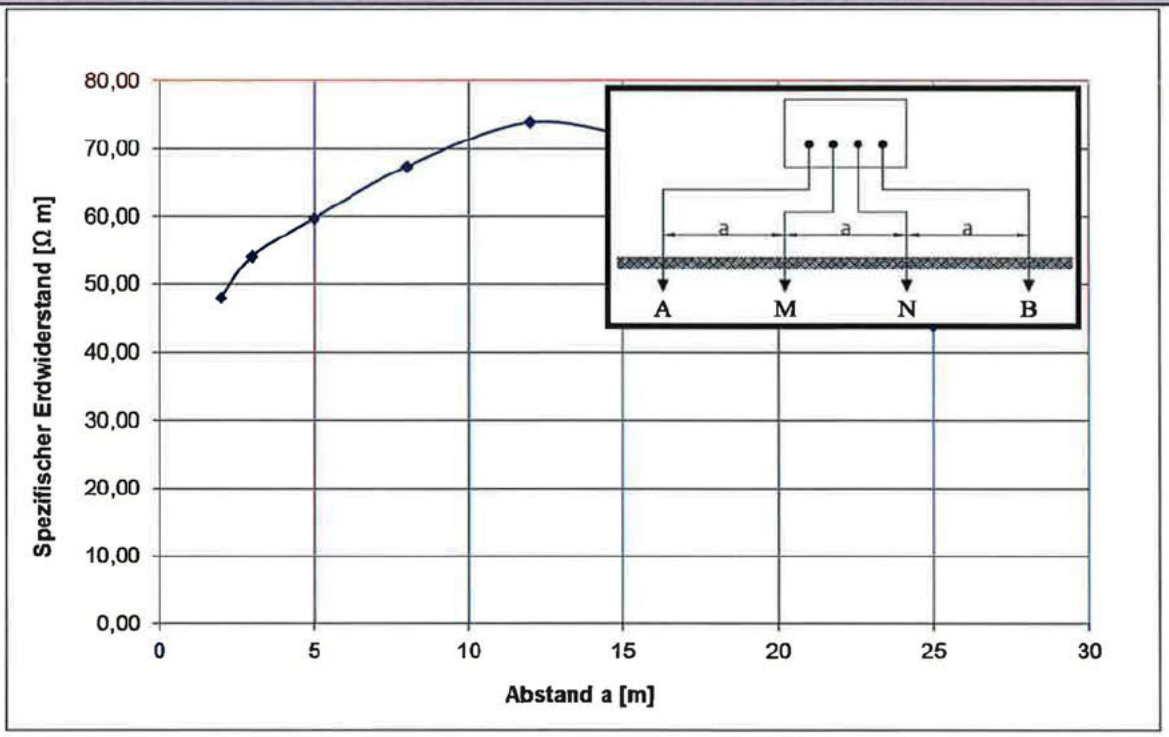
Projekt: 156/24 Windpark Mannhagen

Durchf. S. Kopfblatt
Firma:
Anschrift:
Standort: Mittelpunkt WEA 05

Messgerät Typ, S/N: GEOHM 5, 16220375
letzte Kalibrierung: bis August 2025
Ausgeführt durch: [redacted]

Wetter: wolkig
Referenz (Koordinaten): MP WEA 05
Datum: 18.06.2025

a [m]	R [Ω]	ρs = R x 2 x π x a [Ωm]	Bemerkung
2	3,82	48,00	1 und 3 m
3	2,87	54,10	1,5 und 4,5 m
5	1,90	59,69	2,5 und 7,5 m
8	1,34	67,35	4 und 12 m
12	0,98	73,89	6 und 18 m
16	0,71	71,37	8 und 24 m
20	0,56	70,37	10 und 30 m
25	0,28	43,98	12,5 und 37,5 m
30	0,11	20,73	15 und 45 m



Ort, Datum, Unterschrift

Dipl.-Ing. P. Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

Anlage: 9.5

Protokoll für die Messung des

Spezifischen Erdwiderstandes

Projekt: 156/24 Windpark Mannhagen

Durchf. S. Kopfblatt
Firma:
Anschrift:
Standort: Mittelpunkt WEA 06

Messgerät Typ, S/N: GEOHM 5, 16220375

letzte Kalibrierung: bis August 2025

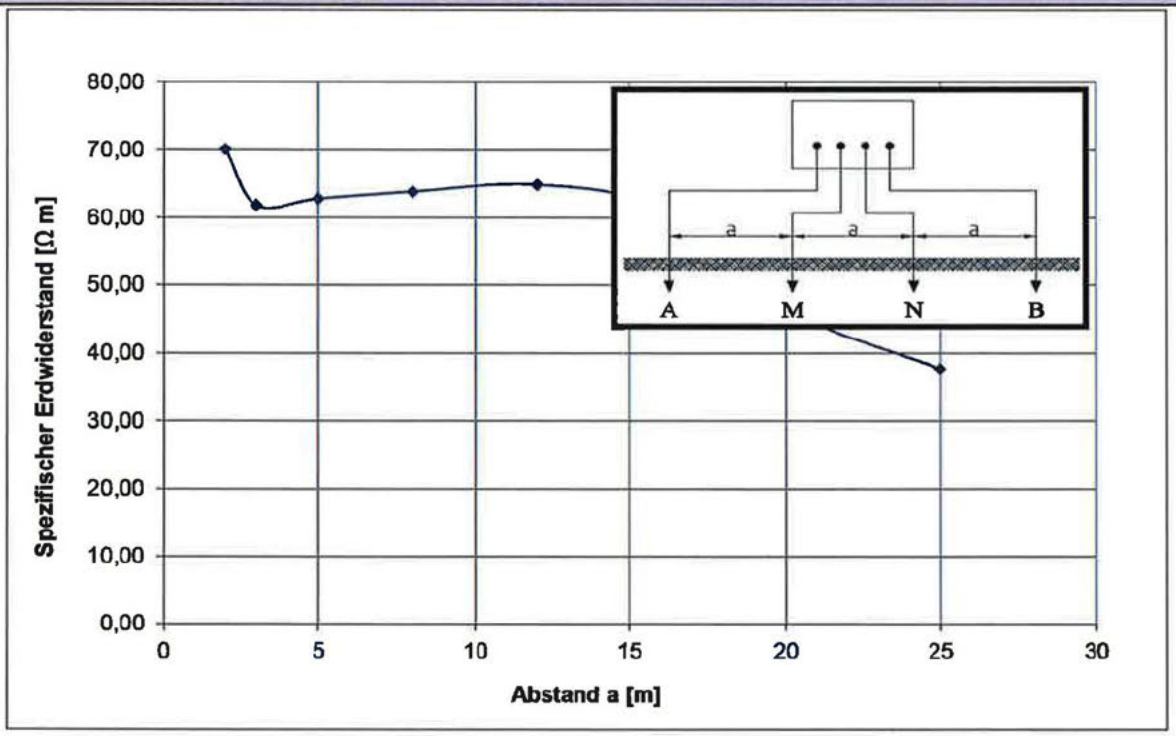
Ausgeführt durch: [redacted]

Wetter: sonnig

Referenz (Koordinaten): MP WEA 06

Datum: 17.06.2025

a [m]	R [Ω]	ρs = R x 2 x π x a [Ωm]	Bemerkung
2	5,58	70,12	1 und 3 m
3	3,28	61,82	1,5 und 4,5 m
5	2,00	62,83	2,5 und 7,5 m
8	1,27	63,84	4 und 12 m
12	0,86	64,84	6 und 18 m
16	0,61	61,32	8 und 24 m
20	0,37	46,49	10 und 30 m
25	0,24	37,70	12,5 und 37,5 m
30	0,15	28,27	15 und 45 m



Ort, Datum, Unterschrift

Dipl.-Ing. P. Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

Anlage: 9.6

Protokoll für die Messung des

Spezifischen Erdwiderstandes

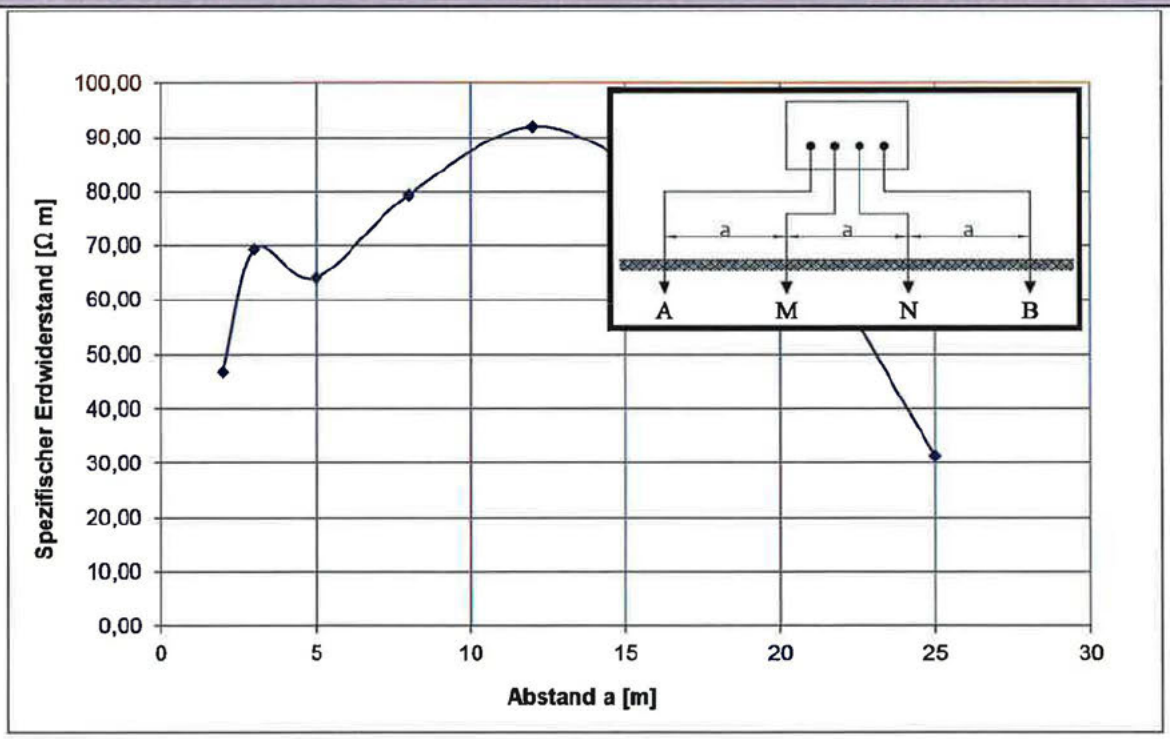
Projekt: 156/24 Windpark Mannhagen

Durchf. S. Kopfblatt
Firma:
Anschrift:
Standort: Mittelpunkt WEA 07

Messgerät Typ, S/N: GEOHM 5, 16220375
letzte Kalibrierung: bis August 2025
Ausgeführt durch: [redacted]

Wetter: wolkig
Referenz (Koordinaten): MP WEA 07
Datum: 17.06.2025

a [m]	R [Ω]	ρs = R x 2 x π x a [Ωm]	Bemerkung
2	3,72	46,75	1 und 3 m
3	3,68	69,36	1,5 und 4,5 m
5	2,04	64,09	2,5 und 7,5 m
8	1,58	79,42	4 und 12 m
12	1,22	91,98	6 und 18 m
16	0,83	83,44	8 und 24 m
20	0,61	76,65	10 und 30 m
25	0,20	31,42	12,5 und 37,5 m
30	0,08	15,08	15 und 45 m

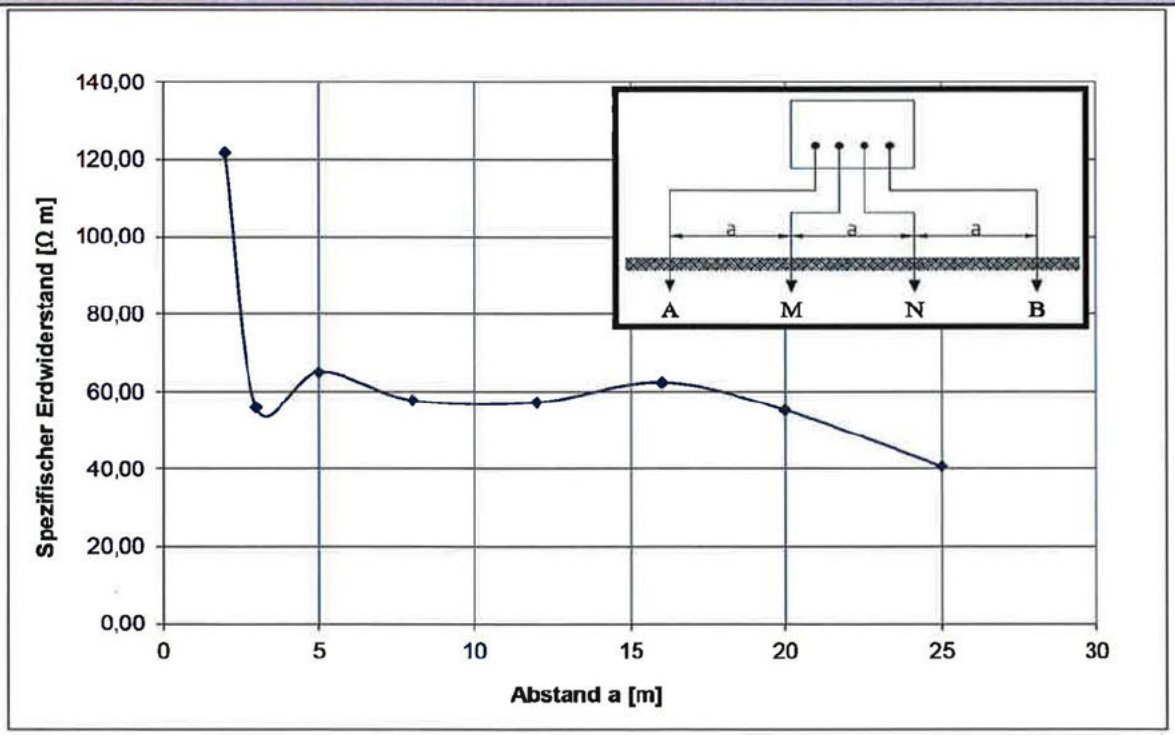


Ort, Datum, Unterschrift

Dipl.-Ing. P. Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

Protokoll für die Messung des	Anlage: 9.7 Durchf. S. Kopfblatt Firma:
Spezifischen Erdwiderstandes	Anschrift:
Projekt: 156/24 Windpark Mannhagen	Standort: Mittelpunkt WEA 12
Messgerät Typ, S/N: GEOHM 5, 16220375	Wetter: sonnig
letzte Kalibrierung: bis August 2025	Referenz (Koordinaten): MP WEA 12
Ausgeführt durch: [redacted]	Datum: 17.06.2025

a [m]	R [Ω]	ρs = R x 2 x π x a [Ωm]	Bemerkung
2	9,69	121,76	1 und 3 m
3	2,97	55,98	1,5 und 4,5 m
5	2,07	65,03	2,5 und 7,5 m
8	1,15	57,80	4 und 12 m
12	0,76	57,30	6 und 18 m
16	0,62	62,33	8 und 24 m
20	0,44	55,29	10 und 30 m
25	0,26	40,84	12,5 und 37,5 m
30	0,14	26,39	15 und 45 m



Ort, Datum, Unterschrift

NEUMANN

Aktenzeichen: 156/24

Archiv-Nr.:

Kopfblatt zum Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bohrungen: WEA 01 - WEA 12: BS 1 - BS 4 / CPT 1 - CPT 3

Projekt: Windpark Mannhagen

Ort: Windpark Mannhagen

Zweck der Bohrung: Baugrunduntersuchung

Auftraggeber: WP Mannhagen Gemeinschafts GmbH & Co. KG, OT Segebadenhau, Segebadenhau 30,18519 Sundhagen

Bohrfirma: Dipl.-Ing. Peter Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG, Marienthaler Str. 6, 24340 Eckernförde

Geräteführer: [redacted]

Bohrzeit vom: 02.06.2025 Bohrzeit bis: 18.06.2025

Max. Bohrlochdurchmesser: 80 mm / 15,0 cm² Spitzenquerschnittsfläche

Bohrverfahren: Rammkernsondierung (BS) / Spitzendrucksondierung (CPT)

Anzahl der Bodenproben: 249 gestörte Proben (GP)

Aufbewahrungsort der Bodenproben: Auftragnehmer

Aufbewahrungszeit der Bodenproben: 3 Monate

Anzahl der Wasserproben: 8 (WEA 01, WEA 03, WEA 04, WEA 07: BS 1 / WEA 02, WEA 08: BS 2 / WEA 06, WEA 11: BS 4)

Die Lage der Sondieransatzpunkte: siehe Übersichtsplan u. Detailpläne (Anlagen 1.1 - 1.13).

Die Koordinaten der Sondieransatzpunkte wurden im Koordinatensystem UTM ETRS 89 durch den Auftragnehmer eingemessen.

Die Höhen der Sondieransatzpunkte wurden auf NHN (DHHN 16) bezogen.

Die Koordinaten und Höhen der Sondieransatzpunkte: siehe Absteckprotokoll.

Fachtechnisch bearbeitet von: [redacted]
am: 18.06.2025

[redacted]

Absteckprotokoll

BV: Windpark Mannhagen
BV-Nr.: 156/24

Bearbeiter: [redacted]

Bezugssystem: UTM ETRS 89, DHHN16

Bezeichnung	Rechtswert	Hochwert	Höhe [m NHN]
WEA 01: BS 1	33381844	6003737	16,13
WEA 01: BS 2	33381865	6003723	16,13
WEA 01: BS 3/Kran	33381836	6003731	16,05
WEA 01: BS 4/Kran	33381812	6003760	15,73
WEA 01: CPT 1	33381843	6003735	16,14
WEA 01: CPT 2	33381865	6003735	16,16
WEA 01: CPT 3	33381854	6003716	16,08
WEA 02: BS 1	33382254	6003695	12,66
WEA 02: BS 2	33382278	6003687	12,15
WEA 02: BS 3/Kran	33382247	6003689	12,77
WEA 02: BS 4/Kran	33382236	6003718	12,99
WEA 02: CPT 1	33382254	6003693	12,67
WEA 02: CPT 2	33382275	6003699	12,35
WEA 02: CPT 3	33382269	6003678	12,21
WEA 03: BS 1	33381928	6003330	12,06
WEA 03: BS 2	33381950	6003318	11,46
WEA 03: BS 3/Kran	33381929	6003341	12,03
WEA 03: BS 4/Kran	33381893	6003344	12,18
WEA 03: CPT 1	33381928	6003331	12,08
WEA 03: CPT 2	33381950	6003330	11,66
WEA 03: CPT 3	33381938	6003311	11,49
WEA 04: BS 1	33381198	6003205	12,45
WEA 04: BS 2	33381172	6003206	12,32
WEA 04: BS 3/Kran	33381205	6003192	12,08
WEA 04: BS 4/Kran	33381236	6003211	12,97
WEA 04: CPT 1	33381198	6003207	12,48
WEA 04: CPT 2	33381179	6003195	12,03
WEA 04: CPT 3	33381178	6003217	12,63
WEA 05: BS 1	33381452	6002975	8,77
WEA 05: BS 2	33381477	6002981	8,92
WEA 05: BS 3/Kran	33381445	6002984	8,81
WEA 05: BS 4/Kran	33381433	6002956	8,68
WEA 05: CPT 1	33381451	6002977	8,73
WEA 05: CPT 2	33381469	6002991	8,97
WEA 05: CPT 3	33381472	6002969	8,81

Absteckprotokoll

BV: Windpark Mannhagen
BV-Nr.: 156/24

Bearbeiter: [redacted]

Bezugssystem: UTM ETRS 89, DHHN16

Bezeichnung	Rechtswert	Hochwert	Höhe [m NHN]
WEA 06: BS 1	33381776	6002804	7,68
WEA 06: BS 2	33381772	6002779	7,32
WEA 06: BS 3/Kran	33381789	6002809	7,86
WEA 06: BS 4/Kran	33381776	6002843	7,90
WEA 06: CPT 1	33381774	6002805	7,67
WEA 06: CPT 2	33381783	6002785	7,47
WEA 06: CPT 3	33381761	6002787	7,38
WEA 07: BS 1	33382057	6003010	8,48
WEA 07: BS 2	33382080	6002998	7,17
WEA 07: BS 3/Kran	33382050	6003005	8,52
WEA 07: BS 4/Kran	33382027	6003034	8,56
WEA 07: CPT 1	33382057	6003009	8,47
WEA 07: CPT 2	33382079	6003010	7,60
WEA 07: CPT 3	33382069	6002990	7,07
WEA 08: BS 1	33382418	6003063	6,95
WEA 08: BS 2	33382441	6003053	5,98
WEA 08: BS 3/Kran	33382419	6003074	7,03
WEA 08: BS 4/Kran	33382383	6003078	8,70
WEA 08: CPT 1	33382419	6003065	6,88
WEA 08: CPT 2	33382441	6003065	6,08
WEA 08: CPT 3	33382430	6003046	6,01
WEA 09: BS 1	33381754	6004327	25,22
WEA 09: BS 2	33381780	6004328	25,33
WEA 09: BS 3/Kran	33381748	6004314	25,07
WEA 09: BS 4/Kran	33381716	6004329	25,72
WEA 09: CPT 1	33381754	6004330	25,26
WEA 09: CPT 2	33381774	6004340	25,44
WEA 09: CPT 3	33381773	6004317	25,06
WEA 10: BS 1	33382138	6004017	18,64
WEA 10: BS 2	33382151	6004039	19,00
WEA 10: BS 3/Kran	33382124	6004017	18,75
WEA 10: BS 4/Kran	33382123	6003983	18,04
WEA 10: CPT 1	33382141	6004015	18,49
WEA 10: CPT 2	33382138	6004037	18,96
WEA 10: CPT 3	33382159	6004029	18,52

Absteckprotokoll

BV: Windpark Mannhagen
BV-Nr.: 156/24

Bearbeiter: [redacted]

Bezugssystem: UTM ETRS 89, DHHN16

Bezeichnung	Rechtswert	Hochwert	Höhe [m NHN]
WEA 11: BS 1	33382583	6003549	11,72
WEA 11: BS 2	33382609	6003544	11,44
WEA 11: BS 3/Kran	33382576	6003535	11,59
WEA 11: BS 4/Kran	33382547	6003558	11,83
WEA 11: CPT 1	33382584	6003550	11,74
WEA 11: CPT 2	33382605	6003556	11,60
WEA 11: CPT 3	33382599	6003535	11,55
WEA 12: BS 1	33381332	6003655	16,70
WEA 12: BS 2	33381306	6003652	16,73
WEA 12: BS 3/Kran	33381339	6003640	16,38
WEA 12: BS 4/Kran	33381369	6003659	16,28
WEA 12: CPT 1	33381332	6003656	16,63
WEA 12: CPT 2	33381315	6003642	16,70
WEA 12: CPT 3	33381311	6003664	16,89

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 01: BS 1

Bohrzeit: 03.06.25 - 03.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,50	a) Aufschüttung, Sand; schluffig, Ziegel- u. Betonreste b) c) d) schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken		GP 1	0,50
0,80	a) Mittelsand; feinsandig, schwach schluffig b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) hellbraun f) g) h) i) 0	schwach feucht		GP 2	0,80
2,40	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif d) e) braun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	schwach feucht		GP 3	2,40
3,20	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif d) e) braun f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht, Grundwasserspiegel (3.00)		GP 4	3,20
5,20	a) Feinsand; schluffig b) c) d) schwer zu bohren e) braun bis grau f) g) h) i) +	nass, Grundwasserspiegel gefallen bis (3.50)		GP 5 GP 6	4,20 5,20

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 01: BS 1

Bohrzeit: 03.06.25 - 03.06.25

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	**a) Benennung der Bodenart und Beimengungen**				**Bemerkungen** Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	**Entnommene Proben**		
	b) Ergänzende Bemerkung					**Art**	**Nr**	**Tiefe in m (Unterkante)**
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	**d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang**	**e) Farbe**					
	f) Übliche Benennung	**g) Geologische Benennung**	**h) Gruppe**	**i) Kalkgehalt**				
8,00	a) Mittelsand; feinsandig, schwach schluffig b) c) d) schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) +				nass, Sondierung bei 8.00 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war! Temporären Pegel gesetzt, 1x Wasserprobe entnommen, Pegel wieder gezogen!		GP 7 GP 8	6,50 7,50

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 01: BS 2

Bohrzeit: 03.06.25 - 03.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,50	a) Aufschüttung, Mittelsand; feinsandig, schwach grobsandig, schwach schluffig, Ziegel- u. Betonreste b) c) d) schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken		GP 1	0,50
1,50	a) Schluff; sandig, schwach kiesig, schwach tonig b) c) steif d) e) hellbraun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	schwach feucht		GP 2	1,50
3,00	a) Schluff; stark sandig, schwach kiesig, schwach tonig b) c) steif bis halbfest d) e) hellbraun f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht, Grundwasserspiegel (3.00)		GP 3	3,00
4,00	a) Feinsand; schwach schluffig bis schluffig b) c) d) schwer zu bohren e) hellbraun f) g) h) i) +	nass, Grundwasserspiegel gefallen bis (3.30)		GP 4	4,00
5,30	a) Feinsand; stark schluffig b) c) d) schwer zu bohren e) grau f) g) h) i) +	nass		GP 5	5,00

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 01: BS 2

Bohrzeit: 03.06.25 - 03.06.25

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
						Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
8,00	a) Mittelsand; feinsandig, schwach grobsandig, schwach schluffig b) c) d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren e) grau f) g) h) i) +				nass, Sondierung bei 8.00 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war!		GP 6 GP 7	6,50 7,50

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

NEUMANN

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 01: BS 3/Kran

Bohrzeit: 03.06.25 - 03.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,30	a) stark schluffig, stark sandig, schwach humos b) c) d) schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken		GP 1	0,30
1,00	a) Schluff; stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) braun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	trocken		GP 2	1,00
2,10	a) Schluff; stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) weich bis steif d) e) braun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	schwach feucht		GP 3	2,00
3,20	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif d) e) braun f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht, Grundwasserspiegel (3.20)		GP 4	3,20
5,00	a) Feinsand; schluffig, ab 4.00 m grau b) c) d) sehr schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) +	nass, Grundwasserspiegel gefallen bis (3.40)		GP 5 GP 6	4,00 5,00

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 01: BS 4/Kran

Bohrzeit: 03.06.25 - 03.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,30	a) stark schluffig, stark sandig, schwach humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken			
1,20	a) Schluff; stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif bis halbfest d) e) braun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	schwach feucht, Grundwasserspiegel (1.20)		GP 1	1,20
1,80	a) Feinsand; schluffig b) c) d) schwer zu bohren e) grau bis braun f) g) h) i) 0	nass, Grundwasserspiegel gefallen bis (1.70)		GP 2	1,80
3,70	a) Sand; schluffig, Geschiebemergellagen b) c) d) schwer zu bohren e) graubraun f) g) h) i) +	nass		GP 3 GP 4	2,80 3,70
5,00	a) Feinsand; schluffig b) c) d) schwer zu bohren e) grau f) g) h) i) +	nass		GP 5	5,00

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 02: BS 1

Bohrzeit: 02.06.25 - 02.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,40	a) stark sandig, humos, schluffig b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken			
1,00	a) Schluff; stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif d) e) braun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	schwach feucht, Grundwasserspiegel (1.00), Grundwasserspiegel in Ruhe (1.00)		GP 1	1,00
2,40	a) Feinsand; mittelsandig, schwach schluffig b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) grau f) g) h) i) +	nass		GP 2	2,20
4,00	a) Schluff; stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) fest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 3	3,50
6,00	a) Feinsand; schwach mittelsandig, schwach grobsandig, schwach schluffig b) c) d) schwer zu bohren e) grau f) g) h) i) +	nass		GP 4 GP 5	5,00 6,00

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 02: BS 1

Bohrzeit: 02.06.25 - 02.06.25

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe		Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
7,00	a) Feinsand; schwach schluffig, Schluffbänder b) c) d) schwer zu bohren e) grau f) g) h) i) +				nass, Sondierung bei 7.00 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war!		GP 6	7,00

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 02: BS 2

Bohrzeit: 02.06.25 - 02.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,50	a) stark sandig, humos, schwach schluffig b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken		GP 1	0,50
1,10	a) Schluff; stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif d) e) braun f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht, Grundwasserspiegel (1.10)		GP 2	1,10
2,40	a) Feinsand; schwach schluffig b) c) d) schwer zu bohren e) grau f) g) h) i) +	nass, Grundwasserspiegel gefallen bis (1.40)		GP 3	2,20
3,50	a) Schluff; stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 4	3,50
5,50	a) Feinsand; mittelsandig, schwach schluffig b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) grau f) g) h) i) +	nass		GP 5 GP 6	4,50 5,50

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 02: BS 2

Bohrzeit: 02.06.25 - 02.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	**a) Benennung der Bodenart und Beimengungen** **b) Ergänzende Bemerkung** **c) Beschaffenheit nach Bohrgut** / **d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang** / **e) Farbe** **f) Übliche Benennung** / **g) Geologische Benennung** / **h) Gruppe** / **i) Kalkgehalt**	**Bemerkungen** **Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges**	**Entnommene Proben**		
			Art	**Nr**	**Tiefe in m (Unterkante)**
7,00	a) Feinsand; schwach schluffig, Geschiebemergellagen b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) grau f) g) h) i) +	nass		GP 7	6,50
8,20	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif bis halbfest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 8	8,00
9,20	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	Sondierung bei 9.20 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war! Temporären Pegel gesetzt, 1x Wasserprobe entnommen, Pegel wieder gezogen! schwach feucht		GP 9	9,00

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 02: BS 3/Kran

Bohrzeit: 02.06.25 - 02.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,60	a) stark sandig, schluffig, schwach humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken			
1,80	a) Schluff; stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif bis halbfest d) e) grau bis braun f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht, Grundwasserspiegel (1.80)		GP 1	1,60
3,40	a) Sand; schluffig, Geschiebemergellagen b) c) d) schwer zu bohren e) grau f) g) h) i) +	nass, Grundwasserspiegel gefallen bis (2.00)		GP 2	3,00
4,10	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 3	4,10
5,00	a) Feinsand; schluffig b) c) d) schwer zu bohren e) grau f) g) h) i) +	nass		GP 4	5,00

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 02: BS 4/Kran

Bohrzeit: 02.06.25 - 02.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,50	a) stark sandig, schluffig, schwach humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken		GP 1	0,50
1,50	a) Schluff; stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif bis halbfest d) e) braun bis grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht, Grundwasserspiegel (1.50), Grundwasserspiegel in Ruhe (1.50)		GP 2	1,50
2,20	a) Feinsand; schluffig b) c) d) schwer zu bohren e) grau f) g) h) i) +	nass		GP 3	2,20
5,00	a) Sand; schluffig, schwach kiesig, Geschiebemergellagen b) c) d) schwer zu bohren e) grau f) g) h) i) +	nass		GP 4 GP 5	3,50 4,50

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 03: BS 1

Bohrzeit: 04.06.25 - 04.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,80	a) Aufschüttung, Sand; schwach schluffig, Ziegel- u. Betonreste b) c) d) schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken		GP 1	0,80
2,00	a) Schluff; stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif d) e) braun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	schwach feucht		GP 2	2,00
2,70	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig, wasserf. Sandbänder b) c) steif d) e) braun f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht, Grundwasserspiegel (2.70)		GP 3	2,70
3,10	a) Feinsand; mittelsandig, schwach schluffig b) c) d) schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) +	nass, Grundwasserspiegel gefallen bis (3.00)		GP 4	3,10
5,50	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	Sondierung bei 5.50 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war! Temporären Pegel gesetzt, 1x Wasserprobe entnommen, Pegel wieder gezogen! schwach feucht		GP 5	4,50

NEUMANN	Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Seite 14 von 61

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 03: BS 1 — Bohrzeit: 04.06.25 - 04.06.25

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung					Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
							GP 6	5,50

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 03: BS 2

Bohrzeit: 04.06.25 - 04.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,40	a) stark feinsandig, schwach schluffig, schwach humos b) c) d) schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken		GP 1	0,40
1,10	a) Feinsand; schwach schluffig b) c) d) schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	trocken		GP 2	1,10
2,40	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig, wasserf. Sandbänder b) c) steif d) e) braun f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht			
5,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig, wasserf. Sandbänder b) c) halbfest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	Sondierung bei 5.00 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war! schwach feucht		GP 3 GP 4 GP 5	2,50 3,50 4,50

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 03: BS 3/Kran

Bohrzeit: 04.06.25 - 04.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,60	a) Aufschüttung, Sand; schwach schluffig, Ziegel- u. Betonreste b) c) d) schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken			
1,10	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif d) e) braun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	schwach feucht		GP 1	1,10
3,70	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif d) e) braun f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 2 GP 3	2,50 3,50
5,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 4	4,50

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 03: BS 4/Kran

Bohrzeit: 04.06.25 - 04.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,50	a) Aufschüttung, Sand; schwach schluffig, Ziegel- u. Betonreste b) c) d) schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken			
1,20	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif bis halbfest d) e) braun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	schwach feucht		GP 1	1,20
3,20	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif d) e) braun f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 2	2,50
5,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 3 GP 4	3,50 4,50

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 04: BS 1

Bohrzeit: 03.06.25 - 03.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,40	a) stark sandig, schluffig, schwach humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken		GP 1	0,40
1,20	a) Schluff; stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) braun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	trocken		GP 2	1,20
2,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif d) e) braun f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht, Grundwasserspiegel in Ruhe (1.95)		GP 3	2,00
3,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig, wasserf. Sandlagen b) c) steif bis halbfest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 4	3,00
6,30	a) Schluff; sandig, kiesig, schwach tonig b) c) halbfest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	Sondierung bei 6.30 m wegen eines Steinhindernisses abgebrochen! Temporären Pegel gesetzt, 1x Wasserprobe entnommen, Pegel wieder gezogen! schwach feucht		GP 5 GP 6	4,00 5,00

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 04: BS 1

Bohrzeit: 03.06.25 - 03.06.25

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung					Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
							GP 7	6,00

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 04: BS 2

Bohrzeit: 03.06.25 - 03.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,30	a) stark sandig, schluffig, schwach humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken			
0,80	a) Schluff; stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) braun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	trocken		GP 1	0,80
2,20	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif d) e) braun f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 2	2,00
5,00	a) Schluff; sandig, tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	Sondierung bei 5.00 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war! schwach feucht		GP 3 GP 4	3,50 4,50

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 04: BS 3/Kran

Bohrzeit: 03.06.25 - 03.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,50	a) stark sandig, schluffig, schwach humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken			
1,00	a) Feinsand; schwach schluffig, Schluffbänder b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	trocken		GP 1	1,00
2,20	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif d) e) braun f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 2	2,00
5,00	a) Schluff; sandig, tonig, schwach kiesig, wasserf. Sandlagen b) c) halbfest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 3 GP 4	3,50 4,50

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 04: BS 4/Kran

Bohrzeit: 03.06.25 - 03.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	**a) Benennung der Bodenart und Beimengungen** **b) Ergänzende Bemerkung** **c) Beschaffenheit nach Bohrgut** / **d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang** / **e) Farbe** **f) Übliche Benennung** / **g) Geologische Benennung** / **h) Gruppe** / **i) Kalkgehalt**	**Bemerkungen** **Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges**	**Entnommene Proben**		
			Art	**Nr**	**Tiefe in m (Unterkante)**
0,30	a) stark sandig, schluffig, schwach humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken		GP 1	0,30
1,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) braun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	trocken			
1,50	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif d) e) braun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	schwach feucht		GP 2	1,30
2,60	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif d) e) braun f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 3	2,50
5,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig, wasserf. Sandlage b) c) halbfest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 4 GP 5	4,00 5,00

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 05: BS 1

Bohrzeit: 04.06.25 - 04.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	**a) Benennung der Bodenart und Beimengungen** **b) Ergänzende Bemerkung** **c) Beschaffenheit nach Bohrgut** / **d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang** / **e) Farbe** **f) Übliche Benennung** / **g) Geologische Benennung** / **h) Gruppe** / **i) Kalkgehalt**	**Bemerkungen** **Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges**	**Entnommene Proben**		
			Art	**Nr**	**Tiefe in m (Unterkante)**
0,50	a) stark sandig, schluffig, schwach humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken			
1,00	a) Feinsand; schwach mittelsandig, schwach schluffig, Schlufflagen b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	schwach feucht		GP 1	1,00
2,50	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif d) e) braun bis grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 2	2,00
3,40	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) braun bis grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 3	3,00
4,40	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) fest d) e) braun bis grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	Sondierung bei 4.40 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war! schwach feucht		GP 4	4,00

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 05: BS 2

Bohrzeit: 04.06.25 - 04.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,40	a) stark sandig, schluffig, schwach humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken			
1,20	a) Schluff; stark feinsandig b) c) halbfest d) e) braun f) g) h) i) 0	trocken		GP 1	1,20
3,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig, wasserf. Sandlagen b) c) steif d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 2	2,50
4,50	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest bis fest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	Sondierung bei 4.50 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war! trocken bis schwach feucht		GP 3	4,00

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 05: BS 3/Kran

Bohrzeit: 04.06.25 - 04.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	**a) Benennung der Bodenart und Beimengungen** **b) Ergänzende Bemerkung** **c) Beschaffenheit nach Bohrgut** / **d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang** / **e) Farbe** **f) Übliche Benennung** / **g) Geologische Benennung** / **h) Gruppe** / **i) Kalkgehalt**	**Bemerkungen** **Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges**	**Entnommene Proben**		
			Art	**Nr**	**Tiefe in m (Unterkante)**
0,40	a) stark sandig, schluffig, schwach humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken			
1,10	a) Schluff; stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) braun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	trocken		GP 1	1,10
2,40	a) Schluff; stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig, wasserf. Sandlagen, ab 1.40 m grau b) c) steif d) e) braun f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 2	2,20
4,50	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest bis fest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	Sondierung bei 4.50 m wegen eines Steinhindernisses abgebrochen! schwach feucht		GP 3 GP 4	3,50 4,50

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 05: BS 4/Kran

Bohrzeit: 04.06.25 - 04.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,40	a) stark sandig, schluffig, schwach humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken		GP 1	0,40
1,70	a) Feinsand; mittelsandig, schwach schluffig, Schlufflagen, ab 1.00 m kalkhaltig b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	schwach feucht bis nass, Grundwasserspiegel (1.30)		GP 2	1,50
3,30	a) Schluff; sandig, tonig, schwach kiesig b) c) weich bis steif d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 3	3,00
4,30	a) Schluff; sandig, tonig, schwach kiesig b) c) halbfest bis fest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	Sondierung bei 4.30 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war! schwach feucht		GP 4	4,00

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 06: BS 1

Bohrzeit: 05.06.25 - 05.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,40	a) stark sandig, schwach schluffig, schwach humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken			
1,30	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif bis halbfest d) e) braun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	schwach feucht		GP 1	1,30
3,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif d) e) grau f) Geschlebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 2	2,50
5,50	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) grau f) Geschlebemergel g) h) i) +	Sondierung bei 5.50 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war! schwach feucht		GP 3 GP 4 GP 5	3,50 4,50 5,50

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 06: BS 2

Bohrzeit: 05.06.25 - 05.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	**a) Benennung der Bodenart und Beimengungen** **b) Ergänzende Bemerkung** **c) Beschaffenheit nach Bohrgut** / **d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang** / **e) Farbe** **f) Übliche Benennung** / **g) Geologische Benennung** / **h) Gruppe** / **i) Kalkgehalt**	**Bemerkungen** **Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges**	**Entnommene Proben**		
			Art	**Nr**	**Tiefe in m (Unterkante)**
0,50	a) stark sandig, schwach schluffig, schwach humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken, Grundwasserspiegel (0.50)			
3,20	a) Sand; schwach schluffig, schwach kiesig b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun bis grau f) g) h) i) +	nass, Grundwasserspiegel gefallen bis (1.20)		GP 1 GP 2	1,50 2,50
6,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 3 GP 4	4,50 5,50
7,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	Sondierung bei 7.00 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war! schwach feucht		GP 5	6,50

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 06: BS 3/Kran

Bohrzeit: 05.06.25 - 05.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,50	a) stark sandig, schwach schluffig, schwach humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken			
1,20	a) Sand; schluffig, schwach kiesig b) c) d) schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	schwach feucht		GP 1	1,20
2,80	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 2	2,50
5,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 3 GP 4	3,50 4,50

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 06: BS 4/Kran

Bohrzeit: 05.06.25 - 05.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,50	a) stark sandig, schwach schluffig, schwach humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken		GP 1	0,50
1,60	a) Feinsand; schwach schluffig, Schluffbänder b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	trocken bis nass, Grundwasserspiegel (1.30), Grundwasserspiegel gefallen bis (1.40)		GP 2	1,60
2,50	a) Mittelsand; feinsandig, schwach schluffig b) c) d) schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) +	nass		GP 3	2,50
3,70	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 4	3,50
5,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	Temporären Pegel gesetzt, 1x Wasserprobe entnommen, Pegel wieder gezogen! schwach feucht		GP 5	4,50

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 07: BS 1

Bohrzeit: 04.06.25 - 04.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
1,40	a) Aufschüttung, Sand; schwach schluffig, Ziegel- u. Betonreste b) c) d) schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! schwach feucht, Grundwasserspiegel (1.40)		GP 1	1,00
3,50	a) Feinsand; schwach schluffig, ab 2.50 m kalkhaltig b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	nass, Grundwasserspiegel gefallen bis (1.80)		GP 2 GP 3	2,50 3,50
4,50	a) Sand; schluffig, Geschiebemergellagen b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) grau f) g) h) i) +	nass		GP 4	4,50
6,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	Sondierung bei 6.00 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war! Temporären Pegel gesetzt, 1x Wasserprobe entnommen, Pegel wieder gezogen! schwach feucht		GP 5	6,00

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 07: BS 2

Bohrzeit: 04.06.25 - 04.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,80	a) stark sandig, stark humos, schwach schluffig b) c) d) leicht zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken, ab 0.30 m schwach feucht		GP 1	0,80
3,00	a) Schluff; feinsandig b) c) weich d) e) hellbraun bis grau f) g) h) i) +	schwach feucht		GP 2 GP 3	2,00 3,00
4,00	a) Schluff; sandig, schwach kiesig, schwach tonig b) c) steif d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 4	4,00
6,40	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	Sondierung bei 6.40 m wegen eines Steinhindernisses abgebrochen! schwach feucht		GP 5 GP 6	5,00 6,00

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 07: BS 3/Kran

Bohrzeit: 04.06.25 - 04.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
1,60	a) Aufschüttung, Sand; schluffig, Ziegel- u. Betonreste b) c) d) schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken, ab 1.00 m schwach feucht			
3,50	a) Schluff; sandig, tonig, schwach kiesig b) c) steif bis halbfest d) e) braun bis grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 1	3,00
5,00	a) Schluff; sandig, tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) braun bis grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 2 GP 3	4,00 5,00

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 07: BS 4/Kran

Bohrzeit: 04.06.25 - 04.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,50	a) Aufschüttung, Sand; schwach schluffig, Ziegel- u. Betonreste b) c) d) schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken			
1,70	a) Feinsand; mittelsandig, schwach schluffig b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	schwach feucht bis nass, Grundwasserspiegel (1.50)		GP 1	1,60
5,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif bis halbfest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 2 GP 3 GP 4	3,00 4,00 5,00

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 08: BS 1

Bohrzeit: 04.06.25 - 04.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,80	a) stark sandig, schluffig, humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken, Grundwasserspiegel (0.80), Grundwasserspiegel in Ruhe (0.80)		GP 1	0,80
2,20	a) Feinsand; schluffig, schwach mittelsandig, schwach grobsandig, ab 1.30 m kalkhaltig b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	nass		GP 2	2,00
3,50	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig, wasserf. Sandlagen b) c) steif d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 3	3,00
4,50	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig, wasserf. Sandlagen b) c) halbfest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 4	4,00
5,50	a) Feinsand; schluffig b) c) d) sehr schwer zu bohren e) grau f) g) h) i) +	nass, Sondierung bei 5.50 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war!		GP 5	5,50

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 08: BS 2

Bohrzeit: 04.06.25 - 04.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
1,00	a) Torf; schwach schluffig, zersetzt, gepresst b) c) d) e) braun f) g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! schwach feucht, Grundwasserspiegel (1.00), Grundwasserspiegel angestiegen bis (0.80)		GP 1	1,00
1,80	a) Torf; schluffig, zersetzt, schwach gepresst b) c) d) e) braun f) g) h) i) 0	nass		GP 2	1,80
2,40	a) Schluffmudde, Schluff; schwach feinsandig, schwach tonig, Muschelreste b) c) weich d) e) grau f) g) h) i) +	schwach feucht		GP 3	2,40
5,00	a) Schluff; stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 4 GP 5	3,50 4,50
6,50	a) Schluff; stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 6	5,50

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 08: BS 2

Bohrzeit: 04.06.25 - 04.06.25

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
						Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
							GP 7	6,50
7,50	a) Schluff; feinsandig b) c) halbfest d) e) grau f) g) h) i) +				Sondierung bei 7.50 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war! Temporären Pegel gesetzt, 1x Wasserprobe entnommen, Pegel wieder gezogen! schwach feucht		GP 8	7,50

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 08: BS 3/Kran

Bohrzeit: 04.06.25 - 04.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,80	a) stark sandig, schluffig, schwach humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken bis schwach feucht, Grundwasserspiegel (0.80), Grundwasserspiegel in Ruhe (0.80)			
2,30	a) Feinsand; schluffig b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	nass		GP 1	2,00
5,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 2 GP 3	3,50 4,50

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 08: BS 4/Kran

Bohrzeit: 04.06.25 - 04.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,50	a) Aufschüttung, Sand; schluffig, Ziegel- u. Betonreste b) c) d) schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken, Grundwasserspiegel (0.50)		GP 1	0,50
1,70	a) Feinsand; schwach schluffig b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	nass, Grundwasserspiegel gefallen bis (0.90)		GP 2	1,60
3,80	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 3	3,00
5,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 4 GP 5	4,00 5,00

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 09: BS 1

Bohrzeit: 05.06.25 - 05.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
1,00	a) stark sandig, schwach schluffig, schwach humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken			
3,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif d) e) braun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	schwach feucht		GP 1 GP 2	2,00 3,00
6,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif bis halbfest d) e) braun f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 3 GP 4 GP 5	4,00 5,00 6,00
7,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) braun f) Geschiebemergel g) h) i) +	Sondierung bei 7.00 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war! schwach feucht		GP 6	7,00

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 09: BS 2

Bohrzeit: 05.06.25 - 05.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	**a) Benennung der Bodenart und Beimengungen** **b) Ergänzende Bemerkung** **c) Beschaffenheit nach Bohrgut** / **d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang** / **e) Farbe** **f) Übliche Benennung** / **g) Geologische Benennung** / **h) Gruppe** / **i) Kalkgehalt**	**Bemerkungen** **Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges**	**Entnommene Proben**		
			Art	**Nr**	**Tiefe in m (Unterkante)**
0,90	a) stark sandig, schwach schluffig, schwach humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken		GP 1	0,90
2,00	a) Schluff; stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) weich bis steif d) e) braun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	schwach feucht		GP 2	2,00
3,20	a) Schluff; stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif d) e) braun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	schwach feucht		GP 3	3,00
5,40	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif bis halbfest d) e) braun f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht, Grundwasserspiegel (5.40)		GP 4 GP 5	4,50 5,40
7,00	a) Sand; schwach schluffig, schwach kiesig b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) +	nass, Grundwasserspiegel gefallen bis (5.80)		GP 6	6,50

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 09: BS 2

Bohrzeit: 05.06.25 - 05.06.25

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe		Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
8,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest bis fest d) e) braun bis grau f) Geschiebemergel g) h) i) +				Sondierung bei 8.00 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war! schwach feucht		GP 7	8,00

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 09: BS 3/Kran

Bohrzeit: 05.06.25 - 05.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,80	a) stark sandig, schwach schluffig, schwach humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken			
1,70	a) Feinsand; schwach schluffig b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	trocken		GP 1	1,70
4,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif d) e) braun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	schwach feucht		GP 2 GP 3	3,00 4,00
5,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif bis halbfest d) e) braun f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 4	5,00

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 09: BS 4/Kran

Bohrzeit: 05.06.25 - 05.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,20	a) stark sandig, schwach schluffig, schwach humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken			
1,60	a) Schluff; stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) braun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	trocken		GP 1	1,30
3,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif bis halbfest d) e) braun f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 2	3,00
4,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) braun f) Geschiebemergel g) h) i) +	Sondierung bei 4.00 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war! schwach feucht		GP 3	4,00

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 10: BS 1

Bohrzeit: 03.06.25 - 03.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,30	a) stark schluffig, stark sandig, schwach humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken		GP 1	0,30
2,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) braun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	trocken		GP 2	1,60
2,50	a) Schluff; stark sandig b) c) steif d) e) braun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	schwach feucht		GP 3	2,50
3,30	a) Feinsand; mittelsandig, schwach schluffig b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) +	schwach feucht		GP 4	3,30
4,00	a) Feinsand; mittelsandig, schwach schluffig, Schlufflagen b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) +	schwach feucht		GP 5	4,00

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 10: BS 1

Bohrzeit: 03.06.25 - 03.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	**a) Benennung der Bodenart und Beimengungen** **b) Ergänzende Bemerkung** **c) Beschaffenheit nach Bohrgut** / **d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang** / **e) Farbe** **f) Übliche Benennung** / **g) Geologische Benennung** / **h) Gruppe** / **i) Kalkgehalt**	**Bemerkungen** **Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges**	**Entnommene Proben**		
			Art	**Nr**	**Tiefe in m (Unterkante)**
8,10	a) Mittelsand; feinsandig, schwach schluffig b) c) d) schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) +	schwach feucht bis nass, Sondierung bei 8.10 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war! Grundwasserspiegel (4.50), Grundwasserspiegel in Ruhe (4.50)		GP 6 GP 7 GP 8 GP 9	5,00 6,00 7,00 8,00

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 10: BS 2

Bohrzeit: 03.06.25 - 03.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,50	a) stark sandig, schluffig, schwach humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken		GP 1	0,50
1,10	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) braun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	schwach feucht		GP 2	1,10
2,10	a) Schluff; sandig, tonig, schwach kiesig b) c) steif bis halbfest d) e) braun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	schwach feucht		GP 3	2,10
3,00	a) Feinsand; schluffig, schwach mittelsandig, ab 2.80 m kalkhaltig b) c) d) schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	schwach feucht		GP 4	3,00
3,90	a) Schluff; tonig, Feinsandlagen b) c) halbfest d) e) braun f) g) h) i) +	schwach feucht, Grundwasserspiegel (3.90), Grundwasserspiegel in Ruhe (3.90)		GP 5	3,90

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 10: BS 2

Bohrzeit: 03.06.25 - 03.06.25

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	**a) Benennung der Bodenart und Beimengungen**				**Bemerkungen** Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	**Entnommene Proben**		
	b) Ergänzende Bemerkung					**Art**	**Nr**	**Tiefe in m (Unterkante)**
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	**d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang**	**e) Farbe**					
	f) Übliche Benennung	**g) Geologische Benennung**	**h) Gruppe**	**i) Kalkgehalt**				
5,50	a) Feinsand; schluffig b) c) d) sehr schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) +				nass, Sondierung bei 5.50 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war!		GP 6	5,00

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 10: BS 3/Kran

Bohrzeit: 03.06.25 - 03.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,50	a) stark sandig, schluffig, schwach humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! schwach feucht			
2,30	a) Schluff; sandig, tonig, schwach kiesig b) c) steif bis halbfest d) e) braun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	schwach feucht, Grundwasserspiegel (2.30), Grundwasserspiegel in Ruhe (2.30)		GP 1	1,50
5,00	a) Feinsand; schwach schluffig, ab 3.80 m kalkhaltig b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	nass		GP 2 GP 3	3,50 4,50

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 10: BS 4/Kran

Bohrzeit: 03.06.25 - 03.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,40	a) stark sandig, schluffig, schwach humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! schwach feucht		GP 1	0,40
2,50	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif bis halbfest d) e) braun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	schwach feucht, Grundwasserspiegel (2.50), Grundwasserspiegel in Ruhe (2.50)		GP 2 GP 3	1,50 2,50
5,00	a) Feinsand; schwach schluffig, ab 3.70 m kalkhaltig b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	nass		GP 4 GP 5	3,50 4,50

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 11: BS 1

Bohrzeit: 02.06.25 - 02.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,70	a) stark sandig, humos, schwach schluffig b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken			
1,60	a) Schluff; stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif bis halbfest d) e) braun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	schwach feucht		GP 1	1,60
2,40	a) Feinsand; schluffig b) c) d) schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	schwach feucht		GP 2	2,40
3,50	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht, Grundwasserspiegel (3.50), Grundwasserspiegel in Ruhe (3.50)		GP 3	3,50
7,00	a) Feinsand; schwach schluffig b) c) d) schwer zu bohren e) grau f) g) h) i) +	nass		GP 4 GP 5 GP 6	4,50 5,50 6,50

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 11: BS 1

Bohrzeit: 02.06.25 - 02.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
9,30	a) Schluff; tonig b) c) halbfest d) e) braun f) g) h) i) +	Sondierung bei 9.30 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war! schwach feucht		GP 7 GP 8	8,00 9,00

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 11: BS 2

Bohrzeit: 02.06.25 - 02.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,50	a) stark sandig, humos, schwach schluffig b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken		GP 1	0,50
1,70	a) Sand; stark schluffig, Schlufflagen b) c) d) schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	schwach feucht		GP 2	1,60
3,50	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif bis halbfest d) e) braun bis grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht, Grundwasserspiegel (3.50), Grundwasserspiegel in Ruhe (3.50)		GP 3	3,00
7,00	a) Feinsand; schwach schluffig b) c) d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren e) grau f) g) h) i) +	nass		GP 4 GP 5 GP 6	4,50 5,50 6,50
8,00	a) Feinsand; schluffig, Schlufflagen b) c) d) schwer zu bohren e) grau f) g) h) i) +	nass		GP 7	8,00

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 11: BS 2

Bohrzeit: 02.06.25 - 02.06.25

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
						Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
9,10	a) Feinsand; schwach schluffig b) c) d) schwer zu bohren e) grau f) g) h) i) +				nass, Sondierung bei 9.10 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war!		GP 8	9,00

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 11: BS 3/Kran

Bohrzeit: 02.06.25 - 02.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	**a) Benennung der Bodenart und Beimengungen** **b) Ergänzende Bemerkung** **c) Beschaffenheit nach Bohrgut** / **d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang** / **e) Farbe** **f) Übliche Benennung** / **g) Geologische Benennung** / **h) Gruppe** / **i) Kalkgehalt**	**Bemerkungen** **Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges**	**Entnommene Proben**		
			Art	**Nr**	**Tiefe in m (Unterkante)**
0,50	a) stark sandig, humos, schwach schluffig b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken		GP 1	0,50
1,60	a) Sand; schwach schluffig, Schlufflagen b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	trocken, Grundwasserspiegel (1.60), Grundwasserspiegel in Ruhe (1.60)		GP 2	1,50
2,10	a) Feinsand; schwach schluffig b) c) d) schwer zu bohren e) grau bis braun f) g) h) i) 0	nass		GP 3	2,10
3,50	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 4	3,50
5,00	a) Feinsand; schluffig b) c) d) schwer zu bohren e) grau f) g) h) i) +	nass		GP 5	5,00

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 11: BS 4/Kran

Bohrzeit: 02.06.25 - 02.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,50	a) Aufschüttung, Bauschutt, Ziegel- u. Betonreste b) c) d) schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken		GP 1	0,50
1,50	a) Feinsand; schluffig, Schlufflagen b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	schwach feucht		GP 2	1,50
3,50	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig, ab 2.80 m grau b) c) steif bis halbfest d) e) braun f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht, Grundwasserspiegel (3.50), Grundwasserspiegel in Ruhe (3.50)		GP 3	3,00
4,50	a) Feinsand; schluffig b) c) d) schwer zu bohren e) grau f) g) h) i) +	nass		GP 4	4,50
5,00	a) Schluff; tonig b) c) halbfest d) e) braun bis grau f) g) h) i) +	Temporären Pegel gesetzt, 1x Wasserprobe entnommen, Pegel wieder gezogen! schwach feucht		GP 5	5,00

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 12: BS 1

Bohrzeit: 05.06.25 - 05.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,30	a) stark sandig, schwach schluffig, schwach humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken			
1,80	a) Schluff; stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif d) e) braun bis grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht, Grundwasserspiegel (1.80), Grundwasserspiegel in Ruhe (1.80)		GP 1	1,50
2,40	a) Feinsand; schwach schluffig b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) +	nass		GP 2	2,40
3,10	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif bis halbfest d) e) braun f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht			
4,50	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	Sondierung bei 4.50 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war! schwach feucht		GP 3 GP 4	3,50 4,50

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 12: BS 2

Bohrzeit: 05.06.25 - 05.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,30	a) stark sandig, schwach schluffig, schwach humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken			
1,80	a) Schluff; stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif bis halbfest d) e) braun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	schwach feucht, Grundwasserspiegel (1.80), Grundwasserspiegel in Ruhe (1.80)		GP 1	1,60
2,50	a) Feinsand; schwach schluffig b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) +	nass		GP 2	2,50
3,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif bis halbfest d) e) braun f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht			
5,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	Sondierung bei 5.00 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war! schwach feucht		GP 3 GP 4	3,50 4,50

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 12: BS 3/Kran

Bohrzeit: 05.06.25 - 05.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung / h) Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben: Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0,20	a) stark sandig, schwach schluffig, schwach humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken			
0,60	a) Schluff; stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) braun f) Geschiebelehm g) h) i) 0	trocken		GP 1	0,60
1,80	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif bis halbfest d) e) graubraun f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht, Grundwasserspiegel (1.80), Grundwasserspiegel in Ruhe (1.80)		GP 2	1,70
2,20	a) Feinsand; schwach schluffig, schwach mittelsandig b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) +	nass		GP 3	2,20
3,80	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) steif bis halbfest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 4	3,50

NEUMANN	Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Seite 60 von 61

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 12: BS 3/Kran — **Bohrzeit:** 05.06.25 - 05.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	**a) Benennung der Bodenart und Beimengungen** **b) Ergänzende Bemerkung** **c) Beschaffenheit nach Bohrgut** / **d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang** / **e) Farbe** **f) Übliche Benennung** / **g) Geologische Benennung** / **h) Gruppe** / **i) Kalkgehalt**	**Bemerkungen** **Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges**	**Entnommene Proben**		
			Art	**Nr**	**Tiefe in m (Unterkante)**
5,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 5	4,50

NEUMANN

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Windpark Mannhagen

Bohrung: WEA 12: BS 4/Kran

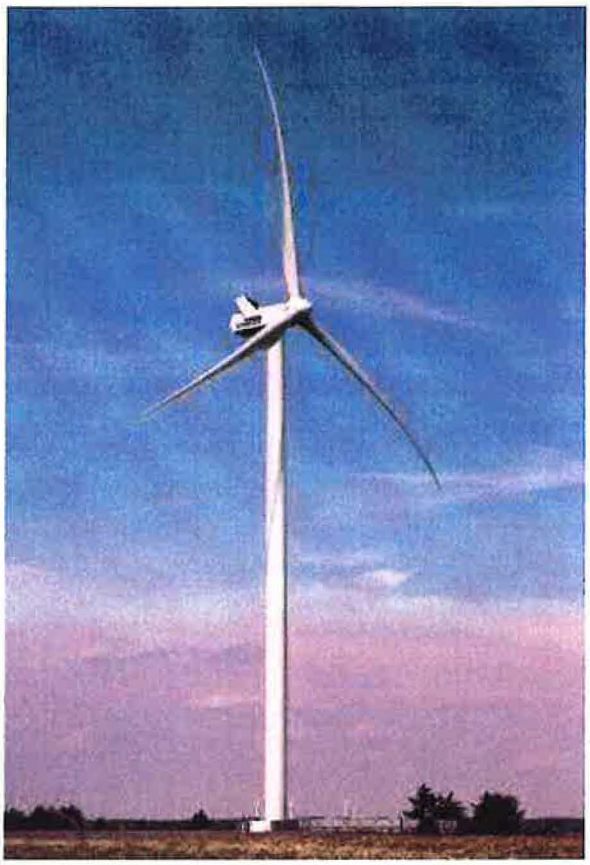
Bohrzeit: 05.06.25 - 05.06.25

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	**a) Benennung der Bodenart und Beimengungen** **b) Ergänzende Bemerkung** **c) Beschaffenheit nach Bohrgut** / **d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang** / **e) Farbe** **f) Übliche Benennung** / **g) Geologische Benennung** / **h) Gruppe** / **i) Kalkgehalt**	**Bemerkungen** **Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges**	**Entnommene Proben**		
			Art	**Nr**	**Tiefe in m (Unterkante)**
0,30	a) stark sandig, schwach schluffig, schwach humos b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Mutterboden g) h) i) 0	Ø = 80 - 40 mm Rohr! trocken		GP 1	0,30
1,50	a) Schluff; stark sandig b) c) steif bis halbfest d) e) braun f) g) h) i) 0	schwach feucht, Grundwasserspiegel (1.50)		GP 2	1,50
2,20	a) Feinsand; schwach schluffig b) c) d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) g) h) i) 0	nass, Grundwasserspiegel gefallen bis (2.00)		GP 3	2,20
5,00	a) Schluff; sandig, schwach tonig, schwach kiesig b) c) halbfest d) e) grau f) Geschiebemergel g) h) i) +	schwach feucht		GP 4 GP 5	3,50 4,50

Typenprüfungsunterlagen

VESTAS

V 162-6.8/7.2 MW, 169 m NH



- Gutachterliche Stellungnahme zu den Nachweisen-Maschinengutachten
  - der Sicherheitseinrichtungen
  - der Rotorblätter
  - der maschinenbaulichen Komponenten einschließlich der Verkleidung von Maschinenhaus und Nabe
  - der elektrotechnischen Komponenten
  - Blitzschutz
  - Bedienungsanleitung, Inbetriebnahmeprotokoll und Wartungspflichtenbuch

- **Gutachterliche Stellungnahme für Lastannahmen zur Turmberechnung** der Vestas Turbinen V 162-6.8/7.2 MW mit 169 m Nabenhöhe

- **Prüfbericht für eine Typenprüfung – Prüfung der Standsicherheit – Hybridturm HA2A90A (T22),** Windenergieanlage Vestas V162-6.8/7.2 MW, 169 m Nabenhöhe

- **Prüfbericht für eine Typenprüfung – Prüfung der Standsicherheit – Flachgründung** mit Auftrieb Windenergieanlage Vestas V162-6.8/7.2 MW
  Turm: Hybridturm HA2A90A (T22), Nabenhöhe: 169 m über GOK

Maschinengutachten Vestas V162-7.2 MW

Ersatzdokument für die öffentliche Auslegung

Hinweis:

Das Dokument „Maschinengutachten Vestas V162-7.2 MW“ enthält nach Angaben des Windenergieanlagenherstellers Vestas vertrauliche Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse und wird daher nach § 10 Abs. 2 BImSchG und § 10 Abs. 3 der 9. BImSchV nicht im Rahmen der Auslegung des Antrags veröffentlicht.

Die Unterlage liegt der zuständigen Behörde vollständig zur Prüfung vor.

Inhaltsdarstellung:

Das Dokument ist die gutachterliche Stellungnahme der DNV als akkreditierter Zertifizierungsstelle zur maschinentechnischen Prüfung des beantragten Windenergieanlagentyps.

Geprüft wurden die Rotorblätter, die maschinenbaulichen Komponenten einschließlich der Verkleidung von Maschinenhaus und Nabe, die Sicherheitseinrichtungen, die elektrotechnischen Komponenten und der Blitzschutz. Einbezogen wurden ferner die Bedienungsanleitung, der Vordruck des Inbetriebnahmeprotokolls und das Wartungspflichtenbuch.

Das Gutachten dient dem Nachweis, dass der Anlagentyp den maschinen- und sicherheitstechnischen Anforderungen der DIBt-Richtlinie entspricht.

Angaben zum Originaldokument

Originaldokument	17_02_02_Maschinengutachten-ocr.pdf
Kapitel im Antrag	17_02_Typenprüfung
Umfang des Originaldokuments	36 Seiten
Vertraulichkeitseinstufung	CONFIDENTIAL / VERTRAULICH / PROPRIETARY
Kennzeichnung im Original	CONFIDENTIAL, VERTRAULICH, PROPRIETARY

Gutachterliche Stellungnahme zu den Lastannahmen der Turmberechnung

Ersatzdokument für die öffentliche Auslegung

Hinweis:

Das Dokument „Gutachterliche Stellungnahme zu den Lastannahmen der Turmberechnung“ enthält nach Angaben des Windenergieanlagenherstellers Vestas vertrauliche Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse und wird daher nach § 10 Abs. 2 BImSchG und § 10 Abs. 3 der 9. BImSchV nicht im Rahmen der Auslegung des Antrags veröffentlicht.

Die Unterlage liegt der zuständigen Behörde vollständig zur Prüfung vor.

Inhaltsdarstellung:

Das Dokument ist die gutachterliche Stellungnahme einer akkreditierten Stelle zu den Lastannahmen für die Turmberechnung des beantragten Anlagentyps.

Gegenstand der Prüfung sind die der Standsicherheitsberechnung zugrunde gelegten Einwirkungen für die beantragte Nabenhöhe, die maßgebende Windzone und die vorgesehene Entwurfslebensdauer. Dargestellt werden Prüfgrundlagen, Prüfumfang und Ergebnis einschließlich der zugehörigen Nachweisunterlagen.

Das Gutachten ist Grundlage der bautechnischen Prüfung von Turm und Gründung.

Angaben zum Originaldokument

Originaldokument	17_02_03_Gutachten zur Lastannahme-ocr.pdf
Kapitel im Antrag	17_02_Typenprüfung
Umfang des Originaldokuments	292 Seiten
Vertraulichkeitseinstufung	RESTRICTED / VERTRAULICH / PROPRIETARY
Kennzeichnung im Original	VERTRAULICH, RESTRICTED, PROPRIETARY

Prüfbericht Typenprüfung Standsicherheit Hybridturm

Ersatzdokument für die öffentliche Auslegung

Hinweis:

Das Dokument „Prüfbericht Typenprüfung Standsicherheit Hybridturm“ enthält nach Angaben des Windenergieanlagenherstellers Vestas vertrauliche Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse und wird daher nach § 10 Abs. 2 BImSchG und § 10 Abs. 3 der 9. BImSchV nicht im Rahmen der Auslegung des Antrags veröffentlicht.

Die Unterlage liegt der zuständigen Behörde vollständig zur Prüfung vor.

Inhaltsdarstellung:

Das Dokument ist der Prüfbericht eines Prüfamts für Standsicherheit über die Typenprüfung des Hybridturms der beantragten Windenergieanlage.

Angegeben sind Prüfgegenstand, Prüfgrundlage nach der DIBt-Richtlinie, die maßgebenden Randbedingungen wie Nabenhöhe, Windzone, Erdbebenzone und Entwurfslebensdauer sowie die Beteiligten für Konstruktion und Berechnung der Beton- und Stahlbauteile. Dargestellt werden ferner die statischen Nachweise zur Standsicherheit des Turmbauwerks, der Prüfumfang, das Prüfergebnis und die Geltungsdauer der Typenprüfung.

Der Prüfbericht dient dem bauordnungsrechtlichen Nachweis der Standsicherheit des Turmbauwerks.

Angaben zum Originaldokument

Originaldokument	17_02_04_Typenprüfung Standsicherheit-Hybridturm-ocr.pdf
Kapitel im Antrag	17_02_Typenprüfung
Umfang des Originaldokuments	18 Seiten
Vertraulichkeitseinstufung	RESTRICTED / PROPRIETARY
Kennzeichnung im Original	RESTRICTED, PROPRIETARY

Prüfbericht Typenprüfung Standsicherheit Flachgründung

Ersatzdokument für die öffentliche Auslegung

Hinweis:

Das Dokument „Prüfbericht Typenprüfung Standsicherheit Flachgründung“ enthält nach Angaben des Windenergieanlagenherstellers Vestas vertrauliche Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse und wird daher nach § 10 Abs. 2 BImSchG und § 10 Abs. 3 der 9. BImSchV nicht im Rahmen der Auslegung des Antrags veröffentlicht.

Die Unterlage liegt der zuständigen Behörde vollständig zur Prüfung vor.

Inhaltsdarstellung:

Das Dokument ist der Prüfbericht eines Prüfamts für Standsicherheit über die Typenprüfung der Flachgründung der beantragten Windenergieanlage.

Angegeben sind Prüfgegenstand einschließlich Fundamentabmessung und Turmtyp, die Prüfgrundlage nach der DIBt-Richtlinie, die maßgebenden Randbedingungen wie Nabenhöhe, Windzone, Erdbebenzone und Entwurfslebensdauer sowie die Beteiligten für Konstruktion und Berechnung. Dem Prüfbericht sind die geprüften statischen und geotechnischen Nachweise beigefügt.

Der Prüfbericht dient dem bauordnungsrechtlichen Nachweis der Standsicherheit der Gründung.

Angaben zum Originaldokument

Originaldokument	17_02_05_Prüfung Standsicherheit_Flachgründung-ocr.pdf
Kapitel im Antrag	17_02_Typenprüfung
Umfang des Originaldokuments	244 Seiten
Vertraulichkeitseinstufung	RESTRICTED / PROPRIETARY
Kennzeichnung im Original	RESTRICTED, PROPRIETARY

Windpark Mannhagen Gemeinschafts-GmbH & Co. KG

Windpark Mannhagen Gemeinschafts-GmbH & Co. KG

Staatliches Amt für Landwirtschaft und
Umwelt Vorpommern
Badenstraße 18
18439 Stralsund

Per E-Mail an: [redacted]

19. Mai 2026

Antrag gemäß § 16b Abs. 1 BImSchG auf Repowering und Betrieb von 8 WEA vom Typ Vestas 7.2 MW in der Gemarkung Mannhagen Flur 13, Flurstücke 44, 49/1, 60, 75, 80, 82, und in der Gemarkung Wilmshagen Flur 1, Flurstücke 197 und 200

AZ: 1.6.2V-60.022/24-51

Hier: Ihre Schreiben vom 28.04. und 08.05.2026, Zustimmung zum Auflagenvorbehalt

Sehr geehrter Herr [redacted]
sehr geehrte Damen und Herren,

mit Schreiben vom 28.04.2026 haben Sie angekündigt, die Genehmigung unter der Erteilung von Auflagenvorbehalten zu den speziellen Immissionsschutzrechtlichen Auflagen zu Ziff. 2.4.2 und 2.4.3 anzuordnen sowie per E-Mail vom 13.05.2026 klargestellt, dass die Auflagenvorbehalte darauf beschränkt seien.
Mit Schreiben vom 08.05.2026 übermittelten Sie uns den Entwurf eines naturschutzrechtlichen Auflagenvorbehalts zu Ziff. 2.10.3.7 und 2.10.3.7.1 bezüglich der Anpassungen der Abschaltzeiten bei (freiwilliger) Durchführung des Höhenmonitorings.

Mit Schreiben vom 12.05.2026 haben wir Ihnen unsere Einwände und Vorbehalte hinsichtlich der insgesamt übermittelten Auflagen mitgeteilt.

Hiermit teilen wir Ihnen unter Bezugnahme auf unser Schreiben vom 12.05.2026 (keine Kontrollwerte bei Ziff. 2.4.2; Höhenmonitoring nach Ziff. 2.10.3.7 stellt eine freiwillige „kann-Regelung" dar und die Wiederholung nach Ziff. 2.10.3.7.1 ist nur bei durchgeführtem Höhenmonitoring erforderlich – nur bei Durchführung des Höhenmonitorings greifen die Auflagenvorbehalte) mit, dass wir mit den vorbenannten Auflagenvorbehalten mit einer Befristung auf 6 Monate nach Genehmigungserhalt einverstanden sind.

Mit freundlichen Grüßen

[redacted]

Windpark Mannhagen Gemeinschafts-GmbH & Co.