

<b>12.7 Sonstige Fachgutachten, Nachweise</b>
---

Anlagen:

- Baugrunduntersuchung-Gründungsbeurteilung, **Bauvorhaben Nr. 387/20**  
Projekt Nr. W-11086V 03, PSP-005  
vom 26.11.2020
- Baugrunduntersuchung-Gründungsbeurteilung, **Bauvorhaben Nr. 387/20-N-**  
Wasserhaltung vom 18.12.2020

Antragsteller: Windpark Krimpenfort GmbH & Co. KG

Aktenzeichen:

Erstelldatum: 17.12.2022 Version: 0

ENERCON GmbH  
Dreekamp 5  
26605 Aurich

 Gründungsmitglied  
des BD bohr

26.11.2020  
ki

### **Bauvorhaben Nr. 387/20**

Neubau einer Windkraftanlage im Windpark Vechtaer Mark Nord  
Baugrunduntersuchung – Gründungsbeurteilung  
Projekt Nr. W-11086V 03, PSP -005

## **1 Vorgang**

Die Enercon GmbH plant im Windpark Vechtaer Mark Nord den Neubau einer Windkraftanlage (PSP 005) vom Typ Enercon E – 147 EP5 E2 mit einer Nabenhöhe von 126 m. Diese Anlage soll auf einem Einzelfundament  $\varnothing$  22,30 m auf Pfählen tief gegründet werden. Gemäß zugehörigem Fundamentdatenblatt E – 147 EP5 E2-MST-126-FB-C-01 Tiefgründung vom 29.06.2020 (Rev. 0, nachfolgend mit /1/ bezeichnet) ist eine der möglichen Gründungsvarianten (Variante A) die Errichtung auf 39 Ortbetonrammpfählen (DN 51 cm), wobei von den Pfählen charakteristische Lasten von jeweils 1.864 kN (Druck) sowie 476 kN (Zug) aufzunehmen sind. Nach Rücksprache mit der Fa. Enercon wird durch unser Büro alternativ eine Gründung auf Fertigbetonrammpfählen ( $a = b = 45$  cm) in identischer Anzahl und mit identischen Lasten berechnet.

Die Fundamentsohle verläuft gemäß /1/ bei ca. 2,00 m unter GOK.

Die Lage der Windenergieanlage kann dem als Anlage 1.1 beigefügten Lageplan entnommen werden.

Die Fa. Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG wurde von der Enercon GmbH beauftragt, den Baugrund im Bereich der geplanten Anlage durch Drucksondierungen und Kleinbohrungen zu erkunden und hierauf basierend eine gutachterliche Stellungnahme zur Gründung der Windkraftanlage zu erarbeiten. Da seitens unseres Auftraggebers ein

BAUGRUNDUNTERSUCHUNG

vergleichsweise enger terminlicher Rahmen für die Durchführung der Erkundungsarbeiten und deren gutachterliche Auswertung gesetzt worden ist, wurden die Kleinbohrungen von der nahe des Bauvorhabens ansässigen und unserem Büro bekannten Firma Ulpts Geotechnik, Bockhorst, durchgeführt. Die gewonnenen Boden- und Grundwasserproben wurden unserem Büro zur weiteren Bearbeitung / Auswertung übergeben.

## **2 Baugrund**

### **2.1 Durchgeführte Untersuchungen**

Der Baugrundaufbau ist im Bereich des geplanten Windkraftanlagenfundamentes zwischen dem 09.11. und dem 17.11.2020 durch vier Spitzendrucksondierungen mit der elektrischen Spitze (CPT-E gem. DIN 4094-1, DIN EN ISO 22476-1) bis in Tiefen zwischen ca. 20,2 m und 20,9 m unter Ansatzpunkt sowie durch drei Kleinbohrungen (BS 1 – BS 3) bis in eine Tiefe von jeweils 16,00 m unter Ansatzpunkt untersucht worden. Weiterhin wurden im Bereich der Kranstellfläche zwei zusätzliche Kleinbohrungen (BS 4 und BS 5) bis in eine Tiefe von jeweils 5,00 m unter GOK und im Bereich der Zuwegung ebenfalls zwei zusätzliche Kleinbohrungen (BS 6 und BS 7) bis in eine Tiefe von jeweils 3,0 m unter GOK ausgeführt.

Sämtliche Ansatzpunkte wurden auf mNHN bezogen eingemessen, wobei sich Höhenunterschiede von maximal 0,21 m ergaben, das Untersuchungsgelände inkl. der Zuwegung also nahezu eben ist.

Die Positionen der WEA und der innerhalb der Zuwegung abgeteuften Kleinbohrungen sind im Übersichtsplan in Anlage 1.1 dargestellt worden. Die Lage der Baugrundaufschlüsse innerhalb des Standortes kann der Skizze in Anlage 1.2 entnommen werden. Die Ergebnisse der Kleinbohrungen sind als Bohrprofile in den Anlagen 2.1 und 2.2 dargestellt. Die Ergebnisse der Drucksondierungen sind in den Anlagen 3.1 bis 3.4 als Diagramme enthalten und geben die gemessenen Spitzenwiderstände, die Mantelreibung, das Reibungsverhältnis sowie die Neigung der Spitze wieder.

Zur Beurteilung des Baugrundes standen uns 54 gestörte Bodenproben zur Verfügung, die im Erdbaulabor bestimmt und beurteilt worden sind.



An repräsentativen Bodenproben wurden bodenmechanische Laborversuche durchgeführt, deren Ergebnisse in Kap. 2.4 dargestellt und interpretiert werden. Die Ergebnisse dieser Versuche sind als Laborprotokolle in den Anlagen 4 und 5 beigefügt.

Aus einem temporären Pegel wurde eine Grundwasserprobe entnommen und an die GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Pinneberg, zur Untersuchung auf Betonaggressivität übergeben. Zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung lag der Laborbefund noch nicht vor, wird jedoch umgehend nachgereicht.

## 2.2 Ergebnisse der Kleinbohrungen

Aus den in den Anlagen 2.1 und 2.2 aufgetragenen Sondierprofilen ist ersichtlich, daß im Bereich des WEA-Fundaments und der Kranstellfläche unter 0,50 m bis 0,70 m mächtigen gewachsenen Mutterböden und aufgeschütteten humosen Sanden bis in Tiefen zwischen 2,9 m und 3,7 m u.GOK gewachsene Feinsande mit schwach mittelsandigen Beimengungen anstehen, die von Geschiebelehmen in Mächtigkeiten zwischen 0,4 m und 0,9 m unterlagert werden. Unterhalb der Geschiebelehme folgen erneut Sande, deren Liegendgrenze in den auf dem Kranstellplatz abgeteuften Kleinbohrungen BS 4 und BS 5 bis zur jeweiligen Endteufe bei 5,0 m nicht erbohrt worden ist.

In den Kleinbohrungen BS 1 – BS 3 werden die Sande ab Tiefen von 6,9 m und 8,8 m von Geschiebelehmen (BS 1 bis BS 3) und zusätzlich von Torfen (BS 1 und BS 3) unterlagert. Die Mächtigkeiten dieser organischen und / oder bindigen Sedimente variiert zwischen 0,5 m und 1,7 m. Unterhalb der bindigen Böden folgen in allen drei Kleinbohrungen bis zur jeweiligen Endteufe schwach mittelsandige Feinsande.

Die Konsistenzen der Geschiebelehme variieren gemäß Probenansprache zwischen weichplastisch bis breiig und steifplastisch.

Im Bereich der Zuwegung wurden unterhalb von 0,5 m und 0,9 m mächtigen gewachsenen Mutterböden bzw. aufgeschütteten humosen Sanden bis zur jeweiligen Endteufe bei 3,0 m gewachsene Feinsande erbohrt.

### 2.3 Ergebnisse der Spitzendrucksondierungen

Aus den in den Anlagen 3.1 bis 3.4 aufgetragenen Sondierdiagrammen ist ersichtlich, daß für die erbohrten Sande Reibungsverhältnisse von  $r_f \cong 1,0 - 1,5\%$  und Spitzenwiderstände von  $q_c = 3,0 - 13,5$  MPa auf, d.h., daß die Sande in lockerer ( $q_c = 2,5 - 7,5$  MPa), mitteldichter ( $q_c = 7,5 - 15,0$  MPa) und dichter ( $q_c = 15,0 - 25,0$  MPa) Lagerung anstehen. Teilweise wurden sowohl oberflächennah als auch in Tiefen von  $> 10$  m sehr dichte Lagerungsverhältnisse angetroffen ( $q_c > 25,0$  MPa). Während es sich in größeren Tiefen um eine aufgrund der Bodenauflast im mechanischen Sinn dichte bzw. sehr dichte Lagerung handelt, wird seitens des Unterzeichners davon ausgegangen, daß die oberflächennah registrierten sehr hohen Spitzenwiderstände vor allem auf Eisenkonkretionen („Ortsandbildung“) innerhalb des Grundwasserschwankungsbereichs zurückzuführen sind, in diesen Tiefen also eher eine geochemisch bedingte Verkittung von Sandkörnern die z.T. sehr hohen Spitzenwiderstände erklärt.

Die im Bereich der WEA und der Kranstellfläche erbohrten mineralischen und organischen bindigen Böden werden durch einen Reibungsindex von  $r_f \approx 4 - 7\%$  und Spitzenwiderstände von  $q_c \approx 0,5 - 1,5$  MPa nachgewiesen, und zwar im Tiefenbereich zwischen ca. 6,5 m bis 9,0 m u.GOK.

### 2.4 Bodenmechanische Laborversuche

#### 2.4.1 Korngrößenverteilungen

Mit Hilfe zweier kombinierter Sieb- und Schlämmanalysen gemäß DIN EN ISO 17892-4 sind die Korngrößenverteilungen der erbohrten Geschiebelehme ermittelt worden. Die Untersuchungen ergaben Feinstanteile von 5,5 und 6,4 %, Schluffanteile von 41,4 und 48,9 % sowie Sandanteile von 44,7 und 53,1 %. Kornanalytisch handelt es sich hierbei also um schwach tonige, schwach mittelsandige bis mittelsandige, feinsandige bis stark feinsandige Schluffe. Weitere Einzelheiten hierzu sind der Anlage 4.1 zu entnehmen.

An einer oberflächennah gewonnenen Sandprobe wurde eine Siebanalyse durchgeführt, um den für die erforderliche Grundwasserabsenkung rechnerisch zu verwendenden Durchlässigkeitsbeiwert zu bestimmen.

Aus der in Anlage 4.2 enthaltenen Körnungslinie ist ersichtlich, daß für den rolligen Boden Schlämmkornanteile von 24,5 % und Sandanteile von 75,4 % ermittelt worden sind. Kornanalytisch handelt es sich hierbei also um einen schwach mittelsandigen, schluffigen Feinsand. Der Durchlässigkeitsbeiwert wird seitens des Unterzeichners mit  $k_f = 1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$  abgeschätzt.

#### 2.4.2 Wassergehalte

An den beiden in Kap. 2.4.1 beschriebenen Geschiebelehmproben wurden die Wassergehalte gemäß DIN EN ISO 17892-1 im Erdbaulabor ermittelt. Die Ergebnisse und die daraus in Kombination mit den durchgeführten Korngrößenuntersuchungen abgeleiteten Konsistenzen sind in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammengestellt. Einzelheiten können der Anlage 5 entnommen werden.

**Tabelle 1:** Wassergehalte und Konsistenzen der untersuchten Böden

Sondierung / Proben Nr.	Tiefe [m u.GOK]	Bodenart	Wassergehalt [Gew. %]	Konsistenz
BS 1 / 4	3,7 – 4,2	Geschiebelehm	19,7	weich
BS 2 / 4	3,4 – 3,8	Geschiebelehm	28,7	weich - breiig

#### 2.5 Zusammenstellung der bodenmechanischen Kennwerte

Für die Bemessung der Pfähle können unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Drucksondierungen, der Kleinbohrungen und der Ergebnisse der Laborversuche die in der folgenden Tabelle 2 aufgeführten charakteristischen Werte angesetzt werden.

**Tabelle 2:** Bodenmechanische Kennwerte

Bodenart	$E_{stat.}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$E_{dyn.}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Reibungs- winkel $\varphi'$ [°]	Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Wichte $\gamma / \gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Querdehn- zahl $\nu$ [-]
Mutterboden	für Gründungszwecke nicht geeignet				18,0 / 10,0	---
Torf, stark zersetzt	0,8	8,0	13,5	2,5	11,0 / 1,0	0,45
Geschiebelehm, weich – breiig	3,5	35,0	24,0	4,0	20,0 / 10,0	0,41
Geschiebelehm, weich	5,0	50,0	25,0	5,0	20,0 / 10,0	0,40
Geschiebelehm, weich – steif	6,0	60,0	25,5	6,0	20,0 / 10,0	0,40
Geschiebelehm, steif	20,0	120,0	27,0	10,0	21,0 / 11,0	0,40
Sand, locker	35,0	175,0	32,5	--	18,0 / 10,0	0,35
Sand, 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
Sand, sehr dicht	100,0	350,0	37,0	--	19,0 / 11,0	0,33

Die Bettungsziffer  $C$  [kN/m<sup>3</sup>] ergibt sich als Quotient aus dem statischen E-Modul der jeweiligen Baugrundsicht und der gewählten Pfahlkantenlänge (Fertigbetonrammpfahl).

## 2.6 Grundwasserstand

Nach Abschluß der Sondierarbeiten wurde Grundwasser in Tiefen zwischen 1,60 m und 1,90 m unter GOK festgestellt. In Abhängigkeit von anfallenden Niederschlägen muß mit Schwankungen dieser Wasserstände von einigen Dezimetern nach oben – bis nahe zur GOK - und unten gerechnet werden.



### **3 Gründungsbeurteilung**

Die Gründung der WEA erfolgt gemäß /1/ in einer Tiefe von 2,0 m u.GOK. Wie den vorliegenden direkten und indirekten Baugrundaufschlüssen in den Anlagen 2.1 sowie 3.1 – 3.4 zu entnehmen ist, stehen in gründungsrelevanten Tiefen unterhalb der Fundamentsohle Sande in lockerer bis sehr dichter Lagerung an, die von bindigen mineralischen Weichschichten und teilweise von organischen Böden (Torfen) unterlagert werden. Da bei einer Gründung der Windkraftanlage oberhalb dieser gering bis sehr gering tragfähigen bindigen / organischen Böden gravierende Setzungen und Setzungsdifferenzen auftreten würden, die zu erheblichen Schiefstellungen und damit zu Funktionsbeeinträchtigungen der Anlage führen würden, kann eine Flachgründung der WEA PSP 005 im vorliegenden Fall nicht empfohlen werden. Darüber hinaus sind die für eine Flachgründung geforderten Mindestdrehfedersteifigkeiten mit den erkundeten bindigen mineralischen Weichschichten und Torfen nicht nachzuweisen.

Für eine technisch einwandfreie Gründung ist es vielmehr zwingend erforderlich, die Bauwerkslasten über Pfähle in den tragfähigen Baugrund (mind. mitteldicht gelagerte eiszeitliche Sande) zu führen. Gemäß /1/ sind bei einer Tiefgründung (Variante A) 39 Ortbetonrammpfähle mit einem Durchmesser von 51 cm zu verwenden. Nach Rücksprache mit der Fa. Enercon wird durch den Unterzeichner alternativ zu dieser Gründungsvariante die Anordnung von Stahlbetonfertigrammpfählen mit einem Pfahlquerschnitt von 45 x 45 cm bei identischen charakteristischen Druck- (1.864 / Pfahl) und Zuglasten (476 kN/Pfahl) betrachten.

Gemäß EC 7 mit dem GGU-Programm Axpile auf der Grundlage der vorliegenden Baugrundaufschlüsse (Kleinbohrungen und Spitzendrucksondierungen) durchgeführte Berechnungen (Anlagen 6.1 und 6.2) haben ergeben, daß für eine hinreichend sichere Abtragung der o.g. charakteristischen Lasten die in der nachfolgenden Tabelle 3 aufgeführte Pfahllänge (lotrecht, ab aktueller GOK) angesetzt werden muß.

**Tabelle 3** Erforderliche Pfahllänge für Fertigbetonrammpfähle (a / b = 45 / 45 cm)

WEA-Standort	Pfahllänge [m]*
PSP 005	16,0

\* lotrecht, ab aktueller GOK

Eine Reduzierung der o.g. Absetztiefe der Pfähle ist aus geotechnischer Sicht möglich, wenn bei den Rammarbeiten in den letzten Hitzten Eindringungen von  $< 2,0$  cm bei einer Rammenergie von  $\geq 80$  kNm nicht überschritten werden. Des Weiteren ist eine Reduzierung der Einbindelängen in den tragfähigen Baugrund bei Vorlage von Probelastungen in annähernd vergleichbaren Böden denkbar.

Es wird darauf hingewiesen, daß es beim Einrammen der Rammpfähle zu Rammerschütterungen kommt, die unter Umständen an angrenzenden baulichen Anlagen (bspw. Gebäude, Rohrleitungen, Verkehrswege) zu leichten Schäden führen könnten. Es sollte deshalb vor Beginn der Arbeiten überprüft werden, ob an umliegenden baulichen Anlagen ein Beweissicherungsverfahren durchgeführt werden muß.

Die Setzungen unter einem auf Pfählen gegründeten Bauwerk sind erfahrungsgemäß gering und werden bei fachgerechter Ausführung einen Betrag von etwa 1,0 cm nicht überschreiten. Da diese Setzungen relativ gleichmäßig auftreten werden, sind Schiefstellungen der Windkraftanlage nicht zu erwarten.

Grundsätzlich bestehen aus geotechnischer Sicht keine Bedenken, wenn für die Gründung andere Pfahlssysteme ausgeführt werden. Hierzu sollte ggf. in einem Nachtrag Stellung genommen werden.

## **4 Technische Hinweise**

### **4.1 Fundamentherstellung**

Die Fundamentsohle wird gemäß Typenprüfung etwa 2,0 m u. GOK verlaufen. Die in dieser Tiefe erkundeten, wenigstens mitteldicht gelagerten Sande weisen eine ausreichende Tragfähigkeit auf, so daß für die Herstellung des Fundamentes in einem Betonierabschnitt aller Voraussicht nach keine besonderen Zusatzmaßnahmen zu treffen sind.

Die endgültigen Maßnahmen sollten nach Freilegung der Fundamentsohle vor Ort mit dem Unterzeichner abgestimmt werden.

#### 4.2 Baugrubendurchführung

Unter Berücksichtigung des erkundeten Baugrundaufbaus und der festgestellten Grundwasserstände werden zur Trockenhaltung der Baugrube zusätzliche Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich, und zwar muß im vorliegenden Fall eine Absenkung des Grundwasserspiegels mit Hilfe von Kleinfiterbrunnen bzw. eingefrästen verkiesten Horizontaldränagen, die über eine Sammelleitung an eine Vakuumpumpe angeschlossen werden, eingeplant werden. Die anstehenden Sande (geschätzter Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f = 1 \cdot 10^{-5}$  m/s) sind bis wenigstens 0,5 m unterhalb des tiefsten Baugrubenbereichs zu entwässern.

Senkrechte Baugrubenwände sind nach DIN 4124 nur bis zu einer Tiefe von 1,25 m zulässig. Tiefere Baugruben müssen geböschet oder verbaut werden. Die Neigung der Böschung darf bei Mutterböden und Sanden  $45^\circ$  nicht überschreiten.

Die in der Baugrubensohle anstehenden rolligen Böden sind oberflächlich mit einer mittleren Vibrationsplatte nachzuverdichten, um aushubbedingte Auflockerungen zu beseitigen.

#### 4.3 Herstellung des Kranstandplatzes

Im Bereich der Kranstellfläche wurden unterhalb von Mutterböden bis ca. 3,0 m u.GOK Sande erbohrt, die von teilweise weichplastischen Geschiebelehmern unterlagert werden.

Die aufgeschütteten bzw. gewachsenen humosen Böden sind komplett bis auf die darunter folgenden gewachsenen Sande auszukoffern. Im Anschluß an eine oberflächliche Nachverdichtung mittels Vibrationswalze oder mittlerer Vibrationsplatte sind lagenweise rollige Austauschböden bis zur geplanten UK des Kranstellplatzes aufzubringen. Im unteren Bereich kann es sich hierbei um Kiessande handeln (s. Abschnitt 4.5), während auf den obersten ca. 0,3 m ein Mineralgemisch und / oder Recyclingmaterial aufgebracht werden muß. Hierdurch wird die Befahrbarkeit der Flächen mit schwerem Gerät (Ramme und Autokran) gewährleistet.

Zur Aufbringung von Recyclingmaterial sind die erforderlichen behördlichen Auflagen insbesondere bzgl. des zulässigen Zuordnungswertes gemäß LAGA, Bauschutt, zu beachten.



Auf den Kiessanden muß ein  $E_{v2}$  -Wert von mind.  $80 \text{ MN/m}^2$  und auf der Tragschicht ein  $E_{v2}$  - Wert von mind.  $100 \text{ MN/m}^2$  nachgewiesen werden. Die endgültige Austauschmächtigkeit muß durch den Unterzeichner nach Abtrag der humosen Böden vor Ort festgelegt werden.

Gemäß der Technischen Spezifikation der Fa. Enercon für den geplanten WEA-Typ vom 21.08.2020 ist für die Kranstellfläche eine Grundbruch- und Setzungsberechnung für biegesteife Lastverteilungsplatten von  $2 \text{ m} \times 10 \text{ m}$  und von  $5 \text{ m} \times 10 \text{ m}$  durchzuführen. Die „Mindestbelastbarkeit“ wird mit  $200 \text{ kN/m}^2$  angegeben.

Wie der als Anlage 7 beigefügten Grundbruchberechnung zu entnehmen ist, kann die von Enercon geforderte o.g. mittlere charakteristische Bodenpressung unter Berücksichtigung der vorgegebenen Lastverteilungsflächen vom Baugrund (ungünstigste Annahme: weichplastische Geschiebelehme zwischen  $3,0 \text{ m}$  und  $3,9 \text{ m}$  und Torfe zwischen  $7,0 \text{ m}$  und  $8,0 \text{ m}$ ) bei biegesteifen Lastverteilungsflächen zwischen  $2,5 \text{ m} \times 10,0 \text{ m}$  und  $4,5 \text{ m} \times 10,0 \text{ m}$  aufgenommen werden.

Für biegesteife Lastverteilungsplatten mit Abmessungen von  $2,0 \text{ m} \times 10,0 \text{ m}$  ergibt sich gemäß Anlage 7 eine zulässige charak. Bodenpressung von  $187 \text{ kN/m}^2$  und für biegesteife Lastverteilungsplatten mit Abmessungen von  $5,0 \text{ m} \times 10,0 \text{ m}$  ergibt sich eine zulässige charak. Bodenpressung von  $191 \text{ kN/m}^2$ .

Bei Ausnutzung der o.g. mittleren Bodenpressungen können rechnerisch Setzungen von max. ca.  $7,6 \text{ cm}$  auftreten.

Da Maximallasten immer nur kurzzeitig auftreten werden, sind tatsächliche Setzungen in einer Größenordnung von maximal ca.  $2 \text{ cm}$  zu erwarten.

Grundsätzlich sind nach Vorlage einer Kranstatik durch den Unterzeichner die erforderlichen Maßnahmen (Dimensionierung der Aufstandsflächen der Raupen, detaillierter Aufbau der Tragschicht / Bodenaustausch) in einem Nachtrag zu erstellen.

Die Baumaßnahme muß durch den Unterzeichner überwacht werden. Die Verdichtung des Einbaumaterials ist durch Plattendruckversuche zu überprüfen.

Nach Vorlage der konkreten Krاندaten können durch den Unterzeichner bei Bedarf noch Einzelnachweise geführt werden.

#### 4.4 Zuwegungen

Wie in der Kranstellfläche wurden auch in der Zuwegung unterhalb von Mutterböden bzw. humosen Aufschüttungen bis zur Endteufe bei 3,0 m unter GOK Sande angetroffen.

Nach Abtrag der Mutterböden ist ein wenigstens 0,3 m mächtiges Lastverteilungspolster aus Tragschichtmaterial (Mineralgemisch oder Recyclingmaterial) verdichtet aufzubringen.

Auf den Kiessanden muß ein  $E_{v2}$  -Wert von mind.  $80 \text{ MN/m}^2$  und auf der Tragschicht ein  $E_{v2}$  - Wert von mind.  $100 \text{ MN/m}^2$  nachgewiesen werden. Die ausreichende Verdichtung des rolligen Bodens ist durch statische Lastplattendruckversuche zu überprüfen. Ggf. sind auf Anweisung des Unterzeichners Nachbesserungen der Zuwegungen vorzunehmen.

#### 4.5 Bodenaustausch

Der im Bereich des Kranstellplatzes gemäß den Angaben aus Kap. 4.3 als untere Lage aufzubringende Kiessand sollte im Körnungsbereich von etwa  $0 - 8/16 \text{ mm}$  (Schluffanteile  $< 3$  bis  $5 \%$ ) liegen und einen Ungleichförmigkeitsgrad von  $U > 3$  haben. Die darüber anzuordnende Tragschicht sollte ein Mineralgemisch / Schottermaterial mit einer Körnung von bspw.  $0/45 \text{ mm}$  sein.

Die rolligen Austauschböden müssen in Lagen von maximal  $40 \text{ cm}$  im Trockenem eingebracht und auf eine mitteldichte Lagerung gebracht werden. Die erforderliche Verdichtung kann durch etwa  $4 - 5$  Übergänge pro Lage mit einem mittleren Verdichtungsgerät oder einer Rüttelwalze erreicht werden.

Der rollige Austauschboden ist so einzubauen, daß von den Außenkanten des Fundamentes Lastabtragungen unter  $45^\circ$  im verdichteten Kiessand möglich sind. Der verbleibende Bereich zwischen dieser theoretischen Lastabtragungslinie und der Böschung sollte ebenfalls mit Kiessand, der verdichtet werden muß, aufgefüllt werden.

#### 4.6 Bodenauflast

Der auf das Fundament aufzubringende Boden muß gemäß /1/ eine Wichte von  $\gamma \geq 16,0 \text{ kN/m}^3$  aufweisen. Die als Aushubböden anfallenden Sande und humosen Böden erfüllen diese

Anforderung, so daß aus geotechnischer Sicht keine Bedenken bestehen, die beim Aushub des Fundaments anfallenden Böden als Auflast zu verwenden.

Der erforderliche Überstand der Bodenauflast über die Fundamentaßenkante beträgt 0,5 m bei einem Böschungswinkel von 45°.

## **5 Zusammenfassung**

Die durchgeführten Untersuchungen haben ergeben, daß die geplante Windkraftanlage PSP 005 im Windpark Vechtaer Mark Nord auf Pfählen tiefgegründet werden muß. Weitere Einzelheiten hierzu sind den Abschnitten 3 und 4 des Gutachtens zu entnehmen.

**Der 1. Pfahl muß in Anwesenheit des Unterzeichners hergestellt werden, damit die erforderlichen Pfahllängen und Rammkriterien vor Ort festgelegt werden können. Die Baugrube ist durch den Unterzeichner abnehmen zu lassen, um die zur Herstellung der Fundamente erforderlichen Maßnahmen vor Ort festlegen zu können.**

Bei Rückfragen stehen wir jederzeit gern zur Verfügung.

Dipl.-Ing. Peter Neumann  
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG

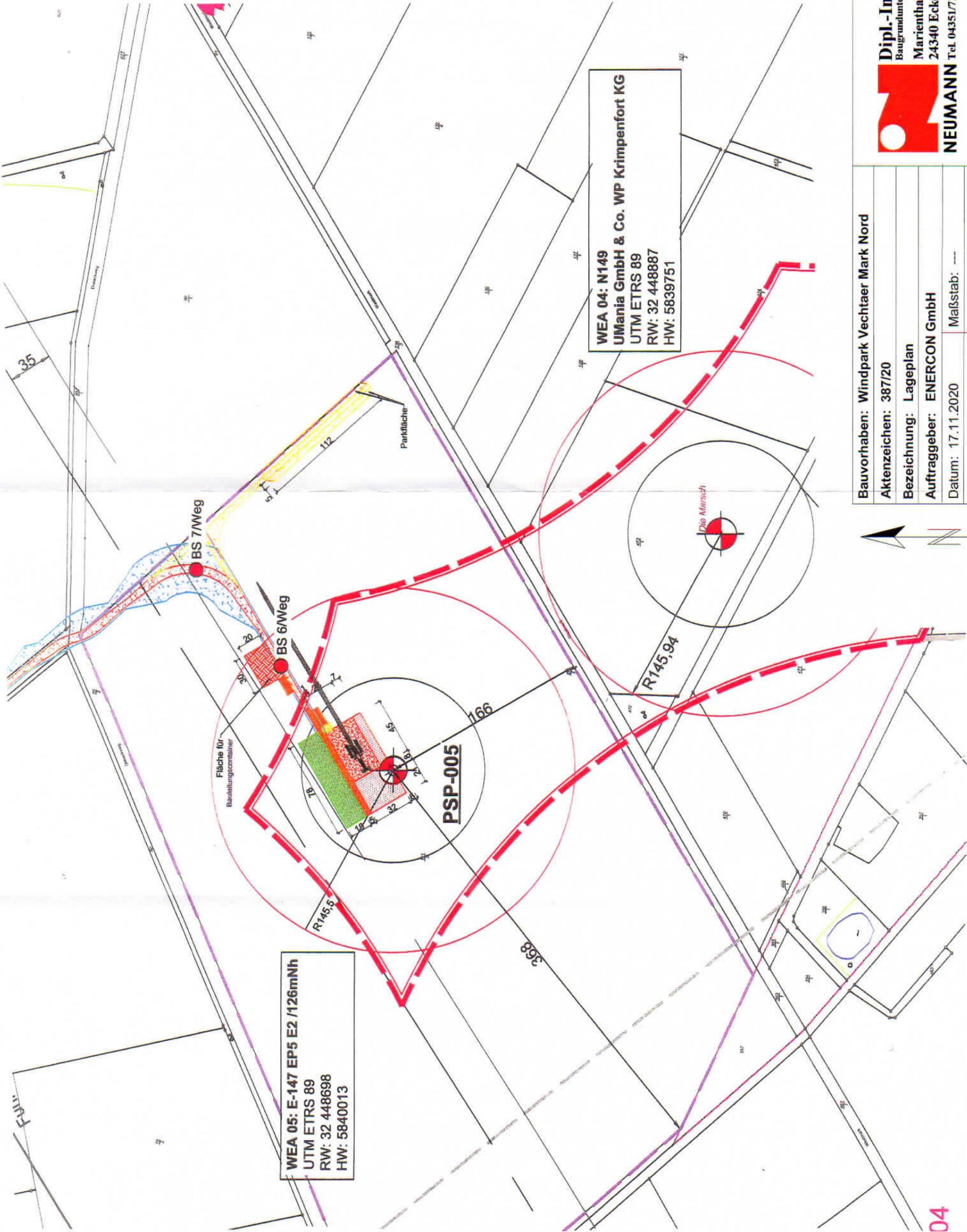


ppa. Wolfgang Tiedemann

Sachbearbeiter



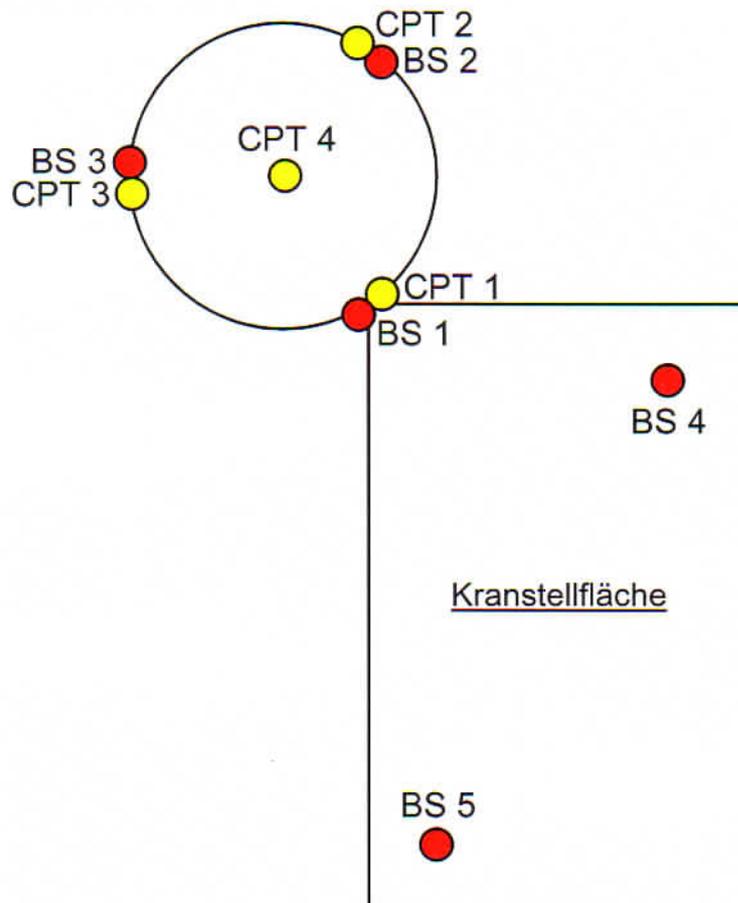
Stefan Kindt, Dipl.-Geol.



<b>Bauvorhaben:</b> Windpark Vechtaer Mark Nord
<b>Aktenzeichen:</b> 387/20
<b>Bezeichnung:</b> Lageplan
<b>Auftraggeber:</b> ENERCON GmbH
<b>Datum:</b> 17.11.2020
<b>Maßstab:</b> ---
<b>gezeichnet:</b> Claudia Thießen
<b>Anlage:</b> 1.1

**Dipl.-Ing. P. Neumann**  
 Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG  
 Marienthaler Str. 6  
 24340 Eckernförde  
**NEUMANN** Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

PSP-005



Bauvorhaben: Windpark Vechtaer Mark Nord

Aktenzeichen: 387/20

Bezeichnung: Prinzipskizze

Auftraggeber: ENERCON GmbH

Datum: 17.11.2020

Maßstab: ---

gezeichnet: Claudia Thießen

Anlage: 1.2

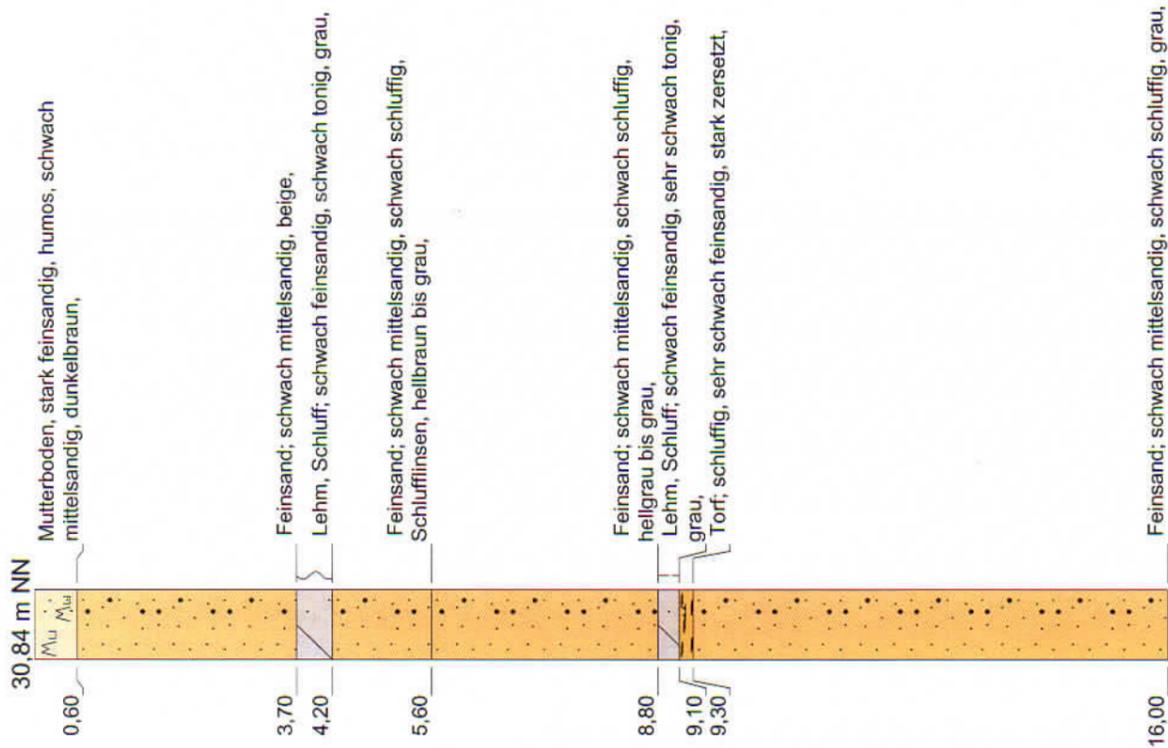


**Dipl.-Ing. P. Neumann**  
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG

Marienthaler Str. 6  
24340 Eckernförde

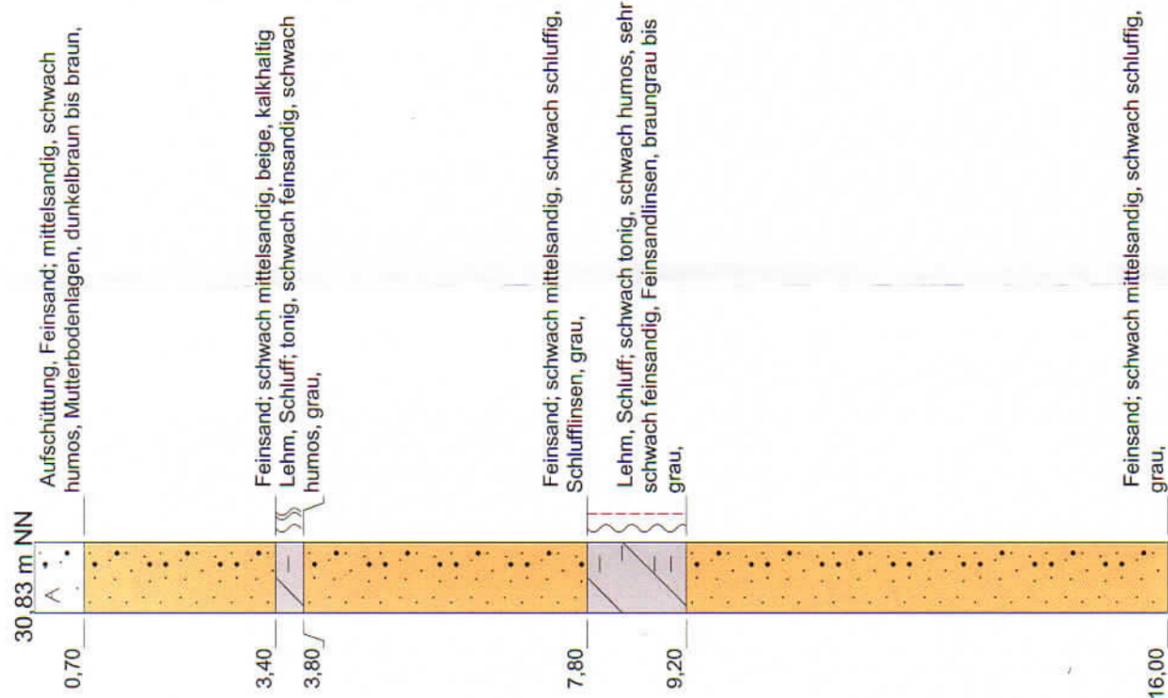
**NEUMANN** Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

**PSP-005: BS 1**



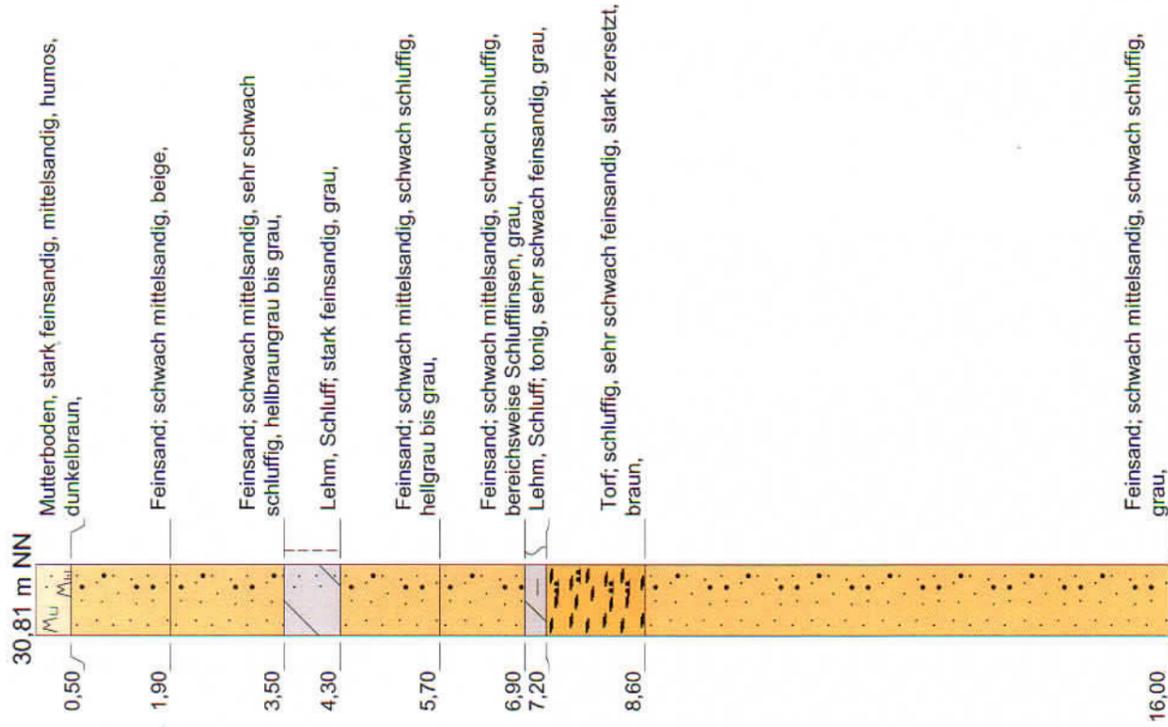
Sondierung abgebrochen!

**PSP-005: BS 2**



Sondierung abgebrochen!

**PSP-005: BS 3**



Sondierung abgebrochen!

Bauvorhaben: Windpark Vechtaer Mark Nord

Aktenzeichen: 387/20

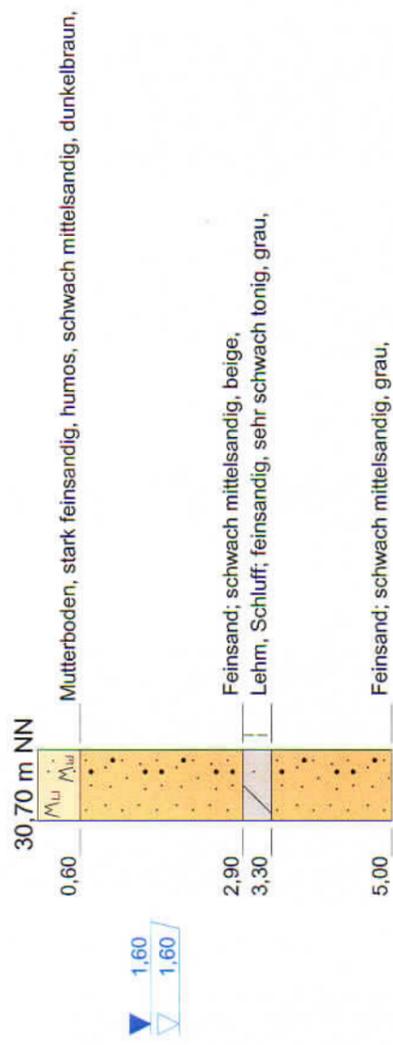
Bezeichnung: Sondierprofile

Auftraggeber: ENERCON GmbH

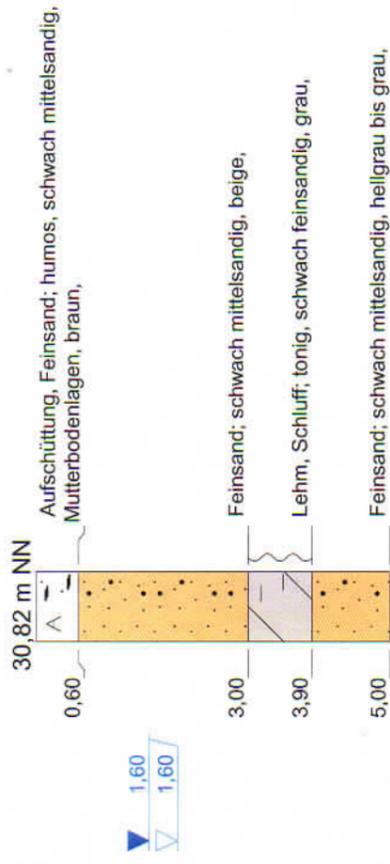
Datum: 09.11.+10.11.2020 Maßstab: 1 : 100

gezeichnet: Sandra Litzendorf Anlage 2.1

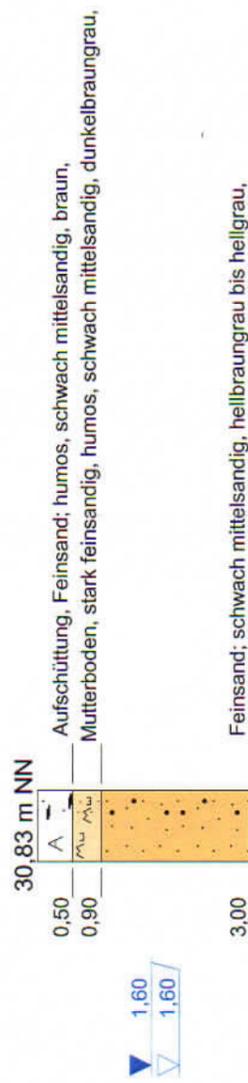
**PSP-005: BS 4/Kran**



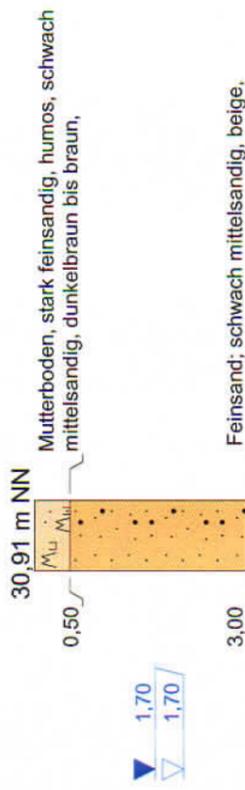
**PSP-005: BS 5/Kran**



**Weg: BS 6**



**Weg: BS 7**



Bauvorhaben: Windpark Vechtaer Mark Nord

Aktenzeichen: 387/20

Bezeichnung: Sondierprofile

Auftraggeber: ENERCON GmbH

Datum: 09.11.+10.11.2020 Maßstab: 1 : 100

gezeichnet: Sandra Litzendorf Anlage 2.2



**Dipl.-Ing. P. Neumann**  
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG

Marienthaler Str. 6  
24340 Eckernförde

**NEUMANN** Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71

# 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

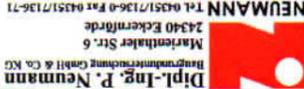
### Konsistenzen:

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

### Grundwasser:

	0,50
	1,00
	1,50
	2,00

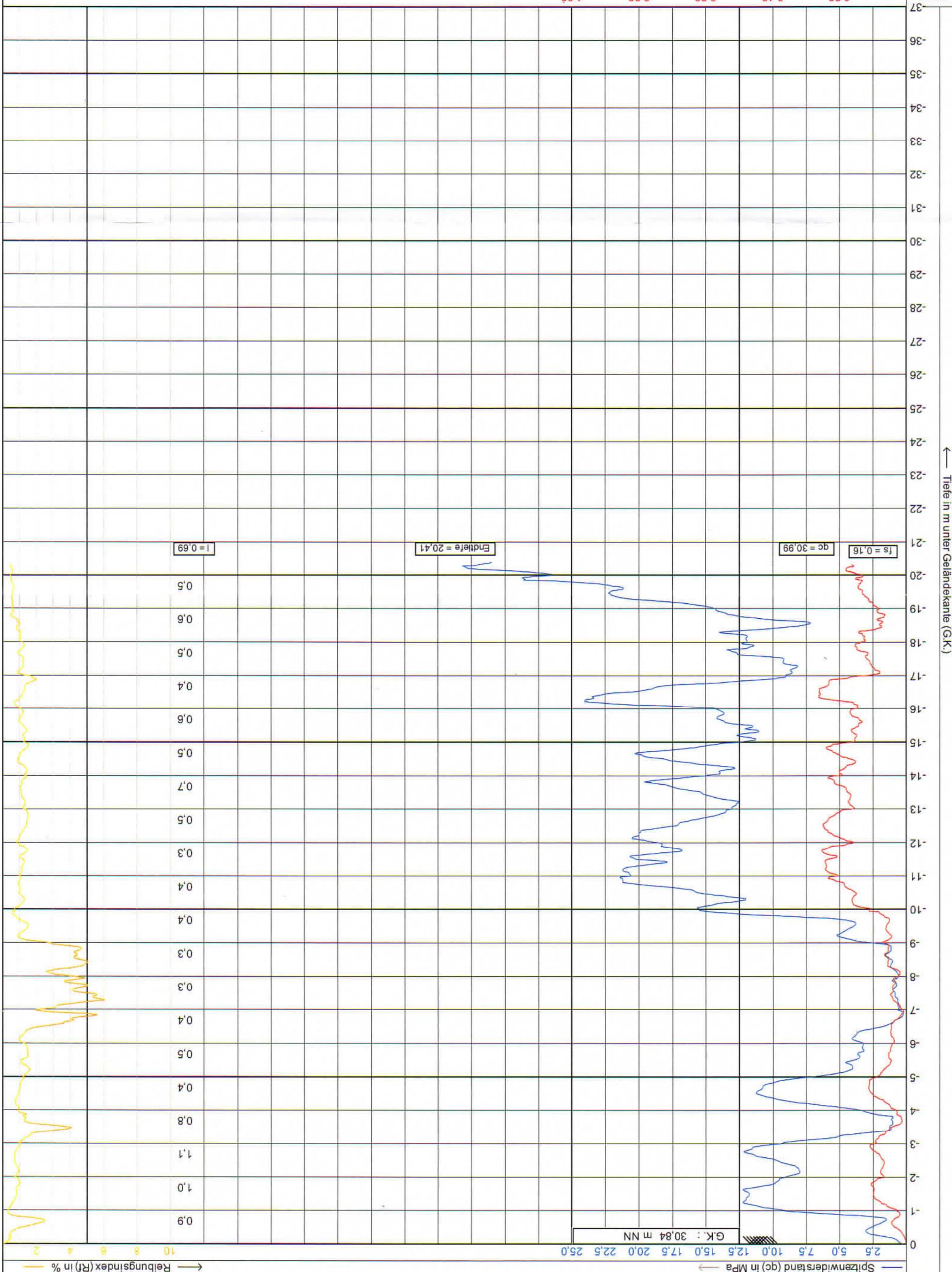
	Grundwasserspiegel angebohrt bei 0,50 m
	Grundwasserspiegel gefallen bis 1,00 m
	Grundwasserspiegel angestiegen bis 1,50 m
	Grundwasserspiegel im ausgebauten Bohrloch bei 2,00 m bzw. Grundwasserspiegel in Ruhe bei 2,00 m



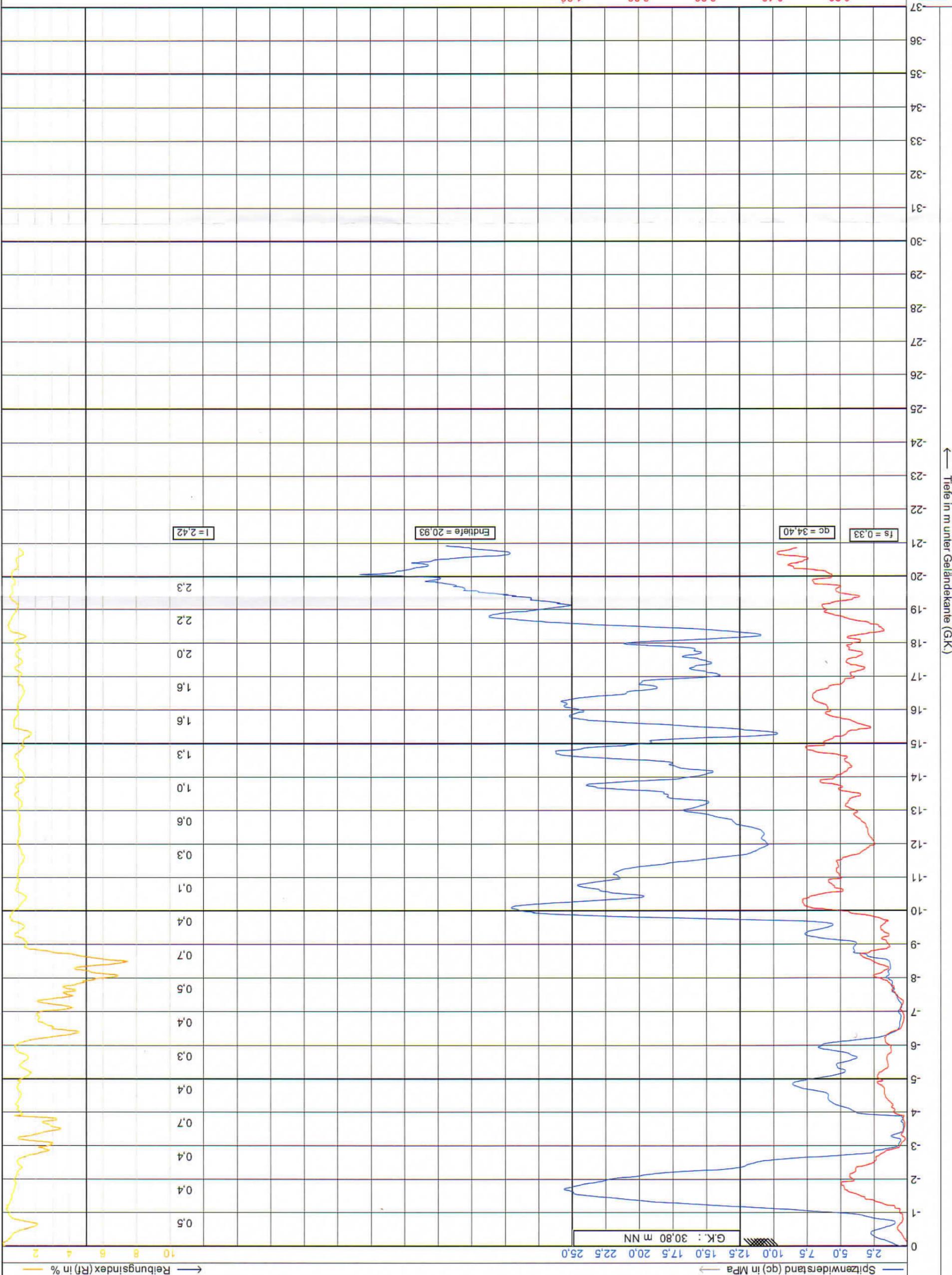
Projekt : Windpark Vechtaer Mark Nord  
Ort : PSP-005  
nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1

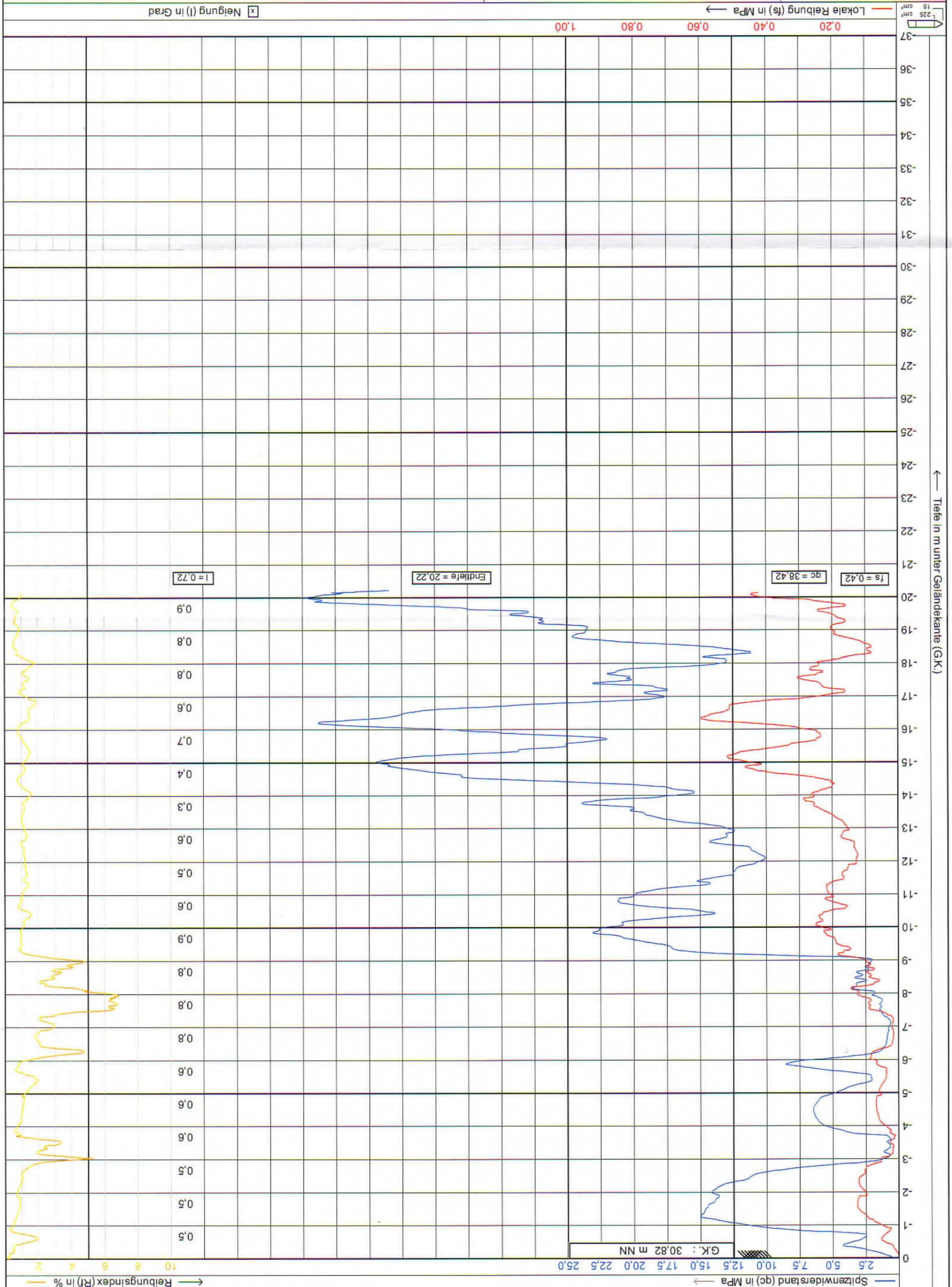
Datum : 17.11.2020  
Konus Nr. : S15CRLS14579  
Projekt Nr. : 387/20  
CPT Nr. : 1  
1/1

Lokale Reibung (fs) in MPa ←  
 Neigung (l) in Grad



Neigung (l) in Grad

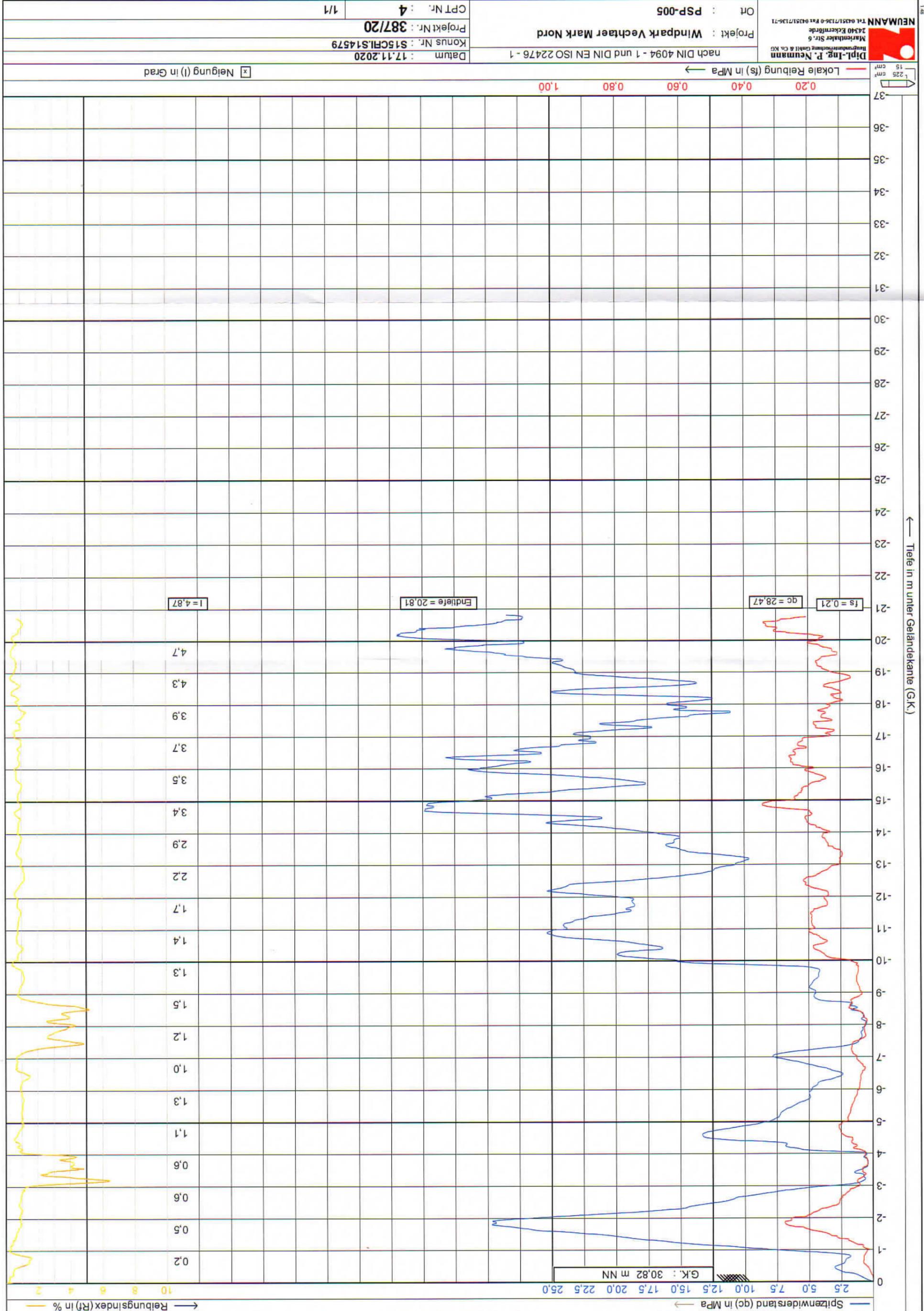




Neigung (l) in Grad

← Tiefe in m unter Geländeante (G.K.)

Neigung (l) in Grad



**Bemerkungen:**

BS 1/4 w = 19.66 %  
BS 2/4 w = 28.65 %

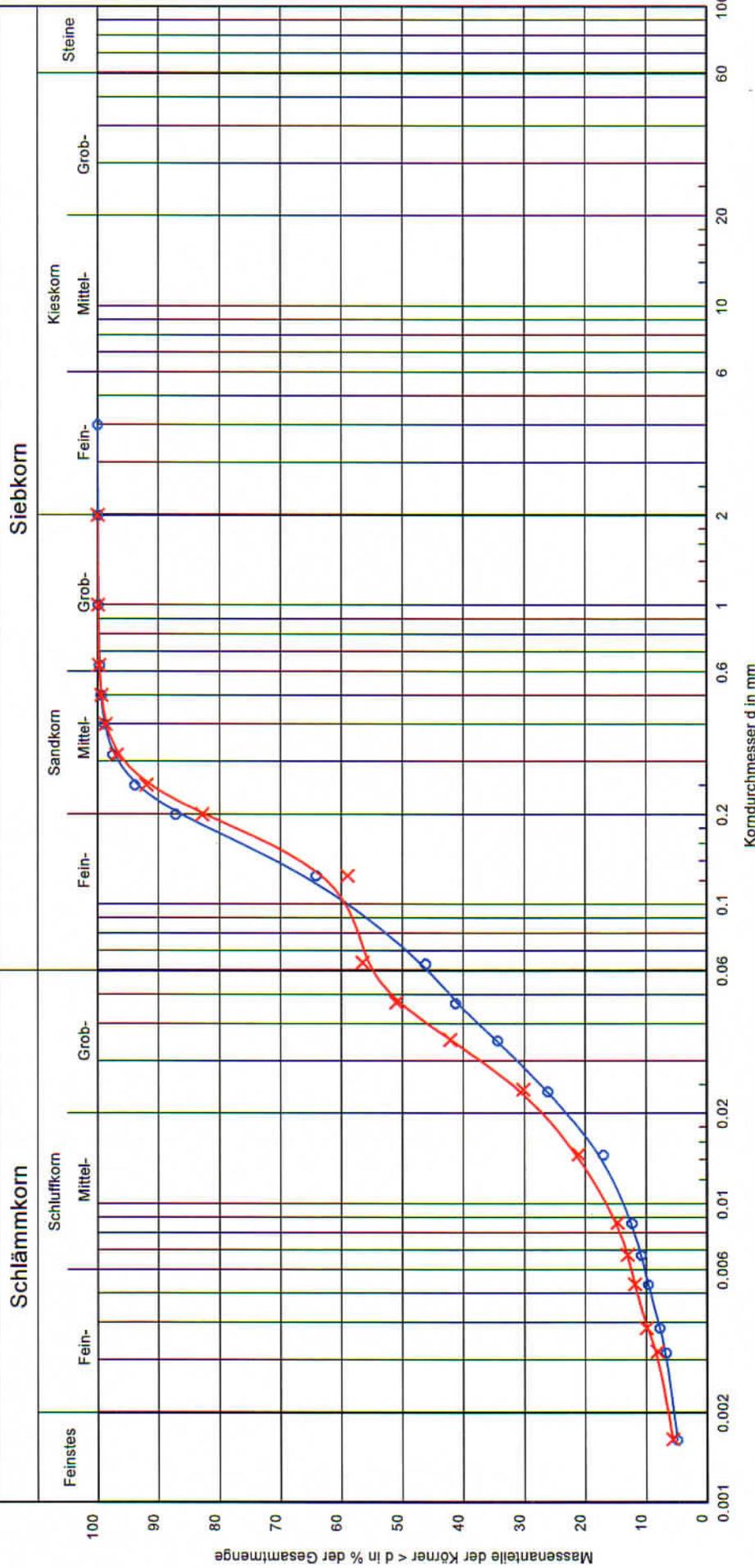
Bearbeiter: dü

Datum: 20.11.2020

**Körnungslinie** nach DIN EN ISO 17892-4  
Windpark Vechtaer Mark Nord



Dipl.- Ing. Peter Neumann  
Bagrunduntersuchung GmbH & Co. KG  
Marienthaler Straße 6  
24340 Eckernförde  
Tel. 043517136-0 Fax: 043517136-71  
kontakt@neumann-baugrund.de



Bezeichnung:	○
Bodenart:	U, fs, t', ms'
Tiefe:	3.70 - 4.20 m
Entnahmestelle:	BS 1/4
T/U/S/G [%]:	5.5/41.4/53.1/0.0

Bezeichnung:	×
Bodenart:	U, fs, ms, t'
Tiefe:	3.40 - 3.80 m
Entnahmestelle:	BS 2/4
T/U/S/G [%]:	6.4/48.9/44.7/-

Bericht: 387/20  
Anlage: 4.1  
Prüfungsnummer: 387/20  
Probe entnommen am: 11/20  
Art der Entnahme: gestörte Probe  
Arbeitsweise: Sieb-/Schlämmanalyse

Bemerkungen:

**Körnungslinie** nach DIN EN ISO 17892-4

Windpark Vechtaer Mark Nord

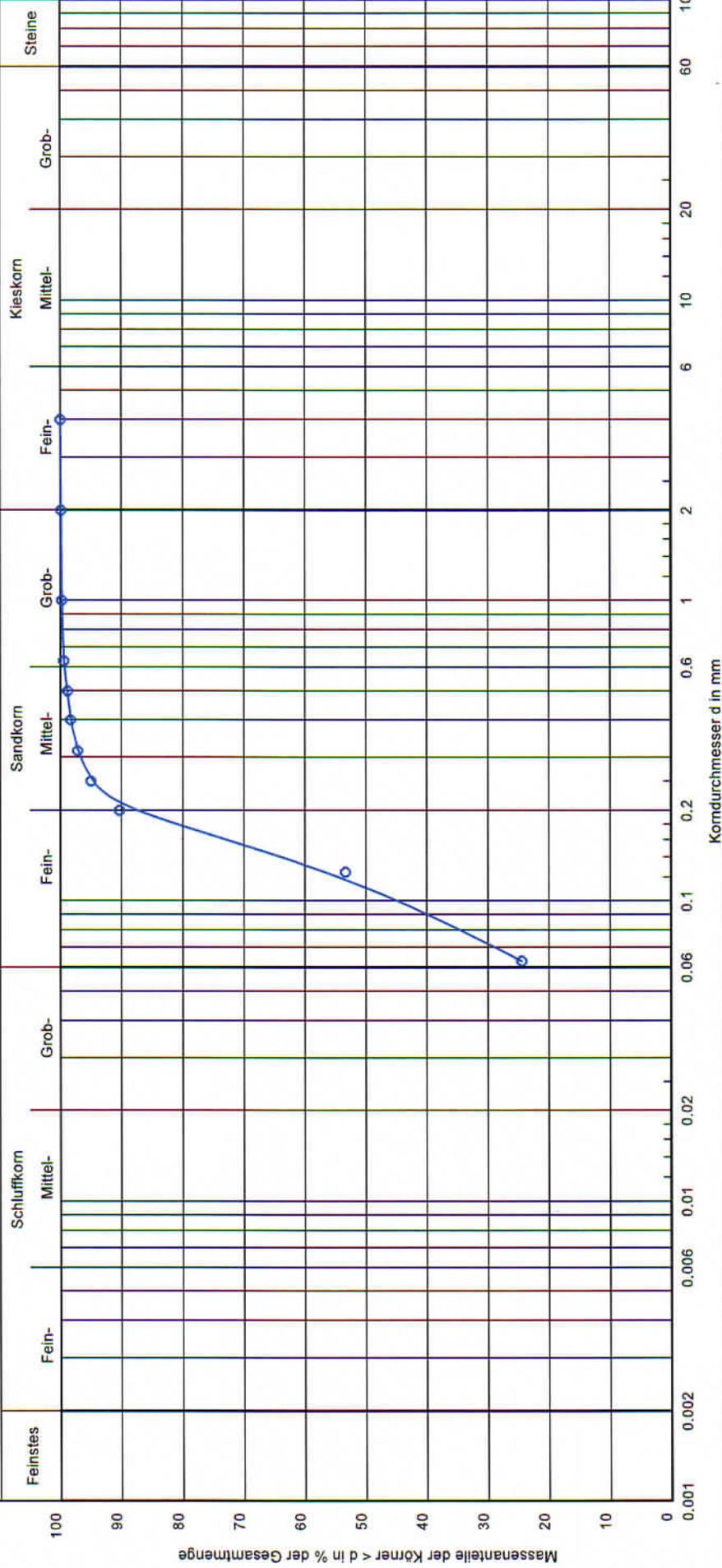


Dipl.- Ing. Peter Neumann  
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG  
Marienthaler Straße 6  
24340 Eckernförde  
Tel. 043517136-0 Fax: 043517136-71  
kontakt@neumann-baugrund.de

Bearbeiter: dj Datum: 20.11.2020

**Schlammkorn**

**Siebkorn**



Bezeichnung:

Bodenart:

Tiefe:

U/Cc:

Entnahmestelle:

k nach Beyer:

T/U/S/G [%]:

IS, u, ms'

1.90 - 3.50 m

-/-

BS 3/3

-

- /24.5/75.4/0.1

Bericht:  
387/20  
Anlage:  
4.2

Prüfungsnummer: 387/20

Probe entnommen am: 11/20

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Siebanalyse



Dipl.- Ing. Peter Neumann  
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG  
Marienthaler Straße 6 24340 Eckernförde  
Tel. 04351/7136-0 Fax: 04351/7136-71  
kontakt@neumann-baugrund.de

Bericht: 387/20

Anlage: 5

## Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

### Windpark Vechtaer Mark Nord

Bearbeiter: dü

Datum: 20.11.2020

Prüfungsnummer: 387/20

Entnahmestelle: BS 1, BS 2

Tiefe: siehe unten

Bodenart: Lehm

Art der Entnahme: gestörte Probe

Probe entnommen am: 11/20

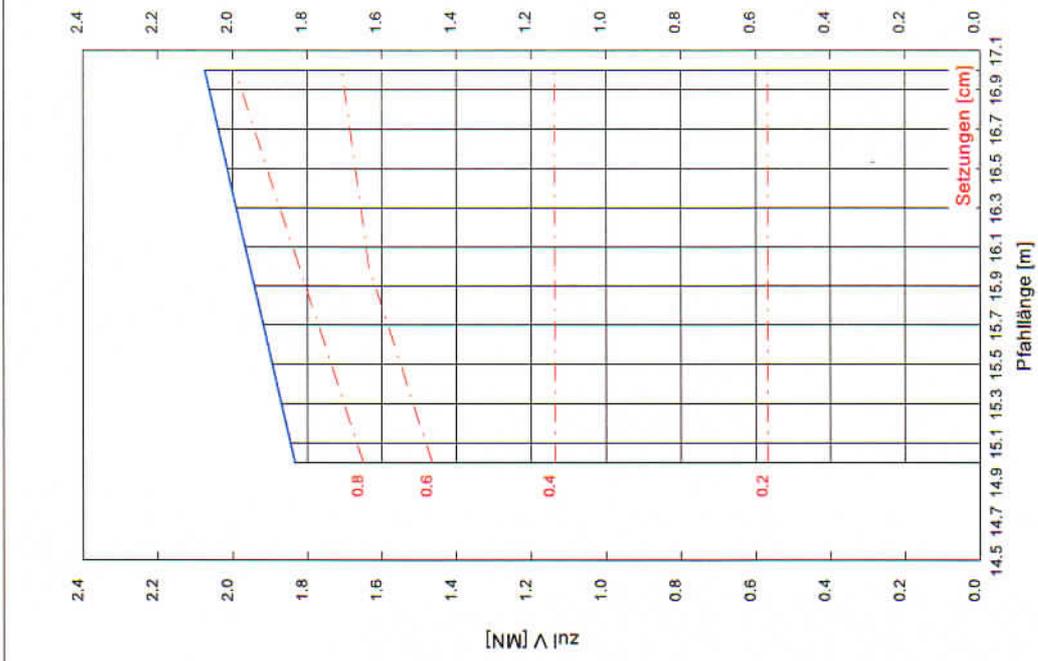
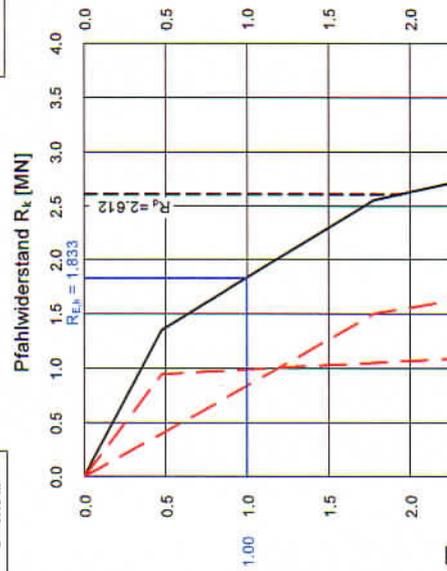
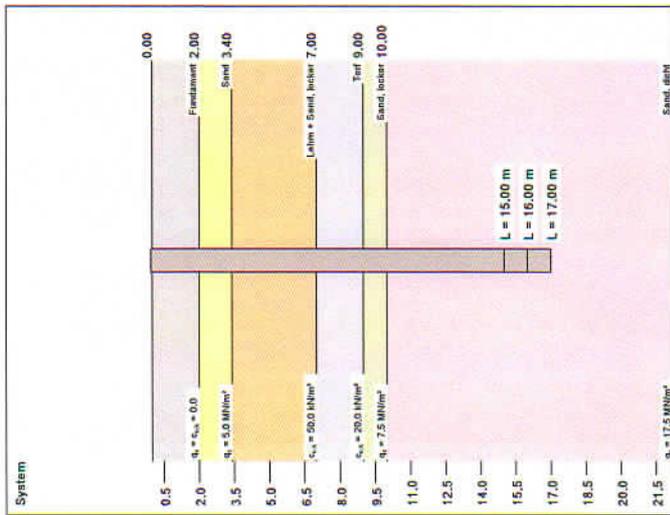
Bodenart:	L	L
Probenbezeichnung:	BS 1/4 3.70 - 4.20 m	BS 2/4 3.40 - 3.80 m
Feuchte Probe + Behälter [g]:	153.74	152.78
Trockene Probe + Behälter [g]:	136.65	130.69
Behälter [g]:	49.71	53.58
Porenwasser [g]:	17.09	22.09
Trockene Probe [g]:	86.94	77.11
Wassergehalt [%]:	19.66	28.65

Boden	$q_{s,0}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{s,0,55}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{s,0,15}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{s,0,5}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	0,0	0,0	0,000	0,000	0,000	Fundament
	5,0	0,0	0,000	0,000	0,000	Sand
	0,0	50,0	0,000	0,000	0,000	Lehm + Sand, locker
	0,0	20,0	0,000	0,000	0,000	Torf
	7,5	0,0	5,000	0,0400	0,0600	Sand, locker
	17,5	0,0	6,750	10,525	0,1338	Sand, dicht



**Berechnungsgrundlagen**  
 BV WP Vechlaer Mark Nord, PSP 005  
 Norm: EC 7  
 Fertigammpfahl  
 Stahlbeton und Spannbeton  
 Verhältniswert (min, max) = 1,00  
 Interpolation Mantielreibung:  
 bei  $q_{s,k} < 7.5 \text{ MN/m}^2$  deaktiviert  
 bei  $c_{u,k} < 60 \text{ kN/m}^2$  deaktiviert

Pfahlbreite = 0.450 m  
 Erhöhungsfaktor (Spitzendruck) = 1.100  
 $\gamma_G = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_G = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(s,0)} = 0.500 \cdot \gamma_G + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(s,0)} = 1.425$   
 Zul V



b [m]	Länge [m]	$R_k$ [MN]	$R_d$ [MN]	$R_{E,k}$ [MN]	s [cm]
0.450	15.00	3.656	2.612	1.833	1.00
0.450	16.00	3.897	2.784	1.953	0.94
0.450	17.00	4.138	2.955	2.074	0.88

$R_{E,k} = R_k / (\gamma_G \cdot \gamma_{(s,0)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99$  [ $\gamma_{(s,0)} = 1.425$ ]

Widerstandssetzungslinie  
 für Pfahlänge = 15.00 m

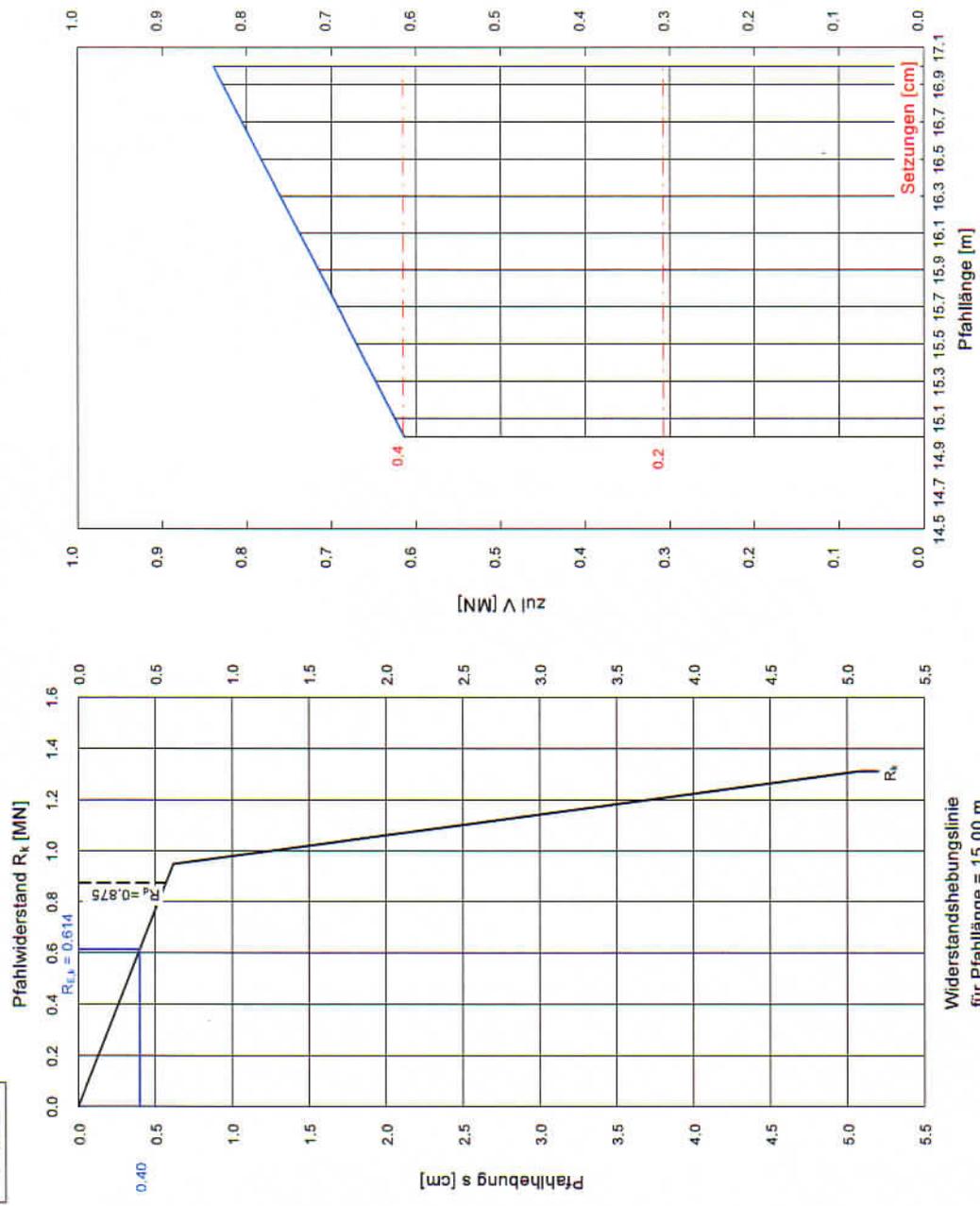
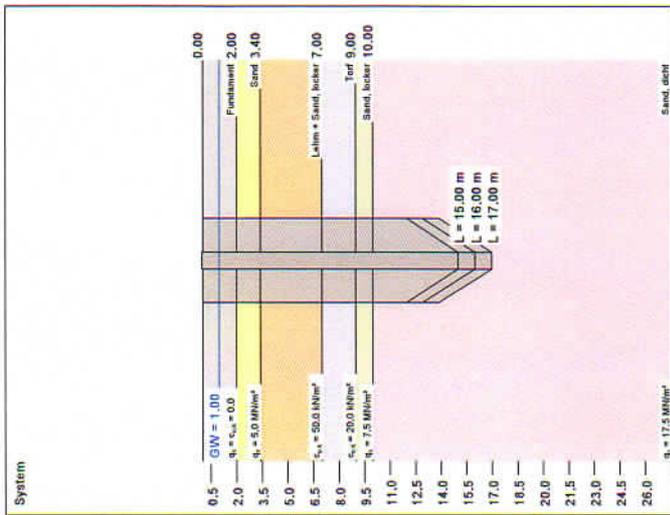
Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$q_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\varphi$ [°]	$q_{s,vert}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Fundament
	19,0	11,0	5,0	0,0	35,0	0,0000	Sand
	19,0	10,0	0,0	50,0	27,0	0,0000	Lehm + Sand, locker
	11,0	1,0	0,0	20,0	13,5	0,0000	Torf
	18,0	10,0	7,5	0,0	32,5	0,0600	Sand, locker
	19,0	11,0	17,5	0,0	36,0	0,1338	Sand, dicht

Berechnungsgrundlagen  
 BV WP Vechtaer Mark Nord, PSP 005  
 Norm: EC 7  
 Fertigrammpfahl (Zugpfahl)  
 Stahlbeton und Spannbeton  
 Verhältniswert (min, max) = 1,00  
 Interpolation Mantelreibung:  
 bei  $q_s < 7,5$  MN/m<sup>2</sup> deaktiviert  
 bei  $c_{u,k} < 60$  kN/m<sup>2</sup> deaktiviert

Pfahlbreite = 0,450 m  
 Grundwasser = 1,00 m  
 Anpassungsfaktor  $\eta = 0,800$   
 $\gamma$  (Aufbruchkegel) = 0,90  
 Aufbruchradius begrenzt auf: 2,50 m  
 $\gamma_p = 1,50$   
 $\gamma_a = 1,35$   
 $\gamma_a = 1,50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0,500

$\gamma_{(a,0)} = 0,500 \cdot \gamma_a + (1 - 0,500) \cdot \gamma_g$   
 $\gamma_{(a,0)} = 1,425$

Zul V  
 Hebung



b [m]	Länge [m]	G [MN]	R <sub>k</sub> [MN]	R <sub>d</sub> [MN]	R <sub>e,k</sub> [MN]	Hebung [cm]
0.450	15.00	1.349	1.312	0.875	0.614	0.40
0.450	16.00	1.502	1.553	1.035	0.726	0.47
0.450	17.00	1.656	1.793	1.196	0.839	0.55

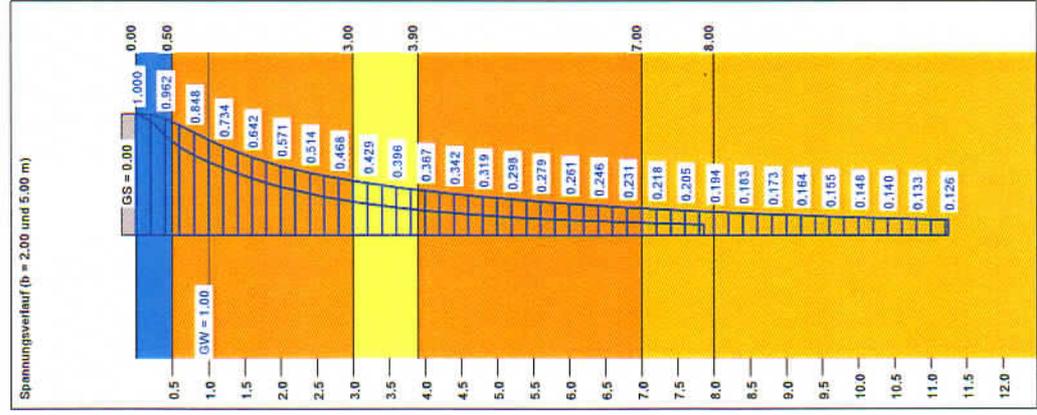
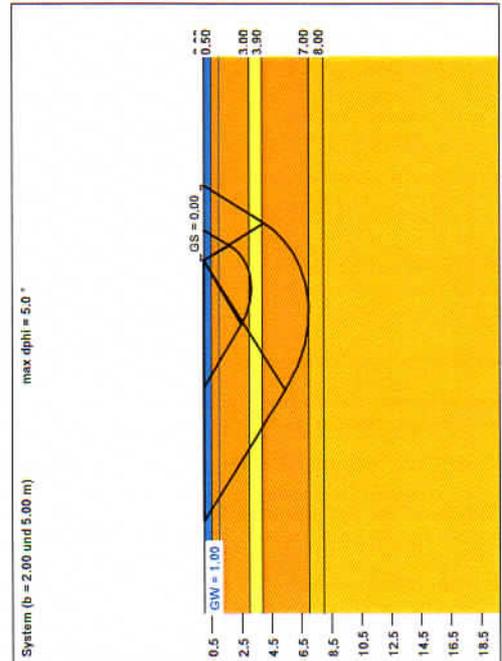
$R_{e,k} = R_k / (\gamma_p \cdot \gamma_{(a,0)}) = R_k / (1,500 \cdot 1,425) = R_k / 2,14$  ( $\eta_{(a,0)} = 1,425$ )

Widerstandshebungsline  
 für Pfahlhöhe = 15,00 m

Pfahlhöhe [m]

Setzungen [cm]

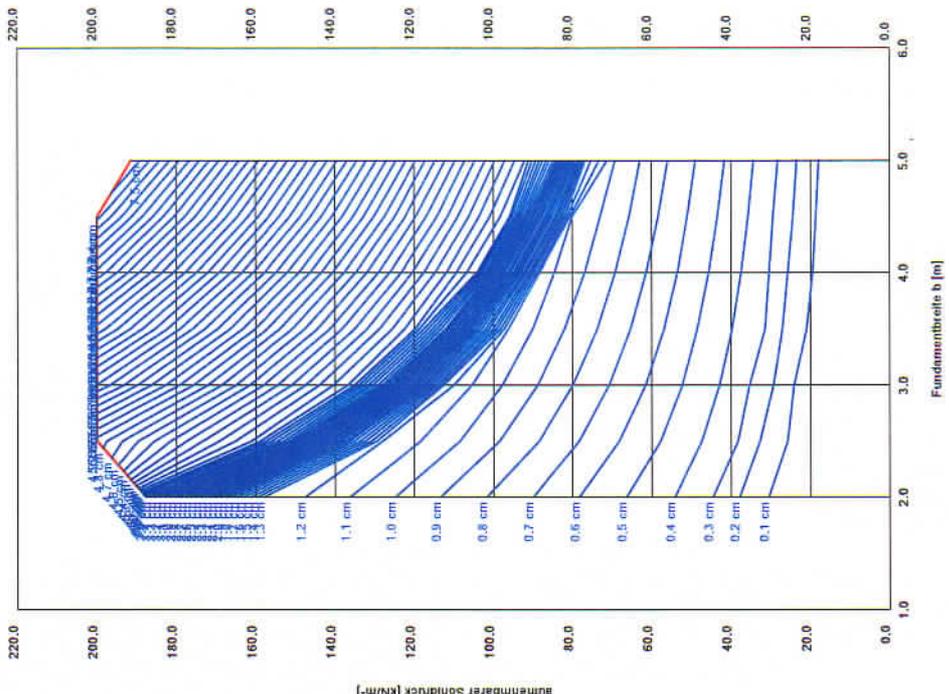
Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s1}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Bezeichnung
19.0	11.0	36.0	0.0	80.0	0.00	0.00	rolliger Austauschboden, dicht
19.0	11.0	35.0	0.0	50.0	0.00	0.00	Sand, md
20.0	10.0	25.0	0.0	5.0	0.00	0.00	Lg. weich
19.0	11.0	35.0	0.0	50.0	0.00	0.00	Sand, md
11.0	1.0	13.5	0.0	0.80	0.00	0.00	Torf
19.0	11.0	36.0	0.0	80.0	0.00	0.00	Sand, dicht



a [m]	b [m]	zul $\sigma$ [kN/m <sup>2</sup> ]	zul R [kNm]	s [cm]	call $\phi$ [°]	call c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$t_g$ [m]	UK LS [m]
10.00	2.00	187.8	375.5	3.50	30.0*	0.92	14.54	0.00	7.86	3.17
10.00	2.50	200.0	500.0	4.86	30.0*	1.54	13.79	0.00	8.87	3.96
10.00	3.00	200.0	600.0	5.59	30.0*	0.82	13.32	0.00	9.51	4.78
10.00	3.50	200.0	700.0	6.27	30.0*	0.65	12.99	0.00	10.07	5.55
10.00	4.00	200.0	800.0	6.88	30.0*	0.56	12.74	0.00	10.57	6.34
10.00	4.50	200.0	900.0	7.43	29.5*	0.50	12.58	0.00	11.03	6.99
10.00	5.00	191.5	957.4	7.60	26.3*	0.50	12.58	0.00	11.24	7.00

\* phi wegen 5° Bedingung abgemindert  
 zul  $\sigma = \sigma_{sk} / (\gamma_{sk} \cdot \gamma_{f,sk}) = \sigma_{sk} / (1.30 \cdot 1.25) = \sigma_{sk} / 1.63$   
 Verhältnis Veränderliche(O)/Gesamtlast(G+O) [-] = 0.50

**Berechnungsgrundlagen:**  
 WEA PSP-005  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,d} = 1.30$   
 $\gamma_G = 1.20$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{f,sk} = 0.500 \cdot \gamma_G + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{f,sk} = 1.250$   
 zul sigma auf 200.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
 Gründungssohle = 0.00 m  
 Grundwasser = 1.00 m  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
 aufnehmbarer Sohldruck  
 Setzungen



## Kopfblatt zum Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

**Bohrungen: PSP-005: BS 1 - BS 5 / CPT 1 - CPT 4**

**Weg: BS 6 + BS 7**

Projekt: Windpark Vechtaer Mark Nord

Ort: Windpark Vechtaer Mark Nord

Zweck der Bohrung: Baugrunduntersuchung

Auftraggeber: ENERCON GmbH, Dreekamp 5, 26605 Aurich

Bohrfirma: Dipl.-Ing. Peter Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG, Marienthaler Str. 6,  
24340 Eckernförde

Geräteführer: M. Netzel

Bohrzeit vom: 09.11.2020

Bohrzeit bis: 17.11.2020

Max. Bohrlochdurchmesser: 80 mm / 15,0 cm<sup>2</sup> Spitzenquerschnittsfläche

Bohrverfahren: Rammkernsondierung (BS) / Spitzendrucksondierung (CPT)

Anzahl der Bodenproben: 54 gestörte Proben (GP)

Aufbewahrungsort der Bodenproben: Auftragnehmer

Aufbewahrungszeit der Bodenproben: 3 Monate

Anzahl der Wasserproben: 1 (PSP-005: CPT 4)

Die Lage der Sondieransatzpunkte: siehe Lageplan u. Prinzipskizze (Anlagen 1.1 + 1.2).

Die Höhen der Sondieransatzpunkte wurden auf NN (NN + 30,86 m,  
OK Gelände am Mittelpunkt der WEA) bezogen.

PSP-005: BS 1	NN + 30,84 m	PSP-005: CPT 1	NN + 30,84 m
PSP-005: BS 2	NN + 30,83 m	PSP-005: CPT 2	NN + 30,80 m
PSP-005: BS 3	NN + 30,81 m	PSP-005: CPT 3	NN + 30,82 m
PSP-005: BS 4	NN + 30,70 m	PSP-005: CPT 4	NN + 30,82 m
PSP-005: BS 5	NN + 30,82 m		

Weg: BS 6 NN + 30,83 m

Weg: BS 7 NN + 30,91 m

Fachtechnisch bearbeitet von: Stefan Kindt, Dipl.-Geol.  
am: 17.11.2020

**DIPL.-ING. PETER NEUMANN**  
Baugrunduntersuchung GmbH & Co KG  
Marienthaler Straße 6  
24340 ECKERNFÖRDE  
Telefon 0 43 51 71 36 - 0



# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Windpark Vechtaer Mark Nord

Bohrzeit:  
von: 10.11.2020  
bis: 10.11.2020

Bohrung: PSP-005: BS 1

1	2				3	4	5	6
Bis  ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,60	a) stark feinsandig, humos, schwach mittelsandig				Ø = 80 - 40 mm Rohr!		GP1	0,60
	b)							
	c)	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Mutterboden	g)	h)	i)				
3,70	a) Feinsand; schwach mittelsandig				Grundwasserspiegel in Ruhe 1.80m Grundwasserspiegel 1.80m		GP2 GP3	2,00 3,70
	b)							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu	e) beige					
	f)	g)	h)	i)				
4,20	a) Lehm, Schluff; schwach feinsandig, schwach tonig						GP4	4,20
	b)							
	c) weich	d)	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
5,60	a) Feinsand; schwach mittelsandig, schwach schluffig, Schlufflinsen						GP5	5,60
	b)							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) hellbraun bis grau					
	f)	g)	h)	i)				
8,80	a) Feinsand; schwach mittelsandig, schwach schluffig						GP6 GP7	7,00 8,80
	b)							
	c)	d) leicht zu bohren bis schwer zu bohren	e) hellgrau bis grau					
	f)	g)	h)	i)				



# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 2

Projekt: Windpark Vechtaer Mark Nord

Bohrzeit:  
von: 10.11.2020  
bis: 10.11.2020

Bohrung: PSP-005: BS 1

1	2				3	4	5	6
Bis  ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
9,10	a) Lehm, Schluff; schwach feinsandig, sehr schwach tonig						GP8	9,10
	b)							
	c) steif	d)	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
9,30	a) Torf; schluffig, sehr schwach feinsandig, stark zersetzt						GP9	9,30
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
16,00	a) Feinsand; schwach mittelsandig, schwach schluffig				Sondierung bei 16.00 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war!		GP10 GP11 GP12 GP13	10,00 12,00 14,00 16,00
	b)							
	c)	d) schwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				



# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Windpark Veichtaer Mark Nord

Bohrzeit:  
von: 10.11.2020  
bis: 10.11.2020

Bohrung: PSP-005: BS 2

1	2				3	4	5	6
Bis  ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,70	a) Aufschüttung, Feinsand; mittelsandig, schwach humos, Mutterbodenlagen				Ø = 80 - 40 mm Rohr!		GP1	0,70
	b)							
	c)	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun bis braun					
	f) Aufschüttung	g)	h)	i)				
3,40	a) Feinsand; schwach mittelsandig				Grundwasserspiegel in Ruhe 1.90m Grundwasserspiegel 1.90m		GP2 GP3	2,00 3,40
	b)							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h)	i) +				
3,80	a) Lehm, Schluff; tonig, schwach feinsandig, schwach humos						GP4	3,80
	b)							
	c) weich bis breiig	d)	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
7,80	a) Feinsand; schwach mittelsandig, schwach schluffig, Schlufflinsen						GP5 GP6	6,00 7,80
	b)							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
9,20	a) Lehm, Schluff; schwach tonig, schwach humos, sehr schwach feinsandig, Feinsandlinsen						GP7	9,20
	b)							
	c) weich bis steif	d)	e) braungrau bis grau					
	f)	g)	h)	i)				



# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerneten Proben

Seite: 2

Projekt: Windpark Vechtaer Mark Nord

Bohrzeit:  
von: 10.11.2020  
bis: 10.11.2020

Bohrung: PSP-005: BS 2

1	2				3	4	5	6				
Bis  ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben						
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)				
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe									
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt								
16,00	a) Feinsand; schwach mittelsandig, schwach schluffig				Sondierung bei 16,00 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war!	GP8	GP9	11,00				
	b)								GP10	13,00		
	c)	d) schwer zu bohren	e) grau								GP11	14,50
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								
	a)											
	b)											
	c)	d)	e)									
	f)	g)	h)	i)								



# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Windpark Vechtaer Mark Nord

Bohrzeit:

Bohrung: PSP-005: BS 3

von: 09.11.2020

bis: 09.11.2020

1	2				3	4	5	6
Bis  ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,50	a) stark feinsandig, mittelsandig, humos				Ø = 80 - 40 mm Rohr!		GP1	0,50
	b)							
	c)	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Mutterboden	g)	h)	i)				
1,90	a) Feinsand; schwach mittelsandig				Grundwasserspiegel in Ruhe 1.80m Grundwasserspiegel 1.80m		GP2	1,90
	b)							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h)	i)				
3,50	a) Feinsand; schwach mittelsandig, sehr schwach schluffig						GP3	3,50
	b)							
	c)	d) schwer zu bohren	e) hellbraungrau bis grau					
	f)	g)	h)	i)				
4,30	a) Lehm, Schluff; stark feinsandig						GP4	4,30
	b)							
	c) steif	d)	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
5,70	a) Feinsand; schwach mittelsandig, schwach schluffig						GP5	5,70
	b)							
	c)	d) schwer zu bohren	e) hellgrau bis grau					
	f)	g)	h)	i)				



# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 2

Projekt: Windpark Vechtaer Mark Nord

Bohrzeit:  
von: 09.11.2020  
bis: 09.11.2020

Bohrung: PSP-005: BS 3

1	2				3	4	5	6
Bis  ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen				Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe					
6,90	a) Feinsand; schwach mittelsandig, schwach schluffig, bereichsweise Schlufflinsen					GP6	6,90	
	b)							
	c)	d) schwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h) i)					
7,20	a) Lehm, Schluff; tonig, sehr schwach feinsandig					GP7	7,20	
	b)							
	c) weich	d)	e) grau					
	f)	g)	h) i)					
8,60	a) Torf; schluffig, sehr schwach feinsandig, stark zersetzt					GP8	8,60	
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f)	g)	h) i)					
16,00	a) Feinsand; schwach mittelsandig, schwach schluffig			Sondierung bei 16,00 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war!		GP9 GP10 GP11 GP12	10,00 12,00 14,00 16,00	
	b)							
	c)	d) schwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h) i)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h) i)					



# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Windpark Vechtaer Mark Nord

Bohrzeit:

Bohrung: PSP-005: BS 4/Kran

von: 09.11.2020

bis: 09.11.2020

1	2				3	4	5	6
Bis  ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,60	a) stark feinsandig, humos, schwach mittelsandig				Ø = 80 - 40 mm Rohr!		GP1	0,60
	b)							
	c)	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Mutterboden	g)	h)	i)				
2,90	a) Feinsand; schwach mittelsandig				Grundwasserspiegel in Ruhe 1.60m Grundwasserspiegel 1.60m		GP2 GP3	2,00 2,90
	b)							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h)	i)				
3,30	a) Lehm, Schluff; feinsandig, sehr schwach tonig						GP4	3,30
	b)							
	c) steif	d)	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
5,00	a) Feinsand; schwach mittelsandig						GP5	5,00
	b)							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				



# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Windpark Vechtaer Mark Nord

Bohrzeit:  
von: 10.11.2020  
bis: 10.11.2020

Bohrung: PSP-005: BS 5/Kran

1	2				3	4	5	6
Bis  ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,60	a) Aufschüttung, Feinsand; humos, schwach mittelsandig, Mutterbodenlagen				Ø = 80 - 40 mm Rohr!		GP1	0,60
	b)							
	c)	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f) Aufschüttung	g)	h)	i)				
3,00	a) Feinsand; schwach mittelsandig				Grundwasserspiegel in Ruhe 1.60m Grundwasserspiegel 1.60m		GP2 GP3	2,00 3,00
	b)							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) beige					
	f)	g)	h)	i)				
3,90	a) Lehm, Schluff; tonig, schwach feinsandig						GP4	3,90
	b)							
	c) weich	d)	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
5,00	a) Feinsand; schwach mittelsandig						GP5	5,00
	b)							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu	e) hellgrau bis grau					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				



# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Windpark Vechtaer Mark Nord

Bohrzeit:  
von: 10.11.2020  
bis: 10.11.2020

Bohrung: Weg: BS 6

1	2				3	4	5	6
Bis  ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,50	a) Aufschüttung, Feinsand; humos, schwach mittelsandig				Ø = 80 - 40 mm Rohr!		GP1	0,50
	b)							
	c)	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f) Aufschüttung	g)	h)	i)				
0,90	a) stark feinsandig, humos, schwach mittelsandig						GP2	0,90
	b)							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) dunkelbraungrau					
	f) Mutterboden	g)	h)	i)				
3,00	a) Feinsand; schwach mittelsandig				Grundwasserspiegel in Ruhe 1.60m Grundwasserspiegel 1.60m		GP3 GP4	2,00 3,00
	b)							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu	e) hellbraungrau bis hellgrau					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				



# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Windpark Vechtaer Mark Nord

Bohrzeit:  
von: 10.11.2020  
bis: 10.11.2020

Bohrung: Weg: BS 7

1	2				3	4	5	6
Bis  ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen				Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe					
0,50	a) stark feinsandig, humos, schwach mittelsandig			Ø = 80 - 40 mm Rohr!	GP1		0,50	
	b)							
	c)	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun bis braun					
	f) Mutterboden	g)	h) i)					
3,00	a) Feinsand; schwach mittelsandig			Grundwasserspiegel in Ruhe 1.70m Grundwasserspiegel 1.70m	GP2 GP3 GP4		1,00 2,00 3,00	
	b)							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu	e) beige					
	f)	g)	h) i)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h) i)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h) i)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h) i)					

Bauvorhaben: *Windpark Vechtaer Markt Nord*

Bauvorhabenummer: *387/20*

Sachbearbeiter/In: *\* Stefan Lindt, Dipl.-Geod.*

Aus Gründen der Gewährleistung ist es erforderlich, die Baugrubensohle(n) nach Beendigung des Aushubs durch den Baugrundsachverständigen abnehmen zu lassen, um die erkundeten Baugrundverhältnisse vor Ort zu überprüfen.

Eine ausreichende Verdichtung von evtl. einzubringendem Ersatzboden ist ebenfalls nachzuweisen.

Diese Abnahme muss durch den Baugrundsachverständigen erfolgen. Um Ihnen diesen Vorgang zu erleichtern, füllen Sie bitte nachfolgendes Formular aus und senden Sie es per Fax (04351 / 713671) an uns zurück.

Für die Beantwortung von Fragen steht Ihnen unser/e Sachbearbeiter/in gern unter folgender Telefonnummer zur Verfügung: 04351 / 71360

Die Abnahme der Baugrubensohle ist erwünscht.

Sie soll am \_\_\_\_\_ stattfinden.

Verantwortlicher Ansprechpartner auf der Baustelle:

Tel.:

Eine Verdichtungsüberprüfung soll ebenfalls stattfinden.

Sie soll voraussichtlich am \_\_\_\_\_ durchgeführt werden.

\_\_\_\_\_  
Ort, Datum

\_\_\_\_\_  
Unterschrift

Windpark Krimpenfort GmbH & Co. KG  
Krimpenforter Straße 10a  
49393 Lohne

 Gründungsmitglied  
des BD bohr

18.12.2020  
ok/ki

## **Bauvorhaben Nr. 387/20-N-**

Neubau einer Windenergieanlage im Windpark Vechtaer Mark Nord  
Baugrunduntersuchungen – Gründungsbeurteilung  
Nachtrag 1: Berechnung der bei der Wasserhaltung anfallenden Grundwassermenge

### **1 Vorgang**

Die Windpark Krimpenfort GmbH & Co. KG plant im Windpark Vechtaer Mark Nord den Neubau einer Windenergieanlage vom Typ Enercon E-147 EP5 E2. Am 26.11.2020 wurde hierzu durch unser Büro eine Gründungsbeurteilung vorgelegt, in der die Gründung der WEA tief auf Pfählen empfohlen worden ist.

Für die Herstellung des Anlagefundaments wird eine geschlossene Wasserhaltung erforderlich.

Die Fa. Neumann wurde durch die Windpark Krimpenfort GmbH & Co. KG beauftragt, basierend auf den vorliegenden Baugrunduntersuchungen die bei der Grundwasserhaltung anfallende Wassermenge für den WEA-Standort überschlägig zu ermitteln.

## 2 Ermittlung der anfallenden Wassermenge

Das kreisförmige Fundament (Ø 22,30 m) wird gemäß den Angaben der Fa. Enercon in einer Tiefe von ca. 2,00 m u. GOK gegründet werden. Im vorliegenden Fall wird von einer Fundamentbaugrube einschließlich der erforderlichen Böschungen und Arbeitsräume von rd. Ø = 28 m auf Höhe der GOK ausgegangen.

Der Grundwasserspiegel liegt bei rd. 1,80 m unter GOK. Unter Berücksichtigung einer erforderlichen Absenkung von etwa 0,5 m unter Baugrubensohle muss das Grundwasser um rd. 0,70 m auf ca. 2,50 m u. GOK abgesenkt werden.

Der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert kann unter Berücksichtigung der im Labor durchgeführten Kornanalysen mit einem Wert von  $k_f = 1,0 \times 10^{-5}$  m/s geschätzt werden.

Nach dem theoretischen Ansatz von *Davidenkoff* berechnet sich die Wassermenge  $Q$ , die dem gesamten System zufließt, zu:

$$Q = k_f \cdot s^2 \cdot \left[ \left( 1 + \frac{t}{s} \right) \cdot m + \frac{L_1}{R} \left( 1 + \frac{t}{s} \cdot n \right) \right]$$

mit folgenden Eingangswerten:

Wasserdurchlässigkeitsbeiwert:  $k_f = 1,0 \times 10^{-5}$  m/s

Absenkziel:  $s = 0,70$  m

Mächtigkeit der aktiven Zone (nach *Davidenkoff 1956*):  $t = s = 0,70$  m

Einflussradius der Grundwasserabsenkung:  $R = 2000 \cdot s \cdot \sqrt{k_f} = 4,43$  m

Baugrubenlänge und -breite (vom Kreis- auf Quadrat umgerechnet) :  $L_1 = L_2 = 25,0$  m

$m$  (11,14) und  $n$  (0,93) werden aus Diagrammen in Abhängigkeit von  $R$ ,  $t$  und  $L_2$  entnommen

$$Q = 1,0 \cdot 10^{-5} \cdot 0,7^2 \cdot \left[ (1 + 1) \cdot 11,14 + \frac{25,0}{4,43} \cdot (1 + 1 \cdot 0,93) \right] = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } 1 \text{ m}^3/\text{h}$$



Es ist zu berücksichtigen, dass die anfallende Wassermenge maßgeblich vom Durchlässigkeitsbeiwert des anstehenden Baugrundes abhängt, so dass Inhomogenitäten des Untergrundes zu stark abweichenden Ergebnissen führen können. Zur genaueren Eingrenzung wären insitu Versuche (z. B. Pumpversuche) erforderlich.

### **3 Ergebnis der chemischen Grundwasseranalyse**

Aus der Spitzendrucksondierung CPT-E 4 wurde eine Grundwasserprobe entnommen und dem chemischen Labor GBA, Pinneberg, zur Analyse auf Betonaggressivität gem. DIN 4030 übergeben. Dem als Anlage 1 beigefügten Prüfbericht ist zu entnehmen, daß hierbei die Expositionsklasse XA2 festgestellt worden ist.

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

Dipl.-Ing. Peter Neumann  
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG

Stefan Kindt, Dipl.-Geol.

Sachbearbeiter

Ole Kowalkowski, B.Sc.

## Anlage 1

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

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

ISO 14001  
ISO 45001  
zertifiziert



**24340 Eckernförde**

### Prüfbericht-Nr.: 2020P534714 / 1

<b>Auftraggeber</b>	Dipl.-Ing. Peter Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
<b>Eingangsdatum</b>	27.11.2020
<b>Projekt</b>	387/20 WP Vechta, WEA05
<b>Material</b>	Grund- / Stauwasser
<b>Auftrag</b>	387/20
<b>Verpackung</b>	Glas- und PE-Flaschen
<b>Probenmenge</b>	ca. 1,25 L
<b>GBA-Nummer</b>	20523096
<b>Probenahme</b>	durch den Auftraggeber
<b>Probentransport</b>	GBA
<b>Labor</b>	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
<b>Analysenbeginn / -ende</b>	27.11.2020 - 04.12.2020
<b>Bemerkung</b>	keine
<b>Probenaufbewahrung</b>	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 04.12.2020



i. A. G. Binde  
Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht veröffentlicht sowie nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.

Seite 1 von 3 zu Prüfbericht-Nr.: 2020P534714 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2020P534714 / 1  
 387/20 WP Vechta, WEA05

<b>GBA-Nummer</b>		20523096
<b>Probe-Nummer</b>		001
<b>Material</b>		Grund- / Stauwasser
<b>Probenbezeichnung</b>		<b>Vechta WE A05</b>
<b>Probemenge</b>		ca. 1,25 L
<b>Probeneingang</b>		27.11.2020
<b>Analysenergebnisse</b>	<b>Einheit</b>	
<b>Betonaggressivität</b>		
<b>pH-Wert</b>		4,7
<b>Geruch</b>		unauffällig
<b>Permanganat-Verbrauch</b>	mg KMnO <sub>4</sub> /L	64
<b>Gesamthärte</b>	°dH	11
<b>Härtehydrogencarbonat</b>	°dH	0,25
<b>Nichtcarbonathärte</b>	°dH	10
<b>Magnesium</b>	mg/L	9,9
<b>Ammonium</b>	mg/L	0,25
<b>Sulfat</b>	mg/L	44
<b>Chlorid</b>	mg/L	39
<b>Kohlendioxid, kalklösend</b>	mg/L	60

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

Prüfbericht-Nr.: 2020P534714 / 1  
 387/20 WP Vechta, WEA05

### Angewandte Verfahren

Parameter	BG	Einheit	Methode
Betonaggressivität			DIN 4030-2: 2008-06 <sup>a</sup> 5
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 <sup>a</sup> 5
Geruch			DIN EN 1622 Anhang C: 2006-10 <sup>a</sup> 5
Permanganat-Verbrauch	2,0	mg KMnO <sub>4</sub> /L	DIN EN ISO 8467: 1995-05 <sup>a</sup> 5
Gesamthärte	0,010	°dH	DIN 38409-6: 1986-01 <sup>a</sup> 5
Härtehydrogencarbonat		°dH	DIN 38 405-D8: 1971 <sup>a</sup> 5
Nichtcarbonathärte		°dH	berechnet 5
Magnesium	0,10	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09 <sup>a</sup> 5
Ammonium	0,20	mg/L	DIN EN ISO 11732: 2005-05 <sup>a</sup> 5
Sulfat	0,50	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 <sup>a</sup> 5
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 <sup>a</sup> 5
Kohlendioxid, kalklösend	5,0	mg/L	DIN 4030-2: 2008-06 <sup>a</sup> 5

Die mit <sup>a</sup> gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.  
 Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg

## Anlage zu Prüfbericht 2020P534714

Probe-Nr.: 20523096 / 001

Probenbezeichnung: Vechta WE A05

**Tabelle 1:** Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischen Angriff durch Grundwasser nach DIN 4030 Teil 1 (06/2008), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1	XA2	XA3
pH-Wert	4,7		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	60	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	0,25	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 -100
Magnesium	9,9	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	44	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	39	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	11	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	0,25	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	64	mg KMnO4/L	---	---	---

**Kurzbeurteilung:** Das Wasser ist in die Expositionsklasse XA2 einzustufen.