




Dipl.-Ing.
Peter Neumann
Baugrunduntersuchung
GmbH & Co. KG
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
Tel. 0 43 51 7136-0
Fax 0 43 51 7136-71

Energie Engineering Nord GmbH
Schlossweg 3
18516 Süderholz OT Griebenow

 Gründungsmitglied
des BD bohr

13.07.2017
tie/cg

Bauvorhaben Nr. 097/17 - A

Neubau von 4 Windenergieanlagen im Windpark Willerswalde (ENO 126 – 4,0 MW, NH 137 m)
Baugrunduntersuchung - Gründungsbeurteilung

1 Vorgang

Die EEN GmbH plant im Windpark Willerswalde die Errichtung von 4 Windkraftanlagen, und zwar vom Typ ENO 126 – 4,0 MW, NH 137 m. Diese Anlagen werden gemäß Fundamentplan der Fa. ENO vom 15.06.2016 auf je einem kreisförmigen Einzelfundament mit einem Durchmesser von 22,60 m (mit Auftrieb) im Regelfall in einer Tiefe von 2,00 m unter Geländeoberkante gegründet. Die Lage der Windkraftanlagen kann dem als Anlage 1.1 beigefügten Lageplan entnommen werden.

Der Unterzeichner ist von der Firma Energie Engineering Nord GmbH beauftragt worden, den Baugrund im Bereich der geplanten Anlagen zu erkunden und hierauf basierend eine gutachterliche Stellungnahme zur Gründung der Windenergieanlagen zu erarbeiten.



2 Baugrund

2.1 Durchgeführte Untersuchungen

Der Baugrundaufbau im Bereich der geplanten Windenergieanlagenfundamente ist durch jeweils zwei Drucksondierungen mit der elektrischen Spitze (CPT-E gem. DIN 4094-1 und DIN EN ISO 22476-1) bis zur jeweiligen Endlast in Tiefen von ca. 2,36 m – 25,15 m unter Ansatzpunkt untersucht worden. Weiterhin wurde an den Standorten jeweils eine Kleinbohrung bis in Tiefen von 7,60 m - 15,00 m unter GOK niedergebracht. Die Baugrundaufschlüsse mussten überwiegend aufgrund von Steinhindernissen vorzeitig abgebrochen werden. Im Bereich der Kranstellflächen wurden zusätzlich 2 Kleinbohrungen je Anlage bis in eine Tiefe von 5,00 m unter GOK ausgeführt.

Die Lage der Baugrundaufschlüsse innerhalb der Standorte kann den als Anlagen 1.1 – 1.4 beigefügten Prinzipskizzen entnommen werden. Die Ergebnisse der Kleinbohrungen sind als Bohrprofile in den Anlagen 2.1 - 2.4 aufgetragen worden. Die Ergebnisse der Drucksondierungen sind in den Anlagen 3.1 - 3.8 als Diagramme dargestellt und geben die gemessenen Spitzenwiderstände, die Mantelreibung, das Reibungsverhältnis sowie die Neigung der Spitze wieder.

2.2 Baugrundaufbau

Aus den in den Anlagen 2.1 - 2.4 aufgetragenen Bohrprofilen ist ersichtlich, dass an den Standorten WEA 1 – WEA 3 unter 0,30 m bis 0,40 m mächtigen Mutterböden bis zur Endteufe ausschließlich bindige Geschiebeböden (Geschiebelehme und -mergel) anstehen, deren Konsistenz überwiegend als steif und steif-halbfest eingestuft werden konnte. Lediglich in den oberen 2,00 – 3,00 m standen die Geschiebelehme auch in weicher und weich-steifer Konsistenz an. Abweichend von dem vorab beschriebenen Baugrundaufbau wurden am Standort WEA 4 unter den Mutterböden bis zur Endteufe Sande erbohrt, und zwar handelt es sich hierbei um mittelsandige Feinsande mit unterschiedlichen Anteilen der übrigen Kornfraktionen. In diese Sande sind in Tiefen zwischen 1,00 m und 1,70 m weich-steife Geschiebelehme eingelagert (WEA 4 BS 1 + BS 2). Weiterhin werden die Sande bei



der BS 1 zwischen 3,50 m und 6,00 m von einem steifplastischen Geschiebemergel durchzogen.

2.3 Auswertung der Spitzendrucksondierungen

Den auf den Anlagen 3.1 - 3.4 dargestellten Diagrammen der Spitzendrucksondierungen ist zu entnehmen, dass die anstehenden Geschiebeböden (Bodenindex $R_f = 1,5 - 5,0 \%$) im wesentlichen durch Spitzenwiderstände von $q_c \approx 1,5 - 15,0 \text{ MPa}$ gekennzeichnet sind, d. h., dass diese Böden im Wesentlichen mindestens steife, zu einem Großteil jedoch auch steif-halbfeste und halbfeste Konsistenzen aufweisen. In den oberen Metern deuten Spitzenwiderstände von $q_c < 1,0 - 1,5 \text{ MPa}$ auch auf die durch die direkten Aufschlüsse festgestellte weiche und weich-steife Konsistenz hin. In Bereichen anstehender Sande (Bodenindex $< 1,5$) wurden Spitzenwiderstände von $10,0 - > 50,0 \text{ MPa}$ gemessen, d. h., dass die Sande in mitteldichter ($q_c = 7,5 - 15,0 \text{ MPa}$), dichter ($q_c = 15,0 - 25,0 \text{ MPa}$) und z. T. auch sehr dichter ($q_c > 25,0 \text{ MPa}$) Lagerung anstehen.

2.4 Kornverteilung

Mit Hilfe von insgesamt 5 kombinierten Sieb- und Schlämmanalysen ist die Kornverteilung der anstehenden Geschiebemergel ermittelt worden. Die Untersuchungen ergaben Feinstanteile von ca. 4 - 25 %, Schluffanteile von ca. 30 - 34 %, Sandanteilen von ca. 40 - 61 % und Kiesanteile von $< 5 \%$. Kornanalytisch handelt es sich hierbei also um tonige, stark schluffige Sande.

Weitere Einzelheiten hierzu sind den Anlagen 4.1 - 4.3 zu entnehmen.

2.5 Wassergehalte

Die Ergebnisse der nach DIN EN ISO 17892 durchgeführten Wassergehaltsbestimmungen (s. a. Anlage 5.1 + 5.2) und die unter Berücksichtigung der durchgeführten Kornverteilungsanalysen abgeleiteten Konsistenzen sind in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1 Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmungen und Konsistenzen

Baugrundaufschluss	Tiefe [m]	Bodenart	Wassergehalt [%]	Konsistenz
WEA 1 / BS 1	3,00	Geschiebemergel	14,31	weich-steif
WEA 1 / BS 1	5,00	Geschiebemergel	8,69	halbfest
WEA 2 / BS 1	4,00	Geschiebemergel	8,70	halbfest
WEA 2 / BS 1	7,00	Geschiebemergel	10,59	steif-halbfest
WEA 3 / BS 1	5,00	Geschiebemergel	6,73	halbfest
WEA 3 / BS 1	7,00	Geschiebemergel	7,29	halbfest
WEA 4 / BS 1	3,00	Geschiebelehm	18,02	weich
WEA 4 / BS 1	4,00	Geschiebemergel	8,51	halbfest
WEA 4 / BS 1	6,00	Geschiebemergel	7,80	halbfest

2.6 Wasserstände

Nach Abschluss der Sondierarbeiten wurden an den Standorten der Windkraftanlagen WEA 1 – WEA 3 Wasserstände in Tiefen zwischen 1,40 m und 4,00 m unter GOK festgestellt, wobei es sich hierbei durchweg um Schichtwasser handelt, das in wasserführenden Sandschichten angebohrt wurde. In Abhängigkeit von den anfallenden Niederschlägen muss mit Schwankungen dieser Wasserstände von einigen Dezimetern nach oben und unten ausgegangen werden.

Am Standort WEA 4 konnte kein Wasser erbohrt werden.

2.7 Zusammenstellung der bodenmechanischen Kennwerte

Im folgenden werden die für die weitere Bearbeitung erforderlichen bodenmechanischen Kennziffern anhand der entnommenen Bodenproben, der Ansprache der Bodenproben



durch den Baugrundsachverständigen, der Laborversuche und von Erfahrungswerten, die von vergleichbaren Böden vorliegen, tabellarisch zusammengestellt.

Tabelle 1

Bodenmechanische Kennwerte der für die Gründung relevanten Baugrundsichten

Bodenart	statischer Steifemodul $E_{s-stat.}$ [MN/m ²]	dynamischer Steifemodul $E_{s-dyn.}$ [MN/m ²]	Reibungswinkel φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Wichte γ / γ' [kN/m ³]	Querdehnzahl
Mutterboden	keine baugrundtechnische Bedeutung				18,0 / 10,0	--
Geschiebelehm, weich-steif	8,0	72,0	26,0	6,0	21,0 / 11,0	0,42
Geschiebelehm, weich	4,0	40,0	25,0	4,0	20,0 / 10,0	0,43
Geschiebemergel, weich-steif	15,0	105,0	26,5	8,0	21,0 / 11,0	0,41
Geschiebemergel, steif	35,0	170,0	27,5	10,0	22,0 / 12,0	0,40
Geschiebemergel, steif-halbfest	40,0	180,0	28,5	12,5	22,0 / 12,0	0,38
Geschiebemergel, halbfest	50,0	200,0	30,0	15,0	22,0 / 12,0	0,38
Sand und Kiessand, mitteldicht	50,0	200,0	35,0	--	19,0 / 9,0	0,35

2.8 Grundwasseranalyse

An den geplanten Standorten WEA 1 – WEA 3 wurde aus einem temporären Rammpegel jeweils eine gepumpte Grundwasserprobe gezogen und der GBA mbH, Pinneberg, zur Untersuchung auf Betonaggressivität gemäß DIN 4030 übergeben. Die Analysen haben folgende Ergebnisse ergeben:

- WEA 1 nicht betonangreifend (< XA1)
- WEA 2 nicht betonangreifend (< XA 1)
- WEA 3 nicht betonangreifend (< XA 1)



Einzelheiten hierzu sind den Prüfbericht Nr. 2017P507999 des Labor GBA mbH, Pinneberg, zu entnehmen, der dem Gutachten als Anlagen 6.1 – 6.5 beigelegt ist.

3 Gründungsbeurteilung

Die Gründungssohlen der geplanten Windenergieanlagen vom Typ ENO 126 – 4,0 MW, NH 137 m befinden sich gemäß vorliegendem Fundamentplan der Fa. ENO Energy System GmbH vom 15.06.2016 in einer Tiefe von ca. 2,00 m unter Geländeoberkante (am Geländehochpunkt). Diese Gründungskote wurde in die Sondierprofile auf den Anlagen 2.1 bis 2.4 eingezeichnet. Wie aus dieser Darstellung ersichtlich ist, stehen unterhalb der Gründungssohlen im wesentlichen Geschiebelehmen in weicher Konsistenz an. Da diese Böden die statischen und dynamischen Steifemoduln, die der statischen Berechnung zugrunde liegen, nicht einhalten ($E_{s,stat} = 4,0 \text{ MN/m}^2 < 33,2 \text{ MN/m}^2$; $E_{s,dyn} = 40,0 \text{ MN/m}^2 < 166,6 \text{ MN/m}^2$) und sie darüber hinaus als relativ gering tragfähig und setzungsempfindlich eingestuft werden müssen, sind aus geotechnischer Sicht zwingend Zusatzmaßnahmen zu treffen.

Im vorliegenden Fall wird von Seiten des Unterzeichners empfohlen, die weichen und weichsteifen Geschiebeböden komplett bis auf die unterlagernden mind. steifplastischen Geschiebemergel zu entfernen und durch Kiessande/Mineralgemische zu ersetzen. Hierdurch kann gleichzeitig die bei dynamischen Lasten bestehende Gefahr der Verflüssigung bindiger Böden (liquefaction effect) ausgeschlossen werden.

Die rolligen Böden müssen eine mind. mitteldichte Lagerung aufweisen, um den für die Einhaltung der Mindestdrehfedersteifigkeit erforderlichen $E_{s,dyn}$ -Wert zu erreichen. Weitere Einzelheiten zum Bodenaustausch können dem Abschnitt 4.1 entnommen werden. Die erforderlichen Austausch Tiefen sind auf den Anlagen 2.1 – 2.4 in die dort dargestellten Sondierprofile eingezeichnet worden.

Im folgenden werden mit dem Teilsicherheitskonzept des EC 7 (Formel nach DIN 4017 : 2006) die Grundbruchsicherheit und daraus der Ausnutzungsgrad mit dem Programm GGU



– Footing ermittelt. Wie der als Anlage 7 beigefügten Berechnung zu entnehmen ist, kann die vorhandene Kantenpressung von $\sigma = 260 \text{ kN/m}^2$ (Ausnutzungsgrad $\mu = 0,232$) aus geotechnischer Sicht mit großer Sicherheit aufgenommen werden. Die Berechnung wurde für die Baugrundverhältnisse am Standort WEA 2 durchgeführt und ist, da an den übrigen Standorte geringfügig bessere Baugrundverhältnisse vorhanden sind, auf die übrigen Standorte übertragbar.

Eine in Anlehnung an die DIN 4019 durchgeführte Setzungsberechnung hat ergeben, dass bei den o. g. Windenergieanlagen unter Berücksichtigung der vorhandenen maximalen Bodenpressung mit rechnerischen Setzungen von bis zu 3,6 cm und Setzungsdifferenzen von bis zu $\Delta s = 3,4 \text{ cm}$ gerechnet werden muss. Aufgrund der sehr gleichmäßigen Baugrundverhältnisse wird die maximal zulässige Schiefstellung infolge Baugrundsetzung von $\Delta s \leq 3,4 \text{ mm/m}$ ($\approx 7,7 \text{ cm}$) in 20 Jahren nicht überschritten werden. Die Setzungsberechnung ist ebenfalls der Anlage 7 zu entnehmen.

Die Berechnungen haben also ergeben, dass nach Durchführung des Bodenaustausches für die geplanten Standorte sowohl die geforderten erdstatischen Werte eingehalten als auch die maximale Setzungsdifferenz nicht überschritten werden, so dass aus geotechnischer Sicht keine Bedenken gegen die vorgesehene Gründung bestehen.

4 Technische Hinweise

4.1 Bodenaustausch

Wie bereits in Abschnitt 3 erwähnt, müssen an den untersuchten Standorten die unterhalb der Fundamente anstehenden weichen/weich-steifen Geschiebeböden vollständig bis auf die unterlagernden mind. steifplastischen Geschiebemergel ausgehoben und durch gut verdichtungsfähige Mineralgemische/Kiessande ersetzt werden. Der einzubringende Boden sollte im Körnungsbereich von 0 – 16/32 mm (Schluffanteile $\leq 5 \%$) liegen und einen Ungleichförmigkeitsgrad von $U \geq 3$ haben. Alternativ hierzu ist die Aufbringung von Recyclingmaterial möglich.



Die rolligen Böden müssen in Lagen von maximal 30 cm im Trockenen eingebracht und auf eine Proctordichte von mind. 100 % bzw. eine mitteldichte bis dichte Lagerung gebracht werden. Die erforderliche Verdichtung kann durch wenigstens 4 - 5 Übergänge mit einer mittelschweren Vibrationsplatte erreicht werden.

Der Austauschboden ist so einzubauen, dass von den Fundamentaußenkanten Lastabtragungen unter 45° in diesen verdichteten Böden möglich sind.

Die endgültige Austauschmächtigkeit muss durch den Unterzeichner während des Aushubs der Baugruben vor Ort festgelegt werden.

4.2 Baugrubendurchführung

Unter Berücksichtigung der erkundeten Baugrund- und Grundwasserverhältnisse sollte die Baugrubendurchführung für die Gründung der Anlagenfundamente im Schutze einer offenen Wasserhaltung (Baudränagen, Pumpensumpf und Tauchpumpe) möglich sein, um anfallendes Schichten- oder Niederschlagswasser sicher abführen zu können. Darüber hinaus könnte ggf. die Anordnung von Böschungsfiltren erforderlich werden, um anstehendes Schichtenwasser zu fassen und dadurch Abbrüche der Böschungen zu verhindern.

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 mind. steifplastischen bindigen Böden 60° und in den Sanden bzw. weichen bindigen Böden 45° nicht überschreiten.

Der in den Gründungssohlen anstehende bindige Boden ist vor dem Aufweichen durch Niederschlags- oder Schichtenwasser sowie vor dynamischer Belastung zu schützen, da er schnell in eine weiche bis breiige Konsistenz übergeht und in diesem Zustand keine ausreichende Tragfähigkeit aufweist. Da es sich bei den Geschiebemergeln um stark frostempfindliche Böden handelt, muss ein Eindringen von Frost in den Baugrund vermieden werden. Aufgeweichte Böden sind durch verdichtet einzubauende Mineralgemische /



Kiessande auszutauschen. Die Baugrubensohle darf nach dem Bodenaushub nicht mehr befahren und möglichst wenig betreten werden.

Weiterhin muss, um den Zufluss von Niederschlagswasser und die damit verbundene Verschlechterung der Konsistenz der unter den Fundamentsohlen anstehenden bindigen Böden weitestgehend zu verhindern, eine Fundamentabdeckung mit einem bindigen Material (z. B. bindige Böden des Aushubs) erfolgen.

4.3 Aufnahme des Frischbetongewichtes

Das geplante Fundament kann in einem Abschnitt betoniert werden, da die erkundeten Böden in der Lage sind, die Last aus dem Betoneigengewicht aufzunehmen.

4.4 Bodenauflast

Der auf das Fundament aufzubringende Boden muss eine Wichte von $\gamma \geq 18,0 \text{ kN/m}^3$ aufweisen. Da die Aushubböden diese Anforderung erfüllen, bestehen aus geotechnischer Sicht keine Bedenken, den beim Aushub der Fundamente anfallenden Boden als Bodenauflast zu verwenden.

5 Zusammenfassung


Die durchgeführten Untersuchungen haben ergeben, dass die 4 geplanten Windenergieanlagen im Windpark Willerswalde vom Typ ENO 126 – 4,0 MW mit 137 m Nabenhöhe nach erfolgter Baugrundsanie rung (Bodenaustausch) an den einzelnen Standorten ohne weitere gravierende Zusatzmaßnahmen flach auf kreisförmigen Einzelfundamenten gegründet werden können. Weitere Einzelheiten hierzu sind dem Abschnitt 3 zu entnehmen. Das Gutachten enthält in Abschnitt 4 weiterhin technische Hinweise zur Baugrubendurchführung, zum Bodenaustausch etc..

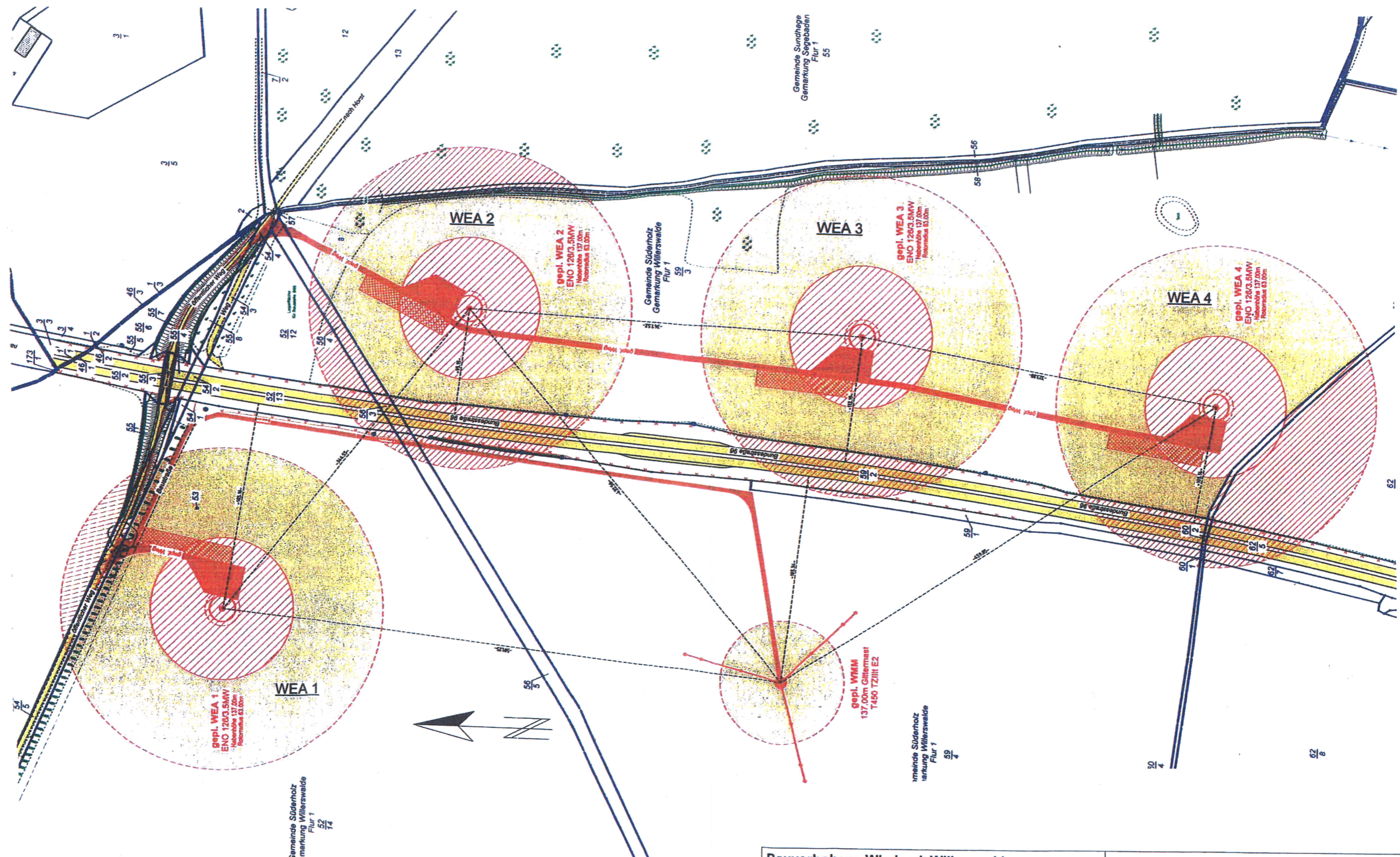


Nach Beendigung des Baugrubenaushubs müssen die Baugrubensohlen zusammen mit der Bauleitung und einem Vertreter der bauausführenden Firma abgenommen werden, um die im Gutachten vorausgesetzten Baugrundverhältnisse vor Ort zu überprüfen. Die Verdichtung des eingebauten Kiessandes / Mineralgemisches muss durch geeignete Verfahren nachgewiesen werden, und zwar kann dies im vorliegenden Fall durch Rammsondierungen sowie für die obere Schicht durch dynamische bzw. statische LP-Versuche erfolgen.

Für die weitere Beratung stehen wir jederzeit gern zur Verfügung.

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

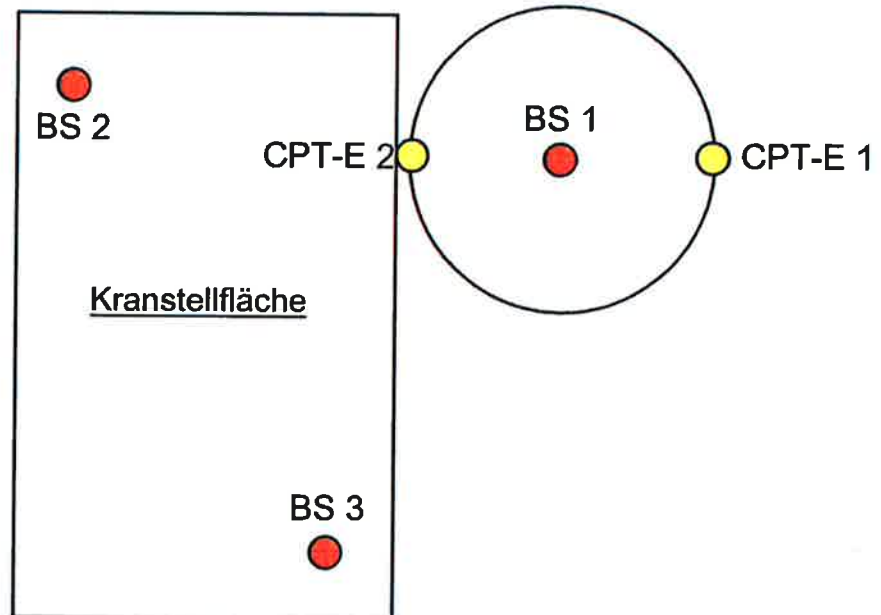

ppa. Wolfgang Tiedemann



Bauvorhaben: Windpark Willerswalde	
Aktenzeichen: 097/17 A	
Bezeichnung: Übersichtsplan	
Auftraggeber: EEN GmbH	
Datum: 12.05.2017	Maßstab: ---
gezeichnet: Claudia Thießen	Anlage 1.1


Dipl.-Ing. P. Neumann
 Marienthaler Str. 6
 24340 Eckernförde
 Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71
NEUMANN

WEA 1



Bauvorhaben: Windpark Willerswalde

Aktenzeichen: 097/17 A

Bezeichnung: Prinzipskizze

Auftraggeber: EEN GmbH

Datum: 12.05.2017

Maßstab: ---

gezeichnet: Claudia Thießen

Anlage: 1.2

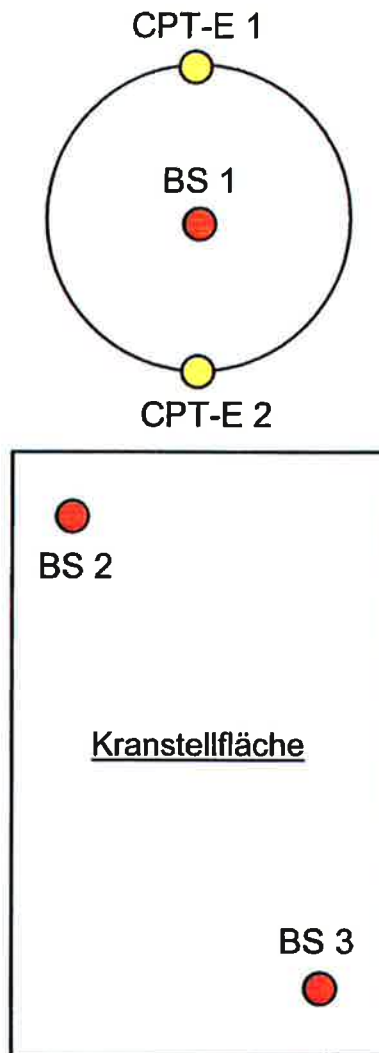


Dipl.-Ing. P. Neumann

Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde

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

WEA 2



Bauvorhaben: Windpark Willerswalde

Aktenzeichen: 097/17 A

Bezeichnung: Prinzipskizze

Auftraggeber: EEN GmbH

Datum: 12.05.2017

Maßstab: ---

gezeichnet: Claudia Thießen

Anlage: 1.3

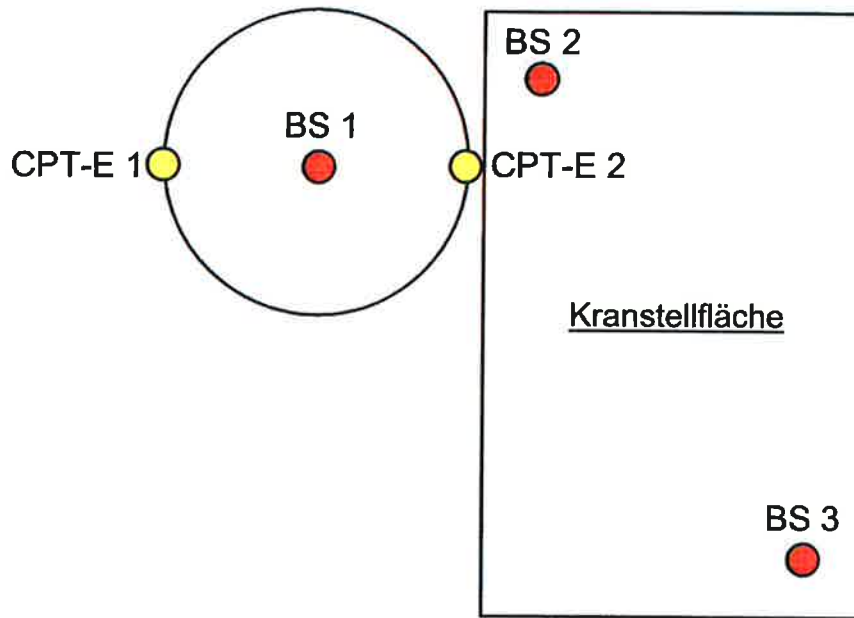


Dipl.-Ing. P. Neumann

**Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde**

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

WEA 3 + 4



Bauvorhaben: Windpark Willerswalde

Aktenzeichen: 097/17 A

Bezeichnung: Prinzipskizze

Auftraggeber: EEN GmbH

Datum: 12.05.2017

Maßstab: ---

gezeichnet: Claudia Thießen

Anlage: 1.4

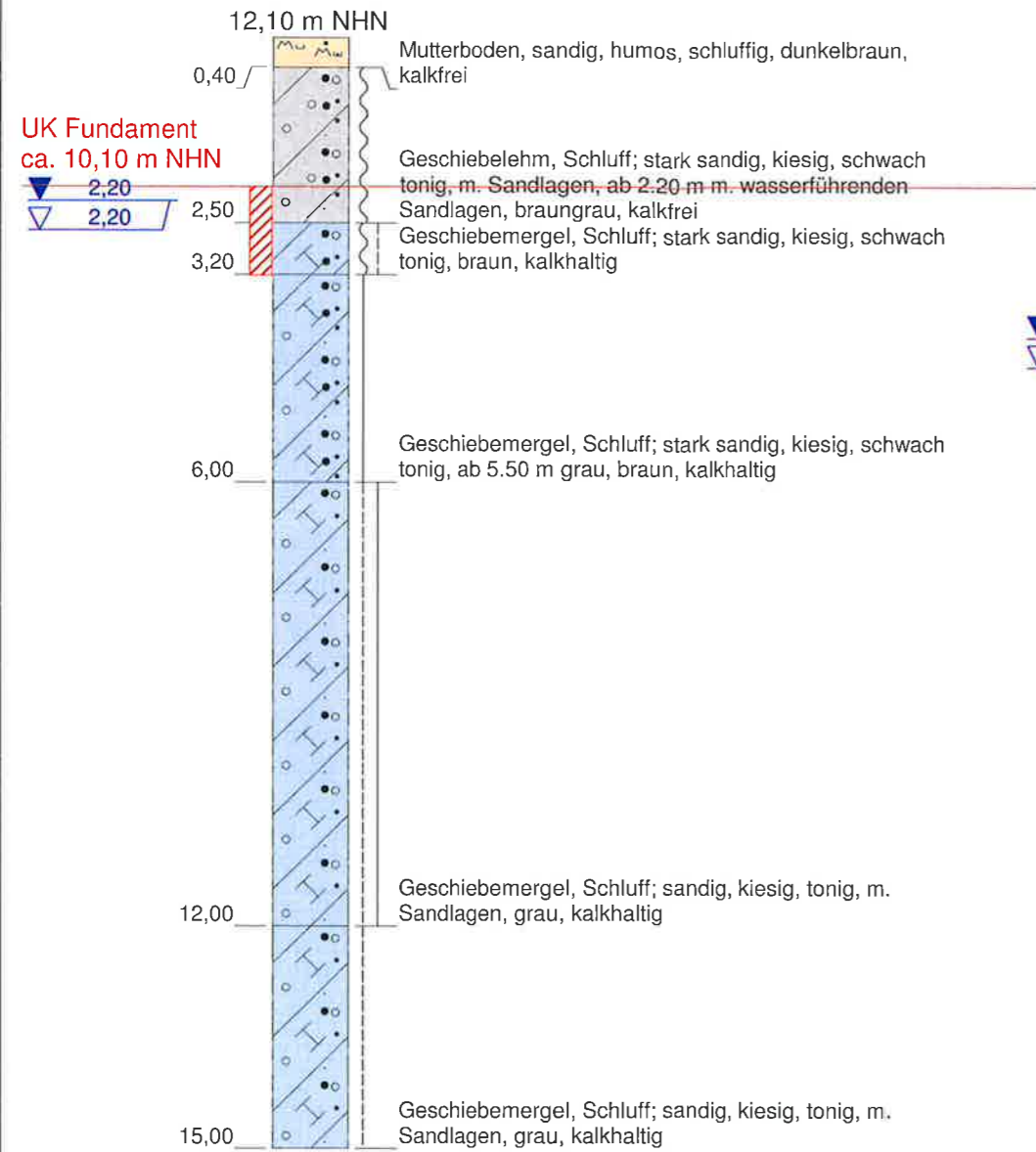


Dipl.-Ing. P. Neumann

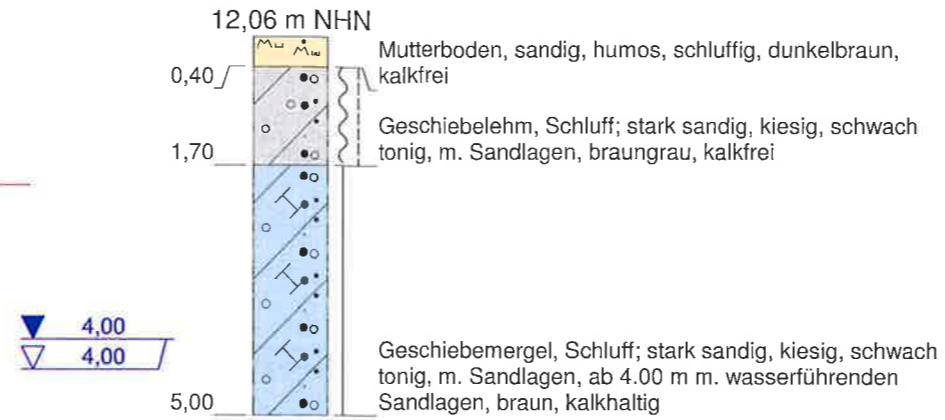
**Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde**

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

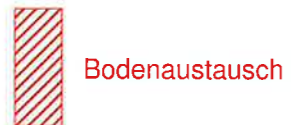
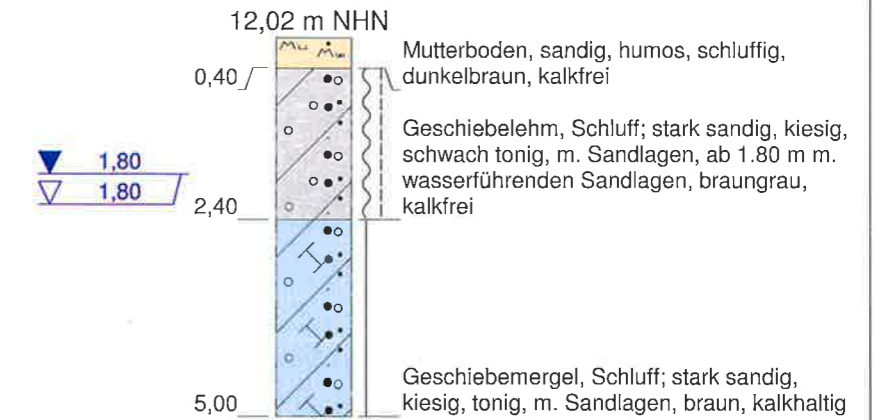
WEA 1: BS 1



WEA 1: BS 2/Kran



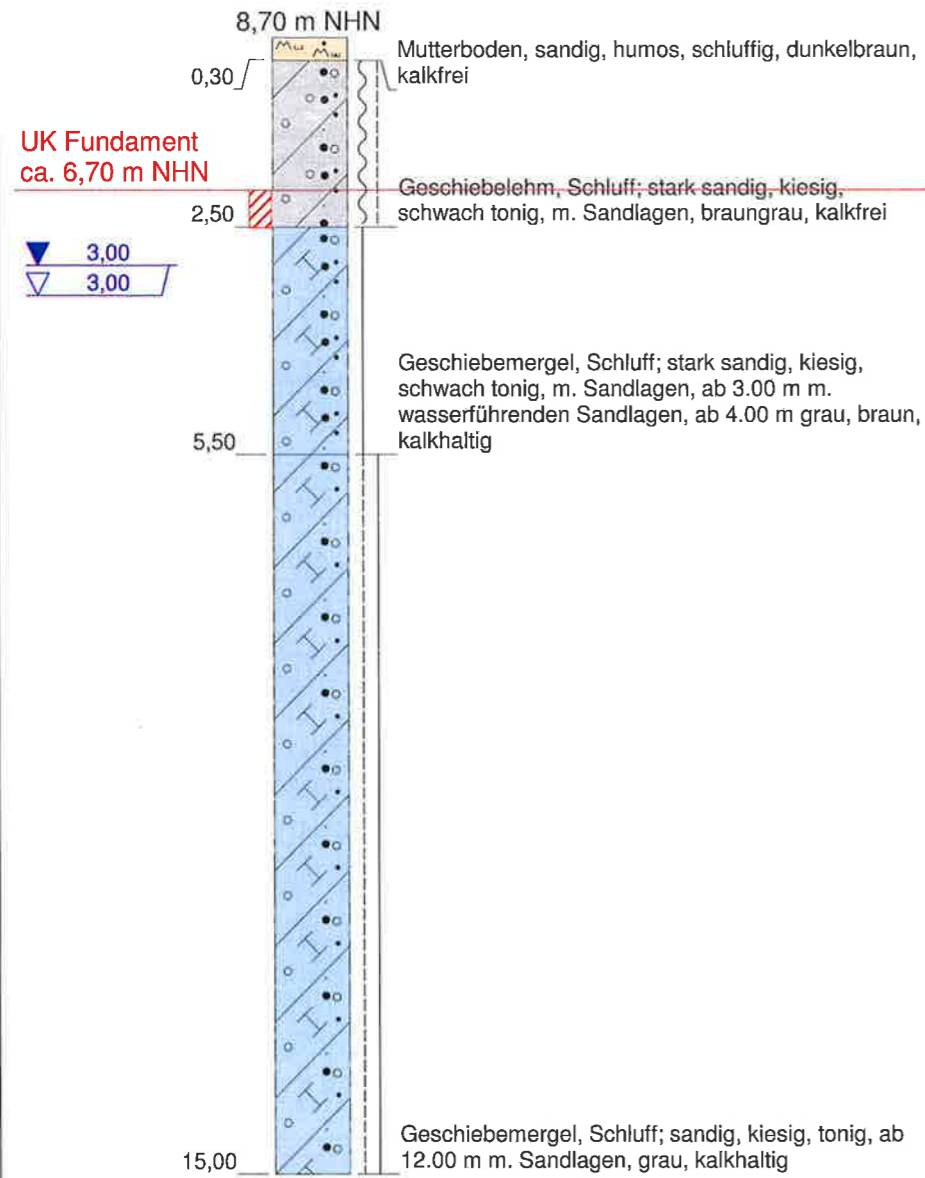
WEA 1: BS 3/Kran



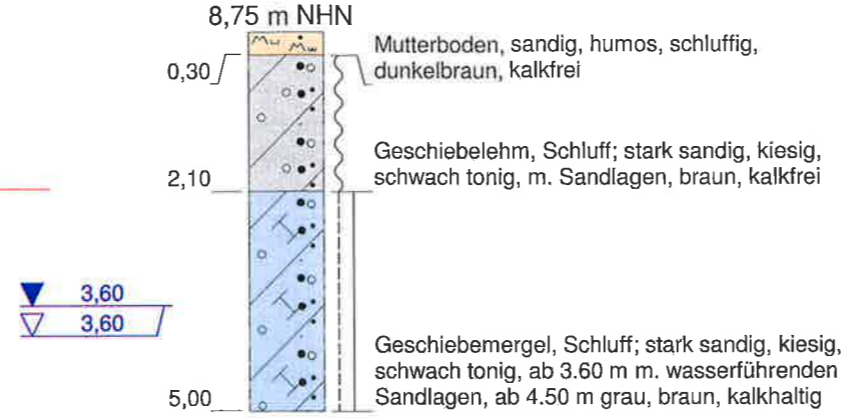
Bauvorhaben: Windpark Willerswalde	
Aktenzeichen: 097/17 A	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: EEN GmbH	
Datum: 08.05.-12.05.2017	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: Ronja Nickel	Anlage 2.1

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

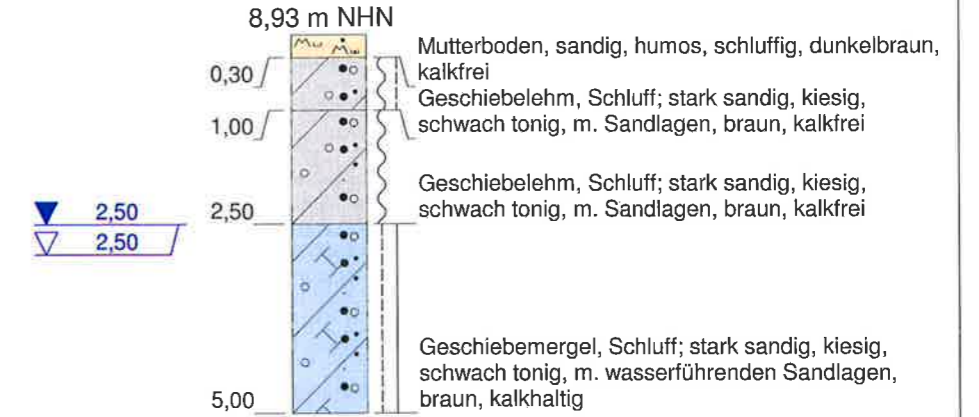
WEA 2: BS 1



WEA 2: BS 2/Kran



WEA 2: BS 3/Kran



Bauvorhaben: Windpark Willerswalde

Aktenzeichen: 097/17 A

Bezeichnung: Sondierprofile

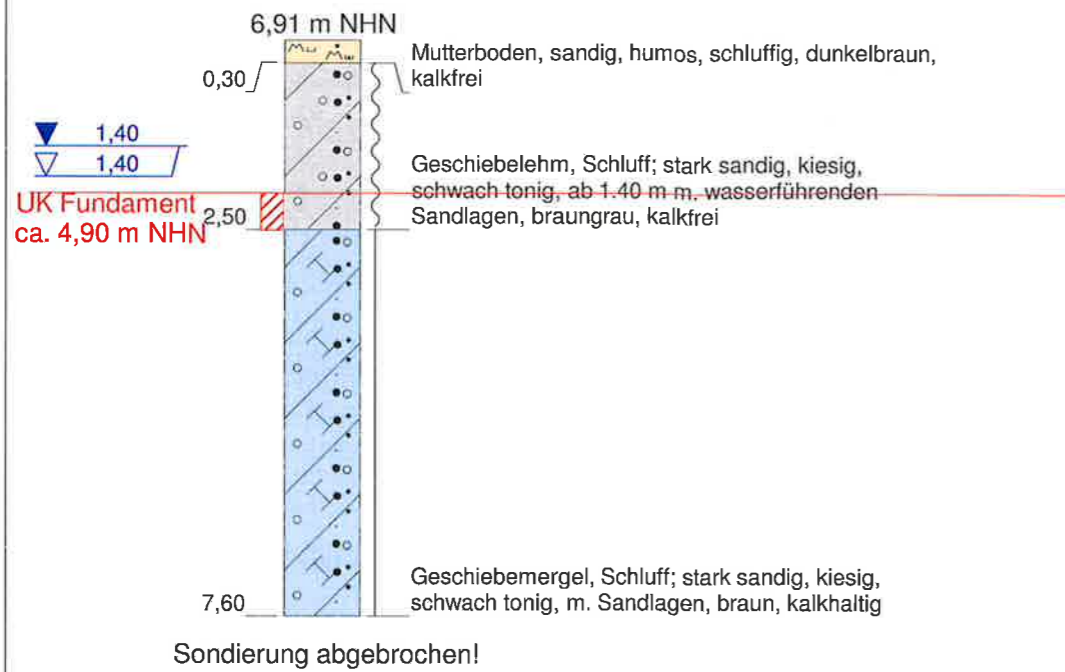
Auftraggeber: EEN GmbH

Datum: 08.05.-12.05.2017 Maßstab: 1 : 100

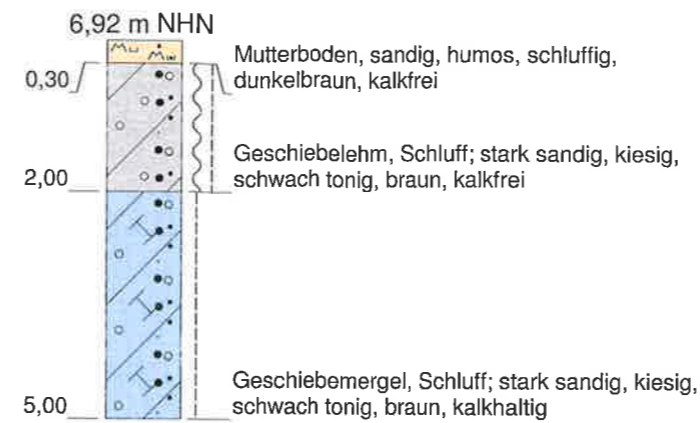
gezeichnet: Ronja Nickel Anlage 2.2

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

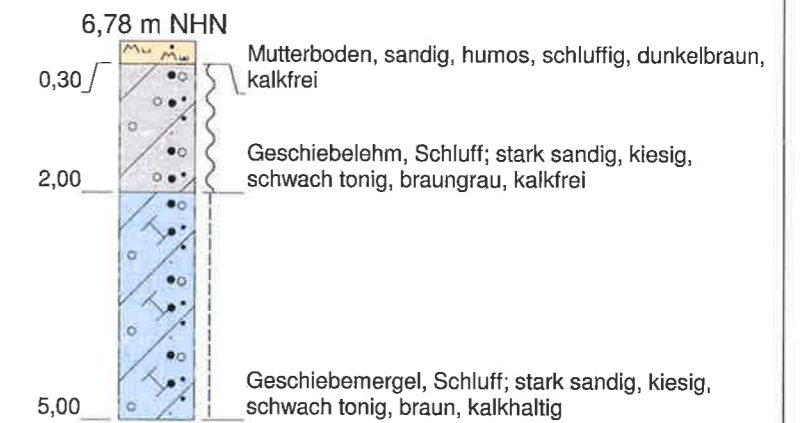
WEA 3: BS 1



WEA 3: BS 2/Kran



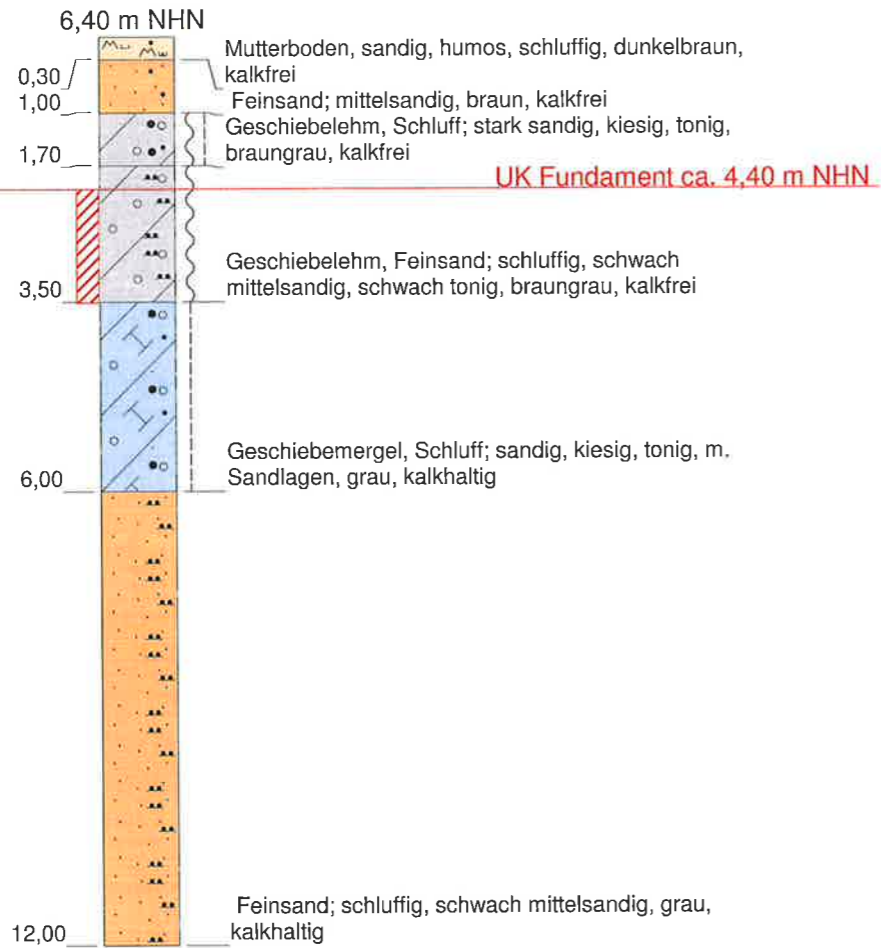
WEA 3: BS 3/Kran



Bauvorhaben: Windpark Willerswalde	
Aktenzeichen: 097/17 A	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: EEN GmbH	
Datum: 08.05.-12.05.2017	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: Ronja Nickel	Anlage 2.3

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

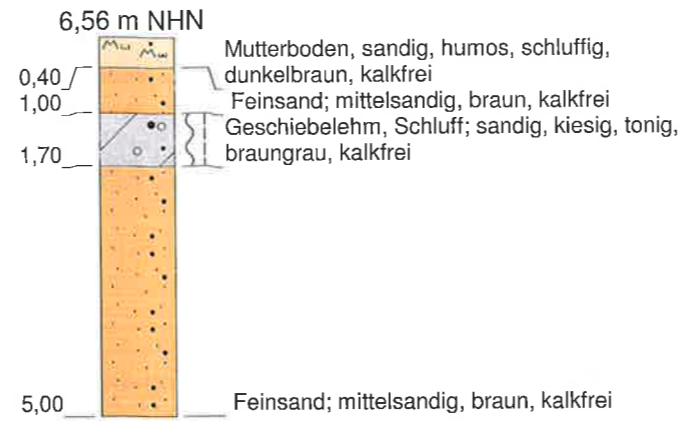
WEA 4: BS 1



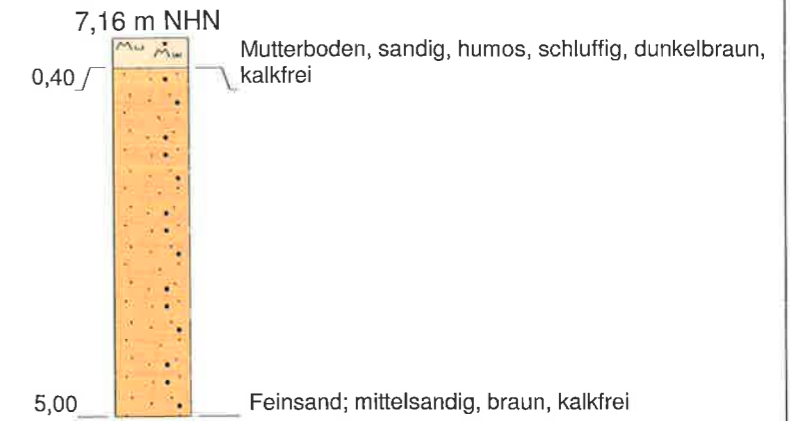
Sondierung abgebrochen!



WEA 4: BS 2/Kran

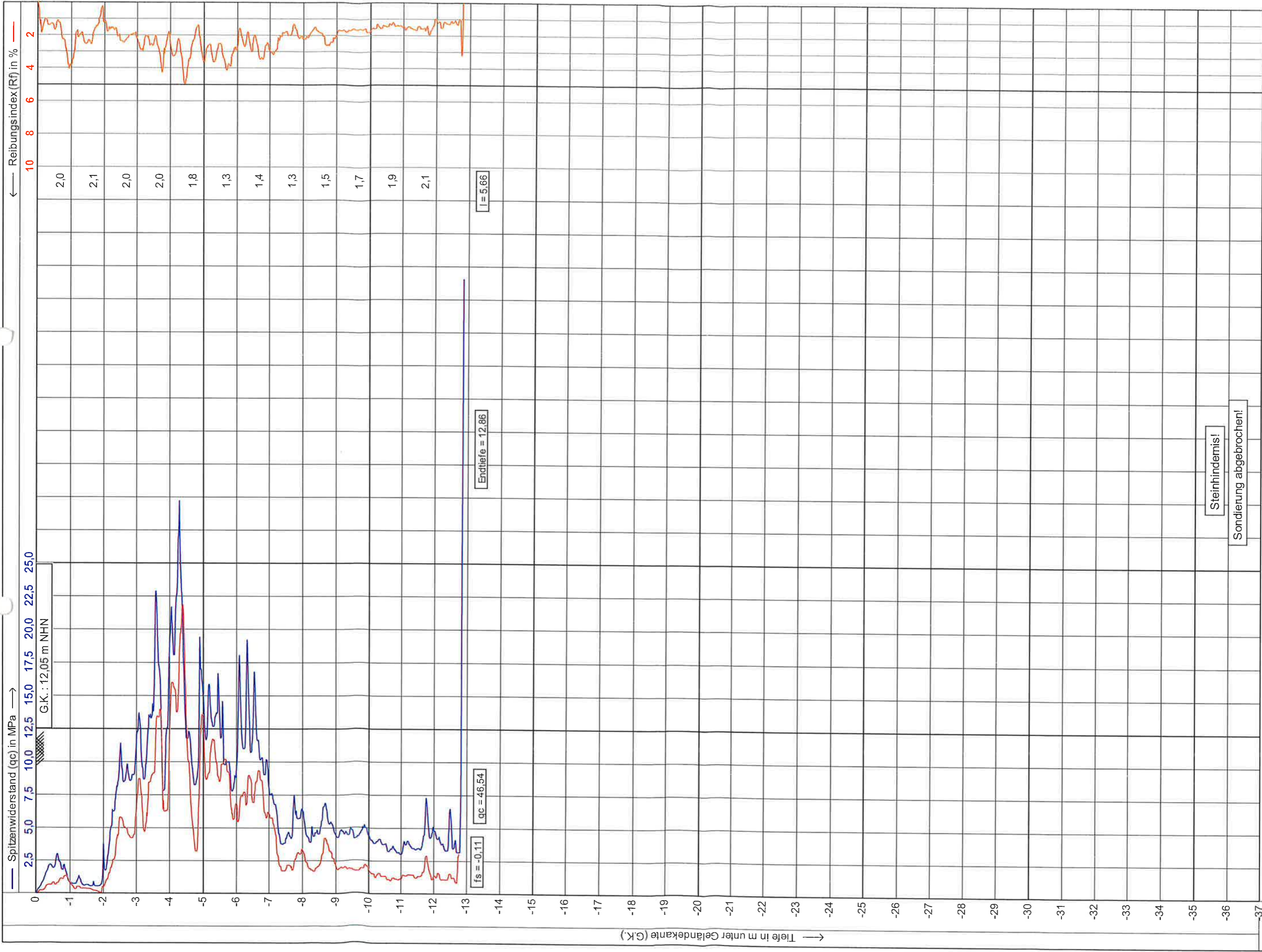


WEA 4: BS 3/Kran



Bauvorhaben: Windpark Willerswalde	
Aktenzeichen: 097/17 A	
Bezeichnung: Sondierprofile	
Auftraggeber: EEN GmbH	
Datum: 08.05.-12.05.2017	Maßstab: 1 : 100
gezeichnet: Ronja Nickel	Anlage 2.4

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

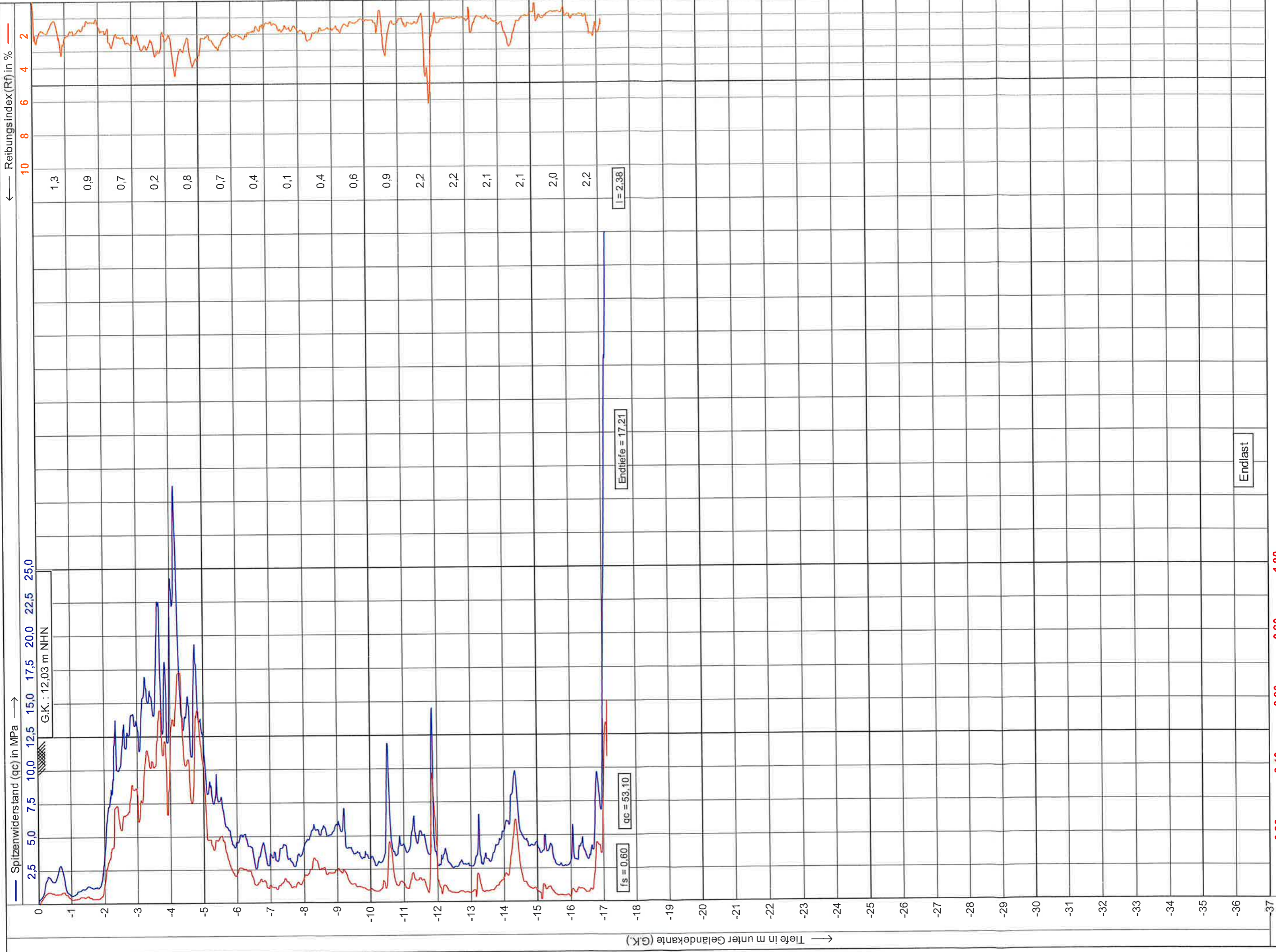


0,20 0,40 0,60 0,80 1,00
 15 225 cm²

Dipl.-Ing. P. Neumann
 Hauptgeschäftsbereich Geodäsie & G. NG
 Marienhaler Str. 6
 24340 Eckernförde
 Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71
NEUMANN

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1
 Projekt : **Windpark Willerswalde**
 Ort : **WEA 1**

Datum : **20-4-2017**
 Konus Nr. : **S15CFILS14305**
 Projekt Nr. : **097/17 A**
 CPT Nr. : **1** 1/1



← Reibungsindex (Rf) in %

Spitzenwiderstand (qc) in MPa →

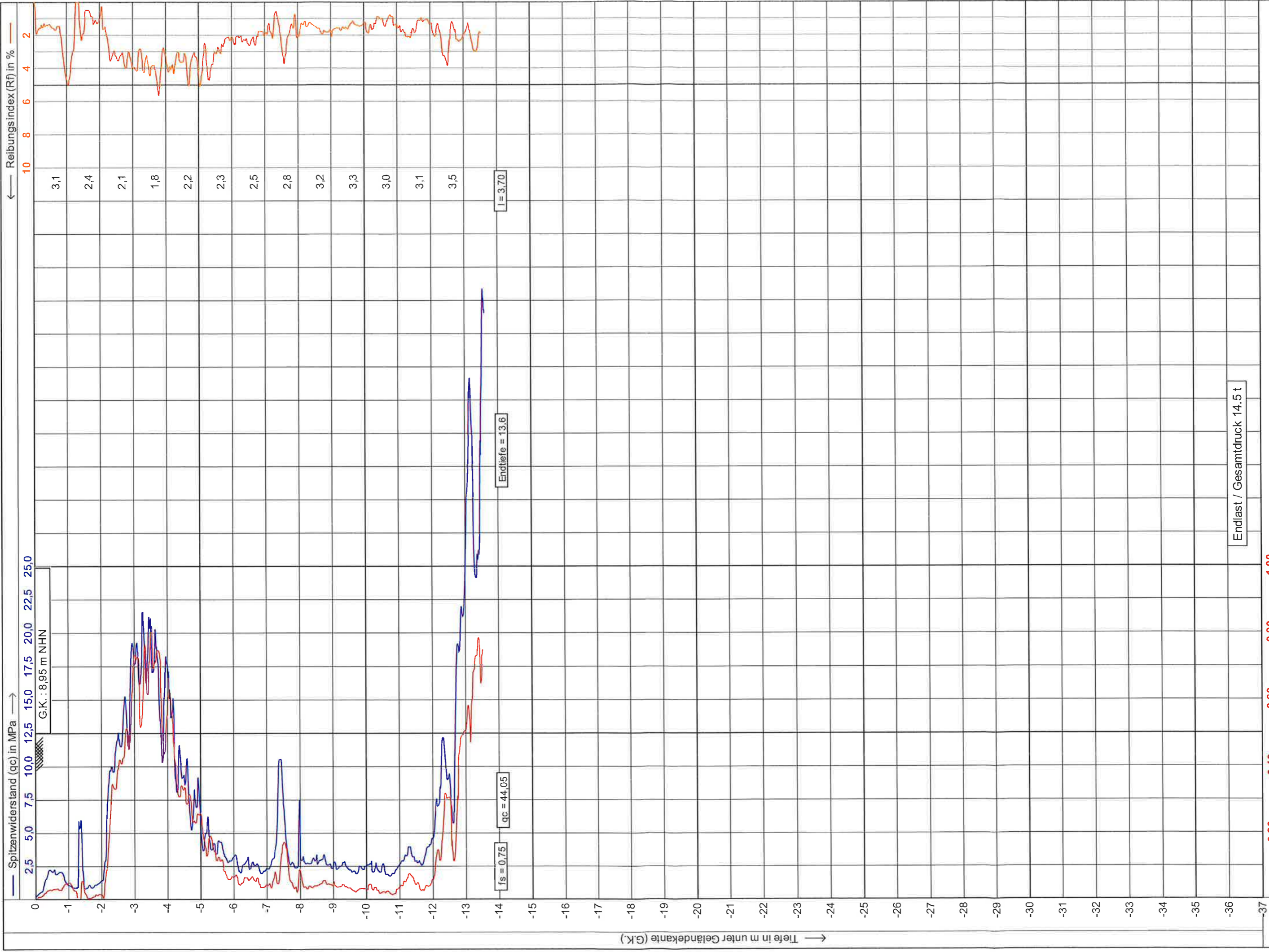
← Tiefe in m unter Gelände (G.K.)

→ Lokale Reibung (fs) in MPa

Neigung (I) in Grad

0.20 0.40 0.60 0.80 1.00

<p>Dipl.-Ing. P. Neumann Baugrunderkundung GmbH & Co. KG Marienhäuser Str. 6 24340 Eckenförde NEUMANN Tel. 04351/7136-0 Fax 04351/7136-71</p>		<p>Datum : 20-4-2017 Konus Nr. : S15CFILS14305 Projekt Nr. : 097/17 A CPT Nr. : 2</p>	
<p>nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1</p>		<p>Projekt : Windpark Willeterwalde Ort : WEA 1</p>	



← Reibungsindex (Rf) in %

Spitzenwiderstand (qc) in MPa →

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

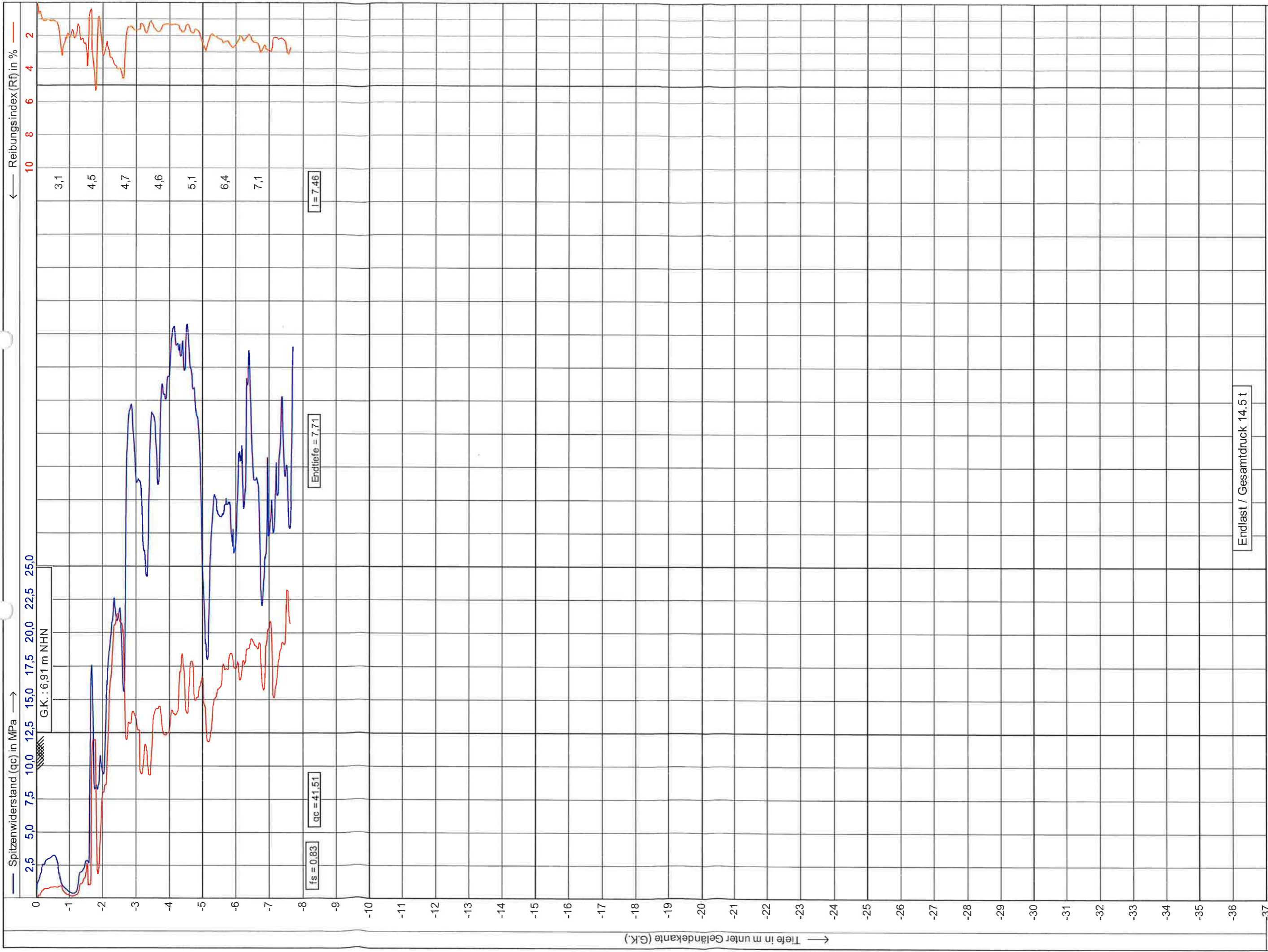
Neigung (i) in Grad

0,20 0,40 0,60 0,80 1,00
Lokale Reibung (fs) in MPa →

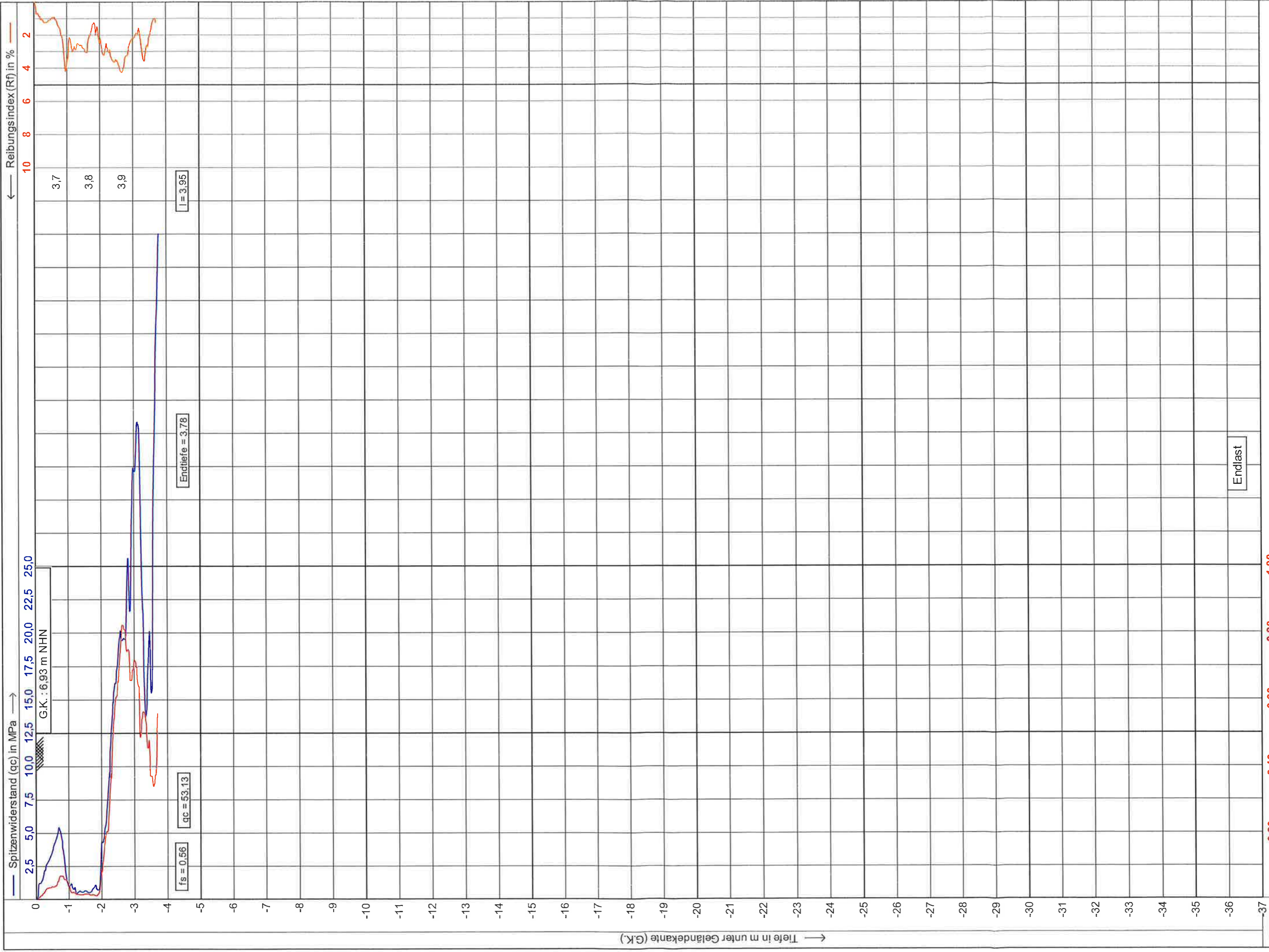
15 cm
225 cm

Endlast / Gesamtdruck 14.5 t

<p>Dipl.-Ing. P. Neumann Baugrunderkundung GmbH & Co. KG Marienbühl Str. 6 24340 Eiderbüchel NEUMANN Tel. 043517136-0 Fax 043517136-71</p>		<p>nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1</p>	
<p>Projekt : Windpark Willerswalde</p>		<p>Datum : 20-4-2017</p>	
<p>Ort : WEA 2</p>		<p>Konus Nr. : S15CFI.S14305</p>	
		<p>Projekt Nr. : 097/17 A</p>	
		<p>CPT Nr. : 2</p>	



<p>← x) Neigung (i) in Grad →</p>	
<p>Endlast / Gesamtdruck 14,5 t</p>	
<p>0,20 0,40 0,60 0,80 1,00</p>	
<p>← Lokale Reibung (fs) in MPa →</p>	
<p>Dipl.-Ing. P. Neumann Baugrunderkundung GmbH & Co. KG Martenthaler Str. 6 24340 Eckernförde Tel. 04351/136-0 Fax 04351/136-71 NEUMANN</p>	
<p>nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1</p>	
<p>Projekt : Windpark Willerswalde</p>	
<p>Ort : WEA 3</p>	
<p>Datum : 20-4-2017</p>	
<p>Konus Nr. : S15CFILS14305</p>	
<p>Projekt Nr. : 097/17 A</p>	
<p>CPT Nr. : 1</p>	
<p>1/1</p>	



Neigung (I) in Grad

0.20 0.40 0.60 0.80 1.00

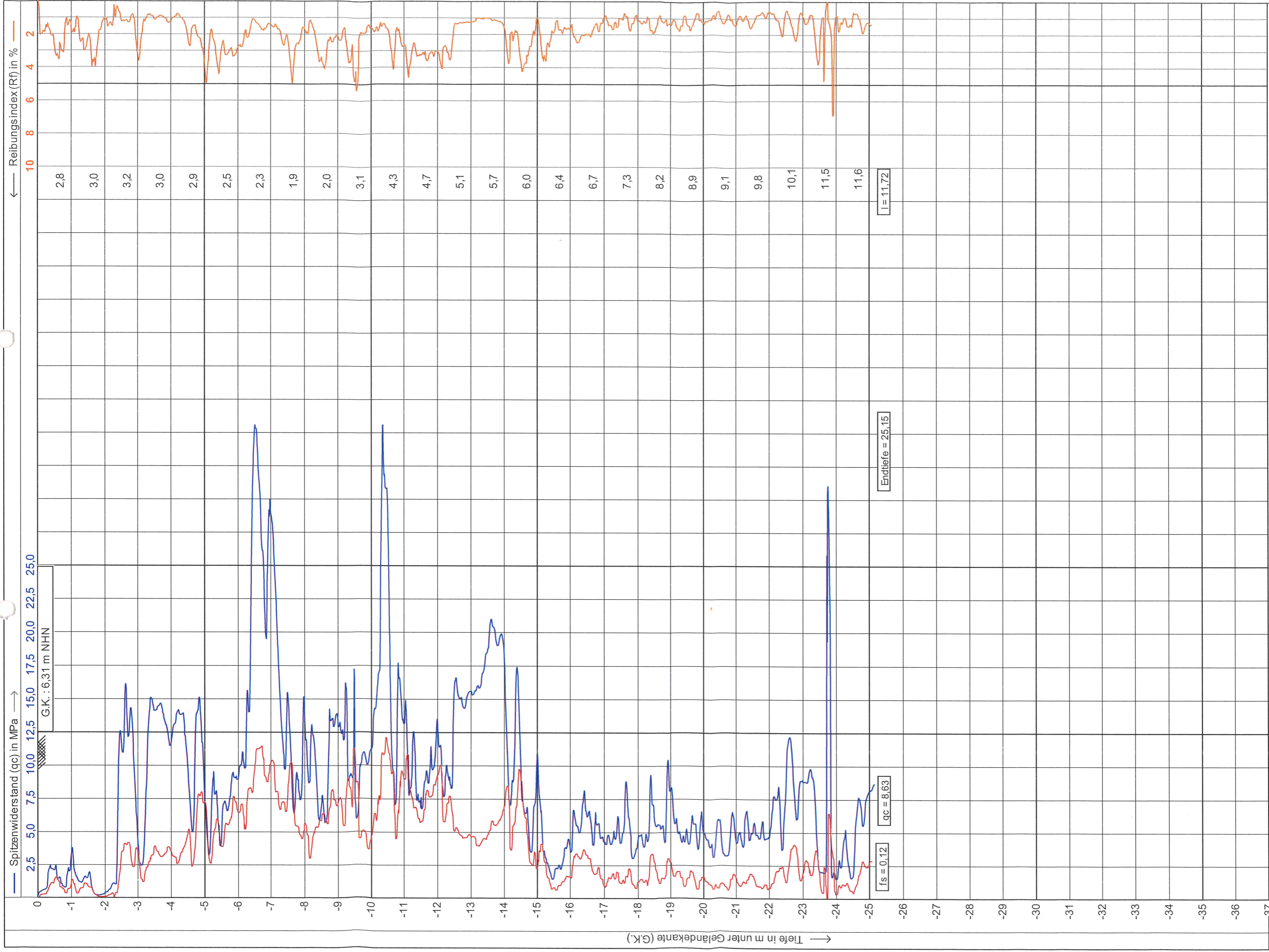
225 cm²
 15 cm

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

Datum : 20-4-2017
 Konus Nr. : S15CFI.S14305
 Projekt Nr. : 097/17 A
 CPT Nr. : 2

Dipl.-Ing. P. Neumann
 Baugrunderkundung GeHR & Co. KG
 Marienhäuser Str. 6
 24360 Eckernförde
 NEUMANN Tel. 043517136-0 Fax 043517136-71

Projekt : Windpark Willerswalde
 Ort : WEA 3



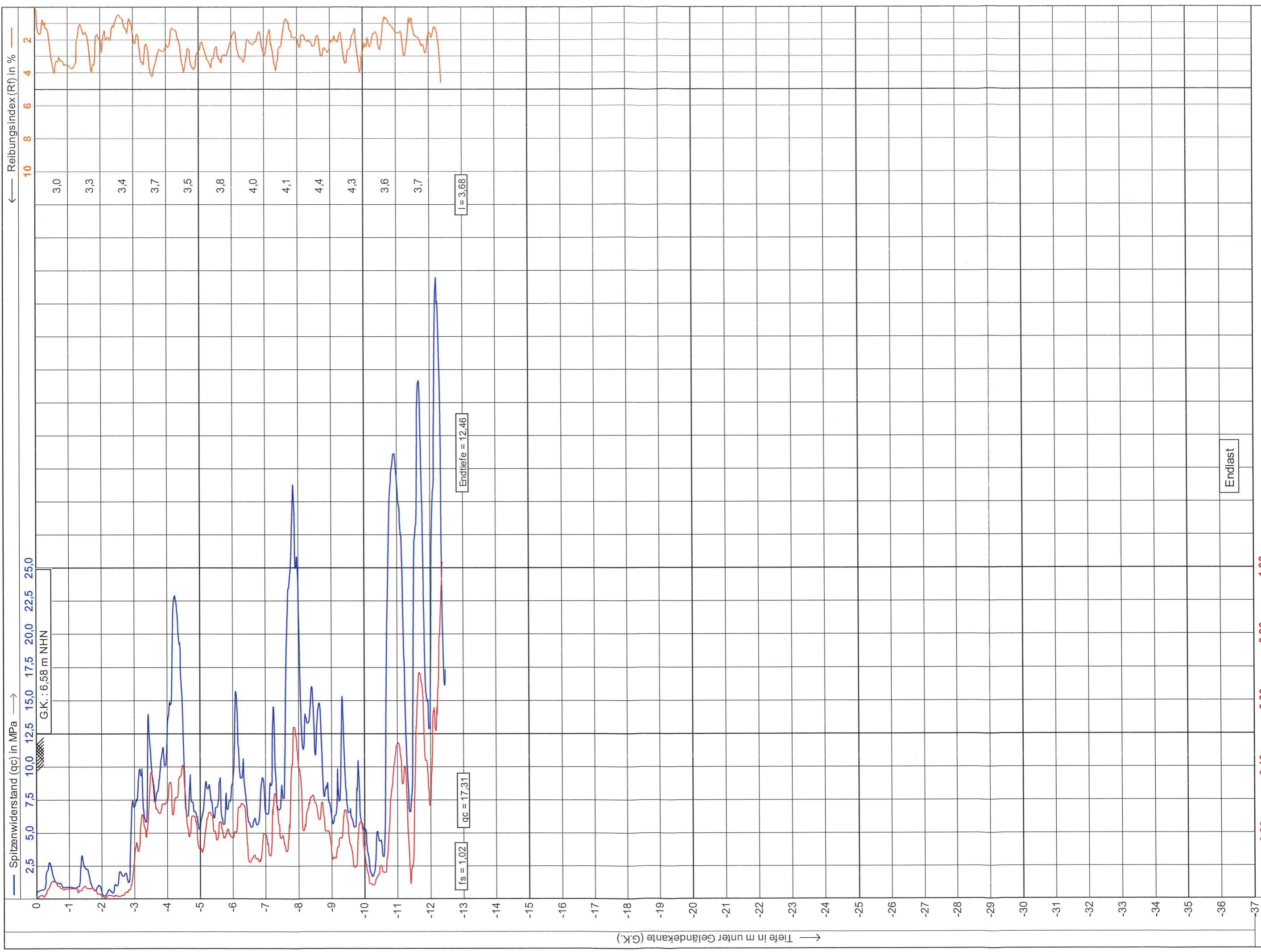
L 225 cm² / 15 cm²

— Lokale Reibung (fs) in MPa →
 → Neigung (I) in Grad

Datum : 20-4-2017
 Konus Nr. : S15CFIL:514305
 Projekt Nr. : 097/17 A
 CPT Nr. : 1 1/1

nach DIN 4094 - 1 und DIN EN ISO 22476 - 1
 Projekt : Windpark Willerswalde
 Ort : WEA 4

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



Lokale Reibung (fs) in MPa → 0,20 0,40 0,60 0,80 1,00

→ Neigung (I) in Grad

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

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

Projekt : **Windpark Willeterwalde**

Ort : **WEA 4**

Datum : **20-4-2017**

Konus Nr. : **S15CFILS14305**

Projekt Nr. : **097117 A**

CPT Nr. : **2**



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: 097/17-A
Anlage: 5.2

Wassergehalt nach DIN 18 121

WP Willerswalde

Bearbeiter: Zie.

Datum: 07.07.17

Prüfungsnummer:

Entnahmestelle:

Tiefe:

Bodenart:

Art der Entnahme: gestörte Probe

Probe entnommen am: 05/17

Probenbezeichnung:	WEA4BS1/5 3.00m	WEA4BS1/6 4.00m	WEA4BS1/8 6.00m			
Feuchte Probe + Behälter [g]:	116.50	192.50	149.90			
Trockene Probe + Behälter [g]:	107.20	181.60	142.60			
Behälter [g]:	55.60	53.50	49.50			
Porenwasser [g]:	9.30	10.90	7.30			
Trockene Probe [g]:	51.60	128.10	93.10			
Wassergehalt [%]	18.02	8.51	7.84			

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Flensburger Str. 15 · 25421 Pinneberg

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

Marienthaler Straße 6
24340 Eckernförde



Prüfbericht-Nr.: 2017P507999 / 1

Auftraggeber	Dipl.-Ing. Peter Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG
Eingangsdatum	16.05.2017
Projekt	WP Wieherswalde
Material	Wasser
Kennzeichnung	siehe Tabelle
Auftrag	Analytik gem. Vorgabe des Auftraggebers
Verpackung	PE-Flaschen
Probenmenge	ca. 1 l
Auftragsnummer	17505163
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Prüfbeginn / -ende	16.05.2017 - 22.05.2017
Methoden	siehe letzte Seite
Unteraufträge	
Bemerkung	
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 22.05.2017



i. A. Gesine Blinde
Projektbearbeitung

Anlage 6.1

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht auszugsweise veröffentlicht werden.
Seite 1 von 2 zu Prüfbericht-Nr.: 2017P507999 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2017P507999 / 1

WP Wieherswalde

Auftrag		17505163	17505163	17505163
Probe-Nr.		001	002	003
Material		Wasser	Wasser	Wasser
Probenbezeichnung		WEA 1 / BS 1	WEA 2 / BS 1	WEA 3 / BS 1
Probemenge		ca. 1 l	ca. 1 l	ca. 1 l
Probeneingang		16.05.2017	16.05.2017	16.05.2017
Analysenergebnisse	Einheit			
Betonaggressivität				
pH-Wert		7,8	7,8	7,7
Geruch		unauffällig	unauffällig	unauffällig
Permanganat-Verbrauch	mg KMnO4/L	11	9,5	10
Gesamthärte	°dH	19	19	19
Härtehydrogencarbonat	°dH	9,8	10	7,0
Nichtcarbonathärte	°dH	9,3	8,9	12
Magnesium	mg/L	11	11	11
Ammonium	mg/L	1,0	0,65	1,1
Sulfat	mg/L	160	160	55
Chlorid	mg/L	35	35	24
Kohlendioxid, kalklösend	mg/L	<5,0	<5,0	<5,0

Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen

Parameter	Bestimmungs- grenze	Einheit	Methode
Betonaggressivität			DIN EN 16502
pH-Wert			DIN EN ISO 10523 ^a
Geruch			DEV-B1/2 ^a
Permanganat-Verbrauch	2,0	mg KMnO4/L	DIN EN ISO 8467 ^a
Gesamthärte	0,010	°dH	DIN 38409-H6/ DIN EN ISO 17294-2 (E29) ^a
Härtehydrogencarbonat		°dH	DIN 38 405-D8 ^a
Nichtcarbonathärte		°dH	berechnet
Magnesium	0,10	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22) ^a
Ammonium	0,20	mg/L	DIN EN ISO 11732 (E23) ^a
Sulfat	0,50	mg/L	DIN EN ISO 10304-1/-2 (D19/20) ^a
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1/-2 (D19/20) ^a
Kohlendioxid, kalklösend	5,0	mg/L	DIN 4030 (Heyer) ^a

 Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.

Anlage 6.2

Anlage zu Prüfbericht 2017P507999

Probe-Nr.: 17505163 / 001

Probenbezeichnung: WEA 1 / BS 1

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

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1	XA2	XA3
pH-Wert	7,8		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	<5,0	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	1,0	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 -100
Magnesium	11	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	160	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	35	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	19	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	9,8	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	11	mg KMnO4/L	---	---	---

Kurzbeurteilung: Gemäß DIN 4030 Teil 2 sind bei der hier untersuchten Wasserprobe keine Maßnahmen nach DIN 1045 erforderlich. Das Wasser ist nicht Beton angreifend.

Anlage 6.3

Anlage zu Prüfbericht 2017P507999

Probe-Nr.: 17505163 / 002

Probenbezeichnung: WEA 2 / BS 1

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

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1	XA2	XA3
pH-Wert	7,8		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	<5,0	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	0,65	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 - 100
Magnesium	11	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	160	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	35	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	19	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	10	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	9,5	mg KMnO4/L	---	---	---

Kurzbeurteilung: Gemäß DIN 4030 Teil 2 sind bei der hier untersuchten Wasserprobe keine Maßnahmen nach DIN 1045 erforderlich. Das Wasser ist nicht Beton angreifend.

Anlage 6.4

Anlage zu Prüfbericht 2017P507999

Probe-Nr.: 17505163 / 003

Probenbezeichnung: WEA 3 / BS 1

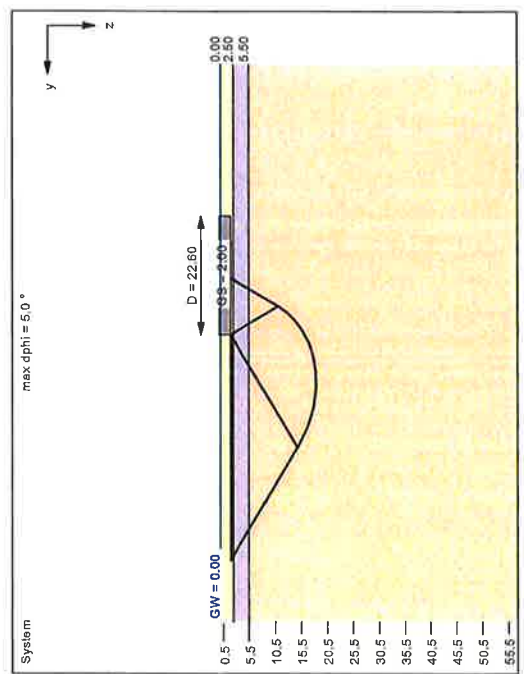
Tabelle 1: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischem Angriff durch Grundwasser nach DIN 4030 Teil 1 (06/2008), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1	XA2	XA3
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	1,1	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 - 100
Magnesium	11	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	55	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	24	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	19	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	7,0	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	10	mg KMnO ₄ /L	---	---	---

Kurzbeurteilung: Gemäß DIN 4030 Teil 2 sind bei der hier untersuchten Wasserprobe keine Maßnahmen nach DIN 1045 erforderlich. Das Wasser ist nicht Beton angreifend.

Anlage 6.5

Boden	γ [kN/m ³]	γ^* [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	19.0	11.0	35.0	0.0	50.0	0.00	Sand, md
	22.0	12.0	30.0	15.0	50.0	0.00	Mg.hf
	22.0	12.0	28.5	12.5	40.0	0.00	Mg.steif-hf



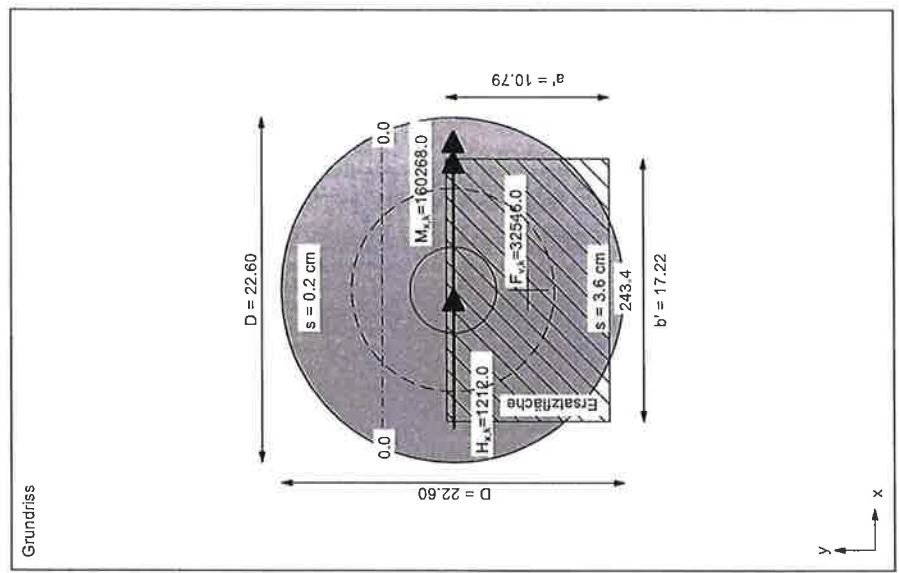
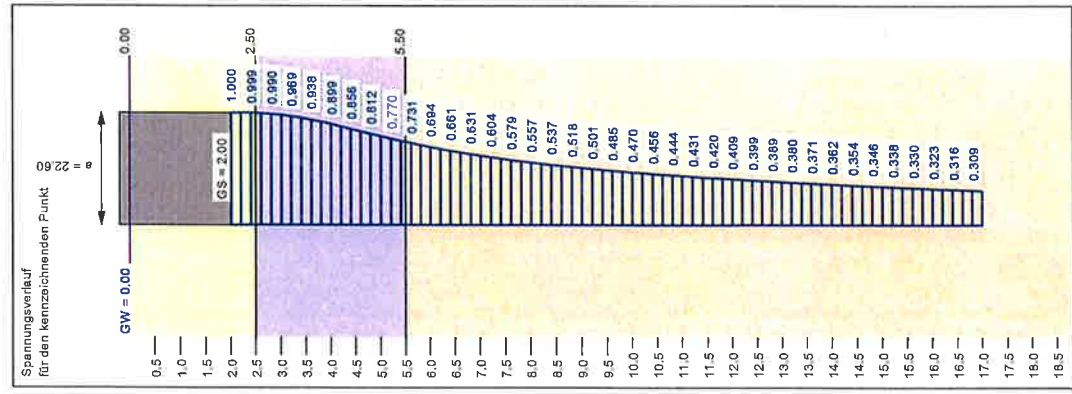
Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 32546.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,k} = 1212.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{v,k} = 0.00 / 160268.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 22.600$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -4.924$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 2.825 m)
 Resultierende im 2. Kern (= 6.656 m)
 Resultierende im 1. Kern (= 2.825 m)
 $a' = 20.029$ m
 $b' = 20.029$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -4.924$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 6.656 m)
 $a' = 10.793$ m
 $b' = 17.217$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht, aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheitsfaktor $\gamma_{R,v} = 1.60$
 $\sigma_{0,v} / \sigma_{0,d} = 1627.3 / 1017.08$ kN/m²
 $R_{n,k} = 302405.51$ kN
 $R_{n,d} = 189003.44$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 32546.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 43937.10$ kN

μ (parallel zu y) = 0.232
 cal $\phi = 28.6^\circ$
 ϕ wegen 5° Bedingung abgemindert
 cal c = 12.56 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 11.95$ kN/m³
 cal $\sigma_0 = 22.00$ kN/m²
 UK log. Spirale = 18.33 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 65.62 m
 Fläche log. Spirale = 557.08 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{d,p} = 27.10$; $N_{d,b} = 15.80$; $N_{d,b} = 8.08$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.321$; $v_d = 1.300$; $v_b = 0.812$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.945$; $i_d = 0.949$; $i_b = 0.913$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $i_b = 17.00$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 1.91 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.25 cm
 unten = 3.58 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 572.5
 Nachweis EQU:
 $M_{d,ab} = 32546.0 \cdot 22.60 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 330992.8$
 $M_{d,ab} = 160268.0 \cdot 1.50 = 240402.0$
 $\mu_{EQU} = 240402.0 / 330992.8 = 0.726$

Berechnungsgrundlagen:
 097717 WP Willerswaide
 Grundbuchformel nach DIN 4017:2006
 Teilicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{G,ab} = 1.35$
 $\gamma_{G,ab} = 1.50$
 $\gamma_{G,ab} = 1.50$
 Grenzstützstand EQU:
 $\gamma_{G,ab} = 0.90$
 $\gamma_{G,ab} = 1.50$
 Gründungssohle = 2.00 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit festem Wert von 15.00 m u. GS
 1. Kernweite
 2. Kernweite





Aktenzeichen: 097/17 A

Archiv-Nr.:

Kopfblatt zum Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bohrungen: WEA 1 - WEA 4: BS 1 - BS 3 / CPT-E 1 + CPT-E 2

Projekt: Windpark Willerswalde

Ort: Windpark Willerswalde

Zweck der Bohrung: Baugrunduntersuchung

Auftraggeber: EEN GmbH, Schlossweg 3, 18516 Süderholz OT Griebenow

Bohrfirma: P. Neumann Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG, Marienthaler Str. 6, 24340 Eckernförde

Geräteleiter: A. Pagel / M. Netzel

Bohrzeit vom: 20.04.2017

Bohrzeit bis: 12.05.2017

Max. Bohrlochdurchmesser: 80 mm / 15,0 cm² Spitzenquerschnittsfläche

Bohrverfahren: Rammkernsondierungen (BS) / Spitzendrucksondierungen (CPT-E)

Anzahl der Bodenproben: 98

Aufbewahrungsort der Bodenproben: Auftragnehmer

Aufbewahrungszeit der Bodenproben: 3 Monate

Anzahl der Wasserproben: 3 (WEA 1 - WEA 3: BS 1)

Die Lage der Sondieransatzpunkte: siehe Übersichtsplan und Prinzipskizzen (Anlagen 1.1 - 1.4).

Die Höhen der Sondieransatzpunkte wurden auf NHN bezogen.

Die Höhen der Sondieransatzpunkte: siehe Anlage zum Kopfblatt.

Fachtechnisch bearbeitet von: Wolfgang Tiedemann
am: 12.05.2017

DIPL.-ING. PETER NEUMANN
Baugrunduntersuchung GmbH & Co KG
Marienthaler Straße 6
24340 ECKERNFÖRDE
Telefon 0 43 51 771 36 - 0



Anlage zum Kopfblatt

Bauvorhaben: Windpark Willerswalde

Bauvorhaben Nr.: 097/17 A

Die Höhen der Sondieransatzpunkte wurden auf NHN (NHN +12,10 m, OK Gelände am Mittelpunkt der WEA) bezogen.	
WEA 1	Höhe (m NHN)
BS 1	+12,10
BS 2	+12,06
BS 3	+12,02
CPT-E 1	+12,05
CPT-E 2	+12,03
Die Höhen der Sondieransatzpunkte wurden auf NHN (NHN +8,70 m, OK Gelände am Mittelpunkt der WEA) bezogen.	
WEA 2	Höhe (m NHN)
BS 1	+8,70
BS 2	+8,75
BS 3	+8,93
CPT-E 1	+8,73
CPT-E 2	+8,95
Die Höhen der Sondieransatzpunkte wurden auf NHN (NHN +6,90 m, OK Gelände am Mittelpunkt der WEA) bezogen.	
WEA 3	Höhe (m NHN)
BS 1	+6,91
BS 2	+6,92
BS 3	+6,78
CPT-E 1	+6,91
CPT-E 2	+6,93
Die Höhen der Sondieransatzpunkte wurden auf NHN (NHN +6,40 m, OK Gelände am Mittelpunkt der WEA) bezogen.	
WEA 4	Höhe (m NHN)
BS 1	+6,40
BS 2	+6,56
BS 3	+7,16
CPT-E 1	+6,31
CPT-E 2	+6,58



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Windpark Willerswalde

Bohrzeit:
von: 08.05.2017
bis: 08.05.2017

Bohrung: WEA 1: 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) Kalkgehalt				
0,40	a) sandig, humos, schluffig				Ø = 80 - 40 mm Rohr! feucht		GP1	0,40
	b)							
	c)	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Mutterboden	g)	h)	i) 0				
2,50	a) Schluff; stark sandig, kiesig, schwach tonig, m. Sandlagen, ab 2.20 m m. wasserführenden Sandlagen				Grundwasserspiegel in Ruhe 2.20m Grundwasserspiegel 2.20m feucht		GP2 GP3	1,00 2,00
	b)							
	c) weich	d)	e) braungrau					
	f) Geschiebelehm	g)	h)	i) 0				
3,20	a) Schluff; stark sandig, kiesig, schwach tonig				feucht		GP4	3,00
	b)							
	c) weich bis steif	d)	e) braun					
	f) Geschiebemergel	g)	h)	i) +				
6,00	a) Schluff; stark sandig, kiesig, schwach tonig, ab 5.50 m grau				feucht		GP5 GP6 GP7	4,00 5,00 6,00
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f) Geschiebemergel	g)	h)	i) +				
12,00	a) Schluff; sandig, kiesig, tonig, m. Sandlagen				feucht		GP8 GP9 GP10 GP11 GP12 GP13	7,00 8,00 9,00 10,00 11,00 12,00
	b)							
	c) steif bis halbfest	d)	e) grau					
	f) Geschiebemergel	g)	h)	i) +				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 2

Projekt: Windpark Willerswalde

Bohrzeit:
von: 08.05.2017
bis: 08.05.2017

Bohrung: WEA 1: 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							
15,00	a) Schluff; sandig, kiesig, tonig, m. Sandlagen				Temporären Pegel gesetzt, 1x Wasserprobe entnommen, Pegel wieder gezogen! feucht	GP14	GP15	13,00			
	b)								GP16	14,00	
	c) steif	d)	e) grau								15,00
	f) Geschiebemergel	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)								
a)											
b)											
c)	d)	e)									
f)	g)	h)	i)								



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Windpark Willerswalde

Bohrzeit:

Bohrung: WEA 1: BS 2/Kran

von: 10.05.2017
bis: 10.05.2017

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				
0,40	a) sandig, humos, schluffig				Ø = 80 - 40 mm Rohr! feucht		GP1	0,40
	b)							
	c)	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Mutterboden	g)	h)	i) 0				
1,70	a) Schluff; stark sandig, kiesig, schwach tonig, m. Sandlagen				feucht		GP2	1,00
	b)							
	c) weich bis steif	d)	e) braungrau					
	f) Geschiebelehm	g)	h)	i) 0				
5,00	a) Schluff; stark sandig, kiesig, schwach tonig, m. Sandlagen, ab 4.00 m m. wasserführenden Sandlagen				Grundwasserspiegel in Ruhe 4.00m Grundwasserspiegel 4.00m feucht		GP3 GP4 GP5 GP6	2,00 3,00 4,00 5,00
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f) Geschiebemergel	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 Willerswalde

Bohrzeit:

Bohrung: WEA 1: BS 3/Kran

von: 10.05.2017
bis: 10.05.2017

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				
0,40	a) sandig, humos, schluffig				Ø = 80 - 40 mm Rohr! feucht		GP1	0,40
	b)							
	c)	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Mutterboden	g)	h)	i) 0				
2,40	a) Schluff; stark sandig, kiesig, schwach tonig, m. Sandlagen, ab 1.80 m m. wasserführenden Sandlagen				Grundwasserspiegel in Ruhe 1.80m Grundwasserspiegel 1.80m feucht		GP2 GP3	1,00 2,00
	b)							
	c) weich bis stelf	d)	e) braungrau					
	f) Geschiebelehm	g)	h)	i) 0				
5,00	a) Schluff; stark sandig, kiesig, tonig, m. Sandlagen				feucht		GP4 GP5 GP6	3,00 4,00 5,00
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f) Geschlebbemergel	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 Willerswalde

Bohrzeit:

Bohrung: WEA 2: BS 1

von: 10.05.2017
bis: 10.05.2017

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) Kalkgehalt				
0,30	a) sandig, humos, schluffig				Ø = 80 - 40 mm Rohr! feucht		GP1	0,30
	b)							
	c)	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Mutterboden	g)	h)	i) 0				
2,50	a) Schluff; stark sandig, kiesig, schwach tonig, m. Sandlagen				feucht		GP2 GP3	1,00 2,00
	b)							
	c) weich bis steif	d)	e) braungrau					
	f) Geschiebelehm	g)	h)	i) 0				
5,50	a) Schluff; stark sandig, kiesig, schwach tonig, m. Sandlagen, ab 3.00 m m. wasserführenden Sandlagen, ab 4.00 m grau				Grundwasserspiegel in Ruhe 3.00m Grundwasserspiegel 3.00m feucht		GP4 GP5 GP6	3,00 4,00 5,00
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f) Geschiebemergel	g)	h)	i) +				
15,00	a) Schluff; sandig, kiesig, tonig, ab 12.00 m m. Sandlagen				Temporären Pegel gesetzt, 1x Wasserprobe entnommen, Pegel wieder gezogen! feucht		GP7 GP8 GP9 GP10 GP11 GP12 GP13 GP14 GP15 GP16	6,00 7,00 8,00 9,00 10,00 11,00 12,00 13,00 14,00 15,00
	b)							
	c) steif bis halbfest	d)	e) grau					
	f) Geschiebemergel	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 Willerswalde

Bohrzeit:

Bohrung: WEA 2: BS 2/Kran

von: 10.05.2017

bis: 10.05.2017

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		
0,30	a) sandig, humos, schluffig			Ø = 80 - 40 mm Rohr! feucht		GP1	0,30
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun				
	f) Mutterboden	g)	h)				
2,10	a) Schluff; stark sandig, kiesig, schwach tonig, m. Sandlagen			feucht		GP2 GP3	1,00 2,00
	b)						
	c) weich	d)	e) braun				
	f) Geschiebelehm	g)	h)				
5,00	a) Schluff; stark sandig, kiesig, schwach tonig, ab 3.60 m m. wasserführenden Sandlagen, ab 4.50 m grau			Grundwasserspiegel in Ruhe 3.60m Grundwasserspiegel 3.60m feucht		GP4 GP5 GP6	3,00 4,00 5,00
	b)						
	c) steif bis halbfest	d)	e) braun				
	f) Geschiebemergel	g)	h)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Windpark Willerswalde

Bohrzeit:
von: 10.05.2017
bis: 10.05.2017

Bohrung: WEA 2: BS 3/Kran

1	2				3	4	5	6
Bl ... 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) Kalkgehalt				
0,30	a) sandig, humos, schluffig				Ø = 80 - 40 mm Rohr! feucht	GP1	0,30	
	b)							
	c)	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Mutterboden	g)	h)	i) 0				
1,00	a) Schluff; stark sandig, kiesig, schwach tonig, m. Sandlagen				feucht	GP2	1,00	
	b)							
	c) weich bis steif	d)	e) braun					
	f) Geschiebelehm	g)	h)	i) 0				
2,50	a) Schluff; stark sandig, kiesig, schwach tonig, m. Sandlagen				Grundwasserspiegel in Ruhe 2.50m Grundwasserspiegel 2.50m feucht	GP3	2,00	
	b)							
	c) weich	d)	e) braun					
	f) Geschiebelehm	g)	h)	i) 0				
5,00	a) Schluff; stark sandig, kiesig, schwach tonig, m. wasserführenden Sandlagen				feucht	GP4 GP5 GP6	3,00 4,00 5,00	
	b)							
	c) steif bis halbfest	d)	e) braun					
	f) Geschiebemergel	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 Willerswalde

Bohrzeit:

von: 11.05.2017

Bohrung: WEA 3: BS 1

bis: 11.05.2017

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				
0,30	a) sandig, humos, schluffig				Ø = 80 - 40 mm Rohr! schwach feucht		GP1	0,30
	b)							
	c)	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Mutterboden	g)	h)	i) 0				
2,50	a) Schluff; stark sandig, kiesig, schwach tonig, ab 1.40 m m. wasserführenden Sandlagen				Grundwasserspiegel in Ruhe 1.40m Grundwasserspiegel 1.40m feucht		GP2 GP3	1,00 2,00
	b)							
	c) weich	d)	e) braungrau					
	f) Geschiebelehm	g)	h)	i) 0				
7,60	a) Schluff; stark sandig, kiesig, schwach tonig, m. Sandlagen				Sondierung bei 7.60 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war! Temporären Pegel gesetzt, 1x Wasserprobe entnommen, Pegel wieder gezogen!		GP4 GP5 GP6 GP7 GP8	3,00 4,00 5,00 6,00 7,00
	b)							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f) Geschiebemergel	g)	h)	i) +				
					feucht			
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Windpark Willerswalde

Bohrzeit:

Bohrung: WEA 3: BS 2/Kran

von: 11.05.2017

bis: 11.05.2017

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		
0,30	a) sandig, humos, schluffig			Ø = 80 - 40 mm Rohr! schwach feucht		GP1	0,30
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun				
	f) Mutterboden	g)	h)				
2,00	a) Schluff; stark sandig, kiesig, schwach tonig			feucht		GP2 GP3	1,00 2,00
	b)						
	c) weich bis steif	d)	e) braun				
	f) Geschiebelehm	g)	h)				
5,00	a) Schluff; stark sandig, kiesig, schwach tonig			feucht		GP4 GP5	3,00 5,00
	b)						
	c) steif	d)	e) braun				
	f) Geschiebemergel	g)	h)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Windpark Willerswalde

Bohrzeit:

Bohrung: WEA 3: BS 3/Kran

von: 11.05.2017

bis: 11.05.2017

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		
0,30	a) sandig, humos, schluffig			Ø = 80 - 40 mm Rohr! schwach feucht		GP1	0,30
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun				
	f) Mutterboden	g)	h)				
2,00	a) Schluff; stark sandig, kiesig, schwach tonig			feucht		GP2 GP3	1,00 2,00
	b)						
	c) weich	d)	e) braungrau				
	f) Geschiebelehm	g)	h)				
5,00	a) Schluff; stark sandig, kiesig, schwach tonig			feucht		GP4 GP5 GP6	3,00 4,00 5,00
	b)						
	c) steif	d)	e) braun				
	f) Geschiebemergel	g)	h)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Windpark Willerswalde

Bohrzeit:

Bohrung: WEA 4: BS 1

von: 11.05.2017

bis: 11.05.2017

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) Kalkgehalt				
0,30	a) sandig, humos, schluffig			Ø = 80 - 40 mm Rohr! schwach feucht		GP1	0,30
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun				
	f) Mutterboden	g)	h) i) 0				
1,00	a) Feinsand; mittelsandig			feucht		GP2	1,00
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren	e) braun				
	f)	g)	h) i) 0				
1,70	a) Schluff; stark sandig, kiesig, tonig			feucht		GP3	1,50
	b)						
	c) weich bis steif	d)	e) braungrau				
	f) Geschiebelehm	g)	h) i) 0				
3,50	a) Feinsand; schluffig, schwach mittelsandig, schwach tonig			feucht		GP4 GP5	2,00 3,00
	b)						
	c) weich	d)	e) braungrau				
	f) Geschiebelehm	g)	h) i) 0				
6,00	a) Schluff; sandig, kiesig, tonig, m. Sandlagen			feucht		GP6 GP7 GP8	4,00 5,00 6,00
	b)						
	c) steif	d)	e) grau				
	f) Geschiebemergel	g)	h) i) +				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 2

Projekt: Windpark Willerswalde

Bohrzeit:

von: 11.05.2017

bis: 11.05.2017

Bohrung: WEA 4: 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		
12,00	a) Feinsand; schluffig, schwach mittelsandig			Sondierung bei 12.00 m abgebrochen, da kein Sondierfortschritt mehr möglich war! feucht			GP9 7,00
	b)						GP10 8,00
	c)	d) schwer zu bohren	e) grau				GP11 9,00
	f)	g)	h) i) +				GP12 10,00
	a)						GP13 11,00
	b)						GP14 12,00
	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)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Windpark Willerswalde

Bohrung: WEA 4: BS 2/Kran

Bohrzeit:
von: 12.05.2017
bis: 12.05.2017

1	2				3	4	5	6
BlS ... 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				
0,40	a) sandig, humos, schluffig				Ø = 80 - 40 mm Rohr! schwach feucht		GP1	0,40
	b)							
	c)	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Mutterboden	g)	h)	i) 0				
1,00	a) Feinsand; mittelsandig				feucht		GP2	1,00
	b)							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h)	i) 0				
1,70	a) Schluff; sandig, kiesig, tonig				feucht		GP3	1,50
	b)							
	c) weich bis steif	d)	e) braungrau					
	f) Geschiebelehm	g)	h)	i) 0				
5,00	a) Feinsand; mittelsandig				feucht		GP4 GP5	3,00 5,00
	b)							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h)	i) 0				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Windpark Willerswalde

Bohrzeit:

Bohrung: WEA 4: BS 3/Kran

von: 12.05.2017

bis: 12.05.2017

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	
0,40	a) sandig, humos, schluffig				Ø = 80 - 40 mm Rohr! schwach feucht		GP1	0,40		
	b)									
	c)		d) leicht zu bohren						e) dunkelbraun	
	f) Mutterboden		g)						h)	
5,00	a) Feinsand; mittelsandig				feucht		GP2 GP3 GP4	1,00 3,00 5,00		
	b)									
	c)		d) mäßig schwer zu bohren						e) braun	
	f)		g)						h)	
	a)									
	b)									
	c)		d)						e)	
	f)		g)						h)	
	a)									
	b)									
	c)		d)						e)	
	f)		g)						h)	
	a)									
	b)									
	c)		d)						e)	
	f)		g)						h)	