

Ingenieur - Hydro - Umwelt -  
Geologie  
Gutachten · Planung · Beratung  
Fachbauleitung



## **Geotechnisches Gutachten**

**Errichtung einer Windenergieanlage  
WEA 1  
Vestas V136, NH 149 m  
Flur 45, Flurstück 23  
48346 Ostbevern**

**Projektbearbeiter: M.Sc. Geowiss. René Mommsen**

**Projekt-Nr.: 2018/13766-1**

**Münster, 11.10.2019**

## INHALTSVERZEICHNIS

1	Auftrag und allgemeine Angaben zum Projekt .....	3
2	Durchführung der Untersuchungen .....	4
3	Morphologische Verhältnisse .....	5
4	Baugrundverhältnisse .....	6
4.1	Schichtenfolgen .....	6
4.1.1	Schichtenfolge im Bereich des Kreisfundamentes .....	6
4.1.2	Schichtenfolge im Bereich der Kranstellfläche und der Zufahrt ....	7
4.2	Grundwasser .....	8
4.3	Erdbeben und Gefährdungspotentiale im Untergrund .....	8
4.4	Organoleptische Bewertungen .....	8
5	Wasserhaltungsmaßnahmen .....	9
6	Maßnahmen zum Schutz des Bauwerkes gegen Grundwasser.....	9
7	Grundwasserchemismus.....	10
8	Tragfähigkeit des Baugrundes u. Baugrundverbesserungsmaßnahmen ...	10
9	Homogenbereiche und Bodenparameter .....	11
9.1	Homogenbereiche .....	11
9.2	Bodenkennwerte.....	11
9.3	Bodenklassen gem. VOB/DIN 18300, Bodengruppen gem. DIN 18196 und Frostempfindlichkeitsklassen gem. ZTV E-StB 09.....	14
10	Verwendung des Aushubmaterials .....	15
11	Gründungstechnische Folgerungen .....	16
11.1	Gründungstiefe, Gründungsart und Bodenersatz.....	16
11.2	Anschüttung .....	17
11.3	Baugrubensicherung .....	17
12	Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten (Baugrubenabnahme).....	17
13	Angaben zu bautechnischen Maßnahmen für die Zuwegung und die Kranstellfläche .....	18
14	Verdichtungsüberprüfung.....	20
15	Hinweise auf weitere Untersuchungen.....	20
16	Schlusswort.....	20

## **1 Auftrag und allgemeine Angaben zum Projekt**

Das Erdbaulabor Dr. F. Krause wurde von der WWU Wind GmbH, Berliner Platz 8, 48143 Münster, beauftragt, für den geplanten Neubau von drei Windenergieanlagen (WEA 1 bis WEA 3, s. Anlage 1.1) für den Anlagentyp

### **Vestas V136, NH 149 m**

im Gebiet Ostbevern, Flur 45, Baugrunduntersuchungen durchzuführen und jeweils ein geotechnisches Gutachten zu jeder Windenergieanlage auszuarbeiten.

Das vorliegende Gutachten befasst sich mit der Windenergieanlage WEA 1, Flur 45, Flurstück 23, RW: 341422,1 und HW: 5764711,6 in 48346 Ostbevern (s. Anlage 1.2).

Gemäß den Angaben des Fundament-Datenblatts *0077-0741, Vestas V136 4.0/4.2 MW 149M MK3 DIBTS DHGWL GWS in OK Gelände*, wird die zur Ausführung kommende Windenergieanlage auf einem kreisrunden Stahlbetonfundament mit einem Außendurchmesser von 27,75 m gegründet.

Die Gesamthöhe des Fundamentes beträgt einschließlich des Turmauflagers ca. 3,888 m, die Einbindetiefe des Fundamentes in den bestehenden Baugrund ist mit 3,363 m bzw. einschließlich der zentralen Vertiefung mit 3,598 m angegeben. Der nach außen abfallende Sporn mit einer Außenhöhe von 0,6 m wird im fertigen Zustand mit Boden in Stärken zwischen ca. 0,51 m und ca. 2,76 m überschüttet.

Als Anschüttmaterial ist verdichtungsfähiges Lockergesteinsmaterial gemäß DIN 1055 lagenweise aufzutragen und auf mindestens 97 % der Proctordichte bzw. bis auf eine Wichte des Bodens von mindestens  $\gamma_b \geq 18,0 \text{ kN/m}^3$  zu verdichten.

Die Gründungssohle einschließlich der Sauberkeitsschicht ( $d = \text{mind. } 0,10 \text{ m}$ ) wird demnach bei ca. 3,698 m unter zukünftiger GOK liegen. Für die Windenergieanlage wird in Abhängigkeit von der mittleren Geländehöhe von ca. 51,8 m (vgl. Kapitel 3 und Anlage 1.2) eine Gründungshöhe von ca. 48,102 m ü.NN (einschließlich Sauberkeitsschicht) angenommen.

Die angenommene Gründungsebene ist Grundlage der weiteren Ausführungen.

Der maximal zu erwartende Grundwasserstand bzw. der Bemessungswasserstand für das Fundament ist bei  $\pm 0,00 \text{ m OK Gelände}$  bzw. bei ca. 51,8 m ü.NN anzusetzen. Gemäß dem o.g. Datenblatt wird keine Drainage erforderlich.



Der anstehende Baugrund muss mindestens eine elastische Bodenpressung von  $\sigma_{\text{elast}} = 163 \text{ kN/m}^2$  (Kantenpressung) mit einem Sicherheitsbeiwert von 1,0 für alle Lasten aufnehmen können. Die maximale plastische Bodenpressung beträgt  $\sigma_{\text{plast}} = 127 \text{ kN/m}^2$ , konstant über die Ersatzfläche mit einem Sicherheitsbeiwert von 1,1 für Wind, 0,9 für Turmeigengewicht und Bodenauflast sowie 1,0 für das Fundamenteigengewicht.

Für die elastische Fundamenteinspannung zwischen Fundament und Baugrund sind für das Gesamtsystem Turm und Gründung folgende Drehfedersteifigkeiten einzuhalten:

statische Drehfeder:  $k_{\phi, \text{stat}} \geq 31,8 \text{ GNm/rad}$

dynamische Drehfeder:  $k_{\phi, \text{dyn}} \geq 238,5 \text{ GNm/rad}$  entsprechend einem  
 $E_{\text{S, dyn}} \geq 94 \text{ MN/m}^2$  (Querdehnungszahl  $\nu = 0,35$ , Sand)  
 $E_{\text{S, dyn}} \geq 121 \text{ MN/m}^2$  (Querdehnungszahl  $\nu = 0,40$ , Ton)

### Lasten an der Fundamentunterkante

Für den Grundbruchnachweis sind für die jeweiligen Bemessungssituationen BS-P und BS-A folgende charakteristische Lasten anzusetzen:

#### Bemessungssituationen BS-P

min  $V_k = 28959 \text{ kN}$   
max  $V_k = 49418 \text{ kN}$   
max  $H_k = 828 \text{ kN}$   
max  $M_{\text{res}, k} = 132223 \text{ kNm}$   
max  $M_{z, k} = 8604 \text{ kNm}$

#### Bemessungssituationen BS-A

min  $V_k = 28959 \text{ kN}$  (inkl. Auftrieb)  
max  $V_k = 49418 \text{ kN}$   
max  $H_k = 1329 \text{ kN}$   
max  $M_{\text{res}, k} = 176355 \text{ kNm}$   
max  $M_{z, k} = 8974 \text{ kNm?}$

Die angegebenen Lasten schließen das Turmgewicht, das Fundamenteigengewicht mit einer Wichte von  $\gamma_B = 24,0 \text{ kN/m}^3$  und die Bodenauflast mit einer Trockenwichte von mindestens  $\gamma_b \geq 18,0 \text{ kN/m}^3$  ein.

Aufgrund der baugrundphysikalischen Gegebenheiten wird eine Pfahlgründung empfohlen.

## 2 Durchführung der Untersuchungen

Zur Erschließung der Baugrundverhältnisse und zur Ermittlung der Tragfähigkeit des Baugrundes wurden am 14.08. und 27.09.2017 im Bereich der geplanten Windenergieanlage WEA 1 auf dem Außenkreis des Fundamentes zwei Rammkernsondierbohrungen (RKS 11 und RKS 12) und drei elektrische Drucksondierungen (WEA1-N, WEA1-OSO und WEA1-WSW) niedergebracht.



Im Bereich der Kranstellfläche und der Zuwegung wurden drei Rammkernsondierbohrungen (RKS 13 bis RKS 15) durchgeführt.

Aus den Bohrungen wurden 34 gestörte Bodenproben entnommen.

Zur Klärung der Aggressivität des Grundwassers wurde aus der Bohrung RKS 12 eine Grundwasserprobe (W 1) entnommen und diese zur Bestimmung der Beton- und Stahlaggressivität in einem akkreditierten chemischen Laboratorium analysiert. Die Analysenergebnisse sind der Anlage 5 zu entnehmen.

Die Aufschlusspunkte sind dem Lageplan (s. Anlage 1.2) zu entnehmen.

Die Ergebnisse der Aufschlussbohrungen und die der Drucksondierungen wurden gemäß DIN 4023 und DIN EN ISO 22476-1 in Schichtenprofilen und Drucksondierungsdiagrammen auf den Anlagen 2.1 bis 2.5 und 3 dargestellt.

Im Labor erfolgte die bodenphysikalische, bodenmechanische und organoleptische Ansprache der Bodenproben und, auch unter Beachtung der Ergebnisse der Drucksondierungen, die Abschätzung der für die erdstatischen Berechnungen erforderlichen Bodenkennwerte.

An charakteristischen Bodenproben wurden im bodenphysikalischen Labor die Glühverluste gemäß DIN 18128 bestimmt. Die Ergebnisse der Laborversuche sind der Anlage 4 zu entnehmen.

Die bei den Laborversuchen nicht verwendeten Bodenproben werden 6 Monate nach Abgabe des geotechnischen Gutachtens aufbewahrt und dann, falls vom Auftraggeber nicht anders bestimmt, verworfen.

### **3 Morphologische Verhältnisse**

Das Baugelände für die Windenergieanlage einschließlich der Kranaufstellfläche ist eine  $\pm$  ebene Ackerfläche.

Als Bezugshöhe (BP) für die Bohr- und Rammansatzpunkte wurde die im Lageplan (s. Anlage 1.2) angegebene Geländehöhe des Mittelpunktes der geplanten Windenergieanlage von 51,8 m ü.NN gewählt.

Die Bodenaufschlusspunkte wurden auf diese NN-Höhe bezogen. Danach liegt das Gelände im Bereich des geplanten Windenergieanlagenfundamentes bei einer mittleren Höhe von ca. 51,8 m ü.NN.

Nach dem Höhennivellement der Aufschlusspunkte liegt im Bereich der zu überbauenden Ackerfläche (Turmfläche sowie Kranstell- und Lagerflächen) nur eine minimale Höhendifferenz. Die untersuchte Zuwegung (RKS 13 bis RKS 15) weist eine maximale Höhendifferenz von ca. 0,3 m auf. Das Gelände fällt von ca. Westen nach ca. Osten um diesen Betrag ab.

#### **4 Baugrundverhältnisse**

##### **4.1 Schichtenfolgen**

###### **4.1.1 Schichtenfolge im Bereich des Kreisfundamentes**

Die Aufschlussbohrungen RKS 11 und RKS 12 haben eine relativ einheitliche Schichtenfolge erschlossen, die unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Drucksondierungen vereinfacht wie folgt beschrieben wird (s. dazu die Anlagen 2.1, 2.2 und 3):

**bis ca. 0,45/0,7 m unter GOK**

**humoser Oberboden**, erdfeucht.

**bis ca. 8,2/8,4 m unter GOK**

Wechsellagerung aus **Schluff**, schwach bis stark sandig, z.T. schwach tonig, stellenweise humos bis stark humos und **Feinsand**, schwach bis stark schluffig, überwiegend schwach bis stark mittelsandig, örtlich mit Schlufflinsen, erdfeucht bis wasserführend und dann fließfähig. Der locker bis mitteldicht gelagerte Schluff besitzt z.T. eine weich- bis steifplastische Konsistenz, die Sande sind locker bis mitteldicht gelagert.

**bis ca. 12,7/13,5 m unter GOK**

**Geschiebemergel** (unverwitterte Grundmoräne; Gemisch aus Schluff, Ton und Sand, gering kiesig, gering steinig, mit ggf. auftretenden sogenannten „Findlingen“ in Blockgröße, kalkhaltig), erdfeucht bis feucht.

Der Geschiebemergel besitzt eine steifplastische bis halbfeste Konsistenz. Im Geschiebemergel können Sandlinsen (Geschiebesande) auftreten. Die Geschiebesande sind in der Regel feucht bis wasserführend und dann fließfähig.



Das enthaltene Wasser kann je nach Stärke und Ausdehnung der Sandlinsen mit mehr oder minder hohem Nachfluss auslaufen, wenn diese im Zuge der Erdarbeiten seitlich angeschnitten werden. In den Aufschlussbohrungen wurden keine Geschiebesande erbohrt.

**bis zur max. Aufschlusstiefe von 12,9/14,2 m unter GOK**

**Tonmergelstein**, verwittert, erdfeucht. Der verwitterte Tonmergelstein liegt im halbfesten bis festen Zustand vor.

Die Aufschlussbohrungen und Drucksondierungen wurden beim Erreichen der angestrebten Aufschlusstiefe von 15,0 m bzw. bei der Geräteauslastung zwischen 12,9 m und 14,2 m unter GOK im festen verwitterten Tonmergelstein eingestellt.

Unterhalb der Aufschlusstiefen der Bohrungen stehen die geklüfteten, geschichteten und in tieferen Schichten die kluftgrundwasserführenden Festgesteine der Oberkreide an.

#### **4.1.2 Schichtenfolge im Bereich der Kranstellfläche und der Zufahrt**

Die Aufschlussbohrungen RKS 13 bis RKS 15 haben eine relativ einheitliche Schichtenfolge erschlossen, die vereinfacht wie folgt beschrieben wird (s. dazu die Anlagen 2.3 bis 2.6):

**bis ca. 0,3/0,4 m unter GOK**

**(aufgefüllter) humoser Oberboden**, erdfeucht.

**bis ca. 0,8 m unter GOK**

**anthropogene Auffüllung**, inhomogen zusammengesetzt aus mineralischem Boden (Schluff, stark sandig, z.T. schwach humos), z.T. mit geringen Anteilen an Ziegelbruch, erdfeucht.

**bis zur max. Aufschlusstiefe von 3,0 m unter GOK**

Wechselagerung aus **Schluff**, überwiegend schwach bis stark sandig, z.T. schwach humos und **Feinsand**, schluffig bis stark schluffig, z.T. schwach bis stark mittelsandig, erdfeucht bis grundwasserführend und dann fließfähig.



Die Aufschlussbohrungen wurden beim Erreichen der angestrebten Endteufe von 3,0 m unter GOK in den Feinsanden eingestellt.

#### **4.2 Grundwasser**

Das Grundwasser wurde am 27.09.2017 zwischen ca. 2,1 m und 2,7 m unter GOK bzw. zwischen ca. 49,1 m ü.NN und 50,0 m ü.NN angetroffen. Der mittlere Grundwasserstand lag bei ca. 2,4 m unter GOK bzw. bei ca. 49,6 m ü.NN. Der geschätzte maximale Grundwasserstand ist ca. 1,5 m über dem angetroffenen mittleren Grundwasserstand bzw. bei ca. 51,1 m ü.NN anzusetzen.

Der Wasserhaushalt der oberflächennah anstehenden bindigen Böden (Schluffe und bindige Sande) unterliegt unmittelbar den vor Ort stattfindenden Regenereignissen. In diesen Böden ist mit temporär aufstauendem Sickerwasser zu rechnen. Nach lang anhaltenden, starken Niederschlägen können somit die anstehenden bindigen Böden auch bis zur GOK im wassergesättigten Zustand vorliegen.

Der geschätzte maximale Grundwasserstand (Bemessungswasserstand) ist demnach für das Fundament auf Höhe der GOK bzw. bei ca. 51,8 m ü.NN anzusetzen.

#### **4.3 Erdbeben und Gefährdungspotentiale im Untergrund**

Gemäß der DIN EN 1998-1 liegt das Baugrundstück in keiner Erdbebenzone.

Gemäß dem seitens der Bezirksregierung Arnsberg, Abteilung Bergbau und Energie in NRW, und des Geologischen Dienstes NRW zur Verfügung gestellten Internet-Auskunftssystem „Gefährdungspotenziale des Untergrundes in Nordrhein-Westfalen“ ist im Bereich der geplanten WEA (**Kilometerquadrat 29980**) kein oberflächennaher Bergbau umgegangen. Es liegen keine Hinweise auf verlassene Tagesöffnungen vor und im Untergrund stehen keine Gesteine an, die zur Verkarstung oder Auslaugung neigen.

#### **4.4 Organoleptische Bewertungen**

Die entnommenen Bodenproben wurden organoleptisch bewertet. Dabei wurde im Bereich der Bohrungen RKS 13 und RKS 14 eine anthropogene Auffüllung in der im Kap. 4.1 beschriebenen Zusammensetzung und Mächtigkeit festgestellt.

An den entnommenen Bodenproben wurde, bis auf die Massenanteile an Ziegelresten in der Bohrung RKS 14, kein weiterer organoleptisch positiver bzw. optisch oder geruchlich auffälliger Befund, der einen Hinweis auf eine Schadstoffbelastung gibt, festgestellt.

Sollte vorgesehen sein, Boden von der Baustelle abzufahren, wird empfohlen, vor Abfuhr des Materials zur Klärung des Verwertungs- bzw. Entsorgungspfades chemische Untersuchungen (z.B. auf die Parameter der LAGA-Richtlinie) vorzunehmen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die jeweiligen Kippstellen über den Umfang der LAGA-Richtlinie hinaus zur Verwertung/Entsorgung ggf. noch weitere chemische Untersuchungen benötigen.

Die chemischen Untersuchungen können bei einer zeitnahen Beauftragung an den Rückstellproben der Aufschlussbohrungen durchgeführt werden. Es wird in diesem Zusammenhang auf die im Kapitel 2 genannte Aufbewahrungszeit der entnommenen Bodenproben hingewiesen.

## **5 Wasserhaltungsmaßnahmen**

Aufgrund der vorliegenden hydrogeologischen Verhältnisse (s. Kapitel 4.1 und 4.2) ist für die Aushubarbeiten eine Wasserhaltung über Vakuumfilter (z.B. kiesummantelte Vakuumfilter bzw. OTO-Filter) erforderlich. Die Filter werden mindestens 2,0 m unter der Aushubebene in den Baugrund eingeleitet und stehen maximal 1,5 m auseinander. Die Vorlaufzeit beträgt mindestens 48 Stunden.

Erfahrungsgemäß kann die Aushubebene über die Vakuumfilterbrunnenanlage nur unvollkommen entwässert werden, so dass ergänzend zur Wasserhaltung über die Vakuumfilterbrunnenanlage eine offene Wasserhaltung über einen bauzeitlichen Kiessand- oder Schotterflächenfilter (Kiessand 0/32 bzw. Schotter 0/45, Stärke ca. 0,3 m) notwendig wird.

## **6 Maßnahmen zum Schutz des Bauwerkes gegen Grundwasser**

Aufgrund der angetroffenen hydrogeologischen Gegebenheiten (möglicher Aufstau von Niederschlags-, Sicker- und Schichtwasser bis zur GOK) ist bei der Erstellung des Fundamentes der Lastfall 100 % Auftrieb (Vestas Zeichnungs-Nr.: 0077-0741, Fundamentdurchmesser 27,75 m, GWS in OK Gelände) zu berücksichtigen.

Bei der Bemessung des Fundamentes ist dann ein Wasserdruck von UK-Sohle bis zum vorgenannten geschätzten maximalen Grundwasserstand auf Höhe der GOK zu berücksichtigen.



## **7 Grundwasserchemismus**

Die aus der Bohrung RKS 11 entnommene Grundwasserprobe **W 1** wurde in einem akkreditierten chemischen Laboratorium auf Beton- und Stahlaggressivität geprüft.

Nach den Ergebnissen der Grundwasseranalyse (s. Anlage 5) ist das Grundwasser gemäß DIN 4030 Teil 2 nicht betonangreifend. Für die Anforderungen an die Zusammensetzung des zu verwendenden Betons ist somit die **Expositi-  
onsklasse < XA1** anzusetzen.

Die Korrosionswahrscheinlichkeit von unlegierten und niedriglegierten Stählen ist im Unterwasserbereich sowie an der Grenze Wasser/Luft bezüglich der Mulden- und Lochkorrosion sowie der Flächenkorrosion gemäß DIN 50929 Teil 3 sehr gering.

## **8 Tragfähigkeit des Baugrundes und Baugrundverbesserungsmaßnahmen**

Wie den Bohrprofilen und Drucksondierungsdiagrammen auf den Anlagen 2.1, 2.2 und 3 zu entnehmen ist, wurden im Bereich des geplanten Windenergieanlagenfundaments im Untergrund humose bis stark humose Böden und somit kein ausreichend tragfähiger Baugrund angetroffen.

Um eine ausreichend tragfähige Gründung zu gewährleisten, ist das geplante Windenergieanlagenfundament auf Pfählen zu gründen.

Der für eine Pfahlgründung ausreichend tragfähige Baugrund (fester Tonmergelstein) steht gemäß den Ergebnissen der durchgeführten Bohrungen ab einer Tiefe von 12,7 m und 13,5 m unter GOK bzw. bei ca. 39,12 m ü.NN und ca. 38,27 m ü.NN an. Es wird empfohlen, die Bohrpfähle zwischen ca. 36,62 m ü.NN und ca. 35,77 m ü.NN im festen Fels abzusetzen.

Für die Vorbemessung der Bohrpfähle sind bei der vorgenannten Einbindung in den verwitterten Tonmergelstein, der i.d.R. eine gute mineralische Bindung gemäß der Tabelle 5.17 der EA-Pfähle ein charakteristischer Pfahlspitzendruck von ca.  $q_{b,k} = 3,0 \text{ MN/m}^2$  sowie eine charakteristische Pfahlmantelreibung von ca.  $q_{s,k} = 0,3 \text{ MN/m}^2$  in Ansatz zu bringen.

Bei Einhaltung des Grenzzustandes der Tragfähigkeit treten bei Pfählen, die im kompakten Fels abgesetzt werden, nur Setzungen im Millimeter-Bereich auf.

Die Anzahl und die Anordnung der Pfähle sind nach dem Vorliegen der Lastpläne bzw. nach der Sohldruckverteilung durch den Spezialtiefbauer festzulegen. Die Angaben des Spezialtiefbauers zur Pfahlgründung sind zu beachten.



## 9 Homogenbereiche und Bodenparameter

### 9.1 Homogenbereiche

Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen sind die angetroffenen Böden in folgende Homogenbereiche zu unterteilen:

Homogenbereich A	(aufgefüllter) humoser Oberboden
Homogenbereich B	anthropogene Auffüllung
Homogenbereich C	Schluff, humos
Homogenbereich D	Schluff
Homogenbereich E	Feinsand
Homogenbereich F	Geschiebemergel
Homogenbereich G	verwitterter Tonmergelstein

### 9.2 Bodenkennwerte

Die für die Vorbemessung der Bohrpfähle erforderlichen Bodenkennwerte sind, unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Rammsondierungen, als charakteristische Mittelwerte geschätzt, wie folgt in Ansatz zu bringen:

#### Material des bauzeitlichen Flächenfilters (Kiessand 0/32, Schotter 0/45)

Wichte $\gamma$	:	19,5	kN/m <sup>3</sup>
(unter Auftrieb $\gamma'$	:	11,5	kN/m <sup>3</sup> )
Reibungswinkel $\varphi'$	:	35,0	°
Kohäsion $c'$	:	0	kN/m <sup>2</sup>
Steifeziffer $E_s$	:	60	MN/m <sup>2</sup>
Durchlässigkeits- beiwert $k_f$	:	$> 1 \cdot 10^{-4}$	m/s
Proctordichte $D_{Pr}$	:	100	%

### **anthropogene Auffüllung (Homogenbereich B)**

Wichte $\gamma$	:	19,0	kN/m <sup>3</sup>
(unter Auftrieb $\gamma'$	:	9,0	kN/m <sup>3</sup> )
Reibungswinkel $\varphi'$	:	27,5	°
Kohäsion $c'$	:	0	kN/m <sup>2</sup>
Steifeziffer $E_s$	:	10	MN/m <sup>2</sup>
Durchlässigkeits- beiwert $k_f$	:	ca. $1 \cdot 10^{-7}$ m/s	

### **Schluff, humos (Homogenbereich C)**

Wichte $\gamma$	:	18,0	kN/m <sup>3</sup>
(unter Auftrieb $\gamma'$	:	8,0	kN/m <sup>3</sup> )
Reibungswinkel $\varphi'$	:	22,5	°
Kohäsion $c'$	:	2	kN/m <sup>2</sup> (bei Wassersättigung und im gestörten Zustand gegen 0 kN/m <sup>2</sup> gehend)
Steifeziffer $E_s$	:	5	MN/m <sup>2</sup>
Bruchwert der Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ :	0	MN/m <sup>2</sup> (gemäß Tab. 5.15 der EA-Pfähle)	
Durchlässigkeits- beiwert $k_f$	:	ca. $1 \cdot 10^{-7}$ m/s	

### **Schluff (Homogenbereich D)**

Wichte $\gamma$	:	19,0	kN/m <sup>3</sup>
(unter Auftrieb $\gamma'$	:	9,0	kN/m <sup>3</sup> )
Reibungswinkel $\varphi'$	:	27,5	°
Kohäsion $c'$	:	5	kN/m <sup>2</sup> (bei Wassersättigung und im gestörten Zustand gegen 0 kN/m <sup>2</sup> gehend)
Steifeziffer $E_s$	:	15	MN/m <sup>2</sup>
Bruchwert der Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ :	0,02	MN/m <sup>2</sup> (gemäß Tab. 5.15 der EA-Pfähle)	
Durchlässigkeits- beiwert $k_f$	:	ca. $1 \cdot 10^{-7}$ m/s	

### Feinsand (Homogenbereich E)

Wichte $\gamma$	:	18,5	kN/m <sup>3</sup>
(unter Auftrieb $\gamma'$	:	10,5	kN/m <sup>3</sup> )
Reibungswinkel $\varphi'$	:	32,5	°
Kohäsion $c'$	:	0	kN/m <sup>2</sup>
Steifeziffer $E_s$	:	40	MN/m <sup>2</sup>
Bruchwert der Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ :	0,01	MN/m <sup>2</sup>	(gemäß Tab. 5.15 der EA-Pfähle)
Durchlässigkeits- beiwert $k_f$	:	ca. $1 \cdot 10^{-5}$	m/s

### Geschiebemergel (Homogenbereich F)

Wichte $\gamma$	:	19,5	kN/m <sup>3</sup>
(unter Auftrieb $\gamma'$	:	11,5	kN/m <sup>3</sup> )
Reibungswinkel $\varphi'$	:	27,5	°
Kohäsion $c'$	:	20	kN/m <sup>2</sup>
Steifeziffer $E_s$	:	30	MN/m <sup>2</sup>
Bruchwert der Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ :	0,02	MN/m <sup>2</sup>	(gemäß Tab. 5.15 der EA-Pfähle)
Durchlässigkeits- beiwert $k_f$	:	$< 1 \cdot 10^{-8}$	m/s

### Tonmergelstein, verwittert (Homogenbereich G)

Wichte $\gamma$	:	22,5	kN/m <sup>3</sup>
(unter Auftrieb $\gamma'$	:	12,5	kN/m <sup>3</sup> )
Reibungswinkel $\varphi'$	:	32,5	°
Kohäsion $c'$	:	15	kN/m <sup>2</sup>
Steifeziffer $E_s$	:	60	MN/m <sup>2</sup>
Bruchwert der Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ :	0,03	MN/m <sup>2</sup>	(gemäß Tab. 5.15 der EA-Pfähle)
Bruchwert des Pfahlspitzen- widerstands $q_{b,k}$ :	3,0	MN/m <sup>2</sup>	(gemäß Tab. 5.17 der EA-Pfähle)



Durchlässigkeits-  
beiwert  $k_f$

: ca.  $1 \cdot 10^{-9}$  m/s bis  $> 1 \cdot 10^{-3}$  m/s  
(stark vom Klüftungsgrad und der Ausbildung  
des Trennflächengefüges abhängig)

### 9.3 Bodenklassen gem. VOB/DIN 18300, Bodengruppen gem. DIN 18196 und Frostepfindlichkeitsklassen gem. ZTV E-StB 09

Für die Ausschreibung der Erdarbeiten sind die auszuhebenden Bodenarten  
wie folgt zu klassifizieren und in folgende Bodengruppen einzuordnen:

#### **(aufgefüllter) humoser Oberboden**

(Homogenbereich A)

Bodenklasse: 1  
Bodengruppen: [OH]/[OU]/OH/OU

#### **anthropogene Auffüllung**

(Homogenbereich B)

Bodenklasse: 4  
(bei Verschlämmungen, Wassersättigung  
bzw. einer Konsistenzzahl von  $I_c \leq 0,5$ :  
Klasse 2; bei grobstückigen Inhaltsstoffen,  
z.B. grobem Bauschutt, auch Klassen 5 - 7)  
Bodengruppen: A/[UL]  
Frostepfindlichkeitsklasse: F 3 (sehr frostepfindlich)

#### **Schluff, humos**

(Homogenbereich C)

Bodenklasse: 4  
(bei Verschlämmungen, Wassersättigung  
bzw. einer Konsistenzzahl von  $I_c \leq 0,5$ :  
Klasse 2)  
Bodengruppe: OU  
Frostepfindlichkeitsklasse: F 3 (sehr frostepfindlich)

#### **Schluff**

(Homogenbereich D)

Bodenklasse: 4  
(bei Verschlämmungen, Wassersättigung  
bzw. einer Konsistenzzahl von  $I_c \leq 0,5$ :  
Klasse 2)  
Bodengruppen: UL/UM/TL  
Frostepfindlichkeitsklasse: F 3 (sehr frostepfindlich)

### **Feinsand**

(Homogenbereich E)

Bodenklasse:	3 und 4
Bodengruppen:	SU/SU*
Frostempfindlichkeitsklasse:	F 1 (nicht frostempfindlich) bis F 3 (sehr frostempfindlich)

### **Geschiebemergel**

(Homogenbereich F)

Bodenklassen:	4 und 5
Bodengruppen:	TL/TM/TA/ST*
Frostempfindlichkeitsklassen:	F 3 (sehr frostempfindlich), bei der Bodengruppe TA auch Klasse F 2 (gering bis mittel frostempfindlich)

### **Tonmergelstein, verwittert bis unverwittert (nicht erbohrt)**

(Homogenbereich G)

Bodenklasse:	6 und 7 (verwitterter bzw. unverwitterter Fels)
Frostbeständigkeit:	gering

## **10 Verwendung des Aushubmaterials**

Die beim Aushub anfallenden bindigen Böden (Schluffe und bindige Sande) sind nur im Bereich ihres optimalen Wassergehaltes und bei fehlenden Niederschlägen einbau- und verdichtungsfähig. Die bindigen Aushubböden sind somit als Füll- bzw. Auffüllmaterial im Bereich der Arbeitsräume nur bedingt verwendbar.

Aushubböden, die aufgrund ihrer Wassersättigung nicht zum Wiedereinbau geeignet oder nicht verdichtungsfähig sind, sind abzufahren.

Liegen entsprechende Verhältnisse vor, ist der Aushubboden in Lagenstärken bis maximal 0,3 m einzubringen und mittels geeigneter Verdichtungsgeräte bis auf 97 % bis 100 % der Proctordichte zu verdichten.

Der zum Wiedereinbau vorgesehene Boden ist durch Folienabdeckungen gegen Witterungseinflüsse zu schützen.

Ist der Aushubboden zu nass bzw. liegen entsprechend ungünstige Witterungsbedingungen für den Einbau vor, sind alternativ zum Aushubboden Füllsande, Grubenkiese oder Kiessande mit maximal bindigen Bestandteilen bis 15 % einzubauen und zu verdichten.

In den Arbeitsraumbereichen (z.B. Stellflächen), in denen ein frostsicherer Unterbau erforderlich ist, ist der Aushubboden nur bis zur Unterkante der Frostschutz- bzw. der Tragschichten einzubauen und entsprechend zu verdichten.

Das Aushubmaterial ist im Zuge der Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten auf seine Verwendung als Füllboden zu prüfen.

Im Zuge der Gründungsarbeiten fällt neben den o.g. Böden auch (aufgefüllter) humoser Oberboden (Mutterboden) an. Es wird an dieser Stelle auf den § 202, Schutz des Mutterbodens, des Baugesetzbuches hingewiesen. Danach „*ist Mutterboden, der bei der Errichtung und Änderung baulicher Anlagen sowie bei wesentlichen anderen Veränderungen der Erdoberfläche ausgehoben wird, ... in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung oder Vergeudung zu schützen*“.

## **11 Gründungstechnische Folgerungen**

### **11.1 Gründungstiefe, Gründungsart und Bodenersatz**

Die Gründungssohle einschließlich der Sauberkeitsschicht ( $d = \text{mind. } 0,10 \text{ m}$ ) wird bei ca. 3,698 m unter zukünftiger GOK liegen. Für die Windenergieanlage wird in Abhängigkeit von der mittleren Geländehöhe von ca. 51,8 m (vgl. Kapitel 3 und Anlage 1.2) eine Gründungshöhe von ca. 48,102 m ü.NN (einschließlich Sauberkeitsschicht) angenommen.

Gemäß den Angaben des Fundament-Datenblatts 0077-0741 (Version 3), Vestas V136 4.0/4.2 MW 149M MK3 DIBTS DHGWL GWS in OK Gelände, wird die zur Ausführung kommende Windenergieanlage auf einem kreisrunden Stahlbetonfundament mit einem Außendurchmesser von 27,75 m gegründet.

Die Gesamthöhe des Fundamentes beträgt einschließlich des Turmauflagers ca. 3,888 m, die Einbindetiefe des Fundamentes in den bestehenden Baugrund ist mit 3,363 m bzw. einschließlich der zentralen Vertiefung mit 3,598 m angegeben. Der nach außen abfallende Sporn mit einer Außenhöhe von 0,6 m wird im fertigen Zustand mit Boden in Stärken zwischen ca. 0,51 m und ca. 2,76 m überschüttet.

Aufgrund der baugrundphysikalischen Gegebenheiten wird eine Pfahlgründung empfohlen.



## **11.2 Anschüttung**

Bei einer Gründungstiefe des Fundamentes einschließlich Sauberkeitsschicht von ca. 3,698 m ragt das Fundament ca. 0,29 m aus dem Boden heraus. Der im Untergrund befindliche geneigte Sporn hat dann eine Höhendifferenz zur GOK zwischen ca. 2,76 m (außen) und ca. 0,51 m (innen).

Um die statischen Anforderungen an das Anschüttmaterial erfüllen zu können, ist der Fundamentsporn bis zur GOK bzw. bis ca. 0,3 m unter Oberkante des Fundamentes mit Bodenmaterial zu überschütten.

Als Anschüttmaterial ist verdichtungsfähiges Lockergesteinsmaterial gemäß DIN 1055 lagenweise aufzutragen und auf mindestens 97 % bis 100 % der Proctordichte bzw. bis auf eine Trockenwichte des Bodens von mindestens  $\gamma = 18,0 \text{ kN/m}^3$  zu verdichten. Die anfallenden Aushubböden sind im Erdfeuchten Zustand als Anschüttmaterial geeignet.

## **11.3 Baugrubensicherung**

Die Baugrubenwände können in den Schluffen und den Feinsanden bis  $45^\circ$  abgebösch werden. Die Böschungen sind ggf. gegen Erosion durch Folienabdeckung zu schützen.

Für die Ausführung der Baugruben gelten die Vorgaben der DIN 4124.

## **12 Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten (Baugrubenabnahme)**

Nach Freilegung der Fundamentgrubensohle oder auch während der Ausschachtungsarbeiten für die Gründung ist eine abschließende Baugrundbeurteilung (Baugrubenabnahme) erforderlich.

Es erfolgt ein Vergleich der Baugrundverhältnisse zu denen, die dem vorliegenden geotechnischen Gutachten zugrunde gelegt wurden.

Im Zuge der Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten erfolgen die endgültigen Angaben zur bauzeitlichen Wasserhaltung, zur Baugrubensicherung und zur Gründung.

Darüber hinaus kann im Rahmen der Qualitätssicherung eine Überprüfung der dem vorliegenden geotechnischen Gutachten zugrunde gelegten, geschätzten Bodenkennwerte erfolgen.

Nach Fertigstellung des ersten Bohrpfahles ist das Bohrgut aus der Pfahlaufstandsfläche vom Gutachter abnehmen zu lassen.

Wird bei der Herstellung der Pfähle kein Bohrgut gefördert, sind dem Gutachter zur Prüfung der ausreichenden Tragfähigkeit der Böden in der Pfahlaufstandsfläche nach Fertigstellung der Pfähle unverzüglich die Herstellungsprotokolle zur Verfügung zu stellen.

### **13 Angaben zu bautechnischen Maßnahmen für die Zuwegung und die Kranstellfläche**

Das Baugelände gehört gemäß RStO 12 der Frosteinwirkungszone I der Bundesrepublik Deutschland an.

Im Bereich der Kranstellfläche und der Zuwegung wurden die Rammkernsondierbohrungen RKS 13 bis RKS 15 niedergebracht.

Die Aufschlusspunkte und Schichtenprofile sind dem Lageplan (s. Anlage 1.2) und den Anlagen 2.3 bis 2.6 zu entnehmen.

Die Zuwegung zur Windenergieanlage und die Kranstellfläche sind dauerhaft und frostsicher herzustellen. Sie müssen so aufgebaut sein, dass sie von Schwerlasttransportern mit einer maximalen Achslast von ca. 12 t und einem maximalen Gesamtgewicht von ca. 220 t befahren werden können.

Als Verdichtungswerte für die Zuwegung und die Kranstellfläche werden folgende Mindestanforderungen angenommen:

Oberbau, Tragschicht:	$E_{v2} \geq 80 \text{ MPa} / D_{Pr} \geq 100 \%$
-----------------------	---

Oberbau, Deckschicht (Zuwegung, Vormontagefläche):	$E_{v2} \geq 100 \text{ MPa} / D_{Pr} \geq 100 \%$
Verhältniswert $E_{v2}/E_{v1}$ :	$\leq 2,3$

zulässige Flächenpressung auf der Vormontagefläche:	$\sigma_{zul} = 135 \text{ MPa}$
--	----------------------------------

Oberbau, Deckschicht (Kranstellfläche):	$E_{v2} \geq 100 \text{ MPa} / D_{Pr} \geq 100 \%$
Verhältniswert $E_{v2}/E_{v1}$ :	$\leq 2,3$

zulässige Flächenpressung auf der Kranstellfläche:	$\sigma_{zul} = 200 \text{ MPa}$
---	----------------------------------

Die o.g. geforderten Tragfähigkeitswerte sind nachzuweisen.

Die im oberflächennahen Bereich anstehenden Böden sind gemäß ZTV E-StB 09, Tabelle 1, in die Frostepfindlichkeitsklasse F 3 (sehr frostepfindlich) zu stellen.



Die Stärke und der Aufbau der Zufahrt und des Flächenoberbaus richten sich nach der vom Planer festzulegenden Belastungsklasse und der Ausführung der Tragschicht. Für die Herstellung der Außenanlagen sind für den Planer und die ausführende Firma die ZTV E-StB 09 sowie die ZTV SoB-StB 04 maßgebend.

Davon ausgehend, dass im Untergrund Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 anstehen und unter Beachtung der ungünstigen Grundwasserverhältnisse, beträgt die **Mindestdicke** des frostsicheren Straßenaufbaus gemäß den Tabellen 6 und 7 der RStO 12 für die

	Belastungsklassen Bk100 bis Bk10	0,70 m,
	Belastungsklassen Bk3,2 bis Bk1,0	0,65 m
und für die	Belastungsklasse Bk0,3	0,55 m.

Um die o.g. Tragfähigkeitswerte erreichen zu können, ist auf dem Untergrund der befestigten Außenanlagen ein  $E_{v2}$ -Wert von  $\geq 45$  MPa nachzuweisen.

Kann der auf dem Erdplanum geforderte  $E_{v2}$ -Wert von  $\geq 45$  MPa auf den bindigen Böden nicht erreicht werden, ist unter der Frostschutzschicht eine Bodenverbesserung vorzusehen. Es ist festzulegen, ob ein Bodenaustausch unter der Frostschutzschicht in Stärken von ca. 0,2 m bis ca. 0,3 m mit ggf. unterlagern dem Geogitter oder eine Bodenverbesserung durch die Zugabe von hydraulischen Bindemitteln (z.B. Kalk oder Kalk- Zement-Mischbinder) vorzuziehen ist.

Der Bodenaustausch erfolgt gegen nicht bindige, verdichtungsfähige, wasserdurchlässige und umweltverträgliche Lockergesteine.

Bei einer Bodenverbesserung mit hydraulischen Bindemitteln ist die Bindemittelzugabemenge (geschätzt ca. 2 - 6 M-%) vom aktuellen Wassergehalt abhängig. Die tatsächliche Zugabemenge ist je nach Witterungsverhältnissen und aktuellem Wassergehalt der anstehenden Böden zeitnah durch Feldversuche zu bestimmen.

Es wird empfohlen, Testfelder anzulegen und auf diesen Plattendruckversuche durchzuführen, um anhand der Messergebnisse die Mächtigkeit des erforderlichen Tragschichtenaufbaus festlegen bzw. optimieren zu können.

In diesem Zusammenhang wird auch auf die Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten durch das Erdbaulabor Dr. F. Krause hingewiesen.



#### **14 Verdichtungsüberprüfung**

Nach Fertigstellung der Arbeitsraumverfüllung, der Fundamentüberschüttung sowie der Verdichtungsarbeiten und nach Fertigstellung der Tragschicht in den Außenanlagen ist eine Überprüfung der erreichten Verdichtung durch den Gutachter vorzunehmen.

Die Verdichtungsüberprüfung erfolgt durch Plattendruckversuche, Rammsondierungen und/oder durch die Raumgewichtsbestimmung in Verbindung mit den im Labor ermittelten Proctorwerten.

#### **15 Hinweise auf weitere Untersuchungen**

Der Gutachter ist über die Fertigstellung weiterer oder geänderter Planunterlagen, die aus baugrundtechnischer Sicht relevant sind, zu informieren. Gegebenenfalls wird ein Nachtrag zum geotechnischen Gutachten notwendig.

#### **16 Schlusswort**

Der Gutachter ist zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern, wenn sich Fragen ergeben, die im vorliegenden geotechnischen Gutachten nicht erörtert wurden.

Münster, den 11. Oktober 2019

i.A. M.Sc. Geowiss. René Mommsen

Fiet Krause  
Inhaber

#### **Planunterlagen:**

- Nr. 1 Amtlicher Lageplan (Übersichtsplan), 1:2.000, mit eingetragenen Koordinaten und Höhen (Quelle: Dipl.-Ing. Manfred Hesse, Öffentlich bestellter Vermessungsingenieur, Röhre 46, 59846 Sundern; Stand: 24.07.2018)
- Nr. 2 Amtlicher Lageplan (Detailplan), 1:1.000, mit eingetragenen Koordinaten und Höhen (Quelle: Dipl.-Ing. Manfred Hesse; Stand: 27.09.2018)
- Nr. 3 Fundament-Datenblatt 0077-0741, Vestas V136 4.0/4.2MW 149M MK3 DIBTS DHGWL, GWS in GOK Gelände (Stand: 30.07.2018)
- Nr. 4 Archivunterlagen

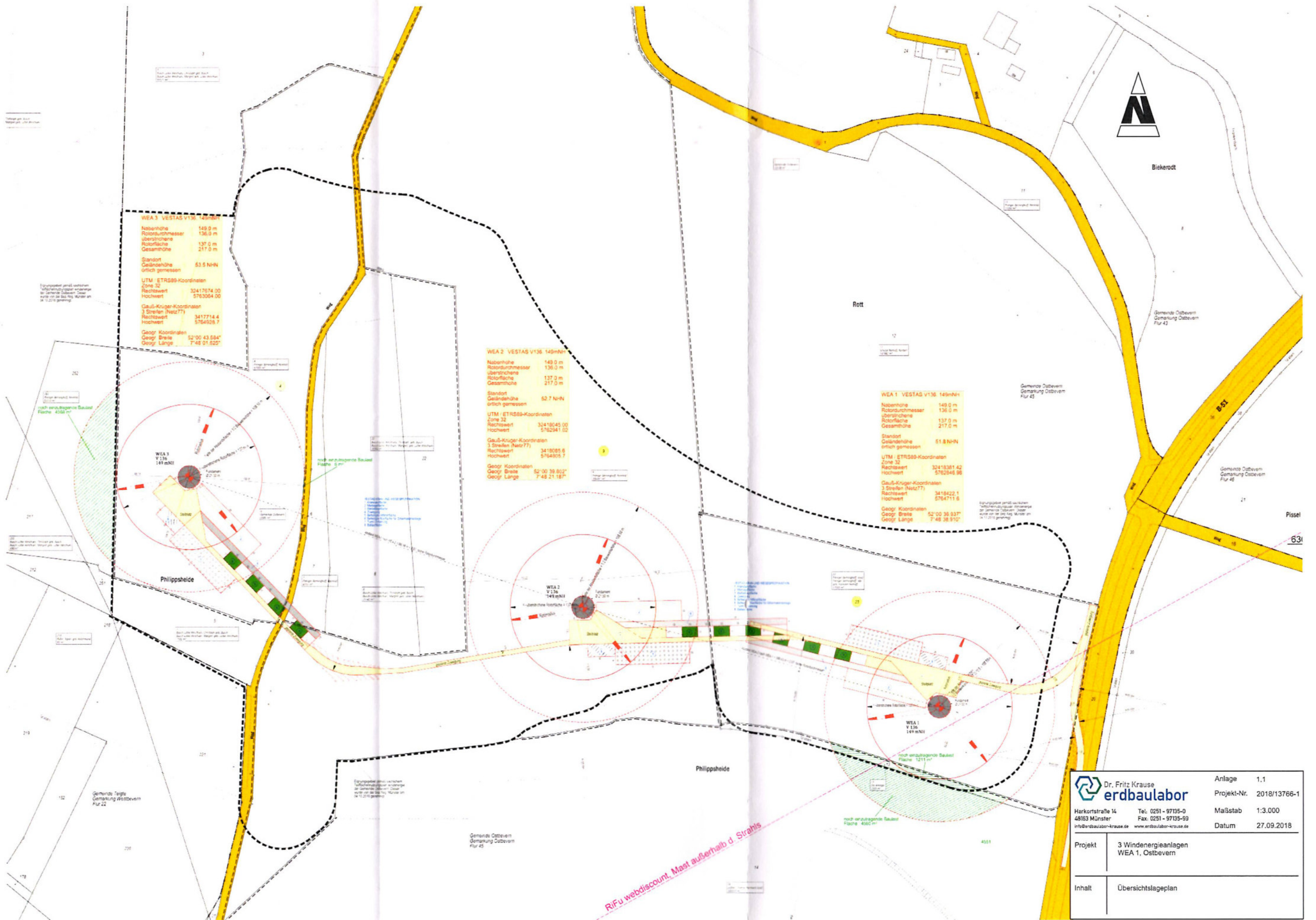
#### **Anlagen:**

- Nr. 1 Übersichtslageplan, 1:3.000 (Anlage 1.1);  
Lageplan, 1:1.500, mit eingetragenen Bodenaufschlusspunkten (Anlage 1.2)
- Nr. 2 Schichtenprofile gemäß DIN 4023, 1:100 (Anlagen 2.1 bis 2.5)
- Nr. 3 Drucksondierungsdiagramme gemäß DIN EN ISO 22476-1, 1:100 (3 Seiten)
- Nr. 4 Ergebnisse der Laborversuche
- Nr. 5 Prüfberichte (2 Seiten)

#### **Verteiler:**

GP Joule Projects GmbH & Co. KG, Herrn Najafi, Cecilienkoog 16,  
25821 Reußenköge (2-fach)





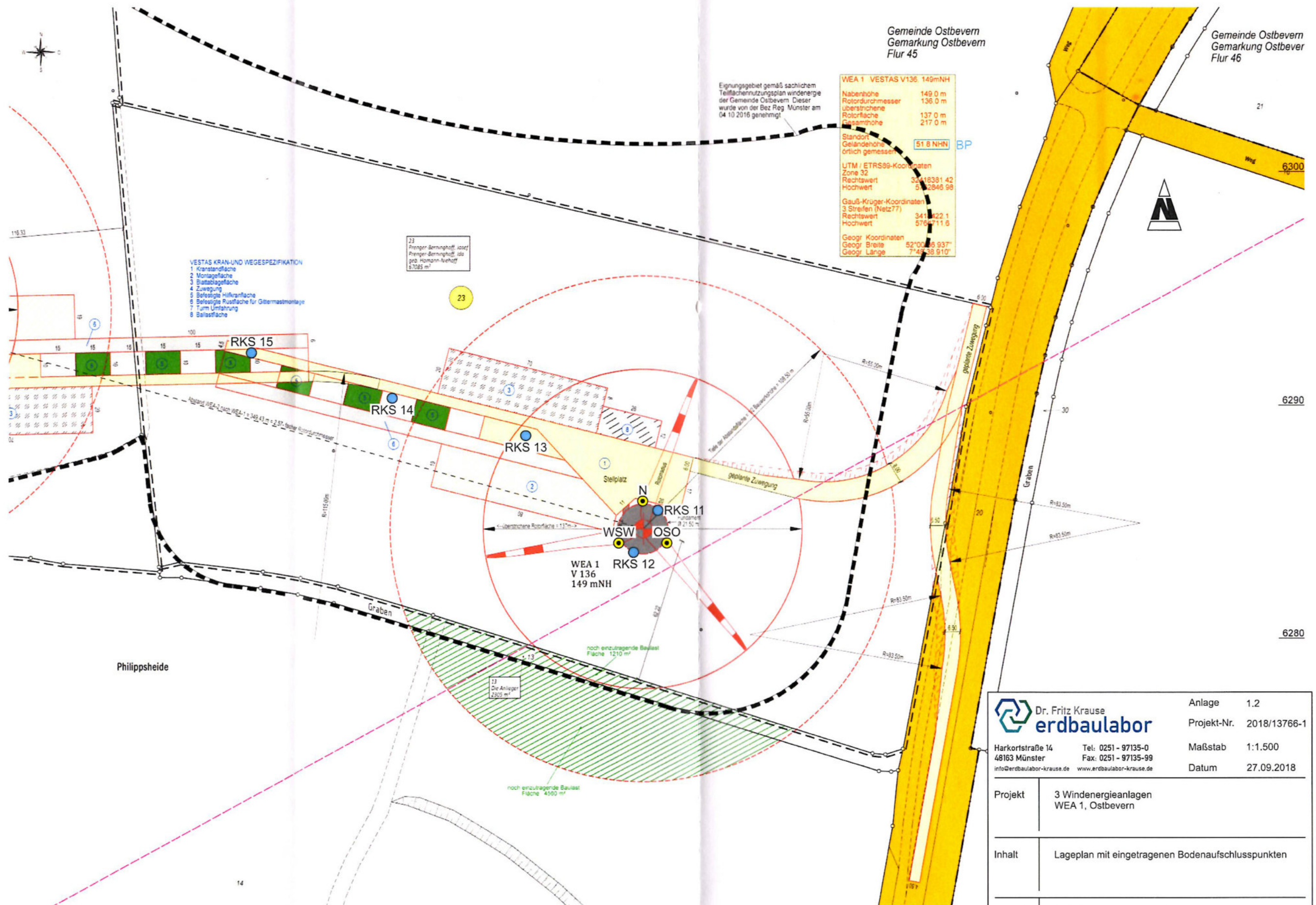
**WEA 3 VESTAS V136 149mH**  
Nabenhöhe 149,0 m  
Rotordurchmesser 136,0 m  
überstrichene Rotorfläche 137,0 m  
Gesamthöhe 217,0 m  
Standort  
Geländehöhe 63,5 mNN  
örtlich gemessen  
UTM-ETRS89-Koordinaten  
Zone 32  
Rechtswert 32417674,00  
Hochwert 5763064,00  
Gauß-Krüger-Koordinaten  
3 Streifen (Netz77)  
Rechtswert 3417714,4  
Hochwert 5764928,7  
Geogr. Koordinaten  
Geogr. Breite 52°00'43,584"  
Geogr. Länge 7°48'01,622"

**WEA 2 VESTAS V136 149mH**  
Nabenhöhe 149,0 m  
Rotordurchmesser 136,0 m  
überstrichene Rotorfläche 137,0 m  
Gesamthöhe 217,0 m  
Standort  
Geländehöhe 52,7 mNN  
örtlich gemessen  
UTM-ETRS89-Koordinaten  
Zone 32  
Rechtswert 32418045,00  
Hochwert 5762941,02  
Gauß-Krüger-Koordinaten  
3 Streifen (Netz77)  
Rechtswert 3418085,6  
Hochwert 5764805,7  
Geogr. Koordinaten  
Geogr. Breite 52°00'39,802"  
Geogr. Länge 7°48'21,187"

**WEA 1 VESTAS V136 149mH**  
Nabenhöhe 149,0 m  
Rotordurchmesser 136,0 m  
überstrichene Rotorfläche 137,0 m  
Gesamthöhe 217,0 m  
Standort  
Geländehöhe 61,8 mNN  
örtlich gemessen  
UTM-ETRS89-Koordinaten  
Zone 32  
Rechtswert 32418381,42  
Hochwert 5762846,98  
Gauß-Krüger-Koordinaten  
3 Streifen (Netz77)  
Rechtswert 3418422,1  
Hochwert 5764711,6  
Geogr. Koordinaten  
Geogr. Breite 52°00'36,937"  
Geogr. Länge 7°48'38,910"

<b>Dr. Fritz Krause</b> <b>erdbaulabor</b> Harkortstraße 14 48163 Münster info@erdbaulabor-krause.de		Anlage 1.1
Tel: 0251 - 97135-0 Fax: 0251 - 97135-99 www.erdbaulabor-krause.de		Projekt-Nr. 2018/13766-1
Projekt 3 Windenergieanlagen WEA 1, Ostbevern		Maßstab 1:3.000
Inhalt Übersichtslageplan		Datum 27.09.2018

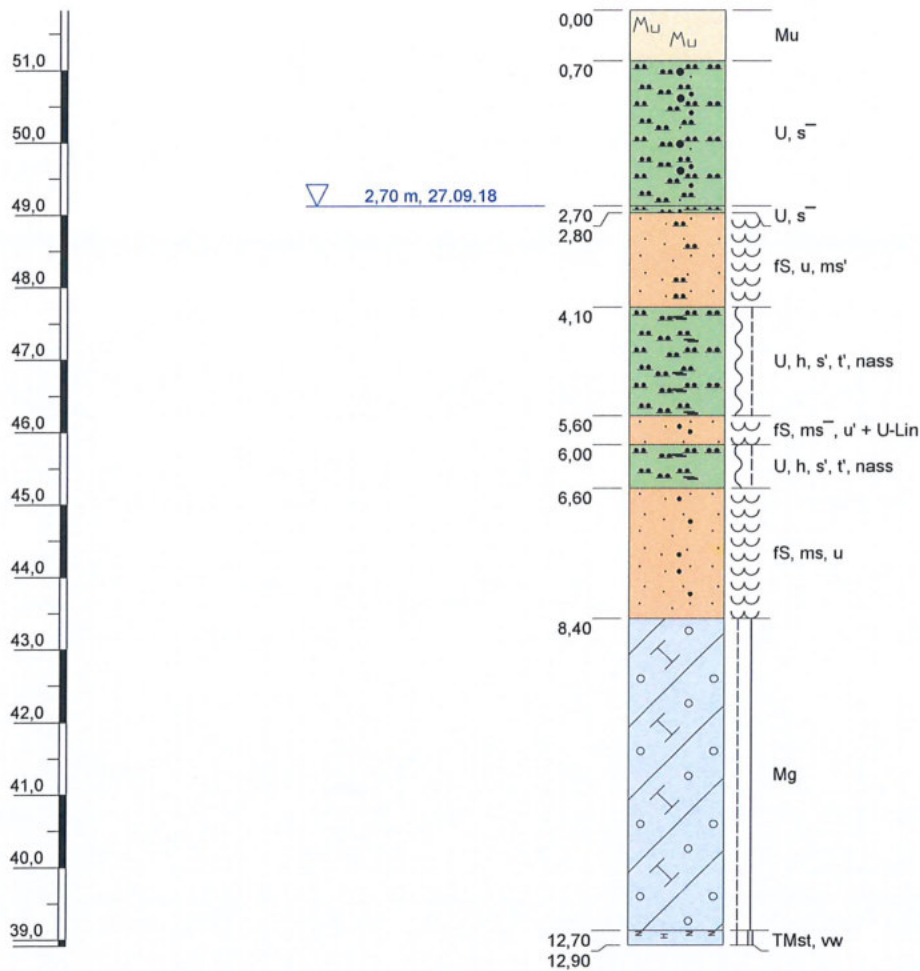




<b>Dr. Fritz Krause</b> <b>erdbaulabor</b> Harkortstraße 14 48163 Münster info@erdbaulabor-krause.de	Anlage 1.2 Projekt-Nr. 2018/13766-1 Maßstab 1:1.500 Datum 27.09.2018
	Tel: 0251 - 97135-0 Fax: 0251 - 97135-99 www.erdbaulabor-krause.de
<b>Projekt</b>	3 Windenergieanlagen WEA 1, Ostbevern
<b>Inhalt</b>	Lageplan mit eingetragenen Bodenaufschlusspunkten
<b>Legende</b>	● RKS = Rammkernsondierbohrung ● = elektrische Drucksondierung

# RKS 11

GOK = 51,82 m ü. NN



Harkortstraße 14  
48163 Münster  
info@erdbaulabor-krause.de

Tel: 0251 - 97135-0  
Fax: 0251 - 97135-99  
www.erdbaulabor-krause.de

Projekt 3 Windenergieanlagen

WEA 1, Ostbevern

Bohrung RKS 11

Ansatzhöhe 51,82 m ü. NN

Bohrtiefe 12,90 m unter GOK

Endteufe 38,92 m ü. NN

Anlage 2.1

Projekt-Nr. 2018/13766-1

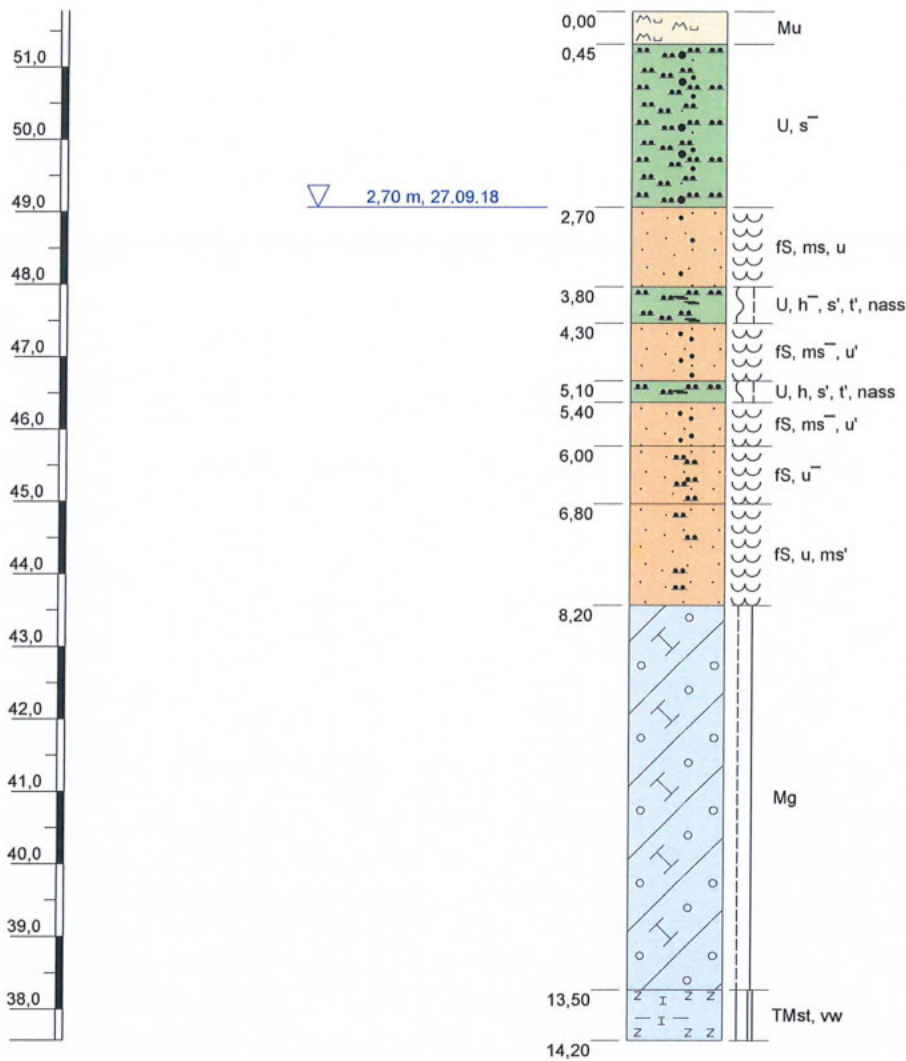
Maßstab 1:100

Datum 27.09.2018



# RKS 12

GOK = 51,77 m ü. NN



Harkortstraße 14  
48163 Münster  
info@erdbaulabor-krause.de

Tel: 0251 - 97135-0  
Fax: 0251 - 97135-99  
www.erdbaulabor-krause.de

Projekt 3 Windenergieanlagen

WEA 1, Ostbevern

Bohrung RKS 12

Ansatzhöhe 51,77 m ü. NN

Bohrtiefe 14,20 m unter GOK

Endteufe 37,57 m ü. NN

Anlage 2.2

Projekt-Nr. 2018/13766-1

Maßstab 1:100

Datum 27.09.2018

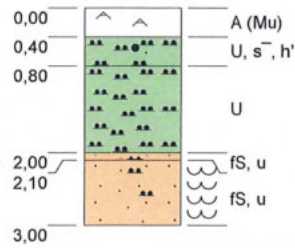


## RKS 13

GOK = 51,99 m ü. NN



▽ 2,10 m, 27.09.18



Harkortstraße 14  
48163 Münster  
info@erdbaulabor-krause.de

Tel: 0251 - 97135-0  
Fax: 0251 - 97135-99  
www.erdbaulabor-krause.de

Projekt 3 Windenergieanlagen  
WEA 1, Ostbevern

Bohrung RKS 13

Ansatzhöhe 51,99 m ü. NN

Bohrtiefe 3,00 m unter GOK

Endteufe 48,99 m ü. NN

Anlage 2.3

Projekt-Nr. 2018/13766-1

Maßstab 1:100

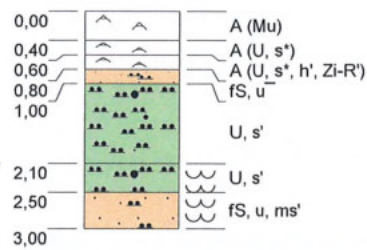
Datum 27.09.2018

## RKS 14

GOK = 52,06 m ü. NN



▽ 2,10 m, 27.09.18



Harkortstraße 14  
48163 Münster  
info@erdbaulabor-krause.de

Tel: 0251 - 97135-0  
Fax: 0251 - 97135-99  
www.erdbaulabor-krause.de

Projekt 3 Windenergieanlagen  
WEA 1, Ostbevern

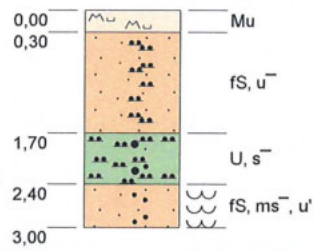
Bohrung	RKS 14	Anlage	2.4
Ansatzhöhe	52,06 m ü. NN	Projekt-Nr.	2018/13766-1
Bohrtiefe	3,00 m unter GOK	Maßstab	1:100
Endteufe	49,06 m ü. NN	Datum	27.09.2018

## RKS 15

GOK = 52,32 m ü. NN



▽ 2,40 m, 27.09.18



Harkortstraße 14  
48163 Münster  
info@erdbaulabor-krause.de

Tel: 0251 - 97135-0  
Fax: 0251 - 97135-99  
www.erdbaulabor-krause.de

Projekt 3 Windenergieanlagen  
WEA 1, Ostbevern

Bohrung RKS 15

Ansatzhöhe 52,32 m ü. NN

Bohrtiefe 3,00 m unter GOK

Endteufe 49,32 m ü. NN

Anlage 2.5

Projekt-Nr. 2018/13766-1

Maßstab 1:100





































Datum 27.09.2018



## Legende

### Boden- und Felsarten

### Boden- und Felsarten

 Sand (S) sandig (s)	 Mutterboden (Mu)
 Feinsand (fS) feinsandig (fs)	 Faulschlamm / Mudde (F) organisch (o)
 Mittelsand (mS) mittelsandig (ms)	 Wiesenkalk (Wk)
 Grobsand (gS) grobsandig (gs)	 Torf (H) zersetzt (z) humos (h) kaum zersetzt (n)
 Kies (G) kiesig (g)	 Klei (KI)
 Feinkies (fG) feinkiesig (fg)	 Kohle (Bk)
 Mittelkies (mG) mittelkiesig (mg)	 Kalkmergel (KM)
 Grobkies (gG) grobkiesig (gg)	 Kalkmergelstein (KMst)
 Steine (X) steinig (x)	 Kalksandstein (KSst)
 Schotter (Scho)	 Kalkstein (Kst)
 Schluff (U) schluffig (u)	 Mergel (M)
 Ton (T) tonig (t)	 Sandmergel (SM)
 Lehm (L) lehmig (l)	 Sandmergelstein (SMst)
 Hanglehm (HL) Verwitterungslehm (VL)	 Sandstein (Sst)
 Lösslehm (LöI)	 Tonmergel (TM)
 Löss (Lö)	 Tonmergelstein (TMst)
 Geschiebelehm (Lg)	 Tonstein (Tst)
 Geschiebemergel (Mg)	 Schiefer (BI)









### Oberflächenbefestigungen

 Beton (Be)
 Estrich (Est)
 Fliesen (FI)
 Gussasphalt (Gussasph)
 Pflasterung (Pfl)
 Platten (PI)
 Rasengittersteine (Rgst)
 Schwarzdecke (Sd)






### Auffüllungen

 Auffüllung (A)
 Asche (Asch)
 Bauschutt (Bsch)
 Glas (GI)
 Glasasche (GIAsch)
 Hartkalksteinschotter (HKS)
 Hausmüll (HM)
 Holz (Ho)
 Hydr. geb. Tragschicht (HGT)
 Magerbeton (MBe)
 Mauerwerk (Mw)
 Natursteinschotter (Nst-Scho)
 Recycling-Material (Rcl-Mat)
 Recyclingschotter (Rcl-Scho)
 Schlacke (Schl)
 Splitt (Spl)
 Styropor (Sty)
 Waschberge (Wb)
 Ziegel (ZI)

### Sonstiges

 verwittert (vw)
 schwach verwittert (svw)
 stark verwittert (stvw)
 Grasnarbe (Grasn)
 Hohlraum (HoR)
 Kernverlust (KV)
 Hindernis (-> Hind)
 kein Bohrfortschritt (-> kB)

### Grundwasser











 Grundwasserspiegel angebohrt
 Grundwasserspiegel angestiegen
 Grundwasserspiegel gefallen
 Grundwasserstand nach Beendigung der Bohrarbeiten
 Grundwasserspiegel in Ruhe

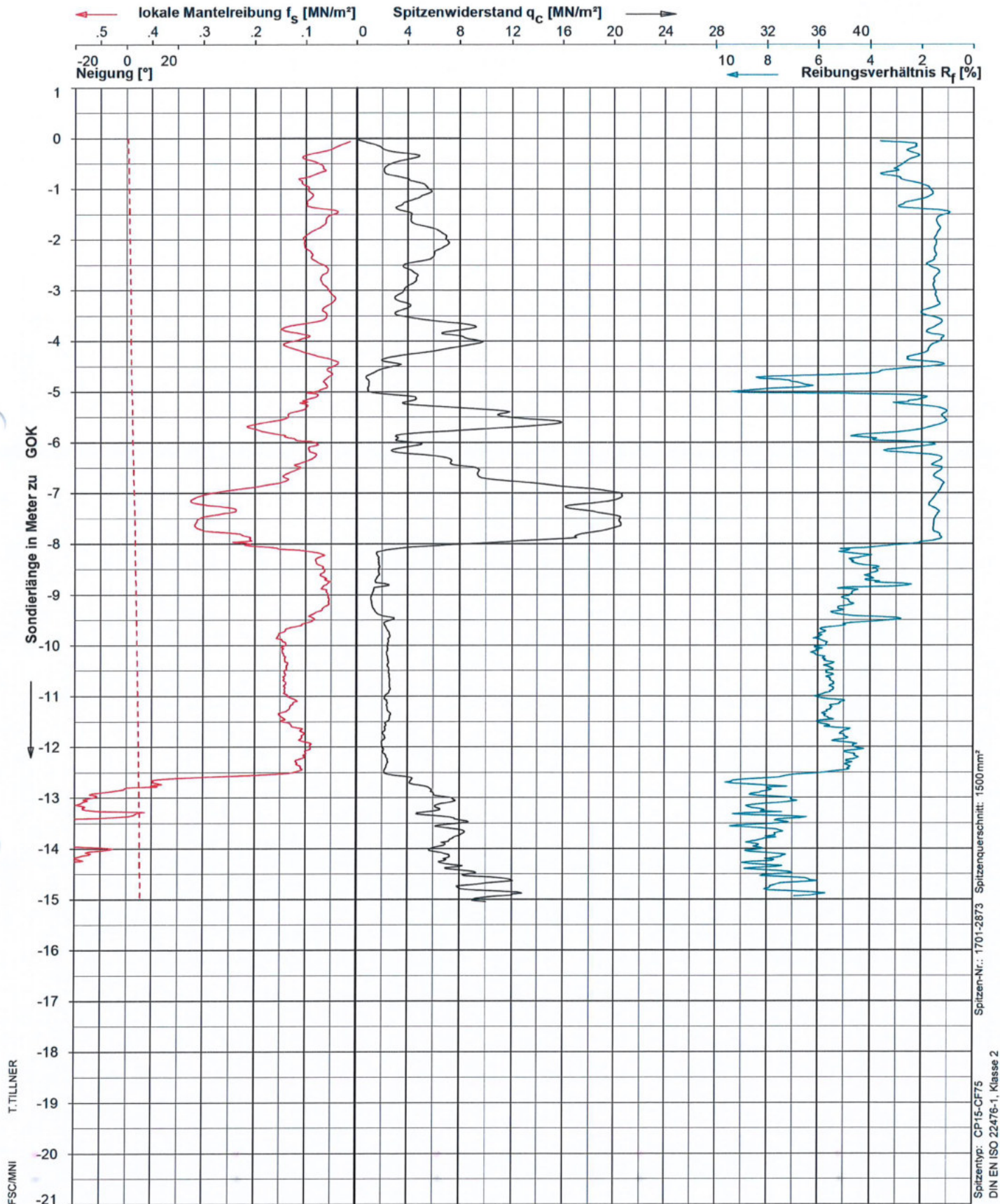
 nass	 fließfähig
--	--

### Konsistenzen

 breiig
 weich
 steif
 halbfest
 fest
 geklüftet

### Beimengungen

 schwach (< 15%) = '
 stark (ca. 30-40 %) = - / *
 humusstreifig = h-streif
 Linsen = -Lin
 Pflanzenreste = Pf-R
 Wurzelreste = Wurz-R
 Bänke = -Bnk
 Bruch = -Br
 Reste = -R
 Stücke = -Stck



ELEKTRISCHE DRUCKSONDIERUNG

Erdbaulabor Dr. F. Krause  
Windpark Ostbevern



DIN ISO 9001

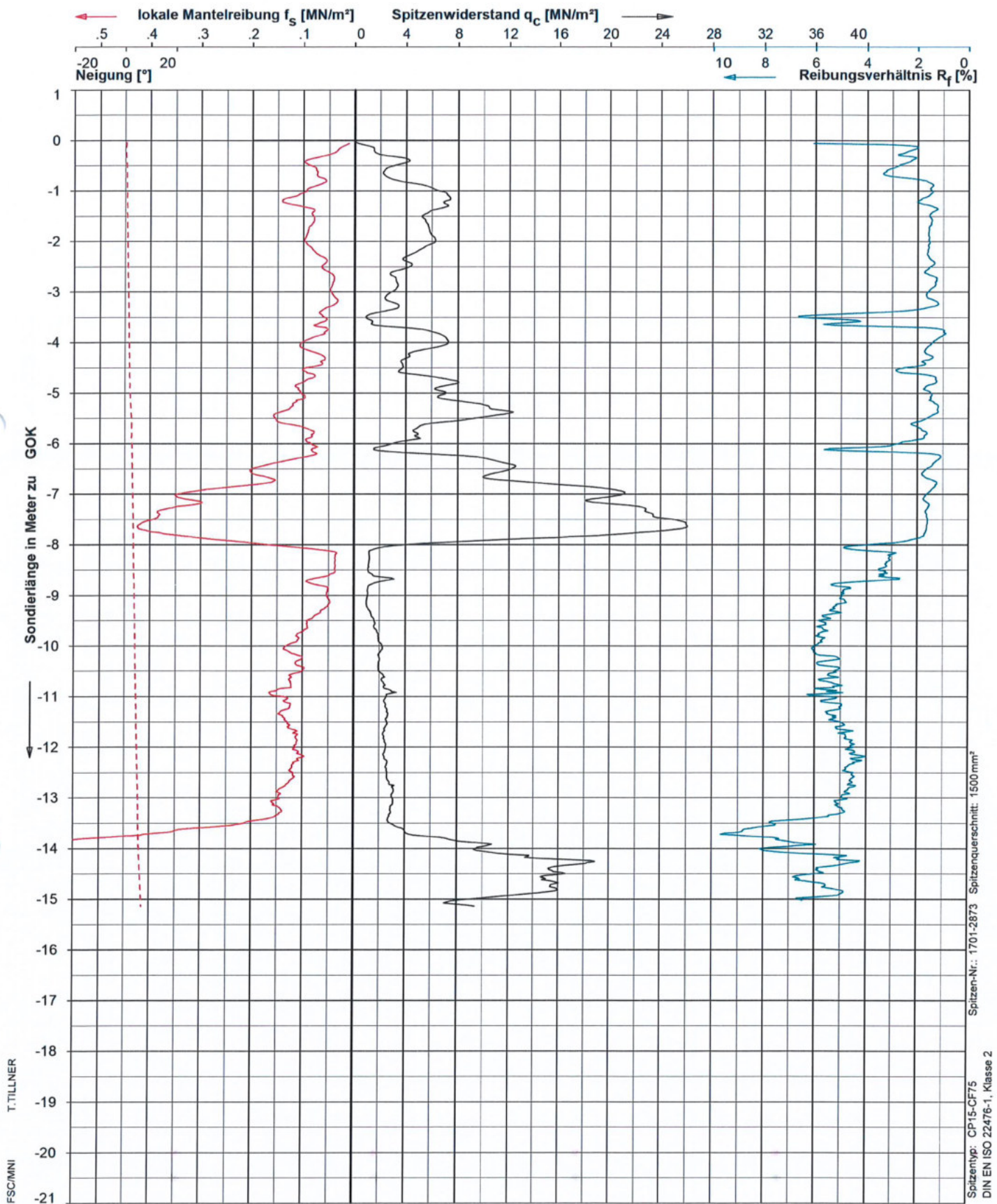
**Fugro Germany Land GmbH**

Wollener Str. 36, 12681 Berlin  
Tel: +49 30 93651352 Fax: 93651350

Datum : 14-Aug-2018  
Sondierende : Solltiefe  
Gelände : 0.00 m zu GOK  
Endteufe : -15.07 m zu GOK

Projekt: 620-18-0622-B  
Sondierung: WEA1-N





ELEKTRISCHE DRUCKSONDIERUNG

Erdbaulabor Dr. F. Krause  
Windpark Ostbevern



DIN ISO 9001

Fugro Germany Land GmbH

Wolfener Str. 36, 12681 Berlin  
Tel: +49 30 93651352 Fax: 93651350

Datum : 14-Aug-2018

Sondierende : Solltiefe

Gelände : 0.00 m zu GOK

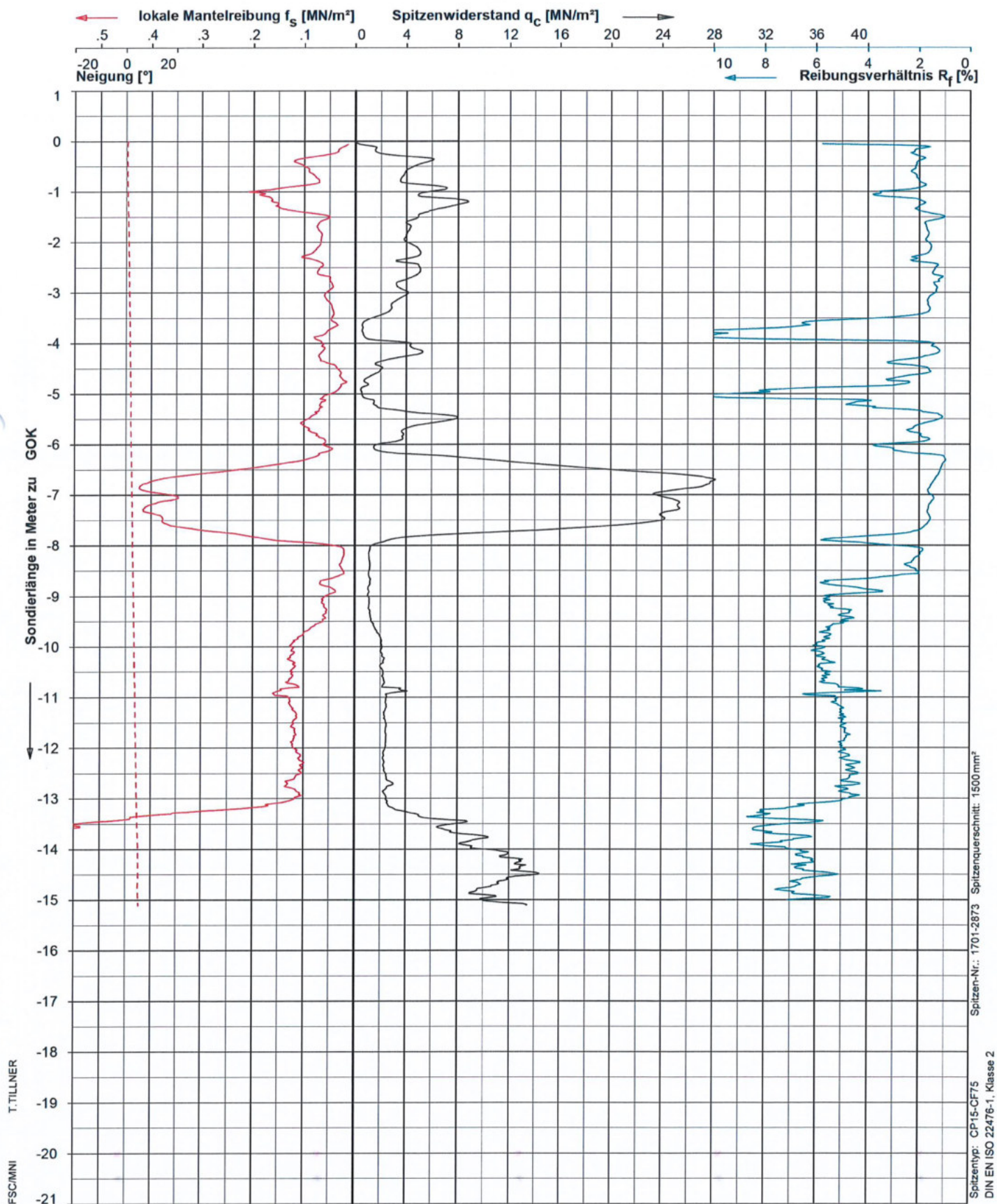
Endteufe : -15.15 m zu GOK

Projekt:

620-18-0622-B

Sondierung:

WEA1-OSO



ELEKTRISCHE DRUCKSONDIERUNG

Erdbaulabor Dr. F. Krause  
Windpark Ostbevern



DIN ISO 9001

**Fugro Germany Land GmbH**

Wolfener Str. 36, 12681 Berlin  
Tel: +49 30 93651352 Fax: 93651350

Datum : 14-Aug-2018

Sondierende : Solltiefe  
Gelände : 0.00 m zu GOK  
Endteufe : -15.13 m zu GOK

Projekt: 620-18-0622-B

Sondierung: WEA1-WSW



### Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18128

Projekt Windenergiepark Ostbevern / Westbevern, WEA 1

Entnahmedatum 27.09.2018

Bearbeiter Kö

Datum 05.11.2018

Entnahmestelle	RKS 11			RKS 11		
Tiefe [m u. GOK]	4,1 - 5,6			6,0 - 6,6		
Bodenart	U, h, s', t'			U, h, s', t'		
Glühverlust [%]	6,90	6,79	6,81	6,70	6,72	7,25
Glühverlust (Mittel) [%]	6,83			6,89		

Entnahmestelle	RKS 12			RKS 12		
Tiefe [m u. GOK]	3,8 - 4,3			5,1 - 5,4		
Bodenart	U, h*, s', t'			U, h, s', t'		
Glühverlust [%]	14,12	13,24	13,79	6,88	7,90	7,46
Glühverlust (Mittel) [%]	13,72			7,41		

Entnahmestelle						
Tiefe [m u. GOK]						
Bodenart						
Glühverlust [%]						
Glühverlust (Mittel) [%]						

Bemerkungen :



## Anlage zu Prüfbericht 2018P230279

Probe-Nr.: 18209987 / 001

Probenbezeichnung: W 1 Projekt-Nr.: 13766

**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	7,6		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	<5,0	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	<0,20	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 - 100
Magnesium	11	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	41	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	24	mg/L	—	—	—
Gesamthärte	17	°dH	—	—	—
Härtehydrogencarbonat	14	°dH	—	—	—
Permanganat-Verbrauch	21	mg KMnO <sub>4</sub> /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 zu Prüfbericht 2018P230279**

Probe-Nr.: 18209987 / 001

Probenbezeichnung: W 1

Projekt-Nr.: 13766

**Tabelle 1:** Beurteilung von Wässern gem. DIN 50929 Teil 3

Nr.	Merkmal und Dimension / Einheit				Bewertungs- ziffer
		unlegierte Eisen	verzinkten Stahl		
1	<b>Wasserart</b> - fließende Gewässer - stehende Gewässer - Küste von Binnenseen - anaerob. Moor, Meeresküste	<b>N1</b>	<b>M1</b>		<b>N1</b>
		0	-2		-1
		-1	1		
		-3	-3		
		-5	-5		
2	<b>Lage des Objektes</b> - Unterwasserbereich - Wasser / Luft-Bereich - Spritzwasserbereich	<b>N2</b>	<b>M2</b>		<b>N2</b>
		0	0		0
		1	-6		
		0,3	-2		
3	<b>c (Cl-) + 2c (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) / mol/m<sup>3</sup></b> < 1 > 1 bis 5 > 5 bis 25 > 25 bis 100 > 100 bis 300 > 300	<b>N3</b>	<b>M3</b>	1,5	<b>N3</b>
		0	0		-2
		-2	0		
		-4	-1		
		-6	-2		
		-7	-3		
		-8	-4		
4	<b>Säurekapazität bis pH 4,3 mol/m<sup>3</sup></b> < 1 1 bis 2 > 2 bis 4 > 4 bis 6 > 6	<b>N4</b>	<b>M4</b>	5,1	<b>N4</b>
		1	-1		
		2	1		
		3	1		
		4	0		4
		5	-1		
5	<b>c (Ca<sup>2+</sup>) / mol/m<sup>3</sup></b> < 0,5 0,5 bis 2 > 2 bis 8 > 8	<b>N5</b>	<b>M5</b>	2,5	<b>N5</b>
		-1	0		
		0	2		
		1	3		1
		2	4		
6	<b>pH-Wert</b> < 5,5 5,5 bis 6,5 > 6,5 bis 7,0 > 7,0 bis 7,5 > 7,5	<b>N6</b>	<b>M6</b>	7,6	<b>N6</b>
		-3	-6		
		-2	-4		
		-1	-1		
		0	1		
		1	1		1

Bewertungszahlsumme Unterwasserbereich:  $W0 = N1 + N3 + N4 + N5 + N6 + N3/N4 =$ 

2,50

Bewertungszahlsumme Wasser/Luft-Grenze:  $W1 = W0 - N1 + N2 \times N3 =$ 

3,50

Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeiten:

W0- bzw. W1 - Werte	Mulden- und Lochkorrosion	Flächen- korrosion
>= 0	sehr gering	sehr gering
-1 bis -4	gering	sehr gering
<-4 bis -8	mittel	gering
<-8	hoch	mittel