

**17-075**

## Windpark Bever

Aufstellung von 2 WKA (Nordex N-149/4.0-4.5 STE), incl. Kranstellflächen

**Baugrunderkundungen / Gründungsempfehlung**



Auftraggeber:

PEG Landvolk Energie GmbH, Bad Essen

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einleitung .....	2
2 Untergrundverhältnisse .....	2
3 Bodenmechanische Kennwerte .....	5
4 Gründung .....	6
5 Zusammenfassung .....	7
6 Anlagenverzeichnis .....	8

## 1 EINLEITUNG

Im Rahmen der Planungen für die Errichtung von 2 Windkraftanlagen für den Windpark Bever im Landkreis Osnabrück, etwa 3 km südlich der Ortschaft Glandorf und 2,5 km westlich des Sassenberger Ortsteils Füchtorf sind die Untergrundverhältnisse zu erkunden und hinsichtlich der Gründung der Anlagen zu bewerten.

Mit Durchführung der erforderlichen Erkundungen, der Bewertung der Baugrundverhältnisse und der Abgabe einer Gründungsempfehlung für die geplanten Windkraftanlagen in einem zusammenfassenden Bericht wurden wir von der PEG Landvolk Energie GmbH beauftragt.

Die Ergebnisse der Baugrunderkundungen sowie die hieraus für die Gründung abzuleitenden Vorschläge und Empfehlungen werden nachfolgend beschrieben und erläutert.

## 2 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

Grundlage für die Ausarbeitung der Gründungsempfehlung bilden die in unserem Unterauftrag von der Fa. VULHOP+BECKER, Rastede, im Februar '18 durchgeführten Baugrundaufschlüsse.

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse insgesamt 6 Drucksondierungen (CPT) bis in Tiefen zwischen 15 m und 25 m unter Gelände im Bereich der Anlagenstandorte niedergebracht. Die Lage der Ansatzpunkte der Baugrundaufschlüsse ist auf ANLAGE 1 dargestellt. Die auf den Blättern der ANLAGE 2 dargestellten Erkundungsergebnisse werden nachfolgend beschrieben und erläutert.

Die Sondierergebnisse sind als Spitzendruckdiagramm dargestellt. Neben dem Spitzendruck  $q_s$  wurde bei den Drucksondierungen auch die örtliche Mantelreibung  $\tau_M$  aufgezeichnet. In den Sondierdiagrammen ist der als Bodenindex  $R_f$  bezeichnete Quotient aus Mantelreibung und Spitzendruck mit aufgetragen.

Die Ableitung der Bodenschichtung anhand der CPT-Ergebnisse erfolgt in Anlehnung an die Vorgehensweise erfolgt, wie in TIS Tiefbau Ingenieurbau Strassenbau (Heft 12/88) veröffentlicht. Demnach kann für die Schichtenabfolge im Bereich der geplanten Hallenstandorte die in nachfolgenden Tabellen zusammengestellte Bodenschichtung angegeben werden:

<b>WEA 1, CPT 1-1</b>					
Schicht-Nr.	Schicht-UK	Bodenart	$\varnothing q_s$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\varnothing R_f$ [%]	(abgeleitete) Lagerungsdichte
1	1,4 m	Schluff, tonig	0,6	6,6	-
2	3,1 m	Schluff, sandig	2,3	0,9	-
3	6,45 m	Sand	11,6	0,6	midi
4	7,05 m	Schluff, sandig	3,1	1,8	-
5	8,55 m	Sand, schluffig	8,2	1,3	locker-midi
6	13,5 m	Sand	22,9	0,9	dicht
7	15,6 m	Schluff, sandig	7,1	1,8	locker-midi
8	22,55 m	Sand	25,8	0,9	sehr dicht - dicht
9	23,0 m	Mergelstein	15,7	4,8	-

<b>WEA 1, CPT 1-2</b>					
Schicht-Nr.	Schicht-UK	Bodenart	$\varnothing q_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\varnothing R_f$ [%]	(abgeleitete) Lagerungsdichte
1	0,8 m	Sand, schluffig	1,0	2,8	-
2	1,2 m	Schluff, tonig	0,5	6,9	-
3	3,3 m	Sand	7,5	0,7	locker - midi
4	4,95 m	Sand	12,0	0,6	midi
5	6,5 m	Sand	5,5	0,7	locker
6	7,1 m	Sand, schluffig	3,0	1,6	(locker)
7	8,3 m	Sand, st. schluffig	8,2	1,0	midi
6	15,0 m	Sand	24,6	0,9	dicht - sehr dicht

<b>WEA 1, CPT 1-3 ...</b>					
Schicht-Nr.	Schicht-UK	Bodenart	$\varnothing q_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\varnothing R_f$ [%]	(abgeleitete) Lagerungsdichte
1	1,8 m	Schluff	1,0	2,9	-
2	4,3 m	Sand, schluffig	4,6	0,8	locker
3	5,65 m	Sand	13,7	0,7	midi
4	8,7 m	Sand / Schluff	6,1	1,3	(locker)
5	12,8 m	Sand	19,8	0,9	dicht
6	13,0 m	Sand / Schluff	12,3	2,1	(midi)
7	15,3 m	Sand	20,9	0,9	dicht
8	15,5 m	Sand, schluffig - Schluff	5,8	2,2	(locker)

... WEA 1, CPT 1-3					
9	18,7 m	Sand	22,3	0,9	dicht – sehr dicht
10	19,4 m	Sand / Schluff	5,2	1,9	(locker)
11	21,25 m	Sand	32,0	0,8	sehr dicht
12	21,9 m	Mergelstein	11,3	4,0	-
13	25,5 m	Mergelstein	22,7	3,1	-

WEA 2, CPT 2-1					
Schicht-Nr.	Schicht-UK	Bodenart	$\varnothing q_s$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\varnothing R_f$ [%]	(abgeleitete) Lagerungsdichte
1	1,3 m	Ton	1,3	3,9	-
2	3,8 m	Sand – Sand / Schluff	8,7	0,8	(midi)
3	4,6 m	Sand (Kies)	19,5	0,5	dicht
4	7,7 m	Sand – Sand / Schluff	6,5	0,8	(locker)
5	10,35 m	Sand	18,2	0,9	Dicht
6	10,65 m	Schluff	5,0	2,7	-
7	17,0 m	Sand	23,5	0,9	Dicht
8	20,3 m	Mergelstein	22,8	3,2	-

WEA 2, CPT 2-2					
Schicht-Nr.	Schicht-UK	Bodenart	$\varnothing q_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\varnothing R_f$ [%]	(abgeleitete) Lagerungsdichte
1	1,3 m	Ton	0,8	6,9	-
2	4,35 m	Sand	13,6	0,7	Midi
3	7,6 m	Sand – Sand / Schluff	6,2	1,0	(locker)
4	10,35 m	Sand	23,5	1,0	dicht – sehr dicht
5	11,4 m	Schluff – Schluff / Sand	5,3	2,5	(locker)
6	13,3 m	Sand - Sand / Schluff	10,4	1,1	Midi
7	16,8 m	Sand	24,4	0,9	sehr dicht - dicht
6	20,0 m	Mergelstein	18,5	3,4	-

WEA 2, CPT 2-3 ...					
Schicht-Nr.	Schicht-UK	Bodenart	$\varnothing q_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\varnothing R_f$ [%]	(abgeleitete) Lagerungsdichte
1	1,1 m	Ton	0,7	6,9	-
2	2,65 m	Sand / Schluff - Sand	5,1	1,1	(locker)

... WEA 2, CPT 2-3					
3	2,9 m	Ton, schluffig	0,7	5,1	-
4	4,9 m	Sand (kies)	15,4	0,6	medi - dicht
5	7,4 m	Sand - Sand, schluffig	6,0	0,9	(locker)
6	12,6 m	Sand	17,9	0,9	Dicht
7	13,0 m	Sand / Schluff	6,7	1,4	(locker)
8	16,7 m	Sand	26,8	0,9	sehr dicht
9	19,5 m	Mergelstein	20,4	3,0	-

Einzelheiten zum Verlauf des Spitzendrucks, der Mantelreibung sowie des Reibungsindex sind den auf ANLAGE 2 dargestellten Sondierdiagrammen zu entnehmen.

Im Rahmen der durchgeführten Erkundungen mittels Drucksondierungen wurden die Grundwasserstände nicht erfasst.

### 3 BODENMECHANISCHE KENNWERTE

Anhand von Erfahrungen mit vergleichbaren Baugrundverhältnissen und Aufgabenstellungen können für die anstehenden Böden in erdstatischen Berechnungen nachfolgend aufgeführte Bodenkennwerte (*char*-Werte) angesetzt werden:

#### **Sand (locker – sehr dicht)**

Wichte

- erdfeucht  $\gamma = 18 \dots 21 \text{ kN/m}^3$
- unterAuftrieb  $\gamma' = 10 \dots 11 \text{ kN/m}^3$

Scherparameter

- Reibungswinkel  $\varphi' = 32,5 \dots 37,5^\circ$
- Kohäsion  $c' = 0 \text{ kN/m}^2$

Steifemodul

$$E_s = 15 \dots 80 \text{ MN/m}^2$$

Bodengruppe (DIN 18 196)

SE / SW / SI

Bodenklasse (DIN 18 300)

3 – 4

#### **Schluff, Schluff, sandig sowie Sand / Schluff**

Wichte

- erdfeucht  $\gamma = 16 \dots 18 \text{ kN/m}^3$
- unterAuftrieb  $\gamma' = 7 \dots 9 \text{ kN/m}^3$

Scherparameter

- Reibungswinkel  $\varphi' = 22,5 \dots 27,5^\circ$
- Kohäsion  $c' = 0 \text{ kN/m}^2$

Steifemodul	$E_s = 5 \dots 15 \text{ MN/m}^2$
Bodengruppe (DIN 18 196)	SÜ, UL
Bodenklasse (DIN 18 300)	4 (2)

### Mergelstein

#### Wichte

- erdfeucht	$\gamma = 21 \dots 23 \text{ kN/m}^3$
- unterAuftrieb	$\gamma' = 11 \dots 13 \text{ kN/m}^3$

#### Scherparameter

- Reibungswinkel	$\varphi' = 30 \dots 35^\circ$
- Kohäsion	$c' = 0 \text{ kN/m}^2$

Steifemodul	$E_s = 50 \dots > 100 \text{ MN/m}^2$
-------------	---------------------------------------

## 4 GRÜNDUNG

### Windkraftanlagen

Auf Grundlage des obig beschriebenen Untergrundaufbaus kann festgehalten werden, dass eine Flachgründung der Windkraftanlagen –ohne Maßnahmen zur Baugrundverbesserung– auszuschließen ist, da in die anstehenden tragfähigen dicht bis z.T. sehr dicht gelagerten Sande setzungsempfindliche Böden (Schluffe, locker gelagerte Sande, Sand/Schluff) eingelagert sind, die nach überschlägigen Berechnungen -bei dauerhafter Belastung des Baugrundes im Grenzfall des Überganges zur „klaffenden Fuge“- zu unverträglichen Setzungsdifferenzen von mehr als 10 cm führen.

In vorliegendem Fall wird eine Baugrundverbesserung mittels sogenannter CMC-Säulen vorgeschlagen. In Verbindung mit einem auf die Säulen aufzubringenden Last-/Druckverteilungspolster aus Schotter können die o.a. Setzungsdifferenzen weitestgehend reduziert werden. Die durchgehend tragfähigen Sande stehen im Bereich WEA 1 ab Tiefen von ca. 15,5 m unter Gelände an, im Bereich der WEA 2 ab 13 m. Für die Bemessung der CMC-Säulen (Anzahl und erf. Durchmesser) sind detaillierte Angaben zu Lasten sowie hinsichtl. Füllmaterial, Festlegung: Säulen vermörtelt / nicht vermörtelt etc. erforderlich.

Es ist zu empfehlen, die Grundwasserstände für die Herstellung der Fundamentgruben durch ergänzende Erkundungen (Kleinbohrungen), ggf. mit Pegelausbau, zu bestimmen.

### Kranstellflächen

Für die Bereiche der Kranstellflächen ist anzugeben, dass die oberflächennah anstehenden Böden (Ton, Schluff) die für den Betrieb der Motagekräne zu erwartenden Lasten nicht schad-

los abtragen können. Für diese Bereiche ist ein Teilbodenaustausch zu erwägen, der eine Schichtmächtigkeit des Austauschbodens von mind. 1 m sicherstellt. Als Austauschmaterial eignen sich Sand, Kies oder Kies-Sand-Gemisch mit einem Anteil abschlämmbarer Bestandteile  $\leq 5$  Gew.-%. Das Austauschmaterial ist lagenweise einzubauen und auf  $D_{Pr} \geq 97$  % zu verdichten.

Der Bodenaustausch ist mit einer geotextilen Bewehrung (z.B. Vlies-Geogitter-Kombination *basetrac Duo-C PET 40 B15* der Fa. Huesker o.glw.) einzufassen. Auf das Austauschmaterial ist eine mind. 60 cm starke Tragschicht aus Schotter (Korngemisch  $\geq 0/32$ ) aufzubringen.

Die Größe der Kranstellflächen ist so auszulegen, dass ein Abstand zwischen Lasteintragsfläche (Kranpratzen/Lastverteilungsplatten) und Aussenkante der Flächenbefestigung (Tragschichtmaterial) von mindestens 2 m gewährleistet ist.

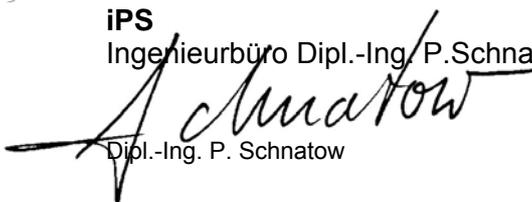
#### Zufahrtwege

Für die Zufahrtwege gelten die obigen Angaben zum Aufbau im Bereich der Kranstellflächen, wobei die Schichtdicke der Tragschicht auf 30 cm reduziert werden kann.

## 5 ZUSAMMENFASSUNG

Mit vorliegendem Bericht werden die Untergrundverhältnisse im Bereich der geplanten Windkraftanlagen des Winpark Bever auf Grundlage der Interpretation von Sondierergebnissen (CPT) beschrieben und erläutert. Aufgrund der in Abschnitt 2 beschriebenen Erkundungsergebnisse wird für die Anlagen eine Baugrundverbesserung mittels CMC-Säulen vorgeschlagen. Eine Bemessung der Gründung wurde im Rahmen des vorliegenden Berichtes nicht durchgeführt, da die hierfür erforderlichen Eingangsgrößen (Füllmaterial, vermörtelt/nicht vermörtelt) derzeit nicht bekannt sind. In Abschnitt 4 werden weiterhin Vorschläge für die Gründung der Kranstellflächen sowie der Zufahrtwege zu einem Teilbodenaustausch der oberflächennah anstehenden setzungsfähigen Böden abgegeben.

iPS  
Ingenieurbüro Dipl.-Ing. P. Schnatow



Dipl.-Ing. P. Schnatow

## 6 ANLAGENVERZEICHNIS

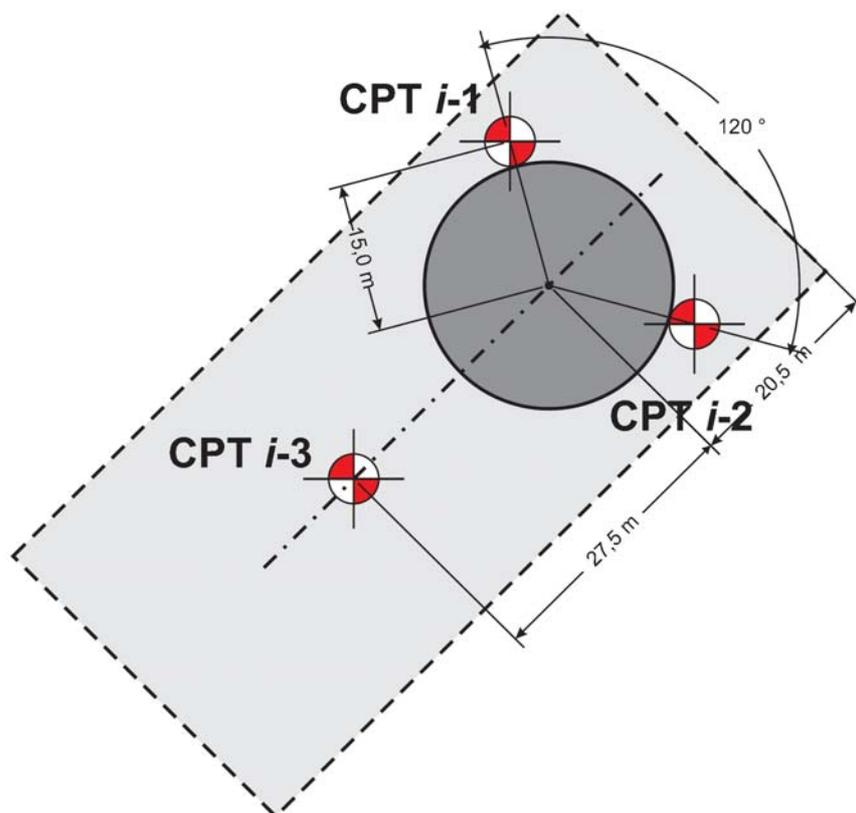
ANLAGE 1	Lageplan; Lage der Untergroundaufschlüsse	(1 Seite)
ANLAGE 2	Ergebnisse der Untergroundaufschlüsse - Drucksondierungen (CPT)	(6 Seiten)

17-050

MFS Maschinenfabrik GmbH, Wilhelmshaven;

Neubau einer Werk- sowie einer Lagerhalle auf dem Betriebsglände in WHV

Lage der Untergundaufschlüsse



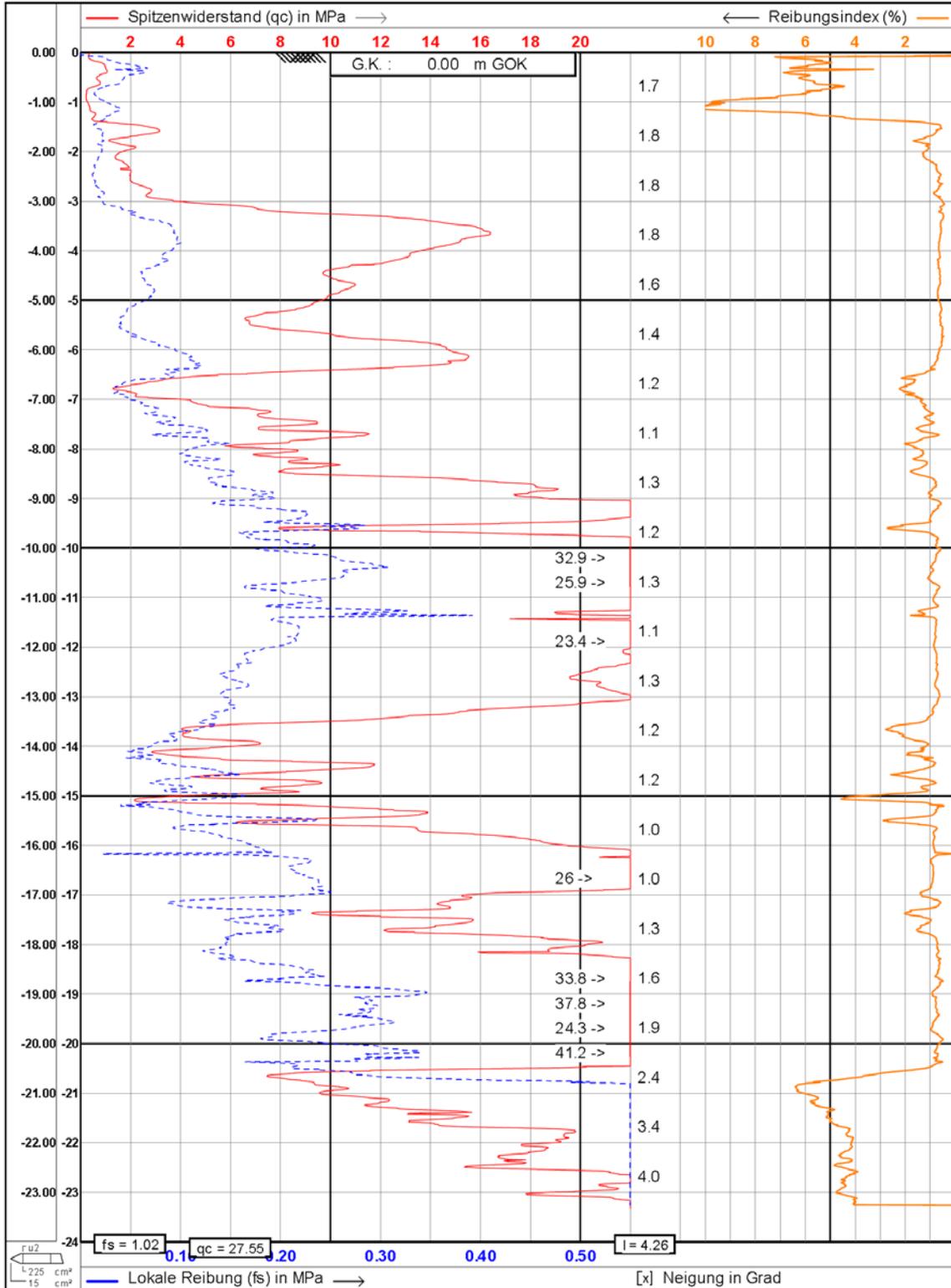
17-075

Windpark Bever

Aufstellung von 2 WKA (Nordex N-149/4.0-4.5 STE), incl. Kranstellflächen

Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse WEA 1

CPT 1-1



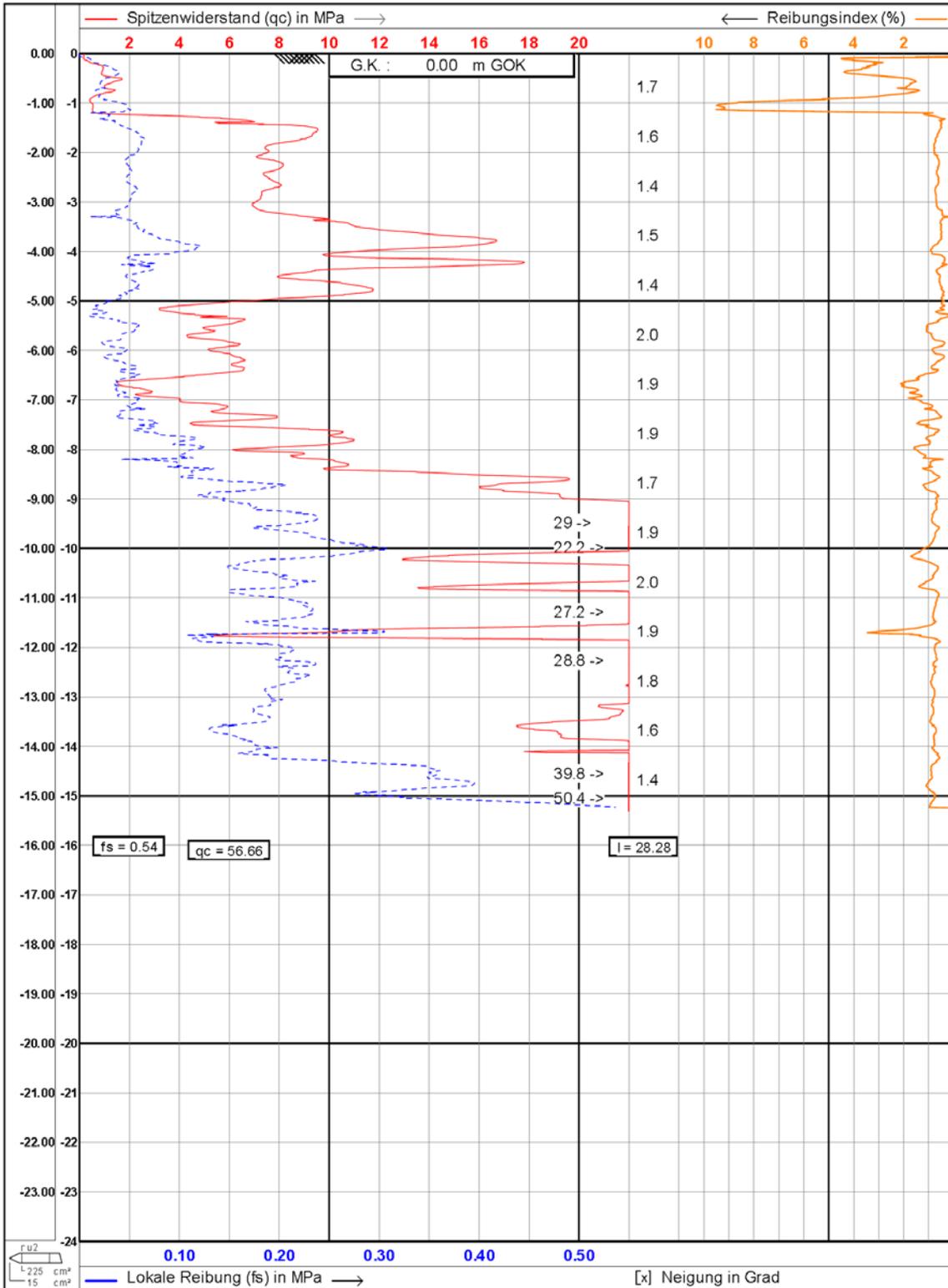
17-075

Windpark Bever

Aufstellung von 2 WKA (Nordex N-149/4.0-4.5 STE), incl. Kranstellflächen

Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse WEA 1

CPT 1-2



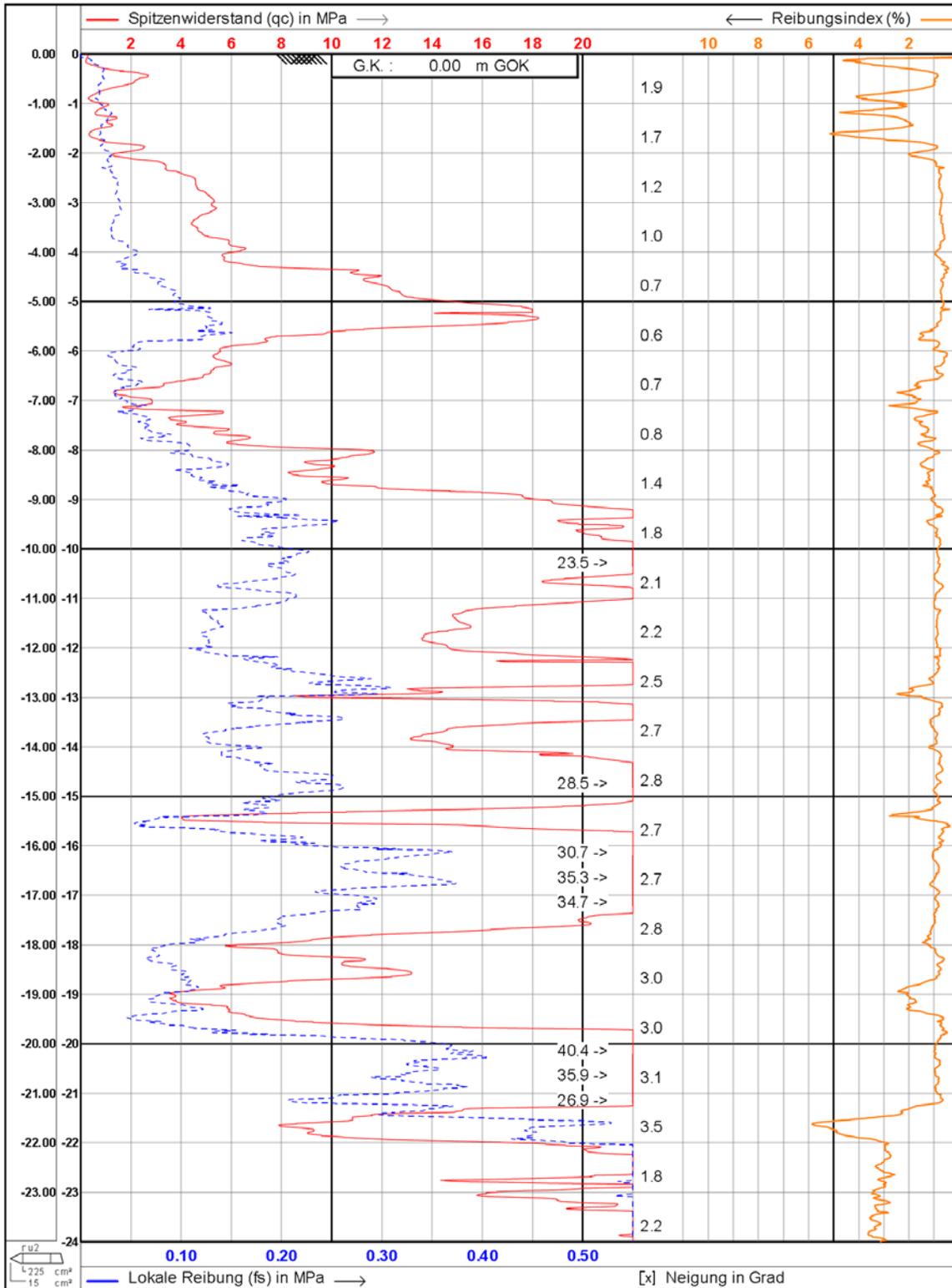
17-075

Windpark Bever

Aufstellung von 2 WKA (Nordex N-149/4.0-4.5 STE), incl. Kranstellflächen

Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse WEA 1

CPT 1-3



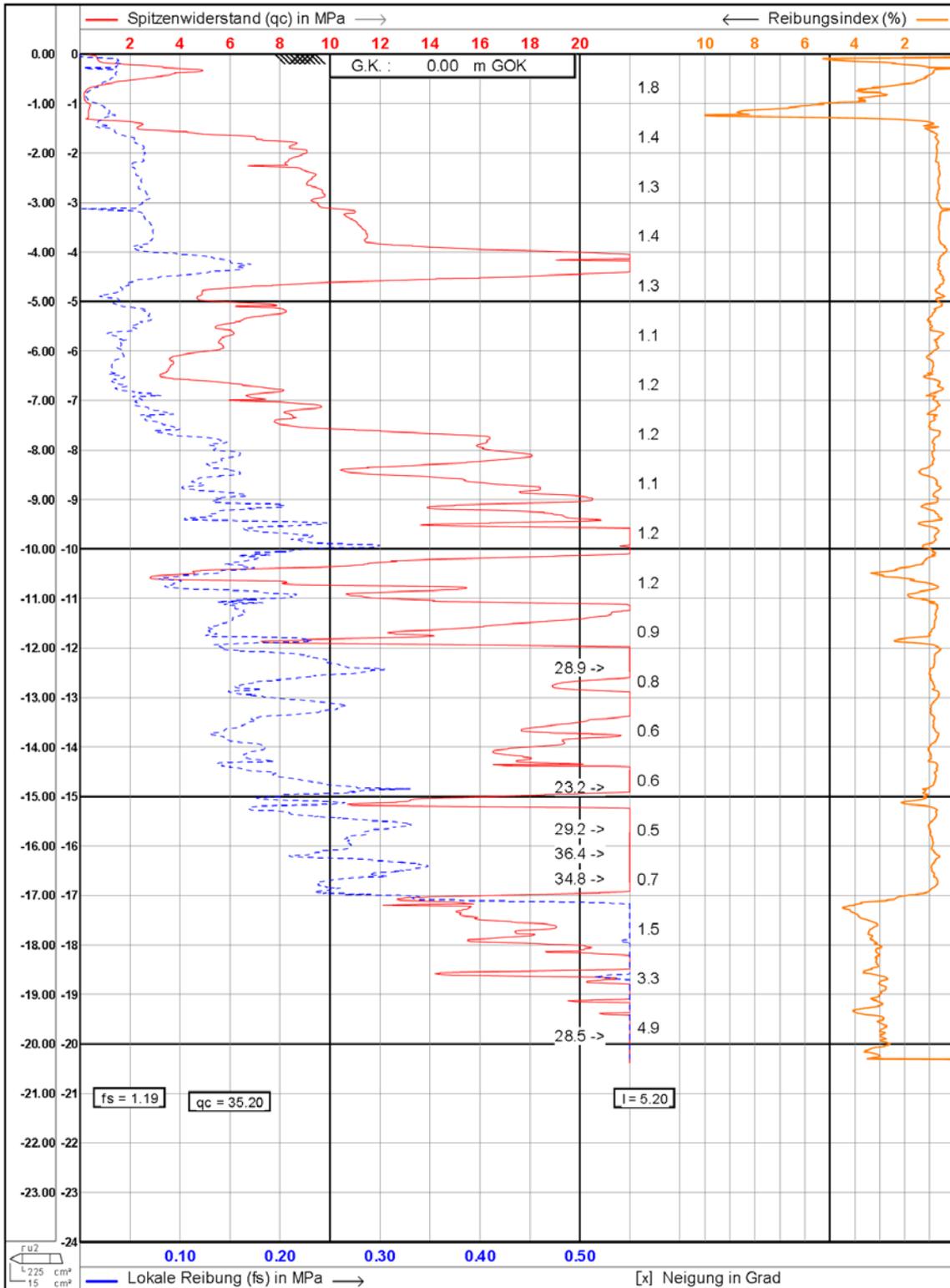
17-075

Windpark Bever

Aufstellung von 2 WKA (Nordex N-149/4.0-4.5 STE), incl. Kranstellflächen

Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse WEA 2

CPT 2-1



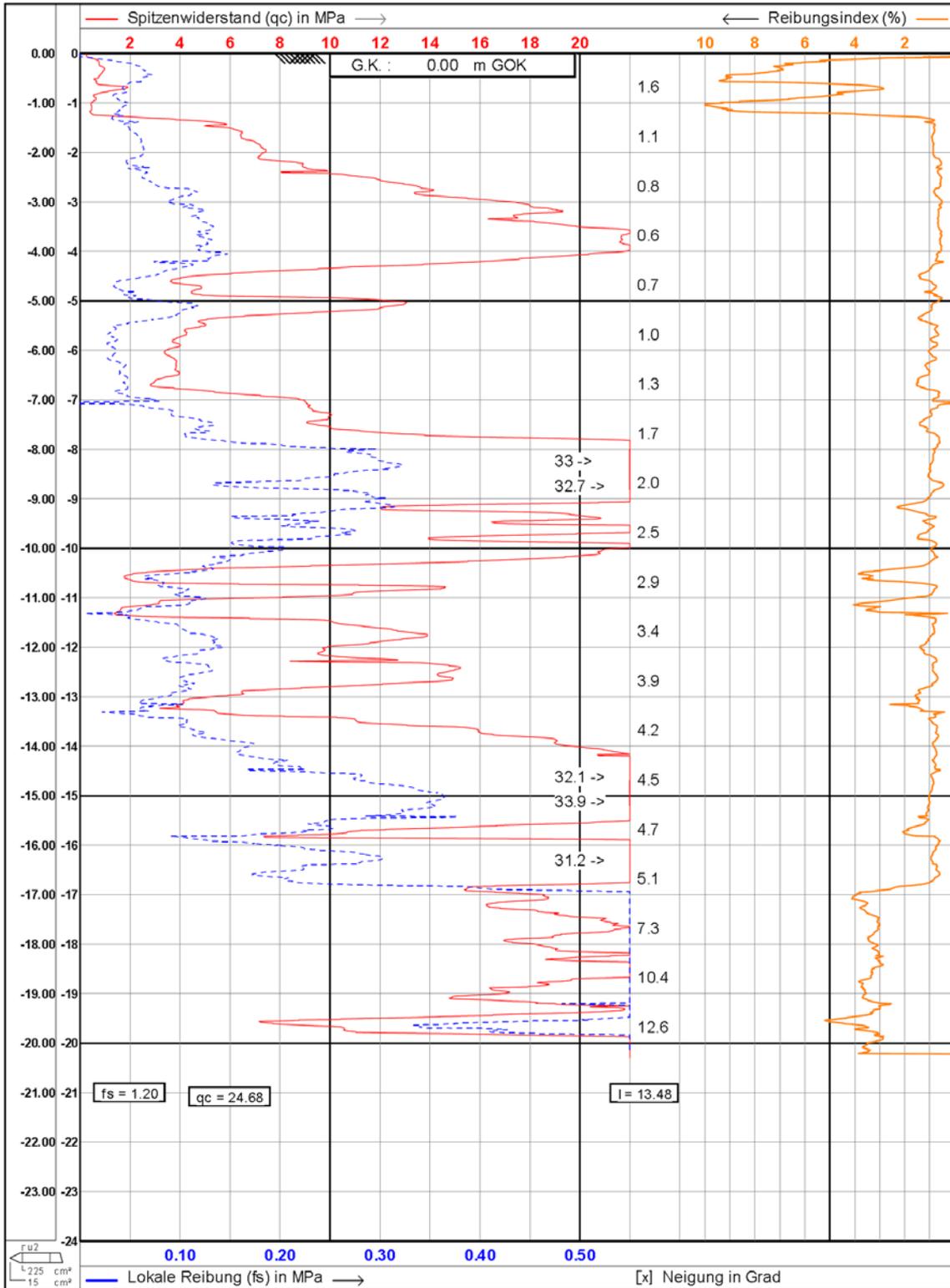
17-075

Windpark Bever

Aufstellung von 2 WKA (Nordex N-149/4.0-4.5 STE), incl. Kranstellflächen

Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse WEA 2

CPT 2-2



17-075

Windpark Bever

Aufstellung von 2 WKA (Nordex N-149/4.0-4.5 STE), incl. Kranstellflächen

Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse WEA 2

CPT 2-3

