

Windpark Wilhelmshöhe II bei Uetze

Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung für geänderte Standorte WEA 24, 25, 28 und 29

Auftraggeber:



BayWa r.e. Wind GmbH
Arabellastraße 4
81925 München

Auftragsdatum:

01.08.2019

Auftragnehmer:



Ingenieurbüro BGA GbR
Zuckerbergweg 22
38124 Braunschweig

Bearbeiter BGA:

Dr. Zarske

Projektnummer:

486.18-2 (Za/v.E)

Ausfertigung:

/ 5

Abschluss der
Bearbeitung:

27.08.2019 (Entwurf zur Abstimmung)
07.10.2019

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Anlagenverzeichnis	3
1. Vorgang, Aufgabenstellung	4
2. Unterlagen	4
3. Bauvorhaben, örtliche Situation	5
4. Art und Umfang der durchgeführten Untersuchungen	6
5. Baugrundbeurteilung	8
5.1 Baugrundaufbau	8
5.1.1 Mutterboden	9
5.1.2 Sande	9
5.1.3 Einlagerungen aus Ton und Schluff, Torflagen	10
5.2 Erdbautechnische Klassifikation und bodenmechanische Kennwerte	10
5.2.1 Sande	11
5.2.2 Einlagerungen aus Ton und Schluff, Torflagen	11
5.3 Thermische und elektrische Bodeneigenschaften	11
5.4 Homogenbereiche gemäß DIN 18300	12
5.5 Grundwasserverhältnisse	12
6. Gründungsberatung	14
6.1 Beurteilung der geplanten Gründung	14
6.2 Standsicherheitsnachweise und Setzungsverhalten	15
6.3 Trockenhaltung der Baugruben	16
6.4 Hinweise und Empfehlungen zur Herstellung der Baugruben	17
6.5 Hinweise und Empfehlungen zur Herstellung von Baustraßen und Kranstellflächen	17
6.6 Hinweise zum Umgang mit Abtragsmassen	18
7. Weitere Hinweise	20

Anlagenverzeichnis

- 1 Übersichtsplan
- 2 Lageplan
- 3 Schichtprofilverzeichnisse der Kleinrammbohrungen
- 4 Diagramme der Drucksondierungen
- 5 Rammdiagramme
- 6 Schematische Baugrundschnitte
- 7 Bodenmechanische Laborversuche
- 8 Probenliste
- 9 Prüfberichte des chemischen Labors
- 10 Abfalltechnische Klassifikation Boden
- 11 Geophysikalische Messungen
- 12 Homogenbereiche gemäß DIN 18300
- 13 Erdstatische Nachweise WEA
- 14 Erdstatische Nachweise Kranaufstellflächen

1. Vorgang, Aufgabenstellung

Östlich von Uetze sollen 8 neue Windenergieanlagen errichtet werden. Zwölf alte Windenergieanlagen werden rückgebaut.

Für den Neubau der Anlagen wurde von uns mit Datum vom 28.08.2018 eine Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung vorgelegt. Die Standorte der Windenergieanlagen 24, 25 und 28 sind mittlerweile gegenüber der ursprünglichen Planung deutlich verschoben worden. Gemäß Auftrag vom 01.08.2019 sollten für diese Anlagen - im Folgenden mit 24a, 25a und 28a bezeichnet - ergänzende Baugrunduntersuchungen durchgeführt werden. Für diese Anlagen war eine erneute Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung vorzunehmen.

Die WEA 29 ist lediglich um rd. 9 m gegenüber dem ursprünglichen Standort verschoben worden. Aufgrund der im Bereich des Baufeldes vorliegenden, weitgehend einheitlichen Baugrundverhältnisse war deshalb für diese Anlage keine erneute Erkundung notwendig.

Aus Gründen der Verständlichkeit und Nachvollziehbarkeit werden nachfolgend einige Inhalte des Gutachtens vom 28.08.2018 nochmals wiedergegeben.

2. Unterlagen

Von BayWa r.e. wurden uns in digitaler Form diverse Unterlagen zur Verfügung gestellt. Als für die Beurteilung maßgebend haben sich erwiesen:

[1] Koordinaten geänderte Standorte, E-Mail vom 29.07.2019

[2] Lagepläne der Neuanlagen 24a, 25a und 28a, E-Mail vom 01.08.2019

Bezüglich der technischen Daten der Windenergieanlagen werden weiterhin zu Grunde gelegt:

- [3] NORDEX, 01.11.2017: Technische Spezifikation Baugrunduntersuchung und geotechnischer Bericht - Fundament, Straßen und Kranstellflächen
- [4] NORDEX, 06.04.2018: Allgemeine Dokumentation Fundamente Nordex Delta 4000 N149/4.0-4.5
- [5] NORDEX, 31.01.2018: Transport, Zuwegung und Krananforderungen - Anlagenklasse Nordex Delta 4000
- [6] TÜV-Industrieservice, 12.01.2018: Prüfbericht für eine Typenprüfung - Flachgründung Windenergieanlagen vom Typ Delta 4000

Ferner wurde im Zuge der Bearbeitung zurückgegriffen auf:

- [7] NIBIS-Kartenserver beim Niedersächsischen Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG)
- [8] LAGA (2004): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung - 1.2 Bodenmaterial (TR Boden)

3. Bauvorhaben, örtliche Situation

Das geplante Vorhaben umfasst die Neuerrichtung von insgesamt 8 WEA Nordex N149 mit einer Nabenhöhe von 105 m. Zu den Fundamenten des Typs FmA liegen die folgenden Angaben vor:

- Kreisfundamente
- Ø 24,8 m
- Fundamenthöhe 3,4 m, zu den Rändern abfallend
- Gründungssohle ca. 2,4 m unter der Geländeoberfläche (GOF)

Die maximalen charakteristischen Lasten für die Bemessungssituation BS-P (DIN 1054: 2010) betragen:

- V_k : 51.843 kN
- H_k : 1.244 kN
- M_k : 137.701 kNm

Der geplante Windpark liegt in der Erse-Niederung, nahe bei der Einmündung in das Allertal. Die Geländeoberfläche ist annähernd eben. Die Geländehöhen liegen zwischen ca. NHN +50,0 und NHN +46,0 m.

Der Untergrund wird entsprechend den Angaben in [7] von eiszeitlich abgelagerten, fluviatilen Sanden aufgebaut.

4. Art und Umfang der durchgeführten Untersuchungen

Zur ergänzenden Baugrunderkundung bei den WEA 24a, 25a und 28a wurden ausgeführt:

Je WEA:

- 1 Kleinrammbohrung, \varnothing 50/30 mm, Verfahren gemäß DIN EN ISO 22475-1, Tabelle 2, Zeile 9, Erkundungstiefe 12 m
- 3 Drucksondierungen, CPT - DIN EN ISO 22476-1, Erkundungstiefe 20 m

Je Kranaufstellfläche:

- 2 Kleinrammbohrungen à 6 m Tiefe
- 2 Sondierungen mit der Leichten Rammsonde (DPL - DIN EN ISO 22476-2) à 4 m Tiefe¹

¹ bei WEA 28a bereits in geringerer Tiefe abgebrochen

Zuwegungen und Ablageflächen:

- weitere Kleinrammbohrungen à 2 m Tiefe

An den Kernproben aus den Kleinrammbohrungen erfolgten:

- Benennung der durchgehenden Kernproben nach DIN 4022 / DIN EN ISO 14688-1, erdbautechnische Klassifikation gemäß DIN 18196
- Beurteilung der Lagerungsdichte anhand der Eindringwiderstände der Kernsonden und anhand benachbarter Rammsondierungen und Drucksondierungen
- horizontbezogene Entnahme von Bodenproben für bodenmechanische und abfalltechnische Untersuchungen
- Einmessung der Grundwasserstände in den unverrohrten Bohrlöchern
- Darstellung der Ergebnisse in Schichtprofilverzeichnissen gemäß DIN 4021 - 4023

Sämtliche Aufschlüsse wurden mittels DGNSS-RTK-System lage- und höhenmäßig zentimetergenau eingemessen.

Zur Überprüfung der Feldansprachen wurden im bodenmechanischen Labor für die WEA 24, 25 und 28stichprobenartig ausgeführt:

- 9 Bestimmungen des Wassergehaltes, DIN 18121
- 8 Bestimmungen der Korngrößenverteilung, Nasssiebung, DIN 18123
- 1 Bestimmung des Gehaltes an organischen Bestandteilen, Glühverlust, DIN 18128

Bei der Beurteilung der Grundwasserbeschaffenheit wird auf die Untersuchungsergebnisse gemäß dem Bericht vom 28.08.2018 zurückgegriffen. Gleiches gilt für die Beurteilung der chemischen Beschaffenheit von Böden und der Entsorgungsmöglichkeiten und für die Beurteilung der elektrischen und thermischen Widerstände des Bodens sowie der Bodentemperatur.

Dokumentation

Lage des beurteilten Bereiches	Anlage 1
Lage der Baugrundaufschlüsse	Anlage 2
Schichtprofilverzeichnisse der Kleinrammbohrungen	Anlage 3
Diagramme der Drucksondierungen	Anlage 4
Rammdiagramme	Anlage 5
Schematische Baugrundschnitte	Anlage 6
Bodenmechanische Laborversuche	Anlage 7

5. Baugrundbeurteilung

5.1 Baugrundaufbau

In den Kleinrammbohrungen wurden folgende Schichten vorgefunden:

- Mutterboden
- Sande
- Einlagerungen aus Ton und Schluff, Torflagen

Diese Schichten sind in den Baugrundschnitten in der Anlage 6 schematisch dargestellt und werden nachfolgend zusammenfassend beschrieben. Weitere Einzelheiten zur horizontalen und vertikalen Verbreitung bestimmter Horizonte, zur Zusammensetzung und zu den boden-

mechanischen Eigenschaften gehen aus den Schichtprofilverzeichnissen in der Anlage 3 hervor.

5.1.1 Mutterboden

Verbreitung: durchgehend

Schichtstärke: ca. 0,3 bis 0,4 m

Zusammensetzung: überwiegend schwach humose Sande, teilweise schwach schluffig

Eigenschaften: locker gelagert, gering tragfähig

5.1.2 Sande

Verbreitung: durchgehend

Schichtstärke: nach den in Angaben in [6] über 20 m

Zusammensetzung: Sande mit wechselhafter Korngrößenverteilung, überwiegend Mittelsand mit unterschiedlichen Anteilen an Feinsand und Grobsand, lagenweise schwach schluffig

zur Tiefe lokal zunehmende Grobsandanteile

Eigenschaften: enggestufte Korngrößenverteilung, wechselhafte Lagerungsdichte, überwiegend mitteldicht und dicht, in unregelmäßiger Verteilung locker gelagerte Zonen, insgesamt gut tragfähig

5.1.3 Einlagerungen aus Ton und Schluff, Torflagen

Verbreitung: überwiegend in geringer Stärke vertikal und horizontal unregelmäßig in die Sande eingelagert, lediglich bei WEA 23 und WEA 27 weder in der Kleinrammbohrung noch in den Drucksondierungen festgestellt

Schichtstärke: wenige Dezimeter bis rd. 1,5 m

Schichtoberkante: bereichsweise verhältnismäßig dicht unter der voraussichtlichen Gründungsebene, s. Baugrundschnitte

Zusammensetzung: überwiegend Gemische aus Ton und Schluff in wechselnden Anteilen, schwach sandig bis sandig

lokal dünne Torflagen, zersetzt, sandig bis stark sandig

Eigenschaften: Ton und Schluff mit geringer Plastizität, Konsistenzen durchgehend mindestens steif, Weichzonen nicht festgestellt, mäßig tragfähig

Torf mit steifer bis halbfester (gepresster) Konsistenz, sehr geringe Tragfähigkeit

5.2 Erdbautechnische Klassifikation und bodenmechanische Kennwerte

Die Festlegung der bodenmechanischen Kennwerte erfolgte als „vorsichtige Schätzwerte“ i.S. von DIN 1054 unter Berücksichtigung der durchgeführten Feld- und Laborversuche mit Bezug auf die vorliegenden gründungstechnischen Fragestellungen. Die angegebenen mittleren Rechenwerte (charakteristische Werte) i.S. von DIN 1054 sind daher nicht uneingeschränkt auf andere Fragestellungen übertragbar. Bei abweichenden Fragestellungen müssen diese ggf. angepasst werden.

5.2.1 Sande

Lagerung	locker	mitteldicht	dicht
Bodengruppen (DIN 18196)	überwiegend SE, stw. SU, SW		
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTVE-StB)	F 1		
Raumgewicht, bodenfeucht [kN/m ³]	18	19	20
Raumgewicht, wassergesättigt [kN/m ³]	20	21	22
Raumgewicht, unter Auftrieb [kN/m ³]	10	11	12
Innerer Reibungswinkel [°]	30	32,5	35
Steifemoduln [MN/m ²]	20...30	40...60	60...80

5.2.2 Einlagerungen aus Ton und Schluff, Torflagen

	Ton und Schluff	Torf
Konsistenz	steif	steif
Bodengruppen (DIN 18196)	UL, TL, ST*	HZ
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTVE-StB)	F 3	-
Raumgewicht, bodenfeucht [kN/m ³]	19...21	13
Raumgewicht, wassergesättigt [kN/m ³]	19...21	13
Raumgewicht, unter Auftrieb [kN/m ³]	9...11	3
Innerer Reibungswinkel [°]	27,5...30	17,5
Kohäsion [kN/m ²]	5...10	5
Kohäsion, undränert [kN/m ²]	20...40	10...20
Steifemoduln [MN/m ²]	10	0,5...1,0

5.3 Thermische und elektrische Bodeneigenschaften

Im Zuge der Untersuchungen für das Gutachten vom 28.08.2018 wurden gemessen:

WEA	Temperatur 1 m Tiefe [°C]	spezifischer Erdwider- stand [Ωm]	spezifischer thermischer Widerstand [Km/W]
22	20,4 - 20,6	255	0,5
23	19,1 - 19,2	247	0,5
24	19,1 - 19,2	315	0,5
25	19,2 - 19,6	270	0,5
26	18,0 - 18,3	1150	3,0
27	19,6 - 20,2	590	0,7
28	18,7 - 19,1	1800	3,0
29	18,6 - 18,9	800	0,6

5.4 Homogenbereiche gemäß DIN 18300

Für die Ausschreibung der Erdarbeiten sollten folgende Homogenbereiche voneinander abgegrenzt werden:

- A: Mutterboden
- B: Sande

Die Charakterisierung für Fragen des Erdbaus geht aus der Anlage 12 hervor.

5.5 Grundwasserverhältnisse

Die im Untergrund anstehenden Sande sind Bestandteil eines ausgedehnten Porengrundwasserleiters, der die Niederungszone der Erse und der nördlich angrenzenden Aller auf gesamter Breite ausfüllt. Innerhalb dieser Schichten liegt überwiegend ein freier Grundwasserspiegel vor. Unter Einlagerungen aus Ton und Schluff ist dieser lokal gespannt.

An den Standorten der WEA wurde der Grundwasserspiegel zum Zeitpunkt der Erkundung in folgenden Tiefen festgestellt:

Standort	Grundwasserspiegel [m u. GOF]
WEA 22	1,40
WEA 23	1,37
WEA 24	1,69
WEA 24a	2,20
WEA 25	1,50
WEA 25a	1,87
WEA 26	2,30
WEA 27	2,00
WEA 28	1,91
WEA 28a	2,00
WEA 29	2,36

Wegen der langfristig defizitären Niederschlagsentwicklung lagen zum Zeitpunkt der Baugrunduntersuchungen sowohl in 2018 als auch in 2019 niedrige Grundwasserstände vor. Die höchsten Grundwasserstände müssen in dieser Position mind. rd. 1,0 bis 1,5 m über den gemessenen Werten erwartet werden. Die Grundwasserstände liegen über den voraussichtlichen Gründungsebenen der Fundamente.

Entsprechend den in 2018 durchgeführten Grundwasseranalysen ist das Grundwasser aufgrund erhöhter Anteile an kalklösender Kohlensäure als betonschädlich zu beurteilen. Bei den gemessenen Konzentrationen erfolgt eine Einstufung in die Expositionsklassen XA 1 und XA 2 nach DIN 1045-2, Tabelle 2. Da die gemessenen Konzentrationen z.T. nur knapp unter den Abgrenzungswerten liegen, empfehlen wir durchgehend vom Vorliegen der Expositionsklasse XA 2 auszugehen.

6. Gründungsberatung

6.1 Beurteilung der geplanten Gründung

Wegen der hohen Grundwasserstände ist hier die Fundamentvariante mit Auftrieb (FmA) zu wählen.

Unter den Gründungssohlen der Windkraftanlagen stehen Sande an (s. Baugrundschnitte in Anlage 6). Diese weisen eine insgesamt ausreichende Tragfähigkeit auf. Die Gründung kann daher in der vorgesehenen Form auf Kreisfundamenten erfolgen.

Entsprechend den Darstellungen in den Baugrundschnitten liegen dicht unter der Gründungssohle lokal Schichten mit lediglich mäßiger Tragfähigkeit (Ton und Schluff) vor. Durch diese werden das Setzungsverhalten und die Drehfedersteifigkeit nachteilig beeinflusst (s.u.). Die geplante Gründung wird hierdurch jedoch nicht grundsätzlich infrage gestellt.

Zur Vergleichmäßigung der Auflagerungsbedingungen bzw. zur Schaffung einer ausreichend tragfähigen Arbeitsebene werden folgende Maßnahmen empfohlen:

- Aushub bis 0,5 m unter die planmäßige Gründungssohle, d.h. ca. 2,9 m u. GOF
- planmäßige Nachverdichtung des Erdplanums mit schwerem Gerät
- Einbau einer Schottertragschicht in 0,5 m Stärke

Die Schottertragschicht ist in zwei Lagen einzubauen und zu verdichten. An Oberkante Schottertragschicht ist ein Verformungsmodul $E_{v2} = \text{mind. } 120 \text{ MN/m}^2$ zu erzielen und nachzuweisen.

An der Beurteilung für die WEA 29 hat sich nichts geändert. Für diese gelten die Aussagen in dem gründungstechnischen Bericht vom 28.08.2018 vollumfänglich weiterhin.

6.2 Standsicherheitsnachweise und Setzungsverhalten

Zur Überprüfung der Grundbruchsicherheit und zur Ermittlung der wahrscheinlichen Setzungen wurden anhand der Lastangaben in [4] Grundbruch- und Setzungsberechnungen gemäß DIN 4017 bzw. DIN 4019 durchgeführt. Einzelheiten zu den Rechenansätzen sowie die Ergebnisse gehen aus der Anlage 13 hervor.

Die Kreisfundamente sind bei den Berechnungen programmtechnisch bedingt durch quadratische Fundamente mit identischem Trägheitsmoment ersetzt worden.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in der nachfolgenden tabellarischen Zusammenstellung aufgeführt. Aus Gründen der Vollständigkeit sind in der Tabelle auch die Angaben für die bereits in 2018 beurteilten Anlagen mit angegeben.

Projekt Nr. 486.18: Windpark Wilhelmshöhe II

Zusammenfassung der geotechnischen Nachweise: Fundamenttyp FmA

Anforderungen:

Ausnutzungsgrad μ	zul. Kantenpressung	Drehfedersteifigkeit [MNm/rad]	
< 1,0	> 170 kN/m ²	statisch > 22.500	dynamisch > 90.000

nachgewiesene Werte:

WEA Nr.	Ausnutzungsgrad μ	zul. Kantenpressung	Drehfedersteifigkeit [MNm/rad]		Setzung [cm]	
					min.	max.
22	0,106	<i>ist durchgehend nachgewiesen</i> <i>- siehe Einzelberechnungen,</i> <i>min. 226,4 kN/m²</i>	120.930	362.790	1,8	3,7
23	0,086		127.846	383.538	2,0	3,8
24a	0,085		105.338	316.014	2,1	4,2
25a	0,111		92.325	276.975	2,4	4,8
26	0,340		53.838	161.514	4,0	8,1
27	0,079		158.230	474.690	1,7	3,1
28a	0,111		138.226	414.678	1,8	3,4
29	0,118		75.908	227.724	3,1	6,0

Anmerkung: Zur Ermittlung der dynamischen Drehfedersteifigkeiten wurden gemäß Grundbau-Taschenbuch als konservativer Ansatz die jeweils dreifachen Steifemoduln veranschlagt. Dies führt zu jeweils dreimal so hohen Werten wie für die statischen Drehfedersteifigkeiten.

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, werden die herstellerbezogenen Anforderungen an die Drehfedersteifigkeiten durchgängig eingehalten. Auch die angegebenen Anforderungen an den aufnehmbaren Sohldruck („Kantenpressungen“) sind durch die Nachweise abgedeckt.

6.3 Trockenhaltung der Baugruben

Bei der in [4] angegebenen Absetztiefe der Fundamente 2,4 m unter der Geländeoberfläche liegen die voraussichtlichen Aushubebenen deutlich unter dem Grundwasserspiegel. Zur Trockenhaltung der Baugruben sind daher geschlossene Wasserhaltungen vorzusehen. Bei den festgestellten Verhältnissen kommen dafür vorrangig sog. „Flachbrunnen“ infrage.

Das Absenkziel liegt mind. 0,5 m unter den voraussichtlichen Aushubebenen, entsprechend rd. 3,4 m unter der Geländeoberfläche.

Der Bemessung der Absenkungsanlagen kann ein mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert von

$$k_{f, \text{cal}} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

zu Grunde gelegt werden.

Die Bemessung der Absenkungsanlagen ist gemäß VOB Sache der ausführenden Firma.

Nach überschlägiger Abschätzung ist bei der Wasserhaltung an den einzelnen Standorten mit Förderraten in der Größenordnung von

$$100 \dots 150 \text{ m}^3/\text{h}$$

zu rechnen. Die bauzeitliche Wasserhaltung ist genehmigungspflichtig. Hierzu muss bei der zuständigen Unteren Wasserbehörde bei der Region Hannover ein Wasserrechtsantrag vorgelegt werden. Wir empfehlen, diesen möglichst frühzeitig zu stellen.

6.4 Hinweise und Empfehlungen zur Herstellung der Baugruben

Nach dem Abtrag des Mutterbodens fallen überwiegend Sande an. In diesen können in geringen Mengenanteilen Einlagerungen aus Kies und Steinen auftreten. Eine ausreichend tiefe Absenkung des Grundwasserspiegels vorausgesetzt, können nicht verbaute Baugrubenböschungen mit einer max. Neigung von 45° hergestellt werden.

Die Vorschriften und Richtlinien in DIN 4124 „Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten“ sind zu beachten.

6.5 Hinweise und Empfehlungen zur Herstellung von Baustraßen und Kranaufstellflächen

Unter dem Mutterboden und vorhandenen Wegebefestigungen stehen durchgehend Sande an. Auf diesen lässt sich durch Nachverdichtung der im Straßenbau auf dem Erdplanum geforderte Verformungsmodul von mind. $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erfahrungsgemäß erzielen.

Im Hinblick auf den zu erwartenden Schwerlastverkehr wird folgender Aufbau der Baustraßen und Kranaufstellflächen empfohlen:

- 40 cm Schottertragschicht, z.B. Sieblinienbereich 0/45 bis 0/56 mm gemäß ZTV SoB - StB, $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$
- Erdplanum, nachverdichtet, $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$

Die dynamischen Plattendruckversuche auf den vorhandenen, nicht asphaltierten Wegen haben $E_{v,D}$ -Werte von mind. 30 bis max. 90 MN/m² ergeben (s. Bericht vom 28.08.2018). Das entspricht E_{v2} -Werten von mind. 60 bis max. 180 MN/m². Vorhandene Kies- und Schottertragschichten können daher - nach entsprechender Nachverdichtung - auf den empfohlenen Aufbau angerechnet werden, d.h. die Stärke der neuen Schottertragschicht kann entsprechend vermindert werden.

Entsprechend den Angaben in [5] muss *„die Kranstellfläche gemäß der lokalen Gegebenheiten und Krantechnik geplant und angepasst werden. Die Kranstellfläche muss der Flächenpressung der Kranstützen, respektive der Kettenfahrzeuge, standhalten. Die Größe der Flächenpressung richtet sich nach dem maximalen Gewicht der Komponenten und der Größe des verwendeten Krans und muss mind. 250 kN/m² betragen.“*

Die zulässige Flächenpressung („aufnehmbarer Sohldruck“ i.S. des Globalsicherheitskonzeptes) hängt außer vom Baugrundaufbau auch von den Grundwasserständen und von der Größe und Einbindetiefe der Fundamente ab. Zur Überprüfung der rechnerisch zulässigen Werte bei einer Aufstellung der Kranfundamente auf Ausgleichsplatten aus Stahl wurden entsprechende Berechnungen durchgeführt (s. Anlage 14). In Abhängigkeit von den gewählten Fundamentabmessungen lassen sich bei einem Aufstellen von Fundamenten auf der Schottertragschicht lediglich aufnehmbare Sohldruck in der Größenordnung von max. rd. 120...160 kN/m² nachweisen. Dies ist auf die hohen Grundwasserstände sowie bereichsweise in geringer Tiefe vorliegenden Schichten mit verminderter Tragfähigkeit und Scherfestigkeit (Einlagerungen aus Schluff) zurückzuführen. Dieser Sachverhalt ist bei der Planung der Fundamente zu berücksichtigen. Grundsätzlich bieten sich an:

- vergrößerte Fundamentflächen zur Erzielung einer geringeren Flächenpressung
- ggf. vergrößerte Fundament- Einbindetiefen

6.6 Hinweise zum Umgang mit Abtragsmassen

Im Bereich der Windenergieanlagen liegen durchgehend natürlich abgelagerte Bodenarten vor. Die Ergebnisse der chemischen Analysen aus 2018 können darum auf die neuen An-

lagenstandorte übertragen werden. Die im Bereich der Baufelder vorliegenden Bodenarten weisen nach der stichprobenartigen Überprüfung keine nennenswerten Schadstoffbelastungen auf (s. Anlagen 9 und 10). Die Sande zeigen eine vergleichsweise saure Bodenreaktion (keine „Schadstoffe“ i.e.S.). Der erhöhte TOC-Wert ist für Mutterboden nicht maßgebend. Es ergibt sich folgende abfalltechnische Beurteilung:

Einbauklasse gemäß TR Boden: Z 0, Z 2

AVV-Nr.: 17 05 04

Abfallbezeichnung: Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen

Einstufung: Nicht gefährlicher Abfall

Entsorgung: Im vereinfachten Verfahren, nicht andienungspflichtig und nicht nachweispflichtig bei der NGS

Vorzugsweise stoffliche Verwertung im Erdbau

Zusätzlicher Hinweis: Die Einstufung der Sande in die Einbauklasse „Z 2“ ist einzig und allein auf den verhältnismäßig geringen pH-Wert im Eluat zurückzuführen. Bei gering mineralisierten Proben mit entsprechend niedrigen Leitfähigkeiten werden vielfach im Eluat sehr geringe pH-Werte gemessen. Zum Teil sind die Werte messtechnisch bedingt. Aus fachlicher Sicht spricht daher nichts gegen eine Verwertung der Sande im Erdbau, etwa entsprechend der Einbauklasse Z 1.

7. Weitere Hinweise

Bei Änderungen der diesem Gutachten zu Grunde liegenden Unterlagen, Angaben oder Annahmen ist Rücksprache mit unserem Büro zu halten, da sich dann veränderte Schlussfolgerungen und Empfehlungen ergeben können. Bei etwaigen, offenen Fragen bitten wir ebenfalls um Rücksprache.



Dr. Zarske