

WPW Geoconsult Südwest GmbH
Büro Ramstein
Raiffeisenstraße 16
66877 Ramstein-Miesenbach

Telefon 06371/49 96-0
Telefax 06371/49 96-20
E-Mail ramstein@wpwgeo-sw.de
www.wpwgeo-sw.de

Geotechnischer Bericht

Objekt: Windpark Minfeld
WEA 01 und 02
2 x Vestas V 162 NH 169 m

Auftraggeber: juwi AG
Energie-Allee 1
55286 Wörrstadt

Auftrag Nr.: 21.92594.1

Datum: 26.07.2021

92594.1_G

Geschäftsführer: Dipl.-Ing. S. Arnsberg, Dipl.-Umweltwiss. B. Herrmann, Dr.-Ing. M. Luber
Gesellschafter: Dipl.-Ing. S. Arnsberg, Dipl.-Ing. M. Gräser, Dipl.-Umweltwiss. B. Herrmann, Dr.-Ing. M. Luber
HRB 63041 | Registergericht: Ludwigshafen am Rhein | USt.Id.Nr. DE283038037
Bank 1 Saar St. Ingbert, BLZ 591 900 00, Konto 116380005, IBAN DE47591900000116380005, SWIFT/ BIC SABADE55
Deutsche Bank Kaiserslautern, BLZ 540 700 24, Konto 0195198, IBAN DE44540700240019519800, SWIFT/ BIC DEUTDEDB540
Sparkasse Rhein Neckar Nord Mannheim, BLZ 670 505 05, Konto 39185253, IBAN DE18670505050039185253, SWIFT/ BIC MANSDE66XXX

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einführung	1
2	Vorhandene Unterlagen und Beschreibung der Baumassnahme	1
3	Beschreibung der Baugrundverhältnisse	2
3.1	Aufschlussprogramm	2
3.2	Geologischer Überblick	3
3.3	Bodenverhältnisse	3
3.3.1	WEA 01	3
3.3.2	WEA 02	4
3.4	Hydrogeologische Verhältnisse	5
3.5	Bodengruppen, Frostempfindlichkeitsklassen	5
3.6	Homogenbereiche nach DIN 18300 (2016)	5
3.7	Bodenkenngrößen	6
3.8	Erdbebenzone	9
4	Gründung der WEA 1, WEA 2	9
5	Ausführungshinweise	10
5.1	Hinweise zur Baugrube	10
5.2	Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen	11
5.3	Hinweise zum Herstellen der Schotterssäulen	11
5.4	Verfüllen von Leitungsgräben	12
6	Betonaggressivität des Baugrundes	12
7	Hinweise zu den Kranstellflächen	13

ANLAGEN

0	Legende
1	Übersichtslagepläne
2	Schnitte, Lageskizze
3	Geotechnische Laborversuche
4	Grundbruch-/Setzungsberechnung
5	Prüfbericht zur Betonaggressivität
6	Fotos der Kernbohrungen

VERTEILER

juwi AG
Energie-Allee 1
55286 Wörrstadt

1-fach und PDF
Hartisch@juwi.de

1 EINFÜHRUNG

Im Windpark Minfeld ist die Errichtung von 2 Windenergieanlagen Vestas V 162, Nabenhöhe 169 m geplant. WPW Geoconsult Südwest GmbH wurde mit der Durchführung von geotechnischen Untersuchungen und der Erarbeitung des Geotechnischen Berichtes beauftragt.

2 VORHANDENE UNTERLAGEN UND BESCHREIBUNG DER BAUMASSNAHME

Für die Ausarbeitung des Berichtes standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Lageplan, Windpark, M 1 : 2.500, 22.06.2021
- [2] Übersichtslageplan, M 1 : 10.000, 12.01.2021
- [3] Schalplan Fundament Durchmesser 24,5 m, Max Bögl, Maßstab 1 : 200 / 1 : 50, Stand 08.01.2020
- [4] Geologische Übersichtskarte M 1 : 200.000, CC 7110 Mannheim

Den vorliegenden Unterlagen zufolge ist die Errichtung von 2 Windenergieanlagen des Typs Vestas V 162 mit einer Nabenhöhe von 169 m geplant.

Der Unterlage [3] zufolge können die Anlagen mit einem Kreisringfundament gegründet werden. Die Fundamentsohle wird planmäßig auf der Kote -0,240 m angeordnet. Bezugsebene ist die Geländeoberkante am Fundamentmittelpunkt, die mit der Kote ± 0 m belegt ist. Der Fundamentaußendurchmesser beträgt 24,50 m, der Durchmesser des äußeren Weichschichtrings (Kreisringinnendurchmesser) beträgt 14,90 m. Der Grundwasserspiegel darf maximal bis zur Kote $\pm 0,0$ m ansteigen. Das Fundament wird planmäßig bis auf die Kote +2,560 m überschüttet.

Nach Unterlage [3] wirken in der Fundamentsohle folgende charakteristische Lasten ohne Berücksichtigung der Überschüttung:

Tabelle 1: Charakteristische Fundamentlasten bezogen auf UK Fundament ohne Berücksichtigung der Erdüberschüttung

Last	Lastfall BS-P	Lastfall BS-T	Lastfall BS-A
Maximale Horizontallast H_k:	1.375 kN	-	1.650 kN
Maximale Vertikallast V_k:	38.107 kN	-	38.147 kN
Maximales Moment M_k:	218.788 kNm	-	262.685 kNm
Maximale Kantenpressung $\sigma_{R,k}$:	286,6 kN/m ²	-	360,3 kN/m ²

Der geforderte Mindestwert der dynamischen Drehfedersteifigkeit beträgt $k_{\phi,dyn} = 200.000 \text{ MN m/rad}$, der Mindestwert der statischen Drehfedersteifigkeit beträgt $k_{\phi,stat} = 40.000 \text{ MN m/rad}$. Als zulässige Schiefstellung für eine Beanspruchungszeit von 25 Jahren gilt $\Delta s = 3 \text{ mm/m}$.

Die planmäßige Mindestwichte der Fundametauflast beträgt 18 kN/m^3 . Eine Abweichung von diesem Wert kann durch eine Variation der Überschüttungsmächtigkeit ausgeglichen werden.

In Unterlage [1] sind folgende Koordinaten für die jeweiligen Fundamentmittelpunkte angegeben:

Tabelle 2: UTM32 (ETRS 89) Koordinaten der Fundamentmittelpunkte

WEA Nr.	Ostwert	Nordwert
01	32 438122	5437110
02	32 438513	5436933

3 BESCHREIBUNG DER BAUGRUNDVERHÄLTNISSSE

3.1 Aufschlussprogramm

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden an jedem Anlagenstandort je 1 gewerbliche Kernbohrung bis max. 20,0 m Tiefe sowie 3 Sondierungen mit der Schweren Rammsonde (DPH) ausgeführt.

Die Lage der Aufschlusspunkte ist den Lageskizzen der Anlagen 1.2 und 1.3 zu entnehmen.

Die Aufschlussergebnisse sind in der Anlage 2 höhengerecht in Schnitten dargestellt. Höhenmäßiger Bezug erfolgte zur Geländehöhe am Fundamentmittelpunkt (Kote $\pm 0,00$ m), welcher bauherrenseits ausgepflockt war.

An gestört entnommenen Proben wurden im chemischen Labor folgende Versuche durchgeführt:

- 2 x Bestimmung der Betonaggressivität an Bodenproben.

Zusätzlich wurden folgende bodenmechanische Laborversuche durchgeführt:

- 4 x Bestimmung des natürlichen Wassergehaltes gemäß DIN 18121
- 2 x Bestimmung des Wassergehaltes und der Fließ- und Ausrollgrenze gemäß DIN 18122
- 2 x Bestimmung der Korngrößenverteilung gemäß DIN 18123

3.2 Geologischer Überblick

Die Standorte der Anlagen befinden sich gemäß der Unterlage [4] im Verbreitungsgebiet von quartärem Löss und Lösslehm.

3.3 Bodenverhältnisse

3.3.1 WEA 01

Die Bohrung KB 1.1 schloss unter 30 cm mächtigem Oberboden bis 1,0 m Tiefe mittelplastischen Lösslehm als sandigen Ton / Schluff halbfester Konsistenz mit brauner Farbe auf. Unterlagernd folgt bis 3,6 m Tiefe leicht plastischer, hellbrauner Schluff halbfester Konsistenz, bei dem es sich um Löss handelt. Darunter folgt bis 6,0 m Tiefe leicht plastischer, sandiger bis stark sandiger Schluff steifer bis halbfester Konsistenz. Nachfolgend wurde bis zur Tiefe von 10,5 m eine Wechsellagerung von Tonen, Schluffen und Sanden festgestellt. Die Konsistenz variiert zwischen steif, halbfest – steif und steif. Unterhalb dieser Tiefe wurde bis zur Bohrendtiefe von 15,0 m leicht plastischer Schluff, sandig, schwach tonig in steifer bis halbfester Konsistenz konstatiert.

Im Tiefenbereich bis etwa 6 - 8 m unter GOK werden mit den Sondierungen Schlagzahlen von $N_{10,DPH} \approx 2 - 8$ ermittelt.

Darunter liegen die Schlagzahlen überwiegend bei ≥ 10 , entsprechend mindestens steif-halbfester Konsistenz der feinkörnigen Böden bzw. mindestens mittlerer Lagerungsdichte der gemischtkörnigen Böden.

Mit der Tiefe steigt der Sondierwiderstand in den Sondierungen kontinuierlich an, was i.d.R. nicht auf einen Zuwachs an Festigkeit resp. der Konsistenz, sondern vielmehr auf die mit der Tiefe zunehmende Mantelreibung am Sondiergestänge zurückzuführen ist.

3.3.2 WEA 02

Die Bohrung KB 2.1 schloss unter ca. 40 cm mächtigem Oberboden bis 1,0 m Tiefe mittelplastischen Lösslehm als sandigen Ton / Schluff halbfester Konsistenz mit dunkelbrauner Farbe auf. Unterlagernd folgt bis 3,5 m Tiefe leicht plastischer, hellbrauner Schluff halbfester Konsistenz, bei dem es sich um Löss handelt. Im Liegenden des Löss nimmt der Sandanteil zu. Darunter wurde eine 0,5 m mächtige Sandlinse konstatiert. Bis 12,0 m Tiefe folgt darunter leicht plastischer, sandiger bis stark sandiger Schluff steifer bis halbfester Konsistenz. Darunter wurde bis zur Tiefe von 17,7 m eine Schicht aus mittel- bis ausgeprägt plastischen Ton und Schluff und untergeordnet aus Sand angetroffen. Die Konsistenz lag überwiegend bei steif – halbfest. Bei 17,7 – 17,9 m Tiefe wurde eine Schluff-Ton-Linse mit organischen Resten festgestellt. Darunter folgt bis 19,6 m Tiefe Schluff / Sand, schwach tonig. Im Bohrtiefsten wurde schwach schluffiger Sand aufgeschlossen.

Im Tiefenbereich bis etwa 8 m unter GOK werden mit den Sondierungen Schlagzahlen von $N_{10,DPH} \approx 2 - 8$ ermittelt. Darunter liegen die Schlagzahlen überwiegend bei ≥ 10 , entsprechend mindestens steif-halbfester Konsistenz der feinkörnigen Böden bzw. mindestens mittlerer Lagerungsdichte der gemischtkörnigen Böden.

Mit der Tiefe steigt der Sondierwiderstand in den Sondierungen kontinuierlich an, was i.d.R. nicht auf einen Zuwachs an Festigkeit resp. der Konsistenz, sondern vielmehr auf die mit der Tiefe zunehmende Mantelreibung am Sondiergestänge zurückzuführen ist.

3.4 Hydrogeologische Verhältnisse

Freies Grundwasser wurde bis zur maximalen Aufschlusstiefe von 20,0 m unter GOK nicht angetroffen. Lediglich am Standort der WEA 02 wurde mit der Kernbohrung KB 2.1 in der Tiefe von 10,0 - 10,3 m unter GOK Schichtwasser angetroffen. Demnach liegt im Bereich der o.a. Anlagen kein geschlossener Grundwasserleiter in Oberflächennähe vor. Allerdings ist eine witterungsbedingte, oberflächennahe Schichtwasserführung nicht auszuschließen.

An beiden Standorten ist aufgrund der geringen Neigung der Geländeoberfläche die Ausführung einer druckfreien Sohldrainage nicht möglich. Deshalb ist bei beiden Standorten jeweils ein Auftriebsfundament auszuführen.

3.5 Bodengruppen, Frostempfindlichkeitsklassen

Die aufgeschlossenen Schichten wurden den Bodengruppen nach DIN 18196 zugeordnet. Die Einstufung in die Frostempfindlichkeitsklassen erfolgte nach ZTVE-StB 17 Tabelle 1. Die Zuordnung entspricht der Schichtenzusammenfassung in den Aufschlussprofilen.

Tabelle 3: Bodengruppen, Frostempfindlichkeitsklassen

Bodenart		Bodengruppe nach DIN 18196	Frostempfindlichkeitsklasse ZTVE-StB 17
Oberboden		OH	F 2
Löss, Lösslehm, Schluff		UL, TL ; TM	F 3
Ton		TL, TM, TM - TA	F 3, F 2
Sand		SW - SI, SU	F 1 – F 2

3.6 Homogenbereiche nach DIN 18300 (2016)

In der Tabelle 4 sind die von der Baumaßnahme berührten Schichten in Homogenbereiche nach DIN 18300/2016 eingeteilt.

Tabelle 4: Homogenbereiche nach DIN 18300 (2016) für Lockergestein

Homogen-Bereich Nr.		Eigenschaft, Kennwert	Bemerkung
BI	BI	Ortsübliche Bezeichnung	Löss, Lösslehm, Schluff, Ton
		Korngrößenverteilung	Schluff, sandig bis stark sandig, schwach tonig bis tonig Schluff / Ton, sandig Ton, schwach schluffig - stark schluffig
		Massenanteil Steine, Blöcke	< 5 %
		Wichte	18 - 20 kN/m ³
		Wassergehalt	10 – 25 %
		Konsistenz	Weich - halbfest
		Lagerungsdichte	-
		Organischer Anteil	< 5 %
		Bodengruppe nach DIN 18196	UL; TL, TM, TM / TA

3.7 Bodenkenngrößen

Auf der Grundlage der Laborergebnisse, der Sondierungen und von Erfahrungswerten wurden für jeden Anlagenstandort den definierten Schichten Bodenkenngrößen zugeordnet. Hierbei handelt es sich um charakteristische Werte im Sinne der DIN 1054:2010-12, die für Bemessungszwecke mit entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten zu beaufschlagen sind.

Tabelle 5: Bodenkenngrößen WEA 1

Tiefe [m u. GOK = ±0,00 m]	Bodenart		Wichte γ / γ' [kN/m ³]	Rei- bungs- winkel ϕ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Quer-deh- nungs- zahl ν	Steifemodul [MN/m ²]	
							$E_{s, stat}$	$E_{s, dyn}$
0,3 – 1,0	Lösslehm steif - halbfest		18 / 8	27,5	4	0,40	12	90
1,0 – 3,6	Löss halbfest		18 / 8	27,5	4	0,40	12	90
3,6 – 4,0	Schluff steif		18 / 8	25	10	0,40	12	90
4,0 – 6,0	Schluff halbfest		19 / 9	27,5	20	0,40	20	120
6,0 – 6,4	Sand		19 / 9	32,5	2	0,35	20	120
6,4 – 6,6	Ton / Schluff halbfest - steif		19 / 9	27,5	15	0,40	16	90
6,6 – 8,0	Sand		19 / 9	32,5	2	0,35	60	180
8,0 – 8,5	Ton halbfest - steif		19 / 9	27,5	15	0,40	16	90
8,5 – 9,0	Sand		19 / 9	32,5	2	0,35	60	180
9,0 – 9,6	Schluff steif		18 / 8	25	10	0,40	12	90
9,6 – 10,5	Ton / Schluff steif		18 / 8	25	10	0,40	12	90
10,5 – 11,0	Schluff halbfest - steif		19 / 9	27,5	15	0,40	16	90
11,0 – 12,0	Schluff halbfest		19 / 9	27,5	20	0,40	20	120
12,0 – 12,4	Schluff halbfest - steif		19 / 9	27,5	15	0,40	16	90
12,4 – 15,0	Schluff halbfest		19 / 9	27,5	20	0,40	20	120

Tabelle 6: Bodenkenngrößen WEA 2

Tiefe [m u. GOK = ±0,00 m]	Bodenart		Wichte γ / γ' [kN/m ³]	Rei- bungs- winkel φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Quer-deh- nungs- zahl ν	Steifemodul [MN/m ²]	
							$E_{s, stat}$	$E_{s, dyn}$
0,4 – 1,0	Lösslehm halbfest		18 / 8	27,5	4	0,40	12	90
1,0 – 3,5	Löss halbfest		18 / 8	27,5	4	0,40	12	90
3,5 – 4,0	Sand		19 / 9	32,5	2	0,35	20	120
4,0 – 5,4	Schluff halbfest		19 / 9	27,5	20	0,40	20	120
5,4 – 7,0	Schluff halbfest - steif		19 / 9	27,5	15	0,40	16	90
7,0 – 8,0	Schluff steif		18 / 8	25	10	0,40	12	90
8,0 – 10,0	Schluff halbfest		19 / 9	27,5	20	0,40	20	120
10,0 – 10,4	Schluff steif		18 / 8	25	10	0,40	12	90
10,4 – 12,0	Schluff halbfest - steif		19 / 9	27,5	15	0,40	16	90
12,0 – 13,0	Ton / Schluff steif		18 / 8	25	10	0,40	12	90
13,0 – 17,7	Schluff / Ton halbfest - steif		19 / 9	27,5	15	0,40	16	90
17,7 – 17,9	Schluff / Ton halbfest		19 / 9	27,5	20	0,40	20	120
17,9 – 19,6	Schluff / Sand		19 / 9	27,5	10	0,375	20	120
19,6 – 20,0	Sand		19 / 9	32,5	2	0,35	60	180

3.8 Erdbebenzone

Der Standort der Windenergieanlagen befindet sich gemäß DIN 1998-1 in der Erdbebenzone 1 und ist der Untergrundklasse S zuzuordnen.

4 GRÜNDUNG DER WEA 1, WEA 2

Die Gründung dieser Windenergieanlagen erfolgt in einer Tiefe von 0,24 m unter GOK. Bei beiden Anlagen stehen in Höhe der Gründungssohle und darunter mit dem Löss und dem Lösslehm, sowie dem unterlagernden Schluff, setzungswillige Böden an. Zudem handelt es sich beim Löss um einen sensitiven Boden, der durch einen direkten dynamischen Lasteintrag infolge Zusammenbruchs des Korngerüstes deutlich an Tragfähigkeit verlieren kann.

Bei einer exemplarischen Setzungsberechnung für die WEA 1 (Lastfall BS-P) wurde rechnerisch eine Setzungsdifferenz von 11 cm ermittelt, was zu einer unzulässigen Schiefstellung führt (s. Anlage 4.1). Eine mögliche Abminderung der Tragfähigkeit des Löss durch den Zusammenbruch des Korngerüstes infolge der dynamischen Beanspruchung blieb dabei unberücksichtigt.

Trotz der Einhaltung der geforderten Drehfedersteifigkeit ist die Gründung der Fundamente ohne tragfähigkeitserhöhende und stabilisierende Maßnahmen nicht möglich. Auch beim Einbau einer 2,5 m mächtigen Bodenaustauschschicht wurde rechnerisch eine Setzungsdifferenz von > 6 cm ermittelt, was zu einer unzulässigen Schiefstellung führt (s. exemplarische Setzungsberechnung für die WEA 1, Lastfall BS-P in der Anlage 4.2).

Zur Einhaltung der Anforderungen hinsichtlich der Drehfedersteifigkeit und der Schiefstellung wird eine Baugrundverbesserung mittels Rüttelstopfsäulen empfohlen. I. d. R. wird auf die Schottersäulen eine 50 cm mächtige lastverteilende Schicht aus Mineralgemisch aufgebracht.

Da es sich bei der Baugrundverbesserung mit Schottersäulen um ein Spezialverfahren handelt, ist die Gründung von der ausführenden Firma auf der Grundlage der Bodenkenngrößen der Tabellen 4 – 5 statisch zu bemessen. Dabei ist der Nachweis zu führen, dass der Mindestwert der Drehfedersteifigkeit sowie die zulässige Schiefstellung eingehalten werden.

Eine ausreichende Verdichtung der Schottersäulen und der lastverteilenden Schotter-schicht ist im Zuge von Verdichtungskontrollen oder durch Herstellungsprotokolle nachzuweisen.

Die Gründungsparameter sind in der Tabelle 7 zusammengefasst.

Tabelle 7: Gründungsparameter der WEA 1 und WEA 2

Gründungsniveau (Kote) Fundamentplatte	GOK am Mittelpunkt -0,24 m
Gründungsart	Flachgründung nach Durchführung einer Bodenverbesserung mittels Rüttelstopfverdichtung
Maximale Kantenpressung $\sigma_{R,k}$, Lastfall BS-P:	286,6 kN/m ²
Maximale Kantenpressung $\sigma_{R,k}$, Lastfall BS-A	360,3 kN/m ²
dyn. Drehfedersteifigkeit	$k_{\varphi,dyn}$ 200.000 MNm/rad
stat. Drehfedersteifigkeit	$k_{\varphi,stat}$ = 40.000 MNm/rad
Setzungsdifferenz	≤ 3 mm/m
Auftrieb auf Fundamentsohle	Auftriebfundament

5 AUSFÜHRUNGSHINWEISE

5.1 Hinweise zur Baugrube

Die bindigen Deckschichten (Löss, Lösslehm) sind extrem wasserempfindlich und weichen bei Niederschlagseintrag oder durch Frost/Tau-Wechsel rasch auf, wodurch die Tragfähigkeit und Verdichtbarkeit der Böden weitgehend verloren geht. Freigelegte Sohlen sind deshalb möglichst rasch zu überbauen.

Aushubarbeiten sind rückschreitend und in der letzten Lage möglichst auflockerungsfrei, mit flach gestelltem Baggerlöffel oder mit Baggerlöffel mit Schneide auszuführen. Freigelegte Planien dürfen nicht mit Radfahrzeugen befahren werden und sind möglichst umgehend mit witterungsunempfindlichem Material zu überbauen. Aufgeweichte Bereiche sind auszuräumen und gegen witterungsunempfindliche Massen zu ersetzen. Der Masseneinbau ist vor Kopf auszuführen.

Böschungsoberflächen sind gegen Austrocknung und Durchfeuchtung in geeigneter Weise, z.B. durch Folienabdeckung, zu schützen.

Die Baugrubenböschungen sind im mindestens steifen Löss mit einer Neigung $\beta \leq 60^\circ$ anzulegen.

Der Baugrube zufließendes Oberflächen- oder Schichtwasser ist durch eine Wasserhaltung mit einer Drainage und einem Pumpensumpf (beides außerhalb des Lastabtragungsbereiches) zu fassen und abzuleiten. Niederschlagswasser aus den angrenzenden Flächen, z. B. Kranstellflächen, ist mittels Dränagen zu fassen und aus dem Baugruben- und Fundamentbereich fernzuhalten, ebenso am Turm abfließendes Wasser.

5.2 Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen

Die beim Aushub anfallenden feinkörnigen Lockergesteine sind als Arbeitsraumverfüllung nur nach einer Verbesserung mit Bindemitteln geeignet. Während der Zwischenlagerung sind die Aushubmassen vor Niederschlagseintrag zu schützen, z. B. durch Abdecken mit Folie oder durch lagenweisen Einbau mit Verdichten in einer Miete. Durchfeuchtete Massen können durch die Zugabe von Bindemittel auf einen geeigneten Einbauwassergehalt verbessert werden.

I. d. R. wird mit den Aushubmassen die für die Fundamentüberschüttung erforderliche Wichte $\gamma \geq 18 \text{ kN/m}^3$ als Feuchtwichte bei einem Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \%$ erreicht. Zum Erreichen dieses Verdichtungsgrades ist erfahrungsgemäß jedoch beim Einbau von feinkörnigen Böden eine Verbesserung mit Bindemittel erforderlich. Eine Trockenwichte $\gamma \geq 18 \text{ kN/m}^3$ ist i. d. R. auch bei einer Verbesserung mit Bindemittel nicht erreichbar. Falls diese gefordert wird, muss das Fundament zumindest in einer Teilmächtigkeit mit Liefermassen überschüttet werden oder die Überschüttung ist entsprechend mächtiger auszuführen.

Sofern eine Gründung von Kranstützen im Arbeitsraum des Fundamentes vorgesehen ist, wird empfohlen, den Arbeitsraum im Lastausbreitungsbereich des Fundamentes mit Fremdmassen (Schotter, Hartgesteinsbruch) zu verfüllen und auf einen Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \%$ zu verdichten. Das Größtkorn ist auf einen Durchmesser $d = 100 \text{ mm}$ zu begrenzen.

5.3 Hinweise zum Herstellen der Schottersäulen

Zum Herstellen der Schottersäulen ist ein Arbeitsplanum aus tragfähigen Massen erforderlich.

Die Mächtigkeit des Aufbaus ist auf das zum Einsatz gelangende Gerät abzustimmen und von der ausführenden Firma anzugeben.

In der Regel wird zum Herstellen des Schotterpolsters oberhalb der Schottersäulen Schotter der Körnung 0/32 bis 0/45 verwendet und das Polster mit einer Mächtigkeit von 50 cm hergestellt.

Der Einbau des Schotterpolsters ist lagenweise, in Schichtdicken ≤ 30 cm (Schüttdicke) vorzunehmen. Als Verdichtungsanforderung gilt: $D_{Pr} \geq 100$ %. Wird die Verdichtung mit dem statischen Plattendruckversuch geprüft, ist ein Verhältnis der Verformungsmoduln $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,5$ nachzuweisen

Im Löss können Hindernisse in Form von Kalkkonkretionen auftreten, z. T. wechsellagert der Löss mit dicht gelagerten Sanden, die das Eindringen des Schleußenrüttlers erschweren oder gar verhindern. Zur Sicherstellung einer reibungslosen Herstellung der Schottersäulen ist Vorbohren mit einem leistungsfähigen Bohrgerät bis zum Säulenfuß vorzusehen.

Eine ausreichende Verdichtung der Schottersäulen und des Schotterpolsters ist durch Herstellungsprotokolle oder durch Verdichtungskontrollen nachzuweisen.

5.4 Verfüllen von Leitungsgräben

Falls unter den Fundamenten ein Leerrohrgraben hergestellt wird, ist dieser mit grobkörnigen oder gemischtkörnigen Böden (Feinkorngehalt ≤ 15 %) nach DIN 18196 zu verfüllen. Dabei ist ein Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100$ % nachzuweisen. Alternativ kommt ein Verfüllen mit Beton in Frage.

6 BETONAGGRESSIVITÄT DES BAUGRUNDES

An beiden Standorten wurden mehrere Einzelproben entnommen und zu einer Mischprobe zusammengeführt. Beide Mischproben wurden anschließend auf betonaggressive Inhaltstoffe nach DIN 4030 untersucht. Im Sinne dieser DIN ist der Baugrund als nicht betonangreifend einzustufen. Der Prüfbericht ist in der Anlage 5 beigelegt.

7 HINWEISE ZU DEN KRANSTELLFLÄCHEN

Die unten aufgeführten Empfehlungen erfolgen in Anlehnung an die Erkenntnisse aus den Kernbohrungen und entsprechen den im Bereich der Fundamente WEA 1 und WEA 2 angetroffenen Bodenverhältnissen.

Das Planum der Kranstellflächen wird im Lösslehm bzw. im Löss zu liegen kommen, wo die erforderliche Planumtragfähigkeit i.d.R. nicht gegeben ist. Bei Niederschlagseintrag nimmt die vorhandene Tragfähigkeit noch weiter ab.

In Abhängigkeit von der Konsistenz bei der Bauausführung ist unterhalb der planmäßigen Tragschicht (i. d. R. 50 cm mächtig) eine Verbesserung des Planums mit Bindemittel (Kalk-/Zement-Gemisch) in einer Mächtigkeit von 30 – 40 cm erforderlich. Die Bindemittelart und die Bindemittelmenge sind entweder auf der Grundlage von Erfahrungswerten der ausführenden Firma oder einer Eignungsprüfung festzulegen.

Mit den genannten Maßnahmen wird der i. d. R. auf der Oberfläche der Kranstellfläche erforderliche Verformungsmodul $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ erreicht.

Im Bereich von Geländeauftrag ist die Auftragssohle in den feinkornreichen Deckschichten mit Bindemitteln zu verbessern. Werden Massen aus den feinkornreichen Deckschichten als Auftragsmassen vorgesehen, sind sie über ihre gesamte Mächtigkeit mit Bindemittel zu verbessern.

Auf- und Abtragsböschungen sind mit einer Neigung von max. 1 : 1,5 zu planen. Die obere Böschungskante sollte eine Entfernung von der Stellfläche des Krans aufweisen, die mindestens das 1,5-fache der lotrechten Böschungshöhe beträgt, damit die Grundbruchsicherheit des Krans gewährleistet ist. Zwischen Kranstellfläche und Baugrube ist zur Ableitung von Niederschlagswasser eine Dränage auszuführen.

Nach Vorliegen konkreter Krandaten und der Geländegeometrie der Kranstellflächen ist für die Kranstützen ein Grundbruchnachweis zu führen.

WPW Geoconsult Südwest, Ramstein
kp/as


Dipl.-Ing. S. Arnsberg
(Geschäftsführerin)


M. Sc. K. Porebski
(Projektbearbeiter)

LEGENDE

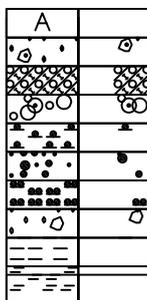
ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)

UNTERSUCHUNGSSTELLEN

■	SCH	Schurf
●	BK	Bohrung mit durchgehender Kerngewinnung
●	BS	Kleinbohrung
●	GWM	Grundwassermeßstelle
×	DPL-5	Leichte Rammsonde DIN 4094 Spitzenquerschnitt 5 cm ²
×	DPL-10	Leichte Rammsonde DIN 4094 Spitzenquerschnitt 10 cm ²
×	DPM-A	Mittelschwere Rammsonde DIN 4094
×	DPH	Schwere Rammsonde DIN 4094

BODENARTEN

Auffüllung		A	
Blöcke	mit Blöcken	Y y	
Geschiebemergel	mergelig	Mg me	
Kies	kiesig	G g	
Mudde	organisch	F o	
Sand	sandig	S s	
Schluff	schluffig	U u	
Steine	steinig	X x	
Ton	tonig	T t	
Torf	humos	H h	



KORNGRÖßENBEREICH

f	fein
m	mittel
g	grob

KONSISTENZ

brg		breiig
wch		weich
stf		steif
hfst		halbfest
fst		fest
loc		locker
mdch		mitteldicht
dch		dicht
fstg		fest gelagert

KLÜFTUNG

kp	kompakt	ka0	außerordentlich engständige Klüftung
klü'	schwach klüftig	ka1	sehr engständige Klüftung
klü	klüftig	ka2	engständig
klü	stark klüftig	ka3	mittelständige Klüftung
klü	sehr stark klüftig	ka4	weitständige Klüftung
		ka5	sehr weitständige Klüftung

HÄRTE

h	hart	ha1	sehr geringe Härte
mh	mittelhart	ha2	geringe Härte
gh	geringhart	ha3	mäßig hohe Härte
brü	brüchig	ha4	hohe Härte
mü	mürbe	ha5	sehr hohe Härte
ha0	außerordentlich geringe Härte	ha6	außerordentlich hohe Härte

SCHICHTUNG

b	bankig	diba	dickbankig
pl	plattig	dba	dünnbankig
dipl	dickplattig	sm6	sehr dicke Schichtung
dpl	dünnplattig	sm5	dicke Schichtung
bl	blättrig	sm4	mittlere Schichtung
ma	massig	sm3	dünne Schichtung

BODENGRUPPE nach DIN 18196: (UL)z.B. = leicht plastische Schluffe

RAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094

	leicht	mittelschwer	schwer
Spitzendurchmesser	3.57 cm	3.56 cm	4.37 cm
Spitzenquerschnitt	5.00 cm ²	10.00 cm ²	15.00 cm ²
Gestängedurchmesser	2.20 cm	2.20 cm	3.20 cm
Rammbergewicht	10.00 kg	30.00 kg	50.00 kg
Fallhöhe	50.00 cm	20.00 cm	50.00 cm

PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER

	Grundwasser angetroffen
	Grundwasser nach Beendigung des Aufschlusses
	Ruhewasserstand in einem ausgebauten Bohrloch
	Schichtwasser angetroffen
	Sonderprobe Bohrkern

k.GW. kein Grundwasser

FELSARTEN

Fels, allgemein	Z	
Fels, verwittert	Zv	
Granit	Gr	
Kalkstein	Kst	
Kongl., Brekzie	Gst	
Mergelstein	Mst	
Sandstein	Sst	
Schluffstein	Ust	
Tonstein	Tst	

NEBENANTEILE

'	schwach (< 15 %)
-	stark (> 30 %)

FEUCHTIGKEIT

f°	trocken
f	schwach feucht
f	feucht
f̄	stark feucht
f̄	naß

ZERFALL

gstü	grobstückig
st	stückig
klstü	kleinstückig
gr	grusig

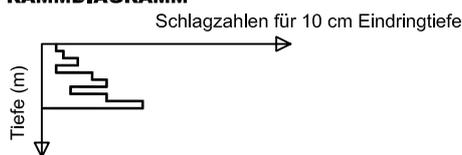
VERWITTERUNG

vo	frisch
v'	schwachverwittert
v	mäßig verwittert
v̄	stark verwittert
z	vollständig verwittert
zs	zersetzt

BOHRVERFAHREN

	Einfachkernrohr
	Doppelkernrohr DKH
	Doppelkernrohr DKD
	Verrohrung

RAMMDIAGRAMM





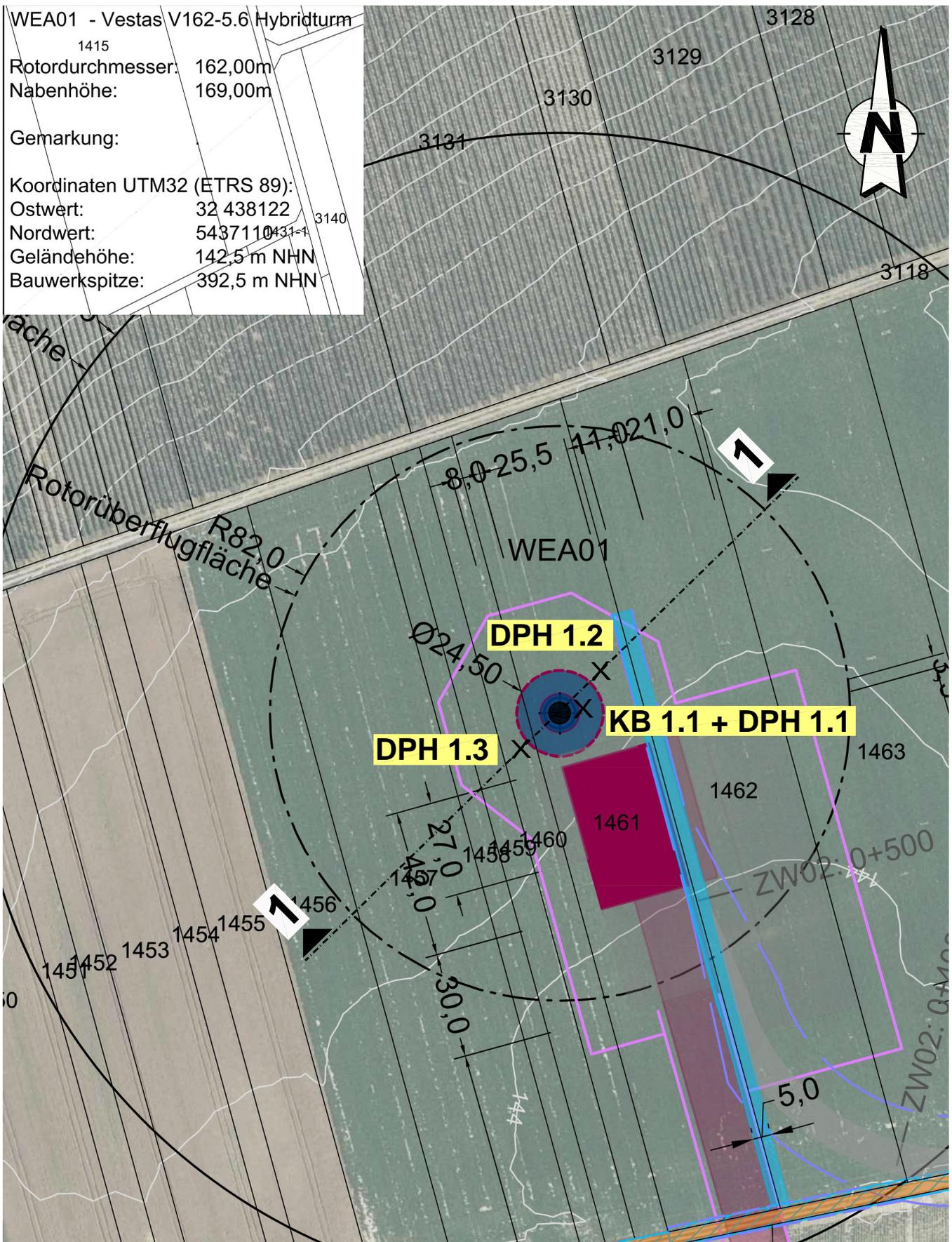
92594-1.dwg

WPW Geoconsult Südwest
Baugrund Hydrogeologie Umwelt
66877 Ramstein
68219 Mannheim
65189 Wiesbaden
67061 Ludwigshafen

Bauvorhaben:
Windpark Minfeld
WEA 01, WEA 02
Planbezeichnung:
Übersichtslageplan

Anlage:	1.1
Maßstab:	o. M.
Projekt-Nr:	21.92594.1

WEA01 - Vestas V162-5.6 Hybridturm
 1415
 Rotordurchmesser: 162,00m
 Nabhöhe: 169,00m
 Gemarkung:
 Koordinaten UTM32 (ETRS 89):
 Ostwert: 32 438122
 Nordwert: 5437110
 Geländehöhe: 142,5 m NHN
 Bauwerkspitze: 392,5 m NHN

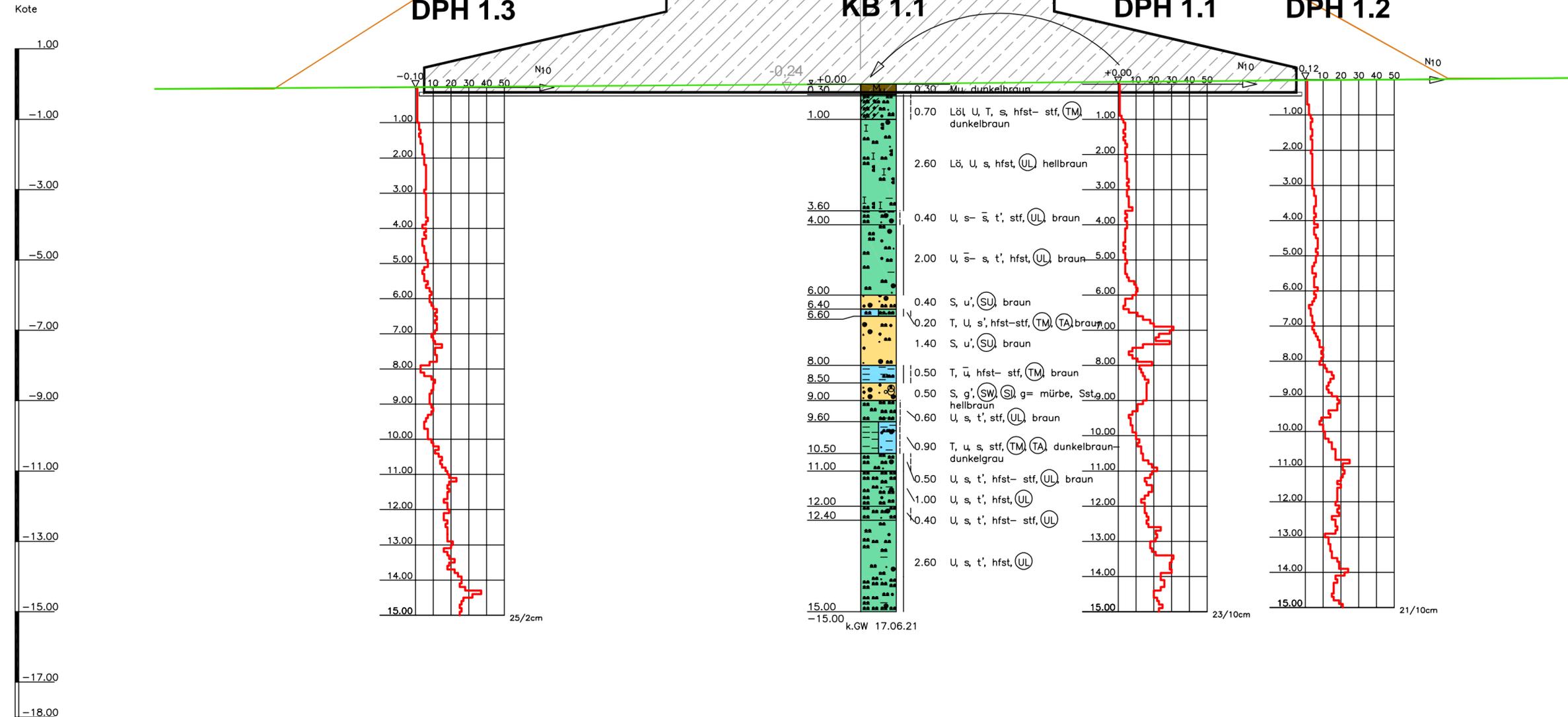


92594-1.dwg

WPW Geoconsult Südwest Baugrund Hydrogeologie Umwelt 66877 Ramstein 68219 Mannheim 65189 Wiesbaden 67061 Ludwigshafen	Bauvorhaben: Windpark Minfeld WEA 01 Planbezeichnung: Detaillageplan	Anlage: 1.2 Maßstab: o. M. Projekt-Nr: 21.92594.1

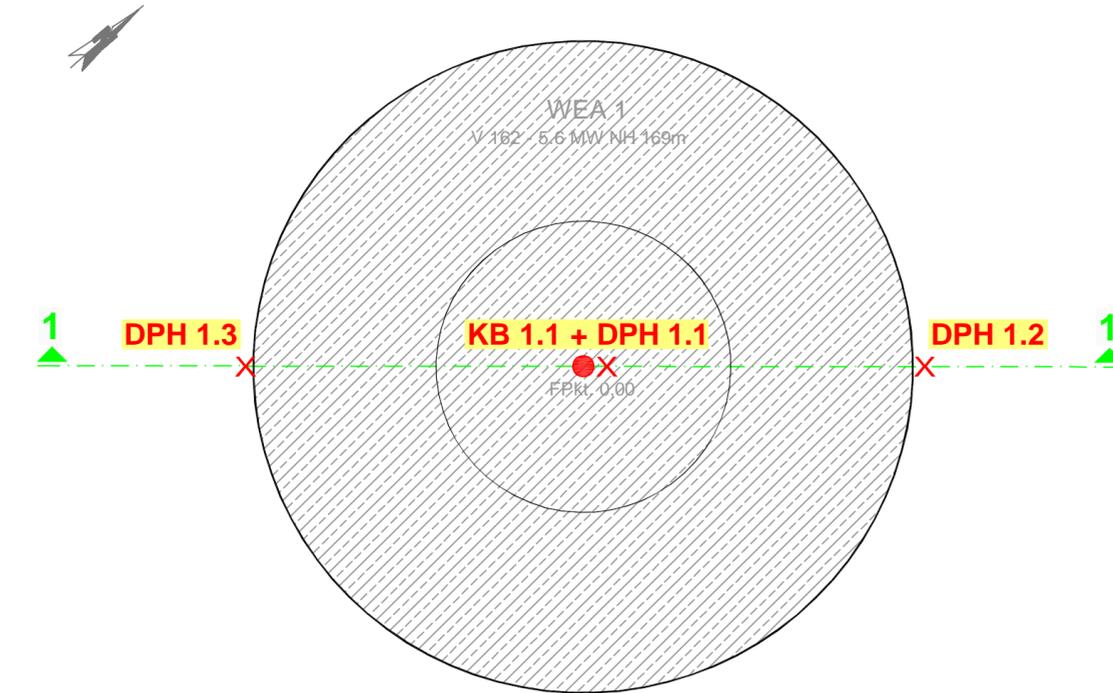
Schnitt 1 - 1

(M 1 : 100)



Lageskizze

(M ca. 1 : 200)

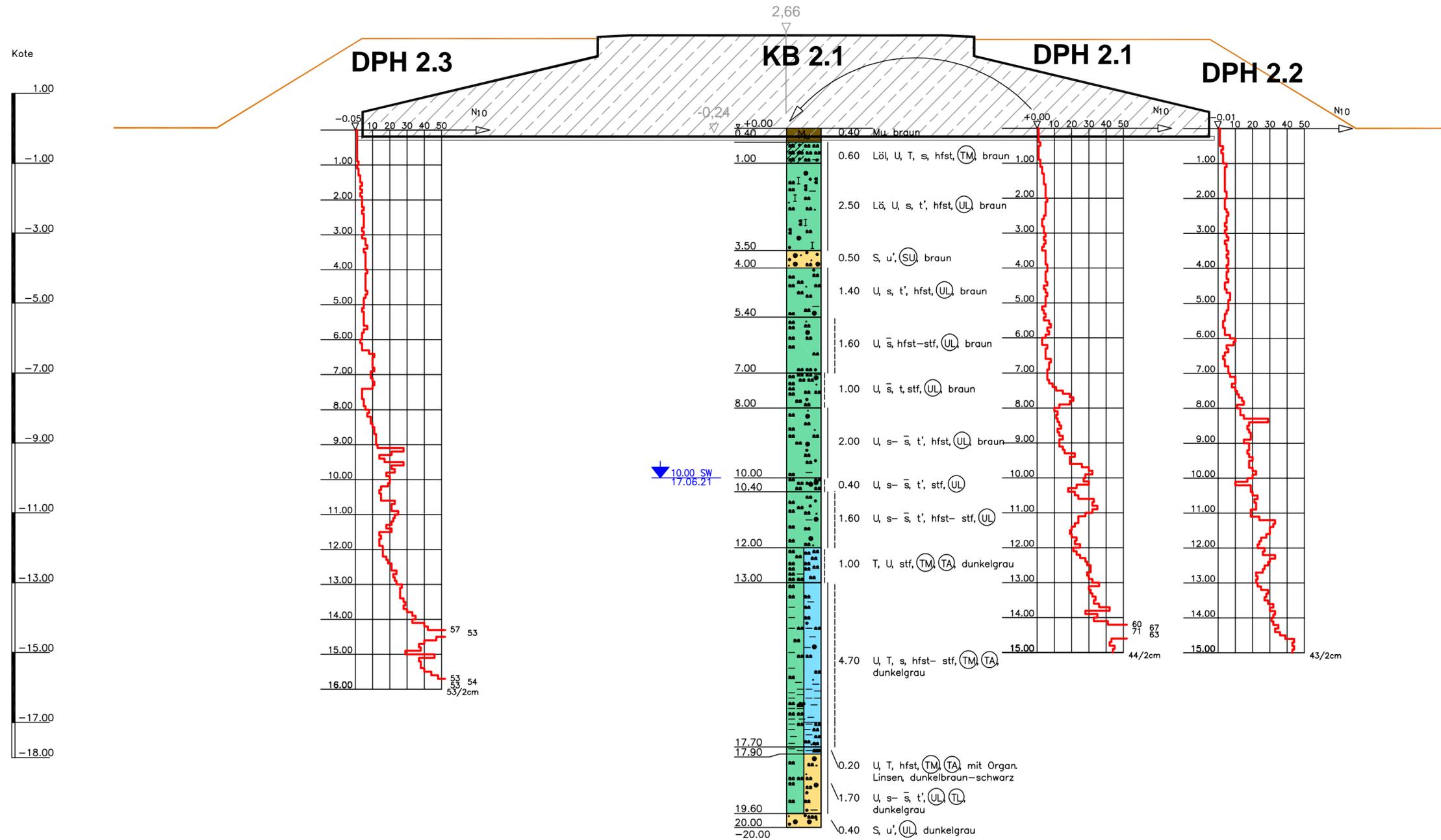


Index:	Änderungen:	Gesehen:	Datum:
Projekt:			
Windpark Minfeld WEA 01, Vestas V 162, NH 169 m			
Planbezeichnung:			
Schnitt 1 - 1; Lageskizze			
Anlage Nr.: 2.1	Maßstab: 1 : 100; 1 : 200		
 Baugrund Hydrogeologie Umwelt 67061 Ludwigshafen 66877 Ramstein-Msb. 68219 Mannheim 65189 Wiesbaden	Bearbeiter:	K. Porebski	Datum:
	Gezeichnet:	I. Monteiro	21.07.2021
	Gesehen:		
Datei:	92594-1z.dwg; Blatt: 297 x 740		
Projekt-Nr.:	21.92594.1		

Schnitt 1 - 1

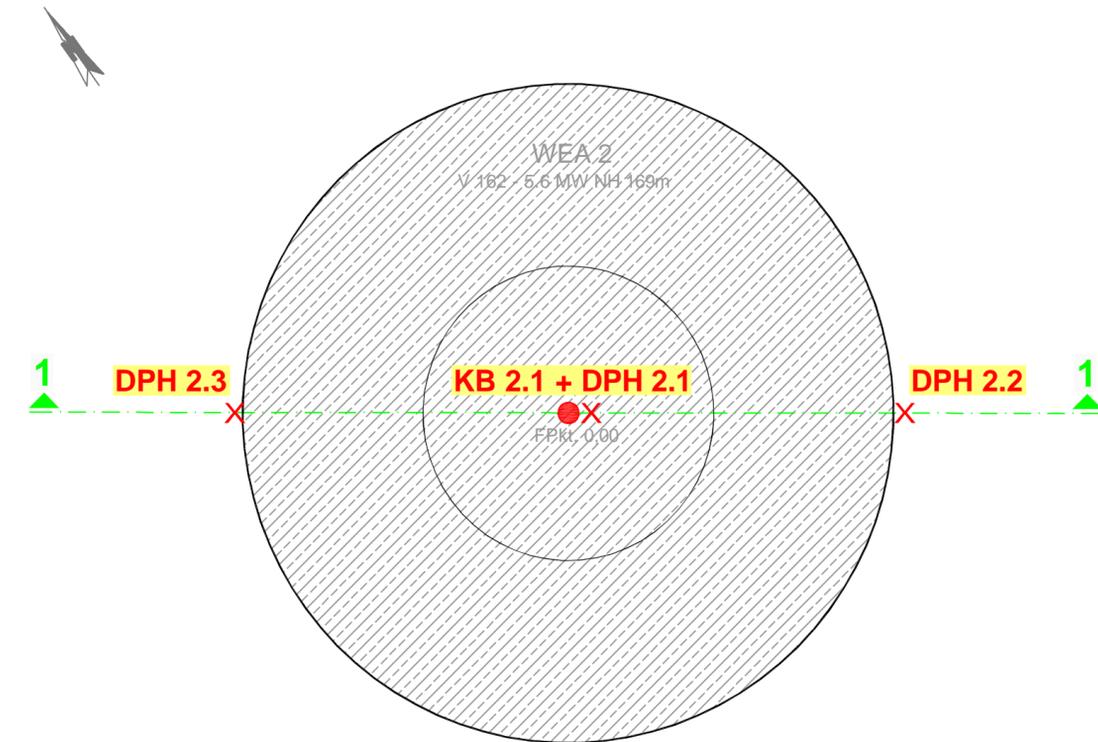
(M 1 : 100)

WEA 2



Lageskizze

(M ca. 1 : 200)



Index:	Änderungen:	Gesehen:	Datum:
Projekt:			
Windpark Minfeld			
WEA 02, Vestas V 162, NH 169 m			
Planbezeichnung:			
Schnitt 1 - 1; Lageskizze			
Anlage Nr.: 2.2	Maßstab: 1 : 100; 1 : 200		
<p>WPW Geoconsult Südwest Baugrund Hydrogeologie Umwelt</p> <p>67061 Ludwigshafen 66877 Ramstein-Msb. 68219 Mannheim 65189 Wiesbaden</p>	Bearbeiter:	K. Porebski	Datum:
	Gezeichnet:	I. Monteiro	21.07.2021
	Gesehen:		
	Datei:	92594-1z.dwg; Blatt: 297 x 740	
Projekt-Nr.:		21.92594.1	

Entnahmepunkte			Bodenbeschreibung			Bodenkennwerte													
Aufschluss	Tiefe [m]	Ent- nahme- art	Bodenart	Boden- gruppe DIN 18196	Konsis- tenz	Zustandsgrenzen			Korn- dichte [t/m³]	Trocken- dichte [t/m³]	Wasser- gehalt [%]	Kalk- gehalt [%]	Glüh- verlust [%]	Proctor			Scherfestigkeit		k - Wert [m/s]
						w _L [%]	w _p [%]	I _c						w _{Pr} [%]	ρ _{Pr} [t/m³]	Ü [%]	φ [°]	c [kN/m²]	
WEA 1	0,7	g	T, u'	TM	steif	45,7	17,3	0,97			18,2								
WEA 1	1,5	g	U	UL							10,6								
WEA 1	3,2	g									9,7								
WEA 1	3,9	g									12,2								
WEA 2	0,7	g	T	TM	halbfest	44,1	17,1	1,25			10,5								
WEA 2	1,5	g	U, s'	UL							8,0								
WEA 2	2,5	g									2,7								
WEA 2	4,5	g									2,6								



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892 - 12

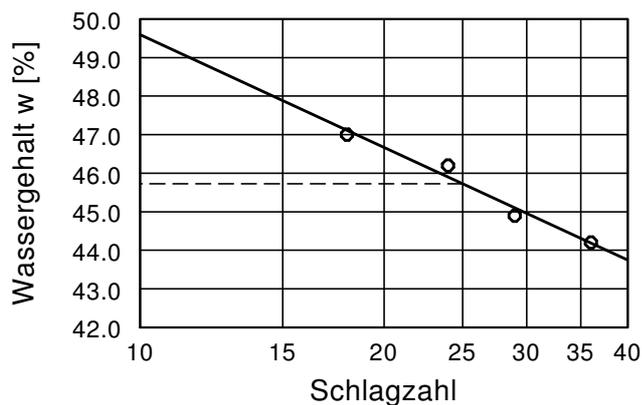
Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze

Aufschluss:..... WEA 1
 Tiefe:..... 0,7 m
 Probe entnommen am:..... 17.06.21
 Probe entnommen von:..... kp
 Bodenart nach DIN 4022 - 1:.. T, u'

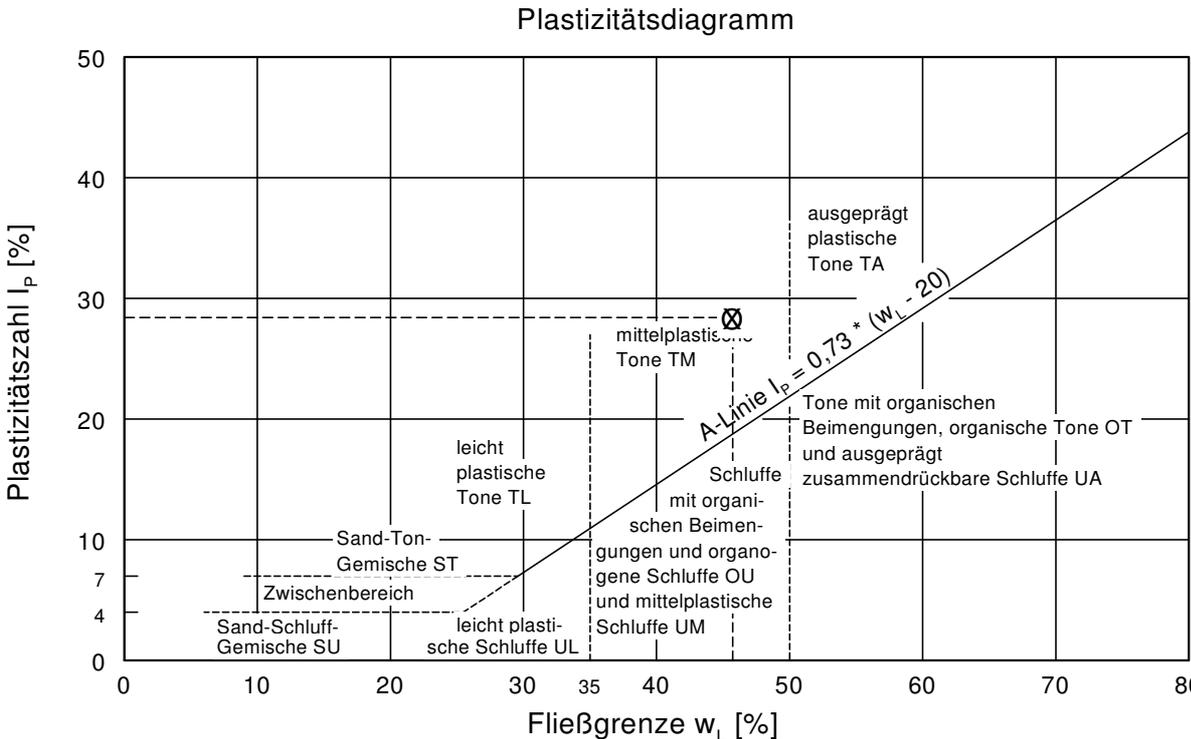
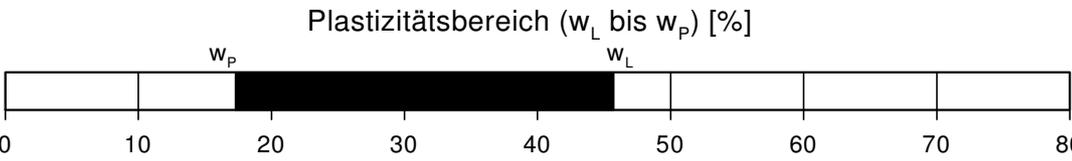
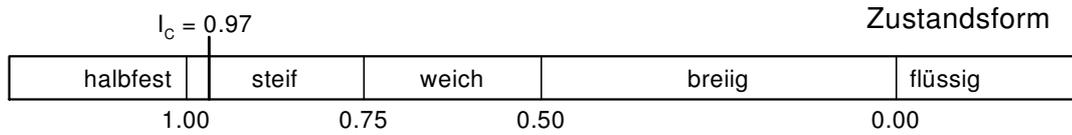
Bearbeiter: Getke

Datum: 28.06.2021

gepr.:



Wassergehalt w =	18.2 %
Fließgrenze w_L =	45.7 %
Ausrollgrenze w_P =	17.3 %
Plastizitätszahl I_P =	28.4 %
Konsistenzzahl I_C =	0.97





Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892 - 12

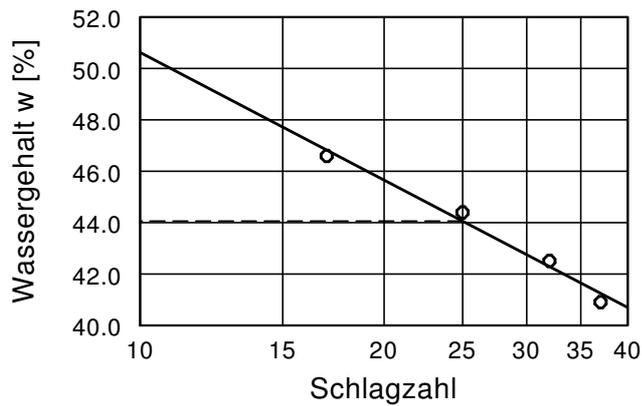
Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze

Aufschluss:..... WEA 2
Tiefe:..... 0,7 m
Probe entnommen am:..... 17.06.21
Probe entnommen von:..... kp
Bodenart nach DIN 4022 - 1:.. T

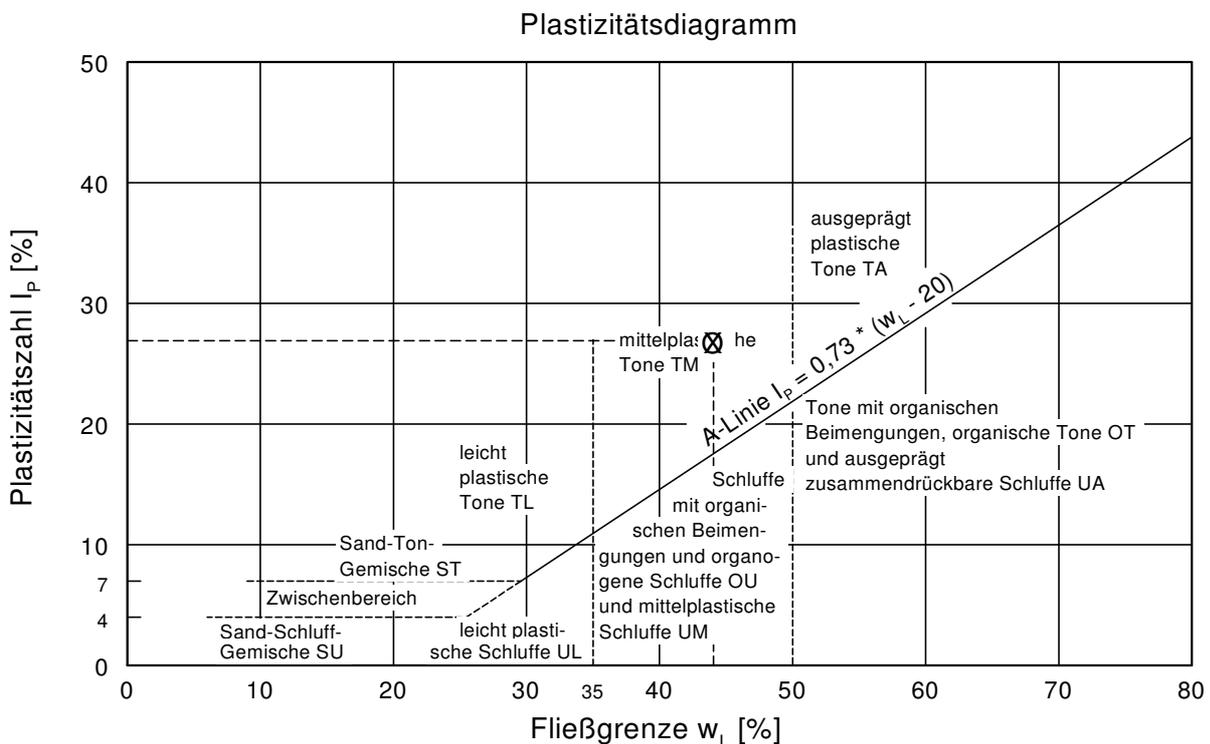
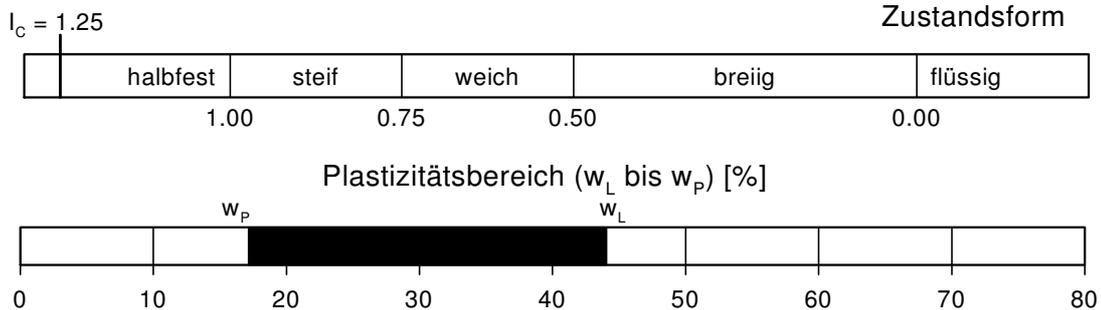
Bearbeiter: Getke

Datum: 29.06.2021

gepr.:



Wassergehalt w =	10.5 %
Fließgrenze w_L =	44.1 %
Ausrollgrenze w_P =	17.1 %
Plastizitätszahl I_P =	27.0 %
Konsistenzzahl I_C =	1.25





**WPW Geoconsult
Südwest**

Baugrund | Hydrogeologie | Umwelt

Korngrößenverteilung

nach DIN EN ISO 17892 - 4

Windpark

Minfeld

Probe:..... WEA 1

Tiefe:..... 1,5 m

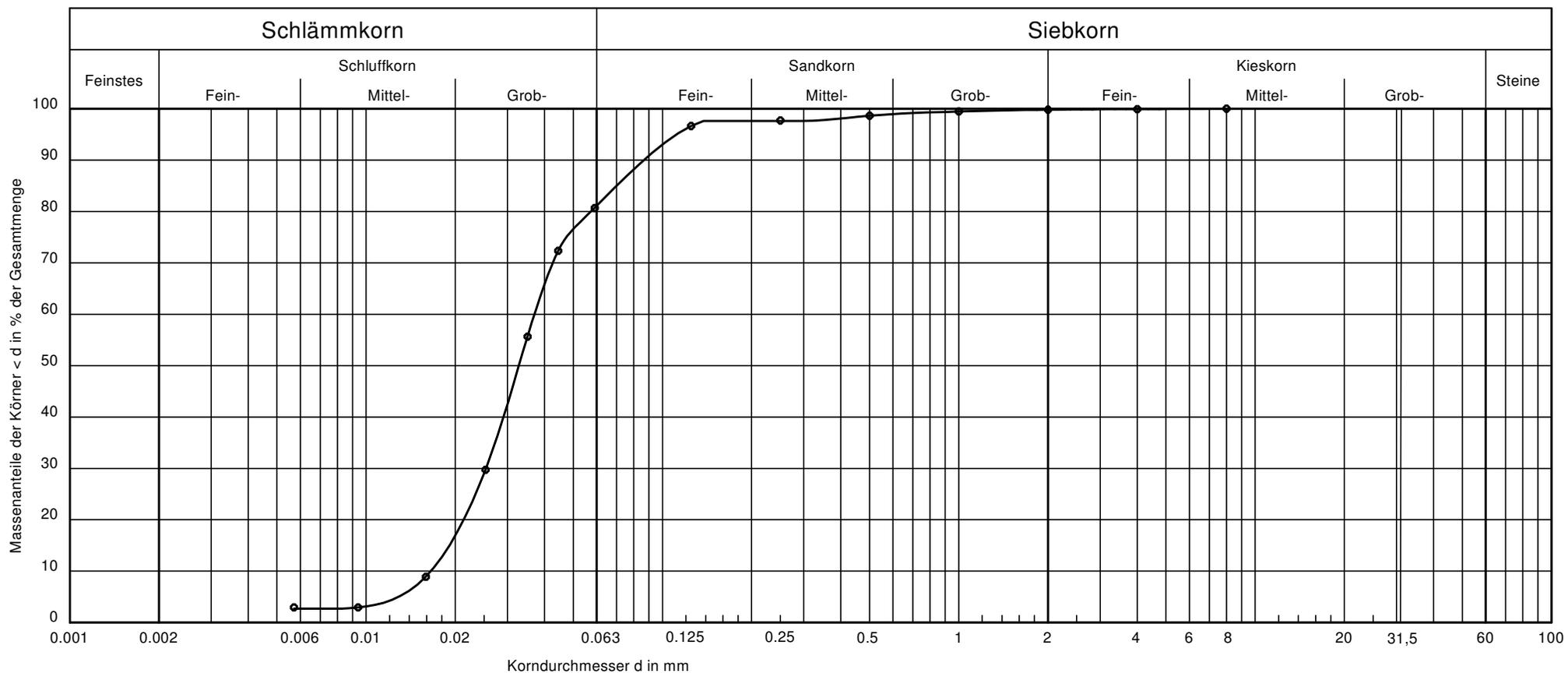
Probe entnommen am: 17.06.21

Probe entnommen von: kp

Bearbeiter: Getke

Datum: 28.06.2021

gepr.:



Bodenart nach DIN 4022:

U, s

Bodengruppe nach DIN 18196:

UL

U/Cc:

2.2/1.1

Probe trocken [g]:

304,4

Wassergehalt [%]:

10,6

Feinkorngehalt [%]:

82,3

Anteile T/ U/ S/ G

- /82.3/17.5/0.2

Bemerkungen:

Anlage: 3.4

21.92594.1



**WPW Geoconsult
Südwest**

Baugrund | Hydrogeologie | Umwelt

Korngrößenverteilung

nach DIN EN ISO 17892 - 4

Windpark

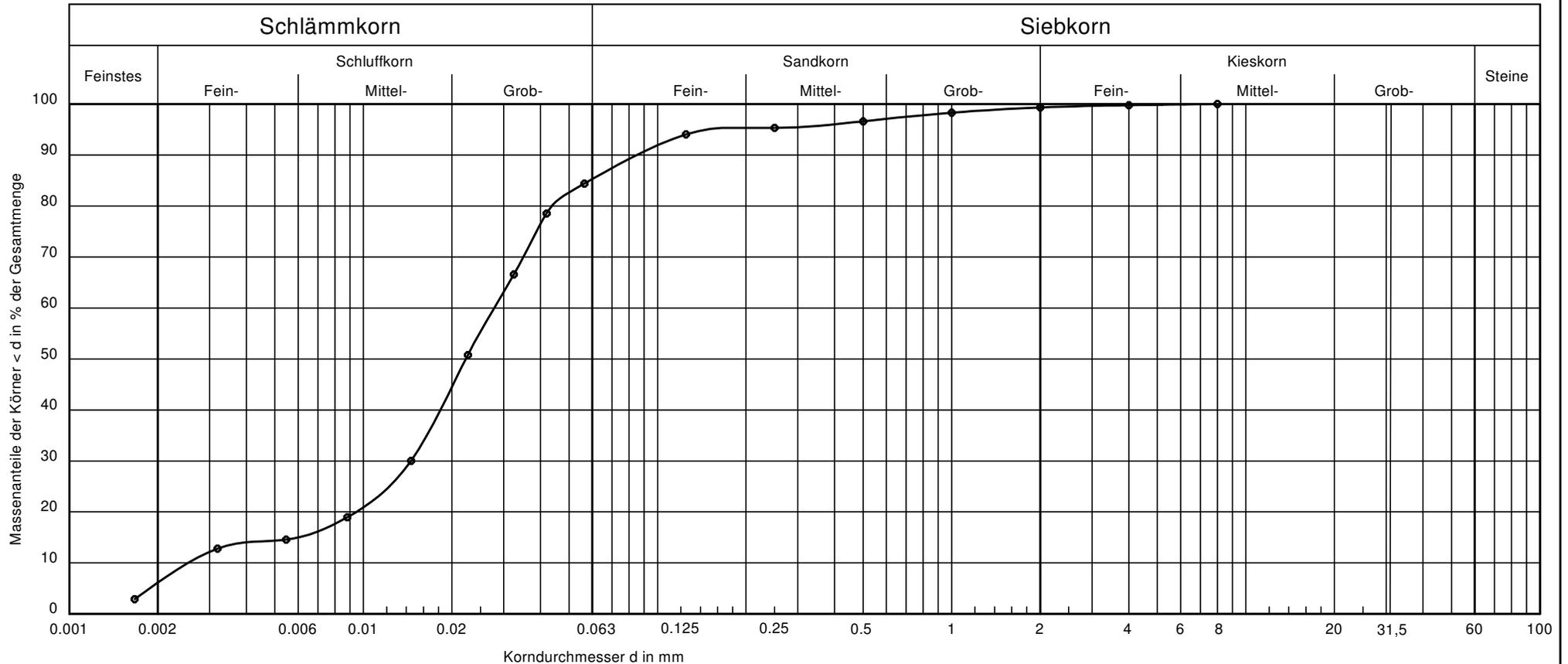
Minfeld

Probe:..... WEA 2
Tiefe:..... 1,5 m
Probe entnommen am: 17.06.21
Probe entnommen von: kp

Bearbeiter: Getke

Datum: 28.06.2021

gepr.:



Bodenart nach DIN 4022:

U, s', t'

Bodengruppe nach DIN 18196:

UL

U/Cc:

11.0/3.0

Probe trocken [g]:

291,7

Wassergehalt [%]:

8,0

Feinkorngehalt [%]:

86,0

Anteile T/ U/ S/ G

6.1/79.8/13.4/0.7

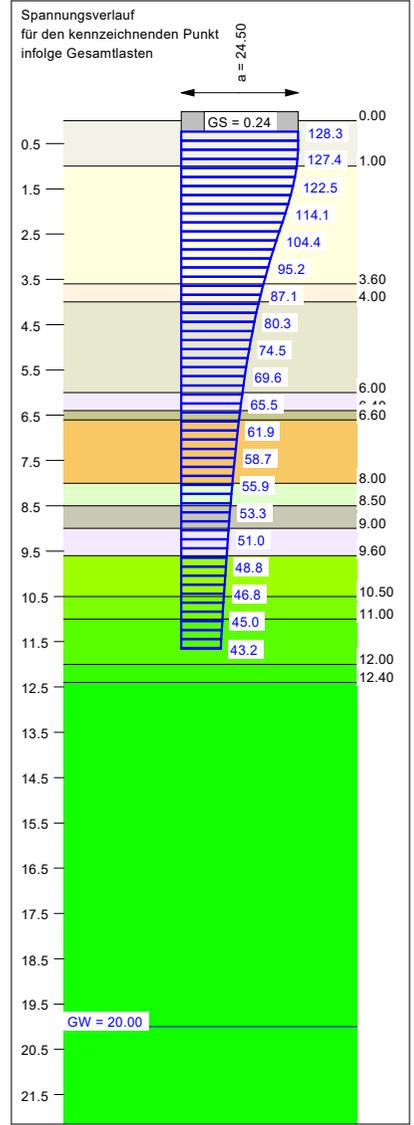
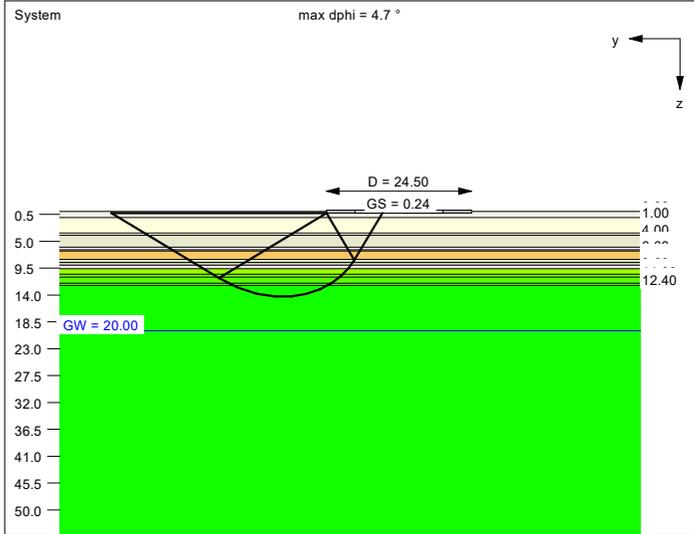
Bemerkungen:

Anlage: 3.5

21_92594_1

92594.1 - WP Minfeld WEA 1, BS-P statisch

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	18.0	8.0	27.5	4.0	12.0	0.00	Lösslehm
	18.0	8.0	27.5	4.0	12.0	0.00	Löss halbfest
	18.0	8.0	25.0	10.0	12.0	0.00	Schluff steif
	19.0	9.0	27.5	20.0	20.0	0.00	Schluff halbfest
	19.0	9.0	32.5	2.0	20.0	0.00	Sand
	19.0	9.0	27.5	15.0	16.0	0.00	Ton / Schluff halbfest - steif
	19.0	9.0	32.5	2.0	60.0	0.00	Sand
	19.0	9.0	27.5	15.0	16.0	0.00	Ton / Schluff halbfest - steif
	19.0	9.0	32.5	2.0	60.0	0.00	Sand
	18.0	8.0	25.0	10.0	12.0	0.00	Schluff steif
	18.0	8.0	25.0	10.0	12.0	0.00	Ton / Schluff steif
	19.0	9.0	27.5	15.0	16.0	0.00	Schluff halbfest - steif
	19.0	9.0	27.5	20.0	20.0	0.00	Schluff halbfest
	19.0	9.0	27.5	15.0	16.0	0.00	Schluff halbfest - steif
	19.0	9.0	27.5	20.0	20.0	0.00	Schluff halbfest



Berechnungsgrundlagen:
 917575.1 - Setzungsberechnung
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

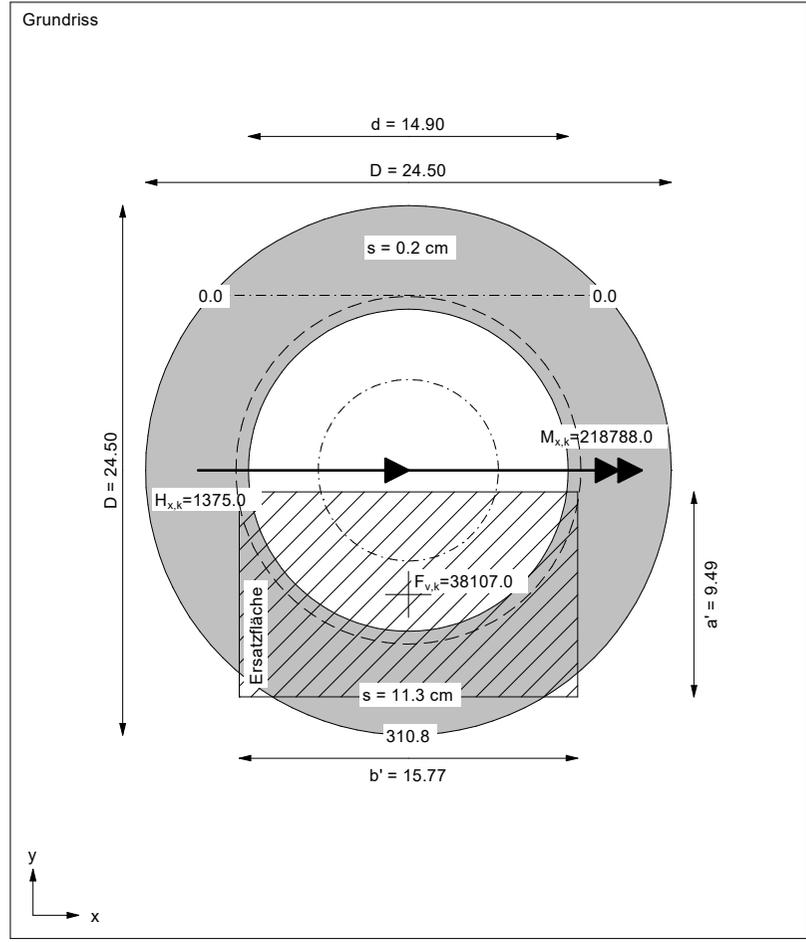
$\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Gründungssohle = 0.24 m
 Grundwasser = 20.00 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite

Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikalkraft $F_{v,k} = 38107.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 1375.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 218788.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 24.500$ m
 Durchmesser (innen) $d = 14.900$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 4.195 m)
 $a' = 18.742$ m
 $b' = 18.742$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -5.741$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 8.036 m)
 $a' = 9.486$ m
 $b' = 15.771$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht, aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{0f,k} / \sigma_{0f,d} = 1438.2 / 1027.29$ kN/m²
 $R_{n,k} = 215157.87$ kN
 $R_{n,d} = 153684.19$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 38107.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 51444.45$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.335
 $\text{cal } \varphi = 27.9^\circ$
 $\text{cal } c = 13.09$ kN/m²
 $\text{cal } \gamma_2 = 18.53$ kN/m³

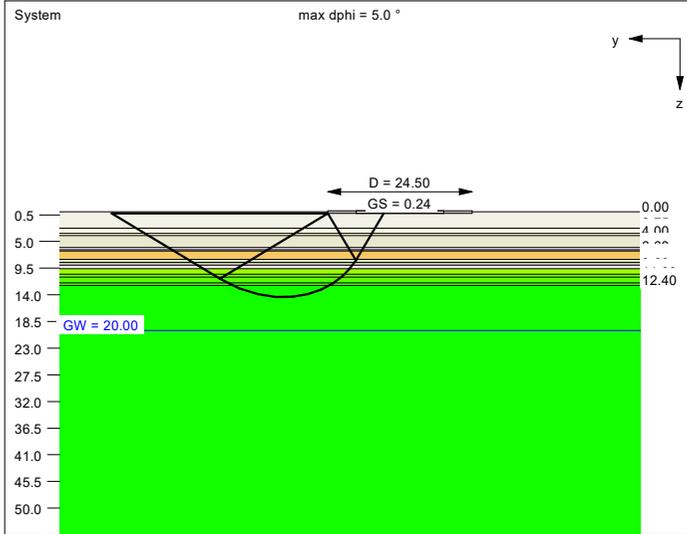
cal $\sigma_0 = 4.32$ kN/m²
 UK log. Spirale = 14.23 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 55.90 m
 Fläche log. Spirale = 406.00 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{c0} = 25.61$; $N_{q0} = 14.56$; $N_{b0} = 7.18$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.302$; $v_d = 1.281$; $v_b = 0.820$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.947$; $i_d = 0.951$; $i_b = 0.916$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 11.65$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 5.76 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.22 cm
 unten = 11.29 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 187.1
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{\varphi,x} = 40933.4$ MN·m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{stab} = 38107.0 \cdot 24.50 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 420129.7$
 $M_{dst} = 218788.0 \cdot 1.50 = 328182.0$
 $\mu_{EQU} = 328182.0 / 420129.7 = 0.781$



92594.1 - WP Minfeld WEA 1, BS-P statisch, mit Bodenaustausch

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	20.0	11.0	40.0	0.0	120.0	0.00	Bodenaustausch
	18.0	8.0	27.5	4.0	12.0	0.00	Löss halbfest
	18.0	8.0	25.0	10.0	12.0	0.00	Schluff steif
	19.0	9.0	27.5	20.0	20.0	0.00	Schluff halbfest
	19.0	9.0	32.5	2.0	20.0	0.00	Sand
	19.0	9.0	27.5	15.0	16.0	0.00	Ton / Schluff halbfest - steif
	19.0	9.0	32.5	2.0	60.0	0.00	Sand
	19.0	9.0	27.5	15.0	16.0	0.00	Ton / Schluff halbfest - steif
	19.0	9.0	32.5	2.0	60.0	0.00	Sand
	18.0	8.0	25.0	10.0	12.0	0.00	Schluff steif
	18.0	8.0	25.0	10.0	12.0	0.00	Ton / Schluff steif
	19.0	9.0	27.5	15.0	16.0	0.00	Schluff halbfest - steif
	19.0	9.0	27.5	20.0	20.0	0.00	Schluff halbfest
	19.0	9.0	27.5	15.0	16.0	0.00	Schluff halbfest - steif
	19.0	9.0	27.5	20.0	20.0	0.00	Schluff halbfest

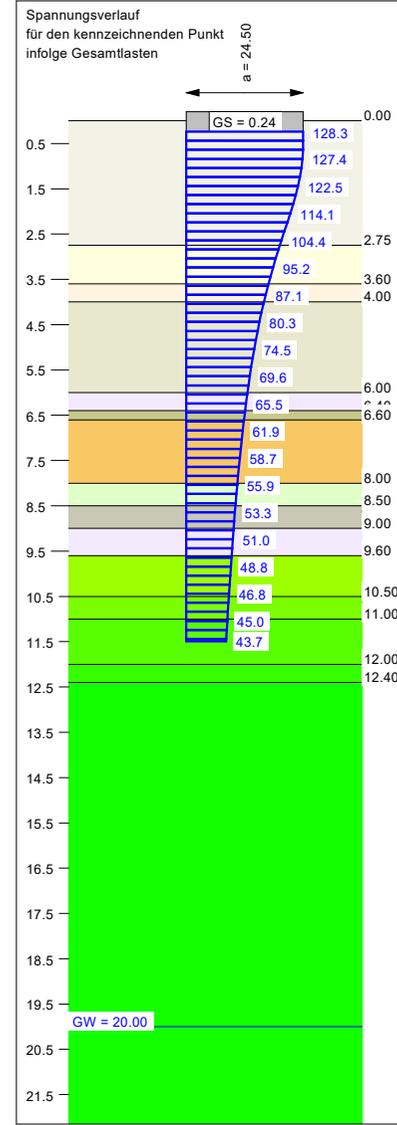


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikalkraft $F_{v,k} = 38107.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 1375.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 218788.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser $D = 24.500$ m
 Durchmesser (innen) $d = 14.900$ m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 4.195 m)
 $a' = 18.742$ m
 $b' = 18.742$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -5.741$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 8.036 m)
 $a' = 9.486$ m
 $b' = 15.771$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht, aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{0f,k} / \sigma_{0f,d} = 1503.2 / 1073.69$ kN/m²
 $R_{n,k} = 224875.91$ kN
 $R_{n,d} = 160625.65$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 38107.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 51444.45$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.320
 cal $\varphi = 28.1^\circ$
 φ wegen 5° Bedingung abgemindert
 cal c = 12.60 kN/m²

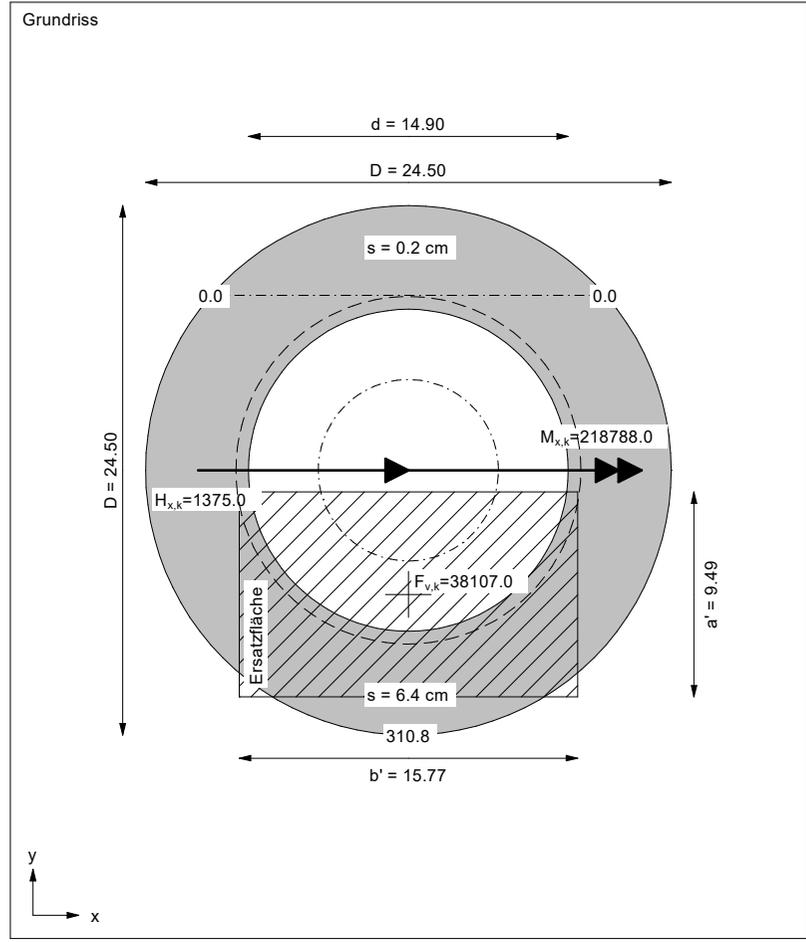
cal $\gamma_2 = 19.06$ kN/m³
cal $\sigma_d = 4.80$ kN/m²
 UK log. Spirale = 14.34 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 56.44 m
 Fläche log. Spirale = 413.33 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{d0} = 26.05$; $N_{d0} = 14.92$; $N_{b0} = 7.44$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.304$; $v_d = 1.284$; $v_b = 0.820$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.947$; $i_d = 0.951$; $i_b = 0.916$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 11.49$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 3.28 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.21 cm
 unten = 6.36 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 337.0
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{\varphi,x} = 73729.7$ MN·m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{stb} = 38107.0 \cdot 24.50 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 420129.7$
 $M_{dst} = 218788.0 \cdot 1.50 = 328182.0$
 $\mu_{EQU} = 328182.0 / 420129.7 = 0.781$



Berechnungsgrundlagen:
 917575.1 - Setzungsberechnung
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stb} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Gründungssohle = 0.24 m
 Grundwasser = 20.00 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0\%$
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite




chemlab

 Gesellschaft für Analytik
 und Umweltberatung mbH

chemlab GmbH · Wiesenstraße 4 · 64625 Bensheim

 WPW Geoconsult Südwest GmbH
 Herr Porebski
 Raiffeisenstraße 16
 66877 Ramstein-Miesenbach

 24.06.2021
 21063410.2

Untersuchung von Feststoff

Ihr Auftrag vom: 17.06.2021

Projekt: 21.92594.1 - Windpark Minfeld

 chemlab
 Gesellschaft für Analytik und
 Umweltberatung mbH

 Wiesenstraße 4
 64625 Bensheim
 Telefon (0 62 51) 84 11-0
 Telefax (0 62 51) 84 11-40
 info@chemlab-gmbh.de
 www.chemlab-gmbh.de

PRÜFBERICHT NR:
21063410.2

 Volksbank Darmstadt-Südhessen eG
 IBAN: DE65 5089 0000 0052 6743 01
 BIC: GENODEF1VBD

Untersuchungsgegenstand:
 Feststoffproben

 Bezirkssparkasse Bensheim
 IBAN: DE48 5095 0068 0001 0968 33
 BIC: HELADEF1BEN

Untersuchungsparameter:
 Betonaggressivität

 Amtsgericht Darmstadt
 HRB 24061
 Geschäftsführer:
 Harald Störk
 Hermann-Josef Winkels

Probeneingang/Probenahme:

Probeneingang: 18.06.2021

Die Probenahme wurde vom Auftraggeber vorgenommen.


 Durch die DAkKS nach
 DIN EN ISO/IEC 17025
 akkreditiertes Prüflaboratorium

Analysenverfahren:

Probenvorbereitung nach DIN 19747:2009-07

siehe Analysenbericht

 Zulassung nach der
 Trinkwasserverordnung

Prüfungszeitraum:

18.06.2021 bis 24.06.2021

Messstelle nach § 29b BImSchG

Gesamtseitenzahl des Berichts: 2

 Zulassung als staatlich
 anerkanntes EKVO-Labor

USt.-Id.Nr.: DE 111 620 831


chemlab

 Gesellschaft für Analytik
 und Umweltberatung mbH

Auftraggeber: WPW Geoconsult Südwest GmbH
 Projekt: 21.92594.1 - Windpark Minfeld
 AG Bearbeiter: Herr Porebski
 Probeneingang: 18.06.2021

Analytiknummer:				21063410.1	21063410.2	
Probenart:				Boden	Boden	
Probenbezeichnung:				MP WEA 01	MP WEA 02	
Parameter	Einheit	Verfahren	BG			
Feststoffuntersuchung						
Trockensubstanz	%	DIN ISO 11465	0,1	91,0	96,1	
Chlorid aus Auszug	mg/kg	Hausmethode	75	<75	<75	
Sulfat aus Auszug	mg/kg	Hausmethode	150	<150	<150	
Sulfid	mg/kg TS	DIN 38 405 D26	1	<1	<1	
Säuregrad n. Baumann-Gully	ml/kg TS	DIN 4030 Teil 2	2	<2	<2	

Bemerkung: Die Analysenergebnisse beziehen sich auf die Trockenmasse.

Bensheim, den 24.06.2021

chemlab GmbH

 Dipl.-Ing. Störk
 - Laborleiter -

KB 1.1 (0 - 15 m)



92594-1.dwg

WPW Geoconsult Südwest
 Baugrund Hydrogeologie Umwelt
 66877 Ramstein
 68219 Mannheim
 65189 Wiesbaden
 67061 Ludwigshafen

Bauvorhaben:
 Windpark Minfeld
 WEA 01
 Planbezeichnung:
 Fotos Kernbohrung 1.1 (0 - 15 m)

Anlage: 6.1
 Maßstab: o. M.
 Projekt-Nr: 21.92594.1

KB 2.1 (0 - 13 m)



92594-1.dwg

WPW Geoconsult Südwest Baugrund Hydrogeologie Umwelt 66877 Ramstein 68219 Mannheim 65189 Wiesbaden 67061 Ludwigshafen	Bauvorhaben: Windpark Minfeld WEA 02	Anlage: 6.2
	Planbezeichnung: Fotos Kernbohrung 2.1 (0 - 13 m)	Maßstab: o. M.
		Projekt-Nr: 21.92594.1

KB 2.1 (13 - 20 m)



92594-1.dwg

WPW Geoconsult Südwest Baugrund Hydrogeologie Umwelt 66877 Ramstein 68219 Mannheim 65189 Wiesbaden 67061 Ludwigshafen	Bauvorhaben: Windpark Minfeld WEA 02	Anlage: 6.3
	Planbezeichnung: Fotos Kernbohrung 2.1 (13 - 20 m)	Maßstab: o. M.
		Projekt-Nr: 21.92594.1