

**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](mailto:ramstein@wpwgeo-sw.de)  
[www.wpwgeo-sw.de](http://www.wpwgeo-sw.de)

## Geotechnischer Bericht

---

**Objekt:** **Windpark Niederkirchen II**  
**WEA 02**  
**1 x GE 5.5, 161 m NH**

**Auftraggeber:** **juwi AG**  
**Energie-Allee 1**  
**55286 Wörrstadt**

**Auftrag Nr.:** **21.92625.1**

**Datum:** **14.12.2021**

92625.1\_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 DEUTDE33  
Sparkasse Rhein Neckar Nord Mannheim, BLZ 670 505 05, Konto 39185253, IBAN DE186705050039185253, SWIFT/ BIC MANSDE66XXX

## INHALTSVERZEICHNIS

1	Einführung	2
2	Vorhandene Unterlagen und Beschreibung der Baumassnahme	2
3	Beschreibung der Baugrundverhältnisse	4
3.1	Aufschlussprogramm	4
3.2	Geologischer Überblick	4
3.3	Bodenverhältnisse	4
3.4	Hydrogeologische Verhältnisse	5
3.5	Bodengruppen, Frostempfindlichkeitsklassen	6
3.6	Bodenkenngrößen	7
3.7	Erdbebenzone	8
4	Gründung der WEA 02	8
5	Ausführungshinweise	9
5.1	Hinweise zur Baugrube	9
5.2	Hinweise zum Geländeauftrag, Schottererschicht	10
5.3	Baugrubenverfüllung, Wiederverwendung der Aushubmassen	10
5.4	Ableitung von Oberflächen- und Schichtwasser	12
5.5	Betonaggressivität, Leerrohrgraben, Frischbetongewicht	12
6	Hinweise zu den Kranstellflächen	13
7	Schurf im Bereich der potentiellen weiteren Anlage	14

## ANLAGEN

0	Legende
1	Übersichtslagepläne
2	Schnitte, Lageskizze
3	Grundbruch-/Setzungsberechnung
4	Prüfbericht zur Betonaggressivität

## VERTEILER

juwi AG  
Energie-Allee 1  
55286 Wörrstadt

1-fach und PDF

[Susemichel@juwi.de](mailto:Susemichel@juwi.de)  
[daniel.fewinger@juwi.de](mailto:daniel.fewinger@juwi.de)

## 1 EINFÜHRUNG

Im Windpark Niederkirchen II ist die Errichtung von 1 Windenergieanlage GE 5.5, Rotordurchmesser 158 m, Nabenhöhe 161 m, geplant. Die 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 Niederkirchen II, M 1 : 2.500, 30.08.2021
- [2] Detailplan WEA 02, Windpark Niederkirchen II, M 1 : 1.000, 30.08.2021
- [3] DE\_G20\_105\_XX\_X\_Schalplan\_k, M 1 : 50, 18.02.2020, Max Bögl
- [4] Geologische Übersichtskarte M 1 : 200.000, CC 7110 Mannheim

Den vorliegenden Unterlagen zufolge ist die Errichtung von 1 Windenergieanlage des Typs GE 5.5 mit einem Rotordurchmesser von 158 m und einer Nabenhöhe von 161 m geplant.

Gemäß der Unterlage [3] kann die Anlage bei geeigneten Baugrundverhältnissen flach mit einem Kreisringfundament gegründet werden. Bezugsebene ist die Geländeoberkante am Fundamentmittelpunkt, die mit der Kote  $\pm 0,00$  m belegt ist. Der Außendurchmesser beträgt 23,5 m, der Durchmesser des inneren Weichschichtrings (Kreisringinnendurchmesser) beträgt 4,40 m. Das Fundament hat eine Höhe von 2,6 m, die Gründungssohle liegt auf der Kote -1,29 m. Das Fundament wird im Endzustand 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
<b>Maximale Horizontallast <math>H_k</math>:</b>	1.339 kN	897 kN	1.336 kN
<b>Maximale Vertikallast <math>V_k</math>:</b>	32.736 kN	32.710 kN	32.714 kN
<b>Maximales Moment <math>M_k</math>:</b>	170.672 kNm	130.594 kNm	209.398 kNm
<b>Maximale Kantenpressung <math>\sigma_{R,k}</math>:</b>	274,99 kN/m <sup>2</sup>	-	324,6 kN/m <sup>2</sup>

Der geforderte Mindestwert der dynamischen Drehfedersteifigkeit beträgt  $k_{\phi, \text{dyn}} = 173.800 \text{ MNm/rad}$ , der Mindestwert der statischen Drehfedersteifigkeit beträgt  $k_{\phi, \text{stat}} = 34.760 \text{ MNm/rad}$ . Als zulässige Schiefstellung für eine Beanspruchungszeit von 25 Jahren gilt  $\Delta s = 3 \text{ mm/m}$ .

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

In Unterlage [2] sind folgende Koordinaten für den Fundamentmittelpunkt angegeben:

*Tabelle 2: UTM32 (ETRS 89) Koordinaten des Fundamentmittelpunkts*

WEA Nr.	Ostwert	Nordwert
<b>02</b>	32 408742	5491828

### **3 BESCHREIBUNG DER BAUGRUNDVERHÄLTNISSE**

#### **3.1 Aufschlussprogramm**

Die Untergrundverhältnisse im Bereich des Anlagenfundamentes wurden durch 2 Baggerschürfe sowie 3 Sondierungen mit der Schweren Rammsonde (DPH) erkundet. Zusätzlich wurden an der Kranstellfläche 2 Baggerschürfe ausgeführt. Die Durchführung bodenmechanischer Laborversuche an entnommenen Proben des Lockergesteins waren aufgrund der geringen Mächtigkeit der Lockergesteinsdecke nicht erforderlich.

An einer Bodenmischprobe wurde die Betonaggressivität nach DIN 4030 bestimmt.

Die Lage der Aufschlusspunkte ist der Lageskizze der Anlage 2 zu entnehmen. Die Aufschlussprofile sind in der Anlage 2.1 in Schnitten dargestellt. Höhenmäßiger Bezug für die Aufschlüsse im Bereich der WEA 02 erfolgte zur Geländehöhe am Fundamentmittelpunkt (415,75 m NHN), der bauherrenseits ausgepflockt war.

Zur ersten Abschätzung der Baugrundverhältnisse am Standort einer potenziellen weiteren WEA wurde ca. 800 m nordwestlich von der WEA 02 ein zusätzlicher Baggerschurf („zus. Sch“) angelegt. Die Lage dieses Schurfes ist im Übersichtslageplan der Anlage 1.3 eingetragen. Das Schurfergebnis ist dem Bericht als Einzelprofil in der Anlage 2.2 beigefügt und wird im Kapitel 7 ausführlich beschrieben.

#### **3.2 Geologischer Überblick**

Regionalgeologisch befindet sich der Standort des Windparks im Verbreitungsgebiet der Lebach-Gruppe des Rotliegenden, die hier von Sandsteinen, Tonsteinen und Schluffsteinen aufgebaut wird. Das Festgestein wird von gering mächtigen, teils bindigen, teils gemischtkörnigen Decksedimenten überlagert.

#### **3.3 Bodenverhältnisse**

Der Standort der WEA 02 liegt in einer landwirtschaftlich genutzten Fläche. Die Geländeoberfläche in der unmittelbaren Umgebung des Standortes weist ein Gefälle von ca. 11° in westlicher bis nordwestlicher Richtung auf.

In beiden Schürfen im Fundamentbereich (Sch 2.1 und Sch 2.2) wurde unmittelbar unterhalb des ca. 20 - 30 cm mächtigen Oberbodens Festgestein festgestellt. Es handelt sich dabei um stark verwitterten Tonstein und Schluffstein. Das Gestein zerfällt kleinstückig bis stückig, stellenweise grobstückig. Die Schichtung ist als flach und plattig, maximal bankig, anzusprechen. Das Gestein weist eine mäßig hohe bis hohe Festigkeit auf.

Mit den Schürfen Sch 2.6 und Sch 2.7 im Bereich der geplanten Kranstellfläche wurde unterhalb des Mutterbodens eine 20 cm mächtige Lehmschicht angetroffen. Im Schurf Sch 2.7 folgt bis 0,7 m Tiefe eine Schicht aus schluffigem, sandigem Kies, der aus Tonsteinfragmenten zusammengesetzt ist. Darunter wurde der Übergang zum Festgestein (Tonstein und Schluffstein) festgestellt.

Im Tiefenbereich bis maximal ca. 1,0 m unter GOK wurden mit den Sondierungen Schlagzahlen von  $N_{10,DPH} \approx 2 - 4$  ermittelt. Darunter liegen die Schlagzahlen überwiegend bei  $N_{10,DPH} \geq 6$  und deutlich darüber. Ausgerammt wurden die Sondierungen in Tiefen von 1,9 m bis 2,3 m, vermutlich am Übergang zum weniger verwitterten Festgestein.

### **3.4 Hydrogeologische Verhältnisse**

Grundwasser im Sinn eines durchgängigen Aquifers wurde bis zur maximalen Schürftiefe von 3,1 m unter GOK nicht erreicht. In den Schürfen Sch 2.1 und Sch 2.7 wurde in Tiefen zwischen 1,0 m – 1,1 m unter GOK jedoch Schichtwasser angetroffen.

Im Bereich der o.a. Anlagen liegt kein geschlossener Grundwasserleiter in Oberflächennähe vor. Allerdings ist eine witterungsbedingte, oberflächennahe Schichtwasserführung vorhanden.

Nach Einschätzung des Unterzeichners lassen die Geländeverhältnisse die Ausführung einer Sohldränage mit freiem Auslauf zu, so dass Fundamente ohne Auftrieb gewählt werden können. Dies ist durch eine topographische Geländeaufnahme zu überprüfen. Sollte die Ausführung einer solchen Sohldränage nicht möglich sein, z.B. aus gestaltungsrechtlichen Gründen, dann muss ein Auftriebsfundament gewählt werden.

### 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 im Aufschlussprofil.

Tabelle 3: Bodengruppen, Frostempfindlichkeitsklassen

Bodenart		Bodengruppe nach DIN 18196	Frostempfindlichkeitsklasse ZTVE-StB 17
Oberboden		OH	F 2
Lehm		UL, TL, TM	F 3
Kies		GU*	F 3
Tonstein, Schluffstein		-	F 1 – F 2

In den Tabellen 4 und 5 sind die im Bereich des Anlagenfundamentes bzw. der Kranstellfläche aufgeschlossenen Schichten in Homogenbereiche nach DIN 18300/2016 eingeteilt.

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

Homogen-Bereich Nr.	Eigenschaft, Kennwert	Bemerkung
<b>B 1</b>	Ortsübliche Bezeichnung	Lehm
	Korngrößenverteilung	Schluff, tonig, sandig, kiesig bis stark kiesig
	Massenanteil Steine, Blöcke	< 5 %
	Wichte	17 – 19 kN/m <sup>3</sup>
	Wassergehalt	10 - 25 %
	Konsistenz	weich - halbfest
	Lagerungsdichte	-
	Organischer Anteil	< 5 %
	Bodengruppe	UL, TL, TM
<b>B 2</b>	Ortsübliche Bezeichnung	Hangschutt, Felszersatzprodukte
	Korngrößenverteilung	Kies, schluffig bis stark schluffig, sandig
	Massenanteil Steine, Blöcke	30 - 80 %
	Wichte	19 - 23 kN/m <sup>3</sup>
	Wassergehalt	5 – 25 %
	Konsistenz	-
	Lagerungsdichte	mitteldicht - dicht
	Organischer Anteil	< 5 %
	Bodengruppe	GU*

Tabelle 5: Homogenbereiche nach DIN 18300 (2016) für Festgesteine

Homogenbereich Nr.	Zuordnungen	Einstufungen
<b>X 1</b>	<b>Geologische/ ortsübliche Bezeichnung</b>	Tonsteine und Schluffsteine des Perms
	<b>Benennung Beschreibung nach DIN EN ISO 14689-1</b>	sedimentär, geschichtet, fein- bis mittelkörnig
	<b>Trennflächenrichtung nach DIN EN ISO 14689-1</b>	Flache Schichtung Schichtflächenabstand: fein laminiert bis dünn Kluftflächenabstand: sehr engständig bis weitständig tafelförmige und prismatische Gesteinskörper
	<b>Druckfestigkeit nach DIN EN ISO 14689-1</b>	mäßig hoch - hoch
	<b>Veränderlichkeit nach DIN EN ISO 14689-1</b>	veränderlich - stark veränderlich
	<b>Verwitterungsstufe nach DIN EN ISO 14689-1</b>	stark verwittert

### 3.6 Bodenkenngrößen

Auf der Grundlage der Aufschlussergebnisse und von Erfahrungswerten wurden 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 6: Bodenkenngrößen (charakteristische Werte)

Bodenart		Wichte $\gamma / \gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Reibungs- winkel $\varphi'$ [°]	Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Querdehn- zahl $\nu$	Steifemodul [MN/m <sup>2</sup> ]	
						$E_{s, stat}$	$E_{s, dyn}$
<b>Lehm</b> weich steif halbfest		17/8	27,5	4	0,425	4	60
		17/8	27,5	4	0,425	8	72
		18/8	27,5	8	0,4	12	80
<b>Kies</b> mitteldicht dicht		20/10	35	-	0,325	30	150
		21/11	35	-	0,35	60	200
<b>Tonstein, Schluffstein</b> stark verwit- tert	<b>Zv</b>	22/14	35	0 <sup>1)</sup> / 20 <sup>2)</sup>	0,325	100	1000

<sup>1)</sup> bei Beanspruchung parallel zu den Trennflächen

<sup>2)</sup> bei Beanspruchung senkrecht zu den Trennflächen

### 3.7 Erdbebenzone

Der Standort der Windenergieanlage gehört zu keiner Erdbebenzone.

## 4 GRÜNDUNG DER WEA 02

Mit der Gründungskote von -1,29 m am Fundamentmittelpunkt liegt die Gründungssohle bergseitig im stark bis mäßig verwitterten Tonstein bzw. Schluffstein und talseitig oberhalb der Geländeoberfläche.

Das Fundament kann flach auf dem Festgestein bzw. dem erforderlichen Geländeauftrag gegründet werden. Unmittelbar unter der Fundamentsohle ist vollflächig mindestens 30 cm Schotter zur Vergleichmäßigung der Auflagerbedingungen einzubauen.

Nähere Hinweise zum Geländeauftrag werden im Abschnitt 5.2 gegeben.

Mit dem Programm GGU-Footing erfolgten die Grundbruch- und Setzungsberechnung sowie die Ermittlung der Drehfedersteifigkeit für die Gründungssituation am Fundamentmittelpunkt für die Bemessungssituation BS-A und BS-P nach Eurocode 7.

Die Last aus der Überschüttung wurde auf der sicheren Seite liegend nicht berücksichtigt. Hierbei wurde eine ausreichende Grundbruchsicherheit ermittelt. Die Anforderungen an die statische und dynamische Drehfedersteifigkeit sind ebenfalls erfüllt.

Die Gründungsparameter sind in der Tabelle 7 zusammengefasst.

*Tabelle 7: Gründungsparameter WEA 02*

<b>Gründungsniveau (Kote) Fundamentplatte</b>	GOK am Mittelpunkt -1,29 m
<b>Gründungsart</b>	Flachgründung
<b>Gründungshorizont</b>	Festgestein, talseitig Auftragsmaterial
<b>Zusatzmaßnahme</b>	Vollflächig $\geq 0,3$ m mächtige Schotterschicht
<b>Maximale Kantenpressung <math>\sigma_{R,k}</math>, Lastfall BS-P: 274,99 kN/m<sup>2</sup></b>	wird schadlos aufgenommen
<b>Maximale Kantenpressung <math>\sigma_{R,k}</math>, Lastfall BS-A: 324,60 kN/m<sup>2</sup></b>	wird schadlos aufgenommen
<b>Grundbruchsicherheit Anforderung: <math>\mu \leq 1,0</math></b>	$\mu = 0,086$
<b>dyn. Drehfedersteifigkeit Anforderung: <math>k_{\phi,dyn} = 173.800</math> MNm/rad</b>	$k_{\phi,dyn} = 2.430.093,8$ MNm/rad
<b>stat. Drehfedersteifigkeit Anforderung <math>k_{\phi,stat} = 34.760</math> MNm/rad</b>	$k_{\phi,stat} = 279.930,2$ MNm/rad
<b>Max. Setzungen/Setzungsdifferenz Anforderung: <math>\Delta s \leq 3</math> mm/m</b>	1,2 cm $\Delta s = 0,6$ mm/m
<b>Auftrieb auf das Fundament</b>	kann auftreten, Sohldränage ausführen

## 5 AUSFÜHRUNGSHINWEISE

### 5.1 Hinweise zur Baugrube

Die Baugrubensohle liegt im Festgestein. Beim Ausheben bis unterhalb der Aufschlussendtiefe kann Tonstein bzw. Schluffstein mit weitständigem Trennflächenabstand (ehemals Bodenklasse 7 nach DIN 18300-2012) anfallen. Hier kann zum Lösen des Festgesteins der Einsatz eines Felsmeißels erforderlich werden.

Im Festgestein lässt sich eine absolut ebene Aushubsohle i.d.R. nicht herstellen, da sich das Festgestein vornehmlich entlang seiner Schicht-, bzw. Klufflächen lösen lässt. Daher ist ein gewisser Mehrverbrauch an Schotter der Ausgleichsschicht einzukalkulieren.

Für freie Baugrubenböschungen gelten folgende zulässigen Böschungsneigungen:

Festgestein, stark verwittert:	$\beta \leq 60^\circ$
Festgestein, mäßig verwittert:	$\beta \leq 80^\circ$

**Die Baugrubensohle ist vom Unterzeichner vor dem Einbau der Sauberkeitsschicht in Augenschein nehmen zu lassen und nach der Freigabe unverzüglich zu verschließen oder zu überbauen.**

## 5.2 Hinweise zum Geländeauftrag, Schotterschicht

Die Aufstandsfläche für den Geländeauftrag ist in horizontalen Ebenen anzulegen, die - dem Verlauf der Festgesteinsoberfläche folgend - ggf. durch Abtreppen der Sohle herzustellen sind.

Als Massen für den Geländeauftrag eignet sich z.B. Mineralgemisch nach ZTV-SoB 04 der Körnung 0/32 – 56.

Der Einbau ist in Schichten von max. 30 cm Mächtigkeit vorzunehmen, jede Einbaulage ist zu verdichten. Als Verdichtungsanforderung gilt:  $D_{Pr} \geq 100 \%$ . Dieser Wert ist durch Verdichtungskontrollen nachzuweisen.

Bei einer Prüfung der Verdichtung mittels Plattendruckversuchen ist ein Verdichtungsverhältnis  $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,3$  oder ein Verformungsmodul  $E_{V2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen.

Der Geländeauftrag muss so weit über die Fundamentaßenkanten reichen, dass in diesem eine Lastausbreitung unter  $45^\circ$  gewährleistet ist.

## 5.3 Baugrubenverfüllung, Wiederverwendung der Aushubmassen

Die Massen des Festgesteins, sowie das in geringem Umfang als Aushub anfallende grob- und gemischtkörnige Bodenmaterial sind in maximal erdfeuchtem Zustand für den Einbau im Arbeitsraum sowie zum Überschütten des Fundamentes geeignet. Zur Vergleichmäßigung und Reduzierung der Wasserempfindlichkeit ist eine Verbesserung mit Bindemitteln vorzusehen.

Die für die Erdauflast des Fundamentes erforderliche Trockenwichte  $\gamma \geq 18,0 \text{ kN/m}^3$  ist erreichbar. Voraussetzung ist der lagenweise Einbau (Schichtdicke  $\leq 20 \text{ cm}$ ) und das fachgerechte Verdichten (Verdichtungsgrad  $D_{pr} \geq 100 \%$ ) der Böden. Das Material muss zuvor ggf. auf eine geeignete Korngröße (Größtkorn  $100 \text{ mm}$ ) gebrochen werden. Das zulässige Größtkorn für den Einbau unter der Kranstellfläche beträgt  $400 \text{ mm}$ .

Die eventuell beim Aushub in geringem Maße anfallenden feinkörnigen Lockergesteine (Decklehm) sind als Arbeitsraumverfüllung nur nach einer Verbesserung mit Bindemitteln geeignet.

Darüber hinaus wird i. d. R. mit den feinkörnigen 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 ebenfalls 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 Festgesteinsaushub bzw. mit Liefermassen geeigneter Wichte überschüttet werden.

Teile des Festgesteins (zersetzer und stark verwitterter Tonstein und Schluffstein) sowie das Lockergesteinsmaterial sind wasserempfindlich und verlieren bei Wasserzutritt einen Teil ihrer Verdichtungsfähigkeit, so dass für den Zeitraum der Zwischenlagerung ein Witterungsschutz (Folienabdeckung oder verdichteter Einbau in einer Miete) vorzusehen ist. Große Felsblöcke sollten bereits beim Aushub separiert werden.

Sofern eine Gründung von Kranstützen im Arbeitsraum des Fundamentes vorgesehen ist, ist der Arbeitsraum im Lastausbreitungsbereich der Stützen entweder mit Festgesteinsmassen oder mit Fremdmassen, z. B. Schotter, zu verfüllen und auf einen Verdichtungsgrad  $D_{pr} \geq 100 \%$  zu verdichten. Das Größtkorn ist auf einen Durchmesser  $d = 100 \text{ mm}$  zu begrenzen.

#### 5.4 Ableitung von Oberflächen- und Schichtwasser

Niederschlagswasser und der Baugrube zutretendes Sicker- und Schichtwasser wird nur langsam in tiefere Schichten abgeführt. Bauzeitlich zutretendes Wasser ist mit einer Dränage und einem Pumpensumpf (beides außerhalb des Lastabtragungsbereiches) zu fassen und abzuleiten.

Durch geeignete Dränagen ist sicherzustellen, dass Oberflächenwasser, das z.B. in bergseitig der Anlage befindlichen Befestigungsflächen (z. B. Kranstellfläche) anfällt, nicht konzentriert in den Arbeitsraum des Fundamentes gelangt. Das anfallende Turmwasser ist am Turmfuß zu fassen und außerhalb des Fundamentbereiches und des Arbeitsraumes abzuschlagen.

Das Dränagerohr der Sohldränage ist mit seiner Sohle in Höhe der Unterkante der Sauberkeitsschicht, also neben der Sauberkeitsschicht, nicht auf der Sauberkeitsschicht, zu verlegen. Das Rohr ist in Dränagekies einzubetten, der mit einem Geotextil zu ummanteln ist.

Das Auslaufrohr ist mit einem stetigen Gefälle und bis zum Auslauf in frostfreier Tiefe (Rohrscheitel mindestens 0,8 m unter GOK) zu verlegen.

Am Ende des Auslaufrohres ist ein Steindom aus Filterkies auszuführen, der mit einem Geotextil zu ummanteln ist. Die Geländeoberfläche im Bereich des Steindoms muss mindestens 20 cm unterhalb der Sohle der Sohldränage (= UK Sauberkeitsschicht) liegen.

Alternativ kann ein freier Auslauf des Rohres hergestellt werden, der mit einer Froschklappe zu verschließen ist.

#### 5.5 Betonaggressivität, Lehrrohrgraben, Frischbetongewicht

Der Baugrund wurde gemäß DIN 4030 hinsichtlich betonangreifender Stoffe untersucht. Dem Analyseergebnis folgend ist er nicht betonangreifend. Das Analyseergebnis ist in der Anlage 4 beigefügt.

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

Aufgrund der Gründung des Fundamentes im Festgestein sind schädliche Setzungen aus dem Gewicht des Frischbetons nicht zu erwarten.

## 6 HINWEISE ZU DEN KRANSTELLFLÄCHEN

Eine Darstellung in Form von Geländeschnitten zur höhenmäßigen Anordnung der geplanten Kranstellflächen stehen dem Unterzeichner nicht zur Verfügung. Deshalb kann nur eine allgemeine Beurteilung der Baugrundverhältnisse vorgenommen werden.

In der Kranstellfläche der WEA 02 stehen in Höhe des Planums Festgestein bzw. gemischtkörnige Lockergesteine (feinkornhaltiger Kies) an. Die geforderte Tragfähigkeit (entsprechend  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  im statischen Plattendruckversuch) wird im Festgestein erfahrungsgemäß und im Kies, maximal erdfeuchten Zustand während der Bauzeit vorausgesetzt durch Verdichten erreicht.

Werden im Bereich des Planums noch feinkornreiche Böden angetroffen, so sind diese bis auf das unterlagernde Festgestein resp. bis auf die gemischtkörnigen Lockergesteine abzutragen und gegen scherfestes Material zu ersetzen. Alternativ können die feinkornreichen Massen mit Bindemittel in einer Mächtigkeit von 30 – 40 cm verbessert werden.

Auf das Planum ist eine 40 – 50 cm mächtige Tragschicht aus Mineralgemisch aufzubringen, um den i. d. R. erforderlichen Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$  auf der Oberfläche der Kranstellfläche zu erreichen.

Sollte Geländeauftrag im Bereich der Kranstellfläche erforderlich werden, ist die Auftragssohle in den feinkornreichen Deckschichten mit Bindemitteln zu verbessern. Alternativ kann auch ein Bodenaustausch der Deckschichten gegen scherfeste Massen ausgeführt werden.

Werden Massen aus den feinkornreichen Schichten als Auftragsmassen vorgesehen, sind sie über ihre gesamte Mächtigkeit mit Bindemittel zu verbessern. Die Massen des Festgesteins sowie die feinkornarmen Lockergesteinsmassen können, maximal Erdfeuchte vorausgesetzt, ohne Verbesserung für den Geländeauftrag verwendet werden.

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 Drainage auszuführen.

Nach Vorliegen der Kransdaten und des Aufbaus der Kranstellfläche ist für die Kranstellfläche ein Standsicherheitsnachweis zu führen.

Im Falle von Auftragsböschungen im Lastabtragungsbereich des Krans sind Standsicherheitsnachweise auf der Grundlage von konkreten Geländeschnitten auszuführen.

## **7 SCHURF IM BEREICH DER POTENTIELLEN WEITEREN ANLAGE**

Der vorgesehene Standort einer weiteren WEA liegt in einer landwirtschaftlich genutzten Fläche. Die Geländeoberfläche in der unmittelbaren Umgebung des Standortes weist ein vergleichsweise starkes Gefälle in östlicher bis nordöstlicher Richtung auf.

Mit dem „zus. Sch“ bezeichneten Schurf wurde unterhalb des Oberbodens eine 40 cm mächtige Hangschuttschicht aus stark schluffigem, sandigem Kies aufgeschlossen. Darunter folgen bis zur Schurfendtiefe von 2,0 m u. GOK Steine und Blöcke in schluffiger, sandiger, kiesiger Matrix. Es handelt sich dabei um die Lockergesteine aus der Verwitterungszone des Sandsteins.

Der Schurf konnte wegen der Grobstückigkeit und der Dichte des anstehenden Materials nicht tiefer als 2 m geführt werden, was ein Hinweis auf den Übergang in verwittertes Festgestein in dieser Tiefe sein kann. Im Lauf der noch ausstehenden Erkundung ist dies durch mindestens 1 weiteren Baggerschurf und 3 Sondierungen mit der Schwere Rammsonde zu verifizieren.

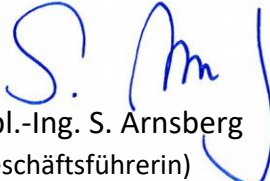
Grundwasser und Schichtwasser wurden nicht angetroffen.

In der Tabelle 8 sind die im Bereich des Schurfes aufgeschlossenen Schichten in einem Homogenbereich nach DIN 18300/2016 zusammengefasst.

*Tabelle 8: Homogenbereiche nach DIN 18300 (2016) für Lockergesteine*

Homogen-Bereich Nr.	Eigenschaft, Kennwert	Bemerkung
<b>B 2</b>	Ortsübliche Bezeichnung	Felsersatzprodukte, Hangschutt
	Korngrößenverteilung	Steine in schluffiger, sandiger, kiesiger Matrix Kies, stark schluffig, sandig
	Massenanteil Steine, Blöcke	30 - 80 %
	Wichte	19 - 23 kN/m <sup>3</sup>
	Wassergehalt	5 - 25 %
	Konsistenz	-
	Lagerungsdichte	n.n.
	Organischer Anteil	< 5 %
	Bodengruppe	GU*, X
	Frostempfindlichkeitsklasse (nach ZTVE-StB 17 Tabelle 1)	F 1 - F 3

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 <sup>2</sup>
×	DPL-10	Leichte Rammsonde DIN 4094 Spitzenquerschnitt 10 cm <sup>2</sup>
×	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 <sup>2</sup>	10.00 cm <sup>2</sup>	15.00 cm <sup>2</sup>
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

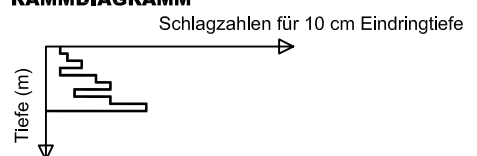
## VERWITTERUNG

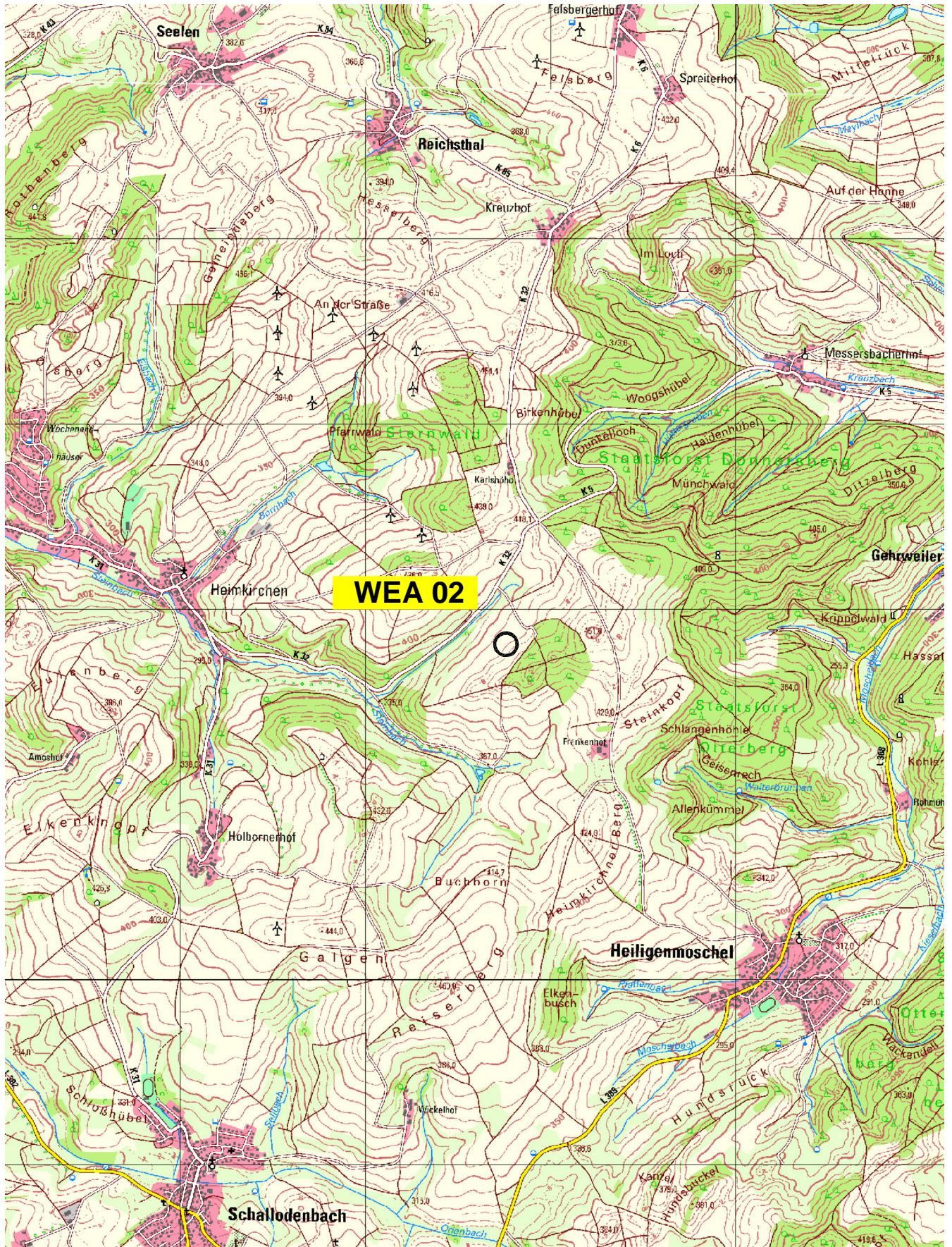
vo	frisch	
v'		schwachverwittert
v		mäßig verwittert
v̄		stark verwittert
z		vollständig verwittert
zs		zersetzt

## BOHRVERFAHREN

	Einfachkernrohr
	Doppelkernrohr DKH
	Doppelkernrohr DKD
	Verrohrung

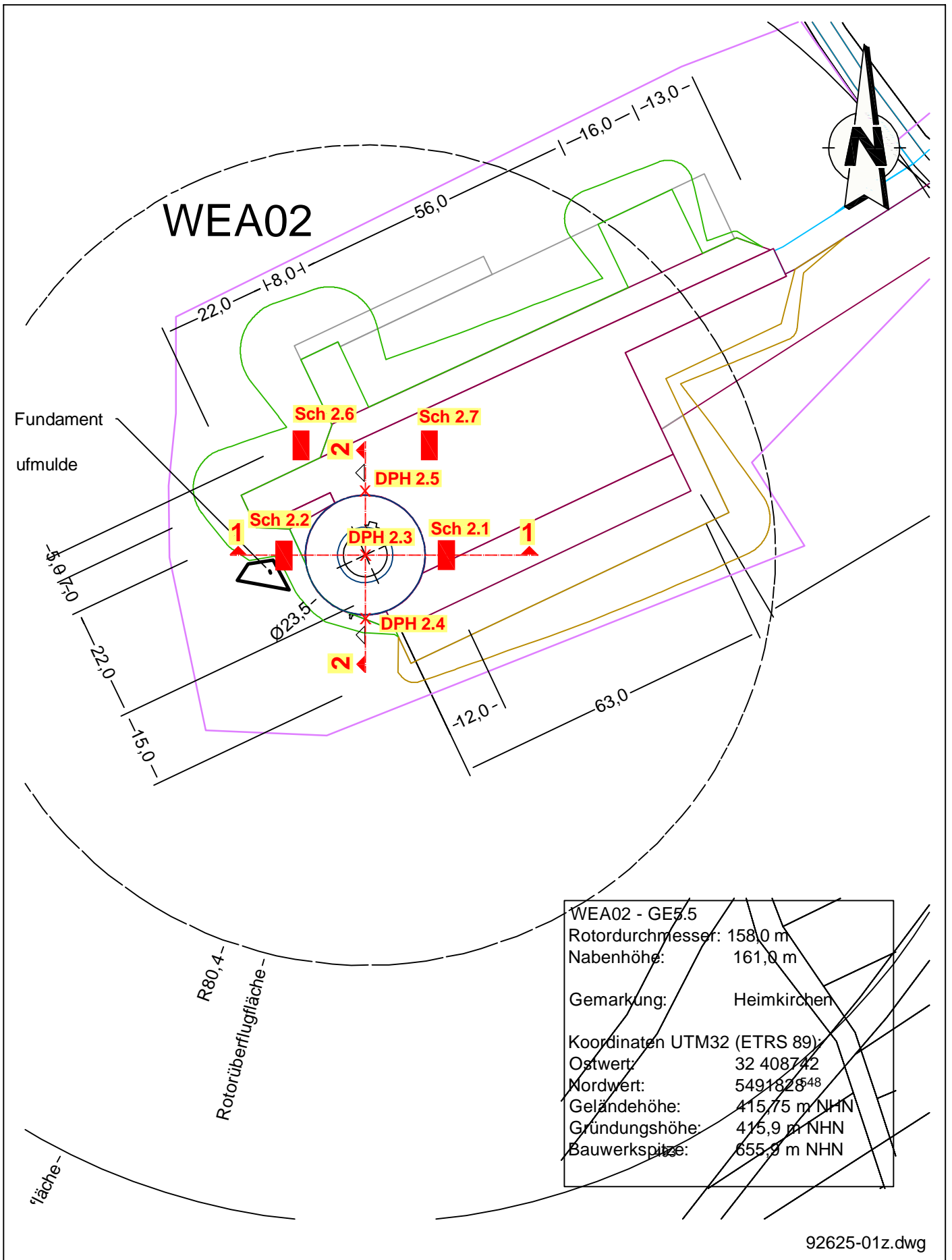
## RAMMDIAGRAMM





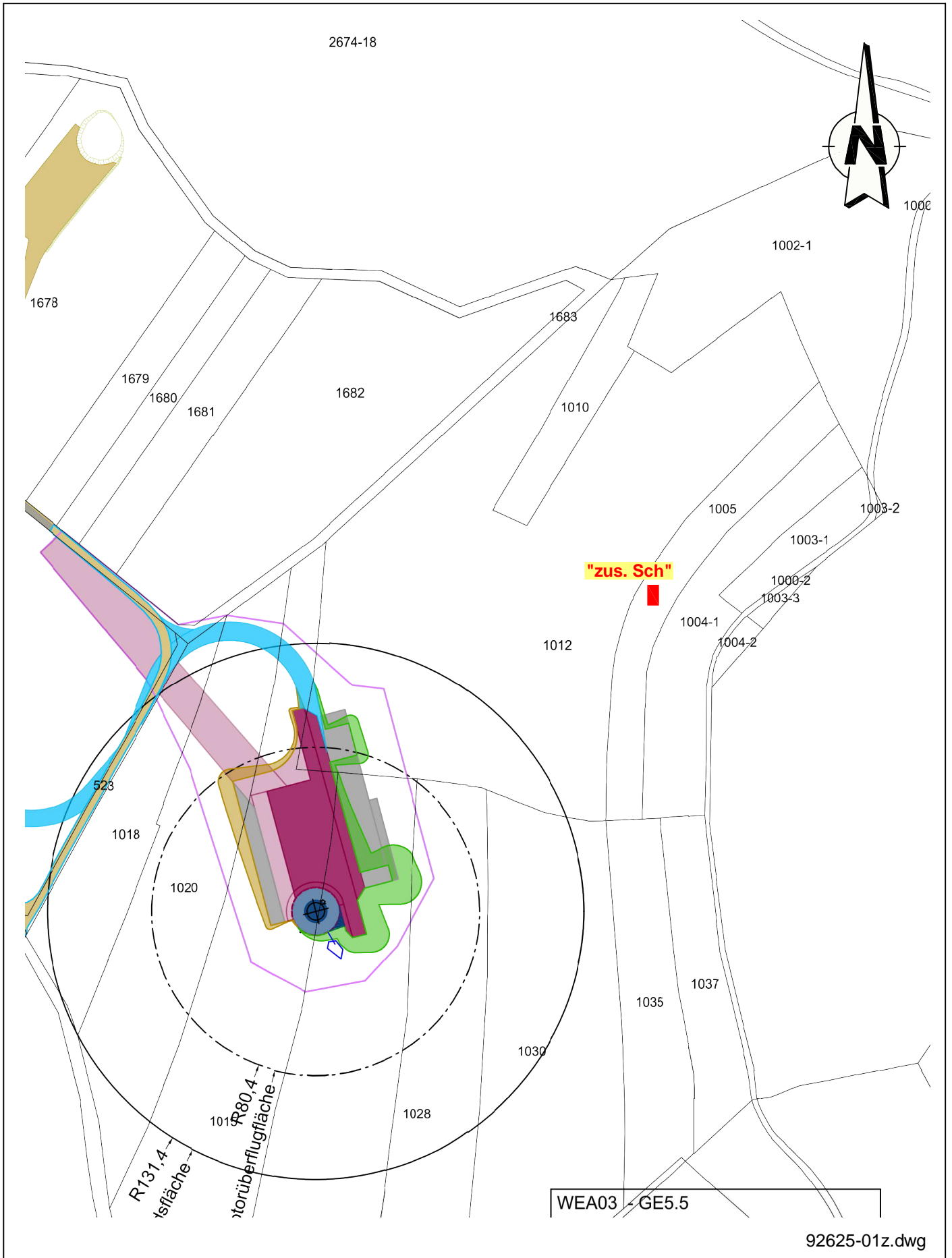
92625-1.dwg

WPW Geoconsult Südwest Baugrund Hydrogeologie Umwelt 66877 Ramstein 68219 Mannheim 65189 Wiesbaden 67061 Ludwigshafen	Bauvorhaben: Windpark Niederkirchen II WEA 02	Anlage: 1.1
	Planbezeichnung: Übersichtslageplan	Maßstab: o. M.
		Projekt-Nr: 21.92625.1



92625-01z.dwg

WPW Geoconsult Südwest Baugrund Hydrogeologie Umwelt 66877 Ramstein 68219 Mannheim 65189 Wiesbaden 67061 Ludwigshafen	Bauvorhaben: <b>Windpark Niederkirchen II</b> <b>WEA 02</b> Planbezeichnung: <b>Detaillageplan</b>	Anlage: 1.2
		Maßstab: 1 : 1000
		Projekt-Nr: 21.92625.1



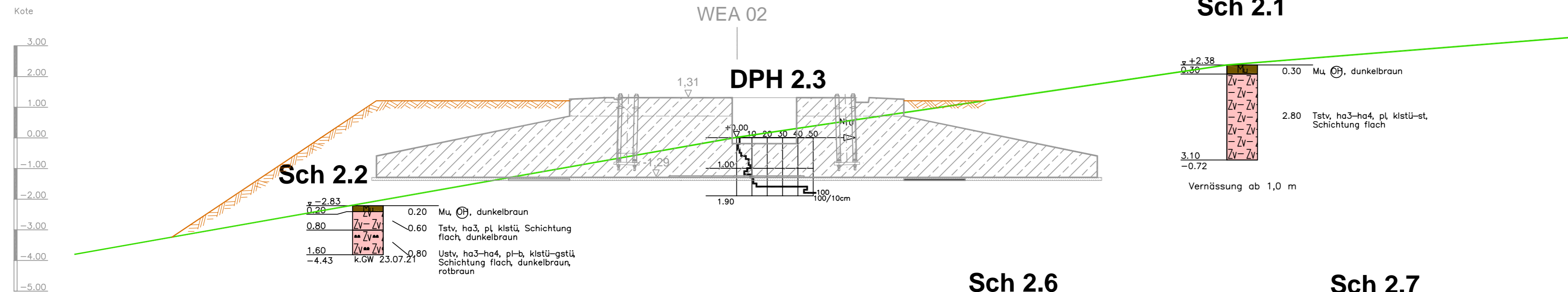
**WPW Geoconsult Südwest**  
 Baugrund Hydrogeologie Umwelt  
 66877 Ramstein  
 68219 Mannheim  
 65189 Wiesbaden  
 67061 Ludwigshafen

Bauvorhaben:  
**Windpark Niederkirchen II**  
**"zus. Sch"**  
 Planbezeichnung:  
**Detallageplan**

Anlage:	1.3
Maßstab:	o. M.
Projekt-Nr:	21.92625.1

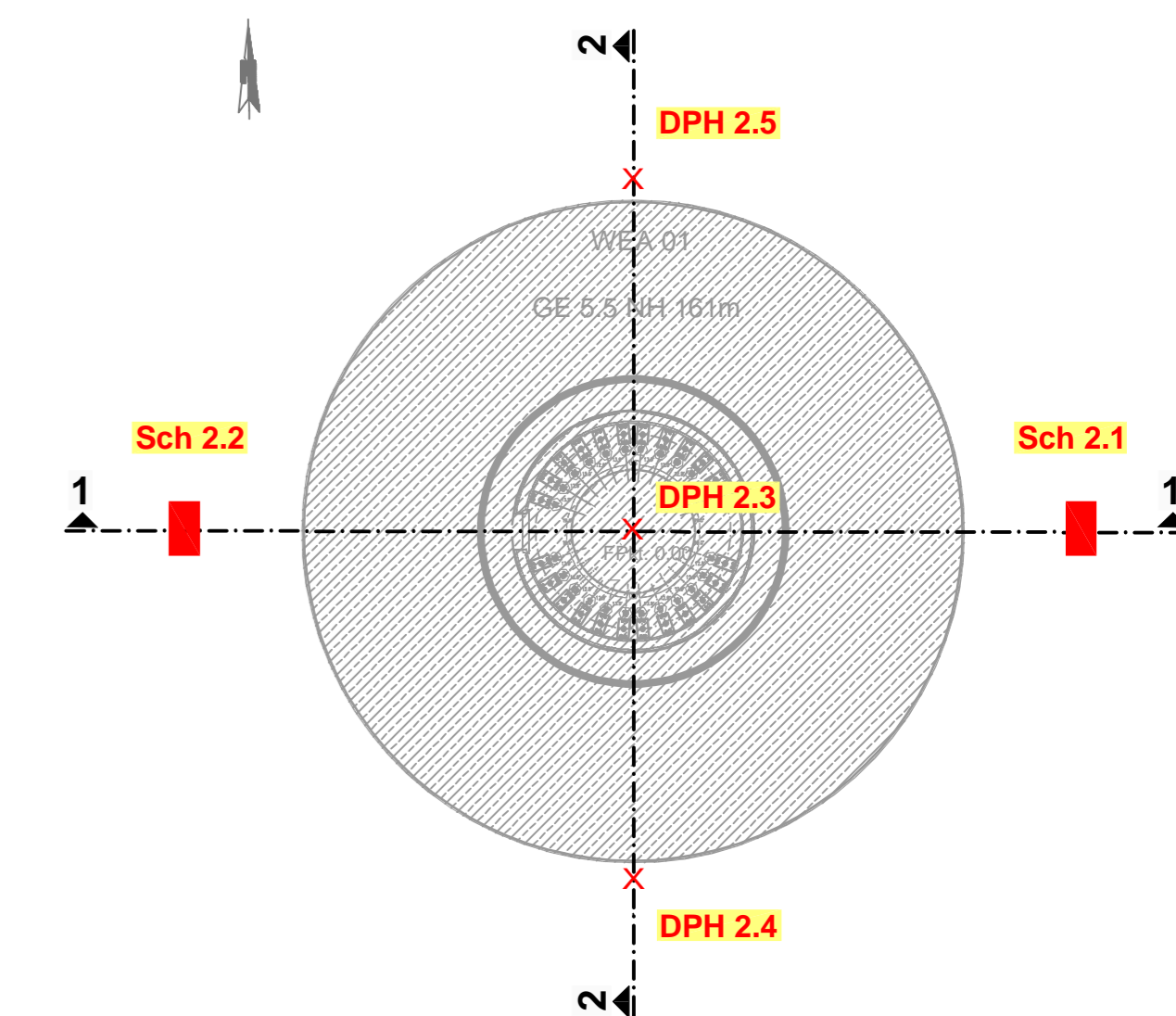
# Schnitt 1 - 1

(M 1 : 100)



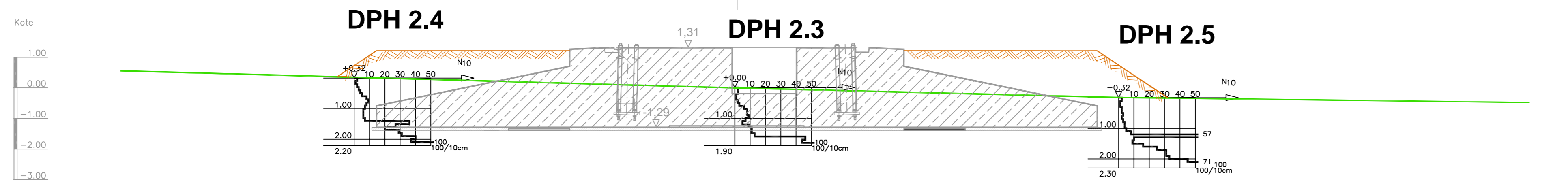
# Lageskizze

(M ca. 1 : 250)



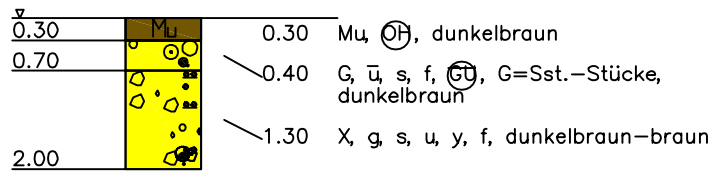
# Schnitt 2 - 2

(M 1 : 100)





Index:	Änderungen:	Gesehen:	Datum:
Projekt:			
Windpark Niederkirchen II			
WEA 02, GE 5.5 - NH 161 m			
Planbezeichnung:			
Schnitt 1 - 1; Schnitt 2 - 2; Lageskizze			
Anlage Nr.:	2.1	Maßstab:	1 : 100; ~1 : 250
<p><b>WPW Geoconsult Südwest</b></p> <p>Baugrund   Hydrogeologie   Umwelt</p>		Bearbeiter:	K. Porebski
		Gezeichnet:	J. Hartz
		Gesehen:	
		Datei:	92625-1z.dwg; Blatt: 297 x 790
		Projekt-Nr.:	21.92625.1
67061 Ludwigshafen		68219 Mannheim	
68219 Mannheim		68189 Wiesbaden	

# "zus. Sch"

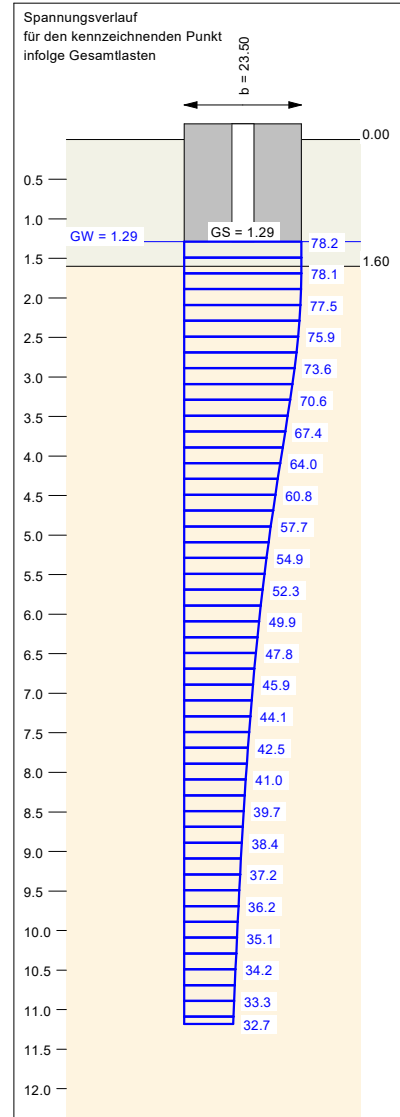
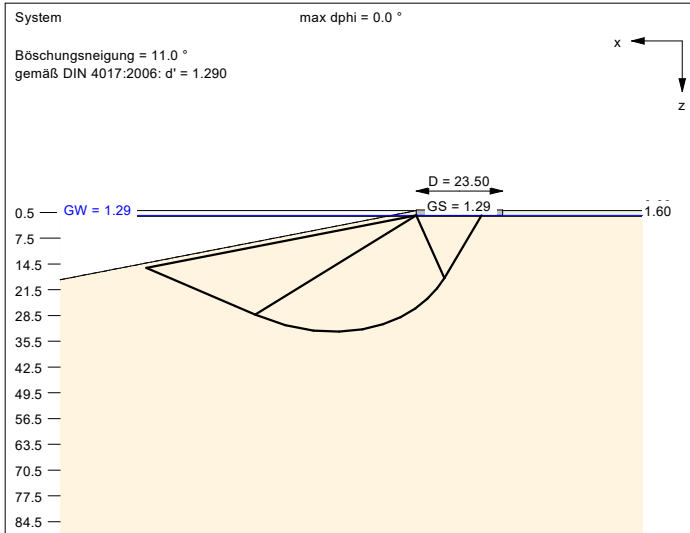


92625-1.dwg

<b>WPW Geoconsult Südwest</b> Baugrund Hydrogeologie Umwelt 66877 Ramstein 68219 Mannheim 65189 Wiesbaden 67061 Ludwigshafen	<b>Bauvorhaben:</b> Windpark Niederkirchen II "zus. Sch" <b>Planbezeichnung:</b> Bohrprofil zusätzlicher Schurf	<b>Anlage:</b> 2.2
		<b>Maßstab:</b> d. H. 1 : 100
		<b>Projekt-Nr:</b> 21.92625.1

Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Bezeichnung
	20.0	11.0	35.0	0.0	100.0	0.00	Polster / Bodenaustausch
	22.0	14.0	35.0	20.0	100.0	0.00	Tonstein / Schluffstein, stark verwittert

## 92625 WP Niederkirchen II, WEA 02, BS-P, statisch Fundamentdurchmesser 23,5 m Überschüttung nicht berücksichtigt



Berechnungsgrundlagen:  
 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:  
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$   
 $\gamma_{G,stab} = 0.90$

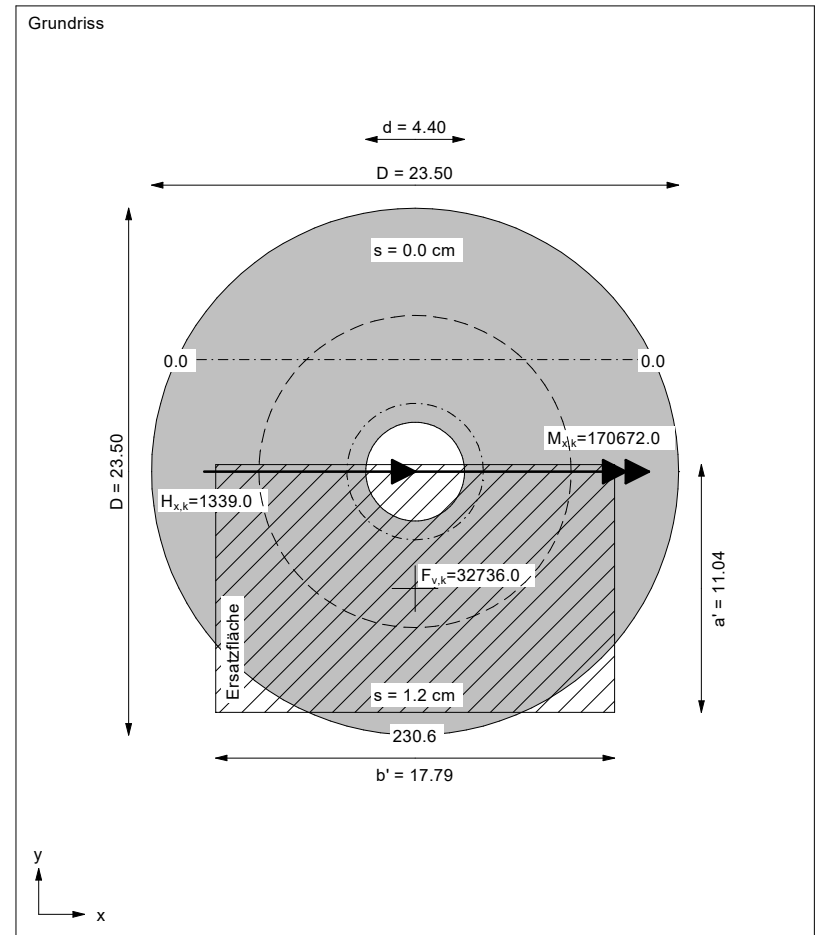
$\gamma_{Q,dst} = 1.50$   
 Gründungssohle = 1.29 m  
 Grundwasser = 1.29 m  
 Böschungseigung = 11.0 °  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 - - - - - 1. Kernweite  
 - - - - - 2. Kernweite

**Ergebnisse Einzelfundament:**  
 Lasten = ständig / veränderlich  
 Vertikalkraft  $F_{v,k} = 32736.00 / 0.00$  kN  
 Horizontalkraft  $F_{h,x,k} = 0.00 / 1339.00$  kN  
 Horizontalkraft  $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$  kN  
 Moment  $M_{x,k} = 0.00 / 170672.00$  kN·m  
 Moment  $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$  kN·m  
 Durchmesser D = 23.500 m  
 Durchmesser (innen) d = 4.400 m  
 Unter ständigen Lasten:  
 Exzentrizität  $e_x = 0.000$  m  
 Exzentrizität  $e_y = 0.000$  m  
 Resultierende im 1. Kern (= 3.040 m)  
 $a' = 20.801$  m  
 $b' = 20.801$  m  
 Unter Gesamtlasten:  
 Exzentrizität  $e_x = 0.000$  m  
 Exzentrizität  $e_y = -5.214$  m  
 Resultierende im 2. Kern (= 6.958 m)  
 $a' = 11.045$  m  
 $b' = 17.792$  m

**Grundbruch:**  
 Durchstanzen untersucht,  
 aber nicht maßgebend.  
 Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\sigma_{Gk} / \sigma_{Gd} = 3657.7 / 2612.64$  kN/m<sup>2</sup>  
 $R_{n,k} = 718774.91$  kN  
 $R_{n,d} = 513410.65$  kN  
 $V_d = 1.35 \cdot 32736.00 + 1.50 \cdot 0.00$  kN  
 $V_d = 44193.60$  kN  
 $\mu$  (parallel zu x) = 0.086  
 cal  $\varphi = 35.0^\circ$   
 cal c = 19.93 kN/m<sup>2</sup>  
 cal  $\gamma_2 = 13.99$  kN/m<sup>3</sup>

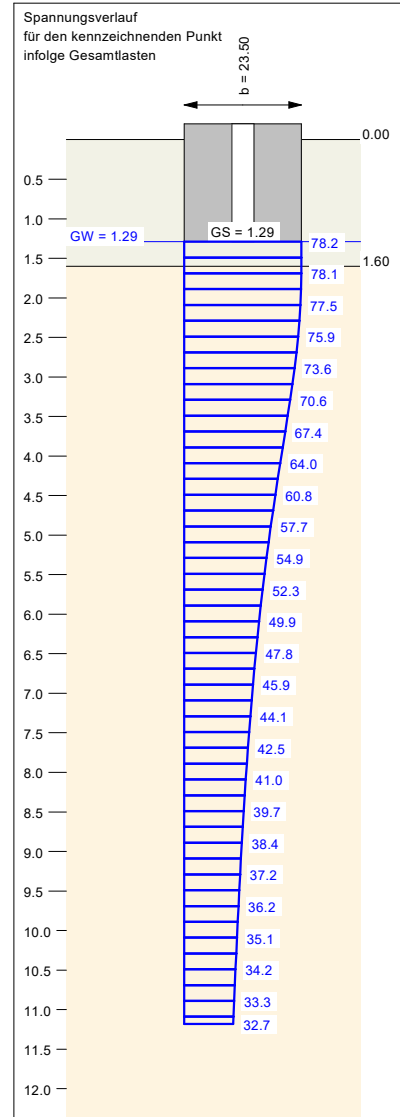
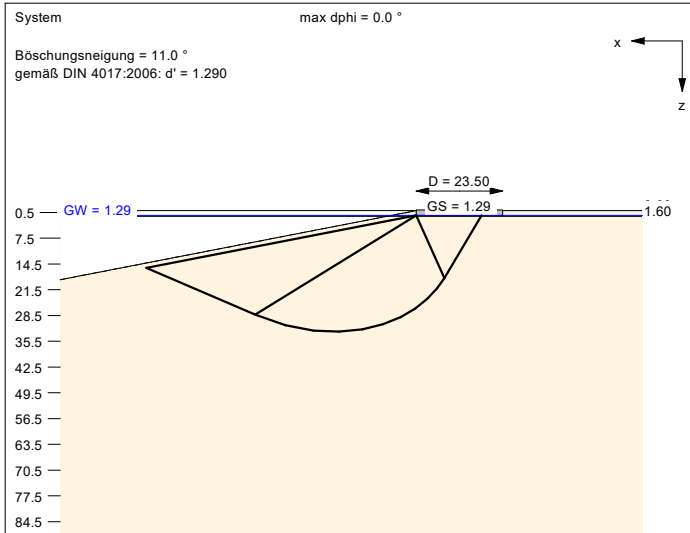
cal  $\sigma_0 = 18.25$  kN/m<sup>2</sup>  
 cal  $\beta = 11.00^\circ$   
 UK log. Spirale = 32.90 m u. GOK  
 Länge log. Spirale = 108.89 m  
 Fläche log. Spirale = 1640.95 m<sup>2</sup>  
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):  
 $N_{d0} = 46.12$ ;  $N_{d10} = 33.30$ ;  $N_{b0} = 22.61$   
 Formbeiwerte (x):  
 $v_c = 1.367$ ;  $v_d = 1.356$ ;  $v_b = 0.814$   
 Neigungsbeiwerte (x):  
 $i_c = 0.942$ ;  $i_d = 0.944$ ;  $i_b = 0.905$   
 Geländeneigungsbeiwerte (x):  
 $\lambda_c = 0.757$ ;  $\lambda_d = 0.663$ ;  $\lambda_b = 0.541$

Setzung infolge Gesamtlasten:  
 Grenztiefe  $t_g = 11.18$  m u. GOK  
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.64 cm  
 Setzungen der KPs:  
 oben = 0.03 cm  
 unten = 1.24 cm  
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 1640.2  
 Drehfedersteifigkeit:  
 $k_{\varphi,x} = 279930.2$  MN·m/rad  
 Nachweis EQU:  
 $M_{stab} = 32736.0 \cdot 23.50 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 346183.2$   
 $M_{dst} = 170672.0 \cdot 1.50 = 256008.0$   
 $\mu_{EQU} = 256008.0 / 346183.2 = 0.740$



Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Bezeichnung
	20.0	11.0	35.0	0.0	300.0	0.00	Polster / Bodenaustausch
	22.0	14.0	35.0	20.0	1000.0	0.00	Tonstein / Schluffstein, stark verwittert

## 92625 WP Niederkirchen II, WEA 02, BS-P, dynamisch Fundamentdurchmesser 23,5 m Überschüttung nicht berücksichtigt



Berechnungsgrundlagen:  
 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:  
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$   
 $\gamma_{G,stab} = 0.90$

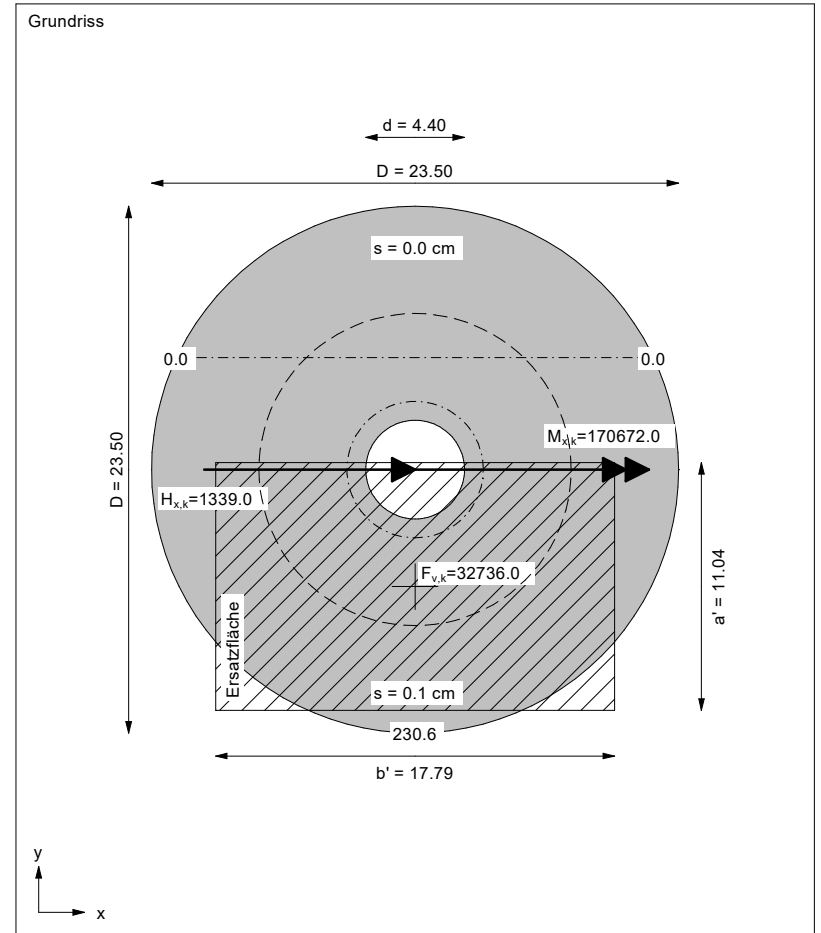
$\gamma_{Q,dst} = 1.50$   
 Gründungssohle = 1.29 m  
 Grundwasser = 1.29 m  
 Böschungseigung = 11.0 °  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 - - - - - 1. Kernweite  
 - - - - - 2. Kernweite

**Ergebnisse Einzelfundament:**  
 Lasten = ständig / veränderlich  
 Vertikalkraft  $F_{v,k} = 32736.00 / 0.00$  kN  
 Horizontalkraft  $F_{h,x,k} = 0.00 / 1339.00$  kN  
 Horizontalkraft  $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$  kN  
 Moment  $M_{x,k} = 0.00 / 170672.00$  kN·m  
 Moment  $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$  kN·m  
 Durchmesser D = 23.500 m  
 Durchmesser (innen) d = 4.400 m  
 Unter ständigen Lasten:  
 Exzentrizität  $e_x = 0.000$  m  
 Exzentrizität  $e_y = 0.000$  m  
 Resultierende im 1. Kern (= 3.040 m)  
 $a' = 20.801$  m  
 $b' = 20.801$  m  
 Unter Gesamtlasten:  
 Exzentrizität  $e_x = 0.000$  m  
 Exzentrizität  $e_y = -5.214$  m  
 Resultierende im 2. Kern (= 6.958 m)  
 $a' = 11.045$  m  
 $b' = 17.792$  m

**Grundbruch:**  
 Durchstanzen untersucht,  
 aber nicht maßgebend.  
 Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\sigma_{Gk} / \sigma_{Gd} = 3657.7 / 2612.64$  kN/m<sup>2</sup>  
 $R_{n,k} = 718774.91$  kN  
 $R_{n,d} = 513410.65$  kN  
 $V_d = 1.35 \cdot 32736.00 + 1.50 \cdot 0.00$  kN  
 $V_d = 44193.60$  kN  
 $\mu$  (parallel zu x) = 0.086  
 cal  $\varphi = 35.0^\circ$   
 cal c = 19.93 kN/m<sup>2</sup>  
 cal  $\gamma_2 = 13.99$  kN/m<sup>3</sup>

cal  $\sigma_0 = 18.25$  kN/m<sup>2</sup>  
 cal  $\beta = 11.00^\circ$   
 UK log. Spirale = 32.90 m u. GOK  
 Länge log. Spirale = 108.89 m  
 Fläche log. Spirale = 1640.95 m<sup>2</sup>  
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):  
 $N_{d0} = 46.12$ ;  $N_{d10} = 33.30$ ;  $N_{b0} = 22.61$   
 Formbeiwerte (x):  
 $v_c = 1.367$ ;  $v_d = 1.356$ ;  $v_b = 0.814$   
 Neigungsbeiwerte (x):  
 $i_c = 0.942$ ;  $i_d = 0.944$ ;  $i_b = 0.905$   
 Geländeneigungsbeiwerte (x):  
 $\lambda_c = 0.757$ ;  $\lambda_d = 0.663$ ;  $\lambda_b = 0.541$

Setzung infolge Gesamtlasten:  
 Grenztiefe  $t_g = 11.18$  m u. GOK  
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.07 cm  
 Setzungen der KPs:  
 oben = 0.00 cm  
 unten = 0.14 cm  
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 14607.5  
 Drehfedersteifigkeit:  
 $k_{\varphi,x} = 2493089.4$  MN·m/rad  
 Nachweis EQU:  
 $M_{stab} = 32736.0 \cdot 23.50 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 346183.2$   
 $M_{dst} = 170672.0 \cdot 1.50 = 256008.0$   
 $\mu_{EQU} = 256008.0 / 346183.2 = 0.740$



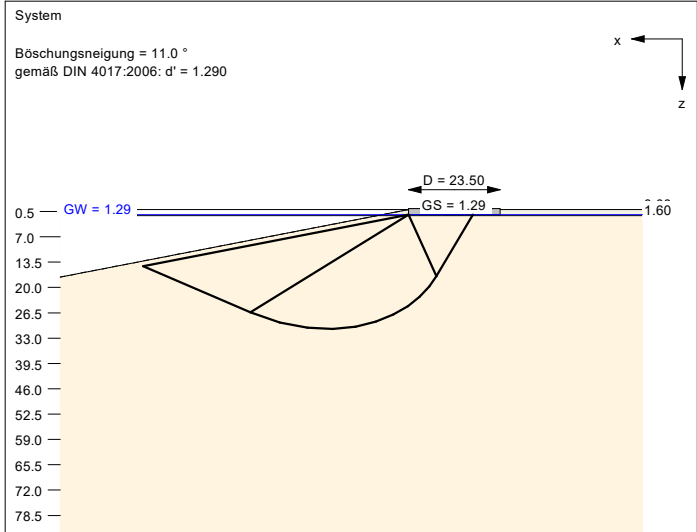


Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Bezeichnung
Polster	20.0	11.0	35.0	0.0	300.0	0.00	Polster / Bodenaustausch
Tonstein	22.0	14.0	35.0	20.0	1000.0	0.00	Tonstein / Schluffstein, stark verwittert

# 92625 WP Niederkirchen II, WEA 02, BS-A, dynamisch

## Fundamentdurchmesser 23,5 m

### Überschüttung nicht berücksichtigt

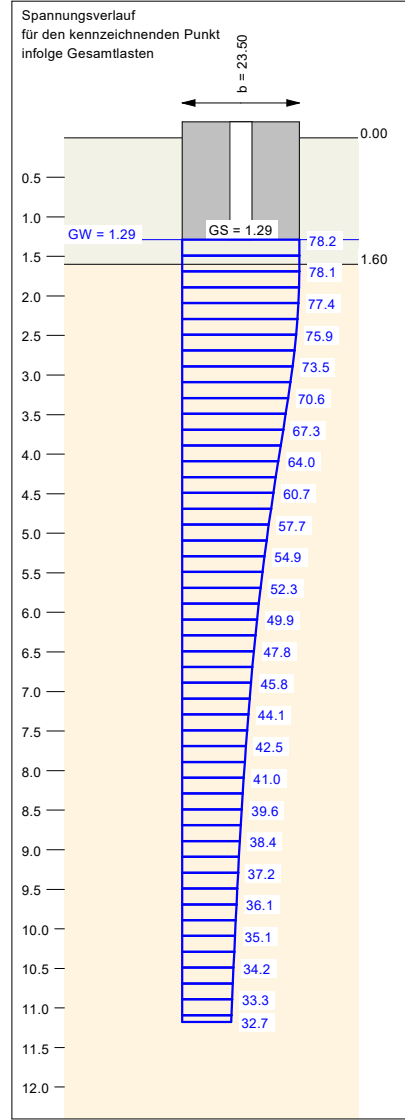


**Ergebnisse Einzelfundament:**  
 Lasten = ständig / veränderlich  
 Vertikalkraft  $F_{v,k} = 32714.00 / 0.00$  kN  
 Horizontalkraft  $F_{h,x,k} = 0.00 / 1336.00$  kN  
 Horizontalkraft  $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$  kN  
 Moment  $M_{x,k} = 0.00 / 209398.00$  kN·m  
 Moment  $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$  kN·m  
 Durchmesser D = 23.500 m  
 Durchmesser (innen) d = 4.400 m  
 Unter ständigen Lasten:  
 Exzentrizität  $e_x = 0.000$  m  
 Exzentrizität  $e_y = 0.000$  m  
 Resultierende im 1. Kern (= 3.040 m)  
 $a' = 20.801$  m  
 $b' = 20.801$  m  
 Unter Gesamtlasten:  
 Exzentrizität  $e_x = 0.000$  m  
 Exzentrizität  $e_y = -6.401$  m  
 Resultierende im 2. Kern (= 6.958 m)  
 $a' = 8.968$  m  
 $b' = 16.520$  m

**Grundbruch:**  
 Durchstanzen untersucht, aber nicht maßgebend.  
 Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma_{R,v} = 1.20$   
 $\sigma_{G,k} / \sigma_{G,d} = 3515.7 / 2929.78$  kN/m<sup>2</sup>  
 $R_{n,k} = 520872.40$  kN  
 $R_{n,d} = 434060.33$  kN  
 $V_d = 1.10 \cdot 32714.00 + 1.10 \cdot 0.00$  kN  
 $V_d = 35985.40$  kN  
 $\mu$  (parallel zu x) = 0.083  
 cal  $\varphi = 35.0^\circ$   
 cal c = 19.93 kN/m<sup>2</sup>  
 cal  $\gamma_2 = 13.99$  kN/m<sup>3</sup>

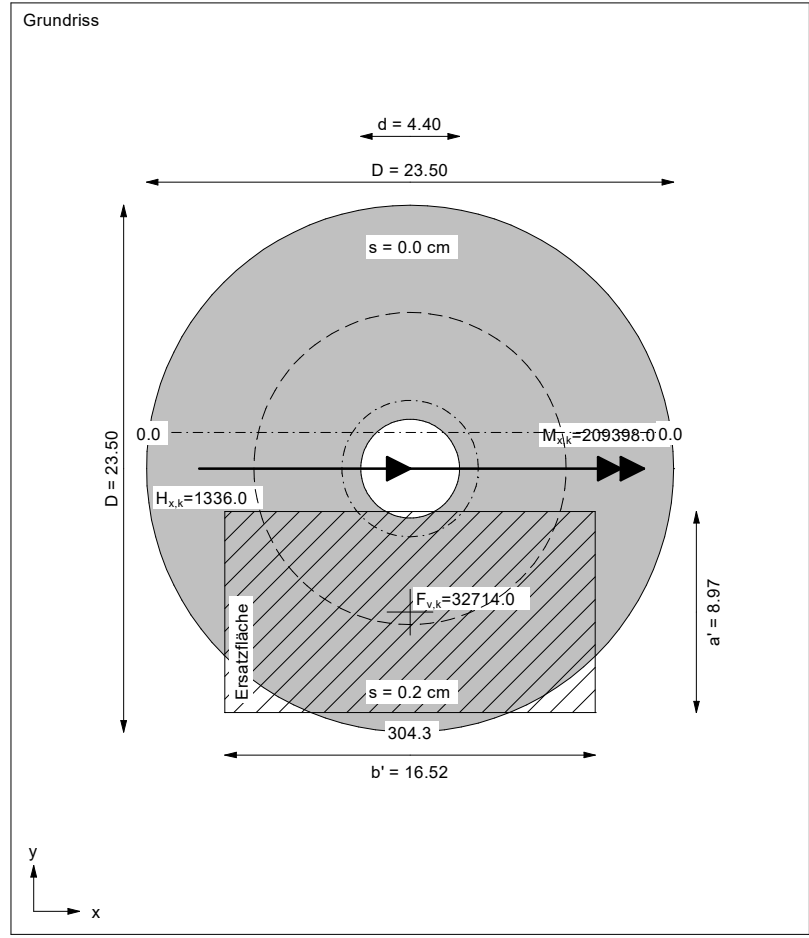
cal  $\sigma_0 = 18.30$  kN/m<sup>2</sup>  
 cal  $\beta = 11.00^\circ$   
 UK log. Spirale = 30.65 m u. GOK  
 Länge log. Spirale = 101.11 m  
 Fläche log. Spirale = 1414.94 m<sup>2</sup>  
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):  
 $N_{d0} = 46.12$ ;  $N_{d10} = 33.30$ ;  $N_{b0} = 22.61$   
 Formbeiwerte (x):  
 $v_c = 1.321$ ;  $v_d = 1.311$ ;  $v_b = 0.837$   
 Neigungsbeiwerte (x):  
 $i_c = 0.943$ ;  $i_d = 0.945$ ;  $i_b = 0.907$   
 Geländeneigungsbeiwerte (x):  
 $\lambda_c = 0.757$ ;  $\lambda_d = 0.663$ ;  $\lambda_b = 0.541$

Setzung infolge Gesamtlasten:  
 Grenztiefe  $t_g = 11.18$  m u. GOK  
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.09 cm  
 Setzungen der KPs:  
 oben = 0.00 cm  
 unten = 0.17 cm  
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 11605.1  
 Drehfedersteifigkeit:  
 $k_{\varphi,x} = 2430093.8$  MN·m/rad  
 Nachweis EQU:  
 $M_{stb} = 32714.0 \cdot 23.50 \cdot 0.5 \cdot 0.95 = 365170.0$   
 $M_{dst} = 209398.0 \cdot 1.00 = 209398.0$   
 $\mu_{EQU} = 209398.0 / 365170.0 = 0.573$



**Berechnungsgrundlagen:**  
 Norm: EC 7  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 $\gamma_{R,v} = 1.20$   
 $\gamma_G = 1.10$   
 $\gamma_Q = 1.10$   
 Grenzzustand EQU:  
 $\gamma_{G,dst} = 1.00$   
 $\gamma_{G,stb} = 0.95$

$\gamma_{O,dst} = 1.00$   
 Gründungssohle = 1.29 m  
 Grundwasser = 1.29 m  
 Böschungsneigung = 11.0 °  
 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

**10.12.2021**
**21126759.1**

 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

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

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

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

 Deutsche  
 Akkreditierungsstelle  
 D-PL-14010-01-01  
 D-PL-14010-01-02  
 D-PL-14010-01-03

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

 Zulassung nach der  
 Trinkwasserverordnung

Messstelle nach § 29b BImSchG

 Zulassung als staatlich  
 anerkanntes EKVO-Labor

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

**Untersuchung von Feststoff**

Ihr Auftrag vom: 03.12.2021

Projekt: 21.92625.1 - Windpark Niederkirchen II

**PRÜFBERICHT NR:**
**21126759.1**
**Untersuchungsgegenstand:**

Feststoffprobe

**Untersuchungsparameter:**

Betonaggressivität

**Probeneingang/Probenahme:**

Probeneingang: 03.12.2021

Die Probenahme wurde vom Auftraggeber vorgenommen.

**Analysenverfahren:**

Probenvorbereitung nach DIN 19747:2009-07

siehe Analysenbericht

**Prüfungszeitraum:**

03.12.2021 bis 10.12.2021

**Gesamtseitenzahl des Berichts: 2**


**chemlab**

 Gesellschaft für Analytik  
 und Umweltberatung mbH

Auftraggeber: WPW Geoconsult Südwest GmbH  
 Projekt: 21.92625.1 - Windpark Niederkirchen II  
 AG Bearbeiter: Herr Porebski  
 Probeneingang: 03.12.2021

Analytiknummer:				<b>21126759.1</b>		
Probenart:				<b>Boden</b>		
<b>Probenbezeichnung:</b>				<b>MP WEA 02</b>		
<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Verfahren</b>	<b>BG</b>			
<b>Feststoffuntersuchung</b>						
Trockensubstanz	%	DIN ISO 11465	0,1	<b>85,7</b>		
Chlorid aus Auszug	mg/kg	Hausmethode	75	<b>&lt;75</b>		
Sulfat aus Auszug	mg/kg	Hausmethode	150	<b>&lt;150</b>		
Sulfid	mg/kg TS	DIN 38 405 D26	1	<b>&lt;1</b>		
Säuregrad n. Baumann-Gully	ml/kg TS	DIN 4030 Teil 2	2	<b>54</b>		

Bemerkung: Die Analysenergebnisse beziehen sich auf die Trockenmasse.

Bensheim, den 10.12.2021

chemlab GmbH

Dipl.-Ing. Störk  
 - Laborleiter -