



Ingenieurbüro Schröfl · Alois-Kainz-Str. 9 · 84066 Mallersdorf-Pfaffenberg

Ostwind Erneuerbare Energien GmbH

Gesandtenstraße 3

93 047 Regensburg

Geotechnischer Bericht-Nr. 18-097 vom 05.02.2019

GEOTECHNISCHER UNTERSUCHUNGSBERICHT

BAUVORHABEN

WINDPARK SCHIEDERHOF
EINE WINDENERGIEANLAGEN TYP VESTAS V 150 NH 123 M

AUFTRAGGEBER

OSTWIND

An Energie gewinnen.

OSTWIND ERNEUERBARE ENERGIEN GMBH, GESANDTENSTRASSE 3,
93047 REGENSBURG

PLANUNG

INGENIEURBÜRO KÖNIG, DORSTIGSTRASSE 3, 04299 LEIPZIG

AUFGABENSTELLUNG

BAUGRUNDERKUNDUNG / GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG

VERTEILER

1. EINE AUSFERTIGUNG + GUTACHTEN DIGITAL IM PDF-FORMAT AN
OSTWIND ERNEUERBARE ENERGIEN GMBH, PER EMAIL AN
heitz@ostwind.de
2. PER E-MAIL IM PDF-FORMAT AN IB KÖNIG
ib_koenig_leipzig@t-online.de

INHALTSVERZEICHNIS

1. VORGANG.....	4
1.1 Veranlassung	4
1.2 Aufgabenstellung.....	4
1.3 Verwendete Unterlagen.....	4
1.4 Beteiligte Behörden und Projektanten.....	5
2. DIE BAUMAßNAHME	5
2.1 Topographie – Morphologie.....	5
2.2 Geologie [7] / [8]	6
2.3 Hydrogeologie [14].....	6
2.4 Beschreibung der Baumaßnahme	6
3. BAUGRUND.....	7
3.1 Erkundung	7
3.1.1 Vorerkundung.....	7
3.1.2 Konzeption.....	8
3.1.3 Felduntersuchungen.....	8
3.1.4 Bodenmechanische Laborversuche.....	9
3.1.5 Grundwasserverhältnisse	10
3.1.6 Kontamination.....	10
3.1.7 Rüstungsaltpasten	10
3.1.8 Bergbautätigkeit.....	10
3.2 Beschreibung des Baugrunds	11
3.2.1 Schichtaufbau und Eigenschaften	11
3.2.2 Bodenkenngrößen.....	16
3.2.3 Homogenbereiche.....	17
4. BODENMECHANISCHE BERECHNUNGEN.....	18
4.1 Fundamentgeometrie.....	18
4.2 Maximale Charakteristische Lasten In der Sohlfuge	18
4.3 Drehfedersteifigkeiten – Setzungen.....	18
5. EMPFEHLUNGEN UND HINWEISE FÜR DIE BAUAUSFÜHRUNG	19
5.1 Prüfung der Anforderungen an den Baugrund.....	19
5.2 Erdarbeiten.....	20
5.3 Drainage	20

5.4	Hinterfüllung/Anschüttung	21
5.5	Kranstellflächen	21
5.6	Zufahrten	22
6.	ZUSAMMENFASSUNG	23
7.	ANLAGEN	23
8.	LITERATUR	24

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1	BEHÖRDEN UND PROJEKTANTEN	5
TABELLE 2	BAUWERKSKOORDINATEN	7
TABELLE 3	FELDAUFSCHLÜSSE	8
TABELLE 4	QUALITATIVE RICHTWERTE LAGERUNGSDICHTE – SCHLAGZAHL N ₁₀ SCHWERE RAMMSONDIERUNG [41]	9
TABELLE 5	QUALITATIVE RICHTWERTE KONSISTENZ - N ₁₀ SCHWERE RAMMSONDIERUNG [41]	9
TABELLE 6	DURCHLÄSSIGKEITSBEREICHE NACH DIN 18130 [30]	11
TABELLE 7	FELSGRUPPENBESCHREIBUNG NACH FGSV 532 [34]	11
TABELLE 8	BESCHREIBUNG MUTTERBODEN	12
TABELLE 9	BESCHREIBUNG BINDIGE DECKSCHICHTEN	13
TABELLE 10	BESCHREIBUNG GNEIS ZERSETZT	14
TABELLE 11	BESCHREIBUNG GNEIS	15
TABELLE 12	BODENKENNGRÖßEN	17
TABELLE 13	CHARAKTERISTISCHE SOHLLASTEN	18
TABELLE 14	BERECHNUNGSERGEBNISSE GRUNDBRUCH/SETZUNG	19
TABELLE 15	PRÜFUNG DER ANFORDERUNG BEI BINDIGEN BÖDEN	19
TABELLE 16	ZULÄSSIGE BÖSCHUNGSWINKEL BAUGRUBE	20
TABELLE 17	ANFORDERUNGEN KRANSTELLFLÄCHE	21
TABELLE 18	ANFORDERUNGEN ZUFahrTEN	22

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABBILDUNG 1	FUNDAMENT	7
ABBILDUNG 2	AUFTRIEB	20
ABBILDUNG 3	VORSCHLAG AUFBAU KRANSTELLFLÄCHE	22

1. VORGANG

1.1 VERANLASSUNG

Die OSTWIND ERNEUERBARE ENERGIEN GMBH beabsichtigt den Windpark SCHIEDERHOF um eine WINDENERGIEANLAGE (nachfolgend WEA genannt) vom Typ VESTAS V 150 mit einer Nabenhöhe von 123 m zu erweitern. Die Planung der Maßnahme erfolgt das INGENIEURBÜRO KÖNIG (nachfolgend IB KÖNIG genannt) in 04299 Leipzig.

Die OSTWIND ERNEUERBARE ENERGIEN GMBH beauftragte mit Telefax vom 05.12.2018 schriftlich das INGENIEURBÜRO SCHRÖFL (nachfolgend IB SCHRÖFL genannt) mit der Baugrunderkundung und der Auswertung der Untersuchungsergebnisse in einem Geotechnischen Untersuchungsbericht. Die Auftragsvergabe erfolgte auf der Grundlage des Angebots vom 09.11.2018.

Art und Anzahl der Aufschlüsse wurden auf der Grundlage des Angebots und nach den örtlichen Gegebenheiten festgelegt. Die Baugrunderkundung wurde am 19.12. / 20.12.2018 und 01.02.2019 durchgeführt.

1.2 AUFGABENSTELLUNG

Unter Berücksichtigung der vorgesehenen Nutzung wird die Aufgabenstellung nachfolgend kurz aufgelistet:

- Untersuchung und Beschreibung der anstehenden Böden
- Angaben zum Grundwasserstand
- Bodenmechanische Bewertung der anstehenden Böden
- Angaben zur Sickerfähigkeit der anstehenden Böden
- Angaben zum Wegebau und zur Befestigung der Kranstellfläche
- Überprüfen der anstehenden Böden auf Übereinstimmung mit den Anforderungen in der Typenprüfung
- Überprüfung der Grundbruchsicherheit und Abschätzung der zu erwartenden Setzungen
- Recherche Rüstungsaltslasten / ehemalige Bergbautätigkeit
- Gründungsempfehlung

1.3 VERWENDETE UNTERLAGEN

Neben der in Kapitel 8 genannten Literatur standen uns für die Bearbeitung folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Ausführungsplanung im dwg-Format, mit Datum 28.01.2019, IB KÖNIG
- Top Maps digitale Amtliche Topographische Karten von Bayern 1:25:000, Landesamt für Vermessung und Geoinformation Bayern 2011

1.4 BETEILIGTE BEHÖRDEN UND PROJEKTANTEN

In der nachfolgenden Tabelle sind die uns bekannten beteiligten Behörden und Projektanten aufgelistet.

Bauherr (Auftraggeberin)	Ostwind Erneuerbare Energien GmbH Gesandtenstraße 3, 93047 Regensburg E-Mail: heitz@ostwind.de	Telefon: +49 941 – 5 95 89 30 Telefax: +49 941 – 5 95 89 90 Mobil: +49 172 82 10 64 2
Geotechnischer Bericht Sondierungen	Ingenieurbüro Schröfl Alois-Kainz-Str. 89, 84066 Pfaffenberg e-mail: mail@ib-schroefl.de	Telefon: +49 87 72 – 80 52 08 2 Telefax: +49 87 72 – 80 52 08 3 Mobil: +49 160 – 8 11 91 02
Bohrung	BWF Erkundungs GmbH Donaustraße 64, 94526 Metten e-mail: mail@ifb-bohrgmbh.de	Telefon: +49 9 91– 270 03 85 0 Telefax: +49 9 91– 270 03 85 9 Mobil: +49 176 - 10 01 68 24
Vermessung	Ingenieurbüro Roland Meier Augustenstraße 58, 93133 Burglengenfeld e-mail: info@vermessung-meier.de	Telefon: +49 94 71 – 5 80 27 Telefax: +49 3 21 21 05 91 66 Mobil: +49 171 6 14 65 60
Planung	Ingenieurbüro König Dorstigstr. 33, 04299 Leipzig E-Mail: ib_koenig_leipzig@t-online.de	Telefon: +49 341 – 8 61 16 20 Telefax: +49 341 – 8 61 16 29 Mobil: +49 170 – 8 13 55 46
Behörden	Landratsamt Straubing Leutnerstraße 15, 94304 Straubing E-Mail: landratsamt@landkreis-straubing-bogen.de	Telefon: +49 9 21 72 8 – 0 Telefax: +49 9 21 72 8 – 880 Mobil:
	Wasserwirtschaftsamt Deggendorf Detterstraße 20, 94469 Deggendorf E-Mail: poststelle@wwa-deg.bayern.de	Telefon: +49 991 – 25 04 0 Telefax: +49 991 – 25 04 200 Mobil:
Rüstungsallasten	Landesamt für Vermessung und Geoinformation Alexandrastraße 4, 80538 München E-Mail: service@geodaten.bayern.de	Telefon: +49 89 21 29 - 11 11 Telefax: +49 89 21 29 - 11 13 Mobil:
Bergbautätigkeit	Regierung von Oberbayern, Sachgebiet 26 Maximilianstraße 39, 80538 München e-mail: bergamt@reg-ob.bayern.de	Telefon: +49 89 21 76 – 21 16 Telefax: +49 89 21 76 – 24 38 Mobil:

Tabelle 1 Behörden und Projektanten

2. DIE BAUMAßNAHME

2.1 TOPOGRAPHIE – MORPHOLOGIE

Das Baugelände liegt im Vorderen Bayerischen Wald, in der Gemeinde WIESENFELDEN, im niederbayerischen Landkreis STRAUBING BOGEN. Die geplante WEA 6 ist in einem Waldgebiet, dem WAXENBERGER FORST OST, auf einem von Nord nach Süd verlaufenden Höhenzug projektiert. Das Gelände im Bereich der geplanten WEA ist leicht geneigt.

Ca. 500 m westlich der Bestandsanlage WEA 7 verläuft der GROÙE PERLBACH, ca. 400 m östlich der bestehenden WEA 8 der GROÙE LEITHENBACH. Zu den Bächen kann der Topografischen Karte ein Höhenunterschied von > 80 m entnommen werden. In der näheren Umgebung der geplanten WEA sind in der Topografischen Karte mehrere Quellen verzeichnet, die höchstgelegene befindet sich auf ca. 560.00 mNN.

Die großräumige örtliche Situation ist in einem Übersichtslageplan in Anlage 1.1 dargestellt.

2.2 GEOLOGIE [7] / [8]

Im Gebiet des Kartenblatts Wörth an der Donau erhebt sich das Kristallin des Bayerischen Waldes schroff 100 – 200 m über die Donauebene. Der plötzliche Anstieg ist bedingt durch den Donaurandbruch, der in seinem heutigen Umfang zwischen der obersten Kreide und dem Miozän entstand. Zu dieser Zeit sank ein Teil des Gebietes zwischen Regensburg und Passau ab, während der Rest herausgehoben wurde und den Bayerischen Wald bildet.

Das Untersuchungsgebiet liegt im Oberen Bayerischen Wald, im Bereich von altpaläozoischen Gneisen.

2.3 HYDROGEOLOGIE [14]

Bayern gliedert sich im Wesentlichen in vier hydrogeologische Großräume [14]:

1. DAS SCHICHTSTUFEN- UND BRUCHSCHOLLENLAND im Nordwesten bis zur Donau
2. DAS GRUNDGEBIRGE im Nordosten bis zur Donau
3. DAS ALPENVORLAND südlich der Donau
4. daran im Süden anschließend DIE ALPEN

Nach der hydrogeologischen Karte [14] liegt das Untersuchungsgebiet im Großraum des GRUNDGEBIRGES und wird dort dem Hydrogeologischen Teilraum 26 „OBERPFÄLZER BAYERISCHER WALD“ zugeordnet.

Die anstehenden Gneise werden als Kluft-Grundwasserleiter / Grundwassergeringleiter klassifiziert. Die großräumige Entwässerung des Untersuchungsgebiets erfolgt über die ca. 5,7 km südlich vorbeifließende Donau.

2.4 BESCHREIBUNG DER BAUMAßNAHME

Der Standort der WEA 6 kann dem Lageplan in Anlage 1.1 entnommen werden. Geplant ist die Errichtung von einem Windrad Typ VESTAS V 150 mit einer Nabenhöhe von 123 m und einer Gesamthöhe von 198 m. Die Gründung soll über ein typengeprüftes Kreisfundament (vgl. Abbildung 1) Typ „ohne Auftrieb“ ausgeführt werden. Die gültige Typenprüfung liegt uns derzeit noch nicht vor, nachfolgende Ausführungen gehen davon aus, dass Geometrie und Lasten in etwa mit den bereits bestehenden WEA vom Typ Vestas V 136 übereinstimmen. Vor Ausführungsbeginn ist uns die maßgebliche Typenprüfung zu übergeben und müssen die getroffenen Annahmen auf Übereinstimmung überprüft werden.

„Das Fundament besteht aus einer kreisförmigen Fundamentplatte mit einem Außendurchmesser von 24 m und einem aufgesetzten Sockel mit 7,634 m Durchmesser. Die veränderliche Höhe der Fundamentplatte beträgt 2,40 m am Anschnitt zum Fundamentsockel und 0,60 m am Rand der Platte“ [1]. Darüber wird ein konischer Stahlrohturm erstellt.

Die Erdauflast auf dem Fundament muss dauerhaft eine Wichte von 18 KN/m^3 aufweisen. Der höchste zulässige Grundwasserspiegel liegt auf Unterkante Fundament.

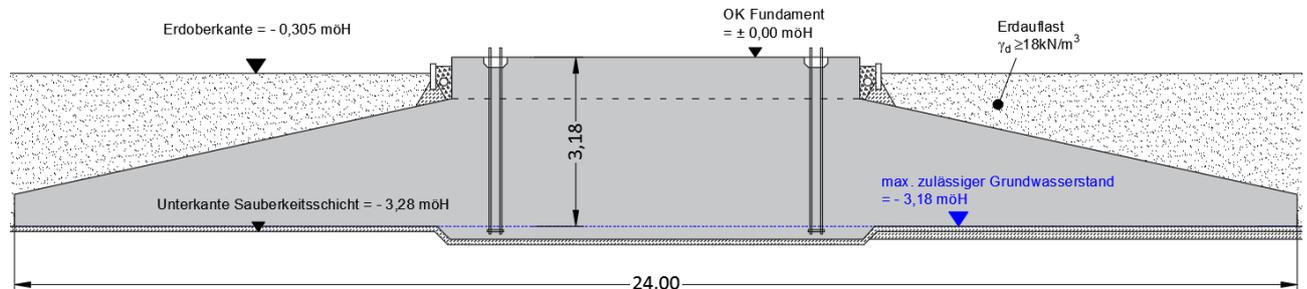


Abbildung 1 Fundament

Die Bauwerkskoordinaten (Standortkoordinate Mittelpunkt im Gauß Krüger Koordinatensystem, Höhenangaben in Meter über Normalnull (abgekürzt mNN)) der geplanten WEA sind nachfolgend tabellarisch aufgelistet.

Standort	WEA 6
Landkreis	STRAUBING – BOGEN
Gemeinde	WIESENFELDEN
Gemarkung	WAXENBERG
Flur-Nr.	313
Geländeoberkante in mNN (Mittelpunkt)	603.49
Unterkante Sauberkeitsschicht in mNN	602.515
Koordinaten Rechtswert (Mittelpunkt)	4.536.488
Koordinaten Hochwert (Mittelpunkt)	5.430.957

Tabelle 2 Bauwerkskoordinaten

3. BAUGRUND

3.1 ERKUNDUNG

3.1.1 VORERKUNDUNG

Die geplante WEA liegt nach online einsehbarem Karten des Bayerischen Landesamts für Umwelt in keinem Überschwemmungsgebiet, Heilquellenschutzgebiet oder Wassersensiblen Bereich (Online Abfrage www.umweltatlas.bayern.de / www.geoportal.bayern.de vom 02.02.2019), Georisiken sind in den Kartenwerken im Bereich der geplanten Baumaßnahme nicht vermerkt. Die geplante WEA liegt nach DIN EN1998-1/NA [16] in keiner Erdbebenzone,

Am 18.12.2018 wurde von Herrn Schröfl (IB SCHRÖFL) eine Begehung des Standortes und der näheren Umgebung durchgeführt.

Der Mittelpunkt der WEA war zu diesem Zeitpunkt bereits eingemessen und mit einem Pflock markiert. In der näheren Umgebung der geplanten WEA wurden keine topografischen Auffälligkeiten oder Georisiken gesichtet.

3.1.2 KONZEPTION

Art und Umfang der Baugrunduntersuchungen wurden von Herrn Schröfl (IB SCHRÖFL) festgelegt, der auch für deren Durchführung verantwortlich zeichnet. Nach den Richtlinien für Windenergieanlagen [38] ist das Bauvorhaben in die Geotechnische Kategorie (GK) 3 einzuordnen.

3.1.3 FELDUNTERSUCHUNGEN

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden durch das IB SCHRÖFL 3 Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) und durch die BWF ERKUNDUNGS GMBH unter verantwortlicher Leitung des IB SCHRÖFL eine (Rotations-) Rammkernbohrung abgeteuft. Die Endteufen der Aufschlüsse in Bezug auf den Gründungshorizont sind in untenstehender Tabelle ausgewertet.

Standort	Aufschluss	Ansatzhöhe [mNN]	Endteufe [m unter GOK]	Endteufe [mNN]	UK Gründung [mNN]	Endteufe [m unter UK geplante Gründung]
WEA 6	RKB_VI	604.46	9,90	594.56	602.515	7,96
	DPH_6.1	603.78	1,00	602.78		-0,27 ¹⁾
	DPH_6.2	603.82	2,00	601.82		0,70
	DPH_6.3	603.37	1,80	601.57		0,95

¹⁾ Gründungshorizont nicht erreicht

Tabelle 3 Feldaufschlüsse

Erklärung der in obiger Tabelle verwendeten Kürzel:

WEA = Windenergieanlage

UK = Unterkante

mNN = Meter (über) Normal Null

GOK = Geländeoberkante

RKB = (Rotations-) Rammkernbohrung d = 140/146 mm nach DIN EN ISO 22475-1 [17]

DPH = Sondierung mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2 [18]

Die Lage der Erkundungspunkte kann dem Plan in Anlage 2.1 entnommen werden. Die Einmessung erfolgte mit Maßband und Nivellement in Bezug auf den durch das Vermessungsbüro IB MEIER ausgepflocktem Fundamentmittelpunkt. Die Bohrungen wurden mit einem Raupenbohrgerät Botec-Scheiza RDBS 004192 im (Rotations-) Rammverfahren abgeteuft. Als Spülmedium wurde bei den Rotationsbohrungen Wasser in Trinkwasserqualität eingesetzt.

Bei der eingesetzten (Rotations-) Rammkernbohrung konnten Proben der Entnahmekategorie A, Güteklasse 1 - 2 gewonnen werden. Die Bodenansprache erfolgte durch Herrn M. Sc. Dipl.-Ing. (FH) Ch. Schröfl im Feld durch visuelle Beurteilung, Handversuchen nach DIN EN ISO 14688-1 [19] und Feldprüfungen nach DIN EN ISO 14689-1 [20].

Zur Abschätzung der Lagerungsdichte/Konsistenz der anstehenden Böden und Ermittlung des Felshorizontes wurden durch das IB SCHRÖFL schwere Rammsondierungen (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2 [18] abgeteuft. Die Aufschlüsse wurden mit einer Sondierdraupe GTR 780 V von der FA. NORDMEYER GEOTOOL GMBH abgeteuft.

Bei der schweren Rammsondierung wird eine Sondenstange mit einer in der DIN EN ISO 22476-2 [18] definierten Sondenspitze mit gleichbleibender Schlagenergie kontinuierlich in den Boden eingerammt. Die Energie wird über ein Fallgewicht (50 kg) mit definierter Fallhöhe

(50 cm) und Schlagfrequenz (15 – 30 Schlägen / Minute) in das Gestänge eingeleitet. Während des Sondiervorgangs wird gezählt, mit wie vielen Schlägen die Sondenstange 10 cm in den Boden eindringt. Das Sondiergestänge wird alle Meter verlängert. Beim Verschrauben des Gestänges wird das maximale Drehmoment gemessen. Aus dem Drehmoment können Rückschlüsse auf die vorhandene Mantelreibung (Gestänge->Boden) gewonnen werden. Aus der Messung können nur qualitative Aussagen in Bezug auf die ermittelten Schlagzahlen abgeleitet werden, eine exakte Quantifizierung ist nicht möglich.

Das Sondierergebnis wird in einem Rammdiagramm über eine Widerstandslinie dargestellt. Aus dem Verlauf dieser Linie kann im Regelfall auf die Lagerungsdichte ("Festigkeit") oder auf wechselnde Bodenschichten geschlossen werden. Schlagzahlen unter 5 ($n_{10} < 5$) weisen den durchörterten Boden im Allgemeinen als wenig tragfähig aus. Qualitative Richtwerte für die Lagerungsdichte und Konsistenz im Verhältnis zum Eindringwiderstand der schweren Rammsonden (DPH) kann z. B. Hans-Henning Schmidt, Grundlagen der Geotechnik [41] entnommen werden.

Bodenart	Lagerungsdichte	Schlagzahl N_{10} DPH
rollige Böden	sehr locker	0 – 2
	locker	2 – 4
	mitteldicht	4 – 6
	dicht	6 – 10
	sehr dicht	> 10

Tabelle 4 Qualitative Richtwerte Lagerungsdichte – Schlagzahl n_{10} schwere Rammsondierung [41]

Bodenart	Konsistenz	Schlagzahl N_{10} DPH
bindige Böden	breiig	0 – 2
	weich	2 – 5
	steif	5 – 9
	halbfest	9 – 17
	fest	> 17

Tabelle 5 Qualitative Richtwerte Konsistenz - N_{10} schwere Rammsondierung [41]

3.1.4 BODENMECHANISCHE LABORVERSUCHE

Die anstehenden Böden konnten durch visuelle Beurteilung und Handversuchen ausreichend genau den Bodengruppen nach DIN 18196 [22] und DIN EN ISO 14688-1 [19] zugeordnet werden. Die Tragfähigkeit des erkundeten Festgesteins kann mit auf der sicheren Seite liegenden Kennwerten aus der Literatur abgeleitet werden, so dass auf ergänzende Laborversuche verzichtet werden konnte.

3.1.5 GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE

Bei den Felduntersuchungen wurde bei der Bohrung Grundwasser 6,7 m unter Geländeoberkante dokumentiert (entspricht 597.76 mNN). Die höchstgelegene Quelle in der näheren Umgebung liegt nach den Angaben in der Topografischen Karte auf ca. 560 mNN, somit > 40 m unter geplanter Aushubsohle.

3.1.6 KONTAMINATION

Bei der augenscheinlichen Beurteilung der anstehenden Böden wurden keine Anzeichen auf eine toxische Verunreinigung des Untergrunds an den Aufschlussstellen festgestellt, so dass auf weitere Untersuchungen verzichtet wurde.

3.1.7 RÜSTUNGSALTLASTEN

Zur Beurteilung des Altlastenrisikos wurde vom IB Schröfl beim BAYERISCHEN LANDESAMT FÜR VERMESSUNG UND GEOINFORMATION nach historischen Luftaufnahmen aus den Jahren 1941 – 1945 recherchiert. Es liegt ein Luftbild aus dem Jahr 1945 vor (siehe Anlage 1.4). Auf dem Luftbild sind im Bereich der geplanten WEA keine Bombenrichter erkennbar, bei der Ortsbegehung und bei den Felduntersuchungen wurden keine Hinweise auf Rüstungsaltpasten dokumentiert.

3.1.8 BERGBAUTÄTIGKEIT

Zur Überprüfung ob in dem untersuchten Gebiet Bergbautätigkeit umgegangen ist wurde vom IB SCHRÖFL beim BERGBAUAMT SÜDBAYERN eine schriftliche Anfrage gestellt. Zum Zeitpunkt der Fertigstellung des Baugrundgutachtens lag die Stellungnahme noch nicht vor und wird in einem gesonderten Schreiben nachgereicht. Bei der Ortsbegehung und bei den Felduntersuchungen ergaben sich keine Hinweise die auf eine ehemalige Bergbautätigkeit schließen lassen.

3.2 BESCHREIBUNG DES BAUGRUNDS

3.2.1 SCHICHTAUFBAU UND EIGENSCHAFTEN

Bodenschichten mit vergleichbaren Eigenschaften sind nachfolgend zu Schichtpaketen zusammengefasst. Die Angaben beziehen sich auf die augenscheinliche Bodenansprache, Handversuche nach DIN EN ISO 14688-1 [19]. Bei den Durchlässigkeitsangaben werden in Bezug auf DIN 18130 [30] folgende Begriffe verwendet:

Durchlässigkeitsbereiche in Abhängigkeit vom Durchlässigkeitswert	
k in [m/s]	Bezeichnung
kleiner 10^{-8}	sehr schwach durchlässig
10^{-8} bis 10^{-6}	schwach durchlässig
über 10^{-6} bis 10^{-4}	durchlässig
über 10^{-4} bis 10^{-2}	stark durchlässig
über 10^{-2}	sehr stark durchlässig

Tabelle 6 Durchlässigkeitsbereiche nach DIN 18130 [30]

Die Beschreibung der Klüftung und Schieferung des erkundeten Festgesteins erfolgte nach dem Merkblatt über Felsgruppenbeschreibung für bautechnische Zwecke im Straßenbau [34]:

mittlerer Trennflächenabstand in cm Toleranz $\pm 20\%$	Bezeichnung	
	Klüftung	Schichtung/Schieferung
< 1	-	blättrig
1– 5	sehr stark klüftig	dünnplattig
5–10	stark klüftig	dickplattig
10–30	klüftig	dünnbankig
30–60	schwach klüftig	dickbankig
> 60	kompakt	massig

Tabelle 7 Felsgruppenbeschreibung nach FGSV 532 [34]

Die Bodengruppen und Bodenklassen, die bautechnischen Eigenschaften und die Verwendungsmöglichkeiten sind nachstehend ausführlich beschrieben. Schichten mit vergleichbaren Eigenschaften wurden dabei zu Schichtpaketen zusammengefasst.

Schicht 1 / Mutterboden	Beurteilung
Erkundete Schichtmächtigkeiten	0,30 m
Boden- und Felsklasse DIN 18300 [24]	Bodenklasse 1 (Oberboden)
Bodengruppe DIN 18196 [22]	OU, Schluffe mit organischen Beimengungen
Bodengruppe DIN EN ISO 14688-1 [19]	Organic Si
Konsistenz	überwiegend steif, witterungsabhängig
Scherfestigkeit DIN 18196 [22]	gering – sehr gering
Verdichtungsfähigkeit DIN 18196 [22]	schlecht – sehr schlecht
Zusammendrückbarkeit	groß
Durchlässigkeitsbeiwert k DIN 18130 [30]	schwach bis sehr schwach durchlässig
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit DIN 18196 [22]	groß – sehr groß
Frostempfindlichkeitsklasse ZTVE-StB 09 [38]	F 3 (sehr frostempfindlich)

Tabelle 8 Beschreibung Mutterboden

Schicht 2 bindige Deckschichten	Beurteilung
Erkundete Schichtmächtigkeiten	0,40 m
Boden- und Felsklasse DIN 18300 [24]	Bodenklasse 4/5 (mittelschwer – schwer lösbbare Bodenarten)
Bodengruppe DIN EN ISO 14688-1 [19]	Si / Cl
Scherfestigkeit DIN 18196 [22]	sehr gering – mäßig
Verdichtungsfähigkeit DIN 18196 [22]	sehr schlecht – mäßig
Zusammendrückbarkeit	sehr groß - mittel
Durchlässigkeitsbeiwert k DIN 18130 [30]	sehr gering – vernachlässigbar klein
Erosionsempfindlichkeit DIN 18196 [22]	sehr groß
Frostempfindlichkeit DIN 18196 [22]	sehr groß
Frostempfindlichkeitsklasse ZTVE-StB 09 [38]	F 3 (sehr frostempfindlich)
Ortsübliche Bezeichnung	Lehm
Massenanteil an Steine Blöcke	aufgrund der geologischen Entstehung können Steine und Blöcke nicht ausgeschlossen werden
Dichte (feucht)	1,9 – 2,0 t/m ³
undrännierte Scherfestigkeit c _u	0 – 100 kN/m ²
Wassergehalt	nicht ermittelt
Plastizitätszahl I _p	nicht ermittelt
Konsistenzzahl I _c	nicht ermittelt
Konsistenz	weich – steif
Glühverlust	nicht bestimmt
Bodengruppe DIN 18196 [22]	UL, UM, TL, TM, TA

Tabelle 9 Beschreibung bindige Deckschichten

Schicht 3a / Gneis zersetzt	Beurteilung
Erkundete Schichtmächtigkeiten	1,7 m
Boden- und Felsklasse DIN 18300 [24]	3/6 (leicht lösbare Bodenarten / leicht lösbarer Fels)
Bodengruppe DIN EN ISO 14688-1 [19]	Gr
Konsistenz	Bindige Matrix mindestens steif
Scherfestigkeit DIN 18196 [22]	groß – sehr groß
Verdichtungsfähigkeit DIN 18196 [22]	gut – mittel
Zusammendrückbarkeit	vernachlässigbar klein – mittel
Durchlässigkeitsbeiwert k DIN 18130 [30]	durchlässig bis schwach durchlässig
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit DIN 18196 [22]	groß – sehr groß
Frostempfindlichkeitsklasse ZTVE-StB 09 [39]	F 2 / F 3 je nach Feinkornanteil
Ortsübliche Bezeichnung	Kies / Steine
Massenanteil an Steine / Blöcke	0 % - 60 % (geschätzt)
Dichte	1,9 – 2,2 t/m ³
undräßnierte Scherfestigkeit c _u	5 – 50 kN/m ²
Wassergehalt	10 % - 30 %
Körnungsbänder	nicht ermittelt
Lagerungsdichte / Konsistenz	mindestens mitteldicht bindige Matrix steif – fest
Glühverlust	nicht bestimmt
Bodengruppe DIN 18196 [22]	SU, SU*, GU, GU*,

Tabelle 10 Beschreibung Gneis zersetzt

Schicht 3b / Gneis	Beurteilung
Erkundete Schichtmächtigkeiten	Untergrenze nicht erkundet
Boden- und Felsklasse DIN 18300 [24]	Felsklasse 6 – 7 (leicht – schwer lösbarer Fels)
Durchlässigkeitsbeiwert k DIN 18130 [30]	stark durchlässig - sehr schwach durchlässig
Kurzzeichen DIN 4023 [21]	Mem
Körnigkeit DIN EN ISO 14689-1 [20]	vollkörnig
Raumfüllung DIN EN ISO 14689-1 [20]	dicht
Kornbindung DIN EN ISO 14689-1 [20]	gute Kornbindung
Kalkgehalt DIN EN ISO 14689-1 [20]	0
Abschätzen der einaxialen Druckfestigkeit DIN EN ISO 14689-1 [20]	hoch – sehr hoch
Rauigkeit Trennflächen DIN EN ISO 14689-1 [20]	stufig raue Oberfläche
Öffnungsweite der Trennflächen DIN EN ISO 14689-1 [20]	eng –sehr eng (am Bohrkern ermittelt)
Dichte	2,6 – 2,8 t/m ³
Verwitterung DIN EN ISO 14689-1 [20]	mäßig – schwach verwittert
Veränderung DIN EN ISO 14689-1 [20]	verfärbt – frisch
Veränderlichkeit DIN EN ISO 14689-1 [20]	nicht veränderlich
Trennflächenrichtung DIN EN ISO 14689-1 [20]	am Bohrkern nicht ermittelbar
Gesteinskörperform DIN EN ISO 14689-1 [20]	am Bohrkern nicht ermittelbar
Trennflächenabstand DIN EN ISO 14689-1 [20]	außerordentlich engständig – mittelständig (Messung längs der Kernachse)
Gesteinskörperform DIN EN ISO 14689-1 [20]	am Bohrkern nicht ermittelbar

Tabelle 11 Beschreibung Gneis

3.2.2 BODENKENNGRÖßEN

Die Bodenkenngößen wurden wie untenstehend beschrieben abgeschätzt.

1. Wichte γ , γ' , Reibungswinkel φ' , Kohäsion c' , mittlerer Steifemodul E_s , Durchlässigkeit k_f nach Grundbau Taschenbuch [40] und Henner Türke [23]
2. Querdehnzahl ν nach EAB Baugrunderdynamik [37]
3. Kohäsion c' , nach Henner Türke [23] und Erfahrungswerten auf der sicheren Seite
4. Dynamischer Schubmodul nach EAB Baugrunderdynamik [37]
Der dynamische Schubmodul G_d bezeichnet das Verhältnis der dynamischen Schubspannung zur resultierenden elastischen Schubverzerrung:

$$G_d = \tau_d / \gamma$$

Der Maximalwert des dynamischen Schubmoduls wird $G_{d,0}$ bezeichnet. Mit wachsender Schubverzerrungsamplitude nimmt der Schubmodul ab. Größere Schubverzerrungsamplituden $\gamma > 10^{-4}$ treten bei Erdbeben oder Sprengungen auf.

5. Dynamischer Steifemodul $E_{s,d}$, Berechnung nach Elastizitätstheorie und Abschätzen nach Bild E1-1 in den Empfehlungen des Arbeitskreises Baugrunderdynamik [37]:

$$E_{s,d} = G_d * \frac{2 * (1 - \nu)}{1 - 2 * \nu}$$

6. Dynamische Drehfedersteifigkeit nach EAB Baugrunderdynamik für ein Kreisfundament [37]:

$$k_{\varphi dyn.} = \frac{8 * G_d * r^3}{3 * (1 - \nu)}$$

und rechnerische Überprüfung durch Setzungsberechnung.

Die in der nachfolgenden Tabelle angegebenen Bodenkenngößen geben die unteren und oberen charakteristischen Werte wieder. Je nach Fragestellung oder der Auswirkung des gewählten Ansatzes kann es erforderlich sein, die Nachweise auch mit dem oberen und unteren charakteristischen Werte der Bodenkenngößen zu führen.

Die mit dem Index k angegebenen Werte stellen die Mittelwerte bzw. die vorgeschlagenen Rechenwerte der jeweiligen charakteristischen Bodenkenngößen dar.

Statische und dynamische Bodenkenngrößen		Gneis zersetzt (Schicht 3a)	Gneis (Schicht 3b)
Bodengruppe DIN 18196 [22]		GU, GU*, SU, SU*	-
Lagerungsdichte/Konsistenz		mitteldicht – sehr dicht	-
Bodenkennwerte			
Feuchtraumgewicht	γ [kN/m ³]	20 – 22	26 – 28
	γ_k [kN/m ³]	21	26
Feuchtraumgewicht unter Auftrieb	γ' [kN/m ³]	11 – 13	17 – 19
	γ'_k [kN/m ³]	12	17
Querdehnzahl	v_k [-]	0,33	0,15
Scherparameter			
Reibungswinkel	φ' [°]	30,0 – 37,5	> 31,0 – 35,0
	φ'_k [°]	35,0	32,0
Kohäsion	c [kN/m ²]	0 – 5	> 50
	c'_k [kN/m ²]	0	50
Versickerung			
Durchlässigkeitsbeiwert	k_f [m/s]	$10^{-3} - 10^{-8}$	$10^{-2} - < 10^{-10}$
	$k_{f,k}$ [m/s]	-	-
Setzungsverhalten			
Statischer Steifemodul	E_s [MN/m ²]	20 – 150	> 500
	$E_{s,k}$ [MN/m ²]	80	500
Dynamischer Steifemodul	$E_{s,d,k}$ [MN/m ²]	240	1.000
Dynamischer Schubmodul	$G_{d,0}$ [MN/m ²]	> 70	> 1.000
	$G_{d,k}$ [MN/m ²]	25	350
Dynamische Drehfedersteifigkeit	$k_{\varphi,dyn.}$ [MNm/rad]	164.571	1.897.412
Bodenklassen (DIN 18300) [24]		3/4	6/7

Tabelle 12 Bodenkenngrößen

3.2.3 HOMOGENBEREICHE

Die im Aushubbereich anstehenden Böden können hinsichtlich ihrer Lösbarkeit nach der neuen DIN 18300 [25] drei Homogenbereichen zugeordnet werden:

- Homogenbereich B_1: Zersatz (Gemisch aus Sand , Kies , Schluff und Ton)
- Homogenbereich F_2: leicht lösbarer Fels
- Homogenbereich F_3: schwer lösbarer Fels

4. BODENMECHANISCHE BERECHNUNGEN

Die Berechnungen wurden unter der Annahme durchgeführt, dass Fundamentgeometrie und Gründungslasten ähnlich der WEA Vestas V 136 sind. Nach Vorliegen der Typenprüfung für die zur Ausführung geplante Vestas V 150 ist uns dies zur Verfügung zu stellen und sind die getroffenen Annahmen zu prüfen.

4.1 FUNDAMENTGEOMETRIE

Die bei den Berechnungen angesetzte Fundamentgeometrie für das Kreisringfundament wurde aus dem Bewehrungsplan [2] entnommen:

$$\text{Außendurchmesser } d_a = 24,00 \text{ m}$$

Das bei geotechnischen Nachweisen anzusetzende Bemessungsprofil mit den zugehörigen Bodenkenngrößen ist den Anlagen 2.8 ff zu entnehmen.

4.2 MAXIMALE CHARAKTERISTISCHE LASTEN IN DER SOHLFUGE

Die nachfolgen tabellarisch aufgeführten Lasten wurden der statischen Berechnung [3] S. 1.22 entnommen.

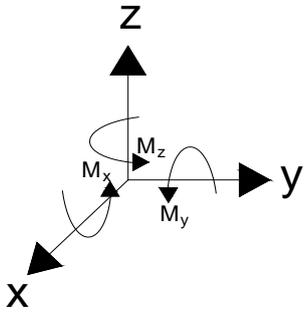
charakteristische Lasten				Koordinatensystem
Lastart	Einheit	Lastfall DLC D 2	Lastfall BSA extrem	
F_z inkl. Fundamenteigen- gewicht und maximaler Bodenauflast	kN	-35.381	-35.276	
H_{res}	kN	610	1.419	
$M_{res.}$	kNm	95.858	187.713	

Tabelle 13 charakteristische Sohllasten

4.3 DREHFEDERSTEIFIGKEITEN – SETZUNGEN

Die statische Drehfedersteifigkeit errechnet sich aus der Schiefstellung des Fundaments. Zur Abschätzung der zu erwartenden Schiefstellung und Ermittlung der statischen Drehfedersteifigkeit wurden Grundbruch- und Setzungsberechnungen mit dem Programm GGU-FOOTING Version 8.34 durchgeführt.

Das Programm GGU-FOOTING ermöglicht die Berechnung von Grundbruchsicherheiten nach DIN 4017 und Setzungen nach DIN 4019. Dabei kann sowohl das Globalsicherheitskonzept nach DIN 1054 (alt) als auch das Teilsicherheitskonzept nach DIN 1054:2005 und EC 7 berücksichtigt werden. Neben den Standardverfahren nach DIN 4017 können zusätzlich die aus vielen Literaturstellen bekannten Verfahren nach Terzaghi, Meyerhoff, Hansen und Vesic angewendet werden.

Zur Abschätzung der zu erwartenden Setzungen und zum Nachweis der Grundbruchsicherheit wurden 2 Berechnungsläufe nach EC 7 [9] durchgeführt:

1. Berechnung mit F_y - Lasten / F_z - Lasten / Biegemoment M_x und statischen Steifemoduln
(Lastfall DLC D 2 „klaffende Fuge“)
 ⇒ **statische Drehfedersteifigkeit, Setzungen auf der sicheren Seite**
2. Berechnung mit F_y - Lasten / F_z - Lasten / Biegemoment M_x und statischen Steifemoduln
(Lastfall BS-A / Extrem)
 ⇒ **Grundbruchsicherheit bei Extremlast**

Auszüge aus den Berechnungen sind als Anlage beigelegt, die Berechnungsergebnisse untenstehend tabellarisch zusammengefasst.

Standort	Lastfall	Lastansätze			ermittelte Setzungen			stat. Drehfedersteifigkeit	Anlage
		F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	max. s [cm]	min s [cm]	Δs [cm]	$k_{\phi, stat.}$ [MNm/rad]	
WEA 6	DLC D 2	610	-35.381	95.858	0,2	0,0	0,2	1.347.768	2.8
	BS-A - Extrem	1.419	-35.276	187.713	-	-	-	-	2.9

Tabelle 14 Berechnungsergebnisse Grundbruch/Setzung

5. EMPFEHLUNGEN UND HINWEISE FÜR DIE BAUAUSFÜHRUNG

5.1 PRÜFUNG DER ANFORDERUNGEN AN DEN BAUGRUND

Die Berechnungsergebnisse liegen als Anlage bei. Die in der Typenprüfung an den Baugrund genannten Anforderungen [1] konnten nachgewiesen werden.

	gefordert	vorhanden
Statische Drehfedersteifigkeit $k_{\phi, stat.}$	$\geq 33,4$ GNm/rad	> 34 GNm/rad
Dynamische Drehfedersteifigkeit $k_{\phi, dyn.}$	≥ 167 GNm/rad	> 167 GNm/rad
Zulässige Bodenpressung (Kantenpressung) p	≥ 243 kN/m ²	> 243 kN/m ²
Dynamischer Steifemodul $E_{s, dyn.}$	≥ 102 MN/m ²	> 200 MN/m ²
Wasserstand	höchstens bis zur Gründungssohle	Sickerfähigkeit voraussichtlich ausreichend

Tabelle 15 Prüfung der Anforderung bei bindigen Böden

5.2 ERDARBEITEN

Unterkante Kreisfundament liegt bis ca. 1,0 m unter derzeitiger Geländeoberkante. Die Baugruben können in offener Bauweise hergestellt werden. Nicht verbaute Baugruben mit einer Aushubtiefe von mehr als 1,25 m müssen nach DIN 4124 [27] mit abgeböschten Wänden hergestellt werden. Ohne rechnerischen Nachweis dürfen folgende Böschungswinkel nicht überschritten werden:

Boden	Böschungswinkel β
Lehm (weiche Konsistenz)	Muss baubegleitend durch den Baugrundgutachter festgelegt werden
Lehm (mindestens steife Konsistenz)	60°
Sand / Kies (Gneiszersatz)	45°
Fels	$\leq 80^\circ$, baubegleitend durch den Baugrundgutachter festzulegen

Tabelle 16 zulässige Böschungswinkel Baugrube

Oben genannte Böschungswinkel gelten nur, wenn die in der DIN 4124 [27] Kapitel 4.2.5 geforderten Mindestabstände für Baumaschinen oder Baugeräte eingehalten werden (nähere Angaben siehe dort). Bei Böschungen mit einer Höhe von mehr als 5,0 [m] ist immer ein Standsicherheitsnachweis erforderlich.

Bei den Aushubarbeiten für die Fundamente sind überwiegend Böden der Bodenklasse 3/4 untergeordnet Bodenklasse 6 und Bodenklasse 7 nach DIN 18300 [24] zu lösen. Hinsichtlich Ihrer Lösbarkeit empfehlen wir im Sinn der neuen DIN 18300 [25] zwei Homogenbereiche zu bilden.

Die oberflächlich anstehenden Lehme eignen sich zur Hinterfüllung der Arbeitsräume, der Gneiszersatz kann für die Geländemodellierung und für die Fundamentaufflast verwendet werden. Die Eignung ist baubegleitend durch den Baugrundgutachter zu bestätigen.

5.3 DRÄNAGE

Geplant ist eine Ausführung der Fundamente gemäß Typenstatik ohne Auftrieb. Auftrieb ist am Fundament zu berücksichtigen, wenn Wasser über Unterkante Fundament ansteht und zugleich unter das Fundament eindringen kann (vergleiche Abbildung 2).

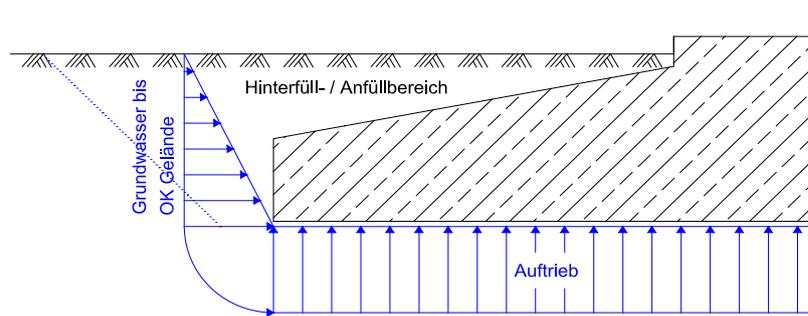


Abbildung 2 Auftrieb

Die anstehenden Gneise weisen voraussichtlich eine ausreichende Sickerfähigkeit auf, eine Drainage ist voraussichtlich nicht erforderlich. Die Sickerfähigkeit ist baubegleitend durch Sickerversuche auf dem Planum zu prüfen.

5.4 HINTERFÜLLUNG/ANSCHÜTTUNG

Nach dem Bewehrungsplan [2] muss die Erdauflast dauerhaft eine Bodenwichte von $\gamma_d = 18 \text{ [kN/m}^3\text{]}$ aufweisen. Die aus dem Aushub stammenden Kiese und Sande (Gneiszersatz) sind hierfür geeignet. Der Gneis muss voraussichtlich mit einer Brecheranlage auf eine verwertbare Korngröße bearbeitet werden. Bei Einbau von Liefermaterial empfehlen wir ein Kies-Sand-Gemisch mit max. 15 % Feinanteil.

5.5 KRANSTELLFLÄCHEN

Die in Tabelle 17 genannten Anforderungen werden nach dem Datenblatt von VESTAS [5] an die Kranstellfläche gestellt:

gewachsener Boden (Planum)	$E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$
Oberkante Schottertragschicht mit Achslasten bis 12 t	$E_{V2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$ $E_{V2} / E_{V1} \leq 2,5$
Oberkante Schottertragschicht mit Achslasten bis 21 t	$E_{V2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ $E_{V2} / E_{V1} \leq 2,3$

Tabelle 17 Anforderungen Kranstellfläche

Die anstehenden Böden besitzen keine ausreichende Tragfähigkeit. Wir empfehlen die oberflächlich anstehenden Lehme abzutragen und einen Mindestaufbau von ca. 70 cm (40 cm Bodenaustausch + 30 cm Oberbau) bei der Ausschreibung zu berücksichtigen.

Für den Bodenaustausch kann Absprengmaterial 0/200 verwendet werden, der beim Aushub anfallende Gneis kann voraussichtlich ebenfalls verwendet werden. Die Eignung ist baubegleitend durch den Baugrundgutachter zu prüfen.

Als Einbaumaterial für den Oberbau empfehlen wir ein feinkornarmes Schottergemisch mit maximal 5 Gew-% Feinanteil (Schotter 0/56) zu verwenden. Zur Gewährleistung einer dauerhaften Stabilität des Planums ist für eine ordnungsgemäße Entwässerung zu sorgen.

Auf der Kranstellfläche soll für eine Flächenlast von $260 \text{ [kN/m}^2\text{]}$ die Standsicherheit nachgewiesen werden. Zur Überprüfung der zulässigen Flächenpressung unter Nachweis einer ausreichenden Grundbruchsicherheit wurde unter Annahme des empfohlenen Aufbaus auf der Kranstellfläche die Grundbruchsicherheit überprüft. Es wurde dabei von einer Lastverteilung ständige Last / Verkehrslast = 50 % / 50 % ausgegangen.

Die Standsicherheit konnte bei Lastverteilung auf eine quadratische Grundfläche $a \times b = 1,6 \text{ m} \times 1,6 \text{ m}$ mit ausreichender Sicherheit nachgewiesen werden. Die tatsächlich aufnehmbaren Lasten in Abhängigkeit von der Lastverteilung und den zu erwartenden Setzungen können der Tabelle und dem Diagramm in Anlage 3 entnommen werden. Die Lastverteilungsfläche ist entsprechend dem Krاندatenblatt und den zu erwartenden Stützlasten zu wählen.

5.6 ZUFAHRTEN

Die untenstehend tabellarisch gelisteten Anforderungen werden nach dem Datenblatt von VESTAS [5] an die Zufahrten gestellt:

gewachsener Boden (Planum)	$E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$
Oberkante Schottertragschicht mit Achslasten bis 12 t	$E_{V2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$ $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,5$
Oberkante Schottertragschicht mit Achslasten bis 21 t	$E_{V2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,3$

Tabelle 18 Anforderungen Zufahrten

Die Anfahrt erfolgt über bestehende Schotterwege. Diese weisen voraussichtlich eine ausreichende Tragfähigkeit auf. Wir empfehlen bei der Ausschreibung für eventuell erforderliche Nachbearbeitungen eine Oberbauverstärkung von im Mittel 10 cm zu berücksichtigen.

In den noch unbefestigten Bereichen kann von einem Gesamtaufbau von 70 cm ausgegangen werden.

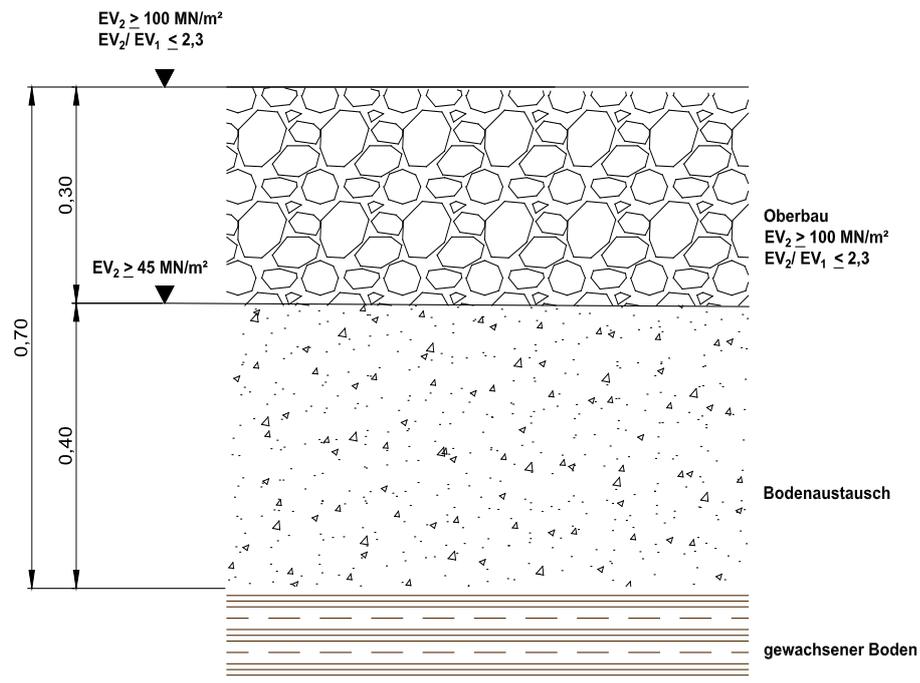


Abbildung 3 Vorschlag Aufbau Kranstellfläche

Wir empfehlen die auf dem Planum anstehenden Lehme durch Einwalzen von ca. 40 cm Schoppen in ihren bodenmechanischen Eigenschaften zu verbessern. Für den Oberbau empfehlen wir den Einbau von feinkornarmen gebrochenem Material mit maximal 5 Gew-% Feinanteil z. B. Schotter 0/56.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Bei den Felduntersuchungen wurden die Angaben in der geologischen Karte grundsätzlich bestätigt. Im Untersuchungsgebiet steht im gründungsrelevanten Bereich der gut tragfähige Gneis an.

Die erkundeten Böden weisen eine ausreichende Tragfähigkeit für den vorgesehenen Verwendungszweck auf. Grundwasser wurde 6,7 m unter Geländeoberkante erkundet, die Böden auf Aushubsohle besitzen voraussichtlich eine ausreichende Sickerfähigkeit, dies ist durch baubegleitende Sickerversuche auf dem Planum zu prüfen.

In den anstehenden Böden sind keine betonangreifenden Stoffe zu erwarten. Die Betonaggressivität ist an aushubbegleitend gewonnenen Proben zu bestimmen.

Auf den Kranstellflächen und den unbefestigten Zufahrten ist nach dem Abschieben des Mutterbodens ein Bodenaustausch erforderlich. Zum Erreichen einer Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ ist voraussichtlich ein Gesamtaufbau von ca. 70 cm erforderlich.

Diesem Gutachten liegt die Annahme zugrunde, dass die geplante Windenergieanlage vom Typ Vestas V 150 ähnliche Fundamentdimensionierungen aufweist wie die Bestandsanlagen vom Typ Vestas V 136 und in den Baugrund ähnliche Lasten eingeleitet werden. Vor Ausführung ist uns die gültige Typenprüfung vorzulegen, damit die getroffenen Annahmen geprüft werden können.

Für Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Ch. Schröfl, M. Sc. Dipl.-Ing. (FH)

Sachverständiger für Geotechnik

7. ANLAGEN

Anlage 1 Pläne (4 Seiten)

Anlage 2 WEA 6 (9 Seiten)

Anlage 3 Kranstellfläche (1 Seite)

8. LITERATUR

- [1] Prüfbericht über eine Typenprüfung vom 04.04.2016, Prüfnummer 2494662-3-2d Rev. 1, TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Geltungsdauer bis 21.03.2021
- [2] Schal- und Bewehrungsplan, V136 3.45MW 149 m Mk3 DIBtS, GWS in UK Fundament", Zeichnung Nr. 0056-8871, Ver. 0, vom 03.02.2016
- [3] Statische Berechnung, Vestas Wind Systems A/S, Flachgründung (ohne Auftrieb) der Windkraftanlage (WKA) V136 3.45MW 149 m Mk3 DIBtS", Seite 1, 1.1 bis 1.44 und 2.1 bis 2.58, Dokument Nr. 0056-8865, Ver. 0, vom 03.02.2016
- [4] Vestas, Anforderungen an Baugrundgutachten für Gründungen von Vestas-Windenergieanlagen, V-CEU Dokument-Nr.: 0019-5727.V01
- [5] Vestas, Mindestanforderungen an die Transportwege und Kranstellflächen, Document no.: 0040-4327 V06 vom 23.09.2016
- [6] DIN EN 1997-1:2009-09 Eurocode 7:
Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln
- [7] Geologische Übersichtskarten von Bayern, Blatt Nr. CC7134 Regensburg im Maßstab 1:200.000, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover 1994
- [8] Geologische Karte Blatt Nr. 6940 Wörth an der Donau im Maßstab 1:25.000 mit den dazugehörigen Erläuterungen, Bayerisches Geologisches Landesamt, München 1976
- [9] DIN EN 1997-1:2009-09 Eurocode 7:
Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln
- [10] DIN EN 1997-1/NA:2010-12 Nationaler Anhang Eurocode 7:
Entwurf Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln
- [11] DIN 1054:2010-12 Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
- [12] DIN 1054:2005-01 Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
- [13] Geologische Karte von Bayern 1:500.000 mit den dazugehörigen Erläuterungen, Bayerisches Geologisches Landesamt 1996
- [14] Hydrogeologische Karte von Bayern 1:500.000 mit den dazugehörigen Erläuterungen, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Stand: September 2009
- [15] DIN 1054:2010-12 Baugrund- Sicherheitsnachweise im Erdbau – Ergänzende Regeln zu DIN EN 1997-1
- [16] DIN EN 1998-1/NA Nationaler Anhang – National festgelegt Parameter – Eurocode 8:
Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1 Grundlage, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbau
- [17] DIN EN ISO 22475-1:2006 Geotechnische Erkundung und Untersuchung
- Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen –

- [18] DIN EN ISO 22476-2:2005 Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Felduntersuchungen – Teil 2 Rammsondierungen
- [19] DIN EN ISO 14688-1:2011-06 Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 1 Benennung und Beschreibung
- [20] DIN EN ISO 14689-1:2011-06 Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels – Teil 1 Benennung und Beschreibung
- [21] DIN 4023:2006-02 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen
- [22] DIN 18196:2011-05 Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke -
- [23] Henner Türke, Statik im Erdbau, 3. Auflage, Ernst & Sohn 1999
- [24] DIN 18300:2010-04 VOB Vergabe - und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Erdarbeiten
- [25] DIN 18300:2015-08 VOB Vergabe - und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Erdarbeiten
- [26] DIN 18301:2010-04 VOB Vergabe - und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Bohrarbeiten
- [27] DIN 4124:2002-10 Baugruben und Gräben, Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten
- [28] DIN 18122-1997-04, Baugrund – Untersuchung von Bodenproben – Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) – Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze
- [29] DIN 18123:2011-04 Baugrund – Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung der Korngrößenverteilung
- [30] DIN 18130-1:1998-05 Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts
- [31] DIN 18134:2001-09, Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte, Plattendruckversuch
- [32] DIN 18136:2003-11 Baugrund, Untersuchung von Bodenproben – Einaxialer Druckversuch
- [33] TP BF-StB Teil B 8.3 Dynamischer Plattendruckversuch mit Leichtem Fallgewichtsgerät, Ausgabe 2003 (FGSV 591/B8.3)
- [34] Merkblatt über Felsgruppenbeschreibung für bautechnische Zwecke im Straßenbau, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Ausgabe 1980 (FGSV 532)

- [35] Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und des Unterbaues im Straßenbau, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Ausgabe 2003 (FGSV 516)
- [36] DIN EN ISO 14688-1:2011-06 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden –
- [37] Empfehlungen des Arbeitskreises Baugrunderdynamik, DGGT, AK 1.4, 2002
- [38] Richtlinien für Windenergieanlagen – Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung – Fassung Oktober 2012, Deutsches Institut für Bautechnik
- [39] ZTVE-StB 09 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Ausgabe 2009 (FGSV 599)
- [40] Grundbautaschenbuch, Teil 1- Teil 3: Geotechnische Grundlagen, 7. Auflage, 2008 Ernst & Sohn, 1. Nachdruck 2010
- [41] Hans-Henning Schmidt, Grundlagen der Geotechnik, 3. Auflage, B. G. Teubner Verlag, Oktober 2006
- [42] Merkblatt zur Herstellung, Bemessung und Qualitätssicherung von Stabilisierungssäulen zur Untergrundverbesserung, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V.(DGGT)
- [43] Prof. Dr. Roland Vinx, Gesteinsbestimmung im Gelände, 3. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg 2011
- [44] Moseley & Kirsch, Ground Improvement, Second Edition, 2004

ANLAGE 1

AUSZUG AUS TOP MAPS DIGITALE AMTLICHE TOPOGRAPHISCHE KARTEN

M = 1:25.000

AUSZUG AUS DER GEOLOGISCHEN KARTE BLATT NR. CC 7134 REGENSBURG

M 1:200.000

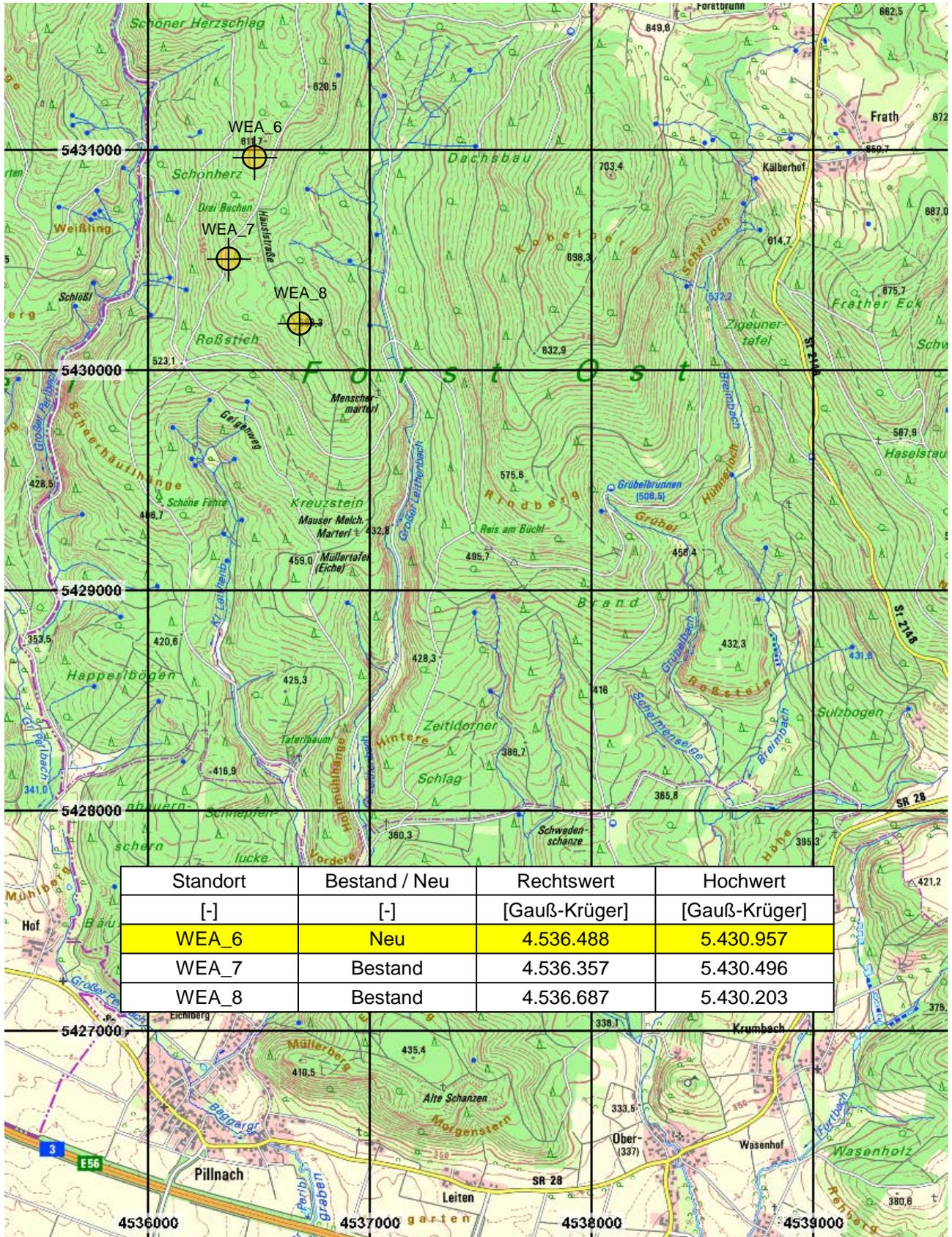
AUSZUG AUS DER GEOLOGISCHEN KARTE BLATT NR. 6940 WÖRTH AN DER DONAU

M 1:25.000

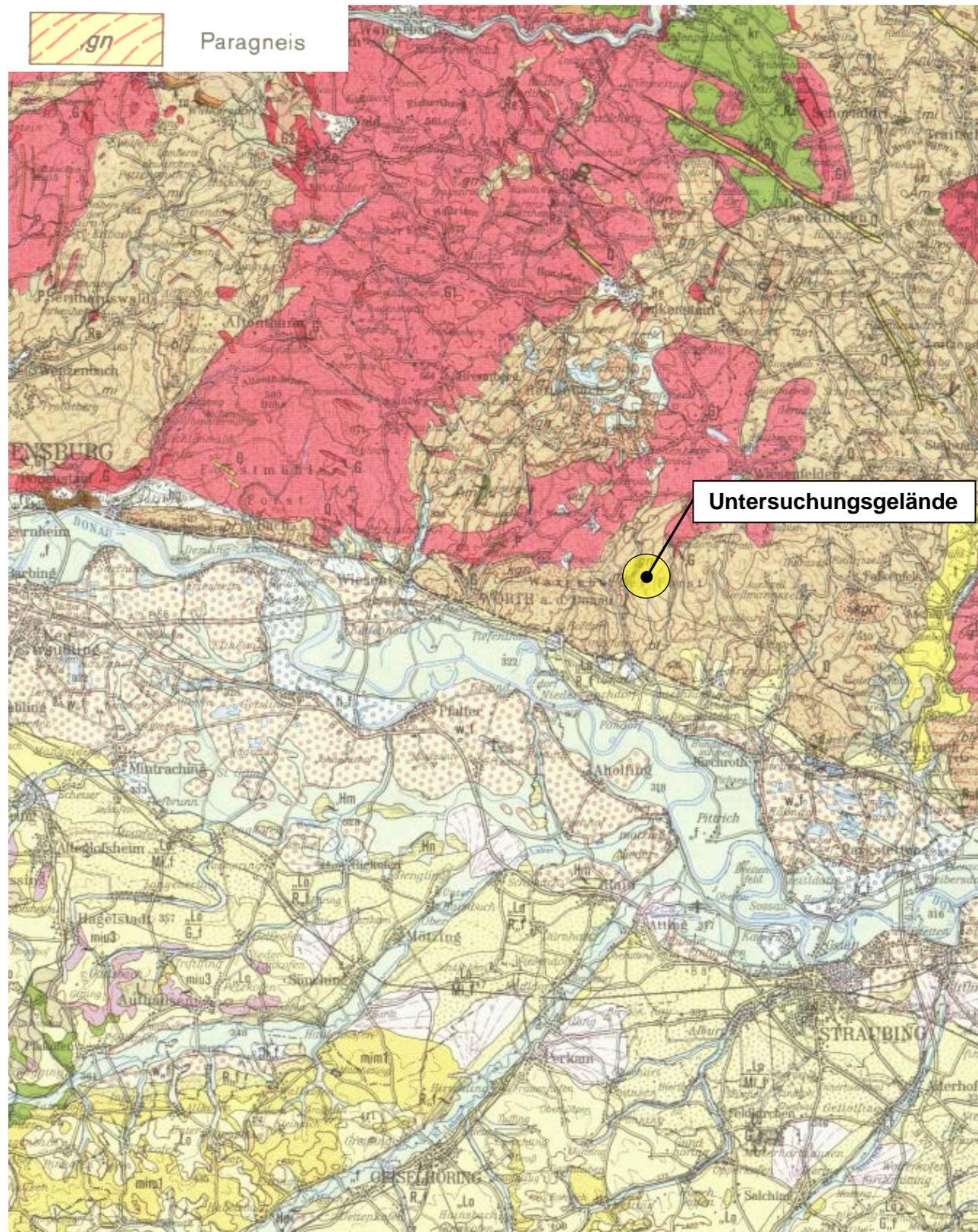
AUSZUG AUS DEM HISTORISCHEN LUFTBILD VOM 27.08.1945

(4 SEITEN)

Auszug aus Top Maps digitale Amtliche Topographische Karten von Bayern 1:25:000

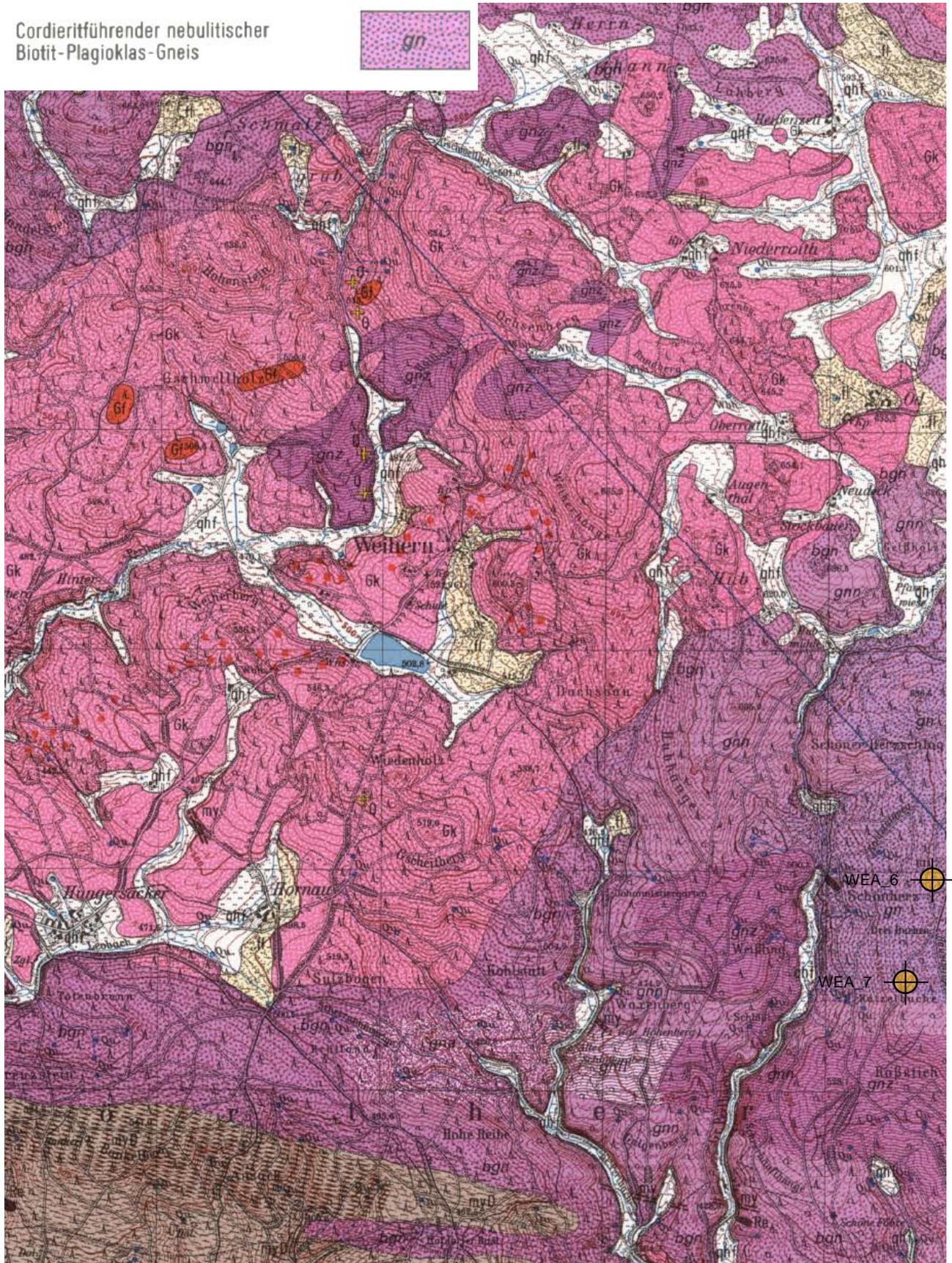


Auszug aus der Geologischen Übersichtskarte von Bayern Blatt Nr. CC 7134 Regensburg 1:200.000

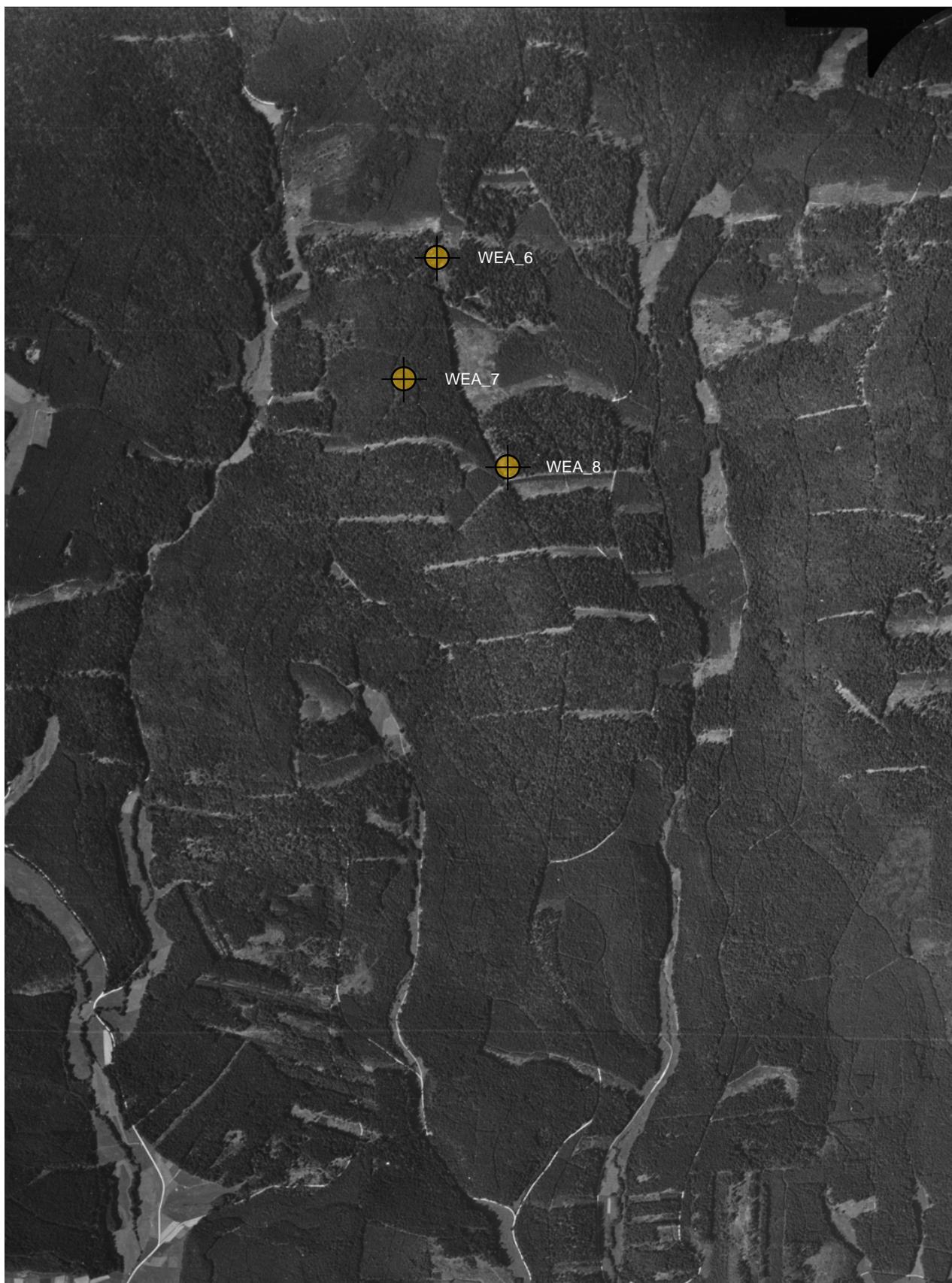


Auszug aus der Geologischen Karte von von Bayern Blatt Nr. 6940 Wörth an der Donau 1:25.000

Cordieritführender nebulitischer
Biotit-Plagioklas-Gneis

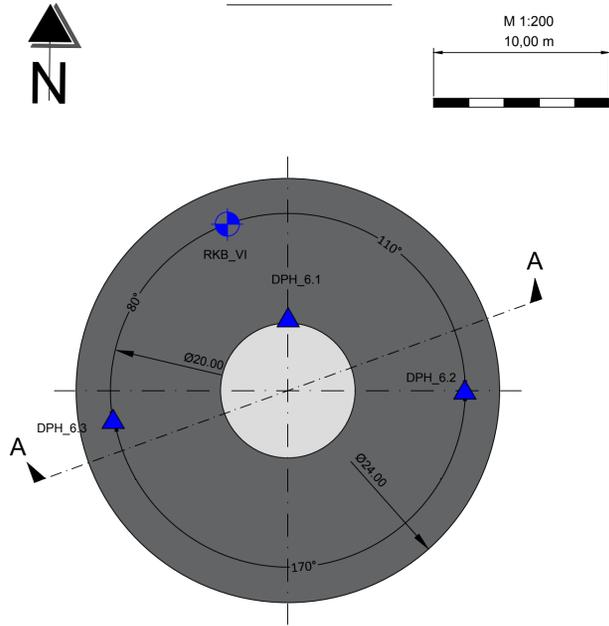


Historisches Luftbild – Aufnahmedatum 27.08.1945
Originalmaßstab ca. 1:36.470 – Ausschnitt vergrößert dargestellt

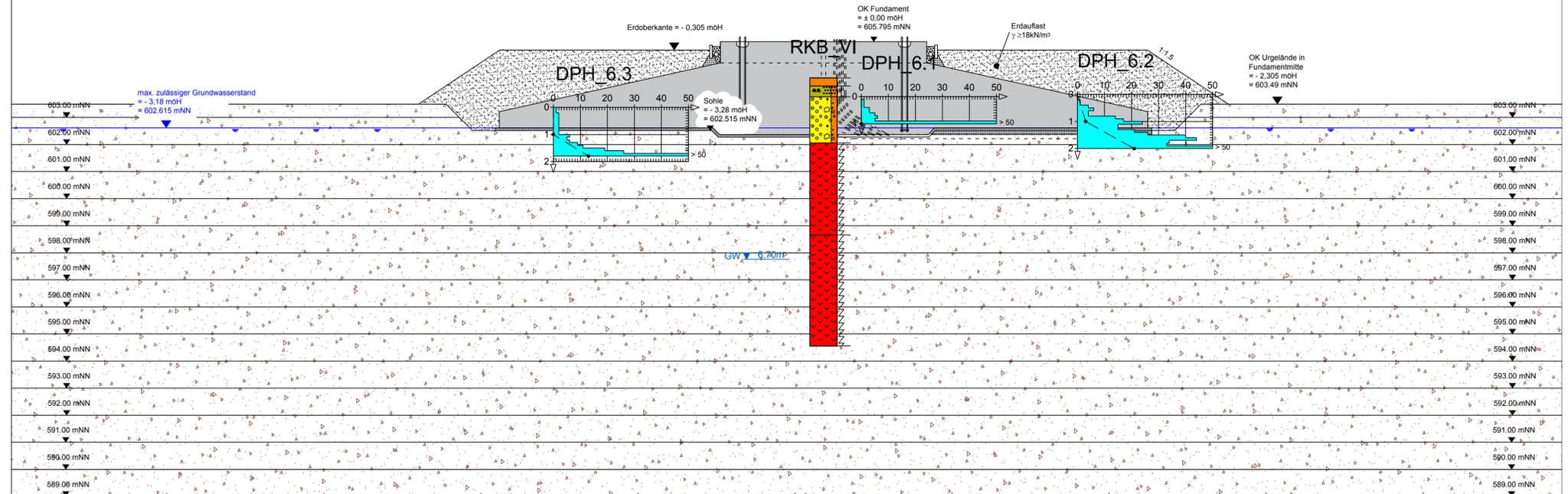
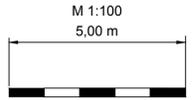


ANLAGE 2 – STANDORT WEA 6
LAGEPLAN / SCHNITT / ABWICKLUNG
BOHRPROFIL, FOTODOKUMENTATION, RAMMDIAGRAMME
AUSZÜGE AUS DER SETZUNGS- UND GRUNDBRUCHBERECHNUNG
(9 SEITEN)

Lageplan der Aufschlussepunkte M 1/200



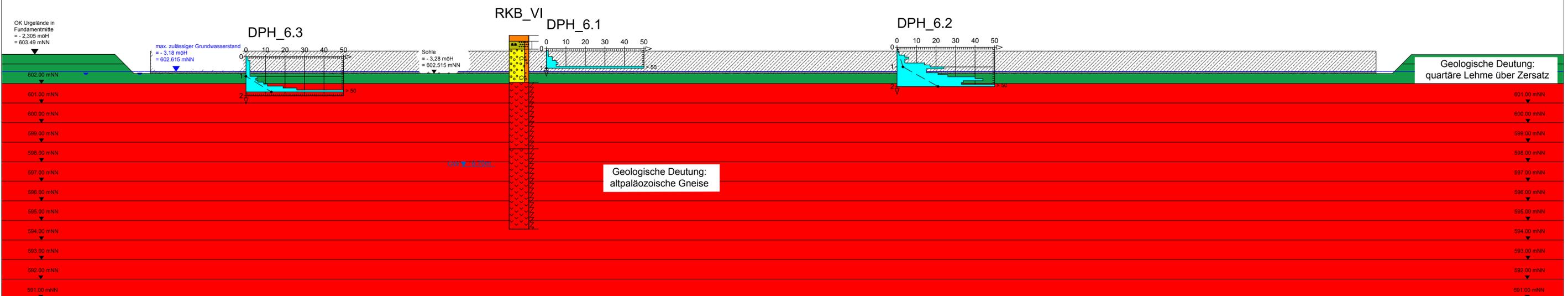
Schnitt A-A, Aufschlüsse sind auf Schnittebene projiziert M 1:100



Fundament lt. Schal- und Bewehrungsplan Vestas, Nummer: 0056-8871 vom 03.02.2016, gültig bis 21.03.2021

Betondeckung Fundament $c_{nom} = 6,0$ cm; für Expositionsklasse XC4, XD1, XS1, XF3, XA1 nach DIN 1045-2

Fundamentabwicklung (Ø = 20.00 m) M 1:100 Sondierung DPH 6.1 nicht lagerichtig dargestellt



INDEX	ÄNDERUNG/ ERGÄNZUNG	DATUM	NAME

• Baugrunderkundung • Baugrundgutachten
 • Erd- und Grundbau • Spezialtiefbau
 • Straßenbau • Deponietechnik
 • Hydrogeologie • Altlasten

IBG Ingenieurbüro Schröfl
 Alois-Kainz-Str. 9
 84066 Mallersdorf-Pfaffenberg

gezeichnet: CS AutoCAD2019

Vestas V 150, NH = 123 m

Fundamentmittelpunkt: Koordinaten in Gauss Krüger und Geländehöhe
 RW: 4.536.488 / HW 5.430.957 / GOK = 603.49 mNN

Zeichenerklärung

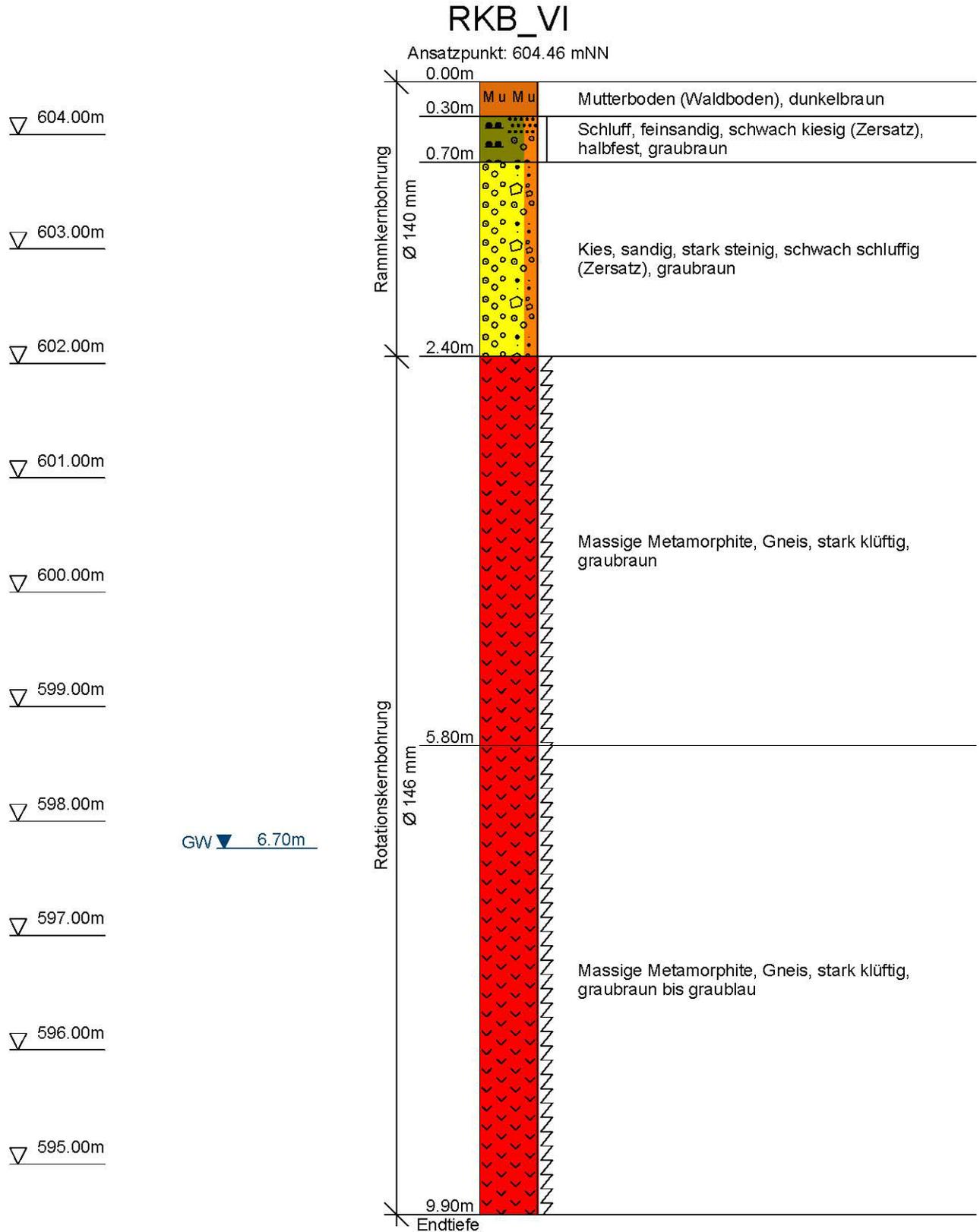
- RKB = (Rotations-) Rammkernbohrung d = 140/131 mm
- DPH = Sondierung mit der schweren Rammsonde

IB CS Projekt-Nr. 18-097		Anlage Nr. 2.1	
Ostwind Erneuerbare Energien GmbH Gesandtenstraße 3 93047 Regensburg		Datum	Zeichen
		gezeichnet	Februar 2019 / AutoCAD
		geprüft	Februar 2019 / CS
Maßstab		1:200 / 1:100	
WP Schiederhof WEA 6 Lageplan der Aufschlussepunkte, Schnitt, Abwicklung			

**Bohrprofil
 DIN 4023**

Datum: 19.12. - 20.12.2018

Maßstab : 1: 50



RKB_VI
Bohrdatum 19.12. – 20.12.2018
0 m – 4 m



4 m – 8 m



RKB_VI
Bohrdatum 19.12. – 20.12.2018
8 m – 9,9 m



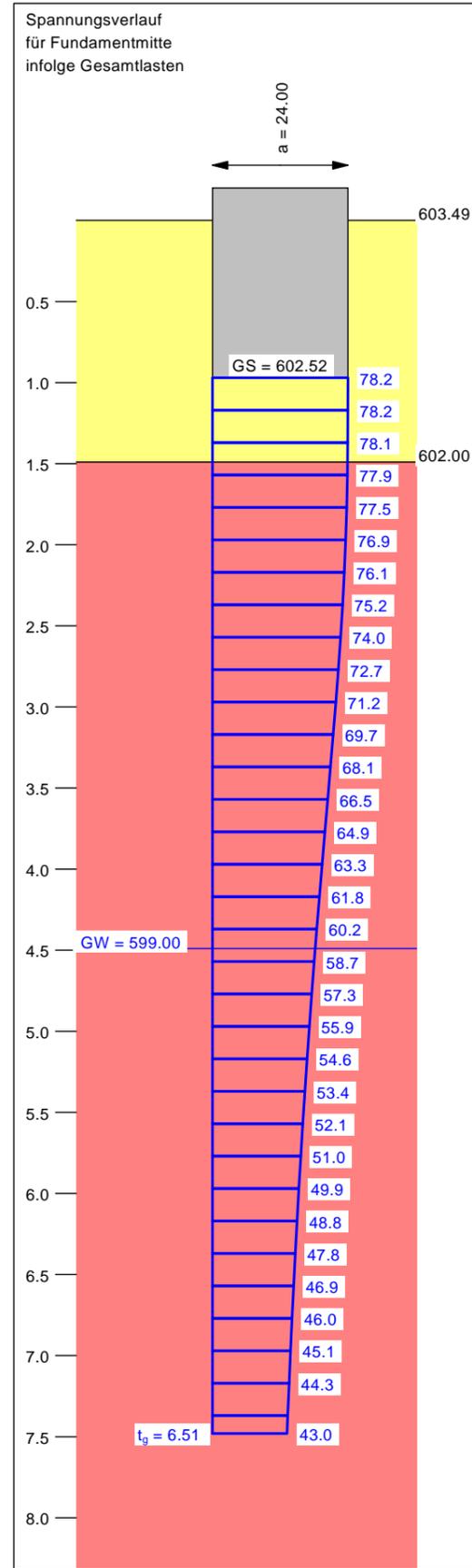
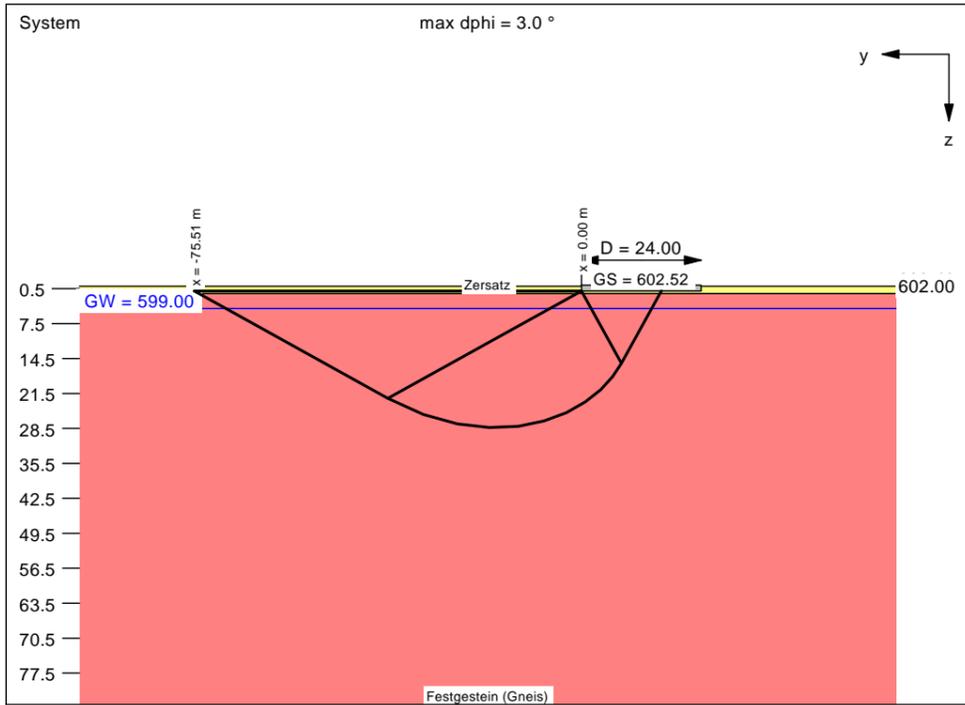
Boden	Tiefe [mNN]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	E [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	602.00	21.0	12.0	35.0	0.0	80.0	54.0	0.33	Zersatz
	<602.00	26.0	17.0	32.0	50.0	500.0	473.5	0.15	Festgestein (Gneis)

Oberkante Gelände = 603.49 mNN
 Berechnung erfolgt mit E und ν [E = (1 - ν - 2 \cdot ν^2) / (1 - ν) \cdot E_s]

IBG Ingenieurbüro Schröfl
 Alois-Kainz-Str. 9
 84066 Mallersdorf-Pfaffenberg
 Tel.: 08772 / 8052082

WP_Schiederhof
 WEA_6

Projekt-Nr.: 18-097
 Anlage-Nr.: 2.8



GGU-FOOTING / Version 8.34 / 28.11.2018
 Berechnungsgrundlagen:
 WP_Schiederhof
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-P / DLC D 2
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 $\gamma_{R,h} = 1.10$

Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$
 $\gamma_{G,stb} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Oberkante Gelände = 603.49 mNN
 Gründungssohle = 602.52 mNN
 Grundwasser = 599.00 mNN
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Datum: 05.02.2019
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite

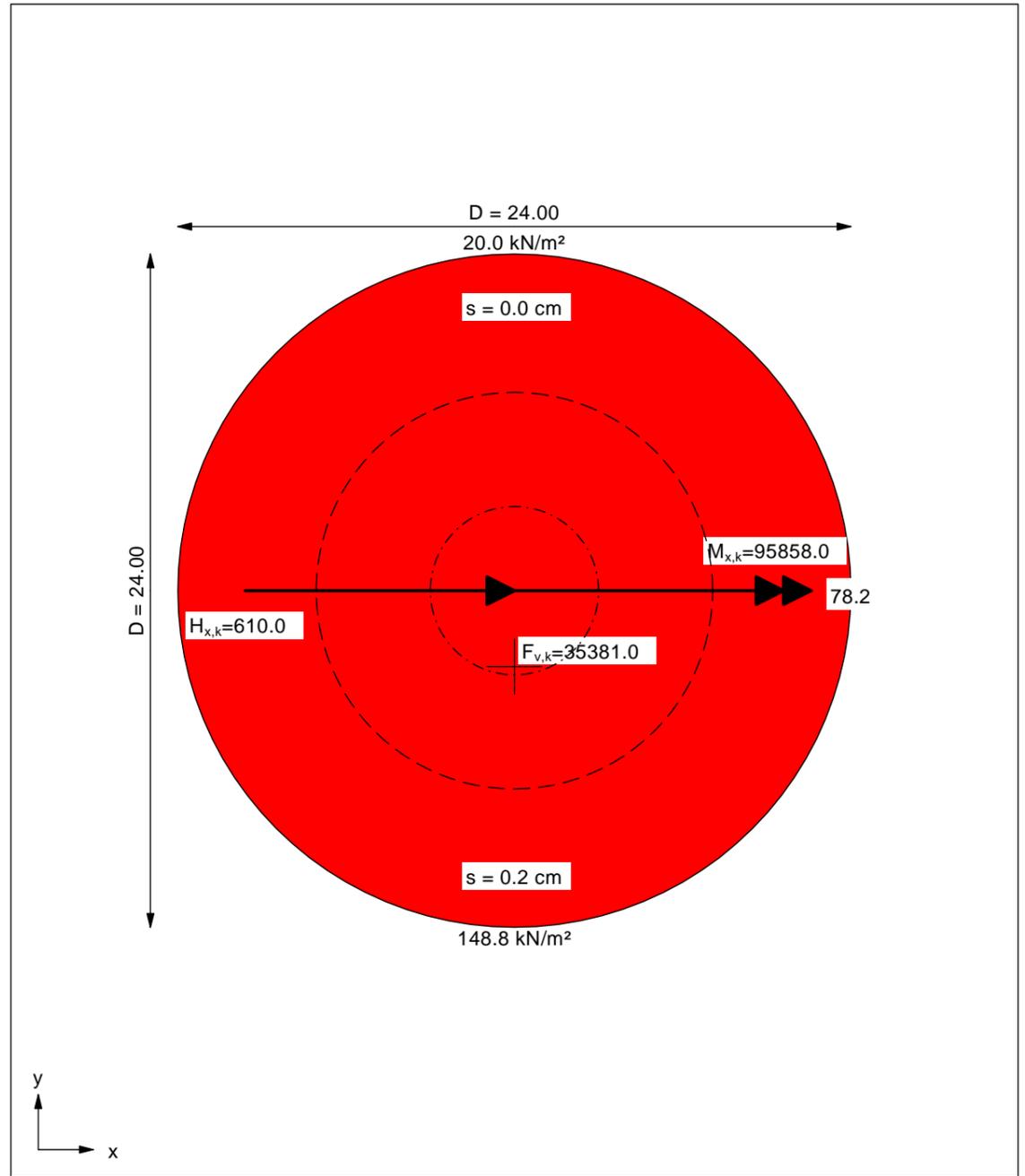
Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 35381.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 610.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 95858.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser D = 24.000 m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.000 m)
 $a' = 21.269$ m
 $b' = 21.269$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -2.709$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.000 m)
 $a' = 16.033$ m
 $b' = 20.174$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht, aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{of,k} / \sigma_{of,d} = 6159.8 / 4399.87$ kN/m²
 $R_{n,k} = 1992429.15$ kN
 $R_{n,d} = 1423163.68$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 35381.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 47764.35$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.034
 μ (parallel zu x) = 0.030
 cal $\varphi = 32.0^\circ$
 cal c = 49.26 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 18.60$ kN/m³
 cal $\sigma_{\bar{u}} = 20.37$ kN/m²
 UK log. Spirale = 28.31 m u. GOK

Länge log. Spirale = 113.12 m
Fläche log. Spirale = 1619.62 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{c0} = 35.60$; $N_{d0} = 23.28$; $N_{b0} = 13.94$
 Formbeiwerte (x):
 $v_c = 1.441$; $v_d = 1.422$; $v_b = 0.762$
 Neigungsbeiwerte (x):
 $i_c = 0.974$; $i_d = 0.975$; $i_b = 0.958$
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{c0} = 35.63$; $N_{d0} = 23.30$; $N_{b0} = 13.96$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.441$; $v_d = 1.422$; $v_b = 0.762$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.974$; $i_d = 0.975$; $i_b = 0.958$

Gleitwiderstand:
 Teilsicherheit (Gleitwiderstand) $\gamma_{R,h} = 1.10$
 $N_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h} = 35381.00 \cdot \tan(35.00^\circ) / 1.10$
 $R_{t,d} = N_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h} = 22521.86$ kN
 $T_d = 823.50$ kN
 $\mu = T_d / R_{t,d} = 0.037$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 7.48$ m u. GOK
 Vorbelastung = 20.0 kN/m²
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.09 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.01 cm
 unten = 0.16 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 14060.1
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{\varphi,x} = 1347768.7$ MN·m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{stb} = 35381.0 \cdot 24.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 382114.8$
 $M_{dst} = 95858.0 \cdot 1.50 = 143787.0$
 $\mu_{EQU} = 143787.0 / 382114.8 = 0.376$



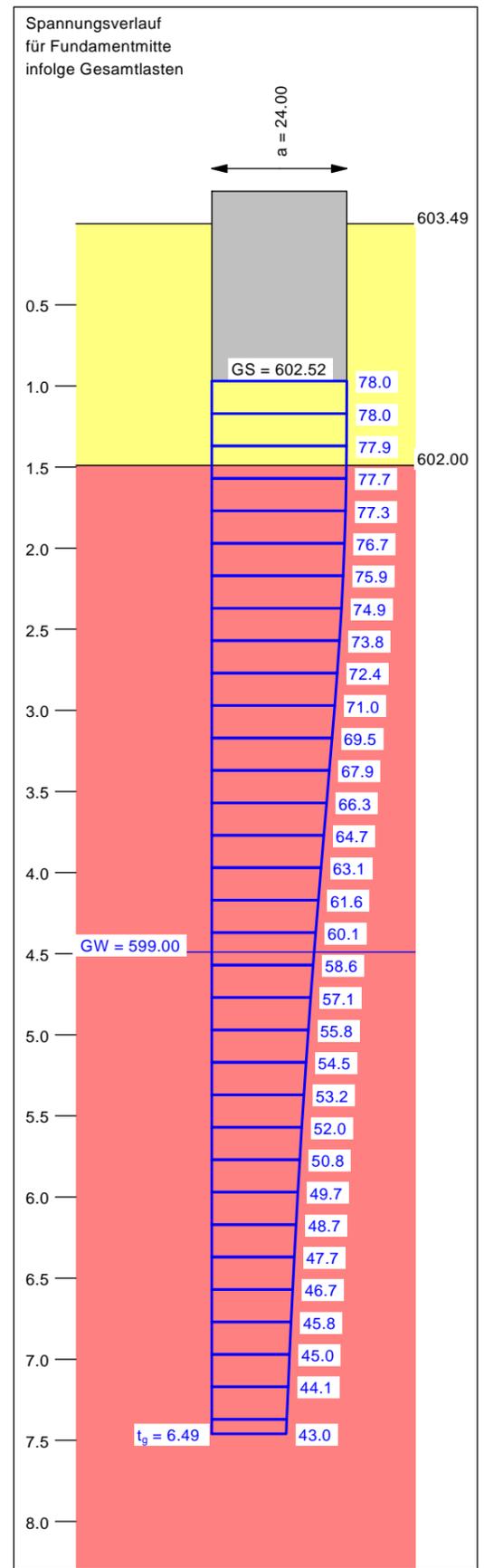
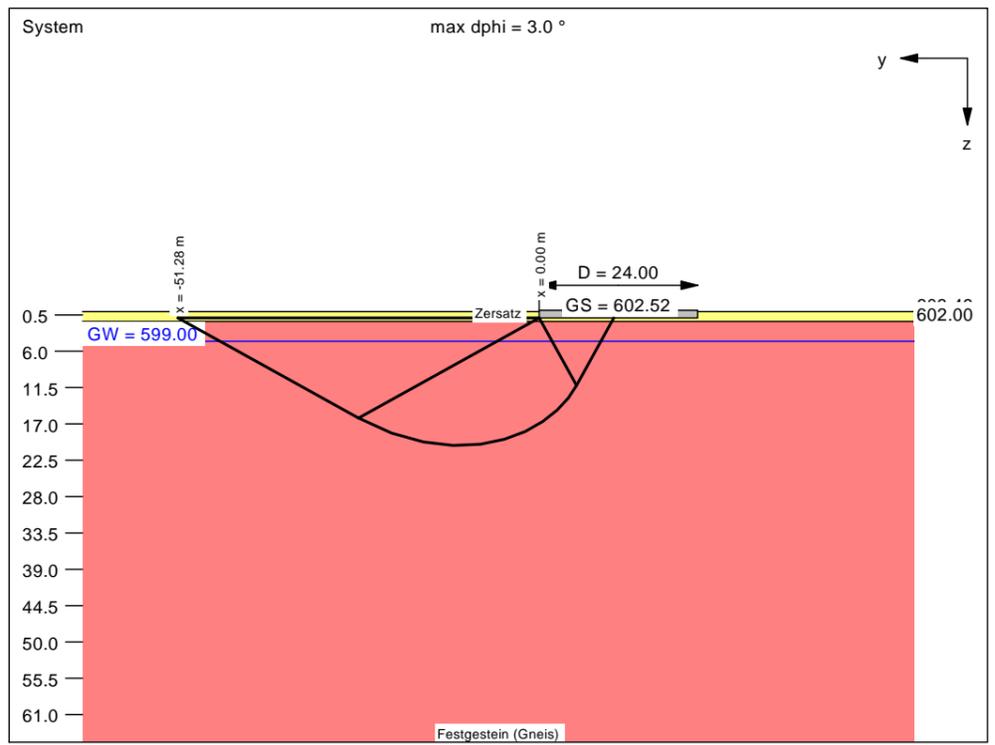
Boden	Tiefe [mNN]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	E [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	602.00	21.0	12.0	35.0	0.0	80.0	54.0	0.33	Zersatz
	<602.00	26.0	17.0	32.0	50.0	500.0	473.5	0.15	Festgestein (Gneis)

Oberkante Gelände = 603.49 mNN
 Berechnung erfolgt mit E und ν [E = (1 - ν - 2 \cdot ν^2) / (1 - ν) \cdot E_s]

IBG Ingenieurbüro Schröfl
 Alois-Kainz-Str. 9
 84066 Mallersdorf-Pfaffenberg
 Tel.: 08772 / 8052082

WP_Schiederhof
 WEA_6

Projekt-Nr.: 18-097
 Anlage-Nr.: 2.9



GGU-FOOTING / Version 8.34 / 28.11.2018 Grenzzustand EQU:
 Berechnungsgrundlagen: $\gamma_{G,dst} = 1.00$
 WP_Schiederhof $\gamma_{G,stab} = 0.95$
 Norm: EC 7 $\gamma_{Q,dst} = 1.00$
 BS: DIN 1054: BS-A
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.20$
 $\gamma_G = 1.10$
 $\gamma_Q = 1.10$
 $\gamma_{R,h} = 1.10$

Oberkante Gelände = 603.49 mNN
 Gründungssohle = 602.52 mNN
 Grundwasser = 599.00 mNN
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Datum: 05.02.2019
 - - - - - 1. Kernweite
 - - - - - 2. Kernweite

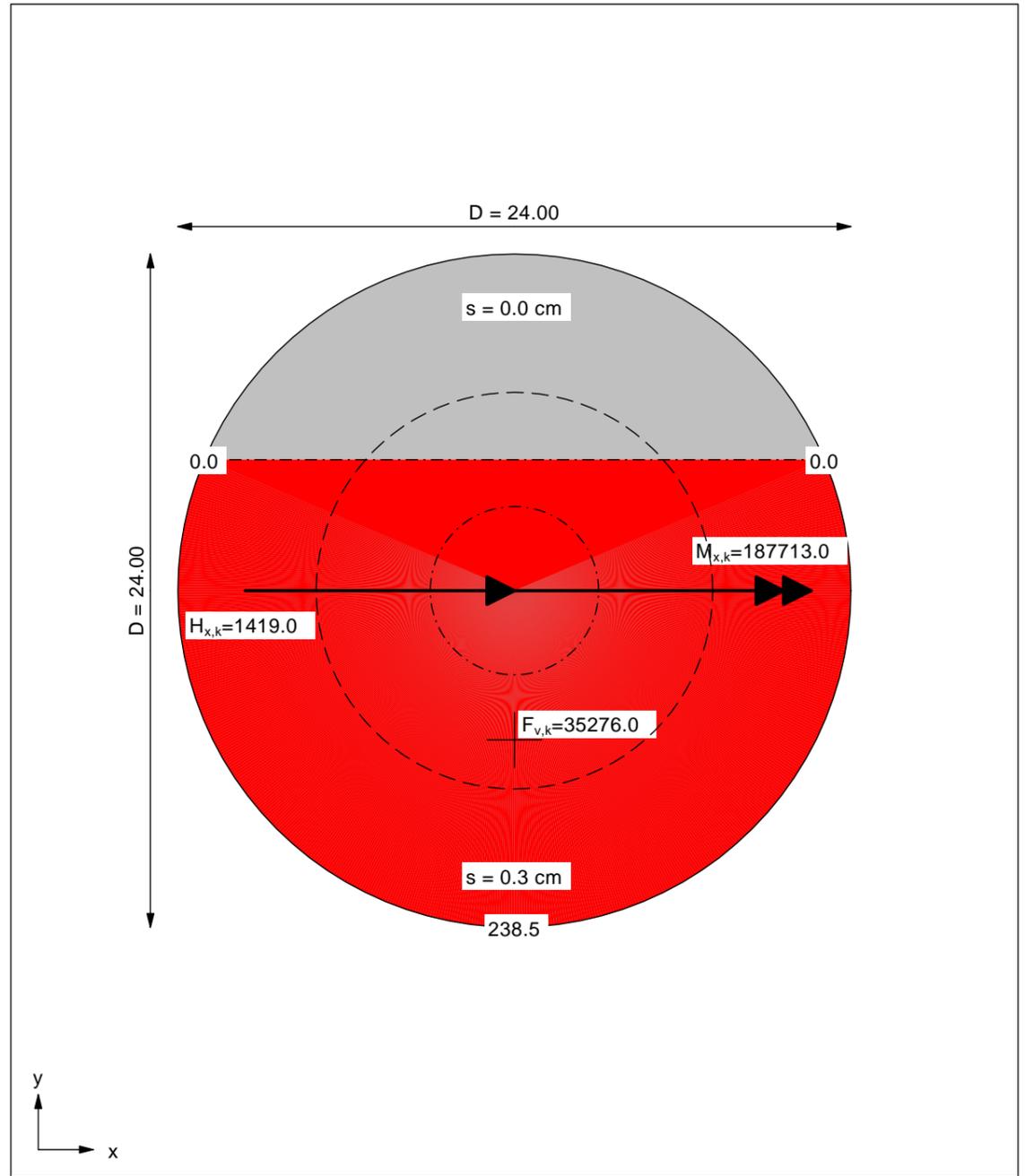
Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 35276.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 1419.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 187713.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser D = 24.000 m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.000 m)
 $a' = 21.269$ m
 $b' = 21.269$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -5.321$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 7.069 m)
 $a' = 11.299$ m
 $b' = 18.197$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht, aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.20$
 $\sigma_{of,k} / \sigma_{of,d} = 5054.9 / 4212.43$ kN/m²
 $R_{n,k} = 1039319.83$ kN
 $R_{n,d} = 866099.86$ kN
 $V_d = 1.10 \cdot 35276.00 + 1.10 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 38803.60$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.045
 μ (parallel zu x) = 0.036
 $\text{cal } \varphi = 32.1^\circ$
 $\text{cal } c = 48.95$ kN/m²
 $\text{cal } \gamma_2 = 19.22$ kN/m³
 $\text{cal } \sigma_{\bar{u}} = 20.37$ kN/m²
 UK log. Spirale = 20.25 m u. GOK

Länge log. Spirale = 79.78 m
Fläche log. Spirale = 805.55 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{c0} = 35.62$; $N_{d0} = 23.30$; $N_{b0} = 13.96$
 Formbeiwerte (x):
 $v_c = 1.344$; $v_d = 1.329$; $v_b = 0.814$
 Neigungsbeiwerte (x):
 $i_c = 0.942$; $i_d = 0.945$; $i_b = 0.907$
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{c0} = 35.68$; $N_{d0} = 23.35$; $N_{b0} = 14.00$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.344$; $v_d = 1.330$; $v_b = 0.814$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.942$; $i_d = 0.945$; $i_b = 0.907$

Gleitwiderstand:
 Teilsicherheit (Gleitwiderstand) $\gamma_{R,h} = 1.10$
 $N_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h} = 35276.00 \cdot \tan(35.00^\circ) / 1.10$
 $R_{t,d} = N_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{R,h} = 22455.02$ kN
 $T_d = 1560.90$ kN
 $\mu = T_d / R_{t,d} = 0.070$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 7.46$ m u. GOK
 Vorbelastung = 20.0 kN/m²
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.13 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.00 cm
 unten = 0.25 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 8014.4
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{\varphi,x} = 1504416.0$ MN·m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{stb} = 35276.0 \cdot 24.00 \cdot 0.5 \cdot 0.95 = 402146.4$
 $M_{dst} = 187713.0 \cdot 1.00 = 187713.0$
 $\mu_{EQU} = 187713.0 / 402146.4 = 0.467$



ANLAGE 3 – KRANSTELLFLÄCHE –
AUSZUG AUS DER SETZUNGS- UND GRUNDBRUCHBERECHNUNG
(1 SEITE)

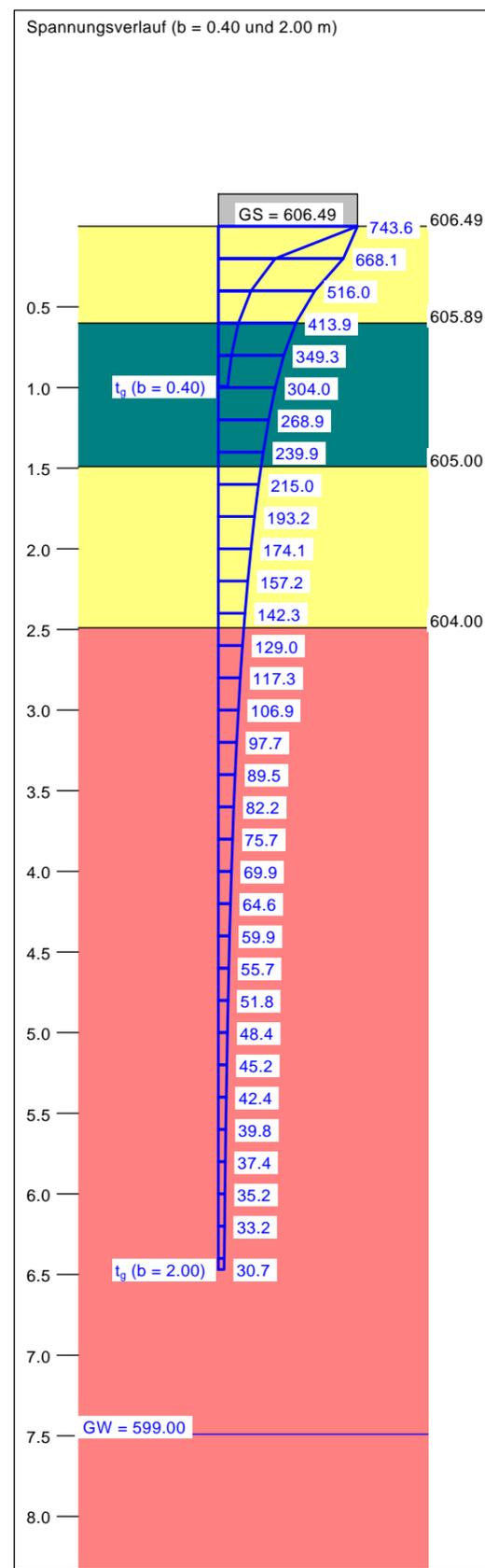
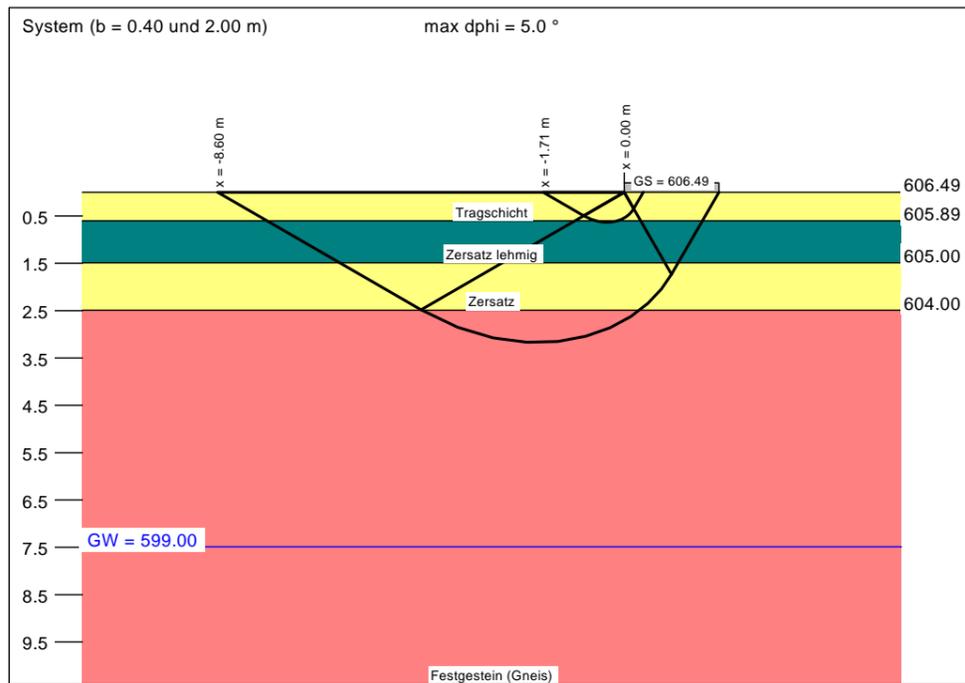
Boden	Tiefe [mNN]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	E [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	605.89	19.0	10.0	32.5	0.0	85.0	57.4	0.33	Tragschicht
	605.00	20.0	10.0	25.0	5.0	10.0	4.7	0.40	Zersatz lehmig
	604.00	21.0	12.0	35.0	0.0	80.0	54.0	0.33	Zersatz
	<604.00	26.0	17.0	32.0	50.0	500.0	473.5	0.15	Festgestein (Gneis)

Oberkante Gelände = 606.49 mNN
 Berechnung erfolgt mit E und ν [E = (1 - ν - 2 \cdot ν^2) / (1 - ν) \cdot E_s]

IBG Ingenieurbüro Schröfl
 Alois-Kainz-Str. 9
 84066 Mallersdorf-Pfaffenberg
 Tel.: 08772 / 8052082

WP_Schiederhof
 WEA_6 - Kranstellfläche

Projekt-Nr.: 18-097
 Anlage-Nr.: 3



GGU-FOOTING / Version 8.34 / 28.11.2018
 Berechnungsgrundlagen:
 WP_Schiederhof
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-T
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.30$
 $\gamma_G = 1.20$
 $\gamma_Q = 1.30$

Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.250$
 Oberkante Gelände = 606.49 mNN
 Gründungssohle = 606.49 mNN
 Grundwasser = 599.00 mNN
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 Datum: 05.02.2019

— Sohldruck
 — Setzungen

a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	$\sigma_{\bar{u}}$ [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]
0.40	0.40	72.9	11.7	58.3	0.07	30.0 *	0.91	19.01	0.00	0.99	0.63
0.50	0.50	117.0	29.3	93.6	0.19	29.7	1.98	19.11	0.00	1.36	0.78
0.60	0.60	132.1	47.6	105.7	0.29	29.0	2.45	19.20	0.00	1.59	0.92
0.70	0.70	142.6	69.9	114.1	0.38	28.4 *	2.78	19.28	0.00	1.79	1.05
0.80	0.80	151.9	97.2	121.6	0.46	28.0 *	3.03	19.34	0.00	1.99	1.19
0.90	0.90	159.4	129.1	127.5	0.54	27.7 *	3.23	19.39	0.00	2.18	1.32
1.00	1.00	164.8	164.8	131.8	0.62	27.4 *	3.39	19.44	0.00	2.36	1.45
1.10	1.10	191.0	231.1	152.8	0.78	30.0 *	2.13	19.58	0.00	2.63	1.74
1.20	1.20	193.2	278.3	154.6	0.84	30.0 *	1.88	19.66	0.00	2.77	1.90
1.30	1.30	198.2	334.9	158.5	0.91	30.0 *	1.71	19.73	0.00	2.93	2.06
1.40	1.40	203.7	399.2	163.0	0.98	29.9 *	1.58	19.80	0.00	3.08	2.21
1.50	1.50	210.4	473.4	168.3	1.06	29.9 *	1.46	19.86	0.00	3.24	2.37
1.60	1.60	401.5	1027.8	321.2	2.10	30.0 *	6.52	19.93	0.00	4.22	2.54
1.70	1.70	611.6	1767.7	489.3	3.31	30.0 *	12.14	20.07	0.00	5.07	2.69
1.80	1.80	743.3	2408.4	594.7	4.15	30.0 *	15.51	20.24	0.00	5.61	2.85
1.90	1.90	837.7	3024.3	670.2	4.81	29.9 *	17.91	20.41	0.00	6.05	3.00
2.00	2.00	929.4	3717.8	743.6	5.48	30.0 *	19.96	20.59	0.00	6.47	3.17

* phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.30 \cdot 1.25) = \sigma_{of,k} / 1.63$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

