



**Abteilung 15**

→ **Energie, Wohnbau, Technik**

**Altlasten- und Verdachtsflächen**

BearbeiterIn: Mag. Martin Schröttner

Tel.: (0316) 877-4121

Fax: (0316) 877-4569

E-Mail: [martin.schroettner@stmk.gv.at](mailto:martin.schroettner@stmk.gv.at)

Bei Antwortschreiben bitte  
Geschäftszeichen (GZ) anführen

GZ: Abt.15-20.20-4356/2014

Graz, am 15.03.2017

Ggst.: UVP Windpark Stubalpe

**FACHGUTACHTEN ZUR UVP**  
**WINDPARK STUBALPE**  
**FACHBEREICH**  
**GEOLOGIE - GEOTECHNIK**

<b>1</b>	<b>FACHBEFUND</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>AUFGABENSTELLUNG</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1</b>	<b>Kurzbeschreibung des Vorhabens</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2</b>	<b>Zielsetzung des Fachbeitrages Geologie/Geotechnik</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>UNTERSUCHUNGSRAUM UND METHODIK</b> .....	<b>7</b>
<b>3.1</b>	<b>Untersuchungsgebiet</b> .....	<b>7</b>
<b>3.2</b>	<b>Bearbeitungsmethodik</b> .....	<b>7</b>
<b>3.3</b>	<b>Geologischer Rahmen des Untersuchungsgebietes</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>BAUGRUNDAUFSCHLIEßUNG</b> .....	<b>9</b>
<b>4.1</b>	<b>Baggerschürfe</b> .....	<b>9</b>
4.1.1	Ergebnisse der Untergrunderkundung durch Schürfe .....	9
<b>4.2</b>	<b>Kluftaufnahmen</b> .....	<b>9</b>
4.2.1	Ergebnisse der Untergrunderkundung (Kluftaufnahmen) .....	9
<b>4.3</b>	<b>Massenbewegungen</b> .....	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>BAUGRUND/GRÜNDUNG</b> .....	<b>15</b>
<b>5.1</b>	<b>Flachgründung/Beschreibung der Baugrundbeanspruchung</b> .....	<b>15</b>
<b>5.2</b>	<b>Gründungsvorgaben</b> .....	<b>15</b>
5.2.1	Drehfedersteifigkeit: .....	15
5.2.2	Maximalwasserstand .....	17
5.2.3	Zulässige Bodenpressung .....	17
<b>5.3</b>	<b>Geotechnisch relevante Baumaßnahmen</b> .....	<b>20</b>
5.3.1	Zuwegungen .....	20
5.3.1.1	Weg 01-00 .....	20
5.3.1.2	Weg 01-02 .....	20
5.3.1.3	Weg 02-00 Salzstiegl – Altes Almhausweg .....	21
5.3.1.4	Weg 02-01 und 02-04 .....	21
5.3.1.5	Weg 02-05 .....	21
5.3.1.6	Weg 03-02 .....	21
5.3.1.7	Weg 03-00, 03-01, 03-03, 03-04 .....	21
5.3.1.8	Weg 04-01 .....	21
5.3.1.9	Weg 05-00, 05-01 .....	21
5.3.1.10	Weg 05-02 .....	21
5.3.1.11	Weg 05-04 .....	22
5.3.1.12	Weg 05-05 .....	22
5.3.1.13	Weg 06-00, 06-01, 06-02, 06-03, 06-04 .....	22
5.3.2	Umladeplatz, Zuwegung 02-03 .....	22
5.3.3	Montageplätze .....	22
5.3.4	Fundamente .....	22
5.3.4.1	STA01 .....	23

5.3.4.2	STA02	23
5.3.4.3	STA03	23
5.3.4.4	STA04	24
5.3.4.5	STA05	24
5.3.4.6	STA06	24
5.3.4.7	STA07	25
5.3.4.8	STA08	25
5.3.4.9	STA09	25
5.3.4.10	STA10	26
5.3.4.11	STA11	26
5.3.4.12	STA12	26
5.3.4.13	STA13	27
5.3.4.14	STA14	27
5.3.4.15	STA15	27
5.3.4.16	STA16	28
5.3.4.17	STA17	28
5.3.4.18	STA18	28
5.3.4.19	STA19	29
5.3.4.20	STA20	29
<b>5.4</b>	<b>Rekultivierung</b>	<b>29</b>
<b>5.5</b>	<b>Beschreibung der Baugrundbeanspruchung aufgrund von Erdbeben</b>	<b>29</b>
<b>6</b>	<b>ERWEITERTE GEOTECHNISCHE PLANUNG</b>	<b>30</b>
<b>6.1</b>	<b>Untersuchungsprogramm im Zuge der Erd- und Felsarbeiten zur Herstellung der WEA-Fundamente..</b>	<b>30</b>
6.1.1	Inhalt der geologisch-geotechnischen Dokumentation:	30
6.1.1.1	Darstellung der geologischen und geotechnischen Information:	30
6.1.1.2	Beprobung und Messwerte:	30
6.1.1.3	Bewertung der geotechnischen Information:	30
6.1.1.4	Abweichungen	31
6.1.2	Hinweise in Bezug auf die Gründungen, allgemeine Hinweise	31
<b>7</b>	<b>AUSWIRKUNGSANALYSE</b>	<b>32</b>
7.1.1	IST-Zustand:	32
7.1.2	Mögliche Störfälle/Vermeidung von Störfällen aus geologischer Sicht:	32
<b>8</b>	<b>ALTERNATIVE LÖSUNGSMÖGLICHKEITEN</b>	<b>32</b>
<b>9</b>	<b>GUTACHTEN IM ENGEREN SINN</b>	<b>33</b>
<b>9.1</b>	<b>Gutachten nach UVP-G</b>	<b>33</b>
9.1.1	Geologie	33
9.1.2	Geotechnik	33
<b>10</b>	<b>MABNAHMEN UND AUFLAGENVORSCHLÄGE</b>	<b>34</b>
<b>11</b>	<b>ZU DEN VARIANTEN UND ALTERNATIVEN</b>	<b>34</b>
<b>12</b>	<b>ZU DEN STELLUNGNAHMEN UND EINWENDUNGEN</b>	<b>34</b>

## 1 FACHBEFUND

Die Grundlage von Befund und Gutachten stellen die gemäß § 17 Abs.1 UVP-G 2000 idgF vorgelegten Projektunterlagen der Projektwerber Fa. Ing. Franz Penz dar. Für den vorliegenden Fachbereich wurden die Unterlagen durch die Ingenos.Gobiet. GmbH erstellt.

Hierbei wurde berücksichtigt:

- /1/ UVP Windpark Stubalpe, Einreichprojekt zum UVP Verfahren, Einlage 1101, Geologie, Geotechnik, Hydrogeologie, Wasserbautechnik, Fachbericht Geologie und Hydrogeologie, Dezember 2015
- /2/ UVP Windpark Stubalpe, Einreichprojekt zum UVP Verfahren, Einlage 1101E, Geologie, Geotechnik, Hydrogeologie, Wasserbautechnik, Fachbericht Geologie und Hydrogeologie, Ergänzung gem. Evaluierung vom 25.02.2016. und 31.03.2016; April 2016
- /3/ UVP Windpark Stubalpe, Einreichprojekt zum UVP Verfahren, Einlage 1101E2, Geologie, Geotechnik, Hydrogeologie, Wasserbautechnik, Fachbericht Geologie und Hydrogeologie, Ergänzung gem. Zweitevaluierung vom 22.08.2016, November 2016
- /4/ UVP Windpark Stubalpe, Einreichprojekt zum UVP Verfahren, Einlage 1102, Geologie, Geotechnik, Hydrogeologie, Wasserbautechnik, Fachbericht Geotechnik, Dezember 2015
- /5/ UVP Windpark Stubalpe, Einreichprojekt zum UVP Verfahren, Einlage 0281.1, Charakteristische Querprofile, Dezember 2015
- /6/ UVP Windpark Stubalpe, Einreichprojekt zum UVP Verfahren, Einlage 0281.3, Profile Anlagenstandorte, Dezember 2015

Die Beschreibung des Gesamtvorhabens bzw. Zweck der projektierten Anlagen sind dem Gesamtgutachten zu entnehmen.

## 2 AUFGABENSTELLUNG

### 2.1 KURZBESCHREIBUNG DES VORHABENS

Der Projektwerber Firma Ing. Franz Penz plant die Errichtung und den Betrieb des Windparks Stubalpe (kurz WP Stubalpe). Das Vorhaben WP Stubalpe besteht aus 20 Windenergieanlagen (WEA), die auf den Gemeindegebieten Hirscheegg-Pack und Maria Lankowitz im Bezirk Voitsberg sowie auf dem Gemeindegebiet Weißkirchen im Bezirk Murtal errichtet werden. Die Anlagenstandorte befinden sich auf Mittelgebirgsrücken mit Ost-West und Nord-Süd Ausrichtungen auf Seehöhen zwischen rund 1.400 m und 1.700 m. Das geplante Vorhaben liegt zur Gänze innerhalb der Vorrangzone Gaberl des Entwicklungsprogramms für den Sachbereich Windenergie (LGBI. Nr. 72/2013).

Die geplanten Windenergieanlagen des Typs SIEMENS SWT 3.2-113 haben eine Nennleistung von 3.2 MW, Nabenhöhen zwischen 92,5 m und 127,5 m und einem Rotordurchmesser von 113 m. Die gesamte Bauhöhe beträgt somit zwischen 149 m und 184 m, die gesamte installierte Leistung 64 MW.

Ein Übersichtsplan des Vorhabens ist in nachfolgender Abbildung dargestellt.

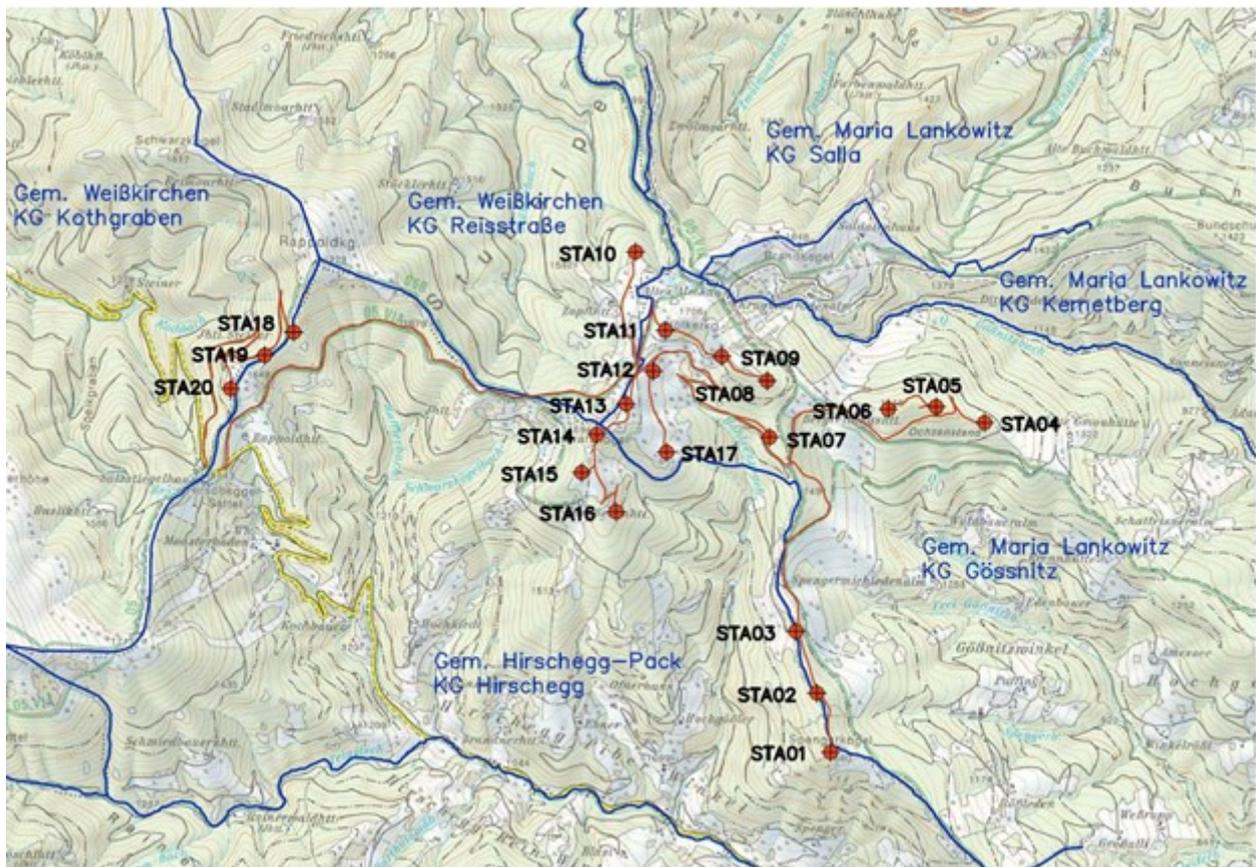


Abbildung 1: Übersicht über das Projektgebiet mit Anlagenstandorten, Wegführung und Umladeplatz

Die Erschließung des Windparkgeländes erfolgt über einen Umladeplatz an der Gemeindestraße Hirschegg-Salzstiegl im Bereich Winklkrammer-Weiß. Vom Umladeplatz aus verläuft die Zufahrt auf der Gemeindestraße rund fünf Kilometer nach Nordwesten bis vor den Passbereich beim Salzstieglhaus und biegt anschließend nach Osten auf einen bestehenden Forstweg ab. Die interne Erschließung der WEA- Standorte erfolgt großteils auf bestehenden Forstwegen, welche entsprechend den Anforderungen des Turbinenherstellers für den Transport ertüchtigt werden müssen. Die Zufahrten zu den Anlagenstandorten und die Montageflächen müssen neu errichtet werden.

Neben den Windenergieanlagen wird jeweils eine Betonfertigteilstation errichtet, in der ein 30 kV-Transformator und eine Schaltanlage untergebracht werden. Das interne Windparknetz besteht aus fünf Schaltkreisen welche als 30 kV-Erdkabelsysteme ausgeführt werden. Die Erdkabel werden großteils im Bereich der Zufahrtswege verlegt und in einer Schaltstation bei der Anlage STA 20 zusammengeführt. Von der Schaltstation erfolgt die Netzableitung nach Norden über eine etwa 17,25 Kilometer lange 30 kV-Kabelleitung zum Umspannwerk Baumkirchen in der Gemeinde Weißkirchen. Die Leitung besteht aus vier 30-kV Einzelsystemen und wird großteils über Forstwege, Gemeindestraßen und Wiesen bis zum Umspannwerk geführt. Im Umspannwerk wird der Windpark an das Netz der Energie Steiermark Stromnetz GmbH angeschlossen.

Die Vorhabensgrenze wird mit den Kabelendverschlüssen der vom Windpark zum UW Baumkirchen kommenden 30 kV Erdkabel definiert.

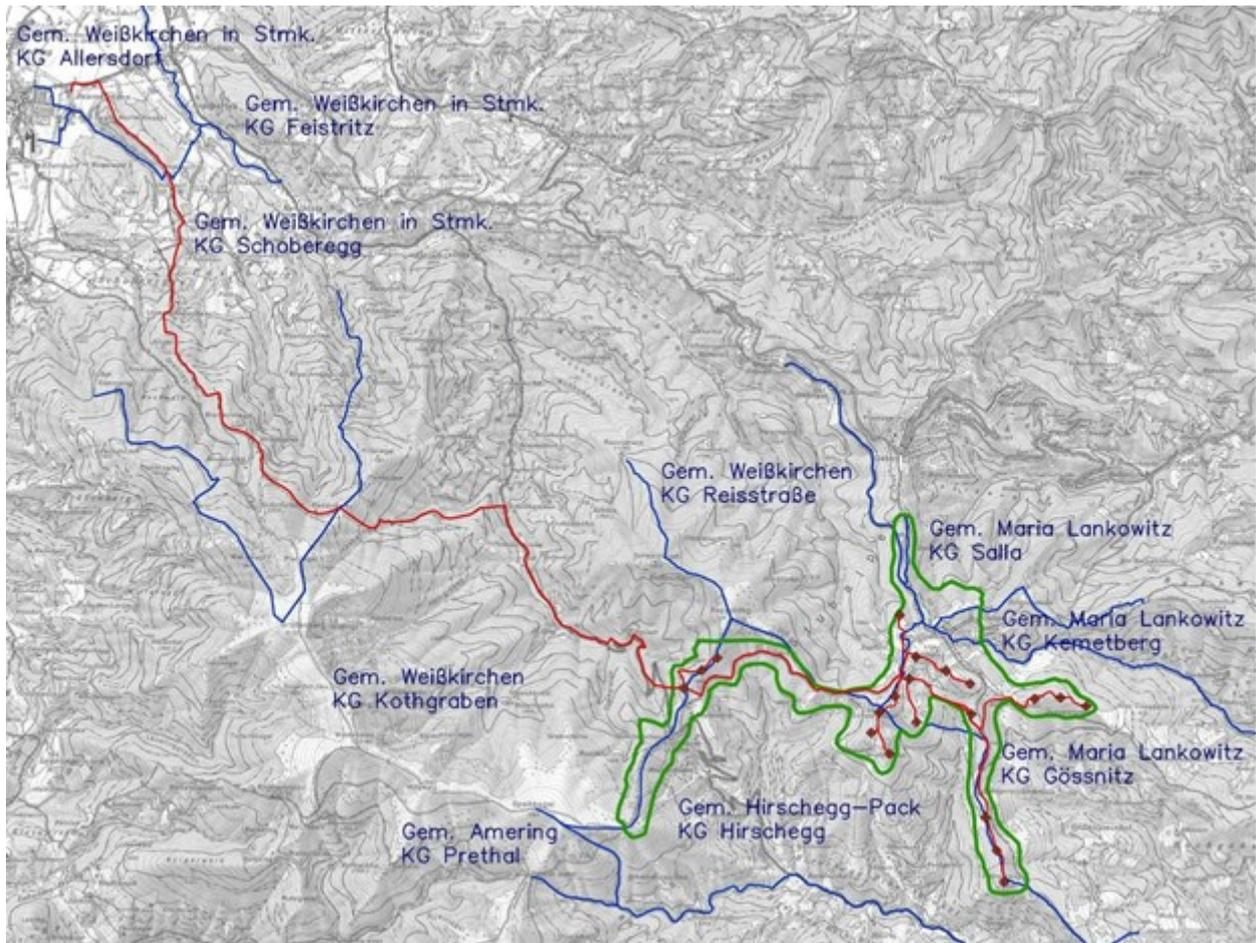


Abbildung 2: Übersicht Netzableitung

## 2.2 ZIELSETZUNG DES FACHBEITRAGES GEOLOGIE/GEOTECHNIK

Dieser Fachbeitrag soll aus umweltgeologischer Sicht folgende inhaltliche Fragenbereiche der Geologie behandeln:

- regionale und geologische Einordnung
- tektonische Verhältnisse
- einfache standortbezogene geologische Detaildarstellungen aufgrund durchgeführter Untergundaufschlüsse
- Hinweis auf eventuell vorhandene geologische Naturgefahren

Die geotechnischen Aspekte sind:

- Darstellung der Untergrundsituation aus geotechnischer Sicht
- Standsicherheit der vorhandenen Wege
- Standsicherheit der geplanten Wege einschließlich der geplanten Böschungen
- Standsicherheit der Montageplätze
- Standsicherheit der Fundamente
- Darstellung der Erdbebensituation

### 3 UNTERSUCHUNGSRAUM UND METHODIK

#### 3.1 UNTERSUCHUNGSGEBIET

Die Abgrenzung erfolgt örtlich mit den am Übersichtslageplan flächig dargestellten Baumaßnahmen zuzüglich eines Streifens von ca. 30 m ab dem Rand der Baumaßnahmen.

#### 3.2 BEARBEITUNGSMETHODIK

Aufbauend auf die Darstellungen aus den vorhandenen geologischen Beschreibungen erfolgten punktuelle Untergrundaufschlüsse in Form von Baggerschürfen mit einem 20-Tonnen-Bagger bis zur Felslinie. Die angetroffene Deckschicht wurde angesprochen und die Bodenart per Augenschein bestimmt. Aus dieser Ansprache wurden Bodenkennwerte aus Erfahrungswerten abgeleitet (siehe auch Tabelle 1).

Die Baumaßnahmen wurden in Bezug zu den geologischen Verhältnissen und möglichen Auswirkungen auf das Baugeschehen betrachtet. In gleicher Weise wurden auch die möglichen Auswirkungen der Baumaßnahmen auf die geologischen Verhältnisse betrachtet.

#### 3.3 GEOLOGISCHER RAHMEN DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES

Die Stubalpe grenzt an der Kor- und Gleinalpe, die allesamt zur mittelostalpinen Einheit zählen. Geologisch gesehen ist das Gebiet durch metamorph überprägte Kristallingesteine gekennzeichnet. Das Projektgebiet ist im Wesentlichen durch Gneise und Glimmerschiefer mit Einschaltungen von Marmoren, Quarziten, Amphiboliten und Pegmatiten gekennzeichnet. Die Felsoberkante liegt unter geringsten Überdecken bzw. offen zu Tage. Die geologische Karte ist in Abbildung 3 dargestellt, die Standorte der Windkraftanlagen auf der geologischen Karte sind Abbildung 4 zu entnehmen.

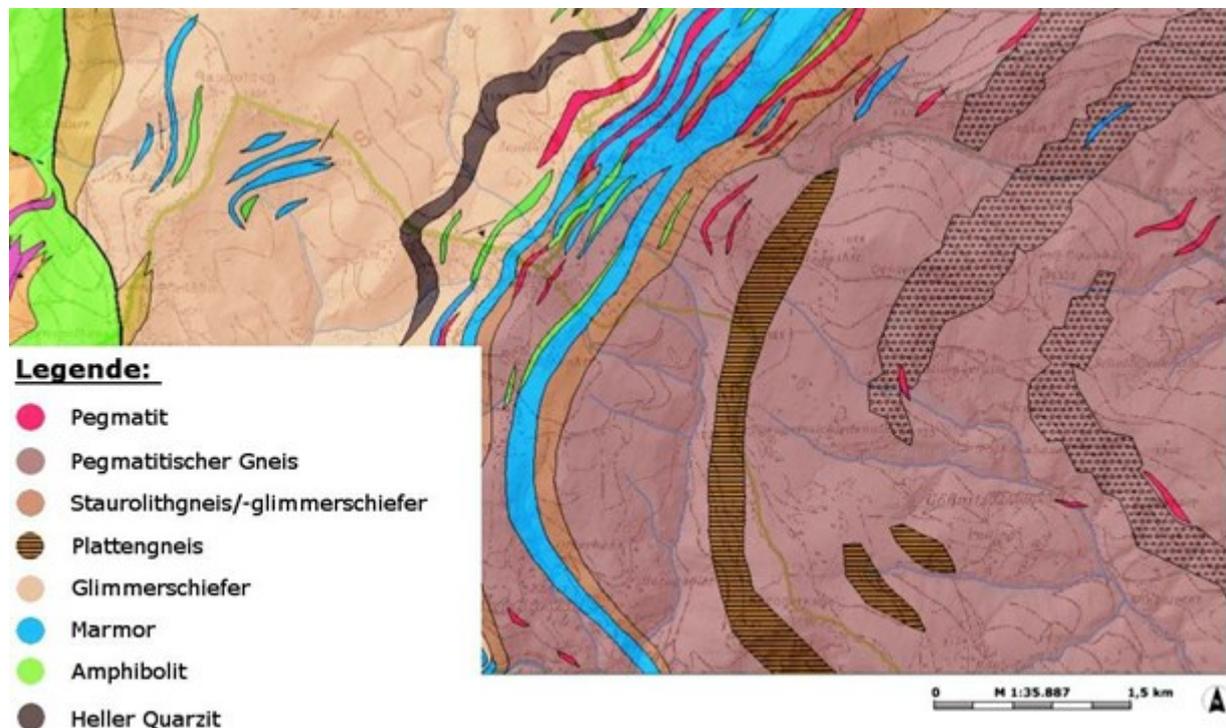


Abbildung 3: Übersicht der geologischen Karte mit Legende

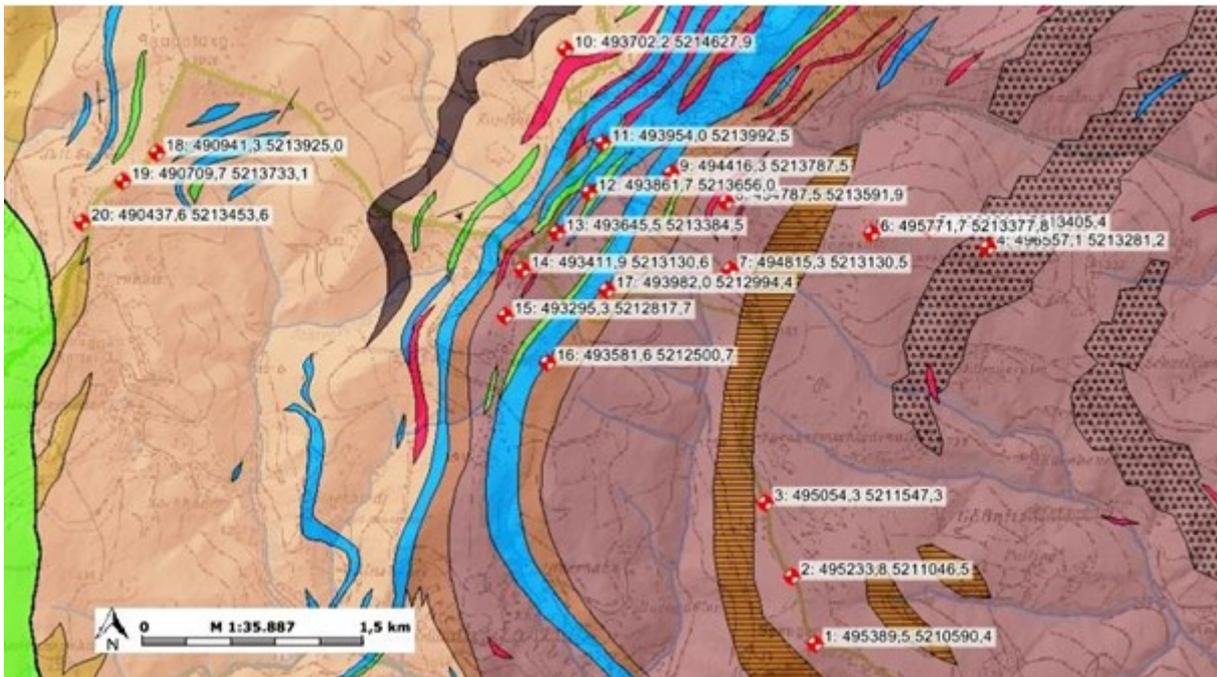


Abbildung 4: Koordinaten der einzelnen Standorte aus der geologischen Karte aufgetragen

Es zeigt sich folgendes Bild:

- Die Anlagen STA01, STA02 und STA03 haben ihre Standorte im Pegmatitischen Gneis.
- Die Anlage STA04 kommt im Pegmatitischen Gneis zu liegen.
- Die Anlagen STA05, STA06, STA07 liegen ebenfalls im Pegmatitischen Gneis.
- Die Anlage STA08 liegt an der Grenze zu einem Pegmatitzug.
- Die Anlage STA09 liegt im Grenzbereich eines Marmorzuges zum Staurolithgneis.
- Die Anlage STA10 liegt an der Grenze des Pegmatitzuges zum Glimmerschiefer.
- Die Anlagen STA11 und STA12 liegen im Bereich eines Marmorzuges.
- Die Anlagen STA13, STA14 und STA15 liegen im Pegmatitischen Gneis
- Die Anlagen STA16 und STA17 liegen an der Grenze von Staurolith und Marmor.
- Die Anlagen STA18, STA19 und STA20 kommt im Glimmerschiefer zu liegen.

## 4 BAUGRUNDAUFSCHLIEßUNG

### 4.1 BAGGERSCHÜRFE

Zur Erkundung wurden für die 20 geplanten Windkraftanlagen 20 längliche Schürfgruben mit einem Bagger abgeteuft. Am 17. und 18. September 2015 wurden die Schürfgruben der geplanten Windkraftanlagen STA01 bis STA17 durchgeführt. Die restlichen Schürfgruben STA 18 bis STA20 wurden am 24. September 2015 begutachtet. Die Standortkoordinaten sind in Tabelle 1 angeführt, die Lage der Standorte geht aus Abbildung 5 hervor. Die rot markierten Standorte der Abbildung 5 besitzen eine Nabenhöhe von 92,5 m, die blau markierten Standorte 127,5 m.

#### 4.1.1 ERGEBNISSE DER UNTERGRUNDERKUNDUNG DURCH SCHÜRFE

Die detaillierte Beschreibung samt Fotodokumentation wird an dieser Stelle nicht wiedergegeben, es wird auf das Einreichoperat verwiesen. Nachstehend folgt jedoch eine zusammenfassende Beschreibung der Erkundungen.

Die Untergrundsituation im Einzugsgebiet zeigt sich aufgrund der errichteten Aufschlüsse wie folgt: Unter einer 0,0 m bis 0,40 m starken teilweise belebten Bodenschicht liegt bis zu einer Tiefe von 1,20 m bis 3,20 m eine Verwitterungsschicht, welche aus Ton, Schluff, Sand, Kies und Steinen bis zu Blöcken besteht. Der Boden wirkt schluffig, lehmig und stellenweise leicht tonhaltig. Das Material lässt sich vorwiegend leicht zu einer Kugel verformen und ist relativ feucht. Teilweise fanden sich in diesem Horizont schon etwas größere und scharfkantigere Steine wieder.

Darunter liegt teilweise noch zerlegter Fels aus Gneis, Glimmerschiefer oder Amphibolit, welcher nach ca. 0,5 m bis 1,0 m Stärke vom leichten Fels, Reißfels (Bodenklasse 6) zum Schrämmfels (Bodenklasse 7) übergeht. Die Verwitterungsschicht über dem Fels kann auch als Blockschutt angesprochen werden.

Neben den durchgeführten Sondierungsschlitzten wurden auch an den bestehenden Forstwegen geotechnische Aufnahmen durchgeführt. Hier zeigt sich bei den visuellen Beurteilungen das gleiche Bild wie bei den Schürfungen.

	Reibungswinkel	Kohäsion	Wichte
Verwitterungsschicht	35°	0	20 kN/m <sup>3</sup>
Fels	45°	0	22 kN/m <sup>3</sup>

Tabelle 1: Zusammenstellung der Bodenschichten, angesetzte Bodenkennwerte

### 4.2 KLUFTAUFNAHMEN

Im Weiteren erfolgten an zwei zugänglichen Stellen entlang des Weges Zuwe 02-00 Kluftaufnahmen die im Folgenden auch dargestellt sind.

#### 4.2.1 ERGEBNISSE DER UNTERGRUNDERKUNDUNG (KLUFTAUFNAHMEN)

Im Bereich der geplanten Wegverbreiterung (Zuwe 02-00) erfolgten Kluftaufnahmen im Gneis-Glimmerschiefer-Bereich.

Zwischen den zwei aufgenommenen Aufschlüssen ist das Gelände von viel Hangschutt geprägt, teilweise befinden sich dort Blöcke von mehreren Metern. Aufgrund des liegenden Schnees konnten lediglich zwei deutlich sichtbare Aufschlüsse erkannt und aufgenommen werden. Die Klüfte sind mittels Scanline-Methode aufgezeichnet worden. Die Lage der Aufschlüsse ist in der Abbildung 5 dargestellt und die Fotos der Aufschlüsse sind in den Abbildung 15 bis Abbildung 20 dargestellt. Abbildung 6 enthält allgemeine Informationen zu den Aufschlüssen.



Abbildung 5: Lage des Aufschlusses 1 und 2

#### Aufschluss 1

Länge	5 m (mit Unterbrechungen)		
Höhe	0,75 m		
Koordinaten	HW:	47°	04,786''
	RW:	14° 53,345''	
Einfallsrichtung/Einfallswinkel	325°/35°		
Gestein	Glimmerschiefer		

Tabelle 42: Informationen zum Aufschluss 1

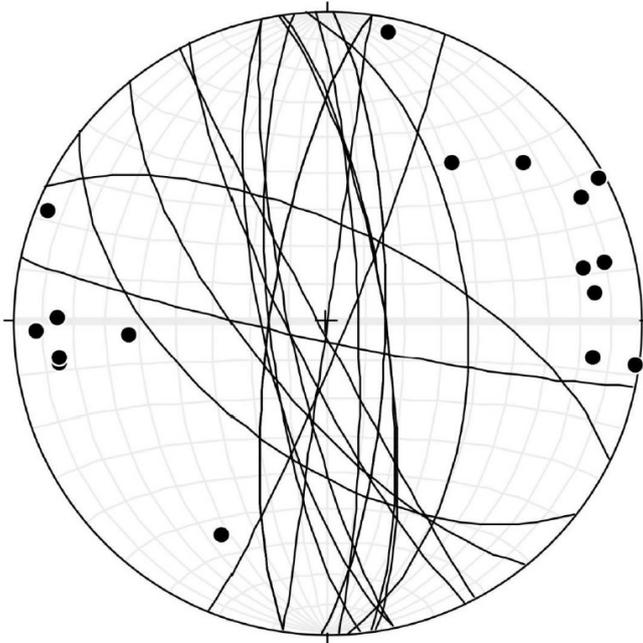
#### Aufschluss 2

Länge	7,50 m		
Höhe	2 m		
Koordinaten	HW:	47°	04,563''
	RW:	14° 52,996''	
Einfallsrichtung/Einfallswinkel	104°/30° 120°/45° (ab etwa 6 m)		
Gestein	Glimmerschiefer		

Tabelle 43: Informationen zum Aufschluss 2

Abbildung 6: Beschreibung der Aufschlüsse

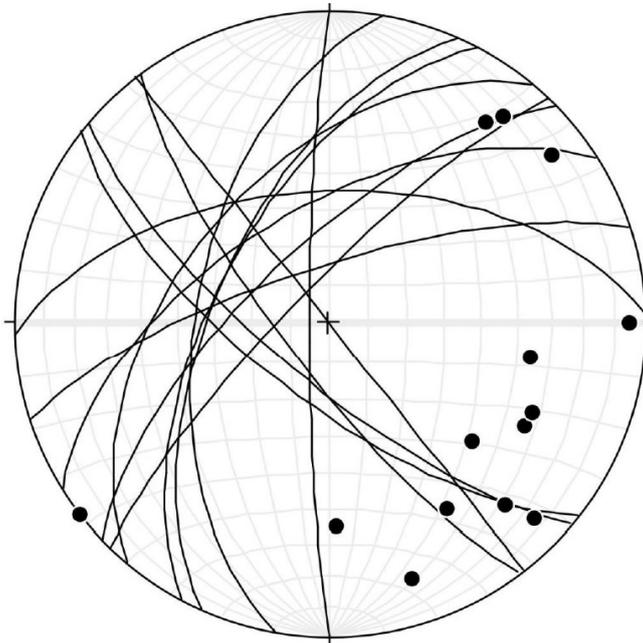
Der 1. Aufschluss weist mindestens 2 Kluftscharen auf, wie der Abbildung 7 entnommen werden kann. In der Abbildung 7 kann abgelesen werden, dass die Klüfte einen steilen Einfallswinkel haben und wie sie auf dem Schmidtschen Netz geplottet liegen. Der Mittelwert der ersten Kluftchar liegt bei 264°/80° bzw. 90°/74° (ER/EW) und der zweiten Kluftchar bei 214°/70° (ER/EW). Der 2. Aufschluss weist mindestens 3 Kluftscharen auf. (Abbildung 10) Der Einfallswinkel ist mittel bis steil. Die Klüfte sind in der Abbildung 11 auf dem Schmidtschen Netz projiziert. Der Mittelwert der ersten Kluftchar liegt bei 224°/74° bzw. 52°/90° (ER/EW), der zweiten Kluftchar bei 297°/66° (ER/EW) und der dritten Kluftchar bei 343°/63°. Zur Kluftaufnahme siehe auch Abbildung 9.



----- Poles from Planes | 20.09.2016 at 23:10 -----  
calculated from 20 planes from Data set: 'Untitled Planes'

Abbildung: Großkreis und Plot, Klüfte, 1. Aufschluss

Abbildung 7: Großkreise und Plot Klüfte, 1. Aufschluss



----- Poles from Planes | 20.09.2016 at 23:27 -----  
calculated from 14 planes from Data set: 'Untitled Planes'

Abbildung: Großkreis und Plot, Klüfte, 2. Aufschluss

Abbildung 8 Großkreise und Plot Klüfte, 2. Aufschluss

Nr.	Art	Abst. (m)	Einfallsrichtung	Einfallswinkel	Trennflächenlänge (cm)	Kontinuität	Beendigung	Verwitterung	Kommentare
1	Kluft	0,75	264	75	10	S	A-O	2	
2	Kluft	1,07	192	85	5	S	A-O	2	
3	Kluft	0,9	218	55	5	S	I-O	2	
4	Kluft	1,09	231	70	20	I	O-A	2	
5	Kluft	1,11	258	73	15	I	O-A	2	
6	Kluft	2,14	244	80	8	I	O-O	2	
7	Kluft	2,22	091	75	2	I	O-O	2	
8	Kluft	2,23	091	75	1	I	O-O	2	
9	Kluft	2,25	081	75	7	I	O-A	2	
10	Kluft	2,28	242	88	6	I	A-I	2	
11	Kluft	2,67	278	95	3	I	I-O	2	
12	Kluft	2,72	258	80	3	I	I-O	2	
13	Kluft	2,83	082	75	6	I	A-A	2	
14	Kluft	3,10	088	82	6	I	A-O	2	
15	Kluft	4,20	112	85	5	I	O-A	2	
16	Kluft	4,34	026	75	7	S	I-I	2	
17	Kluft	4,44	278	75	30	I	O-O	1	In 5 Pakete gleicher Mächtigkeit durch Schieferungsflächen getrennt
18	Kluft	4,61	278	75	4	I	O-O	1	
19	Kluft	4,72	278	75	5	I	O-O	1	
20	Kluft	4,90	086	53	15	I	O-O	1	

Tabelle 44: Aufgenommene Klüfte des Aufschluss 1

Nr.	Art	Abst. (m)	Einfallsrichtung	Einfallswinkel	Trennflächenlänge (cm)	Kontinuität	Beendigung	Verwitterung	Kommentare
1	Kluft	1	280	55	3	S	O-I	2	
2	Kluft	1,50	298	60	3	S	O-I	2	
3	Kluft	1,70	294	60	3	S	O-I	2	
4	Kluft	2,28	270	85	10	S	O-O	2	
5	Kluft	1,60	358	55	5	I	I-I	2	
6	Kluft	2,16	328	60	3	I	I-I	2	
7	Kluft	2,47	342	75	2	I	I-I	2	
8	Kluft	3,44	310	50	8	I	A-O	2	
9	Kluft	3,65	314	80	2	I	A-O	2	
10	Kluft	3,94	316	70	25	I	I-A	2	
11	Kluft	3,88	052	90	7	I	O-O	2	
12	Kluft	4,60	218	70	50	P	O-O	2	
13	Kluft	5,10	220	75	30	P	O-O	2	
14	Kluft	6,06	233	78	20	I	O-O	2	

Tabelle 45: Aufgenommene Klüfte des Aufschluss 2

Legende Kontinuität: S (getrennt), I (tw. unterbrochen), P (durchgehend)

Legende Beendigung: A (in eine andere Trennfläche verlaufend), I (in das Gestein verlaufend), O (nicht sichtbar)

Legende Verwitterung: 1 (frisch), 2 (Verwitterung sichtbar), 3 (Verwitterung stärker), 4 (stark verwittert)

Abbildung 9: Kluftaufnahme Aufschluss 1 und 2

Der Wert  $\sigma_{ci}$  (Uniaxiale Kompressionsspannung) liegt beim 1. und 2. Aufschluss bei etwa 75 MPa. Dieser Wert leitet sich von der Gesteinsart ab und kann der Abbildung 10 nach Hoek et al., 1997 entnommen werden. Der Wert für den GSI (Geologischer Stärke Index) liegt für beide Aufschlüsse zwischen 45 und 55. Dieser Wert setzt sich aus dem Grad der Zerklüftung und der Verwitterung zusammen und kann aus der Abbildung 11 nach Hoek et al., 1997 abgelesen werden.

In weiterer Folge kann das Deformationsmodul (E) nach Hoek et al., 1997 berechnet werden. Dieser liegt in einem Bereich zwischen 6,49 und 11,55 GPa. Die Berechnung des Deformationsmoduls kann der Formel 1 entnommen werden.

$$E_m \text{ (GPa)} = \sqrt{\frac{\sigma_{ci}}{100}} \cdot 10^{\left(\frac{GSI-10}{40}\right)}$$

Formel 1: Deformationsmodul, wenn  $\sigma_{ci} < 100$  MPa (Hoek et al., 1997)

Laut dem GSI-Wert und dem Deformationsmodul ist das Gebirge als mäßig bis gut einzuteilen. Es sollte allerdings beachtet werden, dass es sich um Glimmerschiefer handelt. Glimmerschiefer ist unter anderem durch Schieferungsflächen charakterisiert. Je nachdem wie sich die Belastung auf die Trennflächen des Untergrunds auswirkt, könnte es zu einer Minderung der Stabilität kommen. Beispiele können der Abbildung 12 entnommen werden.

Die Druckfestigkeiten reichen jedenfalls aus um die Lasten in der Wegerrichtung bzw. die Lasten der Fundamente der Windenergieanlagen aufzunehmen.

Table 1. Field estimates of uniaxial compressive strength.

Grade*	Term	Uniaxial Comp. Strength (MPa)	Point Load Index (MPa)	Field estimate of strength	Examples
R6	Extremely Strong	> 250	>10	Specimen can only be chipped with a geological hammer	Fresh basalt, chert, diabase, gneiss, granite, quartzite
R5	Very strong	100 - 250	4 - 10	Specimen requires many blows of a geological hammer to fracture it	Amphibolite, sandstone, basalt, gabbro, gneiss, granodiorite, limestone, marble, rhyolite, tuff
R4	Strong	50 - 100	2 - 4	Specimen requires more than one blow of a geological hammer to fracture it	Limestone, marble, phyllite, sandstone, schist, shale
R3	Medium strong	25 - 50	1 - 2	Cannot be scraped or peeled with a pocket knife, specimen can be fractured with a single blow from a geological hammer	Claystone, coal, concrete, schist, shale, siltstone
R2	Weak	5 - 25	**	Can be peeled with a pocket knife with difficulty, shallow indentation made by firm blow with point of a geological hammer	Chalk, rocksalt, potash
R1	Very weak	1 - 5	**	Crumbles under firm blows with point of a geological hammer, can be peeled by a pocket knife	Highly weathered or altered rock
R0	Extremely weak	0.25 - 1	**	Indented by thumbnail	Stiff fault gouge

\* Grade according to Brown [2]

\*\* Point load tests on rocks with a uniaxial compressive strength below 25 MPa are likely to yield ambiguous results.

Abbildung 10: Geländeabschätzung von uniaxialen Kompressionsspannungen (Hoek et al., 1997)

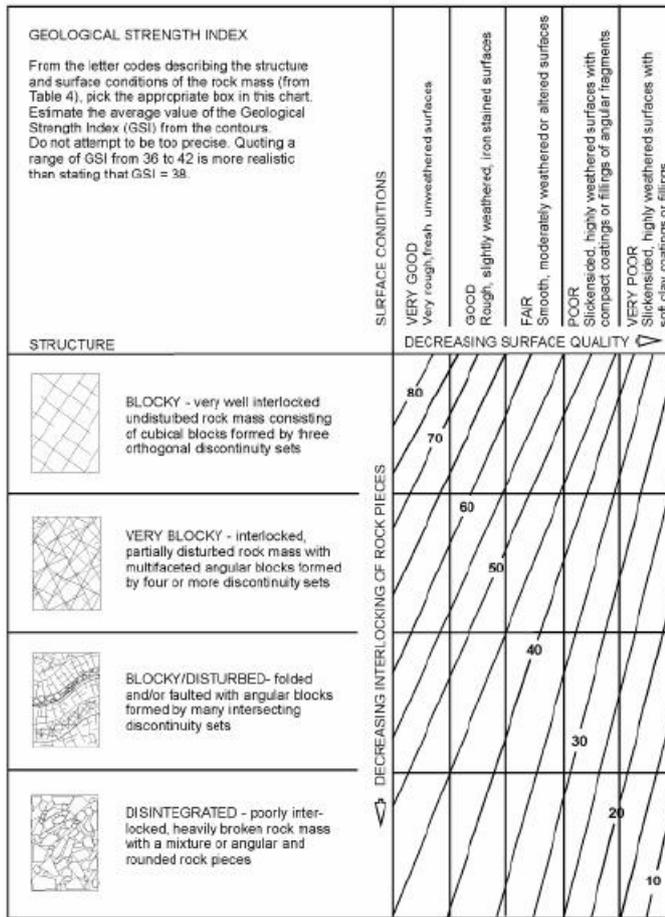


Abbildung 11: Einschätzung des GSI basierend auf geologischen Beschreibungen (Hoek et al., 1997)

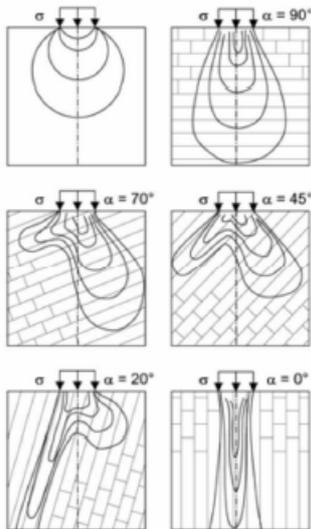


Abbildung 12: Spannungsisobaren im geklüfteten Gebirge (Genske, 2006)

## 4.3 MASSENBEWEGUNGEN

Bei den Begehungen im Bearbeitungsgebiet konnten keine relevanten Hinweise auf Massenbewegungen und lokale Rutschungen gefunden werden.

## 5 BAUGRUND/GRÜNDUNG

### 5.1 FLACHGRÜNDUNG/BESCHREIBUNG DER BAUGRUNDBEANSPRUCHUNG

Die Gründungen für WEA werden als Flachgründungen in Stahlbeton hergestellt. Der Stahlrohrturm soll auf einer runden Fundamentplatte (Durchmesser 20,0 m) aufgesetzt werden, deren Unterkante ca. 2,50 m unter GOK zu liegen kommt. Es werden dafür folgende Beanspruchungen des Bodens angegeben:

Maximale mittlere Bodenpressung	247,0 kN/m <sup>2</sup>
Wiederverfüllung	17,0 kN/m <sup>3</sup>

Des Weiteren muss der Grundwasserspiegel unterhalb der Gründungssohle liegen. In den vorhandenen Bauplätzen ist kein Grundwasser vorhanden. Anfallendes Hangwasser wird über die bergseitige Fundamentdrainage ausgeleitet.

### 5.2 GRÜNDUNGSVORGABEN

Im betrachteten Baulosbereich stehen unter der Mutterbodenschicht Felsverwitterungsprodukte (Lockergesteinsschichten) an. Eine Lastabtragung auf dieser Lockergesteinsschicht ist aufgrund der Hohlräume und der Hohlraumfüllung nicht möglich. Die Windkraftanlagen müssen daher auf Festgestein gegründet werden. Dabei steht das Festgestein im Bereich der Anlagen oberflächennah an (Tiefe ca. 0,0 m bis 3,2 m unter GOK).

Für alle Anlagen ist vorgesehen, zuerst das Lockermaterial einschließlich des aufgewitterten blockigen Materials abzutragen. Tiefer reichende Lockergesteinsbereiche und Verwitterungszonen sind bis zum kompakten Fels zu entfernen und mit Magerbeton auszufüllen und die Anlage flach zu gründen. Sollten sich im Felsaushubbereich große Klüfte auftun, sind diese mit Beton zu verfüllen.

#### 5.2.1 DREHFEDERSTEIFIGKEIT:

Die erreichbare Drehfedersteifigkeit des Untergrundes ist abhängig von den Abmessungen des Fundamentes, dem dynamischen Steifemodul  $E_{s,dyn}$  und der Scherfestigkeit ( $\varphi$ ) des Bodens sowie der Querdehnzahl / Poisson-Zahl und wird aus folgender Formel für kreisrunde Fundamente ermittelt:

$$E_{s,dyn} = k_{\varphi,dyn} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{r^3} \cdot \frac{(1+\nu) \cdot (1-\nu)^2}{1-\nu-2 \cdot \nu^2}$$

Die geforderten Werte der Drehfedersteifigkeit sind in jeder Tiefe unter dem Fundament zu erreichen, wobei ein der Tiefe zugehöriges Ersatzfundament (Ersatzradius + Vergrößerung durch Lastausbreitung entsprechend dem Reibungswinkel der unter dem Fundament liegenden Bodenschichten) betrachtet werden kann.

Der Zusammenhang zwischen statischem und dynamischem Steifemodul stellt eine starke Vereinfachung dar und kann dem Grundbautaschenbuch (6. Auflage) entnommen werden und wird in der nachfolgenden Tabelle wiedergegeben.

$E_{s,stat}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s,dyn} / E_{s,stat}$ [-]	$E_{s,stat}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s,dyn} / E_{s,stat}$ [-]
5	5,5	50	3,5
10	5,5	60	3,5
15	5,5	70	3,0
20	5,5	80	3,0
30	4,5	90	3,0
40	4,0	100	2,8

Tabelle 2: Zusammenhang zwischen statischem und dynamischen Steifemodul (Grundbautaschenbuch 6. Auflage)

Da die Grundfläche der Einzelfundamente für beide WEA-Typen gleich gewählt wurde, und die Einbindetiefe der Fundamente den felsigen Untergrund erreicht bzw. in Teilbereichen einzelner Fundamente der Baugrund unter dem Fundament mit Beton ausgefüllt wird, erfolgt die Nachweisführung einmalig repräsentativ für alle Standorte. In der nachfolgenden Tabelle werden zusammenfassend die einzelnen Schürfe angeführt und die dort vorgefundene Tiefenlage des Felsuntergrundes angegeben.

Standort	Tiefe Felsschicht ab GOK	Standort	Tiefe Felsschicht ab GOK
STA01	> 3,0 m	STA11	> 1,3 m
STA02	> 1,8 m	STA12	> 1,6 m
STA03	> 2,4 m	STA13	> 2,3 m
STA04	> 1,9 m	STA14	> 2,3 m
STA05	> 1,7 m	STA15	> 1,2 m
STA06	> 1,8 m	STA16	> 1,8 m
STA07	> 1,8 m	STA17	> 2,2 m
STA08	> 1,7 m	STA18	> 3,2 m
STA09	> 2,0 m	STA19	> 2,2 m
STA10	> 1,2 m	STA20	> 2,0 m

Tabelle 3: Zusammenstellung der Tiefenlage der Felsschichten je Standort

Bei der Nachweisführung wird für das Festgestein von einem kohäsionslosen Untergrund mit einem Reibungswinkel von 35° ausgegangen. Diese getroffene Annahme liegt auf der sicheren Seite, da Schieferungs- und Kluffflächen vorliegen und Gleitkörper somit den kompakten Fels durchdringen müssten.

Der Nachweis für die geforderte statische Drehfedersteifigkeit  $k_{\varphi,stat}$  von mind. 26.600 MNm/rad sowie die dynamische Drehfedersteifigkeit  $k_{\varphi,dyn}$  von 85.900 MNm/rad kann für alle Standorte erreicht werden, da die Festgesteine hohe Elastizitätsmodule aufweisen. In der Berechnung wird auf den jeweiligen Tiefenhorizonten je Schichtgrenze ein Ersatzfundament betrachtet, welches unter dem Reibungswinkel mit der Tiefe eine zunehmende Fundamentbreite aufweist. Dabei werden wiederum die bodenmechanischen Parameter der Schieferungs- und Kluffflächen angesetzt, aus denen die Querdehnungszahlen (Poisson-Zahl) errechnet werden. Diese Berechnungsweise liegt stark auf der sicheren

Seite, da das kompakte Festgestein die Spannungen weit mehr vergleicht und somit die Ersatzfundamente weit größer sind. Die kleinste dynamische Drehfedersteifigkeit ergibt sich logischerweise an der Oberkante des Felsens, welche direkt unterhalb der Sauberkeitsschicht liegt.

Hier beträgt die statische Drehfedersteifigkeit  $k_{\varphi,stat}$  rund 43.600 MNm/rad und die dynamische Drehfedersteifigkeit  $k_{\varphi,dyn}$  rund 240.000 MNm/rad und liegt somit weit über den geforderten Werten von  $k_{\varphi,stat}$  von 26.600 MNm/rad und  $k_{\varphi,dyn}$  von 85.900 MNm/rad.

Nr.	Schichten unter Fundament-UK	Reibungswinkel $\varphi$ [°]	Lagerungsdichte Zustand	UK der Schicht unter der GOK [m]	Schichtstärke [m]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Umrechnungsfaktor $E_s / E_{s,dyn}$	$E_{s,dyn}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Querdehnungszahl $\nu$ [-]	Fundamentradius [m]	$k_{\varphi,stat}$ [MNm/rad]	$k_{\varphi,dyn}$ [MNm/rad]
0	Sauberkeitsschicht	---	---	3,30	---	---	---	---	---	20,00	---	---
1	Fels	35	fest	3,30	---	5	5,5	28	0,30	20,00	43.635	239.994
2			fest	8,30	5,00					23,06	66.861	367.737
3	Fels	35	fest	8,30	---	5	5,5	28	0,30	23,06	66.861	367.737
4			fest	13,30	5,00					26,11	97.140	534.272
5	Fels	35	fest	13,30	---	5	5,5	28	0,30	26,11	97.140	534.272
6			fest	18,30	5,00					29,17	135.408	744.743

$$E_{s,dyn} = k_{\varphi,dyn} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{r^3} \cdot \frac{(1+\nu) \cdot (1-\nu)^2}{1-\nu-2 \cdot \nu^2}$$

- $k_{\varphi,dyn}$  dynamische Drehfedersteifigkeit
- $E_{s,dyn}$  dynamischer Steifemodul
- $r$  Fundamentradius bzw. Ersatzradius bei tiefen Bodenschichten
- $\nu$  Querdehnungszahl / Poisson-Zahl des Bodens

Tabelle 4: Berechnungsgrundlagen Drehfedersteifigkeit

## 5.2.2 MAXIMALWASSERSTAND

In Detaillierung zum Fachbericht Geologie, Geotechnik, Hydrogeologie, Wasserbautechnik, Einlage 1101, Punkt 7.1 wird ergänzt, dass aufgrund der angetroffenen kompakten Felsformationen auf eine Schürftiefe bis zur maximalen Gründungssohle der Fundamente verzichtet wurde. Es ist davon auszugehen, dass kein für Auftrieb relevantes Grundwasser bzw. Schichtwasser angetroffen wird. Vorsorglich werden für mögliche Sickerwässer und Schichtwässer Drainageleitungen um das Fundament mit Ausleitung in das umliegende Gelände vorgesehen.

## 5.2.3 ZULÄSSIGE BODENPRESSUNG

In den Baugrundaufschlüssen wurden als „Fels“ Gneise, Glimmerschiefer und Calcit-Marmore angetroffen. An zwei Stellen erfolgten an Blöcken Kluftaufnahmen. Unter Anwendung des „Verfahrens zur Ermittlung von Bemessungssohlldrücken für Flächenfundamente auf Fels“ gemäß ÖNORM EN 1997-1/AC:2009 lässt sich folgender Bemessungssohlldruck herleiten:

Felsart: metamorphe Gesteine einschließlich Schiefer => Gruppe 2  
mittlere Kluftabstände  
mittelfeste Füllung, mittlere Kluftabstände

einaxiale Druckfestigkeit  $\sim 5$  MPa/m<sup>2</sup> bzw. 5000 KN/m<sup>2</sup> oder 5 N/mm<sup>2</sup>  
Bemessungssohlldruck 10 MPa/m<sup>2</sup>

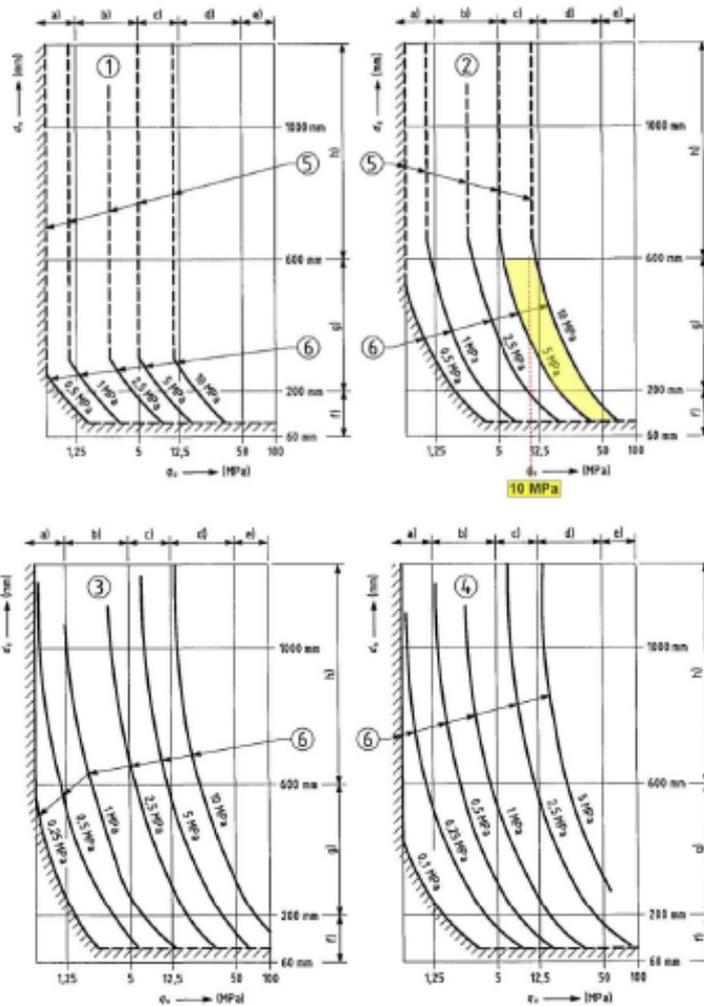
Dies entspricht in etwa der Druckfestigkeit eines Unterlagsbetons. Somit liegt die zu erwartende Sohl-  
druckfestigkeit von ca. 10.000 KN/m<sup>2</sup> weit über der geforderten Bodenpressung von 305 KN/m<sup>2</sup>.

(1) Für mürben und klüftigen Fels mit geschlossenen Fugen, einschließlich Kreidestein mit einer Porosität unter 35 %, können die Bemessungssohldrücke aus Bild G.1 abgeleitet werden. Das Verfahren beruht auf der Einstufung nach Tabelle G.1 und der Voraussetzung, dass das Bauwerk Setzungen von 0,5 % der Fundamentbreite aufnehmen kann. Für andere Setzungsmaße können Bemessungssohldrücke durch Interpolation ermittelt werden. Bei mürbem und klüftigem Fels mit offenen oder gefüllten Trennflächen sollten abgeminderte Werte als Bemessungssohldrücke verwendet werden.

**Tabelle G.1 — Gruppierung für mürbe und klüftige Felsarten**

Gruppe	Felsart
1	reiner Kalkstein und Dolomit, karbonatisch gebundene Sandsteine geringer Porosität
2	magmatische Gesteine, oolithische und mergelige Kalksteine, fest gebundene Sandsteine, verfestigte Mergelsteine, metamorphe Gesteine, einschließlich Schiefer (flache Schieferung/blättrige Struktur)
3	stark mergelige Kalksteine, schwach verfestigte Sandsteine, Schiefer (steile Schieferung/blättrige Struktur)
4	ungebundene Schluff- und Tonsteine

Tabelle 5: Gruppierung für mürbe und klüftige Felsarten (ÖNORM EN 1997-1)



Abszisse:  $q_d$  (MPa) einaxiale Druckfestigkeit → Ordinate:  $a_i$  (mm) Kluftabstände

**Legende**

(1) bis (4): Felsgruppen

(5): Zul. Sohldruck bei Einhaltung der einaxialen Druckfestigkeit von Fels mit geschlossenen Klüften bzw. 50 % dieser Werte bei offenen Klüften

(6): Zul. Sohldruck

a – sehr weich, b – weich, c – mittelfest, d – fest, e – sehr fest, f – geringe Kluftabstände, g – mittlere Kluftabstände, h – große Kluftabstände

Zu den vier Felsgruppen siehe Tabelle G.1. Sohldrücke in den abgegrenzten Bereichen sind nach Inspektion oder auf Grund von Felsversuchen festzulegen (BS 8004).

**Bild G.1 — Bemessungssohldrücke für quadratische Fundamente auf Fels (mit Setzungen unter 0,5 % der Fundamentbreite)**

**Tabelle 6:** Bemessungsdrücke für quadratische Fundamente (ÖNORM EN 1997-1)

## 5.3 GEOTECHNISCH RELEVANTE BAUMAßNAHMEN

Im Folgenden wird immer auf den Übersichtslageplan Windpark (EZ 0251.1) und auf Lagepläne (EZ 0261.x) Bezug genommen, dort sind die Baumaßnahmen graphisch dargestellt.

### 5.3.1 ZUWEGUNGEN

Für die Wegherstellung wurde von folgenden Randbedingungen ausgegangen:

- möglichst Nutzung des vorhandenen Wegenetzes und Forstwegenetzes um die Eingriffe in die belebte Umwelt möglichst gering zu halten
- eher Herstellung von Anschnittböschungen als Dammböschungen, weil damit die Eingriffsfläche auch aufgrund der größeren Böschungsneigung kleiner gehalten werden kann
- Nutzung des Abtragmaterials vor Ort als Planum für die Wegerrichtung
- Herstellung der Wege mit einem einseitigen Gefälle zur Wegaußenseite um eine gleichmäßige, flächige Entwässerung über die talseitige Böschungsschulter zu erreichen
- Errichtung von Steinschichtungen bei Dammböschungen über 6,0 m Höhe zur Stabilisierung der Böschungen
- Herstellung der Dammböschungen mit Neigung 2:3, die Steinschichtungen mit 2:1
- Herstellung der Einschnittböschungen im Fels mit 2:1 bis 3:1 Neigung und der Einschnittböschungen im Auflockerungsbereich mit einer Neigung von 3:4
- Rekultivierung der Dammböschungen mit Humus und Einsaat mit einer typischen Waldgrasmischung sowie Bepflanzung der Dammböschungen mit ortstypischen Gehölzen
- Rekultivierung der Einschnittböschungen mit humusloser Begrünung als Spitzbegrünung
- Rekultivierung der nicht mehr weiter verwendeten Wegflächen (Überbreiten, Ausweichen, Spitzkehren) mit Schattenrasen
- Regenwasserableitung möglichst flächig über die Dammschulter

#### 5.3.1.1 Weg 01-00

Dieser bestehende Weg wird im steilen Gelände geführt und erschließt die Zufahrten zu den Standorten STA18, STA19 und STA20. Der Weg beginnt im Bereich Salzstieglhaus und führt kurz entlang des Salzstieglweges nach Norden. Nach ca. 200 m zweigt er von der bestehenden Straße ab und geht dann entlang von Waldwegen bergauf. Diese Waldwege werden beträchtlich auf die Projektbreite verbreitert. Dabei sind Anschnittböschungen von bis zu 7,0 m und Schüttungsböschungen von bis zu 3,0 m Höhe zu erwarten. Bedingt durch die massive, mäßig geklüftete Felsmatrix sind keine Hangsicherungen erforderlich. Der Fels wird mit einer Böschungsneigung von 2:1 bis 3:1 und die Lockergesteinsböschung mit einer Neigung von 3:4 hergestellt. Die Weglänge beträgt ca. 1,5 km. Die maximalen Neigungen betragen auf dem Bestand des Salzstieglweges 12 %, im restlichen Bereich 9 %, siehe auch Längenschnitt (EZ 0271.1) und beiliegendes Querprofil mit maximaler Böschungshöhe.

#### 5.3.1.2 Weg 01-02

Dieser Weg, mit einer Länge von 785 m, zweigt von der Spitzkehre des Weges 01-00 ab und führt zur Anlage STA20. Dabei erreicht er ein maximales Gefälle von 12 %.

### **5.3.1.3 Weg 02-00 Salzstiegl – Altes Almhausweg**

Dieser Weg zweigt südlich des Salzstieglhauses ab und führt in Richtung Altes Almhaus zur Kreuzung im Bereich Wassertrögl (Länge 5,2 km). Der Weg ist derzeit als Forstbringungsweg mit einer Breite von 3,0 bis 5,0 m vorhanden und dem Gelände angepasst in den Hang eingeschnitten. An den bergseitigen Böschungsfüßen zeigt sich häufig der anstehende Fels.

In diesem Bereich ist vorgesehen die erforderliche Wegverbreiterung in Richtung Bergseite durchzuführen und talseitig grundsätzlich keine relevante Verbreiterung herzustellen (siehe auch beiliegendes Querprofil).

### **5.3.1.4 Weg 02-01 und 02-04**

Der Weg 02-01 ist als Bestandsweg vorhanden und wird verbreitert. Er bildet die Zufahrt zu den Anlagen STA18 und STA19, wobei dieser Weg den Montageplatz der Anlage STA19 quert. Die Länge beträgt ca. 1.460 m und das maximale Gefälle 12 %.

Die Zufahrtsrampe Weg 02-04 wird neu errichtet und zweigt als Spitzkehre vom Weg 02-01 ab. Er hat eine Länge von 330 m, mit einem maximalen Gefälle von 10,7 %.

### **5.3.1.5 Weg 02-05**

Dieser Weg hat eine Länge von 1,25 km und zweigt vom Weg 02-00 ab. Dieser Weg wird neu errichtet und erschließt die Anlagen STA08, STA09 und STA11. Das maximale Längsgefälle beträgt 12 %. Am Ende erfolgt ein ca. 10 m tiefer Einschnitt im Bereich der Anlage STA08.

### **5.3.1.6 Weg 03-02**

Der Weg hat eine Länge von 973 m, zweigt beim Brunntögl nach Norden ab, erschließt die Anlage STA10 und hat ein maximales Gefälle von 6 %. Ca. auf halber Länge wird dieser Weg auf einem bestehenden Weg errichtet und zur Hälfte wird er neu gebaut.

### **5.3.1.7 Weg 03-00, 03-01, 03-03, 03-04**

Diese Wege zweigen im Bereich Brunntögl vom Weg 02-00 ab und erschließen die Anlagen STA13, STA14, STA15 und STA16. Die Wege werden neu errichtet. Die Gesamtlängen betragen ca. 2.100 m, die maximale Steigung 12 %. Es sind zwei Spitzkehren vorgesehen. Nach der Abzweigung vom Weg 02-00 ist im Bereich der STA13 eine Geländeanhebung von bis zu 3,0 m geplant. Der Weg 03-01 ist die Rampe zur Anlage STA15. Die Wege 03-03 und 03-04 erreichen über zwei Spitzkehren die Anlage STA16.

### **5.3.1.8 Weg 04-01**

Der Weg zweigt vom Weg 05-00 ab und wird neu errichtet. Die Länge beträgt ca. 950 m und das Maximalgefälle ca. 10 %. Es werden damit die Anlagen STA12 und STA17 erschlossen.

### **5.3.1.9 Weg 05-00, 05-01**

Dieser Weg zweigt vom Weg 02-00 im Bereich Brunntögl ab und wird großteils auf Bestandswegen geführt. Die Längen summieren sich auf 1.270 m, das Maximalgefälle beträgt 10 %. Es sind zwei Spitzkehren vorgesehen.

### **5.3.1.10 Weg 05-02**

Dieser Weg verlängert den Weg 05-01 und erschließt mit der Rampe 05-03 die Anlage STA07. Länge ca. 1.500 m, Maximalgefälle 7 %. Der Weg wird auf einem bestehenden Forstweg errichtet.

### **5.3.1.11 Weg 05-04**

Dieser Weg zweigt vom Weg 05-02 ab und wird teilweise am Bestand und teilweise neu errichtet. Es werden damit die Anlagen STA01, STA02 und STA03 erschlossen. Die Weglänge beträgt ca. 2,83 km und das Maximalgefälle beträgt 12 %.

### **5.3.1.12 Weg 05-05**

Dies ist die Zufahrtsrampe zur Anlage STA07 und wird neu errichtet.

### **5.3.1.13 Weg 06-00, 06-01, 06-02, 06-03, 06-04**

Diese Wege zweigen vom Weg 05-02 ab und werden großteils auf Bestandswegen geführt. Es werden damit die Anlagen STA04, STA05 und STA06 erschlossen. Die Gesamtlänge beträgt 3.330 m, das maximale Gefälle 11 %. Die Wege 06-01 und 06-04 sind die Zufahrtsrampen für die Anlagen STA04 und STA06.

## **5.3.2 UMLADEPLATZ, ZUWEGUNG 02-03**

Dieser wird am Winklweg errichtet und hat eine Größe von ca. 4.000 m<sup>2</sup> (siehe auch Lageplan Blatt 1 EZ 0261.1). Der Platz hat eine Länge parallel zur Gemeindestraße von ca. 200 m (Zuwegung 02-03) und eine Breite von 15 m bis 25 m. Die Gefälledarstellung ist im Längenschnitt Zuwegung 02-03 (EZ 271.5) vorhanden. Das Längsgefälle beträgt 7 % bis 9 %, das Quergefälle ca. 3 %. Die Entwässerung des Umladeplatzes erfolgt über 4 querliegende Sickerrigole, die das abfließende Oberflächenwasser auffangen und zur Versickerung bringen. Die Sickerrigole haben einen Querschnitt von 2,0 m x 2,0 m und sind oberflächengleich im Umladeplatz installiert.

## **5.3.3 MONTAGEPLÄTZE**

Im Folgenden ist die geotechnische Situation in den Fundamentbereichen und Montageplätzen beschrieben. Plandarstellungen siehe Profile Anlagenstandorte (EZ 0281.3). Es ist jeweils ein Schnitt durch das Fundament und ein Schnitt durch den Kranstellplatz planlich dargestellt.

Die Montageplätze für die Windkraftanlagen bzw. die Kranstellplätze haben entsprechend hohe Anforderungen hinsichtlich der Tragfähigkeit zu erfüllen. Bei der Herstellung sind die vegetabilen Bestandteile und die Humuserde abzutragen. Im Gelände das steiler als 1:5 ist, sind in das anstehende Gelände ca. 3,0 m breite Stufen einzuschneiden, um eine Verzahnung zwischen dem anstehenden Gelände und der Anschüttung zu erreichen. Darauf ist dann in Lagen von weniger als 50 cm Stärke verdichtungsfähiges Schüttmaterial mit einer maximalen Korngröße von 200 mm einzubauen und ordnungsgemäß zu verdichten. Die Verdichtung hat so zu erfolgen, dass eine Belastung von 250 kN/m<sup>2</sup> im Bereich der Kranstellplätze aufgebracht werden kann. Die übrigen Verkehrsflächen und Lagerflächen benötigen eine Tragfähigkeit von 200 kN/m<sup>2</sup>. Das Unterbauplanum hat ein Steifemodul EV1 von 45 MN/m<sup>2</sup> und EV2 von 100 MN/m<sup>2</sup> aufzuweisen. Die Schüttungsböschungen sind mit einer maximalen Neigung von 2:3 herzustellen. Bei Böschungen höher als 6,0 m sind diese mit einer Steinschichtung in der Neigung flacher als 2:1 herzustellen. Dabei sind lagenweise große Bruchsteine mit mind. 2,2 m Breite einzubauen. Das Fundament ist standfest vorzubereiten. Die Bruchsteine sind so einzubauen, dass sie druckkraftschlüssig aufeinander liegen und einen Läuferverband bilden. Die Hinterfüllung ist mit wasserdurchlässigem, verdichtungsfähigem Material herzustellen.

## **5.3.4 FUNDAMENTE**

Im Folgenden sind die geologisch/geotechnischen Gegebenheiten für die jeweiligen Standorte beschrieben. Zusätzlich sind die Baugrundanforderungen aufgelistet.

Die Fundamente der WEA-Anlagen sind als einfache, statisch bestimmte Flächentragwerke anzusprechen. In Anlehnung an die ÖNORMEN EN 1997-1 und EN 1991-2 sowie aus Erfahrungswerten aus der Literatur ergeben sich für die Fundamentaufstandsflächen folgende relevante Bodenkennwerte:

### 5.3.4.1 STA01

Dieser Standort liegt in einer gering geneigten Fläche mit gering geneigter Felslinie. Bei Fundamenterrichtung ist die Baugrube ca. 4,0 m tief auszuheben, wobei die Einbindung in den Fels bei ca. 1,0 m Tiefe liegt. Nach Fertigstellung verbleibt im Fundamentbereich kein Aushubkrater, das Gelände wird wieder dem Bestand angepasst. Für den Montageplatz wird eine Einschnittsböschung bzw. Böschungshöhe von 5,0 m benötigt. Zur Erreichung eines ausgeglichenen Geländeniveaus für den Montageplatz sind Böschungshöhen bis zu 5,0 m erforderlich.

Felstiefe unter GOK	3,0 m	
Grundwasser	Keines	
Felsart	Gneis	
Sohldruckfestigkeit vorhanden ca.		10.000 KN/m <sup>2</sup>
erforderliche Sohldruckfestigkeit		305 KN/m <sup>2</sup>
vorhandene Drehfedersteifigkeit statisch ca.		43.600 MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit statisch ca.		26.600 MN/rad
vorhandene Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.		240.000 MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.		86.000 MN/rad

### 5.3.4.2 STA02

Die Anlage liegt im geneigten Gelände (1:5 bis 1:7). Für die Fundamentherstellung ist ein ca. 8,0 m tiefer Einschnitt erforderlich, der ca. 6,0 m als Felsböschung und ca. 2,0 m als Böschung im Lockermaterial hergestellt wird. Die Aufstandsfläche des Fundamentes wird in den Fels eingebunden. Der Kranstellplatz bzw. die Erschließungsstraße wird mit einer Böschungshöhe von ca. 7,0 m hergestellt. Dabei wird der Dammfuß bis auf eine Höhe von ca. 1,0 m als Steinschichtung errichtet. Nach Fertigstellung des Fundamentes wird dieses bergseitig zur Auflockerung der Felsböschung derart überschüttet, dass wieder eine flache, begehbare Böschung (1:2 bis 1:3) entsteht.

Felstiefe unter GOK	1,8 m	
Grundwasser	Keines	
Felsart	Pegmatit Gneis	
Sohldruckfestigkeit vorhanden ca.		10.000 KN/m <sup>2</sup>
erforderliche Sohldruckfestigkeit		305 KN/m <sup>2</sup>
vorhandene Drehfedersteifigkeit statisch ca.		43.600 MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit statisch ca.		26.600 MN/rad
vorhandene Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.		240.000 MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.		86.000 MN/rad

### 5.3.4.3 STA03

Das Fundament liegt nahezu auf horizontalem Gelände und bindet ca. 4,0 m in den Untergrund ein, um auf Fels gegründet zu werden. Der Bereich der danebenliegenden Verkehrsfläche mit dem Kranstellplatz ist ca. mit 1:3 geneigt. Mit Herstellung des Montageplatzes ergibt sich eine Böschungshöhe von ca. 8,0 m. Zur Sicherung dieser Böschung ist im Fußbereich eine mindestens 2,0 bis 3,0 m hohe Steinschichtung als Böschungsfußstütze erforderlich. Nach Fertigstellung wird das Fundament in etwa gleich dem Geländeniveau überschüttet und damit auch die Felsböschung eingeschüttet.

Felstiefe unter GOK	2,4 m	
Grundwasser	Keines	
Felsart	Gneis	
Sohldruckfestigkeit vorhanden ca.		10.000 KN/m <sup>2</sup>
erforderliche Sohldruckfestigkeit		305 KN/m <sup>2</sup>

vorhandene Drehfedersteifigkeit statisch ca.	43.600	MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit statisch ca.	26.600	MN/rad
vorhandene Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	240.000	MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	86.000	MN/rad

#### 5.3.4.4 STA04

Dieser Standort liegt auf einer Kuppe. Das Fundament liegt direkt am Kuppenbereich und wird vollständig in den Fels eingebunden. Für den Montageplatz sind Einschnitte in der Höhe von ca. 5,0 m erforderlich. Die talseitige Böschung erhält eine Höhe von ca. 7,0 m und hat eine Neigung von 1:1, diese ist als Steinschichtung auszuführen. Aufgrund der Geländeneigung ist im Schüttungsbereich das Gelände vor Schüttungsbeginn abzutreten. Nach Fertigstellung wird das fertiggestellte und überschüttete Fundament ca. 2,0 m als Erdhügel über das Gelände herausragen.

Felstiefe unter GOK	1,9 m	
Grundwasser	Keines	
Felsart	Pegmatit Gneis	
Sohldruckfestigkeit vorhanden ca.	10.000	KN/m <sup>2</sup>
erforderliche Sohldruckfestigkeit	305	KN/m <sup>2</sup>
vorhandene Drehfedersteifigkeit statisch ca.	43.600	MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit statisch ca.	26.600	MN/rad
vorhandene Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	240.000	MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	86.000	MN/rad

#### 5.3.4.5 STA05

Die STA05 wird auf einem gering geneigten Gelände hergestellt. Das Fundament der WEA wird ca. 1,0 bis 2,0 m stark in den Fels eingebunden. Es verbleiben nur kleine Dämme und Schüttungen.

Felstiefe unter GOK	1,7 m	
Grundwasser	Keines	
Felsart	Gneis	
Sohldruckfestigkeit vorhanden ca.	10.000	KN/m <sup>2</sup>
erforderliche Sohldruckfestigkeit	305	KN/m <sup>2</sup>
vorhandene Drehfedersteifigkeit statisch ca.	43.600	MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit statisch ca.	26.600	MN/rad
vorhandene Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	240.000	MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	86.000	MN/rad

#### 5.3.4.6 STA06

Das Fundament der WEA wird hier auf einer gering geneigten Kuppe errichtet und ca. 1,0 m stark in den Fels eingebunden. Nach Fundamentfertigstellung wird das Gelände im Fundamentbereich geringfügig aufgehöhht. Der Kranmontageplatz wird jedoch im steilen Gelände hergestellt, mit einer Geländeneigung von bis zu 1:2. Die zu errichtende Böschung hat eine Gesamthöhe von 12,0 m und ist durch eine Berme zu unterbrechen. Die Böschung selbst ist zumindest bis zur halben Höhe mit einer Steinschichtung zu versehen. Das anstehende Gelände ist auf jeden Fall abzutreten um eine Verzahnung zwischen der Schüttung und dem bestehenden Gelände zu erzeugen.

Felstiefe unter GOK	1,8 m	
Grundwasser	Keines	
Felsart	Pegmatit Gneis	
Sohldruckfestigkeit vorhanden ca.	10.000	KN/m <sup>2</sup>
erforderliche Sohldruckfestigkeit	305	KN/m <sup>2</sup>

vorhandene Drehfedersteifigkeit statisch ca.	43.600	MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit statisch ca.	26.600	MN/rad
vorhandene Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	240.000	MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	86.000	MN/rad

### 5.3.4.7 STA07

Hier hat das Gelände eine Neigung von ca. 1:3. Das Maschinenfundament wird bis zu 7,0 m stark in den Fels eingebunden. Bei Herstellung der Baugrube für das Fundament entsteht eine Böschung in der Höhe von ca. 6,0 m Felsböschung und ca. 2,0 m sonstige Aushubböschung, Gesamthöhe 8,0 m. Der dann zu errichtende Kranstellplatz muss ebenfalls in das Gelände eingeschnitten werden und erhält eine Gesamtböschungshöhe von ca. 7,0 m, wobei ca. 6,0 m Felsböschungshöhe und ca. 1,0 m Aushubböschung sind. Für den Montageplatz wird noch eine Geländeschüttung erforderlich, mit einer Höhe von insgesamt 5,0 m. Hier ist ebenfalls das Gelände vorher abzutreten bevor die Schüttung aufgebracht wird.

Felstiefe unter GOK	1,8 m	
Grundwasser	Keines	
Felsart	Gneis	
Sohldruckfestigkeit vorhanden ca.	10.000	KN/m <sup>2</sup>
erforderliche Sohldruckfestigkeit	305	KN/m <sup>2</sup>
vorhandene Drehfedersteifigkeit statisch ca.	43.600	MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit statisch ca.	26.600	MN/rad
vorhandene Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	240.000	MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	86.000	MN/rad

### 5.3.4.8 STA08

Hier hat das Gelände eine Neigung von ca. 1:5. Das Maschinenfundament wird ca. max. 4,0 m tief in das Gelände eingeschnitten, wobei der Felsaushub ca. bis 3,0 m Tiefe geht. Das Maschinenfundament muss dann nach Fertigstellung talseitig überschüttet werden um die erforderlichen Auflasten zu erhalten. Für den Kranstellplatz sind Geländeeinschnitte bis zu einer Höhe von ca. 6,0 m insgesamt erforderlich, wobei ca. 4,0 m Felseinschnitt und ca. 2,0 m Einschnitt im Lockermaterial sind.

Felstiefe unter GOK	1,7 m	
Grundwasser	Keines	
Felsart	Gneis	
Sohldruckfestigkeit vorhanden ca.	10.000	KN/m <sup>2</sup>
erforderliche Sohldruckfestigkeit	305	KN/m <sup>2</sup>
vorhandene Drehfedersteifigkeit statisch ca.	43.600	MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit statisch ca.	26.600	MN/rad
vorhandene Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	240.000	MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	86.000	MN/rad

### 5.3.4.9 STA09

Hier besteht im Bereich des Maschinenfundamentes eine Geländeneigung von 1:3. Dies erfordert auch beträchtliche Einschnitte, sodass für die Fundamenterrichtung ein Einschnitt im Fels in der Höhe von ca. 6,0 m und im Lockermaterial in der Höhe von ca. 3,0 m erforderlich ist. Das Maschinenfundament ist dann talseitig noch entsprechend zu überschütten und eine talseitige Geländeanhebung herzustellen. Für den Montageplatz sind ebenfalls Einschnitte in der Höhe von insgesamt ca. 9,0 m erforderlich, wobei ca. 6,0 m Einschnitt im Fels und ca. 3,0 m Einschnitt im Lockermaterial zu erwarten sind. Für die Herstellung des Montageplatzes sind dann auch noch talseitige Schüttungen in der Höhe von max. 5,0 m erforderlich. Dafür ist das Gelände auch vorher abzutreten.

Felstiefe unter GOK	2,0 m	
---------------------	-------	--

Grundwasser	Keines	
Felsart	Gneis	
Sohldruckfestigkeit vorhanden ca.		10.000 KN/m <sup>2</sup>
erforderliche Sohldruckfestigkeit		305 KN/m <sup>2</sup>
vorhandene Drehfedersteifigkeit statisch ca.		43.600 MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit statisch ca.		26.600 MN/rad
vorhandene Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.		240.000 MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.		86.000 MN/rad

#### 5.3.4.10 STA10

Dieser Fundamentstandort liegt auf einer Höhenkuppe. Hier sind geringe Felseinschnitte erforderlich. Zur Herstellung der erforderlichen Ballastgewichte ist aber das Fundament einzuschütten. Für die Herstellung des Montageplatzes sind Schüttungen bis zu 3,0 m Höhe erforderlich.

Felstiefe unter GOK	1,2 m	
Grundwasser	Keines	
Felsart	Glimmerschiefer	
Sohldruckfestigkeit vorhanden ca.		5.000 KN/m <sup>2</sup>
erforderliche Sohldruckfestigkeit		305 KN/m <sup>2</sup>
vorhandene Drehfedersteifigkeit statisch ca.		43.600 MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit statisch ca.		26.600 MN/rad
vorhandene Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.		240.000 MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.		86.000 MN/rad

#### 5.3.4.11 STA11

Der Fundamentstandort befindet sich auf einem leicht geneigten Gelände mit einer Neigung von 1:5. Für die Fundamenterrichtung sind Fundamenteinschnitte in der Höhe von ca. 5,0 m erforderlich, wobei 4,0 m im Fels und 1,0 m im Lockermaterial herzustellen sind. Für die Lastschüttung ist das Fundament im Gelände anzuhöhen, außerdem sind für die restliche Herstellung des Kranstellplatzes ein geringer Geländeeinschnitt von ca. 4,0 m und eine Schüttung von ca. 2,0 m erforderlich.

Felstiefe unter GOK	1,3 m	
Grundwasser	Keines	
Felsart	Pegmatit	
Sohldruckfestigkeit vorhanden ca.		5.000 KN/m <sup>2</sup>
erforderliche Sohldruckfestigkeit		305 KN/m <sup>2</sup>
vorhandene Drehfedersteifigkeit statisch ca.		43.600 MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit statisch ca.		26.600 MN/rad
vorhandene Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.		240.000 MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.		86.000 MN/rad

#### 5.3.4.12 STA12

Hier ist das Gelände relativ flach geneigt, mit 1:6. Zur Herstellung des Fundamentes sind Einschnitte in der Höhe von ca. 6,0 m erforderlich, wobei 4,0 m Einschnitt im Fels und 2,0 m Einschnitt im Lockermaterial zu bewerkstelligen sind. Für die Herstellung des Montageplatzes sind geringe Einschnitte bis zu 4,0 m und kleine Geländeanhebungen talseitig erforderlich.

Felstiefe unter GOK	1,6 m	
Grundwasser	Keines	
Felsart	Calcit-Marmor Gneis	
Sohldruckfestigkeit vorhanden ca.		5.000 KN/m <sup>2</sup>
erforderliche Sohldruckfestigkeit		305 KN/m <sup>2</sup>

vorhandene Drehfedersteifigkeit statisch ca.	43.600	MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit statisch ca.	26.600	MN/rad
vorhandene Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	240.000	MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	86.000	MN/rad

### 5.3.4.13 STA13

Dieser Standort liegt nahezu auf einer horizontalen Flächen. Hier wird nur das Fundament ins Gelände eingegraben und danach wieder entsprechend überschüttet. Für die Herstellung des Kranstellplatzes sind Geländeanhebungen in der Höhe von bis zu 4,0 m erforderlich.

Felstiefe unter GOK	2,3 m
Grundwasser	Keines
Felsart	Gneis

Sohldruckfestigkeit vorhanden ca.	10.000	KN/m <sup>2</sup>
erforderliche Sohldruckfestigkeit	305	KN/m <sup>2</sup>
Vorhandene Drehfedersteifigkeit statisch ca.	43.600	MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit statisch ca.	26.600	MN/rad
vorhandene Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	240.000	MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	86.000	MN/rad

### 5.3.4.14 STA14

Das Gelände im Fundamentbereich ist gering geneigt, 1:7. Im Bereich des weiteren Montageplatzes beträgt die Geländeneigung ca. 1:3. Für die Herstellung des Fundamentes sind Einschnitte von max. 6,0 m erforderlich, dabei sind 4,0 m Felseinschnitt und 2,0 m Einschnitt im Lockermaterial herzustellen. Für die Herstellung des Montageplatzes sind geringfügige Einschnitte erforderlich, jedoch größere Schüttungen. Die maximale Schüttungshöhe talseitig beträgt hier ca. 8,0 m. In diesem Bereich wird talseitig auch eine Steinschichtung mit ca. 2,0 bis 3,0 m Höhe erforderlich.

Felstiefe unter GOK	2,3 m
Grundwasser	Keines
Felsart	Pegmatit Gneis

Sohldruckfestigkeit vorhanden ca.	5.000	KN/m <sup>2</sup>
erforderliche Sohldruckfestigkeit	305	KN/m <sup>2</sup>
vorhandene Drehfedersteifigkeit statisch ca.	43.600	MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit statisch ca.	26.600	MN/rad
vorhandene Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	240.000	MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	86.000	MN/rad

### 5.3.4.15 STA15

Dieser Standort liegt auf einer Höhenkuppe. Dabei wird das Fundament ca. 3,0 m in den Fels eingeschnitten. Das Gelände wird dann nahezu im ursprünglichen Zustand wiederhergestellt. Für den Montageplatz sind Schüttungen erforderlich, in der Höhe von max. 4,0 m. Der Untergrund ist für die Herstellung unproblematisch.

Felstiefe unter GOK	1,2 m
Grundwasser	Keines
Felsart	Gneis

Sohldruckfestigkeit vorhanden ca.	10.000	KN/m <sup>2</sup>
erforderliche Sohldruckfestigkeit	305	KN/m <sup>2</sup>
vorhandene Drehfedersteifigkeit statisch ca.	43.600	MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit statisch ca.	26.600	MN/rad

vorhandene Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	240.000 MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	86.000 MN/rad

#### 5.3.4.16 STA16

Die natürliche Geländeneigung beträgt hier ca. 1:7. Das Fundament wird talseitig in das Gelände eingeschnitten, sodass hier Böschungshöhen von 4,0 m und darüber liegende Lockergestein- Böschungshöhe von ca. 2,0 m entstehen. Das Fundament muss dann talseitig übererdet werden, sodass es zu einer Geländeaufhöhung an der Talseite kommt. Für die Herstellung des Montageplatzes sind geringe Geländeeinschnitte erforderlich.

Felstiefe unter GOK	1,8 m
Grundwasser	Keines
Felsart	Gneis
Sohldruckfestigkeit vorhanden ca.	10.000 KN/m <sup>2</sup>
erforderliche Sohldruckfestigkeit	305 KN/m <sup>2</sup>
vorhandene Drehfedersteifigkeit statisch ca.	43.600 MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit statisch ca.	26.600 MN/rad
vorhandene Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	240.000 MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	86.000 MN/rad

#### 5.3.4.17 STA17

Dieser Standort liegt auf einer gering geneigten Fläche. Das Fundament wird ca. 5,0 m tief in das Gelände eingeschnitten, wobei 3,0 m Felsböschung und max. 2,0 m Lockermaterialböschung sind. Für den Montageplatz sind geringe Geländeeinschnitte bis zu einer Höhe von 2,5 m erforderlich. Schüttungen sind nur im Fundamentbereich als Überschüttung und Ballast für das Fundament notwendig.

Felstiefe unter GOK	2,2 m
Grundwasser	Keines
Felsart	Gneis
Sohldruckfestigkeit vorhanden ca.	10.000 KN/m <sup>2</sup>
erforderliche Sohldruckfestigkeit	305 KN/m <sup>2</sup>
vorhandene Drehfedersteifigkeit statisch ca.	43.600 MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit statisch ca.	26.600 MN/rad
vorhandene Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	240.000 MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	86.000 MN/rad

#### 5.3.4.18 STA18

Das natürliche Gelände hat hier eine Neigung von ca. 1:5. Hier muss das Fundament aufgrund der relativ starken Lockergesteinsüberlagerung tief eingeschnitten werden, Gesamteinschnittstiefe ca. 7,0 m, wovon ca. 3,5 m Felsböschung und ca. 3,5 m Einschnitt im Lockermaterial sind. Für die Herstellung des Montageplatzes sind Einschnitthöhen von ca. 9,0 m zu erwarten, wobei die Höhe im Fels ca. 4,0 m und die Höhe im Bereich des Lockermaterials ca. 5,0 m beträgt. Das ist auch dadurch bedingt, dass dort das Gelände wesentlich stärker geneigt ist. Im Bereich des Montageplatzes sind Geländeneigungen von 1:2,5 vorhanden, d.h. talseitig ist die Böschung gut mit dem Urgelände zu verzahnen.

Felstiefe unter GOK	3,2 m
Grundwasser	Keines
Felsart	Calcit-Marmor
Sohldruckfestigkeit vorhanden ca.	5.000 KN/m <sup>2</sup>
erforderliche Sohldruckfestigkeit	305 KN/m <sup>2</sup>
vorhandene Drehfedersteifigkeit statisch ca.	43.600 MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit statisch ca.	26.600 MN/rad

vorhandene Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	240.000 MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	86.000 MN/rad

#### 5.3.4.19 STA19

Das Gelände hier ist sehr steil, es hat eine Neigung von ca. 1:2. Das Maschinenfundament wird tief eingeschnitten. Die dortige Felsböschung wird ca. 7,0 m betragen und die Lockermaterialböschung ca. 3,0 m darüber. Die erforderlichen Schüttungshöhen für die Errichtung des Montageplatzes ergeben sich hier mit ca. 13,0 m, hier sind noch Spezialmaßnahmen zu treffen. Die Schüttung für den Montageplatz ist hier gut mit dem Gelände zu verzahnen.

Felstiefe unter GOK	2,2 m
Grundwasser	Keines
Felsart	Glimmerschiefer

Sohldruckfestigkeit vorhanden ca.	5.000 KN/m <sup>2</sup>
erforderliche Sohldruckfestigkeit	305 KN/m <sup>2</sup>
vorhandene Drehfedersteifigkeit statisch ca.	43.600 MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit statisch ca.	26.600 MN/rad
vorhandene Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	240.000 MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	86.000 MN/rad

#### 5.3.4.20 STA20

Hier hat das Gelände eine Neigung von ca. 1:10. Das Fundament wird bergseitig ca. 5,0 m tief eingeschnitten und ist talseitig dann über das Geländeniveau heraus zu überschütten. Der Kranstellplatz wird ebenfalls eingeschnitten und erhält bergseitig eine maximale Böschungshöhe von ca. 6,0 m, wobei 4,0 m im Fels und 2,0 m im Lockermaterial sind. Mit Rekultivierung wird die Böschung abgeflacht auf 2:3.

Felstiefe unter GOK	2,0 m
Grundwasser	Keines
Felsart	Glimmerschiefer

Sohldruckfestigkeit vorhanden ca.	5.000 KN/m <sup>2</sup>
erforderliche Sohldruckfestigkeit	305 KN/m <sup>2</sup>
vorhandene Drehfedersteifigkeit statisch ca.	43.600 MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit statisch ca.	26.600 MN/rad
vorhandene Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	240.000 MN/rad
erforderliche Drehfedersteifigkeit dynamisch ca.	86.000 MN/rad

### 5.4 REKULTIVIERUNG

Die im Zuge der Fundamentherstellung entstandenen Baugruben werden verfüllt, mit Humus überdeckt und mit Almwiesenmischung begrünt. Die verbleibenden Felsböschungen werden ebenfalls aufgefüllt und abgeflacht.

### 5.5 BESCHREIBUNG DER BAUGRUNDBEANSPRUCHUNG AUFGRUND VON ERDBEBEN

Es wird für den Bereich die Erdbeben-Zone 2 ausgewiesen, die Baugrundbeanspruchung für den Lastfall Erdbeben wird mit einer effektiven Horizontalbeschleunigung von ca. 0,50 bis 1,0 m/s<sup>2</sup> angegeben. In diesem Zusammenhang wird auf den Fachbericht Statik und Bautechnik (EZ 0203) verwiesen, dort ist der Erdbebennachweis im Detail dargestellt. Die Fundamente sind ausreichend massig dimensioniert um die auftretenden Horizontalbeschleunigungen aufgrund des Erdbebenlastfalles aufzunehmen.

## 6 ERWEITERTE GEOTECHNISCHE PLANUNG

### 6.1 UNTERSUCHUNGSPROGRAMM IM ZUGE DER ERD- UND FELSARBEITEN ZUR HERSTELLUNG DER WEA-FUNDAMENTE

In Anlehnung an die ÖNORM EN 1997-2:2007+AC:2010(D) und an die „Mindestanforderungen für Baugrunduntersuchungen – Fundamente von Onshore-Windenergieanlagen von Siemens“ ist im Zuge der Aushub- und Abtragsarbeiten eine zweckentsprechende geologische und geotechnische Dokumentation der angetroffenen Untergrundsituation (Felsituation) zu erstellen. Damit soll die Möglichkeit der umfassenden Dokumentation und Bewertung des anstehenden (Fels)Untergrundes genutzt werden.

#### 6.1.1 INHALT DER GEOLOGISCH-GEOTECHNISCHEN DOKUMENTATION:

##### 6.1.1.1 Darstellung der geologischen und geotechnischen Information:

- Darstellung der Lage- und Höhensituation für jeden Bauplatz
- Beschreibung und Darstellung des Schichtaufbaues und der Schichtlagerung im Profil durch das Fundament
- Kartierung der Untergrundsituation an der Fundamentsohle
  - Aufnahme und Darstellung des Kluftsystems und soweit vorhanden der Scherflächen an der Fundamentaufstandsfläche und an der bergseitigen Felsböschung
- Aufnahme und Darstellung von möglichen Wasseraustritten
- Aufnahme und Darstellung möglicher Störungszonen im Fundamentbereich
- Aufnahme von möglichen Karsterscheinungen
- Klassifikation des Felses

##### 6.1.1.2 Beprobung und Messwerte:

Zur Dokumentation der Qualität des Untergrundes im Bereich der Fundamentaufstandsflächen sind folgende Messungen mindestens erforderlich:

- Schichtwasser, falls vorhanden:
  - Wassermenge
  - pH-Wert und Temperatur
  - Leitfähigkeit
- Festigkeit des anstehenden Felses:
  - einaxiale Druckfestigkeit (bei unterschiedlichen Gesteinsorten mindestens 2 Proben je Gesteinsart; bei gleicher Gesteinsart in mehreren Fundamenten kann die Beprobung geclustert werden)
  - E-Modul (Verformungsmodul) an der Probe
  - An jeweils einer Felsart im Projektgebiet sind an 2 Stellen Felsbohrungen bis zu einer Tiefe von 30 m durchzuführen, die Bohrkerne zu entnehmen und zu konservieren. In den Bohrlöchern sind oberflächennahe Dilatometerversuche durchzuführen um ebenfalls Informationen zur insitu- Verformbarkeit der Fundamentaufstandsfläche zu erhalten.
  - Dichte und Porosität der Felsproben an ausgewählten Stellen
  - Wassergehalt der Felsproben, falls Wasser vorhanden ist

##### 6.1.1.3 Bewertung der geotechnischen Information:

Beurteilung der geotechnischen Information und Vergleich mit den Bemessungsannahmen, insbesondere hinsichtlich zulässiger Belastung und Verformung.

### 6.1.1.4 Abweichungen

Bei relevanten Abweichungen zu den der Planung zugrunde gelegten Annahmen sind zweckentsprechende Maßnahmen vorzusehen.

#### Maßnahmen im Fundamentbereich:

Bei Bedarf: lokaler Materialaustausch und Ersatz durch Magerbeton oder Injektionen zur Füllung von relevanten Klüften

#### Maßnahmen im Anschnitt-Böschungsbereich:

Bei Bedarf: Verflachung der Böschung oder Ankerung bei der Gefahr des Abgleitens einer Formation  
Um diese Vorgehensweise zweckentsprechend durchführen zu können, ist während der Bauphase der Erd-, Fels- und Fundierungsarbeiten eine ständig verfügbare geologische und geotechnische Bauaufsicht zu bestellen, die diese Arbeiten begleitet.

### 6.1.2 HINWEISE IN BEZUG AUF DIE GRÜNDUNGEN, ALLGEMEINE HINWEISE

- Das Freilegen der bindigen und gemischtkörnigen Böden ist abschnittsweise vorzunehmen, um eine Verschlechterung des Bodenzustandes durch eindringendes Oberflächen- und Niederschlagswasser zu verhindern.
- Alle auftretenden Oberflächen- und Niederschlagswässer sind wirksam von den Bauabschnitten durch entsprechende ordnungsgemäße Wasserhaltungsmaßnahmen bzw. durch ausreichendes Gefälle fernzuhalten bzw. abzuleiten.
- Die Flachgründungen sind am kompakten Fels anzustellen, vorhandene Lockerbereiche sind zu entfernen und mit Magerbeton aufzufüllen.
- Bei Antreffen tiefergründig anstehenden Verwitterungsschichten oder -taschen sind diese ebenfalls mit Magerbeton bis zum kompakten Fels auszutauschen.
- Ist die anstehende Felsoberkante stark geneigt, so ist bei Schüttung durch eine Abtreppe im Fels eine Verzahnung herzustellen (Bereich Wege und Montageplätze).
- Nach Erreichen der Felsoberkante bzw. der Gründungssohle ist jedenfalls eine Besichtigung und Abnahme von einer fachkundigen Person (Geologe, Geotechniker, Felsmechaniker) erforderlich; dies gilt auch und insbesondere für Austausch-zonen der tiefer reichenden Lockergesteinsschichten.
- Beim Antreffen von Schicht- bzw. Grundwasser ist dieses kontrolliert abzuleiten.
- Für alle Standorte wird empfohlen auf Höhe der Sauberkeitsschicht eine Ringdrainage anzuordnen und diese auszuleiten.
- Die Überschüttung des Fundaments bis zur Geländehöhe ist für die Standsicherheit erforderlich, der Aushub der lockeren Bodenschicht ist hierfür geeignet, gegebenenfalls ist die Körnung durch Brechen zu verkleinern.
- Es ist vorgesehen den Überschüttungskörper talseitig geneigt auszuführen und am oberen Fundamentsockel eine Rohrdrainage anzuordnen, um anfallende Niederschlagswässer am Einsickern in den ehemaligen Baugrubenbereich zu hindern.
- Die Oberbodenschichten stellen gut tragfähige und gering komprimierbare Böden dar. Für Errichtung der Kranflächen und der Zuwegungen können somit herkömmliche Tragschichtenstärken gewählt werden.
- Die angesetzten Bodenkennwerte wurden aufgrund der durchgeführten Untersuchungen und örtlicher Erfahrungen festgelegt. Es können wegen punktförmigen Aufschlüssen stärkere Schwankungen auftreten. Die angetroffenen Bodenverhältnisse sind somit im Zuge der Baumaßnahme laufend zu überprüfen und zu dokumentieren.

- Bei Auffälligkeiten im angetroffenen Material ist vor baulichen Herstellungen ein erfahrener Geologe oder Geotechniker beizuziehen.

## 7 AUSWIRKUNGSANALYSE

### 7.1.1 IST-ZUSTAND:

Im Zuge der Bearbeitung für die WEA-Standorte erfolgten Begehungen und Besichtigungen für die WEA- Standorte und Zuwegungen sowie punktuelle Untergrundaufschlüsse durch Baggerschürfe. Dabei wurden keine oberflächennahen Massenbewegungen festgestellt. Von tiefer liegenden Massenbewegungen ist nichts bekannt, auch werden keine natürlichen „Zeiger“, wie schräg stehende Bäume etc., im Bereich der geplanten Baumaßnahmen aufgefunden gemacht. Gleiches gilt auch für die Kabeltrasse zur Energieableitung. Diese erfolgt größtenteils auf und entlang von vorhandenen Straßen und Wegen. Auch dort sind keine Massenbewegungen festgestellt worden.

Nachdem die Verlegung der Kabel grundsätzlich mit Kabelpflug in Tiefen von ca. 1,5 m erfolgt, sind keine relevanten Auswirkungen auf die geologische und hydrogeologische Bestandssituation zu erwarten. Die unterirdischen Gewässerquerungen erfolgen wie bereits im Fachbericht Wasserbautechnik EZ 1103 Pkt. 4.3 dargestellt in offener Bauweise.

Es wird dargestellt, dass für die Errichtung von Zuwegungen (Verbreiterungen) talseitige Böschungen und bergseitige Einschnitte zu errichten sind, wobei aber anzumerken ist, dass diese lediglich oberflächennahe Erdbewegungen darstellen und wie aus der Bodenerkundung zu entnehmen, die Felslinientiefe zwischen 1,20 m und 3,0 m unter GOK zu liegen kommt. Demnach sind Massenbewegungen im Sinne von Rutschungen durch Eingriffe bei der Damm- bzw. Einschnittsherstellung unwahrscheinlich. Sollten dennoch Rutschungen durch Bauarbeiten trotz Sorgfalt entstehen, sind in Abstimmung mit dem baubegleitenden Bodenmechaniker entsprechende Gegenmaßnahmen wie z.B. Abflachung von Böschungen, lokale Drainagierungsmaßnahmen, Steinsatzsicherungen etc. zu treffen.

Bei den Montageplätzen sind geotechnisch ermittelte Böschungsneigungen bzw. geplante Böschungssicherungen vorgesehen.

### 7.1.2 MÖGLICHE STÖRFÄLLE/VERMEIDUNG VON STÖRFÄLLEN AUS GEOLOGISCHER SICHT:

Während des Baues und auch im Betrieb können folgende Störfälle auftreten:

- lokale Rutschungen an Dammböschungen und Einschnittsböschungen nach extrem großen und/oder extrem intensiven Niederschlagsereignissen
- plötzliche lokale Wasseraustritte aus Einschnittsböschungen die derzeit nicht bekannt sind

Maßnahmen zur Vermeidung von solchen Störfällen bzw. zur Reduktion deren Auswirkungen: Bei Herstellung von Dammböschungen:

- sorgfältige Herstellung der Dammaufstandsfläche (Stufen schneiden, Vorverdichten etc.)
- Herstellung und Instandhaltung der Dammoberfläche mit einheitlicher Neigung zum Oberflächenwasserabfluss
- Vermeidung von Längsfurchen am Damm durch sorgfältige Instandhaltung
- bei Einschnittsböschungen ordentliche Profilierung der Böschung und geordnete Oberflächenwasserableitung

## 8 ALTERNATIVE LÖSUNGSMÖGLICHKEITEN

Wurden im Fachbereich Geologie/Geotechnik nicht beschrieben.

## 9 GUTACHTEN IM ENGEREN SINN

Die vorgelegten und beurteilten Unterlagen betreffen den Untersuchungsrahmen Geologie und Geotechnik. Es kann festgestellt werden, dass die Projektserstellung von fachkundigen und hierfür befugten Personen erfolgte und daher von der Richtigkeit der ermittelten Daten und getroffenen Feststellungen ausgegangen werden muss. Auf die komplette Wiedergabe der im Projekt enthaltenen Abbildungen, Formeln, Tabellen, Literaturhinweise und Karten wurde verzichtet bzw. können diese im Projekt eingesehen werden

### 9.1 GUTACHTEN NACH UVP-G

#### 9.1.1 GEOLOGIE

Das Gesteinsinventar besteht sich im Bereich der Maststandorte und der Zuwegung im Wesentlichen aus Gneisen und Glimmerschiefern mit Einschaltungen von Marmoren, Quarziten, Amphiboliten und Pegmatiten.

Im Wesentlichen kann der Untergrundaufbau im Bereich des Projektgebietes wie folgt zusammengefasst werden: Unter 0,-0,4 m mächtigen Mutterboden folgt eine 0,6-2,8 m mächtige Verwitterungsschicht. Darunter folgt kompakter Fels (Gneise, Pegmatit, Marmor).

Die Gefügedaten zeigen ein flach bis mittelsteiles Einfallen der Schieferungsflächen nach Südsüdost. Daneben konnten zwei Hauptklufsysteme K1 (nahezu senkrecht N-S streichend) und K2 (steil stehend SW gerichtet) erkannt werden. Die Klüftung wird hauptsächlich als nicht durchgängig beschrieben.

#### 9.1.2 GEOTECHNIK

Entsprechend der eingereichten Unterlagen werden die Fundamente der jeweiligen Windkraftanlagen grundsätzlich im Festgestein gegründet. Das Festgestein ist entsprechend den angenommenen Kennwerten und rechnerischen Nachweisen des Baugrundgutachtens geeignet die auftretenden Lasten aufzunehmen. Sollte die Felsoberkante tiefer liegen wird der Bereich mit weniger tragfähigen Schichten ausgetauscht und mit Magerbeton aufgefüllt. Zusätzlich wird, dem Bau vorausgehend, ein durch den Projektwerber ausgearbeitetes erweitertes geotechnisches Untersuchungsprogramm zur Verifizierung der getroffenen Annahmen zur Ausführungen kommen.

Mögliche **Störfälle (Bau- und Betriebsphase)** stellen jedenfalls Instabilitäten im Bereich von übersteilten bzw. überhöhten Hanganschnitten (Zuwegung, Baugrubenböschungen, talseite Dammschüttungen) in Zusammenhang mit Starkregenereignissen bzw. mit ungünstig gelagerten Trennflächen dar. Dieser Problembereich ist im Fachbereich Geotechnik berücksichtigt worden und es wurden vor allem hinblicklich der luftseitigen Böschungen (z.B. der Kranaustellflächen) unter Zugrundelegung plausibler Eingangsparameter die Standsicherheitsnachweise erbracht. Zudem gibt es auch im geotechnischen Projekt klare planerische Vorgaben zu Böschungsneigungen, Rekultivierung (Stabilisierung) und Entwässerung der Böschungen.

Zusätzlich erfolgte eine detaillierte Betrachtung der Zuwegung wobei allfällig kritische Bereiche identifiziert und einer näheren geologisch-geomorphologischen Betrachtung unterzogen wurden. Anhand dieser Grundlagen wurden bereits im Projekt technische Maßnahmen für die einzelnen Zuwegungsabschnitte vorgesehen, welche bereits mögliche auftretende geotechnische Probleme vorwegnehmen. Sollen im Zuge der Bauarbeiten unerwartete geologisch/geotechnische Probleme auftreten werden unter Beiziehung einer geologischen Bauaufsicht die entsprechenden Sicherungsmaßnahmen gesetzt werden.

Das Auftreten von Störfällen (Betriebsphase) geotechnischer Natur, wie z.B. ein Grundbruch werden in den Projektunterlagen behandelt und die entsprechenden Sicherheitsnachweise erbracht. Eine Beeinträchtigung der geotechnischen Verhältnisse ist bei projektsgemäßer Ausführung nicht zu erwarten.

Für den Bauteil Kabeltrasse werden aus geologische/geotechnischer Sicht keine Schwierigkeiten erwartet.

Aus geologischer/geotechnischer Sicht entstehen bei gegenständlichem Projekt weder in der Bau-, noch in der Betriebs- du Nachsorgephase mehr als vernachlässigbare Auswirkungen auf die Umwelt.

## **10 MAßNAHMEN UND AUFLAGENVORSCHLÄGE**

Bei projekts- und plangemäßer Errichtung und Betrieb der Anlage besteht aus geologisch/geotechnischer Sicht kein Einwand gegen die Erteilung der Genehmigung. Auf Basis der seitens der Projektwerber vorgeschlagenen baubegleitend durchzuführenden geotechnischen Untersuchung werden zusätzlich, dem Projekt entnommenen, detaillierte Auflagenvorschläge gemacht:

### **Geologie/Geotechnik**

1. Die gesamten Erdarbeiten, aber vor allem die Gründungsarbeiten sowie die baubegleitenden geotechnischen Erkundungen sind durch einen Fachkundigen zu überwachen und sind dementsprechende Aufzeichnungen (geologische Verhältnisse, Wasser, eingeleitete Maßnahmen, etc, siehe auch 306.1.1 und 6.1.2) zu führen.
2. An jeweils einer Felsart im Projektgebiet sind an 2 Stellen Felsbohrungen bis zu einer Tiefe von 30 m durchzuführen, die Bohrkerne zu entnehmen und zu konservieren. In den Bohrlöchern sind oberflächennahe Dilatometerversuche durchzuführen um ebenfalls Informationen zur insitu- Verformbarkeit der Fundamentsaufstandsfläche zu erhalten. siehe auch 6.1.1.2
3. Ermittlung der einaxiale Druckfestigkeit im Bereich der Fundamentsaufstandsflächen (bei unterschiedlichen Gesteinssorten mindestens 2 Proben je Gesteinsart; bei gleicher Gesteinsart in mehreren Fundamenten kann die Beprobung geclustert werden); siehe auch 6.1.1.2
4. Ermittlung des E-Modul (Verformungsmodul) an den Proben aus dem Bereich der Fundamentsaufstandsflächen. ); siehe auch 6.1.1.2
5. Die Probenahme , die Versuchsdurchführung sowie die aus den Ergebnissen der Versuche abgeleitete Erkenntnisse sind durch den baubegleitenden Fachkundigen hinblicklich der Auswirkungen auf das Baugeschehen baubegleitend aufzunehmen und bewerten.
6. Sollte im Zuge der Bauarbeiten der Felsabtrag mittels Sprengung(en) erfolgen, ist dies der Behörde vorab unaufgefordert anzuzeigen.
7. Ein Bericht über die ordnungsgemäße Ausführung der Tief- und Grundbuarbeiten (Gründungen, Böschungen, Einschnitte, Aufschüttungen, etc.) ist bis zum Zeitpunkt der Kollaudierung der Behörde unaufgefordert vorzulegen.

## **11 ZU DEN VARIANTEN UND ALTERNATIVEN**

Im Fachbereich Geologie/Geotechnik wurden keine weiteren Standortvarianten geprüft.

## **12 ZU DEN STELLUNGNAHMEN UND EINWENDUNGEN**

Zum Fachbereich Geologie/Geotechnik sind keine Stellungnahmen und Einwendungen vorgebracht worden.

## 13 ZUSAMMENFASSUNG

In Summe kommt es im Bereich **Geologie/Geotechnik** durch die Errichtung und den Betrieb des „Windpark Stubalpe“ bei projektgemäßer Ausführung zu keinen negative Auswirkungen auf den Baugrund bzw. Untergrund i.a., **das Vorhaben kann somit als umweltverträglich bewertet werden.**

Graz am 15.03.2017

Mag. Martin Schröttner  
(elektronisch gefertigt)