



TÖNIGES GmbH
Beratende Geologen
und Ingenieure
Sinsheim
Tel. (0 72 61) 92 11-0
Fax (0 72 61) 92 11-22

Ingenieurgeologisches Gutachten

Projekt-Nr.: P23-0990

Projekt: **Bretzfeld-Obersulm, Windpark**
- Errichtung von einer Windkraftanlage -
Erkundung der geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten

Auftraggeber: Bürgerwindpark Hohenlohe GmbH
Braunsbergweg 5
74676 Niedernhall

Lage: TK 25, 6822 Obersulm
WEA 4:
mittlerer Rechtswert: 3531.789
mittlerer Hochwert: 5441.487

Bearbeiter: Christoph Franken, M. Sc. Geow.

Heidelberg, 18. Dezember 2023



Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	3
2.	Lagebeschreibung und geologische Situation.....	7
3.	Baugrunduntersuchungen	9
4.	Baugrundbeschreibung	12
5.	Hydrogeologische Situation.....	19
6.	Bodenmechanische Kenngrößen	24
7.	Baugrundbeurteilung mit Gründungsvorschlag	28
8.	Erdbautechnische Hinweise	34
9.	Anmerkungen.....	38

Anlagen

Nr. 1	1.1	Geographische Lage des Untersuchungsgebietes
	1.2	Lagepläne der Baugrunduntersuchungen
Nr. 2		Schichtenverzeichnisse nach DIN 4023
Nr. 3		Schichtenprofile nach DIN 4023
Nr. 4		Rammprofile
Nr. 5		Setzungsberechnung



1. Einleitung

1.1. Veranlassung

Die Bürgerwindpark Hohenlohe GmbH plant die Erweiterung des bestehenden Windparks Bretzfeld-Obersulm um die Windenergieanlage WEA 4. Für die bereits errichteten Windenergieanlagen WEA 1 – WEA 3 wurde durch unser Büro (Töniges GmbH) sowohl ein Ingenieurgeologisches Gutachten erstellt als auch die fachtechnische Bauüberwachung vorgenommen.

Die Windenergieanlage WEA 4 befindet sich innerhalb forstwirtschaftlich genutzter Flächen. Nach den uns vorliegenden Planungsunterlagen ist an diesem Standort der Anlagentyp Nordex N 175 TCS 179 vorgesehen, der eine Nabenhöhe von 179 m aufweist.

Unser Büro Töniges GmbH) wurde durch die Bürgerwindpark Hohenlohe GmbH beauftragt, für die geplante Windenergieanlage WEA 4 die geologische und hydrogeologische Situation zu erkunden und ein Baugrundgutachten zu erstellen.

1.2 Unterlagen

Zur Erstellung des vorliegenden Gutachtens wurden folgende Unterlagen ausgewertet und verwendet:

Tabelle 1: Zur Erstellung des Berichts verwendete Unterlagen

Nummer	Bezeichnung	Quelle
[1]	Allgemeine Dokumentation Fundamente Nordex N175	Nordex Energy SE & Co. KG
[2]	Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 5.000	Bürgerwindpark Hohenlohe GmbH
[3]	Übersichtslageplan mit Bestand 1 : 3.500	Bürgerwindpark Hohenlohe GmbH
[4]	Lageplan WEA 4, Maßstab 1 : 2.000	Bürgerwindpark Hohenlohe GmbH
[5]	Detailplan WEA 4, Maßstab 1 : 500	Bürgerwindpark Hohenlohe GmbH
[6]	Schnitt A-A, Maßstab 1 : 200	Bürgerwindpark Hohenlohe GmbH
[7]	Schnitt B-B, Maßstab 1 : 200	Bürgerwindpark Hohenlohe GmbH

Nummer	Bezeichnung	Quelle
[8]	Schnitt C-C, Maßstab 1 : 200	Bürgerwindpark Hohenlohe GmbH

1.3 Ausführung der Baumaßnahme

1.3.1 Fundament WEA 4

Nach den uns vorliegenden Planungsunterlagen ist am Standort der Windenergieanlage WEA 4 der Anlagentyp Nordex N 175 TCS 179 vorgesehen, der eine Nabenhöhe von 179 m aufweist. Gemäß [1] weist das Fundament einen Außendurchmesser (d_s) von $d_s = 30,5$ m auf (vgl. Abb. 1).

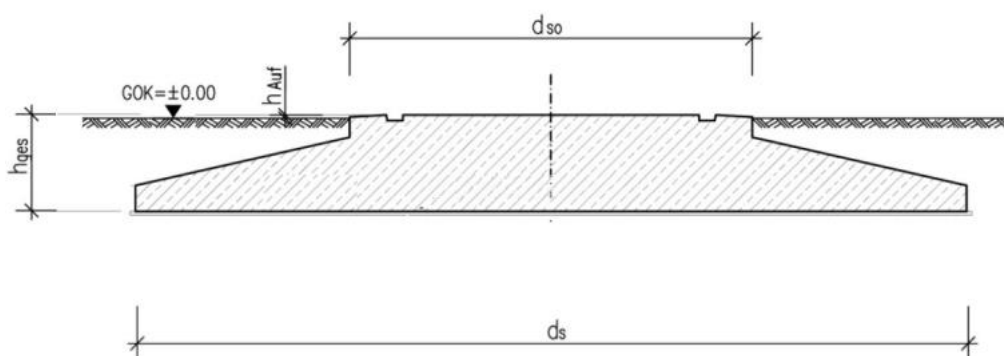


Abb. 1: Schemazeichnung Fundament WEA 4

Die Gesamthöhe (h_{ges}) wird für das Fundament mit 2,90 m angegeben. Nach den uns vorliegenden Schnittzeichnungen [6] – [8] ist die Fundamentoberkante auf einem Niveau von 473,20 m ü. NN vorgesehen (vgl. Abb. 2).

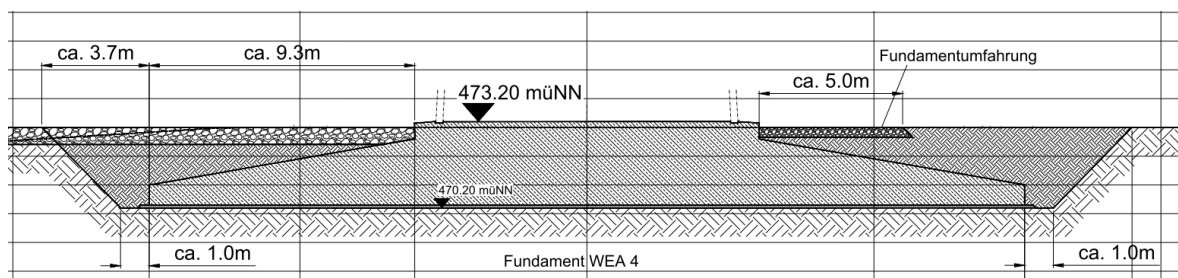


Abb. 2: Fundamentausführung WEA 4



TÖNIGES GmbH
Beratende Geologen
und Ingenieure
Sinsheim
Tel. (0 72 61) 92 11-0
Fax (0 72 61) 92 11-22

Für die Fundamentunterkante resultiert demnach eine Höhenlage von 470,20 m ü. NN. Ausgehend von einer künftigen Geländeoberkante auf einem Höhenniveau von ca. 473 m ü. NN ergibt sich eine Fundamenteinbindung von 2,8 m.

Für den Nachweis der statischen und dynamischen Drehfedersteifigkeiten ist nach dem vorliegenden Fundamentdatenblatt [1] von folgenden Lastansätzen auszugehen (vgl. Abb. 3).

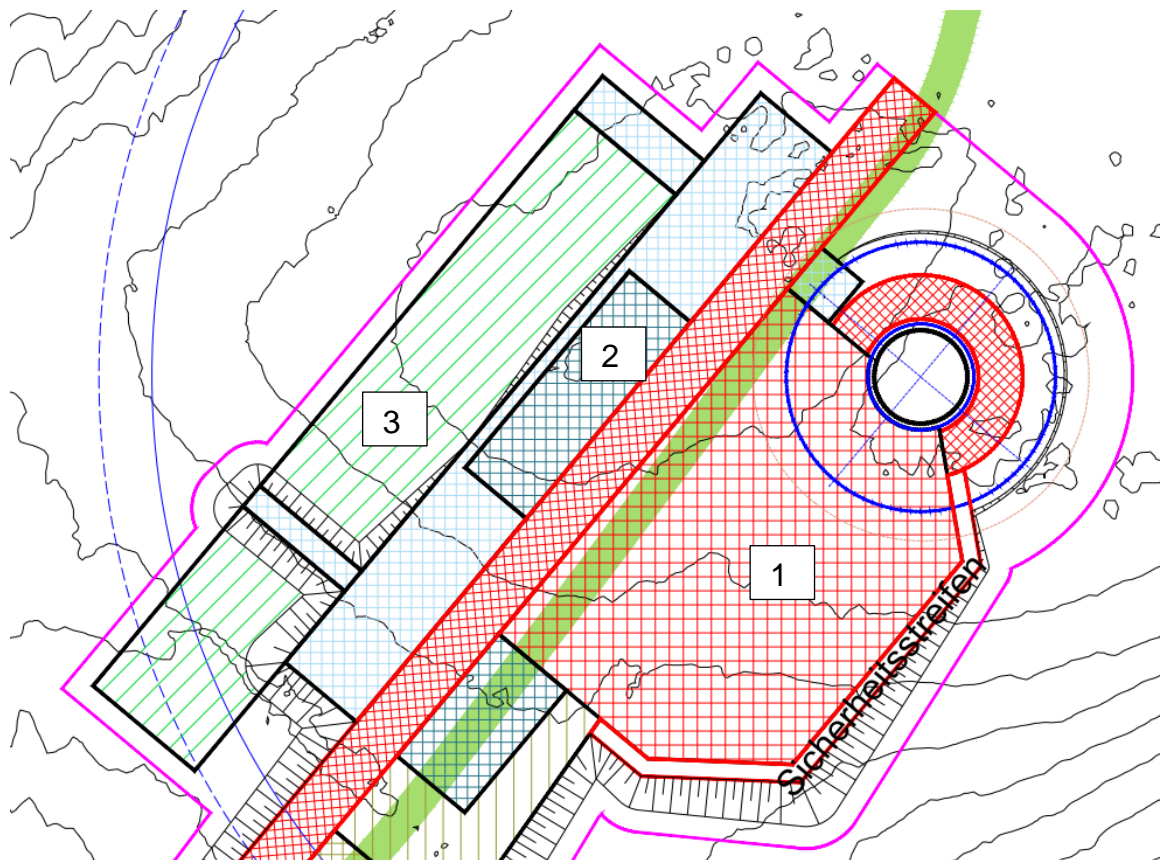
	M_{xy} [kNm]	F_{xy} [kN]	F_z [kN]
Extr fact	326082,5	1887,6	-27230,1
Extr unfact	332558	1837,2	-19678,1
Frequent	192214,1	1218,1	-19717,3
Quasi-perm	172345,9	1071	-19678,7

Abb. 3: charakteristische Lastfälle WEA 4

Der anstehende Baugrund muss bei diesem Fundamenttypen eine maximal zulässige Bodenpressung von $\sigma_{\max} = 250 \text{ kN/m}^2$ aufnehmen können [1]. Ferner ist eine statische Drehfederkonstante von $k_{\phi_{\text{stat}}} \geq 52.000 \text{ MNm/rad}$ sowie eine dynamische Drehfederkonstante von $k_{\phi_{\text{dyn}}} \geq 260.000 \text{ MNm/rad}$ nachzuweisen.

1.3.3 Ausbildung von Kranstell- und Funktionsflächen WEA 4

Zusätzlich zu dem herzustellenden Kreisfundament wird am Standort der Windenergieanlage WEA 4 die Ausbildung von Kranstellflächen und weiteren Funktionsflächen erforderlich. Die Dimension dieser Flächen für die geplante Windenergieanlage WEA 4 kann der folgenden Tabelle und Abbildung entnommen werden:



Nummer	Name	Fläche [m ²]
1	Kranstellfläche	1.785
2	Vormontagefläche	441
3	Blattlagerfläche	1.230

Abb. 4: Lage und Dimension Kranstell- und Funktionsfläche WEA 4

Bei der Kranstellfläche handelt es sich um eine dauerhaft herzustellende Fläche während die Vormontagefläche und Blattlagerfläche im Anschluss an die Baumaßnahme wieder rückgebaut wird.

Nach den uns vorliegenden Planungsunterlagen ist die Oberkante der Kranstellfläche auf einem Niveau von 473,00 m ü. NN vorgesehen (vgl. Abb. 5).



TÖNIGES GmbH
Beratende Geologen
und Ingenieure
Sinsheim
Tel. (0 72 61) 92 11-0
Fax (0 72 61) 92 11-22

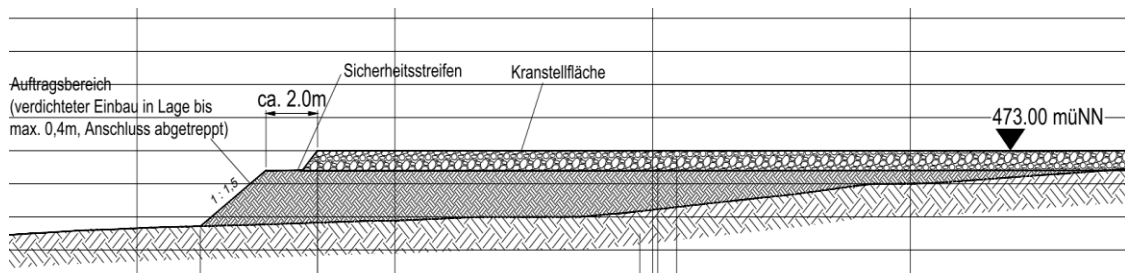


Abb. 5: Schemazeichnung Kranstell- und Funktionsfläche WEA 4

Unter Berücksichtigung der durchgeführten Vermessungsarbeiten wird für die Kranstellfläche eine Geländeanschüttung von bis zu 3,0 m erforderlich.

2. Lagebeschreibung und geologische Situation

2.1. Lagebeschreibung

Der geplante Standort für die Windenergieanlage WEA 4 befindet sich ca. 3,5 km nordwestlich von Wüstenrot bzw. 3,9 km östlich von Löwenstein innerhalb forstwirtschaftlich genutzter Flächen. Die Windenergieanlage WEA 4 ist analog zu den bereits vorhandenen Windenergieanlagen WEA 1 – WEA 3 nördlich der Bundesstraße B 39 lokalisiert.

Der Abstand der Windenergieanlage WEA 4 zur südöstlich vorhandenen WEA 2 beträgt etwa 706 m und zur südwestlich bestehenden WEA 3 ungefähr 516 m.

Nach den Ergebnissen der durchgeführten Vermessungsarbeiten liegt das Gelände im Fundamentbereich auf einem nahezu ebenen Niveau. Im Bereich der geplanten Kranstell- und Funktionsflächen liegen Höhendifferenzen von etwa 2,8 m vor.

2.2 Geologische Situation

Im Bereich der geplanten Windenergieanlage WEA 4 wird der Festgesteinsuntergrund durch die „Löwenstein-Formation“ gebildet, die eine Schichtfolge des „Oberen Mittelkeupers“ darstellt (vgl. Abb. 6).

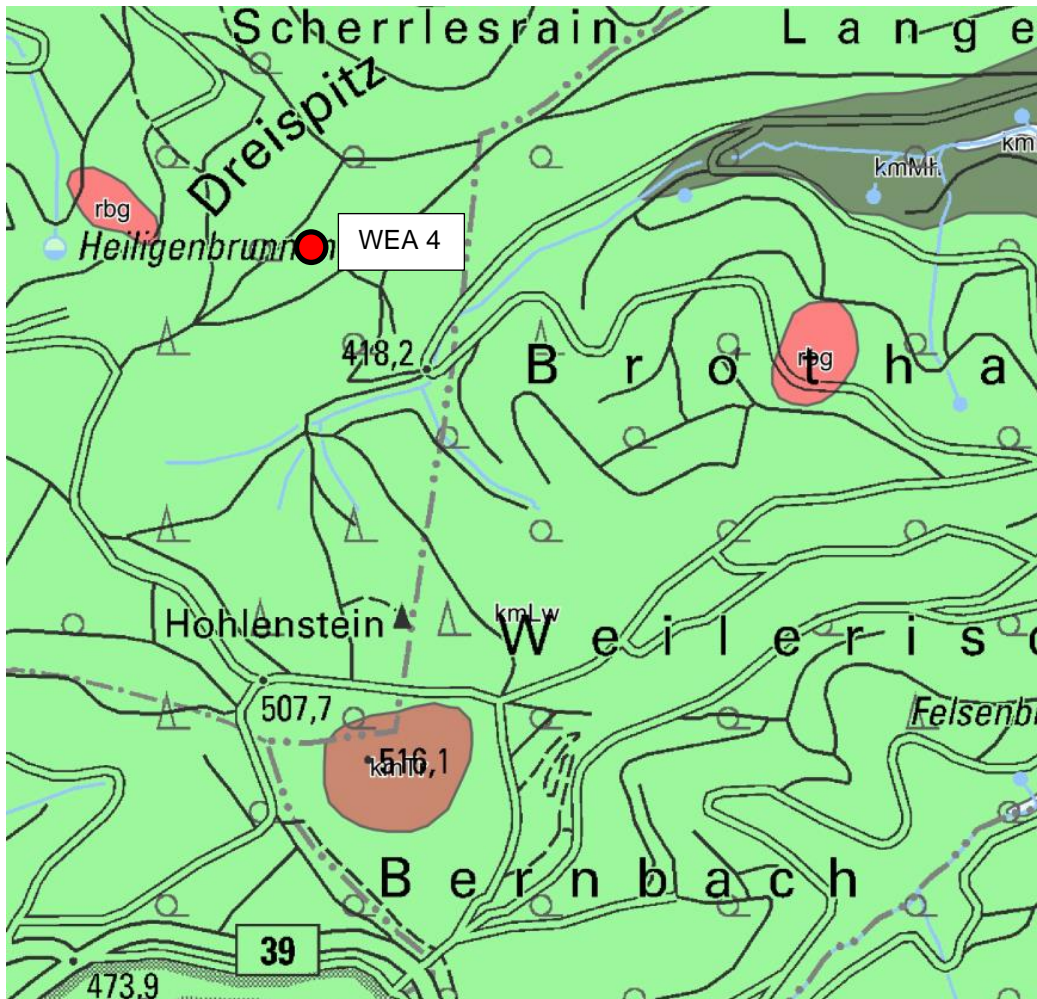


Abb. 6: Geologische Gegebenheiten WEA 4

Das Festgestein der „Löwenstein-Formation“ (ehem. Stubensandstein) besteht aus meist tonigen zum Teil wenig verfestigten feldspatreichen Sandsteinen. In die Sandsteinfolge sind einige geringmächtige Schluff- und Tonsteinlagen eingeschaltet. Das Festgestein der „Löwenstein-Formation“ wurde am Standort der Windenergieanlage WEA 4 als Direktaufschluss nicht erreicht. Die Tiefenlage des anstehenden Festgesteines lässt sich indirekt aus den Rammsondierungen ableiten.



In sämtlichen Kleinrammbohrungen wurden die über dem Festgestein der „Löwenstein-Formation“ anstehenden Verwitterungsböden sowie Verwitterungslehme und Decklehme angetroffen. Bedingt durch die forstwirtschaftliche Nutzung liegen als oberste Schicht Waldböden vor.

3. Baugrunduntersuchungen

3.1 Aufschlussbeschreibung

3.1.1 Kleinrammbohrungen

Am 06.11.2023 wurden am Standort der Windenergieanlage WEA 4 insgesamt sechs Kleinrammbohrungen (RKS) gemäß DIN 4021:1990-10 mit Endteufen bis max. 2,6 m unter Geländeoberkante (GOK) abgeteuft. Hierbei befinden sich die Kleinrammbohrungen RKS 1 und RKS 2 im Bereich des geplanten Fundamentes. Die Kleinrammbohrungen RKS 3 und RKS 4 sind im Bereich der Kranstell- und Funktionsflächen lokalisiert. Die Kleinrammbohrungen RKS 5 und RKS 6 befinden sich im Bereich der vorgesehenen Zuwegung.

Nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Bezeichnung der einzelnen Kleinrammbohrungen sowie deren Lage im Bereich des Standortes der Windenergieanlage WEA 4.

Bezeichnung	Lage am Standort
RKS 1	Fundament Tiefpunkt
RKS 2	Fundament Hochpunkt
RKS 3	Kranstellfläche Hochpunkt
RKS 4	Kranstellfläche Tiefpunkt
RKS 5	Zuwegung
RKS 6	Zuwegung

Bei sämtlichen Kleinrammbohrungen wurde aus jeder Bodenschicht eine gestörte Probe entnommen, luftdicht verpackt und für Laborversuche vorgehalten.



3.1.2 Rammsondierung

Um die Lagerungsdichten der anstehenden Böden zu ermitteln, wurden am Standort der Windenergieanlage WEA 4 insgesamt drei Rammsondierungen (DPH) mit der „Schweren Rammsonde“ gemäß DIN EN ISO 22476-2:2005-04 bis max. 3,2 m unter GOK niedergebracht. Hierbei befindet sich eine Rammsondierung im Mittelpunkt des Kreisfundamentes und zwei weitere innerhalb der Kranstellfläche. Nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Bezeichnung der Rammsondierung und deren Lage am Standort der Windenergieanlage WEA 4.

Bezeichnung	Lage am Standort
DPH 1	Zentralbereich Fundament
DPH 2	Kranstellfläche Hochpunkt
DPH 3	Kranstellfläche Tiefpunkt

3.2 **Darstellung der Baugrund- und Rammprofile**

Die Bodenproben wurden nach DIN 4022 laboranalytisch angesprochen und in Schichtenverzeichnissen (Anlage Nr. 2) eingetragen sowie nach DIN 4023 in Schichtenprofilen (Anlage Nr. 3) zeichnerisch dargestellt.

Die Schlagzahlen der Rammsondierungen wurden pro 0,10 m Eindringtiefe protokolliert und in einem Diagramm dargestellt (Anlage Nr. 4).

3.3 **Durchgeführte Vermessungsarbeiten**

Die Bohr- und Sondieransatzpunkte wurden nach Lage und Höhe eingemessen. Als Höhenbezugspunkt diente der mit Rechts- und Hochwert festgelegte Mittelpunkt des Kreisfundamentes. Nach den uns durch den Vermesser mitgeteilten Informationen weist die Geländeoberkante am ausgepflochtenen Mittelpunkt der Windenergieanlage WEA 4 folgende Höhe auf:

GOK Mittelpunkt WEA 4: 473,60 m ü. NN



Danach ergeben sich am Standort der WEA 4 für die Bohr- und Sondieransatzpunkte sowie die jeweiligen Endteufen folgende Höhen in [m ü. NN]:

Bezeichnung	Ansatzpunkt [m ü. NN]	Endteufe [m ü. NN]
RKS 1	473,50	471,20
RKS 2	473,58	472,18
RKS 3	472,14	469,94
RKS 4	471,80	469,20
RKS 5	472,90	470,60
RKS 6	477,44	476,34
DPH 1	473,59	470,69
DPH 2	473,18	471,98
DPH 3	470,41	467,21

3.4 Grundwasserstandsmessungen

Während der Durchführung der Bohrungen wurden keine Wasserzutritte zu den Bohrlöchern registriert. Im Anschluss an die Bohrarbeiten wurden keine Wasserspiegel innerhalb der Bohröffnungen gemessen (siehe Kapitel 5).



4. Baugrundbeschreibung

4.1. Bodenarten Bereich Fundament, Kranstellfläche und Zuwegung

Die Kleinrammbohrungen wurden alle im Bereich forstwirtschaftlich genutzter Flächen durchgeführt. Im Folgenden werden die vorkommenden Bodenschichten nur allgemein beschrieben. Detaillierte Daten können den Schichtenverzeichnissen (Anlage Nr. 2) und den Schichtenprofilen (Anlage Nr. 3) entnommen werden. Die im Zuge der Baugrunderkundung angetroffenen geologischen Gegebenheiten werden separat für die einzelnen angetroffenen Bodenschichten dargestellt. Die Darstellung erfolgt hierbei differenziert für das Fundament, die Kranstellfläche und die Zuwegung am Standort der Windenergieanlage WEA 4.

4.1.1 Fundament WEA 4

Im Bereich des Fundamentes der WEA 4 wurden die Kleinrammbohrungen RKS 1 und RKS 2 abgeteuft. Die hierbei angetroffenen geologischen Gegebenheiten werden nachfolgend dargestellt.

Waldboden

Als oberste Schicht wurde ein ca. 0,1 – 0,3 m mächtiger Waldboden angetroffen. Es handelt sich dabei um schwach schluffigen bis schluffigen Sand mit organischen Beimengungen. Der dunkelbraun gefärbte Waldboden weist eine lockere Lagerung auf.

Decksande

Unterhalb des Oberbodens stehen bis in eine Tiefe von etwa 0,4 – 0,6 m u. GOK braun gefärbte Decksande an. Diese sind ca. 0,3 m mächtig und setzen sich aus schluffigem Sand zusammen. Die Decksande wurden mit einer lockeren bis miteldichten Lagerung festgestellt.



TÖNIGES GmbH
Beratende Geologen
und Ingenieure
Sinsheim
Tel. (0 72 61) 92 11-0
Fax (0 72 61) 92 11-22

Verwitterungslehme

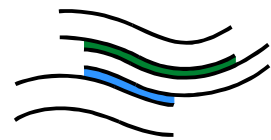
Unterlagert werden die Decksande bis in eine Tiefe von 1,1 – 2,1 m u. GOK von braun bis braungrau gefärbten Verwitterungslehmen. Die Verwitterungslehme bestehen aus schwach tonigem bis tonigem, kiesigem und sandigem bis stark sandigem Schluff. Die kiesigen Komponenten werden hierbei durch Sandsteinbruchstücke gebildet. Die Verwitterungslehme weisen eine halbfeste Konsistenz sowie leichte Plastizität auf.

Verwitterungsböden

Als unterste Schicht wurden bis zur aufgeschlossenen Endteufe in max. 2,3 m unter GOK grau bis hellgrau gefärbte Verwitterungsböden erbohrt. Diese setzen sich aus schwach schluffigem bis schluffigem und kiesigem Sand zusammen. Die kiesigen Komponenten werden hierbei durch Sandsteinbruchstücke gebildet. Die Verwitterungsböden wurden mit einer mitteldichten bis dichten Lagerung festgestellt.

Mit der angewandten Bohrtechnik war kein tieferes Eindringen aufgrund der festgestellten Lagerungsdichte sowie der enthaltenen Sandsteinbruchstücke möglich. Die Endtiefe der Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen liegt im Fundamentbereich auf einem nahezu einheitlichen Niveau.

Seitens des Gutachters wird daher davon ausgegangen, dass ab der Endteufe der Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen mit dem anstehenden Festgestein der „Löwenstein-Formation“ zu rechnen ist.



4.1.2 Kranstellfläche WEA 4

Im Bereich der Kranstellfläche der WEA 4 wurden die Kleinrammbohrungen RKS 3 und RKS 4 niedergebracht. Die hierbei angetroffenen geologischen Gegebenheiten werden nachfolgend dargestellt.

Waldboden

Als oberste Schicht wurde ein ca. 0,2 m mächtiger Waldboden angetroffen. Es handelt sich dabei um schwach schluffigen bis schluffigen Sand mit organischen Beimengungen. Der dunkelbraun gefärbte Waldboden ist locker gelagert.

Decksande

Unterlagert wird der Waldboden bis in eine Tiefe von etwa 0,4 – 0,5 m u. GOK von braun gefärbten Decksanden. Die Decksande sind etwa 0,2 – 0,3 m mächtig und setzen sich aus schwach schluffigem bis schluffigem Sand zusammen. Die Decksande wurden mit einer lockeren bis mitteldichten Lagerung festgestellt.

Decklehme

Im Bereich der Kleinrammbohrung RKS 4 wurden bis in eine Tiefe von 0,8 m u. GOK braun gefärbte Decklehme angetroffen. Die Decklehme bestehen aus feinsandigem und stark tonigem Schluff und weisen eine halb feste bis steife Konsistenz bei leichter Plastizität auf.

Verwitterungslehme

Innerhalb der Kleinrammbohrung RKS 4 stehen bis in eine Tiefe von etwa 1,0 m u. GOK rotbraun gefärbte Verwitterungslehme an. Die Verwitterungslehme bestehen aus feinsandigem, kiesigem und stark tonigem Schluff. Die kiesigen Komponenten werden hierbei durch Tonmergelsteinbruchstücke gebildet. Die Verwitterungslehme weisen eine halb feste Konsistenz sowie leichte Plastizität auf.



Verwitterungsböden

Als unterste Schicht wurden bis zur aufgeschlossenen Endteufe in max. 2,6 m u. GOK braun bis grau gefärbte Verwitterungsböden erbohrt. Diese setzen sich aus schwach tonigem und schluffigem bis stark schluffigem Sand zusammen. Bei den sandigen Bestandteilen handelt es sich um Sandsteingrus. Die Verwitterungsböden wurden mit einer mitteldichten bis dichten Lagerung festgestellt.

Mit der angewandten Bohrtechnik war kein tieferes Eindringen aufgrund der festgestellten Lagerungsdichte sowie der enthaltenen Sandsteinbruchstücke möglich. Seitens des Gutachters wird davon ausgegangen, dass ab der Endteufe der Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen mit dem anstehenden Festgestein der „Löwenstein-Formation“ zu rechnen ist.

4.1.3 Zuwegung WEA 4

Im Bereich der geplanten Zuwegung zur Windenergieanlage WEA 4 wurden die Kleinrammbohrungen RKS 5 und RKS 6 abgeteuft. Die hierbei angetroffenen geologischen Gegebenheiten werden nachfolgend dargestellt.

Waldboden

Im Bereich der Kleinrammbohrung RKS 5 wurde als oberste Schicht ein ca. 0,2 m mächtiger Waldboden angetroffen. Es handelt sich dabei um schluffigen Sand mit organischen Beimengungen. Der dunkelbraun gefärbte Waldboden ist locker gelagert.

Auffüllungen

Innerhalb der Kleinrammbohrung RKS 6 wurden als oberste Schicht ungefähr 0,3 m mächtige Auffüllungen aufgeschlossen. Die Auffüllungen setzen sich aus schluffigem und sandigem Kies zusammen. Die kiesigen Komponenten werden hierbei durch Ziegel- und Kalksteinbruchstücke gebildet. Die grau gefärbten Auffüllungen wurden mit einer mitteldichten Lagerung festgestellt.



TÖNIGES GmbH
Beratende Geologen
und Ingenieure
Sinsheim
Tel. (0 72 61) 92 11-0
Fax (0 72 61) 92 11-22

Decksande

Im Bereich der Kleinrammbohrung RKS 5 wird der Waldboden bis in eine Tiefe von 0,8 m u. GOK von braun gefärbten Decksanden unterlagert. Die Decksande setzen sich aus schluffigem Sand zusammen und weisen eine mitteldichte Lagerung auf.

Verwitterungslehme

Unterhalb der Decksande bzw. der Auffüllungen stehen bis in eine Tiefe von etwa 0,9 – 2,3 m u. GOK olivgrün bis braungrau gefärbte Verwitterungslehme an. Die Verwitterungslehme bestehen aus schwach kiesigem, tonigem und sandigem bis bereichsweise stark sandigem Schluff. Die kiesigen Komponenten werden durch Tonmergelstein- und Sandsteinbruchstücke gebildet. Die Verwitterungslehme wurden mit einer halbfesten bis bereichsweise festen Konsistenz und leichter Plastizität festgestellt.

Verwitterungsböden

Im Bereich der Kleinrammbohrung RKS 6 wurden als unterste Schicht bis zur aufgeschlossenen Endteufe in ca. 1,1 m u. GOK hellgrau gefärbte Verwitterungsböden erbohrt. Die Verwitterungsböden setzen sich aus schwach schluffigem und kiesigem Sand zusammen und weisen eine mitteldichte bis dichte Lagerung auf. Mit der angewandten Bohrtechnik war kein tieferes Eindringen aufgrund der festgestellten Lagerungsdichte sowie der enthaltenen Sandsteinbruchstücke möglich. Seitens des Gutachters wird davon ausgegangen, dass ab der Endteufe der Kleinrammbohrungen mit dem anstehenden Festgestein der „Löwenstein-Formation“ zu rechnen ist.



4.2 Schichtoberkanten Bereich Fundamente, Kranstellflächen und Zuwegung

Für die jeweiligen **Schichtoberkanten** werden folgende Höhen in [m ü. NN] und in Klammern die Schichtmächtigkeiten in [m] angegeben. Die Darstellung erfolgt hierbei differenziert für das Fundament, die Kranstellfläche und die Zuwegung.

4.2.1 Fundament WEA 4

	RKS 1	RKS 2
Waldboden	473,50 (0,30)	473,58 (0,10)
Decksand	473,20 (0,30)	473,48 (0,30)
Verwitterungslehm	472,90 (1,50)	473,18 (0,70)
Verwitterungsboden	471,40 (0,20)	472,48 (0,30)
Endteufe	471,20 (2,30)	472,18 (1,40)

4.2.2 Kranstellfläche WEA 4

	RKS 3	RKS 4
Waldboden	472,14 (0,20)	471,80 (0,20)
Decksand	471,94 (0,20)	471,60 (0,30)
Decklehm	--	471,30 (0,30)
Verwitterungslehm	--	471,00 (0,20)
Verwitterungsboden	471,74 (1,80)	470,80 (1,60)
Endteufe	469,94 (2,20)	469,20 (2,60)



4.2.3 Zuwegung WEA 4

	RKS 5	RKS 6
Waldboden	472,90 (0,20)	--
Auffüllungen	--	477,44 (0,30)
Decksand	472,70 (0,60)	--
Verwitterungslehm	472,10 (1,50)	477,14 (0,60)
Verwitterungsboden	--	476,54 (0,20)
Endteufe	470,60 (2,30)	476,34 (1,10)

4.3 **Ergebnisse der Rammsondierungen**

Um die Lagerungsdichten der anstehenden Böden zu ermitteln, wurden am Standort der Windenergieanlage WEA 4 drei Rammsondierungen (DPH) mit der „Schweren Rammsonde“ gemäß DIN EN ISO 22476-2:2005-04 bis max. 3,2 m unter GOK niedergebracht. Hierbei befindet sich die Rammsondierung DPH 1 im Mittelpunkt des Kreisfundamentes. Die Rammsondierungen DPH 2 und DPH 3 sind innerhalb der Kranstellfläche lokalisiert. Im Zuge der Rammsondierungen wurden die Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe ermittelt.

Nachfolgende Tabelle zeigt die innerhalb der einzelnen Bodenschichten ange-troffenen Schlagzahlbereiche.

Bodenschicht	Schlagzahl / 10 cm Eindringtiefe
Decksande	2 - 10
Decklehme	4 - 5
Verwitterungslehme	3 - 7
Verwitterungsböden	10 - >100



Die erhaltenen Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe spiegeln den geologischen Schichtverlauf am Standort der Windenergieanlage WEA 4 wieder. Die Schlagzahlen sind somit als charakteristisch für die anstehenden Böden zu sehen.

5. Hydrogeologische Situation

5.1. Internetdaten der LUBW

Auf der Internetseite der LUBW (Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg) konnten folgende Daten für das Untersuchungs Gelände abgefragt werden:

5.1.1 Hochwasserrisikomanagement

Nach den am 14.11.2023 im Internet verfügbaren Daten der LUBW (Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg) werden für den Standort der Windenergieanlage WEA 4 folgende Daten bezüglich des Hochwasserrisikomanagements veröffentlicht:

Hochwasser	Überflutungstiefe [m]	Wasserspiegel [m ü. NN]
HQ ₁₀	--	--
HQ ₅₀	--	--
HQ ₁₀₀	--	--
HQ _{extrem}	--	--

5.1.2 Wasserschutzgebiet

Nach den am 14.11.2023 im Internet verfügbaren Daten liegt der Standort der Windenergieanlage WEA 4 **außerhalb** von Trinkwasserschutz zonen.



5.2 Gemessene Wasserstände

Während der Bohrarbeiten wurde in den Aufschlussbohrungen kein Wasserandrang zu den Bohröffnungen festgestellt. Nach Abschluss der Bohrarbeiten wurden in den Bohrlöchern keine Wasserspiegel gemessen.

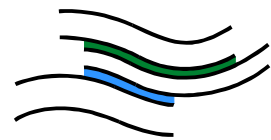
Die hydrogeologischen Gegebenheiten werden im Bereich der geplanten Windenergieanlage durch den Festgesteinsaquifer innerhalb der „Löwenstein-Formation“ gebildet. Die „Löwenstein-Formation“ ist wegen des wiederholten Wechsels von Tonsteinen und Sandsteinen in mehrere Teilstockwerke untergliedert, die hydraulisch untereinander unterschiedlich stark kommunizieren. Im schichtig gegliederten Kluftgrundwasserleiter strömt das Grundwasser bevorzugt in Kluftsystemen der Sandsteine, wobei die Klüftung in starkem Maße tiefen- und reliefabhängig ist. Besonders ausgeprägte Wasserwegsamkeiten finden sich in Tälern und Talflanken. Innerhalb der „Löwenstein-Formation“ wurden im Zuge von Pumpversuchen Transmissivitäten zwischen 2×10^{-3} und 1×10^{-4} m²/s ermittelt. Die „Löwenstein-Formation“ besitzt darüber hinaus ein hohes Speichervermögen weil das Bindemittel der Sandsteine primär fehlt oder teilweise gelöst wurde.

5.3 Bemessungswasserstand für die Einwirkungsklassen gemäß DIN 18 533

5.3.1 Bemessungsgrundwasserstand (HGW) Standort WEA 4

Am Standort der Windenergieanlage WEA 4 konnte bis zur jeweiligen Endteufe der Kleinrammbohrungen kein zusammenhängender Grundwasserspiegel ermittelt werden. Wie bereits in Kap. 5.2 dargestellt, ist mit Grundwasserzutritten innerhalb des anstehenden Festgesteines der „Löwenstein-Formation“ zu rechnen.

Unter Berücksichtigung der örtlichen topographischen Gegebenheiten sowie der festgestellten geologischen Verhältnisse ist auch bei einer geplanten Fundamentunterkante auf einem Höhenniveau von 470,20 m ü. NN, die einen Eingriff in das Festgestein der „Löwenstein-Formation“ impliziert, nicht mit einer Beeinträchtigung durch vorhandenes Grundwasser zu rechnen. Für das Fundament der



Windenergieanlage WEA 4 kann somit eine „**Bemessung ohne Auftriebswirkung**“ angesetzt werden.

5.3.3 Bemessungshochwasserstand (HHW)

Nach der Hochwassergefährdungskarte gemäß der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg und des Hochwasserrisikomanagements liegt der Standort für die Windenergieanlage WEA 4 außerhalb von Überflutungsflächen.

5.4 **Abdichtung von erdberührenden Bauteilen nach DIN 18 533**

5.4.1 Wasserdurchlässigkeit des Baugrundes nach DIN 18 533

Zur Bestimmung der Wassereinwirkungsklassen nach DIN 18 533 ist die Durchlässigkeit des Untergrundes anzugeben. Der Untergrund wird nach DIN 18 533 in zwei Klassen eingeteilt:

- Boden stark durchlässig $k_f > 10^{-4}$ m/s
- Boden wenig durchlässig $k_f \leq 10^{-4}$ m/s

Unter Berücksichtigung der zuvor genannten Höhenlage für die Fundamentunterkante wird die unterste Abdichtungsebene am Standort der Windenergieanlage WEA 4 durch das anstehende Festgestein der „Löwenstein-Formation“ gebildet. Dieses weist erfahrungsgemäß hydraulische Durchlässigkeiten von $k_f \leq 10^{-4}$ m/s auf und kann gemäß DIN 18533 als „wenig durchlässig“ charakterisiert werden.



5.4.2 Einwirkungsklasse W 1.2 E: DIN 18533-1:2017-07

Zum Schutz der einbindenden Fundamenteile gegen Sicker-, Stau- und Oberflächenwasser sind die erdberührenden Bereiche in Verbindung mit dem Anlegen einer Dränage nach der Wassereinwirkungsklasse W 1.2 E für Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser auszuführen.

Erdberührende Wände und Bodenplatten sind der W 1.2 E zuzuordnen, wenn bei gering durchlässigem Baugrund durch eine auf **Dauer funktionsfähige Dränung** nach DIN 4095 Stauwasser vermieden wird. Beim Verlegen des Dränagesystems ist auf eine ausreichende Tiefenlage zu achten. Die Oberkante Dränrohr muss allseits unterhalb der Bodenplattenunterkante verlegt werden.

Die Dränrohre sind allseitig mit Dränkies zu ummanteln. Zur Erhaltung der Filterstabilität zwischen Dränkies und natürlichem Boden schlagen wir vor, ein Geotextilvlies einzulegen.

Wir empfehlen, Stangenware (z. B. Fränkische, o. Ä.) zu verwenden, da diese starren Rohre eine ebene Aufstandsfläche haben und somit sauber im Gefälle verlegt werden können. Die Funktionsfähigkeit der Dränage muss dauerhaft gewährleistet sein. Die Dränarbeiten sind nach den Vorgaben der DIN 4095 auszuführen.



5.5 Wiederverwendbarkeit der bindigen Deckschichten

Im Zuge der Baugrunderkundung wurden am Standort der Windenergieanlage WEA 4 bereichsweise bindig ausgebildete Böden, z. B. Verwitterungslehme, angetroffen. Grundsätzlich sind diese Böden für einen direkten Wiedereinbau im Zuge der Arbeitsraumverfüllung geeignet. Die Wassergehalte dieser Böden befinden sich erfahrungsgemäß außerhalb des Bereiches für eine Verdichtung von $\geq 97\%$ Proctor.

Im Falle einer Verwendung der Verwitterungslehme für die Arbeitsraumverfüllung werden Bodenverbesserungsmaßnahmen mittels Kalk- Zement - Zugabe (z. B. Dorosol 50:50) erforderlich.

Insgesamt können für eine Bodenverbesserung folgende Mengen vorgesehen werden:

2 kg/m ²	für 1 - 2 % Wassergehaltsreduzierung
3 - 5 kg/m ²	für 2 - 3 % Wassergehaltsreduzierung
8 - 10 kg/m ²	für 4 - 5 % Wassergehaltsreduzierung

Diese Angaben beziehen sich auf eine Schütthöhe der Einzellagen von 0,30 m. Aus Erfahrung des Gutachters wird für eine Bodenverbesserung eine zu verwendende Kalk-Zement-Menge von ca. 20 - 30 kg/m² abgeschätzt.

Es ist darauf hinzuweisen, dass je nach Wetterlage, bzw. resultierend aus einer nachträglichen Durchnässung der Böden, eine Erhöhung der Kalk-Zement-Menge erforderlich werden kann. Ferner können als Folge des Klimawandels bei einer Bauausführung im Sommer langfristige Trockenperioden vorliegen, sodass ein vorheriges Wässern erforderlich wird. Dies kann im Zuge von Laborversuchen nachgewiesen werden. Zur Festlegung der erforderlichen Kalk-Zement-Menge ist der Gutachter im Rahmen einer fachtechnischen Bauüberwachung hinzuzuziehen.



Eine Verwendung dieses Bodenmaterials für die notwendige Anschüttung des Fundamentes ist nur eingeschränkt möglich, da die nachzuweisende Wichte von 17,66 kN/m³ mit diesen Bodenarten nicht erreicht wird. Sofern eine Anschüttung mit diesen Bodenarten angestrebt wird, ist von erhöhten Überschüttungsmengen auszugehen.

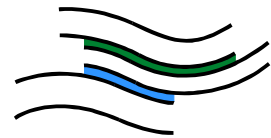
6. Bodenmechanische Kenngrößen

6.1. Homogenbereiche nach DIN 18300:2015-08

Entsprechend der neuen DIN 18300:2015-08 geben wir für die anstehenden Böden die folgenden Homogenbereiche für den **Erdaushub** an.

Werden weitere Erdbaumaßnahmen erforderlich, sind ggf. andere Einteilungen der Homogenbereiche für Ausschreibungen gemäß VOB/C entsprechend der DIN Normen 18301 und Folgende (Ramm-, Vortriebsarbeiten, o. Ä.) erforderlich.

Böden	Homogenbereich E1	Homogenbereich E2	Homogenbereich E3
Ortsübliche Bezeichnung	Waldboden	Decklehme Verwitterungslehme	Verwitterungsböden
Aushub nach DIN 18300:2012-09	BKL 1 + 4	BKL 4	BKL 3 - 5
Bodengruppen nach DIN 18196	OH	UL / TL / SU*	SE / SW / SU / SU*
Plastizitätszahl, Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	n. n.	halbfest	mitteldicht - dicht
Korngrößenverteilung	n. n.	n. n.	n. n.
Lagerungsdichte nach DIN EN ISO 14688-2	locker	n. n.	n. n.
Wassergehalt nach DIN ISO 1789-1	n. n.	n. n.	n. n.
Scherfestigkeiten	n. n.	n. n.	n. n.
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	n. n.	n. n.	n. n.



TÖNIGES GmbH
 Beratende Geologen
 und Ingenieure
 Sinsheim
 Tel. (0 72 61) 92 11-0
 Fax (0 72 61) 92 11-22

organischer Anteil nach DIN 18128	vorhanden	n. n.	n. n.
-----------------------------------	-----------	-------	-------

	Homogenbereich E4
Ortsübliche Bezeichnung	Stubensandstein (km 4)
Aushub nach DIN 18300 (alt)	BKL 6 - 7
Benennung von Fels nach DIN EN ISO 14689-1	Tonmergelstein in Wechsellagerung mit Sand- und Siltsteinlagen
Dichte nach DIN EN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2	n.n.
Verwitterung und Veränderung, Veränderlichkeit nach DIN EN ISO 14689-1	nicht veränderlich bis stark veränderlich 1 - 4 (gemäß Tabelle 4)
Einaxiale Druckfestigkeit nach DGGT-Empfehlung Nr. 1	1 - 250 MN/m ²
Trennflächenrichtung, trennflächenabstand, Gesteinskörperform nach DIN EN ISO 14689-1	geschichtet mit Zwischenlagen, fein laminiert bis dick (< 6 - 2.000 mm)

Hinweis: Sollen die nicht nachgewiesenen („n.n.“) Parameter mittels bodenmechanischer Laborversuchen bestimmt werden, kann durch unser Büro ein entsprechendes Angebot erstellt werden.



6.2. Mittlere durchschnittliche Bodenkennwerte (cal.) der Gründungsböden

Decksand (SE, lockere Lagerung)

Wichte erdfeucht	16,0 kN/m ³
Wichte gesättigt	18,5 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	8,5 kN/m ³
Reibungswinkel	30,0° - 32,5°
Kohäsion, c'	3 - 6 kN/m ²

Decklehm (UL, halbfeste Konsistenz)

Wichte erdfeucht	19,5 kN/m ³
Wichte gesättigt	21,0 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	11,0 kN/m ³
Reibungswinkel	27,5° - 30,0°
Kohäsion, c'	5 - 10 kN/m ²

Verwitterungslehm (UL, halbfeste Konsistenz)

Wichte erdfeucht	19,5 kN/m ³
Wichte gesättigt	21,0 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	11,0 kN/m ³
Reibungswinkel	27,5° - 30,0°
Kohäsion, c'	5 - 10 kN/m ²

Verwitterungsboden (SW, mitteldichte Lagerung)

Wichte erdfeucht	18,0 kN/m ³
Wichte gesättigt	20,5 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	10,5 kN/m ³
Reibungswinkel	32,5° - 35,0°
Kohäsion, c'	1 - 4 kN/m ²



Angew. Festgestein „Löwenstein-Formation“

Sandstein (hart)

Wichte erdfeucht	23,0 kN/m ³
Wichte gesättigt	23,0 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	13,0 kN/m ³
Reibungswinkel	35,0° - 37,5°
Kohäsion, c'	20 kN/m ²

6.3 Mittlere Steifeziffern (cal.)

Decklehm	8.000 – 10.000 kN/m ²
Decksande	6.000 – 8.000 kN/m ²
Verwitterungslehm	10.000 – 12.000 kN/m ²
Verwitterungsboden	20.000 – 25.000 kN/m ²
Angew. Festgestein „Löwenstein-Formation“	
Sandsteine	40.000 – 60.000 kN/m ²

Die Steifeziffern der einzelnen Böden sind je nach den festgestellten Konsistenzen und den Belastungen des Baugrundes durch den Gutachter anzupassen.



7. Baugrundbeurteilung mit Gründungsvorschlag

7.1. Ausgangssituation

Gemäß den Darstellungen in Kap. 1.3 wird am Standort der Windenergieanlage WEA 4 der Anlagentyp Nordex N175 TCS 179 eingesetzt. Die bautechnischen Randbedingungen für diesen Anlagentypen werden in den nachfolgenden Tabellen zusammenfassend dargestellt. Detaillierte Angaben können den Darstellungen des Kapitel 1.3 sowie den diesem Gutachten zugrundeliegenden Fundamentdatenblättern entnommen werden.

Parameter	Einheit	Wert
Außendurchmesser	[m]	30,50
Fundamenthöhe h_{ges}	[m]	2,90
Fundamenteinbindung	[m]	3,00
Bodenpressung BS-P	[kN/m ²]	250



7.2. Baugrundbeurteilung und Gründungsvorschlag

7.2.1 Baugrundbeurteilung

Im Zuge der Baugrunderkundung wurde am Standort der WEA 4 zunächst ein 0,1 – 0,3 m mächtiger Waldboden angetroffen. Dieser wird bis etwa 0,4 – 0,6 m u. GOK von Decksanden unterlagert. Unterhalb der Decksande stehen bis zu einer Tiefe von 1,1 – 2,1 m u. GOK Verwitterungslehme mit halbfester Konsistenz an. Als unterste Schicht wurden im Fundamentbereich bis zur aufgeschlossenen Endteufe in max. 2,3 m u. GOK Verwitterungsböden mit mitteldichter bis dichter Lagerung erbohrt. Mit der angewandten Bohrtechnik war kein tieferes Eindringen aufgrund der festgestellten Lagerungsdichte sowie der enthaltenen Sandsteinbruchstücke möglich. Die Endtiefe der Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen liegt im Fundamentbereich auf einem nahezu einheitlichen Niveau.

Seitens des Gutachters wird daher davon ausgegangen, dass ab der Endteufe der Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen mit dem anstehenden Festgestein der „Löwenstein-Formation“ zu rechnen ist.

Unter Berücksichtigung einer Einbindetiefe des Fundamentes von 3,0 m ausgehend vom Mittelpunkt wird am Standort der Windenergieanlage WEA 4 der direkte Gründungshorizont durch das angewitterte Festgestein der „Löwenstein-Formation“ gebildet.

7.2.2 Gründungsvorschlag

Ausgehend von den Ergebnissen der Baugrunderkundung wird für den vorgesehenen Standort der Windenergieanlage WEA 4 eine Flachgründung in die Sandsteine der „Löwenstein-Formation“ empfohlen.

Hierbei werden für eine einheitliche Gründung innerhalb des Festgesteines der „Löwenstein-Formation“ zum Lösen der Sandsteine Meißelarbeiten erforderlich.



Am Standort der Windenergieanlage WEA 4 wurde kein zusammenhängender Grundwasserleiter festgestellt, sodass eine **Flachgründung ohne Auftrieb** realisiert werden kann.

Unter Berücksichtigung der im Gutachten angegebenen Gründungsmaßnahmen stellt das Festgestein der „Löwenstein-Formation“ einen ausreichend tragfähigen Baugrund dar. Die gemäß dem Fundamentdatenblatt vorgeschriebene maximale Bodenpressung von $\sigma_{\max} = 250 \text{ kN/m}^2$ kann für den Gründungsboden des angewitterten Festgesteines der „Löwenstein-Formation“ seitens des Gutachters bestätigt werden.

Bei den nachfolgenden Berechnungen zur statischen und dynamischen Drehfedersteifigkeit wurden die gemäß [1] anfallenden Lasten und Momente berücksichtigt. Ferner wurde eine zentrische Belastung des Fundamentes angesetzt.

Die Berechnungen wurden unter Ansetzung des Lastfalles „Quasi-perm“ durchgeführt. Für die Setzungsberechnung wurde das Programm WinSetz der IDAT GmbH verwendet. Gemäß dem vorliegenden Fundamentdatenblatt beträgt der Durchmesser des Kreisfundamentes 30,50 m, woraus ein Radius $R = 15,25 \text{ m}$ resultiert. Unter Ansetzung der oben genannten Vertikal- und Horizontallasten sowie des Momentes resultiert eine Schiefstellung des Fundamentes von $d_s = 0,033704 \text{ m}$.

Die statische Drehfedersteifigkeit $k_{\varphi, \text{stat}}$ berechnet sich wie folgt:

$$k_{\varphi, \text{stat}} = \frac{M_x}{\varphi} \left[\frac{\text{kNm}}{\text{rad}} \right]$$

$$\varphi = \frac{d_s}{b}$$

Ausgangsdaten:

$$d_s = 0,033704 \text{ m}$$

$$b = 30,5 \text{ m}$$

$$M_x = 172.346 \text{ kNm (nach [1])}$$



Unter Ansetzung der genannten Parameter wurde folgende statische Drehfedersteifigkeiten ermittelt:

$$k_{\varphi, \text{stat}} = 155.666 \text{ MNm/rad} \quad \geq 52.000 \text{ MNm/rad (geforderter Wert)}$$

Die nach [1] erforderliche Min. erf. stat. Drehfedersteifigkeit liegt oberhalb der geforderten Werte und kann somit bestätigt werden.

Für die Bestimmung der dynamischen Drehfedersteifigkeit $k_{\varphi, \text{dyn}}$ gelten folgende Berechnungsgrundlagen:

$$k_{\varphi, \text{dyn}} = f(v) \times E_{s, \text{dyn}} \times R^3 \text{ [kNm/rad]}$$

$$f(v) = \frac{4}{3} x (1 - v - 2x v^2) / [(1 - v)^2 x (1 + v)]$$

Ausgangsdaten: $E_{s, \text{dyn}} = 500.000 \text{ kN/m}^2$
 $R = 15,25 \text{ m}$
 $v = 0,20 \text{ [-]}$

Unter Anwendung der zuvor dargestellten Zusammenhänge resultiert eine dynamische Drehfedersteifigkeit von $k_{\varphi, \text{dyn}} = 2.216.611 \text{ MNm/rad}$. Die nach [1] geforderte dynamische Drehfedersteifigkeit von 260.000 MNm/rad kann somit bestätigt werden.



7.3 Kranstell- und Montagefläche

Gemäß den uns vorliegenden Planungsunterlagen wird im Vorfeld der Herstellung der Kranstell- und Montagefläche die Durchführung einer Geländeanschüttung mit einer Mächtigkeit von bis zu 3,0 m erforderlich. Wir empfehlen, im Vorfeld der Geländeanschüttung den vorhandenen Oberboden abzuziehen. Die im Rohplanum anstehenden Decksande sind zunächst nachzuverdichten. Im Anschluss daran ist die Geländeanschüttung vorzunehmen. Hierbei ist verdichtungsfähiges Material, z. B. Sand-Kies-Schotter Gemisch der Körnung 0/45 o. 0/56 zu verwenden. Das Sand-Kies-Schotter-Gemisch ist lagenweise (Mächtigkeit $\geq 0,30$ m) einzubauen und lagenweise auf eine Proctordichte von ≥ 100 % zu verdichten. Die Verdichtungskontrolle ist hierbei lagenweise mittels Lastplattendruckversuchen nachzuweisen.

Die oberen 0,6 m der Kranstell- und Montagefläche sind aus einem Schottergemisch der Körnung 0/45 aufzubauen.

Im Zuge der Geländeanschüttung ist ein dauerhafter Böschungswinkel von 35° einzuhalten. Ferner wird ein Überstand zwischen Geländeanschüttung und der überlagernden Kranstellfläche gemäß den Darstellungen der Abb. 5 erforderlich.

Sofern vorgesehen ist das anfallende Aushubmaterial der Verwitterungslehme für die Geländeanschüttung zu verwenden, werden Bodenverbesserungsmaßnahmen mittels Kalk-Zement-Zugabe erforderlich. Die hierbei erforderliche Kalk-Zement-Menge ist vor Ort durch den Gutachter festzulegen.



7.4 Aufbau der Zuwegung

Nach den uns vorliegenden Planungsunterlagen ist die Zuwegung zur Windenergieanlage WEA 4 sowohl über die bereits im Zuge der Herstellung der Standorte WEA 1 – WEA 3 genutzten und baulich ertüchtigten Forstwirtschaftswege als auch über einen bisherig unveränderten Forstwirtschaftsweg vorgesehen.

Im Zuge der abgeteufte Kleinrammbohrungen im Bereich der geplanten Zuwegung wurde festgestellt, dass der unveränderte Forstwirtschaftsweg ohne Ertüchtigung im Vorfeld nicht genutzt werden kann.

Hinsichtlich einer Ertüchtigung sind die gegenwärtig vorhandenen Auffüllungen auszukoffern. Das Rohplanum im Bereich der Zuwegung wird sowohl durch die mitunter locker gelagerten Decksande sowie durch Verwitterungslehme gebildet. Wir empfehlen, das Rohplanum mittels Kalk-Zement-Zugabe zu verbessern. Hierbei können folgende Mengen vorgesehen werden:

2 kg/m ²	für 1 - 2 % Wassergehaltsreduzierung
3 - 5 kg/m ²	für 2 - 3 % Wassergehaltsreduzierung
8 - 10 kg/m ²	für 4 - 5 % Wassergehaltsreduzierung

Diese Angaben beziehen sich auf eine Fräßtiefe von 0,40 m. Seitens des Gutachters wird eine zu verwendende Kalk-Zement-Menge von ca. 12 – 15 kg/m² abgeschätzt. Die erforderliche Kalk-Zement-Menge ist vor Ort durch den Gutachter im Rahmen einer fachtechnischen Bauüberwachung festzulegen.



8. Erdbautechnische Hinweise

8.1. Höhenkoten

Gemäß den vorliegenden Planungsunterlagen ist die Unterkante des herzustellenden Kreisfundamentes auf einem Niveau von 470,20 m ü. NN vorgesehen.

Sofern diese Höhenlage im Zuge des laufenden Planungsprozesses verändert wird, ist mit dem Gutachter hinsichtlich der Gründungsausführung Rücksprache zu halten.

8.2. Baugrubenaushub und Rohplanum

Vor Beginn der Arbeiten muss am Standort der Windenergieanlage WEA 4 der ca. 0,1 – 0,3 m mächtige Waldboden abgeschoben werden. Unter Berücksichtigung der Fundamentunterkante von 470,20 m ü. NN wird das Rohplanum durch das anstehende Festgestein der „Löwenstein-Formation“ gebildet. Im Zuge der Herstellung des Rohplanums innerhalb des o. g. Festgesteines werden Meißelarbeiten erforderlich. Im Vorfeld einer Herstellung des Kreisfundamentes ist eine ebene Aufstandsfläche mittels einer Sauberkeitsschicht aus Magerbeton auszuführen.

Wir empfehlen grundsätzlich, die Erdarbeiten in den trockenen Jahreszeiten durchzuführen, da bei feuchter Witterung erfahrungsgemäß ein erhöhter Zeit- und Kostenaufwand notwendig wird. Herrscht während der Herstellungsphase des Rohplanums eine regnerische Wetterlage vor, so muss direkt nach dem Freilegen des Rohplanums die Sauberkeitsschicht aufgebracht werden.

Weiterhin empfehlen wir, das Rohplanum durch den Gutachter im Rahmen einer fachtechnischen Bauüberwachung abnehmen zu lassen.



8.3. Baugrubenböschungen

Nach den ermittelten Geländehöhen sowie einer Berücksichtigung der Gründungsausführung innerhalb des angewitterten Festgesteines der „Löwenstein-Formation“ entsteht am Standort der Windenergieanlage WEA 4 beim Baugrubenaushub eine Böschungswand mit einer durchschnittlichen Höhe von etwa 3,5 – 3,8 m. Ausgehend von den vorhandenen Platzverhältnissen können die Böschungen durchgehend mit einem Winkel von 50° angelegt werden.

Sämtliche Böschungen am vorgesehenen Standort müssen durch den Gutachter bestätigt bzw. begutachtet werden.

Am Böschungsfuß der Windenergieanlagen ist ein Arbeitsraum von mind. 0,5 m freizuhalten.

Nach DIN 4124 sind Verkehrslasten und Baumaterial bis zu 12 t Lasten 1 m und > 12 t Lasten 2 m von der Böschungskante fernzuhalten.

8.4 Trockenhaltung der Baugrube

Im Zuge der abgeteuften Kleinrammbohrungen wurde am Standort der Windenergieanlage WEA 4 kein zusammenhängender Grundwasserkörper festgestellt. Der Betrieb einer Wasserhaltung wird somit nur im Anschluss von Starkniederschlägen und zutretendem Oberflächenwasser erforderlich.



TÖNIGES GmbH
Beratende Geologen
und Ingenieure
Sinsheim
Tel. (0 72 61) 92 11-0
Fax (0 72 61) 92 11-22

8.5. Fundamente

Unterschiedliche Gründungstiefen des Fundamentes sind unter einem Lastabtragungswinkel von 45° abzutreten.

Auf eine frostsichere Gründung des Fundamentes ist zu achten. Die Einbindetiefe von $\geq 0,80$ m unter GOK muss gewährleistet sein. Hierbei ist die notwendige Fundamentüberdeckung mit einzurechnen.

8.6. Arbeitsraumverfüllung

Die Arbeitsräume sind gemäß den Vorgaben der DIN 4095 und ZTV E-StB 09 mit ideal verdichtbarem Material zu verfüllen und lagenweise zu verdichten. Je nach Wahl des Verfüllmaterials sind die Mindestanforderungen der Verdichtung gemäß DIN 4095 und ZTV E-StB 09 sowie der Anforderungen seitens des Anlagenherstellers (hier: Nordex) einzuhalten.

Bei einer Verwendung der bindigen Deck- und Verwitterungslehme können Bodenverbesserungsmaßnahmen durch Kalk-Zement-Zugabe erforderlich werden (vgl. Kap. 4.5). Zur Festlegung der Kalk-Zement-Menge ist der Gutachter hinzuzuziehen.



8.7. Fachtechnische Bauüberwachung

Hinsichtlich der erdbautechnischen Maßnahmen, Eignungsprüfungen der zu verwendenden Materialien (Schotter etc.), Gründungsabnahmen, Verdichtungskontrollen, Baubesprechungen, etc. werden fachtechnische Fragestellungen auftreten. Diese sind im Rahmen einer fachtechnischen Bauberatung bzw. Bauüberwachung zu beantworten. Hierzu stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung.

8.8. Erdbebenzone

Nach **DIN EN 1998-1/NA:2021-07** werden für das Untersuchungsgebiet folgende spektrale Plateaubeschleunigungen angegeben:

Wiederkehrintervall	Plateaubeschleunigung
475 a	0,435 m/s ²
975 a	0,666 m/s ²
2475 a	1,112 m/s ²

Die Angaben der DIN EN 1998-1/NA:2021-07 sind zu beachten.



TÖNIGES GmbH
Beratende Geologen
und Ingenieure
Sinsheim
Tel. (0 72 61) 92 11-0
Fax (0 72 61) 92 11-22

9. Anmerkungen

Die dargestellte Baugrundsituation beruht auf einer Interpolation von punktuellen Aufschlüssen. Abweichungen sind daher nicht ausgeschlossen und müssen dem Gutachter sofort angezeigt werden.

Beim Ausheben des Fundamentes ist zur Abnahme des Gründungshorizonts der Gutachter hinzuzuziehen.

Der Gutachter ist frühzeitig in die weitere Ausführungsplanung mit einzubeziehen. Treten im Verlauf der Bauarbeiten Unregelmäßigkeiten auf oder kündigen sich Schäden an, so ist der Gutachter sofort zu verständigen.

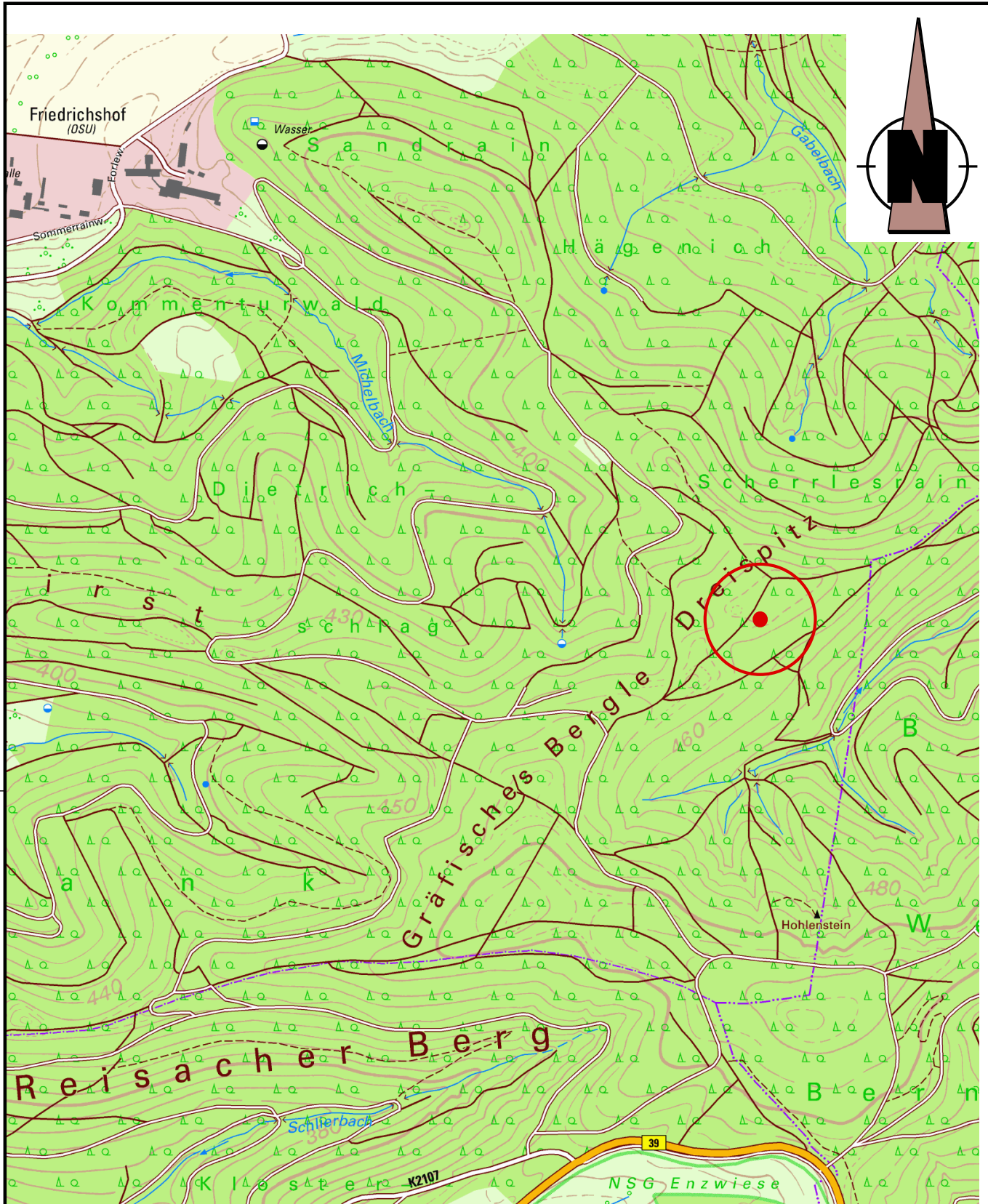
Bei Planungsänderungen und Abweichungen von den im Gutachten gemachten Aussagen und Vorschlägen muss mit dem Gutachter Rücksprache gehalten werden.

Das Gutachten darf nur als Gesamtes an Dritte weitergegeben werden. Bei der Weitergabe von einzelnen Kapiteln oder Anlagen besteht die Gefahr einer Fehlinterpretation.

(pdf-Dokument, ohne Unterschrift gültig)

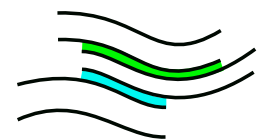
N. Wengert, Dipl.-Min.

C. Franken, M. Sc. Geow.



Untersuchungsgebiet

TÖNIGES GmbH
Beratende Geologen
und Ingenieure



Kleines Feldlein 4
D-74889 Sinsheim

FON: 07261 / 9211 - 0
FAX: 07261 / 9211 - 22

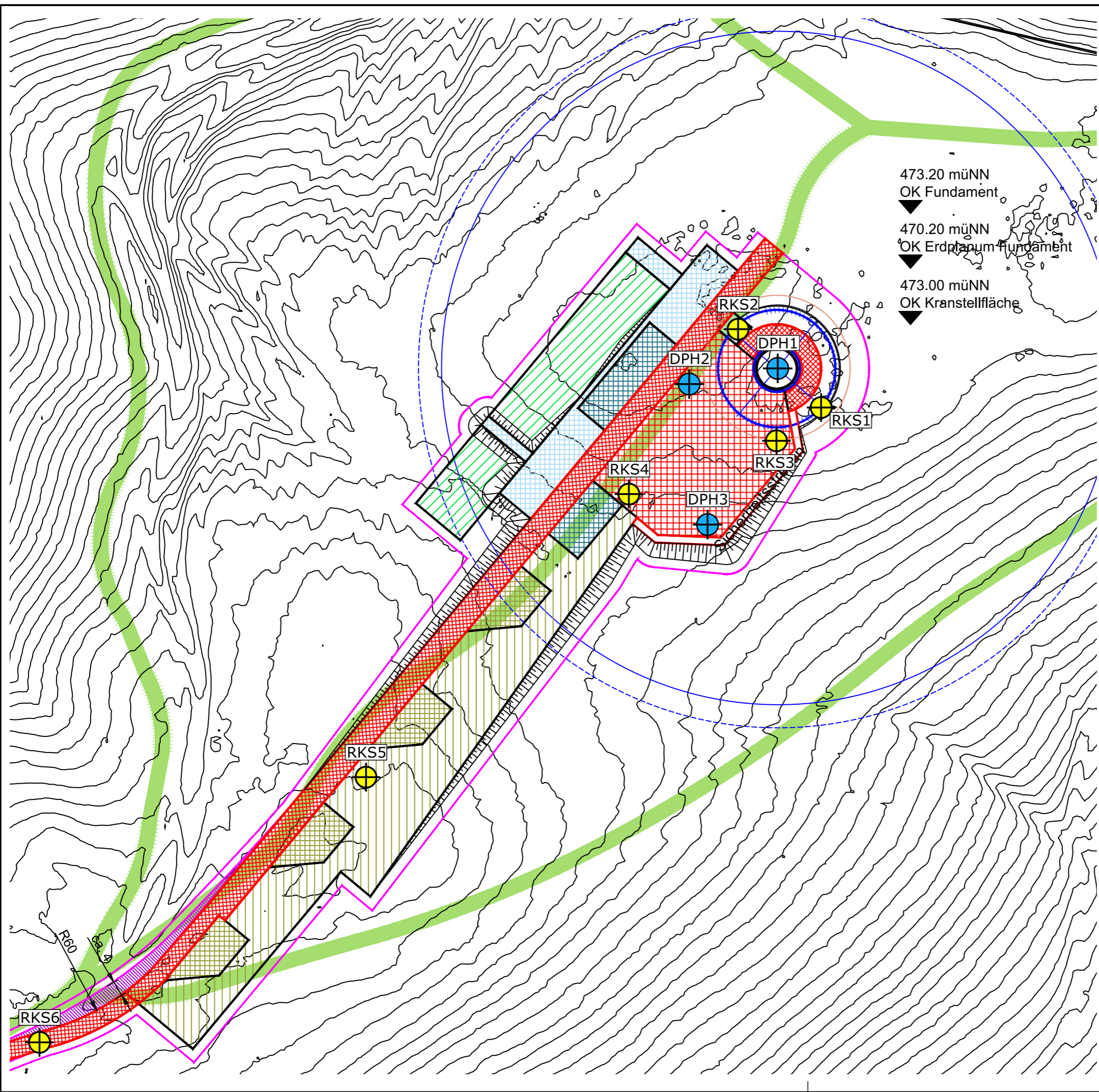
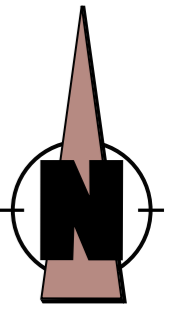
Windpark Bretzfeld - Obersulm
- Neubau einer Windenergieanlage
Geographische Lage des Untersuchungsgebietes

gezeichnet: Y. Wolter / 30.11.2023

Anlage-Nr.: 1.1



Maßstab: 1 : 10.000

Projekt-Nr.: P23-0990

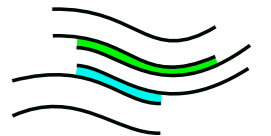


473.20 müNN
OK Fundament
▼
470.20 müNN
OK Erdplanumfundament
▼
473.00 müNN
OK Kranstellfläche
▼

Legende:

-  DPH1 Rammsondierung
-  RKS1 Kleinrammbohrung

TÖNIGES GmbH
Beratende Geologen
und Ingenieure



Kleines Feldlein 4
D-74889 Sinshelm

FON: 07261 / 9211 - 0
FAX: 07261 / 9211 - 22

Windpark Bretzfeld-Obersulm
- Neubau einer Windenergieanlage
Lageplan der Bohransatzpunkte

gezeichnet: C. Franken / 18.12.2023

Anlage-Nr.: 1.2

Maßstab: 1 : 1.000

Projekt-Nr.: P23-0990

		Schichtenverzeichnis				Anlage:		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:		
						AZ: P23-0990		
Bauvorhaben: Bretzfeld-Obersulm, WEA IV								
Bohrung						Datum: 06.11.2023		
Nr.: RKS 1 / Blatt 1								
1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m Unter- kante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe			i) Kalkgehalt		
0,30	a) Sand, schwach schluffig bis schluffig, organisch			BKL 1 + 3				
	b)							
	c) locker	d)	e) braun					
	f)	g) Oberboden	h) OH					
0,60	a) Sand, schluffig bis stark schluffig			BKL 3				
	b)							
	c) mitteldicht	d)	e) braun					
	f)	g) Decksand	h) SW, SU⁻					
2,10	a) Schluff, stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig			BKL 4				
	b) schwach kiesig = Sandsteinbruchstücke							
	c) mitteldicht	d)	e) braungrau					
	f)	g) Verwitterungslehm	h) UL, SU⁻					
2,30	a) Sand, schwach schluffig bis schluffig, kiesig, schwach steinig			BKL 3 - 5				
	b)							
	c) mitteldicht bis dicht	d)	e) grau					
	f)	g) Verwitterungsboden	h) SW					

¹⁾ Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

		Schichtenverzeichnis				Anlage:		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:		
						AZ: P23-0990		
Bauvorhaben: Bretzfeld-Obersulm, WEA IV								
Bohrung						Datum: 06.11.2023		
Nr.: RKS 2 / Blatt 1								
1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m Unter- kante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe			i) Kalkgehalt		
0,10	a) Sand, schluffig, organisch			BKL 1 + 3				
	b)							
	c) locker	d)	e) dunkelbraun					
	f)	g) Oberboden	h) OH					
0,40	a) Sand, schwach schluffig			BKL 3				
	b)							
	c) locker	d)	e) dunkelbraun					
	f)	g) Decksand	h) SE					
0,80	a) Schluff, tonig, sandig bis stark sandig			BKL 4				
	b) sandig = Sandsteingrus							
	c) halbfest	d)	e) braun					
	f)	g) Verwitterungslehm	h) UL, SU⁻					
1,10	a) Schluff, stark sandig, schwach tonig, kiesig			BKL 4				
	b) kiesig = Sandsteinbruchstücke							
	c) halbfest	d)	e) braungrau					
	f)	g) Verwitterungslehm	h) UL, SU⁻					
1,40	a) Sand, kiesig bis schwach kiesig, schwach schluffig			BKL 3 - 5				
	b)							
	c) mitteldicht bis dicht	d)	e) hellgrau					
	f)	g) Verwitterungsboden	h) SW					

¹⁾ Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

		Schichtenverzeichnis				Anlage:		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:		
						AZ: P23-0990		
Bauvorhaben: Bretzfeld-Obersulm, WEA IV								
Bohrung						Datum: 06.11.2023		
Nr.: RKS 3 / Blatt 1								
1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m Unter- kante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe			i) Kalk-gehalt		
0,20	a) Sand, schwach schluffig, organisch			BKL 1 + 3				
	b)							
	c) locker	d)	e) dunkelbraun					
	f)	g) Oberboden	h) OH					
0,40	a) Sand, schwach schluffig			BKL 3				
	b)							
	c) mitteldicht	d)	e) hellbraun					
	f)	g) Decksand	h) SE					
1,00	a) Sand, schluffig bis stark schluffig, schwach tonig			BKL 3				
	b) Sand = Sandsteingrus							
	c) mitteldicht	d)	e) violett bis grau					
	f)	g) Verwitterungsboden	h) SW,SU⁻					
2,20	a) Sand, schwach schluffig bis schluffig			BKL 3 - 5				
	b)							
	c) mitteldicht bis dicht	d)	e) braun					
	f)	g) Verwitterungsboden	h) SW,SU					

¹⁾ Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

		Schichtenverzeichnis				Anlage:		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:		
						AZ: P23-0990		
Bauvorhaben: Bretzfeld-Obersulm, WEA IV								
Bohrung						Datum: 06.11.2023		
Nr.: RKS 4 / Blatt 1								
1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m Unter- kante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe			i) Kalk- gehalt		
0,20	a) Sand, schwach schluffig bis schluffig, organisch			BKL 1 + 3				
	b)							
	c) locker	d)	e) dunkelbraun					
	f)	g) Oberboden	h) OH					
0,50	a) Sand, schluffig			BKL 3				
	b)							
	c) mitteldicht	d)	e) braun					
	f)	g) Decksand	h) SW,SU⁻					
0,80	a) Schluff, stark tonig, feinsandig			BKL 4				
	b)							
	c) halbfest bis steif	d)	e) braun					
	f)	g) Decklehm	h) UL,TL					
1,00	a) Schluff, stark tonig, feinsandig, kiesig			BKL 4				
	b) kiesig = Tonmergelstein							
	c) halbfest	d)	e) rotbraun					
	f)	g) Verwitterungslehm	h) UL,TL					
2,60	a) Sand, schluffig			BKL 3 - 5				
	b)							
	c) mitteldicht bis dicht	d)	e) hellgrau					
	f)	g) Verwitterungsboden	h) SW,SU					

¹⁾ Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

		Schichtenverzeichnis				Anlage:		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:		
						AZ: P23-0990		
Bauvorhaben: Bretzfeld-Obersulm, WEA IV								
Bohrung						Datum: 06.11.2023		
Nr.: RKS 5 / Blatt 1								
1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m Unter- kante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe			i) Kalk- gehalt		
0,20	a) Sand, schluffig, organisch			BKL 1 + 3				
	b)							
	c) locker	d)	e) dunkelbraun					
	f)	g) Oberboden	h) OH					
0,80	a) Sand, schluffig			BKL 3				
	b)							
	c) mitteldicht	d)	e) braun					
	f)	g) Decksand	h) SE,SU					
1,20	a) Schluff, stark tonig, feinsandig, schwach kiesig			BKL 4				
	b) schwach kiesig = Tonmergelstein							
	c) halbfest	d)	e) olivgrün					
	f)	g) Verwitterungslehm	h) UL,TL					
1,90	a) Schluff, stark sandig, schwach kiesig, schwach tonig			BKL 4				
	b) schwach kiesig = Sandsteinbruchstücke							
	c) halbfest	d)	e) hellgrau					
	f)	g) Verwitterungslehm	h) UL,SU⁻					
2,30	a) Schluff, tonig, sandig			BKL 4 - 6				
	b) sanidg = Sandsteingrus							
	c) halbfest bis fest	d)	e) rotgrau					
	f)	g) Verwitterungslehm	h) UL,TL					

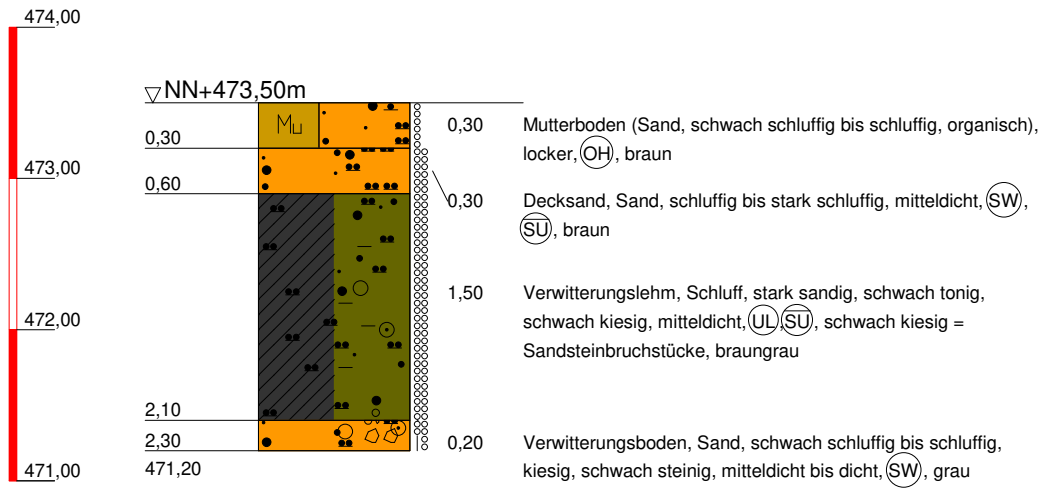
¹⁾ Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

		Schichtenverzeichnis				Anlage:		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:		
						AZ: P23-0990		
Bauvorhaben: Bretzfeld-Obersulm, WEA IV								
Bohrung						Datum: 06.11.2023		
Nr.: RKS 6 / Blatt 1								
1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m Unter- kante
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe			i) Kalk- gehalt		
0,30	a) Kies, sandig, schluffig			BKL 3				
	b) Kies = Ziegel- und Kalksteinbruchstücke							
	c) mitteldicht	d)	e) grau					
	f)	g) Auffüllung	h) GW					
0,90	a) Schluff, tonig, sandig bis stark sandig			BKL 4				
	b) sandig = Sandsteingrus							
	c) halbfest	d)	e) braungrau					
	f)	g) Verwitterungslehm	h) UL,TL					
1,10	a) Sand, schwach schluffig, kiesig			BKL 3 - 5				
	b)							
	c) mitteldicht bis dicht	d)	e) hellgrau					
	f)	g) Verwitterungsboden	h) SW					

¹⁾ Eintragung nimmt wissenschaftlicher Bearbeiter vor

NN+m

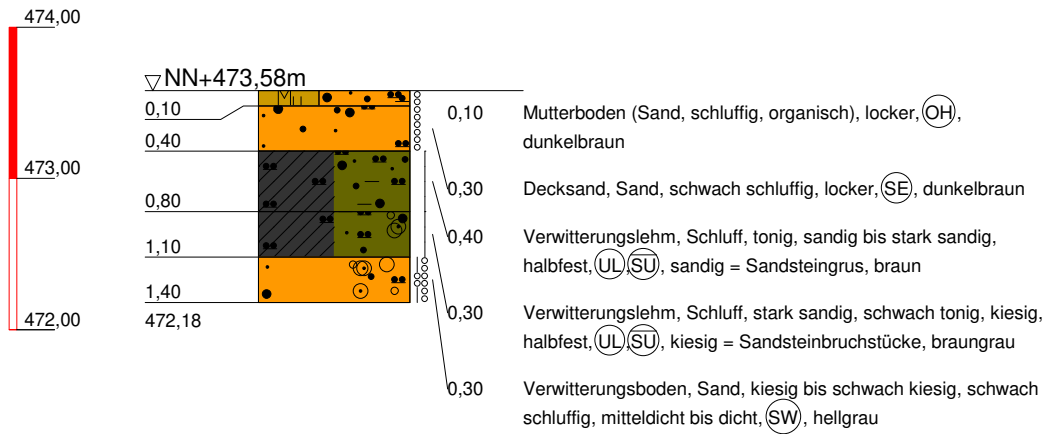
RKS 1



Töniges GmbH Beratende Geol. und Ing. Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22	Bauvorhaben: Bretzfeld-Obersulm, WEA IV Planbezeichnung: Schichtenprofile	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: P23-0990
		Datum: 06.11.2023
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: C. Franken

NN+m

RKS 2



Töniges GmbH
Beratende Geol. und Ing.
Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim
Tel.: 07261/9211-0
Fax: 07261/9211-22

Bauvorhaben:
Bretzfeld-Obersulm, WEA IV

Planbezeichnung:
Schichtenprofile

Plan-Nr:

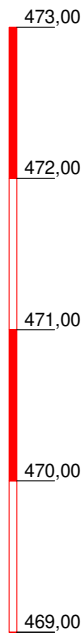
Projekt-Nr: P23-0990

Datum: 06.11.2023

Maßstab: 1:50

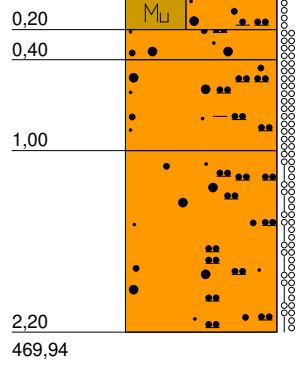
Bearbeiter: C. Franken

NN+m



RKS 3

▽ NN+472,14m



- 0,20 Mutterboden (Sand, schwach schluffig, organisch), locker, (OH), dunkelbraun
- 0,20 Decksand, Sand, schwach schluffig, mitteldicht, (SE), hellbraun
- 0,60 Verwitterungsboden, Sand, schluffig bis stark schluffig, schwach tonig, mitteldicht, (SW), (SU), Sand = Sandsteingrus, violett bis grau
- 1,20 Verwitterungsboden, Sand, schwach schluffig bis schluffig, mitteldicht bis dicht, (SW), (SU), braun

Töniges GmbH

Beratende Geol. und Ing.

Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim
Tel.: 07261/9211-0
Fax: 07261/9211-22

Bauvorhaben:
Bretzfeld-Obersulm, WEA IV

Planbezeichnung:
Schichtenprofile

Plan-Nr:

Projekt-Nr: P23-0990

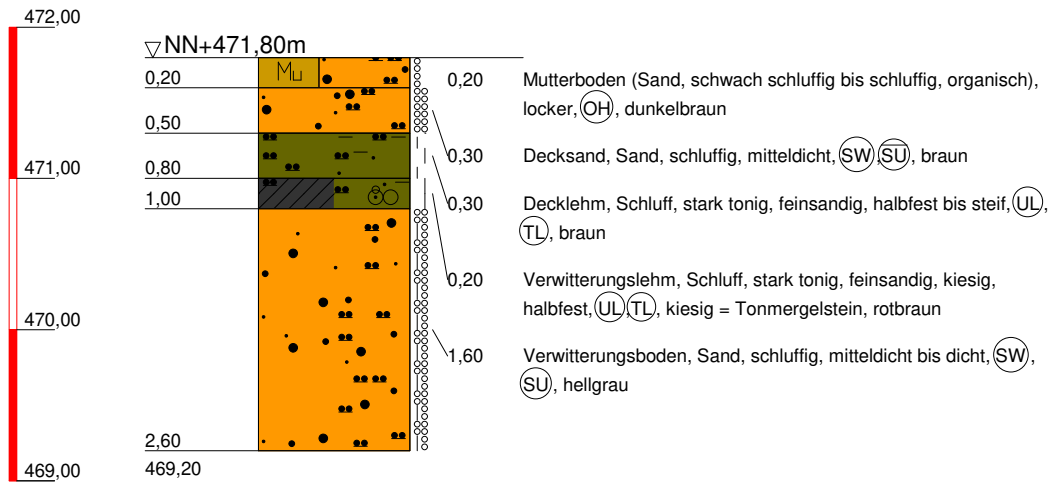
Datum: 06.11.2023

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: C. Franken

NN+m

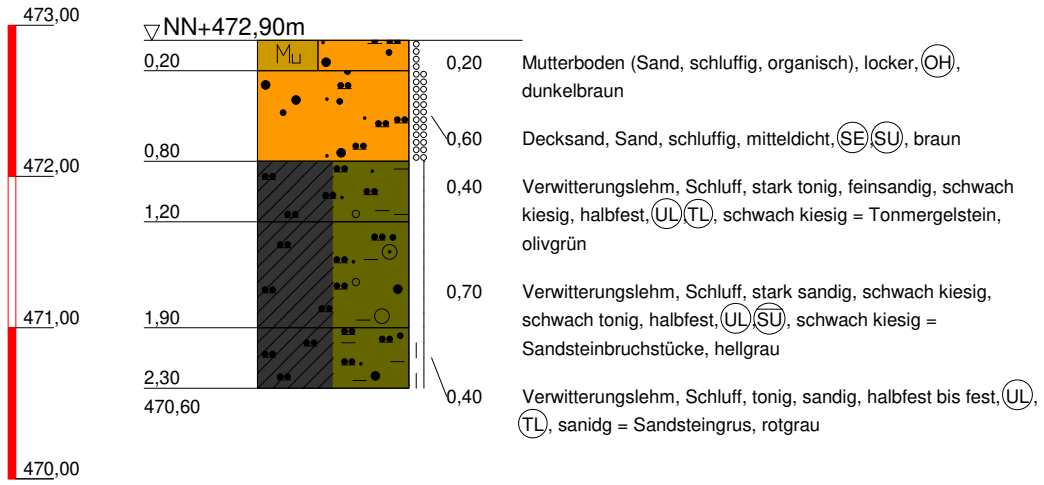
RKS 4



Töniges GmbH Beratende Geol. und Ing. Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22	Bauvorhaben: Bretzfeld-Obersulm, WEA IV Planbezeichnung: Schichtenprofile	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: P23-0990
		Datum: 06.11.2023
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: C. Franken

RKS 5

NN+m



Töniges GmbH

Beratende Geol. und Ing.

Kleines Feldlein 4
 74889 Sinsheim
 Tel.: 07261/9211-0
 Fax: 07261/9211-22

Bauvorhaben:
 Bretzfeld-Obersulm, WEA IV

Planbezeichnung:
 Schichtenprofile

Plan-Nr:

Projekt-Nr: P23-0990

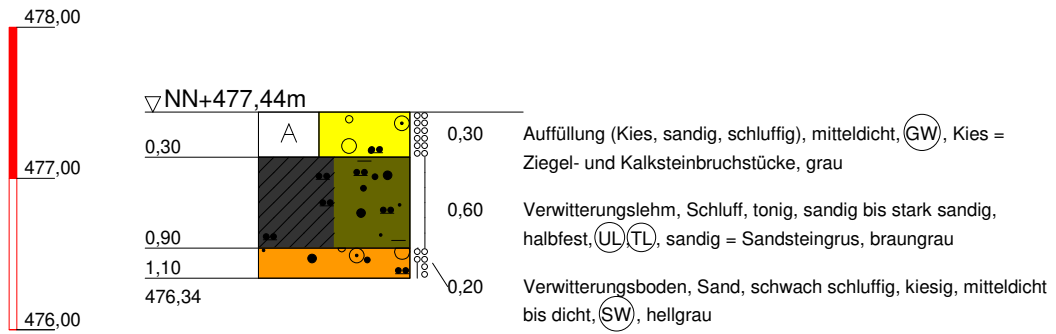
Datum: 06.11.2023

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: C. Franken

NN+m

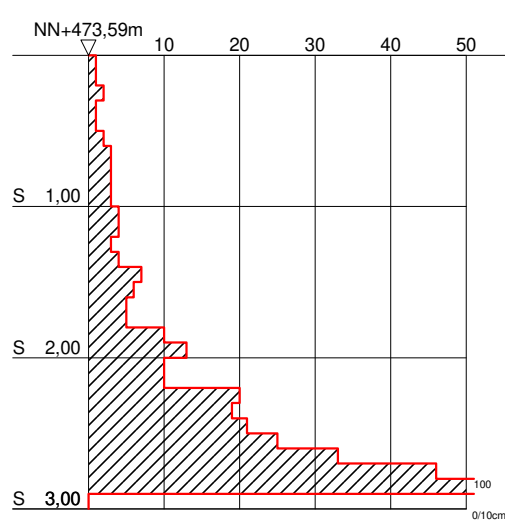
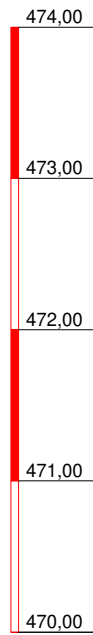
RKS 6



Töniges GmbH Beratende Geol. und Ing. Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22	Bauvorhaben: Bretzfeld-Obersulm, WEA IV Planbezeichnung: Schichtenprofile	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: P23-0990
		Datum: 06.11.2023
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: C. Franken

NN+m

DPH 1



Tiefe	N ₁₀
0,10	1
0,20	1
0,30	2
0,40	1
0,50	1
0,60	2
0,70	3
0,80	3
0,90	3
1,00	3
1,10	4
1,20	4
1,30	3
1,40	4
1,50	7
1,60	6
1,70	5
1,80	5
1,90	10
2,00	13
2,10	10
2,20	10
2,30	20
2,40	19
2,50	21
2,60	25
2,70	33
2,80	46
2,90	100
3,00	0

TÖNIGES GmbH

Beratende Geol. und Ing.

Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim
Tel.: 07261/9211-0
Fax: 07261/9211-22

Bauvorhaben:
Bretzfeld-Obersulm, WEA IV

Planbezeichnung:
Rammsondierung

Plan-Nr:

Projekt-Nr: P23-0990

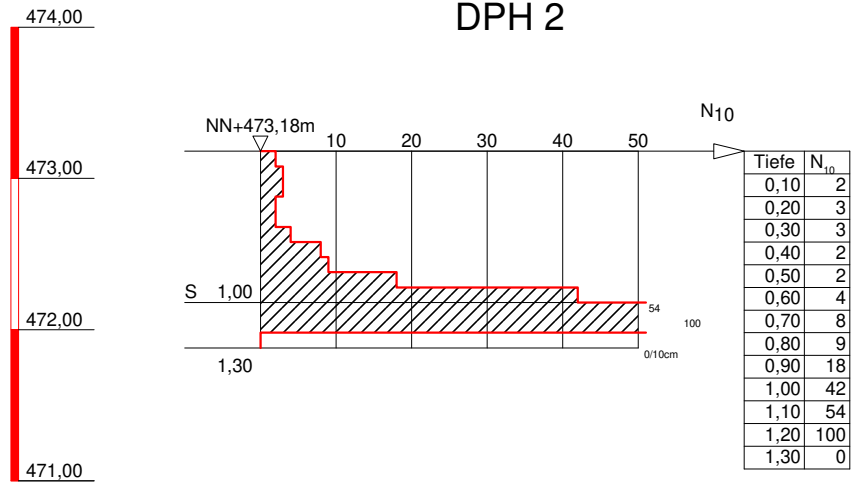
Datum: 06.11.2023

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: C. Franken

NN+m

DPH 2



TÖNIGES GmbH

Beratende Geol. und Ing.

Kleines Feldlein 4
74889 Sinsheim
Tel.: 07261/9211-0
Fax: 07261/9211-22

Bauvorhaben:
Bretzfeld-Obersulm, WEA IV

Planbezeichnung:
Rammsondierung

Plan-Nr:

Projekt-Nr: P23-0990

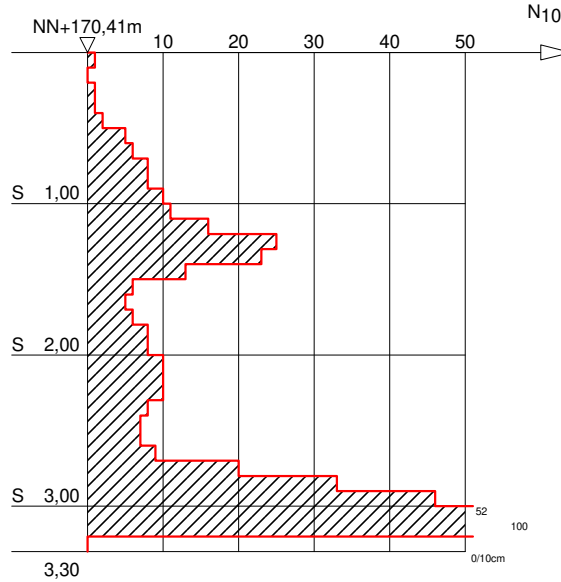
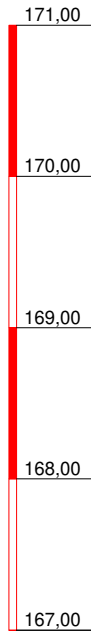
Datum: 06.11.2023

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: C. Franken

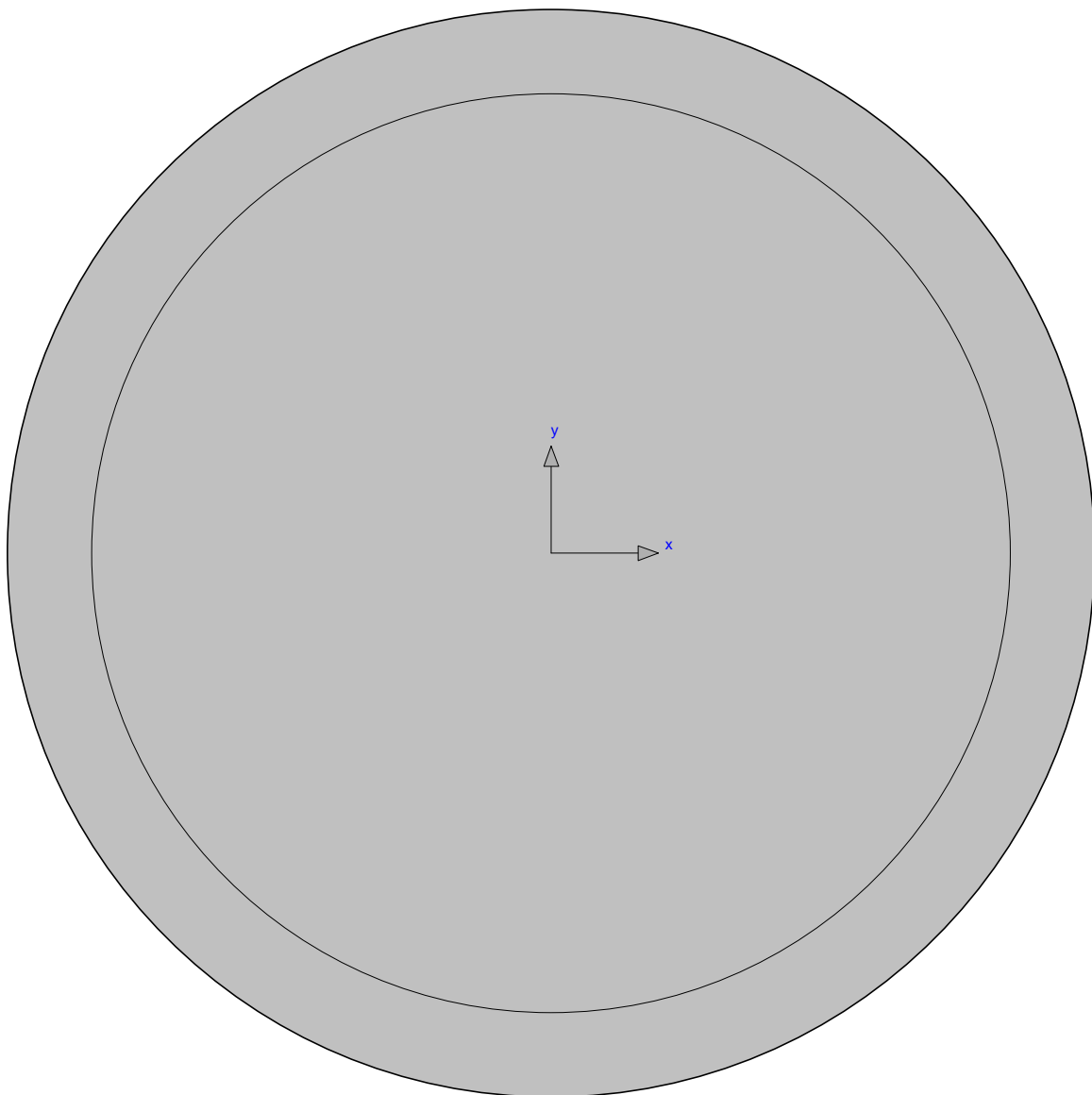
NN+m

DPH 3



Tiefe	N ₁₀
0,10	1
0,20	0
0,30	1
0,40	1
0,50	2
0,60	5
0,70	6
0,80	8
0,90	8
1,00	10
1,10	11
1,20	16
1,30	25
1,40	23
1,50	13
1,60	6
1,70	5
1,80	6
1,90	8
2,00	8
2,10	10
2,20	10
2,30	10
2,40	8
2,50	7
2,60	7
2,70	9
2,80	20
2,90	33
3,00	46
3,10	52
3,20	100
3,30	0

<p>TÖNIGES GmbH Beratende Geol. und Ing. Kleines Feldlein 4 74889 Sinsheim Tel.: 07261/9211-0 Fax: 07261/9211-22</p>	<p>Bauvorhaben: Bretzfeld-Obersulm, WEA IV</p> <p>Planbezeichnung: Rammsondierung</p>	Plan-Nr:
		Projekt-Nr: P23-0990
		Datum: 06.11.2023
		Maßstab: 1:50
		Bearbeiter: C. Franken



Platte 1

Bauvorhaben: Windpark Bretzfeld
WEA 4

Planbezeichnung:

Projekt-Nr.: P23-0990

Plan-Nr.:

Maßstab: 1:200

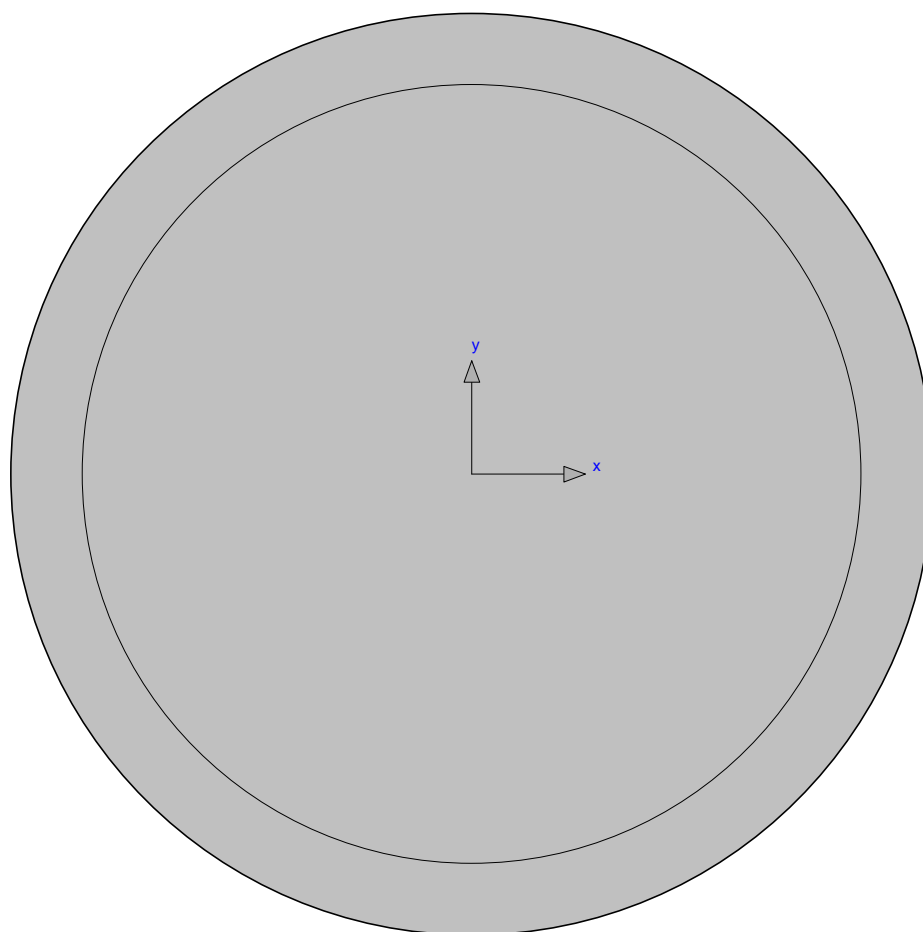
Datum:

Bearbeiter:



Töniges GmbH
Beratende Geologen
und Ingenieure

Kleines Feldlein 4 - D-74889 Sinsheim
Telefon :(+49)-(07261)/9211-0
Fax :(+49)-(07261)/9211-22



Platte 1

Berechnung der Verkantung (Verdrehungswinkel der Gründungsfläche):

Platten Nr.	s [mm] rechts 0°	s [mm] oben 90°	s [mm] links 180°	s [mm] unten 270°	Verkantung [-] in X-Richtung	Verkantung in Y-Richtung
1	34,064	28,581	0,360	0,310	1,106684	0,925267

Bauvorhaben: Windpark Bretzfeld
WEA 4

Planbezeichnung:

Projekt-Nr.: P23-0990

Plan-Nr.:

Maßstab: 1:250

Datum:

Bearbeiter:



Töniges GmbH
Beratende Geologen
und Ingenieure

Kleines Feldlein 4 - D-74889 Sinsheim
Telefon :(+49)-(07261)/9211-0
Fax :(+49)-(07261)/9211-22

PROTOKOLL DER SETZUNGSBERECHNUNG

PROJEKTDATEN FÜR KREIS-PLATTE NR. 1:

Durchmesser der Platte : 30,50 m

Dicke der Platte : 2,90 m

Schwerpunkt der Platte X: 15,25 m Y: 15,25 m

Verschiebung des lokalen Referenzpunkts bzgl. des globalen Referenzpunkts x: 0,00 m, y: 0,00 m

BELASTUNG:

Fundamentlast:

Nr.	Angriffspunkt x[m]	Angriffspunkt y[m]	Last [kN]	Neigung [°]
1	0,00	0,00	0,00	270,00

Wichte des Betons = 25,00 kN/m³

Fundamenteigengewicht = 52969,71 kN

gleichmäßige Flächenlast: 250,00 kN/m²

Gesamtmoment um die x-Achse M_x: 172346,00 kNm

Gesamtmoment um die y-Achse M_y: 0,00 kNm

SCHICHTENKENNWERTE:

Nr.	Tiefe [m]	Gamma [kN/m ³]	E-Modul [MN/m ²]	W-Modul [MN/m ²]	Poissonszahl [-]	kf-Wert [m/s]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,000e-004
2	10,00	23,00	50,00	50,00	0,20	1,000e-006

SOHLDRUCKBERECHNUNG:

Tiefe der Plattenunterkante unter GOK = 0,000 m

Aushubentlastung = 0,000 kN/m²

weitere Vorbelastungen = 0,000 kN/m²

Berechnung der Verkantung (Verdrehungswinkel der Gründungsfläche):

Platte Nr.	Setzung im Randbereich der Platte				Verkantung in X-Richtung	Verkantung in Y-Richtung
	links 0° [mm]	oben 90° [mm]	rechts 180° [mm]	unten 270° [mm]		
1	34,06	28,58	0,36	0,31	1,106684	0,925267

Verkantung in der X-Richtung = 1,10668 [-]

Verkantung in der Y-Richtung = 0,92527 [-]

Bauvorhaben: Windpark Bretzfeld
WEA 4

Planbezeichnung:

Projekt-Nr.: P23-0990

Plan-Nr.:

Datum:

Bearbeiter:



Töniges GmbH
Beratende Geologen
und Ingenieure
Kleines Feldlein 4 - D-74889 Sinsheim
Telefon :(+49)-(07261)/9211-0
Fax :(+49)-(07261)/9211-22