

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik



BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG · Glockenplatz 1 · 34388 Trendelburg

wpd infrastruktur GmbH
Flößerstraße 60/3

74321 Bietigheim - Bissingen

Stellungnahme Nr. 217440-5
Ansprechpartner: Gesine Grapp
Datum: 04.12.2018
Telefon: 0 56 71 – 77 97 0
Fax: 0 56 71 – 77 97 10
eMail: info@bbu-schubert.de
www.bbu-schubert.de

HYDROGEOLOGISCHE STELLUNGNAHME

Seesen - Bornhausen, Windpark "Bornhausen - Horenfeld", Errichtung von 6 Windenergieanlagen

Hier: Hydrogeologische Stellungnahme mit Empfehlungen zur bauzeitlichen Wasserhaltung

Bauvorhaben: Errichtung von 6 Windenergieanlagen
VESTAS V150 mit 145 m Nabenhöhe (WEA 1 und 4)
VESTAS V150 mit 166 m Nabenhöhe (WEA 2, 3, 5 und 6)
im Windpark "Bornhausen - Horenfeld"
38723 Seesen - Bornhausen

Bauherr: wpd Windpark Bornhausen GmbH & Co. KG
Stephanitorsbollwerk 3
28217 Bremen

Auftraggeber: wpd infrastruktur GmbH
Flößerstraße 60/3
74321 Bietigheim-Bissingen

Projektplanung: wpd onshore GmbH & Co. KG
Franz - Lenz - Straße 4
49084 Osnabrück

Anlagenhersteller: VESTAS Wind Systems A / S
Hedeager 42
8200 Aarhus N (Dänemark)

Nachfolgend wird die Hydrogeologische Stellungnahme mit den Seiten 2 bis 18 und den Anlagen 1 bis 3 vorgelegt.

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Baugrunderkundung, Baugrunduntersuchung und –beurteilung
Anerkannte Sachverständige für Umwelt-, Gründungsfragen und Beweissicherungsgutachten

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
Glockenplatz 1
34388 Trendelburg
Tel. 0 56 71 – 77 97 0
Fax. 0 56 71 – 77 97 10
eMail. info@bbu-schubert.de

Kasseler Sparkasse:
IBAN DE08 5205 0353 0100 0046 63 · BIC HELADEF1KAS
St-Nr. 238 680 0509 FA KSII-HOG (OT)
Handelsregister liegt beim Amtsgericht Kassel · HRA 17775

Komplementärin
Dr. Schubert Verwaltungsgesellschaft mbH
Zwiebelsfelder Weg 9
34369 Hofgeismar
Geschäftsführer. Dr. Claus Schubert
St.-Nr. 025 231 40808 · HRB 17638



Inhaltsverzeichnis:

1.	Bauvorhaben und Auftrag	3
2.	Grundlagen, Bearbeitungsunterlagen	3
3.	Örtliche Situation, geologischer Untergrund.....	5
4.	Baugrunderkundung.....	7
4.1	Erkundungsprogramm	7
4.2	Erkundeter Bodenaufbau.....	7
4.3	Bodenwasserverhältnisse	9
4.4	Durchlässigkeit und Versickerungsfähigkeit.....	11
5.	Ingenieurgeologische Beratung	12
5.1	Planungsvorgaben	12
5.2	Wasserhaltung.....	13
9.	Schlussbemerkungen.....	18



1. Bauvorhaben und Auftrag

Die **wpd Windpark Bornhausen GmbH & Co. KG, Bremen**, beabsichtigt die Errichtung und den Betrieb von 6 Windenergieanlagen im Windpark "Bornhausen - Horenfeld", nordwestlich der Stadt Seesen (Landkreis Goslar - Niedersachsen). Zur Aufstellung vorgesehen sind die Anlagen und Anlagensysteme:

- **WEA 1 und 4** → **VESTAS V150-4.2 MW mit 145 m Nabenhöhe**
- **WEA 2, 3, 5 und 6** → **VESTAS V150-4.2 MW mit 166 m Nabenhöhe**

Nach den Empfehlungen des Ingenieurgeologischen Gutachtens iga217440-2 vom 04.12.2018 wird der Fundamenttyp "**Grundwasser in Geländeoberkante**" mit einem Durchmesser von 28,85 m (WEA 1 und 4) bzw. 30,05 m (WEA 2, 3, 5 und 6) umgesetzt.

Der Bericht enthält in der **Anlage 1** einen Übersichtsplan des Windparkgeländes.

Parallel der Autobahn A 7 und somit ca. 500 m östlich des Projektgebietes ist das Fauna-Flora-Habitat-Gebiet (FFH-Gebiet, EU-Kennzahl 3926-331) „Nette und Sennebach“ verortet. Entsprechend der natürlichen Topographie entwässert das Projektgebiet über kleinere Vorfluter in Richtung des FFH-Gebietes. Gemäß der Schutzziele des FFH-Gebietes bzw. zwecks Wahrung des allgemeinen Verschlechterungsverbot sind diffuse Einleitungen, resultierend unter anderem aus baulichen Tätigkeiten im hydrologischen Einzugsgebiet des FFH-Gebietes, zu vermeiden.

In diesem Zusammenhang hat der Bauherr die **Beratungsbüro für Boden und Umwelt C. Schubert GmbH** beauftragt, die hydrogeologischen Gegebenheiten in einem entsprechenden Gutachten zusammenzufassen und im Besonderen Aussagen über die Notwendigkeit einer bauzeitlichen Wasserhaltung bzw. dem Anfallen von Dränagewasser in Zusammenhang mit den geplanten Tiefbauarbeiten zu treffen.

Die vorliegende hydrogeologische Stellungnahme fasst die bisherigen Untersuchungsergebnisse zusammen und gibt eine erste Einschätzung bezüglich der Notwendigkeit von Wasserhaltungsmaßnahmen an den einzelnen Standorten.

Anmerkung: Der örtlich begrenzte Untersuchungsumfang kann Änderungen der außerhalb des Untersuchungsbereiches anstehenden Baugrundverhältnisse, die Einfluss auf die geotechnischen / hydrogeologischen Rahmenbedingungen sowie die erdbau- und gründungstechnischen Arbeiten haben können, naturgemäß nicht ausschließen.

2. Grundlagen, Bearbeitungsunterlagen

Als Grundlage zur Bearbeitung wurden die einschlägigen Normen, Regelwerke und sonstigen Bauvorschriften sowie das zugehörige Fachschrifttum herangezogen, unter anderem:

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik



- BUNDESAMT FÜR GEOLOGIE UND ROHSTOFFE, BGR, Hannover: **Internetportal Geoviewer**, www.geoviewer.bgr.de, März 2018
- NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE, BAUEN UND KLIMASCHUTZ, NMUEBK. **Internetportal Umweltkarten Niedersachsen**, www.umweltkarten-niedersachsen.de, März 2018
- **DIN EN ISO 22 475**
"Geotechnische Erkundung und Untersuchung (ersetzt DIN 4021)"
- **DIN EN ISO 14 688**
"Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Böden (ersetzt DIN 4 022 und DIN 4 023)"
- **DIN EN ISO 22 476-2**
"Geotechnische Erkundung und Untersuchung, Teil 1: Drucksondierungen (ersetzt DIN 4 094)"
- **DIN 1997 - 1 (Eurocode EC - 7)**
"Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln"
und nationales Anwendungsdokument (NAD):
DIN 1054
"Baugrund, Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau"
- **DIN 1997 - 2 (Eurocode EC - 7)**
"Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes" und nationales Anwendungsdokument (NAD)
- **VOB**
"Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen"
- **DIN 4124**
"Baugruben und Gräben; Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau"

Zum Zeitpunkt der Berichtsverfassung standen dem Unterzeichnerbüro folgende Projektunterlagen für die Bearbeitung zur Verfügung:

- **Lageplan** "Windpark Bornhausen - Horenfeld", von der wpd onshore GmbH & Co. KG, Osnabrück, vom 21.11.2018 / V13
- **Höhenangaben** im Windpark Bornhausen, vom Vermessungsbüro Reinecke & Geries, vom 09.02.2018
- **Prüfbericht für eine Typenprüfung** (Flachgründung d = 30,05 m) rund mit Ankerkorb für einen Stahlrohrturm der Windenergieanlagen vom Typ Vestas V150-4.0/4.2 MW mit 166 m Nabenhöhe über GOK, für Windzone S, Geländekategorie II, Erdbebenzone 3, mit Auftrieb), TÜV SÜD Industrie Service GmbH, München, vom 23.05.2018
- **Prüfbericht für eine Typenprüfung** (Flachgründung d = 24,50 m) rund mit Ankerkorb für einen Stahlrohrturm der Windenergieanlagen vom Typ Vestas V150-4.0/4.2 MW mit 166 m Nabenhöhe über GOK, für Windzone S, Geländekategorie II, Erdbebenzone 3, ohne Auftrieb), TÜV SÜD Industrie Service GmbH, München, vom 23.05.2018
- **Prüfbericht für eine Typenprüfung** (Flachgründung d = 28,85 m) rund mit Ankerkorb für einen Stahlrohrturm der Windenergieanlagen vom Typ Vestas V150-4.0/4.2 MW mit 145 m Nabenhöhe über GOK, für Windzone S, Geländekategorie II, Erdbebenzone 3, mit Auftrieb), TÜV SÜD Industrie Service GmbH, München, vom 08.10.2018



- **Prüfbericht für eine Typenprüfung** (Flachgründung $d = 23,52$ m) rund mit Ankerkorb für einen Stahlrohrturm der Windenergieanlagen vom Typ Vestas V150-4.0/4.2 MW mit 145 m Nabenhöhe über GOK, für Windzone S, Geländekategorie II, Erdbebenzone 3, ohne Auftrieb), TÜV SÜD Industrie Service GmbH, München, vom 08.10.2018
- **Gutachterliche Stellungnahme** für Lastannahmen zur Turm- und Fundamentsberechnung der Vestas V150-4.0 MW / 4.2 MW mit 166,0 m Nabenhöhe für Windzone WZ2GK2(S), DNV GL Energy, Hamburg vom 04.05.2018
- **Gutachterliche Stellungnahme** für Lastannahmen zur Turmberechnung der Vestas V150-4.0 MW / 4.2 MW mit 145 m Nabenhöhe für Windzone WZ2GK2(S), DNV GL Energy, Hamburg vom 02.10.2018
- **Fundamentzeichnung** V150 4.0/4.2MW 145M MK3 DIBTS DLGWL GWS in UK Fundament, Maßstab 1 : 35, Vestas Wind Systems A/S, vom 01.10.2018
- **Fundamentzeichnung** V150 4.0/4.2MW 145M MK3 DIBTS DHGWL GWS in OK Gelände, Maßstab 1 : 40, Vestas Wind Systems A/S, vom 01.10.2018
- **Anforderungen an Transportwege und Kranstellflächen** V112, V117, V126, V136, Vorab Verkaufsversion V150-4,0/4,2MW Turm 123m/166m, V136-4,0/4,2MW Turm 112m, Vestas Wind Systems A/S, Aarhus, vom 29.06.2017

3. Örtliche Situation, geologischer Untergrund

Der geplante Windpark befindet sich etwa 2 bis 3 km nordwestlich der Stadt Seesen im Landkreis Goslar (Niedersachsen) und etwa 1 bis 2 km südsüdwestlich der namensgebenden Ortschaft Bornhausen. Das Windparkgelände liegt zwischen der A7 im Westen, der B243 im Osten, der K53 im Norden und der K56 im Süden.

Die Standorte können über Wirtschaftswege erreicht werden, die für den zu erwartenden Schwerlastverkehr ausgebaut und ertüchtigt werden müssen. Teils müssen neue Zufahrten hergestellt werden.

Die Mittelpunkte der Standorte werden mit folgenden Koordinaten (ETRS 89 UTM Zone 32 N) ausgewiesen:

Anlage	Anlagentyp	X-Koordinate	Y-Koordinate
WEA 1	V150 mit 145m Nh.	578251	5751501
WEA 2	V150 mit 166m Nh.	578651	5751253
WEA 3	V150 mit 166m Nh.	579101	5751094
WEA 4	V150 mit 145m Nh.	578225	5750896
WEA 5	V150 mit 166m Nh.	578571	5750352
WEA 6	V150 mit 166m Nh.	578772	5750804

Tabelle 1: Standortkoordinaten

Die geplanten Anlagenstandorte liegen im westlichen Harzvorland auf topographischen Höhen zwischen ca. 172 und 185 m ü. NN. Wenige 100 m östlich liegt die Erhebung "Großer Schildberg", die eine Höhe von 280 m ü. NN erreicht.

Innerhalb des geplanten Windparks fällt das Gelände flach in westliche Richtungen ein. Die Flächen werden derzeit landwirtschaftlich genutzt.

Im Nahbereich des Bearbeitungsgebietes befinden sich das FFH-Gebiet „Nette und Sennebach“, in nachfolgender Abbildung mittels roter Umrandung skizziert. Die Entfernung zwischen Bearbeitungsgebiet bzw. den nächstgelegenen Anlagenstandorten und der Grenze des FFH-Gebietes beträgt ca. 400 bis 500 m. Weiter wird das Bearbeitungsgebiet durch einen von WEA 3 Richtung Nordosten verlaufenden Vorfluter (kleiner wasserführender Graben) entwässert, der auf Höhe der Kreisstraße K 53 in die Nette mündet.

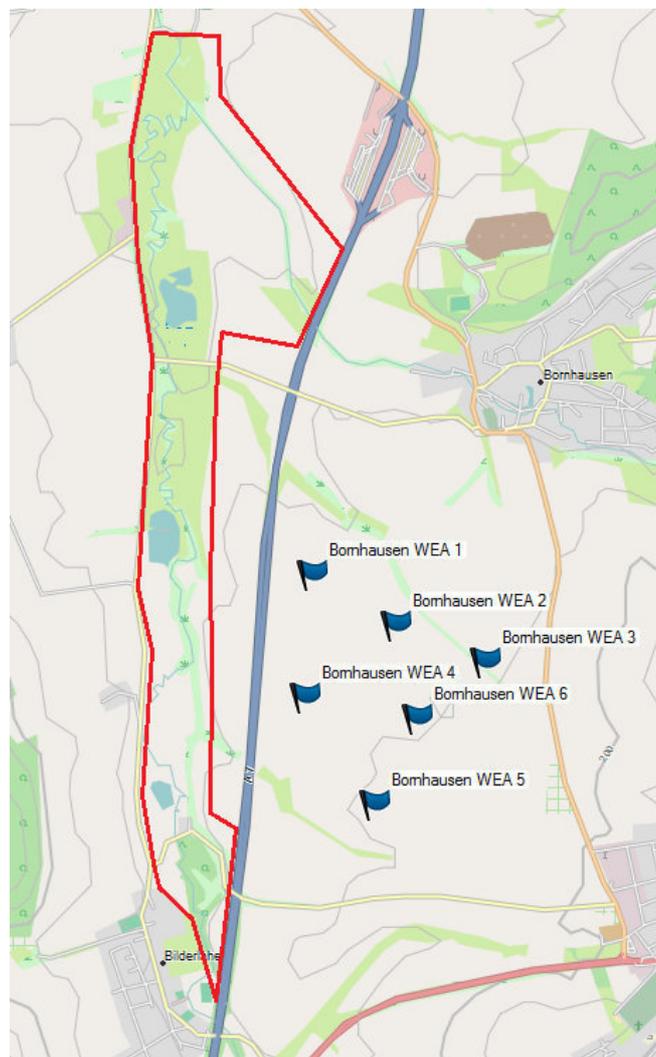


Abbildung 1: Lage der geplanten Anlagenstandorte mit skizzierten Grenzen des FFH-Gebietes (rot umrandet)



Der Windpark liegt zwischen dem Harz im Osten und den Muldenstrukturen von Hils und Sackwald im Westen am nördlichen Ende des Leinetalgrabens. Im Untergrund stehen die Gesteine der Trias an, die im Bearbeitungsgebiet durch eine ausgeprägte Bruchtektonik beansprucht sind.

Gemäß vorhandener geol. Kartenwerke wird der geologische Untergrund von den Gesteinen des Unteren Buntsandsteins sowie des Unteren Muschelkalk aufgebaut. Diese Festgesteinsbildungen sind von quartären Lockersedimenten überdeckt, wobei es sich vorwiegend um Lösslehm, aber auch um Fließerden und fluviatile Ablagerungen der Weichsel - Kaltzeit handelt. Weiterhin sind kleinräumig limnisch - fluviatile Ablagerungen des Miozän (Tertiär) in Form von Sand, Ton, Schluff und Kies sowie gelegentlich vorkommenden Braunkohlen erhalten.

Anthropogene Ablagerungen oder sonstige schädliche Bodenveränderungen im Planungsgebiet sind nicht bekannt.

4. Baugrunderkundung

4.1 Erkundungsprogramm

Zur Erzielung eines **orientierenden** Überblickes über die tatsächlichen Boden- und Bodenwasserverhältnisse im Lasteinwirkungsbereich der Standorte und als Grundlage für die **Vorbeurteilung** der Gründung wurden auftragsgemäß ausgeführt:

am 14. und 15.03.2018

12 Rammkernsondierungen Ø 50 mm
(Kurzbezeichnung: **RKS 1-1 bis RKS 6-2**)

nach DIN 4020 bzw. DIN EN ISO 14688 und

am 05.04.2018

12 statische Drucksondierungen (CPT)
(Kurzbezeichnung: **CPT WEA 10 bis CPT WEA 6W**)

nach DIN 4094 bzw. DIN EN ISO 22476. In den Erkundungsstellen wurden Bodenschichten beschrieben sowie Schichtgrenzen und die Grundwasser- / Bodenfeuchte-situation eingemessen.

4.2 Erkundeter Bodenaufbau

Der während der Erkundung angetroffene Bodenaufbau wurde ingenieurgeologisch detailliert aufgenommen. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass ober-

flächennah überwiegend quartäre Lockersedimente in Form von konsistenzabgeminderten Schluffen anstehen. Im Liegenden schließen sich meist grundwasserbeeinflusste Kies-Sand-Gemische an. Letztere wurden am Standort WEA 2 ab ca. 8,50 m u. GOK angetroffen, bei WEA 3 und 6 ab ca. 3,0 - 4,0 m u. GOK. Im Bereich der Standorte WEA 1, 4 und 5 hingegen wurden die grundwasserbeeinflussten Horizonte innerhalb der realisierten Erkundungstiefe nicht angetroffen. Es ist generell möglich, dass diese sich unterhalb der realisierten Erkundungsendtiefe anschließen.

Das Schichtverzeichnis in Abbildung 3 veranschaulicht am Beispiel des WEA-Standes 3 beispielhaft den charakteristischen Bodenaufbau.

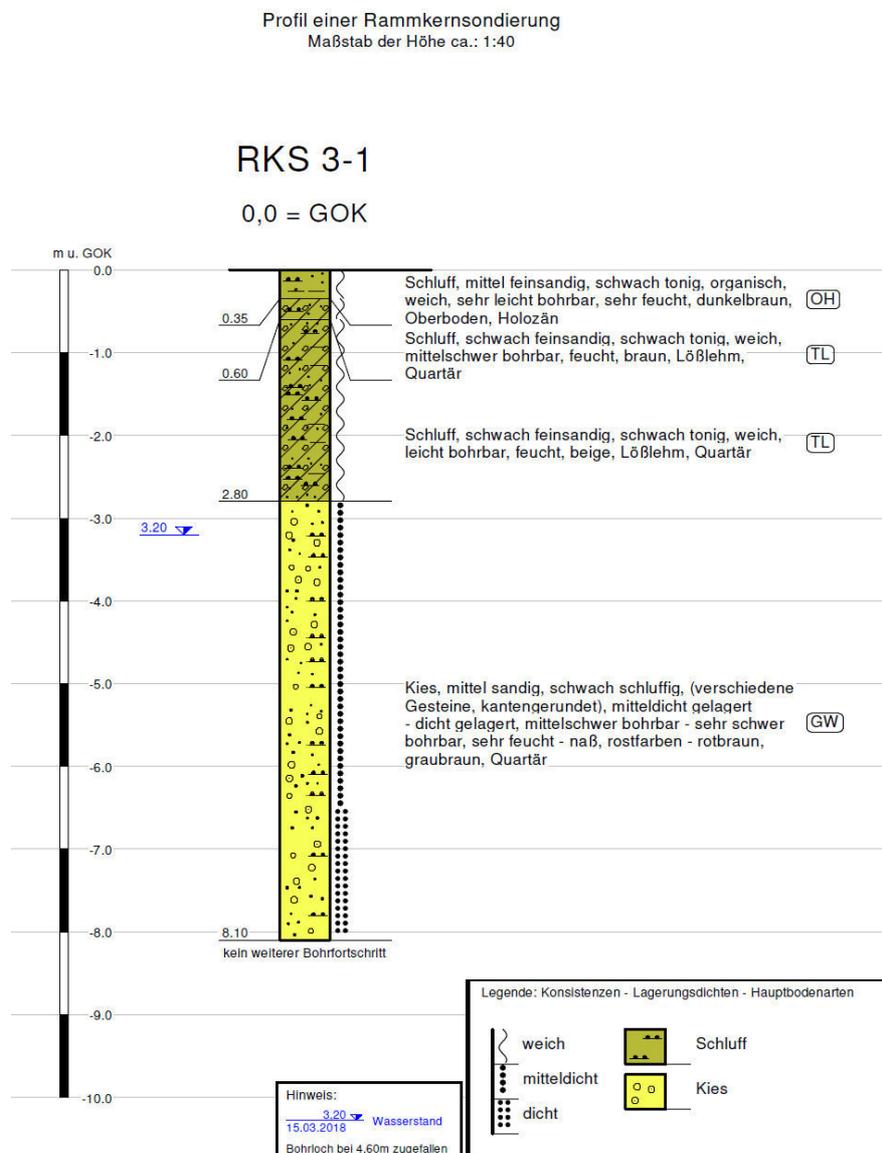


Abbildung 2: Schichtverzeichnis der Rammkernsondierung RKS 3-1 (Standort WEA 3)

Anthropogene oder organoleptisch auffällige Schichten wurden im Zuge der Erkundung bis in max. Erkundungstiefe nicht festgestellt.

Die umfassende Bodenbeschreibung und Darstellung der Schichtbegrenzungen kann den **Anlagen 2.1 bis 2.12** entnommen werden.

4.3 Bodenwasserverhältnisse

Im Verlauf der Erkundungsarbeiten wurden an einigen Bohrstellen auf Grundwasserführungen getroffen. Mittels Lichtlot wurden nach Bohr- / Sondierende folgende Wasserstände eingemessen:

Standort	Bohrung / Sondierung	Wasserstand gemessen m u. GOK	Bohrloch zugefallen m u. GOK	Messdatum
WEA 1	RKS 1-1	--	--	14.03.2018
	RKS 1-2	--	--	14.03.2018
	CPT WEA 1O	--	11,50	05.04.2018
	CPT WEA 1W	--	--	05.04.2018
WEA 2	RKS 2-1	--	--	14.03.2018
	RKS 2-2	--	--	14.03.2018
	CPT WEA 2N	--	8,00	05.04.2018
	CPT WEA 2S	--	7,50	05.04.2018
WEA 3	RKS 3-1	3,20	4,60	15.03.2018
	RKS 3-2	4,00	--	15.03.2018
	CPT WEA 3NW	--	2,20	05.04.2018
	CPT WEA 3SE	--	2,31	05.04.2018
WEA 4	RKS 4-1	1,60	3,20	15.03.2018
	RKS 4-2	2,20	2,50	15.03.2018
	CPT WEA 4N	--	3,10	05.04.2018
	CPT WEA 4S	--	3,40	05.04.2018
WEA 5	RKS 5-1	--	--	14.03.2018
	RKS 5-2	--	--	14.03.2018
	CPT WEA 5O	--	5,35	05.04.2018
	CPT WEA 5W	--	5,00	05.04.2018
WEA 6	RKS 6-1	6,90	--	15.03.2018
	RKS 6-2	--	4,50	15.03.2018
	CPT WEA 6O	--	--	05.04.2018
	CPT WEA 6W	--	4,80	05.04.2018

Tabelle 2: Während der Erkundungsarbeiten gemessene Grundwasserstände

Gemäß den Feststellungen während der Erkundungsarbeiten wurden Wasserstände im Bereich der Standorte WEA 3, 4 und 6 gemessen. An den Standorten WEA 1, 2 und 5 wurde weder zusammenhängendes noch lokal freies Grundwasser angetroffen. Die Böden werden zum Erkundungszeitpunkt als feucht bis sehr feucht beschrieben.

Die sandigen, schwach schluffigen Kieshorizonte fungieren als Grundwasserleiter, während die im Hangenden verorteten bindigen Deckschichten mit geringerer Permeabilität als Sperrschichten zu betrachten sind.

An Standort WEA 4 wurde im Bereich der Deckschichten (Lößlehm, Quartär) ein oberflächennaher Wasserspiegel oberhalb des zuvor benannten Grundwasserleiters eingemessen. Es ist nicht gänzlich auszuschließen, dass es sich hierbei nicht um freies Grundwasser, sondern um Staunässe handelt, welche im Zuge des Bohr- und Ziehvorganges der RKS aus dem Boden gepresst wurde und sich im Bohrloch sammelt.

Die Sondierungen an den stratigraphisch vergleichbaren Standorte WEA 1, 2 und 5 zeigen innerhalb der aufgeschlossenen Deckschichten, auch wenn sie im Liegenden von 8,20 bis 8,50 m u. GOK (Standort WEA 2) potentiell grundwasserführende Kiese aufschließen, keinen positiven (Grund-)Wasserbefund.

Standort WEA 3 nimmt aufgrund seiner räumlichen Nähe zum in Kap. 3 (Örtliche Situation; Geologischer Untergrund) beschriebenen Vorfluter (wasserführender Graben) eine Sonderstellung ein. Abbildung 3 veranschaulicht die örtlichen Gegebenheiten:

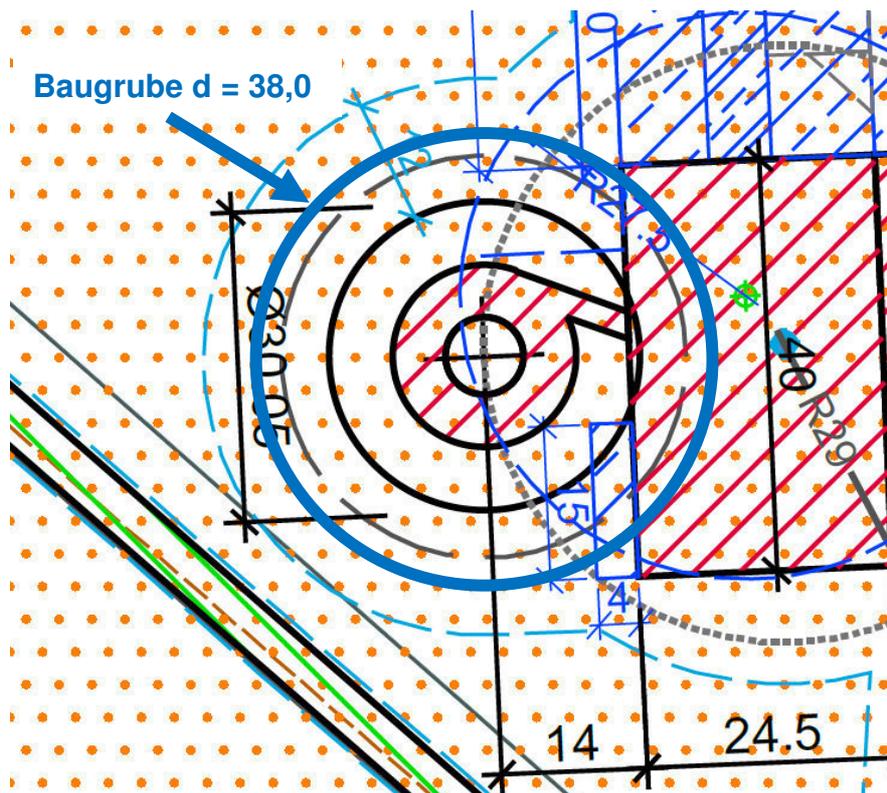


Abbildung 3: Lageplanausschnitt der WEA 3. Die horizontale Entfernung zwischen Fundamentrand und Vorfluter beträgt ca. 12,0 m. Bei einem max. Baugrubendurchmesser von $d = 38,0$ m verbleiben ca. 7,0 bis 8,0 m zwischen Baugrube (blauer Kreis) und Vorfluter



Bei einem angenommenen max. Baugrubendurchmesser von $d = 38,0$ m verbleiben ca. 7,0 - 8,0 m zwischen Baugrubenrand und Vorfluter, sodass eine **hydrologische Verbindung zwischen Oberflächengewässer und den grundwasserführenden Kiesen** ab einer Erkundungstiefe von eingemessenen 2,80 bis 3,80 m u. GOK wahrscheinlich ist (s.a. Abbildung 2). Die eingemessenen Grundwasserstände (3,20 und 4,00 m u. GOK) liegen im Bereich der Einbindetiefe der Baugrube. Ein kontinuierlicher Zustrom von Grundwasser in die Baugrube ist somit zu besorgen.

Geschwindigkeit und Menge des Zustroms sind weiter von folgenden Faktoren abhängig: (1) Höhendifferenz bzw. Freispiegelgefälle zwischen Grundwasserstand bzw. grundwasserführenden Schichten. (2) Durchlässigkeitsbeiwert (hydraulische Leitfähigkeit des Untergrundes).

Generell gilt es zu beachten, dass es sich um eine aktuelle Feststellung zum Zeitpunkt der Erkundungsarbeiten handelt. Langzeitmessungen liegen nicht vor.

Der Bodenwasserhaushalt ist niederschlagsabhängig und jahreszeitlich bedingten Veränderungen unterworfen. Im Verlauf niederschlagsreicher Jahreszeiten können in Schichtabschnitten sowohl überhöhte Bodenfeuchte als auch vermehrte bzw. intensivere Schichtwasserleiter bzw. -ansammlungen auftreten.

Ähnliches gilt für die Vorfluter im Projektgebiet, die ggf. periodisch Wasser führen. Periodische Wasserführungen können jahreszeitlich und witterungsabhängig sprunghaft den Abfluss ändern bzw. nach anhaltenden Trockenperioden gänzlich trockenfallen.

Langfristige Aussagen der bodenhydrologischen Verhältnisse können nur nach Herstellung von verrohrten Messpegeln bzw. -brunnen erfolgen. Die u.s. Empfehlungen sind daher vorbehaltlich einer eingehenderen und langfristigeren Grundwasserbeobachtung zu sehen.

4.4 Durchlässigkeit und Versickerungsfähigkeit

Für die Entscheidung über die Wahl des Fundamenttyps (mit / ohne Auftrieb) ist die Beurteilung der Durchlässigkeit und Versickerungsfähigkeit des Untergrundes maßgebend. Zur Beurteilung der hydraulischen Leitfähigkeit (= Wasserdurchlässigkeit) des Untergrundes ist es notwendig, den k_f - Wert (so genannter "Durchlässigkeitsbeiwert") zu bestimmen. Für die Bodenschichten bis in maximale Tiefe des Erkundungsaufschlusses werden die Durchlässigkeiten nach Erfahrung bzw. der labor-technischen Korngrößenanalytik (Anlage 3) wie folgt angegeben:

Bodenschicht	k_f - Wert m / s	Durchlässigkeit nach DIN 18130
Schluff, organisch (Oberboden)	unter 10^{-6} - 10^{-8}	schwach durchlässig
Schluff, weich (Quartär)	unter 10^{-6} - unter 10^{-8}	schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig
Schluff, weich bis steif (Quartär)	unter 10^{-6} - unter 10^{-8}	schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig
Schluff, steif (Quartär)	unter 10^{-6} - unter 10^{-8}	schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig
Sand, stark kiesig / Sand, Kies, dicht (Quartär)	10^{-3} - 10^{-4}	stark durchlässig
Kies, mitteldicht gelagert (Quartär)	10^{-3} - 10^{-4}	stark durchlässig
Kies, sandig, schluffig, mitteldicht bis dicht gelagert (Quartär)	$3,9 \cdot 10^{-7}$	schwach durchlässig

Tabelle 3: Abschätzung bzw. Ermittlung der Durchlässigkeit

5. Ingenieurgeologische Beratung

5.1 Planungsvorgaben

Das Planungsvorhaben sieht die Errichtung von insgesamt 6 Windenergieanlagen im Windpark Bornhausen - Horenfeld vor. Es sollen folgende Anlagen und Anlagensysteme zur Aufstellung kommen:

WEA 1 und 4 → **VESTAS V150-4.2 MW mit 145 m Nabenhöhe**

WEA 2, 3, 5 und 6 → **VESTAS V150-4.2 MW mit 166 m Nabenhöhe**

Gemäß den vorliegenden statischen Berechnungen, Schalplan und Typenprüfung wird folgende standardisierte Fundamenteinbindetiefe angegeben:

- 3,348 m u. GOK (Grundwasser maximal in Geländeoberkante - mit Auftrieb)

Zuzüglich einer planungsgemäßen Betonsauberkeitsschicht von $d = 0,10$ m beträgt die effektive Einbindung somit 3,448 m unter GOK.

Der Durchmesser der Fundamente der V150 mit 166m Nh. beträgt $d = 30,05$ m. Für den Standort WEA 3 ist bei o.g. Einbindetiefe, einem angenommenen Böschungswinkel von 45° und einem umlaufenden Arbeitsraum von 1,0 m von einem Baugrunderdmessung $d \approx 38,0$ m auszugehen.



5.2 Wasserhaltung

Die Aushub- und Verdichtungsarbeiten müssen ohne Grundwassereinfluss, d.h. im Schutz einer Wasserhaltung durchgeführt werden. Art und Umfang der Maßnahmen richten sich nach der Menge des anfallenden Wasserzustroms in die Baugrube.

Aufgrund der festgestellten hydrogeologischen Situation und allgemeinen örtlichen Rahmenbedingungen wird zumindest am Standort der WEA 3 eine bauzeitliche Wasserhaltung bzw. dauerhafte Dränierung der Baugrube aufgrund von Grundwasserzutritten notwendig. Für einen entsprechenden wasserrechtlichen Antrag wird die Berechnung der Absenktiefe des Grundwasserspiegels, des Radius der Absenkung sowie der überschlägigen Menge des anfallenden Grundwassers notwendig. Die Berechnung erfolgt zunächst unter Annahme einer offenen Wasserhaltung im Bereich der Baugrubensohle umlaufend der Fundamentaufstandsfläche (s.u.: Variante 2).

Aufgrund niederschlagsabhängiger und witterungsbedingter Wasserzutritte in die Baugruben kann auch an den anderen Standorten eine Wasserhaltung in Form einer Dränierung der Baugrube notwendig werden. Die niederschlagsabhängige Dränierung der Eingriffsbereiche zwecks Sicherstellung eines verzögerungsfreien Bauablaufes obliegt gemäß VOB dem Auftragnehmer und stellt keine vergütungsfähige Nachtrags- oder Sonderleistung dar.

Prinzipiell ist in Abhängigkeit der Variablen ein abzuführendes Wasservolumen von wenigen Kubikmetern pro Tag bis zu mehreren Kubikmetern pro Stunde denkbar.

Je nach kalkulierter Wassermenge sind folgende Ausführungsvarianten denkbar (Aufzählung analog zu steigendem Wasservolumen):

Variante 1: Umlaufender Dränagegraben auf Fundamentsohle

Im Bereich der Baugrubensohle wird entlang des Böschungsfußes und außerhalb des Fundamentlasteinflussbereiches (45° ab äußerem Fundamentrand) mit einem pumpen- (vorflut-)seitigen Gefälle ein Dränagegraben angelegt. Die Ableitung des Dränagewassers erfolgt zweckmäßigerweise mittels leistungsfähiger, schwimmergeschalteter Schmutzwasserpumpen über einen verrohrten Pumpensumpf, welcher eine, dem Absenkungsziel des Grundwasserspiegels entsprechende, Einbautiefe besitzt. Eine Erweiterung des Baugrubendurchmessers um 1,0 m wird empfohlen, um den Arbeitsraum entsprechend der Dimensionierung des Dränagegrabens zu vergrößern.

Variante 2: Grundwasserabsenkung über Absenkbrunnen

Bei höherem Wasserzuström bzw. temporär höheren Grundwasserständen in Richtung der Baugrube kann eine Grundwasserabsenkung über eine Brunnengruppe zielführend sein. Abbildung 4 skizziert das Prinzip einer offenen Wasserhaltung im Bereich der Baugrubensohle.

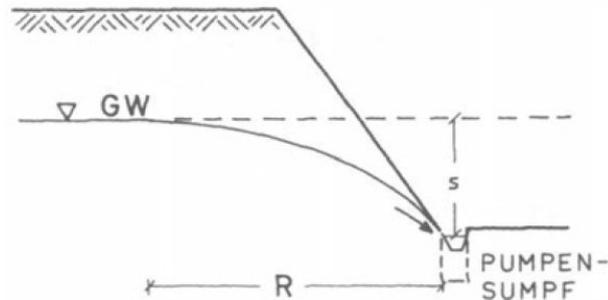


Abbildung 4: Prinzip einer offenen Wasserhaltung. R = Reichweite, s = Absenktiefe (Absenkziel).
(Quelle: Prinz und Strauß, Ingenieurgeologie, 2011, S. 305, Abb. 11.2)

Standort WEA 3

Zunächst wird die Reichweite R des Absenkungstrichters nach Sichardt berechnet:

$$R = 3000 \times s \times \sqrt{k} \text{ (m)}$$

- Reichweite R (m)
- Absenktiefe s (m)
- Durchlässigkeitsbeiwert des Grundwasserleiters k (m/s)

Die Mindesttiefe der Absenkung (s) beträgt:

$$s = TK + TS - TW \text{ (m)}$$

- Tiefe der Baugrubensohle unter Gelände TK (m)
- Sicherheitsabstand des Grundwasserspiegels von der Sohle TS (m)
- Tiefe des urspr. GW-Spiegels u. GOK TW (m)

Der Baugrubendurchmesser bei einer Dimension des Fundamentes mit Auftrieb von d = 30,05 m plus umlaufendem Arbeitsraum von 1,0 m, beträgt:

$$\approx 32,05 \text{ m}$$

Die effektive Einbindetiefe des Fundamentes (inkl. 0,10 m Sauberkeitsbeton) wird angegeben mit:

$$3,45 \text{ m u. GOK}$$

Der Sicherheitsabstand des Grundwasserspiegels von der Sohle sollte betragen:

$$\geq 0,50 \text{ m}$$

Der Mittlere Grundwasserspiegel zum Zeitpunkt der örtlichen Erkundungen beträgt:

$$\approx 3,60 \text{ m u. GOK}$$

Der Durchlässigkeitsbeiwert des Grundwasserleiters wurde nach HAZEN (s.a. Anlage 1) bestimmt mit:

$$3,9 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$$

Unter Berücksichtigung der zuvor genannten Parameter ergibt sich für eine offene Wasserhaltungsmaßnahme im Bereich der WEA 3:



Reichweite des Absenkung R:	0,94 m
Radius der Grundwasserabsenkung:	16,97 m (Durchmesser 33,93 m)
Mittlere Absenktiefe s:	0,50 m

Zur überschlägigen Berechnung der zu fördernden Wassermenge wird die Förderung Q einer Brunnengruppe nach Forchheimer berechnet. Hier wird die Baugrube als ein großer, kreisförmiger Brunnen mit dem Ersatzradius A_{RE} angenommen, auf den von allen Seiten Wasser zufließt. Somit ist der Ansatz nach Forchheimer auf eine offene Wasserhaltung übertragbar.

Die berechnete Gesamtwassermenge Q der gesamten Anlage für den stationären Zustand für unvollkommene Brunnen (im vorliegenden Fall unvollkommene Pumpensümpfe) ergibt sich zusammen mit der Durchlässigkeit k, der Fläche der Baugrube inkl. Abstand der Brunnen vom Baugrubenrand A_{RE} (bzw. Pumpensümpfe) und der Reichweite R in Analogie zur Dupuit-Thiemschen-Brunnenformel.

$$Q = \frac{\pi \times k \times (H^2 - h^2)}{\ln(R) - \ln(A_{RE})} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

mit

- Durchlässigkeitsbeiwert des Grundwasserleiters k (m/s)
- Ursprünglicher Wasserstand über der undurchlässigen Schicht H (m)
- Abgesenkter Wasserspiegel an der ungünstigsten Stelle der Baugrube h (m)
- Reichweite der Absenkungskurve R (m)
- Ersatzradius der Baugrube A_{RE} (m)

und den zusätzlichen Parametern:

- Tiefe der Baugrubensohle unter Gelände TK (m)
- Absenktiefe unter urspr. GW-Spiegel s (m)
- Sicherheitsabstand des Grundwasserspiegels von der Sohle TS (m)

Nachfolgende schematische Skizze zur Grundwasserberechnung (vollkommener Brunnen):

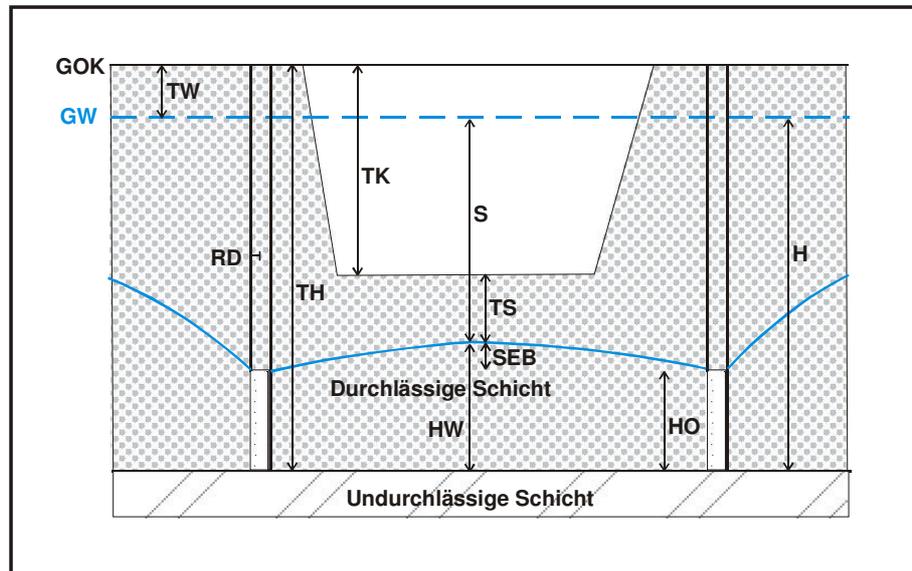


Abbildung 5: Skizze zur Grundwasserberechnung nach Forchheimer

Um eine ausreichende Sicherheitsreserve bei der überschlägigen Ermittlung der Grundwassermenge zu gewährleisten, wird der Durchlässigkeitsbeiwert des Grundwasserleiters k angenommen mit:

$3,9 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ (nach HAZEN $3,9 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$, entspricht einer zehnfach höheren Fließgeschwindigkeit)

sowie eine mittlere Absenktiefe s von:

$\geq 1,0 \text{ m}$ (entspricht der doppelten Absenktiefe aufgrund eines witterungsbedingten Anstieges des Grundwasserspiegels)

Unter Berücksichtigung der zuvor genannten Parameter ergibt sich für eine offene Wasserhaltungsmaßnahme im Bereich der WEA 3:

Gesamtwassermenge Q : **$\approx 0,39 \text{ m}^3/\text{Tag}$**

Generell gilt es zu beachten, dass es sich bei den eingemessenen Grundwasserständen und ermittelten Bodenkennwerten um räumlich punktuelle und zeitlich aktuelle Erkundungsarbeiten handelt. Langzeitmessungen liegen nicht vor. Der Bodenwasserhaushalt ist niederschlagsabhängig und jahreszeitlich bedingten Veränderungen unterworfen. Im Verlauf niederschlagsreicher Jahreszeiten können in Schichtabschnitten sowohl überhöhte Bodenfeuchte als auch vermehrte bzw. intensivere Schichtwasserleiter bzw. -ansammlungen mit deutlich höheren Durchlässigkeitsbeiwerten auftreten. Ähnliches gilt für die Vorfluter im Projektgebiet, im Besonderen im Bereich der WEA 3, die lediglich periodisch Wasser führen.

Sollte witterungsbedingt eine hydraulische Verbindung zwischen dem Vorfluter und der zukünftigen Baugrube bestehen, können deutlich höhere Grundwassermengen in Form eines seitlichen Zustroms auftreten.



In o.g. Fall kann eine offene Wasserhaltung ggf. nicht mehr zielführend sein. In Abhängigkeit der Wassermenge kann eine umlaufende Vakuumentwässerung notwendig werden:

Variante 3: Umlaufende Vakuumentwässerung über Spüllanzen

Bei hohen Absenkbeträgen bzw. großem Wasserzustrom empfiehlt sich die Installation einer Vakuumentwässerung.

Wegen der kleinen Reichweite dürfen die Abstände der Spüllanzen nicht größer als 1,0 bis 1,5 m sein. Die Lanzen werden gruppenweise zu einem Strang zusammengeschlossen, wobei auf ca. 50 m Strang eine Vakuumpumpe kommt. Die Absenktiefe sollte mindestens bis 0,50 m unter der Baugrubensohle reichen. Im Allgemeinen lassen sich mit einer Staffel Absenkungen von 4 - 6 m erzielen. Bei tieferen Absenkungen wird ein mehrstaffeliger Einbau der Anlage erforderlich.

Anfallende Restwässer innerhalb des Planums sind in Anpassung an die örtlichen Gegebenheiten über einen Pumpensumpf außerhalb des Gebäudegrundrisses und die Verlegung von kiessandummantelten Dränagen in schaufelbreiten Gräben aufzufangen und vorflutseitig abzuleiten (Kiessand 0 / 8 mm Sieblinie A 8 oder 0 / 32 mm Sieblinie B 32 nach DIN 1045 - filterwirksam - verockerungsresistent oder alternativ Kies 8 / 16 mm nach DIN 4226, Teil 1 und Filtervlies).

Der weitere Baugrubenaushub erfolgt zweckmäßigerweise beginnend von einer Voraushubsohle oberhalb des Grundwassers aus und anschließend beginnend vom Pumpensumpf rückwärtsschreitend. Gleichlaufend mit der "Überkopf" - Arbeitsweise werden die Dränageleitungen entgegen der Gefällrichtung verlegt.

Abführen des Dränagewassers

Ist die Einleitung des Wassers in den nächstgelegenen Vorfluter nicht möglich, können kleinere Wasservolumen von wenigen Kubikmetern pro Tag in bereitgestellten Absetzcontainern gesammelt und bei Bedarf mittels Tankwagen verbracht und entsorgt werden.

Dieses Vorgehen ist bei größeren Volumina im Bereich von Kubikmetern pro Stunde nicht mehr zielführend und die direkte Einleitung über temporäre Rohrleitungen in das nächstgelegene Schmutzwasserskanalsystem anzustreben. Im vorliegenden Fall beträgt die Entfernung bis zum potentiell nächstgelegenen Kanal im Industriegebiet Seesen (Schäferweg) ca. 1000 m.

Alternativ können technische Maßnahmen zwecks Klärung / Säuberung des Pumpenwassers ergriffen werden, um die Einleitung von Dränagewasser in hydrologisch sensible Bereiche zu ermöglichen. Dränagewasser bzw. Wasser aus Absenkbrunnen besitzt in der Regel eine hohe Trübung aufgrund von in Suspension befindlicher Partikel. Geringe Volumina können z.B. über o.g. Absetzcontainer geklärt werden. Alternativ ist der Einsatz mobiler Filteranlagen möglich.



9. Schlussbemerkungen

Die Ergebnisse und Vorbeurteilungen der hydrogeologischen Stellungnahme gründen auf den vorliegenden Informationen der eigens durchgeführten hydrogeologischen Untersuchungen sowie frei zugänglicher und seitens Dritter zur Verfügung gestellter Archivmaterialien.

Sollten während der Arbeiten Abweichungen von den punktuell gewonnenen Erkundungsfeststellungen angetroffen werden, bitten wir rechtzeitig um Benachrichtigung. Dies gilt auch für Planungsänderungen gegenüber den zur Verfügung gestellten Bearbeitungsgrundlagen und Planunterlagen.

Für weitere Beratungen stehen wir jederzeit gerne zur Verfügung.

Aufgestellt: Trendelburg, 04.12.2018

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
vertreten durch Dr. Claus Schubert, Sachverständiger
Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik
Trendelburg 0478
www.bbu-schubert.de

Dr. Claus Schubert

Öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger der IHK KS für das Bestellungsgebiet
2450, Baugrund- Erkundung, -untersuchung & -bewertung

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

vertreten durch Dr. Gesine Grapp, Sachverständige
Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik
Trendelburg 0478
www.bbu-schubert.de

G. Grapp

Dipl.-Geow. Gesine Grapp

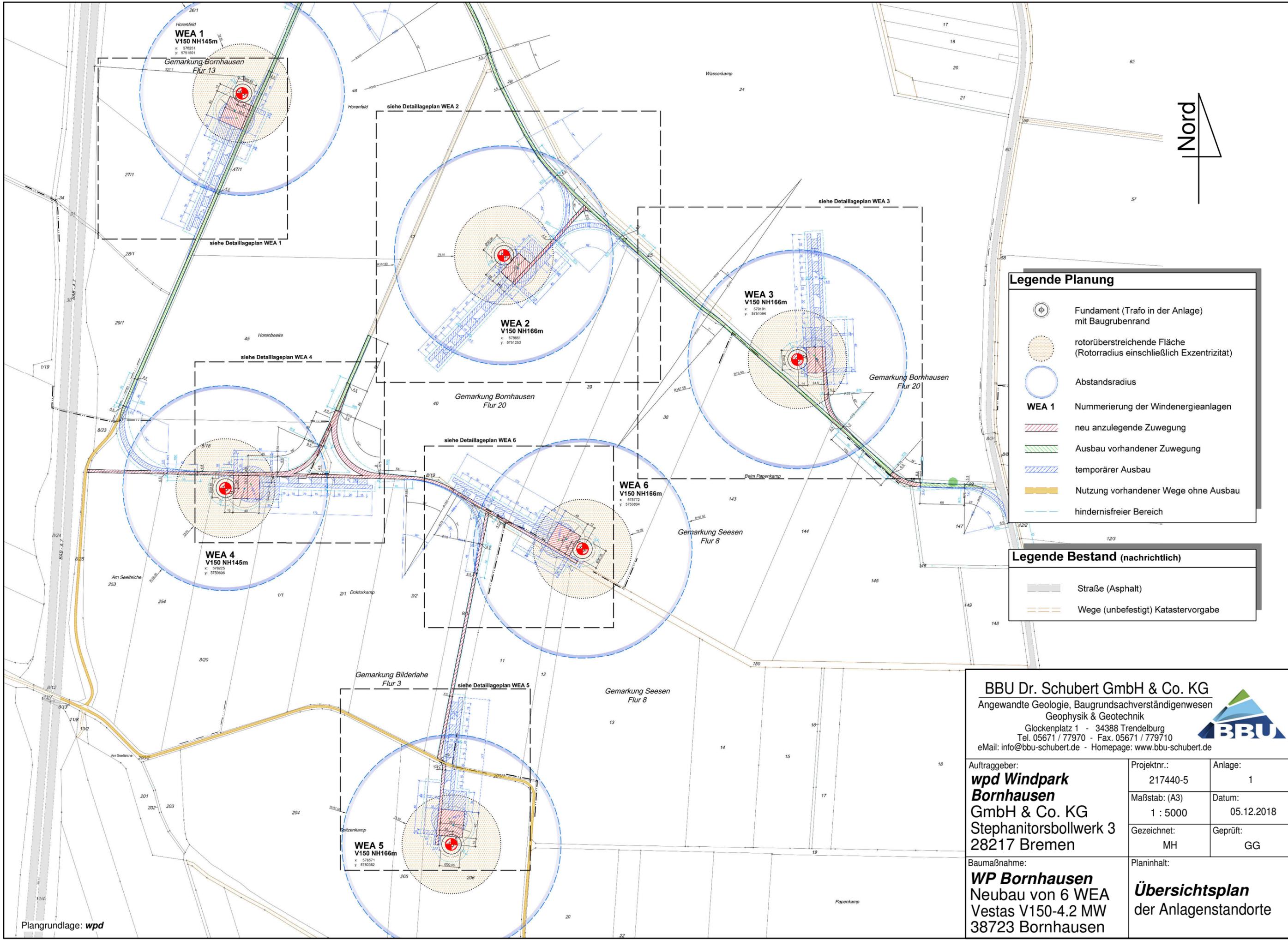
BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

www.bbu-schubert.de

Anlage 1	-	Übersichtslageplan des Windparkgeländes
Anlage 2.1 bis 2.12	-	Profilbalkendarstellung der Rammkernsondierungen
Anlage 3	-	Korngrößensummenkurve

Wir bitten Sie freundlichst um Beachtung folgenden Hinweises:

Das Kopieren und Weiterleiten des Gutachtens an Dritte ist weder vollständig noch auszugsweise **ohne ausdrückliche schriftliche Zustimmung des Entwurfsverfassers** zulässig. Dies gilt insbesondere auch für die elektronische Verbreitung digitaler Dateien über Datenträger oder Internet.



Legende Planung

- Fundament (Trafo in der Anlage) mit Baugrubenrand
- rotorüberstreichende Fläche (Rotorradius einschließlich Exzentrizität)
- Abstandsradius
- WEA 1** Nummerierung der Windenergieanlagen
- neu anzulegende Zuwegung
- Ausbau vorhandener Zuwegung
- temporärer Ausbau
- Nutzung vorhandener Wege ohne Ausbau
- hindernisfreier Bereich

Legende Bestand (nachrichtlich)

- Straße (Asphalt)
- Wege (unbefestigt) Katastervorgabe

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
 Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
 Geophysik & Geotechnik
 Glockenplatz 1 - 34388 Trendelburg
 Tel. 05671 / 77970 - Fax. 05671 / 779710
 eMail: info@bbu-schubert.de - Homepage: www.bbu-schubert.de



Auftraggeber: wpd Windpark Bornhausen GmbH & Co. KG Stephanitorsbollwerk 3 28217 Bremen	Projektnr.:	Anlage:
	217440-5	1
	Maßstab: (A3)	Datum:
1 : 5000	05.12.2018	
Gezeichnet:	Geprüft:	
MH	GG	
Baumaßnahme:	Planinhalt:	
WP Bornhausen Neubau von 6 WEA Vestas V150-4.2 MW 38723 Bornhausen	Übersichtsplan der Anlagenstandorte	

Plangrundlage: wpd

Bornhausen
 Windpark Bornhausen, WEA 1

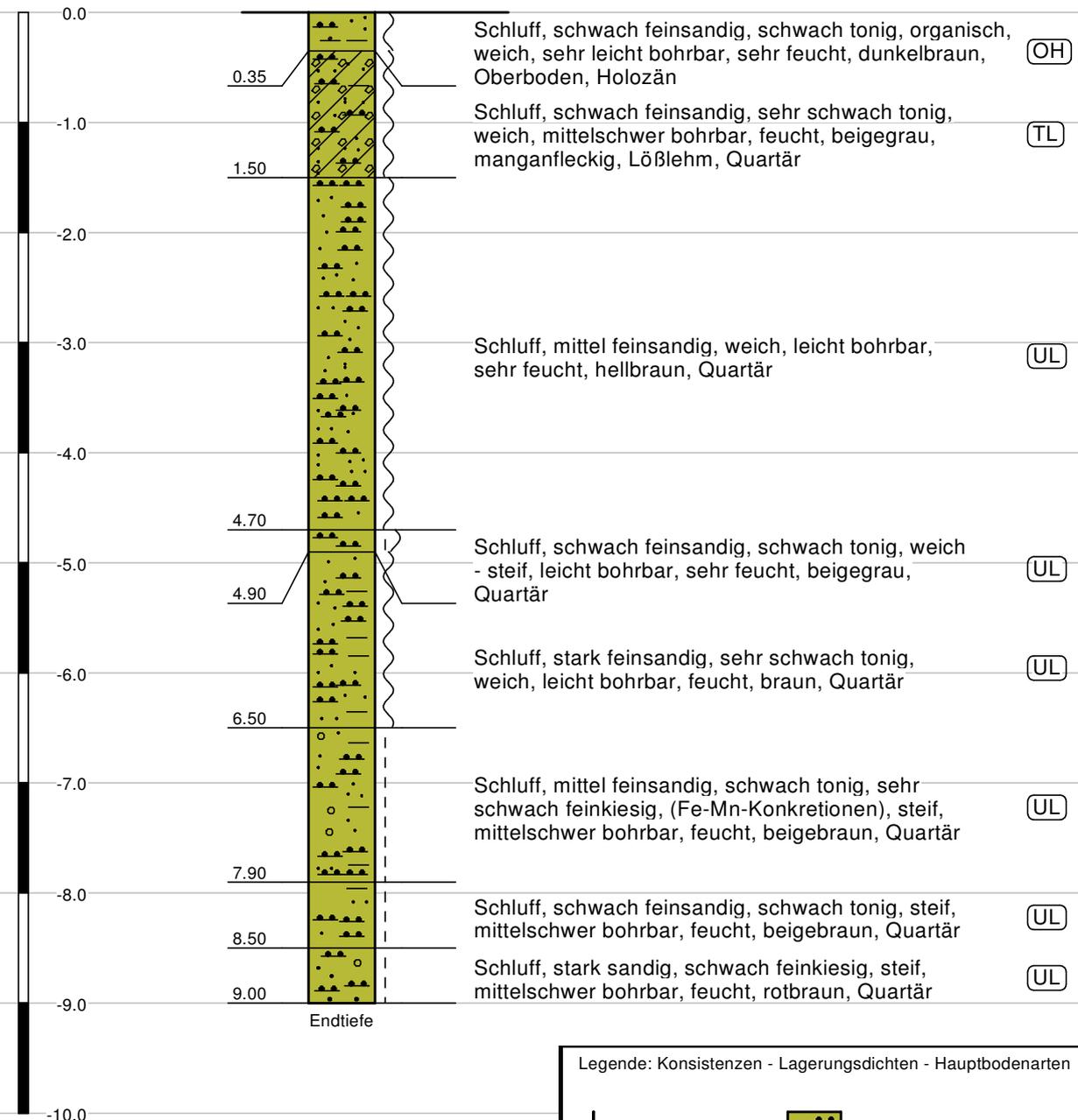
Projektnummer:
 217440
 Anlage:
 2.1

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:40

RKS 1-1

0,0 = GOK

m u. GOK



Hinweis:
 kein Grundwasser angetroffen,
 Bohrloch offen
 (14.03.2018)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten



Bornhausen
 Windpark Bornhausen, WEA 1

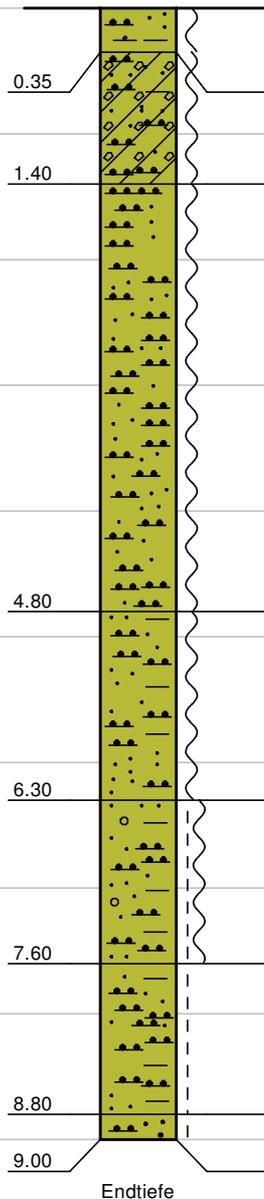
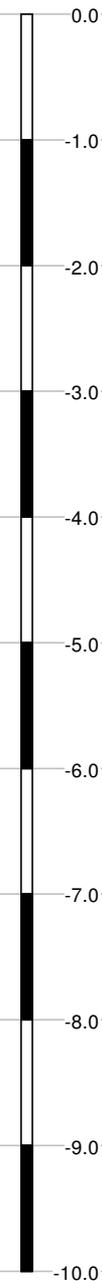
Projektnummer:
 217440
 Anlage:
 2.2

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:40

RKS 1-2

0,0 = GOK

m u. GOK



- 0.35 - Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig, organisch, weich, sehr leicht bohrbar, sehr feucht, dunkelbraun, Oberboden, Holozän (OH)
- 1.40 - Schluff, schwach feinsandig, sehr schwach tonig, weich, mittelschwer bohrbar, feucht, beige-grau, manganfleckig, Lößlehm, Quartär (TL)
- 4.80 - Schluff, mittel feinsandig, weich, leicht bohrbar, sehr feucht, hellbraun, Quartär (UL)
- 6.30 - Schluff, stark feinsandig, schwach tonig, weich, leicht bohrbar, feucht, braun, Quartär (UL)
- 7.60 - Schluff, mittel feinsandig, schwach tonig, sehr schwach feinkiesig, (Fe-Mn-Konkretionen), weich - steif, mittelschwer bohrbar, feucht, beige-braun, Quartär (UL)
- 8.80 - Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig, steif, mittelschwer bohrbar, feucht, beige-braun, Quartär (UL)
- 9.00 - Schluff, stark sandig, schwach feinkiesig, steif, mittelschwer bohrbar, feucht, rotbraun, Quartär (UL)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten



Hinweis:
 kein Grundwasser angetroffen,
 Bohrloch offen
 (14.03.2018)

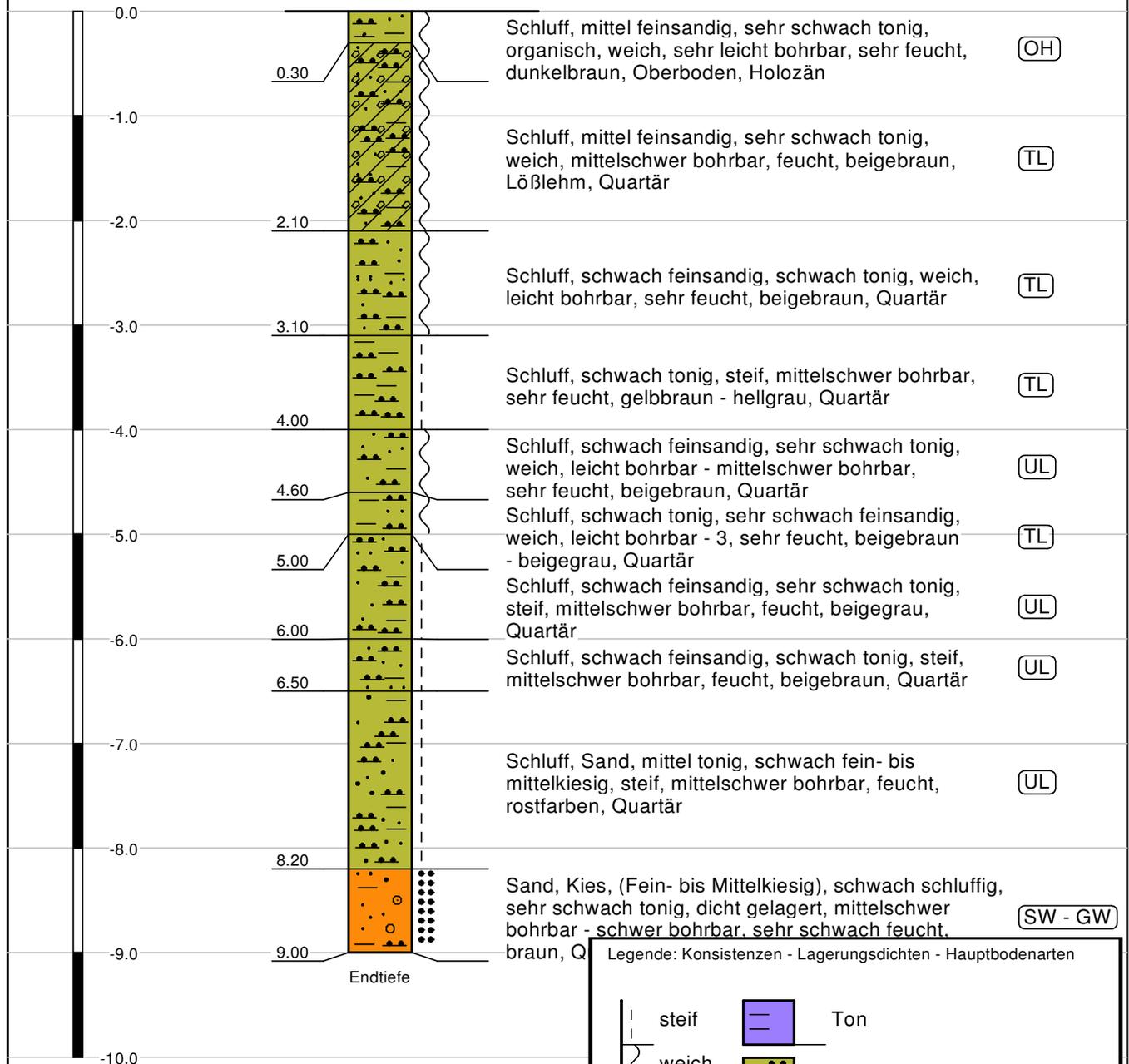
Bornhausen
 Windpark Bornhausen, WEA 2

Projektnummer:
 217440
 Anlage:
 2.3

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:40
RKS 2-1

0,0 = GOK

m u. GOK



Hinweis:
 kein Grundwasser angetroffen,
 Bohrloch offen
 (14.03.2018)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	steif		Ton
	weich		Schluff
	dicht		Sand
			Kies

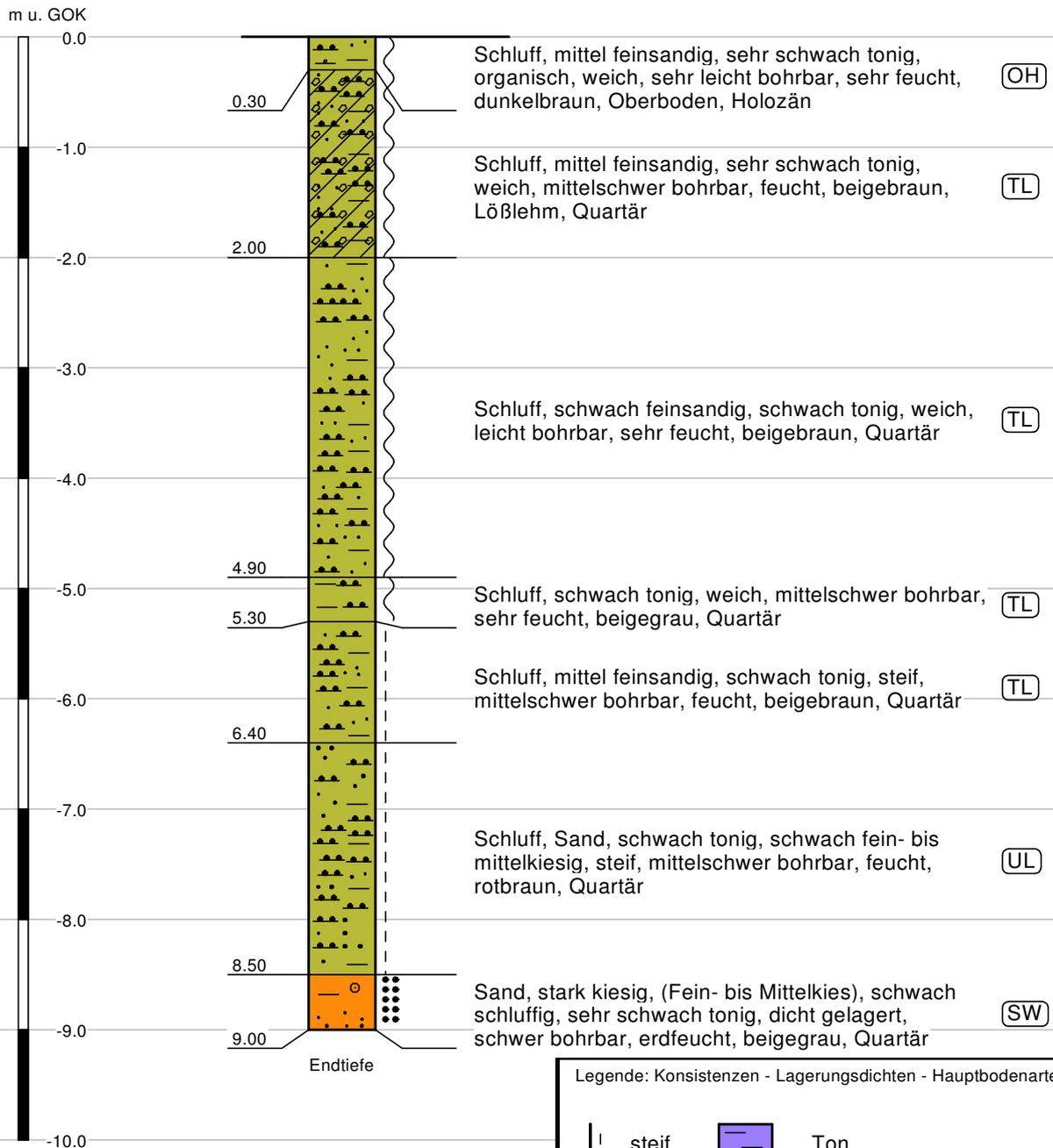
Bornhausen
 Windpark Bornhausen, WEA 2

Projektnummer:
 217440
 Anlage:
 2.4

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:40

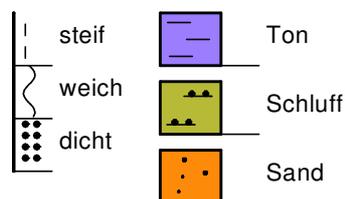
RKS 2-2

0,0 = GOK



Hinweis:
 kein Grundwasser angetroffen,
 Bohrloch offen
 (14.03.2018)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten



Bornhausen
 Windpark Bornhausen, WEA 3

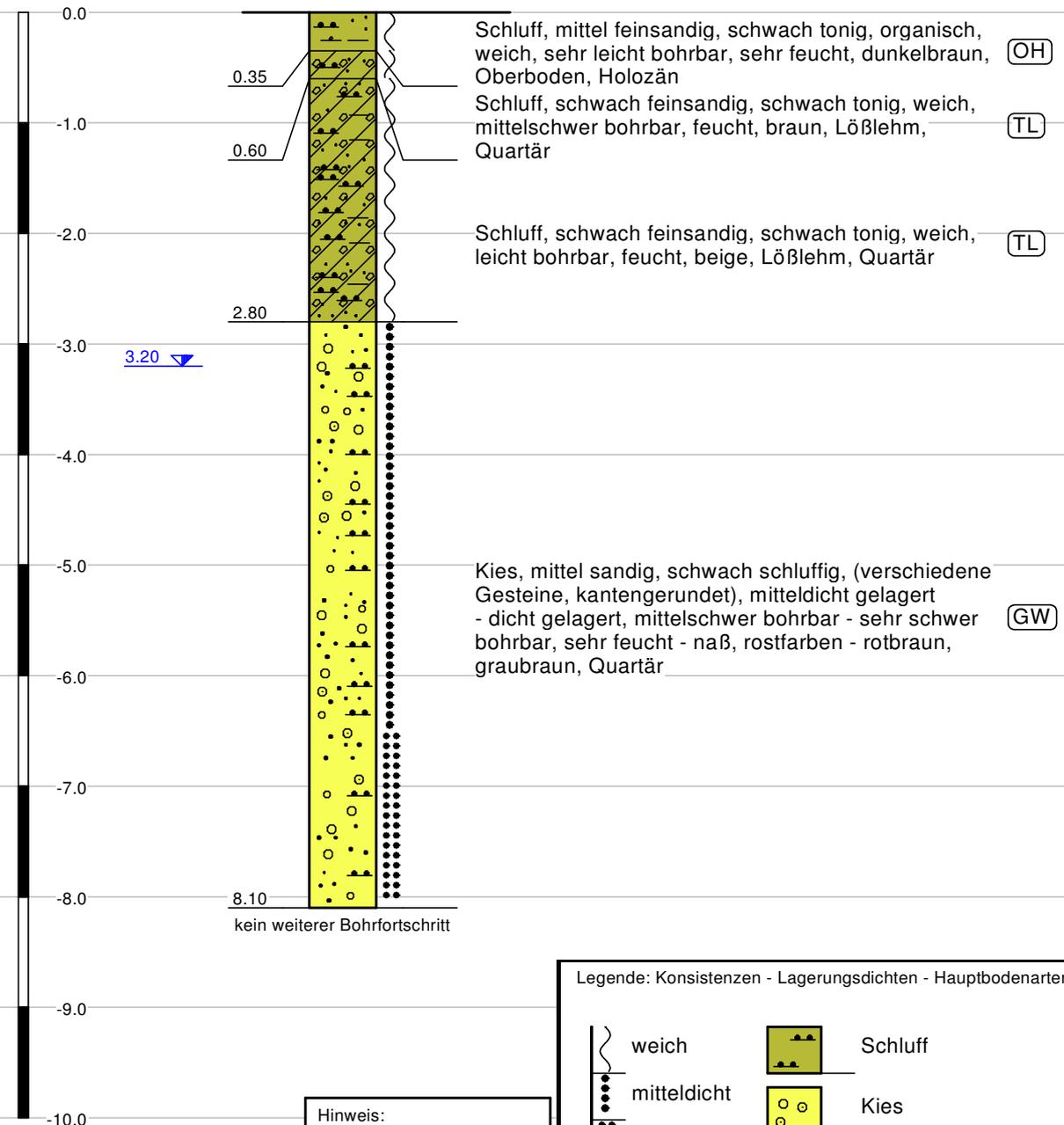
Projektnummer:
 217440
 Anlage:
 2.5

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:40

RKS 3-1

0,0 = GOK

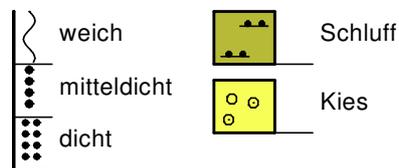
m u. GOK



3.20

8.10
 kein weiterer Bohrfortschritt

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten



Hinweis:
 3.20 Wasserstand
 15.03.2018
 Bohrloch bei 4,60m zugewallen

Bornhausen
 Windpark Bornhausen, WEA 3

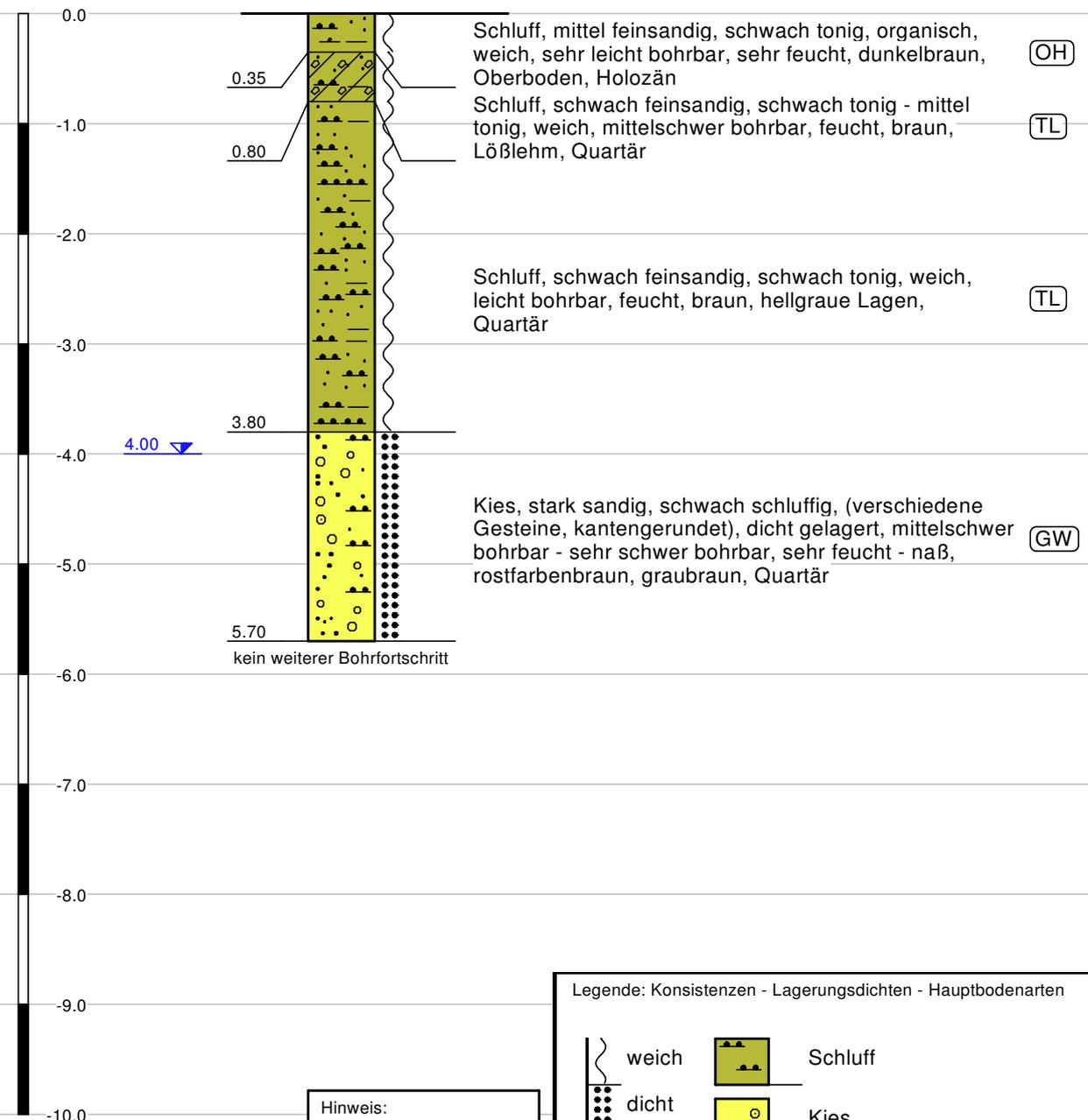
Projektnummer:
 217440
 Anlage:
 2.6

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:40

RKS 3-2

0,0 = GOK

m u. GOK



Hinweis:
 4.00 m u. GOK Wasserstand
 15.03.2018
 Bohrloch offen

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

 weich	 Schluff
 dicht	 Kies

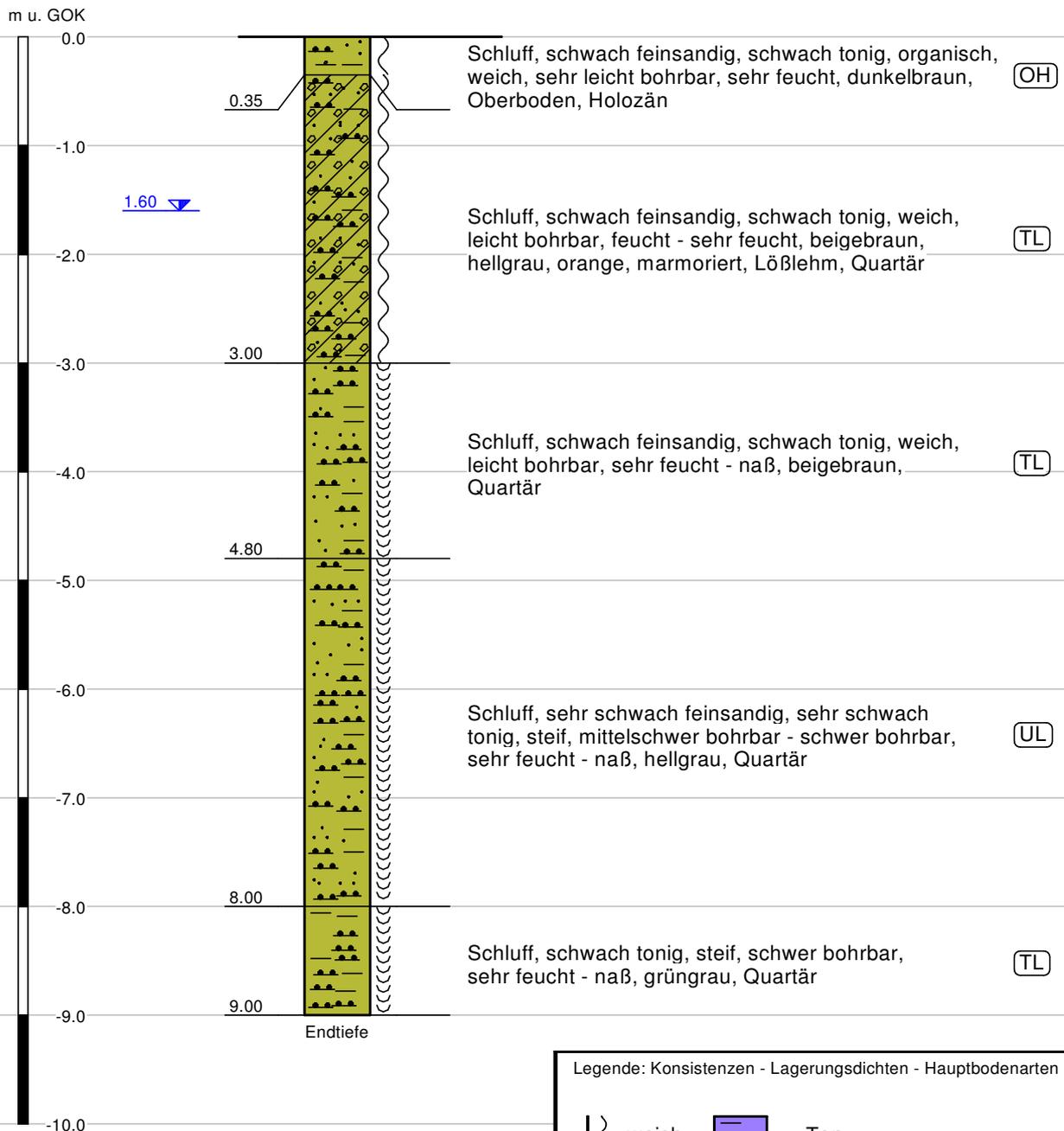
Bornhausen
 Windpark Bornhausen, WEA 4

Projektnummer:
 217440
 Anlage:
 2.7

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:40

RKS 4-1

0,0 = GOK



Hinweis:
 1.60 Wasserstand
 15.03.2018
 Bohrloch bei 3,20m zugeschlämmt

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

 weich	 Ton
 naß	 Schluff

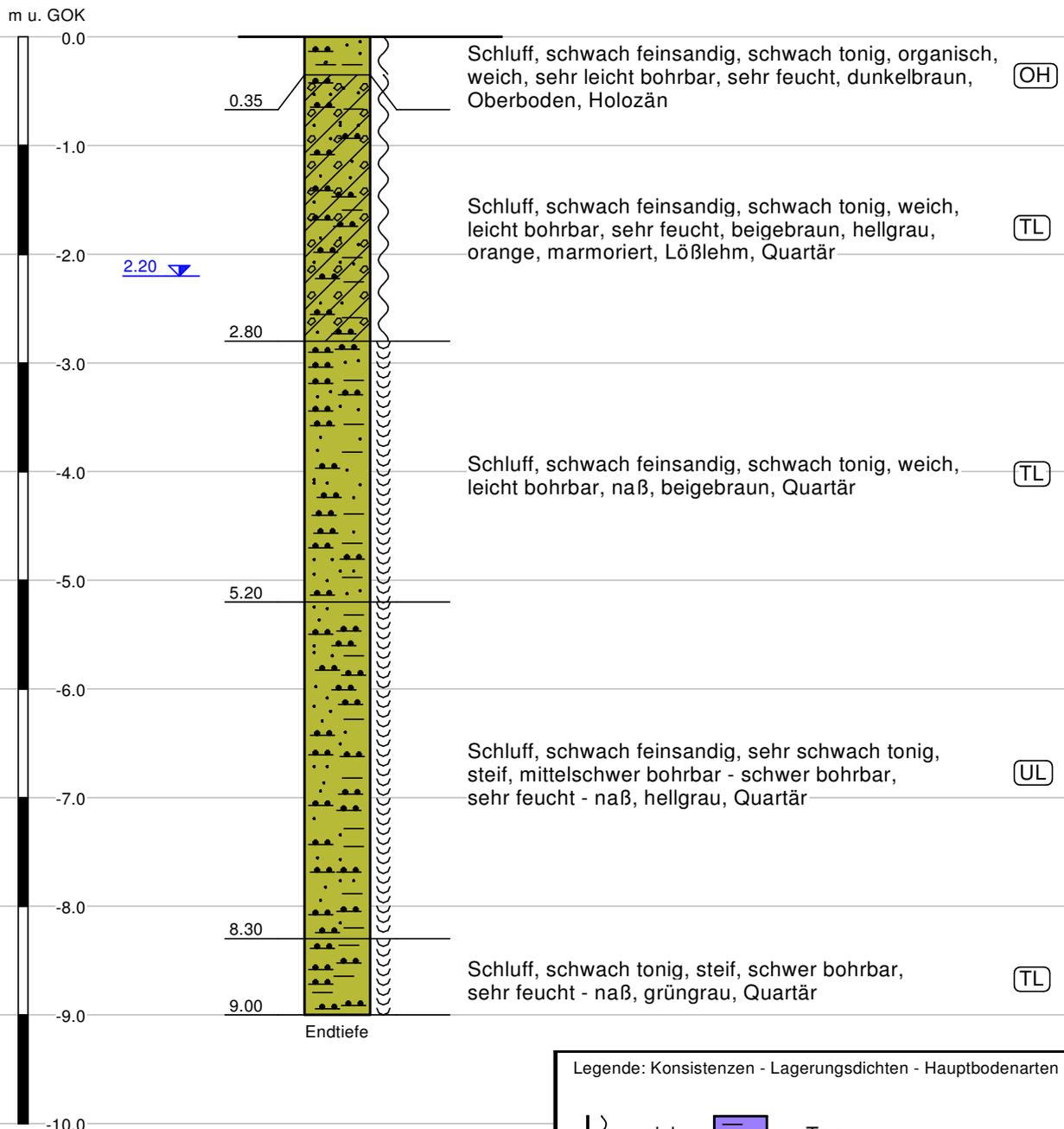
Bornhausen
 Windpark Bornhausen, WEA 4

Projektnummer:
 217440
 Anlage:
 2.8

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:40

RKS 4-2

0,0 = GOK



Hinweis:
 2.20 Wasserstand
 15.03.2018
 Bohrloch bei 2,50m zugeschlämmt

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	weich		Ton
	naß		Schluff

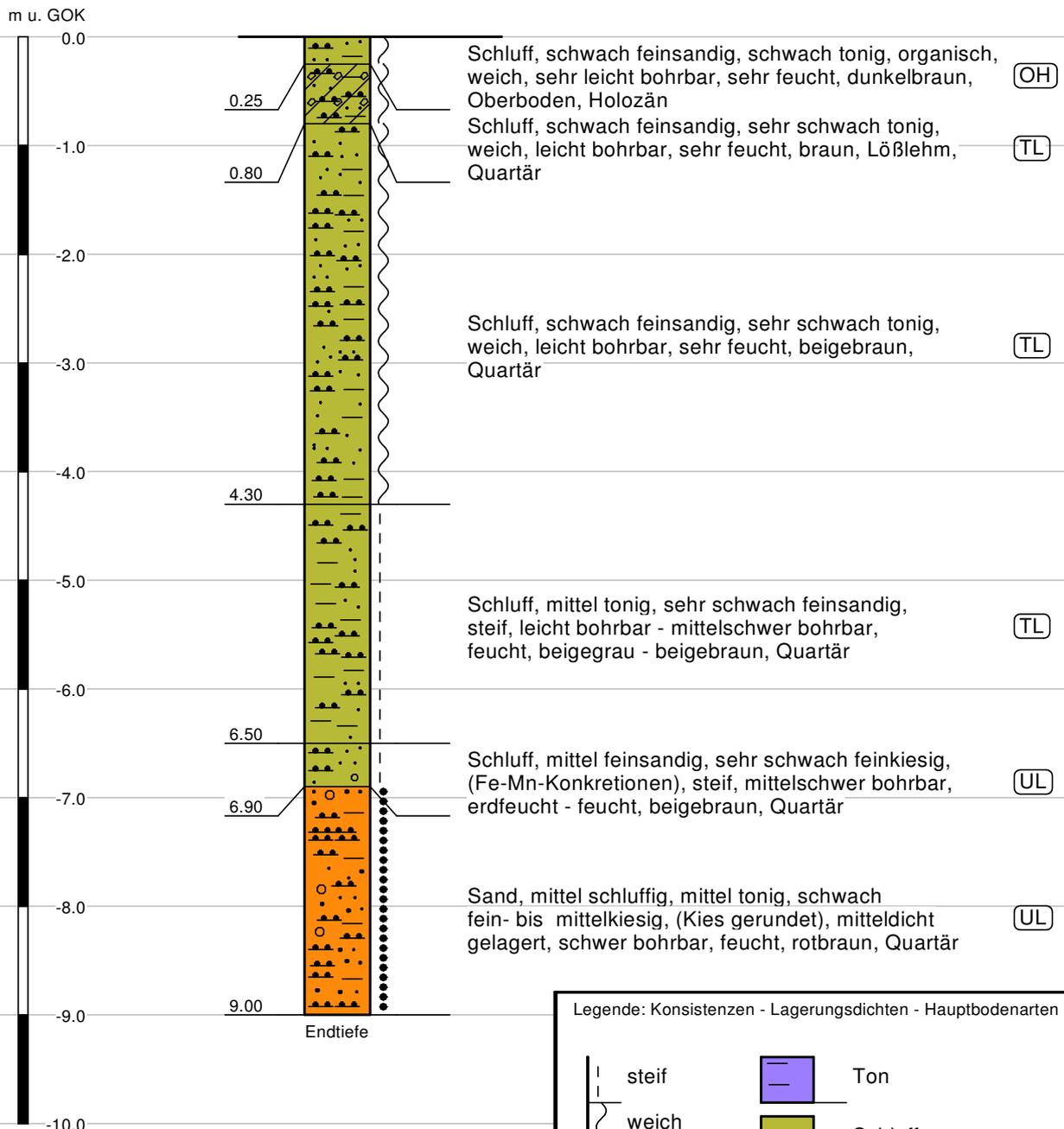
Bornhausen
 Windpark Bornhausen, WEA 5

Projektnummer:
 217440
 Anlage:
 2.9

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:40

RKS 5-1

0,0 = GOK



Hinweis:
 kein Grundwasser angetroffen,
 Bohrloch offen
 (14.03.2018)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

—	steif	■	Ton
~	weich	■	Schluff
•••	mitteldicht	■	Sand

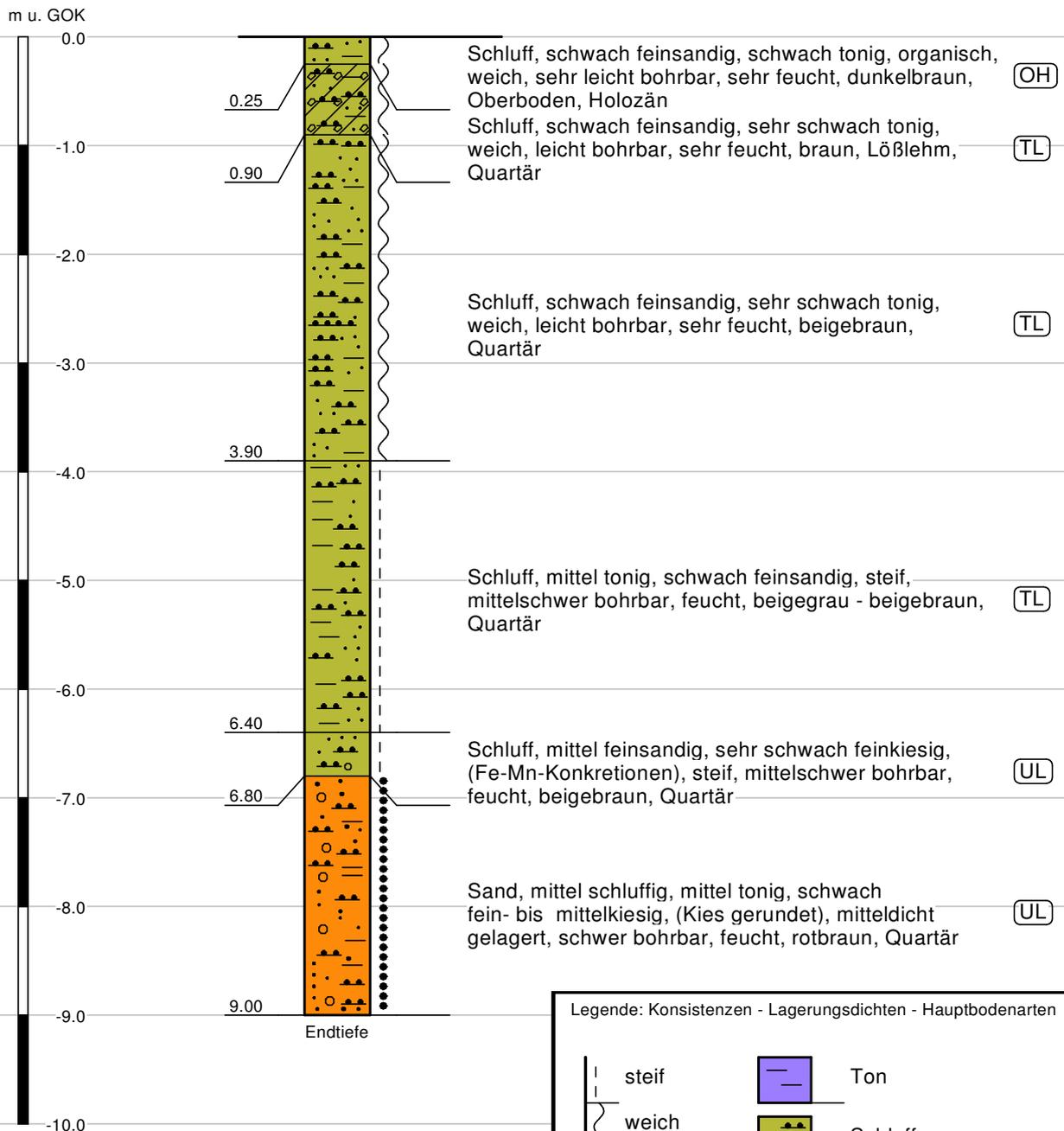
Bornhausen
 Windpark Bornhausen, WEA 5

Projektnummer:
 217440
 Anlage:
 2.10

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:40

RKS 5-2

0,0 = GOK



Hinweis:
 kein Grundwasser angetroffen,
 Bohrloch offen
 (14.03.2018)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

—	steif	■	Ton
~	weich	■	Schluff
•••	mitteldicht	■	Sand

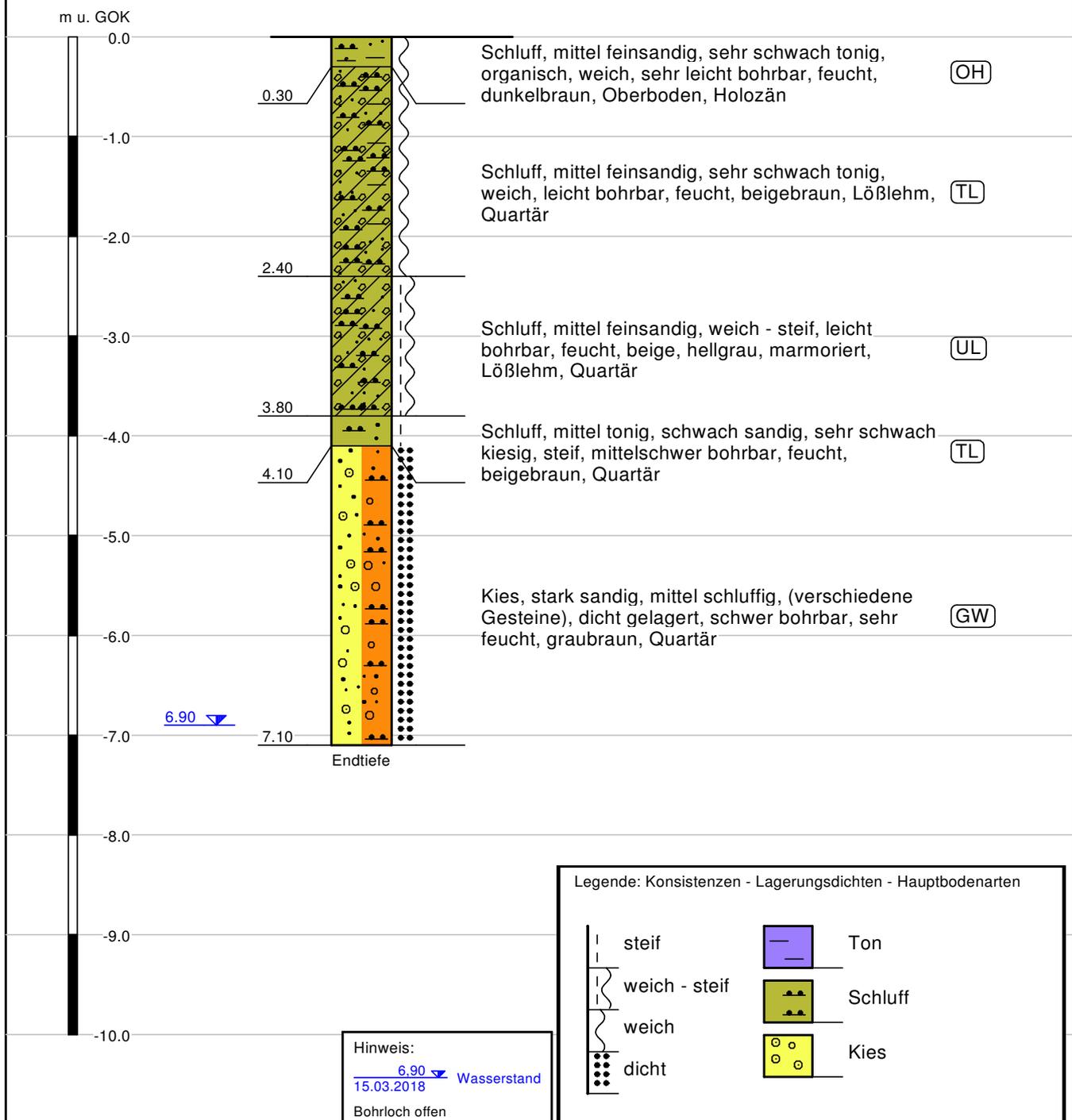
Bornhausen
 Windpark Bornhausen, WEA 6

Projektnummer:
 217440
 Anlage:
 2.11

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:40

RKS 6-1

0,0 = GOK



Bornhausen
 Windpark Bornhausen, WEA 6

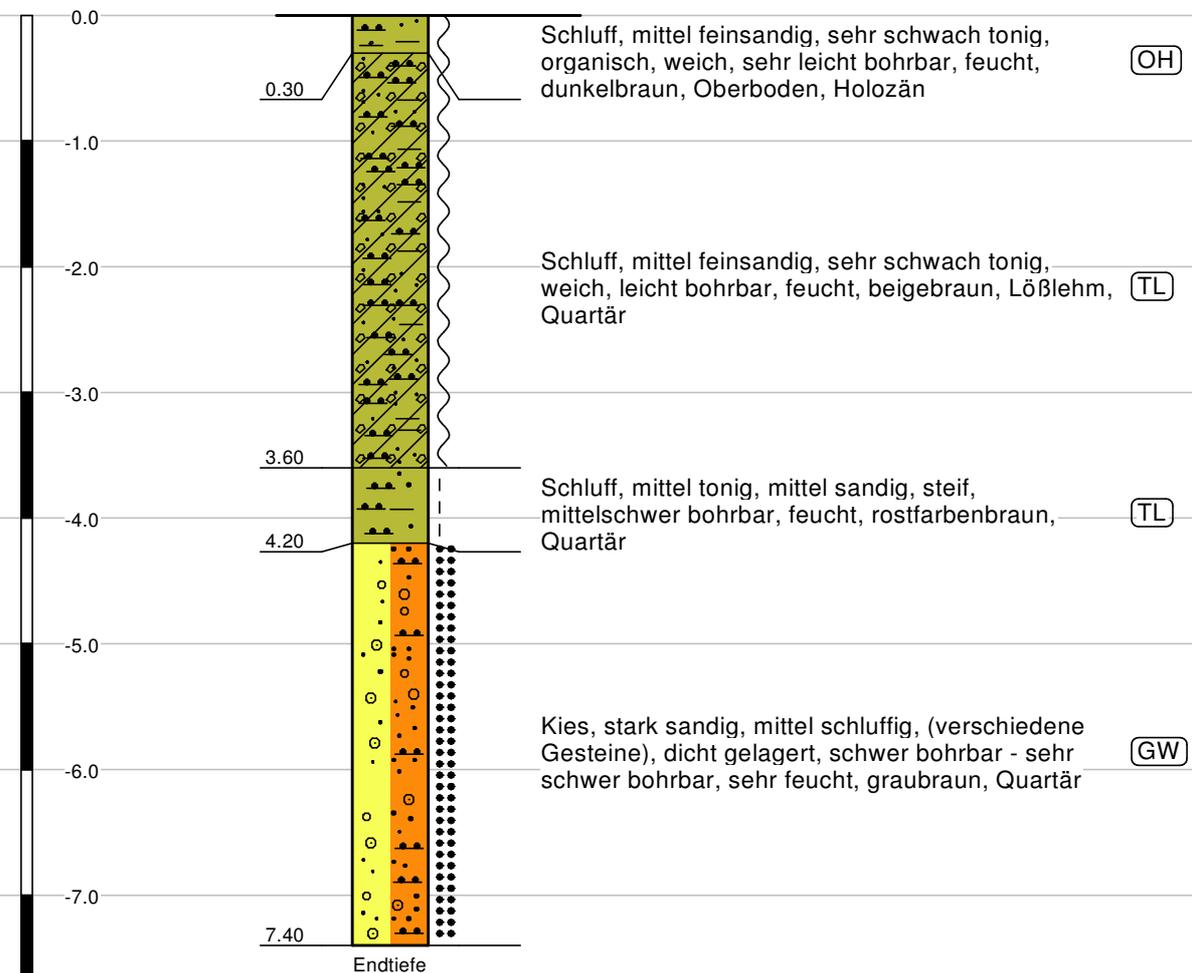
Projektnummer:
 217440
 Anlage:
 2.12

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:40

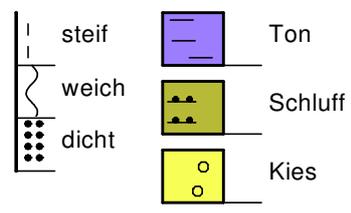
RKS 6-2

0,0 = GOK

m u. GOK



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten



Hinweis:
 Bohrloch bei 4,50m zugefallen,
 Gestänge nass

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Glockenplatz 1
34388 Trendelburg

Bearbeiter: aw

Datum: 20.03.2018

Körnungslinie

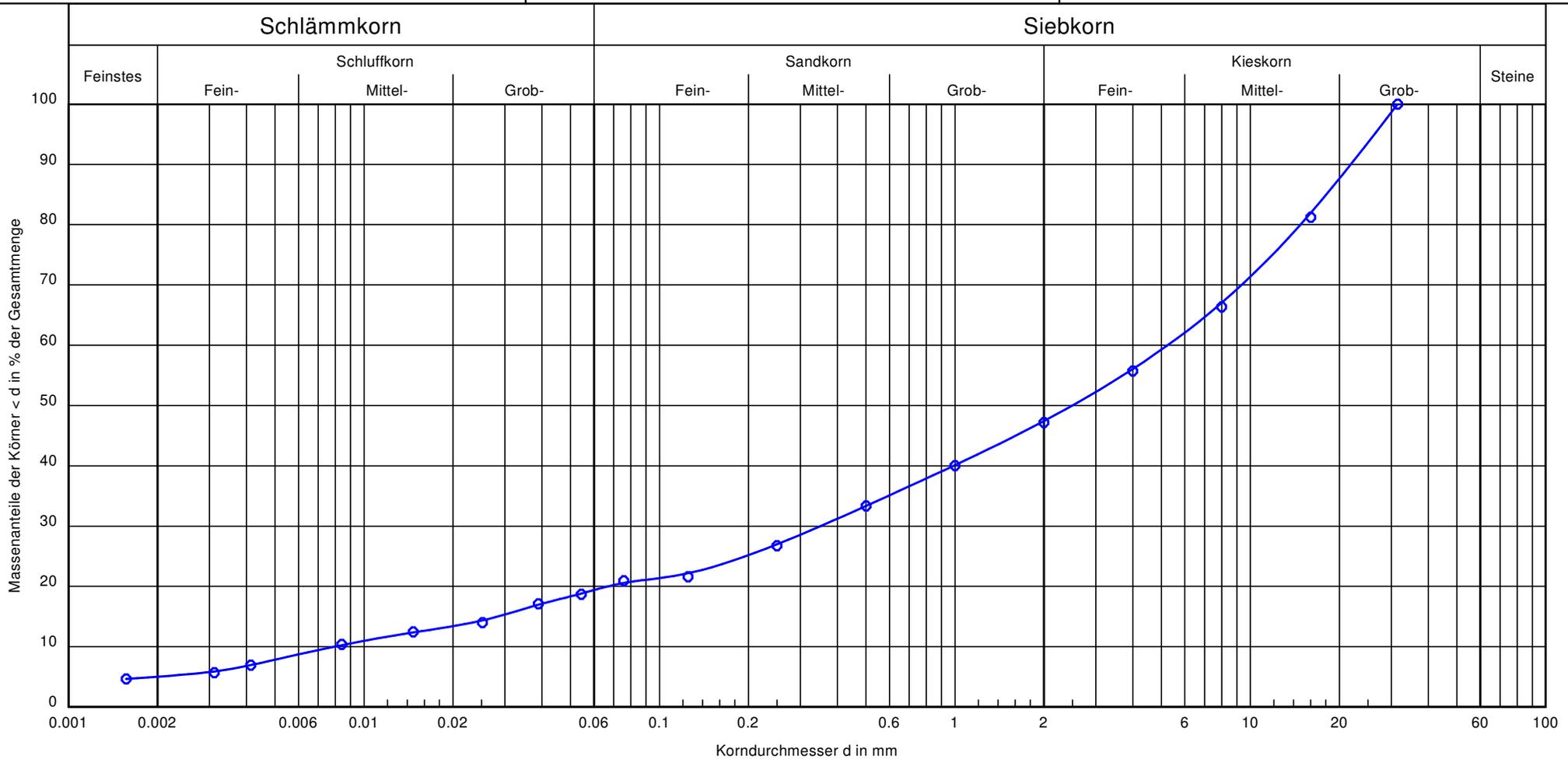
Bornhausen
WP Horenfeld

Prüfungsnummer: 217440

Probe entnommen am: 15.03.2018

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung



Bezeichnung:	
Bodenart:	G, t, ms', gs'
Tiefe:	2,8 - 8,1
U/Cc	660.1/3.0
Entnahmestelle:	RKS 3 - 1
k [m/s] (Hazen):	$3.9 \cdot 10^{-7}$
T/U/S/G [%]:	5.0/14.4/28.0/52.6

Bemerkungen:
Nasssiebung 0,063 mm

Bericht:
st217440-5
Anlage:
3