

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik



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

Windwärts Energie GmbH
Hanomaghof 1

30449 Hannover

Projektnummer: 220277-2

Ansprechpartner: Gesine Grapp

Datum: 11.06.2021

Telefon: 0 56 71 – 77 97 0

Fax: 0 56 71 – 77 97 10

eMail: info@bbu-schubert.de

www.bbu-schubert.de

INGENIEURGEOLOGISCHES GUTACHTEN

Staßfurt - Förderstedt, Windpark Staßfurt - Förderstedt - Errichtung von 6 Windenergieanlagen

Hier: Orientierende geologische Voruntersuchung nach DIN 4020 mit ingenieurgeologischer Baugrundbeurteilung sowie gründungs- und erdbautechnischen Empfehlungen

Bauvorhaben: Errichtung von 6 Windenergieanlagen (Förd 01 bis Förd 06)
VESTAS V162 6.0 MW mit 169 m Nabenhöhe im
Windpark Staßfurt - Förderstedt
39443 Staßfurt - Förderstedt

Bauherr: Windwärts Energie GmbH
Hanomaghof 1
30449 Hannover

Auftraggeber: Wie vor

Projektplanung: Windwärts Energie GmbH
Dürrenberger Ring 20
49324 Melle

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



Nachfolgend wird das Ingenieurgeologische Gutachten mit den Seiten 2 bis 67
und den Anlagen 1.1 bis 4 vorgelegt.



Inhaltsverzeichnis:

1	Bauvorhaben	3
2	Auftrag	3
3	Grundlagen, Bearbeitungsunterlagen	4
4	Örtliche Situation, geologischer Untergrund.....	5
5	Baugrunderkundung.....	8
5.1	Erkundungsprogramm	8
5.2	Erkundeter Bodenaufbau.....	8
5.3	Bodenwasserverhältnisse	15
5.4	Dynamische Widerstandsmessungen	17
5.5	Charakteristische Bodenkennwerte	21
5.6	Bautechnische Einteilung	21
5.7	Durchlässigkeit und Versickerungsfähigkeit.....	23
5.8	Erdbebensicherheit.....	23
5.9	Analysebefund bauchemische Grundwasser- / Bodenbeprobung.....	24
6	Beeinträchtigung des Baugrundes durch Verkarstung oder Erdfälle.....	25
7	Ingenieurgeologische Beratung	43
7.1	Planungsvorgaben; Vorbemerkungen	43
7.2	Geotechnische Rahmenbedingungen (Zusammenfassung).....	44
7.3	Gründungskonzept	49
7.4	Auftriebssicherheit	51
7.5	Geotechnische Nachweise	52
7.6	Erdarbeiten	52
7.7	Wasserhaltung.....	53
7.8	Frostsicherheit	53
7.9	Frischbetoneigengewicht	54
7.10	Fundamentüberschüttung.....	55
8	Zuwegungen.....	55
9	Kranstell- und Vormontageflächen.....	64
10	Schlussbemerkungen.....	67



1 Bauvorhaben

Die **Windwärts Energie GmbH, Hannover**, beabsichtigt die Errichtung und den Betrieb von 6 Windenergieanlagen im Windpark Staßfurt - Förderstedt, nordöstlich von Staßfurt (Salzlandkreis). Das Projektvorhaben sieht die Aufstellung des Anlagentyps:

- **VESTAS V162 6.0 MW mit 169 m Nabenhöhe**

vor. Die Anlagenkennungen tragen die Bezeichnung **Förd 01** bis **Förd 06**.

Die Lage der Einzelstandorte sowie ein Übersichtsplan aller zukünftiger Standorte ist in den **Anlagen 1.1 bis 1.7** dargestellt.

2 Auftrag

Zur Prüfung der geotechnischen Rahmenbedingungen und für die Beurteilung einer technisch einwandfreien und sicheren Gründungsausführung wird die Erkundung der anstehenden Boden- und Bodenwasserverhältnisse erforderlich.

In diesem Zusammenhang hat der **Bauherr** die **BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG, Trendelburg**, beauftragt, die im Gründungseinwirkungsbereich der geplanten Standorte vorhandenen Untergrundverhältnisse festzustellen, auf deren Grundlage eine Gründungsberatung zu bearbeiten und die Zulässigkeitskriterien entsprechend den bisher vorliegenden anlagenherstellerseitigen Vorgaben zu bestätigen.

Gemäß der vorstehenden Zielsetzung wird das Ergebnis der ***orientierenden ingenieurgeologischen Voruntersuchung*** mit nachfolgendem Ingenieurgeologischen Gutachten dargestellt, ausgewertet und bekannt gegeben.

Hinweise:

Erkundet wurden zunächst die Standorte, die in der vorgelegten Koordinatentabelle vom 17.07.2020 mit Förd 01 bis Förd 06 bzw. WW1 bis WW6 bezeichnet sind. Zwischenzeitig wurde der Standort Förd 04 um ca. 31 m nach Südsüdwesten verschoben. Der neue Standort wurde mit einer erneuten geoelektrischen Messung sowie mit einer maschinellen Aufschlussbohrung untersucht.

Das vorliegende Gutachten gilt nur nach Verifizierung und vorbehaltlich einer ausreichenden Fachbauleitung bzw. geotechnischen Baustellenbegleitung durch das Unterzeichnerbüro.

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

3 Grundlagen, Bearbeitungsunterlagen

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

- **DIN 4020**
"Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke"
- **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 2: Rammsondierungen (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 1997 - 2 (Eurocode EC - 7)**
"Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes" und nationales Anwendungsdokument (NAD)
- **DIN 1054**
"Baugrund, Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau"
- **VOB**
"Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen"
- **DIN 4124**
"Baugruben und Gräben; Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau"
- **DIBt - Richtlinie für Windenergieanlagen**
"Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung"
- **Grundbau - Taschenbuch (GBT)**
"fünfte Auflage, Teil 1, Ernst & Sohn"
- **RStO**
"Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen"
- **ZTV E - StB**
"Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau"
- **Floss, Rudolf**
"ZTVE Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Kommentar mit Compendium Erd- und Felsbau - 3. Auflage, Bonn, 2006"
- **ZTV V - SoB - StB**
"Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau"
- **TL SoB - StB**
"Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau"

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik



- **Geoviewer** der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (geoviewer.bgr.de - letzter Zugriff am 12.01.2021)
- **Geofachinformationssystem** des Landesamtes für Geologie und Bergwesen in Sachsen-Anhalt (lagb.Sachsen-anhalt.de - letzter Zugriff am 12.01.2021)

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

- **Windenergieprojekt Brumby-Förderstedt: Lageplan**, Maßstab 1 : 4.000, wp ingenieurbau GmbH, Rahden, vom 07.07.2020
- **Förderstedt: Lageplan (Rev. 3, Vorabzug)**, Maßstab 1 : 5.000, ENERCON GmbH, Aurich, vom 20.10.2020
- **Koordinatentabelle: Standortkoordinaten für WEA Förd 1 bis Förd 8**, vom 17.07.2020, per e-mail von der Windpark BÜchse GmbH & Co. KG, Löbnitz (Bode)
- **Koordinatentabelle: Standortkoordinaten für WEA Förd 1 bis Förd 8**, vom 21.10.2020, per e-mail von der Windpark BÜchse GmbH & Co. KG, Löbnitz (Bode)
- **Prüfbericht für eine Typenprüfung - Prüfung der Standsicherheit – Flachgründung** (Prüfnummer: 3108363-24-d Rev. 2), Windenergieanlage Vestas V162 – 5.4/5.6/6.0 MW, Hybridturm T20, 169 m Nabenhöhe - mit Auftrieb, TÜV Süd, 02.02.2021
- **Gutachterliche Stellungnahme für Lastannahmen zur Turmberechnung der Vestas V162-5.4/5.6/6.0 MW mit 169 m Nabenhöhe**, DNV GL Energy, 08.12.2020
- **Combine Foundation loads V162-5.4 & 5.6 MW, EnVentus, HH 169 m**, Vestas, 25.05.2020
- **Schalplan Fundament Ø24,50 m NH = 166 m und 169 m - VESTAS V162 Stahl - Beton - Hybridturm (T20)** von Max Bögl, 14.11.2019 / 15.11.2019
- **Anforderungen an Baugrundgutachten für Gründungen von Vestas - Windenergieanlagen und deren Kranstellflächen und Zuwegungen** von Vestas Deutschland GmbH, 13.11.2017

4 Örtliche Situation, geologischer Untergrund

Der geplante Windpark liegt etwa 6 bis 7 km nordöstlich von Staßfurt im Salzlandkreis. Wenige 100 m östlich verläuft die BAB A14. Die Standorte werden mit folgenden Koordinaten (UTM ETRS89 Zone 32) ausgewiesen:

Anlage	Ost	Nord
Förd 01	684275	5750983
Förd 02	684026	5750604
Förd 03	684670	5750815
Förd 04	684390	5750413
Förd 05	684847	5750390
Förd 06	684601	5750002

Tabelle 1: Standortkoordinaten

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik



Die Standorte werden aus südwestlicher Richtung über von der L71 abzweigende Wirtschaftswege und neu herzustellende Zuwegungen erreicht.

Die Standorte liegen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen in einer mehr oder weniger eben ausgeprägten Umgebung auf topographischen Höhen von etwa 80 m NHN.

Nachstehende Fotos geben einen visuellen Überblick über die Standortverhältnisse zum Erkundungszeitpunkt der Erkundungsdurchführung.

Foto 1: WEA Förd 01 - Blick Richtung Süden



Foto 2: WEA Förd 02 - Blick Richtung Süden



Foto 3: WEA Förd 03 - Blick Richtung N



Foto 4: WEA Förd 04 - Blick Richtung S (alter Standort)



Foto 5: WEA Förd 05 - Blick Richtung Norden



Foto 6: WEA Förd 06 - Blick Richtung Nordosten





Die Anlagenstandorte befinden sich im nordöstlichen Harzvorland. Das Gebiet zeichnet sich durch Strukturen aus, die zum Harzgebirge weitgehend parallel verlaufen. Sie sind wesentlich aus Gesteinen von Trias, Jura und Kreide aufgebaut und in ihrer Tektonik durch das Zechsteinsalz im Untergrund beeinflusst worden. Die Gesteinsschichten wurden großräumig gefaltet und bilden mehrere Sattel- und Muldenstrukturen.

Das Windparkgelände befindet sich am nordöstlichen Rand des Oschersleben-Staßfurt-Sattels, der entsprechend des allgemeinen geologischen Baus in Nordwest-Südost-Richtung verläuft und durch das Zechsteinsalz zu erklären ist, das entlang der in Nordwest-Südost-Richtung verlaufenden Störungszonen aufgedrungen ist. Durch das Abwandern des Salzes aus den Mulden ist es in den Kernbereichen der Sättel lokal zu einem bis zu 1000 m mächtigen Anstau des Zechsteinsalzes gekommen, wohingegen die Mulden eine Absenkung erfuhren und breitere Ausdehnungen haben. In Folge der Absenkung wurden schon im Alt-Tertiär Kiese, Sande, Tone und Braunkohlen abgelagert. Die erwähnten Sattelstrukturen sind im Gelände nicht immer sichtbar. Insbesondere dort, wo die Landschaft weitgehend eben ist, wurden die Festgesteine im Pleistozän flächendeckend mit Sand und Löss bedeckt.

Im Bereich der geplanten Anlagenstandorte stehen oberflächennah pleistozäne Lockersedimente an. Zumeist handelt es sich um tonigen und sandigen Schluff, verbreitet treten aber auch Sand und Kies auf. Darüber hinaus sind innerhalb der Lockersedimente auch größervolumige Gesteinskomponenten wie Findlinge eingelagert.

Nach Auswertung u.a. online zugänglicher geologischer Karten stehen im Liegenden die Gesteine des Unteren Muschelkalks und des Keupers an. Im Unteren Muschelkalk kommen im Wesentlichen Tonmergelstein, Kalkmergelstein und Kalkstein vor. Der Keuper wird von Ton-, Schluff-, Sand- und Mergelsteinen aufgebaut.

Innerhalb des Untersuchungsbereichs sind größere Störungszonen verzeichnet. Größtenteils handelt es sich um Überschiebungen, die parallel zu den Sattelachsen verlaufen, teilweise aber auch um quer zu den Achsen verlaufende Störungen, die die Gesteinsschichten auch seitlich gegeneinander versetzen. Ein Beispiel für eine solche in Südwest-Nordost-Richtung verlaufende Querstörung ist die sogenannte Hohenerxleben-Störung, die gemäß den geologischen Karten quer durch das Windparkgelände verläuft.

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

Den örtlichen Vorfluter bildet die *Bode*, die ca. 2 km südlich des Windparkgeländes verläuft. Etwa 6 km östlich mündet sie in die *Saale*.

Innerhalb des geländenahen Untergrundes können Grundwasserführungen auftreten. Diese werden durch Niederschlags- und Sickerwässer gebildet. Bindige Böden neigen zu Stauwasserbildungen. Das Bodenwasseraufkommen wird durch die jahreszeitigen Klimabedingungen gesteuert.



5 Baugrunderkundung

5.1 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:

14.09. bis 08.12.2020:

24 Rammkernsondierungen Ø50 - 80 mm
(RKS 1-1 bis RKS 6-2 (Standorte) und RKS W1 bis W 12 (Zuwegungen))

nach DIN 4020 bzw. DIN EN ISO 14688,

24 dynamische Rammsondierungen (DPH)
(DPH 1-1 bis DPH 6-2 (Standorte) und DPH W1 bis DPH W12 (Zuwegungen))
nach DIN 4094 bzw. DIN EN ISO 22476-2,

Geophysikalische Widerstandssondierungen
(jeweils mit Kreuzprofil)

nach dem Multielektroden - Wenner - Verfahren und aufgrund der festgestellten Untergrundverhältnisse zusätzlich

20.-29.04.2021:

1 maschinelle Kernbohrung
(Kurzbezeichnung: **KB WEA 7**)

nach DIN 4020 bzw. DIN EN ISO 14688.

In den Erkundungsstellen, die hinsichtlich ihrer Lage in den Lageplänen der Einzelstandorte der **Anlagen 1.1 bis 1.6** einkartiert sind, wurden Bodenschichten beschrieben sowie Schichtgrenzen und die Grundwasser- / Bodenfeuchtesituation eingemessen.

5.2 Erkundeter Bodenaufbau

Das im Verlauf der Erkundungsarbeiten angetroffene Bodenprofil wurde ingenieur-geologisch detailliert aufgenommen. Nachfolgend werden die Profilaufnahmen wiedergegeben.

Standort WEA Förd 01

Abbildungen 1a und 1b: Profilbalkendarstellung der Rammkernsondierungen (RKS)

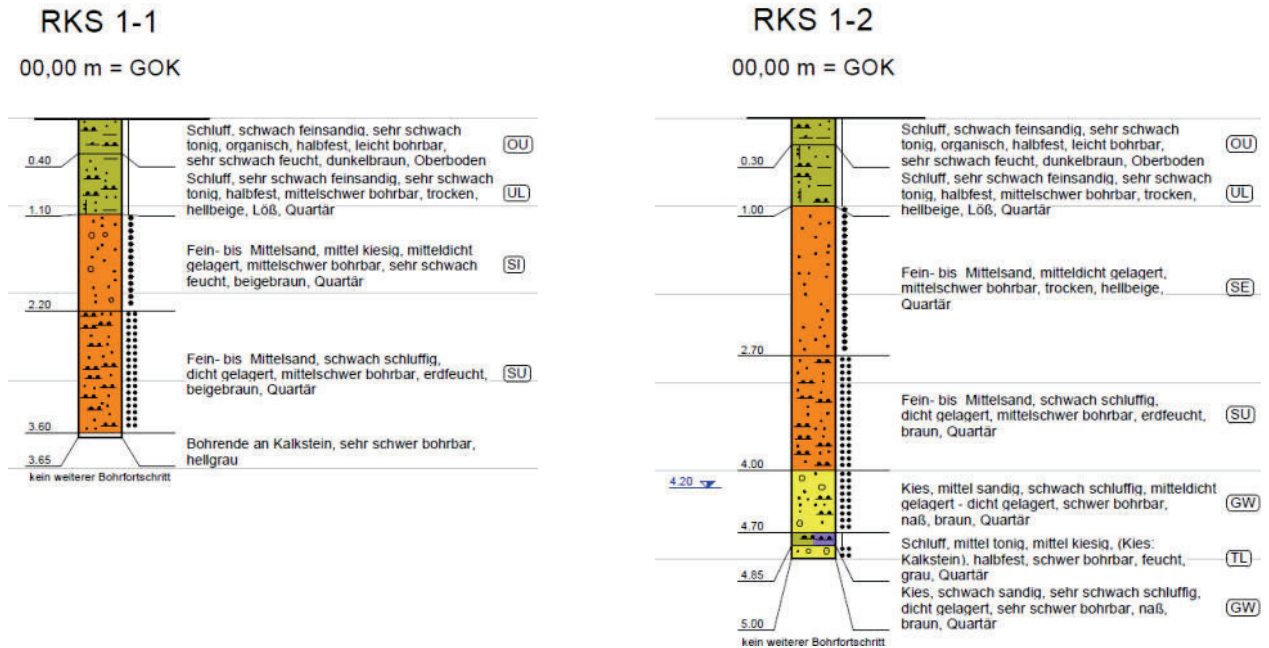
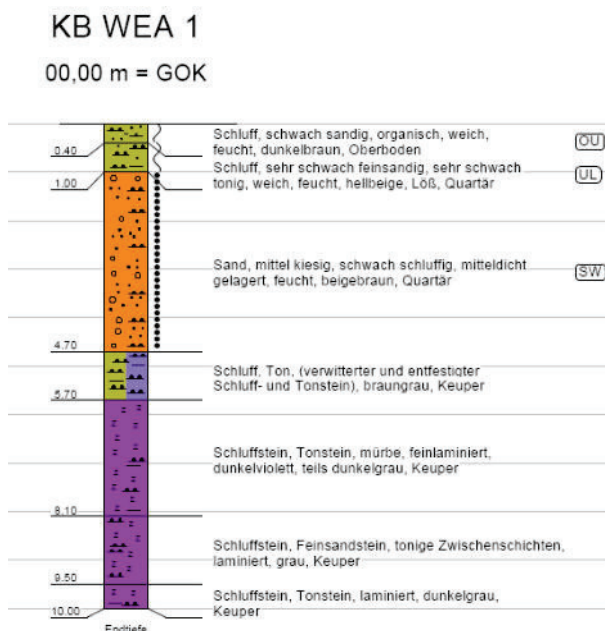


Abbildung 1c: Profilbalkendarstellung der Aufschlussbohrung



Standort WEA Förd 02

Abbildungen 1d und 1e: Profilbalkendarstellung der Rammkernsondierungen (RKS)

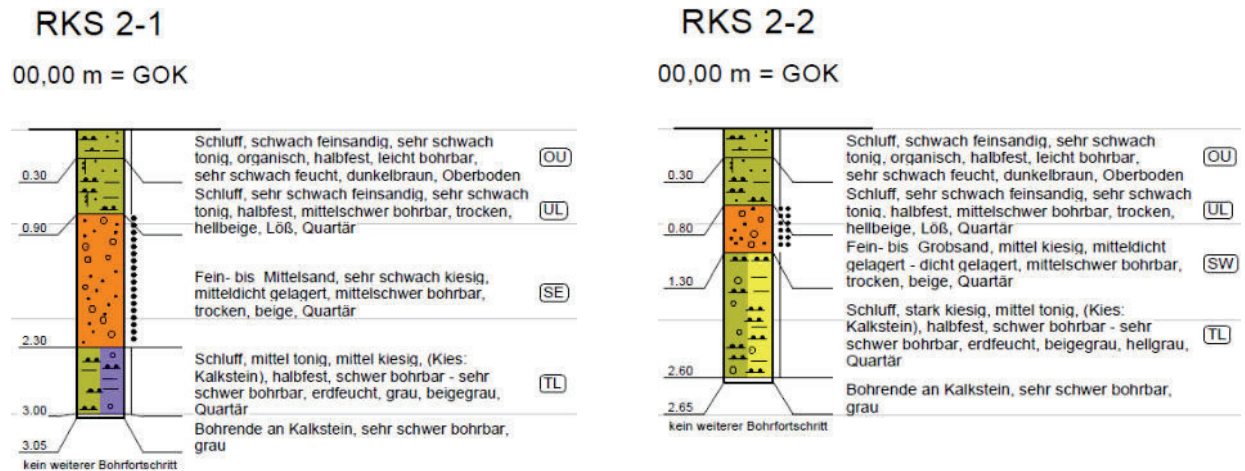
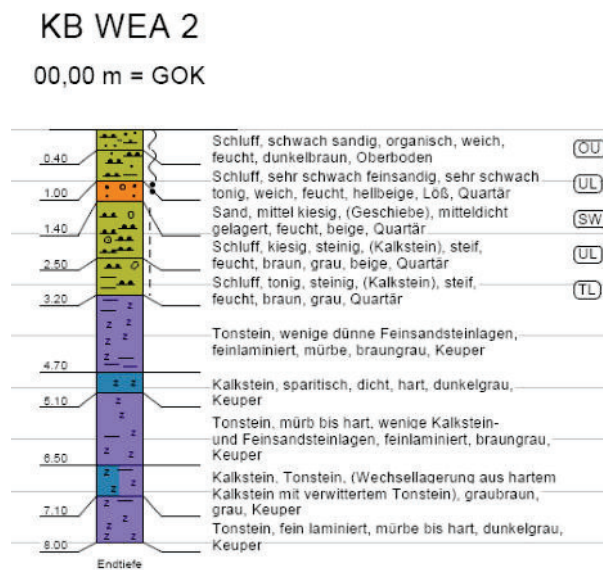


Abbildung 1f: Profilbalkendarstellung der Aufschlussbohrung



Standort WEA Förd 03

Abbildungen 1g und 1h: Profilbalkendarstellung der Rammkernsondierungen (RKS)

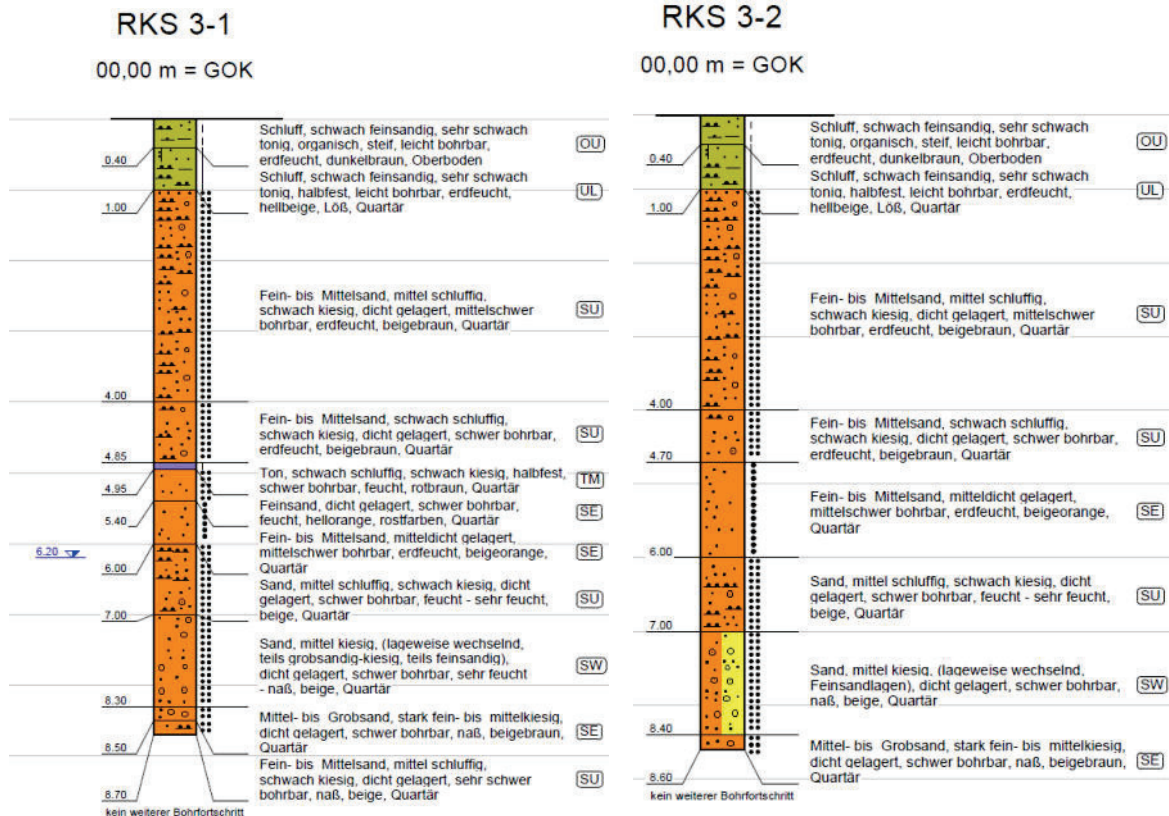
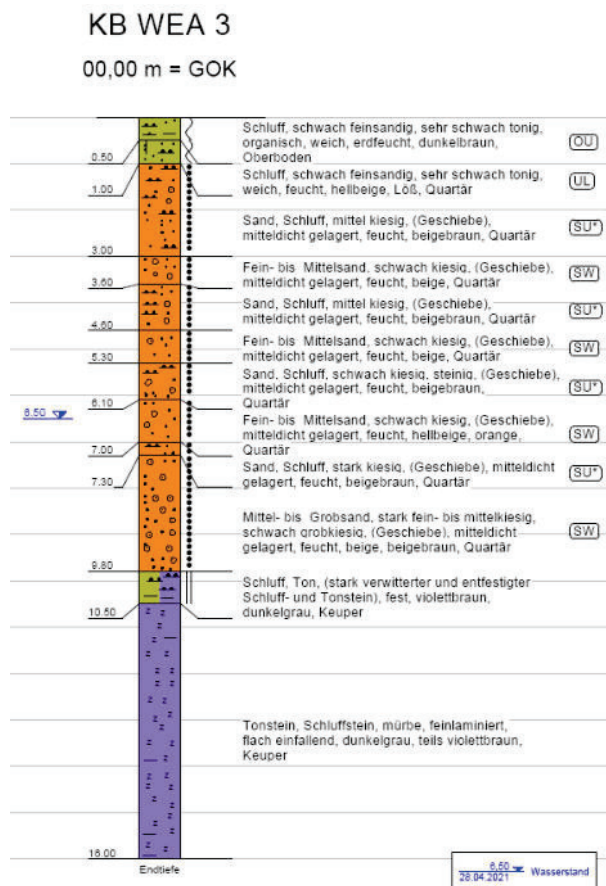


Abbildung 1i: Profilbalkendarstellung der Aufschlussbohrung

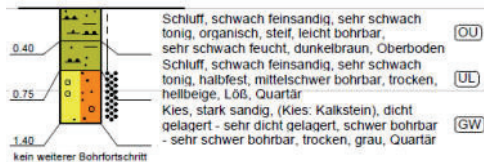


Standort WEA Förd 04 - alt

Abbildungen 1j und 1k: Profilbalkendarstellung der Rammkernsondierungen (RKS)

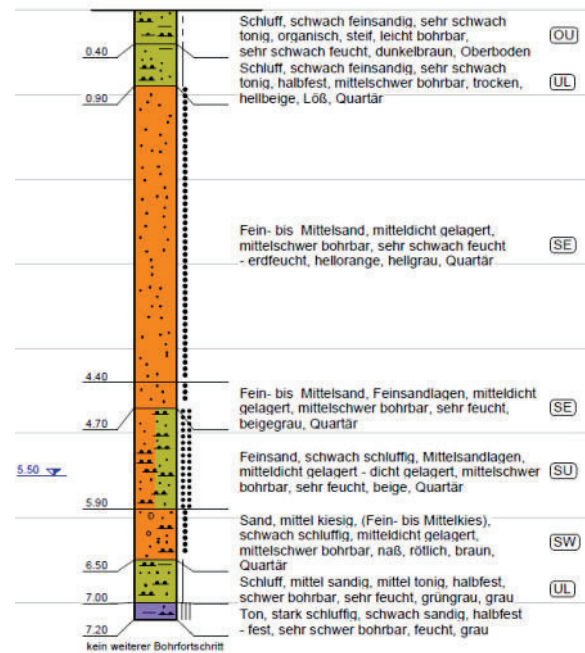
RKS 4-1

00,00 m = GOK



RKS 4-2

00,00 m = GOK

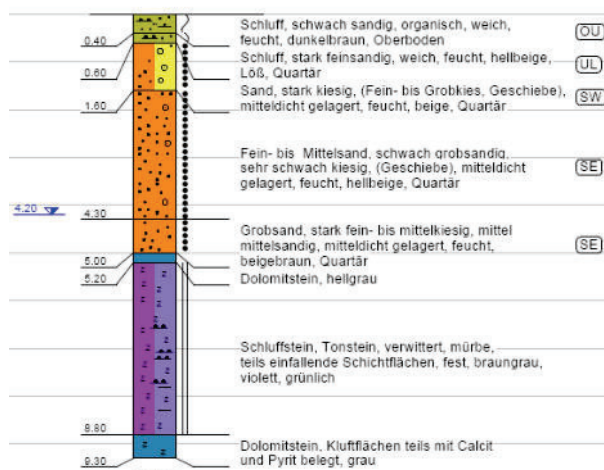


Standort WEA Förd 04

Abbildung 1l: Profilbalkendarstellung der Aufschlussbohrung

KB WEA 4

00,00 m = GOK



Standort WEA Förd 05

Abbildungen 1m und 1n: Profilbalkendarstellung der Rammkernsondierungen (RKS)

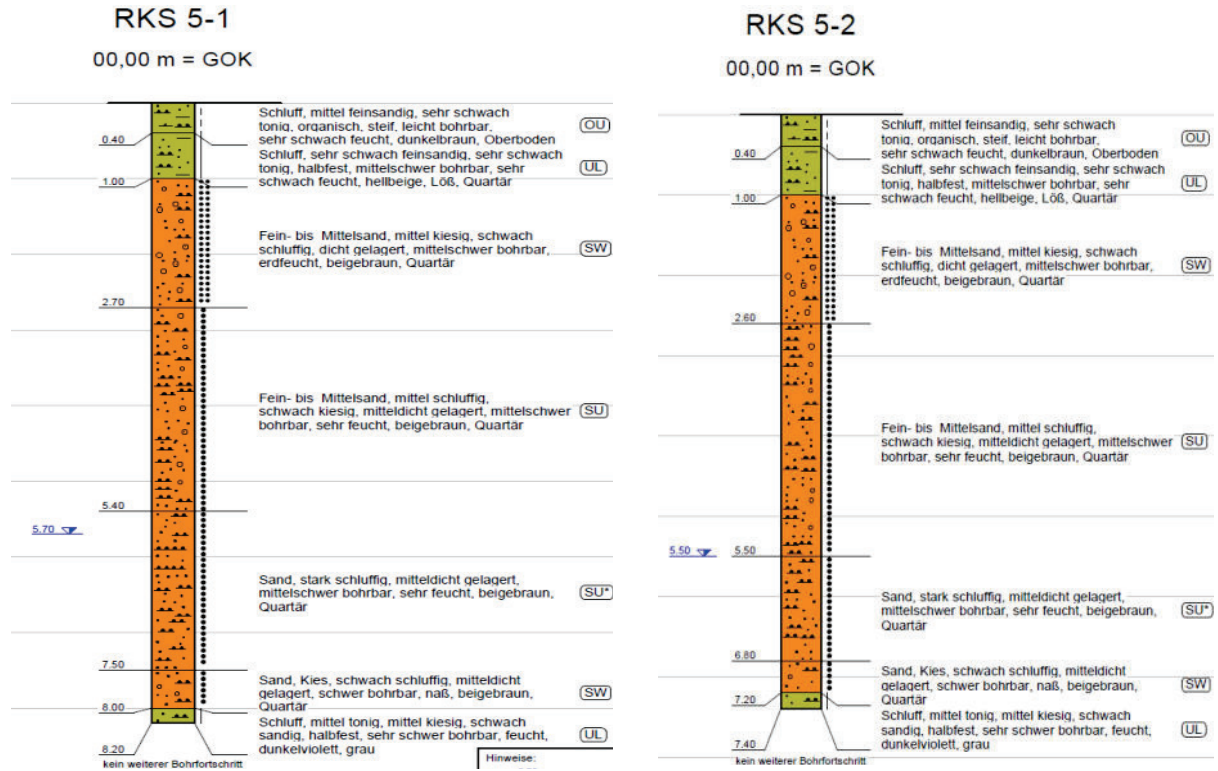
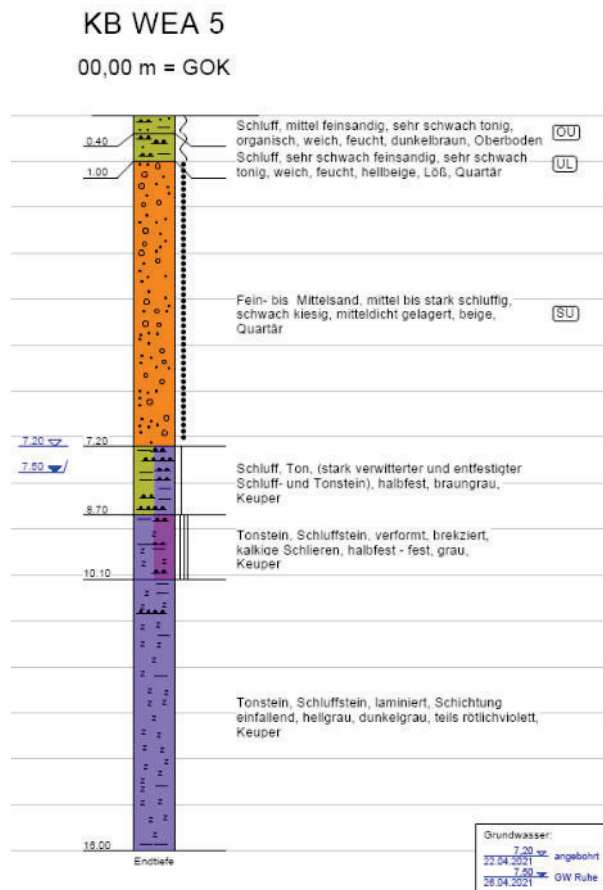


Abbildung 1o: Profilbalkendarstellung der Aufschlussbohrung



Standort WEA Förd 06

Abbildungen 1p und 1q: Profilbalkendarstellung der Rammkernsondierungen (RKS)

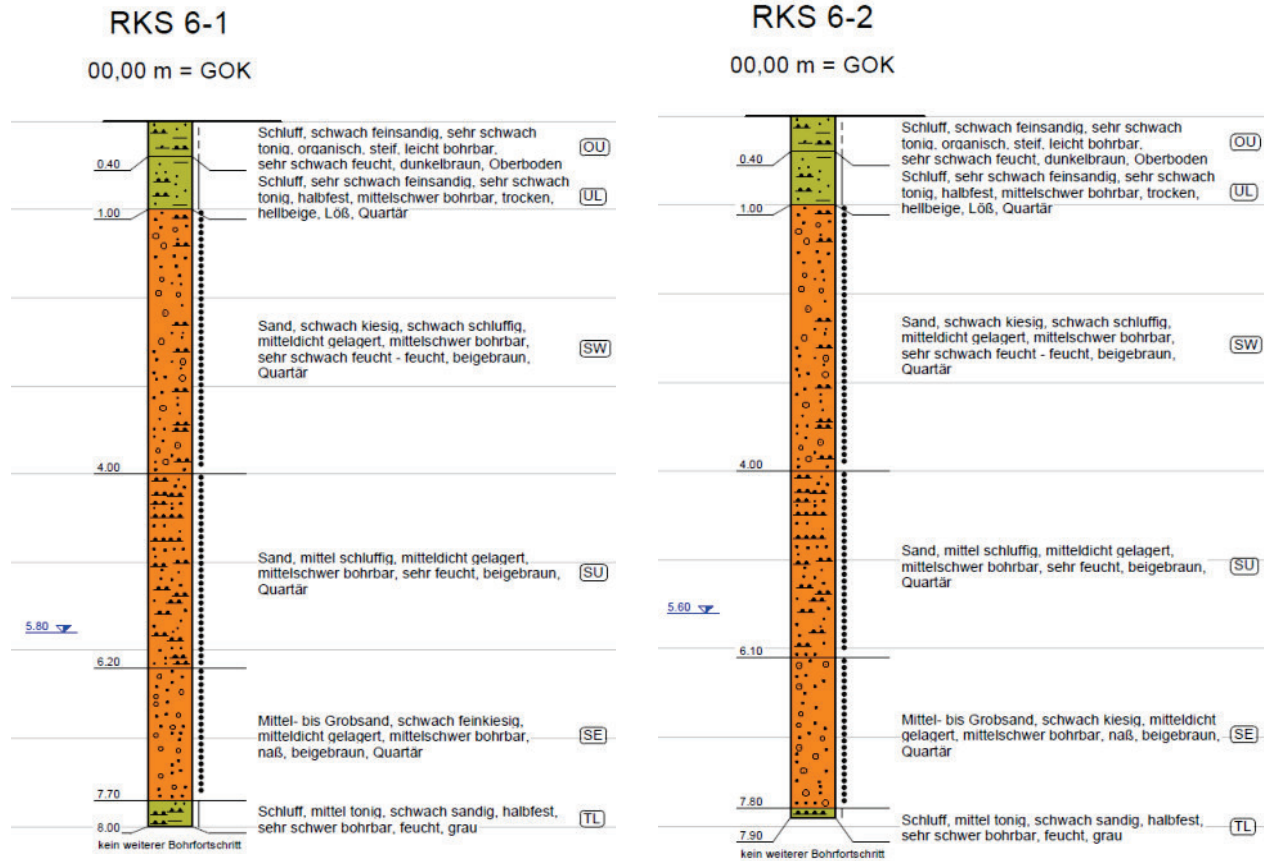
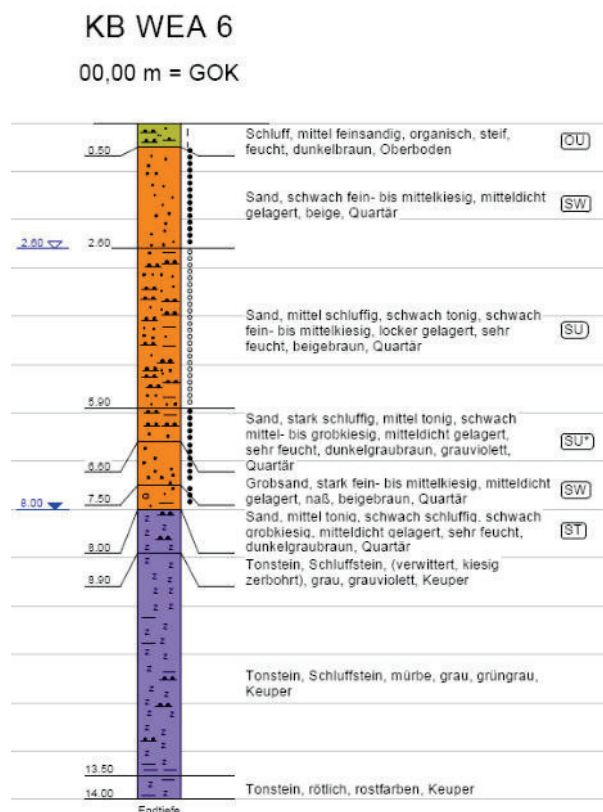


Abbildung 1r: Profilbalkendarstellung der Aufschlussbohrung





Zusammenfassung:

Unterhalb von geländeabdeckendem und organischem Oberboden folgen quartäre Lockersedimente. Zunächst sind dies tonig - sandige Schluffe. Ab der Schichtbasis von +/- 1 m schließen sich Sande mit teils bindigen und kiesigen Nebengemenganteilen an. Vereinzelt zwischengelagert oder an der Basis der Erkundungsstellen treten Tone und Schluffe auf, in denen ebenfalls örtlich Kiesanteile beigemischt sind.

Bohrhindernisse, die auf Einlagerungen größervolumiger Gesteinskomponenten hindeuten (Findlinge) konnten nicht festgestellt werden. Sie sind jedoch grundsätzlich nicht auszuschließen.

Am Standort **Förd 02** wurden ab Tiefe von 1,30 bzw. 2,30 m unter GOK innerhalb der Schluffschicht Einlagerungen an Kalksteinkiesen angetroffen. Es handelt sich dabei um Verwitterungsprodukte der Gesteine des Keupers.

Allen Sondierungen gemein ist das Auftreffen auf undurchdringbare Bohrwiderstände im Basisbereich, so dass die Erkundungsstellen bei Erreichen der geräteauslastungsgrenze beendet werden mussten. Anhand der Aufschlussbohrungen konnte belegt werden, dass jeweils auf felsige Strukturen getroffen wurde. Überwiegend handelt es sich um Schluff- und Tonstein, örtlich sind Kalk-, Dolomit- oder Feinsandsteine zwischengeschaltet.

Die **Anlagen 2.1 bis 2.12 und 2.25 bis 2.30** zeigen nochmal in separaten Darstellungen die aufgenommenen Bodenprofile.

Die Prüfung der erkundeten Bodenschichten hinsichtlich Organoleptik ergab kein Verdachtsmoment.

5.3 Bodenwasserverhältnisse

Mittels Lichtlot wurden nach Bohr- bzw. Rammende folgende Wasserstände eingemessen:

Standort	Bohrung / Sondierung	Wasserstand gemessen m u. GOK	Bohrloch zugefallen m u. GOK	Messdatum
WEA Förd 1	RKS 1-1	--	--	16.09.2020
	RKS 1-2	4,20	4,85	16.09.2020
	DPH 1-1	--	3,25	24.09.2020
	DPH 1-2	--	4,15	24.09.2020
	KB WEA 1	--	--	29.04.2021
WEA Förd 2	RKS 2-1	--	--	16.09.2020
	RKS 2-2	--	--	16.09.2020
	DPH 2-1	--	--	24.09.2020
	DPH 2-2	--	--	24.09.2020
	KB WEA 2	--	--	28.04.2021

WEA Förd 3	RKS 3-1	6,20	7,10	16.09.2020
	RKS 3-2	--	5,50	16.09.2020
	DPH 3-1	--	--	22.09.2020
	DPH 3-2	5,50	6,50	22.09.2020
	KB WEA 3	6,50	--	28.04.2021
WEA Förd 4	RKS 4-1	--	--	15.09.2020
	RKS 4-2	5,50	5,60	15.09.2020
	DPH 4-1	4,25	5,10	23.09.2020
	DPH 4-2	--	4,00	23.09.2020
	KB WEA 4	4,20	--	27.04.2021
WEA Förd 5	RKS 5-1	5,70	7,50	16.09.2020
	RKS 5-2	5,50	6,80	16.09.2020
	DPH 5-1	4,45	6,20	22.09.2020
	DPH 5-2	3,80	5,10	22.09.2020
	KB WEA 5	7,20 / 7,50	--	22./26.04.2021
WEA Förd 6	RKS 6-1	5,80	6,60	15.09.2020
	RKS 6-2	5,60	6,20	15.09.2020
	DPH 6-1	3,40	6,10	23.09.2020
	DPH 6-2	3,60	6,00	23.09.2020
	KB WEA 6	2,60 / 8,00	--	21./22.04.2021

Tabelle 2: Während der Erkundungsarbeiten gemessene Grundwasserstände

Der Bodenaufbau im Bereich der geplanten **WEA Förd 01** und **Förd 03 bis 06** ist grundwasserführend. Innerhalb der quartären Sande sammeln sich Niederschlags- und Sickerwässer, da sie von den örtlich in Tiefen ab ca. 7 bis 8 m anstehenden tonigen Schluffen, die als Grundwasserhemmer wirken, aufgestaut werden.

Im Bereich der geplanten WEA **Förd 2** wird innerhalb des geländenahen und bauwerksrelevanten Untergrundes kein zusammenhängender Grundwasserspiegel erwartet. Dennoch können lokale Grundwasserführungen in stärker klüftigen und verwitterten Partien nicht ausgeschlossen werden. Diese treten in Abhängigkeit des jahreszeitigen Klimaverlaufes in Form von Schicht-/ Hang- bzw. Sickerwasser auf. Des Weiteren können sich innerhalb der geländenahen Verwitterungsprodukte örtlich Stauwässer einstellen.

Generell gilt es zu beachten, dass es sich bei dem Messbefund um eine aktuelle Feststellung zum Zeitpunkt der Erkundungsarbeiten handelt. Langzeitmessungen liegen für die einzelnen Standorte nicht vor. Auch ist zu beachten, dass den Erkundungsarbeiten eine lange niederschlagsdefizitäre Trockenperiode vorausgegangen ist. Im Verlauf niederschlagsreicher Jahreszeiten kann ein erhöhtes Grundwasseraufkommen und in Schichtabschnitten überhöhte Bodenfeuchte auftreten. Stauwasser ist insbesondere auf stärker lehmigen Bodenhorizonten unterhalb des Oberbodens möglich. Langfristige Aussagen zu den bodenhydrologischen Verhältnissen an den einzelnen Standorten können nur nach Herstellung von verrohrten Messpegeln bzw. -brunnen erfolgen.

5.4 Dynamische Widerstandsmessungen

Zur Bestimmung der dynamischen Eindringwiderstände und zur Bestätigung der sensitiven Bodenansprache wurden an den Standorten zusätzlich Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2 ausgeführt.

Bei der Rammsondierung wird der Eindringwiderstand einer Sondierspitze genormten Durchmessers gemessen, die mit einer definierten Rammenergie (Fallhöhe und Fallgewicht) senkrecht in den Untergrund gerammt wird. Hierbei wird die Anzahl der Schläge des Fallgewichtes pro 10 cm Eindringung (N_{10}) mit vorgegebener Fallhöhe gezählt. Die Ergebnisse werden als Widerstandslinie in einer Stufengrafik dargestellt.

Die Auswertung der Rammsondierung erfolgt unter Beachtung der allgemeinen Grundsätze der DIN EN ISO 22476 auf der Grundlage einer Gegenüberstellung von Schlagzahlbereichen und Lagerungsdichte bei grobkörnigen Böden und von Schlagzahlbereichen und Konsistenz bei feinkörnigen Böden. Aufgrund der vorwiegend nicht bindigen Strukturen erfolgt die Zuordnung des Lagerungsdichte "locker" bis "sehr dicht". Bei der Auswertung wird nach PRINZ / STRAUSS, (2017), Tabelle 4.8 berücksichtigt:

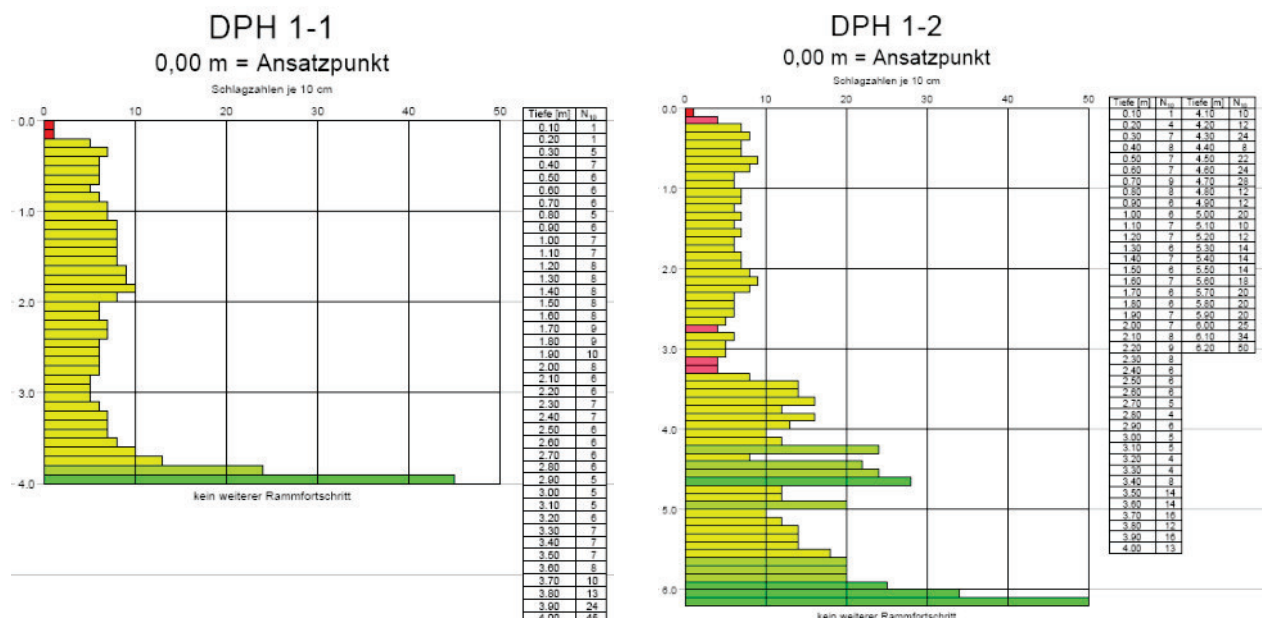
Lagerungsdichte	DPH N_{10}
locker	1 - 4
mitteldicht	4 - 13
dicht	13 - 24
sehr dicht	>24

Tabelle 3: Einteilung Lagerungsdichte nach Schlagzahlen der schweren Rammsonde

Nachfolgend wird das Ergebnis der Prüfstellen wiedergegeben.

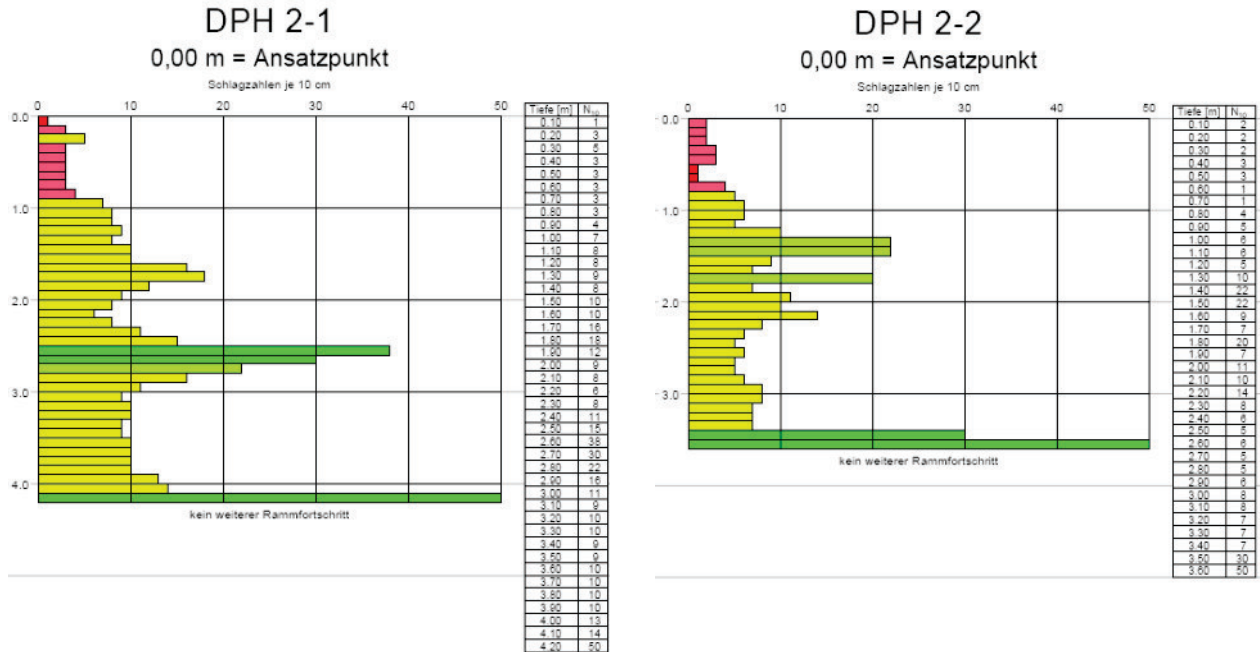
Standort WEA Förd 01

Abbildungen 2a und 2b: Widerstandslinien der dynamischen Rammsondierungen (DPH)



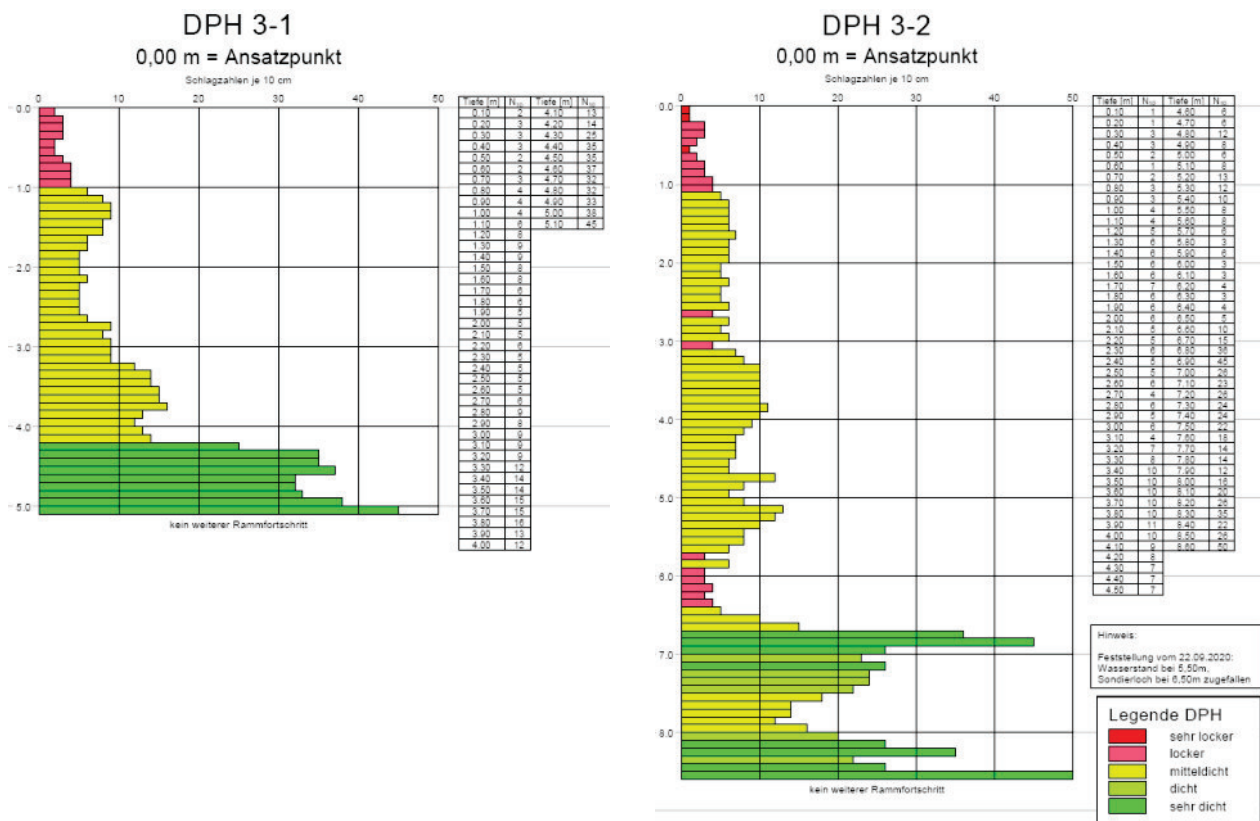
Standort WEA Förd 02

Abbildungen 2c und 2d: Widerstandslinien der dynamischen Rammsondierungen (DPH)



Standort WEA Förd 03

Abbildungen 2e und 2f: Widerstandslinien der dynamischen Rammsondierungen (DPH)



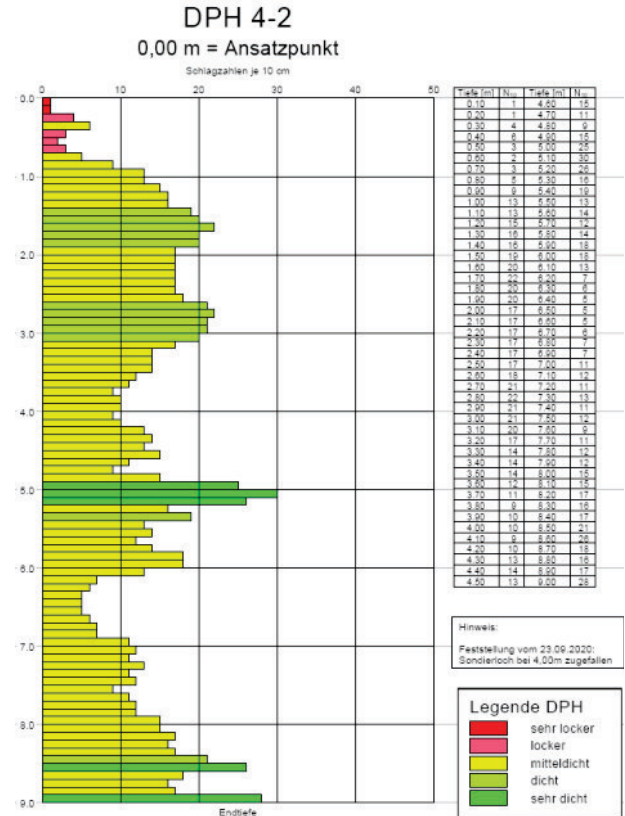
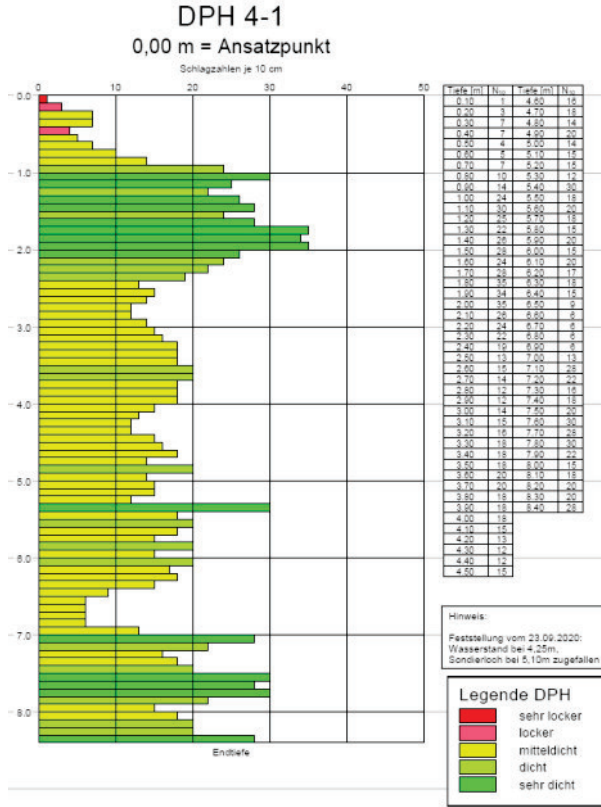
Hinweis:
Feststellung vom 22.09.2020:
Wasserstand bei 5,50m,
Sonderloch bei 6,50m zugelassen

Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

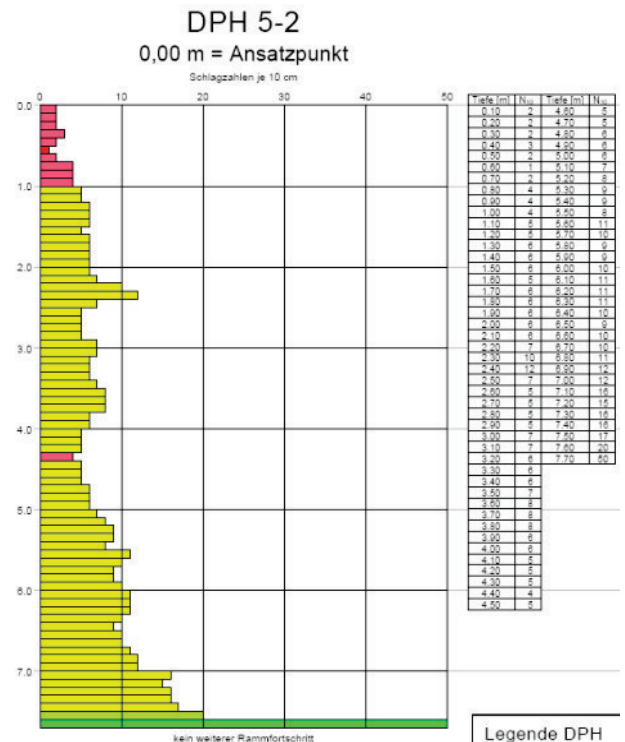
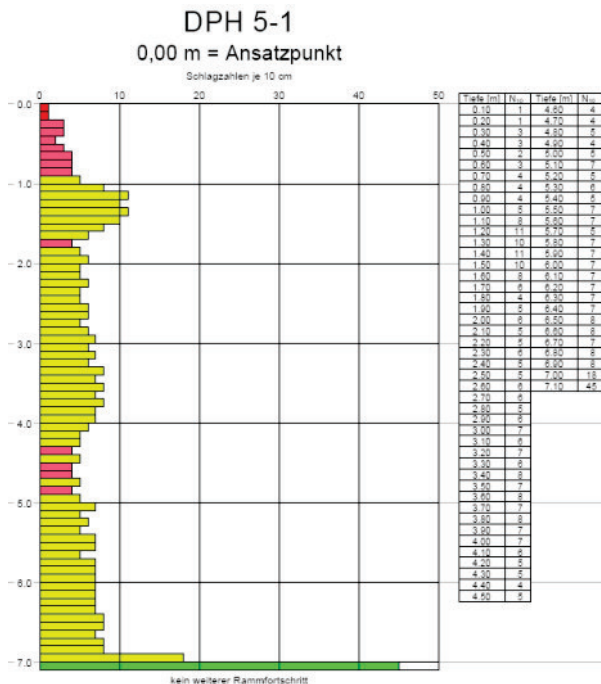
Standort WEA Förd 04 - alt

Abbildungen 2g und 2h: Widerstandslinien der dynamischen Rammsondierungen (DPH)



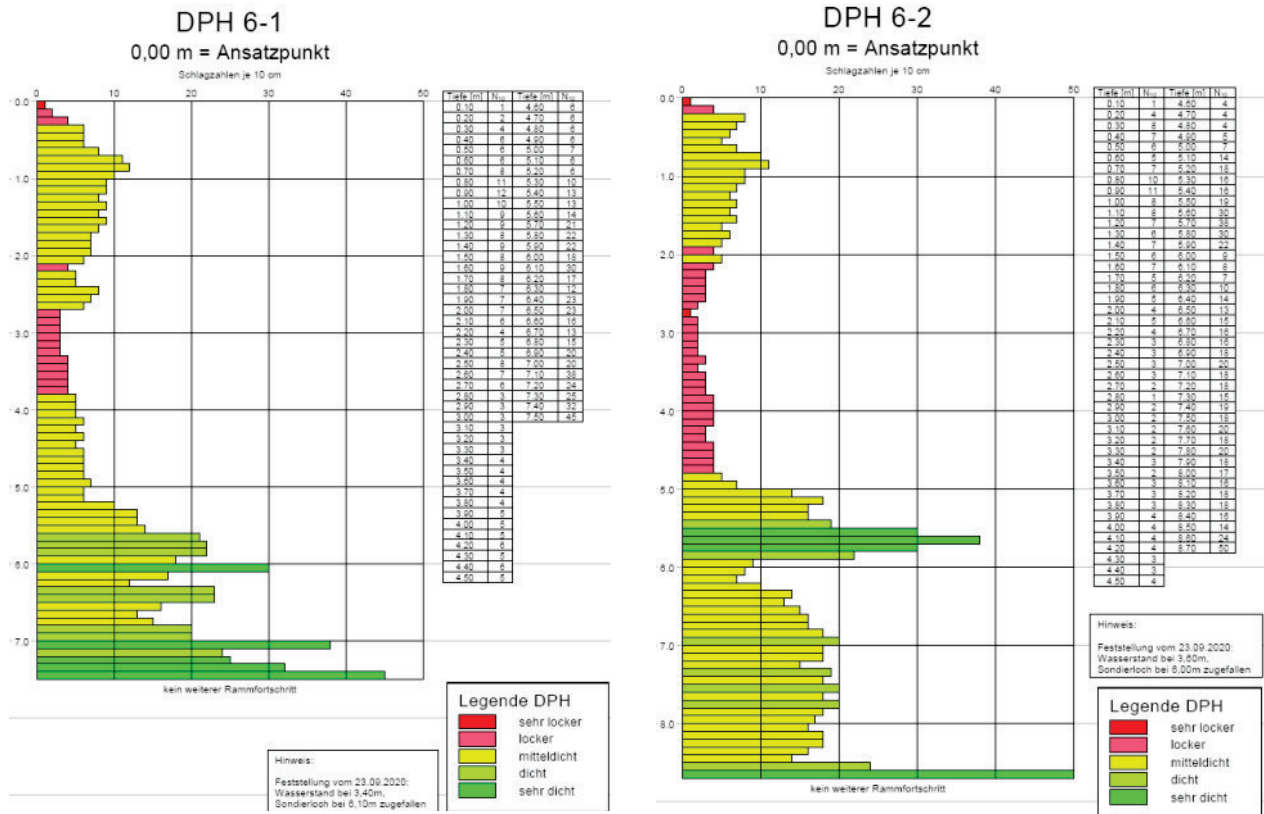
Standort WEA Förd 05

Abbildungen 2i und 2j: Widerstandslinien der dynamischen Rammsondierungen (DPH)



Standort WEA Förd 06

Abbildungen 2kj und 2li: Widerstandslinien der dynamischen Rammsondierungen (DPH)



Das Ergebnis wird zusammenfassend wie folgt beschrieben:

Standort Förd 01

Mitteldichte Lagerung bis Tiefe von ca. 3 bis 4 m unter GOK dann Zunahme zu mitteldicht bis dicht - ab 4 bzw. 6 m unter GOK sehr dichte Lagerung. Kein weiterer Rammfortschritt bei 4 bzw. 6,2 m unter GOK.

Standort Förd 02

Mitteldichte Lagerung bis Tiefe von ca. 3,5 bis 4 m unter GOK dann Zunahme zu sehr dichter Lagerung. Kein weiterer Rammfortschritt bei 3,6 bzw. 4,2 m unter GOK.

Standort Förd 03

Mitteldichte Lagerung bis Tiefe von ca. 4 bis 6,5 m unter GOK dann Zunahme zu mitteldicht bis sehr dicht. Kein weiterer Rammfortschritt bei 5,1 bzw. 8,6 m unter GOK.

Standort Förd 04 - alt

Stark variierender Widerstandsverlauf entlang der Prüfstrecke mit wechselhaften mitteldichten bis sehr dichten Schichtzonen. Endtiefe bei 8,4 bzw. 9 m unter GOK.

Standort Förd 05

Mitteldichte Lagerung bis Tiefe von ca. 7 bis 7,5 m unter GOK dann sprunghafte Zunahme zu sehr dicht und kein weiterer Rammfortschritt bei 7,1 bzw. 7,7 m unter GOK.

Standort Förd 06

Mitteldichte Lagerung bis Tiefe von ca. 2 m unter GOK dann Abnahme zu locker gelagert. Ab etwa 4 bzw. 5 m Zunahme zu mitteldicht bis sehr dicht. Kein weiterer Rammfortschritt bei 7,5 bzw. 8,7 m unter GOK.

Die **Anlagen 3.1 bis 3.12** zeigen nochmal in separaten Darstellungen die Widerstandslinien.

5.5 Charakteristische Bodenkennwerte

Bis zur maximalen Tiefe der Erkundungsstellen werden die angetroffenen Bodenschichten hinsichtlich ihrer wahrscheinlichen Kennwerte abgeleitet und sind **Mittelwerte**. Die Kennwerte der Tabelle gelten für den natürlichen, d.h. ungestörten Zustand.

Bodenschicht	Wichte γ / γ' kN / m ³	Reibungswinkel ϕ' Grad	Steifemodul E_s kN / m ²	Kohäsion c'/c_u kN / m ²
Schluff, organisch (Oberboden)	17,0 / 7,0	17,5	kein Lastboden	0,0 / 15,0
Schluff (Quartär)	19,5 / 9,5	22,5	5.000	5,0 / 25,0
Fein- bis Grobsand (Quartär)	18,5 / 8,5	32,5	40.000	0,0 / 0,0
Sand, stark schluffig (Quartär)	19,0 / 9,0	30,0	20.000	0,0 / 5,0
Kies (Quartär)	20,0 / 10,0	35,0	60.000	0,0 / 0,0
Ton (Quartär)	19,5 / 9,5	22,5	6.000	35,0 / 75,0

Tabelle 4: Charakteristische Bodenkennwerte

5.6 Bautechnische Einteilung

Nach den örtlichen Feststellungen ist der angrenzende Untergrund bis zur maximalen Erkundungstiefe für bautechnische Zwecke wie folgt einzuordnen:

Bodenschicht	Boden- gruppe DIN 18196	Klassifikation DIN 18196	Boden- klasse DIN 18300	Homogen- bereich "Erdarbeiten" *)	Frost- empfindlichkeit ZTVE-StB
Schluff, organisch (Oberboden)	OU	organogene Böden	1	A	F 2
Schluff (Quartär)	UL, TL	bindige, feinkörnige Böden	4	B	F 3
Fein- bis Grobsand (Quartär)	SI, SU, SE, SW	nicht bindige, grob- körnige und schwach bindige, gemischt- körnige Böden	3	C	F 1 + F 2
Sand, stark schluffig (Quartär)	SU*	bindige, gemischt- körnige Böden	4	B	F 3
Kies (Quartär)	GW	nicht bindige, grob- körnige Böden	3	C	F 1
Ton (Quartär)	TM	bindige, feinkörnige Böden	4	B	F 3

Tabelle 5: Bautechnische Einteilung

*) Vorschlag - ohne VOB-verbindlichen Charakter

Erläuterungen zu den Einteilungen

➤ Bodengruppen (DIN 18196)

- **GE:** enggestufte Kiese **GW** weitgestufte Kies - Sand - Gemische **GI:** intermittierend gestufte Kies - Sand - Gemische
- **SE:** enggestufte Sande **SW** weitgestufte Sand - Kies - Gemische **SI:** intermittierend gestufte Sand - Kies - Gemische
- **GU bzw. GU*:** Kies - Schluff - Gemische **GT bzw. GT*:** Kies - Ton - Gemische
- **SU bzw. SU*:** Sand - Schluff - Gemische **ST bzw. ST*:** Sand - Ton - Gemische
- **UL:** leicht plastische Schluffe **UM:** mittelplastische Schluffe **UA:** ausgeprägt plastische Schluffe
- **TL:** leicht plastische Tone **TM:** mittelplastische Tone **TA:** ausgeprägt plastische Tone
- **OU:** Schluffe mit organischen Beimengungen **OT:** Tone mit organischen Beimengungen
- **OH:** grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art **HN:** nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)
- **HZ:** zersetzte Torfe **A:** Auffüllungen

➤ Bodenklassen (DIN 18300 und VOB "Erdarbeiten"):

- **Bodenklasse 1:** Oberboden (Mutterboden) - oberste Bodenschicht, die neben anorganischen Stoffen auch Humus und Bodenlebewesen enthält.
- **Bodenklasse 2:** Fließende Bodenarten - von flüssiger bis zähflüssiger Beschaffenheit, die das Wasser schwer abgeben.
- **Bodenklasse 3:** Leicht lösbare Bodenarten - nicht bindige bis schwach bindige Sande, Kiese, und Sand - Kies - Gemische mit bis zu 15 Gewichtsprozent Beimengungen an Schluff und Ton und mit höchstens 30 Gew.-% Steinen über 63 mm Korngröße und bis zu 0,01 m³ Rauminhalt. Organische Bodenarten mit besserer als breiiger Konsistenz sowie Torfe.
- **Bodenklasse 4:** Mittelschwer lösbare Bodenarten - Gemische von Sand, Kies, Schluff und Ton mit einem Anteil von mehr als 15 Gew.-%, sowie bindige von leichter bis mittlerer Plastizität und höchstens 30 Gew.-% Steine von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt.
- **Bodenklasse 5:** Schwer lösbare Bodenarten - Bodenarten nach den Bodenklassen 3 und 4, jedoch mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt. Ebenso nicht bindige und bindige Bodenarten mit höchstens 30 Gew.-% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt sowie ausgeprägt plastische Tone, die je nach Wassergehalt weich bis fest sind.
- **Bodenklasse 6:** Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt haben, jedoch stark klüftig, brüchig, bröckelig, schiefrig, weich oder verwittert sind, sowie vergleichbare verfestigte bindige und nicht bindige Bodenarten, wie sie z.B. durch Austrocknen, Gefrieren oder chemischen Bindungen hervorgerufen werden; nicht bindige und bindige Bodenarten mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt.
- **Bodenklasse 7:** Schwer lösbarer Fels - Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt und hohe Gefügesteifigkeit haben und die nur wenig klüftig oder verwittert sind. Festgelagerter, unverwitterter Tonschiefer, Nagelfluhschichten, Schlackenhalde der Hüttenwerke sowie dergleichen.

➤ Homogenbereiche (DIN 18300 (2015) und VOB / C "Erdarbeiten"):

- **Definition:** Gemäß ATV DIN 18304 (2012) sind Boden und Fels in Homogenbereiche (Schichteneinteilung) einzuteilen. Ein Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich aus einer oder mehreren Boden- und Felsschichten nach DIN 4020 und DIN EN 1997, T. 2, dessen bautechnische Eigenschaften eine definierte Streuung aufweisen und sich von den Eigenschaften der abgegrenzten Bereiche abheben.
- Die DIN 18300 (2012) wurde zurückgezogen - die Einteilung in Bodenklassen (bisher 1 - 7) entfällt.

➤ Frostempfindlichkeit (ZTVE - StB):

- **Frostempfindlichkeitsklasse F1:** nicht frostempfindlich
- **Frostempfindlichkeitsklasse F2:** gering bis mittel frostempfindlich
- **Frostempfindlichkeitsklasse F3:** sehr frostempfindlich



Hinweis: Die Abschätzung der Werte für die Homogenbereiche erfolgt auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen und der Erfahrung aus Projekten mit ähnlichen / vergleichbaren Böden sowie auf Grundlage von Literatur- und Tafelwerten. Die Angabe der nach DIN 18300 vorgesehenen Kennwerte für die Homogenbereiche ist mit entsprechender Genauigkeit und Aussagekraft nur auf der Grundlage eines entsprechenden Umfangs an Feld- und Laboruntersuchungen möglich.

5.7 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 daher notwendig, den k_f - Wert (so genannter "Durchlässigkeitsbeiwert") zu bestimmen. Für die Bodenschichten bis in maximale Tiefe des Erkundungsaufschlusses werden die Durchlässigkeiten nach Erfahrung wie folgt angegeben:

Bodenschicht	k_f - Wert m / s	Durchlässigkeit nach DIN 18130
Schluff, organisch (Oberboden)	10^{-5} - unter 10^{-6}	durchlässig bis schwach durchlässig
Schluff (Quartär)	unter 10^{-6} - unter 10^{-8}	schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig
Fein- bis Grobsand (Quartär)	10^{-3} - 10^{-5}	stark durchlässig bis durchlässig
Sand, stark schluffig (Quartär)	10^{-5} - unter 10^{-6}	durchlässig bis schwach durchlässig
Kies (Quartär)	10^{-3} - 10^{-4}	stark durchlässig
Ton (Quartär)	unter 10^{-8}	sehr schwach durchlässig

Tabelle 6: Abschätzung Durchlässigkeit

Generell ist zu beachten: Die im relevanten Untergrund anstehenden quartären Sande und Kiese sind gut wasserdurchlässig. Allerdings sind diese schichtweise mit bindigen Nebengemengeanteilen durchsetzt. Zudem haben sich an einigen Standorten dichte bis sehr dichte Lagerungsverhältnisse herausgestellt. Beides führt zu einer Einschränkung einer raschen Versickerungsfähigkeit.

5.8 Erdbebensicherheit

Nach DIN EN 1998-1 / NA: 2011-01 und der aktuellen zugehörigen "Karte der Erdbebenzonen in der Bundesrepublik Deutschland" gehört die Umgebung zu keiner Erdbebenzone.

5.9 Bauchemische Grundwasser- / Bodenbeprobung

Gemäß den Anforderungen des Anlagenherstellers wurden Untersuchungen auf betonaggressive Stoffe nach DIN 4030 vorgenommen. Analysiert wurde eine Grundwasserprobe aus den Sondierungen am Standort WEA Förd 06 (Probe "WEA 6 GW") und zwei Bodenproben aus dem Kerngewinn der Sondierungen RKS 1-1 (Tiefenbereich 2,0 bis 3,0m) und RKS 4-2 (Tiefenbereich 1,0 bis 4,7m).

Die Probenentnahme und Analytik erfolgte auf der Grundlage:

- Norm Entwurf **DIN 4030-1**, Ausgabe: 2006-09
Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase - Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte
- Norm-Entwurf **DIN 4030-2**, Ausgabe: 2006-09
Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase
Teil 2: Entnahme und Analyse von Wasser- und Bodenproben

Die folgende Tabelle gibt die Grenzwerte zur Einordnung des Angriffsgrads nach DIN 4030 an (Tabelle entnommen aus Baustoffchemie,.. Springer Verlag, Tab. 4.38)

Tabelle 4.38: Angreifende Bestandteile in Wässern zur Einordnung des chemischen Angriffs (DIN 4030 und EN 206)

Angreifende Bestandteile	Prüfverfahren	Angriffsgrad (Expositionsklasse)		
		Schwach (XA1)	Mäßig (XA2)	Stark (XA3)
Grundwasser				
pH-Wert	ISO 4316 DIN 4030-2	≤ 6,5 und ≥ 5,5	< 5,5 und ≥ 4,5	< 4,5 und ≥ 4,0
Kalklösendes CO ₂ in $\frac{mg}{l}$	DIN 4030-2	≥ 15 und ≤ 40	> 40 und ≤ 100	> 100 bis Sättigung
Ammonium NH ₄ ⁺ in $\frac{mg}{l}$	ISO 7150-1 ISO 7150-2 oder DIN 4030-2	≥ 15 und ≤ 30	> 30 und ≤ 60	> 60 und ≤ 100
Magnesium Mg ²⁺ in $\frac{mg}{l}$	ISO 7980 oder DIN 4030-2	≥ 300 und ≤ 1 000	≥ 1 000 und ≤ 3 000	> 3 000 bis Sättigung
Sulfat SO ₄ ²⁻ in $\frac{mg}{l}$	DIN EN-196-2 DIN 4030-2	≥ 200 und ≤ 600	> 600 und ≤ 3 000	> 3 000 und ≤ 6 000
Boden				
Säuregrad des Bodens in $\frac{ml}{kg}$	DIN 4030-2	> 200 Baumann-Gully	In der Praxis nicht anzutreffen	
Sulfat in $\frac{mg}{kg}$ insgesamt	DIN EN 196-2	≥ 2 000 und ≤ 3 000	> 3 000 und ≤ 12 000	> 12 000 und ≤ 24 000

Tabelle 7a: Grenzwerttabelle nach DIN 4030

Für die Beurteilung des Betonangriffs ist der höchste Angriffsgrad maßgebend. Liegen wenigstens zwei Werte im oberen Viertel eines Bereichs, so erhöht sich der Angriffsgrad um eine Stufe.

Die Ergebnisse der Analytik sind als **Anlage 4** angefügt.

Der Analysebefund hat folgendes Ergebnis bestimmt:

Parameter	Förd 06 WEA 6 GW	Förd 01 RKS 1-1 2-3m	Förd 04 RKS 4-2 1,0-4,7m
pH	7,3	--	--
CO ₂	<1 mg / l	--	--
NH ₄ ⁺	1,9 mg / l	--	--
Mg ²⁺	280 mg / l	--	--
SO ₄ ²⁻	1900 mg / l	428 mg/kg	543 mg/kg
Säuregrad nach Baumann - Gully	--	3 ml/kg	<1 ml/kg

Tabelle 7b: Analysenergebnisse der Wasserprobe "WEA 6 GW" und der Bodenproben "RKS 1-1 2-3m" sowie "RKS 4-2 1,0-4,7m"

Unter Berücksichtigung der Beurteilungskriterien der DIN 4030 wird das Wasser der Probe "WEA 6 GW" wegen des relativ hohen Sulfatgehalts als **"mäßig angreifend"** beurteilt. Dem untersuchten Boden wird **"kein Angriffsgrad"** zugeordnet. Es wird empfohlen, vorsorglich für alle Standorte von mäßig angreifendem Grundwasser auszugehen.

Die ermittelten Werte sind ergänzend vom Betonlieferanten hinsichtlich der erforderlichen Betonrezeptur zu beurteilen.

6 Beeinträchtigung des Baugrundes durch Verkarstung oder Erdfälle

Vorbemerkungen

Auslaugungsfähige Gesteine (hierzu zählt insbesondere Kalkstein) können verschiedene sogenannte Verkarstungserscheinungen zeigen. Hierzu gehören z. B. erweiterte Klüfte (häufig lehmgefüllt) oder Hohlraumbildung (Karsthöhlen, luft-, wasser- oder lehmgefüllt).

Geschieht die Auslaugung rein unterirdisch, so spricht man von Subrosion. Solche Hohlräume können nach oben durchbrechen bzw. kollabieren (sogenannte Subrosionsbrekzien) und zu Erdfällen führen. Auch oberflächennah können auf diese Weise Einsturzbrekzien entstehen.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die unterschiedlichen Situationen der Dolinenentstehung auf. Das Blockbild a zeigt die Entstehung einer Doline in einem verkarstungsfähigen Gestein durch Auslaugungserweiterung von vorgezeichneten Schwächezonen. Im Blockbild b ist ein Erdfall durch Einsturz eines Karsthohlraumes gezeigt. Die Blockbilder c und d zeigen die analogen Situationen für den Fall, dass das verkarstungs- bzw. auslaugungsgefährdete Gestein von einem anderen überdeckt wird.

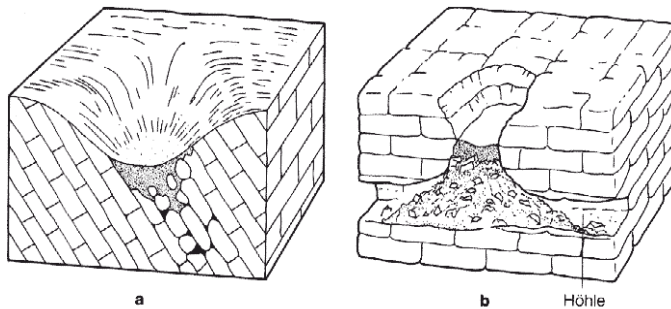


Abbildung 3a: Verkarstung oberflächlich anstehender Gesteine

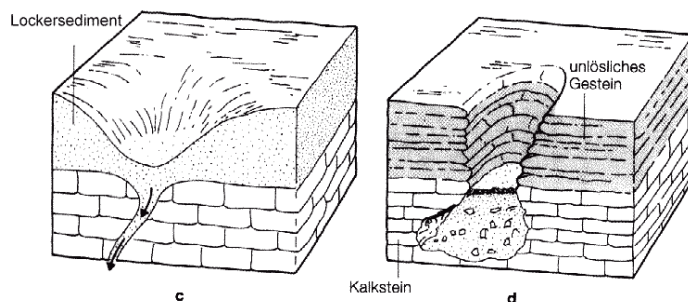


Abbildung 3b: Verkarstung von überdeckten auslaugungsgefährdeten Gesteinen

Zusätzlich gibt es in den Verbreitungsgebieten von Anhydrit (wasserfreies Calciumsulfat) die Möglichkeit der Bildung von sogenannten Quellkuppen. Durch hinzutretendes Wasser wird Anhydrit in Gips umgewandelt, was mit einer Volumenzunahme verbunden ist. Dadurch können überlagernde Gesteinsschichten angehoben werden. Auch Dolinen, die im Laufe der Zeit mit Lockergestein wieder aufgefüllt wurden, welches bereits konsolidiert (also u. U. lastabtragungsfähig) ist, können eine Gefährdung darstellen. Bedingt durch die Tatsache, dass weiterhin Lockergestein über die Wasserwegsamkeiten abgeführt wird, ergeben sich gelegentlich schlotartige Nachbrüche in der Dolinenfüllung. Ein Beispiel dafür zeigt nachfolgende Abbildung.



Abbildung 4: Erdfall in einer alten Dolinenfüllung auf der Briloner Hochfläche

Indikation möglicher Spalten oder Klüfte sowie Verkarstungserscheinungen durch geoelektrische Messungen

Spalten oder Klüfte zeichnen sich im Allgemeinen in ansonsten kompaktem Gestein durch geänderte spezifische elektrische Widerstände aus. Auch steil stehende Struk-



turen können so erkannt werden. Beispiele hierfür sind dem Verfasser aus eigener Erfahrung hinreichend bekannt. Variierende Boden- und Gesteinseigenschaften wie Lagerungsdichten, Verwitterungsgrad, Klüftigkeit oder Porenvolumen haben Einfluss auf den elektrischen Widerstand und können sich entsprechend im Widerstandsmodell eines ansonsten homogenen geologischen Gebirges widerspiegeln. So führt z.B. eine geringere Lagerungsdichte in einer ansonsten dichten Umgebung eines gut leitfähigen Gesteins, wie beispielsweise Tonstein, zu einer signifikanten Erhöhung des spezifischen elektrischen Widerstandes.

Ältere Strukturen (wie Klüfte, Spalten, Dolinen, etc.) können u. U. nicht direkt im Gelände beobachtet werden, da sie im Laufe der Zeit verfüllt wurden. Die Verfüllung kann hierbei schlechter oder besser leitfähig sein als die Umgebung. Diese Strukturen sind dann nicht direkt an den charakteristischen Veränderungen des spezifischen elektrischen Widerstandes erkennbar, sondern z.B. an ihrer mulden- oder grabenförmigen Gestalt im ermittelten Widerstandsmodell. Daher ist bei der Interpretation von Hohlräumen, Dolinen, Klüften, Störungszonen, etc. insbesondere die sich abzeichnende Form des ermittelten Widerstandsmodells zu beachten, da die Gestalt z.B. Hinweise auf natürliche oder anthropogene Auffüllungen geben kann.

Eine zusammenfassende Aufstellung der genannten Charakteristika findet sich in nachfolgender Übersicht:

Interpretationshilfen zur Bewertung der „spezif. elektrischen Widerstände“

Allgemein:

Je größer die elektr. Leitfähigkeit eines Materials, desto geringer der spezif. elektr. Widerstand.

Detektierung von Schichtgrenzen:

Schichtgrenzen (z.B. Locker- / Festgestein) korrelieren meist mit sich ändernden elektr. Widerständen.

Boden- und Gesteinseigenschaften

Variierende Boden- und Gesteinseigenschaften wie Lagerungsdichten, Verwitterungsgrad, Klüftigkeit oder Porenvolumen haben Einfluss auf den elektrischen Widerstand und können sich entsprechend im Widerstandsmodell des ansonsten homogenen geologischen Gebirges widerspiegeln.

Wassereinfluss / Bodenfeuchte:

geringer Wassergehalt -> erhöhter elektrischer Widerstand

hoher Wassergehalt -> verringerter elektrischer Widerstand

(dabei besitzt Süßwasser einen höheren elektrischen Widerstand als Salzwasser).

„Hohlräume“ z.B. Karsthöhlen, Dolinen, Klüfte, Spalten, etc.:

Hohlraum über Grundwasser -> erhöhter elektrischer Widerstand

Hohlraum, wassergefüllt -> verringerter elektrischer Widerstand

offene Kluff -> erhöhter elektrischer Widerstand

lehmgefüllte Kluff -> verringerter elektrischer Widerstand

lehmgefüllte Kluff in hochohmiger Umgebung (z.B. Sandstein, Kristallin) -> verringerter el. Widerstand

lehmgefüllte Kluff in niederohmiger Umgebung (z.B. Tonstein, Tonschiefer) -> erhöhter el. Widerstand

Hinweis:

Bei der Interpretation von Hohlräumen, Dolinen, Klüften, Störungszonen, etc. ist insbesondere auch die sich abzeichnende Form des ermittelten Widerstandsmodells zu beachten (z.B. mulden- oder grabenförmige Gestalt), da die Verfüllung der Strukturen, je nach Umgebung, sowohl schlechter als auch besser leitfähig erscheinen kann. Ferner ist zu beachten, dass ältere Strukturen, z.B. aufgrund natürlicher oder anthropogener Auffüllungen, im Gelände oft nicht mehr als solche erkennbar sind.



Beschreibung des Verfahrens - Geoelektrische Widerstandsmessungen

Geologische und technische Materialien zeichnen sich durch ihre spezifischen elektrischen Eigenschaften aus. Diese sind bei geologischen Materialien (Fest- und Lockergesteine) von verschiedenen Faktoren und Umweltbedingungen abhängig. Dazu gehören z. B. die mineralogische Zusammensetzung, die Lagerungsdichte, der Verwitterungszustand, das Porenvolumen bzw. die Klüftigkeit und der Wassergehalt. In Bezug auf umwelttechnische Fragestellungen gibt es hier noch Einflüsse von Kontaminationen mit festen und flüssigen Stoffen zu beachten.

Der spezifische elektrische Widerstand des geologischen Untergrundes ist also ein geeigneter Parameter zum Aufsuchen von Inhomogenitäten, die durch lokale Veränderungen der oben genannten Parameter verursacht werden. Da der spezifische elektrische Widerstand des Erdreiches mit geeignetem Gerät zügig und mit guter Genauigkeit gemessen werden kann, eignen sich geoelektrische Widerstandsmessungen besonders zur Vorerkundung von größeren Flächen.

Typische Anwendungsfälle sind die Erkundung der Schichtgrenze von Locker- zu Festgestein. Bei ansonsten homogenen geologischen Verhältnissen lassen sich Variationen in der Lagerungsdichte von Lockergesteinen, welche Auswirkungen auf die bodenmechanischen Kennwerte des Baugrundes haben, feststellen. Hierbei wird oberhalb des Grundwasserspiegels eine Erhöhung des spezifischen elektrischen Widerstandes durch eine verringerte Lagerungsdichte ausgenutzt. Unterhalb des Grundwasserspiegels erkennt man Auflockerungen oder Hohlräume in schlechter leitfähigem Nebengestein durch eine entsprechende Erniedrigung des spezifischen elektrischen Widerstandes.

Grundprinzip der Messungen

Zur Messung des spezifischen elektrischen Widerstandes des Erdreiches wird ein Strom über zwei Elektroden in den Boden eingespeist. Neben Einflüssen durch die Leitfähigkeit und den schichtigen Aufbau des geologischen Untergrundes bestimmt der räumliche Abstand dieser beiden Elektroden, die Eindringtiefe des Prüfstromes in das Erdreich. Durch Vergrößerung des Abstandes der Einspeiseelektroden erhält man also sukzessive Informationen aus zunehmender Tiefe unterhalb der Geländeoberkante.

Um den Widerstand zu bestimmen, wird die an der Erdoberfläche durch den oben genannten Prüfstrom verursachte Spannung gemessen. Dazu benutzt man zwei weitere Elektroden, die in der Regel, räumlich betrachtet, zwischen den Stromspeiseelektroden angeordnet werden. Das Verhältnis der gemessenen Spannung zum eingespeisten Strom ergibt unter entsprechender mathematischer Berücksichtigung der geometrischen Elektrodenanordnung den spezifischen elektrischen Widerstand des Erdreiches. Führt man an jedem Messpunkt eine Messung mit festem Elektrodenabstand aus, so erhält man nur einen Widerstandswert, der über die verschiedenen Schichten des geologischen Untergrundes gemittelt ist. Misst man mit verschiedenen Abständen oder unterschiedlichen geometrischen Anordnungen der vier Elektroden, so lassen sich Aussagen über den schichtigen Aufbau des Untergrundes herleiten. Dadurch haben sich für unterschiedliche Fragestellungen be-



stimmte Elektrodenanordnungen als Standard etabliert. Verschiedene Präsentationsformen für die Ergebnisse der Auswertungen erlauben eine problemangepasste Darstellung.

Für die flächenhafte Erkundung des Baugrundes eignen sich die beiden weiter unten beschriebenen Methoden besonders gut.

Einflüsse auf die Durchführbarkeit oder die Qualität der Messungen

Es gibt Störeinflüsse auf die Messungen, welche nur teilweise in der Auswertung korrigiert werden können:

Hierzu gehören metallische Körper (insbesondere Leitungen und Zäune) im Untersuchungsgebiet, die im Prinzip Kurzschlüsse für den eingespeisten Prüfstrom ermöglichen.

Geschlossene Bodenversiegelung z.B. durch Beton, Asphalt, etc. behindert das Einstecken der Elektroden und im Falle von bewehrtem Beton besteht ebenfalls die Möglichkeit von Kurzschlüssen.

Starker Bewuchs des Geländes (Bäume, Büsche oder ähnlich hinderliche Vegetation) führt zu einer Verringerung des Messfortschrittes oder erzwingt eine starke Abweichung von einer geraden (idealen) Profillinie.

Bodenfrost oder starke Trockenheit behindern die Einspeisung des Prüfstromes.

Sehr geringe Unterschiede im spezifischen elektrischen Widerstand der zu unterscheidenden geologischen Schichten können im Grenzfall dazu führen, dass eine Auflösung in einzelne Schichten unmöglich wird.

Geoelektrische Widerstandskartierung nach Wenner

Beim sogenannten Wenner-Verfahren liegen die beiden Einspeiseelektroden an den beiden Enden der Gesamtauslage (als Auslage bezeichnet man die gesamte Anordnung mit Kabeln und Elektroden). Die beiden Spannungsmesselektroden liegen auf einer geraden Linie dazwischen. Der Abstand a der einzelnen Elektroden untereinander ist bei der Wenner-Anordnung immer gleich. Die Gesamtauslage beträgt somit dreimal den Einzelabstand a .

Diese gesamte Anordnung wird bei der Messung versetzt, so dass man entlang von Profillinien die horizontale Veränderung des spezifischen elektrischen Widerstandes beobachten kann. Eine Unterscheidung verschiedener Schichten in vertikaler Richtung ist durch den konstanten Elektrodenabstand bei der Messung nicht gegeben. Das Wenner-Verfahren ist somit ein ortendes Verfahren für Störungen im geologischen Untergrund, die durch die Messung auf die Oberfläche abgebildet werden. Es ist besonders zur schnellen und zielsicheren Auswahl von nachfolgenden Sondierungen oder sonstigen Aufschlüssen geeignet. Ordnet man mehrere Profillinien verteilt über die Untersuchungsfläche an, so erhält man ein Kartenbild des spezifischen elektrischen Widerstandes.



Die Ergebnisse können in einem Isoliniendiagramm (analog zu Höhenlinien einer topografischen Karte) dargestellt werden. Auffälligkeiten und Störungen im geologischen Untergrund können daraus abgelesen und mit dem erzeugten Kartenbild im Gelände wieder aufgefunden werden.

Geoelektrische Sondierungskartierung im Multielektroden - Wenner - Verfahren

Um eine Aussage über den Aufbau der Schichten des geologischen Untergrundes zu bekommen, ist eine sukzessive Veränderung des Abstandes der Einspeiseelektroden notwendig.

Das sogenannte Multielektroden-Wenner-Verfahren verbindet die kartierenden Möglichkeiten des Wenner-Verfahrens mit einer Tiefenauflösung. Hierbei wird eine Reihe von Elektroden entlang einer Profillinie gesteckt. Die Elektroden werden dann analog zum Wenner-Verfahren äquidistant beschaltet. Im ersten Durchgang wird fortschreitend jeweils eine Viererkette von Elektroden mit dem festen Elektrodenabstand a beschaltet/gemessen. Nach dem Durchlauf des Messzyklus wird dieses Verfahren mit einem vergrößerten Elektrodenabstand ($2 \cdot a$) wiederholt, wobei entsprechend andere Elektroden bei der Schaltung/Messung angesprochen werden. Diese Messzyklen werden, unter jeweiliger Vergrößerung des Elektrodenabstandes um eine Einheit a , wiederholt, bis der maximal mögliche (auslageabhängige) Abstand erreicht ist.

Man erhält im Ergebnis also eine Verknüpfung von ortsauflösender (bzgl. der Erdoberfläche) und tiefenauflösender Widerstandsmessung. Mit einem geeigneten Softwareprogramm und unter Berücksichtigung von geologischen und geophysikalischen Kenntnissen ergeben sich zweidimensionale Schnitte durch den geologischen Untergrund. In Abhängigkeit vom berechneten spezifischen elektrischen Widerstand erhält man so farbige Isoliniendiagramme für diese Vertikalschnitte durch das Erdreich als entsprechend anschauliche grafische Darstellungen für den Schichtaufbau des geologischen Untergrundes.

Durchgeführte Arbeiten

Zur Erkundung des geologischen Untergrundes wurden an den geplanten Standorten geoelektrische Widerstandssondierungen nach dem Multielektroden-Wenner-Beta-Verfahren (s.o.) durchgeführt. Zur Ausführung der Messungen und der Interpretation bzw. numerischen Auswertung der Messergebnisse wurden folgende Geräte und Software verwendet:

- Geoelektrisches Widerstandsmessgerät ABEM Terrameter S1000 mit ABEM LUND Schalteinheit und 42 Elektroden
- Softwareanwendung von S4KWin von ABEM zur Auswertung der ABEM Rohdaten
- Inversionsprogramm „Res2Dinv“ zur Modellierung der Widerstandsverteilungen
- Als Elektrodenmaterial wurde Edelstahl verwendet

Der Einzelelektrodenabstand lag dabei bei 3 m und es wurde jeweils mit 42 Elektroden pro Sondierung gemessen. Der Einzelelektrodenabstand wurde bei den Einzelsondierungen zwischen dem einfachen und dem maximal 13-fachen Abstand variiert (s. Beschreibung des Verfahrens). Die derart durch Messungen erfasste Profillänge



liegt bei insgesamt **1722 m**. Aus den vorgehend genannten Parametern ergibt sich die Gesamtzahl der einzelnen Widerstandsmessungen zu **3900 diskreten Messpunkten**.

Lagepläne mit Angabe der Standortkoordinaten wurden durch den Auftraggeber bereitgestellt. Zum Zeitpunkt der Untersuchungen waren die Standorte nicht gekennzeichnet, und wurde mit Hilfe von GPS bestimmt. Die Profillinien und die Einzelmesspunkte der Widerstandssondierungen wurden nach Lage eingemessen. Dabei wurden die Profilrichtungen unter Anwendung eines Kompass' festgelegt und die Einmessung der einzelnen Elektrodenpositionen geschah mit einem Bandmaß, so dass die Positionierungsfehler der Elektroden kleiner als 5 % sind.

Die notwendigen Geländearbeiten fanden vom 15. bis 17.09.2020 bzw. die Messung für den (vom Auftraggeber) verschobenen Standort 4 am 07.12.2020 bei trockener Witterung und Temperaturen von rund 20°C bzw. 15°C statt. Der Oberboden war oberflächlich trocken und erlaubte eine gute bis sehr gute Ankopplung der Elektroden.

Die Störeinflüsse durch natürliche und technisch initialisierte Fremdströme waren gering.

Wahl der Messprofile und einschränkende Bedingungen

An jedem Standort wurden zwei Profile vermessen. Die prinzipiell senkrecht zueinander angeordnet waren. Dadurch ergibt sich eine größere Flächenabdeckung und laterale Änderungen in der geologischen Situation können besser erfasst werden.

Die Bezeichnungen der Profile und ihre Auslagerrichtungen (= Himmelsrichtung, in die das positive Profilende zeigt) sind in nachfolgender Tabelle aufgelistet:

Profil Bezeichnung	Profilrichtung (°)	Bemerkungen
Förd-01-N	352	
Förd-01-E	84	
Förd-02-S	180	
Förd-02-E	82	
Förd-03-N	354	
Förd-03-E	85	
Förd-04-alt-N	350	Verschoben durch Auftraggeber
Förd-04-alt-E	82	Verschoben durch Auftraggeber
Förd-04-S	182	
Förd-04-W	266	
Förd-05-S	170	
Förd-05-W	258	
Förd-06-N	48	
Förd-06-S	140	

Tabelle 8: Auslagerrichtungen der Messprofile

Jedes Profil ist mit einer Längenskala versehen. Diese reicht maximal von -61,5 m bis +61,5 m. Die Lagepläne in der **Anlage 1.1 bis 1.6** geben die Anordnung der Profile im Gelände wieder. Nachfolgende Abbildungen zeigen die geoelektrischen Auslagen einzelner Profile:



Abbildung 5a und 5b: Profil Förd-01-N bzw. -02-N, Blickrichtung jeweils nach Norden



Abbildung 5c und 5d: Profil Förd-03-N bzw. -04-S, Blickrichtung nach Norden bzw. Süden



Abbildung 5e und 5f: Profil Förd-05-N bzw. -06-N, Blickrichtung nach Norden bzw. Nordosten

Auswertung

Die elektrischen Rohdaten wurden auf die Konsistenz der Datensätze hin überprüft und vom proprietären Format des Instrumentenherstellers in das Res2Dinv-Format überführt. Die Inversionsrechnungen wurden mit der Software Res2Dinv, die international anerkannt ist und in der angewandten Geophysik standardmäßig verwendet wird, durchgeführt. Die verschiedenen gewonnenen Schichtenmodelle wurden ins-

besondere im Hinblick auf die in diesem Fall interessierende Fragestellung analysiert.

Die Abbildungen in den einzelnen Profilbeschreibungen stellen eine Auswahl der mit Hilfe des Inversionsprogramms gewonnenen elektrischen Schichtenmodelle dar. Dabei lassen sich die einzelnen elektrisch in sich homogenen Schichten des geologischen Unterbaues unterscheiden.

Zwei verschiedene Wertebereiche der ermittelten spezifischen elektrischen Widerstände können im Wesentlichen zur Beurteilung der geologischen Situation herangezogen werden:

1. spezifischer elektrischer Widerstand $< ca. 80 \Omega m$
Zuordnung zu quartärer Lockergesteinsbedeckung, verfüllter Doline, Störungen/Klüfte oder Tonmergelstein
2. spezifischer elektrischer Widerstand $> ca. 80 \Omega m$
Zuordnung zu Mergelstein/Kalkmergelstein/Kalkstein oder nicht verfüllten Störungen/Klüften

Überschneidungen dieser Bereiche, insbesondere durch Verwitterungseinfluss, kommen vor.

Bei den hier vorliegenden geoelektrischen Messungen sind die spezifischen elektrischen Widerstände teilweise sehr niedrig und mit dem hier angetroffenen Untergrund nicht ohne weiteres zu erklären. Im Südwesten der untersuchten Region sind laut Geologischer Karte Salzstöcke ausgewiesen, siehe nachfolgende Abbildung.

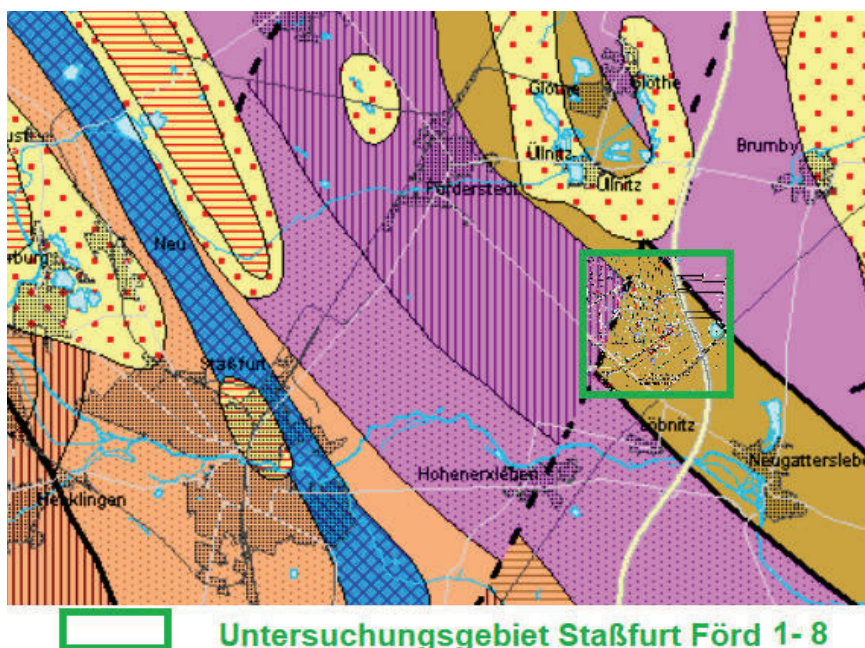


Abbildung 6: Geologische Übersichtskarte mit Salzstock im Südosten und Hohenerxlebener Störung (von Südwest nach Nordost durch das Untersuchungsgebiet streichend) Quelle: Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt



Am geplanten Standort Förd 6 wurde aus den Rammkernsondierlöchern eine Grundwassermischprobe genommen und analysiert (siehe BEFUND30_O-3060907_Vers_2 - GW WEA 06.pdf bzw. **Anlage 4**). In dieser wurden erhöhte Natrium- bzw. Chloridkonzentrationen (200 bzw. 450 mg/l) nachgewiesen. Daraus lässt sich ein Kochsalzgehalt von ca. 500 mg/l abschätzen, der die elektrische Leitfähigkeit des Wassers herabsetzt. Die in derselben Probe gemessene Leitfähigkeit beträgt 4120 $\mu\text{S}/\text{cm}$ das entspricht einem spezifischen elektrischen Widerstand von ungefähr 2,5 Ωm . Zum Vergleich, Meerwasser liegt bei ca. 1 Ωm und kalkiges Wasser bei ca. 10 Ωm .

Davon ausgehend, dass das hier vorkommende Grundwasser generell einen nicht unerheblichen Salzgehalt besitzt und somit die elektrische Leitfähigkeit verbessert, liegt hier sicherlich die Ursache für die teilweise beobachteten sehr geringen spezifischen elektrischen Widerstände des Untergrundes. Mit der Folge, dass insbesondere bei Spalten oder Klüften die Modellierungen des Untergrundes größere (breitere) Strukturen vortäuschen als sie in der Geologie tatsächlich vorhanden sind.

Ergebnisse und Interpretationen

Die Ergebnisse mit der entsprechenden geologischen Interpretation sind nachfolgend wiedergegeben. Dabei werden Aufschlüsse aus der ingenieurgeologischen Erkundung zur Interpretation genutzt.

Die Längen- und Tiefen an den Profildarstellungen sind in Metern angegeben. Zu beachten ist, dass kein fester Maßstab für die Skalierung von Tiefen- und Längenangaben gewählt wurde. Als Einheit für den spezifischen elektrischen Widerstand wird 1 Ωm (1 Ohm * 1 m) verwendet.

Die Farbskalierung des spezifischen elektrischen Widerstands ist, außer bei dem geplanten Standort Förd 4, in allen Inversionsabbildungen identisch: Von blau dargestellten niedrigen (14 Ωm) über grün dargestellte mittlere (70 Ωm) zu rötlich dargestellten hohen (200 Ωm) Werten.

Insgesamt liegen die jeweils unterschiedlich zugeordneten Farben in einem engen Wertebereich. So können mitunter nicht vorhandene Strukturen suggeriert werden, wenn zum Beispiel die Farbunterschiede innerhalb kleiner Schwankungen des spezifischen elektrischen Widerstandes optisch stark kontrastieren ohne einen geologischen Hintergrund anzuzeigen.

Am Standort 4 ist der Wertebereich der Skala größer, insbesondere bei den höheren Werten (rot dargestellt) erreichen sie hier 400 Ωm .

Die Ergebnisse werden nachfolgend ausführlich beschrieben:

Standort Förd 1:

Profil Förd-01-N

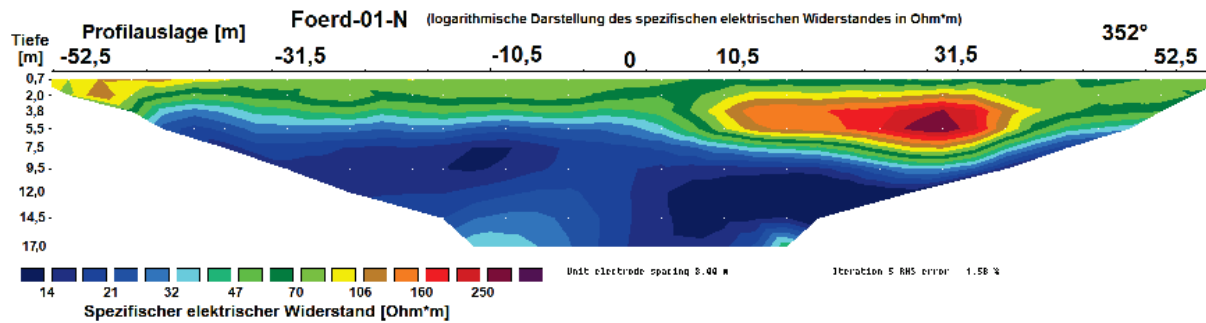


Abbildung 7: Profil Förd-01-N

Vorstehende Abbildung zeigt den spezifischen elektrischen Widerstand von Profil Förd-01-N. Der geplante Anlagenmittelpunkt befindet sich bei Profilmeter 0, die rechte Seite der Profildarstellung zeigt nach Norden (352°).

Das Inversionsmodell des Untergrundes von Profil Förd-01-N zeigt einen zweischichtigen Untergrund: Unter dem ca. 4 bis 8 m mächtigen Hangendem mit spezifischen elektrischen Widerständen um 80 Ωm (grüne Farbskalierung) folgt, bis zum Ende der maximal sinnvollen Erkundungstiefe (hier: ca. 16 m), im Liegenden ein Bereich mit 20 Ωm (blauer Bereich). Dabei zeigt die Deckschicht eine Zunahme der Mächtigkeit in Richtung Norden und in diesem Bereich (Profilmeter 11 bis 35) wird zudem ein Bereich mit höherem spezifischen elektrischen Widerstand angezeigt (bis über 200 Ωm , rötlich dargestellt).

Profil Förd-01-E

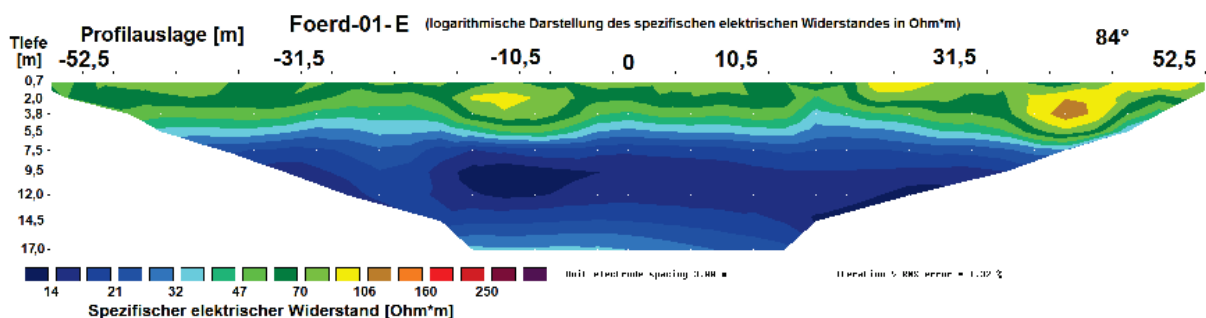


Abbildung 8: Profil Förd-01-E

Abbildung 8 zeigt das senkrecht zu dem vorherigen verlaufende Profil Förd-01-E. Der geplante Anlagenmittelpunkt befindet sich bei Profilmeter 0, die rechte Seite der Profildarstellung zeigt nach Osten (84°).

In dem Inversionsmodell erkennt man den analogen Untergrundaufbau wie bei dem bereits beschriebenen Modell von Förd-01-N, daher sei auf obigen Abschnitt verwiesen. Generell bleibt dabei in diesem West-Ost-Profil die Mächtigkeit des Hangen-

den konstant bei ca. 6 m und im Vergleich zu Förd-01-N zeigt die Deckschicht eine etwas inhomogenere Verteilung des spezifischen elektrischen Widerstandes.

Standort Förd 2:

Profil Förd-02-S

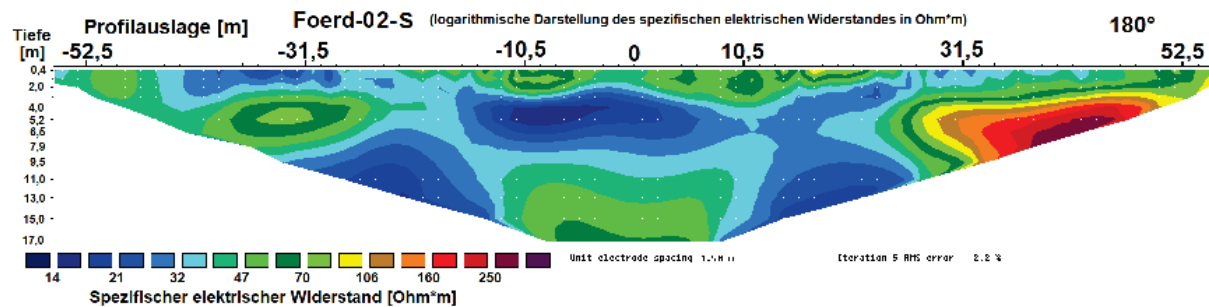


Abbildung 9: Profil Förd-02-S

Obige Abbildung zeigt den spezifischen elektrischen Widerstand von Profil Förd-02-S. Der geplante Anlagenmittelpunkt befindet sich bei Profilmeter 0, die rechte Seite der Profildarstellung zeigt nach Süden (180°).

Das Untergrundmodell von Profil Förd-02-S besteht im geplanten Fundamentbereich des Standortes aus drei Schichten:

Unter einer ca. 2 m mächtigen Deckschicht mit spezifischen elektrischen Widerständen von ca. 50 bis 70 Ωm (grüne Darstellung) folgt eine ca. 8 m mächtige Schicht mit Werten um 25 Ωm (blaue Färbung), um im Liegenden (ab ca. 11 m Tiefe) erneut mit Widerständen um 65 Ωm (grüne Skalierung) bis zur maximal sinnvollen Erkundungstiefe von ca. 16 m abzuschließen.

In den seitlichen Bereichen des Profils fehlt die in der Mitte modellierte (etwas höherohmige) Deckschicht. Hier ist das Hangende mit ca. 25 bis 30 Ωm gut leitend und darunter folgt ein schlechter Leiter, der insbesondere im Süden (Profilmeter 28 bis 51) mit über 130 Ωm (rote Darstellung) relativ hohe Werte besitzt.

Profil Förd-02-E

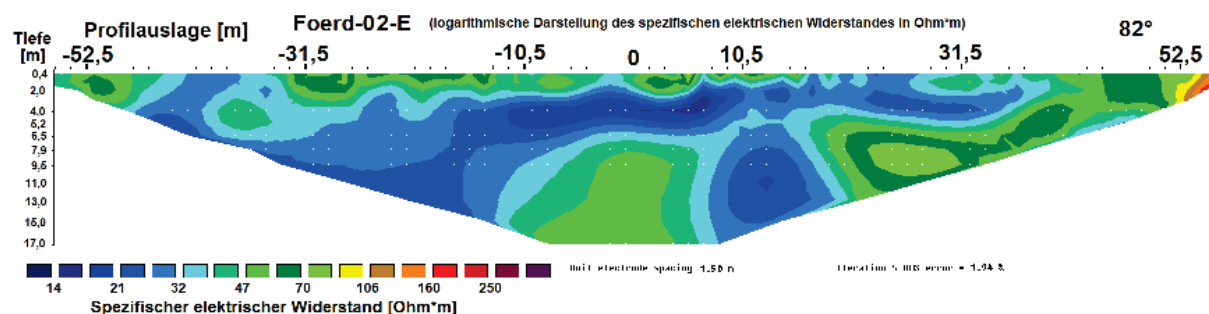


Abbildung 10: Profil Förd-02-E

Vorstehende Abbildung zeigt den spezifischen elektrischen Widerstand von Profil Förd-02-E, das senkrecht zu Profil Förd-02-S verläuft. Der geplante Anlagenmittelpunkt befindet sich bei Profilmeter 0, die rechte Seite der Darstellung zeigt nach Osten (82°).

Das Inversionsmodell dieses Profils zeigt, ähnlich wie das vorher Beschriebene (Förd-02-S), im Zentrum einen analogen Dreischichtfall und in den Randbereichen eine niederohmige Deckschicht. Hier sind die spezifischen elektrischen Widerstände der tiefer liegenden Schicht an den Rändern allerdings nicht so deutlich erhöht und im westlichen Bereich (Profilmeter -50 bis -33) kaum ausgeprägt.

Auffallend an beiden Modellen (Auslagerichtungen) des Standortes Förd-02 ist, dass jeweils im geplanten Fundamentbereich ein Dreischichtfall vorliegt und außerhalb dieser Zone (jeweils Profilmeter ca. -10 bis 8) die spezifischen elektrischen Widerstände unterhalb der Deckschicht durchgängig bis zum Ende der maximal sinnvollen Erkundungstiefe niedrig bleiben.

Eine Erklärung könnte sein, dass hier rund um den Fundamentbereich Klüfte vorhanden sind, die eine sockelartige Struktur mit erhöhten Werten (grüne Darstellung) im Zentrum (geplantes Fundament) hervorrufen.

Wie eingangs beschrieben, liegen auch bei diesen Messungen die spezifischen elektrischen Widerstände in einem relativ kleinen Wertebereich und es darf nicht außer Acht gelassen werden, dass der Inversionsalgorithmus durch numerische Kompensation die Modellwerte mitunter überhöht und so kleinräumige Details (Klüfte) gegebenenfalls größer dargestellt werden können.

Standort Förd 3:

Profil Förd-03-N

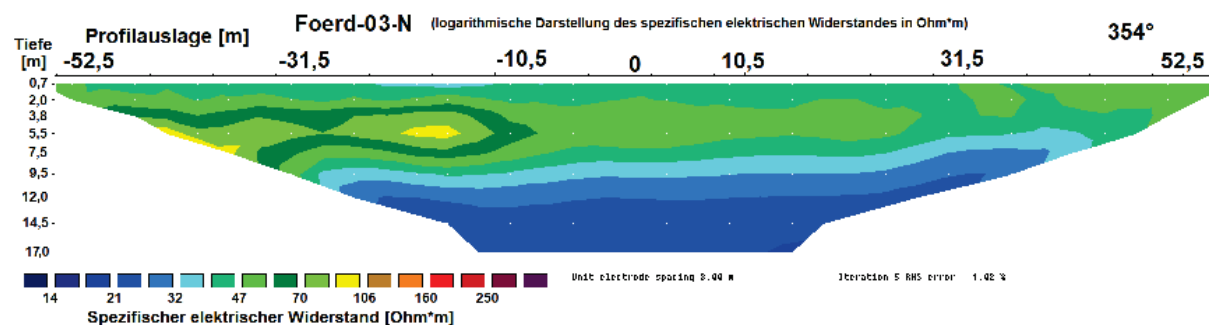


Abbildung 11: Profil Förd-03-N

In Abbildung 11 ist das Inversionsmodell zu Profil Förd-03-N dargestellt. Der geplante Anlagenmittelpunkt befindet sich bei Profilmeter 0, die rechte Seite der Profildarstellung zeigt nach Norden (354°).

Hier ist, analog zu Profil Förd-01-E, ein zweischichtiger Untergrund zu erkennen, der unter einem ca. 8 m mächtigen Hangenden mit spezifischen elektrischen Widerstän-

den um $65 \Omega\text{m}$ (grüner Bereich) das Liegende als besser leitfähig (mit unter $30 \Omega\text{m}$, blaue Farbgebung) bis zur maximal sinnvollen Erkundungstiefe von ca. 16 m darstellt.

Profil Förd-03-E

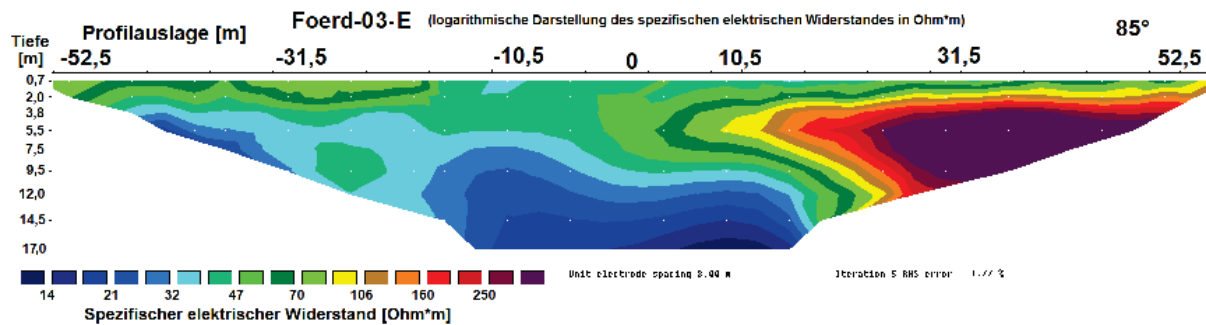


Abbildung 13: Profil Förd-03-E

Obige Abbildung zeigt den spezifischen elektrischen Widerstand von Profil Förd-03-E, das senkrecht zu Profil Förd-03-N verläuft. Der geplante Anlagenmittelpunkt befindet sich bei Profilmeter 0, die rechte Seite der Darstellung zeigt nach Osten (85°).

Generell wird auch hier ein zweischichtiger Untergrund modelliert, mit einer von Westen nach Osten zunehmend mächtigeren Deckschicht (von ca. 3,5 auf 8 m Mächtigkeit ab Profilmeter 0) schlechterer Leitfähigkeit (ca. $70 \Omega\text{m}$, grüne Färbung), unter der sich das Liegende mit spezifischen elektrischen Widerständen von unter $20 \Omega\text{m}$ bis zur maximal sinnvollen Erkundungstiefe anschließt.

Dabei nimmt im Osten, ab Profilmeter 15 die Leitfähigkeit des Untergrundes deutlich ab und fällt auf Werte unter $300 \Omega\text{m}$. Darüber hinaus wird hier nur noch eine Schicht dargestellt, das besser leitende Liegende fehlt – möglicherweise taucht es bei Profilmeter 13 unter die Grenze der maximal sinnvollen Erkundungstiefe von ca. 16 m ab (Verfahrensbedingt sind bei den elektrischen Messungen nur in der Mitte der Profilauslagen Aussagen bis in die maximale Erkundungstiefe sinnvoll möglich und die Untergrundmodelle sind daher trapezförmig mit geringerer Tiefenaussage in den Randbereichen).

Standort Förd 04 (neuer Standort, verschoben vom Auftraggeber):

Hinweis:

Am geplanten Standort Förd 4 weisen bei beiden gemessenen Profilen die spezifischen elektrischen Widerstände einen größeren Wertebereich auf, daher ist in beiden nachfolgenden Abbildungen die Skalierung (Zuordnung der Werte zu den Farben) anders als in den Inversionsmodellen der übrigen geplanten Standorte dieses Gutachtens.

Profil Förd-04-S

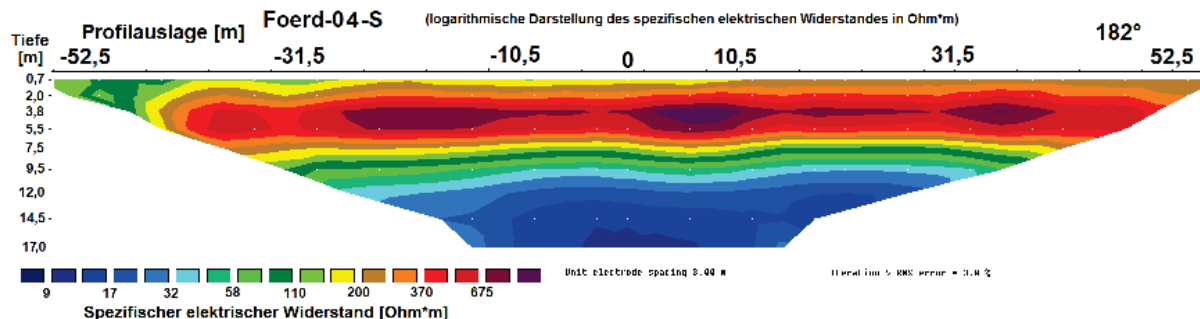


Abbildung 14: Profil Förd-04-S

Abbildung 14 stellt das Untergrundmodell zu Profil Förd-04-S dar. Der geplante Anlagenmittelpunkt befindet sich bei Profilmeter 0, die rechte Seite der Profildarstellung zeigt nach Süden (182°).

Auch dieses Modell zeigt einen Zweischichtfall, wobei das Hangende mit spezifischen elektrischen Widerständen über 500 Ωm (rote Darstellung) deutlich schlechter leitfähig ist, als in den Modellen der bisher gezeigten Standorte. Die Mächtigkeit dieser hochohmigen Deckschicht beträgt hier durchgängig ca. 7 m. Das Liegende schließt sich mit Werten unter 15 Ωm (blaue Farbgebung) an und reicht bis in die maximal sinnvolle Erkundungstiefe von ca. 16 m.

Profil Förd-04-W

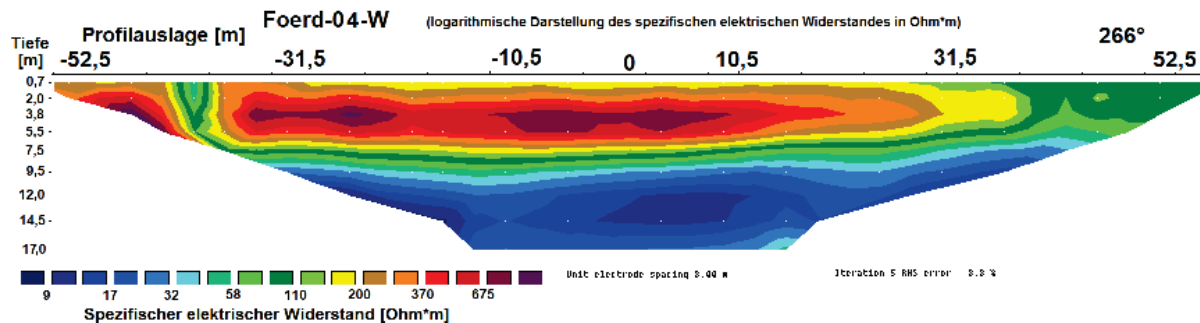


Abbildung 15: Profil Förd-04-W

Vorstehende Abbildung zeigt den spezifischen elektrischen Widerstand von Profil Förd-04-W, das senkrecht zu Profil Förd-04-S verläuft. Der geplante Anlagenmittelpunkt befindet sich bei Profilmeter 0, die rechte Seite der Darstellung zeigt nach Westen (266°).

Im Untergrundmodell dieses Profils erkennt man im Fundamentbereich des geplanten Standortes den nahezu identische Schichtenaufbau wie bei dem bereits beschriebenen Modell von Förd-04-S, daher sei auf obigen Abschnitt verwiesen.

Auch die sonstigen Bereiche des Modells zeigen eine analoge Schichtung. Lediglich im Osten des Profils (von Profilmeter -40 bis -37) ist die hochohmige Deckschicht in einem kleinen Bereich unterbrochen, hier werden ca. 70 Ωm modelliert (grüne Farb-

gebung). Gleiches gilt für den Bereich im Westen, ca. ab Profilmeter 35, auch hier liegt der spezifische elektrische Widerstand mit ca. 70 Ωm niedriger. Da diese Bereiche ausreichend weit entfernt vom Fundament liegen, sollten sie keine Auswirkungen auf die geplante Gründung haben.

„Einschub zu dem ursprünglichen Standort Förd-04-alt“

Der Vollständigkeit halber, werden nachfolgend in kursiv gesetzter Schrift die Modelle zu dem ursprünglich geplanten Standort 04, hier als Förd-04-alt bezeichnet gezeigt:

Wie bei den Modellen des aktuellen Standortes ergibt sich auch hier ein größerer Wertebereich und die Darstellung des Untergrundes zeigt eine fast identische Schichtung. Daher sei auf die Beschreibung zu den aktuellen Modellen Förd-04-S und Förd-04-W verwiesen.

Profil Förd-04-alt-N

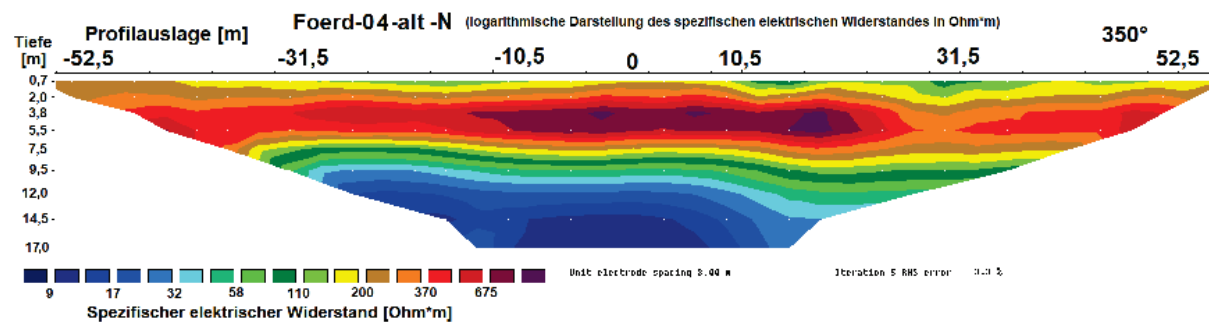


Abbildung 16: Profil Förd-04-alt-N

Profil Förd-04-alt-E

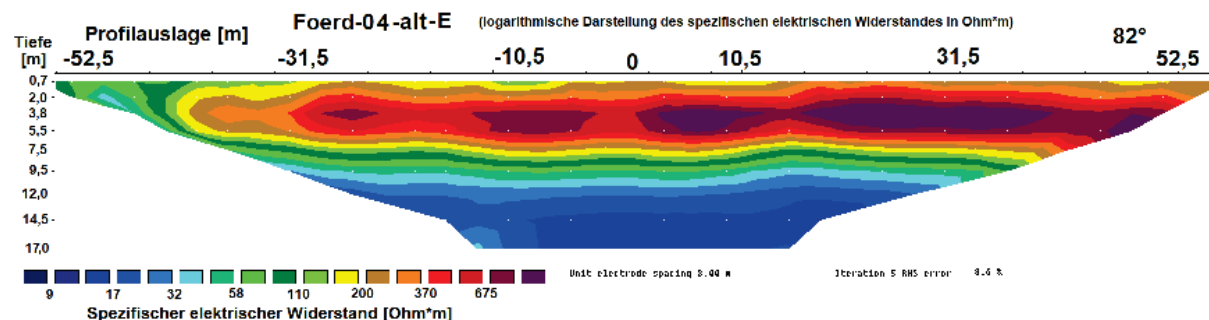


Abbildung 17: Profil Förd-04-alt-E

Ende des Einschubes, zurück zu den aktuellen Standorten

Standort Förd 5:

Profil Förd-05-S

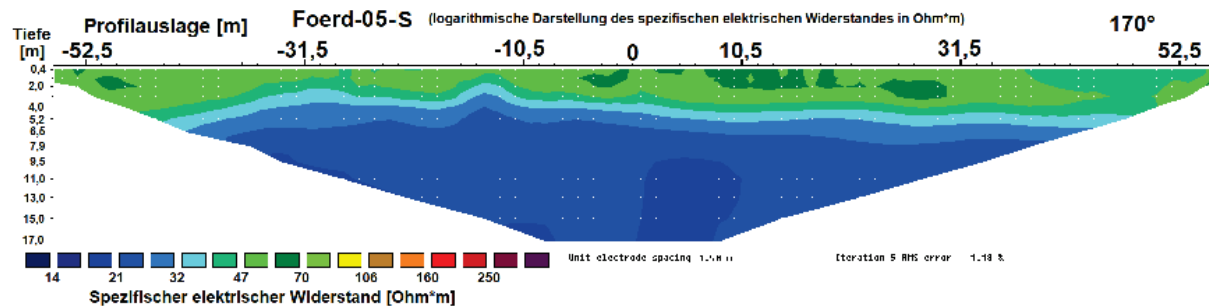


Abbildung 18: Profil Förd-05-S

In Abbildung 18 wird der spezifische elektrische Widerstand zu Profil Förd-05-S gezeigt. In dieser und den nachfolgenden Modelldarstellungen ist die Skalierung der Werte wieder einheitlich (14 bis 310 Ωm). Der geplante Anlagenmittelpunkt befindet sich bei Profilmeter 0, die rechte Seite der Profildarstellung zeigt nach Süden (170°). Erneut wird ein zweischichtiger Untergrund modelliert, mit einer 2 bis 4 m mächtigen Deckschicht schlechterer Leitfähigkeit (ca. 60 Ωm , grüne Färbung). Unter der sich das Liegende mit spezifischen elektrischen Widerständen von ca. 20 Ωm bis zur maximal sinnvollen Erkundungstiefe von ca. 16 m anschließt.

Profil Förd-05-W

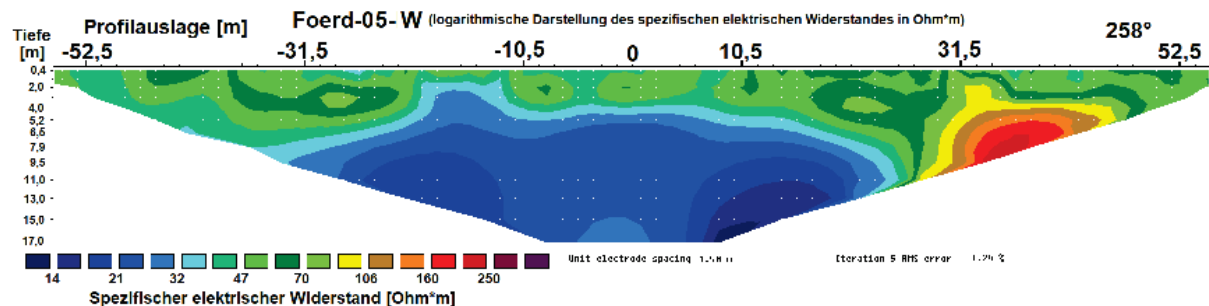


Abbildung 19: Profil Förd-05-W

Vorstehende Abbildung zeigt den spezifischen elektrischen Widerstand von Profil Förd-05-W, das senkrecht zu Profil Förd-05-S verläuft. Der geplante Anlagenmittelpunkt befindet sich bei Profilmeter 0, die rechte Seite der Darstellung zeigt nach Westen (258°).

Generell wird auch hier im geplanten Fundamentbereich ein zweischichtiger Untergrund modelliert, mit einer etwas schlechter leitfähigen Deckschicht von ca. 4 m Mächtigkeit (grüne Farbgebung) und dem darunter liegenden besseren Leiter (blaue Bereiche) – siehe dazu auch die obigen Erläuterungen zu Profil Förd-05-N.

Von Profilmeter -12 bis -21 wird die Deckschicht von einem besser leitfähigen Bereich unterbrochen. An den Randbereichen wird in der Tiefe das Liegende nicht mehr als eigene besser leitende Schicht erfasst, zudem steigt in Richtung Westen

(ab Profilmeter 30) der spezifische elektrische Widerstand unterhalb der Deckschicht auf Werte über 150 Ωm (rote Darstellung) an.

Standort Förd 6:

Profil Förd-06-N

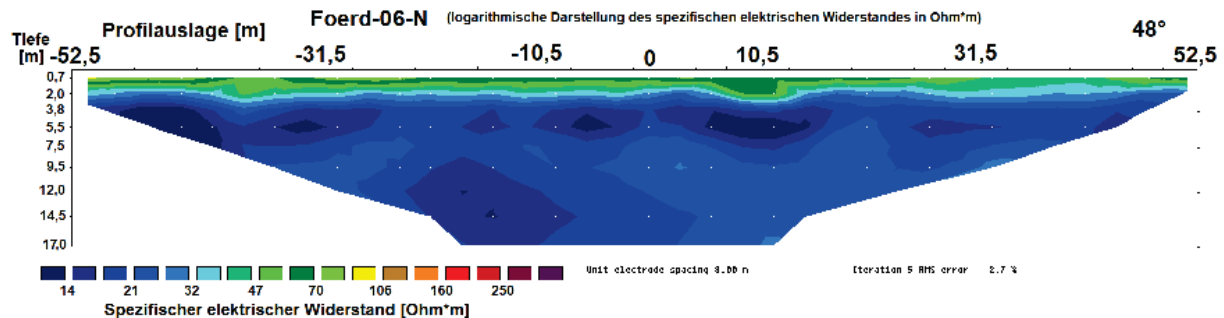


Abbildung 20: Profil Förd-06-N

In obiger Abbildung wird das Untergrundmodell zu Profil Förd-06-N dargestellt. Der geplante Anlagenmittelpunkt befindet sich bei Profilmeter 0, die rechte Seite der Profildarstellung zeigt nach Nordosten (48°).

Erneut ergibt sich ein Zweischichtfall mit einer hochohmigeren (ca. 65 Ωm , grün dargestellt) Deckschicht, die in diesem Fall mit ca. 2 m weniger mächtig ausfällt als an den meisten zuvor gezeigten Standorten. Darunter folgt die gut leitende (unter 20 Ωm , blaue Farbgebung) Schicht, die bis zur maximal sinnvollen Erkundungstiefe (16 m) reicht.

Profil Förd-06-S

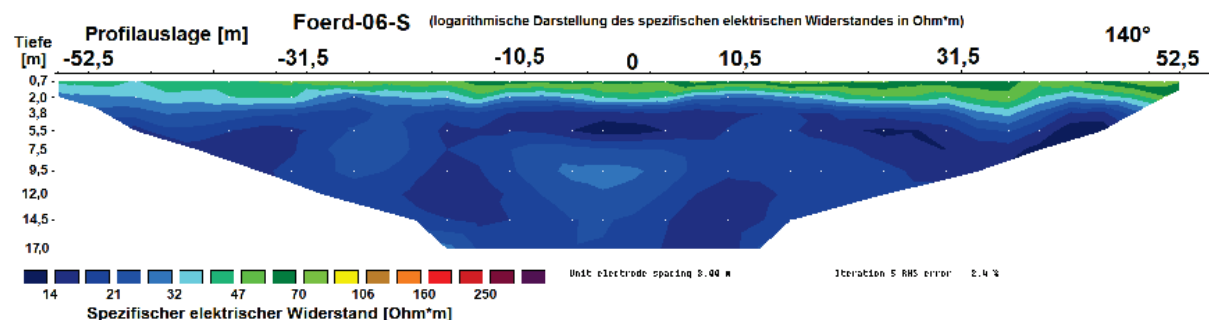


Abbildung 21: Profil Förd-06-S

Abbildung 21 zeigt den spezifischen elektrischen Widerstand von Profil Förd-06-S, das senkrecht zu Profil Förd-06-N verläuft. Der geplante Anlagenmittelpunkt befindet sich bei Profilmeter 0, die rechte Seite der Darstellung zeigt nach Südosten (140°).

In dem Inversionsmodell erkennt man den analogen Untergrundaufbau wie bei dem bereits beschriebenen Modell von Förd-06-N, daher sei auf diesen vorherigen Abschnitt verwiesen.



Zusammenfassung

Durch die geoelektrischen Widerstandsmessungen konnte die geologische Situation an den geplanten Standorten weiter aufgeklärt werden. Zusammenfassend ergibt sich bis zur maximal erkundeten Tiefe von 16 m unter GOK ein zwei- bis dreischichtiger Aufbau.

Förd 01

Zweischichtig, Widerstandsänderung in mittlerer Tiefe (ca. 6 m). Keine Anzeichen für Dolinen oder Störungen.

Förd 02

Dreischichtig, Widerstandsänderungen in geringer und größerer Tiefe (ca. 2 und 11 m). In den Seitenbereichen des geplanten Fundaments befinden sich möglicherweise Klüfte oder Störungen, wahrscheinlich keine Dolinen. Hier sollte beim Aushub der Fundamentgrube ein besonders sorgfältiges Augenmerk auf die Verhältnisse des Untergrundes gelegt werden.

Förd 03

Zweischichtig, Widerstandsänderung in größerer Tiefe (ca. 10 m). Keine Anzeichen für Dolinen oder Störungen.

Förd 04

Zweischichtig, Widerstandsänderung in mittlerer Tiefe (ca. 7 m). Keine Anzeichen für Dolinen oder Störungen im Bereich des geplanten Fundaments.

Förd 05

Zweischichtig, Widerstandsänderung in mittlerer Tiefe (ca. 5 m). Keine Anzeichen für Dolinen oder Störungen.

Förd 06

Zweischichtig, Widerstandsänderung in geringer Tiefe (ca. 2 m). Keine Anzeichen für Dolinen oder Störungen.

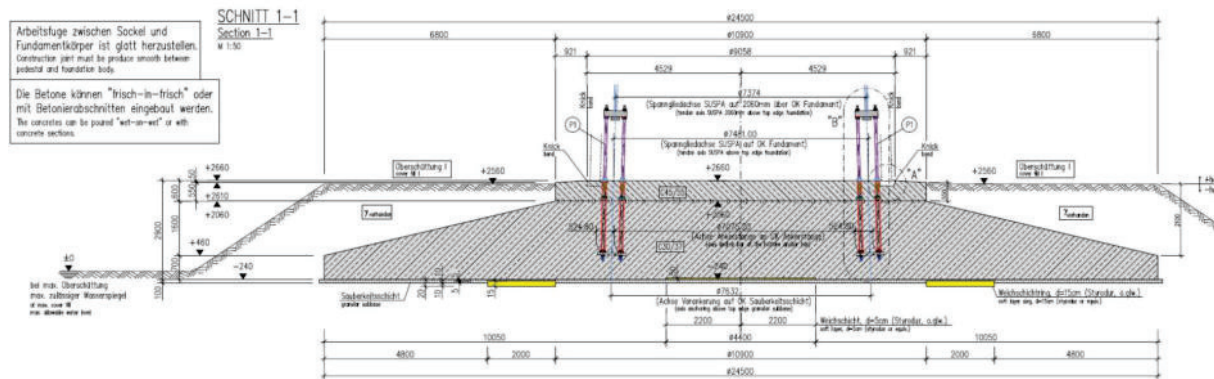
7 Ingenieurgeologische Beratung

7.1 Planungsvorgaben; Vorbemerkungen

Das Planungsvorhaben sieht die Errichtung von insgesamt 6 Windenergieanlagen im Windpark "Steißfurt - Förderstedt" vor (Förd 01 bis Förd 06). Es soll folgendes Anlagensystem zur Aufstellung kommen:

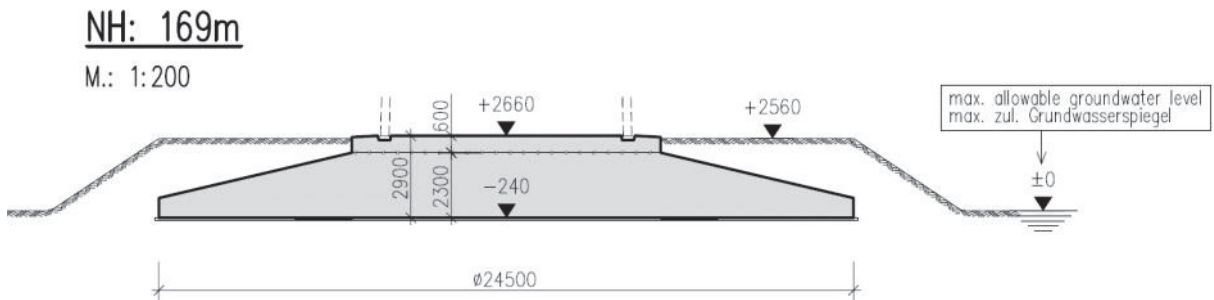
- **VESTAS V162 6.0 MW mit 169 m Nabenhöhe**

Nachstehende Abbildungen zeigen die Fundamentgeometrie und die standardisierte Fundamenteinbindung gemäß Schalplan (Schalplan Fundament Ø24,50 m NH = 166 m und 169 m - VESTAS V162 Stahl - Beton - Hybridturm (T20) von Max Bögl, 14.11.2019 / 15.11.2019).



Quelle: Vestas / Max Bögl

Abbildung 22a: Fundamentgeometrie



Quelle: Vestas / Max Bögl

Abbildung 22b: Gründungssituation

Die effektive Einbindung des Fundamentes beträgt -0,24 m, zuzüglich der Betonsauerberkeitsschicht $d = 0,10$ m, somit insgesamt -0,34 m am Anlagenmittelpunkt.

7.2 Geotechnische Rahmenbedingungen (Zusammenfassung)

Die Standorte liegen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen in einer mehr oder weniger eben ausgeprägten Umgebung auf topographischen Höhen von etwa 80 m NHN.

Die geotechnischen Rahmenbedingungen wurden im Rahmen der orientierenden ingenieurgeologischen Voruntersuchungen an den Standorten mit kleinkalibrigen Rammkernsondierungen, schweren Rammsondierungen, einer Aufschlussbohrung und geophysikalischen Messungen orientierend geprüft.

Der Standort **Förd 04** wurde zwischenzeitig verschoben. Am aktuell geplanten Standort wurde eine erneute geoelektrische Messung vorgenommen sowie eine maschinelle Aufschlussbohrung abgeteuft.

In den vorhergehenden Abschnitten wurden die Ergebnisse der bodenkundlichen Feststellungen beschrieben. Im Folgenden werden die geotechnischen Rahmenbedingungen zusammenfassend wiedergegeben.



Standort Förd 01

In Tiefe der effektiven Fundamenteinbindung von -0,34 m unter GOK steht an:

Rammkernsondierungen:	RKS 1-1:	Oberboden mit Übergang in Schluff - halbfest
	RKS 1-2:	Schluff - halbfest
Aufschlussbohrung:	KB WEA 1:	Oberboden mit Übergang in Schluff - weich
Rammsondierungen:	DPH 1-1:	mitteldicht gelagert
	DPH 1-2:	mitteldicht gelagert
Grundwasser:	RKS 1-1:	keine Feststellung
	RKS 1-2:	4,20 m unter GOK
	KB WEA 1:	keine Feststellung
	DPH 1-1:	keine Feststellung
	DPH 1-2:	keine Feststellung (am Erkundungstag)

Geophysikalische Messungen:

Zweischichtig, Widerstandsänderung in mittlerer Tiefe (ca. 6 m). Keine Anzeichen für Dolinen oder Störungen.

Standort Förd 02

In Tiefe der effektiven Fundamenteinbindung von -0,34 m unter GOK steht an:

Rammkernsondierungen:	RKS 2-1:	Schluff - halbfest
	RKS 2-2:	Schluff - halbfest
Aufschlussbohrung:	KB WEA 2:	Oberboden mit Übergang in Schluff - weich
Rammsondierungen:	DPH 2-1:	locker gelagert
	DPH 2-2:	locker gelagert
Grundwasser:	RKS 2-1:	keine Feststellung
	RKS 2-2:	keine Feststellung
	KB WEA 2:	keine Feststellung
	DPH 2-1:	keine Feststellung
	DPH 2-2:	keine Feststellung (am Erkundungstag)

Geophysikalische Messungen:

Dreischichtig, Widerstandsänderungen in geringer und größerer Tiefe (ca. 2 und 11 m). In den Seitenbereichen des geplanten Fundaments befinden sich möglicherweise Klüfte oder Störungen, wahrscheinlich keine Dolinen.



Standort Förd 03

In Tiefe der effektiven Fundamenteinbindung von -0,34 m unter GOK steht an:

Rammkernsondierungen:	RKS 3-1:	Oberboden mit Übergang in Schluff - halbfest
	RKS 3-2:	Oberboden mit Übergang in Schluff - halbfest
Aufschlussbohrung:	KB WEA 3:	Oberboden mit Übergang in Schluff - weich
Rammsondierungen:	DPH 3-1:	locker gelagert
	DPH 3-2:	locker gelagert
Grundwasser:	RKS 3-1:	6,20 m unter GOK
	RKS 3-2:	keine Feststellung
	KB WEA 3:	6,50 m unter GOK
	DPH 3-1:	keine Feststellung
	DPH 3-2:	5,50 m unter GOK (am Erkundungstag)

Geophysikalische Messungen:

Zweischichtig, Widerstandsänderung in größerer
Tiefe (ca. 10 m). Keine Anzeichen für Dolinen oder
Störungen.

Standort Förd 04

In Tiefe der effektiven Fundamenteinbindung von -0,34 m unter GOK steht an:

Rammkernsondierungen:	RKS 4-1:	Oberboden mit Übergang in Schluff - halbfest
	RKS 4-2:	Oberboden mit Übergang in Schluff - halbfest
Aufschlussbohrung:	KB WEA 4:	Oberboden mit Übergang in Schluff - weich
Rammsondierungen:	DPH 4-1:	locker bis mitteldicht gelagert
	DPH 4-2:	locker bis mitteldicht gelagert
Grundwasser:	RKS 4-1:	keine Feststellung
	RKS 4-2:	5,50 m unter GOK
	KB WEA 4:	4,20 m unter GOK
	DPH 4-1:	4,25 m unter GOK
	DPH 4-2:	keine Feststellung (am Erkundungstag)



Geophysikalische Messungen:

Zweischichtig, Widerstandsänderung in mittlerer Tiefe (ca. 7 m). Keine Anzeichen für Dolinen oder Störungen im Bereich des geplanten Fundaments.

Standort Förd 05

In Tiefe der effektiven Fundamenteinbindung von -0,34 m unter GOK steht an:

Rammkernsondierungen:	RKS 5-1:	Oberboden mit Übergang in Schluff - halbfest
	RKS 5-2:	Oberboden mit Übergang in Schluff - halbfest
Aufschlussbohrung:	KB WEA 5:	Oberboden mit Übergang in Schluff - weich
Rammsondierungen:	DPH 5-1:	locker gelagert
	DPH 5-2:	locker gelagert
Grundwasser:	RKS 5-1:	5,70 m unter GOK
	RKS 5-2:	5,50 m unter GOK
	KB WEA 5:	7,20 / 7,50 m unter GOK
	DPH 5-1:	4,45 m unter GOK
	DPH 5-2:	3,80 m unter GOK (am Erkundungstag)

Geophysikalische Messungen:

Zweischichtig, Widerstandsänderung in mittlerer Tiefe (ca. 5 m). Keine Anzeichen für Dolinen oder Störungen.

Standort Förd 06

In Tiefe der effektiven Fundamenteinbindung von -0,34 m unter GOK steht an:

Rammkernsondierungen:	RKS 6-1:	Oberboden mit Übergang in Schluff - halbfest
	RKS 6-2:	Oberboden mit Übergang in Schluff - halbfest
Aufschlussbohrung:	KB WEA 6:	Oberboden mit Übergang in Sand - mitteldicht gelagert
Rammsondierungen:	DPH 6-1:	mitteldicht gelagert
	DPH 6-2:	mitteldicht gelagert
Grundwasser:	RKS 6-1:	5,80 m unter GOK
	RKS 6-2:	5,60 m unter GOK



KB WEA 6: 2,60 / 8,00 m unter GOK
DPH 6-1: 3,40 m unter GOK
DPH 6-2: 3,60 m unter GOK
(am Erkundungstag)

Geophysikalische Messungen:

Zweischichtig, Widerstandsänderung in geringer Tiefe (ca. 2 m). Keine Anzeichen für Dolinen oder Störungen.

Die geländenahe Fundamentaufstandsfläche kommt an allen Standorten innerhalb des organischen Oberbodens im Übergang zu dem quartären Schluff oder Sand zu liegen.

Im Lasteinflussbereich der Anlagen bilden vorwiegend quartäre Sande die Baugrundbedingungen. Zwischengelagert und in tieferen Bereichen wurden vereinzelt Tone und Schluffe angetroffen. Hierbei handelt sich um plastisch reagierende Böden, die im Wechsel mit den Sanden deutliche Steifigkeitsunterschiede aufweisen. Im Liegenden der quartären Lockersedimente schließen sich zunächst verwitterte Schluff- und Tonsteine an, deren Verwitterungsgrad mit zunehmender Tiefe abnimmt. Örtlich sind Kalk-, Dolomit- oder Feinsandsteine zwischengeschaltet.

Der Prüfbefund der dynamischen (schweren) Rammsondierungen zeigt für den Untergrund insgesamt mitteldichte Lagerungsverhältnisse, die von lockeren bis sehr dichten Schichtzonen unterbrochen werden. Ein einheitliches Schichtmodell ist nicht erkennbar. In unterschiedlichen Tiefen erreicht der Bodenaufbau eine sprunghafte Zunahme der Lagerungsdichte, die den Beginn felsig - fester Strukturen anzeigt.

Die Auswertung der geophysikalischen Messungen hat gezeigt, dass bis zur maximal erkundeten Tiefe von 16 m unter GOK ein zwei- bis dreischichtiger Aufbau vorhanden ist. Widerstandsänderungen, die auf unterschiedliche Eigenschaften des Untergrundes hindeuten, haben sich ebenfalls in unterschiedlichen Tiefen abgebildet. Demnach liegt ein Wechsel an den Standorten in folgenden Tiefen vor:

- Förd 01 → bei ca. 6 m unter GOK
- Förd 02 → bei ca. 2 und 11 m unter GOK
- Förd 03 → bei ca. 10 m unter GOK
- Förd 04 → bei ca. 7 m unter GOK
- Förd 05 → bei ca. 5 m unter GOK
- Förd 06 → bei ca. 2 m unter GOK



7.3 Gründungskonzept

Die Absetzung der Turmlasten erfordert zur Ausschließung unzulässiger Setzungsverformungen aufgrund statischer und zyklischer Lastbeanspruchungen mindestens dichte Lagerungsverhältnisse des Untergrundes. Diese sollten gleichmäßig über die gesamte Einwirkungstiefe der Turmlasten gewährleistet werden. Vordergründiges Ziel zur standsicheren Lastabtragung der Türme ist somit die Sicherstellung gleichmäßiger Gründungsbedingungen.

Durch die geländenah angeordneten Fundamentunterkanten in gering steife Böden, den ungleichmäßigen Lagerungsdichten, den zwischengelagerten bindigen Lockergesteinen und dem in unterschiedlichen Tiefen beginnenden Schichthorizont den erwarteten hoch steifen Böden, ergibt sich die Notwendigkeit eines gründungstechnischen Interventionsbedarfes.

Die Tiefen, ab denen mit ausreichend belastungsfähigem Untergrund gerechnet werden kann, sind wie folgt festgestellt worden:

Standort WEA 1 → ab ca. 5,70 bis 6,00 m unter GOK

Standort WEA 2 → ab ca. 3,20 bis 4,20 m unter GOK

Standort WEA 3 → ab ca. 8,60 bis 10,50 m unter GOK

Standort WEA 4 → ab ca. 5,00 bis 7,00 m unter GOK

Standort WEA 5 → ab ca. 7,10 bis 8,70 m unter GOK

Standort WEA 6 → ab ca. 7,00 bis 8,70 m unter GOK

Im Hinblick auf die anstehenden Baugrundbedingungen wäre als wirtschaftliches und gründungstechnisch sicheres Gründungskonzept eine vergleichmäßigende Baugrundverbesserung mit so genannten **Schotter - Rammsäulen** zu nennen (z.B. System Geopier - Impact®). Es handelt sich dabei um ein Verfahren zur Baugrundverbesserung mit rasterförmig angeordneten und pfeilerartigen Schottersäulen.

Impact® Schotter - Stopfsäulen sind eine Art der Baugrundverbesserung, bei welcher der zu verbessernde Boden verdrängt und der Schotter zu einer sehr dichten und hoch scherfesten Säule verdichtet wird.

Bei diesem Vollverdrängungsverfahren wird mit einem Bohrgerät ein Loch in den Boden abgeteuft. Bei wenig standfesten Böden, wie er hier in Teilabschnitten vorliegt, ist eine Verrohrung erforderlich. In diesem Zusammenhang wird auf die festgestellte Staunässe im Untergrund und das Zuschlämmen der Bohrlöcher hingewiesen. In das offene Bohrloch wird lagenweise Schotter eingefüllt und mit einem Rammgerät verdichtet. Der Schotter wird durch die patentierte Form der Dornspitze auch lateral in den anstehenden Boden verdrängt und garantiert somit eine sehr hohe Mantelreibung.

Ein Vorteil zu dem vergleichbaren System Rüttel - Stopfsäulen (RSV) ist, dass der Schotter bei Impact® Schotter - Stopfsäulen nicht durch einen Schleusenrüttler horizontal eingerüttelt werden muss. Der Schotter wird durch eine Auf- und Abwärtsbewegung des Impact® - Dorns relativ erschütterungsarm in den zu verbessernden Boden gestopft. Dieses schwingungsreduzierte Verfahren Impact® ist gerade bei komplizierten Bodenstrukturen, wie etwa in wassergesättigte Böden, sehr vorteilhaft und garantiert auch eine Verbesserung der umgebenden Bodenbereiche.

Die Impact® Schotter - Stopfsäule ist von der technischen Kapazität annähernd vergleichbar mit der Rüttel - Stopfsäule. Das Impact®-Verfahren ist also genau wie das Rüttel - Stopfverfahren (RSV) zur Verbesserung weicher bis breiiger, kiesiger, sandiger auch z.T. organischer Böden geeignet. Das Verfahren hat zusätzlich den Vorteil, dass aufgrund der Vollverdrängungstechnologie kein Bohrgut zu Tage gefördert wird, sodass keine Entsorgung notwendig ist.

Hinweis: Für die Umgebung typisch sind pleistozäne Geschiebebestandteile in Blockgröße (sog. Findlinge) mit Kantenlängen von teilweise mehreren Metern, die den feinkörnigeren Sanden eingelagert sein können. Dies ist bei der Kalkulation und dem Einbringverfahren zwingend zu berücksichtigen.

Die Verwendung von mineralischen Säulenfüllmaterialien begünstigt die Konsolidation und den Porenwasserdruckabbau. Die Geopier® Impact® -Rammschotter-säulen sind schnell belastbar und überbaubar. Wasserhaltungskosten können gegenüber anderen Verfahren häufig entfallen.

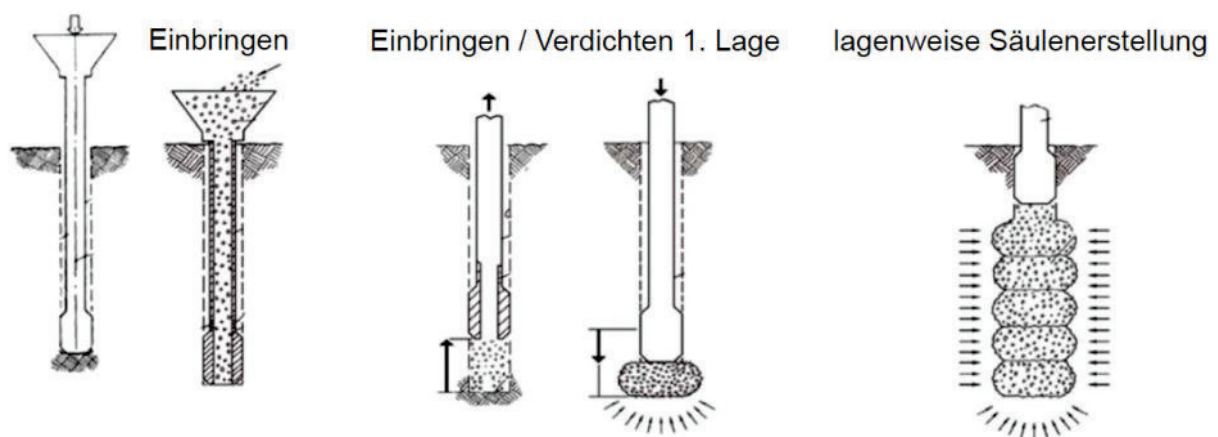


Abbildung 23: Prinzip des Einbringverfahrens

Technische Vorteile

- hoher Verdichtungsgrad des Schotters durch Geometrie des Dorns
- hohe Säulentragfähigkeit durch lagenweise Vibrationsverdichtung
- Aufnahme von Zug-, Druck- und Horizontalkräften
- hohe Lastabtragung über Mantelreibung
- Signifikante Setzungsreduzierung und Setzungskontrolle
- Qualitätskontrolle durch elektronische Aufzeichnung
- Erschütterungsarme Herstellung
- Kein anfallendes, teuer zu entsorgendes Bohrgut



Das Last - Verformungsverhalten ist anhand von Probelastungen zu prüfen und ggf. die im Rahmen der Bemessung getätigten Annahmen zu verifizieren. Neben der Prüfung der Materialeigenschaften des Schotter werden Prüfungen während des Einbaues und nach Fertigstellung der Schottersäulen durchgeführt (z.B. schwere Rammsondierung DPH nach DIN EN ISO 22476). Nach dem Einbau und vor der Prüfung ist eine Verdichtung der Säulenköpfe anzuraten.

Die Arbeitsebene muss zur ungehinderten Bewegungsfreiheit mit einer Oberflächenbefestigung aus nicht bindigen Erdbaustoffen stabilisiert werden. Zu diesem Zweck erscheint eine Mindestdicke von $d = 0,50$ m anzuraten.

Die Bemessung, der Entwurf und die Ausführung von Schotter - Stopfsäulen erfolgt ausschließlich durch lizenzierte Bauunternehmen.

Im Falle, dass dieses Verfahren zur Ausführung kommt, wird das detaillierte Konzept mit Dimensionierung des Gründungssystems von der beauftragten Fachbaufirma durchgeführt und sollte dem Unterzeichner zur Prüfung vorgelegt werden. Zur Sicherstellung der bestimmungsgemäßen Ausführung ist eine permanente baubegleitende Ausführungsüberwachung durch den Baugrundsachverständigen oder einem Vertreter dringend anzuraten.

Die Herstellung einer durchlaufenden Lastverteilungsschicht oberhalb des mit Säulen verbesserten Baugrundes ist erforderlich. Hierzu wird der anstehende bindige Boden (Bodengruppe UL) vollflächig abgetragen und durch einbau- und verdichtungsfähige sowie hohlraumarm verdichtbare Mineralgemische ersetzt (z.B. Schotter 0 - 32 oder 0 - 45 mm) (s. Abschn. 7.8).

Eine ausreichende Frostsicherheit ($t_f = 1$ m unter GOK) ist allerorts zu gewährleisten.

7.4 Auftriebssicherheit

Während der Erkundungsarbeiten wurde an allen Standorten Grundwasser angetroffen. Die Einmessung hat hierbei Tiefen zwischen 2,60 und 8,00 m unter GOK ergeben. Ein unmittelbarer Einfluss auf die geländenahen Erdarbeiten ist somit nicht gegeben. Allerdings gilt es grundsätzlich zu beachten, dass bei entsprechenden Niederschlagsereignissen infolge von Stauwasserbildungen und Sickerwasserauftritten unmittelbare Beeinflussungen wirksam sein können. Zudem können unterhalb der Fundamentaufstandsfläche schichtweise auftretende Grundwasserführungen nicht völlig ausgeschlossen werden. Dicht gelagerte und bindig durchsetzte Sande können eine rasche Versickerung in den tieferen Untergrund behindern.

Vorsorglich sollte daher der Fundamenttyp **"Grundwasser in Geländeoberkante"** umgesetzt werden.

7.5 Geotechnische Nachweise

Die Aufstellung und der Betrieb der Anlagen erfordert die Einhaltung bestimmter Anforderungskriterien. Diese werden durch den Anlagenhersteller in den entsprechenden Spezifikationen vorgegeben. Die hierfür festgelegten Kriterien sind in der nachstehenden tabellarischen Auflistung aufgeführt.

Flachgründung	VESTAS V162-6.0 MW mit 169m Nh., GWS in OK Gelände
Mindestwert zulässige Bodenpressung (Kantenpressung):	LF BS - P: $\sigma_{R,k} \geq 286,6 \text{ kN / m}^2$ LF BS - A: $\sigma_{R,k} \geq 360,3 \text{ kN / m}^2$
Mindestdrehfedersteifigkeit zwischen Fundament und Baugrund:	$k_{\phi,stat} \geq 40.000 \text{ MNm / rad}$ $k_{\phi,dyn} \geq 200.000 \text{ MNm / rad}$
Fundamentüberschüttung:	Mindestwichte des trockenen Bodens: $\gamma_d = 18 \text{ kN / m}^3$
Fundamentgeometrie:	Kreisfundament $\varnothing 24,50 \text{ m}$ Fundamentunterkante $H = 0,24 \text{ m}$ unter GOK (ohne Sauberkeitsbeton)
Charakteristische Fundamentalschnittgrößen in UK Fundament:	LF BS - P: $H_k = 1.375 \text{ kN}$ $V_k = 45.919 \text{ kN} / 47.993 \text{ kN}$ (mit / ohne Auftrieb) $M_{res,k} = 214.800 \text{ kNm}$ LF BS - A: $H_k = 1.650 \text{ kN}$ $V_k = 45.959 \text{ kN} / 48.033 \text{ kN}$ (mit / ohne Auftrieb) $M_{res,k} = 257.900 \text{ kNm}$ alle Lasten ohne Teilsicherheitsbeiwert ($\gamma_F = 1,0$)
Zulässige Schiefstellung infolge Baugrundsetzungen in 25 Jahren:	3 mm / m
Wasserstand:	in Geländeoberkante

Tabelle 9: Anforderungskriterien für den Anlagentyp VESTAS V162-6.0 MW mit 169m Nh., Flachgründung, Grundwasser bis maximal Geländeoberkante

Im Falle einer Tragfähigkeitsverbesserung über Schotter - Rammsäulen erfolgt die Nachweisführung durch die Fachbaufirma. Diese legt ein detailliertes Konzept mit Dimensionierung des Gründungssystems vor. Nach der Prüfung durch den Baugrundsachverständigen erfolgt eine abschließende Bewertung und Freigabe.

7.6 Erdarbeiten

Die Abgrabungen zur Anlegung des Erdplanums umfasst an den Standorten die effektive Fundamentunterkante nahe der derzeitigen Geländelinie. Gemäß den standardisierten Vorgaben beträgt die Einbindung einschließlich der Betonsauberkeitschicht lediglich 0,34 m am Anlagenmittelpunkt. Unter Berücksichtigung der vorhandenen topographischen Verhältnisse mit ebener Geländeoberfläche und dem erforderlichen vollflächigen Ausräumen der unzureichend tragfähigen Böden kommen Geländeabgrabungen bis etwa 1 m zur Ausführung.



Der Geländeeinschnitt erfolgt neben dem geländeanliegenden Oberboden innerhalb von bindigen, feinkörnigen Lockergesteinen (Bodengruppe UL). Bis zur Tiefe der Geländeeinschnitte können die Abgrabungen ohne Einhaltung besonderer Böschungsneigungen profiliert werden. Der Einsatz eines Tieflöffelbaggergerätes mit glatter Schneidekante und Arbeitsstand in OK Gelände kann mittels mittlerer Ausführung problemlos vorgenommen werden.

Nach der Profilierung der jeweiligen Geländeeinschnitte ist das Erdplanum intensiv "kreuzweise" zu verdichten (mind. 10 t - Walze). Der Verdichtung sollte mindestens 3 Tage niederschlagsfreies Wetter vorausgegangen sein.

Durch Niederschlagseinfluss aufgeweichte Böden sind vollflächig auszuräumen und in Erdbauweise zu ersetzen.

Jedes Erdplanum ist im Anschluss an die Nachverdichtung und ggf. notwendigen Ausgleichsmaßnahmen zur Ebnung der Fläche vom Baugrundsachverständigen abzunehmen und freizugeben.

Anschließend erfolgt das Aufbringen der Lastverteilungsschicht und hiernach unverzüglich die Versiegelung der Fundamentaufstandsfläche durch den Einbau der Betonsauberkeitsschicht.

7.7 Wasserhaltung

Während der Erkundungsarbeiten ist in den maßgeblichen Eingriffstiefen kein Grundwasser angetroffen worden.

Im Verlauf länger andauernder niederschlagsreicher Zeiten können allerdings Tagwässer nicht ausgeschlossen werden, die zur einer Aufweichung des wasserempfindlichen Erdplanums führen können. Auf das Entfernen aufgeweichter Böden und Ersatz in Erdbauweise wurde bereits hingewiesen. Zum Schutz des Erdplanums sollte daher nach Möglichkeit rasch nach der Fertigprofilierung eine Lage der mineralischen Lastverteilungsschicht aufgebracht werden, um eine Stabilisierung zu erreichen.

7.8 Frostsicherheit, Lastverteilung

An den Standorten kommt zur Lastverteilung oberhalb des durch Schotter - Rammsäulen verbesserten Untergrundes eine durchgehende Lastverteilungsschicht zur Herstellung.

Dabei sollte die Einbaufertigdicke 2 Einbaulagen zu je 0,30 m, somit mindestens $d = 0,60$ m betragen. Generell ist sicherzustellen, dass das Erdplanum nicht bindige bis höchstens schwach bindige, gemischtkörnige Böden erreicht (Bodengruppe SI, SE, SW, GW oder SU). Dies ist neben der Tragfähigkeit auch unter dem Aspekt ausreichender Frostsicherheit unter dem geländenahen Fundament erforderlich.



Für die Lastverteilungsschicht sind daher in den Randbereichen des Fundamentes mineralische Erdbaustoffe mit frostsicheren und -beständigen Eigenschaften zu verwenden (ggf. als umlaufende Frostschräge). Auswahl, Einbau und Verdichtung der Erdbaustoffe erfolgen zweckmäßigerweise in Anlehnung an die

- **ZTV V - SoB - StB**
"Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau"
- **TL SoB - StB**
"Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau"

Es sollten vorzugsweise ortstypische Baumaterialien zur Verwendung vorgesehen werden. Recycling - Material ist nur zuzulassen, wenn es den o.s. Richtlinien entspricht und umweltverträglich ist (ausschließlich Z 0 - Material).

Der Einbau der mineralischen Schicht wird in Lagen zu $d = 0,30$ m ab äußerem Fundamentplattenrand im Lastausbreitungswinkel von 45° nach unten durchgeführt, wobei jede Lage intensiv und "kreuzweise" zu verdichten ist. Auf die sorgfältige Verdichtung am äußeren Fundamentrand wird ausdrücklich hingewiesen. Zur Gewährleistung der ausreichenden Verdichtung am Fundamentrand ist eine Verbreiterung der Schicht auf mindestens $b = 0,50$ m zu empfehlen.

Der Erfolg der Tragfähigkeitsverbesserung ist zweckmäßigerweise durch Fremdprüfung nachzuweisen. Als Verdichtungsziel sollte nachgewiesen werden:

$$D_{pr} \geq 103\% \quad \text{Proctor}$$

oder ersatzweise

$$E_{v2} \geq 120 \text{ MN} / \text{m}^2 \quad \text{Verformungsmodul}$$
$$E_{v2} / E_{v1} \leq 2,3 \quad \text{Verdichtungsverhältnis}$$

In Oberkante Erdbaustoffe ist je Standort mindestens ein Lastplattendruck - Versuch nach DIN 18134 zur Bestätigung der Verdichtung und der E-Module auszuführen.

Einbau, Verdichtung und Kontrolle erfolgt grundsätzlich mit dem Baugrundsachverständigen in enger Abstimmung.

7.9 Frischbetoneigengewicht

Die Baugrundbedingungen sind bei Einhaltung und Prüfung der Empfehlungen sowie nach Freigabe durch den Baugrundsachverständigen geeignet, die Belastung aus dem Frischbetoneigengewicht des Fundamentes schadlos aufzunehmen.

Das jeweilige Fundament kann somit in einem Durchgang betoniert werden.



7.10 Fundamentüberschüttung

Die Verwendung der beim Aushub gewonnenen Böden zum Zweck der Fundamentüberschüttung kann in Aussicht gestellt werden. Bei der Profilierung des Erdplanums fallen organisch durchsetzte Sande als geländeabdeckender Oberboden und Schluffe an. Die zur Verfügung stehenden Böden dürften nach grober Abschätzung hinsichtlich der Massenbilanz zur Überschüttung ausreichend sein.

Um für die Fundamentüberschüttung die geforderte Mindestwichte von $18 \text{ kN} / \text{m}^3$ gemäß der Angaben im Fundament - Schalplan zu erreichen, wird ein lagenweiser Einbau der Schüttbodyen und eine Verdichtung jeder Einzeleinbaulage mittels statischem Verdichtungsgerät (Walzen - mindestens 4 kontrollierte Übergänge je Einbaulage) angeraten.

Zur Andeckung des oberen Überschüttbereichs eignen sich die anfallenden Lehm Böden (Bodengruppe UL), die zur raschen Abführung von Oberflächenwässern geglättet und mit Gefälle vom Anlagenmittelpunkt weg profiliert werden sollten. Als Schichtdicke der Einzeleinbaulage wird $d \leq 0,25 \text{ m}$ vorgeschlagen.

Oberböden sind zu separieren, da sie eine geringere Wichte aufweisen und nicht ausreichend verdichtungsfähig sind. Ggf. finden sie für Schutzmaßnahmen gegen Erosionsbildungen Verwendung. Eine Prüfung und Bestätigung der anlagerherstellerseitigen Mindestwichte ist erforderlich.

8 Zuwegungen

Die Zufahrt zu den Anlagenstandorten erfolgt aus südwestlicher Richtung über von der L71 abzweigende Wirtschaftswege und neu herzustellende Zuwegungen erreicht.

Für die Fahrwege und unmittelbare Zuwegungen ist zu beachten, dass diese während der Bauphase durch häufig wiederkehrenden Schwerlastverkehr beansprucht werden. Bei entsprechenden Belastungen können erhebliche Einsenkungen und Rinnenbildungen auftreten. Insbesondere im Verlauf niederschlagsreicher Zeiten stellen sich entlang der Fahrfläche u.U. tiefgründige Aufweichungen ein, die dann nicht mehr befahrbar bzw. ungehindert nutzbar sind.

Um die Anforderungen zu erfüllen, müssen in den betroffenen Abschnitten entsprechende bautechnische Maßnahmen eingeleitet werden. Die Ausbaubreite der Fahrwege, einschließlich der Bankette richtet sich nach den Vorgaben des Anlagenherstellers. Für die unmittelbaren Zuwegungen wird der Aufbau einer durchgehenden, dauerhaft nutzbaren und frostsicheren Oberflächenbefestigung benötigt. Die Tragfähigkeit und Befahrbarkeit müssen auch im Falle von starken Regenfällen gegeben sein. Bestehende Fahrwege erfordern Maßnahmen zur Verbreiterung sowie Aufweigungen in Kurvenbereichen.

Die Fa. Vestas gibt hierfür folgende Anforderungen vor:

Bei Transportwegen und Kranstellflächen mit einer maximalen Achslast von 12 t

Untergrund	$E_{v2} \geq 45 \text{ MN / m}^2$
Oberbau, Tragschicht	$E_{v2} \geq 80 \text{ MN / m}^2$ / $D_{pr} \geq 98 \%$
Verhältnisswert E_{v2} / E_{v1}	$\leq 2,5$

Bei Transportwegen und Kranstellflächen mit einer maximalen Achslast von 21 t

Untergrund	$E_{v2} \geq 45 \text{ MN / m}^2$
Oberbau, Tragschicht	$E_{v2} \geq 100 \text{ MN / m}^2$ / $D_{pr} \geq 98 \%$
Verhältnisswert E_{v2} / E_{v1}	$\leq 2,5$

Die Prüfung erfolgt mittels Lastplattendruckversuchen nach DIN 18134, wobei anlagenherstellerseitig 1 Stück pro 1 km - Transportweg mit 12 t Achslast und 2 Stück pro 1 km - Transportweg mit 21 t Achslast angegeben wird.

Nach eigenen Erfahrungen sollte die Zuwegungsoberfläche möglichst gleichmäßig mit einer Überhöhung von mindestens 10 cm zum anliegenden Gelände eingebaut werden.

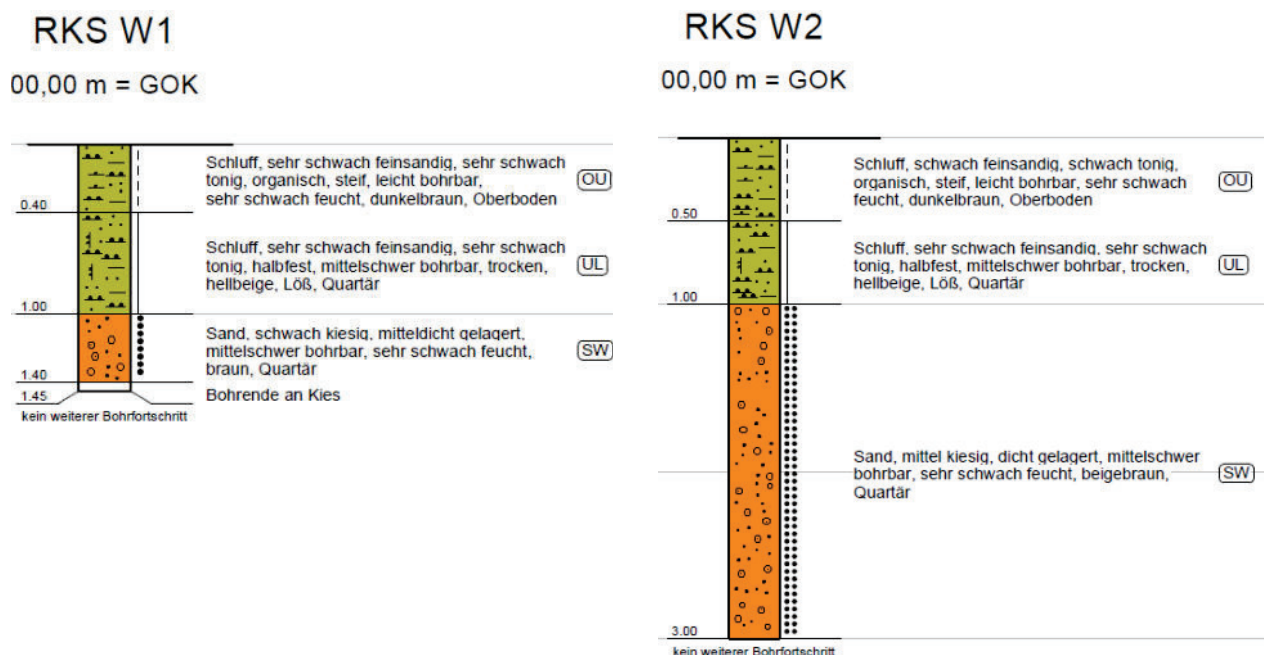
Zur orientierenden geotechnischen Untersuchung der im Einwirkungsbereich der Zuwegungen anstehenden Bodenverhältnisse wurden auftragsgemäß punktuelle Untersuchungen mittels kleinkalibriger Rammkernsondierungen (RKS) und dynamischer Rammsondierungen (DPH) durchgeführt.

Ein Lageplan ist in **Anlage 1.7** ersichtlich.

Bodenaufbau

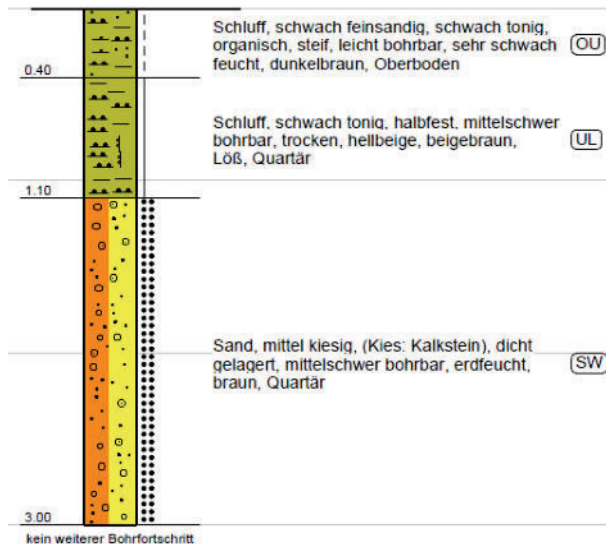
Das im Verlauf der Erkundungsarbeiten angetroffene Bodenprofil wurde ingenieur-geologisch detailliert aufgenommen. Nachfolgend werden die Profilaufnahmen wiedergegeben.

Abbildungen 24a bis 24l: Profilbalkendarstellung der Rammkernsondierungen (RKS)



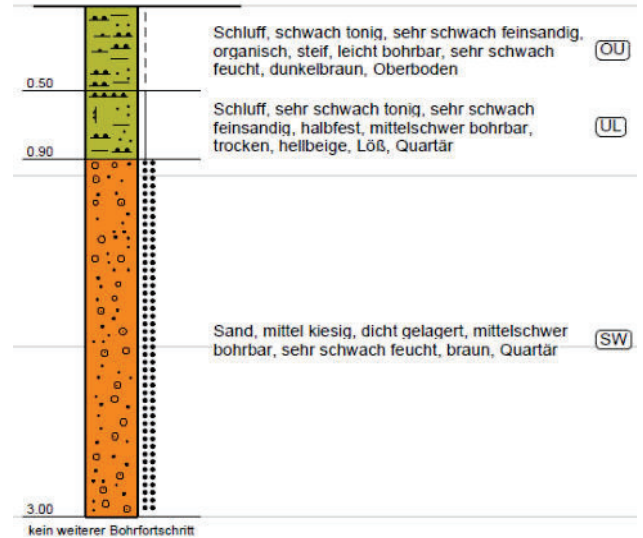
RKS W3

00,00 m = GOK



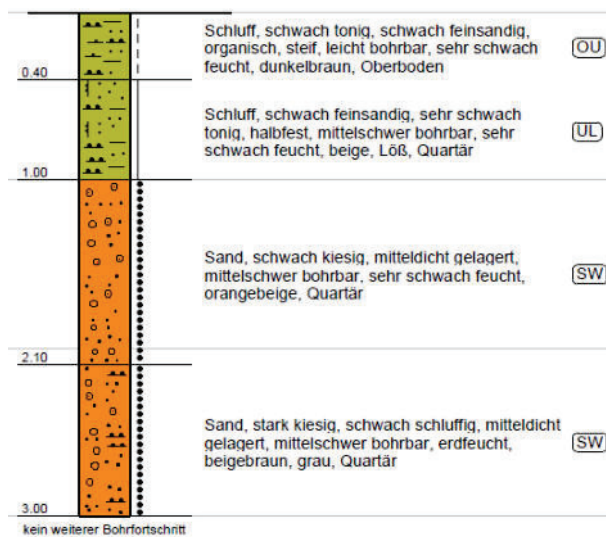
RKS W4

00,00 m = GOK



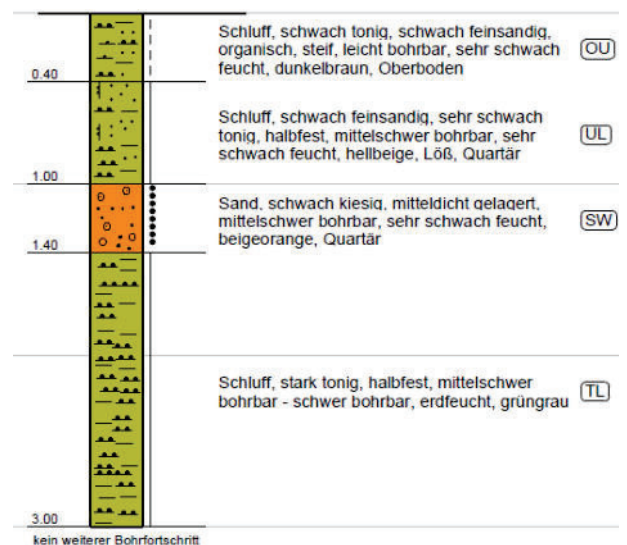
RKS W5

00,00 m = GOK



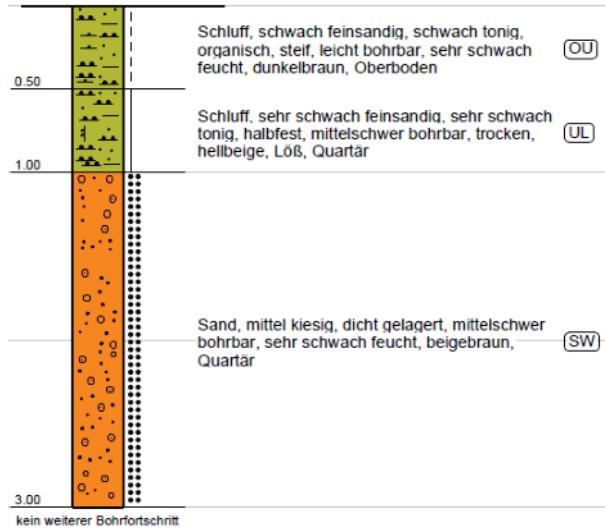
RKS W6

00,00 m = GOK



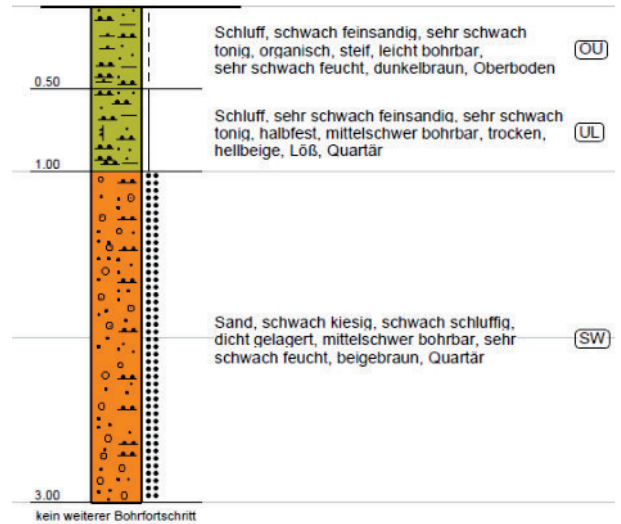
RKS W7

00,00 m = GOK



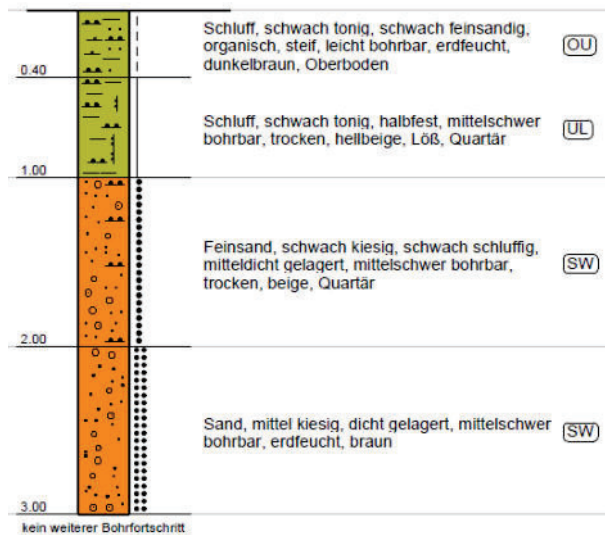
RKS W8

00,00 m = GOK



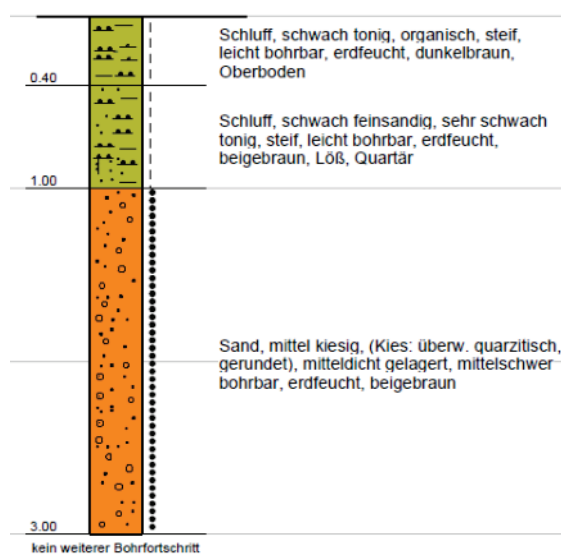
RKS W9

00,00 m = GOK



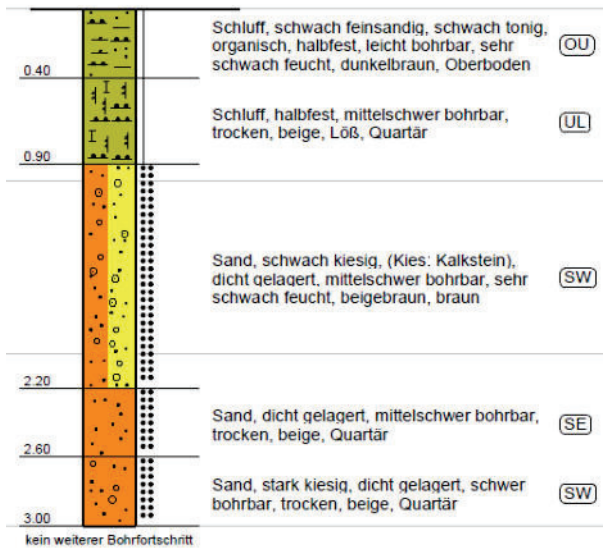
RKS W10

00,00 m = GOK



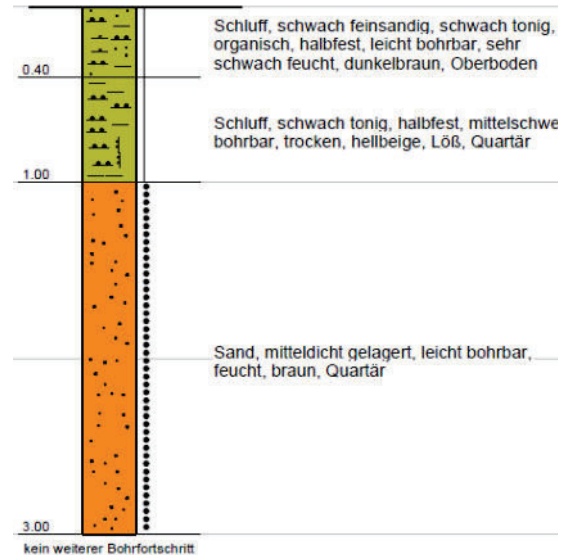
RKS W11

00,00 m = GOK



RKS W12

00,00 m = GOK



Die **Anlagen 2.13 bis 2.24** zeigen nochmal in separaten Darstellungen die aufgenommenen Bodenprofile. Grundwasser konnte am Erkundungstag bis maximale Erkundungstiefe nicht festgestellt werden.

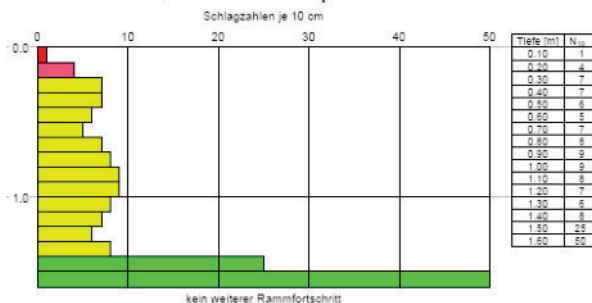
Lagerungsdichte

Nachfolgend wird das Ergebnis der Prüfstellen wiedergegeben.

Abbildungen 25a bis 25l: Widerstandslinien der dynamischen Rammsondierungen (DPH)

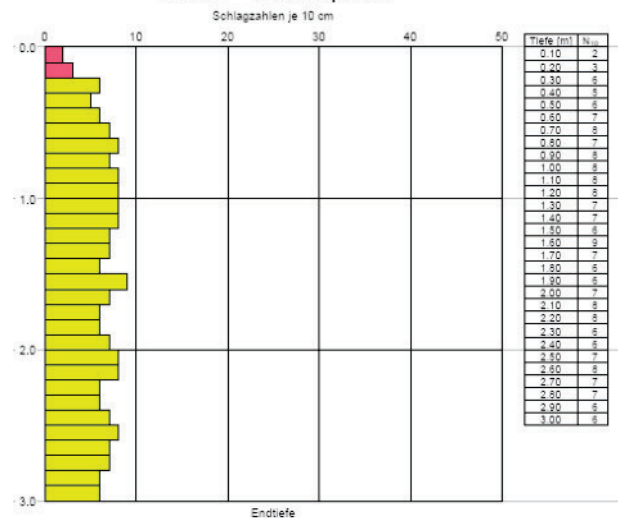
DPH W1

0,00 m = Ansatzpunkt



DPH W2

0,00 m = Ansatzpunkt



BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

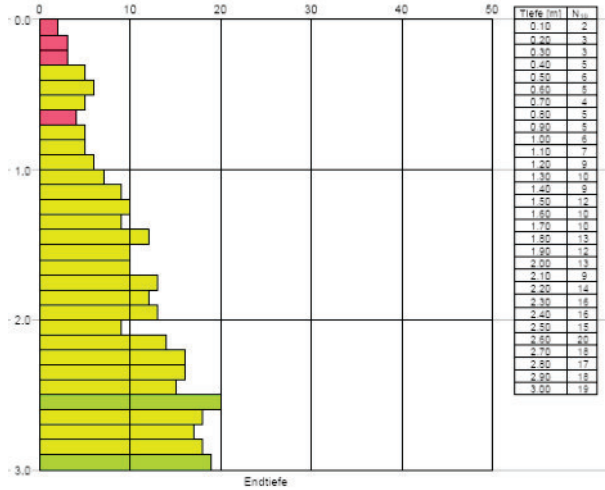
Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik



DPH W3

0,00 m = Ansatzpunkt

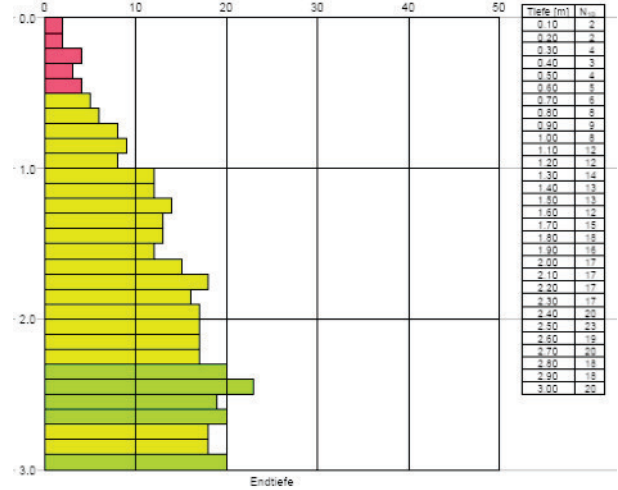
Schlagzahlen je 10 cm



DPH W4

0,00 m = Ansatzpunkt

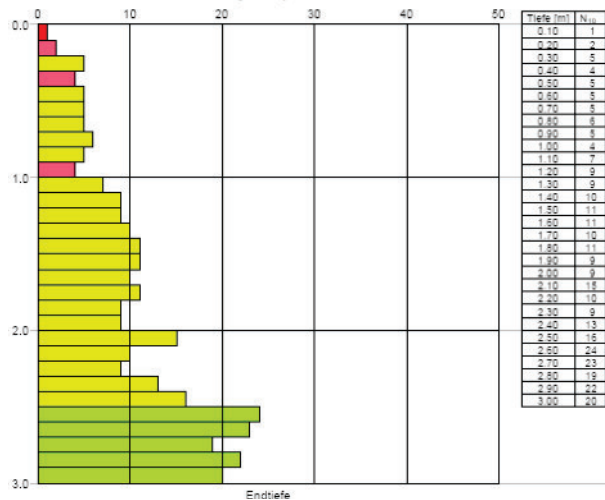
Schlagzahlen je 10 cm



DPH W5

0,00 m = Ansatzpunkt

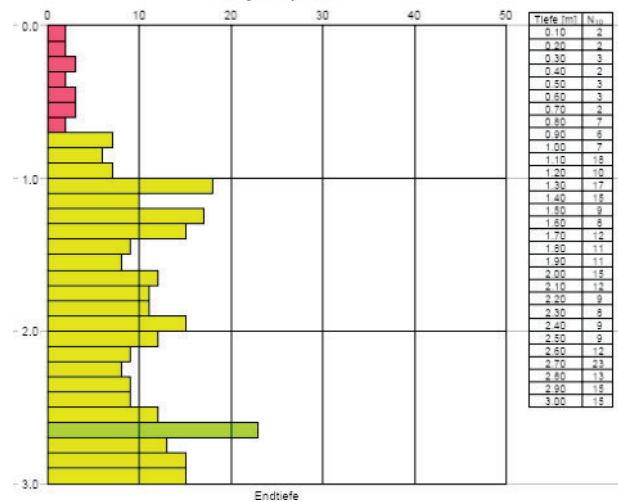
Schlagzahlen je 10 cm



DPH W6

0,00 m = Ansatzpunkt

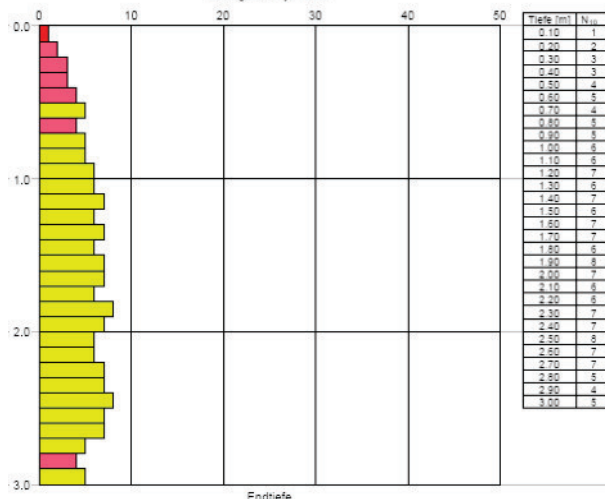
Schlagzahlen je 10 cm



DPH W7

0,00 m = Ansatzpunkt

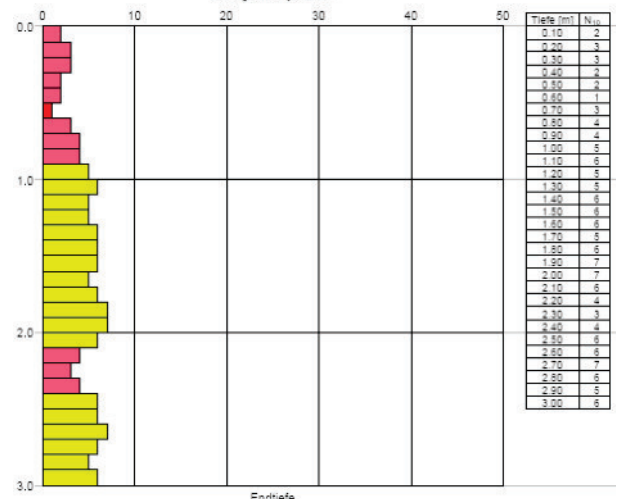
Schlagzahlen je 10 cm

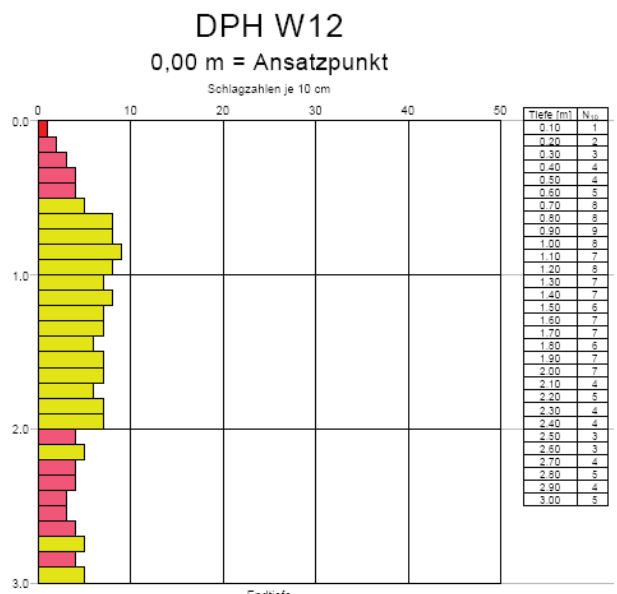
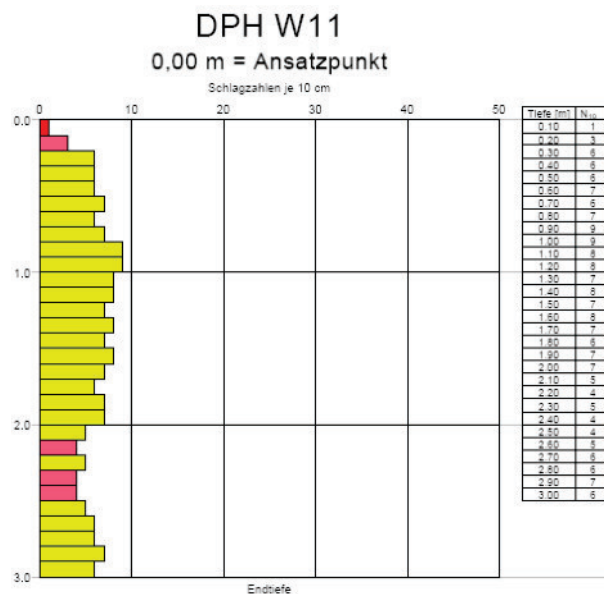
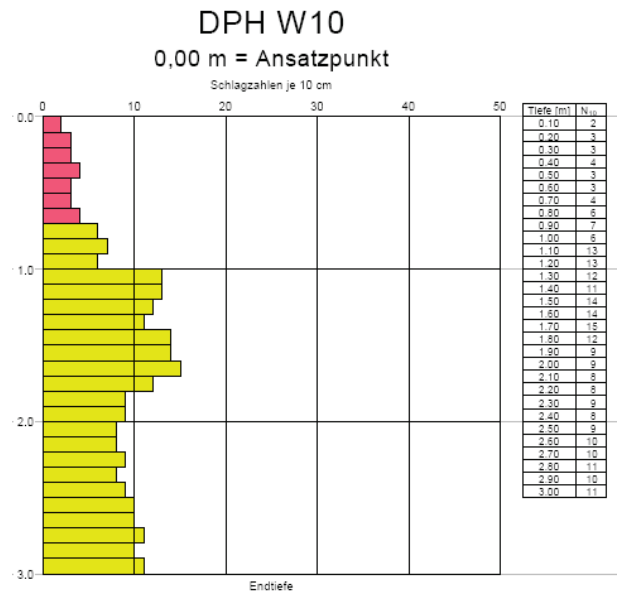
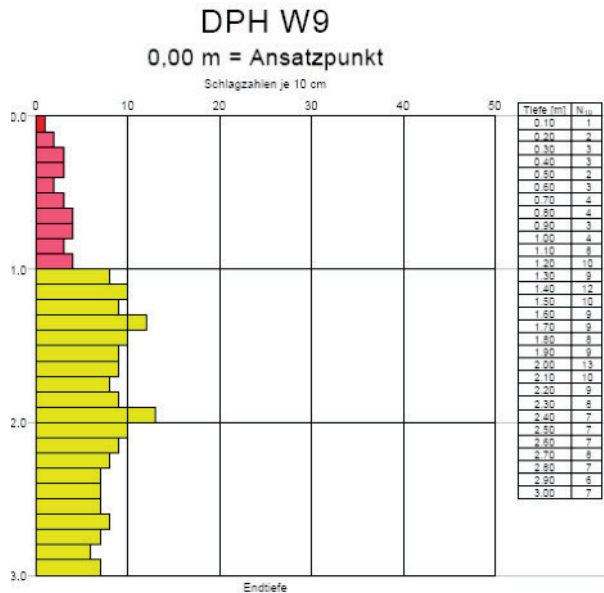


DPH W8

0,00 m = Ansatzpunkt

Schlagzahlen je 10 cm





Die **Anlagen 3.13 bis 3.24** zeigen nochmal in separaten Darstellungen die Widerstandslinien. Zusammenfassend ergibt sich folgender Erkundungsbefund:

Der Untergrund ist an allen Untersuchungsstellen vergleichbar beschaffen. Unter geländeabdeckendem Oberboden aus organisch durchsetztem Schluff in Schichtdicke zwischen $d = 0,40$ und $0,50$ m schließt sich quartärer Schluff an. Der bis Tiefe von $0,90$ bis $1,0$ m unter GOK reichende bindige, feinkörnige Boden der Bodengruppe UL war am Erkundungstag halbfest und nach sensitiver Einschätzung "trocken", örtlich "sehr schwach feucht" oder "erdfeucht". Bei der Beurteilung ist zu beachten, dass im jahreszeitigen Verlauf und den dann herrschenden Klimabedingungen Änderungen des natürlichen Wassergehaltes vorhanden sein können. Bei erhöhter Feuchteanreicherung neigt der Lehm zur Abnahme der Konsistenz, so dass im An-



schluss eine Verschlechterung der Eigenschaften einhergeht. Die Tragfähigkeitseigenschaften müssen somit als veränderlich eingeplant werden. Im Übrigen besitzt der Boden frostempfindliche Eigenschaften.

Ab der genannten Tiefe zeigte sich quartärer Sand mit schwach kiesig bis mittel kiesigen Nebenanteilen. Beschrieben wurde er als mitteldicht oder dicht und "sehr schwach feucht" oder "erdfeucht". Bei mindestens mitteldichter Lagerung kann von guten Tragfähigkeitseigenschaften ausgegangen werden. Sande der Bodengruppe SI, SE und SW sind nicht frostempfindlich.

Die Erkundungsstelle RKS W6, nahe des Standortes Förd 02, weist den Sand lediglich als geringe Schichtzone auf (zw. 1,0 u. 1,40 m u. GOK). Darunter folgt stark toniger Schluff (Bodengruppe TL) in halbfester Konsistenz und "erdfeuchter" Beanspruchung. Das Ergebnis entspricht etwa dem Erkundungsbefund der Bohrungen RKS 2-1 und 2-2 am unmittelbaren Aufstellungsort.

Nach Auswertung der dynamischen Rammsondierungen ist der Oberboden erwartungsgemäß als locker gelagert zu umschreiben. Der nachfolgende Schluff besitzt lockere bis mitteldichte und der anschließende Sand mindestens mitteldicht gelagert. Für den Schluff nahe der Bohrung RKS W6 zeigte sich ebenfalls mitteldichte Lagerung (s. DPH W6).

Folgerungen

Der Oberboden ist hoch verformungsempfindlich und daher ungenügend tragfähig. Er muss entsprechend seiner ausgebildeten Schichtdicke vollständig ausgeräumt werden.

Bei dem unterhalb des Oberbodens anstehenden Untergrund handelt es sich um bindige, feinkörnige der **Bodengruppe UL**. Gemäß ZTVE - StB ist die Frostempfindlichkeitsklassen **F 3** → **sehr frostempfindlich** zuzuordnen.

Für die Gründung der Verkehrsflächen ist ein Mindestverformungsmodul für das Planum von $E_{v2} = 45 \text{ MN} / \text{m}^2$ vorauszusetzen. Dies entspricht im Übrigen auch den Richtlinien der ZTVE - StB, Abschn. 4.5. Das Leistungsmerkmal wird durch den Lastplattendruckversuch nach DIN 18134 ermittelt. Hiervon ausgehend wird auf dem Planum im Bauzustand ein ausreichend tragfähiger Untergrund abgeleitet.

Eine erfahrungsgemäß getroffene Abschätzung, ob der geforderte Wert in den anstehenden Böden mit Sicherheit erreicht werden kann, ist im Vorfeld nicht zweckmäßig und sollte daher grundsätzlich einer flächendeckenden Prüfung vorbehalten werden.

Vorschlag

Zunächst wird das Erdplanum mit einer Breite von $b = 4 \text{ m}$ (bzw. nach Angaben des Anlagenherstellers) angelegt und zur raschen Abführung von Niederschlagswässern mit einem einseitigen Gefälle (ggf. Dachgefälle) von wenigstens 2 - 3 % zum Wegrand hin glättend profiliert sowie intensiv statisch verdichtet (Glattmantelwalze 4 bis 6 überlappende Übergänge). Der Verdichtung sollten mindestens 3 Tage niederschlagsfreies Wetter vorausgegangen sein.



Zur Vermeidung von Vernässungen am seitlichen Rand sollte erwogen werden, eine Entwässerungseinrichtung in Form eines Grabenprofils und Ausbildung eines vorflutseitigen Gefälles herzurichten. Hierdurch soll vermieden werden, dass das anfallende Niederschlagswasser zu einer Aufweichung des Planums führen kann. Dies gilt auch für den Endzustand.

Werden entlang der neu zu bauenden Zuwegungen aufgeweichte Böden im Planum vorgefunden, müssen diese vollständig entfernt und in Erdbauweise ersetzt werden.

Auf dem Planum erfolgt eine Prüfung durch Lastplattendruckversuche nach DIN 18134. Können die Anforderungen des Mindestverformungsmoduls nicht bestätigt werden, wird eine Verfestigung des Untergrundes durch Einfräsen von Kalk / Zement (ggf. als Mischbinder) empfohlen (Hauptziel: Langzeitwirkung). Zu diesem Zweck erfolgt das Einfräsen von 6 % Kalkzementgemisch (Mischbinder mit 70 % Zement) bis in Tiefe von 0,40 m. Bei Annahme einer Trockendichte von $\rho_d = 1,65 \text{ kg / cm}^3$ ergibt sich für die Einfrästiefe von 0,40 m ein Mischbinderbedarf von abschätzend 40 kg / m^2 . Konkrete Zugabemengen lassen sich jedoch nur durch Laborversuche bestimmen.

Die Bodenverfestigung ist nach dem Fertigerprinzip zu empfehlen. Bei diesem Bauverfahren werden Spezialfräsen in Kombination mit Misch- und Dosiergeräten für die Bodenaufbereitung eingesetzt, welche die Arbeitsphasen Fräsen und Aufnehmen des Bodens, Zerkleinern und Homogenisieren, Einmischen des Bindemittels und des Zugabewassers mit dosierter Steuerung, Absetzen des Fertigen Boden - Bindemittel - Gemisches in sich vereinigen. Auf eine besonders sorgfältige Einarbeitung des Bindemittels und Homogenisierung des Boden - Bindemittel - Gemisches ist unbedingt zu achten. Dabei ist der Boden so aufzureißen und zu zerkleinern, dass abgesehen von Kies- und Steinanteilen augenscheinlich $\geq 80 \%$ der Bodenklumpen $< 8 \text{ mm}$ sind. Die Bodenklumpen müssen auch im Innern durchfeuchtet sein. Der Wassergehalt des Bodens sollte dem für Einbau und Verdichtung erforderlichen Wassergehalt, welcher im Rahmen der Eignungsprüfungen mittels Proctorversuch zu bestimmen ist, entsprechen.

Müssen die zu verfestigten Böden angefeuchtet werden, so ist dies so rechtzeitig vorzunehmen, dass sich vor dem Einbringen des Bindemittels eine gleichmäßige Durchfeuchtung der Bodenklumpen eingestellt hat. Der Boden ist so lange zu homogenisieren bzw. zu mischen, bis in der gesamten Schicht eine gleichmäßige Färbung und ein gleichmäßiger Wassergehalt erreicht sind.

In Anlehnung an die ZTVE - StB ist bei derart verfestigten Böden ein Verformungsmodul von $E_{v2} = 70 \text{ kN / m}^2$ nachzuweisen. Boden der ehemaligen Frostempfindlichkeitsklasse F 3 kann dann der Klasse F 2 \rightarrow gering bis mittel frostempfindlich zugeordnet werden, so dass dann eine Reduzierung des frostsicheren Gesamtaufbaus um $d = 0,10 \text{ m}$ möglich ist.

Zwischen dem verfestigten Planum und der darüber einzubauenden Tragschicht sollte der Einbau eines Geogitters mit aufkaschiertem Vlies des Typs TENAX GT HM 3 aufgelegt werden.



Alternativ zu der Bodenverfestigung kann ein Bodenaustausch der Oberböden und bindigen Böden und Ersatz durch gleichmäßig kornabgestufte sowie einbau- und verdichtungsfähige Erdbaustoffe vorgenommen werden. Die erforderliche Austauschdicke und deren Optimierung sollte in einem integrierten Prüffeld ermittelt und festgelegt werden.

Es wird angeraten, die baubegleitenden Kontrollprüfungen entlang der jeweiligen Trasse durch das Büro des Baugrundsachverständigen oder einem anderen öffentlich bestellten und vereidigten Sachverständigen durchführen zu lassen.

Voraussetzung für das Erreichen des geforderten Verformungsmoduls von $E_{v2} = 80$ bzw. $100 \text{ MN} / \text{m}^2$ in Oberkante Tragschicht ist eine entsprechende Dimensionierung aus geeigneten mineralischen Gesteinen.

Zu diesem Zweck sollte der durchlaufende Einbau einer frostsicheren Oberbaukonstruktion (Tragschicht = Frostschutzschicht) aus gleichmäßig kornabgestuftem und raumbeständigen, frostsicheren, frostbeständigen sowie einbau- und verdichtungsfähigem Brechkorngemisch vorgesehen werden (z.B. Korngröße 0 - 32 oder 0 - 45 mm).

Sofern eine umweltrelevante Unbedenklichkeit und sonstige Eignung für den vorgesehenen Zweck vorliegt, kann auch Recycling - Material verwendet werden (besondere Freigabe erforderlich!).

Bei der erwarteten Belastungsklasse $B_{k3,2}$ (gem. RStO - "*Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen*") beträgt der erforderliche frostsichere Gesamtaufbau $d = 0,65 \text{ m}$, bei verfestigten Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F 2 $d = 0,55 \text{ m}$.

Es wird angeraten, die baubegleitenden Kontrollprüfungen entlang der jeweiligen Trasse durch das Büro des Baugrundsachverständigen oder einem anderen öffentlich bestellten und vereidigten Sachverständigen durchführen zu lassen.

Alle weiteren Anforderungen regeln die anlagenherstellerseitigen Spezifikationen zum Wegebau.

9 Kranstell- und Vormontageflächen

Kranstell- und Vormontageflächen unterliegen einer besonderen Beanspruchung. Insbesondere die Kranstellflächen werden im Hinblick auf die eingesetzten Hebezeuge durch hohe Sohldrücke beansprucht.

Der Untergrund muss gewährleisten, dass infolge der Beanspruchungen keine unzulässigen Schiefstellungen auftreten können. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Lastbeanspruchung in die angrenzende Lastverteilungsschicht unterhalb des Fundamentes hineinreicht.



Zudem gelten die Anforderungen analog zu den Zuwegungen sinngemäß. Dies betrifft vor allem die Dauerhaftigkeit der Eigenschaften und Beschaffenheit sowie die Frostsicherheit.

Anlagenherstellerseitige Anforderungen umfassen folgende Tragfähigkeitsbedingungen:

Bei Transportwegen und Kranstellflächen mit einer maximalen Achslast von 12 t

Untergrund	$E_{v2} \geq 45 \text{ MN} / \text{m}^2$
Oberbau, Tragschicht	$E_{v2} \geq 80 \text{ MN} / \text{m}^2$ / $D_{pr} \geq 98 \%$
Verhältniswert E_{v2} / E_{v1}	$\leq 2,5$

Bei Transportwegen und Kranstellflächen mit einer maximalen Achslast von 21 t

Untergrund	$E_{v2} \geq 45 \text{ MN} / \text{m}^2$
Oberbau, Tragschicht	$E_{v2} \geq 100 \text{ MN} / \text{m}^2$ / $D_{pr} \geq 98 \%$
Verhältniswert E_{v2} / E_{v1}	$\leq 2,5$

Die Prüfung erfolgt mittels Lastplattendruckversuchen nach DIN 18134 oder dynamischen Fallplattenversuchen gem. TP BF-StB, teil B 8.3 (Anforderungen des Anlagenherstellers beachten!).

Hergestellt werden sollte eine grobkörnige ebene Oberfläche aus gebrochenem Schüttgut, wie z.B. Schotter oder sonstiger gebrochener Naturstein mit einer Körnungsstärke von 0 - 32 oder 0 - 45 mm. Die Kranstellfläche sollte des Weiteren vom Höhengniveau analog wie die Zuwegung über Geländeoberkante liegen, damit der Ablauf von Oberflächenwasser gewährleistet wird.

Bei dem unterhalb des Oberbodens anstehenden Untergrund handelt es sich nach den Befunden der Erkundungsstellen um bindige, feinkörnige Böden der **Boden-Gruppe UL**. Gemäß ZTVE - StB ist die Frostempfindlichkeitsklasse **F 3** → **sehr frostempfindlich** zuzuordnen.

Die geländenah anstehenden Böden sind locker bis mitteldicht gelagert. Überhöhte Feuchtigkeit konnte am Erkundungstag in keiner Erkundungsstelle festgestellt werden. Dennoch ist im jahreszeitigen Verlauf mit Veränderlichkeiten zu rechnen. Zudem gelten die Böden als stauwasserbildend. Weiterhin sind der Oberboden und der nachfolgende plastisch reagierende bindige Bodenaufbau als setzungsempfindlich zu bewerten.

Eine konkrete Höhenplanung für die Flächen liegt noch nicht vor.

Prinzipiell ist für die Gründung der Flächen ein Mindestverformungsmodul für das Planum von $E_{v2} = 45 \text{ MN} / \text{m}^2$ vorauszusetzen. Dies entspricht im Übrigen auch den Richtlinien der ZTVE - StB, Abschn. 4.5. Das Leistungsmerkmal wird durch den Lastplattendruckversuch nach DIN 18134 ermittelt. Hiervon ausgehend wird auf dem Planum im Bauzustand ein ausreichend tragfähiger Untergrund abgeleitet.



Folgerungen

Der Oberboden ist hoch verformungsempfindlich und daher ungenügend tragfähig. Er muss entsprechend seiner ausgebildeten Schichtdicke vollständig ausgeräumt werden. Eine erfahrungsgemäß getroffene Abschätzung, ob der geforderte Wert in den anstehenden Böden mit Sicherheit erreicht werden kann, ist im Vorfeld nicht zweckmäßig und sollte daher grundsätzlich einer flächendeckenden Prüfung vorbehalten werden.

Können die Anforderungen nicht bestätigt werden, und dies ist aller Voraussicht nach innerhalb der bindigen Böden zu erwarten, ist im Hinblick auf die erhöhten Flächenbelastungen ein Bodenaustausch notwendig. Die Schichtstärke ist vorab nicht exakt anzugeben und sollte nach Fertigstellung der Planung auf die Belastungsanforderungen vordimensioniert und in einem integrierten Prüffeld unter Beteiligung des Baugrundsachverständigen exakt bestimmt werden.

Der Einbau des Bodenaustausches erfolgt aus gleichmäßig kornabgestuften und raumbeständigen Brechkorngemischen in Einzeleinbaulagen von höchstens $d = 0,30$ m und Verdichtung je Lage. Zur Verbesserung der Tragfähigkeitseigenschaften wird empfohlen, zusätzlich zwischen dem Planum und der Unterkante Bodenaustausch ein verformungsstabiles und knotensteifes Geogitter mit aufkaschiertem Vlies des Typs "TENAX GT HM 3" einzubauen. Alternativ kann auch eine Bodenverfestigung analog den Ausführungen zu den Zuwegungen, hier jedoch in 2 Schichtebenen zu je $d = 0,40$ m, in Erwägung gezogen werden.

Voraussetzung für das Erreichen des Verformungsmoduls von $E_{v2} = 100 \text{ MN} / \text{m}^2$ in Oberkante Deckschicht ist eine entsprechend dimensionierte Trag- / Deckschicht aus geeigneten mineralischen Gesteinen. Material und Zusammensetzung sollte denen der Zuwegungen entsprechen. Der durchlaufende Einbau wird mit einer Mindest - Einbaufertigdicke von $d = 0,50$ m vorgeschlagen (bzw. unter Berücksichtigung der Oberbodenmächtigkeit und erforderlichen Geländeüberhöhung).

Vorab ist das Abtragsplanum mit schwerer Walze (empfohlen: 10 to) intensiv in Längs- und Querrichtung sowie überlappenden Übergängen zu verdichten. Der Verdichtung sollte zudem mindestens 3 Tage niederschlagsfreies Wetter vorausgegangen sein. Wegen der bislang noch unbekanntem Lastgröße des tatsächlich zum Einsatz kommenden Kranes gilt generell, dass das System auf die Belastungssituation abzustimmen ist. Aufgrund umfangreicher Erfahrungen wird zur Prüfung und Optimierung der Aufbauten jeweils das Anlegen von Testfeldern zwingend erforderlich.

Das Erdplanum, die eingebauten mineralischen bzw. geogenen Schichten (OK Planum / OK Bodenaustausch / OK Bodenverfestigung und OK Tragschicht ist durch Lastplattendruckversuche abzunehmen. Die dauerhafte Standsicherheit der abgenommenen Flächen ist für die Bau- und Betriebszeit sicherzustellen. Der vorab empfohlene Aufbau der Flächen ist nach Bekanntgabe der tatsächlich zum Einsatz kommenden Kräne / Kranlasten (auch Abmessungen der Aufstellflächen) durch Grundbruch- / Setzungsnachweise zu prüfen.

Im Übrigen gelten die Vorgaben des Anlagenherstellers.



10 Schlussbemerkungen

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.

Das Gutachten gilt nur vollständig und nach Prüfung bzw. Abnahme der Empfehlungen sowie den Hinweisen zur Bauausführung durch den Baugrundsachverständigen. Wir bitten um Verständnis, dass nur nach örtlicher Prüfung während der bautechnischen Arbeiten Gewähr für die Richtigkeit des Gutachtens sowie der umgesetzten Baugrundbeurteilungen übernommen werden kann.

Für weitere ingenieurgeologische Beratungen stehen wir Ihnen selbstverständlich gerne zur Verfügung.

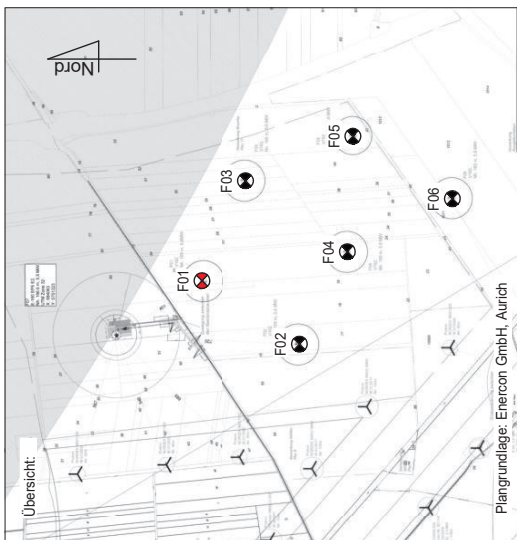
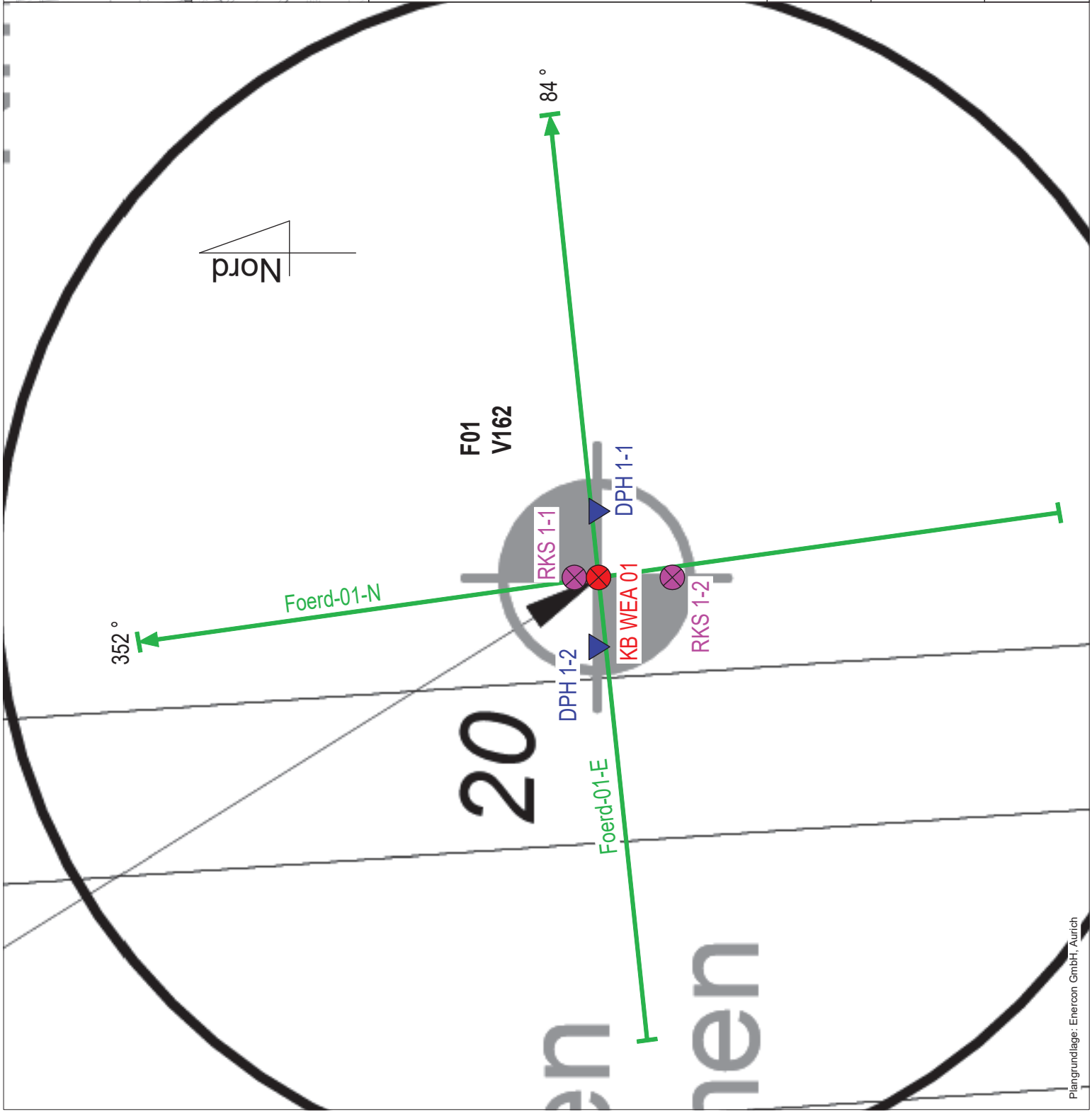
Aufgestellt: Trendelburg, den 11.06.2021

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
Vorstand
Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik
Dr. Claus Schubert
Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger der BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG für das Bestellungsgebiet
2460, Baugrund-Erkundung, -untersuchung & -bewertung
www.bbu-schubert.de

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
Vorstand
Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik
Dipl.-Geow. Gesine Grapp
Projektleitung
eMail: info@bbu-schubert.de
www.bbu-schubert.de

Anlage 1.1 bis 1.6	-	Lagepläne mit Erkundungsstellen und Übersichtsplan (Standorte)
Anlage 1.7	-	Lageplan mit Erkundungsstellen und Übersichtsplan (Zuwegungen)
Anlage 2.1 bis 2.12	-	Profilbalkendarstellung der Rammkernsondierungen (Standorte)
Anlage 2.13 bis 2.24	-	Profilbalkendarstellung der Rammkernsondierungen (Zuwegungen)
Anlage 2.25 bis 2.30	-	Profilbalkendarstellung der maschinellen Aufschlussbohrungen
Anlage 3.1 bis 3.12	-	Widerstandslinien der schweren Rammsondierungen (Standorte)
Anlage 3.13 bis 3.24	-	Widerstandslinien der schweren Rammsondierungen (Zuwegungen)
Anlage 4	-	Analysebefund der bauchemischen Grundwasser- / Bodenbeprobung

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.



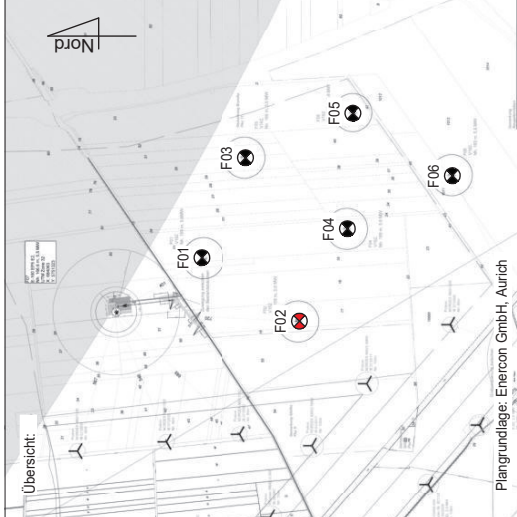
Legende:

- RKS... Ansatzstelle der Rammkernsondierung
- KB... Ansatzstelle der Kernbohrung
- DPH... Ansatzstelle der schweren Rammsondierung
- ↗ Geoelektrisches Messprofil

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

Windwärts Energie GmbH
 Hanomaghof 1
 30449 Hannover

Auftraggeber:	Projektnr.:	Anlage:
	220277	1.1
	Maßstab: (A3-Format)	Datum:
	1 : 500	04.05.2021
	Gezeichnet:	Geprüft:
	SH	GG
Baumaßnahme:	Planinhalt:	
WP	Lageplan der Erkundungspunkte WEA F01	
Staßfurt-Förderstedt	Errichtung von 6 WEA	



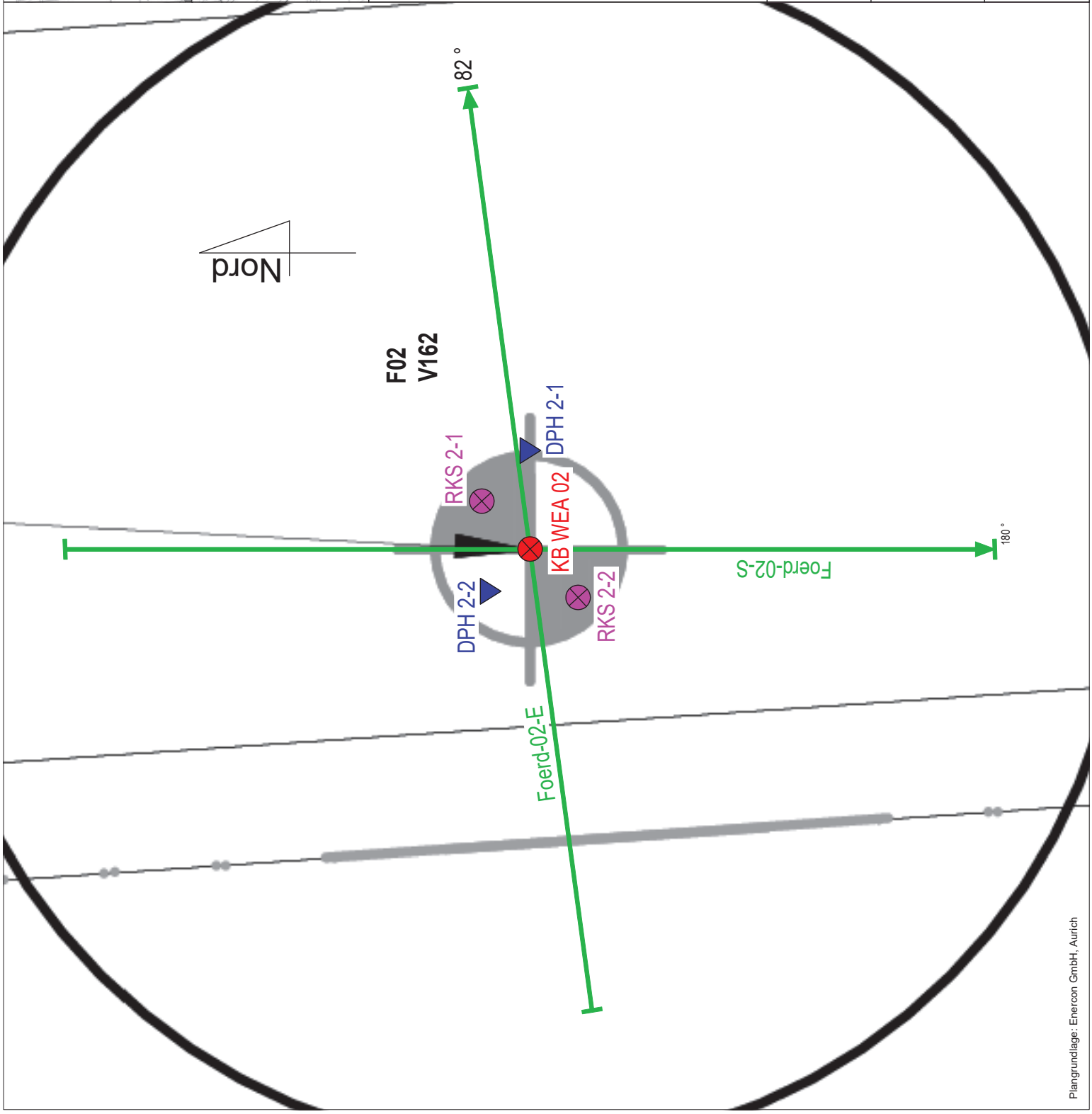
Legende:

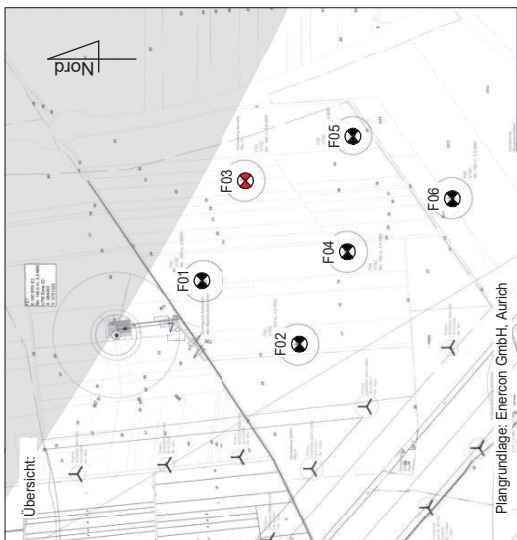
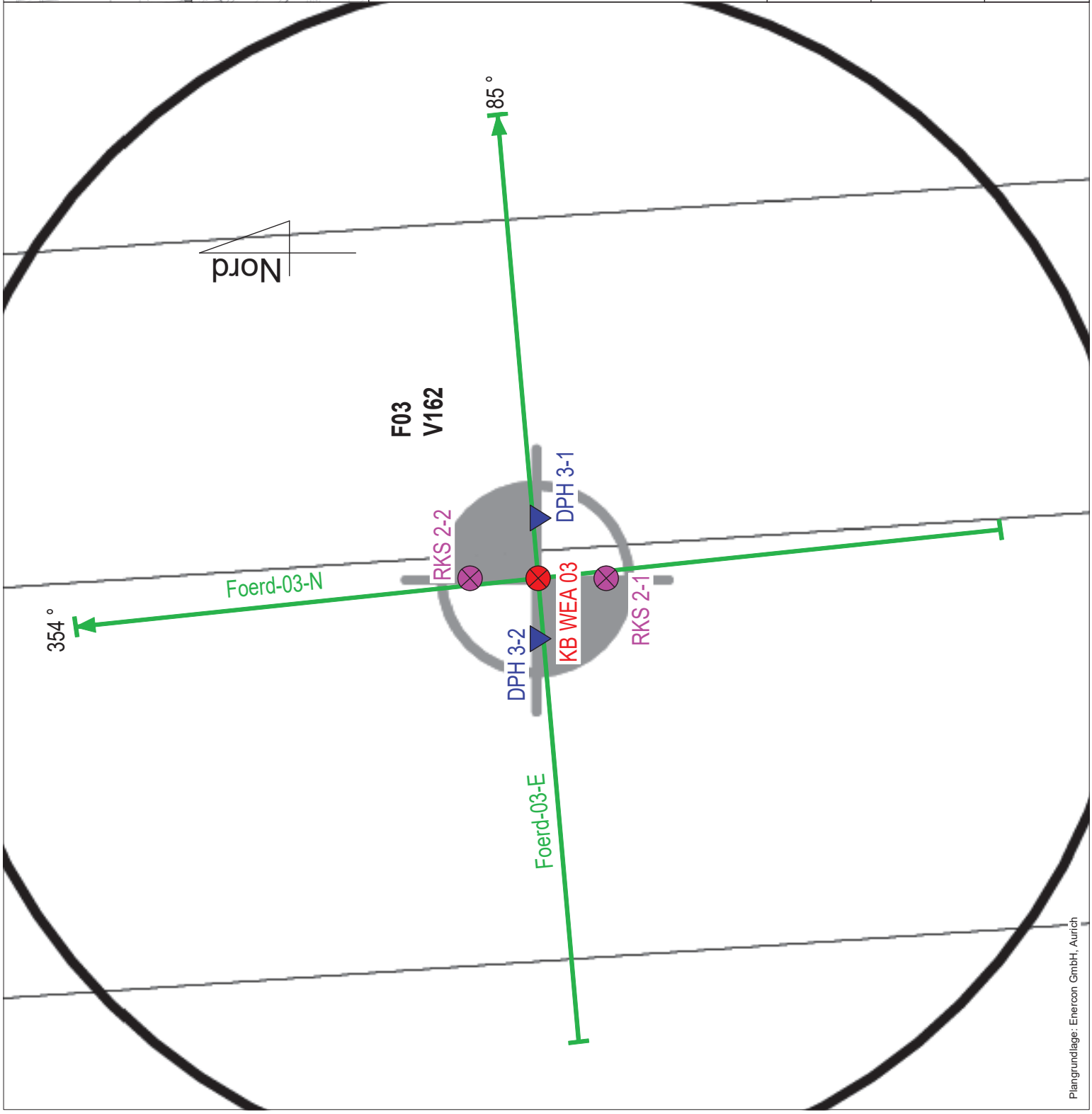
- ⊗ RKS... Ansatzstelle der Rammkernsondierung
- ⊗ KB... Ansatzstelle der Kernbohrung
- ▶ DPH... Ansatzstelle der schweren Rammsondierung
- ↗ Geoelektrisches Messprofil

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

Windwärts Energie GmbH
 Hanomaghof 1
 30449 Hannover

Auftraggeber:	ProjektNr.:	Anlage:
	220277	1.2
	Maßstab: (A3-Format)	Datum:
	1 : 500	04.05.2021
	Gezeichnet:	Geprüft:
	SH	GG
Baumaßnahme:	Planinhalt:	
WP Staßfurt-Förderstedt Errichtung von 6 WEA	Lageplan der Erkundungspunkte WEA F02	





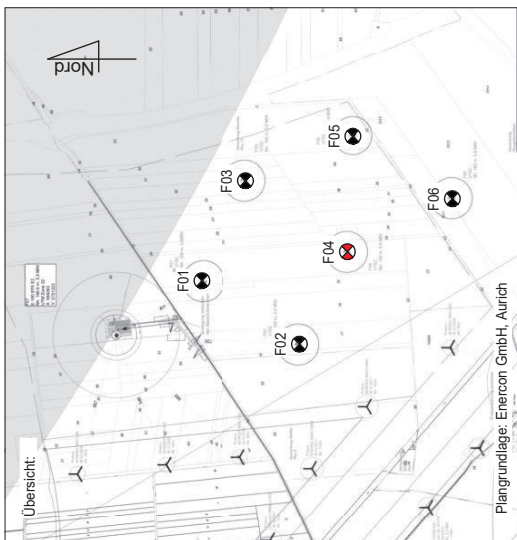
Legende:

- ⊗ RKS... Ansatzstelle der Rammkernsondierung
- ⊗ KB... Ansatzstelle der Kernbohrung
- ▶ DPH... Ansatzstelle der schweren Rammsondierung
- ↗ Geoelektrisches Messprofil

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

Windwärts Energie GmbH
 Hanomaghof 1
 30449 Hannover

Auftraggeber:	ProjektNr.:	Anlage:
	220277	1.3
	MäÙstab: (A3-Format)	Datum:
	1 : 500	04.05.2021
	Gezeichnet:	Geprüft:
	SH	GG
Baumaßnahme:	Planinhalt:	
WP Staßfurt-Förderstedt Errichtung von 6 WEA	Lageplan der Erkundungspunkte WEA F03	



Legende:

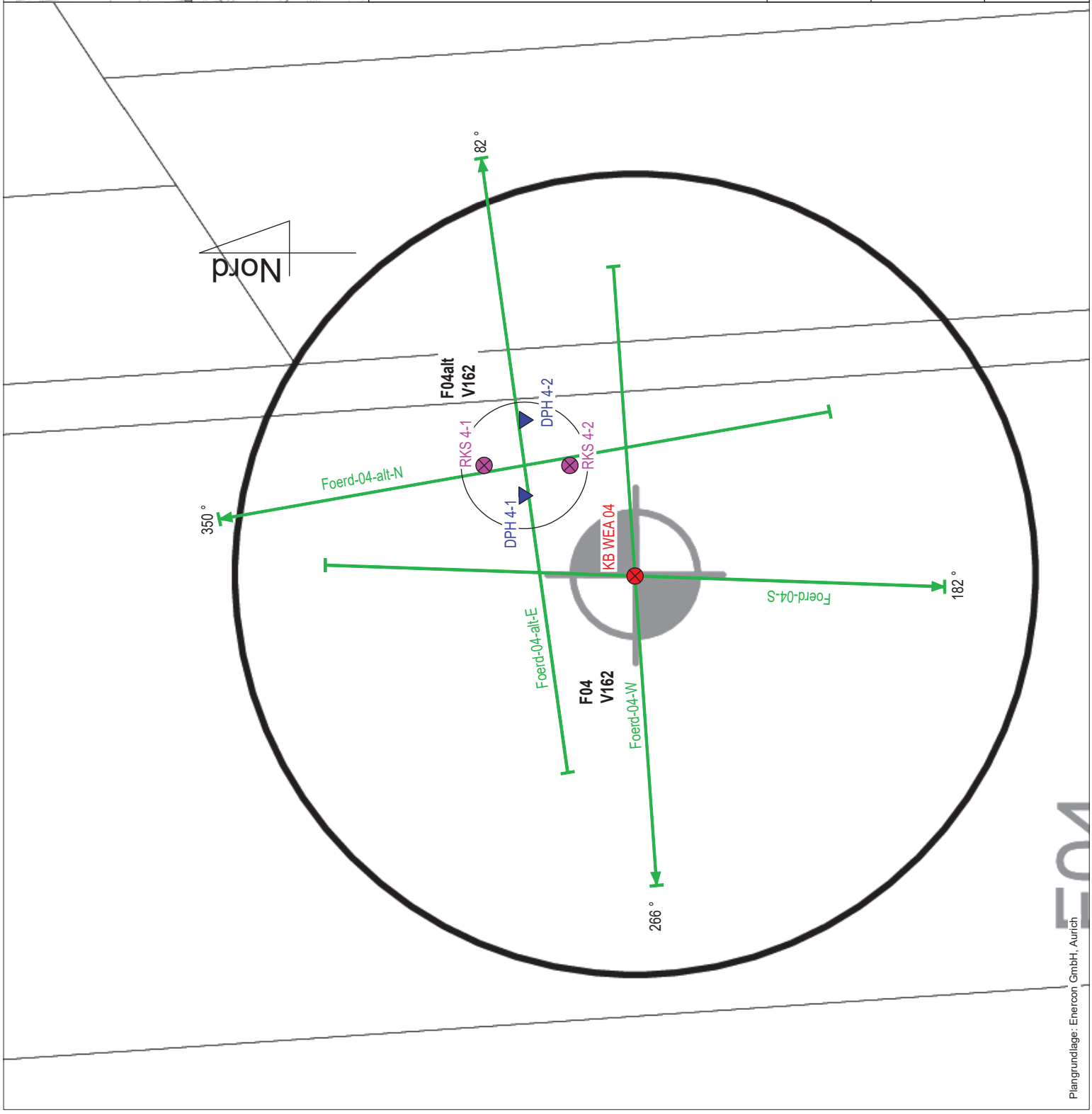
- RKS... Ansatzstelle der Rammkernsondierung
- KB... Ansatzstelle der Kernbohrung
- DPH... Ansatzstelle der schweren Rammsondierung
- Geoelektrisches Messprofil

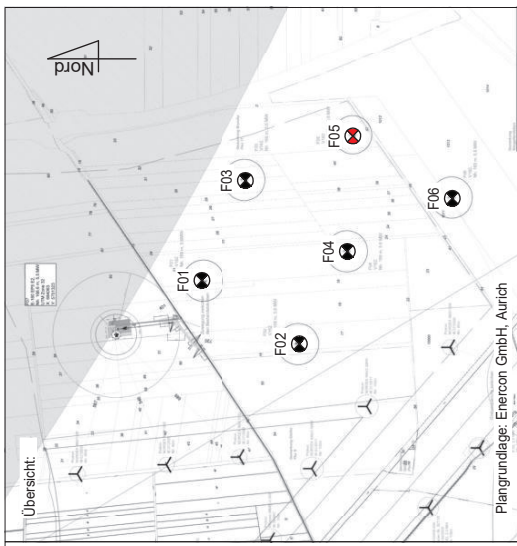
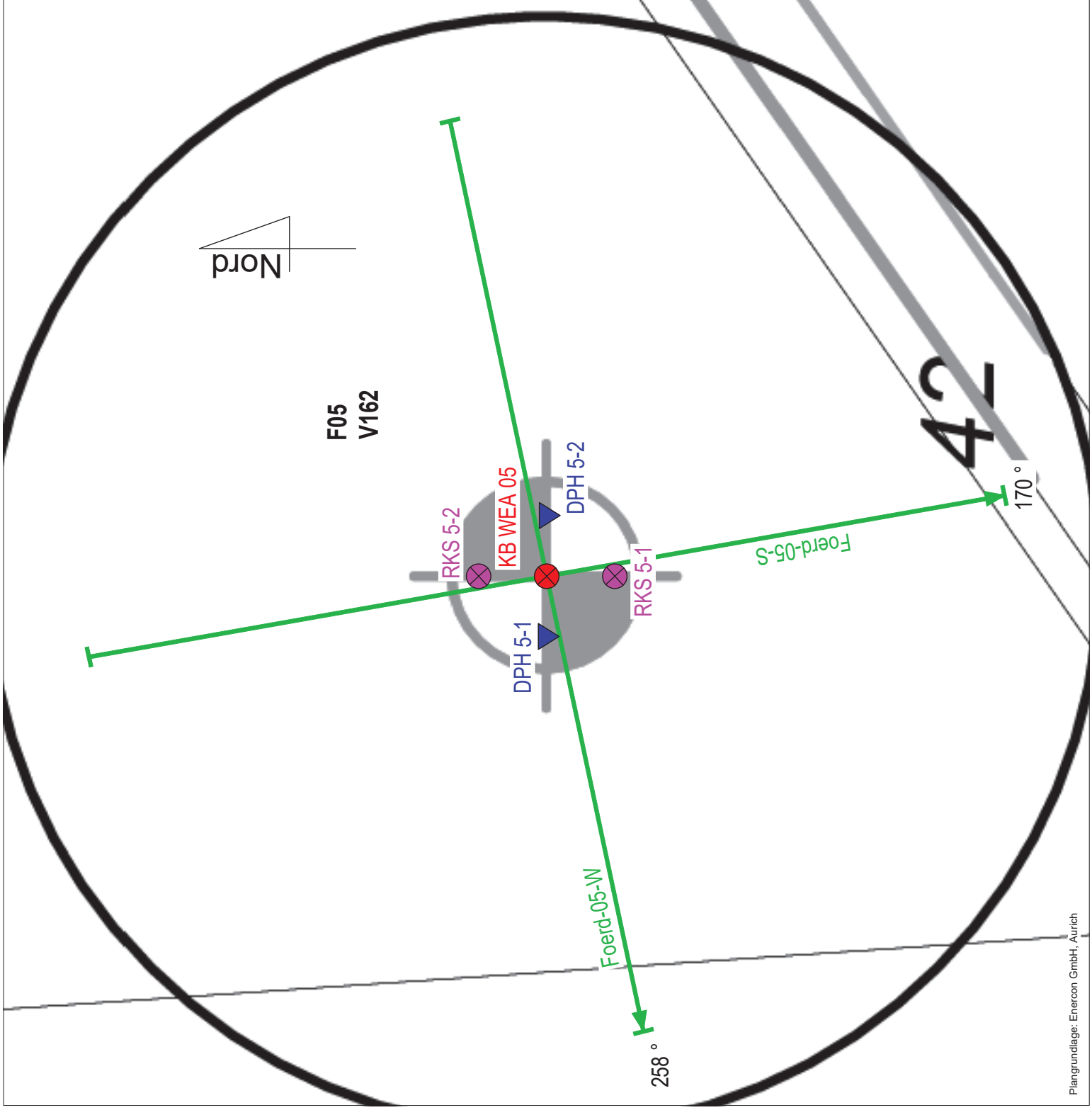
BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
 Angewandte Geologie, Baugrundwissenschaften
 Geophysik & Geotechnik
 Glockenplatz 1 · 34388 Trendelburg
 Tel. 05671 / 77970 · Fax. 05671 / 779710
 eMail: info@bbu-schubert.de · Homepage: www.bbu-schubert.de

Windwärts Energie GmbH
 Hanomaghof 1
 30449 Hannover

Projekt Nr.: 220277
 Maßstab: (A3-Format) 1 : 750
 Datum: 04.05.2021
 Gezeichnet: SH
 Geprüft: GG
 Planinhalt: Lageplan der Erkundungspunkte WEA F04

Baummaßnahme: WP Staßfurt-Förderstedt Errichtung von 6 WEA





Legende:

- RKS... Ansatzstelle der Rammkernsondierung
- KB... Ansatzstelle der Kernbohrung
- DPH... Ansatzstelle der schweren Rammsondierung
- Geoelektrisches Messprofil

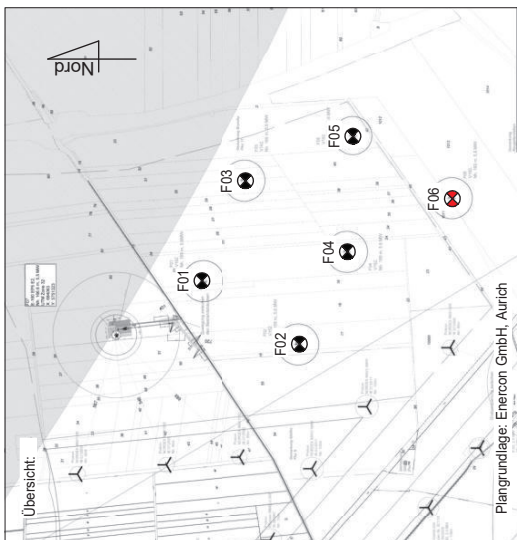
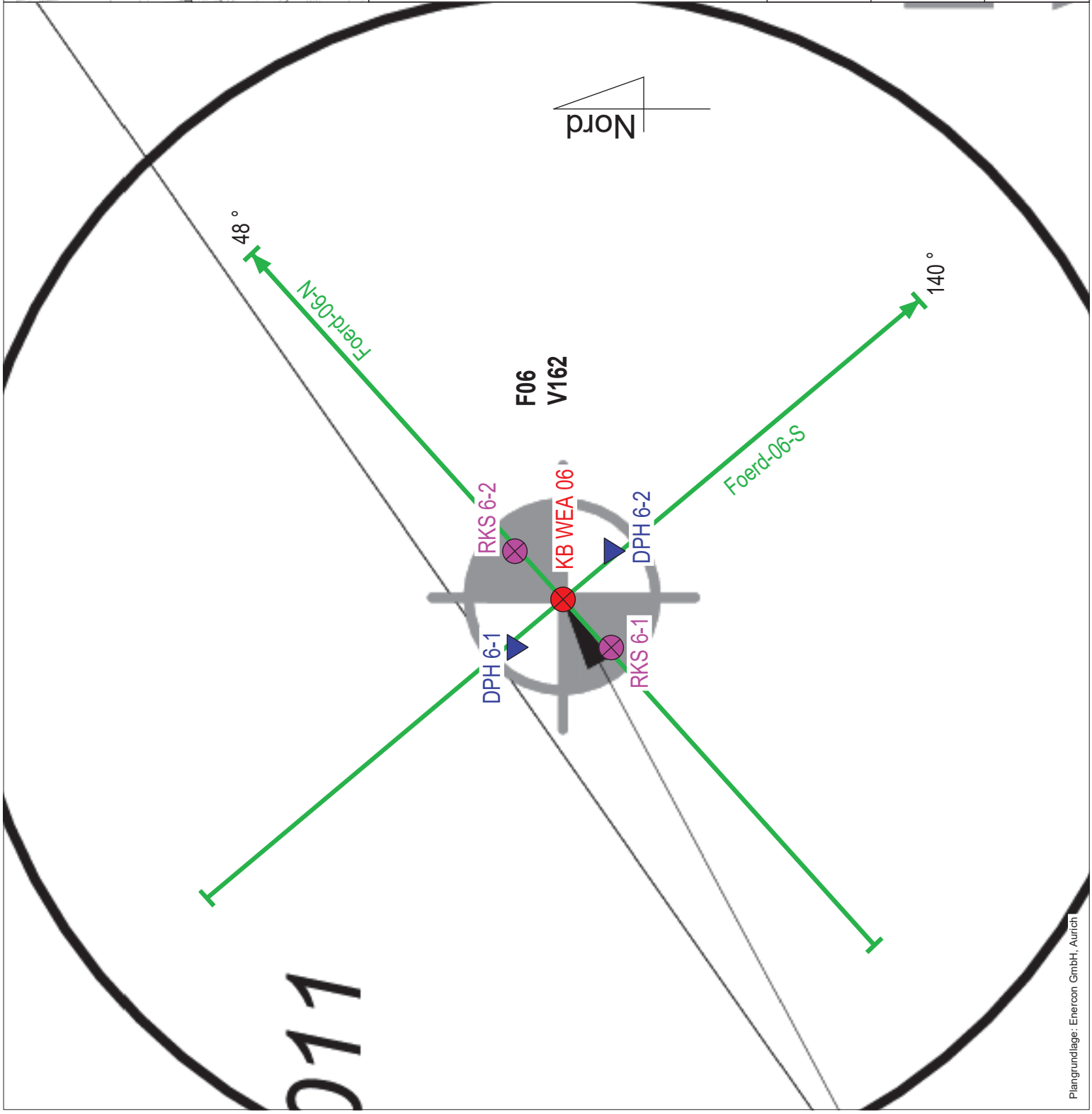
BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
 Angewandte Geologie, Baugrundschverständigenwesen
 Geophysik & Geotechnik
 Glockenplatz 1 · 34388 Trendelburg
 Tel. 05671 / 77970 · Fax. 05671 / 779710
 eMail: info@bbu-schubert.de · Homepage: www.bbu-schubert.de

Windwärts Energie GmbH
 Hanomaghof 1
 30449 Hannover

WP Staßfurt-Förderstedt
 Errichtung von 6 WEA

Lageplan der Erkundungspunkte WEA F05

Auftraggeber:	ProjektNr.:	Anlage:
	220277	1.5
	Maßstab: (A3-Format)	Datum:
	1 : 500	04.05.2021
	Gezeichnet:	Geprüft:
	SH	GG
Baumaßnahme:	Planinhalt:	



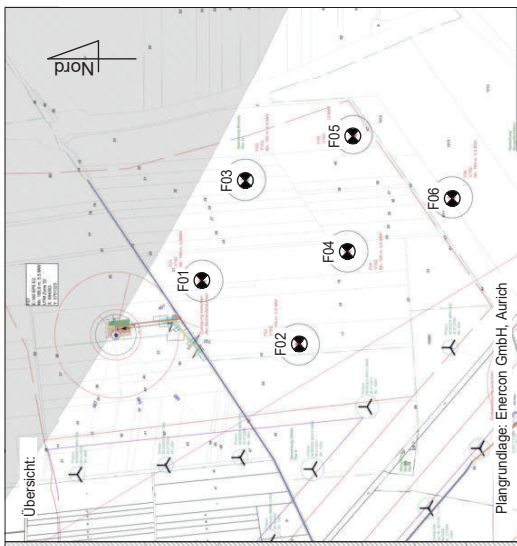
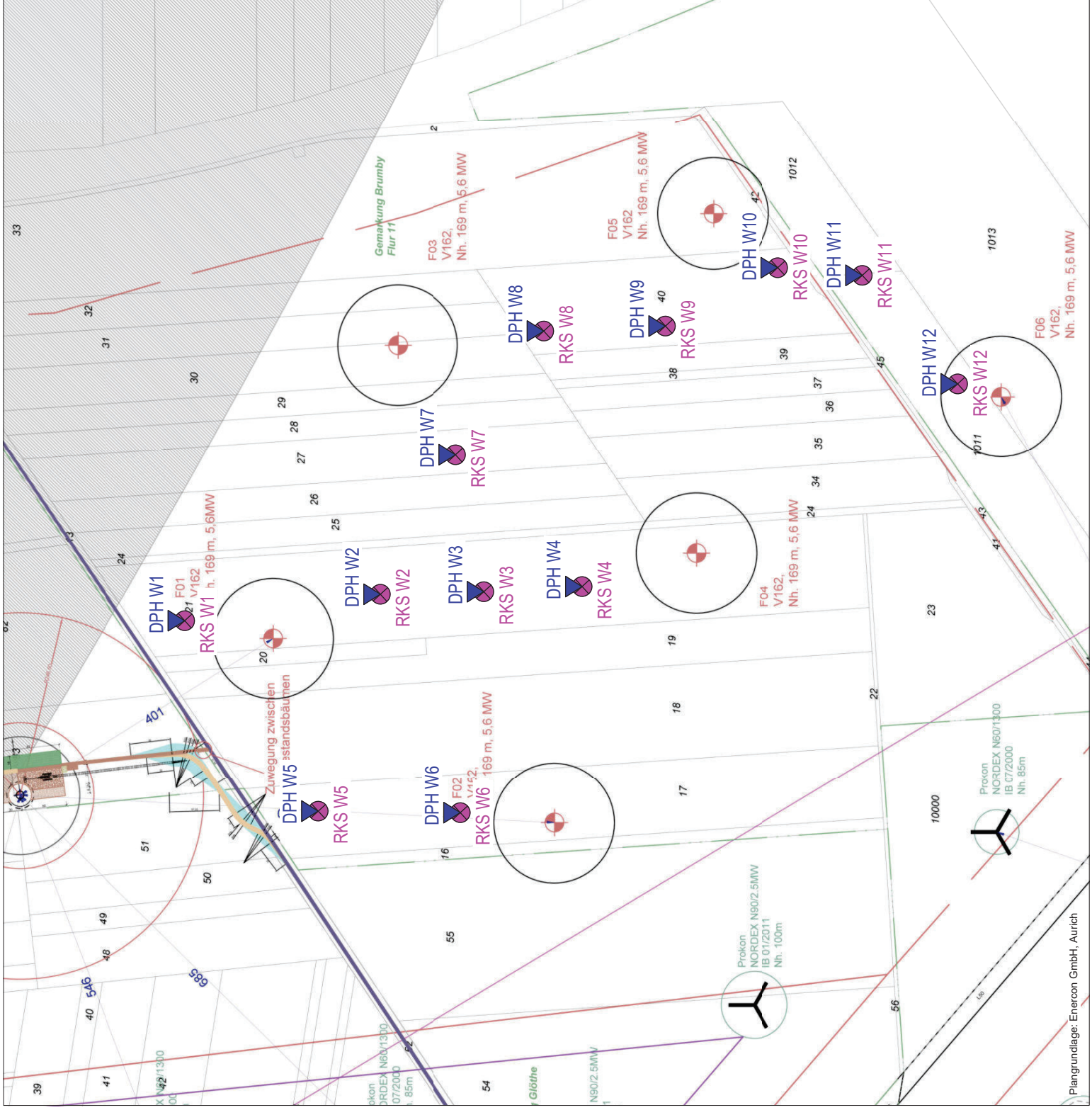
Legende:

- ⊗ RKS... Ansatzstelle der Rammkernsondierung
- ⊗ KB... Ansatzstelle der Kernbohrung
- ▶ DPH... Ansatzstelle der schweren Rammsondierung
- ↗ Geoelektrisches Messprofil

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
 Angewandte Geologie, Baugrundwissenschaften
 Geophysik & Geotechnik
 Glockenplatz 1 · 34388 Trendelburg
 Tel. 05671 / 77970 · Fax. 05671 / 77971 0
 eMail: info@bbu-schubert.de · Homepage: www.bbu-schubert.de

Windwärts Energie GmbH
 Hanomaghof 1
 30449 Hannover

Auftraggeber:	ProjektNr.:	Anlage:
	220277	1.6
	Maßstab: (A3-Format)	Datum:
	1 : 500	04.05.2021
	Gezeichnet:	Geprüft:
	SH	GG
Baumaßnahme:	Planinhalt:	
WP Staßfurt-Förderstedt Errichtung von 6 WEA	Lageplan der Erkundungspunkte WEA F06	



Legende:

- RKS... (Symbol: purple circle with cross)
- DPH... (Symbol: blue triangle)

Ansatzstelle der Rammkernsondierung

Ansatzstelle der schweren Rammsondierung

Nord

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

Windwärts Energie GmbH
 Hanomaghof 1
 30449 Hannover

WP
 Staßfurt-Förderstedt
 Errichtung von 6 WEA

Lageplan der
 Erkundungspunkte
 Zuwegung

Auftraggeber:	ProjektNr.:	Anlage:
	220277	1.7
	Maßstab: (A3-Format)	Datum:
	1 : 5000	15.01.2021
	Gezeichnet:	Geprüft:
	SH	GG
	Planinhalt:	

Baummaßnahme:

WP Staßfurt-Förderstedt
 WEA Förd 01

Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.1

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50

RKS 1-1

00,00 m = GOK

m u. GOK

0.0

0.40

-1.0

1.10

-2.0

2.20

-3.0

3.60

-4.0

3.65

-5.0

-6.0

-7.0

-8.0

Schluff, schwach feinsandig, sehr schwach tonig, organisch, halbfest, leicht bohrbar, sehr schwach feucht, dunkelbraun, Oberboden
 Schluff, sehr schwach feinsandig, sehr schwach tonig, halbfest, mittelschwer bohrbar, trocken, hellbeige, Löß, Quartär

OU

UL

Fein- bis Mittelsand, mittel kiesig, mitteldicht gelagert, mittelschwer bohrbar, sehr schwach feucht, beigebraun, Quartär

SI

Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig, mitteldicht gelagert, mittelschwer bohrbar, erdfeucht, beigebraun, Quartär

SU

Bohrende an Kalkstein (Geschiebe), sehr schwer bohrbar, hellgrau

kein weiterer Bohrfortschritt

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

halbfest		Schluff
mitteldicht		Mittelsand

Hinweise:

kein Grundwasser angetroffen,
 Sondierloch offen
 (16.09.2020)

WP Staßfurt-Förderstedt
 WEA Förd 01

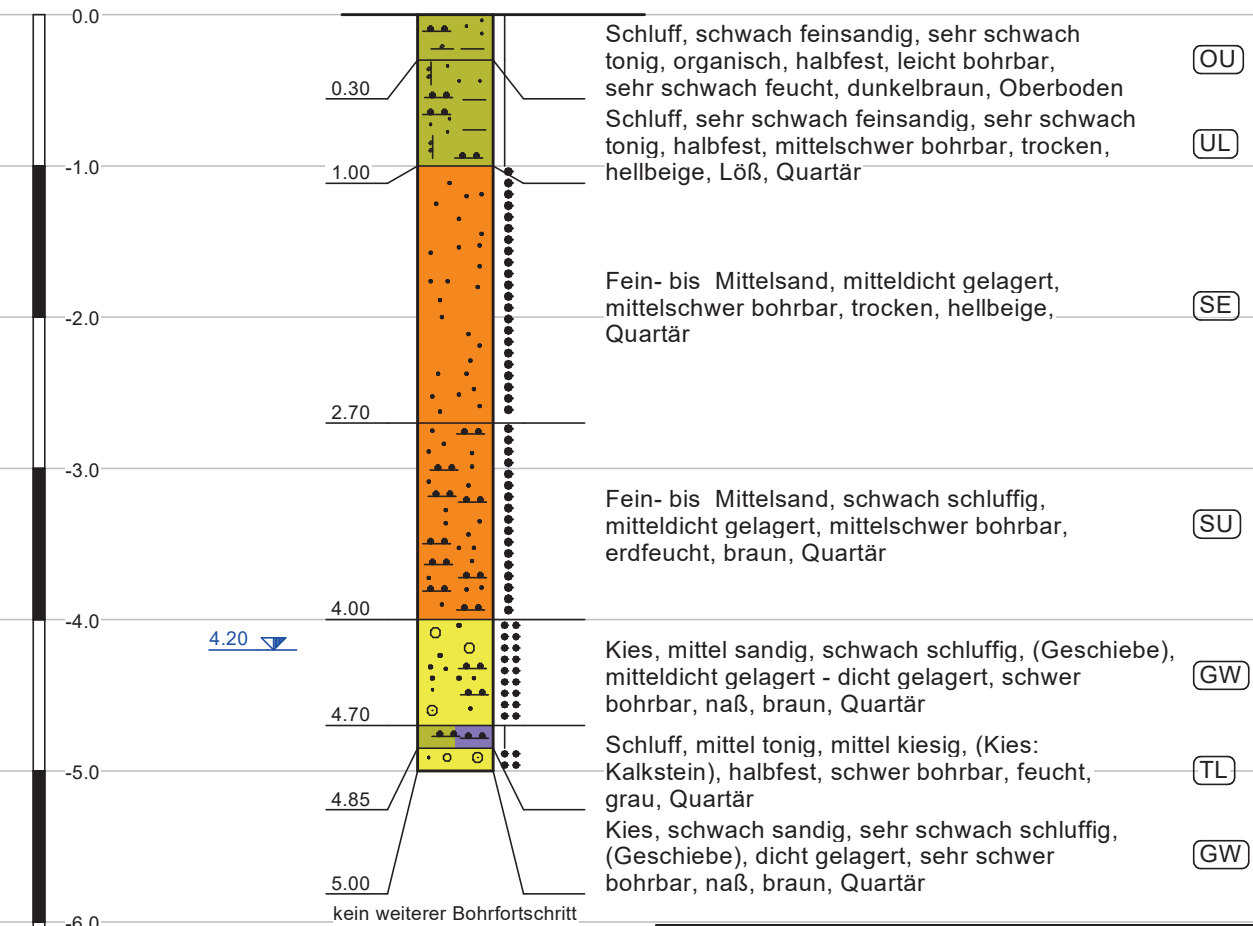
Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.2

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50

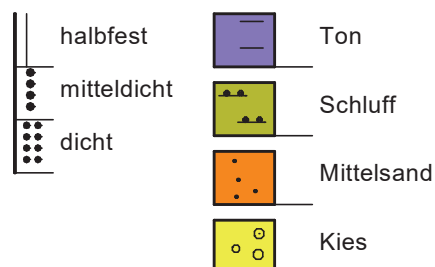
RKS 1-2

00,00 m = GOK

m u. GOK



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten



Hinweise:

4,20  Wasserstand
 16.09.2020

Sondierloch bei 4,85m zugefallen
 (16.09.2020)

WP Staßfurt-Förderstedt
 WEA Förd 02

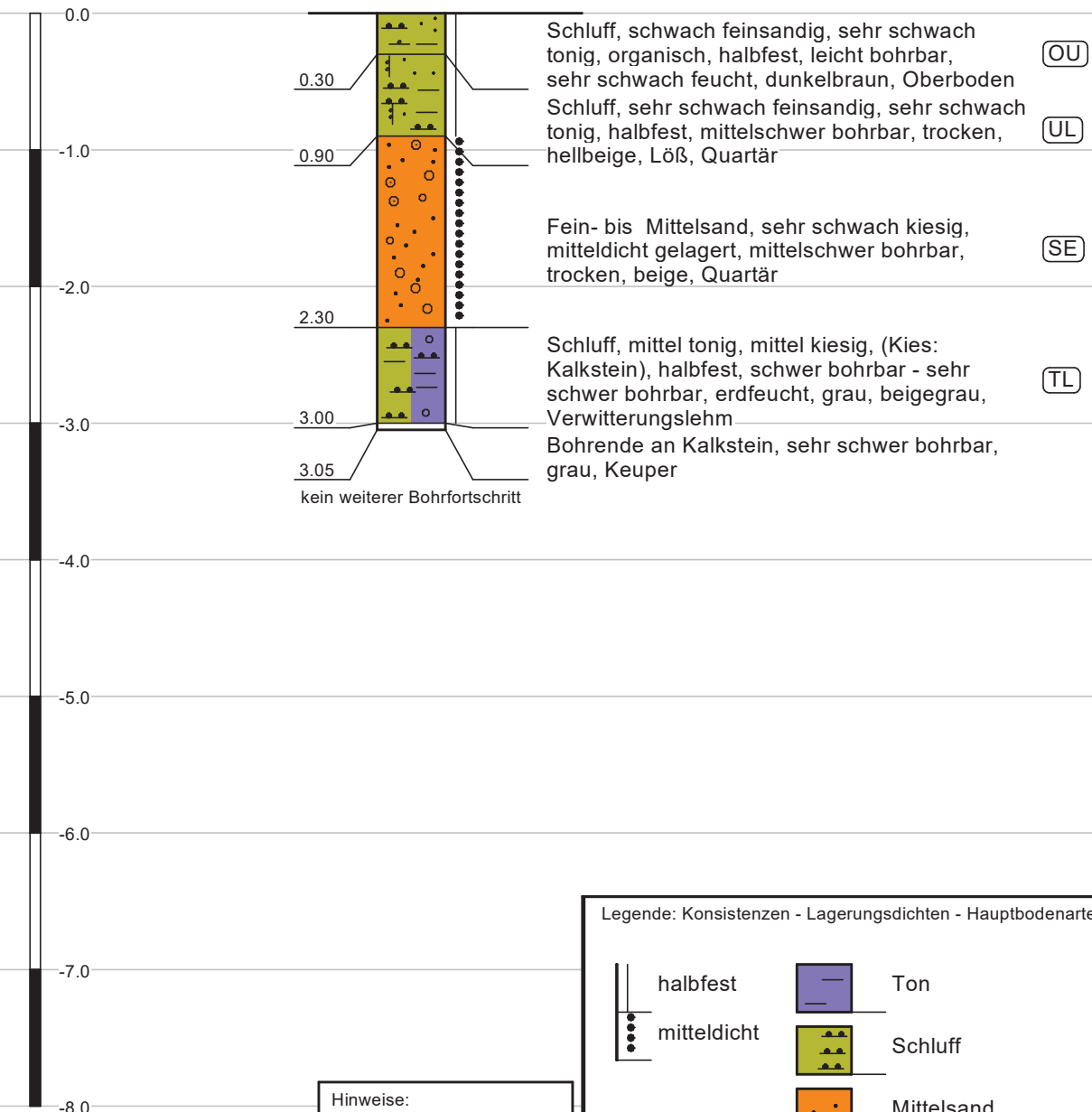
Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.3

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50

RKS 2-1

00,00 m = GOK

m u. GOK








kein weiterer Bohrfortschritt

Hinweise:

kein Grundwasser angetroffen,
 Sondierloch offen
 (16.09.2020)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	halbfest		Ton
	mitteldicht		Schluff
			Mittelsand

WP Staßfurt-Förderstedt
 WEA Förd 02

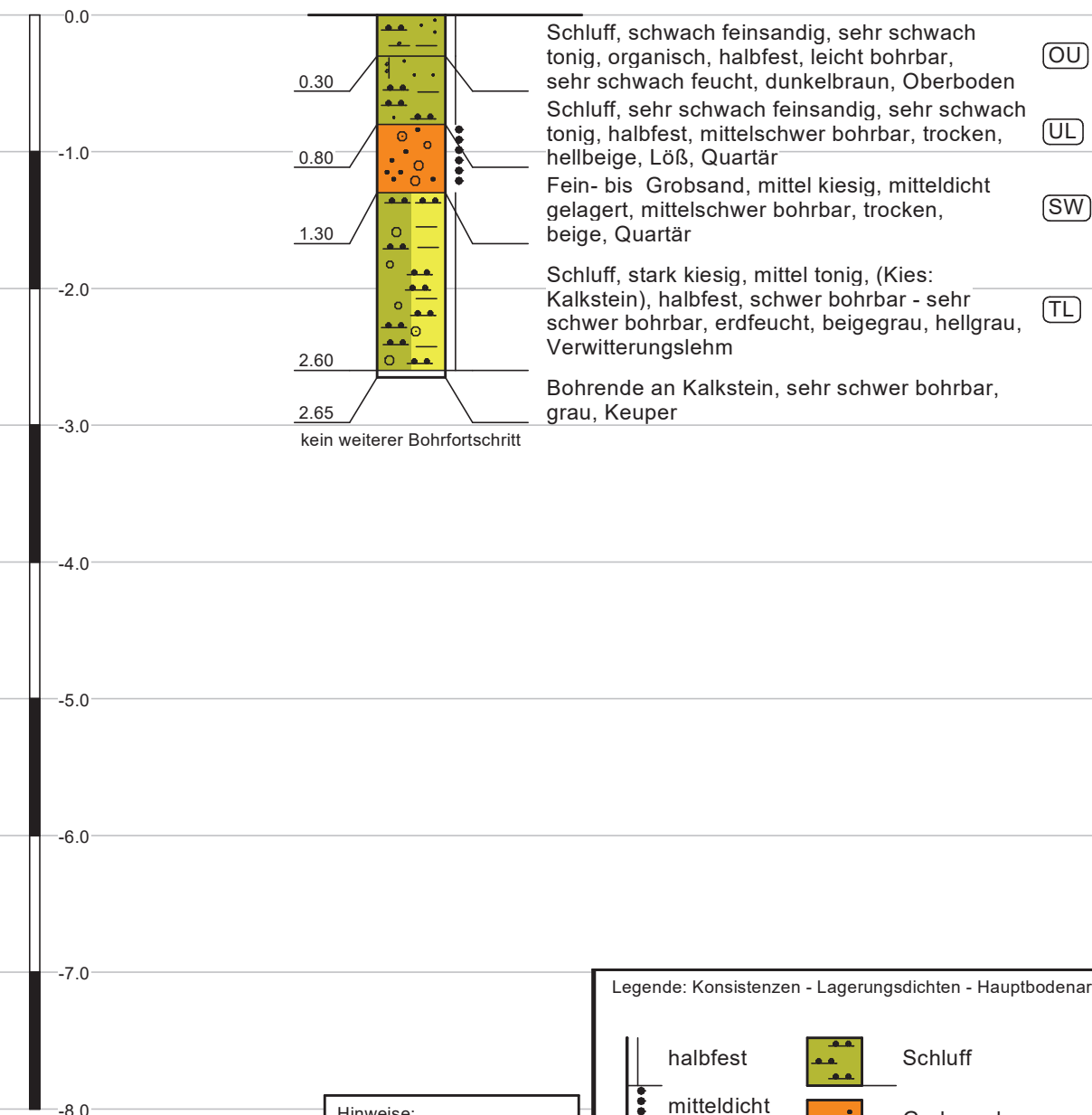
Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.4

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50

RKS 2-2

00,00 m = GOK

m u. GOK



Hinweise:
 kein Grundwasser angetroffen,
 Sondierloch offen
 (16.09.2020)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten



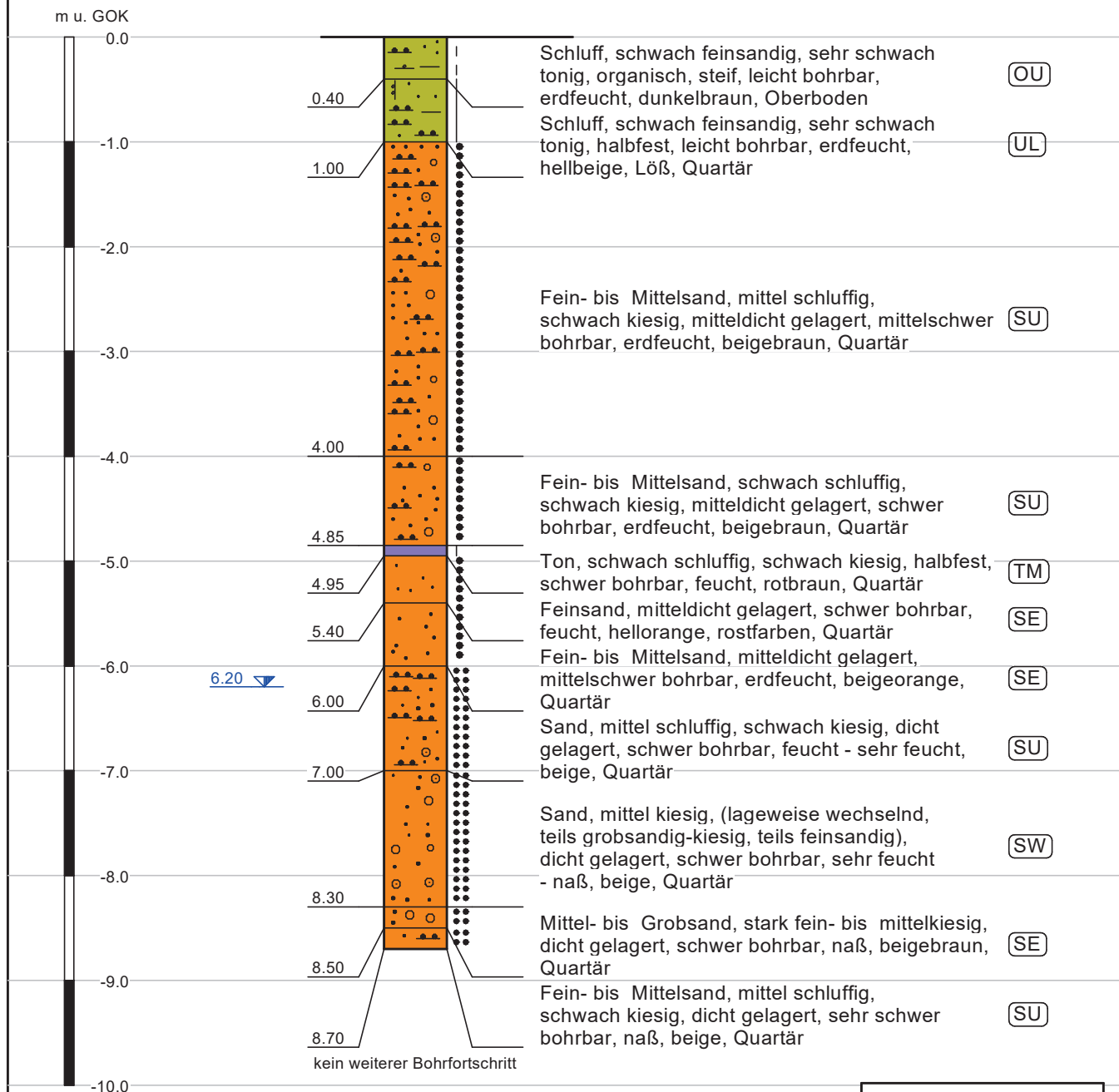
WP Staßfurt-Förderstedt
 WEA Förd 03

Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.5

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:60

RKS 3-1

00,00 m = GOK



Hinweise:
 6,20 Wasserstand
 16.09.2020
 Sondierloch bei 7,1m zugefallen
 (16.09.2020)

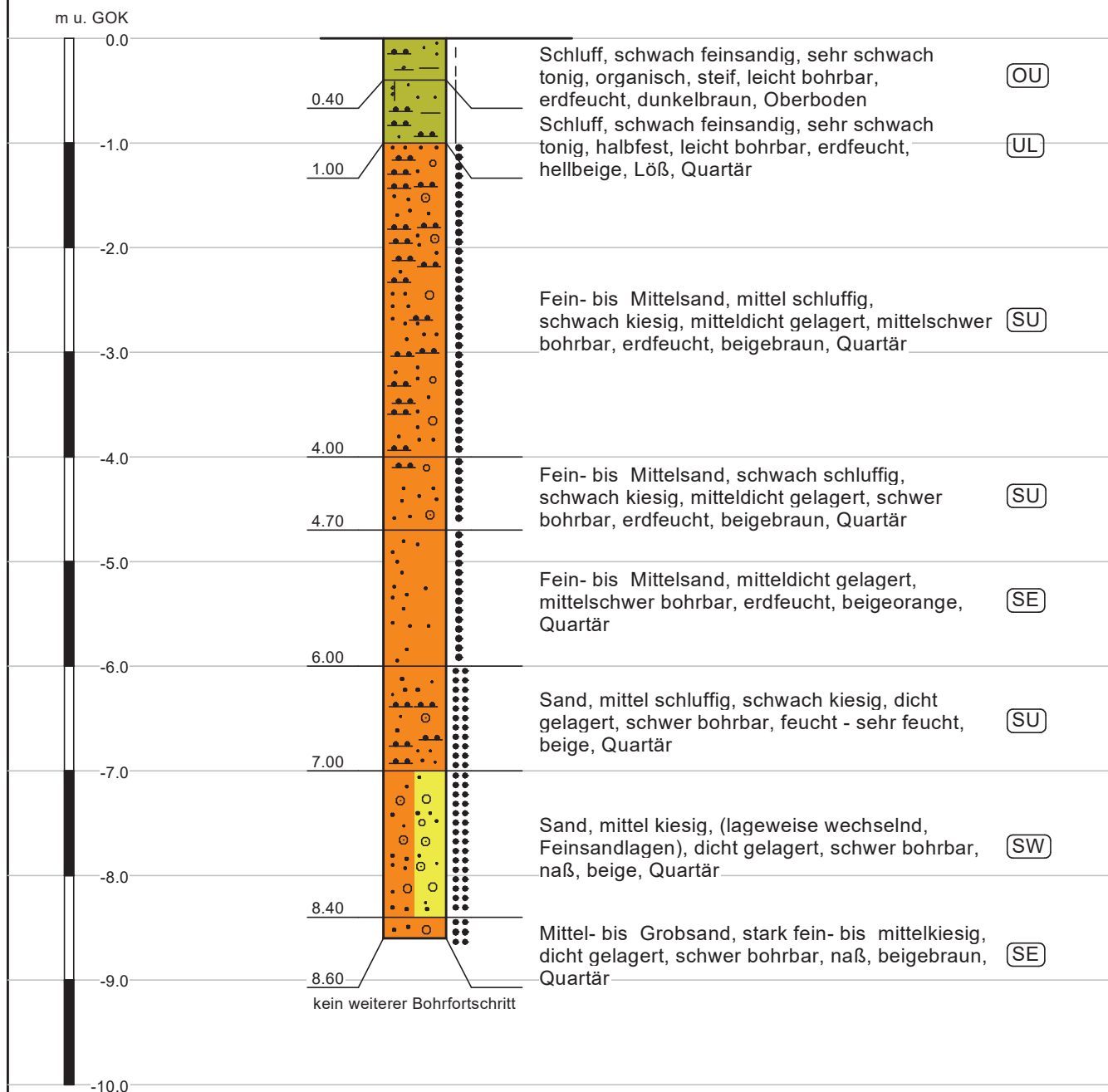
WP Staßfurt-Förderstedt
 WEA Förd 03

Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.6

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:60

RKS 3-2

00,00 m = GOK



Hinweise:
 Sondierloch bei 5,5m zugefallen
 (16.09.2020)

WP Staßfurt-Förderstedt
 WEA Förd 04

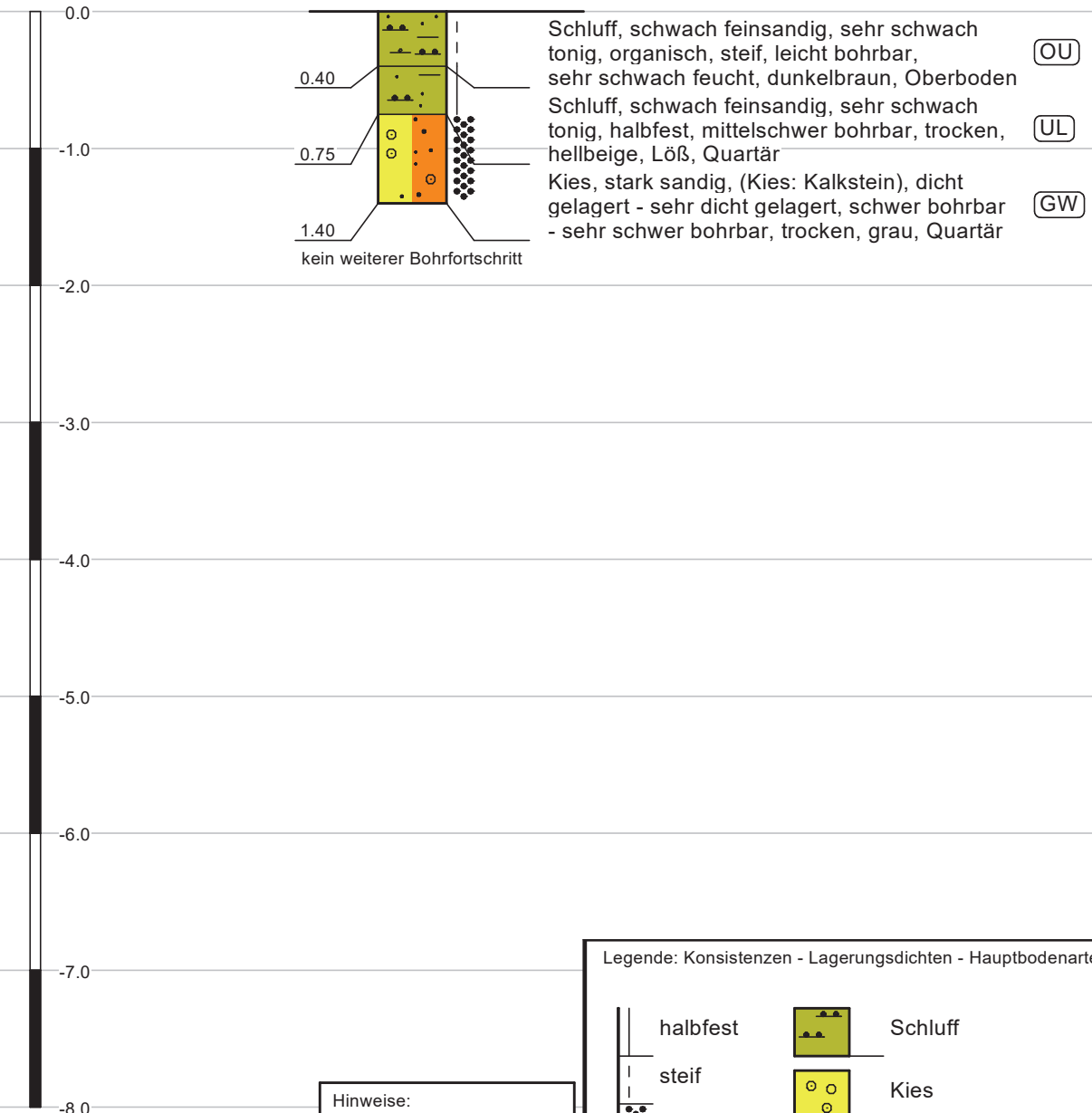
Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.7

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50

RKS 4-1




00,00 m = GOK

m u. GOK



Hinweise:
 kein Grundwasser angetroffen,
 Sondierloch offen
 (15.09.2020)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

halbfest		Schluff
steif		Kies
sehr dicht		

WP Staßfurt-Förderstedt
 WEA Förd 04

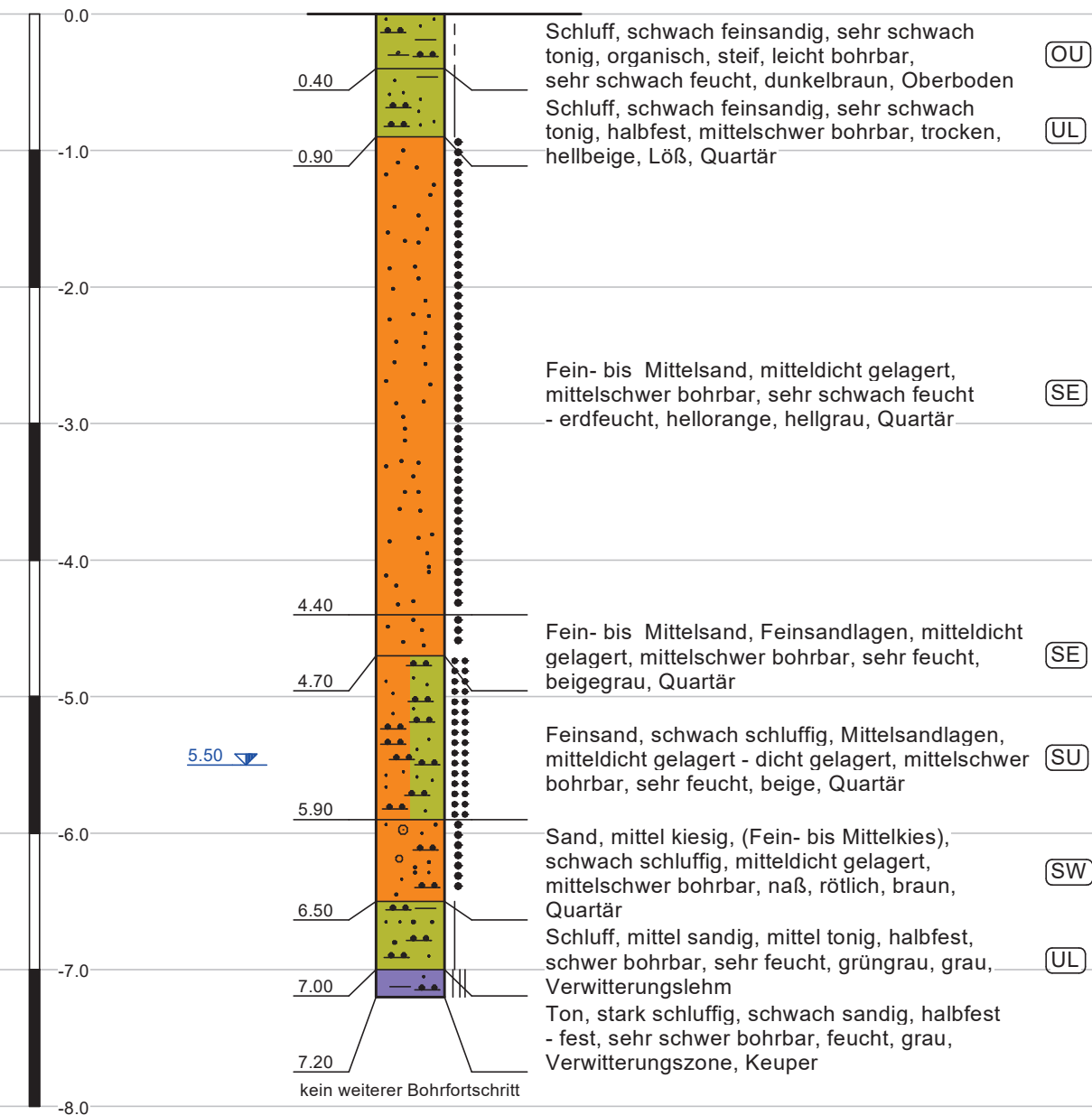
Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.8

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50

RKS 4-2

00,00 m = GOK

m u. GOK



Hinweise:
 5.50 m u. GOK Wasserstand
 15.09.2020
 Sondierloch bei 5,6m zugefallen
 (15.09.2020)

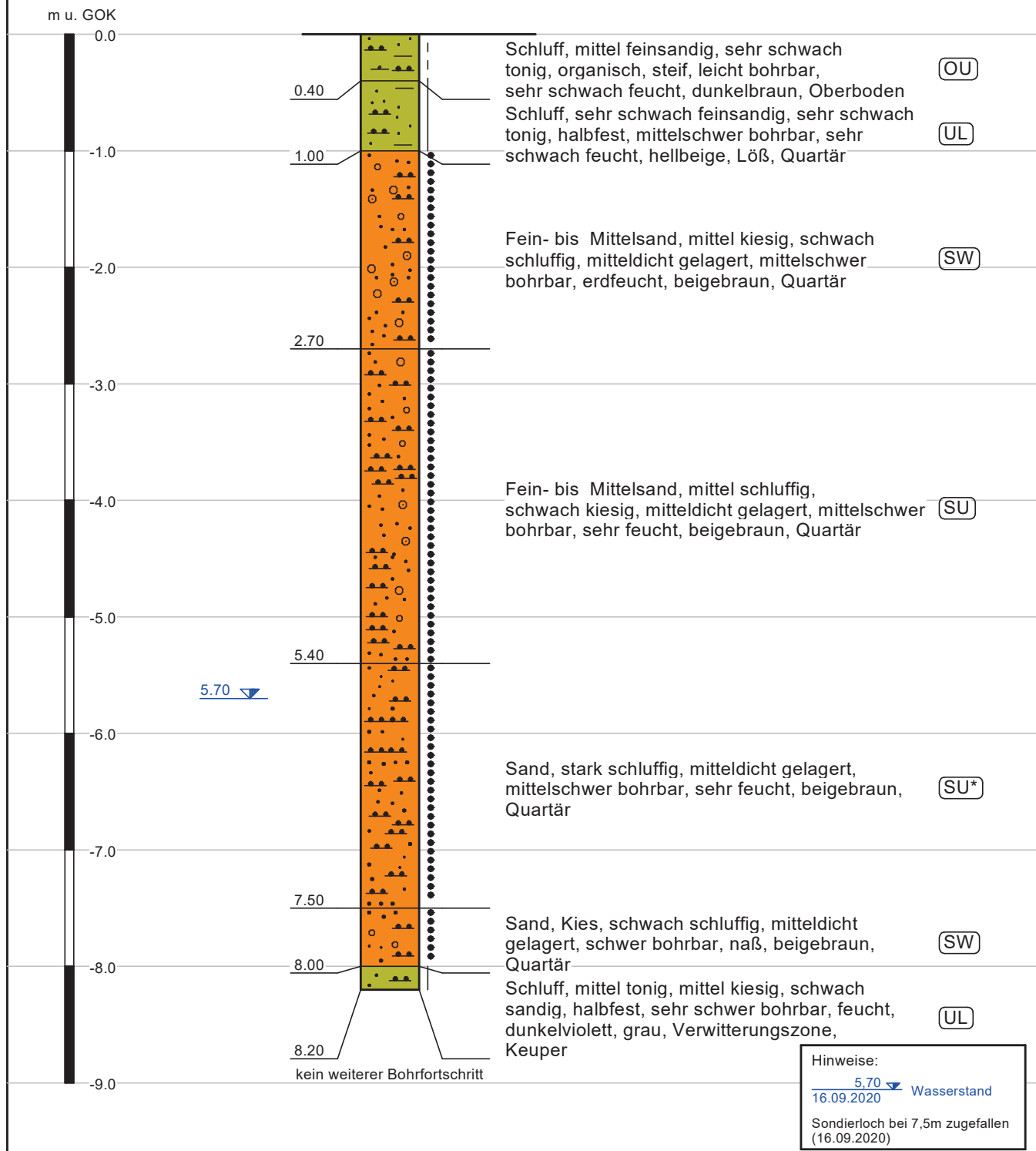
WP Staßfurt-Förderstedt
 WEA Förd 05

Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.9

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50

RKS 5-1

00,00 m = GOK



WP Staßfurt-Förderstedt
 WEA Förd 05

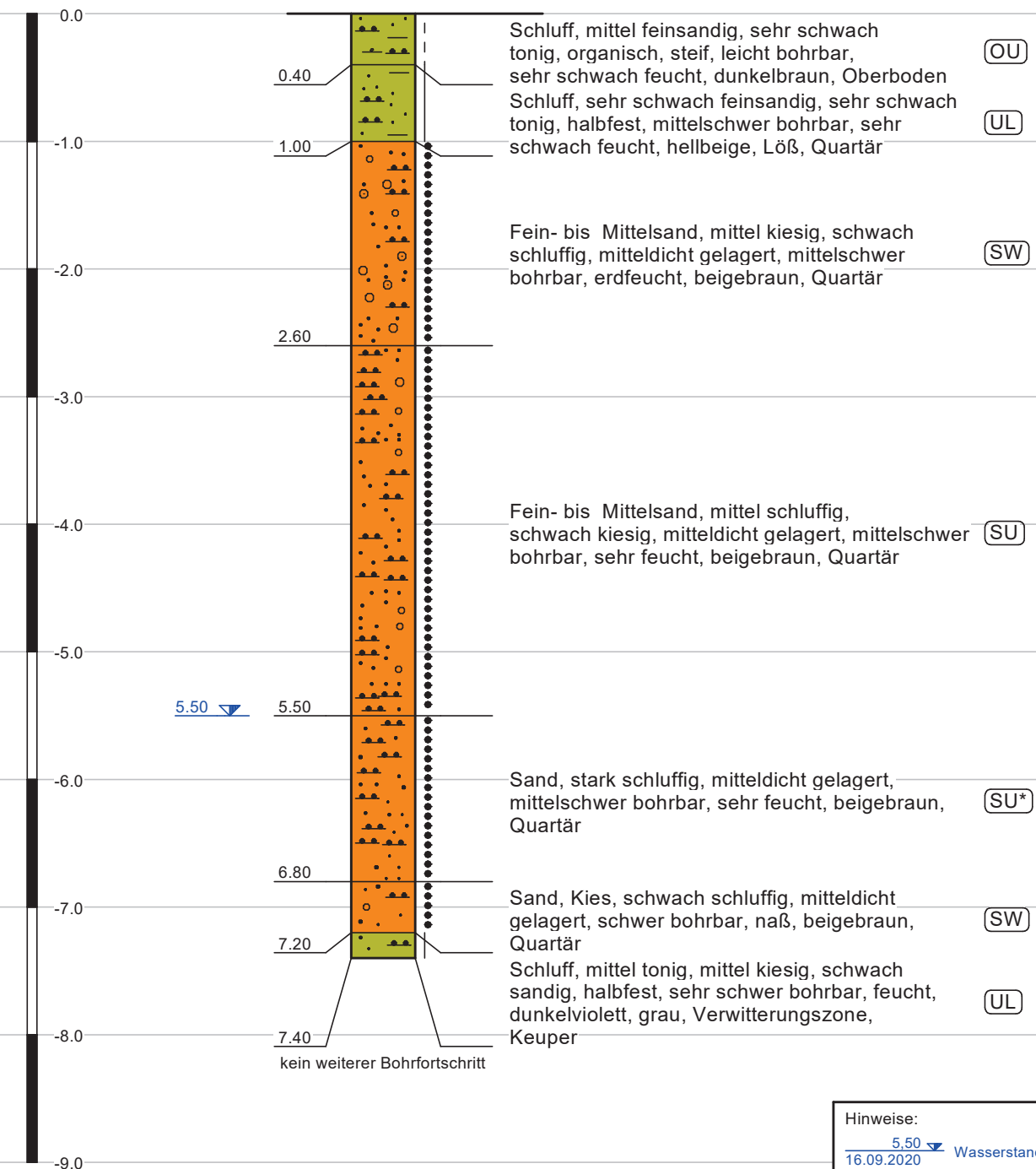
Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.10

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50

RKS 5-2

00,00 m = GOK

m u. GOK



Hinweise:
 5.50 Wasserstand
 16.09.2020
 Sondierloch bei 6,8m zugefallen
 (16.09.2020)

WP Staßfurt-Förderstedt
 WEA Förd 06

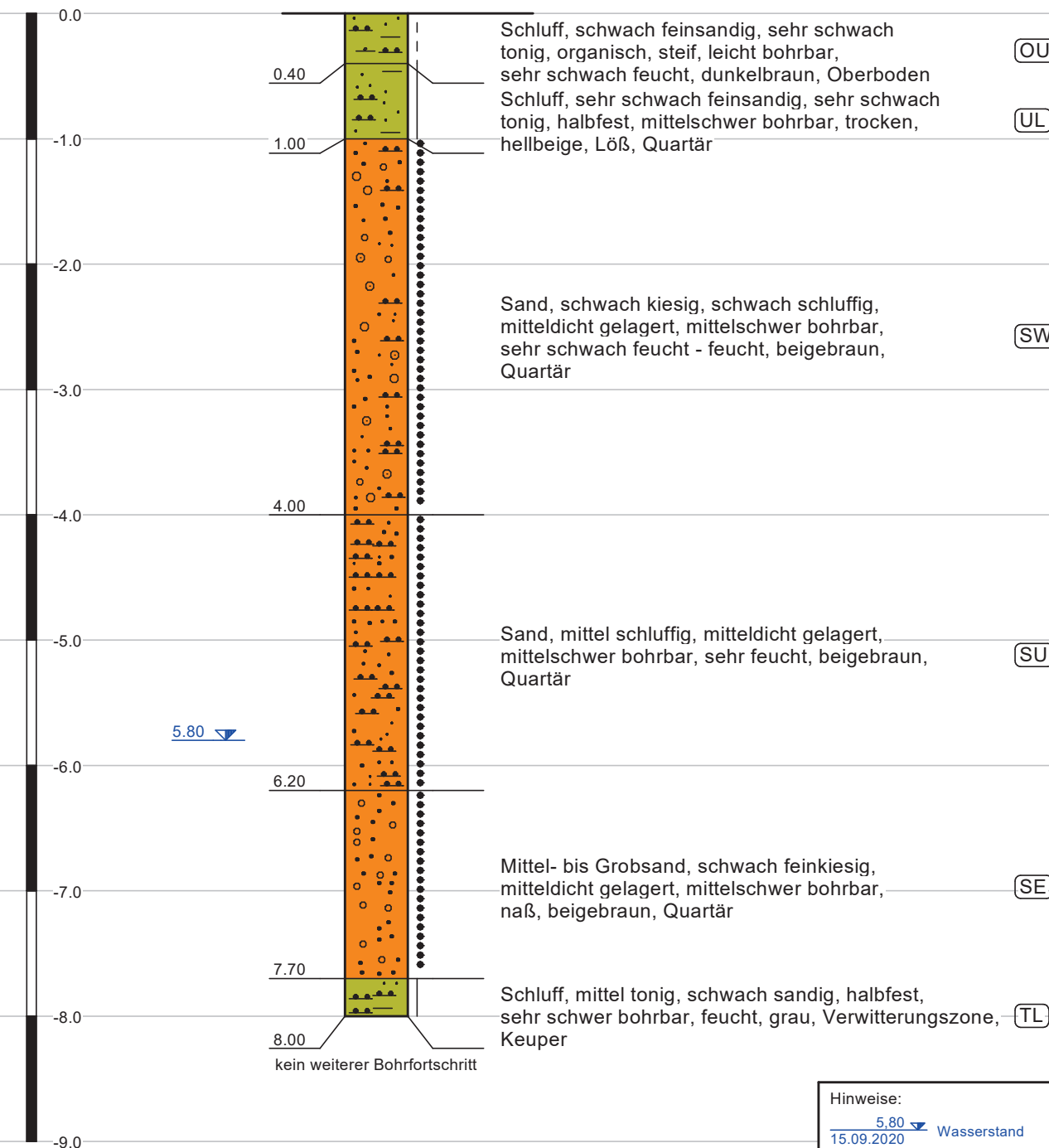
Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.11

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50

RKS 6-1

00,00 m = GOK

m u. GOK



Hinweise:
 5.80 m Wasserstand
 15.09.2020
 Sondierloch bei 6,6m zugefallen
 (15.09.2020)

WP Staßfurt-Förderstedt
 WEA Förd 06

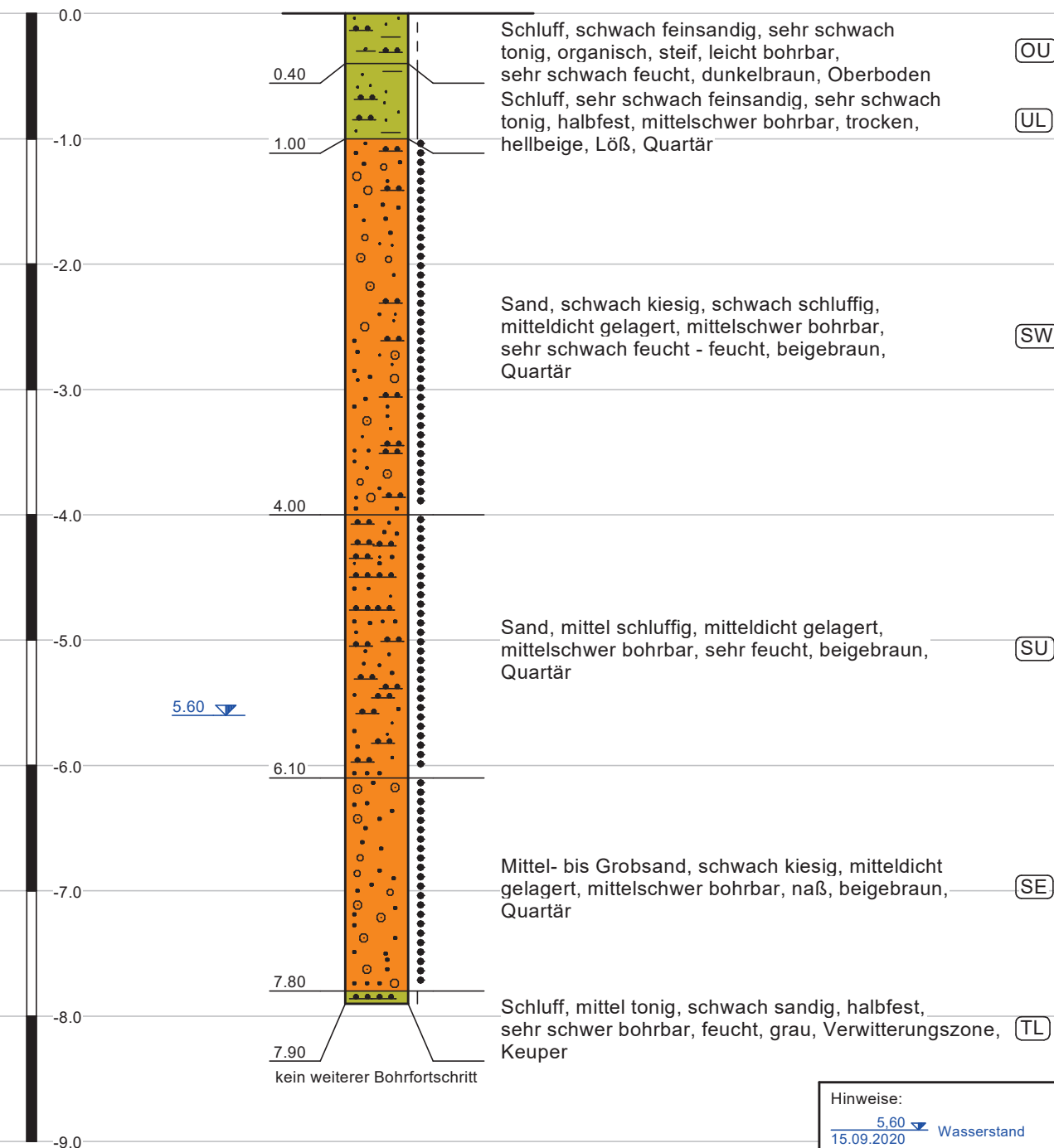
Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.12

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50

RKS 6-2

00,00 m = GOK

m u. GOK



Hinweise:
 5.60 m u. GOK Wasserstand
 15.09.2020
 Sondierloch bei 6,2m zugefallen
 (15.09.2020)

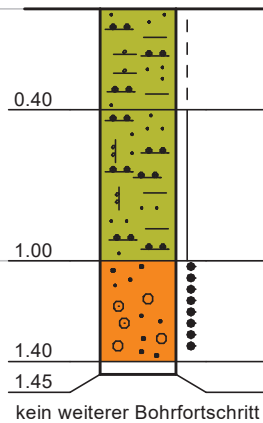
WP Staßfurt-Förderstedt
 Zuwegung

Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.13

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30

RKS W1
 00,00 m = GOK

m u. GOK



Schluff, sehr schwach feinsandig, sehr schwach tonig, organisch, steif, leicht bohrbar, sehr schwach feucht, dunkelbraun, Oberboden

OU

Schluff, sehr schwach feinsandig, sehr schwach tonig, halbfest, mittelschwer bohrbar, trocken, hellbeige, Löß, Quartär

UL

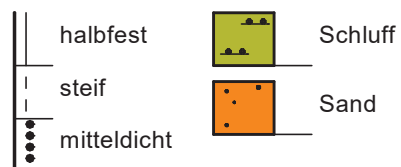
Sand, schwach kiesig, mitteldicht gelagert, mittelschwer bohrbar, sehr schwach feucht, braun, Quartär

SW

Bohrende an Kies

kein weiterer Bohrfortschritt

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten



Hinweise:

kein Grundwasser angetroffen
 (15.09.2020)

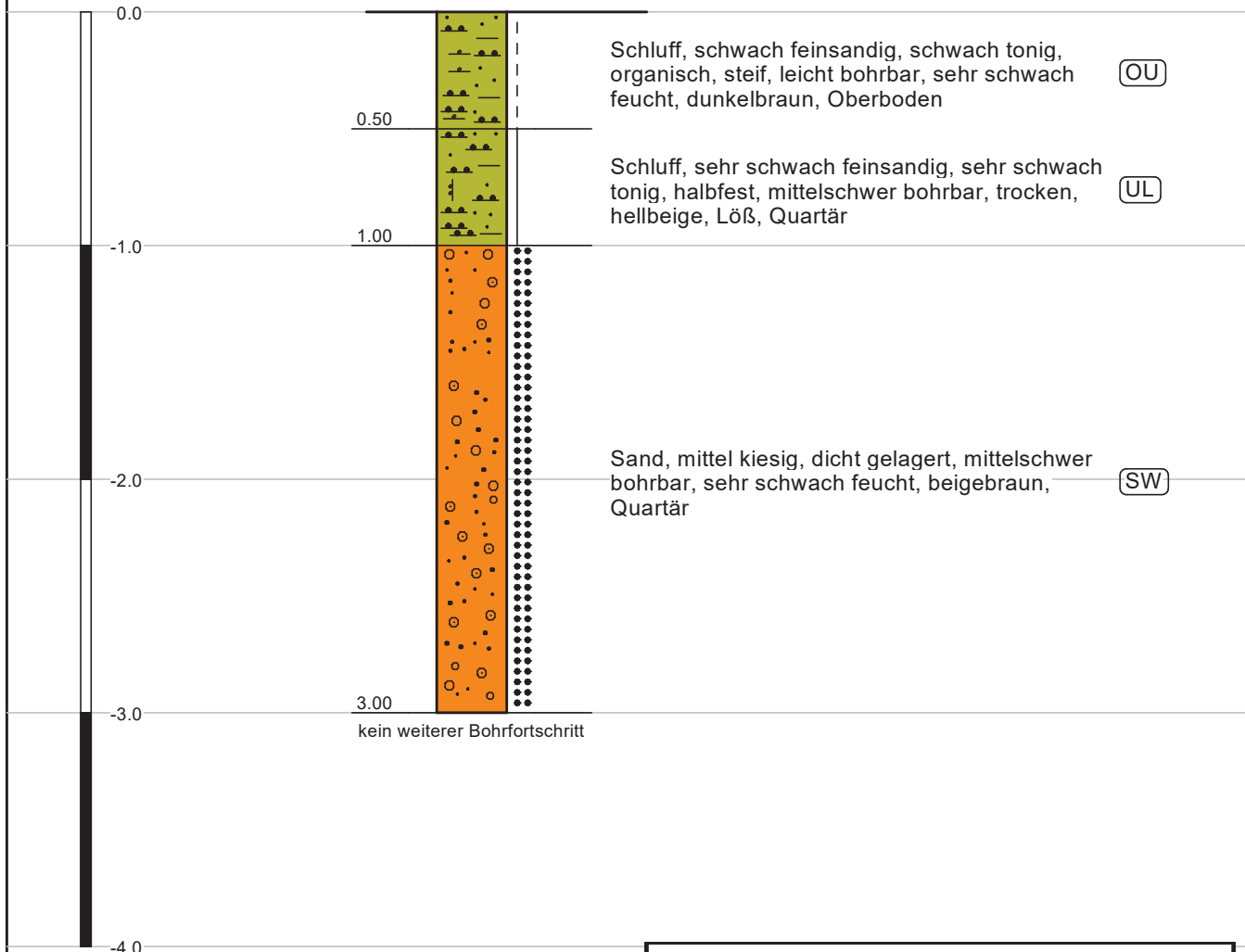
WP Staßfurt-Förderstedt
 Zuwegung

Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.14

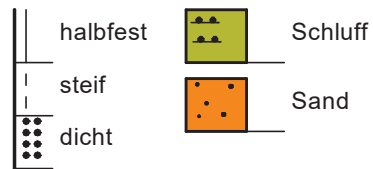
Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30

RKS W2
 00,00 m = GOK

m u. GOK



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten



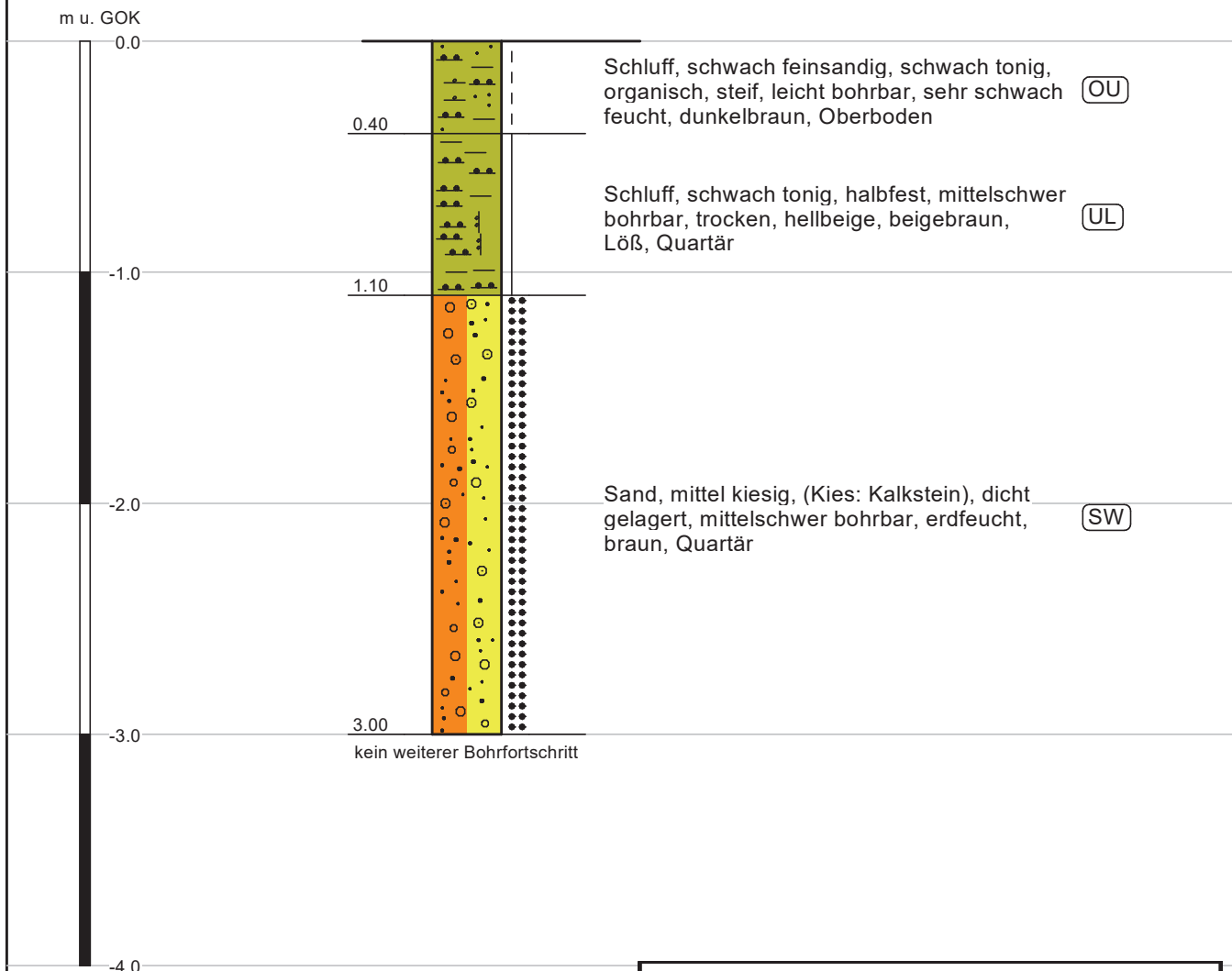
Hinweise:
 kein Grundwasser angetroffen
 (14.09.2020)

WP Staßfurt-Förderstedt
 Zuwegung

Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.15



Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30

RKS W3
 00,00 m = GOK



Hinweise:
 kein Grundwasser angetroffen
 (14.09.2020)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	halbfest		Schluff
	steif		Sand
••••	dicht		

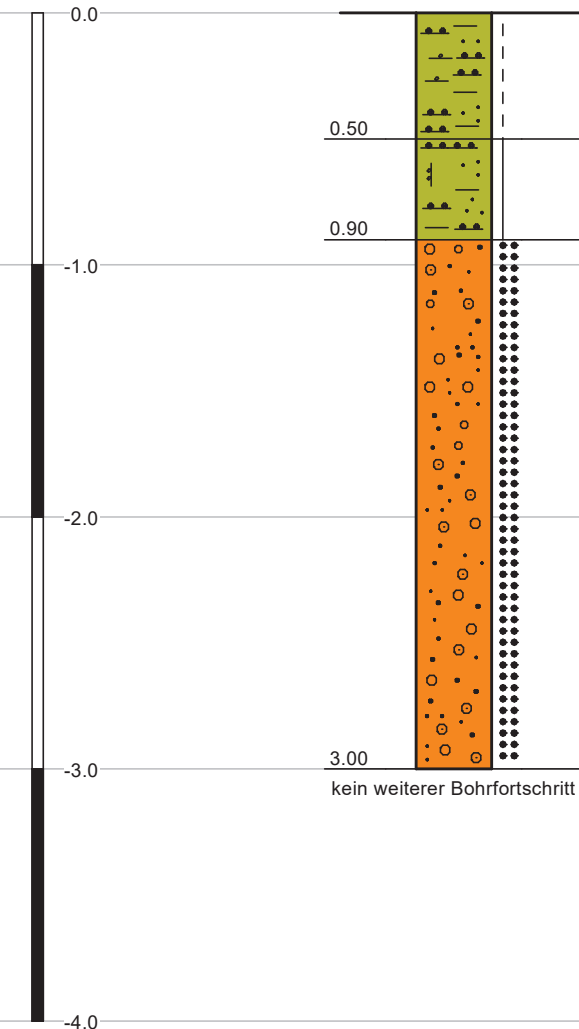
WP Staßfurt-Förderstedt
 Zuwegung

Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.16

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30

RKS W4
 00,00 m = GOK

m u. GOK



Schluff, schwach tonig, sehr schwach feinsandig, organisch, steif, leicht bohrbar, sehr schwach feucht, dunkelbraun, Oberboden

OU

Schluff, sehr schwach tonig, sehr schwach feinsandig, halbfest, mittelschwer bohrbar, trocken, hellbeige, Löß, Quartär

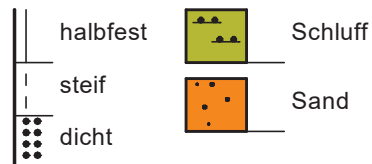
UL

Sand, mittel kiesig, dicht gelagert, mittelschwer bohrbar, sehr schwach feucht, braun, Quartär

SW

3.00
 kein weiterer Bohrfortschritt

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten



Hinweise:

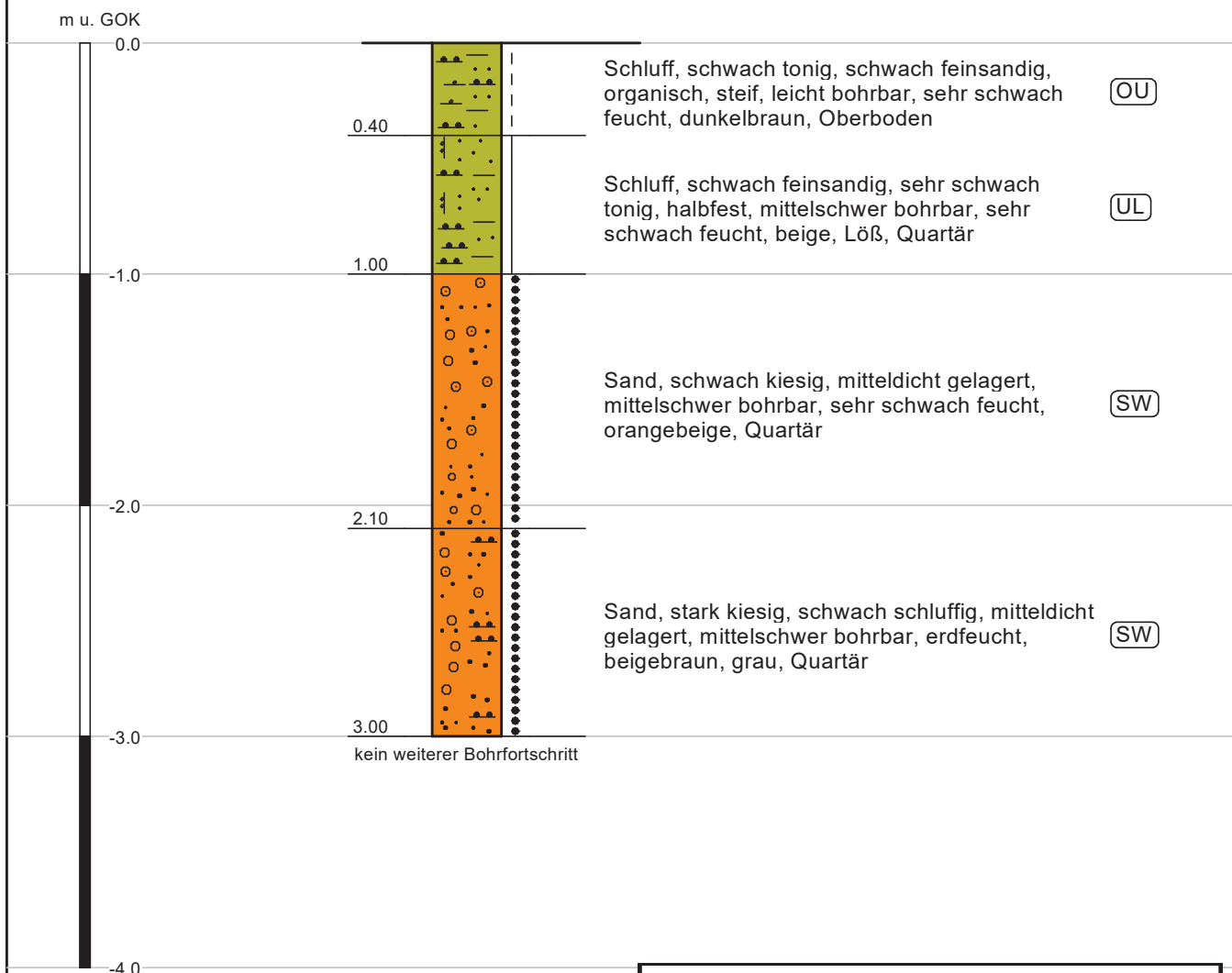
kein Grundwasser angetroffen
 (14.09.2020)

WP Staßfurt-Förderstedt
 Zuwegung

Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.17

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30

RKS W5
 00,00 m = GOK



Hinweise:
 kein Grundwasser angetroffen
 (15.09.2020)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

<table border="0"> <tr><td>—</td><td>halbfest</td></tr> <tr><td>—</td><td>steif</td></tr> <tr><td>•••</td><td>mitteldicht</td></tr> </table>	—	halbfest	—	steif	•••	mitteldicht	<table border="0"> <tr><td></td><td>Schluff</td></tr> <tr><td></td><td>Sand</td></tr> </table>		Schluff		Sand
—	halbfest										
—	steif										
•••	mitteldicht										
	Schluff										
	Sand										

WP Staßfurt-Förderstedt
 Zuwegung

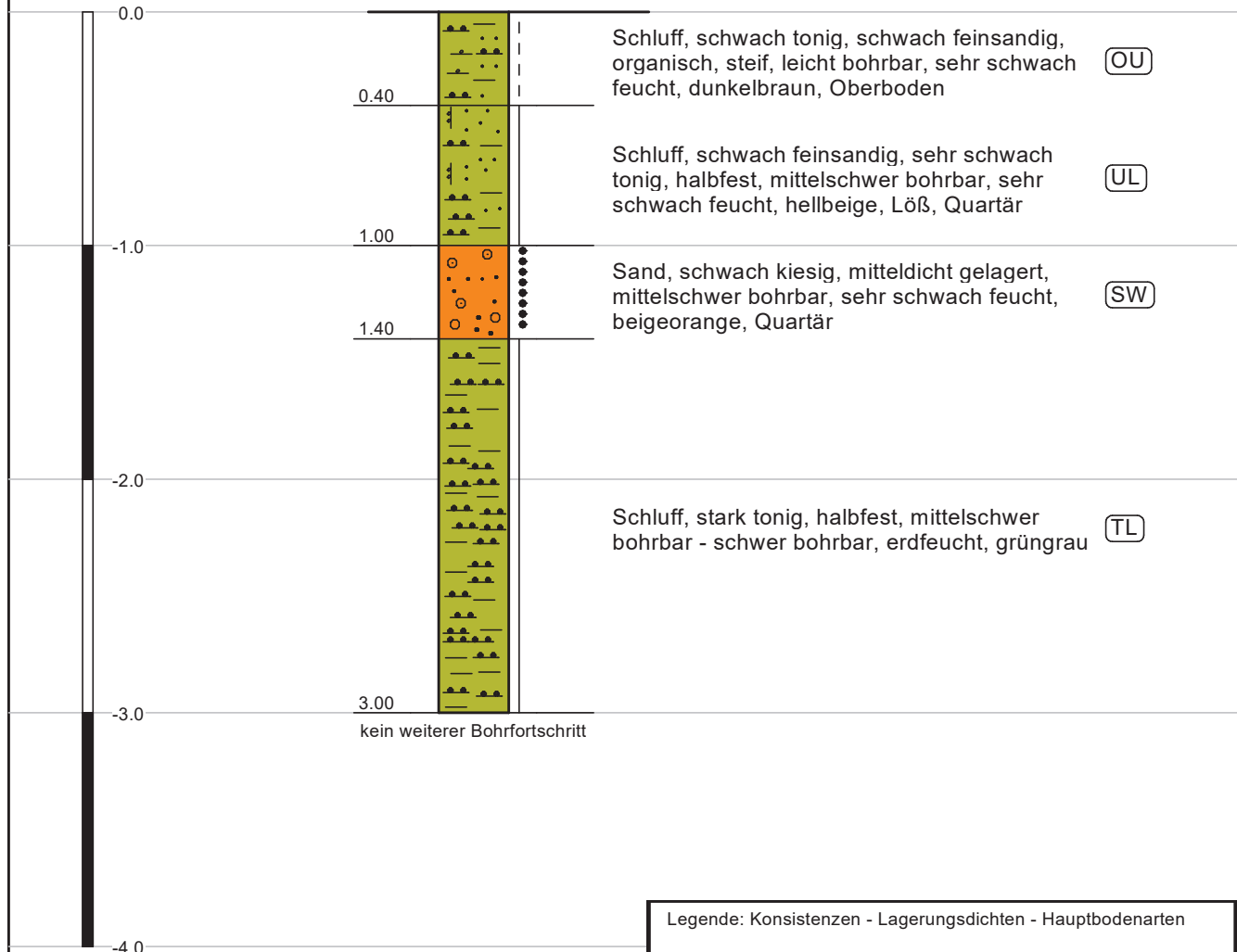
Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.18

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30

RKS W6




00,00 m = GOK

m u. GOK



Hinweise:
 kein Grundwasser angetroffen
 (15.09.2020)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	halbfest		Ton
	steif		Schluff
•••	mitteldicht		Sand

WP Staßfurt-Förderstedt
 Zuwegung

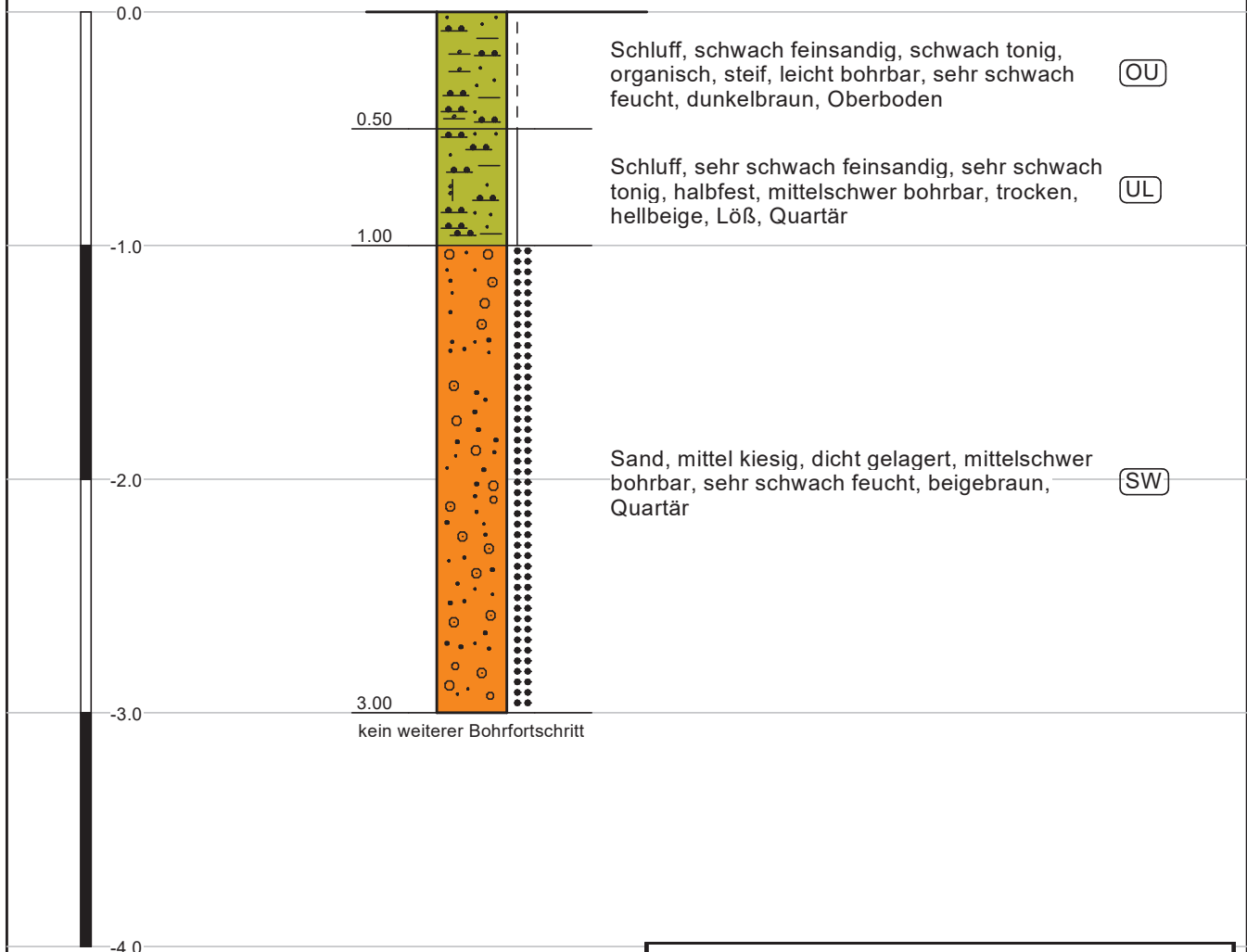
Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.19

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30






RKS W7

00,00 m = GOK

m u. GOK



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

 halbfest	 Schluff
 steif	 Sand
 dicht	

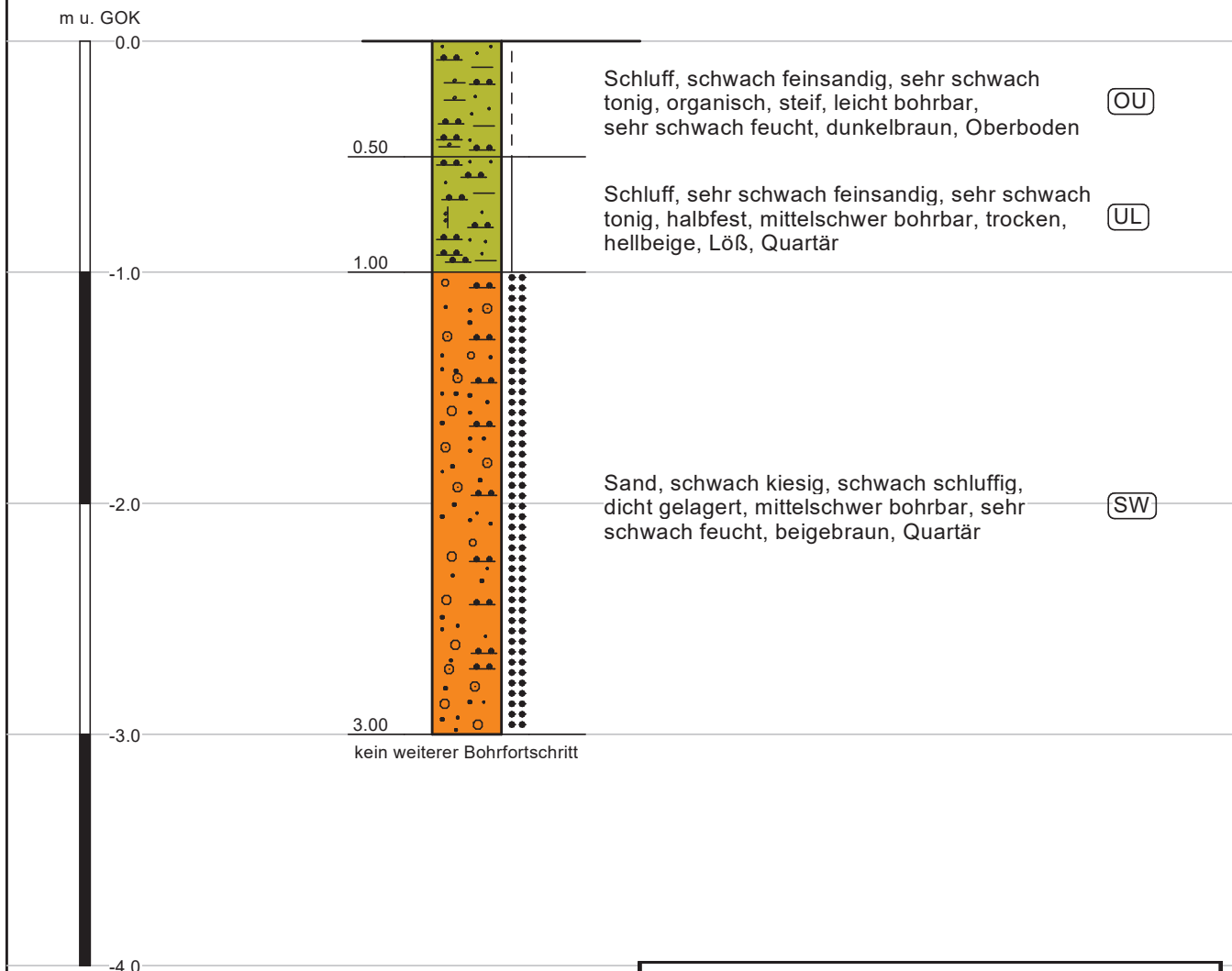
Hinweise:
 kein Grundwasser angetroffen
 (14.09.2020)

WP Staßfurt-Förderstedt
 Zuwegung

Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.20



Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30

RKS W8
 00,00 m = GOK



Hinweise:
 kein Grundwasser angetroffen
 (14.09.2020)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

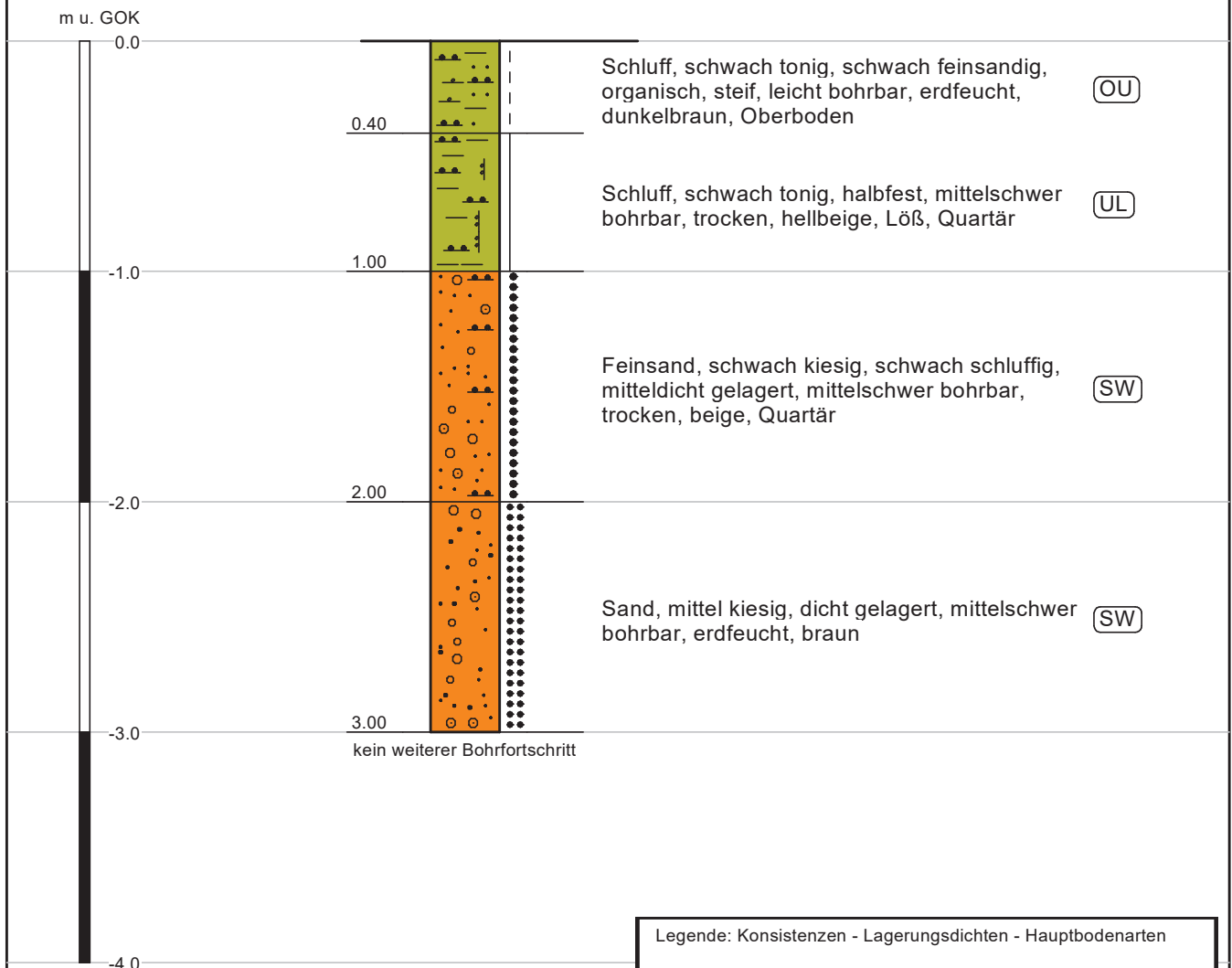
	halbfest		Schluff
	steif		Sand
•••	dicht		

WP Staßfurt-Förderstedt
 Zuwegung

Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.21

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30

RKS W9
 00,00 m = GOK



Hinweise:
 kein Grundwasser angetroffen
 (14.09.2020)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

halbfest		Schluff
steif		Sand
mitteldicht		Feinsand
dicht		

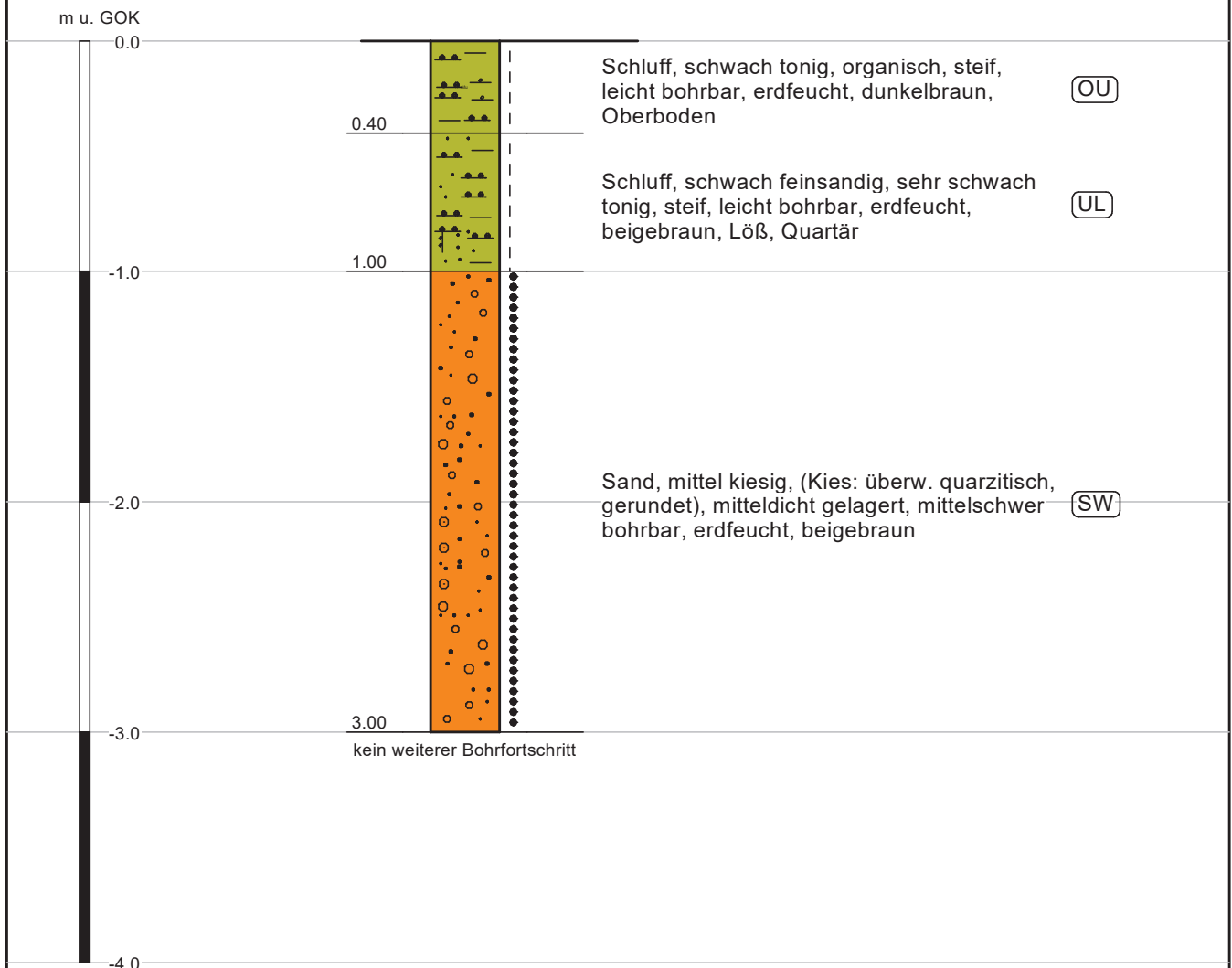
WP Staßfurt-Förderstedt
 Zuwegung

Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.22





Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30

RKS W10

00,00 m = GOK



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

 steif	 Schluff
 mitteldicht	 Sand

Hinweise:
 kein Grundwasser angetroffen
 (14.09.2020)

WP Staßfurt-Förderstedt
 Zuwegung

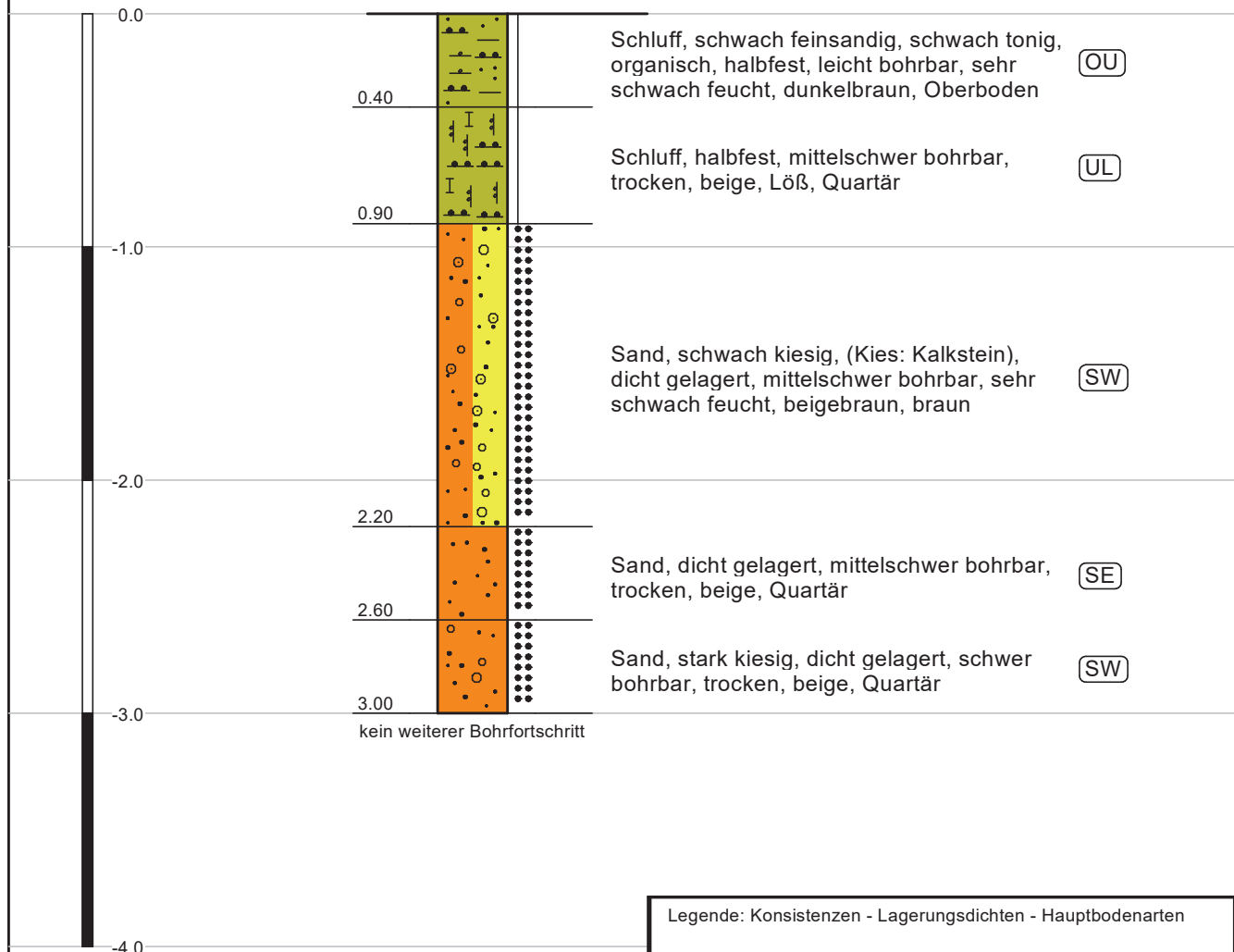
Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.23

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30

RKS W11






00,00 m = GOK

m u. GOK



Hinweise:
 kein Grundwasser angetroffen
 (14.09.2020)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	halbfest		Schluff
	dicht		Sand
			Löß

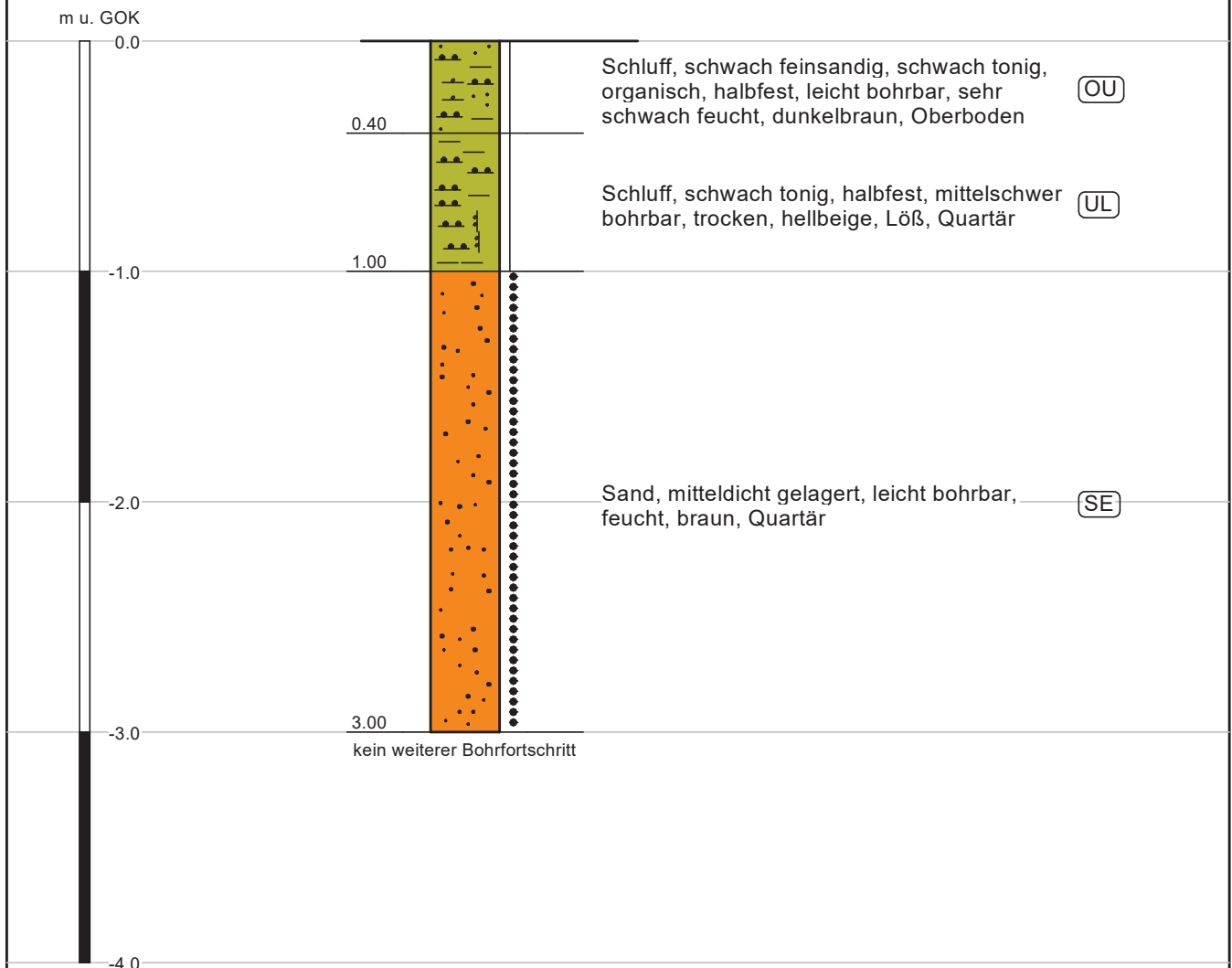
WP Staßfurt-Förderstedt
 Zuwegung

Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.24

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30

RKS W12

00,00 m = GOK



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten



Hinweise:

kein Grundwasser angetroffen
 (14.09.2020)

WP Staßfurt-Förderstedt
 WEA Förd 01

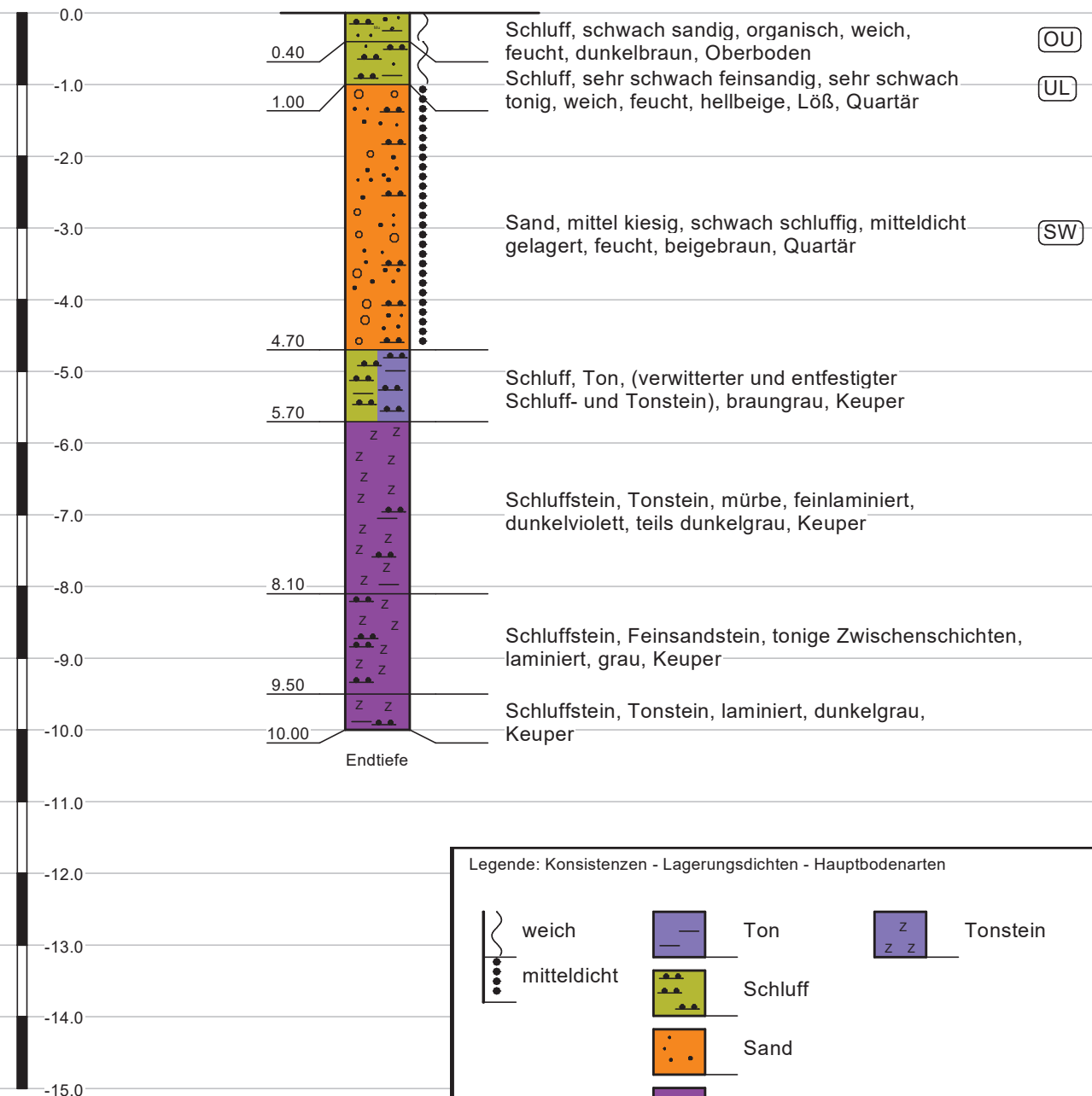
Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.25

Profil einer Aufschlussbohrung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:90

KB WEA 1








00,00 m = GOK

m u. GOK



Hinweis:
 kein Grundwasser angetroffen
 (29.04.2021)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	weich		Ton		Tonstein
	mitteldicht		Schluff		Sand
			Schluffstein		

WP Staßfurt-Förderstedt
 WEA Förd 02

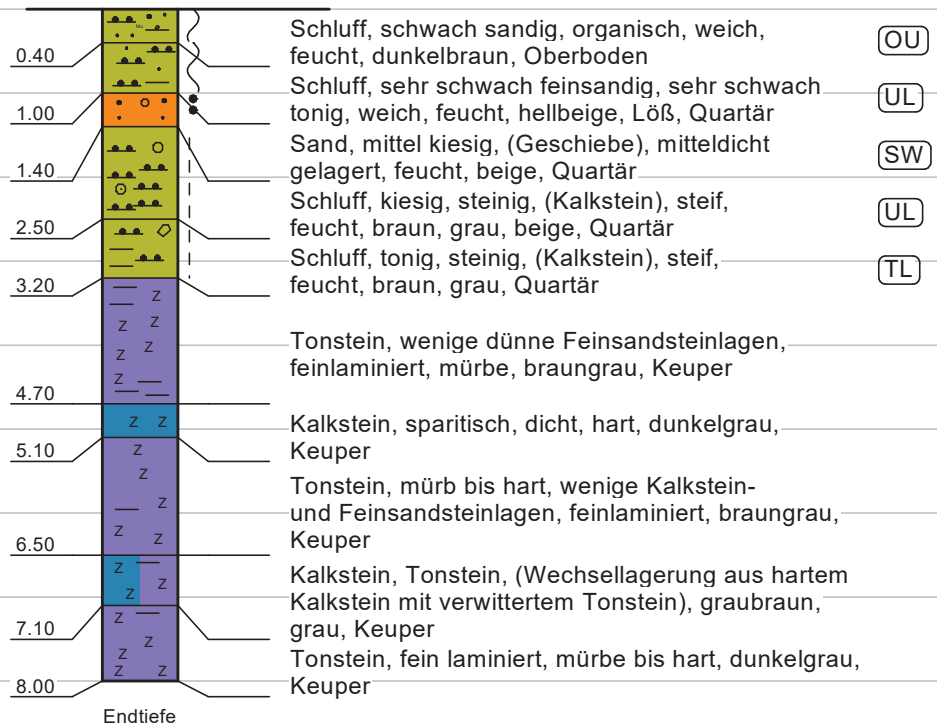
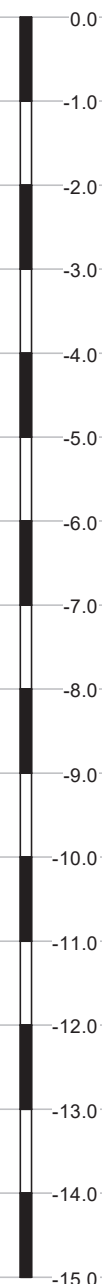
Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.26

Profil einer Aufschlussbohrung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:90

KB WEA 2

00,00 m = GOK

m u. GOK



Endtiefe

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	steif		Ton		Tonstein
	weich		Schluff		Kalkstein
	mitteldicht		Sand		
			Kies		

Hinweis:
 kein Grundwasser angetroffen
 (28.04.2021)

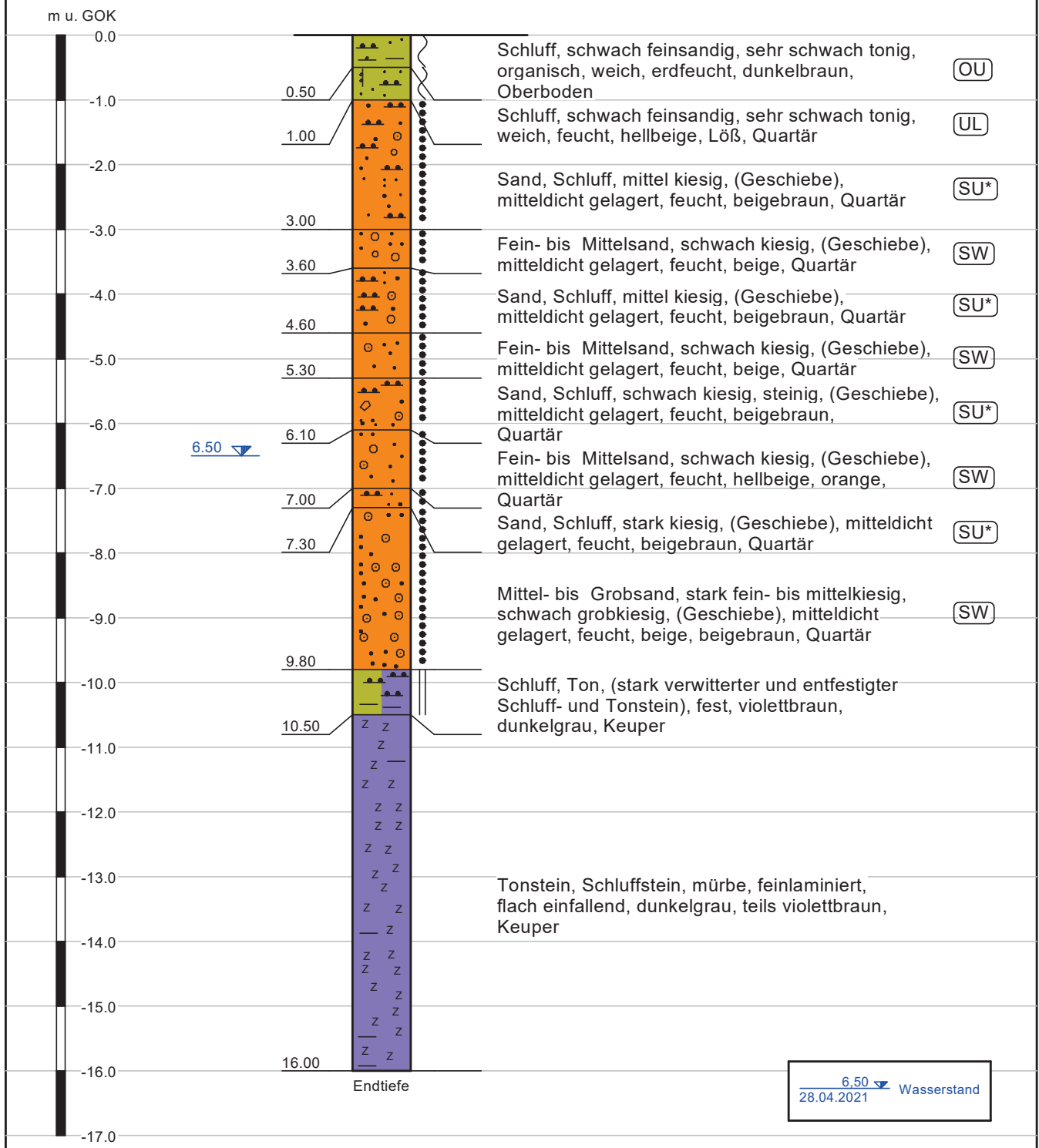
WP Staßfurt-Förderstedt
 WEA Förd 03

Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.27

Profil einer Aufschlussbohrung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:90

KB WEA 3

00,00 m = GOK



6.50 m u. GOK Wasserstand
 28.04.2021

WP Staßfurt-Förderstedt
 WEA Förd 04

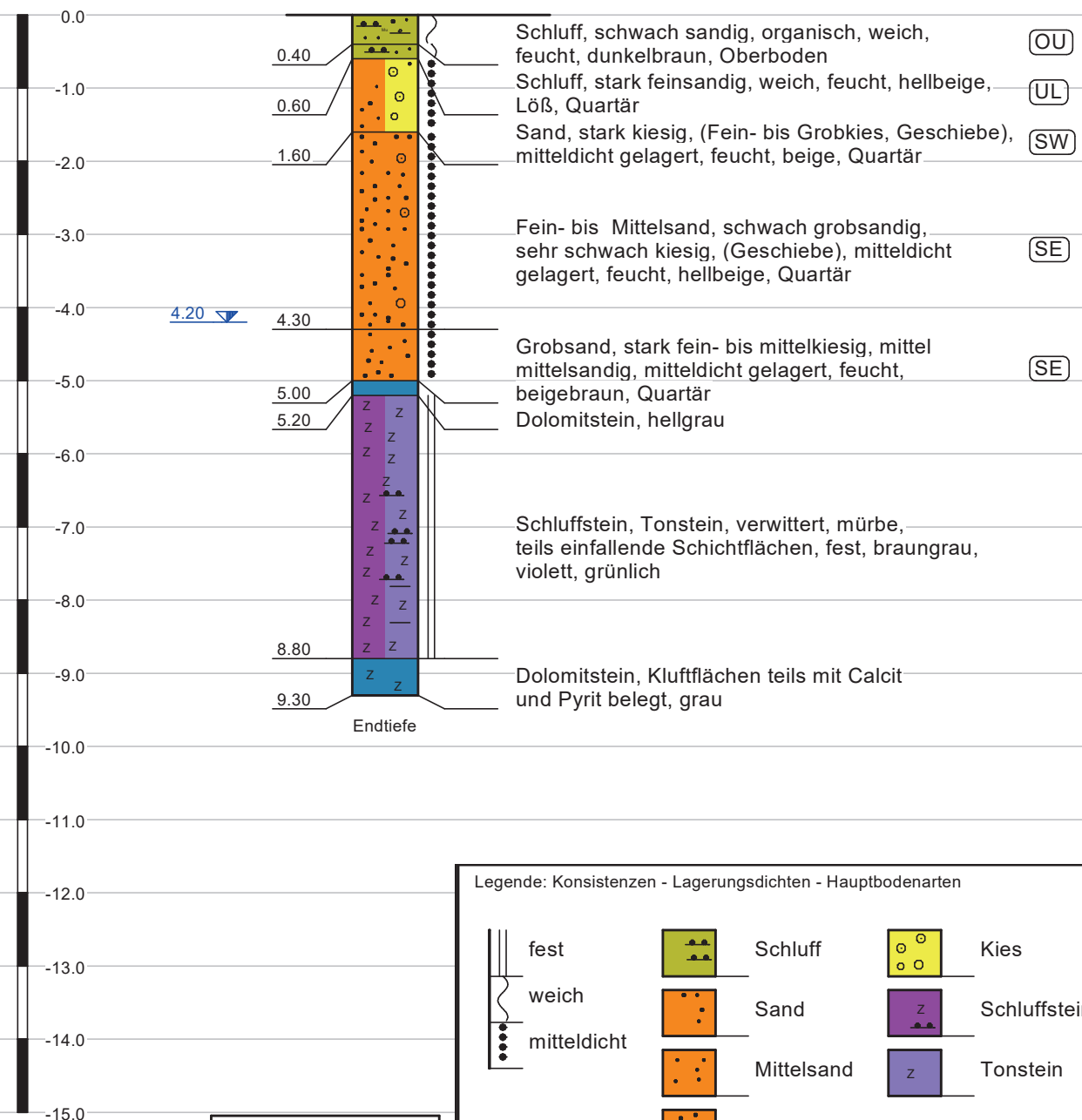
Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.28

Profil einer Aufschlussbohrung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:90

KB WEA 4

00,00 m = GOK











m u. GOK



4.20

Hinweis:
 4.20 Wasserstand
 27.04.2021

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	fest		Schluff		Kies
	weich		Sand		Schluffstein
	mitteldicht		Mittelsand		Tonstein
			Grobsand		

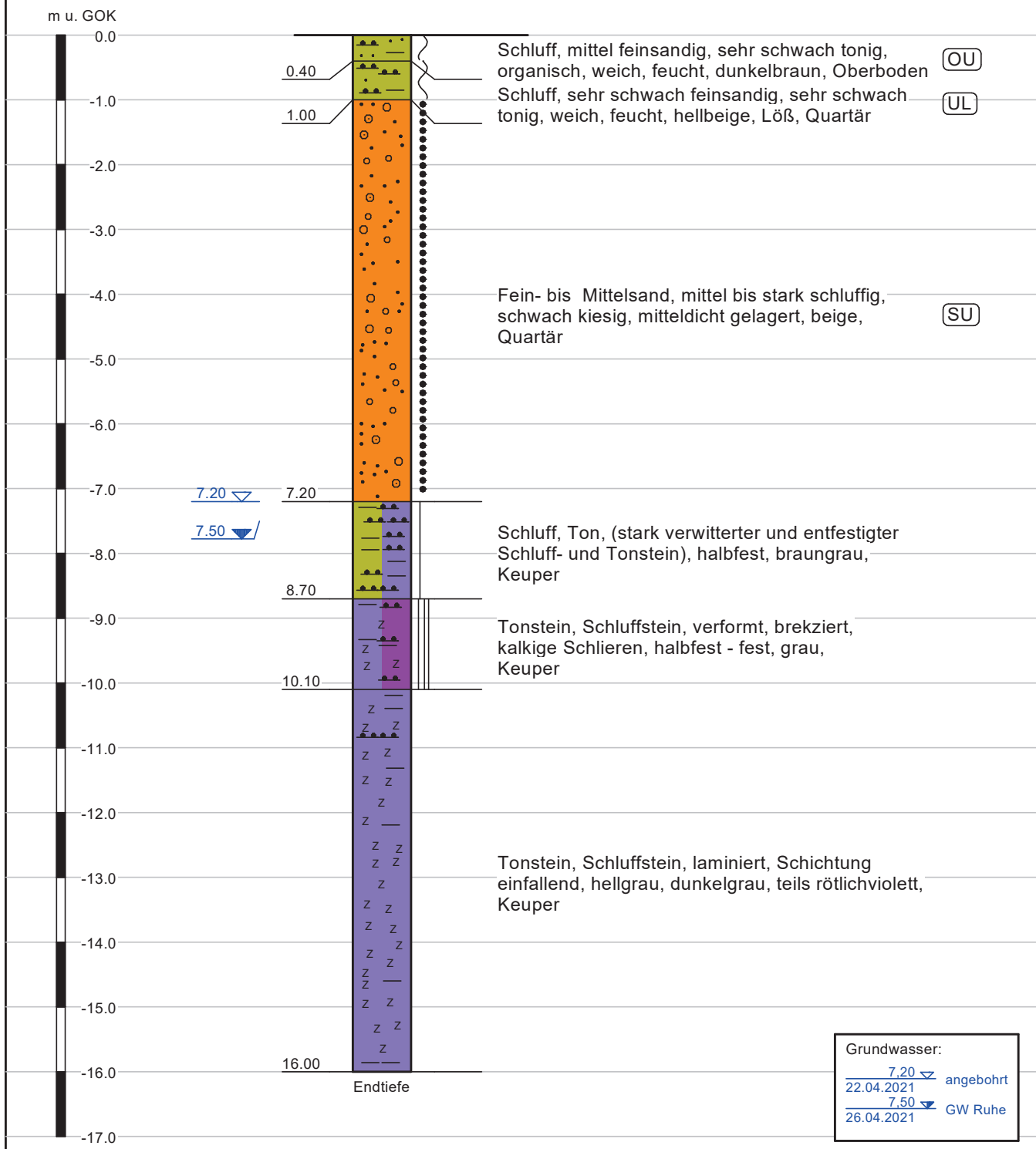
WP Staßfurt-Förderstedt
 WEA Förd 05

Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.29

Profil einer Aufschlussbohrung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:90

KB WEA 5

00,00 m = GOK



WP Staßfurt-Förderstedt
 WEA Förd 06

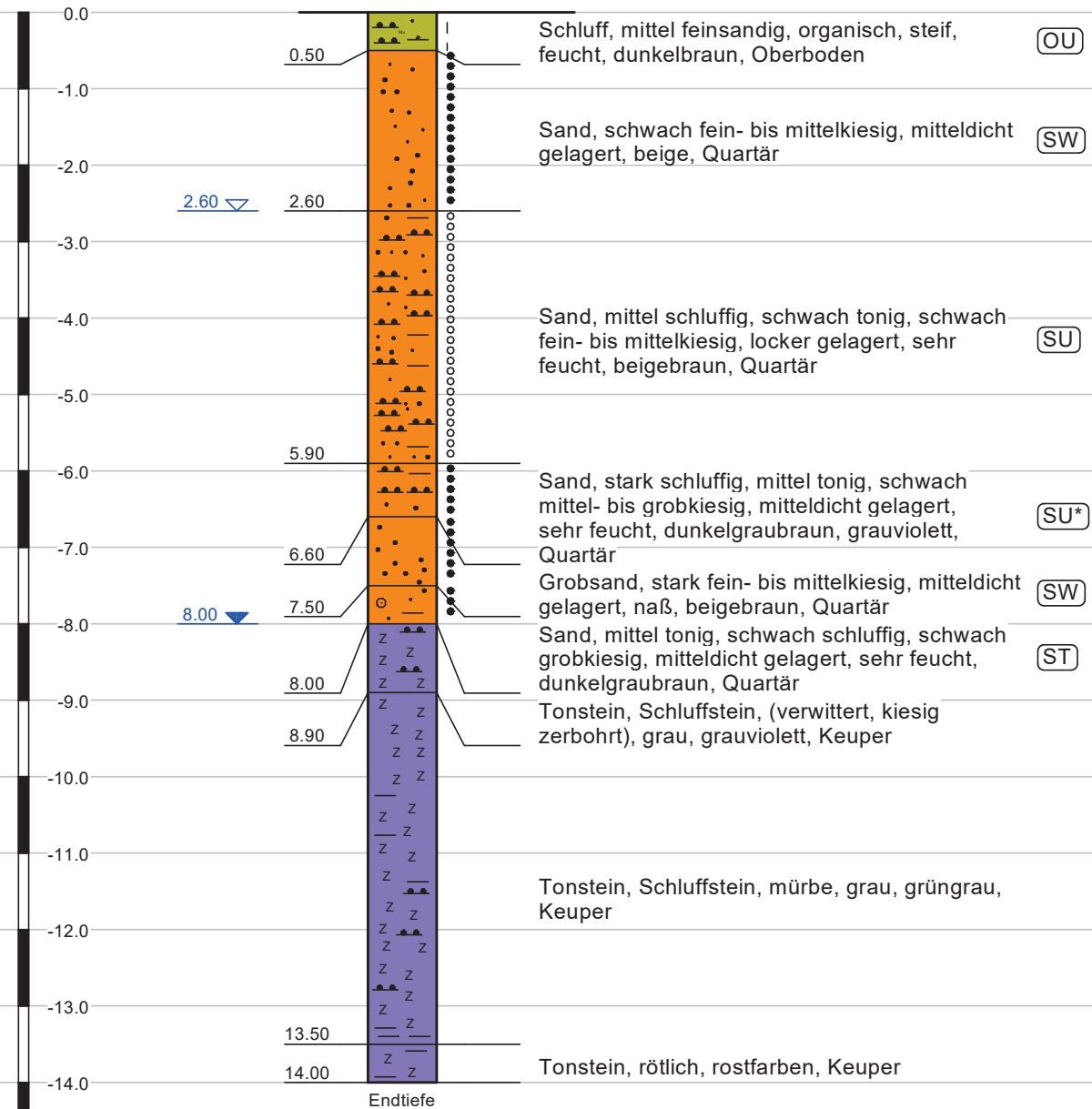
Projektnummer:
 220277
 Anlage:
 2.30

Profil einer Aufschlussbohrung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:90

KB WEA 6

00,00 m = GOK

m u. GOK



Endtiefe

Grundwasser:
 2.60 ▽ Wasserstand
 21.04.2021
 8.00 ▽ GW Ruhe
 22.04.2021

WP Staßfurt - Förderstedt
 WEA Förd 01 (Vestas V162 mit 169m Nh.)

Projektnummer:
 220277

Anlage:
 3.1

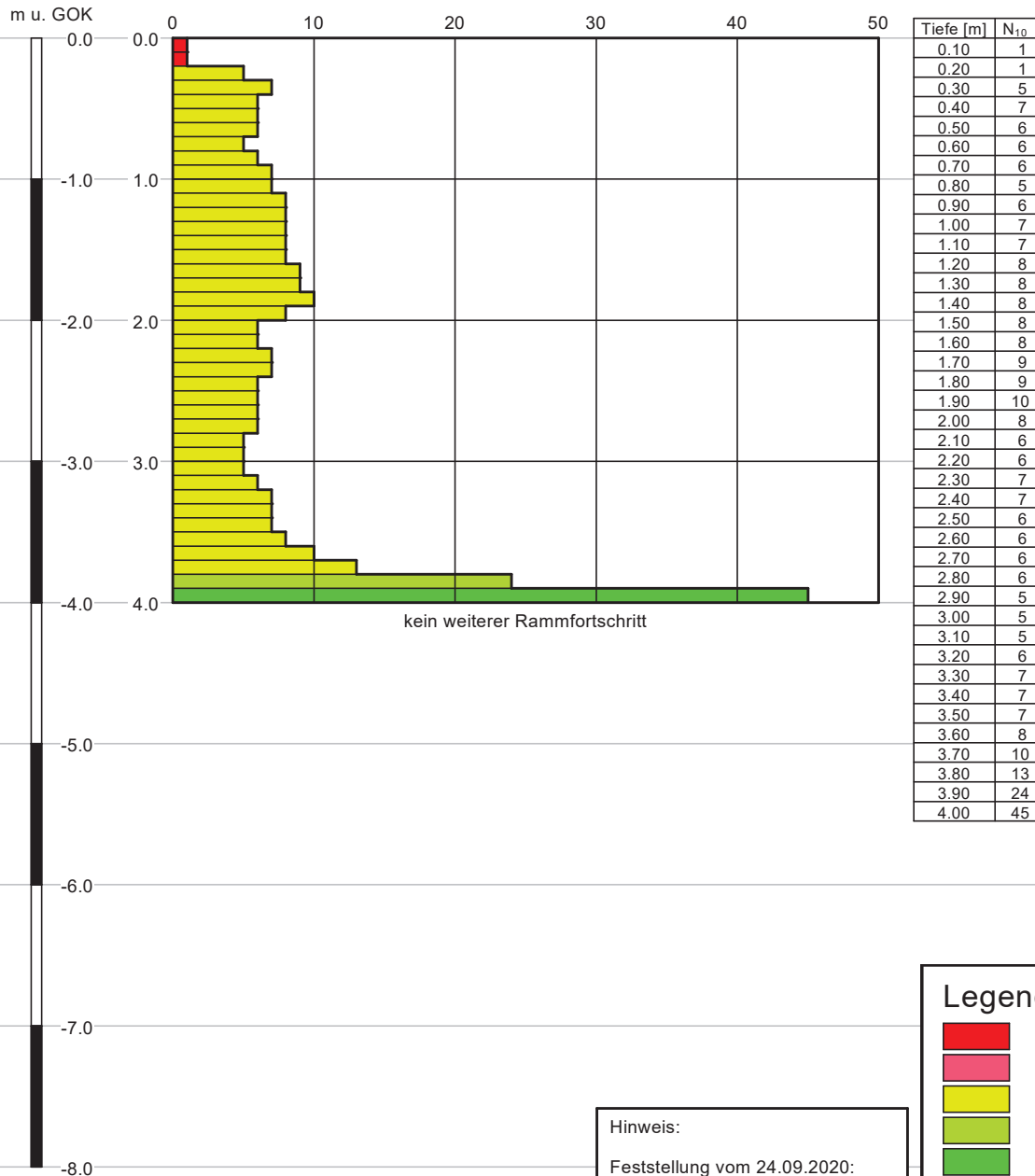
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

DPH 1-1

0,00 m = Ansatzpunkt

Schlagzahlen je 10 cm



	sehr locker
	locker
	mitteldicht
	dicht
	sehr dicht

Hinweis:
 Feststellung vom 24.09.2020:
 Sondierloch bei 3,25m zugefallen

WP Staßfurt - Förderstedt
 WEA Förd 01 (Vestas V162 mit 169m Nh.)

Projektnummer:
 220277

Anlage:
 3.2

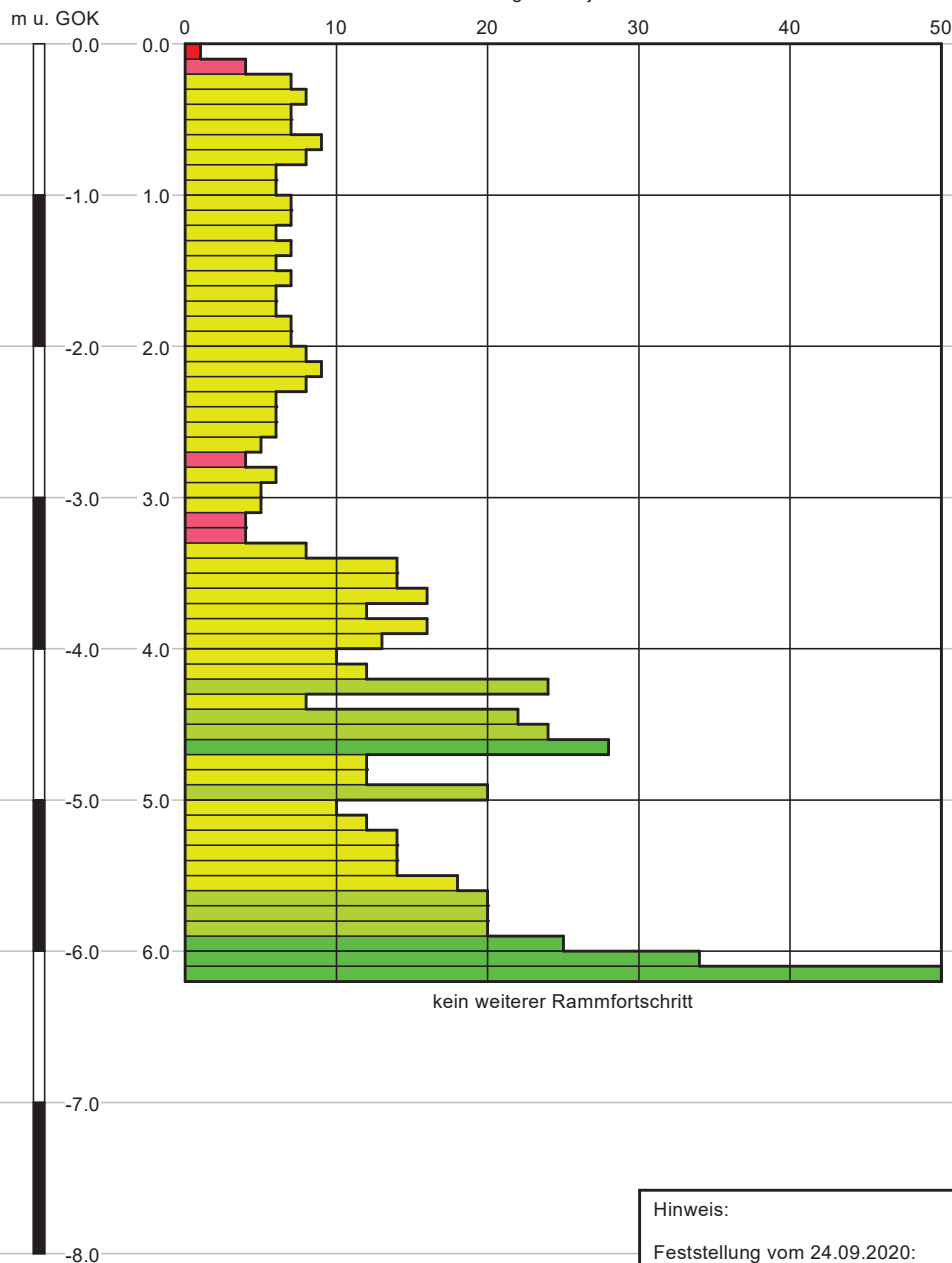
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

DPH 1-2

0,00 m = Ansatzpunkt

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1	4.10	10
0.20	4	4.20	12
0.30	7	4.30	24
0.40	8	4.40	8
0.50	7	4.50	22
0.60	7	4.60	24
0.70	9	4.70	28
0.80	8	4.80	12
0.90	6	4.90	12
1.00	6	5.00	20
1.10	7	5.10	10
1.20	7	5.20	12
1.30	6	5.30	14
1.40	7	5.40	14
1.50	6	5.50	14
1.60	7	5.60	18
1.70	6	5.70	20
1.80	6	5.80	20
1.90	7	5.90	20
2.00	7	6.00	25
2.10	8	6.10	34
2.20	9	6.20	50
2.30	8		
2.40	6		
2.50	6		
2.60	6		
2.70	5		
2.80	4		
2.90	6		
3.00	5		
3.10	5		
3.20	4		
3.30	4		
3.40	8		
3.50	14		
3.60	14		
3.70	16		
3.80	12		
3.90	16		
4.00	13		

Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

Hinweis:

Feststellung vom 24.09.2020:
 Sondierloch bei 4,15m zugefallen

WP Staßfurt - Förderstedt
 WEA Förd 02 (Vestas V162 mit 169m Nh.)

Projektnummer:
 220277

Anlage:
 3.3

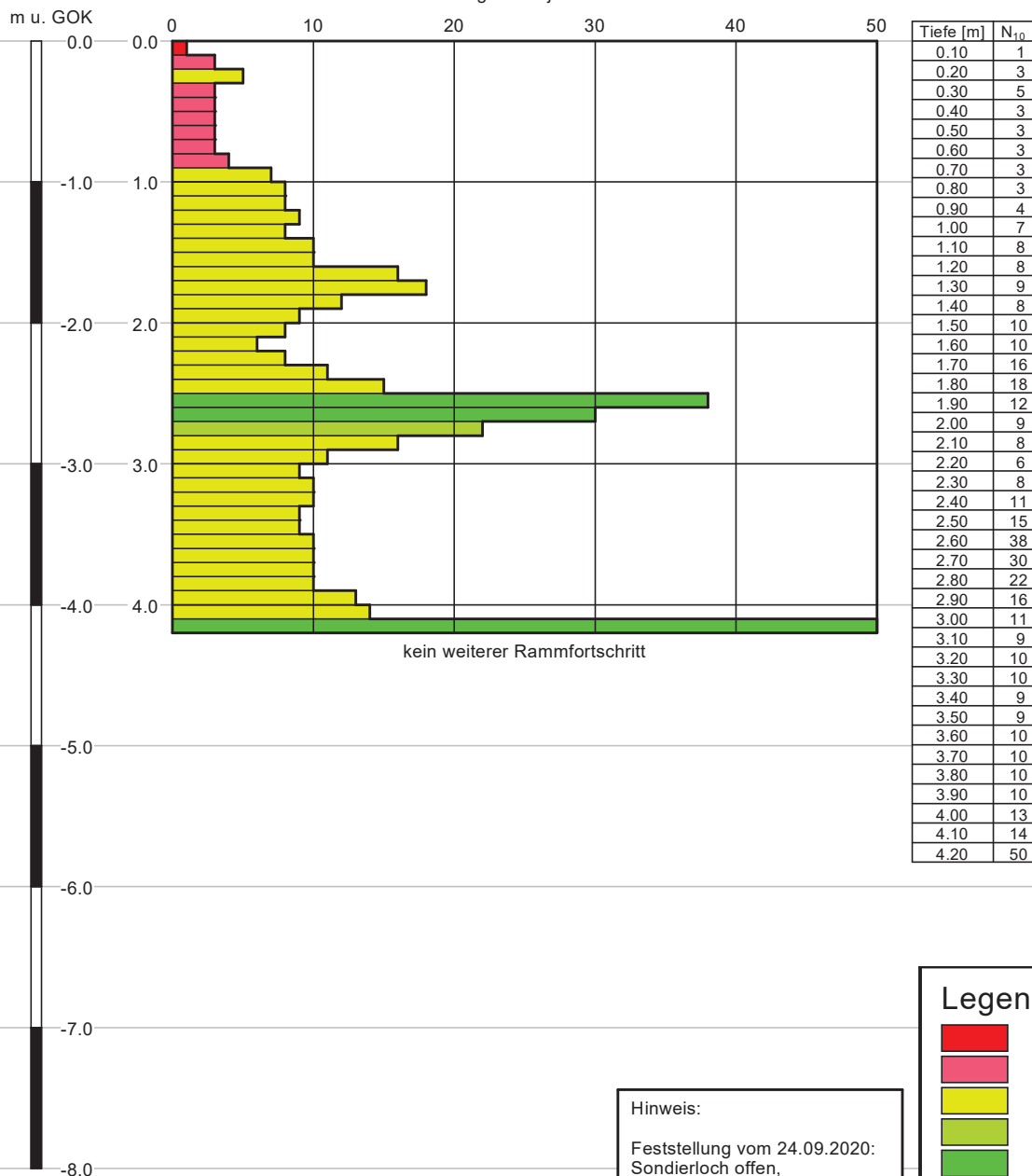
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

DPH 2-1

0,00 m = Ansatzpunkt

Schlagzahlen je 10 cm



Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

Hinweis:
 Feststellung vom 24.09.2020:
 Sondierloch offen,
 kein Grundwasser angetroffen

WP Staßfurt - Förderstedt
 WEA Förd 02 (Vestas V162 mit 169m Nh.)

Projektnummer:
220277

Anlage:
3.4

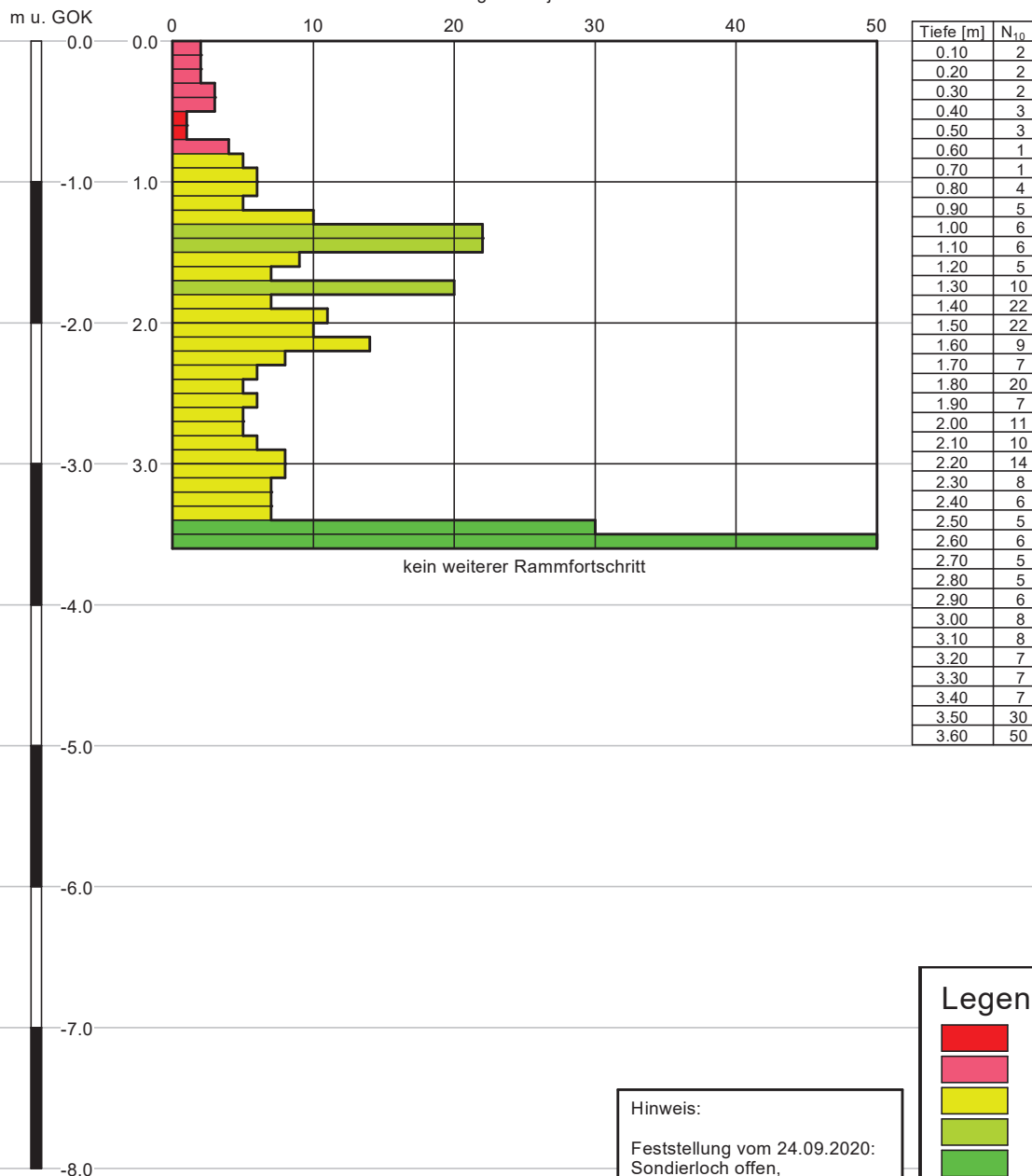
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

DPH 2-2

0,00 m = Ansatzpunkt

Schlagzahlen je 10 cm



Legende DPH	
■	sehr locker
■	locker
■	mitteldicht
■	dicht
■	sehr dicht

Hinweis:
 Feststellung vom 24.09.2020:
 Sondierloch offen,
 kein Grundwasser angetroffen

WP Staßfurt - Förderstedt
 WEA Förd 03 (Vestas V162 mit 169m Nh.)

Projektnummer:
220277

Anlage:
3.5

Profil einer Rammsondierung

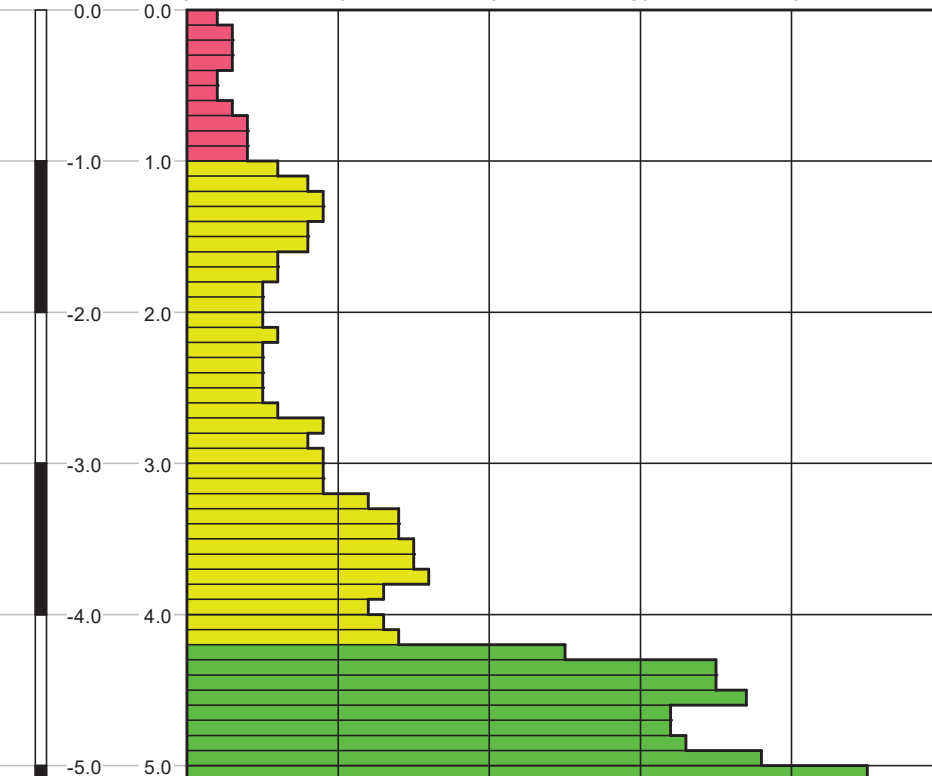
Maßstab der Höhe ca.: 1:50

DPH 3-1

0,00 m = Ansatzpunkt

Schlagzahlen je 10 cm

m u. GOK 0 10 20 30 40 50



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	2	4.10	13
0.20	3	4.20	14
0.30	3	4.30	25
0.40	3	4.40	35
0.50	2	4.50	35
0.60	2	4.60	37
0.70	3	4.70	32
0.80	4	4.80	32
0.90	4	4.90	33
1.00	4	5.00	38
1.10	6	5.10	45
1.20	8		
1.30	9		
1.40	9		
1.50	8		
1.60	8		
1.70	6		
1.80	6		
1.90	5		
2.00	5		
2.10	5		
2.20	6		
2.30	5		
2.40	5		
2.50	5		
2.60	5		
2.70	6		
2.80	9		
2.90	8		
3.00	9		
3.10	9		
3.20	9		
3.30	12		
3.40	14		
3.50	14		
3.60	15		
3.70	15		
3.80	16		
3.90	13		
4.00	12		

kein weiterer Rammfortschritt

Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

Hinweis:
 Feststellung vom 22.09.2020:
 Sondierloch offen,
 kein Grundwasser angetroffen

WP Staßfurt - Förderstedt
 WEA Förd 03 (Vestas V162 mit 169m Nh.)

Projektnummer:
220277

Anlage:
3.6

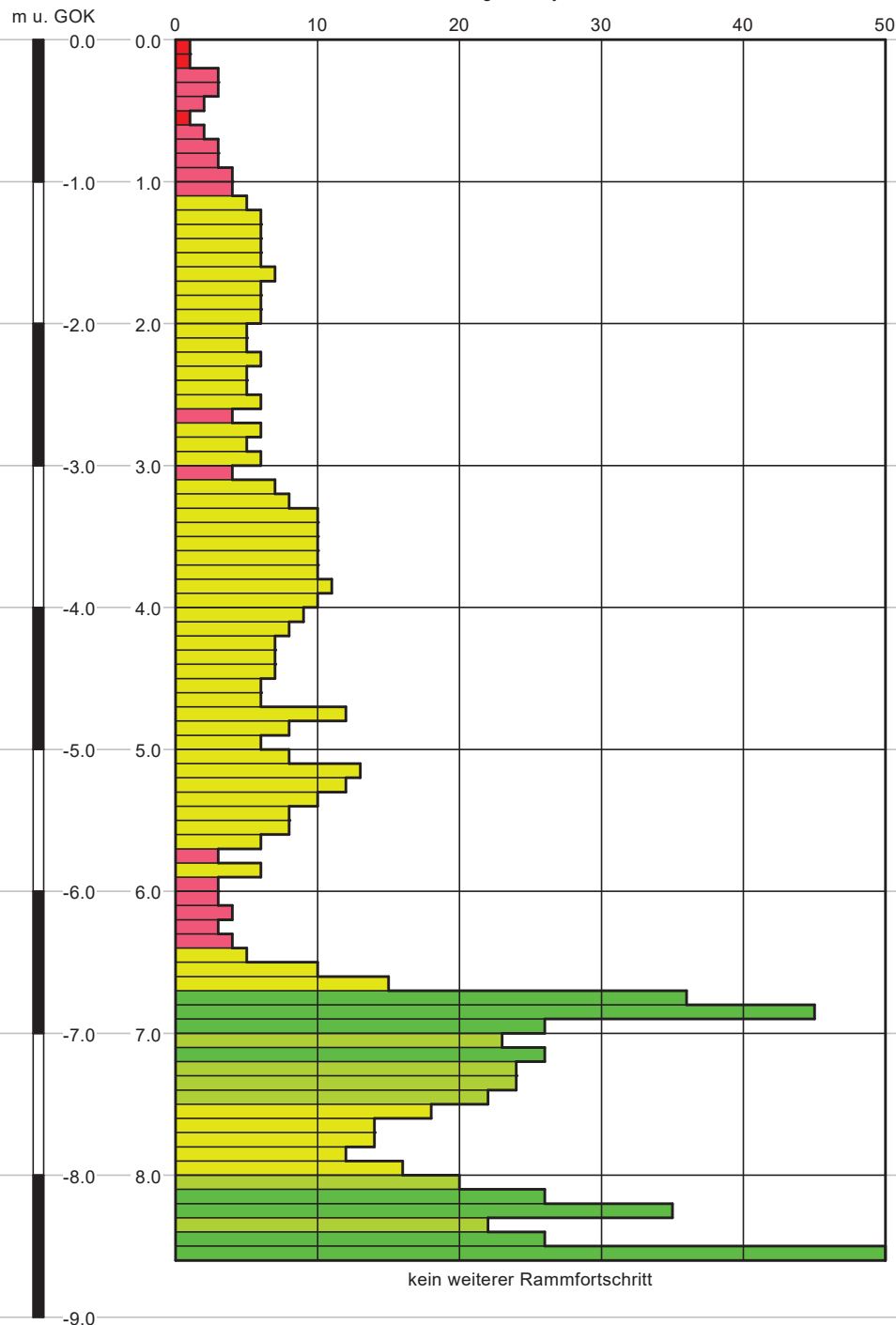
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

DPH 3-2

0,00 m = Ansatzpunkt

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1	4.60	6
0.20	1	4.70	6
0.30	3	4.80	12
0.40	3	4.90	8
0.50	2	5.00	6
0.60	1	5.10	8
0.70	2	5.20	13
0.80	3	5.30	12
0.90	3	5.40	10
1.00	4	5.50	8
1.10	4	5.60	8
1.20	5	5.70	6
1.30	6	5.80	3
1.40	6	5.90	6
1.50	6	6.00	3
1.60	6	6.10	3
1.70	7	6.20	4
1.80	6	6.30	3
1.90	6	6.40	4
2.00	6	6.50	5
2.10	5	6.60	10
2.20	5	6.70	15
2.30	6	6.80	36
2.40	5	6.90	45
2.50	5	7.00	26
2.60	6	7.10	23
2.70	4	7.20	26
2.80	6	7.30	24
2.90	5	7.40	24
3.00	6	7.50	22
3.10	4	7.60	18
3.20	7	7.70	14
3.30	8	7.80	14
3.40	10	7.90	12
3.50	10	8.00	16
3.60	10	8.10	20
3.70	10	8.20	26
3.80	10	8.30	35
3.90	11	8.40	22
4.00	10	8.50	26
4.10	9	8.60	50
4.20	8		
4.30	7		
4.40	7		
4.50	7		

Hinweis:

Feststellung vom 22.09.2020:
 Wasserstand bei 5,50m,
 Sondierloch bei 6,50m zugefallen

Legende DPH

	sehr locker
	locker
	mitteldicht
	dicht
	sehr dicht

WP Staßfurt - Förderstedt
 WEA Förd 04 (Vestas V162 mit 169m Nh.)

Projektnummer:
220277

Anlage:
3.7

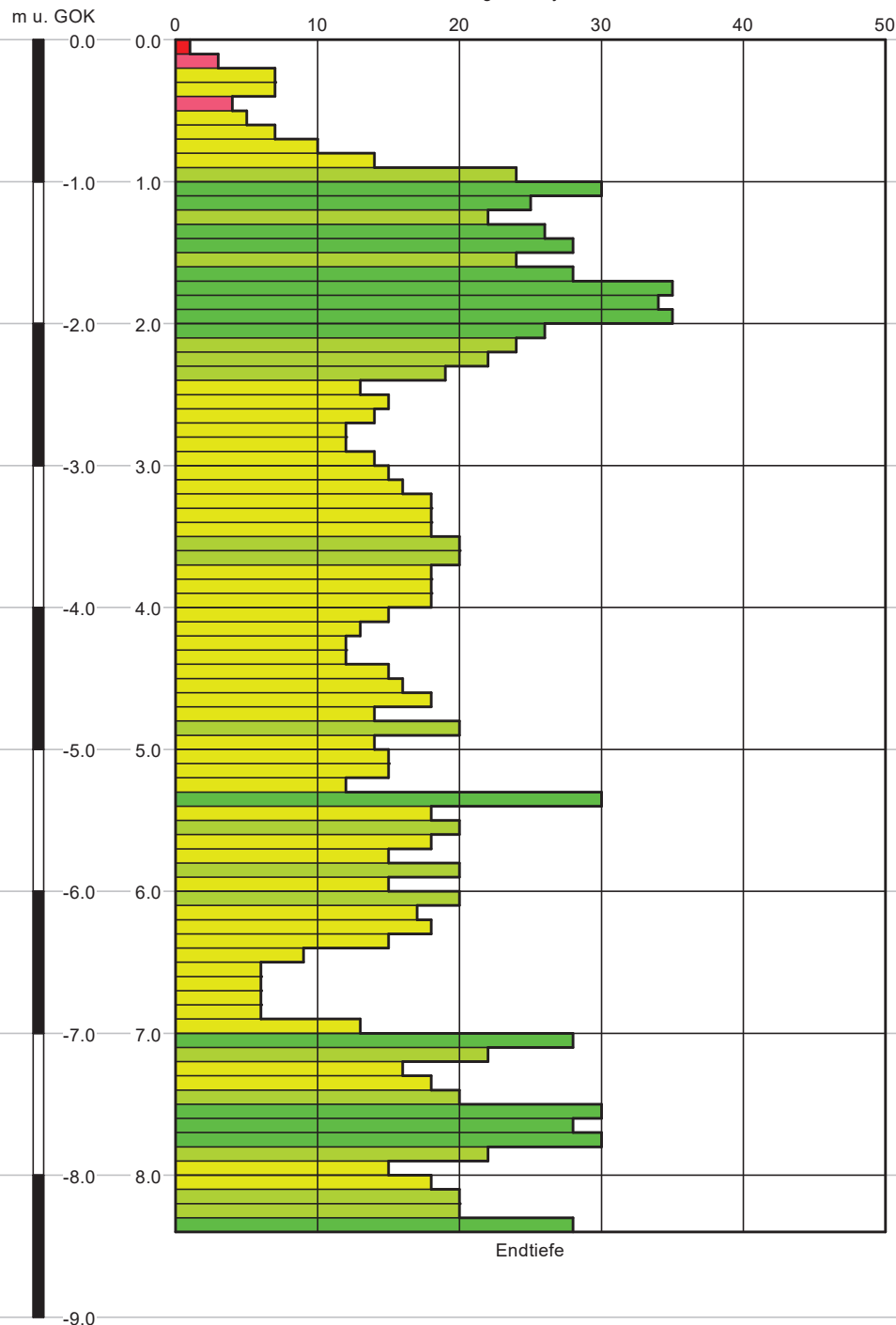
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

DPH 4-1

0,00 m = Ansatzpunkt

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1	4.60	16
0.20	3	4.70	18
0.30	7	4.80	14
0.40	7	4.90	20
0.50	4	5.00	14
0.60	5	5.10	15
0.70	7	5.20	15
0.80	10	5.30	12
0.90	14	5.40	30
1.00	24	5.50	18
1.10	30	5.60	20
1.20	25	5.70	18
1.30	22	5.80	15
1.40	26	5.90	20
1.50	28	6.00	15
1.60	24	6.10	20
1.70	28	6.20	17
1.80	35	6.30	18
1.90	34	6.40	15
2.00	35	6.50	9
2.10	26	6.60	6
2.20	24	6.70	6
2.30	22	6.80	6
2.40	19	6.90	6
2.50	13	7.00	13
2.60	15	7.10	28
2.70	14	7.20	22
2.80	12	7.30	16
2.90	12	7.40	18
3.00	14	7.50	20
3.10	15	7.60	30
3.20	16	7.70	28
3.30	18	7.80	30
3.40	18	7.90	22
3.50	18	8.00	15
3.60	20	8.10	18
3.70	20	8.20	20
3.80	18	8.30	20
3.90	18	8.40	28
4.00	18		
4.10	15		
4.20	13		
4.30	12		
4.40	12		
4.50	15		

Hinweis:
 Feststellung vom 23.09.2020:
 Wasserstand bei 4,25m,
 Sondierloch bei 5,10m zugefallen

Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

WP Staßfurt - Förderstedt
 WEA Förd 04 (Vestas V162 mit 169m Nh.)

Projektnummer:
 220277

Anlage:
 3.8

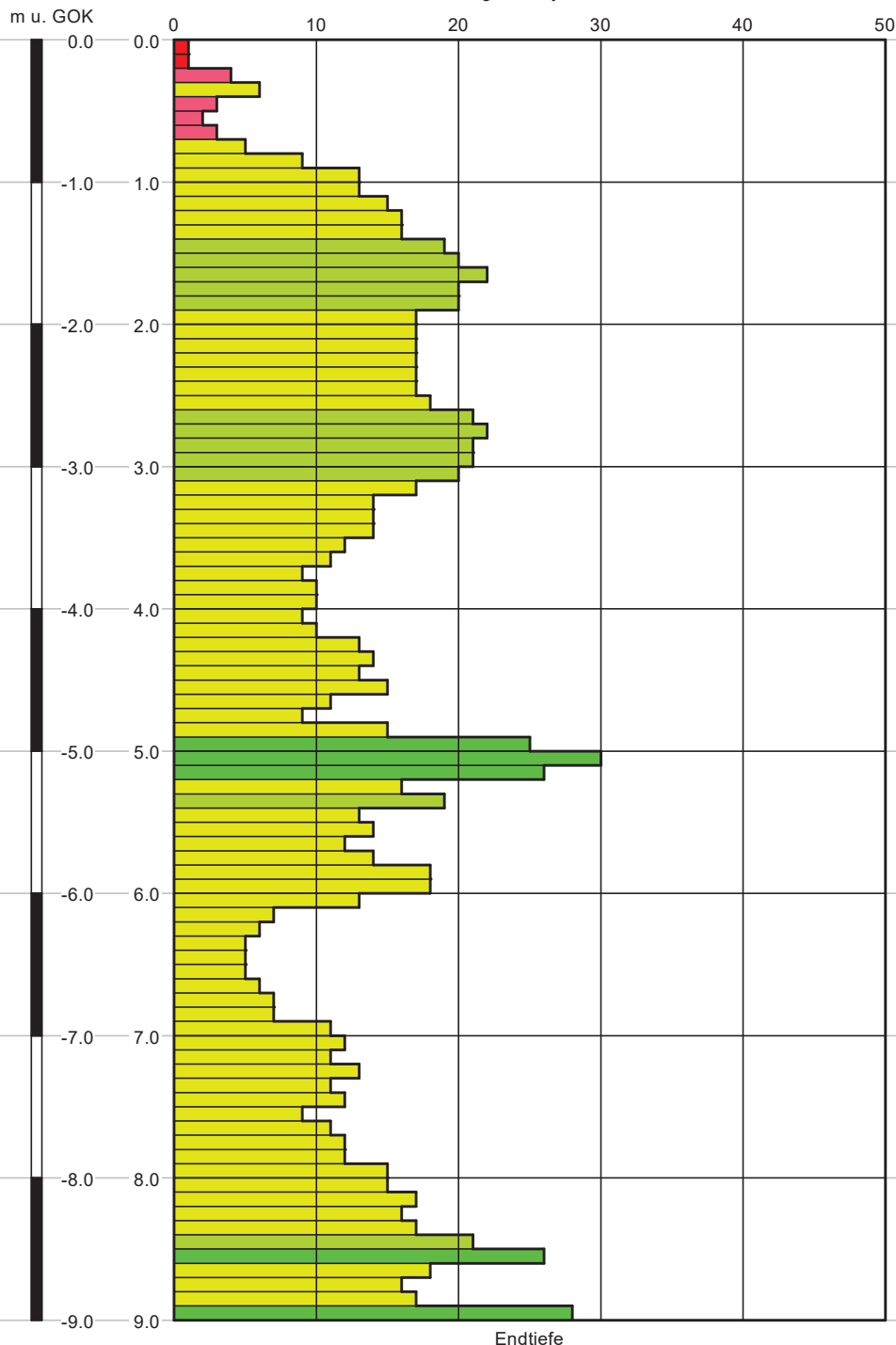
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

DPH 4-2

0,00 m = Ansatzpunkt

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1	4.60	15
0.20	1	4.70	11
0.30	4	4.80	9
0.40	6	4.90	15
0.50	3	5.00	25
0.60	2	5.10	30
0.70	3	5.20	26
0.80	5	5.30	16
0.90	9	5.40	19
1.00	13	5.50	13
1.10	13	5.60	14
1.20	15	5.70	12
1.30	16	5.80	14
1.40	16	5.90	18
1.50	19	6.00	18
1.60	20	6.10	13
1.70	22	6.20	7
1.80	20	6.30	6
1.90	20	6.40	5
2.00	17	6.50	5
2.10	17	6.60	5
2.20	17	6.70	6
2.30	17	6.80	7
2.40	17	6.90	7
2.50	17	7.00	11
2.60	18	7.10	12
2.70	21	7.20	11
2.80	22	7.30	13
2.90	21	7.40	11
3.00	21	7.50	12
3.10	20	7.60	9
3.20	17	7.70	11
3.30	14	7.80	12
3.40	14	7.90	12
3.50	14	8.00	15
3.60	12	8.10	15
3.70	11	8.20	17
3.80	9	8.30	16
3.90	10	8.40	17
4.00	10	8.50	21
4.10	9	8.60	26
4.20	10	8.70	18
4.30	13	8.80	16
4.40	14	8.90	17
4.50	13	9.00	28

Hinweis:
 Feststellung vom 23.09.2020:
 Sondierloch bei 4,00m zugefallen

Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

WP Staßfurt - Förderstedt
 WEA Förd 05 (Vestas V162 mit 169m Nh.)

Projektnummer:
220277

Anlage:
3.9

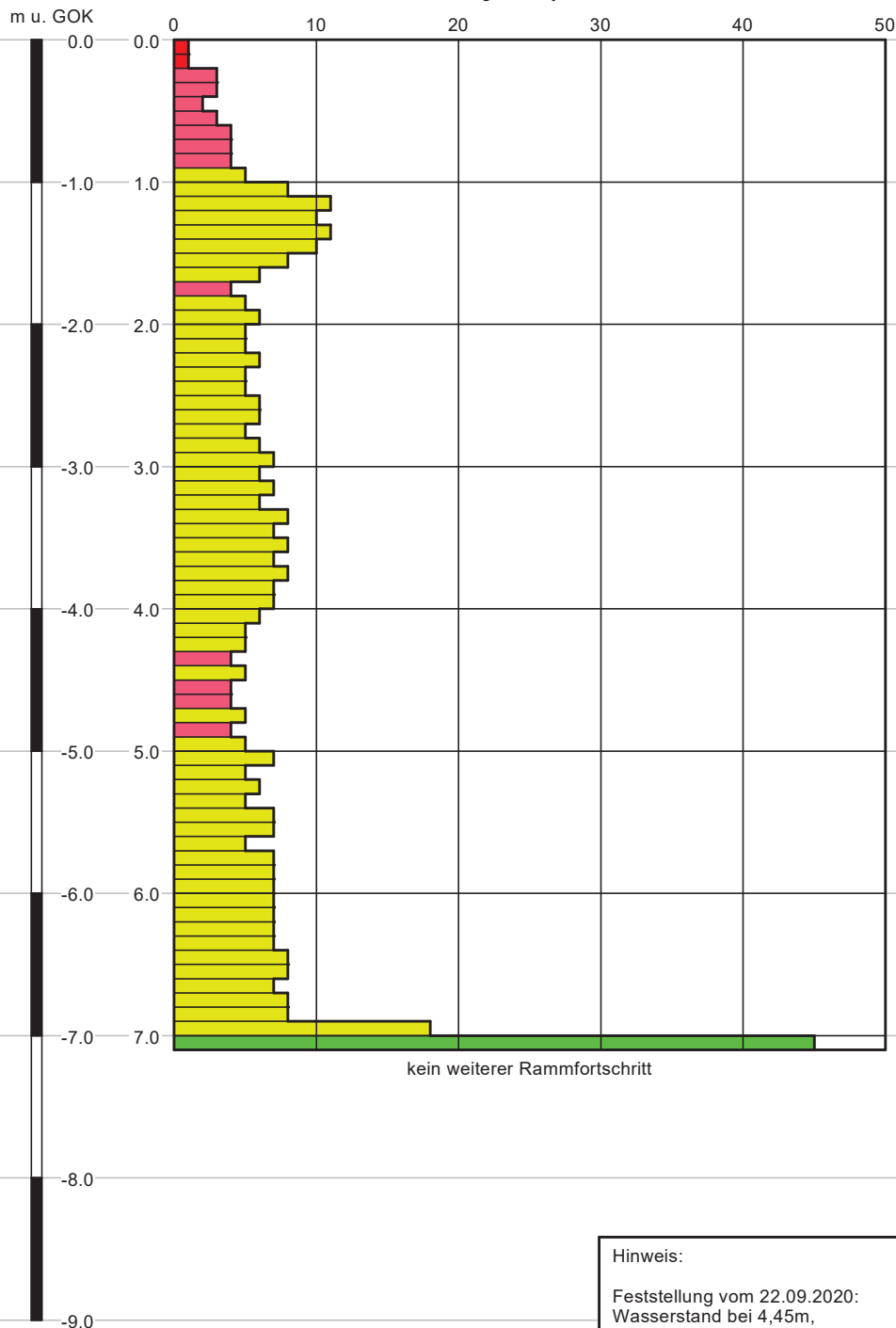
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

DPH 5-1

0,00 m = Ansatzpunkt

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1	4.60	4
0.20	1	4.70	4
0.30	3	4.80	5
0.40	3	4.90	4
0.50	2	5.00	5
0.60	3	5.10	7
0.70	4	5.20	5
0.80	4	5.30	6
0.90	4	5.40	5
1.00	5	5.50	7
1.10	8	5.60	7
1.20	11	5.70	5
1.30	10	5.80	7
1.40	11	5.90	7
1.50	10	6.00	7
1.60	8	6.10	7
1.70	6	6.20	7
1.80	4	6.30	7
1.90	5	6.40	7
2.00	6	6.50	8
2.10	5	6.60	8
2.20	5	6.70	7
2.30	6	6.80	8
2.40	5	6.90	8
2.50	5	7.00	18
2.60	6	7.10	45
2.70	6		
2.80	5		
2.90	6		
3.00	7		
3.10	6		
3.20	7		
3.30	6		
3.40	8		
3.50	7		
3.60	8		
3.70	7		
3.80	8		
3.90	7		
4.00	7		
4.10	6		
4.20	5		
4.30	5		
4.40	4		
4.50	5		

Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

Hinweis:
 Feststellung vom 22.09.2020:
 Wasserstand bei 4,45m,
 Sondierloch bei 6,20m zugefallen

WP Staßfurt - Förderstedt
 WEA Förd 05 (Vestas V162 mit 169m Nh.)

Projektnummer:
220277

Anlage:
3.10

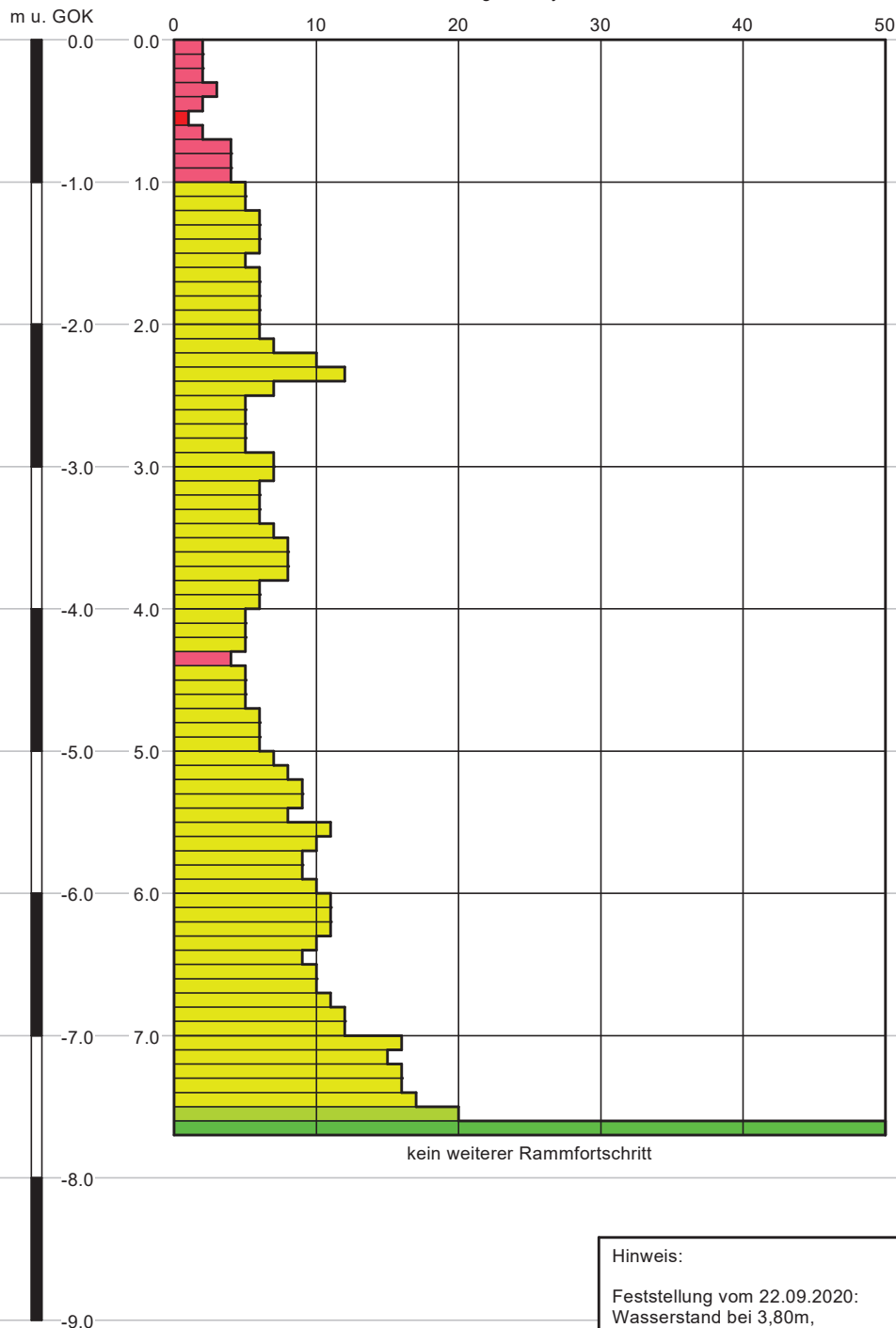
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

DPH 5-2

0,00 m = Ansatzpunkt

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	2	4.60	5
0.20	2	4.70	5
0.30	2	4.80	6
0.40	3	4.90	6
0.50	2	5.00	6
0.60	1	5.10	7
0.70	2	5.20	8
0.80	4	5.30	9
0.90	4	5.40	9
1.00	4	5.50	8
1.10	5	5.60	11
1.20	5	5.70	10
1.30	6	5.80	9
1.40	6	5.90	9
1.50	6	6.00	10
1.60	5	6.10	11
1.70	6	6.20	11
1.80	6	6.30	11
1.90	6	6.40	10
2.00	6	6.50	9
2.10	6	6.60	10
2.20	7	6.70	10
2.30	10	6.80	11
2.40	12	6.90	12
2.50	7	7.00	12
2.60	5	7.10	16
2.70	5	7.20	15
2.80	5	7.30	16
2.90	5	7.40	16
3.00	7	7.50	17
3.10	7	7.60	20
3.20	6	7.70	50
3.30	6		
3.40	6		
3.50	7		
3.60	8		
3.70	8		
3.80	8		
3.90	6		
4.00	6		
4.10	5		
4.20	5		
4.30	5		
4.40	4		
4.50	5		

Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

Hinweis:
 Feststellung vom 22.09.2020:
 Wasserstand bei 3,80m,
 Sondierloch bei 5,10m zugefallen

WP Staßfurt - Förderstedt
 WEA Förd 06 (Vestas V162 mit 169m Nh.)

Projektnummer:
220277

Anlage:
3.11

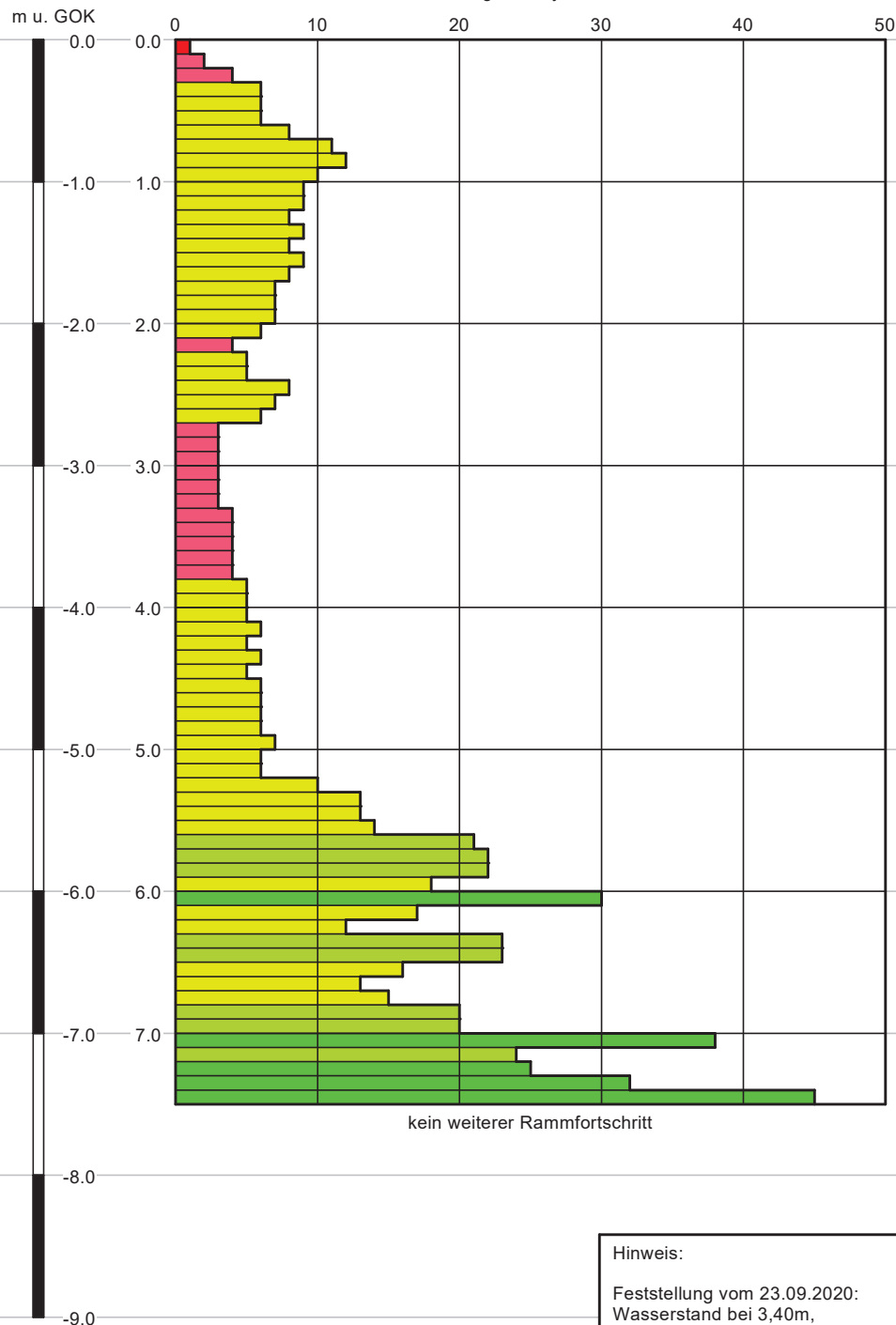
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

DPH 6-1

0,00 m = Ansatzpunkt

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1	4.60	6
0.20	2	4.70	6
0.30	4	4.80	6
0.40	6	4.90	6
0.50	6	5.00	7
0.60	6	5.10	6
0.70	8	5.20	6
0.80	11	5.30	10
0.90	12	5.40	13
1.00	10	5.50	13
1.10	9	5.60	14
1.20	9	5.70	21
1.30	8	5.80	22
1.40	9	5.90	22
1.50	8	6.00	18
1.60	9	6.10	30
1.70	8	6.20	17
1.80	7	6.30	12
1.90	7	6.40	23
2.00	7	6.50	23
2.10	6	6.60	16
2.20	4	6.70	13
2.30	5	6.80	15
2.40	5	6.90	20
2.50	8	7.00	20
2.60	7	7.10	38
2.70	6	7.20	24
2.80	3	7.30	25
2.90	3	7.40	32
3.00	3	7.50	45
3.10	3		
3.20	3		
3.30	3		
3.40	4		
3.50	4		
3.60	4		
3.70	4		
3.80	4		
3.90	5		
4.00	5		
4.10	5		
4.20	6		
4.30	5		
4.40	6		
4.50	5		

Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

Hinweis:
 Feststellung vom 23.09.2020:
 Wasserstand bei 3,40m,
 Sondierloch bei 6,10m zugefallen

WP Staßfurt - Förderstedt
 WEA Förd 06 (Vestas V162 mit 169m Nh.)

Projektnummer:
220277

Anlage:
3.12

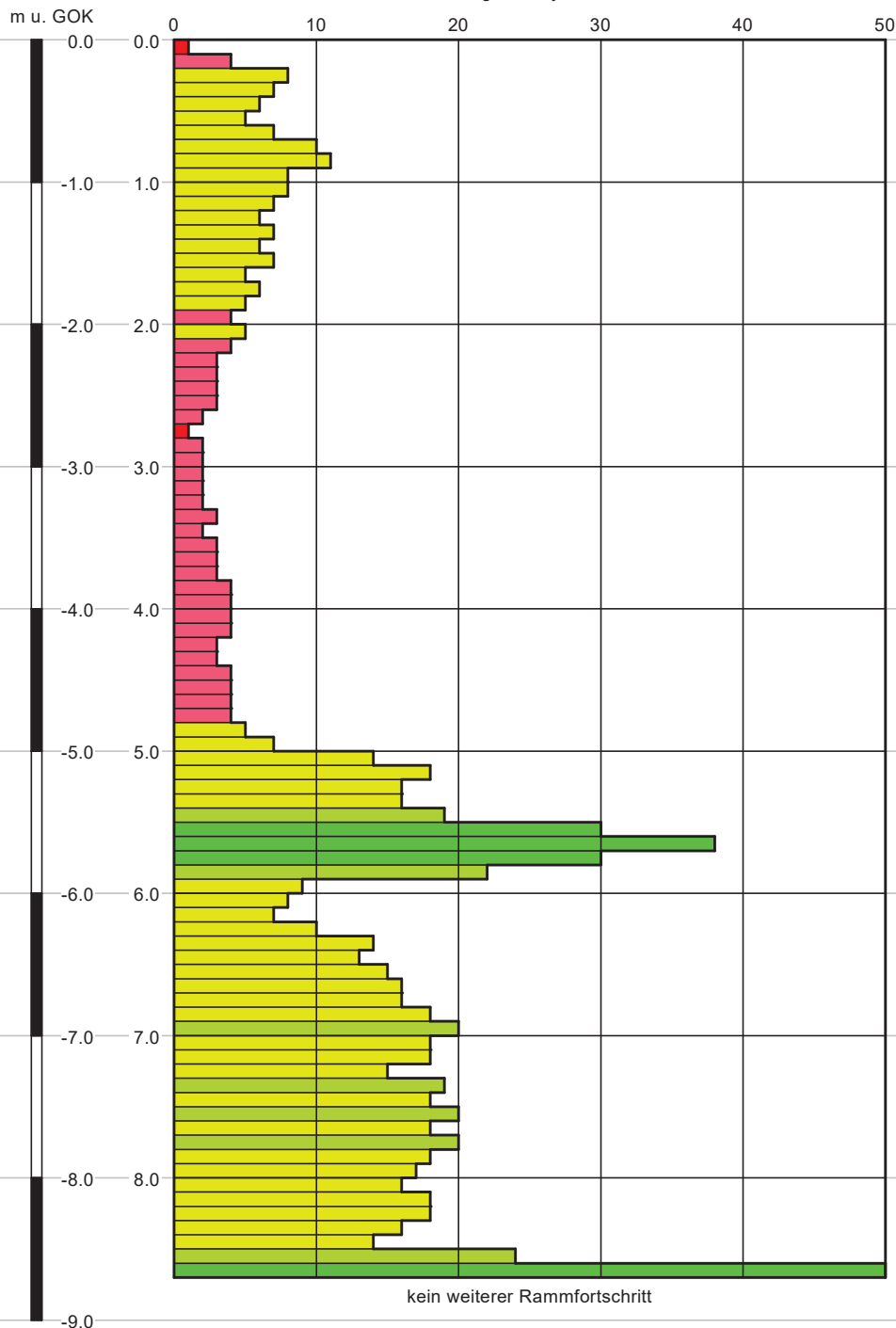
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

DPH 6-2

0,00 m = Ansatzpunkt

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1	4.60	4
0.20	4	4.70	4
0.30	8	4.80	4
0.40	7	4.90	5
0.50	6	5.00	7
0.60	5	5.10	14
0.70	7	5.20	18
0.80	10	5.30	16
0.90	11	5.40	16
1.00	8	5.50	19
1.10	8	5.60	30
1.20	7	5.70	38
1.30	6	5.80	30
1.40	7	5.90	22
1.50	6	6.00	9
1.60	7	6.10	8
1.70	5	6.20	7
1.80	6	6.30	10
1.90	5	6.40	14
2.00	4	6.50	13
2.10	5	6.60	15
2.20	4	6.70	16
2.30	3	6.80	16
2.40	3	6.90	18
2.50	3	7.00	20
2.60	3	7.10	18
2.70	2	7.20	18
2.80	1	7.30	15
2.90	2	7.40	19
3.00	2	7.50	18
3.10	2	7.60	20
3.20	2	7.70	18
3.30	2	7.80	20
3.40	3	7.90	18
3.50	2	8.00	17
3.60	3	8.10	16
3.70	3	8.20	18
3.80	3	8.30	18
3.90	4	8.40	16
4.00	4	8.50	14
4.10	4	8.60	24
4.20	4	8.70	50
4.30	3		
4.40	3		
4.50	4		

Hinweis:

Feststellung vom 23.09.2020:
 Wasserstand bei 3,60m,
 Sondierloch bei 6,00m zugefallen

Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

WP Staßfurt - Förderstedt
 Zuwegung

Projektnummer:
 220277

Anlage:
 3.13

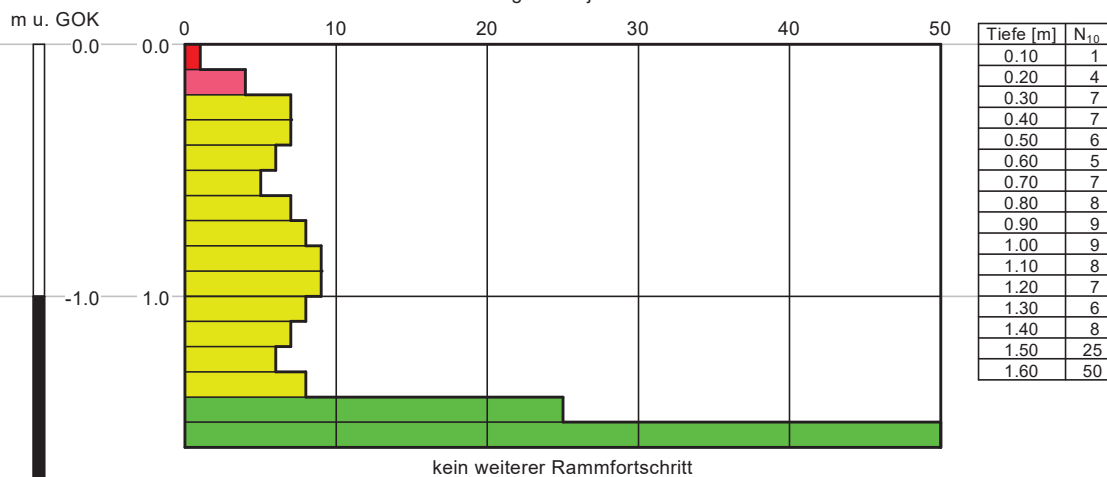
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:30

DPH W1

0,00 m = Ansatzpunkt

Schlagzahlen je 10 cm



kein weiterer Rammfortschritt

Legende DPH	
■	sehr locker
■	locker
■	mitteldicht
■	dicht
■	sehr dicht

Hinweis:
 Feststellung vom 24.09.2020:
 kein Grundwasser angetroffen

WP Staßfurt - Förderstedt
 Zuwegung

Projektnummer:
 220277

Anlage:
 3.14

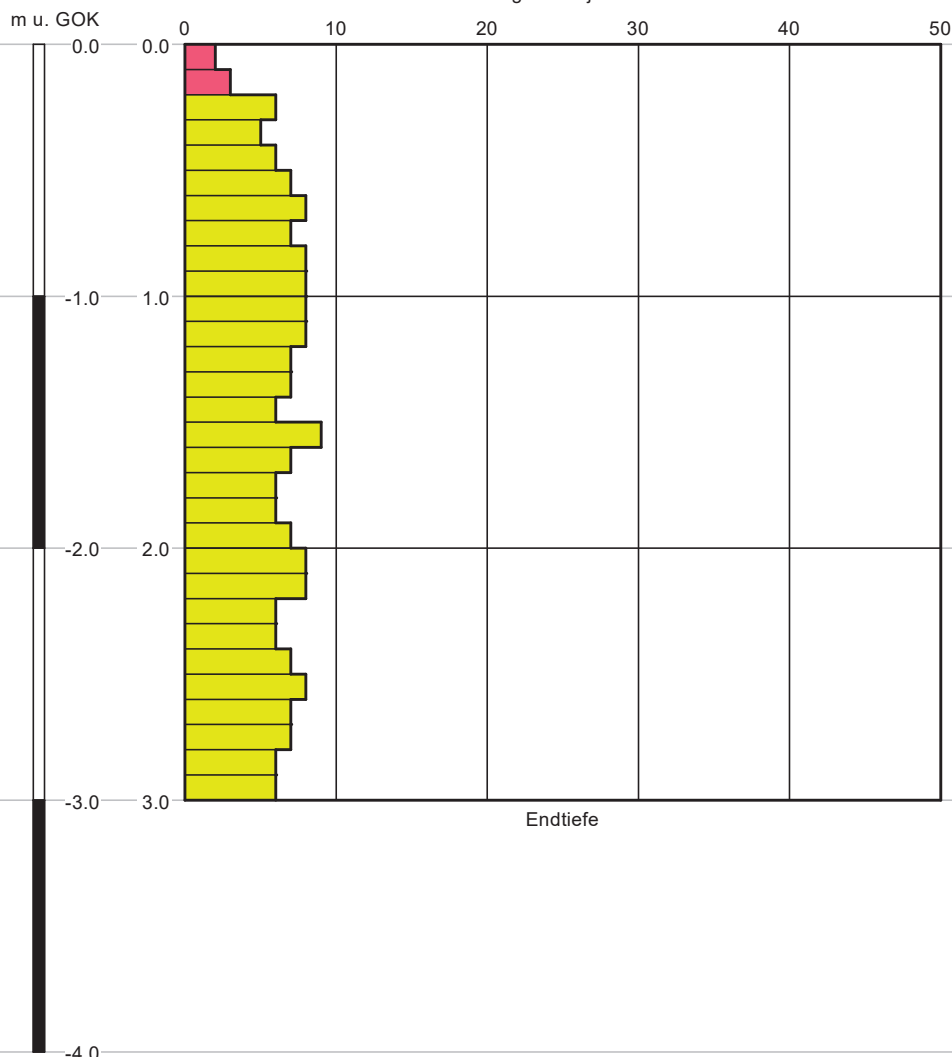
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:30

DPH W2

0,00 m = Ansatzpunkt

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	2
0.20	3
0.30	6
0.40	5
0.50	6
0.60	7
0.70	8
0.80	7
0.90	8
1.00	8
1.10	8
1.20	8
1.30	7
1.40	7
1.50	6
1.60	9
1.70	7
1.80	6
1.90	6
2.00	7
2.10	8
2.20	8
2.30	6
2.40	6
2.50	7
2.60	8
2.70	7
2.80	7
2.90	6
3.00	6

Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

Hinweis:
 Feststellung vom 24.09.2020:
 kein Grundwasser angetroffen

WP Staßfurt - Förderstedt
 Zuwegung

Projektnummer:
 220277

Anlage:
 3.15

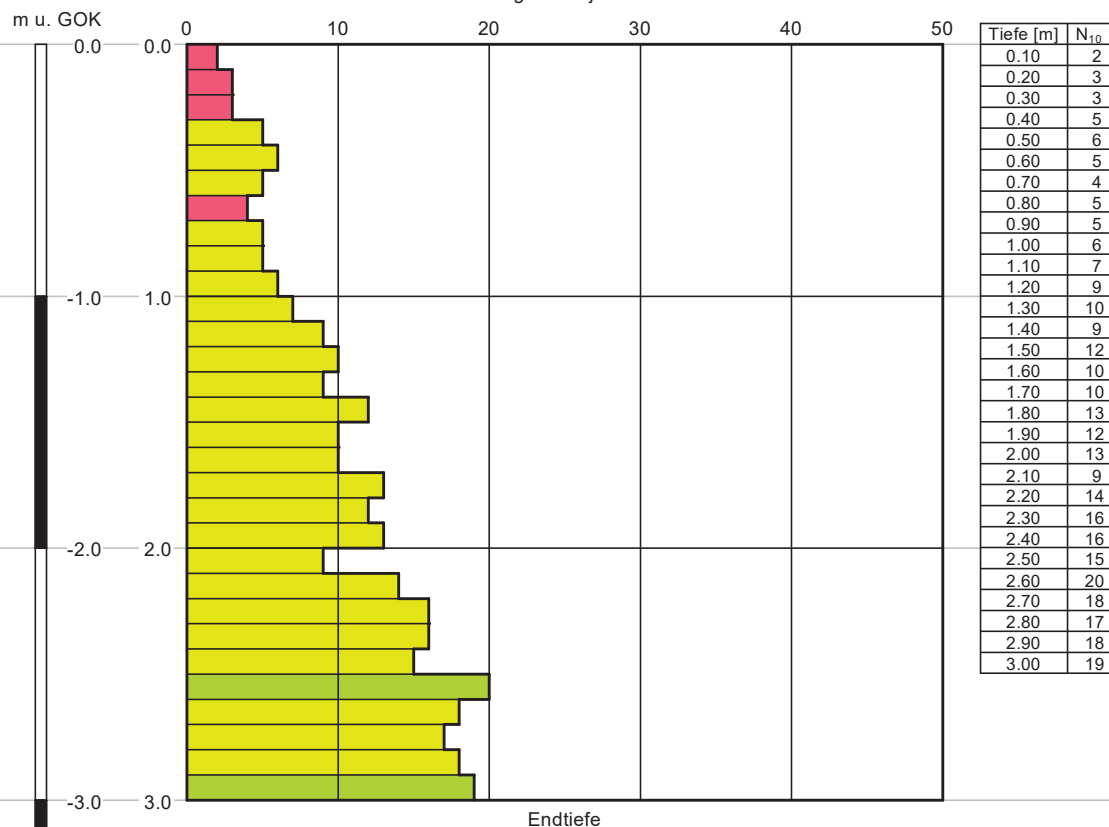
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:30

DPH W3

0,00 m = Ansatzpunkt

Schlagzahlen je 10 cm



	sehr locker
	locker
	mitteldicht
	dicht
	sehr dicht

Hinweis:
 Feststellung vom 24.09.2020:
 kein Grundwasser angetroffen

WP Staßfurt - Förderstedt
 Zuwegung

Projektnummer:
 220277

Anlage:
 3.16

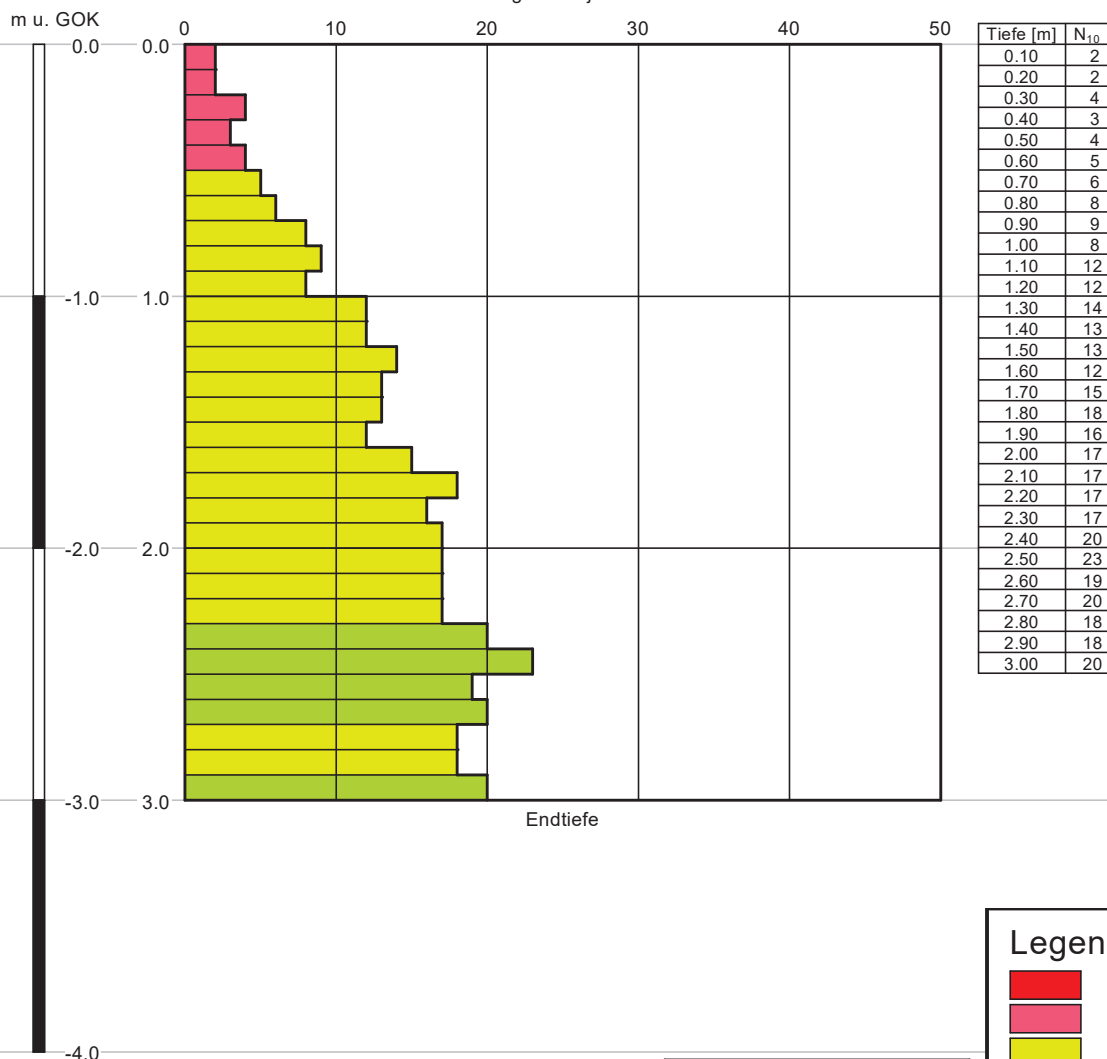
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:30

DPH W4

0,00 m = Ansatzpunkt

Schlagzahlen je 10 cm



Endtiefe

Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

Hinweis:
 Feststellung vom 24.09.2020:
 kein Grundwasser angetroffen

WP Staßfurt - Förderstedt
 Zuwegung

Projektnummer:
 220277

Anlage:
 3.17

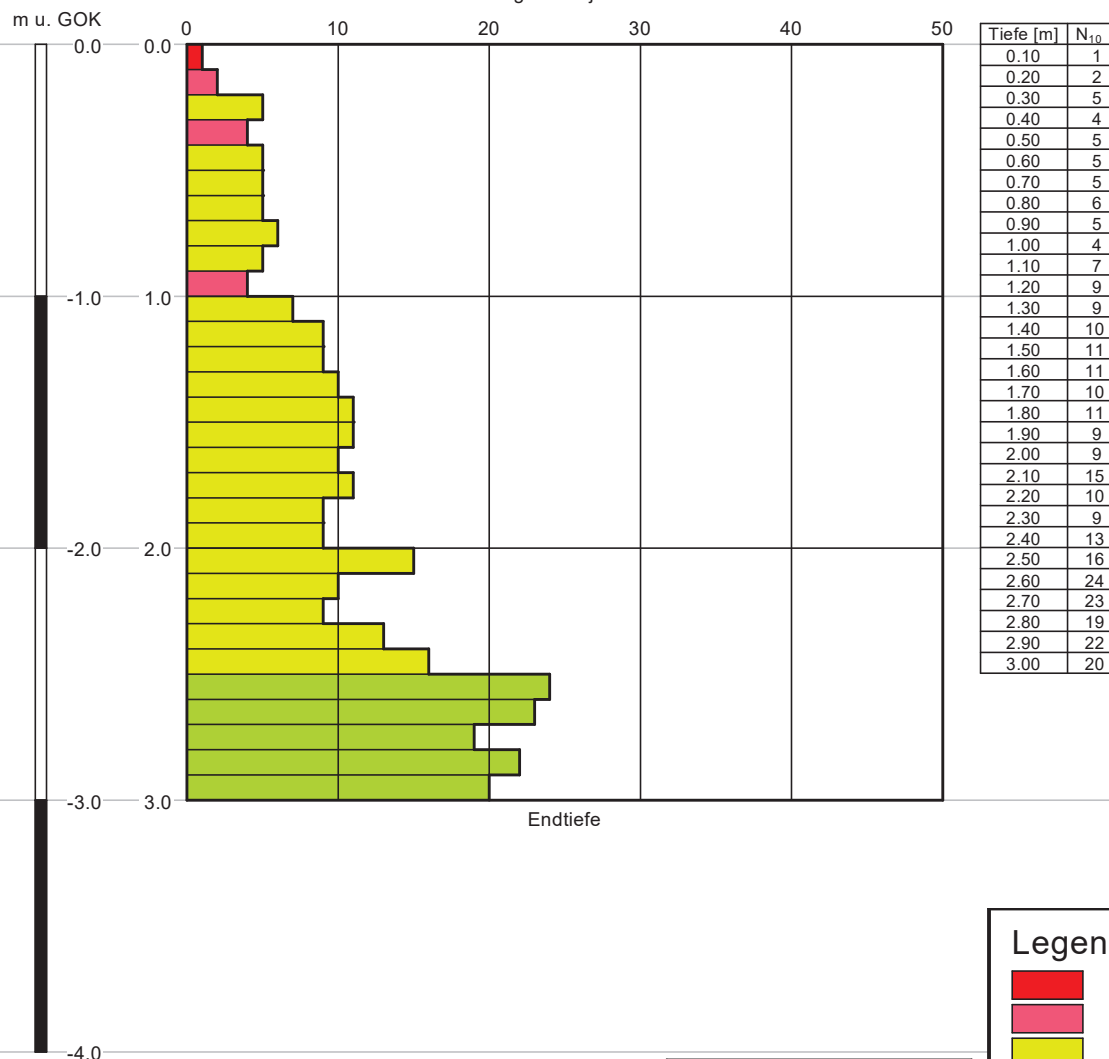
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:30

DPH W5

0,00 m = Ansatzpunkt

Schlagzahlen je 10 cm



Hinweis:
 Feststellung vom 24.09.2020:
 kein Grundwasser angetroffen

Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

WP Staßfurt - Förderstedt
 Zuwegung

Projektnummer:
 220277

Anlage:
 3.18

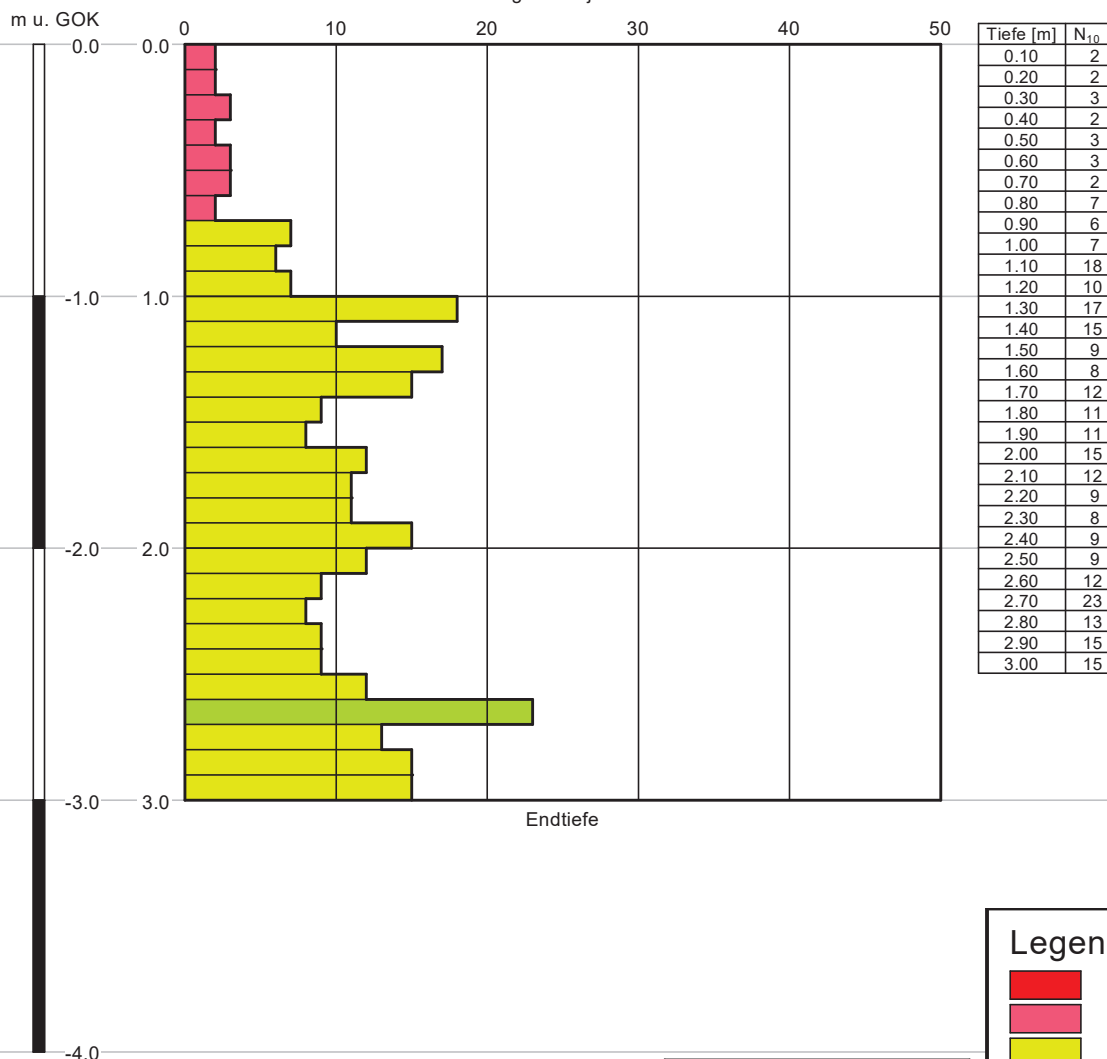
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:30

DPH W6

0,00 m = Ansatzpunkt

Schlagzahlen je 10 cm



Hinweis:
 Feststellung vom 24.09.2020:
 kein Grundwasser angetroffen

Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

WP Staßfurt - Förderstedt
 Zuwegung

Projektnummer:
 220277

Anlage:
 3.19

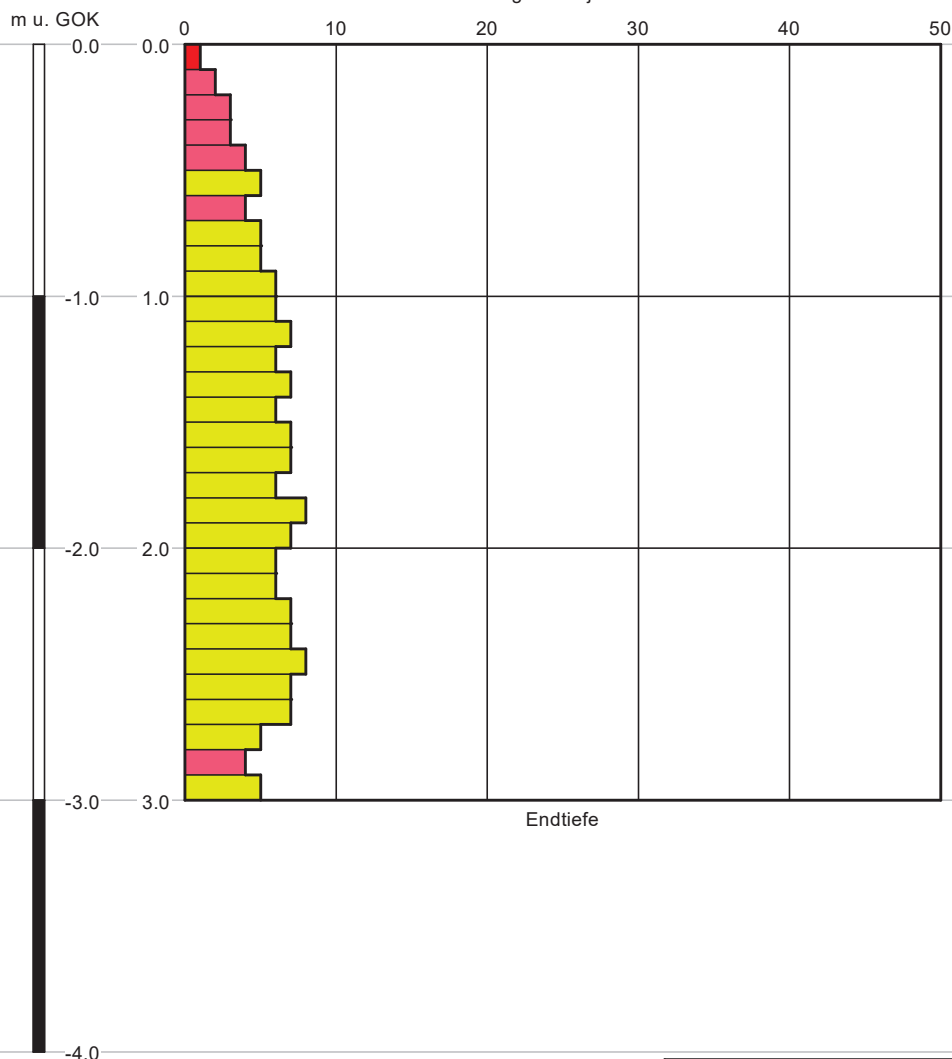
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:30

DPH W7

0,00 m = Ansatzpunkt

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1
0.20	2
0.30	3
0.40	3
0.50	4
0.60	5
0.70	4
0.80	5
0.90	5
1.00	6
1.10	6
1.20	7
1.30	6
1.40	7
1.50	6
1.60	7
1.70	7
1.80	6
1.90	8
2.00	7
2.10	6
2.20	6
2.30	7
2.40	7
2.50	8
2.60	7
2.70	7
2.80	5
2.90	4
3.00	5

Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

Hinweis:
 Feststellung vom 22.09.2020:
 kein Grundwasser angetroffen

WP Staßfurt - Förderstedt
 Zuwegung

Projektnummer:
 220277

Anlage:
 3.20

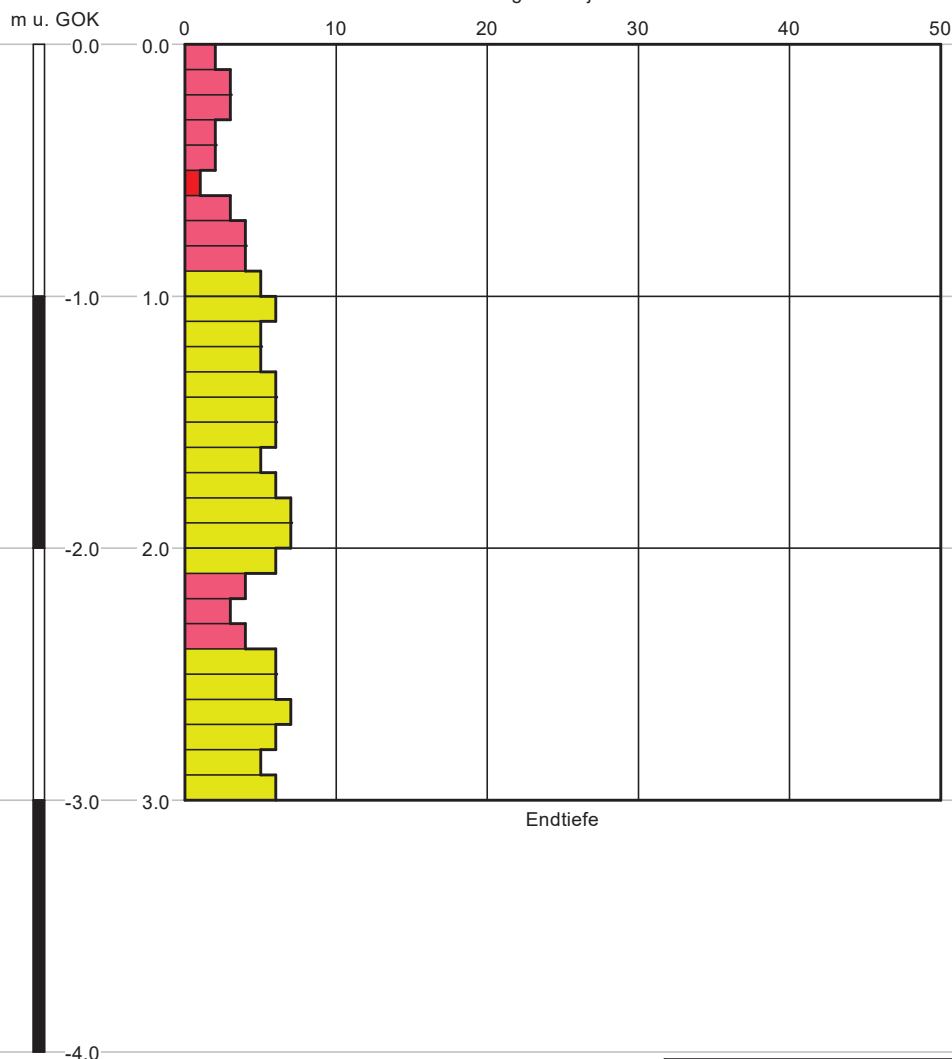
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:30

DPH W8

0,00 m = Ansatzpunkt

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	2
0.20	3
0.30	3
0.40	2
0.50	2
0.60	1
0.70	3
0.80	4
0.90	4
1.00	5
1.10	6
1.20	5
1.30	5
1.40	6
1.50	6
1.60	6
1.70	5
1.80	6
1.90	7
2.00	7
2.10	6
2.20	4
2.30	3
2.40	4
2.50	6
2.60	6
2.70	7
2.80	6
2.90	5
3.00	6

Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

Hinweis:
 Feststellung vom 22.09.2020:
 kein Grundwasser angetroffen

WP Staßfurt - Förderstedt
 Zuwegung

Projektnummer:
 220277

Anlage:
 3.21

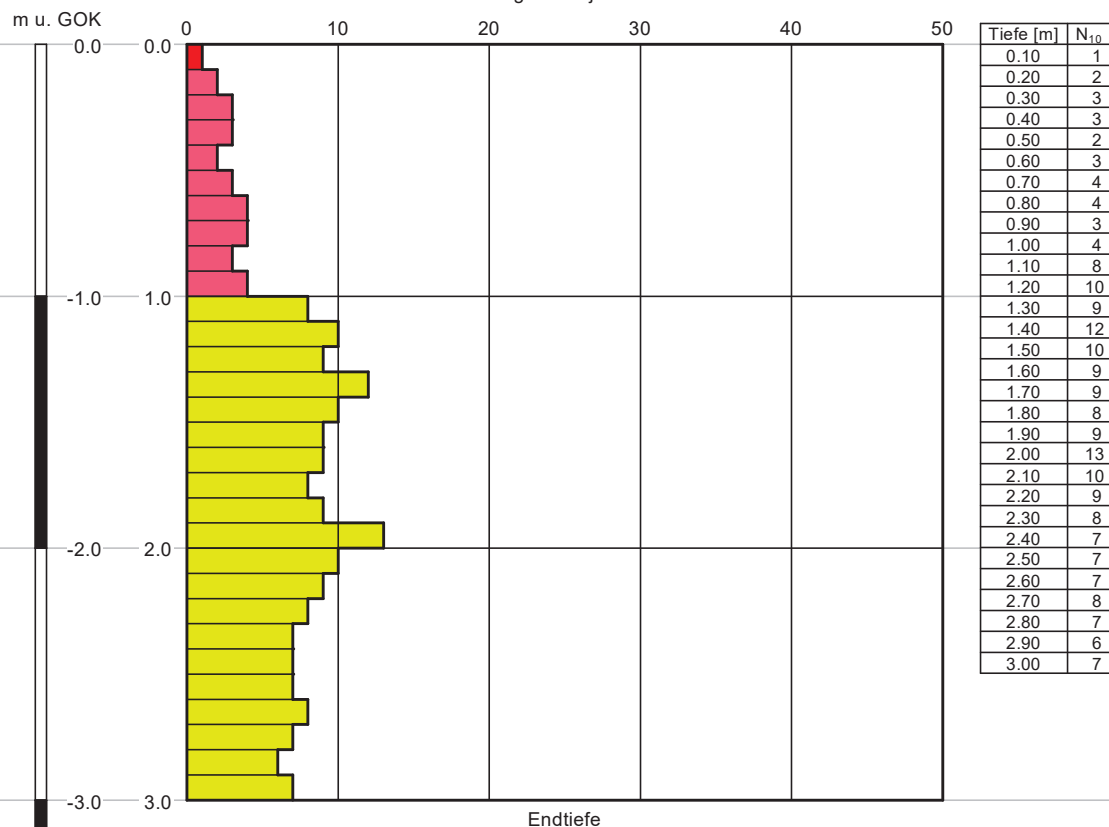
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:30

DPH W9

0,00 m = Ansatzpunkt

Schlagzahlen je 10 cm



Legende DPH	
■	sehr locker
■	locker
■	mitteldicht
■	dicht
■	sehr dicht

Hinweis:
 Feststellung vom 22.09.2020:
 kein Grundwasser angetroffen

WP Staßfurt - Förderstedt
 Zuwegung

Projektnummer:
 220277

Anlage:
 3.22

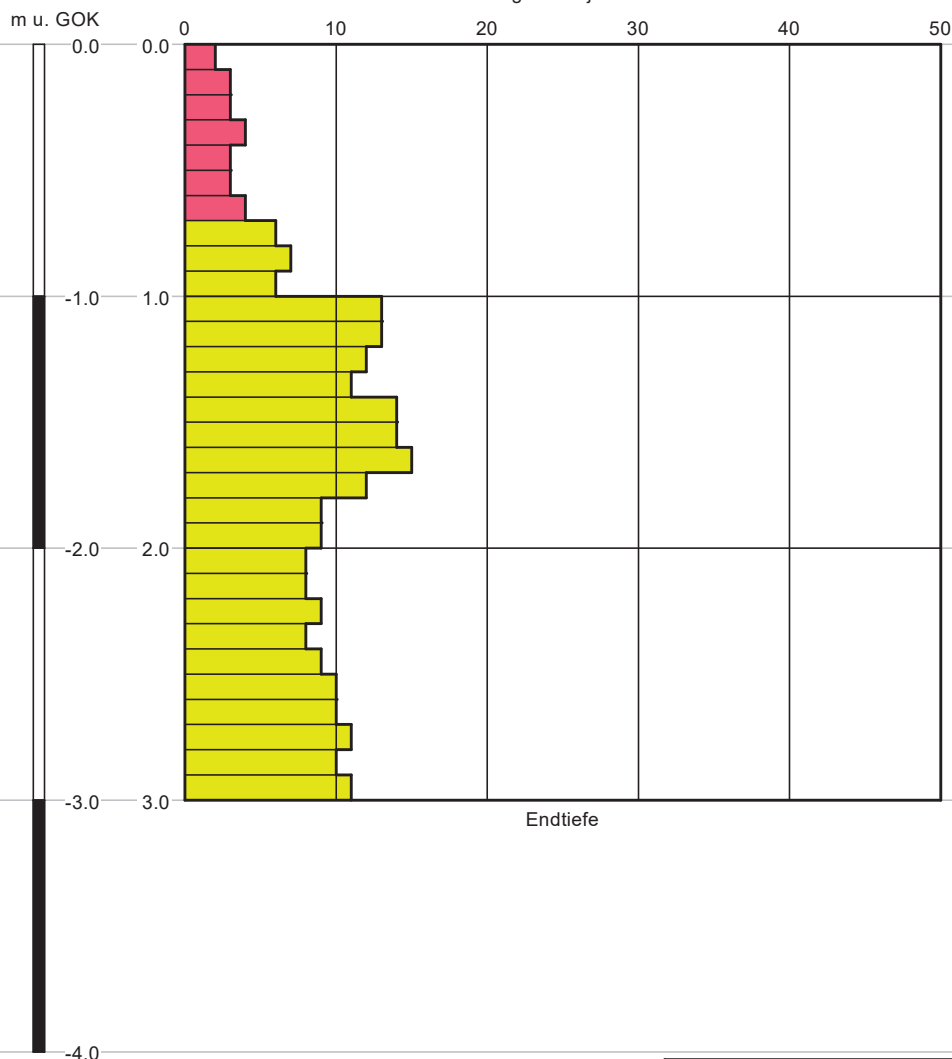
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:30

DPH W10

0,00 m = Ansatzpunkt

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	2
0.20	3
0.30	3
0.40	4
0.50	3
0.60	3
0.70	4
0.80	6
0.90	7
1.00	6
1.10	13
1.20	13
1.30	12
1.40	11
1.50	14
1.60	14
1.70	15
1.80	12
1.90	9
2.00	9
2.10	8
2.20	8
2.30	9
2.40	8
2.50	9
2.60	10
2.70	10
2.80	11
2.90	10
3.00	11

Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

Hinweis:
 Feststellung vom 22.09.2020:
 kein Grundwasser angetroffen

WP Staßfurt - Förderstedt
 Zuwegung

Projektnummer:
 220277

Anlage:
 3.23

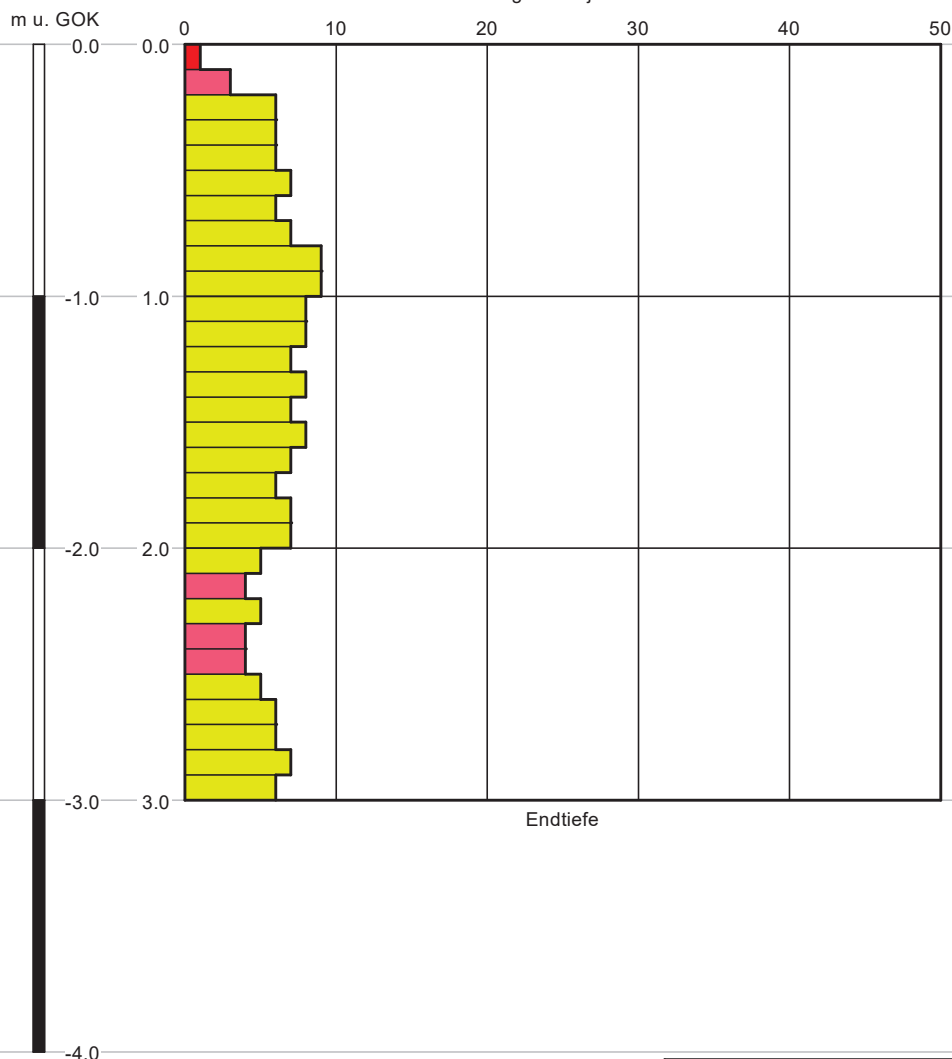
Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:30

DPH W11

0,00 m = Ansatzpunkt

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1
0.20	3
0.30	6
0.40	6
0.50	6
0.60	7
0.70	6
0.80	7
0.90	9
1.00	9
1.10	8
1.20	8
1.30	7
1.40	8
1.50	7
1.60	8
1.70	7
1.80	6
1.90	7
2.00	7
2.10	5
2.20	4
2.30	5
2.40	4
2.50	4
2.60	5
2.70	6
2.80	6
2.90	7
3.00	6

Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

Hinweis:
 Feststellung vom 23.09.2020:
 kein Grundwasser angetroffen

WP Staßfurt - Förderstedt
 Zuwegung

Projektnummer:
 220277

Anlage:
 3.24

Profil einer Rammsondierung

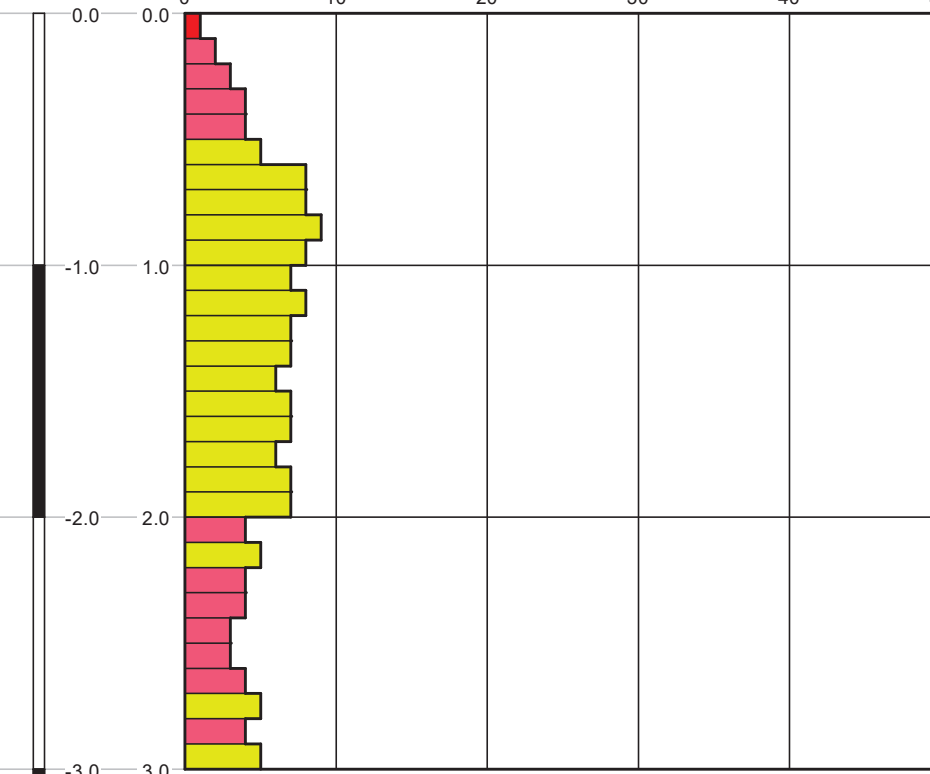
Maßstab der Höhe ca.: 1:30

DPH W12

0,00 m = Ansatzpunkt

Schlagzahlen je 10 cm

m u. GOK 0 10 20 30 40 50



Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1
0.20	2
0.30	3
0.40	4
0.50	4
0.60	5
0.70	8
0.80	8
0.90	9
1.00	8
1.10	7
1.20	8
1.30	7
1.40	7
1.50	6
1.60	7
1.70	7
1.80	6
1.90	7
2.00	7
2.10	4
2.20	5
2.30	4
2.40	4
2.50	3
2.60	3
2.70	4
2.80	5
2.90	4
3.00	5

Endtiefe

-4.0

Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

Hinweis:

Feststellung vom 23.09.2020:
 kein Grundwasser angetroffen

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (0)8765 93996-28
www.agrolab.de

AGROLAB Labor GmbH, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

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

Datum 01.10.2020

Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT 3060907 / 2 - 453845 / 2

Der Schrägstrich hinter der Auftrags- und/oder Analysennummer entspricht der aktuellen Version des Prüfberichts. Diese Version ersetzt alle vorherigen Versionen dieses Prüfberichts. Bitte vernichten Sie alle vorherigen Befundversionen.

Auftrag **3060907 / 2 220277, Staßfurt-Förderstedt**
 Analysennr. **453845 / 2 Wasser**
 Probeneingang **21.09.2020**
 Probenahme **15.+16.09.2020**
 Probenehmer **Auftraggeber (Gesine Grapp)**
 Kunden-Probenbezeichnung **WEA 06 GW**

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Grenzwert Methode

Physikalische Parameter

pH-Wert (Labor)		7,3	0		DIN EN ISO 10523 : 2012-04
Leitfähigkeit bei 25 °C (Labor)	µS/cm	4120	10		DIN EN 27888 : 1993-11

Kationen

Ammonium (NH ₄)	mg/l	1,9	0,03		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Calcium (Ca)	mg/l	470	1		DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02
Kalium (K)	mg/l	11	1		DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02
Magnesium (Mg)	mg/l	280^{va)}	5		DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02
Natrium (Na)	mg/l	200	1		DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02

Anionen

Chlorid (Cl)	mg/l	450	1		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Sulfat (SO ₄)	mg/l	1900	2		DIN ISO 15923-1 : 2014-07
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	3,96	0,1		DIN 38409-7-2 : 2005-12
Säurekapazität bis pH 4,3 nach Marmorlöse-V.	mmol/l	3,94	0,1		DIN 38409-7-1: 2004-03

Berechnete Werte

Hydrogencarbonat	mg/l	240	5		Berechnung aus dem Messwert
Kalkl. Kohlensäure	mg/l	<1	1		DIN 4030-2 : 2008-06

va) Die Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da die vorliegende Konzentration erforderte, die Probe in den gerätespezifischen Arbeitsbereich zu verdünnen.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Die parameterspezifischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen.

Beginn der Prüfungen: 21.09.2020

Ende der Prüfungen: 01.10.2020 (Verlängerung wg. Nacherfassung und/oder Plausibilitätsprüfung)

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der ISO/IEC 17025:2005, Abs. 5.10.1 berichtet.

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter/Ergebnisse sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (0)8765 93996-28
www.agrolab.de



Datum 01.10.2020
Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT 3060907 / 2 - 453845 / 2

AGROLAB Labor GmbH, Manfred Kanzler, Tel. 08765/93996-700
serviceteam4.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter/Ergebnisse sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (0)8765 93996-28
www.agrolab.de



AGROLAB Labor GmbH, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

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

Datum 06.10.2020

Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT 3060889 - 453784

Auftrag **3060889 220277 Staßfurt-Förderstedt, Gesine Grapp**
Analysennr. **453784**
Probeneingang **21.09.2020**
Probenahme **15.09.2020 - 16.09.2020**
Probenehmer **Auftraggeber (Gesine Graapp)**
Kunden-Probenbezeichnung **RKS 1-1 2-3 m**

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Analyse in der Gesamtfraktion			DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz	% ° 94,0	0,1	DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A
Sulfat *	mg/kg 428	100	DIN 4030 (mod.)(PL)
Säuregrad n. Baumann-Gully *	ml/kg 3	1	DIN 4030-2 : 2008-06

Die parameterspezifischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Agrolab-Gruppen-Labore

Untersuchung durch

(PL) AGROLAB Standort Plauen, Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen

Methoden

DIN 4030 (mod.)

Beginn der Prüfungen: 21.09.2020

Ende der Prüfungen: 02.10.2020

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der ISO/IEC 17025:2005, Abs. 5.10.1 berichtet.

AGROLAB Labor GmbH, Manfred Kanzler, Tel. 08765/93996-700

serviceteam4.bruckberg@agrolab.de

Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter/Ergebnisse sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (0)8765 93996-28
www.agrolab.de



AGROLAB Labor GmbH, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

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

Datum 06.10.2020

Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT 3060889 - 453788

Auftrag **3060889 220277 Staßfurt-Förderstedt, Gesine Grapp**
Analysenr. **453788**
Probeneingang **21.09.2020**
Probenahme **15.09.2020 - 16.09.2020**
Probenehmer **Auftraggeber (Gesine Graapp)**
Kunden-Probenbezeichnung **RKS 4-2 1,0-4,7 m**

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Analyse in der Gesamtfraktion			DIN 19747 : 2009-07
Trockensubstanz	% ° 96,9	0,1	DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A
Sulfat *	mg/kg 543	100	DIN 4030 (mod.)(PL)
Säuregrad n. Baumann-Gully *	ml/kg <1	1	DIN 4030-2 : 2008-06

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Die parameterspezifischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Agrolab-Gruppen-Labore

Untersuchung durch

(PL) AGROLAB Standort Plauen, Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen

Methoden

DIN 4030 (mod.)

Beginn der Prüfungen: 21.09.2020

Ende der Prüfungen: 06.10.2020

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der ISO/IEC 17025:2005, Abs. 5.10.1 berichtet.

AGROLAB Labor GmbH, Manfred Kanzler, Tel. 08765/93996-700

serviceteam4.bruckberg@agrolab.de

Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter/Ergebnisse sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.