



R & H Umwelt GmbH
Niederlassung West
Veitshöchheimer Straße 1c
97080 Würzburg
Telefon 0931 78 02 14-0
Telefax 0931 78 02 14-10
west@rh-umwelt.de
www.rh-umwelt.de

Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage

Detailerkundung am Standort Nord

Geotechnischer Bericht

Auftraggeber

Klenk Holz GmbH
Eugen-Klenk-Straße 2-4
74420 Oberrot

Projektstandort

Werksgelände Klenk Holz
Eugen-Klenk-Str. 2-4
74420 Oberrot

Angebotsdatum

06.08.2019

Auftragsdatum

16.08.2019

Projektleiter

Richard Ehrenbrand
Dipl.-Ingenieur

Angebotsnummer

18A0634_detail

Auftragsnummer

Auftrag vom 16.08.2019

Ort, Datum

Würzburg, den 31.10.2019

Umfang

23	Berichtsseiten	AG	(1-fach)
4	Anlagen	R & H	(1-fach)

Übergabe

Geschäftsführer:
Peter Swoboda
Dr. Alexander Poser

R & H Umwelt GmbH
Tel: 0931 78 02 14-0 west@rh-umwelt.de
Fax: 0931 78 02 14-10 www.rh-umwelt.de

Amtsgericht: Nürnberg HRB: 8225
Ust.-IdNr. DE133511000
Steuer-Nr. 241/115/22045

Sparkasse Nürnberg
IBAN: DE42 7605 0101 0001 2265 22
SWIFT-BIC: SSKNDE77XXX

Inhaltsverzeichnis

1.	Aufgabenstellung	6
2.	Örtliche Verhältnisse	6
2.1	Lage, Topographie	6
2.2	Geologie, Hydrogeologie und Hydrologie	6
2.3	Ergebnisse früherer Untersuchungen	6
2.4	Frosteinwirkung	7
2.5	Erdbebenzone	7
2.6	Radonbelastung	7
2.7	Schutzgebiete	8
2.8	Geplantes Vorhaben	8
2.9	Geotechnische Kategorie	8
3.	Durchgeführte Maßnahmen, Methodik	8
3.1	Untersuchungsumfang	8
3.1.1	Baugrundaufschlussbohrungen	8
3.1.2	Rammsondierungen (Vorerkundung)	8
3.1.3	Standard-Penetration Test (SPT, Detailerkundung)	9
3.1.4	Kampfmittelfreigabe	9
3.2	Bautechnische Bewertung	9
4.	Untersuchungsergebnisse	9
4.1	Schichtenfolge / Lagerungsdichte / Grundwasser	9
4.1.1	Oberflächenbefestigung / Asphalt	9
4.1.2	Auffüllungen	9
4.1.3	Quartäre Lockergesteine - Auelehme	10
4.1.4	Mittlerer Keuper – Myophorien-Schichten	10

4.1.5	Mittlerer Keuper – Grundgips	10
4.2	Grundwassersituation.....	11
4.3	Bodenklassen und Bodenkennwerte	11
5.	Beurteilung der Untergrundverhältnisse	12
6.	Grundbautechnische Empfehlungen für Gebäude	13
6.1	Grundlagen	13
6.2	Betonaggressivität Grundwasser	13
6.3	Gründungsempfehlungen für Bauwerke	13
6.3.1	Flachgründung mit Untergrundverbesserung durch RSV und CSV	14
6.3.2	Tiefgründung mit Großbohrpfählen.....	15
6.3.3	Tiefgründung mit duktilen Rammpfählen	15
6.3.4	Vergleich Rüttelstopfverdichtung, duktile Rammpfähle und Großbohrpfähle	16
6.3.5	Arbeitsplanum für Spezialtiefbauarbeiten	16
6.4	Baugrube, Verbau und Böschungen.....	16
6.4.1	Wasserdichter Verbau.....	16
6.4.2	Böschungen	17
6.5	Wasserhaltung	17
6.6	Versickerung	17
6.7	Sicherung gegen Wasser und Hinweise zur Abdichtung	17
6.8	Auftriebssicherung.....	17
6.9	Auswirkungen des Bauvorhabens und Beweissicherung.....	18
7.	Grundbautechnische Empfehlungen für Leitungsarbeiten.....	18
8.	Grundbautechnische Empfehlungen für Verkehrsflächen.....	19
8.1	Grundlagen	19

8.2	Tragfähigkeit des Planums	19
8.3	Frostempfindlichkeit	20
8.5	Sicherung gegen Wasser während der Bauzeit.....	21
9.	Verfüllungen, Aufschüttungen, Hinterfüllungen	21
10.	Wiederverwertbarkeit von Aushubmaterial und Hinweise zur Entsorgung	21
10.1	Auffüllungen Bereich Verkehrsflächen (Kalkschotter)	21
10.2	Quartäre Lehme	21
10.3	Festgestein	21
11.	Schlussbemerkung	22

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Übersichtslageplan
Anlage 2	Luftbild mit Lage der Kernbohrungen
Anlage 3	Tiefenprofile, Schichtenverzeichnisse und Legende
Anlage 3.1	Tiefenprofile Vorerkundung Standort Nord
Anlage 3.2	Schichtenverzeichnisse Vorerkundung Standort Nord
Anlage 3.3	Tiefenprofile Detailerkundung Standort Nord
Anlage 3.4	Schichtenverzeichnisse Detailerkundung Standort Nord
Anlage 4	Fotodokumentation
Anlage 4.1	Fotodokumentation Vorerkundung Standort Nord
Anlage 4.2	Fotodokumentation Detailerkundung Standort Nord

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Zusammenstellung Konsistenzgrenzen	7
Tabelle 2:	Bodenklassen der anstehenden Schichten	11
Tabelle 3:	Bodenkenngrößen.....	12
Tabelle 4:	Charakteristische Werte (Erfahrungswerte) für Pfahlspitzenwiderstand und Mantelreibung Großbohrpfähle	15

1. Aufgabenstellung

Die Klenk Holz GmbH plant die Errichtung einer Holzpelletieranlage in ihrem Werk „Klenk Holz“ in Oberrot.

Zur Diskussion standen zwei Standorte („Nord“ und „Süd“). Nach einer 2018 durchgeführten Vorerkundung an beiden Standorten wird im weiteren Projektverlauf nur noch der Standort „Nord“ weiter betrachtet.

Das Ingenieurbüro R & H Umwelt GmbH, Niederlassung Würzburg, wurde auf Basis des Angebotes 18A0634-Detail vom 06.08.2019 mit einer Baugrunderkundung und einem Geotechnischen Bericht beauftragt.

Die durchgeführten Leistungen sind in Kapitel 3 „Durchgeführte Maßnahmen, Methodik“ beschrieben.

2. Örtliche Verhältnisse

2.1 Lage, Topographie

Die zu untersuchenden Bereiche liegen auf dem Werksgelände der Firma Klenk Holz GmbH in Oberrot. Der Untersuchungsbereich ist gegenwärtig mit Asphalt versiegelt und dient als Verkehrs- und Lagerfläche.

Die Geländehöhe beträgt ca. 357 m NN.

Die Lage ist in den Anlagen 1 und 2 dargestellt.

2.2 Geologie, Hydrogeologie und Hydrologie

Gemäß der geologischen Karte von Baden-Württemberg sowie den bisherigen Untersuchungsergebnissen sind im Untergrund unter fluviatilen Sedimenten der Rot die Festgesteine des Mittleren Keupers, hier die Hassberge Formation, mit eingeschalteten Gips- und Anhydritlagen zu erwarten.

Die nächste Vorflut ist die unmittelbar angrenzend nach Südosten entwässernde Rot.

2.3 Ergebnisse früherer Untersuchungen

Durch die R & H Umwelt GmbH wurde 2018 eine Baugrundvoruntersuchung für eine Pelletieranlage an zwei Standorten („Standort Nord“ und „Standort Süd“) durchgeführt. Die Ergebnisse der Voruntersuchung wurden im Geotechnischen Vorbericht vom 15.10.2018 bzw. in der Ergänzung vom 16.10.2018 mitgeteilt.

Im Untergrund stehen unter Auffüllungen zunächst gering tragfähige quartäre Lockergesteine (Auelehme) an. Tiefer folgen die Myphorienschichten sowie der Grundgips des Mittleren Keupers. Der Grundgips liegt auf dem Unteren Keuper auf.

Der Sulfatgehalt im Grundgips wurde zu 74,9 g/kg bzw. 76,8 g/kg im Feststoff ermittelt. Im Eluat beträgt der Sulfatgehalt 1400 mg/l. Dies belegt die hohe Löslichkeit des Gips bei Wasserzutritt.

Es wurden drei Varianten zur Gründung vorgeschlagen:

Variante 1: Lastabtrag in den Myophorienschichten

Variante 2: Lastabtrag im Grundgips

Variante 3: Lastabtrag in den Unteren Keuper

Aus wirtschaftlicher Sicht als auch hinsichtlich des Risikos der Auslaugung des Grundgipses ist die Variante 1 vorzuziehen. Aufgrund der geologischen Verhältnisse wurde eine Errichtung am Standort Nord empfohlen.

Durch die Firma Keller Grundbau wurden für die weitere Planung Unterlagen über die Errichtung eines Silos in 2015 zur Verfügung gestellt. Die Firma Keller Grundbau führte die notwendigen Spezialtiefbauarbeiten aus. Für die Lastabtragung wurden Rüttelstopfsäulen erstellt. Gemäß den Protokollen wurden diese im Mittel bis ca. 6,3 m u. GOK ausgeführt, so dass die Stopfsäulen auf die Myophorienschichten abgestellt wurden.

In 2006 wurde für die Errichtung einer Dampfkesselanlage eine Baugrunderkundung durchgeführt. Hierbei wurde eine Analyse des Grundwassers auf Betonaggressivität vorgenommen. Auf Grundlage der durchgeführten Untersuchung ist das Grundwasser als stark angreifend einzustufen. Für Beton ist daher mindestens die Expositionsklasse XA2 zu wählen.

Der Bemessungswasserspiegel ist gemäß den zur Verfügung gestellten Unterlagen mit 354,8 mNN anzugeben. Dies entspricht ca. 2 m u. GOK.

Für die Baugrunderkundung der unmittelbar angrenzenden Sägelinie wurden 2019 sechs Baugrunderkundungsbohrungen abgeteufelt. Dabei wurde eine ungestörte Probe aus den Auelehmen entnommen. An dieser wurden die undrainierte Scherfestigkeit sowie die Konsistenzgrenzen (vgl. Tabelle1) bestimmt. Die undrainierte Scherfestigkeit wurde zu $c_u = 181,5 \text{ kN/m}^2$ bestimmt.

Tabelle 1: Zusammenstellung Konsistenzgrenzen

Probe	w _n [%]	Ü [%]	w _{nÜ} [%]	w _L [%]	w _p [%]	I _p [%]	I _c [-]	Konsistenz	Bodengruppe bindige Körnung DIN 18196
KB4 1,10-1,35	18,31	2,73	18,82	40,6	16,7	23,9	91,2	steif	TM

- Ü: Überkomanteil (Masseanteil Körner d > 0,4 mm)
- w_{nÜ}: korrigierter Wassergehalt unter Einbezug des Überkorns
- w_L: Fließgrenze
- w_p: Ausrollgrenze
- I_p: Plastizitätszahl
- I_c: Konsistenzzahl

2.4 Frosteinwirkung

Oberrot liegt in der Frosteinwirkungszone II.

Die minimale frostfreie Einbindetiefe darf 80 cm nicht unterschreiten.

2.5 Erdbebenzone

Oberrot ist keiner Erdbebenzone und keiner Untergrundklasse zugeordnet.

2.6 Radonbelastung

Im Gebiet Oberrot ist nicht mit signifikant erhöhten Radonaktivitätskonzentrationen zu rechnen. Radonuntersuchungen der Boden- oder Raumlufte sind nicht notwendig.

2.7 Schutzgebiete

Das Baugelände liegt außerhalb von Heilquellen- und Wasserschutzgebieten.

2.8 Geplantes Vorhaben

Die Klenk Holz GmbH plant die Errichtung einer Holzpelletieranlage in ihrem Werk „Klenk Holz“ in Oberrot. Die Anlage mit Verkehrsflächen wird eine Grundfläche von ca. 80 m x 80 m umfassen. Weiterhin soll eine Förderanlage zur neu geplanten Sägelinie errichtet werden.

Gemäß den übermittelten Unterlagen sind Einbindetiefen für Kollektorgänge von bereichsweise bis zu ca. 5 m zu erwarten. Die Silos weisen einen Durchmesser von bis zu ca. 17,5 m und Höhen bis ca. 40 m auf.

2.9 Geotechnische Kategorie

Die Baumaßnahme ist aufgrund der hohen zu erwartenden Lasten, der hohen Setzungsempfindlichkeit der bis zu 40 m hohen Silos sowie der Untergrundverhältnisse der Geotechnischen Kategorie GK3 zuzuordnen.

3. Durchgeführte Maßnahmen, Methodik

3.1 Untersuchungsumfang

3.1.1 Baugrundaufschlussbohrungen

Vorerkundung

Bei der Vorerkundung der Untergrund- und hydrogeologischen Verhältnisse wurden im Zeitraum 10.09.2018 bis 20.09.2018 entsprechend der Eintragungen in der Anlage 3.1 drei Baugrundaufschlussbohrungen (KB 1.1 – KB 1.3) bis 36,0 m u. GOK abgeteuft. Die geplante Endtiefe betrug 10 m bzw. 20 m. Die Bohrungen wurden aufgrund der Gips- und Anhydritlagen des Grundgipslayers tiefer geführt. Für die Bohrungen wurde eine wasserrechtliche Genehmigung beantragt und erteilt.

Detailerkundung

Für die Detailerkundung wurden fünf Kernbohrungen KB 1.4 bis KB 1.8 im Zeitraum vom 10.10.2019 – 15.10.2019 bis zu 12,0 m u. GOK abgeteuft.

Die Ansprache der aufgeschlossenen Bodenschichten erfolgte nach DIN EN ISO 14688 bzw. DIN EN ISO 14689. Die Ergebnisse der Bodenansprache sind in den Anlagen 3.1 (KB 1.1–KB 1.3) und 3.3 (KB 1.4–KB 1.8) als Tiefenprofile nach DIN 4023 zeichnerisch dargestellt.

3.1.2 Rammsondierungen (Vorerkundung)

Zur Beurteilung der Lagerungsverhältnisse und Konsistenzen wurden jeweils neben den Ansatzpunkten der Baugrundaufschlussbohrungen am 07.09.2018 drei schwere Rammsondierungen (DPH 1.1 – DPH 1.3 gemäß DIN EN ISO 22476-2) durchgeführt. Diese wurden bis zu maximal 10,0 m unter Ansatz niedergebracht. Die Sondierungen DPH 1.1 und DPH 1.2 wurden in den jeweils angegebenen Tiefen abgebrochen, da in den

grobkörnigen, sehr dicht gelagerten Auffüllungen kein weiterer Bohrfortschritt mehr möglich war. Die Sondierung DPH 1.2A wurde als DPH 1.2B versetzt mit gleichem Ergebnis nochmals ausgeführt.

Die Anzahl der Schläge, die erforderlich ist, um die Schwere Rammsonde jeweils 10 cm in den Boden zu rammen (Schlagzahl N10), ist als Rammdiagramm neben den Rammkernsondierungen in der Anlage 3.1 eingetragen.

3.1.3 Standard-Penetration Test (SPT, Detailerkundung)

Zur Beurteilung der Lagerungsverhältnisse und Konsistenzen wurden in der Bohrung KB 1.8 in Tiefen von 2,1 – 2,4 m, 6,1 – 6,4 m sowie 10,7 – 10,8 m jeweils ein SPT-Versuch durchgeführt. Der SPT – Versuch bei 10,7 m wurde bei 10,8 m widerstandsbedingt abgebrochen.

3.1.4 Kampfmittelfreigabe

Die Ansatzpunkte wurden am 07.09.2018 bzw. 23.08.2019 nach Spartenklärung festgelegt und kampfmitteltechnisch durch die Süddeutsche Kampfmittelräumung / Weidenberg freigemessen.

3.2 Bautechnische Bewertung

Die bautechnische Bewertung der erbohrten Schichten erfolgt nach den in den jeweiligen Abschnitten genannten Normen und Vorschriften.

4. Untersuchungsergebnisse

4.1 Schichtenfolge / Lagerungsdichte / Grundwasser

Für die Vorerkundung wurden die Bohrungen KB 1.1 bis KB 1.3 sowie die Schwere Rammsondierungen DPH 1.1 bis DPH 1.3 abgeteuft. Für die Detailerkundung wurden die Bohrungen KB 1.4 bis KB 1.8 abgeteuft.

4.1.1 Oberflächenbefestigung / Asphalt

OK: 0,00 m u. GOK

UK: 0,10 – 0,30 m u. GOK

Alle Ansatzpunkte mit Ausnahme KB 1.3 wurden im asphaltierten Bereich ausgeführt. Der Asphalt musste durchkernt werden. Der Asphalt weist eine Gesamtmächtigkeit von 10 – 30 cm auf.

In den Ansatzpunkten KB 1.5 und KB 1.6 wurde deutlicher Teergeruch dokumentiert.

4.1.2 Auffüllungen

OK: 0,00 – 0,30 m u. GOK

UK: 0,90 – 2,00 m u. GOK

Unter dem Asphalt folgen grobkörnige Auffüllungen. Die Auffüllungen bestehen überwiegend aus Kiesen mit wechselnden Anteilen an Sanden, Steinen und tlw. aus stark kiesigem und schluffigem Sand. Teilweise handelt es sich augenscheinlich um kornabgestuftes Mineralgemisch auf einem Geotextil, teilweise um statisch eingedrückten Grobschlag.

Anthropogene Beimengungen sind nicht dokumentiert.

Die Schlagzahlen der Schweren Rammsonde deuten in KB 1.3 bis 0,9 m u. GOK auf eine dichte Lagerung hin. Darunter entsprechen die Schlagzahlen einer lockeren Lagerung. In den Ansatzpunkten DPH 1.1 und DPH 1.2A mussten die Sondierungen bei 0,5 bzw. 0,6 m widerstandsbedingt aufgrund der steinigen Anteile abgebrochen werden. Der Ansatzpunkt 1.2 wurde versetzt als DPH 1.2B nochmal angesetzt, musste aber bereits bei 0,4 m u. GOK ebenfalls widerstandsbedingt abgebrochen werden.

4.1.3 Quartäre Lockergesteine - Auelehme

OK: 0,90 – 2,00 m u. GOK

UK: 3,00 – 5,20 m u. GOK

Die Auffüllungen werden von quartären Auelehmen unterlagert. Die Lehme liegen als Gemenge aus Schluffen, Tonen und Sanden in wechselnden Anteilen vor. Die Auelehme sind teilweise organisch bzw. torfhaltig.

Die Schlagzahlen der Schweren Rammsonde (DPH 1.3) entsprechen bis 3,6 m einer weichen bis breiigen Konsistenz, darunter ist eine steife Konsistenz zuzusprechen. Der im Aufschluss KB 1.8 durchgeführte SPT ($N_{30} = 5$) bestätigt dieses.

4.1.4 Mittlerer Keuper – Myophorien-Schichten

OK: 3,00 – 5,20 m u. GOK

UK: 18,00 – 24,70 m u. GOK

Die Tonsteine der Myophorienschichten (Wechselagen aus Sand-, Ton, und Mergelsteinen) sind oberflächlich stark verwittert bis zersetzt. Mit zunehmender Tiefe nimmt der Verwitterungsgrad ab. Es sind immer wieder gipshaltige Lagen enthalten.

Die Schlagzahlen der Schweren Rammsonde bestätigen die tiefgründige Verwitterung der Tonsteine in den oberen Lagen bis ca. 10 m u. GOK. Der in KB 1.8 (bei 10,7 m) durchgeführte SPT wurde widerstandsbedingt abgebrochen.

4.1.5 Mittlerer Keuper – Grundgips

OK: 18,00 – 24,70 m u. GOK

UK: > 36,00 m u. GOK (nicht durchteuft)

Der Grundgips wurde bei den 2019 durchgeführten Bohrungen nicht erbohrt.

Unter den Myophorienschichten folgt der Grundgips als Wechselagerung aus mäßig verwittertem bis unverwittertem Gips, Anhydrit und Tonsteinen. Der Übergang zum Grundgips wurde bei den 2018 durchgeführten Bohrungen am Standort Nord zwischen ca. 18 und 25 m u. GOK ermittelt.

Anhydrit wandelt sich bei Wasserzutritt zu Gips um. Gips kann bei weiterem Wasserzutritt auslaugen. Da immer wieder Lagen von Anhydrit vorliegen, kann angenommen werden, dass bisher nahezu keine Wasserwegsamkeiten durch die Myophorienschichten hindurch zum tieferliegenden Grundgips bestehen.

4.2 Grundwassersituation

In allen Aufschlüssen wurden zwischen 1,80 und 2,70 m u. GOK Wasserzutritte dokumentiert. Diese sind in den Tiefenprofilen der Anlagen 3.1 und 3.3 dargestellt. Die Grundwasserstände entsprechen in etwa dem Wasserstand der Rot, welche die nächste Vorflut darstellt.

Es sind mit der Rot korrespondierende Grundwasserspiegel zu erwarten. Der amtliche Hochwasserpegel HQ₁₀₀ sowie das HQ_{Extrem} werden den Informationen des LUBW Baden-Württemberg zufolge mit 352,7 mNN angegeben. Gemäß den zur Verfügung gestellten Unterlagen wurde am Standort 2002 ein Grundwassermontoring betrieben. Hieraus wurde der Bemessungswasserstand mit 354,8 mNN ermittelt. Dies entspricht ca. 2 m u. GOK.

4.3 Bodenklassen und Bodenkennwerte

Die im Untersuchungsbereich anstehenden Bodenschichten können den folgenden Bodenklassen und -gruppen zugeordnet werden:

Tabelle 2: Bodenklassen der anstehenden Schichten

Bodenart	Zuordnung Lösbarkeit	Bodenklasse DIN 18300 / Klasse DIN 18301	Bodengruppe DIN 18196	Frostempfindlichkeit
grobkörnige Auffüllungen Kiese mit wechselnden Anteilen an Sanden und Steinen bzw. Sand, stark kiesig, schluffig	leicht bis schwer lösbarer Boden	3 / 5 BN1-2 BS1-4	GW, GI, Gx, SW, SU	F1-F3
quartäre Lockergesteine Gemenge aus Schluffen, Tonen und Sanden in wechselnden Anteilen, tlw. organisch und torfhaltig	leicht bis schwer lösbarer Boden	2 / 4 / 5 BB1-3 BO1-2 BN1-2	OU, TU, H, TL, TM, TA, UL, UM, UA	F3
stark bis vollständig verwitterte Festgesteine und Halbfestgesteine Myophorienschichten, Tonstein mit gipshaltigen Lagen	leicht lösbarer Fels	6 FV1-2 FD1-2		F3
mäßig bis stark verwitterte Festgesteine Myophorienschichten	leicht bis schwer lösbarer Fels	6-7 FV2-5 FD2-3		F3

Auf Grundlage unserer Erfahrungen mit vergleichbaren Böden werden für erdstatische Berechnungen die nachfolgenden Kennwerte für die einzelnen Bodenschichten angegeben. Aufgrund der Inhomogenität, vor allem hinsichtlich der Konsistenzen und Lagerungsdichte, können nur Näherungs- bzw. Mittelwerte für die Bodenkennwerte angegeben werden. Für Setzungsberechnungen und die Bauwerksbemessung sind die jeweils ungünstigeren Kennwerte und Tiefenlagen anzusetzen.

Tabelle 3: Bodenkenngrößen

Bodenkenngrößen	Wichte	Wichte unter Auftrieb Klasse DIN 18301	Reibungswinkel	Kohäsion	Steifzahl
Kurzbezeichnung	cal γ	cal γ'	cal ϕ	cal c'	Es
Einheit	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[MN/m ²]
grobkörnige Auffüllungen Kiese mit wechselnden Anteilen an Sanden und Steinen bzw. Sand, stark kiesig, schluffig	19 - 20	11 - 12	30 - 37,5	0	40 - 80
quartäre Lockergesteine Gemenge aus Schluffen, Tonen und Sanden in wechselnden Anteilen, tlw. organisch und torfhaltig	13 - 20	3 - 11	20 - 27,5	5-10	5 - 15
stark bis vollständig verwitterte Festgesteine und Halbfestgesteine Myophorienschichten, Tonstein mit gipshaltigen Lagen	22 - 25	12 - 15	27,5 - 30	10	25 - 35
mäßig bis stark verwitterte Festgesteine Myophorienschichten	22 - 25	12 - 15	30 - 32,5	15	30 - 70

5. Beurteilung der Untergrundverhältnisse

Auffüllungen:

Eine Lastabtragung von Gebäuden sollte generell nicht in Auffüllungen erfolgen.

Quartäre Schichten:

Die Organik enthaltenden Auelehme sind als gering bis mäßig tragfähig einzustufen. Die Schichten sind stark setzungsfähig. Eine Lastabtragung ist in diesen Schichten nicht oder nur bedingt möglich.

Myophorienschichten:

Die Myophorienschichten sind bis in Tiefen von ca. 10 m stark und bis ca. 15 m mäßig verwittert. Sie lassen am Standort Nord bis ca. 10 m eine mäßige und darunter eine gute Tragfähigkeit erwarten.

Grundgipslager:

Die Festgesteine des Grundgipslagers lassen grundsätzlich eine gute bis sehr gute Tragfähigkeit erwarten. Jedoch besteht das Risiko von Auslaugungsprozessen bei Wasserzutritt bzw. im Anhydrit auch des Quellens und von Quellhebungen.

Unterer Keuper:

Die Festgesteine des Unteren Keupers sind als sehr gut tragfähig zu bewerten.

Kampfmittel

Eine kampfmitteltechnische Begleitung der Baumaßnahme und Freigabe der Bereiche, in denen Verdichtungsarbeiten erfolgen sollen, wird nachdrücklich empfohlen.

Auch die unmittelbar angrenzenden Bereiche sollten wegen der zu erwartenden Erschütterungen dabei einbezogen werden.

6. Grundbautechnische Empfehlungen für Gebäude

6.1 Grundlagen

Die Klenk Holz GmbH plant die Errichtung einer Holzpelletieranlage in ihrem Werk „Klenk Holz“ in Oberrot. Die Anlage mit Verkehrsflächen wird eine Grundfläche von ca. 80 m x 80 m umfassen.

Gemäß den übermittelten Unterlagen sind Einbindetiefen bereichsweise von ca. 5 m im Bereich der Kollektorgänge zu erwarten. Die Silos weisen einen Durchmesser von bis zu ca. 17,5 m und Höhen bis ca. 40 m auf. Es sind daher hohe Lasten zu erwarten. Die Bauwerke sind aufgrund der Abmessungen stark setzungsempfindlich und Setzungsdifferenzen können nur in geringem Maße akzeptiert werden. Die Auelehme sind gering tragfähig.

6.2 Betonaggressivität Grundwasser

Gemäß den zur Verfügung gestellten Unterlagen ist das Grundwasser als stark angreifend einzustufen. Für Beton ist daher mindestens die Expositionsklasse XA2 zu wählen.

6.3 Gründungsempfehlungen für Bauwerke

Aufgrund der hohen zu erwartenden Lasten sowie den in Abschnitt 5 beschriebenen zu erwartenden Tragfähigkeiten ist ein Lastabtrag für Bauwerke in den tieferen Untergrund notwendig.

Für den Neubau eines Silos wurde 2015 am Standort bereits erfolgreich eine Rüttelstopfverdichtung (RSV) durchgeführt. Gemäß den Protokollen wurden diese im Mittel bis ca. 6,3 m u. GOK ausgeführt.

Ebenfalls denkbar ist eine Gründung mit duktilen Rammpfählen. Eine Tieferführung von Fundamenten mittels Brunnengründung oder eine Lastabtragung über Großbohrpfähle bzw. duktile Rammpfähle sind prinzipiell ebenfalls möglich.

Hinsichtlich zeitlicher als auch wirtschaftlicher Aspekte dürfte eine Bodenverbesserung mittels Rüttelstopfsäulen das Mittel der Wahl sein. Die endgültige Festlegung der Lastabtragung sollte in Zusammenarbeit mit dem ausführenden Spezialtiefbauer erfolgen.

RSV und duktile Rammpfähle haben den Vorteil, dass es Verdrängungsverfahren sind und somit kein Bohrgut/Bodenaushub zu entsorgen ist.

6.3.1 Flachgründung mit Untergrundverbesserung durch RSV und CSV

Bei Mächtigkeiten der setzungsfähigen Schichten zwischen 1,3 und 3,20 m kommt ein Bodenaustausch bis auf tragfähige Schichten zur Umsetzung einer elastischen Bodenplatte auf Bodenaustausch nicht in Betracht. Wirtschaftlicher ist die Erhöhung der Tragfähigkeit und Steifigkeit der bindigen Schichten durch eine Rüttelstopfverdichtung (RSV) bzw. Betonstopfsäulen (CSV). Aufgrund des stark angreifenden Grundwassers und den immer wieder eingelagerten Gipslagen wird von einer Bodenverbesserung mit Betonstopfsäulen abgeraten.

Die Untergrundverbesserung mit dem RSV-Verfahren ist gemäß den statischen Erfordernissen mit dem Spezialtiefbauer abzustimmen.

Aufgrund der Asphaltversiegelung sowie den grobkörnigen Auffüllungen ist das Vorbohren oder Aufmeißeln der Stopfpunkte erforderlich.

Weiterhin weisen wir darauf hin, dass bei Stopfsäulen grundsätzlich im Zuge der Herstellung Hebungen von mehreren cm nicht ausgeschlossen werden können. Die Hebungen der Bodenverbesserung sollten während der Stopfarbeiten in engem Raster überprüft werden.

Es wird empfohlen, sich entsprechende Konzepte durch die Anbieter der Verfahren erstellen zu lassen.

Rüttelstopfverdichtung (RSV)

Bei diesem Verfahren wird ein oszillierendes, mit einer Klappe verschlossenes, Rohr vertikal in den Untergrund eingerüttelt und der Boden seitlich verdrängt. Über das Rohr wird dann Schottermaterial eingefüllt und durch abschnittsweises Ziehen und Eindrücken des Rüttlers seitlich in den Boden verdrängt. Eine Zugabe von Bindemitteln kann ggf. auch erfolgen. Dies führt zu einer Verdichtung und Verbesserung der Bodenschichten, was gegebenenfalls auch eine Hebung der Fläche von mehreren Zentimetern bis in den Dezimeterbereich verursachen kann.

Die Verbesserungswirkung der RSV ist vom erreichbaren Säulendurchmesser und dem Abstand der Stopfpunkte abhängig. In den Auelehmen dürften erfahrungsgemäß Durchmesser von 0,7 bis 0,8 m zu erreichen sein. Der Abstand der Säulen muss an die auftretenden Sohlspannungen und die daraus resultierenden Setzungen angepasst werden und daher nach Vorliegen von Lasten geplant werden. Erfahrungsgemäß dürfte der Abstand in einer Größenordnung von 1,3 bis 2,0 m liegen.

Bei Einzel- und Streifenfundamenten wird ein engeres Raster der Stopfpunkte im Bereich der Fundamente notwendig. Hierzu müssen seitens der Tragwerksplanung die Bodenpressungen der Fundamente angegeben werden.

Die Tiefe der Untergrundverbesserung mit dem RSV-Verfahren ist von der Konsistenz der Böden abhängig und kann überschlägig anhand der Schweren Rammsondierungen (DPH) bzw. Standard-Penetration-Test (SPT) bestimmt werden. Ab Schlagzahlen von $N_{10,DPH} > 10$; $N_{30,SPT} > 20$ wird erfahrungsgemäß nur noch eine geringe Verbesserungswirkung erzielt und der Verdichtungsaufwand erhöht sich beträchtlich, da der Rüttler

nur noch langsam und mit hoher Energie eindringt. Bei höheren Schlagzahlen muss mit einer vollständigen Verdrängung des Bodens gerechnet werden, was Hebungen an der Oberfläche nach sich zieht.

Nach dem durchgeführten SPT sowie den Erfahrungen aus 2015 dürften im Mittel ca. 6 - 7 m Eindringtiefe erreicht werden.

6.3.2 Tiefgründung mit Großbohrpfählen

Eine Lastabtragung über Großbohrpfähle in den Myophorienschichten ist möglich. Die Pfahllängen sind auf 18 m zu begrenzen, um eine Einbindung in den Grundgips nachhaltig auszuschließen. Dabei können Horizontallasten über seitliche Pfahlbettung abgetragen werden. Zur Bemessung können folgende Erfahrungswerte bei 1 cm Pfahlsetzung angenommen werden:

Tabelle 4: Charakteristische Werte (Erfahrungswerte) für Pfahlspitzenwiderstand und Mantelreibung Großbohrpfähle

Schicht	Pfahlspitzenwiderstand $q_{b,k}$ [MN/m ²]	Pfahlmantelreibung Druck $q_{s,k}$ [MN/m ²]
Auelehme	---	---
Zersetzte Myophoienschichten 6 – 10 m u. GOK	---	0,04
Vollständig bis mäßig verw. Myophorienschichten 10 – 16 m u. GOK	0,6	0,06
Unverwittert bis schwach verwitterte Myophorienschichten 16 – 18 m u. GOK	3,0	0,39

Zur Abtragung von Horizontallasten kann seitliche Pfahlbettung angesetzt werden. Die Bettung kann mit $k_s = E_s / D_s$ für Pfähle mit einem Durchmesser $D_s \leq 1$ m ermittelt werden. Für größere Pfahldurchmesser ist $D_s = 1,0$ zu setzen. Für die Bemessung können die nachfolgend angegebenen horizontalen Steifemodule angewendet werden.

6.3.3 Tiefgründung mit duktilen Rammpfählen

Die Pelletieranlage kann über Lastverteilungsbalken auf duktilen Pfählen in den tragfähigen Felsschichten gegründet werden.

Duktile Rammpfähle werden in den Boden eingerammt bzw. vibriert, bis ausreichender Widerstand erreicht ist. Auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen können Pfahllängen von 10 m für die Kalkulation angenommen werden.

Die duktilen Rammpfähle sind gemäß den statischen Erfordernissen zu dimensionieren und positionieren. Pro Pfahl können Widerstände zwischen 0,4 und 2,0 MN erreicht werden. Wir empfehlen, je Pfahl ca. 0,5 MN anzusetzen, da dann erfahrungsgemäß keine Mantelverpressung notwendig wird. Aufgrund des stark angreifenden Grundwassers sollte dies vermieden werden.

6.3.4 Vergleich Rüttelstopfverdichtung, duktile Rammpfähle und Großbohrpfähle

Da für die Lasteinleitung in duktile Rammpfähle Lastverteilungsbalken notwendig werden, dürften sowohl aus wirtschaftlicher Sicht als auch in Anbetracht der schnellen Umsetzbarkeit von Rüttelstopfsäulen diese zu bevorzugen sein. Die endgültige Festlegung sollte in Zusammenarbeit mit dem ausführenden Spezialtiefbauer erfolgen. Großbohrpfähle stellen meist die wirtschaftlich und zeitlich aufwändigste Lösung dar. Möglicherweise ist auch eine Kombination verschiedener Ansätze sinnvoll.

6.3.5 Arbeitsplanum für Spezialtiefbauarbeiten

Der Bereich, in welchem die Gründungsarbeiten durchzuführen sind, wird gegenwärtig als Verkehrsfläche bzw. Sägehalle mit Schwerverkehr genutzt, so dass ein ausreichend tragfähiges Arbeitsplanum vorhanden ist.

6.4 Baugrube, Verbau und Böschungen

6.4.1 Wasserdichter Verbau

Teilweise sollen Bauteile bis ca. 5 m u. GOK in den Untergrund eingebracht werden. Daher muss aufgrund des hohen Grundwasserstandes zwischen 1,80 und 2,70 m u. GOK ein wasserdichter Verbau vorgesehen werden. Aufgrund der hydrogeologischen Rahmenbedingungen wird grundsätzlich ein wasserdichter Verbau empfohlen. Hierzu kommen Spundwände sowie eine überschnittene Bohrpfahlwand in Betracht. Aufgrund der umliegenden Bebauung sollten schwingungsarme Verfahren vorgesehen werden.

Inwiefern eine Spundwand oder eine überschnittene Bohrpfahlwand wirtschaftlicher in der Ausführung ist, müsste geprüft werden. Eine Bohrpfahlwand könnte auch langfristig für die Lastableitung sowie geothermisch genutzt werden. Erfahrungsgemäß sind hieraus keinerlei Nachteile bezüglich der statischen Belange zu erwarten.

Der Verbau ist, um Umläufigkeiten zu vermeiden, mindestens 3 m in die Myophorienschichten zu führen.

Gurtungen und Aussteifungen sowie die Einbindetiefe sind nach statischer Erfordernis anhand der Bodenkennwerte und des Wasserdruckes zu ermitteln.

Um die Verformungen und somit Setzungen im Bereich von angrenzenden Verkehrsflächen sowie Sparten möglichst gering zu halten, sollte der erhöhte aktive Erddruck angesetzt werden. Die Lasten aus den umliegenden Verkehrswegen sind zu beachten.

Kann der Verbau z.B. aufgrund von bestehenden Sparten abschnittsweise nicht bis zum Fels niedergebracht werden, sind bis in den Fels hinein die nicht verbaubaren Bereiche mittels Injektionsverfahren (z.B. Soilcrete, HDI o.ä.) unter Berücksichtigung der statischen Erfordernisse unter Einbezug des Wasserdruckes zu sichern.

Es ist grundsätzlich ein Nachweis gegen Auftrieb für alle Bauzustände zu führen und gegebenenfalls sind Maßnahmen zur Sicherung (z.B. Mikropfähle, Unterwasserbetonsohle, Bereichsweise Abschottung und Flutung, insbesondere bei Hochwasser) zu ergreifen.

Für eine Einbindung in die Festgesteine sind Auflockerungs- bzw. Bodenaustauschbohrungen bei einem Spundwandverbau mindestens durch das oberflächlich aufgebrachte Mineralgemisch erforderlich.

Durch Bohrungen aufgelockerte Bereiche sind ebenfalls gegen Wasserumläufigkeiten zu sichern.

6.4.2 Böschungen

Aufgrund des oberflächennah anstehenden Grundwassers ist eine geböschte Ausführung von Baugruben nicht zielführend.

6.5 Wasserhaltung

Es sind mit der Rot korrespondierende Grundwasserspiegel zu erwarten. Der amtliche Hochwasserpegel HQ₁₀₀ sowie das HQ_{Extrem} werden den Informationen des LUBW Baden-Württemberg zufolge mit 352,7 mNN angegeben. Gemäß den zur Verfügung gestellten Unterlagen wurde am Standort 2002 ein Grundwassermontoring betrieben. Hieraus wurde der Bemessungswasserstand mit 354,8 mNN ermittelt. Dies entspricht ca. 2 m u GOK.

Wird die Baugrube wasserdicht ausgeführt (siehe 6.4.1), kann in der Baugrube anfallendes Grundwasser über eine offene Wasserhaltung mit Pumpensumpf abgepumpt werden, jedoch ist eine Restschüttung aus den Myophorienschichten nicht auszuschließen. Diese kann lokal sehr stark schwanken und hängt stark von der Klüftigkeit des Festgesteins ab.

Hinweise auf Verunreinigungen des Grundwassers liegen nicht vor. Wasser aus der Baugrube ist über einen Schlammfang abzuleiten. Für eine Ableitung in die Rot oder einen Regenwasserkanal ist eine wasserrechtliche Genehmigung einzuholen.

6.6 Versickerung

Inwiefern die Wasserdurchlässigkeit den im ATV-Merkblatt ATV-DVWK-A 138 gestellten Anforderungen von $k_f \geq 1,0 \times 10^{-6}$ m/s entspricht, kann erst nach Durchführung eines Versickerungsversuches verlässlich beurteilt werden. Aufgrund der stark bindigen Anteile in den quartären Schichten kann angenommen werden, dass die Böden geringer durchlässig sind.

Seitens des ATV-Merkblattes ATV-DVWK-A 138 ist eine Mächtigkeit des Sickerraums von i. d. R. mindestens einem Meter gefordert. Dieser ist bei einem Grundwasserstand wie am Untersuchungstag bei 2,0 – 3,0 m u. GOK gegeben. Im Falle eines hundertjährigen Hochwassers ist dieser Sickerraum bzw. eine Versickerung nicht mehr gewährleistet.

6.7 Sicherung gegen Wasser und Hinweise zur Abdichtung

Die quartären Schichten sowie die Tonsteine sind relativ wasserempfindlich und ggf. vor Durchnässung zu schützen. Aufgeweichte Bereiche dürfen nicht überbaut werden.

Der Bemessungswasserstand wird mit 354,8 mNN ermittelt. Dies entspricht ca. 2 m u. GOK. Gem. DIN 18533-1 ist daher die Wassereinwirkungsklasse W2-E (von außen drückendes Wasser, abhängig von der Eintauchtiefe) zugrunde zu legen.

6.8 Auftriebssicherung

Grundsätzlich ist es möglich, dass infolge eines Hochwasserereignisses der Rot (Bemessungswasserstand = 354,8 mNN) Auftriebskräfte entstehen.

Aus diesem Grund ist für die vor genannten Rahmenbedingungen der Nachweis gegen Auftrieb für alle Bauzustände sowie den Endzustand zu führen.

Gegebenenfalls kann durch eine teilweise Flutung (insbesondere im Hochwasserfall) der Nachweis vereinfacht werden.

Für den Fall, dass der Nachweis nicht erbracht werden kann, muss eine entsprechende Auftriebssicherung vorgesehen werden. Diese kann z.B. durch eine Unterwasserbetonsohle oder Zugpfähle bewerkstelligt werden.

Für Zugpfähle sind gemäß EA Pfähle bzw. DIN 1054 Probelastungen zwingend erforderlich. Bei Großbohrpfählen ist mindestens eine Probelastung vorzusehen. Für Mikropfähle / Nägel sind mindestens 3% der Pfähle/Nägel bzw. mind. 2 Pfähle/Nägel mittels Versuchen zu überprüfen.

Die Streuungsfaktoren zur Ableitung charakteristischer Werte ergeben sich in Abhängigkeit der Anzahl der Probelastungen nach DIN 1054.

Wir weisen darauf hin, dass gemäß EA Pfähle die Mindesteinbindetiefe bei Zugpfählen 5,0 m beträgt.

Für Zugpfähle ist sowohl der Nachweis gegen Versagen des Einzelpfahles als auch gegen Versagen der kompletten Pfahlgruppe zu führen. Der Nachweis gegen Abheben der Pfahlgruppe sollte aufgrund der dünnen Wechselfolgen der Myophorienschichten und der erfahrungsgemäß geringen Kompaktheit analog zu Lockergestein geführt werden.

6.9 Auswirkungen des Bauvorhabens und Beweissicherung

Verdichtungs-, Bohr- und Rammarbeiten müssen so erfolgen, dass zum einen die gegebenenfalls erforderlichen Verdichtungswerte erreicht werden, zum anderen jedoch keine schädlichen Erschütterungen auf die angrenzende Bebauung einwirken.

Bei den festgestellten Untergrundverhältnissen können an den anliegenden Gebäuden am Standort Nord schadensrelevante Erschütterungen nicht ausgeschlossen werden.

Vor Beginn der Bauarbeiten sollte an den umliegenden Gebäuden eine fachgerechte Beweissicherung durchgeführt werden.

Während der Bauzeit wird empfohlen, an den angrenzenden Gebäuden und im Umgriff der Maßnahme eine Schwingungsmessung durchzuführen. Bei Überschreitung der zulässigen Grenzwerte sind die Bohr-, Ramm- und Verdichtungsarbeiten entsprechend anzupassen.

Aus fachlicher Sicht wird die Erstellung eines Monitoring- und Alarmplanes empfohlen.

7. Grundbautechnische Empfehlungen für Leitungsarbeiten

Derzeit liegen keine näheren Informationen über geplante Erschließungsarbeiten vor.

Tragfähigkeit in der Aushubsohle

Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen sind im Untergrund gering tragfähige, bindige bzw. gemischtkörnige Böden anstehend. Diese sind nicht ausreichend tragfähig. Für die Kanäle sollte ein Bodenaustausch aus Mineralgemisch (z.B. 0/32 mm in Anlehnung an die ZTVE-StB-09) zweilagig von ca. 40 - 50 cm vorgesehen werden.

Kanal- und Rohrgrabensicherung

Die anstehenden Böden sind bis zum Grundwasser kurzzeitig senkrecht standsicher.

Im Grundwasser sind diese auch kurzzeitig nicht verlässlich senkrecht standsicher. Daher muss dann zur Sicherung des Kanalgrabens ein Verbau im Absenkverfahren eingebracht werden. Dies kann z.B. durch einen Gleitschienen- oder Kammerdielenverbau mit entsprechender Wasserhaltung erfolgen. Bei den örtlichen Verhältnissen dürfte ein Verbau im Absenkverfahren auch mit Großflächenelementen möglich sein, die sukzessive mit dem Aushub eingebracht werden.

Liegt die Aushubsohle tiefer als der Normalwasserstand, sollte ein wasserdichter Verbau (Spundwände, Kammerdielenverbau) oder geeignete Maßnahmen zur Grabensicherung ergriffen werden.

Kanal- und Rohrgrabenverfüllung

Rohrgräben sollten gemäß den Hinweisen für das Verfüllen von Leitungsgräben im Straßenkörper nach ZTVA-StB 12 in der Leitungszone entsprechend den Vorgaben der jeweiligen Leitungsbetreiber verfüllt werden.

Für die Verfüllung oberhalb der Leitungszone sollte geeignetes, gut verdichtbares und gut tragfähiges Material verwendet werden, das lagenweise einzubringen und zu verdichten ist. Die Dicke der einzelnen Lagen sollte gemäß ZTVA-StB in Abhängigkeit von der Bodenart und dem Verdichtungsgerät gewählt werden.

Hierbei ist ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 98\%$ in Tiefen $> 1,0$ m unter Planum in überbauten Bereichen sowie in unbefestigten und nicht überbauten Bereichen ausreichend. Im Bereich befestigter Außenflächen bzw. in überbauten Bereichen muss in Tiefen $\leq 1,0$ m u. OK Planum ein Verdichtungsgrad von 100% D_{Pr} erreicht und nachgewiesen werden.

Die anstehenden Böden sind für die Verfüllung nicht geeignet.

Wir empfehlen, die Verdichtung über die gesamte Verfüllhöhe gem. ZTVE-StB 09 (z.B. durch Rammkernsondierungen, Dichtebestimmungen oder Plattendruckversuche) nachzuweisen. Um bei unzureichender Verdichtung rechtzeitig handeln zu können, sollte eine ausreichende Anzahl an Kontrollprüfungen bereits in teilverfüllten Gräben erfolgen.

8. Grundbautechnische Empfehlungen für Verkehrsflächen

8.1 Grundlagen

Für die Gestaltung der Verkehrsflächen liegen keine weiteren Angaben vor. Es wird jedoch angenommen, dass diese mit Asphalt errichtet werden.

Wir empfehlen, den Straßenaufbau gemäß den Empfehlungen der RStO auszuführen. Es ist, wie im gesamten Werksgelände, überwiegend Schwerverkehr zu erwarten. Je nach tatsächlicher Belastung dürften demnach die Belastungsklassen BK3,2 – BK100 gem. RStO zugrunde zu legen sein.

Bei einer angenommenen Mächtigkeit des Straßenoberbaus von ca. 60 - 70 cm stehen nach den vorliegenden Untersuchungen im Untergrund gering tragfähige Böden an.

8.2 Tragfähigkeit des Planums

Gemäß ZTVE-StB bzw. RStO muss auf Höhe des Erdplanums eine Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45$ MN/m² gewährleistet werden. Diese Tragfähigkeit ist infolge der Vornutzung weitestgehend zu erwarten und zu überprüfen.

Wird die notwendige Tragfähigkeit nicht erreicht, müssen zur Schaffung eines tragfähigen Erdplanums geeignete Maßnahmen ergriffen werden. Bei den vorhandenen Untergrundverhältnissen wird empfohlen, eine Stabilisierung durch einen Bodenaustausch aus Schottermaterial oder Felsklein der Körnung 10/120 mm zweilagig durchzuführen. Die genaue Mächtigkeit des Austausches ist u.a. abhängig von den Witterungsverhältnissen vor und während der Bauausführung, so dass endgültige Angaben erst nach Anlegen von Probefeldern und Ausführung von Plattendruckversuchen gemacht werden können.

Bei den zum Zeitpunkt der Baugrunduntersuchung festgestellten Verhältnissen kann davon ausgegangen werden, dass eine zwei- bis dreilagige Stabilisierung von gesamt ca. 50 - 60 cm erforderlich wird, die bei weicherer Konsistenz als am Untersuchungstag um ca. 10 - 20 cm verstärkt werden müsste. Art und Umfang sollten vor Ort im Zuge der Baumaßnahme genau festgelegt werden.

Wird ein Bodenaustausch durchgeführt, sollte vor dem Einbringen der Stabilisierung zur filterstabilen Trennung und zur Lastverteilung auf das vorhandene Planum ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 4 (Flächengewicht ca. 250 – 300 g/m²) verlegt werden.

Inwiefern die anstehenden Lehme für eine Verbesserung mit Bindemitteln geeignet sind, kann erst nach Durchführung von geotechnischen Laborversuchen (Bestimmung der Konsistenzgrenzen) verlässlich beurteilt werden. Bei einer Verbesserung mit Bindemitteln muss weiterhin geprüft werden, ob die unvermeidlichen Emissionen (Staub) akzeptiert werden können.

Die Mächtigkeit der mit Bindemitteln zu verbessernden Schicht entspricht der Mächtigkeit des voran beschriebenen Bodenaustausches.

Auf das ausreichend tragfähige Planum kann die erforderliche Frostschutzschicht eingebaut werden. Die erforderliche Mächtigkeit und Tragfähigkeit auf OK Frostschutz ergibt sich in Abhängigkeit von Bauart und Bauklasse gemäß RStO.

8.3 Frostempfindlichkeit

Die im Untergrund anstehenden Böden sind zumindest teilweise sehr frostempfindlich und somit nach ZTVE-StB 09 in die Frostempfindlichkeitsklassen F2 bzw. F3 einzuordnen.

Da optisch eine Unterscheidung des Bodens nach Frostempfindlichkeitsklassen nicht möglich ist, sollte grundsätzlich die Frostempfindlichkeitsklasse F3 angenommen werden.

In den Bereichen, in denen eine Stabilisierung des Planums durchgeführt wird, ist die Mächtigkeit der Frostschutzschicht abhängig von der Frostempfindlichkeit der stabilisierten Schicht. Bei einem Bodenaustausch kann, bei Verwendung von geeignetem frostsicherem Material, die Dicke der Frostschutzschicht nach der Klasse F 2 ausgelegt werden.

Eine Verbesserung mit Bindemitteln hat nur bei einer qualifizierten Verbesserung Auswirkungen auf die Frostempfindlichkeitsklasse. Dies ist ggf. zu überprüfen.

Die Frostschutzschicht ist mit einem frostsicherem Material mit einem Feinkornanteil von < 5 % herzustellen. Das vorgesehene Material muss den Vorgaben der TL Gestein-StB 04/07 entsprechen.

8.5 Sicherung gegen Wasser während der Bauzeit

Die angetroffenen Böden sind wasserempfindlich und vor Durchnässung zu schützen. Aufgeweichte Bereiche dürfen nicht überbaut werden.

Zum Zeitpunkt der Erkundungsarbeiten wurde Grundwasser zwischen 1,80 und 2,70 m u. GOK angetroffen. In niederschlagsreichen Perioden sind weitere temporäre Schichtwasserzutritte nicht auszuschließen. Oberflächenwasser aus den angrenzenden Flächen ist so abzufangen und seitlich abzuleiten, dass es nicht in das Planum fließt.

Das Planum sollte z.B. durch das Abwalzen mit einer Glattwalze vor Durchnässung geschützt werden. Dies sollte mit einem entsprechenden Gefälle ausgeführt werden, um eine Ableitung zu gewährleisten.

9. Verfüllungen, Aufschüttungen, Hinterfüllungen

Für Aufschüttungen, Auffüllungen und Hinterfüllungen sind die Ausführungen der ZTVE StB 09 zu beachten.

In Auffüllungsbereichen ist bis > 1 m unter Planum eine Proctordichte Dpr von 98 %, bis < 1 m unter GOK eine Proctordichte von 100 % zu erreichen.

Es wird empfohlen, im Bereich von Verkehrsflächen bis in das Niveau < 0,7 m unter GOK Materialien der Frostschutzklasse F1 einzubauen.

10. Wiederverwertbarkeit von Aushubmaterial und Hinweise zur Entsorgung

Eine orientierende abfallrechtliche Untersuchung wurde nicht durchgeführt. Die nachfolgenden Darstellungen beziehen sich ausschließlich auf geotechnische Gesichtspunkte und verstehen sich vorbehaltlich einer abfallrechtlichen Zulässigkeit.

10.1 Auffüllungen Bereich Verkehrsflächen (Kalkschotter)

Die Auffüllungen (Kiese mit sandigen und untergeordnet schluffigen Anteilen) aus der Oberflächenbefestigung der Verkehrsflächen sind aus geotechnischer Sicht grundsätzlich wieder verwertbar und auch ausreichend verdichtungsfähig.

10.2 Quartäre Lehme

Ein Wiedereinbau der gemischtkörnigen bzw. bindigen Böden ist in Bereichen, in welchen keine Setzungen akzeptiert werden können, nur möglich, wenn diese mit Bindemittel aufbereitet werden.

In unbebauten Außenbereichen, in welchen Setzungen in Kauf genommen werden können, ist eine Wiederverwendung möglich.

10.3 Festgestein

Aushub aus Ton- und Gipssteinen sollte wegen der starken Veränderlichkeit nicht wiederverwendet werden.

11. Schlussbemerkung

Das vorliegende Gutachten kann sich nur an den vorliegenden Schichten und Lagerungsverhältnissen orientieren. Trotz der relativ geringen Abstände der Aufschlüsse können zwischen den einzelnen Untersuchungsstellen die Untergrundverhältnisse abweichen.

Werden im Rahmen der Baumaßnahme andere Verhältnisse als im Baugrundgutachten beschrieben angetroffen, ist der Baugrundgutachter zu informieren.

R & H Umwelt GmbH

i.V. Manfred Gutjahr

Niederlassungsleiter

i.A. Richard Ehrenbrand

Dipl.-Ingenieur

Literaturverzeichnis

Allgemein

- [1] **Hölting Bernward (2006):** Hydrogeologie 6. Auflage - Enke, Stuttgart
- [2] **Länderarbeitsgemeinschaft Abfall 'LAGA' (Nov. 1998):** Mitteilung 20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/ Abfällen - Technische Regeln. 4. erweiterte Auflage
- [3] **Prinz, Helmut (2011):** Ingenieurgeologie, 5. Auflage - Spektrum, Heidelberg
- [4] **Schneider, Klaus Jürgen (2018):** Bautabellen für Ingenieure, 23. Auflage - Werner, Düsseldorf
- [5] **Skempton/McDonald:** The allowable settlement of buildings. Proc. Inst. Civ. Eng. London 5 (1956). III, S. 727. Deutscher Auszug: Z. Der Bauingenieur (1957)
- [6] **Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. 'DWA' (Apr. 2005):** Arbeitsblatt DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser
- [7] **Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen ,FGSV' (2004):** Merkblatt 551: Merkblatt über die Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln
- [8] **Verband Güterschutz Horizontalbohrungen e.V. 'DCA'** Technische Richtlinien des DCA
- [9] **Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. 'DWA' (Dez. 2008):** Arbeitsblatt DWA-A 125: Rohrvortrieb und verwandte Verfahren
- [10] **Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen ,FGSV' (2012):** RStO 12: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen

Karten

- [11] **Landesanstalt für Umwelt Baden Württemberg: Kartendienst**

Projektbezogen

- [12] Pläne zum Projekt
- [13] **Henke und Partner (2006):** Geotechnischer Bericht zum Neubau einer Dampfkesselanlage

Anlage 1

Übersichtslageplan

Zeich.N./Datei: W:17A0634_Klenk_Holz_Oberrot_Pelletieranlage_Detaillerkundung\GRAFIK\COREL\191031_180634_a1_uebersicht.cdr



Legende:

Kartengrundlage: GEOPORTAL Baden-Württemberg

 Untersuchungsgebiete

0 100 200 300 400 m

		06.08.2019	D. Feld	31.10.2019	R. Ehrenbrand
Nr.:	Änderungen	geänd. am	Bearbeiter	gepr. am	Projektleiter
Vorhaben:		Anlage: 1		Maßstab: 1:10.000	
Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage Detaillerkundung am Standort Nord		Datum	Name	Unterschrift	
Auftraggeber: Klenk Holz GmbH		entwickelt	27.08.2018	D. Feld	
Untersuchungsort: Oberrot		gezeichnet	27.08.2018	D. Feld	
		geprüft	31.10.2019	R. Ehrenbrand	
Übersichtslageplan		R&H Umwelt GmbH Niederlassung West Veitshöchheimer Straße 1c 97080 Würzburg Telefon 0931 780 21-40 west@rh-umwelt.de		 R&H UMWELT	

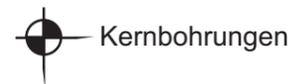
Anlage 2

Luftbild mit Lage der Kernbohrungen



Zeich.-Nr./Datei: W:\18A0634_Klenk_Holz_Oberrot_Pelletieranlage\Detailerkundung\GRAFIK\CORELY191031_18A0634_a2_lageplan.cdr

Legende:



Kartengrundlage:
Google Maps

Nr.:	Änderungen	geänd. am	Bearbeiter	gepr. am	Projektleiter
Vorhaben: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage Detailerkundung am Standort Nord		Anlage:	2	Maßstab: 1:1.000	
Auftraggeber: Klenk Holz GmbH		Datum	18.10.2019	Name	J. Rauch
Untersuchungsort: Oberrot		gezeichnet	18.10.2019	Name	J. Rauch
		geprüft	31.10.2019	Name	R. Ehrenbrand

0 1 : 1000 50 m

**Luftbild mit Lage
der Kernbohrungen**

R&H Umwelt GmbH
Niederlassung West
Veitshöchheimer Strasse 1c
97080 Würzburg
Telefon 0931 780 21-40
west@rh-umwelt.de

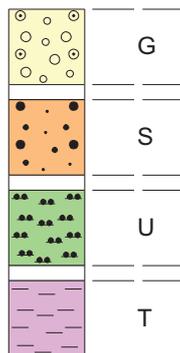


Anlage 3

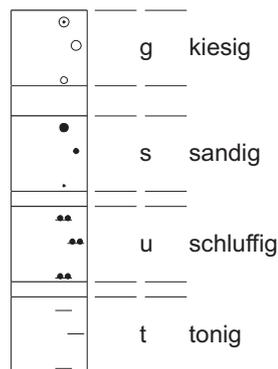
Tiefenprofile, Schichtenverzeichnisse und Legende

Legende nach DIN 4023:

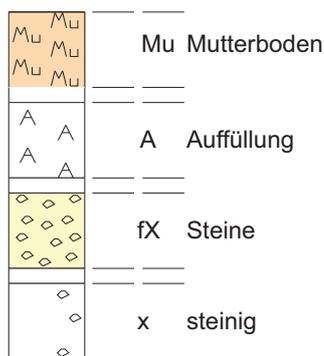
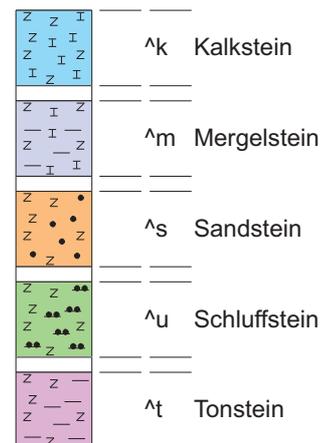
Hauptbodenarten



Nebenbodenarten



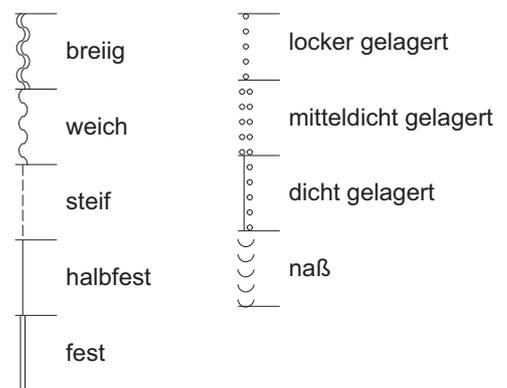
Festgestein



Grundwasser:

- ▼ [1,05 01.01.13](#) Grundwasserspiegel in Ruhe (m u.GOK / Datum)
- ▼ [1,50 01.01.13](#) Grundwasserspiegel angestiegen bis (m u.GOK / Datum)
- ▼ [1,90 01.01.13](#) Grundwasserspiegel (m u.GOK / Datum)

Konsistenz/Lagerungsdichte/Feuchtegrad:



Nr.:		Änderungen	geänd. am	Bearbeiter	gepr. am	Projektleiter
Vorhaben: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage Detailerkundung am Standort Nord			Anlage: 3			
Auftraggeber: Klenk Holz GmbH			Datum	Name	Unterschrift	
Untersuchungsort: Oberrot			entwickelt	18.10.2019	D. Feld	
			gezeichnet	18.10.2019	D. Feld	
			geprüft	31.10.2019	R. Ehrenbrand	
Legende			R & H Umwelt GmbH Niederlassung West Veitshöchheimer Straße 1c 97080 Würzburg Telefon 0931 780 21-40 west@rh-umwelt.de		 R&H UMWELT	

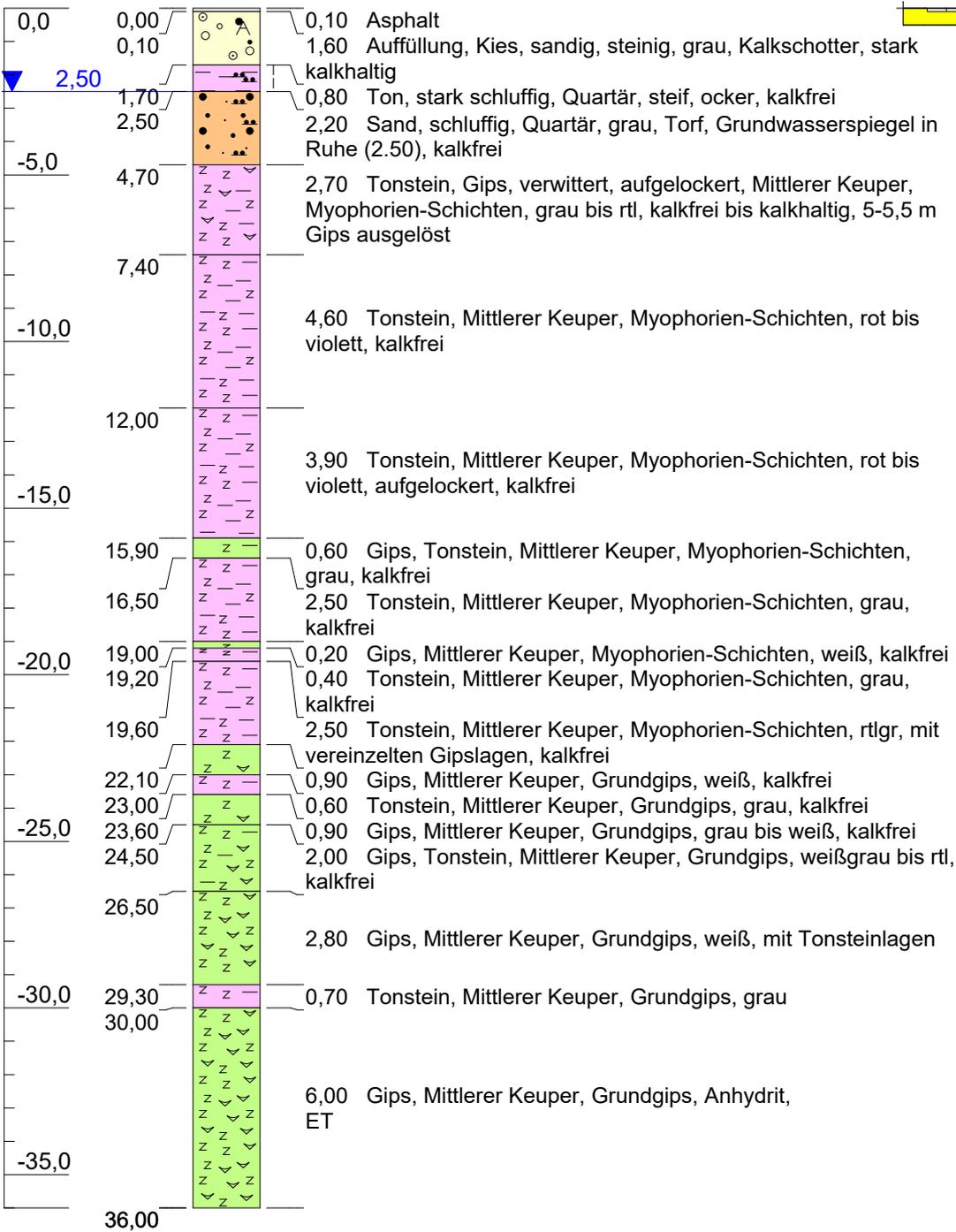
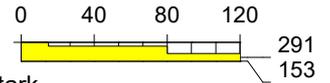
Anlage 3.1

Tiefenprofile Vorerkundung Standort Nord

[m u. GOK]

KB 1.1

DPH 1.1



W: Projekte: 18A0634-2_Klenk_Holz_Oberrot_Pelleteranlage/Detailerkundung/GEODIN/191031_18A0634-2_a3.1_tp_kb1.1

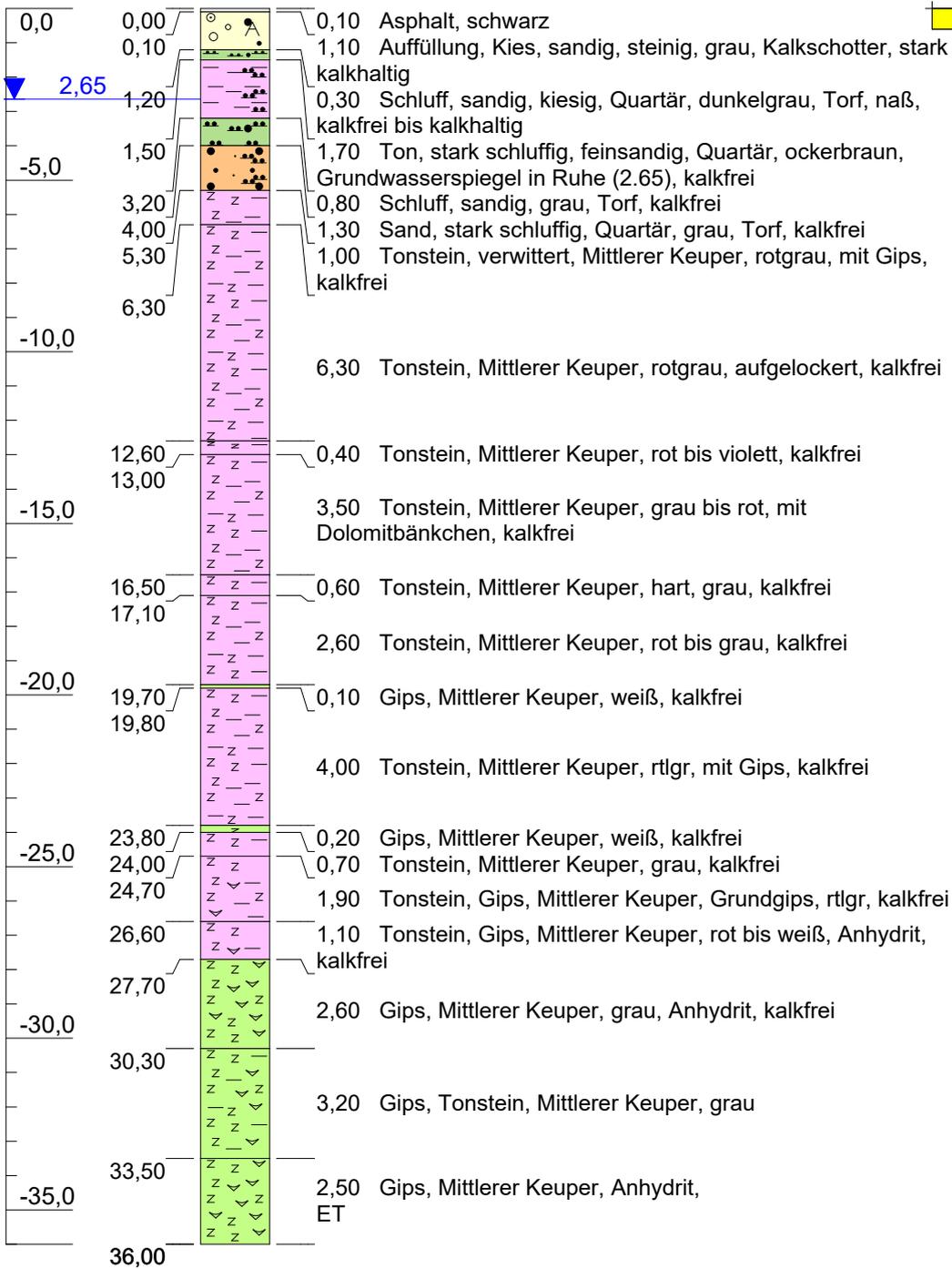
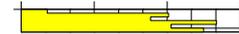
Vorhaben: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage Detailerkundung am Standort Nord	Anlage: 3.1	Maßstab: 1:200
	Bohrfirma: K&H	Bohrdatum: 21.09.2018
	Rechtswert: 0,0	Hochwert: 0,0
	Bearbeiter: P. Müller	Bearb.datum: 27.09.2018
	Geprüft: R. Ehrenbrand	
Auftraggeber: Klenk Holz GmbH		
Ort d. Bohrung: Oberrot		
Tiefenprofil KB 1.1 Vorerkundung Standort Nord	R & H Umwelt GmbH Niederlassung West Veitshöchheimer Straße 1c 97080 Würzburg Telefon 0931 78 02 14-0 west@rh-umwelt.de	

[m u. GOK]

KB 1.2

DPH 1.2A

0 40 80 120



W: Projekte: 18A0634-2_Klenk_Holz_Oberrot_Pelleteranlage/Detailerkundung/GEODIN/191031_18A0634-2_a3.1_tp_kb1.2

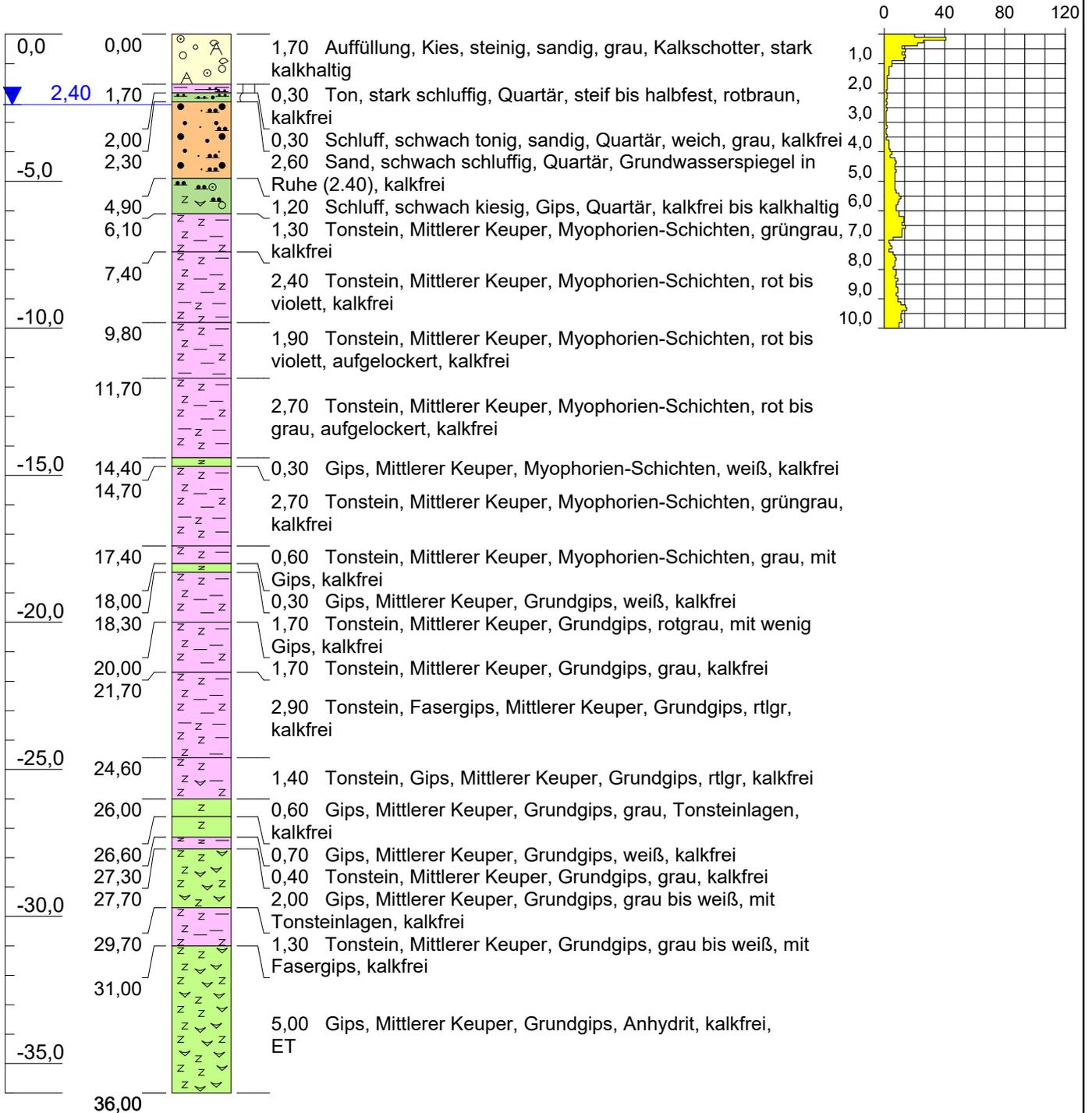
Vorhaben: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage Detailerkundung am Standort Nord Auftraggeber: Klenk Holz GmbH Ort d. Bohrung: Oberrot	Anlage: 3.1	Maßstab: 1:200
	Bohrfirma: K&H	Bohrdatum: 21.09.2018
	Rechtswert: 0,0	Hochwert: 0,0
	Bearbeiter: P. Müller	Bearb.datum: 27.09.2018
	Geprüft: R. Ehrenbrand	
Tiefenprofil KB 1.2 Vorerkundung Standort Nord		R & H Umwelt GmbH Niederlassung West Veitshöchheimer Straße 1c 97080 Würzburg Telefon 0931 78 02 14-0 west@rh-umwelt.de



[m u. GOK]

KB 1.3

DPH 1.3



W: Projekte: 18A0634-2_Klenk_Holz_Oberrot_Pelleteranlage/GEODIN/191031_18A0634-2_a3.1_tp_kb1.3

Vorhaben: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage Detailerkundung am Standort Nord	Anlage: 3.1	Maßstab: 1:200
	Bohrfirma: K&H	Bohrdatum: 21.09.2018
	Rechtswert: 0,0	Hochwert: 0,0
	Bearbeiter: P. Müller	Bearb.datum: 27.09.2018
	Geprüft: R. Ehrenbrand	
Auftraggeber: Klenk Holz GmbH		
Ort d. Bohrung: Oberrot		
Tiefenprofil KB 1.3 Vorerkundung Standort Nord	R & H Umwelt GmbH Niederlassung West Veitshöchheimer Straße 1c 97080 Würzburg Telefon 0931 78 02 14-0 west@rh-umwelt.de	

Anlage 3.2

Schichtenverzeichnisse Vorerkundung Standort Nord



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage, Detailerkundung am Standort Nord

Datum: 21.09.2018

Bohrung: KB 1.1

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,10	a) Asphalt							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
1,70	a) Kies, sandig, steinig							
	b) Kalkschotter							
	c)	d)	e) grau					
	f) Auffüllung	g)	h)	i) ++				
2,50	a) Ton, stark schluffig				Grundwasserspiegel in Ruhe 2.50m			
	b)							
	c) steif	d)	e) ocker					
	f)	g) Quartär	h)	i) 0				
4,70	a) Sand, schluffig							
	b) Torf							
	c)	d)	e) grau					
	f)	g) Quartär	h)	i) 0				
7,40	a) Tonstein, Gips, verwittert, aufgelockert				5-5, 5 m Gips ausgelöst			
	b)							
	c)	d)	e) grau bis rtl					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Myophorien-Schichten	h)	i) 0-+				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage, Detailerkundung am Standort Nord

Datum: 21.09.2018

Bohrung: KB 1.1

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
12,00	a) Tonstein							
	b)							
	c)	d)	e) rot bis violett					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Myophorien-Schichten	h)	i) 0				
15,90	a) Tonstein							
	b) aufgelockert							
	c)	d)	e) rot bis violett					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Myophorien-Schichten	h)	i) 0				
16,50	a) Gips, Tonstein							
	b)							
	c)	d)	e) grau					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Myophorien-Schichten	h)	i) 0				
19,00	a) Tonstein							
	b)							
	c)	d)	e) grau					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Myophorien-Schichten	h)	i) 0				
19,20	a) Gips							
	b)							
	c)	d)	e) weiß					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Myophorien-Schichten	h)	i) 0				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage, Detailerkundung am Standort Nord

Datum: 21.09.2018

Bohrung: KB 1.1

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
19,60	a) Tonstein							
	b)							
	c)	d)	e) grau					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Myophorien-Schichten	h)	i) 0				
22,10	a) Tonstein							
	b) mit vereinzelt Gipslagen							
	c)	d)	e) rtlgr					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Myophorien-Schichten	h)	i) 0				
23,00	a) Gips							
	b)							
	c)	d)	e) weiß					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Grundgips	h)	i) 0				
23,60	a) Tonstein							
	b)							
	c)	d)	e) grau					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Grundgips	h)	i) 0				
24,50	a) Gips							
	b)							
	c)	d)	e) grau bis weiß					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Grundgips	h)	i) 0				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage, Detailerkundung am Standort Nord

Datum: 21.09.2018

Bohrung: KB 1.1

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
26,50	a) Gips, Tonstein							
	b)							
	c)	d)	e) weißgrau bis rtl					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Grundgips	h)	i) 0				
29,30	a) Gips							
	b) mit Tonsteinlagen							
	c)	d)	e) weiß					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Grundgips	h)	i)				
30,00	a) Tonstein							
	b)							
	c)	d)	e) grau					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Grundgips	h)	i)				
36,00	a) Gips				ET			
	b) Anhydrit							
	c)	d)	e)					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Grundgips	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage, Detailerkundung am Standort Nord

Datum: 21.09.2018

Bohrung: KB 1.2

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,10	a) Asphalt							
	b)							
	c)	d)	e) schwarz					
	f)	g)	h)	i)				
1,20	a) Kies, sandig, steinig							
	b) Kalkschotter							
	c)	d)	e) grau					
	f) Auffüllung	g)	h)	i) ++				
1,50	a) Schluff, sandig, kiesig				naß			
	b) Torf							
	c)	d)	e) dunkelgrau					
	f)	g) Quartär	h)	i) 0-+				
3,20	a) Ton, stark schluffig, feinsandig				Grundwasserspiegel in Ruhe 2.65m			
	b)							
	c)	d)	e) ockerbraun					
	f)	g) Quartär	h)	i) 0				
4,00	a) Schluff, sandig							
	b) Torf							
	c)	d)	e) grau					
	f)	g)	h)	i) 0				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage, Detailerkundung am Standort Nord

Datum: 21.09.2018

Bohrung: KB 1.2

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
5,30	a) Sand, stark schluffig							
	b) Torf							
	c)	d)	e) grau					
	f)	g) Quartär	h)	i) 0				
6,30	a) Tonstein, verwittert							
	b) mit Gips							
	c)	d)	e) rotgrau					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i) 0				
12,60	a) Tonstein							
	b) aufgelockert							
	c)	d)	e) rotgrau					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i) 0				
13,00	a) Tonstein							
	b)							
	c)	d)	e) rot bis violett					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i) 0				
16,50	a) Tonstein							
	b) mit Dolomitbänkchen							
	c)	d)	e) grau bis rot					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i) 0				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage, Detailerkundung am Standort Nord

Datum: 21.09.2018

Bohrung: KB 1.2

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
17,10	a) Tonstein							
	b)							
	c) hart	d)	e) grau					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i) 0				
19,70	a) Tonstein							
	b)							
	c)	d)	e) rot bis grau					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i) 0				
19,80	a) Gips							
	b)							
	c)	d)	e) weiß					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i) 0				
23,80	a) Tonstein							
	b) mit Gips							
	c)	d)	e) rtlgr					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i) 0				
24,00	a) Gips							
	b)							
	c)	d)	e) weiß					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i) 0				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage, Detailerkundung am Standort Nord

Datum: 21.09.2018

Bohrung: KB 1.2

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
24,70	a) Tonstein							
	b)							
	c)	d)	e) grau					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i) 0				
26,60	a) Tonstein, Gips							
	b)							
	c)	d)	e) rtlgr					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Grundgips	h)	i) 0				
27,70	a) Tonstein, Gips							
	b) Anhydrit							
	c)	d)	e) rot bis weiß					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i) 0				
30,30	a) Gips							
	b) Anhydrit							
	c)	d)	e) grau					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i) 0				
33,50	a) Gips, Tonstein							
	b)							
	c)	d)	e) grau					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i)				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage, Detailerkundung am Standort Nord

Datum: 21.09.2018

Bohrung: KB 1.2

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
36,00	a) Gips				ET			
	b) Anhydrit							
	c)	d)	e)					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage, Detailerkundung am Standort Nord

Datum: 21.09.2018

Bohrung: KB 1.3

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
1,70	a) Kies, steinig, sandig							
	b) Kalkschotter							
	c)	d)	e) grau					
	f) Auffüllung	g)	h)	i) ++				
2,00	a) Ton, stark schluffig							
	b)							
	c) steif bis halbfest	d)	e) rotbraun					
	f)	g) Quartär	h)	i) 0				
2,30	a) Schluff, schwach tonig, sandig							
	b)							
	c) weich	d)	e) grau					
	f)	g) Quartär	h)	i) 0				
4,90	a) Sand, schwach schluffig				Grundwasserspiegel in Ruhe 2.40m			
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g) Quartär	h)	i) 0				
6,10	a) Schluff, schwach kiesig, Gips							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g) Quartär	h)	i) 0-+				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage, Detailerkundung am Standort Nord

Datum: 21.09.2018

Bohrung: KB 1.3

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
7,40	a) Tonstein							
	b)							
	c)	d)	e) grüngrau					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Myophorien-Schichten	h)	i) 0				
9,80	a) Tonstein							
	b)							
	c)	d)	e) rot bis violett					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Myophorien-Schichten	h)	i) 0				
11,70	a) Tonstein							
	b) aufgelockert							
	c)	d)	e) rot bis violett					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Myophorien-Schichten	h)	i) 0				
14,40	a) Tonstein							
	b) aufgelockert							
	c)	d)	e) rot bis grau					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Myophorien-Schichten	h)	i) 0				
14,70	a) Gips							
	b)							
	c)	d)	e) weiß					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Myophorien-Schichten	h)	i) 0				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage, Detailerkundung am Standort Nord

Datum: 21.09.2018

Bohrung: KB 1.3

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
17,40	a) Tonstein							
	b)							
	c)	d)	e) grüngrau					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Myophorien-Schichten	h)	i) 0				
18,00	a) Tonstein							
	b) mit Gips							
	c)	d)	e) grau					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Myophorien-Schichten	h)	i) 0				
18,30	a) Gips							
	b)							
	c)	d)	e) weiß					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Grundgips	h)	i) 0				
20,00	a) Tonstein							
	b) mit wenig Gips							
	c)	d)	e) rotgrau					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Grundgips	h)	i) 0				
21,70	a) Tonstein							
	b)							
	c)	d)	e) grau					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Grundgips	h)	i) 0				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage, Detailerkundung am Standort Nord

Datum: 21.09.2018

Bohrung: KB 1.3

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
24,60	a) Tonstein, Fasergips							
	b)							
	c)	d)	e) rtlgr					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Grundgips	h)	i) 0				
26,00	a) Tonstein, Gips							
	b)							
	c)	d)	e) rtlgr					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Grundgips	h)	i) 0				
26,60	a) Gips							
	b) Tonsteinlagen							
	c)	d)	e) grau					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Grundgips	h)	i) 0				
27,30	a) Gips							
	b)							
	c)	d)	e) weiß					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Grundgips	h)	i) 0				
27,70	a) Tonstein							
	b)							
	c)	d)	e) grau					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Grundgips	h)	i) 0				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage, Detailerkundung am Standort Nord

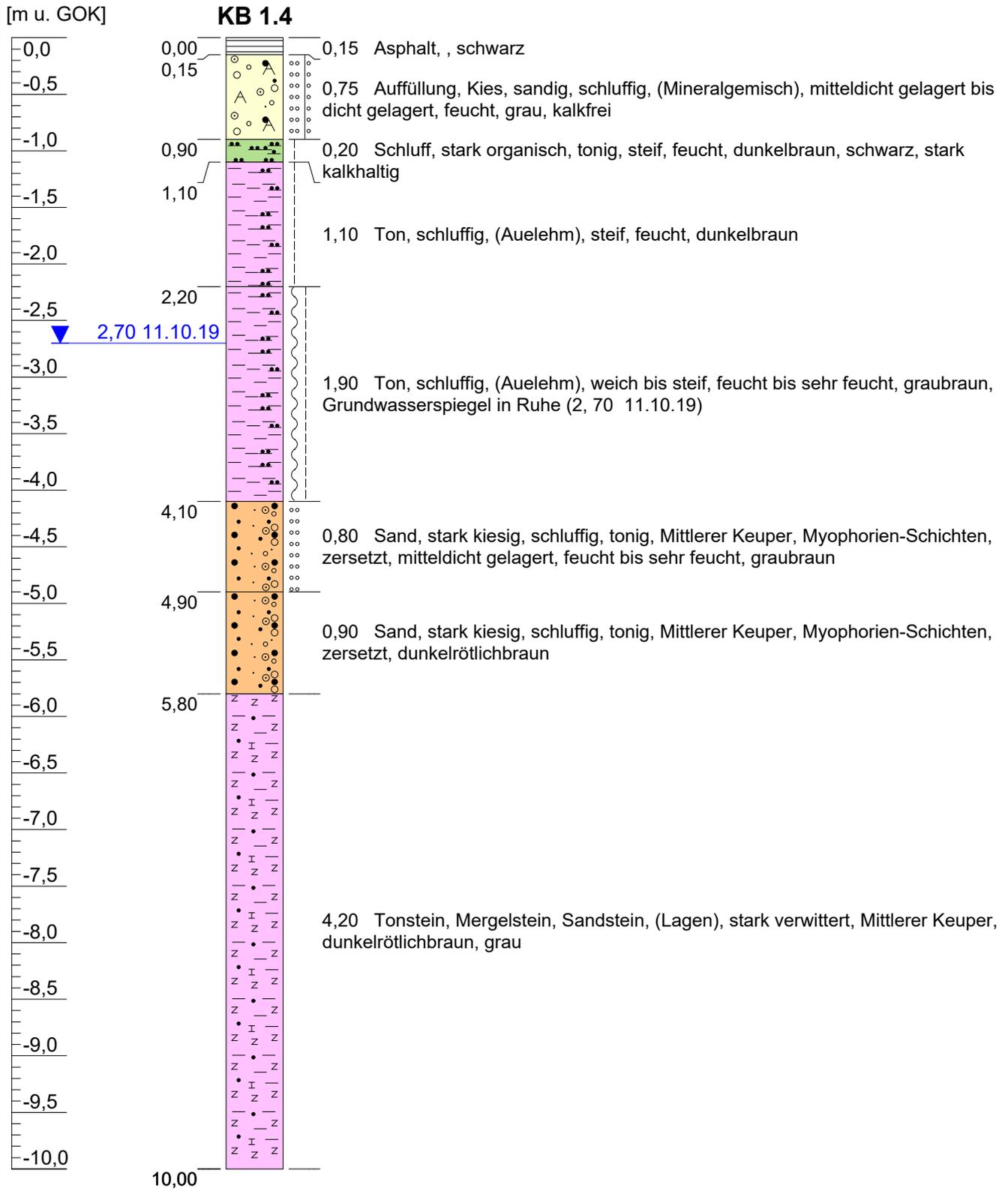
Datum: 21.09.2018

Bohrung: KB 1.3

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
29,70	a) Gips							
	b) mit Tonsteinlagen							
	c)	d)	e) grau bis weiß					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Grundgips	h)	i) 0				
31,00	a) Tonstein							
	b) mit Fasergips							
	c)	d)	e) grau bis weiß					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Grundgips	h)	i) 0				
36,00	a) Gips				ET			
	b) Anhydrit							
	c)	d)	e)					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Grundgips	h)	i) 0				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

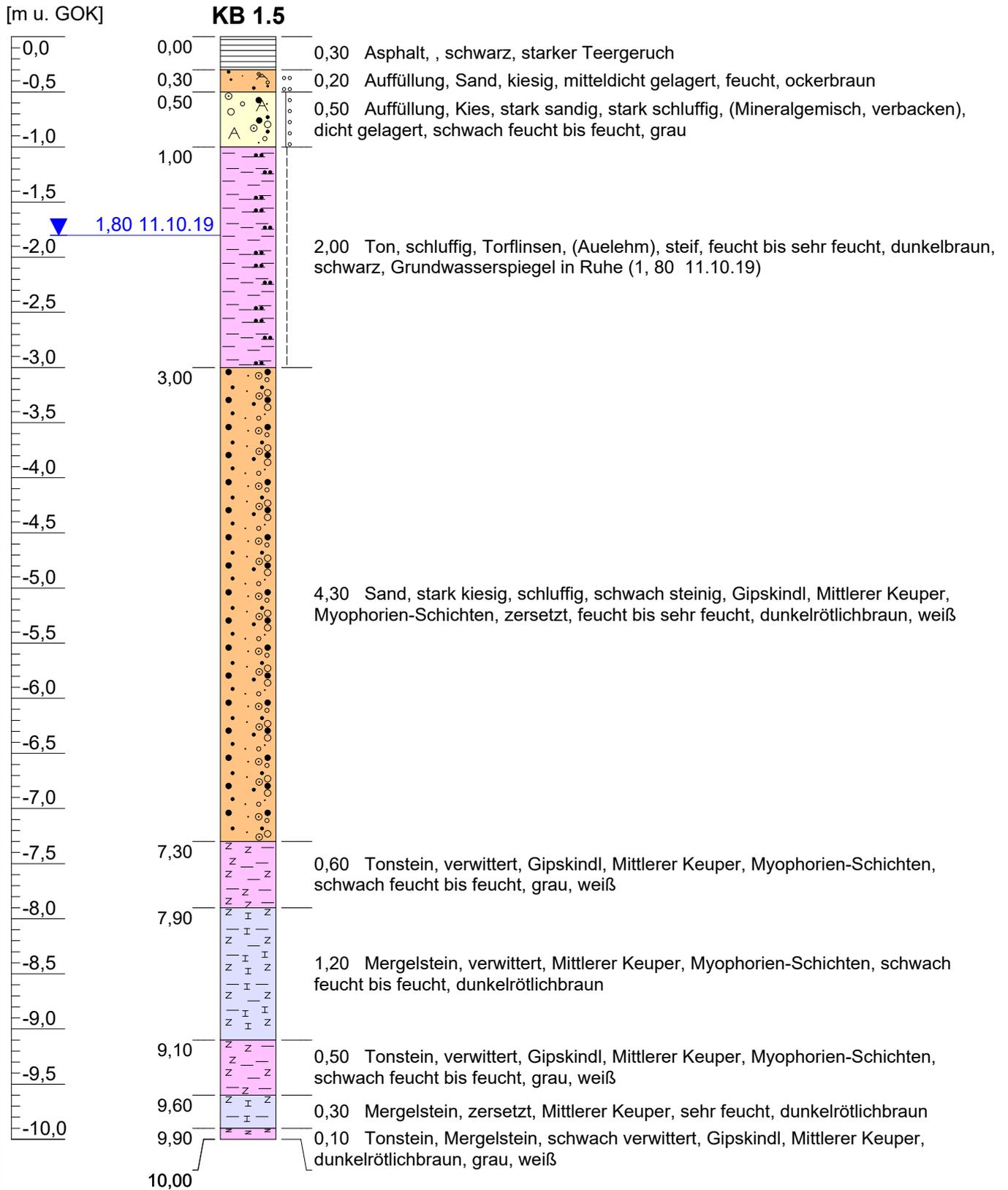
Anlage 3.3

Tiefenprofile Detailerkundung Standort Nord



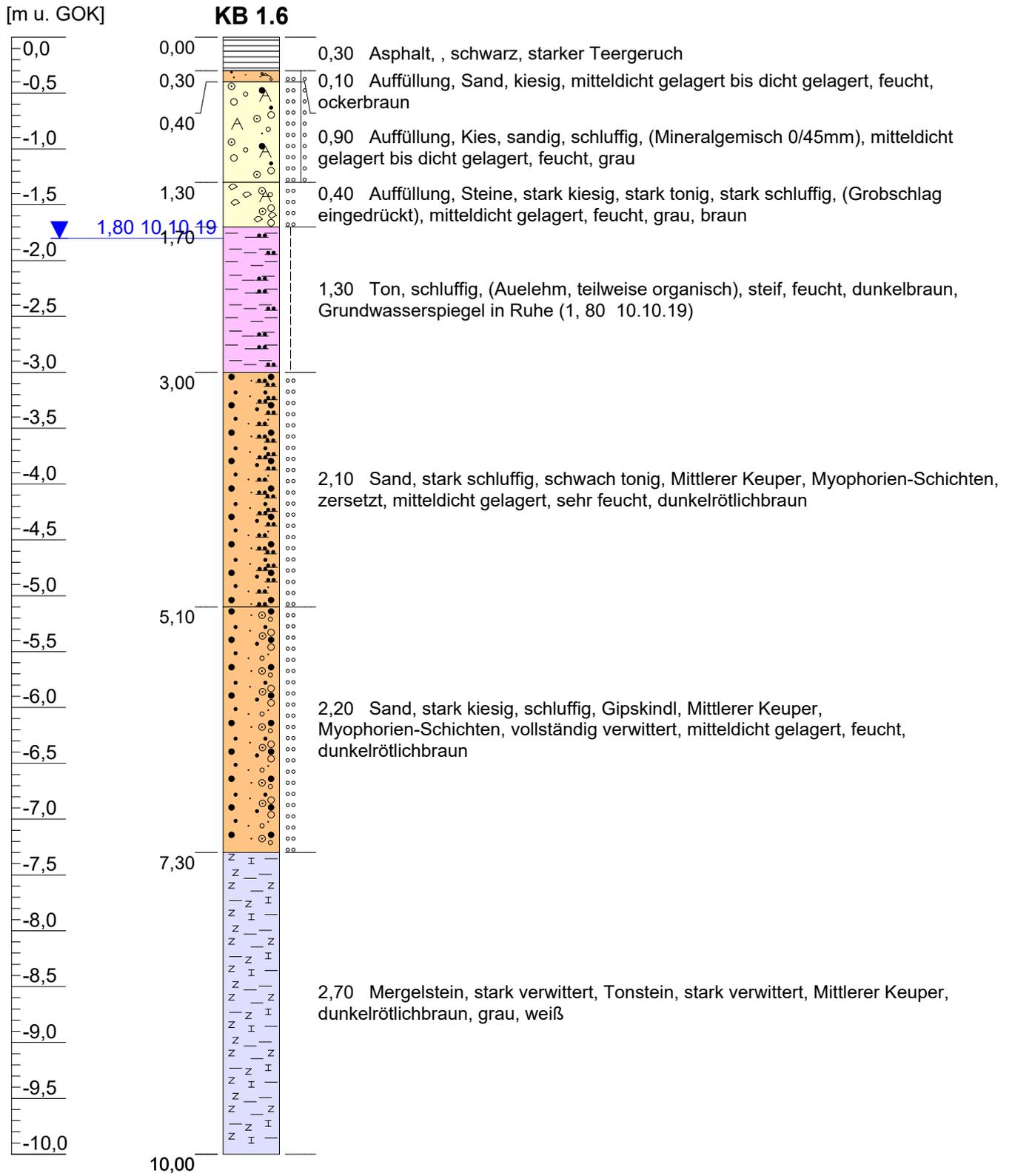
Vorhaben: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage Detailerkundung am Standort Nord Auftraggeber: Klenk Holz GmbH Ort d. Bohrung: Oberrot	Anlage: 3.3	Maßstab: 1:50
	Bohrfirma: Keller & Hahn	Bohrdatum: 11.10.2019
	Rechtswert: 0,0	Hochwert: 0,0
	Bearbeiter: D. Feld	Bearb.datum: 17.10.2019
	Geprüft: R & H	
Tiefenprofil KB 1.4 Detailerkundung Standort Nord		R & H Umwelt GmbH Niederlassung West Veitshöchheimer Straße 1c 97080 Würzburg Telefon 0931 78 02 14-0 west@rh-umwelt.de



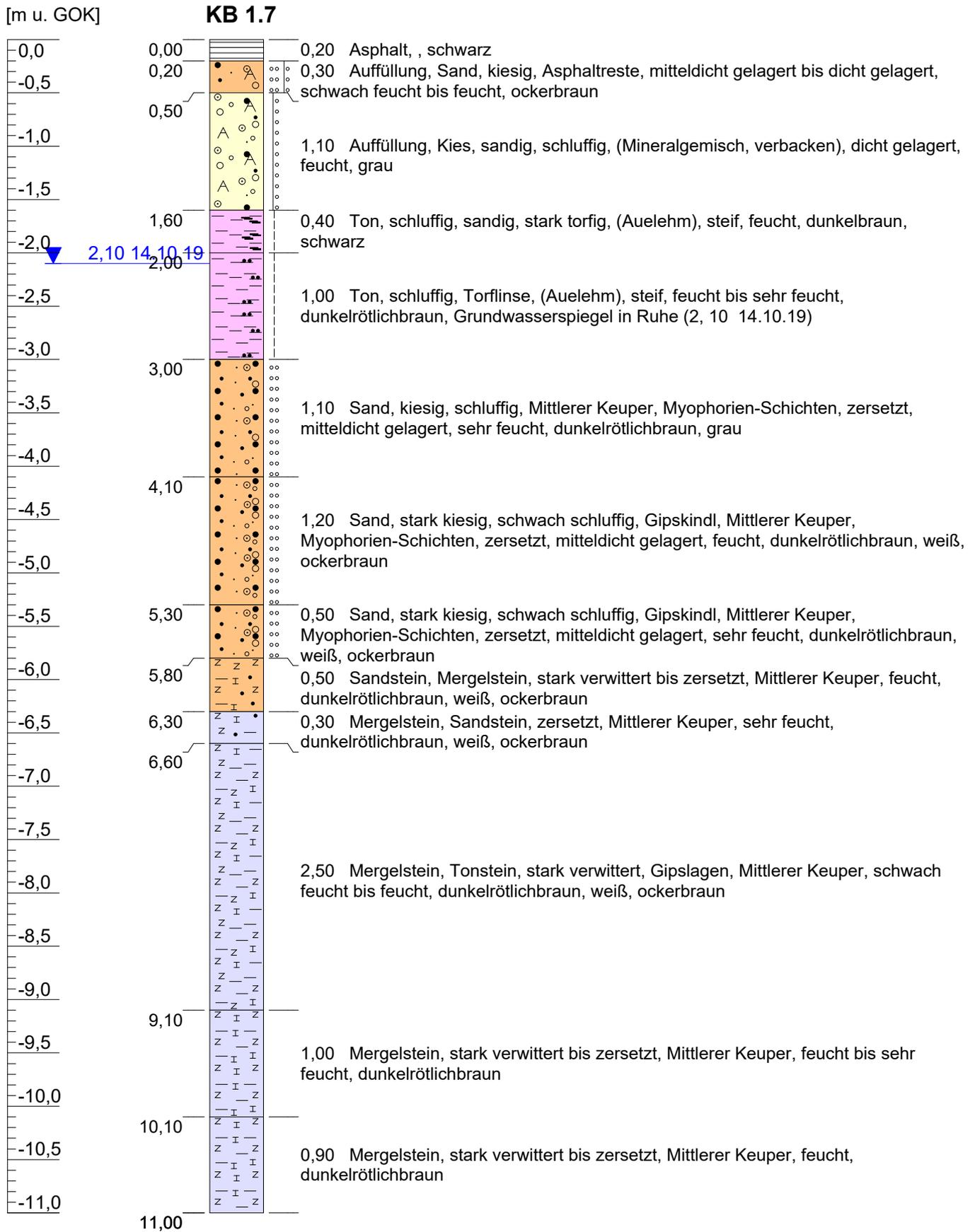


Vorhaben: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage Detailerkundung am Standort Nord Auftraggeber: Klenk Holz GmbH Ort d. Bohrung: Oberrot	Anlage: 3.3	Maßstab: 1:50
	Bohrfirma: Keller & Hahn	Bohrdatum: 11.10.2019
	Rechtswert: 0,0	Hochwert: 0,0
	Bearbeiter: D. Feld	Bearb.datum: 17.10.2019
	Geprüft: R & H	
Tiefenprofil KB 1.5 Detailerkundung Standort Nord		R & H Umwelt GmbH Niederlassung West Veitshöchheimer Straße 1c 97080 Würzburg Telefon 0931 78 02 14-0 west@rh-umwelt.de



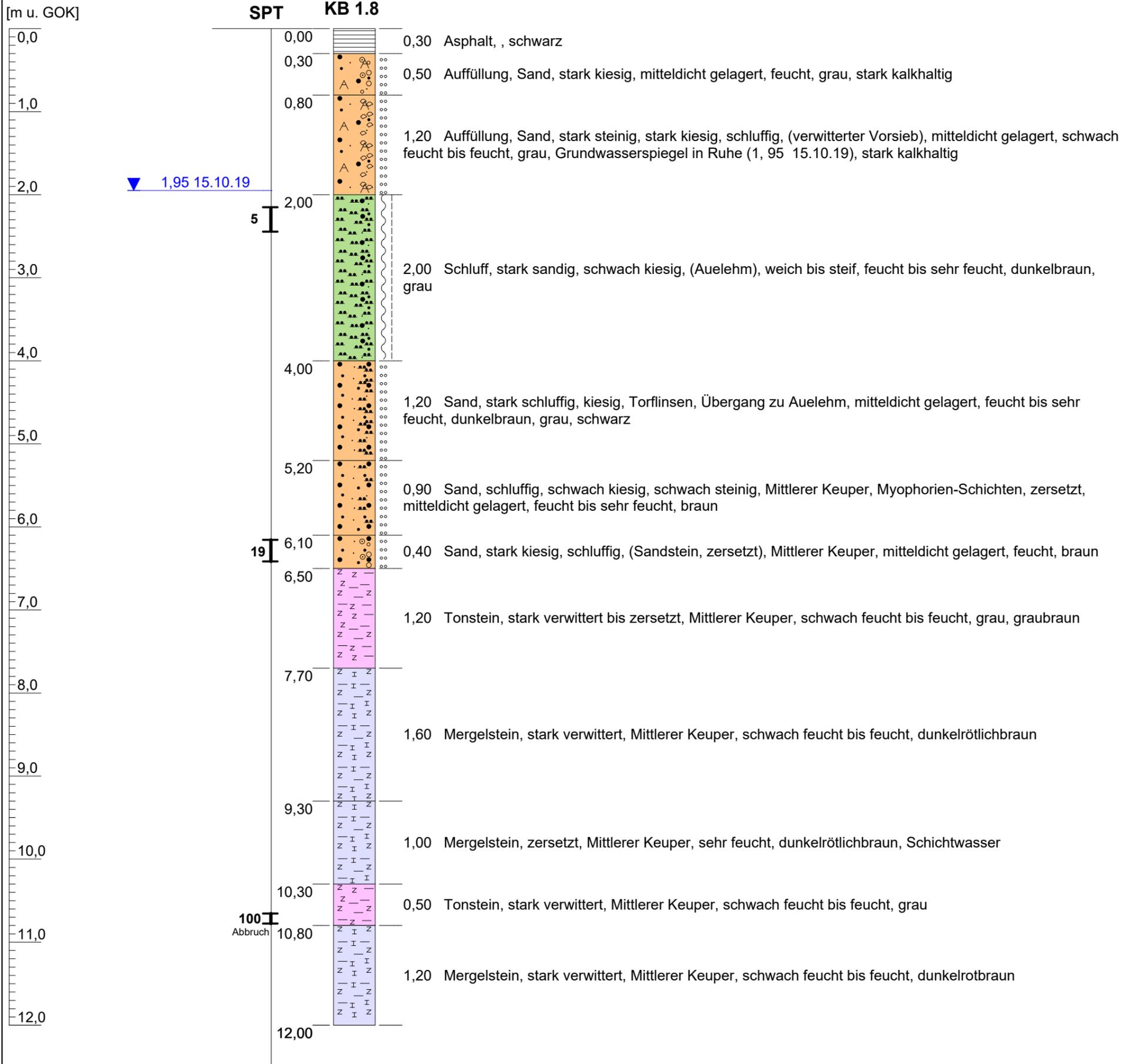


Vorhaben: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage Detailerkundung am Standort Nord	Anlage: 3.3	Maßstab: 1:50
	Bohrfirma: Keller & Hahn	Bohrdatum: 10.10.2019
	Rechtswert: 0,0	Hochwert: 0,0
	Bearbeiter: D. Feld	Bearb.datum: 17.10.2019
	Geprüft: R & H	
Auftraggeber: Klenk Holz GmbH		
Ort d. Bohrung: Oberrot		
Tiefenprofil KB 1.6 Detailerkundung Standort Nord	R & H Umwelt GmbH Niederlassung West Veitshöchheimer Straße 1c 97080 Würzburg Telefon 0931 78 02 14-0 west@rh-umwelt.de	



Vorhaben: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage Detailerkundung am Standort Nord Auftraggeber: Klenk Holz GmbH Ort d. Bohrung: Oberrot	Anlage: 3.3	Maßstab: 1:50
	Bohrfirma: Keller & Hahn	Bohrdatum: 14.10.2019
	Rechtswert: 0,0	Hochwert: 0,0
	Bearbeiter: D. Feld	Bearb.datum: 17.10.2019
	Geprüft: R & H	
Tiefenprofil KB 1.7 Detailerkundung Standort Nord		R & H Umwelt GmbH Niederlassung West Veitshöchheimer Straße 1c 97080 Würzburg Telefon 0931 78 02 14-0 west@rh-umwelt.de





W: Projekte: 18A0634-2_Klenk_Holz_Oberrot_Pelletieranlage/Detailerkundung/GEODIN/191031_18A0634-2_a3.3_tp_kb1.8

<p>Vorhaben: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage Detailerkundung am Standort Nord</p> <p>Auftraggeber: Klenk Holz GmbH</p> <p>Ort d. Bohrung: Oberrot</p>	Anlage: 3.3	Maßstab: 1:50
	Bohrfirma: Keller & Hahn	Bohrdatum: 14.10.2019
	Rechtswert: 0,0	Hochwert: 0,0
	Bearbeiter: D. Feld	Bearb.datum: 17.10.2019
	Geprüft:	
<p>Tiefenprofil KB 1.8 Detailerkundung Standort Nord</p>		<p>R&H Umwelt GmbH Niederlassung West Veitshöchheimer Straße 1c Telefon 0931 78 02 14-0 west@rh-umwelt.de</p> 

Anlage 3.4

Schichtenverzeichnisse Detailerkundung Standort
Nord



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage, Detailerkundung am Standort Nord

Datum: 11.10.2019

Bohrung: KB 1.4

1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe		i) Kalk- gehalt		
0,15	a)						
	b)						
	c)	d)	e) schwarz				
	f) Asphalt	g)	h)				
0,90	a) Kies, sandig, schluffig, (Mineralgemisch)						
	b)						
	c) mitteldicht gelagert bis dicht gelagert, feucht	d)	e) grau				
	f) Auffüllung	g)	h)				
1,10	a) Schluff, stark organisch, tonig						
	b)						
	c) steif, feucht	d)	e) dunkelbraun, schwarz				
	f)	g)	h)				
2,20	a) Ton, schluffig, (Auelehm)						
	b)						
	c) steif, feucht	d)	e) dunkelbraun				
	f)	g)	h)				
4,10	a) Ton, schluffig, (Auelehm)			Grundwasserspiegel in Ruhe 2.70m (11.10.19)			
	b)						
	c) weich bis steif, feucht bis sehr feucht	d)	e) graubraun				
	f)	g)	h)				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage, Detailerkundung am Standort Nord

Datum: 11.10.2019

Bohrung: KB 1.4

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
4,90	a) Sand, stark kiesig, schluffig, tonig							
	b)							
	c) mitteldicht gelagert, feucht bis sehr feucht	d)	e) graubraun					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Myophorien-Schichten,	h)	i)				
5,80	a) Sand, stark kiesig, schluffig, tonig							
	b)							
	c)	d)	e) dunkelrötlichbraun					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Myophorien-Schichten,	h)	i)				
10,00	a) Tonstein, Mergelstein, Sandstein, (Lagen), stark verwittert							
	b)							
	c)	d)	e) dunkelrötlichbraun, grau					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage, Detailerkundung am Standort Nord

Datum: 11.10.2019

Bohrung: KB 1.5

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,30	a)				starker Teergeruch			
	b)							
	c)	d)	e) schwarz					
	f) Asphalt	g)	h)	i)				
0,50	a) Sand, kiesig							
	b)							
	c) mitteldicht gelagert, feucht	d)	e) ockerbraun					
	f) Auffüllung	g)	h)	i)				
1,00	a) Kies, stark sandig, stark schluffig, (Mineralgemisch, verbacken)							
	b)							
	c) dicht gelagert, schwach feucht bis	d)	e) grau					
	f) Auffüllung	g)	h)	i)				
3,00	a) Ton, schluffig, Torflinsen, (Auelemm)				Grundwasserspiegel in Ruhe 1.80m (11.10.19)			
	b)							
	c) steif, feucht bis sehr feucht	d)	e) dunkelbraun, schwarz					
	f)	g)	h)	i)				
7,30	a) Sand, stark kiesig, schluffig, schwach steinig, Gipskindl							
	b)							
	c) feucht bis sehr feucht	d)	e) dunkelrötlichbraun, weiß					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Myophorien-Schichten,	h)	i)				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage, Detailerkundung am Standort Nord

Datum: 11.10.2019

Bohrung: KB 1.5

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
7,90	a) Tonstein, verwittert, Gipskindl							
	b)							
	c) schwach feucht bis feucht	d)	e) grau, weiß					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Myophorien-Schichten	h)	i)				
9,10	a) Mergelstein, verwittert							
	b)							
	c) schwach feucht bis feucht	d)	e) dunkelrötlichbraun					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Myophorien-Schichten	h)	i)				
9,60	a) Tonstein, verwittert, Gipskindl							
	b)							
	c) schwach feucht bis feucht	d)	e) grau, weiß					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Myophorien-Schichten	h)	i)				
9,90	a) Mergelstein, zersetzt							
	b)							
	c) sehr feucht	d)	e) dunkelrötlichbraun					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i)				
10,00	a) Tonstein, Mergelstein, schwach verwittert, Gipskindl							
	b)							
	c)	d)	e) dunkelrötlichbraun, grau, weiß					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i)				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage, Detailerkundung am Standort Nord

Datum: 10.10.2019

Bohrung: KB 1.6

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,30	a)				starker Teergeruch			
	b)							
	c)	d)	e) schwarz					
	f) Asphalt	g)	h)	i)				
0,40	a) Sand, kiesig							
	b)							
	c) mitteldicht gelagert bis dicht gelagert, feucht	d)	e) ockerbraun					
	f) Auffüllung	g)	h)	i)				
1,30	a) Kies, sandig, schluffig, (Mineralgemisch 0/45mm)							
	b)							
	c) mitteldicht gelagert bis dicht gelagert, feucht	d)	e) grau					
	f) Auffüllung	g)	h)	i)				
1,70	a) Steine, stark kiesig, stark tonig, stark schluffig, (Grobschlag eingedrückt)							
	b)							
	c) mitteldicht gelagert, feucht	d)	e) grau, braun					
	f) Auffüllung	g)	h)	i)				
3,00	a) Ton, schluffig, (Auelehm, teilweise organisch)				Grundwasserspiegel in Ruhe 1.80m (10.10.19)			
	b)							
	c) steif, feucht	d)	e) dunkelbraun					
	f)	g)	h)	i)				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage, Detailerkundung am Standort Nord

Datum: 10.10.2019

Bohrung: KB 1.6

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
5,10	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig							
	b)							
	c) mitteldicht gelagert, sehr feucht	d)	e) dunkelrötlichbraun					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Myophorien-Schichten,	h)	i)				
7,30	a) Sand, stark kiesig, schluffig, Gipskindl							
	b)							
	c) mitteldicht gelagert, feucht	d)	e) dunkelrötlichbraun					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Myophorien-Schichten,	h)	i)				
10,00	a) Mergelstein, stark verwittert, Tonstein, stark verwittert							
	b)							
	c)	d)	e) dunkelrötlichbraun, grau, weiß					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage, Detailerkundung am Standort Nord

Datum: 14.10.2019

Bohrung: KB 1.7

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,20	a)							
	b)							
	c)	d)	e) schwarz					
	f) Asphalt	g)	h)	i)				
0,50	a) Sand, kiesig, Asphaltreste							
	b)							
	c) mitteldicht gelagert bis dicht gelagert,	d)	e) ockerbraun					
	f) Auffüllung	g)	h)	i)				
1,60	a) Kies, sandig, schluffig, (Mineralgemisch, verbacken)							
	b)							
	c) dicht gelagert, feucht	d)	e) grau					
	f) Auffüllung	g)	h)	i)				
2,00	a) Ton, schluffig, sandig, stark torfig, (Auelehm)							
	b)							
	c) steif, feucht	d)	e) dunkelbraun, schwarz					
	f)	g)	h)	i)				
3,00	a) Ton, schluffig, Torflinse, (Auelehm)				Grundwasserspiegel in Ruhe 2.10m (14.10.19)			
	b)							
	c) steif, feucht bis sehr feucht	d)	e) dunkelrötlichbraun					
	f)	g)	h)	i)				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage, Detailerkundung am Standort Nord

Datum: 14.10.2019

Bohrung: KB 1.7

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
4,10	a) Sand, kiesig, schluffig							
	b)							
	c) mitteldicht gelagert, sehr feucht	d)	e) dunkelrötlichbraun, grau					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Myophorien-Schichten,	h)	i)				
5,30	a) Sand, stark kiesig, schwach schluffig, Gipskindl							
	b)							
	c) mitteldicht gelagert, feucht	d)	e) dunkelrötlichbraun, weiß, ockerbraun					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Myophorien-Schichten,	h)	i)				
5,80	a) Sand, stark kiesig, schwach schluffig, Gipskindl							
	b)							
	c) mitteldicht gelagert, sehr feucht	d)	e) dunkelrötlichbraun, weiß, ockerbraun					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Myophorien-Schichten,	h)	i)				
6,30	a) Sandstein, Mergelstein, stark verwittert bis zersetzt							
	b)							
	c) feucht	d)	e) dunkelrötlichbraun, weiß, ockerbraun					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i)				
6,60	a) Mergelstein, Sandstein, zersetzt							
	b)							
	c) sehr feucht	d)	e) dunkelrötlichbraun, weiß, ockerbraun					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i)				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage, Detailerkundung am Standort Nord

Datum: 14.10.2019

Bohrung: KB 1.7

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
9,10	a) Mergelstein, Tonstein, stark verwittert, Gipslagen							
	b)							
	c) schwach feucht bis feucht	d)	e) dunkelrötlichbraun, weiß, ockerbraun					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i)				
10,10	a) Mergelstein, stark verwittert bis zersetzt							
	b)							
	c) feucht bis sehr feucht	d)	e) dunkelrötlichbraun					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i)				
11,00	a) Mergelstein, stark verwittert bis zersetzt							
	b)							
	c) feucht	d)	e) dunkelrötlichbraun					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage, Detailerkundung am Standort Nord

Bohrzeit:
von: 14.10.2019
bis: 15.10.2019

Bohrung: KB 1.8

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,30	a)							
	b)							
	c)	d)	e) schwarz					
	f) Asphalt	g)	h)	i)				
0,80	a) Sand, stark kiesig							
	b)							
	c) mitteldicht gelagert, feucht	d)	e) grau					
	f) Auffüllung	g)	h)	i) ++				
2,00	a) Sand, stark steinig, stark kiesig, schluffig, (verwitterter Vorsieb)				Grundwasserspiegel in Ruhe 1.95m (15.10.19)			
	b)							
	c) mitteldicht gelagert, schwach feucht bis	d)	e) grau					
	f) Auffüllung	g)	h)	i) ++				
4,00	a) Schluff, stark sandig, schwach kiesig, (Auelehm)							
	b)							
	c) weich bis steif, feucht bis sehr feucht	d)	e) dunkelbraun, grau					
	f)	g)	h)	i)				
5,20	a) Sand, stark schluffig, kiesig, Torflinsen, Übergang zu Auelehm							
	b)							
	c) mitteldicht gelagert, feucht bis sehr feucht	d)	e) dunkelbraun, grau, schwarz					
	f)	g)	h)	i)				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage, Detailerkundung am Standort Nord

Bohrzeit:
von: 14.10.2019
bis: 15.10.2019

Bohrung: KB 1.8

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
6,10	a) Sand, schluffig, schwach kiesig, schwach steinig							
	b)							
	c) mitteldicht gelagert, feucht bis sehr feucht	d)	e) braun					
	f)	g) Mittlerer Keuper, Myophorien-Schichten,	h)	i)				
6,50	a) Sand, stark kiesig, schluffig, (Sandstein, zersetzt)							
	b)							
	c) mitteldicht gelagert, feucht	d)	e) braun					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i)				
7,70	a) Tonstein, stark verwittert bis zersetzt							
	b)							
	c) schwach feucht bis feucht	d)	e) grau, graubraun					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i)				
9,30	a) Mergelstein, stark verwittert							
	b)							
	c) schwach feucht bis feucht	d)	e) dunkelrötlichbraun					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i)				
10,30	a) Mergelstein, zersetzt				Schichtwasser			
	b)							
	c) sehr feucht	d)	e) dunkelrötlichbraun					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i)				



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt: Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage, Detailerkundung am Standort Nord

Bohrzeit:
von: 14.10.2019
bis: 15.10.2019

Bohrung: KB 1.8

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
10,80	a) Tonstein, stark verwittert							
	b)							
	c) schwach feucht bis feucht	d)	e) grau					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i)				
12,00	a) Mergelstein, stark verwittert							
	b)							
	c) schwach feucht bis feucht	d)	e) dunkelrotbraun					
	f)	g) Mittlerer Keuper	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

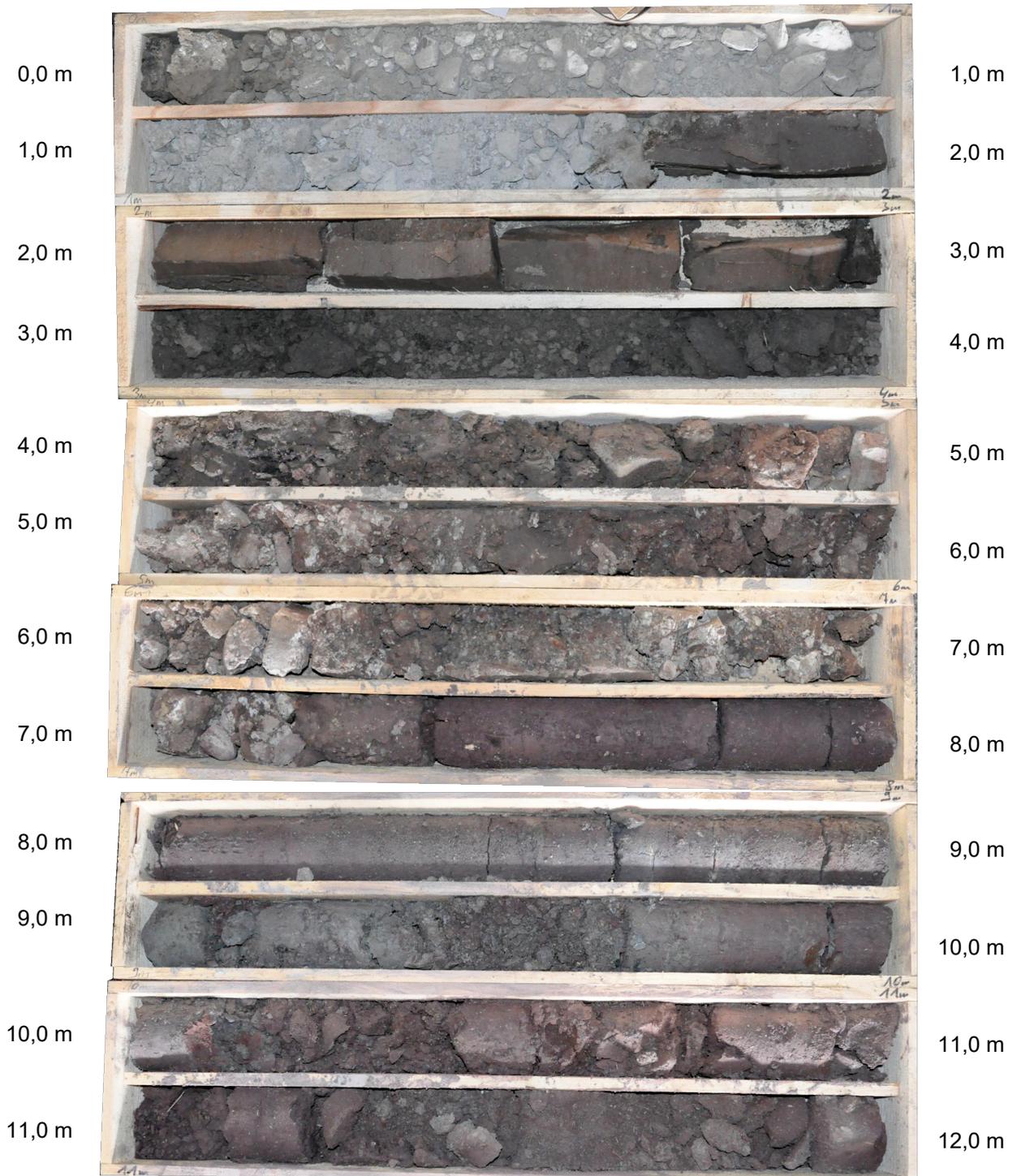
Anlage 4

Fotodokumentation

Anlage 4.1

Fotodokumentation Vorerkundung Standort Nord

KB 1.1 - 0,00 - 12,00



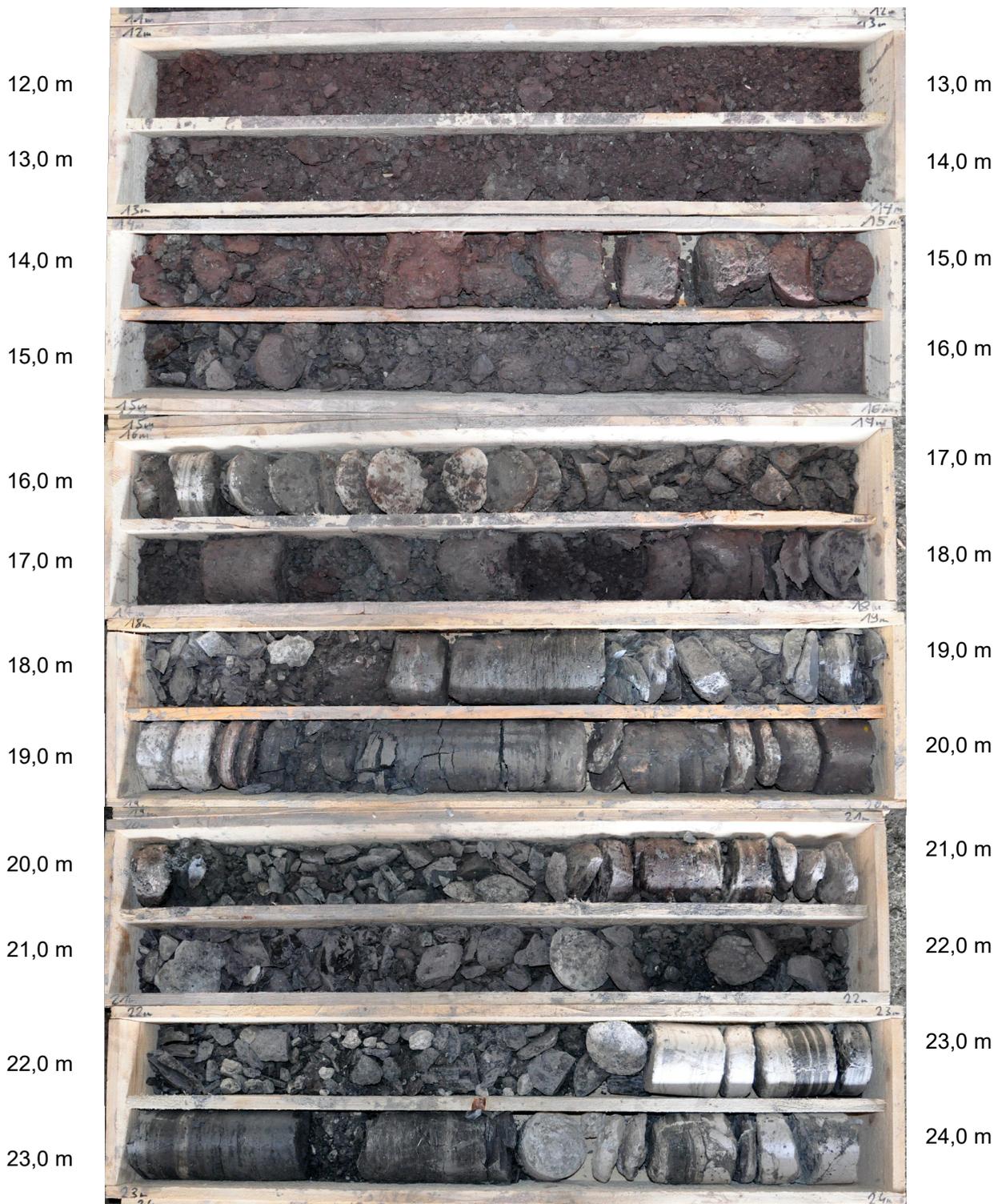
Vorhaben: Neubau einer Holzpelletieranlage auf dem Werksgelände Oberrot Orientierende Erkundung - 2 Standorte Auftraggeber: Klenk Holz GmbH Untersuchungsort: Oberrot	Anlage: 4.1.1	Maßstab: 1: 50 / 1:20
	Bohrfirma: K&H	Bohrdatum: 02.10.2015
	Rechtswert: 4495865,24	Hochwert: 5514014,79
	Bearbeiter: Müller	Bearb.datum: 01.12.2016
	Geprüft: Ischganeit, 02.12.2016	

Fotodokumentation Baugrundaufschlussbohrungen

R & H Umwelt GmbH
 Zentrale
 Schnorrstraße 5a
 90471 Nürnberg
 Telefon 0911 86 88-10
 info@rh-umwelt.de

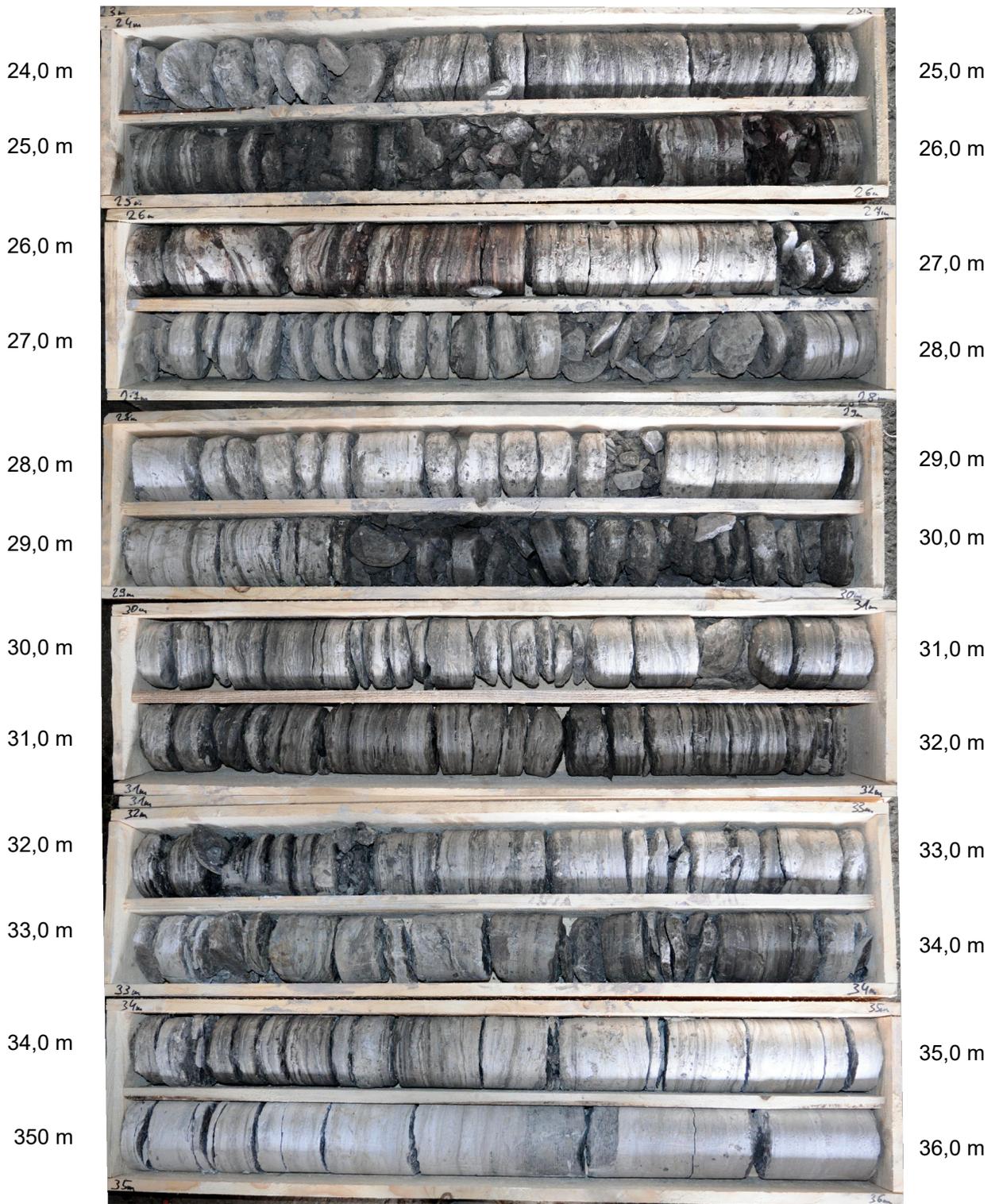


KB 1.1 - 12,00 - 24,00



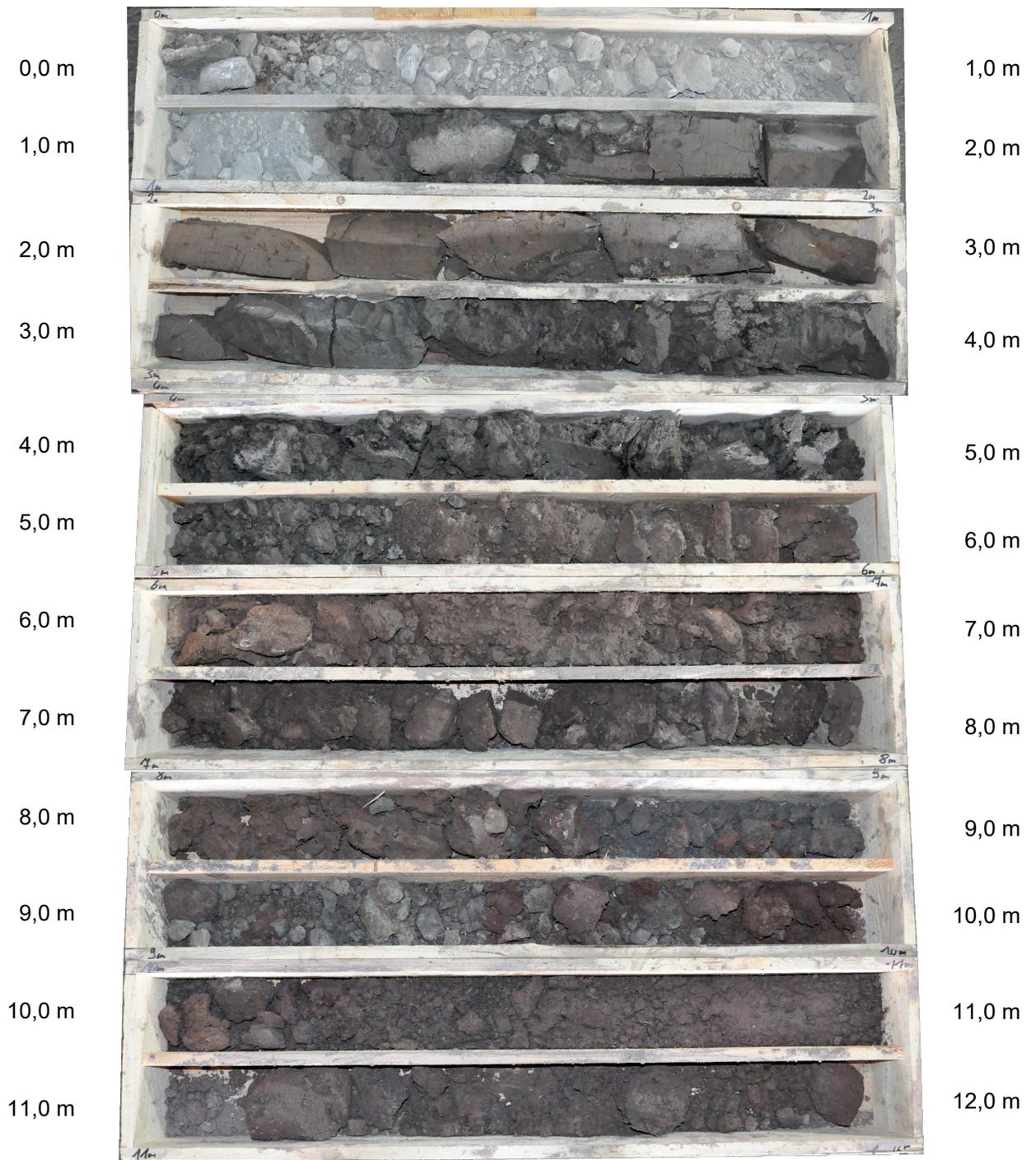
Vorhaben: Neubau einer Holzpelletieranlage auf dem Werksgelände Oberrot Orientierende Erkundung - 2 Standorte Auftraggeber: Klenk Holz GmbH Untersuchungsort: Oberrot	Anlage: 4.1.1	Maßstab: 1: 50 / 1:20
	Bohrfirma: K&H	Bohrdatum: 02.10.2015
	Rechtswert: 4495865,24	Hochwert: 5514014,79
	Bearbeiter: Müller	Bearb.datum: 01.12.2016
	Geprüft: Ischganeit, 02.12.2016	
Fotodokumentation Baugrundaufschlussbohrungen	R & H Umwelt GmbH Zentrale Schnorrstraße 5a 90471 Nürnberg Telefon 0911 86 88-10 info@rh-umwelt.de	 R&H UMWELT

KB 1.1 - 24,00 - 36,00



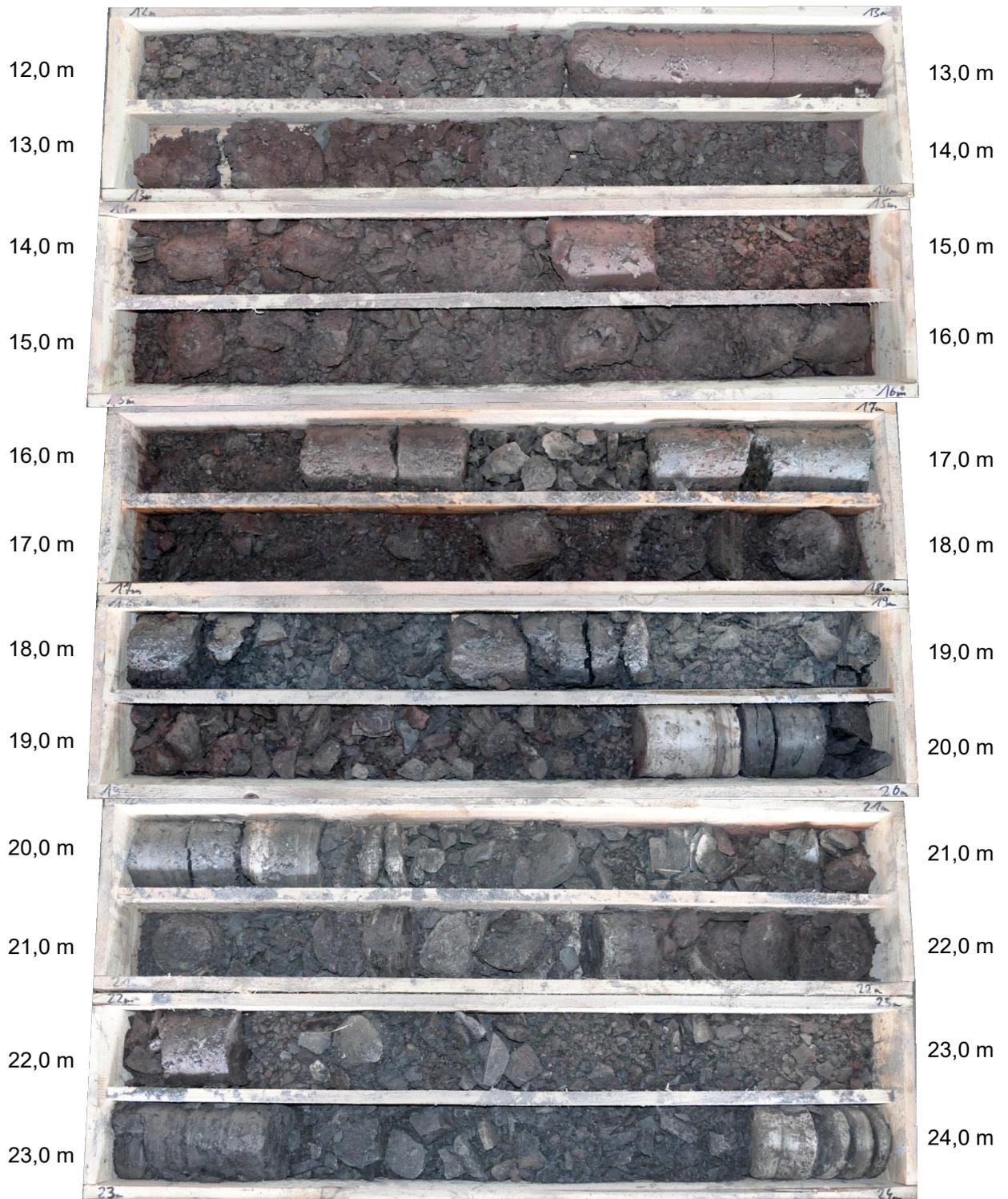
Vorhaben: Neubau einer Holzpelletieranlage auf dem Werksgelände Oberrot Orientierende Erkundung - 2 Standorte Auftraggeber: Klenk Holz GmbH Untersuchungsort: Oberrot	Anlage: 4.1.1	Maßstab: 1: 50 / 1:20
	Bohrfirma: K&H	Bohrdatum: 02.10.2015
	Rechtswert: 4495865,24	Hochwert: 5514014,79
	Bearbeiter: Müller	Bearb.datum: 01.12.2016
	Geprüft: Ischganeit, 02.12.2016	
Fotodokumentation Baugrundaufschlussbohrungen	R & H Umwelt GmbH Zentrale Schnorrstraße 5a 90471 Nürnberg Telefon 0911 86 88-10 info@rh-umwelt.de	 R&H UMWELT

KB 1.2 - 0,00 - 12,00



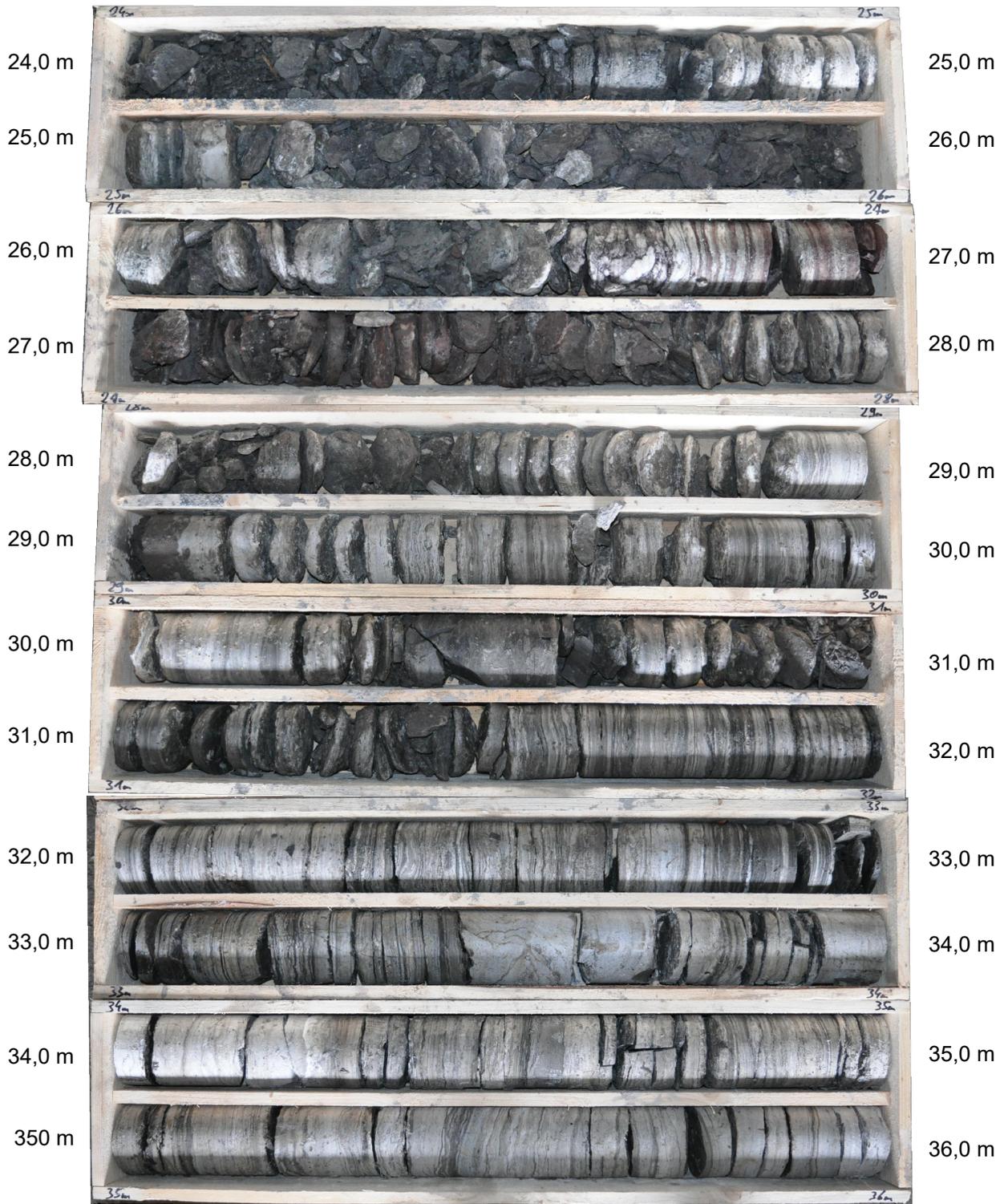
Vorhaben: Neubau einer Holzpelletieranlage auf dem Werksgelände Oberrot Orientierende Erkundung - 2 Standorte Auftraggeber: Klenk Holz GmbH Untersuchungsort: Oberrot	Anlage: 4.1.2	Maßstab: 1: 50 / 1:20
	Bohrfirma: K&H	Bohrdatum: 02.10.2015
	Rechtswert: 4495865,24	Hochwert: 5514014,79
	Bearbeiter: Müller	Bearb.datum: 01.12.2016
	Geprüft: Ischganeit, 02.12.2016	

KB 1.2 - 12,00 - 24,00



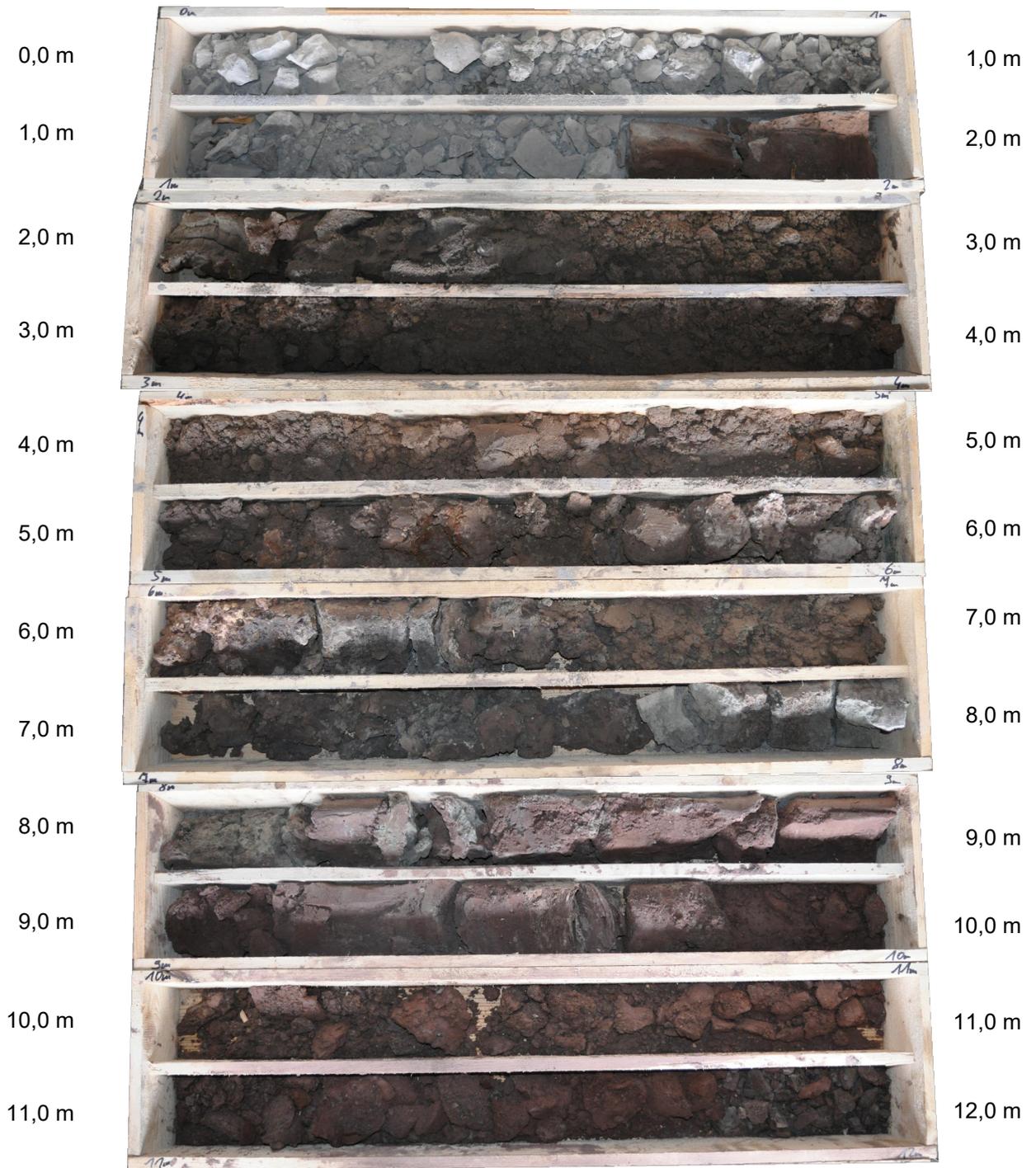
Vorhaben: Neubau einer Holzpelletieranlage auf dem Werksgelände Oberrot Orientierende Erkundung - 2 Standorte Auftraggeber: Klenk Holz GmbH Untersuchungsort: Oberrot	Anlage: 4.1.2	Maßstab: 1: 50 / 1:20
	Bohrfirma: K&H	Bohrdatum: 02.10.2015
	Rechtswert: 4495865,24	Hochwert: 5514014,79
	Bearbeiter: Müller	Bearb.datum: 01.12.2016
	Geprüft: Ischganeit, 02.12.2016	

KB 1.2 - 24,00 - 36,00



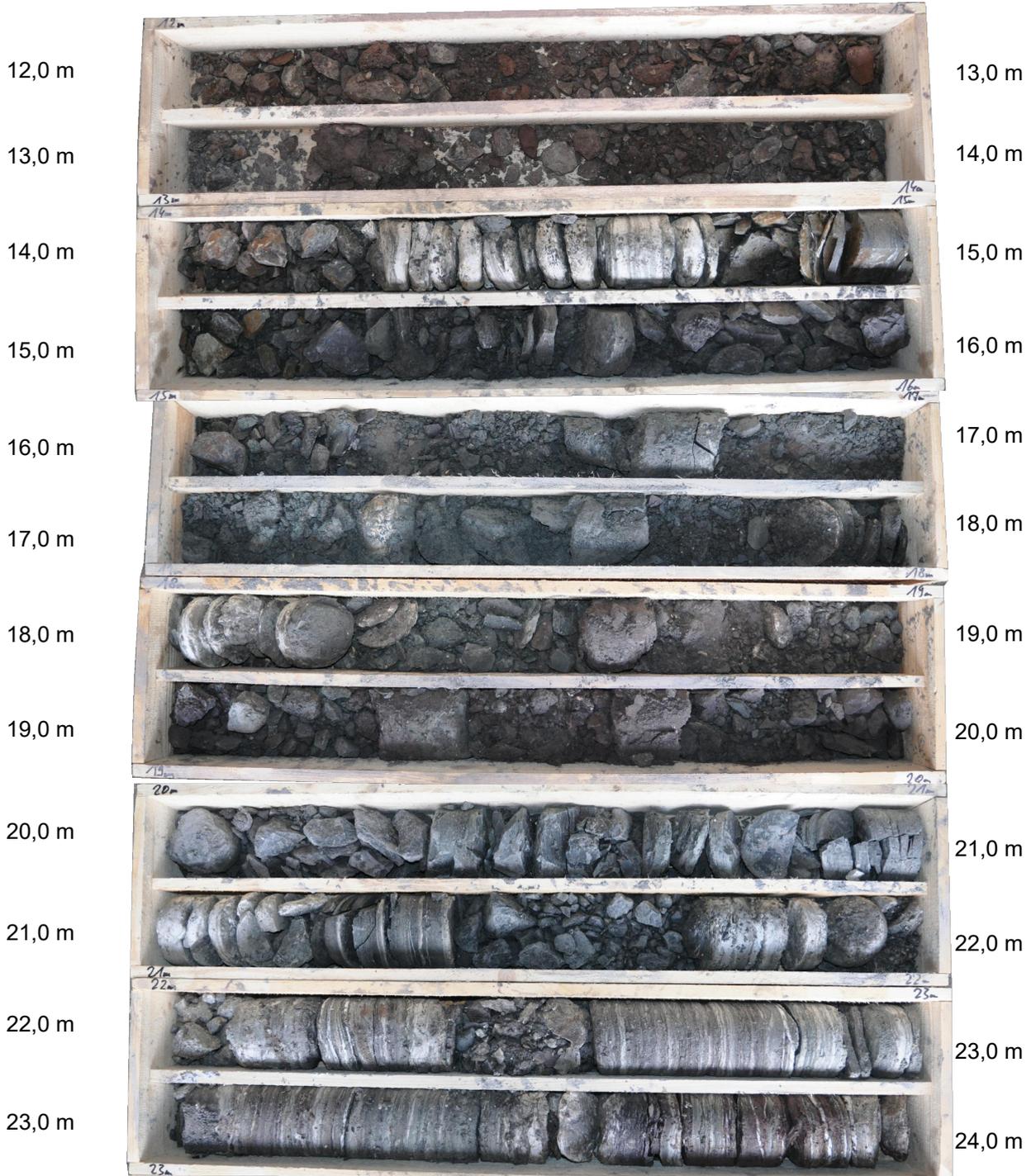
Vorhaben: Neubau einer Holzpelletieranlage auf dem Werksgelände Oberrot Orientierende Erkundung - 2 Standorte Auftraggeber: Klenk Holz GmbH Untersuchungsort: Oberrot	Anlage: 4.1.2	Maßstab: 1: 50 / 1:20
	Bohrfirma: K&H	Bohrdatum: 02.10.2015
	Rechtswert: 4495865,24	Hochwert: 5514014,79
	Bearbeiter: Müller	Bearb.datum: 01.12.2016
	Geprüft: Ischganeit, 02.12.2016	
Fotodokumentation Baugrundaufschlussbohrungen	R & H Umwelt GmbH Zentrale Schnorrstraße 5a 90471 Nürnberg Telefon 0911 86 88-10 info@rh-umwelt.de	 R&H UMWELT

KB 1.3 - 0,00 - 12,00



Vorhaben: Neubau einer Holzpelletieranlage auf dem Werksgelände Oberrot Orientierende Erkundung - 2 Standorte Auftraggeber: Klenk Holz GmbH Untersuchungsort: Oberrot	Anlage: 4.1.3	Maßstab: 1: 50 / 1:20
	Bohrfirma: K&H	Bohrdatum: 02.10.2015
	Rechtswert: 4495865,24	Hochwert: 5514014,79
	Bearbeiter: Müller	Bearb.datum: 01.12.2016
	Geprüft: Ischganeit, 02.12.2016	
Fotodokumentation Baugrundaufschlussbohrungen	R & H Umwelt GmbH Zentrale Schnorrstraße 5a 90471 Nürnberg Telefon 0911 86 88-10 info@rh-umwelt.de	 R&H UMWELT

KB 1.3 - 12,00 - 24,00



Vorhaben: Neubau einer Holzpelletieranlage auf dem Werksgelände Oberrot Orientierende Erkundung - 2 Standorte Auftraggeber: Klenk Holz GmbH Untersuchungsort: Oberrot	Anlage: 4.1.3	Maßstab: 1: 50 / 1:20
	Bohrfirma: K&H	Bohrdatum: 02.10.2015
	Rechtswert: 4495865,24	Hochwert: 5514014,79
	Bearbeiter: Müller	Bearb.datum: 01.12.2016
	Geprüft: Ischganeit, 02.12.2016	

KB 1.3 - 24,00 - 33,00



Vorhaben: Neubau einer Holzpelletieranlage auf dem Werksgelände Oberrot Orientierende Erkundung - 2 Standorte Auftraggeber: Klenk Holz GmbH Untersuchungsort: Oberrot	Anlage: 4.1.3	Maßstab: ohne
	Bohrfirma: K&H	Bohrdatum: 02.10.2015
	Rechtswert: 4495865,24	Hochwert: 5514014,79
	Bearbeiter: Müller	Bearb.datum: 01.12.2016
	Geprüft: Ischganeit, 02.12.2016	

Fotodokumentation Baugrundaufschlussbohrungen

R & H Umwelt GmbH
 Zentrale
 Schnorrstraße 5a
 90471 Nürnberg
 Telefon 0911 86 88-10
 info@rh-umwelt.de

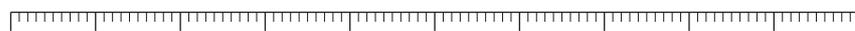
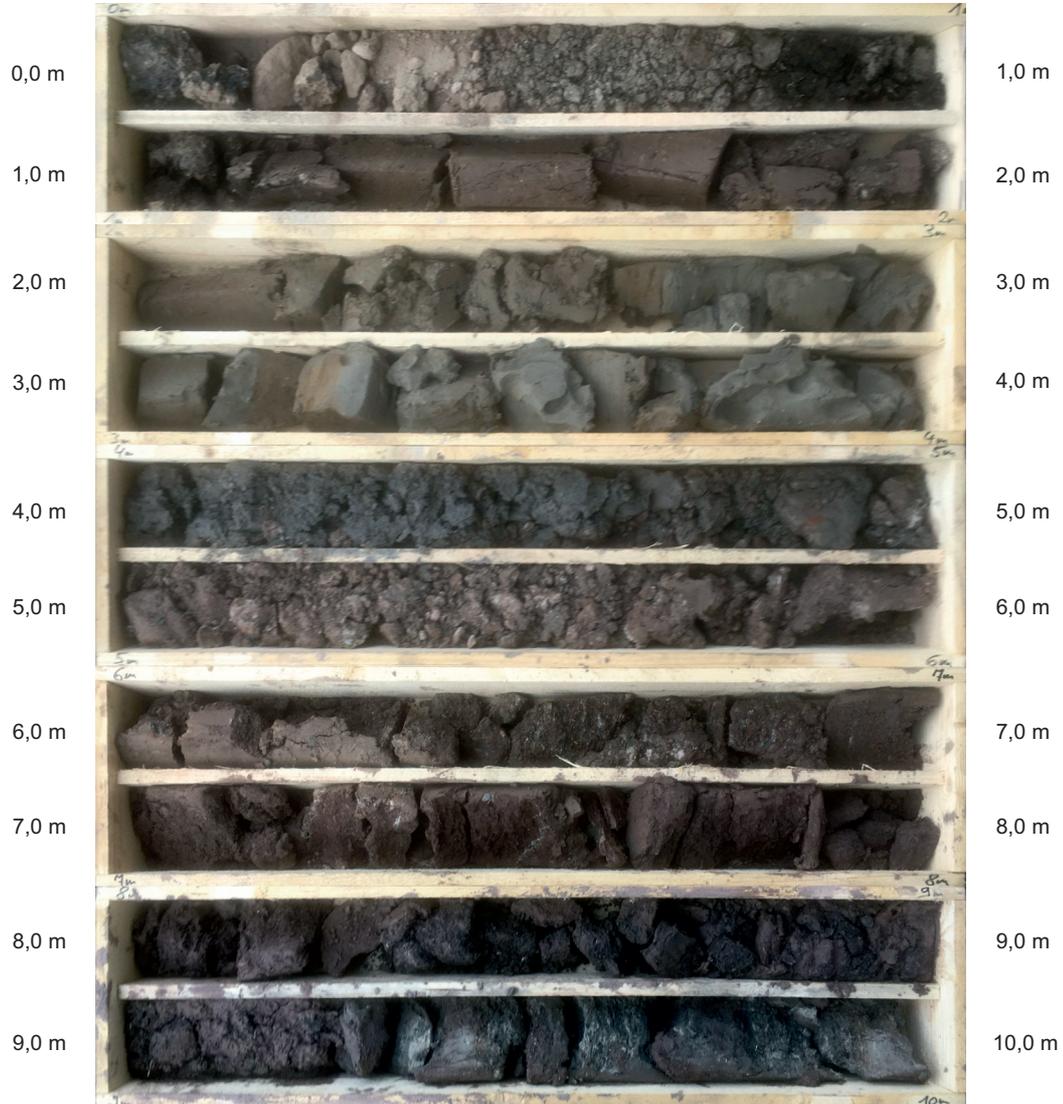


Anlage 4.2

Fotodokumentation Detailerkundung Standort Nord

Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage,
Detailerkundung am Standort Nord
Fotodokumentation Detailerkundung

KB1.4 0,00 - 10,00 m



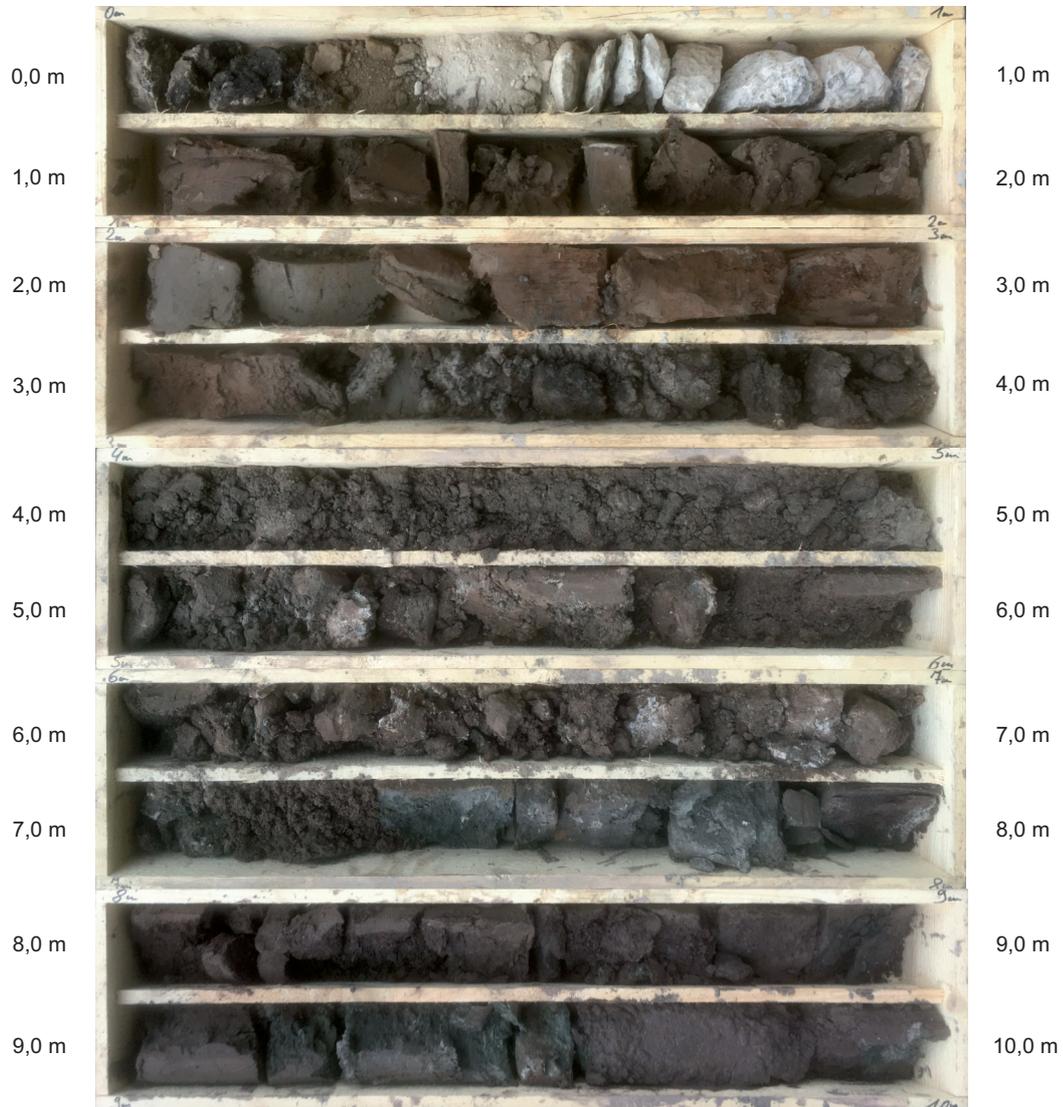
Anlage : 4.2
Bearbeiter : R. Ehrenbrand
Gezeichnet : J. Rauch
Datum : 17.10.2019

R&H Umwelt GmbH
Niederlassung West
Veitshöchheimer Straße 1c
97080 Würzburg
Telefon 0931 780 21-40
west@rh-umwelt.de



Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage,
Detailerkundung am Standort Nord
Fotodokumentation Detailerkundung

KB1.5 0,00 - 10,00 m



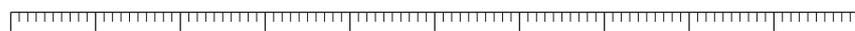
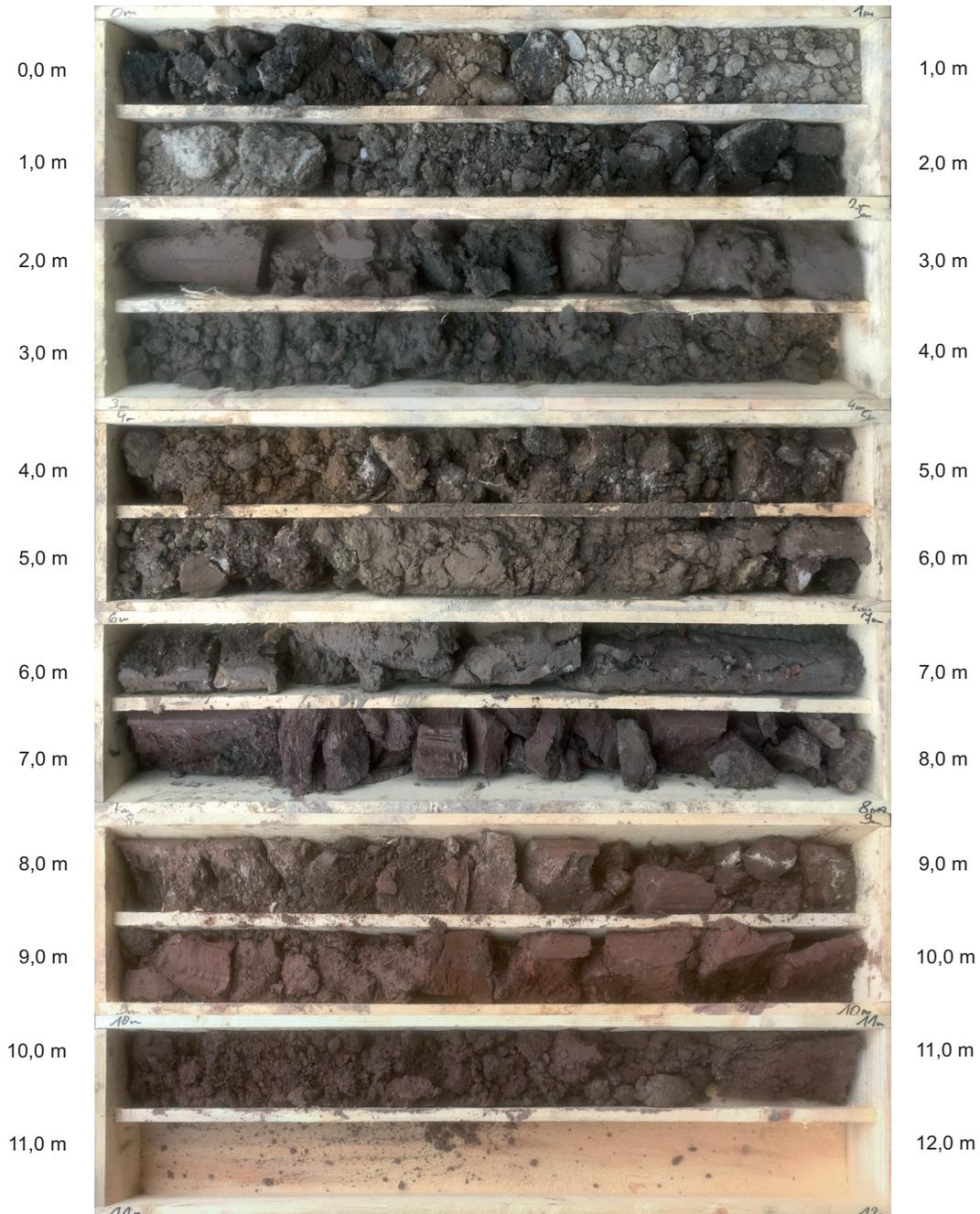
Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage,
Detailerkundung am Standort Nord
Fotodokumentation Detailerkundung

KB1.6 0,00 - 10,00 m



Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage,
Detailerkundung am Standort Nord
Fotodokumentation Detailerkundung

KB1.7 0,00 - 11,00 m



Oberrot: Neubau einer Holzpelletieranlage,
Detailerkundung am Standort Nord
Fotodokumentation Detailerkundung

KB1.8 0,00 - 12,00 m

