Bauvorhaben

Umbau der Fundstelle des Neanderthalers

Mettmanner Straße/Talstraße

in Erkrath/Mettmann

- Baugrunduntersuchung / Baugrund-
technische Beratung -

1. Bericht

Auftraggeber:

Stiftung Neanderthal Museum
<u>über:</u>
Ingenieurbüro Holzschneider
Jahnstr. 1
40822 Mettmann

Sachverständige:
Dr.-Ing. U. Höfer
M.Sc. P. Knorr

Datum: 22. Februar 2018
Bearb.-Nr.: 17354-BE-01
Dr. Hö/Kn/Ga/di

Verteiler
Ingenieurbüro Holzschneider,
z. H. Herrn Martin Holzschneider,
1 x + E-Mail

Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG

Geschäftsführer:
Dr. Ulrich Höfer, Sebastian Höfer, Matthias Höfer
Steuernr.: 315/5806/1402
Sitz: Dortmund
Handelsregister: AG Dortmund HRA 17085

Persönlich haftende Gesellschafterin:
Geotechnik-Institut-Dr. Höfer Verwaltungs GmbH
Sitz: Dortmund
Handelsregister: AG Dortmund HRB 22891

Tel.: 0231-399610-0
Fax: 0231-399610-29

info@gid-hoefer.de
www.gid-hoefer.de

Volksbank Dortmund
BIG GENODEM1DOR
IBAN DE55 4416 0014 3807 2000 00

Staatlich anerkannter
Sachverständiger für
Erd- und Grundbau
Dr.-Ing. Ulrich Höfer

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1.	**VORBEMERKUNGEN UND AUFGABENSTELLUNG**	**3**
2.	**GEOTECHNISCHE KATEGORIE**	**4**
3.	**BAUGRUND**	**4**
3.1	Geologie	4
3.2	Baugrundaufschlüsse	5
3.3	Schichtenfolge / Eindringwiderstände	6
3.4	Bodenklassen/Bodenmechanische Eigenschaften	7
3.4.1	Oberboden	7
3.4.2	Auffüllungen	7
3.4.3	Kalkstein, verwittert bis angewittert	8
3.5	Zusammenstellung der bodenmechanischen Kennwerte und Bodenklassifizierungen	10
4.	**GRUNDWASSER**	**10**
5.	**AUSSICHTSTURM**	**11**
6.	**FELSSOCKELGRABEN**	**12**
7.	**FEUERWEHRZUFAHRT/EINLASSPORTAL**	**13**
8.	**HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG**	**14**
9.	**CHEMISCHE ANALYSEN**	**14**
9.1	Probenahme und Umfang der physikalisch-chemischen Untersuchungen	14
9.2	Beurteilungskriterien	15
10.	**ABBILDUNGSVERZEICHNIS**	**18**
11.	**TABELLENVERZEICHNIS**	**18**

© 2018 Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG

1. VORBEMERKUNGEN UND AUFGABENSTELLUNG

Die Stiftung Neanderthal Museum plant über das Ingenieurbüro Holzschneider den Umbau der Fundstelle des Neanderthalers im Bereich der Mettmanner Straße/Talstraße an der Stadtgrenze Erkrath/Mettmann.

Den Planungsunterlagen zufolge ist im Wesentlichen die Errichtung eines Aussichtsturms im südlichen Bereich der Fundstelle sowie die Freilegung des ursprünglichen Fundorts der Knochenreste bis auf den Felshorizont – „Felssockelgraben“ – vorgesehen.

Bei dem Aussichtsturm handelt es sich um einen etwa 20 m hohen Stahlturm mit Fußgängerrampe. Im sogenannte Felssockelgraben soll eine Treppe die Besucher bis etwa 5 m unter Geländeoberfläche bis auf den Felshorizont zum ehemaligen Fundort der Neandertaler-Knochenreste hinab führen.

Darüber hinaus sollen eine Feuerwehrzufahrt und das Einlassportal neu angelegt werden.

Zum besseren Überblick über die Lage der geplanten Baumaßnahme ist nachfolgend ein Auszug aus OpenStreetMap dargestellt:

Abbildung 1: Auszug aus OpenStreetMap *Quelle:* (OpenStreetMap, 2018)

Die Stiftung Neanderthal Museum erteilte dem Ingenieurbüro Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG (GID) über das Ingenieurbüro Holzschneider den Auftrag, für den Umbau der Fundstelle

© 2018 Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG

des Neanderthalers eine Baugrunduntersuchung, eine baugrundtechnische Beratung und eine Altlastenerkundung durchzuführen.

Für die Bearbeitung wurden der GID GmbH & Co. KG von Seiten des Ingenieurbüros Holzschneider folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- Lageplan, Maßstab 1:500, aufgestellt durch Steiner Architektur-GmbH, Stand 03/2017,
- Skizzen und Schnitte, Maßstab 1:100, Stand 03/2016.

Die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung, der baugrundtechnischen Beurteilung sowie der Altlastenerkundung sind in dem vorliegenden Gutachten enthalten.

Die Einteilung des Baugrunds in Homogenbereiche gemäß VOB, Teil C (2016) wurde nicht beauftragt.

2. GEOTECHNISCHE KATEGORIE

Angesichts der vorhandenen hydrogeologischen und geologischen Verhältnisse der vorliegenden Bauwerksbeschreibungen sowie den Einstufungsmerkmalen des Anhangs AA des Normenhandbuches EC 7, Band 1, wurde bei der Planung der geotechnischen Erkundung für das vorgesehene Projekt eine Einstufung in die Geotechnischen Kategorie GK 2 (Baumaßnahme mit mittlerem Schwierigkeitsgrad) zugrunde gelegt.

3. BAUGRUND

3.1 Geologie

Nach der Geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt C 4706, herausgegeben vom Geologischen Dienst NRW, bestehen die quartären Deckschichten in dem untersuchten Gebiet im Wesentlichen aus Lösslehmen sowie im Nahbereich des Laufs der „Düssel“ aus sandigen und schluffigen Ablagerungen in Bach- und Flusstälern. Stellenweise stehen die Felshorizonte unmittelbar an der Oberfläche an.

Der Felshorizont setzt sich im Bereich der Baumaßnahme aus Schichten des Mittel- bis Oberdevons zusammen und ist aus überwiegend massigem bis bankigem, verkarsteten Kalkstein – Massenkalk – sowie geschiefertem Tonstein der Stufen Givet bis Adorf geformt.

© 2018 Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG

Der Massenkalk ist als klassisches Karstgestein einzustufen. Kohlensäurehaltiges Grund- und Oberflächenwasser wirkt kalklösend und führt infolge von Versickerung zu einer chemischen Erosion des Festgesteins. Hierdurch entstehen zackige Oberflächenreliefs des Gebirges, welche durch Schratten, tiefe Schlotte und Dolinen gekennzeichnet sind. Darüber hinaus treten zudem vielfach Höhlenzüge und großräumige Hohlräume innerhalb der Kalksedimente auf.

Der Tonstein weist in der Verwitterungszone einen hohen Durchtrennungsgrad auf und entspricht einem stückigen Gestein mit geringer Festigkeit. Mit zunehmender Tiefe geht der Tonstein in kompakten Fels mit z. T. hoher Klüftigkeit über.

3.2 Baugrundaufschlüsse

Zur Erkundung der Schichtenfolge des Baugrundes wurden von der GID GmbH & Co. KG 7 Rammkernsondierungen (Schappendurchmesser 36 mm bis 80 mm) bis in eine Tiefe von maximal 4,80 m (Endteufe der Sondierung) abgeteuft.

Die Überprüfung der Lagerungsdichte der quartären Deckschichten erfolgte durch Sondierungen gemäß DIN ISO 22476-2 mit der mittelschweren und schweren Rammsonde.

Die Lage der Sondieransatzpunkte kann dem Lageplan der Anlage 1/1 entnommen werden. Die Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse, dargestellt in Form von Schichtprofilen und Rammdiagrammen, gehen aus der Anlage 1/2 hervor.

Die Höhen der Sondieransatzpunkte wurden von der GID GmbH & Co. KG auf einen nahegelegenen Vermessungspunkt mit der Bezugshöhe von Bzp.: + 0,00 m eingemessen. Dieser ist ebenfalls in Anlage 1/1 verzeichnet.

© 2018 Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG

3.3 Schichtenfolge / Eindringwiderstände

Nach dem Ergebnis der Baugrundaufschlüsse wurden im Untersuchungsbereich der Umbaumaßnahme im Einzelnen folgende Bodenschichten angetroffen:

0 bis 0,05 m/0,10 m	Oberboden
bis >1,00 m/4,50 m	Auffüllungen – Bauschutt, Mineralstoffgemische, Splitt, vereinzelt Schlacken sowie umgelagerte Sande, umgelagerte Schluffe und Felsbruchmaterialien
bis > 2,10 m/> 4,80 m (Endteufen der Sondierungen)	Kalkstein, verwittert bis angewittert

Zur Überprüfung der Festigkeiten der anstehenden Böden wurden Sondierungen gem. DIN ISO 22 476 – 2 mit der mittelschweren bzw. schweren Rammsonde (Fallgewicht 30 kg/50 kg, Fallhöhe 50 cm, Spitzenquerschnitt 15 cm²) ausgeführt.

Mit der Rammsonde wird die Anzahl der Schläge pro 10 cm Eindringtiefe (n_{10}) gemessen, sodass anhand der festgestellten Eindringwiderstände Aussagen über die Festigkeitszustände der Böden getroffen werden können.

Im Bereich der Sondierungen RKS 5 bis RKS 7 wurde an der Oberfläche eine 0,05 m bis 0,10 m mächtige Oberbodenschicht festgestellt.

Unterhalb des Oberbodens befinden sich > 1,00 m bis 4,40 m mächtige Auffüllungshorizonte, bestehend aus Bauschutt, Mineralstoffgemischen, Splitt, vereinzelt Schlacken sowie umgelagerten Sanden, umgelagerten Schluffen und Felsbruchmaterialien bis in Tiefen zwischen > 1,00 m und 4,50 m.

Die Auffüllungen sind mit der mittelschweren und schweren Rammsonde durchteuft worden. Die festgestellten Schlagzahlen betragen zunächst i. M. n_{10} = 1 – 12 mit der mittelschweren und in den tieferen Horizonten i. M. n_{10} = 1 – 24, vereinzelt n_{10} > 50 – 60, mit der schweren Rammsonde, sodass überwiegend eine lockere Lagerung bzw. eine weiche bis steife Konsistenz sowie stellenweise in den kiesigen Auffüllungen eine mitteldichte bis dichte Lagerung vorliegt.

© 2018 Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG

Ab Tiefen zwischen 1,80 m und 4,50 m steht bis über die Endteufe hinaus der verwitterte bis angewitterte Kalkstein an. Die Schlagzahlen mit der mittelschweren Rammsonde betragen dort i.M. n_{10} = 10 – 20. In diesem Zustand ist der Sandstein den Bodenklassen 5 bis 6 zuzuordnen.

3.4 Bodenklassen/Bodenmechanische Eigenschaften

3.4.1 Oberboden

Bodenklassen nach DIN 18 300:	Klasse 1:	Oberboden

Der im Bereich der Grünflächen anstehende Oberboden ist im Zuge der erforderlichen Erdarbeiten gesondert abzuschieben und so auf Miete zu lagern, dass der Boden im Falle einer entsprechenden Eignung nach den Vorgaben der BBodSchV für Wiederandeckungsmaßnahmen weiterverwendet werden kann.

3.4.2 Auffüllungen

Bodenklassen nach DIN 18 300:	Klasse 4:	mittelschwer lösbare Bodenarten
	Klasse 5:	schwer lösbare Bodenarten
bis einschl.	Klasse 6:	leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten

Unterhalb des Oberbodens befinden sich > 1,00 m bis 4,40 m mächtige Auffüllungshorizonte, bestehend aus Bauschutt, Mineralstoffgemischen, Splitt, vereinzelt Schlacken, umgelagerten Sanden und Schluffen sowie Felsbruchmaterialien der Bodenklassen 4 bis 6 bis in Tiefen zwischen > 1,00 m und 4,50 m.

Die Auffüllungen weisen den Sondierergebnissen zufolge eine überwiegend lockere Lagerung bzw. eine weiche bis steife Konsistenz auf. Stellenweise liegen die kiesigen Auffüllungen in einer mitteldichten bis dichten Lagerung vor.

Die charakteristischen bodenmechanischen Kennwerte können wie folgt angegeben werden:

© 2018 Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG

Auffüllungen, umgelagerte Sande und Schluffe:

Steifemodul	E_s	= 5 – 10 MN/m²
Wichte des feuchten Bodens	γ_k	= 19 kN/m³
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ'_k	= 9 kN/m³
Reibungswinkel des dränierten Bodens	φ'_k	= 27,5°
Kohäsion des dränierten Bodens	c'_k	= 0 kN/m²

Auffüllungen, kiesig:

Steifemodul	E_s	= 10 – 15 MN/m²
Wichte des feuchten Bodens	γ_k	= 20 kN/m³
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ'_k	= 10 kN/m³
Reibungswinkel des dränierten Bodens	φ'_k	= 32,5°-35,0°
Kohäsion des dränierten Bodens	c'_k	= 0 kN/m²

3.4.3 Kalkstein, verwittert bis angewittert

Bodenklassen nach DIN 18 300:	Klasse 6:	leicht lösbarer Fels oder vergleichbare Bodenarten
bis einschl.	Klasse 7:	schwer lösbarer Fels

Im Untersuchungsbereich steht der Kalkstein ab Tiefen von etwa 1,80 m bis 4,50 m an. Infolge der Verkarstung weist der Kalkstein generell eine reliefartige Oberflächenstruktur auf. Zurückzuführen ist die Verkarstung auf den Angriff kohlensäurehaltigen Oberflächenwassers, welches infolge von Versickerungsvorgängen zu einer chemischen Erosion des Festgesteins führt. Die Folge sind trichter- und grabenförmige, z. T. steile Vertiefungen, sog. Dolinen. Die tiefen Dolinen sind stellenweise als Folge der hohlraumartigen Auswaschung innerhalb des Festgesteins unter dem Überlagerungsdruck kollabiert, sodass durch Erdfälle mehrere Meter einschneidende Lockergesteinshorizonte angetroffen werden können.

Dies hat zur Folge, dass sich die Gesteinsoberfläche grundsätzlich nicht einheitlich abgrenzen lässt und stellenweise kompakter Kalkstein der Bodenklasse 7 unmittelbar neben völlig verwittertem Kalkstein bzw. Lockergesteinsböden anstehen.

Der Kalkstein weist erfahrungsgemäß in nicht dolomitisierten Bereichen am Schichtbeginn eine Verwitterungszone von ca. 1,0 m bis 2,0 m auf. Infolge des chemischen Angriffs können jedoch

© 2018 Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG

auch deutlich mächtigere Schichtpakete z. T. erodiert und brüchig und demzufolge als stark verwittert eingestuft werden. In tieferen Zonen steht der Kalkstein, der einen hohen mineralischen Bindungsgrad aufweist, überwiegend als gering klüftiges, kompaktes Festgestein mit mittleren bis hohen Druckfestigkeiten an.

Erfahrungsgemäß schwanken die Druckfestigkeiten des kompakten Kalkgesteins in den Größenordnungen von σ_c = 20 MN/m^2 bis σ_c = 100 MN/m^2. Vielfach können allerdings auch Druckfestigkeiten von σ_c > 100 MN/m^2 erreicht werden.

Der verwitterte Kalkstein der Bodenklasse 6 ist als Fels mit geringer Druckfestigkeit zu bezeichnen. Stellenweise weist der verwitterte Kalkstein noch stark verwitterte Partien in dm-Stärke auf.

Der angewitterte Kalkstein ist der Bodenklasse 7 zuzuordnen.

Im kompakten Zustand ist der Kalkstein auch mit Meißeln kaum zu lösen, da er sich durch Keilwirkung nicht abspalten lässt.

Der Kalkstein ist aufgrund der ausgeprägten Klüftigkeit im Bereich der Felsoberfläche als Grundwasserleiter mit guter Trennfugendurchlässigkeit zu bezeichnen. Mit zunehmender Tiefe nimmt die Klüftigkeit des Felsens jedoch stark ab und ist im unverwitterten Zustand nur noch in verkarsteten Bereichen vorhanden.

Die charakteristischen felsmechanischen Kennwerte können für den Kalkstein in Abhängigkeit vom Grad der Verwitterung wie folgt berücksichtigt werden:

<u>Kalkstein, verwittert bis angewittert:</u>

Steifemodul	E_s	= 50 - 100 MN/m^2
Wichte des feuchten Bodens	γ_k	= 21 kN/m^3
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ'_k	= 11 kN/m^3
Reibungswinkel des dränierten Bodens	φ'_k	= 35,0°
Kohäsion des dränierten Bodens	c'_k	= 10 - 15 kN/m^2
Durchlässigkeitskoeffizient	k_f	= 1x10^{-5} bis 1x10^{-8} m/s
Einaxiale Druckfestigkeit	σ_c	= 20 - 80 MN/m^2

© 2018 Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG

3.5 Zusammenstellung der bodenmechanischen Kennwerte und Bodenklassifizierungen

Die Bodenkennwerte und die Klassifizierungen nach DIN 18 300 und DIN 18 196 lassen sich tabellarisch wie folgt zusammenfassen, siehe nachfolgende Tabelle 1:

Tabelle 1: Bodenkennwerte und die Klassifizierungen nach DIN 18 300 und DIN 18 196

Boden- und Felsarten	E_s [MN/m²]	γ_k [kN/m³]	γ'_k [kN/m³]	φ'_k [°]	c'_k [kN/m²]	Bodenklasse DIN 18 300	Bodengruppe DIN 18 196
Auffüllungen, umgelagerte Sande und Schluffe	5-10	19	9	27,5	0	4	A, [SU*, UL]
Auffüllungen, kiesig	10-15	20	10	32,5	0	4-5	A, [GI, GW, GU/GU*]
Kalkstein, verwittert bis angewittert	50-100	21	11	35,0	10-15	6-7	---

Die angegebene Schichtenfolge des Baugrundes bezieht sich auf die durchgeführten punktuellen Aufschlüsse. Abweichungen können nicht völlig ausgeschlossen werden. Grundsätzlich sind die Baugrundverhältnisse im Zuge der Bauausführung entsprechend der DIN EN 1997-2/2.5.2 abschließend zu überprüfen.

4. GRUNDWASSER

Im Zuge der Baugrunderkundung wurde auftragsgemäß auf eine separate Grundwassermessstelle verzichtet. Eine grobe Einschätzung der hydrogeologischen Verhältnisse lässt sich somit ausschließlich über die Ergebnisse der Baugrundbeurteilung treffen.

Im Rahmen der am 29.01.2018 abgeteuften Rammkernsondierungen wurde kein Schicht- bzw. Grundwasser angetroffen. Vernässte Bodenzonen sind ebenfalls nicht angetroffen worden.

Darüber hinaus wurde eine nahe gelegene, vorhandene Grundwassermessstelle (siehe Anlage 1/1) eingemessen. Die Ansatzhöhe des Fremdpegels liegt dem vorliegenden Lageplan nach in etwa auf dem Höhennieveau der Sondierung RKS 5. Hierbei wurde ein ausgespiegelter Grundwasserstand

© 2018 Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG

von etwa 7,10 m – ca. 2,0 m bis 2,5 m unterhalb der geplanten Sohle des „Felssockelgrabens“ festgestellt.

Demnach ist im Rahmen der Baumaßnahme nicht mit Grundwasser zu rechnen.

5. AUSSICHTSTURM

Die Stiftung Neanderthal Museum plant über das Ingenieurbüro Holzschneider im Rahmen der Baumaßnahme „Umbau der Fundstelle des Neanderthalers“ die Errichtung eines etwa 20 m hohen Stahl-Aussichtturms.

Die Fundamente des Stahlturms sind unter Berücksichtigung einer frostfreien Gründung in einer Tiefe von mindestens 0,80 m unter geplanter GOK zu gründen.

Unterhalb der Fundamente ist insbesondere bei den bindigen Auffüllungen eine lastverteilende Tragschicht in einer Mächtigkeit von ≥ 0,50 m aus Mineralstoffgemischen der Körnung 0/45 mm anzuordnen, wobei Verdichtungsgrade von D_{Pr} ≥ 100% erzielt werden müssen. Zuvor hat in den kiesigen Auffüllungen eine Nachverdichtung des Planums zu erfolgen.

Den geologischen und geotechnischen Gegebenheiten zufolge können in Anlehnung an die DIN 1054, in Abhängigkeit der Gründungstiefe und einer Fundamentbreite b bzw. b' von 0,5 m bis 2,5 m und unter Berücksichtigung der Nachverdichtung des Planums eine **zulässige Bodenpressung in Höhe von σ_{zul} = 200 kN/m²** in Ansatz gebracht werden.

In Anlehnung an EC 7-1 / DIN 1054-2010, entspricht dies einem **Bemessungswert des Sohlwiderstands** in Höhe von **$\sigma_{R,d}$ = 280 kN/m².**

Die maximale Kantenpressung darf den aufnehmbaren Sohldruck nicht mehr als 15 % überschreiten.

Zum Nachweis einer ausreichenden Tragfähigkeit sind Abnahmen der Gründungssohlen erforderlich. Hierzu bitten wir zu gegebener Zeit um Benachrichtigung.

© 2018 Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG

6. FELSSOCKELGRABEN

Weiterhin ist seitens der Stiftung Neanderthal Museum über das Ingenieurbüro Holzschneider im Rahmen der Baumaßnahme „Umbau der Fundstelle des Neanderthalers“ der Ausbau des ehemaligen Fundorts der Knochenreste als sogenannter begehbarer „Felssockelgraben“ geplant.

Vorgesehen ist die Freilegung des in etwa 3 m bis 5 m Tiefe gelegenen Felssockels – gewachsener Kalksteinhorizont –, sodass eine Begehung der eigentlichen Fundstelle über eine Treppe möglich wird.

Die Treppe führt von der Nordseite in den Graben und wird direkt in den anstehenden Böden gegründet. Die Grabenwände sollen über eine Stützwandkonstruktion gesichert werden, wobei die Stützelemente mit dem Verlauf der Treppe und des Felssockels abgetreppt hergestellt werden sollen.

Nach Ansicht der GID GmbH & Co. KG bieten sich hierzu als wirtschaftlichste Lösung Fertigteil-Winkelelemente oder Gabionen-Körbe mit Steinschüttung an.

Die Stützwandkonstruktion ist statisch zu dimensionieren, sodass eine dauerhafte Standsicherheit gewährleistet werden kann. Sollte dies seitens der GID GmbH & Co. KG gewünscht sein, bitten wir rechtzeitig um Mitteilung.

Die Hinterfüllung der Stützwandkonstruktion kann mit Mineralstoffgemischen (Körnung 0/45 mm), Kiesen (Körnung 0/32 mm) oder bei einer Zustimmung des zuständigen Umweltamts (siehe Kapitel 8) mit den anfallenden Aushubböden erfolgen.

Umlaufend sowie im Sohlbereich ist eine Drainage anzuordnen, um ein Aufstauen von Sickerwasser und die Durchfeuchtung des Felssockelgrabens zu vermeiden. Das anfallende Wasser muss dauerhaft über Pumpen oder eine Freigefälle-Leitung abgeführt und anschließend versickert oder in den städtischen Kanal eingeleitet werden.

Im Bereich der in den Auffüllungen zu gründenden Stützwandelemente ist ebenfalls eine lastverteilende Tragschicht aus Mineralstoffgemischen in einer Mächtigkeit von ≥ 0,50 m anzuordnen und das Planum in den kiesigen Auffüllungen nachzuverdichten, sodass eine **zulässige Bodenpressung in Höhe von σ_{zul} = 200 kN/m²** in Ansatz gebracht werden kann (vgl. Kapitel 5).

In Anlehnung an EC 7-1 / DIN 1054-2010, entspricht dies einem **Bemessungswert des Sohlwiderstands** in Höhe von **$\sigma_{R,d}$ = 280 kN/m².**

© 2018 Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG

Für die Gründung im verwitterten bis angewitterten Kalksteinhorizont kann eine **zulässige Bodenpressung in Höhe von σ_{zul} = 500 kN/m²** bzw. ein **Bemessungswert des Sohlwiderstands** in Höhe von **$\sigma_{R,d}$ = 700 kN/m².**

Die maximale Kantenpressung darf den aufnehmbaren Sohldruck nicht mehr als 15 % überschreiten.

Zum Nachweis einer ausreichenden Tragfähigkeit sind Abnahmen der Gründungssohlen erforderlich. Hierzu bitten wir zu gegebener Zeit um Benachrichtigung.

7. FEUERWEHRZUFAHRT/EINLASSPORTAL

Im Zuge des Umbaus der Fundstelle des Neanderthalers soll gleichzeitig eine Feuerwehrzufahrt und ein Einlassportal neu angelegt werden.

Den Ergebnissen der Baugrunderkundung (Sondierung RKS 1 bis RKS 3) nach wurden hier überwiegend gemischtkörnige Auffüllungen, bestehend aus Mineralstoffgemischen, Splitt und vereinzelt Bauschutt angetroffen.

Als Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus ist bei den festgestellten Böden (Frostempfindlichkeitsklasse F1 bis F2), den gegebenen Randbedingungen und unter Annahme einer Belastungsklasse BK1,0 bis BK1,8 eine Mächtigkeit von 50 cm nicht zu unterschreiten.

Auf dem Erdplanum für den Straßenoberbau muss im Hinblick auf die Tragfähigkeit ein Zweitbelastungsmodul von $E_{v2} \geq 45$ MN/m² sowie auf dem Planum der Frostschutzschicht ein Zweitbelastungsmodul von $E_{v2} \geq 120$ MN/m² nachgewiesen werden.

Für die Durchführung von statischen Lastplattendruckversuchen bitten wir rechtzeitig um Benachrichtigung.

Das Einlassportal ist als kleiner Durchlass für die Besucher der Fundstelle gedacht und wird in Leichtbauweise auf Einzelfundamenten gegründet. Unter Berücksichtigung einer frostsicheren Gründung liegt die Unterkante der Fundamente in einer Tiefe von ca. 0,80 m unter GOK.

Vor Herstellung der Fundamente ist das Planum aus überwiegend Mineralstoffgemischen nachzuverdichten.

© 2018 Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG

8. HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG

Der zu tätigende Aushub wird zweckmäßigerweise mit einem Hydraulikbagger mit hoher Reißkraft vorgenommen. Ein Einschneiden in den Kalksteinhorizont ist nicht vorgesehen, jedoch können bei den Profilierungsarbeiten Meißelarbeiten erforderlich werden. Hierbei ist mit erheblichen Erschwernissen zu rechnen. Dies ist im Leistungsverzeichnis durch einen entsprechenden Hinweis zu berücksichtigen.

Im Anschluss an die Ausschachtungsarbeiten hat grundsätzlich eine Nachverdichtung des Erdplanums – gemischt- bis grobkörnige Auffüllungen – mit einer Rüttelplatte (Arbeitsgewicht > 800 kg) zu erfolgen.

Im Bereich des Aussichtsturms und der Stützwandkonstruktion ist darüber hinaus eine lastverteilenden Tragschicht (Mineralstoffgemische der Körnung 0/45 mm) in einer Mächtigkeit ≥ 0,50 m anzuordnen.

Die Mineralstoffgemische (Tragschicht) sowie der frostsichere Aufbau der Feuerwehrzufahrt sind lagenweise – maximal 0,30 m lockere Schüttlage – einzubauen und zu verdichten, wobei Verdichtungsgrade von $D_{Pr} \geq 100\%$ zu erzielen sind.

Die Tragschicht muss im Hinblick auf die Tragfähigkeit überprüft werden, wobei ein Zweitbelastungsmodul von $E_{v2} \geq 80$ MN/m^2 erreicht werden muss.

Für die Durchführung von dynamischen Lastplattendruckversuchen bitten wir rechtzeitig um Benachrichtigung.

9. CHEMISCHE ANALYSEN

9.1 Probenahme und Umfang der physikalisch-chemischen Untersuchungen

Die bodenmechanische Ansprache der aus den Rammkernsondierungen gewonnenen Böden, die Feststellung der Bodenschichten sowie die Probennahme wurden von einem Laboranten der GID GmbH & Co. KG durchgeführt.

Die Bodenproben wurden als Einzelproben bzw. im Bereich der Auffüllungen als Doppelproben entnommen. Hierbei zeigten sich keine Auffälligkeiten.

© 2018 Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG

Die Proben sind luftdicht in Glasbehältern verschlossen worden. Die zu untersuchenden Proben wurden zum Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen, zur physikalisch-chemischen Untersuchung weitergeleitet und gemäß des geforderten Analyseumfangs der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA-Liste) für die Feststoff- und Eluatuntersuchung von Boden untersucht. Die restlichen Bodenproben wurden als Rückstellprobe bei der GID GmbH & Co. KG eingelagert.

Zuvor wurden im Labor der GID GmbH & Co. KG aufgrund der Schichtenfolge und der organoleptischen Beurteilung Mischproben von den Bodenproben zusammengestellt.

Die Mischproben sind gemäß nachfolgender Tabelle 2 horizontweise zusammengefasst worden:

Tabelle 2: Mischplan Bodenproben

Probe	Sondierung	Entnahmetiefe [m]	Untersuchungsprogramm
MP 1	RKS 4 RKS 5 RKS 6 RKS 7	0,00 – 0,06 0,00 – 0,10 0,00 – 0,08 0,00 – 0,05	LAGA-Erlass, Tab. II.1.2-2 Und Tab. II.1.2-3 (Oberboden)
MP 2	RKS 4 RKS 5	0,06 – 2,40 0,10 – 4,50	LAGA-Erlass, Tab. II.1.2-2 und Tab. II.1.2-3 (Aushub Treppenanlage)
MP 3	RKS 6 RKS 7	0,08 – 2,00 0,05 – 1,00	LAGA-Erlass, Tab. II.1.2-2 und Tab. II.1.2-3 (Aushub Aussichtsturm)

9.2 Beurteilungskriterien

Die Wiedereinbau- bzw. Entsorgungsmöglichkeiten der Aushubböden wurden anhand der Mischproben MP 1 bis MP 3 überprüft.

Ein Kriterium für die Beurteilung der Böden in Bezug auf deren Wiedereinbaubarkeit ist der LAGA-Erlass “Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von Mineralstoffen/Abfällen“ - Technische Regeln, Stand 2003. Die Parameter werden nach den Zuordnungswerten für Böden entsprechend den Tabellen II.1.2-2 (Feststoff) und II.1.2-3 (Eluat) eingestuft.

© 2018 Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG

Die Ergebnisse der Bodenanalysen gehen in tabellarischer Form aus der Anlage 1/3 hervor. Die Einstufung in die LAGA-Zuordnungsklassen zur Bodenverwertung gemäß des LAGA-Merkblatts Nr. 20 geht aus der nachfolgenden Tabelle 3 hervor:

Tabelle 3: Einstufung gemäß LAGA-Boden

Probe Nr.	Sondierung	Entnahme-tiefe [m]	Parameter/Konzentration	Einstufung gemäß LAGA-Boden
MP 1	RKS 4 RKS 5 RKS 6 RKS 7	0,00 – 0,06 0,00 – 0,10 0,00 – 0,08 0,00 – 0,05	Chlorid: 37 mg/l	> Z 2
			Cadmium: 1,3 mg/kg	Z 1.2*
MP 2	RKS 4 RKS 5	0,06 – 2,40 0,10 – 4,50	pH-Wert: 10,0/11,6	Z 2
			∑ PAK: 3,38 mg/kg Zink: 140 mg/kg	Z 1.1*
MP 3	RKS 6 RKS 7	0,08 – 2,00 0,05 – 1,00	Cadmium: 1,1 mg/kg Zink: 460 mg/kg	Z 1.2

*unter Vernachlässigung der Parameter Chlorid, elektrische Leitfähigkeit und pH-Wert (Vernachlässigung grundsätzlich nur im Falle eines Wiedereinbaus möglich)

Den Untersuchungsergebnissen zufolge ist der Oberboden der Mischprobe MP 1 gemäß LAGA-Merkblatt in die LAGA-Zuordnungsklasse > Z 2 einzustufen. Ausschlaggebend ist hierfür der hohe Gehalt an Chlorid.

Die Auffüllungen der Mischprobe MP 2 sind gemäß LAGA-Merkblatt grundsätzlich in die LAGA-Zuordnungsklasse Z 2 einzustufen. Diese Einstufung erfolgt aufgrund des erfahrungsgemäß aus den Bauschuttanteilen resultierenden, erhöhten pH-Werts. Gemäß LAGA-Merkblatt ist jedoch eine alleinige Überschreitung des pH-Wertes kein maßgebendes Kriterium für eine ungünstigere Einstufung, sodass nach Ansicht der GID GmbH eine Einstufung in die LAGA-Zuordnungsklasse Z 1.1 erfolgen kann.

Weiterhin sind die Böden der Mischprobe MP 3 aufgrund der ermittelten Anreicherungen an Cadmium und Zink in die Zuordnungsklasse Z 1.2 einzustufen.

Im Falle einer Wiederverwertung ist die Vernachlässigung der Parameter Elektr. Leitfähigkeit, Chlorid sowie pH-Wert möglich, sodass grundsätzlich eine günstigere Einstufung stattfinden kann.

© 2018 Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG

Hierzu ist die Zustimmung der zuständigen Umweltbehörde – Kreis Mettmann bzw. Kreis Erkrath – erforderlich.

Im Hinblick auf evtl. Verwertung der Auffüllungen werden gemäß LAGA-Merkblatt folgende Zuordnungswerte als Obergrenzen der Einbauklassen unterschieden:

Mischprobe MP 2*:

Zuordnungswert Z 1.1 eingeschränkt offener Einbau auch unter ungünstigen hydrogeologischen Bedingungen möglich,

Mischproben MP 3 und MP 1*:

Zuordnungswert Z 1.2 eingeschränkt offener Einbau nur unter günstigen hydrogeologischen Bedingungen möglich,

Mischprobe MP 2:

Zuordnungswert Z 2 eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen.

*unter Vernachlässigung der Parameter Chlorid, elektrische Leitfähigkeit und pH-Wert

Sollten die Oberböden entsorgt werden müssen, sind weitere chemische Analysen gemäß der Deponieverordnung (DepV) erforderlich. Sollten diese gewünscht sein, bitten wir um Benachrichtigung.

Sollten weitere Fragen auftreten, bitten wir um Benachrichtigung.

Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG

Projektingenieur

(M.Sc. P. Knorr) (Dr.-Ing. U. Höfer)

© 2018 Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG

10. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Auszug aus OpenStreetMap 3

11. TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Bodenkennwerte und die Klassifizierungen nach DIN 18 300 und DIN 18 196 10
Tabelle 2: Mischplan Bodenproben 15
Tabelle 3: Einstufung gemäß LAGA-Boden 16

Literaturverzeichnis/ Quellenangaben

OpenStreetMap. (20. 02 2018). Von www.openstreetmap.de abgerufen

3 Anlagen

© 2018 Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG