

Max-Planck-Ring 47
65205 Wiesbaden-Delkenheim
Telefon 06122 95 62-0
Telefax 06122 52 59-1
info@bfm-wi.de
www.bfm-wi.de

GUTACHTEN

Bauvorhaben: **Bebauungsplan**
 Hof Taunusblick 1
 61250 Usingen

Gegenstand: **Baugrundvorerkundung und geotechnische**
 Standorteinschätzung

Auftraggeber: **Holzlehner Garten- und Landschaftsbau GmbH**
 Lindenstraße 50
 61250 Usingen

Datum: **23. Juni 2023**

Textseiten: **22**

Anlagen: **3 (6 Seiten)**

Projektnummer: **5617-662/769-18946 (bei Schriftwechsel bitte angeben)**

Erd- und Grundbau
Spezialtiefbau
Fels- und Tunnelbau
Deponie- und Dammbau
Straßenbau
Geothermie
Umwelttechnik
Alllastensanierung
Gebäuderückbau

Bodenmechanisches Labor
Baugrunduntersuchungen
Grundwasseruntersuchungen
Geotechnische Messungen
Alllastenerkundung
Geotechnische Beratung
Statische Berechnungen
Objektplanung
SiGe-Koordination
Bauüberwachung
Bauschadensanalysen



INHALTSVERZEICHNIS

1	Vorgang	4
2	Unterlagen	4
	2.1 Geologische Unterlagen	4
	2.2 Planunterlagen	5
	2.3 Normen, Richtlinien und Literatur	5
3	Örtliche Verhältnisse und Baumaßnahme	6
	3.1 Örtliche Verhältnisse	6
	3.2 Geplante Baumaßnahme	7
4	Durchgeführte Untersuchungen	7
	4.1 Felduntersuchungen	7
	4.2 Abfalltechnische Untersuchungen	9
5	Baugrund	9
	5.1 Allgemeines	9
	5.2 Baugrundaufbau	9
	5.2.1 Oberboden (Schicht 1)	9
	5.2.2 Auffüllungen (Schicht 2)	9
	5.2.3 Löss (Schicht 3)	10
	5.2.4 Ton- und Grauwackenschiefer (Felszersatz, Schicht 4)	10
6	Grundwasserverhältnisse	11
7	Versickerung von Niederschlagswasser	12
	7.1 Anforderungen	12
	7.2 Bewertung der Ergebnisse der Felduntersuchungen	12
8	Bodenklassen und charakteristische Bodenkennwerte	13
	8.1 Oberboden (Schicht 1)	13
	8.2 Auffüllungen (Schicht 2)	13
	8.3 Löss (Schicht 3)	13
	8.4 Ton- und Grauwackenschiefer (Felszersatz, Schicht 4)	14
9	Verkehrswegebau	14
10	Hinweise zum Kanal- und Versorgungsleitungsbau	17
11	Abfalltechnische Untersuchungen	20



ANLAGENVERZEICHNIS

- Anlage 1 Lageplan mit Sondieransatzpunkten, Maßstab 1:1000**
- Anlage 2 Sondierergebnisse Schnitt A-A und Schnitt B-B, Maßstab H1:50**
- Anlage 3 CAL-Untersuchungsbericht Nr. 202304895 vom 05.06.2023**



1 Vorgang

Im Südwesten von Usingen soll ein Gewerbegebiet auf dem Grundstück „Hof Taunusblick 1“, Flurstück 4406/1, entstehen.

Die Baugrundinstitut Franke-Meißner und Partner GmbH (BFM) wurde in diesem Zusammenhang mit der Baugrundvorerkundung und der geotechnischen Standorteinschätzung für das Grundstück „Hof Taunusblick 1“ von der Holzlehner Garten- und Landschaftsbau GmbH beauftragt. Darüber hinaus waren umwelttechnische Voruntersuchung sowie eine Beurteilung der Versickerungsfähigkeit der anstehenden Böden durchzuführen.

Nachfolgend wird über das Ergebnis der Baugrundvorerkundung berichtet. Weiterhin wird zu den Ergebnissen der geotechnischen Standorteinschätzung mit ersten Angaben zur Planung und Ausführung der Verkehrswege sowie zur Herstellung von Kanal- und Leitungsgräben und zur Versickerungsfähigkeit des anstehenden Baugrunds gutachterlich Stellung genommen. Die Ergebnisse der chemischen Analysen werden mitgeteilt und in abfalltechnischer Hinsicht bewertet.

Mit der Vorlage einer konkreten Planung ist eine ergänzende Baugrunderkundung mit geotechnischer Beratung durchzuführen.

2 Unterlagen

2.1 Geologische Unterlagen

- [1] Geologische Karte von Hessen, Messtischblatt 5617 Hanau, Maßstab 1:25.000, Wiesbaden 1977, inkl. Beiblätter und Erläuterungen.



2.2 Planunterlagen

- [2] ROB Planergruppe Architekten + Stadtplaner, Am Kronberger Hang 3, 65824 Schwalbach / Ts. und IBU Ingenieurbüro für Umweltplanung, Am Boden 25, 35460 Staufenberg, Planunterlagen:
- Bebauungsplan, Stadt Usingen, „Hof Taunusblick 1“, Vorentwurf, Maßstab 1:1.000, vom 01.06.2023,
 - Bericht, Bebauungsplan, Stadt Usingen, Vorentwurf, 39 Seiten, vom 31.05.2023.
- [3] Ingo Wolthaus (Dipl.-Ing.) öffentlich bestellter Vermessungsingenieur, Klapperfeld 22, 61250 Usingen, Höhenplan, Maßstab 1:500, vom 26.05.2023.

2.3 Normen, Richtlinien und Literatur

- [4] Normen-Handbuch Eurocode 7 zu DIN EN 1997-1:2009-09 Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln und DIN 1054:2010-12 Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regeln zu DIN EN 1997-1, 2., aktualisierte Auflage, Beuth Verlag, Berlin, 2015.
- [5] DIN 4124:2012-01: Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten, Beuth Verlag, Berlin, 2012.
- [6] DIN 4149:2005-04: Teil 1, Bauten in deutschen Erdbebengebieten: Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten, Ausgabe in Verbindung mit der zugehörigen Planungskarte des HLUg, M 1:200.000, Stand 02/2007.
- [7] DIN EN 1998-1/NA:2021-07: Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten, Beuth Verlag, Berlin, 2021.
- [8] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e. V. (DGGT), EAB: Empfehlung des Arbeitskreises „Baugruben“, Verlag Ernst & Sohn, 6te Auflage, 2021.
- [9] Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Stand April 2005, herausgegeben von der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V..
- [10] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln, Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012, RStO 12, 20.12.2012.



- [11] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, ZTVE-StB 17, 26.09.2017.
- [12] Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung, vom 9. Juli 2021, Budenanzeiger Verlag, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2021 Teil 1 Nr. 43, ausgegeben zu Bonn am 16. Juli 2021.

3 Örtliche Verhältnisse und Baumaßnahme

3.1 Örtliche Verhältnisse

Das Baufeld liegt etwa am südwestlichen Rand der Stadt Usingen und nordwestlich der in Südwest-Nordost-Richtung verlaufenden Landesstraße 3270 (L3270).

Die Grundrissabmessungen des geplanten Baufelds betragen etwa 100 m x 70 m. Die Gesamtfläche beträgt etwa 7.000 m².

Im Norden grenzt das Baufeld an gewerblich genutzt und bebaute Grundstücke an. Im Osten grenzt das Baufeld zur einen Hälfte an den Achtehnmorgenweg und zur anderen Hälfte an freistehende Häuser an. Westlich grenzt eine landwirtschaftlich genutzte Flächen an das Baufeld und südlich eine augenscheinlich als Bauhof und Lager genutzt Fläche an.

Grundsätzlich fällt die Geländeoberfläche im Bereich des Grundstücks von Norden nach Süden ab. In Bereichen mit befestigten asphaltierten bzw. geschotterten Flächen liegt das Gelände auf ungefähr dem gleichen Höhenniveau. Der im Westen an das Grundstück angrenzende Stockheimer Weg fällt von Norden nach Süden nach [3] von etwa 313,8 m NHN auf etwa 310,2 m NHN ab. Das Gelände wenige Meter südlich des Grundstücks fällt von Westen nach Osten von etwa 310,2 m NHN auf etwa 305,1 m NHN ab.

Höhenangaben zur Geländeoberfläche auf dem Grundstück liegen nicht vor.



Das Baufeld wurde nach telefonischen Angaben eines Mitarbeiters der ROB Planergruppe zuletzt als Forstfläche und davor als landwirtschaftliche Fläche genutzt.

Zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung am 24.05.2023 befand sich mittig auf der nördlichen Hälfte des Baufeldes eine Halle mit Grundrissabmessungen von etwa 17 m x 20 m und ein direkt angeschlossenes zweigeschossiges Nebengebäude mit Abmessungen von etwa 16 m x 8 m. Im Osten des Baufeldes stand ein eingeschossiges und unterkellertes Gebäude. Der Bereich zwischen dem Achtzehnmorgenweg und der Halle war asphaltiert. Der südöstliche Bereich des Baufeldes war vereinzelt mit Bäumen und Büschen bewachsen. Auf den restlichen Flächen des Baufeldes befanden sich ein mit einem Bodenbauschuttgemisch befestigte Flächen. Nach Angaben eines Mitarbeiters der Fa. Holzlehner Garten- und Landschaftsbau GmbH vor Ort befand sich westlich der Halle eine Güllegrube. Angaben zu den Abmessungen dieser Grube liegen nicht vor.

3.2 Geplante Baumaßnahme

Zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung lag noch keine konkrete Planung zur Bebauung vor. Nach [2] soll das Flurstück 4438/2, also der Achtzehnmorgenweg weiterhin die Haupteinschließung des Plangebietes bleiben.

Aufgrund des sehr frühen Planungsstandes, lagen noch keine Angaben zur geplanten Medien- und Kanalführung sowie zu geplanten notwendigen Straßen vor.

4 Durchgeführte Untersuchungen

4.1 Felduntersuchungen

Zur ersten Erkundung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse sowie zur Beprobung des Baugrunds zum Zwecke von bodenmechanischen Laborversuchen sowie der abfalltechnischen Voreinstufung wurden am 24.05.2023 fünf Rammkernsondierungen, im Durchmesser 50 mm, und vier Sondierungen mit der schweren Rammsonde gemäß DIN EN ISO 22476-2 ausgeführt (nachfolgend RKS bzw. DPH abgekürzt). Die DPH 2 und



DPH 3 konnten bis auf die planmäßige Endtiefe von 5,0 m u. GOK abgeteuft werden. Die restlichen RKS und DPH wurden aufgrund eines zu hohen Sondierwiderstandes in einer Tiefe zwischen 0,7 m bis 4,0 m u. GOK abgebrochen. Die DPH 1 wurde als DPH 1a um einige Meter nach Westen verschoben erneut angesetzt und abgeteuft. Die DPH 1 a wurde ebenfalls vorzeitig in einer Tiefe 1,2 m auf Grund von zu hohem Sondierwiderstand abgebrochen.

Die Höhe der Sondieransatzpunkte wurde durch Nivellement bestimmt. Als Höhenbezugspunkt (FP) wurde ein Kanaldeckel im Achtzehnmorgenweg, dessen Lage der Anlage 1 zu entnehmen ist, verwendet. Die Höhe dieses Kanaldeckels wurde von BFM für das Nivellement mit + 10 m angenommen, da dafür kein NHN-Bezug vorliegt. Nach [3] beträgt die Höhe eines wenige Meter neben dem Kanaldeckel auf der Straße eingemessenen Punktes etwa 311,98 m NHN.

Die Lage der Aufschlusspunkte ist dem als Anlage 1 beiliegenden Lageplan zu entnehmen.

Die Bodenprofile und Rammdiagramme sind in zwei ingenieurgeologischen Profilschnitten höhenbezogen in der Anlage 2 dargestellt.

In der Tabelle 1 sind die einzelnen Aufschlüsse mit Angaben zu den Sondieransatzpunkten und der jeweiligen Aufschlusstiefe bezogen auf die oben beschriebene zunächst angenommene Höhe von + 10 m.

Tabelle 1: Aufschlusspunkte mit Angaben zur Aufschlusstiefe

Aufschluss	GOK-Bohransatzpunkte bezogen auf FP 1	Aufschluss- bzw. Sondiertiefe
	[m]	[m]
RKS 1	10,07	1,80
DPH 1	10,06	1,20
DPH 1 a	10,07	0,70
RKS 2	9,27	2,80
DPH 2	9,27	5,00
RKS 3	6,98	3,60
DPH 3	6,98	5,00
RKS 4	8,68	2,50
DPH 4	8,68	4,00
RKS 5	9,57	3,60



4.2 Abfalltechnische Untersuchungen

Zur Klärung der Entsorgungs- bzw. Verwertungsmöglichkeiten der beim Erdbau anfallenden Aushubmassen haben wir im Sinne orientierender abfalltechnischer Untersuchungen eine Mischprobe aus dem Bohrgut der RKS zusammengestellt und diese auf den Parameterumfang der Ersatzbaustoffverordnung [12] analysieren lassen. Die Untersuchungen wurden von dem umweltchemischen Labor der CAL GmbH und Co. KG, Darmstadt, durchgeführt.

Auf die Zusammensetzung der Mischprobe und die Auswertung der Untersuchungen wird in Kapitel 11 eingegangen. Die abfalltechnischen Untersuchungsergebnisse liegen dem Gutachten als Anlage 3 bei.

5 Baugrund

5.1 Allgemeines

Nach der Geologischen Karte [1] sowie vorliegenden Erfahrungen von Baumaßnahmen aus der näheren Umgebung stehen im Bereich des Baufeldes unter geringmächtigen Deckschichten Ton- und Grauwackenschiefer in größerer Mächtigkeit an. Oberflächen nah ist dieser zunächst meist stark verwittert.

5.2 Baugrundaufbau

5.2.1 Oberboden (Schicht 1)

Mit der RKS 3 wurde eine etwa 0,25 m dicke Schicht durchwurzelter sandiger Schluff (Oberboden) mit einer steifen bis halbfesten Konsistenz aufgeschlossen.

5.2.2 Auffüllungen (Schicht 2)

Mit den durchgeführten RKS 1, 2, 4 und 5 wurde ab der Geländeoberfläche bis in eine Tiefe von etwa 0,4 m bis 1,3 m vorrangig nicht bindige und nur vereinzelt bindige aufgefüllte Böden aufgeschlossen. Granulometrisch sind diese Böden als schwach schluffige, sandige Kiese und vereinzelt als sandige, kiesige Schluffe anzusprechen. Fremdbestandteile wurde



in Form von Beton-, Schlacke- und Keramikresten, Ziegelbruchstücken und Sandstein festgestellt.

Mit den DPH 1, 1a, 2 und 4 wurden sehr heterogene Sondierwiderstände im Bereich von 1 bis über 100 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe gemessen.

Die DPH 1 und 1a wurden in einer Tiefe von 1,2 m bzw. 0,7 m fest. Vermutlich befindet sich in diesem Tiefenbereich die abdichtende Bodenplatte der in Kapitel 3.1 erwähnten Güllegrube.

5.2.3 Löss (Schicht 3)

Mit den RKS 3 und 4 wurde unter der Auffüllung Oberboden bis in eine Tiefe von 0,8 m (RKS 4) und 1,1 m (RKS 3) Löss mit einer steifen Konsistenz aufgeschlossen.

Die mit der DPH 3 und 4 gemessenen Sondierwiderstände liegen im Bereich von 1 bis 2 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe.

5.2.4 Ton- und Grauwackenschiefer (Felsersatz, Schicht 4)

Unterhalb des Löss und der Auffüllung folgt bis zur Endteufe der Kleinrammbohrungen zersetzter Ton- und Grauwackenschiefer. Das Material ist überwiegend als schwach schluffiger, toniger, sandiger Kies anzusprechen. In Teilbereichen ist das Material auch als sandiger schluffiger Ton mit einer halbfesten und nur vereinzelt weichen Konsistenz anzusprechen.

Mit den schweren Rammsondierungen wurden in Abhängigkeit des Verwitterungsgrads des Fels sehr heterogene Sondierwiderstände festgestellt. Bis in eine Tiefe von etwa 2,2 m (DPH 2) bzw. 2,4 m (DPH 4) wurden niedrige Sondierwiderstände im Bereich von 2 bis 5 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe festgestellt. Mit der DPH 3 stieg der Sondierwiderstand bis zur Endteufe von 5,0 m u. GOK auf etwa 10 Schläge an. Unterhalb von 2,2 m bzw. 2,4 m wurde mit den DPH 2 und 4 Sondierwiderstände im Bereich von 20 bis 50 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe festgestellt.

Im Allgemeinen nimmt mit der Tiefe der Verwitterungsgrad des Fels ab und die Festigkeit zu.



Inwieweit mit den festgestellten Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen (DPH 2 und DPH 4) der angewitterte bis unverwitterte Fels angetroffen wurde, kann abschließend nicht beurteilt werden. Gegebenenfalls wurden auch hier größere, mäßig verwitterte Felspartien angetroffen.

Verfahrensbedingt kann angewitterter und entfestigter Fels mit den RKS nicht aufgeschlossen werden.

6 Grundwasserverhältnisse

Ein durchgehender Grundwasserspiegel wurde mit den Sondierungen nicht festgestellt. In einzelnen Sondierungen wurde allerdings Wasser in unterschiedlichen Tiefen eingemessen. Es handelt sich hierbei vermutlich um Schichtwasser, das sich auf einzelnen undurchlässigeren Zwischenschichten staut. Die Ergiebigkeit wird relativ gering sein.

Aufgrund der Hanglage und der geologischen Verhältnisse ist im Allgemeinen davon auszugehen, dass besonders nach starken und / oder langanhaltenden Niederschlägen örtlich Grundwasser in Form von sog. Schicht- und / oder Stauwasser bis knapp unter die GOK auftreten kann.

Mit den Sondierungen wurden folgende Wasserstände festgestellt. Es handelt sich dabei um Wasserstände nach dem Ziehen des Sondiergestänges. Der Wasserstand beim Anbohren kann beim Sondieren nicht festgestellt werden:

Tabelle 2: Wasserstände gemessen am 24.05.2023

Sondierung	Wasserstand [m u. GOK]
RKS 1	0,90
RKS 4	1,17



7 Versickerung von Niederschlagswasser

7.1 Anforderungen

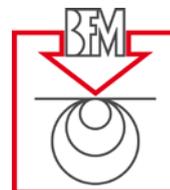
Gemäß dem ATV-DVWK Arbeitsblatt 138 [9], bei dem es sich nicht um eine Vorschrift im Sinne der DIN-Normen, sondern um ein Technisches Regelwerk handelt, kommen Versickerungsanlagen im Lockergestein, bei denen eine konzentrierte Versickerung von Niederschlagswasser stattfindet, nur dann in Frage, wenn die Durchlässigkeitsbeiwerte der anstehenden Böden zwischen $k = 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ und $k = 1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ liegen. Darüber hinaus ist zwischen der Unterkante der Versickerungseinrichtung und dem höchsten gemessenen Grundwasserstand (Bemessungswasserstand) ein Sickerraum von mindestens 1 m einzuhalten. Überdies ist eine notwendige Voraussetzung für die entwässerungstechnische Versickerung von Niederschlagswasser das Vorhandensein eines ausreichend mächtigen, hydraulisch leitfähigen Grundwasserleiters. Dieser ist erforderlich, um das zu sickernde Wasser rasch abzuleiten, ohne dass es zu lokalen Grundwasseranstiegen größeren Ausmaßes kommt.

7.2 Bewertung der Ergebnisse der Felduntersuchungen

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung steht der zersetzte Ton- und Grauwackenschiefer (Schicht 4, Felsersatz) unterhalb von etwa 0,8 m bis 1,3 m u. GOK an. Je nach Verwitterungsgrad steht die Schicht 4 als mäßig zersetzter Fels, als toniger, sandiger Kies bis hin zu sandigem, schluffigem Ton an. Die Durchlässigkeit dieser Schicht schwankt dementsprechend stark und wird auf k_f -Werte zwischen 10^{-5} m/s bis 10^{-8} m/s abgeschätzt.

In diesem Zusammenhang ist auch zu berücksichtigen, dass sich im Laufe der Jahre die Durchlässigkeit der Böden bei einer zentralen Einleitung von Niederschlagswasser verringern kann.

Die erkundeten Baugrundverhältnisse im Baufeldbereich sind demnach aus geotechnischer Sicht für eine dauerhafte und geregelte Versickerung von Niederschlagswasser im Sinne von [9] nicht geeignet.



8 Bodenklassen und charakteristische Bodenkennwerte

Auf der Basis der hier durchgeführten Feld- und Laborversuche, eigenen Erfahrungen bei Baumaßnahmen im Umfeld des hier betrachteten Projektstandorts und Angaben in der Fachliteratur werden für das Design und die Vorbemessung von temporären Gräben sowie für die Festlegung der Art und der Vorbemessung der Verkehrswegeaufbauten die erforderlichen charakteristischen Kennwerte nach VOB 2016 wie folgt abgeleitet:

8.1 Oberboden (Schicht 1)

Bodengruppe nach DIN 18196	OH
Bodenklasse nach DIN 18300 (VOB, Teil C, Stand 2012)	1
Frostempfindlichkeit	F3
Feuchtwichte	$\gamma = 17 \text{ bis } 19 \text{ kN/m}^3$
Ersatzreibungswinkel	$\varphi_{E,k} = 27,5^\circ$

8.2 Auffüllungen (Schicht 2)

Bodengruppe nach DIN 18196	A [GU, GI, GU*, UL]
Bodenklasse nach DIN 18300, Stand 2012	3 bis 5
bei örtlichen Nestern von groben Bauschutt	auch 6 bis 7 möglich
Frostempfindlichkeit	F2 bis F3
Feuchtwichte	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
Wichte unter Auftrieb	$\gamma' = 11 \text{ kN/m}^3$
Ersatzreibungswinkel	$\varphi'_k = 30^\circ \text{ bis } 35^\circ$
Steifemodul	$E_{S,k} = 30 \text{ bis } 60 \text{ MN/m}^2$

Bauwerksreste aus vorangegangener Bauung sind nicht auszuschließen.

8.3 Löss (Schicht 3)

Bodengruppe nach DIN 18196	UL, TL, ST, SU, SU*
Bodenklasse nach DIN 18300, Stand 2012	4
bei Wasserzutritt / mechanischer Beanspruchung auch	2
Frostempfindlichkeit	F3
Feuchtwichte	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
Wichte unter Auftrieb	$\gamma' = 9 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 27,5^\circ$
Kohäsion, Konsistenz mind. steif	$c'_k = 3 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul, Konsistenz mind. steif	$E_{S,k} = 6 \text{ MN/m}^2$



8.4 Ton- und Grauwackenschiefer (Felsersatz, Schicht 4)

Bodengruppe nach DIN 18196	TM, GU*, UM
Bodenklasse nach DIN 18300, Stand 2012	3 bis 5
bei Blöcken u. Geröllen, $\varnothing \geq 200$ mm	6 u. 7 möglich
Frostempfindlichkeit	F3
Feuchtwichte	$\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$
Wichte unter Auftrieb	$\gamma' = 11 \text{ kN/m}^3$
Ersatzreibungswinkel	$\varphi_{E,k} = 30^\circ \text{ bis } 35^\circ$
Steifemodul	$E_{s,k} = 25 \text{ bis } 50 \text{ MN/m}^2$

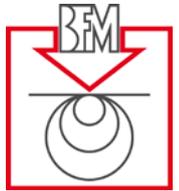
9 Verkehrswegebau

Das Projektareal liegt in der Frosteinwirkungszone I.

In Teilbereichen wurde oberflächennah aufgefüllte Kiese aufgeschlossen, die in die Frostempfindlichkeitsklasse F2 (gering bis mittel frostempfindlich) einzustufen sind. Der darunter anstehende gewachsene zersetzte Fels ist in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 (sehr frostempfindlich) einzustufen. In anderen Bereichen wurde oberflächennah gewachsener Löss aufgeschlossen. Dieser ist in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (sehr frostempfindlich) einzustufen.

Vorbehaltlich der Kenntnis der genauen Höhenlage der Verkehrsflächen wird das Planum vorwiegend innerhalb der bindigen Böden liegen.

In diesem Zusammenhang wird darauf aufmerksam gemacht, dass der in Teilbereichen auf Höhe des Erdplanums zu erwartenden Löss (Schicht 3) sehr witterungsempfindlich ist und bei Niederschlägen in Verbindung mit mechanischer und/oder dynamischer Beanspruchung z.B. beim Befahren mit Baufahrzeugen schnell verbreit. Es wird daher erforderlich, das freigeschobene Erdplanum gemäß den Anforderungen der ZTVE-StB 17 durch geeignete Maßnahmen vor Witterungseinflüssen zu schützen. Das Freilegen des Erdplanums hat rückschreitend von einem höherliegenden Planum aus mit dem Tieflöffel mit glatter Schneide zu erfolgen. Der Einbau der ersten Lage des Bodenaustauschs/der Frostschutzschicht erfolgt vor Kopf. Ein Befahren des ungeschützten Planums mit jeglichen Fahrzeugen ist unzulässig.



Gemäß der RStO 12 wird die erforderliche Mächtigkeit des frostsicheren Wegeaufbaus nach der Belastungsklasse des betreffenden Objektes festgelegt. Da es sich hier um die Erschließungsstraßen eines Gewerbegebietes handelt, werden die Straßen gemäß der RStO 12 in die Straßenkategorie HS IV, ES IV und ES V und die Belastungsklassen Bk 1,8 bis Bk 100, vorbehaltlich der Ergebnisse der weiteren Planung eingestuft. Je nach der tatsächlichen Nutzung, ist die Belastungsklasse ggf. anzupassen. Unter Zugrundelegung der vorab genannten Belastungsklassen muss gemäß der RStO 12 die Dicke des frostsicheren Straßenaufbaus bei der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 mindestens 0,6 m (Bk 3,2 bis Bk 1,0) bzw. mindestens 0,65 m (Bk 100 bis Bk 10) betragen und bei der Frostempfindlichkeitsklasse F 2 mindestens 0,5 m (Bk 3,2 bis Bk 1,0) bzw. mindestens 0,55 m (Bk 100 bis Bk 10). Mehrungen und Minderungen der Mächtigkeit des frostsicheren Straßenaufbaus sind der RStO 12 zu entnehmen und richten sich nach den örtlichen Gegebenheiten, der topographischen Lage des Objekts und der Planung. Der Straßenaufbau ist zu planen.

Gemäß der ZTVE-StB 17 ist bei frostempfindlichem Untergrund bzw. Unterbau (Schicht 3 und 4), wie dies hier bereichsweise der Fall ist, für jeglichen Aufbau der Verkehrsflächen auf dem Erdplanum ein Verformungsmodul von

$$E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$$

nachzuweisen. Der Nachweis ist nach vorangegangener statischer Verdichtung des Erdplanums, sofern witterungsbedingt möglich, mit einem geeignetem Verdichtungsgerät durch mehrere sich gegenseitig überlappende Übergänge durch statische Plattendruckversuch gemäß DIN 18134, Plattendurchmesser $\varnothing = 30 \text{ cm}$, zu führen. Sollte sich anhand der Ergebnisse der Tragfähigkeitsüberprüfung durch statische Plattendruckversuche herausstellen, dass der o. g. Wert nicht erreicht wird, was erfahrungsgemäß bei dem hier anstehenden Löss der Fall sein wird, so kann – in Abhängigkeit von der Abweichung des Ist- vom Sollwert – z. B. die Mächtigkeit der Tragschicht erhöht oder ein Bodenaustausch vorgenommen werden. Alternativ dazu kann auch ein hydraulisches Bindemittel (Mischbinder aus Kalk und Zement) eingefräst werden.



Als Bodenaustauschmaterial kann ein gebrochener kantiger Naturschotter der Körnung 0/45 mm und/oder 0/56 mm, mit einem Feinkornanteil ($< 0,063$ mm) < 5 % Gew.-% und einer Ungleichförmigkeitszahl von $U \geq 7$, verwendet werden. Ein RC-Material vorzugsweise Betonrecycling mit den vorgenannten Materialeigenschaften, kann alternativ geplant werden. Es wird empfohlen, von der mit den Erdarbeiten beauftragten Firma von dem zum Einsatz kommenden Bodenaustauschmaterial rechtzeitig vor Baubeginn eine Korngrößenverteilungskurve sowie den Nachweis der Herkunft und der umwelttechnischen Unbedenklichkeit gemäß EBV [12] zur Prüfung und Freigabe vorlegen zu lassen.

Vorbehaltlich der Kenntnis der genauen Materialeigenschaften und der tatsächlich zur Ausführung kommenden Dicken, wird für die Oberkante der Frostschutzschicht im Straßenbereich ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 120$ MN/m² (Gehwegsbereiche $E_{v2} \geq 80$ MN/m²) und ein Verhältniswert von $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$ [-] vorgeschlagen. Unter Berücksichtigung dieser Anforderungen sollte im Bereich des Löss (Schicht 3) für die Planung von einem Bodenaustausch mit mindestens 0,3 m Dicke (0,2 m Gehweg) ausgegangen werden.

Die Anforderungen an den zu erzielenden Verformungsmodul im Bereich des Planums und der Tragschicht richten sich in Anlehnung die RStO 12 und nach dem gewählten Wegeaufbau sowie den örtlichen Gegebenheiten. Im Übrigen sind die Angaben der RStO 12 und der ZTVE-StB 17 zu berücksichtigen.

Die entsprechenden Verformungsmodule sind durch Verdichtungskontrollen mit statischen Plattendruckversuchen gemäß DIN 18134 zu prüfen. Im Hinblick auf die Auswertung wird in jedem Fall empfohlen, den Bodengutachter einzuschalten. In diesem Zusammenhang wird nochmals auf die Witterungsempfindlichkeit des anstehenden Löss (Schicht 3) hingewiesen. Aus diesem Grund wird empfohlen, je nach Witterungsverhältnissen das freigeschobenen Erdplanum jeweils umgehend nach den Empfehlungen der ZTVE-StB 17 vor Witterungseinflüssen zu schützen.



10 Hinweise zum Kanal- und Versorgungsleitungsbau

Zum Zeitpunkt der Gutachtenerstattung lagen noch keine Angaben über die Art und die Tiefenlage der im Bereich der Erschließungsstraßen geplanten Kanäle und der Versorgungsleitungen vor. Zunächst wird von einer Tiefenlage der Leitungs- und Kanalgrabensohlen von rd. 0,8 m bis rd. 3,0 m unter Gelände ausgegangen. Demnach und nach den Ergebnissen der Felduntersuchungen kommen die Sohlen der Kanäle und der Versorgungsleitungen überwiegend im Bereich des Felszersatz (Schicht 4) zu liegen. Der granulometrisch als halbfester Ton bzw. toniger Kies angesprochene Felszersatz ist sowohl als Rohraufleger als auch als Auflager für die Versorgungsleitungen nur bedingt geeignet, da es bei hochanstehenden gering verwitterten Felsrippen zu einer Aufhängung der Leitungen bzw. Kanäle (sog. Schneidenlagerung) kommen kann. Sollte auf Höhe der Leitungs- und Grabensohle hochanstehende Felsrippen angetroffen werden sind diese bis in eine Tiefe von min. 0,3 m abzutragen und auszukoffern und Bodenaustauschmaterial (z. B. Naturschotter) einzubauen.

In Teilbereichen können die Sohlen der Kanäle und der Versorgungsleitungen auch im Bereich des Löss (Schicht 3) zu liegen kommen. Überall dort, wo auf Höhe der Kanalgrabensohlen und der Sohlen der Versorgungsleitungsgräben bindige Böden mit einer Konsistenz geringer als steif angetroffen werden, sind diese in Abhängigkeit von deren Mächtigkeit, maximal jedoch bis zu rd. 0,5 m Dicke unter die geplante Kanalsohle und bis zu rd. 0,2 m Dicke unter die Sohle der geplanten Versorgungsleitungen auszukoffern und durch verdichtungsfähiges Verfüllmaterial zu ersetzen.

Schicht- und Stauwasserzufluss ist je nach Witterung bis knapp unter die Geländeoberkante möglich.

Als Verfüllmaterial bzw. Bodenaustauschmaterial ist gebrochener, kantiger Naturschotter der Körnung 0/45 mm und/oder 0/56 mm mit einem Feinkornanteil ($\leq 0,063$ mm) ≤ 5 Gew.-% und einer Ungleichförmigkeitszahl von $U \geq 7$ zu verwenden. Aufgrund des lokal hoch anstehenden Grundwassers ist die Verwendung von Recycling-Material nicht zulässig. Es wird empfohlen, von der mit den Arbeiten beauftragten Firma von dem zum Einsatz kommenden Bodenaustauschmaterial rechtzeitig vor Baubeginn eine Korngrößenverteilungskurve sowie



den Nachweis der umwelttechnischen Unbedenklichkeit gemäß EBV [12] zur Prüfung und Freigabe vorlegen zu lassen.

Gemäß der ZTVE-StB 17 ist im Bereich von Kanal- und Leitungsgräben für den Verfüllboden ein Verdichtungsgrad von mindestens $D_{Pr} = 97\%$ der einfachen Proctordichte erforderlich. Der angetroffene Felsersatz eignet sich nicht zum Wiedereinbau. Der Wiedereinbau des anstehende Löss ist hingegen unter Zugrundelegung einer mindestens steifen Konsistenz möglich, wenn unter Zugrundelegung der Ergebnisse der umwelttechnischen Untersuchungen der Wiedereinbau möglich ist.

Bei einer Konsistenz des Löss (Schicht 3) geringer als steif ist die Wiedereinbaufähigkeit nur dann gewährleistet, wenn sie durch den Einsatz eines sog. Separators mit Kalk und/oder einem Kalk-Zement-Gemisch vor Ort stabilisiert werden. Dass der Einsatz eines Kalk-Zement Gemischs zum gewünschten Erfolg führt, setzt eine homogene Durchmischung dieses mit den zur Verfüllung vorgesehenen Böden voraus. Die Zugabemenge von Kalk und/oder Kalk/Zement ist abhängig vom Wassergehalt zum Zeitpunkt des Wiedereinbaus. Sollten derartige Maßnahmen zur Ausführung kommen, so wird empfohlen, im Vorfeld an den zum Wiedereinbau vorgesehenen Böden jeweils die Proctordichte und den optimalen Wassergehalt zu bestimmen. Darüber hinaus wird empfohlen, Probefelder anzulegen, in denen dann Dichtebestimmungen durchgeführt werden. Für die Planung kann erfahrungsgemäß von einer Zugabemenge von 3 Gew.-% bis 8 Gew.-% (meist 4 Gew.-%) an Kalk bzw. Kalk-Zement ausgegangen werden.

Generell sind die zum Wiedereinbau vorgesehenen Böden, sofern sie zur Wiederverfüllung überhaupt herangezogen werden sollen bzw. können, während ihrer Bereitstellung durch geeignete Maßnahmen vor Witterungseinflüssen zu schützen. Durch die Zugabe von Kalk bzw. Kalk-Zement als bodenverbesserte Maßnahme können die Einbaubedingungen verbessert bzw. optimiert werden.

Das Schüttmaterial ist grundsätzlich in Schüttlagen von max. 0,3 m Dicke lagenweise einzubauen und mit einem geeigneten Verdichtungsgerät durch mehrere sich gegenseitig überlappende Übergänge auf den o. g. Verdichtungsgrad zu verdichten.



Der Verdichtungserfolg ist baubegleitend durch Dichtebestimmungen gemäß DIN 18125 in Verbindung mit Wassergehaltsbestimmungen gemäß DIN 18121 und Proctorversuchen gemäß DIN 18127 oder durch Rammsondierungen, sog. Künzelungen, gemäß DIN EN ISO 22476-2 überprüfen zu lassen. Bei der Ausführung von Rammsondierungen (sog. Künzelungen) lassen die Ergebnisse keine direkte Korrelation zum Verdichtungsgrad zu.

Bei der Herstellung der Gräben für die Kanalbaumaßnahme und die Verlegung der Versorgungsleitungen gilt grundsätzlich die DIN 4124 – Baugruben und Gräben, Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten.

Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten ist oberhalb des Grundwassers voraussichtlich eine Abböschung der Gräben möglich. Die Grabenböschungen können im Bereich der bindigen Böden (Schicht 1, 3 und 4) mit einer mindestens steifen Konsistenz unter einem Winkel von $\beta \leq 60^\circ$ zur Horizontalen ansonsten $\beta \leq 45^\circ$ abgeböschet werden. Sollte witterungsbedingt zum Zeitpunkt der Erdarbeiten Schichtwasser über die Grabenböschungen in die Gräben eindringen, so sind die Grabenböschungen in Abstimmung mit dem Bodengutachter flacher auszubilden, ggf. sind sie durch das sog. Andeckverfahren vor dem Ausspülen zu sichern.

Alternativ zur Abböschung der Gräben bzw. in Bereichen mit beengten Platzverhältnissen ist ein senkrechter Baugrubenverbau, z. B. ein Bohrträgerverbau und/oder ein sog. Systemverbau (z. B. Kanaldielen und/oder Kringsverbau etc.), oder Gleichwertiges erforderlich.

Die Wahl des geeigneten Verbbaus richtet sich auch nach dem Abstand der geplanten Kanäle zu der vorhandenen Bebauung und/oder der vorhandenen Versorgungsleitungen, der Tiefe der Gräben und von der Tiefenlage des Kanals jeweils unter Berücksichtigung des Grundwasserspiegels und der Wahl des Konzeptes zur Trockenhaltung der Gräben.

Unabhängig von dem gewählten Verbaukonzept ist dessen Standsicherheit statisch nachzuweisen. Zum Standsicherheitsnachweis für den Verbau wird auf die Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben" (EAB) verwiesen.

Beim Ziehen bzw. beim Rückbau des Verbbaus ist auf ein kraftschlüssiges Schließen des Ziehspaltes zu achten, sodass keine Setzungsschäden auftreten.



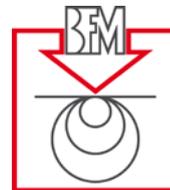
Unter Zugrundelegung der Ausführungen in Abschnitt 6 sind neben dem Fassen von Tagwasser und ggf. jahreszeitlich bedingten lokal auftretendem Schicht- und Stauwasser voraussichtlich keine Maßnahmen zur Trockenhaltung der Kanal- und Leitungsgräben erforderlich.

Sofern das anfallende Wasser nicht in den Untergrund versickert, ist eine ausreichend dimensionierte filterstabile Drainage mit Pumpensämpfen und einer Ableitung in eine adäquate Vorflut vorzusehen. Jegliche Eingriffe in das Grundwasser sind genehmigungspflichtig. Temporäre Grundwasserhaltungsmaßnahmen sind zu planen und bei den zuständigen Behörden eine Genehmigung zu beantragen. Bei einer Einleitung in den Kanal ist eine Gestattung des Betreibers erforderlich.

11 Abfalltechnische Untersuchungen

Hinweis: Im Rahmen der am 16.07.2021 verkündeten und am 01.08.2023 in Kraft tretenden Mantel-Verordnung (MantelVO [12]) hat der Gesetzgeber unter anderem die Ersatzbaustoffverordnung (EBV) eingeführt. Die hier in Rede stehende Baumaßnahme wird hinsichtlich der Bauzeit für die Herstellung der Baugrube und den Erdaushub in den Zeitraum nach dem 01.08.2023 fallen. Somit müssen alle im Zuge der Baumaßnahme anfallenden Ersatzbaustoffe und nicht aufbereitetes Bodenmaterial, die für eine Verwertung vorgesehen sind, gemäß der EBV klassifiziert und einer Materialklasse zugeordnet werden.

Zur Klärung der Entsorgungs- bzw. Verwertungsmöglichkeiten der voraussichtlich anfallenden Aushubmaterials haben wir im Sinne orientierender abfalltechnischer Untersuchungen eine Mischproben zusammengestellt und diese auf den Parameterumfang der ab dem 01.08.2023 geltenden Ersatzbaustoffverordnung [12] analysieren lassen. Die Untersuchungen wurden von dem umweltchemischen Labor der CAL GmbH und Co. KG, Darmstadt, durchgeführt.



Bei dem beprobten Material handelt es sich um ein Boden mit zwischen etwa 10% bis 50% mineralischen Fremdbestandteilen in Form von Betonresten, Ziegel- und Keramikbruchstücken, Schlacke und Sandstein.

Die Probenzusammensetzung sowie die Entnahmetiefen sind der nachfolgenden Tabellen zu entnehmen.

Tabelle 3: Probenzusammensetzung

Mischprobe	Entnahmestelle	Einzelprobe	Entnahmetiefe [m unter GOK]	Material
MP A	RKS 1	CP 1	0,00 m - 0,90 m	Aufgefüllte Kiese
	RKS 2	CP 1	0,00 m - 0,90 m	
	RKS 2	CP 2	0,90 m - 1,30 m	
	RKS 4	CP 1	0,00 m - 0,35 m	
	RKS 5	CP1	0,00 m - 1,00 m	

Als Anlage 3 liegt der Untersuchungsbericht des CAL Nr. 202304895 vom 05.06.2023 bei. Die untersuchte Mischproben **MP A** ist nach den Analyseergebnissen und gemäß [12] in die **Kategorie BM-F3** einzustufen. Die einstufigsrelevanten Parameter sind Zink im Feststoff, sowie die el. Leitfähigkeit und der pH-Wert. Das Material kann gemäß seiner Einstufung einer nach [12] zulässigen Verwertung zugeführt werden.

Hinweis: Aktuell liegen noch keine Erfahrungen mit der Verwertung von Ersatzbaustoffen und nicht aufbereitetem Bodenmaterial in technischen Bauwerken nach der EBV vor. Es ist somit noch ungewiss, ob der Markt ab dem 01.08.2023 entsprechende Verwertungsstellen anbietet und unter welchen Voraussetzungen Bodenaushub weiterhin von den aktuell bestehenden Verwertungsstellen angenommen werden kann. Hier wird es im Vorfeld der Baumaßnahme noch Abstimmungsbedarf zwischen den am Bau Beteiligten (Bauherr, Überwachungsbüro, Erdbauer, Entsorger, Behörde etc.) geben.

Der guten Ordnung halber weisen wir darauf hin, dass die hier durchgeführte Probenahme aus dem Kernmarsch von Rammkernsondierungen verfahrensbedingt, nicht die Anforderungen an eine statistisch abgesicherte Probenahme gemäß EBV (Stichwort: LAGA PN 98) erfüllt, weil dabei zu wenig Probenmaterial zutage gefördert wird. Es hat sich deshalb in der



Baupraxis bewährt spätestens mit Beginn der Erdarbeiten im Baufeld rasterartig Bagger-schürfe anzulegen und das Baggergut zu beproben und nochmals zu analysieren. Dabei ist zu beachten, dass mindestens eine solche Analyse für max. 300 m³ Auffüllung bzw. max. 500 m³ gewachsenen Boden gilt. Die o. g. Untersuchungsergebnisse respektive die sich daraus ableitende abfalltechnische Einstufung ist in dieser Hinsicht deshalb als vorläufig zu betrachten und kann als Basis für die Ausschreibung der Erdarbeiten dienen.

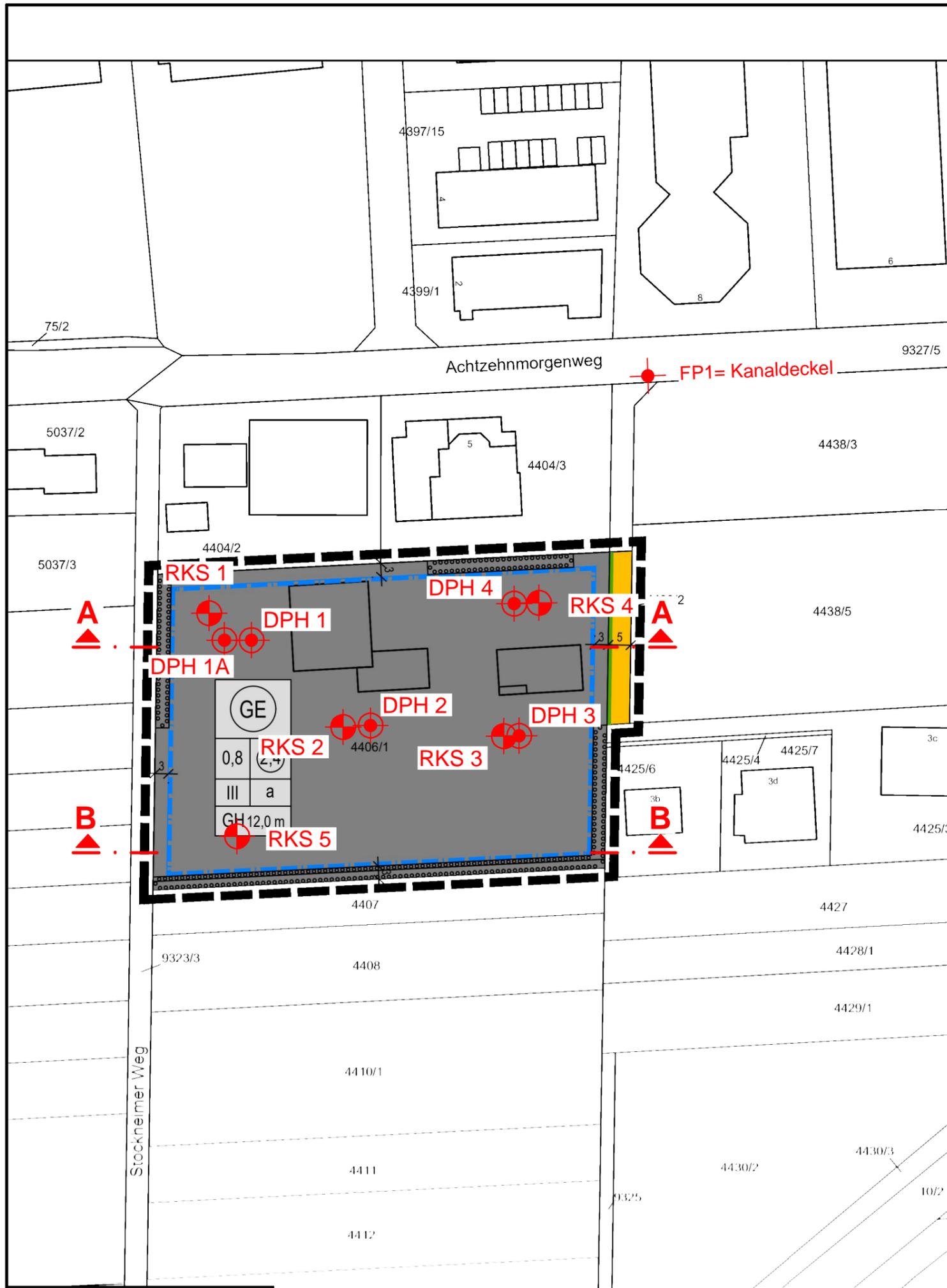
Aufgrund des Abstandes der Aufschlüsse untereinander kann generell nicht ausgeschlossen werden, dass im Zuge der Erdarbeiten zwischen den Aufschlüssen organoleptisch auffällige Bereiche angetroffen werden, die bis dato nicht erkundet wurden. Sollte dies der Fall sein, so ist dieses Material zu separieren, in Containern bereitzustellen, zu beproben und zu analysieren.

i. A.

Niklas Baumeister (M. Sc.)

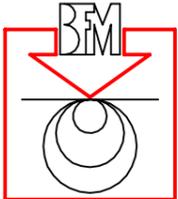
Dieter Ringleb (Dipl.-Ing.)

(Von der IHK Wiesbaden öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Altlasten: Schadstoffe im Boden, Wasser, Grundwasser sowie Schadstoffe in der Bausubstanz und Verwertungs- bzw. Rückbau-/Entsorgungskonzepte)



LEGENDE:

-  **RKS...** Kleinrammbohrung (Rammkernsondierung)
-  **DPH...** Schwere Rammsondierung
-  **FP...** Festpunkt

Datum	bearb.			geprüft
AUFTRAGGEBER Holzlehner Garten- und Landschaftsbau GmbH Lindenstraße 50 61250 Usingen			BAUVORHABEN Bebauungsplan Hof Taunusblick 1 61250 Usingen	
Lageplan mit Sondieransatzpunkten				
Auftrag-Nr.: 5617-662/769-18946		Maßstab		1:1000
Gutachten vom: 23.06.2023				
	BAUGRUNDINSTITUT Franke-Meißner und Partner GmbH Max-Planck-Ring 47 65205 Wiesbaden-Delkenheim Telefon: 06122/9562-0 Telefax: 06122/9562-34 eMail: info@bfm-wi.de			
		Datum	Name	
	bearbeitet	23.06.23	Sh.K	
geprüft	23.06.23	Bau		
Anlage		1		
Dieser Plan ist für Baugrundinstitut Franke-Meißner und Partner GmbH urheberrechtlich geschützt				

18946G1X1.dwg



Chemisch Analytisches
Laboratorium

CAL GmbH & Co. KG - Röntgenstraße 82 - 64291 Darmstadt

Baugrundinstitut Franke-Meißner
und Partner GmbH
Max-Planck-Ring 47

65205 Wiesbaden-Delkenheim

Staatlich anerkannt

Untersuchung
Beratung und
Auftragsforschung
für Industrie und
Umweltschutz

Tel. 06151 13633-0
Fax 06151 13633-28



Ihr Auftrag vom 25.05.2023

Ihr Projekt: 18946 - Bebauungsplan Hof Taunusblick 1, Usingen

Untersuchungsbericht 202304895

Probeneingang

Die Probe(n) wurde(n) durch die CAL GmbH & Co. KG beim Auftraggeber abgeholt.

Untersuchungsmethoden / Probenvorbereitung / Anmerkungen

Königswasseraufschluß nach DIN EN 13657: 2003-01 (Mikrowelle), Eluatherstellung nach DIN 19529: 2015-12

Untersuchungsgegenstand

Probe ID	Eingang	Material	Bezeichnung
202304895-001	26.05.2023	aufgefüllte Kiese	MP A



Untersuchungsergebnisse

Materialwerte für Bodenmaterial und Baggergut (Anlage 1, Tabelle 3)

Probenbezeichnung		Proben-ID	202304895-001	
MP A				
	Methode	Meßwert	Einheit	
pH-Wert	DIN EN ISO 10523-C5 (2012-04)	11,75		
el. Leitfähigkeit	DIN EN 27888-C8 (1993-11)	1310	µS/cm	
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1-D20 (2009-07)	73,0	mg/L	
Arsen	DIN EN ISO 11885-E22 (2009-09)	7,2	mg/kg TS	
Arsen	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,005	mg/L	
Blei	DIN EN ISO 11885-E22 (2009-09)	90,9	mg/kg TS	
Blei	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,004	mg/L	
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	0,2	mg/kg TS	
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,0003	mg/L	
Chrom (gesamt)	DIN EN ISO 11885-E22 (2009-09)	33,3	mg/kg TS	
Chrom (gesamt)	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	0,012	mg/L	
Kupfer	DIN EN ISO 11885-E22 (2009-09)	27,1	mg/kg TS	
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	0,020	mg/L	
Nickel	DIN EN ISO 11885-E22 (2009-09)	27,2	mg/kg TS	
Nickel	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,01	mg/L	
Quecksilber	DIN ISO 16772 (2005-06)	< 0,05	mg/kg TS	
Quecksilber	DIN EN ISO 17852-E35 (2008-04)	0,0002	mg/L	
Thallium	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,3	mg/kg TS	
Thallium	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,0004	mg/L	
Zink	DIN EN ISO 11885-E22 (2009-09)	534	mg/kg TS	
Zink	DIN EN ISO 17294-2-E29 (2017-01)	< 0,01	mg/L	
TOC	DIN 19539 (2016-12)	0,81	Masse %	
Kohlenwasserstoffe (C10-40)	DIN ISO 16703 (2011-09)	116	mg/kg TS	
Kohlenwasserstoffe (C10-22)	DIN ISO 16703 (2011-09)	< 10	mg/kg TS	
Benzo-(a)-pyren (BaP)	DIN ISO 18287 (2006-05)	0,130	mg/kg TS	
Summe PAK (o. Naphthalin)	DIN EN ISO 17993-F18 (2004-03)	0,000073	mg/L	
Summe EPA-PAK	DIN ISO 18287 (2006-05)	2,80	mg/kg TS	
Summe Naphthalin u. Methylnaphthaline	DIN EN ISO 17993-F18 (2004-03)	< 0,00001	mg/L	
Summe PCB	DIN EN 15308 (2008-05)	**	mg/kg TS	
Summe PCB	DIN EN ISO 6468-F1 (1997-02)	**	mg/L	
EOX	DIN 38414-S17 (2017-01)	0,16	mg/kg TS	



Polycyclische aromatische KW (EPA-PAK) - Feststoff

Probenbezeichnung		Proben-ID	202304895-001
MP A			
	Methode	Meßwert	Einheit
Summe EPA-PAK	DIN ISO 18287 (2006-05)	2,80	mg/kg TS
Naphthalin	DIN ISO 18287 (2006-05)	< 0,1	mg/kg TS
Acenaphthylen	DIN ISO 18287 (2006-05)	< 0,1	mg/kg TS
Acenaphthen	DIN ISO 18287 (2006-05)	< 0,1	mg/kg TS
Fluoren	DIN ISO 18287 (2006-05)	< 0,1	mg/kg TS
Phenanthren	DIN ISO 18287 (2006-05)	0,246	mg/kg TS
Anthracen	DIN ISO 18287 (2006-05)	< 0,1	mg/kg TS
Fluoranthren	DIN ISO 18287 (2006-05)	0,657	mg/kg TS
Pyren	DIN ISO 18287 (2006-05)	0,588	mg/kg TS
Benzo-(a)-anthracen	DIN ISO 18287 (2006-05)	0,263	mg/kg TS
Chrysen	DIN ISO 18287 (2006-05)	0,420	mg/kg TS
Benzo-(b)-fluoranthren	DIN ISO 18287 (2006-05)	0,275	mg/kg TS
Benzo-(k)-fluoranthren	DIN ISO 18287 (2006-05)	0,112	mg/kg TS
Benzo-(a)-pyren	DIN ISO 18287 (2006-05)	0,130	mg/kg TS
Dibenzo-(ah)-anthracen	DIN ISO 18287 (2006-05)	< 0,1	mg/kg TS
Benzo-(ghi)-perylene	DIN ISO 18287 (2006-05)	0,107	mg/kg TS
Indeno-(123cd)-pyren	DIN ISO 18287 (2006-05)	< 0,1	mg/kg TS

** = keine Einzelsubstanzen nachweisbar

Eluat - Polycyclische aromatische KW ohne Naphtahlin (EPA-PAK)

Probenbezeichnung		Proben-ID	202304895-001
MP A			
	Methode	Meßwert	Einheit
Acenaphthylen	DIN EN ISO 17993-F18 (2004-03)	< 0,00001	mg/L
Acenaphthen	DIN EN ISO 17993-F18 (2004-03)	0,000073	mg/L
Fluoren	DIN EN ISO 17993-F18 (2004-03)	< 0,00001	mg/L
Phenanthren	DIN EN ISO 17993-F18 (2004-03)	< 0,00001	mg/L
Anthracen	DIN EN ISO 17993 (F18)	< 0,000005	mg/L
Fluoranthren	DIN EN ISO 17993 (F18)	< 0,00001	mg/L
Pyren	DIN EN ISO 17993-F18 (2004-03)	< 0,00001	mg/L
Benzo-(a)-anthracen	DIN EN ISO 17993-F18 (2004-03)	< 0,000005	mg/L
Chrysen	DIN EN ISO 17993-F18 (2004-03)	< 0,00001	mg/L
Benzo-(b)-fluoranthren	DIN EN ISO 17993 (F18)	< 0,00001	mg/L
Benzo-(k)-fluoranthren	DIN EN ISO 17993 (F18)	< 0,00001	mg/L
Benzo-(a)-pyren	DIN EN ISO 17993 (F18)	< 0,000005	mg/L
Dibenzo-(ah)-anthracen	DIN EN ISO 17993 (F18)	< 0,000005	mg/L
Benzo-(ghi)-perylene	DIN EN ISO 17993 (F18)	< 0,00001	mg/L
Indeno-(123cd)-pyren	DIN EN ISO 17993 (F18)	< 0,00001	mg/L
Summe EPA-PAK (ohne Naphthalin)	DIN EN ISO 17993-F18 (2004-03)	0,000073	mg/L

** = keine Einzelsubstanzen nachweisbar



Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Probenbezeichnung		Proben-ID	202304895-001
MP A			
	Methode	Meßwert	Einheit
PCB-28	DIN EN 15308 (2008-05)	< 0,01	mg/kg TS
PCB-52	DIN EN 15308 (2008-05)	< 0,01	mg/kg TS
PCB-101	DIN EN 15308 (2008-05)	< 0,01	mg/kg TS
PCB-118	DIN EN 15308 (2008-05)	< 0,01	mg/kg TS
PCB-153	DIN EN 15308 (2008-05)	< 0,01	mg/kg TS
PCB-138	DIN EN 15308 (2008-05)	< 0,01	mg/kg TS
PCB-180	DIN EN 15308 (2008-05)	< 0,01	mg/kg TS
Summe PCB	DIN EN 15308 (2008-05)	**	mg/kg TS

** = keine Einzelsubstanzen nachweisbar

Eluat - Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Probenbezeichnung		Proben-ID	202304895-001
MP A			
	Methode	Meßwert	Einheit
PCB-28	DIN EN ISO 6468-F1 (1997-02)	< 0,000008	mg/L
PCB-52	DIN EN ISO 6468-F1 (1997-02)	< 0,000008	mg/L
PCB-101	DIN EN ISO 6468-F1 (1997-02)	< 0,000008	mg/L
PCB-118	DIN EN ISO 6468-F1 (1997-02)	< 0,000008	mg/L
PCB-153	DIN EN ISO 6468-F1 (1997-02)	< 0,000008	mg/L
PCB-138	DIN EN ISO 6468-F1 (1997-02)	< 0,000008	mg/L
PCB-180	DIN EN ISO 6468-F1 (1997-02)	< 0,000008	mg/L
Summe PCB	DIN EN ISO 6468-F1 (1997-02)	**	mg/L

** = keine Einzelsubstanzen nachweisbar

Die vorliegenden Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das untersuchte Probenmaterial. Die auszugsweise Vervielfältigung dieses Prüfberichts bedarf der schriftlichen Einwilligung des Prüflaboratoriums. * = Fremdleistung durch akkreditiertes Labor. # = nicht akkreditiertes Prüfverfahren. Es wurden keine gesonderten Messunsicherheitsbetrachtungen an den Grenzwerten/Richtwerten vorgenommen. Die erweiterten Messunsicherheiten werden regelmäßig im Labor parameterbezogen ermittelt und können auf Anfrage mitgeteilt werden.

geprüft und freigegeben
 CAL GmbH & Co. KG
 05.06.2023
 17:08:56 +02
 Dr.-Ing. Marcus Süßner, Laborleitung

Die Probe(n) wurde(n) vom 26.05.2023 bis zum 05.06.2023 bearbeitet.