

Stadtverwaltung Oberwiesenthal
Markt 8
09484 Kurort Oberwiesenthal

Chemnitz, 22. Oktober 2024

Ergebnisbericht Baugrund- und Abfalluntersuchung

Reg.-Nr. / Proj.-Nr.	09484 – 37 32738 / 40907	
Bauherr		Stadtverwaltung Oberwiesenthal Markt 8 09484 Kurort Oberwiesenthal
Bauort	Oberwiesenthal, Vierenstraße	
Bauvorhaben	Neubau Spielplatz „Fichtelchenpfad“	

Untersuchungsstufe : Hauptuntersuchung
Geotechnische Kategorie : vor / nach der Erkundung: GK 2
Bearbeiter : Dipl.-Ing. Tobias Lämmel
Telefon / E – Mail : (03 71) 5 30 12 – 43 / laemmel@eckert-chemnitz.de
Inhalt : 20 Seiten Text
4 Anlagen mit 15 Blatt



(Geschäftsführer)



(Bearbeiter)

Inhaltsverzeichnis

Anlagenverzeichnis	3
Verzeichnis der verwendeten Unterlagen	3
1 Aufgabenstellung und durchgeführte Untersuchungen	4
2 Feststellungen	6
2.1 Standort/Baumaßnahme	6
2.2 Erkundungsergebnisse	6
2.2.1 Regionalgeologie und allg. Baugrundverhältnisse	6
2.2.2 Hydrogeologische Verhältnisse	8
2.3 Laborergebnisse	8
2.3.1 Bodenmechanik	8
2.3.2 Abfall	9
2.4 Besonderheiten	10
2.5 Einschätzung der Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der Aufgabenstellung	11
3 Schlussfolgerungen, Empfehlungen und Hinweise	12
3.1 Allgemeine Einschätzung / Gründungsempfehlung	12
3.2 Bemessungskennwerte	13
3.2.1 Bodenmechanische Kennwerte	13
3.2.2 Sohlwiderstand	13
3.3 Homogenbereiche (VOB/C 2019)	14
3.4 Wasserhaltung	15
3.5 Böschungen	16
3.6 Wiederverwendbarkeit der Aushuberdstoffe	16
3.6.1 Abfallrechtliche Belange	16
3.6.2 Bodenmechanische Eignung	18
4 Abschließende Bemerkungen	20

Anlagenverzeichnis

1	Lageplan mit Aufschlussansatzpunkten	Maßstab	1 :	100
2	1 Blatt Schichtenprofil Baggerschurf	Maßstab	1 :	10
3.1	1 Blatt Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4			
3.2	7 Blatt Prüfbericht 2024P404874			
3.3	2 Blatt Auswertung abfallchemische Analysen			
4	3 Blatt Fotodokumentation			

Verzeichnis der verwendeten Unterlagen

- / 1 / Bauer Tiefbauplanung GmbH
Aufgabenstellung und Angebotsabfrage, 07.08.2024
- / 2 / Ingenieurbüro ECKERT GmbH
Vertragsangebot Nr. 32738 / 40907, 04.09.2024 (Einreichung über evergabe.de)
- / 3 / Stadtverwaltung Oberwiesenthal
Auftrag, 06.09.2024 (per Post am 09.09.2024)
- / 4 / Ingenieurbüro ECKERT GmbH
Aufnahme Baggerschurf vor Ort, 26.09.2024
- / 5 / Bauer Tiefbauplanung GmbH
Lageplan, Ansichten (pdf-Datei) per E-Mail, 08.08.2024
- / 6 / GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, 16.10.2024
- Prüfbericht 2024P404874: Untersuchungen Böden nach EBV
- / 7 / Ingenieurbüro ECKERT GmbH, 17.10.2024
- Bestimmung Korngrößenverteilung sowie natürlicher Wassergehalt
- / 8 / Geologische Spezialkarte der Königreichs Sachsen
Blatt 147/148 / Wiesenthal-Weipert / 1914
Maßstab 1 : 25.000
- / 9 / Sächsisches Oberbergamt, interaktive Karte, Abruf 21.10.2024
- Sächsische Hohlraumkarte
- / 10 / LfULG Sachsen, interaktive Karten, Abruf 21.10.2024
- Schutzgebiete in Sachsen / FFH und SPA-Gebiete in Sachsen
- Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete in Sachsen
- / 11 / Helmholtz-Zentrum Potsdam / Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ
- interaktive Karte mit Zuordnung von Orten zu Erdbebenzonen, 21.10.2024
- / 12 / Verordnung zur Umsetzung des Europäischen Abfallverzeichnisses
(Abfallverzeichnis – Verordnung – AVV), 10. Dezember 2001
- / 13 / Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der
Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der
Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung
Ausfertigungsdatum 09.07.2021 / ausgegeben 16.07.2021
- / 14 / büroeigenes Archiv / DIN

1 Aufgabenstellung und durchgeführte Untersuchungen

Aufgabenstellung

Die Stadtverwaltung Kurort Oberwiesenthal beabsichtigt die Erneuerung und Erweiterung des Fichtelchen-Rundwanderweges mit grenzüberschreitender Anbindung an den Christkindweg in Boží Dar (Tschechischen Republik). Bestandteil des Rundwanderweges ist ebenfalls eine Abenteuerwiese. Die Fläche ordnet sich in die bereits vorhandenen Spielflächen (Skaterbahn und Fußballfeld) an der Vierenstraße in Oberwiesenthal ein und stellt damit eine sinnvolle Ergänzung des Bestandes dar. Neben einer Wippe und einer Doppelschaukel ist auch ein Klettergerüst geplant.

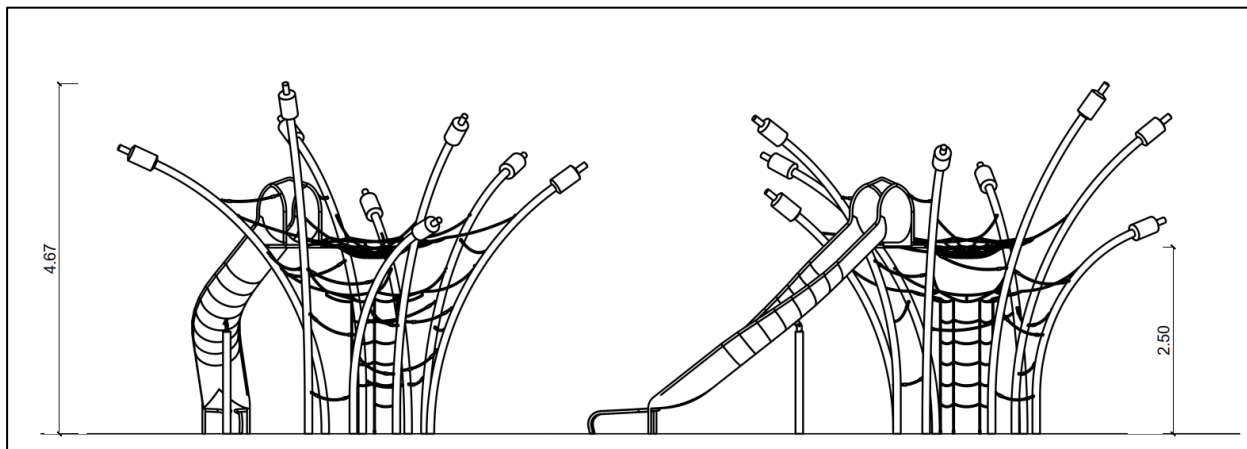


Abbildung 1: Detail Klettergerüst [Bauer Tiefbauplanung GmbH, Genehmigungsplanung, 30.05.2024]

Gegenstand des vorliegenden Ergebnisberichtes war eine Baugrund- und Abfalluntersuchung mit Gründungsempfehlung für das geplante Bauvorhaben.

Die geotechnische Berichterstattung soll folgende maßgebende Inhalte enthalten:

- Dokumentation der Aufschlussergebnisse (DIN 4023)
- Auswertung der Aufschlussergebnisse (DIN EN ISO 14688 / DIN EN ISO 14689)
- zeichnerische Darstellung der Ergebnisse in einem maßgebenden ingenieurgeologischen Schnitt mit Angaben zur Baugrundsichtung und den hydrogeologischen Verhältnissen
- Gründungsempfehlung
- Angabe von geotechnischen Bemessungskennwerten
- Klassifikation der Baugrundsichten (DIN 18196 / 18 300)
- Eignung Aushubmassen als Baustoff (Verfüllmaterial)
- Hinweise zur Bauausführung (Böschungen, Wasserhaltung, Erd- und Tiefbau, etc.).

Unter Beachtung der örtlichen Gegebenheiten wurde folgender Untersuchungsumfang vereinbart:

- Felddokumentation eines Baggerschurfes
- Einmessung der Aufschlussansatzpunkte nach Lage und Höhe

Der Aufschluss war mittels Feldansprache nach geologischen und bodenmechanischen Kriterien zu dokumentieren. Zur genaueren Bestimmung der einzelnen Böden und dessen Chemismus waren folgende Laboranalysen auszuführen:

- 2 x Bestimmung natürlicher Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1
- 2 x Bestimmung Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4
- 1 x Wasseranalyse nach DIN 4030 + 50929
- 1 x Untersuchung Boden nach EBV, Anl. 1, Tab. 3, BM-0* u. BG-0*

Durchgeführte Untersuchungen

Nach Beauftragung durch den Bauherrn wurden am 26.09.2024 der Baggerschurf durch den Bauherrn an der vom Planer vorgegebenen Stelle ausgeführt und vor Ort von der *Ingenieurbüro Eckert GmbH* geologisch aufgenommen.

Mit dem Baggerschurf wurde technologisch bedingt eine Tiefe von 1,60 m unter GOK erreicht. Da mit dem Erreichen des Felshorizontes kein ausreichender Baggerfortschritt mehr vorhanden war (bedingt der gewählten Baggerschaufel), musste der Schurf in einer Teufe von 1,60 m unter GOK abgebrochen werden, was in der Anlage 2 mit „Kein weiteres Baggern mögl!“ gekennzeichnet wurde. Mit Reiszähnen wäre durchaus eine größere Teufe möglich gewesen.

Der Baggerschurf wurde vor Ort mittels Feldansprache nach geologischen und bodenmechanischen Kriterien aufgenommen, sowie in einem Schichtenverzeichnis (siehe Anlage 2) dokumentiert.

Weiter wurde der Aufschluss nach Lage und Höhe eingemessen. Als Lagebezug diente die Bebauung in der Nachbarschaft des Standortes und als Höhenbezug ein Schachtdeckel, dessen Höhe von 954,01 m HN76 dem bereitgestellten Lageplan entnommen werden konnte.

Die Lage des Aufschlussansatzpunktes und der Höhenbezugspunkt können dem Lageplan (Anlage 1.1) bzw. der Fotodokumentation (Anlage 4) entnommen werden.

Getrennt nach den einzelnen Schichten wurden den Aufschlüssen zahlreiche Einzelproben entnommen und nach nochmaliger Probenbemusterung im büroeigenen Labor folgende Untersuchungen ausgeführt:

- chemische Untersuchungen:
 - o 2 x Untersuchung der anstehenden Böden nach EBV, Anl. 1, Tab. 3, BM-0* u. BG-0* (bis 10 Vol.-% Fremdbestandteile, Schütteleluat)
- bodenmechanische Untersuchungen:
 - o 2 x Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 einschließlich natürlicher Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Die chemischen Laboruntersuchungen wurden durch das akkreditierte Labor *Eurofins Umwelt Ost GmbH* vorgenommen, während die bodenmechanischen Analysen im büroeigenen Labor des Unterzeichners ausgeführt wurden.

Eine Wasseranalyse musste aufgrund des ausbleibenden Wasseranschnitts entfallen.

2 Feststellungen

2.1 Standort/Baumaßnahme

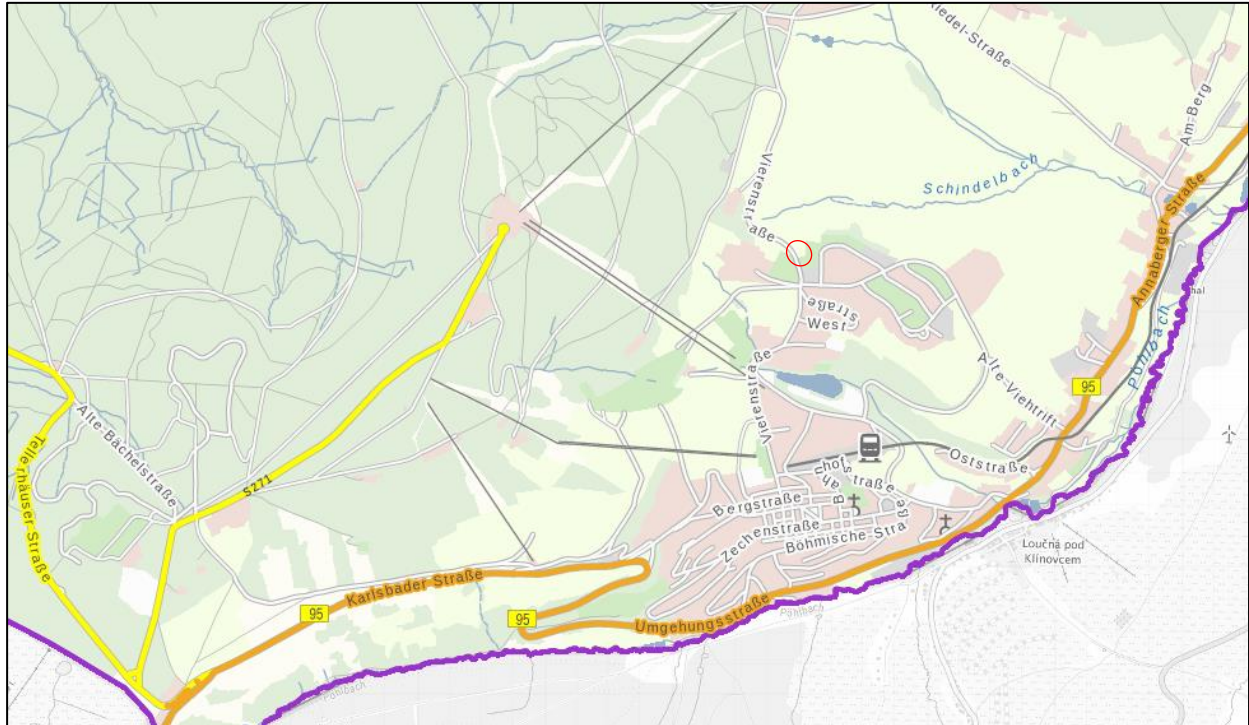


Abbildung 2: Lageskizze [Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen, 2024]

Der Baustandort befindet sich an der nördlichen Peripherie von Oberwiesenthal, östlich der Vierenstraße und nördlich des Skaterparks. Genau genommen befindet sich das Vorhaben auf dem Flurstück 246/1, 473/4, 474/1 und 44/4 der Gemarkung Oberwiesenthal.

Geländebeschaffenheit	:	nordöstlich bis östlich einfallender Hang
Geländennutzung	:	Wiese / Grünfläche
Geländehöhe	:	951 m – 954 m HN76

2.2 Erkundungsergebnisse

2.2.1 Regionalgeologie und allg. Baugrundverhältnisse

Regionalgeologisch befindet sich das Untersuchungsgebiet in der Fichtelgebirgs – Erzgebirgs – Antiklinale, Teilstruktur Glimmerschieferzone des Erzgebirges. Dementsprechend besteht der oberflächennahe Festgesteinshorizont des Untersuchungsgebietes, infolge der Erkundungsergebnisse, unseren regionalgeologischen Erfahrungen sowie nach Auswertung geologischer Spezialkarten, aus metamorph als auch magmatisch geprägten Gesteinen. Am Baustandort steht überwiegend Gneis an. Untergeordnet ist auch ein Antreffen von Glimmerschiefer möglich.

Infolge von Verwitterungserscheinungen und/oder tektonischen Ereignissen steht der Felshorizont oberflächennah unterschiedlich verwittert bis vollständig zersetzt sowie frisch an (Kuppel-Mulden-Struktur). Im Allgemeinen ist der aufgeschlossene Felshorizont jedoch zuoberst

als zersetzt bis vollständig verwittert zu bezeichnen und als Lockergestein zu behandeln. Mit zunehmender Teufe nimmt der Verwitterungsgrad erfahrungsgemäß von stark über mäßig bis schwach verwittert ab und erreicht in größerer Teufe einen frischen Zustand. Bereichsweise kann diese beschriebene oberflächennahe Zersatzzone bedingt der beschriebenen Kuppel-Mulden-Struktur jedoch ausbleiben.

Mit Hilfe des Baggerschurfes (SCH) konnte der Gneis in vollständig verwitterter Form erkundet werden. Unterhalb der technologischen Einsatzgrenze des Baggers ist nach wenigen Dezimetern mit einem Übergang zu dem stark bis mäßig verwitterten Felsen zu rechnen.

Infolge der anthropogenen Beeinflussung des Standortes wurden im Baubereich unterschiedlich mächtige und in ihrer Zusammensetzung schwankende Auffüllungen erkundet. In der Regel wurde örtlicher Aushub, teilweise mit Ziegel- und Ascheresten festgestellt.

Den oberen Geländeabschluss bildet eine Mutterbodenschicht.

Mit den Aufschlüssen wurden folgende Bodenschichten erkundet:

Mutterboden	
Bodengruppe	OU

Auffüllung (Aushub mit Bauschuttanteilen)	
Bodenansprache	Kies, stark sandig, schwach schluffig, schwach steinig
Wasserempfindlichkeit	erhöht
Lagerung	mitteldicht
Bodengruppe	[GU]
Frostempfindlichkeitsklasse	F 2

Fels (Gneis), vollständig verwittert	
Bodenansprache	Kies, sandig, schwach schluffig, schwach steinig
Wasserempfindlichkeit	mäßig
Lagerung	mitteldicht bis dicht
Bodengruppe	GU
Frostempfindlichkeitsklasse	F 2

Fels (Gneis), stark bis schwach verwittert	
<p>Der Felshorizont konnte mit der gewählten Erkundungstechnik nicht aufgeschlossen werden. Unterhalb der technologischen Einsatzgrenze des Baggers ist jedoch nach wenigen Dezimetern mit einem Übergang zu dem stark bis mäßig verwitterten Felsen zu rechnen.</p>	
<p>Die Gesteinsdruckfestigkeit wird gemäß unseren regionalen Erfahrungen und einschlägiger Fachliteratur in der Größenordnung um 40 bis 80 N/mm² (stark bis mäßig verwittert) und 100 bis 250 N/mm² (schwach verwittert bis frisch) liegen. Lokal verquarzte Bereiche weisen meist eine noch höhere Gesteinsdruckfestigkeit (200 bis 300 N/mm²) auf.</p>	
<p>Gemäß den büroeigenen Archivunterlagen bzw. regionalen Erfahrungen des Unterzeichners ist der zu erwartende Felshorizont nach DIN EN ISO 14689-1:2011-06 wie folgt zu beschreiben:</p>	

Gesteinsart	metamorph	
Druckfestigkeit	hoch <i>bis</i> sehr hoch	(50 – 100 N/mm ²) (100 – 250 N/mm ²)
Trennflächenabstände	60 – 200 mm <i>bis</i> 600 – 1.000 mm	→ engständig → weitständig
Gesteinskörperform	rhombisch bis vielflächig	
Öffnungsweite der Trennflächen	< 0,1 <i>bis</i> 0,50 – 2,50 mm	→ sehr eng → offen
Rauigkeit der Trennflächen	eben, rau <i>bis</i> stufig glatt	
Verwitterungsgrad	stark verwittert bis schwach verwittert (lokal frisch)	
Veränderlichkeit	veränderlich bis nicht veränderlich (Grad 2 bis 1)	

Weitere Einzelheiten zu Korngrößen, Schichtenaufbau, Lagerungsdichte usw. sind den Anlagen 2 und 3.1 zu entnehmen.

2.2.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Offene Gewässer: sind im unmittelbaren Baubereich nicht bekannt.

Ein hydrogeologisches Gutachten liegt nicht vor. Zum Zeitpunkt der Erkundung am 26.09.2024 wurde mit dem Aufschluss kein Grundwasseranschnitt erkundet.

Aufgrund der geomorphologischen Verhältnisse kann sich am Standort kein oberflächennaher, zusammenhängender Grundwasserhorizont ausbilden, der für das Bauwerk relevant wäre.

Jedoch muss mit lokalen, meist temporär auftretenden Oberflächen-, Hangsicker- und Schichtenwässern gerechnet werden, welche in Abhängigkeit von Jahreszeit (z.B. Schneeschmelze) und Witterung (starke Niederschläge) dem natürlichen Gefälle folgend in den durchlässigeren Bodenschichten dem natürlichen Gefälle folgend oberflächennah abfließen. Die Intensität derartiger Wässer kann stark schwanken.

Die natürlichen Wasserhorizonte unterliegen im jahreszeitlichen Verlauf (Wechsel zwischen Niederschlags- und Trockenperioden, Schneeschmelze, etc.) entsprechenden Schwankungen, so dass die erkundeten Verhältnisse nur einen temporären Zustand beschreiben.

2.3 Laborergebnisse

2.3.1 Bodenmechanik

Zur besseren Einordnung und Beurteilung der bautechnischen Eigenschaften der erkundeten Böden wurden diese bodenmechanisch analysiert.

Die Probenbezeichnung kann den Anlagen 2 entnommen werden. Bei der ersten Ziffer handelt es sich um die Bezeichnung des entsprechenden Aufschlusses und bei der zweiten Ziffer um die jeweils untersuchte Schicht.

Kornverteilung nach DIN 17892-4

Die Anlage 3.1 zeigt die Ergebnisse dieser Untersuchungen.

Probe	Ton [M.-%]	Schluff [M.-%]	Sand [M.-%]	Kies [M.-%]	Steine [M.-%]	Boden- gruppe nach DIN 18196	Natürl. Wasser- gehalt [M.-%]
KV 1 1/2 Auffüllung	0,5	11,1	36,0	52,3	-	[GU]	13,6
KV 2 1/3 Fels, v. v.	0,6	8,3	17,0	74,1	-	GU	7,9

Mit Stein- und geringen kleinen Blockanteilen ist zu rechnen.

2.3.2 Abfall

Auffüllungen / natürlich gewachsene Böden nach Ersatzbaustoffverordnung

Mit dem 01.08.2023 ist im Abfallrecht die "Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Abfallverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung" (sogenannte Mantelverordnung) in Kraft getreten und ersetzt die Regelungen der LAGA (LAGA M20) sowie zahlreiche länderspezifische Regelungen. Nach derzeitigen Kenntnissen der zuständigen Behörden und Abfallverwerter ist eine direkte Übertragung der Laborergebnisse nach LAGA nicht auf die neuen Verordnungen möglich. Hinzu kommt, dass aus jetziger Sicht bei Wegfall der LAGA auch die entsprechenden Zulassungen einiger Entsorger nicht mehr zutreffen / ihre Gültigkeit verlieren.

Die Bezeichnung der Einzelproben kann den Anlagen 2 und die einzelnen Laborergebnisse den Anlagen 3.2 entnommen werden. Bei der ersten Ziffer handelt es sich um die Bezeichnung des entsprechenden Aufschlusses und bei der zweiten Ziffer um die jeweils untersuchte Schicht. Die in Anlage 3.3 enthaltenen Tabellen vergleichen die Ergebnisse der Laborprüfberichte der oben aufgeführten Untersuchungen / untersuchten Fraktionen nach den betreffenden Regelwerken.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Laborergebnisse zusammengefasst:

Nr.:	Einzelprobe-Nr.:	Proben-Nr.:	Materialklasse nach EBV	Deponieklasse nach DepV
Auffüllungen				
MP 1	1/2	24402560 / 001	BM-F0* / BG-F0*	-
Natürlicher Boden				
MP 2	1/3	24402560 / 002	BM-F3 / BG-F3	-

2.4 Besonderheiten

Altbergbau

Nach der Unterlage /9/ liegt das Baufeld außerhalb von Gebieten, in denen mit unterirdischen Hohlräumen gemäß § 2 Abs. 1 der Sächsischen Hohlraumverordnung (Sächs.HohlVO) zu rechnen ist.

Andere Untergrundschwächen wie Auslaugungen und Verkarstungen sind auf Grund der geologischen Verhältnisse im Baubereich auszuschließen.

Schutzzonen

Entsprechend der Unterlage /10/ befindet sich das Untersuchungsgebiet außerhalb von Naturschutz- / Landschaftsschutz- sowie von FFH-/SPA-Gebieten.

Das Vorhaben befindet sich nach der Unterlage /10/ nicht im Einflussbereich ausgewiesener Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete.

Erdbeben

Nach DIN 4149, Teil 1 A 1 und Anhang G zur Liste der eingeführten Technischen Baubestimmungen, veröffentlicht im Sächsischen Amtsblatt (Sonderdruck Nr. 02 vom 21.02.2014), ist **Oberwiesenthal** der **Erdbebenzone 0** zuzuordnen. Entsprechende Vorkehrungen bzw. statische Ansätze hinsichtlich seismischer Gefährdung sind nicht zu beachten.

Wasserrecht

Während der Baumaßnahme ist kaum ein Wasseranschnitt zu erwarten. Eine wasserrechtliche Erlaubnis ist aus Sicht des Gutachters daher nicht erforderlich.

Für das Einleiten von bauzeitlich zu hebendem Wasser in den Vorfluter ist prinzipiell eine entsprechende Genehmigung einzuholen.

Abfall

Für das Untersuchungsgebiet besteht aufgrund der Vornutzung kein spezifischer Verdacht auf das Vorhandensein schädlicher Bodenverunreinigungen.

Den anstehenden Böden wurden Proben entnommen und abfalltechnisch untersucht. Die Ergebnisse werden in Pkt. 2.3.2 und 3.6.1 sowie in Anlage 3.3 zusammengefasst. Die Protokolle der Laborergebnisse sind in den Anlagen 3.2 enthalten.

2.5 *Einschätzung der Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der Aufgabenstellung*

Die durchgeführten geotechnischen Untersuchungen und deren Ergebnisse sind für eine Baugrunduntersuchung ausreichend.

Es wird darauf aufmerksam gemacht, dass Aufschlüsse immer Stichproben im Boden oder Fels darstellen. Sie ermöglichen für dazwischen liegende Bereiche mittels Interpolation gewonnene Wahrscheinlichkeitsaussagen über die zu erwartenden Verhältnisse.

3 Schlussfolgerungen, Empfehlungen und Hinweise

3.1 Allgemeine Einschätzung / Gründungsempfehlung

Die *Stadtverwaltung Kurort Oberwiesenthal* beabsichtigt die Erneuerung und Erweiterung des Fichtelchen-Rundwanderweges mit grenzüberschreitender Anbindung an den Christkindlweg in Boží Dar (Tschechischen Republik). Bestandteil des Rundwanderweges ist ebenfalls eine Abenteuerwiese. Die Fläche ordnet sich in die bereits vorhandenen Spielflächen (Skaterbahn und Fußballfeld) an der Vierenstraße in Oberwiesenthal ein und stellt damit eine sinnvolle Ergänzung des Bestandes dar. Neben einer Wippe und einer Doppelschaukel ist auch ein Klettergerüst geplant.

Der Standort ist aus baugrundtechnischer Sicht für die geplante Baumaßnahme, unter Beachtung der nachfolgenden Hinweise geeignet.

Anhand der Baugrundverhältnisse wird für das Bauvorhaben eine Flachgründung in Form von Einzel- bzw. Streifenfundamenten empfohlen.

Für den Standort ist eine regional übliche frostsichere Gründungstiefe von mindestens 1,2 m einzuhalten.

In der zu erwartenden Gründungssohle (frosthfreie Gründung bei 1,20 m unter derzeitiger GOK) steht vollständig verwitterter Felsen in mitteldichter bis dichter Lagerung an. Je nach tatsächlicher höhenmäßigen Einordnung der Spielgeräte im Gelände ist durchaus auch das Antreffen einer bauschutthaltigen Auffüllung bzw. des stark bis mäßig verwitterten Felsens möglich.

Stehen Auffüllungen in der Gründungssohle an, so muss diese vollständig ausgekoffert und durch Unterbeton ersetzt werden. Dazu sollten die Gräben für die Streifen- oder Einzelfundamente bis zum vollständig verwitterten Felsen ausgehoben werden, die bis etwa 1,2 m unter späterer Geländeoberfläche mit Unterbeton zu füllen sind.

Das Antreffen des stark verwitterten bis frischen Felshorizontes ist, wie bereits beschrieben, nicht gänzlich ausgeschlossen. Unter Berücksichtigung einer entsprechender leistungsfähigen Baggertechnik und einer Zahnschaufel ist in der Regel ein einfacher Aushub möglich. Inwieweit künstliche Auflockerungen, wie Aufbruchhammer, Felsfräsen, o.ä. notwendig werden, sind insbesondere abhängig von der höhenmäßigen Einordnung der Spielgeräte im Gelände.

Werden in der Gründungssohle entgegen der Prognose lokal feinkörnige Böden in weicher bis steifer Konsistenz angetroffen, sind diese zu entfernen und gegen gut tragfähiges sowie gut verdichtbares, umwelttechnisch unbedenkliches Material auszutauschen.

Um die erkundeten mit den tatsächlichen Baugrundverhältnissen vergleichen zu können und die Annahmen der Planung / Statik zu überprüfen, wird eine baugrundtechnische Abnahme der Gründungssohlen durch einen Sachverständigen empfohlen.

3.2 Bemessungskennwerte

3.2.1 Bodenmechanische Kennwerte

Für erdstatische Berechnungen können folgende Werte in Ansatz gebracht werden:

1	2	3	4	5	6	7
Bodenart	Kurzzeichen DIN 18 196	γ_n ¹⁾	φ'	c'	E_s	Frost- empf.
[--]	[--]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[MN/m ²]	[--]
Auffüllungen (Aushub)	[GU]	19 – 20	28 – 30	1 – 3	15 – 20	F 2
Fels (Gneis) vollständig verwittert	GU	21 – 22	34 – 36	5 – 7	35 – 50	F 2
Fels (Gneis) stark bis mäßig verwittert ²⁾	--	24 – 26	38 – 40	15 – 20	80 – 300	F 2
Fels (Gneis) schwach verwittert bis frisch ²⁾	--	26 – 27	43 – 45	100	> 300	F2

¹⁾ Im Wassereinflussbereich ist der Auftrieb zu berücksichtigen.

²⁾ vertraglich nicht erkundet – unterhalb Aufschlussentiefe zu erwarten

Als Berechnungswerte sind die Angaben zur Scherfestigkeit und zur Rohwichte zu mitteln.

3.2.2 Sohlwiderstand

Für Einzel- und Streifenfundamente können, unter Berücksichtigung der im Pkt. 3.1 gegebenen Hinweise, der folgende Sohlwiderstand (EC 7 / DIN 1054:2010-12) zum Ansatz kommen:

- Gründungssohle im Bereich vollständig verwitterter Fels $\sigma_{R,d} = 450 \text{ kN/m}^2$
- Gründungssohle im Bereich stark bis mäßig verwitterter Fels $\sigma_{R,d} = 1000 \text{ kN/m}^2$

Im Rahmen der weiteren Planung ist insbesondere durch den verantwortlichen Statiker zu prüfen, ob entsprechend der DIN 1054:2010-12, Punkt A 6.10.1, A (1) c bis g der Ansatz von aufnehmbarem Sohlwiderstand in einfachen Fällen gerechtfertigt ist, oder ob der Nachweis für die Grenzzustände Grundbruch und Gleiten sowie der Nachweis der Setzungen erfolgen muss.

Aus baugrundtechnischer Sicht sind die Voraussetzungen für einen vereinfachten Nachweis über Sohlwiderstand (vgl. DIN 1054:2010-12 Pkt. A 6.10.1, A (1), a + b) erfüllt.

3.3 Homogenbereiche (VOB/C 2019)

Es wird darauf hingewiesen, dass die nachfolgenden Kennwerte auf regionalgeologische Erfahrungswerte bzw. büroeigenen Archivunterlagen des Unterzeichners basieren.

Nachfolgend sind die einzelnen Bodenschichten in Homogenbereiche zusammengefasst. Für das erkundete Lockergestein erfolgt die Beschreibung der Homogenbereiche aufgrund der bautechnischen Ansprache bei der Erkundung und aus Erfahrungswerten.

Der anstehende **Mutterboden** ist nach der DIN 18320:2015-08 als **Homogenbereich A** zu klassifizieren. Dabei kann eine Bodengruppe OU nach DIN 18196, bzw. eine Bodengruppe 1 nach DIN 18915 zugeordnet werden. Der Steinanteil liegt zwischen 1 M-% und 5 M-%, während Blöcke nur sehr vereinzelt vorkommen können.

Homogenbereiche für Boden nach DIN 18300:2019-09		B	C
Ortsübliche Bezeichnung		Auffüllungen (Aushub)	Natürliche Böden (vollst. verw. Felsen)
Korngrößenverteilung	[mm]	überwiegend 0 – 90	überwiegend 0 – 90
Anteil Steine / Blöcke	[M.-%]	≤ 30 / < 20	≤ 20 / < 10
Anteil große Blöcke	[M.-%]	< 5	< 5
Dichte	[g/cm³]	1,9 – 2,0	2,1 – 2,2
Undrainierte Scherfestigk. c_u	[kN/m²]	--	--
Wassergehalt w_n	[M.-%]	10 – 35	5 – 20
Konsistenzzahl I_c	[-]	--	--
Plastizitätszahl I_p	[-]	--	--
Lagerungsdichte I_D	[-]	0,15 – 0,65 (locker - mitteldicht)	0,35 – 0,85 (mitteldicht - dicht)
Organischer Anteil	[M.-%]	≤ 5	≤ 2
Benennung org. Anteil bei organ. Böden	--	--	--
Bodengruppe (DIN 18196)	--	[GU]	GU

Homogenbereiche für Fels nach DIN 18300:2019-09		
	D 1 *	D 2 *
ortsübliche Bezeichnung	<i>Fels (Gneis) stark bis mäßig verwittert</i>	<i>Fels (Gneis) schwach verwittert bis frisch</i>
Benennung von Fels nach DIN EN ISO 14689-1		
Genetische Einheit	metamorph	
Geologische Struktur	geschiefert	
Korngröße	fein- bis mittelkörnig	
mineral. Zusammensetzung	Quarz, Glimmer, Feldspat	
Porenanteil [Vol.-%]	1,0 – 5,0	0,2 – 2,0
Gesteinskörperform	rhombisch bis vielflächig, bankig-plattig	
Dichte ρ nach DIN EN ISO 17892-2 [g/cm ³]	2,2 ... 2,5	2,5 ... 2,8
Verwitterung / Veränderungen unter Wasser	zerfallen bis verfärbt / veränderlich bis nicht veränderl.	verfärbt bis frisch / veränderlich bis nicht veränderl.
Einaxiale Druckfestigkeit [N/mm ²]	40 – 80 ¹⁾ <i>verquarzte Bereiche 80 – 200 ¹⁾</i>	80 – 150 ¹⁾ <i>verquarzte Bereiche 120 – 300 ¹⁾</i>
Trennflächen DIN EN ISO 14689-1		
Richtung	n.b.	
Abstand	Schieferungsabstände dünn (60 ... 200 mm) Kluftflächen mittel- bis weitständig (200 ... 1000 mm)	
Abrasivität	abrasiv, bei Quarzeinschlüssen bis stark abrasiv	

1) beruht auf Erfahrungswerten, Schwankungen sind nicht ausgeschlossen

n.b. nicht bestimmt

* nicht erkundet – unterhalb der Erkundungstiefe zu erwarten → Angaben beruhen auf Erfahrungswerten

Nicht mit der Einteilung in Homogenbereiche nach DIN 18300 definiert sind der eventuell erforderliche Rückbau von Bausubstanz, Leitungen und Schächten, sowie das Bergen von Wurzelstubben. Hierfür sind im LV gesonderte Vereinbarungen zu treffen. Gleiches gilt für einen eventuell notwendigen Rückbau / Umverlegung von Leitungsbestand und dergleichen.

3.4 Wasserhaltung

Wasserhaltung – Bauzustand

Während der Baumaßnahme ist kaum ein Anschnitt von Grundwasser zu erwarten (⇒ Anlage 2). Lokal begrenzt kann jedoch meist temporär auftretendes Sicker- bzw. Schichtenwasser auftreten. Während der Bauausführung ist eine offene Wasserhaltungsanlage vorzuhalten und bei Bedarf unverzüglich bis zum Erreichen einer ausreichenden Auftriebssicherheit zu betreiben.

Wasserhaltung – Endzustand

Für die Baumaßnahme sind keine gesonderten Wasserhaltungsanlagen erforderlich.

3.5 Böschungen

Baugrubenböschungen

sind unter Beachtung der DIN 18300 und DIN 4124 herzustellen. Bei Baugrubentiefen über 1,25 m sind die Wände zu böschen oder auszusteifen. Darüber hinaus sollte ein lastfreier Streifen entsprechend der DIN 4124 eingehalten werden.

Für kurzzeitige Böschungen bis 4 m Höhe ohne schädigenden Wassereinfluss ist ein Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ \dots 50^\circ$ zulässig.

Voraussetzung dafür ist, dass keine statischen und dynamischen Belastungen der Böschungsschulter auftreten und kein Wasserzutritt zur Baugrubenböschung erfolgt.

Bei einem Wasseranschnitt reduziert sich die zulässige Böschungsneigung bis auf ca. $18^\circ - 20^\circ$.

Größere bzw. steilere Böschungen sind durch Standsicherheitsberechnungen nachzuweisen.

Bleibende Böschungen

sind nicht zu erwarten.

3.6 Wiederverwendbarkeit der Aushuberdstoffe

3.6.1 Abfallrechtliche Belange

Auffüllungen / Natürliche Böden nach Ersatzbaustoffverordnung EBV

Proben-Nr.	Bezeichnung	Einzelproben	Materialklassen nach EBV, Anlage 1, Tab. 3	Abfallschlüssel- nummer AVV ¹⁾
MP 1	Auffüllungen	1/2	BM-F0* / BG-F0*	17 05 04 Boden und Steine, die keine gefährlichen Stoffe enthalten
MP 2	Natürliche Böden	1/3	BM-F3 / BG-F3	17 05 04 Boden und Steine, die keine gefährlichen Stoffe enthalten

¹⁾ Der Entsorger kann durchaus eine andere AVV-Zuordnung vornehmen, weshalb eine Abstimmung im Vorfeld erforderlich ist.

Ergänzende Hinweise:

Entsprechend der Angaben der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) gilt bei der Wiederverwendung von Bodenaushub vor Ort das Verschlechterungsverbot, also Verwertung nur auf gleich hoch oder höher belasteter Auflage. Erfolgt keine bauliche Verwertung,

ist der Abfall im Sinne Beseitigung an eine hierfür zugelassene Entsorgungs- bzw. Verwertungsanlagen anzudienen. Abweichend von den zuvor angegebenen Abfallschlüsselnummern kann nach § 3, Absatz 3 der AVV die zuständige Behörde eine andere Einstufung der Abfälle vornehmen.

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse basieren auf den in der EBV, Anlage 1, Tabelle 3 enthaltenen Parameterlisten als für Bodenmaterial und Baggergut allgemein übliche abfalltechnische Prüfprogramme.

Hinsichtlich der Einsatzmöglichkeiten von mineralischen Ersatzbaustoffen in technischen Bauwerken ist die EBV, Anlage 2, Erläuterungen und

- Tabelle 5 für Bodenmaterial der Klassen 0* (BM-0*), F0* (BM-F0*) und Baggergut der Klassen 0* (BG-0*), F0* (BG-F0*)
- Tabelle 6 für Bodenmaterial der Klasse F1 (BM-F1) und Baggergut der Klasse F1 (BG-F1)
- Tabelle 7 für Bodenmaterial der Klasse F2 (BM-F2) und Baggergut der Klasse F2 (BG-F2)
- Tabelle 8 für Bodenmaterial der Klasse F3 (BM-F3) und Baggergut der Klasse F3 (BG-F3)

zu beachten. In diesen Tabellen sind in Abhängigkeit der Materialklassen verschiedene Einbauweisen (zulässig und unzulässig) aufgeführt. Die Eigenschaft der Grundwasserdeckschicht in Abhängigkeit der grundwasserfreien Sickerstrecke kann, unter Beachtung der zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung angeschnittenen lokalen Wasserhorizonte / hydrogeologischen Verhältnisse, als **günstig** eingestuft werden. Weiterhin ist zu prüfen, ob die Lage des Baufeldes / Baubereiches / Einbauort des Materials innerhalb oder außerhalb von Wasserschutzbereichen liegt.

Erfolgt keine bautechnische Verwertung der Aushubmassen vor Ort, obwohl eine Materialklasse eingehalten wird, ist es gemäß *"Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Abfallverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung"* (sogenannte Mantelverordnung), Artikel 3 – Änderung der Deponieverordnung, § 6, Absatz 1a zulässig, diese ohne weitere Untersuchung auf entsprechend zugelassenen Entsorgungs- bzw. Verwertungsunternehmen / Deponien zu beseitigen, wenn sie nach Abschnitt 3 Unterabschnitt 1 der Ersatzbaustoffverordnung güteüberwacht und klassifiziert sind. Dies gilt auch für nicht aufbereitetes Bodenmaterial und nicht aufbereitetes Baggergut, dass nach Abschnitt 3 Unterabschnitt 2 der Ersatzbaustoffverordnung untersucht und klassifiziert ist. Dabei lässt sich vereinfacht auszugsweise zusammenfassen:

- Bodenmaterial der Klasse 0, 0*, F0* oder F1 (BM-0, BM-0*, BM-F0*, BM-F1)
→ Deponieklasse 0
- Baggergut der Klasse 0, 0*, F0* oder F1 (BG-0, BG-0*, BG-F0*, BG-F1)
→ Deponieklasse 0
- Bodenmaterial der Klasse F2 oder F3 (BM-F2, BM-F3)
→ Deponieklasse I
- Baggergut der Klasse F2 oder F3 (BG-F2, BG-F3)
→ Deponieklasse I

Vorausgesetzt ist jedoch die Einhaltung der Annahmekriterien und -parameter des jeweiligen Entsorgungs- bzw. Verwertungsunternehmens / Deponie.

Weiterhin ergeht der Hinweis, dass bei Bieteranfragen die kompletten Untersuchungsergebnisse der abfalltechnischen Prüfungen zur Verfügung gestellt werden sollten. Die alleinige Ausweisung der abfallrechtlichen Zuordnung genügt für die Findung des effizientesten Verwertungs- oder Entsorgungsweges im Allgemeinen nicht. Eventuell können die durchgeführten Deklarationen nicht ausreichen. Verschiedene Entsorger bzw. Verwerter fordern gemäß ihrer behördlichen Zulassung Deklarationen nach anderweitigen Prüfprogrammen oder fragen zusätzliche Parameter ab.

Bemerkung:

Inwieweit **bauschutthaltige Auffüllung** eher als Boden oder als Bauschuttgemisch betrachtet wird, liegt in der Beurteilung des Entsorgers, welcher unbedingt einbezogen werden muss. Verbunden damit kann auch eine Abfallschlüsselnummer **AVV 17 01 07** (*Gemische aus Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik, welche keine gefährlichen Stoffe enthalten*) erforderlich werden.

3.6.2 Bodenmechanische Eignung

In diesem Kapitel wird die rein bautechnische Eignung von Aushubfraktionen bezüglich Verwertungen bei Baumaßnahmen betrachtet.

Innerhalb der **Auffüllungen** kann, in der Intensität abweichend, von den vorliegenden Erkundungsergebnissen, ein stark schwankender Anteil an Steinen, Blöcken und/oder anderen Resten wie Bauschutt nicht ausgeschlossen werden. Diese Aushubmassen sind für einen verdichteten Wiedereinbau ungeeignet und müssen von der Baustelle abtransportiert werden oder sie werden zu Auffüllzwecken in Bereichen ohne Verdichtungsanforderungen (z.B. Grünflächen), verwendet.

Als Austauschmaterial kann, wie bereits beschrieben, beispielsweise eine Vorabsiebung aus regionalen Steinbrüchen mit einer Körnung von 0/40 ... 0/60 mm, einem Sand- und Feinkornanteil von 20 ... 35 M-% und einem Feinkornanteil von max. 12 ... 15 M-% oder Betonrecycling Verwendung finden. Beim Einbau von Aushub- bzw. Austauschmaterial sind generell größere Steine vollständig mit feinkörnigem Material zu umhüllen beziehungsweise Steine mit einem Durchmesser $\geq 0,20$ m auszutauschen. Alternativ können auch komplett Austauschmassen, wie zuvor beschrieben, eingebaut werden.

Erfahrungsgemäß können die Aushubmassen einen sehr hohen Feinkorngehalt aufweisen. Der Feinkornanteil darf jedoch nicht zu hoch und besonders nicht aufgeweicht sein. Solche Fraktionen sowie **vollständig verwitterter Fels** sind zur Verwertung unter Tragfähigkeitsvorgaben kaum geeignet und müssen ausgehalten werden. Dies setzt eine entsprechende Erfahrung und Umsicht der Bauausführung voraus. Bei zu feuchtem Material reduziert sich die Verdichtbarkeit rasch. Somit ist die Verfügbarkeit geeigneter Aushubfraktionen stark vom Witterungsverlauf als Unwägbarkeit abhängig.

Allgemeine Voraussetzung für bautechnische Verwertungen von Aushub ist, dass das Material Wassergehalte im Bereich des Optimums aufweist. Dies erfordert einerseits Schutzmaßnahmen

gegen Wasserzutritte bei Zwischenlagerungen wie beispielsweise Abdeckungen. Aus diesem Grund sollten zum Wiedereinbau vorgesehene Aushubmassen bei der Zwischenlagerung vor zusätzlichen Wasseraufnahmen geschützt werden. Bei zu trockenen Einbaumassen, z.B. Austauschmassen, ist bei Bedarf ein entsprechendes Wässern vorzusehen. Entsprechender Aufwand sollte in der Leistungsbeschreibung ausgewiesen sein. Weitere Einschränkungen können sich bei zu grobem Material sowie durch Anteile Steine und Blöcke ergeben.

Im Winter ist darauf zu achten, dass kein gefrorener Boden eingebaut wird.

4 Abschließende Bemerkungen

Die Anzahl, Art und Tiefe der Aufschlüsse wurde auf Basis der Vorkenntnisse des Unterzeichners empfohlen.

Es wird darauf aufmerksam gemacht, dass die Aufschlüsse nur Stichproben im Boden darstellen. Sie ermöglichen für die dazwischen liegenden Bereiche Wahrscheinlichkeitsaussagen zu den zu erwartenden Verhältnissen.

Auch bei Abfalluntersuchungen handelt es sich um Stichproben. Bereits aus Kostengründen kann nicht jedem einzelnen Substrat durch analytische Belege nachgegangen werden. Verschiedenste Mineralpartikel und Substanzen sind wechselnd anthropogen und geogen bedingt unregelmäßig in Böden verteilt. Sie verursachen Streuungen der Konzentrationen von durch abfalltechnische Prüfparameter erfassten Komponenten. Daher unterliegen Labormesswerte je nach konkreten Orten von Probenahmen entsprechenden Schwankungen. Diese können von den vorliegenden Befunden negativ oder positiv abweichen sowie auch die der Größenordnung von Spurenanalytik entsprechenden Grenzwerte abfalltechnischer Zuordnungen überschreiten.

Hinsichtlich der Minimierung des Baugrundrisikos, welches sich bereits u.a. aus den vorgenannten Wahrscheinlichkeitsaussagen für den Bauherrn ergibt sollten Baugrundabnahmen durch einen Sachverständigen während der Bauphase ausgeführt werden.

Werden auf der Baustelle vom Ergebnisbericht abweichende Verhältnisse festgestellt, dann ist der Verfasser unverzüglich zu verständigen.

Bei Änderung der Konstruktion oder der höhenmäßigen Einordnung, welche Auswirkungen auf baugrundtechnische Schlussfolgerungen haben, sollte der Baugrundgutachter ebenfalls verständigt werden, um die Aussagen des Gutachtens ggf. zu aktualisieren.

Sollten sich weitere Fragen ergeben, stehen wir Ihnen gerne mit Informationen zur Verfügung.
