

**Hochwasserschadensbeseitigung Hinterhermsdorfer Bach in
01855 Sebnitz, OT Hinterhermsdorf**

Baugrunduntersuchung
Geotechnische Kategorie: GK II

IFG-Projekt-Nr.: I-005-01-23

Auftraggeber / Bauherr: Große Kreisstadt Sebnitz
Stadtverwaltung
Kirchstraße 5
01855 Sebnitz
Telefon: 035971 / 84-0
Fax: 035971 / 84-102
E-Mail: info@stadtverwaltung-sebnitz.de

Planung: Ingenieurbüro Buder
Markt 2
01844 Neustadt in Sachsen
Telefon: 03596 / 550980
Fax: 03596 / 550988
E-Mail: info@ib-buder.de

Verfasser: IFG Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH
Purschwitzer Straße 13
02625 Bautzen
Telefon: 03591 / 6771-30
Fax: 03591 / 6771-40
E-Mail: mail@ifg-direkt.de

Bautzen, 27.03.2023

Gez. Eisold

.....
Dipl.-Ing. Kathrin Eisold
Projektbearbeiterin



.....
Dipl.-Ing. Arnd Böhmer
Geschäftsführer



IFG Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH

Sitz: Bautzen

02625 Bautzen
Purschwitzer Str. 13
Tel.: 03591 / 677130
Fax: 03591 / 677140

Büro Stolpen

01833 Stolpen
Bischofswerdaer Str. 14a
Tel.: 035973 / 29621
Fax: 035973 / 29626

Büro Freiberg

09627 Hilbersdorf
Bahnhofstr. 2
Tel.: 03731 / 68542
Fax: 03731 / 68544

Handelsregister Dresden
HRB 10480

Geschäftsführer:
Dipl.-Ing. Arnd Böhmer
Dipl.-Ing. Stefan Thiem

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	Seite
1. Veranlassung und Zielstellung	4
2. Unterlagen	5
3. Erkundungsumfang	5
4. Baugrundbeschreibung	6
4.1 Allgemeine geologische und hydrogeologische Verhältnisse	6
4.2 Erkundungsergebnisse Baugrund	7
4.3 Erkundungsergebnisse Grundwasser	9
5. Laboruntersuchungen	9
5.1 Bestimmung Betonaggressivität des Oberflächenwassers	9
5.2 Schadstoffuntersuchung Abtragsboden	10
5.3 Bodenmechanische Laboruntersuchungen	12
6. Baugrundkennwerte und Homogenbereiche	13
6.1 Bodenmechanische Kennwerte	13
6.2 Kennwerte der Homogenbereiche nach VOB-C (2019)	13
7. Gründungsempfehlung	15
8. Bautechnische Hinweise	16
8.1 Hinweise zum Erdbau	16
8.2 Baugrubensicherung und Nachbarbebauung	16
8.3 Wasserhaltung	17
8.4 Bodenaushub und Wiederverfüllung	17
9. Sonstige Hinweise	18
<u>Tabellenverzeichnis</u>	Seite
Tabelle 1 Übersicht Erkundungsprogramm Baugrund	5
Tabelle 2 Erkundeter Baugrundaufbau	7
Tabelle 3 Erkundungsgrundwasserstände am 02.02.2023	9
Tabelle 4 Ergebnisse Betonaggressivität des Oberflächenwassers	9
Tabelle 5 Analysenergebnisse Abtragsboden nach EBV /9/	11
Tabelle 6 Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen	12
Tabelle 7 Bodenmechanische Kennwerte	13
Tabelle 8 Kennwerte ¹⁾ des Homogenbereiches EA 1 für Lockergestein	14
Tabelle 9 Kennwerte des Homogenbereiches EA 2 für Festgestein (Erfahrungswerte)	15

<u>Anlagenverzeichnis</u>		Blattzahl
Anlage 1	Übersichtskarte, M 1 : 10.000	1
Anlage 2	Lageplan mit Aufschlusspunkten, M 1 : 500	1
Anlage 3	Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile (KRB)	10
Anlage 4	Baugrundprofilschnitt (Längsschnitt)	1
Anlage 5	Umwelttechnische Laborprotokolle	
Anlage 5.1	Prüfbericht Beton- und Stahlaggressivität des Wassers	2
Anlage 5.2	Prüfbericht Schadstoffuntersuchung des Bodens (EBV)	5
Anlage 6	Bodenmechanische Laborprotokolle	
Anlage 6.1	Prüfbericht Bestimmung der Korngrößenverteilung.....	4
Anlage 6.2	Prüfbericht Bestimmung des Glühverlusts.....	1
Anlage 6.3	Prüfbericht Bestimmung des natürlichen Wassergehalts.....	1

1. Veranlassung und Zielstellung

Die Stadt Sebnitz beabsichtigt die Beseitigung von Hochwasserschäden entlang des Hinterhermsdorfer Baches in der zentralen Ortslage von Hinterhermsdorf. Der ca. 85 m lange Baubereich beginnt am Durchlass südlich der Buchenstraße, führt durch Haus- und Gartengrundstücke und endet am Durchlass unmittelbar nördlich des Dorfbachweges (Anlage 1). Die Ufer sind meist mit Bachmauern befestigt oder weisen Fußmauern mit anschließenden Böschungen auf. Die Uferbefestigung ist teilweise in marodem Zustand und soll erneuert werden. Hinsichtlich der Ufersicherung sind auf Grund der beengten Verhältnisse keine gravierenden Änderungen geplant. Nur im südlichen Abschnitt soll die vorhandene beidseitige Bachmauer eventuell durch eine Uferböschung ersetzt werden. Der vorhandene Durchlass für den Weg zwischen Nr. 3 und Nr. 19 (Scheune) soll ebenfalls erneuert werden.

Mit der Baugrunderkundung wurde die IFG Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH beauftragt /3/. Grundlage dazu bildet die Angebotsabfrage /1/ des planenden Ingenieurbüro Buder aus Neustadt i.Sa. sowie der zugehörige Lageplan /4/. Schwerpunkte der Baugrunderkundung sind Angaben zu den Baugrund- und Grundwasserverhältnissen entlang des Bachlaufes für die neuzubauenden Bachmauern, Uferböschungen sowie den Durchlass /1/. Aus den Erkundungsergebnissen sollen folgende geo- und umwelttechnische Aussagen und Beurteilungen abgeleitet werden /1/, /2/:

- Ø allgemeine Beurteilung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse,
- Ø Darstellung der Erkundungsergebnisse in Schichtverzeichnissen, Bohrprofilen und Baugrundprofilschnitten,
- Ø Angabe der erkundeten Grundwasserstände,
- Ø Bodengruppen nach DIN 18196,
- Ø Homogenbereiche VOB-C (2019) DIN 18300,
- Ø Angabe der bodenmechanischen Kennwerte, Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB 17,
- Ø Gründungsempfehlung Bachmauern,
- Ø Wiederverwendbarkeit von Aushubmaterial unter geo- und umwelttechnischen Gesichtspunkten,
- Ø Betonaggressivität des Grund- bzw. Oberflächenwassers,
- Ø Angaben zur Baugrubensicherung und Wasserhaltung,
- Ø Ausarbeitung von Empfehlungen für die weitere Planung.

Die geplanten Baumaßnahmen werden für das gesamte Untersuchungsgebiet der geotechnischen Kategorie GK II gemäß DIN 4020 zugeordnet.

2. Unterlagen

Folgende Unterlagen wurden neben den einschlägig bekannten Normen und Regelwerken für die Planung der Feldarbeiten sowie für die Erarbeitung des Gutachtens verwendet:

- /1/ Angebotsaufforderung Baugrundgutachten mit Aufgabenstellung und Lageplan mit Fotos, – Ingenieurbüro Buder GmbH, Neustadt in Sachsen, 21.11.2022.
- /2/ Angebot IFG – AN/2022/272-0, Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH, Bautzen, 24.11.2022.
- /3/ Auftrag gemäß IFG-Angebot AN/2022/272-0 vom 24.11.2022, Große Kreisstadt Sebnitz, Vergabestelle, 04.01.2023.
- /4/ Lageplan HI04-Baugrund.dwg (ohne Höhenangaben), Hochwasserschadensbeseitigung Hinterhermsdorfer Bach, Ingenieurbüro Buder GmbH, Neustadt in Sachsen, Stand 11/2022.
- /5/ Lithofazieskarte Quartär, Blatt Pirna 2769, Hrsg. Zentrales Geologisches Institut, Berlin 1975.
- /6/ Hydrogeologische Karte, Blatt Bad Schandau / Sebnitz 1310-1/2, Hrsg. Zentrales Geologisches Institut Berlin, 1. Auflage 1984.
- /7/ Geologische Karte der Nationalparkregion Sächsische Schweiz, Geologische Regionalkarte Nr. 1, M 1:50.000, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 1993.
- /8/ Leitungsauskünfte der Medienträger 01/2023.
- /9/ Bundesgesetzblatt Jahrgang 2021 Teil I Nr. 43: Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung vom 9. Juli 2021.

3. Erkundungsumfang

Die Erkundungsarbeiten zu den Baugrundverhältnissen sowie die Probenahmen erfolgten am 02.02.2023. Entsprechend der Aufgabenstellung /1/ wurden insgesamt 4 Kleinrammbohrungen (KRB) abgeteuft. Auf Grund der teilweise schwierigen Zugänglichkeit wurde dazu ein tragbarer Brennkrafthammer eingesetzt. Eine Übersicht über die Lage der Aufschlüsse geben Anlage 2 und die nachfolgende Tabelle 1.

Tabelle 1 Übersicht Erkundungsprogramm Baugrund

Aufschluss	UTM-System		Geplante Bohrtiefe [m]	Erreichte Bohrtiefe [m]	Ansatzhöhe [m NHN]	Hinweis
	Rechts	Hoch				
BP01	454900	5641431	3,0	2,0	358,76	Bohrhindernis / OK Fels (?)
BP02	454896	5641442	3,0	3,0	358,56	-
BP03a	454901	5641478	3,0	0,85	360,45	Bohrhindernis / OK Fels (?)
BP03b	454901	5641478		1,0	360,45	Neuansatz / Bohrhindernis / OK Fels (?)
BP04	454903	5641501	3,0	1,4	360,92	Bohrhindernis / OK Fels (?)

Die Bohrungen wurden unter Berücksichtigung der Leitungslagen sowie der Grundstückssituation im Gelände abgesteckt. Nach Beendigung der Bohrarbeiten wurden die Bohrungen mit Bohrgut verfüllt und die Oberfläche in ihren ursprünglichen Zustand zurückversetzt. Die Aufschlusspunkte wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Als Höhenbezug wurde der Schachtdeckel von SSHH0056.3 verwendet, welcher im Medienbestandsplan der WASS GmbH mit 358,57 m angegeben ist. Eine Bestandsvermessung liegt gegenwärtig nicht vor.

Die Bohrungen BP 01, BP 03a/b und BP 04 wurden auf Grund von Sondierhindernissen vorzeitig abgebrochen. Da in den erreichten Endteufen kein Sondierfortschritt mehr zu verzeichnen war, ist davon auszugehen, dass sich im Niveau der erreichten Endteufen der Übergang zum Festgestein befindet. Festgestein kann mit dem eingesetzten Bohrverfahren nicht aufgeschlossen werden. Jedoch können auch eingelagerte Steine / Blöcke zum Abbruch der Bohrungen geführt haben.

Für die geo- und umwelttechnischen Laboruntersuchungen wurden gestörte Bodenproben aus dem Bohrgut der Erkundungsbohrungen entnommen. Rückstellproben werden im IFG gelagert. Zur Bestimmung der Betonaggressivität wurde eine Wasserprobe als Schöpfprobe aus dem Hinterhermsdorfer Bach entnommen.

4. Baugrundbeschreibung

4.1 Allgemeine geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Gemäß geologischem Kartenwerk (15/, 17/) wird das Grundgebirge im Untersuchungsgebiet durch mittel-großbankige Quarzsandsteine gebildet. Im Hangenden der Festgesteinsbasis werden lokal verbreitet holozäne, deluvial-fluviatile Bildungen ausgewiesen, die in Form von Sand, Kies und Schluff auftreten können. Außerhalb der Bachaue ist umgelagerter Lösslehm in ebenfalls nur lokaler Verbreitung zu erwarten. Im übrigen Umfeld steht der Sandstein mit seinen sandig-schluffigen Zersatzprodukten unbedeckt an der Oberfläche an.

Innerhalb des Siedlungsgebietes ist verstärkt mit anthropogenen Auffüllungen zu rechnen.

In der hydrogeologischen Kartendarstellung /6/ wird im Untersuchungsgebiet kein Lockergesteinsgrundwasserleiter ausgewiesen. Eine Grundwasserführung ist im Auebereich innerhalb der Bachsedimente sowie auch im Zersatzboden zu erwarten. Die bindigen Deckschichten (Gehängelehm, Auelehm) sind als grundwasserstauend bis -hemmend anzusehen, daher kann das Grundwasser auch gespannt vorliegen. Da der Baubereich in unmittelbarer Nähe zum Fließgewässer liegt, ist das Grundwasser als mit dem Wasserstand in der Vorflut korrespondierend anzunehmen, d.h. bei erhöhten Wasserständen in der Vorflut wird auch das Grundwasser in den geplanten Baubereichen höher anstehen.

4.2 Erkundungsergebnisse Baugrund

Folgender prinzipieller Baugrundaufbau wurde entlang des Untersuchungsgebiets erkundet:

Tabelle 2 *Erkundeter Baugrundaufbau*

Schicht-Nr.	Schichtbezeichnung / Boden / Bodengruppe
1	Mutterboden: schluffig, sandig, teils feinkiesig, humos, Bodengruppe: [OH], OH
2	Auffüllungen:
2a	Grobkörnige Auffüllungen Sand, kiesig, schwach schluffig / Steine, kiesig, sandig, schluffig / Kies, sandig, steinig mitteldicht-dicht gelagert Bodengruppe: [GU], [GW], [GX]
2b	Gemischtkörnig-bindige Auffüllungen: Schluff, sandig-stark sandig, kiesig, teils steinig lokal mit mineralischen Fremdbestandteilen (Ziegelreste, Kohlereste, Anteil < 10%) steif, mitteldicht gelagert, lokal weich-breiig Bodengruppe: [UL], [SU*]
3	Auelehm: Schluff, feinsandig, organogen / Sand stark schluffig, kiesig weich, weich-breiig Bodengruppe: OU, SU*, OH
4	Bachkies: Kies, stark sandig, schluffig, schwach steinig dicht gelagert Bodengruppe: GU
5	Gehängelehm / Verwitterungslehm: Schluff, feinsandig / Schluff, sandig, kiesig steif Bodengruppe: UL, SU*
6	Sandsteinersatz: Fein- und Mittelsand, schluffig, teils kiesig Steine und Blöcke möglich mitteldicht bis sehr dicht gelagert Bodengruppe: SU, Zv
7	Sandstein – Festgestein: (Schicht nicht direkt aufgeschlossen) entfestigt bis unverwittert Bodengruppe: Zv, Z

Details zu den Bohrungen und der Schichtenansprache sind in Schichtenverzeichnissen und Bohrprofilen in Anlage 3 einsehbar. Die Erkundungsergebnisse wurden in einem Baugrundprofilsschnitt (Anlage 4) zusammengefasst dargestellt.

Insgesamt wurden recht wechselhafte Baugrundverhältnisse angetroffen, die im Wesentlichen den Kartenangaben (Kap. 4.1) entsprechen.

An der Oberfläche lagert meist **Mutterboden (Schicht 1, OH)**, welcher in Schichtdicken von ca. 15...25 cm erbohrt wurde. Unter dem Mutterboden lagern durchgängig relativ geringmächtige **Auffüllungen (Schicht 2)**, welche bis in eine Tiefe von ca. 0,5 bis 1,6 m erkundet wurden. Hierbei handelt es sich um die Hinterfüllungen der vorhandenen Bachmauern oder um Auffüllungen zur Geländeregulierung. Die Auffüllungen weisen teilweise einen grobkörnigen Charakter (Schicht 2a, [GU], [GW], [GX]) und oft auch einen gemischtkörnig-bindigen Charakter (Schicht 2b, [SU*], [UL]) auf. Örtlich sind Fremdbestandteile (Bauschutt, Kohlereste) enthalten, wobei deren Anteil < 10 % liegt. Die Auffüllungen wurden in mitteldichter bis dichter Lagerung sowie in steifer, lokal auch weicher – breiiger Konsistenz angetroffen.

Im Liegenden der Auffüllungen wurde in den Bohrungen BP 01 und BP 04 **Auelehm (Schicht 3, OU, SU*, OH)** mit Mächtigkeiten von 0,25... \geq 0,5 m aufgeschlossen. Der Auelehm ist aufgrund des Wassereinflusses zumeist aufgeweicht und besitzt eine weiche, teils auch breiige Konsistenz. Schicht 3 stellt einen feinkörnigen, organogenen Boden dar, kann aber auch wechsellagernd mit Auesanden auftreten.

In BP 02 folgt unter den Auffüllungen dicht gelagerter **Bachkies (Schicht 4, GU)**, welcher Grundwasser führt und bis in ca. 2,85 m Tiefe ansteht. Abweichend davon liegt BP 03a/BP 03b bereits außerhalb der Aueablagerungen. Hier wurde **Gehängelehm (Schicht 5, UL, SU*)** in steifer Konsistenz erbohrt. Er besteht aus feinsandigem Schluff, teilweise auch mit sandigen und kiesigen Beimengungen.

In den Bohrungen BP 02 und BP 04 wurde unter dem Bachkies bzw. dem Auelehm **Sandsteinzersatz (Schicht 6, SU, Zv)** erbohrt. Er besteht aus Fein- und Mittelsanden mit kiesigen und schluffigen Beimengungen. Die Lagerungsdichte nimmt mit der Tiefe von mitteldicht zu sehr dicht zu. Die Grenze der Rammbarkeit wurde in BP 04 in ca. 1,4 m Tiefe erreicht. In diesem Niveau ist mit dem Übergang zum **Festgestein (Schicht 7, Zv, Z)** zu rechnen, wobei auch eingelagerte Steine / Blöcke zum Bohrabbruch geführt haben können. Dies gilt auch für die Bohrungen BP 01 und BP 03a/b, welche in 0,85/1,0 und 2,0 m abgebrochen werden mussten, ohne dass Zersatzmaterial erbohrt wurde.

4.3 Erkundungsergebnisse Grundwasser

Während der Erkundung wurde in fast allen Bohrungen Grundwasser angeschnitten:

Tabelle 3 Erkundungsgrundwasserstände am 02.02.2023

Bohrung	Ansatzhöhe	GW-Anschnitt		GW nach Bohrende		Hinweis
	[m NHN]	[m u GOK]	[m NHN]	[m u GOK]	[m NHN]	
BP01	358,76	0,80	357,96	1,14	357,62	Sicker- oder Stauwasser
BP02	358,56	1,60	356,96	1,45	357,11	leicht gespanntes GW
BP03a	360,45	-	-	-	-	Kein GW-Anschnitt
BP03b	360,45	-	-	-	-	Kein GW-Anschnitt
BP04	360,92	1,15	359,77	0,95	359,97	leicht gespanntes GW

Es wurden mit ca. 0,95...1,45 m u GOK recht oberflächennahe Grundwasserstände angetroffen. Die Grundwasserführung erfolgt innerhalb der Bachkiese sowie in den Zersetzprodukten des Sandsteins. Hierbei fungieren die Bachkiese und der Zersatz als Grundwasserleiter und der Auelehm sowie die Auffüllungen als Grundwassergeringleiter bis Grundwasserstauer/-hemmer.

Die erkundeten freien Grundwasserspiegelhöhen liegen etwa im Niveau des Bachwasserspiegels. Die korrespondierenden Grundwasserverhältnisse zwischen dem Vorfluter und dem Grundwasser werden somit bestätigt. Lokal tritt leicht gespanntes Grundwasser auf.

5. Laboruntersuchungen

Die chemischen Analysen wurden im akkreditierten chemischen Labor EUROFINS Umwelt Ost GmbH NL Freiberg durchgeführt. Die bodenphysikalischen Laboruntersuchungen erfolgten im Labor der IFG GmbH in Bautzen.

5.1 Bestimmung Betonaggressivität des Oberflächenwassers

Da eine Entnahme von Wasserproben aus den Bohrlöchern nicht möglich war, wurde aus dem Hinterhermsdorfer Bach eine Schöpfprobe entnommen. Die Wasserprobe wurde nach DIN 4030 analysiert. Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle 4 zusammengefasst. Der Prüfbericht kann in Anlage 5.1 eingesehen werden.

Tabelle 4 Ergebnisse Betonaggressivität des Oberflächenwassers

Untersuchungsparameter	WP 1	Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030		
		schwach angreifend	mäßig angreifend	stark angreifend
pH-Wert	7,3	6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5
Magnesium (Mg ²⁺) [mg/l]	4,12	300 - 1000	> 1000 - 3000	> 3000
Ammonium (NH ⁴⁺) [mg/l]	< 0,06	15 - 30	> 30 - 60	> 60
Sulfat (SO ₄ ²⁻) [mg/l]	15	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000
CO ₂ (kalklösend) [mg/l]	15	15 - 40	> 40 - 100	> 100

Die untersuchte Bachwasserprobe weist eine leicht erhöhte Konzentration des Untersuchungsparameters kalkaggressives Kohlendioxid auf. Es wird empfohlen, das Wasser als **schwach betonangreifend** einzustufen (Expositionsklasse XA 1).

5.2 Schadstoffuntersuchung Abtragsboden

Für bei den Erdarbeiten anfallende Bodenaushubmassen ist eine Schadstoffuntersuchung zur Bestimmung der Verwertbarkeit an einem anderen Einbauort nach /9/, Artikel 1 - Ersatzbaustoffverordnung (EBV), Anlage 1, Tabelle 3, erforderlich. Die Untersuchung ist als orientierende Vordeklaration nach EBV zu werten, da eine Probenahme aus Baugrundaufschlüssen als nicht normgerecht gilt. Eine baubegleitende Untersuchung nach EBV wird empfohlen.

Folgende Bodenmischprobe (MP) wurde hergestellt und untersucht:

- **MP Boden:** aus BP 01/P1+P2, BP 02/P1, BP 03a/P1, BP 04/P1 (Schichten 2a+b, 5 – Auffüllungen, Gehängelehm, Bodenart SU*)

In der nachfolgenden Tabelle auf Seite 11 sind die Analyseergebnisse den Materialwerten der EBV für Boden/Baggergut gegenübergestellt (Prüfbericht in Anlage 5.2). Der Ansatz der BM 0 - Werte erfolgt für die Bodenart Lehm.

In der untersuchten Probe wurden keine erhöhten Konzentrationen der Parameter festgestellt. Daher entsprechen die potentiell anfallenden Aushubmassen der **Klasse BM-0** bzw. der Klasse BG-0. Damit wäre eine Verwertung des Bodenabtrags **uneingeschränkt** möglich. Das heißt, aus umwelttechnischer Sicht kann der Bodenabtrag gemäß /9/, Artikel 2 innerhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht (als Mutterbodenauftrag), unterhalb bzw. außerhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht (zur Verfüllung von Abgrabungen außerhalb technischer Bauwerke) oder gemäß /9/, Artikel 1 in technischen Bauwerken verwertet werden. Dies gilt auch für Gebiete mit ungünstigen Grundwasserdeckschichten, jedoch soll die grundwasserfreie Sickerstrecke zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand mindestens 60 cm betragen.

Bei einer Entsorgung der untersuchten Bodenaushubmassen gilt der **Abfallschlüssel: 17 05 04** oder **17 05 06** (Boden und Steine oder Baggergut ohne Schadstoffe in gefährlich hohen Konzentrationen).

Tabelle 5 Analysergebnisse Abtragsboden nach EBV /9/

Parameter-Bezeichnung	Einheit	Materialwerte nach Ersatzbaustoffverordnung (2021) /9/						
		Probe MP Boden	BM-0 / BG-0 Schluff, Lehm	BM-0* / BG-0*	BM-F0* / BG-F0*	BM-F1 / BG-F1	BM-F2 / BG-F2	BM-F3 / BG-F3
Boden-Feststoff								
Arsen (As)	mg/kg TS	6,6	20	20	40	40	40	150
Blei (Pb)	mg/kg TS	34	70	140	140	140	140	700
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	< 0,2	1	1	2	2	2	10
Chrom (Cr)	mg/kg TS	16	60	120	120	120	120	600
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	14	40	80	80	80	80	320
Nickel (Ni)	mg/kg TS	12	50	100	100	100	100	350
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	< 0,07	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5
Thallium (Tl)	mg/kg TS	< 0,2	1	1	2	2	2	7
Zink (Zn)	mg/kg TS	62	150	300	300	300	300	1200
TOC	Ma.-% TS	0,3	1	1	5	5	5	5
EOX	mg/kg TS	< 1,0	1	1				
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg TS	< 40		300	300	300	300	1000
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	< 40		600	600	600	600	2000
Phenanthren	mg/kg TS	0,11						
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	0,07	0,3					
Summe 16 PAK nach EBV	mg/kg TS	0,905	3	6	6	6	9	30
Summe 7 PCB nach EBV	mg/kg TS	(n. b.)	0,05	0,1				
Boden-Eluat								
pH-Wert		6,9			6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	5,5 - 12
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	53		350	350	500	500	2000
Sulfat (SO4)	mg/l	3,2	250	250	250	450	450	1000
Arsen (As)	µg/l	5		8	12	20	85	100
Blei (Pb)	µg/l	18		23	35	90	250	470
Cadmium (Cd)	µg/l	< 0,3		2	3	3	10	15
Chrom (Cr)	µg/l	6		10	15	150	290	530
Kupfer (Cu)	µg/l	7		20	30	110	170	320
Nickel (Ni)	µg/l	3		20	30	30	150	280
Quecksilber (Hg)	µg/l	< 0,1		0,1				
Thallium (Tl)	µg/l	< 0,2		0,2				
Zink (Zn)	µg/l	20		100	150	160	840	1600
Summe 15 PAK ohne Naphthalin nach EBV	µg/l	0,025		0,2	0,3	1,5	3,8	20
Summe Naphthalin + Methylnaphthaline nach EBV	µg/l	0,010		2				
Summe 7 PCB nach EBV	µg/l	(n. b.)		0,01				
Anzuwendende Klasse:		BM-0 / BG-0						

5.3 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Zur Bestimmung der bodenmechanischen Kennwerte der anstehenden Lockergesteinsschichten sowie zur Beschreibung der Homogenbereiche wurde an ausgewählten Einzelproben die Korngrößenverteilung gem. DIN 18123, der natürliche Wassergehalt gem. DIN 18121 und der Glühverlust gem. DIN 18128 ermittelt. Die jeweiligen Laborprotokolle können in Anlage 6 eingesehen werden. Nachfolgende Tabelle enthält die Ergebnisse.

Tabelle 6 Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Bohrung, Probe	Entnahmetiefe [m]	Schicht Nr.	w _n	V _{GI}	T	U	S	G	C _u	k _f	BG
BP 01, P 3	1,5 – 2,0	3	55,2	6,5	n.u.		n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	OU
BP 04, P 2	1,0 – 1,15	3	37,6	n.u.	2,3	21,2	49,2	27,3	80,9	7,80x10 ⁻⁷	SU*
BP 02, P 2	1,60 – 2,85	4	10,9	n.u.	13,6		36,4	50,0	n.b.	6,97x10 ⁻⁵	GU
BP 03b, P 1	0,7 – 1,0	5	12,6	n.u.	5,1	34,7	34,0	26,2	83,5	1,75x10 ⁻⁷	SU*
BP 03a, P 1	0,2 – 0,8	5	21,3	n.u.	n.u.		n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	UL
BP 04, P 3	1,15 – 1,40	6	12,6	n.u.	11,2		66,6	22,2	n.b.	3,61x10 ⁻⁵	SU

n.b. nicht bestimmbar

T Tonanteil d ≤ 0,002 mm [M.-%]

S Sandanteil d = 0,063...2 mm [M.-%]

C_u Ungleichförmigkeitszahl [-]

n. u. nicht untersucht

V_{GI} Glühverlust [M.-%]

w_n natürlicher Wassergehalt [M.-%]

U Schluffanteil d = 0,002...0,063 mm [M.-%]

G Kiesanteil d = 2...63 mm [M.-%]

k_f Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]

BG Bodengruppe nach DIN 18196

Der fein- bis gemischtkörnige **Auelehm (Schicht 3)** ist auf Grund seiner organischen Beimengungen (V_{GI}=6,5 M-%) als organogener Boden zu bewerten. Schicht 3 weist zudem stark erhöhte natürliche Wassergehalte auf. Er steht damit in stark durchfeuchteter Form an. Dies wird durch die teils weiche bis breiige Konsistenz bestätigt. Schicht 3 gilt als schwach wasserdurchlässig gemäß DIN 18130 und als sehr frostempfindlich (F3-Boden) nach ZTVE-StB 17.

Der **Bachkies (Schicht 4)** stellt einen weitgestuften, gemischtkörnig-rolligen Boden dar. Mit einem Feinkornanteil von 13,6 M-% entspricht Schicht 4 der Bodengruppe GU gem. DIN 18196 und gilt als mittel frostempfindlicher Boden (F2) nach ZTVE-StB 17. Er ist als wasserdurchlässig gem. DIN 18130 zu bewerten.

Der **Gehängelehm (Schicht 5)** steht in bindiger und gemischtkörnig-bindiger Ausprägung an (UL, SU*). Die ermittelten natürlichen Wassergehalte von 12,6 -% und 21,3 M-% werden als schichttypisch eingeschätzt. Schicht 5 gilt als schwach wasserdurchlässig gem. DIN 18130 und als sehr frostempfindlich (F3) nach ZTVE-StB 17.

Schicht 6 (Sandsteinersatz) ist mit einem Feinkornanteil von ca. 11 M-% und einer geschätzten Ungleichförmigkeitszahl von C_u~10 als weitgestufter, gemischtkörnig-rolliger Boden der Bodengruppe SU gem. DIN 18196 zu bewerten. Er stellt einen mittel frostempfindlichen Boden (F2) nach ZTVE-StB 17 dar. Der **Sandsteinersatz** gilt als wasserdurchlässig gem. DIN 18130.

6. Baugrundkennwerte und Homogenbereiche

6.1 Bodenmechanische Kennwerte

Zur Durchführung von erdstatischen Berechnungen sowie für Tiefbauplanungen werden folgende bodenmechanischen Kennwerte in Tabelle 7 angegeben, welche in Auswertung der ingenieurgeologischen Feldansprache, den bodenmechanischen Labor- und Feldversuchen sowie mit Hilfe tabellierter und regionaler Erfahrungswerte nach EAU und DIN 1055 festgelegt wurden.

Tabelle 7 Bodenmechanische Kennwerte

Nr.	Bodenart	Kurzzeichen	cal. g	cal. g'	cal. f'	cal. c'	cal. E _s	cal. k _f
1	Mutterboden:	[OH], OH	17	7	/	/	/	/
2	Auffüllungen:							
2a	Grobkörnige Auffüllungen mitteldicht-dicht gelagert	[GU], [GW], [GX]	20	11	35	0	30	1,0x10 ⁻⁵ bis 1,0x10 ⁻³
2b	Gemischtkörnig-bindige Auffüllungen steif, mitteldicht gelagert, lokal weich-breiig	[UL], [SU*]	19	9	27	1	1...3	1,0x10 ⁻⁹ bis 1,0x10 ⁻⁷
3	Auelehm: weich, weich-breiig	OU, SU*, OH	17	7	20	0	1...2	1,0x10 ⁻⁹ bis 1,0x10 ⁻⁷
4	Bachkies: dicht gelagert	GU	20	11	35	0	80	7,0x10 ⁻⁵
5	Gehänge-/Verwitterungslehm: steif	UL, SU*	19	9	30	5	15	1,0x10 ⁻⁹ bis 1,0x10 ⁻⁷
6	Sandsteinersatz: mitteldicht bis sehr dicht gelagert	SU, Zv	20	11	33	0	40	3,6x10 ⁻⁵
7	Sandstein – Festgestein: entfestigt bis unverwittert (Schicht nicht direkt aufgeschlossen)	Zv, Z	22	12	40	50	150	-

cal. g cal. Bodendichte, erdfeucht [kN/m³]

cal. f' cal. Reibungswinkel [°]

cal. c_u cal. undrainierte Kohäsion [kN/m²]

cal. k_f cal. Durchlässigkeitskoeffizient [m/s]

cal. g' cal. Bodendichte unter Auftrieb [kN/m³]

cal. c' cal. Kohäsion [kN/m²]

cal. E_s cal. Steifemodul [MN/m²]

6.2 Kennwerte der Homogenbereiche nach VOB-C (2019)

Zur Ausschreibung von Tiefbauleistungen ist der Baugrund nach VOB 2019 in Homogenbereiche zu untergliedern. Es wird davon ausgegangen, dass die Sohlage des Bachlaufes etwa beibehalten wird. Die Erdbauarbeiten (EA) werden voraussichtlich hauptsächlich von den Auffüllungen der Schichten 2a und 2b geprägt. Die übrigen Schichten 3 bis 6 fallen in vergleichsweise untergeordneten Mengen an. Aus diesem Grund sowie auf Grund der beengten Verhältnisse wird eine Separierung des jeweiligen Schichtaushubes nach ihrer geotechnischen Eignung als wenig praktikabel und unwirtschaftlich eingeschätzt. Die Lockergesteinsschichten 2 bis 6 werden daher zum Homogenbereich EA 1 zusammengefasst.

Für das Erreichen der erforderlichen Aushubsohlen kann lokal ggf. auch das Lösen von Fels erforderlich werden. Daher wird Schicht 7 einem separaten Homogenbereich für Festgestein (EA 2) zugeordnet. Die Angabe nachfolgender Kennwerte richtet sich nach der Zuordnung der Baumaßnahme zur Geotechnischen Kategorie 2 gemäß DIN 4020.

Tabelle 8 Kennwerte¹⁾ des Homogenbereiches EA 1 für Lockergestein

Homogenbereiche	EA1 (DIN 18300 - Erdbauarbeiten)
dazugehörige Schichten	2a / 2b / 3 / 4 / 5 / 6
Beschreibung des Homogenbereichs	grobkörnige und gemischtkörnig-rollige, gemischtkörnig-bindige sowie bindige Mineralböden und organogene Böden
Bodengruppe DIN 18196	[GU], [GW], [GX] / [UL], [SU*] / OU, SU*, OH / GU / UL, SU* / SU, Zv
ortsübliche Bezeichnung	grobkörnige Auffüllungen / gemischtkörnig-bindige Auffüllungen / Auelehm / Bachkies / Gehänge- und Verwitterungslehm / Sandsteinersatz
Massenanteil Ton [%]	1...10
Massenanteil Schluff [%]	5...90
Massenanteil Sand [%]	10...70
Massenanteil Kies [%]	0...60
Massenanteil Steine [%]	0...40
Massenanteil Blöcke [%]	0...15
Massenanteil große Blöcke [%]	0...5
Dichte [g/cm ³]	1,7...2,1
undrainierte Scherfestigkeit [kN/m ²]	0...50
Kohäsion [kN/m ²]	0...20
Wassergehalt [%]	10...60
Konsistenz	steif, weich, breiig
Konsistenzzahl I _c	0,0...1,0
Plastizitätszahl I _p	4...30
Lagerung	mitteldicht...sehr dicht
Lagerungsdichte D	0,45...1,00
organischer Anteil [%]	0...10
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTVE StB 17)	F 2 ... F 3
Verwertbarkeit nach EBV	BM-0 oder BG-0
Entsorgung nach DepV	DK 0
Abfallschlüsselnummer	17 05 04 (Boden und Steine) oder 17 05 06 (Baggergut)

1) an Hand von Erfahrungswerten und der ingenieurgeologischen Feldansprache geschätzt, z. T. keine Laborversuche

Das Lösen des Homogenbereichs 0 (Mutterboden) ist nicht Bestandteil von Erdarbeiten, sondern wird den Landschaftsbauarbeiten nach DIN 18320 zugeordnet. Der Mutterboden entspricht der Bodengruppe 6 nach DIN 18915 und enthält weniger als 5 % Steine und keine Blöcke.

Die nachfolgenden Kennwerte für Festgestein können nur nach Erfahrungswerten angegeben werden, da der Fels mit dem eingesetzten Bohrverfahren nicht aufgeschlossen werden kann und somit keine Probengewinnung oder visuelle Beurteilung erfolgen konnte.

Tabelle 9 Kennwerte des Homogenbereiches EA 2 für Festgestein (Erfahrungswerte)

Homogenbereiche	EA2 (DIN 18300 - Erdbauarbeiten)
dazugehörige Schichten	7
Bodengruppe DIN 18196	Zv, Z
ortsübliche Bezeichnung	Festgestein, Fels (Sandstein)
Verwitterung	stark verwittert...frisch
Veränderungen	sehr stark klüftig, kleinstückig, mürbe, entfestigt ... schwach-mäßig klüftig, hart
Veränderlichkeit	nicht veränderlich
Trennflächenrichtung	nicht bekannt
Trennflächenabstand	sehr engständig ... weitständig
Gesteinskörperform	kleintäfelig...quaderig-bankig
Dichte	2,0...2,4
Druckfestigkeit [N/mm ²]	10...150
Verwertbarkeit nach EBV	nicht untersucht

an Hand von Erfahrungswerten geschätzt, keine Laborversuche durchgeführt, da kein Fels zur Erkundung aufgeschlossen wurde

7. Gründungsempfehlung

Es ist der Neubau von Bachmauern und eines Durchlasses vorgesehen. Die Gründung hat frostfrei, mindestens 1,0 m unter Bachsohle zu erfolgen.

Die Schichten 4 bis 7 gelten als für Gründungszwecke geeignet und sind i. d. R. gut tragfähig.

Steht in der Aushubsohle die stark wasserempfindliche Schicht 5 an, so ist diese vor Wasserzutritt zu schützen sowie möglichst sofort zu überbauen, um ein Aufweichen zu verhindern. Aufgeweichte oder gefrorene Böden sind vor dem Einbau neuer Schichten aus der Aushubsohle zu entfernen.

Der wenig tragfähige und stark verformungsempfindliche Auelehm (Schicht 3) sowie die Auffüllungen (Schicht 2) sind als Gründungsschichten ungeeignet. Diese Schichten sind auszutauschen oder durch das statische Eindringen von Grobschlag zu stabilisieren.

Auf Grund der Wasserverhältnisse ist generell eine verstärkte Sauberkeitsschicht aus Beton ($d \geq 20$ cm) vorzusehen.

Der Hinterhermsdorfer Bach ist bauzeitlich zu verrohren. Unter diesen Bedingungen wird eine offene Wasserhaltung als ausreichend erachtet.

Eventuell im südlichen Abschnitt herzustellende bleibende Uferböschungen im weichen, teils breiigen Auelehm/Auffüllungen bzw. lockeren Böden sind mit einer Neigung von 1:3 oder flacher herzustellen. Sind steilere Böschungen erforderlich, ist deren Standsicherheit für den Hochwasserfall rechnerisch nachzuweisen. Es wird empfohlen, bauliche Maßnahmen zur Böschungssicherung (z. B. Flussbausteine, ingenieurbioologischen Sicherungsmaßnahmen, etc.) einzuplanen. Außerdem werden Maßnahmen gegen Sohlerosion empfohlen.

8. Bautechnische Hinweise

8.1 Hinweise zum Erdbau

Die erkundeten Lockergesteinsböden der Schichten 1 bis 6 sind ohne besonderen Aufwand mittels Bagger lösbar. Innerhalb der Auffüllungen (Schicht 2a) sowie des Zersatzbodens (Schicht 6) ist mit einem erhöhten Anteil an Steinen und Blöcken zu rechnen. Lokal können in diesen Schichten Mehraufwendungen für das nicht profilgerechte Lösen und Verfüllen entstehen.

Insbesondere im nördlichen Bauabschnitt kann das Lösen von Fels (Schicht 7) notwendig sein.

Die bindigen Auffüllungen (Schichten 2b), der Auelehm (Schicht 3) sowie der Gahängelehm (Schicht 5) stellen leicht-plastische Böden dar. Das heißt, bereits geringe Änderungen des Wassergehaltes des Bodens können zu einer Veränderung der Konsistenz und damit zu einem Aufweichen führen, wodurch diese Böden für bautechnische Zwecke unbrauchbar werden können (z. B. für Wiedereinbau, als Zuwegungen).

Sollten Bauschuttablagerungen oder stark müll- bzw. fremdstoffhaltige Massen angetroffen werden, sind diese auszutauschen.

8.2 Baugrubensicherung und Nachbarbebauung

Bis 1,25 m Tiefe kann senkrecht geschachtet werden. Für Baugruben bis 1,75 m Tiefe können die unteren 1,25 m senkrecht, danach geböscht mit einem Böschungswinkel $\beta \leq 45^\circ$ in nicht bindigen, lockeren oder weichen bindigen Böden (Schichten 2a, 2b, 3, 4) bzw. $\beta \leq 60^\circ$ in mindestens steifen bindigen Böden (Schichten 5, 3a, 3c) hergestellt werden. Ab 1,75 m Tiefe ist auf kompletter Tiefe abzuböschten oder zu verbauen. Sollte dies aus räumlichen Gründen nicht umsetzbar sein, wird eine konstruktive Baugrubensicherung nötig. Baugruben unterhalb des Grundwasserspiegels sind generell zu sichern, dies gilt auch für Bereiche mit fließfähigen Böden (Schicht 3).

Als Vorzugslösung zur bauzeitlichen Sicherung von übersteilen Böschungen gilt aus geotechnischer Sicht eine Spritzbetonsicherung.

Teilweise befinden sich Gebäude in geringem Abstand bzw. direkt im Baubereich. Zu den Gründungsverhältnissen der Gebäude liegen bisher keine Kenntnisse vor (Gründungsart und -tiefe, -schicht). Diese sind zu ermitteln. Ggf. sind Maßnahmen zur Unterfangung der Gebäude vor Beginn der Bauarbeiten am Bachlauf durchzuführen. Ebenfalls vor Beginn jeglicher Bauarbeiten sollte eine Beweissicherung erfolgen.

8.3 Wasserhaltung

Die Grundwasserführung erfolgt innerhalb der Bachkiese der Schicht 4 und des Sandsteinzersatzes der Schicht 6 sowie lokal innerhalb des aufgeweichten Auelehms (Schicht 3). Teilweise steht gespanntes Grundwasser an, dessen freier Wasserspiegel sich etwa im Niveau des Bachwasserspiegels einstellt. Es ist von einer Beeinflussung des freien Grundwasserspiegels durch den Wasserspiegel in der Vorflut auszugehen. Aus bautechnischen Gründen sollten die Bauarbeiten daher in den niederschlagsarmen Monaten ausgeführt werden. Generell ist der Hinterhermsdorfer Bach für die Bauzeit zu verrohren.

Bei den geplanten Bauvorhaben wird ein Eingriff in die grundwasserführenden Schichten erforderlich. Um die Baugruben wasserfrei zu halten, wird je nach Eingrifftiefe und Baugrundsicht i.d.R. eine offene Wasserhaltung mit Pumpensümpfen als ausreichend erachtet.

Es wird eingeschätzt, dass innerhalb der gut durchlässigen Schichten 4 und 6 bei Absenktiefen > 0,8 m eine geschlossene Wasserhaltung notwendig wäre. Es empfiehlt sich daher, derart tiefe Eingriffe in diese Schichten zu vermeiden.

Fördermengen sowie Absenkziele sind erst nach Fertigstellung der konstruktiven Planung (Baugrubenabmessungen, Aushubtiefen) zu ermitteln.

Generell wird empfohlen, die Bauarbeiten in relativ kurzen Abschnitten und zeitlich begrenzt auszuführen, um negative Auswirkungen auf die Nachbarbebauung zu unterbinden (z. B. durch Setzungen in bindigen Schichten infolge von Wasserentzug).

8.4 Bodenaushub und Wiederverfüllung

Der bei den geplanten Tiefbauarbeiten anfallende Bodenaushub (Gemisch der Schichten 2 bis 6) gilt als mäßig bis schlecht verdichtungsfähig. Der Einsatz dieser Abtragsmassen zur Bauwerkshinterfüllung wird nicht empfohlen. Diese Massen sind im Rahmen der Baumaßnahme nur für untergeordnete Bauzwecke einsetzbar (z. B. zur Geländeregulierung).

Aufgeweichte Böden sind generell für den Erdbau unbrauchbar und sollten entsorgt werden. Aushubmassen der Schicht 7 sind nur in gebrochenem Zustand einsetzbar.

Die Bachmauern sind mit gut verdichtungsfähigen Böden (Liefermassen, z. B. Mineralgemisch 0/32, o. Z.) lagenweise mit $d < 30$ cm zu hinterfüllen und lagenweise auf $D_{Pr} = 95$ % zu verdichten. Im Bereich von Straßen gelten die Hinterfüllungs- und Verdichtungsanforderungen nach Was 7 ($D_{Pr} = 100$ % gem. ZTV E-StB 17).

Ein schadloser Eintrag anfallenden Sickerwassers in den Baugrund ist nicht möglich. Eine Rückentwässerung ist deshalb unbedingt erforderlich.

Bei der Verwertung bzw. Entsorgung der anfallenden Aushubmassen ist die umwelttechnische Eignung (s. Kap. 5.2) zu beachten.

9. Sonstige Hinweise

Die Baugrunderkundung basiert auf punktuellen Aufschlüssen. Dazwischen wurden die Schichtverläufe interpoliert. Sollte eine abweichende zu der hier festgestellten Baugrundsituation vorgefunden werden, so ist der Bearbeiter zu informieren.

Ergeben sich während der Planung bzw. Bauausführung Abweichungen, welche die Grundlagen für diese Baugrundaussage beeinflussen oder ändern, so ist das unterzeichnende Ingenieurbüro darüber zu informieren. In Auswertung dieser Information können die Aussagen dieses Gutachtens präzisiert und der neuen Situation angeglichen werden.

Dieses Baugrundgutachten kann nur in seiner Gesamtheit die Baugrundsituation darstellen. Für Schäden, die auf Grund nur auszugsweiser Weiterverbreitung bzw. Veränderung dieses Berichts eventuell entstehen, wird seitens des Verfassers jede Haftung abgelehnt.