



Gesellschaft für Baugeologie
und -meßtechnik mbH
Baugrundinstitut

Grund- u. Felsbau | Tunnelbau | Altlasten |
Ingenieur- u. Hydrogeologie | Geotechnische
Messungen | Deponietechnik | Ökoaudit
Geowissenschaftliche Umweltuntersuchungen
Konstruktiver Ingenieurbau



Geotechnischer Bericht

Projekt	Erweiterung des Gewerbegebietes „Investzentrum B 49“ für Kanal-, Wasser- und Straßenbaumaßnahmen Beselich-Obertiefenbach
Auftraggeber/Bauherr	Der Gemeindevorstand der Gemeinde Beselich Steinbacher Straße 10 65614 Beselich
Auftragnehmer/Gutachter	gbm Gesellschaft für Baugeologie und –meßtechnik mbH Robert-Bosch-Str. 7 D- 65549 Limburg/Lahn Telefon: +49 (0) 64 31 91 12 0 Telefax: +49 (0) 64 31 91 12 10 E-Mail: limburg@gbm-baugrundinstitut.de
Projektnummer	e-886025
Sachbearbeiter	Dr.-Ing. S. Hamid
Erstellt	Mai 2025

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Veranlassung	4
2 Verwendete Unterlagen	4
3 Situation.....	5
4 Durchgeführte Untersuchungen.....	6
4.1 Felduntersuchungen	6
4.2 Laboruntersuchungen	7
5 Baugrund-/Grundwasserverhältnisse	8
5.1 Erkundete Schichten	8
5.2 Schichtenbeschreibung	9
5.3 Wasserverhältnisse	10
6 Auswertung der bodenmechanischen Laborversuche	11
6.1 Bestimmungen der Wassergehalte nach DIN EN ISO 17 892-1	11
6.2 Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12	11
7 Bodenmechanische Kennwerte	12
8 Bautechnische Klassifizierung/Homogenbereiche.....	13
9 Umwelttechnische Untersuchungen	14
9.1 Bewertungskriterien.....	15
9.2 Bewertung der Schwarzdeckenproben	15
9.3 Bewertung der Bodenmischproben nach EBV.....	16
10 Empfehlungen und bautechnische Hinweise.....	17
10.1 Angaben zum Kanal- und Leitungsbau	17
10.2 Angaben zum Verkehrswegebau.....	19
10.3 Wasserhaltung	21
10.4 Angaben zum Regenrückhaltebecken	21
10.5 Wiederverwendbarkeit des anstehenden Baugrundmaterials.....	22
11 Abschließende Hinweise	23

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 **Übersichtslageplan Ausschnitt aus TK 5514 Blatt Hadamar (M 1:25.000)**

Anlage 2 **Lageplan mit Darstellung der Sondieransatzpunkte (M 1:1.000)**

Anlage 3 **Schnitte/Ansichten mit Darstellung der Sondierergebnisse**

Anlage 3.1 Ingenieurgeologischer Schnitt A-A (M 1:200/50)

Anlage 3.2 Ingenieurgeologischer Schnitt B-B (M 1:200/50)

Anlage 3.3 Ingenieurgeologischer Schnitt C-C (M 1:200/50)

Anlage 4 **Ergebnisse der Bodenaufschlüsse**

Anlage 4.1 Bohrprofile der Kleinrammbohrungen

Anlage 4.2 Sondierdiagramme der Mittelschweren Rammsondierungen

Anlage 5 **Bodenmechanische Laborergebnisse**

Anlage 5.1 Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17892-1

Anlage 5.2 Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Anlage 6 **Einteilung in Homogenbereiche nach DIN 18 300 Erdarbeiten**

Anlage 7 **Umwelttechnische Laborergebnisse**

Anlage 7.1 Probenahmeprotokolle

Anlage 7.2 Prüfberichte Analytik

Anlage 7.3 Übersichtstabellen Untersuchungsergebnisse

1 Veranlassung

Die Gemeinde Beselich plant die Erweiterung des Gewerbegebiets „Investzentrum B 49“ in Beselich-Obertiefenbach.

Für eine wirtschaftliche, bautechnisch sinnvolle und sichere Planung, Ausschreibung und Bauausführung sind u. a. geotechnische Angaben über den Baugrundaufbau im Bereich der geplanten Erweiterung erforderlich.

Es sind Aussagen hinsichtlich der gegebenen ingenieurgeologischen und hydrogeologischen Verhältnisse zu treffen und darauf aufbauend eine Gründungsempfehlung für das geplante Bauvorhaben zu erarbeiten.

Die gbm Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik mbH · Baugrundinstitut wurde am 24.02.2025 auf Grundlage des Angebotes vom 07.02.2025 mit den erforderlichen Baugrund- sowie Umweltuntersuchungen beauftragt.

Die Ergebnisse werden im vorliegenden Bericht dargestellt und bewertet.

2 Verwendete Unterlagen

Zur Erstellung des Baugrundgutachtens standen der gbm folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Topographische Karte TK 25, Blatt 5514 Hadamar, herausgegeben vom Hessischen Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation, Wiesbaden 2. Auflage April 2000, digital, 1:25 000, Ausschnitt aus © Magic Maps, 2016
- [2] Geologische Karte 25, 5514 Hadamar, herausgegeben vom Hessischen Landesamt für Bodenforschung Wiesbaden, 1979, 1:25 000
- [3] ZTV E-StB 17, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2017 – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV)
- [4] RStO 12/24, Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012 – Fassung 2024 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV); FGSV-Verlag
- [5] RAS-Ew, Richtlinie für die Anlage von Straßen RAS, Teil Entwässerung RAS-Ew, Ausgabe 2005 – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV); FGSV-Verlag
- [6] PDF-Datei „2024-10-01 Konzeptplan_RRB_2024-10“
- [7] PDF-Datei „2025-01-23 B-Planentwurf Plankarte kompakt“
- [8] PDF-Datei „2025-01-23 B-Planentwurf Plankarte“
- [9] PDF-Datei „2025-02-26 Detailplan Kanal-Wasser Auf Springen 1“

3 Situation

Die Gemeinde Beselich beabsichtigt das Gewerbegebiet „Investzentrum B 49“ in Obertiefenbach zu erweitern. Der Auftrag für die notwendige Bauleitplanung wurde an das Büro KuBuS, Wetzlar, erteilt, die Erschließungsplanung übernimmt das Büro Ingenieurgesellschaft Dr. Siekmann + Partner mbH, Westerbург.

Der vorliegende Bericht beinhaltet eine Bodenuntersuchung für die Erschließung mit Kanal, Wasser und Straße. Es sind entsprechende Aussagen zur Tragfähigkeit des Bodens und zur Einstufung nach der Ersatzbaustoffverordnung und zu den jeweiligen Wasserspiegeln bei den Bohrungen, insbesondere in der Nähe des Regenrückhaltebeckens, notwendig.

Die Lage der geplanten Erweiterung geht aus dem Lageplan der Anlage 2 und der nachfolgenden Abbildung hervor.

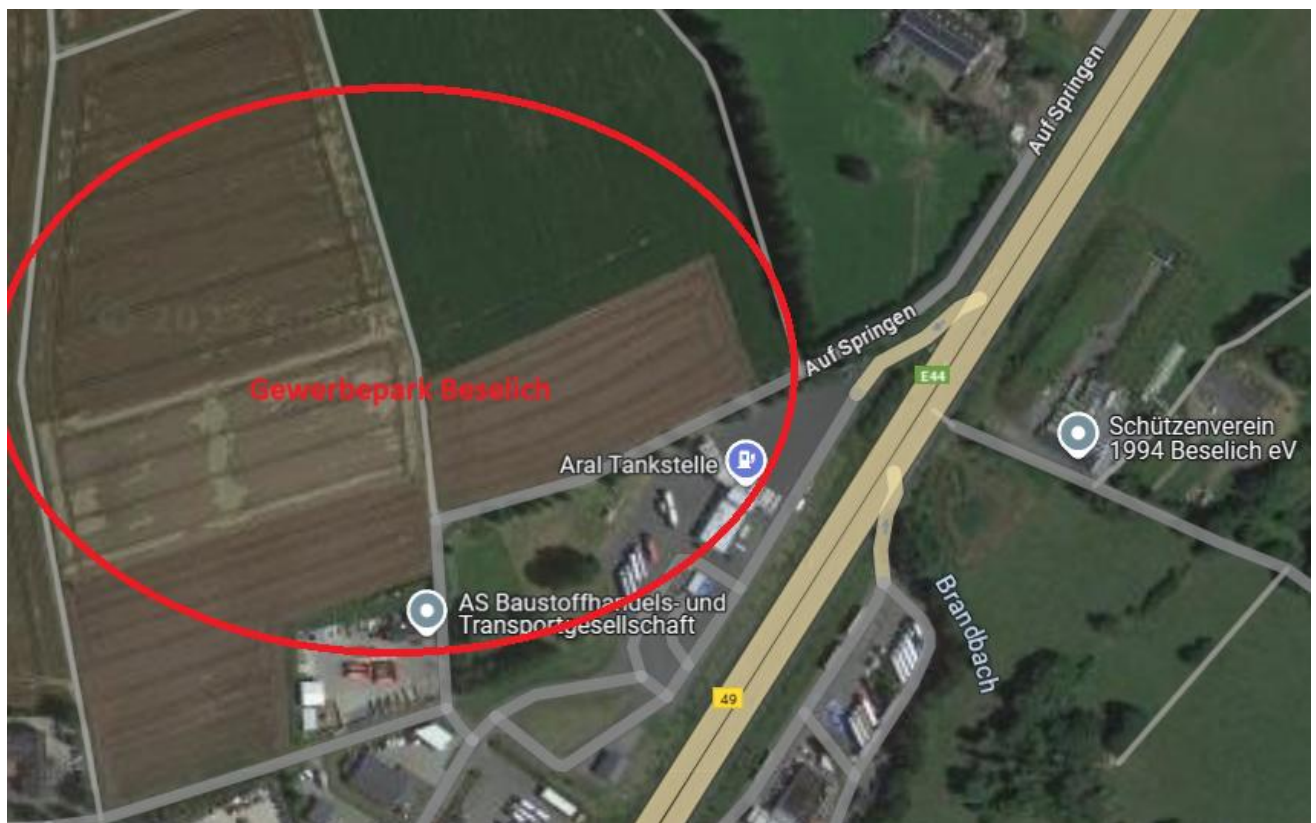


Abbildung 1: Lage des geplanten Gewerbegebiets „Springenberg“ in Beselich

Die nachfolgende Abbildung zeigt einen Konzeptplan des Büros Siekmann mit den notwendigen Regenwasserkanalleitungen und Regenrückhaltebecken.

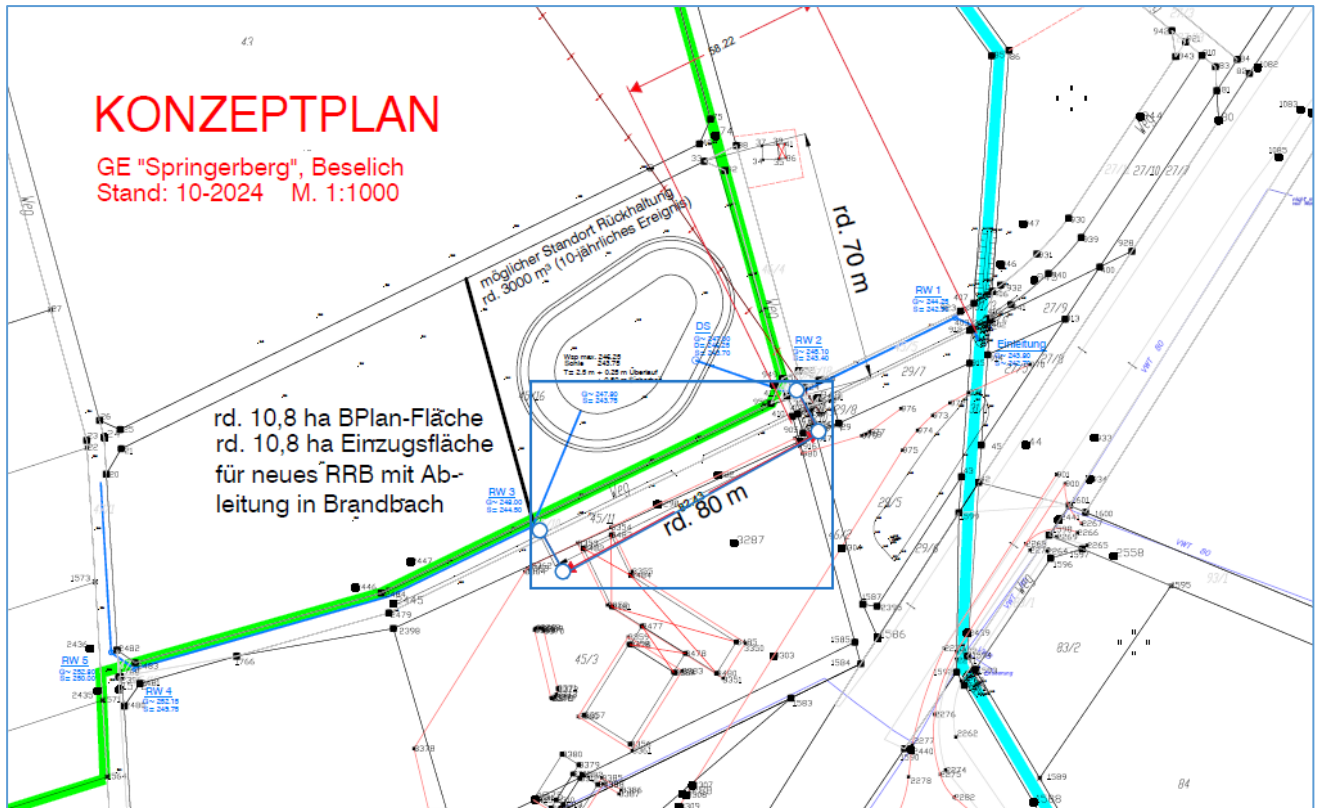


Abbildung 2: Konzeptplan 2024-10-01 _Neubau RRB mit Ableitung in Brandbach [6]

4 Durchgeführte Untersuchungen

4.1 Felduntersuchungen

Zur Klärung der vorhandenen Baugrund- und Grundwasserverhältnisse im Bereich der geplanten Erschließungsstraßen bzw. Kanaltrassen wurden im Zeitraum vom 24.03. bis 26.03.2025 von gbm insgesamt 12 Kleinrammbohrungen (KRB 1 bis KRB 12) nach DIN EN ISO 22475-1 mit einer minimalen Erkundungstiefe von 4,00 m und einer maximalen Tiefe von 5,00 m unter Geländeoberkante (u. GOK) abgeteuft.

KRB 5 bis KRB 8 liegen im Bereich der bestehenden Straße „Am Springen“. Die restlichen Kleinrammbohrungen wurden in der bestehenden Ackerfläche abgeteuft.

Zur Erkundung der Lagerungsdichte wurden zusätzlich drei Mittelschwere Rammsondierungen (DPM 1 bis DPM 3) nach DIN EN ISO 22 476-2 ebenfalls bis max. 5,00 m u. GOK abgeteuft.

Die Aufzeichnungen der Bohrprofile aus den direkten Bodenaufschlüssen sind zusammen mit den Ergebnissen der Mittelschweren Rammsondierungen in den ingenieurgeologischen Schnitten der Anlage 3 aufgetragen. Die Schnittführung ist im Lageplan der Anlage 2 eingetragen.

Die Lage der mittels GPS - Gerät (Koordinatensystem: UTM) lagen- und höhenmäßig eingemessenen Sondieransatzpunkte ist in der Anlage 2 ersichtlic. In der nachfolgenden Tabelle sind die Ansatzhöhen und die erzielten Sondierteufen der einzelnen Bodenaufschlüsse aufgelistet.

Tabelle 1: Zusammenstellung der Bodenaufschlüsse

Ansatzpunkt	Höhe Ansatzpunkt [m ü. NHN]	Aufschlusstiefe [m u. GOK]	Endtiefe [m ü.NHN]	SW / GW [m u. GOK]
KRB 1	245,28	4,00	241,28	2,40
KRB 2	247,28	4,00	243,28	2,50
KRB 3	250,35	5,00	245,35	3,70
KRB 4	247,48	5,00	242,48	2,40 *)
KRB 5	244,25	4,00	240,25	2,30
KRB 6	249,11	4,00	245,11	1,90 *)
KRB 7	251,57	4,00	247,57	2,40 *)
KRB 8	246,62	4,00	242,62	2,40
KRB 9	254,92	4,00	250,92	3,50
KRB 10	257,10	4,00	253,10	-
KRB 11	259,48	4,00	255,48	-
KRB 12	256,34	4,00	252,34	-
DPM 1	247,28	4,00	243,28	
DPM 2	247,46	5,00	242,46	
DPM 3	254,90	4,00	250,90	

*) Bohrloch zugewallen; Messung Grundwasserspiegel nicht möglich

Die Bohrprofile der Kleinrammbohrungen sind grafisch nach DIN 4023 in Anlage 4.1, die Sondierdiagramme der Mittelschweren Rammsondierungen sind in Anlage 4.2 ersichtlich.

4.2 Laboruntersuchungen

Aus den erkundeten Böden wurden Bodenproben zur Untersuchung der Materialeigenschaften entnommen. Im Einzelnen wurden folgende bodenmechanische Untersuchungen durchgeführt:

- Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17892-1 (Anlage 5.1)
- Bestimmung der Konsistenzgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12 (Anlage 5.2)

Zudem wurden umweltchemische Analysen von Bodenproben nach der EBV durchgeführt sowie Schwarzdeckenuntersuchungen auf PAK (F) und Phenolindex (E) veranlasst.

Auf die umwelttechnischen Untersuchungen wird in Kapitel 9 eingegangen, die Ergebnisse sind in der Anlage 7 ersichtlich.

5 Baugrund-/Grundwasserverhältnisse

Nach den Angaben der Geologischen Karte Blatt 5514 Hadamar [2] wird der Untersuchungsstandort oberflächennah von Quartären Löss- und Auelehmen des Talbodens der Lahn und ihrer Nebenflüsse über Kies- und Sandablagerungen der Lahn eingenommen.

Darunter folgen Tertiäre Arenberger Schichten in Form von Quarzkies, Quarz- und Tonsand (Klebsand) und Ton.

Der tiefere Untergrund des Standortes wird von mitteldevonischen Festgesteinen (Massenkalk, Tonschiefer, Quarzite) eingenommen, die jedoch im Rahmen der hier ausgeführten Erkundungsbohrungen bis zu einer Tiefe von max. 5,00 m u. GOK nicht aufgeschlossen wurden.

5.1 Erkundete Schichten

Bei den Erkundungen wurde unter einer Deckschicht aus Ackerboden quartärer Schluff über Tertiären Ablagerungen in Form von Quarz- und Tonsand (Klebsand) über Ton angetroffen.

Die Baugrundverhältnisse wurden dafür aus geotechnischer Sicht in folgende 4 Schichten unterteilt.

- Schicht 1: Mutterboden
- Schicht 2: Auffüllung
- Schicht 3: Schluff/Lehm (Quartär)
- Schicht 4: Ton /Verwitterungslehm (Tertiär)

Die erkundete Baugrundabfolge wird nachfolgend tabellarisch zusammengefasst, wobei die Teufenbereiche der jeweiligen Schicht in Meter unterhalb des Sondieransatzpunktes aufgeführt sind. Die Höhe des Sondieransatzpunktes wird als Klammerwert in Spalte 1 in m NN angegeben.

Tabelle 2: Tabellarische Schichtenabfolge

Höhe Ansatzpunkt [müNN]	Teufenbereich (m u. GOK)			
	Schicht 1 Ackerboden	Schicht 2 Auffüllung	Schicht 3 Schluff/Lehm	Schicht 4 Ton, Verwitterungslehm
KRB 1 [245,28]	0,0 – 0,50 OH/OU	-	0,50 – 3,40 UL/TL	3,40 – 4,00 TL/TM
KRB 2 [247,28]	0,0 – 0,50 OH/OU	-	0,50 – 3,70 UL/TL	3,70 – 4,00 TL/TM
KRB 3 [250,35]	0,0 – 0,65 OH/OU	-	0,65 – 4,60 UL/TL/TM	4,60 – 5,00 TL/TM
KRB 4 [247,48]	0,0 – 0,50 OH/OU	-	0,50 – 4,10 UL/TL/TM	4,10 – 5,00 TL/TM
KRB 5 [244,25]	-	0,00 – 0,13 Schwarzdecke 0,13 – 1,40 [GU/GW]	1,40 – 3,75 UL/TL/TM	3,75 – 4,00 UL/TL

Höhe Ansatzpunkt [müNN]	Teufenbereich (m u. GOK)			
	Schicht 1 Ackerboden	Schicht 2 Auffüllung	Schicht 3 Schluff/Lehm	Schicht 4 Ton, Verwitterungs- lehm
KRB 6 [249,11]	-	0,00 – 0,13 Schwarzdecke 0,13 – 0,65 [GU/GW]	0,65 – 4,00 UL/TL	-
KRB 7 [251,57]	-	0,00 – 0,13 Schwarzdecke 0,13 – 0,65 [GU/GW]	0,65 – 4,00 UL/TL	-
KRB 8 [246,62]	-	0,00 – 0,21 Schwarzdecke 0,21 – 0,70 [GU/GW]	0,70 – 4,00 UL/TL	-
KRB 9 [254,92]	0,0 – 0,40 OH/OU	-	0,40 – 4,00 UL/TL/TM	-
KRB 10 [257,10]	0,0 – 0,40 OH/OU	-	0,40 – 2,30 UL/TL	2,30 – 4,00 TL/TM
KRB 11 [259,48]	0,0 – 0,45 OH/OU	-	0,45 – 2,90 TL/TM	2,90 – 4,00 TL/TM
KRB 12 [256,34]	0,0 – 0,50 OH/OU	-	0,50 – 3,20 UL/TL/TM	3,20 – 4,00 TL/TM

Hinsichtlich der detaillierten Schichtenabfolge wird auf die Bohrprofile nach DIN 4023 der Anlage 4.1 verwiesen.

5.2 Schichtenbeschreibung

Schicht 1: Ackerboden

Ausgenommen KRB 5 – 8 wurde in allen weiteren Kleinrammbohrungen als Deckschicht Ackerboden bestehend aus einem humosen, schwach sandigen Schluff erkundet. Die Dicke des erkundeten Ackerbodens schwankt zwischen 0,40 und 0,65 m.

Nach DIN 18 196 liegt die Bodengruppe OH bzw. OU vor.

Schicht 2: Auffüllung

Im Bereich von bestehenden, befestigten Wegen wurden unter einer ca. 13 bis 21 cm dicken Schwarzdecke grobkörnige Auffüllung und Frostschutzmaterial vorgefunden. Die Schichtuntergrenze der erkundeten Auffüllungen schwankt zwischen 0,65 und 1,40 m. Die erkundeten Auffüllungen waren mitteldicht bis dicht gelagert.

Nach DIN 18 196 liegen die Bodengruppen [GU/GW] vor.

Schicht 3: Schluff/Lehm (Quartär)

Unter dem erkundeten Ackerboden bzw. Auffüllungen wurde ein schwach sandiger bis sandiger Schluff/Lehm aufgeschlossen. Der erkundete Lehm Boden war weich bis steif. Die Färbung wechselt zwischen hellbraun und dunkelbraun.

Nach DIN 18 196 liegen die Bodengruppen UL/TL/TM vor.

Schicht 4: Ton/Verwitterungslehm (Tertiär)

Im Liegenden des erkundeten Lehm Bodens wurde in den Kleinrammbohrungen teilweise ein grauer bis rotbrauner Verwitterungslehm in weicher bis steifer Konsistenz aufgeschlossen.

Nach DIN 18 196 liegen die Bodengruppen TL/TM/UL vor.

5.3 Wasserverhältnisse

Die erkundeten Schluffe und Lehm Böden sind nach DIN 18 130 schwach bis sehr schwach durchlässig.

In Abhängigkeit vorangegangener Niederschlagsereignisse ist am Baustandort mit Schicht- und Stauwasserbildung in den sandigen Bodenpartien zu rechnen.

Zum Zeitpunkt der Erkundungsarbeiten wurde in den durchgeführten Kleinrammbohrungen teilweise Grund-/Schichtwasser wie folgt angetroffen.

Ansatzpunkt	SW / GW [m u. GOK]	SW / GW [m ü.NN]
KRB 1	2,4	242,88
KRB 2	2,5	244,78
KRB 3	3,7	246,65
KRB 4	2,4	245,08
KRB 5	2,3	241,95
KRB 6	1,9	247,21
KRB 7	2,4	249,17
KRB 8	2,4	244,22
KRB 9	3,5	251,42

In KRB 4, 6 und 7 ist das Bohrloch zwischen 1,9 und 2,4 m u. GOK zugefallen, sodass hier kein Grundwasserspiegel eingemessen werden konnte.

6 Auswertung der bodenmechanischen Laborversuche

Aus den Bodenaufschlüssen wurden repräsentative Bodenproben entnommen und hinsichtlich der notwendigen bodenmechanischen Kenndaten bewertet.

Zur Bodenklassifizierung der angetroffenen Lockergesteine wurden die natürlichen Wassergehalte und die Konsistenzgrenzen an gestörten Bodenproben im Baugrundlabor der gbm ermittelt.

Die Ergebnisse der einzelnen Laborversuche sind detailliert in der Anlage 5 zusammengestellt. Nachfolgend werden die Laborergebnisse bewertet.

6.1 Bestimmungen der Wassergehalte nach DIN EN ISO 17 892-1

Die in der nachfolgenden Tabelle dargestellten Bodenproben wurden auf ihren natürlichen Wassergehalt nach DIN EN ISO 17 892-1 untersucht.

Tabelle 3: Natürliche Wassergehalte der anstehenden Lehmböden

Probe Nr.	Bohrung Nr.	Erkundungstiefe [m u. GOK]	Wassergehalt [%]	Bodenart
15027	KRB 1	2,00 – 3,40	22,5	Lehm/Schluff
15036	KRB 3	1,50 – 3,10	17,1	Lehm/Schluff
15047	KRB 5	1,40 – 2,60	22,3	Lehm/Schluff
15069	KRB 9	1,10 – 2,60	23,5	Lehm/Schluff

Die ermittelten Wassergehalte sind charakteristisch für die erkundeten bindigen Böden und bestätigen die vorgenommene Feldansprache. Der erkundete Lehm war überwiegend weich bis steif und im obersten Bereich teilweise halbfest.

6.2 Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

An den nachfolgenden Proben wurden die Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12 ermittelt sowie die resultierende Bodengruppe nach DIN 18 196 abgeleitet.

Tabelle 4: Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Bohrung Nr.	Tiefe [m u. GOK]	Wassergehalt [%]	Plastizitätszahl I_p	Konsistenzzahl I_c	Konsistenz	Bodengruppe (DIN 18 196)
KRB 1	2,00 – 3,40	22,5	0,119	0,782	steif	TL
KRB 5	1,40 – 2,60	22,3	0,183	0,607	weich	TL

Die versuchstechnisch nachgewiesenen Konsistenzen der erkundeten bindigen Böden (Schluff, Ton) lagen im weichen bis steifen Bereich und bestätigen die bei der Feldansprache festgestellten Konsistenzen.

Auf die hohe Wasserempfindlichkeit des teilweise vorliegenden, leichtplastischen Lösslehms (TL-Boden) wird hier hingewiesen. Bei Wasserzutritt und mechanisch/dynamischer Beanspruchung reagiert der Schluff (leichtplastischer Ton der Bodengruppe TL) wie eine fließende Bodenart.

Die anstehenden bindigen Böden sind als sehr wasser- und frostempfindlich in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 einzustufen.

7 Bodenmechanische Kennwerte

Für erdstatische Berechnungen können aufgrund der Bodenansprache, der durchgeführten Laborversuche und basierend auf Erfahrungswerten folgende mittlere charakteristische Kennwerte für die anstehenden Bodenarten angesetzt werden:

Schicht 1:	Ackerboden		
	Bodengruppe: OH/OU		
	Feuchtwichte	γ	= 13,0 – 16,0 kN/m ³
	Wichte unter Auftrieb	γ'	= 3,0 – 6,0 kN/m ³

Hier erfolgen keine weiteren Angaben, da Oberboden generell nicht überbaut werden darf.

Schicht 2:	Auffüllung		
	Bodengruppe nach DIN 18196: [GU/GW]		
	Lagerungsdichte: mitteldicht bis dicht		
	Feuchtwichte	γ_k	= 18,0 – 23,0 kN/m ³
	Wichte unter Auftrieb	γ'_k	= 8,0 – 13,0 kN/m ³
	Reibungswinkel	φ'_k	= 30° – 35°
	Kohäsion	c'_k	= 0 – 5 kN/m ²
	Steifemodul	$E_{s,k}$	= 50 – 80 MN/m ²
	Durchlässigkeitsbeiwert	k_f	= 10 ⁻⁵ – 10 ⁻⁷ m/s

Schicht 3:	Schluff, Lehm, überwiegend weich bis steif teilweise halfest		
	Nach DIN 18 196 ergibt sich die Einstufung UL/TL/TM		
	Feuchtwichte	γ_k	= 18,0 – 22,0 kN/m ³
	Wichte unter Auftrieb	γ'_k	= 8,0 – 12,0 kN/m ³
	Reibungswinkel	φ'_k	= 25° – 30°
	Kohäsion	c'_k	= 5 – 15 kN/m ²
	Steifemodul	$E_{s,k}$	= 6 – 8 MN/m ²
	Durchlässigkeitsbeiwert	k_f	= 10 ⁻⁶ – 10 ⁻⁸ m/s

Schicht 4: Ton/Verwitterungslehm, weich bis steif

Nach DIN 18 196 ergibt sich die Einstufung TL/TM/UL

Feuchtwichte	$\gamma_k = 17,0 - 22,0 \text{ kN/m}^3$
Wichte unter Auftrieb	$\gamma'_k = 7,5 - 12,5 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\phi'_k = 20^\circ - 30^\circ$
Kohäsion	$c'_k = 5 - 15 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_{s,k} = 6 - 8 \text{ MN/m}^2$
Durchlässigkeitsbeiwert	$k_f = 10^{-6} - 10^{-8} \text{ m/s}$

8 Bautechnische Klassifizierung/Homogenbereiche

Die erkundeten Bodenschichten sind gemäß den Normen der VOB/C in Homogenbereiche einzuteilen, die für die Ausschreibung verwendet werden sollen.

Ein Homogenbereich ist dabei ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für die in den einzelnen Gewerken einsetzbaren Baugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist. Die Homogenbereiche sind somit ggf. gewerkspezifisch in Abhängigkeit von den einsetzbaren Baugeräten festzulegen.

Nach derzeitigem Kenntnisstand werden Erdarbeiten nach DIN 18 300 erforderlich.

In Tabelle 5 werden die verschiedenen Bodenschichten in Homogenbereiche nach DIN 18 300 eingeteilt und nach DIN 18 196 und der ZTV E-StB 17 klassifiziert.

In der Anlage 7 ist die Zuordnung der im baurelevanten Bereich anstehenden Bodenschichten in Homogenbereiche nach DIN 18 300: September 2019 dargestellt.

Falls sich Änderungen im Zuge der weiteren Planung bis zur Ausschreibung ergeben, ist die Einteilung der Homogenbereiche zu überprüfen und ggf. zu überarbeiten.

Tabelle 5: Homogenbereiche nach ATV DIN 18 300

Bodenschichten	Boden-gruppe DIN 18196	Homogenbereiche für Erdarbeiten nach ATV DIN 18 300
Schicht 1: Ackerboden	OH/OU	-
Schicht 2: Auffüllung	[GU/GW]	E1
Schicht 3: Schluff/Lehm	TL/TM	E2
Schicht 4: Ton/Verwitterungslehm	TL/TM/UL	

Die erkundeten bindigen Böden (TL/TM/UM) sind sehr frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3). Insbesondere bei Winterbaustellen sind somit entsprechende Zusatzmaßnahmen zur Sicherung der Planumsflächen zu beachten.

9 Umwelttechnische Untersuchungen

Im Rahmen der Baugrunduntersuchung wurden im Zeitraum vom 25.03.2025 bis 27.03.2025 insgesamt 12 Kleinrammbohrung (KRB 1 bis KRB 12) bis zu einer max. Erkundungstiefe von 5,0 m u. GOK abgeteuft.

Das Bohrgut wurde durch gbm begutachtet und beprobt. Anschließend wurden in Anlehnung an die LAGA PN98 zwei Bodenmischproben zusammengestellt. Die Bodenmischproben sowie zwei Schwarzdeckenproben wurden zwecks orientierender Untersuchung in einem akkreditierten Labor chemisch-analytisch untersucht.

Tabelle 6: Chemisch-analytisch untersuchte Laborproben

Probe Nr.	Entnahmestelle	Material	Beauftragte Analytik
gbm15051	Bohrkern aus KRB 6 0,00 – 0,13 m	Schwarzdecke	PAK, Phenolindex
gbm15060	Bohrkern aus KRB 8 0,00 – 0,21 m	Schwarzdecke	PAK, Phenolindex
gbm15396	Bodenmischprobe MP1 aus KRB 1 1,00 – 2,00 m KRB 2 0,50 – 2,30 m KRB 3 0,65 – 3,10 m KRB 4 0,50 – 2,40 m KRB 5 1,40 – 3,50 m KRB 6 0,65 – 2,10 m KRB 7 0,65 – 2,35 m KRB 8 0,70 – 1,70 m KRB 9 0,40 – 2,60 m KRB 10 0,40 – 2,30 m KRB 11 0,45 – 1,40 m KRB 12 0,50 – 1,70 m	Boden / Schluff, feinsandig, schwach kiesig, dunkelbraun + Schluff/Ton, feinsandig, schwach organisch, braun + Ton, schluff, schwach feinsandig, grau	Ersatzbaustoff- verordnung (EBV)
gbm15397	Bodenmischprobe MP2 aus KRB 5 0,13 – 1,40 m KRB 6 0,13 – 0,65 m KRB 7 0,13 – 0,65 m KRB 8 0,21 – 0,70 m	Boden / Auffüllung (Kies, sandig, schwach schluffig, grau) + Auffüllung (Kies, stark san- dig, schwach schluffig, grau) + Auffüllung (Kies, sandig, grau)	Ersatzbaustoff- verordnung (EBV)

9.1 Bewertungskriterien

- [U1] Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von Mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln -, vom 06.11.1997
- [U2] Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung – ErsatzbaustoffV), vom 9. Juli 2021 (BGBl. I S. 2598), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 13. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 186) geändert worden ist
- [U3] Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis – Abfallverzeichnis-Verordnung – AVV, vom 30.06.2020
- [U5] Hinweise zur Anwendung der Abfallverzeichnis-Verordnung – des BMU vom 09.08.2005
- [U6] Ländergemeinschaft Abfall - Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung / Beseitigung von Abfällen - LAGA PN98 - Grundregeln für die Entnahme von Proben aus festen und stichfesten Abfällen sowie abgelagerten Materialien, Stand 2002
- [U6] Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“, Regierungspräsidium DA, GI, KS, Abteilung Umwelt, Stand 01.09.2018
- [U7] Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau „RuVA-StB 01“, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – Arbeitsgruppe Asphaltstraßen, Fassung von 2005

9.2 Bewertung der Schwarzdeckenproben

Das Material der Schwarzdeckenprobe **gbm15051** ist aufgrund des PAK-Gehaltes von 0,41 mg/kg und des Phenolindexes von < 0,01 mg/l als Ausbauasphalt der *Verwertungsklasse A* einzustufen und kann unter dem AVV-Schlüssel **17 03 02 – Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01 fallen** – (Z0-Material) verwertet/entsorgt werden.

Das Material der Schwarzdeckenprobe **gbm15060** ist aufgrund des PAK-Gehaltes 3,0 mg/kg und des Phenolindexes von < 0,01 mg/l als Ausbauasphalt der *Verwertungsklasse A* einzustufen und kann unter dem AVV-Schlüssel **17 03 02 – Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01 fallen** – (Z1.1-Material) verwertet/entsorgt werden.

Tabelle 7: Verwertungsklasse und abfallrechtliche Bewertung der Schwarzdeckenproben

Probe Nr.	Entnahmestelle	Verwertungsklasse	AVV- Schlüssel
gbm15051	Bohrkern aus KRB 6 0,00 – 0,13 m	A – Ausbauasphalt	17 03 02
gbm15060	Bohrkern aus KRB 8 0,00 – 0,21 m	A – Ausbauasphalt	17 03 02

AVV = Abfallverzeichnisverordnung

9.3 Bewertung der Bodenmischproben nach EBV

Im Material der Bodenmischprobe **gbm15396** überschreitet keiner der Parameter die BM/BG-0*-Materialwerte der Ersatzbaustoffverordnung (EBV). Somit ist das Material der Bodenmischprobe gbm15396 nach EBV als **BM/BG 0*-Material** einzustufen.

Im Material der Bodenmischprobe **gbm15397** überschreitet keiner der Parameter die BM/BG-0*-Materialwerte der Ersatzbaustoffverordnung. Somit ist das Material der Bodenmischprobe gbm15397 nach EBV als **BM/BG 0*-Material** einzustufen.

Tabelle 8: Einstufung der Bodenmischproben nach EBV

Probe Nr.	Entnahmestelle	Einstufungs-relevanter Parameter	Einstufung	AVV-Schlüssel
gbm15396	Bodenmischprobe MP1 aus KRB 1 1,00 – 2,00 m KRB 2 0,50 – 2,30 m KRB 3 0,65 – 3,10 m KRB 4 0,50 – 2,40 m KRB 5 1,40 – 3,50 m KRB 6 0,65 – 2,10 m KRB 7 0,65 – 2,35 m KRB 8 0,70 – 1,70 m KRB 9 0,40 – 2,60 m KRB 10 0,40 – 2,30 m KRB 11 0,45 – 1,40 m KRB 12 0,50 – 1,70 m	–	BM/BG – 0*	17 05 04
gbm15397	Bodenmischprobe MP2 aus KRB 5 0,13 – 1,40 m KRB 6 0,13 – 0,65 m KRB 7 0,13 – 0,65 m KRB 8 0,21 – 0,70 m	–	BM/BG – 0*	17 05 04

10 Empfehlungen und bautechnische Hinweise

10.1 Angaben zum Kanal- und Leitungsbau

Angaben zur Höhenlage der geplanten Straßen liegen gbm nicht vor. Die geplanten Leitungen sind nach derzeitiger Planung etwa 1,35 bis 3,50 m tief geplant, können sich jedoch im Zuge der weiteren Planung in der Höhenlage noch verändern.

Der Aushub ist im Schutz eines Verbaus vorzunehmen, der unter den geotechnischen und örtlichen Randbedingungen als einschieniger bzw. gestufter Gleitschienenverbau je nach Aushubtiefe ausgebildet werden kann. In Bereichen mit querenden Leitungen ist ggf. ein „Innerstädtischer Linearverbau“ in der Ausschreibung zu berücksichtigen.

Im Bereich von angrenzenden Leitungen ist auf einen ordnungsgemäßen und kraftschlüssigen Verbau zu achten, um schädliche Setzungen der Leitungen zu vermeiden.

Der Nachweis der Standsicherheit des Verbaus ist in Abstimmung mit den bodenmechanischen Kenndaten (siehe Kap. 6) des angegebenen Baugrundes nach den Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB) zu führen.

Hinsichtlich anzulegender Baugrubenböschungen sind generell die Regelungen der DIN 4124 zu beachten. Gegebenenfalls können unverbaute Baugruben bei Tiefen bis 4,00 m oberhalb des Grundwasserspiegels mit folgenden Winkeln β abgeböschet werden, wenn keine Lasten aus Nachbarbebauungen die Standsicherheit negativ beeinflussen:

Lehm, weich	$\beta \leq 45^\circ$
Lehm, steif bis halbfest	$\beta \leq 60^\circ$

Der Aushub des Kanalgrabens kann mechanisch mit dem Bagger erfolgen.

An den Rändern der hergestellten Gräben ist ein mindestens 1,0 m breiter Schutzstreifen anzuordnen, der aus Sicherheitsgründen mit Baumaschinen nicht befahren und auch von Aushubmaterial oder anderen zusätzlichen Lasten freigehalten werden sollte.

Bei längeren Standzeiten der freigelegten Böschungflächen sind diese im Bereich von witterungsempfindlichen Lehmböden durch Abdecken mit einer Folie gegen Witterungseinflüsse zu schützen.

Die Kanalgräben sind entsprechend den Empfehlungen in DIN EN 1610 herzustellen und unmittelbar nach Aushub mit einer entsprechend starken, steinfreien Sand- bzw. Kiesschicht (Bettung) zu verfüllen, die statisch verdichtet werden sollte.

Die Bettung des geplanten Kanals ist entsprechend DIN EN 1610 mindestens 100 mm dick unter Rohrsohle auszubilden und entsprechend den statischen Erfordernissen auf 97 % der einfachen Proctordichte zu verdichten.

Nach DIN EN 1610 sollten als Bettungsmaterial keine Baustoffe mit Bestandteilen größer als

22 mm bei $DN \leq 200$
40 mm bei $DN > 200$ bis $DN \leq 600$

verwendet werden.

Alternativ kann auch eine Bettung aus Beton nach DIN EN 1610 hergestellt werden.

In der Leitungszone dürfen nach DIN EN 1610 nur rollige, steinfreie nicht bindige bis schwach bindige Baustoffe der Bodengruppen G1 und G2 (Verdichtbarkeitsklasse V1) eingebaut werden. Diese Baustoffe sind lagenweise mindestens auf 97 % der einfachen Proctordichte zu verdichten (siehe Tabelle 9 und Abbildung 3).

Tabelle 9: Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVA-StB12 / DWA-A 139

Bodengruppe ATV-DVWK-A 127	Bodengruppe DIN 18196	Verdichtbarkeitsklasse ZTV A-StB 12
G1	GW, GI, GE, SW, SI, SE	V1
G2	GU, GT, SU, ST	
G3	GU*, GT*, SU*, ST*	V2
	UL, UM	V3
G4	TL, TM	Für die Verfüllung im Straßenraum ohne Vergütung nur bedingt geeignet
	TA, UA, OU, OT, OH	nicht geeignet für die Verfüllung im Straßenraum

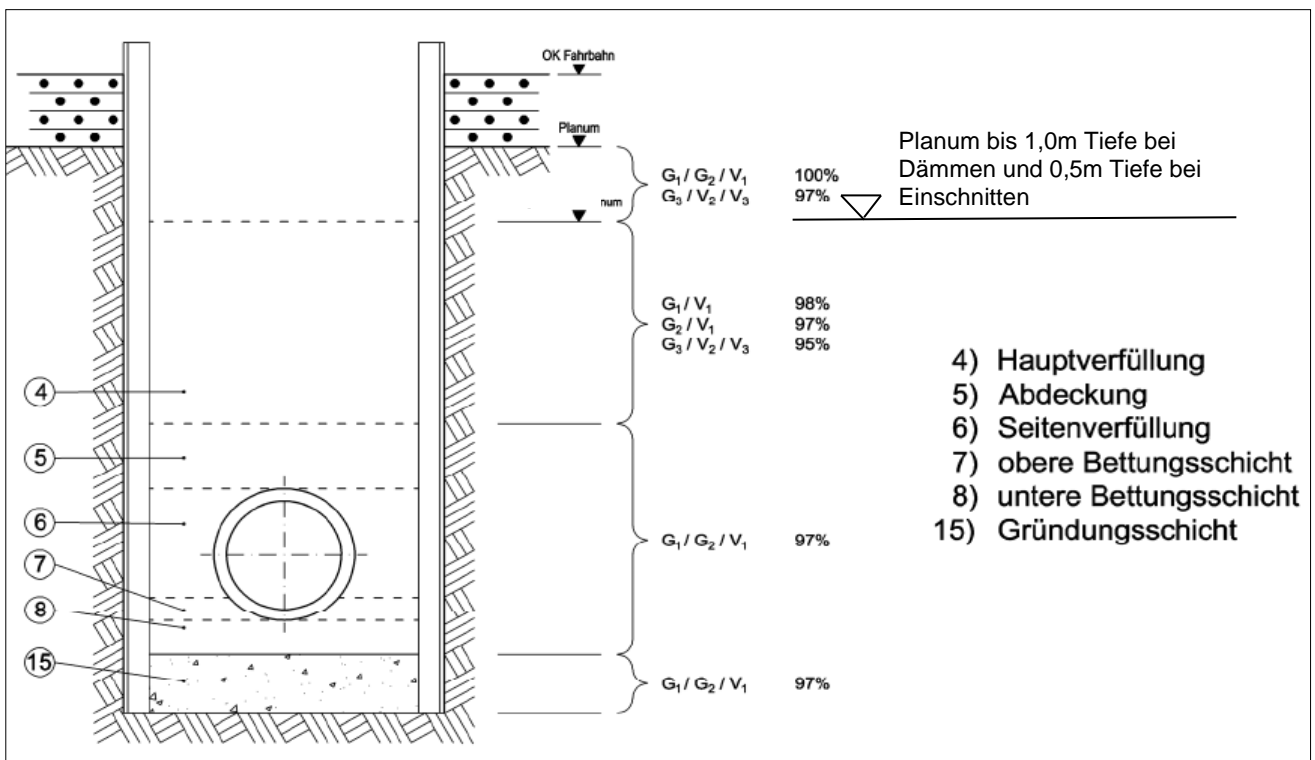


Abbildung 3: Verdichtungsanforderungen nach ZTVA-StB12 / DWA-A 139

Das Material ist beiderseits der Rohrleitung und bis zu einer Höhe von 0,15 m über Rohrscheitel je nach eingesetztem Verdichtungsgerät in Lagen von ca. 0,3 m anzuschütten und sorgfältig zu verdichten.

Die Verdichtungsanforderung für den Bereich der Leitungszone liegt bei $D_{Pr} \geq 97\%$ (vgl. Abbildung 3).

Für den Bereich unterhalb des Planums (befestigte Verkehrswege) sind nach ZTV E StB die Verdichtungsanforderungen bis 0,5 m in Einschnitten bzw. 1,0 m in Dammlage in Abhängigkeit der Verdichtbarkeitsklasse $D_{Pr} \geq 100 \%$ (bei V1) bzw. $D_{Pr} \geq 97 \%$ (bei V2 und V3) zu erreichen.

Für die Hauptverfüllung sind in diesem Bereich unter ggf. geplanten befestigten Fahrbahndecken die Bodenarten gemäß Tabelle 10 zu verwenden.

Tabelle 10: Verdichtung Hauptverfüllung bis 0,5 m im Einschnitt bzw. 1,0 m in Dammlage unter Straßenplanum

Bodengruppe nach ATV-DVWK-A 127	Bodengruppe DIN 18196	Erforderlicher Verdichtungsgrad D_{Pr}
G1	GW, GI, GE, SW, SI, SE	98 %
G2	GU, GT, SU, ST	97 %
G3	GU*, GT*, SU*, ST*, UL, UM	95 % ($n_a < 12\%$)

Für die Hauptverfüllung unterhalb von 0,5 m bzw. 1,0 m unter Planum wird von gbm ein Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 98 \%$ empfohlen.

Sofern bei den Tiefbauarbeiten örtlich Schichtwasser angetroffen wird, ist dieses kontrolliert in offener Wasserhaltung zu fassen und schadlos aus dem Baufeld abzuführen. Für die Wasserhaltung ist eine Pumpe mit einer Leistung von 2 l/s zuzüglich Tagwasser vorzuhalten.

Eine ordnungsgemäße Tagwassersicherung der Baustelle ist durch das ausführende Unternehmen vorzusehen.

Hinsichtlich der Kanalbauarbeiten wird empfohlen, die Ausführung entgegen dem Rohrleitungsgefälle auszuführen, um über die fertiggestellten Abschnitte den aktuellen Arbeitsbereich entwässern zu können.

Die Grabenverfüllung ist innerhalb des Verbaus bei sukzessivem Ziehen durchzuführen.

Bei der Wiederverfüllung von Leitungsgräben mit nicht-bindigem Material ist sicherzustellen, dass sich keine Längsdrainage ausbilden kann. Dies wird z. B. durch den Einbau von Querriegeln aus Ton oder Beton verhindert.

10.2 Angaben zum Verkehrswegebau

Für die geplante Erneuerung des Straßenaufbaus wird auf die Empfehlungen und Regelungen der ZTVE-StB 17 und RStO 12/24 verwiesen.

Der erforderliche frostsichere Aufbau richtet sich nach den Empfehlungen der Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12/24) in Abhängigkeit der Belastungsklasse sowie des gewählten Fahrbahnoberbaus.

Die zum Teil erkundeten bindigen Lehmböden sind als sehr frostempfindlich (F3) anzusehen. Bei einer angenommenen Belastungsklasse Bk 1,0 bis Bk 3,2 (durch den Planer zu überprüfen) ergibt sich nach RStO 12/24 Tabelle 13 eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaues von 60 cm.

Mehr- oder Mindestdicken infolge örtlicher Verhältnisse sind nach Tabelle 14 der RStO 12/24 vom Planer zu ermitteln und zu berücksichtigen.

Außerdem ist bei den anstehenden bindigen und gemischtkörnigen Böden davon auszugehen, dass die für eine standardisierte Bauweise nach RStO 12/24 geforderte Grundtragfähigkeit des Erdplanums von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ teilweise nicht nachweisbar ist.

Es wird daher empfohlen, das Erdplanum je nach Beschaffenheit ca. 20 bis 40 cm tiefer auszuheben, gegen gut abgestuftes Natursteinmaterial der Körnung 0/32, 0/45 oder 0/56 mm als Tragschichtmaterial auszutauschen und anschließend die geforderte Grundtragfähigkeit mittels statischer Plattendruckversuche nach DIN 18 134 nachzuweisen. Die Mächtigkeit des Bodenaustausches ist sachverständig oder anhand von Probefeldern festzulegen.

Zur Reduzierung der Kosten kann ggf. auch unbelastetes RC-Material (Betonrecycling), Steinerde, Krotzen oder vergleichbares Vorsiebmaterial verwendet werden. Dies ist im Vorfeld mit den zuständigen Behörden abzustimmen.

Alternativ kann eine Planumsstabilisierung durch eine mindestens 0,4 m tiefe Bodenverbesserung durch Zugabe von 3 – 4 % hydraulischen Bindemitteln (Mischbinder auf 30/70 Kalk-Zement-Basis) erreicht werden. Dafür sind Eignungsprüfungen gemäß TP BF-StB, Teil B 11.3 erforderlich, um die zum Zeitpunkt der Bauarbeiten erforderlichen erdbautechnischen Einbauparameter festzulegen.

Vorbehaltlich einer noch zu ermittelnden exakten Zuschlagsmenge anhand der aktuellen Wassergehalte in Form einer bodenmechanischen Eignungsprüfung, kann vorab von einer Bindemittelmenge von 3 – 4 % ausgegangen werden. Eine Wasserzugabe im Rahmen der Konditionierungsarbeiten ist nicht auszuschließen.

Die Aufbringungsmenge an Bindemittel pro m^2 Konditionierungsfläche ist dann in Abstimmung mit der zur Verfügung stehenden Fräse zu wählen. Zum Beispiel werden bei einer Einfrästiefe von 40 cm in das Erdplanum 20 - 30 kg/m^2 Bindemittel erforderlich.

Das Untermischen erfolgt dann mittels Hochleistungsfräse bis zur vollständigen Homogenisierung des Erdmaterials.

Bei einer Bodenvergütung wird eine einfache Proctordichte von mindestens 97 % nach ZTVE gefordert. Der Luftporenanteil soll dabei unterhalb von 8 % liegen. Auf OK Bodenvergütung ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen.

Wir empfehlen, den Verdichtungsgrad D_{Pr} mittels direkter Dichtebestimmungen gemäß DIN 18 125 in Verbindung mit Proctorversuchen nach DIN 18 127 zu überprüfen.

Der weitere frostsichere Straßenaufbau richtet sich nach den Vorgaben der RStO 12/24.

Bei einer Bauweise mit **Asphaltdecke** ist zu berücksichtigen, dass bei der angenommenen Belastungsklasse Bk 1,0 bis Bk 1,8 auf der OK Frostschutz ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ nachgewiesen werden muss.

(Dickenangaben in cm: —▼— E_{v2}-Mindestwerte in MPa)

Zeile	Belastungsklasse	Bk100				Bk32				Bk10				Bk3,2				Bk1,8				Bk1,0				Bk0,3			
	B [Mio.]	> 32				> 10 - 32				> 3,2 - 10				> 1,8 - 3,2				> 1,0 - 1,8				> 0,3 - 1,0				≤ 0,3			
	Dicke des frostsich. Oberbaus ¹⁾	55	65	75	85	55	65	75	85	55	65	75	85	45	55	65	75	45	55	65	75	45	55	65	75	35	45	55	65
Asphalttragschicht auf Frostschuttschicht																													
1	Asphaltdecke	12		12		12		12		10		10		4		4		4		4		4		4		4		4	
	Asphalttragschicht	22		18		14		14		Σ22		Σ22		Σ20		Σ18		Σ18		Σ14		Σ18		Σ14		Σ14		Σ14	
	Frostschuttschicht	Σ34		Σ30		Σ26		Σ26		Σ22		Σ22		Σ20		Σ18		Σ18		Σ14		Σ18		Σ14		Σ14		Σ14	
	Dicke der Frostschuttschicht	-	31 ²⁾	41	51	25 ³⁾	35	45	55	29 ³⁾	39	49	59	-	33 ²⁾	43	53	25 ³⁾	35	45	55	27	37	47	57	21	31	41	51

Abbildung 4: Bauweisen mit Asphaltdecke nach RStO 12/24 Tafel 1

Der Verformungsmodul E_{v2} wird mit dem statischen Plattendruckversuch nach DIN 18 134 nachgewiesen.

In der Ausschreibung sollte eine ausreichende Anzahl von Lastplattendruckversuchen zur Kontrolle der Verdichtung der Frostschuttschicht und des Planums vorgesehen werden.

10.3 Wasserhaltung

Die am Projektstandort notwendigen Wasserhaltungsmaßnahmen werden sich überwiegend auf die Einhaltung einer ordnungsgemäßen Tagwasserhaltung beschränken. Diese kann über eine offene Wasserhaltung und Pumpeneinsatz in den erforderlichen Gruben durchgeführt werden.

Außerdem sind während der Baumaßnahme je nach Jahreszeit geringe Schichtwasserzutritte (< 2 l/s) in die Baugrube möglich. Das Sickerwasser ist kontrolliert zu fassen und Pumpensämpfen zuzuleiten. Von hier ist das Wasser einer geeigneten Vorflut zuzuführen.

Bei den erforderlichen Arbeiten handelt es sich um eine Nebenleistung nach VOB, Teil C, DIN 18 299, Kapitel 4. Hierzu zählt auch die Wasserhaltung in Gräben und Gruben.

10.4 Angaben zum Regenrückhaltebecken

Nach gegenwärtigem Planungsstand ist die Errichtung eines Regenrückhaltebeckens vorgesehen.

Zur Andienung an die Baufläche sind Bereitstellungsflächen und Baustraßen erforderlich.

Für die Baustraße wird empfohlen, den humosen Oberboden abzuschleppen, ein Geotextil 300 g/qm (GRK 5) mit einer Überlappung der Bahnen von 0,40 m zu verlegen und mit einer Schüttung aus Steinerde, Grobschlag o. ä. in einer Stärke von 0,50 – 0,60 m in Abhängigkeit der Tragfähigkeit des anstehenden Erdplanums vor Kopf zu belegen und zu verdichten.

Der **Erdaushub** ist grundsätzlich **rückschreitend** auszuführen. Ein Befahren des Bauplanums mit schwerem Arbeitsgerät ist nicht zulässig. Ansonsten besteht die Gefahr, dass durch die dynamische Fahrzeugbeanspruchung das Bodenwasser mobilisiert wird und die bindigen Erdstoffe wie fließende Bodenart wirken.

Um einen unnötigen Bodenaustausch zu vermeiden, ist das wasserempfindliche Erdplanum mittels Baudrainage gegen Aufweichung und Verschlammen infolge von Wasseraufstau zu schützen.

Es wird empfohlen, die Planumsflächen generell eben glatt und mit einem geringfügigen Seitengefälle anzulegen. In schlechten Wetterperioden sind die Erdarbeiten gegebenenfalls einzustellen.

Die am Projektstandort notwendigen Wasserhaltungsmaßnahmen werden sich überwiegend auf die Einhaltung einer ordnungsgemäßen **Tagwasserhaltung** beschränken.

Das Wasser ist über Baudränagen kontrolliert zu fassen und Pumpensämpfen zuzuleiten. Von hier ist das Wasser über eine offene Wasserhaltung und Pumpeneinsatz einer geeigneten Vorflut zuzuführen.

Im Abtragbereich sind während der Baumaßnahme je nach Jahreszeit **Schichtwasserzutritte** ($\leq 2 \text{ l/sec}$) in die Beckengrube aus den Böschungen möglich. Das Wasser ist am Böschungsfuß über Baudränagen kontrolliert zu fassen und Pumpensämpfen zuzuleiten. Von hier ist das Wasser einer geeigneten Vorflut zuzuführen.

In diesem Zusammenhang sollte eine Pumpe mit einer Leistung von etwa 5 l/s auf der Baustelle vorhanden sein, das Vorhalten einer zweiten Pumpe mit gleicher Leistung wird angeraten.

Hinsichtlich ggf. anzulegender Baugrubenböschungen im Zuge der Herstellung von Schachtbauwerken oder dergleichen sind generell die Regelungen der DIN 4124 zu beachten. Sollte in einzelnen Bereichen ein unverbauter Graben ausgehoben werden, so ist die bauzeitliche Böschungsneigung in den anstehenden Schluffen mindestens steifplastischer Konsistenz auf max. 60° zu beschränken. An den Rändern der in dieser Form hergestellten Baugrube ist ein mindestens 1,0 m breiter Schutzstreifen anzuordnen, der aus Standsicherheitsgründen mit Baumaschinen nicht befahren werden sollte und auch von Aushubmaterial oder anderen zusätzlichen Lasten freigehalten werden sollte.

Die erforderlichen Beckenböschungen sind ausreichend standsicher zu gestalten.

Es wird in Abhängigkeit der Böschungshöhe empfohlen, Böschungsneigungen zwischen 1:2 und 1:2,5 zu wählen. Die erforderlichen Standsicherheitsnachweise der geplanten Böschungen sind zu erbringen.

10.5 Wiederverwendbarkeit des anstehenden Baugrundmaterials

Die beim Aushub anfallenden bindigen Lehmböden gehören der Verdichtbarkeitsklasse V3 an und sollten daher aus dem Baufeld abgefahren oder nur für Modellierungsarbeiten auf dem Grundstück wiederverwertet werden. Eine Verwertung der bindigen Aushubmaterialien ist allenfalls nach vorheriger Vergütung mit Kalk-Zement-Mischbinder möglich.

Für die Verfüllung der Arbeitsräume wird bindigkeitsarmes Kiessand- oder Vorsiebmaterial mit einem Feinkornanteil ($d \leq 0,063 \text{ mm}$) $\leq 7 \text{ Gew.-%}$ im eingebauten Zustand empfohlen.

Das Schüttgut ist in Lagen von maximal 0,3 m einzubauen und zu verdichten. Als Verdichtungswert gilt eine einfache Proctordichte von $D_{Pr} \geq 98 \%$ oder ein Verformungs-/Steifemodul von $E_{v2} \geq 60 \text{ MN/m}^2$. Dabei ist das Verhältnis $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$ einzuhalten.

Die Verdichtung in Arbeitsräumen darf grundsätzlich nur mit statischen oder stampfenden Verdichtungsgeräten erfolgen.

Beim Wiedereinbau des bindigen Bodenaushubmaterials wird eine qualifizierte Bodenvergütung durch Zugabe von 3 – 4 % Mischbinder auf Kalk-Zement-Basis empfohlen. Für den Wiedereinbau des Aushubmaterials sind die Ergebnisse der umwelttechnischen Untersuchungen (Kap. 9) zu beachten. Außerdem sind bei einer Bodenvergütung Eignungsprüfungen erforderlich.

11 Abschließende Hinweise

Für die Erschließung der geplanten Erweiterung des Gewerbegebiets „Investzentrum B 49“ in Beselich-Obertiefenbach wurden u. a. Ausführungsempfehlungen zum Kanalbau, zu den Straßenbauarbeiten und für die Errichtung eines Regenrückhaltebeckens gegeben.

Sollten sich im Zuge der weiteren Planungsphase Änderungen in ausführungstechnischer Hinsicht ergeben, so sind auf Basis der vorliegenden Untersuchungen ergänzende Empfehlungen anzufordern.

Unter Einbeziehung von Erfahrungswerten wurden im Hinblick auf eine Variierbarkeit der erdstatischen Berechnungen für die maßgebenden Kennwerte Schwankungsbereiche angegeben. Auf Basis weiterer Erkenntnisse während der Ausführung sind die getroffenen Annahmen zu überprüfen und ggf. fortzuschreiben.

Für die baubegleitenden Kontrollen des ordnungsgemäßen Erdbaus empfehlen wir, in der Ausschreibung eine ausreichende Anzahl von Verdichtungskontrollen (in Form von Lastplattenversuchen, Raumgewichtsbestimmungen, etc.) durch den AN vorzusehen.

Abschließend wird empfohlen, die Grabensohlen von Leitungs- und Kanalgräben und das Gründungsplanum von Gebäuden fachtechnisch abnehmen zu lassen.

Limburg, den 12.05.2025

Bearbeiter: Dr.-Ing. S. Hamid
Sabrina Schmidt B. Eng. (FH)

gbm Gesellschaft für Baugologie und
-meßtechnik mbH · Baugrundinstitut

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "ppa. A. Klinger".

ppa. Dr.-Ing. Andy Klinger