

B-Plan Erweiterung Caritas-Krankenhaus Bad Mergentheim

Geotechnischer Bericht



Quelle Luftbild: Google Earth

Ort: Bad Mergentheim, Buchener Straße
Auftraggeber: Caritas Krankenhaus Bad Mergentheim
Uhlandstraße 7
97980 Bad Mergentheim
Projektleiter: Dipl.-Ing. (FH) D. Johannsen
GMP-Projektnr.: 219303\g2 La/fr
Datum: 18.03.2022

GMP - Geotechnik GmbH & Co. KG Beratende Ingenieure und Geologen | Hedanstraße 17 | 97084 Würzburg
Telefon: 0931 61 44-0 | Fax: 0931 61 44-200 | mail: mail@gmp-geo.de | web: www.gmp-geo.de

GMP - Geotechnik GmbH & Co. KG
Beratende Ingenieure und Geologen
Würzburg,
Amtsgericht Würzburg, HRA 6477

Pers. haft. Gesellschafterin:
GMP Ingenieurbeteiligungsgesellschaft mbH
Würzburg,
Amtsgericht Würzburg, HRB 10485

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Hans-Jörg Franke
Dipl.-Ing. Hubert Hansel
Dipl.-Ing. (FH) Dietmar Johannsen
Dr. Verena Herrmann

Akkreditiertes Prüflabor
nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018
DAkS-Akkreditierungsnr.
D-PL-14479-01-00

Unterlagen: fks Ingenieure:

/1/ Bebauungsplan „Sondergebiet Klinikgebiet Buchner
Straße“, Bad Mergentheim, M = 1.1.000, Stand März 2021

**Länderspezifische Regelungen für die abfalltechnische
Bewertung:**

/2/ Umweltministerium Baden-Württemberg: „Verwaltungsvor-
schrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die
Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“,
Stand 14.03.2007

**Länderübergreifende Regelungen für die abfalltechnische
Bewertung:**

/3/ Verordnung über Deponien und Langzeitlager (DepV) vom
27.04.2009, zuletzt geändert am 09.07.2021

Anlagen:

1. Übersichtslageplan, M = 1:25.000
2. Lageplan der Aufschlüsse mit Tiefenprofilen und Rammdia-
grammen, M = 1:250/100
3. Bilddokumentation Ansatzpunkte der Aufschlüsse
4. Bilddokumentation Schürfe
5. Tabelle Bodenproben Geotechnik
6. Tabelle Bodenproben Umwelttechnik
7. Zusammenstellung der Laborversuche
8. Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4
9. Konsistenzgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Anhang:

- AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg vom 09.03.2022
- Prüfbericht 3253312 - 276509 Version 2 inkl. Protokoll gem. DepV
 - Prüfbericht 3253312 - 276536 Version 2 inkl. Protokoll gem. DepV
 - Prüfbericht 3253312 - 276537 Version 2 inkl. Protokoll gem. DepV
 - Prüfbericht 3253312 - 276538 / 2 Version 2 inkl. Protokoll gem. DepV
 - Prüfbericht 3253312 - 276539 Version 2 inkl. Protokoll gem. DepV

Inhaltsverzeichnis:

	Seite
1. Vorgang	5
2. Örtliche Verhältnisse	5
2.1 Geplante Baumaßnahme	5
2.2 Geotechnische Kategorie und Erdbebenzone.....	6
2.3 Frosteinwirkung.....	6
2.4 Schutzgebiet	6
3. Untergrunderkundung	7
3.1 Durchgeführte Aufschlüsse	7
3.2 Einmessung der Aufschlusspunkte	7
4. Probenahme	8
4.1 Geotechnische Probenahme	8
4.2 Umwelttechnische Probenahme	8
5. Untergrundverhältnisse	9
5.1 Geologische Verhältnisse.....	9
5.2 Oberboden	9
5.3 Auffüllungen	10
5.4 Löss und Lösslehm	10
5.5 Hang- und Verwitterungsschutt.....	11
6. Hydrogeologische Verhältnisse	12
7. Geotechnische Feldversuche	12
8. Geotechnische Laborversuche	12
9. Orientierende abfalltechnische Untersuchungen	13
9.1 Bewertungsgrundlage	13
9.2 Durchgeführte Untersuchungen	13
9.3 Analysenergebnisse	14
9.3.1 VwV Boden	14
9.3.2 DepV	16
10. Geotechnische Kenngrößen.....	17

11.	Geotechnische Empfehlungen	17
11.1	Kanal	17
11.1.1	Kanalgrabensicherung	17
11.1.2	Wasserhaltung	18
11.1.3	Rohrbettung.....	18
11.1.4	Kanalgrabenverfüllung	18
11.2	Verkehrsflächen.....	19
11.2.1	Tragfähigkeit des Planums.....	19
11.2.2	Frostempfindlichkeit.....	20
11.3	Bodenaufbereitung mit Bindemittel	20
11.4	Bebauung	21
12.	Bewertung orientierende abfalltechnische Untersuchungen	22
13.	Homogenbereiche	23
13.1	Geotechnische Klassifizierung	23
13.2	Schichteinteilung	24
13.3	Zahlenwerte Homogenbereiche DIN 18320	25
13.4	Zahlenwerte Homogenbereiche DIN 18300	26
13.4.1	Boden.....	27
13.4.2	Fels.....	28
14.	Zusammenfassung und weitergehende Empfehlungen	29
14.1	Zusammenfassung	29
14.2	Empfehlungen zur weiteren Erkundung	29
14.3	Hinweise für Planung, Ausschreibung und Durchführung der Entsorgungsmaßnahmen	29
14.4	Empfehlungen zur geotechnischen Überwachung	31
14.5	Empfehlungen zur umwelttechnischen Überwachung	31

1. Vorgang

Das Ingenieurbüro fks Ingenieure plant für das Caritas Krankenhaus Bad Mergentheim die Erschließungsplanung.

Die GMP - Geotechnik GmbH & Co. KG wurde von dem Caritas Krankenhaus Bad Mergentheim mit Schreiben vom 10.09.2019 mit der Baugrunduntersuchung und der Ausarbeitung des Geotechnischen Berichtes beauftragt. Auftragsgrundlage ist das Angebot vom 30.08.2019.

2. Örtliche Verhältnisse

2.1 Geplante Baumaßnahme

Die Caritas Krankenhaus Bad Mergentheim hat das ehemalige Grundstück der Firma Palux für eine mögliche Erweiterung erworben.

Als Grundlage für die Erschließungsplanung ist ein Bebauungsplan aufzustellen, für den im Vorfeld eine Baugrunduntersuchung auszuführen ist.

Der Untersuchungsbereich umfasst insgesamt eine Fläche von ca. 3 ha.

Auf dem Grundstück vorhandene Altbebauung wurde bereits abgebrochen und belastetes Erdreich - soweit bekannt - abgetragen.

Derzeit wird die Fläche im nördlichen Bereich als Streuobstwiese bzw. landwirtschaftlich genutzt. Hier soll eine Pflegeschule, ein Ärztehaus, ein Wohnheim und ein Parkhaus errichtet werden. Die Zufahrt erfolgt von der Buchener Straße.

Die südliche Teilfläche, die von der Uhlandstraße aus erschlossen ist, wird derzeit als Parkplatz genutzt. Dieser Bereich ist für eine mögliche Klinikerweiterung vorgesehen.

Das Untersuchungsgelände liegt an einem Hang. Daraus ergeben sich deutliche Höhenunterschiede. Die Einmessung der Untersuchungsstellen der nördlichen Teilfläche ergaben Geländehöhen zwischen ca. 227,8 m NHN (Sch 3) und ca. 219,8 m NHN (RKS 2). Bei der südlichen Teilfläche wurden Höhen zwischen ca. 236,3 m NHN und 234,3 m NHN gemessen.

2.2 Geotechnische Kategorie und Erdbebenzone

Die geotechnische Kategorie gemäß DIN 4020 und DIN 1054 ist von der geplanten Bebauung abhängig, so dass zum derzeitigen Zeitpunkt keine geotechnische Kategorie zugeordnet werden kann. Es wird aber zunächst von der geotechnischen Kategorie GK 2 ausgegangen.

Gemäß DIN EN 1998-NA liegt Bad Mergentheim in keiner Erdbebenzone oder Untergrundklasse.

2.3 Frosteinwirkung

Bad Mergentheim liegt gemäß der RStO in der Frosteinwirkungszone I. Damit ist ein Frostindex von $F_i \leq 250 [^{\circ}\text{C} * \text{d}]$ anzusetzen. Daraus lässt sich eine Frosteindringung von ca. 80 cm abschätzen.

2.4 Schutzgebiet

Der Bebauungsplan liegt im fachtechnisch abgegrenzten Wasserschutzgebiet „Taufstein“ in der Zone II. Das Flurstück 2200 liegt in der Zone III und im festgesetzten Heilquellenschutzgebiet „Bad Mergentheim“ in der quantitativen Schutzzone D.

3. Untergrunderkundung

3.1 Durchgeführte Aufschlüsse

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden insgesamt fünf Rammkernsondierungen (RKS 1 - RKS 4, RKS 6) und fünf Schürfe (Sch 1 - Sch 4, Sch 6) niedergebracht. Die ursprünglich vorgesehenen Aufschlüsse RKS 5 und Sch 5 wurden nicht ausgeführt.

Zur Bestimmung der relativen Tragfähigkeit und Lagerungsdichte des Baugrundes wurden zu jedem Aufschluss Sondierungen mit der leichten bzw. der schweren Rammsonde (DPL 1, DPL 2, DPH 1 - DPH 4) abgeteuft.

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse sind im Lageplan der Anlage 2.1 im Maßstab 1:250 eingetragen. Fotos der Aufschlussstellen sind in Anlage 3 beigelegt.

Rechts neben den Tiefenprofilen sind die angetroffenen Bodenarten mit Kurzzeichen nach DIN 4023 beschrieben. Angegeben sind außerdem die Farben und die geologischen Kennzeichnungen.

Die Nummern und Tiefen der entnommenen Bodenproben sind links neben den Tiefenprofilen angegeben.

Die Anzahl der Schläge, die erforderlich ist, um die leichte und schwere Rammsonde nach EN ISO 22476-2:2012 (DPL, DPH) 10 cm in den Boden einzurammen, ist in der Anlage 2 in den Rammdiagrammen aufgetragen.

Die verwendeten Signaturen für die Bodenarten sind in den Legenden der Anlage 2.0 erläutert.

3.2 Einmessung der Aufschlusspunkte

Alle Erkundungspunkte wurden satellitengestützt mit dem Korrektursystem SAPOS HEPS eingemessen. Die Lage der Messpunkte wird als ETRS89-Koordinaten X und Y bestimmt und die Höhen im Bezugssystem DHHN2016 (Deutsches Haupthöhennetz 2016) in m NHN (Höhen über Normalhöhen-Null) gemessen. Zum ursprünglichen Gauß-Krüger und DHHN12-System ergeben sich Abweichungen, die regional unterschiedlich in einer Größenordnung von wenigen Zentimetern liegen.

Bei der Darstellung der Erkundungsergebnisse wird auf eine Umrechnung in andere Höhensystem (z.B. mNN) verzichtet. Dies ist bei der Planung und Festlegungen zu berücksichtigen.

4. Probenahme

4.1 Geotechnische Probenahme

Zur Bestimmung wichtiger bodenphysikalischer Kennwerte wurden aus den Aufschlüssen Proben entnommen, die tabellarisch in der Anlage 5 zusammengestellt sind. Die Nummern und Tiefen der entnommenen Bodenproben sind außerdem neben den Tiefenprofilen der Anlage 2 angegeben.

Nach Sichtung und Beurteilung wurden an ausgewählten Proben Versuche im bodenmechanischen Labor von GMP durchgeführt (siehe Anlage 5). Die Ergebnisse der Laborversuche sind in Anlage 7 zusammengestellt. Die übrigen Proben werden rückgestellt und bei GMP eingelagert. Die Rückstellproben werden bis drei Monate nach Abgabe des Gutachtens aufbewahrt und anschließend fachgerecht entsorgt soweit keine längere Aufbewahrung durch den Auftraggeber gefordert wird.

4.2 Umwelttechnische Probenahme

Aus den Aufschlüssen wurden Boden-/Materialproben für orientierende abfalltechnische Untersuchungen entnommen, im GMP-Labor gesichtet und abfalltechnisch beurteilt. Bodenfremde Bestandteile wurden an folgenden Aufschlüssen angetroffen:

- RKS 1, Sch 2 (Ziegelreste, Beton-/Mörtelreste)
- RKS 2, 3, Sch 4 (Ziegelreste)
- RKS 6 (Ziegelreste, Schwarzdecke, Mörtel)
- Sch 1 (Ziegelreste, Glasreste, Pflastersteine)
- Sch 6 (Ziegelreste, Blechdose).

Zum Zeitpunkt der Probenahme wurden keinen geruchlichen Auffälligkeiten festgestellt.

In der Tabelle 1 der Anlage 6 sind die für orientierende abfalltechnische Untersuchungen entnommenen Boden-/Materialproben mit der Angabe der Verwendung für die Mischprobenerstellung sowie der durchgeführten Analytik zusammengestellt.

5. Untergrundverhältnisse

5.1 Geologische Verhältnisse

Nach der Geologischen Karte von Baden-Württemberg, Blatt Nr. 6524 Bad Mergentheim, stehen im Untergrundsuchungsbereich Festgesteine des Unteren Muschelkalk an, die aber in keinen der bis maximal 8 m unter GOK ausgeführten Aufschlüsse angetroffen wurden.

Erkundet wurden Verwitterungsschichten, die von Lösslehmen und Auffüllungen sowie Mutterboden in unterschiedlicher Mächtigkeit überlagert werden.

Der Untergrund lässt sich somit vereinfacht in fünf Schichten untergliedern:

1. Oberboden
2. Auffüllung
3. Löss und Lösslehme
4. Hang- und Verwitterungsschutt
5. Festgestein (Wellenkalk (mu))

5.2 Oberboden

Ein Großteil der Aufschlüsse wurde auf Brach- und Grünflächen bzw. in Grünstreifen neben befestigten Flächen ausgeführt (siehe auch Fotos, Anlage 3 und 4), so dass zunächst bis in eine Tiefe von ca. 0,15 bis 0,60 m aufgefüllter Oberboden angetroffen wurde. Es wurden unter anderem Ziegelbeimengungen und Betonreste festgestellt, deren Anteile auf bis zu 2 % abgeschätzt wurden. Mutterboden wird nach DIN 4023 mit dem Kurzzeichen Mu gekennzeichnet. Im Bereich von Schurf Sch 3 und 4 sind Auffüllungen vorhanden, die mit Pioniergewächsen bewachsen bzw. mit einer dünnen Grasnarbe abgedeckt sind.

5.3 Auffüllungen

Der Schurf 2 wurde im Bereich einer Parkfläche ausgehoben. Hier wurde zunächst ein Mineralstoffgemisch mit einer Dicke von ca. 0,2 m festgestellt. Bodenmechanisch ist die Schicht als Kies mit sandigen Beimengungen zu bezeichnen (Kurzzeichen: G, s).

Darunter bzw. unterhalb des Oberbodens wurden weitere Auffüllungen bis bereichsweise ca. 1,90 m unter Geländeoberkante angetroffen. Die Auffüllungen sind kiesig-lehmig ausgebildet (Kurzzeichen z.B. G, s, u bzw. U, fs, t). Bei überwiegend bindigen Bestandteilen haben die Auffüllungen eine steife bis halbfeste Konsistenz

Zur Beurteilung der relativen Tragfähigkeit wurden neben den Aufschlüssen Sondierungen mit der leichten bzw. schweren Rammsonde ausgeführt. Dabei wurden sehr unterschiedliche Schlagzahlen ermittelt von $N_{10,DPH} < 2$ bis ca. 20 sowie $N_{10,DPL} < 5$ bis > 20 . Diese deutlichen Schlagzahldifferenzen zeigt die sehr inhomogene Zusammensetzung und uneinheitliche Tragfähigkeit der Auffüllungen.

Auch hier wurden diverse Fremdbestandteile wie z.B. Schwarzdecken und Keramikreste mit einem Anteil von bis zu 2 % aufgenommen.

5.4 Löss und Lösslehm

Unterhalb des Oberbodens bzw. der Auffüllungen wurden ab 0,3 bis 1,9 m unter GOK Löss und Lösslehme angetroffen (Kurzzeichen: Lö, Löl). Die Bodenansprache vor Ort ergab eine steife bis halbfeste, teilweise auch nur weiche Konsistenz. Die Unterkante der Lehme wurde in folgenden Tiefen festgestellt:

Tabelle 1: Schichtmächtigkeiten Lehme

Aufschluss	Ansatzhöhe [m NHN]	Lehme		Bemerkung
		Unterkante [m NHN]	Mächtigkeit [m]	
RKS 1	219,97	213,37	5,45	steif von 4,2 - 6,6: weich bis steif
RKS 2	219,80	218,10	0,80	halbfest
RKS 3	226,56	222,66	3,25	steif - halbfest
RKS 4	227,05	225,15	1,20	steif - fest
RKS 6	234,34	<226,34	>6,10	steif von 5,1 - 6,7 weich bis steif

Aufschluss	Ansatzhöhe [m NHN]	Lehme		Bemerkung
		Unterkante [m NHN]	Mächtigkeit [m]	
Sch 1	220,30	216,90	3,00	steif - halbfest
Sch 2	224,60	223,30	0,20	steif
Sch 3	227,80	227,15	>3,70	steif
Sch 4	227,08	<223,08	>3,50	steif - halbfest
Sch 6	236,28	<232,28	>2,50	steif

Die Schlagzahlen der schweren Rammsonde liegen im Mittel bei $N_{10,DPH} \leq 3$, während die Schlagzahlen der leichten Rammsonde bei ca. $N_{10,DPL} = 5 - 20$ liegen.

Die Ergebnisse der Rammsondierungen liegen nur teilweise im Bereich der Erfahrungswerte für Lehme entsprechender Konsistenz. Die teilweise nur geringen Werte lassen eine hohe Wasser- und Strukturempfindlichkeit vor allem der Löss erwarten.

5.5 Hang- und Verwitterungsschutt

In den Bereichen, in denen die Löss und Lösslehme durchbohrt werden konnte, folgt Hang- und Verwitterungsschutt, welcher den Übergang zum anstehenden Fels anzeigt. Die Verwitterungsschichten sind teils lehmig, teils kiesig-steinig mit lehmigen Beimengungen ausgebildet (Kurzzeichen: U, g, s, t bzw. G, u, t, s, x). Die Bodenansprache vor Ort stellte eine dichte Lagerung fest. Die Schlagzahlen der schweren Rammsonde bestätigen die Lagerung mit Schlagzahlen $N_{10,DPH} > 50$. Die Schichtunterkante des Hang- bzw. Verwitterungsschutt wurde in den bis zu 8,0 m unter GOK abgeteufte Sondierungen nicht festgestellt. Somit können keine Aussagen zu den Mächtigkeiten gemacht werden. Anstehender Fels wurde in keinem der Aufschlüsse angetroffen.

Allerdings kam die Sondierung RKS 4 bei 2,5 m unter GOK fest. Ob unterhalb der Sondierendtiefe Fels ansteht oder ein größerer Stein eingelagert ist, kann systembedingt nicht eindeutig beurteilt werden. Da die Sondierung mit der schweren Rammsonde in etwa der gleichen Tiefe festkam, ist aber Fels möglich.

6. Hydrogeologische Verhältnisse

Am Aufschlussstag wurde in keinem der Aufschlüsse Wasser angetroffen.

In oder nach länger anhaltenden Nässeperioden kann jedoch Wasser auf den erfahrungsgemäß wenig durchlässigerem Hang-/Verwitterungsschutt und Lösslehmen anstauen, so dass im gesamten Baubereich mit Wasser zu rechnen ist. Aussagen zur Tiefenlage sowie zu einem möglichen Wasserandrang sind nicht möglich.

7. Geotechnische Feldversuche

An Aufschluss RKS 6 wird die Gesamtscherfestigkeit der Lössse bzw. Lösslehme mittels Feldflügelsondierungen nach DIN 4094-4 ermittelt. Für die Versuchsdurchführung wird die Flügelsonde in den ungestörten Boden eingedrückt und anschließend mit konstanter Geschwindigkeit bis zum Abscheren gedreht. Die nachfolgende Tabelle stellt den maximal gemessenen Drehmoment M_{\max} dar. Mit Hilfe einer Formel können aus den Schermomenten die Scherfestigkeiten errechnet werden.

Tabelle 2: Ergebnisse Feldflügelsondierung

Aufschluss	Tiefe [m u. GOK]	Drehmomente		Scherfestigkeit		undrainierte Scherfestigkeit
		M_{\max} [Nm]	M_{Rest} [Nm]	c_{IV} [kN/m ²]	c_{RV} [kN/m ²]	c_u [kN/m ²]
RKS 6	2,3	56,0	34,0	122,0	74,0	146,0

8. Geotechnische Laborversuche

Zur Bestimmung wichtiger bodenphysikalischer Eigenschaften wurden an repräsentativ ausgewählten Bodenproben im geotechnischen Labor Versuche entsprechend folgender Normen ausgeführt:

Tabelle 3: Normung Laborversuche

Art	Versuch	Norm	Ausgabe
Boden	Bestimmung des Wassergehalts	DIN EN ISO 17892 - 1	03-2015
	Bestimmung der Dichte	DIN EN ISO 17892 - 2	03-2015
	Bestimmung der Korngrößenverteilung	DIN EN ISO 17892 - 4	04-2017
	Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenzen	DIN EN ISO 17892 - 12	10-2018
	Konsistenz und Plastizität	DIN EN ISO 14688 - 2	11-2020
	Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit	DIN EN ISO 17892 - 11	05-2019
	Klassifizierung	DIN 18196	05-2011

Die Ergebnisse der Laborversuche sind in Anlage 7 ff zusammengestellt und aufgetragen.

9. Orientierende abfalltechnische Untersuchungen

9.1 Bewertungsgrundlage

Zur orientierenden umwelttechnischen Bewertung werden folgende Bewertungsgrundlagen herangezogen:

- Umweltministerium Baden-Württemberg: „Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“, Stand 14.03.2007 /2/
Nachfolgend: VwV Boden
- Verordnung über Deponien und Langzeitlager (DepV) vom 27.04.2009, zuletzt geändert am 09.07.2021 /3/
Nachfolgend: DepV

9.2 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erhöhung der Planungssicherheit und für die Ausschreibung der Baumaßnahme wurden orientierende abfalltechnische Untersuchungen an Einzel- und Mischproben durchgeführt. Die Mischproben wurden anhand der Erkenntnisse aus der Probensichtung aller Einzelproben aufgrund ähnlicher Materialbeschaffenheit (z.B. Fremdbestandteile) sowie deren räumlichen Bezug zueinander zusammengestellt. Die für die

Herstellung der Mischproben verwendeten Einzelproben sind der Tabelle 1 der Anlage 6 zu entnehmen.

Die Einzel- und Mischproben aus den Auffüllungen wurden von dem nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Labor AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg auf den Parameterumfang der VwV Boden und der DepV laboranalytisch untersucht.

Die Aufschlüsse wurden in Abständen von ca. 35 - 90 m niedergebracht.

Die Misch- bzw. Einzelproben werden für einen Zeitraum von sechs Wochen nach Datum des Prüfberichtes (Laborproben) bzw. drei Monaten nach Erstellung des Gutachtens (Rückstellproben GMP) zurückgestellt. Die Rückstellfristen können gegebenenfalls nach vorheriger Anmeldung verlängert werden.

9.3 Analysergebnisse

9.3.1 VwV Boden

Die Prüfergebnisse der laboranalytischen Untersuchungen der Boden-/Materialproben aus den Auffüllungen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst. In der Tabelle werden die Entnahmetiefe, die Materialbeschreibung, die orientierende abfalltechnische Einstufung gemäß VwV Boden, Hinweise für eine maßnahmeninterne Verwertung sowie die für die Einstufung maßgeblichen Parameter angegeben.

Die in der Tabellenspalte „Verwertung vor Ort“ angegebenen potentiellen internen Verwertungsmöglichkeiten beziehen sich ausschließlich auf den GMP-bekanntem Planungsstand (siehe Kapitel 2.1 und Anlage 2.1).

Tabelle 4: Orientierende abfalltechnische Einstufung von Aushubmaterialien gem. VwV Boden

Probe (Entnahmetiefe)	Material	Orientierende abfalltechnische Einstufung		Verwertung vor Ort (Einbaubereich) ¹
		VwV Boden	maßgebl. Parameter	
MP 1 Sch 1+3+4 (0,0 – 0,5 m)	Auffüllung: Schluff, sandig, tonig, humos, schwach kiesig (Oberboden) Fremdbestandteile: Ziegelreste	Z1.2	Kupfer 0,044 mg/l	Ja (unter dichter Deckschicht oder über > 2 m dichter Deckschicht aus Lehm, Ton, Schluff, Grundwasserabstand > 1 m)
MP 2 RKS 3+4 (0,0 – 0,7 m)	Auffüllung: Schluff, feinsandig, tonig Fremdbestandteile: <1% Ziegelreste	Z0 Lehm/Schluff	Chrom 38 mg/kg Kupfer 23 mg/kg Nickel 31 mg/kg Zink 69 mg/kg	Ja (Gesamte Baumaßnahme)
MP 3 RKS 1 (0,4 – 1,15 m)	Auffüllung: Schluff, feinsandig, tonig, kiesig Fremdbestandteile: <1% Ziegelreste	Z0 Lehm/Schluff	Chrom 31 mg/kg Nickel 27 mg/kg	Ja (Gesamte Baumaßnahme)
MP 4 RKS 2 (0,6 – 0,9 m)	Auffüllung: Schluff, sandig, kiesig, tonig Fremdbestandteile: <1% Ziegelreste	>Z2²	Chrom 740 mg/kg Chrom 9,3 mg/l²	Nein. Gefährlicher Abfall!
MP 5 RKS 6 (0,15 – 1,9 m)	Auffüllung: Schluff, stark kiesig, sandig, schwach tonig Fremdbestandteile: 1% Ziegelreste, je <1% Schwarzdecke, Mörtel	Z0 Lehm/Schluff	Nickel 17 mg/kg [pH (E) 10,8] ³	Ja (Gesamte Baumaßnahme)
Sch 2 (0,18 – 0,45 m)	Auffüllung: Kies, sandig, schluffig Fremdbestandteile: je <1% Ziegelreste, Mörtelreste	Z0 Sand	[pH (E) 10] ³	Ja (Gesamte Baumaßnahme)

Z....: Einstufung gemäß VwV Boden

VwV Boden: Umweltministerium Baden-Württemberg: „Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“, Stand 14.03.2007

¹: Bewertet wird nur die abfallrechtliche, nicht die bautechnische Eignung.

²: Gefährlicher Abfall nach LAGA „Technische Hinweise zur Einstufung von Abfällen nach ihrer Gefährlichkeit“.

³: Erhöhte pH-Werte allein stellen nach VwV Boden kein Ausschlusskriterium dar,

9.3.2 DepV

Die Prüfergebnisse der laboranalytischen Untersuchungen der Boden-/Materialproben aus den Auffüllungen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst. In der Tabelle werden die Entnahmetiefe, die Materialbeschreibung, die orientierende abfalltechnische Einstufung gemäß DepV, sowie die für die Einstufung maßgeblichen Parameter angegeben.

Tabelle 5: Orientierende abfalltechnische Einstufung von Aushubmaterialien gem. DepV

Probe (Entnahmetiefe)	Material	Orientierende abfalltechnische Einstufung	
		DepV	maßgebli. Parameter
MP 1 Sch 1+3+4 (0,0 – 0,5 m)	Auffüllung: Schluff, sandig, tonig, humos, schwach kiesig (Oberboden) Fremdbestandteile: Ziegelreste	DKII (Oberboden)	Glühverlust 3,7% TOC 1,19%
MP 2 RKS 3+4 (0,0 – 0,7 m)	Auffüllung: Schluff, feinsandig, tonig Fremdbestandteile: <1% Ziegelreste	DK0 ¹	Glühverlust 4% TOC 0,82%
MP 3 RKS 1 (0,4 – 1,15 m)	Auffüllung: Schluff, feinsandig, tonig, kiesig Fremdbestandteile: <1% Ziegelreste	DKI	Antimon 0,011 mg/l
MP 4 RKS 2 (0,6 – 0,9 m)	Auffüllung: Schluff, sandig, kiesig, tonig Fremdbestandteile: <1% Ziegelreste	>DKIII ²	Chrom 9,3 mg/l²
MP 5 RKS 6 (0,15 – 1,9 m)	Auffüllung: Schluff, stark kiesig, sandig, schwach tonig Fremdbestandteile: 1% Ziegelreste, je <1% Schwarzdecke, Mörtel	DK0	--
Sch 2 (0,18 – 0,45 m)	Auffüllung: Kies, sandig, schluffig Fremdbestandteile: je <1% Ziegelreste, Mörtelreste	DK0	--

DK...: Einstufung gemäß DepV

DepV: Verordnung über Deponien und Langzeitlager (DepV) vom 27.04.2009, zuletzt geändert am 09.07.2021

¹: Gemäß DepV sind die Organikparameter Glühverlust und TOC gleichwertig anzuwenden. Der Grenzwert von DK0 wird demnach eingehalten.

²: Gefährlicher Abfall nach LAGA „Technische Hinweise zur Einstufung von Abfällen nach ihrer Gefährlichkeit“.

10. Geotechnische Kenngrößen

Nach den Ergebnissen der Aufschlüsse und Laborversuche sowie den Erfahrungen des Gutachters können für erdstatische Berechnungen die nachfolgenden charakteristischen Bodenkennwerte angesetzt werden.

Tabelle 6: Charakteristische Bodenkennwerte

Baugrund	Wichte γ_k [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ'_k [kN/m ³]	Reibungs- winkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m ²]	Steifemodul ¹⁾ (min - max) E_s [MN/m ²]
Auffüllung	19,0	9,0	30,0 ²⁾	---	8 - 12 (bindig) 20 - 40 (nicht bindig)
Löss/Lösslehm	20,0	10,0	27,5	7,5	8 - 12
Hang-/Verwitterungs- schutt	20,0	10,0	27,5	10	25 - 40
anstehender Fels	23,0	13,0	32,5	25	80 - 150

¹⁾ in Abhängigkeit vom Spannungsbereich (150 – 300 kN/m²)

²⁾ Ersatzreibungswinkel

11. Geotechnische Empfehlungen

Da die Untersuchungen im Zuge des B-Plan-Verfahrens durchgeführt wurden, liegen noch keine genauen Planunterlagen zum Kanal und Straßenbau vor. Somit können zunächst nur generelle Empfehlungen abgegeben werden.

Grundwasser wurde in den Aufschlüssen nicht festgestellt. Temporäre Schichtwasserhorizonte sind jedoch im Löss/Lösslehm und auf dem Verwitterungs- bzw. Hangschutt nach längeren Niederschlagsperioden möglich.

11.1 Kanal

11.1.1 Kanalgrabensicherung

Nach dem Ergebnis der Baugrunduntersuchung sind die angetroffenen Böden zumindest kurzzeitig senkrecht standsicher. Somit kann zur Sicherung des Kanalgrabens ein Verbau z.B. mit Großflächenschalung erfolgen, der nach dem Aushub des Rohrgrabens eingestellt wird. Hohlräume hinter den Verbauelementen sollten fachgerecht mit Sand verfüllt werden, damit ein Nachbruch des Erdreiches nicht möglich ist.

Alternativ kann der Kanalgraben unter Berücksichtigung der DIN 4124 geböscht hergestellt werden. Im Hangschutt und den quartären Lehmen können dabei Böschungswinkel von 50 - 60° angenommen werden.

11.1.2 Wasserhaltung

Bei der Baugrunduntersuchung wurde in keinem der Aufschlüsse Grund- oder Sickerwasser angetroffen. Bei Ausführung der Baumaßnahme in Nässeperioden oder nach starken Regenfällen muss in den Lössen und Hang-/Verwitterungsschutt mit Sicker- bzw. Schichtwasser gerechnet werden.

11.1.3 Rohrbettung

Wasserleitung

Für die Wasserleitungen sind keine besonderen Anforderungen an die Tragfähigkeit zu stellen. Hier ist die Sand- bzw. Splittbettung entsprechend den Herstellervorgaben ausreichend.

Kanal

Je nach Rohrtiefen liegen die Rohrgrabensohlen auf den Löss- bzw. Lösslehm oder dem Hang- bzw. Verwitterungsschutt. Auf diesen Schichten ist eine Stabilisierung erforderlich. Die Mächtigkeit der Austauschschicht ist abhängig von Durchmesser und Gefälle der Leitungen. Voraussichtlich werden auf den steifen bis halbfesten Lehmen ca. 0,30 m, auf den weichen Lehmen ca. 0,60 m Bodenverbesserung nötig. Auf den Hang- und Verwitterungsschutt ist eine geringere Stärke von ca. 0,20 – 0,30 m ausreichend.

11.1.4 Kanalgrabenverfüllung

Der Rohrgraben sollte gemäß den Hinweisen für das Zufüllen von Leitungsgräben im Straßenkörper nach ZTVA-StB 12 in der Leitungszone entsprechend den Vorgaben der jeweiligen Leitungsbetreiber verfüllt werden.

Für die Verfüllung des restlichen Kanalgrabens sollte geeignetes, gut verdichtbares und gut tragfähiges Material verwendet werden, das lagenweise einzubringen und zu verdichten ist. Die Dicke der einzelnen Lagen ist gemäß ZTVA-StB in Abhängigkeit von der Bodenart und dem Verdichtungsgerät zu wählen.

Für die Verdichtung sollten folgende Verdichtungskriterien eingehalten und nachgewiesen werden:

Tabelle 7: Verdichtungskriterien

Schicht	Verdichtungskriterium	
	bis 1,0 m unter OK Planum	> 1,0 m unter OK Planum
Proctordichte	≥ 100 %	≥ 98 %
Luftporengehalt	< 6 - 12 % ¹⁾	< 6 - 12 % ¹⁾
Tragfähigkeit E _{v2}	≥ 45 MN/m ²	---

1) Gem. ZTVE sind die Anforderungen an den Luftporenanteil abhängig von der Art des Verfüllbodens. Bei wasserempfindlichen gemischt- und feinkörnigen Böden ist der Luftporenanteil auf 8%, bei Einbau von veränderlich festen Gesteinen auf 6% zu begrenzen. Diese Anforderungen sind mit in das LV aufzunehmen.

Wegen der Lage im Heilquellenschutzgebiet muss der Rohrgraben mit einem gering wasserdurchlässigen Material verfüllt werden. In Bezug auf Dichtigkeit wären die Löss- und Lösslehme für die Rückverfüllung geeignet. Die Anforderungen an die Tragfähigkeit und Verdichtung können jedoch nicht erreicht werden. Es wird daher empfohlen, die beim Aushub anfallenden Löss- und Lehme mit einem Bindemittel aufzubereiten. Diese Vorgehensweise ist aber im Zuge der wasserrechtlichen Genehmigung mit der zuständigen Behörde abzustimmen. Nähere Hinweise zur Bindemittelstabilisierung finden sich in Kapitel 11.3.

11.2 Verkehrsflächen

11.2.1 Tragfähigkeit des Planums

Die Verkehrsflächen sind entsprechend den Vorgaben der RStO sowie der ZTVE-StB auszuführen. Demnach ist auf dem Planum ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen.

Genauere Angaben zur Höheneinstellung liegen nicht vor. Bei Lage der zukünftigen Freiflächen etwa auf Höhe der derzeitigen GOK liegt bei einer angenommenen Oberbaumächtigkeit von ca. 0,5 - 0,6 m das Planum im Bereich der Auffüllungen bzw. Lössen. Da auf diesen Schichten auch bei bestmöglicher Verdichtung der notwendige Verformungsmodul nicht erreicht werden kann, muss das Planum stabilisiert werden.

Da der Bebauungsplan innerhalb eines Heilquellenschutzgebietes verläuft, wird empfohlen, die Stabilisierung durch Einfräsen von Bindemittel vorzunehmen. In diesem Fall würde die geringe Durchlässigkeit der im Planum vorhandenen Schichten erhalten bleiben und die Mächtigkeit der gering durchlässigen Deckschichten bleibt weitestgehend erhalten.

Nähere Angaben zur Stabilisierung des Planums finden sich in Kapitel 11.3.

11.2.2 Frostepfindlichkeit

Die im Planum vorhandenen Lössen und Lösslehme sind nach DIN 18196 als mittelplastische Tone (TM) einzustufen.

Nach ZTVE-StB 17 sind diese Böden als sehr frostepfindlich und in die Frostepfindlichkeitsklasse F 3 einzustufen.

In den Bereichen, in denen eine Stabilisierung des Planums erforderlich wird, ist die Mächtigkeit der Frostschutzschicht abhängig von der Frostepfindlichkeit der stabilisierten Schicht.

Eine Bodenverbesserung mit Bindemittel hat nur einen geringen Einfluss auf die Frostepfindlichkeit, so dass in diesem Fall die Frostschutzschicht nach der Klasse F 3 ausgelegt werden muss. Eine Einstufung in die Frostepfindlichkeitsklasse F 2 ist nur bei Ausführung einer qualifizierten Bodenverbesserung nach dem Merkblatt über Bodenverfestigung und Bodenverbesserung mit Bindemittel und einem entsprechend höheren Bindemittelgehalt möglich.

11.3 Bodenaufbereitung mit Bindemittel

Auf Höhe des Straßenplanums sind überwiegend Lössen und Lösslehme vorhanden, die nicht ausreichend verdichtbar/tragfähig sind.

Soll das Material als Unterbau verwendet werden, muss zur Verbesserung der Tragfähigkeit eine Aufbereitung mit Bindemitteln erfolgen. Es sind die Auflagen des wasserrechtlichen Bescheides einzuhalten.

Es sind ausschließlich genormte Bindemittel gem. ZTV E-StB zu verwenden. Die genaue Bindemittelart und -menge ist abhängig vom Wassergehalt während der Bauzeit und kann daher je nach Jahreszeit und Witterungsverhältnissen variieren.

Bei den vorhandenen örtlichen Verhältnissen wird ein Mischbindemittel empfohlen, wobei auch das Mischverhältnis Kalk/Zement erst im Rahmen der Bauausführung vor Ort endgültig festgelegt werden kann.

Nach den Ergebnissen der Laboruntersuchungen kann bei dem zum Zeitpunkt der Baugrunduntersuchung festgestellten Verhältnissen von folgenden Bindemittelarten und -mengen ausgegangen werden:

Tabelle 8: Bindemittelart und -menge bei Rückverfüllung/Stabilisierung

Bereich	Bindemittelart	Mischverhältnis Kalk/Zement	Bindemittelmenge	
			[%]	[kg/m³]
Rohrgraben	Mischbindemittel	70/30	1 - 2	20 - 35
Rohrgraben ab 0,5 m unter Planum	Mischbindemittel	50/50	2 - 3	35 - 50
Planum	Mischbindemittel	50/50	2 - 3	35 - 50

Bei zu trockenen Böden kann ein dosiertes Wässern erforderlich werden, damit genügend Feuchtigkeit für die Hydratation des Bindemittels vorhanden ist.

Bei einer Stabilisierung mit Bindemitteln ist eine Staubemission nicht vermeidbar. Es ist zu prüfen, ob diese Emission im Bereich der vorhandenen Bebauung akzeptiert werden kann.

11.4 Bebauung

In dem Sondergebiet Klinikgebiet Buchener Straße sollen nach den vorliegenden Planunterlagen verschiedene Bauvorhaben realisiert werden. Dies sind eine Pflegeschule, ein Ärztehaus, ein Wohnheim, ein Parkhaus und im Bereich der südlichen Fläche die Klinikerweiterung.

Nach dem Ergebnis der Baugrunduntersuchung sind im Untersuchungsbereich sehr unterschiedlich tragfähige Böden vorhanden.

Bei vergleichsweise geringen Lasten (Einzellasten bis ca. 300 - 400 kN) ist eine Flachgründung auf diesen Schichten noch möglich. Bei Einbindung in den Hang- und Verwitterungsschutt kann eine Flachgründung auch bei höheren Lasten realisiert werden.

Vor allem die zwischengelagerten Weichschichten, wie sie z.B. bei Sondierung RKS 1 angetroffen wurden, haben ein hohes Setzungspotential. Je nach Art und Konstruktion sowie Belastung aus dem Gebäude können daher Sondergründungsmaßnahmen erforderlich werden.

Endgültige Aussagen zur Gründung können aber erst nach Vorliegen konkreter Planunterlagen sowie Vorliegen einer statischen Berechnung gemacht werden. Hierzu sind, abgestimmt auf die geplante Bebauung, ergänzende Baugrunduntersuchungen durchzuführen.

12. Bewertung orientierende abfalltechnische Untersuchungen

VwV und DepV

Die in der Tabelle 4 angegebenen Hinweise zu maßnahmeninternen Verwertungsmöglichkeiten beziehen sich ausschließlich auf den GMP bekannten Planungsstand (siehe Kapitel 2.1 und Anlage 2.1) sowie die untersuchten Materialien. Bei Planungsänderungen sind die internen Verwertungsmöglichkeiten neu zu bewerten. Bei einer externen Verwertung sind die Hinweise der VwV Boden zu beachten.

Die durch die Mischproben MP 2, MP 5 und MP 6 und die Einzelprobe Sch 2 charakterisierten Auffüllungen sind gemäß Deponieverordnung (DepV) als **DK 0-Material** einzustufen. Materialien der Deponieklasse 0 (DK 0) sind für die Ablagerung auf Inertabfalldeponien geeignet.

Die durch die Mischprobe MP 3 RKS 1 charakterisierten Auffüllungen sind gemäß Deponieverordnung (DepV) als **DK I-Material** einzustufen. Materialien der Deponieklasse I (DK I) sind für die Ablagerung auf „oberirdischen Deponien für nicht gefährliche Abfälle“ geeignet.

Der durch die Mischprobe MP 1 charakterisierte Oberboden ist aufgrund des Organikgehaltes als DK II einzustufen. Oberboden ist jedoch ein schützenswertes Gut und darf dementsprechend in Regelfall nicht deponiert werden.

Das durch die Mischprobe MP 4 RKS 2 (0,6 – 0,9 m) charakterisierte Auffüllungsmaterial weist sehr hohe Chromgehalte im Feststoff und im Eluat auf. Der Gehalt übersteigt die Grenzwerte der Deponieklasse III gemäß Deponieverordnung. Soweit wirtschaftlich zumutbar sollte das Material einer Behandlung zur Verminderung der Schadstoffbelastung zugeführt werden.

Gemäß LAGA „Technische Hinweise zur Einstufung von Abfällen nach ihrer Gefährlichkeit“ ist das Material als gefährlicher Abfall einzustufen. Im Vorfeld von Aushub- und Entsorgungsmaßnahmen sollte demnach eine Gefährdungsbeurteilung hinsichtlich des Arbeits- und Gesundheitsschutzes durchgeführt werden. Bei der Entsorgung sind entsprechend der Nachweisverordnung die Maßgaben der Verordnung über Verwertungs- und Beseitigungsnachweise zu beachten (eANV bzw. Verwertungsnachweis, Begleitscheine).

Die Verunreinigung sollte vollständig ausgehoben werden. Wir empfehlen die Aushub- und Entsorgungsmaßnahme fachtechnisch durch einen Sachverständigen nach §18 Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) begleiten zu lassen.

13. Homogenbereiche

13.1 Geotechnische Klassifizierung

Nach der aktuellen Norm (VOB/C, September 2019) sind die bekannten Bodenklassen (z.B. DIN 18300 u. a.) durch Homogenbereiche ersetzt worden. Homogenbereiche sind z. B. in DIN 18300 definiert als:

„[...] ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für Erdarbeiten vergleichbare Eigenschaften aufweist.“

Für das geplante Bauvorhaben wird davon ausgegangen, dass nur Homogenbereiche für das/die folgenden Gewerke anzugeben sind:

- ATV DIN 18320 „Landschaftsbauarbeiten“
- ATV DIN 18300 „Erdarbeiten“

13.2 Schichteinteilung

Bei der Festlegung der Homogenbereiche wird die in nachfolgender Tabelle zusammengestellte Schichteinteilung verwendet. Der Aufbruch von Verkehrsflächen ist in einer gesonderten Position auszuschreiben.

Tabelle 9: Schichteinteilung

Schicht-Nr.	Bodenschichtung	Einstufung	
		Boden	Fels
1	Oberboden	x	
2	Auffüllung	x	
3	Löss- und Lösslehme	x	
4	Verwitterungs- bzw. Hangschutt	x	
5	anstehender Fels		x

Die Homogenbereiche werden wie folgt definiert:

Tabelle 10: Festlegung Homogenbereiche

Schicht-Nr.	Homogenbereich nach DIN 18320	Homogenbereich nach DIN 18300
1	HOB 1	---
2	---	HEB 1
3	---	HEB 2
4	---	HEB 3
5	---	HEF 1

Da es sich bei Schicht 2 um Auffüllungen handelt, sind diese gesondert zu behandeln (siehe hierzu Kapitel 14.3).

Da die Oberkante des Festgesteins nicht angetroffen wurde, handelt es sich in dem Homogenbereich angegebenen Größen um Erfahrungswerte.

Die endgültigen Homogenbereiche sowie ggf. erforderliche Homogenbereiche für weitere Gewerke sind im weiteren Verlauf der Planungen in enger Abstimmung zwischen den Fachprojektanten und GMP festzulegen.

Die angegebenen Grenzwerte der nachfolgenden Tabellen ergeben sich aus den Ergebnissen der Laborversuche sowie der Auswertung von zahlreichen Versuchen in vergleichbaren geologischen Verhältnissen. Unter Berücksichtigung der Entstehungsgeschichte sowie durch äußere Einflüsse (z.B. Witterungsverhältnisse) können Abweichungen nach oben wie unten nicht ausgeschlossen werden.

13.3 Zahlenwerte Homogenbereiche DIN 18320

Oberboden wird hinsichtlich der Bearbeitbarkeit nach DIN 18915 in Oberbodengruppen eingeteilt. Die Ausschreibung erfolgt nach DIN 18320.

Tabelle 11: Homogenbereiche Boden entsprechend VOB DIN 18320

Homogenbereich	HOB 1	
Schicht-Nr.	1	
Eigenschaft / Kennwert	von	bis
Ortsübliche Bezeichnung	Oberboden	
Bodengruppe (DIN 18196)	OU, OH	
Bodengruppe (DIN 18915)	3, 4, 5	
Massenanteil Steine, D > 63 mm [Gew. %] (DIN EN ISO 14688-1)	nb	
Massenanteil Blöcke, D > 200 mm [Gew. %] (DIN EN ISO 14688-1)	nb	
Masseanteil große Blöcke, D > 630 mm [Gew. %] (DIN EN ISO 14688-1)	nb	

¹⁾ indirekt bestimmt über Rammsondierungen

nb: nicht bestimmt, nicht bestimmbar

kursiv: Erfahrungswert, Schätzwert, oder indirekt bestimmt

13.4 Zahlenwerte Homogenbereiche DIN 18300

Infolge der Abhängigkeit der Homogenbereiche von den Bauverfahren können diese nur soweit eingeteilt werden, als sie zum Zeitpunkt der Baugrunduntersuchung und Gutachtenerstellung bekannt sind.

Bei der vorgenommenen Einteilung der Homogenbereiche werden folgendes Vorgehen und folgende Planungsgrundlagen vorausgesetzt:

- Einsatz eines Kettenbaggers von ca. 20 bis 30 t Betriebsgewicht (z.B. Liebherr R 920)
- Ausreichend Flächen zur Zwischenlagerung des Aushubs sind vorhanden.
- Kontinuierliche geotechnische Fachbetreuung zur Separation des Aushubs.
- Fräse, z.B. Stehr Fräse SBF 24-2
- Anbaufräse, z.B. MTS-Bodenrecycler B180-3

13.4.1 Boden

Tabelle 12: Homogenbereiche Boden entsprechend VOB DIN 18300

Homogenbereich		HEB 1		HEB 2		HEB 3		
Schicht-Nr.		2		3		4		
Eigenschaft / Kennwert		von	bis	von	bis	von	bis	
Ortsübliche Bezeichnung		Auffüllung		Löss-/Lösslehme		Hang-/ Verwitterungsschutt		
Bodengruppe (DIN 18196)		GE/GW/GI, SE/SW/SI GU/GT, GU*GT* SU/ST, SU*/ST* TL, TM, TA		TL, TM		GE/GW/GI, GU/GT, GU*/GT* SU/ST, SU*/ST*		
Korngrößenverteilung (DIN EN ISO 17892-4)		Körnungsband 1 (siehe Anlage 8.1)		Körnungsband 2 (siehe Anlage 8.2)		Körnungsband 2 (siehe Anlage 8.2)		
Dichte (DIN 18125-2)		[g/cm ³]	1,7	2,1	1,9	2,1	1,9	2,0
undrainierte Scherfestigkeit (DIN 4094-4)		[kN/m ²]	nb		50	>180	nb	
Wassergehalt (DIN EN ISO 17892-1)		[-]	0,04	0,25	0,15	0,30	0,10	0,30
Plastizitätszahl (DIN EN ISO 17892-12)		[-]	0,10	0,35	0,08	0,30	0,15	0,40
Konsistenzzahl (DIN EN ISO 17892-12)		[-]	0,5	>1,25	0,75	>1,25	0,75	>1,25
Lagerungsdichte ¹⁾ (DIN EN ISO 14688-2)		[-]	locker	dicht	nb		nb	
Organischer Anteil (DIN 18128)		[Gew. %]	0	5	nb		nb	

¹⁾ indirekt bestimmt über Rammsondierungen

nb: nicht bestimmt, nicht bestimmbar

kursiv: Erfahrungswert, Schätzwert, oder indirekt bestimmt

13.4.2 Fels

Tabelle 13: Homogenbereiche Fels entsprechend VOB DIN 18300

Homogenbereich	HEF 1	
Schicht Nr.	5	
Eigenschaft/Kennwert	von	bis
Ortsübliche Bezeichnung	Unterer Muschelkalk	
Benennung von Fels (DIN EN ISO 14689)	Sedimentgestein, klastisch, geschichtet	
Dichte (DIN EN ISO 17892-1) [g/cm ³]	2,1	2,4
Verwitterung und Veränderung, (DIN EN ISO 14689)	frisch	vollständig verwittert
Veränderlichkeit (DIN EN ISO 14689)	nicht veränderlich ¹⁾ nicht veränderlich ²⁾	stark veränderlich ¹⁾ stark veränderlich ²⁾
einaxiale Druckfestigkeit (DIN 18141-1) [N/mm ²]	12,5	50
Trennflächenrichtung ³⁾ (DIN EN ISO 14689) [°]	nb	
Trennflächenabstand (DIN EN ISO 14689) - Schichtflächenabstand - Klufflächenabstand	<i>grob laminiert</i> nb	<i>dünn</i> nb ⁴⁾
Gesteinskörperform (DIN EN ISO 14689)	tafelförmig	gleichmäßig

¹⁾ atmosphärisch

²⁾ unter Wasserabdeckung

³⁾ Klufflächenabstand mit den durchgeführten Aufschlüssen nicht bestimmbar

⁴⁾ K/S Hauptklüftung/Schichtflächen, nur Fallwinkel, Fallrichtung nicht bestimmbar

K/K: Hauptklüftung/Nebenklüftung, nur Fallwinkel, Fallrichtung nicht bestimmbar

nb: nicht bestimmt, nicht bestimmbar

kursiv: Erfahrungswert, Schätzwert, oder indirekt bestimmt

14. Zusammenfassung und weitergehende Empfehlungen

14.1 Zusammenfassung

Sowohl für die Straßenbauarbeiten als auch für die Verlegung der Rohrleitung werden Stabilisierungsmaßnahmen erforderlich. Wegen der Lage im Wasserschutzgebiet sollte hierfür, wasserrechtlich genehmigungsfähig, mit Bindemittel aufbereitetes Material verwendet werden.

Die Gründung der neu zu errichtenden Gebäude kann bei geringen Lasten als konventionelle Flachgründung ausgeführt werden. Bei höheren Lasten können Sondergründungsmaßnahmen erforderlich werden.

14.2 Empfehlungen zur weiteren Erkundung

Für den Bereich von Straßen und Kanal sind nach dem derzeitigen Planungsstand keine weiteren Erkundungen erforderlich.

Für die Bebauung müssen jeweils abgestimmt auf die geplante Baumaßnahme ergänzende Baugrunduntersuchungen durchgeführt werden.

14.3 Hinweise für Planung, Ausschreibung und Durchführung der Entsorgungsmaßnahmen

Hinsichtlich der Planung, Ausschreibung und Durchführung der Aushubmaßnahme empfehlen wir folgende Vorgehensweise:

- Hinweis auf den orientierenden Charakter der durchgeführten abfalltechnischen Untersuchungen und die Beschränkung auf die untersuchten Materialien
- Berücksichtigen von Entsorgungspositionen Zuordnungsklassen für Boden (Z0 bis Z2) gemäß VwV Boden, für Materialien der Deponieklassen DK0 und DK1 gemäß DepV sowie für als gefährlichen Abfall eingestuften Bodenaushub bei der Ausschreibung
- Berücksichtigung der Untersuchungsergebnisse der orientierenden abfalltechnischen Einstufung bei der Gewichtung der Aushubmassen je Entsorgungsposition

- Angabe der geplanten Entsorgungswege für sämtliche Zuordnungs- bzw. Deponieklassen durch die Bieter bereits bei der Angebotsabgabe
- Für alle im Entsorgungskonzept genannten Entsorgungsstellen sollten zur Überprüfung der Zulässigkeit des Entsorgungsweges folgende Unterlagen beigelegt sein:
 - Bezeichnung der Entsorgungsstelle mit Anschrift
 - Art der geplanten Entsorgung (z.B. Entsorgung auf einer Deponie, Verwertung als Deponieersatzbaustoff usw.)
 - Vollständiger Genehmigungsbescheid mit dem Positivkatalog der zugelassenen Abfallarten, Annahmekriterien der Entsorgungsstelle sowie gegebenenfalls Einzelfallentscheidungen der zuständigen Behörden
 - Annahmeerklärung des Entsorgers für die im Leistungsverzeichnis genannten Abfälle
- Prüfung der Zulässigkeit der Entsorgungswege bis spätestens zur Auftragserteilung
- Entsorgung/Verwertung der Aushubmaterialien durch einen zertifizierten Entsorgungsfachbetrieb gemäß § 52 Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG).
- Berücksichtigen der notwendigen Arbeits- und Gesundheitsschutzmaßnahmen
- Berücksichtigen der notwendigen Nachweisverfahren (eANV) bei der Entsorgung der gefährlichen Abfälle im Zuge der Ausschreibung.
- Entsorgung/Transport des gefährlichen Abfalls nur durch hierfür zugelassene Fachbetriebe.
- Aushubüberwachung durch eine verantwortliche Person zur Gewährleistung einer gleichbleibenden Zusammensetzung der Aushubmaterialien.
- Abstimmung mit Betreiber der geplanten Entsorgungsstelle und gegebenenfalls mit der zuständigen Fachbehörde ob für die abfalltechnische Einstufung der Aushubmaterialien die vorliegenden in-situ-Untersuchungen ausreichend sind.
- Verbindliche abfalltechnische Deklaration der Aushubmaterialien über Haufwerksuntersuchung (empfohlenes Mietenvolumen maximal 500 m³), wenn von der geplanten Entsorgungsstelle die vorliegenden in-situ Ergebnisse nicht anerkannt werden, oder eine Untersuchung behördlich im Einzelfall gefordert wird.
- Lagerung der als gefährlichen Abfall eingestuftes Materialien auf externen zugelassenen Zwischenlagerflächen oder geeigneten Behältern (witterungsgeschützt) auf der Baustelle.

In Auffüllungsmaterialien wurden teilweise bodenfremde Bestandteile (Fremdbestandteile) festgestellt. Allein das Vorhandensein bestimmter Fremdbestandteile (z.B. Asphaltdeckenreste) kann zu einer schlechteren abfalltechnischen Einstufung oder einem anderen Entsorgungsweg führen. Dies ist im Zweifelsfall mit der konkreten Entsorgungsstelle im Vorfeld der Aushubmaßnahme abzuklären.

Die Untersuchungen erfolgten unter den im Bericht genannten Bedingungen auf Grundlage der zum Zeitpunkt der Untersuchung geltenden Kenntnisse, Vorschriften und Normen. Trotz sorgfältiger Vorgehensweise kann das Vorhandensein weiterer schadstoffhaltiger Materialien nicht ausgeschlossen werden. Eine Haftung aufgrund nicht identifizierter schadstoffhaltiger Materialien wird ausgeschlossen.

Ergeben sich im Zuge der Erdbauarbeiten Hinweise auf weitere Schadstoffbefunde wird empfohlen, GMP hinzuziehen.

14.4 Empfehlungen zur geotechnischen Überwachung

Die im Gutachten angenommenen Untergrundverhältnisse müssen von einem geotechnischen Sachverständigen bestätigt werden.

Der Gutachter ist zur Überprüfung der Tragfähigkeit des Planums und der Frostschutzschicht und zur genauen Angabe von notwendigen Stabilisierungsmaßnahmen mit heranzuziehen. Die Überprüfung muss durch Plattendruckversuche erfolgen, die an repräsentativ ausgewählten Stellen auszuführen sind.

14.5 Empfehlungen zur umwelttechnischen Überwachung

Wir empfehlen die Aushubmaßnahme durch einen Sachverständigen nach §18 BBodSchG fachtechnisch begleiten zu lassen, um eine vollständige und ordnungsgemäße Entsorgung der Aushubmaterialien zu gewährleisten.

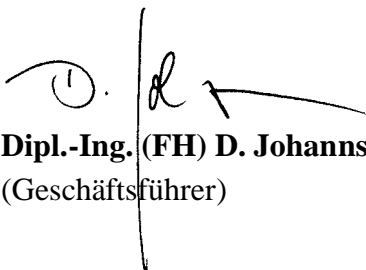
Die abfalltechnischen Empfehlungen in Kapitel 14.3 sind zu beachten. Für Aushubmaterialien ist im Vorfeld mit der geplanten Entsorgungsstelle und gegebenenfalls der zuständigen Fachbehörde abzustimmen, ob die vorliegenden in-situ-Ergebnisse für eine abfalltechnische Einstufung ausreichend sind.

Bei Nichtbeachtung der abfalltechnischen Empfehlungen kann es zu Bauverzögerungen und Kostenmehrungen kommen.


Bei der Beprobung über Haufwerke ist bei der Planung der Baustellenlogistik zu berücksichtigen, dass für die chemische Analytik ein Zeitaufwand von sechs bis sieben Werktagen benötigt wird. Bis zum Vorliegen der Analysenergebnisse darf dann das Haufwerk nicht mehr durch weitere Anschüttungen oder Abgrabungen verändert werden.

Die Untersuchungen erfolgten unter den im Bericht genannten Bedingungen auf Grundlage der zum Zeitpunkt der Untersuchung geltenden Kenntnisse, Vorschriften und Normen. Trotz sorgfältiger Vorgehensweise kann das Vorhandensein weiterer schadstoffhaltiger Materialien nicht ausgeschlossen werden. Eine Haftung aufgrund nicht identifizierter schadstoffhaltiger Materialien wird ausgeschlossen.

Ergeben sich im Zuge der Erdbauarbeiten Hinweise auf weitere Schadstoffbefunde wird empfohlen, GMP hinzuziehen.


Dipl.-Ing. (FH) D. Johannsen
(Geschäftsführer)




M. Sc. Geoökologie S. Weber
(Projektleiter Umwelttechnik)

Verteiler:

fks Ingenieure (2x Schriftform, 1x digital)