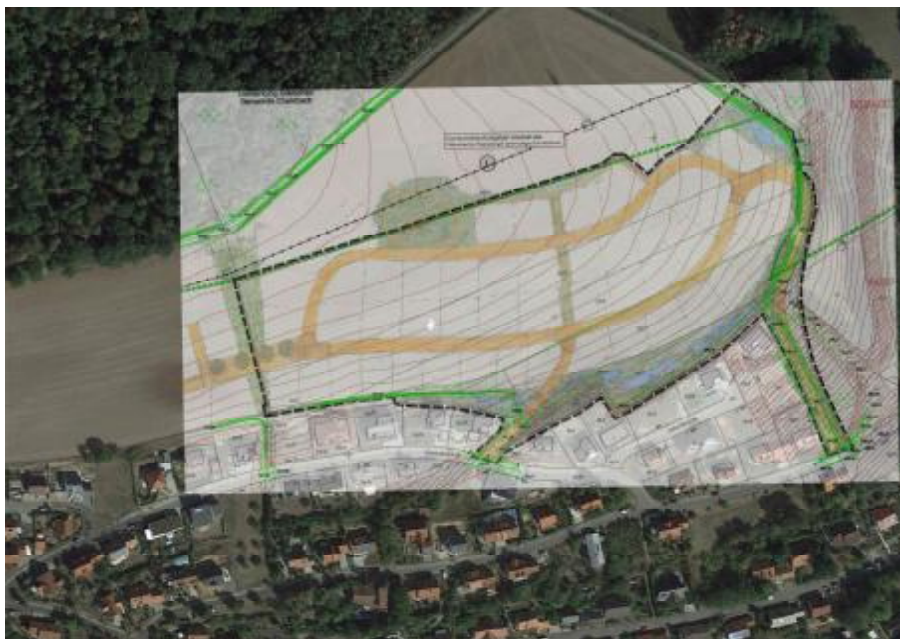


Erschließung Baugebiet „Am Herrenwald“, Ebelsbach

Geotechnischer Bericht



Quelle Luftbild: Google Earth

Ort: Ebelsbach
Auftraggeber: Verwaltungsgemeinschaft Ebelsbach
 Georg-Schäfer-Str. 56
 97500 Ebelsbach
Projektleiter: Dipl.-Ing. (FH) D. Johannsen
GMP-Projektnr.: 218338\g1 Jo/fr
Datum: 18.09.2019

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 17025:2005
DAkS-Akkreditierungsnr.
D-PL-14479-01-00

Unterlagen: Planungsgruppe Strunz:

- /1/ Bebauungsplan „Am Herrenwald“ Variante E
M = 1:1000, Stand 05.12.2018
- /2/ Bebauungsplan „Am Herrenwald“ Geltungsbereich DFK
Schutzgebiete
- /3/ Bebauungsplan „Am Herrenwald“ Geltungsbereich DFK
Luftbild

**Länderübergreifende Regelungen für die abfalltechnische
Bewertung:**

- /4/ Länderarbeitsgemeinschaft Abfall: Mitteilung Nr. 20 „Anfor-
derungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen
Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln“,
Stand 06.11.1997

**Länderspezifische Regelungen für die abfalltechnische
Bewertung:**

- /5/ Bayerisches Landesamt für Umwelt: Merkblatt „Beprobung
von Boden und Bauschutt“, Stand: November 2017

Anlagen:

1. Übersichtslageplan, M = 1:25.000
- 2.0 Allgemeines Legendenblatt
- 2.1 Lageplan der Aufschlüsse mit Tiefenprofilen und Rammdia-
grammen M= 1:1.000
3. Bilddokumentation Ansatzpunkte der Aufschlüsse
4. Bilddokumentation Schürfungen
5. Tabelle Geotechnik
6. Tabelle Umwelttechnik
7. Zusammenstellung der Laborversuche
8. Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4
9. Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12
10. Einaxialer Druckversuch nach DIN 18141-1:2014
11. CHERCHAR – Abrasivitätstest
12. Wasserlagerungsversuch nach DIN EN ISO 14689-1
13. Körnungsbänder für Homogenbereiche nach DIN EN ISO
17892-4
14. Ergebnisse Versickerungsversuch

Anhang:

- AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg:
- Prüfbericht 2864171 – 577352 vom 06.03.2019
 - Prüfbericht 2864171 – 577353 vom 06.03.2019

Inhaltsverzeichnis:

	Seite
1. Vorgang	5
2. Örtliche Verhältnisse und geplante Baumaßnahme	5
2.1 Allgemein	5
2.2 Geotechnische Kategorie	6
2.3 Erdbebenklasse	6
2.4 Frosteinwirkung	6
2.5 Schutzgebiete	6
3. Untergrunderkundung	6
3.1 Durchgeführte Aufschlüsse	6
3.2 Darstellung der Ergebnisse	7
3.3 Einmessung der Aufschlusspunkte	7
4. Probenahme	8
4.1 Geotechnische Untersuchungen	8
4.2 Umwelttechnische Untersuchungen	8
5. Untergrundverhältnisse	9
5.1 Baugrundmodell	9
5.2 Oberboden	9
5.3 Auffüllungen	9
5.4 Verwitterungsschichten	10
5.5 Festgesteine des Mittleren Keuper	10
6. Ergebnisse der Versickerungsversuche	11
7. Hydrogeologische Verhältnisse	11
8. Versuchs- und Analyseergebnisse	12
8.1 Geotechnische Untersuchungen	12
8.1.1 Hangschutt	12
8.1.2 Verwitterungsschichten	13
8.1.3 Festgesteine	14
9. Orientierende abfalltechnische Untersuchungen	15
9.1 Bewertungsgrundlage	15
9.2 Durchgeführte Untersuchungen	15
9.3 Analyseergebnisse	16
10. Charakteristische Bodenkennwerte	17
11. Geotechnische Empfehlungen für die Verlegung der Kanäle	18
12. Grundbautechnische Empfehlungen zum Ausbau der Straße	21

13.	Einsatz von Bindemittel	24
14.	Generelle Gründungsempfehlungen.....	25
15.	Bewertung orientierende abfalltechnische Untersuchungen	26
16.	Geotechnische Klassifizierung	26
16.1	Schichteinteilung	27
16.2	Zahlenwerte Homogenbereiche DIN 18320	28
16.3	Zahlenwerte Homogenbereiche DIN 18300	28
16.3.1	Boden.....	29
16.3.2	Fels.....	30
17.	Zusammenfassung.....	30
17.1	Allgemein.....	30
17.2	Empfehlungen	31
17.3	Empfehlungen zur weiteren Erkundung	31
17.4	Empfehlungen zur geotechnischen Überwachung	31
17.5	Hinweise für Planung, Ausschreibung und Durchführung der Entsorgungsmaßnahmen	31
17.6	Empfehlungen zur umwelttechnischen Überwachung	33

1. Vorgang

Die Planungsgruppe Strunz plant für die Gemeinde Ebelsbach die Erschließung des Baugebietes „Am Herrenwald“ in Ebelsbach.

Die GMP - Geotechnik GmbH & Co. KG wurde von der Gemeinde Ebelsbach mit Schreiben vom 29.11.2018 mit der Baugrunduntersuchung und der Ausarbeitung des Geotechnischen Berichts beauftragt. Auftragsgrundlage ist das GMP-Angebot vom 26.10.2018.

2. Örtliche Verhältnisse und geplante Baumaßnahme

2.1 Allgemein

Die endgültige Planung steht noch nicht fest. Der Begutachtung liegt die „Variante E“ vom 05.12.2018 zu Grunde.

Die genaue Lage der geplanten Baumaßnahme ist dem Lageplan 1:25000 in Anlage 1 zu entnehmen. Die Fläche des zu untersuchenden Baugrundes umfasst in etwa 3,8 ha.

Die geplante Baufläche durchläuft etwa 30 Höhenmeter mit seiner höchsten Stelle bei ca. 323 m NHN im nordwestlichen Bereich und der niedrigsten bei 306 m NHN im südöstlichen Bereich.

Die Zufahrt zum Baugebiet erfolgt über 2 Stichstraßen ab der Schwarzdornstraße bzw. der Haselnussstraße. Vor allem die letztere Stichstraße ist relativ steil mit einem Höhenunterschied von ca. 307 m NHN bei RKS 1 und ca. 285 m NHN (Kanaldeckel Haselnussstraße). Daraus ergibt sich eine Steigung von ca. 15 %.

Im südlichen und östlichen Bereich soll Regenwasser gesammelt und - wenn möglich - versickert werden. Aussagen zum sonstigen Entwässerungssystem (z.B. Durchmesser und Tiefenlage der Kanäle) liegen nicht vor.

2.2 Geotechnische Kategorie

Das Bauvorhaben ist nach DIN 1054, DIN 4020 und DIN-EN 1997 in die geotechnische Kategorie GK2 für geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke einzuordnen.

2.3 Erdbebenklasse

Laut DIN EN 1998-1 liegt die zu untersuchende Baufläche außerhalb einer Erdbebenzone.

2.4 Frosteinwirkung

Ebelsbach liegt gemäß der RStO in der Frostzone II. Damit ist ein Frostindex von $F_i > 250$ bis ≤ 330 [$^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$] anzusetzen. Daraus lässt sich eine Frosteinwirkung zwischen 80 cm und 90 cm abschätzen.

2.5 Schutzgebiete

Die Baufläche liegt in keinem Grundwasserschutzgebiet oder Heilquellenschutzgebiet. Das nächste Wasserschutzgebiet befindet sich 3km südlich vom Baugebiet. Die Baumaßnahme liegt laut Bayernatlas an dem Landschaftsschutzgebiet „Naturpark Hassberge“.

3. Untergrunderkundung

3.1 Durchgeführte Aufschlüsse

Zur Erkundung des Baugrundes wurden am 27.02.2019 vier Schürfe (Sch1 – Sch4) und vier Rammkernsondierungen (RKS1 – RKS4) niedergebracht. Die Ansatzpunkte wurden so gewählt, dass sie in etwa im Bereich der geplanten Straße liegen (Planungsstand Bebauungsplan „Variante E“).

Die Lage der Aufschlüsse ist dem Lageplan (Anlage 2.1) zu entnehmen. Farbfotos der Aufschlussstellen RKS 1 und der Schürfe liegen in den Anlagen 3 und 4 bei. Neben jedem Aufschluss wurde eine Sondierung mit der schweren Rammsonde DPH abgeteuft. Außerdem wurde im Bereich der geplanten Versickerungsanlage jeweils ein Versickerungsversuch durchgeführt.

3.2 Darstellung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Aufschlüsse sind in Form von Tiefenprofilen und Rammdiagrammen in Anlage 2.1 im Maßstab 1:1.000 eingetragen (MdH = 1:100). Die angetroffene Bodenart mit dem zugehörigen Kurzzeichen nach DIN 4023 steht rechts neben dem Tiefenprofil. Angegeben sind außerdem die Farbe und die geologische Kennzeichnung.

Die Anzahl der Schläge, die erforderlich ist, um die schwere Rammsonde (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2/2005 10 cm (N_{10}) in den Boden einzurammen, werden als Rammdiagramme aufgetragen, die ebenfalls in der Anlage 2.1 übernommen wurden.

Die Nummern und Tiefen der entnommenen Bodenproben sowie die am Untersuchungstag angetroffenen Grundwasserverhältnisse sind links neben den Tiefenprofilen angegeben. Die verwendeten Signaturen der Tiefenprofile und die Kennzeichnung der Bodenarten sind in den Legenden der Anlage 2.0 erläutert.

3.3 Einmessung der Aufschlusspunkte

Alle Erkundungspunkte wurden satellitengestützt mit Korrekturdaten im amtlichen ETRS89 System eingemessen. Da zum 30. Juni 2017 deutschlandweit das Höhenbezugssystem DHHN2016 eingeführt wurde, werden Höhen der Einmessung in m NHN angegeben. Gegenüber dem bisherigen Bezugssystem (mNN) ergeben sich damit Abweichungen in einer Größenordnung von mehreren Zentimetern. Diese Abweichungen sind zu beachten.

Als Referenzpunkt dient ein Kanaldeckel auf der Haselnussstraße, dessen Höhe aus den vorliegenden Unterlagen mit 284,91 m NHN ermittelt wurde.

4. Probenahme

4.1 Geotechnische Untersuchungen

Aus den Aufschlüssen wurden Bodenproben zur Bestimmung bodenphysikalischer Eigenschaften entnommen und in das Labor von GMP gebracht.

Nach der Beurteilung wurden an repräsentativ ausgewählten Proben bodenmechanische Untersuchungen durchgeführt. Die nicht untersuchten Proben wurden als Rückstellproben bei GMP eingelagert. Die Rückstellproben werden bis 3 Monate nach Abgabe des Gutachtens aufbewahrt und fachgerecht entsorgt, wenn keine längere Aufbewahrung durch den Auftraggeber gefordert wird .

In der Anlage 5 sind die entnommenen Proben und die durchgeführten Versuche tabellarisch zusammengestellt.

4.2 Umwelttechnische Untersuchungen

Im Zuge der Probenahme wurden im Bereich der Aufschlüsse Boden-/Materialproben für orientierende abfalltechnische Untersuchungen entnommen, im GMP-Labor gesichtet und abfalltechnisch beurteilt. Es wurden weder bodenfremde Bestandteile angetroffen, noch zum Zeitpunkt der Probenahme eine geruchliche Auffälligkeit 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 Baugrundmodell

Nach den durchgeführten Erkundungen und der Geologischen Karte von Bayern, Blatt 6030, Eltmann, stehen im Untergrund teilweise bereits knapp unter GOK die Festgesteine des Mittleren Keuper (km) an. Geologisch ist der Fels den Unteren Heldburgschichten zuzurechnen, bestehend aus Mergelstein und Sandstein.

Bautechnisch lassen sich die Untergrundverhältnisse in folgende Schichtglieder unterteilen:

1. Oberboden
2. Auffüllungen
3. Verwitterungsschichten
4. Festgesteine des Mittleren Keuper

Die genaue Schichtenfolge kann den Tiefenprofilen der Anlage 2.1 entnommen werden.

5.2 Oberboden

Die Aufschlüsse wurden im Bereich von Grünflächen bzw. landwirtschaftlich genutzten Flächen ausgeführt, so dass zunächst Oberboden mit einer Stärke von 0,1 - 0,4 m festgestellt wurde. Mutterboden wird nach DIN 4023 mit dem Kurzzeichen Mu gekennzeichnet.

5.3 Auffüllungen

In Sch 1 und RKS 1 wurden Auffüllungen festgestellt, welche wahrscheinlich als Wegbefestigungen und Wegunterbau dienen (Rollierung) und etwa 30 cm mächtig sind. Bei der bodenmechanischen Ansprache vor Ort wurden die Auffüllungen als kiesig-sandige Steine mit Blöcken (Kurzzeichen: X, s, y) beschrieben. Eine Aussage zur Lagerungsdichte anhand der Ergebnisse der schweren Rammsonde ist nicht möglich, da in den obersten ca. 0,5 m die Ergebnisse durch die fehlende seitliche Auflast generell zu gering ausfallen.

5.4 Verwitterungsschichten

Unter dem Oberboden bzw. den Auffüllungen folgen Verwitterungsschichten, die den Übergang zu den anstehenden Felsschichten anzeigen. Hierbei handelt es sich um Hang- und Verwitterungsschutt bzw. um vollständig verwitterte Felsschichten. Diese Schichten sind überwiegend sandig-kiesig ausgebildet mit steinigen und lehmigen Beimengungen (Kurzzeichen: S, g, x, u, t), teilweise tonig/lehmig mit sandigen, teilweise auch steinigen Bestandteilen (U, T, s, g, x). Teilweise sind auch Blöcke eingelagert (Kantenlänge > 20 cm, Kurzzeichen: y).

Der Übergang von den Verwitterungsschichten zu den verwitterten Felsschichten (bei ca. 0,8 m bis 2,8 m unter GOK) konnte nicht immer eindeutig definiert werden und verläuft mehr oder minder fließend.

Die Schlagzahlen im Bereich der Verwitterungsschichten liegen zwischen $N_{10,DPH} = 5$ und 15 Schlägen, was auf eine mitteldichte bis dichte Lagerung schließen lässt.

5.5 Festgesteine des Mittleren Keuper

Unter den Verwitterungsschichten steht Fels an, der zunächst vollständig, mit zunehmender Tiefe mäßig verwittert ist. Unverwitterter Fels wurde nur in der Endtiefe von Schurf Sch 2 angetroffen. Allerdings kamen einige Aufschlüsse aufgrund der kompakten Ausbildung vor Erreichen der geplanten Endtiefe fest. Unterhalb der Aufschlussendtiefe sind ebenfalls unverwitterte Felsschichten zu erwarten.

Bei dem Fels handelt es sich überwiegend um Sandstein (Kurzzeichen: Sst) mit Zwischenlagen von Ton- und Mergelsteinen (Tst, Mst).

Auch die Schlagzahlen der Rammsondierung zeigen den unterschiedlichen Verwitterungsgrad in den Felsschichten. Schlagzahlen von $N_{10} = 5 - 10$ deuten auf eine starke bis vollständige Verwitterung hin, Schlagzahlen $N_{10} > 10$ auf eine mäßige Verwitterung. Bei Werten $N_{10} > 50$ ist von einer geringen Verwitterung bzw. von unverwittertem Fels auszugehen.

6. Ergebnisse der Versickerungsversuche

In Schurf 2 und 3 wurden Versickerungsversuche mit fallender Druckhöhe durchgeführt, welche äquivalent mit einigen Korrekturparametern zum Durchlässigkeitsversuch mit fallender Druckhöhe aus DIN 18130-1 aufgebaut und berechnet werden. Hierbei ergaben sich Durchlässigkeitsbeiwerte $k_f = 5,4 \times 10^{-4}$ m/s bis $5,9 \times 10^{-4}$ m/s. Nach DIN 18130 ist der Untergrund damit als „durchlässig“ bis „stark durchlässig“ zu bezeichnen.

7. Hydrogeologische Verhältnisse

Bei der Durchführung der Aufschlüsse wurde in keinem der Aufschlüsse Grund- oder Sickerwasser angetroffen. In oder nach Nässeperioden kann in allen Bereichen, vor allem an der Oberkante der lehmig-tonigen Verwitterungsschichten Sicker- bzw. Schichtwasser auftreten. Aussagen zur genauen Tiefenlage sowie zur Stärke des Wasserandrangs sind aber nicht möglich.

8. Versuchs- und Analyseergebnisse

8.1 Geotechnische Untersuchungen

Zur Bestimmung wichtiger bodenphysikalischer Kennwerte wurden aus den Aufschlüssen insgesamt 21 gestörte und 2 ungestörte Proben entnommen, von denen 8 Proben nach Sichtung und Beurteilung repräsentativ im Labor untersucht wurden. Die entnommenen Proben können links neben den Tiefenprofilen der Anlage 2.1 entnommen werden. In den Anlagen 7.1 und 7.2 ist eine Aufstellung der Ergebnisse der Laborversuche einzusehen. Die übrigen Proben wurden als Rückstellproben eingelagert.

8.1.1 Hangschutt

Aus den Hangschuttschichten wurden die Proben Nr. 19/0503 und 19/0510 weiter bodenmechanisch untersucht.

Wassergehalte

Die natürlichen Wassergehalte wurden mit $w_n = 9,0\% - 10,1\%$ festgestellt.

Kornverteilung

Mit beiden entnommenen Proben ist zur Ermittlung der Kornverteilung eine Siebanalyse mit Bestimmung der abschlämmbaren Bestandteile durchgeführt worden.

Die Anteile der einzelnen Kornfraktionen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 1: Kornverteilung Hangschutt

Aufschluss	Probe Nr.	Ton ¹⁾ [Gew.-%]	Schluff ¹⁾ [Gew.-%]	Sand ¹⁾ [Gew.-%]	Kies ¹⁾ [Gew.-%]	Bodengruppe DIN 18196	Anlage
RKS 1	19/0503	24,2		61,2	14,6	SU* / ST*	8
Sch 1	190510	26,3		49,5	24,2	SU* / ST*	8

1) Korngrößen: Ton: < 0,002mm, Schluff: 0,002 – 0,063 mm, Sande: 0,063 – 2,0 mm, Kiese: 2,0 – 63,0 mm

8.1.2 Verwitterungsschichten

Aus den vollständig verwitterten und zum Teil bereits zersetzten und entfestigten Ton- und Sandsteinen wurden folgende Proben auf ihre bodenmechanischen Eigenschaften untersucht

- Probe Nr. 19/0509
- Probe Nr. 19/0512
- Probe Nr. 19/0521

Wassergehalte

Der natürliche Wassergehalt der Proben wurde mit Werten von $w_n = 12,4\%$ bis $15,9\%$ ermittelt.

Konsistenzgrenzen

Zur Beurteilung der Zustandsgrenzen wurden an den ausgewählten Proben die Fließ- und Ausrollgrenzen nach DIN 18122-1 ermittelt. Die Ergebnisse der Wassergehalte an den Konsistenzgrenzen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 2: Fließgrenzen Verwitterungsschichten

Aufschluss	Probe	WL	WP	IP	lc,<0,4	Konsistenz	Bodengruppe DIN 18196	Anlage
	Nr.	[/]	[/]	[/]				
RKS 4	19/0509	0,372	0,192	0,18	1,09	halbfest	TM	9.1
Sch 2	19/0512	0,332	0,184	0,148	1,08	halbfest	TL	9.2
Sch 4	19/0521	0,359	0,191	0,168	1,12	halbfest	SU* - TM	9.3

Kornverteilung

An den Proben Nr. 17/2653 und 17/2654 wurde zur Ermittlung der Kornverteilung eine kombinierte Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN EN ISO 17892-4 durchgeführt. Die Anteile der einzelnen Kornfraktionen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 3: Kornverteilung Verwitterungsschichten

Aufschluss	Probe Nr.	Ton ¹⁾ [Gew.-%]	Schluff ¹⁾ [Gew.-%]	Sand ¹⁾ [Gew.-%]	Kies ¹⁾ [Gew.-%]	Bodengruppe DIN 18196	Anlage
RKS 4	19/0509	19,9	36,4	18,2	25,5	TM	8
Sch 2	19/0512	21,4	50,2	19,7	8,7	TL	8
Sch 4	19/0521	13,1	18,0	35,3	33,6	SU*	8

1) Korngrößen: Ton: < 0,002mm, Schluff: 0,002 – 0,063 mm, Sande: 0,063 – 2,0 mm, Kiese: 2,0 – 63,0 mm

8.1.3 Festgesteine

Aus den mäßig verwitterten, bis schwach verwitterten Festgesteinsschichten wurden die Proben Nr. 19/0511 und 19/0519 entnommen und weiter im felsmechanischen Labor untersucht.

Einaxiale Druckfestigkeit

Die Feuchtwichte des aus Sch 1 entnommenen Felskerns 19/0511 (Sandstein) wurde mit $\gamma = 22,80 \text{ kN/m}^3$ ermittelt.

Gemäß der DIN 18141 – 1 wurde am entnommenen Felskern 19/0511 ein Druckversuch zur Ermittlung der einaxialen Druckfestigkeit durchgeführt, die mit $q_u = 16,16 \text{ MN/m}^2$ festgestellt wurde. Alle weiteren Angaben zu Abmessungen des Probenkerns und Nebenbedingungen sind Anlage 10 zu entnehmen.

Abrasivität

Zur Beurteilung der Verschleißwirkung des Festgesteins wurde entsprechend der französischen Norm NF P 94-430-1 und der Empfehlung Nr. 23 des AK 3.3 der DGGT ein CERCHAR - Abrasivitätstest an Probe 19/0519 (Sch 3) durchgeführt. Dabei wurde ein CAI-Wert von 0,63 erzielt. Dies bedeutet eine sehr niedrige Verschleißwirkung des Gesteins. Das Ergebnisprotokoll ist in Anlage 11 einzusehen.

Veränderlichkeit

Zusätzlich zum Abrasivitätsversuch wurde ein Wasserlagerungsversuch nach DIN EN ISO 14689-1 an 19/0519 vorgenommen, um die Veränderlichkeit zu überprüfen. Nach 24 Stunden ließ sich keine Veränderung feststellen, somit ist der Grad der Veränderlichkeit 1 (nicht veränderlich). Das zugehörige Laborprotokoll ist in Anlage 12 angehängt.

9. Orientierende abfalltechnische Untersuchungen

9.1 Bewertungsgrundlage

Zur orientierenden umwelttechnischen Bewertung werden folgende Bewertungsgrundlagen herangezogen:

- Länderarbeitsgemeinschaft Abfall: Mitteilung Nr. 20 „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln“, Stand 06.11.1997 /4/
Nachfolgend: LAGA M20
- Bayerisches Landesamt für Umwelt: Merkblatt „Beprobung von Boden und Bauschutt“ /5/, Stand: November 2017

9.2 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erhöhung der Planungssicherheit und für die Ausschreibung der Baumaßnahme wurden orientierende abfalltechnische Untersuchungen an 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 Mischproben wurden auf den Parameterumfang der LAGA M20, die Auffüllungen in der Gesamtfraktion, der natürliche Untergrund in der Feinfraktion <2 mm laboranalytisch untersucht.

Die Aufschlüsse wurden in Abständen von ca. 60 - 100 m niedergebracht.

Die chemischen Analysen wurden von dem nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Labor AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg durchgeführt.

Die Misch- bzw. Einzelproben werden für einen Zeitraum von drei Monaten nach Datum des Prüfberichtes zurückgestellt. Die Rückstellfrist kann gegebenenfalls nach vorheriger Anmeldung verlängert werden.

9.3 Analysenergebnisse

LAGA M20

Die Prüfergebnisse der laboranalytischen Untersuchungen der Boden-/Materialproben sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst. In der Tabelle werden die Entnahmetiefe, die Materialbeschreibung, die orientierende abfalltechnische Einstufung gemäß LAGA M20, 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

Probe (Entnahmetiefe)	Material	Orientierende abfalltechnische Einstufung		Verwertung vor Ort (Einbaubereich)
		LAGA M 20 (Boden)	maßgebli. Parameter	
MP 1 Sch 1 + RKS 1 (0,1 – 0,4 m)	Auffüllung: Kies, mit vielen Steinen, mit Blöcken, sandig (Rollierung)	Z0	[pH (E) 9,2] ¹	Ja (gesamte Baumaß- nahme)
MP 2 RKS 2-4 + Sch 2-4 (0,2 – 2,0 m)	Natürlicher Untergrund: Sand, stark tonig, stark schluffig, kiesig, mit weni- gen Steinen	Z0	[pH (OS) 4,9] ²	Ja (gesamte Baumaß- nahme)

Z...: Einstufung gemäß LAGA-Mitteilung Nr. 20, Teil Boden, Stand 1997

LAGA M20: Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln" Teil II, Stand 06.11.1997

OS: Originalsubstanz; E: Eluat

¹: Gemäß Internetangebot des LfU ist das Endergebnis in der letzten Dezimalstelle gem. DIN 1333 zu runden. Demnach wird der Grenzwert von pH(E) 9 eingehalten.

²: Gemäß Fußnote 1, Tabelle II.1.2-2 stellen niedrige pH-Werte allein kein Ausschlusskriterium dar.

10. Charakteristische Bodenkennwerte

Nach den Ergebnissen der Aufschlüsse und Laborversuche, sowie den Erfahrungen des Gutachters können für erdstatische Berechnungen folgende charakteristische Bodenkennwerte angesetzt werden:

Tabelle 5: 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]
Verwitterungsprodukte (Verwitterungs- und Hanglehm)	20,5	10,5	30,0 ²⁾	5	10- 15 (bindig) 15 - 25 (nicht bindig)
Festgesteine des Mittleren Keuper, stark verwittert	22,0	12,0	30,0	20	30 - 80

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

²⁾ Ersatzreibungswinkel

11. Geotechnische Empfehlungen für die Verlegung der Kanäle

Die nachfolgenden Empfehlungen beziehen sich auf den Bebauungsplan der Planungsgruppe Strunz Variante E vom 05.12.2018. Genaue Angaben zur Tiefenlage, sowie dem Durchmesser und dem Gefälle der vorgesehenen Kanäle liegen noch nicht vor. Nachfolgend können daher nur generelle Empfehlungen gemacht werden.

Kanalgrabensicherung

Nach den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung sind die Böden zumindest kurzfristig senkrecht standsicher, womit ein Verbau in den Kanalgräben, z.B. Großflächenschalungen möglich ist, der nach dem Aushub des Rohrgrabens eingestellt wird. Hohlräume hinter Verbauelementen sollten fachgerecht mit Sand verfüllt werden, um Nachbrüche des Erdreiches zu verhindern.

Bei Einbindung in unverwitterten Fels muss beim Aushub des Kanalgrabens berücksichtigt werden, dass ein Felsmeißel zum Lockern und Lösen erforderlich werden kann. Dabei ist nicht auszuschließen, dass hinter Verbauelementen größere Hohlräume entstehen, welche ebenfalls unmittelbar mit Sand zu verfüllen sind, um Nachbrüche aus dem angrenzenden Erdreich zu vermeiden.

Alternativ ist auch ein geböschter Graben nach DIN 4124 möglich. In den Verwitterungsschichten und dem Hangschutt können Böschungswinkel von ca. 50° angenommen werden, im verwitterten Fels sind bis zu 60° - 70° realisierbar.

Wasserhaltung

Bei der Baugrunduntersuchung wurde in keinem der Aufschlüsse Grund- oder Sickerwasser angetroffen. Bei Ausführung der Baumaßnahme in Nässeperioden oder nach starken Regenfällen muss aber mit Sicker- bzw. Schichtwasser gerechnet werden.

In den Bereichen, in denen Sickerwasser angetroffen wird, muss zur fachgerechten Verlegung der Kanäle eine Wasserhaltung ausgeführt werden. Anfallendes Sickerwasser kann mit einer offenen Wasserhaltung über Baudrainagen und Pumpensümpfe einer geeigneten Vorflut zugeführt werden.

Rohrbettung

Bezogen auf das ursprüngliche Gelände stehen die Felsschichten des Mittleren Keuper bereits 0,6 m bis 2,8 m unter GOK an, so dass zumindest Teile der Rohrgrabensohle im Fels zu liegen kommen.

Nach den Ergebnissen der Baugrunduntersuchungen ist der Fels ausreichend tragfähig, so dass bei Lage der Kanalsohle unterhalb des Felshorizontes die Rohre ohne Zusatzmaßnahmen gebettet werden können. Um Punktlagerungen zu vermeiden, wird eine verstärkte Splittbettung oder eine Betonbettung im Fels empfohlen.

Bei der Massenermittlung für das Beton- bzw. Splittbett muss berücksichtigt werden, dass durch die teilweise bankige Ausbildung der Felsschichten ein unvermeidlicher Mehraushub auftreten kann. Dieser Mehraushub darf nicht mit Aushubmaterial ausgeglichen werden, da hiermit eine ausreichende und gleichmäßige Verdichtung nicht gewährleistet werden kann. Somit ergibt sich ein entsprechender Mehrverbrauch an Beton- bzw. Splitt. In der Ausschreibung sollte daher für die Bereiche, in denen die Rohre auf unverwitterten Felsschichten liegen, von einem Mehrverbrauch im Schnitt von etwa 5 - 10 cm ausgegangen werden.

Bei geringen Verlegetiefen liegt die Rohrgrabensohle in den Verwitterungsschichten. Auch hier ist zumindest teilweise wegen eingelagerten Steinen kein profilgerechter Aushub möglich. Der Mehraushub darf wiederum nicht mit Aushubmaterial ausgeglichen werden, sondern muss durch eine verstärkte Splittbettung ersetzt werden.

Ansonsten haben die verwitterten Schichten eine gute Tragfähigkeit, so dass keine zusätzlichen Stabilisierungsmaßnahmen erforderlich werden. Vor allem die lehmigen Böden sind jedoch sehr wasserempfindlich, so dass durch Einfluss von Sicker- bzw. Schichtwasser die Rohrgrabensohle tiefgründig aufweichen kann. In diesem Fall müssten zur fachgerechten Auflagerung der Rohre Stabilisierungsmaßnahmen durchgeführt werden. Die Stabilisierung müsste in diesem Fall durch einen Austausch aus Mineralbeton der Körnung 2/56 mm erfolgen. Die genaue Mächtigkeit des Austausches muss vor Ort bei Bauausführung, auch in Abhängigkeit vom Durchmesser und Gefälle der Rohrleitung festgelegt werden.

Die genaue Bettung der Rohre richtet sich nach dem Scheitelbruchnachweis entsprechend DIN EN 1610, dem Arbeitsblatt DWA-A 139 sowie dem Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 127.

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 Verdichtung des restlichen Rohrgrabens muss geeignetes, gut verdichtbares und ausreichend tragfähiges Material verwendet werden, das lagenweise einzubringen und zu verdichten ist. Die Dicke der Einzellagen ist nach ZTVA-StB in Abhängigkeit der Bodenart und des Verdichtungsgerätes zu wählen.

Für die Verdichtung und Tragfähigkeit sollten folgende Verdichtungskriterien eingehalten und nachgewiesen werden.

Tabelle 6: 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.

Die beim Aushub anfallenden verwitterten und unverwitterten Sandsteine können für die Rohrgrabenverfüllung verwendet werden. Größere Steine müssten ausgesondert oder entsprechend auf ein Größtkorn von maximal 60 mm gebrochen werden, da dieses Material sonst nicht ausreichend hohlräumarm verdichtet werden kann.

Das überwiegend sandige Hangschuttmaterial ist nach dem Ergebnis der Baugrunduntersuchung gut verdichtbar und kann für die Wiederverfüllung verwendet werden. Dieses Material ist allerdings sehr wasserempfindlich. Das bedeutet, dass das Material möglichst umgehend nach Aushub wieder eingebaut werden muss. Bei einer gegebenenfalls erforderlichen Zwischenlagerung ist das Material sorgfältig abzudecken und vor Feuchtigkeitseinträgen zu schützen.

Sollte die Baumaßnahme in oder nach länger anhaltenden Nässeperioden ausgeführt werden, kann die Eigenfeuchtigkeit des Materials so hoch sein, dass eine ausreichende Verdichtung nicht mehr gewährleistet werden kann. In diesem Fall könnte das Material aber mit Bindemittel aufbereitet werden (siehe Kapitel 12).

Lehmiges Aushubmaterial ist nach dem Ergebnis der Laborversuche nur bis maximal ca. 95 % der einfachen Proctordichte zu verdichten und kann daher nicht für die Rückverfüllung verwendet werden.

Sollte das Aushubmaterial nicht aufbereitet werden, müsste, soweit nicht genügend geeignetes Aushubmaterial anfällt, eine Rückverfüllung zumindest teilweise mit Fremdmaterial erfolgen.

Das Fremdmaterial muss so beschaffen sein, dass die in der Tabelle 5 angegebenen Verdichtungskriterien erreicht werden können. Empfohlen wird ein weitgestuftes Material mit geringen Feinkornanteilen (bspw. Bodengruppe GW gemäß DIN 18196). Auch dieses Material ist vor dem Einbau vom Bodengutachter freizugeben. Um eine Drainagewirkung zu vermeiden, sollte über die komplette Breite und Höhe des Rohrgrabens ein Sperrriegel eingebaut werden.

12. Grundbautechnische Empfehlungen zum Ausbau der Straße

Genaue Angaben über die geplante Höheneinstellung der Straße liegen nicht vor. Es wird davon ausgegangen, dass die Oberkante der geplanten Straße in etwa auf derzeitiger GOK liegt. Durch die Hanglage wird sich aber voraussichtlich im bergseitigen Bereich ein Einschnitt ergeben, während talseits entsprechend aufzufüllen ist.

Tragfähigkeit des Planums

In den Bereichen, in denen die Oberkante der Straße auf bzw. unter derzeitiger GOK liegt, dürften bei einer angenommenen Mächtigkeit des Straßenoberbaus von ca. 50 - 60 cm auf Höhe des Planums überwiegend sandig-lehmige Verwitterungsschicht vorhanden sein.

Gemäß ZTVE-StB bzw. RStO muss auf Höhe des Straßenplanums eine Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ gewährleistet werden. Diese Tragfähigkeit ist auch bei bestmöglicher Verdichtung des Planums nicht bzw. nur in Ausnahmefällen zu erzielen.

Aus diesem Grund muss eine Stabilisierung des Planums durchgeführt werden. Bei den vorhandenen Untergrundverhältnissen wird empfohlen, die Stabilisierung durch einen Bodenaustausch aus Schottermaterial oder Felsklein der Körnung 10/120 mm durchzuführen. Wird die Rohrgrabenverfüllung wie in Kapitel 11 beschrieben ausgeführt, ist im Bereich der Kanalgräben bereits eine ausreichende Tragfähigkeit gegeben. Eine Stabilisierung wird somit nur außerhalb der Leitungszone erforderlich.

Die genaue Mächtigkeit des Austausches ist abhängig von verschiedenen Faktoren, im Wesentlichen auch von den Witterungsverhältnissen vor und während der Bauausführung, so dass endgültige Angaben erst nach Anlegen von Probefeldern und Ausführung von Plattendruckversuchen gemacht werden können.

Bei den zum Zeitpunkt der Baugrunduntersuchung festgestellten Verhältnissen kann davon ausgegangen werden, dass auf der Verwitterungsschicht je nach Feinanteil eine Stabilisierung von ca. 20 - 40 cm erforderlich wird.

Wird ein Bodenaustausch durchgeführt, muss vor dem Einbringen der Stabilisierung auf das vorhandene Planum ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 4 (Flächengewicht ca. 250 – 300 g/m²) verlegt werden. Das Geotextil verhindert ein Eindringen von Feinteilen aus dem Untergrund in die Stabilisierungsschicht, die damit geringer tragfähig werden würde. Auf das Geotextil ist dann das Schottermaterial/Felsklein in Lagen von maximal 30 cm aufzubringen und lagenweise zu verdichten.

Alternativ kann eine Stabilisierung mit Bindemittel erfolgen (siehe Kapitel 12).

Dammschüttung

Für die „Dammschüttung“ kann Aushubmaterial verwendet werden, das aber überwiegend mit Bindemittel aufbereitet werden müsste. Das Material ist in Lagen von maximal 25 - 30 cm einzubringen und lagenweise nach ZTVE-StB zu verdichten.

Die Böschung der Dammschüttung sollte unter einer Neigung von maximal 1:1,5 hergestellt werden.

Im talseitigen Bereich ist vor dem Einbau des Dammschüttmaterials die Dammaufstandsfläche abgetrept herzustellen.

Beurteilung der Frostschutzschicht

Nach den Ergebnissen der Laborversuche sind die Böden nach DIN 18196 als leicht bis mittelplastische Tone mit dem Gruppensymbol TL bzw. TM und als Sand-Schluff-Gemische (SU*) einzuordnen. Diese Böden sind sehr frostempfindlich und fallen somit laut ZTVE-StB in die Frostempfindlichkeitsklasse F3.

Im Bereich der Dammschüttung bzw. in den Bereichen, in denen eine Stabilisierung des Planums erforderlich wird, ist die Mächtigkeit der Frostschutzschicht abhängig von der Mächtigkeit und der Frostempfindlichkeit des Dammschüttmaterials bzw. der stabilisierten Schicht. Bei einem Bodenaustausch kann bei einer Mächtigkeit von mehr als 30 cm und bei Verwendung von geeignetem frostsicherem Material die Frostschutzschicht nach Klasse F 2 ausgelegt werden.

Eine Bodenverbesserung mit Bindemittel hat nur einen geringen Einfluss auf die Frostempfindlichkeit, so dass in diesem Fall die Frostschutzschicht nach der Klasse F3 ausgelegt werden muss. Eine Einstufung in Frostempfindlichkeitsklasse F2 ist nur bei Ausführung einer qualifizierten Bodenverbesserung nach dem „Merkblatt über Bodenverfestigung und Bodenverbesserung mit Bindemittel“ und einem entsprechend höherem Bindemittelgehalt möglich.

Hinweise zur Bauausführung

Sollte die Baumaßnahme nach länger anhaltenden Nässeperioden ausgeführt werden, können die bei der Baugrunduntersuchung im Erdplanum der Straße angetroffenen Verwitterungsprodukte eine geringere Konsistenz besitzen. In diesem Fall müssten zur Erreichung einer ausreichenden Tragfähigkeit des Planums zusätzliche Stabilisierungsmaßnahmen durchgeführt werden, deren Art und Umfang vor Ort festzulegen sind.

Ein Befahren des Planums sollte besonders in oder nach Nässeperioden vermieden werden, da sonst die Gefahr von tiefgründigen Aufweichungen besteht und umfangreiche zusätzliche Stabilisierungsmaßnahmen notwendig werden können. Bei ungünstigen Witterungsverhältnissen sollten daher die Arbeiten soweit möglich eingestellt werden.

Da die Verwitterungsprodukte sehr wasserempfindlich sind, sollte auf dem Planum jeweils eine Schutzschicht mit einer Mächtigkeit von mindestens 30 cm verbleiben. Nach dem Aushub bis auf Höhe Planum bzw. Stabilisierungssohle sollte sofort die erforderliche Stabilisierung bzw. die Frostschutzschicht eingebracht werden, damit das Planum nicht infolge von Regenfällen aufweichen kann.

13. Einsatz von Bindemittel

Beim Aushub des Kanalgrabens bzw. auf Höhe des Planums sind überwiegend sandig-lehmige Verwitterungsschichten vorhanden, die größtenteils nicht ausreichend verdichtbar/tragfähig sein dürften.

Soll das Material im Rohrgraben wieder eingebaut werden, muss eine Aufbereitung mit Bindemittel erfolgen, ebenso wie zur Verbesserung der Tragfähigkeit auf Höhe des Straßenplanums.

Hierfür 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 Bindemittelart und -mengen ausgegangen werden:

Tabelle 7: Bindemittelart und -menge bei Rückverfüllung/Stabilisierung

Bereich	Bindemittelart	Mischverhältnis Kalk/Zement	Bindemittelmenge	
			[%]	[kg/m ³]
Rohrgraben und Dammschüttung	Mischbinder	90/10	1 - 2	15 - 35
Rohrgraben/Dammschüttung ab 0,5 m unter Planum	Mischbinder	70/30 bis 50/50	2 - 3	35 - 50
Planum	Mischbinder	70/30 bis 50/50	2 - 3	35 - 50

Die endgültige Bindemittelart und -menge kann erst bei Bauausführung in Abhängigkeit vom natürlichen Wassergehalt des Bodens und der Witterungsverhältnisse festgelegt werden.

Soll eine qualifizierte Bodenverbesserung auf Höhe des Planums erfolgen, müsste der Bindemittelanteil entsprechend erhöht werden. Die Anforderungen an die Bindemittelmenge, die Festigkeit und an die Ausführung ergeben sich z.B. entsprechend der ZTVE-StB. Im Vorfeld der Maßnahme sind entsprechende Eignungsprüfungen durchzuführen.

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 Wohngebiete oder an der Grenze des Naturschutzgebietes im Hinblick Schutzgüter akzeptiert werden kann.

14. Generelle Gründungsempfehlungen

Eine generelle Aussage zur Gründung ist nicht möglich, da Gründungsempfehlungen abhängig von der Art der Bebauung und vor allem den auftretenden Lasten sind.

Bei den angetroffenen Untergrundverhältnissen ist aber davon auszugehen, dass eine „normale“ Flachgründung ausgeführt werden kann. Dies kann sowohl über eine Bodenplatte (auf Bodenaustausch) als auch über Einzel- und Streifenfundamente erfolgen.

Angeben zu Bemessungswert sowie zu Mächtigkeit des Bodenaustausches können aber nicht verallgemeinert für das gesamte Baugebiet gegeben werden.

15. Bewertung orientierende abfalltechnische Untersuchungen

LAGA M20

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 LAGA M20 zu beachten.

16. Geotechnische Klassifizierung

Nach der aktuellen Norm (VOB/C, September 2016) 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 „Landschaftsarbeiten“
- ATV DIN 18300 „Erdarbeiten“

16.1 Schichteinteilung

Bei der Festlegung der Homogenbereiche werden folgende Schichteinteilungen verwendet:

Tabelle 8: Schichteinteilung

Schicht-Nr.	Bodenschichtung	Einstufung	
		Boden	Fels
1	Oberboden	X	
2	Auffüllungen	X	
3	Verwitterungsprodukte	X	
4	Mittlerer Keuper, Sandstein, angewittert		X

Tabelle 9: Festlegung Homogenbereiche

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

Da es sich bei Schicht 2 um Auffüllungen handelt, sind diese gesondert auszuheben und zu behandeln.

Die endgültigen Homogenbereiche, sowie gegebenenfalls erforderliche Homogenbereiche für weitere Gewerke sind im weiteren Verlauf der Planungen in enger Absprache 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.

16.2 Zahlenwerte Homogenbereiche DIN 18320

Tabelle 10: Homogenbereiche Boden entsprechend VOB DIN 18320

Homogenbereich	HOB 1	
Schicht-Nr.	1	
Eigenschaft / Kennwert	von	bis
Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung	
Bodengruppe (DIN 18196)	OT, OH, OU	
Bodengruppe (DIN 18915)	2 - 9	
Massenanteil Steine, D > 63 mm [Gew. %] (DIN EN ISO 14688-1)	0	20
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

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

16.3 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.
- Einsatz Anbaufräse z.B. Wirtgen W220
- Einsatz Fräsenzug z.B. Wirtgen W200

16.3.1 Boden

Tabelle 11: Homogenbereiche Boden entsprechend VOB DIN 18300

Homogenbereich	HEB 1	
Schicht-Nr.	2	
Eigenschaft / Kennwert	von	bis
Ortsübliche Bezeichnung	quartäre Lehme, Verwitterungsprodukte	
Bodengruppe (DIN 18196)	GU/GT/GU*/GT* SU/ST/SU*/ST* UL/UM/UA/TM/TL/TA	
Korngrößenverteilung (DIN 17892)	Körnungsband Anlage 13.2	
Massenanteil Steine, D > 63 mm [Gew. %] (DIN EN ISO 14688-1)	0	60
Massenanteil Blöcke, D > 200 mm [Gew. %] (DIN EN ISO 14688-1)	0	0
Masseanteil große Blöcke, D > 630 mm [Gew. %] (DIN EN ISO 14688-1)	nb	
Dichte (DIN 18125-2) [g/cm³]	1,8	2,2
undrainierte Scherfestigkeit (DIN 4094-4) [kN/m²]	nb	
Wassergehalt (DIN EN ISO 17892-1) [-]	5	35
Plastizitätszahl (DIN 18122-1) [-]	0,10	0,30
Konsistenzzahl (DIN 18122-1) [-]	0,75	>1,25
Lagerungsdichte¹⁾ (DIN EN ISO 14688-2) [-]	nb	
Organischer Anteil (DIN 18128) [Gew. %]	0	3

1) indirekt bestimmt über Rammsondierungen

nb: nicht bestimmt, nicht bestimmbar

kursiv: Erfahrungswert, Schätzwert, oder indirekt bestimmt

16.3.2 Fels

Tabelle 12: Homogenbereiche Fels entsprechend VOB DIN 18300

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

¹⁾ atmosphärisch

²⁾ unter Wasserabdeckung

³⁾ Kluffflächenabstand 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

17. Zusammenfassung

17.1 Allgemein

Trotz der stichprobenartigen, repräsentativen Aufschlüsse können zwischen den Untersuchungsstellen andere Untergrundverhältnisse vorhanden sein, als im Gutachten beschrieben.

17.2 Empfehlungen

Zur Erreichung einer ausreichenden Tragfähigkeit werden im Kanal- und Straßenbereich Stabilisierungsmaßnahmen erforderlich.

17.3 Empfehlungen zur weiteren Erkundung

Nach dem derzeitigen Planungsstand werden aus geotechnischer keine weiteren Aufschlüsse erforderlich.

17.4 Empfehlungen zur geotechnischen Überwachung

Da umfangreiche Erdarbeiten erforderlich werden, ist ein Qualitätssicherungsplan aufzustellen, in dem Angaben zu Verdichtungskriterien und Tragfähigkeiten gemacht werden. Außerdem sind Aussagen zu der erforderlichen Eigen- und Fremdüberwachung zu treffen.

17.5 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 für Zuordnungsklassen für Boden (Z0) gemäß LAGA M20 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).
- 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 \leq Z1.2 die vorliegenden in-situ-Untersuchungen ausreichend sind.
- Verbindliche abfalltechnische Deklaration der Aushubmaterialien \leq Z1.2 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.

In Auffüllungsmaterialien ist mit bodenfremden Bestandteilen (Fremdbestandteilen) zu rechnen, auch wenn diese nicht erkundet wurden. Allein das Vorhandensein bestimmter Fremdbestandteile (z.B. Asphaltdeckenreste) kann zu einer schlechteren abfalltechnischen Einstufung 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.

17.6 Empfehlungen zur umwelttechnischen Überwachung

Die Aushubmaßnahme ist durch eine verantwortliche Person fachtechnisch zu begleiten, um eine ordnungsgemäße Verwertung der Aushubmaterialien zu gewährleisten.

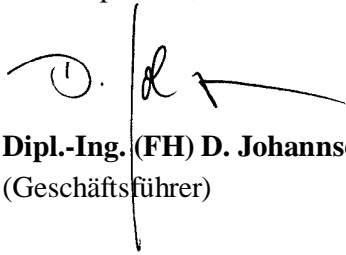
Die abfalltechnischen Empfehlungen in Kapitel 17.5 sind zu beachten. Für Aushubmaterialien \leq Z1.2 ist im Vorfeld mit der geplanten Entsorgungsstelle und gegebenenfalls der zuständigen Fachbehörde abzustimmen, ob die vorliegenden in-situ-Ergebnisse für eine abfalltechnische Einstufung ausreichend sind.

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:

VG Ebelsbach (1x Schriftform, 1x digital)

Planungsgruppe Strunz (1x Schriftform, 1x digital)