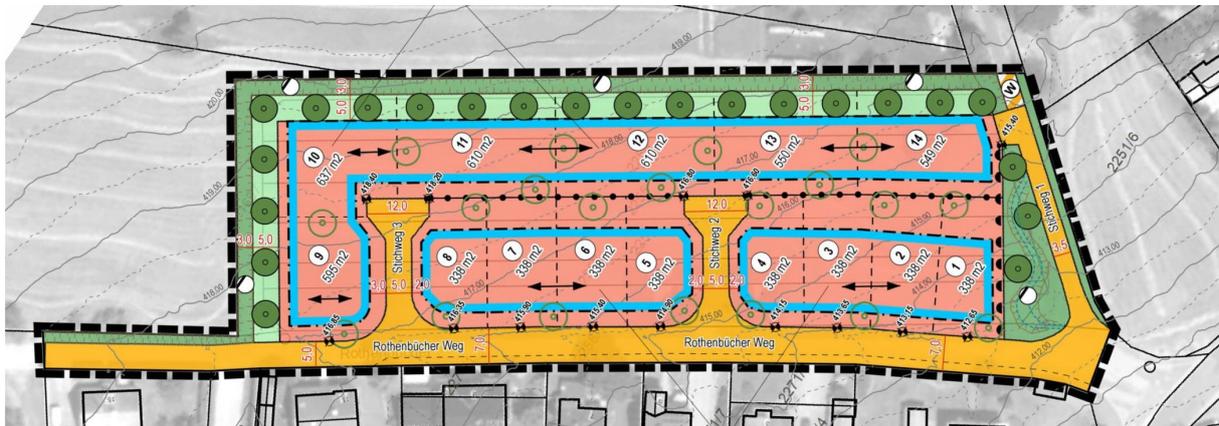


Erschließung Wohngebiet Rothenbücher Weg, Bischbrunn

Geotechnischer Bericht



Ort:	Bischbrunn
Bauherr:	Gemeinde Bischbrunn über die Verwaltungsgemeinschaft Marktheidenfeld Petzoltstraße 21 97828 Marktheidenfeld
Projektleiter:	Dipl.-Ing. (FH) D. Johannsen
GMP-Projektnr.:	223304\g1 Jo/fr
Datum:	19.11.2024

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. (FH) Dietmar Johannsen
 Dr. Verena Herrmann

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

Unterlagen: Fleckenstein Landschaftsplanung . Stadtplanung:

/1/ Vorentwurf BLP Rothenbücher Weg 0823 Auszug

Länderübergreifende Regelungen für die abfalltechnische Bewertung:

/2/ „Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung)“ vom 09.07.2021

Länderspezifische Regelungen für die abfalltechnische Bewertung:

/3/ Bayerisches Landesamt für Umwelt: Merkblatt „Umgang mit Bodenmaterial“, Stand: Juli 2022

Anlagen:

1. Übersichtslageplan, M = 1:25.000
2. Legendenblatt
3. Lageplan der Aufschlüsse mit Tiefenprofilen und Rammdiagrammen, M = 1:500/1:100
4. Bilddokumentation Ansatzpunkte der Aufschlüsse
5. Bilddokumentation Schürfe
6. Bilddokumentation Bohrkerne Schwarzdecke
7. Tabellen entnommene Bodenproben
8. Zusammenstellung der Laborversuche
9. Körnungslinien nach DIN EN ISO 17892-4
10. Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12
11. Körnungsbänder
12. Ergebnisse der Versickerungsversuche

Anhang:

Chemisches Labor Dr. Graser, Schonungen:
Prüfbericht 2404113 vom 21.02.2024

AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg
- Prüfbericht 3586623 – 603286 vom 12.08.2024

Inhaltsverzeichnis:

	Seite
1. Vorgang	5
2. Örtliche Verhältnisse	5
2.1 Geplante Baumaßnahme	5
2.2 Geotechnische Kategorie und Erdbebenzone.....	5
2.3 Erdbebenzone	5
2.4 Frosteinwirkung.....	6
2.5 Schutzgebiet	6
3. Untergrunderkundung	6
3.1 Durchgeführte Aufschlüsse	6
3.2 Geotechnische Probenahme	7
3.3 Umwelttechnische Probenahme	7
3.4 Einmessung der Aufschlusspunkte	7
4. Untergrundverhältnisse	8
4.1 Geologische Verhältnisse.....	8
4.2 Oberboden	8
4.3 Oberflächenbefestigung (A).....	9
4.4 Quartäre Sande und Kiese (q)	9
4.5 Verwitterungsschutt.....	9
4.6 Festgesteine des Mittleren Buntsandstein	10
5. Grundwasserverhältnisse	10
6. Feldversuche	12
7. Geotechnische Laborversuche	13
8. Orientierende abfalltechnische Untersuchungen	13
8.1 Bewertungsgrundlage	13
8.2 Durchgeführte Untersuchungen	14
8.3 Analysenergebnisse	14
9. Geotechnische Kenngrößen.....	15
10. Grundbautechnische Empfehlungen	16
10.1 Allgemein.....	16
10.2 Grundbautechnische Empfehlungen Kanal.....	16
10.3 Grundbautechnische Empfehlungen zum Ausbau der Straße.....	20
11. Einsatz von Bindemittel	22

12.	Bewertung orientierende abfalltechnische Untersuchungen	23
13.	Homogenbereiche	24
13.1	Geotechnische Klassifizierung	24
13.2	Schichteinteilung	24
13.3	Zahlenwerte Homogenbereiche DIN 18320	26
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	Empfehlungen zur weiteren Erkundung	29
14.2	Hinweise für Planung, Ausschreibung und Durchführung von Entsorgungsmaßnahmen	29
14.3	Empfehlungen zur geotechnischen Überwachung	31
14.4	Empfehlungen zur umwelttechnischen Überwachung	31

1. Vorgang

Die Gemeinde Bischbrunn plant über das Büro Fleckenstein Landschaftsplanung . Stadtplanung die Erschließung des Baugebietes „Rothenbücher Weg“ in Bischbrunn.

Die GMP - Geotechnik GmbH & Co. KG wurde mit Auftrag vom 05.12.2023 mit der Baugrunduntersuchung und der Ausarbeitung des Geotechnischen Berichts beauftragt. Auftragsgrundlage ist das GMP-Angebot vom 31.10.2023.

2. Örtliche Verhältnisse

2.1 Geplante Baumaßnahme

Das Untersuchungsgebiet befindet sich am nördlichen Ortsrand der Gemeinde Bischbrunn (siehe Übersichtslageplan, Anlage 1). Nach vorliegenden Planunterlagen und Angaben des Büros Fleckenstein soll ein Wohngebiet mit einer Fläche von etwa 0,9 ha erschlossen werden. Die Erschließung soll über den westlich gelegenen Rothenbücher Weg erfolgen.

Das Gelände ist in südwestliche Richtung abschüssig. Beim Einmessen der Aufschlusspunkte wurden Geländehöhen zwischen 414,34 m NHN (Sch 2) und 417,92 m NHN (Sch 1) erfasst.

2.2 Geotechnische Kategorie und Erdbebenzone

Die geotechnische Kategorie gemäß DIN 4020 und DIN 1054 ist von der geplanten Bebauung abhängig. Das geplante Projekt ist in die Kategorie GK 2 einzuordnen. Gegebenenfalls muss im weiteren Verlauf der Planung die Kategorie angepasst werden.

2.3 Erdbebenzone

Das Baugelände gehört gemäß DIN EN 1998-1 keiner Erdbebenzone und keiner Untergrundklasse an.

2.4 Frosteinwirkung

Das Untersuchungsgebiet liegt gemäß der RStO in der Frosteinwirkungszone II. Damit ist ein Frostindex von $F_i > 250$ bis ≤ 330 [$^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$] anzusetzen. Daraus lässt sich eine Frosteindringung von ca. 80 - 90 cm abschätzen.

2.5 Schutzgebiet

Die Baumaßnahme befindet sich außerhalb von Wasserschutz- und Heilquellenschutzgebieten.

3. Untergrunderkundung

3.1 Durchgeführte Aufschlüsse

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden zwei Rammkernsondierungen (RKS 1 und RKS 2) niedergebracht. Zusätzlich wurden zwei Schürfe (Sch 1 und Sch 2) ausgehoben, um mithilfe eines Versickerungsversuches die Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes zu ermitteln.

Zur Bestimmung der relativen Tragfähigkeit sowie der Lagerungsdichte des Baugrundes wurden zu den vier Aufschlüssen Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH 1 – DPH 4) abgeteuft.

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse sind in den Lageplan der Anlage 3 im Maßstab 1:500 eingetragen. Eine Bilddokumentation der Aufschlussstellen ist in Anlage 4 beigefügt.

Die Ergebnisse der Aufschlüsse sind in Form von höhenorientierten Tiefenprofilen im Lageplan der Anlage 3 eingetragen (Mdh = 1:100). Rechts neben den Tiefenprofilen sind die angetroffenen Boden- und Felsarten mit Kurzzeichen nach DIN 4023 beschrieben. Angegeben sind außerdem die Farben und geologischen Kennzeichnungen sowie die Lagerungsdichte des angetroffenen Bodens.

Die Anzahl der Schläge, die notwendig ist, um die schwere Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2:2012 (DPH) 10 cm in den Boden einzurammen, ist ebenfalls in der Anlage 3 in den Rammdiagrammen eingetragen (MdH = 1:100).

Die verwendeten Signaturen der Bohrprofile und die Kurzzeichen für die angetroffenen Bodenarten sind in den Legenden der Anlage 2 erläutert.

3.2 Geotechnische Probenahme

Zur Bestimmung wichtiger bodenphysikalischer Kennwerte wurden aus den Aufschlüssen repräsentative Proben entnommen, die tabellarisch in der Anlage 7 zusammengestellt sind.

Die Nummern und Tiefen der entnommenen Bodenproben sind außerdem links neben den Tiefenprofilen der Anlage 3 angegeben.

3.3 Umwelttechnische Probenahme

Aus den Aufschlüssen wurden Asphaltdeckenkerne sowie Boden-/Materialproben für orientierende abfalltechnische Untersuchungen entnommen, im GMP-Labor gesichtet und abfalltechnisch beurteilt. Zum Zeitpunkt der Probenahme wurde am Asphaltdeckenkern der RKS 2 keine geruchlichen Auffälligkeiten festgestellt.

Der untersuchte Asphaltdeckenkern mit durchgeführter Analytik ist der Tabelle 2 der Anlage 7 zu entnehmen. In der Tabelle 3 der Anlage 7 sind die für orientierende abfalltechnische Untersuchungen entnommenen Boden-/Materialproben mit der Angabe der durchgeführten Analytik zusammengestellt.

3.4 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. Untergrundverhältnisse

4.1 Geologische Verhältnisse

Nach der Geologischen Karte von Bayern stehen im Untersuchungsgebiet Festgesteine des Oberen bzw. Mittleren Buntsandstein an, wobei im Gelände nur auf Mittleren Buntsandstein gestoßen wurde. Darüber folgt sandig-kiesiger Verwitterungsschutt, welcher von einer geringmächtigen, quartären Einheit (Sand, Kies) überlagert wird. Den Oberflächenabschluss bildet der Oberboden bzw. die Oberflächenbefestigung.

Aus geotechnischer Sicht kann der Untergrundaufbau vereinfacht mit fünf Schichten dargestellt werden:

1. Oberboden (Mu)
2. Oberflächenbefestigung (A)
3. Quartäre Sande und Kiese (q)
4. Verwitterungsschutt (q-sm)
5. Festgesteine des Mittleren Buntsandstein (sm)

Die genaue Schichtenfolge kann den Tiefenprofilen der Anlage 3 entnommen werden.

4.2 Oberboden

Die Erkundungsmaßnahmen wurden überwiegend auf Grünflächen (Wiese) ausgeführt. Dementsprechend wird zuerst ein Oberboden mit einer Mächtigkeit von 0,30 m und dunkelbrauner Farbe angetroffen. Mutterboden wird nach DIN 4023 mit dem Kurzzeichen Mu gekennzeichnet.

4.3 Oberflächenbefestigung (A)

RKS 2 wurde auf asphaltiertem Weg abgeteuft. Folglich wurde zunächst 6 cm dicke Schwarzdecke erbohrt, welche auf einem bis 0,30 m u. GOK reichendem Mineralstoffgemisch (Kurzzeichen: G, s, u) eingebracht worden ist. Laut Schlagzahlen der DPH 2 ist die Tragschicht mitteldicht gelagert.

4.4 Quartäre Sande und Kiese (q)

Unter dem Mutterboden folgen quartäre Sande, welche sehr heterogen ausgebildet sind und neben Sand als Hauptmengenbestandteil Schluff, Kies, Steine und teilweise Blöcke beinhalten (u, g, x, y). Blöcke weisen Kantenlängen von > 60 cm auf. Diese Schichten wurden bis 0,60 m u. GOK erkundet.

Die Schlagzahlen der schweren Rammsonde weisen oberflächennah sehr geringe Werte auf ($N_{10,DPH} = 0 - 1$), was auf einen sehr lockeren Boden hindeutet.

Unter den Auffüllungen in RKS 2 folgen Kiese (G), dem Sand, Schluff und Ton beigemischt ist (s, u, t). Die Schlagzahlen sind hier etwas höher und bewegen sich zwischen 3 und 10. Der Kies ist demnach locker bis mitteldicht gelagert.

4.5 Verwitterungsschutt

Ab Tiefen von 0,6 m - 1,0 m unter GOK folgt sehr heterogener Verwitterungsschutt. Dieser besteht aus Kies mit Beimengungen an Sand, Schluff, Steinen und Geröllen (G, s, u, x, y). Den Ergebnissen der Rammsondierung nach ist diese Bodeneinheit überwiegend mitteldicht gelagert. Die Schichtunterkante lag in den Bohrungen bei 1,50 bis 1,80 m u. GOK.

Bei RKS 2 besteht diese Bodeneinheit laut Ansprache aus dem Gelände aus Feinsand, dem Kies, Steine, Blöcke und Schluff beigemenget sind (fS, g, x, y, u).

Mit Schlagzahlen von $N_{10,DPH}$ ca. 10 - 20 haben die Verwitterungsschichten eine mindestens mitteldichte Lagerung. Die Sondierung DPH 2 kam vermutlich auf einem Stein oder Blöcke fest.

4.6 Festgesteine des Mittleren Buntsandstein

Mit zunehmender Tiefe geht der Boden in das Festgestein des Mittleren Buntsandstein über. Dabei handelt es sich um fein bis grob laminierte Sand- (Sst) und Tonsteine (Tst, RKS 1) mit starkem bis vollständigem Verwitterungsgrad. Die Schichtoberkante lag zwischen 1,50 m und 1,80 m unter Ansatzpunkt.

Die Endteufe der Kleinbohrungen lag zwischen 2,00 und 2,40 m u. GOK. Die Rammsonden DPH 1, 3 und 4 kamen kurz nach Erreichen des Festgesteins fest. Auch die Schürfe konnten wegen der kompakten Ausbildung nicht tiefer als ca. 2 m ausgehoben werden. Unterhalb der Aufschlussendtiefe sind kompakt ausgebildete Sandsteine zu erwarten.

5. Grundwasserverhältnisse

Am Tag der Baugrunderkundung wurde in RKS 2 in 0,50 m Tiefe unter GOK (= 415,18 m NHN) Ruhewasser vorgefunden. Die Sondierungen wurden in geringem Abstand zum „Kändlesbrunnen“ ausgeführt, der auf der gegenüberliegenden Straßenseite knapp unter GOK entspringt.



Bild 1: Ausschnitt Topografische Karte

(Quelle: BayernAtlas Plus)

Am Tag der Baugrunduntersuchung war der Entwässerungsgraben neben der Straße relativ stark wasserführend. Ob es sich bei dem in der Sondierung festgestellten Wasser um Sickerwasser aus dem Graben handelt, kann nicht beurteilt werden.



Bild 2: Wasserführender Straßengraben

Des Weiteren wurde in der Schurfentiefe von Schurf Sch 1 Wasser angetroffen. In den übrigen Bereichen wurde kein Wasser festgestellt. Auch auf Luftbildern (z.B. Google Earth) sind keine Hinweise zu erkennen, die einen oberflächennahen Grund- oder Schichtwasserhorizont vermuten lassen. Eine lineare Verfärbung nordöstlich des geplanten Baugebietes ist auf eine vor einigen Jahren verlegte Wasserleitung zurückzuführen.



Bild 3: Luftbild

(Quelle: Google Earth)

Nach längeren Nässeperioden oder Niederschlagsereignissen sind generell Stauhori-
zonte auf wasserundurchlässigeren Schichten zu erwarten. Zur Stärke und Tiefenlage
von Wasserzutritten sind hierbei keine Angaben möglich.

6. Feldversuche

Zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes wurden zwei Versicke-
rungsversuche im Schurf durchgeführt. Die Absenkung wurde mithilfe einfacher
Messtechnik erfasst.

Die Versuchsauswertung ist der Anlage 12 zu entnehmen, die Ergebnisse werden hier
tabellarisch dargestellt:

Tabelle 1: Durchlässigkeitsbeiwerte

Aufschluss	Tiefe Schurf [m u. GOK]	k_f -Wert [m/s]
Sch 1	2,00	$1,2 \cdot 10^{-5}$
Sch 2	2,00	$5,7 \cdot 10^{-6}$

Mit den ermittelten k_f -Werten ist nach DWA A 138 der anstehende Untergrund als „durchlässig“ zu bezeichnen.

7. Geotechnische Laborversuche

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

Tabelle 2: Normung Laborversuche

Art	Versuch	Norm	Ausgabe
Boden	Bestimmung des Wassergehalts	DIN EN ISO 17892 - 1	08-2022
	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
	Klassifizierung	DIN 18196	05-2011

Die Ergebnisse der Laborversuche sind in Anlage 8 zusammengefasst. Die Dokumentation der jeweiligen Versuche ist in den Anlagen 9 bis 10 beigelegt.

8. Orientierende abfalltechnische Untersuchungen

8.1 Bewertungsgrundlage

Zur orientierenden umwelttechnischen Bewertung werden folgende Bewertungsgrundlagen herangezogen:

- „Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung)“ vom 09.07.2021 /2/
Nachfolgend: EBV
- Bayerisches Landesamt für Umwelt: Merkblatt „Umgang mit Bodenmaterial“, Stand: Juli 2022 /3/

8.2 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erhöhung der Planungssicherheit und für die Ausschreibung der Baumaßnahme wurden orientierende abfalltechnische Untersuchungen an einer Einzelprobe durchgeführt. Die verwendete Einzelprobe ist in Tabelle 3 der Anlage 7 aufgeführt.

Die Einzelprobe aus der Auffüllung wurden auf den Parameterumfang der EBV laboranalytisch untersucht. Die Asphaltdeckenkerne wurden nicht laboranalytisch untersucht.

Die Aufschlüsse wurden in Abständen von ca. 50 m niedergebracht.

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

Die 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.

8.3 Analysenergebnisse

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 EBV, Hinweise für eine Verwertung sowie die für die Einstufung maßgeblichen Parameter angegeben. Aufgrund der geringen Probenmenge sind nur die Feststoffparameter (Parameter von BM-0) analysiert worden.

Tabelle 3: Orientierende abfalltechnische Einstufung von Aushubmaterialien

Probe (Entnahmetiefe)	Material	Orientierende abfalltechnische Einstufung		Verwertung ¹
		EBV	maßgebl. Parameter	
EP 1 RKS 1 - 4 (0,12 – 1,4 m)	Auffüllung: Kies, sandig, schluffig (Mineralstoffgemisch)	BM-0 (Sand)	-	Ja, aus umwelttechnischer Sicht uneingeschränkt in technischen Bauwerken verwertbar

EBV: „Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technischen Bauwerken (Ersatzbaustoffverordnung)“; Stand: 09.07.2021

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

9. 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 4: 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]
Quartärer Sand	20,0	10,0	30,0	0	20 - 30
Quartärer Kies	20,0	10,0	32,5	0	30 - 50
Verwitterungsschutt	19,5	9,5	35,0	2	50 - 80
Mittlerer Buntsandstein	22	12	35,0	59 ²⁾	> 100

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

2) technische Kohäsion

10. Grundbautechnische Empfehlungen

10.1 Allgemein

Nach den vorliegenden Planunterlagen soll ein Neubaugebiet mit insgesamt 14 Grundstücken erschlossen werden. Die Grundstücke haben Größen zwischen ca. 340 und 640 m². Die Erschließung erfolgt über den Rothenbücher Weg.

10.2 Grundbautechnische Empfehlungen Kanal

Genauere Angaben zur Tiefenlage sowie zum Durchmesser und Gefälle der Kanäle liegen noch nicht vor. Im Folgenden können daher zunächst nur generelle Empfehlungen gegeben werden.

Rohgrabenaushub

Nach dem Ergebnis der Baugrunduntersuchung sind in den Kiesen und im Verwitterungsschutt Steine und Blöcke eingelagert mit Kantenlängen teilweise > 60 cm. Im Fels ist unterhalb der Aufschlussentiefe mit einer kompakten Ausbildung zu rechnen. Bei Einbindetiefen > ca. 2 m muss davon ausgegangen werden, dass zumindest teilweise der Einsatz eines Felsmeißels erforderlich wird.

Kanalgrabensicherung

Nach dem Ergebnis der Baugrunduntersuchung sind im Untersuchungsbereich unter Oberboden zunächst sandig-kiesige Böden vorhanden. Aufgrund der teils nur geringen bindigen Bestandteile ist davon auszugehen, dass diese Schichten auch kurzzeitig nicht senkrecht standsicher sind. Aus diesem Grunde muss zur Sicherung des Rohrgrabens zumindest bis auf Höhe Oberkante Fels ein Verbau im Absenkverfahren eingebracht werden. Der Fels wurde in folgenden Tiefen angetroffen:

Tabelle 5: OK Fels

Aufschluss	GOK [m NHN]	OK Fels unter GOK [m]	OK Fels absolut [m NHN]
RKS 1	416,95	1,80	415,2
Sch 1	417,92	1,50	416,4
Sch 2	414,34	1,80	412,5
RKS 2	415,68	1,60	414,1

Der Fels ist ausreichend standsicher, so dass hier keine vorausseilende Sicherung der Grabenwandung erforderlich wird.

Alternativ kann der Kanalgraben unter Berücksichtigung der DIN 4124 geböscht hergestellt werden. Im Verwitterungsschutt und den quartären Sanden und Kiesen können dabei Böschungswinkel von 45° angenommen werden. Im verwitterten Fels kann die Böschung unter ca. 60 - 70°, im unverwitterten Fels unter ca. 80° hergestellt werden.

Wasserhaltung

Bei der Baugrunduntersuchung wurde nur im Bereich der Sondierung RKS 2 Wasser bereits bei 0,5 m unter GOK angetroffen. Im Schurf 1 wurde in der Schurfendtiefe auf der Sohle Wasser festgestellt.

In den übrigen Aufschlüssen wurde weder Grund- noch Sickerwasser festgestellt. Die Sondierung RKS 2 liegt in der Nähe des Kändlesbrunnen. Inwieweit hier eine wasserführende Schicht/wasserführende Ader vorhanden ist, die nur lokal eng begrenzt ist, kann nicht beurteilt werden.

Auch bei einer Baugrunduntersuchung, die im Jahr 2013 für eine Verbindungsleitung ausgeführt wurde, ist kein Wasser festgestellt worden. Es wird daher zunächst davon ausgegangen, dass Wasser nur lokal engbegrenzt zu erwarten ist. Dieses Wasser dürfte noch mit einer offenen Wasserhaltung gefasst und abgeleitet werden können.

Da der Wasserandrang aber entscheidend abhängig ist von den Witterungsverhältnissen vor und während der Baumaßnahme können bei der Bauausführung andere Grundwasserverhältnisse vorhanden sein. Vor Beginn der Baumaßnahme sollten daher gleichmäßig verteilt über die Fläche Schürfe ausgehoben werden, um beurteilen zu können, ob und in welcher Stärke Wasser vorhanden ist. Erst danach können abschließend die notwendige Wasserhaltungsmaßnahmen festgelegt werden.

Rohrbettung

Je nach Tiefenlage liegt die Rohrgrabensohle noch in den sandig-kiesigen Böden bzw. bereits auf plattig bis bankig ausgebildeten Schichten des Mittleren Buntsandstein.

Auf dem Kies und Verwitterungsschutt können die Rohre ohne zusätzliche Maßnahmen gebettet werden. Aufgrund der bindigen Bestandteile sind diese Schichten jedoch sehr wasserempfindlich, so dass durch Einfluss von Grundwasser bzw. schwebenden Grundwasserspiegeln die Rohrgrabensohle tiefgründig aufweichen und die geotechnischen Eigenschaften sich erheblich verschlechtern können. In diesem Fall müssen Stabilisierungsmaßnahmen durchgeführt werden. Die Stabilisierung müsste in diesem Fall durch einen Austausch aus Mineralgemisch der Körnung 2/56 mm erfolgen. Die genaue Mächtigkeit des Austausches muss vor Ort bei Bauausführung festgelegt werden.

Bei Lage der Kanalsohle auf unverwitterten Felsschichten wird empfohlen, die Rohre auf ein Betonbett zu verlegen, damit ein gleichmäßiges Auflager entsteht. Alternativ ist die Splittbettung entsprechend DIN EN 1610 auf mindestens 15 zu verstärken, damit keine Punktlagerung auftreten kann.

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 15 - 20 cm ausgegangen 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.

Rohrgrabenverfüllung

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 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.

Wenn der unverwitterte Fels als Einbaumaterial verwendet werden soll, sind besondere Maßnahmen erforderlich (z.B. Brechen, Absieben, Einsatz Felsmeißel) um eine Wiedereinbaubarkeit zu ermöglichen. Das Material muss nach Aushub und Aufbereitung folgenden Randbedingungen entsprechen:

$$d_{\max} \leq 100 \text{ mm}$$

$$d_5 \leq 5\%$$

Sollte die Baumaßnahme in oder nach länger anhaltenden Nässeperioden ausgeführt werden, kann der Wassergehalt so stark ansteigen, dass eine Verarbeitbarkeit des Materials nicht mehr gegeben ist.

Das für die Verfüllung der Rohrgräben vorgesehene Material sollte vom Baugrundgutachter vor dem Einbau auf Eignung überprüft werden.

Im Straßenbereich ist die Kanalgrabenverfüllung so zu verdichten, dass im Planum der Straße ein Tragfähigkeitsbeiwert von $E_{v2} > 45 \text{ MN/m}^2$ erreicht wird.

10.3 Grundbautechnische Empfehlungen zum Ausbau der Straße

Genauere Angaben über die geplante Höheneinstellung der Straße liegen nicht vor. Es wird aber davon ausgegangen, dass die Oberkante der geplanten Straße in etwa auf derzeitiger GOK liegt.

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 lehmige Sande und Kiese vorhanden sein.

Gemäß ZTVE-StB bzw. RStO muss auf Höhe des Planums (Unterkante FSS) 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.

Bei trockener Witterung dürfte nach Verdichtung des Planums die Tragfähigkeit zumindest überwiegend zu erreichen sein. Aufgrund der bindigen Bestandteile sind die Böden jedoch sehr witterungsempfindlich und können nach Niederschlägen tiefgründig aufweichen.

Aus diesem Grund muss zumindest bei ungünstiger Witterung 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 10.2 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.

Eine genaue Festlegung, in welchen Bereichen Stabilisierungen erforderlich werden, kann wegen der oberflächigen großen Inhomogenität nicht getroffen werden. Für eine Massenermittlung zur Ausschreibung sollte zunächst davon ausgegangen werden, dass auf einer Fläche (außerhalb des Rohrgrabens) von ca. 30 % eine Stabilisierung mit einer Mächtigkeit von 30 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 Stabilisierung und einer Reduzierung des E_{v2}-Wertes auf OK Stabilisierung. Auf das Geotextil ist dann das Schottermaterial/Felsklein in Lagen von maximal 30 cm aufzubringen und lagenweise zu verdichten.

Alternativ zu einem Bodenaustausch kann die Stabilisierung auch durch Einfräsen von Bindemittel erfolgen. Hierfür sind ausschließlich genormte Bindemittel gem. ZTV E-StB zu verwenden. Die Mächtigkeit der Stabilisierung ist in etwa in der gleichen Größenordnung anzusetzen wie bei einem Bodenaustausch.

Im Bereich von sehr trockenen Böden kann ein dosiertes Wässern des Planums erforderlich werden, damit genügend Feuchtigkeit für die Hydratation des Bindemittels vorhanden ist.

Der Vorteil einer Stabilisierung mit Bindemittel liegt darin, dass das Planum nach Stabilisierung relativ witterungsunempfindlich ist und nicht mehr aufweichen kann. Bei einem Bodenaustausch kann sich an der Unterkante der Schotterschicht Wasser sammeln, das zu einer Aufweichung der darunter anstehenden Böden führen kann, was zu einer entsprechenden Reduzierung der Tragfähigkeit führt. Dafür kann bei einem Bodenaustausch besser auf lokal begrenzte Situationen reagiert und die Mächtigkeit der Stabilisierung entsprechend angepasst werden.

Beurteilung der Frostsicherheit

Nach dem Ergebnis der Baugrunduntersuchung sind auf Höhe des Planums lehmige Sande und Kiese zu erwarten.

Nach den durchgeführten Untersuchungen sind diese Böden nach DIN 18196 als gemischtkörnige Böden zu bezeichnen als Kies-Schluff- und Kies-Ton-Gemisch bzw. Sand-Schluff- und Sand-Ton-Gemisch mit dem Gruppensymbol GU*/GT* bzw. SU*/ST* zu kennzeichnen. Diese Böden sind sehr frostempfindlich und somit nach ZTVE-StB in die frostempfindlichkeitsklasse F3 einzuordnen.

In den Bereichen, in denen eine Stabilisierung des Planums erforderlich wird, ist die Mächtigkeit der Frostschuttschicht abhängig von der Frostempfindlichkeit der stabilisierten Schicht. Bei einem Bodenaustausch mit einer Mächtigkeit von mindestens 20 cm kann bei Verwendung von geeignetem, frostsicherem Material die Frostschuttschicht nach der Klasse F2 ausgelegt werden.

Eine Bodenverbesserung mit Bindemittel hat nur einen geringen Einfluss auf die Frostempfindlichkeit, so dass in diesem Fall die Frostschuttschicht 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.

11. Einsatz von Bindemittel

Die beim Aushub anfallenden lehmigen Sande und Kiese sind sehr witterungsempfindlich und können bei ungünstigen Witterungsverhältnissen aufweichen und deutlich an Tragfähigkeit verlieren. In diesem Fall kann eine Aufbereitung mit Bindemittel erfolgen.

Hierfür sind ausschließlich genormte Bindemittel gem. gültiger 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. Zunächst sollte von einem Verhältnis Kalk/Zement von 30/70 bis 50/50 ausgegangen werden.

Auch bei zu trockenem Material kann eine Aufbereitung erfolgen, damit das Material unempfindlicher wird gegenüber Witterungseinflüssen.

Bei zu trockenen Böden muss dem Material Wasser zugegeben werden, damit genügend Feuchtigkeit für die Hydratation des Bindemittels vorhanden ist. Eine Wassergabe von z.B. 2% entspricht einer Wassermenge von ca. 35 l/m³. Empfohlen wird, dem Boden so viel Wasser zuzugeben, dass anschließend der Wassergehalt oberhalb des Optimums liegt. Anschließend kann durch Zugabe von Bindemittel der Boden so eingestellt werden, dass dieser optimal verdichtbar ist. Die Bindemittelzugabe hat den Vorteil, dass der eingebaute Boden besser tragfähig wird und eine geringere Wasser-/Witterungsempfindlichkeit aufweist.

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 ZTV E-StB. Im Vorfeld der Maßnahme sind entsprechende Eignungsprüfungen durchzuführen.

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.

12. Bewertung orientierende abfalltechnische Untersuchungen

Das Bodenmaterial aus der Einzelprobe EP 1 kann aus umwelttechnischer Sicht uneingeschränkt in technischen Bauwerken verwertet werden.

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“

Der Rückbau von befestigten Flächen und sonstigen Bauteilen wird nicht über die Homogenbereiche definiert und ist gesondert auszuschreiben.

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 7: Schichteinteilung

Schicht-Nr.	Bodenschichtung	Einstufung	
		Boden	Fels
1	Oberboden	x	
2	Auffüllung	x	
3	Sande, Kiese	x	
4	Verwitter.....	x	
5	Verwitterungsschutt	x	
6	anstehender Fels		x

Die Homogenbereiche werden wie folgt definiert:

Tabelle 8: Festlegung Homogenbereiche

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

Da es sich bei Schicht 5 um Auffüllungen handelt, sind diese gesondert zu behandeln (siehe hierzu Kapitel 14.2). Eine Unterteilung der Homogenbereiche infolge chemischer Inhaltstoffe erfolgt nicht, da die durchgeführten Untersuchungen lediglich orientierenden Charakter besitzen.

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.

Bei der Klassifizierung der Felsschichten wird in der VOB, Ausgabe 2016 auf die DIN EN ISO 14689 verwiesen. Diese Norm ist zurückgezogen und durch die DIN EN ISO 14689, Ausgabe 2018-05 ersetzt worden. Bei der Beschreibung der Homogenbereiche wird aber dennoch die Ausgabe der DIN EN ISO 14689, Ausgabe 2011-06 angewendet.

13.3 Zahlenwerte Homogenbereiche DIN 18320

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

Tabelle 9: Homogenbereiche Boden entsprechend VOB DIN 18320

Homogenbereich	HOB 1	
Schicht-Nr.	1	
Eigenschaft / Kennwert	von	bis
Ortsübliche Bezeichnung	Oberboden	
Bodengruppe (DIN 18196)	OU, OT, OH	
Bodengruppe (DIN 18915)	2 - 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	

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 10: Homogenbereiche Boden entsprechend VOB DIN 18300

Homogenbereich	HEB 1		HEB 2		HEB 3	
Schicht-Nr.	2		2, 3		4	
Eigenschaft / Kennwert	von	bis	von	bis	von	bis
Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung		Sande, Kiese		Verwitterungsschutt	
Entsprechung Bodenklasse (VOB DIN 18300-2012)	3 - 5		3 - 5		3 (6)	
Bodengruppe (DIN 18196)	alle grob-, gemischt- und feinkörnigen Bö- den nach DIN 18196		SE/SW/SI GU/GT, GU*GT* SU/ST, SU*/ST*		SE/SW/SI GU/GT, GU*GT* SU/ST, SU*/ST*	
Korngrößenverteilung (DIN EN ISO 17892-4)	Körnungsband 1 (siehe Anlage 11.1)		Körnungsband 2 (siehe Anlage 11.2)		Körnungsband 3 (siehe Anlage 11.3)	
Massenanteil Steine, D > 63 mm (DIN EN ISO 14688-1) [Gew. %]	0	45	0	30	0	60
Massenanteil Blöcke, D > 200 mm (DIN EN ISO 14688-1) [Gew. %]	0	35	0	20	0	40
Masseanteil große Blöcke, D > 630 mm (DIN EN ISO 14688-1) [Gew. %]	nb		0	10	0	20
Dichte (DIN 18125-2) [g/cm³]	1,7	2,1	1,8	2,2	1,8	2,3
undrainierte Scherfestigkeit (DIN 4094-4) [kN/m²]	nb		nb		nb	
Wassergehalt (DIN EN ISO 17892-1) [-]	0,03	0,15	0,05	0,20	0,05	0,20
Plastizitätszahl (DIN EN ISO 17892-12) [-]	nb		nb		nb	
Konsistenzzahl (DIN EN ISO 17892-12) [-]	nb		nb		nb	
Lagerungsdichte ¹⁾ (DIN EN ISO 14688-2) [-]	locker	dicht	locker	dicht	mittel- dicht	dicht
Organischer Anteil (DIN 18128) [Gew. %]	0	3	0	3	0	3

¹⁾ indirekt bestimmt über Rammsondierungen

nb: nicht bestimmt, nicht bestimmbar

kursiv: Erfahrungswert, Schätzwert, oder indirekt bestimmt

13.4.2 Fels

Tabelle 11: Homogenbereiche Fels entsprechend VOB DIN 18300

Homogenbereich	HEF 1	
Schicht Nr.	6	
Eigenschaft/Kennwert	von	bis
Ortsübliche Bezeichnung	Tonstein, Sandstein	
Entsprechung Bodenklasse (VOB DIN 18300-2012)		
Benennung von Fels (DIN EN ISO 14689) a) genetische Einheit b) geologische Struktur c) Korngröße d) mineralogische Zusammensetzung e) Poren und Hohlraumanteil	a) Sedimentär b) geschichtet c) nb d) Tonminerale e) nb	
Dichte (DIN EN ISO 17892-1) [g/cm³]	2,2	2,4
Verwitterung und Veränderung, (DIN EN ISO 14689 – Tab. 3)		
Veränderlichkeit (DIN EN ISO 14689 – Tab. 4 und 5)	Sandstein: nicht veränderlich ¹⁾ nicht veränderlich ²⁾	Tonstein: stark veränderlich ¹⁾ stark veränderlich ²⁾
einaxiale Druckfestigkeit (Bestimmung nach DIN 18141-1) (Bezeichnung nach DIN EN ISO 14689, Tab. 2)	außerordentlich gering	sehr hoch
Trennflächenrichtung ³⁾ [°] (DIN EN ISO 14689)	0	30
Trennflächenabstand (DIN EN ISO 14689 – Tab. 7 und 8) - Schichtflächenabstand - Klufflächenabstand nb nb ⁴⁾
Gesteinskörperform (DIN EN ISO 14689 – Tab. C1)	tafelförmig, prismatisch	

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

Für die Sicherung des Rohrgrabens muss vor allem in den Überlagerungsschichten ein Verbau vorgesehen werden. Alternativ kann eine Böschung des Rohrgrabens ausgeführt werden.

Bei einer Rückverfüllung des Aushubmaterials müssen größere Steine und Blöcke aussortiert bzw. gebrochen werden. Zur Verbesserung der Verdichtbarkeit kann eine Aufbereitung mit Bindemittel notwendig werden.

Auch das Straßenplanum muss je nach Witterungsverhältnissen stabilisiert werden.

14.1 Empfehlungen zur weiteren Erkundung

Unmittelbar vor Beginn der Baumaßnahme sollten Schürfe zur Beurteilung des Wasserandrangs ausgeführt werden, damit endgültige Aussagen zu Wasserhaltungsmaßnahmen getroffen werden können.

14.2 Hinweise für Planung, Ausschreibung und Durchführung von 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 Materialien der Klassen BM-0 und BM-0* gemäß EBV 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 § 56 Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG).
- Aushubüberwachung durch eine verantwortliche Person zur Gewährleistung einer gleichbleibenden Zusammensetzung der Aushubmaterialien.

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.

14.3 Empfehlungen zur geotechnischen Überwachung

Aufgrund der natürlichen Variabilität des Untergrunds, können zwischen den einzelnen Untersuchungsstellen andere Untergrundverhältnisse vorhanden sein als im Gutachten beschrieben. Endgültige Angaben über erforderliche Stabilisierungsmaßnahmen können daher erst nach Herstellung des Planums und Ausführung von Plattendruckversuchen gemacht werden.

Der Gutachter ist zur Überprüfung der Tragfähigkeit des Planums und der Frostschuttschicht und zur genauen Angabe von notwendigen Stabilisierungsmaßnahmen mit heranzuziehen. Die Überprüfung muss durch Plattendruckversuche erfolgen, die an repräsentativ ausgewählten Stellen auszuführen sind. Zusätzlich ist das Planum mit beladenen Lkw abzufahren (proof-rolling), um gegebenenfalls vorhandene Schwachstellen bzw. Bereiche unterschiedlicher Tragfähigkeit eingrenzen zu können.

14.4 Empfehlungen zur umwelttechnischen Überwachung

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

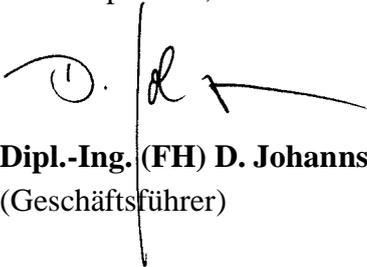
Die abfalltechnischen Empfehlungen in Kapitel 14.2 sind zu beachten. Für Aushubmaterialien \leq Z1.2 / BM-F1 ist im Vorfeld mit der geplanten Entsorgungsstelle und gegebenenfalls der zuständigen Fachbehörde abzustimmen, ob die vorliegenden in-situ-Ergebnisse für eine abfalltechnische Einstufung ausreichend 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:

Gemeinde Bischbrunn (1x Schriftform, 1x digital)

Fleckenstein Landschaftsplanung . Stadtplanung (digital)