

**Standorterschließung des Flurstücks 264/2, Pfaffendorfer Straße
in 01824 Gohrisch**

Baugrunduntersuchung für B-Plan

Hauptuntersuchung für geotechnische Kategorie 2 gem. DIN 4020

Projekt-Nr.: IFG-163-08-17

Auftraggeber: Annette Katrin und Peter Paul Seidel
Dr.-Wilhelm-Külz-Straße 13
01796 Pirna

Verfasser: IFG Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH
Purschwitzer Straße 13
02625 Bautzen
Telefon: 03591 / 6771-30
Fax: 03591 / 6771-40

Bautzen, 26.09.2017



.....
Dr. Simone Ziegenbalg
Projektbearbeiterin



.....
Dipl.-Ing. Stefan Thiem
Geschäftsführer



IFG Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH

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

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

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

Handelsregister Dresden
HRB 10480

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

| Inhaltsverzeichnis | Seite |
|--|-----------|
| 1. Zielstellung und Untersuchungsumfang | 4 |
| 2. Verwendete Unterlagen | 5 |
| 3. Feldarbeiten | 6 |
| 4. Baugrundbeschreibung | 6 |
| 4.1. Geologische und hydrogeologische Verhältnisse | 6 |
| 4.2. Erkundeter Untergrundaufbau | 7 |
| 4.3. Bodenmechanische Laboruntersuchungen..... | 8 |
| 5. Berechnungskennwerte und Bodenklassifikation | 8 |
| 5.1 Bodenmechanische Kennwerte | 8 |
| 5.2 Homogenbereiche (DIN 18 300 – neu) | 9 |
| 5.3 Bodenklassen (DIN 18 300 – alt) | 11 |
| 6. Hinweise für die Planung | 12 |
| 6.1 Gründungsempfehlungen | 12 |
| 6.2 Tragfähigkeit des Erdplanums | 12 |
| 6.3 Hinweise zur Versickerung | 13 |
| 6.4 Hinweise für den Kanalbau und die Gründung von Schächten | 13 |
| 7. Hinweise zur Bauausführung | 14 |
| 7.1 Erdbau, Baugrubenabsicherung, Wasserhaltung..... | 14 |
| 7.2 Wiederverwendbarkeit von Aushubmaterial..... | 15 |
| 8. Abschließende Hinweise | 15 |

| Tabellenverzeichnis | Seite |
|---|--------------|
| Tabelle 1. Bohrpunkte | 6 |
| Tabelle 2. Baugrundsichten | 7 |
| Tabelle 3. Ergebnisse der Korngrößenbestimmung..... | 8 |
| Tabelle 4. Bodenmechanische Kennwerte | 8 |
| Tabelle 5. Kennwerte für die Festlegung der Homogenbereiche | 9 |
| Tabelle 6. Kennwerte für den Homogenbereich im Festgestein..... | 10 |
| Tabelle 7. Festlegung der Homogenbereiche..... | 10 |
| Tabelle 8. Bodenklassen | 11 |
| Tabelle 9. Eigenschaften der Baugrundsichten..... | 15 |

| Anlagenverzeichnis: | Seitenzahl |
|--|-------------------|
| Anlage 1 Übersichtskarte, M 1:10.000 | 1 |
| Anlage 2 Lageplan mit Aufschlusspunkten, M 1:500 | 1 |
| Anlage 3 Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile..... | 10 |
| Anlage 4 Baugrundschnitt | 1 |
| Anlage 5 Prüfbericht Bodenmechanisches Labor | 3 |

1. Zielstellung und Untersuchungsumfang

Auf dem Flurstück 264/2 der Gemarkung Gohrisch ist die Errichtung einer Wohn- und Ferienwohnanlage geplant. Auf dem Gelände sollen insgesamt 8 nicht unterkellerte Ferienhäuser mit Carports sowie die dafür notwendige Infrastruktur (Zufahrtsstraßen, Medienleitungen) errichtet werden. Die IFG GmbH wurde mit der Baugrunderkundung für den Bebauungsplan beauftragt. Das Angebot der IFG GmbH vom 18.08.2017 sowie der Auftrag vom 22.08.2017 bilden die Grundlage für dieses Baugrundgutachten.

Für die Baugrunduntersuchung waren 5 Rammkernsondierungen bis maximal 4 m unter Gelände abzuteufen.

Das Gutachten enthält folgende für den Bebauungsplan relevanten Angaben:

- § Darstellung der Aufschlusspunkte im Lageplan,
- § Beurteilung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse,
- § Angabe der Grundwasserstände,
- § Bodenprofile und Profilschnitte,
- § Bodenmechanische Kennwerte, Bodenklassen, Frostempfindlichkeit,
- § Einteilung des Untergrunds in Homogenbereiche (DIN 18 300 neu),
- § Tragfähigkeit des Erdplanums,
- § Lösbarkeit und Verdichtbarkeit der angetroffenen Erdstoffe,
- § Hinweise zum Kanalbau,
- § Versickerungsfähigkeit des Untergrundes,
- § Ausarbeitung von Empfehlungen für die Planung.

2. Verwendete Unterlagen

Neben den einschlägigen Normen und Regelwerken wurden folgende Unterlagen verwendet:

- /U1/ Angebot Nr. IFG AN/2017/247-0, IFG GmbH Bautzen, 18.08.2017.
- /U2/ Auftrag, Seidel, 22.08.2017.
- /U3/ Entwurf Bebauung, digital übergeben durch Seidel Architekten, 23.08.2017.
- /U4/ Leitungspläne der Medienträger, Stand 08/2017.
- /U5/ Topographische Karte TK 10, M 1:10.000, Blatt 5050-SO (Bad Schandau), Landesvermessungsamt Sachsen, 1993.
- /U6/ Geologische Karte der Nationalparkregion Sächsische Schweiz, Geologische Regionalkarte Nr. 1, M 1:50.000, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 1993
- /U7/ Lithofazieskarte Quartär, Blatt 2769 (Pirna), M 1:50.000, Zentrales Geologisches Institut Berlin, 1983.
- /U8/ Synergis Weboffice Fachthema Geologie - Geologische Übersichtskarte, www.umwelt.sachsen.de/umwelt/geologie, letzter Zugriff am 14.09.2017, 10:00 Uhr.
- /U9/ Hydrogeologische Karte, Blatt 1310-1/2 Bad Schandau / Sebnitz & 1310-3 Zeisigstein, M 1:50.000, VEB Kombinat Geologische Forschung und Erkundung Halle, 1984.
- /U10/ VOB 2016, Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen, Deutsches Institut für Normung, Berlin 2016.
- /U11/ DWA Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), 2005.
- /U12/ DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 139 – Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen, Hrsg. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfälle e.V., Hennef, Dezember 2009.
- /U13/ FGSV (2009): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, ZTV E-StB 09.
- /U14/ FGSV (2012): Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen RStO 12.
- /U15/ DIN EN 1610, Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen, 1997.
- /U16/ DIN 4124, Böschungen, Verbau und Arbeitsraumbreiten, 2002.

3. Feldarbeiten

Am 31.08.2017 wurden auftragsgemäß durch das IFG fünf Kleinrammbohrungen (RKS) mit einem Durchmesser von 80 bis 40 mm abgeteuft. Die geplante Tiefe von 4 m konnte an keinem Bohrpunkt erreicht werden. Aus dem anstehenden Baugrund wurden gestörte Bodenproben für anschließende bodenmechanische Untersuchungen sowie als Rückstellproben entnommen.

Die lagemäßige Einmessung der Bohrpunkte erfolgte auf Grundlage des Entwurfsplanes /U3/. Die höhenmäßige Einmessung erfolgte mittels Nivelliergerät in Bezug auf im Entwurfsplan eingetragene, eingemessene Schachtdeckel auf der Pfaffendorfer Straße. Die Lage der Bohrpunkte kann der Tabelle 1 sowie dem Lageplan in Anlage 2 entnommen werden.

Tabelle 1. Bohrpunkte

| Aufschluss | Rechtswert | Hochwert | Höhe [m NHN] | erreichte Endteufe [m] |
|---------------|-------------------------|-----------|-----------------------|---------------------------|
| | Koordinatenbezug UTM | | Höhenbezug DHHN 92 | |
| BP 1 | 43 61 57 | 564 01 13 | 318,98 | 2,5 |
| BP 2 | 43 61 79 | 564 01 19 | 318,24 | 1,7 |
| BP 3 | 43 61 92 | 564 01 56 | 317,46 | 2,6 |
| BP 4 | 43 62 19 | 564 01 74 | 315,73 | 2,4 |
| BP 5 | 43 62 59 | 564 01 95 | 311,23 | 2,3 |
| Summe: | | | | 11,5 |

4. Baugrundbeschreibung

4.1. Geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Naturräumlich ist das Untersuchungsgebiet der "Sächsischen Schweiz" zuzuordnen, einem Gebirgsvor- und Bergland. Quartäre Deckschichten sind in den regionalgeologischen Unterlagen nicht ausgewiesen /U6/, /U7/. Der Sandstein ragt lokal bis an die Geländeoberfläche. Es handelt sich dabei um einen fein- bis mittelkörnigen Quarzsandstein der Oberkreide (Postelwitzer bis Schrammstein-Schichten, KP5-Sr2).

Der Sandstein ist als Festgesteins-, Poren- oder -Kluftgrundwasserleiter ausgewiesen. Laut hydrogeologischem Kartenmaterial steht das Grundwasser im Sandstein zwischen 150 und 160 m NN an /U9/.

4.2. Erkundeter Untergrundaufbau

Die Böden sind im Untersuchungsgebiet homogen aufgebaut. Unterhalb des Mutterbodens (**Schicht 1**) folgt Gehänge- bzw. Verwitterungslehm aus schluffigem, kiesigem Feinsand (**Schicht 3**). Nur an BP 2 steht über dem Lehm Auffüllung aus Schotter und Sandsteinbruch an (**Schicht 2**), die zur Befestigung einer Baustraße dient. Das Liegende wird durch den mürben bis zersetzten Quarzsandstein gebildet (**Schicht 4**) gebildet. Grundwasser wurde an keinem der vier Bohrpunkte festgestellt.

Folgende Baugrundsichtung wurde auf dem Grundstück erkundet (siehe Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile in Anlage 3 sowie Baugrundschnitt in Anlage 4:

Tabelle 2. Baugrundsichten

| Schicht Nr. | Beschreibung |
|-----------------|---|
| 1 | Oberboden [OH] |
| 2 ¹⁾ | Auffüllung ¹⁾ Schotter, Oberboden, Feinsand, Sandsteinzersatz, [GE], [SU] locker gelagert |
| 3 | Gehängelehm, Verwitterungslehm Feinsand, schluffig bis stark schluffig, lokal kiesig, sehr schwach organisch, mit Wurzeln SU* mitteldicht |
| 4 | Quarzsandstein, mürbe bis zersetzt Feinsand, Kies, Steine, schluffig, lokal tonig oder schluffig verbacken, SU, GU, GU*, Zv, Z mitteldicht bis sehr dicht |

¹⁾ nur an BP 2 aufgeschlossen

Alle Bohrungen mussten im mürben bis zersetzten Sandstein (Schicht 4) abgebrochen werden, da hier kein weiterer Bohrfortschritt mehr zu verzeichnen war. Der obere Bereich des Sandsteins wurde durch den Bohrvorgang stark entfestigt, so dass aus dem Bohrgut keine Erkenntnisse über die Struktur und Textur des Festgesteins gewonnen werden kann. Der Übergang zwischen zersetztem und dem angewitterten mürben Sandstein ist fließend und aus dem Bohrgut nicht ablesbar. Unterhalb der erreichten Endteufe ist mit unverwittertem, hartem Sandstein zu rechnen.

4.3. Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Zur genaueren Bestimmung der bodenmechanischen Eigenschaften und Kennwerte der erkundeten Bodenschichten wurden an drei ausgewählten Einzelproben die Korngrößenverteilung mittels Siebung bzw. Siebung und Sedimentation nach DIN 18 123 bestimmt. Die Ergebnisse zeigt die nachfolgende Tabelle 3 (Prüfbericht siehe Anlage 5).

Tabelle 3. Ergebnisse der Korngrößenbestimmung

| Bohrpunkt / Probe | Entnahmetiefe [m] | Schicht / Nr. | Kornverteilung [Ma-%] | | | | Boden- gruppe DIN 18 196 | kf-Wert nach BIALAS [m/s] | Wassergehalt wn [%] |
|-------------------|-------------------|---|-----------------------|---------|------|------|--------------------------------|------------------------------------|------------------------|
| | | | Ton | Schluff | Sand | Kies | | | |
| BP 5 / P2 | 0,5-1,0 | Gehängelehm, Verwitterungslehm, Schicht 3 | 6,1 | 21,1 | 32,8 | 39,9 | SU* | $1,1 \cdot 10^{-6}$ | 7,1 |
| BP 1 / P3 | 0,7-1,0 | Quarzsandstein, mürbe bis zersetzt, Schicht 4 | 12,9 | | 44,6 | 42,5 | GU | $1,6 \cdot 10^{-5}$ | 9,0 |
| BP 1 / P4 | 2,0-2,5 | Quarzsandstein, mürbe bis zersetzt, Schicht 4 | 16,0 | | 41,4 | 42,6 | GU* | $1,0 \cdot 10^{-5}$ | 11,1 |

5. Berechnungskennwerte und Bodenklassifikation

5.1 Bodenmechanische Kennwerte

Die bodenmechanischen Kennwerte wurden aufgrund der ingenieurgeologischen Feldansprache, der bodenmechanischen Laboruntersuchungen sowie nach tabellierten und regionalen Erfahrungswerten festgelegt (DIN 1055, EAU):

Tabelle 4. Bodenmechanische Kennwerte

| Bodenart | Kurz- zeichen | cal. g [kN/m ³] | cal. g' [kN/m ³] | cal. f' [Grad] | cal. c' [kN/m ²] | cal. E _s [MN/m ²] |
|--|--------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------|---------------------------------|---|
| Schicht 2 - Auffüllung, Schotter, Mutterboden, Feinsand, Sandsteinersatz | [GE], [SU] | 20 | 11 | 30 | 0 | 20 |
| Schicht 3 - Gehängelehm, Verwitterungs- lehm, Feinsand, schluffig bis stark schluffig, lokal kiesig, sehr schwach organisch, mit Wur- zeln | SU* | 20 | 10 | 27,5 | 2 | 15 |
| Schicht 4 – Quarzsandstein, mürbe bis zersetzt, Feinsand, Kies, Steine, schluffig, lokal tonig oder schluffig verbacken | SU, GU, GU*, Zv, Z | 22 | 11 | 35 | 0 | 50 |

Legende:

cal. g cal. Bodenwichte, erdfeucht [kN/m³],
cal. g': cal. Bodenwichte unter Auftrieb [kN/m³],
cal f': cal. Reibungswinkel [°],

cal. c': cal. Kohäsion [kN/m²],
cal. E_s: cal. Steifemodul [MN/m²],

5.2 Homogenbereiche (DIN 18 300 – neu)

Zur Ausschreibung von Tiefbauleistungen ist der Baugrund gemäß VOB 2016 in Homogenbereiche zu untergliedern /U10/.

Das vorliegende Bauvorhaben fällt in die geotechnische Kategorie 2. Die erforderlichen Kennwerte für die Festlegung von Homogenbereichen enthalten die Tabellen 5 und 6. In Tabelle 7 erfolgt die Einteilung der Baugrundsichten in Homogenbereiche.

Tabelle 5. Kennwerte für die Festlegung der Homogenbereiche

| erkundete Schichten | Schicht 2 | Schicht 3 | Schicht 4 |
|------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|---|
| ortsübliche Bezeichnung | Auffüllung | Gehängelehm, Verwitterungslehm | Quarzsandstein, mürbe bis zersetzt |
| Bodengruppe | [GE], [SU] | SU* | SU, GU, GU*, Zv, Z |
| Charakter | Lockergestein, rollig | Lockergestein, gemischtkörnig | Lockergestein, rollig bzw. zersetzt Festgestein |
| Massenanteil Feinkorn (<63µm) [%] | 0...15 | 15...30 | 5...30 |
| Massenanteil Sand [%] | 20...50 | 20...50 | 30...60 |
| Massenanteil Kies [%] | 20...50 | 20...40 | 30...60 |
| Massenanteil Steine [%] | 0...10 | 0...10 | 0...30 |
| Massenanteil Blöcke [%] | 0...5 | 0...5 | 0...20 |
| Dichte [g/cm³] | 1,8...2,2 | 1,9...2,2 | 1,9...2,2 |
| undrainede Scherfestigkeit [kN/m²] | - | - | - |
| Wassergehalt [%] | 5...15 | 5...15 | 5...15 |
| Konsistenz | - | - | - |
| Konsistenzzahl | - | - | - |
| Plastizität | - | - | - |
| Plastizitätszahl | - | - | - |
| Lagerung | mitteldicht | mitteldicht | mitteldicht bis sehr dicht |
| Lagerungsdichte D | 35...65 | 35...65 | 35...>85 |
| Organischer Anteil [%] | 0...5 | 0...3 | 0 |
| Durchlässigkeitsbeiwert kf [m/s] | | | |
| Schadstoffgehalte nach LAGA | Z2 ^{1, 2)} | Z0 ¹⁾ | Z0 ¹⁾ |

1) nach organoleptischer Prüfung

2) erhöhter Organikgehalt

Tabelle 6. Kennwerte für den Homogenbereich im Festgestein

| Schichten | Schicht 4 |
|--|---|
| Benennung von Fels | Quarzsandstein, mürbe bis zersetzt |
| Verwitterung, Veränderungen und Veränderlichkeit | entfestigt bis zersetzt ¹⁾ Verwitterungsstufe 3 bis 5 (stark verwittert bis zersetzt) |
| Trennflächenrichtung | an Hand des Bohrgutes nicht abschätzbar |
| Trennflächenabstand [mm] | |
| Gesteinskörperform | |
| Druckfestigkeit [N/mm ²] | £ 15 |
| Gebirgsdurchlässigkeit | $5 \cdot 10^{-6} \dots 1 \cdot 10^{-4}$ |

1) Aussagen über Gesteinsstruktur und -gefüge nicht möglich, da das Bohrgut komplett zerbohrt wurde

Anmerkung: Werte beruhen auf der geologischen Bodenansprache, Laborergebnissen von Einzelproben und auf Schätzungen an Hand von Erfahrungswerten. Abweichungen von den angegebenen Kennwerten sind naturgemäß möglich. Diese haben aber keine Auswirkungen auf die Lösbarkeit der Böden.

Auf Grund der Kennwerte lassen sich 2 Homogenbereiche festlegen:

Tabelle 7. Festlegung der Homogenbereiche

| erkundete Schichten | DIN 18300 (Erdarbeiten, GK I) |
|--|-------------------------------|
| Schicht 2 - Auffüllung | E-1 |
| Schicht 3 - Gehängelehm, Verwitterungslehm | |
| Schicht 4 - Quarzsandstein, mürbe bis zersetzt | E-2 |

5.3 Bodenklassen (DIN 18 300 – alt)

Die Bodenklassen gemäß DIN 18 300 sind mit Einführung der VOB/C 2016 nicht mehr Stand der Technik. Die nachfolgende Angabe der Bodenklassen erfolgt informativ.

Tabelle 8. Bodenklassen

| Schicht Nr. | Bodenart | Bodengruppe DIN 18 196 | Bodenklasse DIN 18 300 | Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB, 2009 |
|-------------|---|------------------------|------------------------|---|
| 1 | Oberboden | [OH] | 1 | stark frostempfindlich F3 |
| 2 | Auffüllung, Schotter, Oberboden, Feinsand, Sandsteinzersatz, mitteldicht | [GE], [SU] | 1 / 3 | stark frostempfindlich F3 |
| 3 | Gehängelehm, Verwitterungslehm, Feinsand, schluffig bis stark schluffig, lokal kiesig, mitteldicht | SU* | 4 | stark frostempfindlich F3 |
| 4 | Quarzsandstein, mürbe bis zersetzt, Feinsand, Kies, Steine, schluffig, lokal tonig oder schluffig verbacken, mitteldicht bis sehr dicht | SU, GU, GU*, Zv, Z | 3...6 | mäßig bis stark frostempfindlich F2 bis F3 (F3 maßgebend) |

6. Hinweise für die Planung

6.1 Gründungsempfehlungen

Die erkundeten Baugrundverhältnisse gestatten die Errichtung der geplanten Gebäude ohne besonderen Mehraufwand. Für Gründungszwecke eignet sich der mürbe bis zersetzte Quarzsandstein, der ab 0,6 m bis 1,0 m u. GOK unter dem Lehm ansteht. Die Gründung ist sowohl auf einer Bodenplatte als auch auf Streifenfundamenten möglich.

6.2 Tragfähigkeit des Erdplanums

Die für den Bau von Zufahrtsstraßen erforderliche Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus bemisst sich gemäß RStO 12 /U14/ nach folgenden Randbedingungen:

| | | |
|---|---|---------------------|
| Belastungsklasse: | Bk 1,0 (Annahme) | |
| Untergrund: | stark frostempfindlich (F3) ⇒ Ausgangswert | 60 cm |
| | (maßgebend: Schicht 4 – Quarzsandstein, mürbe bis zersetzt) | |
| Frosteinwirkzone: | III | + 15 cm |
| Klimaeinflüsse: | keine | ± 0 cm |
| Grundwasser: | kein Grundwasser bis 1,5 m u. Planum | ± 0 cm |
| Gradiente: | geländegleich (Annahme) | ± 0 cm |
| <u>Entwässerung:</u> | <u>über Mulden und Gräben (Annahme)</u> | <u>± 0 cm</u> |
| Gesamtdicke des frostsicheren Oberbaus: | | <u>75 cm</u> |

Unterhalb des Mutterbodens bzw. der Auffüllung steht in der Regel bis 0,7 m u. GOK stark frostempfindliches Material (Lehm, Schicht 3) an. Nur im Bereich um BP 5 reicht der Lehm bis 1,0 m u. GOK. Es empfiehlt sich das Planum durchgängig auf Schicht 4 herzustellen. Zusätzliche Maßnahmen zur Tragfähigkeitsverbesserung können dann entfallen.

Für die Herstellung des Erdplanums gelten die Festlegungen und Hinweise der ZTVE-StB 09 /U13/. Bei Aushubarbeiten ist eine Auflockerung des Untergrundes zu vermeiden und das Planum vor Fremdwasserzutritt zu schützen. Das jeweilige Planum ist vor dem Einbau neuer Schichten ausreichend nachzuverdichten.

6.3 Hinweise zur Versickerung

Die Eignung des Untergrundes für die Errichtung von Anlagen zur Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser richtet sich nach den Bestimmungen des Arbeitsblattes DWA-A 138 /U11/. Danach bestehen u.a. folgende Anforderungen an Standorte für Versickerungsanlagen:

- Keine Verunreinigungen im hydraulischen Einflussbereich (z.B. Altlasten).
- Mächtigkeit des Sickerraumes > 1 m.
- Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Bodenzone von $k_f = 1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-3}$ m/s.
- Keine Beeinträchtigung der Nachbarbebauung, ausreichender Abstand von Gebäuden, insbesondere unterkellerten Gebäuden.

Für Versickerungszwecke ist der mürbe bis zersetzte Sandstein (Schicht 4) geeignet. In /U8/ wird für den Sandstein eine Durchlässigkeit von $1 \cdot 10^{-5}$ bis $1 \cdot 10^{-4}$ m/s angegeben. Aus der Korngrößenverteilung wurde für Proben dieser Schicht eine Durchlässigkeit von $1 \cdot 10^{-5}$ m/s ermittelt (siehe Tabelle 3 und Anlage 5). Dieser Wert ist nach DWA-A 138 mit dem Faktor 0,2 zu korrigieren /U11/. Somit liegt der **Bemessungs- k_f -Wert für den Quarzsandstein (Schicht 4) bei $2 \cdot 10^{-6}$ m/s** und damit im entwässerungstechnisch relevanten Versickerungsbereich. Der Quarzsandstein steht im Untersuchungsgebiet unterhalb des Lehms ab ca. 0,6 bis 1 m u. GOK an. Bis zur Endteufe der Bohrungen wurde an keinem Bohrpunkt Grundwasser angetroffen. Gemäß geologischer Karte ist im Sandstein ab 160 m NN mit Grundwasser zu rechnen /U9/. Daher kann von einer Sickerraummächtigkeit von $\gg 1$ m ausgegangen werden.

Für die Versickerung von Regenwasser eignen sich im Untersuchungsgebiet somit Versickerungsmulden, die direkt unter der Lehmschicht im Sandsteinersatz und im mürben Sandstein (Schicht 4) einbinden.

6.4 Hinweise für den Kanalbau und die Gründung von Schächten

Der mürbe bis zersetzte Quarzsandstein, der ab 0,6 m bis 1,0 m u. GOK unter dem Lehm ansteht, ist für die Gründung von Rohrleitungen und Schächten gut geeignet. Nach /U12/ empfiehlt sich auf Grund des anstehenden Festgesteins eine Rohrbettung gemäß Typ 1 (Regelausführung) mit einer mindestens 150 mm dicken unteren Bettungsschicht oder alternativ eine Betonbettung.

Der anfallende Aushub der Schicht 4 kann zur Hauptverfüllung der Rohrleitungsgräben genutzt werden. Außerhalb von Verkehrsflächen kann auch Aushub der Schicht 3 zur Hauptverfüllung wiederverwertet werden. Für die Leitungszone steht kein geeignetes Material zur Verfügung. Liefermassen sind einzuplanen.

Vor dem Einbau der Rohrbettung ist die Gründungsschicht gem. DWA-A 139 auf $D_{Pr} = 97\%$ zu verdichten /U12/.

Die Mindestgrabenbreite für die Verlegung von Abwasserleitungen ist in DIN EN 1610, Tabellen 1 und 2 geregelt /U15/. Für eine Rohrleitung mit einem Nenndurchmesser von 400 mm und einer Verlegetiefe von bis zu 4,0 m beträgt die Mindestgrabenbreite 0,9 m.

Die Gründung von Schachtbauwerken in der Schicht 4 ist ohne zusätzlichen Aufwand möglich. Die zu erwartenden Setzungen sind bei fachgerechter Ausführung etwa identisch mit denen der Rohrleitung und betragsmäßig sehr gering. Dennoch wird der Einbau von Gelenkstücken zum Anschluss der Rohrleitungen an die Schächte empfohlen.

7. Hinweise zur Bauausführung

7.1 Erdbau, Baugrubenabsicherung, Wasserhaltung

Mit den Bohrungen BP 1 bis BP 5 wurden Böden der Bodenklassen 3 bis 6 erkundet. Der Quarzsandstein ist bis zur Endteufe der Bohrungen (zwischen 1,70...2,60 m u. GOK) als leicht lösbarer Fels zu charakterisieren. Er ist mit leistungsfähigen Baggern lösbar oder kann gemeißelt bzw. gerissen werden. Unterhalb der erreichten Erkundungstiefe der Bohrungen ist mit schwer lösbarem Fels (Quarzsandstein, Bodenklasse 7) zu rechnen.

Grundwasser wurde nicht angetroffen. Baugruben können bis 1,25 m senkrecht geschachtet und bei größeren Aushubtiefen geböschet werden. Die Böschungsneigung darf bei den angetroffenen Böden (z.T. nichtbindige Böden) 45° nicht überschreiten.

Für Bauarbeiten in Homogenbereich E-1 wird zur Beseitigung von Niederschlags-, Sicker- oder Stauwasser das Vorhalten einer offenen Wasserhaltung für ausreichend erachtet. Für Arbeiten im Homogenbereich E-2 ist auf Grund der guten Durchlässigkeit keine Wasserhaltung notwendig.

7.2 Wiederverwendbarkeit von Aushubmaterial

Bei dem geplanten Bauvorhaben wird Erdaushub beider Homogenbereiche anfallen. Die bautechnischen Eigenschaften der Homogenbereiche sind in nachfolgender Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 9. Eigenschaften der Baugrundsichten

| Homogenbereich | Kurzzeichen, Lagerungsdichte, Konsistenz | Charakter | bautechnische Eigenschaften |
|----------------|--|--|--|
| E1 | [GE], [SU], SU* locker bis mitteldicht gelagert | Lockergestein, rollig bis gemischtkörnig | - schwach bis mäßig wasserdurchlässig - mäßig wasserempfindlich - mäßig bis stark frostempfindlich (F3 maßgebend) - mäßig tragfähig, verformbar - Entsorgung empfohlen, Abfallschlüsselnummer: 17 05 04 |
| E2 | SU, GU, GU*, Zv, Z mitteldicht bis sehr dicht | Lockergestein, rollig | - durchlässig - gering bis mäßig wasserempfindlich - mäßig bis stark frostempfindlich (F3 maßgebend) - gut tragfähig, gering verformbar - Abfallschlüsselnummer: 17 05 04 |

Der Oberboden ist vorab abzuschleifen. Er kann gesondert gelagert und anschließend als Oberbodenauftrag wiederverwertet werden.

Aushub des mürben bis zersetzten Quarzsandsteins ist nach Zerkleinerung wiederverwertbar.

8. Abschließende Hinweise

Im Rahmen der Baugrunduntersuchung wurden punktuelle Aufschlüsse untersucht und der Baugrund dazwischen interpoliert.

Bei Konkretisierung der Planungen oder Änderungen des Projektes, die Auswirkung auf die Baugrund- und Gründungsverhältnisse haben, sind die Angaben des Gutachtens auf ihre Gültigkeit zu überprüfen. Das Baugrundgutachten ist nur in seiner Gesamtheit gültig. Für Schäden, die auf Grund nur auszugsweiser Weiterverbreitung bzw. Veränderung dieses Berichts eventuell entstehen, wird seitens des Verfassers jede Haftung abgelehnt.