

### 3.2 Homogenbereiche (DIN 18300 – neu)

Zur Ausschreibung von Tiefbauleistungen ist der Baugrund gemäß VOB-C 2019 in Homogenbereiche zu untergliedern /U16/. Das Bauvorhaben fällt aufgrund der angetroffenen Baugrundverhältnisse und nach bisherigem Planungsstand in die geotechnische Kategorie 2. Die erforderlichen Kennwerte für die Festlegung der Homogenbereiche der Lockergesteine enthält Tabelle 10. Sie werden auf Grund ihrer Kennwerte und Eigenschaften für Erdarbeiten zu einem Homogenbereich zusammengefasst. Eine Unterscheidung zwischen den aufgefüllten Böden der Schichten 1-A bis 1-B und den gewachsenen Böden der Schichten 2 bis 4 ist lediglich auf Grund des Schadstoffinventars und der damit verbundenen Wiederverwertbarkeit erforderlich (siehe Abschnitt 3.3). Die Schicht 1-C wurde nur an den BP 1 und 2 im Straßendamm „Zur Kläranlage“ angetroffen. Sie wird voraussichtlich nicht als Aushub anfallen. Wenn diese Schicht zu lösen ist, ist sie separat auszuschreiben.

**Tabelle 10. Kennwerte des Homogenbereiches Lockergestein**

| Homogenbereich DIN 18300                          | E 1   |
|---|---|
| Schichten   | 1-A, 1-B, 2, 3, 4   |
| Charakter   | Lockergestein, rollig, zu rolligem Lockergestein zersetztes Festgestein   |
| Massenanteil Feinkorn [%]                         | 0...30  |
| Massenanteil Sand [%]                             | 25...95   |
| Massenanteil Kies [%]                             | 0...70  |
| Massenanteil Steine [%]                           | 0...40  |
| Massenanteil Blöcke [%]                           | 0...15  |
| Massenanteil große Blöcke [%]                     | < 5   |
| Durchlässigkeit $k_f$ [m/s]<br>nach DIN 18 130-1  | $10^{-6}...10^{-3}$<br>durchlässig  |
| Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]                       | 1,7...2,0   |
| undrainierte Scherfestigkeit [kN/m <sup>2</sup> ] | –   |
| Wassergehalt [%]                                  | 4...15  |
| Konsistenz  | –   |
| Konsistenzzahl $I_c$                              | –   |
| Plastizität                                       | –   |
| Plastizitätszahl $I_p$                            | –   |
| Lagerung  | mitteldicht bis sehr dicht gelagert   |
| Lagerungsdichte $I_D$                             | 35...>85  |
| organischer Anteil [%]                            | 0...2   |
| Umwelttechnische Verwertung                       | Schicht 1-A bis 1-B: Z 1.2 nach LAGA TR Boden<br>Schicht 2 bis 4: Z0 nach LAGA TR Boden,<br>Abfallschlüsselnummer: 17 05 04 |

**Tabelle 11. Kennwerte für das Festgestein**

|                                      | Schicht 5   |
|--------------------------------------|---|
| Benennung                            | Grauwacke (Festgestein)                             |
| Bodengruppe                          | Zv...Z  |
| Charakter                            | Fels kompakt, klüftig bis stark klüftig             |
| Dichte                               | 2,4 – 2,6   |
| Verwitterung                         | verwittert bis angewittert,                         |
| Druckfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ] | n.b.  |
| Trennflächenrichtung                 | n.b.  |
| Trennflächenabstand                  | n.b.  |
| Gesteinskörperform                   | n.b.  |
| Abrasivität<br>CAI<br>LAK [g/t]      | stark bis extrem abrasiv<br>2,0...6,0<br>500...2000 |

**Tabelle 12. Zuordnung zu den Homogenbereichen**

| Schichten           | Homogenbereich DIN 18300 |
|---------------------|--------------------------|
| Schicht 1-A bis 1-B | E-1                      |
| Schicht 2, 3, 4     | E-2                      |
| Schicht 5           | E-3                      |

Anmerkung: Die in Tabelle 10 getroffene Beschreibung des Bodens beruht auf dem gesichteten und manuell geprüften Bohrgut, Laborergebnissen von Einzelproben sowie regional-geologischen Erfahrungen mit vergleichbaren Böden. Abweichungen von den angegebenen Wertebereichen können naturgemäß vorkommen, begründen jedoch nicht automatisch Mehr- oder Minderaufwendungen beim Lösen des Bodens. Im Falle von Abweichungen sollte der Baugrundgutachter hinzugezogen werden.

Für die Schicht 5 – Grauwacke (Festgestein) können in Tabelle 11 nur Annahmen getroffen werden, da diese Schicht nicht direkt aufgeschlossen wurde.

Das Lösen von Oberboden wird gemäß DIN 18320 (Landschaftsbauarbeiten) ausgeschrieben und ist kein Bestandteil von Erdarbeiten gemäß DIN 18300.

Außer Erdarbeiten sind nach derzeitigem Kenntnisstand keine weiteren Tiefbauarbeiten vorgesehen.

### 3.3 Bodenklassen nach VOB-C 2012 und Frostempfindlichkeit

Die Bodenklassen gemäß VOB-C 2012 sind mit Einführung der VOB-C 2019 nicht mehr Stand der Technik. Die nachfolgende Angabe der Bodenklassen erfolgt informativ.

**Tabelle 13. Bodenklassen und Frostempfindlichkeit**

| Schicht Nr. | Bodenart                         | Bodengruppe DIN 18 196   | Bodenklasse DIN 18 300 | Frostempfindlichkeit ZTVE-StB 09 |
|-------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------------------|
| 1-A         | Schotter                         | [GW]                     | 1                      | F1                               |
| 1-B         | Auffüllung                       | [GU], [GU*], [SU], [SU*] | 3...4                  | F2...F3, F3 maßgebend            |
| 1-C         | Auffüllung, mineralisch gebunden | [SW]                     | 3                      | F1                               |
| 2           | fluvialer Sand                   | SU*, SU, SE              | 3...4                  | F1...F3, F3 maßgebend            |
| 3           | Hangschutt                       | GW, GU, GU*, SU, SU*, SE | 3...5                  | F1...F3, F3 maßgebend            |
| 4           | Grauwacke-Zersatz                | Zv (GW, GU, GU*)         | 3...5                  | F1...F3, F3 maßgebend            |
| 5           | Grauwacke (Festgestein)          | Zv...Z                   | 6...7                  | F1                               |

## 4. Empfehlungen für die Planung

### 4.1 Gründungsempfehlung Gebäude

Die erkundeten Baugrundverhältnisse gestatten die Errichtung des geplanten Gebäudes.

Die OK FFB ist aktuell bei +145,00 m ü. NN geplant.

Auf Grund der Geländemorphologie werden umfangreiche Erdarbeiten zur Geländeprofilierung notwendig. Das Niveau der Geländeprofilierung wird 50 cm unter OK FFB, bei 144,5 m NHN, angesetzt.

Oberboden ist vorab abzuschleifen und separat zu lagern. Er kann anschließend zur Geländeabdeckung wiederverwendet werden. Der Asphalt ist ebenfalls auszubauen. Vorhandene Schottertragschichten (Schicht 1-A) und Auffüllungen (Schicht 1-B) können in der Regel im Boden verbleiben. Für die Vorprofilierung ist auf den Flurstücken 908, 918/6 und 918/9 der Aushub von Böden der Schichten 1-A, 1-B, 2, 3, 4 und 5 notwendig. Der Baubereich auf dem Flurstück 353/3 muss hingegen teilweise um bis zu 2,5 m angehoben werden.

Böden der Schichten 2, 3 und 4 sind für die Aufnahme von Gründungen geeignet. Die Schichten 1-A und 1-B sind auf Grund der ermittelten bodenmechanischen Kennwerte ebenfalls grundsätzlich geeignet. Da es sich hierbei um künstlich aufgefüllten Boden handelt, ist vorab ein Nachweis der Homogenität dieser Bodenschichten bezüglich Bodengruppe und Lagerungs-

dichte notwendig. Hier sind ggf. Mehraufwendungen für die Überprüfung der Gründungssohle oder Nachverdichtungen notwendig.

Es wird eine Flachgründung auf Streifenfundamenten mit einer frostsicheren Einbindetiefe von mindestens 1,0 m u. endgültiger GOK empfohlen.

Für die Bemessung der Gründung wurden beispielhafte Grundbruch- und Setzungsberechnungen durchgeführt (DIN 4017, DIN 4019, EC 7). Dabei sind folgende Randbedingungen maßgebend:

- Einbindetiefe mind. 1,0 m    Gründungssohle: 143,8 m NHN,
- Bemessungswasserstand = 143,0 m NHN,
- lotrechter und mittiger Lasteintrag,
- Bodenpressung auf 300 kN/m<sup>2</sup> begrenzt,
- Baugrundkennwerte gemäß Tabelle 9,
- Fundamentlänge exemplarisch mit 50 m angenommen,
- Fundamentbreiten noch nicht festgelegt, für die Bemessung wurde ein Bereich von 0,5 ... 1,5 m zu Grunde gelegt.

Die Berechnung wurde exemplarisch für zwei Baugrundprofile durchgeführt. BP 6 ist maßgebend für die Gründung auf dem Grauwacke Festgestein der Schicht 5. BP 8 ist maßgebend für eine Gründung auf angeschüttetem Boden (Profilierungsschicht). Folgende bodenmechanischen Kennwerte werden für die Profilierungsschicht angenommen, lagenweiser Einbau und gründliche Verdichtung vorausgesetzt:

**Tabelle 14.    Bodenmechanische Kennwerte der Profilierungsschicht**

| Schicht.<br>Beschreibung,<br>Bodenart  | Kurz-<br>zeichen                | cal. $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | cal. $\gamma'$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | cal. $\phi'$<br>[Grad] | cal. $c'$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | cal. $E_s$<br>[MN/m <sup>2</sup> ] |
|--|---------------------------------|---------------------------------------|--|------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| <b>Profilierungsschicht</b><br>schwach schluffiger Kies oder Sand,<br>lagenweiser Einbau, lagenweise Verdichtung,<br>mindestens mitteldicht $D_{Pr} \geq 95\%$ | [GU],<br>[SU],<br>[GW],<br>[SW] | 20                                    | 10                                     | 30                     | 0                                 | 35                                 |

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Tabelle 15 zusammengefasst. Einzelheiten zu den durchgeführten Grundbruch- und Setzungsberechnungen können Anlage 7 entnommen werden.

**Tabelle 15. Ergebnisse der Grundbruch- und Setzungsberechnungen**

|  | Einheit           | Breite des Streifenfundaments [m] |                   |                   |                   |                   |
|--|-------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|  |                   | 0,50                              | 0,75              | 1,00              | 1,25              | 1,50              |
| Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$     | kN/m <sup>2</sup> | 300 <sup>1)</sup>                 | 300 <sup>1)</sup> | 300 <sup>1)</sup> | 300 <sup>1)</sup> | 300 <sup>1)</sup> |
| Bemessungswert des Grundbruchwiderstands $R_{n,d}$         | kN/m              | 150 <sup>1)</sup>                 | 225 <sup>1)</sup> | 300 <sup>1)</sup> | 375 <sup>1)</sup> | 450 <sup>1)</sup> |
| aufnehmbarer Sohldruck $\sigma_{zul} = \sigma_{E,k}$       | kN/m <sup>2</sup> | 215 <sup>1)</sup>                 | 215 <sup>1)</sup> | 215 <sup>1)</sup> | 215 <sup>1)</sup> | 215 <sup>1)</sup> |
| <b>BP 6: Gründung auf Grauwacke Festgestein, Schicht 5</b> |                   |                                   |                   |                   |                   |                   |
| rechnerische Setzung max. s                                | cm                | 0,13                              | 0,19              | 0,24              | 0,29              | 0,33              |
| <b>BP 8: Gründung auf Profilierungsschicht</b>             |                   |                                   |                   |                   |                   |                   |
| rechnerische Setzung max. s                                | cm                | 0,49                              | 0,63              | 0,75              | 0,85              | 0,94              |

1) rechnerisch begrenzt

Die zu erwartenden Setzungen betragen < 1,0 cm. Die zu erwartenden Setzungsunterschiede zwischen der Bettung auf Festgestein und der Bettung auf der Profilierungsschicht betragen in der exemplarischen Berechnung bis zu 0,6 cm. Beides gilt als unproblematisch.

#### 4.2. Bauwerksschutz gegen Feuchtigkeit

Grundwasser wurde in der Regel > 2 m u. Aushubsohle bzw. Profilierungsniveau angetroffen und bleibt damit ohne Einfluss auf das Objekt. Unter der Bodenplatte ist eine 10-15 cm starke, kapillarbrechende Schicht einzubauen.

Erdberührte Bauteile (Wände, Bodenplatten) sind in Verbindung mit einer Dränung nach DIN 4095 gemäß DIN 18533-1 gegen Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser abzudichten (Wassereinwirkungsklasse W 1.2-E).

#### 4.2. Radon

Das Untersuchungsgebiet befindet sich außerhalb der vom LfULG ausgewiesenen Radon-Vorsorgegebiete /U18/, /U19/. Gemäß der Karte zur Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft /U20/ befindet sich das Gebiet in einem Bereich, in dem erhöhte Radonkonzentrationen im Untergrund möglich sind, so dass unter ungünstigen Umständen erhöhte Radonkonzentrationen in Gebäuden auftreten können. Die Wahrscheinlichkeit, dass Konzentrationen den Referenzwert von > 300 Bq/m<sup>3</sup> in Erdgeschossaufenthaltsräumen auftritt wird mit <10 % angegeben.

Radonschutz ist bei dieser Größenordnung durch normgerechten und fehlerfreien Bauwerksschutz gegen Feuchtigkeit in der Regel ausreichend beherrschbar.

### **4.3. Gründungsempfehlungen Verkehrsflächen**

Eine Höheneinordnung der geplanten Verkehrsflächen liegt zum Zeitpunkt der Gutachten-erstellung nicht vor. Die Schicht 1-A wird als nicht frostempfindlich bewertet. Für die Schichten 1-B, 2, 3, und 4 ist eine starke Frostepfindlichkeit (F3) maßgebend. Weitere Angaben bezüglich des frostsicheren Oberbaus sind erst im weiteren Planungsverlauf möglich.

## **5. Bautechnische Hinweise**

### **5.1. Bodenaushub**

Der bei der Vorprofilierung und dem Baugrubenaushub zu lösende Erdstoff entspricht zum großen Teil den Bodenklassen BK 3 bis 5 gemäß DIN 18300 (alt) und ist mittels Bagger mit normalem Aufwand zu lösen. Im Hangschutt (Schicht 3) und dem Grauwackezersatz (Schicht 4) können Steine und Blöcke auftreten, die beim Lösen zu Mehraufwendungen führen können. Im nördlichen Baufeld ist lokal ab 145,0 m NHN mit Festgestein der Bodenklasse 6 bis 7 gemäß DIN 18300 (alt) zu rechnen.

Falls der verbesserte Boden der Schicht 1-C zu lösen ist, ist hierfür ebenfalls ein erhöhter Mehraufwand einzukalkulieren.

### **5.2. Kanalbau**

Für Baugruben und Leitungsgräben sind Böschungswinkel gemäß DIN 4124 einzuhalten. Am Standort werden folgende Böschungswinkel empfohlen:

- bis 1,25 m: senkrecht geschachtet
- 1,25 m bis 1,75 m: bis 0,50 m u.GOK mit Böschungswinkel  $\beta \leq 45^\circ$ , darunter senkrecht geschachtet
- ab 1,75 m: geböscht bzw. verbaut auf kompletter Tiefe.

Alternativ kann verbaut werden (z.B. mit Verbauboxen). Bei Annäherung an bestehende Gründungen sind die Forderungen gemäß DIN 4123 einzuhalten.

Für die Rückverfüllung von Leitungsgräben können die anfallenden Böden des Homogenbereiches E-1 verwendet werden. Für Leitungsgräben innerhalb Verkehrsflächen ist ein Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} \geq 98\%$  in der Hauptverfüllung nachzuweisen.