

Am Birkenweiher 22 · 77839 Lichtenau
Festnetz: 07227 9958050
Mobil: 0176/70001055
E-Mail: info@ralfhettich.de

- Baugrunduntersuchungen
- Bodenuntersuchungen (VwV u. LAGA)
- Lastplattendruckversuche (stat.+dyn.)
- Altlastenerkundungen

Dr. Ralf Hettich · Am Birkenweiher 22 · 77839 Lichtenau

KBB GmbH

Kommunalberatung - Infrastrukturentwicklung

z. Hd. Herrn Ursprung

Dr. Urban-Straße 5

76532 Baden-Baden

Projekt 190121_1

Baugebiet „Farn Süd“ Oppenau

Geotechnischer Bericht

Datum: 05.04.2019

Verteiler: 1 x als pdf-Datei KBB GmbH

Bankverbindung

IBAN: DE55694900000033030304

Volksbank eG Schwarzwald Baar Hegau

BIC: GENODE61V51

INHALTSVERZEICHNIS

1. Veranlassung	5
2. Bebauungsgebiet	5
3. Baumaßnahmen	5
4. Baugrund- und Grundwasserverhältnisse	6
4.1 Baugrundaufschlüsse	6
4.2 Beprobung und Laboruntersuchungen	7
4.2.1 Geotechnische Untersuchungen	7
4.2.2 Schadstoffuntersuchungen	8
4.3 Baugrund	9
4.3.1 Bereich bestehende Straße	10
4.3.1.1 Schicht 1: Schwarzdecke/ Homogenbereich A.....	11
4.3.1.2 Schicht 2-1: Sandige Kiese- Auffüllungen /Homogenbereich B-1	11
4.3.1.3 Schicht 2-2: Schluffige Kiese- Auffüllungen /Homogenbereich B-2	11
4.3.1.4 Schicht 3: Oberboden /Homogenbereich C	12
4.3.1.5 Schicht 4: Schluffe /Homogenbereich D.....	12
4.3.1.6 Schicht 5: Kiese-Hangschutt / Homogenbereich E	12
4.3.1.7 Schicht 6: Festgestein-Sandstein /Homogenbereich F	12
4.3.2 Bereich Erschließungsgebiet	13
4.3.2.1 Schicht 3: Oberboden /Homogenbereich C	13
4.3.2.2 Schicht 4: Schluffe /Homogenbereich D.....	13
4.3.2.3 Schicht 5: Kiese-Hangschutt / Homogenbereich E	14
4.3.2.4 Schicht 6: Festgestein-Sandstein /Homogenbereich F	14
4.4 Grundwasser	14
5. Bodenmechanische Kennwerte / Ersatzboden	15
5.1 Bodenmechanische Kennwerte	15
5.2 Ersatzboden	16
6. Erdbeben	17
7. Durchlässigkeit des Bodens	18
8. Umwelttechnische Untersuchungen	18
8.1 Ergebnisse und Bewertung	19
8.1.1 Asphaltproben.....	19

8.1.2	Auffüllungen.....	19
8.1.3	Schicht 3 - Oberboden.....	20
8.1.4	Schicht 4 - Schluffe.....	20
8.1.5	Schicht 5 - Kiese-Hangschutt.....	20
8.1.6	Schicht 6 - Verwitterungsbereich-Festgestein-Sandstein.....	20
9.	Bauwerke und vorgesehene Baumaßnahmen	20
9.1	Geotechnische Beurteilung und Bebaubarkeit des Untergrundes.....	20
9.2	Schachtbauwerke	22
9.3	Rohraufleger	22
9.4	Verkehrsflächen.....	25
9.5	Trinkwasserleitungen	28
9.6	Wohnbebauung	29
9.7	Herstellung der Baugruben	30
9.8	Wiederverwertbarkeit des Aushubmaterials	31
9.9	Befahrbarkeit des Planums	32
9.10	Bauwerksabdichtung	33
10.	Allgemeiner Hinweis	33

ANLAGENVERZEICHNIS

- Anlage 1:** Lageplan
- Anlage 1-1:** UK der Schicht 3 (Schluffe)
- Anlage 1-2:** UK der Schicht 4 (Kiese-Hangschutt)
- Anlage 2:** Bohrprofile der Rammkernbohrungen RKB 1, RKB 2
- Anlage 3:** Profile der Baggerschürfe Sch 1 – Sch 9
- Anlage 4:** Laboruntersuchungen, Geotechnik
- Anlage 5:** Schadstoffuntersuchungen, Labor UCL

1. Veranlassung

Die KBB GmbH, Baden-Baden, plant für die Stadt Oppenau südlich der Straße „Farnweg“ die Erschließung des Baugebietes „Farn Süd“.

Das Büro für Bodengutachten Dr. Ralf Hettich, Lichtenau, wurde im Januar 2019 mit der Durchführung der erforderlichen Untersuchungen und Erstellung des geotechnischen Gutachtens beauftragt.

2. Bebauungsgebiet

Das Bebauungsareal befindet sich in Oppenau und liegt unmittelbar südlich des Farnweges. Östlich grenzt das Baugebiet an der bestehenden Wohnsiedlung, im Süden und Westen schließt sich der Farnbächle an.

Die Bebauungsfläche besitzt eine Hanglage mit einer starken Neigung nach Süden und insbesondere nach Westen, dabei liegt die Fläche:

- vom Osten nach Westen zwischen rd. 317,0 m+NN und ca. 294,0 m+NN und
- vom Norden nach Süden zwischen ca. 307,0 m+NN und ca. 302,0 m+NN.

Die Bebauungsfläche wird derzeit als Grünfläche genutzt.

Die geplanten Straßen sollen im Norden des Bebauungsgebietes an die bestehende Straße „Farnweg“ anschließen.

3. Baumaßnahmen

Im Einzelnen waren über folgende Bauwerke geotechnischen Aussagen zu treffen:

- Erstellung von Abwasser- und Regenwasserkanalisation

Gemäß der Planung ist der Verlauf der Schmutz- und Regenwasserkanalisation in drei Achsen: Achse 100, Achse 200 und Achse 300 unterteilt. Die geplante Tiefe der Entwässerungsleitungen wird voraussichtlich bis ca. 4,0 m unter GOK zu liegen kommen.

- Schachtbauwerke

Die genau Tiefe der Schachtsohlen der Schmutz- und Regenwasserkanäle liegt uns nicht vor, wir gehen davon aus, dass die Schächte bis in eine Tiefe von ca. 4,5 m unter GOK zum Liegen kommen können.

- Straßenbau

Bei den Straßen ist von der Belastungsklasse Bk 1,0 auszugehen, wobei für die Straßen eine Asphalt- und Pflasterdecke vorgesehen sind. Aufgrund der Topographie werden die geplanten Straßen sowohl über als auch unter der gegenwärtigen Geländeebene liegen.

- Wohnbebauung

Die Art der Bebauung liegt noch nicht fest, auch die Gründungsart und Gründungstiefen sind nicht bekannt. Wie gehen von einer Ausführung der Häuser mit und ohne Unterkellerung aus.

- Die bestehende Straße „Farnweg“

Die Erschließungsstraßen werden im Norden an die bestehende Straße „Farnweg“ angeschlossen. Ob die Fahrbahn der Straße erneuert wird, liegt noch nicht fest. An den Anschlussstellen waren jedoch die Schadstoffbelastungen der bestehenden Schwarzdecke und der Oberbauschicht zu prüfen sowie der Straßenunterbau auf die Frostsicherheit und Tragfähigkeit zu untersuchen.

4. Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

4.1 Baugrundaufschlüsse

Die Erkundungsbohrungen im Bereich der Bebauung wurden im Februar 2019 durchgeführt. Für die geotechnischen Untersuchungen wurden insgesamt 9 Baggerschürfe (Sch 1 – Sch 9) und 2 Rammkernbohrungen (RKB 1 und RKB 2) DN 80/60/50, davon:

- die Bohrungen RKB 1 und RKB 2 im Fahrbahn des Farnweges (Anschlussstelle an die geplanten Straßen);
- die Baggerschürfe Sch 1 – Sch 9 im Bereich des geplanten Baugebietes

abgeteuft.

Die Baggerschürfe Sch 1, Sch 2, Sch 3 und Sch 7 charakterisieren die Untergrundverhältnisse der Achse 100; die Schürfe Sch 2, Sch 5 und Sch 7 der Achse 200; die Schürfe Sch 4 und Sch 8 der Achse 300.

Der Aufbau des Untergrundes im Bereich der geplanten Bebauung wurde durch Baggerschürfe Sch 6 und Sch 9 erkundet.

Die geplante Tiefe von 5,0 m unter GOK wurde in allen Aufschlüssen nicht erreicht. Aufgrund eines Bohrhindernisses (Festgestein-Sandstein) wurden diese in unterschiedlichen Tiefen eingestellt (s. Anl. 2).

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden im Vorfeld mit dem Planer abgestimmt, diese wurden nach ihrer Lage und Höhe eingemessen und sind dem Lageplan (Anl. 1) zu entnehmen.

4.2 Beprobung und Laboruntersuchungen

4.2.1 Geotechnische Untersuchungen

Das Bohrgutmaterial wurde beprobt und nach DIN 4022/4023 angesprochen.

Aus den Bohrungen wurden folgende Bodenproben entnommen und geotechnischen Untersuchungen unterzogen (s. Tab. 1).

Tab. 1: Zusammenstellung der entnommenen und untersuchten Bodenproben

Proben	Tiefe [m]	Bodenart	Kornverteilung	Wassergehalt	Zustandsgrenze
			DIN 18123	DIN 18121	DIN 18122
2.1 (RKB 2)	0,3 – 0,9	Kies-A	x	-	-
9.1 (Sch 9)	0,4 – 1,3	Schluff	x	x	x
9.2 (RKB 9)	1,3 – 1,7	Kies	x	-	-
3.1 (Sch 3)	0,5 – 2,7	Schluff	x	X	x
3.2 (Sch 3)	2,7 – 3,1	Kies	x	-	-
6.1 (Sch 6)	0,5 – 1,4	Schluff	X	-	-
6.2 (Sch 6)	1,4 – 1,7	Kies	x		

x = Probe untersucht; - = Probe nicht untersucht

4.2.2 Schadstoffuntersuchungen

Weiterhin wurden aus den Bohrungen tiefenorientierend und bezogen auf die geplante Bebauung aus den angetroffenen Ablagerungen mehrere einzelne Proben entnommen, die danach zu Mischproben vereinigt wurden (s. Tab. 2).

Tab. 2: Zusammenstellung der entnommenen und untersuchten Bodenproben

Entnahmestelle	Bodenart	Probe	Untersuchungsumfang	Vorgang
Sch 1 – Sch 9	Oberboden	MP 1	VwV	Untersucht
Sch 1 – Sch 9	Schluff	MP 2	-	Rückstellprobe
Sch 1 – Sch 9	Kies	MP 3	-	Rückstellprobe
Sch 1 – Sch 9	Sandstein	MP 4	-	Rückstellprobe
RKB 1	Auffüllung	BP 1.1/RKB 1	VwV	Untersucht
RKB 2	Auffüllung	BP 8.1/RKB 2	VwV	Untersucht

Die Proben wurden nach der **VwV** analysiert und nach der **AbfR 4.2.8 - Baden-Württemberg 2007** bewertet (s. Kap. 8).

Aus der Schwarzdecke der Fahrbahn (Farnweg) wurden zwei Proben entnommen und auf ihren PAK-Gehalt (Feststoff) analysiert.

Tab. 3: Zusammenstellung der entnommenen und untersuchten Asphaltproben

Entnahmestelle	Bodenart	Probe	Untersuchungsumfang	
RKB 1	Schwarzdecke	AP1.1/RKB 1	PAK im Feststoff	Untersucht
RKB 2	Schwarzdecke	AP8.1/RKB 2	PAK im Feststoff	Untersucht

4.3 Baugrund

Anhand der Bohrungen kann der Schichtaufbau des Untergrundes wie folgt beschrieben und in mehrere Homogenbereiche unterteilt und bewertet werden:

- **Bereich bestehende Straße „Farnweg“**
 - Schicht 1 Schwarzdecke/Homogenbereich A
 - Schicht 2 Auffüllungen/Homogenbereich B
 - Sandige Kiese-Auffüllungen /Homogenbereich B-1
 - Schluffige Kiese-Auffüllungen /Homogenbereich B-2
- **Bereich Bebauungsgebiet**
 - Schicht 3 Oberboden/Homogenbereich C
 - Schicht 4 Schluffe /Homogenbereich D
 - Schicht 5 Kiese (Hangschutt)/Homogenbereich E
 - Schicht 6 Verwitterungsbereich (Sandstein)/Homogenbereich F

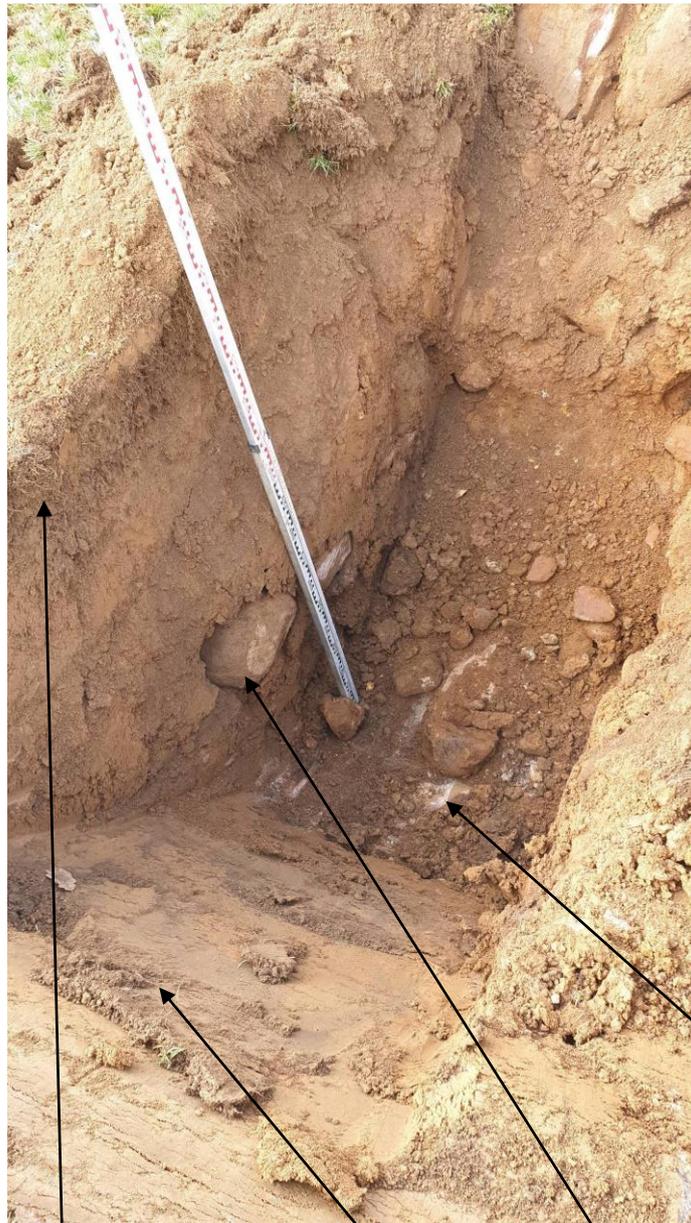


Abb. 1- Baggerschurf: Schicht 3 Oberboden, Schicht 4 Schluff, Schicht 5- Hangschutt, Schicht 6- Festgestein-Sandstein

4.3.1 Bereich bestehende Straße

Im Bereich der Straße „Farnweg“ wurden zwei Bohrungen bis in eine Tiefe von ca. 2,0 m u. der Fahrbahn abgeteuft.

4.3.1.1 Schicht 1: Schwarzdecke/ Homogenbereich A

Die Schwarzdecke wurde im Bereich der Bohrungen in einer gleichen Dicke von rd. 0,3 m festgestellt.

Anhand der Ergebnisse, PAK-Gehalt von 0,35 mg/kg (AP 1.1/RKB 1) und 1,65 mg/kg (AP8.1/RKB 2,) handelt es sich hier um Ausbauasphalt der Verwertungsklasse A (PAK-Gehalt ≤ 25 mg/kg).

4.3.1.2 Schicht 2-1: Sandige Kiese- Auffüllungen /Homogenbereich B-1

Die sandigen Auffüllungen der Schicht 2 wurden direkt unter der Fahrbahndecke in beiden Bohrungen in gleichen Mächtigkeit von 0,6 m erbohrt, damit liegt die UK dieser Schicht in den Bohrungen einheitlich bei rd. 0,9 m unter GOK und bildet damit den Unterbau der Straße.

Es handelt es sich um graue, sandige Fein- bis Mittelkiese ohne Fremdmaterial, nach dem Bohrfortschritt sind die Kiese mitteldicht gelagert. Aus geotechnischer Sicht können diese Auffüllungen der Bodengruppe GI und dem Homogenbereich B-1 zugeordnet werden.

4.3.1.3 Schicht 2-2: Schluffige Kiese- Auffüllungen /Homogenbereich B-2

Die schluffigen Auffüllungen der Schicht 2 wurden nur in der Bohrung RKB 2 festgestellt. Die UK der Schicht wurde bei rd. 1,5 m unter GOK erbohrt, damit beträgt die Mächtigkeit dieser Auffüllungen ca. 0,6 m.

Es handelt es sich hier um hellbraune, sandige, schluffige Fein- bis Mittelkiese mit geringen Anteilen von Ziegelresten bzw. der Arbeitsraum weist Verfüllung von einem Entwässerungsschacht bzw. Entwässerungsleitung auf. Aus geotechnischer Sicht können diese Auffüllungen der Bodengruppe GU und dem Homogenbereich B-2 zugeordnet werden.

4.3.1.4 Schicht 3: Oberboden /Homogenbereich C

Die Oberbodenschicht wurde im Bereich der Straße nicht festgestellt.

4.3.1.5 Schicht 4: Schluffe /Homogenbereich D

Die schluffigen Ablagerungen der Schicht 4 wurden in beiden Bohrungen angetroffen. Die UK der Schicht wurde nur in der Bohrung RKB 1 erbohrt, die lag bei rd. 1,6 m unter GOK. Die Mächtigkeit der Schicht beträgt hier ca. 0,7 m.

In der Bohrung RKB 2 mit einer Erkundungstiefe von 2,0 m unter GOK wurde die UK der Schicht nicht erbohrt, die erbohrte Mächtigkeit lag bei rd. 0,5 m.

Es handelt es sich um sandige, tonige Schluffe von steifer-halbfester Konsistenz, die der Bodengruppe UL-UM und dem Homogenbereich D zugeordnet werden können.

4.3.1.6 Schicht 5: Kiese-Hangschutt / Homogenbereich E

Die Aufschlusstiefe der Bohrungen lag hier bei rd. 2,0 m u. GOK, die kiesigen Hangschuttablagerungen dieser Schicht wurden nur in der Rammkernbohrung RKB 1 erbohrt. Die erbohrte Mächtigkeit der Schicht lag bei rd. 0,4 m. Bei Hangschuttablagerungen dieser Schicht handelt es sich um steinige, schwach sandige, schluffige Mittel- bis Grobkiese.

Aus geotechnischer Sicht können diese als Böden der Bodengruppe GU und dem Homogenbereich E zugeordnet werden.

4.3.1.7 Schicht 6: Festgestein-Sandstein /Homogenbereich F

Verwitterungsbereich der Schicht 6 wurde im Bereich der bestehenden Straße nicht erbohrt.

4.3.2 Bereich Erschließungsgebiet

Die Schicht 1 und die Auffüllungen der Schicht 2 wurden im Bereich der geplanten Bebauung nicht angetroffen.

4.3.2.1 Schicht 3: Oberboden /Homogenbereich C

Die humosen Schluffe der Schicht 3 wurden in den Baggerschürfen innerhalb der geplanten EG in einer Mächtigkeit von rd. 0,2/0,4 m festgestellt (s. Anl. 2).

Es handelt es sich um sandige, schwach tonige Schluffe mit organischen Beimengungen. Aus geotechnischer Sicht können diese Ablagerungen der Bodengruppe OU und dem Homogenbereich C zugeordnet werden.

4.3.2.2 Schicht 4: Schluffe /Homogenbereich D

Die schluffigen Ablagerungen der Schicht 4 wurden in allen Baggerschürfen angetroffen, allerdings schwankt die UK der Schicht zwischen 0,8/0,9 m unter GOK (Sch 2, Sch 4, Sch 5 und Sch 8) und 1,3/1,8 m unter GOK (Sch 6, Sch 7 und Sch 9). In den Schürfen Sch 1 und Sch 3 senkt die UK der Schicht bis ca. 2,2/2,7 m unter GOK.

Demnach variiert die Mächtigkeit der Schicht zwischen 0,6 m und 2,5 m. In der Anlage 1-1 wurde die räumliche Ausbreitung mit der Angabe der UK dieser Schicht dargestellt.

Es handelt es sich hier um sandigen, tonigen Schluffen steifer-halbfester Konsistenz, die der Bodengruppe UL-UM und dem Homogenbereich D zugeordnet werden können.

4.3.2.3 Schicht 5: Kiese-Hangschutt / Homogenbereich E

Die Schluffe der Schicht 5 werden in allen Baggerschürfen durch kiesige Hangschuttablagerungen unterlagert. Auch diese Schicht wurde in äußerst unterschiedlicher Mächtigkeit angetroffen; die Mächtigkeit variiert in den Schürfen zwischen 0,1 m und 1,5 m. Dabei schwankt die UK dieser Schicht zwischen 1,5 m unter GOK und 2,8 m unter GOK.

Auch für diese Schicht wurde in der Anlage 1-2 der Verlauf der UK dargestellt.

Die steinigen, schwach sandigen, schluffigen Mittel- bis Grobkiese können aus geotechnischer Sicht der Bodengruppe GU und dem Homogenbereich E zugeordnet werden.

4.3.2.4 Schicht 6: Festgestein-Sandstein / Homogenbereich F

Der Verwitterungsbereich der Schicht 6 wurde in allen Baggerschürfen ab UK der Hangschuttablagerungen festgestellt.

Die Aufschlusstiefe der Baggerschürfe wurde durch den abnehmenden Verwitterungsgrad des Sandsteins begrenzt. Die freigelegte Mächtigkeit der Schicht lag überwiegend bei nur 0,1/0,2 m; nur in den Schürfen Sch 7 und Sch 9 wurde das Festgestein (Sandstein) bis rd. 3,3/3,5 m unter GOK freigelegt. Damit lag hier die Mächtigkeit bei 0,6/0,7 m.

Es handelt es sich um entfestigtes und bröckliges Festgestein (Sandstein) das aus geotechnischer Sicht als Boden der Bodengruppe GW in sehr dichter Lagerung angesehen werden kann,

4.4 Grundwasser

Zum Zeitpunkt der Untersuchungen wurde kein Grundwasser in den Aufschlüssen angetroffen.

Für den Bebauungsbereich liegen keine Angaben zu den Grundwasserständen oder den Ganglinien aus Grundwassermessstellen. Daher können keine Aussagen über die

Grundwasserstände (HGW bzw. Bemessungswasserstand) und ihre saisonalen Schwankungen im Bereich des Baugebiets getroffen werden.

Allerdings kann aufgrund der Hanglage und nach starken Niederschlagsereignissen u.E. mit einem Auftreten von Schichtwasser über die gering durchlässigen Schichten (Sandstein) gerechnet werden.

Die lokale Vorflut wird durch den „Farnbächle“ gebildet, der unmittelbar südlich des Baugebietes verläuft und in nordwestliche Richtung entwässert.

5. Bodenmechanische Kennwerte / Ersatzboden

5.1 Bodenmechanische Kennwerte

Für die angetroffenen Bodenarten können die relevanten Baugrundkenngrößen der Tabelle 4 und 5 entnommen werden. Diese Werte bilden die Grundlage für die erdstatischen Berechnungen und wurden anhand der Bodenansprache und auf der Basis unserer Erfahrungen festgelegt.

Tab. 4: Bodenmechanische Kennwerte

Schicht	Lagerungs- dichte/ Konsistenz	Wichte, erdfeucht	Reibungs- winkel	Kohäsion	Steifemodul
		γ [kN/m ³]	φ' [°]	c' [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]
Schicht 1	-	-	-	-	-
Schicht 2 - 1	mitteldicht	21,0	32,6	-	45
Schicht 2 - 2	locker	20,0	30,0	-	20
Schicht 3	steif	20,5	27,5	6	8
Schicht 4	dicht	21,0	32,5	-	70
Schicht 5	dicht	22	35	-	100

*Schicht 1 wird im Vorfeld abgeschoben

Aus geotechnischer Sicht können die angetroffenen Schichten wie folgt klassifiziert werden. Die Bodengruppenzuordnung erfolgt nach DIN 18196, die Bodenklasse nach DIN 18300 und die Frostempfindlichkeit nach ZTVE 09 (s. Tab. 5).

Tab. 5: Übersicht der geotechnischen Klassifizierung des Baugrundes

Schicht	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300	Frostempfindlichkeitsklasse ZTVE-STB 09 ¹
Schicht 1	-	-	-
Schicht 2-1	GI	3	F1
Schicht 2-2	GU	3	F2
Schicht 3	UL-UM	4	F3
Schicht 4	GU	4/5	F2
Schicht 5	GW	5/6	F1

Anmerkung: Klassifikation nach Frostempfindlichkeit: F1 – nicht frostempfindlich, F2 – gering bis mittel frostempfindlich, F3 – sehr frostempfindlich

5.2 Ersatzboden

Zur Wiederverfüllung der Arbeitsräume ist das bindige Aushubmaterial (Schluffe) nur eingeschränkt tauglich.

Zur Verfüllung der Arbeitsräume sind die nicht bindigen Kies-Sand-Gemische unproblematisch. Für die Hinterfüllungen, Arbeitsraumverfüllungen, Geländeaufschüttungen, Bodenaustausche ist ein geeignetes Bodenmaterial zu verwenden. Ein eventuell einzubauender Ersatzboden hat die Kriterien der Tabelle 6 zu erfüllen.

Tab. 6: Anforderungen an Ersatzboden

Bodengruppe DIN 18196	Grob und gemischtkörnige Böden [GW, GI, GE, GU]
Kornanteil $d \leq 0,063$	≤ 10 (15) M.-%
Steinanteil $d \geq 63$ mm	≤ 10 M.-%
Ungleichförmigkeitszahl U	$U \geq 3$ für $D_{pr} \geq 98\%$ bzw. $U \geq 7$ für $D_{pr} \geq 100\%$
Glühverlust	≤ 3 M.-%
Schütthöhe	30 -40 cm
Scherwinkel	$\geq 32,5$
Kohäsion	0 kN/m ²

6. Erdbeben

Für eine erdbebengerechte Projektierung von Bauwerken richtet sich die Beurteilung nach der DIN EN 1998-1/NA:2011-01 (ehem. DIN 4149: 2005-04).

Für das Baugelände können folgende Zuordnungen vorgenommen werden (s. Tab. 7):

Tab. 7: Ausgewählte Parameter zur Bemessung der Erdbebensicherheit

ERDBEBENZONE	1
UNTERGRUNDKLASSE	R
BAUGRUNDKLASSE	B

7. Durchlässigkeit des Bodens

Hinsichtlich einer möglichen Versickerung von Niederschlägen wurden die Durchlässigkeitsbeiwerte für die im Baufenster angetroffenen Schichten aus den Literaturdaten und aus der Kornverteilung abgeschätzt.

Es ist zu beachten, dass die tatsächlichen Durchlässigkeitsbeiwerte von den abgeschätzten stark abweichen können.

Nach dem aktuellen Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138 „Planung und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ können Versickerungsanlagen in Lockergesteinen (bei ausreichendem Grundwasserabstand) geplant werden, deren k_f -Werte im Bereich von $n \times 10^{-3}$ bis $n \times 10^{-5}$ m/s liegen (vgl. Tab. 8).

Tab. 8: Durchlässigkeit der angetroffenen Schichten

Schicht	Bodengruppe DIN 18196	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]	Beurteilung DIN 18130
Schicht 1	-	-	-
Schicht 2-1	GI	-	-
Schicht 2-2	GU	-	-
Schicht 3	UL-UM	$n \times 10^{-6-7}$	schwach durchlässig
Schicht 4	GU	$n \times 10^{-4-5}$	durchlässig
Schicht 5	GW	$n \times 10^{-5}$	durchlässig

8. Umwelttechnische Untersuchungen

Im Hinblick auf die Schadstoffbelastung und Entsorgungsrelevanz wurden die entnommenen Proben gemäß **VwV** analysiert und nach **AbfR 4.2.8 - Baden-Württemberg 2007** bewertet.

Die nachfolgend genannten Abkürzungen: Z0, Z0*, Z1 und Z2 bezeichnen sowohl die Einbaukonfiguration als auch die Materialqualitäten.

8.1 Ergebnisse und Bewertung

8.1.1 Asphaltproben

Die Asphaltproben **AP 1.1 (RKB 1)** und **AP 8.1 (RKB 2)** wurden aus der Asphaltdeckschicht der bestehenden Straße „Farnweg“ entnommen.

Zur Bewertung von Straßenaufbruch hinsichtlich Verwertung und Lagerung dient als Grundlage hierfür das LfU-Merkblatt 3.4/1.

Die Analysen ergaben eine Einstufung der Schwarzdecke in die **Verwertungsklasse A - Ausbauasphalt**.

8.1.2 Auffüllungen

Aus den angetroffenen kiesigen Auffüllungen wurden zwei Proben aus den Bohrungen RKB 1 und RKB 2 (s. Tab. 2) entnommen und analysiert.

In der **Probe BP 8.1/RKB 2** wurde eine leichte PAK-Konzentration von 0,68 mg/kg festgestellt. Weitere Überschreitungen der Zuordnungswerte der VwV – Baden-Württemberg wurden nicht festgestellt.

Demnach ist Material der Proben als Material der **Qualitätsstufe Z0** zu bezeichnen.

In der **Probe BP 1.1/RKB 1** wurde im Feststoff eine PAK-Belastung festgestellt, die mit einem PAK-Gehalt 8,98 mg/kg der Zuordnungswert Z1.1 von 3 mg/kg überschreitet, der Zuordnungswert Z1.2 von 9 mg/kg wird jedoch angehalten.

Anhand der Ergebnisse ist Material der Probe BP 1.1/RKB 1 als Material der **Qualitätsstufe Z1.2** zu bezeichnen.

Aus den naturgewachsenen Ablagerungen wurde eine flächendeckende und schichtenorientierende Beprobung durchgeführt (s. Tab. 2).

8.1.3 Schicht 3 - Oberboden

Aus allen Bodenproben der Oberbodenschicht wurde eine Mischprobe MP 1 gebildet. Im Material der Probe wurden keine Überschreitungen der Zuordnungswerte festgestellt, d.h. das Material der Oberbodenschicht ist als Material der **Qualitätsstufe Z0** zu bezeichnen.

8.1.4 Schicht 4 - Schluffe

Die Mischprobe MP 2 wurde aus der Schluffschicht gebildet. Die Probe wurde zurückgestellt und vorläufig nicht analysiert.

8.1.5 Schicht 5 - Kiese-Hangschutt

Die Mischprobe MP 3 wurde aus den kiesigen Ablagerungen (Hangschutt) gebildet. Auch diese Probe wurde zurückgestellt und vorläufig nicht analysiert.

8.1.6 Schicht 6 - Verwitterungsbereich-Festgestein-Sandstein

Aus dem Verwitterungsbereich wurde die Mischprobe MP 4 gebildet. Die Probe liegt als Rückstellprobe vor und kann –falls erforderlich- nach VwV B-W analysiert werden.

9. Bauwerke und vorgesehene Baumaßnahmen

9.1 Geotechnische Beurteilung und Bebaubarkeit des Untergrundes

- Die Fahrbahndecke im Bereich der bestehenden Straße „Farnweg“ ist unbelastet. Es handelt es sich um Ausbauasphalt der wiederverwendet werden kann.

- Die kiesigen Auffüllungen der Schicht 2-1 sind der Bodengruppe GI zuzuordnen, daher handelt es sich hier um frostsicheren und verdichtungsfähigen Material. Nach den Abgeteufte Bohrungen bilden die kiesigen Auffüllungen eine einheitliche und tragfähige Einheit.

Die festgestellte Qualitätsstufe Z1.2 lässt zu, dass Material in technischen Bauwerken ohne definierte technische Sicherheitsmaßnahmen – bei günstigen hydrogeologischen Verhältnissen (Deckschicht $\geq 2,0$ m) zu verwerten.

- Bei schluffigen Auffüllungen der Schicht 2-2 handelt es sich u.E. um lokale Auffüllungen, die für die Verfüllung der Arbeitsräume verwendet wurden und sind somit für die Fahrbahn nicht relevant.
- Die humosen Schluffe der Schicht 3 (Oberboden) sind grundsätzlich für die Abtragung der Lasten nicht geeignet und müssen ausgehoben und ggf. ersetzt werden.
- Die Schluffe der Schicht 4 bilden eine relativ einheitliche, allerdings nur bedingt tragfähige Schicht. Als Gründungsebene der Entwässerungsleitungen können bei angetroffenen Konsistenz- diese u.E. dienen. Für die Gründung der Schachtbauwerke sind die Schluffe weniger geeignet.

Bei der Wohnbebauung und Abtragung der Lasten über Streifenfundamente sollen diese unter der Sohle der Fundamente ausgetauscht werden. Bei Abtragung der Lasten über eine tragende Bodenplatte können die Schluffe im Erdreich verbleiben.

- Die kiesigen Ablagerungen (Hangschutt) der Schicht 5 sind generell als tragfähigen Baugrund zu bezeichnen und sind für die Abtragung der Lasten geeignet. Allerdings bei der Verlegung der Leitungen ist auf das Überkorn (Steine) zu achten.
- Das in den Baggerschürfen angetroffene Festgestein ist für die Abtragung der Lasten geeignet. Anhand der durchgeführten Baggerschürfe und nach Augenschein kann das Material der Schicht der Bodenklassen 5 und 6 zugeteilt werden. Aufgrund einer geringen Erkundungstiefe kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass bei der größere Aushubtiefe (falls erforderlich) auch mit dem Material der Bodenklasse 7 zurechnen wäre.

Nach unserer Ansicht ist bei Aushubarbeiten zu berücksichtigen, dass ein plangenaue Aushub der Fundamentgruben, Leitungsgräben aufgrund der Größe, der plattenartigen Formen sowie der Verzahnung der Sandsteinblöcke nicht möglich ist.

9.2 Schachtbauwerke

Bei einer Lage der Gründungssohle der Schachtbauwerke in den als gering tragfähig eingestuften Schluffen der Schicht 4 sind diese im Bereich der Gründungssohlen durch einen Bodenaustausch mit einer tragfähigen Aufschüttung aus durchlässigem Material mit einer Dicke von $\geq 0,5$ m zu ersetzen.

Bei den Schachtbauwerken ist für ein gleichmäßiges Auflager und eine ausreichende Verdichtung des Verfüllmaterials unter dem auskragenden Schachtteil zu achten.

Bei einer Lage der Sohle in die Kiese der Schicht 5 bzw. im Verwitterungsbereich der Schicht 6 wären keine weiteren Maßnahmen erforderlich. Die durch Aushubarbeiten unvermeidlichen Auflockerungen der Gründungssohle sollten jedoch nachverdichtet werden.

9.3 Rohraflager

Bei der Verlegung von Rohrleitungen im Untersuchungsgebiet müssen die Rohre gleichmäßig mit den ganzen Leitungen aufliegen und der Boden im Bereich der oberen Bettungsschicht mindestens die gleiche Dichte aufweisen wie im Bereich unter dem Rohr (s. Abb. 1).

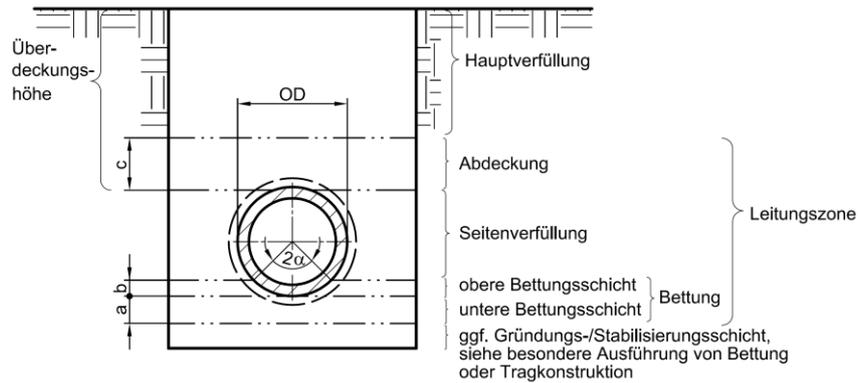


Abb.1: Schematischer Schnitt- Leitungszone und Hauptverfüllung nach DIN EN 1610

Nach den Forderungen der DIN EN 1610 sind folgende Bettungsvarianten möglich (s. Abb. 2):

Bettung Typ 1: Tiefer ausgehobene Grabensohle, Rohrverlegung auf einzubringendes Auflager (untere Bettungsschicht),

Bettung Typ 2: Rohrverlegung direkt auf die vorgeformte und vorbereitete Grabensohle (gewachsener Boden),

Bettung Typ 3: Rohrverlegung auf die Grabensohle (gewachsener Boden)

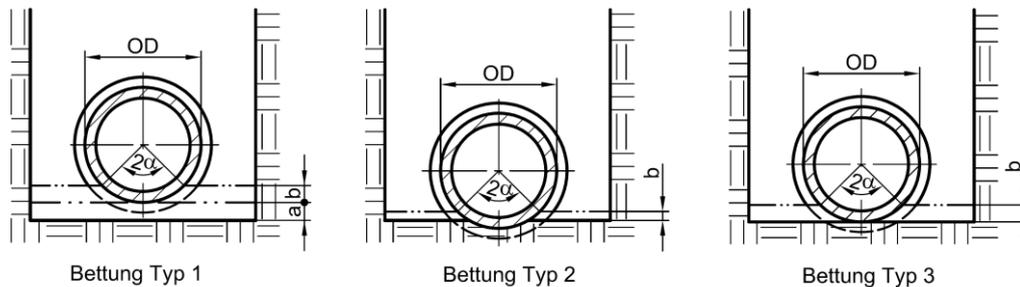


Abb. 2: Rohrbettungen nach DIN EN 1610, Ziffer 7.2

Gemäß DIN 1610 sind die Rohrgräben während dem Rohraushub und dem Verdichten wasserfrei zu halten.

Zum Schutz der Sohle gegen Aufweichung ist im Bereich der bindigen Böden das Belassen einer Schutzschicht zu empfehlen, die erst kurz vor Rohreinbau entfernt werden soll.

Sollten im Grabensohlenbereich Schluffe mit weicher Konsistenz angetroffen werden, sind diese auszutauschen, daher ist in diesem Fall eine Stabilisierung der Grabensohle

durch einen Bodenaustausch nach DWA-A-139 mit geeignetem Material in einer Mächtigkeit von mindestens 30 cm erforderlich.

Im Bereich des Rohraufagers sollten die Baustoffe nach DIN 1610 bei einem Rohrdurchmesser bis DN 200 keine Bestandteile enthalten, die größer als 22 mm sind. Bei einem Rohrdurchmesser DN 200 bis DN 600 sollen die Bestandteile nicht größer als 40 mm sein.

Die Mindestabdeckungen über den Rohrleitungen sind entsprechend DIN 1610 einzuhalten d.h. die Dicke der Abdeckung ist mit 150 mm über dem Rohrschaft bzw. 100 mm über der Rohrverbindung festgelegt.

Eine mechanische Verdichtung darf im Bereich der Leitungszone bis 1,0 m Schichtdicke über Rohrscheitel nur mit leichtem Verdichtungsgerät erfolgen.

Besondere Belastungen während des Bauzustandes, das Befahren der überschütteten Rohrleitungen bei kleiner Überdeckung mit schweren Baugeräten und Fahrzeugen sind nicht zulässig.

Nach ZTVE 12 muss die Verfüllung von Leitungsgräben einen nachgewiesenen Verdichtungsgrad von mindestens $D_{pr} = 97\%$ erreichen. Die Breite der Bettung muss mit der Grabenbreite übereinstimmen (s. Abb. 3).

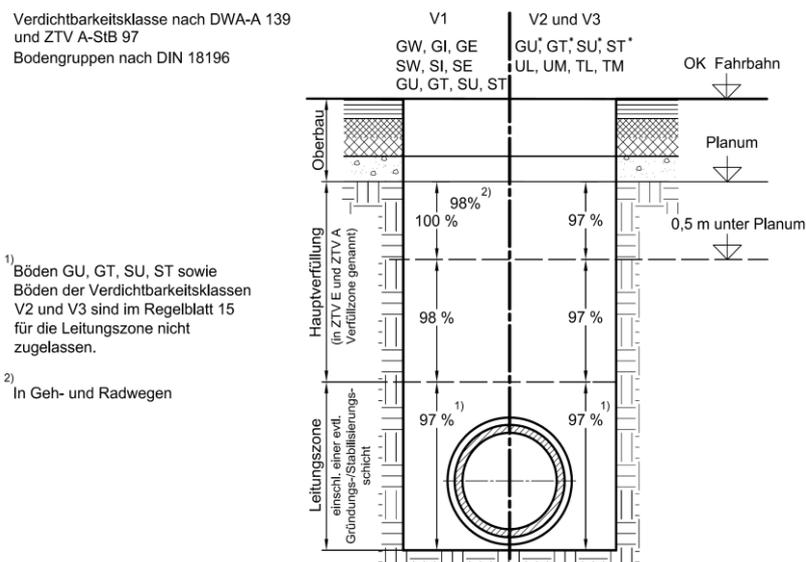


Abb. 3: Geforderte Lagerungsdichten nach ZTVE 12

9.4 Verkehrsflächen

Die Straßen sind in Allgemeinen auf dem Untergrund zu gründen, welcher die Anforderungen der ZTVE erfüllt bzw. welcher sich auf die entsprechenden Werte (D_{pr} und E_{v2}) verdichten lässt.

Dadurch sollen auftretende Setzungen derart minimiert werden, dass sie keine unzulässigen Verformungen in der Fahrbahnbefestigung verursachen.

Des Weiteren ist die Frostsicherheit nach ZTVE und RStO zu gewährleisten.

Nach Angaben der Planer sind die Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk1,0 zuzuordnen.

Bei den Böden der Frostsicherheitsklasse F2/F3 sind nach Tabelle 3 der RStO folgende Minstdicken des frostsicheren Straßenaufbaues zugrunde zu legen.

Tabelle 9: Minstdicke des frostsicheren Straßenaufbaues

Frostempfindlichkeitsklasse	Dicke in cm bei Belastungsklasse
	Bk1,0
F2	50
F3	60

Anmerkung: Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse sind nach RStO, Tab. 7, zu berücksichtigen.

Damit sind im Fahrbahnbereich der Straßen die bindigen Schichten (Oberboden, Schluffe) bis in eine Tiefe von ca. 0,5/0,6 m unter OK Fahrbahnfläche durch verdichtbares, frostsicheres und gut abgestuftes Material zu ersetzen. Hierzu sind Böden der Bodengruppen GW, GI und GE geeignet.

Die erforderliche Aufschüttung ist nach RStO für Bauweisen mit Asphaltdecke für die Belastungsklasse Bk 1 wie folgt aufzubauen.

Tabelle 10: Asphaltdeckschicht auf Frostschuttschicht

Schicht	Belastungsklasse Bk1,0	
	Dicke [cm]	Verdichtung E_{v2} [MN/m ²]
Planum F2/F3	-	≥45
Frostschuttschicht	41	120
Asphalttragschicht	10	-
Asphaltdecke	4	-

Die erforderliche Aufschüttung ist nach RStO für Bauweisen mit Pflasterdecke für die Belastungsklasse Bk1,0 wie folgt aufzubauen.

Tabelle 11: Pflasterdeckschicht auf Frostschuttschicht

Schicht	Belastungsklasse Bk1,0	
	Dicke [cm]	Verdichtung E_{v2} [MN/m ²]
Planum F2/F3	-	≥45
Frostschuttschicht	28	120
Kiestragschicht	25	150
Sandbett	4	-
Pflasterdecke	8	-

Der Untergrund bzw. Unterbau für die Fahrbahn muss ausreichend dicht gelagert und tragfähig sein. Nach RStO ist auf dem Planum bei frostempfindlichen Untergrund (F2/F3) ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} \geq 45$ MN/m² zu erreichen.

Ist das erforderliche Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nicht dauerhaft erreichbar, ist der Untergrund zu verbessern bzw. zu verfestigen oder die Dicke der ungebundenen Tragschicht ist zu vergrößern.

Dafür kann ein Bodenaustausch mit geeignetem Material durchgeführt werden. Nach ZTVE wäre dabei unter der Annahme eines errechneten Verformungsmoduls von $E_{v2} 10/20 \text{ MN/m}^2$ auf den Schluffen der Schicht 4 ein zusätzlicher Bodenaustausch mit Frostschutzmaterial in einer Stärke von 20 cm bis 40 cm erforderlich, um auf dem Planum das geforderte Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachweisen zu können (s. Abb. 4).

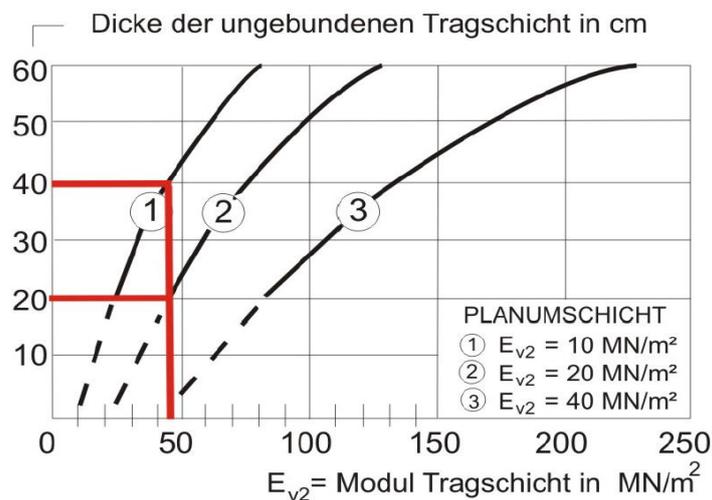


Abb. 4: Verformungsmodul E_{v2} auf der Frostschutzschicht in Abhängigkeit von deren Dicke und vom Verformungsmodul auf dem Planum

Das auf dem Planum und auf der Frostschutz- bzw. Tragschicht zu erreichenden Verformungsmodul ist mittels Lastplattendruckversuchen nach DIN 18 134 nachzuweisen.

Alternativ zu einem Bodenaustausch kann eine ca. 0,5 m mächtige Bodenverfestigung mit hydraulischen Bindemitteln (Kalk /Zement) durchgeführt werden.

Das Bindemittel muss für eine Bodenverbesserung mindestens 2 Gew% betragen.

Gemäß der ZTVE kämen für die Böden der Schicht 4 (Schluffe) folgende Bindemittel für eine Bodenverbesserung in Betracht: Feinkalk (2 bis 4%), Kalkhydrat (2 bis 5%), hochhydraulischer Kalk oder Zement (2 bis 8%), Mischbindemittel (2 bis 6%).

9.5 Trinkwasserleitungen

Für das Rohraufleger von Wasserleitungen ist nach ZTVE steinfreier, gut verdichtbarer und tragfähiger Boden geeignet.

Die erforderliche Schichtdicke des geeigneten Bodens beträgt $t = \text{mm} + 1/10 \text{ DN}$ in mm, mindestens aber $t = 150 \text{ mm}$.

Andernfalls ist eine Ausgleichschicht aus geeignetem Material einzubauen oder ein besonderes Rohraufleger auszubilden.

Das Rohraufleger muss mindestens den Auflagerwinkel der statischen Berechnung aufweisen. Dieser soll gemäß der ZTVE für biegesteife Rohre kleiner und mittlerer Nennweite in der Regel etwa 60° betragen.

Zur Auflagerung bzw. Einbettung der Leitung können je nach Rohrmaterial, Außenschutz und Rohrdurchmesser Sand, Kiessand oder aufbereitete Korngemische von nicht steifer Konsistenz eingebaut werden.

Je empfindlicher das Rohr, desto feinkörniger und gleichmäßiger muss das Material der Einbettung sein. Die Rohre sind so zu verlegen, dass weder eine Linien- noch eine Punktlagerung auftritt. Für die Muffen sind deshalb Vertiefungen im Auflager herzustellen.

9.6 Wohnbebauung

Die Gründungsart, die Gründungstiefe und die Ausführung der Häuser – mit oder ohne Keller- ist nicht bekannt.

Bei den angetroffenen Untergrund- und Grundwasserverhältnissen können die Lasten der Häuser über Streifenfundamente und über eine tragende Bodenplatte abgetragen werden.

Für die Vorbemessung der Fundamente bei Abtragung der Lasten in die Kiese der Schicht 5 und Verwitterungsbereich der Schicht 6 können für die Streifenfundamente nach EC 7.1 (2011) und nach DIN 1054:2010, Tabelle A 6.2, folgende Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ zugrunde gelegt werden.

Tabelle A 6.2 — Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf nichtbindigem Boden auf der Grundlage einer ausreichenden Grundbruchsicherheit und einer Begrenzung der Setzungen mit den Voraussetzungen nach Tabelle A 6.3

Kleinste Einbindetiefe des Fundaments m	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands kN/m ² b bzw. b'					
	0,50 m	1,00 m	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m
0,50	280	420	460	390	350	310
1,00	380	520	500	430	380	340
1,50	480	620	550	480	410	360
2,00	560	700	590	500	430	390
bei Bauwerken mit Einbindetiefen $0,30 \text{ m} \leq d \leq 0,50 \text{ m}$ und mit Fundamentbreiten b bzw. $b' \geq 0,30 \text{ m}$	210					
ACHTUNG — Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.						

Bei den auf Grundlage der Tabelle A 6.2 bemessenen Fundamenten können bei mittiger Belastung Setzungen in einer Größenordnung von $s = 1,0/1,5 \text{ cm}$ auftreten.

Falls unter der Sohle der Fundamente die Schluffe der Schicht 4 angetroffen werden, sollen diese vorsorglich ausgehoben und ersetzt werden.

Bei Abtragung der Lasten über eine tragende Bodenplatte können die Schluffe im Untergrund verbleiben.

Diese Art der Gründung bietet allerdings keine Frostsicherheit der Gründung und daher müssen Frostschrüzen angeordnet werden.

Je nach Ausführung der Häuser wäre u.E. sinnvoll unter der Bodenplatte eine kapillARBrechende Schicht (Rollkies 16/32) in einer Mächtigkeit von ca. 0,2/0,3 m vorzusehen. Vor der Aufbringung der Kiesschicht ist die Verlegung von einem Geotextil zu empfehlen. Die Oberkante der Kiesschicht ist durch eine Folie zu schützen.

Für die Vorbemessung der Bodenplatte kann – bei nicht unterkellerten Wohnhaus- im Vorfeld ein **Bettungsmodul $k_s = 5 - 7 \text{ MN/m}^3$** zugrunde gelegt werden.

Bei einer Unterkellerung des Hauses kann für die Bemessung der Bodenplatte ein **Bettungsmodul $k_s = 10 - 15 \text{ MN/m}^3$** eingesetzt werden.

Anmerkung: Aufgrund der vertikal und horizontal wechselnden Tragfähigkeiten des Untergrundes wird bei der Errichtung von Gebäuden empfohlen, bereits im Vorfeld den Bodenaufbau im Bereich des geplanten Baufensters in Form eines ingenieurgeologischen Gründungsgutachtens erkunden zu lassen.

9.7 Herstellung der Baugruben

Nach DIN 4124 sind folgende Böschungsneigungen einzuhalten:

- für nichtbindige Böden $\beta = 45^\circ$;
- für steife bindige Böden $\beta = 60^\circ$;
- für Festgestein $\beta = 60^\circ$.

Die Baugrubenböschung ist gegen Niederschläge mit Baufolie abzudecken und darauf zu achten, dass die Böschungsschulter über eine Breite von mindestens 0,6 m lastfrei gehalten wird. Der Leitungsgraben ist während der Bauarbeiten wasserfrei zu halten, also durch eine Abdeckung zu schützen.

Lotrechter Aushub darf nach DIN 4124 nur bis 1,25 m Tiefe erfolgen. Bei Tiefen zwischen 1,25 m und 1,75 m muss mit einer abgeböschten Kante oder einem Teilverbau gesichert werden.

Bei Tiefen >1,75 m ist nach DIN 4124 abzuböschten oder zu verbauen.

9.8 Wiederverwertbarkeit des Aushubmaterials

Eine Einstufung der verschiedenen Bodengruppen in unterschiedliche Verdichtbarkeitsklassen nach ZTVE ist in der Tabelle 12 zu entnehmen. Damit ergibt sich eine Unterteilung in gut verdichtbare (Verdichtbarkeitsklasse V1) bis weniger gut verdichtbare Böden (V3)

Bezüglich der Hinterfüllung und Überschüttung für die Leitungszone empfehlen sich grundsätzlich Baustoffe der Verdichtbarkeitsklasse V1.

Tab. 12: Verdichtbarkeitsklassen

Verdichtbarkeitsklasse	Kurzbeschreibung	Bodengruppe n. DIN 18196
V1	nicht bindige bis schwach bindige, grobkörnige und gemischtkörnige Böden	GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, GT, SU, ST
V2	bindige, gemischtkörnige Böden	GU*, GT*, SU*, ST*
V3	bindige, feinkörnige Böden	UL, UM, TL, TM, TA

Bei einem Aushub der Baugruben ist im Bereich der geplanten Achsen überwiegend mit Bodenmaterial der Schicht 3 (Oberboden) und der Schicht 4 (Schluffe) zu rechnen.

In den tieferen Bereichen fallen die schluffigen Kiese (Hangschutt) und Feststeinablagerungen (Sandstein) an.

Für einen Wiedereinbau ist der Oberboden (Schicht 3) generell nicht geeignet.

Die Schluffe der Schicht 4 sind der Verdichtbarkeitsklasse V3 zuzuordnen. Für einen Wiedereinbau sind die bindigen Böden –ohne zusätzlichen Maßnahmen- nur bedingt geeignet.

Anmerkung: Inwieweit Aushubmaterial (Oberboden + Schluffe) zwischengelagert und später zur Geländemodellierung eingesetzt werden kann, liegt im Ermessen der Planer.

Die kiesigen Hangschuttablagerungen (Schicht 5) können der Verdichtbarkeitsklasse V2 zugeordnet werden. Allerdings handelt es sich hier um steinige Grobkiese, die für den Wiedereinbau in die Leitungsgräben –ohne den Grobanteil abzusieben- nicht geeignet sind.

Aufgrund der Größe (Blöcke), Form (Platten) ist eine direkte Verwendung des Sandsteins (Schicht 6) nicht möglich. Nach Fertigstellung der Leitungsgräben kann bereits ausgehobenen und zerkleinerten Material wiederverfüllt werden bzw. als Baustoff der Verdichtbarkeitsklasse V1 wiederverwertet werden.

9.9 Befahrbarkeit des Planums

Auf dem Planum (Schluffe) ist ein Befahren in der Regel nur bei guter Witterung möglich.

Das Planum ist unbedingt vor den Witterungseinflüssen zu schützen. Unter Wasserzutritt und Einwirkung von mechanischer Energie ist hier eine Änderung der Konsistenz in dem Bereich (weiche Konsistenz) zu erwarten, so dass die erforderliche Tragfähigkeit für das Befahren nicht mehr gegeben ist.

Vor Beginn der Arbeiten sind der Oberboden und die unmittelbar darunterliegenden Schluffe bis ca. 0,5 m unter GOK abzutragen. Auf dem Planum sollen ca. 30 cm Bodenaufschüttung aufgebracht und verdichtet werden, die während der Kanalbaumaßnahmen als Baustraße dienen soll.

9.10 Bauwerksabdichtung

Das Grundwasser bzw. Schichtwasser wurde nicht angetroffen. Ein Bemessungswasserstand bzw. die Schwankungsbreite des Grundwassers liegen uns nicht vor.

Anmerkung: Nach DIN 18533-1:2017-07 ist bei unklaren Grundwasserverhältnissen wie oben erwähnt für die Planung bzw. Ausführung der erdberührenden Bauteile (Wände, Bodenplatten, Fundamente) ein Bemessungswasserstand bis OK Gelände einzusetzen.

Aufgrund der angetroffenen Bodenverhältnisse und den unklaren Grundwasserverhältnissen schlagen wir vor, vorsorglich die erdberührenden Bauteile (Bodenplatte, erdberührende Wände) gegen eine mäßige Einwirkung vom drückendem Wasser <3m nach DIN 18533-1:2017-07, **Klasse W2.1-E** – Situation 1 abzudichten.

10. Allgemeiner Hinweis

Bei den Bauarbeiten sollten folgende Hinweise beachtet werden:

- Um eine zu starke Auflockerungen der Gründungssohle zu vermeiden, sollten die Aushubarbeiten möglichst schonend durchgeführt werden.
- Durch die Aushubarbeiten resultierende und nicht vermeidbare Auflockerungen der Baugrubensohle sollten nachverdichtet bzw. ersetzt werden.

- Bei eventuellen Unsicherheiten aller Art und/oder Abweichungen gegenüber den hier angetroffenen und beschriebenen Untergrundverhältnissen sollte die Beratung und Baubegleitung durch einen Baugrundgutachter erfolgen.

gez. Dr. Ralf Hettich