
INGENIEUR GRUPPE GEOTECHNIK

Dr.-Ing. Josef Hintner
Dr.-Ing. Daniel Renk
Dr.-Ing. Thomas Scherzinger
Dr.-Ing. Rüdiger Wunsch

Sachverständige für Erd- und
Grundbau nach Bauordnungsrecht

Prüfstelle nach RAP Stra 15, Fachgebiet A3

Ingenieurgruppe Geotechnik
Hintner · Renk · Scherzinger · Wunsch
Partnerschaft mbB Beratende Ingenieure
Lindenbergstraße 12 · D - 79199 Kirchzarten
Tel. 0 76 61 / 93 91-0 · Fax 0 76 61 / 93 91 75
www.ingenieurgruppe-geotechnik.de

Erschließung des Neubaugebietes Höfleberg, Schonach - Geotechnischer Bericht -

Auftraggeber:

LBBW Immobilien
Kommunalentwicklung GmbH
Eisenbahnstraße 66
79098 Freiburg

Unsere Auftragsnummer:

21104/Hi-Ma

Bearbeiter:

Herr Hintner / Herr Madl

Ort, Datum:

Kirchzarten, 17. Juni 2021/Ma

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	4
2	Unterlagen	4
3	Baugrund	4
3.1	Baugrunderkundung	4
3.1.1	Geotechnische Untersuchungen	4
3.1.2	Umwelttechnische Untersuchungen	5
3.2	Geländeverlauf und Untergrundaufbau	6
3.3	Geotechnische / Umwelttechnische Einstufung und Bodenkennwerte	9
3.4	Wasserverhältnisse	9
4	Geotechnische Beratung	9
4.1	Allgemeine Geotechnische Randbedingungen	9
4.2	Baumaßnahme	10
4.3	Kanal- / Leitungsbau	10
4.4	Verkehrsflächen	11
4.5	Allgemeine Angaben zum Hochbau	13
4.6	Verwendung des Aushubmaterials	14
4.6.1	Geotechnische Hinweise	14
4.6.2	Umwelttechnische Hinweise	14
4.7	Versickerung von Niederschlagswasser	16
5	Geotechnische und umwelttechnische Begleitung der Baumaßnahme	17
6	Schlussbemerkungen	18

Anlagenverzeichnis

1 Lagepläne

- 1.1 Übersichtskarte, M 1 : 25.000
- 1.2 Lageplan Untersuchungspunkte, M 1 : 1.000

2 Ergebnisse der Baugrunderkundung

3 Laborversuche

- 3.1 Tabellarische Zusammenstellung
- 3.2 Korngrößenverteilungen

4 Maßgebende Angaben zu Homogenbereichen und Bodenkenngößen

- 4.1 Maßgebende Angaben zu Bodenschichten/Homogenbereichen
- 4.2 Maßgebende Angaben zu Bodenkenngößen (charakteristische Werte)

5 Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit

- 5.1 Auswertung der Versickerungsversuche
- 5.2 Auswertung der Kornverteilung nach Kozeny/Carman

Anhang

- A Unterlagen zur orientierenden Schadstoffuntersuchung (Aufsteller: solum büro für boden + geologie, Freiburg)
- B Allgemeine Hinweise für den Umgang mit Erdaushub (Aufsteller: solum büro für boden + geologie, Freiburg)

1 Veranlassung

Die LBBW Immobilien Kommunalentwicklung GmbH, Freiburg, beabsichtigt die Erschließung des Neubaugebietes „Höfleberg“ in Schonach. Planer ist das Ingenieurbüro Greiner, Donaueschingen. Die Ingenieurgruppe Geotechnik, Kirchzarten, wurde durch die Bauherrschaft auf Grundlage des Angebotes vom 09.04.2021 beauftragt, für die geplante Baumaßnahme geotechnische Leistungen zu erbringen. Eine orientierende Schadstoffuntersuchung war ebenfalls Bestandteil der Beauftragung. Die umwelttechnischen Leistungen wurden von solum, büro für boden + geologie, Freiburg, erbracht.

2 Unterlagen

- **Ingenieurbüro Greiner, Donaueschingen:**
 - [U1] Lageplan mit Untersuchungspunkten, M 1 : 500, vom 30.04.2021
 - [U2] Angaben zu Kanaltiefen, Versickerungskonzept sowie Belastungsklassen nach RStO, per E-Mail am 11.05.2021 erhalten.
- **solum büro für boden + geologie, Freiburg:**
 - [U3] Orientierende Schadstoffuntersuchung, per E-Mail vom 09.06.2021, s. Anhänge A + B
- **Ingenieurgruppe Geotechnik, Kirchzarten:**
 - [U4] Allgemeine geotechnische Unterlagen aus unserem Archiv (z. B. geologische und hydrogeol. Karten)

3 Baugrund

3.1 Baugrunderkundung

3.1.1 Geotechnische Untersuchungen

Vor Erkundung des Baugrundes wurden die Unterlagen aus dem Archiv der Ingenieurgruppe Geotechnik ausgewertet.

Der Schichtenaufbau wurde am 04.05.2021 stichprobenartig durch fünf 1,3 m bis 3,0 m tiefe **Baggerschürfe** erkundet. Die Schürfe wurden nach geologischen und bodenmechanischen Kriterien in Anlehnung an DIN EN ISO 14688 bzw. 14689 (Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden bzw. Fels) aufgenommen. Die Ansatzpunkte der Schürfe wurden nach Lage und Höhe im Gelände eingemessen [U1].

Im Lageplan der Anlage 1 sind die Ansatzpunkte der Untergrundaufschlüsse angegeben. Die Erkundungsergebnisse sind im Anlagenteil 2 dargestellt.

An kennzeichnenden Erdstoffproben aus den Schürfen wurden **Laborversuche** zur geotechnischen Klassifizierung und zur Festlegung von Bodenkennwerten ausgeführt (tabellarische Zusammenstellung, s. Anlage 3.1, Korngrößenverteilungen, s. Anlage 3.2).

3.1.2 Umwelttechnische Untersuchungen

Aus den entnommenen Proben wurden durch die Fa. Solum, Freiburg, entsprechende Mischproben erstellt, um die orientierende Schadstoffuntersuchung vorzunehmen (siehe Anhang A). Eine historische Recherche für das Baugrundstück wurde nicht durchgeführt. Hinsichtlich der Zusammensetzung und der umwelt- und abfallrechtlichen Einstufung können folgende Schichten unterschieden werden:

Tabelle 1: Probenmanagement (Verzeichnis der Analyseproben)

Homogenbereich	Material	Probe	Tiefe [m]	Einzelproben/ Tiefe [m]	Analysenumfang
Oberboden	Schluff, sandig	MP1	0,00-0,40	SCH1-1; 0,00-0,40 SCH2-1; 0,00-0,20 SCH3-1; 0,00-0,20 SCH4-1; 0,00-0,30 SCH5-1; 0,00-0,20	PAK Arsen Schwermetalle pH-Wert
Decklage	Schluff, stark sandig, schwach kiesig	MP2	0,20-0,80	SCH1-2; 0,40-0,80 SCH2-2; 0,20-0,60 SCH3-2; 0,20-0,60 SCH5-2; 0,20-0,50	Arsen Schwermetalle, Cadmium im Eluat
Hangschutt/ sandig	Sand, kiesig, schluffig	MP3	0,30-1,40	SCH1-3; 0,80-1,40 SCH2-3; 0,80-1,30 SCH4-2; 0,30-0,70 SCH5-3; 0,50-0,80	Arsen Schwermetalle
Hangschutt/ kiesig	Kies, sandig bis stark sandig, steinig	MP4	2,30-2,90	SCH1-4; 2,50 SCH1-5; 2,90 SCH2-4; 2,30	Arsen Schwermetalle
Granit (verwittert)	Kies und Steine, sandig	MP5	0,80-1,60	SCH3-3; 1,00-1,30 SCH4-3; 1,00-1,20 SCH5-4; 0,80-1,60	Arsen Schwermetalle

Die Einstufung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse erfolgt nach folgenden Schriften:

- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung), Berlin 1999

- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV), Bonn 16.07.2009/ 2013/ 2017
- Umweltministerium Baden-Württemberg (Hrsg.): Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (VwV Boden), Stuttgart, 2007
- Umweltministerium Baden- Württemberg: Anwendung der VwV Boden bei großflächig erhöhten Schadstoffgehalten; Az.: 5-8982.31/6, vom 27. Juli 2016
- LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg: Leitfaden zum Umgang mit und zur Entsorgung von teerhaltigem Straßenaufbruch, Karlsruhe 2018
- Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (Hrsg.): Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial, Stuttgart 2004, kurz: RC-Erlaß (Dihlmann 2004)
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg: Einstufung von Abfällen nach ihrer Gefährlichkeit, Stuttgart 04.12.2018
- Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Abfall: Technische Hinweise zur Einstufung von Abfällen nach ihrer Gefährlichkeit, Berlin 04.12.2018

3.2 Geländeverlauf und Untergrundaufbau

Das Bauvorhaben liegt am südlichen Ortsrand von Schonach in nach Norden einfallender Hanglage. Es wird nach Osten vom Höflebergweg und nach Norden von bebauten Grundstücken begrenzt. Die südliche und westliche Begrenzung ist durch unbebaute, landwirtschaftlich genutzte Flächen gegeben.

Nach der geologischen Karte, Blatt 7815, wird der Untergrund im Projektareal aus Festgesteinen der kristallinen Triberg-Granit-Formation aufgebaut. Diese sind im Schichtoberen durch Verwitterungsprozesse zu körnigen Lockergesteinen mit variabler Mächtigkeit zersetzt. Erfahrungsgemäß nehmen in einer Verwitterungszone mit zunehmender Nähe zum Ausgangsgestein die Anteile an Steinen und Blöcken zu. Die Verwitterungszone wird i. d. R. von einer fein- bis gemischtkörnigen Decklage variabler Mächtigkeit überlagert.

Das aus den Baugrundaufschlüssen abgeleitete Baugrundmodell ist in der Anlage 2 dargestellt. In den Aufschlüssen wurde folgender Aufbau von Bodenschichten/Homogenbereichen festgestellt:

► Mutterboden/Oberboden

Schichtunterkante:	ca. 0,2 bis 0,4 m u. GOF
Umwelttechnische Beurteilung:	Oberboden ist geschützt und wiederzuverwenden.

Die Mischprobe MP1 hält die Vorsorgewerte nach BBodSchV (1999) ein. Umweltgefährdungen werden nicht angenommen.

Zur abfallrechtlichen Orientierung kann das Oberbodenmaterial hilfsweise nach VwV Boden (2007) mit dem Zuordnungswert Z0 eingestuft werden.

► **Decklage**

Schichtunterkante:	ca. 0,6 m bis 0,8 m u. GOF
Zusammensetzung:	Sand und Schluff in wechselnden Anteilen, schwach kiesig bis stark kiesig, lokal einzelne Steine
Lagerungsdichte:	i. d. R. locker
Farbe:	rötlichbraun, braun
Geotechnische Beurteilung:	Das Material ist für die Aufnahme von Bauwerkslasten nur bedingt geeignet; es ist sehr wasser- und frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3 nach ZTVE-StB17) und weist eine vergleichsweise geringe Scherfestigkeit sowie relativ große Zusammendrückbarkeit auf.
Umwelttechnische Beurteilung:	Die Mischprobe MP2 weist Anreicherungen mit Cadmium auf (2mg/kg) und wird nach VwV Boden mit dem Zuordnungswert Z1.1 eingestuft. Die Herkunft der Cadmiumgehalte wird einem geogenen Ursprung zugeschrieben. Umweltgefährdungen werden weitgehend ausgeschlossen.

► **Hangschutt**

Schichtunterkante:	nicht festgestellt, tiefer als 3,0 m u. GOF
Zusammensetzung:	Sand und Kies in wechselnden Anteilen, steinig, einzelne Blöcke mit Kantenlängen $\leq 0,3$ m, lokal schwach schluffig
Lagerungsdichte:	i. d. R. mitteldicht bis dicht
Farbe:	grau bis graubraun
Geotechnische Beurteilung:	Das Material ist für die Aufnahme von Bauwerkslasten gut geeignet; es ist nicht bzw. mittel wasser- und frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F1/F2 nach

Umwelttechnische Beurteilung:

ZTVE-StB17) und weist eine mittlere Scherfestigkeit sowie eine mittlere Zusammendrückbarkeit auf.

Sandige Fazies: Die Mischprobe MP3 weist Anreicherungen mit Cadmium auf (6,8mg/kg) und wird nach VwV Boden mit dem Zuordnungswert Z2 eingestuft. Die Herkunft der Cadmiumgehalte wird einem geogenen Ursprung zugeschrieben. Umweltgefährdungen sind nicht auszuschließen.

Kiesige Fazies: Die Mischprobe MP4 weist Anreicherungen mit Chrom und Cadmium auf, die maßgeblich für die Einstufung nach VwV Boden (2007) sind. Die Probe wird mit dem Zuordnungswert Z0*IIIA eingestuft. Die Herkunft der Schwermetalle wird auf einen geogenen Ursprung zurückgeführt. Umweltgefährdungen werden weitgehend ausgeschlossen.

► **Granit, verwittert**

Schichtunterkante:

ca. 1,8 m u. GOF

Zusammensetzung:

Granit, vollkörnig, verwittert, durch Lösen mit Baggerschaukel zu Kies und Steinen, sandig bis stark sandig, z. T. schwach schluffig zerkleinert

Lagerungsdichte:

i. d. R. sehr dicht

Farbe:

rotbraun

Geotechnische Beurteilung:

Das Material ist für die Aufnahme von Bauwerkslasten gut geeignet; es ist nicht bis mittel wasser- und frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F1/F2 nach ZTVE-StB17) und weist eine hohe Scherfestigkeit sowie eine geringe Zusammendrückbarkeit auf.

Umwelttechnische Beurteilung:

Die Mischprobe MP5 weist Anreicherungen mit Chrom, Nickel und Cadmium auf, die maßgeblich für die Einstufung nach VwV Boden (2007) sind. Die Probe wird mit dem Zuordnungswert Z0*IIIA eingestuft. Die Herkunft der Schwermetalle wird auf einen geogenen Ursprung zurückgeführt. Umweltgefährdungen werden weitgehend ausgeschlossen.

▸ **Granit, Festgestein**

Schichtunterkante:	nicht festgestellt, tiefer als 1,8 m u. GOF
Zusammensetzung:	Granit, vollkörnig, unverwittert bis mäßig entfestigt, Druckfestigkeit i. d. R. mäßig bis außerordentlich stark
Farbe:	grau, rötlichgrau

3.3 Geotechnische / Umwelttechnische Einstufung und Bodenkennwerte

Bei der Ausschreibung der Erdarbeiten kann von der Beschreibung in Kapitel 3.2 und der Einstufung in Anlage 4.1 ausgegangen werden.

Bei erdstatischen Berechnungen kann von den in der Anlage 4.2 angegebenen mittleren charakteristischen Bodenkennwerten ausgegangen werden.

3.4 Wasserverhältnisse

Ein zusammenhängender Grundwasserspiegel in einer für das Bauvorhaben relevanten Tiefe liegt nach den Erkundungsergebnissen bzw. nach den Archivunterlagen der Ingenieurgruppe Geotechnik nicht vor. Bei den Erkundungsarbeiten am 04.05.2021 wurden aber Wasserzutritte in den Schürfen festgestellt. Dabei handelt es sich voraussichtlich um Hangwasser, welches in den Hangschuttmaterialien talwärts fließt. Unter den wasserdurchlässigen Hangschuttmaterialien ist das Festgestein vorhanden, dessen Wasserdurchlässigkeit ausschließlich von Trennflächen bestimmt wird und daher als erheblich undurchlässiger einzustufen ist (s. u.).

4 Geotechnische Beratung

4.1 Allgemeine Geotechnische Randbedingungen

Das geplante Neubaugebiet befindet sich in einer nach Norden einfallenden Hanglage, war bislang unbebaut und wird derzeit als landwirtschaftliche Grünfläche genutzt. Der Untergrund wird unter einem max. 0,4 m dicken Oberboden (Mutterboden) bis in eine Tiefe von etwa 0,8 m aus einer bindigen bis gemischtkörnigen Decklage mit vergleichsweise geringer Scherfestigkeit sowie verhältnismäßig starker Zusammendrückbarkeit aufgebaut, die als stark wasser- und frostempfindlich und gering wasserdurchlässig einzustufen ist. Unter der Decklage stehen je nach Lage im Baugebiet Hangschuttmaterialien oder verwitterte Granite (Festgestein) an, die als gut tragfähig und nicht bis mittel wasser- und frostempfindlich zu bezeichnen sind. In

den Hangschuttmaterialien ist Hangwasser vorhanden (s. o.). Nach länger anhaltender feuchter Witterung ist insbesondere in den bindigen Böden der Decklage mit Stau- und Sickerwasser zu rechnen.

4.2 Baumaßnahme

Für die Erschließung des Neubaugebietes „Höfleberg“ sollen von der Schillerstraße aus Erschließungsstraßen mit Regen- und Schmutzwasserkanälen neu gebaut werden. Die Kanäle sollen nach Angabe des Planers [U2] in Tiefen von ca. 1,4 bis 4,0 unter der Oberfläche in den geplanten Straßen liegen.

Nach Angaben des Planers sind die geplanten Verkehrsflächen den Belastungsklassen Bk 0,3 bis 1,0 zuzuordnen [U2].

4.3 Kanal- / Leitungsbau

Kanalgräben: Für den Bau der Leitungen ist der Aushub von Gräben erforderlich. Die Aushubtiefen betragen bis zu ca. 4,0 m unter die bestehende GOF. Der Leitungsbau und die Grabenverfüllung müssen nach den Vorgaben der EN 1610 (Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen in Kanälen) erfolgen. Für freie Abböschungen wird auf Abschnitt 4.5, Baugrube, verwiesen.

Sicherung: Die Leitungsräben können in Hinblick auf das anfallende Wasser und zur Begrenzung der Aushubmassen mittels üblicher Verbautafeln oder dergleichen gesichert werden, falls gewisse Verformungen im angrenzenden Bereich zulässig sind. Die Verbautafeln sind bis in die o. g. Kanaltiefen kraftschlüssig zu hinterfüllen.

Rohraufleger: Die Bemessung der Rohrleitungen kann nach den Richtlinien des Arbeitsblattes ATV-DVWK-A 127 (Statische Berechnung von Abwasserkanälen und -leitungen, 3. Aufl. August 2000) erfolgen. Die Kanalsohlen kommen im gut tragfähigen Hangschutt bzw. dem verwitterten bis bergfrischen Festgestein zu liegen. In der Kanalsohle ist –dort, wo erforderlich– eine $\geq 0,25$ m dicke Trag-/Ausgleichsschicht vorzusehen. In der Kanalsohle angetroffene Steine und Blöcke sind durch entsprechende Verdickung der Ausgleichsschicht zu ersetzen. Als Material für die Ausgleichs-/Tragschicht schlagen wir kiessandige Materialien der Art GW nach DIN 18196 vor. Bei einem erhöhten Wasseranfall ist der u. g. Flächenfilter zu verwenden. Die Grabensohle ist zum Ausgleich aushubbedingter Auflockerungen immer mit leichtem Gerät nachzuverdichten.

Wasserhaltung: Die Aushubsohlen kommen bereichsweise im Hangwasser zu liegen, daher ist eine bauzeitliche Wasserabsenkung zur Trockenhaltung der Baugruben erforderlich. Zur Ableitung von zuströmendem Oberflächen- und Hangwasser ist eine offene Wasserhaltung in Verbindung mit einem Flächenfilter und einem Pumpensumpf vorzusehen. Bei einem stärkeren Wasserzutritt ist ggf. ein Flächenfilter (z. B. Rollkies, inkl. geotextilem Trennvlies) erforderlich.

Grabenverfüllungen: Der Leitungseinbau und die Grabenverfüllung müssen kraftschlüssig und mit ausreichender Verdichtung nach den Vorgaben der ZTVE-StB 17 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau) erfolgen. Demnach ist in der Verfüllzone innerhalb des Straßenkörpers bis 1,0 m unterhalb des Planums ein Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \%$ zu erreichen. Ansonsten ist für die Grabenverfüllung sowohl in der Leitungszone innerhalb und außerhalb des Straßenkörpers als auch in der Verfüllzone außerhalb des Straßenkörpers ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 97 \%$ erforderlich. Es empfiehlt sich der Einbau von wenig witterungsempfindlichen und gut verdichtbaren, körnigen Erdstoffen, z. B. Kiessande (Bodengruppen GW, GU nach DIN 18196; Bodengruppe GU nicht im Bereich des frostsicheren Oberbaus von Verkehrsflächen). Alternativ zur Verwendung von Fremdmaterial kann nach Eignungsprüfung ggf. das Material der Decklage das Hangschuttmaterial aus dem Erdaushub verwendet werden. Der verwitterte Granit sowie das Festgestein müssen für den Wiedereinbau aufbereitet werden (u. a. Brechen auf geeignete Korngröße). Im Bereich der o. g. Trag-/ Ausgleichsschicht, Flächenfilter und bei stark wasserdurchlässigen Verfüllmaterialien sind ca. alle 25 m Querschotte einzuziehen, damit die wiederverfüllten Leitungsgräben keine bevorzugten Wasserwegsamkeiten bilden.

4.4 Verkehrsflächen

Allgemeines: Verkehrsflächen sind grundsätzlich gem. den Vorgaben der RStO 12 und der ZTVE-StB 17 herzustellen. Nach Angaben des Planers sind die geplanten Verkehrsflächen den Belastungsklassen Bk 1,0 bzw. 0,3 zuzuordnen [U2].

Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus: Nach Abschieben des Mutterbodens sind im Planum (UK Frostschutz-/Tragschicht) bindige Erdstoffe der Decklage vorhanden. Entsprechend RStO 12 beträgt die erforderliche Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus (ab OK Verkehrsfläche) unter Berücksichtigung u. a. einer Frostempfindlichkeitsklasse F3 (nach ZTVE-StB 17), einer Frosteinwirkungszone III und ungünstigen Wasserverhältnissen für die

Belastungsklasse Bk 0,3: $d_{\text{Frost}} = 0,7$ und für Bk 1,0: $d_{\text{Frost}} = 0,8$ m. Die Dicke der Frostschutzschicht ergibt sich dann zunächst in Abhängigkeit der gewählten Bauweise nach den Tafeln 1 bis 3 der RStO. Sofern der Straßenunterbau im Hangschutt zu liegen kommt, reduziert sich die Dicke des frostsicheren Aufbaus.

Unterbau (Bodenaustausch): Je nach Lage im Baugebiet bzw. geplanter Höhenlage der Straße kann davon ausgegangen werden, dass die nach RStO 12 auf dem Planum (bindige Erdstoffe der Decklage) geforderte Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ (Verformungsmodul bei Wiederbelastung beim Plattendruckversuch) auch durch Nachverdichtung nicht erreicht wird, weshalb unterhalb der Frostschutz-/Tragschicht ein Bodenaustausch aus geeigneten körnigen, weit gestuften und gut verdichtbaren Materialien erforderlich ist (z. B. Kiessande, Schottergemische oder vergleichbar güteüberwachte Recyclingmaterialien, nicht zwingend frostsicher). Bei Annahme eines Wertes $E_{v2} \geq 10 \text{ MN/m}^2$ auf dem Planum kann zunächst für eine Vordimensionierung/Kostenschätzung von einer Dicke des Bodenaustauschs von ca. 0,40 m ausgegangen werden, was im Zuge der Baumaßnahme auf der Grundlage von auf dem Planum durchzuführender statischer Plattendruckversuche (nach DIN 18134) zu überprüfen ist. Sind in Höhe des Planums Hangschutt oder verwitterter Granit vorhanden, kann davon ausgegangen werden, dass die nach RStO 12 auf dem Planum (Bodenschicht) geforderte Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ durch Nachverdichtung erreicht wird. Deshalb ist kein Bodenaustausch unterhalb des Oberbaus erforderlich. Dies ist durch Lastplattendruckversuche entsprechend DIN 18134 zu überprüfen.

Planum: Die Böden der Decklage sind witterungs- und frostempfindlich, weshalb die Aushubsohlen nur in kleinen, der Witterung angepassten Abschnitten freizulegen und umgehend mit o. g. Maßnahmen (Bodenaustausch oder Bodenverbesserung) zu schützen sind. Die mechanische Filterfestigkeit zwischen den Böden der Decklage im Aushubplanum und der darüber liegenden Schicht muss gewährleistet sein. Hierzu müssen mindestens die unteren 15 cm des Bodenersatzes bzw. der Tragschicht aus sandreichem Material (Sandanteil $d \leq 2 \text{ mm}: \geq 25 \text{ M.-%}$) bestehen.

Bei geringeren Sandanteilen ist ein geotextiles Trennvlies einzubauen.

Das Planum darf nicht mit schweren Baufahrzeugen oder Radfahrzeugen befahren werden; ggf. sind entsprechende Baustraßen anzulegen.

Entwässerung der Tragschicht: In die Frostschutz-/Tragschicht einsickerndes Niederschlagswasser kann sich im Planum auf den nur wenig durchlässigen Erdstoffen aufstauen. Der Oberbau ist deshalb durch geeignete Maßnahmen zu entwässern.

4.5 Allgemeine Angaben zum Hochbau

Untergrund: Je nach Lage im Baugebiet sind im Einflussbereich der Gründung sowohl von **unterkellerten** als auch von **nicht-unterkellerten Gebäuden** die Erdstoffe des Hangschutts oder der verwitterte Granit vorhanden, die eine mittlere bis hohe Tragfähigkeit und eine geringe bis mittlere Zusammendrückbarkeit aufweisen.

Wasserverhältnisse: Im Einflussbereich von üblichen **einfach unterkellerten Gebäuden** ist kein zusammenhängender Grundwasserspiegel vorhanden. Allerdings ist mit dem Auftreten von Stau-, Sicker- und Hangwasser auf bereichsweise gering durchlässigem Untergrund zu rechnen, daher ist eine entsprechende Abdichtung nach DIN 18533-1:2017-07 (Abdichtung von erdberührten Bauteilen, Teil 1) erforderlich. Dabei ist in Abhängigkeit von der Gründungstiefe die **Wassereinwirkungsklasse W2.1-E** (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser) oder **W2.2-E** (hohe Einwirkung von drückendem Wasser) maßgebend.

Gründung: Prinzipiell können die Gebäude im Baugebiet flach auf Einzel- und Streifenfundamenten bzw. einer Bodenplatte ggf. in Verbindung mit einem Bodenaustausch gegründet werden. Sind Unterkellerungen vorgesehen, empfiehlt sich aufgrund der erforderlichen Abdichtung die Gründung auf einer tragenden Bodenplatte. Wegen der Hanglage und wechselnden Untergrundaufbau können Zusatzmaßnahmen zur Vergleichmäßigung des Setzungsverhaltens erforderlich werden (z. B. Bodenaustausch, Tieferführungen bis auf das Festgestein).

Baugrube: Grundsätzlich sind bei der Planung und Ausführung von Gräben die Angaben der DIN 4124 (Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau) zu beachten. Baugrubenböschungen können nach DIN 4124 in der Decklage und im Hangschutt bis zu einer Tiefe von ca. 4,0 m frei abgebösch mit einem Böschungswinkel gegen die Horizontale von höchstens $\beta = 45^\circ$ ausgeführt werden. Im verwitterten Granit sowie im Festgestein sind je nach Trennflächengefüge steilere Abböschungen möglich.

Böschungen mit den o. g. Neigungen sind nur vorübergehend standsicher, da die vorhandene Kohäsion durch Witterungseinflüsse oder auftretendes Sicker-/Hangwasser verloren gehen kann. Um Nachbrüche zu vermeiden, müssen die Arbeitsräume daher möglichst schnell wieder verfüllt werden. Bei stärkeren Wasserzutritten sind geeignete Dränagemaßnahmen, z. B. Sickerbetonplomben, auszubilden, um die Standsicherheit der Böschungen zu gewährleisten (s. u).

Bezüglich frei abgeböschter Bereiche sind ferner folgende Punkte zu beachten:

- Die Böschungsschultern sind auf einem mindestens 2 m breiten Streifen (gemessen ab Böschungskante) lastfrei zu halten.
- Die Standsicherheit von Böschungen ist gesondert nachzuweisen, wenn die Standsicherheit von vorhandenen Gebäuden, Leitungen, anderen baulichen Anlagen oder Verkehrsflächen gefährdet werden kann.
- die Böschungen sind zum Schutz vor Witterungseinflüssen durch Folien abzudecken und dürfen durch zufließendes Oberflächenwasser nicht beansprucht werden (ggf. anschließende Geländeneigung anpassen/Entwässerungsmulde anlegen)
- bei Schicht-/Hangwasseraustritten müssen die Böschungen entweder weiter abgeflacht oder, falls dies nicht möglich ist, durch Auflastfilter/Stützscheiben/Sickerbetonplomben o. ä. gesichert werden
- beim Aushub freigelegte größere Steine, Blöcke oder dergl., die abstürzen oder abrutschen können, müssen umgehend beseitigt werden

Die hier gemachten Angaben sind allgemeiner und orientierender Art und ersetzen nicht eine gezielte geotechnische Erkundung und Beratung für einzelne Bauvorhaben.

4.6 Verwendung des Aushubmaterials

4.6.1 Geotechnische Hinweise

Bei den Erdarbeiten anfallende Erdstoffe der Decklage sind aufgrund ihrer Wasser- und Frostempfindlichkeit ohne weitere Aufbereitung (s. Abschnitt 4.3) nur für untergeordnete Schüttungen wiederverwendbar.

Aushubmaterial des Hangschutts ist bei geeignetem Feinkorn- und Wassergehalt sowie nach Aussortieren von Steinen und Blöcken auch für qualifizierte Schüttungen wiederverwendbar.

4.6.2 Umwelttechnische Hinweise

Umweltrechtliche Hinweise

Die an der Oberbodenprobe vorgenommenen Untersuchungen ergeben keine Überschreitungen der Vorsorgewerte nach BBodSchV. Hinsichtlich des Wirkungspfades Boden- Mensch liegen keine Prüfwertüberschreitungen und damit Gefährdungen vor. Eine Verwendung des

Oberbodens innerhalb und außerhalb des Baugrundstücks ist uneingeschränkt möglich, vorbehaltlich der Vorgaben nach BBodSchV (§12).

Abfallrechtliche Hinweise - Boden

Die Untersuchung der Homogenbereiche ergab abfallrechtliche Einstufungen in der Größenordnung von Z0*IIA, Z1.1 und Z2 nach VwV Boden. Bei der Weiterverwendung der ausgehobenen Erdstoffe sind die Ergebnisse der orientierenden Schadstoffuntersuchung (siehe Anhang A) wie folgt zu berücksichtigen:

Verwendung von Boden auf dem Baugrundstück

- Solange umweltrechtlich unbedenkliches Bodenmaterial auf der Baustelle verbleibt, ist es nicht als Abfall einzustufen. Solches Material ist vorrangig, auch zur Vermeidung erhöhter Verwertungskosten, auf der Baustelle zu verwerten. Dies gilt insbesondere für die auf dem Baugrundstück vorkommenden, natürlichen Oberböden.
- Hilfsweise können die im Rahmen dieser Untersuchung vorgenommenen Einstufungen nach Abfallrecht im Hinblick auf die Verwendung von Bodenmaterial auf der Baustelle wie folgt interpretiert werden: Material der Zuordnungsstufen Z0*IIIA und Z1.1 kann in Vergleichslage wieder eingebaut werden.
- Für Material der Zuordnungsstufe Z2 sollte bei einer geplanten Wiederverwendung vorab die Umweltrelevanz geprüft werden.

Verwertung von Boden außerhalb des Baugrundstücks

- Bodenmaterial, das aus planerischer Sicht nicht mehr benötigt wird und vom Baugrundstück abgefahren werden muss, ist als Abfall einzustufen.
- Vorsorglich wird darauf hingewiesen, dass für eine Entsorgung der Aushubmaterialien von Seiten des Entsorgungsunternehmers weitere Beprobungen (bspw. Haufwerksbeprobung) und Laboranalysen (bspw. Vollanalysen nach VwV Boden) gefordert werden können. Eine Abweichung von der bisherigen Einstufung kann nicht ausgeschlossen werden.
- Bodenmaterial der Zuordnungsstufe Z0*IIIA nach VwV Boden kann in einem technischen Bauwerk verwertet werden. Außerdem kann das Material in bodenähnlichen Anwendungen, zum Beispiel im Landschaftsbau und zur Verfüllung von Abgrabungen unter folgenden Voraussetzungen verwendet werden: a) die Sohle der Verfüllung weist einen Mindestabstand zum höchsten Grundwasserstand von 1 Meter auf und b) das Z0*IIIA Material wird von einer Abdeckung aus Bodenmaterial, das die Vorsorgewerte der BBodSchV einhält, in

einer Mindestmächtigkeit von 2 m überdeckt und c) die Verfüllung außerhalb von Wasserschutzgebieten Zone IIIA, Heilquellenschutzgebieten, Wasservorranggebieten und Karstgebieten liegt (detaillierte Vorgaben siehe VwV Boden).

- Aushub der Klassifikation Z1.1 kann in einem technischen Bauwerk, ggf. auch im offenen Einbau verwendet werden. Die Vorgaben der VwV Boden und des BBodSchG sind dabei zu berücksichtigen
- Aushub der Klassifikation Z2 nach VwV Boden kann ggf. in einem technischen Bauwerk verwendet werden (bspw. unter Vollversiegelung). Die bautechnische Eignung ist dafür zu prüfen. Die Vorgaben der VwV Boden und des BBodSchG sind dabei zu berücksichtigen. Falls keine Verwertungsmöglichkeit in einem technischen Bauwerk möglich ist, muss eine deponietechnische Entsorgung in Betracht gezogen werden.

Hinweise für die Ausschreibung

In der Regel werden für die Entsorgung der Aushubmaterialien von Seiten des Entsorgungsunternehmers weitere Beprobungen (bspw. Haufwerksbeprobung) und Laboranalysen (bspw. nach Deponieverordnung) gefordert. Eine Abweichung von der bisherigen Einstufung kann daher nicht ausgeschlossen werden.

Bei der Ausschreibung der Erdarbeiten sollten deshalb weitere Einstufungen innerhalb der Homogenbereiche massenmäßig oder als Zulageposition berücksichtigt werden.

Weitere Hinweise für den Umgang mit Erdaushub im Rahmen der Verwertung und für den Baubetrieb sind dem Anhang B zu entnehmen.

4.7 Versickerung von Niederschlagswasser

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, April 2005) sind Schichten des Untergrundes für eine technische Versickerung geeignet, wenn der Durchlässigkeitsbeiwert der Schicht bei Wassersättigung im Bereich zwischen $1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s liegt.

Die schwach bindigen Erdstoffe der Decklage und der verwiterte Granit sind nicht ausreichend wasserdurchlässig, weshalb in diesen Erdstoffen keine technische Versickerung möglich ist.

Aus der Sieblinie des verwiterten Festgesteins (vgl. Anlage 3.2) wurde mit Hilfe der Kozeny /Carman-Gleichung ein Durchlässigkeitsbeiwert für gesättigte Verhältnisse von ca. $k_f = 2 \cdot 10^{-5}$ m/s ermittelt. Dieser Wert ist entsprechend DWA-A 138 um den Faktor 5 abgemindert.

Bei den Versickerungsversuchen im verwitterten Festgestein wurden für ungesättigte Verhältnisse Durchlässigkeitsbeiwerte in den Grenzen von ca. $k_{f,u} = 1 \cdot 10^{-5}$ bis $4 \cdot 10^{-6}$ m/s ermittelt (vgl. Anlagenteil 5.1).

Vom Grundsatz her sind Versickerungsmaßnahmen im Hangschutt und im verwitterten Granit denkbar. Es ist aber Einschränkungen durch Hangwasser und wegen der Klüftigkeit bzw. dem Verwitterungsgrad des Festgesteins vorhanden. Zudem muss mit einer erhöhten Durchfeuchtung durch die Versickerungsmaßnahmen gerechnet werden, die Auswirkung auf nicht ausreichend abgedichtete Kellerräume im Bereich der Unterlieger haben kann.

Wir schlagen vor, die Abdichtungssituation der unmittelbar angrenzenden Unterlieger zu prüfen.

Wegen der Wechselhaftigkeit der anstehenden Materialien sind im Bereich geplanter Versickerungsanlagen ergänzende Versickerungsversuche durchzuführen.

5 Geotechnische und umwelttechnische Begleitung der Baumaßnahme

Die geotechnischen und bautechnischen Angaben des Berichtes beruhen auf stichprobenartigen Untergrundaufschlüssen, weshalb sie im Zuge der Aushubarbeiten stichprobenhaft zu überprüfen sind. Folgende Maßnahmen bzw. Bauteile sind vom geotechnischen Sachverständigen stichprobenhaft abzunehmen bzw. zu überwachen:

- Kanalgrabenböschungen und -sohle
- Da Material mit der Zuordnungsstufe Z2 auftritt, wird eine gutachterliche Betreuung der Baumaßnahme empfohlen.
- Bei Antreffen von organoleptisch auffälligem Material ist in jedem Falle ein Gutachter hinzuziehen.

6 Schlussbemerkungen

Den Aussagen dieses Berichtes liegen die in Abschnitt 2 genannten Unterlagen zugrunde. Bei Planungsänderungen muss überprüft werden, ob die Aussagen auch noch für den geänderten Planungsstand zutreffend sind.



Dipl.-Geol. Madl
(Projektbearbeiter)



Dr.-Ing. Hintner
(Projektleiter)

Übersichtslageplan

Projekt: Erschließung des
Baugebietes Höfleberg
Schonach

Anlage 1.1

Projekt - Nr.:
21104/Hi-Ma

Datum:
09.06.2021/mw

Maßstab:
1 : 25.000

Dateiname:
21104-G-Anlage 1.1





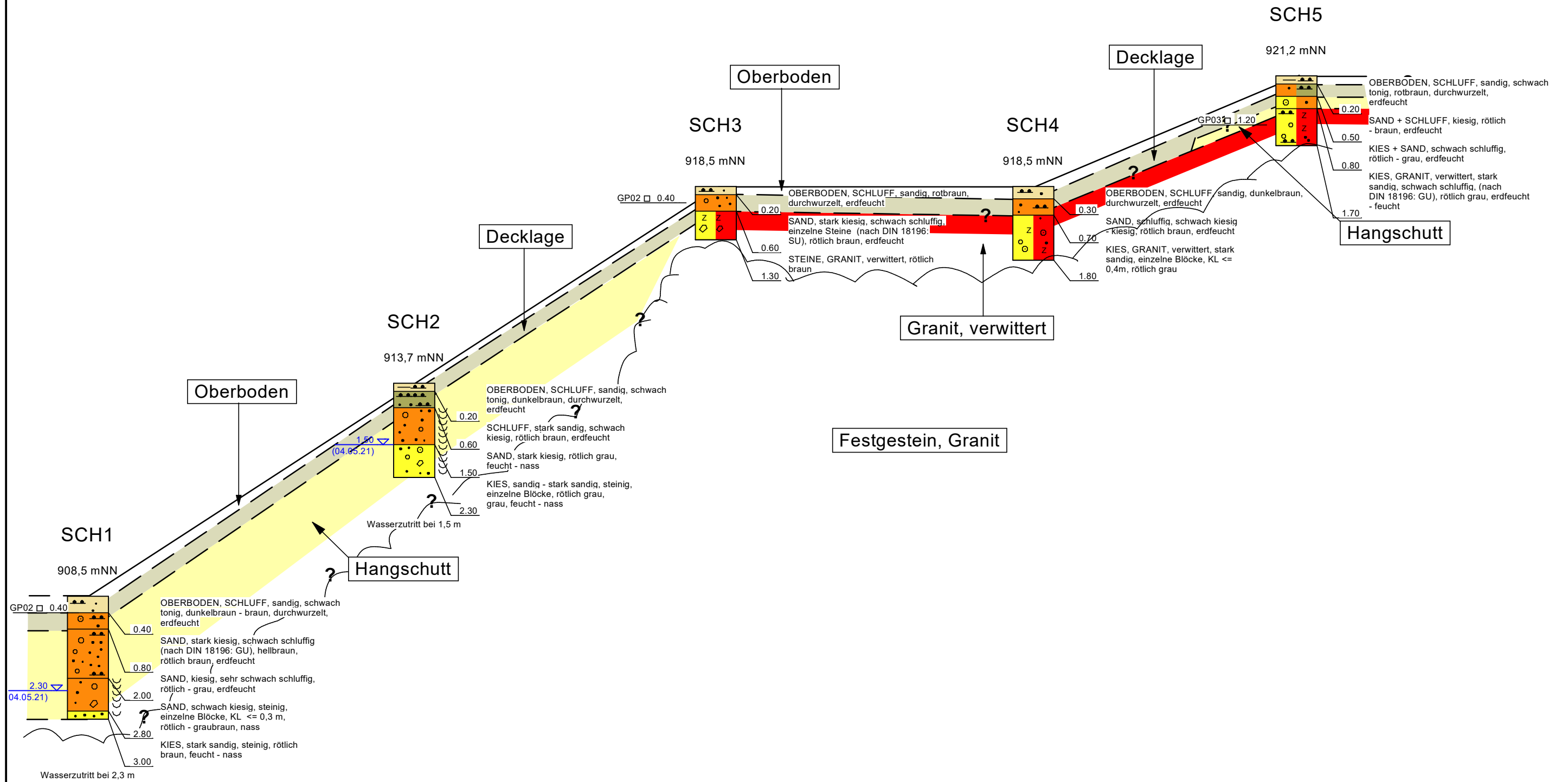
Zeichenerklärung:

■ SCH: Baggerschurf

Plangrundlage: Städtebauliches Konzept, Variante 4
LBBW Immobilien Kommunalentwicklung GmbH, Stuttgart
Stand vom 30.03.2020

Ingenieurgruppe Geotechnik Hintner • Renk • Scherzinger • Wunsch Partnerschaft mbB Beratende Ingenieure Lindenbergstraße 12 79199 Kirchzarten Tel.: 07661 / 9391 - 0 Fax: 07661 / 9391 - 75 E-Mail: info@ingenieurgruppe-geotechnik.de		
		Projekt - Nr.: 21104/Hi-Ma
		Datum: 15.06.2021/mw
		Maßstab: 1 : 1.000
Projekt: Erschließung des Baugebietes Höfleberg Schonach		Dateiname: 21104-G-Anlage 1.2
		Lageplan

Schnitt 1



Zeichenerklärung:

- BK Rammkernbohrung
BS Kleinrammkernbohrung
SCH Baggerschurf
RS Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH-
w natürlicher Wassergehalt
I_c Zustandszahl
c_u Kohäsion des undränierten Bodens (Handflügelsonde)
GOF Geländeoberfläche
GOK Geländeoberkante

- SW Sickerwasser
▼ e. GW Grundwasser eingespiegelt (Ruhewasserstand)
▽ a. GW Grundwasser angetroffen, nicht eingespiegelt
2 □ 1.0 m gestörte Bodenprobe mit Labornummer und Entnahmetiefe
● 1,0 m Wasserprobe mit Entnahmetiefe

Ingenieurgruppe Geotechnik
Hintner • Renk • Scherzinger • Wunsch
Partnerschaft mbB Beratende Ingenieure
Lindenbergstraße 12, 79199 Kirchzarten
Tel.: 07661 / 9391-0 Fax: 07661 / 9391-75
E-Mail: info@ingenieurgruppe-geotechnik.de



Projekt: Erschließung des Baugebietes Höfleberg Schonach	Projekt-Nr.: 21104/Hi-Ma
	Maßstab: --- / 1 : 100
Ergebnisse Baugrunderkundung	Datum: 15.06.2021/mw

Laboruntersuchungen

Projekt: Erschließung des
Baugebiet Höflebergs
Schonach

Projekt-Nr.: 21104/Hi-Ma

Aufschluss	Entnahme- tiefe [m]	art ¹⁾	Labor- Nr.	Bodenbe- zeichnung nach DIN 4022	Boden- gruppe nach DIN 18196
SCH1;SCH3 [MP1]	0,40-0,80/0,20-0,60	GP	01;02	S, g*, u'	SU
SCH5	0,80-1,60	GP	03	G, s*, u'	GU

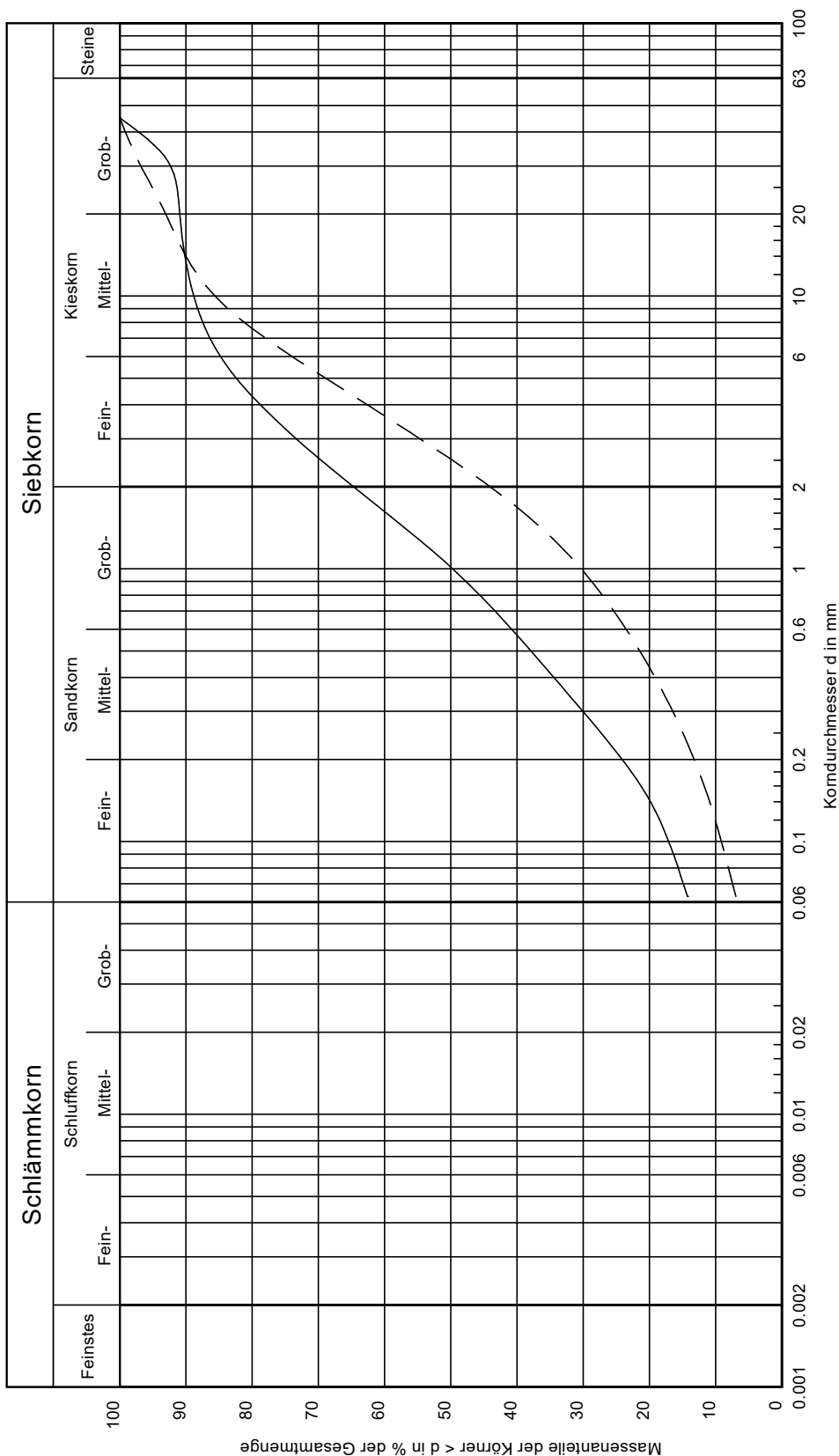
¹⁾ SP: Sonderprobe, GP: gestörte Probe, MP: Mischprobe

Geotechnische Erkundung und Untersuchung

Laborversuche an Bodenproben

Projekt-Nr.:
21104/Hi-Ma

Projekt: Erschließung des
Baugebietes Höfleberg
Schonach



21104-G-Anlage 3-2_01-02-03.kvs

Labor-Nr.:	01;02 [MP 1]	03	Bemerkungen:
Signatur:	_____	— — — —	
Entnahmestelle:	SCH1;SCH3	SCH5	
Tiefe [m]:	0,40-0,80/0,20-0,60	0,80-1,60	
U/Cc:	-/-	30.6/2.2	
Anteile (T/U/S/G) [%]:	- /14.3/50.4/35.3	- /6.9/37.1/56.0	
Bodenart (DIN 4022):	S, $\bar{g}$, u'	G, $\bar{s}$, u'	
Bodengruppe (DIN 18196):	SU	GU	

Projekt: Erschließung des
Baugebiets Höfleberg
Schonach
Projekt-Nr. 21104/Hi-Ma

**Maßgebende Angaben zu Bodenschichten/Homogenbereichen nach
VOB 2019 (z. T. Erfahrungs- bzw. Schätz-/Literaturwerte)**

Homogenbereich/Schicht	Auffüllung	Decklage	Hangschutt	Granit, verwittert	Granit, Festgestein
Zusammensetzung	s. Abschn. 3.2	s. Abschn. 3.2	s. Abschn. 3.2	s. Abschn. 3.2	s. Abschn. 3.2
Bodengruppen nach DIN 18196 ¹⁾	OU, OH	UL, UM, SU, SU*	GW, GU, SW, SU	GU, GW	---
Steinanteil/Blockanteil [Massen-%]	---	< 5 / ---	< 15 / < 10	< 30 / < 20	---
Schichtunterkante [m u GOK]	s. Anlage 2	s. Anlage 2	s. Anlage 2	s. Anlage 2	s. Anlage 2
Dichte [t/m ³]	---	1,7 - 2,2	2,0 - 2,3	2,0 - 2,5	2,1 - 2,7
Wassergehalt w [%]	---	5 - 30	i. d. R. 4 - 12	i. d. R. 4 - 12	---
Bezogene Lagerungsdichte ρ_b [-]	---	i. d. R. 0,15 - 0,35	i. d. R. 0,35 - 0,85	i. d. R. > 0,85	---
organischer Anteil [%]	---	< 2	< 2	< 2	---
Benennung von Fels	---	---	---	---	s. Abschn. 3.2
Verwitterung/Veränderlichkeit	---	---	---	---	s. Abschn. 3.2
einaxiale Druckfestigkeit q_u [MN/m ²]	---	---	---	---	200 - 300
Trennflächenrichtung	---	---	---	---	s. Abschn. 3.2
Trennflächenabstand	---	---	---	---	s. Abschn. 3.2
Gesteinskörperform	---	---	---	---	s. Abschn. 3.2
Bodenklassen DIN 18300 ²⁾	1	4	3 - 5	5, 6	6, 7
Einbaukonfiguration/Materialqualität nach VwV Boden (2007) ⁶⁾	Z0 s. Hinweis	Z1.1 s. Hinweis	Z0*IIIA, Z2 s. Hinweis	Z0*IIIA s. Hinweis	---

1), 2), 3), 4), 5), 6), 7); s. Erläuterungen

n. b. = nicht bestimmt

Hinweis: Orientierender Wert! Bei einer weitergehenden, vertiefenden Beprobung kann eine Abweichung von der angegebenen Einstufung nicht ausgeschlossen werden, s. Abschnitt Umwelttechnische Hinweise.

Erläuterungen zu Anlage 4.1

1) Bodengruppen nach DIN 18196:

GE: enggestufte Kiese
 GW: weitgestufte Kies-Sand-Gemische
 GI: intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische
 SE: enggestufte Sande
 SW: weitgestufte Sand-Kies-Gemische
 SI: intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische
 GU, GU*: Kies-Schluff-Gemische
 GT, GT*: Kies-Ton-Gemische
 SU, SU*: Sand-Schluff-Gemische
 ST, ST*: Sand-Ton-Gemische
 UL: leicht plastische Schluffe
 UM: mittelpastische Schluffe
 UA: ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff
 TL: leicht plastische Tone
 TM: mittelpastische Tone
 TA: ausgeprägt plastische Tone
 OH: grob-, gemischtkörnige Böden m. humosen Beimengungen
 OU: Schluffe mit organischen Beimengungen
 OT: Tone mit organischen Beimengungen
 HN: nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)
 HZ: zersetzte Torfe

2) Boden- und Felsklassen nach DIN 18300 (nur nachrichtlich, nach VOB 2019 nicht mehr gültig):

1: Oberboden
 2: Fließende Bodenarten
 3: Leicht lösbare Bodenarten
 4: Mittelschwer lösbare Bodenarten
 5: Schwer lösbare Bodenarten
 6: Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten
 7: Schwer lösbarer Fels

3) Boden- und Felsklassen nach DIN 18301 (nur nachrichtlich, nach VOB 2019 nicht mehr gültig):

BN1: nichtbindig Sand-Kies, Feinkorn bis 15%
 BN2: nichtbindig Sand-Kies, Feinkorn über 15%
 BB1: bindig, flüssig bis breiig
 BB2: bindig, weich bis steif
 BB3: bindig, halbfest
 BB4: bindig, fest bis sehr fest
 BO1: Mudde, Humus und zersetzte Torfe
 BO2: unzersetzte Torfe
 FV1: Fels entfestigt
 FV2: Fels angewittert, Trennflächenabstand bis 30cm
 FV3: Fels angewittert, Trennflächenabstand über 30cm
 FV4: Fels unverwittert, Trennflächenabstand bis 10cm
 FV5: Fels unverwittert, Trennflächenabstand 10-30cm
 FV6: Fels unverwittert, Trennflächenabstand über 30cm
Für Lockergestein Zusatzklasse BS bei Steinen und Blöcken:

BS1: Steine (63-200mm) bis 30 Vol. %
 BS2: Steine (63-200mm) über 30 Vol. %
 BS3: Blöcke (200-600mm) bis 30 Vol. %
 BS4: Blöcke (200-600mm) über 30 Vol. %

Für Felsklasse FV2-6 Zusatzklasse FD:

FD1: einaxiale Festigkeit bis 20 N/mm²
 FD2: einaxiale Festigkeit 20-80 N/mm²
 FD3: einaxiale Festigkeit 80-200 N/mm²
 FD4: einaxiale Festigkeit 200-300 N/mm²
 FD5: einaxiale Festigkeit über 300 N/mm²

4) Boden- und Felsklassen nach DIN 18319 (nur nachrichtlich, nach VOB 2019 nicht mehr gültig):

Für Lockergestein Zusatzklasse S bei Steinen und Blöcken:

S1: Steine (63-200mm) bis 30 Vol. %
 S2: Steine (63-200mm) über 30 Vol. %
 S3: Blöcke (200-600mm) bis 30 Vol. %
 S4: Blöcke (200-600mm) über 30 Vol. %

Für Klasse F: Fels

FZ1: Trennflächenabstand bis 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 20 N/mm²
 FZ2: Trennflächenabstand bis 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 20-50 N/mm²
 FZ3: Trennflächenabstand bis 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 50-100 N/mm²
 FZ4: Trennflächenabstand bis 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 100-200 N/mm²
 FD1: Trennflächenabstand über 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 20 N/mm²
 FD2: Trennflächenabstand über 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 20-50 N/mm²
 FD3: Trennflächenabstand über 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 50-100 N/mm²
 FD4: Trennflächenabstand über 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 100-200 N/mm²

Für Lockergesteine, Klasse L:

LN: nicht bindige Böden
 LNE1: enggestuft, locker, Feinkorn bis 15 %
 LNE2: enggestuft, mitteldicht, Feinkorn bis 15 %
 LNE3: enggestuft, dicht, Feinkorn bis 15 %
 LNW1: weit- oder intermittierend gestuft, locker, Feinkorn bis 15 %
 LNW2: weit- oder intermittierend gestuft, mitteldicht, Feinkorn bis 15 %
 LNW3: weit- oder intermittierend gestuft, dicht, Feinkorn bis 15 %
 LN1: locker, Feinkorn über 15 %
 LN2: mitteldicht, Feinkorn über 15 %
 LN3: dicht, Feinkorn über 15 %
 LBO1: organogen, breiig bis weich
 LBO2: organogen, steif bis halbfest
 LBO3: organogen, fest
Klasse LB: bindige Böden
 LBM1: mineralisch, breiig bis weich
 LBM2: mineralisch, steif bis halbfest
 LBM3: mineralisch, fest
Für bindige Böden Zusatzklassen Plastizität:
 P1: leicht bis mittelpastisch
 P2: ausgeprägt plastisch

5) Rechenwerte für erdstatische Berechnungen, s. gesonderte Anlage

6) Einbaukonfigurationen/ Materialqualitäten nach VwV Boden (2007)

Z0: uneingeschränkte Verwendung in bodenähnlichen Anwendungen
 Z0*: wie Z0, mit Einschränkungen
 Z1.1: Verwertung in technischen Bauwerken
 Z1.2: wie Z1.1, unter günstigen hydrogeologischen Verhältnissen
 Z2: Verwertung in technischen Bauwerken bei definierten Sicherungsmaßnahmen
 >Z2: i.A. Entsorgung auf Deponie

7) Einbaukonfigurationen/ Materialqualitäten nach RC Erlass (MU 2004)

Z1.1: Verwertung in technischen Bauwerken
 Z1.2: wie Z1.1, unter günstigen hydrogeologischen Verhältnissen
 Z2: Verwertung in technischen Bauwerken bei definierten Sicherungsmaßnahmen

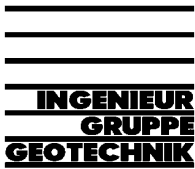
Projekt: Erschließung des
Baugebiets Höfleberg
Schonach

Projekt-Nr. 21104/Hi-Ma

Maßgebende Angaben zu Bodenkenngößen (charakteristische Werte)

Bodenschicht / Homogenbereich	Feucht-/Auf- triebswichte γ_k/γ'_k [kN/m³]	Scherfestigkeit des dränierten Bodens	
		Reibungswinkel φ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m²]
Decklage	20 / 10	30	0
Hangschutt	20 / 10	33 - 35	0
Granit, verwittert	21 / 12	35	0 - 5
Granit, Festgestein	24 / 14	40	> 20

gültig nur für
Kanalbauaßnahmen

 Ingenieurgruppe Geotechnik Lindenbergstr. 12 79199 Kirchzarten Tel.: (0 76 61) 93 91 - 0 Fax: (0 76 61) 93 91 - 75	Abschätzung des Durchlässigkeitsbeiwertes k durch Versickerungsversuch im Schurf mit fallender Druckhöhe, nicht im Grundwasser		Anlage 5.1.1
	Projekt: Erschließung des Baugebiets Höfleberg Schonach		Projekt-Nr.: 21104/Hi-Ma
			Datum: 10.05.2021

Schurf-Nr.: 3

Beobachter: Madl

Meßpunkthöhe: (ab Schurfsohle)
1,2 m

Schurf:

Volumen: 2,400 m³

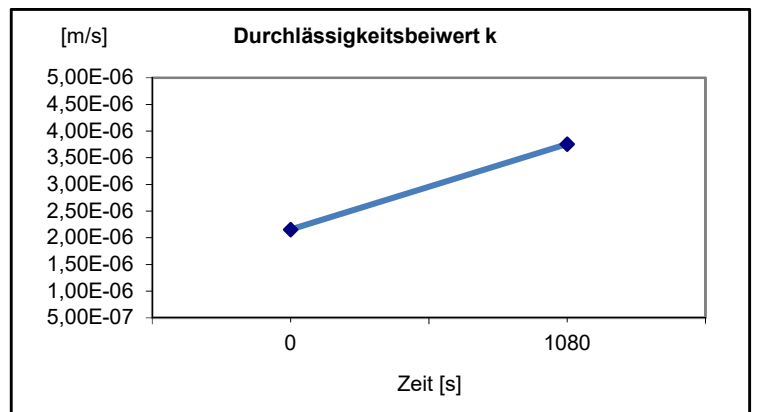
Tiefe: 1,20 m

Ersatzradius:

Ersatzradius (r_E): 0,80 m

Durchmesser (d): 1,60 m

Berechnung nach VAWE: $k = \frac{\Delta h}{\Delta t} \cdot \frac{d}{28 \cdot h_m}$



	Zeit	Tiefe ab GOK	Zeitdifferenz Δt	Absenkung Δh	Δh/Δt	mittlerer Aufstau h _m	Durchlässigkeitsbeiwert k
Nr.	[hh:mm:ss]	[m]	[s]	[m]		[m]	[m/s]
1	0:00:00	0,95					
2	0:18:00	0,96	1080	0,01	0,0000	0,25	2,15E-06
3	0:40:00	0,98	1320	0,02	0,0000	0,23	3,75E-06
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

Abschätzung des Durchlässigkeitsbeiwertes k durch Versickerungsversuch im Schurf

mit fallender Druckhöhe, nicht im Grundwasser

Anlage 5.1.2

Projekt: Erschließung des
Baugebiets Höfleberg
Schonach

Projekt-Nr.:
21104/Hi-Ma

Datum:
10.05.2021

Schurf-Nr.: 5

Beobachter: Madl

Meßpunkthöhe: (ab Schurfsohle)
1,7 m

Schurf:

Volumen: 3,400 m³

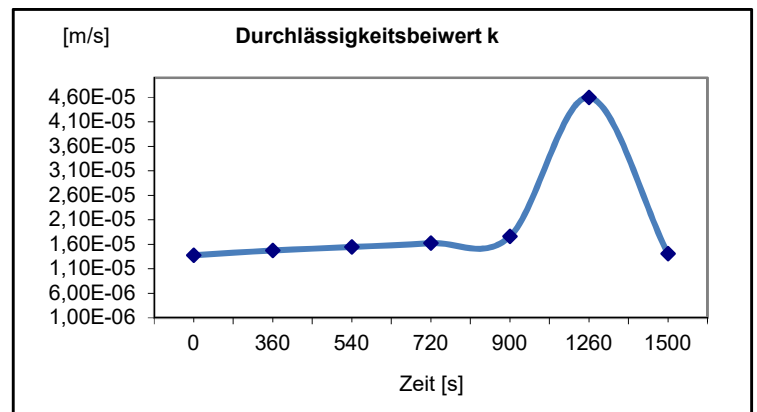
Tiefe: 1,70 m

Ersatzradius:

Ersatzradius (r_E): 0,80 m

Durchmesser (d): 1,60 m

Berechnung nach VAWE: $k = \frac{\Delta h}{\Delta t} \cdot \frac{d}{28 \cdot h_m}$



	Zeit	Tiefe ab GOK	Zeitdifferenz Δt	Absenkung Δh	Δh/Δt	mittlerer Aufstau h _m	Durchlässigkeitsbeiwert k
Nr.	[hh:mm:ss]	[m]	[s]	[m]		[m]	[m/s]
1	0:00:00	1,46					
2	0:06:00	1,48	360	0,02	0,0001	0,23	1,38E-05
3	0:09:00	1,49	180	0,01	0,0001	0,22	1,47E-05
4	0:12:00	1,50	180	0,01	0,0001	0,21	1,54E-05
5	0:15:00	1,51	180	0,01	0,0001	0,20	1,62E-05
6	0:21:00	1,53	360	0,02	0,0001	0,18	1,76E-05
7	0:25:00	1,56	240	0,03	0,0001	0,16	4,60E-05
8	0:30:00	1,57	300	0,01	0,0000	0,14	1,41E-05
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

Ermittlung des k_f -Wertes aus der Kornverteilung nach der Kozeny/Carman - Gleichung

Projekt: Erschließung des
Baugebiets Höfleberg
Schonach

theoretischer Ansatz und Bedingungen:

wirksamer
Korndurchmesser (d_w):

$$d_w = \frac{1}{\int_{d_0}^{d_{100}} \frac{1}{x} \frac{\partial D}{\partial x} \cdot dx} \approx \frac{100\%}{\sum_1^k \frac{\Delta D_i [\%]}{d_i}}$$

Porosität (n):

Kies: 0,20 - 0,25
Sand, kiesig: 0,15 - 0,20
Mittelsand, gleichkörnig: 0,10 - 0,15

Wichte Wasser γ_w :

[kN/m³]

$\gamma_w = 10$

Viskosität Wasser (η)

[kN s/m²]

$\eta_{10^\circ} = 1,02E-06$

Korrekturfaktor C_1 :

C_1 : 180 - 270

Kozeny/Carman - Gleichung:

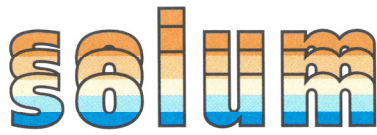
$$k = \frac{1}{C_1} \cdot \frac{n^3}{(1-n)^2} \cdot \frac{\gamma_w}{\eta} \cdot d_w^2$$

Datengrundlage aus Kornverteilung:

Labor-Nr.:	d_i [mm]								d_w [m]
03	0,06	0,09	0,28	0,62	1,29	2,90	8,57	16,36	0,0004
ΔD_i [%]	6,9	6,1	7	10	10	40	6	14	

	k-Wert [m/s]	$k_{f,korr}$ -Wert [m/s]
Labor-Nr.: 03	9,24E-05	1,85E-05

Bedingungen:	
n	C_1
0,2	220



büro für boden + geologie

Anhang A

Unterlagen zur orientierenden Schadstoffuntersuchung (Aufsteller: solum, büro für boden + geologie, Freiburg i. Br.)

Anlage A1: Probenzusammenstellung

Anlage A2: Tabellen zu den Schadstoffgehalten

Anlage A3: Abfallrechtliche Bewertung der Analyseproben

Anlage A4: Umweltrechtliche Bewertung der Analyseproben

Anlage A5: Prüfbericht AR-21-NO-002123-02 (Eurofins Umwelt Südwest GmbH)

Anlage A1: Probenzusammenstellung

Tabelle 1: Probenmanagement (Verzeichnis der Analyseproben und Analysenumfang)

Homogenbereich	Material	Probe	Tiefe [m]	Einzelproben/ Tiefe [m]	Analysenumfang
Oberboden	Schluff, sandig	MP1	0,00-0,40	SCH1-1; 0,00-0,40 SCH2-1; 0,00-0,20 SCH3-1; 0,00-0,20 SCH4-1; 0,00-0,30 SCH5-1; 0,00-0,20	PAK Arsen Schwermetalle pH-Wert
Decklage	Schluff, stark sandig, schwach kiesig	MP2	0,20-0,80	SCH1-2; 0,40-0,80 SCH2-2; 0,20-0,60 SCH3-2; 0,20-0,60 SCH5-2; 0,20-0,50	Arsen Schwermetalle, Cadmium im Eluat
Hangschutt/ sandig	Sand, kiesig, schluffig	MP3	0,30-1,40	SCH1-3; 0,80-1,40 SCH2-3; 0,80-1,30 SCH4-2; 0,30-0,70 SCH5-3; 0,50-0,80	Arsen Schwermetalle
Hangschutt/ kiesig	Kies, sandig bis stark sandig, steinig	MP4	2,30-2,90	SCH1-4; 2,50 SCH1-5; 2,90 SCH2-4; 2,30	Arsen Schwermetalle
Granit (angewittert)	Kies und Steine, sandig	MP5	0,80-1,60	SCH3-3; 1,00-1,30 SCH4-3; 1,00-1,20 SCH5-4; 0,80-1,60	Arsen Schwermetalle

Anlage A2: Tabellen zu den Schadstoffgehalten

Tabelle 2: Schadstoffgehalte im Feststoff [mg/kg], VwV Boden Teil 1

Probe	Bodenart ⁴	pH	As	Pb	Cd	Cr ges.	Cu	Ni	Zn	Hg	Tl
MP1	U	4,5	6,8	38	0,2	37	27	20	93	0,23	-
MP2	U	-	7,6	51	2,0	43	15	15	74	0,07	-
MP3	S	-	8,5	163	6,8	60	33	23	80	<0,07	-
MP4	S	-	5,6	24	0,8	34	9	15	49	<0,07	-
MP5	S	-	9,4	16	0,5	48	9	19	58	<0,07	-
VwV Boden (2007) Zuordnungswerte											
Z0 Sand (S)			10	40	0,4	30	20	15	60	0,1	0,4
Z0 Lehm/Schluff (L/U)			15	70	1,0	60	40	50	150	0,5	0,7
Z0 Ton (T)			20	100	1,5	100	60	70	200	1,0	1,0
Z0*IIIA			15/20 ³	100	1	100	60	70	200	1,0	0,7
Z0*			15/20 ³	140	1	120	80	100	300	1,0	0,7
Z1.1			45	210	3,0	180	120	150	450	1,5	2,1
Z1.2			45	210	3,0	180	120	150	450	1,5	2,1
Z2			150	700	10	600	400	500	1.500	5	7

Tabelle 3: Schadstoffgehalte im Feststoff [mg/kg], VwV Boden Teil 2

Probe	Humus ⁴	PAK ₁₆	Benzo(a)pyren	MKW C10-22	MKW C10-40	BTEX	LHKW	EOX	PCB ₆	Cyanid (ges)
MP1	<8,0	0,15	<0,05	-	-	-	-	-	-	-
VwV Boden (2007) Zuordnungswerte										
Z0 Sand/ Lehm/ Schluff/ Ton		3	0,3	100	-	1	1	1	0,05	-
Z0*IIIA		3	0,3	100	-	1	1	1	0,05	-
Z0*		3	0,6	200	400	1	1	1	0,1	-
Z1.1		3	0,9	300	600	1	1	3	0,15	3
Z1.2		9	0,9	300	600	1	1	3	0,15	3
Z2		30	3	1.000	2.000	1	1	10	0,5	10

Tabelle 4: Schadstoffgehalte im Eluat [µg/l], VwV Boden Teil 3

Probe	As	Pb	Cd	Cr ges.	Cu	Ni	Zn	Hg
MP2	-	-	0,3	-	-	-	-	-
VwV Boden (2007) Zuordnungswerte								
Z0 Sand	-	-	-	-	-	-	-	-
Z0 Lehm/ Schluff	-	-	-	-	-	-	-	-
Z0 Ton	-	-	-	-	-	-	-	-
Z0*IIIA	14	40	1,5	12,5	20	15	150	0,5
Z0*	14	40	1,5	12,5	20	15	150	0,5
Z1.1	14	40	1,5	12,5	20	15	150	0,5
Z1.2	20	80	3	25	60	20	200	1
Z2	60	200	6	60	100	70	600	2

Tabelle 5: Erläuterungen zu den Tabellen „Schadstoffgehalte im Feststoff/ Eluat“ nach VwV Boden

Abkürzung/ Hochzahl	Erläuterung
P/ MP/ PP	Einzelprobe/ Mischprobe/ Prüfprobe
-	Es wird kein Zuordnungswert angegeben/ Analyse nicht durchgeführt
<BG	Wert liegt unter der Bestimmungsgrenze
¹	Eine Überschreitung dieser Parameter allein ist kein Ausschlusskriterium.
²	Auf die Öffnungsklausel in Nr. 6.3 wird besonders hingewiesen. Bei großflächigen Verwertungen von Bodenmaterialien mit mehr als 20 mg/l Sulfat im Eluat sind in Gebieten ohne geogen erhöhte Sulfatgehalte im Grundwasser grundwassereinzugsbezogene Frachtbetrachtungen anzustellen.
³	Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.
⁴	Schätzwert

Tabelle 6: Vorsorge- und Prüfwerte (WP Boden- Mensch) nach BBodSchV im Feststoff [mg/kg] Teil 1

Probe	Boden- art ⁵	pH ³	As	Pb	Cd	Cr ges.	Cu	Ni	Zn	Hg	Cyanid (ges)
MP1	U	4,5	6,8	38	0,2	37	27	20	93	0,23	-
BBodSchV(1999)											
Vorsorgewerte ¹ Sand (S) ²			-	40	0,4	30	20	15	60	0,1	-
Vorsorgewerte ¹ Schluff/Lehm (U/L)			-	70	1	60	40	50	150	0,5	-
Vorsorgewerte ¹ Ton (T)			-	100	1,5	100	60	70	200	1	-
Böden mit naturbedingt und großflächig siedlungsbedingt erhöhten Hintergrundgehalten			Unbedenklich, soweit eine Freisetzung der Schadstoffe oder zusätzliche Einträge nach §9 Abs. 2 und 3 der BBodSchV Böden keine nachteiligen Auswirkungen auf die Bodenfunktionen erwarten lassen								
Prüfwert Kinderspielfläche			25	200	10 ⁵	200	-	70	-	10	50
Prüfwert Wohngebiet			50	400	20 ⁵	400	-	140	-	20	50
Prüfwert Park- und Freizeitfläche			125	1000	50	1000	-	350	-	50	50
Prüfwert Gewerbefläche			140	2000	60	1000	-	900	-	80	100

Tabelle 7: Vorsorge- und Prüfwerte (WP Boden- Mensch) nach BBodSchV im Feststoff [mg/kg] Teil 2

Probe	Humusgehalt ^{4,8} [%]	PAK ₁₆	Benzo(a) pyren	PCB ₆ ⁵	Aldrin	DDT	Hexachlor benzol
MP1	<8%	0,15	<0,05	-	-	-	-
BBodSchV(1999)							
Vorsorgewerte ¹ Humusgehalt < 8% / >8%		3 / 10	0,3 / 1	0,05 / 0,1	-	-	-
Prüfwert Kinderspielfläche		-	2	0,4	2	40	4
Prüfwert Wohngebiet		-	4	0,8	4	80	8
Prüfwert Park- und Freizeitfläche		-	10	2	10	200	20
Prüfwert Gewerbefläche		-	12	40	-	-	200

Tabelle 8: Erläuterungen zu den Tabellen „Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerte“

Abkürzung/ Hochzahl	Erläuterung
P/ MP/ PP	Einzelprobe/ Mischprobe/ Prüfprobe
-	Es wird kein Vorsorge-, Prüf- oder Maßnahmenwert angegeben /Analyse nicht ausgeführt
<BG	Wert liegt unter der Bestimmungsgrenze
¹	Die Vorsorgewerte werden nach den Hauptbodenarten gemäß Bodenkundlicher Kartieranleitung, 4. Auflage, berichtiger Nachdruck 1996, unterschieden; sie berücksichtigen den vorsorgenden Schutz der Bodenfunktionen bei empfindlichen Nutzungen. Für die landwirtschaftliche Bodennutzung gilt § 17 Abs. 1 des Bundes-Bodenschutzgesetzes
²	Stark schluffige Sande sind entsprechend der Bodenart Lehm/ Schluff zu bewerten
³	Bei den Vorsorgewerten für Metalle ist der Säuregrad der Böden wie folgt zu berücksichtigen: - Bei Böden der Bodenart Ton mit einem pH-Wert von < 6 gelten für Cadmium, Nickel und Zink die Vorsorgewerte der Bodenart Lehm/Schluff - Bei Böden der Bodenart Lehm/Schluff mit einem pH-Wert von < 6 gelten für Cadmium, Nickel und Zink die Vorsorgewerte der Bodenart Sand. §4 Abs.8 Satz 2 der Klärschlammverordnung vom 15. April 1992 (BGBl. IS.912), zuletzt geändert durch die Verordnung vom 6. März 1997 (BGBl. IS.446) bleibt unberührt. - Bei Böden mit einem pH-Wert von < 5 sind die Vorsorgewerte für Blei entsprechend der ersten beiden Anstrichen herabzusetzen
⁴	Die Vorsorgewerte für Metalle finden für Böden und Bodenhorizonte mit einem Humusgehalt von mehr als 8 Prozent keine Anwendung. Für diese Böden können die zuständigen Behörden ggf. gebietsbezogene Festsetzungen treffen.
⁵	In Haus- und Kleingärten, die sowohl als Aufenthaltsbereiche für Kinder als auch für den Anbau genutzt werden, ist für Cadmium der Wert von 2 mg/kg TM als Prüfwert anzuwenden
⁶	Maßnahmenwerte: Summe der 2,3,7,8 – TCDD-Toxizitätsäquivalente (nach NATO/CCMS)
⁷	Soweit PCB- Gesamtgehalte bestimmt werden, sind die ermittelten Messwerte durch den Faktor 5 zu dividieren
⁸	Schätzwert

Anlage A3: Abfallrechtliche Bewertung der Analyseproben

Tabelle 9: Abfallrechtliche Bewertung nach Zuordnungswerten

Homogenbereich	Material	Probe	relevante(r) Schadstoff(e)	Einstufung n. VwV Boden	gefährlicher Abfall
Decklage	Schluff, stark sandig, schwach kiesig	MP2	Cadmium	Z1.2	Nein
Hangschutt/ sandig	Sand, kiesig, schluffig	MP3	Cadmium	Z2	Nein
Hangschutt/ kiesig	Kies, sandig bis stark sandig, steinig	MP4	Cadmium, Chrom	Z0*IIIA	Nein
Granit (angewittert)	Kies und Steine, sandig	MP5	Cadmium, Chrom, Nickel	Z0*IIIA	Nein

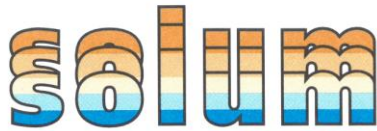
Anlage A4: Umweltrechtliche Bewertung der Analyseproben

Tabelle 10 : Umweltrechtliche Bewertung nach Vorsorge- Prüf- und Maßnahmenwerten

Homogenbereich	Material	Probe	relevanter Schadstoff	BBodSchV Vorsogewert überschritten	BBodSchV Prüfwert überschritten	BBodSchV Maßnahmewert überschritten
Oberboden	Schluff, sandig	MP1	Blei, Cadmium, Kupfer	nein	nein	Nicht untersucht
Homogenbereich	Material	Probe	relevanter Schadstoff	VwV Boden		gefährlicher Abfall
Oberboden	Schluff, sandig	MP1	-	Z0		nein

Kursiv

Oberboden: Für Oberboden sieht die VwV Boden keine Verwertungsmöglichkeit vor. In der Entsorgungspraxis wird jedoch häufig eine abfallrechtliche Einstufung nach VwV Boden benötigt. Daher erfolgt für den Oberboden eine hilfsweise Einstufung nach VwV Boden.



büro für boden + geologie

Anhang B

Allgemeine Hinweise für den Umgang mit Erdaushub

Verwertung

- Für die Bau- und Erdstoffe, sofern sie nicht auf dem Grundstück verbleiben können, ist je nach Zuordnungswerten eine geeignete Verwertungsmöglichkeit auszuwählen. Es sollte vor Auftragsvergabe geklärt werden, wer den Entsorgungsweg bestimmt (AG oder AN). Die abfalltechnischen Randbedingungen sind dann mit dem ausgewählten Entsorgungsunternehmen abzuklären. Einzelheiten sollten im Vorfeld der Auftragsvergabe im Rahmen eines Bietergesprächs abgestimmt werden.
- In der Regel werden für die Entsorgung der Aushubmaterialien von Seiten des Entsorgungsunternehmers weitere Beprobungen (bspw. Haufwerksbeprobung) und Laboranalysen (bspw. nach Deponieverordnung) gefordert. Eine Abweichung von der bisherigen Einstufung kann daher nicht ausgeschlossen werden.
- Ggf. kann die Zwischenlagerung des Materials zu Deklarationszwecken erforderlich werden (Haufwerksbeprobung). Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass die Zwischenlagerung auf dem Baugrundstück zu Behinderungen im Bauablauf führen kann. Aus diesem Grund wird empfohlen, die Entsorgung des Aushubs zeitlich und räumlich von den Rohbauarbeiten zu trennen.
- Im Fall einer Zwischenlagerung bis zur vorgesehenen Verwertung, sollten die Materialien gegen Witterungseinflüsse geschützt werden (bspw. abplanen). Bei der Lagerung ist darauf zu achten, dass Beeinträchtigungen durch Sicker-, Stau- und Grundwasser vermieden werden.
- Bei einer Verwertung von Aushubmaterialien außerhalb des Plangebietes sind am Aufbringungsort die Einbaukriterien nach RC-Erlaß/ VwV Boden zu beachten (bspw. beim Einbau in ein technisches Bauwerk). Insbesondere sind die hydrogeologischen Randbedingungen am Aufbringungsort zu prüfen. Die Wasserschutzgebietsverordnungen sind zu berücksichtigen. Die bautechnische Eignung des Bodenmaterials sollte im Vorfeld geprüft werden.
- Bei einer Verwendung innerhalb des Plangebietes sollte geprüft werden, ob aus umweltrechtlicher Sicht Beeinträchtigungen vorliegen können.

Baubetrieb

- Bei Auftreten von auffälligem Bodenmaterial während der Baumaßnahme (bspw. bisher nicht erkannte Belastungen, oder bodenfremden Beimengungen) ist der Gutachter hinzuzuziehen. Auffälliges Bodenmaterial muss auf jeden Fall separiert werden. Die ausgebauten Materialien dürfen nicht vermischt werden, da sonst eine Verschlechterung eintreten kann (Verschlechterungsverbot), die in der Regel mit Mehrkosten verbunden ist. Daher wird empfohlen, sowohl Aushub- wie Ladearbeiten gutachterlich betreuen zu lassen.
- Der Aushub sollte frei von Störstoffen sein. Ggf. vorhandene Störstoffe (bspw. Folie, Kunststoffe) und Wurzelreste sind im Fall der Entsorgung zu entfernen. Bei Störstoffgehalten können deutlich erhöhte Entsorgungskosten anfallen.