



GeoPlan

Geotechnischer Bericht Nr. B2002045

**Erschließung Baugebiet Unterschofen Mitte II,
Gemeinde Söchtenau**

Rosenheim, den 15.05.2020



Geotechnischer Bericht

Nr. B2002045

Auftraggeber: Gemeinde Söchtenau
Dorfplatz 3
83139 Söchtenau

Gegenstand: Erschließung Baugebiet Unterschofen Mitte II,
Gemeinde Söchtenau
- Geotechnische Untersuchungen -

Datum: Rosenheim, den 15.05.2020

Dieser Bericht umfasst 19 Textseiten und 5 Anlagen.
Die Veröffentlichung, auch auszugsweise, ist ohne unsere Zustimmung nicht zulässig.

GeoPlan GmbH Zertifiziert nach DIN EN ISO 14001:2015 und DIN EN ISO 9001:2015

Donau-Gewerbepark 5
D-94486 Osterhofen
Tel. +49 (0)99 32/95 44-0
Fax +49 (0)99 32/95 44-77

Römerstr. 30
D-84130 Dingolfing
Tel. +49 (0)87 31/3775-41
Fax +49 (0)87 31/3775-42

Hechtseestr. 16
D-83022 Rosenheim
Tel. +49 (0)80 31/2 22 74-20
Fax +49 (0)80 31/2 22 74-22

Riedlstr. 3
D-84508 Burgkirchen a. d. Alz
Tel. +49 (0)86 79/9 66 30 88
Fax +49 (0)86 79/9 66 49 11

Geschäftsführer: Rainer Gebel, Uli Weidinger
Gerichtsstand: Deggendorf
HRB Nr.: 1471
USt-IdNr.: DE 162 493 294

Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeine Angaben	1
1.1	Vorgang	1
1.2	Verwendete Unterlagen.....	1
1.3	Angaben zum Bauvorhaben.....	2
2.	Durchgeführte Untersuchungen	2
2.1	Felderkundung	2
2.2	Bodenmechanische Laborversuche	3
3.	Beschreibung der Untergrundverhältnisse	3
3.1	Geologischer Überblick	3
3.2	Beschreibung der Bodenschichten und qualitative Wertung	4
3.3	Grundwasserverhältnisse	5
4.	Bodenmechanische Kennwerte	6
5.	Bauausführung / Gründung.....	8
5.1	Allgemeines	8
5.2	Kanalbau.....	8
5.2.1	Allgemeines	8
5.2.2	Baugruben / Verbau	9
5.2.3	Wasserhaltung	10
5.2.4	Gründung	10
5.2.5	Sonstige Hinweise zur Kanalerstellung	11
5.3	Straßenbau	12
5.3.1	Allgemeines	12
5.3.2	Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus	13
5.3.3	Tragfähigkeitsanforderungen an das Erdplanum und die Tragschicht des Oberbaus	14
5.3.4	Verdichtungsanforderungen an Bodenaustausch und Frostschuttschicht.....	15
5.4	Bauwerksgründung und Hinweise zur Bauausführung	16
5.5	Versickerungsfähigkeit des Untergrundes / Entwässerungseinrichtungen	17
6.	Schlussbemerkungen	18

Tabellen

TABELLE 1: KENNZEICHNENDE DATEN DER RAMMKERNBOHRUNGEN	3
TABELLE 2: DURCHGEFÜHRTE LABORUNTERSUCHUNGEN	3
TABELLE 3: BAUTECHNISCHE EIGENSCHAFTEN DER ERKUNDETEN BÖDEN	5
TABELLE 4: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE	7
TABELLE 5: BODENMECHANISCHE KENNWERTE NACH HOMOGENBEREICHEN	7
TABELLE 6: MINDESTDICKE DES FROSTSICHEREN STRASSENBAUS	13

Anlagen

Anlage 1:	Übersichtslageplan, M 1 : 25.000	(1 Seite)
Anlage 2:	Lageplan mit Aufschlusspunkten, M 1 : 1.000	(1 Plan)
Anlage 3:	Bohrprofile und -beschriebe, M 1 : 50	(3 Seiten)
Anlage 4:	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	(3 Seiten)
Anlage 5:	In-Situ Sickerversuche	(3 Seiten)

1. Allgemeine Angaben

1.1 Vorgang

Die Gemeinde Söchtenau beabsichtigt die Erschließung eines Baugebietes in der Ortschaft Unterschoten in 83139 Söchtenau. Das Ingenieurbüro Geoplan GmbH aus Rosenheim wurde auf Grundlage des Angebotes A2001-023-BAU vom 23.01.2020 beauftragt, im Bereich des geplanten Baugebietes eine Baugrunderkundung durchzuführen, die Böden mittels bodenmechanischer Laborarbeiten zu untersuchen und ein Baugrundgutachten zu erstellen.

Die Felderkundungen im Baugebiet wurden auf den Grundstücken mit Flurnummern 5346, 5347, 5347/1, 5348 und 5349, Gemarkung und Gemeinde Söchtenau, durchgeführt.

Im vorliegenden Bericht werden die durchgeführten Feld- und Laborarbeiten dokumentiert und bewertet. Die erkundeten Untergrundverhältnisse werden beschrieben und beurteilt, Bodenklassen und Bodenparameter werden angegeben. Weiterhin erfolgen Angaben zum Straßen- und Kanalbau sowie zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes aus geotechnischer und hydrogeologischer Sicht.

Bei den durchgeführten geotechnischen Untersuchungen handelt es sich im Sinne der DIN 4020 um eine Untersuchung des Baugrundes für den Bereich der Erschließungsfläche. Untersuchungen gewonnener Bodenproben hinsichtlich möglicher umweltrelevanter Schadstoffbelastungen wurden nicht vorgenommen, da hier kein organoleptisches Verdachtsmoment auf derartige Verunreinigungen vorlag.

1.2 Verwendete Unterlagen

Für die Bearbeitung des geotechnischen Berichtes wurden folgende Unterlagen verwendet:

- Lageplan Baugebiet Unterschoten in Söchtenau, M 1 : 2500
- Geologische Übersichtskarte M 1 : 200.000, Internetauftritt der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover
- Informationsdienst überschwemmungsgefährdeter Gebiete in Bayern, Internetauftritt des Bayerischen Landesamts für Umwelt
- Bohrprofile und -beschriebe der Bohrungen B 1 bis B 3, Geoplan GmbH
- Analysenergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche, Geoplan GmbH
- Ergebnisse der In-Situ Sickerversuche, Geoplan GmbH

1.3 Angaben zum Bauvorhaben

In der Ortschaft Unterschofen soll ein Baugebiet auf einer Gesamtfläche von ca. 0,9 ha erschlossen werden. Für dieses Gutachten wurden insgesamt drei Bohrungen im Bereich des geplanten Baugebietes durchgeführt. Das Gebiet erstreckt sich über ein bisher landwirtschaftlich genutztes Areal.

Nähere Informationen zur geplanten Erschließung sowie zu geplanten Geländeeinschnitten oder -auffüllungen liegen zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch nicht vor.

Das betrachtete Gelände steigt in nordwestliche Richtung um ca. 9,0 m an. Die Fläche liegt auf absoluten Geländehöhen zwischen 511,50 m NN bis 520,50 m NN

Es handelt sich um eine vollständige Erschließung des Baugebiets, sodass neben Straßen auch Kanäle, Kabel, Leitungen sowie Entwässerungsanlagen anzulegen sind. Umfangreiche Geländeangleichungsmaßnahmen oder Geländeeinschnitte sind voraussichtlich nicht zu erwarten und belaufen sich daher unseren Annahmen nach auf lediglich maximal etwa 2,0 m Tiefe. Nähere Angaben über geplante Geländemodellierungen im Zuge der Erschließung bzw. zu den geplanten Verlegetiefen der Leitungen stehen uns derzeit nicht zur Verfügung.

2. Durchgeführte Untersuchungen

2.1 Felderkundung

Die Felderkundungen wurden am 02.04.2020 auf den Grundstücken mit Flurnummern 5346, 5347, 5347/1, 5348 und 5349, Gemarkung und Gemeinde Söchtenau durchgeführt. Die Lage der Ansatzpunkte wurde entsprechend dem Anforderungsprofil dieses Berichts gewählt und gleichmäßig über das Untersuchungsgelände verteilt.

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden insgesamt **drei Rammkernbohrungen** nach DIN EN ISO 22475 bis maximal 3,40 m unter Geländeoberkante (GOK) niedergebracht. In Anlage 3 sind die entsprechenden Bohrbeschriebe und -profile dargestellt.

Die Böden wurden nach DIN EN ISO 14688-1 angesprochen. Die Zuordnung zu Bodengruppen erfolgte nach DIN 18196. Des Weiteren sind Bodenproben aus den einzelnen Bodenschichten entnommen und zur Ermittlung von bodenmechanischen Kennwerten im Erdbaulaboratorium zurückgestellt worden.

Nach Durchführung der Aufschlussarbeiten wurden die Erkundungspunkte nach Lage und Höhe mittels GPS eingemessen. Rechts- und Hochwerte sowie die Ansatzhöhen aller Ansatzpunkte können den Bohrprofilen der Anlage 3 entnommen werden. Die Lage der Erkundungspunkte geht aus dem Lageplan in Anlage 2 hervor.

In der folgenden Tabelle 1 sind die durchgeführten Erkundungen zusammengestellt:

TABELLE 1: KENNZEICHNENDE DATEN DER RAMMKERNBOHRUNGEN

Bohrung	Ansatzhöhe [m NN]	Endteufe [m u. GOK]	Endteufe [m NN]	Grundwasser [m u. GOK]	Grundwasser [m NN]	Datum
B 1	519,28	1,70	517,58	kein Wasser eingemessen		02.04.2020
B 2	517,93	3,40	514,53	kein Wasser eingemessen		02.04.2020
B 3	513,30	2,80	510,50	kein Wasser eingemessen		02.04.2020

B... Rammkernbohrung DN 60-100 mm nach DIN EN ISO 22475

2.2 Bodenmechanische Laborversuche

Zur Überprüfung der Bodenansprache vor Ort, zur Klassifizierung der Bodengruppen gemäß DIN 18196 und zur Ermittlung von bodenmechanischen Kennwerten sowie zur Einschätzung der Tragfähigkeit der Böden wurden insgesamt drei Bodenproben im Erdbaulaboratorium näher untersucht. Dabei wurden im Einzelnen folgende Versuche durchgeführt:

TABELLE 2: DURCHGEFÜHRTE LABORUNTERSUCHUNGEN

Aufschluss	Probenbezeichnung	Tiefe, m unter GOK	Wassergehalt, DIN 18121	Korngrößenverteilung, DIN 18123	komb. Sieb-Schlüßmanalyse, DIN 18123	Fließ- und Ausrollgrenze DIN 18122	Proctordichte DIN 18127	Dichtebestimmung DIN 18125	Glühverlust DIN 18128	Wasserdurchlässigkeit DIN 18130
B 1	D 4	1,55 – 1,70	X	X						
B 2	D 5	3,00 – 3,40	X	X						
B 3	D 4	1,80 – 2,80	X	X						

3. Beschreibung der Untergrundverhältnisse

3.1 Geologischer Überblick

Nach den vorliegenden Kartenwerken und Informationen sind im Bereich des geplanten Baugebietes unter anthropogenen Auffüllungen und Mutterböden gemischtkörnige Ablagerungen der würmzeitlichen Moränen zu erwarten.

Diese allgemeinen Kenntnisse wurden im Rahmen der Bodenaufschlussarbeiten bis zu den jeweiligen Endtiefen bestätigt. Auf Grundlage der Erkundungsergebnisse sowie allgemeiner Kenntnisse lässt sich der Untergrund am Standort in Unterschofen demnach vereinfachend wie folgt beschreiben:

Oberböden

(erkundet bis max. 1,40 m u. GOK)

- Mutterboden (Schluff, tonig
teils schwach kiesig,
schwach sandig, humos);
Konsistenz: steif
- Auffüllung (Kies, sandig,
schluffig, tonig);
Lagerung: mitteldicht

Moränenablagerungen

(erkundet ab frühestens 0,70 m u. GOK)

- Schluff, schwach sandig bis sandig,
tonig, teils steinig,
schwach kiesig bis kiesig;
Konsistenz: weich bis steif
Homogenbereich B1
- Ton, schluffig bis stark schluffig,
schwach sandig bis sandig,
teils kiesig;
Konsistenz: weich bis halbfest
Homogenbereich B1
- Kies, stark schluffig,
sandig bis stark sandig;
Lagerung: mitteldicht bis dicht
Homogenbereich B2

3.2 Beschreibung der Bodenschichten und qualitative Wertung

Oberböden

In den Bohrungen B 1 und B 3 wurden ab Geländeoberkante zunächst 0,70 m bis 1,40 m mächtige humose Mutterbodenschichten aufgeschlossen. Diese wurden als tonige, schwach sandige und teils schwach kiesige Schluffe in steifer Konsistenz angesprochen. In der Bohrung B 2 wurde ab Geländeoberkante eine 0,70 m starke anthropogene Auffüllung erkundet, welche als sandiger, schluffiger und toniger Kies in mitteldichter Lagerung vorlag.

Moränenablagerung

Darunter wurden in allen Bohrungen zunächst bindige Ablagerungen der Moränen erkundet. Diese lagen in Form von schwach sandigen bis sandigen, tonigen, schwach kiesigen bis kiesigen und teils steinigen Schluffen in weicher bis steifer Konsistenz, sowie als schluffiger bis stark schluffiger, schwach sandiger bis sandiger und teils kiesiger Ton in teils weicher und teils halbfester Konsistenz vor. In der Bohrung B 2 wurden die bindigen Sedimente der Moränenablagerungen bis zur Endteufe von 3,40 m u. GOK (= 514,53 m NN) nicht durchteuft.

In der Bohrung B 1 unterhalb einer 0,15 m mächtigen Schluffschicht, bzw in Bohrung B 3 unterhalb der 1,10 m mächtigen bindigen Abfolge aus Schluff und Ton folgt bis zur

jeweiligen Endteufe von 1,70 m u. GOK bzw. 2,80 m u. GOK (517,58 m NN bzw. 510,50 m NN) sandiger bis stark sandiger und stark schluffiger Kies in mitteldichter bis dichter Lagerung.

Qualitative Wertung der Bodenschichten

In nachfolgender Tabelle 3 werden die bodenmechanischen und bautechnischen Eigenschaften der erkundeten Böden beschrieben und im Hinblick auf die Baumaßnahme qualitativ beurteilt.

TABELLE 3: BAUTECHNISCHE EIGENSCHAFTEN DER ERKUNDETEN BÖDEN

Bewertungskriterien	Mutterboden humose Schluffe	Bindige Moränenab- lagerung Tone / Schluffe	Auffüllungen / Morä- nenablagerung Kies
Homogenbereich	O1	B1	B2
Tragfähigkeit	gering	gering – mittel	groß
Kompressibilität	groß	groß	gering
Standfestigkeit	gering	mittel	gering – mittel
Wasserempfindlichkeit	groß – sehr groß	groß – sehr groß	mittel – groß
Frostempfindlichkeits- klasse nach ZTV E-StB 17	groß F3	groß F3	groß F2 ¹⁾ - F3 ²⁾
Fließempfindlichkeit bei Wasserzufluss	mittel	groß – sehr groß	gering – mittel
Wasserdurchlässigkeit	gering	gering	mittel
Rammpbarkeit	leicht	leicht – mittelschwer	mittelschwer – schwer
Lösbarkeit	leicht	mittelschwer	leicht – mittelschwer
Wiedereinbaufähigkeit	Landschafts- gestaltung	mäßig geeignet ^{3),5)}	gut geeignet ^{3),4)}

1) Bei einem Feinkornanteil < 15 M.-%

2) Bei einem Feinkornanteil > 15 M.-%

3) bei bindigen Böden bzw. stark schluffigen Böden wird bei einer Zwischenlagerung ein Abdecken mit erforderlich

4) Auffüllung mit Fremdbestandteilen sind zum Wiedereinbau nicht geeignet

5) wiedereinbaufähig nur bei \geq steifer Konsistenz sowie ohne Organikanteil mit mäßiger Tragfähigkeit

3.3 Grundwasserverhältnisse

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten wurde in keiner der durchgeführten Bohrungen ein Grund- bzw. Schichtwasserspiegel eingemessen.

Ein zusammenhängender Grundwasserspiegel ist im Baufeldbereich gemäß vorliegender hydrogeologischer Kartenwerke (Geodatenviewer BGR Hannover) in den Moränenablagerungen erst in größeren Tiefen zu erwarten. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass höher liegende Schichtwasserspiegel über gering leitfähigen Stauschichten bei den vorliegenden und meist bindigen Schichtenverhältnissen in den bindigen Schichten in allen Tiefenbereichen bis Geländeoberkante auftreten können. Diese

werden allerdings hauptsächlich in Abhängigkeit von Niederschlägen Bestand haben und im Fall eines Anschnitts rasch abgeführt werden.

Gemäß dem Informationsdienst überschwemmungsgefährdeter Gebiete in Bayern liegt die hier behandelte Baumaßnahme in Unterschoten weder in einem Hochwassergefährdungsgebiet noch in einem wassersensiblen Bereich. Höhere Schicht- bzw. Oberflächenwasserstände bis annähernd Niveau Geländeoberkante sind dennoch temporär denkbar. Ein Bemessungswasserstand ist demnach vorliegend auf Niveau Unterkante Bauwerksdrainage anzusetzen.

4. Bodenmechanische Kennwerte

In den Abschnitten 2 und 3 wurden die im Rahmen der Baugrunderkundung ange­troffenen Bodenschichten näher beschrieben und beurteilt. Im Folgenden werden die für den Erdbau notwendigen Bodenklassen und die für erdstatische Berechnungen erforderlichen Bodenparameter angegeben.

In der nachfolgend dargestellten Tabelle 4 werden die wichtigsten Bodenkennwerte und erdbautechnischen Größen zusammengestellt. In der Tabelle 5 sind die wichtigs­ten bodenmechanischen Kennwerte nach Homogenbereichen dargestellt. Sofern in den Tabellen Schwankungsbreiten angegeben werden, darf in der Regel mit Mittelwer­ten gerechnet werden. In kritischen Bauzuständen oder Einzelabschnitten sollte jedoch der ungünstigere Wert in der Berechnung angesetzt werden.

Nach DIN 18196 sind die Bodenarten für bautechnische Zwecke in Gruppen mit annähernd gleichem stofflichem Aufbau und ähnlichen bodenphysikalischen Eigenschaften zusammengefasst.

Nach DIN 18300 (2012) werden die Boden- und Felsarten entsprechend ihrem Zu­stand beim Lösen klassifiziert. Dabei erfolgt die Klassifizierung unabhängig von ma­schinentechnischen Leistungswerten allein nach boden- bzw. felsmechanischen Merkmalen. Nach DIN 18301 (2012) werden Böden und Fels aufgrund ihrer Eigen­schaften für Bohrarbeiten eingestuft.

TABELLE 4: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE

Bodenschicht	Bodengruppe (DIN 18196) Zustandsform	Wichte, erdfeucht	Wichte, unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion, dräniert	Kohäsion, undräniert	Steifemodul	Bodenklasse (DIN 18300 : 2012)	Boden- und Felsklassen (DIN 18301 : 2012)	Wasserdurchlässigkeit
		cal γ	cal γ'	cal φ	cal c'	cal c_u	cal E_s	-	-	k_f
		[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[MN/m ²]	[-]	[-]	[m/s]
Oberböden – Humose Schluffe	OH steif	14,0-16,0	4,0-6,0	15,0-17,5	5-15	15-30	1-3	1	BO1	10 ⁻⁷ -10 ⁻¹⁰
Moränenablagerung – Schluffe und Tone	UL / TL / TM weich – steif halbfest	17,0-19,0 19,0-21,0	7,0-9,0 9,0-11,0	22,5-27,5 30,0-32,5	5-15 15-30	20-40 40-100	6-8 10-20	4 4	BB2	10 ⁻⁷ -10 ⁻¹⁰
Moränenablagerung / Auffüllungen - Kiese	[GU*] / GU* mitteldicht – dicht	20,0-22,0	11,0-13,0	32,5-35,0	0-5 ¹⁾	0-10 ¹⁾	40-60	4/5	BN1-2	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁷

1) Kapillarkohäsion in ungesättigter Zone

TABELLE 5: BODENMECHANISCHE KENNWERTE NACH HOMOGENBEREICHEN

Bodenschicht	Bodengruppe (DIN 18196) Zustandsform	Korngrößenverteilung Steine $\varnothing > 63,0$ mm	Kieskorn 2,0 – 63,0 mm	Sandkorn 0,063 mm – 2,0 mm	Feinkorn und Feinstes $\varnothing \leq 0,063$ mm	Dichte, erdfeucht	Scherfestigkeit, undräniert	Wassergehalt	Plastizitätszahl	Konsistenzzahl	Organischer Anteil
							cal c_u	w	I_p	I_c	
		%	%	%	%	[t/m ³]	[kN/m ²]	%	-	-	%
Homogenbereich O1 (Mutterboden)	OH steif	--	0-15	5-15	75-95	1,4-1,7	10-50	20-35	0,00-0,50	0,50-0,75	>3
Homogenbereich B1 (Tone und Schluffe der Moränenablagerung)	UL / TL / TM weich - halbfest	0-15	5-20	5-20	60-90	1,7-2,0	50-150	15-30	0,00-1,00	0,50-1,25	0-1
Homogenbereich B2 (Kiese der Auffüllung / Moränenablagerung)	GU* / [GU*] mitteldicht – dicht	--	50-70	15-35	15-35	1,9-2,1	--	4-15	--	--	0

Die o. g. Rechenmittelwerte basieren auf den vorliegenden Untersuchungsergebnissen und auf Erfahrungswerten mit vergleichbaren Böden. Die Parameter gelten dabei für

die anstehenden Schichten im ungestörten Lagerungsverband. Bei Auflockerungen und/oder bei Aufweichungen, z. B. im Zuge der Baumaßnahme, können sich diese Parameter deutlich reduzieren. Bei Berechnungen ist bezüglich der Schichteinteilung auf die nächstliegende Bohrung Bezug zu nehmen.

Die in den Tabellen angegebenen Bodenkenngrößen (Rechenwerte) beruhen auch auf Erfahrungswerten sowie den Erkenntnissen der örtlichen Untersuchungen und stützen sich auf die Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen (EAU), die Empfehlungen des Arbeitsausschusses Baugruben (EAB) und darüber hinaus auf die Angaben des Grundbautaschenbuches Teil 1.

Die angegebenen Wasserdurchlässigkeiten sind als Anhaltswerte für die Wasserentnahme anzusehen und können stärkeren Schwankungen (\pm) unterliegen. In Abschnitt 5.5 wird auf die maßgebenden Werte bezüglich der Versickerung von Wasser in den Untergrund eingegangen.

5. Bauausführung / Gründung

5.1 Allgemeines

Im Rahmen des vorliegenden Baugrundgutachtens zur Erschließung des geplanten Baugebiets Unterschoten Mitte II in der Gemeinde Söchtenau werden nachfolgend geotechnische und hydrogeologische Angaben zum Kanal- und Straßenbau sowie zu Versickerungsmöglichkeiten im anstehenden Untergrund zusammengestellt. Ergänzend werden kurze Vorabinformationen zur Gründung von Bauwerken gegeben. Da derzeit keine näheren Angaben vorliegen, werden abgesehen von maximal ca. 2,0 m tiefen Einschnitten bzw. ca. 1,0 m hohen Dämmen keine weiteren Geländemodellierungen berücksichtigt.

5.2 Kanalbau

5.2.1 Allgemeines

Da uns keine Informationen über die Gründungstiefe der Kanäle vorliegen, wird von einer Verlegung im üblichen Tiefenbereich von ca. 1,5 m – 3,5 m unter Geländeoberkante ausgegangen.

Im Gründungsbereich der Kanäle stehen somit im betrachteten Baufeldbereich im Bereich der Bohrung B 2 voraussichtlich die bindigen Schichten der Moränenablagerung in steifer bis halbfester Konsistenz und im Bereich der Bohrungen B 1 und B 3 die mitdicht bis dicht gelagerten Kiese der Moränenablagerungen an.

Schichtwasser wurde in keiner der Bohrungen erkundet. Der geschlossene Grundwasserspiegel ist erst in größeren Tiefen zu erwarten. Schichtwasserkörper in wasserlei-

tenden Schichten über Stauhorizonten sind insbesondere in Verbindung mit Niederschlagsereignissen und Schneeschmelze in allen Tiefen bis Geländeoberkante möglich. Ein Bemessungswasserstand wäre vorliegend auf Niveau Unterkante Bauteildrainage festzulegen.

Bezüglich Einbau und Prüfung der Kanäle wird auf die ATV-DVWK-A 139 verwiesen. Nachfolgend werden die erforderlichen Angaben für den Kanalbau zusammengestellt.

5.2.2 Baugruben / Verbau

Bei den erforderlichen Aushubtiefen zur Verlegung der Kanäle von ca. 1,5 m – 3,5 m unter Geländeoberkante ist die Ausführung von offenen, geböschten Baugruben (Böschungswinkel nach DIN 4124 $\leq 60^\circ$ in den Tonen und Schluffen \geq steifer Konsistenz; Böschungswinkel $\leq 45^\circ$ nach DIN 4124 in den Kiesen) zur Verlegung der Kanäle über dem Grundwasser theoretisch denkbar, jedoch aufgrund der zu erwartenden, großen Aushubmengen vermutlich nicht wirtschaftlich. Auch sind in diesem Zusammenhang die unter Wassereinfluss stark empfindlichen Schluffe / Tone und stark schluffigen Kiese zu beachten. Aus diesen Gründen empfehlen wir generell, einen im Kanalbau üblichen Stahlplattenverbau zur Verlegung der Kanäle einzusetzen.

Die Verbauelemente und Aussteifungen sind dabei statisch ausreichend zu dimensionieren. Der Verbau ist kraftschlüssig abzuteufen und schrittweise mit der Verfüllung wieder rückzubauen. Der Aushub darf der Graben- bzw. Baugrubensicherung nur in einem dem Untergrund angemessenen Abstand von ca. 0,2 m, bei Grund- und Schichtwasserzutritten auch weniger, vorseilen.

Voraussetzung für den Einsatz eines Stahlplattenverbaus ist weiterhin ein ausreichender Abstand zu evtl. bestehender Bebauung. Zwischen Grabensohle und Außenkante der Gründungssohle bestehender Bauwerke bzw. Bauteile darf dabei der Winkel zur Horizontalen maximal 45° (horizontaler Abstand \geq Aushubtiefe bei oberflächlich gegründeten Bauteilen / Bauwerken) betragen, um mögliche Verformungen und damit einhergehende Setzungen zu minimieren. Gleiches gilt für bestehende Kanäle oder sonstige Sparten.

Ist ein ausreichender Abstand nicht gegeben und ein Abrücken der Kanaltrasse von unweit angrenzenden Bauteilen nicht möglich, wären Zusatzmaßnahmen (z.B. Unterfangungen von Bauwerken) und / oder Auflagen hinsichtlich des Vorgehens bei der Kanalverlegung (z. B. Vorgehen in kurzen Abschnitten) notwendig. Dabei ist in kritischen Abschnitten das genaue Vorgehen vor Ort mit der Baufirma, dem Planer und dem Gutachter festzulegen. Da es sich vorliegend um ein Neubaugebiet handelt, welches größtenteils auf einer bestehenden landwirtschaftlich genutzten Fläche zum Liegen kommt, ist die geschilderte Problematik aber voraussichtlich höchstens an den Randbereichen relevant.

5.2.3 Wasserhaltung

Ein Wasservorkommen im Boden wurde im relevanten Tiefenbereich im Untersuchungsgebiet nicht angetroffen. Der Bemessungswasserstand wäre auf Niveau Unter-kante Bauwerksdrainage anzusetzen.

Stehen auf Höhe der Aushubsohle, schluffige bis tonige Schichten an, empfehlen wir zur Wasserhaltung den Einbau einer Filterkieslage ($d \geq 0,20$ m) aus feinkornarmen Kies oder vergleichbarem Material in geotextiler Umhüllung (Vlies GRK III) sowie die Anordnung von Pumpensämpfen mit Schmutzwasserpumpen nach Bedarf. Bei Erfordernis (erhöhter Schichtwasserzufluss) sind zusätzlich ausgefilterte Drainageleitungen einzubauen, die den Pumpensämpfen bzw. -schächten zuzuführen sind. Die temporär, witterungsbedingt anfallenden Wassermengen belaufen sich hierbei allerdings voraussichtlich auf vergleichsweise geringe 2 – 5 l/s bei einer Haltungslänge von ca. 30 m im Kanalgraben. Höhere Wassermengen sind in Zusammenhang mit Extremniederschlägen bzw. erhöhtem Schichtwasservorkommen aber nicht auszuschließen.

Die Ableitung des geförderten Wassers erfolgt am zweckmäßigsten, evtl. über einen Absetzcontainer, direkt in eine Kanalisation oder einen naheliegenden Vorfluter. Die Wasserhaltung muss bei Bedarf solange durchgeführt werden bis eine ausreichende Auftriebssicherheit gegeben ist und die Hinterfüllung durchgeführt wurde.

Stehen auf Höhe der Aushubsohle hingegen die schluffigen Kiese an ist voraussichtlich keine zusätzliche Schicht für eine Wasserhaltung notwendig. Die Versickerung könnte dann über die Kanalsole realisiert werden.

5.2.4 Gründung

Nach den Aufschlüssen ist davon auszugehen, dass im Gründungsbereich zum Teil noch die bindigen Moränenablagerungen (Homogenbereich B1) in steifer bis halbfester Konsistenz sowie zum Teil stark schluffige Kiese (Homogenbereich B2) anstehen werden.

Die Gründung der Kanäle bzw. der statisch erforderlichen Rohraufleger kann in den \geq steifen Schluffen der Decklagen auf der für die Wasserhaltung notwendigen, ≥ 20 cm mächtigen Entwässerungsschicht erfolgen, da eine Versickerung über die Kanalsole hier praktisch nicht / zeitlich stark verzögert erfolgen kann und diese Böden zudem wasserempfindlich reagieren. Diese Kiestragschicht muss ausreichend verdichtet ($D_{Pr} \geq 100$ %) in geotextiler Umhüllung (Vlies GRK III) eingebaut werden.

Sollte eine Gründung in Deckschichten mit \leq weicher Konsistenz erfolgen, wird es zuerst erforderlich Schrottenmaterial (Körnung z.B. 0/150 mm) in die anstehenden, bindigen Böden statisch einzudrücken, um ein besser tragfähiges Arbeitsplanum herzustellen. Dies gilt auch, sofern sich witterungsbedingt (z. B. durch Schichtwasser oder Niederschläge) weiche bis breiige Zustandsformen auf Höhe der Aushubsohle ergeben. Über diesem Schrottenmaterial ist eine ca. 15 cm mächtige Ausgleichsschicht (Körnung 0/45 mm; Bodengruppe GW/GI nach DIN 18196) als Gründungsschicht für

den Kanal bzw. die Leitung einzubauen. Alternativ können Bereiche in \leq weicher Zustandsform auch bis zu darunter anstehenden, besser tragfähigen Schichten in \geq steifer Konsistenz bzw. Kiesablagerungen in mitteldichter Lagerung weiter ausgekoffert und durch ein feinkornarmes Kies-Sand-Gemisch in Geotextilummantelung ersetzt werden. Hierfür sollte gut verdichtbares Kies-Sand-Material (Feinkornanteil $\leq 10,0$ M.-%) bei ausreichender Verdichtung ($D_{Pr} \geq 100$ %) und einem lagenweisen Einbau (Lagenstärke $\leq 0,35$ m) verwendet werden.

Stehen auf Höhe Kanalsole bereits die kiesigen Schichten an, ist ein Nachverdichten des anstehenden Kieses bereits ausreichend.

Bei Ausführung in beschriebener Weise können bei einer Gründung in den vorliegenden Böden die zu erwartenden Setzungen auf maximal 1,0 cm begrenzt werden.

5.2.5 Sonstige Hinweise zur Kanalerstellung

Rohrstatik / Bauwerksstatik / Auftriebssicherheit / Verbaustatik

Zur Ermittlung der Erddrücke auf Verbauten und Bauwerke und für sonstige statische Berechnungen sind die in Abschnitt 4 angegebenen Bodenparameter heranzuziehen. Die dort gemachten weiteren Angaben sind zu beachten. Bezüglich der Untergrundschichtung ist dabei auf das jeweils nächstliegende Profil Bezug zu nehmen oder ist das ungünstigste Profil vereinfachend zu berücksichtigen. Der Bemessungswasserstand ist entsprechend den Angaben in Kapitel 3.3 (= UK Drainageleitung) festzulegen.

Filterkiesschichten

Für Filterkiesschichten, welche zur Wasserableitung oder für Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden, wird vorliegend die Verwendung von hohlraumreichem Frostschutzkies mit geringem Sandanteil (Feinkornanteil $< 5,0$ M.-%, Sandanteil $< 15,0$ M.-%) in geotextiler Umhüllung (Vlies GRK III) empfohlen. Auch Kies der Körnung 8/16 mm kann bei der Verwendung von geeigneten, geotextilen Trennlagen eingesetzt werden. Für sonstige Bodenaustauschmaßnahmen (ohne Wasserhaltungserfordernis) kann auch Wandkies bzw. Schotter (Feinkornanteil $< 10,0$ M.-%) Verwendung finden.

Graben- und Arbeitsraumverfüllung

Die angetroffenen Oberböden (Homogenbereich O1) sollten ausschließlich zur Landschaftsgestaltung im Bereich von Grünflächen genutzt werden. Bei steifer Konsistenz bindiger Böden (Homogenbereich B1) bzw. bei den stark schluffigen Kiesen (Homogenbereich B2) ist ein lagenweiser, ausreichend verdichteter Wiedereinbau (geringe Lagenstärken) mit geeignetem Verdichtungsgerät (Schaffußwalze) denkbar, soweit ein Verdichtungsgrad von ≥ 98 % der einfachen Proctordichte (D_{Pr}) sichergestellt werden kann.

Nach dem Aushub wird eine geschützte Zwischenlagerung der bindigen bzw. stark feinkornhaltigen Materialien erforderlich, um stärkere Vernässungen zu vermeiden; andernfalls werden vor dem Wiedereinbau Bodenverbesserungsmaßnahmen mittels

Kalk oder Kalk-Zement-Gemischen notwendig, um die erforderlichen Verdichtungswerte ($D_{Pr} \geq 98 \%$ oder $D_{Pr} \geq 100 \%$) im Bereich der Straßen zu erreichen. Hierfür wäre eine Eignungsprüfung vor dem Einbau zu empfehlen. Dies ist auch dann notwendig, sollten weiche, bindige Böden zur Wiederverfüllung herangezogen werden.

Als Rückverfüllmaterial (Fremdmaterial) können generell feinkornarme Kies-Sand-Gemische der Bodengruppen GW / GI / SW / SI / GU / SU nach DIN 18196 eingesetzt werden. Hierbei sind innerhalb bindiger Bodenschichten allerdings abschnittsweise Lehmsperren vorzusehen, um einen Drainageeffekt und somit einen dauerhaft wassergesättigten Graben zu vermeiden. Zielführend wäre die Verwendung von geringer durchlässigem, schluffigen Kies- und Sandmaterial mit einem Feinkornanteil zwischen 10 M.-% und 20 M.-% mit optimalem Wassergehalt für die Verdichtungsfähigkeit.

Die Grabenrückverfüllung muss lagenweise bei ausreichender Verdichtung ($D_{Pr} \geq 98 \%$ bzw. 100%) erfolgen. Wir halten es für erforderlich, hier im Rahmen der Rückverfüllarbeiten Dichteprüfungen in einem Überwachungsumfang gemäß den Vorgaben der ZTV E-StB 17 durchzuführen, um auch im Falle von nicht ausreichenden Ergebnissen bei der Verdichtung entsprechende Gegenmaßnahmen ergreifen zu können. Unterhalb von Straßenoberbauten bzw. auf dem Planum sind die Qualitätsanforderungen gemäß ZTV E-StB 17, z.B. mittels Lastplattendruckversuchen, nachzuweisen.

Im Weiteren sind neben der ZTV E-StB 17 die „Zusätzlichen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen der ZTVA-StB 89“ und das „Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke“ der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen zu beachten.

5.3 Straßenbau

5.3.1 Allgemeines

Im Rahmen des vorliegenden Gutachtens werden für die geplanten Erschließungsstraßen nachfolgend die erforderlichen geotechnischen Angaben zur Bauausführung zusammengestellt. Es erfolgen Angaben zum Straßenaufbau und zur Tragfähigkeit des Planums für die Erschließungsstraßen im betrachteten Baugebiet in Unterschofen.

Grundsätzlich wird dabei davon ausgegangen, dass die Straßengradienten ohne umfangreiche Geländemodellierungen überwiegend entsprechend der aktuellen Bestandshöhen $\pm 0,50$ m errichtet werden und somit keine zusätzlichen Auflasten durch Dammschüttungen entstehen.

Es wird darauf hingewiesen, dass sich Einschnitte bei diesen Bodenverhältnissen in der Regel positiv auf die Tragfähigkeit des Erdplanums auswirken. Sollten Einschnitte vorgesehen werden, wird in den hier vorliegenden bindigen, bzw. stark schluffigen Böden eine Böschungsneigung von maximal 1 : 1,6 empfohlen. Bei heterogener Schichtung bzw. bei Schichtwasserzufluss können auch Sicherungsmaßnahmen, wie z. B. Steinschüttungen, erforderlich werden.

Es wird hier darauf hingewiesen, dass Dammschüttungen und daraus resultierende zusätzliche Auflasten auf die erkundeten, i.d.R. nur gering – mäßig tragfähigen bindigen Bodenschichten generell zu höheren absoluten Setzungen der Bauwerke führen und tendenziell eher nicht empfohlen werden. Sofern Dammschüttungen auf diesem Material notwendig werden, wird in jedem Fall zunächst eine Verbesserung des unterliegenden Erdplanums, bspw. eine mindestens einlagige Stabilisierung mit einem Kalk-Zement-Mischbindemittel, empfohlen. Sofern der Aufbau von Dammschüttungen ebenfalls aus in-situ-Aushubmaterial der bindigen Sedimente (Homogenbereich B1) erfolgen soll, wird hier ebenfalls zu einer durchgehenden chemischen Stabilisierung des Schüttmaterials und einem Einbau in mehreren Lagen $d \leq 0,40$ m geraten. Die Böschungen von möglichen Schüttungen sind in Abhängigkeit von dem verwendeten Schüttmaterial mit einer maximalen Böschungsneigung von 1 : 1,5, besser jedoch mit $\leq 1 : 2,0$, auszubilden.

5.3.2 Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus

Zur Ermittlung der erforderlichen Dicke des frostsicheren Straßenaufbaus ist das Trag- und Verformungsverhalten sowie die Frostempfindlichkeit des Untergrundes zu beachten. Der frostsichere Straßenaufbau ist so auszuführen, dass auch während der Frost- und Auftauperioden keine schädlichen Verformungen am Oberbau entstehen.

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten wurden im Bereich des zukünftigen Planums der Erschließungsstraße des Baugebiets überwiegend die bindigen Moränenablagerungen bzw. stark schluffige Kiese erkundet, welche der Frostempfindlichkeitsklasse F3 nach ZTV E-StB 17 zuzuordnen sind.

Das hier zu begutachtende Baugebiet liegt gemäß der Karte Frosteinwirkungszonen der RStO 12 in der Frosteinwirkungszone II. Es ist somit ein Zuschlag von 5 cm zu berücksichtigen.

Für die erforderliche Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus sind deshalb die in nachfolgender Tabelle 6 zusammengestellten Werte, die nach RStO 12 festgelegt wurden, zu berücksichtigen.

TABELLE 6: MINDESTDICKE DES FROSTSICHEREN STRASSENBAUS

Frostempfindlichkeit des anstehenden Untergrundes (nach ZTV E-StB 17)	Ausgangswert für die Bestimmung der Dicke für die Belastungsklassen	Zuschlag auf Grund Frosteinwirkungszone II	Summe Mindestdicke frostsicherer Aufbau
Bodenaustausch mit Schotter bzw. stabilisierte, feinkornreiche Böden (F2)	Bk 0,3 40 cm	+ 5 cm	45 cm
	Bk 1,0 bis Bk 3,2 50 cm	+ 5 cm	55 cm
Schluffe, Tone, stark schluffige Kiese (F3)	Bk 0,3 50 cm	+ 5 cm	55 cm
	Bk 1,0 bis Bk 3,2 60 cm	+ 5 cm	65 cm

Wie der Tabelle 6 zu entnehmen ist, ist für die Frostempfindlichkeitsklasse des anstehenden Untergrundes F3 bei der Belastungsklasse Bk 0,3 eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von 55 cm und bei der Belastungsklasse Bk 1,0 bis

Bk 3,2 eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von 65 cm nach RStO 12 maßgebend.

Für den Fall, dass auf Höhe des Erdplanums der Straßen grundsätzlich eine mindestens 0,30 m dicke Kiesschicht eingebracht wird (zur Verbesserung der Tragfähigkeit des Planums oder zur Geländeerhöhung) bzw. bereits gewachsener Kiesboden vorliegt oder sofern eine mindestens 0,30 m mächtige, qualifizierte chemische Bodenstabilisierung dieser Böden (Mischbindemittelanteil mind. 3,0 M.-% nach ZTV E-StB 17) durchgeführt wird, kann dies auch auf die Festlegung der Frostempfindlichkeit des anstehenden Untergrundes Einfluss haben. Bei entsprechenden kiesigen Böden (Feinkornanteil < 10 M.-% und damit als GU zu klassifizieren) bzw. bei \geq einlagig stabilisierten Böden wäre dann die Frostempfindlichkeitsklasse F2 durchgehend maßgebend. Hier wäre bei der Belastungsklasse Bk 0,3 eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von 45 cm und bei der Belastungsklasse Bk 1,0 bis Bk 3,2 eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von 55 cm nach RStO 12 zu berücksichtigen.

Erfolgt die Entwässerung der Fahrbahn und der Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen, können die o.g. Schichtdicken ggf. um 5 cm reduziert werden.

Die endgültige Dimensionierung hat aber durch den Planer zu erfolgen.

Als frostsichere Tragschicht können z. B. Kiese bzw. Kies-Sand-Gemische der Bodengruppen GW und GI nach DIN 18196 (Feinkornanteil < 5,0 M.-%) der Frostempfindlichkeitsklasse F1 nach ZTV E-StB 17 verwendet werden. Die weiteren Maßgaben (z. B. die maßgebenden Körnungsbänder) der ZTV SoB-StB 04 und der ZTV T-StB 09 sind hier ebenfalls zu beachten.

5.3.3 Tragfähigkeitsanforderungen an das Erdplanum und die Tragschicht des Oberbaus

Zusätzlich zur Mächtigkeit des erforderlichen frostsicheren Aufbaus ist im Hinblick auf Verformungen des Oberbaus die Tragfähigkeit des Untergrundes zu betrachten.

Gemäß der ZTV E-StB 17 ist in den anstehenden, nicht frostsicheren Böden (Frostempfindlichkeitsklasse F3) auf dem Erdplanum der Straße ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Bei Durchführung einer qualifizierten Bodenverbesserung wäre in den genannten Böden ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$ einzuhalten.

Stehen auf Höhe des Erdplanums, wie vorliegend erkundet, bindige bis gemischtkörnige Böden in steifer Konsistenz an, wird voraussichtlich ein zusätzlicher Bodenaustausch von 30 cm bis 40 cm auf einer geotextilen Vliestrennlage (GRK III) erforderlich. Steht auf Höhe des Erdplanums noch humoser Mutterboden an (s. B 1) ist dieser bis zu den besser tragfähigen \geq steifen Böden der Moränenablagerungen auszuheben und auszutauschen. Die erforderliche Austauschstärke sollte in situ zu Beginn der Bauarbeiten durch entsprechende statische Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 auf Probefeldern ermittelt werden. Stehen auf Höhe des Erdplanums bereits die Kiese

der Moränenablagerungen an, dürfte eine Nachverdichtung ausreichen, um einen E_{v2} -Wert von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ erreichen zu können

Für Bodenaustauschmaterial kann z. B. ein Kies-Sand-Gemisch, Körnung 0/45 mm, der Bodengruppen GW / GI / GU nach DIN 18196 herangezogen werden.

Alternativ und aus geotechnischer Sicht hier bei der Erschließung zu bevorzugen, kann im Baugebiet bei einer Gründung von Verkehrsflächen auf dem meist bindigen und stark feinkornhaltigen Erdplanum auch eine Bodenverbesserung durch Einfräsen von Kalk bzw. Kalk-Zement-Binder zumindest in genannter Stärke ($d \geq 0,40 \text{ m}$) durchgeführt werden, um die geforderten Werte zu erreichen. Die erforderliche Verbesserungsstärke könnte in situ an Testfeldern differenziert festgelegt werden. Bei dieser Ausführungsvariante ist allerdings die mögliche Staubentwicklung zu berücksichtigen.

Erforderliche Zugabemengen bei einer Bodenverbesserung mit Bindemitteln sind mittels Eignungsprüfung festzulegen. Überschlägig kann von Bindemittelzugaben in einer Größenordnung von etwa 1,5 – 3,0 M.-% (z. B. im Rahmen der Ausschreibung) ausgegangen werden, was bei einer Lagenstärke von 40 cm etwa einer Aufstreumenge zwischen 15 kg/m^2 und 25 kg/m^2 entsprechen dürfte. Für eine qualifizierte Bodenverbesserung nach ZTV E-StB 17 ist grundsätzlich eine Mindest-Bindemittelzugabemenge von 3,0 M.-% zu berücksichtigen.

Das überwiegend im Baufeldbereich angetroffene bindige bis gemischtkörnige Erdplanum erweist sich als stark witterungsempfindlich und neigt durch Walkbeanspruchung zur Verbreiung. Eine direkte Befahrung des anstehenden Bodens ist daher unbedingt zu vermeiden. Sofern zur Erhöhung der Tragfähigkeit keine chemische Stabilisierung des Bodens angestrebt wird, sondern ein Gründungspolster eingebaut werden soll, hat der Aushub bei feuchter Witterung im Rückwärts- und der Materialeinbau im Vor-Kopf-Verfahren zu erfolgen. Zudem ist eine Durchfeuchtung des Planums durch geeignete Maßnahmen nachhaltig zu verhindern.

Sofern die anstehenden Böden witterungsbedingt stark durchfeuchtet sind, wird vorgeschlagen, als unterste Lage gebrochenes Schroppenmaterial, z. B. Körnung 50/150 mm, einzubauen und bestmöglich statisch in den anstehenden Boden einzudrücken (keine Vibrationsverdichtung). Alternativ kann dann zur Erhöhung der Tragfähigkeit auch eine Verbesserung des Erdplanums mit einem Mischbindemittel (Kalk-Zement-Mischbinder, bspw. Produkt Terramix) vorgenommen werden, welches einlagig mit einer Einfrästiefe von $\geq 0,40 \text{ m}$ eingefräst werden sollte.

Zur Entwässerung des Straßenunterbaus ist das Erdplanum mit einem ausreichenden Quergefälle gemäß ZTV E-StB 17 auszubilden und mittels Drainagen dauerhaft zu entwässern.

5.3.4 Verdichtungsanforderungen an Bodenaustausch und Frostschuttschicht

Das genannte Bodenaustauschmaterial zur Verbesserung der Tragfähigkeit des Erdplanums (Untergrund) soll einen Feinkornanteil von $\leq 10,0 \text{ M.-%}$ aufweisen und ist zumindest mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100 \%$ einzubauen (nach ZTV E-StB

17). Auf OK Erdplanum (UK Frostschuttschicht) ist, wie auch zuvor beschrieben, ein E_{V2} -Wert von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen.

Nach Einbau der Tragschicht des Oberbaus und den anschließenden Verdichtungsmaßnahmen auf der Frostschuttschicht bzw. der Schotter- oder Kiestragschicht muss unterhalb der Asphaltdecke ein ausreichender Verformungsmodul $E_{V2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ bzw. 120 MN/m^2 (je nach Bauklasse) nachgewiesen werden. Zusätzlich ist dabei ein Verhältniswert von $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,2$ einzuhalten. Wenn der E_{V1} -Wert bereits 60 % des vorgenannten E_{V2} -wertes erreicht, sind auch höhere Verhältniswerte E_{V2}/E_{V1} zulässig. Dies ist anhand statischer Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 nachzuweisen. Bezüglich des Umfangs der Eigenüberwachung und den Verdichtungsanforderungen wird auf die ZTV E-StB 17 verwiesen.

5.4 Bauwerksgründung und Hinweise zur Bauausführung

Allgemeines

Gemäß dem derzeitigen Informationsstand ist davon auszugehen, dass geplante Gebäude in den bindigen bis gemischtkörnigen Böden, welche sich als gering bis mäßig tragfähig erweisen, gründen werden. Beim Bau eines Kellergeschosses ist eine Gründung in den mitteldicht bis dicht gelagerten Kiesen zu erwarten, welche sich als gut tragfähig und gering kompressibel erweisen, zu erwarten. Da zu den Gebäuden aktuell noch keine detaillierten Planungsinformationen vorliegen, werden hier nur allgemeine Gründungsempfehlungen gegeben.

Kommen die Bodenplatten bzw. Einzel- und Streifenfundamente in bindigen bis gemischtkörnigen Ablagerungen zum Liegen, wird hier voraussichtlich ein (Teil-) Bodenaustausch mit gut tragfähigem Kies-/Schottermaterial von $\geq 0,60 \text{ m}$ Mächtigkeit (je nach Gebäude und Last) unter den Gründungselementen erforderlich. Alternativ kann eine Gründung auf einem mittels Sand-Zement-Säulen (CSV) verbesserten Baugrund durchgeführt werden. Die mögliche Ausführung kann sowohl punktuell bzw. streifenartig unter Fundamentsohlen von Einzel- und Streifenfundamente als auch rasterartig verteilt unter der Gesamtfläche von tragenden Bodenplatten erfolgen. Die anstehenden bindigen Böden werden durch dieses Verfahren verdichtet und durch Wasserentzug verbessert. In Wechselwirkung zwischen Säulen und Boden werden die Bauwerkslasten abgetragen. Dadurch sind mögliche (Differenz-) Setzungen deutlich zu verringern. Bei hohen punktuellen Lasten könnten auch Pfahlsysteme bis ca. 15 m Tiefe notwendig werden. Dies wird vorliegend bei Wohnbebauung mit EFH und kleineren MFH allerdings voraussichtlich nicht erforderlich.

Kommen die Bauteile bspw. bei dem Bau eines Kellergeschosses in den besser tragfähigen schluffigen Kiesen der Moränenablagerungen zum Liegen, sind voraussichtlich nur geringe Maßnahmen in Form eines geringmächtigen ($\geq 30 \text{ cm}$) Teilbodenaustausches oder lediglich eine Nachverdichtung des kiesigen Erdplanums notwendig. Die genaue Festlegung der Gründungsmethode bedarf jeweils einer Einzelfallprüfung.

Weiterhin ist eine Bauwerksabdichtung nach DIN 18533-1:2017-7 notwendig. Gemäß genannter Norm wären nicht unterkellerte Bauvorhaben aufgrund der Lage im Bereich eines wasserundurchlässigen Baugrundes in den Fall W1.2-E einzuordnen, sofern

dauerhaft funktionsfähige, rückstaufreie Ringdrainagen auf Unterkante der Fundamente angebracht werden. Damit kann neben dem in die Hinterfüllung eindringenden Niederschlags- und Oberflächenwasser auch evtl. zuströmendes Schichtwasser aus dem Hinterfüllbereich abgeleitet werden. Bauvorhaben die auf den Kiesen gegründet werden (z.B. bei Unterkellerung) wären in den Fall W1.1-E einzuordnen.

Geotechnische Kategorie / Erdbebenzone / Frosteinwirkungszone

Entsprechend den Untersuchungsergebnissen können die Bauvorhaben nach DIN 1054:2010-12, Tabelle AA.1 und Eurocode 7 voraussichtlich der geotechnischen Kategorie GK 2 zugeordnet werden.

Nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01 befindet sich Unterschofen in keiner Erdbebenzone und somit muss keine Erdbeschleunigung berücksichtigt werden.

Das zu bebauende Grundstück in der Ortschaft Unterschofen, Gemeinde Söchtenau ist der Frosteinwirkungszone II zuzuordnen und somit liegt das frostfreie Gründungsniveau bei 1,00 m unter GOK. Eine frostsichere Gründung kann mittels entsprechender Einbindung, umlaufender Frostschrüzen oder einem frostsicheren Unterbau sichergestellt werden.

5.5 Versickerungsfähigkeit des Untergrundes / Entwässerungseinrichtungen

Eine breitflächige Versickerung von Niederschlagswasser direkt in den Mutterboden bzw. bindigen Sedimente ist nicht möglich bzw. nicht zulässig, da diese Schichten gering wasserdurchlässig und für Versickerungszwecke entsprechend nicht geeignet (k_f -Werte $< 1 \cdot 10^{-7}$ m/s) sind. Die darunter anstehenden Kiese der Moränenablagerungen ab Tiefen von 1,55 m unter GOK bis 1,80 m unter GOK (= 386,70 m NN bis 385,24 m NN) eignen sich voraussichtlich besser zur Versickerung von Niederschlags- und Oberflächenwasser.

Die Versickerungsfähigkeit der Kiese wurde mittels In-Situ Sickerversuchen in den Bohrlöchern ermittelt. Die Ergebnisse deuten mit Durchlässigkeitsbeiwerten zwischen $2,16 \cdot 10^{-7}$ m/s bis $2,15 \cdot 10^{-5}$ m/s auf mäßige Versickerungsbedingungen in den Kiesen hin. Somit wäre aus hydrogeologischer Sicht für geplante Versickerungsanlagen ein Durchstich zu den stark schluffigen Kiesen der Moränenablagerung vor allem im Bereich der Bohrung B 3 (k_f -Wert = $2,15 \cdot 10^{-5}$ m/s) als sinnvoll zu erachten.

Die Dimensionierung von Versickerungsanlagen ist gemäß dem Arbeitsblatt DWA-A 138 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. durchzuführen. Gemäß diesem Arbeitsblatt soll der versickerungsrelevante k_f -Wert im Bereich von $1 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen. Dieser Versickerungsbereich berücksichtigt auch eine ausreichend lange Aufenthaltszeit des Niederschlagswassers im Untergrund, um eine gewisse Vorreinigung vor dem Eintritt in das Grundwasser zu gewährleisten. Gleichzeitig sollen die Böden einen ausreichenden Durchlässigkeitsbeiwert aufweisen, um langfristig eine Versickerung in ausreichendem Umfang sicherzustellen.

Wenn in den Bereichen der Bohrungen B 1 und B 2 keine Versickerung möglich ist, ist aus fachlicher Sicht die Ableitung des anfallenden Wassers (Niederschlags- / Oberflächen- / Drainagewasser) über die Kanalisation oder einen Vorfluter zu realisieren. Bei der Einleitung in eine Vorflut ist eine wasserrechtliche Genehmigung bei der zuständigen Behörde einzuholen.

Für den Fall, dass eine Drosselung des Oberflächen-Wassers notwendig wird, ist die Errichtung eines Stauraumkanals bzw. eines Regenrückhaltebeckens erforderlich.

Bei einem Rückhaltebecken sind die Böschungen in den erkundeten Böden mit einer maximalen Neigung von $\leq 1 : 1,25$, besser $1 : 1,6$ auszubilden. Vor der Profilierung und Erstellung eines Beckens in den anstehenden Schichten sind vorab die stärker humosen Schichten abzutragen. Überwiegend dürften somit im Böschungsbereich sowie im Sohlbereich des Beckens bindige Schichten und evtl. stark schluffiger Kies anstehen. Da eine Versickerung direkt über die Sohle eines Rückhaltebeckens nicht zulässig ist, könnten für eine eventuelle Beckenabdichtung z. B. geeignete Bentonitmatten oder Kunststofffolien zum Einsatz kommen. Über der Abdichtung wäre dann eine ausreichend starke Schutzschicht ($\geq 0,60$ m), z.B. aus geeignetem, bindigem Bodenmaterial, aufzubauen. Zur Sicherstellung ausreichend stabiler Böschungsbereiche sind im Wasserwechselbereich auch zusätzliche Oberflächensicherungsmaßnahmen (z. B. mit Wasserbausteinen oder Grobschotter / Schroppen) im Böschungsbereich vorzusehen.)

6. Schlussbemerkungen

Mit den durchgeführten Felduntersuchungen können naturgemäß nur punktuelle Aufschlüsse gewonnen werden. Des Weiteren sind gemäß DIN 4020 Aufschlüsse in Boden und Fels als Stichproben zu bewerten. Für die dazwischenliegenden Bereiche lassen sich nur Wahrscheinlichkeitsaussagen machen.

Vorrangiges Ziel des Gutachtens war es, die vor Ort relevanten Untergrunddaten durch Beschreibung der Bodenschichten, Zuordnung von Bodenklassen und physikalischen Bodenparametern für den Planer und die Baufirma aufzubereiten. Weiterhin erfolgten Angaben zum Straßenbau und zu den Erfordernissen hinsichtlich der Wasserhaltung und der Kanalverlegung.

Bei allen Aushub- und Gründungsarbeiten sind die aktuellen Bodenschichten mit den Ergebnissen der vorliegenden Baugrunderkundung zu vergleichen. Bei nicht auszuschließenden Abweichungen des Untergrundes zwischen und außerhalb der Aufschlussstellen und in allen Zweifelsfällen bezüglich Baugrund und Gründung ist ein Baugrundsachverständiger einzuschalten. Unter günstigen Umständen können die Aufwendungen für empfohlene Verbesserungsmaßnahmen zumindest teilweise eingespart werden.

Zum Zeitpunkt der Ausarbeitung des vorliegenden Berichtes lagen uns die genannten Arbeitsunterlagen vor. Da dem Baugrundsachverständigen derzeit nicht alle relevanten Gesichtspunkte der Planung und Bauausführung bekannt sein können und weiterhin die punktuellen Baugrundaufschlüsse nur örtlich begrenzte Aussagen liefern, kann dieser Bericht keinen Anspruch auf Vollständigkeit hinsichtlich aller bodenmechani-

schen und hydrogeologischen Detailpunkte erheben. Zusätzliche Untersuchungen bzw. geotechnische Beurteilungen können im Zuge der weiteren Planung erforderlich werden.

Es wird davon ausgegangen, dass die an Planung und Bauausführung beteiligten Ingenieure unter Zugrundelegung der hier aufgezeichneten Daten und Angaben alle erforderlichen statischen Nachweise etc. entsprechend den Regeln der Bautechnik führen.

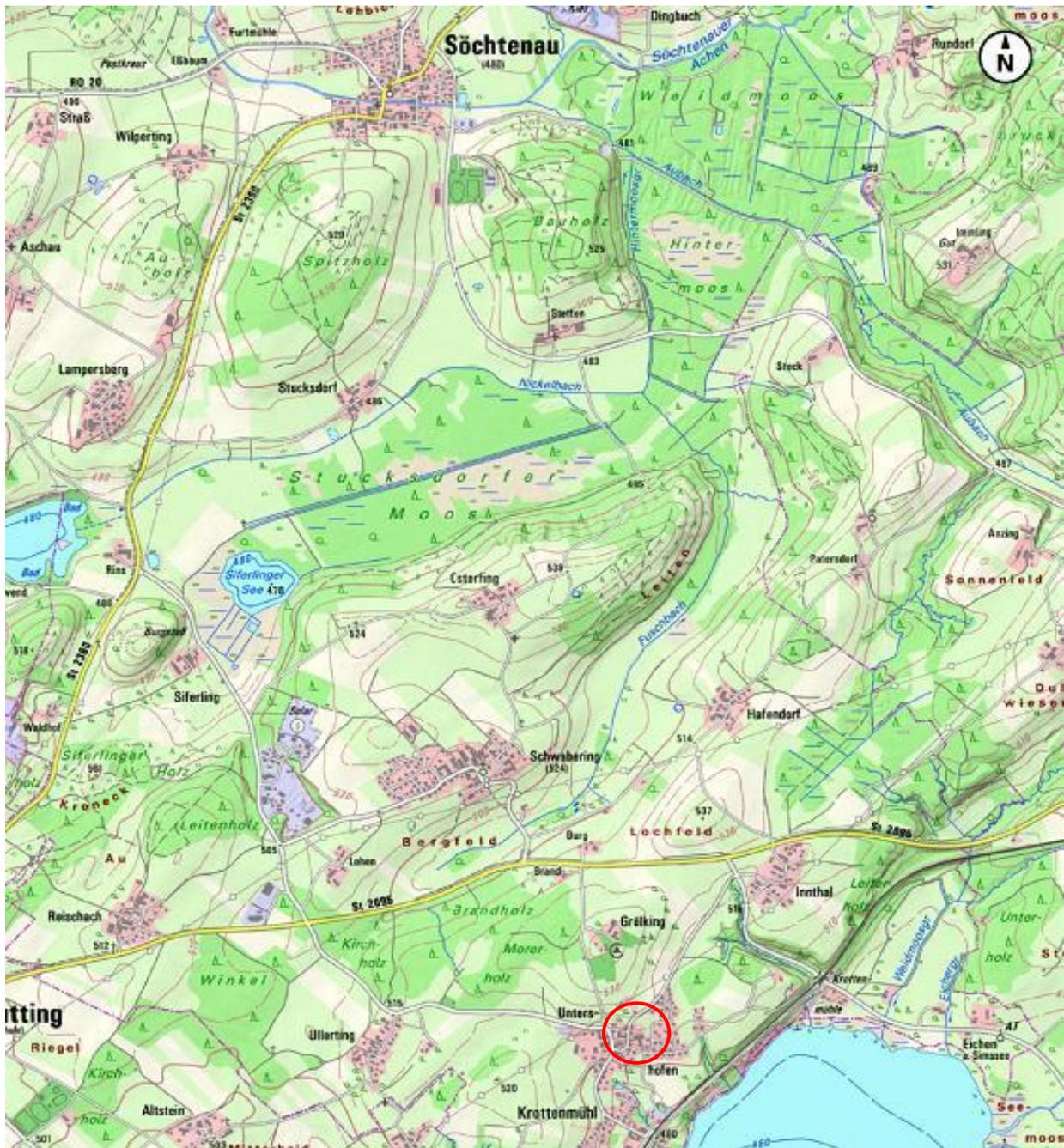
Für weitere Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Rosenheim, den 15.05.2020


ppa. Tobias Kufner
Dipl.-Geoökologe (Univ.)


Sebastian Pontz
M.Sc. Geowissenschaften

Anlage 1



Lage des Untersuchungsgebiets

Erschließung Baugebiet Unterschofen, Mitte II, Gemeinde Söchtenau - Geotechnische Untersuchung -

Auftraggeber	<h1>Übersichtsplan</h1>		Anlage
Gemeinde Söchtenau			1
Bearbeitung			Blatt
S. Pontz	 <h1>GeoPlan</h1>	1	
Datum			
15.05.2020			
Maßstab			
1 : 25.000			
Kartenvorlage			
TK Bayern Süd			

Anlage 2



Zeichenerklärung Baugrunduntersuchung:

● B ... Rammkernbohrung gemäß DIN EN ISO 22475 mit Bezeichnung bis max. 3,40 m unter GOK

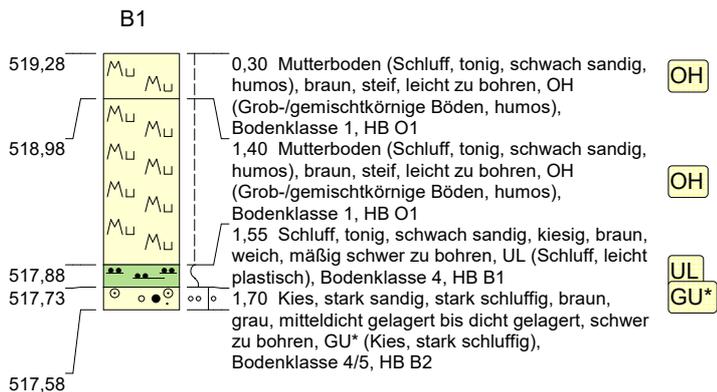
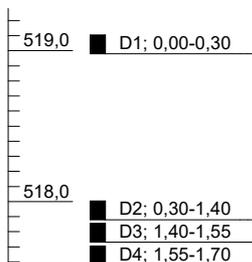


"Nutzung der Basisdaten der Bayerischen Vermessungsverwaltung"

Entwurfsverfasser: 03.04.2020  GeoPlan Niederlassung Rosenheim Hechtseestraße 16, 83022 Rosenheim FON: 08031 222 74-20 / FAX: 08031 222 74-22 E-MAIL: rosenheim@geoplan-online.de		Planinhalt: Erschließung Baugebiet Unterschoten Mitte II Gmkg. Söchtenau, Gemeinde Söchtenau Lageplan - mit Aufschlusspunkten -		Anlage: 2
Projekt: SÖCHTENAU_Erschl.-Baugebiet-Unterschoten Datei: 1_LP-1000_Aufschlusspunkte.PLT		Auftraggeber: 03.04.2020  Gemeinde Söchtenau Herrn Anton Wenisch Dorfplatz 3, 83139 Söchtenau FON: 08055 9079 16 / FAX: 08055 9079 10		Blatt-Nr.: Maßstab: 1:1000
bearbeitet: Wagner gezeichnet: Wagner / ns geprüft: Ammering	03.04.20 03.04.20/06.04.20 03.04.20	Pr.-Nr.: B 2002045		

Anlage 3

m u. GOK (519,28 m ü. NN)

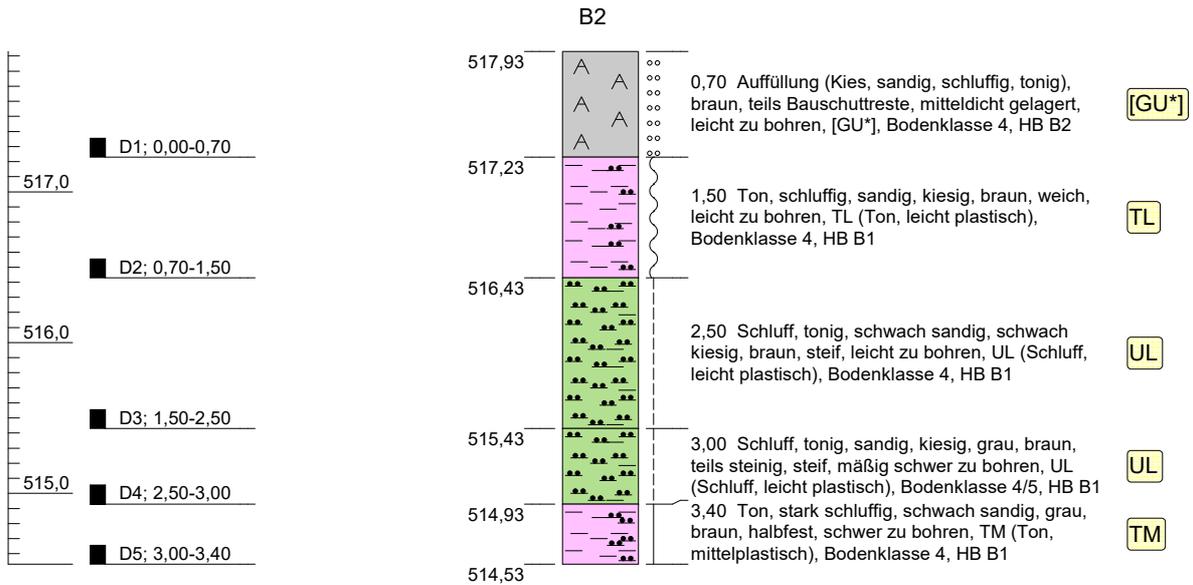


Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: Erschließung BG Unterschofen Mitte II, Gemeinde Söchtenau		 GeoPlan
Bohrung: B1		
Auftraggeber: Gemeinde Söchtenau	Rechtswert: 4518403	
Bohrfirma: Geoplan GmbH	Hochwert: 5306166	
Bearbeiter: T. Kufner	Ansatzhöhe: 519,28 m ü. NN	
Datum: 02.04.2020	Endtiefe: 1,70 m	

m u. GOK (517,93 m ü. NN)

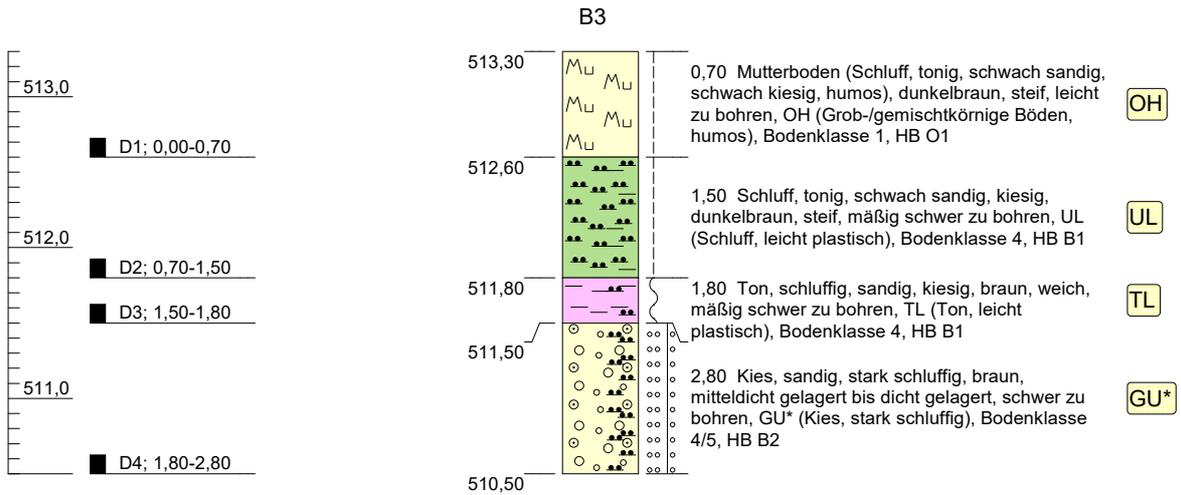


Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: Erschließung BG Unterschofen Mitte II, Gemeinde Söchtenau		 GeoPlan
Bohrung: B2		
Auftraggeber: Gemeinde Söchtenau	Rechtswert: 4518376	
Bohrfirma: Geoplan GmbH	Hochwert: 5306133	
Bearbeiter: T. Kufner	Ansatzhöhe: 517,93 m ü. NN	
Datum: 02.04.2020	Endtiefe: 3,40 m	

m u. GOK (513,30 m ü. NN)



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: Erschließung BG Unterschofen Mitte II, Gemeinde Söchtenau		 GeoPlan
Bohrung: B3		
Auftraggeber: Gemeinde Söchtenau	Rechtswert: 4518414	
Bohrfirma: Geoplan GmbH	Hochwert: 5306102	
Bearbeiter: T. Kufner	Ansatzhöhe: 513,30 m ü. NN	
Datum: 02.04.2020	Endtiefe: 2,80 m	

Anlage 4

Bodenmechanische Untersuchungen

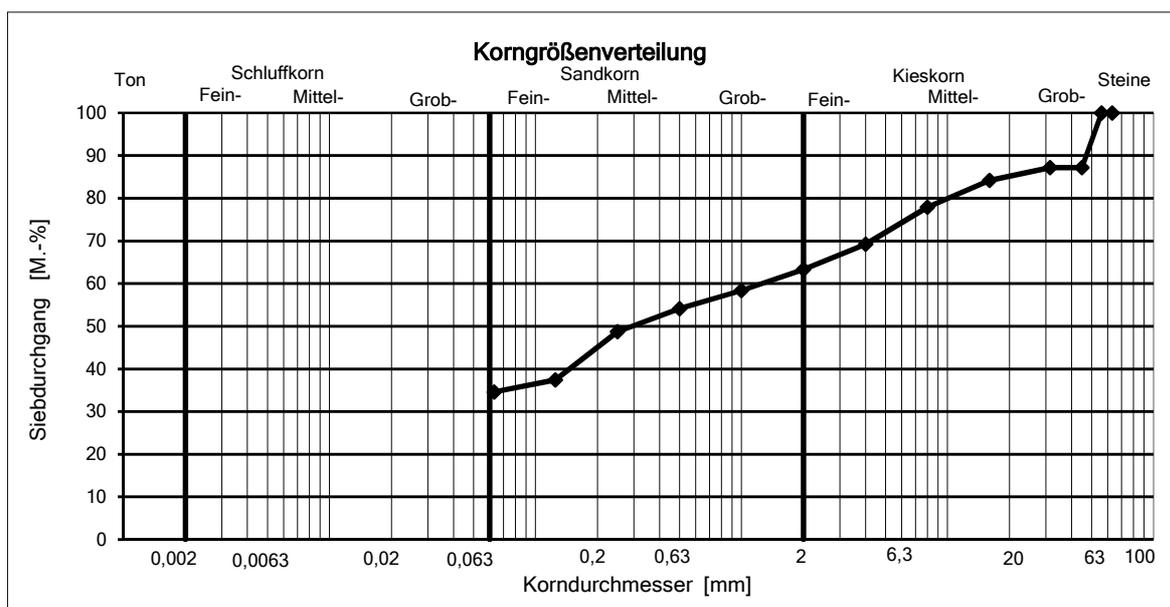
Baumaßnahme: Erschließung BG Unterschofen Mitte II, Gemeinde Söchtenau
Entnahme am: 02.04.2020
Projektnummer: B2002047

Probe Nr.	B 1 D 4	
Entnahmetiefe	1,55 m - 1,70 m u. GOK	$C_U =$ n.b.
natürlicher Wassergehalt w_n [%]	7,26%	$C_c =$ n.b.
Benennung nach DIN 4022	Kies, stark sandig, stark schluffig	$k_f =$ n.b.
Bodengruppe nach DIN 18196	GU*	$d_{10} =$ n.b.
Untersuchungsart:	Rammkernbohrung	$d_{30} =$ n.b.
		$d_{60} =$ 1,33

n.b. = nicht bestimmt

Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

Korndurchmesser	Siebrückstand	Siebdurchgang
[mm]	[M.-%]	[M.-%]
63,0	0,0	100,0
56,0	0,0	100,0
45,0	12,8	87,2
31,5	0,0	87,2
16,0	3,0	84,2
8,0	6,3	77,9
4,0	8,7	69,2
2,0	5,9	63,3
1,0	4,9	58,4
0,5	4,3	54,1
0,25	5,4	48,7
0,125	11,3	37,4
0,063	2,8	34,6
< 0,063	34,6	



Bodenmechanische Untersuchungen

Baumaßnahme: Erschließung BG Unterschofen Mitte II, Gemeinde Söchtenau

Entnahme am: 02.04.2020

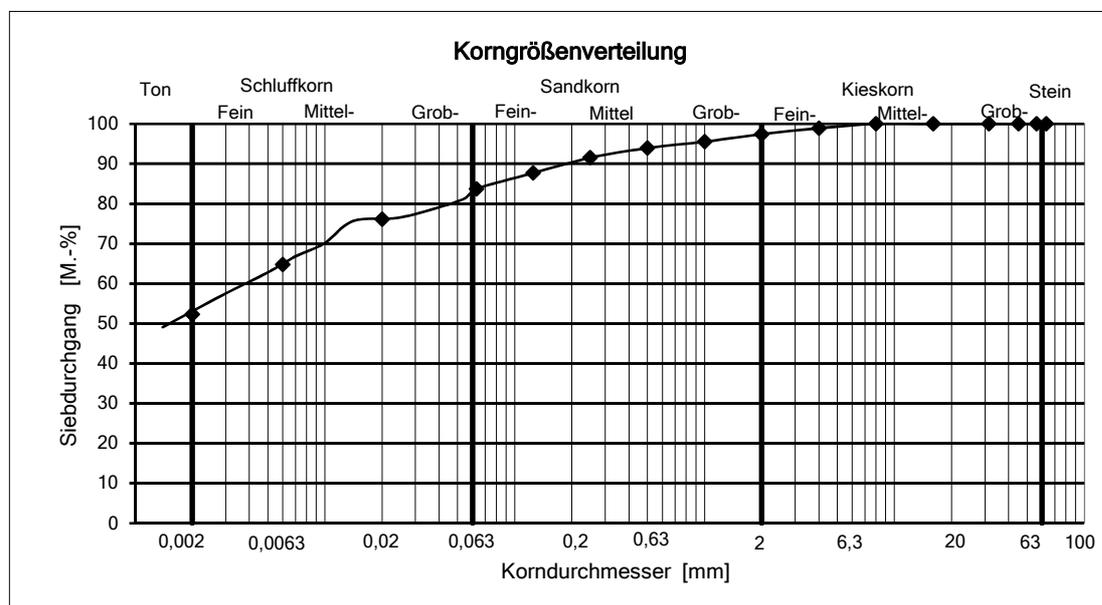
Projektnummer: B2002045

Probe Nr.	B 2 D 5	
Entnahmetiefe:	3,00 m - 3,40 m u. GOK	U = n.b.
Benennung nach DIN 4022:	Ton, stark schluffig, schwach sandig	C _c = n.b.
Entnahmewassergehalt:	13,29%	k _f = n.b.
Bodengruppe nach DIN 18196:	SU	d ₁₀ = n.b.
Art der Entnahme:	Rammkernbohrung	d ₃₀ = n.b.
Untersuchungsart:	kombinierte Siebschlämm	d ₆₀ = 0,004

n.b. = nicht bestimmt

Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

Korndurchmesser	Siebrückstand	Siebdurchgang
mm	M.-%	M.-%
63,00	0,0	100,0
56,00	0,0	100,0
45,00	0,0	100,0
31,50	0,0	100,0
16,00	0,0	100,0
8,00	0,0	100,0
4,00	1,1	98,9
2,00	1,5	97,4
1,00	1,9	95,5
0,50	1,6	93,9
0,25	2,4	91,5
0,125	3,8	87,7
0,063	4,0	83,7
0,020	7,6	76,1
0,006	11,3	64,8
0,002	12,5	52,3
0	52,3	



Bodenmechanische Untersuchungen

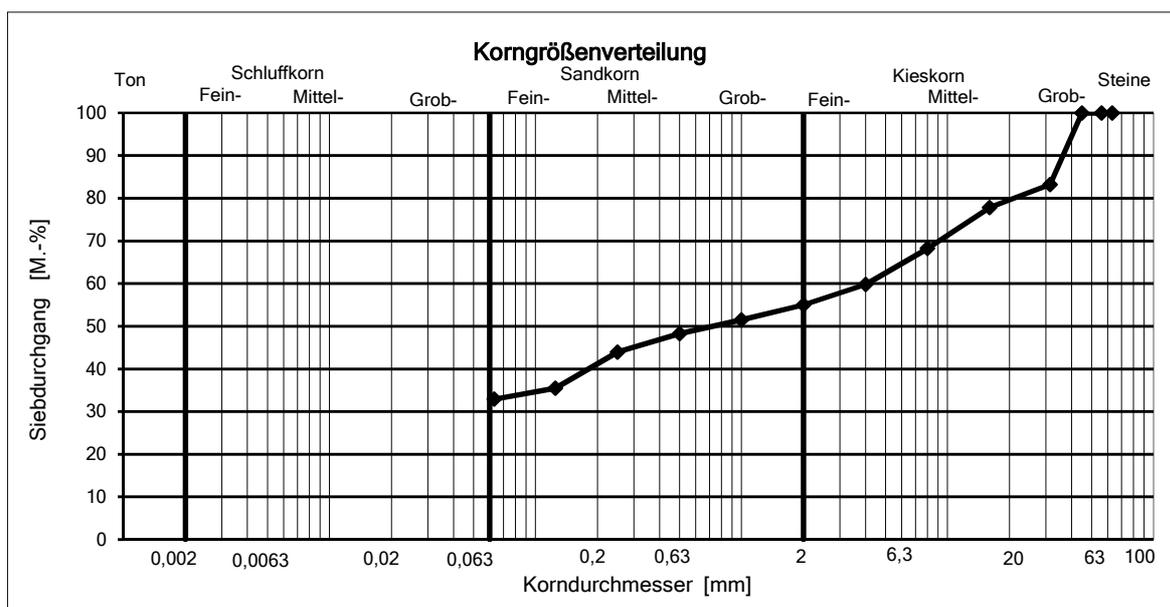
Baumaßnahme: Erschließung BG Unterschofen Mitte II, Gemeinde Söchtenau
Entnahme am: 02.04.2020
Projektnummer: B2002045

Probe Nr.	B 3 D 4	
Entnahmetiefe	1,80 m - 2,80 m u. GOK	$C_U =$ n.b.
natürlicher Wassergehalt w_n [%]	6,65%	$C_c =$ n.b.
Benennung nach DIN 4022	Kies, sandig, stark schluffig	$k_f =$ n.b.
		$d_{10} =$ n.b.
Bodengruppe nach DIN 18196	GU*	$d_{30} =$ n.b.
Untersuchungsart:	Rammkernbohrung	$d_{60} =$ 4,10

n.b. = nicht bestimmt

Korngrößenverteilung nach DIN 18 123

Korndurchmesser	Siebrückstand	Siebdurchgang
[mm]	[M.-%]	[M.-%]
63,0	0,0	100,0
56,0	0,0	100,0
45,0	0,0	100,0
31,5	16,8	83,2
16,0	5,4	77,8
8,0	9,6	68,2
4,0	8,4	59,8
2,0	4,8	55,0
1,0	3,5	51,5
0,5	3,2	48,3
0,25	4,4	43,9
0,125	8,4	35,5
0,063	2,6	32,9
< 0,063	32,9	



Anlage 5

Bodenmechanische in-situ Untersuchungen

Baumaßnahme: Erschließung BG Unterschofen Mitte II, Gemeinde Söchtenau
Versuchsdurchführung: 02.04.2020
Projektnummer: B2002045

Versuch Nr.	B 1
Unterkante des Bohrloches [m]	1,70
anstehender Boden DIN 4022	Kies, stark sandig, stark schluffig
anstehende Bodengruppe nach DIN 18196	GU*

Geometrie

Radius Bohrloch a 0,040 m Fläche A [m²] 0,0050
Unterkante Bohrloch unter GOK b 1,70 m
Grundwasserspiegel unter GOK t -

Messergebnisse

Wasserstand zu Beginn der Messung 1,70 m über UK Bohrloch

Absenkungsverlauf

Zeitpunkt	Absenkung	Wasserstand
0 min	0,00 m	1,70 m
1 min	0,01 m	1,69 m
3 min	0,02 m	1,68 m
5 min	0,05 m	1,65 m
15 min	0,10 m	1,60 m
30 min	0,10 m	1,60 m

Versuchsauswertung

mittlere Wasserspiegelhöhe 1,65 m
Versuchsdauer 1800 s
gesamte Absenkung 0,10 m
Filterstrecke Bohrloch 0,15 m

kf-Wert	4,14E-07	m/s
----------------	-----------------	------------

Bodenmechanische in-situ Untersuchungen

Baumaßnahme: Erschließung BG Unterschofen Mitte II, Gemeinde Söchtenau
Versuchsdurchführung: 02.04.2020
Projektnummer: B2002045

Versuch Nr.	B 2
Unterkante des Bohrloches [m]	3,40
anstehender Boden DIN 4022	Ton, stark schluffig, schwach sandig
anstehende Bodengruppe nach DIN 18196	TM

Geometrie

Radius Bohrloch	a	0,040 m	Fläche A [m ²]	0,0050
Unterkante Bohrloch unter GOK	b	3,40 m		
Grundwasserspiegel unter GOK	t	-		

Messergebnisse

Wasserstand zu Beginn der Messung 3,40 m über UK Bohrloch

Absenkungsverlauf

Zeitpunkt	Absenkung	Wasserstand
0 min	0,00 m	3,40 m
1 min	0,25 m	3,15 m
3 min	0,28 m	3,12 m
5 min	0,28 m	3,12 m
15 min	0,30 m	3,10 m
30 min	0,30 m	3,10 m

Versuchsauswertung

mittlere Wasserspiegelhöhe	3,25 m
Versuchsdauer	1800 s
gesamte Absenkung	0,30 m
Filterstrecke Bohrloch	0,90 m

kf-Wert	2,16E-07 m/s
----------------	---------------------

Bodenmechanische in-situ Untersuchungen

Baumaßnahme: Erschließung BG Unterschofen Mitte II, Gemeinde Söchtenau
Versuchsdurchführung: 02.04.2020
Projektnummer: B2002045

Versuch Nr.	B 3
Unterkante des Bohrloches [m]	2,80
anstehender Boden DIN 4022	Kies, sandig, stark schluffig
anstehende Bodengruppe nach DIN 18196	GU*

Geometrie

Radius Bohrloch	a	0,040 m	Fläche A [m ²]	0,0050
Unterkante Bohrloch unter GOK	b	2,80 m		
Grundwasserspiegel unter GOK	t	-		

Messergebnisse

Wasserstand zu Beginn der Messung 2,80 m über UK Bohrloch

Absenkungsverlauf

Zeitpunkt	Absenkung	Wasserstand
0 min	0,00 m	2,80 m
1 min	1,38 m	1,42 m
3 min	1,66 m	1,14 m
5 min	2,80 m	0,00 m
6 min	2,80 m	0,00 m
6 min	2,80 m	0,00 m

Versuchsauswertung

mittlere Wasserspiegelhöhe	1,40 m
Versuchsdauer	360 s
gesamte Absenkung	2,80 m
Filterstrecke Bohrloch	1,00 m

kf-Wert	2,15E-05 m/s
----------------	---------------------