

BEBAUUNGSPLAN MIT INTEGRIERTER GRÜNORDNUNGSPLANUNG WA „HIEBÄCKER II“ IN STRASSKIRCHEN

GEOTECHNISCHER BERICHT

Nr. B1808303 vom 17.09.2018
GeoPlan GmbH, Osterhofen

GEMEINDE STRASSKIRCHEN
Lindenstraße 1 * 94342 Straßkirchen



ENTWURFSBEARBEITUNG

Entwurf Fassung 11. September 2018
Satzung Fassung 03. Dezember 2018



Willi Schlecht
Willi Schlecht
Dipl.-Ing. (FH) Stadtplaner

INGENIEURBÜRO

Willi **Schlecht**
PLANUNGS GMBH
HIEBWEG 7 POSTFACH 49
94342 Straßkirchen
Telefon (09424) 9414-0
Telefax (09424) 9414-30

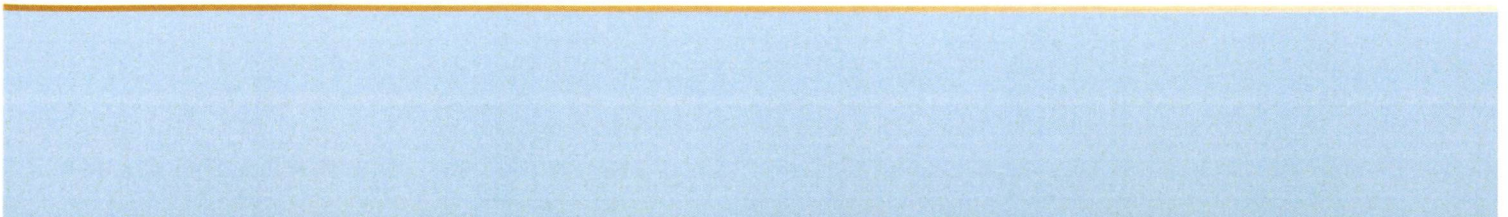


GeoPlan

**Geotechnischer Bericht
Nr. B1808303**

Erschließung Baugebiet „Hiebäcker II“, Gemeinde Straßkirchen

Osterhofen, den 17.09.2018





Geotechnischer Bericht

Nr. B1808303

Auftraggeber: Gemeinde Straßkirchen
VG Straßkirchen
Lindenstraße 1
94342 Straßkirchen

Planung: Willi Schlecht Planungs GmbH
Hiebweg 7
94342 Straßkirchen

Gegenstand: Erschließung Baugebiet „Hiebäcker II“,
Gemeinde Straßkirchen
- Geotechnische Untersuchungen -

Datum: Osterhofen, den 17.09.2018

Dieser Bericht umfasst 20 Textseiten und 4 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

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	5
3.1	Geologischer Überblick	5
3.2	Beschreibung der Bodenschichten und qualitative Wertung	5
3.3	Grundwasserverhältnisse	7
4.	Bodenmechanische Kennwerte	8
5.	Bauausführung / Gründung	10
5.1	Allgemeines	10
5.2	Kanalbau	10
5.2.1	Allgemeines	10
5.2.2	Baugruben / Verbau	11
5.2.3	Wasserhaltung	11
5.2.4	Gründung	12
5.2.5	Sonstige Hinweise zur Kanalerstellung	13
5.3	Straßenbau	14
5.3.1	Allgemeines	14
5.3.2	Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus	15
5.3.3	Tragfähigkeitsanforderungen an das Erdplanum und die Tragschicht des Oberbaus	16
5.3.4	Verdichtungsanforderungen an Bodenaustausch und Frostschuttschicht	18
5.4	Versickerungsfähigkeit des Untergrundes / Entwässerungseinrichtungen	18
6.	Schlussbemerkungen	20

Tabellen

TABELLE 1: KENNZEICHNENDE DATEN DER RAMMKERNBOHRUNGEN	3
TABELLE 2: DURCHGEFÜHRTE LABORUNTERSUCHUNGEN	4
TABELLE 3: LABORERGEBNISSE	4
TABELLE 4: BAUTECHNISCHE EIGENSCHAFTEN DER ERKUNDETEN BÖDEN	7
TABELLE 5: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE	9
TABELLE 6: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE NACH HOMOGENBEREICHEN	9
TABELLE 7: MINDESTDICKE DES FROSTSICHEREN STRAßENAUFBAUS N. RSTO 12	16

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	(4 Seiten)
Anlage 4:	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	(3 Seiten)

1. Allgemeine Angaben

1.1 Vorgang

Die Gemeinde Straßkirchen, Niederbayern, beabsichtigt die Erschließung des Baugebietes „Hiebäcker II“ im Westen des Gemeindegebietes. Das Ingenieurbüro Geoplan GmbH aus Osterhofen wurde auf Grundlage unseres Angebotes A1807-225-BAU vom 27.07.2018 mit Datum vom 03.08.2018 beauftragt, im Bereich des geplanten Baugebietes östlich des Hiebwegs eine Baugrunderkundung durchzuführen, die Böden mittels bodenmechanischer Laborarbeiten zu untersuchen und ein Baugrundgutachten zu erstellen. Mit der Planung der Maßnahme ist das Ingenieurbüro Willi Schlecht, Straßkirchen, betraut.

Die Felderkundungen im Baugebiet wurden auf dem Grundstück mit den Flurnummern 265, 265/4 und 265/10, Gemeinde und Gemarkung Straßkirchen, in 94342 Straßkirchen 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 Hauptuntersuchung des Baugrundes.

1.2 Verwendete Unterlagen

Für die Bearbeitung des geotechnischen Berichtes wurden folgende Unterlagen verwendet:

- Bebauungsplan Baugebiet „Hiebäcker II“, M 1 : 1.000, Ingenieurbüro Willi Schlecht
- 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 4, Geoplan GmbH
- Analyseergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche, Geoplan GmbH

1.3 Angaben zum Bauvorhaben

Im westlichen Teil der Gemeinde Straßkirchen soll das allgemeine Wohngebiet „Hiebäcker II“ erschlossen werden. Für dieses Gutachten wurde ein Bauabschnitt mit maximalen Abmaßen von ca. 140 m x 210 m und einer Gesamtfläche von ca. 3,3 ha untersucht, auf dem die Erschließung ausgeführt werden soll. Dieser befindet sich an seinem westlichen Rand angrenzend an den Hiebweg und wird östlich vom Friedhofsgebäude Straßkirchens begrenzt. Das Gebiet erstreckt sich über ein ehemals als Ackerfläche genutztes Areal, wobei die ursprünglich bestehenden humosen Oberböden zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung bereits weitflächig vollständig entfernt worden waren.

Rund 30 m nördlich des Nordrandes des geplanten Erschließungsgebietes verläuft der Irlbach als nächstgelegener Vorfluter auf einem Höhenniveau von ca. 321 m NN. Der Irlbach selbst entwässert in Richtung Nordosten und mündet ca. 4,0 km östlich des Baufeldes in die Donau.

Details zu der geplanten Erschließung (Erschließungsstraßen, Parzellenunterteilung, Geländeeinschnitte oder -auffüllungen) liegen zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch nicht vor.

Das betrachtete Gelände befindet sich in einer topographisch annähernd ebenen Lage und fällt lediglich etwa ab Mitte des Baufeldbereiches leicht von Südosten nach Nordwesten hin mit einer maximalen Höhendifferenz von ca. 4,0 m ab. Es liegt auf einer absoluten Höhe von zwischen ca. 328,00 m NN und 324,00 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 gemäß der vorliegenden Planung nicht zu erwarten und belaufen sich daher unseren Annahmen nach auf lediglich maximal etwa 1,0 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 27.08.2018 auf dem Grundstück mit den Flurnummern 265, 265/4 und 265/10, Gemeinde und Gemarkung Straßkirchen, in 94342 Straßkirchen durchgeführt. Die Lage der Ansatzpunkte wurde entsprechend dem Anforderungsprofil dieses Berichts gewählt und gleichmäßig über das Untersuchungsgebäude verteilt.

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden insgesamt **vier Rammkernbohrungen** nach DIN EN ISO 22475 bis maximal 4,10 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.

Die Beurteilung der Konsistenz bzw. Lagerungsdichte der Schichten erfolgte dabei anhand von Handversuchen sowie den Aufzeichnungen des Bohrmeisters zum Bohrfortschritt. Ergänzende Erkundungen zur quantitativen Ermittlung der Lagerungsdichte, wie bspw. schwere Rammsondierungen (DPH), wurden hier nicht durchgeführt.

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	324,79	2,80	321,99	kein Wasser eingemessen		27.08.2018
B 2	325,94	2,85	323,09	kein Wasser eingemessen		27.08.2018
B 3	327,61	4,10	323,51	kein Wasser eingemessen		27.08.2018
B 4	327,44	4,10	323,34	kein Wasser eingemessen		27.08.2018

B... Rammkernbohrung DN 60-120 nach DIN EN ISO 22475

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

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 7 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- Schlämmanalyse, DIN 18123	Fließ- und Ausrollgrenze DIN 18122	Proctordichte DIN 18127	Dichtebestimmung DIN 18125	Glühverlust DIN 18128	Wasserdurchlässigkeit DIN 18130
B 1	D 2	0,80 – 1,20	X							
B 1	D 5	2,35 – 2,80	X	X						
B 2	D 2	0,70 – 2,30	X							
B 3	D 3	1,10 – 3,20	X							
B 3	D 4	3,20 – 3,50	X							
B 4	D 3	0,90 – 3,50	X			X				
B 4	D 4	3,50 – 3,65	X							

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche sind, getrennt für die abgegrenzten und nachfolgend näher beschriebenen Bodenschichten, in Tabelle 3 zusammengestellt.

TABELLE 3: LABORERGBNISSE

Kenngröße	Einheit	Holozäne Decklagen	
		Schluffe / Tone	Würmzeitliche Schotter Kiese / Sande
Homogenbereich		B1	B2
Korngrößenverteilung			
Feinstes	Ø ≤ 0,002 mm	%	--
Feines	0,002 – 0,063 mm	%	7,9 ¹⁾
Sand	0,063 – 2,0 mm	%	39,3
Kies	2,0 – 63 mm	%	52,8
Wassergehalt / Plastizitätseigenschaften			
Wassergehalt	w	%	13,3 – 21,1
Fließgrenze	w _L	%	42,6
Ausrollgrenze	w _P	%	21,0
Schrumpfgrenze	w _s	%	15,6
Plastizität	I _P	--	0,216
Konsistenzzahl	I _c	--	0,997
Liquiditätszahl	I _L	--	0,003
Konsistenzform	--	--	steif

¹⁾ enthält Tonanteil Ø ≤ 0,002 mm

Die vollständigen Laborversuchsprotokolle sind diesem Bericht in Anlage 4 beigefügt.

3. Beschreibung der Untergrundverhältnisse

3.1 Geologischer Überblick

Im Bereich des geplanten Wohngebietes im Westen von Straßkirchen liegen entsprechend den uns vorliegenden geologischen Informationen und Kartenwerken oberflächennah zunächst holozäne Löß- und Auenlehme des Quartärs vor, welche eine Mächtigkeit von bis zu mehreren Metern aufweisen können und im Tieferen von Kiessanden der wärmzeitlichen Terrassenschotter (ebenfalls Quartär) unterlagert werden. Im Tieferen von $\geq 6,0$ m unter Gelände erfolgt ein Übergang in die Sedimentablagerungen des Tertiärs (Miozän). Diese Schichten stehen im Baufeldbereich als wechselgelagerte Tone, Schluffe, Sande und Kiese an.

Diese allgemeinen Kenntnisse wurden im Rahmen der Bodenaufschlussarbeiten bis zu den jeweiligen Endtiefen bestätigt. Die liegenden Schichten des Tertiärs wurden mit den begrenzten Aufschlusstiefen hier nicht erkundet, sind für die Gründungsbeurteilung bedingt durch ihre Tiefenlage allerdings auch nur von sehr geringer Bedeutung. Auf Grundlage der Erkundungsergebnisse sowie allgemeiner Kenntnisse lässt sich der Untergrund am Standort in Straßkirchen demnach vereinfachend wie folgt beschreiben:

Holozäne Decklagen

(erkundet bis max. 3,65 m u. GOK)
Homogenbereich B1

- Schluff, schwach tonig bis tonig, teils schwach kiesig;
Konsistenz: steif
- Ton, schluffig, teils schwach sandig, teils schwach kiesig;
Konsistenz: weich bis steif

Wärmzeitliche Terrassenschotter

(erkundet ab frühestens 1,20 m u. GOK)
Homogenbereich B2

- Kies, sandig bis stark sandig, teils schwach bis stark schluffig;
Lagerung: dicht bis sehr dicht
- Sand, kiesig, schwach schluffig;
Lagerung: dicht

3.2 Beschreibung der Bodenschichten und qualitative Wertung

Holozäne Decklagen

Ab Geländeoberkante (GOK) wurden in allen Bohrungen zunächst bindige Decklagenböden in Form holozäner Auen- und Lößlehme erkundet. Diese liegen hier in erster Linie in Form von Schluffen mit schwach tonigen bis tonigen sowie teils schwach kiesigen Nebenbestandteilen in steifer Konsistenz vor. Teil wurden auch Tone mit schluffi-

gen sowie teils schwach sandigen und teils schwach kiesigen Beimengungen in weicher bis steifer Konsistenz erkundet.

Die Decklagen erstrecken sich bis zu Tiefen von zwischen 1,20 m bis 3,65 m u. GOK (= 324,11 m NN – 323,59 m NN) und sind im topographisch höher gelegenen Südteil der Fläche tendenziell mächtiger ausgebildet als im Nahe des Irlbachs gelegenen Nordteil.

Würmzeitliche Terrassenschotter

Unter den bindigen Decklagenböden wurden an allen erkundeten vier Standorten die würmzeitlichen Terrassenschotter der Donauebene erkundet. Diese erstrecken sich hier mindestens bis zu den Endteufen von zwischen 2,80 m bis 4,10 m u. GOK, entsprechend 323,51 m NN bis 321,99 m NN, sind gemäß geologischer Kartenwerke aber voraussichtlich auch noch bis in Tiefen von $\leq 320,00$ m NN anzutreffen. Diese wurden hier in erster Linie in Form von Kiesen mit sandigen bis stark sandigen und teils schwach bis stark schluffigen Beimengungen in dichter bis sehr dichter Lagerung erkundet. Ausschließlich in der Bohrung B 4 am Südrand der Fläche wurden ab einer Tiefe von 3,90 m u. GOK (= 323,54 m NN) auch kiesige und schwach schluffige Sande in dichter Lagerung angetroffen.

In den \geq dicht gelagerten Kies- und Sandschichten mussten die Bohrungen bei den angegebenen Maximalteufen abgebrochen werden, da ein Durchdringen von \geq dicht gelagertem Material der Bodenklassen 5/6/7 nach DIN 18300 (2012) mit der gewählten Bohrmethode technisch nicht möglich ist.

Qualitative Wertung der Bodenschichten

In nachfolgender Tabelle 4 werden die bodenmechanischen und bautechnischen Eigenschaften der erkundeten Böden beschrieben und im Hinblick auf die Baumaßnahme qualitativ beurteilt.

TABELLE 4: BAUTECHNISCHE EIGENSCHAFTEN DER ERKUNDETEN BÖDEN

Bewertungskriterien	Holozäne Decklagen Schluffe / Tone	Würmzeitliche Schotter Kiese / Sande
Homogenbereich	B1	B2
Tragfähigkeit	gering – mittel	mittel – groß
Kompressibilität	mittel – groß	gering – mittel
Standfestigkeit	gering – gut	gering
Wasserempfindlichkeit	groß – sehr groß	mittel
Frostempfindlichkeits- klasse nach ZTV E-StB 17	groß F3	nicht – groß F1 – F3 ³⁾
Fließempfindlichkeit bei Wasserzufluss	mittel – sehr groß	mittel – sehr groß
Wasserdurchlässigkeit	gering – sehr gering	mittel – groß
Rammpbarkeit	leicht – mittelschwer	mittel – sehr schwer ⁴⁾
Lösbarkeit	mittelschwer	mittel – sehr schwer ⁵⁾
Wiedereinbaufähigkeit	mäßig geeignet ^{1),2)}	gut geeignet

¹⁾ bei gemischtkörnigen sowie bei bindigen Böden wird bei einer Zwischenlagerung ein Abdecken mit Folien erforderlich

²⁾ unter setzungsempfindlichen, befestigten Flächen wäre eine Bodenverbesserung mittels Kalk-Zement-Gemisch als Bindemittel erforderlich

³⁾ bei Kiesen mit Feinkornanteil > 15,0 M.-%

⁴⁾ Einbringhilfen, wie z. B. Lockerungsbohrungen, können in verfestigten oder dicht gelagerten Abschnitten erforderlich werden

⁵⁾ bei Grobeinlagerungen, je nach Masse und Größe dieser Anteile, bzw. auch in verfestigten Abschnitten, können die Bodenklassen 5 - 7 (schwer lösbar Böden, leicht bis schwer lösbarer Fels) nach DIN 18300 (2012) maßgebend werden

3.3 Grundwasserverhältnisse

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten konnte in keiner der durchgeführten Bohrungen bis zu den jeweiligen Endteufen von maximal 4,10 m u. GOK (= 323,51 m NN – 321,99 m NN) ein Grund- oder Schichtwasserspiegel eingemessen werden.

Ein geschlossener Grundwasserspiegel ist im Baufeldbereich gemäß vorliegender hydrogeologischer Kartenwerke (Geodatenviewer BGR Hannover) erst in größeren Tiefen entsprechend etwa Kote 320,50 m NN in den Kiessandschichten der Terrassenschotter ausgebildet. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die Grundwasserstände im Baufeldbereich auch eng mit dem Pegelstand des ca. 30 m nördlich verlaufenden Irlbachs korrelieren. Als Grundwasserstauhorizont fungieren bei diesem regional verbreiteten und ergiebigen Aquifer die i.d.R. bindigen Sedimente des Tertiärs, die ab frühestens ca. 320 m NN zu erwarten sind. Die Grundwasserfließrichtung ist dabei als Irlbachparallel nach Nordosten zur Donau hin anzusetzen, das mittlere Grundwassergefälle beträgt ca. 2,0 ‰.

Es wird hier darauf hingewiesen, dass höher liegende Schicht- und Hangwasserspiegel über gering leitfähigen Stauschichten bei den vorliegenden und meist bindigen Schichtenverhältnissen insbesondere in den holozänen Decklagen in allen Tiefenbereichen bis Geländeoberkante auftreten können. Diese werden allerdings hauptsächlich in Abhängigkeit von Niederschlägen Bestand haben und im Fall eines Anschnitts rasch „ausgeblutet“ sein.

Gemäß dem Informationsdienst überschwemmungsgefährdeter Gebiete in Bayern liegt die hier behandelte Baumaßnahme in Straßkirchen in keinem Hochwassergefährdungsgebiet, aber zumindest im nördlichen Teilabschnitt in einem wassersensiblen Bereich. Höhere Schicht- bzw. Grundwasserstände bis annähernd Niveau Geländeoberkante sind daher temporär denkbar.

Ein Bemessungswasserstand ist demnach vorliegend, inklusive eines Sicherheitszuschlages, auf Kote 322,50 m NN festzulegen.

4. Bodenmechanische Kennwerte

In den Abschnitten 2 und 3 wurden die im Rahmen der Baugrunderkundung angebotenen 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 5 werden die wichtigsten Bodenkennwerte und erdbautechnischen Größen zusammengestellt. In der Tabelle 6 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 5: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE

Bodenschicht	Bodengruppe (DIN 18196) Zustandsform	Wichte, erdfeucht	Wichte, unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion, dräniert	Kohäsion, undrännert	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]
Holozäne Decklagen – Schluffe / Tone	TM / TA weich – steif	17,5-19,0	7,5-9,0	22,5-25,0	2-10	15-150	8-12	4	BB2	10 ⁻⁷ -10 ⁻¹¹
Würmzeitliche Schotter – Kiese / Sande	SU / GI / GU / GU* dicht – sehr dicht	19,5-22,5	10,5-13,5	32,5-37,5	0-2 ¹⁾	2-5 ¹⁾	40-100	3/4/(5)	BN1/BN2/ (BS1)	10 ⁻³ -10 ⁻⁶

1) kapillare Ersatzkohäsion in der ungesättigten Zone (über Grundwasserspiegel)

TABELLE 6: CHARAKTERISTISCHE BODENMECHANISCHE KENNWERTE NACH
HOMOGENBEREICHEN

Bodenschicht	Bodengruppe (DIN 18196) Zustandsform	Korngrößenverteilung Steine $\phi > 63,0$ mm	Kieskorn 2,0 – 63,0 mm	Sandkorn 0,063 mm – 2,0 mm	Feinkorn und Feinstes $\phi \leq 0,063$ mm	Dichte, erdfeucht	Scherfestigkeit, undrännert	Wassergehalt	Plastizitätszahl	Konsistenzzahl	Organischer Anteil
							cal c_u	w	I_p	I_c	
		%	%	%	%	[t/m ³]	[kN/m ²]	%	-	-	%
Homogenbereich B1 (Schluffe und Tone der Decklagen)	TM / TA weich – steif	-	0-15	2-35	45-98	1,7-2,1	15-150	12-35	0,00- 0,50	0,50- 1,00	0-1
Homogenbereich B2 (Kiese und Sande der Terrassenschotter)	SU / GI / GU / GU* dicht – sehr dicht	0-15	5-85	15-75	0-25	1,9-2,3	-	2-15	-	-	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 5.4 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 „Hiebäcker II“ im Westen der Gemeinde Straßkirchen werden nachfolgend geotechnische und hydrogeologische Angaben zum Kanal- und Straßenbau sowie zu Versickerungsmöglichkeiten und der Errichtung von Rückhaltebecken im anstehenden Untergrund zusammengestellt. Da derzeit keine näheren Angaben vorliegen, werden abgesehen von maximal ca. 1,0 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 in weiten Teilen des betrachteten Baufeldbereiches bindige Böden der holozänen Decklagen in weicher bis steifer Konsistenz an. In Abschnitten können auf Niveau der Aushubsohle, insbesondere im nord-westlichen Baufeldbereich oder bei tiefer Einbindung der Kanäle, auch bereits Kiese oder Kiessande in dichter bis sehr dichter Lagerung angetroffen werden (vgl. Bohrungen B 1 und B 2)

Ein geschlossener Grundwasserspiegel wurde in keiner der durchgeführten Erkundungen bis zu den maximalen Aufschlusstiefen von 4,10 m u. GOK (= 323,51 m NN – 321,99 m NN) erkundet. Schwebende Schichtwasserkörper in wasserleitenden Schichten über Stauhohizonten sind aber, insbesondere in Verbindung mit Niederschlagsereignissen, in allen Tiefen bis Geländeoberkante möglich. Ein Bemessungswasserstand wäre vorliegend auf Niveau Kote 322,50 m NN festzusetzen.

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 Schluffen und Tonen \geq steifer Konsistenz; Böschungswinkel $\leq 45^\circ$ nach DIN 4124 in den Kiesen und Sanden sowie den weichen Tonen) zur Verlegung der Kanäle über dem Grundwasser theoretisch denkbar, jedoch aufgrund der zu erwartenden, großen Aushubmengen vermutlich nicht wirtschaftlich. Aus diesem Grund empfehlen wir generell, einen im Kanalbau üblichen Stahlplattenverbau zur Verlegung der Kanäle einzusetzen. Hier empfiehlt sich ggf. auch die Verwendung eines gegenüber einem üblichen Stahlplattenverbau dichteren Gleitschienenverbau.

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 Stahlplattenverbau 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 auf einer bestehenden Ackerfläche zum Liegen kommt, ist die geschilderte Problematik aber voraussichtlich nicht oder nur an den Randbereichen relevant.

5.2.3 Wasserhaltung

Ein geschlossener Grundwasserspiegel wurde im relevanten Tiefenbereich im Untersuchungsgebiet nicht angetroffen. Der Bemessungswasserstand für den extremen Hochwasserfall ist auf Kote 322,50 m NN anzusetzen.

Stehen auf Höhe der Aushubsohle, wie hier überwiegend zu vermuten, schluffige bis tonige Schichten der holozänen Decklagen an, empfehlen wir den Einbau einer Filter-

kieslage ($d \geq 0,30$ m) aus feinkornarmen Kies oder vergleichbarem Material in geotextiler Umhüllung (Vlies GRK III) sowie die Anordnung von Pumpensämpfen mit Schmutzwasserpumpen nach Bedarf. Bei Erfordernis sind zusätzlich ausgefilterte Drainageleitungen einzubauen, die den Pumpensämpfen bzw. -schächten zuzuführen sind. Die temporär 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 aber nicht auszuschließen.

In solchen Bereichen, in denen die Aushubsohle des Kanalgrabens über dem Grundwasserspiegel in Kiesen oder feinkornarmen Sanden der würmzeitlichen Terrassenschottern liegt, ist die Versickerung von anfallendem Schicht- und Oberflächenwasser in den überwiegend gut bis mäßig durchlässigen Kiesen und Sanden in der Regel auch direkt über die Aushubsohle möglich. Dies wird vorliegend voraussichtlich nur in Teilabschnitten und insbesondere im nördlichen bzw. nordwestlichen Baufeldabschnitt zutreffend sein.

5.2.4 Gründung

Nach den Aufschlüssen ist davon auszugehen, dass im Gründungsbereich weitflächig bindige Sedimente in weicher bis meist steifer Konsistenz anstehen werden. Unter günstigen Umständen können insbesondere im nordwestlichen Erschließungsbereich und/oder bei tiefer Einbindung von Kanälen Abschnitten auch feinkornarme Sande bzw. Kiese in \geq dichter Lagerung auf Gründungsniveau anstehen.

Die Gründung der Kanäle bzw. der statisch erforderlichen Rohauflager kann in den mindestens weichen Schluffen und Tonen der Decklagen auf der für die Wasserhaltung notwendigen, ≥ 30 cm mächtigen Entwässerungsschicht erfolgen. Die Kiestragschicht muss ausreichend verdichtet bzw. nachverdichtet ($D_{Pr} \geq 100$ %) in geotextiler Umhüllung (Vlies GRK III) eingebaut werden. In Einzelabschnitten, wo besser tragfähige und nachverdichtbare Kiese und feinkornarme Sande der Terrassenschotter auf Niveau der Aushubsohle anstehen sollten und wo dementsprechend auf Wasserhaltungsmaßnahmen evtl. verzichtet werden kann, genügt es voraussichtlich, die Aushubsohlen sorgfältig mit möglichst schwerem Gerät nachzuverdichten ($D_{Pr} \geq 100$ %). Auf die Einbringung eines Entwässerungs-/Gründungspolsters kann hier dann verzichtet werden.

Bei Gründung in bindigen Böden (Schluffen / Tonen) mit < weicher Konsistenz 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) sehr weiche, wassergesättigte Zustandsformen auf Höhe der Aushubsohle ergeben. Über diesem Schrottenmaterial ist eine ca. 30 cm mächtige Ausgleichsschicht (Körnung 0/45 mm; Bodengruppe GI nach DIN 18196) als Gründungsschicht für den Kanal bzw. die Leitung einzubauen. Alternativ können Bereiche in < weicher Zustandsform auch bis zu darunter anstehenden, besser tragfähigen bindigen Schichten in \geq steifer Konsistenz bzw. bis zu Sanden bzw. Kiesen in \geq 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.

Die Rohrbettung und die Auffüllung der Bettungszone kann auf Grund des weitflächig nicht zu erwartenden Grundwassereinflusses auch mit suffusionsanfälligem Leitungssand der Körnung 0/2 mm ausgeführt werden. Alternativ sowie insbesondere bei einer Einbindung von Kanalbauwerken unter Kote 322,50 m NN (Bemessungswasserstand) wäre hierfür aber auch wasserunempfindliches Material, z. B. Rollkies oder Split der Körnung 4/8 mm oder 8/16 mm, zu verwenden.

Bei Gründung in beschriebener Weise können bei einer Gründung in den bindigen Böden \leq steifer Konsistenz die zu erwartenden Setzungen auf maximal 1,0 cm begrenzt werden. Wenn abschnittsweise eine Gründung in Kiessanden \geq mitteldichter Lagerung erfolgen sollte, sind hier überschlägig Setzungen von nur $\leq 0,5$ cm zu erwarten.

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 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

Bindige Sedimente der Decklagen sind generell für eine Rückverfüllung der Kanalgräben nur mäßig geeignet; nur bei \geq steifer Konsistenz ist ein lagenweiser, ausreichend verdichteter Wiedereinbau (geringe Lagenstärken) mit geeignetem Verdichtungsgerät gut denkbar. Aufgrund der weitflächig angetroffenen bindigen Böden sind hier voraussichtlich auch walkende Verdichtungsgeräte (Schaffußwalzen und vergleichbares Gerät) erforderlich. Nach dem Aushub der Schluffe und Tone der Decklagen (Homogenbereich B1) wird eine geschützte Zwischenlagerung der Materialien erforderlich, um stärkere Vernässungen zu vermeiden. Bei einem Einbau unter befestigten Flächen bzw. setzungs- und rutschungsempfindlichen Bauwerken wird generell eine Bodenver-

besserung mit Mischbindemittel empfohlen, um die erforderlichen Verdichtungswerte ($D_{Pr} \geq 97\% - 98\%$) in diesen Bereichen (z.B. unter Straßen) zu erreichen. Hierfür wäre eine Eignungsprüfung vor dem Einbau erforderlich.

Die Kiese und Sande des Homogenbereichs B2 mit begrenztem Feinkornanteil (< 15,0 M.-%) können für die Rückverfüllung bei geeignetem Wassergehalt hingegen gut und ohne Zusatzmaßnahmen verwendet werden. Diese müssen bei einer Rückverfüllung in Lagen auf einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100\%$ verdichtet werden. Bei erhöhtem Feinkornanteil (Kiese der Bodengruppe GU* nach DIN 18196) ist eine sach- und fachgerechte Verdichtung auf die erforderlichen Verdichtungsgrade eventuell wegen erhöhter Feinkorn- und Wassergehalte technisch nur schwer bzw. mit erhöhtem (Zeit-) Aufwand möglich.

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 der Decklagen abschnittsweise Lehmsperren oder ein Durchstich des Kanalgrabens bis zu hydraulisch besser durchlässigen, feinkornärmeren Sand- oder Kiesschichten vorzusehen, um einen Drainageeffekt und somit einen dauerhaft wassergesättigten Graben zu vermeiden. Zielführend wäre dort die Verwendung von geringer durchlässigem, schluffigen Kies- und Sandmaterial mit einem Feinkornanteil zwischen 10,0 M.-% und 20,0 M.-%.

Die Grabenrückverfüllung muss lagenweise bei ausreichender Verdichtung ($D_{Pr} \geq 97\%$ bzw. 100 %) erfolgen. Wir halten es für erforderlich, hier im Rahmen der Rückverfüllarbeiten Dichteproofungen 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 (u.a. Tabelle 2) die „Zusätzlichen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen der ZTV A-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 „Hiebäcker II“ im Westen der Gemeinde Straßkirchen.

Grundsätzlich wird dabei davon ausgegangen, dass die Straßengradienten ohne umfangreiche Geländemodellierungen überwiegend entsprechend der aktuellen Be-

standshöhen $\pm 0,50$ 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 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 Decklagensedimente (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. Bei einem Aufbau von Schüttungen aus Material der kiesigen und teils sandigen Böden des Homogenbereiches B2 bzw. vergleichbarem Liefermaterial kann auf derartige Maßnahmen zur Verbesserung der Tragfähigkeit bzw. Standsicherheit voraussichtlich verzichtet werden. 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 ausschließlich schluffige und Böden des Quartärs erkundet, welche weitflächig 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 7 zusammengestellten Werte, die nach RStO 12 festgelegt wurden, zu berücksichtigen.

TABELLE 7: MINDESTDICKE DES FROSTSICHEREN STRAßENAUFBAUS NACH RStO 12

Frostempfindlichkeit des anstehenden Untergrundes (nach ZTV E-StB 17)	Ausgangswert für die Bestimmung der Dicke für die Belastungsklassen	Zuschlag auf Grund Frost- einwirkungs- zone 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 und 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 7 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 im Bereich der Schluffe und Tone grundsätzlich eine mindestens 30 cm dicke Kiesschicht eingebracht wird (zur Verbesserung der Tragfähigkeit des Planums oder zur Geländeerhöhung) 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 Boden- gruppen 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 ist in den genannten Böden ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$ einzuhalten.

Stehen auf Höhe des Erdplanums, wie vorliegend erkundet, Schluffe und Tone in weicher bis meist steifer Konsistenz an, wird voraussichtlich ein zusätzlicher Bodenaustausch von $\geq 40 \text{ cm}$ auf einer geotextilen Vliestrennlage (GRK III) erforderlich. Die erforderliche Austauschstärke sollte in situ zu Beginn der Bauarbeiten durch entsprechende statische Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 auf Probefeldern ermittelt werden.

Für Bodenaustauschmaterial kann z. B. ein gebrochenes Kies-Sand-Gemisch der Bodengruppen GW / GI / GU nach DIN 18196 herangezogen werden.

Alternativ kann im Baugebiet bei einer Gründung von Verkehrsflächen auf einem bindigen und feinkornreichen 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, was hier auf Grund der Lage ohne nennenswerte Nachbarbebauung allerdings nur geringe Auswirkungen haben sollte.

Erforderliche Zugabemengen bei einer Bodenverbesserung mit Bindemitteln sind mittels Eignungsprüfung festzulegen. Überschlägig kann von Bindemittelzugaben in einer Größenordnung von etwa 2,0 – 4,0 M.-% (z. B. im Rahmen der Ausschreibung) ausgegangen werden, was bei einer Lagenstärke von 40 cm etwa einer Aufstreuenge 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 im Baufeldbereich angetroffene, schluffige bis tonige 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 Schluffe und Tone witterungsbedingt stark durchfeuchtet sind, wird vorgeschlagen, als unterste Lage gebrochenes Schrottenmaterial, z. B. Körnung 50/150 mm, einzubauen und bestmöglich statisch in den anstehenden Boden einzudrücken (keine Vibrationsverdichtung). Alternativ kann 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 $\leq 10,0$ 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 ≥ 45 MN/m² 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 von $E_{v2} \geq 100$ MN/m² bzw. 120 MN/m² (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 Versickerungsfähigkeit des Untergrundes / Entwässerungseinrichtungen

Für eine Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Oberflächenwasser aus Dachflächen etc. sind die hier weiträumig oberflächennah angetroffenen bindigen Sedimente der quartären Decklagen, welche teilweise bis 3,65 m unter GOK vorliegen, auf Grund ihrer geringen Wasserdurchlässigkeit für Versickerungszwecke entsprechend nicht geeignet (k_f -Werte von $\leq 5,0 \cdot 10^{-7}$ m/s). Die unterhalb der bindigen bzw. stark feinkornhaltigen Schichten anstehenden, i.d.R. feinkornärmeren, Kiese und Sand-Kies-Gemische der würmzeitlichen Terrassenschotter sind dagegen wasserdurchlässiger und eignen sich generell zur Versickerung von Niederschlags- und Oberflächenwasser.

Auf Grund des großen Flurabstands dieser Schichtpakete im südlichen Baufeldbereich wird hier allerdings vorab eingeschätzt, dass eine Ausbildung von Versickerungsanlagen generell nur im nördlichen bis nordwestlichen Teil des Erschließungsgebietes zielführend sein wird. Hier liegt zudem auch das topographisch tiefste Areal des Baufeldes vor, was sich bei der Zuleitung von gefassten Wasser im freien Gefälle als vorteilhaft erweisen sollte.

Der aus der Kornverteilungskurve für eine Grundwasserentnahme ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert für die Kiese der würmzeitlichen Schotter (Bodengruppe GU nach DIN 18196) liegt bei $k_f = 2,04 \cdot 10^{-4}$ m/s. Der aus den Kornverteilungskurven abgeleitete k_f -Wert entspricht grundsätzlich einer Wasserentnahme aus dem Untergrund. Gemäß dem Arbeitsblatt DWA-A 138, Anhang B, Tabelle B.1, ist bei Ermittlung des k_f -wertes durch Sieblinienauswertung, wie vorliegend erfolgt, ein Korrekturfaktor von 0,2 zu berücksichtigen, um den Bemessungs- k_f -Wert festzulegen. Unter Berücksichtigung dieses Korrekturfaktors wäre hier ein rechnerischer **Bemessungs- k_f -Wert in den Kiesen von $k_f = 4,08 \cdot 10^{-5}$ m/s** festzustellen.

Gemäß dem genannten Arbeitsblatt sind Versickerungen in Lockergesteinen mit Durchlässigkeitsbeiwerten im Bereich von $k_f = 1 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s möglich. Der vorliegend angegebene und für die Bemessung maßgebliche k_f -Wert für die Kiese der würmzeitlichen Terrassenschotter liegt im mittleren Bereich dieser Spanne und weist somit auf mäßige Versickerungsbedingungen hin.

Um eine ausreichende Reinigungsleistung zu gewährleisten, fordert das genannte Arbeitsblatt eine Mächtigkeit des Sickerraums über dem mittleren höchsten Grundwasserstand von mindestens einem Meter. Bei einer Dimensionierung der Versickerung nach Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ sind die entsprechenden Grundwasserstände zu berücksichtigen. Der erforderliche Grundwasserspiegel (MHGW) zur Bemessung von Versickerungsanlagen ist bei der zuständigen Fachbehörde einzuholen. Es ist nach derzeitigen Erkenntnissen im Baufeldbereich davon auszugehen, dass dieser Grundwasserflurabstand bei einer annähernd geländegleichen Ausbildung von Versickerungsanlagen auch im Hochwasserfall eingehalten werden kann. Ebenfalls wird auf das Merkblatt DWA-M 153 „Handlungsempfehlung zum Umgang mit Regenwasser“ hingewiesen.

Sofern Versickerungsanlagen ausgeprägt werden, ist besonders darauf zu achten, dass ein hydraulischer Anschluss an die besser durchlässigen, feinkornarmen Kiese gegeben ist. Im Hinblick auf die Versickerung von anfallendem Niederschlags- und Oberflächenwasser werden hier oberflächennahe Versickerungseinrichtungen, wie z.B. Mulden- oder Rinnensysteme zur Reinigung und Rückhaltung, bei Bedarf in Kombination mit Sickerschächten bzw. kiesigen Durchstichen empfohlen.

Als Alternative zu einer reinen Versickerungsanlage kann auf dem vorliegenden Bau-
feld auch eine Kombination von einer Drosselungsanlage in Form eines oder mehrerer Regenrückhaltebecken mit Ablauf über Versickerungseinrichtungen in Betracht gezogen werden. Bei einem Rückhaltebecken sind die Böschungen in den erkundeten bindigen 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 evtl. stärker humose Schichten abzutragen. Überwiegend dürften somit in den Böschungsbereichen und auch im Sohlbereich eines Beckens die bindigen Decklagenböden in weicher bis steifer Konsistenz anstehen.

Sofern ein Rückhaltebecken im nördlichen Teil der Baufläche errichtet werden soll, wird der Sohlbereich des Beckens in Abhängigkeit von der Beckentiefe ggf. bereits in den hydraulisch durchlässigeren Kiesen bzw. Sanden zum Liegen kommen. Da eine Versickerung direkt über die Sohle eines Rückhaltebeckens ab einem gewissen Einstauniveau 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 bindigen Bodenmaterial, aufzubauen. Zur Sicherstellung ausreichend stabiler Böschungsbereiche sind im Wasserwechselbereich sowie im Bereich von wasserempfindlicheren Schluffen ggf. auch zusätzliche Oberflächensicherungsmaßnahmen (z.B. mit Wasserbausteinen bzw. Lehmabdichtung) im Böschungsbereich vorzusehen.

Die Ausbildung von erforderlichen Versickerungsanlagen ist in jedem Fall mit den jeweiligen Genehmigungs- und Fachbehörden abzustimmen.

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 bodenmechanischen 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.

Osterhofen, den 17.09.2018


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


Tim Unger
M.Sc. Angewandte Geowissenschaften

Anlage 1



Lage des Untersuchungsgebiets

Erschließung BG Hiebäcker II, Gemeinde Straßkirchen
 - Geotechnische Untersuchung -

Auftraggeber	Gemeinde Straßkirchen
Bearbeitung	Simon Ammering
Datum	07.08.2018
Maßstab	1 : 25.000
Kartenvorlage	TK Bayern Süd

Übersichtsplan



GeoPlan

Anlage	1
Blatt	1

Anlage 2

5410500

4552800

Zeichenerklärung Baugrunduntersuchung:

⊕ B ... Rammkernbohrung gemäß DIN EN ISO 22475 mit Bezeichnung bis max. 4,10 m unter GOK



5410400

B1

5410400



5410300

B4

5410300

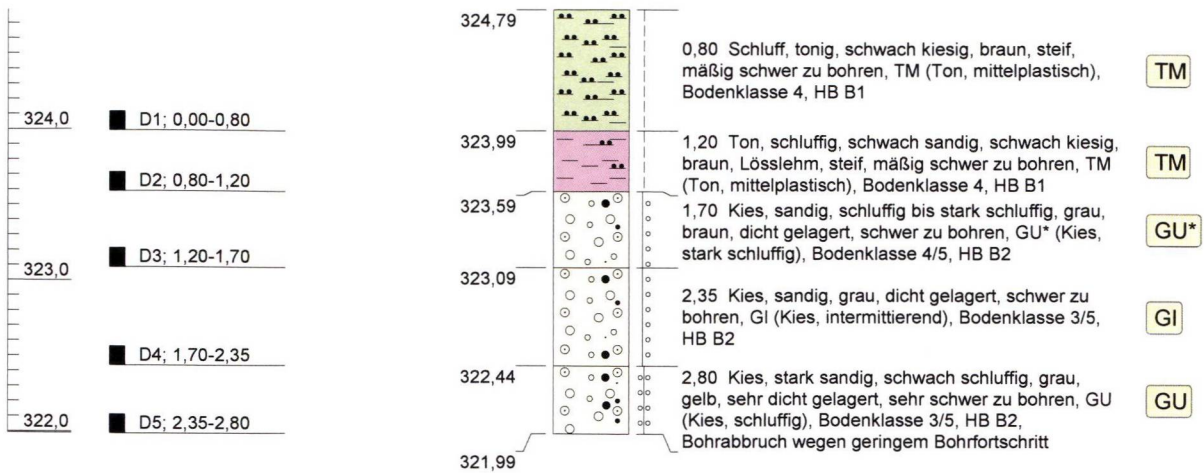
"Nutzung der Basisdaten der Bayerischen Vermessungsverwaltung"

B3

Entwurfsverfasser: GeoPlan 06.09.18		Planinhalt: Erschließung BG Hiebäcker II, Gemeinde Straßkirchen Gmkg. Straßkirchen, Gemeinde Straßkirchen Lageplan - mit Aufschlusspunkten -	Anlage: 2
 Donau-Gewerbepark 5, 94486 Osterhofen FON: 09932 9544-0 / FAX: 09932 9544-77 E-MAIL: info@geoplan-online.de  Projektleiter: Tobias Kufner		Auftraggeber: Gemeinde Straßkirchen VG Straßkirchen	Blatt-Nr.:
Projekt: GEMEINDE-STRAßKIRCHEN_Erschließung-BG	Datei: 1_LP-1000_Aufschlusspunkte.PLT	06.09.18	Maßstab: 1:1000
bearbeitet: Moser	06.09.18	Lindenstraße 1,94342 Straßkirchen FON +49 9424 94 24 0 / FAX +49 9424 94 24 29	Pr.-Nr.: B
gezeichnet: Moser / jm	06.09.18/06.09.18		1808303
geprüft: Ammering	06.09.18		

Anlage 3

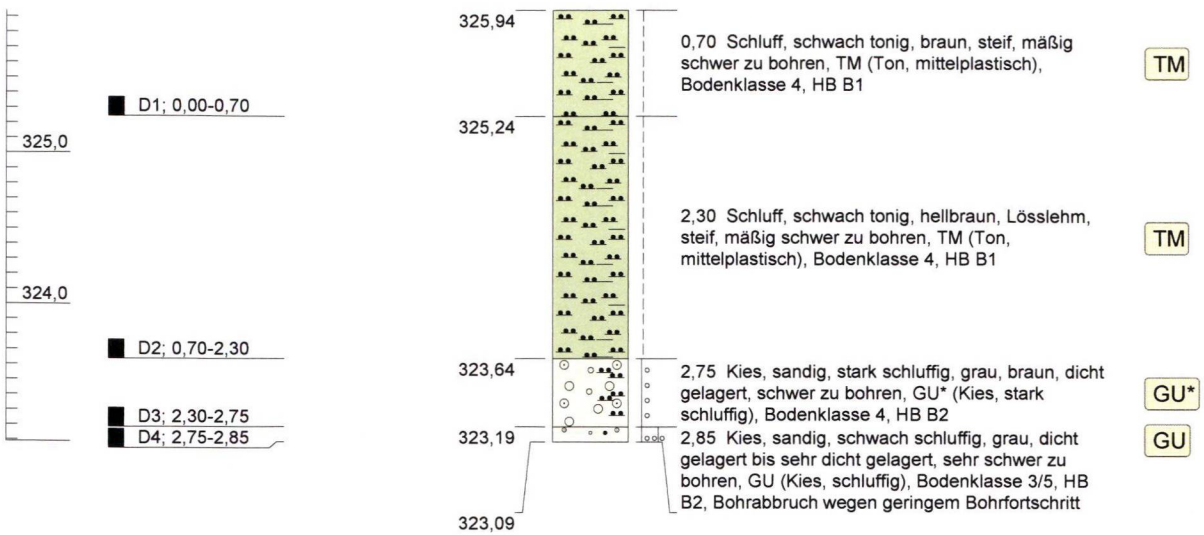
m u. GOK (324,79 m ü. NN)



Höhenmaßstab: 1:50

Projekt: Erschl. BG Hiebäcker II in Straßkirchen		 GeoPlan
Bohrung: B1		
Auftraggeber: Gemeinde Straßkirchen	Rechtswert: 4552805	
Bohrfirma: Geoplan GmbH	Hochwert: 5410399	
Bearbeiter: T. Kufner	Ansatzhöhe: 324,79 m ü. NN	
Datum: 27.08.2018	Endtiefe: 2,80 m	

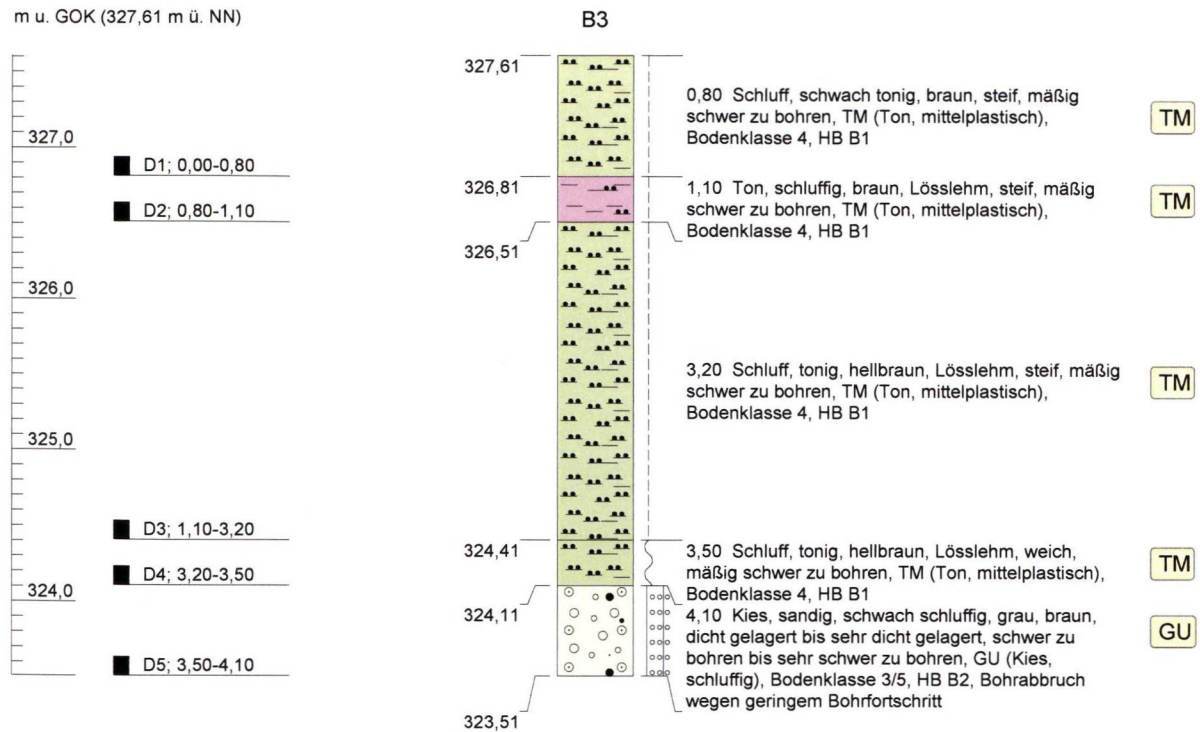
m u. GOK (325,94 m ü. NN)



Höhenmaßstab: 1:50

Projekt: Erschl. BG Hiebäcker II in Straßkirchen		 GeoPlan
Bohrung: B2		
Auftraggeber: Gemeinde Straßkirchen	Rechtswert: 4552890	
Bohrfirma: Geoplan GmbH	Hochwert: 5410449	
Bearbeiter: T. Kufner	Ansatzhöhe: 325,94 m ü. NN	
Datum: 27.08.2018	Endtiefe: 2,85 m	

m u. GOK (327,61 m ü. NN)



Höhenmaßstab: 1:50

Projekt: Erschl. BG Hiebäcker II in Straßkirchen

Bohrung: B3

Auftraggeber: Gemeinde Straßkirchen

Rechtswert: 4552930

Bohrfirma: Geoplan GmbH

Hochwert: 5410274

Bearbeiter: T. Kufner

Ansatzhöhe: 327,61 m ü. NN

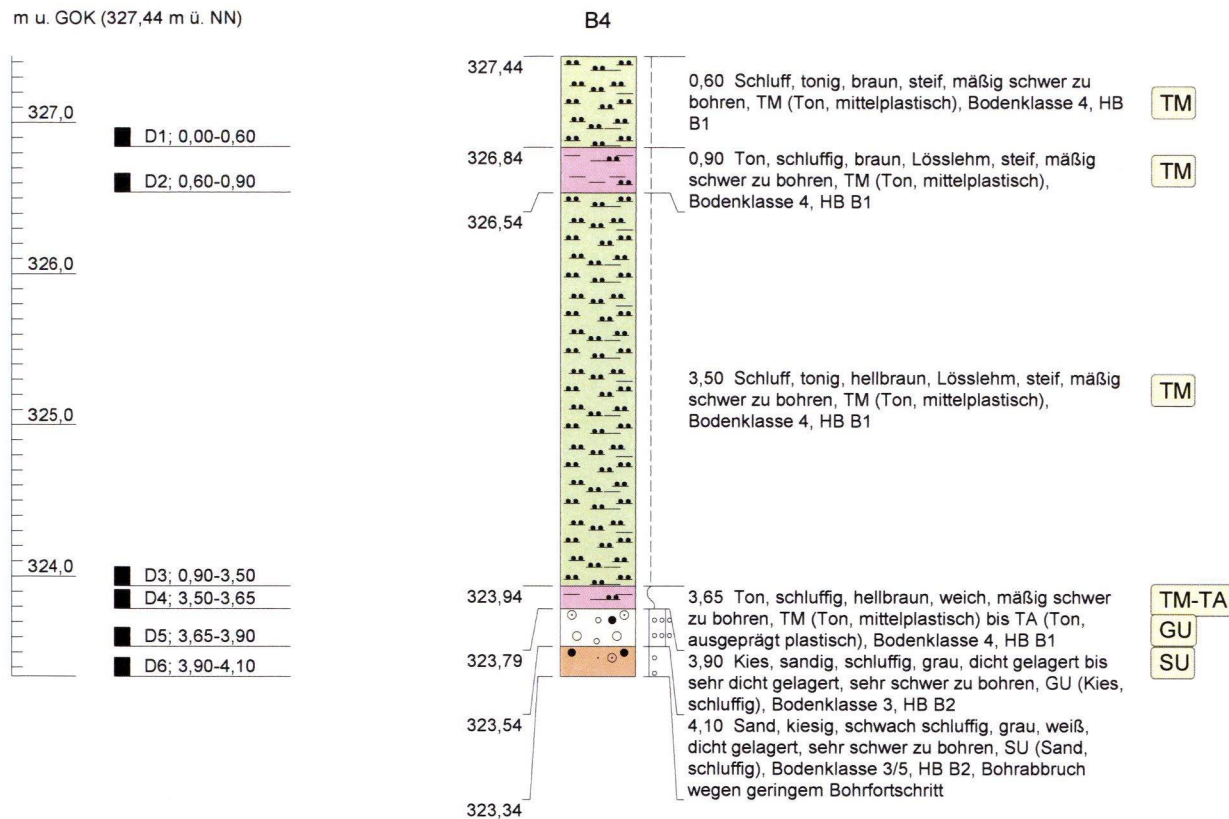
Datum: 27.08.2018

Endtiefe: 4,10 m



GeoPlan

m u. GOK (327,44 m ü. NN)



Höhenmaßstab: 1:50

Projekt: Erschl. BG Hiebäcker II in Straßkirchen		 GeoPlan
Bohrung: B4		
Auftraggeber: Gemeinde Straßkirchen	Rechtswert: 4552859	
Bohrfirma: Geoplan GmbH	Hochwert: 5410297	
Bearbeiter: T. Kufner	Ansatzhöhe: 327,44 m ü. NN	
Datum: 27.08.2018	Endtiefe: 4,10 m	

Wassergehalt

nach DIN 18 121-1

Baumaßnahme : Erschließung BG Hiebäcker II, Gemeinde Straßkirchen
Projektnummer: B1808303
Entnahmestelle: Bohrung B 1 bis B 4
Art der Entnahme: Rammkernbohrung
Probe entnommen am: 28.08.2018

Bearbeiter: Hr. Haimerl
Datum: 13.09.2018

Aufschluss:		B 1	B 2	B 3	B 3
Probe		D 2	D 2	D 3	D 4
Tiefe [m u. GOK]		0,80 - 1,20	0,70 - 2,30	1,10 - 3,20	3,20 - 3,50
Bodenart		TM	TM	TM	TM
Wassergehaltsbestimmung					
Versuch Nr.		1	2	3	4
Feuchte Probe + Behälter	g	1046,0	1164,0	1089,0	1066,0
Trockene Probe + Behälter	g	979,0	1088,0	986,0	974,0
Behälter	g	543,0	508,0	499,0	489,0
Feuchte Probe	g	503,0	656,0	590,0	577,0
Porenwasser	g	67,0	76,0	103,0	92,0
Trockene Probe	g	436,0	580,0	487,0	485,0
Wassergehalt	%	15,4%	13,1%	21,1%	19,0%

Aufschluss:		B 4
Probe		D 4
Tiefe [m u. GOK]		3,50 - 3,65
Bodenart		TM-TA
Wassergehaltsbestimmung		
Versuch Nr.		5
Feuchte Probe + Behälter	g	1077,0
Trockene Probe + Behälter	g	989,0
Behälter	g	549,0
Feuchte Probe	g	528,0
Porenwasser	g	88,0
Trockene Probe	g	440,0
Wassergehalt	%	20,0%