

Baugrunduntersuchung
BG „Wolfersdorf Süd-West“ -
Wolfersdorf

Bauvorhaben: BG „Wolfersdorf Süd-West“
85395 Wolfersdorf

Projektnr.: 19484

Auftraggeber: Gemeinde Wolfersdorf
Rathausplatz 1
85406 Zolling

Auftragnehmer: Geotechnisches Büro Klaus Deller
Schweigerstr. 17
81541 München
Tel.: 089 45019970

Datum: 05.09.2019

Inhaltsverzeichnis

1.	Veranlassung / Allgemeines	3
2.	Durchgeführte Untersuchungen	3
3.	Untersuchungsergebnisse, Boden- und Grundwasserverhältnisse.....	4
3.1.	Ergebnisse der Bohrungen und Sondierungen	4
3.2.	Grundwasserverhältnisse	5
3.3.	Bodenmechanische Laborversuche.....	6
3.4.	Sickerversuch.....	7
3.5.	Chemische Untersuchungen	8
3.6.	Bodenmechanische Eigenschaften, Homogenbereiche nach DIN 18300	9
4.	Bewertung, Hinweise zu Planung und Bauausführung	11
5.	Sonstiges	12

Anlage

1	Lageplan der Bohr- und Sondieransatzpunkte
2	Bohrprofile, Schichtenverzeichnisse und Rammdiagramme
3	Bodenmechanische Untersuchungen
4	Protokoll Sickerversuch
5	Chemische Untersuchungen
6	Körnungsänder Homogenbereiche

1. Veranlassung / Allgemeines

Im Südwesten der Ortschaft Wolfersdorf soll ein neues Baugebiet erschlossen werden. Das Gelände ist nach Norden bzw. Nordwesten geneigt, liegt zwischen 492 und 498 m NN und wird bislang landwirtschaftlich genutzt.

Das Geotechnische Büro Klaus Deller erhielt von der Gemeinde Weichering am 02.07.2019 den Auftrag zur Durchführung einer Baugrunduntersuchung auf Grundlage des Angebots vom 13.06.2019.

2. Durchgeführte Untersuchungen

Zur Baugrunderkundung wurden 4 Kleinbohrungen und 2 Sondierungen mit der Schweren Rammsonde (DPH) jeweils bis 5 m Tiefe durchgeführt. Aus den Bohrungen wurden 14 Bodenproben und 1 Oberbodenmischprobe entnommen. Aus dem Weg an der Westgrenze des Untersuchungsgebiets wurde jeweils eine Mischprobe von Kiestragschicht und Asphaltbelag entnommen. Damit wurden insgesamt 17 Proben entnommen.

In einer Bohrung mit Hilfsverrohrung wurde ein Sickerversuch vorgenommen.

An 1 Bodenprobe wurde die Kornverteilung durch Siebanalyse bestimmt, an 3 Proben die Konsistenzgrenzen mit Wassergehalt und an 5 Proben nur die Wassergehalte. Außerdem wurde an 3 Mischproben eine Deklarationsanalytik gemäß Bayerischem Eckpunktepapier vorgenommen.

Die Bohr- und Sondierarbeiten fanden am 08.08.2019 statt. Die Lage der Bohr- und Sondierpunkte kann dem Lageplan der Anlage 1 entnommen werden. Die Ansatzpunkte wurden nach Lage und Höhe eingemessen (Bezugshöhe: Kanaldeckel Höhe Wölfinger Str. 11 mit 492,28 m NN).

3. Untersuchungsergebnisse, Boden- und Grundwasserverhältnisse

3.1. Ergebnisse der Bohrungen und Sondierungen

Bei den Bohrungen wurden tertiäre Sand-/Ton-Wechselfolgen unter quartären Decklehmen bzw. Auffüllhorizonten angetroffen. Die nachfolgenden Tabellen fassen die Ergebnisse zusammen. Eine ausführliche Beschreibung der Bohrergebnisse kann den Bohrprofilen, Schichtenverzeichnissen und Rammdiagrammen (Anlage 2) entnommen werden.

Tabelle 1: angetroffene Böden

B 1, DPH 1 (498,06 m NN)

Tiefe	Bodenart	Boden- gruppe n. DIN 18 196	Schlag- zahlen (DPH)	Konsistenz Lagerungs- dichte
0 - 0,3 m	Oberboden	OH	2 - 5	
0,3 - 0,8 m	Quartär: Ton, schluffig, sandig	TM	4 - 6	halbfest
0,8 - 1,2 m	Quartär: Ton, schluffig, sandig, schwach kiesig	TM	5 - 8	halbfest
1,2 - 3,0 m	Tertiär: Ton, schwach feinsandig	TA	1 - 3	steif
3,0 - 3,4 m	Tertiär: Ton, feinsandig	TA	0 - 2	weich
3,4 - 4,7 m	Tertiär: Feinsand, stark schluffig, mittelsandig	SU*	2 - 8	mitteldicht
4,7 - 5,0 m	Tertiär: Ton, schwach feinsandig, Kalkkonkretionen	TA	5	halbfest

B 2 (495,62 m NN)

Tiefe	Bodenart	Bodengruppe n. DIN 18196	Konsistenz Lagerungs- dichte
0 - 0,3 m	Oberboden	OH	
0,3 - 0,6 m	Auffüllung: Ton, schluffig, stark sandig, schwach kiesig, schwach humos, z. T. Ziegelbruch	[TM]	halbfest
0,6 - 1,2 m	Quartär: Ton, schluffig, stark fein- bis mittelsandig	TM	halbfest
1,2 - 2,2 m	Tertiär: Fein- bis Mittelsand, schluffig	SU*	mitteldicht
2,2 - 4,3 m	Tertiär: Ton, schwach feinsandig	TA	halbfest
4,3 - 4,7 m	Tertiär : Fein- bis Mittelsand, schluffig	SU*	mitteldicht
4,7 - 5,0 m	Tertiär: Ton, schwach feinsandig, mit Kalkkonkretionen	TA	halbfest

B 3, DPH 2 (496,28 m NN)

Tiefe	Bodenart	Boden- gruppe n. DIN 18 196	Schlag- zahlen (DPH)	Konsistenz Lagerungs- dichte
0 - 0,4 m	Oberboden	OH	2 - 9	
0,4 - 0,8 m	Auffüllung: Sand, stark schluffig, kiesig, schwach humos, z. T. Ziegelbruch	[SU*]	3 - 6	locker
0,8 - 2,4 m	Tertiär: Ton, schwach feinsandig bis feinsandig	TA	1 - 4	steif
2,4 - 2,9 m	Tertiär: Fein- bis Mittelsand, stark schluffig	SU*	1 - 3	locker
2,9 - 4,5 m	Tertiär: Ton, schwach feinsandig, mit Kalkkonkretionen	TA	3 - 9	halbfest
4,5 - 5,0 m	Tertiär: Ton, feinsandig	TA	5 - 10	halbfest

B 4 (492,26 m NN)

Tiefe	Bodenart	Bodengruppe n. DIN 18196	Konsistenz Lagerungs- dichte
0 - 0,4 m	Oberboden	OH	
0,4 - 0,8 m	Auffüllung: Ton, schluffig, sandig, schwach kiesig, schwach humos, z. T. Ziegelbruch	[TM]	halbfest
0,8 - 1,3 m	Quartär: Ton, stark sandig	TM	steif
1,3 - 1,8 m	Tertiär: Fein- bis Mittelsand, stark schluffig	SU*	mitteldicht
1,8 - 3,8 m	Tertiär: Ton, schwach feinsandig	TA	halbfest
3,8 - 5,0 m	Tertiär: Ton, schwach feinsandig, mit Kalkkonkretionen Schichtwasser führend	TA	halbfest

3.2. Grundwasserverhältnisse

Es wurde kein Grundwasser in den Bohrungen angetroffen. Bei Bohrung B 4 wurde in den den tertiären Tonen Schichtwasser festgestellt. Das Schichtwasser war ansteigend nach 3 Stunden bei einer Tiefe von 4,64 m u. GOK noch nicht eingespiegelt. Aufgrund der sehr geringen Durchlässigkeit der Tone war ein Einspiegeln nicht möglich. Das Schichtwasser liegt vermutlich in den Tonlagen mit Kalkkonkretionen.

3.3. Bodenmechanische Laborversuche

Die bodenmechanischen Laborversuche (siehe Anlage 3) ergeben die folgende Zuordnung zu Bodengruppen nach DIN 18196.

Tabelle 2: Siebanalysen

Probe	B 2 / 1,6 - 2,2 m
Boden	S, u
Feinkornanteil (< 0,063 mm)	19,0 %
Sandanteil (0,063 – 2 mm)	81,0 %
Kiesanteil (2 – 63 mm)	-
Ungleichförmigkeit	-
Bodengruppe	SU*
Frostsicherheitsklasse	F 3
Durchlässigkeitsbeiwert k_f (Mallet/Paquant)	$7,4 \times 10^{-6}$ m/s

Tabelle 3: Konsistenzgrenzen

Probe	B 2 / 0,8 - 1,1 m	B 3 / 3,4 - 3,7 m	B 4 / 0,9 - 1,1 m
Boden	T, u, fs*-ms*	T, fs'	T, s*
Wassergehalt	13,3 %	25,5 %	19,8 %
Wassergehalt, korrigiert	13,4 %	-	20,7 %
Fließgrenze w_L	41,7 %	62,2 %	49,3 %
Ausrollgrenze w_P	24,1 %	26,6 %	20,2 %
Plastizitätszahl I_P	17,6 %	35,6 %	29,1 %
Konsistenzzahl I_C	1,61	1,03	0,98
Konsistenz	halbfest	halbfest	steif
Bodengruppe	TM	TA	TM

Aus den ermittelten Wassergehalten wurden unter Zuhilfenahme der obigen Zustandsgrenzen die Konsistenzen ermittelt sowie Steifemodule aus Wassergehalten und Entnahmetiefen berechnet.

Tabelle 4: Wassergehalte

Probe	Boden	Wassergehalt	korrigierter Wassergehalt	Konsistenz	Steifemodul in kN/m ²
B 1 / 0,5-0,7	T, u, s	15,80 %	16,25 %	halbfest	9473
B 1 / 1,8-2,2	T, fs'	31,14 %	-	steif	5110
B 2 / 0,8-1,1	T, u, fs*-ms*	13,35 %	13,39 %	halbfest	12142
B 2 / 3,3-3,7	T, fs'	22,77 %	-	halbfest	8721
B 3 / 0,8-1,0	T, fs'-fs	27,33 %	-	steif	4851
B 3 / 3,4-3,7	T, fs'	25,47 %	-	halbfest	7557
B 4 / 0,9-1,1	T, s*	19,79 %	20,71 %	steif	7543
B 4 / 3,0-3,3	T, fs'	22,11 %	22,34 %	halbfest	8865

3.4. Sickerversuch

Die Kleinbohrung B 2 wurde mit einer Hilfsverrohrung von 80 mm Durchmesser bis 1,5 m Tiefe ausgeführt. Zur Durchführung eines Sickerversuches wurde Filterkies eingefüllt und die Verrohrung um 43 cm gezogen. Die Verrohrung wurde mit Wasser gefüllt und das Absinken des Wasserspiegels gemessen (siehe Anlage 4).

Aus dem Sickerversuch wurde für den Tertiärsand bei 1,1 m bis 1,5 m unter Gelände die Durchlässigkeit berechnet:

Berechnungsformel:

$$k_f = Q / 2 \pi L H * \ln L/r_a$$

Q: Sickerrate in m³/s

L: Länge der Versuchsstrecke (= 0,43 m)

H: mittlere Druckdifferenz

r_a: Bohrradius der Versuchsstrecke (= 0,04 m)

r_i: Innenradius der Verrohrung (= 0,034 m)

$$Q = r_i^2 \pi \delta H / \delta t$$

für das Absinken zwischen 70 und 90 Minuten, $\delta H = 0,022$ m, $H = 1,16$ m

$$Q = 6,66 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$K_f = 5,05 \times 10^{-8} \text{ m/s}$$

3.5. Chemische Untersuchungen

Im Verlauf der Bohrarbeiten wurde eine Mischprobe aus dem Oberboden zusammengestellt (MP OB). Eine weitere Mischprobe wurde mittels Handschurfen aus der Tragschicht des Weges entnommen (MP Weg, siehe Lageplan Anhang 1). Aus den bei B 2, B 3 und B 4 erbohrten Auffüllböden wurde eine weitere Mischprobe erstellt (MP Auf).

Da die Frage der Verwertung geklärt werden sollte, wurde bei der Oberbodenbeprobung jeweils der gesamte Oberbodenhorizont beprobt. Es handelt sich also nicht um eine Oberbodenprobenahme zur Acker- oder Grünlandnutzung.

Zur Schadstofftechnischen Laboruntersuchung wurden diese 3 Mischproben gemäß bayerischem Eckpunktepapier in der Fraktion < 2 mm untersucht (Laborprüfberichte siehe Anlage 5).

Tabelle 5: Einstufung zur abfallrechtlichen Verwertung

Probe	Einstufung gem. Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen
MP OB	Z 0
MP Auf	Z 0
MP Weg	Z 0

Alle untersuchten Proben können abfallrechtlich als Z 0 -Material eingestuft werden.

Aus dem Asphaltbelag des Weges wurde ebenfalls eine Probe entnommen. Diese Probe wurde zurückgestellt. Bei Bedarf kann eine Untersuchung auf teerhaltige Bestandteile vorgenommen werden.

3.6. Bodenmechanische Eigenschaften, Homogenbereiche nach DIN 18300

Die angetroffenen Bodenschichten lassen sich zu folgenden Schichten zusammenfassen:

Tabelle 6: Baugrundmodell

Schicht	Boden	Boden- gruppen	B 1 Tiefe m	B 2 Tiefe m	B 3 Tiefe m	B 4 Tiefe m
Schicht 1	Auffüllung: T,u,h',s-s*; S, u*, g, h'	[TM, SU*]	-	0,3 - 0,6	0,4 - 0,8	0,4 - 0,8
Schicht 2	Quartär: T, u, s-s*, z.T. g'	TM	0,3 - 1,2	0,6 - 1,2	-	0,8 - 1,3
Schicht 3	Tertiär, Ton: T, fs'-fs	TA	1,2 - 3,4 4,7 - 5,0	2,2 - 4,3 4,7 - 5,0	0,8 - 2,4 2,9 - 5,0	1,8 - 5,0
Schicht 4	Tertiär, Sand: S, u-u*	SU*	3,4 - 4,7	1,2 - 2,2 4,3 - 4,7	2,4 - 2,9	1,3 - 1,8

Aus den Ergebnissen der Bohrungen, der Sondierungen und der Laborversuche lassen sich auf der Grundlage der Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB 2006) Erfahrungswerte zu bodenmechanischen Eigenschaften ableiten.

Tabelle 7 a: Bodenmechanische Eigenschaften

Einheit	Boden Bodengruppe	Lagerung, Konsistenz	Wichte erd- feucht	Wichte wasser- ges.	Wichte unter Auftrieb	Reibungs- winkel	Steife- modul	Durchläs- sigkeit
			γ_k kN/m ³	$\gamma_{r,k}$ kN/m ³	γ'_k kN/m ³	φ'_k	E_s MN/m ²	k_f m/s
Schicht 1 Auffüllung	T, u, h', s-s*; S, u*, g, h' [TM, SU*]	steif bis halfest, locker	18,0 - 20,0	19,0 - 20,0	9,0 - 10,0	17,5° - 22,5°	3 - 8	1x10 ⁻⁶ bis 1x10 ⁻⁹
Schicht 2 Quartär, Ton	T, u, s-s* TM	steif halfest	19,5 20,5	19,5 20,5	9,5 10,5	17,5° - 27,5°	5 - 7 8 - 12	5x10 ⁻⁸ bis 5x10 ⁻¹⁰
Schicht 3 Tertiär, Ton	T, fs'-fs TA	weich steif halfest	17,5 18,5 19,5	17,5 18,5 19,5	7,5 8,5 9,5	15,0° - 25,0°	2 - 3 4 - 6 7 - 10	1x10 ⁻⁹ bis 5x10 ⁻¹¹
Schicht 4 Tertiär, Sand	S, u-u* SU*	locker bis mitteldicht	17,0 - 19,0	20,0 - 21,0	10,0 - 11,0	30,0°	20 - 50	8x10 ⁻⁶ bis 5x10 ⁻⁹

Tabelle 7 b: Scherparameter bindiger Böden

Einheit	Bodenart Bodengruppe	Konsistenz	Kohäsion effektiv	Kohäsion undränniert
			c'_k kN/m ³	$c'_{u,k}$ kN/m ³
Schicht 1 Auffüllung	T, u, h', s-s*; S, u*, g, h' [TM, SU*]	steif bis halfest	5 - 10	20 - 50
Schicht 2 Quartär, Ton	T, u, s-s* TM	steif halfest	10 - 15 15 - 20	20 - 150 50 - 300
Schicht 3 Tertiär, Ton	T, fs'-fs TA	weich steif halfest	5 - 15 15 - 20 15 - 25	5 - 60 20 - 150 50 - 300

Die Anwendung der angegebenen Bandbreiten für die Werte der Scherfestigkeit setzt voraus, dass der Fachplaner über Sachkunde und Erfahrung in der Geotechnik verfügt. Andernfalls dürfen nur die jeweils kleinsten bzw. ungünstigen Werte verwendet werden.

Tabelle 8: Bautechnische Eignung / Eigenschaften

Einheit	Boden- Boden- gruppe	Frostemp- findlich- keitskl.	Verdicht- barkeits- klasse	Scherfes- tigkeit	Witterungs- u. Erosionsempfind- lichkeit	Baugrund für Gründungen
Schicht 1 Auffüllung	T, u, h', s-s*; S, u*, g, h' [TM, SU*]	F 3	V 2, V 3	gering	groß	ungeeignet
Schicht 2 Quartär, Ton	T, u, s-s* TM	F 3	V 3	gering	groß bis mittel	brauchbar
Schicht 3 Tertiär, Ton	T, fs'-fs TA	F 2	V 3	sehr gering	mittel	mäßig brauchbar
Schicht 4 Tertiär, Sand	S, u-u* SU*	F 3	V 2	groß	groß	brauchbar

Es werden die folgenden Homogenbereiche unterschieden:

Tabelle 9: Homogenbereiche nach DIN 18300 (Körnungsbänder Anlage 6)

Homogen- bereich	Bodengruppen	Bezeichnung	Massenanteil Steine, Blöcke	Dichte g/cm ³	Wassergehalt
B 1 Oberboden	OU, OT, OH	Oberboden	< 5 %	1,3 - 1,8	-
B 2 Auffüllungen	[TM, SU*, GU]	Auffüllung	< 3 %	1,7 - 2,1	5 - 35 %
B 3 Ton	TM, TA	Ton	< 1 %	1,7 - 2,2	10 - 40 %
B 4 Sand	SU*, SU	Sand	< 1 %	1,8 - 2,3	-

Homogen- bereich	Lagerungs- dichte D	Organischer Anteil	Undränier- te Scher- festigkeit, KN/m ²	Plastizi- tätzahl	Konsistenzzahl
B 1 Oberboden	-	5 - 40 %	5 - 200	-	-
B 2 Auffüllungen	0,2 - 0,5	< 8 %	20 - 200	5 - 25 %	0,7 - 1,70
B 3 Ton	-	< 1 %	5 - 400	10 - 40 %	0,50 - 1,70
B 4 Sand	0,2 - 0,6	< 1 %	-	-	-

Für die Homogenbereiche B 1 Oberboden und B 2 Auffüllung ist aufgrund der breiten Streuung die Angabe eines Körnungsbandes nicht sinnvoll und deshalb nicht angegeben.

4. Bewertung, Hinweise zu Planung und Bauausführung

Straßenbau

Unter dem Oberboden liegen F 3 - Böden vor: Tone und Auffüllungen der Bodengruppen TM und SU*. Für das Erdplanum sind E_{V2} -Werte $< 45 \text{ MN/m}^2$ zu erwarten.

Die nachfolgende Tabelle fasst die Ergebnisse zusammen und gibt die Mindeststärke einer zusätzlichen Tragschicht zur Planumsverbesserung an. Da es sich lediglich um Schätzungen der E_{V2} -Werte handelt, sollten zur Festlegung der Planumsverbesserung Plattendruckversuche vorgenommen werden.

Tabelle 10: Erdplanum beim Straßenbau

Bohrung	B 1	B 2	B 3	B 4
Anstehender Boden	T, u, s	A: T, u, s*, g', h'	A: S, u*, g, h'	A: T, u, s, g', h'
Bodengruppe	TM	[TM] ¹⁾	[SU] ¹⁾	[TM] ¹⁾
Frostschutzklasse	F 3	F 3	F 3	F 3
E_{V2} -Wert (geschätzt)	~ 25 MN/m ²	~ 15 MN/m ²	~ 15 MN/m ²	~ 15 MN/m ²
Zusätzliche Tragschicht zur Planumsverbesserung	20 cm	30 cm	30 cm	30 cm

¹⁾ Auffüllböden mit organischen / humosen Bestandteilen sollten aus dem Planum entfernt werden

Versickerung

Die anstehenden Tone und Sande der Bodengruppen TM, TA und SU* sind in der Regel nicht zur Versickerung von Niederschlagswasser geeignet. Die im Vergleich günstigeren Voraussetzungen liegen bei den Sanden der Bodengruppe SU* (Schicht 4) vor. In dieser Schicht wurde der Sickerversuch ausgeführt. Aus dem Ergebnis des Sickerversuches mit einem ermittelten Durchlässigkeitsbeiwert von $5,05 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ und dem Korrekturfaktor 2 gemäß DWA-A 138 ergibt sich ein Bemessungs- k_f -Wert für Versickerungsanlagen von $1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$. Dieser Wert liegt unterhalb des versickerungstechnisch relevanten Bereiches. Auch die Sande der Schicht 4 sind nicht zur Versickerung von Niederschlagswasser geeignet.

Grundwasser

Bei den Bohrungen wurde kein durchgehender Grundwasserhorizont angetroffen. Lediglich bei Bohrung B 4 wurde in den tertiären Tonen eine Lage mit Schichtwasser erbohrt.

Aufgrund der Hanglage muss lokal mit weiteren Schichtwässern gerechnet werden und hierzu eine offene Wasserhaltung eingeplant werden.

Böschungen und Verbau

Die schluffigen Sande können, solange kein Schichtwasser austritt, bis zu einer Höhe von 5 m unter 45° geböscht werden, die Tone bei mindestens steifer Konsistenz auch unter 60°. Die Regelungen der DIN 4124 sind zu beachten.

Für Kanalarbeiten können Schachtplatten oder vergleichbare Grabenverbaugeräte im Absenkverfahren eingesetzt werden.

Verwertung von Erdaushub

Die Ergebnisse der schadstofftechnischen Untersuchungen ergaben für die untersuchten Mischproben keine Auffälligkeiten (Einstufung als Z 0-Material). Falls Aushub mit Auffälligkeiten, Bauschuttanteilen oder sonstigen anthropogenen Belastungen angetroffen wird, so ist dieser zu separieren und zu beproben (abfallrechtliche Deklarationsanalytik gemäß „Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Tagebauen“).

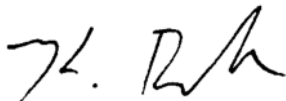
Beweissicherung

Da bei Baumaßnahmen Beeinträchtigungen der benachbarten Anwesen nicht auszuschließen sind sollte eine vorsorgende Beweissicherung der angrenzenden Bebauung vorgenommen werden.

5. Sonstiges

Die Ergebnisse und Aussagen des Gutachtens beziehen sich auf die gewonnenen Erkenntnisse an den Untersuchungsstellen. Aufgrund der geologischen Verhältnisse sind Abweichungen von den in den Bohrungen festgestellten Bodenprofilen möglich. Daher sollten bei den Erdarbeiten die angetroffenen Schichten sorgfältig eingestuft und mit den im Gutachten beschriebenen verglichen werden, um auf Abweichungen reagieren zu können und im Zweifelsfall einen Bodengutachter einzuschalten.

München, den 05.09.2019



Klaus Deller
Diplom-Geologe