

Stadt Münchberg
Tiefbau
Ludwigstraße 15
95213 Münchberg

- Geotechnisches Labor
- Baugrunduntersuchungen
- Bodenmechanik, Erdstatik
- Qualitätssicherung
im Erd- und Grundbau
- Altlastenerkundungen
- Bodenkundliche
Untersuchungen
- Consulting

Geotechnischer Bericht

Projekt: Erschließung Gewerbegebiet "Am Steinweg" in Münchberg

Ort: 95213 Münchberg, Fl.-Nrn. 512/1, 516, 516/1 und 519

Auftraggeber: Stadt Münchberg - Tiefbau
Ludwigstraße 15
95213 Münchberg

Auftrag: Baugrunduntersuchung, Klärung der Baugrundverhältnisse, Folgerungen
für die Erschließung des Gewerbegebiets

Bearbeiter: Th. Gremer (Dipl.-Geogr.)

Auftrags-Nr.: 23011

Ort und Datum: Kulmbach, 27.04.2023

Eine Vervielfältigung oder Veröffentlichung
dieses Berichtes, auch auszugsweise, bedarf
unserer vorherigen Zustimmung.

Inhaltsverzeichnis

1.	Vorhaben	2
2.	Unterlagen	2
3.	Lage des Bauvorhabens	2
4.	Durchgeführte Untersuchungen	2
5.	Baugrundverhältnisse	4
5.1	Geologie und Relief	4
5.2	Hydrogeologie	4
5.3	Bodenschichtung	5
6.	Bodenmechanische Kennwerte	5
6.1	Bodenmechanische Kenngrößen	5
6.2	Homogenbereiche	7
7.	Beurteilung der Baugrundverhältnisse	8
8.	Hinweise zur Bauausführung	8
8.1	Rohrleitungsbau	8
8.1.1	Aushub, Baugrubenböschungen und Verbau	8
8.1.2	Wasserhaltung	8
8.1.3	Rohraufleger und Verfüllung	9
8.2	Straßenbau	9
8.2.1	Planum	9
8.2.2	Frostsicherer Straßenoberbau	9
8.3	Verwertung und Entsorgung von Aushub	10
8.4	Versickerung von Oberflächenwasser	11
8.5	Gründung von Bauwerken	11
9.	Zusammenfassung und abschließende Hinweise	12

Anlagen:

Anlage 1	Lageplan im Maßstab 1:2.000 mit Lage der Aufschlusspunkte
Anlagen 2.1-2.8	Zeichnerische Darstellung der Schichtenverzeichnisse nach DIN 4023, Legende
Anlagen 3.1-3.8	Ergebnisse der geotechnischen Laborversuche: Dichten, Korngrößenverteilungen, Wassergehalte, einaxialer Druckversuch
Anlage 4	Grundwasseruntersuchung auf betonangreifende Stoffe nach DIN 4030-2
Anlage 5	Prüfbericht Nr. 6309405 des SGS Instituts Fresenius

1. Vorhaben

Die Ingenieurgesellschaft I.G.U. mbH wurde von der Stadt Münchberg beauftragt, für die Erschließung des Gewerbegebiets "Am Steinweg" südlich von Münchberg die Baugrunduntersuchung durchzuführen. Das Erschließungsgebiet wurde zum Zeitpunkt der Baugrunduntersuchung noch landwirtschaftlich genutzt.

2. Unterlagen

Folgende Unterlagen standen zur Verfügung:

- [1] Planungsgruppe Strunz: Stadt Münchberg, BBP "Gewerbegebiet Am Steinweg", Digitale Flurkarte mit Vermessung und Geltungsbereich im Maßstab 1: 1000, Bamberg 22.11.2022
- [2] Schichtenverzeichnisse der Baggerschürfe nach DIN 4023
- [3] Ergebnisse der geotechnischen Laboruntersuchungen
- [4] Geologische Karte von Bayern 1:25.000, Blatt 5836 Münchberg
- [5] Prüfbericht Nr. 6309405 des SGS Instituts Fresenius
- [6] Bay. StMUV: Anforderungen an die Verfüllung von Gruben, Brüchen sowie Tagebauen (Verfüll-Leitfaden Bayern), Fassung vom 23.12.2019
- [7] Weitere im Text erwähnte Normen und Regelwerke

3. Lage des Bauvorhabens

Das geplante Gewerbegebiet liegt südlich der Stadt Münchberg in einer Höhenlage zwischen ca. 540 und 555 m NN. Nach Norden wird es von der Bundesstraße B 269 begrenzt, nach Westen von der Kreisstraße HO 44 Münchberg-Mussen, nach Süden vom Steinweg und nach Osten von einem namenlosen Zufluss des Käsbaches mit drei Weihern.

4. Durchgeführte Untersuchungen

Der Baugrund wurde am 21.03.2023 durch sieben Baggerschürfe (SCH 1 bis SCH 6) bis in eine Tiefe von max. 3,4 m u. GOK untersucht. Die Lage der Aufschlusspunkte wurde eingemessen und ist dem als Anlage 1 beigefügten Lageplan zu entnehmen. An den Schurfprofilen erfolgte die Aufnahme von Schichtenverzeichnissen unter Anwendung von DIN EN ISO 14688-1, DIN EN ISO 14688-2 und DIN EN ISO 14689 (siehe Anlagen 2.1-2.7). Den Baggerschürfen wurden acht gestörte und zwei ungestörte Bodenproben, vier

Gesteinsproben sowie eine Grundwasserprobe entnommen. Die Proben wurden in unserem geotechnischen Labor untersucht. Eine Teilmischprobe aus den acht gestörten Proben wurde an das SGS Institut Fresenius zur Untersuchung nach Verfüll-Leitfaden Bayern [6] geliefert. Eine Übersicht über die durchgeführten Untersuchungen gibt Tabelle 1.

Tabelle 1: Probenahme und durchgeführte Untersuchungen

Aufschluss	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Probenart	Unters.-Nr.	Durchgeführte Untersuchungen
SCH 1	1,05	GP/UP	23018	Bestimmung des Wassergehaltes n. DIN EN ISO 17892-1, der Dichte nach DIN EN ISO 17892-2 und der Korngrößenverteilung n. DIN EN ISO 17892-4
SCH 1	1,7	GP	23019	Bestimmung des Wassergehaltes n. DIN EN ISO 17892-1 und der Korngrößenverteilung n. DIN EN ISO 17892-4
SCH 2	2,3	WP	23020	Grundwasseruntersuchung auf betonangreifende Stoffe nach DIN 4030-2
SCH 3	0,95	GP/UP	23021	Bestimmung des Wassergehaltes n. DIN EN ISO 17892-1, der Dichte nach DIN EN ISO 17892-2 und der Korngrößenverteilung n. DIN EN ISO 17892-4
SCH 3	2,8	GP	23022	Bestimmung des Wassergehaltes n. DIN EN ISO 17892-1 und der Korngrößenverteilung n. DIN EN ISO 17892-4
SCH 4	0,95	GP/UP	23023	Bestimmung des Wassergehaltes n. DIN EN ISO 17892-1, der Dichte nach DIN EN ISO 17892-2 und der Korngrößenverteilung n. DIN EN ISO 17892-4
SCH 4	2,10	GP	23024	Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts n. DIN EN ISO 17892-11
SCH 7	1,0	GP	23025	Bestimmung des Wassergehaltes n. DIN EN ISO 17892-1 und der Korngrößenverteilung n. DIN EN ISO 17892-4
SCH 7	1,9	BP	23026	Einaxialer Druckversuch an Gesteinsproben nach DIN 18141-1
Teilproben der GP SCH 1, 3, 4 und 7		MP	230386914	Chem. Analytik auf die Parameter nach [5], Anlage 2, Tab 1 und Anlage 3, Tab 2

(UP= ungestörte Probe, GP=gestörte Probe, BP=Gesteinsprobe, MP=Mischprobe, WP= Grundwasserprobe)

5. Baugrundverhältnisse

5.1 Geologie und Relief

Der geologischen Karte [4] und den Untersuchungen nach stehen im untersuchten Bereich unter Verwitterungsdeckschichten Muskovit-Biotit-Gneise der Liegendserie der Münchberger Gneismasse an.

Gemäß DIN EN 1998-1 liegt Münchberg nicht in einer Erdbebenzone, daher sind keine Beschleunigungen aus Erdbeben anzusetzen.

Das Erschließungsgebiet ist mit einer leichten Erhebung in der Mitte nach Norden hin mäßig geneigt. Es weist keine größeren Geländeversprünge auf.

5.2 Hydrogeologie

Im Baggerschurf SCH 2 wurde bei 2,3 m u. GOK Grundwasser angetroffen. SCH 3 zeigte einen leichten Schichtwasserzufluss bei 0,7 m u. GOK. Die übrigen Baggerschürfe waren bis zur Endteufe ohne Grundwasserführung. Einen Überblick über die Grundwasserstände gibt Tabelle 2.

Tabelle 2: Grundwasserstände

Aufschluss	Datum	Grundwasserstand [m u. GOK]	Bemerkung
SCH 2	21.03.2023	2,3	Grundwasser
SCH 3	21.03.2023	0,7	Schichtwasser, temporär

Aus SCH 2 wurde eine Grundwasserprobe aus einer Tiefe von 2,3 m u. GOK gezogen und auf betonangreifende Stoffe nach DIN 4030-2 untersucht (Anlage 4). Das Grundwasser ist nach DIN 4030-2 als stark betonangreifend einzustufen. Nach DIN 4030-1:2008-06 ist somit die Expositionsklasse XA2 anzusetzen.

Das Gewerbegebiet liegt nicht in einer Hochwassergefahrenfläche. Im Umweltatlas Bayern (Abruf vom 26.04.2023) ist lediglich in Nähe des Baches an der Ostgrenze des Gewerbegebiets ein wassersensibler Bereich verzeichnet, der durch hohe Grundwasserstände und gelegentliche, kleinere Überschwemmungen gekennzeichnet ist.

5.3 Bodenschichtung

Die Bodenschichtung im Erschließungsgebiet ist relativ homogen. Unter Oberboden mit einer Stärke zwischen 0,2 und 0,4 m folgen Verwitterungsdeckschichten als schluffige bis stark schluffige Sande, die in den oberen Schichten zumeist locker und mit zunehmender Tiefe mitteldicht bis dicht gelagert sind. Nur in SCH 3 wurde oberflächennah ein stark sandiger Ton und darunter ein stark toniger Sand mit steifer Konsistenz aufgeschlossen. Die Sande gehen mit zunehmender Tiefe in Felszersatz sowie in dicht bis sehr dicht gelagerten Kies (stark bis vollständig verwitterter Gneis) über. Im Bereich der Kuppe wurde in SCH 7 mäßig verwitterter, stark klüftiger, harter Gneis in einer Tiefe ab 1,85 m u. GOK aufgeschlossen.

Die detaillierte Bodenschichtung einschließlich der Verwitterungsstufen der Gneishorizonte nach DIN EN 14689, Tabelle 15, ist den Anlagen 2.1 bis 2.7 zu entnehmen.

6. Bodenmechanische Kennwerte

6.1 Bodenmechanische Kenngrößen

Die Korngrößenverteilungen der untersuchten Bodenschichten sind als Anlagen 3.1-3.6 beigelegt. Die für erdstatische und geotechnische Berechnungen erforderlichen Bodenkennwerte dieser Schichten sind als charakteristische Werte den Tabellen 3 bis 5 zu entnehmen. Die nach DIN EN ISO 14689 ermittelten Gesteinseigenschaften wurden in Tabelle 6 zusammengefasst.

Tabelle 3: Charakteristische Bodenkennwerte für die nicht- bis schwachbindigen Verwitterungsdeckschichten aus schluffigen bis stark schluffigen Sanden (Werte nach EAU 2020, Tab. 3.2 und Laborversuchen, Anlagen 3.1 und 3.5)

Bodengruppe DIN 18196	SU/SU*		
Lagerungsdichte	locker	mitteldicht	dicht
Wichte erdfeucht γ_k [kN/m ³]	16,5	18,0	19,5
Wichte wasserges. $\gamma_{r,k}$ [kN/m ³]	19,0	20,0	21,5
Wichte unter Auftrieb γ'_k [kN/m ³]	9,0	10,0	11,5
Reibungswinkel φ'_k [°]	27,5	32,5	35,0

Tabelle 4: Bodenkennwerte für den stark tonigen, stark kiesigen Sand mit bindigen Eigenschaften in SCH 3 (Werte nach EAU 2020, Tab. 3.2 und Laborversuchen, Anlage 3.3)

Bodengruppe DIN 18196	ST*
Konsistenz	steif
Wichte erdfeucht γ_k [kN/m ³]	21,2
Wichte wasserges. $\gamma_{r,k}$ [kN/m ³]	21,5
Wichte unter Auftrieb γ'_k [kN/m ³]	11,5
Reibungswinkel φ'_k [°]	25,0
Kohäsion c'_k [kN/m ²]	5

Tabelle 5: Bodenkennwerte für die schwach schluffigen bis schluffigen oder schwach tonigen, sandigen Kiese (Werte nach EAU 2020, Tab. 3.1 und Laborversuchen, Anlagen 3.2, 3.4 und 3.6)

Bodengruppe DIN 18196	GW/GT/GU
Lagerungsdichte	dicht
Wichte erdfeucht γ_k [kN/m ³]	21,0
Wichte wasserges. $\gamma_{r,k}$ [kN/m ³]	22,0
Wichte unter Auftrieb γ'_k [kN/m ³]	12,0
Reibungswinkel φ'_k [°]	35,0

Tabelle 6: Gesteinseigenschaften nach DIN EN ISO 14689, Tab. 2, Tab. 5 und Tab 12 und Laborversuchen (Anlage 3.8)

Gestein	Gneis (Kies, steinig) (SCH 1 ab 1,45 m SCH 2 ab 1,55 m SCH 7 ab 1,50 m)	Gneis (Kies, steinig) (SCH 3 ab 2,35 m u. GOK)	Gneis, stark klüftig (SCH 7 ab 1,85 m u. GOK)
Verwitterungsstufe	Stufe 3-4	Stufe 3	Stufe 2
Veränderlichkeit unter Wasser	veränderlich (Grad 2)	keine (Grad 1)	keine (Grad 1)
einaxiale Druckfestigkeit [MN/m ²]	12,5-25 (mäßig schwach)	25-33 (mäßig hoch)	ca. 33 (mäßig hoch)

6.2 Homogenbereiche

Die Homogenbereiche nach DIN 18300:2015-08 wurden in den Tabelle 7 und 8 zusammengestellt.

Tabelle 7: Homogenbereiche Böden nach DIN 18300:2015-08

Parameter	Homogenbereich			
	O	B 1	B 2	B 3
Bezeichnung	Oberboden	stark sandiger Ton und stark toniger Sand, bindig (Deckschichten)	schluffige bis stark schluffige Sande, nicht- bis schwachbindig	Kies, steinig bis stark steinig (Gneis, stark verwittert)
Bodengruppe DIN 18196	OH	TM und ST*	SU und SU*	GW, GT und GU
Konsistenz	steif	steif	--	--
Lagerungsdichte	--	--	locker bis sehr dicht	dicht bis sehr dicht
Stein- und Blockanteile ¹⁾	keine	keine Steine, keine Blöcke	geringer Steinanteil, keine Blöcke	z. T. hoher Steinanteil, keine Blöcke
Wichte [kN/m³]	14-16	19,5-21,5	16,5-20	20-22
organische Anteile ¹⁾	schwach bis mittel	keine	keine	keine

¹⁾ Einstufung nach DIN EN ISO 14688-2:2013-12

Tabelle 8: Homogenbereiche Fels nach DIN 18300:2015-08

Parameter	Homogenbereich	
	X 1	
Bezeichnung	Gneis, mäßig verwittert	
Lagerungsdichte	sehr dicht	
Wichte [kN/m³]	25-27	
einaxiale Druckfestigkeit [MN/m²]	ca. 33 (mäßig hoch)	
Veränderlichkeit unter Wasser ²⁾	Grad 1 (keine)	

²⁾ Einstufung nach DIN EN ISO 14689:2018-05

7. Beurteilung der Baugrundverhältnisse

Unter Oberboden stehen im Erschließungsgebiet Deckschichten aus schluffigen bis stark schluffigen, nicht- bis schwachbindigen Sanden an. Untergeordnet finden sich stark sandiger Ton und stark toniger Sand (SCH 3). Darunter stehen in der südlichen Hälfte des Gewerbegebiets Felszersatz und stark verwitterter Gneis als steiniger bis stark steiniger Kies mit dichter bis sehr dichter Lagerung an. Im Norden reichen die Sande als Gneiszersatz bis in größere Tiefen. Das Liegende bildet mäßig verwitterter, stark klüftiger Gneis mit zur Tiefe hin abnehmenden Verwitterungsgraden. Der Baugrund ist relativ homogen aufgebaut und tragfähig.

Die schluffigen bis stark schluffigen Sande und der Ton sind nach ZTV E-StB 17 in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (sehr frostempfindlich) einzustufen.

8. Hinweise zur Bauausführung

8.1 Rohrleitungsbau

8.1.1 Aushub, Baugrubenböschungen und Verbau

Die Anlage der Baggerschürfe erfolgte mit einem Mobilbagger mit ca. 8 t. Mit diesem konnten zumindest die in den Anlagen 2.1-2.7 angegebenen Aushubtiefen erreicht werden. Bei einem Aushub mit Kettenbaggern und Felszähnen sind größere Aushubtiefen möglich.

Die Rohrleitungsgräben können geböscht mit einem Böschungswinkel von maximal $\beta=45^\circ$ ausgeführt werden. Kann dieser Böschungswinkel nicht eingehalten werden, sind die Rohrleitungsgräben zu verbauen.

Es ist zu berücksichtigen, dass die Standsicherheit von Böschungen durch Wasserzutritt und Frost beeinträchtigt werden kann. Die "Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben" (EAB 2012), die DIN 4124 sowie Bauwerks-, Verkehrs-, Stapel-, und Kranlasten sind zu beachten.

8.1.2 Wasserhaltung

Eine Grundwasserhaltung ist nur im Bereich von SCH 2 ab 2,3 m u. GOK erforderlich. In der Regel ist eine offene Wasserhaltung ausreichend. Im Übrigen waren die Baggerschürfe bis zur Endteufe ohne Grundwasserführung.

8.1.3 Rohraufleger und Verfüllung

Als Rohraufleger kann Splitt oder Sand verwendet werden. Der Aushub ist zur Wiederverfüllung grundsätzlich geeignet. Bei der Zwischenlagerung ist darauf zu achten, dass die stark schluffigen Sande und bindigen Böden im Bereich von SCH 3 nicht durch Niederschlagswasser vernässt werden.

8.2 Straßenbau

8.2.1 Planum

Auf dem Planum ist nach ZTV E-StB 17 ein Verformungsmodul von mindestens 45 MN/m² nachzuweisen. In der Regel kann dieser Wert durch Verdichtung des Planums erreicht werden, sofern dieses nicht durch Niederschläge aufgeweicht ist.

Die ZTV E-StB 17, ZTV A-StB 12, RStO 12 und die weiteren entsprechenden Merkblätter der FGSV sind zu berücksichtigen.

8.2.2 Frostsicherer Straßenoberbau

Auf Höhe des Planums stehen Böden der Frostepfindlichkeitsklasse F 3 an. Für die Belastungsklassen Bk1,0 bis Bk3,2 ist nach RStO 12 bei F 3-Böden ein Ausgangswert von 60 cm zur Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus anzusetzen. Zusätzlich sind die Mehr- und Minderdicken nach Tabelle 9 zu berücksichtigen.

Tabelle 9: Mehr- und Minderdicken aufgrund örtlicher Verhältnisse

Örtliche Verhältnisse	Mehr- und Minderdicken
Für die Lage des Gebietes in Frosteinwirkungszone III:	+ 15 cm
Für ungünstige Klimaeinflüsse in Kammlagen:	+ 5 cm
Kein Grundwasser bis in eine Tiefe von 1,5 m unter Planum:	± 0 cm
Für die Lage der Gradienten in Geländehöhe bis Damm ≤ 2,0 m:	± 0 cm
Für die Entwässerung der Fahrbahn und Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen:	- 5 cm

Somit ergibt sich eine Mehrdicke nach RStO 12 von 15 cm. Für die Belastungsklassen Bk1,0 bis Bk3,2 ist somit nach RStO 12 ein frostsicherer Straßenoberbau von 75 cm anzusetzen.

Nach RStO 12 ist auf der Frostschutzschicht unterhalb der Asphalttragschicht in den Belastungsklassen Bk1,0 bis BK 3,2 ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 120$ MN/m² erforderlich.

8.3 Verwertung und Entsorgung von Aushub

Die nicht- bis schwach bindigen, schluffigen bis stark schluffigen Sande, die Kiese sowie gelöster Fels sind zum Wiedereinbau in Rohrgräben gut geeignet und verdichtungsfähig. Hinsichtlich der bindigen Böden (stark sandiger Ton und stark toniger Sand bei SCH 3), ist auf einen optimalen Wassergehalt beim Einbau zu achten, da diese bei zu hohen Wassergehalten nicht verdichtungsfähig sind.

Generell kann der Boden für Auffüllungen und Geländeanpassungen gut verwendet werden.

Aufgrund der zuvor landwirtschaftlichen Nutzung des Gewerbegebiets besteht kein Verdacht auf Kontamination mit anthropogenen Schadstoffen. Zur Entsorgung dieses Erdaushubs ist daher im Normalfall eine grundlegende Charakterisierung ausreichend.

Den Proben aus SCH 1 aus 1,05 und 1,70 m u. GOK, SCH 3 aus 0,95 und 2,8 m u. GOK, SCH 4 aus 0,95 und 2,1 m u. GOK sowie SCH 7 aus 1,0 m u. GOK wurden Teilproben entnommen und zu einer Mischprobe vereinigt. Diese wurde im SGS Institut auf die Parameter nach Verfüll-Leitfaden Bayern [6], Anlage 2, Tabelle 1 und Anlage 3, Tabelle 2 untersucht (siehe Anlage 5).

Aufgrund leicht erhöhter Konzentrationen an Chrom (66 mg/kg), Kupfer (62 mg/kg) und Nickel (24 mg/kg) im Feststoff, die geogen bedingt sind, sind die anstehenden Böden dem Zuordnungswert Z 1.1 nach Verfüll-Leitfaden Bayern [6] zuzuordnen. Alle übrigen Parameter, auch die Schwermetallgehalte im Eluat, halten den Zuordnungswert Z 0 ein.

Hinsichtlich der Ersatzbaustoffverordnung vom 09.07.2021, die am 01.08.2023 in Kraft tritt, sind die Böden als Bodenmaterial der Klasse BM 0* einzustufen. Hinsichtlich der Verwertung können die Böden für alle in der Ersatzbaustoffverordnung, Anlage 2, Tabelle 5 genannten Einbauweisen verwendet werden.

8.4 Versickerung von Oberflächenwasser

Zur Ermittlung der Sickerfähigkeit des Bodens für Oberflächenwasser wurde an einer Probe aus SCH 4 aus 2,1 m u GOK der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert des schluffigen, schwach kiesigen Sandes ermittelt. SCH 4 wurde ausgewählt, da dieser im Nordosten des Gewerbegebiets liegt, wo ein Regenrückhaltebecken geplant ist. Die gestörte Probe wurde mit Proctorenergie verdichtet, um eine dichte Lagerung, wie sie in situ vorhanden ist zu erzielen.

Der ermittelte Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k_f beträgt $1,3 \times 10^{-7}$ m/s (Anlage 3.7). Somit liegt er unter dem Grenzwert für Versickerungsanlagen von 1×10^{-6} m/s nach DWA-Merkblatt A 138. Eine Versickerung von Oberflächenwasser ist daher nicht möglich.

8.5 Gründung von Bauwerken

Die Gründung von Bauwerken kann flach mit Einzel- oder Streifenfundamenten frostfrei in einer Tiefe ab 1,2 m u. GOK erfolgen. Oberflächennah anstehende lockere Sande sind hierbei nachzuverdichten. Für die Bemessung von Streifenfundamenten in zumindest mitteldicht gelagerten bzw. steifen stark schluffigen oder stark tonigen Sandschichten sind die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ bei mittlerer Belastung der Tabelle 10 zu entnehmen. Bei Anwendung der Tabellenwerte sind die Ausführungen der DIN 1054:2010-12 zu beachten. Alternativ sind auch Bodenplatten auf einer zumindest 80 cm starken Frostschutzschicht möglich.

Tabelle 10: Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ für Streifenfundamente auf stark schluffigem bzw. stark tonigem Sand der Bodengruppen SU* und ST* nach DIN 18196 (Vereinfachter Nachweis, DIN 1054:2010-12, Tabelle A 6.6)

kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ bei einer Fundamentbreite von 0,50-2,00 m [kN/m ²]
1,2	274
1,5	310
1,5	350

9. Zusammenfassung und abschließende Hinweise

Für die Erschließung des Gewerbegebietes "Am Steinweg" südlich von Münchberg wurde der Baugrund durch sieben Baggerschürfe aufgeschlossen. Unter Oberboden stehen schluffige bis stark schluffige, nicht- bis schwach bindige Sande und untergeordnet stark sandiger Ton und stark toniger Sand an. Darunter folgen in der südlichen Hälfte des Gewerbegebiets Felszersatz und stark verwitterter Gneis als steiniger bis stark steiniger Kies mit dichter bis sehr dichter Lagerung an. Im Norden reichen die Sande bis in größere Tiefen. Das Liegende bildet mäßig verwitterter, stark klüftiger Gneis mit zur Tiefe hin abnehmenden Verwitterungsgraden.

Grundwasser wurde nur in SCH 2 in einer Tiefe von 2,3 m u. GOK aufgeschlossen. Dieses ist nach DIN 4030-2 stark betonangreifend.

Die Böden sind im Allgemeinen tragfähig und auf Höhe des Planums in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 einzustufen. Für die Belastungsklassen Bk1,0 bis Bk3,2 ist nach RStO 12 ein frostsicherer Straßenaufbau von 75 cm anzusetzen.

Gräben für Rohrleitungen können geböscht mit einem Böschungswinkel von maximal 45° angelegt werden. Zur Wiederverfüllung sind die anstehenden Böden geeignet und verdichtungsfähig. Bindige Böden dürfen hierbei nicht durch Niederschläge vernässt sein und müssen eine zumindest steife Konsistenz aufweisen.

Bauwerke können flach mit Einzel- oder Streifenfundamenten bzw. Bodenplatten auf einer zumindest 80 cm starken Frostschutzschicht gegründet werden.

Für eventuelle Fragen und weitere Beratung stehen wir gerne zur Verfügung.

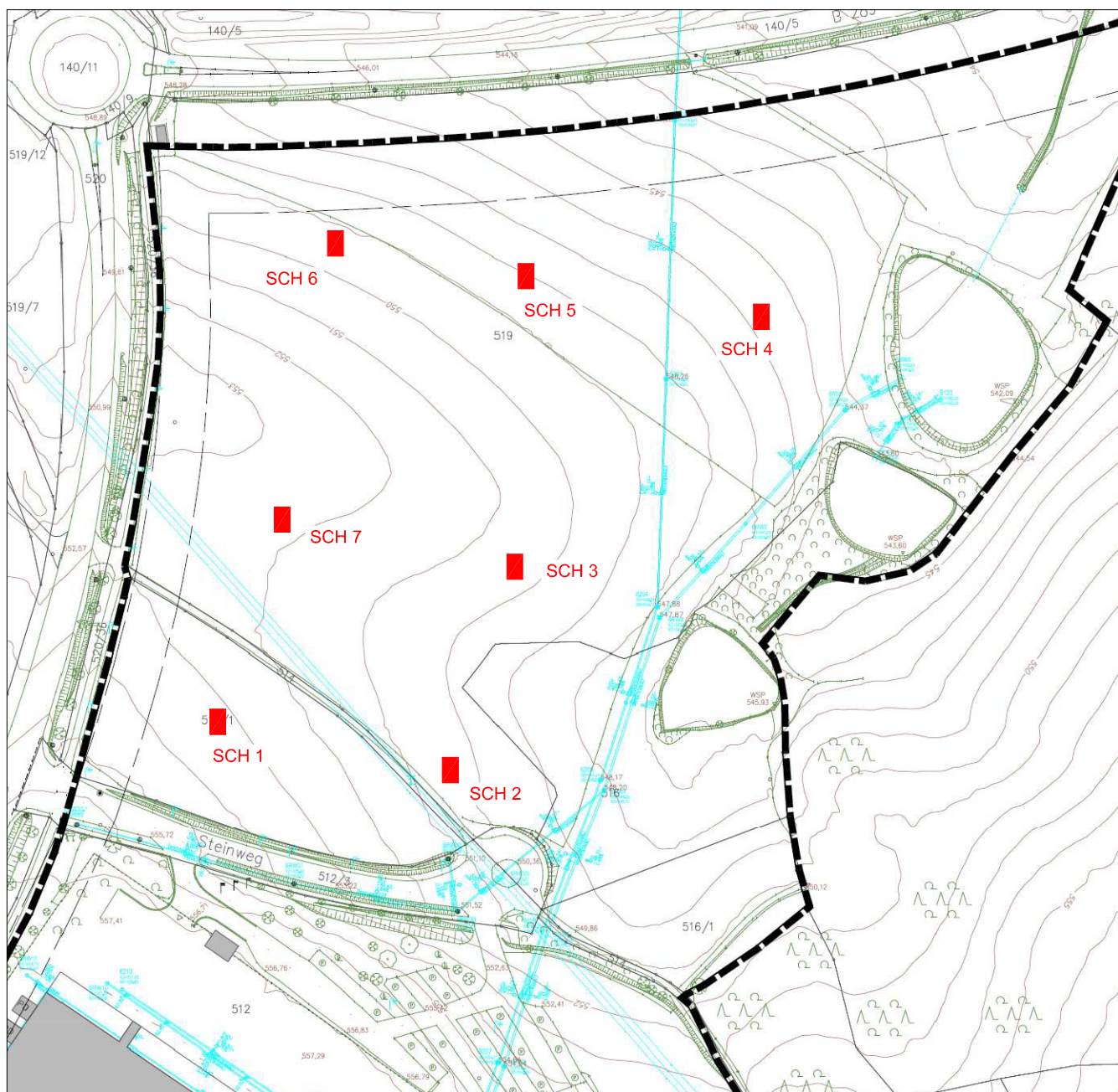
I.G.U. - Ingenieurgesellschaft für
Geowissenschaften und Umwelttechnik mbH
Kulmbach, 27.04.2023


Th. Gremer (Dipl.-Geogr.)



Legende:

SCH 1 ■ Baggerschurf mit Nr.



Stadt Münchberg
Erschließung Gewerbegebiet
"Am Steinweg"
Baugrunduntersuchung

Maßstab:
1:2.000

Lageplan mit Lage der
Baugrundaufschlüsse

Anlage 01
Plan-Nr. 01
Auftr.-Nr. 23011

Name	Datum
gez. gr	20.04.2023
geä.	
geä.	

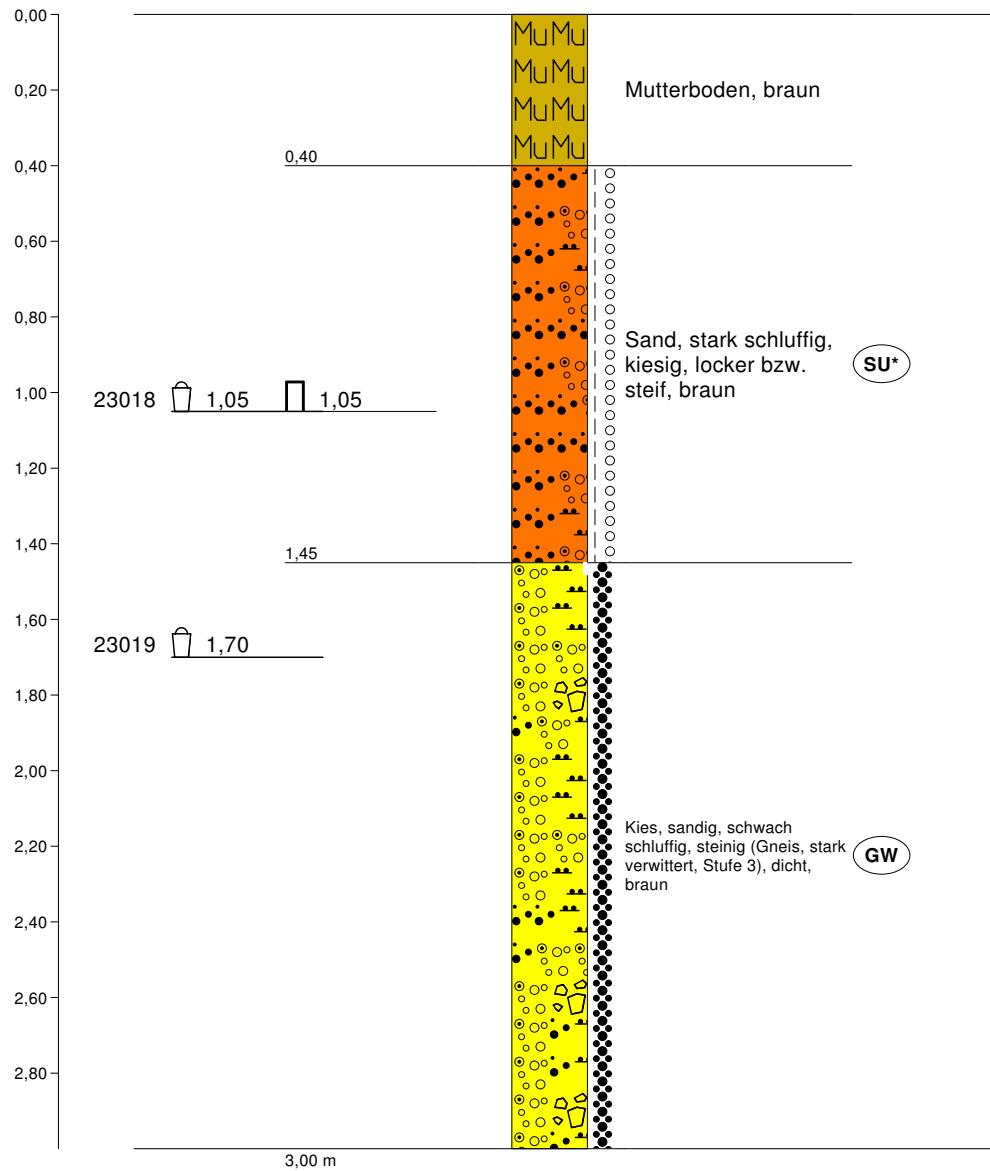


I.G.U. - Ingenieurgesellschaft für
Geowissenschaften & Umwelttechnik mbH
Bergstraße 20, 95326 Kulmbach
Tel. 09221/83449 Fax 09221/84174

Kulmbach, den 20.04.2023

(Unterschrift)

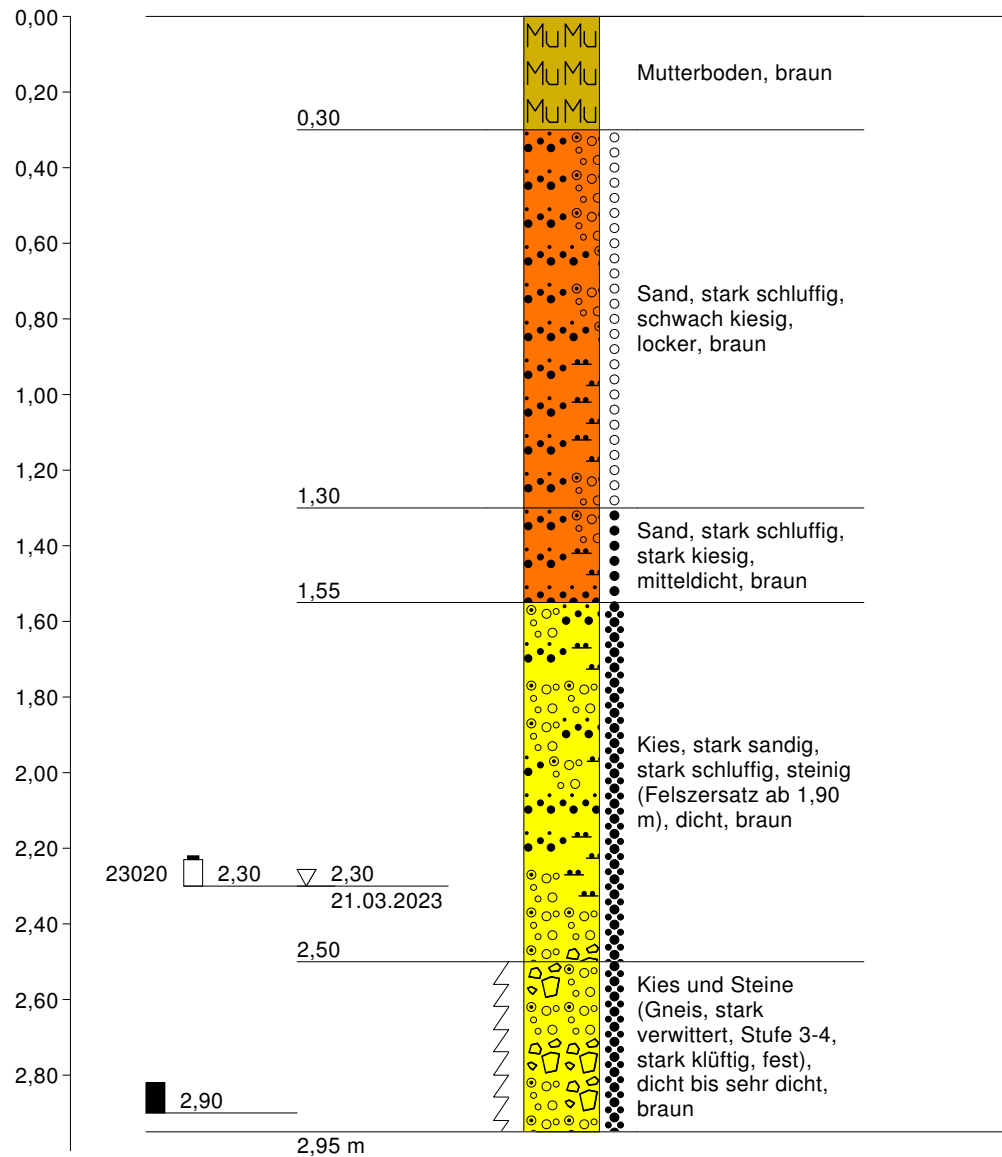
SCH 1



Höhenmaßstab 1:20



SCH 2



Höhenmaßstab 1:20



I.G.U. - Ing.-Gesellschaft
für Geowissenschaften
und Umwelttechnik
Bergstr. 20 - 95326 Kulmbach

Zeichnerische Darstellung von
Schichtenverzeichnissen nach DIN
4023

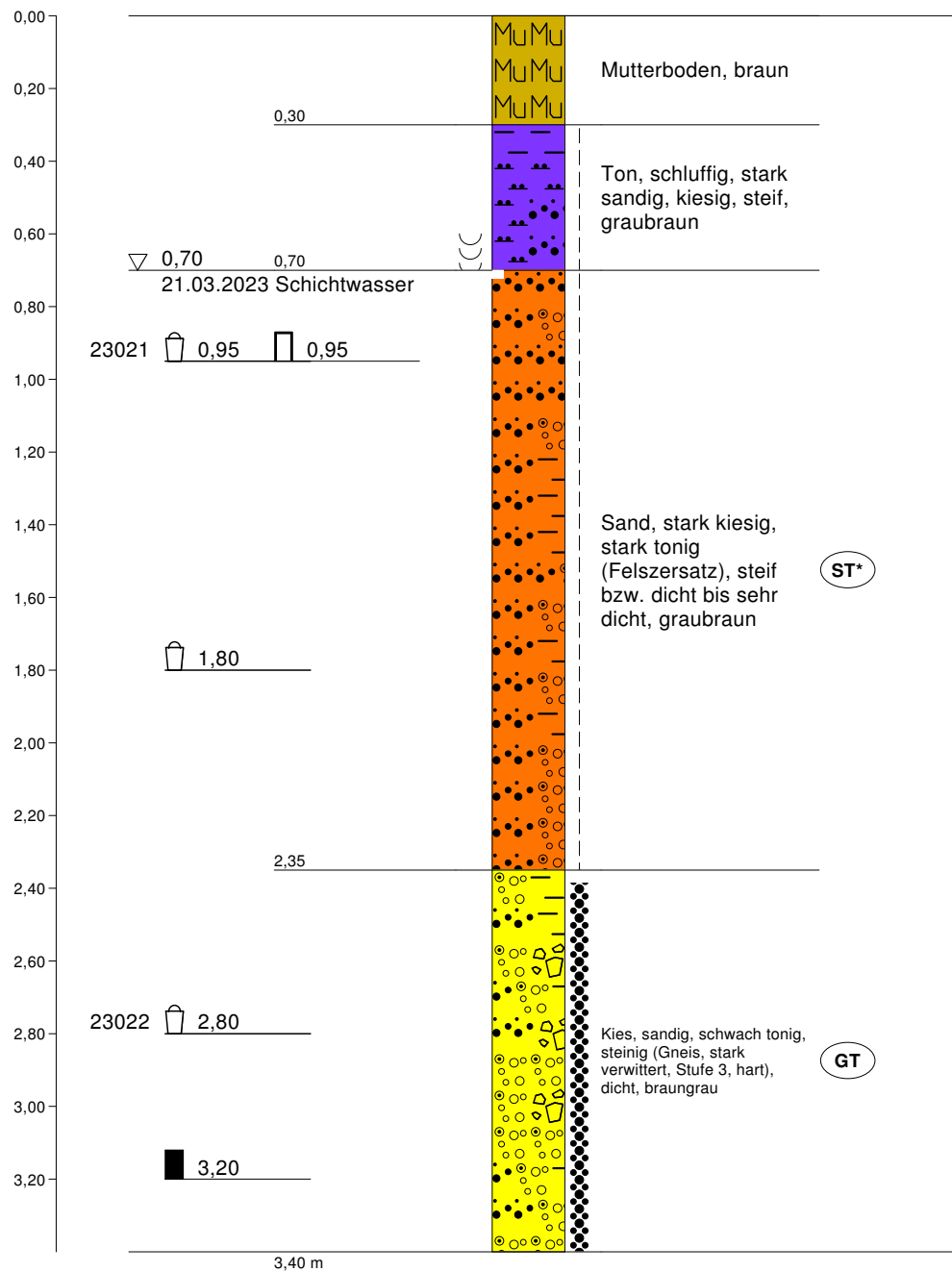
Anlage: 2.3 Auftr.-Nr.: 23011

Projekt: Münchberg, Erschließg. Steinweg

Bearb.: Preuß

Datum: 21.03.2023

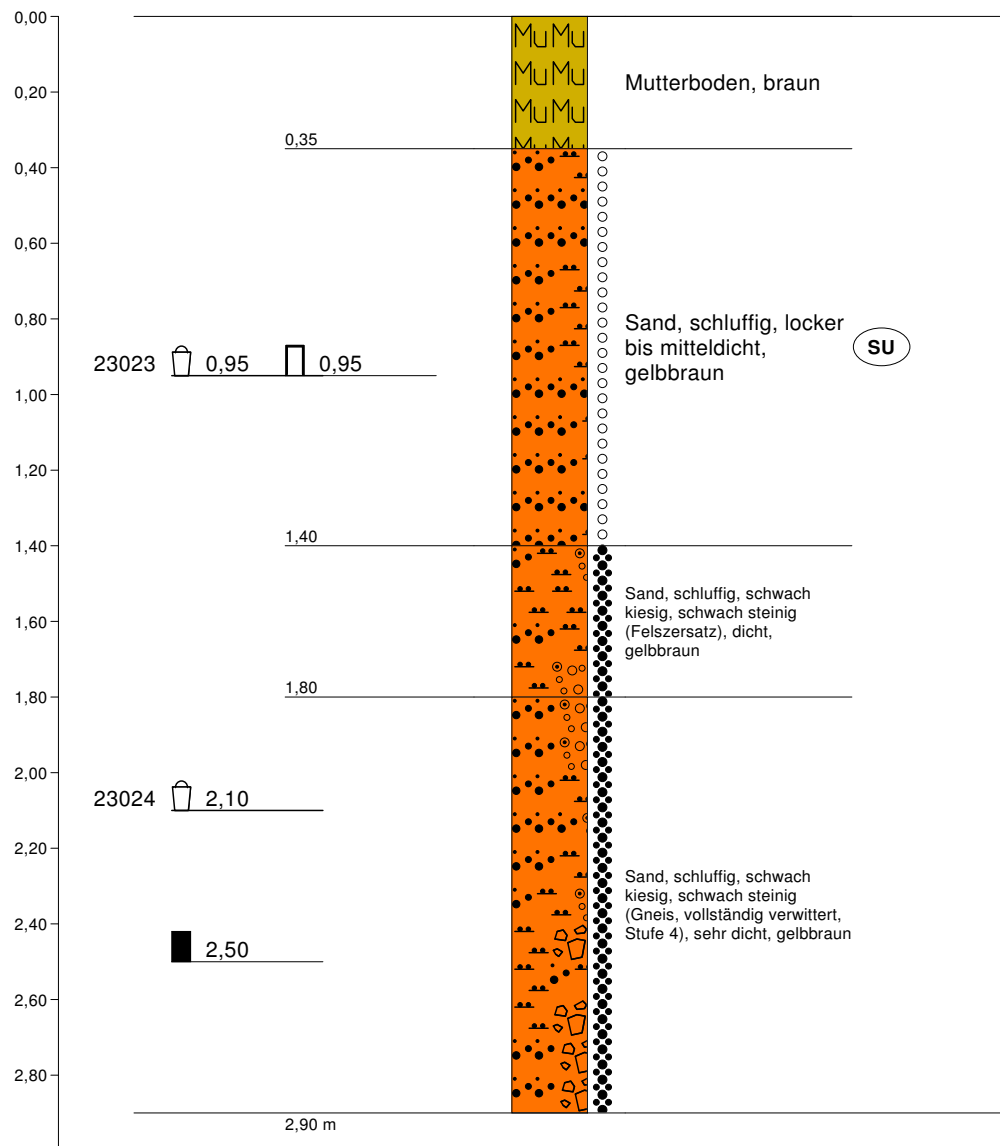
SCH 3



Höhenmaßstab 1:20



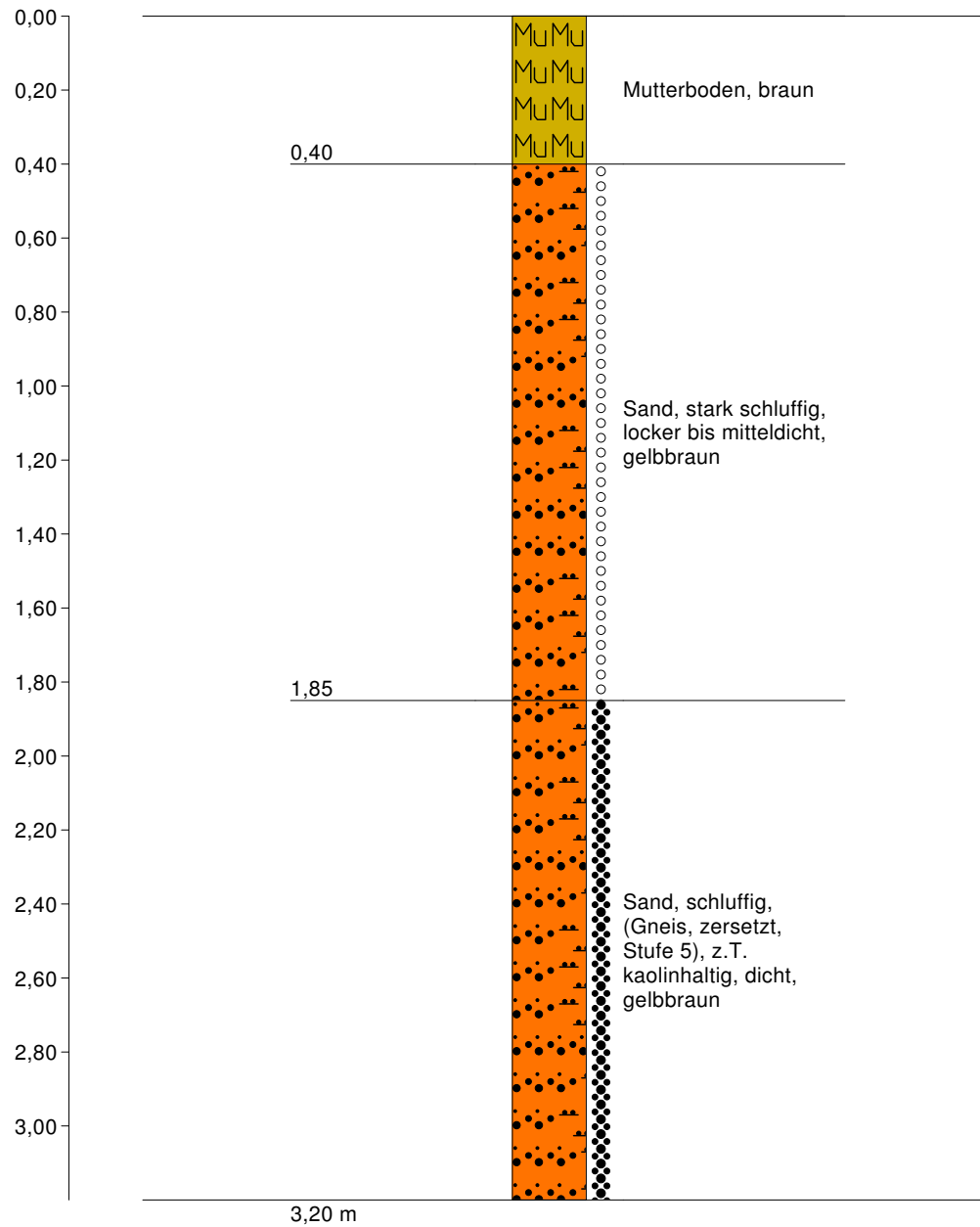
SCH 4



Höhenmaßstab 1:20



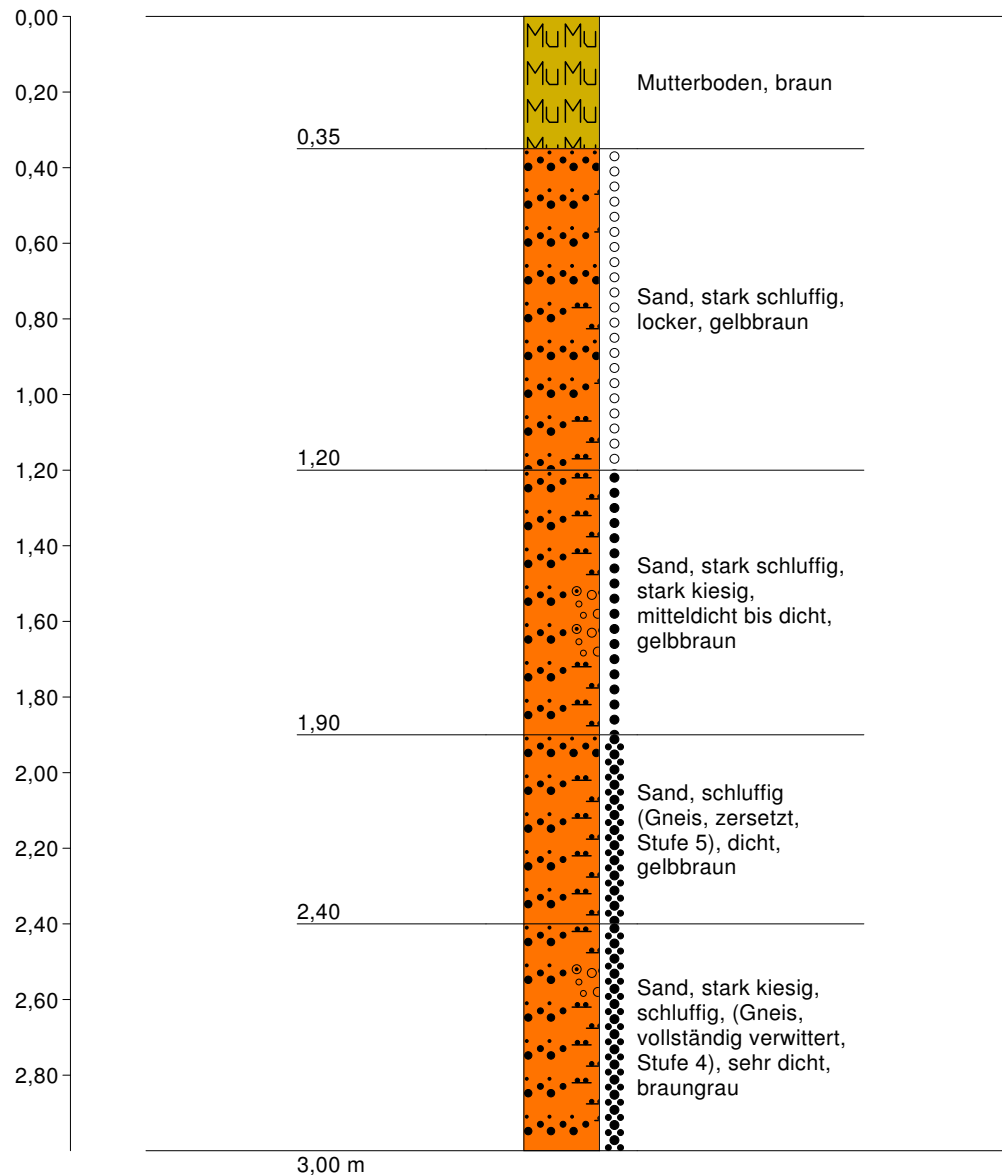
SCH 5



Höhenmaßstab 1:20



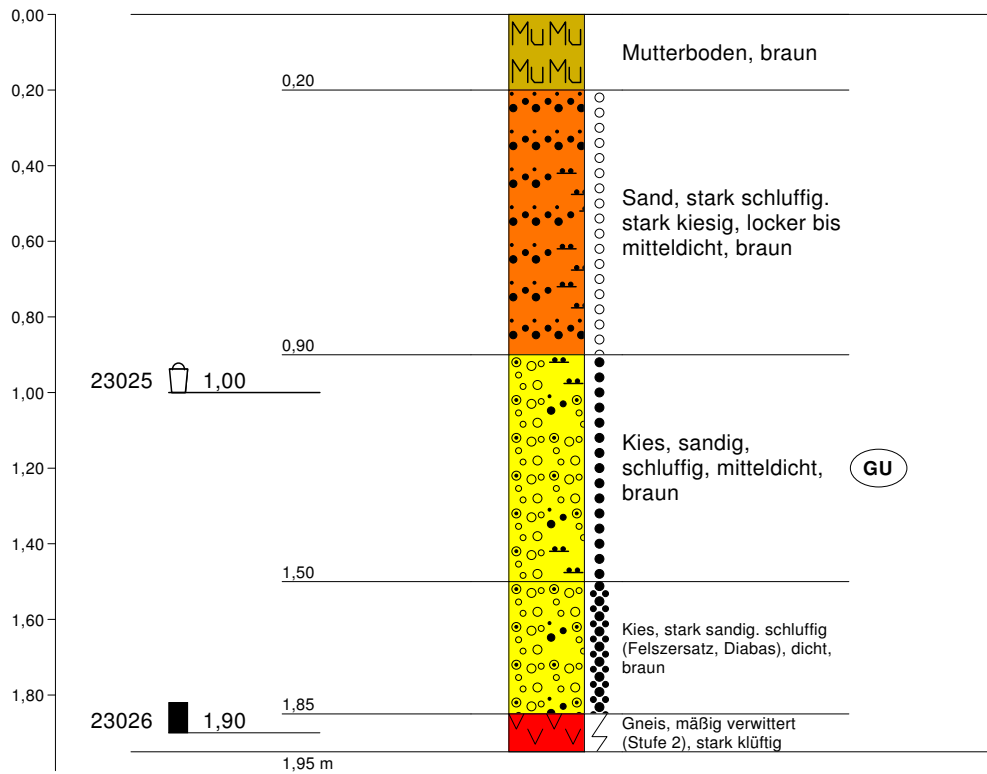
SCH 6



Höhenmaßstab 1:20



SCH 7



Höhenmaßstab 1:20



Boden- und Felsarten



Mutterboden, Mu



Steine, X, steinig, x



Kies, G, kiesig, g



Sand, S, sandig, s



Schluff, U, schluffig, u



Ton, T, tonig, t



Massige Metamorphite, Mem

Korngrößenbereich

f - fein
m - mittel
g - grob

Nebenanteile

' - schwach (<15%)
- - stark (30-40%)

Grundwasser

▽ 1,00
27.04.23

Grundwasser am 27.04.23 in 1,00 m unter
Gelände angebohrt

▽ 1,00
27.04.23
↑ 1,80

Grundwasser in 1,80 m unter Gelände
unter Gelände am 27.04.23

▽ 1,00
27.04.23

Grundwasser nach Beendigung der
Bohrarbeiten am 27.04.23

▽ 1,00
27.04.23

Ruhewasserstand in einem ausgebauten
Bohrloch

1,00
27.04.23
↓

Wasser versickert in 1,00 m unter Gelände

Proben

P1 1,00

Sonderprobe Nr 1 aus 1,00 m Tiefe

K1 1,00

Bohrkern Nr 1 aus 1,00 m Tiefe

WP1 1,00

Wasserprobe Nr 1 aus 1,00 m Tiefe

GL1 1,00

Probenglas Nr 1 aus 1,00 m Tiefe

HS1 1,00

Head-Space Nr 1 aus 1,00 m Tiefe

SZ1 1,00

Stechzylinder Nr 1 aus 1,00 m Tiefe

KE1 1,00

Kunststoffeimer Nr 1 aus 1,00 m Tiefe

Konsistenz



breiig



weich



steif



halbfest



fest

Lagerungsdichte



locker



mitteldicht



dicht

Sonstige Zeichen

naß, Vernässungszone oberhalb des Grundwassers



klüftig



Bodengruppen nach DIN 18196

GE	enggestufte Kiese	GW	weitgestufte Kiese
GI	Intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische	SE	enggestufte Sande
SW	weitgestufte Sand-Kies-Gemische	SI	Intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische
GU	Kies-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm	GU*	Kies-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm
GT	Kies-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm	GT*	Kies-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm
SU	Sand-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm	SU*	Sand-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm
ST	Sand-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm	ST*	Sand-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm
UL	leicht plastische Schluffe	UM	mittelpastische Schluffe
UA	ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff	TL	leicht plastische Tone
TM	mittelpastische Tone	TA	ausgeprägt plastische Tone
OU	Schluffe mit organischen Beimengungen	OT	Tone mit organischen Beimengungen
OH	grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art	OK	Bildungen
HN	nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)	HZ	zersetzte Torfe
F	Schlämme (Faulschlamm, Mudde, Gytja, Dy, Sapropel)	[]	Auffüllung aus natürlichen Böden
A	Auffüllung aus Fremdstoffen		



Ing.-Ges. für Geowissenschaften und
Umwelttechnik mbH - Geotechnisches Labor
95326 Kulmbach
Bergstraße 20 - Tel. 09221/83449 - Fax 09221/84174

Auftr.-Nr. : 23011

Anlage

3.1

Unters.-Nr. : 23018

Auftraggeber : Stadt Münchberg

Projekt: Erschließung "Gewerbegebiet am Steinweg", 95213 Münchberg

Ergebnis der geotechnischen Laboruntersuchung

Entnahmestelle : SCH 1

Entnahmedatum : 21.03.2023

Entnahmetiefe : 1,05 m u. GOK

Güteklasse : 1 + 3

Korndichte DIN EN ISO 17892-3 ρ_s : g/cm³

Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1 w : 22,8 %

Feuchtdichte DIN EN ISO 17892-2 ρ : 1,95 g/cm³

Fließgrenze DIN EN ISO 17892-12 w_L : %

Trockendichte DIN EN ISO 17892-2 ρ_d : 1,58 g/cm³

Ausrollgrenze DIN EN ISO 17892-12 w_p : %

Porenanteil n :

Schrumpfgrenze DIN 18122-2-S w_s : %

Porenzahl e :

Plastizitätszahl DIN EN ISO 17892-12 I_p : %

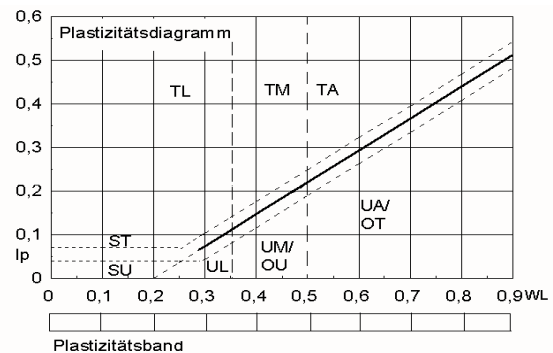
Kalkgehalt DIN 18129 - G V_{Ca} :

Konsistenzzahl DIN EN ISO 17892-12 I_C :

Calcitanteil V'_{Ca} :

Nasssiebung, Massenanteil >0,4 mm : M.-%

Dolomitanteil V''_{Ca} :



Größtkorn untersuchte Probe : mm

Glühverlust DIN 18 128 V_{gl} :

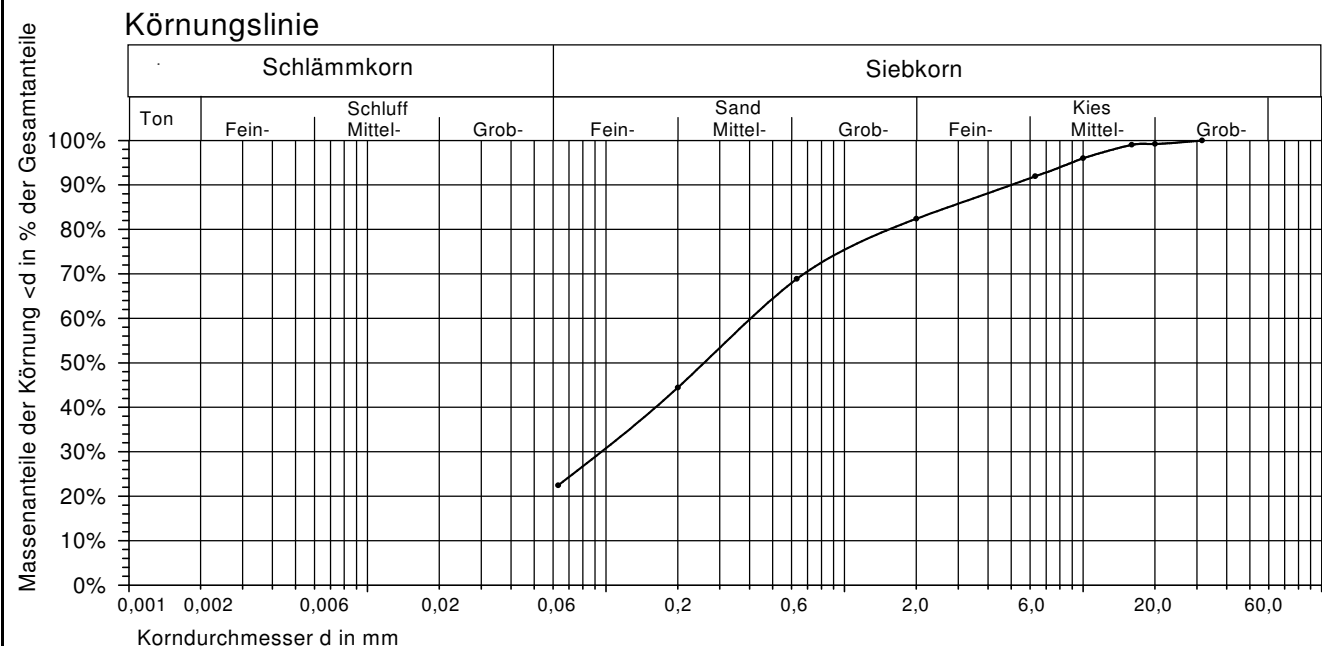
Gruppe DIN 18196 : SU*

Bodenart ISO 14688-1 : Sand, stark schluffig, kiesig

$U = d_{60}/d_{10}$: $C = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$:

Verfahren nach DIN EN ISO 17892-12: Vierpunkt -Casagrande

Korngrößenverteilung DIN EN ISO 17892-4: Siebanalyse, Dispergierung mit Natriumpyrophosphat



28.03.2023

Bemerkungen: Probenmenge entspricht der empfohlenen Mindestmasse.

Gepr.: Sch



Ing.-Ges. für Geowissenschaften und
Umwelttechnik mbH - Geotechnisches Labor
95326 Kulmbach
Bergstraße 20 - Tel. 09221/83449 - Fax 09221/84174

Auftr.-Nr. : 23011

Anlage

3.2

Unters.-Nr. : 23019

Auftraggeber : Stadt Münchberg

Projekt: Erschließung "Gewerbegebiet am Steinweg", 95213 Münchberg

Ergebnis der geotechnischen Laboruntersuchung

Entnahmestelle : SCH 1

Entnahmedatum : 21.03.2023

Entnahmetiefe : 1,7 m u. GOK

Güteklasse : 3

Korndichte DIN EN ISO 17892-3 ρ_s : g/cm³

Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1 w : 13,6 %

Feuchtdichte DIN EN ISO 17892-2 ρ : g/cm³

Fließgrenze DIN EN ISO 17892-12 w_L : %

Trockendichte DIN EN ISO 17892-2 ρ_d : g/cm³

Ausrollgrenze DIN EN ISO 17892-12 w_P : %

Porenanteil n :

Schrumpfgrenze DIN 18122-2-S w_S : %

Porenzahl e :

Plastizitätszahl DIN EN ISO 17892-12 I_P : %

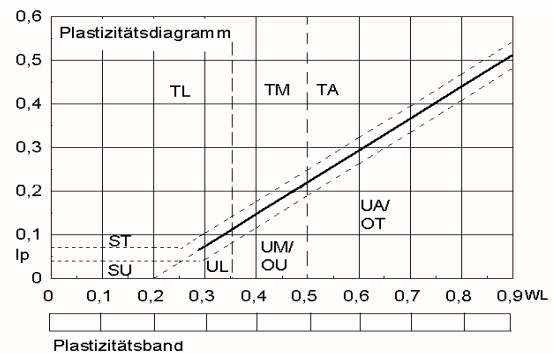
Kalkgehalt DIN 18129 - G V_{Ca} :

Konsistenzzahl DIN EN ISO 17892-12 I_C :

Calcitanteil V'_{Ca} :

Nasssiebung, Massenanteil >0,4 mm : M.-%

Dolomitanteil V''_{Ca} :



Größtkorn untersuchte Probe : mm

Glühverlust DIN 18 128 V_{gl} :

Gruppe DIN 18196 : GW

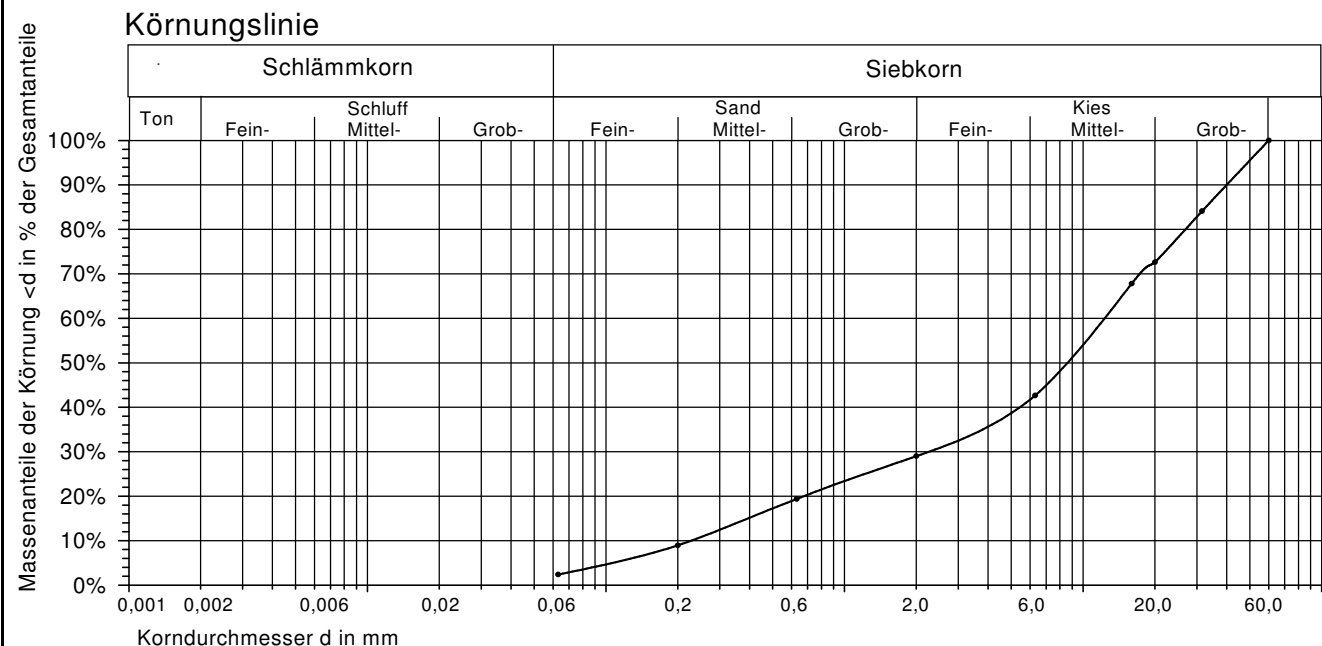
Bodenart ISO 14688-1 : Kies, sandig, schwach schluffig

$U = d_{60}/d_{10}$: 59,09 $C = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$: 1,69

0,2200 2,2000 13,000

Verfahren nach DIN EN ISO 17892-12: Vierpunkt -Casagrande

Korngrößenverteilung DIN EN ISO 17892-4: Siebanalyse, Dispergierung mit Natriumpyrophosphat



28.03.2023

Bemerkungen: Probenmenge entspricht der empfohlenen Mindestmasse.

Gepr.: Sch



Ing.-Ges. für Geowissenschaften und
Umwelttechnik mbH - Geotechnisches Labor
95326 Kulmbach
Bergstraße 20 - Tel. 09221/83449 - Fax 09221/84174

Auftr.-Nr. : 23011

Anlage

3.3

Unters.-Nr. : 23021

Auftraggeber : Stadt Münchberg

Projekt: Erschließung "Gewerbegebiet am Steinweg", 95213 Münchberg

Ergebnis der geotechnischen Laboruntersuchung

Entnahmestelle : **SCH 3**

Entnahmedatum : **21.03.2023**

Entnahmetiefe : **0,95** m u. GOK

Güteklasse : **1 + 3**

Korndichte DIN EN ISO 17892-3 ρ_s : g/cm³

Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1 w : **14,8** %

Feuchtdichte DIN EN ISO 17892-2 ρ : **2,12** g/cm³

Fließgrenze DIN EN ISO 17892-12 w_L : %

Trockendichte DIN EN ISO 17892-2 ρ_d : **1,85** g/cm³

Ausrollgrenze DIN EN ISO 17892-12 w_P : %

Porenanteil n : %

Schrumpfgrenze DIN 18122-2-S w_S : %

Porenzahl e : %

Plastizitätszahl DIN EN ISO 17892-12 I_P : %

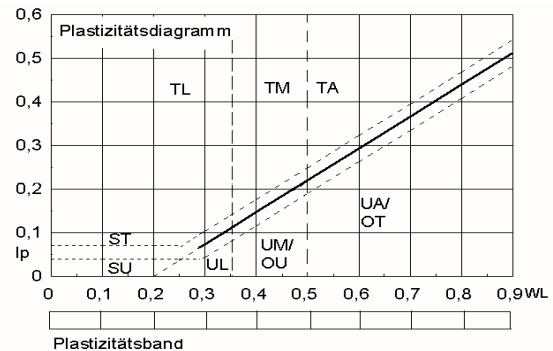
Kalkgehalt DIN 18129 - G V_{Ca} : %

Konsistenzzahl DIN EN ISO 17892-12 I_C : %

Calcitanteil V'_{Ca} : %

Nasssiebung, Massenanteil >0,4 mm : M.-%

Dolomitanteil V''_{Ca} : %



Größtkorn untersuchte Probe : mm

Glühverlust DIN 18 128 V_{gl} : %

Gruppe DIN 18196 : **ST***

Bodenart ISO 14688-1 : Sand, stark kiesig, stark tonig

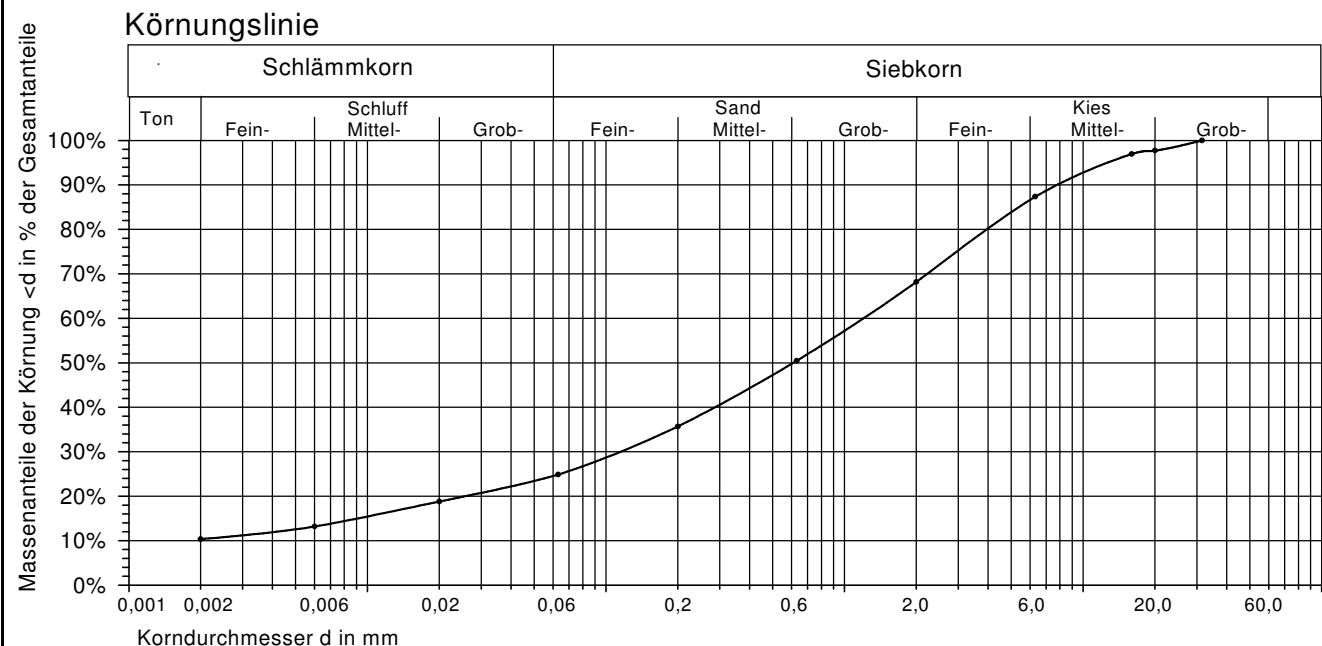
$U=d_{60}/d_{10}$: **625,00**

$C=(d_{30})^2/(d_{10} \cdot d_{60})$: **5,76**

0,0020 0,1200 1,250

Verfahren nach DIN EN ISO 17892-12: Vierpunkt -Casagrande

Korngrößenverteilung DIN EN ISO 17892-4: Siebanalyse/Sedimentation (Pipettenverfahren), Dispergierung mit Natriumpyrophosphat



04.04.2023

Bemerkungen: Probenmenge entspricht der empfohlenen Mindestmasse.

Gepr.: *Sch*



Ing.-Ges. für Geowissenschaften und
Umwelttechnik mbH - Geotechnisches Labor
95326 Kulmbach
Bergstraße 20 - Tel. 09221/83449 - Fax 09221/84174

Auftr.-Nr. : 23011

Anlage

3.4

Unters.-Nr. : 23022

Auftraggeber : Stadt Münchberg

Projekt: Erschließung "Gewerbegebiet am Steinweg", 95213 Münchberg

Ergebnis der geotechnischen Laboruntersuchung

Entnahmestelle : **SCH 3**

Entnahmedatum : **21.03.2023**

Entnahmetiefe : **2,8** m u. GOK

Güteklasse : **3**

Korndichte DIN EN ISO 17892-3 ρ_s : g/cm³

Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1 w : **7,1** %

Feuchtdichte DIN EN ISO 17892-2 ρ : g/cm³

Fließgrenze DIN EN ISO 17892-12 w_L : %

Trockendichte DIN EN ISO 17892-2 ρ_d : g/cm³

Ausrollgrenze DIN EN ISO 17892-12 w_P : %

Porenanteil n :

Schrumpfgrenze DIN 18122-2-S w_S : %

Porenzahl e :

Plastizitätszahl DIN EN ISO 17892-12 I_P : %

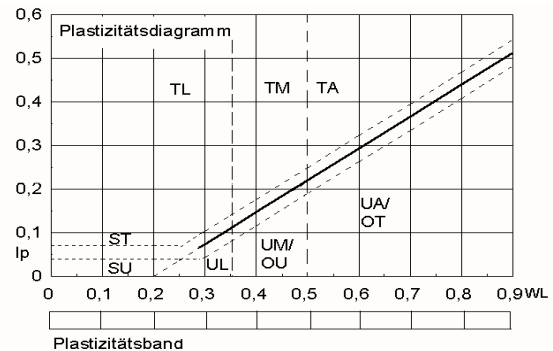
Kalkgehalt DIN 18129 - G V_{Ca} :

Konsistenzzahl DIN EN ISO 17892-12 I_C :

Calcitanteil V'_{Ca} :

Nasssiebung, Massenanteil >0,4 mm : M.-%

Dolomitanteil V''_{Ca} :



Größtkorn untersuchte Probe : mm

Glühverlust DIN 18 128 V_{gl} :

Gruppe DIN 18196 : **GT**

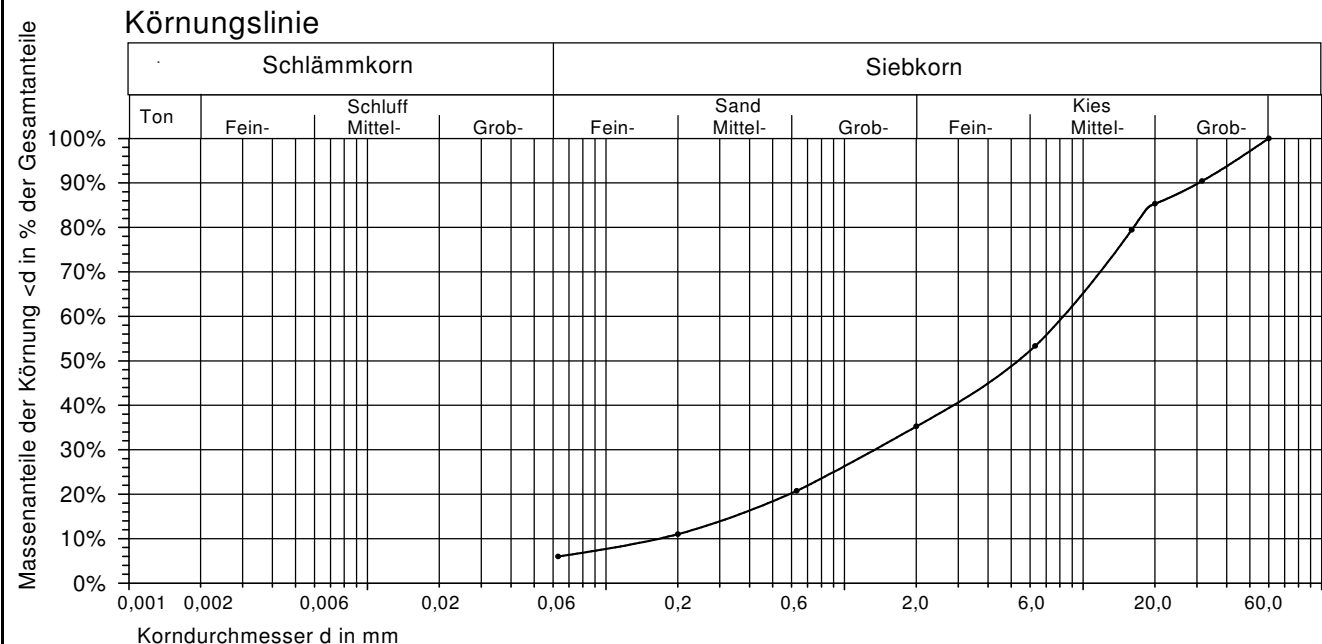
Bodenart ISO 14688-1 : Kies, sandig, schwach tonig

$U=d_{60}/d_{10}$: **46,86** $C=(d_{30})^2/(d_{10} \cdot d_{60})$: **1,37**

0,1750 1,4000 8,200

Verfahren nach DIN EN ISO 17892-12: Vierpunkt -Casagrande

Korngrößenverteilung DIN EN ISO 17892-4: Siebanalyse, Dispergierung mit Natriumpyrophosphat



30.03.2023

Bemerkungen: Probenmenge entspricht der empfohlenen Mindestmasse.

Gepr.: *Sch*



Ing.-Ges. für Geowissenschaften und
Umwelttechnik mbH - Geotechnisches Labor
95326 Kulmbach
Bergstraße 20 - Tel. 09221/83449 - Fax 09221/84174

Auftr.-Nr. : 23011

Anlage

3.5

Unters.-Nr. : 23023

Auftraggeber : Stadt Münchberg

Projekt: Erschließung "Gewerbegebiet am Steinweg", 95213 Münchberg

Ergebnis der geotechnischen Laboruntersuchung

Entnahmestelle : **SCH 4**

Entnahmedatum : **21.03.2023**

Entnahmetiefe : **0,95** m u. GOK

Güteklasse : **1 + 3**

Korndichte DIN EN ISO 17892-3 ρ_s : g/cm³

Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1 w : **15,3** %

Feuchtdichte DIN EN ISO 17892-2 ρ : **1,77** g/cm³

Fließgrenze DIN EN ISO 17892-12 w_L : %

Trockendichte DIN EN ISO 17892-2 ρ_d : **1,54** g/cm³

Ausrollgrenze DIN EN ISO 17892-12 w_p : %

Porenanteil n :

Schrumpfgrenze DIN 18122-2-S w_s : %

Porenzahl e :

Plastizitätszahl DIN EN ISO 17892-12 I_p : %

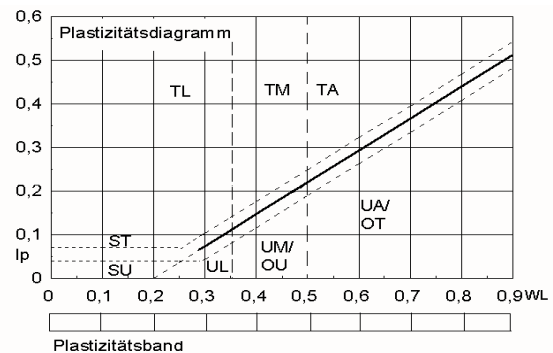
Kalkgehalt DIN 18129 - G V_{Ca} :

Konsistenzzahl DIN EN ISO 17892-12 I_C :

Calcitanteil V'_{Ca} :

Nasssiegung, Massenanteil >0,4 mm : M.-%

Dolomitanteil V''_{Ca} :



Größtkorn untersuchte Probe : mm

Glühverlust DIN 18 128 V_{gl} :

Gruppe DIN 18196 : **SU**

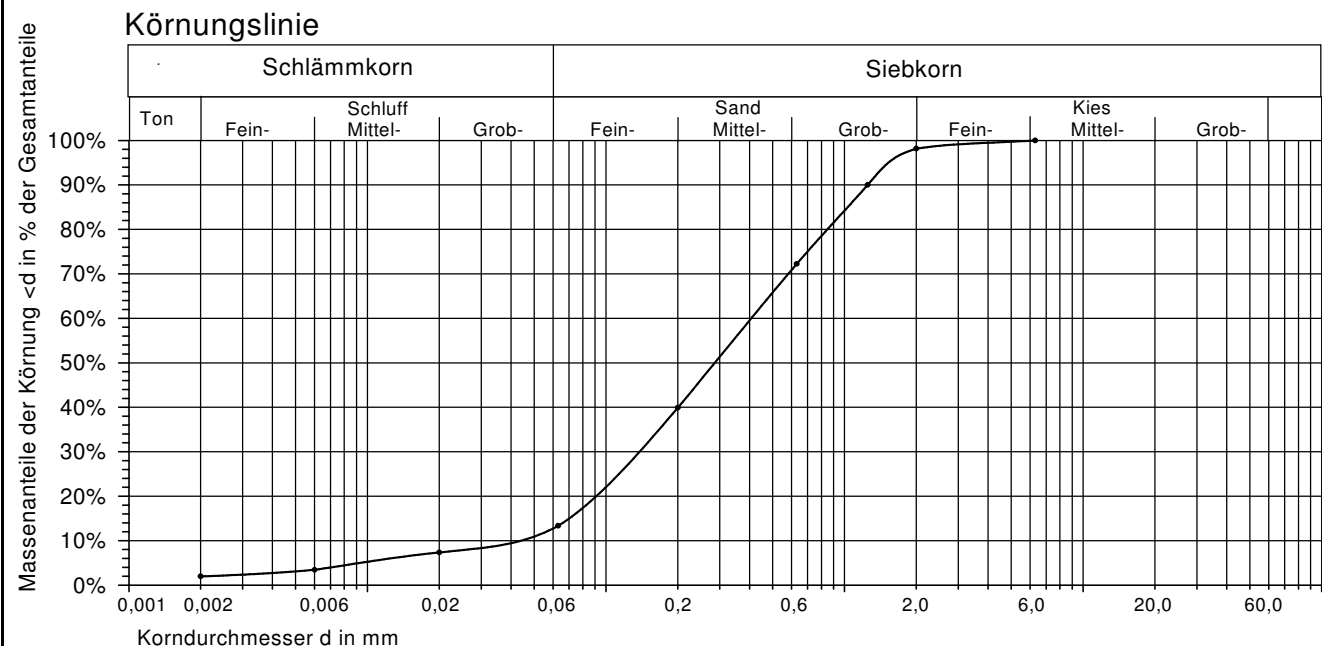
Bodenart ISO 14688-1 : Sand, schluffig

$U=d_{60}/d_{10}$: **9,30** $C=(d_{30})^2/(d_{10} \cdot d_{60})$: **1,14**

0,0430 0,1400 0,400

Verfahren nach DIN EN ISO 17892-12: Vierpunkt -Casagrande

Korngrößenverteilung DIN EN ISO 17892-4: Siebanalyse/Sedimentation (Pipettenverfahren), Dispergierung mit Natriumpyrophosphat



04.04.2023

Bemerkungen: Probenmenge entspricht der empfohlenen Mindestmasse.

Gepr.: Sch



Ing.-Ges. für Geowissenschaften und
Umwelttechnik mbH - Geotechnisches Labor
95326 Kulmbach
Bergstraße 20 - Tel. 09221/83449 - Fax 09221/84174

Auftr.-Nr. : 23011

Anlage

3.6

Unters.-Nr. : 23025

Auftraggeber : Stadt Münchberg

Projekt: Erschließung "Gewerbegebiet am Steinweg", 95213 Münchberg

Ergebnis der geotechnischen Laboruntersuchung

Entnahmestelle : **SCH 7**

Entnahmedatum : **21.03.2023**

Entnahmetiefe : **1,0** m u. GOK

Güteklasse : **3**

Korndichte DIN EN ISO 17892-3 ρ_s : g/cm³

Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1 w : **12,5** %

Feuchtdichte DIN EN ISO 17892-2 ρ : g/cm³

Fließgrenze DIN EN ISO 17892-12 w_L : %

Trockendichte DIN EN ISO 17892-2 ρ_d : g/cm³

Ausrollgrenze DIN EN ISO 17892-12 w_p : %

Porenanteil n :

Schrumpfgrenze DIN 18122-2-S w_s : %

Porenzahl e :

Plastizitätszahl DIN EN ISO 17892-12 I_p : %

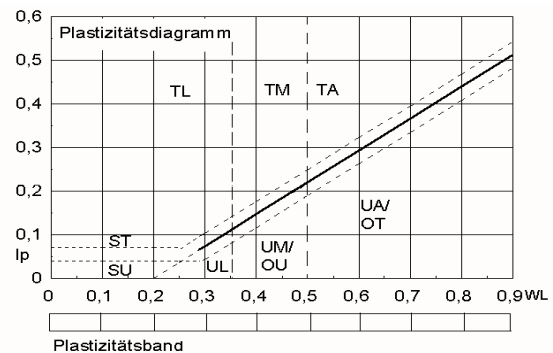
Kalkgehalt DIN 18129 - G V_{Ca} :

Konsistenzzahl DIN EN ISO 17892-12 I_C :

Calcitanteil V'_{Ca} :

Nasssiebung, Massenanteil >0,4 mm : M.-%

Dolomitanteil V''_{Ca} :



Größtkorn untersuchte Probe : mm

Glühverlust DIN 18 128 V_{gl} :

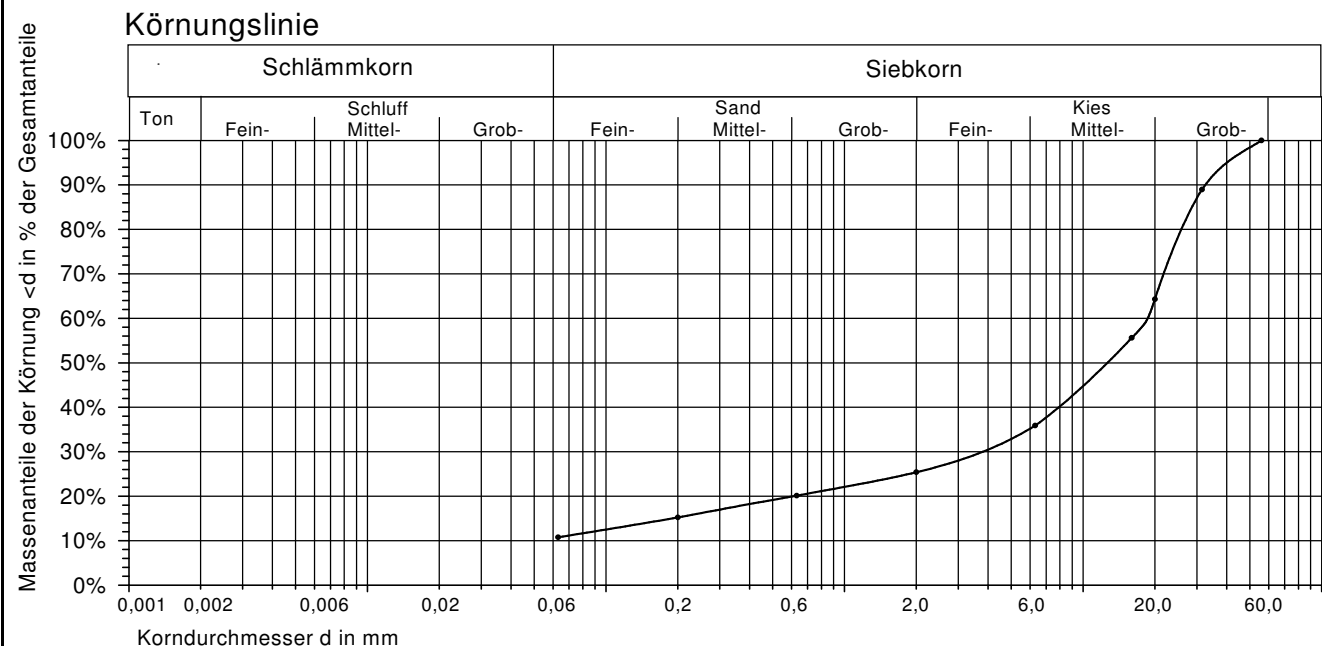
Gruppe DIN 18196 : **GU**

Bodenart ISO 14688-1 : Kies, sandig, schluffig

$U = d_{60}/d_{10}$: $C = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$:

Verfahren nach DIN EN ISO 17892-12: Vierpunkt -Casagrande

Korngrößenverteilung DIN EN ISO 17892-4: Siebanalyse, Dispergierung mit Natriumpyrophosphat



04.04.2023

Bemerkungen: Probenmenge entspricht der empfohlenen Mindestmasse.

Gepr.: *Sch*

 Ing.-Ges. für Geowissenschaften und Umwelttechnik mbH - Geotechnisches Labor 95326 Kulmbach Bergstraße 20 - Tel. 09221/83449 - Fax 09221/84174	Auftr.-Nr. : 23011		Anlage 3.7	
	Unters.-Nr. : 23024			
	Auftraggeber : Stadt Münchenberg			
Projekt: Erschließung "Gewerbegebiet am Steinweg", 95213 Münchenberg				
Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes nach DIN EN ISO 17892-11				
Entnahmestelle : SCH 4			Entnahmedatum : 21.03.2023	
Entnahmetiefe : 2,10 m u. GOK			Unters.-Datum : 24.03.2023	
Bodenart : Sand, schluffig, schwach kiesig			Versuchsart : ISO 17892-11 - ZY - ES - ST	
Probenart : gestört, mit Proctorenergie verdichtet eingebaut bei natürl. Wassergehalt			Durchströmung : von oben nach unten	
Versuchsergebnisse				
Masse der Probe	m_f	[kg]	1,901	
Länge des Probekörpers	l_0	[m]	0,120	
Querschnittsfläche	A	[m ²]	$7,85 \times 10^{-03}$	
Feuchtdichte	ρ	[g/cm ³]	2,02	
Trockendichte	ρ_d	[g/cm ³]	1,80	
Korndichte	ρ_s	[g/cm ³]	2,689	
Porenanteil	n		0,33	
Porenzahl	e		0,50	
Wassergehalt vor Versuch	w	[%]	12,3	
Hydraulisches Gefälle	max. i		5,00	
Hydraulisches Gefälle	min. i		4,17	
Temperatur	T	[°C]	21,5	
Anzahl der durchgeführten Wiederholungsversuche	5		Niedrigster Wert:	Höchster Wert:
Durchlässigkeitsbeiwert	k_T	[m/s]	$1,7 \times 10^{-07}$	$1,8 \times 10^{-07}$
Durchlässigkeitsbeiwert	k_{10}	[m/s]	$1,2 \times 10^{-07}$	$1,3 \times 10^{-07}$
Mittelwert aus allen Versuchen	k_{10}	[m/s]	$1,3 \times 10^{-07}$	
Bemerkungen :			28.03.2023	Gepr.: <i>Sch</i>



Ing.-Ges. für Geowissenschaften und
Umwelttechnik mbH - Geotechnisches Labor
95326 Kulmbach

Bergstraße 20 - Tel. 09221/83449 - Fax 09221/84174

Auftr.-Nr. : 23011

Unters.-Nr. : 23026

Anlage

3.8

Auftraggeber : Stadt Münchberg

Projekt: Erschließung "Gewerbegebiet am Steinweg", 95213 Münchberg

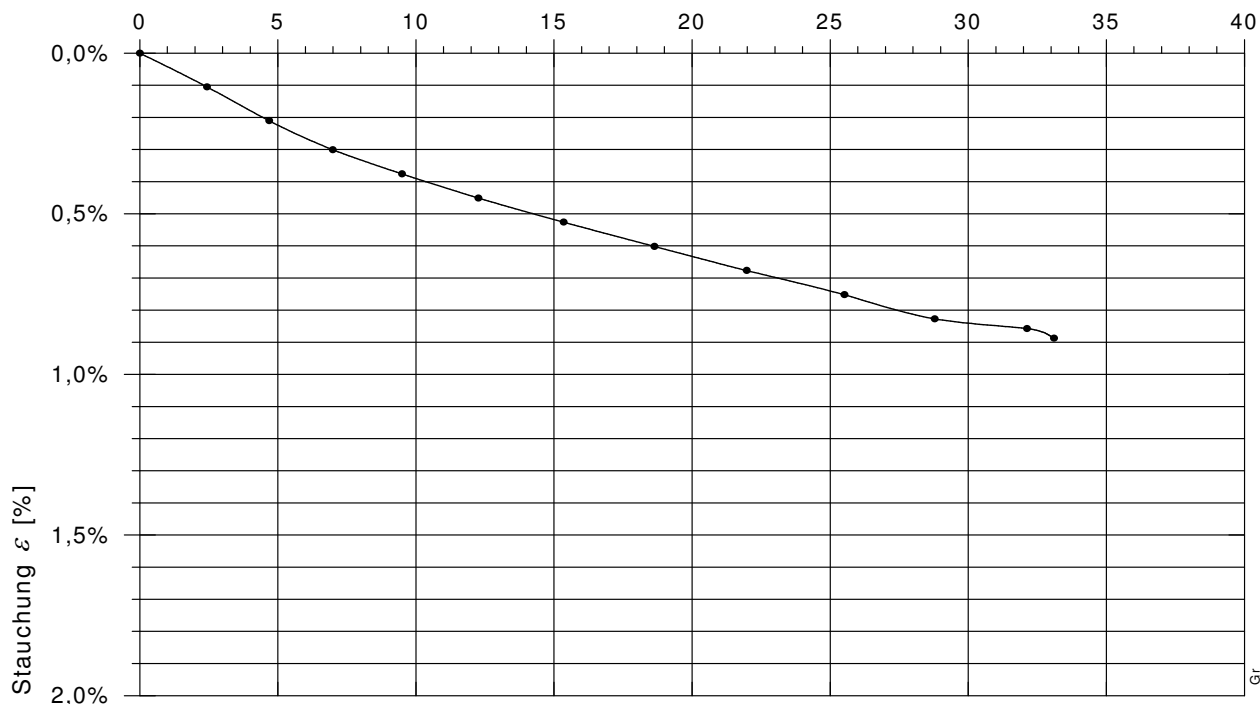
Einaxialer Druckversuch an Gesteinsproben n. DIN 18141-1

Entnahmestelle : SCH 7	Entnahmedatum : 21.03.2023
Entnahmetiefe : 1,9 m u. GOK	Anlieferdatum : 21.03.2023
Entnahmeart : Baggerschurf	Gestein : Muskovit-Biotit-Gneis
Probenlagerung: vor Austrocknung geschützt	Anisotropie : keine
Verf.-Messung : Messuhr 0,001 mm	Bruchform : längs und diagonal verlaufende Risse
Prüfkörperlänge l_a : 66,5 mm	Prüfkörperdurchmesser d_a : 29,6 mm
Vorschubgeschwindigkeit v : 0,5 mm/min	Masse vor Versuch m : 119,4 g
Einaxiale Druckfestigkeit $\sigma_u = \sigma_{\max}$: 33,1 MN/m ²	Wassergehalt w : 0,8 %
Verformungsmodul V : 4.148 MN/m ²	Dichte der Probe ρ : 2,60 g/cm ³

Abgeminderte einaxiale Druckfestigkeit, wenn $l_a/d_a < 2$ $\sigma_{U(2)}$: MN/m²

$\varepsilon\% = 0,376$ $\varepsilon'\% = 0,6769$ $\sigma = 9,4984$ $\sigma' = 21,97997$

Einaxiale Druckspannung σ [N/mm²]



Untersuchungs-Datum : 21.04.2023

Gepr.: *Sch*

 Ing.-Ges. für Geowissenschaften und Umwelttechnik mbH - Geotechnisches Labor 95326 Kulmbach I · G · U Bergstraße 20 - Tel. 09221/83449 - Fax 09221/84174	Auftr.-Nr. : 23011		Anlage 4		
	Unters.-Nr. : 23020				
	Auftraggeber: Stadt Münchberg				
Projekt: Erschließung "Gewerbegebiet am Steinweg", 95213 Münchberg					
Wasseruntersuchung auf betonangreifende Stoffe nach DIN 4030-2					
Entnahmestelle : SCH 2			Entnahmedatum : 21.03.2023		
Entnahmetiefe : 2,3 m u. GOK			Analysedatum : 22.03.2023		
Art des Wassers : Grundwasser			Temperatur : 6,8 °C		
Zusätzl. Angaben :					
			Grenzwerte (in Klammern Expositionsklasse n. DIN 4030-1)		
	Ergebnis		schwach angreifend (XA1)	stark angreifend (XA2)	sehr stark angreifend (XA3)
Aussehen	klar		-	-	-
Geruch (unveränderte Probe)	neutral		-	-	-
Geruch (angesäuerte Probe)	neutral		-	-	-
pH-Wert	5,9		6,5 bis 5,5	<5,5 bis 4,5	<4,5
Härte	64 mg CaO/l		-	-	-
Härtehydrogencarbonat	10 mg CaO/l		-	-	-
Nichtcarbonathärte	54 mg CaO/l		-	-	-
Magnesium (Mg ²⁺)	25 mg/l		300 bis 1000	>1000 bis 3000	>3000 mg/l
Ammonium (NH ₄ ⁺)	n. n. mg/l		15 bis 30	>30 bis 60	>60 mg/l
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	28 mg/l		200 bis 600	>600 bis 3000	>3000 mg/l
Chlorid (Cl ⁻)	32 mg/l		-	-	-
CO ₂ (kalklösend)	90 mg/l		15 bis 40	>40 bis 100	>100 mg/l
Sulfid (S ²⁻)	n. n. mg/l		-	-	-
KMnO ₄ -Verbrauch	n. u. mg/l		-	-	-
n.n.=Wert unter Nachweisgrenze, n.u.=nicht untersucht					
Das untersuchte Wasser wird aufgrund der Schnellanalyse als stark betonangreifend eingestuft. ☒ Referenzanalyse					
Probenahme: I. G. U. mbH		Datum: 23.03.2023		Bearb.: Sch	Gepr.: 

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Oberkonnersreutherstr. 3 D-95448 Bayreuth

IGU Ingenieurgesellschaft für
Geowissenschaften und Umwelttechnik GmbH
Bergstr. 20
95326 Kulmbach

Prüfbericht 6309405
Auftrags Nr. 6582055
Kunden Nr. 5182900



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14115-02-02
D-PL-14115-02-03
D-PL-14115-02-06
D-PL-14115-02-07
D-PL-14115-02-08
D-PL-14115-02-10
D-PL-14115-02-13
D-PL-14115-02-14

Frau Tanja Mayr-Kießling
Telefon +49 921/53049-34
Fax +49 89 1250 4064468
TANJA.MAYR-KIESSLING@SGS.COM

Industries & Environment

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Oberkonnersreutherstr. 3
D-95448 Bayreuth

Bayreuth, den 26.04.2023

Ihr Auftrag/Projekt: 23011 - Erschließung GWG "Am Steinweg"
Ihr Bestellzeichen: .
Ihr Bestelldatum: 21.04.2023

Prüfzeitraum von 22.04.2023 bis 26.04.2023
erste laufende Probenummer 230386914
Probeneingang am 21.04.2023

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

i.V. Tanja Mayr-Kießling
Customer Service

i.A. Irena Bock
Customer Service

Seite 1 von 4

23011 - Erschließung GWG "Am Steinweg"

Prüfbericht Nr. 6309405
Auftrag Nr. 6582055

Seite 2 von 4
26.04.2023

Proben durch IF-Kurier abgeholt Matrix: Boden

Probennummer 230386914
Bezeichnung Mischprobe

Eingangsdatum: 21.04.2023

Parameter	Einheit		Bestimmungs Methode -grenze	Lab
-----------	---------	--	--------------------------------	-----

Feststoffuntersuchungen :

Trockensubstanz	Masse-%	88,0	0,1	DIN EN 14346	HE
Cyanide, ges.	mg/kg TR	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 17380	HE

Metalle im Feststoff :

Königswasseraufschluß				DIN EN 13657	HE
Arsen	mg/kg TR	9	2	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/kg TR	2	2	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/kg TR	66	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	62	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/kg TR	24	1	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/kg TR	< 0,1	0,1	DIN EN 1483	HE
Zink	mg/kg TR	65	1	DIN EN ISO 11885	HE

KW-Index C10-C40	mg/kg TR	< 10	10	DIN EN 14039	HE
EOX	mg/kg TR	< 0,5	0,5	DIN 38414-17	HE

23011 - Erschließung GWG "Am Steinweg"

Prüfbericht Nr. 6309405
Auftrag Nr. 6582055

Seite 3 von 4
26.04.2023

Probennummer 230386914
Bezeichnung Mischprobe

PAK (EPA) :

Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	-		DIN ISO 18287	HE

PCB :

PCB 28	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 52	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 101	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 118	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 138	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 153	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 180	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
Summe PCB	mg/kg TR	-			HE
nachgewiesen					

Eluatuntersuchungen :

Eluatansatz				DIN EN 12457-4	HE
pH-Wert		8,4		DIN EN ISO 10523	HE
Elektr.Leitfähigkeit (25°C) µS/cm		124	1	DIN EN 27888	HE
Chlorid	mg/l	0,9	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	3	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Cyanide, ges.	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 14403-2	HE
Phenol-Index, wdf.	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 14402	HE

23011 - Erschließung GWG "Am Steinweg"

Prüfbericht Nr. 6309405
Auftrag Nr. 6582055

Seite 4 von 4
26.04.2023

Probennummer 230386914
Bezeichnung Mischprobe

Metalle im Eluat :

Arsen	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/l	< 0,001	0,001	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/l	< 0,0002	0,0002	DIN EN ISO 12846	HE
Zink	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE

Zusammenfassung der verwendeten Prüfmethode(n):

DIN 38414-17	2017-01
DIN 38414-20	1996-01
DIN EN 12457-4	2003-01
DIN EN 13657	2003-01
DIN EN 14039	2005-01
DIN EN 14346	2007-03
DIN EN 1483	2007-07
DIN EN 27888	1993-11
DIN EN ISO 10304-1	2009-07
DIN EN ISO 10523	2012-04
DIN EN ISO 11885	2009-09
DIN EN ISO 12846	2012-08
DIN EN ISO 14402	1999-12
DIN EN ISO 14403-2	2012-10
DIN EN ISO 17380	2013-10
DIN ISO 18287	2006-05

Die Laborstandorte mit den entsprechenden Akkreditierungsverfahrensnummern der SGS-Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter <http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs.pdf>.

*** Ende des Berichts ***

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter www.sgsgroup.de/agb zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbegrenzung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen. Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

Hinweis: Die Probe(n), auf die sich die hier dargelegten Erkenntnisse (die "Erkenntnisse") beziehen, wurde(n) ggf. durch den Kunden oder durch im Auftrag handelnde Dritte entnommen. In diesem Falle geben die Erkenntnisse keine Garantie für den repräsentativen Charakter der Probe bezüglich irgendwelcher Waren und beziehen sich ausschließlich auf die Probe(n). Die Gesellschaft übernimmt keine Haftung für den Ursprung oder die Quelle, aus der die Probe(n) angeblich/tatsächlich entnommen wurde(n).