

Bericht über die
geotechnischen Untersuchungen
für die Bebauung des
Grundstücks Flst.-Nr. 1178
Neubaugebiet „Käpelmatten“
– Sulzburg –

Auftraggeber: **Stadtverwaltung Sulzburg**
Hauptstraße 60, 79295 Sulzburg

GIW-Nr.: 6330
Bericht: Ha/RK/6330BE03
vom: 24.11.2022
Sachbearbeiter: Christoph Haberhauer
Diplom-Mineraloge

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	2
1.1	Vorgang	2
1.2	Verwendete Unterlagen.....	2
1.3	Projektareal / Bauvorhaben	3
2	Durchgeführte Untersuchungen	3
3	Untersuchungsergebnisse	5
3.1	Geologischer Überblick	5
3.2	Geotechnische Verhältnisse.....	6
3.2.1	Auffüllung.....	6
3.2.2	Deckschicht.....	6
3.2.3	verlehnte Sulzbachschotter	6
3.2.4	Gneis	7
3.3	Wasserverhältnisse	9
3.4	Versickerungsfähigkeit des Untergrundes	9
3.5	Erdbebengefährdung.....	10
3.6	Chemische Bodenuntersuchungen.....	10
3.6.1	Auffüllung.....	11
3.6.2	Deckschicht.....	12
3.6.3	Sulzbachschotter	12
4	Bauwerksgründung	13
5	Erd- u. Wasserdruck auf die ins Erdreich einbindenden Bauwerksteile	18
6	Baugruben- und Grabenausbildung	19
7	Dränage- und Abdichtungen	20
8	Belange Dritter	21
9	Abschließende Bemerkungen	21

ANLAGENVERZEICHNIS

- 1 Lageplan; M 1:250
- 2 Schnitt A-A; M 1:100
- 3.1 – 3.4 Beschreibung der Baggerschürfe S 15 bis S 18
- 4.1 – 4.3 Protokolle der Rammsondierungen DPH 16 bis DPH 18
- 5.1 – 5.3 Übersichtstabellen der Analysenergebnisse gemäß VwV Boden (Auffüllung, Deckschicht und Sulzbachschotter)
- 5.4 Übersichtstabelle der Analysenergebnisse gemäß DepV (Auffüllung, Deckschicht und Sulzbachschotter)
- 5.5.1 – 5.5.10 Analysenbericht der SEWA Laborbetriebsgesellschaft mbH, Essen
- 6.1 – 6.4 Diagramme zur Bemessung von flachgegründeten Einzel- und Streifenfundamenten in der Deckschicht
- 6.5 – 6.8 Diagramme zur Bemessung von flachgegründeten Einzel- und Streifenfundamenten in den verlehmtten Sulzbachschottern

1 Einleitung

1.1 Vorgang

Die Stadt Sulzburg hat das Neubaugebiet „Käpellemmatten“ in Sulzburg erschlossen und plant für die Bebauung des Grundstücks Flst.-Nr. 1178 einen Architektenwettbewerb durchzuführen.

Zur Ermittlung der Randbedingungen für die Bebauung des Grundstücks wurde das Geotechnische Institut durch die Stadt Sulzburg mit der E-Mail vom 30.06.2022 beauftragt, die Baugrundverhältnisse im Projektareal sowie die Schadstoffgehalte des Untergrundes im Hinblick auf eine spätere Entsorgung von Aushubmaterial zu untersuchen. Die Beauftragung erfolgte auf der Grundlage des Angebotes des Geotechnischen Institutes Nr. 22199 vom 30.06.2022.

Im vorliegenden Bericht sind die durchgeführten Untersuchungen sowie die darauf basierenden geotechnischen Randbedingungen für eine Bebauung dargestellt und erläutert. Die Lage des Untersuchungsgebietes geht aus dem Lageplan in Anlage 1 hervor.

1.2 Verwendete Unterlagen

Zur Projektbearbeitung wurden dem Geotechnischen Institut seitens des Auftraggebers folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- [1] Lageplan „Erschließung Baugebiet Käpellemmatten – Bauabschnitt 1“; M 1:250; Stand: 18.12.2020; digital (lp-käpelle-ok-wv-ep_1.pdf/dwg), per E-Mail vom 11.01.2021, Stadt Sulzburg
- [2] Übersichtsplan Käpellemmatten, M 1:500; Stand: 12.04.2022; digital (Übersichtsplan Käpellemmatten_01_20220412.pdf), per E-Mail vom 11.01.2021, Stadt Sulzburg

Außerdem wurden zur Projektbearbeitung die folgenden Berichte und Richtlinien verwendet:

- [3] 5344BE01: Bericht über die geotechnischen Untersuchungen für die Erschließung und Bebauung des Neubaugebietes „Käpellemmatten“, Sulzburg; vom 30.08.2017; Geotechnisches Institut GmbH, Weil am Rhein
- [4] 5344ST01: „Stellungnahme Ergänzende Bodenuntersuchungen – Neubaugebiet Käpellemmatten, Sulzburg“, vom 03.11.2017; Geotechnisches Institut GmbH, Weil am Rhein

- [5] 5344ST02: Hydrogeologische Stellungnahme – Neubaugebiet Käpellemmatten, Sulzburg“, vom 19.07.2018; Geotechnisches Institut GmbH, Weil am Rhein
- [6] VwV „Boden“: Verwaltungsvorschrift für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial; März 2007; Umweltministerium Baden-Württemberg
- [7] DepV (Deponieverordnung): Verordnung über Deponien und Langzeitlager vom 03.10.2017 – AbfR 2.2.10
- [8] BBodSchV: Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), Stand: 19.06.2020; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV)

Des Weiteren wurden verschiedene Unterlagen aus unserem Archiv über die geologischen Verhältnisse in der Umgebung des Projektareals mit herangezogen.

1.3 Projektareal / Bauvorhaben

Das Neubaugebiet Käpellemmatten liegt am westlichen Ortsrand von Sulzburg, am Fuß des Altenbergs.

Das Projektareal, Grundstück Flst.-Nr. 1162, wird im Norden und Osten durch die neue Erschließungsstraße begrenzt. Im weiteren Verlauf fließt im Norden der Mühlkanal. Im Westen schließt an das Projektareal ein bestehender Entwässerungsgraben und im Süden neue Bauplätze an.

Das Gelände steigt von Nord nach Süd leicht an und war zum Zeitpunkt der Geländearbeiten als Wiesenfläche ausgebildet. Vermutlich kam es im Zuge der Erschließungsmaßnahmen auch zur randlichen Inanspruchnahme des Projektareals.

Über die geplante Bebauung des Projektareals liegen uns derzeit keine Angaben vor.

2 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden am 12.07.2017 vier Baggerschürfe (S 15 bis S 18) bis in eine Tiefe von maximal 2,9 m (S 18) unter Geländeoberkante (GOK) ausgehoben. Die Schurfwände und das Aushubmaterial wurden seitens des Geotechnischen Institutes unter geotechnischen Gesichtspunkten aufgenommen. Die Schurfbeschreibungen sind dem Bericht mit den Anlagen 3.1 bis 3.4 beigefügt.

Des Weiteren wurden zur Ermittlung der Lagerungsdichte sowie der Schichtgrenzen seitens des Geotechnischen Institutes am 09.08.2022 insgesamt drei Rammsondierungen (DPH 16 bis DPH 18) mit einer schweren Rammsonde nach DIN 4094 bis in eine Endtiefe von maximal 4,0 m (DPH 16) unter GOK abgeteuft. Die Ergebnisse der Sondierungen sind in den Anlagen 4.1 bis 4.3 dokumentiert.

Aus den in den Schürfen S 15 bis S 18 angetroffenen Bodenschichten wurden insgesamt 12 Bodenproben entnommen (siehe Anlage 3) und zu schichtbezogenen Bodenmischproben (MP 1 bis MP 3) zusammengestellt. Die entnommenen Bodenproben und die daraus erstellten Mischproben sowie die an den Misch- und Einzelproben durchgeführten chemischen Untersuchungen sind in der folgenden Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Zusammenstellung der entnommenen Bodenproben und der jeweiligen Analysenparameter

Probe	geologische Schicht	Mischprobe	Analyse gemäß:
MP 1	Auffüllung		VwV Boden + DepV
MP 2	Deckschicht		VwV Boden + DepV
MP 3	Sulzbachschotter		VwV Boden + DepV
S 15-01	Auffüllung	MP 1	SM + As ¹
S 15-02	Deckschicht	MP 2	SM + As ¹
S 15-03	Sulzbachschotter	MP 3	SM + As ¹
S 16-01	Auffüllung	MP 1	SM + As ¹
S 16-02	Deckschicht	MP 2	SM + As ¹
S 16-03	Sulzbachschotter	MP 3	SM + As ¹
S 17-01	Deckschicht	MP 2	SM + As ¹
S 17-02	Sulzbachschotter	MP 3	SM + As ¹
S 18-01	Auffüllung	MP 1	SM + As ¹
S 18-02	Deckschicht	MP 2	SM + As ¹
S 18-03	Sulzbachschotter	MP 3	SM + As ¹
¹ Schwermetalle und Arsen (Feststoff und Eluat)			

Zur Abschätzung einer möglichen Schadstoffbelastung der anstehenden Bodenschichten hinsichtlich der Verwertung und Entsorgung von späterem Aushubmaterial wurden die Bodenmischproben MP 1 (Auffüllung), MP 2 (Deckschicht) und MP 3 (Sulzbachschotter) durch die SEWA Laborbetriebsgesellschaft mbH, Essen auf die Parameter der VwV „Boden“ [6] und die DepV [7] chemisch untersucht (siehe Anlagen 5.5.1 bis 5.1.10). Außerdem wurden sämtliche Einzelproben (siehe Tabelle 1) auf Schwermetalle und Arsen aus dem Feststoff und dem Eluat analysiert.

Die Analysenergebnisse sind in den Übersichtstabellen der Anlagen 5.1 bis 5.4 zusammengefasst und gemäß VwV Boden und DepV bewertet (siehe Anlagen 5.1 bis 5.4).

Sämtliche Untersuchungspunkte wurden durch das Geotechnische Institut lage- und höhenmäßig eingemessen. Die Lage der Untersuchungspunkte ist im Lageplan (Anlage 1) dargestellt.

3 Untersuchungsergebnisse

3.1 Geologischer Überblick

Das Untersuchungsareal liegt geologisch gesehen am Ostrand des Oberrheingrabens, am südlichen Talausgang des Sulzbachtals und somit im Bereich der Haupttrandverwerfung, die das kristalline Grundgebirge des Schwarzwaldes im Osten vom sedimentären Deckgebirge im Westen trennt. Gemäß den Ergebnissen vorangegangener Untersuchungen [3] stehen im tieferen Untergrund lagig ausgebildete Paragneise an.

Der kristalline Untergrund wird von der jungen Talfüllung (Lockergesteine) des Sulzbachs überlagert. Am Talrand verzahnen sich diese mit den Hangschutt-Hanglehm-Sedimenten, die von den Talflanken abgeschwemmt wurden.

Unmittelbar südöstlich von Sulzburg queren einige Erz- und Mineralgänge das Sulzbachtal, die teilweise schon im Mittelalter bergmännisch abgebaut wurden. Daher ist mit einer möglichen geogenen Vorbelastung der transportierten Sedimente (z. B. erodierte Erzgänge) zu rechnen, d. h., die im Projektgebiet anstehenden natürlichen Sedimente können erhöhte Schwermetallgehalte aufweisen.

3.2 Geotechnische Verhältnisse

Bei den durchgeführten Untersuchungen wurden im Untergrund des Projektareals die nachfolgend aufgeführten Bodenschichten angetroffen:

3.2.1 Auffüllung

In allen Schürfen wurde an der Geländeoberfläche eine etwa 0,3 m bis 1,1 m mächtige, graue bis graubraune, dunkelbraune bis rotbraune Auffüllung angetroffen. Die Auffüllung besteht aus einem schwach kiesigen, sandigen, tonigen Schluff bzw. einem schwach tonigen, schluffigen bis stark schluffigen Sand. Innerhalb der Auffüllung sind vereinzelt anthropogene Beimengungen an Ziegelbruch vorhanden. Zudem wurde bereichsweise ein Dung-Geruch festgestellt.

Die Auffüllung weist eine weiche bis steife Konsistenz auf. Gemäß den Ergebnissen der Rammsondierungen wurden in der Auffüllung Schlagzahlen N_{10} von < 10 Schlägen je 10 cm Eindringtiefe festgestellt.

3.2.2 Deckschicht

Unterhalb der Auffüllung folgt eine etwa 1,1 m bis 2,3 m mächtige, hellbraune bis hellgraue, graue, rotbraune Deckschicht. Die Deckschicht besteht aus einem schwach tonigen bis tonigen, schwach sandigen bis sandigen Schluff. Innerhalb der Deckschicht wurden bereichsweise auch Gerölle angetroffen.

Die Deckschicht weist eine weiche bis steife Konsistenz auf. Gemäß den Ergebnissen der Rammsondierungen wurden in der Deckschicht überwiegend Schlagzahlen N_{10} von < 5 Schlägen je 10 cm Eindringtiefe festgestellt.

3.2.3 (verlehmte) Sulzbachschotter

Unterhalb der Deckschicht folgen die graubraunen bis rotbraunen Sulzbachschotter. Die Sulzbachschotter bestehen aus einem schwach steinigen, schwach tonigen bis tonigen, schwach schluffigen bis schluffigen, sandigen Kies. Innerhalb der Sulzbachschotter wurden Gerölle angetroffen. Hierbei handelt es sich überwiegend um kantengerundetes, kristallines Material (Gneise,

z. T. Granit). Erfahrungsgemäß muss innerhalb der Sulzbachschotter mit dem Auftreten von Steinen und Blöcken sowie Sand- und Schlufflinsen gerechnet werden. Erfahrungsgemäß nimmt der Feinkornanteil der Sulzbachschotter zur Tiefe hin ab (unverlehmte Sulzbachschotter).

Die Sulzbachschotter sind mehrere Meter mächtig und wurden bei den Untersuchungen in einer Mächtigkeit von > 0,2 m bis > 0,3 m direkt angetroffen. Die Basis der Sulzbachschotter wurde nicht erreicht.

Gemäß den Ergebnissen der Rammsondierungen wurden in den Sulzbachschottern Schlagzahlen N_{10} zwischen 10 und 100 Schlägen je 10 cm Eindringtiefe festgestellt. Demnach kann den Sulzbachschottern eine mitteldicht bis dichte, zur Tiefe hin sehr dichte Lagerung zugewiesen werden.

3.2.4 Gneis

Bei vorangegangenen Untersuchungen [3] wurde in der Bohrung für die Grundwassermessstelle GWM 2 im Liegenden der Sulzbachschotter in einem Höhengniveau von ca. 318 mNN Gneis (Festgestein) erbohrt. Dieser ist lagig, bereichsweise aber auch granitartig mit hohem Feldspatanteil ausgebildet, mit Kernstücken bis ca. 25 cm Länge. Der oberste Bereich (ca. 1,0 m) ist verwittert, mit Eisen- und Manganbelägen auf den Trennflächen und war dementsprechend kleinstückig zerbohrt.

In dem Schnitt A-A, Anlagen 2.1, sind die Baugrundverhältnisse im Bereich des Bauvorhabens vereinfacht dargestellt. Die für die geplante Bebauung des Untersuchungsareals relevanten Schichten sind in der nachfolgenden Tabelle 2 beschrieben und aus geotechnischer Sicht beurteilt.

Tabelle 2: Geotechnische Beschreibung, Klassifizierung und Beurteilung, bodenmechanische Kenngrößen der relevanten Erdschichten

Erdschicht	Auffüllung	Deckschicht	(verlehnte) Sulzbachschotter	Gneis
Zusammensetzung	Schluff, tonig, sandig, schwach kiesig; Sand Schluffig bis stark schluffig, schwach tonig; Fremdbestandteile: vereinzelt Ziegelbruch, bereichsweise Dung-Geruch	Schluff, schwach sandig bis sandig, schwach tonig bis tonig, vereinzelt Gerölle	Kies, sandig, schwach schluffig bis schluffig, schwach steinig; Steine und Blöcke sowie Sand- und Schlufflinsen möglich	Gneis, lagig, feinkörnig, z. T. grobkörnig; an der Oberfläche verwittert
Farbe	grau bis dunkelgrau, dunkelbraun bis rotbraun	hellbraun bis hellgrau, grau, rotbraun	graubraun bis rotbraun	rötlich, grünlich, grau
Mächtigkeit	ca. 0,3 m bis 1,1 m	1,1 m bis 2,3 m	mehrere Meter, bei den Untersuchungen > 0,2 m bis > 0,3 m direkt aufgeschlossen	> 100 m; bei Untersuchungen nicht direkt aufgeschlossen
Lagerungsdichte / Konsistenz	weich bis steif	weich bis steif	mitteldicht bis dicht, zur Tiefe sehr dicht	Festgestein
Frostempfindlichkeit	sehr frostempfindlich (F3)	sehr frostempfindlich (F3)	mittel bis sehr frostempfindlich (F2, F3)	nicht frostempfindlich
Klassifizierung nach DIN 18196 DIN 18300 (2019-09) ^{*)} DIN 18300 (2012-09)	A [UL, UM] Homogenbereich E1 Klasse 4	UL, UM, TL, TM Homogenbereich E2 Klasse 4, Steine: Klasse 5	GU, GU*, GW, GI Sandlinsen SE, SW, SU Homogenbereich E3 Klassen 3 und 4, Steine und Blöcke: Klassen 5 bis 7	Festgestein Homogenbereich E6 Klassen 6 und 7
charakteristische Kenngrößen (geschätzt) Wichte γ_k [kN/m ³] Wichte unter Auftrieb γ'_k [kN/m ³] Reibungswinkel ϕ'_k [°] Kohäsion c'_k [kN/m ²] Steifeziffer $E_{s,k}$ [MN/m ²]	Angaben aufgrund von Inhomogenitäten nicht sinnvoll	16,5 - 21,0 8,5 - 12,5 20,0 - 30,0 0,0 - 10,0 4,0 - > 20,0	18,0 - 22,0 9,5 - 13,5 25,0 - 35,0 0,0 - 7,5 20,0 - > 100,0	25,0 - 28,0 15,0 - 18,0 35,0 - 40,0 ^{**)} 5,0 - 50,0 ^{**)} 500 - > 5.000
Wiederverwendbarkeit des Aushubbodens	aufgrund der hohen Schadstoffbelastung und der hohen Grundwasserstände ist ein Wiedereinbau nicht zulässig; Aushubmaterial ist ggf. sachgerecht zu entsorgen	nur für untergeordnete Anschüttungen wiederverwendbar	nur für untergeordnete Anschüttungen wiederverwendbar	nach Aufbereitung für höherwertige Anschüttungen wiederverwendbar
Geotechnische Beurteilung	zur Abtragung von Bauwerkslasten nicht geeignet	zur Abtragung von Bauwerkslasten bedingt geeignet; wasser- und frostempfindlich; relativ stark zusammendrückbar	zur Abtragung von Bauwerkslasten geeignet; wasser- und frostempfindlich; relativ gering bis mäßig stark zusammendrückbar	zur Abtragung von Bauwerkslasten sehr gut geeignet; kaum zusammendrückbar

^{*)} in Anlehnung an DIN 18300 (2019-09); ^{**)} auf den Trennflächen

3.3 Wasserverhältnisse

Das Projektareal liegt in der Talfüllung des Sulzbaches. Wie frühere Untersuchungen zeigten (siehe [3] und [5]), ist in den quartären Schottern ein zusammenhängender Grundwasserspiegel ausgebildet. Zur Erkundung der Grundwasserverhältnisse wurden im Zuge der damaligen Untersuchungen zwei Grundwassermessstellen (GWM 1 und GWM 2) errichtet, die im Zuge der Erschließungsarbeiten wieder zurückgebaut werden mussten. Von Juli 2017 bis Juli 2018 wurde in den Grundwassermessstellen die Grundwasserstände mittels Datenlogger erfasst und ausgewertet. Für den Bereich des Projektareals wurde 2017/2018 ein maximaler Grundwasserstand (HHGW) von 321,50 mNN ermittelt (siehe auch [5]). Dieser Wert entspricht, da keine langjährigen Messreihen vorliegen, gleichzeitig dem MHGW (mittleren Grundwasserhöchststand).

Während der Feldarbeiten am 12.07.2022 und 09.08.2022 konnten in den Aufschlüssen keine Wasserzutritte festgestellt werden. Jedoch wurden in den Schürfen S 16 bis S 18 nasse Bereiche in den Sulzbachschottern festgestellt. Diese nassen Bereiche könnten auf das Vorhandensein von Schichtwasser hindeuten.

Obwohl bei den Untersuchungen keine Wasserzutritte festgestellt wurden, ist in Abhängigkeit von den jeweiligen Niederschlagsverhältnissen, im Bereich des Projektareals mit dem Auftreten von Sicker- bzw. Schichtwässern zu rechnen. Dies ist insbesondere bei der Abdichtung der Bauwerke und der Herstellung der Baugrube zu berücksichtigen (siehe Abschnitt 6 und 7).

Aus den oben dargelegten Gründen ist der **Bemessungswasserstand auf 323,0 mNN** festzulegen.

Das Projektareal liegt außerhalb bestehender Trinkwasserschutzzonen.

Gemäß der Hochwasserrisikomanagement-Abfrage auf der Webseite der LUBW (<https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/>) liegt das Projektareal außerhalb der prognostizierten Überflutungsflächen.

3.4 Versickerungsfähigkeit des Untergrundes

Im Zuge des Erschließungsgutachtens [3] wurden zur Ermittlung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes insgesamt zwei Versickerungsversuche in den Sulzbachschottern durchgeführt.

Es wurden anzusetzende Durchlässigkeitsbeiwerte von $k_f = 5,0 \times 10^{-5}$ [m/s] und $< 1,0 \times 10^{-7}$ m/s gemessen. Diese Werte liegen, gemäß DWA-A 138, im Hinblick auf die Wasserdurchlässigkeit von Lockergesteinen, knapp innerhalb bzw. außerhalb des entwässerungstechnisch relevanten Versickerungsbereiches (10^{-3} m/s $\geq k_f \geq 10^{-6}$ m/s). Die Sulzbachschotter sind demnach in diesem Bereich als durchlässig bis schwach durchlässig einzustufen.

Die im Projektareal vorhandene Deckschicht ist aufgrund ihres hohen Feinkornanteils erfahrungsgemäß für eine Versickerung von Oberflächenwasser nicht geeignet.

Außerdem ist zu beachten, dass eine Versickerung von Niederschlagswässern nur dann zulässig ist, wenn ein Mindestabstand von 1 m von der Versickerungssohle zum Mittleren Grundwasserhöchststand (321,5 mNN) eingehalten wird (siehe Kapitel 3.3).

Es sei darauf hingewiesen, dass das gezielte Ableiten von Niederschlagswasser in den Untergrund über Versickerungsanlagen ein Einleiten in das Grundwasser in wasserrechtlichem Sinne darstellt. Versickerungsmaßnahmen sind damit nach dem Wasserhaushaltsgesetz genehmigungspflichtig.

3.5 Erdbebengefährdung

Das Projektareal liegt nach der DIN 4149:2005-04 in der Erdbebenzone 2, d. h. in einer Zone der Bundesrepublik Deutschland mit erhöhter Erdbebengefährdung.

Aufgrund der örtlichen Untergrundverhältnisse kann das Projektareal gemäß DIN 4149 in die geologische Untergrundklasse R sowie in die Baugrundklasse B (dicht gelagerte Sulzbachschotter) eingestuft werden (Kombinationen B-R).

Bei der Bauwerksbemessung kann für den Lastfall Erdbeben von einem Bemessungswert für die Bodenbeschleunigung in Höhe von $a_g = 0,6$ m/s² ausgegangen werden.

3.6 Chemische Bodenuntersuchungen

Zur Abschätzung der Schadstoffgehalte in den angetroffenen Bodenschichten hinsichtlich einer möglichen Entsorgung von anfallendem Aushubmaterial wurde das in den vier Schürfen S 15 bis S 18 angetroffene Bodenmaterial schichtbezogen beprobt und zu drei Bodenmischproben (MP 1:

Auffüllung, MP 2: Deckschicht und MP 3: Sulzbachschotter) vereint. Die Proben MP 1, MP 2 und MP 3 wurden gemäß VwV Boden [6] und DepV [7] analysiert. Außerdem wurden alle Einzelproben auf Schwermetalle sowie Arsen untersucht (siehe auch Tabelle 1).

Die Analyseergebnisse sind in den Übersichtstabellen der Anlagen 5.1 bis 5.4 zusammengefasst. Der Analysenbericht der SEWA Laborbetriebsgesellschaft mbH, Essen kann den Anlagen 5.5.1 bis 5.5.10 entnommen werden.

3.6.1 Auffüllung

Zur Bewertung der Proben aus dem Bereich der Auffüllung und des Oberbodens wurden die Analyseergebnisse in der Übersichtstabelle der Anlage 5.1 den Zuordnungswerten der VwV „Boden“ [6] gegenübergestellt und in Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3: Einbaukonfigurationen der Auffüllung- und Oberbodenproben gemäß VwV Boden [6]

Probe	MP 1	S 15-01	S 16-01	S 18-01
Zuordnung	Z 1.1	Z 2	Z 2	Z 2

Die Auffüllungs-Mischprobe MP 1 weist leicht erhöhte Blei-Konzentrationen im Feststoff auf. Demnach ist das Bodenmaterial der Bodenmischprobe MP1 (Auffüllung) der Einbaukonfiguration Z 1.1 gemäß VwV Boden zuzuordnen. Die drei Einzelproben S 15-01, S 16-01 und S 18-01 sind aufgrund der deutlich erhöhten Blei-Konzentrationen im Feststoff der Einbaukonfiguration Z 2 zuzuordnen.

Bodenmaterial der Einbaukonfiguration Z 1.1 darf in technischen Bauwerken bei einem Mindestabstand von 1 m zum höchsten Grundwasserstand wiederverwendet werden.

Bodenmaterial der Einbaukonfiguration Z 2 darf eingeschränkter, mit technischen Sicherungsmaßnahmen (Einbau unter „dichten“ Oberflächen – z. B. aus Beton oder Asphalt – und Einhaltung eines Mindestabstandes zum Grundwasser von > 1 m) mit der Zustimmung der zuständigen Fachbehörde wiederverwendet werden.

3.6.2 Deckschicht

Die Analysenergebnisse der Deckschichtproben sind in der Übersichtstabelle der Anlage 5.2 dargestellt und sind in der folgenden Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 4: Einbaukonfigurationen der Deckschicht gemäß VwV Boden [6]

Probe	MP 2	S 15-02	S 16-02	S 17-01	S 18-02
Zuordnung	Z 1.1	Z 2	Z 2	Z 0	Z 0

Während die Deckschicht-Mischprobe MP 2 der Einbaukonfiguration Z 1.1 zuzuordnen ist, sind die Einzelproben S 15-02 und S 16-02 der Einbaukonfiguration Z 2 zuzuordnen, die Einzelproben S 17-01 und S 18-02 der Einbaukonfiguration Z 0.

Bei unempfindlicher Nutzung (der Grundwasserabstand beträgt mehr als ein Meter) kann Material der Qualität Z 1.1. offen eingebaut werden, bei Material der Qualität Z 2 ist unter Umständen ein Einbau in gesicherten, technischen Bauwerken möglich.

3.6.3 Sulzbachschotter

Die Analysenergebnisse der feinkornarmen Sulzbachschotter sind in der Übersichtstabelle der Anlage 5.3 dargestellt und sind in der folgenden Tabelle 5 zusammengefasst.

Tabelle 5: Einbaukonfigurationen der Sulzbachschotter gemäß VwV Boden [6]

Probe	MP 3	S 15-03	S 16-03	S 17-02	S 18-03
Zuordnung	Z 2	Z 2	Z 2	Z 1.1	Z 2

Die Mischprobe der Sulzbachschotter MP 3 ist aufgrund der erhöhten Arsengehalte der Einbaukonfiguration Z 2 zuzuordnen. Die Schadstoffgehalte der Einzelproben erfordern eine Zuordnung gemäß VwV Boden in die Einbaukonfigurationen Z 1.1 und Z 2.

Insgesamt ist festzustellen, dass fast etwa 80 % der untersuchten Proben der Einbaukonfiguration Z 2 und der Rest (20 %) der Einbaukonfiguration Z 1.1 zuzuordnen sind. Wenn man davon ausgeht, dass aufgrund der ungünstigen Randbedingungen ein Einbau von Z 2-Material im Projekt nicht möglich sein wird, so muss damit gerechnet werden, dass ca. 80 % der Proben bzw. eines späteren Aushubs ordnungsgemäß zu entsorgen ist.

Die Bewertung der Bodenmischproben MP 2, MP 3 und MP 4 anhand der Deponieverordnung (DepV [7]) erbrachte bei der Auffüllung einen erhöhten Glühverlust, der eine Zuordnung zur Deponieklasse DK II zur Folge hat. Mit Zustimmung der zuständigen Behörde kann der Glühverlust überschritten werden, wenn der jeweilige DOC-Gehalt eingehalten wird. Da dies hier der Fall ist, können unseres Erachtens alle drei Proben der Deponieklasse DK 0 zugeordnet werden (siehe Anlage 5.4).

4 Bauwerksgründung

Genauere Angaben über eine geplante Bebauung des Projektareals liegen uns derzeit nicht vor. Die geotechnischen Randbedingungen für eine erdstatisch standsichere Ausbildung einer geplanten Bebauung werden in den folgenden Abschnitten allgemein erläutert.

Aus dem Schnitt A-A in der Anlage 2 geht hervor, dass der Baugrund im Projektareal, überwiegend von einer Auffüllungsschicht, von einer bedingt tragfähigen, relativ stark zusammendrückbaren Deckschicht sowie von tragfähigen Sulzbachschottern aufgebaut wird.

Bei den festgestellten Baugrundverhältnissen kommt grundsätzlich sowohl eine Abtragung von Bauwerkslasten über eine aufgelöste Flachgründung (Streifen- bzw. Einzelfundamente) als auch über eine Bodenplatte (Plattengründung) in Betracht.

Aus dem Schnitt A-A geht hervor, dass je nach Ausbildung des geplanten Gebäudes (unterkellert, nicht unterkellert) und genauer Lage die Lastabtragungsflächen teilweise in der Auffüllung, in der Deckschicht und teilweise in den Sulzbachschottern, teilweise in der Auffüllung und teilweise oberhalb des bestehend Geländes zu liegen kommen können.

Nicht unterkellerte Gebäudeausführung

Bei einer nicht unterkellerten Gebäudeausführung kommen die Lastabtragungsflächen eines geplanten Bauwerkes voraussichtlich teilweise in der Auffüllung und teilweise in der Deckschicht zu liegen.

Bei einer Lastabtragung über eine aufgelöste Flachgründung (Streifenfundamente) sollte in Abhängigkeit der tatsächlich anfallenden Bauwerkslasten zur Vermeidung hoher, möglicherweise bauwerksschädlicher Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen die Abtragung der Bauwerkslasten einheitlich in der Deckschicht bzw. den (verlehmtten) Sulzbachschottern (abhängig von der Gebäudelast) erfolgen. Hierzu sind je nach Gebäudeausführung anfallende Bauwerkslasten die geplanten Fundamente mittels (Mager-) Beton bis in die Deckschicht bzw. bis in die Sulzbachschotter zu vertiefen. Ein genaues Gründungskonzept kann erst nach Vorlage einer genauen Planung und den anfallenden Bauwerkslasten erarbeitet werden.

Unterkellerte Gebäudeausführung

Bei einer unterkellerten Gebäudeausführung kommen die Lastabtragungsflächen eines geplanten Bauwerkes voraussichtlich einheitlich in den (verlehmtten) Sulzbachschottern zu liegen.

Sollten bei einer unterkellerten Gebäudeausführung die Fundamente bereichsweise in der Deckschicht zu liegen kommen, sollten zur Vermeidung hoher, möglicherweise bauwerksschädlicher Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen die Lastabtragungsflächen einheitlich in den (verlehmtten) Sulzbachschottern zu liegen kommen. Hierzu sind die Fundamente mittels (Mager-) Beton bis in die Sulzbachschotter zu vertiefen.

Im Folgenden sind die Angaben für eine Gründung mittels Streifen- und Einzelfundamenten sowie mittels Bodenplatte im Bereich der Deckschicht als auch für eine Gründung in den Sulzbachschottern aufgeführt.

Gründung in der Deckschicht

Zur Bemessung einer einheitlichen Gründung in der Deckschicht mittels Einzel- bzw. Streifenfundamenten wurden mit dem Computerprogramm GGU-FOOTING Grundbruch- und Setzungsrechnungen nach EC 7 bzw. DIN 1054 (Teilsicherheitskonzept), DIN 4017 und DIN 4019 durchgeführt, deren Ergebnisse in den Diagrammen in den beigefügten Anlagen 6.1 bis 6.4 zusammengefasst sind.

Die Grundbruchberechnungen erfolgten für den Grenzzustand des Versagens von Bauwerken, Bauteilen und Baugrund, d. h. GEO-2 (geotechnical failure). Die Standsicherheitsberechnungen wurden für die ständige Bemessungssituation BS-P (persistent situation) nach EC 7 durchgeführt.

Aus den Fundamentdiagrammen können unter Wahrung der nach EC 7 geforderten Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Widerstände, in Abhängigkeit von der Einbindetiefe, die für eine bestimmte Fundamentbreite gültigen Bemessungswerte des Sohlwiderstandes und die zugehörige rechnerisch zu erwartende Setzung entnommen werden.

Nach dem Grundbruchkriterium liegen die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes, je nach Einbindetiefe und Fundamentbreite, für Einzelfundamente zwischen $\sigma_{R,d} = 254 \text{ kN/m}^2$ und 656 kN/m^2 und für Streifenfundamente zwischen $\sigma_{R,d} = 180 \text{ kN/m}^2$ und 434 kN/m^2 .

Wir empfehlen, aufgrund möglicherweise im Untergrund vorhandener Inhomogenitäten, die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes für die Einzelfundamente auf maximal $\sigma_{R,d} = 300 \text{ kN/m}^2$ (entspricht einer zulässigen Bodenpressung $\sigma_{zul.} = 210 \text{ kN/m}^2$) bzw. für die Streifenfundamente auf $\sigma_{R,d} = 250 \text{ kN/m}^2$ (entspricht einer zulässigen Bodenpressung $\sigma_{zul.} = 175 \text{ kN/m}^2$) zu begrenzen.

Die rechnerisch zu erwartenden Setzungen betragen unter Berücksichtigung der vorstehend genannten Begrenzung der Bemessungswerte des Sohlwiderstandes bei den Einzelfundamenten $\leq 2,9 \text{ cm}$ und bei den Streifenfundamenten $\leq 2,1 \text{ cm}$.

Für die Dimensionierung der Streifen- bzw. Einzelfundamente können die Anlagen 6.1 bis 6.4 verwendet werden. Die zur Erstellung der Fundamentdiagramme durchgeführten Berechnungen gehen von einer einheitlichen Gründung in den verlehmtten Sulzbachschottern aus und setzen lotrechte, mittige Fundamentbelastungen voraus.

Für den Fall, dass eine Plattengründung ausgeführt werden soll, ist zur Homogenisierung des Baugrundes unterhalb der Bodenplatte ein durchgehendes, mindestens 30 cm mächtiges Kiespolster aus einem verdichtet einzubauenden Kies-Sand-Gemisch der Bodengruppe GW, GI nach DIN 18196 oder Schotter, etc. anzuordnen.

Die Aufstandsfläche des Kiespolsters muss dabei einheitlich in der Deckschicht zu liegen kommen, d. h., die Auffüllung ist vollständig abzutragen. Das Kiespolster muss so breit ausgeführt werden, dass eine seitliche Lastausbreitung im Kiespolster unter 60° ab Außenkante Gründungskörper erfolgen kann.

Um einen filterfesten Übergang zwischen dem vorhandenen feinkörnigen Boden (Deckschicht) und dem grobkörnigen Kiespolster zu erreichen, muss an der Basis des Kiespolsters ein Filtervlies (Flächengewicht $\geq 200 \text{ g/m}^2$) angeordnet werden.

Zur Vordimensionierung der Plattengründung kann bei einer Gründung in den Sulzbachschottern und bei Ausführung des beschriebenen Kiespolsters von einem mittleren Bettungsmodul in Höhe von

$$k_s = 6.000 \text{ kN/m}^3$$

ausgegangen werden.

Angaben zur Dimensionierung der Bodenplatte können nur auf Basis der tatsächlichen Plattengeometrie erfolgen, daher dient der oben angegebene Bettungsmodul nur zur Vordimensionierung der Bodenplatte. Die Angaben zur endgültigen Bemessung der Bodenplatte können nur auf Basis der tatsächlichen Plattengeometrie erfolgen.

Bei der Herstellung der Bodenplatte bzw. der Fundamente ist darauf zu achten, dass im Gründungsbereich angetroffenes, aufgelockertes bzw. stark aufgeweichtes Material ausgehoben und durch ein verdichtungsfähiges Kies-Sand-Gemisch oder durch Magerbeton ersetzt wird.

Im Hinblick auf eine frostsichere Gründung müssen die randlichen Fundamente eine ausreichende Einbindetiefe in das geplante Gelände ($t \geq 0,8 \text{ m}$) aufweisen. In den Randbereichen der Bodenplatte, die nicht ausreichend tief ($t \geq 0,8 \text{ m}$) in das Gelände einbinden, ist eine Frostschürze anzuordnen.

Gründung in den (verlehmtten) Sulzbachschottern

Zur Bemessung einer einheitlichen Gründung in den (verlehmtten) Sulzbachschottern mittels Einzel- bzw. Streifenfundamenten wurden mit dem Computerprogramm GGU-FOOTING Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach EC 7 bzw. DIN 1054 (Teilsicherheitskonzept), DIN 4017 und DIN 4019 durchgeführt, deren Ergebnisse in den Diagrammen in den beigefügten Anlagen 6.5 bis 6.8 zusammengefasst sind.

Die Grundbruchberechnungen erfolgten für den Grenzzustand des Versagens von Bauwerken, Bauteilen und Baugrund, d. h. GEO-2 (geotechnical failure). Die Standsicherheitsberechnungen wurden für die ständige Bemessungssituation BS-P (persistent situation) nach EC 7 durchgeführt.

Aus den Fundamentdiagrammen können unter Wahrung der nach EC 7 geforderten Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Widerstände, in Abhängigkeit von der Einbindetiefe, die für eine bestimmte Fundamentbreite gültigen Bemessungswerte des Sohlwiderstandes und die zugehörige rechnerisch zu erwartende Setzung entnommen werden.

Nach dem Grundbruchkriterium liegen die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes, je nach Einbindetiefe und Fundamentbreite, für Einzelfundamente zwischen $\sigma_{R,d} = 385 \text{ kN/m}^2$ und 810 kN/m^2 und für Streifenfundamente zwischen $\sigma_{R,d} = 275 \text{ kN/m}^2$ und 564 kN/m^2 .

Wir empfehlen, aufgrund möglicherweise im Untergrund vorhandener Inhomogenitäten, die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes für die Einzelfundamente auf maximal $\sigma_{R,d} = 550 \text{ kN/m}^2$ (entspricht einer zulässigen Bodenpressung $\sigma_{zul.} = 385 \text{ kN/m}^2$) bzw. für die Streifenfundamente auf $\sigma_{R,d} = 450 \text{ kN/m}^2$ (entspricht einer zulässigen Bodenpressung $\sigma_{zul.} = 315 \text{ kN/m}^2$) zu begrenzen.

Die rechnerisch zu erwartenden Setzungen betragen unter Berücksichtigung der vorstehend genannten Begrenzung der Bemessungswerte des Sohlwiderstandes bei den Einzelfundamenten $\leq 1,3 \text{ cm}$ und bei den Streifenfundamenten $\leq 1,1 \text{ cm}$.

Für die Dimensionierung der Streifen- bzw. Einzelfundamente können die Anlagen 6.5 bis 6.8 verwendet werden. Die zur Erstellung der Fundamentdiagramme durchgeführten Berechnungen gehen von einer einheitlichen Gründung in den verlehmtten Sulzbachschottern aus und setzen lotrechte, mittige Fundamentbelastungen voraus.

Für den Fall, dass eine Plattengründung ausgeführt werden soll, ist zur Homogenisierung des Baugrundes unterhalb der Bodenplatte ein durchgehendes, mindestens 20 cm mächtiges Kiespolster aus einem verdichtet einzubauenden Kies-Sand-Gemisch der Bodengruppe GW, GI nach DIN 18196, oder Schotter, etc. anzuordnen.

Die Aufstandsfläche des Kiespolsters muss dabei einheitlich in den verlehmtten Sulzbachschottern zu liegen kommen, d. h., die Auffüllung und eventuell vorhandenen Deckschichten sind vollständig abzutragen und die Gründungssohle ist nachzuverdichten. Das Kiespolster muss so breit ausgeführt werden, dass eine seitliche Lastausbreitung im Kiespolster unter 60° ab Außenkante Gründungskörper erfolgen kann.

Zur Vordimensionierung der Plattengründung kann bei einer Gründung in den Sulzbachschottern und bei Ausführung des beschriebenen Kiespolsters von einem mittleren Bettungsmodul in Höhe von

$$k_s = 20.000 \text{ kN/m}^3$$

ausgegangen werden.

Angaben zur Dimensionierung der Bodenplatte können nur auf Basis der tatsächlichen Platten-geometrie erfolgen, daher dient der oben angegebene Bettungsmodul nur zur Vordimensionierung der Bodenplatte. Die Angaben zur endgültigen Bemessung der Bodenplatte können nur auf Basis der tatsächlichen Plattengeometrie erfolgen.

Bei der Herstellung der Bodenplatte bzw. der Fundamente ist darauf zu achten, dass im Gründungsbereich angetroffenes aufgelockertes bzw. stark aufgeweichtes Material ausgehoben und durch ein verdichtungsfähiges Kies-Sand-Gemisch oder durch Magerbeton ersetzt wird.

Im Hinblick auf eine frostsichere Gründung müssen die randlichen Fundamente eine ausreichende Einbindetiefe in das geplante Gelände ($t \geq 0,8 \text{ m}$) aufweisen. In den Randbereichen der Bodenplatte, die nicht ausreichend tief ($t \geq 0,8 \text{ m}$) in das Gelände einbinden, ist eine Frostschutzschürze anzuordnen.

5 Erd- u. Wasserdruck auf die ins Erdreich einbindenden Bauwerksteile

Je nach genauer Tiefenlage des geplanten Gebäudes sind bei der Bemessung von ins Erdreich einbindenden Bauwerksteilen neben dem Erddruck auch der seitliche Wasserdruck und der Auftrieb zu berücksichtigen. Die Hinterfüllung der einbindenden Bauwerksteile sollte kraftschlüssig mit verdichtbarem Material (z. B. Kies-Sand-Gemisch, Schotter, etc.) erfolgen. Bei der Erddruckberechnung können folgende mittlere Kenngrößen verwendet werden:

$$\begin{aligned} \text{Wichte } \gamma_k &= 20,0 \text{ kN/m}^3 \\ \text{Wichte unter Auftrieb } \gamma'_k &= 12,0 \text{ kN/m}^3 \\ \text{Reibungswinkel } \varphi'_k &= 30,0^\circ \end{aligned}$$

Bei der Bemessung von Bauwerken ist für den Endzustand (BS-P) der in Abschnitt 3.3 genannte Bemessungswasserstand von 323,0 mNN anzusetzen.

6 Baugruben- und Grabenausbildung

Baugruben- und Grabenböschungen sind ohne Sicherung, je nach den bodenphysikalischen Eigenschaften des anstehenden Materials, nur bis zu einem bestimmten Grenzneigungswinkel standsicher.

Bei der Herstellung von Baugruben und Gräben sind grundsätzlich die Richtlinien der DIN 4124 (Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten) sowie die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB) zu beachten. Im Bereich bestehender Bauwerke gilt zusätzlich die DIN 4123 (Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude).

In den im Aushubbereich anstehenden Bodenschichten können Baugrubenböschungen bis zu einer Höhe von $h \leq 5,0$ m bzw. bis zum Grundwasserspiegel erfahrungsgemäß unter einer Böschungsneigung $\beta \leq 45^\circ$ (Auffüllung, Sulzbachschotter) bzw. $\beta \leq 60^\circ$ (Deckschicht) frei abgeböschert werden, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- Der Böschungskopf darf nicht belastet werden (keine Verkehrs-, Erdaushub- oder Kranlasten).
- Die Böschungen dürfen nicht durch Niederschlags- oder Sickerwasser durchfeuchtet werden.
- Sickerwasseraustritte müssen gefasst, das anfallende Wasser abgeleitet und die Austrittsbereiche durch Auflastfilter abgedeckt werden.

Unverbaute Böschungen sind bei den angegebenen Böschungswinkeln nur vorübergehend standsicher und müssen bei Bedarf abgeflacht oder gesichert werden.

Zeitabhängig und durch Witterungseinflüsse (Austrocknung oder Durchfeuchtung des Bodens durch Niederschlags- oder Schichtwasser) reduziert sich der Anteil der scheinbaren Kohäsion an der Gesamtscherfestigkeit. Infolge der dadurch bedingten Verminderung der Scherfestigkeit können Rutschungen auftreten.

Es ist daher darauf zu achten, dass eine Durchfeuchtung oder Austrocknung der Böschung verhindert wird. Die Böschungen sollten daher schnellstmöglich durch Planen bzw. Folien abgedeckt werden.

Die Aushub- und Gründungsarbeiten sollten möglichst bei trockener Witterung durchgeführt werden.

7 Dränage- und Abdichtungen

Wie in Abschnitt 3.3 erläutert, kann davon ausgegangen werden, dass im Projektareal ein zusammenhängender Grundwasserleiter in den Sulzbachschottern vorhanden ist. Der Bemessungswasserstand liegt bei 323,0 mNN.

Das geplante Bauwerk ist deshalb mindestens bis zum Bemessungswasserstand druckwasserdicht auszubilden.

Die druckwasserdichte Ausbildung kann, entweder in Form einer „weißen Wanne“ oder in Form einer Abdichtung gegen drückendes Wasser, gemäß DIN 18533-1, Wassereinwirkungsklasse W 2.1-E (≤ 3 m Eintauchtiefe) oder Wassereinwirkungsklasse W 2.2-E (> 3 m Eintauchtiefe), erfolgen.

Für den Fall, dass das Gebäude mittels einer „weißen Wanne“ gegen drückendes Wasser abgedichtet werden sollen, sind die einschlägigen Richtlinien (z. B. DafStb-Richtlinie: Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton) zu beachten.

Durchbrüche, Kellerlichtschächte und sonstige Durchdringungen der Kellerwände müssen mit besonderer Sorgfalt druckwasserdicht hergestellt werden.

Sollte das geplante Bauwerk oberhalb des Bemessungswasserstandes zu liegen kommen, besteht die Möglichkeit die in das Erdreich einbindenden Bauwerksteile, vollständig in Form einer „weißen Wanne“, druckwasserdicht herzustellen oder gegen drückendes Wasser, gemäß DIN 18533-1, Wassereinwirkungsklasse W 2.2-E (vormals aufstauendes Sickerwasser gemäß DIN 18195, Teil 6), abzudichten (wie oben beschrieben). In diesem Fall ist auch eine mögliche Auftriebssituation oberhalb des Bemessungswasserstandes zu berücksichtigen.

Falls das Ableiten von Dränagewasser in einen Vorfluter (z.B. Kanalisation) möglich ist, kann zur Ableitung des im Bereich der wiederverfüllten Arbeitsräume anfallenden Schicht- und Tagwassers eine filterfest ummantelten Dränage eingebaut werden. Es sollte die Möglichkeit geschaffen werden, die Dränageleitung über Spülstützen oder von Kontrollschächten aus von Sedimentationsrückständen zu reinigen. Bei der Planung und Ausführung der Dränage sind die Richtlinien der DIN 4095 zu beachten.

Zusätzlich zur Anordnung der Dränage sind dann die in das Erdreich einbindenden Bauwerksteile gegen Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser mit Dränung gemäß DIN 18533-1, Wassereinwirkungsklasse W 1.2-E, abzudichten.

8 Belange Dritter

An das geplante Baufeld grenzen Grünland und eine Wohnbebauung an, deren Eigentümer über die geplanten Baumaßnahmen informiert werden sollten. Für den Fall, dass die Nachbargrundstücke im Zuge der Baumaßnahmen randlich in Anspruch genommen werden müssen, ist das Einverständnis der jeweiligen Grundstückseigentümer einzuholen.

Mit den Betreibern der im Projektareal vorhandenen oder an das Projektareal angrenzenden Straßen sind die im Zusammenhang mit den Baumaßnahmen erforderlichen Verkehrssicherungsmaßnahmen abzuklären.

Bei ordnungsgemäßer Durchführung der Erschließung und Bebauung werden aus geotechnischer Sicht keine weiteren Belange Dritter berührt.

9 Abschließende Bemerkungen

Die durchgeführten geotechnischen Untersuchungen haben gezeigt, dass die geplante Bebauung des Grundstücks mit der Flst.-Nr. 1178 im Neubaugebiet „Käpellemmatten“, Sulzburg unter Berücksichtigung der oben genannten Hinweise und Empfehlungen erdstatistisch standsicher durchgeführt werden können.

Aufgrund der räumlich variierenden Untergrundverhältnisse muss die Maßnahmen zur Bebauung des Grundstücks geotechnisch betreut werden.

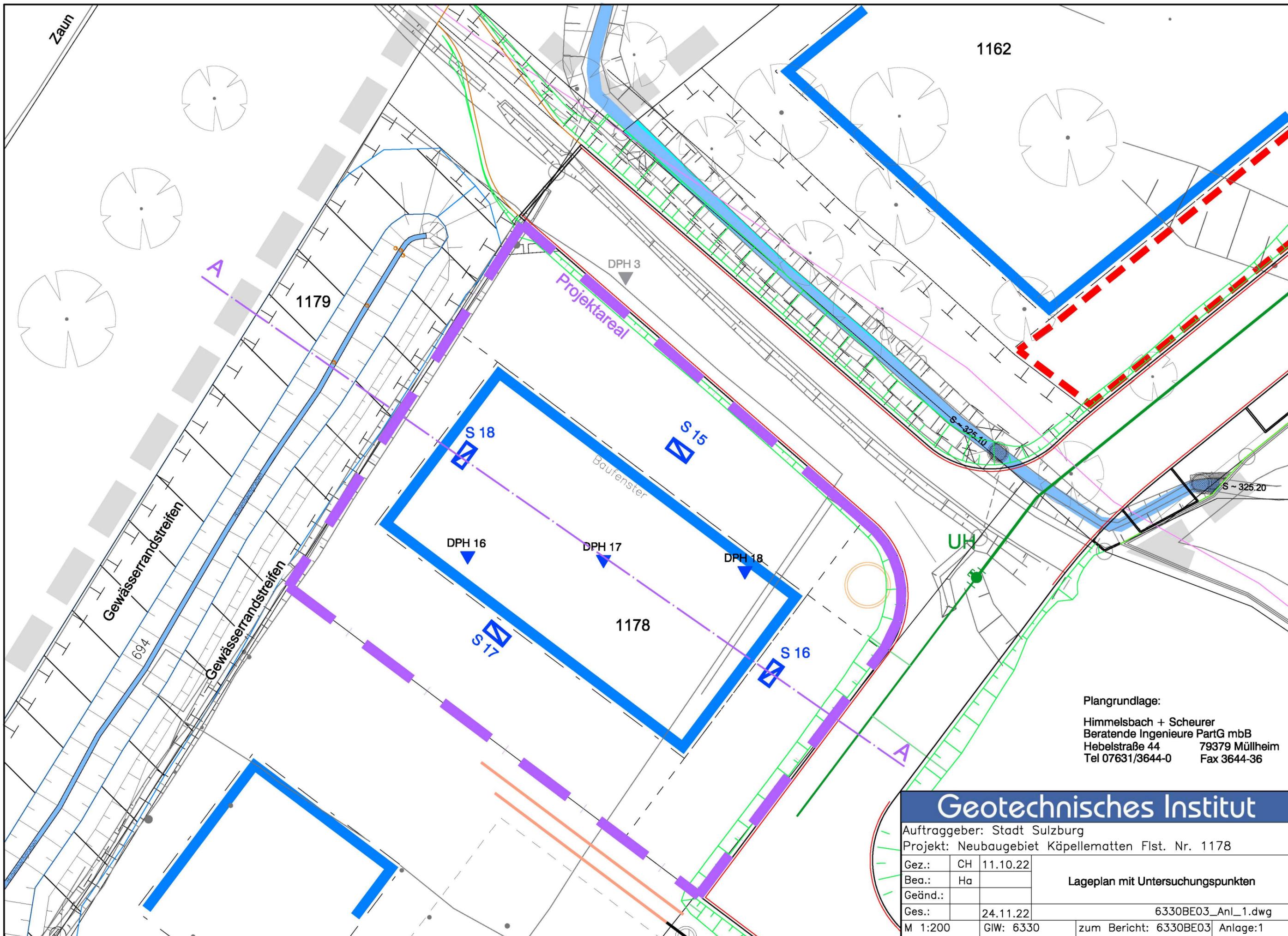
Sollten im Zuge der Erdarbeiten Abweichungen von den dargestellten Untersuchungsergebnissen angetroffen werden, so sind die Erd- und Gründungsarbeiten, gegebenenfalls unter Hinzuziehung eines Baugrundsachverständigen, entsprechend anzupassen.

Den Aussagen dieses Berichtes liegen die uns zur Verfügung gestellten Planunterlagen zugrunde. Bei eventuellen Planungsänderungen ist zu überprüfen, ob die gemachten Angaben für den geänderten Planungsstand Gültigkeit haben.

Für weitere Fragen und Auskünfte stehen wir gerne zur Verfügung.

GEOTECHNISCHES INSTITUT GmbH

Hans-Jürgen Lenz
Dipl.-Ing. Dipl.-Geol.



Plangrundlage:
 Himmelsbach + Scheurer
 Beratende Ingenieure PartG mbB
 Hebelstraße 44 79379 Müllheim
 Tel 07631/3644-0 Fax 3644-36

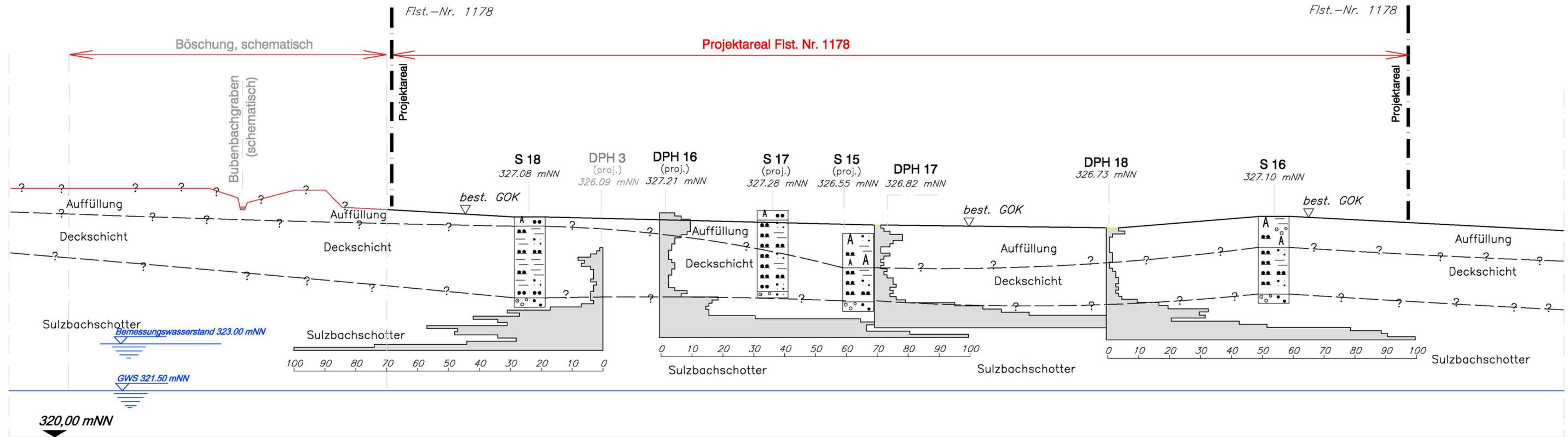
Geotechnisches Institut			
Auftraggeber: Stadt Sulzburg			
Projekt: Neubaugebiet Käpelmatten Flst. Nr. 1178			
Gez.:	CH	11.10.22	Lageplan mit Untersuchungspunkten
Bea.:	Ha		
Geänd.:			
Ges.:		24.11.22	
M 1:200	GIW: 6330	zum Bericht: 6330BE03 Anlage:1	

NW

SE

Schnitt A-A

M 1:100



Geotechnisches Institut

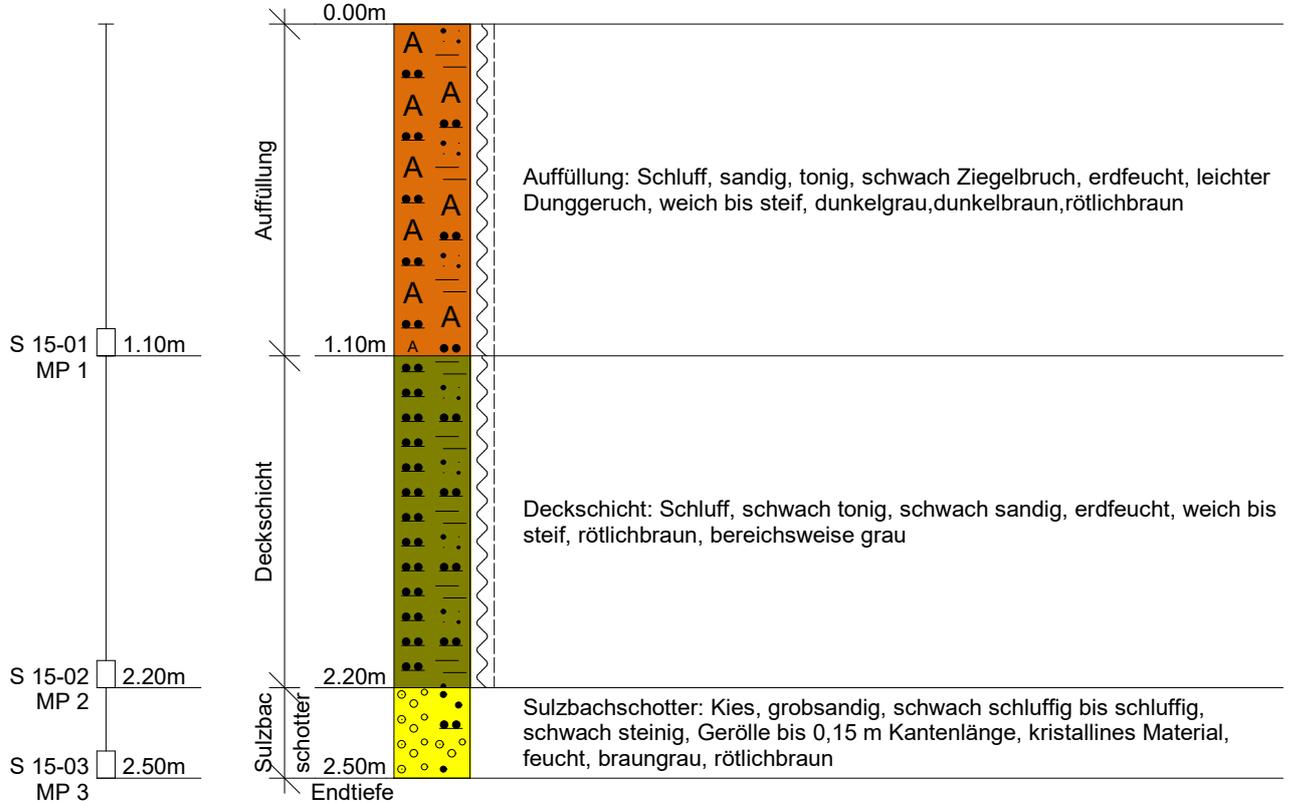
Auftraggeber: Stadt Sulzburg
Projekt: Neubaugebiet Käpellemmatten Flst. Nr. 1178

Gez.:	CH	07.10.22	Schnitt A-A
Bea.:	Ha		
Geänd.:			
Ges.:	24.11.22		6330BE03_An1_2.dwg
M 1:100	GIW: 6330		zum Bericht: 6330BE03 Anlage: 2

Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber: Stadt Sulzburg
Am Kesselhaus 5	Projekt: BV Käpellemmatten, Sulzburg - Flst.Nr. 1178
79576 Weil am Rhein	Projektnr.: 6330
Telefon 07621 / 95664-0	Datum: 12.07.2022
Bohrprofil DIN 4023	Maßstab: 1: 25

Schurf S 15

Ansatzpunkt: 326.56 mNN



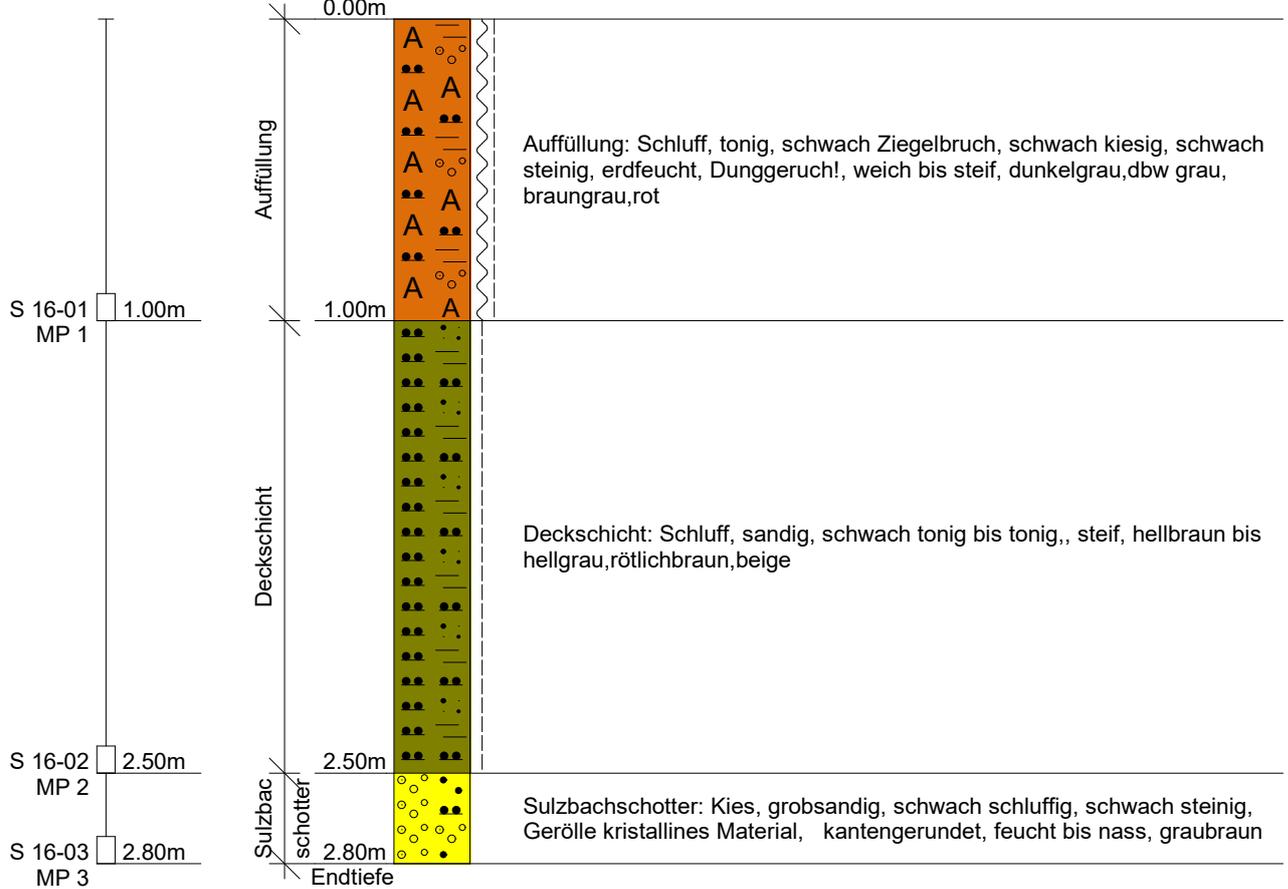
Bemerkungen:

Schurfwände bleiben annähernd senkrecht stehen
kein Wasser im Schurf

Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber: Stadt Sulzburg
Am Kesselhaus 5	Projekt: BV Käpelmatten, Sulzburg - Flst.Nr. 1178
79576 Weil am Rhein	Projektnr.: 6330
Telefon 07621 / 95664-0	Datum: 12.07.2022
Bohrprofil DIN 4023	Maßstab: 1: 25

Schurf S 16

Ansatzpunkt: 327.11 mNN



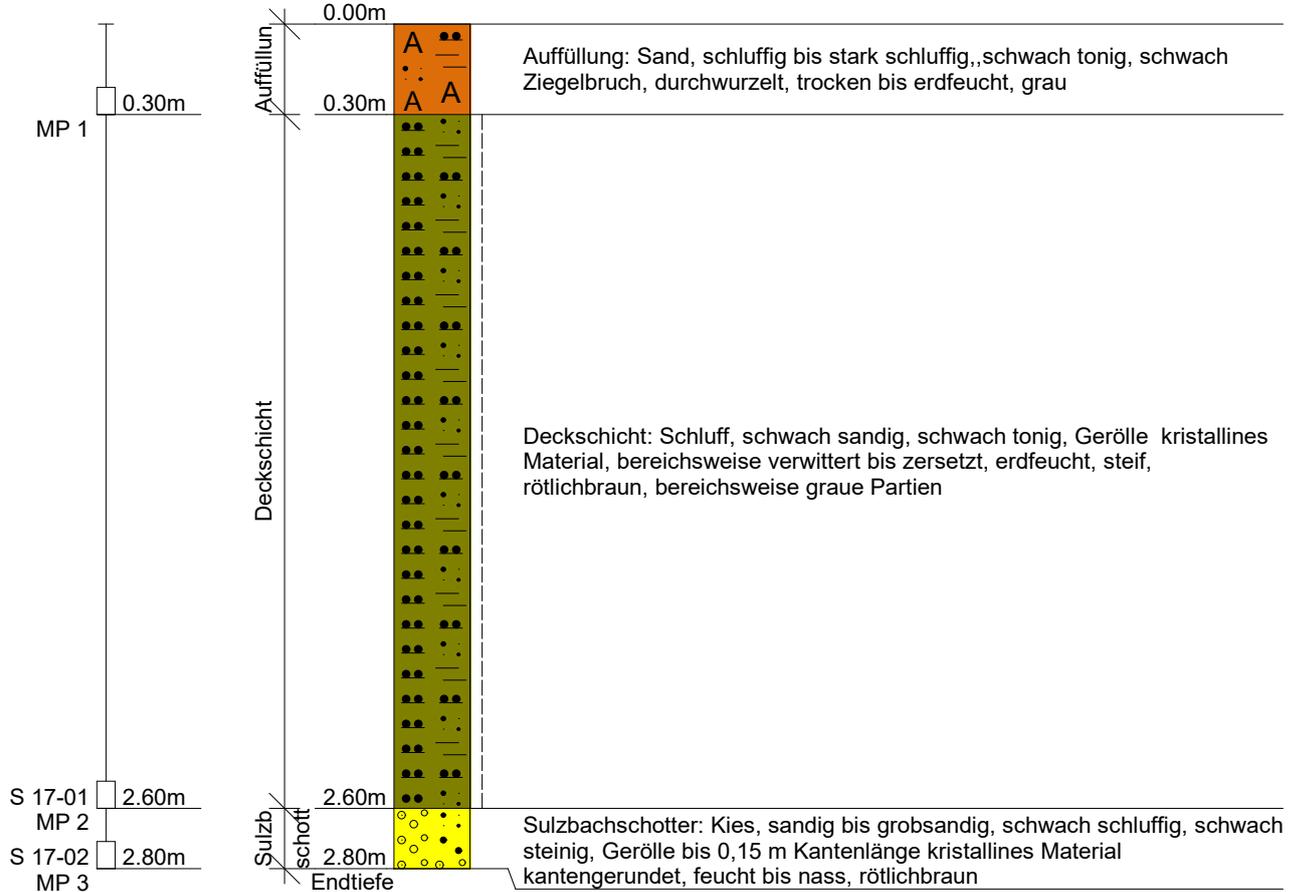
Bemerkungen:

Schurfwände bleiben annähernd senkrecht stehen
kein Wasser im Schurf

Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber: Stadt Sulzburg
Am Kesselhaus 5	Projekt: BV Käpelmatten, Sulzburg - Flst.Nr. 1178
79576 Weil am Rhein	Projektnr.: 6330
Telefon 07621 / 95664-0	Datum: 12.07.2022
Bohrprofil DIN 4023	Maßstab: 1: 25

Schurf S 17

Ansatzpunkt: 327.28 mNN



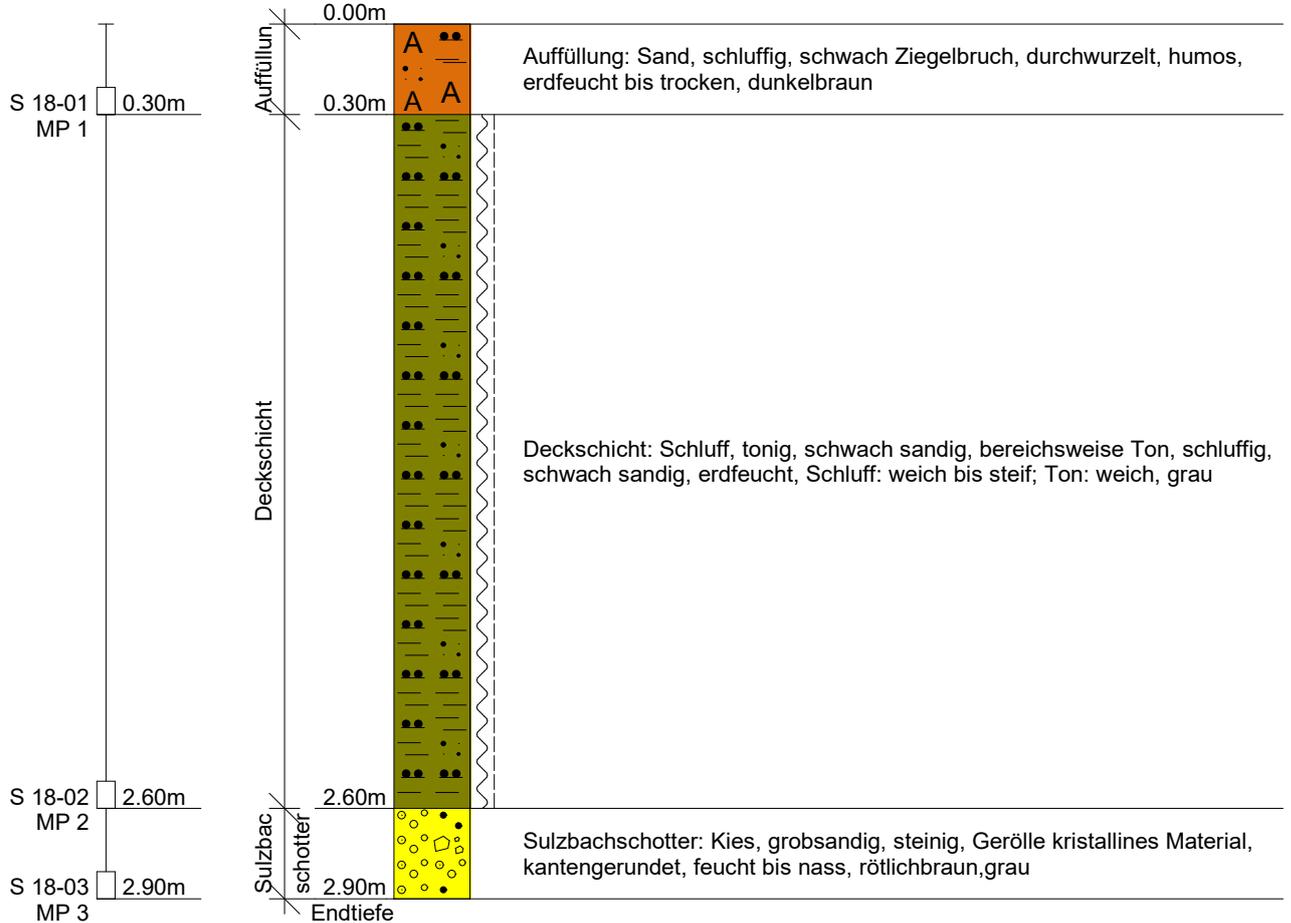
Bemerkungen:

Schurfwände bleiben annähernd senkrecht stehen
kein Wasser im Schurf

Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber: Stadt Sulzburg
Am Kesselhaus 5	Projekt: BV Käpelmatten, Sulzburg - Flst.Nr. 1178
79576 Weil am Rhein	Projektnr.: 6330
Telefon 07621 / 95664-0	Datum: 12.07.2022
Bohrprofil DIN 4023	Maßstab: 1: 25

Schurf S 18

Ansatzpunkt: 327.09 mNN



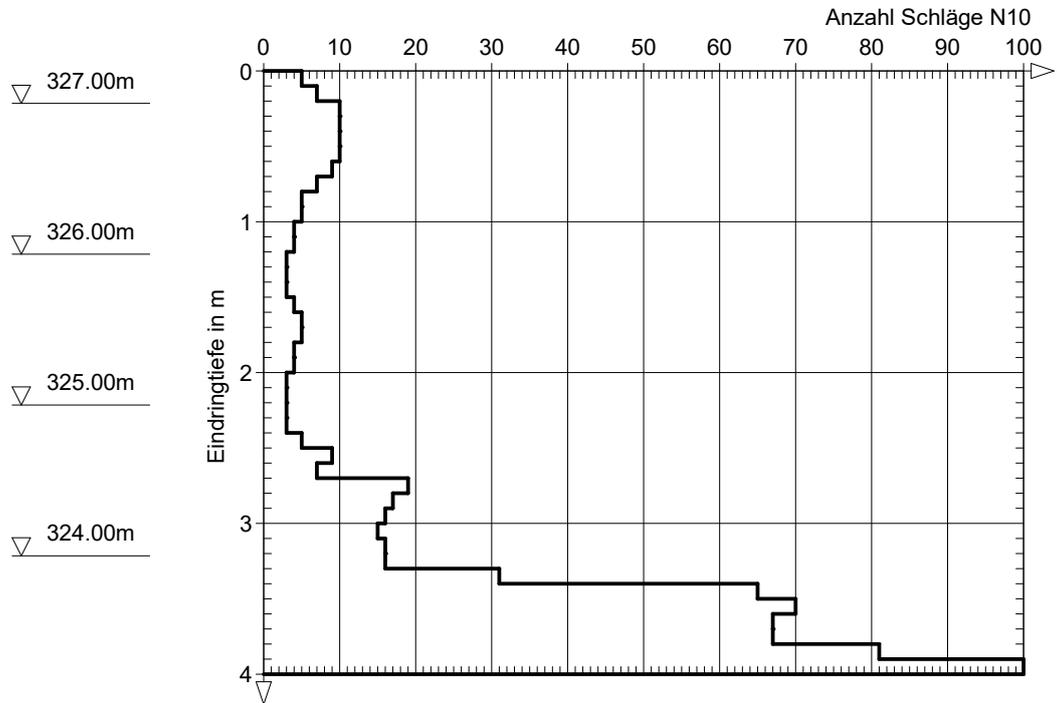
Bemerkungen:

Schurfwände bleiben annähernd senkrecht stehen
kein Wasser im Schurf

Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber: Stadt Sulzburg
Am Kesselhaus 5	Projekt: BV Käpelmatten, Sulzburg - Flst. Nr. 1178
79576 Weil am Rhein	Projektnr.: 6330
Telefon 07621 / 95664-0	Datum: 09.08.2022
Bohrprofil DIN 4023	Maßstab: 1: 50

DPH 16

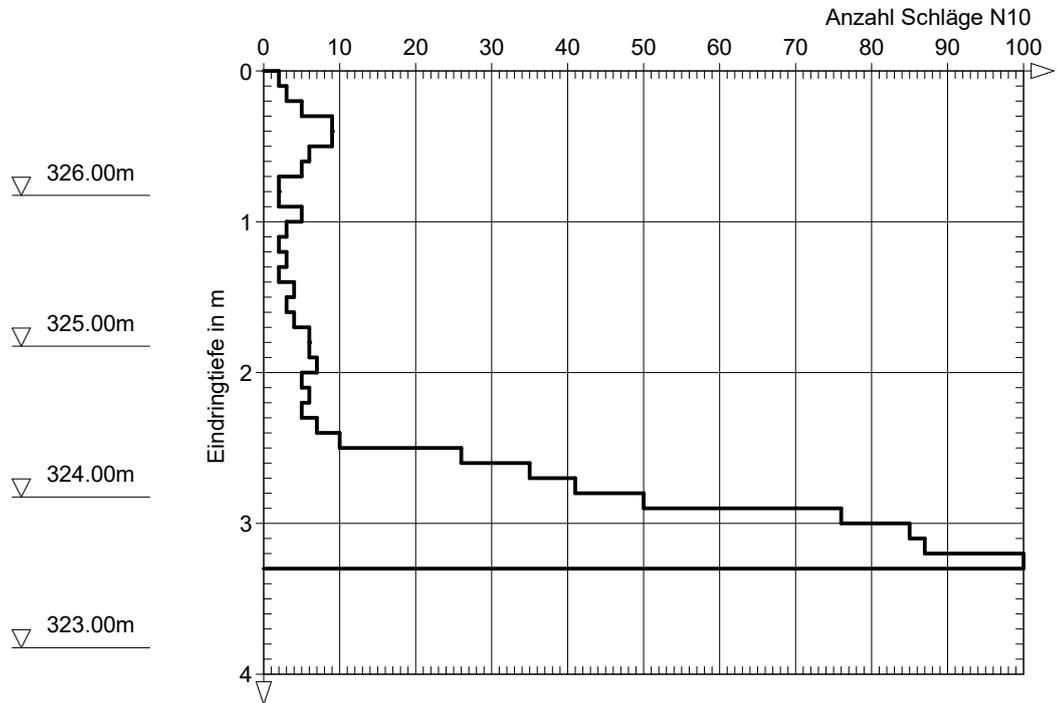
Ansatzpunkt: 327.22 mNN



Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber: Stadt Sulzburg
Am Kesselhaus 5	Projekt: BV Käpelmatten, Sulzburg - Flst. Nr. 1178
79576 Weil am Rhein	Projektnr.: 6330
Telefon 07621 / 95664-0	Datum: 09.08.2022
Bohrprofil DIN 4023	Maßstab: 1: 50

DPH 17

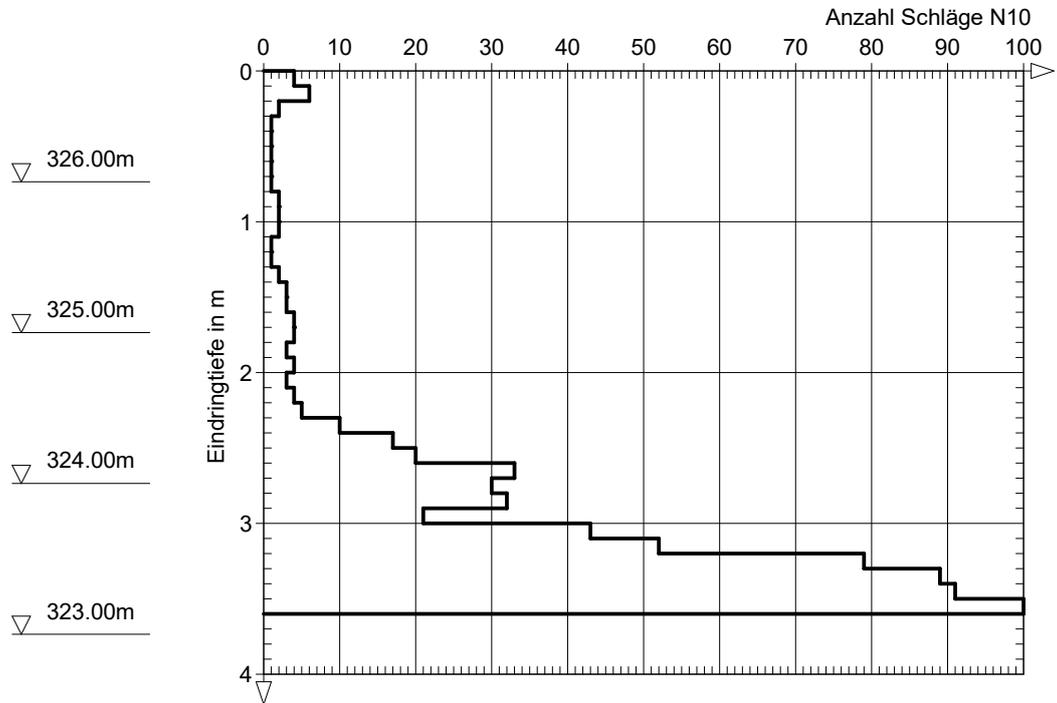
Ansatzpunkt: 326.82 mNN



Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber: Stadt Sulzburg
Am Kesselhaus 5	Projekt: BV Käpelmatten, Sulzburg - Flst. Nr. 1178
79576 Weil am Rhein	Projektnr.: 6330
Telefon 07621 / 95664-0	Datum: 09.08.2022
Bohrprofil DIN 4023	Maßstab: 1: 50

DPH 18

Ansatzpunkt: 326.74 mNN



Auftraggeber: Stadt Sulzburg					Datum: 26.08.2022							
Projekt: BV Käpelematten, Sulzburg - Flst. Nr. 1178					GIW: 6330							
Probe	MP 1	S 15-01	S 16-01	S 18-01	Zuordnungswerte VwV Boden							
Datum	12.07.2022	12.07.2022	12.07.2022	12.07.2022	Z 0 Sand	Z 0 Lehm/Schluff	Z 0* IIIA	Z 0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	
geologische Einheit	Auffüllung	Auffüllung	Auffüllung	Auffüllung								
angesetzte Z 0 - Werte	Z 0 Lehm	Z 0 Lehm	Z 0 Lehm	Z 0 Lehm								
Feststoff												
Arsen	mg/kg	13	31	23	15	10	15	15	15	45	45	150
Blei	mg/kg	170	460	290	290	40	70	100	140	210	210	700
Cadmium	mg/kg	nn	0,66	0,53	nn	0,4	1	1	1	3	3	10
Chrom (gesamt)	mg/kg	40	47	39	44	30	60	100	120	180	180	600
Kupfer	mg/kg	22	44	32	33	20	40	60	80	120	120	400
Nickel	mg/kg	20	22	21	20	15	50	70	100	150	150	500
Thallium	mg/kg	nn				0,4	0,7	0,7	0,7	2,1	2,1	7
Quecksilber	mg/kg	0,11	0,67	0,13	0,24	0,1	0,5	1,0	1,0	1,5	1,5	5
Zink	mg/kg	100	220	150	170	60	150	200	300	450	450	1500
Cyanid (gesamt)	mg/kg	nn				-	-	-	-	3	3	10
EOX	mg/kg	nn				1	1	1	1	3	3	10
KW (C10 - C22)	mg/kg	nn				100	100	100	200	300	300	1000
KW (C10 - C40)	mg/kg	nn							400	600	600	2000
BTEX (gesamt)	mg/kg	nb				1	1	1	1	1	1	1
LHKW (gesamt)	mg/kg	nb				1	1	1	1	1	1	1
PCB (DIN)	mg/kg	nb				0,05	0,05	0,05	0,1	0,15	0,15	0,5
PAK (EPA)	mg/kg	0,052				3	3	3	3	3	9	30
Benzo(a)pyren	mg/kg	nn				0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	0,9	3
Eluat												
pH-Wert	[-]	7,22				6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	36				250	250	250	250	250	1500	2000
Chlorid	mg/l	8,7				30	30	30	30	30	50	100
Sulfat	mg/l	3,7				50	50	50	50	50	100	150
Arsen	µg/l	nn	4,3	3,5	3,6	-	-	14	14	14	20	60
Blei	µg/l	nn	11	13	17	-	-	40	40	40	80	200
Cadmium	µg/l	nn	nn	nn	nn	-	-	1,5	1,5	1,5	3	6
Chrom (gesamt)	µg/l	nn	nn	nn	nn	-	-	12,5	12,5	12,5	25	60
Kupfer	µg/l	nn	18	16	17	-	-	20	20	20	60	100
Nickel	µg/l	nn	nn	nn	nn	-	-	15	15	15	20	70
Quecksilber	µg/l	nn	nn	nn	nn	-	-	0,5	0,5	0,5	1	2
Thallium	µg/l					-	-	-	-	-	-	-
Zink	µg/l	nn	20	19	23	-	-	150	150	150	200	600
Cyanide	µg/l	nn				5	5	5	5	5	10	20
Phenolindex	µg/l	nn				20	20	20	20	20	40	100
Zuordnung		Z 1.1	Z 2	Z 2	Z 2	nn = Wert kleiner Bestimmungsgrenze; nb = nicht berechenbar;						
<p>* VwV für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (03/2007; berichtigt 12/2017)</p> <p>bis Z 0: Uneingeschränkter Einbau</p> <p>bis Z 1.1: Offener Einbau bei unempfindlicher Nutzung (GW-Flurabstand > 1 m)</p> <p>bis Z 1.2: Offener Einbau in hydrogeologisch günstigen Gebieten (Deckschichtenmächtigkeit > 2 m); Erosionsschutz erforderlich</p> <p>bis Z 2: Eingeschränkter Einbau mit technischen Sicherungsmaßnahmen (z.B. Kern von Lärmschutzwällen)</p>												

Auftraggeber: Stadt Sulzburg						Datum: 26.08.2022							
Projekt: BV Käpelematten, Sulzburg - Flst. Nr. 1178						GIW: 6330							
Probe	MP 2	S 15-02	S 16-02	S 17-01	S 18-02	Zuordnungswerte VwV Boden							
Datum	12.07.2022	12.07.2022	12.07.2022	12.07.2022	12.07.2022	Z 0 Sand	Z 0 Lehm/ Schluff	Z 0* IIIA	Z 0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	
geologische Einheit	Deckschicht	Deckschicht	Deckschicht	Deckschicht	Deckschicht								
angesetzte Z 0 - Werte	Z 0 Lehm	Z 0 Lehm	Z 0 Lehm	Z 0 Lehm	Z 0 Lehm								
Feststoff													
Arsen	mg/kg	20	73	91	9	14	10	15	15	15	45	45	150
Blei	mg/kg	24	35	44	19	17	40	70	100	140	210	210	700
Cadmium	mg/kg	nn	nn	nn	nn	nn	0,4	1	1	1	3	3	10
Chrom (gesamt)	mg/kg	39	41	45	45	48	30	60	100	120	180	180	600
Kupfer	mg/kg	17	19	26	19	23	20	40	60	80	120	120	400
Nickel	mg/kg	28	36	40	32	36	15	50	70	100	150	150	500
Thallium	mg/kg	nn	/	/	/	/	0,4	0,7	0,7	0,7	2,1	2,1	7
Quecksilber	mg/kg	nn	nn	nn	nn	nn	0,1	0,5	1,0	1,0	1,5	1,5	5
Zink	mg/kg	69	86	96	79	82	60	150	200	300	450	450	1500
Cyanid (gesamt)	mg/kg	nn	/	/	/	/	-	-	-	-	3	3	10
EOX	mg/kg	nn	/	/	/	/	1	1	1	1	3	3	10
KW (C10 - C22)	mg/kg	nn	/	/	/	/	100	100	100	200	300	300	1000
KW (C10 - C40)	mg/kg	nn	/	/	/	/				400	600	600	2000
BTEX (gesamt)	mg/kg	nb	/	/	/	/	1	1	1	1	1	1	1
LHKW (gesamt)	mg/kg	nb	/	/	/	/	1	1	1	1	1	1	1
PCB (DIN)	mg/kg	nb	/	/	/	/	0,05	0,05	0,05	0,1	0,15	0,15	0,5
PAK (EPA)	mg/kg	nb	/	/	/	/	3	3	3	3	3	9	30
Benzo(a)pyren	mg/kg	nn	/	/	/	/	0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	0,9	3
Eluat													
pH-Wert	[-]	7,84	/	/	/	/	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	17	/	/	/	/	250	250	250	250	250	1500	2000
Chlorid	mg/l	9,0	/	/	/	/	30	30	30	30	30	50	100
Sulfat	mg/l	3,0	/	/	/	/	50	50	50	50	50	100	150
Arsen	µg/l	nn	1,1	1,7	1,4	1,1	-	-	14	14	14	20	60
Blei	µg/l	nn	6,0	nn	nn	nn	-	-	40	40	40	80	200
Cadmium	µg/l	nn	nn	nn	nn	nn	-	-	1,5	1,5	1,5	3	6
Chrom (gesamt)	µg/l	nn	nn	nn	nn	nn	-	-	12,5	12,5	12,5	25	60
Kupfer	µg/l	nn	18	nn	nn	nn	-	-	20	20	20	60	100
Nickel	µg/l	nn	nn	nn	nn	nn	-	-	15	15	15	20	70
Quecksilber	µg/l	nn	nn	nn	nn	nn	-	-	0,5	0,5	0,5	1	2
Thallium	µg/l	/	/	/	/	/	-	-	-	-	-	-	-
Zink	µg/l	nn	21	12	14	14	-	-	150	150	150	200	600
Cyanide	µg/l	nn	/	/	/	/	5	5	5	5	5	10	20
Phenolindex	µg/l	nn	/	/	/	/	20	20	20	20	20	40	100
Zuordnung		Z 1.1	Z 2	Z 2	Z 0	Z 0	nn = Wert kleiner Bestimmungsgrenze; nb = nicht berechenbar;						
<p>* VwV für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (03/2007; berichtigt 12/2017)</p> <p>bis Z 0: Uneingeschränkter Einbau</p> <p>bis Z 1.1: Offener Einbau bei unempfindlicher Nutzung (GW-Flurabstand > 1 m)</p> <p>bis Z 1.2: Offener Einbau in hydrogeologisch günstigen Gebieten (Deckschichtenmächtigkeit > 2 m); Erosionsschutz erforderlich</p> <p>bis Z 2: Eingeschränkter Einbau mit technischen Sicherungsmaßnahmen (z.B. Kern von Lärmschutzwällen)</p>													

Auftraggeber:	Stadt Sulzburg					Datum:	26.08.2022						
Projekt:	BV Käpelematten, Sulzburg - Flst. Nr. 1178					GIW:	6330						
Probe	MP 3	S 15-03	S 16-03	S 17-02	S 18-03	Zuordnungswerte VwV Boden							
Datum	12.07.2022	12.07.2022	12.07.2022	12.07.2022	12.07.2022	Z 0 Sand	Z 0 Lehm/ Schluff	Z 0* IIIA	Z 0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	
geologische Einheit	Sulzbach- schotter	Sulzbach- schotter	Sulzbach- schotter	Sulzbach- schotter	Sulzbach- schotter								
angesetzte Z 0 - Werte	Z 0 Lehm	Z 0 Lehm	Z 0 Lehm	Z 0 Lehm	Z 0 Sand								
Feststoff													
Arsen	mg/kg	63	56	81	44	62	10	15	15	15	45	45	150
Blei	mg/kg	29	36	32	18	22	40	70	100	140	210	210	700
Cadmium	mg/kg	nn	nn	nn	nn	nn	0,4	1	1	1	3	3	10
Chrom (gesamt)	mg/kg	27	28	24	26	32	30	60	100	120	180	180	600
Kupfer	mg/kg	21	15	18	13	26	20	40	60	80	120	120	400
Nickel	mg/kg	26	25	25	23	31	15	50	70	100	150	150	500
Thallium	mg/kg	nn					0,4	0,7	0,7	0,7	2,1	2,1	7
Quecksilber	mg/kg	nn	nn	nn	nn	nn	0,1	0,5	1,0	1,0	1,5	1,5	5
Zink	mg/kg	70	120	130	59	98	60	150	200	300	450	450	1500
Cyanid (gesamt)	mg/kg	nn					-	-	-	-	3	3	10
EOX	mg/kg	nn					1	1	1	1	3	3	10
KW (C10 - C22)	mg/kg	nn					100	100	100	200	300	300	1000
KW (C10 - C40)	mg/kg	nn								400	600	600	2000
BTEX (gesamt)	mg/kg	nb					1	1	1	1	1	1	1
LHKW (gesamt)	mg/kg	nb					1	1	1	1	1	1	1
PCB (DIN)	mg/kg	nb					0,05	0,05	0,05	0,1	0,15	0,15	0,5
PAK (EPA)	mg/kg	nb					3	3	3	3	3	9	30
Benzo(a)pyren	mg/kg	nn					0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	0,9	3
Eluat													
pH-Wert	[-]	6,79					6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	33					250	250	250	250	250	1500	2000
Chlorid	mg/l	9,0					30	30	30	30	30	50	100
Sulfat	mg/l	3,6					50	50	50	50	50	100	150
Arsen	µg/l	nn	2,5	4,1	6,4	2,8	-	-	14	14	14	20	60
Blei	µg/l	nn	8,2	nn	nn	nn	-	-	40	40	40	80	200
Cadmium	µg/l	nn	nn	nn	nn	nn	-	-	1,5	1,5	1,5	3	6
Chrom (gesamt)	µg/l	nn	nn	nn	nn	nn	-	-	12,5	12,5	12,5	25	60
Kupfer	µg/l	nn	13	nn	nn	nn	-	-	20	20	20	60	100
Nickel	µg/l	nn	nn	nn	nn	nn	-	-	15	15	15	20	70
Quecksilber	µg/l	nn	nn	nn	nn	nn	-	-	0,5	0,5	0,5	1	2
Thallium	µg/l						-	-	-	-	-	-	-
Zink	µg/l	nn	30	16	19	15	-	-	150	150	150	200	600
Cyanide	µg/l	nn					5	5	5	5	5	10	20
Phenolindex	µg/l	nn					20	20	20	20	20	40	100
Zuordnung		Z 2	Z 2	Z 2	Z 1.1	Z 2	nn = Wert kleiner Bestimmungsgrenze; nb = nicht berechenbar;						
<p>* VwV für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (03/2007; berichtigt 12/2017)</p> <p>bis Z 0: Uneingeschränkter Einbau</p> <p>bis Z 1.1: Offener Einbau bei unempfindlicher Nutzung (GW-Flurabstand > 1 m)</p> <p>bis Z 1.2: Offener Einbau in hydrogeologisch günstigen Gebieten (Deckschichtenmächtigkeit > 2 m); Erosionsschutz erforderlich</p> <p>bis Z 2: Eingeschränkter Einbau mit technischen Sicherungsmaßnahmen (z.B. Kern von Lärmschutzwällen)</p>													

Auftraggeber: Stadt Sulzburg								
Projekt: BV Käpelematten, Sulzburg - Flst. Nr. 1178					GIW 6330			
Probe	MP 1	MP 2	MP 3	Zuordnungswerte DepV ¹				
Datum	12.07.2022	02.07.2022	12.07.2022					
geologische Einheit	Auffüllung	Deckschicht	Sulzbach-schotter	DK 0	DK I	DK II	DK III	
Organischer Anteil des Trockenrückstandes								
Glühverlust ³	%	4,4	3	1,9	3	3	5	10
TOC ³	%	0,87	0,15	0,086	1	1	3	6
Feststoff								
BTEX	mg/kg	nb	nb	nb	6			
PCB (7)	mg/kg	nb	nb	nb	1			
MKW (C10 - C40)	mg/kg	nn	nn	nn	500			
PAK (EPA)	mg/kg	0,052	nb	nb	30	500 ²	1000 ²	
extr. lipophile Stoffe	%	nn	nn	nn	0,1	0,4	0,8	4
Eluat								
pH-Wert		7,22	7,84	6,79	5,5 - 13	5,5 - 13	5,5 - 13	4,0 - 13
DOC	mg/l	17	11	8,1	50	50	80	100
Phenole	mg/l	nn	nn	nn	0,1	0,2	50	100
Arsen	mg/l	nn	nn	nn	0,05	0,2	0,2	2,5
Blei	mg/l	nn	nn	nn	0,05	0,2	1	5
Cadmium	mg/l	nn	nn	nn	0,004	0,05	0,1	0,5
Kupfer	mg/l	nn	nn	nn	0,2	1	5	10
Nickel	mg/l	nn	nn	nn	0,04	0,2	1	4
Quecksilber	mg/l	nn	nn	nn	0,001	0,005	0,02	0,2
Zink	mg/l	nn	nn	nn	0,4	2	5	20
Chlorid	mg/l	8,7	9,0	9,0	80	1500	1500	2500
Sulfat	mg/l	3,7	3,0	3,6	100	2000	2000	5000
Cyanid (lf)	mg/l	nn	nn	nn	0,01	0,1	0,5	1
Fluorid	mg/l	nn	nn	nn	1	5	15	50
Barium	mg/l	0,025	nn	0,019	2	5	10	30
Chrom	mg/l	nn	nn	nn	0,05	0,3	1	7
Molybdän	mg/l	nn	nn	nn	0,05	0,3	1	3
Antimon	mg/l	nn	nn	nn	0,006	0,03	0,07	0,5
Selen	mg/l	nn	nn	nn	0,01	0,03	0,05	0,7
gelöste Feststoffe	mg/l	nn	nn	nn	400	3000	6000	10000
Zuordnung		DK II (DK 0³)	DK 0	DK 0	nn = Wert kleiner Bestimmungsgrenze; nb = nicht berechenbar;			
¹ Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung-DepV) vom 27.04.2009; letzte Änderung: 30.06.2020								
² Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen; Baden-Württemberg (05/2012) - "Handlungshilfe organische Schadstoffe auf Deponien"								
³ Gemäß DepV - 2 Zuordnungskriterien für Deponien der Klassen 0, I, II oder III kann der Glühverlust oder TOC mit Zustimmung der zuständigen Behörde überschritten werden, wenn der jeweilige Wert für den DOC eingehalten wird oder wenn die Überschreitung auf natürliche Bestandteile zurückzuführen ist.								

Untersuchungsbericht

Untersuchungsstelle: **SEWA GmbH**
Laborbetriebsgesellschaft m.b.H
Lichtstr. 3
45127 Essen

Tel. (0201) 847363-0 Fax (0201) 847363-332

Berichtsnummer: AU77581
Berichtsdatum: 26.07.2022

Projekt: BV Käpellemmatten, Sulzburg, Flst.

Auftraggeber: Geotechnisches Institut GmbH
Am Kesselhaus 5
79576 Weil am Rhein

Auftrag: 15.07.2022
Probeneingang: 15.07.2022
Untersuchungszeitraum: 15.07.2022 — 26.07.2022
Probenahme durch: Auftraggeber/Gutachter
Untersuchungsgegenstand: 14 Feststoffproben



Andreas Görner
Laborleitung

Die Untersuchungen beziehen sich ausschließlich auf die eingegangenen Proben. Die auszugsweise Vervielfältigung des Untersuchungsberichtes ist ohne die schriftliche Genehmigung der SEWA GmbH nicht gestattet.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Teufe	Probenentnahme
77581 - 1	MP 1 Auffüllung		
77581 - 2	MP 2 Deckschicht		
77581 - 3	MP 3 Sulzbachschotter		
77581 - 4	S 15-01	0,0-1,1 m	
		77581 - 1	77581 - 2
		77581 - 3	77581 - 4

- Untersuchungen im Königswasseraufschluß

Metalle

Arsen	mg/kg	13	20	63	31
Blei	mg/kg	170	24	29	460
Cadmium	mg/kg	<0,40	<0,40	<0,40	0,66
Chrom	mg/kg	40	39	27	47
Kupfer	mg/kg	22	17	21	44
Nickel	mg/kg	20	28	26	22
Quecksilber	mg/kg	0,11	<0,060	<0,060	0,67
Zink	mg/kg	100	69	70	220

- Untersuchungen im Salpetersäureaufschluß

Metalle

Thallium	mg/kg	<0,40	<0,40	<0,40
----------	-------	-------	-------	-------

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Teufe	Probenentnahme	
77581 - 1	MP 1 Auffüllung			
77581 - 2	MP 2 Deckschicht			
77581 - 3	MP 3 Sulzbachschotter			
77581 - 4	S 15-01	0,0-1,1 m		
			77581 - 1	77581 - 2
			77581 - 3	77581 - 4

● Untersuchungen im Feststoff

pH-Wert	ohne	6,24	6,08	6,37
Glührückstand	%	95,6	97,0	98,1
Glühverlust	%	4,4	3,0	1,9
TOC	%	0,87	0,15	0,086
EOX	mg/kg	<1,0	<1,0	<1,0
Schwerfl. liph. Stoffe	%	<0,10	<0,10	<0,10
Cyanid (ges.)	mg/kg	<1,0	<1,0	<1,0
KW-Index	mg/kg	<50	<50	<50
C10-C22	mg/kg	<50	<50	<50
C22-C40	mg/kg	<50	<50	<50

LHKW

Dichlormethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
Trichlormethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
Tetrachlormethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
Trichlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
1,1,2-Trichlorethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
Tetrachlorethen	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
Chlorbenzol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
1,1,1,2-Tetrachlorethan	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
Summe LHKW	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar

BTEX/Styrol/Cumol

Benzol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
Toluol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
Ethylbenzol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
m/p-Xylol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
Styrol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
o-Xylol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
Isopropylbenzol	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025
Summe BTEX	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar
Summe BTEX/Styrol/Cumol	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Teufe	Probenentnahme
77581 - 1	MP 1 Auffüllung		
77581 - 2	MP 2 Deckschicht		
77581 - 3	MP 3 Sulzbachschotter		
77581 - 4	S 15-01	0,0-1,1 m	

PAK nach US EPA

		77581 - 1	77581 - 2	77581 - 3	77581 - 4
Naphthalin	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	
Acenaphthylen	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	
Acenaphthen	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	
Fluoren	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	
Phenanthren	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	
Anthracen	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	
Fluoranthren	mg/kg	0,019	<0,010	<0,010	
Pyren	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	
Benzo(a)anthracen	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	
Chrysen	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	
Benzofluoranthene	mg/kg	0,033	<0,010	<0,010	
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	
Benzo(ghi)perylen	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	
Indeno(123-cd)pyren	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	
Summe PAK n. US EPA	mg/kg	0,052	n. berechenbar	n. berechenbar	
Summe PAK n.TrinkwV	mg/kg	0,033	n. berechenbar	n. berechenbar	

PCB nach DepV

		77581 - 1	77581 - 2	77581 - 3	77581 - 4
PCB 28	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	
PCB 52	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	
PCB 101	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	
PCB 118	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	
PCB 138	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	
PCB 153	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	
PCB 180	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	
Summe PCB n. DIN	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	
Summe PCB n. AltÖIV	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	
Summe PCB	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar	

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Teufe	Probenentnahme	
77581 - 1	MP 1 Auffüllung			
77581 - 2	MP 2 Deckschicht			
77581 - 3	MP 3 Sulzbachschotter			
77581 - 4	S 15-01	0,0-1,1 m		
			77581 - 1	77581 - 2
			77581 - 3	77581 - 4

● Untersuchungen im Eluat

pH-Wert	ohne	7,22	7,84	6,79	
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	mg/l	<100	<100	<100	
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	36	17	33	
Chlorid	mg/l	8,7	9,0	9,0	
Sulfat	mg/l	3,7	3,0	3,6	
Fluorid	mg/l	<0,50	<0,50	<0,50	
Cyanid (ges.)	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	
Cyanid (l.f.)	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	
Phenolindex	mg/l	<0,0080	<0,0080	<0,0080	
DOC	mg/l	17	11	8,1	
Metalle					
Antimon	mg/l	<0,0010	<0,0010	<0,0010	
Arsen	mg/l	<0,0010	<0,0010	<0,0010	0,0043
Barium	mg/l	0,025	<0,0050	0,019	
Blei	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	0,011
Cadmium	mg/l	<0,00050	<0,00050	<0,00050	<0,00050
Chrom	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Kupfer	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	0,018
Molybdän	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	
Nickel	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Quecksilber	mg/l	<0,00020	<0,00020	<0,00020	<0,00020
Selen	mg/l	<0,0010	<0,0010	<0,0010	
Thallium	mg/l	<0,0010	<0,0010	<0,0010	
Zink	mg/l	<0,010	<0,010	<0,010	0,020

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Teufe	Probenentnahme	
77581 - 5	S 15-02	1,1-2,2 m		
77581 - 6	S 15-03	2,2-2,5 m		
77581 - 7	S 16-01	0,0-1,0 m		
77581 - 8	S 16-02	1,0-2,5 m		
			77581 - 5	77581 - 6
			77581 - 7	77581 - 8

- Untersuchungen im Königswasseraufschluß

Metalle

Arsen	mg/kg	73	56	23	91
Blei	mg/kg	35	36	290	44
Cadmium	mg/kg	<0,40	<0,40	0,53	<0,40
Chrom	mg/kg	41	28	39	45
Kupfer	mg/kg	19	15	32	26
Nickel	mg/kg	36	25	21	40
Quecksilber	mg/kg	<0,060	<0,060	0,13	<0,060
Zink	mg/kg	86	120	150	96

- Untersuchungen im Eluat

Metalle

Arsen	mg/l	0,0011	0,0025	0,0035	0,0017
Blei	mg/l	0,0060	0,0082	0,013	<0,0050
Cadmium	mg/l	<0,00050	<0,00050	<0,00050	<0,00050
Chrom	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Kupfer	mg/l	0,018	0,013	0,016	<0,0050
Nickel	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Quecksilber	mg/l	<0,00020	<0,00020	<0,00020	<0,00020
Zink	mg/l	0,021	0,030	0,019	0,012

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Teufe	Probenentnahme	
77581 - 9	S 16-03	2,5-2,8 m		
77581 - 10	S 17-01	0,3-2,6 m		
77581 - 11	S 17-02	2,6-2,8 m		
77581 - 12	S 18-01	0,0-0,3 m		
			77581 - 9	77581 - 10
			77581 - 11	77581 - 12

- Untersuchungen im Königswasseraufschluß

Metalle

Arsen	mg/kg	81	9,1	44	15
Blei	mg/kg	32	19	18	290
Cadmium	mg/kg	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
Chrom	mg/kg	24	45	26	44
Kupfer	mg/kg	18	19	13	33
Nickel	mg/kg	25	32	23	20
Quecksilber	mg/kg	<0,060	<0,060	<0,060	0,24
Zink	mg/kg	130	79	59	170

- Untersuchungen im Eluat

Metalle

Arsen	mg/l	0,0041	0,0014	0,0064	0,0036
Blei	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	0,017
Cadmium	mg/l	<0,00050	<0,00050	<0,00050	<0,00050
Chrom	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Kupfer	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	0,017
Nickel	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Quecksilber	mg/l	<0,00020	<0,00020	<0,00020	<0,00020
Zink	mg/l	0,016	0,014	0,019	0,023

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Teufe	Probenentnahme
77581 - 13	S 18-02	0,3-2,6 m	
77581 - 14	S 18-03	2,6-2,9 m	

77581 - 13

77581 - 14

- Untersuchungen im Königswasseraufschluß

Metalle

Arsen	mg/kg	14	62
Blei	mg/kg	17	22
Cadmium	mg/kg	<0,40	<0,40
Chrom	mg/kg	48	32
Kupfer	mg/kg	23	26
Nickel	mg/kg	36	31
Quecksilber	mg/kg	<0,060	<0,060
Zink	mg/kg	82	98

- Untersuchungen im Eluat

Metalle

Arsen	mg/l	0,0011	0,0028
Blei	mg/l	<0,0050	<0,0050
Cadmium	mg/l	<0,00050	<0,00050
Chrom	mg/l	<0,0050	<0,0050
Kupfer	mg/l	<0,0050	<0,0050
Nickel	mg/l	<0,0050	<0,0050
Quecksilber	mg/l	<0,00020	<0,00020
Zink	mg/l	0,014	0,015

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

- Untersuchungen im Königswasseraufschluß

Aufschluß	DIN EN 13657 (2003-01)
Arsen	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Blei	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Cadmium	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Chrom	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Kupfer	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Nickel	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Quecksilber	DIN EN ISO 12846 (2012-08)
Zink	DIN EN ISO 11885 (2009-09)

- Untersuchungen im Salpetersäureaufschluß

Aufschluß	VDI 3796-1
Thallium	VDI 3796-1

- Untersuchungen im Feststoff

Cyanid (ges.)	DIN ISO 11262 (2012-04)
EOX	DIN 38414 S17 (2017-01)
Glührückstand	DIN EN 15169 (2007-05)
Glühverlust	DIN EN 15169 (2007-05)
KW-Index	DIN EN 14039 (2005-01) i.V. LAGA KW/04 (2019-09)
Schwerfl. liqh. Stoffe	LAGA KW/04 (2019-09)
TOC	DIN EN 15936 (2012-11)
pH-Wert	DIN ISO 10390 (2005-03)
LHKW	DIN ISO 22155 (2016-07)
BTEX/Styrol/Cumol	DIN ISO 22155 (2016-07)
PAK nach US EPA	DIN ISO 18287 (2006-05)
PCB nach DepV	DIN EN 15308 (2016-12)

- Untersuchungen im Eluat

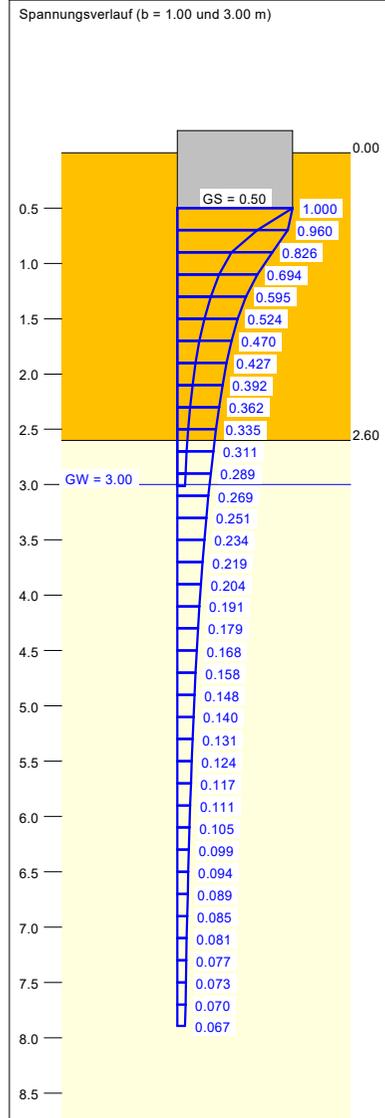
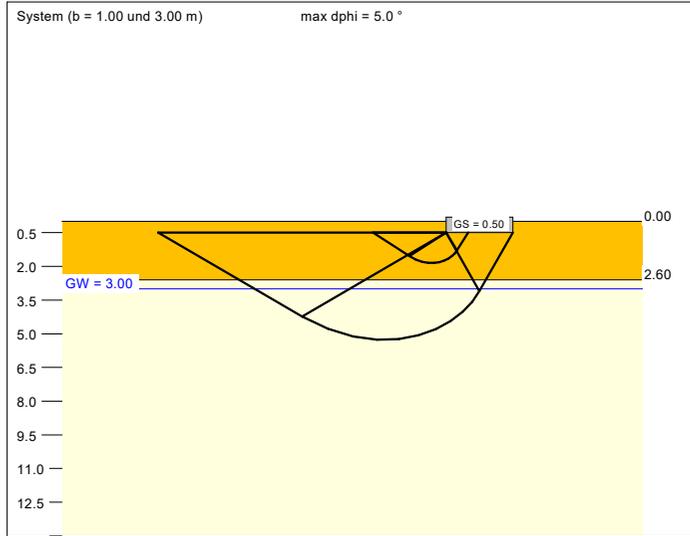
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)
Cyanid (ges.)	DIN 38405 D7 (2002-04)
Cyanid (l.f.)	DIN 38405 D13 (2011-04)
DEV S4 Eluat	DIN EN 12457-4 (2003-01)
DOC	DIN EN 1484 (2019-04)
Elektr. Leitfähigkeit	DIN EN 27888 (1993-11)
Fluorid	DIN 38405 D4 (1985-07)
Gesamtgehalt an gelöster	DIN 38409 H1-2 (1987-01)
Phenolindex	DIN EN ISO 14402 H37 (1999-12)
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)
pH-Wert	DIN EN ISO 10523 (2012-04)

Untersuchungsmethoden

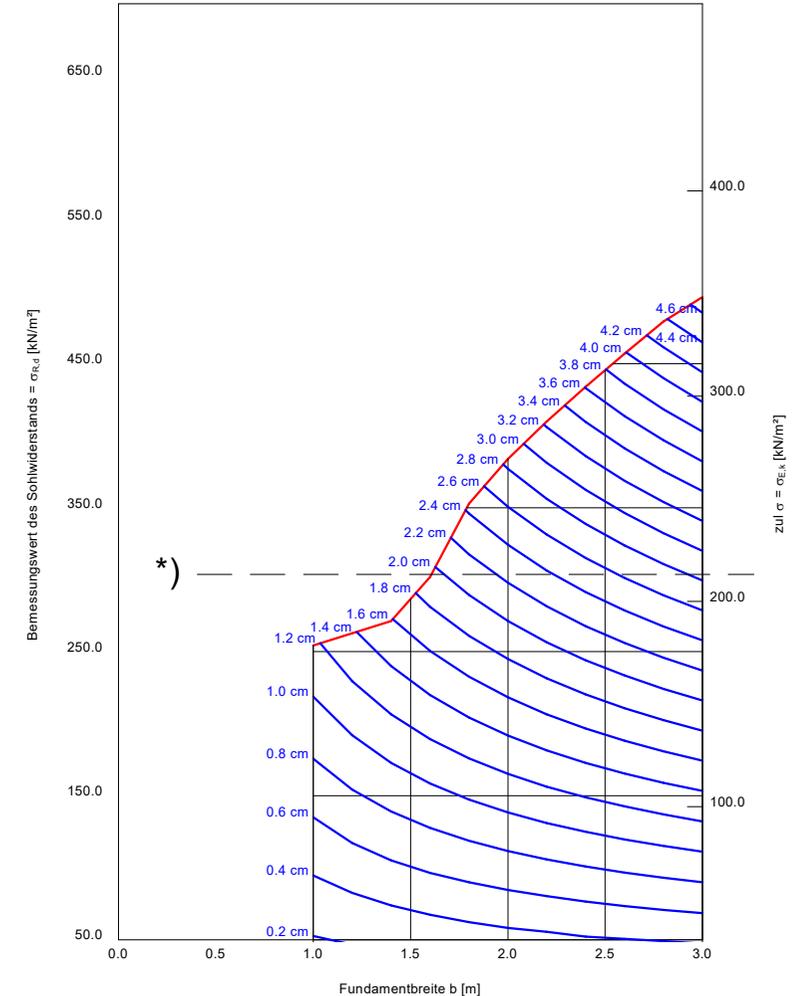
Antimon	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Arsen	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Barium	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Blei	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Cadmium	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Chrom	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Kupfer	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Molybdän	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Nickel	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Quecksilber	DIN EN ISO 12846 (2012-08)
Selen	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Thallium	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Zink	DIN EN ISO 11885 (2009-09)

Diagramm zur Bemessung flachgegründeter quadratischer Einzelfundamente
 Gründung in der Deckschicht
 Einbindetiefe $t = 0,5 \text{ m}$

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	19.0	10.0	25.0	5.0	10.0	0.00	Deckschicht
	20.0	12.0	32.5	0.0	60.0	0.00	verl. Sulzbachschotter



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{s,d}$ [kN]	zul $\sigma = \sigma_{E,s}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]
1.00	1.00	254.2	254.2	178.4	1.16	25.0	5.00	19.00	9.50	3.01	1.85
1.20	1.20	262.8	378.4	184.4	1.38	25.0	5.00	19.00	9.50	3.43	2.11
1.40	1.40	271.4	531.9	190.4	1.59	25.0	5.00	19.00	9.50	3.83	2.38
1.60	1.60	302.0	773.0	211.9	1.94	26.4 *	3.98	19.02	9.50	4.35	2.75
1.80	1.80	352.7	1142.9	247.5	2.45	27.9 *	3.14	18.98	9.50	4.98	3.15
2.00	2.00	383.8	1535.3	269.4	2.85	28.5	2.73	18.60	9.50	5.51	3.51
2.20	2.20	409.8	1983.2	287.5	3.23	29.0	2.43	18.19	9.50	6.00	3.87
2.40	2.40	433.8	2498.7	304.4	3.61	29.3	2.20	17.81	9.50	6.49	4.21
2.60	2.60	456.9	3088.8	320.7	3.99	29.6	2.01	17.45	9.50	6.97	4.56
2.80	2.80	479.3	3757.5	336.3	4.37	29.9	1.85	17.13	9.50	7.45	4.91
3.00	3.00	496.3	4466.4	348.3	4.71	30.0 *	1.71	16.84	9.50	7.89	5.26



*) Begrenzung des Bemessungswerts des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d} = 300 \text{ kN/m}^2$ entspricht einer zulässigen Bodenpressung zul. $\sigma = 210 \text{ kN/m}^2$

Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Gründungssohle = 0.50 m
 Grundwasser = 3.00 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0 \%$
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Sohldruck
 — Setzungen

* phi wegen S^* Bedingung abgemindert
 zul $\sigma = \sigma_{E,s} = \sigma_{R,d} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{E,s} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{E,s} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhaltis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Diagramm zur Bemessung flachgegründeter quadratischer Einzelfundamente
 Gründung in der Deckschicht
 Einbindetiefe $t = 1,0$ m

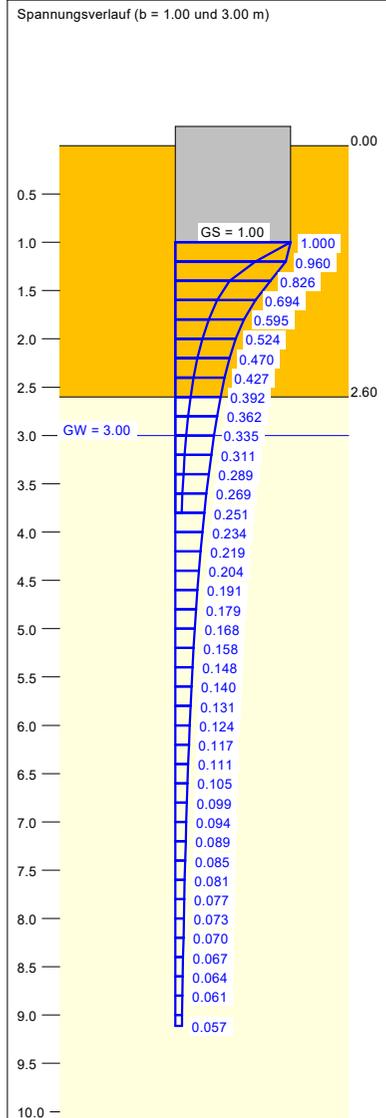
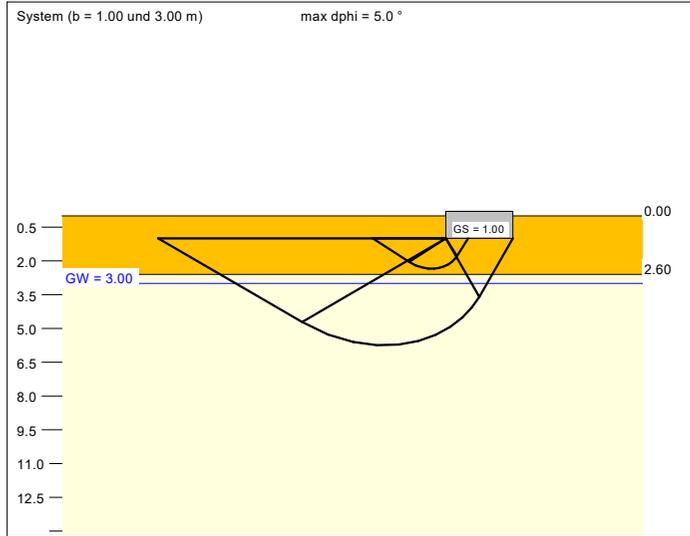
Geotechnisches Institut GmbH

Auftraggeber: Stadt Sulzburg

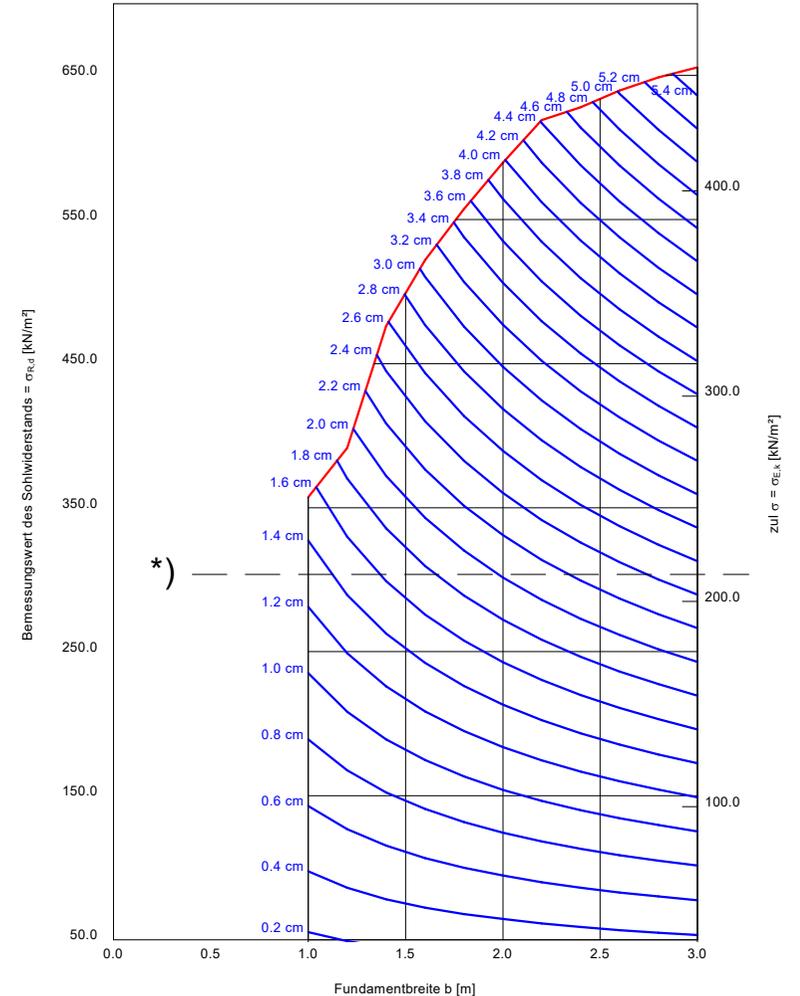
Projekt: NB Käppelematten, Sulzburg - Flst.-Nr. 1178

GIW-Nr.: 6330

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	19.0	10.0	25.0	5.0	10.0	0.00	Deckschicht
	20.0	12.0	32.5	0.0	60.0	0.00	verl. Sulzbachschotter



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{s,d}$ [kN]	zul $\sigma = \sigma_{E,s}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]
1.00	1.00	357.2	357.2	250.6	1.53	25.0	5.00	19.00	19.00	3.80	2.35
1.20	1.20	391.4	563.6	274.7	1.90	26.0 *	4.18	19.01	19.00	4.35	2.67
1.40	1.40	476.1	933.1	334.1	2.57	28.0 *	3.05	19.06	19.00	5.10	3.07
1.60	1.60	521.9	1336.1	366.2	3.07	28.8	2.57	18.60	19.00	5.70	3.43
1.80	1.80	557.4	1806.0	391.2	3.53	29.3	2.24	18.10	19.00	6.27	3.78
2.00	2.00	589.5	2358.0	413.7	3.97	29.6	1.99	17.63	19.00	6.82	4.13
2.20	2.20	619.0	2995.8	434.4	4.41	29.9	1.79	17.21	19.00	7.36	4.47
2.40	2.40	628.0	3617.3	440.7	4.71	30.0 *	1.64	16.87	19.00	7.81	4.80
2.60	2.60	639.6	4323.6	448.8	5.02	30.0 *	1.51	16.57	19.00	8.26	5.12
2.80	2.80	648.7	5085.6	455.2	5.30	30.0 *	1.40	16.31	19.00	8.69	5.44
3.00	3.00	655.7	5901.3	460.1	5.57	30.0 *	1.31	16.08	19.00	9.11	5.75



*) Begrenzung des Bemessungswerts des Sohlerstands $\sigma_{R,d} = 300$ kN/m² entspricht einer zulässigen Bodenpressung zul. $\sigma = 210$ kN/m²

Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Gründungssohle = 1.00 m
 Grundwasser = 3.00 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Sohldruck
 — Setzungen

* phi wegen S' Bedingung abgemindert
 zul $\sigma = \sigma_{E,s} = \sigma_{R,d} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{E,s} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{E,s} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Diagramm zur Bemessung flachgegründeter Streifenfundamente Gründung in der Deckschicht Einbindetiefe $t = 0,5$ m

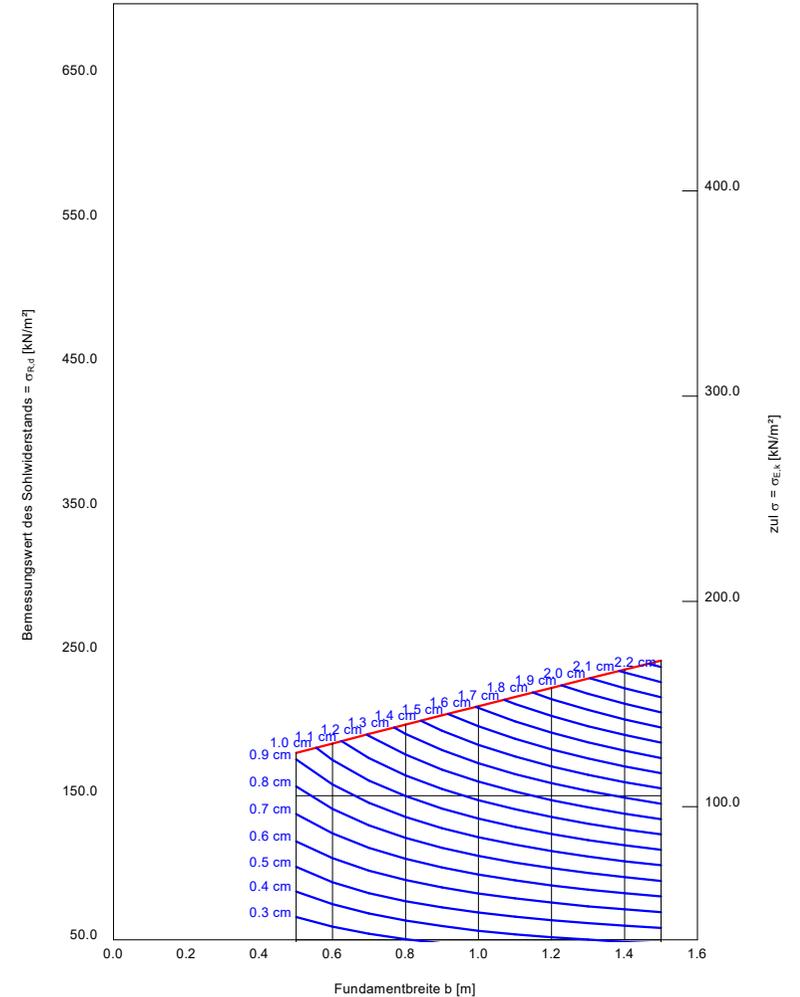
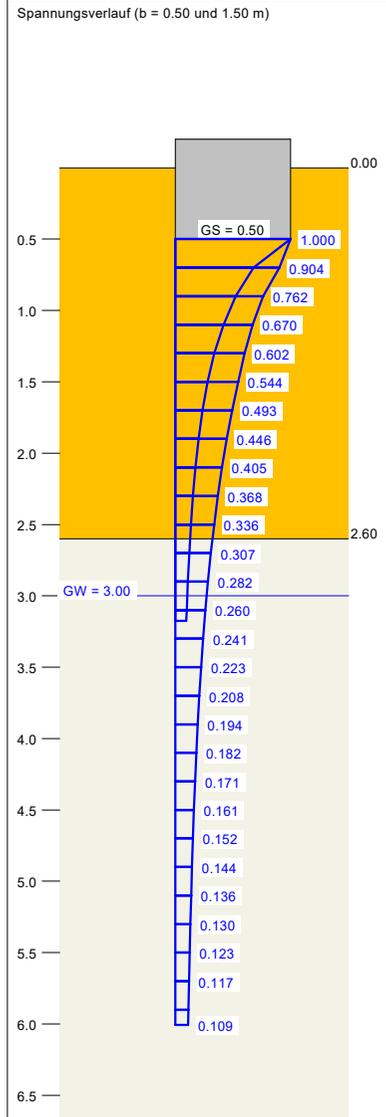
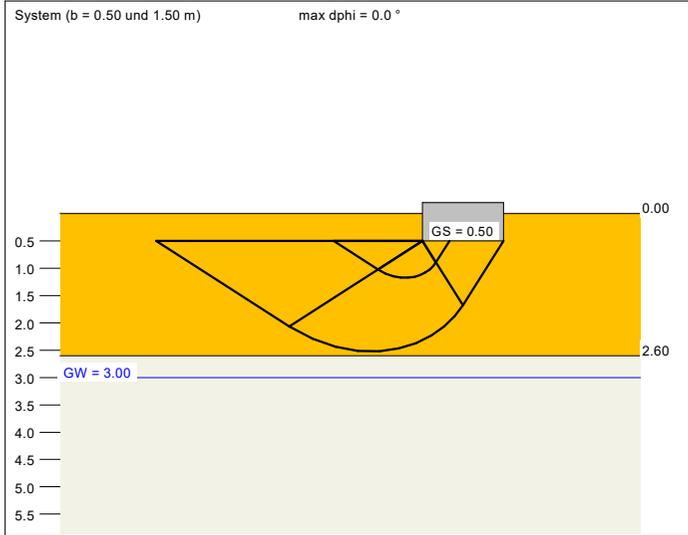
Geotechnisches Institut GmbH

Auftraggeber: Stadt Sulzburg

Projekt: NB Käppelematten, Sulzburg - Flst.-Nr. 1178

GIW-Nr.: 6330

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	19.0	10.0	25.0	5.0	10.0	0.00	Deckschicht
	20.0	12.0	32.5	0.0	60.0	0.00	verl. Sulzbachschotter



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{s,d}$ [kN/m]	Zul $\sigma = \sigma_{E,s}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]
10.00	0.50	179.7	89.9	126.1	0.92	25.0	5.00	19.00	9.50	3.17	1.17
10.00	0.60	186.3	111.8	130.7	1.07	25.0	5.00	19.00	9.50	3.51	1.31
10.00	0.70	192.8	135.0	135.3	1.21	25.0	5.00	19.00	9.50	3.83	1.44
10.00	0.80	199.3	159.4	139.9	1.34	25.0	5.00	19.00	9.50	4.13	1.58
10.00	0.90	205.8	185.2	144.4	1.48	25.0	5.00	19.00	9.50	4.42	1.71
10.00	1.00	212.2	212.2	148.9	1.61	25.0	5.00	19.00	9.50	4.70	1.85
10.00	1.10	218.6	240.4	153.4	1.74	25.0	5.00	19.00	9.50	4.98	1.98
10.00	1.20	224.9	269.9	157.8	1.87	25.0	5.00	19.00	9.50	5.24	2.11
10.00	1.30	231.2	300.6	162.2	1.99	25.0	5.00	19.00	9.50	5.50	2.25
10.00	1.40	237.5	332.5	166.6	2.12	25.0	5.00	19.00	9.50	5.76	2.38
10.00	1.50	243.7	365.6	171.0	2.24	25.0	5.00	19.00	9.50	6.01	2.52

Zul $\sigma = \sigma_{E,s} = \sigma_{R,s} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{G,Q}) = \sigma_{R,s} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,s} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50

Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Gründungssohle = 0.50 m
 Grundwasser = 3.00 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Sohldruck
 — Setzungen

Diagramm zur Bemessung flachgegründeter Streifenfundamente Gründung in der Deckschicht Einbindetiefe $t = 1,0$ m

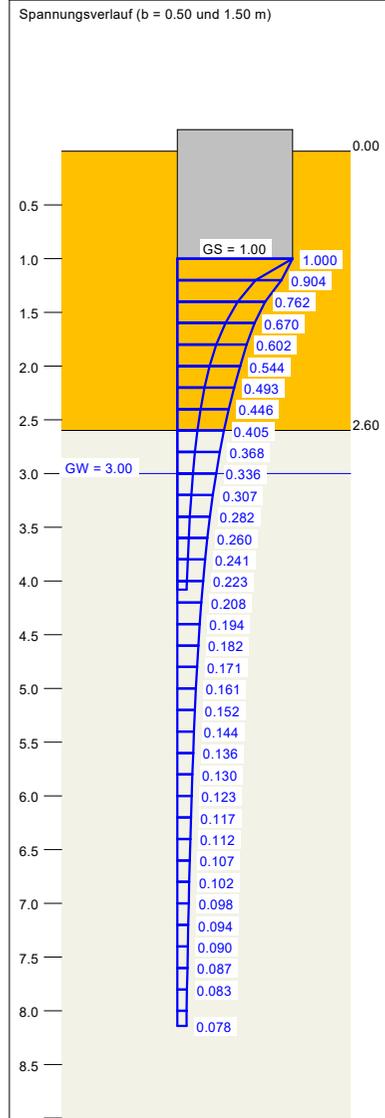
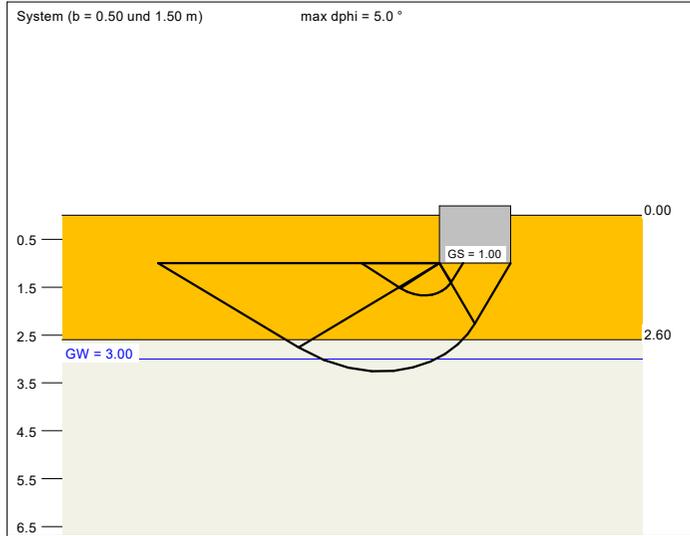
Geotechnisches Institut GmbH

Auftraggeber: Stadt Sulzburg

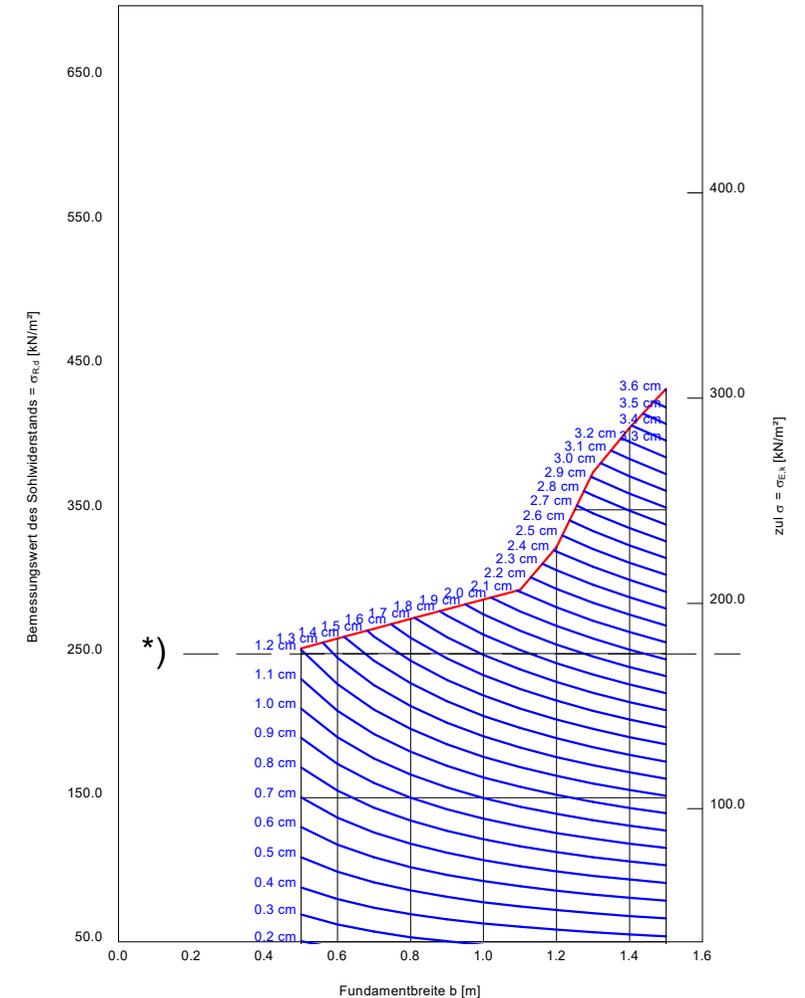
Projekt: NB Kappelematten, Sulzburg - Flst.-Nr. 1178

GIW-Nr.: 6330

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	19.0	10.0	25.0	5.0	10.0	0.00	Deckschicht
	20.0	12.0	32.5	0.0	60.0	0.00	verl. Sulzbachschotter



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{s,d}$ [kN/m]	zul $\sigma = \sigma_{E,s}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]
10.00	0.50	253.6	126.8	178.0	1.20	25.0	5.00	19.00	19.00	4.08	1.67
10.00	0.60	260.5	156.3	182.8	1.37	25.0	5.00	19.00	19.00	4.45	1.81
10.00	0.70	267.3	187.1	187.6	1.53	25.0	5.00	19.00	19.00	4.80	1.94
10.00	0.80	274.1	219.3	192.3	1.68	25.0	5.00	19.00	19.00	5.13	2.08
10.00	0.90	280.9	252.8	197.1	1.83	25.0	5.00	19.00	19.00	5.45	2.21
10.00	1.00	287.6	287.6	201.8	1.97	25.0	5.00	19.00	19.00	5.75	2.35
10.00	1.10	294.3	323.7	206.5	2.11	25.0	5.00	19.00	19.00	6.05	2.48
10.00	1.20	323.9	388.7	227.3	2.42	26.0 *	4.18	19.01	19.00	6.54	2.67
10.00	1.30	375.8	488.5	263.7	2.93	27.4 *	3.42	19.06	19.00	7.21	2.88
10.00	1.40	406.8	569.6	285.5	3.28	28.0 *	3.05	19.06	19.00	7.70	3.07
10.00	1.50	433.8	650.7	304.4	3.61	28.5	2.78	18.85	19.00	8.14	3.25



*) Begrenzung des Bemessungswerts des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d} = 250$ kN/m² entspricht einer zulässigen Bodenpressung zul. $\sigma = 175$ kN/m²

Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Gründungssohle = 1.00 m
 Grundwasser = 3.00 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 Sohldruck
 Setzungen

* phi wegen S* Bedingung abgemindert
 zul $\sigma = \sigma_{E,s} = \sigma_{R,d} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{E,s} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{E,s} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Diagramm zur Bemessung flachgegründeter quadratischer Einzelfundamente Gründung in den verlehnten Sulzbachschottern Einbindetiefe $t = 0,5$ m

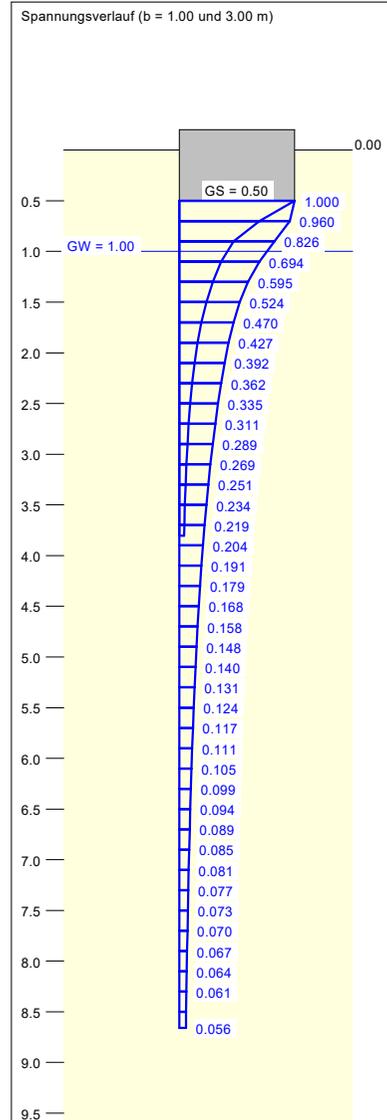
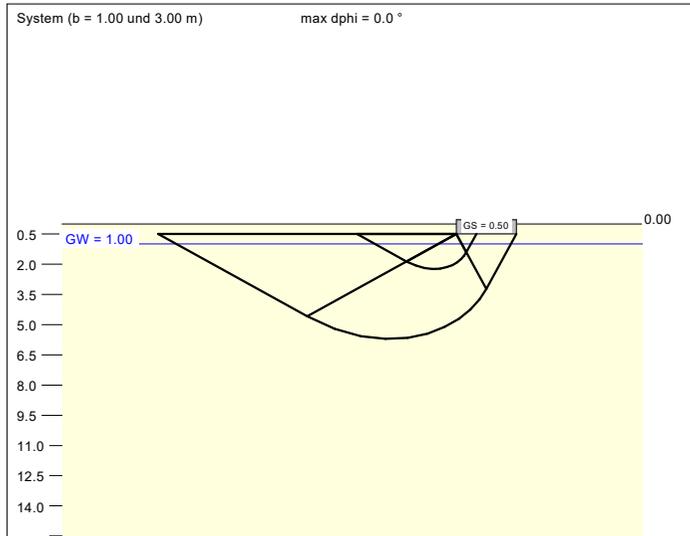
Geotechnisches Institut GmbH

Auftraggeber: Stadt Sulzburg

Projekt: NB Kapfeleplatten, Sulzburg - Flst.-Nr. 1178

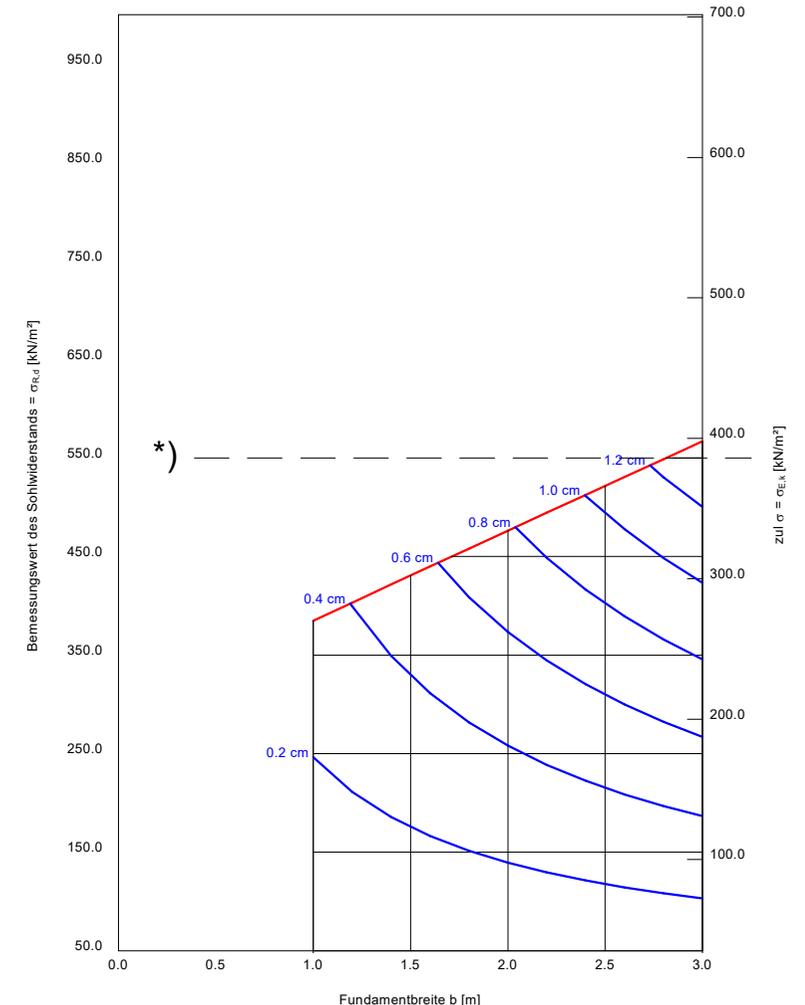
GIW-Nr.: 6330

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	20.0	12.0	32.5	0.0	60.0	0.00	verl. Sulzbachschotter



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{s,d}$ [kN]	zul $\sigma = \sigma_{E,s}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]
1.00	1.00	384.8	384.8	270.0	0.32	32.5	0.00	15.28	10.00	3.80	2.23
1.20	1.20	403.3	580.7	283.0	0.40	32.5	0.00	14.79	10.00	4.33	2.58
1.40	1.40	421.6	826.3	295.9	0.49	32.5	0.00	14.42	10.00	4.84	2.93
1.60	1.60	439.9	1126.1	308.7	0.58	32.5	0.00	14.14	10.00	5.34	3.28
1.80	1.80	458.1	1484.2	321.5	0.68	32.5	0.00	13.91	10.00	5.83	3.62
2.00	2.00	476.3	1905.1	334.2	0.78	32.5	0.00	13.73	10.00	6.31	3.97
2.20	2.20	494.4	2393.1	347.0	0.89	32.5	0.00	13.58	10.00	6.79	4.32
2.40	2.40	512.6	2952.4	359.7	1.00	32.5	0.00	13.46	10.00	7.26	4.66
2.60	2.60	530.7	3587.4	372.4	1.12	32.5	0.00	13.35	10.00	7.73	5.01
2.80	2.80	548.8	4302.5	385.1	1.24	32.5	0.00	13.26	10.00	8.20	5.36
3.00	3.00	566.9	5101.9	397.8	1.37	32.5	0.00	13.17	10.00	8.66	5.70

zul $\sigma = \sigma_{E,s} = \sigma_{R,s} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{G,Q}) = \sigma_{R,s} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,s} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50



*) Begrenzung des Bemessungswerts des Sohlwiderstands $\Sigma(R,d) = 550$ kN/m² entspricht einer zulässigen Bodenpressung zul. Σ = 385 kN/m²

Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Teilsicherheitskonzept (EC 7) $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Einzelfundament (a/b = 1.00) $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 Gründungssohle = 0.50 m
 Grundwasser = 1.00 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt
 — Sohldruck
 — Setzungen

Diagramm zur Bemessung flachgegründeter quadratischer Einzelfundamente
 Gründung in den verlehnten Sulzbachschottern
 Einbindetiefe $t = 1,0$ m

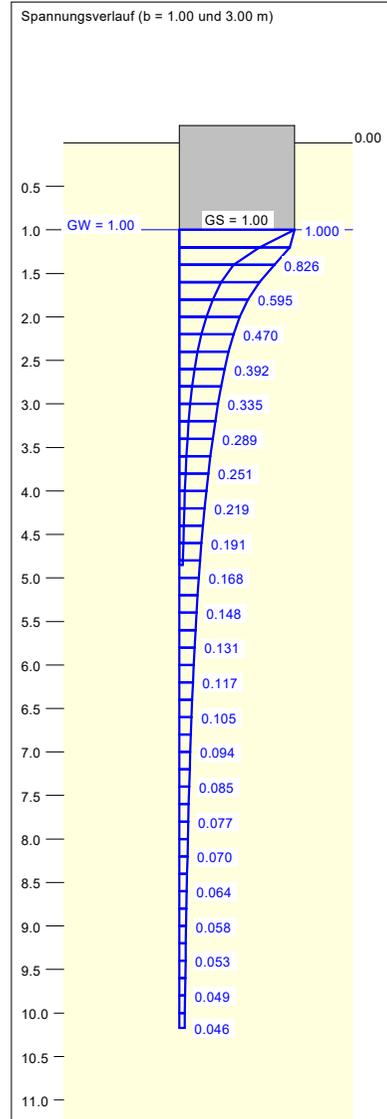
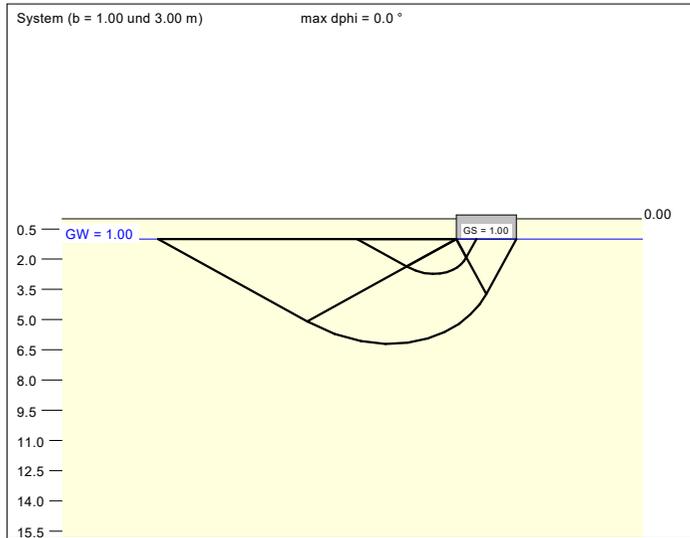
Geotechnisches Institut GmbH

Auftraggeber: Stadt Sulzburg

Projekt: NB Kapfeleplatten, Sulzburg - Flst.-Nr. 1178

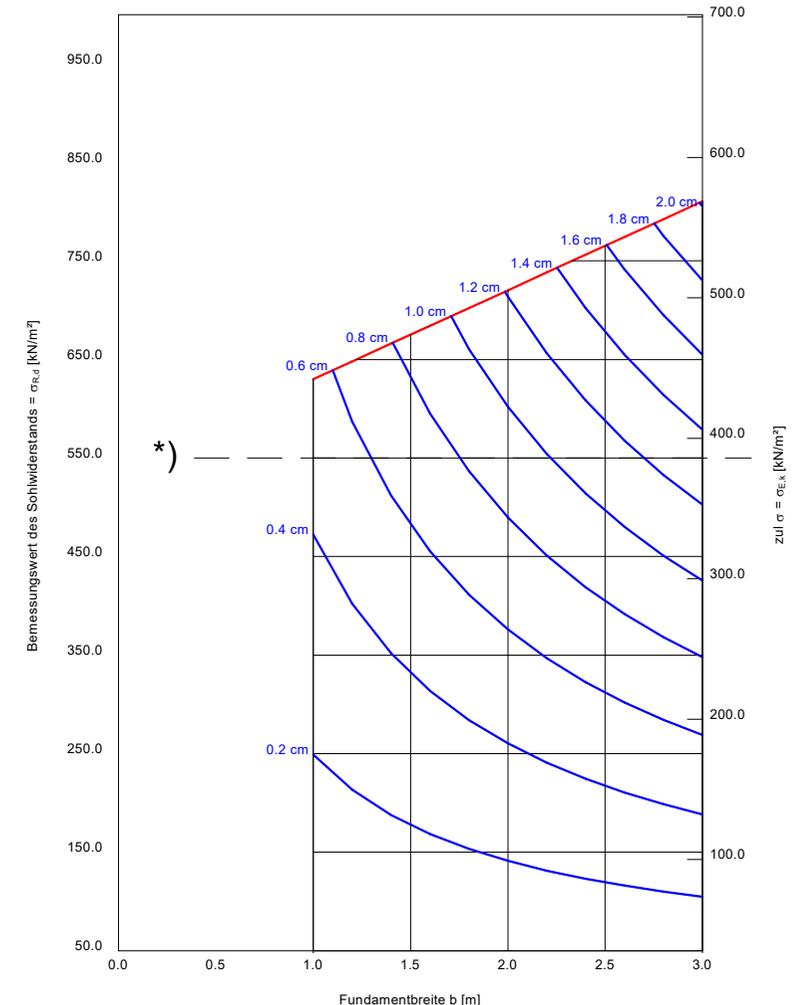
GIW-Nr.: 6330

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	20.0	12.0	32.5	0.0	60.0	0.00	verl. Sulzbachschotter



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{s,d}$ [kN]	zul $\sigma = \sigma_{E,s}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]
1.00	1.00	630.1	630.1	442.1	0.54	32.5	0.00	12.00	20.00	4.85	2.73
1.20	1.20	648.1	933.3	454.8	0.67	32.5	0.00	12.00	20.00	5.44	3.08
1.40	1.40	666.1	1305.6	467.5	0.80	32.5	0.00	12.00	20.00	6.01	3.43
1.60	1.60	684.2	1751.4	480.1	0.93	32.5	0.00	12.00	20.00	6.57	3.78
1.80	1.80	702.2	2275.1	492.8	1.07	32.5	0.00	12.00	20.00	7.11	4.12
2.00	2.00	720.2	2880.8	505.4	1.21	32.5	0.00	12.00	20.00	7.64	4.47
2.20	2.20	738.2	3573.1	518.1	1.36	32.5	0.00	12.00	20.00	8.16	4.82
2.40	2.40	756.3	4356.1	530.7	1.52	32.5	0.00	12.00	20.00	8.67	5.16
2.60	2.60	774.3	5234.3	543.4	1.68	32.5	0.00	12.00	20.00	9.18	5.51
2.80	2.80	792.3	6211.9	556.0	1.84	32.5	0.00	12.00	20.00	9.68	5.86
3.00	3.00	810.4	7293.3	568.7	2.01	32.5	0.00	12.00	20.00	10.17	6.20

zul $\sigma = \sigma_{E,s} = \sigma_{R,s} / (\gamma_{R,s} \cdot \gamma_{G,Q}) = \sigma_{R,s} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,s} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50



*) Begrenzung des Bemessungswerts des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d} = 550$ kN/m²
 entspricht einer zulässigen Bodenpressung zul. $\sigma = 385$ kN/m²

Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Teilsicherheitskonzept (EC 7) $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Einzelfundament (a/b = 1.00) $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 Gründungssohle = 1.00 m
 Grundwasser = 1.00 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt
 — Sohldruck
 — Setzungen

Diagramm zur Bemessung flachgegründeter Streifenfundamente Gründung in den verlehmteten Sulzbachschottern Einbindetiefe $t = 0,5$ m

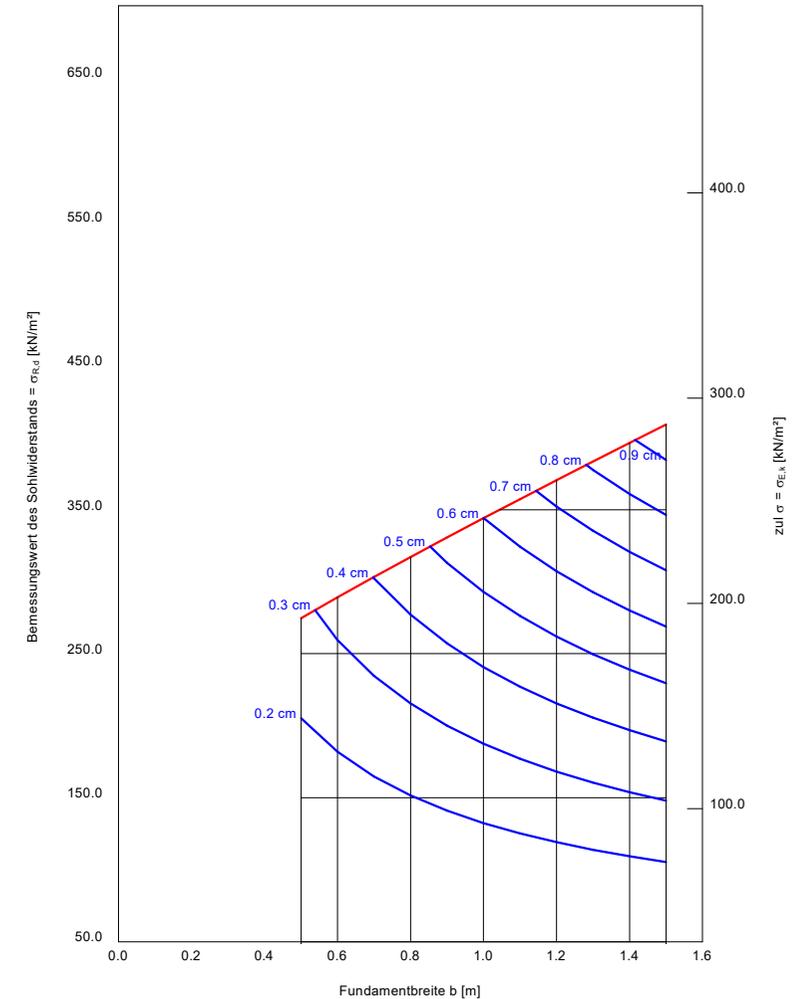
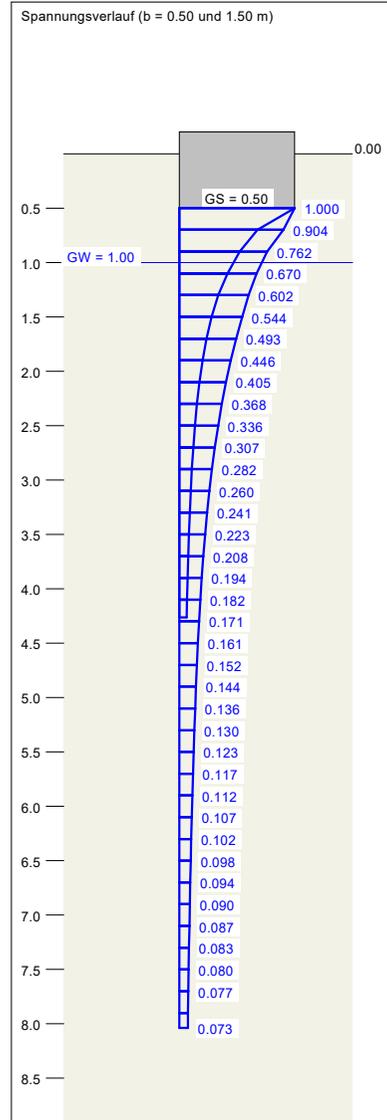
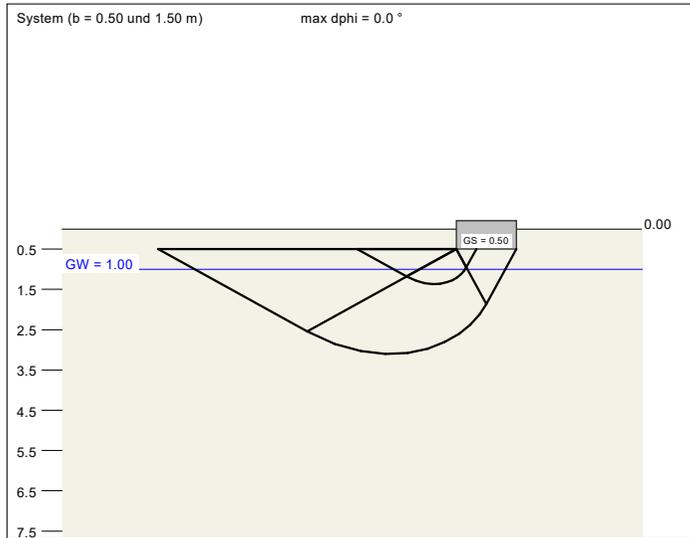
Geotechnisches Institut GmbH

Auftraggeber: Stadt Sulzburg

Projekt: NB Käppelematten, Sulzburg - Flst.-Nr. 1178

GIW-Nr.: 6330

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	20.0	12.0	32.5	0.0	60.0	0.00	verl. Sulzbachschotter



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{s,d}$ [kN/m]	Zul $\sigma = \sigma_{E,s}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]
10.00	0.50	274.6	137.3	192.7	0.28	32.5	0.00	17.84	10.00	4.26	1.37
10.00	0.60	289.2	173.5	202.9	0.34	32.5	0.00	17.07	10.00	4.71	1.54
10.00	0.70	303.3	212.3	212.9	0.40	32.5	0.00	16.47	10.00	5.14	1.71
10.00	0.80	317.1	253.7	222.6	0.47	32.5	0.00	15.99	10.00	5.54	1.89
10.00	0.90	330.7	297.7	232.1	0.53	32.5	0.00	15.60	10.00	5.93	2.06
10.00	1.00	344.1	344.1	241.5	0.60	32.5	0.00	15.28	10.00	6.31	2.23
10.00	1.10	357.4	393.1	250.8	0.67	32.5	0.00	15.01	10.00	6.67	2.41
10.00	1.20	370.5	444.6	260.0	0.74	32.5	0.00	14.79	10.00	7.03	2.58
10.00	1.30	383.5	498.5	269.1	0.81	32.5	0.00	14.59	10.00	7.37	2.75
10.00	1.40	396.4	554.9	278.1	0.89	32.5	0.00	14.42	10.00	7.71	2.93
10.00	1.50	409.1	613.7	287.1	0.97	32.5	0.00	14.27	10.00	8.04	3.10

Zul $\sigma = \sigma_{E,s} = \sigma_{R,s} / (\gamma_{R,s} \cdot \gamma_{G,Q}) = \sigma_{R,s} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,s} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50

Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Gründungssohle = 0.50 m
 Grundwasser = 1.00 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — Sohldruck
 — Setzungen

Diagramm zur Bemessung flachgegründeter Streifenfundamente
 Gründung in den verlehmtten Sulzbachschottern
 Einbindetiefe $t = 1,0$ m

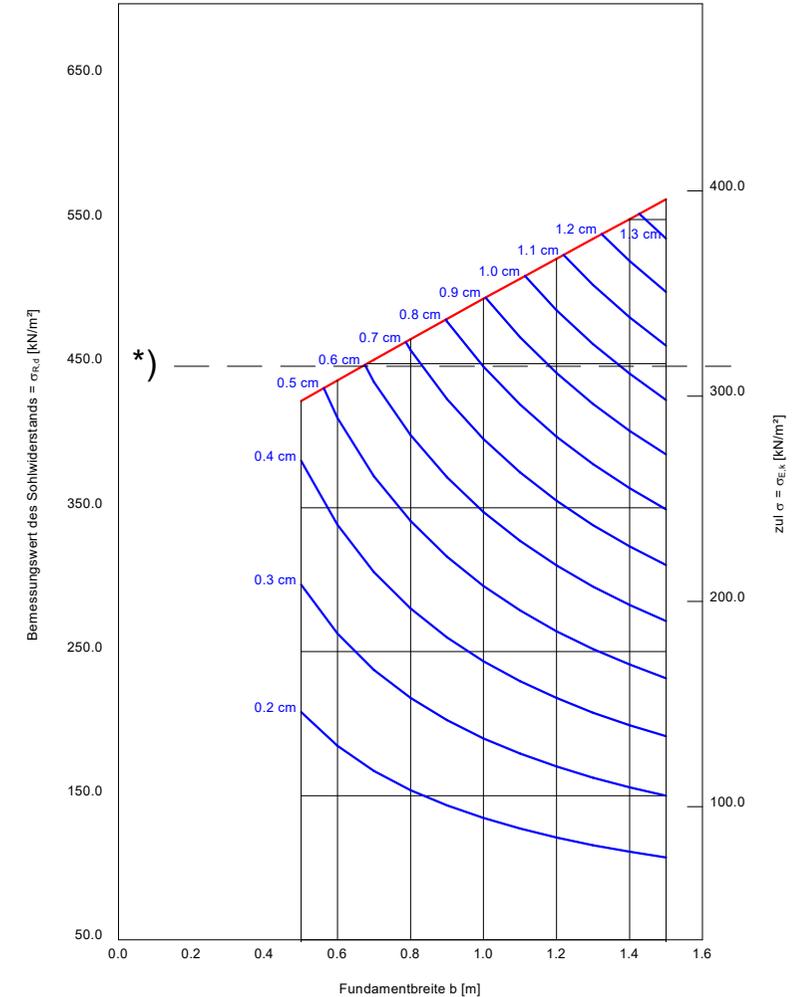
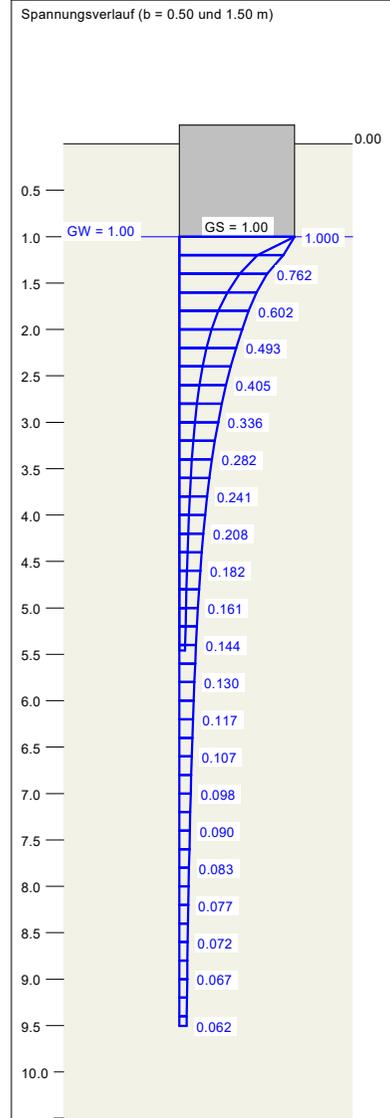
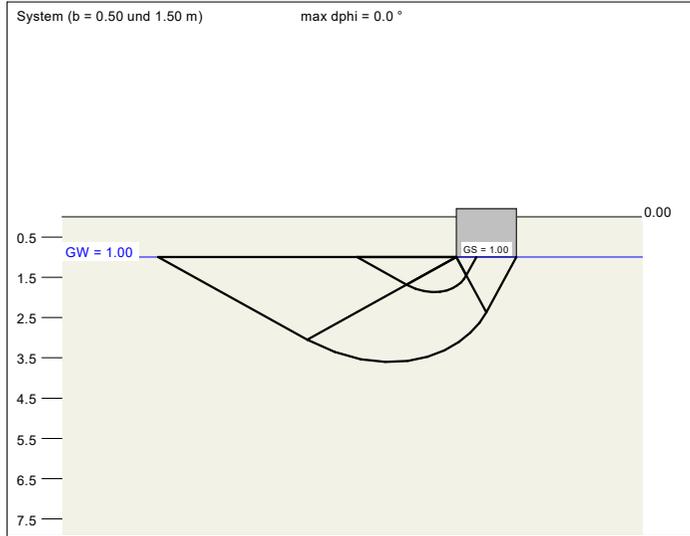
Geotechnisches Institut GmbH

Auftraggeber: Stadt Sulzburg

Projekt: NB Kapfelematten, Sulzburg - Flst.-Nr. 1178

GIW-Nr.: 6330

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	20.0	12.0	32.5	0.0	60.0	0.00	verl. Sulzbachschotter



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{s,d}$ [kN/m]	zul $\sigma = \sigma_{E,s}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_g [m]	UKLS [m]
10.00	0.50	424.1	212.0	297.6	0.45	32.5	0.00	12.00	20.00	5.46	1.87
10.00	0.60	438.4	263.0	307.7	0.54	32.5	0.00	12.00	20.00	5.95	2.04
10.00	0.70	452.7	316.9	317.7	0.62	32.5	0.00	12.00	20.00	6.42	2.21
10.00	0.80	466.9	373.5	327.6	0.71	32.5	0.00	12.00	20.00	6.86	2.39
10.00	0.90	481.0	432.9	337.5	0.80	32.5	0.00	12.00	20.00	7.28	2.56
10.00	1.00	495.0	495.0	347.4	0.89	32.5	0.00	12.00	20.00	7.68	2.73
10.00	1.10	509.0	559.9	357.2	0.99	32.5	0.00	12.00	20.00	8.07	2.91
10.00	1.20	522.8	627.4	366.9	1.08	32.5	0.00	12.00	20.00	8.44	3.08
10.00	1.30	536.6	697.6	376.6	1.18	32.5	0.00	12.00	20.00	8.81	3.25
10.00	1.40	550.4	770.5	386.2	1.27	32.5	0.00	12.00	20.00	9.16	3.43
10.00	1.50	564.0	846.0	395.8	1.37	32.5	0.00	12.00	20.00	9.50	3.60

zul $\sigma = \sigma_{E,s} = \sigma_{R,s} / (\gamma_{R,s} \cdot \gamma_{G,Q}) = \sigma_{R,s} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,s} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50

*) Begrenzung des Bemessungswerts des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d} = 450$ kN/m² entspricht einer zulässigen Bodenpressung zul. $\sigma = 315$ kN/m²

Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Gründungssohle = 1.00 m
 Grundwasser = 1.00 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt
 — Sohldruck
 — Setzungen