Bericht über die
geotechnischen Untersuchungen
für den Neubau
Feuerwache Nord
Eimeldinger Weg
– Weil am Rhein, OT Haltingen –

Auftraggeber: **Stadt Weil am Rhein**
Rathausplatz 1, 79576 Weil am Rhein

GIW-Nr.: 7053
Bericht: TG/RK/7053BE01
vom: 25.03.2025
Sachbearbeiter: Tobias Gatta
M. Sc. Geowissenschaften, B. Sc. Bauingenieurwesen
Volker Fleig
Diplom-Geologe

79576 Weil am Rhein
Am Kesselhaus 5
Telefon (0 76 21) 9 56 64-0
Telefax (0 76 21) 9 56 64-10
E-Mail: info@gi-weil.de
Internet: www.gi-weil.de

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

1 Einleitung ... 1
1.1 Vorgang ... 1
1.2 Verwendete Unterlagen ... 1
1.3 Baugelände und Bauvorhaben ... 2
2 Durchgeführte Untersuchungen ... 2
3 Untersuchungsergebnisse ... 3
3.1 Geologische Übersicht ... 3
3.2 Geotechnische Verhältnisse ... 4
3.2.1 Oberboden (Ackerboden) ... 4
3.2.2 Kanderschotter ... 4
3.2.3 Rheinschotter ... 5
3.3 Wasserverhältnisse ... 7
3.4 Versickerungsfähigkeit des Untergrundes ... 7
3.5 Erdbebengefährdung ... 8
3.6 Chemische Bodenanalysen ... 10
4 Bauwerksgründung ... 11
5 Erddruck auf die ins Erdreich einbindenden Bauwerksteile ... 14
6 Baugrubenausbildung ... 14
7 Geotechnische Randbedingungen für die geplanten Verkehrsflächen ... 15
8 Randbedingungen für den Einbau von Ersatzbaustoffen ... 17
9 Belange Dritter ... 18
10 Abschließende Bemerkungen ... 18

A N L A G E N V E R Z E I C H N I S

1 Lageplan mit Untersuchungspunkten; M 1:1.000

2 Schnitt 1-1; M 1:200/100

3.1 − 3.6 Schurfbeschreibungen zu den Baggerschürfen S 1 bis S 6

4.1 − 4.8 Protokolle zu den Rammsondierungen DPH 1 bis DPH 8

5 Versuchsprotokoll und Auswertung zum Versickerungsversuch V 1

6.1 − 6.4 Diagramme zur Bemessung von flachgegründeten Einzel- und Streifenfundamenten

7.1 − 7.12 Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse; Untersuchungsbericht über chemische Bodenanalysen; SEWA Laborbetriebsgesellschaft mbH

1 Einleitung

1.1 Vorgang

Unter der Bauherrschaft der Stadt Weil am Rhein ist in Weil am Rhein, Ortsteil Haltingen in der Straße „Eimeldinger Weg“ auf den Grundstücken Flst.-Nrn. 4059 bis 4071, 4070/2, und 4059/1 bis 4068/1 die Errichtung der Feuerwache Nord geplant. (siehe Lageplan; Anlage 1).

Genaue Plangrundlagen über die geplante Gebäudekonstruktion liegen uns derzeit nicht vor.

Das Geotechnische Institut wurde schriftlich am 16.09.2024 durch die Stadt Weil am Rhein, basierend auf dem Angebot 4204 vom 08.08.2024, beauftragt, die Baugrund- und Bodenverhältnisse im Bereich des Projektareals zu untersuchen und die geotechnischen Randbedingungen für die Sanierung festzulegen. Eine abschätzende Untersuchung auf Bodenschadstoffe (Bodenverunreinigungen) wurde ebenfalls beauftragt.

Nachfolgend sind die Untersuchungsergebnisse und die darauf basierenden Hinweise und Empfehlungen für das Bauvorhaben zusammenfassend dargestellt und erläutert.

1.2 Verwendete Unterlagen

Zur Projektbearbeitung wurden uns folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

[1] Foto des Projektareals mit Angrenzung der Flächennutzungen Feuerwehr, Parken, Erweiterungsfläche, ohne Maßstab, ohne Datum, im jpg-Format zugesandt per E-Mail am 01.08.2024

Die Beurteilung der Schadstoffgehalte erfolgte anhand nachfolgend aufgeführter Richtlinien:

[2] Bundes- Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), Ausfertigung 09.07.2021, Textnachweis 01.08.2023
[3] EBV: Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-, Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung

[4] LAGA – Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Abfall: „Fragen und Antworten zur Ersatzbaustoffverordnung Version 2“ vom 21.09.2023
[5] Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV) – AbfR 2.2.10

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

1.3 Baugelände und Bauvorhaben

Das Projektareal befindet sich am nordwestlichen Rand des Ortsteils Haltingen im Lochererweg (Fortsetzung des Eimeldinger Weges) und besteht aus einer Vielzahl von Grundstücken (Flst.-Nrn. 4059 bis 4071, 4070/2 (= Lochererweg) und 4059/1 bis 4068/1).

Es wird im Norden und Süden durch einen Feldweg sowie im Westen und Osten durch den Lochererweg begrenzt. Östlich an das aktuelle Projektareal bzw. an den Lochererweg angrenzend ist eine Erweiterungsfläche geplant (Anlage 1 - grün).

Das Projektareal ist nahezu eben und wurde zum Zeitpunkt der Geländearbeiten als landwirtschaftliche Fläche genutzt.

Gemäß den uns vorliegenden Plangrundlagen soll der nördliche Teil des Projektareals (ca. 7.300 m²) für den Neubau der Feuerwache, der südliche Teil (ca. 4.000 m²) als Parkplatzfläche und der nordöstliche Teil (ca. 3.000 m²) als Erweiterungsfläche genutzt werden.

Genaue Angaben über die Gebäudekonstruktion der geplanten Feuerwache liegen uns nicht vor.

2 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Untersuchung des Baugrundes wurden am 13.01.2025 insgesamt 6 Baggerschürfe (S 1 bis S 6) bis in Endtiefen zwischen 2,7 m bis 3,0 m unter Geländeoberkante (u. GOK) ausgehoben. Das Aushubmaterial und die Schurfwände wurden durch das Geotechnische Institut unter geologischen und geotechnischen Kriterien aufgenommen. Die Schurfbeschreibungen sind in den Anlagen 3.1 bis 3.6 aufgeführt.

Des Weiteren wurden am 17.10.2024 und 13.01.2025 zur Ermittlung der Lagerungsdichte und der Schichtgrenzen 8 Rammsondierungen (DPH 1 bis DPH 8) mit der schweren Rammsonde nach DIN 4094 bis in Endtiefen von 2,5 m bis 8,6 m u. GOK ausgeführt. Die Sondierprotokolle sind dem Bericht in den Anlagen 4.1 bis 4.8 beigefügt.

Zur orientierenden Untersuchung der Durchlässigkeit des Untergrundes wurde im Baggerschurf S 6 der Versickerungsversuch V 1 in den Rheinschottern durchgeführt. Das Versuchsprotokoll ist als Anlage 5 beigefügt.

Sämtliche Untersuchungspunkte wurden seitens des Geotechnischen Institutes lage- und höhenmäßig eingemessen. Die Lage der Untersuchungspunkte ist in Anlage 1 dargestellt.

Zur orientierenden Untersuchung des Untergrundes auf Bodenverunreinigungen wurden aus den Aufschlüssen schichtbezogene Einzelproben entnommen (siehe Anlage 3) und zu den Bodenmischproben MP 1 bis MP 3 zusammengestellt. Insgesamt wurden 2 Bodenmischproben (MP 2 und MP 3) durch die SEWA Laborbetriebsgesellschaft mbH, Essen, chemisch auf die kombinierten Parameter der Ersatzbaustoffverordnung und Deponieverordnung [3], [5] und die Bodenmischprobe MP 1 auf die Parameter der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung Wirkungspfad Boden-Mensch [2] analysiert. Die Auswertungen und die Analysenergebnisse sind in den Anlagen 7.1 bis 7.12 aufgeführt.

3 Untersuchungsergebnisse

3.1 Geologische Übersicht

Geologisch betrachtet, liegt das Projektareal im östlichen Randbereich der Rheinebene, die durch z. T. mächtige, quartäre Lockergesteinsablagerungen, den so genannten Niederterrassenschottern, aufgebaut wird. Die Niederrassenschotter sind überwiegend aus den Ablagerungen des Rheins, den Rheinschottern, zusammengesetzt. Aufgrund der Nähe des Projektareals zur Kander können die Rheinschotter aber auch mit den Lockergesteinsablagerungen der Kander (Kanderschotter) verzahnt oder von diesen überlagert sein.

In der Regel werden die Schotterablagerungen im Umfeld des Projektareals durch mehr oder minder mächtige, holozäne, bindige Deckschichten (z. B. Decklehm, Auelehm oder Schwemmlöss) überdeckt. Diese wurden im Projektareal jedoch nicht direkt angetroffen.

Im tieferen Untergrund des Projektareals steht tertiäres Festgestein in Form der Melettaschichten (Tonmergelstein und Mergelstein) an.

3.2 Geotechnische Verhältnisse

3.2.1 Oberboden (Ackerboden)

Im überwiegenden Teil des Projektareals steht an der Geländeoberfläche ein etwa 0,2 m bis 0,3 m mächtiger, dunkelbrauner bis rotbrauner, schwach humoser bis humoser, durchwurzelter Oberboden (Ackerboden) an. Der Oberboden besteht aus einem schwach kiesigen, schwach tonigen bis tonigen, sandigen Schluff von steifer Konsistenz.

3.2.2 Kanderschotter

Unterhalb des Oberbodens folgen die 0,9 m bis 1,9 m mächtigen, rotbraunen Kanderschotter. Die Kanderschotter bestehen aus einem schwach schluffigen bis schluffigen, sandigen, stellenweise steinigen Kies. An der Basis weisen die Kanderschotter stellenweise auch einen geringeren Feinkornanteil auf und bestehen aus einem sandigen bis stark sandigen Kies. Zudem wurden innerhalb der Kanderschotter auch Sandlagen festgestellt.

Die Materialien haben sich entsprechend den wechselnden Strömungsverhältnissen der Kander abgelagert, wodurch Mächtigkeiten und Kornzusammensetzung örtlich stark variieren können. In den Kanderschottern können auch Schlufflinsen sowie Leerkieslagen und Blöcke eingelagert sein.

Gemäß den Ergebnissen der Rammsondierungen weisen die Kanderschotter im oberen Meter Schlagzahlen N_{10} von < 5 je 10 cm Eindringtiefe auf. Darunter steigen die Schlagzahlen bis auf 10 bis 30 Schlägen je 10 cm Eindringtiefe. Demnach kann den Kanderschotter im Schichtoberen eine lockere, zur Tiefe hin eine mitteldichte bis teilweise dichte Lagerung zugewiesen werden.

3.2.3 Rheinschotter

Unterhalb der Kanderschotter folgen die grauen Rheinschotter. Die Rheinschotter bestehen aus einem schwach steinigen bis steinigen, sandigen bis stark sandigen Kies mit Blöcken. Vereinzelt wurden Kalkablagerungen auf den Kiesen festgestellt (Ansatz von Nagelfluh).

Die Materialien haben sich entsprechend den wechselnden Strömungsverhältnissen des Rheins abgelagert, wodurch Mächtigkeiten und Kornzusammensetzung örtlich stark variieren können. In den Rheinschottern können auch Schluff- und Sandlinsen sowie Leerkieslagen und Nagelfluh eingelagert sein.

Die Rheinschotter sind mehrere Meter mächtig und wurden bei den Untersuchungen in einer Mächtigkeit von > 0,9 m bis > 1,5 m direkt aufgeschlossen. Die Basis der Rheinschotter wurde nicht erreicht.

Gemäß den Ergebnissen der Rammsondierungen weisen die Rheinschotter überwiegend Schlagzahlen N_{10} zwischen > 20 bis > 100 Schlägen je 10 cm Eindringtiefe auf. Demnach kann den Rheinschotter eine überwiegend mitteldichte bis dichte, zur Tiefe hin sehr dichte Lagerung zugewiesen werden.

Die geotechnischen Verhältnisse im Projektareal sind in dem Schnitt 1-1 (Anlagen 2) vereinfacht dargestellt. In der nachfolgenden Tabelle 1 werden die für die Baumaßnahme relevanten Bodenschichten beschrieben und beurteilt.

Tabelle 1: Geotechnische Beschreibung, Klassifizierung und Beurteilung, bodenmechanische Kenngrößen der relevanten Erdschichten.

Erdschicht	**Oberboden**	**Kanderschotter**	**Rheinschotter**
Zusammensetzung	Schluff, sandig, schwach tonig bis tonig, schwach kiesig; schwach humos bis humos, durchwurzelt	Kies, sandig, schwach schluffig bis schluffig; an der Basis teilweise: Kies, sandig bis stark sandig; Sandlagen; lokal Leerkieslagen, Schlufflinsen und Blöcke möglich	Kies, sandig bis stark sandig, schwach steinig bis steinig; Blöcke; Kalkablagerungen; lokal Leerkieslagen, Schluff- und Sandlinsen, sowie Nagelfluh möglich
Farbe	dunkelbraun bis rotbraun	rotbraun	grau
Mächtigkeit	0,2 m bis 0,3 m	0,9 m bis 1,9 m	mehrere Meter, > 0,9 m bis > 1,5 m bei Untersuchungen direkt aufgeschlossen
Lagerungsdichte / Konsistenz	steif	im Schichtoberen locker, zur Tiefe mitteldicht bis dicht	mitteldicht bis dicht, zur Tiefe sehr dicht
Frostempfindlichkeit	gering bis sehr frostempfindlich (F2, F3)	überwiegend gering bis sehr frostempfindlich (F2, F3)	überwiegend nicht frostempfindlich (F1)
Klassifizierung nach DIN 18196 DIN 18300 (2019-09)*) DIN 18300 (2012-09)	OU, OH Homogenbereich E1 Klasse 1	GU, GU*, GW, SW Leerkieslage: GE Schlufflinse: UL Sandlinse: SW, SI, SU Homogenbereich E2 Klassen 3 und 4 Steine und Blöcke: Klassen 5 bis 7	GW, GI Leerkieslage: GE Schlufflinse: UL Sandlinse: SW, SI, SU Homogenbereich E3 Klasse 3 Schlufflinsen: Klasse 4 Steine und Blöcke: Klassen 5 bis 7
charakteristische Kenngrößen (geschätzt): Wichte γ_k [kN/m^3] Reibungswinkel φ'_k [°] Kohäsion c'_K [kN/m^2] Steifeziffer $E_{s,k}$ [MN/m^2]	---	18,0 - 21,0 27,5 - 35,0 0,0 - 5,0 30,0 - > 60,0	19,0 - 22,0 30,0 - 37,5 0,0 40,0 - >100,0
Wiederverwendbarkeit des Aushubbodens	kann als schwach humoser bis humoser Oberboden wiederverwendet werden	überwiegend nur für untergeordnete Anschüttungen wiederverwendbar; feinkorn- und steinarmes Material für höherwertige Schüttungen wiederverwendbar	feinkorn- und steinarmes Material für höherwertige Schüttungen wiederverwendbar
Geotechnische Beurteilung	zur Abtragung von Bauwerkslasten nicht geeignet	zur Abtragung von Bauwerkslasten nur bedingt geeignet; wasser- und frostempfindlich, mäßig stark zusammendrückbar	zur Abtragung von Bauwerkslasten geeignet; überwiegend nicht wasser- und frostempfindlich; relativ gering zusammendrückbar

*) in Anlehnung an DIN 18300 (2019-09)

3.3 Wasserverhältnisse

Das Projektareal liegt in der Rheinebene auf dem Hochgestade in Haltingen. Im gesamten Rheintal ist ein ergiebiger Aquifer in den Rheinschottern ausgebildet. Als Grundwasserstauer dienen die tertiären Melettaschichten.

Aus der Auswertung von Stichtagsmessungen an Grundwassermessstellen im Umfeld des Projektareals kann abgeleitet werden, dass der Grundwasserspiegel des Rheintalaquifers im eigentlichen Untersuchungsgebiet zwischen 245 mNN und 247 mNN zu erwarten ist. Damit liegt der Grundwasserspiegel etwa 20 m unterhalb der bestehenden Geländeoberkante und in einer für die Baumaßnahme nicht mehr relevanten Tiefe.

Bei den Baugrunduntersuchungen konnten keine Wasserzutritte in die Bagger- bzw. Sondierlöcher festgestellt werden. Dennoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass es, in Abhängigkeit von den jeweiligen Niederschlagsverhältnissen, zum Auftreten von Sicker- bzw. Schichtwässern kommen kann.

3.4 Versickerungsfähigkeit des Untergrundes

Zur orientierenden Untersuchung der Durchlässigkeit des Untergrundes wurde zudem an dem Baggerschurf S 6 ein Versickerungsversuch V 1 in den Rheinschottern durchgeführt. Das Versuchsprotokoll ist als Anlage 5 beigefügt.

Bei dem durchgeführten Versickerungsversuch V 1 stellte sich beim kontinuierlichen Einlaufen von Wasser ein konstanter Wasserstand von wenigen Zentimetern ein. Im weiteren zeitlichen Verlauf blieb beim weiteren Einlaufen der Wasserstand konstant, so dass die Zuflussrate nahezu der Versickerungsrate entsprach. Insgesamt wurde eine Wassermenge von etwa 1 m³ in ca. 500 s in den Schurf eingeleitet.

Gemäß dem Arbeitsblatt DWA - A 138 ergibt sich der Durchlässigkeitsbeiwert für die gesättigte Bodenzone k_f aus der Gleichung $k_f = 2 \times k_{f,u}$ (ungesättigte Bodenzone). Um für die Versickerung ungünstige Gegebenheiten, wie Inhomogenitäten des Untergrundes (z. B. lokal erhöhte Feinkorngehalte) sowie allmähliche Verschlammung des Erdkörpers im Bereich der Versickerungsanlage zu berücksichtigen, sollte der Durchlässigkeitsbeiwert mittels eines Sicherheitsfaktors abgemindert werden.

Bei einem Sicherheitsfaktor von n = 2 ergibt sich der folgende Durchlässigkeitsbeiwert k_f (gesättigte Bodenzone):

$k_f = 1{,}4*10^{-3}$ m/s (Versuche V1)

Die Ergebnisse der durchgeführten Versickerungsversuche zeigen, dass die Rheinschotter gemäß DIN 18130, Teil 1 (Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes), als stark wasserdurchlässig einzustufen sind.

Die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte übersteigen die Anforderungen des Arbeitsblattes DWA - A 138, April 2005, im Hinblick auf die Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes (10^{-3} m/s ≥ k_f ≥ 10^{-6} m/s). Das heißt, die Durchlässigkeit der Rheinschotter ist etwas zu groß und die Rheinschotter sind ohne Weiteres aufgrund der hohen Durchlässigkeit für eine Versickerung von Oberflächenwasser gemäß Arbeitsblatt DWA - A 138 nicht geeignet. Zur Verringerung der Wasserdurchlässigkeit besteht die Möglichkeit, auf der Sohle der Versickerungsanlage eine Schicht mit geringerer Wasserdurchlässigkeit aufzubringen.

Die ermittelten Werte stellen nur punktuelle Ergebnisse dar und sollten nach Vorlage der konkreten Planung an den für eine Versickerung relevanten Stellen überprüft werden.

Das gezielte Ableiten von Niederschlagswasser in den Untergrund über Versickerungsanlagen stellt ein Einleiten in das Grundwasser in wasserrechtlichem Sinne dar. Versickerungsmaßnahmen sind damit nach dem Wasserhaushaltsgesetz genehmigungspflichtig.

3.5 Erdbebengefährdung

DIN 4149

Das für die Bebauung vorgesehene Gelände liegt nach der DIN 4149, in der Fassung von April 2005, in der Erdbebenzone 3, d. h. in einer der am stärksten erdbebengefährdeten Zonen Deutschlands.

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

Bei den statischen Berechnungen im Lastfall Erdbeben kann von einem Bemessungswert für die Bodenbeschleunigung in Höhe von a_g = 0,8 m/s² ausgegangen werden.

DIN 1998 (EC 8)

Da die Normenreihe DIN 1998 (Eurocode 8) bereits veröffentlicht wurde, ist diese parallel zur DIN 4149 als Stand der Technik zu betrachten.

Im Folgenden sind die Angaben für eine Bemessung für den Lastfall Erdbeben gemäß DIN 1998 aufgeführt.

Maßgebend für die Bemessung nach DIN 1998 ist die standortspezifische spektrale Antwortbeschleunigung Sap,r. Gemäß Plattform zur Abfrage von gefährdungskonsistenten Antwortspektren (UHS) für beliebige Punkte in Deutschland sowie von nationalen Erdbebengefährdungskarten nach dem Berechnungsmodell von Grünthal et al. (2018, GFZ Helmholtz-Zentrum Potsdam [Hrsg.], Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ: *http://www.gfz-potsdam.de oder http://www-app5.gfz-potsdam.de*) liegt am Projektstandort eine spektrale Antwortbeschleunigung **Sap,r = 2,8501 m/s²** vor (vgl. Abb.1).

Damit können nach DIN EN 1998-1 die elastischen Antwortspektren unter Berücksichtigung des Beiwertes γ_I und des Bodenparameters bestimmt werden. Im vorliegenden Fall ist als Bodenparameter S = 1,2 (Kombination = B-R) anzusetzen.

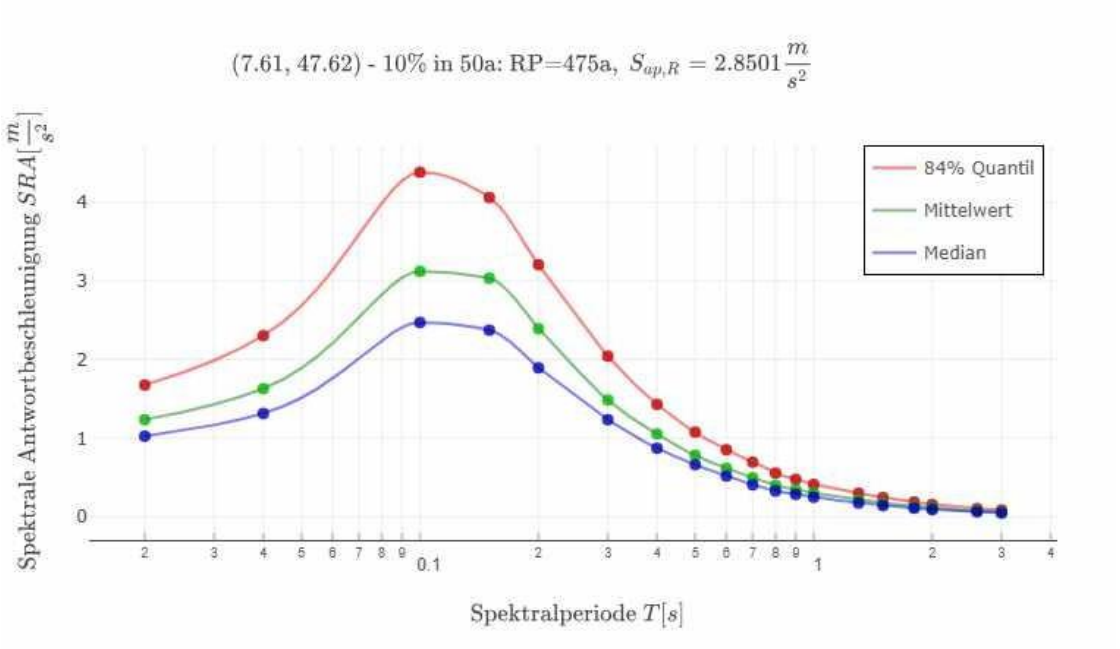


Abbildung 1: Spektrale Antwortbeschleunigung am Projektstandort
(Quelle: https://www-app5.gfz-potsdam.de/d-eqhaz16/index.html; 05.03.2025)

3.6 Chemische Bodenanalysen

Zur orientierenden Untersuchung des Untergrundes auf Bodenverunreinigungen wurden aus den Aufschlüssen schichtbezogene Einzelproben entnommen. Insgesamt wurden 2 Bodenmischproben (MP 2 und MP 3) durch die SEWA Laborbetriebsgesellschaft mbH, Essen, chemisch auf die kombinierten Parameter der Ersatzbaustoffverordnung und Deponieverordnung [3], [5] und eine Bodenmischprobe MP 1 auf die Parameter der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung Wirkungspfad Boden-Mensch [2] analysiert. Die Auswertungen und die Analysenergebnisse sind in den Anlagen 7.1 bis 7.12 aufgeführt.

In der Anlage 7.1 werden die Analysenwerte den Zuordnungswerten der Ersatzbaustoffverordnung gegenübergestellt. Für das Bodenmaterial der Bodenmischprobe MP 2 (Kanderschotter) sind unseres Erachtens die Zuordnungswerte für Lehm und für die Bodenmischprobe MP 3 (Rheinschotter) die Zuordnungswerte für Sand gemäß Ersatzbaustoffverordnung (EBV) anzusetzen.

Im Folgenden sind die untersuchten Bodenmischproben anhand der oben angesetzten Zuordnungswerte chemisch gemäß Ersatzbaustoffverordnung klassifiziert.

Wie aus den Anlagen 7.1 zu erkennen, weisen die untersuchten Bodenmaterialien der Bodenmischproben MP 2 (Kanderschotter) und MP 3 (Rheinschotter) keine erhöhten Schadstoffkonzentrationen auf. Demnach sind die untersuchten Bodenmaterialien der Bodenmischproben MP 2 und MP 3 der Einbaukonfiguration BM 0 gemäß EBV zugeordnet.

In der Anlage 7.2 werden die Analysenwerte den Zuordnungswerten der Deponieverordnung (DepV) gegenübergestellt.

Wie aus Anlage 7.2 ersichtlich, weisen die untersuchten Bodenmischproben MP 2 (Kanderschotter) und MP 3 (Rheinschotter) keine erhöhten Schadstoffgehalte auf. Demnach sind die untersuchten Bodenmaterialien der Bodenmischproben MP 2 und MP 3 der Deponieklasse DK 0 gemäß DepV zuzuordnen.

Im Zuge der Untersuchungen wurde eine Oberbodenmischprobe MP 1 entnommen und chemisch auch die Prüfwerte der BBodSchV Wirkungspfad Boden-Mensch untersucht. Die Schadstoffgehalte der Oberbodenprobe MP 1 erfüllen die Anforderungen der BBodSchV für Kinderspielflächen. Das heißt, der Oberboden könnte bei der geplanten Nutzung im Projektareal verbleiben und nach Abschluss der Baumaßnahme als solcher dort wieder aufgebracht werden.

In der folgenden Tabelle 2 sind die untersuchten Proben und deren Zuordnung gemäß Ersatzbaustoffverordnung, Deponieverordnung und Bundes-Bodenschutz Verordnung dargestellt.

Tabelle 2: Zuordnung der untersuchten Bodenproben gemäß EBV, DepV und BBodSchV

Probe	EBV	DepV	BBodSchV
MP 1 (Oberboden)	---	---	Kinderspielflächen
MP 2 (Kanderschotter)	BM 0	DK 0	---
MP 3 (Rheinschotter)	BM 0	DK 0	---

Die durchgeführten chemischen Bodenuntersuchungen sind punktuelle Ergebnisse und haben orientierenden Charakter. Zur Abfuhr von Bodenmaterial sind erfahrungsgemäß weitere Bodenuntersuchungen erforderlich.

4 Bauwerksgründung

Genaue Angaben über die Gebäudekonstruktion und die anfallenden Gebäudelasten der geplanten Feuerwache liegen uns nicht vor.

Aus dem Schnitt 1-1 in Anlage 2 geht hervor, dass bei einer nichtunterkellerten Bauweise der geplanten Feuerwache die Lastabtragungsflächen voraussichtlich einheitlich in den Kanderschottern zu liegen kommen.

Da die Kanderschotter im Schichtoberen eine lockere Lagerung aufweisen, sollten zur Vermeidung von hohen, möglicherweise bauwerksschädlichen Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen die Lastabtragungsflächen der geplanten Feuerwache mindestens bis in die mitteldicht gelagerten Kanderschotter bzw. Rheinschotter mittels (Mager-)Beton vertieft werden. Der mitteldichte Baugrund ist gemäß den Ergebnissen der Rammsondierungen durch Schlagzahlen von mindestens 15 Schlägen je 10 cm Eindringtiefe charakterisiert.

Zur Bemessung einer einheitlichen Gründung in den mindestens mitteldicht gelagerten Kanderschottern bzw. Rheinschottern 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 6.1 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 $\sigma_{R,d}$ = 320 kN/m² und 940 kN/m² und für Streifenfundamente zwischen $\sigma_{R,d}$ = 205 kN/m² und 619 kN/m².

Wir empfehlen, aufgrund möglicherweise im Untergrund vorhandener Inhomogenitäten, die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes für die Einzelfundamente auf maximal $\sigma_{R,d}$ = 500 kN/m² (entspricht einer zulässigen Bodenpressung $\sigma_{zul.}$ = 350 kN/m²) und für die Streifenfundamente auf $\sigma_{R,d}$ = 430 kN/m² (entspricht einer zulässigen Bodenpressung $\sigma_{zul.}$ = 300 kN/m²) zu begrenzen.

Die rechnerisch zu erwartenden Setzungen betragen unter Berücksichtigung der vorstehend genannten Begrenzung der Bemessungswerte des Sohlwiderstandes bei den Einzelfundamenten ≤ 1,5 cm und bei den Streifenfundamenten ≤ 0,9 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 tragfähigen Schottern 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 Kiespolster (Bodenaustausch) aus einem verdichtet, einzubauenden Kies-Sand-Gemisch der Bodengruppe GW, GI nach DIN 18196, entsprechendes Recycling-Material oder Schotter, etc. anzuordnen. Die Aufstandsfläche des Kiespolsters sollte dabei in den mitteldichten Kanderschotter bzw. Rheinschotter zu liegen kommen. Beim Einsatz von Recycling-Material sind die Empfehlungen der Ersatzbaustoffverordnung zu berücksichtigen.

Um Aushubmaterial zu verringern, können bei geringem Feinkornanteil die locker gelagerten Kanderschotter zunächst ausgehoben und lagenweise verdichtet wieder eingebaut werden. Bei höherem Feinkornanteil können die Kanderschotter mittels Kalk-Zement-Gemisch verbessert und ebenfalls lagenweise verdichtet eingebaut werden. Dies ist jedoch im Zuge des Erdaushubs zu überprüfen.

Das Kiespolster muss so breit ausgeführt werden, dass eine seitliche Lastausbreitung im Kiespolster unter 60° ab Außenkante Gründungskörper erfolgen kann.

Da der Bettungsmodul von der Geometrie der Bodenplatte abhängig ist, können für eine Plattengründung, die in Tabelle 3 aufgeführten Bettungsmoduln zunächst nur für eine Vordimensionierung in Ansatz gebracht werden.

Tabelle 3: Bettungsmoduln zur Vordimensionierung

	k_s [kN/m³]
Bodenplatte, Innenbereich	**8.000**
Bodenplatte, Randbereich (Außenwände, 1 m breiter Streifen)	**16.000**

Bei aneinandergrenzenden Gründungsplatten darf zur benachbarten Gründungsplatte hin keine erhöhte Bettung unter diesem Randstreifen angesetzt werden.

Nach Vorlage der tatsächlichen Bauwerksgeometrie sind die Angaben zum Bettungsmodul zu überprüfen.

Bei der Herstellung der Fundamente ist darauf zu achten, dass im Gründungsbereich angetroffenes, aufgefülltes, stark aufgelockertes oder bindiges bzw. aufgeweichtes Material bis auf den tragfähigen Boden ausgehoben und durch Magerbeton (Einzel- und Streifenfundamente) oder ein Kies-Sand-Gemisch (Bodenplatte) ersetzt wird.

Im Hinblick auf eine frostsichere Gründung ist in den Randbereichen der Bodenplatte, die nicht ausreichend tief (≥ 0,8 m) in das geplante Gelände einbinden, eine Frostschürze anzuordnen, beziehungsweise sind geplante Fundamente frostsicher (s.o.) zu gründen.

5 Erddruck auf die ins Erdreich einbindenden Bauwerksteile

Bei der statischen Bemessung der ins Erdreich einbindenden Bauwerksteile ist der Erddruck zu berücksichtigen.

Die Hinterfüllung der Bauwerksbereiche sollte kraftschlüssig mit verdichtbarem Material (Kies-Sand-Gemisch, Schotter, etc.) erfolgen. Bei der Erddruckberechnung können folgende Kenngrößen verwendet werden:

Wichte γ_k	= 20,0 kN/m³
Reibungswinkel φ'k	= 30,0°

6 Baugrubenausbildung

Baugruben- und Grabenböschungen sind ohne Sicherung, je nach 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 Empfehlung des Arbeitskreises Baugruben (EAB) zu beachten. Im Bereich bestehender Bauwerke gilt zusätzlich die DIN 4123 (Ausschachtung, Gründung und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude).

Bei der Planung der Baugrubenausführung sind folgende Randbedingungen zu berücksichtigen:

In den im Aushubbereich anstehenden Bodenschichten können Baugruben- und Grabenböschungen erfahrungsgemäß bis zu einer Höhe von h ≤ 5,0 m bzw. bis zum Grundwasserstand unter einer Neigung von β ≤ 45° (Kanderschotter, Rheinschotter) frei abgeböscht werden, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- Der Böschungskopf darf nicht belastet werden (keine Verkehrs-, Erdaushub- oder Kranlasten, etc.).
- Die Böschung darf nicht durch Niederschlags- oder Sickerwasser durchfeuchtet werden.
- Sickerwasseraustritte sind zu fassen, das anfallende Wasser abzuleiten und die Austrittsstellen gegebenenfalls durch Auflastfilter abzudecken.

Unverbaute Böschungen sind bei dem angegebenen Böschungswinkel nur vorübergehend standsicher.

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 bzw. lokale Nachbrüche 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 Geotechnische Randbedingungen für die geplanten Verkehrsflächen

Bei der Herstellung von Verkehrsflächen und für die Auswahl der in Frostschutz- oder Tragschichten verwendbaren Böden sind die Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12) sowie die zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTVE-StB 09) und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau (ZTV SoB-StB 04) zu beachten.

Unter der Annahme, dass die geplante Höhe der Fahrbahnoberfläche in etwa dem Niveau der bestehenden GOK entsprechen wird, wird das Planum (= UK Tragschicht bzw. Frostschutzschicht) der geplanten Verkehrsfläche voraussichtlich, einheitlich in den Kanderschottern zu liegen kommen.

In Bereichen, in denen das Planum oberhalb des Geländes zu liegen kommt, ist eine Geländeanschüttung (Damm, Straßenunterbau) erforderlich. Der Damm (Straßenunterbau) sollte aus verdichtungsfähigem Material (z. B. Kies-Sand-Gemisch, Schotter, Recyclingmaterial, etc.) oder aus aufbereiteten anstehenden Böden (z. B. Bodenverbesserung) bestehen und lagenweise auf einen Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 98$ % verdichtet eingebaut werden.

Aufgrund der teilweise lockeren Lagerungsdichte und dem relativ hohen Feinkornanteil der Kanderschotter ist davon auszugehen, dass die Anforderungen der RStO (Richtlinie Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen) hinsichtlich des erforderlichen Verformungsmoduls bereichsweise auf dem Planum ($E_{v2} \geq 45$ MN/m²) nicht eingehalten werden können.

Zur Herstellung eines ordnungsgemäßen Planums werden dann zusätzliche Maßnahmen, z. B. Bodenaustausch mit verdichtungsfähigem Material (z. B. Kies-Sand-Gemisch, Recyclingmaterial oder Schotter) oder eine Bodenverbesserung mittels Kalk-Zement-Gemisches (z. B. PHOCAL, DOROSOL, etc.), erforderlich. Beim Einsatz von Recyclingmaterial sind die Vorgaben der Ersatzbaustoffverordnung zu berücksichtigen. Alternativ ist zu prüfen, ob ein Verdichten der anstehenden Kanderschotter zum Erfüllen der Anforderungen ausreicht.

Zur Vordimensionierung sollte von der Erfordernis eines mindestens 40 cm mächtigen Bodenaustausches (Bodenverbesserung) ausgegangen werden. Die tatsächlich erforderliche Stärke des Unterbaus bzw. Bodenaustausches sollte nach dem Freilegen des Planums anhand von Feldversuchen (z. B. Lastplattendruckversuche) ermittelt werden.

Sollten im Planumsbereich lokal stark aufgeweichte bzw. aufgelockerte Bodenschichten vorhanden sein, so sind diese lokalen Stellen zusätzlich auszuheben und durch ein Kies-Sand-Gemisch (siehe oben) zu ersetzen (Bodenaustausch).

Alternativ besteht gegebenenfalls die Möglichkeit Teile der Verkehrsflächen, insbesondere die höher belasteten Bereiche, mittels einer Sonderbauweise, z. B. einer HGT oder HGT in-Situ herzustellen. Hierzu wären jedoch weiterführende Untersuchungen erforderlich (Eignungsprüfung).

Der Bauablauf ist so zu gestalten, dass der Untergrund nicht durch Baustellenverkehr aufgeweicht wird (Anlage von Baustraßen, Arbeiten im Vor-Kopf-Verfahren, schnelle Abführung von Tagwasser, etc.). Es empfiehlt sich, das Planum nur in der Witterung angepassten Abschnitten freizulegen und unverzüglich mit einer Schutzschicht abzudecken.

Die Erd- und Tiefbauarbeiten sollten möglichst bei trockener Witterung ausgeführt werden.

Zur Dimensionierung des frostsicheren Oberbaus ist die Frosteinwirkungszone 1 anzusetzen und von einem F3-Boden als Untergrund auszugehen.

8 Randbedingungen für den Einbau von Ersatzbaustoffen

Die Wiederverwendung von Aushubmaterial bzw. der Einbau von Liefermaterial wird seit August 2023 über die bundeseinheitliche Ersatzbaustoffverordnung geregelt.

Demnach sind für die Wiederverwendung bzw. den Einbau von Materialien die gemäß Ersatzbaustoffverordnung maßgebenden Einbauweisen zu berücksichtigen.

Für die Bestimmung der Einbaubarkeit von Ersatzbaustoffen sind die nachfolgend aufgeführten geotechnischen Parameter zu berücksichtigen:

Tabelle 4: Randbedingungen zur Wiederverwertung von Bodenmaterial

Maximaler Grundwasserstand:	ca. 20 m u.GOK
Lage zu Wasserschutzgebieten:	außerhalb
Bodenart Grundwasserdeckschicht:	Kanderschotter überwiegende GU, GU* Rheinschotter: GW, GI

Je nach Einbauort von Liefermaterial liegen aufgrund der angetroffenen Bodenarten der Grundwasserdeckschichten (Kanderschotter und Rheinschotter) nach DIN 18196 in Bezug auf die Grundwasserdeckschicht günstige bzw. ungünstige Einbaubedingungen vor.

Gemäß § 1, Absatz 2, Nummer 3 „gilt die Ersatzbaustoffverordnung nicht für die Zwischen- oder Umlagerung mineralischer Ersatzbaustoffe im Rahmen der Errichtung, Änderung oder Unterhaltung von baulichen und betrieblichen Anlagen“. Gemäß LAGA [4] „Fragen und Antworten zur Ersatzbaustoffverordnung Version 2“ bedeutet dies, dass anfallendes Aushubmaterial an Ort und Stelle wiederverwertet werden kann, solang das Material organoleptisch unauffällig ist und weiterhin keine Hinweise auf Schadstoffe aufweist.

Gemäß den abschätzenden Bodenuntersuchungen weisen die Kanderschotter und Rheinschotter keine Hinweise auf Schadstoffbelastungen auf.

Für die Abfuhr und Anlieferung von Bodenmaterial gelten wiederum die Anforderungen der Ersatzbaustoffverordnung [3].

Wir empfehlen die Verwertung von Ersatzbaustoffen im Zuge der Planung genauer zu betrachten und mit den zuständigen Behörden abzustimmen.

9 Belange Dritter

Mit den Betreibern der an das Projektareal angrenzenden Straßen sind die bezüglich der Baumaßnahme und der Sicherheit der Verkehrsteilnehmer erforderlichen Maßnahmen abzustimmen.

Um ungerechtfertigten Schadensersatzansprüchen entgegentreten zu können, empfehlen wir, an den angrenzenden Verkehrsflächen sowie an allen Gebäuden bzw. Bauwerken im Umfeld des Projektareals vor Ausführung der Baumaßnahme eine Beweissicherung durchzuführen.

Im Zusammenhang mit der Versickerung von Oberflächenwasser sind die Belange des Grundwasserschutzes zu beachten.

Gemäß Luftbildauswertung liegt das Projektareal innerhalb einer Kampfmittelverdachtsfläche. Dies ist insbesondere im Zuge der Erdarbeiten zu berücksichtigen.

Bei ordnungsgemäßer Durchführung der Aushub-, Verbau- und Gründungsarbeiten werden aus geotechnischer Sicht keine weiteren Belange Dritter berührt.

10 Abschließende Bemerkungen

Die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass der geplante Neubau einer Feuerwache in Weil am Rhein im Eimeldinger Weg, Ortsteil Haltingen unter Beachtung der oben genannten Empfehlungen und Hinweise erdstatisch standsicher ausgeführt werden kann.

Wir empfehlen die Erd-, Gründungsarbeiten geotechnisch betreuen zu lassen.

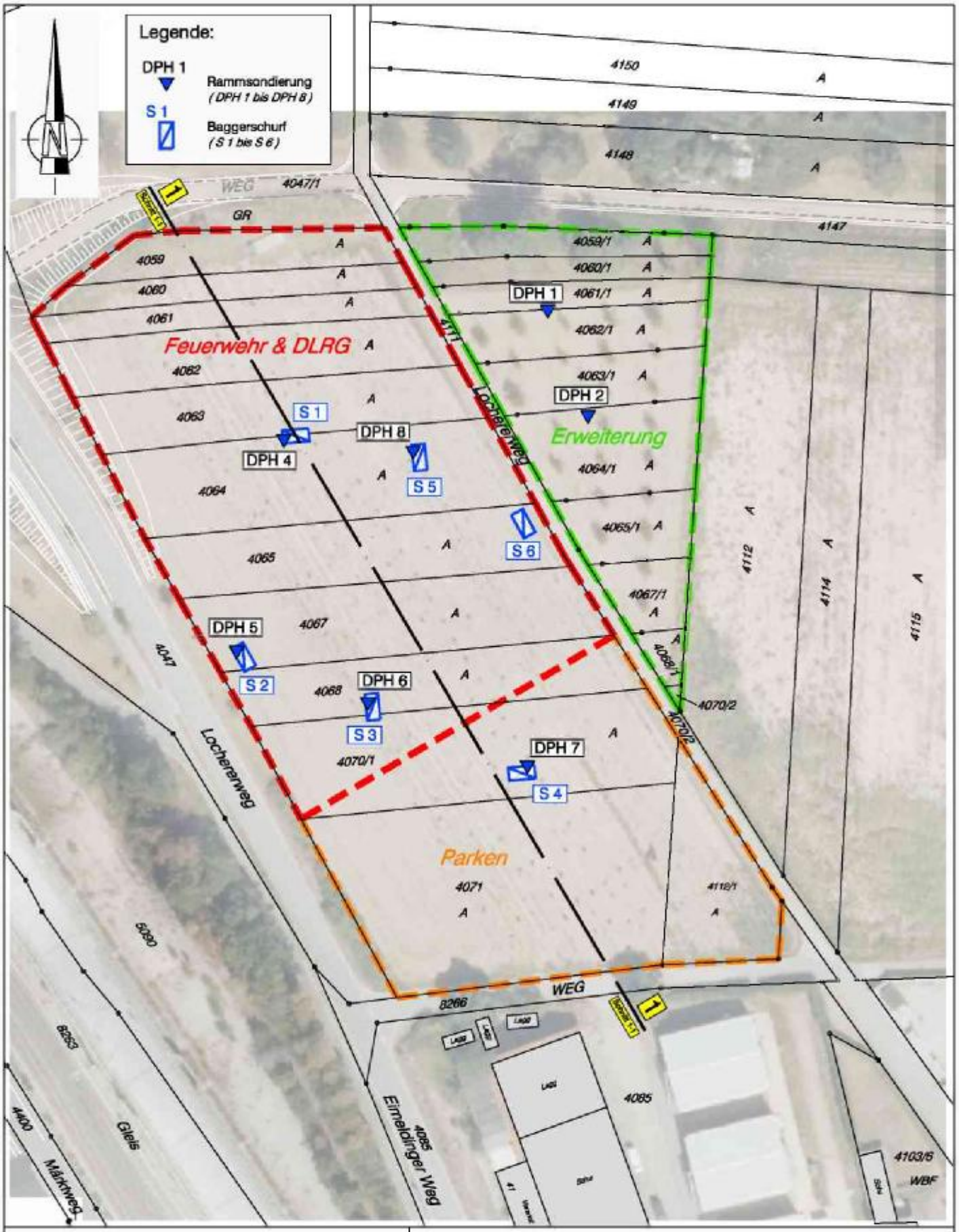
Sollten im Zuge der Erdarbeiten Abweichungen von den dargestellten Untersuchungsergebnissen angetroffen werden, so sind die Erd- und Gründungsarbeiten, gegebenenfalls unter Hinzuziehung eines Baugrundsachverständigen, entsprechend anzupassen.

Den Aussagen dieses Berichtes liegen die uns zur Verfügung gestellten Planunterlagen zu grunde. Nach Vorlage der endgültigen Gebäudeplanungen ist zu überprüfen, ob die gemachten Angaben weiterhin ihre Gültigkeit haben.

Für weitere Fragen und Auskünfte stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

GEOTECHNISCHES INSTITUT GmbH

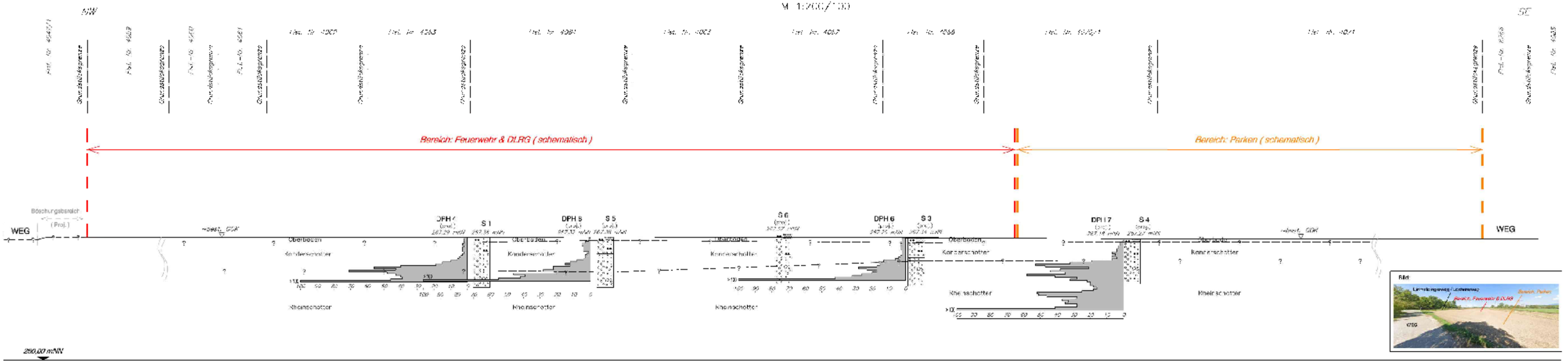
Tobias Gatta
M.Sc. Geowiss, B.Sc. Bauing.



Auftraggeber: Stadtverwaltung Weil am Rhein			Projekt: Feuerwache Nord, Weil am Rhein, OT Haltingen		
Gez.:	DA	21.03.25	Lageplan mit Untersuchungspunkten	GIW: 7053	
Bea.:	TG			zum Bericht: 7053BE01	
Ges.:				M 1:1000	Anlage: 1
				7053BE01_Lp.dwg	

Schnitt 1-1

M 1:200 / 1:100

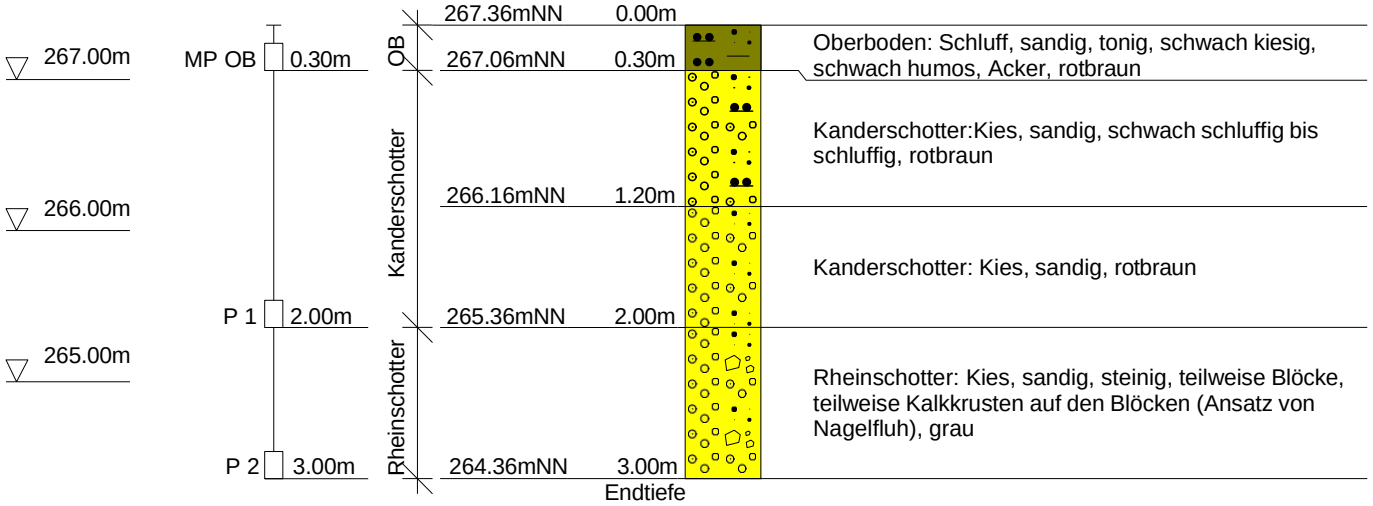


Geotechnisches Institut		
Auftraggeber: Stadtverwaltung Weil am Rhein		
Projekt: Feuerwache Nord, Weil am Rhein, OT Haltingen		
Gez.:	DL	21.03.25
Bez.:		Schnitt 1-1
Gepr.:		
Ges.:		
M 1:200/1:100	Dat: 7.25	zum Bericht: 7053DE01 Anlage: 2

Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber: Stadtverwaltung Weil am Rhein
Am Kesselhaus 5	Projekt: Feuerwache Nord, Weil am Rhein, OT Haltingen
79576 Weil am Rhein	Projektnr.: 7053
Telefon 07621 / 95664-0	Datum: 13.01.2025
Bohrprofil DIN 4023	Maßstab: 1: 50

S 1

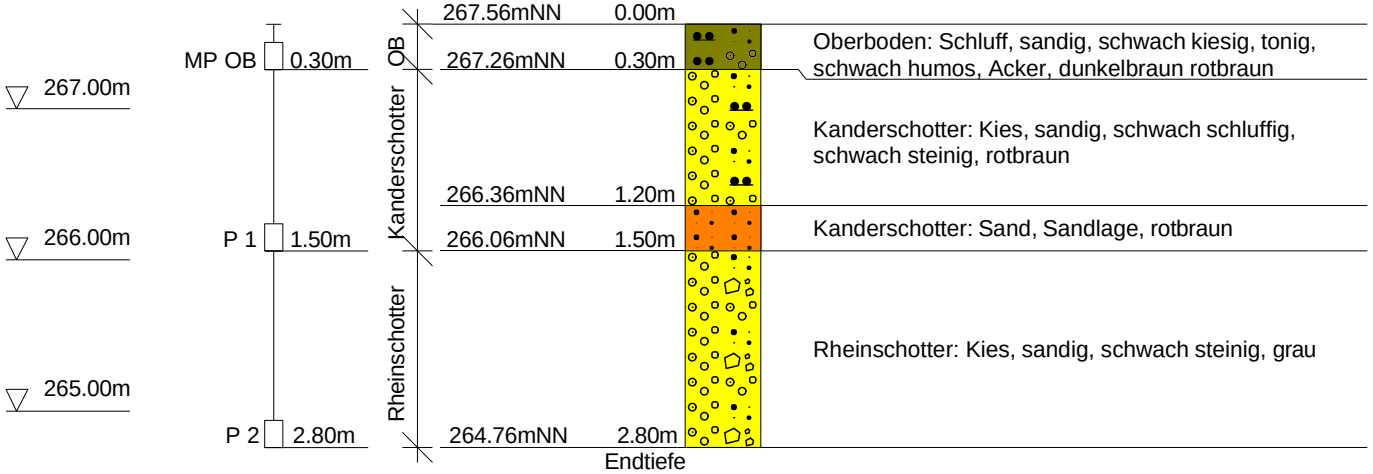
Ansatzpunkt: 267.36 mNN



Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber: Stadtverwaltung Weil am Rhein
Am Kesselhaus 5	Projekt: Feuerwache Nord, Weil am Rhein, OT Haltingen
79576 Weil am Rhein	Projektnr.: 7053
Telefon 07621 / 95664-0	Datum: 13.01.2025
Bohrprofil DIN 4023	Maßstab: 1: 50

S 2

Ansatzpunkt: 267.56 mNN

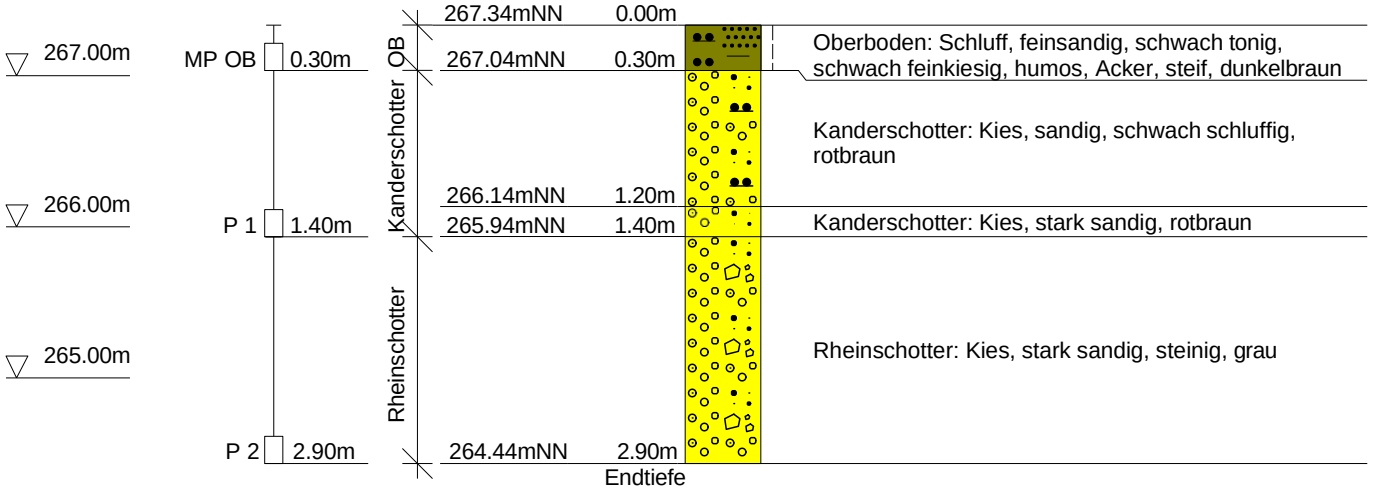


Anlage: 3.2

Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber: Stadtverwaltung Weil am Rhein
Am Kesselhaus 5	Projekt: Feuerwache Nord, Weil am Rhein, OT Haltingen
79576 Weil am Rhein	Projektnr.: 7053
Telefon 07621 / 95664-0	Datum: 13.01.2025
Bohrprofil DIN 4023	Maßstab: 1: 50

S 3

Ansatzpunkt: 267.34 mNN

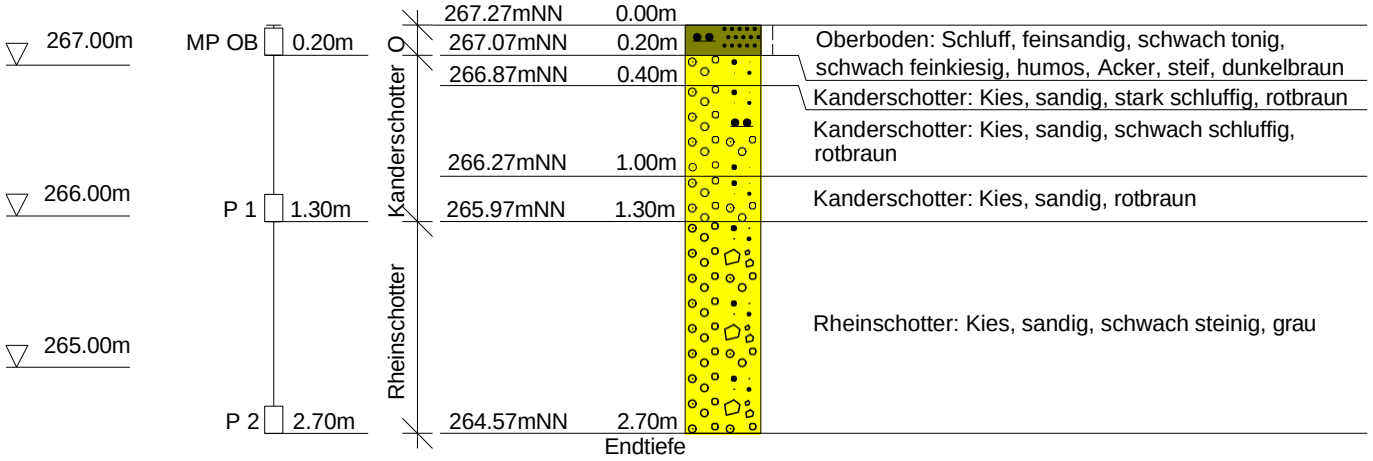


Anlage: 3.3

Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber:	Stadtverwaltung Weil am Rhein
Am Kesselhaus 5	Projekt:	Feuerwache Nord, Weil am Rhein, OT Haltingen
79576 Weil am Rhein	Projektnr.:	7053
Telefon 07621 / 95664-0	Datum:	13.01.2025
Bohrprofil DIN 4023	Maßstab:	1: 50

S 4

Ansatzpunkt: 267.27 mNN

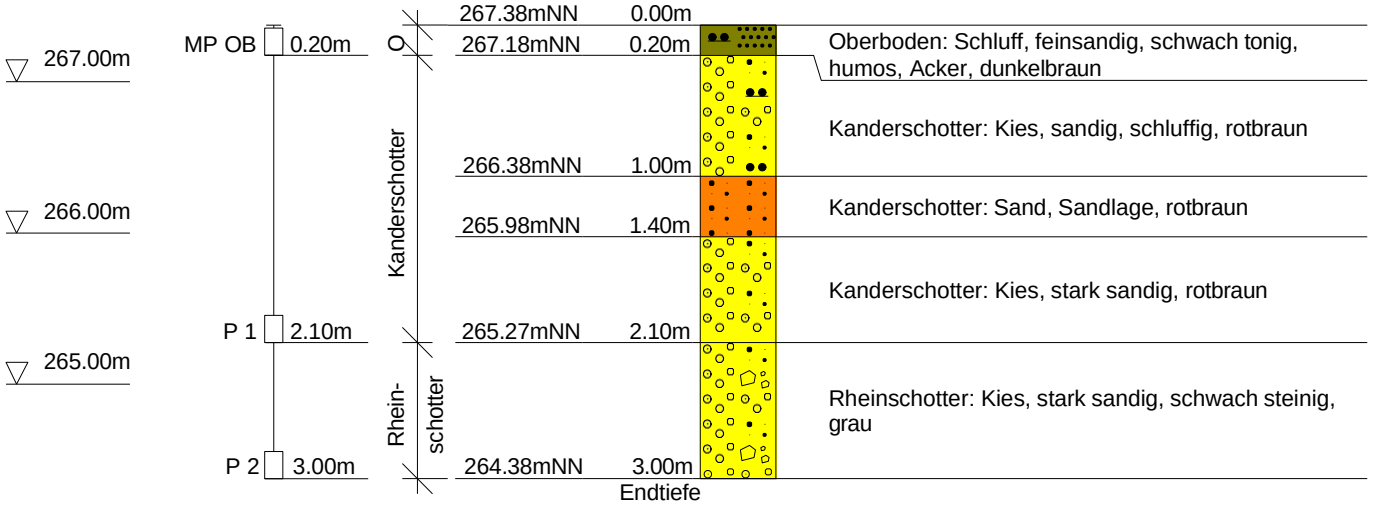


Anlage: 3.4

Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber: Stadtverwaltung Weil am Rhein
Am Kesselhaus 5	Projekt: Feuerwache Nord, Weil am Rhein, OT Haltingen
79576 Weil am Rhein	Projektnr.: 7053
Telefon 07621 / 95664-0	Datum: 13.01.205
Bohrprofil DIN 4023	Maßstab: 1: 50

S 5

Ansatzpunkt: 267.38 mNN

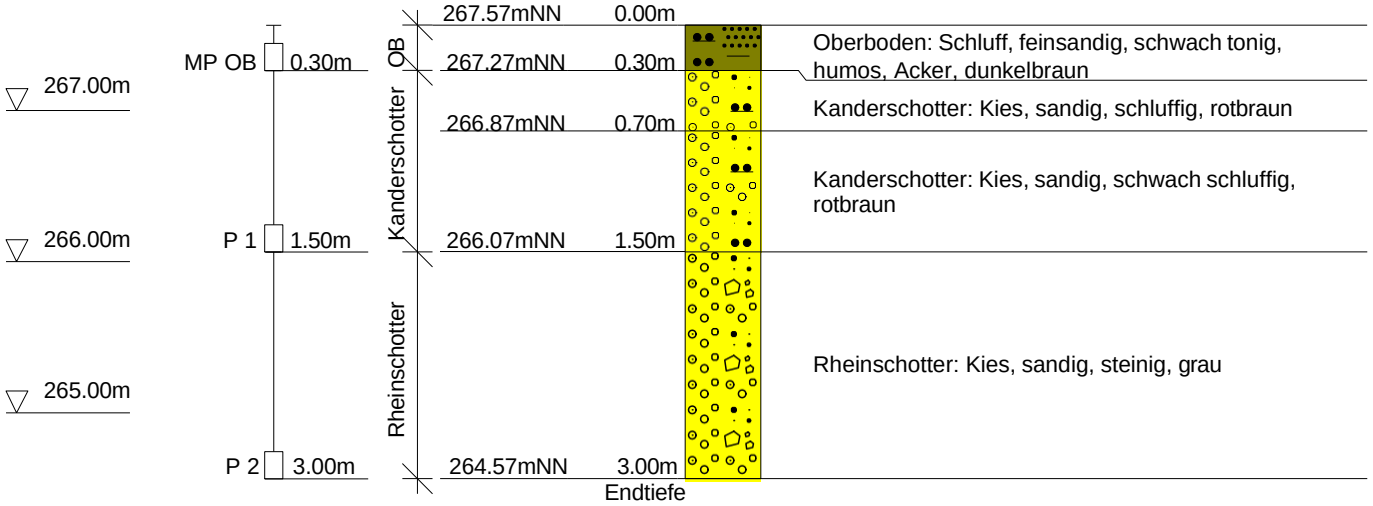


Anlage: 3.5

Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber: Stadtverwaltung Weil am Rhein
Am Kesselhaus 5	Projekt: Feuerwache Nord, Weil am Rhein, OT Haltingen
79576 Weil am Rhein	Projektnr.: 7053
Telefon 07621 / 95664-0	Datum: 13.01.2025
Bohrprofil DIN 4023	Maßstab: 1: 50

S 6

Ansatzpunkt: 267.57 mNN

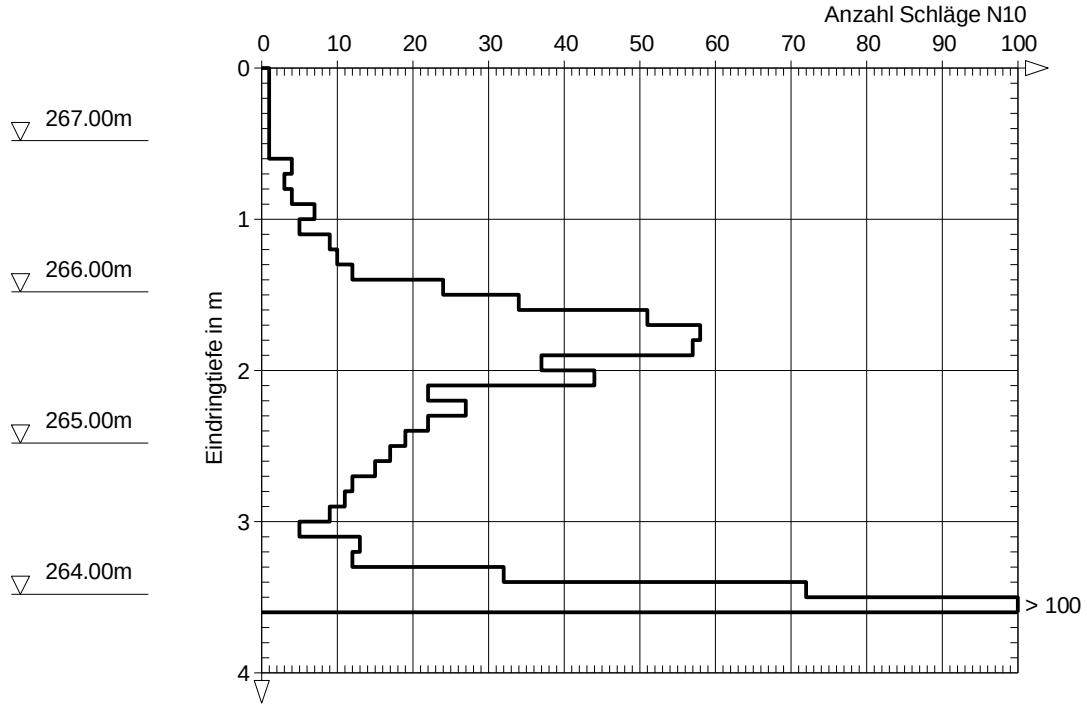


Anlage: 3.6

Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber:	Stadtverwaltung Weil am Rhein
Am Kesselhaus 5	Projekt:	Feuerwache Nord, Weil am Rhein, OT Haltingen
79576 Weil am Rhein	Projektnr.:	7053
Telefon 07621 / 95664-0	Datum:	17.10.2024
Rammsondierung DIN 4094	Maßstab:	1: 50

DPH 1

Ansatzpunkt: 267.48 mNN

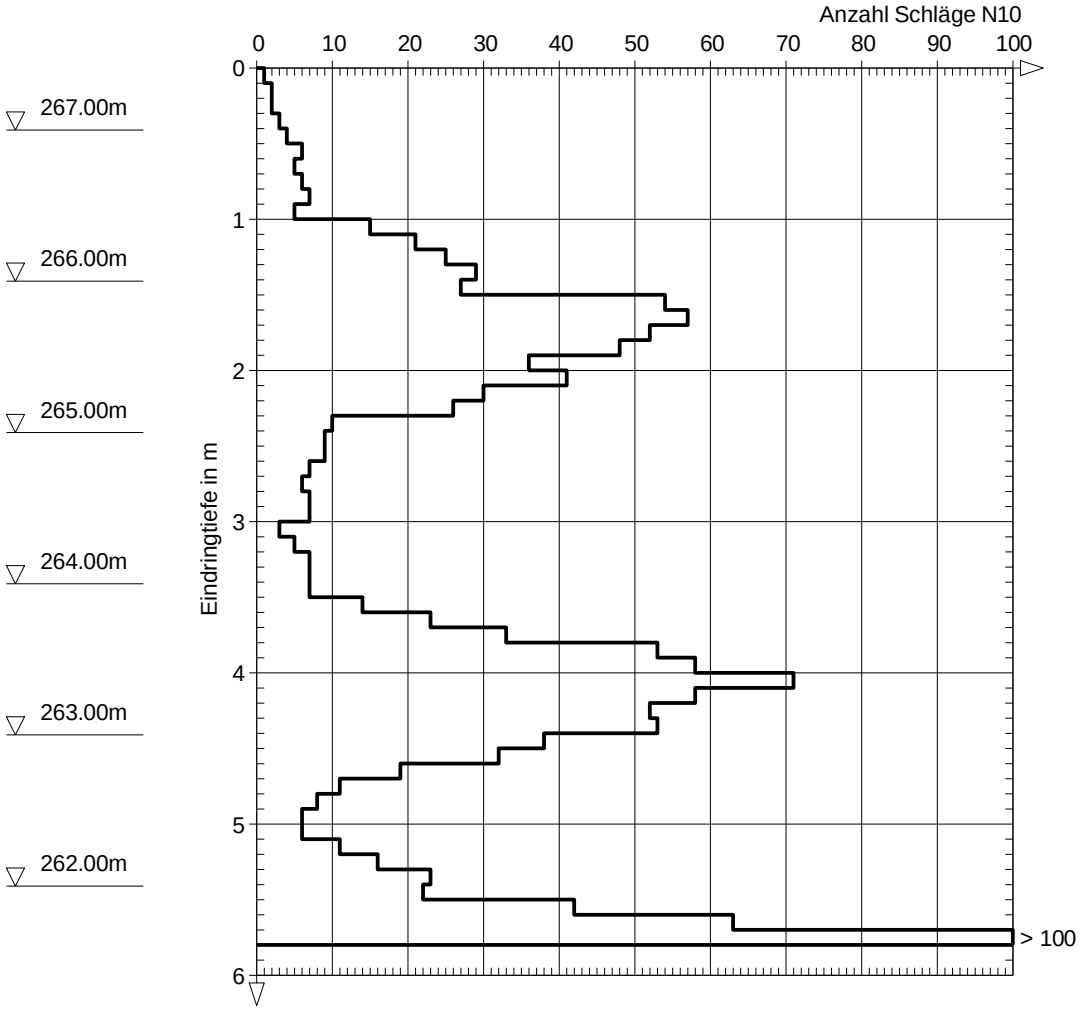


Bei Endtiefe kein Sondierfortschritt mehr.

Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber:	Stadtverwaltung Weil am Rhein
Am Kesselhaus 5	Projekt:	Feuerwache Nord, Weil am Rhein, OT Haltingen
79576 Weil am Rhein	Projektnr.:	7053
Telefon 07621 / 95664-0	Datum:	17.10.2024
Rammsondierung DIN 4094	Maßstab:	1: 50

DPH 2

Ansatzpunkt: 267.41 mNN

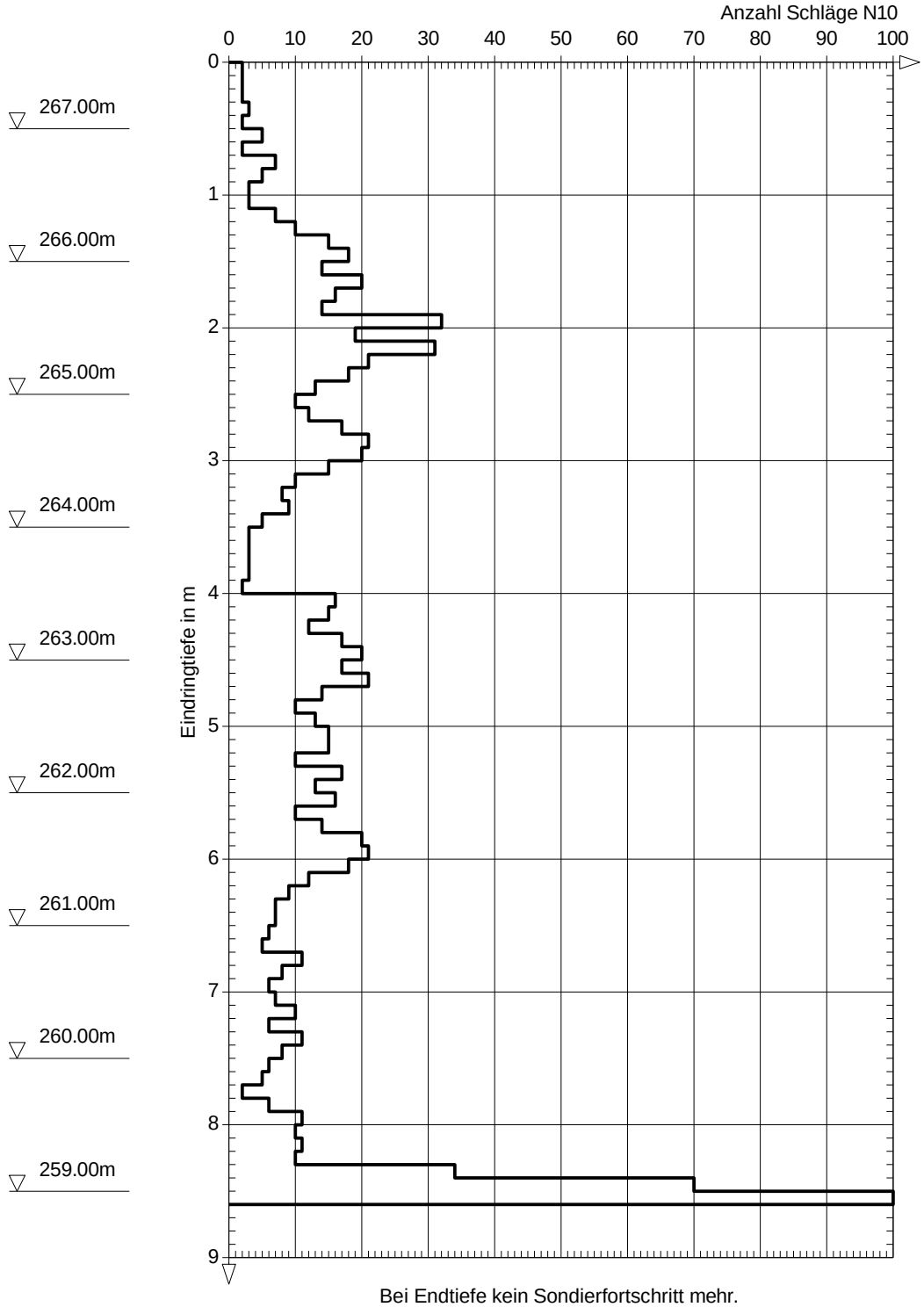


Bei Endtiefe kein Sondierfortschritt mehr.

Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber:	Stadtverwaltung Weil am Rhein
Am Kesselhaus 5	Projekt:	Feuerwache Nord, Weil am Rhein, OT Haltingen
79576 Weil am Rhein	Projektnr.:	7053
Telefon 07621 / 95664-0	Datum:	22.10.2024
Rammsondierung DIN 4094	Maßstab:	1: 50

DPH 3

Ansatzpunkt: 267.50 mNN

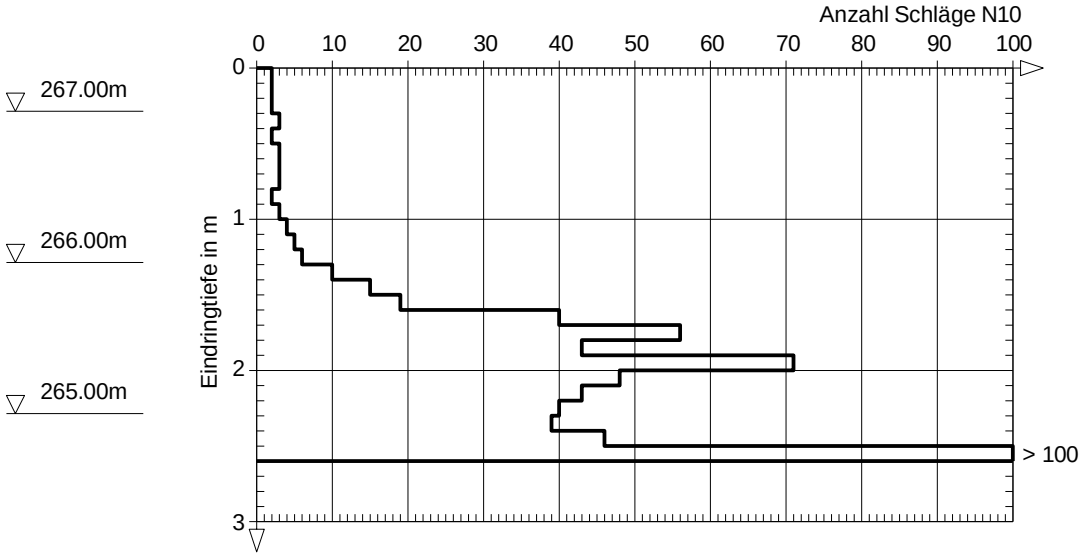


Bei Endtiefe kein Sondierfortschritt mehr.

Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber:	Stadtverwaltung Weil am Rhein
Am Kesselhaus 5	Projekt:	Feuerwache Nord, Weil am Rhein, OT Haltingen
79576 Weil am Rhein	Projektnr.:	7053
Telefon 07621 / 95664-0	Datum:	13.01.2025
Rammsondierung DIN 4094	Maßstab:	1: 50

DPH 4

Ansatzpunkt: 267.29 mNN

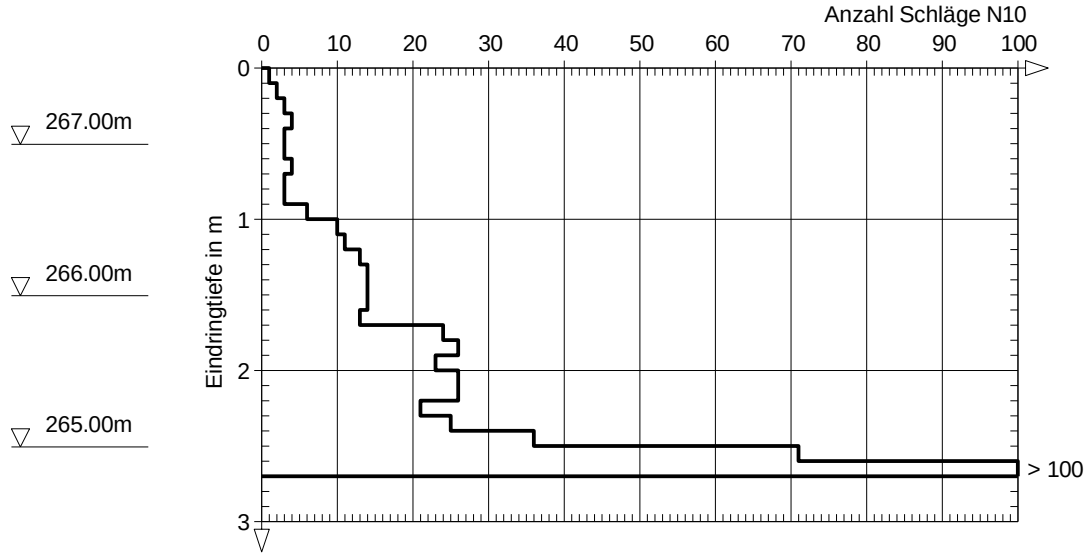


Bei Endtiefe kein Rammfortschritt mehr.

Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber:	Stadtverwaltung Weil am Rhein
Am Kesselhaus 5	Projekt:	Feuerwache Nord, Weil am Rhein, OT Haltingen
79576 Weil am Rhein	Projektnr.:	7053
Telefon 07621 / 95664-0	Datum:	13.01.2025
Rammsondierung DIN 4094	Maßstab:	1: 50

DPH 5

Ansatzpunkt: 267.50 mNN

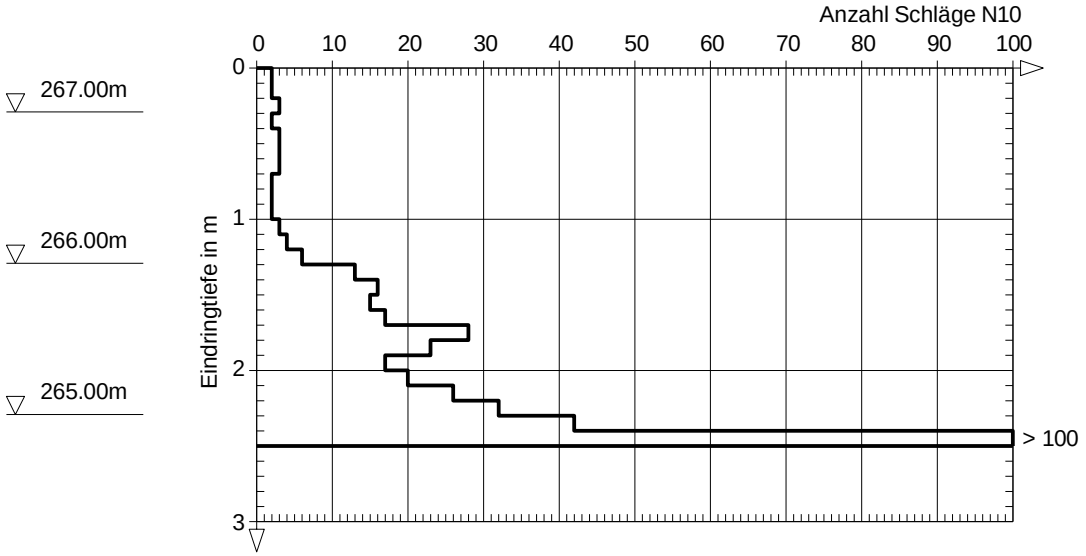


Bei Endtiefe kein Rammfortschritt mehr.

Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber:	Stadtverwaltung Weil am Rhein
Am Kesselhaus 5	Projekt:	Feuerwache Nord, Weil am Rhein, OT Haltingen
79576 Weil am Rhein	Projektnr.:	7053
Telefon 07621 / 95664-0	Datum:	13.01.2025
Rammsondierung DIN 4094	Maßstab:	1: 50

DPH 6

Ansatzpunkt: 267.29 mNN

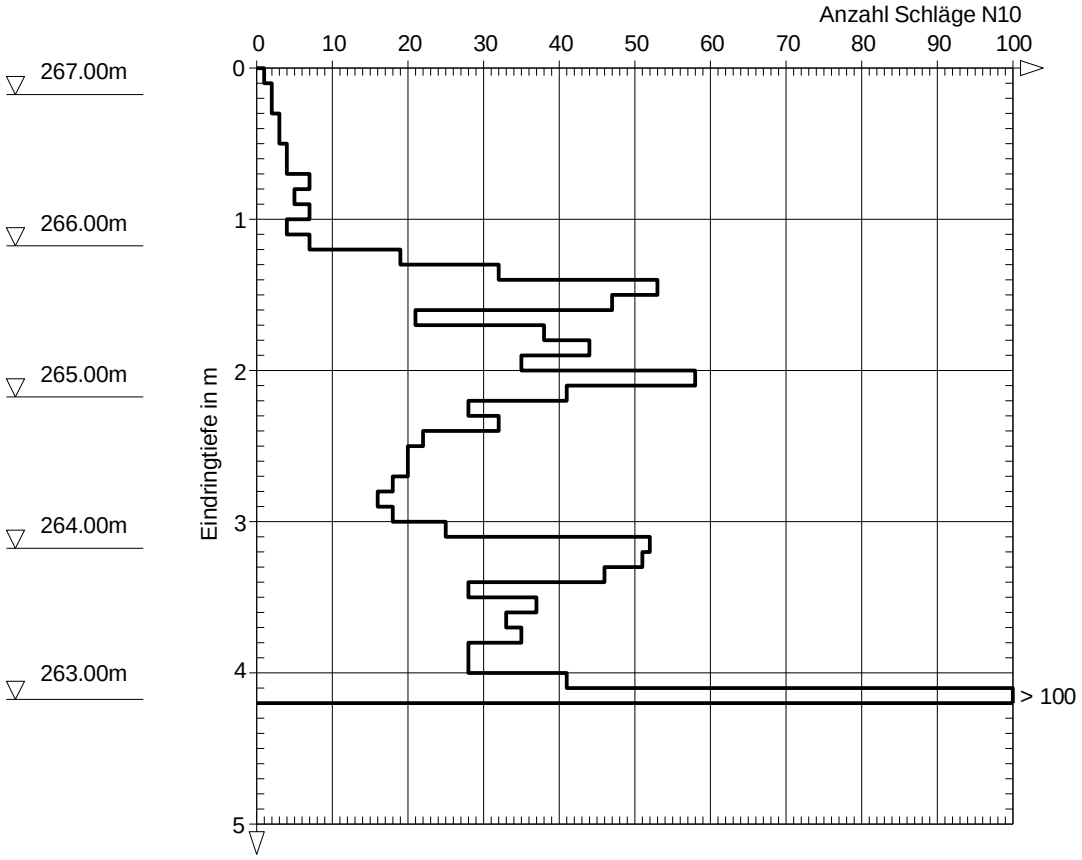


Bei Endtiefe kein Rammfortschritt mehr.

Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber:	Stadtverwaltung Weil am Rhein
Am Kesselhaus 5	Projekt:	Feuerwache Nord, Weil am Rhein, OT Haltingen
79576 Weil am Rhein	Projektnr.:	7053
Telefon 07621 / 95664-0	Datum:	13.01.2025
Rammsondierung DIN 4094	Maßstab:	1: 50

DPH 7

Ansatzpunkt: 267.18 mNN

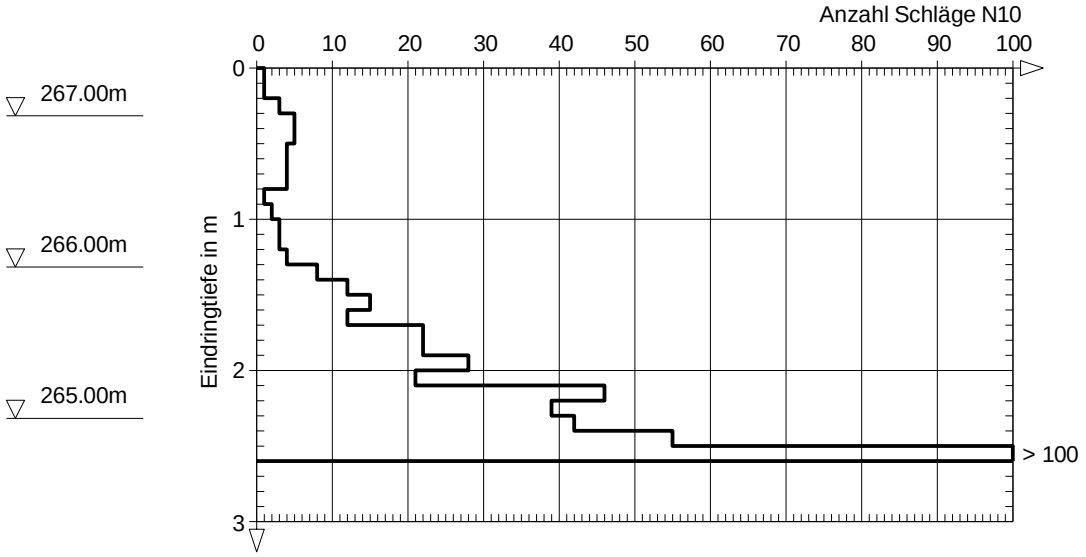


Bei Endtiefe kein Rammfortschritt mehr.

Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber:	Stadtverwaltung Weil am Rhein
Am Kesselhaus 5	Projekt:	Feuerwache Nord, Weil am Rhein, OT Haltingen
79576 Weil am Rhein	Projektnr.:	7053
Telefon 07621 / 95664-0	Datum:	13.01.2025
Rammsondierung DIN 4094	Maßstab:	1: 50

DPH 8

Ansatzpunkt: 267.32 mNN



Bei Endtiefe kein Rammfortschritt mehr.

Geotechnisches Institut

Auswertung Versickerungsversuch (kein Aufstau)			
Auftraggeber: Stadtverwaltung Weil am Rhein		Datum:	13.01.2025
Projekt: **Feuerwache Nord, Weil am Rhein, OT Haltingen**		GIW:	7053

Versickerungsversuch:		V 1 S6	
Länge des Schurfs L:		1,3	m
Breite des Schurfs B:		0,9	m
Versickerungsfläche F:		1,44	m²
Tiefe der Versickerungsfläche:		3	m u. GOK
Meßpunkthöhe:		0	m ü. GOK
Versickerte Wassermenge:	ca.	1	m³
Einlaufzeit:		500	s
Grundwasserflurabstand:		20,00	m
Grundwasserabstand ls (geschätzt):		3,0	m

Durchlässigkeitsbeiwert ungesättigte Zone: $k_{f,u} = Q / (I * F)$ [m / s]

(= versickerungswirksamer Durchlässigkeitsbeiwert)

Versickerungsmenge pro Zeiteinheit: Q = Wassermenge / Einlaufzeit [m³ / s]

Gefälle: I = (ls + z) / (ls + z/2) [m / m]

da z = 0 ergibt sich

I = 1

$k_{f,u}$ (gemessen)	=	1,4E-03 m/s		
$k_{f,u,n}$ (mit Sicherheitsfaktor)	=	6,9E-04 m/s	=	$k_{f,u}$ (gemessen) / n
k_f	=	1,4E-03 m/s	=	$k_{f,u,n}$ x 2

vorgeschlagener Sicherheitsfaktor n = 2

anzusetzender Durchlässigkeitsbeiwert: $k_f = 1{,}4 * 10^{-3}$ m/s

Diagramm zur Bemessung flachgegründeter quadratischer Einzelfundamente

Gründung in den Kanderschottern

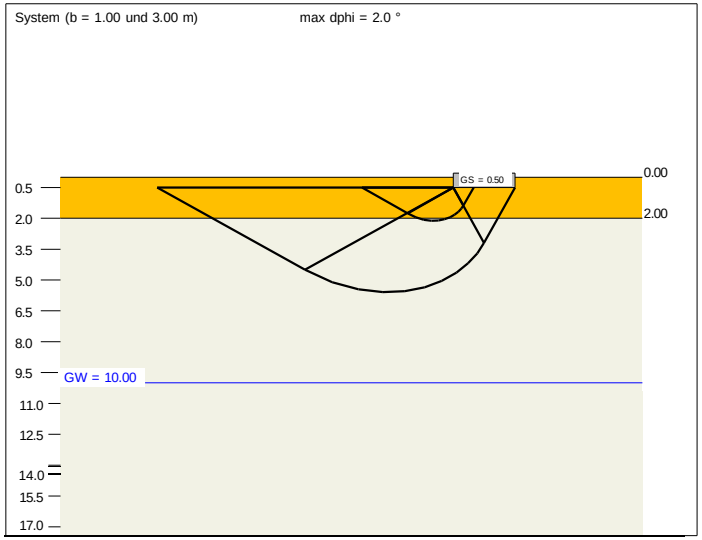
Einbindetiefe t = 0,5 m

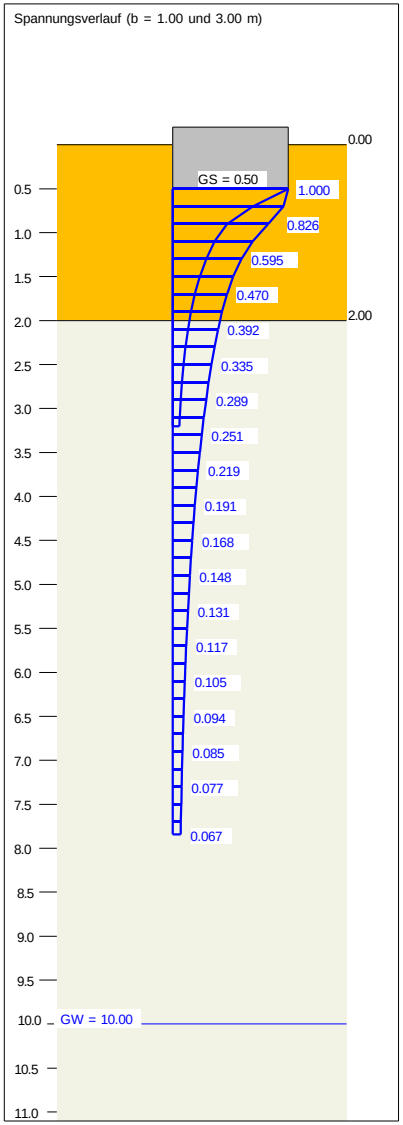
Geotechnisches Institut GmbH

Auftraggeber: Stadtverwaltung Weil am Rhein

Projekt: Feuerwache Nord, Weil am Rhein, OT Haltingen GIW-Nr.: 7053

Boden	γ/γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	ν [-]	E_s [MN/m²]	Bezeichnung
	20.0/10.0	30.0	0.0	0.00	40.0	Kanderschotter
	20.0/10.0	32.5	0.0	0.00	60.0	Rheinschotter

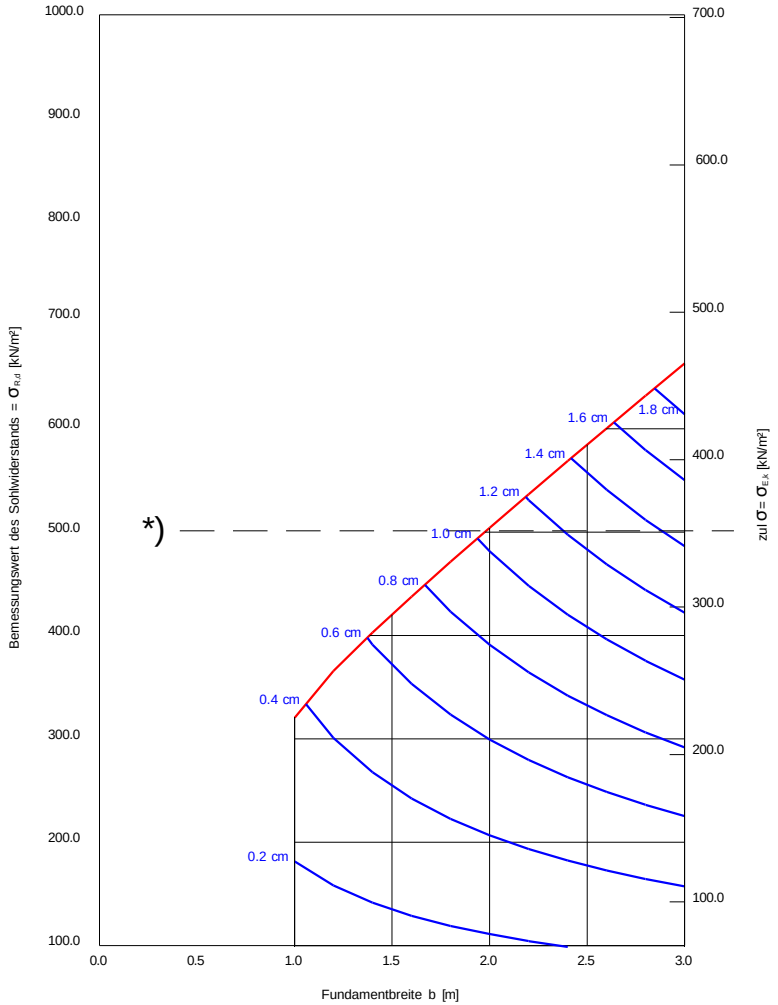




a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	zul σ=$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m²]	γ_z [kN/m³]	σ_U [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
1.00	1.00	320.4	320.4	224.8	0.37	30.5	0.00	20.00	10.00	3.20	2.12
1.20	1.20	365.6	526.5	256.6	0.49	31.0	0.00	20.00	10.00	3.71	2.47
1.40	1.40	402.7	789.3	282.6	0.62	31.3	0.00	20.00	10.00	4.19	2.82
1.60	1.60	437.4	1119.9	307.0	0.75	31.4	0.00	20.00	10.00	4.66	3.16
1.80	1.80	471.2	1526.6	330.6	0.90	31.5	0.00	20.00	10.00	5.13	3.51
2.00	2.00	504.1	2016.4	353.8	1.05	31.6	0.00	20.00	10.00	5.59	3.86
2.20	2.20	536.5	2596.8	376.5	1.21	31.7	0.00	20.00	10.00	6.04	4.20
2.40	2.40	568.6	3274.9	399.0	1.39	31.8	0.00	20.00	10.00	6.50	4.55
2.60	2.60	600.3	4058.1	421.3	1.57	31.9	0.00	20.00	10.00	6.95	4.90
2.80	2.80	631.8	4953.4	443.4	1.76	31.9	0.00	20.00	10.00	7.40	5.24
3.00	3.00	663.1	5968.0	465.3	1.96	31.9	0.00	20.00	10.00	7.84	5.59

zul σ= $\sigma_{E,k}$ = $\sigma_{R,k}$ / ($\gamma_{R,v}$ · $\gamma_{(G,Q)}$) = $\sigma_{R,k}$ / (1.40 · 1.43) = $\sigma_{R,k}$ / 1.99 (für Setzungen)

Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



*) Begrenzung des Bemessungswerts des Sohlwiderstands Sigma (R,d) = 500 kN/m² entspricht einer zulässigen Bodenpressung zul. Sigma = 350 kN/m²

Berechnungsgrundlagen:

Grundbruchformel nach DIN 4017:2006

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Einzelfundament (a/b = 1.00)

$\gamma_{R,v}$ = 1.40

γ_G = 1.35

γ_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 = 10.00 m

Grenztiefe mit p = 20.0 %

Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

Sohldruck

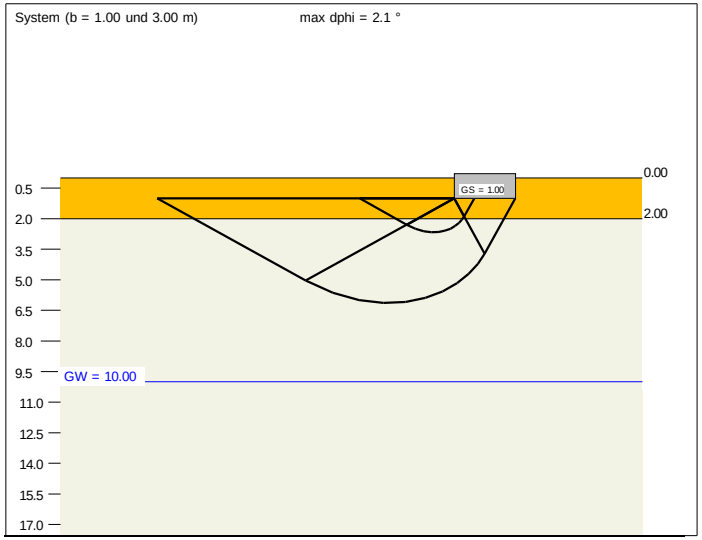
Setzungen

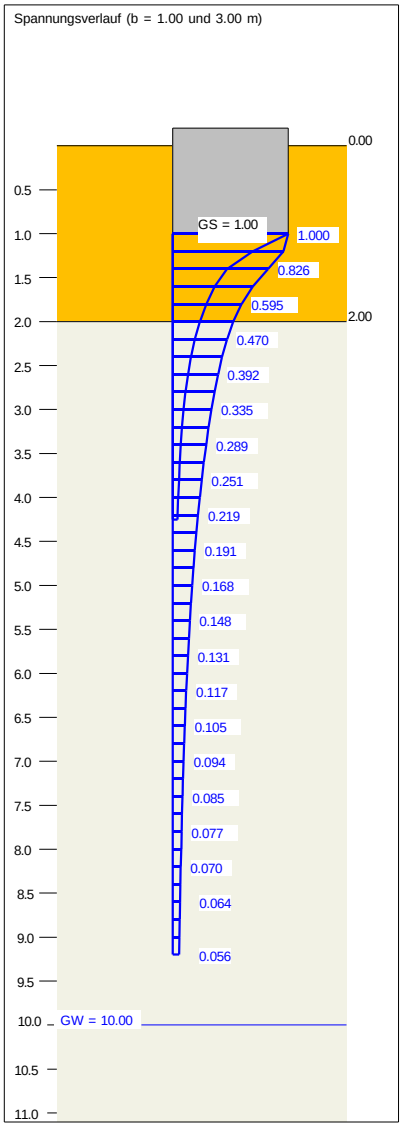
Diagramm zur Bemessung flachgegründeter quadratischer Einzelfundamente

Gründung in den Kanderschottern

Einbindetiefe t = 1,0 m

Boden	γ/γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	ν [-]	E_s [MN/m²]	Bezeichnung
	20.0/10.0	30.0	0.0	0.00	40.0	Kanderschotter
	20.0/10.0	32.5	0.0	0.00	60.0	Rheinschotter



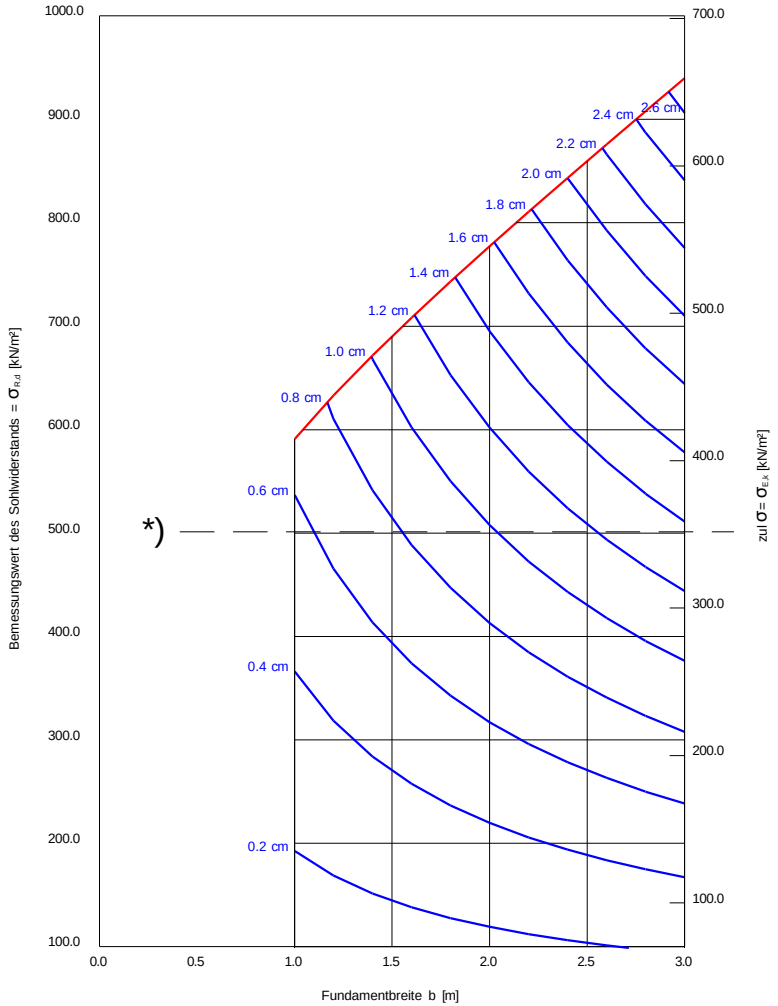


a [m]	b [m]	σ_{Rd} [kN/m²]	R_{nd} [kN]	zul σ=σ_{Ek} [kN/m²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m²]	γ_z [kN/m³]	σ_U [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
1.00	1.00	591.0	591.0	414.7	0.66	31.3	0.00	20.00	20.00	4.25	2.66
1.20	1.20	633.1	911.6	444.3	0.83	31.5	0.00	20.00	20.00	4.79	3.01
1.40	1.40	671.6	1316.4	471.3	1.01	31.7	0.00	20.00	20.00	5.31	3.35
1.60	1.60	708.1	1812.7	496.9	1.19	31.8	0.00	20.00	20.00	5.82	3.70
1.80	1.80	743.2	2407.8	521.5	1.38	31.9	0.00	20.00	20.00	6.32	4.05
2.00	2.00	777.2	3108.9	545.4	1.58	31.9	0.00	20.00	20.00	6.82	4.39
2.20	2.20	810.6	3923.2	568.8	1.78	32.0	0.00	20.00	20.00	7.30	4.74
2.40	2.40	843.4	4857.9	591.9	2.00	32.0	0.00	20.00	20.00	7.78	5.09
2.60	2.60	875.8	5920.3	614.6	2.23	32.1	0.00	20.00	20.00	8.26	5.43
2.80	2.80	907.8	7117.4	637.1	2.46	32.1	0.00	20.00	20.00	8.73	5.78
3.00	3.00	939.6	8456.6	659.4	2.70	32.1	0.00	20.00	20.00	9.20	6.13

zul σ= σ_{Ek} = σ_{Rk} / ($\gamma_{R,v}$ · $\gamma_{(G,Q)}$) = σ_{Rk} / (1.40 · 1.43) = σ_{Rk} / 1.99 (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Geotechnisches Institut GmbH

Auftraggeber: Stadtverwaltung Weil am Rhein
Projekt: Feuerwache Nord, Weil am Rhein, OT Haltingen
GIW-Nr.: 7053



*) Begrenzung des Bemessungswerts des Sohlwiderstands Sigma (R,d) = 500 kN/m² entspricht einer zulässigen Bodenpressung zul. Sigma = 350 kN/m²

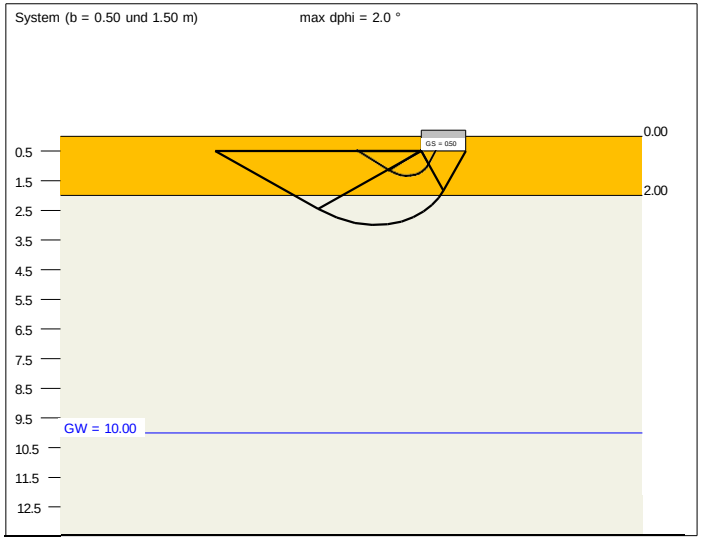
Berechnungsgrundlagen:
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a/b = 1.00)
$\gamma_{R,v}$ = 1.40
γ_G = 1.35
γ_Q = 1.50
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
$\gamma_{(G,Q)}$ = 0.500 · γ_Q + (1 - 0.500) · γ_G
$\gamma_{(G,Q)}$ = 1.425
Gründungssohle = 1.00 m
Grundwasser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

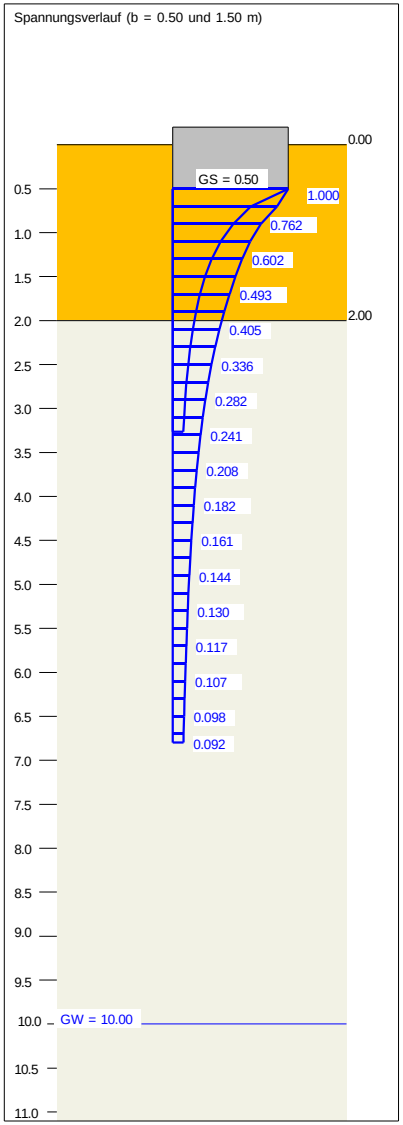
Diagramm zur Bemessung flachgegründeter Streifenfundamente

Gründung in den Kanderschottern

Einbindetiefe t = 0,5 m

Boden	γ/γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	ν [-]	E_s [MN/m²]	Bezeichnung
	20.0/10.0	30.0	0.0	0.00	40.0	Kanderschotter
	20.0/10.0	32.5	0.0	0.00	60.0	Rheinschotter



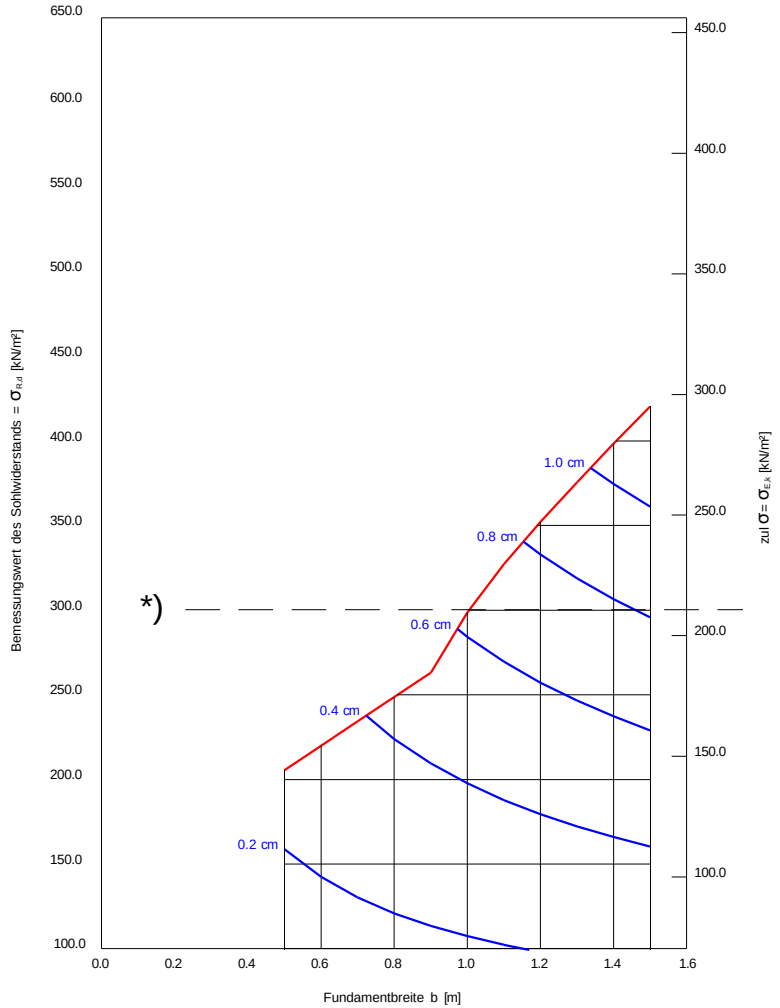


a [m]	b [m]	σ_{Rd} [kN/m²]	R_{nd} [kN/m]	zul σ=σ_{Ek} [kN/m²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m²]	γ_z [kN/m³]	σ_U [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
10.00	0.50	205.4	102.7	144.1	0.27	30.0	0.00	20.00	10.00	3.26	1.29
10.00	0.60	219.9	132.0	154.3	0.32	30.0	0.00	20.00	10.00	3.61	1.45
10.00	0.70	234.4	164.1	164.5	0.39	30.0	0.00	20.00	10.00	3.93	1.61
10.00	0.80	248.8	199.0	174.6	0.45	30.0	0.00	20.00	10.00	4.25	1.77
10.00	0.90	263.0	236.7	184.6	0.52	30.0	0.00	20.00	10.00	4.56	1.93
10.00	1.00	298.7	298.7	209.6	0.63	30.5	0.00	20.00	10.00	5.01	2.12
10.00	1.10	327.2	359.9	229.6	0.74	30.8	0.00	20.00	10.00	5.41	2.30
10.00	1.20	352.2	422.6	247.1	0.85	31.0	0.00	20.00	10.00	5.77	2.47
10.00	1.30	375.6	488.3	263.6	0.96	31.1	0.00	20.00	10.00	6.13	2.65
10.00	1.40	398.4	557.8	279.6	1.07	31.3	0.00	20.00	10.00	6.47	2.82
10.00	1.50	420.5	630.8	295.1	1.18	31.3	0.00	20.00	10.00	6.80	2.99

zul σ= σ_{Ek} = σ_{Rk} / ($\gamma_{R,v}$ · $\gamma_{(G,Q)}$) = σ_{Rk} / (1.40 · 1.43) = σ_{Rk} / 1.99 (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Geotechnisches Institut GmbH

Auftraggeber: Stadtverwaltung Weil am Rhein
Projekt: Feuerwache Nord, Weil am Rhein, OT Haltingen
GIW-Nr.: 7053



*) Begrenzung des Bemessungswerts des Sohlwiderstands Sigma (R,d) = 430 kN/m² entspricht einer zulässigen Bodenpressung zul. Sigma = 300 kN/m²

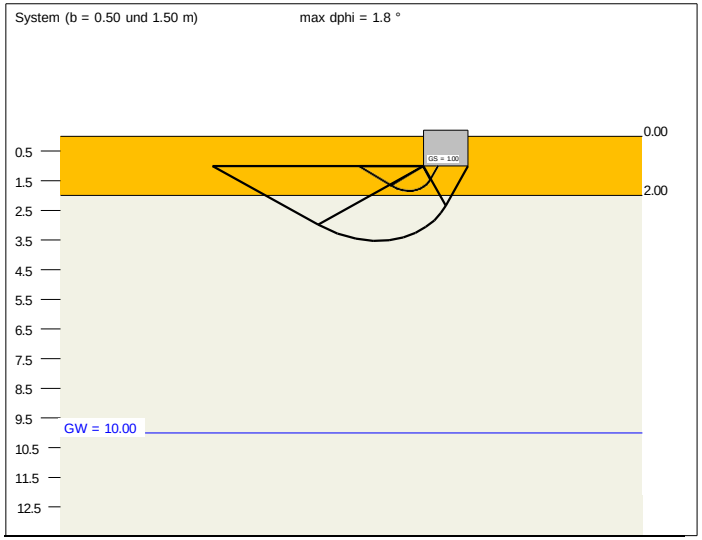
Berechnungsgrundlagen:
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 10.00 m)
$\gamma_{R,v}$ = 1.40
γ_G = 1.35
γ_Q = 1.50
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
$\gamma_{(G,Q)}$ = 0.500 · γ_Q + (1 - 0.500) · γ_G
$\gamma_{(G,Q)}$ = 1.425
Gründungssohle = 0.50 m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

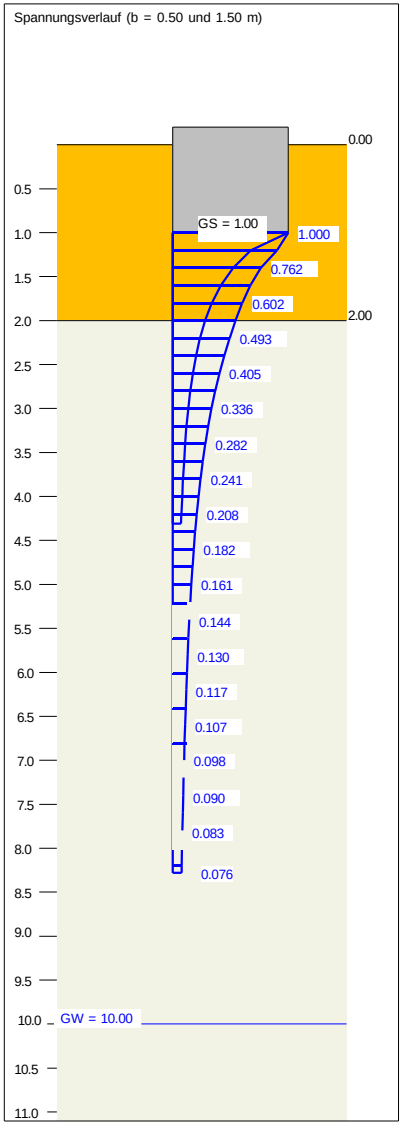
Diagramm zur Bemessung flachgegründeter Streifenfundamente

Gründung in den Kanderschottern

Einbindetiefe t = 1,0 m

Boden	γ/γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	ν [-]	E_s [MN/m²]	Bezeichnung
	20.0/10.0	30.0	0.0	0.00	40.0	Kanderschotter
	20.0/10.0	32.5	0.0	0.00	60.0	Rheinschotter



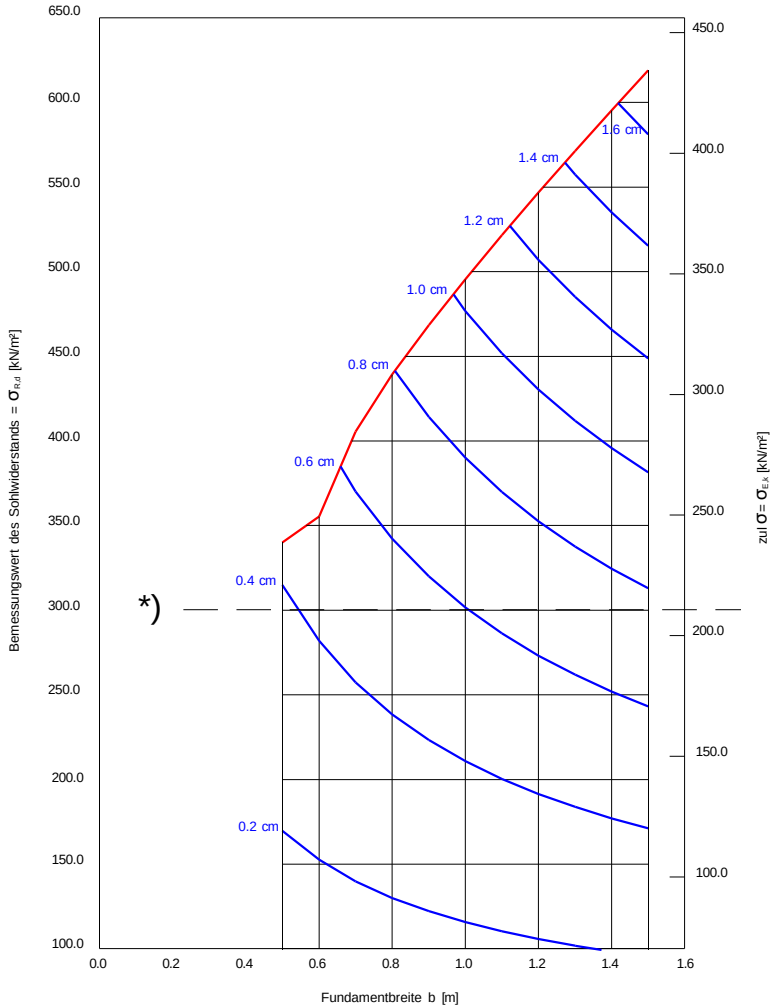


a [m]	b [m]	σ_{Rd} [kN/m²]	R_{Rd} [kN/m]	zul $\sigma=\sigma_{Ek}$ [kN/m²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m²]	γ_z [kN/m³]	σ_U [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
10.00	0.50	340.1	170.1	238.7	0.44	30.0	0.00	20.00	20.00	4.31	1.79
10.00	0.60	355.3	213.2	249.3	0.52	30.0	0.00	20.00	20.00	4.69	1.95
10.00	0.70	405.5	283.8	284.5	0.66	30.7	0.00	20.00	20.00	5.23	2.14
10.00	0.80	439.3	351.5	308.3	0.79	31.0	0.00	20.00	20.00	5.68	2.31
10.00	0.90	468.4	421.6	328.7	0.92	31.2	0.00	20.00	20.00	6.09	2.49
10.00	1.00	495.5	495.5	347.7	1.04	31.3	0.00	20.00	20.00	6.49	2.66
10.00	1.10	521.6	573.7	366.0	1.17	31.5	0.00	20.00	20.00	6.87	2.83
10.00	1.20	546.8	656.1	383.7	1.30	31.5	0.00	20.00	20.00	7.23	3.01
10.00	1.30	571.3	742.7	400.9	1.44	31.6	0.00	20.00	20.00	7.59	3.18
10.00	1.40	595.4	833.5	417.8	1.58	31.7	0.00	20.00	20.00	7.94	3.35
10.00	1.50	619.0	928.5	434.4	1.72	31.7	0.00	20.00	20.00	8.28	3.53

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

Geotechnisches Institut GmbH

Auftraggeber: Stadtverwaltung Weil am Rhein
Projekt: Feuerwache Nord, Weil am Rhein, OT Haltingen
GIW-Nr.: 7053



*) Begrenzung des Bemessungswerts des Sohlwiderstands Sigma (R,d) = 430 kN/m² entspricht einer zulässigen Bodenpressung zul. Sigma = 300 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 = 10.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
Sohldruck
Setzungen

Geotechnisches Institut

Auftraggeber: Stadtverwaltung Weil am Rhein

Projekt: Feuerwache Nord, Weil am Rhein, OT Haltingen **GIW:** 7053

			Probe	**MP 2**	**MP 3**	**BM-/ BG-0 Sand**	**BM-/ BG-0 Lehm, Schluff**	**BM-/ BG-0 Ton**	**BM-/ BG-0* TOC <0,5%**	**BM-/ BG-0* TOC ≥0,5%**	**BM-/ BG-F0***	**BM-/ BG-F1**	**BM-/ BG-F2**	**BM-/ BG-F3 (1)**
			Entnahmedatum	13.01.2025	13.01.2025									
			geologische Einheit / Beschreibung	Kanderschotter	Rheinschotter									
			maßgebende Bodenart (Sand | Lehm | Ton)	**Lehm**	**Sand**									
Ersatzbaustoffverordnung (EBV) - Anhang 1, Tabelle 3: Materialwerte für nicht aufbereitetes Bodenmaterial und Baggergut	Mineralische Fremdbestandteile	Vol.-%		keine	keine	bis 10					bis 50			
	pH-Wert (4)			8,1	8,7	nicht maßgeblich					6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	5,5 - 12
	Elektrische Leitfähigkeit (4)	µS/cm		160	66	nicht maßgeblich			350		350	500	500	2000
	Sulfat	mg/l		2,7	1,4	250	250	250	250		250	450	450	1000
	Arsen	mg/kg		12	3,8	10	20	20	20		40	40	40	150
		µg/l		1,2	1,0	nicht maßgeblich			8	13	12	20	85	100
	Blei	mg/kg		15	5,4	40	70	100	140		140	140	140	700
		µg/l		nn	nn	nicht maßgeblich			23	43	35	90	250	470
	Cadmium	mg/kg		nn	nn	0,4	1	1,5	1		2	2	2	10
		µg/l		nn	nn	nicht maßgeblich			2	4	3,0	3,0	10	15
	Chrom (gesamt)	mg/kg		34	9,7	30	60	100	120		120	120	120	600
		µg/l		nn	nn	nicht maßgeblich			10	19	15	150	290	530
	Kupfer	mg/kg		12	4,8	20	40	60	80		80	80	80	320
		µg/l		5,7	nn	nicht maßgeblich			20	41	30	110	170	320
	Nickel	mg/kg		26	6,9	15	50	70	100		100	100	100	350
		µg/l		nn	nn	nicht maßgeblich			20	31	30	30	150	280
	Quecksilber	mg/kg		nn	nn	0,2	0,3	0,3	0,6		0,6	0,6	0,6	5
		µg/l		nn	nn	nicht maßgeblich			0,1					
	Thallium	mg/kg		nn	nn	0,5	1,0	1,0	1,0		2	2	2	7
		µg/l		nn	nn	nicht maßgeblich			0,2	0,3				
	Zink	mg/kg		49	15	60	150	200	300		300	300	300	1200
		µg/l		11	nn	nicht maßgeblich			100	210	150	160	840	1600
	TOC	M%		0,30	0,075	1	1	1	1		5	5	5	5
	Kohlenwasserstoffe C_{10}-C_{22}	mg/kg		nn	nn	nicht maßgeblich			300		300	300	300	1000
	Kohlenwasserstoffe C_{10}-C_{40}	mg/kg		nn	nn	nicht maßgeblich			600		600	600	600	2000
	Benzo(a)pyren	mg/kg		nn	nn	0,3	0,3	0,3						
	PAK_{15} (o. Naphthalin + Methyln.)	µg/l		nb	nb	nicht maßgeblich			0,2		0,3	1,5	3,8	20
	PAK_{16} (EPA)	mg/kg		nb	nb	3	3	3	6		6	6	9	30
	Naphthalin + Methylnaph., ges.	µg/l		nb	nb	nicht maßgeblich			2					
	PCB_6 +PCB-118	mg/kg		nb	nb	0,05	0,05	0,05	0,1		0,15	0,15	0,15	0,5
		µg/l		nb	nb	nicht maßgeblich			0,01		0,02	0,02	0,02	0,04
	EOX	mg/kg		nn	nn	1	1	1	1		3	3	3	10
Zuordnung				BM 0	BM 0	nn = Wert kleiner Bestimmungsgrenze; nb = nicht berechenbar								

(1) Gemäß § 22 Ersatzbaustoffverordnung ist die Verwertung von Bodenmaterial der Qualität BM/BG -F3 bei Mengen von mind. 250 m³ den zuständigen Behörden

Geotechnisches Institut

Auftraggeber: Stadtverwaltung Weil am Rhein

Projekt: Feuerwache Nord, Weil am Rhein, OT Haltingen **GIW:** 7053

Probe		**MP 2**	**MP 3**	**Zuordnungswerte DepV [1]**			
Datum		13.01.2025	13.01.2025				
geologische Einheit		Kanderschotter	Rheinschotter	**DK 0**	**DK I**	**DK II**	**DK III**
Organischer Anteil des Trockenrückstandes							
Glühverlust [3]	%	1,8	0,3	3	3	5	10
TOC [3]	%	0,3	0,075	1	1	3	6
Feststoff							
BTEX	mg/kg	nb	nb	6			
PCB (7)	mg/kg	nb	nb	1	5 [2]	10 [2]	
MKW (C10 - C40)	mg/kg	nn	nn	500	4000 [2]	8000 [2]	
PAK (EPA)	mg/kg	nb	nb	30	500 [2]	1000 [2,5]	
extr. lipophile Stoffe	%	nn	nn	0,1	0,4	0,8	4
Eluat							
pH-Wert		9,0	8,8	5,5 - 13	5,5 - 13	5,5 - 13	4,0 - 13
DOC	mg/l	nn	nn	50	50	80	100
Phenole	mg/l	nn	nn	0,1	0,2	50	100
Arsen	mg/l	nn	nn	0,05	0,2	0,2	2,5
Blei	mg/l	nn	nn	0,05	0,2	1	5
Cadmium	mg/l	nn	nn	0,004	0,05	0,1	0,5
Kupfer	mg/l	nn	nn	0,2	1	5	10
Nickel	mg/l	nn	nn	0,04	0,2	1	4
Quecksilber	mg/l	nn	nn	0,001	0,005	0,02	0,2
Zink	mg/l	nn	0,015	0,4	2	5	20
Chlorid	mg/l	1,1	nn	80	1500	1500	2500
Sulfat	mg/l	1,4	nn	100	2000	2000	5000
Cyanid (lf)	mg/l	nn	nn	0,01	0,1	0,5	1
Fluorid	mg/l	nn	nn	1	5	15	50
Barium	mg/l	0,022	0,049	2	5	10	30
Chrom	mg/l	nn	nn	0,05	0,3	1	7
Molybdän	mg/l	nn	nn	0,05	0,3	1	3
Antimon[4]	mg/l	nn	nn	0,006	0,03	0,07	0,5
Selen	mg/l	nn	nn	0,01	0,03	0,05	0,7
gelöste Feststoffe	mg/l	nn	nn	400	3000	6000	10000
Zuordnung		**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: 09.07.2021

[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.

[4] Der Zuordnungswert gilt nicht, wenn auf der Deponie oder dem Deponieabschnitt seit dem 16. Juli 2005 ausschließlich nicht

[5] Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen[2]: Bei Überschreitung des Orientierungswertes PAK DK II ist ein Einbau in einem Monobereich einer Deponie der Klasse II möglich, wenn 0,8 Masse% extrahierbarer lipophiler Stoffe nicht überschritten werden. Die Begrenzung für lipophile Stoffe gilt nicht für teerhaltigen Straßenaufbruch und Straßenaufbruch auf Asphaltbasis. Teerhaltiger Straßenaufbruch ist bei PAK-Gehalten von mehr als 8.000 mg/kg TM vor einem Einbau mit einem hydraulischen Bindemittel zu umhüllen.

Geotechnisches Institut

Auftraggeber:	Stadtverwaltung Weil am Rhein					
Projekt:	Feuerwache Nord, Weil am Rhein, OT Haltingen				**GIW**	**7053**
Probe		**MP 1**	**Prüfwerte BBodSchV**			
Datum		13.01.2025				
geologische Einheit / Beschreibung		**Oberboden**	**Kinderspiel-flächen**	**Wohn-gebiete**	**Park- und Freizeit-anlagen**	**Industrie- und Gewerbe**
Feststoff			**Wirkungspfad Boden - Mensch**			
Antimon	mg/kg	nn	50	100	250	250
Arsen	mg/kg	10	25	50	125	140
Blei	mg/kg	25	200	400	1000	2000
Cadmium[1]	mg/kg	0,22	10	20	50	60
Chrom (gesamt)[2]	mg/kg	33	200	400	400	200
Chrom VI[2]	mg/kg	---	130	250	250	130
Kobalt	mg/kg	6,4	300	600	600	300
Nickel	mg/kg	19	70	140	350	900
Quecksilber	mg/kg	0,068	10	20	50	100
Thallium	mg/kg	nn	5	10	25	
Cyanide	mg/kg	nn	50	50	50	100
Aldrin	mg/kg	nn	2	4	10	
2,4-Dinitrotoluol	mg/kg	nn	3	6	15	50
2,6-Dinitrotoluol	mg/kg	nn	0,2	0,4	1	5
DDT (Dichlordiphenyltrischlorethan)	mg/kg	nn	40	80	200	400
HCB (Hexachlorbenzol)	mg/kg	nn	4	8	20	200
HCH (Hexachlorcyclohexan)	mg/kg	nn	5	10	25	400
Hexyl (2,2',4,4',6,6'-Hexanitrodiphenyla	mg/kg	nn	150	300	750	1500
Hexogen (1,3,5-Trinitro-hexahydro-1,3,	mg/kg	nn	100	200	500	1000
PETN (Nitropenta, Pentaerythrityltetran	mg/kg	nn	500	1000	2500	5000
PCP	mg/kg	nn	50	100	250	500
Benzo(a)pyren (PAK16)	mg/kg	0,048	0,5	1	1	5
PCB (DIN)	mg/kg	nb	0,4	0,8	2	40
TNT (2,4,6-Trinitrotoluol)	mg/kg	nn	20	40	100	200
Zuordnung		**Kinderspiel-flächen**	nn = Wert kleiner Bestimmungsgrenze; berechenbar;			nb = nicht

[1] In Haus- und Kleingärten, die sowohl als Aufenthaltsbereiche von Kindern als auch als für den Anbau von Nahrungspflanzen genutzt werden, gilt ein Prüfwert für Cadmium von 2 mg/kg Tr.M..

[2] Bei Überschreitung der Prüfwerte $Chrom_{gesamt}$, ist der Anteil an $Chrom_{VI}$ zu messen und anhand der Prüfwerte für $Chrom_{VI}$ zu bewerten.

Untersuchungsbericht

Untersuchungsstelle:

SEWA Laborbetriebsgesellschaft m.b.H
Lichtstr. 3
45127 Essen

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

Berichtsnummer:	AU89236
Berichtsdatum:	25.03.2025
Projekt:	7053; Feuerwache Nord, Weil am Rhein, OT Haltingen
Auftraggeber:	Geotechnisches Institut GmbH Am Kesselhaus 5 79576 Weil am Rhein
Auftrag:	11.03.2025
Probeneingang:	11.03.2025
Untersuchungszeitraum:	11.03.2025 — 25.03.2025
Probenahme durch:	Auftraggeber/Gutachter
Untersuchungsgegenstand:	3 Feststoffproben

Andreas Gˆrner

Laborleiter

Die Untersuchungen beziehen sich ausschliefllich auf die eingegangenen Proben. Die auszugsweise Vervielf‰ltigung des Untersuchungsberichtes ist ohne die schriftliche Genehmigung der SEWA GmbH nicht gestattet.
Dieser Bericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
89236 - 1	M P 2	
89236 - 2	M P 3	
89236 - 3	M P 1	

- Untersuchungen im Kˆnigswasseraufschlufl

		89236 - 1	89236 - 2	89236 - 3
Metalle				
Antimon	mg/kg			<2,0
Arsen	mg/kg	12	3,8	10
Blei	mg/kg	15	5,4	25
Cadmium	mg/kg	<0,20	<0,20	0,22
Chrom	mg/kg	34	9,7	33
Cobalt	mg/kg			6,4
Kupfer	mg/kg	12	4,8	
Nickel	mg/kg	26	6,9	19
Quecksilber	mg/kg	<0,050	<0,050	0,068
Thallium	mg/kg	<0,40	<0,40	<0,40
Zink	mg/kg	49	15	

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
89236 - 1	M P 2	
89236 - 2	M P 3	
89236 - 3	M P 1	

- Untersuchungen im Feststoff

		89236 - 1	89236 - 2	89236 - 3
Trockenrückstand	%	88,0	94,5	
Glührückstand	%	98,3	99,7	
Glühverlust	%	1,8	0,3	
TOC	%	0,30	0,075	
EOX	mg/kg	<0,5	<0,5	
Schwerfl. liph. Stoffe	%	<0,050	<0,050	
Cyanid (ges.)	mg/kg			<1,0
KW-Index	mg/kg	<50	<50	
C10-C22	mg/kg	<50	<50	
C22-C40	mg/kg	<50	<50	
PV BBodSchV				
Siebanteil < 2 mm	%			75,5
Siebanteil > 2 mm	%			24,5
Fraktion > 2 mm	ohne			Gr
PCP				
PCP	mg/kg			<0,050
BTEX				
Benzol	mg/kg	<0,025	<0,025	
Toluol	mg/kg	<0,025	<0,025	
Ethylbenzol	mg/kg	<0,025	<0,025	
m/p-Xylol	mg/kg	<0,025	<0,025	
Styrol	mg/kg	<0,025	<0,025	
o-Xylol	mg/kg	<0,025	<0,025	
Isopropylbenzol	mg/kg	<0,025	<0,025	
Summe BTEX	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	
Summe BTEX/Styrol/Cumol	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
89236 - 1	M P 2	
89236 - 2	M P 3	
89236 - 3	M P 1	

		89236 - 1	89236 - 2	89236 - 3
PAK nach US EPA				
Naphthalin	mg/kg	<0,010	<0,010	0,016
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	0,034
Anthracen	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoranthen	mg/kg	<0,010	<0,010	0,059
Pyren	mg/kg	<0,010	<0,010	0,049
Benzo(a)anthracen	mg/kg	<0,010	<0,010	0,032
Chrysen	mg/kg	<0,010	<0,010	0,034
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg	<0,010	<0,010	0,070
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg	<0,010	<0,010	0,022
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,010	<0,010	0,048
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	<0,010	<0,010	0,015
Benzo(ghi)perylen	mg/kg	<0,010	<0,010	0,032
Indeno(123-cd)pyren	mg/kg	<0,010	<0,010	0,026
Summe PAK n. US EPA	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	0,44
Summe PAK n.TrinkwV	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	0,15
PCB nach DIN				
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	
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 + PCB118	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	
Summe PCB n. DIN	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar	n. berechenbar
PCB gesamt (PCB n. DIN * 5)	mg/kg			n. berechenbar
Nitramine				
Hexyl	mg/kg			<0,50
Hexogen	mg/kg			<0,20
Nitropenta	mg/kg			<1,0
Nitroaromaten				
2,4-Dinitrotoluol	mg/kg			<0,10
2,6-Dinitrotoluol	mg/kg			<0,10
2,4,6-Trinitrotoluol	mg/kg			<0,50

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
89236 - 1	M P 2	
89236 - 2	M P 3	
89236 - 3	M P 1	

- Untersuchungen in der Originalsubstanz

Chlorpestizide

		89236 - 1	89236 - 2	89236 - 3
delta-/epsilon-HCH	mg/kg			<0,10
HCB	mg/kg			<0,10
alpha-HCH	mg/kg			<0,10
beta-HCH	mg/kg			<0,10
gamma-HCH (Lindan)	mg/kg			<0,10
Aldrin (HHDN)	mg/kg			<0,10
2,4'-DDT	mg/kg			<0,10
4,4'-DDT	mg/kg			<0,10
2,4'-DDE	mg/kg			<0,10
4,4'-DDE	mg/kg			<0,10
2,4'-DDD	mg/kg			<0,10
4,4'-DDD	mg/kg			<0,10

- Untersuchungen im Eluat

pH-Wert	ohne	9,00	8,81	
Gesamtgehalt an gelˆsten Feststoffen	mg/l	<50	<50	
Chlorid	mg/l	1,1	<1,0	
Sulfat	mg/l	1,4	<1,0	
Fluorid	mg/l	<0,50	<0,50	
Cyanid (l.f.)	mg/l	<0,0050	<0,0050	
Phenolindex	mg/l	<0,0080	<0,0080	
DOC	mg/l	<1,0	<1,0	

Metalle

Antimon	mg/l	<0,0010	<0,0010	
Arsen	mg/l	<0,0010	<0,0010	
Barium	mg/l	0,022	0,049	
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	
Molybd‰n	mg/l	<0,0050	<0,0050	
Nickel	mg/l	<0,0050	<0,0050	
Quecksilber	mg/l	<0,00020	<0,00020	
Selen	mg/l	<0,0010	<0,0010	
Zink	mg/l	<0,010	0,015	

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
89236 - 1	M P 2	
89236 - 2	M P 3	
89236 - 3	M P 1	

- Untersuchungen im 2:1 Eluat

		89236 - 1	89236 - 2
pH-Wert	ohne	8,08	8,73
Elektr. Leitf‰higkeit	µS/cm	160	66
Sulfat	mg/l	2,7	1,4
PAK nach US EPA			
1-Methylnaphthalin	µg/l	<0,10	<0,10
2-Methylnaphthalin	µg/l	<0,10	<0,10
Naphthalin	µg/l	<0,10	<0,10
Acenaphthylen	µg/l	<0,10	<0,10
Acenaphthen	µg/l	<0,10	<0,10
Fluoren	µg/l	<0,10	<0,10
Phenanthren	µg/l	<0,050	<0,050
Anthracen	µg/l	<0,050	<0,050
Fluoranthen	µg/l	<0,050	<0,050
Pyren	µg/l	<0,050	<0,050
Benzo(a)anthracen	µg/l	<0,050	<0,050
Chrysen	µg/l	<0,050	<0,050
Benzo(b)fluoranthen	µg/l	<0,050	<0,050
Benzo(k)fluoranthen	µg/l	<0,050	<0,050
Benzo(a)pyren	µg/l	<0,050	<0,050
Dibenz(ah)anthracen	µg/l	<0,050	<0,050
Benzo(ghi)perylen	µg/l	<0,050	<0,050
Indeno(123-cd)pyren	µg/l	<0,050	<0,050
Summe PAK n. US EPA	µg/l	n. berechenbar	n. berechenbar
Summe PAK 15	µg/l	n. berechenbar	n. berechenbar
Summe Naphthaline	µg/l	n. berechenbar	n. berechenbar
PCB nach DIN			
PCB 28	µg/l	<0,0050	<0,0050
PCB 52	µg/l	<0,0050	<0,0050
PCB 101	µg/l	<0,0050	<0,0050
PCB 118	µg/l	<0,0050	<0,0050
PCB 138	µg/l	<0,0050	<0,0050
PCB 153	µg/l	<0,0050	<0,0050
PCB 180	µg/l	<0,0050	<0,0050
Summe PCB n. DIN + PCB118	µg/l	n. berechenbar	n. berechenbar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
89236 - 1	M P 2	
89236 - 2	M P 3	
89236 - 3	M P 1	

		89236 - 1	89236 - 2	89236 - 3
Metalle				
Arsen	mg/l	0,0012	0,0010	
Blei	mg/l	<0,0050	<0,0050	
Cadmium	mg/l	<0,00050	<0,00050	
Chrom	mg/l	<0,0050	<0,0050	
Kupfer	mg/l	0,0057	<0,0050	
Nickel	mg/l	<0,0050	<0,0050	
Quecksilber	mg/l	<0,00010	<0,00010	
Thallium	mg/l	<0,00020	<0,00020	
Zink	mg/l	0,011	<0,010	

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsmethoden

- Untersuchungen im Kˆnigswasseraufschlufl

Aufschlufl	DIN EN 13657 (2003-01)

Antimon	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Arsen	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Aufschlufl	DIN EN 13657 (2003-01)
Blei	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Cadmium	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Chrom	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Cobalt	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)
Thallium	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Zink	DIN EN ISO 11885 (2009-09)

- 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. liph. Stoffe	LAGA KW/04 (2019-09)
TOC	DIN EN 15936 (2012-11)
Trockenrückstand	DIN EN 12880 (2001-02)

PV BBodSchV	DIN 19747 (2009-07)

PCP	DIN EN 14154 (2005-03)

BTEX	DIN ISO 22155 (2016-07)

PAK nach US EPA	DIN ISO 18287 (2006-05)

PCB nach DIN	DIN EN 15308 (2016-12)

Nitramine	HPLC-DAD (n. akkr., Fremdverg.)

Nitroaromaten	analog DIN 38407 F17 (1999-02)

- Untersuchungen in der Originalsubstanz

Chlorpestizide	DIN ISO 10382 (2003-05)

- Untersuchungen im Eluat

Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)
Cyanid (l.f.)	DIN EN ISO 14403-2 (2012-10)
DEV S4 Eluat	DIN EN 12457-4 (2003-01)
DOC	DIN EN 1484 (2019-04)
Fluorid	DIN 38405 D4 (1985-07)
Gesamtgehalt an gelˆsten	DIN 38409 H1-2 (1987-01)

Untersuchungsmethoden

Phenolindex	DIN EN ISO 14402 H37 (1999-12)
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)
pH-Wert	DIN EN ISO 10523 (2012-04)
Antimon	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Barium	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Chrom	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Molybd‰n	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Quecksilber	DIN EN ISO 12846 (2012-08)
Selen	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)

- Untersuchungen im 2:1 Eluat

2:1 Eluat	DIN 19529 (2015-12)
Elektr. Leitf‰higkeit	analog DIN EN 27888 (1993-11)
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)
pH-Wert	DIN EN ISO 10523 (2012-04)
PAK nach US EPA	DIN 38407 F39 (2011-09)
PCB nach DIN	DIN EN ISO 6468 (1997-02)
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Chrom	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Quecksilber	DIN EN ISO 12846 (2012-08)
Thallium	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)