



Geoconsult Ruppenthal GmbH
Büro für angewandte Geologie

Baugrunduntersuchung

Neubau fünf Mehrfamilienhäuser mit Tiefgarage

Hirschen-Areal

Goethestraße 23/Am Buchenbühl

Flurstücke: 760/3 u. 760/73

79183 Waldkirch

Auftraggeber:

Hirschenbrauerei Waldkirch GmbH & Co. KG

Goethestraße 21

79183 Waldkirch

über:

geis & brantner

Johannes Klorer - Freier Architekt

Gartenstraße 23

79098 Freiburg

Projekt Nr.: 25 14 81

Geoconsult Ruppenthal GmbH Ellen-Gottlieb-Straße 15 • 79106 Freiburg
www.geoconsult-ruppenthal.de info@gc-ruppenthal.de
Tel.: 0761 – 611 66 67 0 Fax.: 0761 - 611 66 67 9



Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Untersuchungsumfang	1
2	Unterlagen	2
3	Erdbebenkräfte	2
4	Lage, geologischer Überblick und Rammkernprofile	3
5	Bodenklassifizierung	4
6	Bodenmechanische Kennwerte	6
7	Gründungstechnische Beurteilung	9
8	Baugrubensicherung	10
9	Hydrogeologische Verhältnisse	11
10	Bodenanalytik	13
11	Abschließende Bemerkungen	17
	Zusammenfassung	18

Anlagen:	1 Übersichtslageplan	M: 1:25.000
	2 Ansatzpunkte RKS 1-8	M: 1:500
	3 Profile der Rammkernsondierungen 1-8	M: 1:25
	4 Profilschnitt A-A	M: 1:200
	5 Bemessung Einzel- und Streifenfundamente	
	6 Analyseergebnisse	
	7 Relevante Verwertungstabellen	



1 Veranlassung und Untersuchungsumfang

GEOCONSULT RUPPENTHAL GmbH, Ellen-Gottlieb-Straße 15, 79106 Freiburg, wurde von der Bauherrschaft, Hirschenbrauerei Waldkirch GmbH & Co. KG, Goethestraße 21, 79183 Waldkirch über geis & brantner, Johannes Klorer - Freier Architekt, Gartenstraße 23, 79098 Freiburg, mit der Baugrunduntersuchung für den Neubau von fünf Mehrfamilienhäusern mit Tiefgarage, Hirschen-Areal, Goethestraße 23/Am Buchenbühl, Flurstücke 760/3 und 760/73, 79183 Waldkirch, nach EC 7 und DIN 4020 beauftragt.

Auf dem Grundstück befinden sich mehrere Altbestände, die teilweise abgerissen werden sollen. Alle fünf Mehrfamilienhäuser sollen unterkellert (Tiefgarage) mit fünf Vollgeschossen auf einer Grundfläche von rd. 961 m² (Häuser) bzw. 2.038 m² (Tiefgarage) errichtet werden. Die Oberkanten der Bodenplatten sollen gemäß den aktuellen Planunterlagen bei 268,81 m ü. NN zu liegen kommen. Unter der Annahme einer Bodenplattendicke von 0,35 m ergibt sich daraus eine Unterkante von 268,46 m ü. NN.

Das geplante Bauvorhaben ist gemäß EC 7 der geotechnischen Kategorie **GK 1** zuzuordnen.

Am 04.07.2025 wurden acht Rammkernsondierungen (RKS 1-8; Ø 50 mm) bis maximal 5,5 m u. GOK, zur Beurteilung der Boden- und Grundwasserverhältnisse niedergebracht (s. Anl. 2 u. 3). Teilweise endete der Sondierfortschritt vorzeitig, vermutlich aufgrund grober Steinanteile, hoher Lagerungsdichte des Bodenmaterials oder des Erreichens des anstehenden Felses.

Aus den Rammkernsondierungen wurden horizontierte Bodenproben entnommen und daraus zwei Bodenmischproben (**BMP 1 A u. BMP 2 VL**) erstellt und zur **planerischen Vordeklaration** von anfallendem Aushubmaterial nach EBV, Anl. 1 Tab. 3 im akkreditierten Labor analysiert (s. Anl. 6).

Bei einer Verwertung oder Entsorgung von Erdmaterial werden in der Regel nach Rücksprache mit der jeweiligen Annahmestelle weitere, nach PN98 erfolgte, Beprobungen (Baggerschürfe oder ruhende Haufwerkbeprobungen) und Analysen erforderlich. Der standardmäßige Analysenaufwand liegt bei 2 Vollanalysen gemäß EBV Anl. 1, Tab. 3, pro 500 m³ Aushubmaterial. Ggf. kann nach Rücksprache mit der entsprechenden Annahmestelle und Vorliegen zugehöriger Vordeklarationen, der Analysenaufwand reduziert und individuell auf ausgewählte Verdachtsparameter reduziert werden.



2 Unterlagen

Als Arbeitsgrundlagen standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Topographische Übersichtskarte M: 1:25.000
- Geologische Karte von Baden-Württemberg, Blatt 7913, Freiburg i. Br.-NO (1994) M: 1:25.000
- Schichtenverzeichnis der RKS 1-8 M: 1:25
- Planunterlagen:
 - Bebauungsplanänderungen (Stand: 06.5.2025/19.11.2024) M: 1:200
 - Straßenansicht Übersichtsplan Grundstücke (Stand: 18.03.2025/19.11.2024) M: 1:200
 - Geländeschnitt Übersichtsplan Grundstücke (Stand: 25.04.2025/19.11.2025) M: 1:200
- Geotechnisches und hydrogeologisches Archiv, IB Geoconsult Ruppenthal

3 Erdbebenkräfte

Das Bauvorhaben liegt nach der Karte Erdbebenzonen von Baden-Württemberg in Zone 1. Für statische Berechnungen sind folgende Werte nach DIN 4149 anzusetzen.

- Bemessungswert **Bodenbeschleunigung**: $a_g = 0,40 \text{ m/s}^2$
- **Untergrundklasse** zur Berücksichtigung des tieferen Untergrundes: R
- **Baugrundklasse** zur Berücksichtigung der örtlichen Baugrundeigenschaften: B



4 Lage, geologischer Überblick und Rammkernprofile

Das zu untersuchende Grundstück befindet sich im südlichen Stadtgebiet von Waldkirch, rd. 180 m östlich des Stadtrainsees und rd. 640 m südlich der Elz, in Hanglage auf einer Höhe von rd. 271-278 m ü. NN.

Der Standort befindet sich, übereinstimmend mit der geologischen Karte von Baden-Württemberg Blatt 7913, Freiburg i. Br.-NO (1994), im Grenz- bzw. Übergangsbereich von Hangschutt, holozänen Schwemmkegeln und Anschwemmungen.

Im Bereich des Baufensters ergaben die Bodenuntersuchungen, unterhalb der Asphaltdecke (RKS 3, 5 u. 6), folgenden Schichtaufbau:

Schicht 1, Mutterboden: In RKS 4 wurde bis rd. 0,4 m u. GOK durchwurzelter, belebter Oberboden (Mutterboden) angetroffen.

Schicht 2, Auffüllung (bindig): In RKS 2 wurde bis rd. 1,0 m u. GOK schwach kiesiger, toniger, feinsandiger Schluff angetroffen. Das Auffüllungsmaterial ist erdfeucht, von halbfester Konsistenz und brauner Farbe. Als anthropogene Bestandteile wurden innerhalb der Auffüllungen Ziegelreste vorgefunden.

Schicht 3, Auffüllung (kiesig): In RKS 1, 3 u. 5-8 wurde bis max. 1,3 m u. GOK erdfeuchter bis trockener, mitteldicht gelagerter, schluffiger bis stark schluffiger, sandiger bis stark sandiger Kies von brauner und grauer Farbe erbohrt. Die Auffüllung enthält teilweise anthropogene Ziegelreste.

Schicht 4, Verwitterungslehm: In RKS 2-8 steht unterhalb der Auffüllung (RKS 2, 3 u. 5-8), bzw. unterhalb des Mutterbodens (RKS 4), erdfeuchter, halbfester, toniger, feinsandiger bis sandiger Schluff von brauner Farbe an.

Schicht 5, Verwitterungssand: In RKS 2-5 u. 7-8 wurde bis max. 5,2 m u. GOK schwach toniger, stark schluffiger, kiesiger Sand erbohrt. Der Verwitterungssand ist erdfeucht, dicht gelagert und von brauner Farbe.

Schicht 6, Fels (verwittert): Bis zur jeweiligen Endteufe lagern in **allen RKS** tonige, schluffige bis stark schluffige, sandige dichte Kiese.



5 Bodenklassifizierung

Nach den Ergebnissen der Rammkernsondierungen 1-8 kann das Bodenprofil in folgende Schichten eingeteilt werden:

Tab. 1-A: Bodenklassifizierung der angetroffenen Schichten RKS 1-4

Schicht	Ansatzhöhe der Sondierungen [m ü. NN] Schichttiefen in m u. GOK				Kurzzeichen DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300
	RKS 1 [278,14]	RKS 2 [277,48]	RKS 3 [272,80]	RKS 4 [272,38]		
Mutterboden/ Asphaltdecke	-	-	0,0-0,2	0,0-0,4	OU/-	1/-
Auffüllung (bindig)	-	0,0-1,0	-	-	UL	4
Auffüllung (kiesig)	0,0-1,3	-	0,2-0,9	-	GU/GU*/GW	3-4
Verwitterungslehm	-	1,0-1,5	0,9-3,5	0,4-4,5	UL	4
Verwitterungssand	-	1,5-3,2	3,5-4,2	4,5-5,2	SU*	4
Fels (verwittert)	1,3-1,5 (kW; ET)	3,2-5,5 (ET)	4,2-5,1 (kW; ET)	5,2-5,5 (ET)	GU/GU*	3-4

(ET = Endteufe; kW = kein Weiterkommen)

Tab. 1-B: Bodenklassifizierung der angetroffenen Schichten RKS 5-8

Schicht	Ansatzhöhe der Sondierungen [m ü. NN] Schichttiefen in m u. GOK				Kurzzeichen DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300
	RKS 5 [271,93]	RKS 6 [272,00]	RKS 7 [271,67]	RKS 8 [271,94]		
Mutterboden/ Asphaltdecke	0,0-0,2	0,0-0,2	-	-	OU/-	1/-
Auffüllung (bindig)	-	-	-	-	UL	4
Auffüllung (kiesig)	0,2-1,0	0,2-1,0	0,0-0,6	0,0-0,3	GU/GU*/GW	3-4
Verwitterungslehm	1,0-4,2	1,0-3,2	0,6-4,0 (ET)	0,3-1,0	UL	4
Verwitterungssand	4,2-4,9	-	4,0-4,4	1,0-1,5	SU*	4
Fels (verwittert)	4,9-5,5 (ET)	3,2-4,2 (kW; ET)	4,4-5,5 (ET)	1,5-3,7 (kW; ET)	GU-GU*	3-4

(ET = Endteufe; kW = kein Weiterkommen)



Die Einteilung in Bodenklassen erfolgt anhand der DIN 18300 alt.

Tab. 2: Boden- und Felsklassen nach DIN 18300

Klasse 1:	Oberboden bzw. Mutterboden: oberste Schicht des Bodens, die neben anorganischen Stoffen (Kies-, Sand-, Schluff- und Tongemische) Humus und Bodenlebewesen enthält.
Klasse 2:	Fließende Bodenarten: Bodenarten von flüssiger bis breiiger Beschaffenheit und die das Wasser schwer abgeben
Klasse 3:	Leicht lösbare Bodenarten: nichtbindige bis schwach bindige Sande, Kies und Sand-Kies Gemische mit bis zu 15 Gew.-% Beimengungen an Schluff und Ton (Korngröße $\leq 0,06$ mm) und mit höchstens 30 Gew.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu $0,01 \text{ m}^3$ Rauminhalt (entspr. Durchmesser von ca. 0,3 m).
Klasse 4:	Mittelschwer lösbare Bodenarten: Gemische von Kies, Sand, Schluff und Ton mit einem Anteil von mehr als 15 Gew.-% Korngrößen $< 0,06$ mm, sowie bindige Bodenarten von leichter bis mittlerer Plastizität (TL, TM nach DIN 18196), je nach Wassergehalt weich bis fest, max. 30 Gew.-% Steine > 63 mm bis $0,01 \text{ m}^3$ Rauminhalt.
Klasse 5:	Schwer lösbare Bodenarten: Bodenarten nach Klasse 3 und 4 mit mehr als 30 Gew.-% Steinen über 63 mm bis $0,01 \text{ m}^3$ Rauminhalt und höchstens 30 Gew.-% $0,01 \text{ m}^3$ bis $0,1 \text{ m}^3$ Rauminhalt sowie ausgeprägt plastische Tone.
Klasse 6:	Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten: Felsarten, mineralisch gebunden, die jedoch stark klüftig, weich oder verwittert sind, sowie Bodenarten die vergleichbar verfestigt sind.
Klasse 7:	Schwer lösbarer Fels: wenig klüftige bzw. verwitterte Felsarten und verfestigte Materialien.

Tab. 3: Bodenklassifizierung, Homogenbereiche:

Schicht	Bodengruppe DIN 18196	Verdichtbarkeitsklasse ZTV A-StB 97	Homogenbereich
			Erdarbeiten DIN 18300 (2015)
Auffüllung (bindig)	UL	V3	E1
Auffüllung (kiesig)	GU/GU*/GW	V1-V2	E2
Verwitterungslehm	UL	V3	E3
Verwitterungssand	SU*	V2	E4
Fels (verwittert)	GU-GU*	V1-V2	E5

Der Vorschlag für die Einteilung in Homogenbereiche erfolgt anhand Erfahrungs- und Literaturwerten. Sofern eine genaue Klassifikation erforderlich ist, sollten ggf. die zusätzlich nötigen Laborversuche angesetzt und durchgeführt werden. Gerne stehen wir Ihnen hierbei beratend zur Seite.



Anfallendes Aushubmaterial aus dem Bereich der bindigen Auffüllung (UL), sowie dem schluffigen Verwitterungslehm (UL), ist aus geotechnischer Sicht nicht für einen verdichteten Wiedereinbau geeignet. Eine Verwertung vor Ort wäre zur Geländemodellierung in nicht tragenden Bereichen (bspw. Grünstreifen) denkbar.

Anfallendes Aushubmaterial aus dem Bereich der kiesigen Auffüllung (GU*), des stark bindigen verwitterten Felsens (GU*), sowie des sandigen Verwitterungslehms (SU*), ist in Abhängigkeit des Feinkorngehalts bedingt für einen verdichteten Wiedereinbau verwertbar. Nach Freilegen und vor Wiedereinbau ist das Material vom Bodengutachter in seiner Gesamtheit zu prüfen und zu verifizieren.

Anfallender Bodenaushub aus den Bereichen der kiesigen Auffüllung (GU/GW), sowie des weniger stark bindigen verwitterten Felsens (GU), mit Steinanteilen $\varnothing < 200$ mm ist aus geotechnischer Sicht für einen verdichteten Wiedereinbau geeignet. Größere Anteile sollten vor Ort ausgesiebt und ggf. gebrochen wieder beigemengt werden.

Auffüllungsmaterial ist vor einem möglichen Wiedereinbau grundsätzlich durch einen Bodengutachter zu prüfen und hinsichtlich seiner Eignung zu bewerten.

Für Verfüllungen, Geländemodellierungen oder Bodenaustausch sind die lokalen umweltrelevanten Richtlinien und Vorgaben (unter anderem WSG, BBodSchV) zu beachten.

6 Bodenmechanische Kennwerte

Die bodenmechanischen Rechenwerte, die für die erdstatischen Berechnungen herangezogen werden können, sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Hier sind Wertebereiche angegeben, die den Schwankungsbereich der Rechenwerte in Abhängigkeit von der variierenden Zusammensetzung des Bodenmaterials widerspiegeln.

Zur Sicherheit sind die für die jeweiligen Berechnungen ungünstigeren Rechenwerte den statischen Berechnungen zu Grunde zu legen.



Tab. 4-A: Bodenmechanische Kennwerte (DIN 1055 Teil 2 bzw. Grundbautaschenbuch Teil 1)

Kurzzeichen nach DIN 18196	Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul
	Über Wasser	Unter Wasser	cal ϕ [Grad]	cal c' [kN/m ²]	cal E_s [MN/m ²]
	cal γ [kN/m ³]	cal γ' [kN/m ³]			
Auffüllung (bindig) (UL, halbfest)	17,5-21,0	9,5-11,0	28-35	5-10	20-50
Auffüllung (kiesig) (GU/GU*/GW, mitteldicht)	20,0-24,0	10,5-14,5	28-45	0-15	50-80
Verwitterungslehm (UL, weich)	17,5-21,0	9,5-11,0	28-35	5-10	2-5
Verwitterungslehm (UL, halbfest)	17,5-21,0	9,5-11,0	28-35	5-10	20-50
Verwitterungssand (SU*, dicht)	19,0-21,5	9,0-11,0	25-32	7-25	80-120
Fels (verwittert) (GU-GU*, dicht)	20,0-24,0	10,5-14,5	28-43	0-15	80-120

vom Bodengutachter zu verifizieren

Frostempfindlichkeit der gründungsrelevanten Schichten nach ZTVE-STB 94:

- Auffüllung (bindig) (UL): F3 (sehr frostempfindlich)
- Auffüllung (kiesig) (GU/GU*/GW): F1-F3 (nicht bis sehr frostempfindlich)
- Verwitterungslehm (UL): F3 (sehr frostempfindlich)
- Verwitterungssand (SU*): F3 (sehr frostempfindlich)
- Fels (verwittert) (GU-GU*): F2-F3 (nicht bis mittel frostempfindlich)



Im Untersuchungsgebiet in Waldkirch stehen unterhalb der Lockergesteine der Paragneis an. Aufgrund teilweiser Einschränkungen beim Sondierfortschritt kann nicht ausgeschlossen werden, dass der Paragneis in frischerem Zustand bereits auf der geplanten Gründungstiefe ansteht. Sollte im Verlauf der Baumaßnahmen Festgestein angetroffen werden, können für dieses die nachfolgenden felsmechanischen Kennwerte zugrunde gelegt werden:

Tab. 4-B: Felsmechanische Kennwerte Gneis (Anlehnung an Grundbautaschenbuch Teil 1)

Gesteinsart	Trockendichte ρ_d [g/cm ³]	Reibungswinkel φ [°]	UCS σ_u [MPa]	E-Modul [MPa * 10 ³]
Gneis (frisch bis stark verwittert)	2,4-2,7	35-45	40-250	35-100

Als zulässige Bodenpressung für den Gneis (Festgestein) können nach DIN 1054 und unseren Erfahrungen im Paragneis folgende Werte angenommen werden:

- Zersetzter, stark verwitterter Gneis: 300 - 400 kN/m²
- Verwitterter Gneis: 800 - 1.000 kN/m²
- Nicht oder nur wenig angewitterter Gneis: 1.500 - 2.000 kN/m²

Anmerkung: Aufgrund der geringen Aussagekraft bezüglich des wenig angewitterten oder frischen Festgesteins können lokal höhere Bodenpressungen umsetzbar sein. Die oben angesetzten Werte dienen der ersten Annäherung. Konkretere Aussagen (Verwitterungsgrad) können nach Baugrubenausgrab bzw. mit hergestellten Aufschlüssen in der künftigen Baugrube getroffen werden – sofern Festgestein innerhalb der Grubenwände bzw. Sohle ansteht – und sollten vor Ort vom Baugrundgutachter geprüft und verifiziert werden.



7 Gründungstechnische Beurteilung

Das geplante Bauvorhaben ist gemäß EC 7 der geotechnischen Kategorie **GK 1** zuzuordnen.

Auf dem Grundstück befinden sich mehrere Altbestände, die teilweise abgerissen werden sollen. Alle fünf Mehrfamilienhäuser sollen unterkellert (Tiefgarage) mit fünf Vollgeschossen auf einer Grundfläche von rd. 961 m² (Häuser) bzw. 2.038 m² (Tiefgarage) errichtet werden. Die Oberkanten der Bodenplatten sollen gemäß den aktuellen Planunterlagen bei 268,81 m ü. NN zu liegen kommen. Unter der Annahme einer Bodenplattendicke von 0,35 m ergibt sich daraus eine Unterkante von 268,46 m ü. NN. Auf dem entsprechenden Niveau wurde in RKS 3, 6 u. 8 der verwitterte Fels (GU*) und in RKS 4, 5 u. 7 der schluffige Verwitterungslehm (UL) angetroffen. In RKS 1 u. 2 konnte dieses Tiefenniveau nicht erreicht werden, da der Sondierfortschritt dort vorzeitig endete. Vermutlich sind grobe Steinanteile, eine hohe Lagerungsdichte des Bodenmaterials oder das Erreichen des anstehenden Festgesteins hierfür verantwortlich.

Der Mutterboden sollte abgezogen und auf einer separaten Miete angehäuft werden. Mutterboden, der bei der Errichtung und Änderung baulicher Anlagen sowie bei wesentlichen anderen Veränderungen der Erdoberfläche ausgehoben wird, ist in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung oder Vergeudung zu schützen (§ 202 BauGB).

Stark bis mäßig verwitterter Fels lässt sich in der Regel mit einer verzahnten Baggerschaufel lösen. In Abhängigkeit der Festigkeit und des Verwitterungsgrades des Festgesteins, können intensivere Arbeiten (bspw. Meißeln, Fräsen) erforderlich werden.

Verformungsverhalten im Untergrund hängen von den bodenmechanischen Eigenschaften – primär bindige oder rollige Eigenschaften und damit deren Kornzusammensetzung – ab. Zusätzlich wirken sich die Mineralzusammensetzung der Körner, die Reibung zwischen den Körnern sowie Kohäsionskräfte hierauf aus.

Die Konsistenzen der bindigen Böden (**Auffüllung u. Verwitterungslehm**) hängen in erster Linie von ihrem Wassergehalt ab. Grundsätzlich gilt: Je höher der Wassergehalt, desto schlechter die Konsistenz. Entsprechend sind die festgestellten Konsistenzen als Momentaufnahmen zu sehen und können je nach Witterungsverhältnis lokale Unterschiede aufweisen. Die Konsistenz des Sondiertages sollte im Zuge der Sohlabnahme verifiziert werden.



Wir empfehlen für eine einheitliche Gründung und ein gleichmäßiges Setzungsverhalten die anfallenden Lasten in den verwitterten Fels abzusetzen. Die Baugrubensohle ist nach Fertigstellung vom Bodengutachter abzunehmen. Sollten aufgrund verschieden mächtiger Verwitterungslehme (bspw. Bereich RKS 7) innerhalb der Baugrubensohle inhomogene Bereiche auftreten, sind diese durch punktuellen Bodenaustausch bis auf den tragfähigen Boden (Verwitterungssand oder verwitterter Fels bzw. Fels) zu ersetzen.

Unterhalb der Bodenplatte empfehlen wir, eine rd. 0,3 m mächtige kapillarbrechende Tragschicht aufzubringen. Um einen filterfesten Übergang zwischen Tragschicht und gewachsenen bindigen Böden zu gewährleisten, empfehlen wir in diesem Bereich das Auslegen eines Geotextils.

Das Bettungsmodul ist keine Bodenkonstante. Es ist abhängig von u.a. Lastgröße und Fundamentgröße. Dennoch können, bei oben beschriebenem Bodenaufbau, für die **Bemessung einer Bodenplatte**, bei einer angenommenen Bodenpressung von 120 kN/m^2 , rechnerisch ein Setzungsbetrag von $\leq 0,5 \text{ cm}$ und Bettungsmodul $k_s = 25 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden:

Für die **Bemessung von Einzel- bzw. Streifenfundamenten** können unter Einhaltung der nach EC 7 geforderten Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkung und Widerstände, in Abhängigkeit von Einbindetiefe, die für eine bestimmte Fundamentbreite gültigen Bemessungswerte des Sohlwiderstandes und die zugehörige rechnerisch zu erwartende Setzung aus den Fundamentdiagrammen in Anlage 5 entnommen werden. Für die Bemessung in Anlage 5 wurde eine Einbindetiefe von 0,5 m in den verwitterten Fels angesetzt.

8 Baugrubensicherung

Die Böschungen sind grundsätzlich nach der DIN 4124 zu erstellen. In dynamischen Lastbereichen $< 12 \text{ t}$ sollte ein mindestens 1 m, bei $> 12 \text{ t}$ mindestens 2 m breiter, lastfreier Streifen an der Böschungskrone angelegt werden. Die Arbeitsraumbreite von 0,6 m ist einzuhalten. Bei Böschungshöhen über 5 m, sind freie Böschungen abzutrepfen und mit einer Berme zu versehen.

Freie Böschungen gemäß der DIN 4124 dürfen im Bereich von **nicht bindigen** Böden mit 45° und im Bereich von **bindigen** Böden mit 60° angelegt werden. Im Bereich von **felsigem Untergrund** können Böschungen gemäß DIN 4124 bis 80° angelegt werden.



Aus unseren Erfahrungen können für die anstehenden gemischtkörnigen Böden (sandige Verwitterungslehme und verwitterter Fels) freie Böschungen bis 60° angelegt werden. Hierfür oder bei Überschreitungen der zulässigen Böschungswinkel abweichend von der DIN ist eine Böschungsabnahme des Bodengutachters erforderlich.

Anhand der uns vorliegenden Planunterlagen und den Sondierergebnissen gehen wir derzeit von Böschungshöhen zur Straße Am Buchenbühl von bis zu $\pm 9,5$ m aus. Bei einem konstanten Böschungswinkel von 60° würde die Böschung inkl. der lastfreien Streifen in die Straße Am Buchenbühl hineinragen, sodass hier Verbau- bzw. Hangsicherungsmaßnahmen zwangsweise erforderlich sind. Falls Festgestein in den tieferen Bereichen der Böschung anstehen sollte, können hier auch steilere Böschungswinkel umgesetzt werden.

Für eine möglichst hohe Planungssicherheit sind demnach Baugruben- bzw. Hangsicherung über Verbaumaßnahmen einzutakten. Wir empfehlen die Böschungssicherung über rückverankerte Spritzbetonwände auszuführen. Zusätzlich empfehlen wir hierzu möglichst frühzeitig mit den entsprechenden Fachfirmen in Kontakt zu treten. Gerne stehen wir Ihnen hierbei beratend und unterstützend zur Seite.

Der Verwitterungslehme und verwitterten Festgesteine lassen sich mittels verzahnter Baggerschaufel lösen. Sollten Festgesteine in Aushubniveau angetroffen werden, können Meißelarbeiten in Abhängigkeit der Festigkeit des Gesteins erforderlich werden. Unter Umständen – bei bspw. Antreffen von massigem Gneis – können intensivere Arbeiten (Fräsen) erforderlich werden.

Bei Arbeiten im Bereich bestehender Gebäude ist die DIN 4123 zu berücksichtigen.

9 Hydrogeologische Verhältnisse

Grundwasserverhältnisse:

Am Sondiertag wurde in den Rammkernsondierungen bei mittleren Grundwasserverhältnissen, bis max. 5,5 m u. GOK, kein Grundwasser angetroffen.

Der nächste Grundwasserleiter wird durch Kluft-Grundwasser innerhalb des Festgesteins in ausreichender Tiefe gebildet. Mit Einfluss von Grundwasser ist demnach nicht zu rechnen.



Aufgrund der morphologischen Situation können, während der Aushubarbeiten bzw. nach Aushub der Baugrube Austritte in Form von Hang- bzw. Schichtwasser nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Bei anhaltenden Niederschlägen im Einzugsgebiet ist mit einem Wassereintritt in die Baugrubensohle entlang der Felsoberkante, sowie in grobsandigeren Bereichen des zersetzten Felses bzw. des Verwitterungslehms, zu rechnen. Sollten Zutritte von wasserführenden Schichten in die Baugrube festgestellt werden, sind diese vollständig zu fassen (bspw. Entwässerungsgraben mit entsprechenden Pumpensämpfen) und abzuführen.

Bemessungswasserstände:

Der Bemessungswasserstand (**HHW**) nimmt Einflüsse von Oberflächenwasser (Sicker- und Niederschlagswasser) auf und steht in Wechselwirkung zur hydraulischen Leitfähigkeit der oberflächlich anstehenden Böden. Dieser Wert ist maßgebend bei der Bauwerksabdichtung.

Der Bemessungs**grund**wasserstand (**HHGW**) lässt den Einfluss von Oberflächenwasser außen vor und bezieht sich nur auf den Grundwasserleiter sowie dessen angenommenen höchsten Stand. Bauwerke, die in diesen Höchststand einbinden, stehen über längere Zeiträume im Grundwasser und sind demnach unter Einfluss von Auftriebskräften. Der HHGW ist entsprechend, die für die Berechnung von statischen Auftriebskräften, maßgebende Größe.

Bauwerksabdichtung:

Im Bereich der anstehenden, schlecht bzw. bedingt durchlässigen Böden (bindige Auffüllung u. Verwitterungslehm), ist mit aufstauendem Sickerwasser bis zur Geländeoberkante zu rechnen. Der Bemessungswasserstand (**HHW**) ist in diesem Fall auf GOK anzusetzen. Bei der Bauwerksabdichtung der erdberührten Bauteile ist gemäß DIN 18533 die Wassereinwirkungsklassen **W2.1-E** (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser) und ab einer möglichen Wassersäule von ≥ 3 m, die Wassereinwirkungsklassen **W2.2-E** (hohe Einwirkung von drückendem Wasser) zu berücksichtigen.

Auftriebssicherheit:

Der HHGW befindet sich nach aktueller Einschätzung in ausreichender Entfernung zum neuen Baukörper (Gebäude), sodass kein zusammenhängender Wasserkörper in Wechselwirkung mit dem Bauwerk steht. Auftriebskräfte sind demnach beim Gebäude nicht zu berücksichtigen.

Wasserschutzgebiete und Hochwasserrisiko:

Das Baufenster befindet sich außerhalb von festgesetzten Wasserschutzgebieten und außerhalb von hochwassergefährdeten Bereichen.

10 Bodenanalytik

Aus den Rammkernsondierungen wurden horizontierte Bodenproben entnommen und daraus zwei Bodenmischproben (**BMP 1 A u. BMP 2 VL**) erstellt und zur **planerischen Vordeklaration** von anfallendem Aushubmaterial nach EBV, Anl. 1 Tab. 3 im akkreditierten Labor analysiert (s. Anl. 6).

Tab. 5-A: Analyseergebnisse Bodenmischprobe BMP 1 A – EBV

Bezeichnung	Einheit	BMP 1 A	BM-0	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3
Anzuwendende Klasse(n):		BM-F3						
Elemente aus dem Königswasseraufschluss n. DIN EN 13657: 2003-01 (Fraktion <2mm)								
Arsen (As)	mg/kg TS	9,2	10	20	40	40	40	150
Blei (Pb)	mg/kg TS	70	40	140	140	140	140	700
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	0,2	0,4	1	2	2	2	10
Chrom (Cr)	mg/kg TS	46	30	120	120	120	120	600
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	38	20	80	80	80	80	320
Nickel (Ni)	mg/kg TS	32	15	100	100	100	100	350
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	0,15	0,2	0,6	0,6	0,6	0,6	5
Thallium (Tl)	mg/kg TS	0,2	0,5	1	2	2	2	7
Zink (Zn)	mg/kg TS	126	60	300	300	300	300	1200
Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)								
TOC	Ma.-% TS	1,3	1	1	5	5	5	5
EOX	mg/kg TS	< 1,0	1	1	3	3	3	10
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg TS	< 40		300	300	300	300	1000
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	< 40		600	600	600	600	2000
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	1,2	0,3					
Summe 16 PAK	mg/kg TS	16,3	3	6	6	6	9	30
Summe 7 PCB	mg/kg TS	0,005	0,05	0,1	0,15	0,15	0,15	0,5
Physikalisch-chem. Kenngrößen aus dem 2:1-Schütteleluat nach DIN 19529: 2015-12								
pH-Wert		8,3						
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	285						
Anionen aus dem 2:1-Schütteleluat nach DIN 19529: 2015-12								
Sulfat (SO4)	mg/l	52	250	250	250	450	450	1000
Elemente aus dem 2:1-Schütteleluat nach DIN 19529: 2015-12								
Arsen (As)	µg/l	< 1		8	12	20	85	100
Blei (Pb)	µg/l	< 1		23	35	90	250	470
Cadmium (Cd)	µg/l	< 0,3		2	3	3	10	15
Chrom (Cr)	µg/l	< 1		10	15	150	290	530
Kupfer (Cu)	µg/l	2		20	30	110	170	320
Nickel (Ni)	µg/l	< 1		20	30	30	150	280
Quecksilber (Hg)	µg/l	< 0,1		0,1				
Thallium (Tl)	µg/l	< 0,2		0,2				
Zink (Zn)	µg/l	< 10		100	150	160	840	1600
PAK aus dem 2:1-Schütteleluat nach DIN 19529: 2015-12								
Summe 15 PAK ohne Naphthalin	µg/l	1,27		0,2	0,3	1,5	3,8	20
Summe Naphthalin + Methylnaphthaline	µg/l	0,179		2				
PCB aus dem 2:1-Schütteleluat nach DIN 19529: 2015-12								
Summe 7 PCB	µg/l	(n. b.)		0,01	0,02	0,02	0,02	0,04



Tab. 5-B: Analyseergebnisse Bodenmischprobe BMP 2 VL – EBV

Bezeichnung	Einheit	BMP 2 VL	BM-0	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3
Anzuwendende Klasse(n):		BM-0						
Elemente aus dem Königswasseraufschluss n. DIN EN 13657: 2003-01 (Fraktion <2mm)								
Arsen (As)	mg/kg TS	7,4	20	20	40	40	40	150
Blei (Pb)	mg/kg TS	32	70	140	140	140	140	700
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	< 0,2	1	1	2	2	2	10
Chrom (Cr)	mg/kg TS	57	60	120	120	120	120	600
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	31	40	80	80	80	80	320
Nickel (Ni)	mg/kg TS	40	50	100	100	100	100	350
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	< 0,07	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5
Thallium (Tl)	mg/kg TS	0,3	1	1	2	2	2	7
Zink (Zn)	mg/kg TS	87	150	300	300	300	300	1200
Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)								
TOC	Ma.-% TS	0,3	1	1	5	5	5	5
EOX	mg/kg TS	< 1,0	1	1	3	3	3	10
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg TS	< 40		300	300	300	300	1000
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	< 40		600	600	600	600	2000
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	n.n.	0,3					
Summe 16 PAK	mg/kg TS	(n. b.)	3	6	6	6	9	30
Summe 7 PCB	mg/kg TS	0,005	0,05	0,1	0,15	0,15	0,15	0,5
Physikalisch-chem. Kenngrößen aus dem 2:1-Schütteleuat nach DIN 19529: 2015-12								
pH-Wert		7,3						
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	172						
Anionen aus dem 2:1-Schütteleuat nach DIN 19529: 2015-12								
Sulfat (SO4)	mg/l	18	250	250	250	450	450	1000
Elemente aus dem 2:1-Schütteleuat nach DIN 19529: 2015-12								
Arsen (As)	µg/l	< 1		8	12	20	85	100
Blei (Pb)	µg/l	< 1		23	35	90	250	470
Cadmium (Cd)	µg/l	< 0,3		2	3	3	10	15
Chrom (Cr)	µg/l	1		10	15	150	290	530
Kupfer (Cu)	µg/l	1		20	30	110	170	320
Nickel (Ni)	µg/l	< 1		20	30	30	150	280
Quecksilber (Hg)	µg/l	< 0,1		0,1				
Thallium (Tl)	µg/l	< 0,2		0,2				
Zink (Zn)	µg/l	< 10		100	150	160	840	1600
PAK aus dem 2:1-Schütteleuat nach DIN 19529: 2015-12								
Summe 15 PAK ohne Naphthalin	µg/l	0,030		0,2	0,3	1,5	3,8	20
Summe Naphthalin + Methylnaphthaline	µg/l	0,010		2				
PCB aus dem 2:1-Schütteleuat nach DIN 19529: 2015-12								
Summe 7 PCB	µg/l	(n. b.)		0,01	0,02	0,02	0,02	0,04



Die Zuordnung von Bodenmaterial gemäß EBV hängt zunächst von den vorgefundenen Mengen mineralischer Fremdbestandteile ab. Für mineralische Fremdbestandteile **bis zu 10 Vol.-%** gelten die Zuordnungen nach **BM-0 u. BM-0***, für Fremdbestandteile **ab 10 Vol.-% bis 50 Vol.-%** die Zuordnungen ab **BM-F0***.

Sollten Mengen mineralischer Fremdbestandteile **über 50 Vol.-%** vorliegen, ist das Material als Recycling-Baustoff (**RC-1 bis RC-3**) zu klassifizieren und ggf. weitere Analysen nachzureichen.

Die Probenahme wurde in situ über Rammkernsondierungen ausgeführt und die entsprechenden Probenahmeprotokolle der Anlage 7 beigelegt. In den **Rammkernsondierungen** wurden Gesamtmengen mineralischer Fremdbestandteile von **unter 10 Vol.-%** festgestellt. Die Rammkernsondierungen sind Stichproben des gesamten Baufeldes und spiegeln nicht zwangsweise den anfallenden Aushub in seiner Gesamtheit wider. Bei den Aushubarbeiten sind die beschriebenen Rammkerne bezogen auf den Aushub **in seiner Gesamtheit** zu verifizieren.

Die Verwertung der nach EBV klassifizierten mineralischen Ersatzbaustoffe hängt von der Belastung der Materials selbst und den jeweiligen Randbedingungen (Wasserschutzgebiete, Heilquellenschutzgebiete, dem höchst anzunehmenden Grundwasserstand u. grundwasserfreie Sickerstrecke bzw. Grundwasserdeckschichten) des geplanten Einbaufelds ab. Eine Auflistung der möglichen Anwendungen ist in den Anlagen 2 und 3 der EBV ersichtlich.

Auf Antrag der Bauherrschaft bzw. des Verwenders können die zuständigen Behörden nach § 21 EBV im Einzelfall Bauweisen zulassen, welche von Anlage 2 u. 3 abweichen, sofern nachteilige Veränderungen auf die Grundwasser- und Bodenbeschaffenheit ausgeschlossen werden können (bspw. geogene Hintergrundbelastung). Begründete Abweichungen sind im Regelfall durch entsprechende Sachverständige gutachterlich zu belegen.

Die Anzeigepflichten (§22 u. §25 EBV; Voranzeige, Lieferscheine und Fertigstellung) bei Einbau von Ersatzbaustoffen sind in der EBV geregelt und liegen in der Verantwortung des Verwenders.

Gerne stehen wir Ihnen bei der jeweiligen Antragsstellung, fachlichen Stellungnahme und Einhalten der Anzeigepflichten gesondert und nach erfolgter Rücksprache, beratend zur Seite.



BMP 1 A:

Nach den vorliegenden Analysen der Bodenmischprobe BMP 1 A wird das Bodenmaterial gemäß EBV als **BM-F3** deklariert.

Für Bodenmaterial der Klasse F3 gibt Anlage 2, Tabelle 7 EBV mögliche Verwendungsmöglichkeiten aus umwelttechnischer Sicht vor. Die geotechnische Eignung wird in der EBV nicht berücksichtigt und ist für die jeweilige Verwendungsart im Vorfeld zu klären.

BMP 2 VL

Nach den vorliegenden Analysen der Bodenmischprobe BMP 2 VL wird das Bodenmaterial gemäß EBV als **BM-0** deklariert.

Für Bodenmaterial der Klasse 0 sind keine weiteren Einschränkungen aus umwelttechnischer Sicht vorhanden. Das Material kann entsprechend uneingeschränkt verwertet werden. Die geotechnische Eignung wird in der EBV nicht berücksichtigt und ist für die jeweilige Verwendungsart im Vorfeld zu klären.

Die veranlassten Analysen dienen der **Vordeklaration**. Bei einer Verwertung oder Entsorgung von Erdmaterial werden in der Regel nach Rücksprache mit der jeweiligen Annahmestelle weitere, nach PN98 erfolgte, Beprobungen (Baggerschurfe oder ruhende Haufwerkbeprobungen) und Analysen erforderlich. Der standardmäßige Analysenaufwand liegt bei 2 Vollanalysen gemäß EBV Anl. 1, Tab. 3, pro 500 m³ Aushubmaterial. Ggf. kann nach Rücksprache mit der entsprechenden Annahmestelle und Vorliegen zugehöriger Vordeklarationen, der Analysenaufwand reduziert und individuell auf ausgewählte Verdachtsparameter reduziert werden.



11 Abschließende Bemerkungen

Im vorliegenden Gutachten wurden die für den geplanten Neubau von fünf Mehrfamilienhäusern mit Tiefgarage, Hirschen-Areal, Goethestraße 23/Am Buchenbühl, Flurstücke 760/3 und 760/73, 79183 Waldkirch, befindlichen Untergrund- und Grundwasserverhältnisse auf der Grundlage des angebotenen Untersuchungsumfanges und der uns zur Verfügung stehenden Unterlagen beschrieben und beurteilt, sowie bautechnische Folgerungen zum derzeitigen Planungsstand abgeleitet.

Die Beschreibung, Klassifizierung und Beurteilung der Untergrundverhältnisse erfolgte auf der Grundlage der Rammkernsondierungen und gilt strenggenommen nur für diese Aufschlüsse.

Der Bodengutachter sollte zur Verifizierung des Auffüllungsmaterials, sowie zur Sohl- und Böschungsabnahme herangezogen werden.

Ergeben sich Fragen, die im vorliegenden Gutachten nicht, oder nicht ausreichend erörtert wurden, stehen wir Ihnen jederzeit gerne mit unserer Fachkenntnis zur Verfügung.

Freiburg, den 22.07.2025

Jörg Ruppenthal,
Diplom Geologe
(Projektleiter)

Karl-Heinz Hoffmann
M.Sc. Geowissenschaften
(Projektbearbeiter)



Zusammenfassung

Bauwerk: Neubau eines Wohnhauses

UK BP: $\pm 268,46$ m ü. NN

geotechnische Kategorie: GK 1

Geologischer Untergrundaufbau m u. GOK:

Mutterboden/Asphaltdecke (OU/-): Asphaltdecke bis rd. 0,2 / Mutterboden bis rd. 0,4
Auffüllung (bindig) (UL): bis rd. 1,0 (RKS 2)
Auffüllung (kiesig) (GU/GU*GW): bis max. 1,3
Verwitterungslehm (schluffig) (UL): bis max. 5,5
Verwitterungslehm (sandig) (SU*): bis max. 5,2
Fels (verwittert) (GU/GU*): bis Endteufe

Hydrogeologische Verhältnisse:

Sondiertag: kein Grundwasser angetroffen
Bemessungswasserstand (HHW): aktuelle GOK

Frostempfindlichkeitsklasse:

Auffüllung (bindig) (UL): F3 (sehr frostempfindlich)
Auffüllung (kiesig) (GU/GU*/GW): F1-F3 (nicht bis sehr frostempfindlich)
Verwitterungslehm (UL): F3 (sehr frostempfindlich)
Verwitterungslehm (SU*): F3 (sehr frostempfindlich)
Fels (verwittert) (GU/GU*): F2-F3 (nicht bis mittel frostempfindlich)

Geotechnische Kennwerte der Tragschicht:

s. Kapitel 6

Setzung $s \leq 0,5$ cm

Bettungsmodul $k_s = 25$ MN/m³

Erdbebenzone:

1; 0,4 m/s²; R; B

Bodenanalytik:

BMP 1 A: BM-F3

BMP 2 VL: BM-0




ANLAGEN



Hirschen-Areal
Goethestraße 23/Am Buchenbühl
Flurstücke: 760/3 u. 760/73
79183 Waldkirch



 Geoconsult Ruppenthal	Anlage 1
	M 1:25.000
Übersichtslageplan	
BV Hirschen-Areal, Waldkirch	



		Anlage 2
Ansatzpunkte RKS 1-8		M 1:500
BV Hirschen-Areal, Waldkirch		

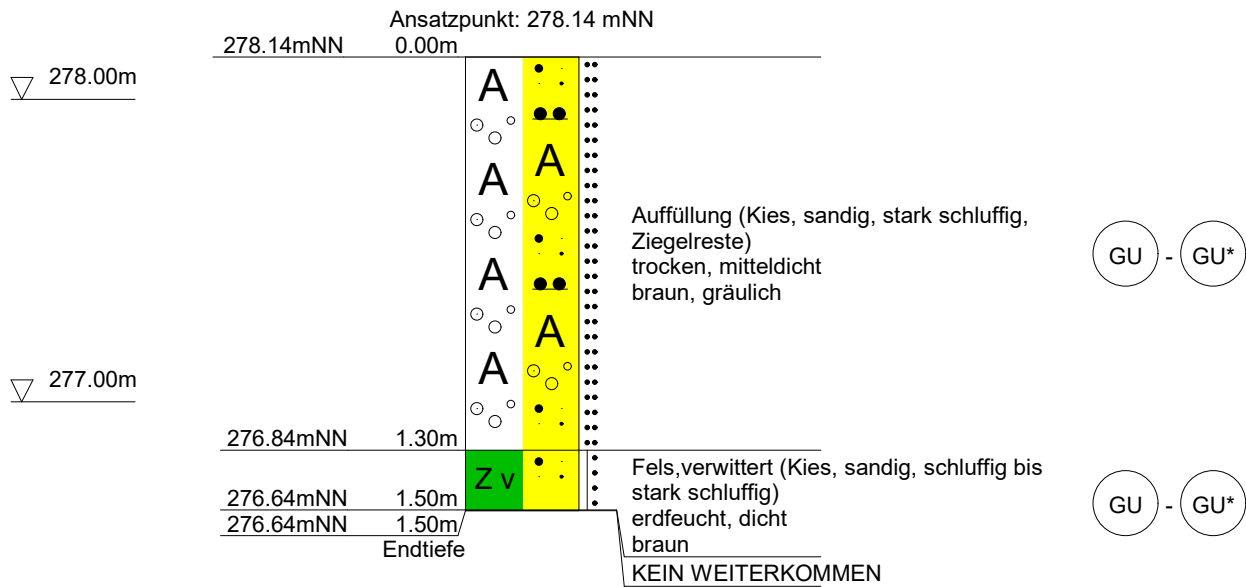


ANLAGE 3

Profile der Rammkernsondierungen 1-8



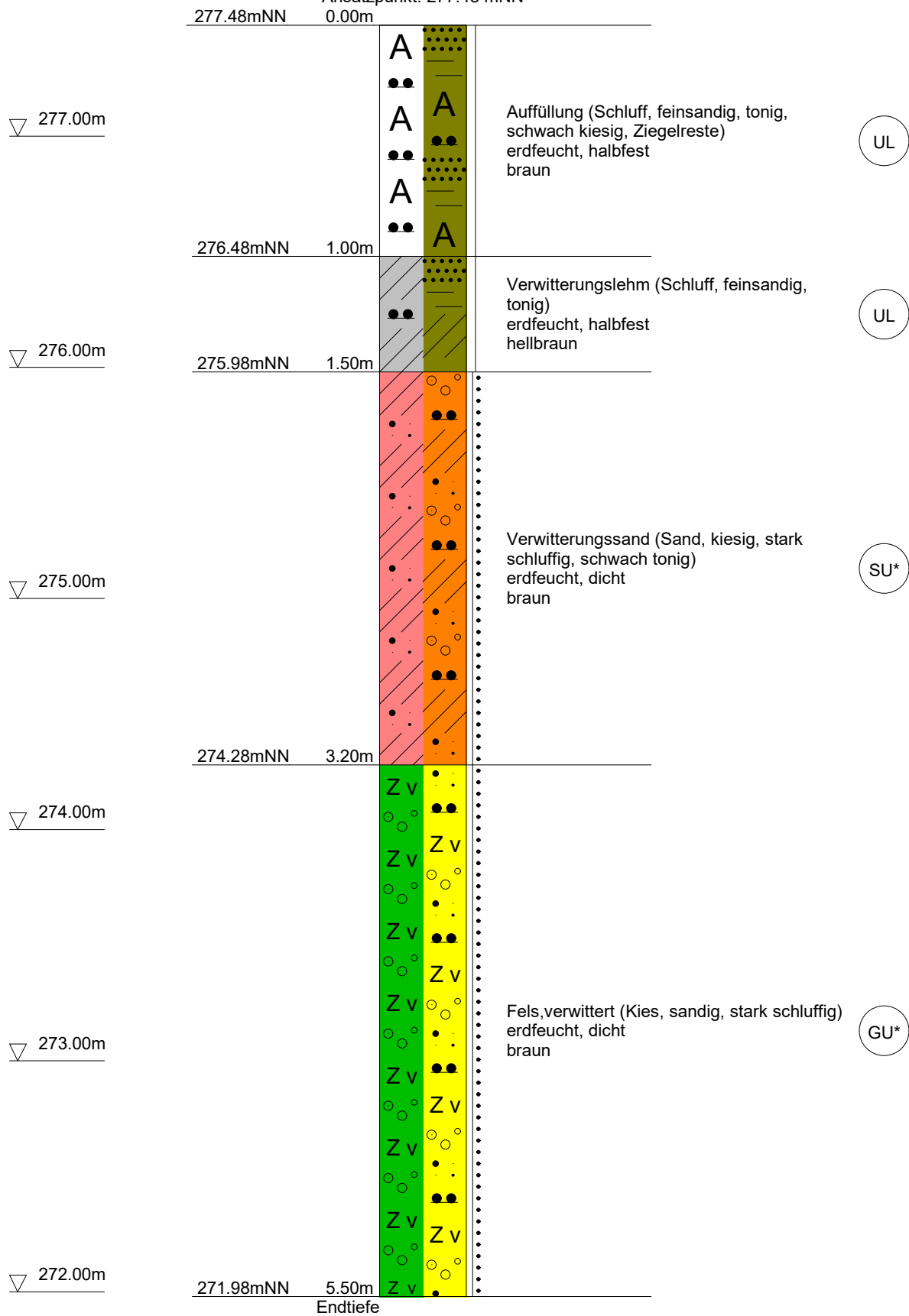
RKS 1





RKS 2

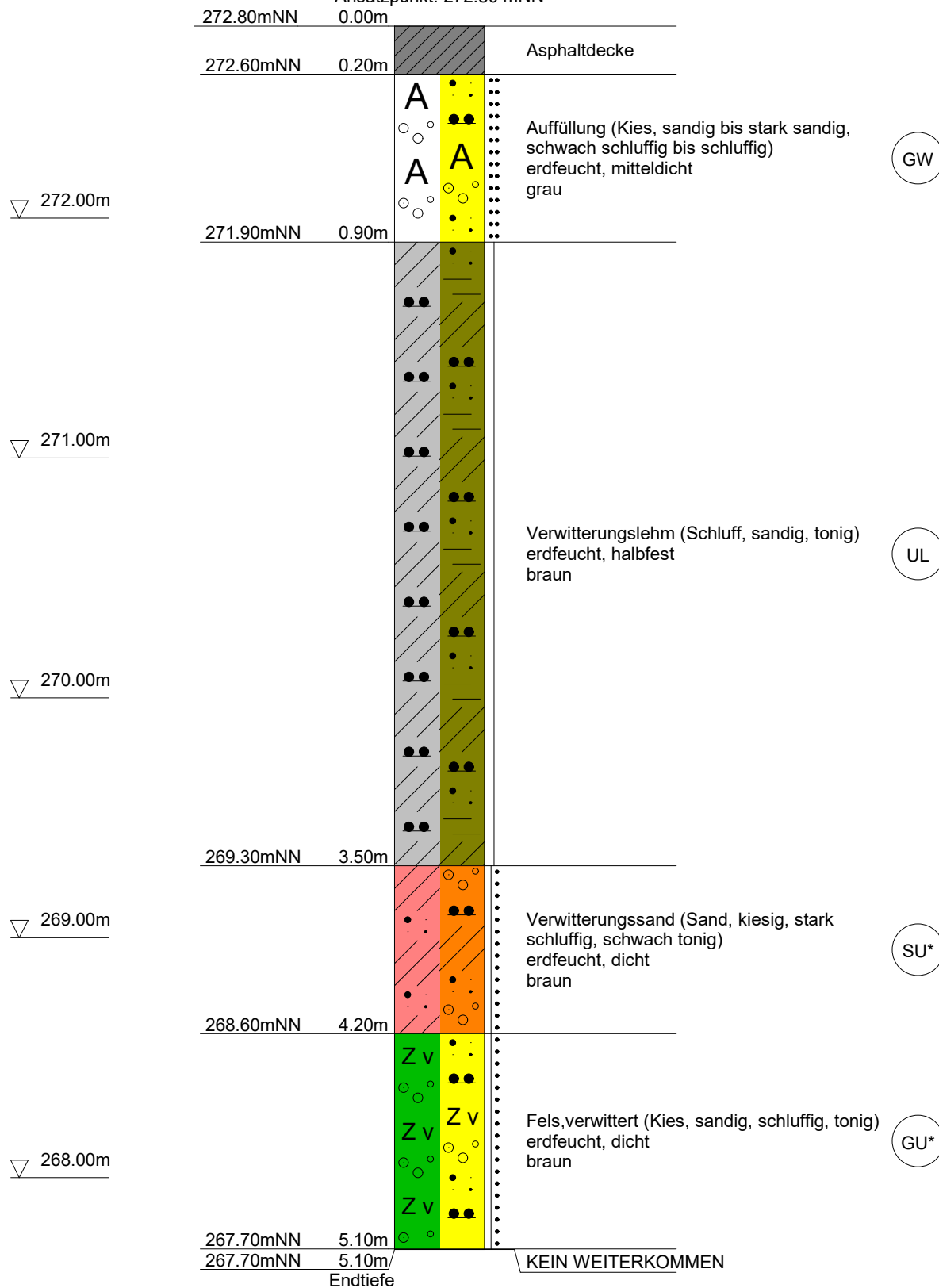
Ansatzpunkt: 277.48 mNN





RKS 3

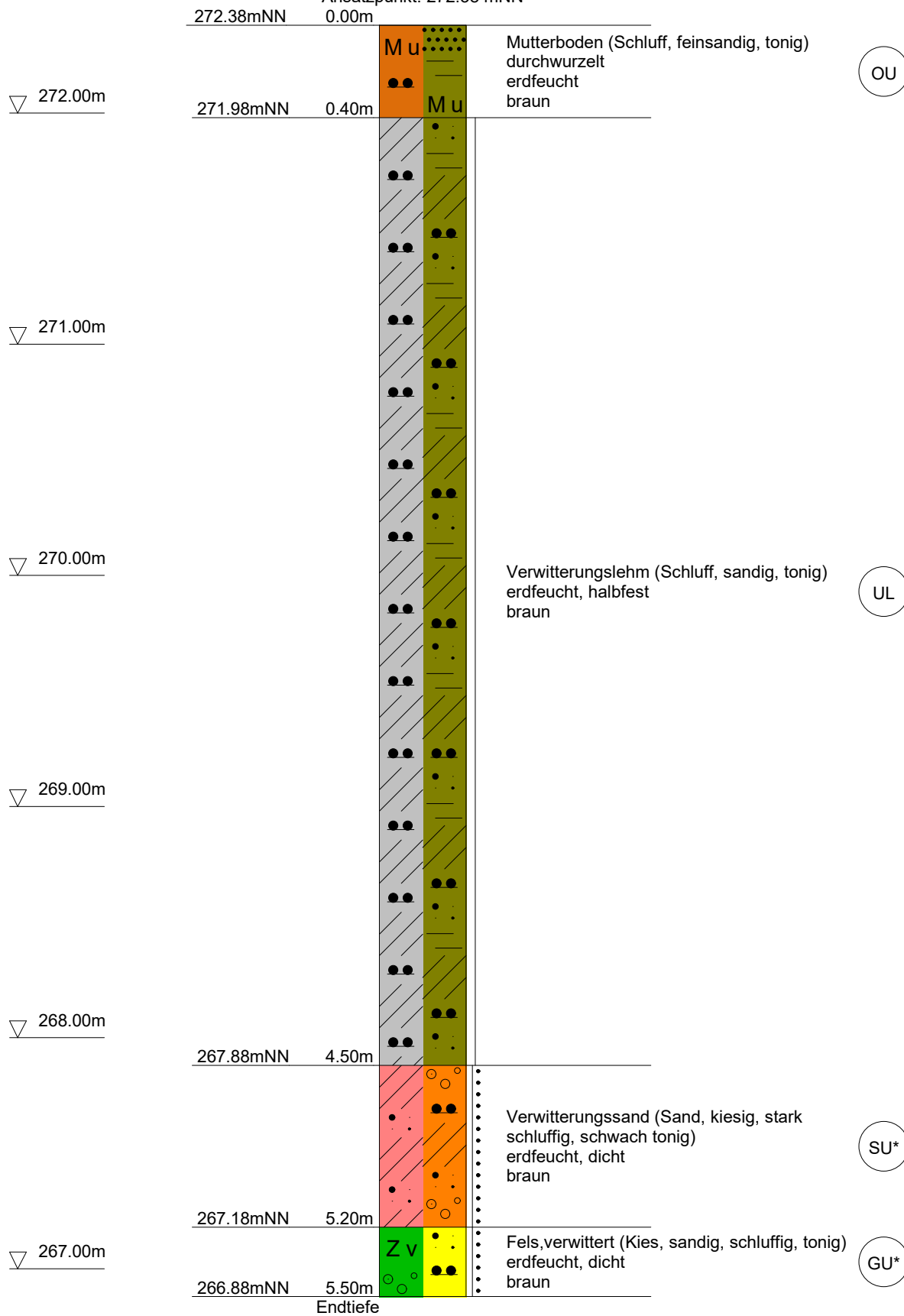
Ansatzpunkt: 272.80 mNN





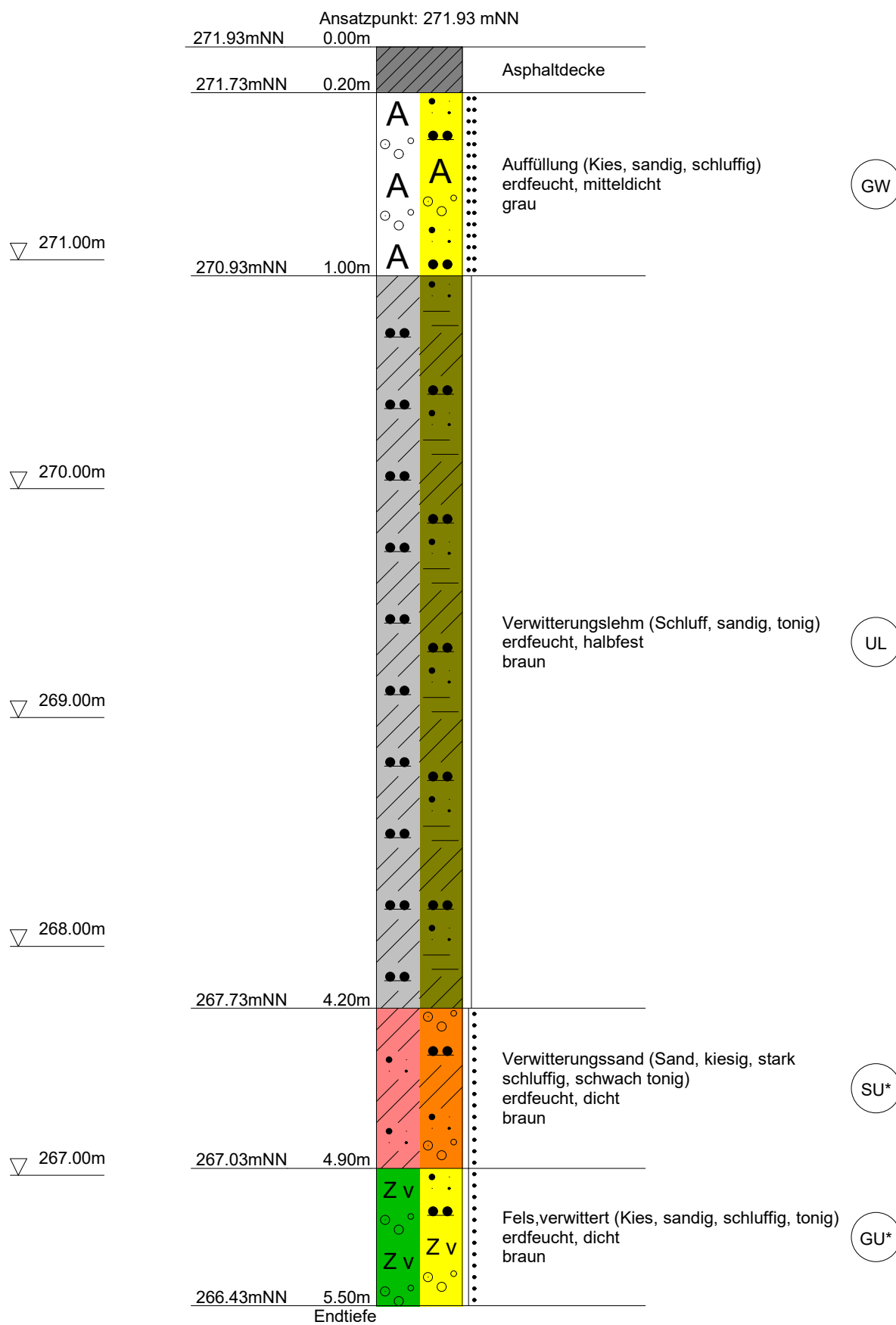
RKS 4

Ansatzpunkt: 272.38 mNN



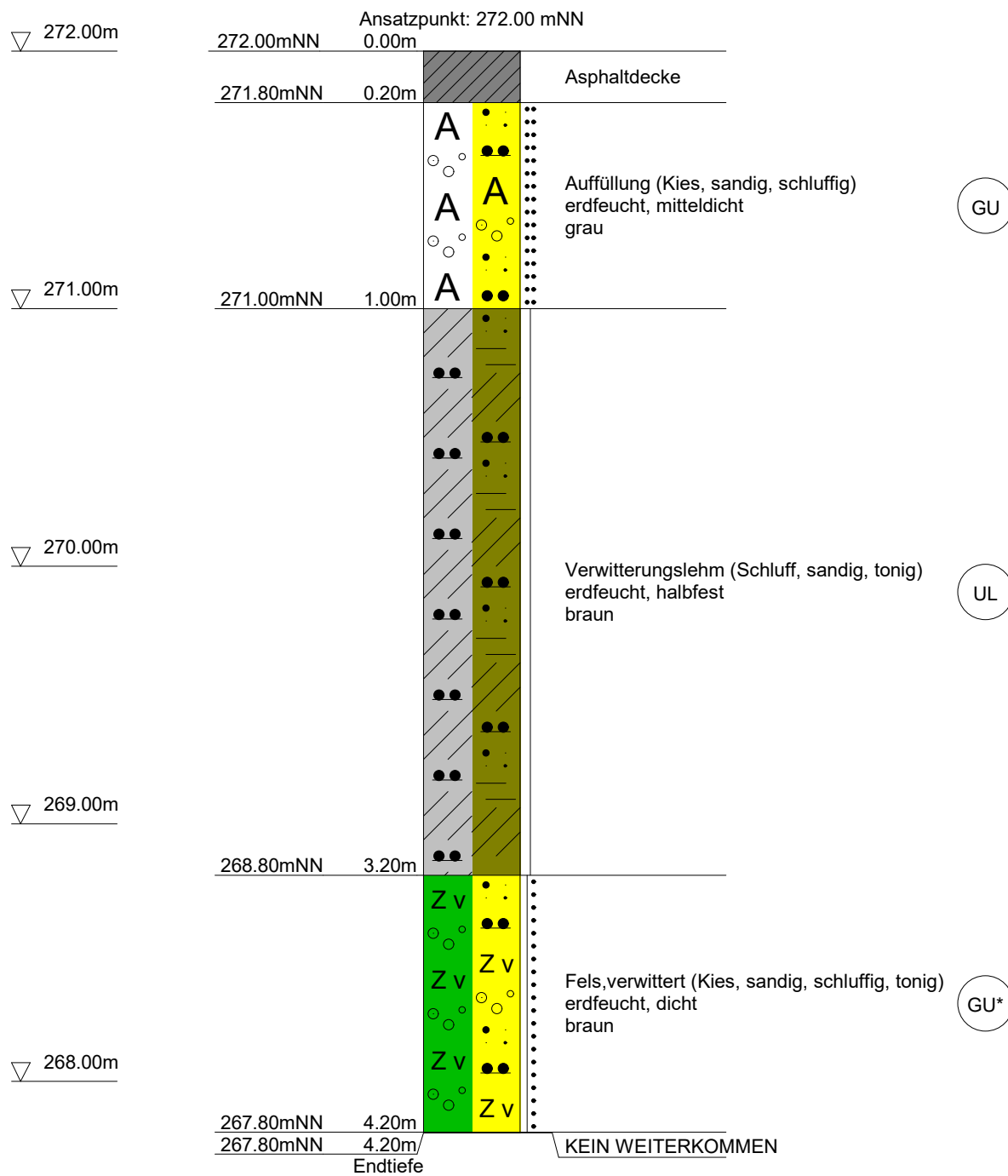


RKS 5



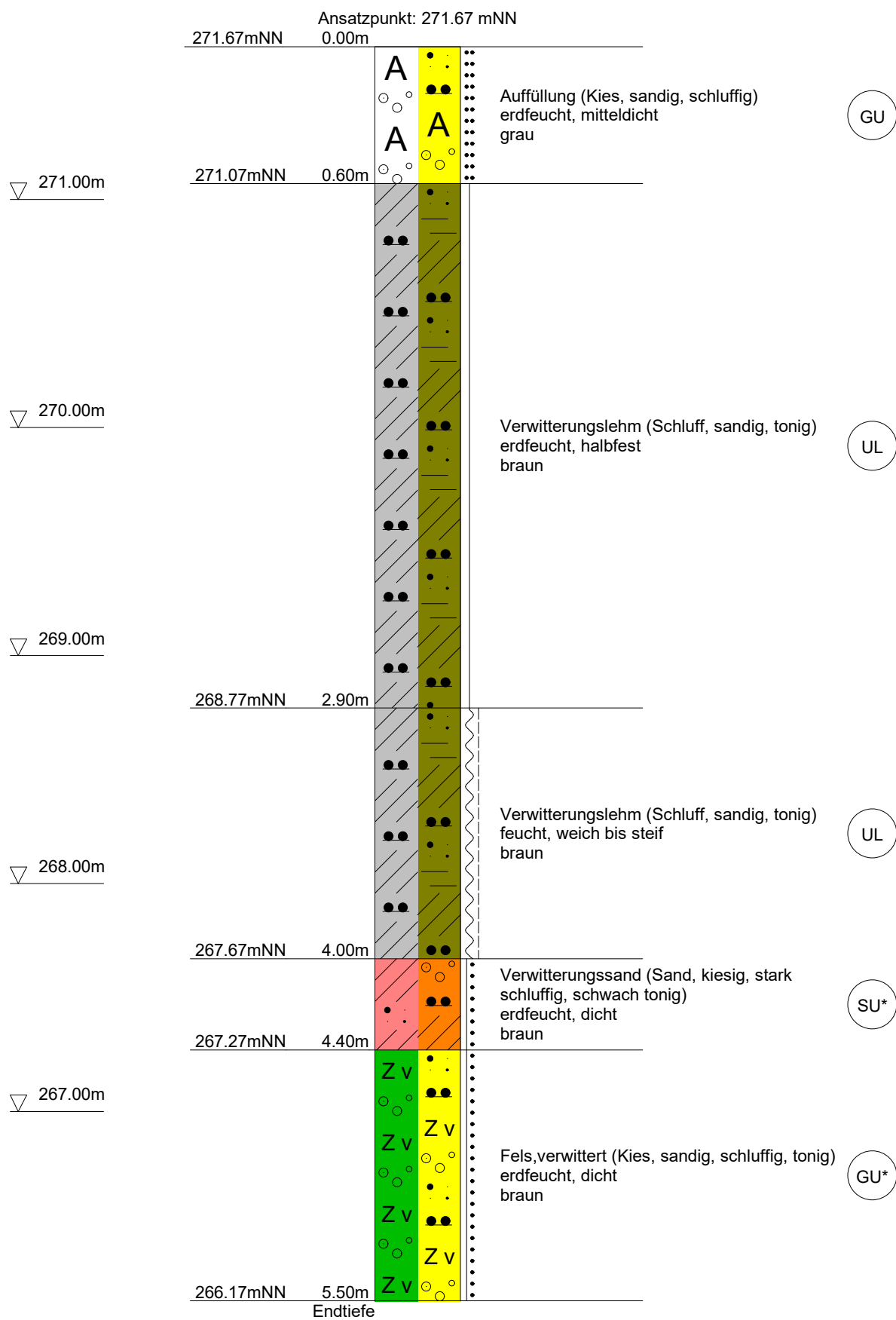


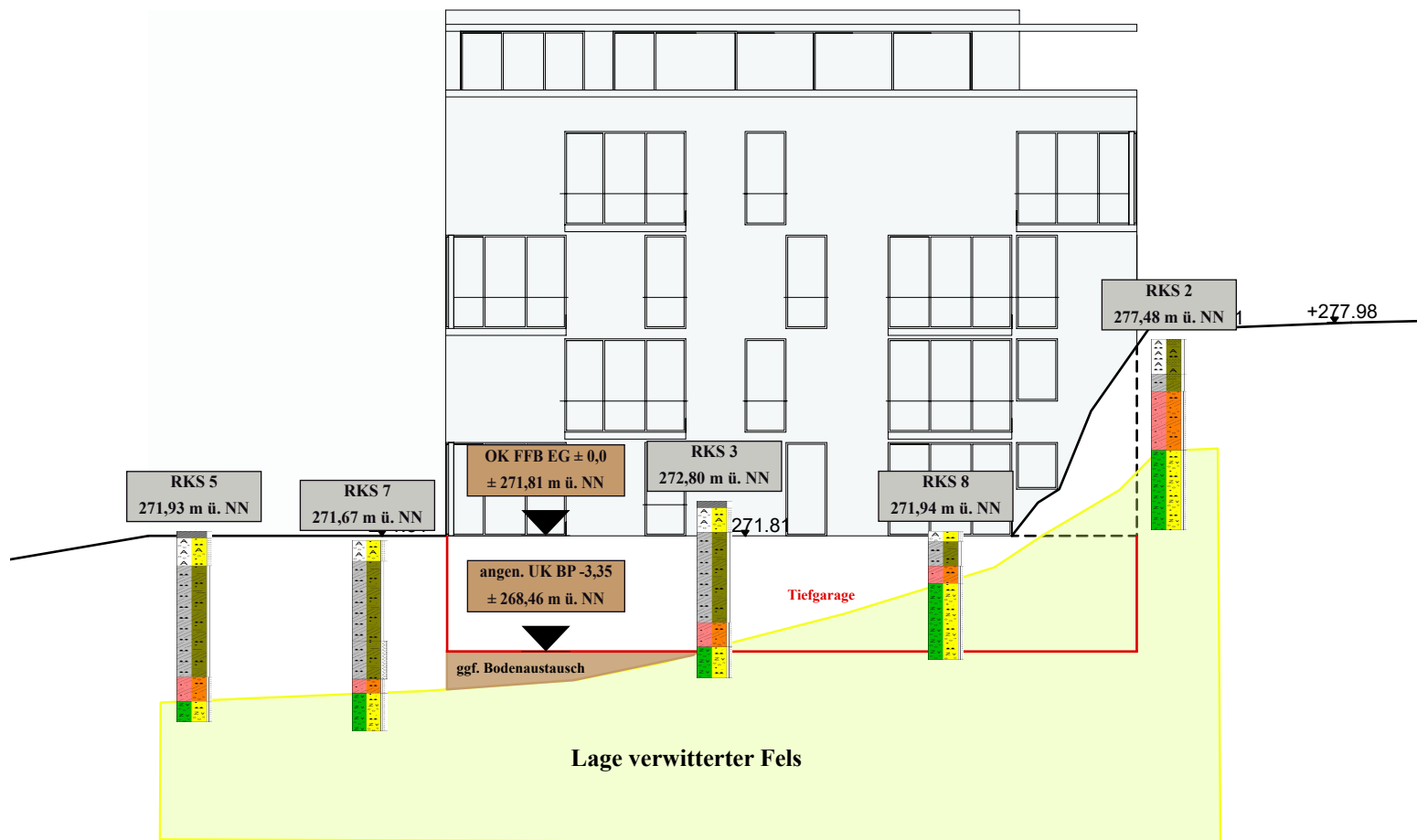
RKS 6






RKS 7





 Geoconsult Ruppenthal	Anlage 4
	M 1:200
Profilschnitt A-A	
BV Hirschen-Areal, Waldkirch	



ANLAGE 5

Bemessung Einzel- und Streifenfundamente

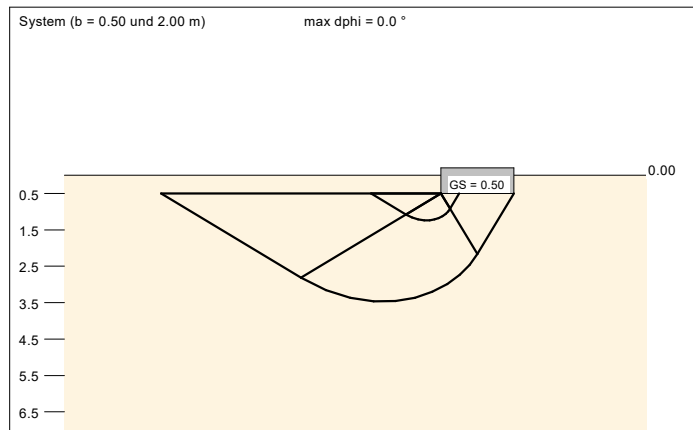


Bemessung Einzelfundament

Boden	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E _s [MN/m ²]	Bezeichnung
	20.0/10.5	28.0	0.0	0.00	80.0	Fels (verwittert) (GU/GU*, dicht)

Berechnungsgrundlagen:
BV Hirschen-Areal, Waldkirch
Norm: EC 7
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

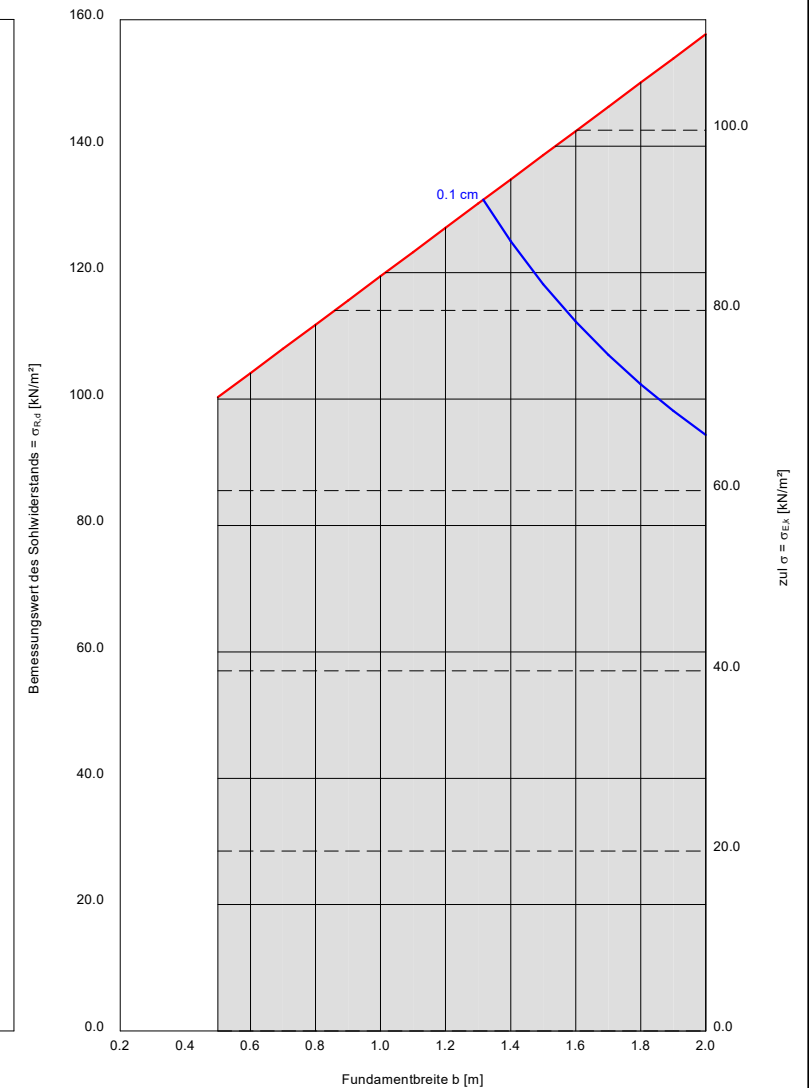
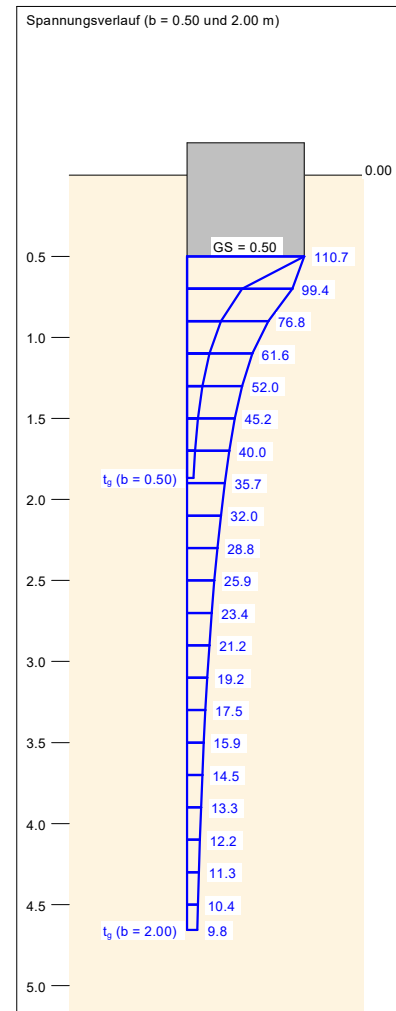
$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 400.00 kN/m² begrenzt
Gründungssohle = 0.50 m
Grundwasser = 0.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenzflächen spannungsvariabel bestimmt
— Sohlruck
— Setzungen



Bemessungswert des Sohlwiderstands

a [m]	b [m]	$\sigma_{R,k}$ [kN/m ²]	$R_{k,d}$ [kN]	zul $\sigma = \sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_Q [kN/m ²]	t_1 [m]	UKLS [m]
0.50	0.50	100.3	25.1	70.4	0.03	28.0	0.00	10.50	5.25	1.87	1.24
0.60	0.60	104.1	37.5	73.0	0.04	28.0	0.00	10.50	5.25	2.08	1.39
0.70	0.70	107.9	52.9	75.7	0.05	28.0	0.00	10.50	5.25	2.28	1.54
0.80	0.80	111.8	71.5	78.4	0.05	28.0	0.00	10.50	5.25	2.48	1.68
0.90	0.90	115.6	93.6	81.1	0.06	28.0	0.00	10.50	5.25	2.67	1.83
1.00	1.00	119.4	119.4	83.8	0.07	28.0	0.00	10.50	5.25	2.86	1.98
1.10	1.10	123.2	149.1	86.5	0.08	28.0	0.00	10.50	5.25	3.05	2.13
1.20	1.20	127.1	183.0	89.2	0.09	28.0	0.00	10.50	5.25	3.23	2.28
1.30	1.30	130.9	221.2	91.9	0.10	28.0	0.00	10.50	5.25	3.42	2.42
1.40	1.40	134.7	264.1	94.5	0.11	28.0	0.00	10.50	5.25	3.60	2.57
1.50	1.50	138.6	311.8	97.2	0.12	28.0	0.00	10.50	5.25	3.78	2.72
1.60	1.60	142.4	364.5	99.9	0.13	28.0	0.00	10.50	5.25	3.95	2.87
1.70	1.70	146.2	422.6	102.6	0.14	28.0	0.00	10.50	5.25	4.13	3.02
1.80	1.80	150.1	486.2	105.3	0.15	28.0	0.00	10.50	5.25	4.31	3.16
1.90	1.90	153.9	555.5	108.0	0.17	28.0	0.00	10.50	5.25	4.48	3.31
2.00	2.00	157.7	630.8	110.7	0.18	28.0	0.00	10.50	5.25	4.66	3.46

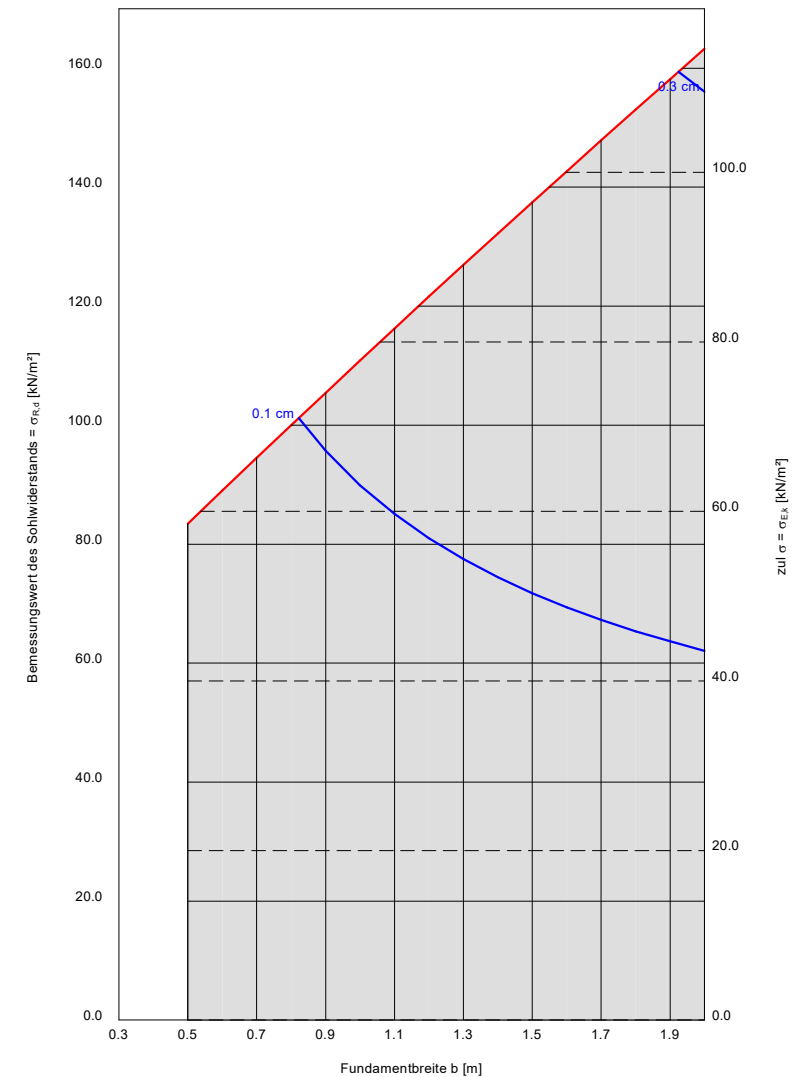
zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche (Q)/Gesamtlasten (G+Q) [-] = 0.50





Berechnungsgrundlagen:
 BV Hirschen-Areal, Waldkirch
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament ($a = 10.00 \text{ m}$)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 400.00 kN/m² begrenzt
 Gründungssohle = 0.50 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 ———— Sohlbruck
 ———— Setzungen



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{o,d}$ [kN/m]	zul $\sigma = \sigma_{R,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_s [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t_0 [m]	UKLS [m]
10.00	0.50	83.4	41.7	58.6	0.06	28.0	0.00	10.50	5.25	2.94	1.24
10.00	0.60	89.0	53.4	62.4	0.07	28.0	0.00	10.50	5.25	3.24	1.39
10.00	0.70	94.5	66.2	66.3	0.08	28.0	0.00	10.50	5.25	3.53	1.54
10.00	0.80	100.0	80.0	70.2	0.10	28.0	0.00	10.50	5.25	3.81	1.68
10.00	0.90	105.4	94.9	74.0	0.11	28.0	0.00	10.50	5.25	4.07	1.83
10.00	1.00	110.9	110.9	77.8	0.13	28.0	0.00	10.50	5.25	4.34	1.98
10.00	1.10	116.2	127.9	81.6	0.14	28.0	0.00	10.50	5.25	4.59	2.13
10.00	1.20	121.6	145.9	85.3	0.16	28.0	0.00	10.50	5.25	4.84	2.28
10.00	1.30	126.9	165.0	89.1	0.18	28.0	0.00	10.50	5.25	5.09	2.42
10.00	1.40	132.2	185.1	92.8	0.20	28.0	0.00	10.50	5.25	5.33	2.57
10.00	1.50	137.5	206.2	96.5	0.22	28.0	0.00	10.50	5.25	5.57	2.72
10.00	1.60	142.7	228.3	100.1	0.23	28.0	0.00	10.50	5.25	5.80	2.87
10.00	1.70	147.9	251.4	103.8	0.25	28.0	0.00	10.50	5.25	6.03	3.02
10.00	1.80	153.0	275.5	107.4	0.27	28.0	0.00	10.50	5.25	6.26	3.16
10.00	1.90	158.2	300.5	111.0	0.29	28.0	0.00	10.50	5.25	6.48	3.31
10.00	2.00	163.2	326.5	114.6	0.32	28.0	0.00	10.50	5.25	6.70	3.46

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



ANLAGE 6

Analyseergebnisse

Eurofins Umwelt Südwest GmbH - Hasenpfühlerweide 16 - DE-67346 Speyer

Geoconsult Ruppenthal GmbH
Büro für angewandte Geologie
Ellen-Gottlieb-Straße 15
79106 Freiburg

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 72513180

Prüfberichtsnummer: AR-25-JN-008146-01

Auftragsbezeichnung: BV Hirschen, Waldkirch

Anzahl Proben: 2

Probenart: Boden

Probenahmedatum: 04.07.2025

Probenehmer: keine Angabe, Probe(n) wurde(n) an das Labor ausgehändigt

Probeneingangsdatum: 08.07.2025

Prüfzeitraum: 08.07.2025 - 15.07.2025

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür sowie für die Kundenangaben oder darauf basierende Berechnungsergebnisse keine Gewähr übernommen. Die Ergebnisse gelten dann für die Probe, wie erhalten. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Anhänge:

XML_Export_AR-25-JN-008146-01.xml

Markus Ubl
Prüfleitung

+49 6232 8767722

Digital signiert, 15.07.2025

Verena Schönfelder

Analytical Service Manager

Probenbezeichnung	BMP 1 A	BMP 2 VL
Probenahmedatum/ -zeit	04.07.2025	04.07.2025
Probennummer	725029774	725029775

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit		
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--

Probenvorbereitung Feststoffe

Fraktion < 2 mm	AN/f	L8	DIN 19747: 2009-07	0,1	%	69,6	85,6
Fraktion > 2 mm	AN/f	L8	DIN 19747: 2009-07	0,1	%	30,4	14,4

Probenvorbereitung aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)

Königswasseraufschluss (angewandte Methode)	AN/f	L8	L8:DIN EN 13657:2003-01;F5:DIN EN ISO 54321:2021-4			unter Rückfluss	unter Rückfluss
--	------	----	--	--	--	--------------------	--------------------

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	AN/f	L8	L8:DIN EN 14346:2007-03A; F5:DIN EN 15934:2012-11A	0,1	Ma.-%	94,6	85,9
--------------	------	----	--	-----	-------	------	------

Elemente aus dem Königswasseraufschluss n. DIN EN 13657: 2003-01 (Fraktion <2mm)

Arsen (As)	AN/f	L8	DIN EN 16171:2017-01	0,8	mg/kg TS	9,2	7,4
Blei (Pb)	AN/f	L8	DIN EN 16171:2017-01	2	mg/kg TS	70	32
Cadmium (Cd)	AN/f	L8	DIN EN 16171:2017-01	0,2	mg/kg TS	0,2	< 0,2
Chrom (Cr)	AN/f	L8	DIN EN 16171:2017-01	1	mg/kg TS	46	57
Kupfer (Cu)	AN/f	L8	DIN EN 16171:2017-01	1	mg/kg TS	38	31
Nickel (Ni)	AN/f	L8	DIN EN 16171:2017-01	1	mg/kg TS	32	40
Quecksilber (Hg)	AN/f	L8	DIN EN 16171:2017-01	0,07	mg/kg TS	0,15	< 0,07
Thallium (Tl)	AN/f	L8	DIN EN 16171:2017-01	0,2	mg/kg TS	0,2	0,3
Zink (Zn)	AN/f	L8	DIN EN 16171:2017-01	1	mg/kg TS	126	87

Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)

TOC	AN/f	L8	DIN EN 15936: 2012-11	0,1	Ma.-% TS	1,3	0,3
EOX	AN/f	L8	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	1,0	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN/f	L8	DIN EN 14039: 2005-01	40	mg/kg TS	< 40	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN/f	L8	DIN EN 14039: 2005-01	40	mg/kg TS	< 40	< 40

Probenbezeichnung	BMP 1 A	BMP 2 VL
Probenahmedatum/ -zeit	04.07.2025	04.07.2025
Probennummer	725029774	725029775

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit		
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--

PAK aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)

Naphthalin	AN/f	L8	L8:DIN ISO 18287: 2006-05; F5:DIN EN 17503:2022-08	0,05	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Acenaphthylen	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	n.n. ¹⁾
Acenaphthen	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	< 0,05	n.n. ¹⁾
Fluoren	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	0,06	n.n. ¹⁾
Phenanthren	AN/f	L8	L8:DIN ISO 18287: 2006-05; F5:DIN EN 17503:2022-08	0,05	mg/kg TS	1,3	n.n. ¹⁾
Anthracen	AN/f	L8	L8:DIN ISO 18287: 2006-05; F5:DIN EN 17503:2022-08	0,05	mg/kg TS	0,55	n.n. ¹⁾
Fluoranthren	AN/f	L8	L8:DIN ISO 18287: 2006-05; F5:DIN EN 17503:2022-08	0,05	mg/kg TS	3,4	n.n. ¹⁾
Pyren	AN/f	L8	DIN ISO 18287: 2006-05	0,05	mg/kg TS	2,6	n.n. ¹⁾
Benzo[a]anthracen	AN/f	L8	L8:DIN ISO 18287: 2006-05; F5:DIN EN 17503:2022-08	0,05	mg/kg TS	1,7	n.n. ¹⁾
Chrysen	AN/f	L8	L8:DIN ISO 18287: 2006-05; F5:DIN EN 17503:2022-08	0,05	mg/kg TS	1,3	n.n. ¹⁾
Benzo[b]fluoranthren	AN/f	L8	L8:DIN ISO 18287: 2006-05; F5:DIN EN 17503:2022-08	0,05	mg/kg TS	1,8	n.n. ¹⁾
Benzo[k]fluoranthren	AN/f	L8	L8:DIN ISO 18287: 2006-05; F5:DIN EN 17503:2022-08	0,05	mg/kg TS	0,60	n.n. ¹⁾
Benzo[a]pyren	AN/f	L8	L8:DIN ISO 18287: 2006-05; F5:DIN EN 17503:2022-08	0,05	mg/kg TS	1,2	n.n. ¹⁾
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN/f	L8	L8:DIN ISO 18287: 2006-05; F5:DIN EN 17503:2022-08	0,05	mg/kg TS	0,75	n.n. ¹⁾
Dibenzo[a,h]anthracen	AN/f	L8	L8:DIN ISO 18287: 2006-05; F5:DIN EN 17503:2022-08	0,05	mg/kg TS	0,19	n.n. ¹⁾
Benzo[ghi]perylene	AN/f	L8	L8:DIN ISO 18287: 2006-05; F5:DIN EN 17503:2022-08	0,05	mg/kg TS	0,74	n.n. ¹⁾
Summe 16 PAK nach EBV: 2021	AN/f		berechnet		mg/kg TS	16,3	(n. b.) ²⁾
Summe 15 PAK ohne Naphthalin nach EBV: 2021	AN/f		berechnet		mg/kg TS	16,3	(n. b.) ²⁾

PCB aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)

PCB 28	AN/f	L8	DIN EN 17322: 2021-03	0,01	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
PCB 52	AN/f	L8	DIN EN 17322: 2021-03	0,01	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
PCB 101	AN/f	L8	DIN EN 17322: 2021-03	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 153	AN/f	L8	DIN EN 17322: 2021-03	0,01	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
PCB 138	AN/f	L8	DIN EN 17322: 2021-03	0,01	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
PCB 180	AN/f	L8	DIN EN 17322: 2021-03	0,01	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Summe 6 PCB nach EBV: 2021	AN/f		berechnet		mg/kg TS	0,005	0,005
PCB 118	AN/f	L8	DIN EN 17322: 2021-03	0,01	mg/kg TS	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Summe 7 PCB nach EBV: 2021	AN/f		berechnet		mg/kg TS	0,005	0,005

Kenngr. d. Eluatherst. f. org., nicht-flücht. Par. nach DIN 19529: 2015-12

Trübung im Eluat nach DIN EN ISO 7027: 2000-04	AN/f	L8		10	FNU	< 10	< 10
--	------	----	--	----	-----	------	------

Probenbezeichnung	BMP 1 A	BMP 2 VL
Probenahmedatum/ -zeit	04.07.2025	04.07.2025
Probennummer	725029774	725029775

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit		
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--

Physikalisch-chem. Kenngrößen aus dem 2:1-Schütteleuat nach DIN 19529: 2015-12

pH-Wert	AN/f	L8	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			8,3	7,3
Temperatur pH-Wert	AN/f	L8	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	21,2	21,8
Leitfähigkeit bei 25°C	AN/f	L8	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	5	µS/cm	285	172

Anionen aus dem 2:1-Schütteleuat nach DIN 19529: 2015-12

Sulfat (SO ₄)	AN/f	L8	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	52	18
---------------------------	------	----	--------------------------------------	-----	------	----	----

Elemente aus dem 2:1-Schütteleuat nach DIN 19529: 2015-12

Arsen (As)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001
Blei (Pb)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001
Cadmium (Cd)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,0003	mg/l	< 0,0003	< 0,0003
Chrom (Cr)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	0,001
Kupfer (Cu)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	0,002	0,001
Nickel (Ni)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001
Quecksilber (Hg)	AN/f	L8	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,0001	mg/l	< 0,0001	< 0,0001
Thallium (Tl)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,0002	mg/l	< 0,0002	< 0,0002
Zink (Zn)	AN/f	L8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,01	mg/l	< 0,01	< 0,01

				Probenbezeichnung		BMP 1 A	BMP 2 VL
				Probenahmedatum/ -zeit		04.07.2025	04.07.2025
				Probennummer		725029774	725029775
Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit		
PAK aus dem 2:1-Schütteleluat nach DIN 19529: 2015-12							
Naphthalin	AN/f	L8	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,05	µg/l	0,08	n.n. ¹⁾
Acenaphthylen	AN/f	L8	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,03	µg/l	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Acenaphthen	AN/f	L8	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,02	µg/l	0,13	< 0,02
Fluoren	AN/f	L8	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,01	µg/l	0,11	< 0,01
Phenanthren	AN/f	L8	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,02	µg/l	0,48	< 0,02
Anthracen	AN/f	L8	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,008	µg/l	0,150	n.n. ¹⁾
Fluoranthren	AN/f	L8	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,02	µg/l	0,22	n.n. ¹⁾
Pyren	AN/f	L8	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,01	µg/l	0,13	< 0,01
Benzo[a]anthracen	AN/f	L8	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,01	µg/l	0,02	n.n. ¹⁾
Chrysen	AN/f	L8	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,01	µg/l	0,02	n.n. ¹⁾
Benzo[b]fluoranthren	AN/f	L8	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,01	µg/l	< 0,01	n.n. ¹⁾
Benzo[k]fluoranthren	AN/f	L8	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,01	µg/l	< 0,01	n.n. ¹⁾
Benzo[a]pyren	AN/f	L8	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,008	µg/l	< 0,008	n.n. ¹⁾
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN/f	L8	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,01	µg/l	< 0,01	n.n. ¹⁾
Dibenzo[a,h]anthracen	AN/f	L8	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,008	µg/l	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Benzo[ghi]perylen	AN/f	L8	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,01	µg/l	< 0,01	n.n. ¹⁾
Summe 16 PAK nach EBV: 2021	AN/f		berechnet		µg/l	1,36	0,030
Summe 15 PAK ohne Naphthalin nach EBV: 2021	AN/f		berechnet		µg/l	1,27	0,030
1-Methylnaphthalin	AN/f	L8	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,01	µg/l	0,05	< 0,01
2-Methylnaphthalin	AN/f	L8	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,01	µg/l	0,05	< 0,01
Summe Methylnaphthaline nach EBV: 2021	AN/f		berechnet		µg/l	0,095	0,010
Summe Naphthalin + Methylnaphthaline nach EBV: 2021	AN/f		berechnet		µg/l	0,179	0,010

PCB aus dem 2:1-Schütteleluat nach DIN 19529: 2015-12

PCB 28	AN/f	L8	DIN 38407-37: 2013-11	0,001	µg/l	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
PCB 52	AN/f	L8	DIN 38407-37: 2013-11	0,001	µg/l	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
PCB 101	AN/f	L8	DIN 38407-37: 2013-11	0,001	µg/l	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
PCB 153	AN/f	L8	DIN 38407-37: 2013-11	0,001	µg/l	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
PCB 138	AN/f	L8	DIN 38407-37: 2013-11	0,001	µg/l	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
PCB 180	AN/f	L8	DIN 38407-37: 2013-11	0,001	µg/l	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Summe 6 PCB nach EBV: 2021	AN/f		berechnet		µg/l	(n. b.) ²⁾	(n. b.) ²⁾
PCB 118	AN/f	L8	DIN 38407-37: 2013-11	0,001	µg/l	n.n. ¹⁾	n.n. ¹⁾
Summe 7 PCB nach EBV: 2021	AN/f		berechnet		µg/l	(n. b.) ²⁾	(n. b.) ²⁾

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akk. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Kommentare zu Ergebnissen

¹⁾ nicht nachweisbar

²⁾ nicht berechenbar

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt West GmbH (Vorgebirgsstrasse 20, Wesseling) analysiert. Die Bestimmung der mit L8 gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

/f - Die Analyse des Parameters erfolgte in Fremdvergabe.



ANLAGE 7

Relevante Verwertungstabellen

Tabelle 8: Bodenmaterial der Klasse F3 (BM-F3), Baggergut der Klasse F3 (BG-3)

Bodenmaterial der Klasse F3 (BM-F3), Baggergut der Klasse F3 (BG-3)												
Einbauweise		Eigenschaft der Grundwasserdeckschicht										
		außerhalb von Wasserschutzbereichen			innerhalb von Wasserschutzbereichen							
		un- günstig	günstig		günstig							
					WSG III A HSG III		WSG III B HSG IV		Wasser- vorranggebiete			
				Sand	Lehm, Schluff, Ton	Sand	Lehm, Schluff, Ton	Sand	Lehm, Schluff, Ton	Sand	Lehm, Schluff, Ton	
						1	2	3	4		5	
1	Decke bitumen- oder hydraulisch gebunden, Tragschicht bitumen-gebunden	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
2	Unterbau unter Fundament- oder Bodenplatten, Bodenverfestigung unter gebundener Deckschicht	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
3	Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln unter gebundener Deckschicht	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
4	Verfüllung von Baugruben und Leitungsgräben unter gebundener Deckschicht	+	+	+	–	–	+	+	+	+		
5	Asphalttragschicht (teilwasser-durchlässig) unter Pflasterdecken und Plattenbelägen, Tragschicht hydraulisch gebunden (Dränbeton) unter Pflaster und Platten	–	+	+	–	–	–	+	+	+		
6	Bettung, Frostschutz- oder Tragschicht unter Pflaster oder Platten jeweils mit wasserundurchlässiger Fugenabdichtung	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
7	Schottertragschicht (ToB) unter gebundener Deckschicht	–	+	+	–	+	–	+	+	+		
8	Frostschutzschicht (ToB), Baugrundverbesserung und Unterbau bis 1 m ab Planum jeweils unter gebundener Deckschicht	–	–	+	–	–	–	–	–	+		
9	Dämme oder Wälle gemäß Bauweisen A – D nach MTSE sowie Hinterfüllung von Bauwerken im Böschungsbereich in analoger Bauweise	+	+	+	–	–	+	+	+	+		
10	Damm oder Wall gemäß Bauweise E nach MTSE	–	+	+	–	+	–	+	+	+		
11	Bettungssand unter Pflaster oder unter Plattenbelägen	–	–	–	–	–	–	–	–	–		
12	Deckschicht ohne Bindemittel	–	–	–	–	–	–	–	–	–		
13	ToB, Baugrundverbesserung, Bodenverfestigung, Unterbau bis 1 m Dicke ab Planum sowie Verfüllung von Baugruben und Leitungsgräben unter Deckschicht ohne Bindemittel	–	–	–	–	–	–	–	–	–		

Bodenmaterial der Klasse F3 (BM-F3), Baggergut der Klasse F3 (BG-3)											
Einbauweise		Eigenschaft der Grundwasserdeckschicht									
		außerhalb von Wasserschutzbereichen			innerhalb von Wasserschutzbereichen						
		un- günstig	günstig		günstig						
			Sand	Lehm, Schluff, Ton	WSG III A		WSG III B		Wasser- vorranggebiete		
					HSG III		HSG IV				
					Sand	Lehm, Schluff, Ton	Sand	Lehm, Schluff, Ton	Sand	Lehm, Schluff, Ton	
1	2	3	4		5		6				
14	Bauweisen 13 unter Platten- belägen	–	–	+ ¹	–	–	–	–	–	+ ¹	
15	Bauweisen 13 unter Pflaster	–	–	+ ¹	–	–	–	–	–	+ ¹	
16	Hinterfüllung von Bauwerken oder Böschungsbereich von Dämmen unter durchwurzelbarer Bodenschicht sowie Hinterfüllung analog zu Bauweise E des MTSE	–	+ ²	+ ³	–	+ ²	–	+ ²	–	+ ²	
17	Dämme und Schutzwälle ohne Maßnahmen nach MTSE unter durchwurzelbarer Bodenschicht	–	–	+ ⁴	–	–	–	–	–	+ ⁴	

¹ Zulässig, wenn Antimon ≤ 10 µg/l, Blei ≤ 390 µg/l, Cadmium ≤ 10 µg/l, Chrom, ges. ≤ 440 µg/l, Kupfer ≤ 270 µg/l, Molybdän ≤ 55 µg/l, Nickel ≤ 230 µg/l, Vanadium ≤ 700 µg/l, Zink ≤ 1 300 µg/l, MKW ≤ 230 µg/l, PCB, ges. ≤ 0,02 µg/l, Chlorphenole ≤ 82 µg/l, Chlorbenzole ≤ 1,9 µg/l und Tributylzinn-Kation ≤ 500 µg/kg.

² Zulässig wenn „K“, Nickel ≤ 180 µg/l, Zink ≤ 1 500 µg/l und Tributylzinn-Kation ≤ 500 µg/kg.

³ Zulässig wenn „K“ und Tributylzinn-Kation ≤ 500 µg/kg.

⁴ Zulässig, wenn Antimon ≤ 10 µg/l, Molybdän ≤ 55 µg/l, Chlorbenzole, ges. ≤ 2,0 µg/l, PCB, ges. ≤ 0,02 µg/l und Tributylzinn-Kation ≤ 500 µg/kg.