

Geotechnischer Bericht

Erschließung Baugebiet Falkenweg, Rosna

<u>Projekt Nr.</u>	A2110025
<u>Bauvorhaben</u>	Erschließung Baugebiet Falkenweg, Rosna
<u>Auftraggeber</u>	Stadt Mengen Hauptstraße 90 88512 Mengen
<u>Datum</u>	28.12.2021
<u>Bearbeitung</u>	Dipl. Ing. (FH) Ralf Frankovsky M.Sc. Johannes Granzow

Inhalt

1. Vorgang
2. Bodenschichten, Bautechnische Beschreibung der Schichten, Bodenkennwerte, Erdbebenklassifizierung, Umwelttechnik
3. Grundwasserverhältnisse, Versickerung DWA-A 138
4. Gründung und baubegleitende Maßnahmen

Anlagen

- 1.1 Übersichtslageplan
- 1.2 Lageplan mit Untersuchungspunkten, M 1:1.000
- 2.1 Geologisches Profil 1: SG1 – SG3 – DPH2 – DPH1 – SG3, M. d. H. 1:50
- 2.2 Geologisches Profil 2: DPH3 – SG4 – SG5, M. d. H. 1:50
- 3.1 Analyseübersicht Bodenprobe MP1 mit Bewertung nach VwV
- 3.2 Prüfbericht Agrolab Labor GmbH Nr. 3223980 (Probe MP1)
- 4 Kornverteilungsdiagramm Moränenkies

1. Vorgang

Die Stadt Mengen plant das Baugebiet „Falkenweg“ am nordwestlichen Stadtrand des Ortsteils Rosna zu erschließen

Unser Büro wurde von der Stadt beauftragt, eine Baugrunderkundung sowie eine umwelttechnische Voruntersuchung auf dem zu erschließenden Baugebiet durchzuführen und einen geotechnischen Bericht zu erstellen.

Zu diesem Zweck wurden am 02.12.2021 insgesamt fünf Baggerschürfe (SG1/21 bis SG5/21) sowie drei schwere Rammsondierungen (DPH1/21 bis DPH3/21) im geplanten Baugebiet abgeteuft.

Die Lage und die Ansatzhöhen der Untersuchungspunkte wurden von uns eingemessen. Die Lage der Aufschlusspunkte ist im Lageplan der Anlage 1.2 dargestellt. Die Höhen der Ansatzpunkte, ebenso wie die detaillierte, nach DIN EN ISO 14688-1 und -2, DIN 18 196 und DIN 18 300 (2012) klassifizierte Bodenaufnahme, sind in den geologischen Profilen der Anlagen 2.1 und 2.2 aufgeführt.

2. Bodenschichten, bautechnische Beschreibung, Bodenkennwerte und Bodenklassifizierung, Erdbebenklassifizierung

2.1 Geomorphologische Situation

Das untersuchte Baugebiet befindet sich am nordwestlichen Stadtrand von Rosna, einem Ortsteil der Stadt Mengen. Das Baugebiet umfasst rd. 33.690 m² und zeigt z.T. erhebliche Höhenunterschiede. Generell fällt das Gelände nach Osten in Richtung des Ortskerns ab. Der

westliche Teil des Baugebiets wird derzeit noch landwirtschaftlich genutzt, der östliche Teil wird als Wiesenfläche genutzt.

Den tieferen Untergrund bilden im Untersuchungsgebiet tertiäre Schichten der Molasse (Obere Meeresmolasse). Über den Molasseschichten lagerten sich im Quartär Moränenablagerung ab (Hier: Moränenkies), die im Laufe des Holozäns verwitterten und eine charakteristisch bräunliche Verwitterungsdecke bildeten. Eine Mutterbodenauflage, bzw. eine Ackerkrume bildet die oberste Schicht.

2.2 Bodenschichten

Anhand der ausgeführten Aufschlüsse kann am Projektstandort von folgender genereller Schichtenfolge ausgegangen werden:

Mutterboden	(Quartär: Holozän)
Verwitterungsdecke	(Quartär: Pleistozän - Holozän)
Moränenkies	(Quartär: Pleistozän)
Molasse (Obere Meeresmolasse)	(Tertiär: Miozän)

Im Einzelnen wurden mit den Baggerschürfen und den Rammsondierungen folgende Schichtglieder bzw. Schichttiefen festgestellt:

Tabelle 1a: Schichtglieder und Schichttiefen SG1 bis SG5 (von bis m unter Gelände)

Aufschluss Ansatzhöhe m ü. NN	SG1/21 612.29	SG2/21 615.27	SG3/21 612.53	SG4/21 604.96	SG5/21 599.32
Mutterboden	0,00 – 0,30	0,00 – 0,20	0,00 – 0,30	0,00 – 0,40	0,00 – 0,60
Verwitterungs- lehm	0,30 – 1,20	0,50 – 1,90	–	–	–
Verwitterungskies	1,20 – 1,70	0,20 – 0,50 1,90 – 2,10	0,30 – 1,10	–	–
Moränenkies	1,70 – 3,10*	2,10 – 2,40	1,10 – 3,10*	–	–
Molasse	–	2,40 – 3,20*	–	0,40 – 3,10*	0,60 – 3,20*

* Endtiefe

Tabelle 1b: Schichtglieder und Schichttiefen DPH1 bis DPH4 (von - bis m unter Gelände)

Aufschluss Ansatzhöhe m ü. NN	DPH1/21 ¹⁾ 613.96	DPH2/21 ¹⁾ 611.28	DPH3/21 ¹⁾ 606.69
Mutterboden	0,00 – 0,20	0,00 – 0,10	0,00 – 0,10
Verwitterungslehm	0,20 – 4,10	0,10 – 2,30	–
Verwitterungskies			–
Moränenkies	4,10 – 4,50*	2,30 – 4,70	–
Molasse	4,50 – 4,80*	4,70 – 5,30*	0,10 – 5,80*

* Endtiefe n. a. = Schicht bis Endtiefe nicht angetroffen k.W. = kein Weiterkommen möglich

1) Da es sich bei Rammsondierungen (DPH) um ein indirektes Aufschlussverfahren handelt (keine Bodenförderung), sind die dargestellten Schichtgrenzen bei den Rammsondierungen, insbesondere der Übergang von Schichten gleicher Konsistenz oder gleichem Lagerungszustand als Interpretation zu sehen.

2.3 Bautechnische Beschreibung der Schichten

Mutterboden

Der dunkelbraun gefärbte Oberboden am Projektstandort setzt sich aus einem schwach tonigen bis tonigen, feinsandigen sowie humosen Schluff zusammen. Die Konsistenz ist weich. Der Oberboden ist zum Abtrag von Lasten nicht geeignet. Der Oberboden ist vor Baubeginn abzuschleifen. Der Mutterboden kann in statisch nicht relevanten Bereichen zur Geländeangleichung oder als kulturfähiger Oberboden wieder verwendet werden (sofern 70% der Vorsorgewerte gem. BBodSchV Anhang 2, Abschnitt 4 eingehalten werden).

Verwitterungsdecke

In den drei oberen Schürfgruben SG1-3 steht unterhalb des Mutterbodens eine bis zu zwei Meter mächtige Verwitterungsdecke an. Die niedrigen Schlagzahlen der DPH1 lassen darauf schließen, dass die Verwitterungsdecke hier bis zu 4 m mächtig ist. Die Verwitterungsdecke kommt am Projektstandort in Form eines bindigen Verwitterungslehms sowie in Form eines Verwitterungskieses vor.

Verwitterungslehm

Der ockerfarbene Verwitterungslehm ist als schwach bis stark toniger, gering bis schwach feinsandiger, sowie gering kiesiger Schluff ausgebildet. Die Konsistenz ist als weich bis steif einzustufen.

Der Lehmboden ist frost- und witterungsempfindlich. Bei Zutritt von Wasser (z. B. durch Niederschläge) weicht der Boden schnell auf und verliert an Tragfähigkeit.

Verwitterungskies

Der bräunliche Verwitterungskies ist als schwach schluffiger bis schluffiger, schwach sandiger bis sandiger, schwach steiniger Fein- bis Grobkies anzusprechen. Der Kies ist locker bis mitteldicht gelagert. Auch der Verwitterungskies ist frost- und witterungsempfindlich. Bei Zutritt von Wasser (z. B. durch Niederschläge) weichen die bindigen Anteile schnell auf und verlieren an Tragfähigkeit.

Das Schichtpaket der Verwitterungsdecke ist insgesamt als mäßig tragfähig einzustufen.

Moränenkies

In den drei oberen Schürfgruben SG1-3 wurde ein pleistozäner Moränenkies angetroffen. Er ist grau, mitteldicht bis dicht gelagert und feucht. Er setzt sich zusammen aus einem gering bis schwach schluffigen, stark sandigen, schwach steinigen Fein- bis Grobkies.

Erfahrungsgemäß ist innerhalb der Schmelzwasserkieses grundsätzlich mit Steinen ($\varnothing > 63 - 200$ mm) und Blöcken ($\varnothing > 200 - 600$ mm) zu rechnen. Nach der alten DIN 18300 (Fassung

2012) gehören stark steinige und blockige Böden zur Bodenklasse 5. Bei mehr als 30% Blöcken ($\varnothing > 200 - 600 \text{ mm}$) gehört der Boden zur Bodenklasse 6, große Blöcke ($\varnothing > 600 \text{ mm}$) werden zur Bodenklasse 7 gerechnet.

Der Moränenkies stellt einen gut tragfähigen Baugrund dar. Er kann für den Abtrag von Gebäudelasten herangezogen werden.

Molasse

Die Böden der Molasse (Obere Meeressmolasse) setzen sich zusammen aus einem schluffigen bis stark schluffigen Fein- bis Grobsand. Dem Baggerwiderstand beim Aushub der Sande sowie den Schlagzahlen der schweren Rammsondierung zufolge ist der Sand mitteldicht bis dicht gelagert. Hangabwärts keilen die quartären Schichten aus, sodass die Böden der Molasse direkt unterhalb der Mutterbodenaufgabe anstehen (SG4 u. 5, Anlage 2.2).

Bei einer mindestens mitteldichten Lagerungsdichte stellt die Molasse einen gut tragfähigen Baugrund dar.

Ist der Sandboden wassergesättigt (z. B. Schichtwasser) hat er thixotrope Eigenschaften. Bei mechanischer Einwirkung neigt der Sandboden zur temporären Verflüssigung (Liquefaktion). Im dann vorhandenen Boden-Wasser-Gemisch können keine Scherbeanspruchungen mehr aufgenommen werden, der Boden gehört dann zur (alten) Bodenklasse 2. Im freien Anschnitt, z. B. durch Baugruben, fließen die Sande bei einer Wassersättigung aus.

2.4 *Bodenkennwerte und Klassifizierung*

Entsprechend der Baugrundsichtung der Profilschnitte (Anlagen 2.1 und 2.2) sowie der Beschreibung der Böden, werden im Folgenden die für den Erdbau notwendigen Bodenkennwerte und Bodenklassen angegeben:

Tabelle 2: Charakteristische Bodenkennwerte (Erfahrungswerte vergleichbarer Böden)

Schicht	Wichte (erdfeucht) γ [kN/m ³]	Wichte (unter Auftrieb) γ' [kN/m ³]	Reibungswinkel φ' [°]	Kohäsion (dräniert) c' [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
Mutterboden	15 – 16	5 – 6	17,5 – 20,0	0	0,5 – 1,0
Verwitterungslehm	18 – 19	8 – 9	25,0 – 27,5	0 – 2	6 – 8
Verwitterungskies	20 – 21*	10 – 12*	30,0 – 32,5	0	15 – 20
Moränenkies	20 – 21*	10 – 11	32,5 – 37,5	0	40 – 60
Molasse (Sand)	19 – 20	9 – 10	30,0 – 32,5**	0	20 – 30

* Steine und Blöcke

**Bei Verflüssigung Bodenklasse 2 (Molassesand)

Die vorgenannten Mittelwerte leiten sich aus den vorliegenden Untersuchungen und aus Erfahrungswerten von vergleichbaren Böden ab. Die Bodenparameter gelten für die anstehenden Schichten im ungestörten Lagerungsverband. Bei Auflockerungen oder Aufweichungen durch den Baubetrieb oder durch Witterungseinflüsse können sich die Parameter deutlich ändern.

Tabelle 3: Klassifizierung der Böden (DIN18300, Fassung 2012)

Schicht	Bodengruppe DIN18196	Bodenklasse DIN18300 (alt)	Frostempfindlichkeit ZTV E-StB 09	Verdichtbarkeitsklasse ZTV A-StB 12
Mutterboden	OU	1	F3	-
Verwitterungslehm	UL/UM/TM	4	F3	V3
Verwitterungskies	GU/GU*	4	F2/F3	V1/V2
Moränenkies	GW/GU	3 (5/6)*	F1/F2	V1
Molasse	SU*	4 (2)**	F3	V2 V3 mit Wasser

* Steine und Blöcke

** Bei Verflüssigung Bodenklasse 2 (Moränensand)

Im Jahr 2015 wurde die Umstellung der DIN 18300 beschlossen, bei der die Böden nach Homogenbereichen eingeteilt werden. Hierbei werden die „alten“ Charakteristika Lösen, Laden und Fördern mit den neuen Charakteristika des Behandeln, Einbauens und Verdichtens vereint. Böden gleicher Eigenschaften werden zu Homogenbereichen zusammengefasst. Die Homogenbereiche entsprechen im Wesentlichen der bereits gewählten geologisch orientierten Schichtenfolge in diesem Gutachten, da hierbei ebenfalls Bodenschichten mit gleichen Eigenschaften zusammengefasst werden. Im Zuge der Umstellung der DIN 18300 wurden auch andere Erdbaunormen (z. B. die DIN18319) bei welchen Bodenklassen angegeben waren auf das neue System der Homogenbereiche umgestellt.

Die anhand der Aufschlüsse festgelegten Homogenbereiche sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 4: Einteilung der Schichten in Homogenbereiche (für Erdarbeiten gem. DIN18300)

Homogenbereich	Baugrundschrift
HBE-1	Verwitterungslehm
HBE-2	Verwitterungskies
HBE-3	Moränenkies
HBE-4	Molasse

Anmerkung: Der Oberboden ist nicht mehr in der DIN18300 (Erdarbeiten) enthalten, sondern ist

nach der DIN 18320 (Landschaftsarbeiten) zu erfassen und auszuweisen. Er ist unabhängig von seinem Zustand vor dem Lösen ein eigener Homogenbereich.

Tabelle 5: Kennwerte der Homogenbereiche (Erfahrungswerte)

Homogenbereich	Anteil Steine [%] 63 – 200 mm	Anteil Blöcke [%] 200 – 630 mm	Anteil große Blöcke [%] > 630 mm	Konsistenz (überwiegend) Konsistenzzahl I_c	Plastizität Plastizitätszahl I_p [%]	Lagerungszustand Lagerungsdichte D Bzw. Undrainierte Scherfestigkeit bei bindigen Böden c_u [kN/m ²]	Organischer Anteil [%]	Bodengruppe DIN18196	Baugrundschrift (ortsübliche Bezeichnung)
HBE-1	< 1	0	0	weich bis steif I_c ca. 0,5 – 1,0	mittelplastisch I_p 20 - 30	$c_{u,k}$ 30 – 80	2 – 4	UL/UM/TM	Verwitterungslehm
HBE-2	5 – 15	< 5	< 1	–	–	locker bis mitteldicht 0,15 – 0,65	0 – 2	GU/GU*	Verwitterungskies
HBE-3	5 – 20	0 – 10	< 2	–	–	mitteldicht bis dicht D 0,45 – 0,75	1 – 3	GU/GU*	Moränenkies
HBE-4	0	0	0	–	–	mitteldicht bis dicht D 0,45 – 0,75	< 2	SU/SU*	Molasse

2.5 Erdbebenklassifizierung

Entsprechend der „Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg, Regierungspräsidium Freiburg, 2005“ befindet sich das Untersuchungsgebiet in der **Erdbebenzone 2** (Gebiet, in der gemäß des zugrunde gelegten Gefährdungsniveaus rechnerisch die Intensität $7 \leq I < 7,5$ zu erwarten ist) und der **Untergrundklasse T** (Übergangsbereich zwischen den Gebieten der Untergrundklassen R und S).

2.6 Umwelttechnische Untersuchungen

2.6.1 Entnommene Proben und ausgeführte Untersuchungen

Aus der Schürfgrube SG2, im Nordwesten des untersuchten Areals, wurde auftragsgemäß eine Mischprobe des Verwitterungslehms entnommen. Die Probe wurde auf die Parameter der Verwaltungsvorschrift des UMBW für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (VwV) untersucht. Die untersuchte Probe setzt sich wie folgt zusammen:

Tabelle 6: Entnommene Proben Umwelttechnik

Probenbezeichnung	Aufschluss + Tiefe [m]	Bodenart	Bemerkung / Analytik
MP1	SG2 0,50 – 1,90	Verwitterungslehm, Schluff tonig bis stark tonig, gering sandig	VwV Baden – Württemberg - Fraktion < 2mm

2.6.2 Ergebnisse Bodenproben

Die Ergebnisse der Analytik sowie die Analyseübersicht sind im Detail in der Anlage 3.1 sowie im Laborbericht (Anlage 3.2, 3 Seiten) enthalten. In der nachfolgende Tabelle sind die Ergebnisse und Deklarationen zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 7: Einstufung der Mischproben MP1 nach VwV UMBW (Anlage 3.1 AÜ)

Probe	<u>Auffälligkeiten</u> Einzelparameter / Einstufung nach Verwaltungsvorschrift (VwV UMBW)				VwV-Einstufung Gesamt
	Parameter	Messwert	Einheit	VwV	
MP1	keine Auffälligkeiten	-	-	-	Z0

(FS) = Feststoff
 (EL) = Eluat

Ergebnisse

Abfallrecht

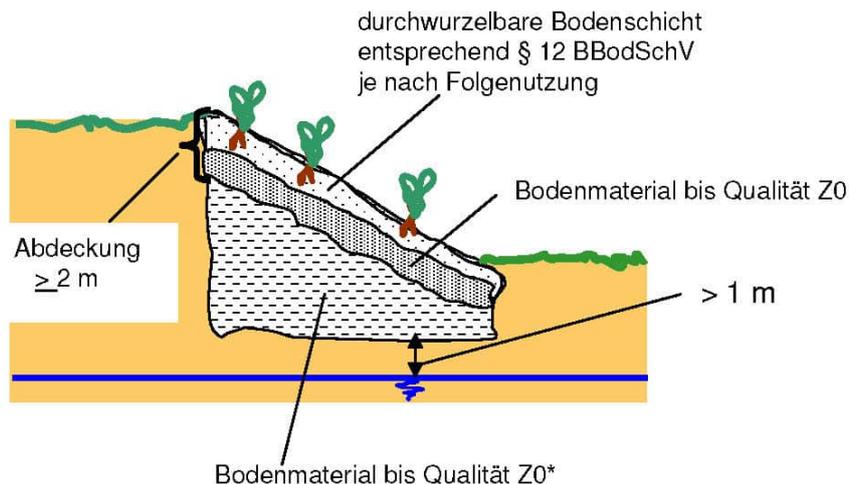
Bei der Probe des Verwitterungslehms **MP1**, wurden keine Auffälligkeiten bei den Parametern der VwV festgestellt. Die genannte Probe erreicht das **Z0** Kriterium.

Generell gilt bei den angetroffenen Böden, dass die Verwertung vor einer Entsorgung steht. Deshalb wird von unserer Seite empfohlen, die natürlichen Schichten so weit wie möglich auf dem Gelände zu belassen oder wieder zu verwerten (Geländeangleichung, Grabenverfüllung etc.).

Ansonsten können die natürlichen Böden, bei gleichbleibender Belastung, einer Verwertung in bodenähnlichen Anwendungen und zur Verfüllung von Abgrabungen mit der Einbaukonfiguration **Z0** zugeführt werden. Für die Verfüllung von Abgrabungen darf Z0-Material uneingeschränkt verwertet werden. Ebenfalls ist es möglich Z0 Material einer höheren Verwertung (Z1.1 - Z2) zuzuführen. Böden mit einem Zuordnungswert **Z0* IIIA** dürfen für die Verfüllung von Abgrabungen verwendet werden, wenn oberhalb des verfüllten Materials eine Abdeckung aus Bodenmaterial, das die Vorsorgewerte der BBodSchV einhält, aufgebracht wird. Diese Abdeckung muss einschließlich der durchwurzelbaren Bodenschicht eine Mindestmächtigkeit

von 2 m aufweisen. Die Sohle der Verfüllung muss einen Mindestabstand zum Grundwasser von 1 m aufweisen.

Abbildung 1: Z0 bzw. Z0* – Verwertung bei der Verfüllung von Abgrabungen; entnommen aus der Verwaltungsvorschrift des UMBW für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (VwV)



Die vorliegende Untersuchung ist als indikative Untersuchung zu verstehen. Die Anzahl der entnommenen Proben entsprechen nicht den Richtlinien der LAGA PN98 für eine Deklarationsanalytik. Sofern Bodenmaterial von der Baustelle abtransportiert wird, sind, in Absprache mit der annehmenden Stelle, Haufwerk bezogene Beprobungen gemäß den Vorschriften der LAGA PN98 notwendig, so dass das Material ordnungsgemäß verwertet bzw. entsorgt werden kann.

Die gewonnenen Untersuchungsergebnisse ermöglichen erste Aussagen über die Situation an den Untersuchungspunkten gemäß den mit der Aufschlussmethode und der Analytik verbundenen Verfahren. Es kann allerdings nicht ausgeschlossen werden, dass an nicht untersuchten Stellen unerkannte Verunreinigungen vorliegen.

Bei der Haufwerks-Herstellung und Ablagerung sollte berücksichtigt werden, dass eine entsprechende Analytik einige Werkzeuge in Anspruch nehmen kann. Die Haufwerke sollten so gelagert werden, dass sie den weiteren Baustellenablauf nicht stören. Es sind gegen das Erdreich dichte Lagerflächen einzuplanen.

3. Schicht- und Grundwasserverhältnisse, Durchlässigkeit der anstehenden Böden, Versickerungsmöglichkeiten nach dem DWA-A-138

3.1 Schicht- und Grundwasserverhältnisse

Mit den fünf Schürfgruben wurde bis zur jeweiligen Endtiefe am 02.12.2021 kein Wasser angetroffen. Auch mit den drei Rammsondierungen wurde kein Grundwasser erkundet.

Der Moränenkies ist grundsätzlich als grundwasserleitend einzustufen. Der Molassesand weist aufgrund des hohen Feinkornanteils erfahrungsgemäß keine hohen Durchlässigkeiten auf.

Nach langanhaltenden Niederschlägen ist, auch bedingt durch die Hanglage, mit lokalem Schichtwasser in allen angetroffenen Böden zu rechnen.

3.2 *Durchlässigkeit der anstehenden Böden, Versickerungsmöglichkeiten nach dem DWA-A 138 (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abfall und Abwasser e. V. – Arbeitsblatt DWA-A 138 – Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser)*

Die Versickerung von Niederschlagswasser setzt einen durchlässigen Untergrund und einen ausreichenden Abstand zur Grundwasseroberfläche voraus. Der Untergrund muss die anfallenden Sickerwassermengen aufnehmen können. Die Versickerung kann direkt erfolgen oder das Wasser kann über ein ausreichend dimensioniertes Speichervolumen durch eine Sickeranlage mit verzögerter Versickerung in Trockenperioden dem Untergrund zugeführt werden.

Nach dem DWA-A 138 (April 2005) sollte der Durchlässigkeitsbeiwert des Bodens, in dem die Versickerung stattfinden soll, zwischen $k_f = 1,0 \cdot 10^{-3}$ m/s und $k_f = 1,0 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen. Die Mächtigkeit des Sickerraumes sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand, rd. 1,0 m betragen, um eine ausreichende Filterstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten. Bei Durchlässigkeitsbeiwerten von $k_f < 1,0 \cdot 10^{-6}$ m/s ist eine Regenwasserbewirtschaftung über eine Versickerung nicht mehr gewährleistet, so dass die anfallenden Wassermengen über ein Retentionsbecken abzuleiten sind.

Der Moränenkies, der in den oberen drei Schürfguben SG1-3 angetroffen wurde, wurde in unserem bodenmechanischen Labor gesiebt. Die untersuchte Mischprobe stammt aus der SG3 in der Mitte des Baugebiets. Das Kornverteilungsdiagramm und der daraus resultierende Durchlässigkeitsbeiwert ist in der Anlage 4 enthalten.

Der vertikale Durchlässigkeitsbeiwert aus der Siebung sowie der zugehörige Bemessungs- k_f -Wert nach dem Arbeitsblatt DWA - A 138, Tab. B.1, ist in nachfolgender Tabelle dargestellt:

Tabelle 8: Ergebnisse der Kornverteilung (Werte der Anlage 4)

Aufschluss Versuchstiefe Versuchsart	vertikale Durchlässigkeit Auswertung aus Sieblinie (USBR)	vertikale Durchlässigkeit k_f -Wert Bemessung (m/s)	Bodenart
SG3/21 Siebung (Anlage 4)	$6,2 \times 10^{-5}$ m/s	(Korrekturfaktor 0,2) $1,24 \times 10^{-5}$	<u>Moränenkies</u> Kies-Sand Gemisch schwach schluffig, Bodengruppe <u>GU</u>

Mit einem Bemessungsdurchlässigkeitsbeiwert von $1,24 \times 10^{-5}$ m/s erfüllt der Moränenkies die Anforderungen des o.g. Arbeitsblattes an eine direkte Versickerung von Niederschlagswasser. Den bisherigen Erkenntnissen zufolge ist daher eine direkte Versickerung auf dem Gelände möglich. Da allerdings der ermittelte Bemessungsdurchlässigkeitsbeiwert nur knapp die Anforderungen erfüllt, wird empfohlen, die Sickerfähigkeit des Moränenkieses mittels in situ Sickerversuchen vor Anlegen einer Sickeranlage zu bestätigen.

Bei den anderen natürlichen Böden kann von folgenden Durchlässigkeitsbeiwerten ausgegangen werden:

Verwitterungslehm $k_f = 1 \cdot 10^{-07}$ bis $1 \cdot 10^{-08}$ m/s
 (schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig)

Verwitterungskies $k_f = 1 \cdot 10^{-05}$ bis $1 \cdot 10^{-07}$ m/s
 (durchlässig bis schwach durchlässig)

Molassesand $k_f = 1 \cdot 10^{-05}$ bis $1 \cdot 10^{-07}$ m/s, je nach Feinkornanteil
 (durchlässig bis schwach durchlässig)

4. Gründung und baubegleitende Maßnahmen

Vorbemerkung:

Der Untersuchungsrahmen für dieses Gutachten entspricht nicht dem Untersuchungsprogramm für Einzelbauwerke gemäß dem Eurocode 7, Teil 2 (DIN EN 1997-2:2010-10 einschließlich DIN EN 1997-2/NA:2010-12 und DIN 4020:2010-12).

Aufgrund der inhomogen geologischen Situation ist eine Erkundung und geotechnische Bewertung für Einzelbauwerke anzuraten.

Am nördlichen Rand des Baugebietes befindet sich eine nach Norden abfallende Böschung. Besonders bei den Grundstücken in der nordöstlichen Ecke ist der Einfluss der neuen Bebauung auf die bestehenden Böschungen im Detail zu untersuchen.

Die nachfolgenden Ausführungen und Berechnungen sollen als allgemeine Hinweise und Entscheidungshilfen zur Bebauungsform (mit oder ohne Keller) verstanden werden.

4.1 Baugrund und Gründung

Die geologischen Profile sind in den Anlagen 2.1 bis 2.2 enthalten. Entsprechend Abschnitt 2.3 steht im Baugebiet mäßig tragfähiger Baugrund in Form von Verwitterungslehm und Verwitterungskies an. In größeren Tiefen ist mit gut tragfähigen Moränenkiesen und Molassesanden zu rechnen.

Für die Erschließung des untersuchten Baugebiets liegt uns bisher der unter [1] aufgeführte Parzellenplan vor. Das Baugebiet soll vom südlich angrenzenden Falkenweg aus erschlossen werden. Die Gründungshöhen der Gebäude stehen noch nicht fest, sie sollen im Zuge der weiteren Planung festgelegt werden.

Hangabwärts Richtung Osten keilt das Schichtpaket des Quartärs aus und die Böden der Molasse stehen oberflächlich an. Hinsichtlich der Gebäudegründung sowie hinsichtlich des Straßenbaus ist das untersuchte Baugebiet in zwei verschiedene Bereiche einzuteilen. Die morphologisch höher gelegene Fläche im Westen (Bereich A, SG1-3, DPH 1-2, Anlage 2.1) und der Hangbereich östlich der DPH2 (Bereich B, SG4-5, DPH3, Anlage 2.2).

Mengen liegt in der Frosteinwirkungszone II. Die Frostsichere Einbindetiefe ist mit $t_{\min} = 1$ m anzusetzen.

4.1.1 Nicht unterkellerte Gebäude

Bereich A

Nicht unterkellerte Gebäude, die im Bereich A errichtet werden sollen, werden mit ihrer EFH im Bereich der Verwitterungsdecke, die z.T. Mächtigkeiten bis zu 4 m aufweisen kann (z.B. DPH1), zu liegen kommen. Der Verwitterungslehm ist aufgrund seiner weichen bis steifen Konsistenz als mäßig tragfähig einzustufen. Die Böden sind frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3).

Bei einer Gründung nicht unterkellerten Gebäude auf einer elastisch gebetteten Bodenplatte, ist die Verwitterungsdecke durch einen Bodenersatzkörper auszutauschen. Der Bodenersatzkörper ist aus einem feinkornarmen (< 5% Schluff- / Tonanteil) Kies-Sand oder gebrochenem Material (Schotter) herzustellen, lagenweise einzubauen und zu verdichten ($D_{\text{Lage}} \leq 0,30$ m). Die ordnungsgemäße Verdichtung des Bodenersatzkörpers ist durch Plattendruckversuche nachzuweisen (empfohlen: $E_{v2} \geq 100$ MN/m², $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$).

Der Bodenersatzkörper ist von den anstehenden Böden durch ein Vlies (GRK3) zu trennen. Sollte die Gründungssohle stark aufgeweicht sein, so sind in diesen Bereichen zur

Stabilisierung der Sohle zusätzlich Schroppen (gebrochenes Material) einzudrücken. In diesem Falle ist der Bodenersatz durch ein GRK4 Geotextil vom anstehenden Boden zu trennen.

Überall dort, wo die Unterkante des Bodenersatzkörpers noch nicht mindestens 1,0 m unter der neuen Geländeoberkante liegt, sind zusätzlich Maßnahmen zur Frostsicherheit zu treffen (Frostschürzen, Frostschirm etc.). Alternativ kann auch die Mächtigkeit des Bodenersatzkörpers entsprechend erhöht werden. Eine Mindestdicke des Bodenersatzkörpers von $d = 1,00$ m im Verwitterungslehm ist aber auf jeden Fall einzuhalten.

Werden Gebäude auf einer tragenden Bodenplatte über einen Bodenersatzkörper wie oben beschrieben in der Verwitterungsdecke gegründet, so kann, vorbehaltlich bauwerks- und grundstücksspezifischer Baugrunderkundungen, zur Vorbemessung ein Bettungsmodul von $k_s = 4 - 6$ MN/m³ angesetzt werden. Sollte die Unterkante des Bodenersatzkörpers unter Einhaltung der frostsicheren Einbindetiefe bereits in den gut tragfähigen Moränenkiesen liegen (z.B. im Bereich der SG3) so kann, vorbehaltlich bauwerks- und grundstücksspezifischer Baugrunderkundungen, zur Vorbemessung ein Bettungsmodul von $k_s = 10 - 12$ MN/m³ angesetzt werden.

Bereich B

Im Bereich B werden nicht unterkellerte Gebäude mit ihrer EFH im Bereich der tragfähigen Molassesande zu liegen kommen und können über eine elastisch gebettete Bodenplatte direkt in der Molasse gegründet werden.

Aufgrund ihres hohen Feinkornanteils sind die Molassesande als nicht frostsicher einzustufen (F3-Material). Überall dort, wo die Unterkante der Bodenplatte noch nicht mindestens 1,0 m unter der neuen Geländeoberkante liegt, sind zusätzlich Maßnahmen zur Frostsicherheit zu treffen (Frostschürzen, Frostschirm, frostsicherer Unterbau aus z. B. Kies / Schotter etc.).

Sollte die Gründungssohle stark aufgeweicht sein (z. B. durch starke Niederschläge), so sind zur Stabilisierung der Sohle zusätzlich Schroppen einzudrücken.

Werden Gebäude auf einer tragenden Bodenplatte über einen Bodenersatzkörper wie oben beschrieben in den Molassesanden gegründet, so kann, vorbehaltlich bauwerks- und grundstücksspezifischer Baugrunderkundungen, zur Vorbemessung ein Bettungsmodul von $k_s = 6 - 8$ MN/m³ angesetzt werden.

Alternativ zu einer Gründung auf einer elastisch gebetteten Bodenplatte können nicht unterkellerte Gebäude in beiden Bereichen auch auf Einzel- und Streifenfundamenten gegründet werden, sofern die Gründungssohle im Bereich der tragfähigen Moränenkiese oder der Molassesande liegt. Im Verwitterungslehm wird ein punktueller Lastabtrag nicht empfohlen. Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ für eine Gründung über Fundamente ist unter anderem von der Einbindetiefe der Fundamente, dem Schichtenverlauf unter den Fundamenten, dem Geländeverlauf und der Fundamentgeometrie abhängig. Mit Voranschreiten der Planung und bauwerks- und grundstücksspezifischen Untersuchungen, kann der Bemessungswert des Sohlwiderstandes von unserem Büro im Einzelfall ermittelt werden.

4.1.2 unterkellerte Gebäude

Geht man von einer Gründungssohle aus, die ca. 3 m unterhalb der derzeitigen GOK liegt, werden unterkellerte Gebäude aller Voraussicht nach auf dem gesamten untersuchten Baufeld in den tragfähigen Moränenkiesen oder Molassesanden zu liegen kommen. Die Gebäude können auf einer elastisch gebetteten Bodenplatte oder auf Einzel- und Streifenfundamenten gegründet werden.

Werden Gebäude auf einer tragenden Bodenplatte in den gut tragfähigen Moränenkiesen oder in der Molasse gegründet, so kann zur Vorbemessung der Bodenplatte ein Bettungsmodul in der Größenordnung von $k_s = 12 - 15 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden.

Der exakte Bettungsmodulverlauf kann nach Angabe der einwirkenden Lasten und bei Kenntnis des genauen Schichtenverlaufs (Grundstücksbezogene Baugrunderkundung), über den Steifemodul des Bodens, anhand einer detaillierten Setzungsberechnung (FE-Berechnung) von unserem Büro bestimmt werden.

Lokal ist damit zu rechnen, dass die Bodenplatte unterkellerten Gebäude noch in der mäßig tragfähigen Verwitterungsdecke liegt (DPH2). In diesem Fall ist die Verwitterungsdecke bis auf den tragfähigen Moränenkies auszuheben und durch einen Bodenersatzkörper zu ersetzen.

Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ für eine Gründung auf Einzel- und Streifenfundamenten ist unter anderem von der Einbindetiefe der Fundamente, dem Schichtenverlauf unter den Fundamenten, dem Geländeverlauf und der Fundamentgeometrie abhängig. Mit Voranschreiten der Planung und bauwerks- und grundstücksspezifischen Untersuchungen, kann der Bemessungswert des Sohlwiderstandes von unserem Büro im Einzelfall ermittelt werden.

4.2 Bauwerksabdichtung

Bei der Baugrunderkundung am 02.12.2021 wurde bis zur jeweiligen Endtiefe der Untersuchungspunkte kein Wasser angetroffen (siehe Abschnitt 3). Im Projektgebiet muss grundsätzlich mit Schichtwasser gerechnet werden.

Gemäß der DIN18533-1 darf mit der Wassereiwirkungsklasse W1.1-E (Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser) nur gerechnet werden, wenn sowohl die Arbeitsraumverfüllung als auch der Baugrund aus stark durchlässigen Böden im Sinne der DIN 18533-1 bestehen ($k_f > 1 \cdot 10^{-04} \text{ m/s}$). Mit der Kornverteilung des Moränenkieses aus der Schürfgrube SG3 wurde ein Bemessungs Durchlässigkeitsbeiwert von $1,24 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ ermittelt. Dieser Wert liegt außerhalb der Anforderungen der DIN18533-1 zum Ansatz der Wassereiwirkungsklasse W1.1-E. Bei erdberührten Bauteilen, die nicht im Grundwasser liegen aber bei denen der Durchlässigkeitsbeiwert $< 1,0 \cdot 10^{-04} \text{ m/s}$ beträgt, ist nach der DIN 18 533-1 die Wassereiwirkungsklasse W1.2-E anzusetzen, wenn eine dauerhaft funktionierende Drainage errichtet wird. Wird

keine Drainage verlegt, so ist im Sinne der oben genannten DIN für das UG die Wassereinwirkungsklasse W2–E anzusetzen (Wassereinwirkungsklasse W2.1-E bei ≤ 3 m Eintauchtiefe, W2.2-E bei > 3 m Eintauchtiefe).

4.3 Baugruben

Im Baugebiet sind frei geböschte Baugruben möglich. Generell sind in der Verwitterungsdecke, in den Moränenkiesen sowie in den Molassesanden, oberhalb des Grundwasserspiegels, Böschungen mit 45° nach der DIN 4124 ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit bis zu einer Tiefe von 5 m möglich (inklusive aufgehendem Gelände).

Erlauben die Platzverhältnisse keine frei geböschte Baugrube mit den o. g. Böschungswinkel und -höhen, oder liegt die Baugrube im Einflussbereich von Bestandsgebäuden oder Straßen, ist die Standsicherheit der Baugrube nachzuweisen oder durch einen Baugrubenverbau zu sichern. Hierzu eignet sich z. B. ein vernagelter Spritzbeton-, Trägerbohlwand- oder Spundwandverbau. Verankerungs- oder Vernagelungsmaßnahmen welche in das Nachbargrundstück hinein reichen, bedürfen der Erlaubnis des betroffenen Grundstücksbesitzers.

Bei einer frei geböschten Baugrube sind folgende Mindestabstände zur Böschungskante einzuhalten:

- Straßenfahrzeuge, die nach der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung allgemein zugelassen sind, sowie Baumaschinen oder Baugeräte **bis zu 12 t** Gesamtgewicht (= Eigengewicht des Gerätes und Gewicht des geförderten Bodens bzw. der angehängten Last): **Abstand mindestens 1 m** zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante.
- schwerere Straßenfahrzeuge als oben genannt sowie Baumaschinen oder Baugeräte **über 12 t bis 40 t** Gesamtgewicht (= Eigengewicht des Gerätes und Gewicht des geförderten Bodens bzw. der angehängten Last): **Abstand mindestens 2 m** zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante.

Die weiteren Anforderungen zur Anwendung der vorgenannten Norm sind zu beachten. Freie Böschungen sind mit Planen o. ä. gegen Witterungseinflüsse zu sichern. Größere Steine und Blöcke sind aus dem Böschungsbereich zu räumen oder gegen Herabfallen zu sichern.

Schneiden Baugruben wasserführende Lagen an, können die oben genannten Böschungswinkel ohne zusätzliche Maßnahmen nicht eingehalten werden. Bei geringen Schichtwasserzutritten können die freien Böschungen mit Stützscheiben aus Einkornbeton gesichert werden.

Ist der Wasserandrang stark, wird empfohlen die Baugruben mittels eines statischen, wasserabsperrenden Verbaus zu sichern. Hierzu eignet sich zum Beispiel ein Spundwandverbau. Aufgrund der mit zunehmender Tiefe hohen Lagerungsdichte der Moränenkiese und der Molassesande sowie lokal vorkommenden Steinen oder auch Blöcken, sind die Spunddielen mit zunehmender Tiefe nur schwer bis gar nicht ramm- bzw. rüttelbar. In diesem Fall sind

Austausch- bzw. Auflockerungsbohrungen vorzusehen. Die Standsicherheit der Verbaumaßnahmen ist rechnerisch nachzuweisen.

Details zur Baugrubensicherung können mit Voranschreiten der Planung und zusätzlichen, grundstücksbezogenen Baugrunduntersuchungen mit unserem Büro abgestimmt werden.

4.4 Kanalbaumaßnahmen

Die Tiefenlage der Kanalschächte ist noch nicht bekannt. Baugruben und Gräben im Projektgebiet können gemäß Abschnitt 4.3 ausgehoben werden.

Alternativ zur freien Böschung und in Schichtwasserbereichen ist die Sicherung mit Grabenverbaugeräten möglich. Der Einsatz von Grabenverbaugeräten minimiert die Aushubmenge und die Grabenbreite. Die Verbautafeln sind in Schichtwasserbereichen kontinuierlich vor dem Aushub des Bodens einzudrücken um eine seitliche Stützung der Grabenwände zu gewährleisten (Absenkverfahren). Ein Vorauseilen des Aushubs vor dem Grabenverbaugerät ist in diesen Bereichen zu vermeiden. Auftretendes Schichtwasser ist in den Kanalgräben mit einer offenen Wasserhaltung zu fassen.

Liegen die Kanalsohlen im Verwitterungslehm ist als Gründungspolster ein Bodenersatzkörper (Kiessand oder Schotter, Schluffanteil < 5%) mit einer Mächtigkeit von $d = 30$ cm bis 40 cm einzubauen. Der Bodenersatzkörper ist von den anstehenden Böden durch ein Vlies (GRK3 bei Kiessand, GRK4 bei Schotter) zu trennen. Sollte die Gründungssohle stark aufgeweicht sein, so sind in diesen Bereichen zur Stabilisierung der Sohle zusätzlich Schroppen einzudrücken.

Für die Verfüllung der Kanalgräben kann der Verwitterungslehm und der Molassesand nicht verwendet werden. Diese Böden besitzen beim Wiedereinbau in den Kanalgräben eine größere Durchlässigkeit als der anstehende Baugrund. Bei einem Wasserzutritt werden diese Böden aufgeweicht, es werden ggf. Feinbestandteile ausgewaschen, dies führt zu Setzungen im Straßenbereich. Zudem lassen sich die Böden, mit Hinweis auf ihre Verdichtbarkeitsklasse (s. Tabelle 3), ohne zusätzliche Bodenverbesserungsmaßnahmen nicht verdichten. Der Verwitterungslehm und der Molassesand kann nur dann zur Verfüllung der Kanalgräben herangezogen werden, wenn sie vorab durch ein Kalk-Zement Bindemittel verbessert werden.

Der Verwitterungskies ist zum Verfüllen der Kanalgräben in statisch gering belasteteren Bereichen geeignet. Es ist jedoch darauf zu achten, dass die Kiese frostempfindlich sind. Als Frostschutzmaterial sind sie demnach nicht zu verwenden. Der Moränenkies ist zum Verfüllen der Kanalgräben geeignet, er erfüllt jedoch auch nicht durchgängig die Frostempfindlichkeitsklasse F1.

4.5 Straßenbaumaßnahmen

Auf der höher gelegenen Fläche westlich der DPH2 (Bereich A) wird die Erschließungsstraße im Bereich der Verwitterungsdecke, östlich der DPH2 (Bereich B) in den Molassesanden zu

liegen kommen. Sowohl die Böden der Verwitterungsdecke als auch die Molassesande sind als nicht frostsicheres F3 Material einzustufen. Des Weiteren sind diese Böden witterungsempfindlich. Nach den ZTV E-StB 20 und der RStO ist auf dem Erdplanum eines F2/F3 Untergrundes ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ gefordert. Dieser Wert kann auf den Verwitterungskiesen erfahrungsgemäß durch nachverdichten erreicht werden. Im Bereich des Verwitterungslehms und der Molassesande kann er vermutlich nicht erreicht werden. Es wird empfohlen den Verformungsmodul des Erdplanums vor der Baumaßnahme durch Plattendruckversuche zu untersuchen.

Sollte das Erdplanum den geforderten Verformungsmodul nicht erreichen, sind baugrundverbessernde Maßnahmen notwendig. Es wird vorgeschlagen, den frostsicheren Straßenaufbau dann auf einem mindestens 0,40 m dicken Bodenersatzkörper aus Kiessand (Schluffanteil < 5 %) aufzubauen. Der Bodenersatzkörper ist lagenweise einzubauen und zu verdichten. Der fachgerechte Einbau des Bodenersatzkörpers ist anhand von Plattendruckversuchen zu überprüfen.

Alternativ zu einer Gründung des Oberbaus auf einem Bodenersatzkörper kann der Verwitterungslehm als auch der Molassesand im oberen Bereich auch einer Bodenverbesserung (Einfrosttiefe mind. 30 cm) mit einem Mischbindemittel (Kalk - Zement) unterzogen werden. Mit dieser Maßnahme wird die oben genannte Anforderung erreicht werden.

Anhand von Studien- und Erfahrungswerten ist davon auszugehen, dass eine Zugabe eines Mischbindemittels (70 % Zement, 30 % Kalk) von 1 Gew.-% (bezogen auf die Feuchtraumdichte) den Wassergehalt eines bindigen Bodens um rd. 2 Gew.-% senkt.

Es wird empfohlen, im Vorfeld Probefelder mit den oben beschriebenen Baugrundverbesserungen anzulegen (z. B. mit 1%, 2%, 3% Mischbindemittel) und das zu fordernde Verformungsmodul nachzuweisen.

Bei einer stärkeren Durchfeuchtung oder Austrocknung während den Bauzeiten ist der Bindemittelanteil der tatsächlichen Feuchte des Bodens anzupassen.

Anmerkungen

Die im Bericht enthaltenen Angaben beziehen sich auf die bei den Untersuchungsstellen ermittelten Bodenschichten und deren geotechnischen Eigenschaften. Abweichungen von den gemachten Angaben (Schichttiefen, Bodenzusammensetzung, Wasserstände etc.) können auf Grund einer Heterogenität des Untergrundes nicht ausgeschlossen werden. Ferner ist eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der angetroffenen Bodenverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen erforderlich.

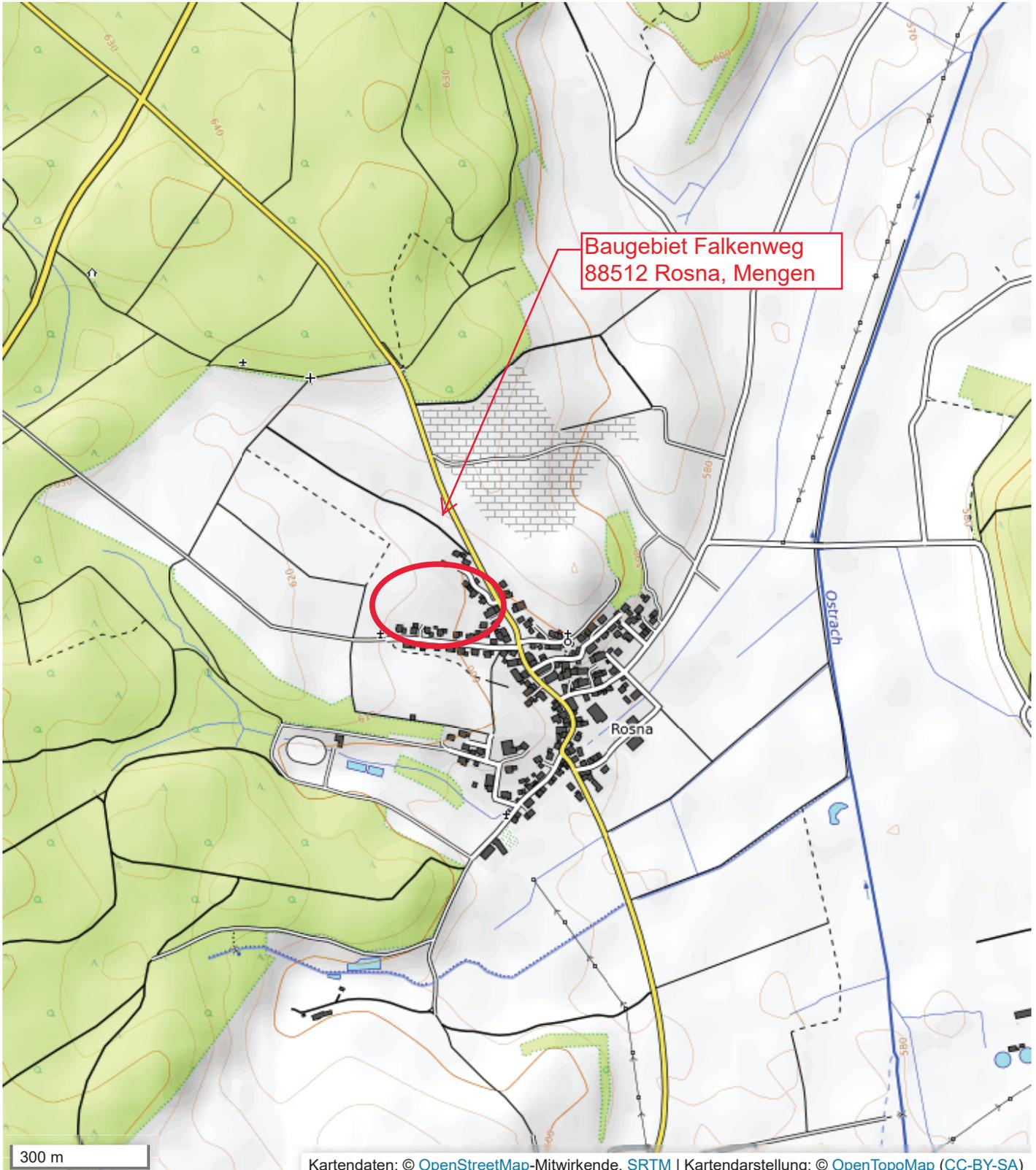
Auf die Vorbemerkung zum Abschnitt 4 dieses Berichts sei noch einmal ausdrücklich hingewiesen.

Der Bericht ist nur zusammen mit allen Anlagen gültig (Anlage 1.1 bis Anlage 4). Eine auszugsweise Weitergabe ist nicht gestattet. Die Vervielfältigung des Berichtes bedarf der Zustimmung des auf Seite 1 genannten Auftraggebers.

Für ergänzende Erläuterungen sowie zur Klärung der im Verlauf der weiteren Planung und Ausführung noch offenen Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

M.Sc. Johannes Granzow

Dipl. Ing. (FH) R. Frankovsky



Legende

- Schürfgrube
- ▼ schwere Rammsondierung

fm geotechnik

Wiesflecken 6 Mayrhof 11
 68279 Amtzell 67452 Altheimerd
 Tel. 07522/9764407 Tel. 06373/3020379

Bauvorhaben: Baugebiet Falkenweg, Rosna
 Projekt Nr.: A2110025
 Anlage 1.2
 Maßstab: 1:1.000

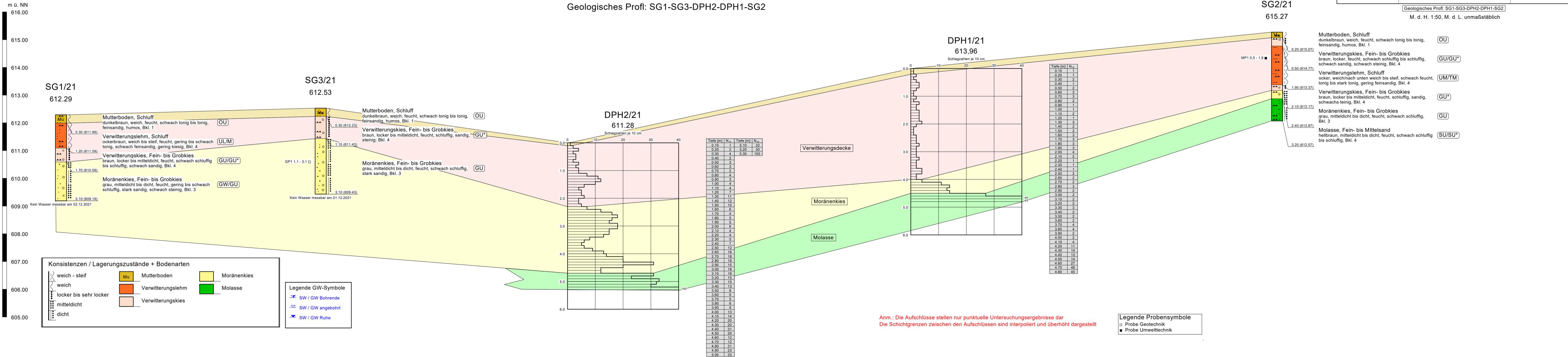
WA	o
GRZ 0,4	△ ED
SD	DN = 15-35°
FH = max. 9,0m	WH = max. 6,2m

WA	o
GRZ 0,4	△ ED
SD	DN = 15-35°
FH = max. 7,0m	WH = max. 4,5m



Flächenbilanzierung		m²	%
Größe des Geltungsbereiches		33.690 m²	100%
Öffntl. Verkehrsfläche/Fußwege		5.400 m²	16%
Öffntl. Grünfläche/Spielplatz		1.175 m²	3%
Private Bauflächen		27.115 m²	80%
Anzahl der privaten Grundstücke		39 Stück	

Geologisches Profil: SG1-SG3-DPH2-DPH1-SG2



Anm.: Die Aufschlüsse stellen nur punktuelle Untersuchungsergebnisse dar
Die Schichtgrenzen zwischen den Aufschlüssen sind interpoliert und überhöht dargestellt

Konsistenzen / Lagerungszustände + Bodenarten

	weich - steif		weich		locker bis sehr locker		mitteldicht		dicht
	Mutterboden		Verwitterungslehm		Verwitterungskies		Moränenkies		Molasse

Legende GW-Symbole

- SW / GW Bohrende
- SW / GW angebohrt
- SW / GW Ruhe

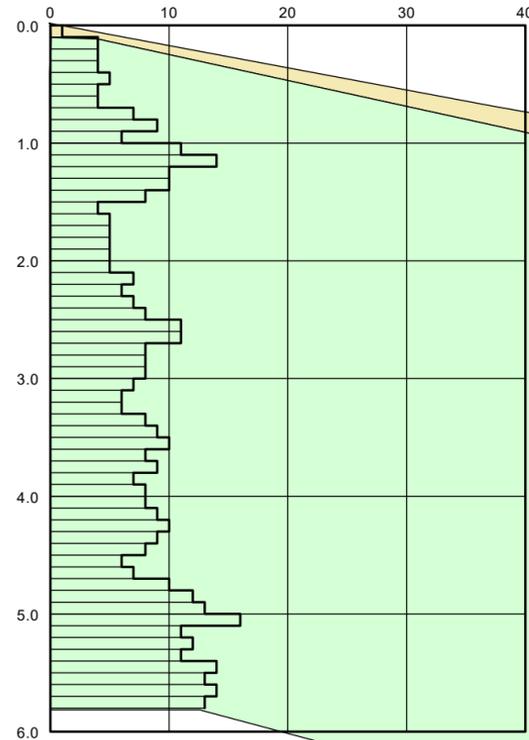
Legende Probensymbole

- Probe Geotechnik
- Probe Umwelttechnik

Geologisches Profil: DPH3-SG4-SG5

m ü. NN
607.00
606.00
605.00
604.00
603.00
602.00
601.00
600.00
599.00
598.00
597.00
596.00

DPH3/21
606.69
Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀	Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	1	5.10	16
0.20	4	5.20	11
0.30	4	5.30	12
0.40	4	5.40	11
0.50	5	5.50	14
0.60	4	5.60	13
0.70	4	5.70	14
0.80	7	5.80	13
0.90	9		
1.00	6		
1.10	11		
1.20	14		
1.30	10		
1.40	10		
1.50	8		
1.60	4		
1.70	5		
1.80	5		
1.90	5		
2.00	5		
2.10	5		
2.20	7		
2.30	6		
2.40	7		
2.50	8		
2.60	11		
2.70	11		
2.80	8		
2.90	8		
3.00	8		
3.10	7		
3.20	6		
3.30	6		
3.40	8		
3.50	9		
3.60	10		
3.70	8		
3.80	9		
3.90	7		
4.00	8		
4.10	8		
4.20	9		
4.30	10		
4.40	9		
4.50	8		
4.60	6		
4.70	7		
4.80	10		
4.90	12		
5.00	13		

SG4/21
604.96

Mu

Mutterboden, Schluff
dunkelbraun, weich, feucht, schwach tonig, feinsandig, humos, Bkl. 1 (OU)

Molasse, Fein- bis Grobsand
hellbraun, mitteldicht bis dicht, feucht, schluffig bis stark schluffig, Bkl. 4 (SU*)

Kein Wasser messbar am 02.12.2021

0.40 (604.56)

3.10 (601.86)

SG5/21
599.32

Mu

Mutterboden, Schluff
dunkelbraun, weich, feucht, schwach tonig, feinsandig, humos, Bkl. 1 (OU)

Molasse, Fein- bis Grobsand
hellbraun, mitteldicht bis dicht, feucht, schluffig bis stark schluffig, Bkl. 4 (SU*)

0.60 (598.72)

3.20 (596.12)

Kein Wasser messbar am 02.12.2021

Konsistenzen / Lagerungszustände + Bodenarten

- Mu Mutterboden
- Molasse

Legende GW-Symbole

- SW / GW Bohrende
- SW / GW angebohrt
- SW / GW Ruhe

Legende Probensymbole

- Probe Geotechnik
- Probe Umwelttechnik

Anm.: Die Aufschlüsse stellen nur punktuelle Untersuchungsergebnisse dar
Die Schichtgrenzen zwischen den Aufschlüssen sind interpoliert und überhöht dargestellt

Bewertung von Bodenmischproben nach der Verwaltungsvorschrift des UMBW

(für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial, vom 14.03.2007 mit Berichtigung vom 29.12.2017)

(Die hier vorgelegten chemischen Befunde und Einstufungen sind nur mit den dazugehörigen Originalbefunden des Analytik-Labors gültig)

Prüfbericht Nr. Agrolab GmbH: 3223987

Analytik		Zuordnungswerte							Probe			
Parameter	Dimension	Sand	Z0 Lehm / Schluff	Ton	Z0* IIIA	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	MP1 Verwitterungslehm		
SG2 0,50-1,90												
Bewertung nach: Lehm/Schluff												
Feststoff												
Cyanide (ges.)	mg/kg	-	-	-	-	-	3	3	10	<0,3		
EOX	mg/kg	1	1	1	1	1	3	3	10	<1,0		
Arsen	mg/kg	10	15	20	15/20 ³⁾	15/20 ³⁾	45	45	150	9,6		
Blei	mg/kg	40	70	100	100	140	210	210	700	13		
Cadmium	mg/kg	0,4	1	1,5	1	1	3	3	10	<0,2		
Chrom (ges.)	mg/kg	30	60	100	100	120	180	180	600	32		
Kupfer	mg/kg	20	40	60	60	80	120	120	400	19		
Nickel	mg/kg	15	50	70	70	100	150	150	500	35		
Quecksilber	mg/kg	0,1	0,5	1	1	1	1,5	1,5	5	<0,05		
Thallium	mg/kg	0,4	0,7	1	0,7	0,7	2,1	2,1	7	0,1		
Zink	mg/kg	60	150	200	200	300	450	450	1500	58		
KW	mg/kg	(100)	(100)	(100)	(100)	200 (400) ²⁾	300 (600) ²⁾	300 (600) ²⁾	1000 (2000) ²⁾	<50		
∑ PAK ₁₆ n. EPA	mg/kg	3	3	3	3	3	3	9	30	1,1		
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,6	<0,9	<0,9	<3	<0,05		
∑ LHKW	mg/kg	1	1	1	1	1	1	1	1	u.n.		
∑ BTEX	mg/kg	1	1	1	1	1	1	1	1	u.n.		
∑ PCB ₆	mg/kg	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,15	0,15	0,5	u.n.		

³⁾ Der Wert 15 mg/kg gilt für Sand und Lehm/Schluff; für Ton gilt 20 mg/kg

²⁾ ohne Klammer: Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge C10 - C22; mit Klammer: Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C10 - C40

Eluat												
pH-Wert ³⁾		6,5 - 9				6,5 - 9	6 - 12	5,5 - 12	7,4			
Leitfähigkeit ³⁾	µS/cm	250				250	1500	2000	14			
Chlorid	mg/l	30				30	50	100	<2,0			
Sulfat	mg/l	50				50	100	150	<2,0			
Phenolindex	µg/l	20				20	40	100	<10			
Cyanide (ges.)	µg/l	5				5	10	20	<5			
Arsen	µg/l	-	-	-	14	14	14	20	60	<5		
Blei	µg/l	-	-	-	40	40	40	80	200	<5		
Cadmium	µg/l	-	-	-	1,5	1,5	1,5	3	6	<0,5		
Chrom	µg/l	-	-	-	12,5	12,5	12,5	25	60	<5		
Kupfer	µg/l	-	-	-	20	20	20	60	100	<5		
Nickel	µg/l	-	-	-	15	15	15	20	70	<5		
Quecksilber	µg/l	-	-	-	0,5	0,5	0,5	1	2	<0,2		
Thallium	µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,5		
Zink	µg/l	-	-	-	150	150	150	200	600	<50		

n.u. = nicht untersucht												
"<" Zeichen oder u.n. = unter Nachweisgrenze												
Deklaration										Z0		

³⁾ Eine Überschreitung dieser Parameter allein ist kein Ausschlusskriterium

AGROLAB Labor GmbH, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

fm Geotechnik
 Herr Klaus Merk
 Mayrhalde 11
 87452 Altusried

A2110025
 BG Falkenweg Rosna
 Anlage 3.2

Datum 09.12.2021
 Kundennr. 27064070

PRÜFBERICHT 3223980 - 200085

Auftrag **3223980 A2110025 BG Falkenweg Rosna**
 Analysenr. **200085 Mineralisch/Anorganisches Material**
 Probeneingang **06.12.2021**
 Probenahme **02.12.2021**
 Probenehmer **Auftraggeber (fm geotechnik, Ralf Frankovsky)**
 Kunden-Probenbezeichnung **MP1**

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Analyse in der Fraktion < 2mm			
Masse Laborprobe	kg	2,14	DIN 19747 : 2009-07 DIN EN 12457-4 : 2003-01
Trockensubstanz	%	80,6	DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A
pH-Wert (CaCl2)		7,4	DIN ISO 10390 : 2005-12
Cyanide ges.	mg/kg	<0,3	DIN EN ISO 17380 : 2013-10
EOX	mg/kg	<1,0	DIN 38414-17 : 2017-01
Königswasseraufschluß			
Arsen (As)	mg/kg	9,6	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Blei (Pb)	mg/kg	13	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Cadmium (Cd)	mg/kg	<0,2	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Chrom (Cr)	mg/kg	32	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kupfer (Cu)	mg/kg	19	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Nickel (Ni)	mg/kg	35	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	mg/kg	<0,05	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	mg/kg	0,1	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Zink (Zn)	mg/kg	58	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC)	mg/kg	<50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg	<50	DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09
Naphthalin	mg/kg	<0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthylen	mg/kg	<0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Acenaphthen	mg/kg	<0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoren	mg/kg	<0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Phenanthren	mg/kg	0,29	DIN ISO 18287 : 2006-05
Anthracen	mg/kg	0,06	DIN ISO 18287 : 2006-05
Fluoranthren	mg/kg	0,31	DIN ISO 18287 : 2006-05
Pyren	mg/kg	0,20	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)anthracen	mg/kg	0,11	DIN ISO 18287 : 2006-05
Chrysen	mg/kg	0,07	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	0,07	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	<0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	<0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	<0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	<0,05	DIN ISO 18287 : 2006-05

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

Datum 09.12.2021
 Kundennr. 27064070

PRÜFBERICHT 3223980 - 200085

Kunden-Probenbezeichnung **MP1**

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
PAK-Summe (nach EPA)	mg/kg	1,1 ^{x)}		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<i>Dichlormethan</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>cis-1,2-Dichlorethen</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>trans-1,2-Dichlorethen</i>	mg/kg	<0,050	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Trichlormethan</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>1,1,1-Trichlorethan</i>	mg/kg	<0,02	0,02	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Trichlorethen</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Tetrachlormethan</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Tetrachlorethen</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
LHKW - Summe	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<i>Benzol</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Toluol</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Ethylbenzol</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>m,p-Xylol</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>o-Xylol</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Cumol</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
<i>Styrol</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN EN ISO 22155 : 2016-07
Summe BTX	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
<i>PCB (28)</i>	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
<i>PCB (52)</i>	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
<i>PCB (101)</i>	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
<i>PCB (118)</i>	mg/kg	<0,025 ^{m)}	0,025	DIN EN 15308 : 2016-12
<i>PCB (138)</i>	mg/kg	<0,025 ^{m)}	0,025	DIN EN 15308 : 2016-12
<i>PCB (153)</i>	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
<i>PCB (180)</i>	mg/kg	<0,005	0,005	DIN EN 15308 : 2016-12
PCB-Summe	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter
PCB-Summe (6 Kongenere)	mg/kg	n.b.		Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter

Eluat

Eluaterstellung				DIN EN 12457-4 : 2003-01
Temperatur Eluat	°C	20,8	0	DIN 38404-4 : 1976-12
pH-Wert		7,4	0	DIN EN ISO 10523 : 2012-04
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	14	10	DIN EN 27888 : 1993-11
Chlorid (Cl)	mg/l	<2,0	2	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Sulfat (SO4)	mg/l	<2,0	2	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Phenolindex	mg/l	<0,01	0,01	DIN EN ISO 14402 : 1999-12
Cyanide ges.	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 14403-2 : 2012-10
Arsen (As)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Blei (Pb)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Cadmium (Cd)	mg/l	<0,0005	0,0005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Chrom (Cr)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Kupfer (Cu)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Nickel (Ni)	mg/l	<0,005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Quecksilber (Hg)	mg/l	<0,0002	0,0002	DIN EN ISO 12846 : 2012-08
Thallium (Tl)	mg/l	<0,0005	0,0005	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01
Zink (Zn)	mg/l	<0,05	0,05	DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

Datum 09.12.2021
Kundennr. 27064070

PRÜFBERICHT 3223980 - 200085

Kunden-Probenbezeichnung **MP1**

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.

m) Die Nachweis-, bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da Matrixeffekte bzw. Substanzüberlagerungen eine Quantifizierung erschweren.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

Die Einwaage zur Untersuchung auf leichtflüchtige organische Substanzen erfolgte im Labor aus der angelieferten Originalprobe. Dieses Vorgehen könnte einen Einfluss auf die Messergebnisse haben.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Beginn der Prüfungen: 06.12.2021

Ende der Prüfungen: 09.12.2021

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

AGROLAB Labor GmbH, Christian Reutemann, Tel. 08765/93996-500
serviceteam2.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2018 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "°" gekennzeichnet.

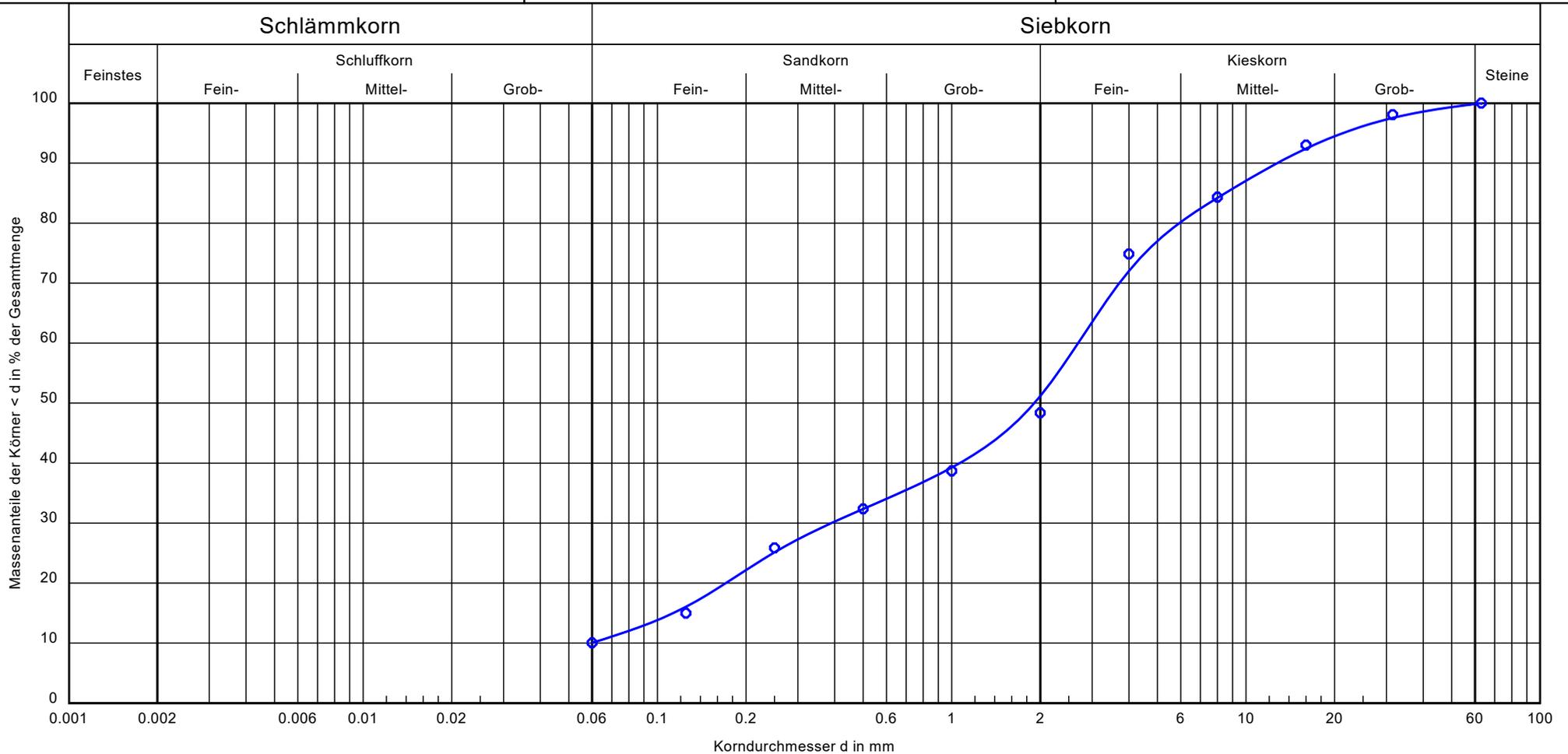
Körnungslinie

BG Falkenweg, Rosna

Prüfungsnummer: 1
Probe entnommen am: 02.12.2021
Art der Entnahme: Mischprobe, gestört
Arbeitsweise: Siebung, nass

Bearbeiter: Gr

Datum: 13.12.2021



Bezeichnung	GP1 - Moränenkies	Bemerkungen: SG3 1,1 - 3,1 Moränenkies GP1	Bericht: A2110025 Anlage: 4
Entnahmestelle	SG3		
Tiefe	1,1 - 3,1		
Bodenart	S, G, u'		
k [m/s] (USBR)	$6.2 \cdot 10^{-5}$		
T/U/S/G [%]	-/10.0/41.1/48.7		
Bodengruppe	GU		
Frostsicherheit	F2		