

Ortsgemeinde Brachbach
über
Verbandsgemeinde Kirchen (Sieg)
Lindenstraße 1

57548 Kirchen

03.06.2024

Geotechnischer Bericht

zum Bauvorhaben

Erschließung

NBG „Auf der Ehrenwiese“

B r a c h b a c h

Proj.-Nr.: 24009

Kaiser Geotechnik GmbH
Dipl.-Geologe Dr. Gerd Kaiser
Beratender Ingenieur
Dipl.-Geologe Thilo Born

Auf dem Kessling 6d · 56414 Niederahr
Telefon 02602 – 94952 – 0
Telefax 02602 – 94952 – 59
e-mail: info@kaiser-geotechnik.de

Amtsgericht Kirchen (Sieg) HRB 5078
Geschäftsführer:
Dipl.-Geologe Thilo Born
Prokurist:
Dipl.-Geologe Holger Weimer

Nassauische Sparkasse
BLZ 510 500 15
Konto-Nr. 546 013 340
IBAN: DE23510500150546013340
SWIFT-BIC: NASSDE55XXX

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1.0 Allgemeines	3
2.0 Unterlagen.....	3
3.0 Situation	3
4.0 Durchgeführte Untersuchungen	4
5.0 Geologisch - hydrogeologische Verhältnisse	5
5.1 Schichtenfolge	5
5.2 Wasserverhältnisse	7
6.0 Umweltgeologische Untersuchungen - Bodenanalysen	8
7.0 Homogenbereiche	11
7.1 Einteilung.....	11
7.2 Bodenmechanische Kennwerte.....	11
7.3 Frostempfindlichkeit und Verdichtbarkeitsklasse.....	12
8.0 Geotechnische Hinweise zur Bauausführung	13
8.1 Planum	13
8.2 Straßenoberbau	14
8.3 Kanalbau	15
8.4 Verdichtungsanforderungen	16
8.5 Einschnitte	16
8.6 Versickerungsbedingungen.....	17
8.7 Allgemeine Hinweise	18
8.8 Eignungs-, Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen	18
9.0 Schlussbemerkungen	19

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lageplan der Bodenaufschlüsse 1 : 750
Anlage 2	2.1 Bohrprofile
	2.2 Profilschnitt
Anlage 3	Chemisch-analytische Laboruntersuchungen
	<i>Prüfberichte - Bodenanalysen nach Ersatzbaustoffverordnung</i>

1.0 Allgemeines

Die Verbandsgemeindeverwaltung Kirchen (Sieg) erteilt im Namen der Ortsgemeinde Brachbach den Auftrag, geotechnische und umweltgeologische Untersuchungen zur geplanten Erschließung des Neubaugebiets „Auf der Ehrenwiese“ in Brachbach durchzuführen.

Auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse sind geotechnische Hinweise zur Ausführung der Erschließungsarbeiten zusammenzustellen.

2.0 Unterlagen

- *Lagepläne (VG Kirchen (Sieg))*
- *Lagepläne der Versorgungsträger (T-Com, Syna etc.)*
- *Ergebnisse der Kleinbohrungen*
- *Ergebnisse bodenmechanischer Felduntersuchungen*
- *Bodenanalysen gemäß Ersatzbaustoffverordnung*
- *Bodenklassifikation nach DIN 18 196*
- *Klassifizierung in Homogenbereiche nach ATV DIN 18 300*

3.0 Situation

Die Verbandsgemeinde Kirchen (Sieg) und die Ortsgemeinde Brachbach planen die Erschließung des Neubaugebietes „Auf der Ehrenwiese“ in Brachbach.

Das Projektareal liegt im Südwesten der bebauten Ortslage von Brachbach und soll über die bestehende Straße „Auf der Hell“ erschlossen werden.

Die Lage des Neubaugebiets mit der geplanten Erschließungsstraße geht aus dem Übersichtsplan im Maßstab 1 : 750 (Anlage 1) hervor.

4.0 Durchgeführte Untersuchungen

Auftragsgemäß wurden zur Feststellung der Baugrundverhältnisse nachfolgende Bodenaufschlüsse abgeteuft:

➤ **Kleinrammbohrungen (Ø 80/60) RKS 1 - RKS 2**

Die Bodenaufschlusspositionen sind aus dem Lageplan im Maßstab 1 : 750 (Anlage 1) ersichtlich und sind in Anlehnung an DIN 4023 in Profilschnitten im Maßstab 1 : 25 (Anlage 2.1) dargestellt.

Das „Baugrundmodell“ mit Zuordnung der Baugrundsichten in Homogenbereiche gemäß DIN 18 300 ist in einem Systemschnitt in Anlage 2.2 visualisiert.

Die in den Bodenaufschlüssen angetroffenen Lockergesteine wurden bodenmechanischen Feldversuchen unterzogen und nach DIN 18 196 klassifiziert.

Im Hinblick auf die geordnete Verwertung / Entsorgung des im Rahmen der Baumaßnahme zu erwartenden Erdaushubs wurden aus den sensorisch zu unterscheidenden Baugrundhauptteilen Bodenproben entnommen und daraus zwei Bodenmischproben zusammengestellt. Diese wurden orientierend gemäß der Ersatzbaustoffverordnung (EBV) vom 9. Juli 2021, Parameterliste für Bodenmaterial und Baggergut (Anlage 1 Tab. 3) analysiert.

Hinsichtlich der vollständigen Analysen wird auf die in der Anlage 3 beigefügten Prüfberichte verwiesen.

5.0 Geologisch - hydrogeologische Verhältnisse

5.1 Schichtenfolge

Auf der Grundlage geologischer Karten, Erfahrungen aus Baugrunduntersuchungen im Umfeld sowie der aktuell am Projektstandort durchgeführten Bodenaufschlüsse ergibt sich folgende Baugrundsituation:

Die Basis des Projektstandortes wird von unterdevonischen Festgesteinen eingenommen. Es handelt sich um geschieferte Ton- und Siltsteine mit Einschaltungen von Sandsteinen, die im Zuge der vorliegenden Erkundung noch nicht aufgeschlossen wurden.

Über dem Festgestein und dessen Zersatzzone folgen Hangschutt und Hanglehm.

Der oberste Profilabschnitt wird von anthropogenen Auffüllungen bzw. von Oberboden repräsentiert.

5.1.1 Auffüllungen

Wie aus Anlage 1 ersichtlich, erfolgt die Erschließung des Neubaugebiets über die bestehende Straße „Auf der Hell“.

Diese ist im Anschlussbereich aktuell mit stark verlehmtten Schotter befestigt, der bodenmechanisch als schwach toniger, sandiger, stark schluffiger Kies angesprochen wurde.

Auf Grundlage der Bohrwiderstände an Bohrposition RKS 1 wurde die Lagerung der Baugrundeinheit als „mitteldicht“ klassifiziert und dem Schotter eine Stärke von rd. 0,4 m attestiert.

5.1.2 Oberboden

Außerhalb der Wegebefestigung wurde an Bohrposition RKS 2 als oberstes Schichtglied humoser Oberboden von brauner Farbe nachgewiesen.

Die Schichtstärke wurde mit ca. 0,2 m erbohrt.

5.1.3 Lehm

Im Liegenden des Oberbodens der Bohrung RKS 1 wurde braun, hellbraun gefärbter Lehm erbohrt.

Dieser ist mit einem stark verlehmtten Hangschutt wechselnd gelagert bzw. mit diesem verzahnt.

Die Kornzusammensetzung des Bodens reicht bodenmechanisch von einem schwach tonigen bis tonigen, sandigen Schluff bis zu einem schwach tonigen, sandigen Schluff- / Kies-Gemisch, dessen Übergang mit steigendem Kieskornanteil zum Hangschutt fließend ist.

Die Konsistenz lag zum Zeitpunkt der Geländeuntersuchungen überwiegend im Bereich steifplastisch und untergeordnet auch steifplastisch bis halbfest.

Aufgrund einer Quell- / Sickerwasseraustrittsstelle an der Grenze zwischen Flst. 435/14, 436/14 und Flst. 433/14 können erfahrungsgemäß auch weichplastische Zonen im Lehm nicht ausgeschlossen werden.

Bodenmechanisch ist der Boden als stark wasser- und frostempfindlich einzustufen. Er neigt bei Wasserkontakt und dynamischer Beanspruchung zu einer raschen Konsistenzänderung, d.h., zum Aufweichen.

Die Schichtstärke der Lehmschichten wurde zwischen ca. 0,3 m und 0,9 m nachgewiesen.

5.1.4 Hangschutt / Felszersatz

Im Liegenden des Lehms bzw. im Liegenden der Auffüllungen des Bohrung RKS 1 wurden Hangschuttsedimente notiert, die insbesondere an v. g. Bohrposition mit Lehmlagen verzahnt sind.

Wie beschrieben, ist der Übergang von Hangschutt zum kiesigen Lehm im Projektareal fließend.

Der hellbraun bis braun gefärbte Hangschutt repräsentiert die teils umgelagerten, teils in situ verbliebenen Verwitterungsprodukte der den Untergrund aufbauenden devonischen Sedimentgesteine.

Auch der Übergang vom Hangschutt zum stark verwitterten Festgestein erfolgt an beiden Bohrpunkten ebenfalls fließend, ohne scharfe Grenze, sodass dieser Zersatzhorizont in den Bohrprofilen als „L/Zv“ ausgehalten wurde.

Bodenmechanisch ist der Hangschutt als Schluff- / Kiesgemisch bzw. als schwach toniger, sandiger, stark schluffiger Kies zu beschreiben.

Die Lagerung des Hangschutts ist auf der Grundlage der festgestellten Bohrwiderstände als mitteldicht einzustufen.

Abweichend hierzu ist der zu einem Lockergestein umgewandelte Felszersatz bodenmechanisch als schwach kiesiger, toniger, sandiger Schluff zu beschreiben.

Anhand von bodenmechanischen Feldversuchen wurde dem Zersatz eine überwiegend halbfeste Zustandsform attestiert.

Die Wasserempfindlichkeit des stark verlehnten Hangschutts bzw. des lehmigen Felszersatzes ist in Abhängigkeit vom Feinkornanteil als mittel bis hoch einzustufen.

5.2 Wasserverhältnisse

Zum Zeitpunkt der Geländearbeiten wurde bei Bohrtiefen von max. 3,0 m kein Grundwasser angetroffen.

Insbesondere in und nach Perioden mit höheren Niederschlagsraten kann es allerdings in den oberflächennahen Bodenschichten zur Ausbildung von temporärem Hang-, Schicht- und Stauwasser kommen.

Dies gilt besonders im südlichen Abschnitt des geplanten Neubaugebiets. Hier wurde an der Grenze zwischen Flst. 435/14, 436/14 und Flst. 433/14 eine Quell- / Sickerwasseraustrittsstelle dokumentiert.

6.0 Umweltgeologische Untersuchungen - Bodenanalysen

Im Hinblick auf die ordnungsgemäße Verwertung / Entsorgung möglicherweise als Aushub im Zuge der Baumaßnahme vom Standort zu verbringender bzw. im Rahmen der Baumaßnahme wieder vor Ort zu verwertender Bodenmassen wurden aus den angetroffenen Baugrundeinheiten zwei horizontspezifische Bodenmischproben gebildet und auftragsgemäß einer orientierenden Analytik gemäß der Ersatzbaustoffverordnung (EBV) vom 9. Juli 2021, Anlage 1, Tab. 3 (Materialwerte für Bodenmaterial und Baggergut) zugeführt.

In der labortechnischen Untersuchung wurden folgende Böden mit den zugehörigen Probebezeichnungen berücksichtigt:

- **MP 24009/1** **Auffüllungen (verlehmter Schotter)**
- **MP 24009/2** **natürliche Böden**

Die Einzelproben und die Zusammenstellung der Mischproben sind in den Bohrprofilen der Anlage 2.1 ersichtlich.

Zu einer möglichen Verwertung von Bodenmaterial und Baggergut sind in der nachfolgenden Tabelle 1 die Feststoffgehalte und Eluatkonzentrationen im Vergleich zu den Materialwerten der Ersatzbaustoffverordnung aufgelistet.

Aufgrund ihrer Kornzusammensetzungen wurden beide Mischproben nach den bodenartspezifischen Zuordnungswerten für „Lehm/Schluff“ beurteilt. Hinsichtlich der vollständigen Bodenanalysen wird auf die in der Anlage 3 beigefügten Prüfberichte des Laboratoriums chemlab Gesellschaft für Analytik & Umweltberatung mbH verwiesen.

Tab. 1: Ergebnisse Bodenanalysen mit Materialwerten für Bodenmaterial ¹⁾ und Baggergut gemäß EBV

Parameter	Einheit	Analysenwerte		Materialwerte							
		Probe		BM-0 Sand	BM-0 Lehm, Schluff	BM-0 Ton	BM-0* 3)	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3
		MP 24009/1	MP 24009/2								
Feststoff											
Arsen	mg/kg	5,4	13,9	10	20	20	20	40	40	40	150
Blei	mg/kg	16,1	11,8	40	70	100	140	140	140	140	700
Cadmium	mg/kg	0,24	0,07	0,4	1	1,5	1 6)	2	2	2	10
Chrom, ges.	mg/kg	74,0	24,1	30	60	100	120	120	120	120	600
Kupfer	mg/kg	30,2	13,8	20	40	60	80	80	80	80	320
Nickel	mg/kg	92,5	36,7	15	50	70	100	100	100	100	350
Quecksilber	mg/kg	0,06	0,03	0,2	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5
Thallium	mg/kg	<0,2	<0,2	0,5	1,0	1,0	1,0	2	2	2	7
Zink	mg/kg	105	36,7	60	150	200	300	300	300	300	1.200
TOC	M%	0,77	0,42	1 7)	1 7)	1 7)	1 7)	5	5	5	5
KW (C10 - C22)	mg/kg	<10	<10	-	-	-	300	300	300	300	1.000
KW (C10 - C40)	mg/kg	10	<10	-	-	-	600	600	600	600	2.000
PAK16 10)	mg/kg	u.d.B.	u.d.B.	3	3	3	6	6	6	9	30
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,02	<0,02	0,3	0,3	0,3	-	-	-	-	-
PCB6 u. PCB-118	mg/kg	u.d.B.	u.d.B.	0,05	0,05	0,05	0,1	-	-	-	-
EOX 11)	mg/kg	<1	<1	1	1	1	1	-	-	-	-

Parameter	Einheit	Analysenwerte		Materialwerte							
		Probe		BM-0 Sand	BM-0 Lehm, Schluff	BM-0 Ton	BM-0* 3)	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3
		MP 24009/1	MP 24009/2								
Eluat											
pH-Wert 4)	-	7,44	6,95	-	-	-	-	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	5,5 - 12,0
Leitfähigkeit 4)	µS/cm	52	26	-	-	-	350	350	500	500	2.000
Sulfat	mg/l	6	7	250 5)	250 5)	250 5)	250 5)	250 5)	450	450	1.000
Arsen	µg/l	2	<1	-	-	-	8 (13)	12	20	85	100
Blei	µg/l	4	<2	-	-	-	23 (43)	35	90	250	470
Cadmium	µg/l	<0,5	<0,5	-	-	-	2 (4)	3,0	3,0	10	15
Chrom, ges.	µg/l	14 1)	<2	-	-	-	10 (19)	15	150	290	530
Kupfer	µg/l	10	<5	-	-	-	20 (41)	30	110	170	320
Nickel	µg/l	13	<5	-	-	-	20 (31)	30	30	150	280
Quecksilber 12)	µg/l	<0,1	<0,1	-	-	-	0,1	-	-	-	-
Thallium 12)	µg/l	<0,2	<0,2	-	-	-	0,2 (0,3)	-	-	-	-
Zink	µg/l	35	<20	-	-	-	100 (210)	150	160	840	1.600
PAK15 9)	µg/l	u.d.B.	u.d.B.	-	-	-	0,2	0,3	1,5	3,8	20
Naphth. u. Methyl- naphthaline, ges.	µg/l	u.d.B.	u.d.B.	-	-	-	2	-	-	-	-
PCB6 u. PCB-118	µg/l	u.d.B.	u.d.B.	-	-	-	0,01	-	-	-	-

- Die Materialwerte gelten für Bodenmaterial und Baggergut mit bis zu 10 Vol.-% (BM und BG) oder bis zu 50 Vol.-% (BM-F und BG-F) mineralischer Fremdbestandteile im Sinne von BBodSchV § 2 Nummer 8 mit nur vernachlässigbaren Anteilen an Störstoffen im Sinne von BBodSchV § 2 Nummer 9. Bodenmaterial der Klasse BM-0 und Baggergut der Klasse BG-0 erfüllen die wertbezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß BBodSchV § 7 Absatz 3. Bodenmaterial der Klassen BM-0 und Baggergut der Klasse BG-0 Sand erfüllen die wertbezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß BBodSchV § 8 Absatz 2. Bodenmaterial der Klasse BM-0* und Baggergut der Klasse BG-0* erfüllen die wertbezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß BBodSchV § 8 Absatz 3 Nummer 1.
- Bodenarten-Hauptgruppen gemäß Bodenkundlicher Kartieranleitung, 5. Auflage, Hannover 2009 (KA 5); stark schluffige Sande, lehmig-schluffige Sande und stark lehmige Sande sowie Materialien, die nicht bodenartsspezifisch zugeordnet werden können, sind entsprechen der Bodenart Lehm, Schluff zu bewerten.
- Die Eluatwerte in Spalte „BM-0“ sind mit Ausnahme des Eluatwertes für Sulfat nur maßgeblich, wenn für den betreffenden Stoff der jeweilige Feststoffwert nach Spalte „BM-0“ überschritten wird. Der Eluatwert für PAK₁₅ und Naphthalin und Methylnaphthaline, gesamt, ist maßgeblich, wenn der Feststoffwert für PAK₁₆ nach Spalte „BM-0“ überschritten wird. Die in Klammern genannten Werte gelten jeweils bei einem TOC-Gehalt von $\geq 0,5\%$.
- Stoffspezifischer Orientierungswert; bei Abweichungen ist die Ursache zu prüfen.
- Bei Überschreitung des Wertes ist die Ursache zu prüfen. Handelt es sich um naturbedingt erhöhte Sulfatkonzentrationen, ist eine Verwertung innerhalb der betroffenen Gebiete möglich. Außerhalb dieser Gebiete ist über die Verwertungseignung im Einzelfall zu entscheiden.
- Der Wert 1 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm, Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,5 mg/kg.
- Bodenmaterialspezifischer Zuordnungswert. Der TOC-Gehalt muss nur bei Hinweisen auf erhöhte Gehalte nach den Untersuchungsverfahren in Anlage 5 bestimmt werden. § 6 Absatz 11 Satz 2 und 3 der BBodSchV ist entsprechend anzuwenden. Beim Einbau sind Volumenbeständigkeit und Setzungsprozesse zu berücksichtigen.
- Die angegebenen Werte gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C₁₀ bis C₂₂. Der Gesamtgehalt, bestimmt nach DIN EN 14039 „Charakterisierung von Abfällen – Bestimmung des Gehaltes an Kohlenwasserstoffen von C₁₀ bis C₄₀ mittels Gaschromatographie“, Ausgabe Januar 2005 darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten.
- PAK₁₅: PAK₁₆ ohne Naphthalin und Methylnaphthaline.
- PAK₁₆: stellvertretend für die Gruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoff (PAK) werden nach der Liste der US-amerikanischen Umweltbehörde, Environmental Protection Agency (EPA), 16 ausgewählte PAK untersucht: Acenaphthen, Acenaphthylen, Anthracen, Benzo[a]anthracen, Benzo[a]pyren, Benzo[b]fluoranthren, Benzo[g,h,i]perylene, Benzo[k]fluoranthren, Chrysen, Dibenzo[a,h]anthracen, Fluoranthren, Fluoren, Indeno[1,2,3-cd]pyren, Naphthalin, Phenanthren und Pyren.
- Bei Überschreitung der Werte sind die Materialien auf fallspezifische Belastungen zu untersuchen.
- Bei Quecksilber und Thallium ist für die Klassifizierung in die Materialklassen BM-F0*/BG-F0*, BM-F1/BG-F1, BM-F2/BG-F2, BM-F3/BG-F3 der angegebene Gesamtgehalt maßgeblich. Der Eluatwert der Materialklasse BM-0*/BG0* ist einzuhalten.

¹ TOC = 0,77 M%

Einstufungsrelevant erhöht sind folgende Parameter:

➤	MP 24009/1	Auffüllungen (verlehmter Schotter)	Chrom u. Nickel (F)
➤	MP 24009/1	nat. Boden	-

Zusammenfassend sind die untersuchten Bodenmaterialien aufgrund der Befunde gemäß EBV wie folgt einzustufen:

➤	MP 24009/1	Auffüllungen (verlehmter Schotter)	BM-0*
➤	MP 24009/2	nat. Böden	BM-0

Gemäß Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV) ergeben sich folgende **AVV-Schlüssel**:

➤	MP 24009/1	Auffüllungen (verlehmter Schotter)	17 05 04
➤	MP 24009/2	nat. Böden	17 05 04

Ergänzende Hinweise

Im Hinblick auf die Verwertung / Entsorgung, die Lagerung und den Transport sowie die Nachweisführung sind die EBV vom 9. Juli 2021, die BBodSchV, die Technischen Regeln der LAGA sowie die landesspezifischen Vorgaben zu beachten.

Bedingt durch die Abstände der Beprobungsstellen können im Rahmen der Erdarbeiten möglicherweise in den Zwischenbereichen bisher verborgene, sensorisch auffällige Partien vorgefunden werden.

Die im Rahmen der Baumaßnahme anfallenden Bodenmassen sind in Abhängigkeit von den Vorkenntnissen zu möglichen Belastungen und sensorischen Feststellungen zu separieren, bei Nachweis von oder Verdacht auf Belastungen gegen Niederschlagswasser, Staubverwehungen und unkontrollierten Zugriff geschützt auf wasserundurchlässiger Grundfläche bereitzustellen, repräsentativ zu beproben und zu analysieren.

Auf der Basis der Untersuchungsergebnisse ist über den weiteren Verbleib der Aushubmassen zu befinden.

Weiterhin ist darauf hinzuweisen, dass je nach Wahl der Verwertungs- / Entsorgungsstellen aufgrund deren spezifischer Genehmigungsbescheide ggf. zusätzliche Parameter zu untersuchen sind. Hieraus kann sich eine andere, u. U. auch ungünstigere Bewertung ergeben.

7.0 Homogenbereiche

7.1 Einteilung

Für das Lösen, Laden, Fördern, Einbauen und Verdichten von Boden, Fels und sonstigen Stoffen gilt die ATV DIN 18 300 „Erdarbeiten“.

Boden und Fels sind entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen. Hierfür sind diverse Eigenschaften und Kennwerte sowie deren ermittelte Bandbreite anzugeben. Zusätzlich sind ggf. umweltrelevante Inhaltsstoffe bei der Einteilung in Homogenbereiche zu berücksichtigen.

Die Angaben beruhen auf den Ergebnissen bodenmechanischer Feldversuche an Proben aus den verfügbaren Bodenaufschlüssen sowie auf Erfahrungs- und Fachliteraturwerten.

Tab. 2: Eigenschaften für die Homogenbereiche Boden

Homogenbereich	Baugrundschrift	Bodengruppe nach DIN 18196	Klasse gem. EBV	Anteil Steine, Blöcke (Masse.-%)	Konsistenz	Lagerungsdichte
I	Auffüllungen verlehmt Schotter	A	BM-0*	10-30	-	mitteldicht
II	Lehm	UL/TL/GU*	BM-0	0-20	steif, steif-halbfest (weich)	mitteldicht
	Hangschutt / Felszersatz	GU*/TL		10-30	halbfest	mitteldicht, dicht

7.2 Bodenmechanische Kennwerte

Basierend auf den Ergebnissen bodenmechanischer Feldversuche sowie auf Erfahrungswerten können den am Projektstandort angetroffenen Lockergesteinen in Anlehnung an die einschlägigen Normen die folgenden bodenmechanischen Klassifizierungen und Kenndaten zugeordnet werden:

Tab. 3: Charakteristische Werte der Wichten und Scherparameter sowie Steifemoduln

Homogenbereich	Baugrundschrift	Bodengruppe nach DIN 18196	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ρ' [°]	c' [kPa]	c_u [kPa]	E_s [MPa]
I	Auffüllungen verlehmt Schotter	A	21,0-22,0	11,0-12,0	32,5-37,5	0-2	0-20	20-50
II	Lehm	UL/TL/GU*	20,0-21,0	10,0-11,0	26,0-28,0	5-10	50-100	6-12
	Hangschutt / Felszersatz	GU*/TL	20,5-21,5	10,5-11,5	28,0-32,0	2-10	20-100	12-30

7.3 Frostempfindlichkeit und Verdichtbarkeitsklasse

Auf der Grundlage der durchgeführten Untersuchungen ergeben sich für die in den Bohrungen angetroffenen Böden folgende Klassifizierungen zur Frostempfindlichkeit und Verdichtbarkeit:

Tab. 4: Frostempfindlichkeit und Verdichtbarkeit

Homogenbereich	Baugrundschrift	Bodengruppe nach DIN 18196	Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB	Verdichtbarkeitsklasse nach ZTV A-StB
I	Auffüllungen verlehmteter Schotter	A	F3	V2
II	Lehm	UL/TL/GU*	F3	V3
	Hangschutt / Felszersatz	GU*/TL	F3	V2 - V3

F1=nicht frostempfindlich

F2=gering bis mittel frostempfindlich

F3=sehr frostempfindlich

V1=gut verdichtbar

V2=mäßig gut verdichtbar

V3=eingeschränkt verdichtbar

Die Bodenklassen der DIN 18 300 (alt) sind orientierend in Anlage 2 dargestellt.

8.0 Geotechnische Hinweise zur Bauausführung

Die Ergebnisse der durchgeführten ingenieurgeologischen Erkundung weisen für den Bereich der geplanten Erschließung des Neubaugebiets „Auf der Ehrenwiese“ in Brachbach nachfolgende Baugrundsituation aus.

Folgende **Baugrundeinheiten, Homogenbereiche gem. DIN 18 300 und EBV-Einstufungen** wurden unterschieden:

➤ Auffüllungen Schotter	Homogenbereich I	BM-0*
➤ Lehm	Homogenbereich II	BM-0
➤ Hangschutt / Felszersatz	Homogenbereich II	BM-0

Grundwasser wurde zum Zeitpunkt der Geländearbeiten nicht angetroffen.

Insbesondere in und nach Perioden mit höheren Niederschlagsraten ist erfahrungsgemäß mit oberflächennahem Hanggrundwasser (Schichtwasser, Stauwasser) zu rechnen.

Dies gilt besonders im südlichen Abschnitt des geplanten Neubaugebiets. Hier wurde an der Grenze zwischen Flst. 435/14, 436/14 und Flst. 433/14 ein Quell- / Sickerwasseraustritt notiert.

8.1 Planum

Auf der Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse zur Baugrundsituation sind im Rahmen der zur Profilierung erforderlichen Erdarbeiten verlehmteter Schotter, Lehm, verlehmteter Hangschutt sowie zu Lockergestein verwitterter Felszersatz zu erwarten.

Im Planumsniveau (gem. RStO 12: UK ungebundene Tragschichten) ist zunächst eine Grundtragfestigkeit von $E_{v2} \geq 45,0 \text{ MPa}$ zu gewährleisten.

Dieser Wert ist in den zumindest lokal im oberflächennah anstehenden Lehmschichten sowie in stark verlehmteten Partien des Hangschutts erfahrungsgemäß nicht gewährleistet (s. Anlage 2.2 – Systemschnitt).

Insbesondere in und nach Regenperioden kann Wasserzufuhr aufgrund der hohen Wasserempfindlichkeit zu einer Aufweichung und weiteren Verringerung der ohnehin geringen Grundtragfestigkeit führen.

Gemäß ZTVE-StB sind daher, in Abhängigkeit von der Gradienten des Planums, zumindest bereichsweise bodenverbessernde Maßnahmen einzukalkulieren.

Bodenstabilisierende Maßnahmen können grundsätzlich in Form eines Bodenaustauschs gegen grobkörniges Material (nach DIN 18 196) oder einer Bodenverfestigung mit Bindemitteln, vorzugsweise mit Mischbindern (Kalk / Zement), ausgeführt werden.

Die zweite Variante ist aufgrund der bestehenden, nahen Bebauung (Staubentwicklung!), der geringen Größe des Projektareals und der heterogenen Zusammensetzung der anstehenden Böden nicht unproblematisch.

Aufgrund der Verzahnung des Lehms mit Hangschutt ist hier voraussichtlich eine einheitliche, fachgerechte Bindemittelzugabe nicht sicher gewährleistet.

Da zudem im Zuge der Baugrunderkundung eine Quell- / Sickerwasseraustrittsstelle in unmittelbarer Nähe zur geplanten Erschließungsstraße dokumentiert wurde, wird im vorliegenden Fall von einer Bindemittelstabilisierung abgeraten.

Bei einer Bodenstabilisierung mit Grobsteinmaterial der Körnung 0/100 mm o. vgl. ist für Bereiche mit feinkornreichem Planum von erforderlichen Mindestaustauschstärken in einer Größenordnung von vorab ca. 20 cm bis 30 cm auszugehen. In bisher nicht festgestellten extremen Schwächezonen, die jahreszeitenbedingt lokal bzw. durch den beschriebenen Quellwasseraustritt nicht ausgeschlossen werden können, ist bei Bedarf zu verstärken.

In Abhängigkeit von den Ergebnissen der Tragfähigkeitsüberprüfung des Planums in der Bauphase kann der Bodenaustausch mit einer Anpassung der Korngrößen des Austauschmaterials (z.B. 0/56 - 0/63 mm) ggf. lokal auch reduziert werden.

8.2 Straßenoberbau

Nach Bestätigung der zu fordernden Grundtragfestigkeit des verbesserten Planums von $E_{v2} \geq 45$ MPa ist der weitere ungebundene und gebundene Oberbau unter Berücksichtigung der Verkehrsbelastung und der zugehörigen Belastungsklasse (Bk) entsprechend der aktuellen RStO zu dimensionieren.

Auf der Oberfläche der ungebundenen Tragschichten sind bei Asphalt- oder Pflasterbauweise in Abhängigkeit von der Belastungsklasse nach RStO 12 die nachfolgenden Vorgabewerte:

Belastungsklasse Bk 0,3

➤ Frostschutzschicht	$E_{v2} \geq 100,0 \text{ MPa}$	$E_{v2} / E_{v1} \leq 2,3$
➤ Schottertragschicht	$E_{v2} \geq 120,0 \text{ MPa}$	$E_{v2} / E_{v1} \leq 2,2$

Belastungsklasse Bk 1,0

➤ Frostschutzschicht	$E_{v2} \geq 120,0 \text{ MPa}$	$E_{v2} / E_{v1} \leq 2,2$
➤ Schottertragschicht	$E_{v2} \geq 150,0 \text{ MPa}$	$E_{v2} / E_{v1} \leq 2,2$

zu erbringen.

Bei Ausführung von Kies- oder Schottertragschichten wird bezüglich Verdichtungsgrad und Verformungsmodul ergänzend auf die Vorgaben der ZTV SoB-StB 20 verwiesen.

Gemäß Tabelle 6 der RStO 12 ist unter Berücksichtigung eines Planums der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von 50 cm (Bk 0,3) bzw. 60 cm (Bk 1,0) zu veranschlagen.

Bezüglich Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse (z.B. Frosteinwirkungszone) wird auf Tabelle 7 der RStO 12 verwiesen. Reduzierungen der Dicke sind bei Vorliegen einer anderen Frostempfindlichkeitsklasse des Planums (z.B. bei Bodenaustausch gegen grobkörnige Böden i. S. der DIN 18 196) ggf. möglich.

Bei einer hiervon abweichenden Bauklasse sind die Anforderungen gemäß RStO ggf. anzupassen.

8.3 Kanalbau

Bei Ansatz von vorläufig gewählten Kanalsohltiefen von ca. 2,0 m bis 3,0 m sind im Grabeneinschnitt vorrangig Lehm, Hangschutt und Felszersatz zu erwarten.

Die Wiederverwertbarkeit der Aushubmassen ist begrenzt.

Lediglich steifkonsistente bindige und gemischtkörnige Böden scheiden ohne bodenverbessernde Maßnahmen (Bindemittel) aufgrund des Setzungsrisikos a priori aus (siehe Kap. 8.1 – Planum).

Eingeschränkt verwertbar sind aufgrund der Wasserempfindlichkeit auch verlehmtete Hangschuttmassen.

Aufgrund der Witterungsanfälligkeit und des damit verbundenen Einbaurisikos wird wiederum empfohlen, ausreichende Fremdmassen in der Ausschreibung zu berücksichtigen.

Zu den geeigneten Ersatzschüttstoffen zählen neben abgestuften Mineralgemischen bindigkeitsarme Steinerden und Vorsiebmaterialien sowie bautechnisch gleichwertige und umweltverträgliche Recyclingbaustoffe.

Der Feinkornanteil $< 0,063$ mm sollte im Hinblick auf die Wasserempfindlichkeit einen Anteil von ca. 10 % bis 12 % nicht überschreiten.

Bei Leitungsgräben innerhalb des Straßenkörpers gelten die in den ZTVE-StB genannten Verdichtungsanforderungen. Für die Leitungszone sind zusätzlich die Vorgaben der Rohrstatik zu beachten. Insbesondere wird auch auf die DIN EN 1610 verwiesen.

Unter der normalen Rohrbettung werden in der Grabensohle zusätzliche Stabilisierungen erforderlich, wenn weiche oder gar breiige Böden, mylonitisierte und stark entfestigte Störungszonen angetroffen werden. Im mitteldicht bis dicht gelagerten Hangschutt und im halbfesten Lehm / Felszersatz ist in der wasserungesättigten Zone ansonsten erfahrungsgemäß eine ausreichende Tragfähigkeit gegeben.

In weichen Partien und entfestigten Störungszonen ist mit Steinmaterial der Körnungen 0/56 – 0/100 (0/150) zu stabilisieren.

Sodann ist von erforderlichen Austauschstärken in der Größenordnung von ca. 30 cm auszugehen. Die Grobsteinpackungen sind mit Vlies zu ummanteln, um Kornumlagerungen im Grabenbereich entgegenzuwirken.

Sofern im Zuge der Erd- / Tiefbauarbeiten Grund- / Schichtwasser angetroffen wird, sind um Kornumlagerungen und Wasserentzug zu vermeiden, in diesen wasserführenden Bereichen im Kanalgraben Querriegel aus Beton einzubauen. Die Riegel sind im Hinblick auf Umläufigkeiten mindestens 50 cm in die Böschungen und die Sohle einzubinden. Über Bedarf und Umfang ist vor Ort zu befinden.

8.4 Verdichtungsanforderungen

In Abhängigkeit von der Kornzusammensetzung des Schüttgutes bzw. des anstehenden Bodens ist für Untergrund und Unterbau in Einschnitten und Dämmen sowie in der Hauptverfüllung des Kanalgrabens mindestens folgender Verdichtungsgrad einzuhalten:

Planum bis 1,0 m Tiefe bei Dämmen und 0,5 m Tiefe bei Einschnitten	Bodengruppen GW, GI, GE SW, SI, SE GU, GT, SU, ST	$D_{pr} = 100 \%$
1,0 m unter Planum bis Dammsohle	Bodengruppen GW, GI, GE SW, SI, SE GU, GT, SU, ST	$D_{pr} = 98 \%$
Planum bis Dammsohle und bis 0,5 m Tiefe bei Einschnitten bzw. Leitungszone	Bodengruppen GU*, GT*, SU*, ST* U, T	$D_{pr} = 97 \%$

8.5 Einschnitte

In Einschnitten sind nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen vornehmlich Lehm und Hangschutt zu erwarten.

Die dauerhaften **Lockergesteinsböschungen** der Bodenklassen

GU / GU* / UL / UM / TL

Auffüllungen, Lehm, Hangschutt / Felszersatz

können mit einer Regelneigung von 1 : 1,5 bis 1 : 2 ausgebildet werden.

Temporäre Wasserführung kann zu oberflächennahen Hautrutschungen im Lockergestein führen. In derartigen Schwächezonen sind Böschungsrigolen aus Kies oder vliesummantelte Steinpackungen (Belastungsfilter) zum Fassen und Ableiten des Wassers einzubauen.

Aus dem Hanggelände zufließendes Schicht- und Oberflächenwasser ist zwingend vom vorhandenen wasserempfindlichen Unterbau bzw. Untergrund des Straßenkörpers fernzuhalten.

8.6 Versickerungsbedingungen

Die in den Bohrungen angetroffenen Schichten wurden bodenmechanisch beurteilt und klassifiziert.

Auf der Grundlage von Erfahrungswerten aus zahlreichen Bestimmungen durch Feld- und Laborversuchen können den am Standort angetroffenen Böden (Lockergesteinen) anhand der Bodenansprache vom Hangenden zum Liegenden, je nach Kornspektrum, orientierend folgende Bandbreiten der Durchlässigkeit zugeordnet werden:

➤ Belebte Oberbodenzone	$k = 5 \times 10^{-6} - 5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$	schwach durchlässig - durchlässig
➤ Lehm	$k = 1 \times 10^{-8} - 5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$	schwach durchlässig
➤ Hangschutt / Felszersatz	$k = 5 \times 10^{-7} - 5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$	schwach durchlässig - durchlässig

Nach hydrogeologischen Überlegungen kommen für Versickerungsanlagen gemäß ATV-Arbeitsblatt A 138 bevorzugt Böden in Frage, deren Durchlässigkeit in der Größenordnung von $k = 5 \times 10^{-6}$ bis $5 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ liegt, wobei im Hinblick auf den Grundwasserschutz zusätzlich ein ausreichendes Reinigungsvermögen vorausgesetzt werden muss.

Die Bedingung bezüglich der Durchlässigkeit ist im mehr oder minder stark verlehmtten Hangschutt / Felszersatz und insbesondere im natürlichen Lehm verbreitet nicht gewährleistet.

Nach den gewonnenen Erkenntnissen liegen für eine dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser am Standort insgesamt ungünstige bis sehr ungünstige Bedingungen vor. Allenfalls die oberen Lehmschichten („belebte Bodenzone“) bieten aufgrund ihrer Bodenstruktur noch (eingeschränkte) Möglichkeiten für eine oberflächennahe Versickerung.

Bzgl. eines ausreichenden Reinigungsvermögens des Bodens ist darauf zu verweisen, dass im Projektareal eine Quell- / Sickerwasseraustrittsstelle dokumentiert wurde.

Sollte dennoch eine mögliche Versickerung angestrebt werden, ist diese im Rahmen der weiteren Planung mit den entsprechenden Fachbehörden abzustimmen.

In der Konzeption etwaiger Versickerungsanlage(n) ist allerdings zu berücksichtigen, dass der Wechsel unterschiedlich durchlässiger Baugrundeinheiten eher zu einer horizontalen Ausbreitung des Wassers in wasserwegsameren Schichten führt, wodurch eine Verlagerung auf Nachbargrundstücke und ein Übertritt in die Arbeitsräume von Gebäuden begünstigt wird.

Vor diesem Hintergrund ist eine Bevorratung von Niederschlagswasser als Brauchwasser in Zisternen mit Notüberlauf in den Regenwasserkanal zu bevorzugen.

8.7 Allgemeine Hinweise

Die am Projektstandort verbreitet angetroffenen fein- und gemischtkörnigen Böden besitzen eine hohe Frost- und Wasserempfindlichkeit. Dem Schutz des Planums vor Wassereinflüssen kommt daher eine besondere Bedeutung zu.

Weiterhin ist zu beachten, dass dynamische Beanspruchungen der bindigen Böden durch Baustellenverkehr und Verdichtung zu einer Mobilisierung des Bodenwassers und Verringerung der Tragfähigkeit des Planums führen können.

Dies gilt insbesondere auch im Hinblick auf die Nutzung des Planums als Baustraße. Ggf. muss zusätzlich zu bereits durchgeführten Bodenstabilisierungsmaßnahmen zur Erhöhung der Grundtragfähigkeit eine weitere Verstärkung durch das Aufbringen von Fremdmassen (Mineralgemisch, Steinerde etc.) vorgenommen werden.

Verdichtungen unmittelbar auf oder über dem Planum sind mit statisch wirkenden Geräten auszuführen. Ein Befahren des ungeschützten Planums mit Baufahrzeugen ist zu vermeiden.

Hinsichtlich der Baugrubensicherung wird auf die Vorgaben der DIN 4124 verwiesen.

Abgesehen von Grabentiefen bis 1,25 m in standfesten Böden können die im Projektareal angetroffenen bzw. zu erwartenden Locker- und Festgesteine in der wasserungesättigten Zone, soweit auf einen Verbau verzichtet werden kann, wie folgt lastfrei geböscht werden:

- Auffüllungen $\leq 45^\circ$
- Lehm $\leq 60^\circ$ (bei weicher Konsistenz $\leq 45^\circ$)
- Hangschutt/ Felszersatz $\leq 45^\circ$

Sind diese Böschungsneigungen aufgrund des Platzangebots nicht realisierbar bzw. werden bestehende Bauwerke, Verkehrswege oder Leitungen tangiert, so ist ein jederzeit kraftschlüssiger Verbau einzusetzen, der im Absenkverfahren sukzessive mit dem Aushub eingebracht und mit der Verfüllung zurückgebaut wird.

In der statischen Bemessung eines Verbaus können die in Kapitel 7.2 zugrunde gelegten erdstatischen Kennwerte in Verbindung mit den Bohrprofilen (Anlage 2) angesetzt werden.

Im freien Gelände können mobile Stützelemente (Verbauplatten) eingesetzt werden.

8.8 Eignungs-, Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen

Die zur Qualitätssicherung erforderlichen Prüfungen sind nach den einschlägigen Richtlinien (z.B. ZTVE-StB, ZTV SoB-StB, ZTV Asphalt-StB, RStO, ZTV A-StB) und dem hierin vorgegebenen Mindestumfang vorzunehmen. Die entsprechenden Nachweise sind zu führen.

Auf die Verdichtungsvorgaben für Untergrund und Unterbau sowie den ungebundenen Oberbau (s. o.) wird verwiesen.

Die Verdichtung der Kanalgrabenverfüllung sollte durch Rammsondierungen gemäß DIN EN ISO 22476-2 bzw. baubegleitend durch dynamische Plattendruckversuche mit dem leichten Fallgewichtsgesetz sowie Dichtebestimmungen nach DIN 18 125 in Verbindung mit Proctorversuchen gemäß DIN 18 127 überprüft werden.

9.0 Schlussbemerkungen

Sollten sich in der weiteren Planung und Ausführung zusätzliche Problemstellungen ergeben, ist eine ergänzende Beratung zu veranlassen.

Es wird empfohlen, die Baumaßnahme gutachtlich in Form von gesonderten Baustellenterminen und Verdichtungskontrollen begleiten zu lassen.

Die Überprüfung und Abnahme der Sohlen sowie ergänzende Angaben während der Baumaßnahme bleiben vorbehalten.

Der geotechnische Bericht ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich.

*ppa. Holger Weimer
(Dipl.-Geologe)*

Anlage 1

Lageplan

Lageplan der Bodenaufschlüsse



Anlage 2

Ergebnisse der Bodenaufschlüsse

Bohrprofile

Geologischer Profilschnitt

Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

Boden- und Felsarten



Fels, Z



Mutterboden, Mu



Hangschutt, Lx



Sand, S, sandig, s



Auffüllung, A



Verwitterungslehm, L



Kies, G, kiesig, g

Korngrößenbereich

**f - fein
m - mittel
g - grob**

Nebenanteile

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

Homogenbereiche nach DIN 18300



Auffüllungen - verlehmteter Schotter



Lehm, Hangschutt, Felsersatz

Bodenklasse nach DIN 18300 (veraltet)



Oberboden (Mutterboden)



Leicht lösbare Bodenarten



Schwer lösbare Bodenarten



Schwer lösbarer Fels



Fließende Bodenarten



Mittelschwer lösbare Bodenarten



**Leicht lösbarer Fels und vergleichbare
Bodenarten**

Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

Bodengruppe nach DIN 18196

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

Verwitterungsstufen nach DIN EN ISO 14689-1

- | | | | |
|---|---|---|---|
|  frisch |  schwach verwittert |  mäßig bis stark verwittert |  vollständig verwittert |
|---|---|---|---|

Lagerungsdichte

- | | | | |
|---|--|--|---|
|  locker |  mitteldicht |  dicht |  sehr dicht |
|---|--|--|---|

Konsistenz

- | | | | | |
|---|--|--|---|---|
|  breiig |  weich |  steif |  halbfest |  fest |
|---|--|--|---|---|

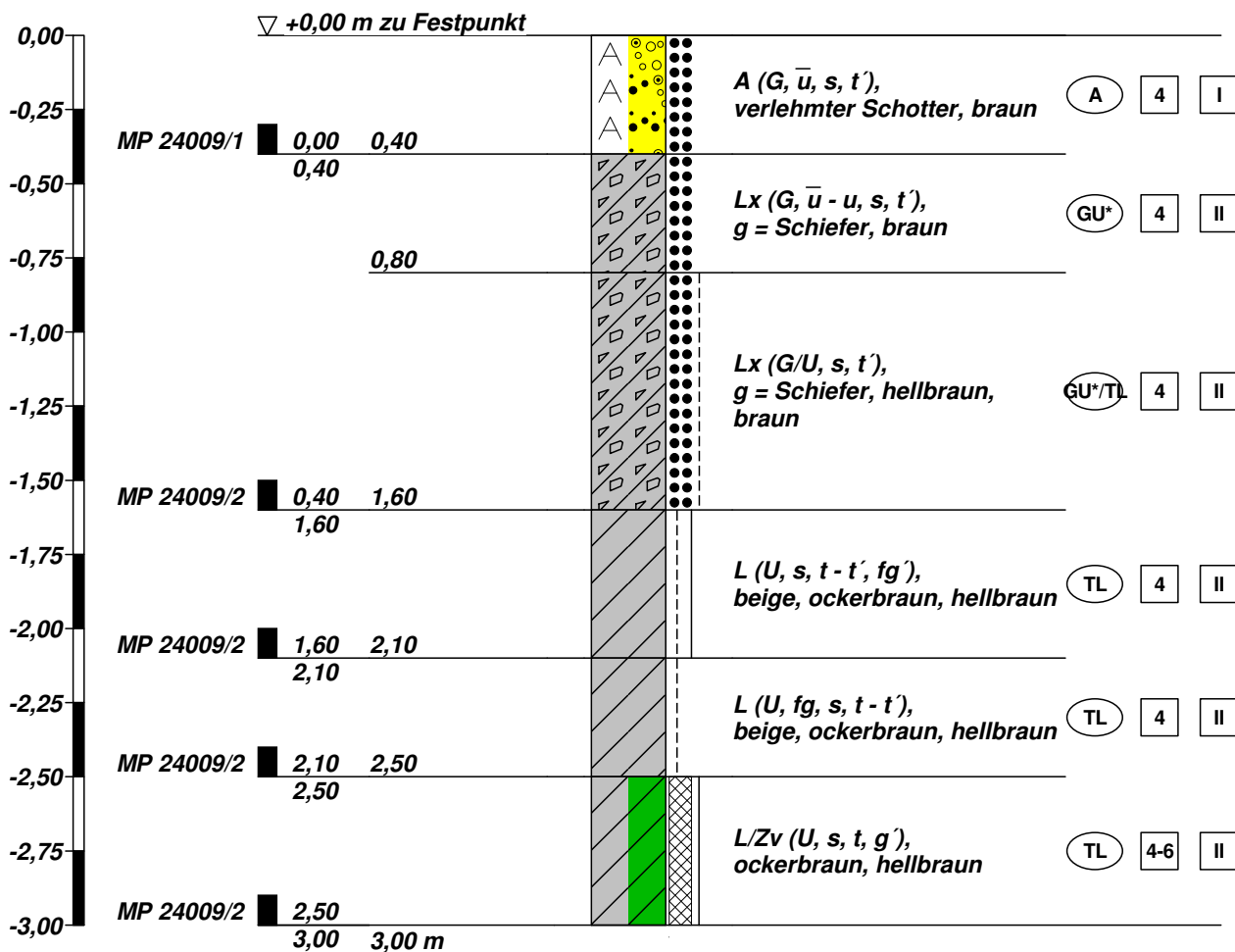
Proben

- | | |
|---|---|
| A1  1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie A aus 1,00 m Tiefe | B1  1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie B aus 1,00 m Tiefe |
| C1  1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie C aus 1,00 m Tiefe | W1  1,00 Wasserprobe Nr 1 aus 1,00 m Tiefe |

Zeichnerische Darstellung von

Bohrprofilen nach DIN 4023

RKS 1

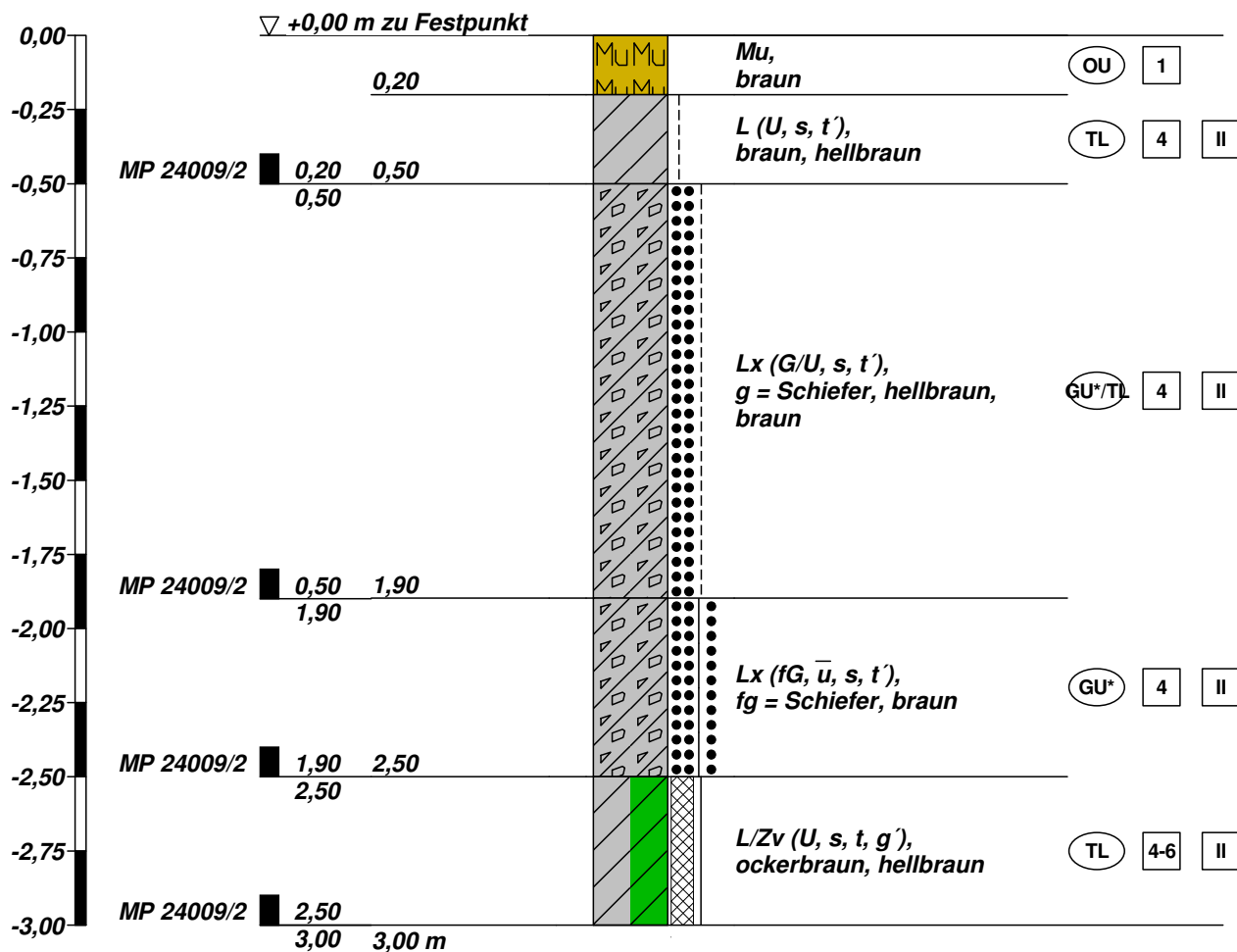


Höhenmaßstab 1:25

Zeichnerische Darstellung von

Bohrprofilen nach DIN 4023

RKS 2



Höhenmaßstab 1:25

Maßstab 1 : 100 / 20 (H / V)

Anlage 3

Prüfberichte

Analysen nach EBV



chemlab

Gesellschaft für Analytik
und Umweltberatung mbH

chemlab GmbH · Wiesenstraße 4 · 64625 Bensheim

KAISER Geotechnik GmbH
Herr Weimer
Auf dem Kessling 6d
56414 Niederahr

28.05.2024
24042739.2

Untersuchung von Feststoff

Ihr Auftrag vom: 02.05.2024
Projekt: 24009 - Brachbach

chemlab
Gesellschaft für Analytik und
Umweltberatung mbH

Wiesenstraße 4
64625 Bensheim
Telefon (0 62 51) 84 11 - 0
Telefax (0 62 51) 84 11 - 40
info@chemlab-gmbh.de
www.chemlab-gmbh.de

PRÜFBERICHT NR:

24042739.2

Untersuchungsgegenstand:

Bodenmaterial¹

Volksbank Darmstadt-Süd Hessen eG
IBAN: DE65 5089 0000 0052 6743 01
BIC: GENODEF1VBD

Bezirkssparkasse Bensheim
IBAN: DE48 5095 0068 0001 0968 33
BIC: HELADEF1BEN

Untersuchungsparameter:

Ersatzbaustoffverordnung Anlage 1, Tabelle 3 vom 09.07.2021

Amtsgericht Darmstadt
HRB 24061
Geschäftsführer:
Harald Störk
Hermann-Josef Winkels

Probeneingang/Probenahme:

Probeneingang: 03.05.2024
Die Probenahme wurde vom Auftraggeber vorgenommen.



Durch die DAKKS nach
DIN EN ISO/IEC 17025
akkreditiertes Prüflaboratorium

Analysenverfahren:

Probenvorbereitung nach DIN 19747:2009-07
Eluaterstellung gemäß DIN 19529 (2:1)
siehe Analysenbericht

Zulassung nach der
Trinkwasserverordnung

Prüfungszeitraum:

03.05.2024 bis 28.05.2024

Messstelle nach § 29b BImSchG

Zulassung als staatlich
anerkanntes EKVO-Labor

Gesamtseitenzahl des Berichts: 5

St.- Nr.: 072 301 3785
USt.-Id.Nr.: DE 111 620 831

Auftraggeber:
Projekt:
AG Bearbeiter:
Probeneingang:

KAISER Geotechnik GmbH
24009 - Brachbach
Herr Weimer
03.05.2024



chemlab

Gesellschaft für Analytik
und Umweltberatung mbH

Analytiknummer:				24042739.1
Probenart:				Boden
Probenbezeichnung:				MP 24009/1
Feststoffuntersuchung				
Parameter	Einheit	Verfahren	BG	
EOX ¹¹	mg/kg	DIN 38414 S17:2017-01	1	<1
TOC ⁷	%	DIN EN 15936:2012-11	0,05	0,77
Kohlenwasserstoffe (C10-C40)	mg/kg	DIN ISO 14039:2005-01	10	10
Kohlenwasserstoffe (C10-C22)	mg/kg	DIN ISO 14039:2005-01	10	<10
PAK				
Naphthalin	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	<0,01
Acenaphthylen	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	<0,01
Acenaphthen	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	<0,01
Fluoren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	<0,01
Phenanthren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	<0,01
Anthracen	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	<0,01
Fluoranthren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	<0,01
Pyren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	<0,01
Benzo[a]anthracen	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	<0,02
Chrysen	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	<0,02
Benzo[b]fluoranthren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	<0,02
Benzo[k]fluoranthren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	<0,02
Benzo[a]pyren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	<0,02
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	<0,02
Dibenz[a,h]anthracen	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	<0,02
Benzo[g,h,i]perylene	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	<0,02
Summe PAK, 1-16 ¹⁰	mg/kg			
PCB				
PCB 28	mg/kg	DIN EN 16167:2019-06	0,001	<0,001
PCB 52	mg/kg	DIN EN 16167:2019-06	0,001	<0,001
PCB 101	mg/kg	DIN EN 16167:2019-06	0,001	<0,001
PCB 118	mg/kg	DIN EN 16167:2019-06	0,001	<0,001
PCB 153	mg/kg	DIN EN 16167:2019-06	0,001	<0,001
PCB 138	mg/kg	DIN EN 16167:2019-06	0,001	<0,001
PCB 180	mg/kg	DIN EN 16167:2019-06	0,001	<0,001
Summe PCB	mg/kg			
Arsen	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,1	5,4
Blei	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,5	16,1
Cadmium	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,05	0,24
Chrom-ges.	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,5	74,0
Kupfer	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,5	30,2
Nickel	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,5	92,5
Quecksilber	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,03	0,06
Zink	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,2	105
Thallium	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,2	<0,2

Bemerkung: Die Analysenergebnisse beziehen sich auf die Trockenmasse.

Bensheim, den 28.05.2024

chemlab GmbH

Dipl.-Ing. Störk
- Laborleiter -

Auftraggeber:
Projekt:
AG Bearbeiter:
Probeneingang:

KAISER Geotechnik GmbH
24009 - Brachbach
Herr Weimer
03.05.2024



chemlab

Gesellschaft für Analytik
und Umweltberatung mbH

Analytiknummer:				24042739.1
Probenart:				Boden
Probenbezeichnung:				MP 24009/1
Eluatuntersuchung				
	Einheit	Verfahren	BG	
pH-Wert bei 20°C ⁴		DIN EN ISO 10523:2023-04		7,44
elektr. Leitfähigkeit ⁴	µS/cm	DIN EN 27888:1993:11		52
PAK				
Acenaphtylen	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Acenaphten	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Fluoren	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Phenanthren	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Anthracen	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Fluoranthren	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Pyren	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Benz(a)anthracen	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Chrysen	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Benzo(b)fluoranthren	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Benzo(a)pyren	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Indeno(1,2,3,c,d)pyren	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Dibenz(a,h)anthracen	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Benzo(g,h,i)perylene	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Summe PAK, 1-15 ⁹	µg/l			
Naphthalin	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
2-Methylnaphthalin	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
1-Methylnaphthalin	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Summe	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09		
PCB				
PCB 28	µg/l	DIN 38407-F37:2013-11	0,01	<0,01
PCB 52	µg/l	DIN 38407-F37:2013-11	0,01	<0,01
PCB 101	µg/l	DIN 38407-F37:2013-11	0,01	<0,01
PCB 118	µg/l	DIN 38407-F37:2013-11	0,01	<0,01
PCB 153	µg/l	DIN 38407-F37:2013-11	0,01	<0,01
PCB 138	µg/l	DIN 38407-F37:2013-11	0,01	<0,01
PCB 180	µg/l	DIN 38407-F37:2013-11	0,01	<0,01
Summe PCB	µg/l			
Sulfat ⁵	mg/l	DIN EN ISO 10304-1:2009-07	1	6
Arsen	µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01	1	2
Blei	µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01	2	4
Cadmium	µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01	0,5	<0,5
Chrom	µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01	2	14
Kupfer	µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01	5	10
Nickel	µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01	5	13
Quecksilber ¹²	µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01	0,1	<0,1
Zink	µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01	20	35
Thallium ¹²	µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01	0,2	<0,2

Bensheim, den 28.05.2024

chemlab GmbH

Dipl.-Ing. Störk
- Laborleiter -

Auftraggeber:
Projekt:
AG Bearbeiter:
Probeneingang:

KAISER Geotechnik GmbH
24009 - Brachbach
Herr Weimer
03.05.2024



chemlab

Gesellschaft für Analytik
und Umweltberatung mbH

Analytiknummer:				24042739.2
Probenart:				Boden
Probenbezeichnung:				MP 24009/2
Fremdstoffanteil %:				bis 10
Feststoffuntersuchung				
Parameter	Einheit	Verfahren	BG	
EOX ¹¹	mg/kg	DIN 38414 S17:2017-01	1	<1
TOC ¹	%	DIN EN 15936:2012-11	0,05	0,42
Kohlenwasserstoffe (C10-C40)	mg/kg	DIN ISO 14039:2005-01	10	<10
Kohlenwasserstoffe (C10-C22)	mg/kg	DIN ISO 14039:2005-01	10	<10
PAK				
Naphthalin	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	<0,01
Acenaphthylen	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	<0,01
Acenaphthen	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	<0,01
Fluoren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	<0,01
Phenanthren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	<0,01
Anthracen	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	<0,01
Fluoranthren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	<0,01
Pyren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,01	<0,01
Benzo[a]anthracen	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	<0,02
Chrysen	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	<0,02
Benzo[b]fluoranthren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	<0,02
Benzo[k]fluoranthren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	<0,02
Benzo[a]pyren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	<0,02
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	<0,02
Dibenz[a,h]anthracen	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	<0,02
Benzo[g,h,i]perylene	mg/kg	DIN ISO 18287:2006-05	0,02	<0,02
Summe PAK, 1-16 ¹⁰	mg/kg			
PCB				
PCB 28	mg/kg	DIN EN 16167:2019-06	0,001	<0,001
PCB 52	mg/kg	DIN EN 16167:2019-06	0,001	<0,001
PCB 101	mg/kg	DIN EN 16167:2019-06	0,001	<0,001
PCB 118	mg/kg	DIN EN 16167:2019-06	0,001	<0,001
PCB 153	mg/kg	DIN EN 16167:2019-06	0,001	<0,001
PCB 138	mg/kg	DIN EN 16167:2019-06	0,001	<0,001
PCB 180	mg/kg	DIN EN 16167:2019-06	0,001	<0,001
Summe PCB	mg/kg			
Arsen	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,1	13,9
Blei	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,5	11,8
Cadmium	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,05	0,07
Chrom-ges.	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,5	24,1
Kupfer	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,5	13,8
Nickel	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,5	36,7
Quecksilber	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,03	0,03
Zink	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,2	36,7
Thallium	mg/kg	DIN EN 16171:2017-01	0,2	<0,2

Bemerkung: Die Analysenergebnisse beziehen sich auf die Trockenmasse.

Bensheim, den 28.05.2024

chemlab GmbH

Dipl.-Ing. Störk
- Laborleiter -

Auftraggeber:
Projekt:
AG Bearbeiter:
Probeneingang:

KAISER Geotechnik GmbH
24009 - Brachbach
Herr Weimer
03.05.2024



chemlab

Gesellschaft für Analytik
und Umweltberatung mbH

Analytiknummer:				24042739.2
Probenart:				Boden
Probenbezeichnung:				MP 24009/2
Fremdstoffanteil %:				bis 10
Eluatuntersuchung				
	Einheit	Verfahren	BG	
pH-Wert bei 20°C ⁴		DIN EN ISO 10523:2023-04		6,95
elektr. Leitfähigkeit ⁴	µS/cm	DIN EN 27888:1993:11		26
PAK				
Acenaphtylen	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Acenaphten	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Fluoren	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Phenanthren	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Anthracen	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Fluoranthren	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Pyren	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Benz(a)anthracen	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Chrysen	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Benzo(b)fluoranthren	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Benzo(a)pyren	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Indeno(1,2,3,c,d)pyren	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Dibenz(a,h)anthracen	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Benzo(g,h,i)perylene	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Summe PAK, 1-15 ⁹	µg/l			
Naphthalin	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
2-Methylnaphthalin	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
1-Methylnaphthalin	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09	0,10	<0,10
Summe	µg/l	DIN 38407-F39:2011-09		
PCB				
PCB 28	µg/l	DIN 38407-F37:2013-11	0,01	<0,01
PCB 52	µg/l	DIN 38407-F37:2013-11	0,01	<0,01
PCB 101	µg/l	DIN 38407-F37:2013-11	0,01	<0,01
PCB 118	µg/l	DIN 38407-F37:2013-11	0,01	<0,01
PCB 153	µg/l	DIN 38407-F37:2013-11	0,01	<0,01
PCB 138	µg/l	DIN 38407-F37:2013-11	0,01	<0,01
PCB 180	µg/l	DIN 38407-F37:2013-11	0,01	<0,01
Summe PCB	µg/l			
Sulfat⁵	mg/l	DIN EN ISO 10304-1:2009-07	1	7
Arsen	µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01	1	<1
Blei	µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01	2	<2
Cadmium	µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01	0,5	<0,5
Chrom	µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01	2	<2
Kupfer	µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01	5	<5
Nickel	µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01	5	<5
Quecksilber ¹²	µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01	0,1	<0,1
Zink	µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01	20	<20
Thallium ¹²	µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01	0,2	<0,2

Bensheim, den 28.05.2024

chemlab GmbH

Dipl.-Ing. Störk
- Laborleiter -

Protokoll über die Entnahme von Boden-, Reststoff- /Abfallproben

Checkliste Probennahmeprotokoll LUWG

Entnehmende Stelle

KAISER Geotechnik GmbH
Auf dem Kessling 6d
56414 Niederahr



Zweck der Probennahme

Deklarationsanalyse / Abfalltechnische Einstufung

1. Projekt: Erschließung NBG "Auf der Ehrenwiese", Brachbach
- Projektnummer: 24009
2. Ort der Probennahme: s.oben
- Rechts ☐☐☐☐☐☐ Hoch ☐☐☐☐☐☐
3. Zeitpunkt der Probenentnahme: 22.04.2024
Datum/ Uhrzeit
4. Art der Probe (Boden / Schlacke) Auffüllungen u. nat. Boden
5. Entnahmegesetz: Kleinrammbohrungen
6. Art der Probennahme: Einzelprobe Mischprobe ☒
- 6.a) Bei Mischproben: Zahl der Einzelproben s. geotechnischer Bericht
7. Entnahmedaten

Probenbezeichnung / -nummer	MP 24009/1	MP 24009/2		
Horizont	Auffüllungen	nat. Boden		
Farbe	braun	braun,hellbraun, ockerbraun, beige		
Abfallmenge (geschätzt)	liegen keine Angaben vor			
Probenmenge (Entnahme)	1,5 kg	10 kg		
Probenbehälter	luftdichter Probeneimer	luftdichter Probeneimer		
Probenkonservierung	Kühlung			

8. Bemerkungen / Begleitinformationen Auf den geotechnischen Bericht der KAISER Geotechnik GmbH wird verwiesen.
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

Niederahr
Ort

gez. ppa. Weimer
Unterschrift