

BAUGRUNDUNTERSUCHUNG MIT TIEFBAUTECHNISCHER BEURTEILUNG

Projekt: Anschlusskanal B-Plan 130,
Hausweiler,
Weilerswist

Projekt-Nr.: 19/12/5403-3

Auftraggeber: DSK GmbH
Hochstadenring 50
53119 Bonn

Auftragnehmer: GBU GmbH
Auf dem Schurweßel 11
53347 Alfter

Stand: 28. Juni 2023

Bearbeitung:

GBU GmbH
Geologie-, Bau- & Umweltconsult
Beratende Geologen u. Geotechniker
Auf dem Schurweßel 11
53347 Alfter
T. 0228 / 976291-0
F. 0228 / 976291 29

Projektleiter und -bearbeiter:

Dipl.-Geogr. Marco Fürstenberg
fuerstenberg@gbu-consult.de

Aufgestellt:

Alfter, 28.06.2023

Inhaltsverzeichnis

1	AUFTRAG	6
2	UNTERLAGEN	6
3	LAGE / ÖRTLICHE SITUATION	7
4	BAUVORHABEN	8
5	UNTERSUCHUNGSUMFANG	8
5.1	Baugrunderkundung	8
5.2	Umweltrelevante Untersuchungen (Deklarationsanalytik)	9
6	BAUGRUND	10
6.1	Schichtenabfolge	10
6.2	Schichtenfolge (tabellarisch)	11
6.3	Bodenmechanische Laborversuche	11
6.3.1	Wassergehalte	12
6.3.2	Enslinversuche	12
6.3.3	Körnungslinien	12
6.4	Bodenmechanische Kennwerte	13
6.5	Wasserführung im Baugrund	13
7	UMWELTRELEVANTE UNTERSUCHUNGEN	14
7.1	Schwarzdeckenuntersuchungen	14
7.1.1	PAK-Gehalt	14
7.1.2	Einstufung nach AVV (Entsorgung)	15
7.1.3	Allgemeines	16
7.2	Bewertung von Aushubböden	16
7.2.1	Einstufung nach LAGA Boden	16
7.2.2	Einstufung nach AVV (Entsorgung)	17
7.2.3	Allgemeines / Empfehlungen	17
8	HOMOGENBEREICHE	18
8.1	Homogenbereiche Erdbau	18
8.2	Homogenbereich Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten	18
8.3	Homogenbereiche Rohrvortriebsarbeiten	19
8.4	Kennwerte der Homogenbereiche	19
9	TIEFBAUTECHNISCHE BEURTEILUNG ZUM KANALBAU	20
9.1	Allgemeines	20
9.2	Offene Bauweise	21
9.2.1	Aushub	21
9.2.2	Wasserhaltung	21
9.2.3	Verbau	21
9.2.4	Grabensohle	22
9.2.5	Grabenverfüllung	23
9.2.6	Kontrollprüfungen	24
9.3	Geschlossene Bauweise (Rohrvortrieb)	25

9.3.1 Bodenverhältnisse im Vortriebsbereich	25
9.3.2 Rohvortriebsverfahren.....	25
9.3.3 Herstellung von Baugruben	26
9.4 Senkungen	26
9.5 Allgemeine Hinweise zur Unterquerung der Bahnanlagen	28
10 SCHLUSSBEMERKUNGEN	29

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: ca. Lage des Untersuchungsgeländes im Stadtplan und im Luftbild	7
Tabelle 1: Schichtenfolge	11
Tabelle 2: Natürliche Wassergehalte	12
Tabelle 3: Konsistenzen der Proben	12
Tabelle 4: Bodenmechanische Kennwerte der Bodenschichten	13
Tabelle 5: PAK-Ergebnisse der Schwarzdeckenuntersuchungen (in mg/kg)	14
Tabelle 6: Klassifizierung von Straßenaufbruch (nach LfW-Merkblatt 3.4/1)	15
Tabelle 7: PAK-Ergebnisse der Schwarzdeckenuntersuchungen, Bewertung nach AVV ...	15
Tabelle 8: Abfallschlüssel Schwarzdeckenmaterial (nicht gefährlich)	15
Tabelle 9: Beprobungsmatrix Abfallrechtliche Untersuchungen (nach LAGA Boden).....	16
Tabelle 10: Einstufung in die LAGA-Zuordnungsklassen gem. LAGA Boden	17
Tabelle 11: Zuordnung AVV-Nummer Auffüllung	17
Tabelle 12: Tabellarische Übersicht über die Homogenbereiche n. DIN 18300	18
Tabelle 13: Tabellarische Übersicht über die Homogenbereiche n. DIN 18304	19
Tabelle 14: Tabellarische Übersicht über die Homogenbereiche n. DIN 18319	19
Tabelle 15: Obere und untere Bodenkennwerte der Homogenbereiche	19
Tabelle 16: Bodenklassen nach alter DIN 18300	21
Tabelle 17: mittlere zulässige Setzung und Muldenweite	28

Anlagenverzeichnis

1. Ausschnitt aus der topographischen Karte
2. Ausschnitt aus der geologischen Karte
3. Lageplan mit Eintragung der Probenentnahmestellen
4. Zeichnerische Darstellung der Bodenaufschlüsse
5. Bodenmechanische Laborversuche
6. Körnungslinien
7. Analytikergebnisse (Schwarzdecke)
8. Analytikergebnisse (Aushubböden)
9. Profilschnitt

1 Auftrag

In Weilerswist ist in der Ortschaft Hausweiler-Derkum die Erschließung eines Wohngebietes vorgesehen (B-Plan Nr. 130). Für die Verlegung von Kanalleitungen sowie den Bau der Erschließungsstraßen wurde durch unser Büro bereits ein Geotechnischer Bericht vorgelegt (vgl. Tief- und Straßenbautechnische Beurteilung, *GBU GmbH* vom 29.07.2020).

Unser Büro wurde am 13.04.2023 von der *DSK Deutsche Stadt- und Grundstücksentwicklungsgesellschaft mbH* mit der Erstellung eines weiteren Baugrundgutachtens für einen nordöstlich des Erschließungsgebietes zu verlegenden Anschlusskanals beauftragt. Auftragsgrundlage bildet unser Angebot vom 12.04.2023.

Zur Planung der Baumaßnahme werden genauere Kenntnisse über den Aufbau des Untergrunds und über Kennwerte des Bodens benötigt. Im Hinblick auf die Entsorgung oder Verwertung von Aushubböden waren entsprechende Analysen auszuführen.

Auf Basis aller Aufschluss- und Laborergebnisse sind Ausführungsempfehlungen zu der geplanten Baumaßnahme aufzuzeigen und zu kommentieren.

2 Unterlagen

Zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens lagen unserem Büro folgende Planunterlagen vor:

- Leitungsbestandspläne diverser Versorger
- Lageplan mit Eintragung der Untersuchungspunkte, ohne Maßstab (undatiert)
- Schnitt DB-Strecke, M 1:50 (August 2022);
Ing.-Büro für Tiefbau Dipl.-Ing. Josef Schleiffer

Benutzt wurden darüber hinaus folgende Karten:

- Topographische Karte, Blatt 5206 Erp, Maßstab 1:25.000
- Geologische Karte, Blatt 5206 Erp, Maßstab 1:25.000
- Bodenkarte Nordrhein-Westfalen, Blatt L5308 Bonn, Maßstab 1:50.000

3 Lage / Örtliche Situation

Das Untersuchungsgebiet liegt in der Ortschaft Hausweiler-Derkum im Süden der Gemeinde Weilerswist. Es grenzt im Westen an die Euskirchener Straße (L194) und im Osten an die Gleisanlagen der Deutschen Bahn (siehe Abbildung 1). Der geplante Anschlusskanal soll im nordöstlichen Bereich des Plangebietes die DB-Gleisanlagen unterqueren und bis zu einem geplanten Becken nördlich des Schneppenheimer Weges führen.

Abbildung 1: ca. Lage des Untersuchungsgeländes im Stadtplan und im Luftbild (rote Markierung)



Die Geländehöhen im Bereich der Untersuchungspunkte liegen zwischen min. ca. 140,9 m NHN und max. ca. 142,1 m NHN.

Den nächsten Vorfluter bildet die ca. 500 m westlich des Neubaugebietes verlaufende Erft. Deren Gewässer Oberfläche liegt in diesem Bereich ca. > 10 m tiefer als das Projektgelände.

Der Projektstandort liegt innerhalb der geplanten Trinkwasserschutzzone Dirmerzheim (Schutzzone IIIB).

4 Bauvorhaben

Im Zuge der Baumaßnahme ist der Neubau einer Kanaltrasse zwischen dem geplanten Erschließungsgebiet und einem zu errichtenden Becken vorgesehen. Die Baumaßnahme ist im Bereich der Bahnquerung in geschlossener Bauweise (unterirdischer Rohrvortrieb) und in den übrigen Haltungen in offener Bauweise geplant.

Gemäß den vorliegenden Planunterlagen liegen dem Projekt folgende technische Daten zugrunde:

Geschlossene Verlegung:

- Gesamtlänge: 24,0 m
- Tiefenlage Kanalsohle: 138,5 – 138,4 m NHN (2,7 – 2,8 m u. GOK)
- Profil: DN 800 SB
- Abstand OK Rohr – OK Schiene: 3,4 m

Offene Verlegung:

- Gesamtlänge: ca. 119 m
- Tiefenlage Kanalsohle: 137,8 – 138,4 m NHN (2,8 – 4,1 m u. GOK)
- Profil: DN 800 PE-HD

5 Untersuchungsumfang

5.1 Baugrunderkundung

Die Lage und Anzahl der Untersuchungspunkte waren auftraggeberseitig festgelegt.

Um Aufschluss über die Bodenverhältnisse zu erhalten, wurden insgesamt **3 Rammkernsondierungen (RKS n. DIN EN ISO 22475)** durchgeführt. Die Rammkernsondierungen wurden zur Aufnahme des örtlichen Schichtenprofils und der hydrologischen Verhältnisse bis in eine Tiefe von 7,0 m unter Geländeoberkante ausgeführt.

Der Schichtaufbau wurde von dem anwesenden Geologen der GBU aufgenommen, zusätzlich wurden Beprobungen durchgeführt. Bei der Bodenansprache der

Rammkernsondierungen wurde im Hinblick auf eventuelle Kontaminationen des Untergrundes eine sensorische Ansprache der Erdstoffe vorgenommen.

Um zusätzliche Daten über die Tragfähigkeit des Untergrundes zu erhalten, wurden **3 Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH n. DIN EN ISO 22476)** zur Ermittlung der Lagerungsdichte bis in eine Tiefe von 7,0 m u. GOK abgeteuft.

Alle Untersuchungspositionen wurden nach Lage und Höhe eingemessen.

Die Ergebnisse der Aufschlussbohrungen sowie Rammsondierungen wurden gem. DIN EN ISO 14688 in Schichtprofilen dargestellt (siehe Anlage 4).

Es wurden insgesamt 16 Bodenproben entnommen. An ausgewählten Proben aus den gewachsenen Bodenschichten wurden bodenmechanischen Laborversuche durchgeführt (siehe Anlage 5).

5.2 Umweltrelevante Untersuchungen (Deklarationsanalytik)

Es wurde eine Schwarzdeckenprobe genommen, gebrochen, homogenisiert und einer laboranalytischen Untersuchung auf PAK n. EPA im Feststoff zugeführt, um eine abfalltechnische Einstufung des bei den Tiefbauarbeiten anfallenden Schwarzdeckenaufbruchs vornehmen zu können.

Weiterhin wurden aus jeder Bohrung meter- bzw. schichtenorientiert gestörte Proben entnommen. Aus den Rammkernsondierungen wurden Einzelproben aus den aufgefüllten und aus den gewachsenen Böden entnommen und zu insgesamt zwei Mischproben vereinigt. Diese Mischproben wurden jeweils einer Untersuchung gem. LAGA TR Boden (2004), Tab. II.1.2.2 und 1.2. zugeführt.

6 Baugrund

6.1 Schichtenabfolge

Den allgemeinen geologischen Karten- und Literaturangaben zufolge, ist im Bereich des Untersuchungsgebietes mit folgenden – für das Bauvorhaben relevanten - geologischen Einheiten zu rechnen:

- Oberflächlich verlehmteter Löss in weniger als 2 m Mächtigkeit über Rheinkies
- Gerundete, sehr grobe Kiese mit großen Geschieben, gelbe bis rotbraune Sande zurücktretend

Im Bereich des Untersuchungsfeldes stellt sich die Abfolge der Bodenschichten konkret wie folgt dar:

- Bei den Sondierungen RKS 1 und RKS 3 wurde zuoberst ein **Mutterboden** ($d_{\max} = 15 \text{ cm}$) angetroffen.
- Bei der Sondierung RKS 2 wurde eine **Schwarzdecke** ($d = 23 \text{ cm}$) durchörtet. Im Wegebereich östlich der Gleisanlagen (RKS 1 und RKS 2) stehen **Auffüllungen** bis max. 1,4 m u. GOK an. Es handelt sich hier um Gemenge aus Kies, Sand und Schluff in variierenden Verhältnissen. Mineralische Fremdbestandteile wurden nicht angetroffen, können aber erfahrungsgemäß untergeordnet auftreten. Sensorische Auffälligkeiten wurden nicht notiert.
Gemäß den aufgezeichneten Schlagzahlen der ausgeführten Rammsondierungen (DPH) zeigen die Auffüllungen geringe Verdichtungsgrade.
- Darunter folgen i.d.R. steif-weiche und steifkonsistente (Löss-) **Lehmschichten**. Die Schichtunterkante des Lehms liegt zwischen min. 0,6 m und max. 2,1 m u. GOK. Gemäß Bodenansprache handelt es sich bei dem (Löss-) Lehm um einen Schluff mit variierenden feinsandigen und tonigen Nebenanteilen. Es wird darauf hingewiesen, dass die Schluffe mit höheren Wassergehalten hochgradig wasser- und frostempfindlich sind und bei dynamischer Beanspruchung oder bei Wasserzufuhr eine Tendenz zur starken Aufweichung zeigen. Gemäß den aufgezeichneten Schlagzahlen der ausgeführten Rammsondierungen liegt für den Lehm eine geringe Bodenfestigkeit vor.
- Darunter folgen bis zur jeweiligen Endteufe dicht bis sehr dicht gelagerte **Terrassenkiese** mit wechselnden sandigen und schluffigen Beimengungen. Die Kiese sind gerundet und teilweise sehr grob (Grobkies) ausgebildet. Örtlich ist mit

geringen Feinkorn- und hohen Kieskornanteilen und folglich mit rolligen und zum Ausfließen bzw. -rieseln neigenden Lagen zu rechnen.

Aus der Erfahrung mit benachbarten Projekten in unmittelbarer Umgebung und gemäß den Angaben der geologischen Kartenwerke wird darauf hingewiesen, dass innerhalb der Terrassenkiese größere Geschiebe (Steine > 63 mm und Blöcke) eingeschaltet sein können.

Die im Einzelnen ermittelte Schichtenabfolge kann den beigefügten Bodenprofilen der Anlage 4 entnommen werden.

Bei den genannten Schichtmächtigkeitsangaben handelt es sich um die in den Untersuchungspunkten ermittelten Werten. Es ist nicht auszuschließen, dass an nicht untersuchten Stellen der Trasse hiervon abweichende Schichtmächtigkeiten vorliegen, was insbesondere für den Bereich der aufgefüllten Böden gilt.

6.2 Schichtenfolge (tabellarisch)

Die Bodenschichten sind aus geologischer und bodenmechanischer Sicht zusammengefasst und nachfolgend tabellarisch angegeben. Obwohl die Angabe der Bodenklassen nach DIN 18300 gem. VOB 2016 nicht mehr vorgesehen ist, werden diese der Vollständigkeit halber im Folgenden mit aufgeführt.

Tabelle 1: Schichtenfolge

Schichtunterkante von...bis... (m u GOK)	Schicht	Konsistenz / Lagerung	Bodenklasse (nach alter DIN 18300)
0,10 – 0,26	Mutter- / Ackerboden im Straßenbereich: Schwarzdecke	---	1
0,6 – 2,	Lehm (Bodengruppen UL / UM / TL / SU* nach DIN 18196)	steif-weich, steif	(2) / 3 / 4 2 bei weicher Konsistenz und dynamischer Anregung
≥ 7,0	Kies (Bodengruppen GW / GE / GI / GU nach DIN 18196)	dicht – sehr dicht	3 / 5

6.3 Bodenmechanische Laborversuche

Von den aus den gewachsenen Bodenschichten entnommenen Bodenproben wurden ausgewählte Proben zur weiteren Untersuchung im Labor ausgewählt. Es wurden der

Wassergehalt (W_N) nach DIN EN ISO 17892-1, das Wasserbindevermögen (W_b) nach DIN 18132 und die Kornverteilung nach DIN 17892-4 bestimmt. Die Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen liegen den Anlagen 5 – 6 bei.

6.3.1 Wassergehalte

Die natürlichen Wassergehalte ($W_{nat.}$) der untersuchten Proben sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen:

Tabelle 2: Natürliche Wassergehalte

Wassergehalt % (W_N)	Lößlehm
Minimum (%)	18,7
Maximum (%)	19,3
Arithm. Mittel (%)	19,0

6.3.2 Enslinversuche

Die im Labor durchgeführten Enslinversuche geben Auskunft über die Konsistenz des Bodens. Die untersuchten bindigen Lehmproben wiesen die in Tabelle 3 angegebenen Konsistenzen auf (siehe auch Anlage 5).

Tabelle 3: Konsistenzen der Proben

Konsistenz	Lehm (Schluff)
breiig	-
weich	-
weich-steif	2
steif	-
halbfest	-

6.3.3 Körnungslinien

Aus den Kiesböden wurde anhand einer kombinierten Sieb- / Schlämmanalysen die Körnungslinie erstellt (Anlage 6).

Bei den untersuchten Kiesen handelt es sich um Böden der Bodengruppe GU nach DIN 18196 (weit oder intermittierend gestufte Kies-Schluff-Gemische) mit einem Feinkornanteil $d \leq 0,063$ mm von 11,3 %.

6.4 Bodenmechanische Kennwerte

Unter Zugrundelegung der Laborversuchsergebnisse und der Einteilung der Böden in Gruppen nach DIN 18196 sowie früheren Untersuchungsergebnissen an vergleichbaren Böden können bei den aufgeführten Bodengruppen folgende auf der sicheren Seite liegenden bodenmechanischen Kennwerte angesetzt werden.

Tabelle 4: Bodenmechanische Kennwerte der Bodenschichten

Bodenschicht		Auffüllungen	Lehm	Kies
Konsistenz / Lagerung		-	steif, steif-weich	dicht – sehr dicht
Bodengruppen n. DIN 18196		A [GW / GE / GI / GU / GU* / SW / SE / SI / SU / SU*]	UL / UM / TL / SU*	GW / GE / GI / GU
Feuchtwichte (γ_k)	[kN/m ³]	17 – 19	18 – 19	19 – 21
Kohäsion (c'_k)	[kN/m ²]	0	3 – 5	0
Reibungswinkel (ϕ'_k)	[°]	25,0 – 35,0	25,0 – 30,0	35,0 – 40,0
Steifemodul (E_s)	[MN/m ²]	k.A.	8 – 15	60 – 100
Wasserdurchlässigkeit (k_r)	[m/s]	k.A.	$10^{-6} - 10^{-9}$	$10^{-2} - 10^{-5}$

Die oberen und unteren Werte sind in Abhängigkeit der jeweiligen Bodengruppe sowie der Konsistenz und Lagerungsdichte angegeben. Nach DIN 1054 ist für erdstatische Berechnungen jeweils die ungünstigste Kombination von oberen und unteren Werten für voneinander unabhängige Parameter anzusetzen.

6.5 Wasserführung im Baugrund

Grundwasser wurde zum Zeitpunkt der geotechnischen Untersuchungen bis zur maximalen Teufe von 7,0 m u. GOK nicht angetroffen.

Nach Auskunft des Erftverbandes ist im Bereich des Projektgebietes von höchsten Grundwasserständen von ca. 130,5 – 131 m NHN auszugehen, d.h. ca. 10 m unterhalb der Geländeoberkante.

Bei den Bauarbeiten ist daher vermutlich nicht mit einer Beeinflussung durch das Grundwasser zu rechnen.

Daneben muss generell oberhalb von wasserstauenden Schichten und insbesondere bei Schichtwechseln (Auffüllung/Schluff) sowie bei Inhomogenitäten innerhalb der Bodenschichten mit dem Auftreten von Schichtwasser- und Staunässebildungen gerechnet werden. Diese können dauerhaft auftreten, wobei vor allem nach starken Niederschlägen ein erhöhter Wasserzulauf zu erwarten ist.

7 Umweltrelevante Untersuchungen

7.1 Schwarzdeckenuntersuchungen

Zur Beurteilung einer ggf. vorhandenen Teerstämmigkeit im Bereich der geplanten Maßnahme wurden eine Schwarzdeckenprobe entnommen und laboranalytisch auf PAK n. EPA im Feststoff untersucht.

7.1.1 PAK-Gehalt

In der nachfolgenden Tabelle sind die vorgefundenen PAK-Gehalte aufgeführt:

Tabelle 5: PAK-Ergebnisse der Schwarzdeckenuntersuchungen (in mg/kg)

Schwarzdecke	Benzo(a)pyren	Σ PAK (EPA)
SD 2 (RKS 2)	<0,050	0,370

Die Proben zeigt keine nachweisbaren PAK-Gehalte und ist als Ausbauasphalt zu bezeichnen.

Tabelle 6: Klassifizierung von Straßenaufbruch (nach LfW-Merkblatt 3.4/1)

PAK-Gehalt [mg/kg]	Bezeichnung	Umgang
≤ 10	Ausbauasphalt	Kann ohne Auflagen verwendet werden
> 10 bis ≤ 25	Ausbauasphalt, gering verunreinigt	Darf nur gebunden ohne Auflagen verwendet werden. Ungebunden nur unter wasserundurchlässiger Schicht
> 25	Pechhaltiger Straßenaufbruch	Aufbereitung nur im Kaltmischverfahren zulässig. Einbau nur unter wasserundurchlässiger Schicht. Erhöhte Anforderungen / Einschränkungen bzgl. Verwertung
≥ 1.000	Pechhaltiger Straßenaufbruch, gefährlich	Einstufung als gefährlicher Abfall (AVV-Nr. 170301*). Unterliegt Pflichten der Nachweisverordnung.

Die vollständigen Analysenergebnisse liegen als Anlage 7 bei.

7.1.2 Einstufung nach AVV (Entsorgung)

In der nachfolgenden Tabelle werden die vorgefundenen PAK-Gehalte nach Abfallverzeichnisverordnung (AVV) eingestuft:

Tabelle 7: PAK-Ergebnisse der Schwarzdeckenuntersuchungen, Bewertung nach AVV

Schwarzdecke	Benzo(a)pyren	Σ PAK (EPA)	AVV-Nr.
SD 2 (RKS 2)	<0,050	0,370	17 03 02*

Die Schwarzdeckenprobe wird auf Grundlage des detektierten Stoffgehaltes (PAK-Gehalt) nach Abfallverzeichnisverordnung als **nicht gefährlicher Abfall (AVV-Nr. 17 03 02)** eingestuft.

Tabelle 8: Abfallschlüssel Schwarzdeckenmaterial (nicht gefährlich)

AVV-Nr.:	Herkunft	Gruppe	Abfallbezeichnung
17 03 02	Bau- und Abbruchabfälle (einschließlich Aushub von verunreinigten Standorten)	Bitumengemische, Kohlentee und teerhaltige Produkte	Bitumengemische, mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01* fallen

7.1.3 Allgemeines

Es kann nicht gänzlich ausgeschlossen werden, dass sich Art und Zusammensetzung der Schwarzdecke und der detektierten Schadstoffgehalte lokal ändern. Mit einem möglichen Schwanken der Teer- (Pech-)gehalte muss daher gerechnet werden.

Sollten während der Baumaßnahme organoleptisch auffällige Materialien (Einstreudecke, Schwarzdecke, etc.) vorgefunden werden, ist Rücksprache mit dem AG bzw. Gutachter zu halten (Abstimmung über ergänzende Beprobungen, etc.).

7.2 Bewertung von Aushubböden

Um eine abfalltechnische Einstufung der anfallenden Aushubmassen im Bereich der geplanten Baumaßnahme durchführen zu können, wurden zwei Mischproben der angetroffenen Bodenschichten erstellt.

Die Mischproben wurden zur Einstufung jeweils einer analytischen Untersuchung gemäß LAGA TR Boden (2004), Tab. II. 1.2.-2 u. -3 zugeführt und danach bewertet.

Nachfolgende Beprobungsmatrix zeigt die einzelnen Entnahmebereiche und die Zusammensetzungen der Mischproben.

Tabelle 9: Beprobungsmatrix Abfallrechtliche Untersuchungen (nach LAGA Boden)

Probe	Bereich	verwendete Bohrungen	verwendete Einzelproben	Tiefe (m u GOK) von (min.) – bis (max.)
MP 1	Auffüllungen	RKS 1, 2	1/1, 1/2, 2/1, 2/2	≥ 0,10 – ≤ 1,40
MP 2	Gewachsener Boden	RKS 1, 2, 3	1/3, 1/4, 1/5, 2/3, 2/4, 3/1, 3/2, 3/3	≥ 0,15 – ≤ 4,60

7.2.1 Einstufung nach LAGA Boden

Bei den Mischproben MP 1 – MP 2 wurde eine Bewertung nach LAGA TR Boden vorgenommen. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 10: Einstufung in die LAGA-Zuordnungsklassen gem. LAGA Boden

Probe	Zur Einstufung relevante Parameter	Ergebnis	Einheit	Zuordnungswerte				Einstufung
				Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	
MP 1	Sulfat i.E.	25,6	mg/l	20	20	50	200	Z 1.2
MP 2	-	-	-	-	-	-	-	Z 0

Bei der Mischprobe **MP 1** wurde eine Überschreitung des Z 1.1 – Zuordnungswertes für Sulfat im Eluat festgestellt. Die Probe ist daher als **LAGA Z 1.2** einzustufen.

Die Mischprobe **MP 2** zeigt keine Parameterüberschreitungen. Sie ist als **LAGA Z 0** zu deklarieren und kann im Sinne der LAGA uneingeschränkt wiederverwertet werden.

Die vollständigen Analysenergebnisse liegen der Anlage 8 bei.

7.2.2 Einstufung nach AVV (Entsorgung)

Gemäß Abfallverzeichnisverordnung sind die beprobten Böden auf Grundlage der detektierten Stoffgehalte als **nicht gefährlicher Abfall (AVV-Nr. 17 05 04)** einzustufen.

Tabelle 11: Zuordnung AVV-Nummer Auffüllung

AVV-Nr.:	Herkunft	Gruppe	Abfallbezeichnung
17 05 04	Bau- und Abbruchabfälle (einschließlich Aushub von verunreinigten Standorten)	Boden (einschließlich Aushub von verunreinigten Standorten), Steine und Baggergut	Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen die unter 170503* fallen

7.2.3 Allgemeines / Empfehlungen

Es wird darauf hingewiesen, dass die Bewertung zur Verwertung / Entsorgung der Aushubböden rein auf punktuellen Aufschlüssen und deren Beschreibung basiert. Aufgrund des gewählten Untersuchungsrastrs können zonal abweichende quantitative und qualitative Stoffgehalte nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Werden im Zuge der Aushubarbeiten organoleptische Auffälligkeiten (z.B. geruchlich, visuell) festgestellt, ist der Bodengutachter umgehend zu informieren.

Die verwendete Analytik für die Deponierung des Materials sollte weiterhin nicht älter als 6 Monate sein. Dies ist bei der Ausschreibung und bei Vergabezwecken zu berücksichtigen.

8 Homogenbereiche

Die bei den Sondierungen festgestellten Bodenschichten wurden gewerksspezifisch in Homogenbereiche gem. VOB 2016 eingeteilt.

Der Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Bodenschichten, der für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist. Da auch umweltrelevante Inhaltsstoffe zu beachten sind, wurde ebenfalls eine umweltrelevante Differenzierung vorgenommen.

8.1 Homogenbereiche Erdbau

Die bei den Sondierungen festgestellten Bodenschichten wurden gemäß ATV DIN 18300 in folgende Homogenbereiche eingeteilt.

Tabelle 12: Tabellarische Übersicht über die Homogenbereiche n. DIN 18300

Bodenschicht	Bodenklasse (altes System n. DIN 18300)	Homogenbereich Erdbau DIN 18300	Umweltrelevante Homogenbereiche
Auffüllungen	3 / 4 / 5	„Auffüllungen“	„Auffüllungen Z1.2“
Lehm	3 / 4	„Lehm“	„Lehm Z0“
Kies	3 / 5	„Kies“	„Kies Z0“

8.2 Homogenbereich Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten

Die bei den Sondierungen festgestellten Bodenschichten wurden gemäß ATV DIN 18304 in folgende Homogenbereiche eingeteilt.

Tabelle 13: Tabellarische Übersicht über die Homogenbereiche n. DIN 18304

Bodenschicht	Homogenbereich Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten DIN 18304
Auffüllungen	„Auffüllungen“
Lehm	„Lehm“
Kies	„Kies“

8.3 Homogenbereiche Rohrvortriebsarbeiten

Die bei den Sondierungen festgestellten Bodenschichten wurden gemäß ATV DIN 18319 in folgende Homogenbereiche eingeteilt.

Tabelle 14: Tabellarische Übersicht über die Homogenbereiche n. DIN 18319

Bodenschicht(en)	Homogenbereich Rohrvortriebsarbeiten DIN 18319
Auffüllungen	„Auffüllungen“
Lehm	„Lehm“
Kies	„Kies“

8.4 Kennwerte der Homogenbereiche

Nachfolgend sind die entsprechend DIN erforderlichen Eigenschaften und Kennwerte für die zuvor genannten Homogenbereiche angegeben.

Tabelle 15: Obere und untere Bodenkennwerte der Homogenbereiche

Homogenbereich	Auffüllungen	Lehm	Kies
Bodenschicht	Auffüllungen	Lehm	Kies
Konsistenz / Lagerung	-	steif, steif-weich	dicht – sehr dicht
Bodengruppen n. DIN 18196	A [GW / GE / GI / GU / GU* / SW / SE / SI / SU / SU* / UL / UM]	TL / UL / UM / SU* /	GW / GE / GI / GU

Homogenbereich		Auffüllungen	Lehm	Kies
Stein- / Blockanteile	-	gering – hoch	gering	gering – hoch
UndrÄnierte Scherfestigkeit (c_u)	kPa	0	40 – 150	k.A.
Wassergehalt (w)	%	8 – 25	15 – 25	5 – 15
Dichte (ρ)	g/cm ³	1,7 – 1,9	1,8 – 1,9	1,9 – 2,1
Konsistenzzahl (I_c)	-	k.A.	0,5 – 0,8	k.A.
Plastizitätszahl (I_p)	-	k.A.	7 – 25	k.A.
Organischer Anteil (V_{gl})	-	schwach – stark	gering – stark	schwach
Lagerungsdichte (D)	-	k.A.	k.A.	dicht – sehr dicht

9 Tiefbautechnische Beurteilung zum Kanalbau

9.1 Allgemeines

Der Bau der Kanalleitungen ist in einer neuen Trassierung vorgesehen. Die Kanalbaumaßnahme ist teilweise in offener Bauweise, die Querung der DB-Gleisanlagen in geschlossener Bauweise (unterirdischer Rohrvortrieb) geplant.

Im Bereich der Baumaßnahme stehen unterhalb von Auffüllungen (i.d.R. Tragschicht) als gewachsene Böden bindige Lehme und dicht bis sehr dicht gelagerte Kiese an. Innerhalb der Kiesschichten muss mit eingelagerten Steinen (> 63 mm) gerechnet werden.

Die Kiese zeigen örtlich geringe Feinkornanteile bei hohen Kieskornanteilen. Hier muss – beispielsweise bei den Verbau- oder Vortriebsarbeiten – mit einem Ausbrechen / Ausrieseln des Bodens gerechnet werden.

9.2 Offene Bauweise

9.2.1 Aushub

Obwohl die Angabe der Bodenklassen nach DIN 18300 gem. aktueller VOB nicht mehr vorgesehen ist, werden diese der Vollständigkeit halber im Folgenden angegeben.

Es wird davon ausgegangen, dass die max. Sohltiefe bei rd. 4,1 m u. GOK liegt. Es kann während des Aushubs mit folgenden Bodenklassen nach DIN 18300 gerechnet werden:

Tabelle 16: Bodenklassen nach alter DIN 18300

Bodenart	Bodenklassen nach DIN 18300 (alte Version)
Auffüllungen (Sand, Kies, Schluff, Fremdbestandteile)	3 / 4 / 5
Lehm (Bodengruppen UL / UM / TL / SU* nach DIN 18196)	(2) / 3 / 4
Kies (Bodengruppen GW / GE / GI / GU nach DIN 18196)	3 / 5

Es wird darauf hingewiesen, dass die gewachsenen Lehmschichten bei hohen Wassergehalten stark wasser- und frostempfindlich sind und bei dynamischer Belastung und Wassereinfluss zur Aufweichung (Übergang in Bodenklasse 2) neigen.

Die Kiese haben bei geringen Feinkornanteilen und hohen Kieskornanteilen rollige Eigenschaften und neigen zum Ausrieseln / Ausbrechen.

9.2.2 Wasserhaltung

Zulaufendes Schicht- und Tagwasser ist sofort zu fassen und mittels vliesummantelten geschlitzten Drainagesträngen Ø 100, die an den Grabenrändern verlegt werden, zu sammeln. Je nach Wasseranfall ist das Wasser in einen Pumpensumpf bzw. Sammelbrunnen abzuleiten. Nach Beendigung der Baumaßnahme sind die Drainagestränge zu verdämmen.

9.2.3 Verbau

Es wird der Einsatz eines **Kammerdielenverbaus** empfohlen. Bei diesem Verfahren wird ein vormontiertes Kammerelement im vorgeschachteten Kanalgraben kraftschlüssig

eingebaut. Die Vorschachtung kann bis in eine Tiefe von ca. 0,5 m ausgeführt werden, um größere Steine entfernen zu können. Die Kammer besteht auf jeder Grabenseite aus einem inneren und einem äußeren Teil, dazwischen befindet sich eine Spalte für die Aufnahme der Kanaldielen. Beim Aushub werden die Dielen mit dem Baggerlöffel nachgedrückt, wobei sie dem Aushub immer vorausseilen müssen. Führungen innerhalb der Kammer sorgen für die Ausrichtung der Dielen.

In den sehr dicht gelagerten Kiesen ist das Einbringen der Dielen ggfs. mit Schwierigkeiten verbunden. Hier sollte das Einvibrieren mit einem Freireiter vorgesehen werden. Weiterhin sind innerhalb der Kiese erfahrungsgemäß größere Geschiebe (Steine und Blöcke) nicht auszuschließen. Treten Hindernisse unter der Kanaldiele auf, kann kleinräumig freigeschachtet und die Hindernisse können ggfs. geborgen werden.

Je nach Kornzusammensetzung kann der Kies „rollige“ Eigenschaften aufweisen und zum Ausfließen bzw. -rieseln neigen. Auf eine ständige Einspannung der Dielen ist daher besonderer Wert zu legen.

Alternativ kann bei ausreichender Standfestigkeit des Bodens (mind. steifplastische Konsistenz des Lehmbodens), bei geringen Grabentiefen und ohne das Auftreten von Schichtwasser auch ein Verbau mit **doppelt randgestützten bzw. ausgesteiften Verbauplatten** erfolgen (z.B. Aluminiumleichtverbauplatten), welche fortschreitend mit dem Aushub in den Rohrgraben eingestellt werden. Zwischen- und Fußspreizen sind dabei nach statischer Erfordernis zu setzen.

Das Ziehen des Verbaus muss im Gleichtakt mit den Verfüll- und Verdichtungsarbeiten erfolgen und darf den Verdichtungshöhen nicht vorausseilen.

Die Angaben der DIN 4124 sind grundsätzlich zu beachten.

9.2.4 Grabensohle

Die Aushubarbeiten sind wegen der Störanfälligkeit des in der Gründungssohle anstehenden Bodens bei vorsichtiger Arbeitsweise vorzunehmen. Bei der Ausschachtung ist ein Hydraulikbagger einzusetzen, bei dem die Zähne am Löffel durch Messer ersetzt sind. Dieser Austausch verhindert das Auflockern der Gründungssohle.

Die Kanalsohle wird i.d.R. innerhalb der Kiese zu liegen kommen. Für diese Böden ist von guten Tragfähigkeitseigenschaften auszugehen. Auf eine Sohlstabilisierung unterhalb der Rohrbettung kann daher verzichtet werden.

Die Kiese sind vor Einbringen der Rohrbettung nachzuverdichten (Vibrationsplatte, 2-3 Übergänge).

Sollten im Sohlbereich wider Erwarten bindige oder aufgeweichte Bodenschichten angetroffen werden, ist – nach Rücksprache mit dem Bodengutachter – ggf. eine Stabilisierungsschicht anzuordnen.

9.2.5 Grabenverfüllung

Leitungszone

In der Leitungszone sind an die Bauausführung, an den zu verwendenden Füllboden und insbesondere an die Verdichtung erhöhte Anforderungen zu stellen, da sie von wesentlichem Einfluss auf die Aufnahme der statischen und dynamischen Beanspruchung durch die Leitung ist.

In der Leitungszone - diese bezeichnet den Raum zwischen der Grabensohle und den Grabenwänden bis zu einer Höhe von etwa 0,40 m, mindestens jedoch 0,30 m über dem Scheitel der Leitung - ist nach ZTV E - StB 17, 9.5.1 und DIN EN 1610 die Verdichtung in der Leitungszone bis 1 m über dem Kanalscheitel nur mit leichtem Gerät durchzuführen und ein Verdichtungsgrad von mindestens $D_{Pr} = 97 \%$ zu erreichen.

Der Einbau der Bettungsschichten, der Seitenverfüllung sowie der Abdeckung (bis 150 mm über dem Rohrscheitel) ist so vorzunehmen, dass ein seitliches Verschieben der Leitung nicht mehr möglich ist.

Die Verfüllung in der Leitungszone ist schrittweise in Lagen von ca. 0,20 m durchzuführen, indem der Verfüllboden kraftschlüssig gegen den seitlichen Boden verdichtet wird.

Für die Verdichtung in der Leitungszone sind leichte, maschinelle Geräte mit geringer Arbeitsbreite, wie Vibrationsstampfer oder kleine Flächenrüttler, einzusetzen (je Lage 3 - 4 Übergänge).

Bei den Verdichtungsarbeiten sind Auflager- und Bettungsbereich wasserfrei zu halten.

Hauptverfüllung

Für die Verfüllung der Gräben sollte ein Material verwendet werden, das sowohl verdichtungsfähig, umweltverträglich als auch volumenbeständig ist. Enggestufte bzw. intermittierend gestufte Korngemische sind nicht zulässig.

Das Aushubmaterial Kies kann aus bodenmechanischen Gründen grundsätzlich zur Wiederverfüllung verwendet werden. Es ist dann bei der Zwischenlagerung darauf zu achten, dass das Material vor Wasserzufuhr geschützt wird, da sich ansonsten die bodenmechanischen Eigenschaften deutlich verschlechtern können. Bei hohen Schluffgehalten sind ggf. zusätzliche Maßnahmen zur Verbesserung der Tragfähigkeit (z.B. Bindemittelbeigabe) erforderlich.

Das Verfüllmaterial ist in Lagen von max. 20 cm mit einer Proctordichte von $\geq 97 - 100 \%$ (je nach Kornabstufung) einzubringen. Die Verdichtung ist mit einem leichten Verdichtungsgerät in 3 – 4 Übergängen je Schüttlage vorzunehmen.

Die Hauptverfüllung ist im Bereich von Verkehrsflächen bis OK Erdplanum entsprechend RStO – 12 und ZTV E – StB 17 zu ziehen. Hier ist im Straßenbereich ein Verformungsmodul von $E_{v2} > 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Der Einbau von Frostschutz- und Tragschichten erfolgt auf der Grundlage der Anforderungen der RStO – 12 im Hinblick auf die Materialzusammensetzung und die Tragfähigkeit.

Im Übrigen sind die Bestimmungen der Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen (ZTV A-StB 12) zu beachten.

9.2.6 Kontrollprüfungen

Im Hinblick darauf, dass die Trasse im zukünftigen Straßenkörper liegt, ist die Anzahl der erforderlichen Kontrollprüfungen der Verdichtung von der Bauleitung des Auftraggebers unter Berücksichtigung der Eigenüberwachungsprüfungen der bauausführenden Firma festzulegen (nach ZTV E - StB 17).

Auf der Oberfläche der Grabenverfüllung (Planum für die Tragschichten im Straßenbau) sind mittels Lastplattendruckversuchen die Verdichtungswerte gemäß der ZTV E-StB 17 zu erreichen und nachzuweisen. In der Leitungs- und Verfüllzone ist die anforderungsgemäße

Verdichtung mittels Sondierungen mit der leichten Rammsonde (Künzelstab) und/oder durch dynamische Lastplattendruckversuche zu überprüfen.

9.3 Geschlossene Bauweise (Rohrvortrieb)

9.3.1 Bodenverhältnisse im Vortriebsbereich

Für den Bereich der geschlossenen Bauweise ist die in Kapitel 6.1 beschriebene Schichtenfolge zu beachten. Im Rohrvortriebsbereich stehen i.d.R. dicht bis sehr dicht gelagerte Kiese an. Aufgrund der geringen Feinkornanteile neigt der Boden zum Ausbrechen bzw. Ausrieseln. Örtlich können Steine > 63 mm vorkommen.

Es ist nicht mit einer Beeinflussung durch das Grundwasser zu rechnen.

9.3.2 Rohrvortriebsverfahren

Aufgrund der Länge der Vortriebsstrecken sowie des geringen Durchmessers wird ein gesteuertes, unbemanntes Vortriebsverfahren vorgeschlagen.

Wegen der im Vortriebsbereich anstehenden örtlich dicht bis sehr dicht gelagerten nicht bindigen Böden können Bodenverdrängungsverfahren (z.B. gesteuertes Pressbohrverfahren) nicht empfohlen werden.

In Frage kommt beispielsweise der Einsatz einer ferngesteuerten Schildvortriebsmaschine (Microtunneling / Mikrotunnelbauverfahren). Es handelt sich hier um ein einstufiges Verfahren zum Vortrieb von Produkt- oder Mantelrohren unter Verwendung einer Vortriebsmaschine bei gleichzeitig kontinuierlichem vollflächigem Bodenabbau an der mechanisch- und / oder flüssigkeits- oder erddruckgestützten Ortsbrust. Der Gesteinsabbau erfolgt bei den verschiedenen Maschinentypen entweder mit einem Schneidrad im Vollschnittverfahren oder mit einem mit Rollenmeißel bestückten Fräskopf. Bei größeren Korngrößen wird der abgebaute Boden mittels des eingegliederten Brecherraumes hinter dem Schild erforderlichenfalls auf eine förderbare Korngröße zerkleinert.

Steine (bis $d = 200 \text{ mm}$) können bei diesem Verfahren grundsätzlich durchfahren werden. Evtl. größere Hindernisse im Vortriebsbereich (Steine, Blöcke, Bachgerölle), die nicht

durchfahren werden können, und die ggfs. geborgen (Bergungsschacht) werden müssen, sind nicht mit letzter Sicherheit auszuschließen.

Möglich ist ebenso der Vortrieb mit einem offenen Schild. Mit diesem Verfahren könnten eventuell auftretende Hindernisse leichter geborgen werden.

9.3.3 Herstellung von Baugruben

Für die Herstellung der Start- und Zielgrube bis auf Sohltiefe ist ein Verbau erforderlich. Nach derzeitiger Einschätzung liegen die erforderlichen Sohlthiefen bei ca. 2,7 – 2,8 m u. GOK.

Aus bodenmechanischer Sicht ist keine, den statischen Erfordernissen entsprechende Verbauart auszuschließen. Es kann z.B. eine Auskleidung mit Spritzbeton erfolgen. Hierbei wird die Baugrube abschnittsweise ausgehoben und mit Spritzbeton stabilisiert. Als Bewehrung dienen Baustahlgewebematten. Die Sohle ist auszubetonieren (Sauberkeitsschicht).

In der statischen Berechnung sind die im Gutachten genannten Bodenkennwerte in Abstimmung mit den Bodenprofilen in Ansatz zu bringen.

Es ist bei der Wahl des Verbaus zu berücksichtigen, dass rollige Zonen in den Kiesen zum Ausfließen neigen. Die Tiefe der Vorschachtung ist dann entsprechend zu reduzieren.

Die Baugrubensicherung an der Widerlagerseite sollte auf das Widerlager abgestimmt sein. Gegebenenfalls kann die Eigensteifigkeit der Verbauwand zur Lastabtragung mit herangezogen werden. Die Widerlager sind aus Gründen der besseren Lastverteilung kraftschlüssig an den Verbau anzulegen. Die zulässigen Bodenspannungen entsprechen generell dem hinter der Verbauwand aktivierbaren passiven Erddruck.

9.4 Senkungen

Obwohl der Rohrvortrieb zu den verformungsarmen und oberflächenschonenden Verfahren zählt, können bei der Ausführung unvermeidbare und vermeidbare Bodenverformungen entstehen.

Um Schäden an der Oberfläche zu vermeiden, muss angestrebt werden, diese auf ein Minimum zu beschränken. Unter Senkungen versteht man eine vertikale Verschiebung einer ganzen Bodenschicht infolge Materialentzugs in größerer Tiefe. Hier kann die Größenordnung der Verschiebung, nicht jedoch ihr zeitlicher Verlauf angegeben werden. Die Größe der Bodensenkungen wird maßgeblich beeinflusst durch verfahrenstechnische, geometrische und geotechnische Randbedingungen.

Zur Bestimmung der Bodenverformungen im Zusammenhang mit dem Rohrvortrieb stehen u.a. empirische Berechnungsverfahren zur Verfügung, die mit hinreichender Genauigkeit eine Abschätzung der Bodenverformungen ermöglichen. Für genauere Nachweise sind aufwändige numerische Verfahren notwendig.

Das Berechnungsverfahren nach Scherle¹ basiert auf der Annahme, dass die Senkungen im Wesentlichen durch den Bodenverlust und damit auch durch den Überschnitt entstehen. Im diesem Falle wird die sich an der Geländeoberfläche bildende Senkungslinie näherungsweise durch ein Trapez idealisiert, dessen Fläche identisch ist mit der zum Bodenverlust äquivalenten Fläche. Das Grenzmaß der Senkungen wird demnach bestimmt durch:

- den Rohraußendurchmesser
- die Überdeckungshöhe
- den anstehenden Boden

Der Bodenverlust wird durch eine von der Bodenart und der Lagerungsdichte bzw. der Konsistenz abhängigen dimensionslosen Bodenkennziffer berücksichtigt. Die maximale zulässige Senkung an der Oberfläche ergibt sich hieraus zu:

$$S_{zul} = \frac{d_a}{1 + h/2d_a} \times B_k$$

mit:

- S_{zul} Zulässiges Senkungsmaß (cm)
- d_a Rohraußendurchmesser (m)
- h Überdeckungshöhe (m)
- B_k Bodenkennziffer

¹ Scherle, M. (1977): Rohrvortrieb. Band 2, S. 594 f. Wiesbaden.

Auf der Basis der vorliegenden Daten errechnet sich die Senkung an der Geländeoberfläche zu den in Tabelle 14 angegebenen Werten. Das größte Setzungsmaß liegt über dem Rohrscheitel. Die Setzungen machen sich an der Geländeoberfläche in Form einer Mulde bemerkbar. Die Muldenweite S_w ist ebenfalls in der Tabelle angegeben.

Tabelle 17: mittlere zulässige Setzung und Muldenweite

ca. Überdeckungshöhe	Rohr (Bohr-) Außendurchmesser	Normale Anforderungen	
3,4 m	1200 mm	$S_{zul.} = 0,99 \text{ cm}$	$S_w = 6,0 \text{ m}$

Die Muldenweite S_w errechnet sich aus der Überdeckung, dem Rohraußendurchmesser und Konstanten.

9.5 Allgemeine Hinweise zur Unterquerung der Bahnanlagen

Laut den Angaben des Planungsbüros kann im Bereich der Gleisanlagen mit einer Überdeckung des Rohrscheitels von ca. 3,4 m gerechnet werden.

Grundsätzlich sind die Anmerkungen des DWA-Arbeitsblatt DWA-A 125 zu beachten. Für die Unterquerung der Bundesbahn müssen zudem u.a. folgende Regelwerke berücksichtigt werden:

- Ril 836.4501 bis Ril 836.4505
- Ril 1801 „Gas- und Wasserleitungskreuzungsrichtlinien“
- Ril 17801 „Stromkreuzungsrichtlinien“
- Aktuelle technische Mitteilungen der DB AG

Eine Gefährdung des Eisenbahnverkehrs ist zu jeder Zeit auszuschließen.

Allgemein ist die Baumaßnahme der Bahn anzuzeigen. Das zuständige Eisenbahn-Infrastrukturunternehmen muss jederzeit die Baumaßnahme überwachen können. Ggf. zu treffende besondere Maßnahmen für den Vortrieb sind ebenfalls im Vorfeld abzustimmen.

Als betriebliche Schutzmaßnahmen sollten vorgesehen werden: Messtechnische Überwachung der Gleisanlage, sowie Vorlage der Messprotokolle, ggf. Geschwindigkeitseinschränkungen.

Alle im Bereich der Gleistrasse durchzuführenden Arbeiten müssen in enger Abstimmung mit der DB erfolgen.

Eine Dokumentation aller für das gewählte Verfahren nötigen Schritte muss unter allen Umständen erfolgen. Die Dokumente müssen der Bahn zur Prüfung vorgelegt werden. Nach Beendigung der Maßnahme ist zudem ein Abschlussbericht vorzulegen.

10 Schlussbemerkungen

Die Abnahme der Aushubsohlen bleibt vorbehalten. Bei allen Überprüfungen wird um eine rechtzeitige Terminvereinbarung gebeten.

Das Gutachten ist von unserem Auftraggeber oder dessen Vertreter allen am Bau maßgeblich Beteiligten vollständig zur Kenntnis zu bringen.

Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich. Änderungen in den Grundlagen und vom Gutachten abweichende Bauausführungen bedürfen der Überprüfung und der Zustimmung des Unterzeichners.

Der Bericht gibt den Kenntnisstand vom 28.06.2023 wieder.

GBU
Geologie-, Bau- & Umweltconsult GmbH
Beratende Geologen und Geotechniker BDG/DGG/DGGT

Alfter, den 28.06.2023

Die Gutachter

GEOLOGIE · BAU & UMWELTCONSULT GMBH
BERATENDE GEOLOGEN & GEOTECHNIKER BDG/DGG/DGGT
AUF DEM SCHURWEßEL 11 D-53347 ALFTER T 0228/976 291-0 F 0228/976 291-29
W WWW.GBU-CONSULT.DE E INFO@GBU-CONSULT.DE



Dipl.-Geol. Manfred Rumi
(Geschäftsführer)



Dipl.-Geogr. Marco Fürstenberg
(Projektleiter)

Anlagen

Anlage 1

Topographische Karte

Ausschnitt aus der Topographischen Karte Bereich Euskirchen

Projekt: Anschlusskanal, Hausweiler, Weilerswist

Projekt-Nr: 19/12/5403-3

Bearbeiter: Sok.

Maßstab: 1:25.000

Anlage: 1

Datum: 09.05.2023



Anlage 2

Geologische Karte

Ausschnitt aus der Geologischen Karte Blatt 5206 Erp

Projekt: Anschlusskanal, Hausweiler, Weilerswist

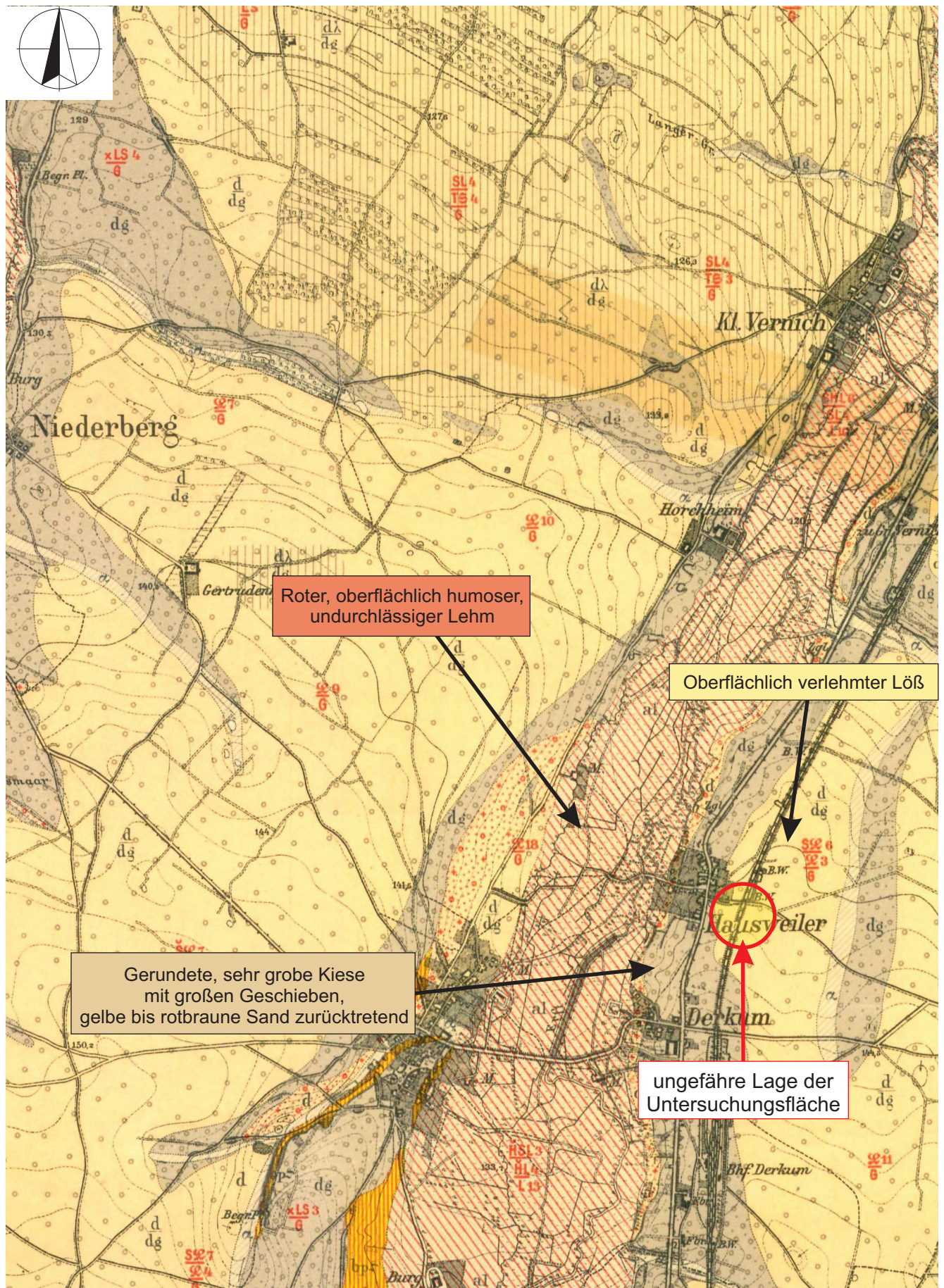
Projekt-Nr: 19/12/5403-3

Bearbeiter: Sok.

Maßstab: 1:25.000

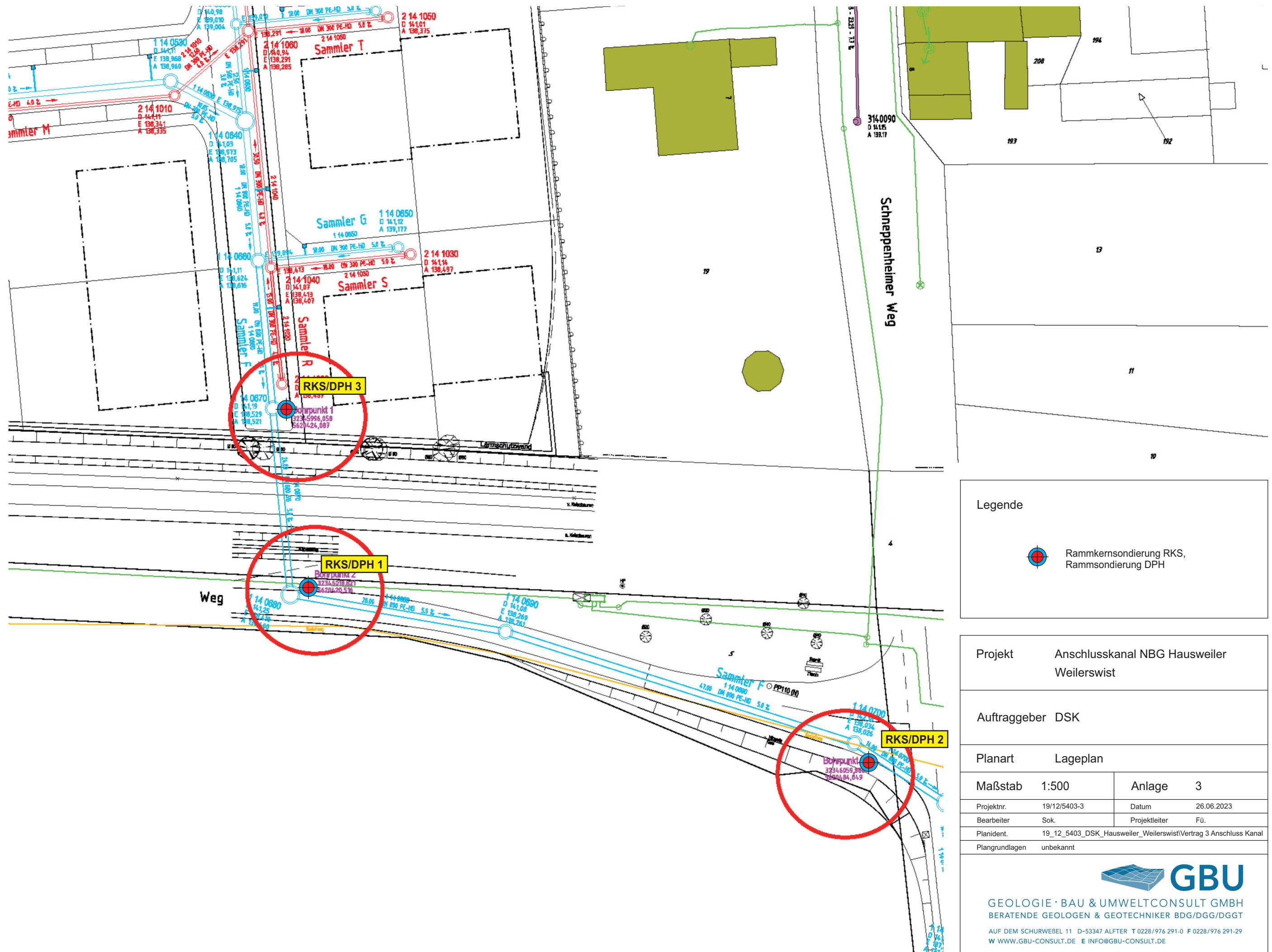
Anlage: 2

Datum: 09.05.2023



Anlage 3

Lageplan



Legende

 Rammkernsondierung RKS,
Rammsondierung DPH

Projekt Anschlusskanal NBG Hausweiler
Weilerswist

Auftraggeber DSK

Planart	Lageplan		
Maßstab	1:500	Anlage	3
Projektnr.	19/12/5403-3	Datum	26.06.2023
Bearbeiter	Sok.	Projektleiter	Fü.
Planident.	19_12_5403_DSK_Hausweiler_Weilerswist/Vertrag 3 Anschluss Kanal		
Plangrundlagen	unbekannt		

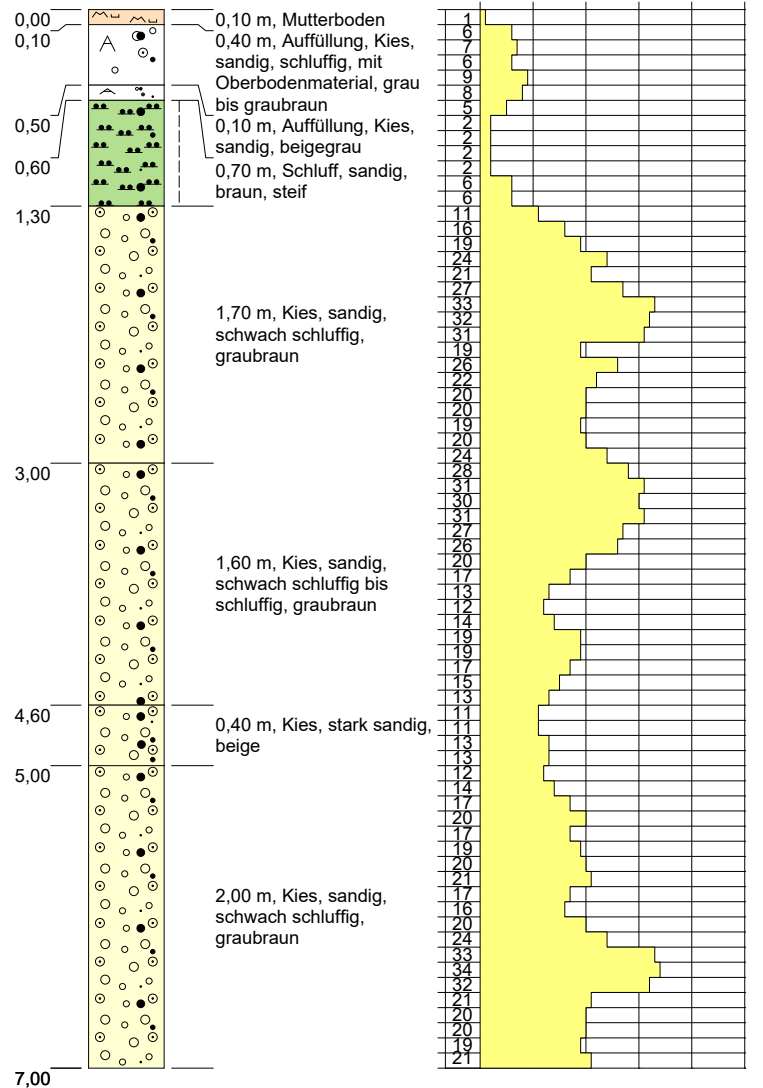
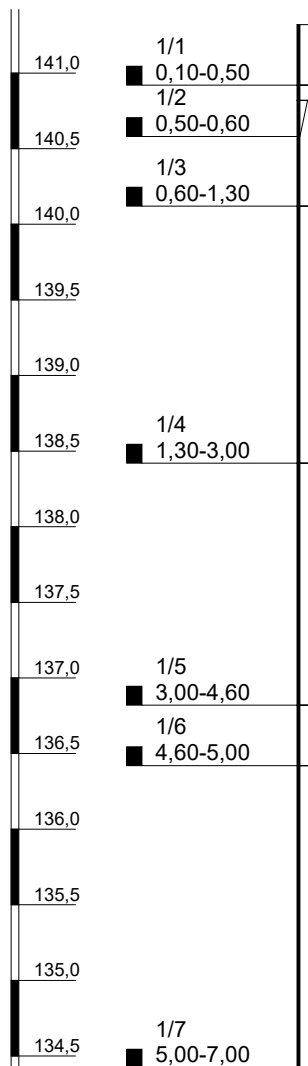

GEOLOGIE · BAU & UMWELTCONSULT GMBH
BERATENDE GEOLOGEN & GEOTECHNIKER BDG/DGG/DGGT
AUF DEM SCHURWEBEL 11 D-53347 ALFTER T 0228/976 291-0 F 0228/976 291-29
W WWW.GBU-CONSULT.DE E INFO@GBU-CONSULT.DE

Anlage 4

Bohr- und Rammprofile

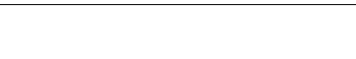
141,42 m ü. NHN

RKS/DPH 1

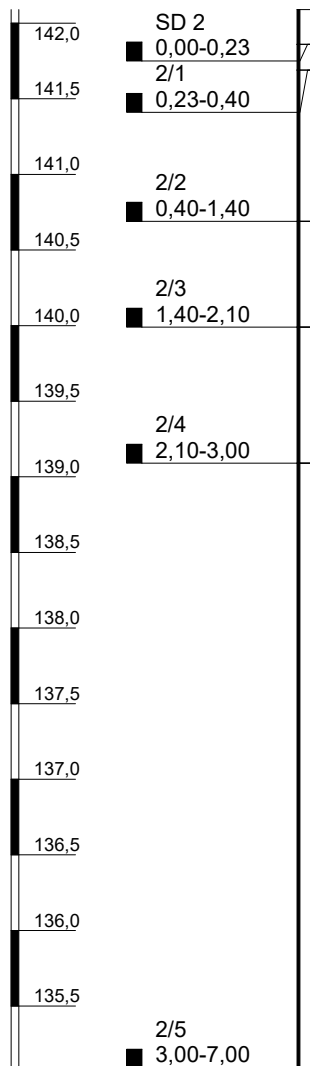


Maßstab: 1:50

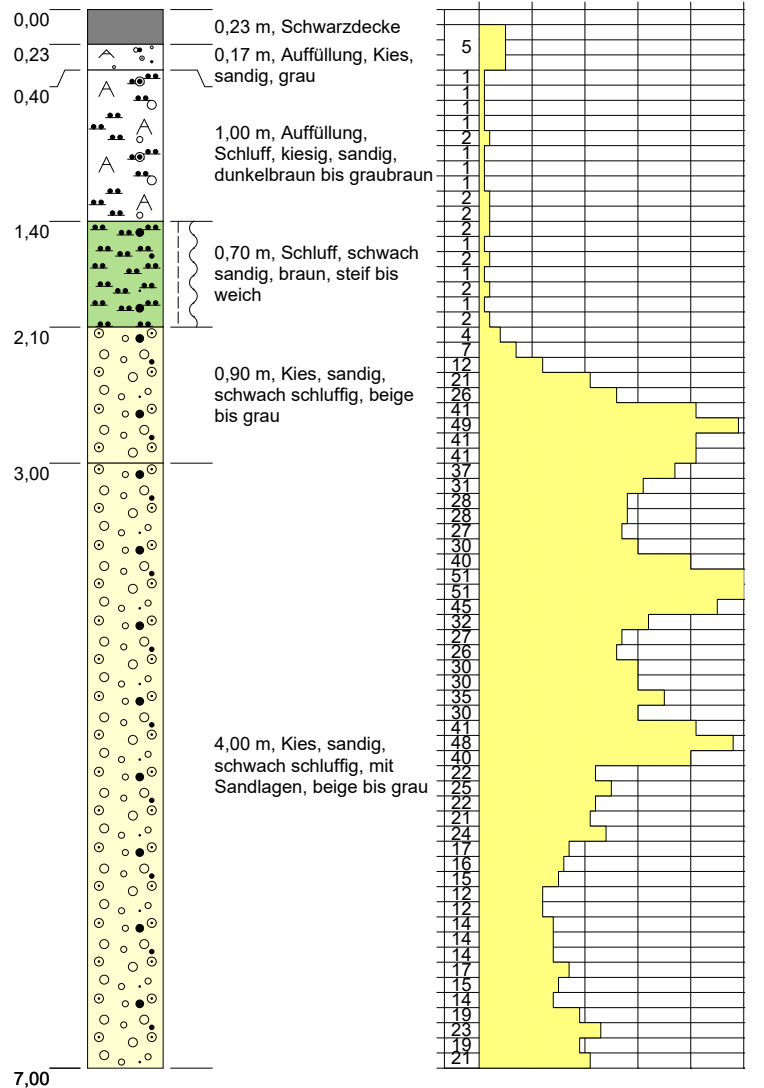
Blatt 1 von 1

Projekt: Anschlusskanal, Hausweiler, Weilerswist				
Bohrung: RKS/DPH 1				
Projektnr.:	19/12/5403-3		Anlage:	4.1
Lage:	siehe Lageplan		Datum:	02.05.2023
Ansatzhöhe:	141,42 m ü. NHN		Endtiefe:	7,00 m
Bearbeiter:	He./Ax., Sok.		Auftraggeber:	DSK

142,09 m ü. NHN

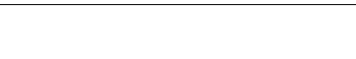


RKS/DPH 2

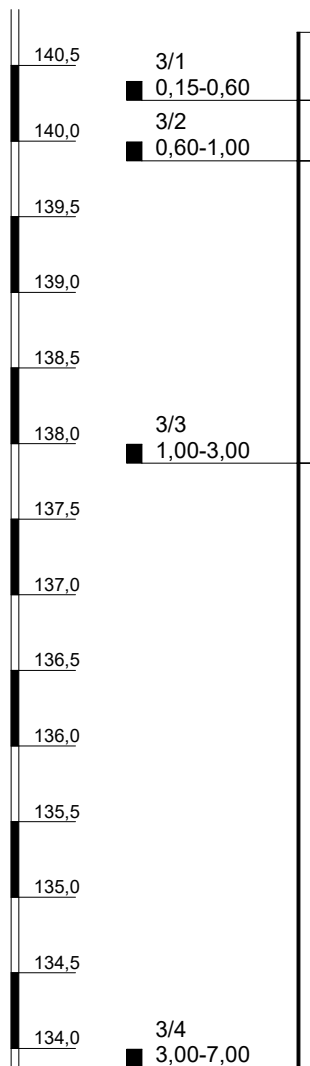


Maßstab: 1:50

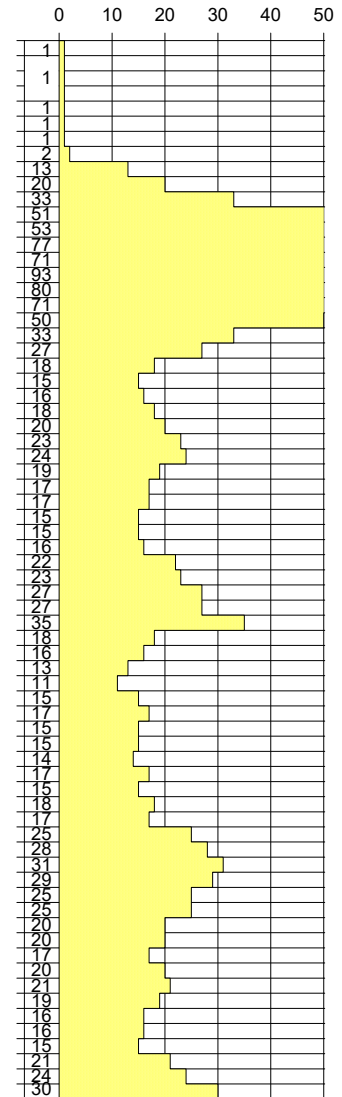
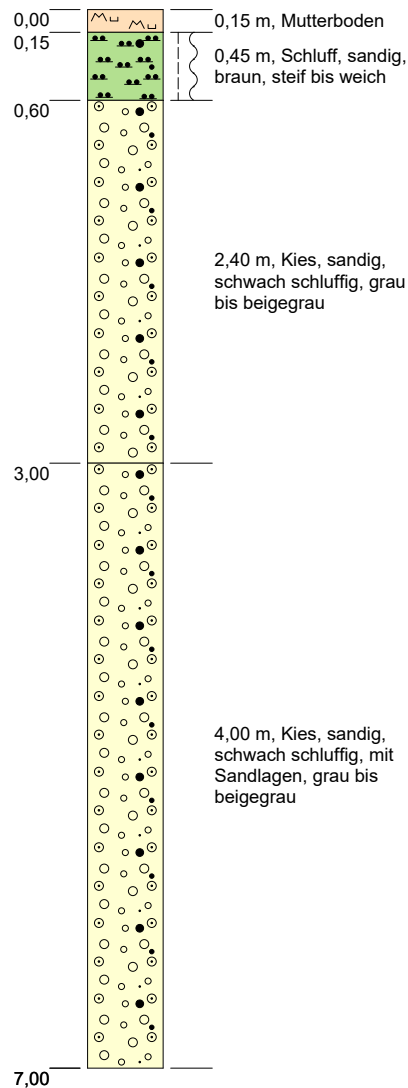
Blatt 1 von 1

Projekt: Anschlusskanal, Hausweiler, Weilerswist				
Bohrung: RKS/DPH 2				
Projektnr.:	19/12/5403-3		Anlage:	4.2
Lage:	siehe Lageplan		Datum:	02.05.2023
Ansatzhöhe:	142,09 m ü. NHN		Endtiefe:	7,00 m
Bearbeiter:	He./Ax., Sok.		Auftraggeber:	DSK

140,87 m ü. NHN

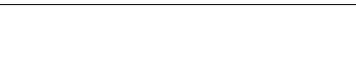


RKS/DPH 3



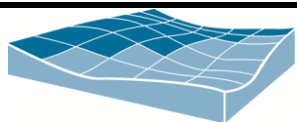
Maßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: Anschlusskanal, Hausweiler, Weilerswist				
Bohrung: RKS/DPH 3				
Projektnr.:	19/12/5403-3		Anlage:	4.3
Lage:	siehe Lageplan		Datum:	02.05.2023
Ansatzhöhe:	140,87 m ü. NHN		Endtiefe:	7,00 m
Bearbeiter:	He./Ax., Sok.		Auftraggeber:	DSK

Anlage 5

Bodenmechanische Laborversuche



GBU

GEOLOGIE · BAU & UMWELTCONSULT

Konsistenzzahl I_c

>	-	1
1	-	0,75
0,75	-	0,5
0,5	-	0,25

Konsistenz K

halbfest
steif
weich
breiig

Wasserbindegrad

<	-	20%
20	-	40%
50	-	60%
60	-	80%

Bodenphysikalische Kennwerte (Grundbau)	Entnahmestelle		Bodenart					Bodenzustand					Verhalten bei Beanspruchung					
	Bohrungsnr. / Probennr.	Entnahmetiefe [m]	Wasserbindevermögen ¹⁾ W _b [%]	Tongehalt [< 0,002 mm Ø) T[%]	Fließgrenze W _f [%]	Bildsamkeit W _{fa} [%]	Kalkgehalt [%] Glühverlust [%]	Wassergehalt W [%]	Wichte g [kN/m ³]	Porenziffer e	Wasserbindegrad ²⁾ W _{bg} [%]	Konsistenz K	Kompressionsversuch				Schervers. Dreiachsial- versuch	
													Steifemodul E _s für Belastung			Setzung [%] Nach 1 [min]		
													0,1	0,2	0,3			
Bodenart													[MN/m ²]				Kohäsion [kN/m ²]	Reibungswinkel d (°)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Schluff, sandig	1/3	0,6-1,3	46					18,7			41,0	st.- we.						
Schluff, schwach Sandig	2/3	1,4-2,1	44					19,3			43,8	st.- we.						

1) Wasserbindevermögen nach ENSLIN-NEFF = Wasseraufnahmevermögen nach DIN 18132 2) Wasserbindegrad nach NEFF 1988 = $W/W_b \times 100$ [%]

Anschlusskanal, Hausweiler, Weilerswist

Projekt-Nr.:

19/12/5403-3

Anlagen-Nr.

5

Bearbeiter:

SK.

Anlage 6

Körnungslinie



GEOLOGIE · BAU & UMWELTCONSULT GMBH

Bearbeiter: Ki.

Datum: 11.05.2023

Körnungslinie

Projekt: Anschlusskanal, Hausweiler, Weilerswist

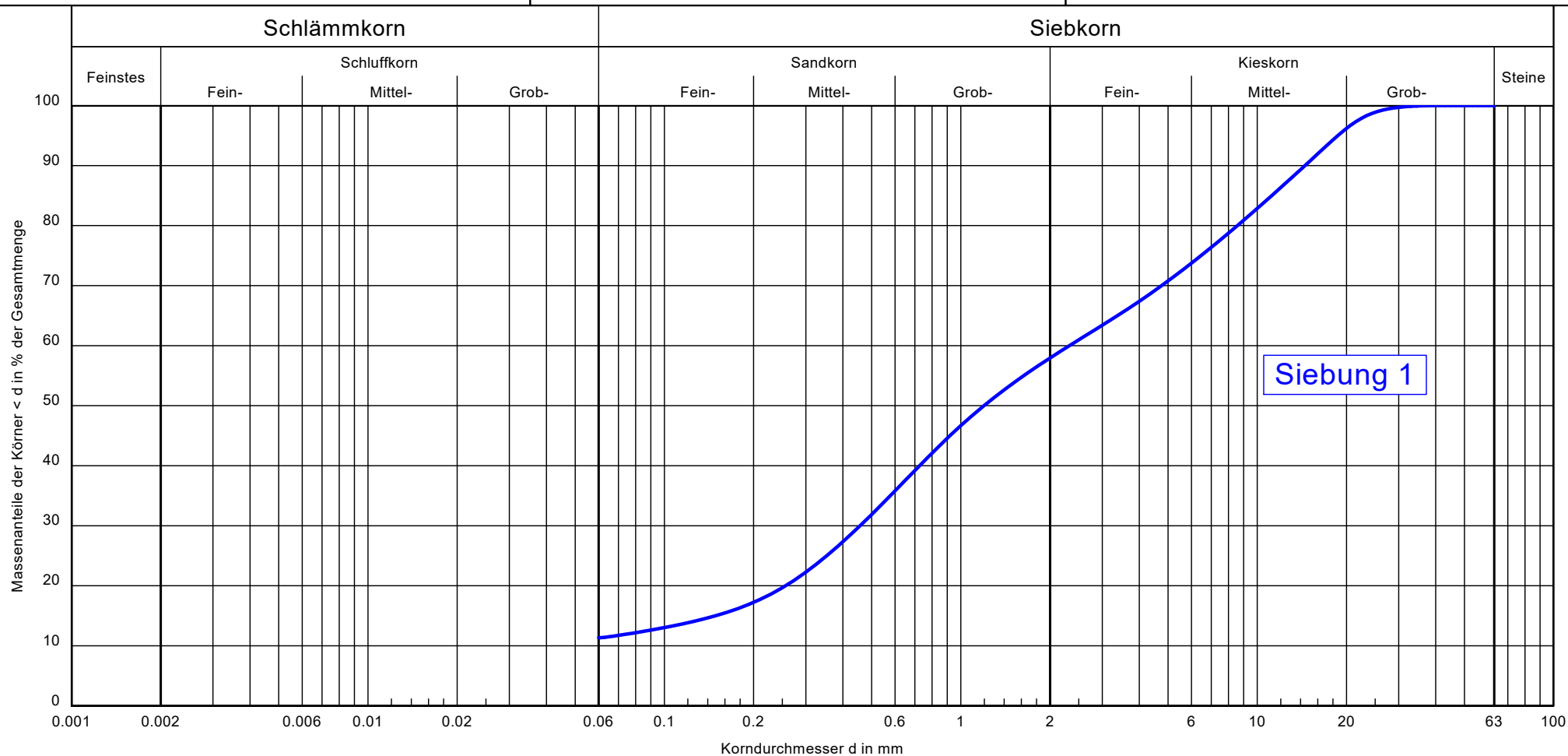
Projekt-Nr.: 19/12/5403-3

Prüfungsnummer:

Probe entnommen am: 02.05.2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebanalyse (mit Nassabtrennung der Feinbestandteile)



Bezeichnung:	Siebung 1	Bemerkungen:	Anlage: 6
Entnahmestelle:	1/4, 1/5, 2/4, 2/5, 3/3, 3/4	Bodenarten nach DIN 18196	
Bodenart:	S, G, u'	Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4	
Tiefe:	0,6 - 7,0 m u. GOK		
U/Cc:	-/-		
Bodengruppe	GU		

Anlage 7

Analytik Schwarzdecken (PAK)

AGROLAB Agrar&Umwelt Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel

GBU Geologie-, Bau- & Umweltconsult GmbH
Auf dem Schurweßel 11
53247 Alfter

Datum 15.05.2023
Kundennr. 20097088

PRÜFBERICHT

Auftrag
Analysennr.
Probeneingang
Probenahme
Probenehmer
Kunden-Probenbezeichnung

2274384 Projekt: 19/12/5403-3 - Fürstenberg
864441 Mineralisch/Anorganisches Material
04.05.2023
02.05.2023
Auftraggeber
SD 2

Einheit Ergebnis Best.-Gr.

Feststoff

Analyse in der Gesamtfraction							
Backenbrecher		°					
Naphtalin	mg/kg	°	<0,050				0,05
Acenaphthylen	mg/kg	°	<0,050				0,05
Acenaphthen	mg/kg	°	<0,050				0,05
Fluoren	mg/kg	°	<0,050				0,05
Phenanthren	mg/kg	°	0,16				0,05
Anthracen	mg/kg	°	<0,050				0,05
Fluoranthren	mg/kg	°	<0,050				0,05
Pyren	mg/kg	°	0,062				0,05
Benzo(a)anthracen	mg/kg	°	<0,050				0,05
Chrysen	mg/kg	°	0,084				0,05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	°	<0,050				0,05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	°	<0,050				0,05
Benzo(a)pyren	mg/kg	°	<0,050				0,05
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	°	<0,050				0,05
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg	°	0,064				0,05
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg	°	<0,050				0,05
Summe PAK (EPA)	mg/kg	°	0,370 x)				

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

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

Hinweis zum Probenahmedatum: Das Probenahmedatum ist eine Kundeninformation.

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

Datum 15.05.2023
Kundennr. 20097088

PRÜFBERICHT

Auftrag **2274384** Projekt: 19/12/5403-3 - Fürstenberg
Analysenr. **864441** Mineralisch/Anorganisches Material
Kunden-Probenbezeichnung **SD 2**

Beginn der Prüfungen: 04.05.2023
Ende der Prüfungen: 13.05.2023

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.

M. Göllner

AGROLAB Agrar&Umwelt Frau Melina Göllner, Tel. 0431/22138-582

Methodenliste

Feststoff

Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter : Summe PAK (EPA)

DIN 19747 : 2009-07 : Analyse in der Gesamtfraktion Backenbrecher

DIN 38414-23 : 2002-02 : Naphtalin Acenaphthylen Acenaphthen Fluoren Phenanthren Anthracen Fluoranthren Pyren Benzo(a)anthracen Chrysen Benzo(b)fluoranthren Benzo(k)fluoranthren Benzo(a)pyren Dibenz(ah)anthracen Benzo(g,h,i)perylene Indeno(1,2,3-c,d)pyren

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

Anlage 8

Analytik Aushubböden

AGROLAB Agrar&Umwelt Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel

GBU Geologie-, Bau- & Umweltconsult GmbH
Auf dem Schurweßel 11
53247 Alfter

Datum 15.05.2023
Kundennr. 20097088

PRÜFBERICHT

Auftrag
Analysennr.
Probeneingang
Probenahme
Probenehmer
Kunden-Probenbezeichnung

2274384 Projekt: 19/12/5403-3 - Fürstenberg
864453 Mineralisch/Anorganisches Material
04.05.2023
02.05.2023
Auftraggeber
MP 1

LAGA 2004
II.1.2-2,3 LAGA 2004 LAGA 2004 LAGA 2004
Z0 (Lehm/ II.1.2-4,5 II.1.2-4,5 II.1.2-4,5
Einheit Ergebnis Schluff) Z1.1 Z1.2 Z2 Best.-Gr.

Feststoff

Analyse in der Gesamtfraktion							
Trockensubstanz	%	°	90,6				0,1
Backenbrecher		°					
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	%		0,29	0,5 4)	1,5	1,5	5
Cyanide ges.	mg/kg		0,36		3	3	10
EOX	mg/kg		<1,0	1	3	3	10
Königswasseraufschluß							
Arsen (As)	mg/kg		5,12	15	45	45	150
Blei (Pb)	mg/kg		70,7	70	210	210	700
Cadmium (Cd)	mg/kg		0,18	1	3	3	10
Chrom (Cr)	mg/kg		21,3	60	180	180	600
Kupfer (Cu)	mg/kg		18,5	40	120	120	400
Nickel (Ni)	mg/kg		22,4	50	150	150	500
Quecksilber (Hg)	mg/kg		<0,066	0,5	1,5	1,5	5
Thallium (Tl)	mg/kg		0,1	0,7	2,1	2,1	7
Zink (Zn)	mg/kg		39,9	150	450	450	1500
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC)	mg/kg		<50	100	300	300	1000
Kohlenwasserstoffe C10-C40 (GC)	mg/kg		<50		600	600	2000
Naphthalin	mg/kg		<0,050				0,05
Acenaphthylen	mg/kg		<0,050				0,05
Acenaphthen	mg/kg		<0,050				0,05
Fluoren	mg/kg		<0,050				0,05
Phenanthren	mg/kg		0,17				0,05
Anthracen	mg/kg		<0,050				0,05
Fluoranthren	mg/kg		0,35				0,05
Pyren	mg/kg		0,24				0,05
Benzo(a)anthracen	mg/kg		0,20				0,05
Chrysen	mg/kg		0,19				0,05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg		0,19				0,05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg		0,10				0,05
Benzo(a)pyren	mg/kg		0,16	0,3	0,9	0,9	3
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg		<0,050				0,05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg		0,10				0,05

Seite 1 von 4

Datum 15.05.2023

Kundennr. 20097088

PRÜFBERICHT

Auftrag

2274384 Projekt: 19/12/5403-3 - Fürstenberg

Analysennr.

864453 Mineralisch/Anorganisches Material

Kunden-Probenbezeichnung

MP 1

LAGA 2004

II.1.2-2,3

LAGA 2004 LAGA 2004 LAGA 2004

Z0 (Lehm/

II.1.2-4,5

II.1.2-4,5

II.1.2-4,5

Best.-Gr.

Einheit

Ergebnis

Schluff)

Z1.1

Z1.2

Z2

Best.-Gr.

<i>Indeno(1,2,3-cd)pyren</i>	mg/kg	0,11					0,05
PAK-Summe (nach EPA)	mg/kg	1,81 ^{x)}	3	3 ⁵⁾	3 ⁵⁾	30	
<i>Dichlormethan</i>	mg/kg	<0,10					0,1
<i>cis-Dichlorethen</i>	mg/kg	<0,10					0,1
<i>trans-Dichlorethen</i>	mg/kg	<0,10					0,1
<i>Trichlormethan</i>	mg/kg	<0,10					0,1
<i>1,1,1-Trichlorethan</i>	mg/kg	<0,10					0,1
<i>Trichlorethen</i>	mg/kg	<0,10					0,1
<i>Tetrachlormethan</i>	mg/kg	<0,10					0,1
<i>Tetrachlorethen</i>	mg/kg	<0,10					0,1
LHKW - Summe	mg/kg	n.b.	1	1	1	1	
<i>Benzol</i>	mg/kg	<0,050					0,05
<i>Toluol</i>	mg/kg	<0,050					0,05
<i>Ethylbenzol</i>	mg/kg	<0,050					0,05
<i>m,p-Xylol</i>	mg/kg	<0,050					0,05
<i>o-Xylol</i>	mg/kg	<0,050					0,05
<i>Cumol</i>	mg/kg	<0,10					0,1
<i>Styrol</i>	mg/kg	<0,10					0,1
BTX - Summe	mg/kg	n.b.	1	1	1	1	
<i>PCB (28)</i>	mg/kg	<0,010					0,01
<i>PCB (52)</i>	mg/kg	<0,010					0,01
<i>PCB (101)</i>	mg/kg	<0,010					0,01
<i>PCB (138)</i>	mg/kg	<0,010					0,01
<i>PCB (118)</i>	mg/kg	<0,010					0,01
<i>PCB (153)</i>	mg/kg	<0,010					0,01
<i>PCB (180)</i>	mg/kg	<0,010					0,01
PCB-Summe (6 Kongenere)	mg/kg	n.b.	0,05	0,15	0,15	0,5	
PCB-Summe	mg/kg	n.b.					

Eluat

Eluaterstellung							
Temperatur Eluat	°C	21,2					0
pH-Wert		8,6	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	2
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	68,0	250	250	1500	2000	10
Chlorid (Cl)	mg/l	4,22	30	30	50	100	1
Sulfat (SO ₄)	mg/l	25,6	20	20	50	200	1
Cyanide ges.	mg/l	<0,005	0,005	0,005	0,01	0,02	0,005
Phenolindex	mg/l	<0,010	0,02	0,02	0,04	0,1	0,01
Arsen (As)	mg/l	0,004	0,014	0,014	0,02	0,06	0,001
Blei (Pb)	mg/l	0,031	0,04	0,04	0,08	0,2	0,001
Cadmium (Cd)	mg/l	<0,0003	0,0015	0,0015	0,003	0,006	0,0003
Chrom (Cr)	mg/l	<0,003	0,0125	0,0125	0,025	0,06	0,003
Kupfer (Cu)	mg/l	0,008	0,02	0,02	0,06	0,1	0,005
Nickel (Ni)	mg/l	<0,007	0,015	0,015	0,02	0,07	0,007
Quecksilber (Hg)	mg/l	<0,00003	0,0005	0,0005	0,001	0,002	0,00003
Zink (Zn)	mg/l	<0,03	0,15	0,15	0,2	0,6	0,03

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 15.05.2023
Kundennr. 20097088

PRÜFBERICHT

Auftrag **2274384** Projekt: 19/12/5403-3 - Fürstenberg
Analysennr. **864453** Mineralisch/Anorganisches Material
Kunden-Probenbezeichnung **MP 1**

- 4) Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%.
5) Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.

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

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.

Hinweis zum Probenahmedatum: Das Probenahmedatum ist eine Kundeninformation.

Beginn der Prüfungen: 04.05.2023

Ende der Prüfungen: 12.05.2023

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.

M. Göllner

AGROLAB Agrar&Umwelt Frau Melina Göllner, Tel. 0431/22138-582

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 15.05.2023
Kundennr. 20097088

PRÜFBERICHT

Auftrag **2274384** Projekt: 19/12/5403-3 - Fürstenberg
Analysenr. **864453** Mineralisch/Anorganisches Material
Kunden-Probenbezeichnung **MP 1**

Methodenliste

Feststoff

Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter : PAK-Summe (nach EPA) LHKW - Summe BTX - Summe
PCB-Summe (6 Kongenere) PCB-Summe

DIN EN ISO 12846 : 2012-08 : Quecksilber (Hg)

DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02 : Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Thallium (Tl) Zink (Zn)

DIN EN ISO 17380 : 2013-10 : Cyanide ges.

DIN EN ISO 22155 : 2016-07 : Dichlormethan cis-Dichlorethen trans-Dichlorethen Trichlormethan 1,1,1-Trichlorethan Trichlorethen
Tetrachlormethan Tetrachlorethen Benzol Toluol Ethylbenzol m,p-Xylol o-Xylol Cumol Styrol

DIN EN 13657 : 2003-01 : Königswasseraufschluß

DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 (Schüttelextr.) : Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) Kohlenwasserstoffe C10-C40 (GC)

DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A : Trockensubstanz

DIN EN 15936 : 2012-11 : Kohlenstoff(C) organisch (TOC)

DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A) : Naphthalin Acenaphthylen Acenaphthen Fluoren Phenanthren Anthracen Fluoranthren Pyren
Benzo(a)anthracen Chrysen Benzo(b)fluoranthren Benzo(k)fluoranthren Benzo(a)pyren
Dibenz(ah)anthracen Benzo(ghi)perylene Indeno(1,2,3-cd)pyren

DIN 19747 : 2009-07 : Analyse in der Gesamtfraction Backenbrecher

DIN 38414-17 : 2017-01 : EOX

DIN EN 15308 : 2016-12 (Schüttelextr.) : PCB (28) PCB (52) PCB (101) PCB (138) PCB (118) PCB (153) PCB (180)

Eluat

DIN EN ISO 10523 : 2012-04 : pH-Wert

DIN EN ISO 12846 : 2012-08 : Quecksilber (Hg)

DIN EN ISO 14402 : 1999-12 : Phenolindex

DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 : Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Zink (Zn)

DIN EN ISO 17380 : 2013-10 : Cyanide ges.

DIN EN 12457-4 : 2003-01 : Eluaterstellung

DIN EN 27888 : 1993-11 : elektrische Leitfähigkeit

DIN ISO 15923-1 : 2014-07 : Chlorid (Cl) Sulfat (SO₄)

DIN 38404-4 : 1976-12 : Temperatur Eluat

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

AGROLAB Agrar&Umwelt Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel

GBU Geologie-, Bau- & Umweltconsult GmbH
Auf dem Schurweßel 11
53247 Alfter

Datum 15.05.2023
Kundennr. 20097088

PRÜFBERICHT

Auftrag
Analysennr.
Probeneingang
Probenahme
Probenehmer
Kunden-Probenbezeichnung

2274384 Projekt: 19/12/5403-3 - Fürstenberg
864455 Mineralisch/Anorganisches Material
04.05.2023
02.05.2023
Auftraggeber
MP 2

LAGA 2004
II.1.2-2,3 LAGA 2004 LAGA 2004 LAGA 2004
Z0 (Lehm/ II.1.2-4,5 II.1.2-4,5 II.1.2-4,5
Einheit Ergebnis Schluff) Z1.1 Z1.2 Z2 Best.-Gr.

Feststoff

Analyse in der Gesamtfraktion							
Trockensubstanz	%	°	95,1				0,1
Backenbrecher		°					
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	%		0,14	0,5 4)	1,5	1,5	5
Cyanide ges.	mg/kg		<0,30		3	3	10
EOX	mg/kg		<1,0	1	3	3	10
Königswasseraufschluß							
Arsen (As)	mg/kg		4,00	15	45	45	150
Blei (Pb)	mg/kg		10,3	70	210	210	700
Cadmium (Cd)	mg/kg		<0,06	1	3	3	10
Chrom (Cr)	mg/kg		15,2	60	180	180	600
Kupfer (Cu)	mg/kg		7,73	40	120	120	400
Nickel (Ni)	mg/kg		16,0	50	150	150	500
Quecksilber (Hg)	mg/kg		<0,066	0,5	1,5	1,5	5
Thallium (Tl)	mg/kg		<0,1	0,7	2,1	2,1	7
Zink (Zn)	mg/kg		24,1	150	450	450	1500
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC)	mg/kg		<50	100	300	300	1000
Kohlenwasserstoffe C10-C40 (GC)	mg/kg		<50		600	600	2000
Naphthalin	mg/kg		<0,050				0,05
Acenaphthylen	mg/kg		<0,050				0,05
Acenaphthen	mg/kg		<0,050				0,05
Fluoren	mg/kg		<0,050				0,05
Phenanthren	mg/kg		<0,050				0,05
Anthracen	mg/kg		<0,050				0,05
Fluoranthren	mg/kg		<0,050				0,05
Pyren	mg/kg		<0,050				0,05
Benzo(a)anthracen	mg/kg		<0,050				0,05
Chrysen	mg/kg		<0,050				0,05
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg		<0,050				0,05
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg		<0,050				0,05
Benzo(a)pyren	mg/kg		<0,050	0,3	0,9	0,9	3
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg		<0,050				0,05
Benzo(ghi)perylene	mg/kg		<0,050				0,05

Seite 1 von 4

Datum 15.05.2023

Kundennr. 20097088

PRÜFBERICHT

Auftrag

2274384 Projekt: 19/12/5403-3 - Fürstenberg

Analysennr.

864455 Mineralisch/Anorganisches Material

Kunden-Probenbezeichnung

MP 2

LAGA 2004

II.1.2-2,3

LAGA 2004 LAGA 2004 LAGA 2004

Z0 (Lehm/

II.1.2-4,5

II.1.2-4,5

II.1.2-4,5

Best.-Gr.

Einheit

Ergebnis

Schluff)

Z1.1

Z1.2

Z2

Best.-Gr.

<i>Indeno(1,2,3-cd)pyren</i>	mg/kg	<0,050					0,05
PAK-Summe (nach EPA)	mg/kg	n.b.	3	3 ⁵⁾	3 ⁵⁾	30	
<i>Dichlormethan</i>	mg/kg	<0,10					0,1
<i>cis-Dichlorethen</i>	mg/kg	<0,10					0,1
<i>trans-Dichlorethen</i>	mg/kg	<0,10					0,1
<i>Trichlormethan</i>	mg/kg	<0,10					0,1
<i>1,1,1-Trichlorethan</i>	mg/kg	<0,10					0,1
<i>Trichlorethen</i>	mg/kg	<0,10					0,1
<i>Tetrachlormethan</i>	mg/kg	<0,10					0,1
<i>Tetrachlorethen</i>	mg/kg	<0,10					0,1
LHKW - Summe	mg/kg	n.b.	1	1	1	1	
<i>Benzol</i>	mg/kg	<0,050					0,05
<i>Toluol</i>	mg/kg	<0,050					0,05
<i>Ethylbenzol</i>	mg/kg	<0,050					0,05
<i>m,p-Xylol</i>	mg/kg	<0,050					0,05
<i>o-Xylol</i>	mg/kg	<0,050					0,05
<i>Cumol</i>	mg/kg	<0,10					0,1
<i>Styrol</i>	mg/kg	<0,10					0,1
BTX - Summe	mg/kg	n.b.	1	1	1	1	
<i>PCB (28)</i>	mg/kg	<0,010					0,01
<i>PCB (52)</i>	mg/kg	<0,010					0,01
<i>PCB (101)</i>	mg/kg	<0,010					0,01
<i>PCB (138)</i>	mg/kg	<0,010					0,01
<i>PCB (118)</i>	mg/kg	<0,010					0,01
<i>PCB (153)</i>	mg/kg	<0,010					0,01
<i>PCB (180)</i>	mg/kg	<0,010					0,01
PCB-Summe (6 Kongenere)	mg/kg	n.b.	0,05	0,15	0,15	0,5	
PCB-Summe	mg/kg	n.b.					

Eluat

Eluaterstellung							
Temperatur Eluat	°C	21,8					0
pH-Wert		8,0	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	2
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	48,0	250	250	1500	2000	10
Chlorid (Cl)	mg/l	3,02	30	30	50	100	1
Sulfat (SO ₄)	mg/l	18,9	20	20	50	200	1
Cyanide ges.	mg/l	<0,005	0,005	0,005	0,01	0,02	0,005
Phenolindex	mg/l	<0,010	0,02	0,02	0,04	0,1	0,01
Arsen (As)	mg/l	0,001	0,014	0,014	0,02	0,06	0,001
Blei (Pb)	mg/l	0,006	0,04	0,04	0,08	0,2	0,001
Cadmium (Cd)	mg/l	<0,0003	0,0015	0,0015	0,003	0,006	0,0003
Chrom (Cr)	mg/l	<0,003	0,0125	0,0125	0,025	0,06	0,003
Kupfer (Cu)	mg/l	<0,005	0,02	0,02	0,06	0,1	0,005
Nickel (Ni)	mg/l	<0,007	0,015	0,015	0,02	0,07	0,007
Quecksilber (Hg)	mg/l	<0,00003	0,0005	0,0005	0,001	0,002	0,00003
Zink (Zn)	mg/l	<0,03	0,15	0,15	0,2	0,6	0,03

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 15.05.2023
Kundennr. 20097088

PRÜFBERICHT

Auftrag **2274384** Projekt: 19/12/5403-3 - Fürstenberg
Analysenr. **864455** Mineralisch/Anorganisches Material
Kunden-Probenbezeichnung **MP 2**

- 4) Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%.
5) Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.

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.

Hinweis zum Probenahmedatum: Das Probenahmedatum ist eine Kundeninformation.

Beginn der Prüfungen: 04.05.2023

Ende der Prüfungen: 12.05.2023

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.

M. Göllner

AGROLAB Agrar&Umwelt Frau Melina Göllner, Tel. 0431/22138-582

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 15.05.2023
Kundennr. 20097088

PRÜFBERICHT

Auftrag **2274384** Projekt: 19/12/5403-3 - Fürstenberg
Analysenr. **864455** Mineralisch/Anorganisches Material
Kunden-Probenbezeichnung **MP 2**

Methodenliste

Feststoff

Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter : PAK-Summe (nach EPA) LHKW - Summe BTX - Summe
PCB-Summe (6 Kongenere) PCB-Summe

DIN EN ISO 12846 : 2012-08 : Quecksilber (Hg)

DIN EN ISO 17294-2 : 2005-02 : Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Thallium (Tl) Zink (Zn)

DIN EN ISO 17380 : 2013-10 : Cyanide ges.

DIN EN ISO 22155 : 2016-07 : Dichlormethan cis-Dichlorethen trans-Dichlorethen Trichlormethan 1,1,1-Trichlorethan Trichlorethen
Tetrachlormethan Tetrachlorethen Benzol Toluol Ethylbenzol m,p-Xylol o-Xylol Cumol Styrol

DIN EN 13657 : 2003-01 : Königswasseraufschluß

DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 (Schüttelextr.) : Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) Kohlenwasserstoffe C10-C40 (GC)

DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A : Trockensubstanz

DIN EN 15936 : 2012-11 : Kohlenstoff(C) organisch (TOC)

DIN ISO 18287 : 2006-05 (Verfahren A) : Naphthalin Acenaphthylen Acenaphthen Fluoren Phenanthren Anthracen Fluoranthren Pyren
Benzo(a)anthracen Chrysen Benzo(b)fluoranthren Benzo(k)fluoranthren Benzo(a)pyren
Dibenz(ah)anthracen Benzo(ghi)perylene Indeno(1,2,3-cd)pyren

DIN 19747 : 2009-07 : Analyse in der Gesamtfraction Backenbrecher

DIN 38414-17 : 2017-01 : EOX

DIN EN 15308 : 2016-12 (Schüttelextr.) : PCB (28) PCB (52) PCB (101) PCB (138) PCB (118) PCB (153) PCB (180)

Eluat

DIN EN ISO 10523 : 2012-04 : pH-Wert

DIN EN ISO 12846 : 2012-08 : Quecksilber (Hg)

DIN EN ISO 14402 : 1999-12 : Phenolindex

DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 : Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Zink (Zn)

DIN EN ISO 17380 : 2013-10 : Cyanide ges.

DIN EN 12457-4 : 2003-01 : Eluaterstellung

DIN EN 27888 : 1993-11 : elektrische Leitfähigkeit

DIN ISO 15923-1 : 2014-07 : Chlorid (Cl) Sulfat (SO₄)

DIN 38404-4 : 1976-12 : Temperatur Eluat

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

Anlage 9

Profilschnitt

