

GEOTECHNISCHER BERICHT

081119-MAR-KAM

UMNUTZUNG SCHULE AN DER KAMPSTRASSE

IN MARL

BAUGRUNDUNTERSUCHUNG

24. JANUAR 2020

INHALTSVERZEICHNIS

1	VORBEMERKUNGEN.....	3
2	BEARBEITUNGSUNTERLAGEN	3
3	DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	3
4	UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE	5
4.1	Aufbau der Verkehrsflächen.....	5
4.2	Belastungen mit PAK im Bereich der Verkehrsflächen.....	6
4.3	Schichtenfolge	6
4.4	Grundwasserverhältnisse und Sedimentdurchlässigkeit.....	7
5	BODENEIGENSCHAFTEN	7
6	BODENKENNWERTE	8
7	BODENGRUPPEN UND –KLASSEN, HOMOGENBEREICHE	9
8	BELASTUNG DER ANGETROFFENEN BÖDEN	11
9	HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG	12
9.1	Angaben zum Baugrund innerhalb des Gebäudes.....	12
9.2	Angaben zum Baugrund außerhalb des Gebäudes.....	13
9.3	Baugrubensicherung, Bauzeitliche und ständige Wasserhaltung.....	13
10	SCHLUSSWORT	14

1 VORBEMERKUNGEN

Die Stadt Marl plant die Umnutzung der ehemaligen Schule an der Kampstraße zu einem Skulpturenmuseum. Hierfür soll der vorhandene Kriechkeller mit Beton verfüllt, vereinzelt Einzel fundamente errichtet und die Innenhöfe sowie die Außenanlagen umgestaltet werden. Ebenso ist eine Bebauung (Lagehalle) nordöstlich der Schule in Planung. Für Umnutzung der Schule ist das Architekturbüro Feja+Kemper Architekten (Recklinghausen) zuständig. Für die Planung der Außenanlagen ist die Stadt Marl verantwortlich.

Die **conTerra®** Geotechnische GmbH wurde von der Stadt Marl mit der Durchführung von Bodenuntersuchungen zur Erkundung der Bodenschichtung und Grundwasserverhältnisse beauftragt. Anzahl und Lage der Bohransatzstellen sowie die Erkundungstiefe wurden von der Stadt Marl sowie vom Planungsbüro vorgeschlagen und in Absprache mit unserem Büro vor Ort festgelegt.

2 BEARBEITUNGSUNTERLAGEN

Für die Ausarbeitung dieses Berichtes lagen die folgenden Unterlagen vor:

- Lageplan, Maßstab 1:500
- Grundriss Erdgeschoss, Maßstab 1:100
- Ergebnisse der durchgeführten Bodenuntersuchungen
Rammkernsondierungen (RKS) und Sondierungen mit der leichten Rammsonde (DPL₁₀)
- Ergebnisse der durchgeführten Laboruntersuchungen
visuelle und manuellen Probenbeurteilung; Bodenansprache, bodenphysikalische Laborversuche, chemische Laboruntersuchungen

3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 04.12.2019 und 16.01.2020 insgesamt 13 Rammkernsondierungen (RKS) bis in eine Tiefe von maximal 3,00 m unter Gelände bzw. Fußbodenoberkante durchgeführt. Dabei traf die RKS 1 viermal in geringer Tiefe auf ein Bohrhindernis und wurde um wenige Zentimeter versetzt neu durchgeführt. Zur Erkundung der gebundene und ungebundene Verkehrsflächen sowie der oberflächennahen Bodenschichten wurden zudem 8 Schürfe durchgeführt. Zur Ermittlung der Lagerungsdichte der anstehenden Böden bzw. zur Beurteilung der Baugrundtragfähigkeit wurden zudem fünf Sondierungen mit der leichten Rammsonde (DPL₁₀) bis maximal 4,00 m u. GOK niedergebracht. Für die Erkundung innerhalb des Gebäudes musste der Fußboden insgesamt 10-mal durchbohrt werden. An den Untersuchungspunkten 10-12 traf der Bohrer innerhalb des Fußbodens auf ein Bohrhindernis und wurde jeweils einmal um wenige Zentimeter versetzt.

Im Anschluss an die Feldarbeiten wurden die Sondierstellen nach Lage und Höhe eingemessen. Als Bezugspunkt diente dabei ein Kanaldeckel in der Kampfstraße unmittelbar vor dem Schulgebäude, dessen Höhe uns von der Stadt Marl mit 53,24 m+NN mitgeteilt wurde.

Nach einer ersten Vor-Ort-Ansprache der während der Feldarbeiten entnommenen Bodenproben erfolgte die detaillierte Probenbeurteilung und Bodenansprache hinsichtlich der bodenphysikalischen Eigenschaften, Bodengruppen und -klassen im Erdbaulabor der **conTerra®** GmbH. Ferner wurden an 3 repräsentativ ausgewählten Bodenproben der Wassergehalt (gem. DIN EN ISO 17892-1), an 3 Bodenproben die Kornverteilung (gem. DIN EN ISO 17892-4) und an 3 Bodenproben der Glühverlust (gem. DIN 18128) bestimmt.

An zwei Proben der Asphaltschicht wurden der PAK-Gehalt sowie der Phenolindex ermittelt. Aus den Tragschichtmaterialien wurden zwei Probe auf die Parameter gemäß LAGA-Richtlinie 20 Tabelle II 1.4-5/-6 (Bauschutt, 1997) vom Kooperationslabor der Wessling GmbH (Altenberge) untersucht. Aus dem Auffüllungsbereich bzw. den im Zuge der Baumaßnahme zwangsläufig anzugreifenden Tiefenabschnitten wurden drei Proben auf die Parameter gemäß LAGA-Richtlinie 20 Tabelle II 1.2-2/-3 (TR-Boden, 2004) ebenfalls vom Kooperationslabor der Wessling GmbH (Altenberge) untersucht.

Die Lage der Aufschlusspunkte geht aus dem Übersichtsplan der Anlage 1 hervor. Die Ergebnisse der Straßenschürfe, Rammkernsondierungen und Rammsondierungen sind den Bohrprofilen und Schlagzahldiagrammen der Anlage 2 zu entnehmen. Die Schurtaufnahme ist zudem tabellarisch im Bericht dokumentiert. Die Anlagen 3-5 beinhalten die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche. Die chemischen Analysen finden sich in den Originalprotokollen der Anlage 6. Die Analyseergebnisse gemäß LAGA Bauschutt bzw. LAGA TR-Boden sind zudem in Anlage 7 bzw. 8 tabellarisch ausgewertet.

4 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

4.1 Aufbau der Verkehrsflächen

Der Aufbau der befestigten Verkehrsflächen und der oberflächennahen Bodenschichten wurde durch 8 Schürfe erkundet. Die entnommenen Proben der Konstruktionsschichten wurden hinsichtlich einer möglichen Verunreinigung mit teerhaltigem Material organoleptisch bzw. durch Ansprühen mit weißer lösungsmittelhaltiger Markierungsfarbe beurteilt (Tabelle) 1.

Tabelle 1: Aufbau der Verkehrsflächen, Schule Kampstraße in Marl.

Schurf	Tiefe in m u. GOK	Stärke in cm	Beschreibung	org.-vis. Befund	Farbumschlag bzw. PAK [mg/kg]
SCH/RKS 2	0,00-0,12	12	Asphalt	-	- 2,39
	0,12-0,30	18	Kies, gelb	-	-
	0,30-0,60	> 30	Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig, schwach humos, braungelb	-	-
SCH/RKS 3	0,00-0,03	3	Asphalt	-	-
	0,03-0,30	27	Hochofenschlacke, grau	-	-
	0,30-0,60	> 30	Sand, schluffig, humos, Hochofenschlacke, grauschwarz	-	- 106,7 (LAGA)
SCH/RKS 4	0,00-0,05	5	Asphalt	-	- 1,55
	0,05-0,17	12	Hochofenschlacke, grau	-	-
	0,17-0,60	> 43	Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig, gelb	-	-
SCH/RKS 5	0,00-0,03	3	Asphalt	-	-
	0,03-0,17	14	Hochofenschlacke, grau	-	- 2,2 (LAGA)
	0,17-0,60	43	Feinsand, mittelsandig, schwach humos, schwach schluffig, braungelb	-	-
SCH/RKS 6	0,00-0,17	17	Kalksteinschotter, grau	-	-
	0,17-0,22	5	Schlacke, sandig, humos, grauschwarz	-	-
	0,22-0,60	> 38	Feinsand, schwach mittelsandig, schluffig, humos, graubraun	-	-
SCH/RKS 7	0,00-0,18	18	Kalksteinschotter, grau	-	-
	0,18-0,22	7	Schlacke, sandig, humos, grauschwarz	-	- 1,6 (LAGA)
	0,25-0,60	35	Feinsand, mittelsandig, stark humos, schwach schluffig, braun	-	-
SCH 13	0,00-0,40	40	Feinsand, schwach schluffig, stark humos, Bauschuttreste, braun	-	- 1,0 (LAGA)
	0,40-0,70	30	Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig, gelb	-	-
SCH 14	0,00-0,40	40	Feinsand, stark humos, Schotter- und Bauschuttreste, grauschwarz	-	-
	0,40-0,70	30	Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig, gelbbraun	-	-
n. b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG (Bestimmungsgrenze) verwendet werden					

4.2 Belastungen mit PAK im Bereich der Verkehrsflächen

Im Bereich der mit Asphalt befestigten Flächen erwiesen sich die Asphaltschicht sowie das Tragschichtmaterial bei der organoleptisch-visuellen Probenbeurteilung als unauffällig. Es wurde weder ein deutlicher Teergeruch noch ein eindeutiger Farbumschlag von weiß nach gelb beim Ansprühen mit weißer lösungsmittelhaltiger Markierungsfarbe festgestellt.

Die durchgeführten chemischen Analysen bestätigen die Befunde. Die analysierten Asphaltschichten weisen einen PAK-Gehalt von 1,55 und 2,39 mg/kg im Feststoff auf. Der Phenolindex liegt bei beiden Proben bei < 0,01 mg/l.

Gemäß RuVA-StB 01 (Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau) ist Ausbaumaterial mit PAK-Gehalten < 25,0 mg/kg in die Verwertungsklasse A zu stellen und können somit im Heißmischverfahren ohne Einschränkung zur Lage der Baumaßnahme wieder eingebaut werden.

4.3 Schichtenfolge

Nach den vorliegenden Ergebnissen stehen im **Außenbereich** an den Untersuchungspunkte 1, 3, 5 und 7 unterhalb der vorhandenen Oberflächenbefestigungen bzw. direkt an der Oberfläche zunächst anthropogen aufgefüllte Böden an. Diese setzen sich aus schwach schluffigen bis schluffigen Sanden mit mineralischen Fremdbestandteilen (Bauschutt, Hochofenschlacke) und schwach humose bis stark humosen Beimengungen zusammen. Unterhalb der Auffüllungen bzw. der Oberflächenbefestigung (RKS 2, 4, und 6) folgen bis zur jeweiligen Bohrendteufe fein- bis mittelkörnige Sande mit wechselnden Anteilen an Schluff.

Unterhalb des Schulgebäudes wurden nach durchbohren der Betondecke bzw. Holzdecke bis zur Bohrendteufe natürliche Böden in Form von schluffigen bis stark schluffigen Sanden und sandigen Schluffe angetroffen.

Im Bereich der Innenhöfe wurde zunächst bis in eine Tiefe von 0,40 m humoser schwach schluffige Sand mit Bauschuttresten angetroffen. Es folgen bis zur Endteufe fein- bis mittelkörnige schwach schluffige Sande.

Eine detaillierte Darstellung der Schichtenfolge ist den Profilen der Rammkernsondierungen der Anlage 2 zu entnehmen.

4.4 Grundwasserverhältnisse und Sedimentdurchlässigkeit

Zur Zeit der Bohrarbeiten im Dezember 2019 und Januar 2020 wurde in keiner Sondierungen Grundwasser angetroffen.

Die Durchlässigkeit der anstehenden Böden ist abhängig von ihrem jeweiligen Feinkornanteil ($< 0,063 \text{ mm}$). Nach DIN 18130 können für reine und schwach schluffige Sande k-Werte von $1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ bis $1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ angenommen werden. Für schluffige und stark schluffige Sande ist dagegen von k-Werten zwischen $1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ und $1 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$ auszugehen. Die Schluffe sind aufgrund ihres hohen Feinkornanteils als gering durchlässige wasserhaltende Schichten anzusehen, für die von k-Werten $< 1 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$ auszugehen ist. Auf diesen kommt es daher häufig zur Bildung von Schichtenwasser bzw. Staunässe

5 BODENEIGENSCHAFTEN

Zur Bestimmung der bodenphysikalischen Eigenschaften der angetroffenen Böden wurden die gestört entnommenen Bodenproben im Labor visuell und manuell beurteilt. Zur Abschätzung der Lagerungsdichte der anstehenden Böden bzw. zur Beurteilung der Tragfähigkeit des Baugrundes wurden zudem die Ergebnisse der durchgeführten Rammsondierungen (DPL_{10}) herangezogen.

Die unterhalb der Asphaltsschicht aufgefüllten Tragschichten (Bodengruppe **[GW]/[GE]**) sind nicht frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F1 = nicht frostempfindlich) und gut zu verdichten (Verdichtbarkeitsklasse V1 = gut zu verdichten).

Die anthropogen aufgefüllten sowie natürlich anstehenden Sande sind nach den bei den Rammsondierungen ermittelten Schlagzahlen locker bis dicht gelagert. Während locker gelagerte Sande noch stark komprimierbar und somit nicht tragfähig sind, sind mindestens mitteldicht gelagerte Sande nur mäßig bis gering zusammendrückbar und gut tragfähig. Reine und schwach schluffige Sande (Bodengruppen **SE und [SU]/SU**) sind als verdichtungsfähige (V1 = gut zu verdichten), frostunempfindliche (F1-F2 = nicht bis gering frostempfindlich) und durchlässige Böden anzusprechen. Bei Anschnitt unter Wasser fließen sie gemeinsam mit dem Wasser aus Böschungen aus und lockern im Sohlbereich stark auf. Bei höheren Schluffgehalten weisen die Sande schwach bindige Bodeneigenschaften auf. Sande der Bodengruppen **[SU*]/SU*** sind wasser-, bewegungs- und frostempfindlich (F3 = sehr frostempfindlich). Bei einer Freilegung unter Wasser bzw. bei Wasserzutritt sind sie fließ- und aufweichungsgefährdet. Eine Verdichtung entsprechender Böden ist nur im erdfeuchten Zustand möglich (V2 = mäßig zu verdichten). Bei höheren Wassergehalten führen insbesondere dynamische Verdichtungsversuche dagegen zu Gefügestörungen bis hin zur Verflüssigung.

Die angetroffenen Schluffe (Bodengruppe **UL**) lagen zum Untersuchungszeitpunkt in steifer Konsistenz vor und sind dementsprechend nur noch mäßig zusammendrückbar und ausreichend tragfähig. Aufgrund ihres hohen Feinkornanteils besitzen die Schluffe leichtplastische Eigen-

schaften und sind daher nur im Bereich des optimalen Proctorwassergehaltes zu verdichten (V3 = schlecht zu verdichten). Sie reagieren äußerst empfindlich auf eine Änderung des Wassergehaltes und auf dynamische Beanspruchung (z.B. Verdichtungsenergie). Bereits bei einer geringen Erhöhung des Wassergehaltes gehen sie rasch von einer steifen Zustandsform in eine weiche oder gar breiige Konsistenz über und verlieren dabei ihre Tragfähigkeit. Bei Frost oder Wasserentzug („Sommerfrost“) besitzen sie starke Schrumpfungseigenschaften und sind daher in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 (= sehr frostempfindlich) zu stellen.

6 BODENKENNWERTE

Für die angetroffenen Bodenschichten können im Rahmen erdstatischer Berechnungen nach DIN 1055, T. 2 die folgenden Bodenkennwerte in Ansatz gebracht werden:

Tabelle 1: Bodenkennwerte nach DIN 1055-2

Bodenart	Wichte über Wasser γ [kN/m ³]	Wichte unter Wasser γ' [kN/m ³]	Reibungs- winkel ϕ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
Ungebundene Tragschicht, [GW] Hochofenschlacke, Kies	20,0-22,0	12,0-14,0	32,5-35,0	-	25-60
Sand, SE fein- bis mittelkörnig, mitteldicht	18,0	10,0	32,5	-	40-80
Sand, SU/[SU] schwach schluffig, z.T. Bauschuttreste	18-0-19,0	10,0-11,0	30,0-32,5	-	15-50
locker	18,0	10,0	30,0	-	15-30
mitteldicht	19,0	11,0	32,5	-	30-50
Sand, SU*/[SU*] schluffig bis stark schluffig, Schlack- kereste	20,0-21,0	10,0-11,0		0-5	5-30
locker	20,0	10,0	27,5	0	5-8
mitteldicht	20,5	10,5		2	8-15
dicht	21,0	11,0		5	15-30
Schluff, UL feinsandig, mittelsandig, steif	20,5	10,5	27,5	2	8-15

7 BODENGRUPPEN UND –KLASSEN, HOMOGENBEREICHE

Die generelle Zuordnung der erbohrten Bodenarten in die Bodengruppen gem. DIN 18 196 und die Bodenklassen gem. DIN 18300 (alt) sowie die Frostempfindlichkeits- und Verdichtbarkeitsklassen gem. ZTVE-StB bzw. ZTVA-StB ist in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2: Bodengruppen gem. DIN 18196, Bodenklassen gem. DIN 18300 sowie Frostempfindlichkeits- und Verdichtbarkeitsklassen gem. ZTVE-StB und ZTVA-StB.

Bodenart	Bodengruppe gem. DIN 18196	Bodenklasse gem. DIN 18300 (alt)	Frostempfindlich- keitsklasse gem. ZTVE-StB	Verdichtbar- keitsklasse gem. ZTVA-StB
Ungebundene Tragschicht aus Hochofenschlacke und Kies	[GW]	3	F1	V1
Sand fein- bis mittelkörnig	SE	3	F1	V1
Sand schwach schluffig, z.T. Bau- schuttreste	SU/[SU]	3	F1-F2 ¹	V1
Sand, SU*/[SU*] schluffig bis stark schluffig, Schlackereste	SU*/[SU*]	4 2 bei $I_c < 0,5$	F3	V2
Schluff feinsandig, mittelsandig	UL	4 2 bei $I_c < 0,5$	F3	V3

Im Hauptausschuss Tiefbau (HAT) des Deutschen Vergabe- und Vertragsausschusses für Bauleistungen (DVA) wurde beschlossen, in allen Tiefbaunormen der VOB/C, die einen Bezug zum Baugrund haben, die jahrzehntelang geltende Klassifizierung der Boden- und Felsklassen durch sogenannte Homogenbereiche abzulösen und dadurch eine einheitliche Beschreibung des Baugrundes einzuführen. Mit Erscheinen der VOB/C im September 2015 ist diese auch gültig und sofort bei Ausschreibungen zu berücksichtigen.

Die in der gültigen Fassung der VOB/C enthaltene ATV DIN 18300 "Erdarbeiten" wurde fachtechnisch überarbeitet. Die Norm gilt für das Lösen, Laden, Fördern, Einbauen und Verdichten von Boden und Fels. Sämtliche bisher im Abschnitt 3 definierten Haupt- und Nebenleistungen, welche in die Bereiche der DIN 18320 "Landschaftsbauarbeiten", DIN 18306 "Entwässerungskanalarbeiten", DIN 18307 "Druckrohrleitungsarbeiten außerhalb von Gebäuden" und DIN 18322 "Kanalleitungstiefbauarbeiten" fallen, wurden in dieser Norm gestrichen. Die aktuelle DIN 18300 enthält daher nur noch reine Erdbauleistungen.

Homogenbereiche

Für die geplanten Erdbauarbeiten werden die in den vorgenannten Untersuchungen erkundeten Bodenschichten in Homogenbereiche eingeteilt. Die nachfolgenden Homogenbereiche wurden anhand der durchgeführten Feld- und Laboruntersuchungen sowie aufgrund vorliegender Erfahrungswerte abgegrenzt.

Tabelle 4: Homogenbereiche Boden nach DIN 18300 (2015-8).

Kennwerte/Eigenschaften	Homogenbereich			
	A	B	C	D
Korngrößenverteilung	G, S u'-u	S, u'-u, fg'	S, u-u*, fg' U, fs,	S, u-u* U, fs, ms
Anteil an Steinen	0-3 %	0-2 %	0 %	0-2 %
Anteil an Blöcken	0-1 %	0 %	0 %	0%
Anteil an großen Blöcke	0 %	0 %	0 %	0%
Feuchtdichte	20,0-22,0 kN/m ³	18,0-21,0 kN/m ³	18,0-19,0 kN/m ³	20,0-21,0 kN/m ³
Scherfestigkeit	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.
Wassergehalt	trocken	erdfeucht (ca. 10 %)	erdfeucht (ca. 5 %)	erdfeucht
Konsistenz	n.b.	n.b.	n.u.	n.u.
Plastizitätszahl	n.b.	n.b.	n.u.	n.u.
Lagerungsdichte	mitteldicht-dicht	locker-mitteldicht	locker-mitteldicht	locker- mitteldicht
Organischer Anteil	< 3 %	1,5-3,5 %	< 3 %	< 3 %
Bodengruppe	[GW]	[SU], [SU*]	SE, SU	SU*, UL
Ortsübliche Bezeichnung	Tragschichtmaterial	Auffüllungen	Flugsand	Recklinghäuser Sandmergel
Besonderheiten	-			unregelmäßige Einschaltungen von kalkig gebundenen Sandsteinbänken
n.b. nicht bestimmbar n.u.nicht untersucht				

8 BELASTUNG DER ANGETROFFENEN BÖDEN

Die entnommenen Proben der ungebundenen Tragschicht erwiesen sich bei der organoleptisch-visuellen Beurteilung dahingehend als auffällig, als dass mineralischen Fremdbestandteile in Form von Hochofenschlacke und Schlacke festgestellt wurden. Aufgrund dieser Tatsache wurden zwei Probe auf die Parameter gemäß LAGA-Richtlinie 20 Tabelle II 1.4-5/-6 (Bauschutt, 1997).

Tabelle 5: Ergebnisse der chemischen Analysen nach LAGA-Bauschutt

Aufschluss	Tiefe	maßgebende Parameter / Gehalt	Zuordnungsklasse
RKS 5	0,03-0,17 m	Sulfat: 160 mg/l (E)	Z 1.2
RKS 7	0,18-0,22 m	PAK: 1,6 mg/kg (F)	Z 1.1
F = Feststoff, E = Eluat			

Das Tragschichtmaterial unterhalb der Asphaltfläche (RKS 5) weist nach den durchgeführten chemischen Analysen einen erhöhten Sulfatgehalt von 160 mg/l im Eluat auf und ist dementsprechend in die Zuordnungsklasse Z 1.2 gem. LAGA-Bauschutt (1997) einzuordnen.

An der sandigen Schlacke unterhalb der Oberflächenbefestigung aus Kalksteinschotter wurde ein PAK-Gehalt von 1,6 mg/kg im Feststoff ermittelt, weshalb das Material in die Zuordnungsklasse Z 1.1 gem. LAGA-Bauschutt (1997) einzuordnen ist.

Materialien der Zuordnungsklassen Z1.1 und Z 1.2 können ohne besondere Sicherungsmaßnahmen in technischen Bauwerken eingebaut werden. Dabei ist zu beachten, dass Materialien der Zuordnungsklasse Z 1.2 nur in hydrogeologisch günstigen Gebieten eingebaut werden dürfen und der Abstand zwischen Schüttkörperbasis und höchstem zu erwartenden Grundwasserstand mindestens 2,00 m beträgt.

Zusätzlich zu den Untersuchungen des Tragschichtmaterials wurden aus dem Auffüllungsbereich insgesamt 3 Proben auf die Parameter gemäß LAGA Richtlinie 20 TR-Boden (2004) untersucht.

Tabelle 6: Ergebnisse der chemischen Analysen nach LAGA-Boden.

Aufschluss	Tiefe	maßgebender Parameter: Gehalt	Zuordnungsklasse
RKS 1	0,00-1,70 m	PAK: 20,3 (F) Benz(a)pyren: 2,0 mg/kg (F)	Z 2
RKS 3	0,30-1,20 m	PAK: 106,7 mg/kg (F) Benz(a)pyren: 9,4 mg/kg (F)	> Z 2
RKS 13	0,00-0,40 m	TOC: 1,6 Ma. %	Z 2
F = Feststoff, E = Eluat			

Nach den Ergebnissen der chemischen Analysen weisen die Auffüllungsböden erhöhte Schadstoffgehalte auf.

Die aufgefüllten Sande im Außenbereich (RKS 1 und 3) sind aufgrund des erhöhten Gehaltes an PAK und Benzo(a)pyren in die Zuordnungsklasse Z 2 (RKS 1) gem. LAGA-Boden (2004) einzuordnen bzw. überschreiten diese sogar (RKS 3).

Der oberflächennah anstehende humose Auffüllungsboden im Innenhof des Schulgebäudes (RKS 13) weist leicht erhöhte Schwermetallgehalte auf (Blei, Cadmium und Zink) sowie einen erhöhten TOC-Gehalt auf. Aufgrund des TOC-Gehaltes von 1,6 Ma.% ist das Material in die Zuordnungsklasse Z 2 gem. LAGA-Boden (2004) einzuordnen. Bezüglich des Parameters TOC ist anzumerken, dass dieser keine toxikologische Relevanz besitzt, sondern als Summenparameter lediglich Auskunft über den Gehalt an organischem Kohlenstoff in einem Bodenmaterial gibt. In Abstimmung mit der zuständigen Behörde ist aufgrund der Schwermetallgehalte eine Verwertung im Sinne der Zuordnungsklasse Z 1 gem. LAGA-Boden (2004) denkbar.

Bodenmaterialien der Zuordnungsklasse Z 1 können in technischen Bauwerken ohne Sicherungsmaßnahmen verwertet werden. Böden der Zuordnungsklasse Z 2 in technischen Bauwerken mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen verwertet werden. Bei Überschreitung der Grenzwerte der Zuordnungsklasse Z 2 muss entsprechendes Material fachgerecht auf einer Deponie entsorgt werden. Zur Bestimmung der Deponieklasse gelten die Parameter gem. Deponieverordnung.

Sollte sich planerisch ergeben, dass entsprechende Bodenschichten ausgehoben werden müssen, so ist eine Nachanalytik auf die Parameter gem. Deponieverordnung notwendig. Für eine entsprechende Analytik bitten wir um Rückmeldung. An dieser Stelle verweisen wir auf unsere Lagerungsdauer der Bodenproben von 4 Monaten.

9 HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG

In den nachfolgenden Abschnitten werden bauvorhabenbezogene Hinweise und Verfahrensvorschläge gegeben. Weitergehende Hinweise mit Berücksichtigung konstruktiver Gesichtspunkte sind erst nach Kenntnis der ankommenden Lasten, etc. in Zusammenarbeit mit dem Tragwerksplaner möglich. Für die Bauausführung sind neben den speziellen technischen Normen vor allem auch die zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen für Erdarbeiten im Straßenbau und die Sicherheitsvorschriften der Tiefbau-Berufsgenossenschaft zu beachten.

9.1 Angaben zum Baugrund innerhalb des Gebäudes

Nach derzeitigem Kenntnisstand soll der Kriechkeller mit Beton verfüllt werden. Des Weiteren sind aufgrund erhöhter Bauwerkslasten neue Einzelfundamente geplant (RKS 8 und 9).

Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen stehen im Bereich der RKS 8 und 9 unterhalb der Beton- bzw. Holzbodendecke steife Schluffe bzw. zunächst eine Tragschicht aus Hochofenschlacke und Glasasche an, welche von steifen Schluffen unterlagert wird an.

Die Schluffböden liegen in steifer Konsistenz vor und sind dementsprechend in der Lage anfallende Bauwerkslasten verformungsarm aufzunehmen. Als Bemessungswert des Sohlwiderstandes gemäß DIN 1054 (2010) kann ein Wert von $\sigma_{R,d}$ 280 kN/m² zugelassen werden, was einem aufnehmbaren Sohl Druck von 200 kN/m² gemäß DIN 1054 (2005) entspricht. Für die Vorbemessung kann nach dem Bettungsmodulverfahren der Bettungsmodul mit $k_s = 10,0$ MN/m³ angenommen werden.

Sollten abweichend von den beschriebenen Verhältnissen an der Baugrubensohle organische, aufgeweichte oder andere nicht tragfähige Böden angetroffen werden, so sind diese auszuheben, zu ersetzen oder nachzuverdichten. Art und Umfang entsprechender Maßnahmen sollten vom Bodengutachter im Rahmen einer Baustellenbesichtigung festgelegt werden.

9.2 Angaben zum Baugrund außerhalb des Gebäudes

Nach derzeitigem Kenntnisstand ist außerhalb des Gebäudes im Bereich der RKS 2 und 3 gegebenenfalls eine Bebauung geplant. Konkrete Pläne zur Gründung des geplanten Bauwerks liegen derzeit nicht vor, sodass nachfolgend nur allgemeine Angaben zum vorhandenen Baugrund dargestellt werden.

Generell stehen im Bereich des geplanten Baufeldes unterhalb der Oberflächenbefestigung zunächst aufgefüllte und natürliche Sande mit unterschiedlichen Schluffanteilen an. Die Lagerungsdichte dieser Böden schwankt zwischen locker und mitteldicht, wobei ein deutliches Lagerungsdefizit im Bereich der RKS 2 festgestellt wurde. Unter Berücksichtigung der vorliegenden Untersuchungsergebnisse ist eine einheitliche sichere Gründungsebene ab einer Tiefe von 1,60 m u. GOK (ca. 52,90 m+NN) möglich. Bei Flachgründung ist ein Bodenaustausch der locker gelagerten Sande oder ein tieferführen der Gründungselemente nötig.

Wegen der Fließ- und Aufweichungsgefahr der anstehenden schwach schluffigen bis schluffigen Sande sind die Erdarbeiten ausschließlich bei trockener Witterung durchzuführen. Der Bodenabtrag sollte nur rückschreitend mit einer zahnlosen Baggerschaufel vorgenommen werden. Füllboden ist vor Kopf im Andeckverfahren einzubauen. Bauzeitig durchnässte Flächen dürfen auf keinen Fall angegriffen, betreten oder befahren werden.

9.3 Baugrubensicherung, Bauzeitliche und ständige Wasserhaltung

Die Baugrubenböschungen sind unter einer Neigung von $\beta = 50^\circ$ vorübergehend standfest. Es gilt die DIN 4124. Zur Vermeidung von Erosionen und Aufweichung sollten die Böschungen mit einer Baufolie abgedeckt werden.

Wegen des ausreichenden Flurabstands ist für eine Bauausführung kein Grundwassereinfluss zu erwarten. Da bauzeitig anfallendes Tag- und Schichtenwasser wegen der geringen Durchlässigkeit der auf Sohlhöhe anstehenden feinkornreichen Böden jedoch sicher nicht rückstaufrei versickern dürfte, ist dieses Wasser in offener Wasserhaltung - ggf. ergänzt durch ringförmig verlegte Drainagestränge - aufzunehmen und über einen Pumpensumpf abzuführen.

Aufgrund des mäßig durchlässigen Baugrundes sollte mit Staunässe bis zur Geländeoberkante gerechnet werden. Je nach geplanter Höhenlage des Fertigfußbodens ist mit der Wassereinwirkklasse W2.1 E gem. DIN 18533 zu kalkulieren.

10 SCHLUSSWORT

Im vorliegenden Bericht wurden die Untergrundverhältnisse auf der Grundlage durchgeführter Bohrungen und Sondierungen beschrieben. Diese geben die Verhältnisse nur im unmittelbaren Bereich der Bohrstelle wieder. Geologisch bedingt können sich Abweichungen hinsichtlich der Schichtmächtigkeiten sowie der Tiefenlage von Schichtgrenzen ergeben. Ebenso können lokal auch Bodenschichten vorhanden sein, die im vorliegenden Bericht nicht beschrieben wurden.

Falls sich Fragen ergeben, die im vorliegenden Bericht nicht oder abweichend erörtert wurden, ist der Gutachter zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern.

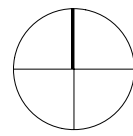
conTerra® Geotechnische Gesellschaft mbH



M.Sc. Geowiss. Marius Sacher



Geotechnische Gesellschaft mbH
Schützenstrasse 65; 48268 Greven
Tel.: 02571-952855; Fax: 02571-952856



LEGENDE	
	ABBRUCH
	BESTAND
	NEU

GEZ./GEÄNDERT	INDEX	BETREFF	DATUM
Ga.			12.09.2019

VORABZUG

PROJEKT
MARSCHALL 66
KAMPSTRASSE
MARL

BAUHERR
STADT MARL PLANUNGS- UND UMWELTAMT
LIEGNTZER STRASSE 5
45768 MARL
TELEFON 02365/996120

ARCHITEKT
Feja + Kemper Architekten
BÖRSTER WEG 27
45657 RECKLINGHAUSEN
TELEFON 02361/1079-0 TELEFAX 1079-20

PLAN	NR./DATUM
LAGEPLAN ENTWURF M 1:500	E.01 23.09.2019

BAUHERR	ARCHITEKT
---------	-----------

This architectural section drawing illustrates the internal structure and spatial organization of the 'Haus der Kunst' building. The drawing shows a series of interconnected rooms and spaces, including:

- Büro 3** (Office 3) and **Bücherei/Lesesaal** (Library/Reading Room) on the left side.
- Zugang 2** (Entrance 2) and **Foyer** in the center.
- Ausstellung Museum** (Exhibition Museum) spaces on the right side.
- Depot** (Warehouse) and **Luftraum** (Air Space) at the far right.

The drawing also indicates various floor levels and structural elements, such as the **Kriechkeller** (crawl space) and **Kriechkeller** (crawl space). The drawing is a detailed technical representation of the building's internal structure and spatial organization.

Geotechnische Gesellschaft mbH
Schützenstrasse 65; 48268 Greven
Tel.: 02571-952855; Fax: 02571-952856



B = 900 / 1600 (1.44m²)

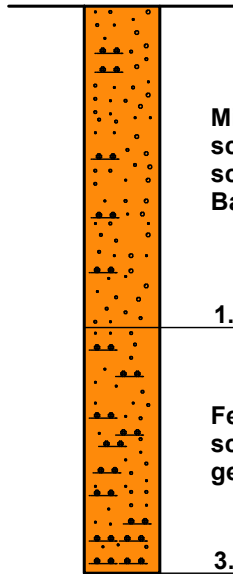
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Marl Kampstraße Bodenuntersuchungen	Projekt- Nr.:081119-MAR-KAM
		Anlage-Nr.: 2.1
		Maßstab: 1:100/40

Höhe in m NN



RKS 1

55,31 m



Mittelsand, stark feinsandig,
 schwach grobsandig, schwach
 schluffig, schwach humos,
 Bauschuttreste, grauschwarz

[SU]

1.70 (53.61)

Feinsand, stark schluffig,
 schwach mittelsandig,
 gelb

[SU*]

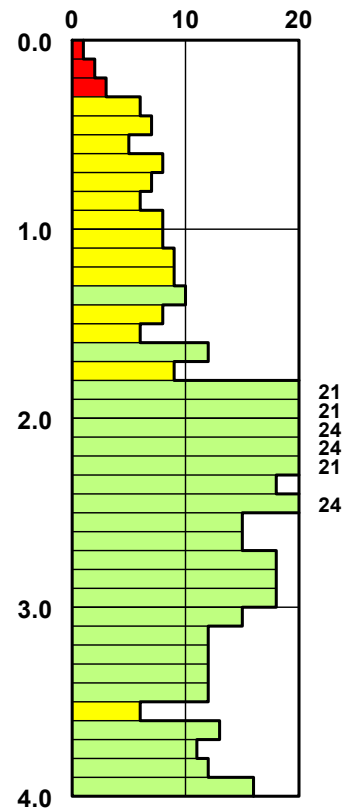
3.00 (52.31)

4x versetzt wegen Bohrhindernissen

DPL 1

55,31 m

Schlagzahlen je 10 cm



Legende Rammkernsondierungen



Legende DPL



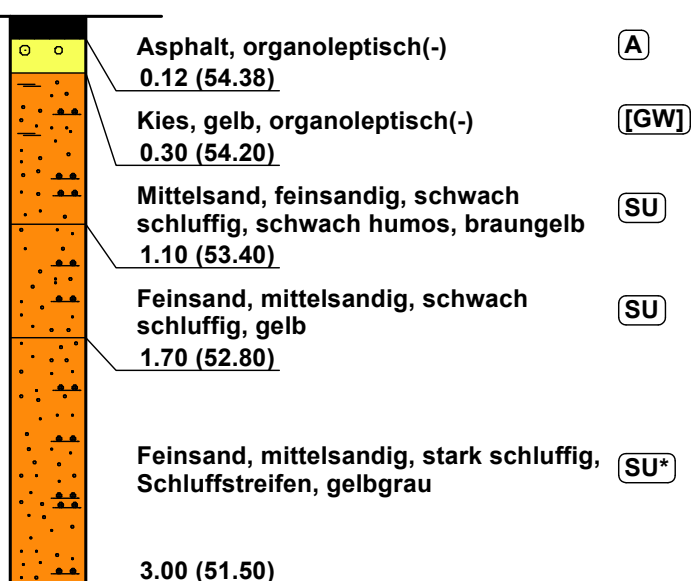
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Marl Kampstraße Bodenuntersuchungen	Projekt- Nr.:081119-MAR-KAM
		Anlage-Nr.: 2.2
		Maßstab: 1:100/40

Höhe in m NN



SCH/RKS 2

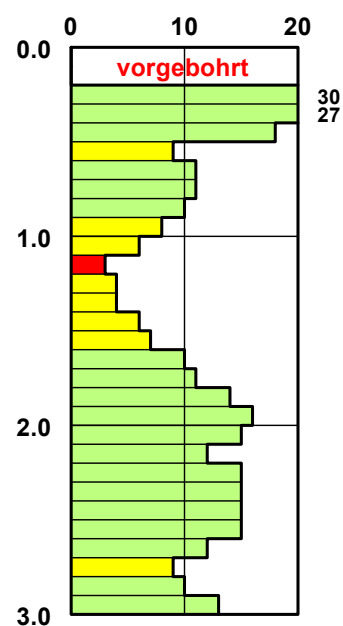
54,50 m



DPL 2

54,50 m

Schlagzahlen je 10 cm



Legende Rammkernsondierungen



Legende DPL



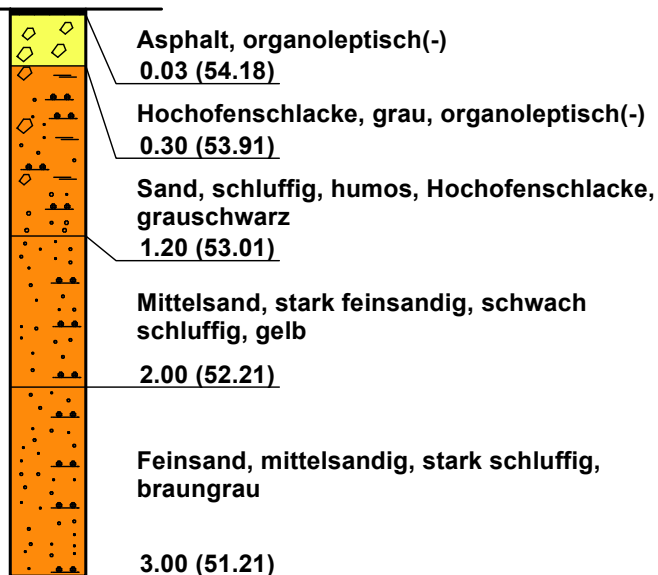
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Marl Kampstraße Bodenuntersuchungen	Projekt- Nr.:081119-MAR-KAM
		Anlage-Nr.: 2.3
		Maßstab: 1:100/40

Höhe in m NN



SCH/RKS 3

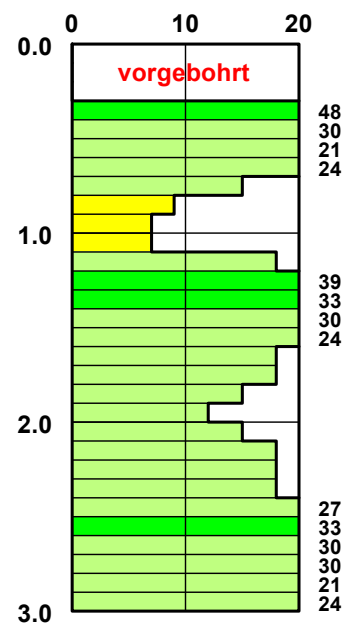
54,21 m



DPL 3

54,21 m

Schlagzahlen je 10 cm



Legende Rammkernsondierungen



Legende DPL



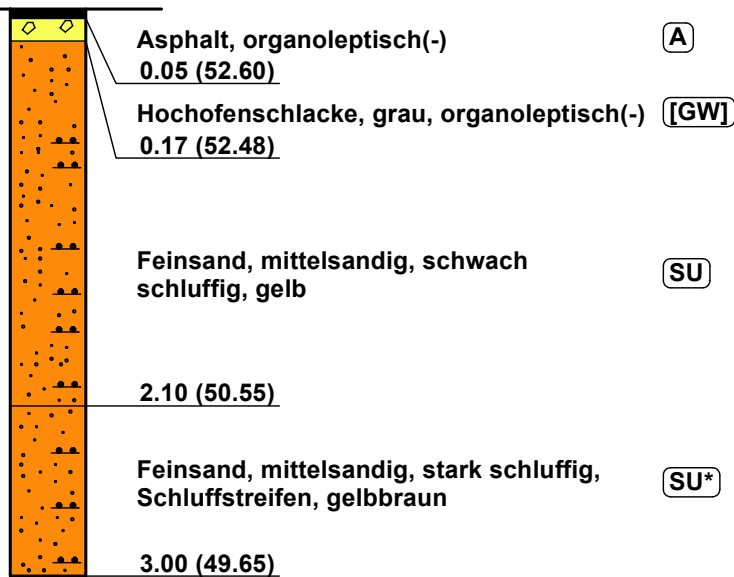
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Marl Kampstraße Bodenuntersuchungen	Projekt- Nr.:081119-MAR-KAM
		Anlage-Nr.: 2.4
		Maßstab: 1:100/40

Höhe in m NN



SCH/RKS 4

52,65 m



Legende Rammkernsondierungen



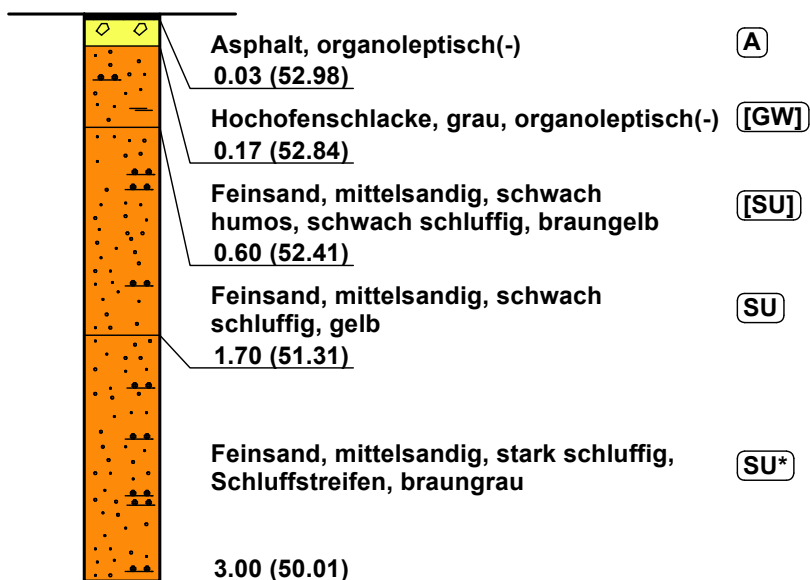
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Marl Kampstraße Bodenuntersuchungen	Projekt- Nr.:081119-MAR-KAM
		Anlage-Nr.: 2.4
		Maßstab: 1:100/40

Höhe in m NN



SCH/RKS 5

53,01 m



Legende Rammkernsondierungen



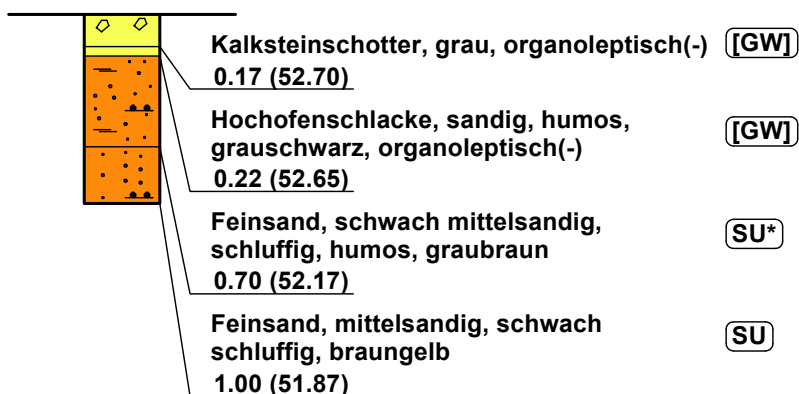
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Marl Kampstraße Bodenuntersuchungen	Projekt- Nr.:081119-MAR-KAM
		Anlage-Nr.: 2.6
		Maßstab: 1:100/40

Höhe in m NN



SCH/RKS 6

52,87 m



Legende Rammkernsondierungen



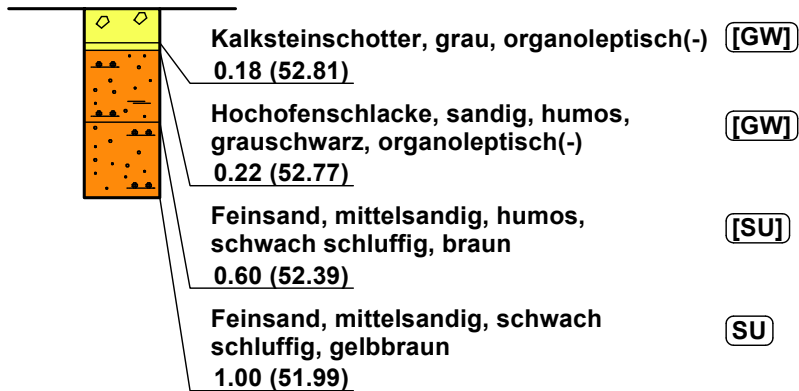
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Marl Kampstraße Bodenuntersuchungen	Projekt- Nr.:081119-MAR-KAM
		Anlage-Nr.: 2.7
		Maßstab: 1:100/40

Höhe in m NN



SCH/RKS 7

52,99 m



Legende Rammkernsondierungen



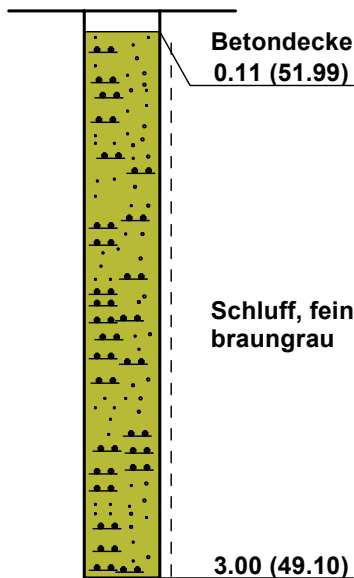
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Marl Kampstraße Bodenuntersuchungen	Projekt- Nr.:081119-MAR-KAM
		Anlage-Nr.: 2.8
		Maßstab: 1:100/40

Höhe in m NN



RKS 8

52,10 m



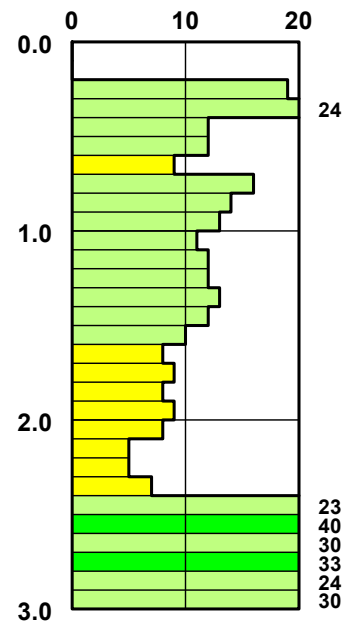
(A)

(UL)

DPL 8

52,10 m

Schlagzahlen je 10 cm



Legende Rammkernsondierungen



Legende DPL



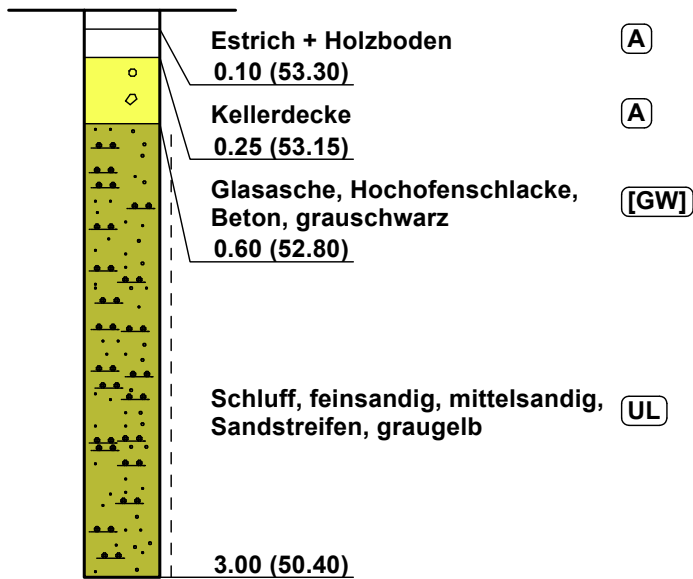
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Marl Kampstraße Bodenuntersuchungen	Projekt- Nr.:081119-MAR-KAM
		Anlage-Nr.: 2.9
		Maßstab: 1:100/40

Höhe in m NN



RKS 9

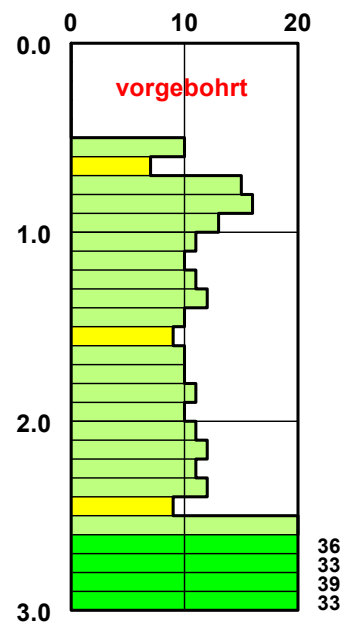
53,40 m



DPL 9

53,40 m

Schlagzahlen je 10 cm



Legende Rammkernsondierungen



Legende DPL



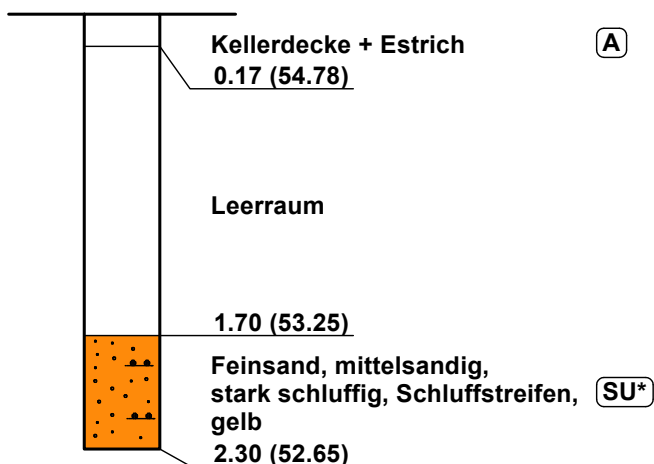
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Marl Kampstraße Bodenuntersuchungen	Projekt- Nr.:081119-MAR-KAM
		Anlage-Nr.: 2.10
		Maßstab: 1:100/40

Höhe in m NN



RKS 10/10A

54,95 m

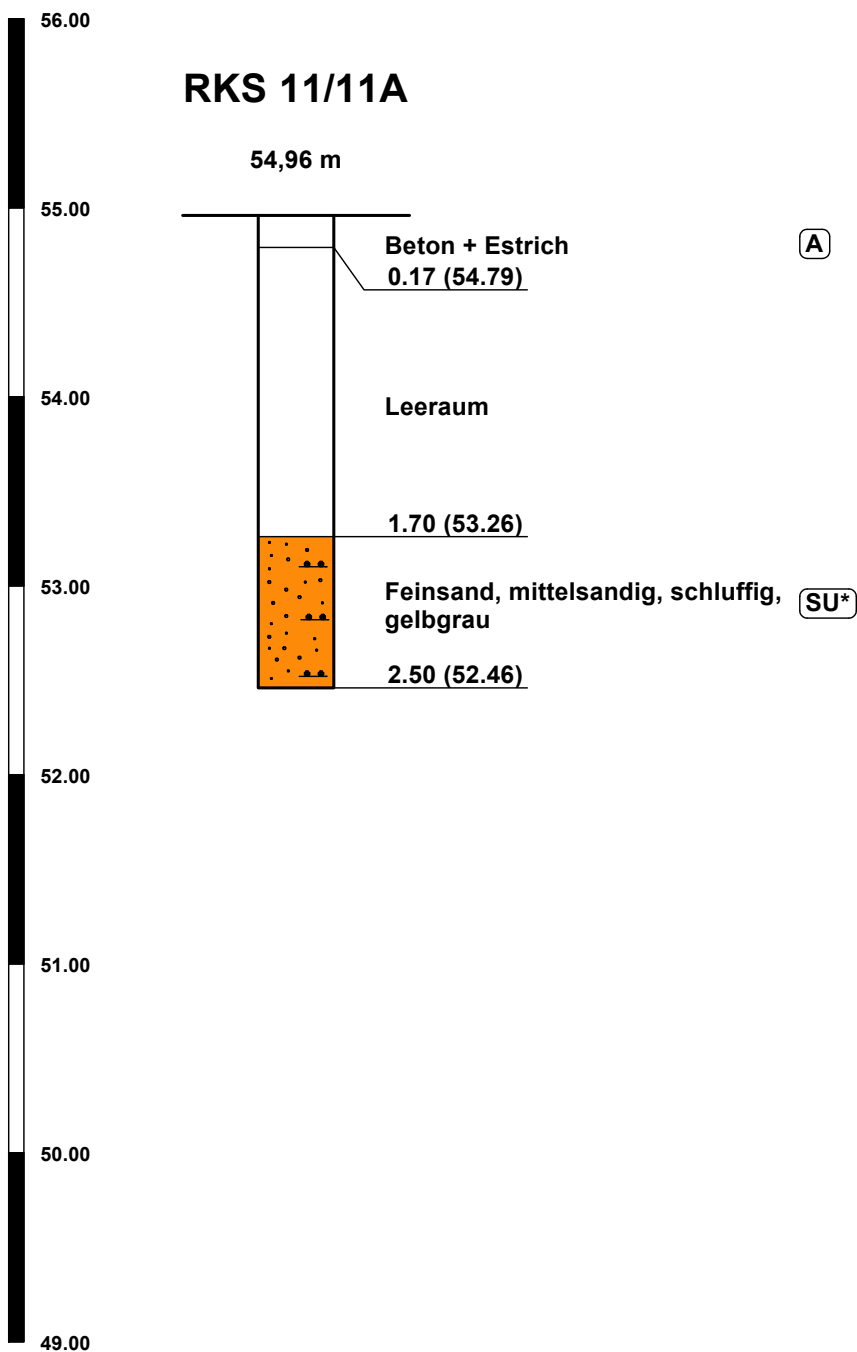


Legende Rammkernsondierungen



conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Marl Kampstraße Bodenuntersuchungen	Projekt- Nr.:081119-MAR-KAM
		Anlage-Nr.: 2.11
		Maßstab: 1:100/40

Höhe in m NN

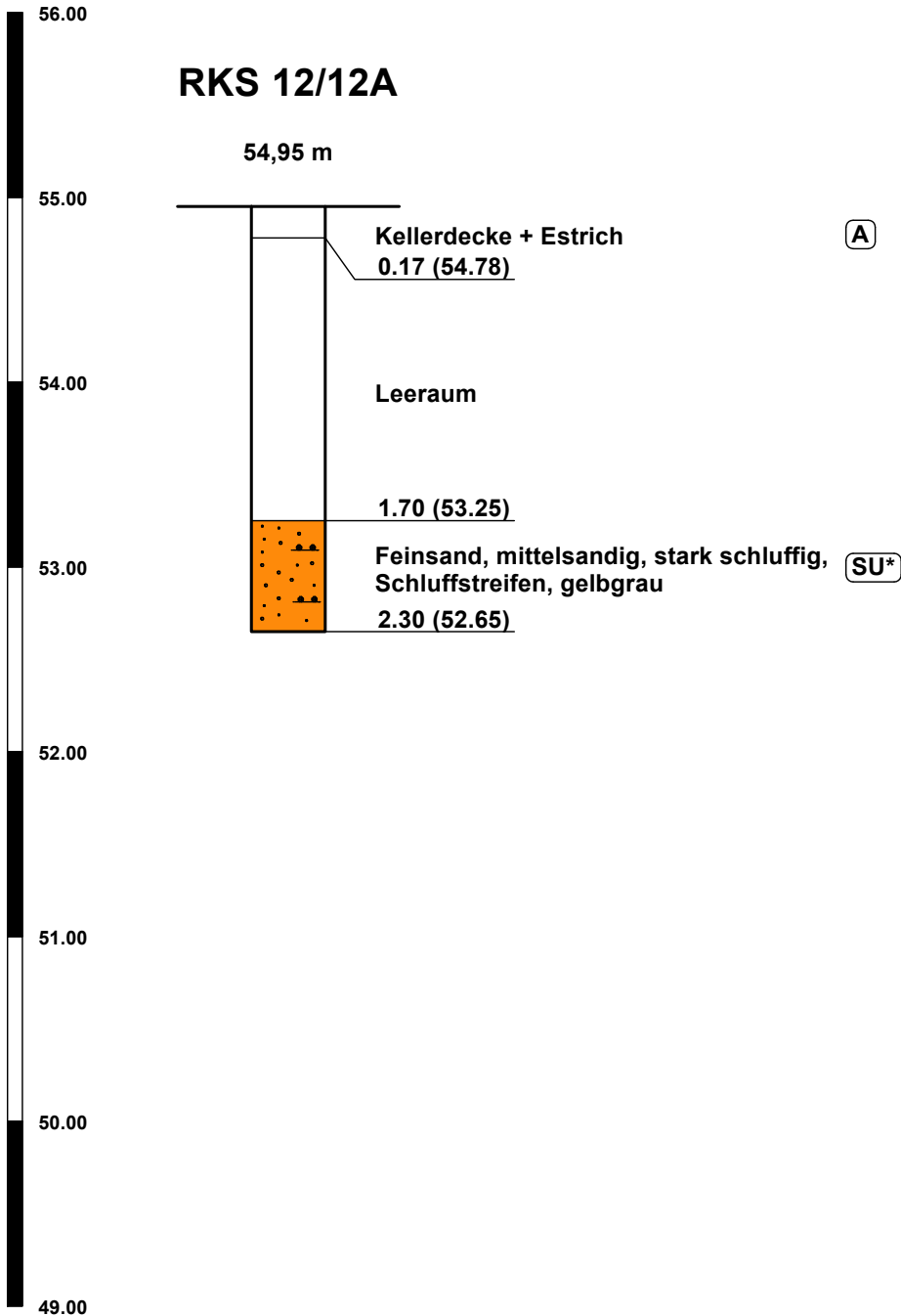


Legende Rammkernsondierungen



conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Marl Kampstraße Bodenuntersuchungen	Projekt- Nr.:081119-MAR-KAM
		Anlage-Nr.: 2.12
		Maßstab: 1:100/40

Höhe in m NN



Legende Rammkernsondierungen



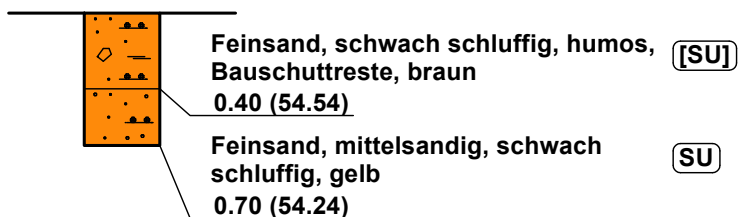
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Marl Kampstraße Bodenuntersuchungen	Projekt- Nr.:081119-MAR-KAM
		Anlage-Nr.: 2.13
		Maßstab: 1:100/40

Höhe in m NN



SCH 13

54,94 m

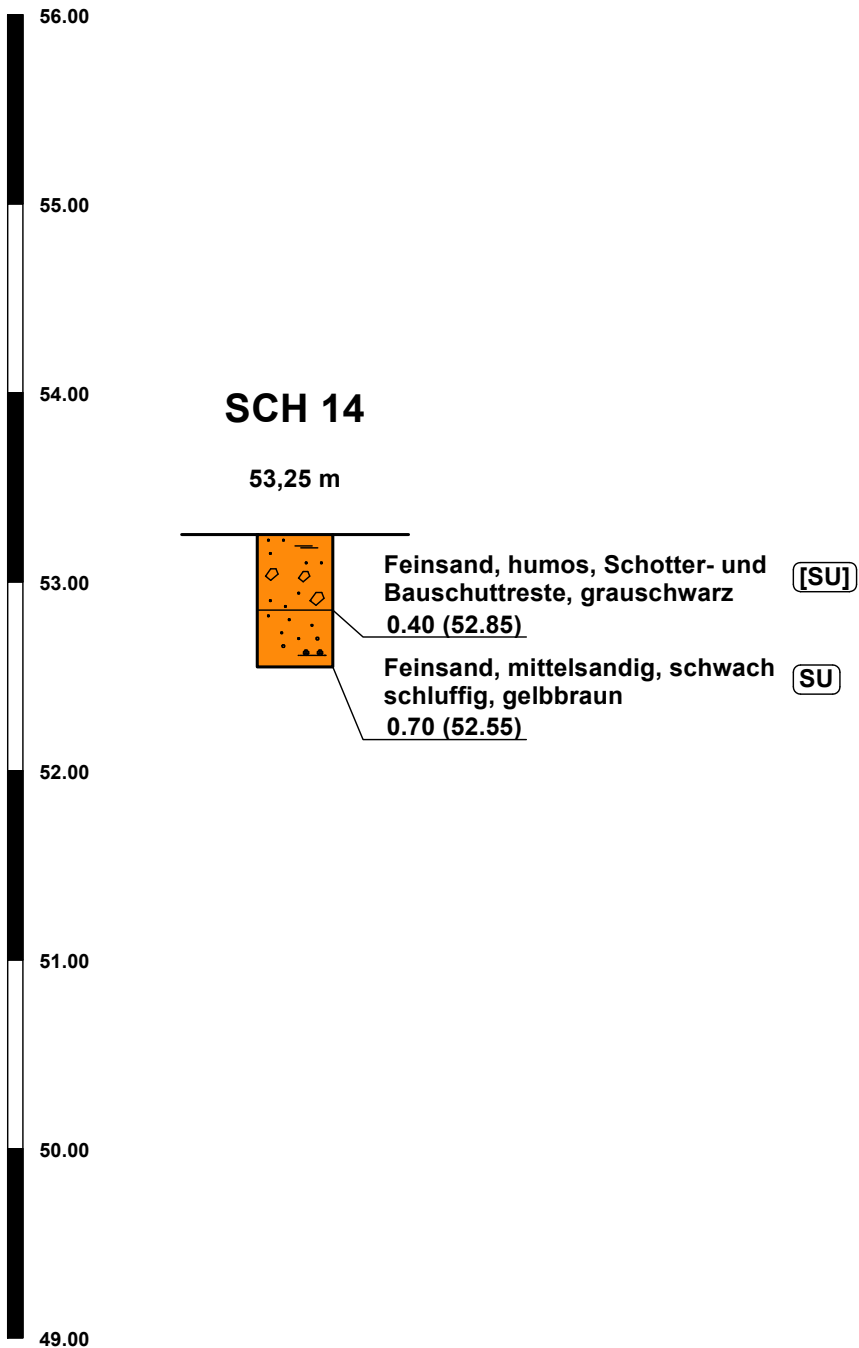


Legende Rammkernsondierungen

	Kies		Schluff
	Sand		humos

conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Marl Kampstraße Bodenuntersuchungen	Projekt- Nr.:081119-MAR-KAM
		Anlage-Nr.: 2.14
		Maßstab: 1:100/40

Höhe in m NN

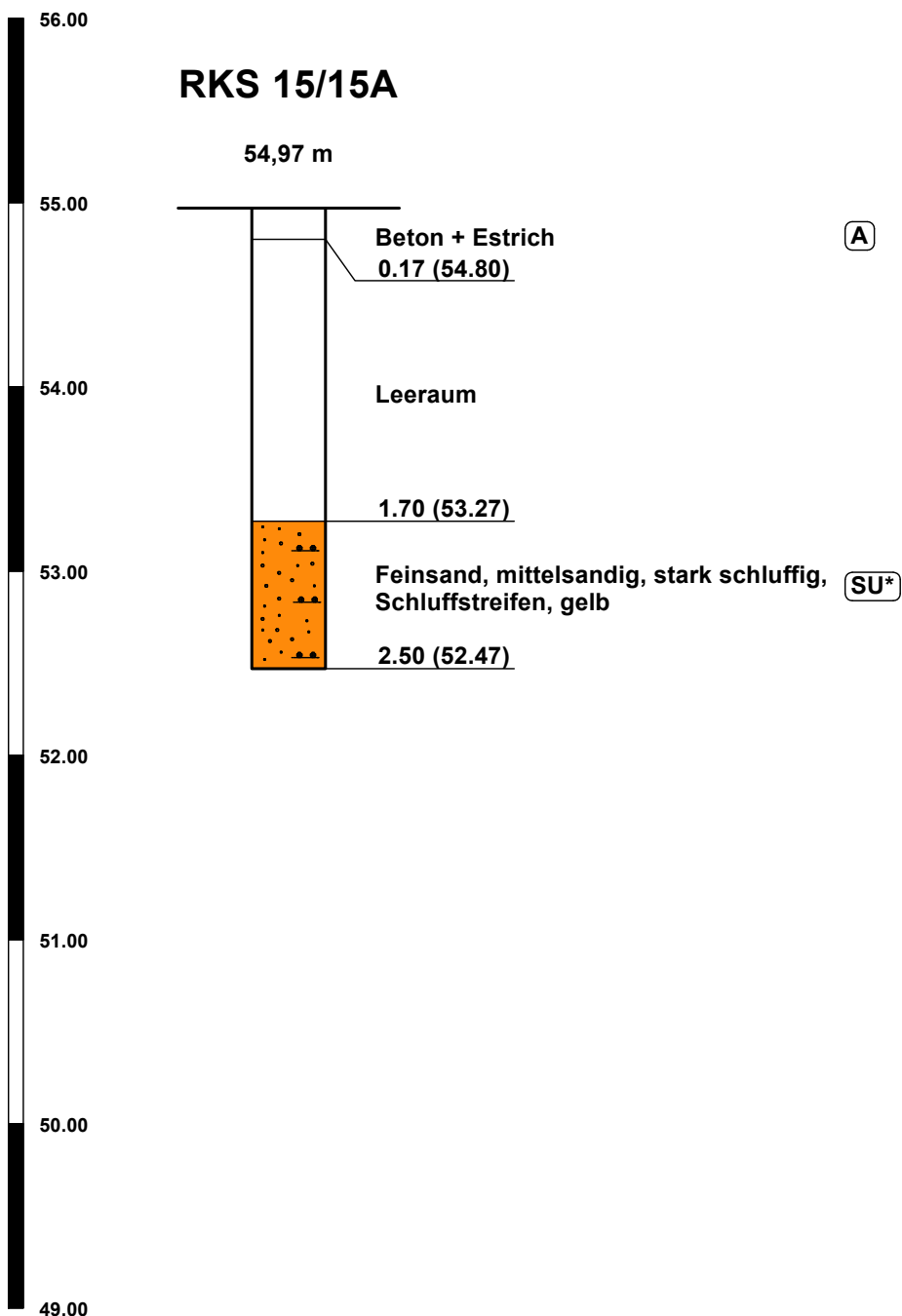


Legende Rammkernsondierungen



conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Marl Kampstraße Bodenuntersuchungen	Projekt- Nr.:081119-MAR-KAM
		Anlage-Nr.: 2.15
		Maßstab: 1:100/40

Höhe in m NN



Legende Rammkernsondierungen



BESTIMMUNG DES WASSERGEHALTES

nach DIN 18121, DIN EN 1097-5

Bauvorhaben:

Marl,

Pommernstraße

Probe entnommen von:

Graf

Analysen durchgeführt von:

Peters

Projekt Nr.: 081119-MAR-KAM

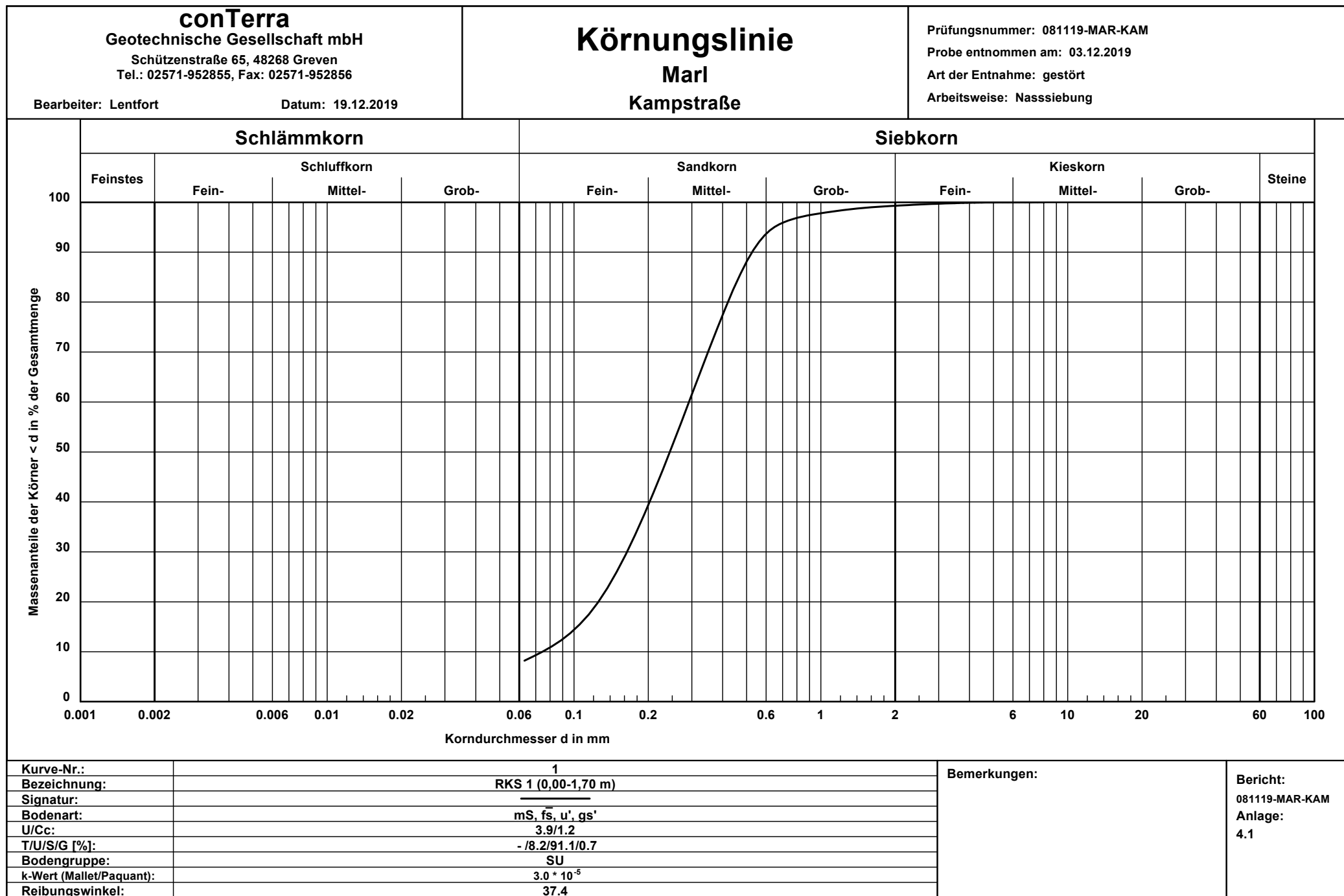
Anlage: 3

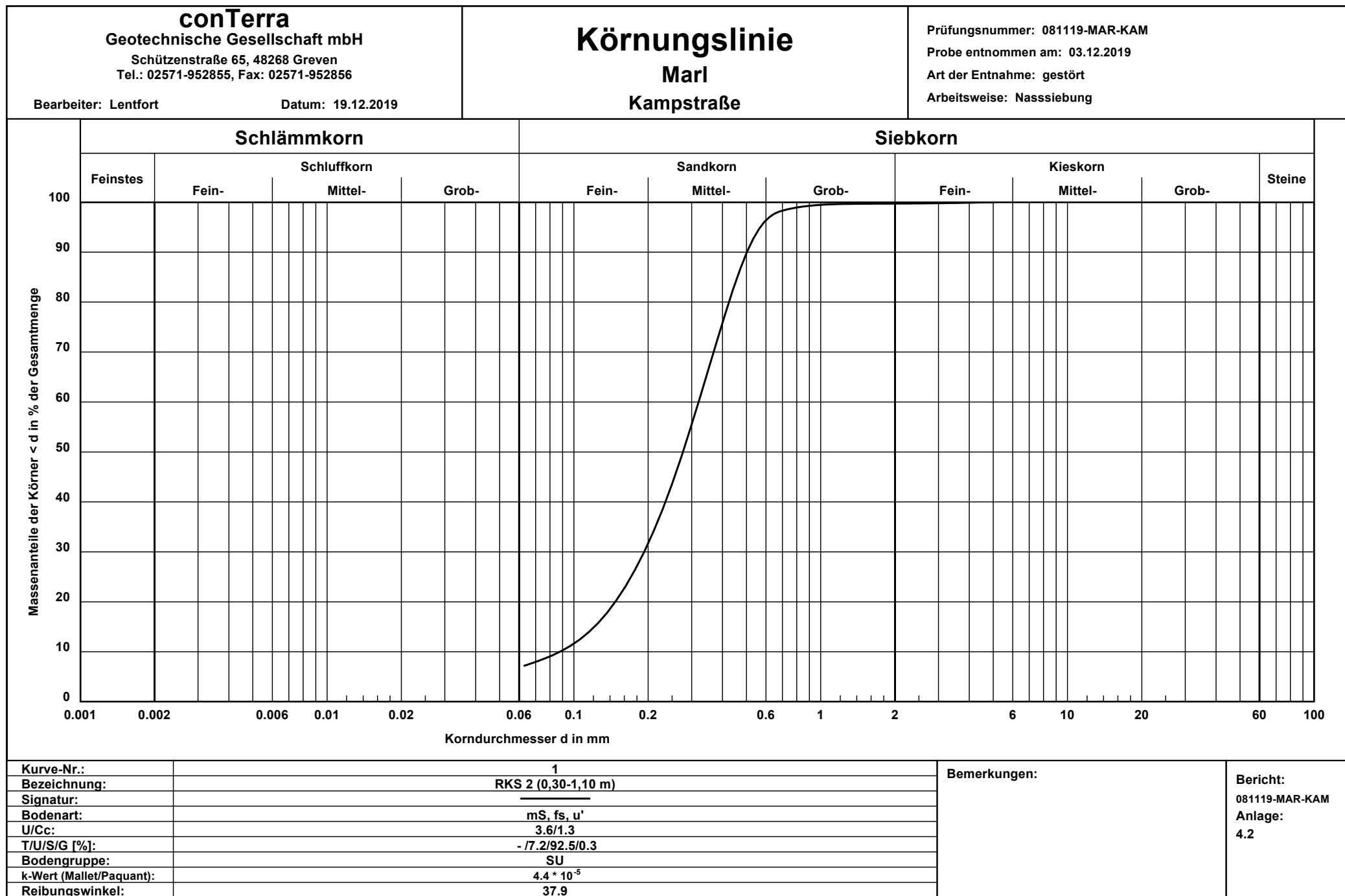
EDV-Nr.:

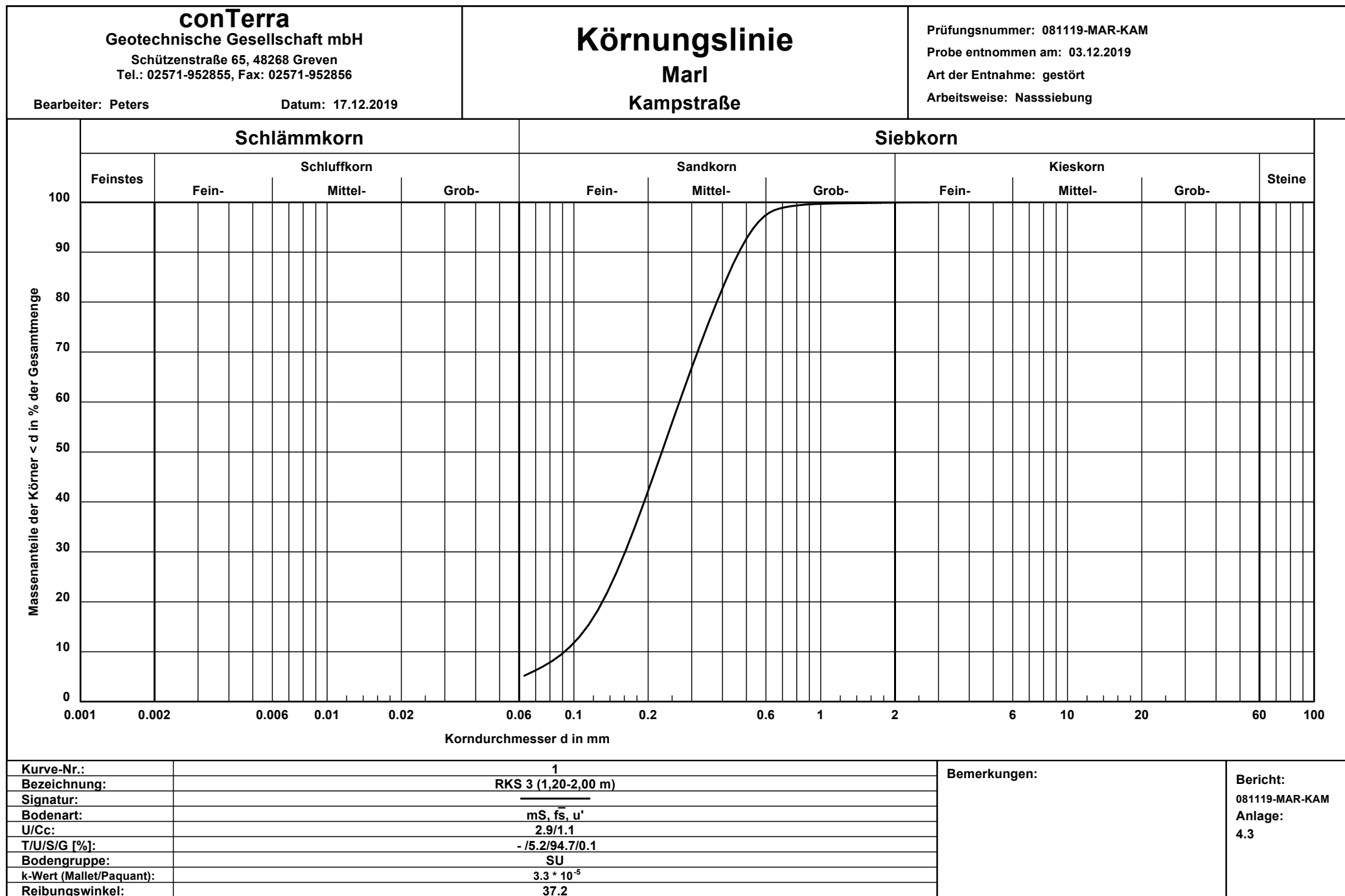
am: 03./04.12.2019

am: 17.12.2019

Nr.	Probenbezeichnung (z.B. Projekt Nr., Bohrung, Körnung, Teufe)	Gewicht des Behälters m_B [g]	Gewicht der Probe + Behälter		Wassergehalt w $\frac{m_{Bf} - m_{Bt}}{m_{Bt} - m_B} \cdot 100$ [M.-%]
			m _{Bf} feucht [g]	m _{Bt} trocken [g]	
1	RKS 1 (0,0-1,70 m)	73,6	310,0	289,4	9,55
2	RKS 2 (0,30-1,10 m)	64,0	380,5	357,5	7,84
3	RKS 3 (1,20-2,00 m)	63,5	357,5	345,6	4,22
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					







BESTIMMUNG DES GLÜHVERLUSTES

nach DIN 18128, DIN EN 1744-1

Bauvorhaben:

Projekt Nr.: 081119-MAR-KAM

Marl,

Anlage: 5

Kampstraße

EDV-Nr.:

Probe entnommen von:

Graf

am: 03/04.12. 2019

Analysen durchgeführt von:

Sacher

am: 18.12.2019

Nr.	Probenbezeichnung (z.B. Projekt Nr., Bohrung, Körnung, Teufe)	Gewicht des Behälters m_B [g]	Gewicht der Probe + Behälter		Glühverlust v_{gl} [M.-%]
			m_d Versuchs beginn [g]	m_{gl} Versuchs ende [g]	
1	RKS 1 (0,00-1,70 m)	29,451	79,424	78,239	2,37
2	RKS 2 (0,30-1,10 m)	27,158	75,417	74,541	1,82
3	RKS 3 (0,30-1,20 m)	27,483	73,903	72,294	3,47
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					



WESSLING GmbH, Oststr. 7, 48341 Altenberge

conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH
Marius Sacher
Schützenstraße 65
48268 GrevenGeschäftsfeld: Umwelt
Ansprechpartner: H.-P. Janett
Durchwahl: +49 2505 89 154
Fax: +49 2505 89 185
E-Mail: Heinz-Peter.Janett@wessling.de

Prüfbericht

081119-MAR-KAM

Prüfbericht Nr.	CAL19-172958-1	Auftrag Nr.	CAL-26399-19	Datum	30.12.2019
Probe Nr.	19-211897-01				
Eingangsdatum	17.12.2019				
Bezeichnung	RKS 7 (0,18-0,22 m)				
Probenart	Boden-/Bauschuttgemisch				
Probenahme	04.12.2019				
Probenahme durch	Auftraggeber				
Probenehmer	Graf				
Untersuchungsbeginn	19.12.2019				
Untersuchungsende	30.12.2019				

Probenvorbereitung

Probe Nr.	19-211897-01			
Bezeichnung	RKS 7 (0,18-0,22 m)			
Volumen des Auslaugungsmittel	ml	OS	1000	
Frischmasse der Messprobe	g	OS	112,0	
Königswasser-Extrakt		TS	23.12.2019	
Feuchtegehalt	%	TS	10,9	

Physikalische Untersuchung

Probe Nr.	19-211897-01			
Bezeichnung	RKS 7 (0,18-0,22 m)			
Trockenrückstand	Gew%	OS	90,2	

Summenparameter

Probe Nr.	19-211897-01			
Bezeichnung	RKS 7 (0,18-0,22 m)			
EOX	mg/kg	TS	<0,5	
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg	TS	<50	
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg	TS	<50	



Prüfbericht Nr. CAL19-172958-1	Auftrag Nr. CAL-26399-19	Datum 30.12.2019
---------------------------------------	---------------------------------	-------------------------

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Probe Nr.	19-211897-01		
Bezeichnung	RKS 7 (0,18-0,22 m)		
PCB Nr. 28	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 52	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 101	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 118	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 138	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 153	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 180	mg/kg	TS	<0,01
Summe der 6 PCB	mg/kg	TS	-/-
PCB gesamt (Summe 6 PCB x 5)	mg/kg	TS	-/-
Summe der 7 PCB	mg/kg	TS	-/-

Im Königswasser-Extrakt**Elemente**

Probe Nr.	19-211897-01		
Bezeichnung	RKS 7 (0,18-0,22 m)		
Arsen (As)	mg/kg	TS	7,5
Blei (Pb)	mg/kg	TS	35
Cadmium (Cd)	mg/kg	TS	0,6
Chrom (Cr)	mg/kg	TS	20
Kupfer (Cu)	mg/kg	TS	14
Nickel (Ni)	mg/kg	TS	13
Zink (Zn)	mg/kg	TS	83
Quecksilber (Hg)	mg/kg	TS	<0,1

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Probe Nr.	19-211897-01		
Bezeichnung	RKS 7 (0,18-0,22 m)		
Naphthalin	mg/kg	TS	<0,02
Acenaphthylen	mg/kg	TS	<0,02
Acenaphthen	mg/kg	TS	<0,02
Fluoren	mg/kg	TS	<0,02
Phenanthren	mg/kg	TS	0,10
Anthracen	mg/kg	TS	0,03
Fluoranthren	mg/kg	TS	0,24
Pyren	mg/kg	TS	0,19
Benzo(a)anthracen	mg/kg	TS	0,14
Chrysen	mg/kg	TS	0,18
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	TS	0,23
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	TS	0,10
Benzo(a)pyren	mg/kg	TS	0,17



Prüfbericht Nr.	CAL19-172958-1	Auftrag Nr.	CAL-26399-19	Datum	30.12.2019
-----------------	-----------------------	-------------	---------------------	-------	-------------------

Probe Nr.	19-211897-01		
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	TS	0,03
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	TS	0,10
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	TS	0,11
Summe nachgewiesener PAK	mg/kg	TS	1,6

Im Eluat**Physikalische Untersuchung**

Probe Nr.	19-211897-01		
Bezeichnung	RKS 7 (0,18-0,22 m)		
pH-Wert		W/E	7,5
Messtemperatur pH-Wert	°C	W/E	21
Leitfähigkeit [25°C], elektrische	µS/cm	W/E	219

Kationen, Anionen und Nichtmetalle

Probe Nr.	19-211897-01		
Bezeichnung	RKS 7 (0,18-0,22 m)		
Chlorid (Cl)	mg/l	W/E	4,1
Sulfat (SO₄)	mg/l	W/E	8,7

Elemente

Probe Nr.	19-211897-01		
Bezeichnung	RKS 7 (0,18-0,22 m)		
Arsen (As)	µg/l	W/E	5,9
Blei (Pb)	µg/l	W/E	<2,0
Cadmium (Cd)	µg/l	W/E	<0,2
Chrom (Cr)	µg/l	W/E	<5,0
Kupfer (Cu)	µg/l	W/E	<5,0
Nickel (Ni)	µg/l	W/E	<5,0
Quecksilber (Hg)	µg/l	W/E	<0,2
Zink (Zn)	µg/l	W/E	<5,0

Summenparameter

Probe Nr.	19-211897-01		
Bezeichnung	RKS 7 (0,18-0,22 m)		
Phenol-Index nach Destillation	mg/l	W/E	0,042



Prüfbericht Nr.	CAL19-172958-1	Auftrag Nr.	CAL-26399-19	Datum	30.12.2019
Probe Nr.	19-211897-02				
Eingangsdatum	17.12.2019				
Bezeichnung	RKS 5 (0,03-0,17 m)				
Probenart	Boden-/Bauschuttgemisch				
Probenahme	04.12.2019				
Probenahme durch	Auftraggeber				
Probenehmer	Graf				
Untersuchungsbeginn	19.12.2019				
Untersuchungsende	30.12.2019				

Probenvorbereitung

Probe Nr.	19-211897-02		
Bezeichnung	RKS 5 (0,03-0,17 m)		
Volumen des Auslaugungsmittel	ml	OS	1000
Frischmasse der Messprobe	g	OS	109,0
Königswasser-Extrakt		TS	23.12.2019
Feuchtegehalt	%	TS	8,0

Physikalische Untersuchung

Probe Nr.	19-211897-02		
Bezeichnung	RKS 5 (0,03-0,17 m)		
Trockenrückstand	Gew%	OS	92,6

Summenparameter

Probe Nr.	19-211897-02		
Bezeichnung	RKS 5 (0,03-0,17 m)		
EOX	mg/kg	TS	<0,5
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg	TS	<50
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg	TS	120

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Probe Nr.	19-211897-02		
Bezeichnung	RKS 5 (0,03-0,17 m)		
PCB Nr. 28	mg/kg	TS	<0,02
PCB Nr. 52	mg/kg	TS	<0,02
PCB Nr. 101	mg/kg	TS	<0,02
PCB Nr. 118	mg/kg	TS	<0,02
PCB Nr. 138	mg/kg	TS	<0,02
PCB Nr. 153	mg/kg	TS	<0,02
PCB Nr. 180	mg/kg	TS	<0,02
Summe der 6 PCB	mg/kg	TS	-/-
PCB gesamt (Summe 6 PCB x 5)	mg/kg	TS	-/-



Prüfbericht Nr.	CAL19-172958-1	Auftrag Nr.	CAL-26399-19	Datum	30.12.2019
-----------------	-----------------------	-------------	---------------------	-------	-------------------

Probe Nr.	19-211897-02			
Summe der 7 PCB	mg/kg	TS	-/-	

Im Königswasser-Extrakt
Elemente

Probe Nr.	19-211897-02			
Bezeichnung	RKS 5 (0,03-0,17 m)			
Arsen (As)	mg/kg	TS	12	
Blei (Pb)	mg/kg	TS	6,5	
Cadmium (Cd)	mg/kg	TS	<0,4	
Chrom (Cr)	mg/kg	TS	24	
Kupfer (Cu)	mg/kg	TS	17	
Nickel (Ni)	mg/kg	TS	16	
Zink (Zn)	mg/kg	TS	22	
Quecksilber (Hg)	mg/kg	TS	<0,1	

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Probe Nr.	19-211897-02			
Bezeichnung	RKS 5 (0,03-0,17 m)			
Naphthalin	mg/kg	TS	<0,07	
Acenaphthylen	mg/kg	TS	<0,07	
Acenaphthen	mg/kg	TS	<0,07	
Fluoren	mg/kg	TS	<0,07	
Phenanthren	mg/kg	TS	0,17	
Anthracen	mg/kg	TS	<0,07	
Fluoranthren	mg/kg	TS	0,35	
Pyren	mg/kg	TS	0,25	
Benzo(a)anthracen	mg/kg	TS	0,25	
Chrysen	mg/kg	TS	0,28	
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	TS	0,25	
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	TS	0,12	
Benzo(a)pyren	mg/kg	TS	0,25	
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	TS	<0,07	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	TS	0,15	
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	TS	0,17	
Summe nachgewiesener PAK	mg/kg	TS	2,2	

Im Eluat
Physikalische Untersuchung

Probe Nr.	19-211897-02			
Bezeichnung	RKS 5 (0,03-0,17 m)			
pH-Wert		W/E	9,7	
Messtemperatur pH-Wert	°C	W/E	21	
Leitfähigkeit [25°C], elektrische	µS/cm	W/E	483	



Prüfbericht Nr.	CAL19-172958-1	Auftrag Nr.	CAL-26399-19	Datum	30.12.2019
-----------------	-----------------------	-------------	---------------------	-------	-------------------

Kationen, Anionen und Nichtmetalle

Probe Nr.	19-211897-02		
Bezeichnung	RKS 5 (0,03-0,17 m)		
Chlorid (Cl)	mg/l	W/E	1,1
Sulfat (SO₄)	mg/l	W/E	160

Elemente

Probe Nr.	19-211897-02		
Bezeichnung	RKS 5 (0,03-0,17 m)		
Arsen (As)	µg/l	W/E	<5,0
Blei (Pb)	µg/l	W/E	<2,0
Cadmium (Cd)	µg/l	W/E	<0,2
Chrom (Cr)	µg/l	W/E	<5,0
Kupfer (Cu)	µg/l	W/E	<5,0
Nickel (Ni)	µg/l	W/E	<5,0
Quecksilber (Hg)	µg/l	W/E	<0,2
Zink (Zn)	µg/l	W/E	<5,0

Summenparameter

Probe Nr.	19-211897-02		
Bezeichnung	RKS 5 (0,03-0,17 m)		
Phenol-Index nach Destillation	mg/l	W/E	<0,01



Prüfbericht Nr.	CAL19-172958-1	Auftrag Nr.	CAL-26399-19	Datum	30.12.2019
Probe Nr.	19-211897-03				
Eingangsdatum	17.12.2019				
Bezeichnung	RKS 2 (0,00-0,12 m)				
Probenart	Asphalt				
Probenahme	04.12.2019				
Probenahme durch	Auftraggeber				
Probenehmer	Graf				
Untersuchungsbeginn	19.12.2019				
Untersuchungsende	30.12.2019				

Probenvorbereitung

Probe Nr.	19-211897-03		
Bezeichnung	RKS 2 (0,00-0,12 m)		
Brechen	OS	ja	
Volumen des Auslaugungsmittel	ml	OS	1000
Frischmasse der Messprobe	g	OS	100,0
Feuchtegehalt	%	TS	0,0

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Probe Nr.	19-211897-03		
Bezeichnung	RKS 2 (0,00-0,12 m)		
Naphthalin	mg/kg	OS	0,09
Acenaphthylen	mg/kg	OS	0,57
Acenaphthen	mg/kg	OS	<0,02
Fluoren	mg/kg	OS	<0,02
Phenanthren	mg/kg	OS	0,44
Anthracen	mg/kg	OS	<0,02
Fluoranthren	mg/kg	OS	0,68
Pyren	mg/kg	OS	0,1
Benzo(a)anthracen	mg/kg	OS	0,07
Chrysen	mg/kg	OS	0,24
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	OS	0,07
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	OS	0,03
Benzo(a)pyren	mg/kg	OS	0,1
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	OS	<0,02
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	OS	<0,02
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	OS	<0,02
Summe nachgewiesener PAK	mg/kg	OS	2,39



Prüfbericht Nr.	CAL19-172958-1	Auftrag Nr.	CAL-26399-19	Datum	30.12.2019
-----------------	-----------------------	-------------	---------------------	-------	-------------------

Im Eluat**Summenparameter**

Probe Nr.	19-211897-03		
Bezeichnung	RKS 2 (0,00-0,12 m)		
Phenol-Index nach Destillation	mg/l	W/E	<0,01



Prüfbericht Nr.	CAL19-172958-1	Auftrag Nr.	CAL-26399-19	Datum	30.12.2019
Probe Nr.	19-211897-04				
Eingangsdatum	17.12.2019				
Bezeichnung	RKS 13 (0,00-0,40 m)				
Probenart	Boden				
Probenahme	04.12.2019				
Probenahme durch	Auftraggeber				
Probenehmer	Graf				
Untersuchungsbeginn	19.12.2019				
Untersuchungsende	30.12.2019				

Probenvorbereitung

Probe Nr.	19-211897-04		
Bezeichnung	RKS 13 (0,00-0,40 m)		
Volumen des Auslaugungsmittel	ml	OS	1000
Frischmasse der Messprobe	g	OS	114,0
Königswasser-Extrakt		TS	23.12.2019
Feuchtegehalt	%	TS	12,5

Physikalische Untersuchung

Probe Nr.	19-211897-04		
Bezeichnung	RKS 13 (0,00-0,40 m)		
Trockenrückstand	Gew%	OS	88,9

Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)

Probe Nr.	19-211897-04		
Bezeichnung	RKS 13 (0,00-0,40 m)		
Benzol	mg/kg	TS	<0,1
Toluol	mg/kg	TS	<0,1
Ethylbenzol	mg/kg	TS	<0,1
m-, p-Xylol	mg/kg	TS	<0,1
o-Xylol	mg/kg	TS	<0,1
Styrol	mg/kg	TS	<0,1
Cumol	mg/kg	TS	<0,1
Summe nachgewiesener BTEX	mg/kg	TS	-/-

Summenparameter

Probe Nr.	19-211897-04		
Bezeichnung	RKS 13 (0,00-0,40 m)		
Cyanid (CN), ges.	mg/kg	TS	0,70
EOX	mg/kg	TS	0,7
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg	TS	<50
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg	TS	<50



Prüfbericht Nr.	CAL19-172958-1	Auftrag Nr.	CAL-26399-19	Datum	30.12.2019
-----------------	-----------------------	-------------	---------------------	-------	-------------------

Probe Nr.	19-211897-04		
TOC	Gew%	TS	1,6

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Probe Nr.	19-211897-04		
Bezeichnung	RKS 13 (0,00-0,40 m)		
PCB Nr. 28	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 52	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 101	mg/kg	TS	0,045
PCB Nr. 118	mg/kg	TS	0,0112
PCB Nr. 138	mg/kg	TS	0,101
PCB Nr. 153	mg/kg	TS	0,101
PCB Nr. 180	mg/kg	TS	0,0787
Summe der 6 PCB	mg/kg	TS	0,326
PCB gesamt (Summe 6 PCB x 5)	mg/kg	TS	1,63
Summe der 7 PCB	mg/kg	TS	0,337

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)

Probe Nr.	19-211897-04		
Bezeichnung	RKS 13 (0,00-0,40 m)		
Dichlormethan	mg/kg	TS	<0,1
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	TS	<0,1
Trichlormethan	mg/kg	TS	<0,1
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	TS	<0,1
Tetrachlormethan	mg/kg	TS	<0,1
Trichlorethen	mg/kg	TS	<0,1
Tetrachlorethen	mg/kg	TS	<0,1
Summe nachgewiesener LHKW	mg/kg	TS	-/-

Im Königswasser-Extrakt**Elemente**

Probe Nr.	19-211897-04		
Bezeichnung	RKS 13 (0,00-0,40 m)		
Arsen (As)	mg/kg	TS	6,6
Blei (Pb)	mg/kg	TS	49
Cadmium (Cd)	mg/kg	TS	0,59
Chrom (Cr)	mg/kg	TS	25
Kupfer (Cu)	mg/kg	TS	14
Nickel (Ni)	mg/kg	TS	7,5
Thallium (Tl)	mg/kg	TS	<0,4
Zink (Zn)	mg/kg	TS	99
Quecksilber (Hg)	mg/kg	TS	<0,1



Prüfbericht Nr.	CAL19-172958-1	Auftrag Nr.	CAL-26399-19	Datum	30.12.2019
-----------------	-----------------------	-------------	---------------------	-------	-------------------

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Probe Nr.	19-211897-04		
Bezeichnung	RKS 13 (0,00-0,40 m)		
Naphthalin	mg/kg	TS	<0,02
Acenaphthylen	mg/kg	TS	<0,02
Acenaphthen	mg/kg	TS	<0,02
Fluoren	mg/kg	TS	<0,02
Phenanthren	mg/kg	TS	0,08
Anthracen	mg/kg	TS	<0,02
Fluoranthren	mg/kg	TS	0,19
Pyren	mg/kg	TS	0,13
Benzo(a)anthracen	mg/kg	TS	0,09
Chrysen	mg/kg	TS	0,12
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	TS	0,13
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	TS	0,06
Benzo(a)pyren	mg/kg	TS	0,09
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	TS	<0,02
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	TS	0,07
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	TS	0,08
Summe nachgewiesener PAK	mg/kg	TS	1,0

Im Eluat**Physikalische Untersuchung**

Probe Nr.	19-211897-04		
Bezeichnung	RKS 13 (0,00-0,40 m)		
pH-Wert	W/E		7,0
Messtemperatur pH-Wert	°C	W/E	21
Leitfähigkeit [25°C], elektrische	µS/cm	W/E	21,8

Kationen, Anionen und Nichtmetalle

Probe Nr.	19-211897-04		
Bezeichnung	RKS 13 (0,00-0,40 m)		
Chlorid (Cl)	mg/l	W/E	<1,0
Cyanid (CN), ges.	mg/l	W/E	<0,005
Sulfat (SO ₄)	mg/l	W/E	3,1

Elemente

Probe Nr.	19-211897-04		
Bezeichnung	RKS 13 (0,00-0,40 m)		
Arsen (As)	µg/l	W/E	<5,0
Blei (Pb)	µg/l	W/E	32
Cadmium (Cd)	µg/l	W/E	0,37
Chrom (Cr)	µg/l	W/E	5,2



Prüfbericht Nr.	CAL19-172958-1	Auftrag Nr.	CAL-26399-19	Datum	30.12.2019
Probe Nr.				19-211897-04	
Kupfer (Cu)		µg/l	W/E	9,9	
Nickel (Ni)		µg/l	W/E	<5,0	
Quecksilber (Hg)		µg/l	W/E	<0,2	
Zink (Zn)		µg/l	W/E	42	
Summenparameter					
Probe Nr.				19-211897-04	
Bezeichnung				RKS 13 (0,00-0,40 m)	
Phenol-Index nach Destillation		mg/l	W/E	<0,01	



Prüfbericht Nr.	CAL19-172958-1	Auftrag Nr.	CAL-26399-19	Datum	30.12.2019
Probe Nr.	19-211897-05				
Eingangsdatum	17.12.2019				
Bezeichnung	RKS 4 (0,00-0,05 m)				
Probenart	Asphalt				
Probenahme	04.12.2019				
Probenahme durch	Auftraggeber				
Probenehmer	Graf				
Untersuchungsbeginn	19.12.2019				
Untersuchungsende	30.12.2019				

Probenvorbereitung

Probe Nr.	19-211897-05		
Bezeichnung	RKS 4 (0,00-0,05 m)		
Brechen	OS	ja	
Volumen des Auslaugungsmittel	ml	OS	1000
Frischmasse der Messprobe	g	OS	100,0
Feuchtegehalt	%	TS	0,3

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Probe Nr.	19-211897-05		
Bezeichnung	RKS 4 (0,00-0,05 m)		
Naphthalin	mg/kg	OS	<0,02
Acenaphthylen	mg/kg	OS	<0,02
Acenaphthen	mg/kg	OS	<0,02
Fluoren	mg/kg	OS	<0,02
Phenanthren	mg/kg	OS	0,22
Anthracen	mg/kg	OS	<0,02
Fluoranthren	mg/kg	OS	0,31
Pyren	mg/kg	OS	0,09
Benzo(a)anthracen	mg/kg	OS	0,34
Chrysen	mg/kg	OS	0,3
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	OS	0,06
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	OS	0,04
Benzo(a)pyren	mg/kg	OS	0,19
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	OS	<0,02
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	OS	<0,02
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	OS	<0,02
Summe nachgewiesener PAK	mg/kg	OS	1,55



Prüfbericht Nr.	CAL19-172958-1	Auftrag Nr.	CAL-26399-19	Datum	30.12.2019
-----------------	-----------------------	-------------	---------------------	-------	-------------------

Im Eluat**Summenparameter**

Probe Nr.	19-211897-05		
Bezeichnung	RKS 4 (0,00-0,05 m)		
Phenol-Index nach Destillation	mg/l	W/E	<0,01



Prüfbericht Nr.	CAL19-172958-1	Auftrag Nr.	CAL-26399-19	Datum	30.12.2019
Probe Nr.	19-211897-06				
Eingangsdatum	17.12.2019				
Bezeichnung	RKS 3 (0,30-1,20 m)				
Probenart	Auffüllung				
Probenahme	04.12.2019				
Probenahme durch	Auftraggeber				
Probenehmer	Graf				
Untersuchungsbeginn	19.12.2019				
Untersuchungsende	30.12.2019				

Probenvorbereitung

Probe Nr.				19-211897-06
Bezeichnung				RKS 3 (0,30-1,20 m)
Volumen des Auslaugungsmittel	ml	OS	1000	
Frischmasse der Messprobe	g	OS	110,0	
Königswasser-Extrakt		TS	23.12.2019	
Feuchtegehalt	%	TS	8,8	

Physikalische Untersuchung

Probe Nr.				19-211897-06
Bezeichnung				RKS 3 (0,30-1,20 m)
Trockenrückstand	Gew%	OS	91,9	

Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)

Probe Nr.				19-211897-06
Bezeichnung				RKS 3 (0,30-1,20 m)
Benzol	mg/kg	TS	<0,1	
Toluol	mg/kg	TS	<0,1	
Ethylbenzol	mg/kg	TS	<0,1	
m-, p-Xylol	mg/kg	TS	<0,1	
o-Xylol	mg/kg	TS	<0,1	
Styrol	mg/kg	TS	<0,1	
Cumol	mg/kg	TS	<0,1	
Summe nachgewiesener BTEX	mg/kg	TS	-/-	

Summenparameter

Probe Nr.				19-211897-06
Bezeichnung				RKS 3 (0,30-1,20 m)
Cyanid (CN), ges.	mg/kg	TS	<0,1	
EOX	mg/kg	TS	<0,5	
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg	TS	<50	
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg	TS	95	



Prüfbericht Nr.	CAL19-172958-1	Auftrag Nr.	CAL-26399-19	Datum	30.12.2019
Probe Nr.				19-211897-06	
TOC	Gew%	TS	3,00		
Polychlorierte Biphenyle (PCB)					
Probe Nr.				19-211897-06	
Bezeichnung				RKS 3 (0,30-1,20 m)	
PCB Nr. 28	mg/kg	TS	<0,02		
PCB Nr. 52	mg/kg	TS	<0,02		
PCB Nr. 101	mg/kg	TS	<0,02		
PCB Nr. 118	mg/kg	TS	<0,02		
PCB Nr. 138	mg/kg	TS	<0,02		
PCB Nr. 153	mg/kg	TS	<0,02		
PCB Nr. 180	mg/kg	TS	<0,02		
Summe der 6 PCB	mg/kg	TS	-/-		
PCB gesamt (Summe 6 PCB x 5)	mg/kg	TS	-/-		
Summe der 7 PCB	mg/kg	TS	-/-		
Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)					
Probe Nr.				19-211897-06	
Bezeichnung				RKS 3 (0,30-1,20 m)	
Dichlormethan	mg/kg	TS	<0,1		
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	TS	<0,1		
Trichlormethan	mg/kg	TS	<0,1		
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	TS	<0,1		
Tetrachlormethan	mg/kg	TS	<0,1		
Trichlorethen	mg/kg	TS	<0,1		
Tetrachlorethen	mg/kg	TS	<0,1		
Summe nachgewiesener LHKW	mg/kg	TS	-/-		
Im Königswasser-Extrakt					
Elemente					
Probe Nr.				19-211897-06	
Bezeichnung				RKS 3 (0,30-1,20 m)	
Arsen (As)	mg/kg	TS	6,7		
Blei (Pb)	mg/kg	TS	18		
Cadmium (Cd)	mg/kg	TS	<0,4		
Chrom (Cr)	mg/kg	TS	22		
Kupfer (Cu)	mg/kg	TS	13		
Nickel (Ni)	mg/kg	TS	22		
Thallium (Tl)	mg/kg	TS	<0,4		
Zink (Zn)	mg/kg	TS	61		
Quecksilber (Hg)	mg/kg	TS	<0,1		



Prüfbericht Nr. CAL19-172958-1	Auftrag Nr. CAL-26399-19	Datum 30.12.2019
---------------------------------------	---------------------------------	-------------------------

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Probe Nr.	19-211897-06		
Bezeichnung	RKS 3 (0,30-1,20 m)		
Naphthalin	mg/kg	TS	<0,2
Acenaphthylen	mg/kg	TS	<0,2
Acenaphthen	mg/kg	TS	0,48
Fluoren	mg/kg	TS	0,55
Phenanthren	mg/kg	TS	6,2
Anthracen	mg/kg	TS	1,2
Fluoranthren	mg/kg	TS	20
Pyren	mg/kg	TS	14
Benzo(a)anthracen	mg/kg	TS	12
Chrysen	mg/kg	TS	12
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	TS	12
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	TS	5,6
Benzo(a)pyren	mg/kg	TS	9,4
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	TS	1,9
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	TS	6,3
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	TS	5,5
Summe nachgewiesener PAK	mg/kg	TS	106,7

Im Eluat**Physikalische Untersuchung**

Probe Nr.	19-211897-06		
Bezeichnung	RKS 3 (0,30-1,20 m)		
pH-Wert		W/E	7,2
Messtemperatur pH-Wert	°C	W/E	21
Leitfähigkeit [25°C], elektrische	µS/cm	W/E	155

Kationen, Anionen und Nichtmetalle

Probe Nr.	19-211897-06		
Bezeichnung	RKS 3 (0,30-1,20 m)		
Chlorid (Cl)	mg/l	W/E	<1,0
Cyanid (CN), ges.	mg/l	W/E	<0,005
Sulfat (SO4)	mg/l	W/E	27

Elemente

Probe Nr.	19-211897-06		
Bezeichnung	RKS 3 (0,30-1,20 m)		
Arsen (As)	µg/l	W/E	5,1
Blei (Pb)	µg/l	W/E	<2,0
Cadmium (Cd)	µg/l	W/E	<0,2
Chrom (Cr)	µg/l	W/E	<5,0



Prüfbericht Nr.	CAL19-172958-1	Auftrag Nr.	CAL-26399-19	Datum	30.12.2019
Probe Nr.				19-211897-06	
Kupfer (Cu)		µg/l	W/E	<5,0	
Nickel (Ni)		µg/l	W/E	<5,0	
Quecksilber (Hg)		µg/l	W/E	<0,2	
Zink (Zn)		µg/l	W/E	<5,0	
Summenparameter					
Probe Nr.				19-211897-06	
Bezeichnung				RKS 3 (0,30-1,20 m)	
Phenol-Index nach Destillation		mg/l	W/E	<0,01	



Prüfbericht Nr.	CAL19-172958-1	Auftrag Nr.	CAL-26399-19	Datum	30.12.2019
Probe Nr.	19-211897-07				
Eingangsdatum	17.12.2019				
Bezeichnung	RKS 1 (0,00-1,70 m)				
Probenart	Auffüllung				
Probenahme	04.12.2019				
Probenahme durch	Auftraggeber				
Probenehmer	Graf				
Untersuchungsbeginn	19.12.2019				
Untersuchungsende	30.12.2019				

Probenvorbereitung

Probe Nr.	19-211897-07		
Bezeichnung	RKS 1 (0,00-1,70 m)		
Volumen des Auslaugungsmittel	ml	OS	1000
Frischmasse der Messprobe	g	OS	110,0
Königswasser-Extrakt		TS	23.12.2019
Feuchtegehalt	%	TS	9,0

Physikalische Untersuchung

Probe Nr.	19-211897-07		
Bezeichnung	RKS 1 (0,00-1,70 m)		
Trockenrückstand	Gew%	OS	91,7

Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)

Probe Nr.	19-211897-07		
Bezeichnung	RKS 1 (0,00-1,70 m)		
Benzol	mg/kg	TS	<0,1
Toluol	mg/kg	TS	<0,1
Ethylbenzol	mg/kg	TS	<0,1
m-, p-Xylol	mg/kg	TS	<0,1
o-Xylol	mg/kg	TS	<0,1
Styrol	mg/kg	TS	<0,1
Cumol	mg/kg	TS	<0,1
Summe nachgewiesener BTEX	mg/kg	TS	-/-

Summenparameter

Probe Nr.	19-211897-07		
Bezeichnung	RKS 1 (0,00-1,70 m)		
Cyanid (CN), ges.	mg/kg	TS	0,13
EOX	mg/kg	TS	<0,5
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg	TS	<50
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg	TS	<50



Prüfbericht Nr.	CAL19-172958-1	Auftrag Nr.	CAL-26399-19	Datum	30.12.2019
-----------------	-----------------------	-------------	---------------------	-------	-------------------

Probe Nr.	19-211897-07		
TOC	Gew%	TS	0,78

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Probe Nr.	19-211897-07		
Bezeichnung	RKS 1 (0,00-1,70 m)		
PCB Nr. 28	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 52	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 101	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 118	mg/kg	TS	<0,01
PCB Nr. 138	mg/kg	TS	0,0109
PCB Nr. 153	mg/kg	TS	0,0109
PCB Nr. 180	mg/kg	TS	0,0109
Summe der 6 PCB	mg/kg	TS	0,0327
PCB gesamt (Summe 6 PCB x 5)	mg/kg	TS	0,164
Summe der 7 PCB	mg/kg	TS	0,0327

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)

Probe Nr.	19-211897-07		
Bezeichnung	RKS 1 (0,00-1,70 m)		
Dichlormethan	mg/kg	TS	<0,1
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	TS	<0,1
Trichlormethan	mg/kg	TS	<0,1
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	TS	<0,1
Tetrachlormethan	mg/kg	TS	<0,1
Trichlorethen	mg/kg	TS	<0,1
Tetrachlorethen	mg/kg	TS	<0,1
Summe nachgewiesener LHKW	mg/kg	TS	-/-

Im Königswasser-Extrakt**Elemente**

Probe Nr.	19-211897-07		
Bezeichnung	RKS 1 (0,00-1,70 m)		
Arsen (As)	mg/kg	TS	8,6
Blei (Pb)	mg/kg	TS	20
Cadmium (Cd)	mg/kg	TS	<0,4
Chrom (Cr)	mg/kg	TS	24
Kupfer (Cu)	mg/kg	TS	7,2
Nickel (Ni)	mg/kg	TS	8,4
Thallium (Tl)	mg/kg	TS	<0,4
Zink (Zn)	mg/kg	TS	50
Quecksilber (Hg)	mg/kg	TS	<0,1



Prüfbericht Nr.	CAL19-172958-1	Auftrag Nr.	CAL-26399-19	Datum	30.12.2019
-----------------	-----------------------	-------------	---------------------	-------	-------------------

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Probe Nr.	19-211897-07		
Bezeichnung	RKS 1 (0,00-1,70 m)		
Naphthalin	mg/kg	TS	<0,06
Acenaphthylen	mg/kg	TS	<0,06
Acenaphthen	mg/kg	TS	0,11
Fluoren	mg/kg	TS	<0,06
Phenanthren	mg/kg	TS	1,2
Anthracen	mg/kg	TS	0,26
Fluoranthren	mg/kg	TS	3,7
Pyren	mg/kg	TS	2,9
Benzo(a)anthracen	mg/kg	TS	2,1
Chrysen	mg/kg	TS	2,1
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	TS	2,1
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	TS	1,0
Benzo(a)pyren	mg/kg	TS	2,0
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	TS	0,33
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	TS	1,3
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	TS	1,2
Summe nachgewiesener PAK	mg/kg	TS	20,3

Im Eluat**Physikalische Untersuchung**

Probe Nr.	19-211897-07		
Bezeichnung	RKS 1 (0,00-1,70 m)		
pH-Wert	W/E		7,2
Messtemperatur pH-Wert	°C	W/E	21
Leitfähigkeit [25°C], elektrische	µS/cm	W/E	102

Kationen, Anionen und Nichtmetalle

Probe Nr.	19-211897-07		
Bezeichnung	RKS 1 (0,00-1,70 m)		
Chlorid (Cl)	mg/l	W/E	<1,0
Cyanid (CN), ges.	mg/l	W/E	<0,005
Sulfat (SO ₄)	mg/l	W/E	2,5

Elemente

Probe Nr.	19-211897-07		
Bezeichnung	RKS 1 (0,00-1,70 m)		
Arsen (As)	µg/l	W/E	7,2
Blei (Pb)	µg/l	W/E	2,8
Cadmium (Cd)	µg/l	W/E	<0,2
Chrom (Cr)	µg/l	W/E	<5,0



Prüfbericht Nr.	CAL19-172958-1	Auftrag Nr.	CAL-26399-19	Datum	30.12.2019
Probe Nr.				19-211897-07	
Kupfer (Cu)	µg/l	W/E	<5,0		
Nickel (Ni)	µg/l	W/E	<5,0		
Quecksilber (Hg)	µg/l	W/E	<0,2		
Zink (Zn)	µg/l	W/E	<5,0		
Summenparameter					
Probe Nr.				19-211897-07	
Bezeichnung				RKS 1 (0,00-1,70 m)	
Phenol-Index nach Destillation	mg/l	W/E	<0,01		



Prüfbericht Nr.	CAL19-172958-1	Auftrag Nr.	CAL-26399-19	Datum	30.12.2019
-----------------	-----------------------	-------------	---------------------	-------	-------------------

Abkürzungen und Methoden

Trockenrückstand/Wassergehalt in Abfällen
Königswasser-Extrakt vom Feststoff (Abfälle)
Metalle/Elemente in Feststoff
Quecksilber (AAS) in Feststoff
Kohlenwasserstoffe in Abfall und Boden
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)
Extrahierbare organische Halogenverbindungen (EOX)
Polychlorierte Biphenyle (PCB)
Auslaugung, Schüttelverfahren W/F-10 l/kg
Feuchtegehalt
pH-Wert in Wasser/Eluat
Leitfähigkeit, elektrisch
Gelöste Anionen, Chlorid in Wasser/Eluat
Gelöste Anionen, Sulfat in Wasser/Eluat
Metalle/Elemente in Wasser/Eluat
Quecksilber (AAS), in Wasser/Eluat
Phenol-Index in Wasser/Eluat
Brechen
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)
Cyanide gesamt und leichtfreisetzbar im Boden (CFA)
Gesamter organischer Kohlenstoff (TOC) in Abfall
BTX (leichtfl. arom. Kohlenwasserst.)
LHKW (leichtfl. halogen. Kohlenwasserstoffe)
Cyanide gesamt
OS
TS
W/E

DIN EN 14346 Verf. A (2007-03)^A
DIN EN 13657 (2003-01)^A
DIN EN ISO 17294-2 (2005-02)^A
DIN EN ISO 12846 (2012-08)^A
DIN EN 14039 i.V. mit LAGA KW/04 (2005-01 / 2009-12)^A
DIN ISO 18287 (2006-05)^A
DIN 38414 S17 (2017-01)^A
DIN EN 15308 (2008-05)^A
DIN EN 12457-4 (2003-01)^A
DIN EN 12457-4 (2003-01)^A
DIN 38404-5 (2009-07)^A
DIN EN 27888 (1993-11)^A
DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)^A
DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)^A
DIN EN ISO 17294-2 (2005-02)^A
DIN EN ISO 12846 (2012-08)^A
DIN EN ISO 14402 (1999-12)^A
DIN ISO 11464 (2006-12)^A
DIN 38414 S23 (2002-02)^A
DIN ISO 17380 (2013-10)^A
DIN EN 13137 (2001-12)^A
DIN ISO 22155 (2013-05)^A
DIN ISO 22155 (2013-05)^A
DIN EN ISO 14403-2 (2012-10)^A
Originalsubstanz
Trockensubstanz
Wasser/Eluat

ausführender Standort

Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Rhein-Main
Umweltanalytik Rhein-Main
Umweltanalytik Rhein-Main
Umweltanalytik Rhein-Main
Umweltanalytik Rhein-Main
Umweltanalytik Rhein-Main
Umweltanalytik Rhein-Main
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Rhein-Main
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Rhein-Main
Umweltanalytik Rhein-Main
Umweltanalytik Rhein-Main

Heinz-Peter Janett
Diplom-Biologe
Abteilungsleiter Umwelt

CHEMISCHE UNTERSUCHUNG

Zuordnungswerte für Recyclingbaustoffe gem. Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen (LAGA)

Materialherkunft:		Kontr.-Nr.:	081119-MAR-KAM
Umnutzung Schule Kampstraße		Anlage:	7.1
Marl		EDV-Nr.:	
Probenbezeichnung:	RKS 5 (0,03-0,17 m)	Art der Entnahme:	gestört
Probenmaterial:	Hochofenschlacke	entnommen am:	16.12.2019

Parameter	Bestimmung im	Einheit	Analysen- ergebnis	Zuordnungswerte			
				Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert	Eluat	[-]	9,7	7,0 - 12,5			
Elek. Leitfähigkeit	Eluat	[µS/cm]	483	500	1500	2500	3000
Arsen As) ¹	Feststoff	[mg/kg]	12	20			
Blei Pb) ¹	Feststoff	[mg/kg]	6,5	100			
Cadmium Cd) ¹	Feststoff	[mg/kg]	< 0,4	0,6			
Chrom, gesamt Cr) ¹	Feststoff	[mg/kg]	24	50			
Kupfer Cu) ¹	Feststoff	[mg/kg]	17	40			
Nickel Ni) ¹	Feststoff	[mg/kg]	16	40			
Quecksilber Hg) ¹	Feststoff	[mg/kg]	< 0,1	0,3			
Zink Zn) ¹	Feststoff	[mg/kg]	22	120	300	500	1500
Kohlenwasserstoffe	Feststoff	[mg/kg]	120	100	300) ²	500) ²	1000) ²
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe PAK n. EPA	Feststoff	[mg/kg]	2,2	1	5	15	75
Extrahierbare organische Halogenverbindungen EOX	Feststoff	[mg/kg]	< 0,5	1	3	5	10
Polychlorierte Biphenyle PCB (Congenere nach DIN 51527)	Feststoff	[mg/kg]	n.b.	0,02	0,1	0,5	1
Chlorid Cl ⁻	Eluat	[mg/l]	1,1	10	20	40	150
Sulfat SO ₄ ²⁻	Eluat	[mg/l]	160	50	150	300	600
Arsen As	Eluat	[µg/l]	< 5,0	10	10	40	50
Blei Pb	Eluat	[µg/l]	< 2,0	20	40	100	100
Cadmium Cd	Eluat	[µg/l]	< 0,2	2	2	5	5
Chrom, gesamt Cr	Eluat	[µg/l]	< 5,0	15	30	75	100
Kupfer Cu	Eluat	[µg/l]	< 5,0	50	50	150	200
Nickel Ni	Eluat	[µg/l]	< 5,0	40	50	100	100
Quecksilber Hg	Eluat	[µg/l]	< 0,2	0,2	0,2	1	2
Zink Zn	Eluat	[µg/l]	< 5,0	100	100	300	400
Phenolindex) ⁴	Eluat	[µg/l]	< 10	< 10	10	50	100

)¹ Sollen Recyclingbaustoffe und nicht aufbereiteter Bauschutt als Bodenmaterial für Rekultivierungszwecke und Geländeauffüllungen in der Einbaulasse 1 verwendet werden, ist die Untersuchung dieser Parameter erforderlich. Es gelten dann die Kriterien und Zuordnungswerte Z 1, 1.1. und 1.2 der Technischen Regeln Boden.

)² Überschreitungen, die auf Asphaltanteile zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlusskriterium dar.

n.u. nicht untersucht, n.n. nicht nachweisbar

CHEMISCHE UNTERSUCHUNG

Zuordnungswerte für Recyclingbaustoffe gem. Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen (LAGA)

Materialherkunft:		Kontr.-Nr.:	081119-MAR-KAM
Umnutzung Schule Kampstraße		Anlage:	7.2
Marl		EDV-Nr.:	
Probenbezeichnung:	RKS 7 (0,18-0,22 m)	Art der Entnahme:	gestört
Probenmaterial:	Schlacke, sandig, humos	entnommen am:	16.12.2019

Parameter	Bestimmung im	Einheit	Analysen- ergebnis	Zuordnungswerte			
				Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert	Eluat	[-]	7,5	7,0 - 12,5			
Elek. Leitfähigkeit	Eluat	[µS/cm]	219	500	1500	2500	3000
Arsen As) ¹	Feststoff	[mg/kg]	7,5	20			
Blei Pb) ¹	Feststoff	[mg/kg]	35	100			
Cadmium Cd) ¹	Feststoff	[mg/kg]	0,6	0,6			
Chrom, gesamt Cr) ¹	Feststoff	[mg/kg]	20	50			
Kupfer Cu) ¹	Feststoff	[mg/kg]	14	40			
Nickel Ni) ¹	Feststoff	[mg/kg]	13	40			
Quecksilber Hg) ¹	Feststoff	[mg/kg]	< 0,1	0,3			
Zink Zn) ¹	Feststoff	[mg/kg]	83	120	300	500	1500
Kohlenwasserstoffe	Feststoff	[mg/kg]	< 50	100	300) ²	500) ²	1000) ²
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe PAK n. EPA	Feststoff	[mg/kg]	1,6	1	5	15	75
Extrahierbare organische Halogenverbindungen EOX	Feststoff	[mg/kg]	< 0,5	1	3	5	10
Polychlorierte Biphenyle PCB (Congenere nach DIN 51527)	Feststoff	[mg/kg]	n.b.	0,02	0,1	0,5	1
Chlorid Cl ⁻	Eluat	[mg/l]	4,1	10	20	40	150
Sulfat SO ₄ ²⁻	Eluat	[mg/l]	8,7	50	150	300	600
Arsen As	Eluat	[µg/l]	5,9	10	10	40	50
Blei Pb	Eluat	[µg/l]	< 2,0	20	40	100	100
Cadmium Cd	Eluat	[µg/l]	< 0,2	2	2	5	5
Chrom, gesamt Cr	Eluat	[µg/l]	< 5,0	15	30	75	100
Kupfer Cu	Eluat	[µg/l]	< 5,0	50	50	150	200
Nickel Ni	Eluat	[µg/l]	< 5,0	40	50	100	100
Quecksilber Hg	Eluat	[µg/l]	< 0,2	0,2	0,2	1	2
Zink Zn	Eluat	[µg/l]	< 5,0	100	100	300	400
Phenolindex) ⁴	Eluat	[µg/l]	< 10	< 10	10	50	100

)¹ Sollen Recyclingbaustoffe und nicht aufbereiteter Bauschutt als Bodenmaterial für Rekultivierungszwecke und Geländeauffüllungen in der Einbaulasse 1 verwendet werden, ist die Untersuchung dieser Parameter erforderlich. Es gelten dann die Kriterien und Zuordnungswerte Z 1, 1.1. und 1.2 der Technischen Regeln Boden.

)² Überschreitungen, die auf Asphaltanteile zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlusskriterium dar.

n.u. nicht untersucht, n.n. nicht nachweisbar

Projektnummer: 081119-MAR-KAM
 Prüfbericht Nr.: CAL19-12958-1
 Probenbezeichnung: RKS 1 (0,00-1,70 m); Sand
 Datum: 23.01.2020

Bewertung der chemischen Analyse

Zuordnungswerte DepV Anhang 3, Tabelle 2						LAGA M20 TR Boden (2004) im Eluat					Einheit	Parameter	Einheit	LAGA M20 TR Boden (2004) im Feststoff					Zuordnungswerte DepV Anhang 3, Tabelle 2					
Rekultivierungsschicht Spalte 9	DK III Spalte 8	DK II Spalte 7	DK I Spalte 6	DK 0 Spalte 5	Geol. Barriere Spalte 4	Z2	Z1.2	Z1.1	Z0*	Z0				Befund Messwert	Z0	Z0*	Z1	Z2	Geol. Barriere Spalte 4	DK 0 Spalte 5	DK I Spalte 6	DK II Spalte 7	DK III Spalte 8	Rekultivierungsschicht Spalte 9
	Z5	Z4	Z3									Trockenrückstand	Ma.-%	91,7										
												Glühverlust	Ma.-% _{TS}						≤ 3	≤ 3	≤ 3	≤ 5	≤ 10	
												Extrahierbare lipophile Stoffe	Ma.-% _{OS}							≤ 0,1	≤ 0,4	≤ 0,8	≤ 4	
												Säureneutralisationskapazität	mmol/kg											
6,5-9	4-13	5,5-13	5,5-13	5,5-13	6,5-9	5,5-12	6-12	6,5-9,5	6,5-9,5	7,2		pH-Wert												
	≤ 10.000	≤ 6.000	≤ 3.000	≤ 400	≤ 400						mg/l	Gesamtgehalt gel. Feststoffe												
≤ 500						≤ 2.000	≤ 1.500	≤ 250	≤ 250	102	µS/cm	Elektr. Leitfähigkeit												
												C10-C22	mg/kg _{TS}	< 50	≤ 100	≤ 200	≤ 300	≤ 1.000	≤ 100	≤ 500				
												C10-C40	mg/kg _{TS}	< 50		≤ 400	≤ 600	≤ 2.000						
												EOX	mg/kg _{TS}	< 0,5	≤ 1	≤ 1	≤ 3	≤ 10						
												Summe BTEX	mg/kg _{TS}	n.b.	≤ 1			≤ 1	≤ 6					
												Summe LHKW	mg/kg _{TS}	n.b.	≤ 1									
												Summe PAK	mg/kg _{TS}	20,3	≤ 3	≤ 3	≤ 3(9) ⁴	≤ 30	≤ 1	≤ 30				≤ 5
												Benzo(a)pyren	mg/kg _{TS}	2,0	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,9	≤ 3						≤ 0,6
												Summe PCB	mg/kg _{TS}	0,0327	≤ 0,05	≤ 0,1	≤ 0,15	≤ 0,5	≤ 0,02	≤ 1				≤ 0,1
	≤ 100	≤ 80	≤ 50	≤ 50							mg/l	DOC	Ma.-% _{TS}	0,78	≤ 0,5(1) ³	≤ 0,5(1) ³	≤ 1,5	≤ 5	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 3	≤ 6	
												TOC	Ma.-% _{TS}											
												C _{elementar}	Ma.-% _{TS}						≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	
												AT ₄	mg/g											
												Brennwert (H ₀)	kJ/kg _{TS}						≤ 6.000	≤ 6.000	≤ 6.000	≤ 6.000	≤ 6.000	
	≤ 50	≤ 15	≤ 5	≤ 1							mg/l	Fluorid												
≤ 10	≤ 2.500	≤ 200	≤ 200	≤ 50	≤ 10	≤ 60(120) ⁵	≤ 20	≤ 14	≤ 14	7,2	µg/l	Arsen As	mg/kg _{TS}	8,6	≤ 10/15/20 ¹	≤ 15/20 ²	≤ 45	≤ 150						
≤ 40	≤ 5.000	≤ 1.000	≤ 200	≤ 50	≤ 20	≤ 200	≤ 80	≤ 40	≤ 40	2,8	µg/l	Blei Pb	mg/kg _{TS}	20	≤ 40/70/100	≤ 140	≤ 210	≤ 700						≤ 140
≤ 2	≤ 500	≤ 100	≤ 50	≤ 4	≤ 2	≤ 6	≤ 3	≤ 1,5	≤ 1,5	< 0,2	µg/l	Cadmium Cd	mg/kg _{TS}	< 0,4	≤ 0,4/1/1,5	≤ 1/1,5	≤ 3	≤ 10						≤ 1
≤ 30	≤ 7.000	≤ 1.000	≤ 300	≤ 50		≤ 60	≤ 25	≤ 12,5	≤ 12,5	< 5,0	µg/l	Chrom gesamt Cr	mg/kg _{TS}	24	≤ 30/60/100	≤ 120	≤ 180	≤ 600						≤ 120
≤ 50	≤ 10.000	≤ 5.000	≤ 1.000	≤ 200	≤ 50	≤ 100	≤ 60	≤ 20	≤ 20	< 5,0	µg/l	Kupfer Cu	mg/kg _{TS}	7,2	≤ 20/40/60	≤ 80	≤ 120	≤ 400						≤ 80
≤ 50	≤ 4.000	≤ 1.000	≤ 200	≤ 40	≤ 40	≤ 70	≤ 20	≤ 15	≤ 15	< 5,0	µg/l	Nickel Ni	mg/kg _{TS}	8,4	≤ 15/50/70	≤ 100	≤ 150	≤ 500						≤ 100
≤ 0,2	≤ 200	≤ 20	≤ 5	≤ 1	≤ 0,2	≤ 2	≤ 1	< 0,5	≤ 0,5	< 0,2	µg/l	Quecksilber Hg	mg/kg _{TS}	< 0,1	≤ 0,1/0,5/1	≤ 1	≤ 1,5	≤ 5						≤ 1
											mg/l	Thallium Tl	mg/kg _{TS}	< 0,4	≤ 0,4/0,7/1	≤ 0,7/1	≤ 2,1	≤ 7						
≤ 100	≤ 20.000	≤ 5.000	≤ 5.000	≤ 400	≤ 100	≤ 600	≤ 200	≤ 150	≤ 150	< 5,0	µg/l	Zink Zn	mg/kg _{TS}	50	≤ 60/150/200	≤ 300	≤ 450	≤ 1.500						≤ 300
						≤ 20	≤ 10	≤ 5	≤ 5	< 5	µg/l	Cyanide, gesamt	mg/kg _{TS}	0,13		≤ 3	≤ 10							
	≤ 1.000	≤ 500	≤ 100	≤ 10	≤ 10						µg/l	Cyanide, leicht freisetzbar												
≤ 10	≤ 2.500	≤ 1.500	≤ 1.500	≤ 80	≤ 80	≤ 100(300)	≤ 50	≤ 30	≤ 30	< 1,0	mg/l	Chlorid Cl ⁻												
≤ 50	≤ 5.000	≤ 2.000	≤ 2.000	≤ 100	≤ 50	≤ 200	≤ 50	≤ 20	≤ 20	2,5	mg/l	Sulfat SO ₄ ²⁻												
	≤ 10.000	≤ 5.000	≤ 200	≤ 100	≤ 50	≤ 100	≤ 40	≤ 20	≤ 20	< 10	µg/l	Phenolindex												
≤ 30	≤ 10	≤ 5	≤ 2								mg/l	Barium												
≤ 3	≤ 1	≤ 0,3	≤ 0,05								mg/l	Molybdän												
≤ 0,5	≤ 0,07	≤ 0,03	≤ 0,006								mg/l	Antimon												
≤ 1	≤ 0,15	≤ 0,12	≤ 0,1								mg/l	Antimon - C ₀ -Wert												
≤ 0,7	≤ 0,05	≤ 0,03	≤ 0,01								mg/l	Selen												

Erläuterungen: TS=Trockensubstanz; OS=Originalsubstanz ¹Sand/(Lehm/Schluff)/Ton ²(Sand/Lehm/Schluff)/Ton ³Wenn C:N >25, gilt der Wert in Klammern ⁴Klammerwert gilt nur in Gebieten mit hydrogeol. günstigen Deckschichten
⁵Bei natürlichen Böden gilt in Ausnahmefällen der Wert in Klammern n.b.: nicht berechenbar

Z 2 wegen PAK und Benz(a)pyren im Feststoff

Projektnummer: 081119-MAR-KAM
 Prüfbericht Nr.: CAL19-12958-1
 Probenbezeichnung: RKS 3 (0,30-1,20 m); Sand
 Datum: 23.01.2020

Bewertung der chemischen Analyse

Zuordnungswerte DepV Anhang 3, Tabelle 2						LAGA M20 TR Boden (2004) im Eluat						Einheit	Parameter	Einheit	LAGA M20 TR Boden (2004) im Feststoff					Zuordnungswerte DepV Anhang 3, Tabelle 2					
Rekultivierungsschicht Spalte 9	DK III Spalte 8	DK II Spalte 7	DK I Spalte 6	DK 0 Spalte 5	Geol. Barriere Spalte 4	Z2	Z1.2	Z1.1	Z0*	Z0	Befund Messwert				Befund Messwert	Z0	Z0*	Z1	Z2	Geol. Barriere Spalte 4	DK 0 Spalte 5	DK I Spalte 6	DK II Spalte 7	DK III Spalte 8	Rekultivierungsschicht Spalte 9
													Trockenrückstand	Ma.-%	91,9										
													Glühverlust	Ma.-% _{TS}				≤ 3	≤ 3	≤ 3	≤ 5	≤ 10			
													Extrahierbare lipophile Stoffe	Ma.-% _{OS}					≤ 0,1	≤ 0,4	≤ 0,8	≤ 4			
													Säureneutralisationskapazität	mmol/kg											
6,5-9	4-13	5,5-13	5,5-13	5,5-13	6,5-9	5,5-12	6-12	6,5-9,5	6,5-9,5	7,2			pH-Wert												
	≤ 10.000	≤ 6.000	≤ 3.000	≤ 400	≤ 400						mg/l		Gesamtgehalt gel. Feststoffe												
≤ 500						≤ 2.000	≤ 1.500	≤ 250	≤ 250	155	µS/cm		Elektr. Leitfähigkeit												
												mg/kg _{TS}	C10-C22	< 50	≤ 100	≤ 200	≤ 300	≤ 1.000	≤ 100	≤ 500					
												mg/kg _{TS}	C10-C40	95		≤ 400	≤ 600	≤ 2.000							
												mg/kg _{TS}	EOX	< 0,5	≤ 1	≤ 1	≤ 3	≤ 10							
												mg/kg _{TS}	Summe BTEX	n.b.	≤ 1			≤ 1	≤ 6						
												mg/kg _{TS}	Summe LHKW	n.b.	≤ 1										
												mg/kg _{TS}	Summe PAK	n.b.	≤ 3	≤ 3	≤ 3(9) ⁴	≤ 30	≤ 1	≤ 30			≤ 5		
												mg/kg _{TS}	Benzo(a)pyren	106,7	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,9	≤ 3					≤ 0,6		
												mg/kg _{TS}	Summe PCB	9,4	≤ 0,05	≤ 0,1	≤ 0,15	≤ 0,5	≤ 0,02	≤ 1			≤ 0,1		
	≤ 100	≤ 80	≤ 50	≤ 50							mg/l		DOC	Ma.-% _{TS}	3,00	≤ 0,5(1) ³	≤ 0,5(1) ³	≤ 1,5	≤ 5	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 3	≤ 6	
													C _{elementar}	Ma.-% _{TS}											
													AT ₄	mg/g					≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5		
													Brennwert (H ₀)	kJ/kg _{TS}					≤ 6.000	≤ 6.000	≤ 6.000	≤ 6.000	≤ 6.000		
	≤ 50	≤ 15	≤ 5	≤ 1							mg/l		Fluorid												
≤ 10	≤ 2.500	≤ 200	≤ 200	≤ 50	≤ 10	≤ 60(120) ⁵	≤ 20	≤ 14	≤ 14	5,1	µg/l		Arsen As	mg/kg _{TS}	6,7	≤ 10/15/20 ¹	≤ 15/20 ²	≤ 45	≤ 150						
≤ 40	≤ 5.000	≤ 1.000	≤ 200	≤ 50	≤ 20	≤ 200	≤ 80	≤ 40	≤ 40	< 2,0	µg/l		Blei Pb	mg/kg _{TS}	18	≤ 40/70/100	≤ 140	≤ 210	≤ 700					≤ 140	
≤ 2	≤ 500	≤ 100	≤ 50	≤ 4	≤ 2	≤ 6	≤ 3	≤ 1,5	≤ 1,5	< 0,2	µg/l		Cadmium Cd	mg/kg _{TS}	< 0,4	≤ 0,4/1/1,5	≤ 1/1,5	≤ 3	≤ 10					≤ 1	
≤ 30	≤ 7.000	≤ 1.000	≤ 300	≤ 50		≤ 60	≤ 25	≤ 12,5	≤ 12,5	< 5,0	µg/l		Chrom gesamt Cr	mg/kg _{TS}	22	≤ 30/60/100	≤ 120	≤ 180	≤ 600					≤ 120	
≤ 50	≤ 10.000	≤ 5.000	≤ 1.000	≤ 200	≤ 50	≤ 100	≤ 60	≤ 20	≤ 20	< 5,0	µg/l		Kupfer Cu	mg/kg _{TS}	13	≤ 20/40/60	≤ 80	≤ 120	≤ 400					≤ 80	
≤ 50	≤ 4.000	≤ 1.000	≤ 200	≤ 40	≤ 40	≤ 70	≤ 20	≤ 15	≤ 15	< 5,0	µg/l		Nickel Ni	mg/kg _{TS}	22	≤ 15/50/70	≤ 100	≤ 150	≤ 500					≤ 100	
≤ 0,2	≤ 200	≤ 20	≤ 5	≤ 1	≤ 0,2	≤ 2	≤ 1	< 0,5	≤ 0,5	< 0,2	µg/l		Quecksilber Hg	mg/kg _{TS}	< 0,1	≤ 0,1/0,5/1	≤ 1	≤ 1,5	≤ 5					≤ 1	
											mg/l		Thallium Tl	mg/kg _{TS}	< 0,4	≤ 0,4/0,7/1	≤ 0,7/1	≤ 2,1	≤ 7						
≤ 100	≤ 20.000	≤ 5.000	≤ 5.000	≤ 400	≤ 100	≤ 600	≤ 200	≤ 150	≤ 150	< 5,0	µg/l		Zink Zn	mg/kg _{TS}	61	≤ 60/150/200	≤ 300	≤ 450	≤ 1.500					≤ 300	
						≤ 20	≤ 10	≤ 5	≤ 5	< 5	µg/l		Cyanide, gesamt	mg/kg _{TS}	< 0,1		≤ 3	≤ 10							
	≤ 1.000	≤ 500	≤ 100	≤ 10	≤ 10						µg/l		Cyanide, leicht freisetzbar												
≤ 10	≤ 2.500	≤ 1.500	≤ 1.500	≤ 80	≤ 80	≤ 100(300)	≤ 50	≤ 30	≤ 30	< 1,0	mg/l		Chlorid Cl ⁻												
≤ 50	≤ 5.000	≤ 2.000	≤ 2.000	≤ 100	≤ 50	≤ 200	≤ 50	≤ 20	≤ 20	27	mg/l		Sulfat SO ₄ ²⁻												
	≤ 10.000	≤ 5.000	≤ 200	≤ 100	≤ 50	≤ 100	≤ 40	≤ 20	≤ 20	< 10	µg/l		Phenolindex												
	≤ 30	≤ 10	≤ 5	≤ 2							mg/l		Barium												
	≤ 3	≤ 1	≤ 0,3	≤ 0,05							mg/l		Molybdän												
	≤ 0,5	≤ 0,07	≤ 0,03	≤ 0,006							mg/l		Antimon												
	≤ 1	≤ 0,15	≤ 0,12	≤ 0,1							mg/l		Antimon - C ₀ -Wert												
	≤ 0,7	≤ 0,05	≤ 0,03	≤ 0,01							mg/l		Selen												

Erläuterungen: TS=Trockensubstanz; OS=Originalsubstanz ¹Sand/(Lehm/Schluff)/Ton ²(Sand/Lehm/Schluff)/Ton ³Wenn C:N >25, gilt der Wert in Klammern ⁴Klammerwert gilt nur in Gebieten mit hydrogeol. günstigen Deckschichten
⁵Bei natürlichen Böden gilt in Ausnahmefällen der Wert in Klammern n.b.: nicht berechenbar **> Z 2 wegen PAK und Benz(a)pyren im Feststoff**

Projektnummer: 081119-MAR-KAM
 Prüfbericht Nr.: CAL19-12958-1
 Probenbezeichnung: RKS 13 (0,00-0,40 m); Sand
 Datum: 23.01.2020

Bewertung der chemischen Analyse

Zuordnungswerte DepV Anhang 3, Tabelle 2						LAGA M20 TR Boden (2004) im Eluat						Einheit	Parameter	Einheit	LAGA M20 TR Boden (2004) im Feststoff					Zuordnungswerte DepV Anhang 3, Tabelle 2					
Rekultivierungsschicht Spalte 9	DK III Spalte 8	DK II Spalte 7	DK I Spalte 6	DK 0 Spalte 5	Geol. Barriere Spalte 4	Z2	Z1.2	Z1.1	Z0*	Z0	Befund Messwert				Befund Messwert	Z0	Z0*	Z1	Z2	Geol. Barriere Spalte 4	DK 0 Spalte 5	DK I Spalte 6	DK II Spalte 7	DK III Spalte 8	Rekultivierungsschicht Spalte 9
													Trockenrückstand	Ma.-%	88,9										
													Glühverlust	Ma.-% _{TS}				≤ 3	≤ 3	≤ 3	≤ 5	≤ 10			
													Extrahierbare lipophile Stoffe	Ma.-% _{OS}					≤ 0,1	≤ 0,4	≤ 0,8	≤ 4			
													Säureneutralisationskapazität	mmol/kg											
6,5-9	4-13	5,5-13	5,5-13	5,5-13	6,5-9	5,5-12	6-12	6,5-9,5	6,5-9,5	7,0			pH-Wert												
	≤ 10.000	≤ 6.000	≤ 3.000	≤ 400	≤ 400						mg/l		Gesamtgehalt gel. Feststoffe												
≤ 500						≤ 2.000	≤ 1.500	≤ 250	≤ 250	21,8	µS/cm		Elektr. Leitfähigkeit												
												mg/kg _{TS}	C10-C22	< 50	≤ 100	≤ 200	≤ 300	≤ 1.000	≤ 100	≤ 500					
												mg/kg _{TS}	C10-C40	< 50		≤ 400	≤ 600	≤ 2.000							
												mg/kg _{TS}	EOX	0,7	≤ 1	≤ 1	≤ 3	≤ 10							
												mg/kg _{TS}	Summe BTEX	n.b.	≤ 1			≤ 1	≤ 6						
												mg/kg _{TS}	Summe LHKW	n.b.	≤ 1										
												mg/kg _{TS}	Summe PAK	1,0	≤ 3	≤ 3	≤ 3(9) ⁴	≤ 30	≤ 1	≤ 30			≤ 5		
												mg/kg _{TS}	Benzo(a)pyren	0,1	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,9	≤ 3					≤ 0,6		
												mg/kg _{TS}	Summe PCB	0,326	≤ 0,05	≤ 0,1	≤ 0,15	≤ 0,5	≤ 0,02	≤ 1			≤ 0,1		
	≤ 100	≤ 80	≤ 50	≤ 50							mg/l		DOC	Ma.-% _{TS}	1,6	≤ 0,5(1) ³	≤ 0,5(1) ³	≤ 1,5	≤ 5	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 3	≤ 6	
													C _{elementar}	Ma.-% _{TS}											
													AT ₄	mg/g					≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5		
													Brennwert (H ₀)	kJ/kg _{TS}					≤ 6.000	≤ 6.000	≤ 6.000	≤ 6.000	≤ 6.000		
	≤ 50	≤ 15	≤ 5	≤ 1							mg/l		Fluorid												
≤ 10	≤ 2.500	≤ 200	≤ 200	≤ 50	≤ 10	≤ 60(120) ⁵	≤ 20	≤ 14	≤ 14	< 5,0	µg/l		Arsen As	mg/kg _{TS}	6,6	≤ 10/15/20 ¹	≤ 15/20 ²	≤ 45	≤ 150						
≤ 40	≤ 5.000	≤ 1.000	≤ 200	≤ 50	≤ 20	≤ 200	≤ 80	≤ 40	≤ 40	32	µg/l		Blei Pb	mg/kg _{TS}	49	≤ 40/70/100	≤ 140	≤ 210	≤ 700					≤ 140	
≤ 2	≤ 500	≤ 100	≤ 50	≤ 4	≤ 2	≤ 6	≤ 3	≤ 1,5	≤ 1,5	0,37	µg/l		Cadmium Cd	mg/kg _{TS}	0,59	≤ 0,4/1/1,5	≤ 1/1,5	≤ 3	≤ 10					≤ 1	
≤ 30	≤ 7.000	≤ 1.000	≤ 300	≤ 50		≤ 60	≤ 25	≤ 12,5	≤ 12,5	5,2	µg/l		Chrom gesamt Cr	mg/kg _{TS}	25	≤ 30/60/100	≤ 120	≤ 180	≤ 600					≤ 120	
≤ 50	≤ 10.000	≤ 5.000	≤ 1.000	≤ 200	≤ 50	≤ 100	≤ 60	≤ 20	≤ 20	9,9	µg/l		Kupfer Cu	mg/kg _{TS}	14	≤ 20/40/60	≤ 80	≤ 120	≤ 400					≤ 80	
≤ 50	≤ 4.000	≤ 1.000	≤ 200	≤ 40	≤ 40	≤ 70	≤ 20	≤ 15	≤ 15	< 5,0	µg/l		Nickel Ni	mg/kg _{TS}	7,5	≤ 15/50/70	≤ 100	≤ 150	≤ 500					≤ 100	
≤ 0,2	≤ 200	≤ 20	≤ 5	≤ 1	≤ 0,2	≤ 2	≤ 1	< 0,5	≤ 0,5	< 0,2	µg/l		Quecksilber Hg	mg/kg _{TS}	< 0,1	≤ 0,1/0,5/1	≤ 1	≤ 1,5	≤ 5					≤ 1	
											mg/l		Thallium Tl	mg/kg _{TS}	< 0,4	≤ 0,4/0,7/1	≤ 0,7/1	≤ 2,1	≤ 7						
≤ 100	≤ 20.000	≤ 5.000	≤ 5.000	≤ 400	≤ 100	≤ 600	≤ 200	≤ 150	≤ 150	42	µg/l		Zink Zn	mg/kg _{TS}	99	≤ 60/150/200	≤ 300	≤ 450	≤ 1.500					≤ 300	
						≤ 20	≤ 10	≤ 5	≤ 5	< 5	µg/l		Cyanide, gesamt	mg/kg _{TS}	0,70		≤ 3	≤ 10							
	≤ 1.000	≤ 500	≤ 100	≤ 10	≤ 10						µg/l		Cyanide, leicht freisetzbar												
≤ 10	≤ 2.500	≤ 1.500	≤ 1.500	≤ 80	≤ 80	≤ 100(300)	≤ 50	≤ 30	≤ 30	< 1,0	mg/l		Chlorid Cl ⁻												
≤ 50	≤ 5.000	≤ 2.000	≤ 2.000	≤ 100	≤ 50	≤ 200	≤ 50	≤ 20	≤ 20	3,1	mg/l		Sulfat SO ₄ ²⁻												
	≤ 10.000	≤ 5.000	≤ 200	≤ 100	≤ 50	≤ 100	≤ 40	≤ 20	≤ 20	< 10	µg/l		Phenolindex												
	≤ 30	≤ 10	≤ 5	≤ 2							mg/l		Barium												
	≤ 3	≤ 1	≤ 0,3	≤ 0,05							mg/l		Molybdän												
	≤ 0,5	≤ 0,07	≤ 0,03	≤ 0,006							mg/l		Antimon												
	≤ 1	≤ 0,15	≤ 0,12	≤ 0,1							mg/l		Antimon - C ₀ -Wert												
	≤ 0,7	≤ 0,05	≤ 0,03	≤ 0,01							mg/l		Selen												

Erläuterungen: TS=Trockensubstanz; OS=Originalsubstanz ¹Sand/(Lehm/Schluff)/Ton ²(Sand/Lehm/Schluff)/Ton ³Wenn C:N >25, gilt der Wert in Klammern ⁴Klammerwert gilt nur in Gebieten mit hydrogeol. günstigen Deckschichten

⁵Bei natürlichen Böden gilt in Ausnahmefällen der Wert in Klammern

n.b.: nicht berechenbar

Z 2 wegen TOC im Feststoff