Geotechnische Gesellschaft mbH

GEOTECHNISCHER BERICHT

190118-KAM-PAS

B-PLAN 36„PASTORATSFELD“
IN KAMEN-METHLER

BODENUNTERSUCHUNGEN

08. MÄRZ 2018

conTerra®
Geotechnische GmbH
Schützenstraße 65
48268 Greven

Geschäftsführung:
Dipl.-Geol. Michael Berndt
Mathias Graf

Handelsregister Nr.:
B 2786
Amtsgericht Steinfurt

Telefon: (02571) 952855
(02571) 952857
Fax: (02571) 952856
Mail: info@conterra-gmbh.com

Volksbank Greven eG
BLZ 40061238, Konto-Nr. 35865100
BIC: GENODEM1GRV
IBAN: DE17 4006 1238 0035 8651 00

Die Vervielfältigung und Veröffentlichung des geotechnischen Berichtes in vollem oder gekürztem Wortlaut
sowie die Verwendung zur Werbung ist nur mit unserer schriftlichen Genehmigung zulässig.

INHALTSVERZEICHNIS

1 AUFGABENSTELLUNG 3

2 BEARBEITUNGSUNTERLAGEN 4

3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN 4

4 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE 5

4.1 Geologie 5
4.2 Schichtenfolge 6
4.3 Grundwasserverhältnisse und Wasserdurchlässigkeiten 6
4.3.1 Beurteilung der Versickerungsfähigkeit 7

5 BODENEIGENSCHAFTEN UND BODENKENNWERTE 7

5.1 Bodengruppen und -klassen 8
5.2 Bodengkennwerte 9
5.3 Homogenbereiche 9
5.4 Belastung der angetroffenen Böden 10

6 HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG 10

6.1 Bauausführung Schmutz- und Regenwasser-Kanalisation 11
6.1.1 Befahrbarkeit der Böden 11
6.1.2 Aushubtiefen, Baugrubensicherung und bauzeitliche Wasserhaltung 12
6.1.3 Rohrauflager 13
6.2 Wiedereinbau der Aushubböden 14
6.3 Baubegleitende Prüfungen 14

7 SCHLUSSWORT 14

1 AUFGABENSTELLUNG

Die Stadt Kamen beabsichtigt die Ausweisung des B-Plans 36 Pastoratsfeld in Kamen-Methler. Das Baugebiet liegt südlich des Ortsteils Methler nördlich der Westicker Straße. Die Stadtentwässerung Kamen plant die Verlegung von Schmutz- und Regenwasserkanälen. Konkrete Tiefenlagen der geplanten Rohrsohlen liegen uns zum Zeitpunkt der Berichtserstellung nicht vor.

Im Vorfeld der geplanten Erschließung sollten Bodenuntersuchungen durchgeführt werden, um die Untergrundverhältnisse (Bodenschichtung, Grundwasser, Versickerungsfähigkeit etc.) zu erkunden und die vorgesehenen Baumöglichkeiten zu bewerten.

Abbildung 1: Auszug aus dem Lageplan „Wohnbebauung Dorf Methler“ (Stand Januar 2018).

Die **conTerra®** Geotechnische GmbH wurde durch die Stadtentwässerung Kamen beauftragt, entsprechende Bodenuntersuchungen im Erschließungsgebiet durchzuführen und die Untergrundverhältnisse im Planungsbereich zu erkunden. Die Anzahl und Lage der Aufschlusspunkte sowie die Sondiertiefe wurden durch den Auftraggeber festgelegt.

2 BEARBEITUNGSUNTERLAGEN

Für die Ausarbeitung dieses Berichtes lagen die folgenden Unterlagen vor:

- Lageplan der Untersuchungspunkte, Maßstab 1:1000
- Geologische Karte von NRW, Maßstab 1:100.000; Blatt C 4710 Dortmund
- Erläuterungen zur Geologischen Karte von NRW, Maßstab 1:100.000; Blatt C 4710 Dortmund
- Ergebnisse der durchgeführten Felduntersuchungen:
  Rammkernsondierungen (RKS), Rammsondierungen mit der leichten Rammsonde (DPL_{10}), Versickerungsversuche (VS)
- Ergebnisse der bodenphysikalischen Laboruntersuchungen:
  visuelle und manuelle Probenbeurteilung, visuell-organoleptische Bodenansprache, bodenphysikalische Laboruntersuchungen
- Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen:
  LAGA-Analysen für Boden

3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse im beschriebenen Erschließungsgebiet wurden am 06.02. & 22.02.2018 insgesamt 5 Rammkernsondierungen (RKS gem. DIN EN ISO 22475-1, Bestimmung der Bodenschichtung und Grundwasserstände) sowie 5 Rammsondierungen mit der leichten Rammsonde (DPL_{10} gem. DIN EN ISO 22476-2, Lagerungsdichte bzw. Beurteilung der Baugrundtragfähigkeit) bis in eine Teufe von 5,00 m unter Geländeoberkante (m u. GOK) durchgeführt. Zur Beurteilung der Durchlässigkeit der oberflächennah anstehenden Böden wurden insgesamt 5 Versickerungsversuche durchgeführt (Open-End-Test).

Nach Abschluss der Feldarbeiten wurden die Untersuchungspunkte nach Lage und Höhe eingemessen. Als Bezugspunkt für das Nivellement diente dabei ein Kanaldeckel in der Nähe des Bauvorhabens in der Germaniastraße, dessen NN-Höhe von 64,15 m+NN wurde den uns vorliegenden Plänen entnommen.

Im Erdbaulabor der **conTerra®** GmbH erfolgte ergänzend zur Benennung und Beschreibung der erbohrten Bodenarten vor Ort eine detaillierte bodenmechanische Beurteilung der schichtenweise entnommenen Bodenproben. Ferner wurden an 5 repräsentativ ausgewählten Bodenproben der natürliche Wassergehalt (gem. DIN 18121), an 2 Probe der Glühverlust (gem. DIN 18128) sowie an 4 Proben die Kornverteilung (gem. DIN 18123) bestimmt.

Vom Kooperationslabor EUROFINS UMWELT WEST GMBH (Wesseling bei Köln) wurden 2. Proben gemäß LAGA-Richtlinie 20 Tabelle II 1.2-2/5 (TR-Boden, 2004) untersucht.

Die Lage der Untersuchungspunkte geht aus dem Lageplan der Anlage 1 hervor. Die Ergebnisse der durchgeführten Rammkern- und Rammsondierungen sind den Bohrprofilen und

Rammdiagrammen der Anlage 2 zu entnehmen. Die Ergebnisse der Versickerungsversuche sind als Anlage 3 dem Gutachten beigefügt. Anlage 4-6 beinhaltet die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche. Die chemischen Analysen finden sich in den Originalprotokollen der Anlage 7 (LAGA). Die Analyseergebnisse gemäß LAGA TR-Boden sind zudem in Anlage 8 tabellarisch ausgewertet.

4 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

4.1 Geologie

Das Untersuchungsgebiet wird geologisch geprägt von quartären Windablagerungen in Form von Löss (Pleistozän; Weichsel-Kaltzeit, gelbe Färbung in Abb. 1). Daneben können quartären Flussablagerungen in Form von Niederterrassensedimenten (hellgrüne Färbung in Abb. 1) angetroffen werden.

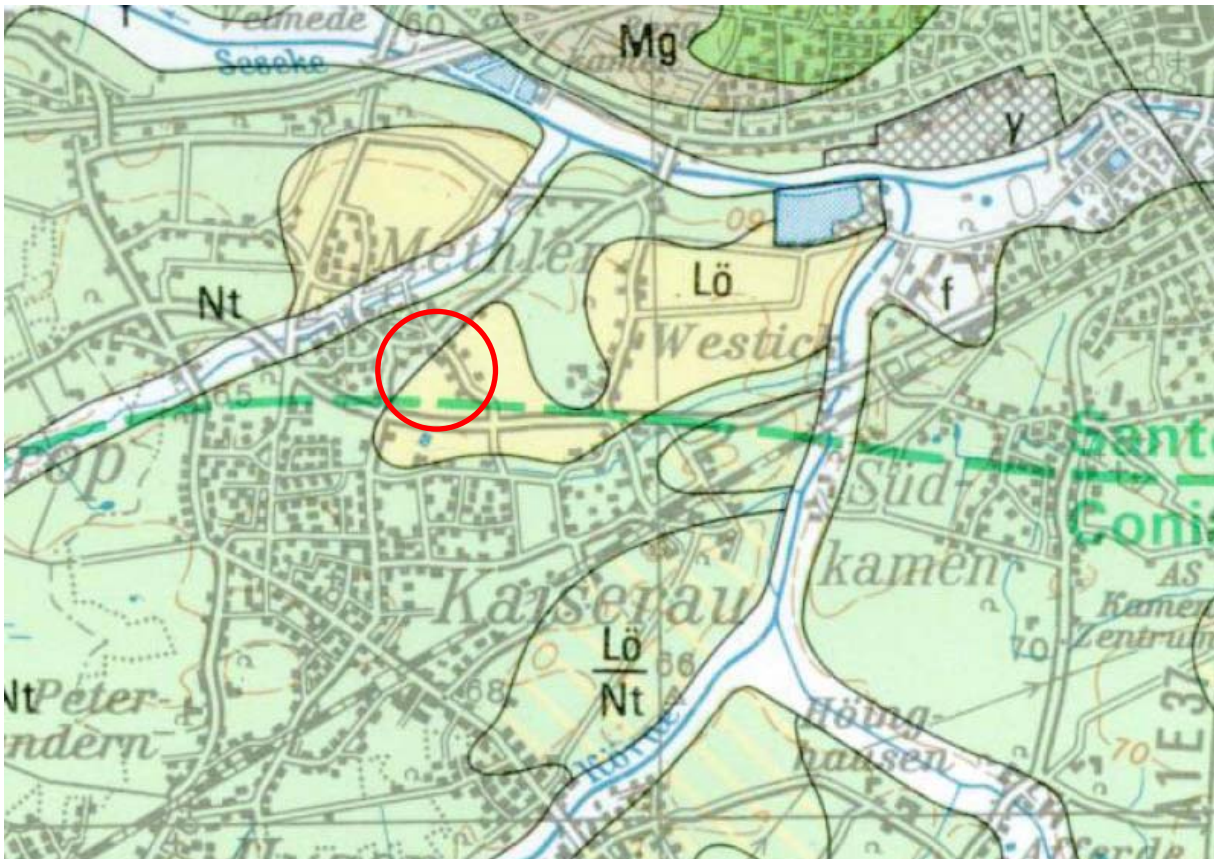


Abbildung 2: Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:200.000, Blatt C 4710 Dortmund; Untersuchungsbereich rot markiert.

Oberflächennah wird die hydrogeologische Situation im Untersuchungsgebiet durch die quartären Lockergesteine geprägt. Sie leiten das Grundwasser über in den Sedimenten enthaltene Poren weiter. Der oberflächennahe Abfluss des Niederschlagswassers erfolgt über verschiedene kleinere Bachläufe.

4.2 Schichtenfolge

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

Nach den durchgeführten Untersuchungsergebnissen stehen im Untersuchungsgebiet unter einer 0,40-0,50 m mächtigen **Mutterbodendecke** flächendeckend **Lösslehme** an. Bei diesen handelt es sich hinsichtlich ihrer korngrößenspezifischen Zusammensetzung um **schwach feinsandige, teils tonige Grobschluffe** (Anlage 6). Diese weisen in oberflächennähe eine braune bis graugelbe zur Tiefe hin eine graue Färbung auf. Die Lösslehme reichen bis zur Bohrendteufe von 5,00 m u. GOK.

4.3 Grundwasserverhältnisse und Wasserdurchlässigkeiten

Zum Zeitpunkt der Untersuchungen im Februar 2018 wurde Grundwasser in allen Bohrungen angetroffen. Die angebohrten und nach Abschluss der Bohrarbeiten in den offenen Bohrlöchern mittels Kabellichtlot gemessenen Wasserstände sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Grundwasserstände Februar 2018.

Aufschluss	Höhe (m+NN)	GW erbohrt (m u. GOK)	entspricht Höhe (m+NN)	GW nach Bohrende (m u. GOK)	entspricht Höhe (m+NN)
RKS 1	64,25	2,00	62,25	1,80	62,45
RKS 2	64,12	1,70	62,42	1,80	62,32
RKS 3	64,15	1,30	62,85	1,00	63,15
RKS 4	64,92	2,00	62,92	1,00	63,92
RKS 5	64,14	2,00	62,14	1,00	63,14

Die gemessenen Wasserstände repräsentieren einen geschlossenen stellenweise gespannten Grundwasserspiegel in einem mäßig bis schlecht durchlässigen Porengrundwasserleiter (Lösslehm). Die generelle Grundwasserfließrichtung verläuft nordostwärts in Richtung Germaniastraße, wobei der Grundwasserspiegel von 63,92 m+NN (RKS 4) auf 62,45 + NN (RKS 1) abfällt. Aufgrund der geringen Niederschläge im Zeitraum vor dem Untersuchungszeitpunkt stellen diese Wasserstände sicher nicht den maximal zu erwartenden Grundwasserstand dar. In niederschlagsreichen Jahreszeiten ist erfahrungsgemäß mit einem um ca. 30 cm höheren Grundwasserspiegel zu rechnen. Darüber hinaus ist aufgrund der festgestellten Schichtenfolge insbesondere nach Starkregenereignissen mit Staunässebildungen oberhalb den feinkornreichen Schichten zu rechnen.

Genauere Aussagen zur Lage des Grundwasserspiegels bzw. seinen Schwankungsbereich sind nur durch die langfristige Beobachtung qualifiziert ausgebauter Grundwassermessstellen möglich.

Die Durchlässigkeit der anstehenden Böden ist abhängig von ihrem jeweiligen Feinkornanteil (< 0,063 mm). Nach DIN 18 130 ist für schluffige und stark schluffige Sande von einer geringen Durchlässigkeit mit k_f-Werten zwischen $1 \cdot 10^{-6}$ m/s und $1 \cdot 10^{-8}$ m/s auszugehen. Die

Schluffe sind dagegen aufgrund ihres sehr hohen Feinkornanteils als nur sehr gering durchlässige Schichten anzusehen, für die von k_f-Werten < $1 \cdot 10^{-8}$ m/s auszugehen ist.

4.3.1 Beurteilung der Versickerungsfähigkeit

Zur Überprüfung der theoretischen Werte wurde die reale Durchlässigkeit der anstehenden Lösslehme (schwach feinsandige Grobschluffe) im Bereich VS 1 bis 5 durch Infiltrationsversuche nach dem Open-End-Testverfahren überprüft. Die bei den Versickerungsversuchen ermittelten k_f-Werte (Anlage 3) liegen für diese Böden zwischen $5{,}15 \cdot 10^{-7}$ m/s (VS 5) und $1{,}18 \cdot 10^{-7}$ m/s (VS 4).

Zur Beurteilung der Versickerungsmöglichkeit von Regenwasser werden im ATV-Merkblatt 138 Anforderungen an die Wasserdurchlässigkeit der anstehenden Böden (Lockergesteine) sowie an die Höhe des Grundwasserspiegels gestellt. Die oberflächennahen Böden müssen so durchlässig sein (k_f-Wert ≥ $1 \cdot 10^{-6}$ m/s), dass eine rückstaufreie Einleitung des Niederschlagswassers gewährleistet ist. Gleichzeitig soll die Mächtigkeit des Sickerraums zum maximal zu erwartenden Grundwasserspiegel mindestens 1,0 m betragen.

Formell erfüllen die ermittelten k_f-Werte zwischen $5{,}15 \cdot 10^{-7}$ m/s und $1{,}18 \cdot 10^{-7}$ m/s die Anforderungen des ATV-Merkblatts nicht, dennoch ist zu erkennen, das eine Versickerung von Niederschlagswasser eingeschränkt möglich ist. Diese könnte zweckmäßigerweise über ein kaskadierendes Muldensystem durchgeführt werden.

Der geforderte Höhenabstand von mehr als 1,0 m über dem maximal zu erwartenden Grundwasserspiegel wird jedoch nach Abtrag des Mutterbodens nur bei entsprechender Geländeauffüllung eingehalten, die dann zweckmäßigerweise nur mit ausreichend durchlässigen Böden vorgenommen werden sollte.

5 BODENEIGENSCHAFTEN UND BODENKENNWERTE

Zur Bestimmung der bodenphysikalischen Eigenschaften der angetroffenen Böden wurden die gestört entnommenen Bodenproben im Labor visuell und manuell beurteilt. Ergänzend wurden an repräsentativen Bodenproben der natürliche Wassergehalt nach DIN 18121 (Anlage 4), der Glühverlust nach DIN 18128 (Anlage 5) sowie die Korngrößenverteilung nach DIN 18123 (Anlage 6) bestimmt. Zur Abschätzung der Lagerungsdichte der anstehenden Böden bzw. zur Beurteilung der Baugrundtragfähigkeit wurden zudem die Ergebnisse der durchgeführten Rammsondierungen (DPL_{10} gem. DIN EN 22476-2) herangezogen.

Der **Mutterboden** (Bodengruppe OH gem. DIN 18 196) ist sehr locker bis locker gelagert. Unabhängig von seiner Lagerungsdichte ist Mutterboden aufgrund seines hohen zersetzungsgefährdeten Humus- bzw. Organikgehaltes nicht zur Lastabtragung geeignet. Mutterboden ist wasserempfindlich, wasserhaltend, kaum verdichtungsfähig (Verdichtbarkeitsklasse V3 gem. ZTV A-StB) sowie frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F2 gem. ZTV E-StB).

Die anstehenden **Lösslehme** (Bodengruppe UL) weisen überwiegend eine weiche-steife Konsistenz auf. Erst in Tiefen ab 4,30 m u. GOK wurde eine steife Konsistenz ermittelt. Nach den Ergebnissen der durchgeführten Rammsondierung sind die Lösslehme oberflächennah locker in größeren Tiefen mitteldicht gelagert. Aufgeweichte und locker gelagerte Schluffe sind stark zusammendrückbar. Unabhängig von ihrer aktuellen Konsistenz reagieren Lösslehme aufgrund ihres hohen Feinkornanteils und den damit verbundenen bindigen Eigenschaften generell äußerst empfindlich auf eine Änderung des Wassergehaltes. Im erdfeuchten Zustand sind sie ausreichend standfest und verdichtungsfähig. Bei geringer Erhöhung des Wassergehaltes und/oder dynamischer Beanspruchung gehen sie sehr schnell von einer weichen in eine breiige oder gar flüssige Zustandsform über und verlieren ihre Trag- und Scherfestigkeit. Lösslehme sind nur im Bereich ihres Proctorwassergehaltes zu verdichten und werden daher gem. ZTV A-StB in die Verdichtbarkeitsklasse V3 (= schlecht zu verdichten) gestellt. Bei Austrocknung („Sommerfrost“) und Frosteinwirkung besitzen sie dagegen starke Schrumpfungseigenschaften und werden gem. ZTV E-StB der Frostempfindlichkeitsklasse F3 (= sehr frostempfindlich) zugeordnet.

5.1 Bodengruppen und -klassen

Die generelle Zuordnung der erbohrten Bodenarten in die Bodengruppen gem. DIN 18 196 und in die Bodenklassen gem. DIN 18 300 ist in der Tabelle 2 zusammengefasst. Bei Wasserzutritt können sämtliche Böden der Bodenklasse 4 in den fließfähigen Zustand und somit in die Bodenklasse 2 übergehen.

Tabelle 2: Bodengruppen und -klassen gem. DIN 18 196 und DIN 18 300 sowie die Frostempfindlichkeits- bzw. Verdichtbarkeitsklassen gem. der ZTV E-StB bzw. ZTV A-StB.

Bodenart	Bodengruppe	Bodenklasse	Frostempfindlichkeitsklasse	Verdichtbarkeitsklasse
Mutterboden humos	OH	1	F2	V3
Lösslehm (Schluff, schwach feinsandig, teils tonig)	UL	4 (2, bei $I_c < 0,5$)	F3	V3

5.2 Bodengkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können nach DIN 1055-2 nachfolgende Bodenkennwerte in Ansatz gebracht werden.

Tabelle 3: Bodenkennwerte nach DIN 1055-2.

Bodenart	Wichte ü. Wasser γ [kN/m³]	Wichte u. Wasser γ' [kN/m³]	Reibungswinkel φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m²]	Steifemodul E_S [MN/m²]
Mutterboden, OH humos	14,0-17,0	4,0-7,0	15,0	0-2	1-4
Schluff, UL (Schluff, schwach feinsandig, teils tonig)	20,0-20,5	10,0-10,5	27,5	0-2	5-15
weich	20,0	10,0	27,5	0	5-8
steif	20,5	10,5	27,5	2	8-15

5.3 Homogenbereiche

Im Hauptausschuss Tiefbau (HAT) des Deutschen Vergabe- und Vertragsausschusses für Bauleistungen (DVA) wurde beschlossen, in allen Tiefbaunormen der VOB/C, welche einen Bezug zum Baugrund haben, die jahrzehntelang geltende Klassifizierung der Boden- und Felsklassen durch sogenannte Homogenbereiche abzulösen und 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.

Für die Ausschreibung der Erdbauarbeiten für die Kanalbaumaßnahme werden die erkundeten Bodenschichten in Homogenbereiche eingeteilt. Die Homogenbereiche wurden anhand der Feld- und Laboruntersuchungen und aufgrund von Erfahrungswerten abgegrenzt.

Tabelle 4: Homogenbereich Oberboden nach DIN 18320 (2015).

Kennwerte/Eigenschaften	Homogenbereich
	A
Ortsübliche Bezeichnung	Mutterboden
Bodengruppe DIN 18196	OH
Bodengruppe DIN 18915	1-2 und 4
Steine	0-5 %
Blöcke	0-2 %
Große Blöcke	0 %

Tabelle 5: Homogenbereich Boden nach DIN 18300 (2015).

Kennwerte/Eigenschaften	Homogenbereich
	B
Korngrößenverteilung	U, fs‘, t‘
Anteil an Steinen	0 %
Anteil an Blöcken	0 %
Dichte	20,0-20,5 kN/cm³
Scherfestigkeit	n.u.
Wassergehalt	21,86-24,98 %
Konsistenz	weich-steif
Plastizitätszahl	n.u.
Lagerungsdichte	locker-mitteldicht
Organischer Anteil	0 - 2,56 %
Bodengruppe	UL
Ortsübliche Bezeichnung	Lösslehm
	n.e. ….nicht erforderlich n.b. …. nicht bestimmbar n.u. ….nicht untersucht

5.4 Belastung der angetroffenen Böden

Aus den entnommenen Proben wurden 2 Bodenproben aus den im Zuge der Baumaßnahme zwangsläufig anzugreifenden Tiefenabschnitten auf die Parameter gemäß LAGA Richtlinie 20 TR-Boden (2004) untersucht. Die Zuordnungsklasse nach LAGA TR-Boden (2004) und die ausschlaggebenden Parameter sind für die jeweiligen Proben in Tabelle 6 zusammengefasst.

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

Aufschluss	Tiefe	maßgebende Parameter / Gehalt	Zuordnungsklasse
RKS 1	1,70-5,00 m	alle Parameter	**Z 0**
RKS 4	0,50-2,20 m	alle Parameter	**Z 0**

Nach den Ergebnissen der chemischen Analyse (Anlagen 7 und 8) weisen die Bodenproben der RKS 1 (1,70-5,00 m) und RKS 4 (0,50-2,20 m) keine erhöhten Schadstoffgehalte auf. Das Bodenmaterial hält die Grenzwerte gemäß LAGA-Richtlinie 20 „TR-Boden“ (2004) für eine Zuordnung in die Zuordnungsklasse **Z 0** ein und ist somit für den uneingeschränkten Einbau geeignet.

6 HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG

Für die Bauausführung sind neben den speziellen technischen Normen der DIN 4033 bzw. DIN 4124 insbesondere die Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen (ZTVA-StB), für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTVE-StB) und die Sicherheitsvorschriften der Tiefbau-Berufsgenossenschaft zu beachten. Zudem sind die „Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben" (EAB) sowie die DIN EN 1610 zu beachten.

6.1 Bauausführung Schmutz- und Regenwasser-Kanalisation

6.1.1 Befahrbarkeit der Böden

Der im Bereich der geplanten Leitungstrassen anstehende Mutterboden ist vor Baubeginn zu entfernen. Die unter dem Mutterboden folgenden Lösslehme sind bei Wasserzutritt und bei dynamischen Beanspruchungen generell stark aufweichungsgefährdet. Unter Berücksichtigung einer je nach Jahreszeit möglicherweise vorhandenen Durchfeuchtung der oberflächennahen Bodenschichten (ungünstige Wasserverhältnisse gem. ZTVE-StB) ist zur Gewährleistung der Befahrbarkeit des Erdplanums bzw. für den Einbau der Konstruktionsschichten eine Trockenhaltung des Erdplanums (ggf. durch Einbau einer seitlichen Dränage) erforderlich. Das aus feinkornreichen Böden bestehende Planum sollte zur Vorbeugung gegen Staunässe möglichst mit Quergefälle profiliert werden. Zur Vermeidung von Aufweichungen darf das Planum **nur bei trockener frostfreier Witterung befahren bzw. angegriffen** werden. Die Bildung von Spurrinnen ist in jeden Fall zu vermeiden. Das Erdplanum sollte nur abschnittsweise freigelegt und direkt mit dem Material der nächstfolgenden Konstruktionsschicht belegt werden. Die Bodenmaterialien der weiteren Konstruktionsschichten (Frostschutz- und Schottertragschicht) sind nur im **„Vor-Kopf-Verfahren“** einzubauen.

Die unterhalb des Mutterbodens anstehenden Lösslehme sind nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen locker gelagert und von weicher-steifer Konsistenz. Auf solchen Böden dürfte der bei Straßenbaumaßnahmen erforderliche Verformungsmodul E_{V2} von ≥ 45 MN/m² nur bei optimalen Witterungsbedingungen und mindestens steifer Konsistenz zu erreichen sein. Es ist nicht auszuschließen, dass bei ungünstigen Witterungsverhältnissen ggf. Maßnahmen zur Baugrundverbesserung (z.B. durch Zugabe von Weißfeinkalk oder hydraulischem Kalk erforderlich werden.

Gem. den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12) muss ein frostsicherer Aufbau in Abhängigkeit der anstehenden Böden in einer Mindeststärke gewährleistet werden. Im vorliegenden Fall handelt es sich bei den auf Höhe des Erdplanums anstehenden Lösslehmen (schwach feinsandige, teils tonige Schluffe) der Bodengruppe UL um **frostempfindliche Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F3** gem. ZTV E-StB. Für entsprechende Böden ist in der Frosteinwirkungszone I ein **frostsicherer Aufbau in einer Mindeststärke von 50 cm erforderlich**. Aufgrund der festgestellten hohen Grundwasserverhältnisse von teils weniger als 1,00 m unter Erdplanum ist gemäß Tabelle 7 RStO 12 die Mindeststärke des frostsicheren Aufbaus um 5 cm auf **55 cm** zu erhöhen.

Als Baustoffe für die Frostschutzschicht kommen gemäß ZTVT-StB Kiese und Kies-Sand-Gemische der Bodengruppen GE, GI und GW, Sande und Sand-Kies-Gemische der Bodengruppen SE, SI und SW, Gemische aus Splitt und Brechsand der Körnungen 0/5 bis 0/32 und Gemische aus Schotter, Splitt und Brechsand der Körnungen 0/45 und 0/56 in Betracht. Die Frostschutzschicht ist so herzustellen, dass ihr Trag- und Verformungsverhalten möglichst

gleichmäßig ist. Dazu sind die Baustoffe so zu verladen, zu entladen und einzubauen, dass keine schädliche Entmischung eintritt. Die Baustoffe sind bei einem für den Einbau und die Verdichtung günstigen Wassergehalt lagenweise zu verdichten.

Wie bei nicht ausreichenden Tragfähigkeiten des Planums zu verfahren ist, kann erst im Zuge der laufenden Baumaßnahme entschieden werden. Prinzipiell ist ein Bodenaustausch, der Einbau einer Stabilisierungsschicht (ggf. mit Einsatz von Geotextilien und/oder Geogittern) oder eine Bodenverbesserung bzw. Bodenverfestigung denkbar. Eine Entscheidung sollte hier auf Basis wirtschaftlicher und technischer Belange erfolgen, wenn bekannt ist, welche Ausdehnung entsprechend schlecht tragfähige Bereiche haben.

6.1.2 Aushubtiefen, Baugrubensicherung und bauzeitliche Wasserhaltung

Nach derzeitigem Kenntnisstand soll eine Schmutzwasser- und Regenwasserkanalisation verlegt werden. Konkrete Tiefenlagen der geplanten Rohrsohlen liegen uns zum Zeitpunkt der Berichtserstellung nicht vor. Unter Berücksichtigung der vorliegenden Untersuchungsergebnisse werden die Rohrsohlen der geplanten Kanaltrasse bei einer frostfreien Sohltiefe von mindestens 1,00 m u. GOK in innerhalb der Lösslehme liegen.

Während locker gelagerte bzw. aufgeweichte Böden nicht als Rohrauflager geeignet sind, stellen mindestens mitteldicht gelagerte bzw. nicht aufgeweichte (mind. steife) Böden einen tragfähigen Untergrund dar und können als direktes Rohrauflager dienen.

Nach den vorliegenden Daten liegen die Rohrsohlen der geplanten Kanalisation vermutlich im Schwankungsbereich des Grundwasserspiegels und auch auch darunter. Wegen der großen der Aufweichungsgefahr der feinkornreichen Böden sind vor Beginn der Kanalbaumaßnahmen auf jeden Fall **Maßnahmen zur Grundwasserabsenkung und Wasserhaltung zwingend erforderlich**. Die Grundwasserabsenkung sollte zweckmäßigerweise über parallel zu den geplanten Leitungstrassen eingefräste Tiefendrainagen vorgenommen werden. Das Grundwasser ist bis mindestens 0,50 m unter die maximale Aushubtiefe abzusenken. Sämtliche Erdarbeiten bzw. ein Baugrubenaushub sollte nur in niederschlagsarmen Jahreszeiten durchgeführt werden. Anfallendes Schichtenwasser kann mittels offener Wasserhaltung mit Pumpensumpf beherrscht werden. Zur Vermeidung von Sohlaufweichungen sollte hierfür ein neben oder unter der Rohrleitung geführtes kokosummanteltes Drainagerohr in einer Bettung aus einem Kies-Sand-Gemisch oder Schotter verlegt werden.

Die Sicherung der Kanalbaugruben ist in Abhängigkeit der Verlegetiefe und der anstehenden Bodenschichten auszuführen. Die Leitungsgräben können bis in eine Tiefe von 1,25 m ohne besondere Sicherung senkrecht ausgehoben werden. Bei tieferen Gräben können die Kanalgrabenflanken bei ausreichenden Platzverhältnissen unter einem Winkel von 50° abgeböscht werden. Steilere oder höhere Böschungen sind dagegen durch einen vertikalen Verbau (z.B. Kanaldielenverbau oder Großtafelverbau) zu sichern. Bei verbauloser Abböschung sollten die

Grabenflanken wegen der großen Aufweichungsgefahr der anstehenden bindigen Böden mit einer Baufolie abgedeckt werden.

6.1.3 Rohrauflager

Die auf Höhe der geplanten Sohle der geplanten Kanalisation anstehenden Böden sind als Rohrauflager nur bedingt geeignet, da sie zum Teil locker gelagert bzw. aufweichungsgefährdet sind. An der Baugrubensohle anstehende bindige Böden in weicher Konsistenz sollten in einer Mindeststärke von 0,30 m ausgehoben und durch verdichtungsfähiges Bodenmaterial (z.B. Kies-Sand-Gemisch der Bodengruppe GW gem. DIN 18196 oder Schotter 0/45 gem. TL SoB-StB) ersetzt werden. Durch bauzeitige Niederschläge aufgeweichte bzw. eingeflossene Böden sind ebenfalls auszuheben und zu ersetzen. Das Austauschmaterial ist ordnungsgemäß zu verdichten, wobei ein Verdichtungsgrad von ≥ 97 % der einfachen Proctordichte erreicht werden sollte. Bei der Verlegung der Rohre ist eine punktförmige Auflagerung der Rohrmuffen zu vermeiden. Die nach ZTV E-StB erforderlichen Verdichtungsgrade sind der folgenden Abbildung 3 zu entnehmen.

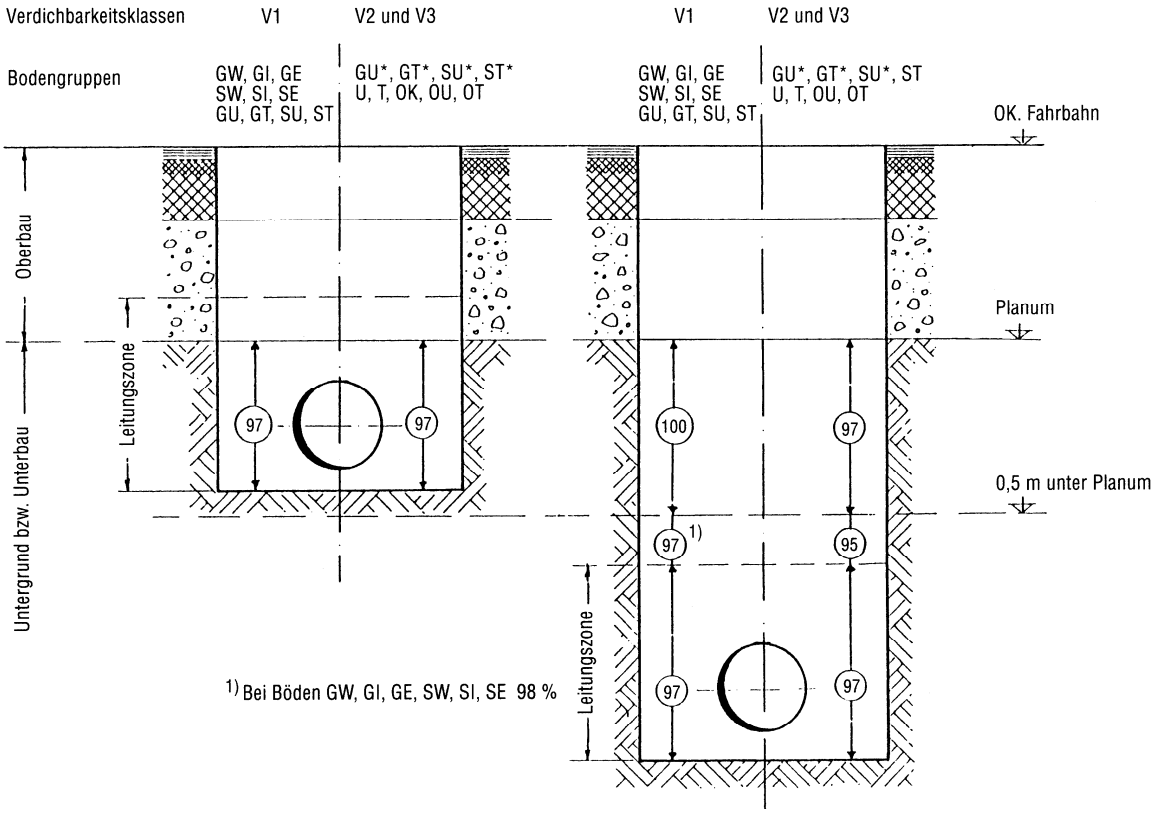


Abbildung 1: Beispiele für den zu erreichenden Verdichtungsgrad D_{Pr}.

Sollten abweichend von den festgestellten Verhältnissen im Bereich der geplanten Rohrsohle aufgeweichte bindige oder organische Böden angetroffen werden, so sind diese auf jeden Fall in einer Mindeststärke von 0,30 m auszuheben und durch verdichtungsfähiges Bodenmaterial zu ersetzen. Art und Umfang eines entsprechenden Bodenaustausches sollten vom Bodengutachter im Rahmen eines Orttermins festgelegt werden.

6.2 Wiedereinbau der Aushubböden

Die beim Aushub der Kanalbaugruben anfallenden feinkornreichen Böden der Bodengruppe UL gemäß DIN 18196 lassen sich wegen ihres hohen Feinkornanteils grundsätzlich nur im Bereich ihres jeweiligen optimalen Wassergehaltes (w_{Pr}) verdichten. Aufgeweichte bindige Böden sind nicht zu verdichten und müssen von einbaufähigen Böden getrennt werden.

Die Bodenmaterialien sind in Einzellagen (D ≤ 0,30 m) einzubauen und zu verdichten, wobei das einzusetzende Gerät auf die Bodenmaterialien abzustimmen ist.

6.3 Baubegleitende Prüfungen

In Anlehnung an die ZTV SoB-StB, ZTV Asphalt-StB bzw. ZTVE-StB werden folgende baubegleitende Prüfungen empfohlen:

- Verdichtungsüberprüfung der ungebundenen Tragschichten (statische und dynamische Plattendruckversuche)
- Überprüfung der Korngrößenverteilung des Schottertragschichtmaterials
- Güteprüfungen des Asphaltmischgutes, Verdichtungsüberprüfungen des eingebauten Asphaltmischgutes (Entnahme von Bohrkernen, Überprüfung von Verdichtungsgrad und Hohlraumgehalt der eingebauten Asphaltschichten)
- Überprüfung der Kanalgrabenverfüllung

Die Abtrags- bzw. Gründungssohle sollten vom Bodengutachter abgenommen werden. Für die Durchführung entsprechender Ortstermine bitten wir um rechtzeitige Benachrichtigung.

7 SCHLUSSWORT

Im vorliegenden Bericht wurden die Untergrundverhältnisse auf der Basis von Ergebnissen punktueller Sondierungen beschrieben. Diese geben die Untergrundverhältnisse im unmittelbaren Bereich der jeweiligen Bohrstelle wieder. Geologisch bedingt können sich Abweichungen hinsichtlich der Schichtmächtigkeiten sowie der Tiefenlage von Schichtgrenzen ergeben. Ferner können lokal auch Bodenschichten vorhanden sein, die im vorliegenden Bericht nicht beschrieben wurden. In solchen Fällen ist der Baugrundsachverständige mit einer Begutachtung der örtlichen Verhältnisse und ggf. einer Präzisierung der Gründungsempfehlungen zu beauftragen. Sollten sich bei der weiteren Planung Fragen ergeben, die in diesem Bericht nicht oder abweichend erörtert wurden, ist der Gutachter zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern.

M.Sc. Geowiss. Stephan Eichholt

Stadt Kamen
Bebauungsplan Nr. 36 KaMe
"Wohnbebauung südlich Dorf Methler"

Städtebaulicher Entwurf

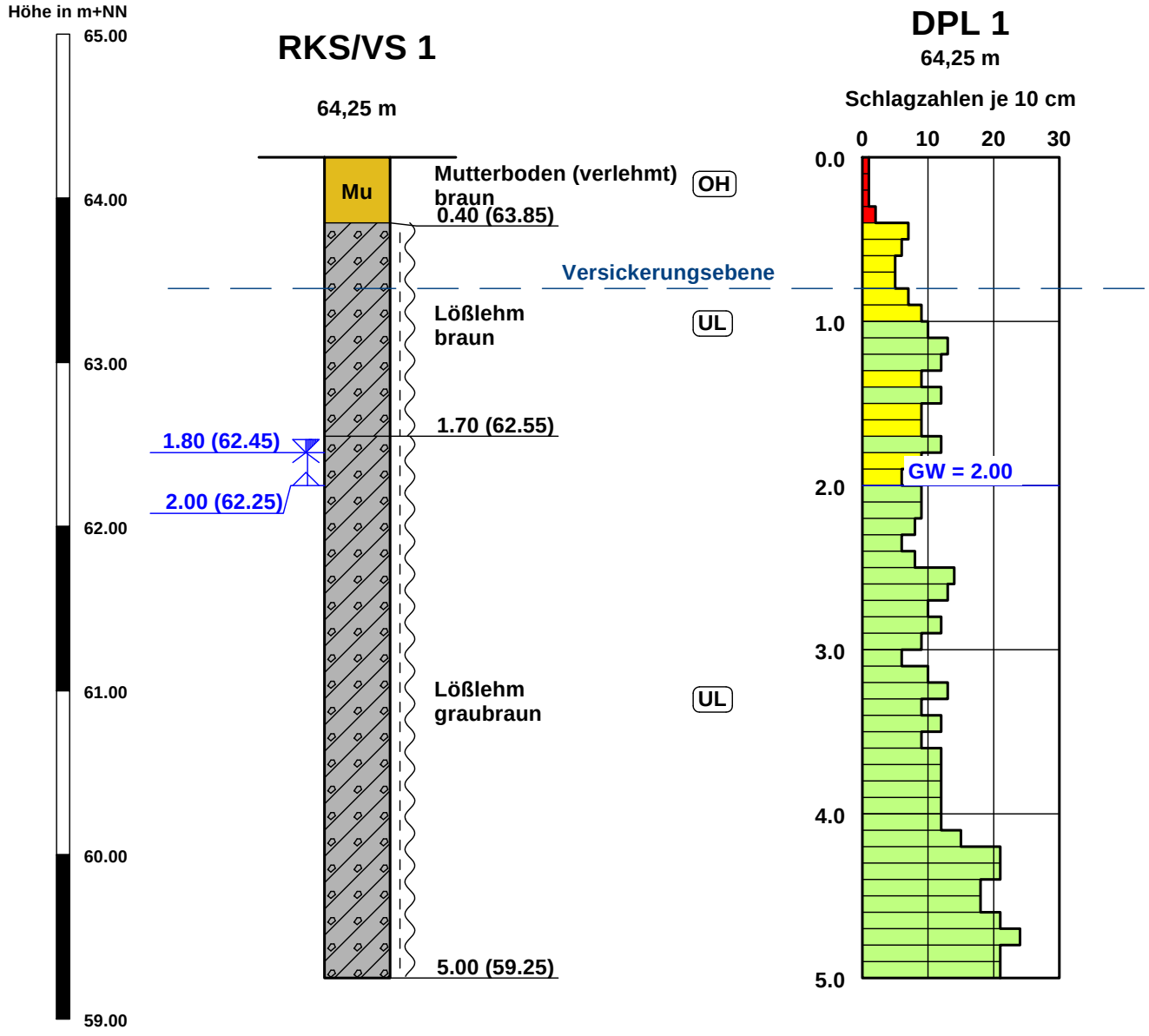
0 10 20 30 40m
Maßstab im Original 1:1.000

24.10.2016

Norden

Drees Huesmann Planer
Vennhofallee 97
D-33689 Bielefeld
fon 05205.3230/6502
fax 05205.22679
info@dhp-sennestadt.de
www.dhp-sennestadt.de

conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Kamen Pastoratsfeld Baugrunduntersuchung	Projekt- Nr.: 190118-KAM-PAS Anlage-Nr.: 2.1 Maßstab: 1:100/40



Legende Rammkernsondierungen

weich - steif

Mu — Mutterboden

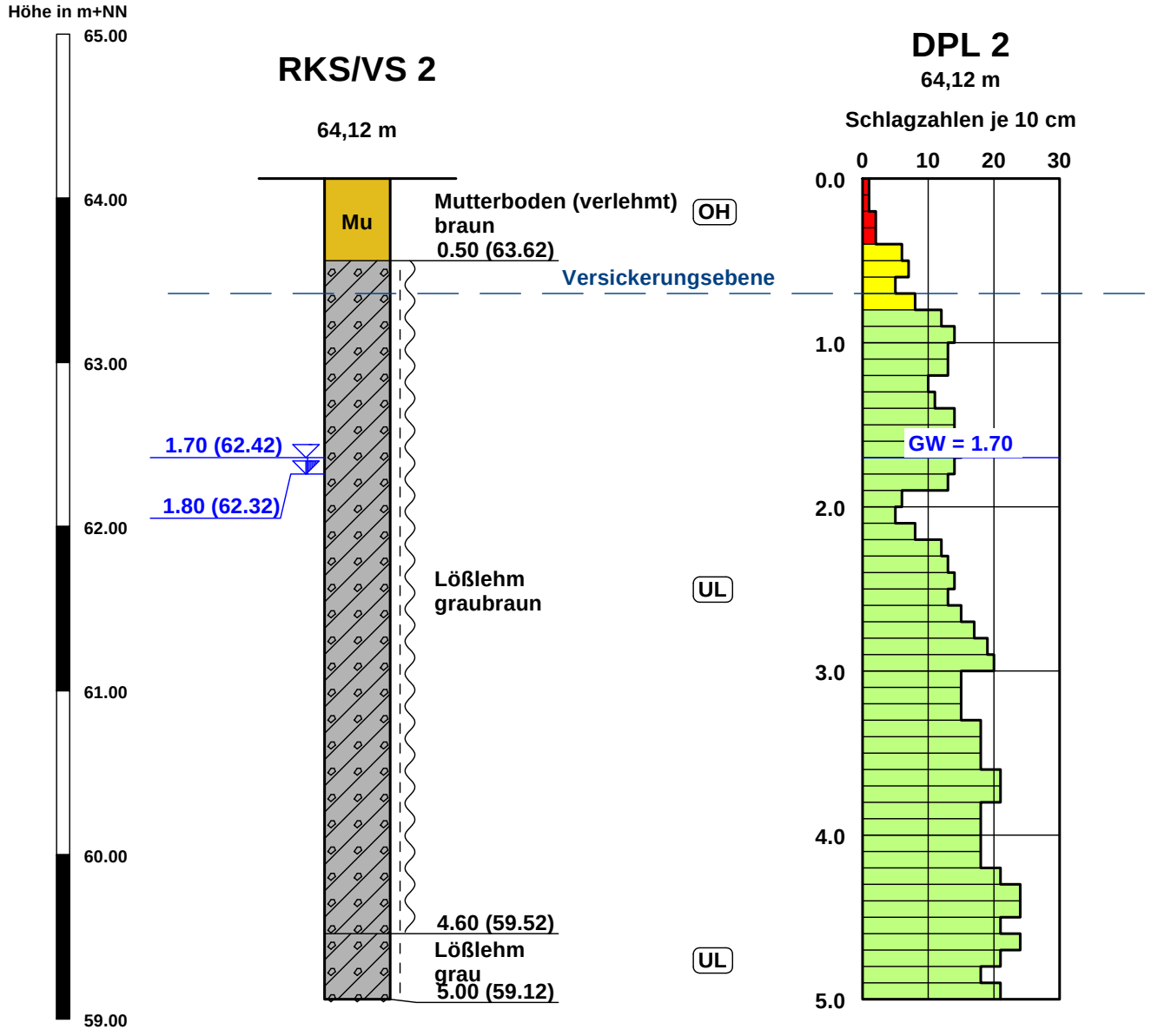
Lößlehm

humos

Legende DPL

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

conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Kamen Pastoratsfeld Baugrunduntersuchung	Projekt- Nr.: 190118-KAM-PAS Anlage-Nr.: 2.2 Maßstab: 1:100/40



Legende Rammkernsondierungen

steif

weich - steif

Mu — Mutterboden

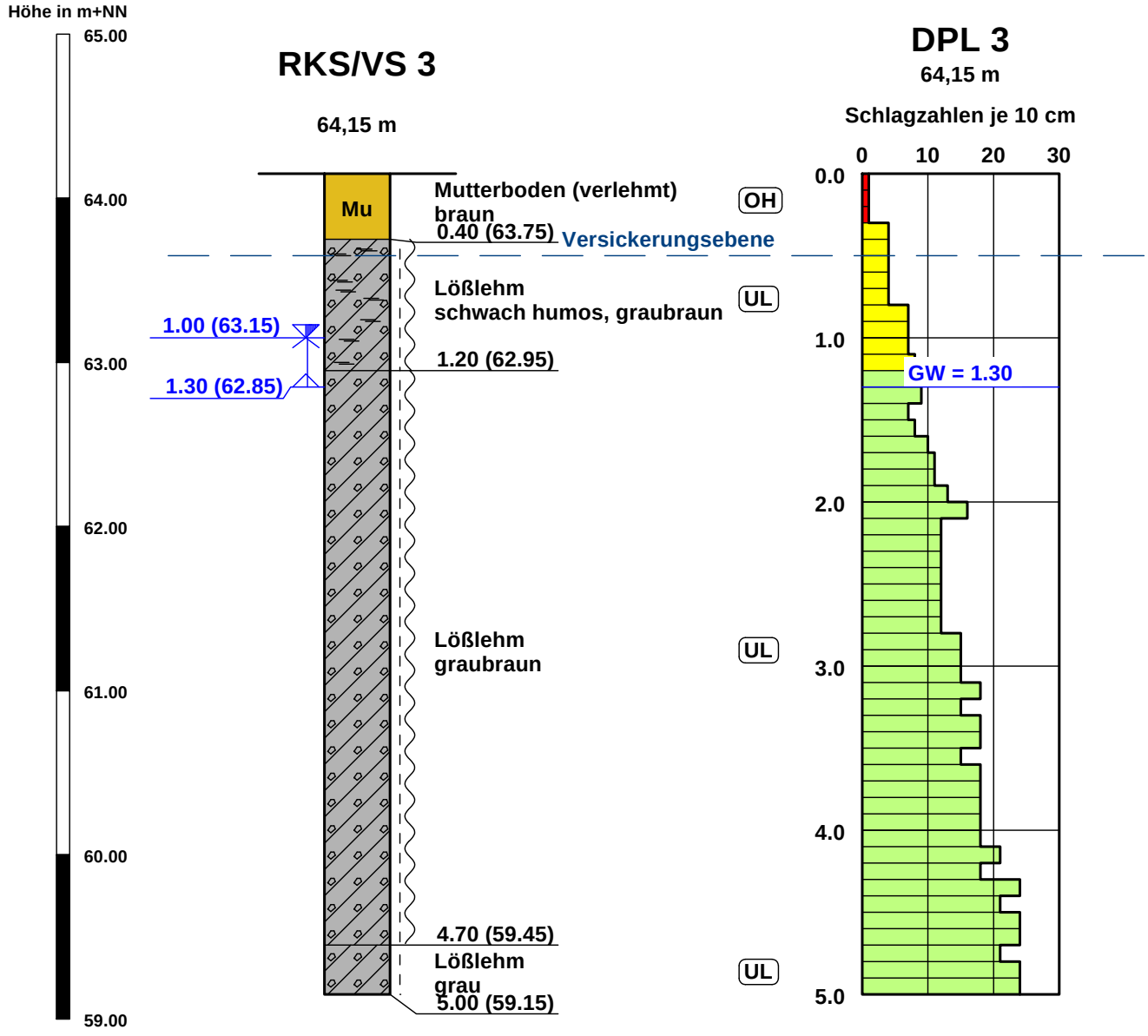
humos

Lößlehm

Legende DPL

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

conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Kamen Pastoratsfeld Baugrunduntersuchung	Projekt- Nr.: 190118-KAM-PAS Anlage-Nr.: 2.3 Maßstab: 1:100/40



Legende Rammkernsondierungen

steif

weich - steif

Mu — Mutterboden

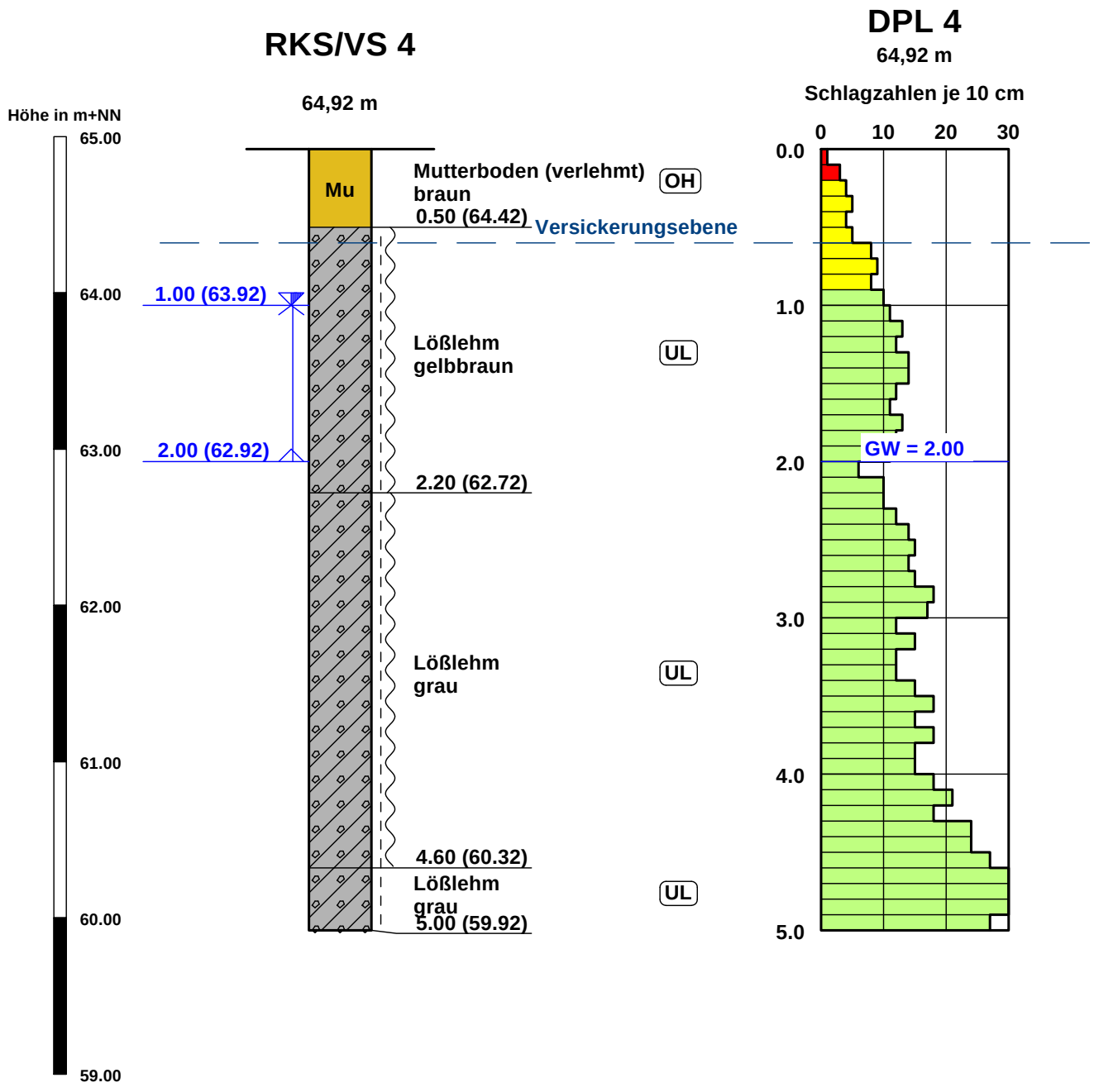
humos

Lößlehm

Legende DPL

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

conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Kamen Pastoratsfeld Baugrunduntersuchung	Projekt- Nr.: 190118-KAM-PAS Anlage-Nr.: 2.4 Maßstab: 1:100/40



Legende Rammkernsondierungen

steif

weich - steif

Mu — Mutterboden

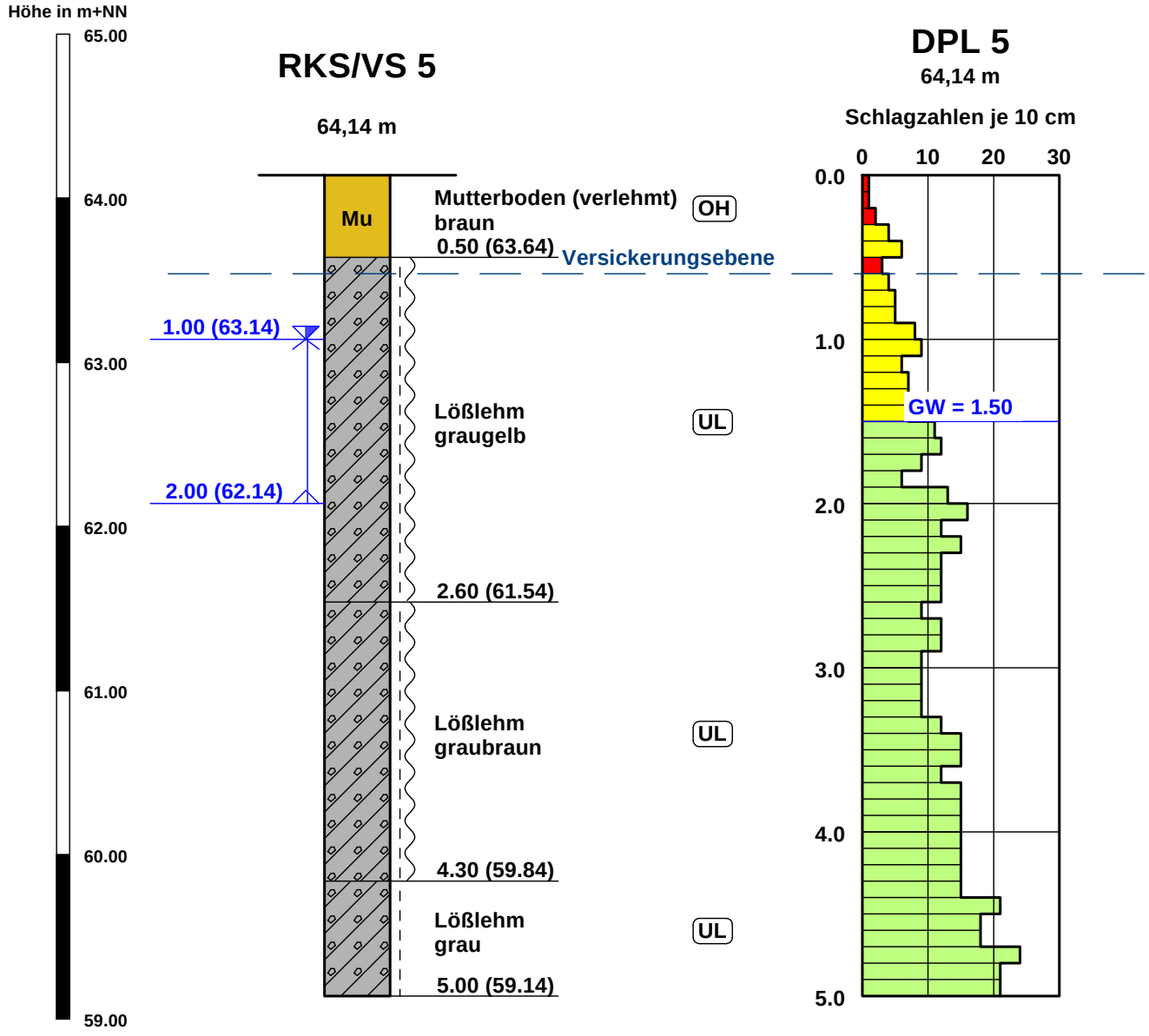
humos

Lößlehm

Legende DPL

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

conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856	Kamen Pastoratsfeld Baugrunduntersuchung	Projekt- Nr.: 190118-KAM-PAS Anlage-Nr.: 2.5 Maßstab: 1:100/40



Legende Rammkernsondierungen

steif

weich - steif

Mu — Mutterboden

humos

Lößlehm

Legende DPL

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

BESTIMMUNG DER DURCHLÄSSIGKEIT

Open-End Test: Verfahren mit abnehmender Druckhöhe

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

Projekt :	Kamen-Methler	Projekt-Nr. :	190118-KAM-PAS
	Pastoratsfeld	Anlage Nr. :	3
Meßpunkt :	VS 1, VS 2, VS 3, VS 4		
Versickerungsebene :		entspricht :	
Durchgeführt von :	Graf	am :	22.02.2018

Berechnungsgrundlage :

$$k_f = \frac{\pi \cdot D^2}{11 \cdot D \cdot \Delta t} \cdot \ln \frac{h_1}{h_2} \qquad [cm/s]$$

Δt Versuchsdauer [s]
r Durchmesser des Pegelrohres [cm]
h_1 Wasserstand bei Versuchsbeginn [cm]
h_2 Wasserstand bei Versuchsende [cm]

Nr.	Wasserstand in Ruhe [m GOK]	Wasserstand bei Versuchsbeginn [m GOK]	Wasserstand bei Versuchsende [m GOK]	Innendurchmesser des Pegelrohres [mm]	Versuchsdauer [s]	Durchlässigkeit [m/s]
VS 1	-1,80	0,200	0,140	50	900	4,83E-07
	-1,80	0,140	0,120	50	900	1,64E-07
					Mittelwert:	2,16E-07
VS 2	-1,80	0,300	0,275	50	900	1,90E-07
	-1,80	0,275	0,250	50	900	1,92E-07
					Mittelwert:	1,27E-07
VS 3	-1,00	0,500	0,440	50	900	6,48E-07
	-1,00	0,440	0,428	50	900	1,33E-07
					Mittelwert:	2,60E-07
VS 4	-1,00	0,400	0,370	50	900	3,44E-07
	-1,00	0,370	0,369	50	900	1,16E-08
					Mittelwert:	1,18E-07

BESTIMMUNG DER DURCHLÄSSIGKEIT

Open-End Test: Verfahren mit abnehmender Druckhöhe

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

Projekt :	Kamen-Methler	Projekt-Nr. :	190118-KAM-PAS
	Pastoratsfeld	Anlage Nr. :	3
Meßpunkt :	VS 1, VS 2, VS 3, VS 4		
Versickerungsebene :		entspricht :	
Durchgeführt von :	Graf	am :	22.02.2018

Berechnungsgrundlage :

$$k_f = \frac{\pi \cdot D^2}{11 \cdot D \cdot \Delta t} \cdot \ln \frac{h_1}{h_2} \qquad [cm/s]$$

Δt Versuchsdauer [s]
r Durchmesser des Pegelrohres [cm]
h_1 Wasserstand bei Versuchsbeginn [cm]
h_2 Wasserstand bei Versuchsende [cm]

Nr.	Wasserstand in Ruhe [m GOK]	Wasserstand bei Versuchsbeginn [m GOK]	Wasserstand bei Versuchsende [m GOK]	Innendurchmesser des Pegelrohres [mm]	Versuchsdauer [s]	Durchlässigkeit [m/s]
VS 5	-1,00	0,400	0,320	50	900	9,34E-07
	-1,00	0,320	0,270	50	900	6,13E-07
					Mittelwert:	5,15E-07

BESTIMMUNG DES WASSERGEHALTES

nach DIN 18121, DIN EN 1097-5

conTerra® Geotechnische Gesellschaft mbH

Bauvorhaben:		Projekt Nr.:	190118-KAM-PAS
Pastoratsfeld, Kamen		Anlage:	4
		EDV-Nr.:	
Probe entnommen von:	Graf	am:	06.02.18
Analysen durchgeführt von:	Eichholt	am:	16.02.18

Nr.	Probenbezeichnung (z.B. Projekt Nr., Bohrung, Körnung, Teufe)	Gewicht des Behälters m_B [g]	Gewicht der Probe + Behälter		Wassergehalt w
			m_{Bf} feucht [g]	m_{Bt} trocken [g]	$\frac{m_{Bf} - m_{Bt}}{m_{Bt} - m_B} \cdot 100$ [M.-%]
1	RKS 1 (0,40-1,70 m)	221,7	358,8	331,4	24,98
2	RKS 2 (0,50-4,60 m)	221,6	346,0	321,7	24,28
3	RKS 3 (0,40-1,20 m)	226,3	343,4	320,8	23,92
4	RKS 3 (1,20-4,70 m)	221,6	360,0	335,1	21,94
5	RKS 4 (2,20-4,60 m)	227,2	376,6	349,8	21,86
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

conTerra® Geotechnische Gesellschaft mbH

Bauvorhaben:		Projekt Nr.:	190118-KAM-PAS
Pastoratsfeld, Kamen		Anlage:	5
		EDV-Nr.:	
Probe entnommen von:	Graf	am:	06.02.2018
Analysen durchgeführt von:	Eichholt	am:	16.02.2018

Nr.	Probenbezeichnung (z.B. Projekt Nr., Bohrung, Körnung, Teufe)	Gewicht des Behälters m_B [g]	Gewicht der Probe + Behälter m_d Versuchsbeginn [g]	Gewicht der Probe + Behälter m_{gl} Versuchsende [g]	Glühverlust v_{gl} [M.-%]
1	RKS 3 (0,40-1,20 m), I	27,159	56,329	55,581	2,56
2	RKS 3 (0,40-1,20 m), II	27,484	56,781	56,049	2,50
3					
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					

conTerra
Geotechnische Gesellschaft mbH
Schützenstraße 65, 48268 Greven
Tel.: 02571-952855, Fax: 02571-952856

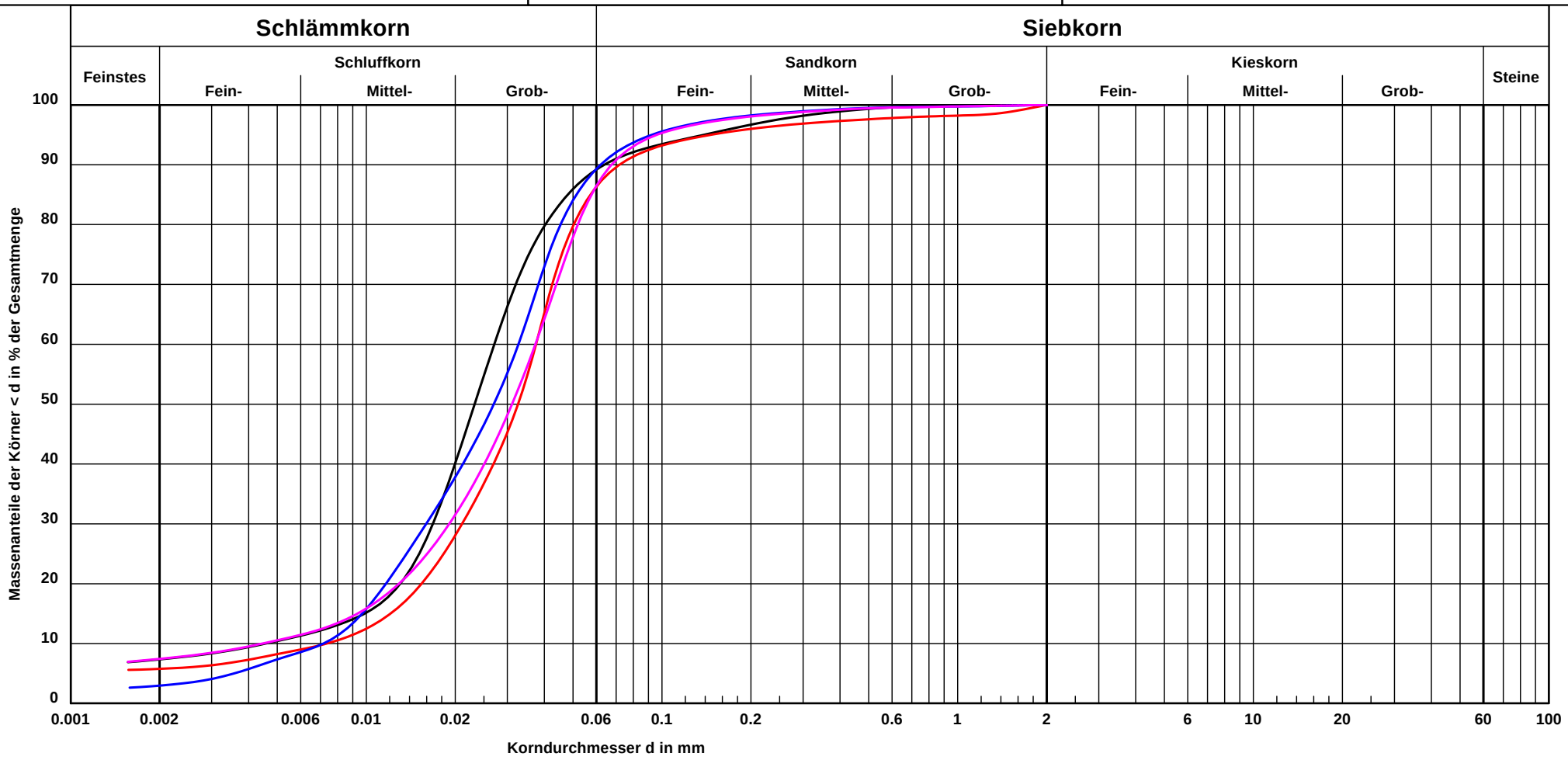
Bearbeiter: Eichholt Datum: 16.02.2018

Körnungslinie

B-Plan 36 Pastoratsfeld

Kamen-Methler

Prüfungsnummer: 190118-KAM-PAS
Probe entnommen am: 06.02.2018
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Nasssiebung



Kurve-Nr.:	1	2	3	4
Bezeichnung:	RKS 1 (0,40-1,70 m)	RKS 2 (0,50-4,60 m)	RKS 3 (1,20-4,70 m)	RKS 4 (2,20-4,60 m)
Signatur:				
Bodenart:	U, t', fs'	U, t', fs'	U, fs'	U, t', fs'
U/Cc:	5.9/2.3	5.1/1.6	4.6/1.1	8.4/2.2
T/U/S/G [%]:	7.4/82.5/10.2/ -	5.8/81.8/12.5/ -	3.0/87.3/9.7/ -	7.4/80.7/11.9/ -
Bodengruppe:	UL	UL	UL	UL
k-Wert (Mallet/Paquant):	$1.7 * 10^{-7}$	$2.4 * 10^{-7}$	$1.3 * 10^{-7}$	$1.6 * 10^{-7}$
Reibungswinkel:	31.1	31.6	31.2	30.9

Bemerkungen:

Bericht: 190118-KAM-PAS
Anlage: 6

Eurofins Umwelt West GmbH - Vorgebirgsstrasse 20 - D-50389 - Wesseling

conTerra - Geotechnische Gesellschaft mbH
Schützenstr. 65
48268 Greven

Titel:	**Prüfbericht zu Auftrag 01806561**
Prüfberichtsnummer:	**AR-18-AN-005184-01**
Auftragsbezeichnung:	**190118-KAM-PAS**
Anzahl Proben:	**2**
Probenart:	**Boden**
Probenehmer:	**Auftraggeber**
Probeneingangsdatum:	**09.02.2018**
Prüfzeitraum:	**09.02.2018 - 19.02.2018**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Dieser Prüfbericht ist nur mit Unterschrift gültig und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

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

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14078-01-00) aufgeführten Umfang.

Dr. Francesco Falvo
Analytical Service Manager
Tel. +49 2236 897 201

Digital signiert, 19.02.2018
Leila Djabbari
Prüfleitung

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14078-01-00

				Probenbezeichnung		RKS 1(1,70-5,00m)	RKS 4(0,50-2,20m)
				Probennummer		018024745	018024746
Parameter	**Lab.**	**Akkr.**	**Methode**	**BG**	**Einheit**		
Probenvorbereitung Feststoffe							
Probenmenge inkl. Verpackung	AN		DIN 19747:2009-07		kg	0,8	0,8
Fremdstoffe (Art)	AN	LG004	DIN 19747:2009-07			nein	nein
Fremdstoffe (Menge)	AN	LG004	DIN 19747:2009-07		g	0,0	0,0
Siebrückstand > 10mm	AN	LG004	DIN 19747:2009-07			nein	nein
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz							
Trockenmasse	AN	LG004	DIN EN 14346	0,1	Ma.-%	82,1	81,7
Anionen aus der Originalsubstanz							
Cyanide, gesamt	AN	LG004	DIN EN ISO 17380	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5
Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657							
Arsen (As)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,8	mg/kg TS	3,8	6,6
Blei (Pb)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	2	mg/kg TS	9	11
Cadmium (Cd)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2
Chrom (Cr)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	1	mg/kg TS	15	19
Kupfer (Cu)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	1	mg/kg TS	7	9
Nickel (Ni)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	1	mg/kg TS	14	17
Quecksilber (Hg)	AN	LG004	DIN EN ISO 12846	0,07	mg/kg TS	< 0,07	< 0,07
Thallium (Tl)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2
Zink (Zn)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	1	mg/kg TS	29	32
Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz							
TOC	AN	LG004	DIN EN 13137	0,1	Ma.-% TS	< 0,1	0,1
EOX	AN	LG004	DIN 38414-S17	1,0	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN	LG004	DIN EN 14039 / LAGA KW 04	40	mg/kg TS	< 40	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN	LG004	DIN EN 14039 / LAGA KW 04	40	mg/kg TS	< 40	< 40
BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz							
Benzol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Toluol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Ethylbenzol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
m-/-p-Xylol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
o-Xylol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 T.4		mg/kg TS	(n. b.) [1)]	(n. b.) [1)]

				Probenbezeichnung		RKS 1(1,70-5,00m)	RKS 4(0,50-2,20m)
				Probennummer		018024745	018024746
Parameter	**Lab.**	**Akkr.**	**Methode**	**BG**	**Einheit**		
LHKW aus der Originalsubstanz							
Dichlormethan	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Chloroform (Trichlormethan)	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Tetrachlormethan	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Trichlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Tetrachlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
1,1-Dichlorethen	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
1,2-Dichlorethan	AN	LG004	DIN EN ISO 22155	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Summe LHKW (10 Parameter)	AN	LG004	DIN EN ISO 22155		mg/kg TS	(n. b.) [1)]	(n. b.) [1)]
PAK aus der Originalsubstanz							
Naphthalin	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Acenaphthylen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Acenaphthen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Fluoren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Phenanthren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Fluoranthen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Chrysen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Benzo[b]fluoranthen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Benzo[k]fluoranthen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Dibenzo[a,h]anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Benzo[ghi]perylen	AN	LG004	DIN ISO 18287	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Summe 16 EPA-PAK exkl.BG	AN	LG004	DIN ISO 18287		mg/kg TS	(n. b.) [1)]	(n. b.) [1)]
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl.BG	AN	LG004	DIN ISO 18287		mg/kg TS	(n. b.) [1)]	(n. b.) [1)]
PCB aus der Originalsubstanz							
PCB 28	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 52	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 101	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 153	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 138	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 180	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN	LG004	DIN EN 15308		mg/kg TS	(n. b.) [1)]	(n. b.) [1)]
PCB 118	AN	LG004	DIN EN 15308	0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
Summe PCB (7)	AN	LG004	DIN EN 15308		mg/kg TS	(n. b.) [1)]	(n. b.) [1)]

				Probenbezeichnung		RKS 1(1,70-5,00m)	RKS 4(0,50-2,20m)
				Probennummer		018024745	018024746
Parameter	**Lab.**	**Akkr.**	**Methode**	**BG**	**Einheit**		
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4							
pH-Wert	AN	LG004	DIN 38404-C5			8,7	8,0
Temperatur pH-Wert	AN	LG004	DIN 38404-C4		°C	19,4	19,7
Leitfähigkeit bei 25°C	AN	LG004	DIN EN 27888	5	µS/cm	83	38
Anionen aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4							
Chlorid (Cl)	AN	LG004	DIN EN ISO 10304-1	1,0	mg/l	< 1,0	1,2
Sulfat (SO4)	AN	LG004	DIN EN ISO 10304-1	1,0	mg/l	< 1	1,8
Cyanide, gesamt	AN	LG004	DIN EN ISO 14403	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005
Elemente aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4							
Arsen (As)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001
Blei (Pb)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001
Cadmium (Cd)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,0003	mg/l	< 0,0003	< 0,0003
Chrom (Cr)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001
Kupfer (Cu)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,005	mg/l	< 0,005	< 0,005
Nickel (Ni)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,001	mg/l	< 0,001	< 0,001
Quecksilber (Hg)	AN	LG004	DIN EN ISO 12846	0,0002	mg/l	< 0,0002	< 0,0002
Zink (Zn)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2	0,01	mg/l	< 0,01	< 0,01
Organische Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4							
Phenolindex, wasserdampfflüchtig	AN	LG004	DIN EN ISO 14402	0,010	mg/l	< 0,010	< 0,010

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Kommentare zu Ergebnissen

[1)] nicht berechenbar, da alle Werte < BG.

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) analysiert. Die mit LG004 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

Projektnummer: 190118-KAM-PAS
Prüfbericht Nr.:AR-18-AN-005184-01
Probenbezeichnung: RKS 1 (1,70-5,00 m)
Datum: 19.02.2018

Bewertung der chemischen Analyse

conTerra® Geotechnische Gesellschaft mbH

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					
Rekulti-vierungs-schicht 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	Rekulti-vierungs-schicht Spalte 9
	Z5	Z4	Z3																			Z3	Z4	Z5	
													Trockenrückstand	Ma.-%	82,1										
													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		8,7		**pH-Wert**												
	≤ 10.000	≤ 6.000	≤ 3.000	≤ 400	≤ 400							mg/l	**Gesamtgehalt gel. Feststoffe**												
≤ 500						≤ 2.000	≤ 1.500	≤ 250	≤ 250		83	µS/cm	**Elektr. Leitfähigkeit**												
													C10-C22	mg/kg$_{TS}$	< 40	≤ 100	≤ 200	≤ 300	≤ 1.000	≤ 100	≤ 500				
													C10-C40	mg/kg$_{TS}$	< 40		≤ 400	≤ 600	≤ 2.000						
													EOX	mg/kg$_{TS}$	< 1,0	≤ 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$_{TS}$	n.b.	≤ 3	≤ 3	≤ 3(9)[4]	≤ 30	≤ 1	≤ 30				≤ 5
													Benzo(a)pyren	mg/kg$_{TS}$	< 0,05	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,9	≤ 3						≤ 0,6
													Summe PCB	mg/kg$_{TS}$	n.b.	≤ 0,05	≤ 0,1	≤ 0,15	≤ 0,5	≤ 0,02	≤ 1				≤ 0,1
	≤ 100	≤ 80	≤ 50	≤ 50								mg/l	**DOC** **TOC**	Ma.-%$_{TS}$	< 0,1	≤ 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		< 1	µg/l	**Arsen As**	mg/kg$_{TS}$	3,8	≤ 10/15/20[1]	≤ 15/20[2]	≤ 45	≤ 150						
≤ 40	≤ 5.000	≤ 1.000	≤ 200	≤ 50	≤ 20	≤ 200	≤ 80	≤ 40	≤ 40		< 1	µg/l	**Blei Pb**	mg/kg$_{TS}$	9	≤ 40/70/100	≤ 140	≤ 210	≤ 700						≤ 140
≤ 2	≤ 500	≤ 100	≤ 50	≤ 4	≤ 2	≤ 6	≤ 3	≤ 1,5	≤ 1,5		< 0,3	µg/l	**Cadmium Cd**	mg/kg$_{TS}$	< 0,2	≤ 0,4/1/1,5	≤ 1/1,5	≤ 3	≤ 10						≤ 1
≤ 30	≤ 7.000	≤ 1.000	≤ 300	≤ 50		≤ 60	≤ 25	≤ 12,5	≤ 12,5		< 1	µg/l	**Chrom gesamt Cr**	mg/kg$_{TS}$	15	≤ 30/60/100	≤ 120	≤ 180	≤ 600						≤ 120
≤ 50	≤ 10.000	≤ 5.000	≤ 1.000	≤ 200	≤ 50	≤ 100	≤ 60	≤ 20	≤ 20		< 5	µg/l	**Kupfer Cu**	mg/kg$_{TS}$	7	≤ 20/40/60	≤ 80	≤ 120	≤ 400						≤ 80
≤ 50	≤ 4.000	≤ 1.000	≤ 200	≤ 40	≤ 40	≤ 70	≤ 20	≤ 15	≤ 15		< 1	µg/l	**Nickel Ni**	mg/kg$_{TS}$	14	≤ 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$_{TS}$	< 0,07	≤ 0,1/0,5/1	≤ 1	≤ 1,5	≤ 5						≤ 1
												mg/l	**Thallium Tl**	mg/kg$_{TS}$	< 0,2	≤ 0,4/0,7/1	≤ 0,7/1	≤ 2,1	≤ 7						
≤ 100	≤ 20.000	≤ 5.000	≤ 5.000	≤ 400	≤ 100	≤ 600	≤ 200	≤ 150	≤ 150		< 10	µg/l	**Zink Zn**	mg/kg$_{TS}$	29	≤ 60/150/200	≤ 300	≤ 450	≤ 1.500						≤ 300
						≤ 20	≤ 10	≤ 5	≤ 5		< 0,005	µg/l	**Cyanide, gesamt**	mg/kg$_{TS}$	< 0,5			≤ 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		< 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_o-Wert**												
	≤ 0,7	≤ 0,05	≤ 0,03	≤ 0,01								mg/l	**Selen**												

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

[5]Bei natürlichen Böden gilt in Ausnahmefällen der Wert in Klammern n.b.: nicht berechenbar

alle Parameter Z 0

Projektnummer: 190118-KAM-PAS
Prüfbericht Nr.:AR-18-AN-005184-01
Probenbezeichnung: RKS 4 (0,50-2,20 m)
Datum: 19.02.2018

Bewertung der chemischen Analyse

conTerra® Geotechnische Gesellschaft mbH

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					
Rekulti-vierungs-schicht 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	Rekulti-vierungs-schicht Spalte 9
	Z5	Z4	Z3																			Z3	Z4	Z5	
													Trockenrückstand	Ma.-%	81,7										
													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		8,0		**pH-Wert**												
	≤ 10.000	≤ 6.000	≤ 3.000	≤ 400	≤ 400							mg/l	**Gesamtgehalt gel. Feststoffe**												
≤ 500						≤ 2.000	≤ 1.500	≤ 250	≤ 250		38	µS/cm	**Elektr. Leitfähigkeit**												
													C10-C22	mg/kg$_{TS}$	< 40	≤ 100	≤ 200	≤ 300	≤ 1.000	≤ 100	≤ 500				
													C10-C40	mg/kg$_{TS}$	< 40		≤ 400	≤ 600	≤ 2.000						
													EOX	mg/kg$_{TS}$	< 1	≤ 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$_{TS}$	n.b.	≤ 3	≤ 3	≤ 3(9)[4]	≤ 30	≤ 1	≤ 30				≤ 5
													Benzo(a)pyren	mg/kg$_{TS}$	< 0,05	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,9	≤ 3						≤ 0,6
													Summe PCB	mg/kg$_{TS}$	n.b.	≤ 0,05	≤ 0,1	≤ 0,15	≤ 0,5	≤ 0,02	≤ 1				≤ 0,1
	≤ 100	≤ 80	≤ 50	≤ 50								mg/l	**DOC** **TOC**	Ma.-%$_{TS}$	0,1	≤ 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		< 1	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		< 1	µg/l	**Blei Pb**	mg/kg$_{TS}$	11	≤ 40/70/100	≤ 140	≤ 210	≤ 700						≤ 140
≤ 2	≤ 500	≤ 100	≤ 50	≤ 4	≤ 2	≤ 6	≤ 3	≤ 1,5	≤ 1,5		< 0,3	µg/l	**Cadmium Cd**	mg/kg$_{TS}$	< 0,2	≤ 0,4/1/1,5	≤ 1/1,5	≤ 3	≤ 10						≤ 1
≤ 30	≤ 7.000	≤ 1.000	≤ 300	≤ 50		≤ 60	≤ 25	≤ 12,5	≤ 12,5		< 1	µg/l	**Chrom gesamt Cr**	mg/kg$_{TS}$	19	≤ 30/60/100	≤ 120	≤ 180	≤ 600						≤ 120
≤ 50	≤ 10.000	≤ 5.000	≤ 1.000	≤ 200	≤ 50	≤ 100	≤ 60	≤ 20	≤ 20		< 5	µg/l	**Kupfer Cu**	mg/kg$_{TS}$	9	≤ 20/40/60	≤ 80	≤ 120	≤ 400						≤ 80
≤ 50	≤ 4.000	≤ 1.000	≤ 200	≤ 40	≤ 40	≤ 70	≤ 20	≤ 15	≤ 15		< 1	µg/l	**Nickel Ni**	mg/kg$_{TS}$	17	≤ 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$_{TS}$	< 0,07	≤ 0,1/0,5/1	≤ 1	≤ 1,5	≤ 5						≤ 1
												mg/l	**Thallium Tl**	mg/kg$_{TS}$	< 0,2	≤ 0,4/0,7/1	≤ 0,7/1	≤ 2,1	≤ 7						
≤ 100	≤ 20.000	≤ 5.000	≤ 5.000	≤ 400	≤ 100	≤ 600	≤ 200	≤ 150	≤ 150		< 10	µg/l	**Zink Zn**	mg/kg$_{TS}$	32	≤ 60/150/200	≤ 300	≤ 450	≤ 1.500						≤ 300
						≤ 20	≤ 10	≤ 5	≤ 5		< 0,005	µg/l	**Cyanide, gesamt**	mg/kg$_{TS}$	< 0,5			≤ 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		1,2	mg/l	**Chlorid Cl^-**												
≤ 50	≤ 5.000	≤ 2.000	≤ 2.000	≤ 100	≤ 50	≤ 200	≤ 50	≤ 20	≤ 20		1,8	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_o-Wert**												
	≤ 0,7	≤ 0,05	≤ 0,03	≤ 0,01								mg/l	**Selen**												

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

[5]Bei natürlichen Böden gilt in Ausnahmefällen der Wert in Klammern n.b.: nicht berechenbar

alle Parameter Z 0