

GEOTECHNISCHER BERICHT

270520-PAD-ELL

ERSCHLIEßUNG/ERWEITERUNG ELLERWINKEL IN PADERBORN-DAHL

BODENUNTERSUCHUNGEN

31. JULI 2020

INHALTSVERZEICHNIS

1	AUFGABENSTELLUNG	3
2	BEARBEITUNGSUNTERLAGEN	4
3	DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	4
4	UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE	5
4.1	Geographie und Geologie.....	5
4.2	Aufbau der Oberflächenbefestigung	6
4.3	Schichtenfolge	6
4.4	Grundwasserverhältnisse und Wasserdurchlässigkeiten.....	7
5	BODENEIGENSCHAFTEN UND BODENKENNWERTE	8
6	HOMOGENBEREICHE	9
7	BELASTUNG DER ANGETROFFENEN BÖDEN	11
8	HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG	12
8.1	Baugrubenverbau und Wasserhaltung.....	12
8.2	Rohraufleger.....	13
8.3	Wiedereinbau der Aushubböden	13
8.4	Baubegleitende Prüfungen	14
9	SCHLUSSWORT	14

1 AUFGABENSTELLUNG

Der Stadtentwässerungsbetrieb Paderborn plant die Erschließung/Erweiterung des Ellerwinkel in Paderborn-Dahl. Nach derzeitigem Kenntnisstand soll eine neue Regenwasser- und Schmutzwasserkanalisation in offener Bauweise verlegt werden. Die Sohle der Kanäle soll dabei in Tiefen zwischen 1,02 m und maximal 2,50 m unter Geländeoberkante liegen. Zusätzlich sollen Aussagen zur Versickerungsfähigkeit der anstehenden Böden sowie zur Herstellung von Mulden-Rigolensystemen auf den späteren Grundstücken getroffen werden.

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

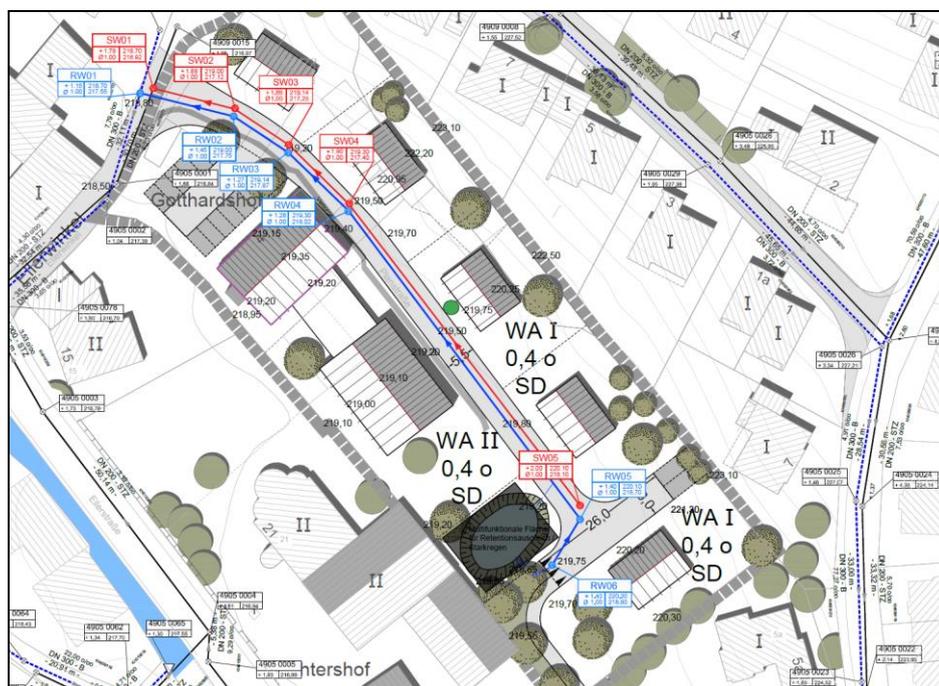


Abbildung 1: Auszug aus der Vorplanung „Erschließung/Erweiterung Ellerwinkel“.

Die **conTerra**[®] Geotechnische Gesellschaft mbH (Greven) wurde von dem STEB Paderborn beauftragt, entsprechende Bodenuntersuchungen im Erschließungsgebiet durchzuführen und die Untergrundverhältnisse im Bereich der geplanten Kanaltrassen zu erkunden und die Versickerungsfähigkeit der anstehenden Böden zu ermitteln. Die Anzahl und Lage der Aufschlusspunkte sowie die Sondiertiefe wurden von unserem Büro vorgeschlagen nach den vorliegenden Plänen abgestimmt und vor Ort endgültig festgelegt.

2 BEARBEITUNGSUNTERLAGEN

Für die Ausarbeitung dieses Berichtes lagen die folgenden Unterlagen vor:

- Lageplan der Untersuchungspunkte, Maßstab 1:500
- Ergebnisse der durchgeführten Felduntersuchungen:
Rammkernsondierungen (RKS), Rammsondierungen (DPL₁₀), Versickerungsversuche (VS)
- Ergebnisse der bodenphysikalischen Laboruntersuchungen:
visuelle und manuelle Beurteilung der Bodenproben, Bodenansprache
- Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen:
PAK-Analysen, Chemische Analyse auf die Parameter gemäß LAGA TR-Boden (2004) sowie die fehlenden Parameter gemäß Deponieverordnung (2009)

3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Zur Erkundung der Bodenschichtung und Grundwasserverhältnisse wurden am 22 und 23.06.2020 an dem im Lageplan der Anlage 1 dargestellten Punkten elf Rammkernsondierungen (RKS gem. DIN EN ISO 22475-1) bis in eine Teufe von maximal 5,00 m unter Geländeoberkante (GOK) durchgeführt. Zur Beurteilung der Lagerungsdichte der anstehenden Böden bzw. zur Abschätzung der Tragfähigkeit des Baugrundes im Bereich der geplanten Kanaltrasse wurden zudem drei Rammsondierungen mit der leichten Rammsonde (DPL₁₀ gem. DIN EN 22476-2) bis in eine Tiefe von maximal 4,30 m u. GOK durchgeführt. Die geplanten Bohrendteufen konnten wegen der Festigkeit der anstehenden Mergelsteine nicht an jeder Untersuchungsstelle erreicht werden. Der vorhandene Aufbau der Oberflächenbefestigung wurde durch insgesamt vier Schürfe erkundet. Zusätzlich wurden insgesamt 6 Versickerungsversuche mittels Open-End-Testverfahren in Tiefen zwischen 0,80 m und 5,00 m unter Geländeoberkante durchgeführt. Aufgrund einer durchgängigen feinkornreichen Bodenschichten an den Sondierstellen RKS 6 und 7 konnte kein Versickerungsversuch durchgeführt werden. Am Untersuchungspunkt RKS 9 wurden insgesamt 2 Versickerungsversuche in unterschiedlichen Tiefen durchgeführt.

Nach Abschluss der Feldarbeiten wurden die Sondierpunkte nach Lage und Höhe eingemessen. Als Bezugspunkt für das Nivellement diente ein Schachtdeckel der vorhandenen Kanalisation westlich der Baumaßnahme in der Straße Ellerwinkel, dessen Höhen in dem vorliegenden Plan angegeben ist.

Im Erdbaulabor der **conTerra**[®] GmbH erfolgte ergänzend zur Benennung und Beschreibung der erbohrten Bodenarten vor Ort eine detaillierte bodenmechanische Beurteilung der entnommenen Bodenproben.

Zur Beurteilung möglicher Entsorgungswege für die im Zuge der geplanten Baumaßnahme anfallenden Aushubböden wurden zwei repräsentative Bodenprobe der zwangsläufig auszuhebenden Böden auf die Parameter gemäß LAGA TR-Boden (2004) sowie die fehlenden Parameter gemäß Deponieverordnung (DepV, 2009) vom Kooperationslabor Wessling GmbH (Altenberge) untersucht. Zusätzlich wurde eine Asphaltprobe auf ihren Gehalt an PAK sowie den Phenolindex vom selbigen Labor analysiert.

Die Lage der Aufschlusspunkte geht aus dem Lageplan der Anlage 1 hervor. Die Ergebnisse der Rammkern- und Rammsondierungen sind den Bohrprofilen und Rammdiagrammen der Anlage 2 zu entnehmen. Die Auswertung der Versickerungsversuche ist in Anlage 3 dargestellt. Die Ergebnisse der chemischen Analysen sind den Originalprotokoll der Anlage 4 (PAK) und 5 (LAGA-Boden + DepV) beigefügt. Anlage 6 beinhaltet die abfalltechnische Auswertung der Untersuchungsergebnisse.

4 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

4.1 Geographie und Geologie

Geologisch betrachtet liegt das untersuchte Gelände am östlichen Rand der Münsterländer Kreidebucht, wobei die Morphologie und Topographie von kreidezeitlichen Ablagerungen bestimmt wird. Hierbei handelt es sich hauptsächlich um Mergelkalksteine aus dem Coniac (*schloenbachi*-Schichten) und Turon (*stratoconcentricus*-Schichten). Diese Schichten stehen im Baufeld unterhalb von anthropogenen Auffüllungen bzw. unterhalb von quartären Bach- und Flussablagerungen des Ellerbachs an.

Die hydrogeologische Situation im Untersuchungsgebiet wird durch die geklüfteten und stark verkarsteten kreidezeitlichen Schichten geprägt.

4.2 Aufbau der Oberflächenbefestigung

Der Aufbau der Oberflächenbefestigung wurde im Rahmen der Geländearbeiten anhand von sechs Schürfen erkundet und ist in der Tabelle 1 zusammenfassend dargestellt. Die Lage der Untersuchungspunkte sind der Anlage 1 zu entnehmen.

Tabelle 1: Oberflächenaufbau, Ellerwinkel in Paderborn-Dahl.

Schurf	Tiefe in m u. GOK	Stärke in cm	Beschreibung	org.-vis. Befund	Farbumschlag bzw. PAK [mg/kg]
SCH/RKS 1	0,00-0,08	8	Asphalt	-	- n.b.
	0,08-0,60	52	Kalksteinschotter, schluffig, geringe Ziegelsteinreste, grau	-	-
SCH/RKS 4	0,00-0,24	24	Beton	-	-
	0,24-0,50	26	Kalksteinschotter, schluffig, humos, graubraun	-	-
	0,50-0,60	> 10	Schluff, schwach feinsandig, humos, grauschwarz	-	-
SCH/RKS 5	0,00-0,20	20	Beton	-	-
	0,20-0,60	40	Kalksteinschotter, Schluff, grau	-	-
SCH/RKS 6	0,00-0,50	50	Bauschutt, graubraun	-	-
	0,50-0,60	> 10	Schluff, humos, graubraun	-	-

n. b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG (Bestimmungsgrenze) verwendet werden

4.3 Schichtenfolge

Im geplanten Erschließungsgebiet steht in Bereichen ohne Oberflächenbefestigung zunächst Mutterboden in Schichtstärken zwischen 0,50-1,60 m an. Unterhalb des Mutterbodens bzw. der Oberflächenbefestigung folgen flächendeckend schwach tonige bis tonige Schluffe mit wechselnden Sandanteil und Kalksteingeröllen. In einigen oberflächennahen Schluffe wurde ein erhöhter Organikanteil angetroffen. Unterhalb folgen bis zur Bohrendteufe kreidezeitliche Kalksteine. Diese sind im Bereich der RKS 1 und 4 an ihrer Oberfläche zu einen schwach schluffigen bis schluffigen Kies zersetzt. Im restlichen Baufeld sind die Kalksteine geringer verwittert und mehr oder weniger verlehmt. Zur Tiefe hin nimmt der Verwitterungsgrad der Mergel jedoch rasch ab und die Gesteinsfestigkeit zu, so dass mit den angewandten Aufschlussverfahren kein weiterer Sondierfortschritt mehr zu erzielen war.

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

4.4 Grundwasserverhältnisse und Wasserdurchlässigkeiten

Zum Zeitpunkt der Felduntersuchungen wurde in keiner Sondierung bis zur jeweiligen Bohrendteufe Grundwasser angetroffen. Aufgrund der festgestellten Schichtenfolge ist in niederschlagsreichen Jahreszeiten generell mit Staunässebildungen an der Geländeoberfläche zu rechnen. Ein geschlossener Grundwasserkörper ist erfahrungsgemäß erst in größeren Tiefen innerhalb der geklüfteten Festgesteine weit unterhalb der erreichten Sondiertiefe entwickelt.

Die Durchlässigkeit der anstehenden Böden ist abhängig von ihrem jeweiligen Feinkornanteil ($< 0,063$ mm). Nach DIN 18130 sind die Schluffe aufgrund ihres sehr hohen Feinkornanteils als gering durchlässige stauende Schichten anzusehen, für die von k-Werten $< 1 \cdot 10^{-8}$ m/s auszugehen ist. Die verwitterten Kalksteine weisen in Abhängigkeit ihrer Verlehmung mäßige bis gute Durchlässigkeiten (k-Werte zwischen $1 \cdot 10^{-5}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-7}$ m/s auf).

Zur Überprüfung der Wasserdurchlässigkeit bzw. der Versickerungsfähigkeit der anstehenden Böden wurden insgesamt 6 Versickerungsversuche mittels Open-End-Testverfahren durchgeführt. Dabei wurde ein Versickerungsversuch (VS 9A) innerhalb der Schluffe und fünf Versickerungsversuche auf Bohrendteufe innerhalb der geringer verlehnten Kalksteine durchgeführt (VS 4, 7, 8, 9B und 10).

Bei dem Versickerungsversuch innerhalb der Schluffe (VS 9A) wurde nach 20 Minuten lediglich eine Versickerungsleistung von 0,001 m festgestellt, was einen k-Wert von $1,70 \cdot 10^{-9}$ m/s ergibt.

Die Versickerungsversuche auf Bohrendteufe innerhalb der gering verlehnten Kalksteine ergaben k-Werte zwischen $3,87 \cdot 10^{-6}$ m/s und $2,65 \cdot 10^{-4}$ m/s.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse ist eine dezentrale Versickerung über Mulden-Rigolensysteme des im geplanten Erschließungsgebiet anfallenden Niederschlagswassers nur schwer umsetzbar, da die anstehende Schluffe sehr schlecht durchlässig und bis in eine Tiefe von durchschnittlich 2,50 m reichen. Des Weiteren wurden an den Sondierstellen RKS 5 und 6 bis zur Bohrendteufe verlehnte Bodenschichten und am Untersuchungspunkt RKS 9 bis in eine Tiefe von 4,50 m schlecht durchlässige Schluffe angetroffen. Eine Versickerung ist lediglich innerhalb der geringer verlehnten Kalksteine möglich, was mit einem hohen Arbeitsaufwand bzw. teils tiefgreifenden Bodenaustausch verbunden ist.

Bei einer dezentralen Versickerung des Niederschlagswassers ist jedoch zu bedenken, dass sich die Überleitung des Regenwassers von der vorderen Dachhälfte bei den üblichen Satteldächern als schwierig gestaltet, da sie oberhalb der Geländeoberfläche erfolgen muss. Dies betrifft insbesondere Reihenhäuser. Für die Zuwegungen und Stellplätze ist eine solche Überleitung nicht möglich, diese müssen im vorderen Bereich angeschlossen werden. Für die Versickerung ist im rückwärtigen Grundstücksbereich eine entsprechendes Versickerungsbauwerk erforderlich. Die Grundstücksnutzung wird entsprechend eingeschränkt.

Entsprechend der Angaben in den „Arbeitshilfen für den Umgang mit Regenwasser in Siedlungsgebieten“ (LfU, 2005) darf das im Bereich versiegelter Straßen und Grundstücksflächen (Dächer) anfallende Niederschlagswasser **nicht ohne Behandlung** in den Karstgrundwasserleiter eingeleitet werden. Zur Behandlung werden verschiedene Möglichkeiten aufgezeigt.

Bei der Annahme, dass die geplanten Straßen von max. 300 PKW pro Tag befahren werden und die Dachflächen der Häuser mit den üblichen Anteilen aus unbeschichteten Metallen (Blei, Kupfer, Zink) versehen sind, ist im Falle einer dezentralen Regenwasserversickerung über ein Mulden-Rigolensystem eine Sickerstrecke von mindestens 0,20 m einzubringen. Dabei ist generell das Verhältnis der versiegelten Fläche zur Sickerfläche zu beachten.

5 BODENEIGENSCHAFTEN UND BODENKENNWERTE

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 (DPL₁₀ gem. DIN EN 22476-2) herangezogen (Anlage 2).

Die unterhalb Oberflächenbefestigung aufgefüllten Kalksteinschotter bzw. die Oberflächenbefestigung aus Bauschutt weisen je nach Feinkornanteil unterschiedliche bodenphysikalische Eigenschaften auf. Die feinkornarmen Schotter (Bodengruppe [GW]) sind nicht frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F1 = nicht frostempfindlich) und gut zu verdichten (Verdichtbarkeitsklasse V1 = gut zu verdichten). Bei einer stärkeren Durchmischung mit feinkörnigen Böden (Bodengruppe [GU*]) sind entsprechenden Schotter sehr frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3) und nur mäßig zu verdichten (Verdichtbarkeitsklasse V2).

Der Mutterboden (Bodengruppe OH gem. DIN 18196) ist aufgrund seines hohen Humus- bzw. Organikgehaltes nicht zur Lastabtragung geeignet. Mutterboden ist wasserempfindlich, wasserhaltend, nur schwer zu verdichten (Verdichtbarkeitsklasse V3 gem. ZTVA-StB) und frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F2 gem. ZTVE-StB). Er ist vor Beginn der Baumaßnahme abzutragen und zur weiten Verwendung aufzumieten.

Die angetroffenen Schluffe (Bodengruppen UM) liegen nach der visuellen und manuellen Probenbeurteilung in einer weichen bis steif-halbfesten Zustandsform vor. Aufgeweichte Schluffe sind noch stark zusammendrückbar und dementsprechend schlecht tragfähig. Ab einer mindestens steifen Konsistenz sind entsprechende Böden nur noch mäßig zusammendrückbar und ausreichend tragfähig. Aufgrund ihres sehr hohen Feinkornanteils reagieren die Schluffe sehr empfindlich auf eine Änderung des Wassergehaltes. Im erdfeuchten Zustand sind sie ausreichend standfest und auch gut zu verdichten. Bei Wasserzutritt und dynamischer Beanspruchung gehen sie jedoch rasch in eine weiche oder gar breiige Konsistenz über und verlieren ihre Tragfähigkeit und Scherfestigkeit. Gemäß ZTVA-StB sind diese Böden in die

Verdichtbarkeitsklasse V3 zu stellen. Da sie bei Austrocknung („Sommerfrost“) und Frosteinwirkung sehr starke Schrumpfungseigenschaften besitzen werden sie zudem in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 gemäß ZTVE-StB gestellt.

Die unter den quartären Lockersedimenten anstehenden Mergelsteine sind an ihrer Oberfläche zum Teil stark verwittert und entsprechend zu einem verlehmtten Kies entfestigt (Bodengruppe **GU***). Die Böden sind frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3) und mäßig zu verdichten (Verdichtbarkeitsklasse V2).

Die schwach **verwitterten und angewitterten Kalksteine** sind sehr gut tragfähig. Angewitterte Kalksteine sind als sogenanntes Halbfestgestein zu bezeichnen, dessen Festigkeit zur Tiefe hin rasch zunimmt. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass direkt unterhalb der durch die Sondierungen angefahrenen Schichten lokal härtere Bänke vorhanden sind.

Die generelle Zuordnung der erbohrten Bodenarten in die Bodengruppen gem. DIN 18196 und in die Bodenklassen gem. DIN 18 300 ist in der Tabelle 1 zusammengefasst.

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 gem. DIN 18 196	Bodenklasse gem. DIN 18 300	Frostempfind- lichkeitsklasse gem. ZTV E-StB	Verdichtbar- keitsklasse gem. ZTV A-StB
Kalksteinschotter, Bauschutt	[GW]	3	F1	V1
Kalksteinschotter schluffig	[GU*]	4 (2, bei $I_c < 0,5$)	F3	V2
Mutterboden	OH	1	F2	V3
Schluff schwach tonig bis tonig, z.T. Kalksteingerölle	UL	4 (2, bei $I_c < 0,5$)	F3	V3
Kies, schluffig	GU*	4 (2, bei $I_c < 0,5$)	F3	V2
Kalkstein angewittert frisch, bankig	–	5, 6 6 (7)	–	–

6 HOMOGENBEREICHE

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.

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 3: 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 4: Homogenbereiche Boden nach DIN 18300 (2015-8).

Kennwerte/Eigenschaften	Homogenbereich		
	B	C	D
Korngrößenverteilung	G, S, z.T. u	U, t'-t, z.T. g	G, u
Anteil an Steinen	0-3 %	0-3 %	0-3 %
Anteil an Blöcken	0-1 %	0-1 %	0-1%
Feuchtdichte	19,0-21,0 kN/m ³	19,0-20,5 kN/m ³	20,5-21,0 kN/m ³
Scherfestigkeit	n.u.	n.u.	n.u.
Wassergehalt	trocken	feucht bis erdfeucht	erdfeucht
Konsistenz	n.b.	weich bis halbfest-fest	n.b.
Plastizitätszahl	n.b.	n.u.	n.b.
Lagerungsdichte	mitteldicht-dicht	locker-mitteldicht	mitteldicht-dicht
Organischer Anteil	< 1 %	0-10 %	< 1%
Bodengruppe	[GW]/ [GU*]	UM	GU*
Ortsübliche Bezeichnung	Tragschichtmaterial	Bach- und Flussablagungen	stark verwitterter Kalkstein
n.b. nicht bestimmbar n.u. ...nicht untersucht			

Tabelle 5: Homogenbereich Fels nach DIN 18300 (2015-8)

Kennwerte/Eigenschaften	Homogenbereich	
	E	F
Ortsübliche Bezeichnung	schwach verwitterter Mergelkalkstein	angewitterter Mergelkalkstein
Benennung Fels	Wechselagerung aus Mergelkalkstein und Kalkstein	Wechselagerung aus Kalkstein und Mergelkalkstein
Verwitterung, Veränderungen und Veränderlichkeit	schwach verwittert, mäßig bis stark veränderlich	angewittert, nicht bis mäßig veränderlich
Trennflächenrichtung	geschichtet	geschichtet
Trennflächenabstand	scherbig-dünnplattig eng- bis mittelständig geklüftet	Schichten dünn- bis dickbankig, mittel- bis weitständig geklüftet
Gesteinskörperform	tafelförmig	tafelförmig

7 BELASTUNG DER ANGETROFFENEN BÖDEN

Zur Klärung möglicher Verwertungs- und Entsorgungswege wurden zwei Proben der ange-troffenen Bodenschichten auf die Parameter gemäß LAGA Richtlinie 20 TR-Boden (2004) sowie die fehlenden Parameter gemäß Deponieverordnung vom Kooperationslabor Wessling GmbH (Altenberge) untersucht.

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

Aufschluss	Tiefe	maßgebender Parameter: Gehalt	Zuordnungsklasse
SCH/RKS 1	0,60-2,40 m	alle	Z 0
RKS 3	0,60-2,50 m	TOC: 0,58 Ma.%	Z 1
F = Feststoff, E = Eluat			

Nach den Ergebnissen der chemischen Analysen weisen die Proben ähnlich und generell un-bedeutende Schadstoffgehalte auf.

Bei der Probe RKS 3 (0,60-2,50 m) wurde ein leicht erhöhter TOC-Gehalt von 0,58 Ma.% ermittelt, welche innerhalb der Grenzwerte der Zuordnungsklasse **Z 1** gem. LAGA TR-Boden (2004) liegt. Bezüglich des Parameters TOC ist anzumerken, dass dieser keine toxikologische Relevanz besitzt, sondern als Summenparameter lediglich Auskunft über den Gehalt an orga-nischem Kohlenstoff in einem Bodenmaterial gibt. Dieser stellt u.E. kein Ausschlusskriterium für eine ökologische und ökonomische Verwertung dieser Böden dar, insbesondere da die Gehalte der anderen Parameter alle im Bereich der Zuordnungswerte **Z 0** liegen. Mögliche Verwertungswege sind das Auf- und Einbringen auf oder in eine durchwurzelbare Boden-schicht oder das Herstellen einer solchen durchwurzelbaren Bodenschicht.

Das Probe SCH/RKS 1 (0,60-2,40 m) weist dagegen keine erhöhten Schadstoffgehalte auf und ist dementsprechend in die Zuordnungsklasse **Z 0** gem. LAGA TR-Boden (2004) zu stel-len.

Bodenmaterialien der Zuordnungsklassen **Z 1** kann in offener Bauweise in technischen Bauwerken eingebaut werden. Bodenmaterial der Einbauklasse **Z 0** kann uneingeschränkt in offener Bauweise verwertet werden.

Sollte eine Verwertung der anfallenden Böden nicht möglich sein, können sämtliche Bodenschichten unter Berücksichtigung der chemischen Analytik auf einer Deponie der Klasse **DK 0** entsorgt werden.

8 HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG

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

8.1 Baugrubenverbau und Wasserhaltung

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 unter einem Winkel von maximal 50° innerhalb der Schluffe abgebösch werden. Dieser Winkel stellt einen Maximalwert dar. Bei Einflüssen, die sich negativ auf die Standsicherheit der Böschungen auswirken können - z.B. zur Baugrube hin einfallende Schichten, Klüfte und Verwerfungen sowie der Zufluss von Schichtenwasser, etc. - sind geringere als die genannten Böschungswinkel einzuhalten. Steilere oder höhere Böschungen sind dagegen durch einen vertikalen Verbau zu sichern.

Ein Grundwassereinfluss ist weder bauzeitig noch später gegeben. Anfallendes Tag- und Schichtenwasser dürfte auf den feinkornreichen Schluffen nicht rückstaufrei versickern und sollte mittels offener Wasserhaltung mit Pumpensumpf abgeführt 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.

8.2 Rohrauflager

Die auf Höhe der geplanten Rohrsohlen anstehenden Schluffe sind als Rohrauflager nur bedingt geeignet, da sie in aufgeweichter Zustandsform vorliegen. Weiche oder durch bauzeitige Niederschläge aufgeweichte bzw. eingeflossene Böden sind in einer Stärke von mindestens 0,30 m mit verdichtungsfähigem Bodenmaterial (z.B. Kies-Sand-Gemisch der Bodengruppe GW gem. DIN 18196 oder Schotter 0/45 gem. TL SoB-StB) auszutauschen. Austauschböden sind lagenweise ($D \leq 0,30$ m) einzubauen und zu verdichten, wobei ein Verdichtungsgrad von mindestens 97 % der einfachen Proctordichte zu erreichen ist. Bei der Verlegung der Rohre ist eine punktförmige Auflagerung der Rohrmuffen zu vermeiden. Die nach ZTVE-StB erforderlichen Verdichtungsgrade für die Kanalgrabenfüllung sind der folgenden Abbildung 3 zu entnehmen.

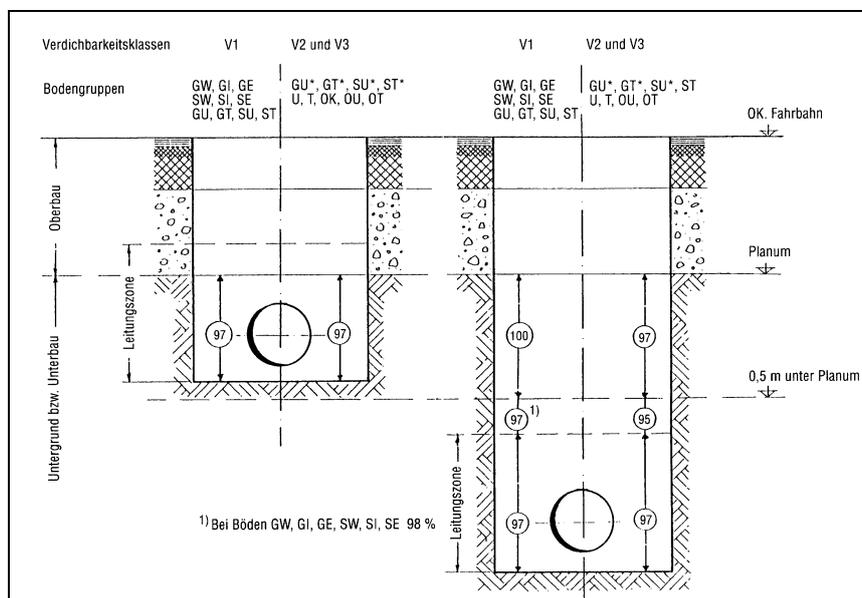


Abbildung 2: Beispiele für den zu erreichenden Verdichtungsgrad D_{Pr} .

8.3 Wiedereinbau der Aushubböden

Die im Zuge der Aushubarbeiten anfallenden Schluffe (Bodengruppe UM) sind wegen ihres hohen Feinkornanteils und der bindigen Eigenschaften generell nur schwer zu verdichten (Verdichtbarkeitsklasse V3) und sehr frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3). Sie sind für den Wiedereinbau in Kanalgräben und im Bereich von Verkehrsflächen daher nur bedingt (z.B. bei bauzeitlich trockener Witterung) geeignet. Grundsätzlich können sie jedoch nach Zwischenlagerung und ggf. Abtrocknung bis zum optimalen Proctorwassergehalt im Bereich oberhalb der Leitungszone oder als Überschüttung wieder eingebaut werden.

8.4 Baubegleitende Prüfungen

In Anlehnung an die ZTV SoB-StB, ZTV Asphalt-StB bzw. ZTV E-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 Asphaltsschichten)
- Überprüfung der Kanalgrabenverfüllung

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

9 SCHLUSSWORT

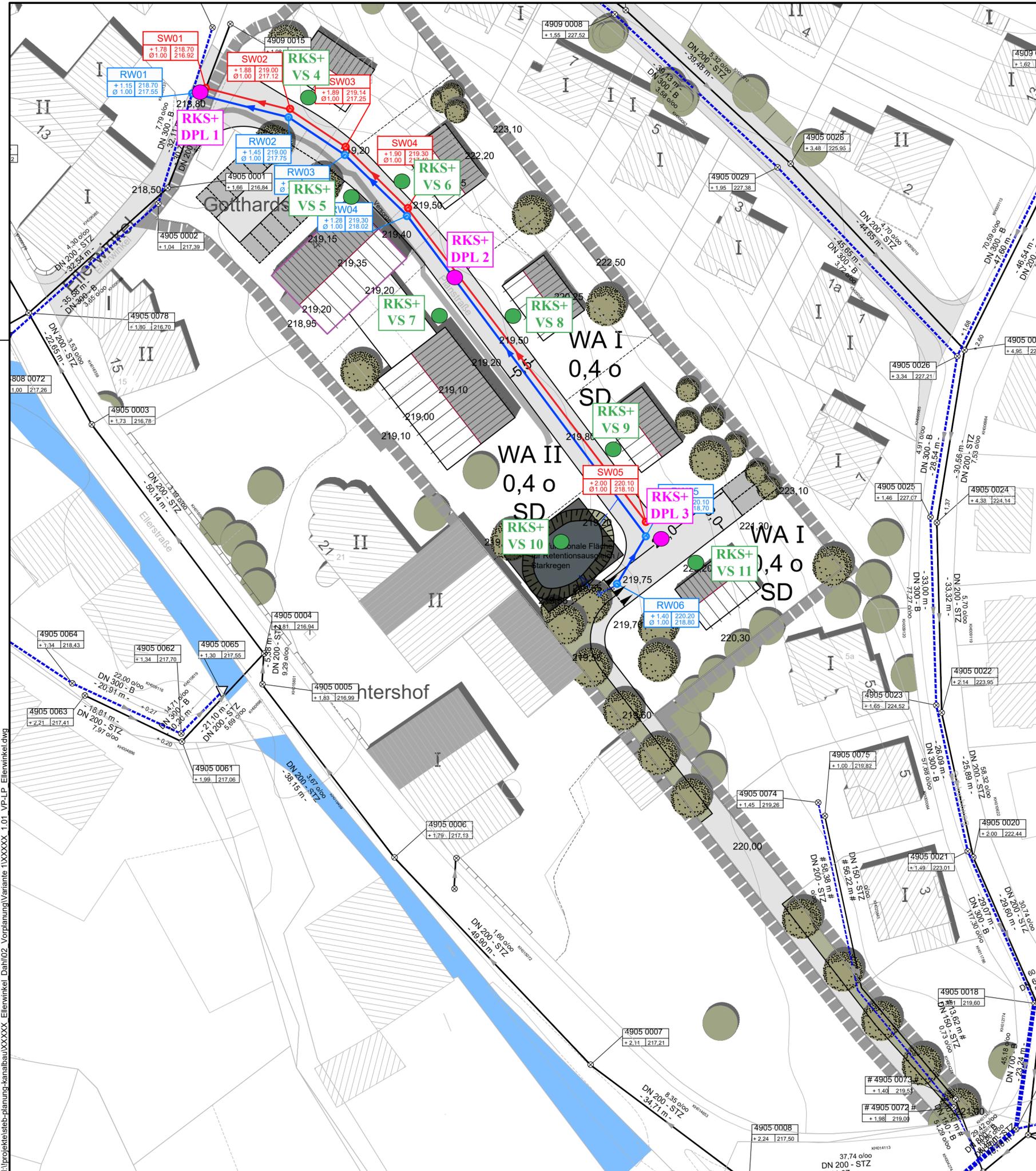
Im vorliegenden Bericht wurden die Untergrundverhältnisse auf der Basis von Ergebnissen punktueller Sondierungen beschrieben. Diese geben die Untergrundverhältnisse im unmittelbaren Bereich der jeweiligen Bohrstelle wieder. Geologisch bedingt können sich Abweichungen hinsichtlich der Schichtmächtigkeiten 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 in diesem Bericht genannten Empfehlungen zu beauftragen.

Sollten sich bei der weiteren Planung 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



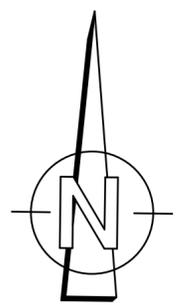
Zeichenerklärung

- Regenwasserkanal
- Schmutzwasserkanal
- Mischwasserkanal
- SW-Druckleitung

8321 0689		Schachtnummer	
+ 2,83	110,69	Tiefe	Sohlhöhe

Bestandsgeländehöhe xxx,xx 219,20

- = RKS + DPL
- = RKS + Versickerung



Stand 23.04.2020

HP:		
Änderungen	Datum	Kurzz.

Stadtwasserungsbetrieb Paderborn
 Bentfelder Straße 12
 33106 Paderborn
 Tel: 05251 / 88-12800 Fax: 05251 / 88-2068

Stadtteil **Dahl** Proj.Nr.

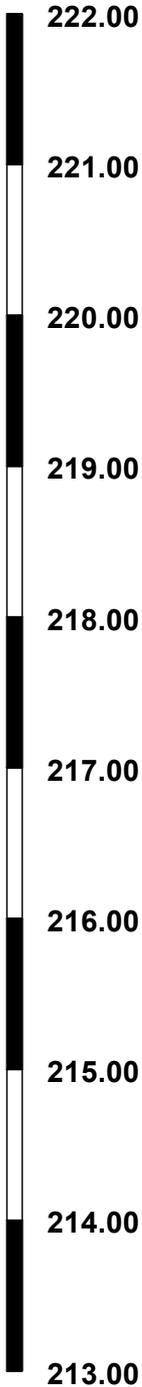
Gotthardshof D328 Erschließung

Straße Ellerwinkel			
Planer	Zim	Bauleiter	Maßstab 1: 500
Blatt		Datum	
Name		gezeichnet	
geprüft (Planer)		geprüft (Bauleiter)	
geprüft (AL 4)		Beine Betriebsleiter	

H:\projekte\steb-planung-kanalbau\XXXXX Eilerwinkel_Dahl02_Vorplanung\Variante 1\XXXXX 1.01_VP-LP_Eilerwinkel.dwg

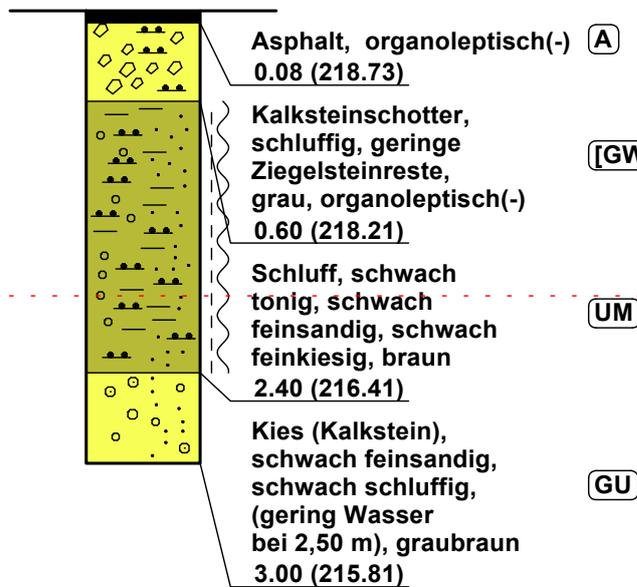
conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn Ellerwinkel Bodenuntersuchung	Projekt-Nr.: 270520-PAD-ELL Anlage-Nr.: 2.1 Maßstab: 1:100/50

Höhe in m+NN



SCH/RKS 1

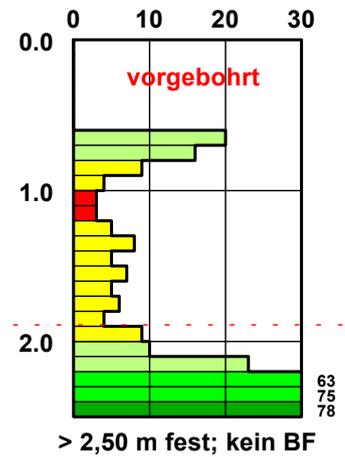
218,81 m



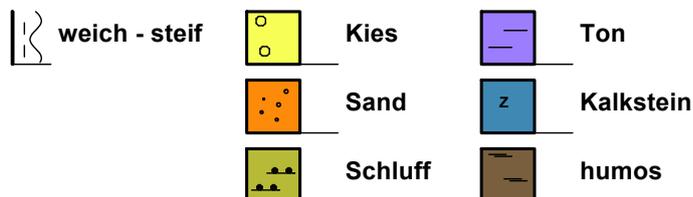
DPL 1

218,81 m

Schlagzahlen je 10 cm



Legende Rammkernsondierungen

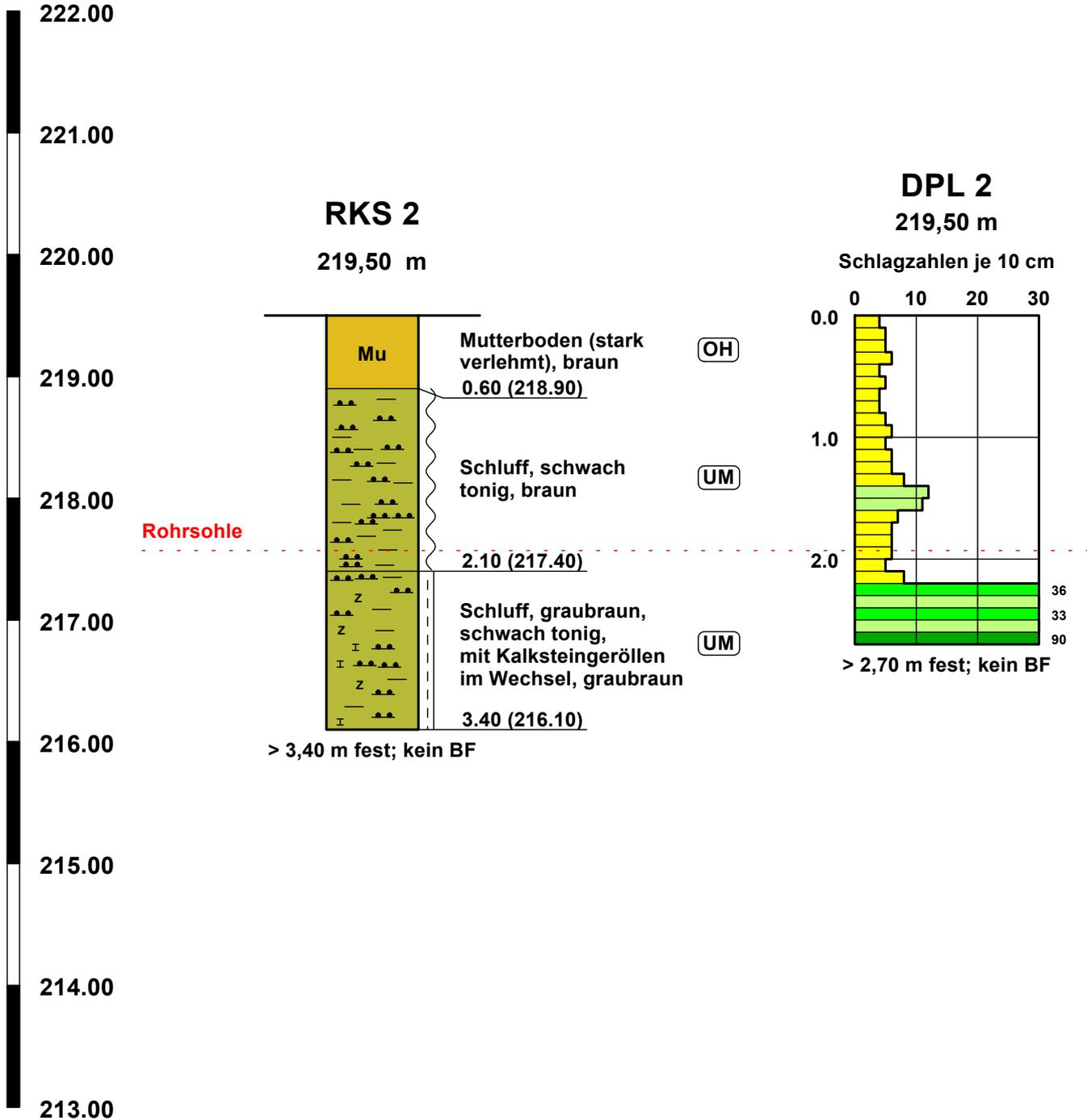


Legende DPL



conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn Ellerwinkel Bodenuntersuchung	Projekt-Nr.: 270520-PAD-ELL
		Anlage-Nr.: 2.2
		Maßstab: 1:100/50

Höhe in m+NN



Legende Rammkernsondierungen

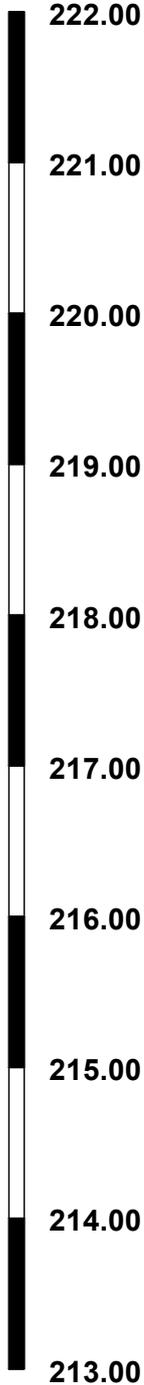
	steif - halbfest		Kies		Ton
	weich		Sand		Kalkstein
			Schluff		humos

Legende DPL

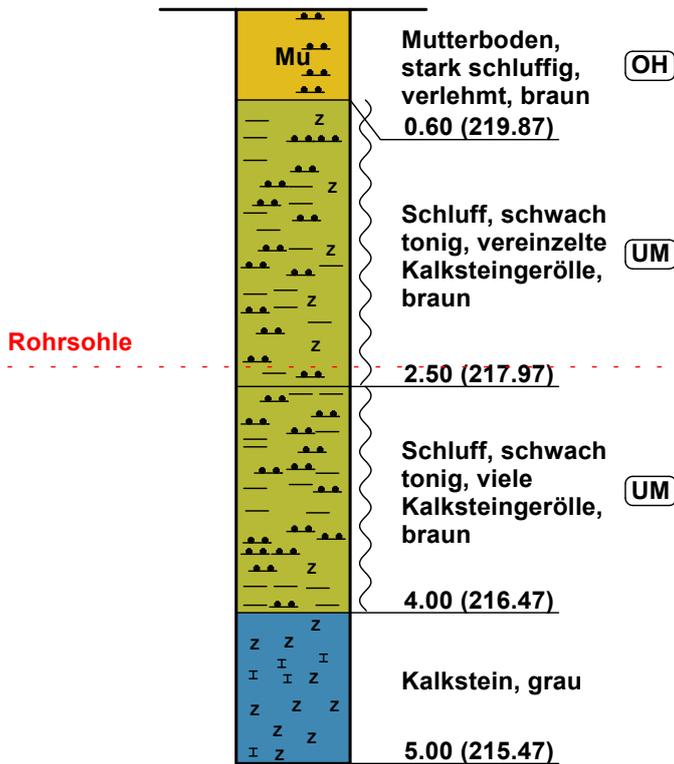
	sehr locker
	locker
	mitteldicht
	dicht
	sehr dicht

conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn Ellerwinkel Bodenuntersuchung	Projekt-Nr.: 270520-PAD-ELL
		Anlage-Nr.: 2.3
		Maßstab: 1:100/50

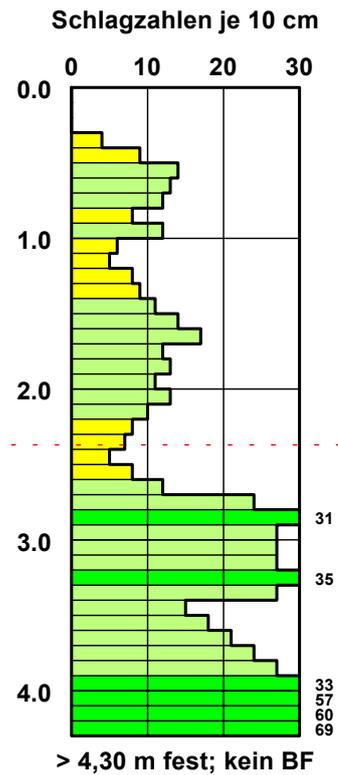
Höhe in m+NN



RKS 3
220,47 m



DPL 3
220,47 m



Legende Rammkernsondierungen

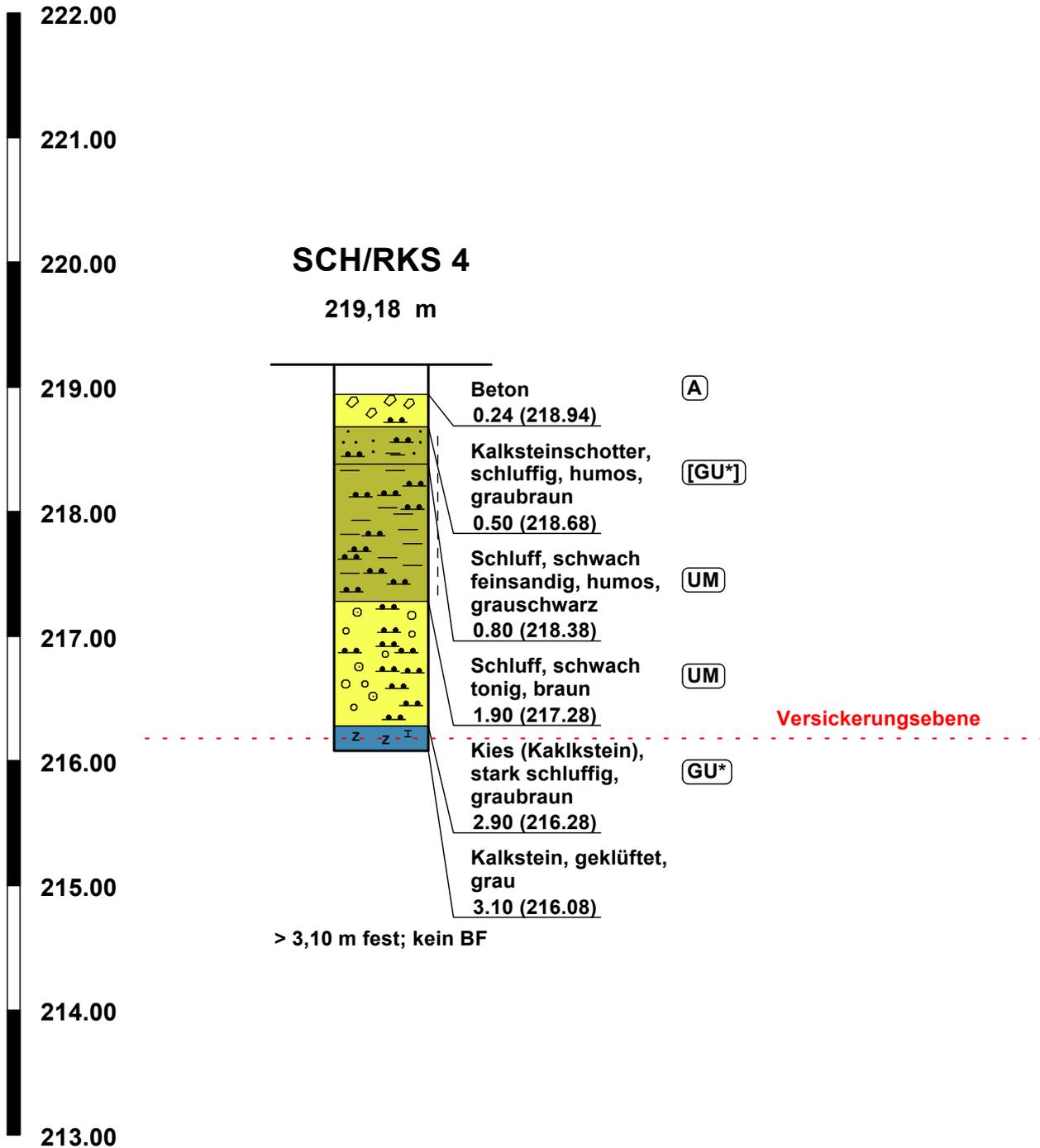
weich	Kies	Ton
Sand	Kalkstein	humos
Schluff		

Legende DPL

	sehr locker
	locker
	mitteldicht
	dicht
	sehr dicht

conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn Ellerwinkel Bodenuntersuchung	Projekt-Nr.: 270520-PAD-ELL
		Anlage-Nr.: 2.4
		Maßstab: 1:100/50

Höhe in m+NN



Legende Rammkernsondierungen

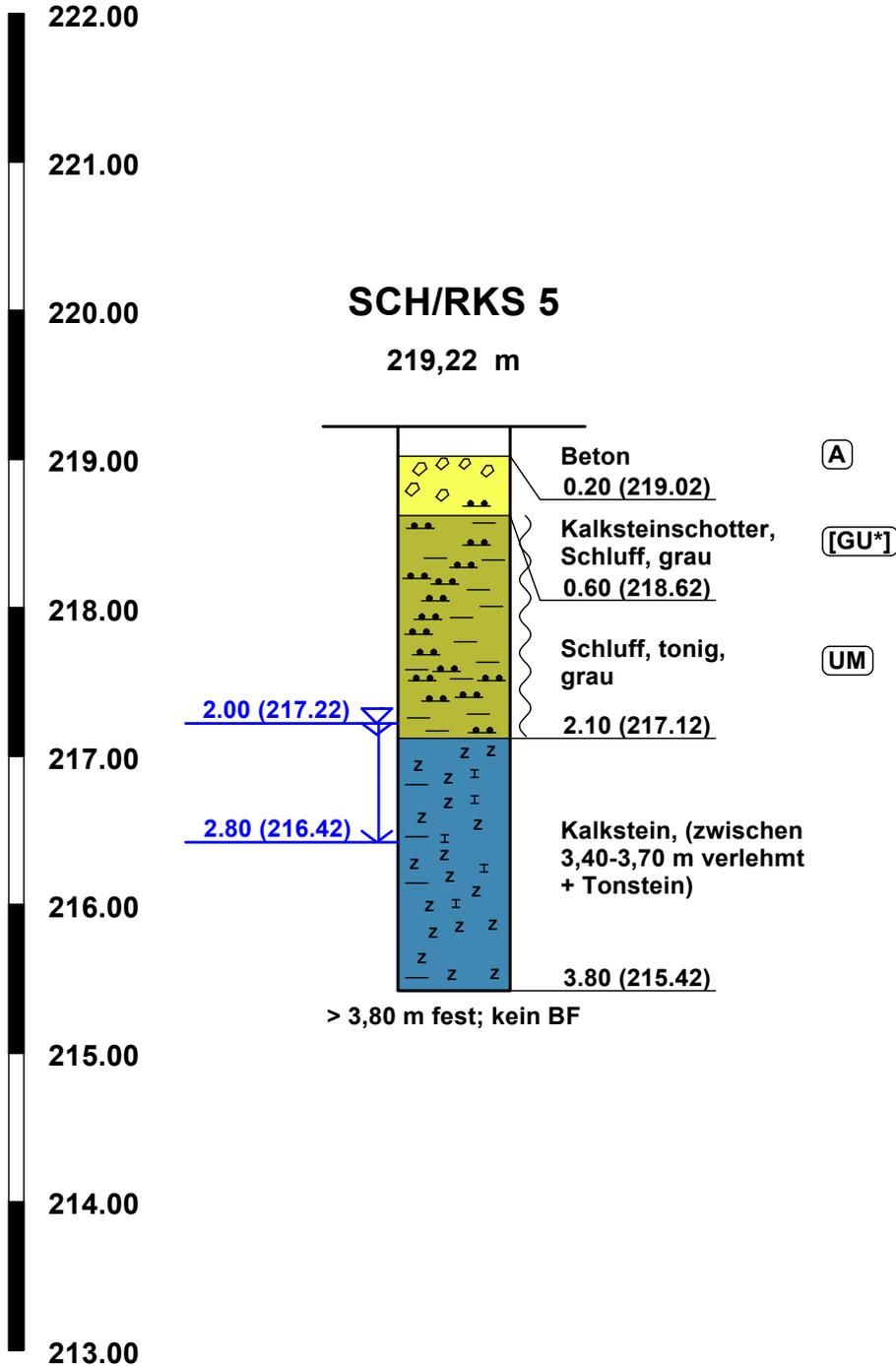
steif	Kies	Ton
Sand	Kalkstein	humos
Schluff		

Legende DPL

sehr locker
locker
mitteldicht
dicht
sehr dicht

conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn Ellerwinkel Bodenuntersuchung	Projekt-Nr.: 270520-PAD-ELL
		Anlage-Nr.: 2.5
		Maßstab: 1:100/50

Höhe in m+NN



Legende Rammkernsondierungen

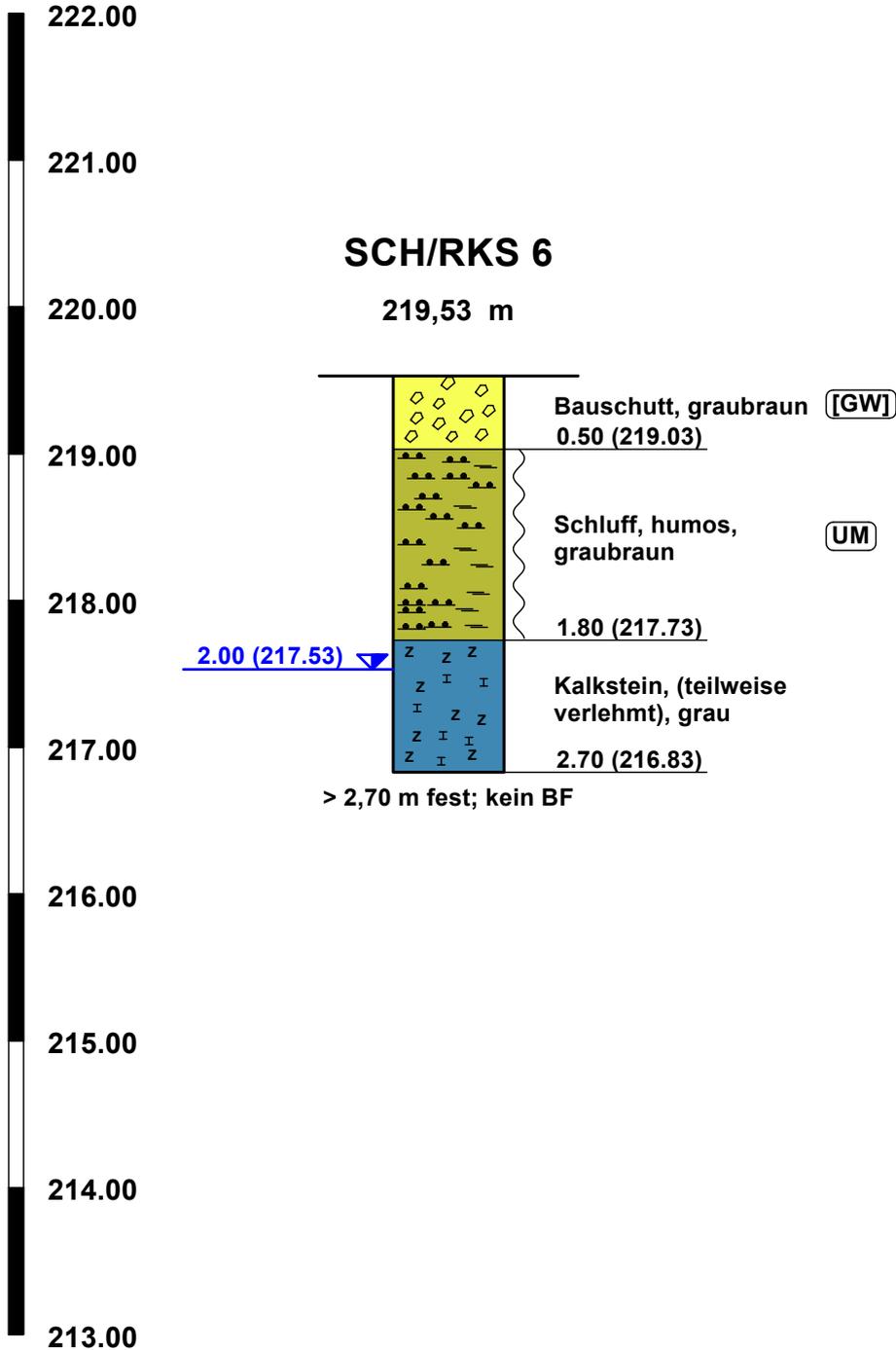
weich	Kies	Ton
Sand	Kalkstein	
Schluff	humos	

Legende DPL

	sehr locker
	locker
	mitteldicht
	dicht
	sehr dicht

conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn Ellerwinkel Bodenuntersuchung	Projekt-Nr.: 270520-PAD-ELL
		Anlage-Nr.: 2.6
		Maßstab: 1:100/50

Höhe in m+NN

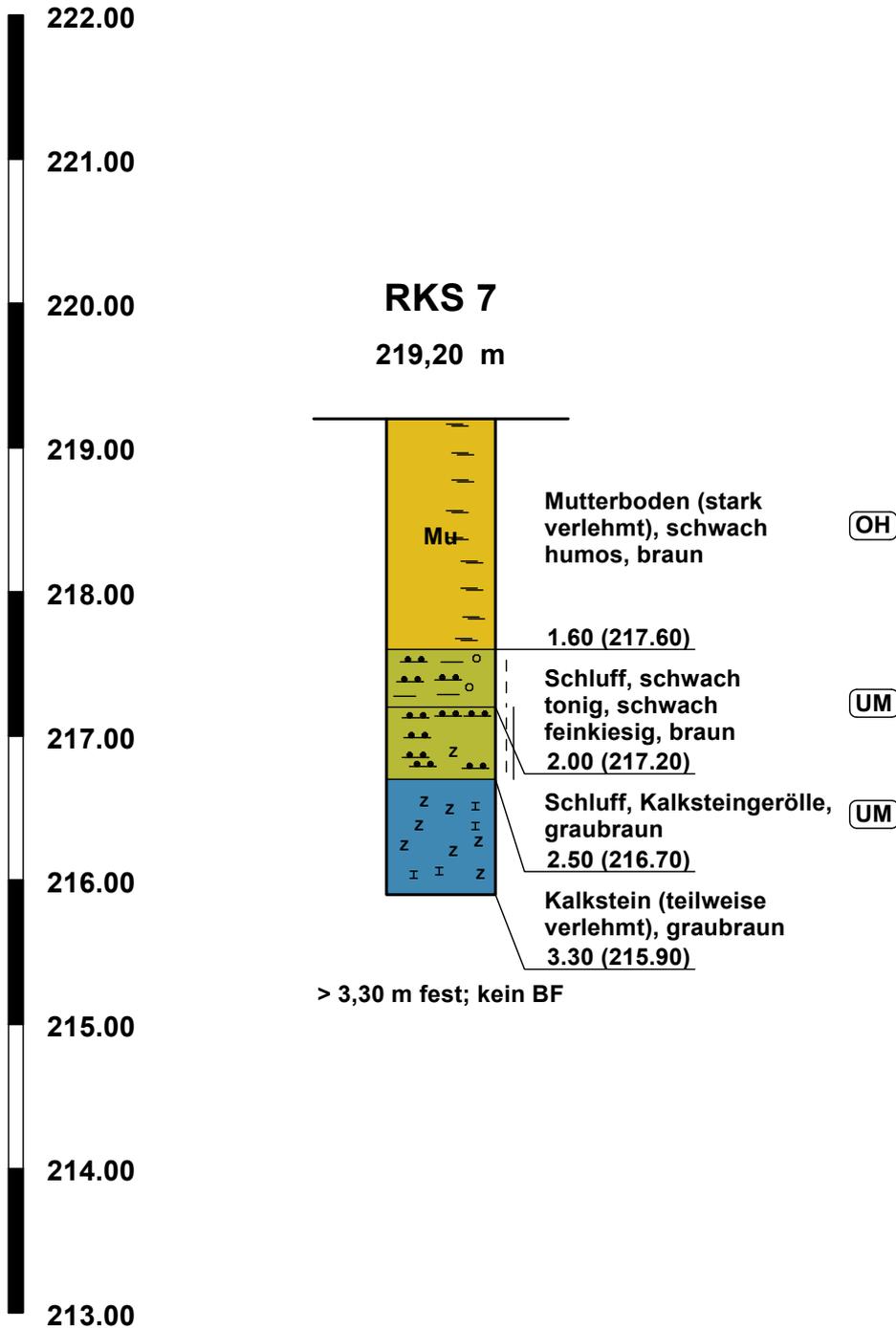


Legende Rammkernsondierungen			
	weich		Kies
			Sand
			Schluff
			Ton
			Kalkstein
			humos

Legende DPL	
	sehr locker
	locker
	mitteldicht
	dicht
	sehr dicht

conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn Ellerwinkel Bodenuntersuchung	Projekt-Nr.: 270520-PAD-ELL
		Anlage-Nr.: 2.7
		Maßstab: 1:100/50

Höhe in m+NN



Legende Rammkernsondierungen

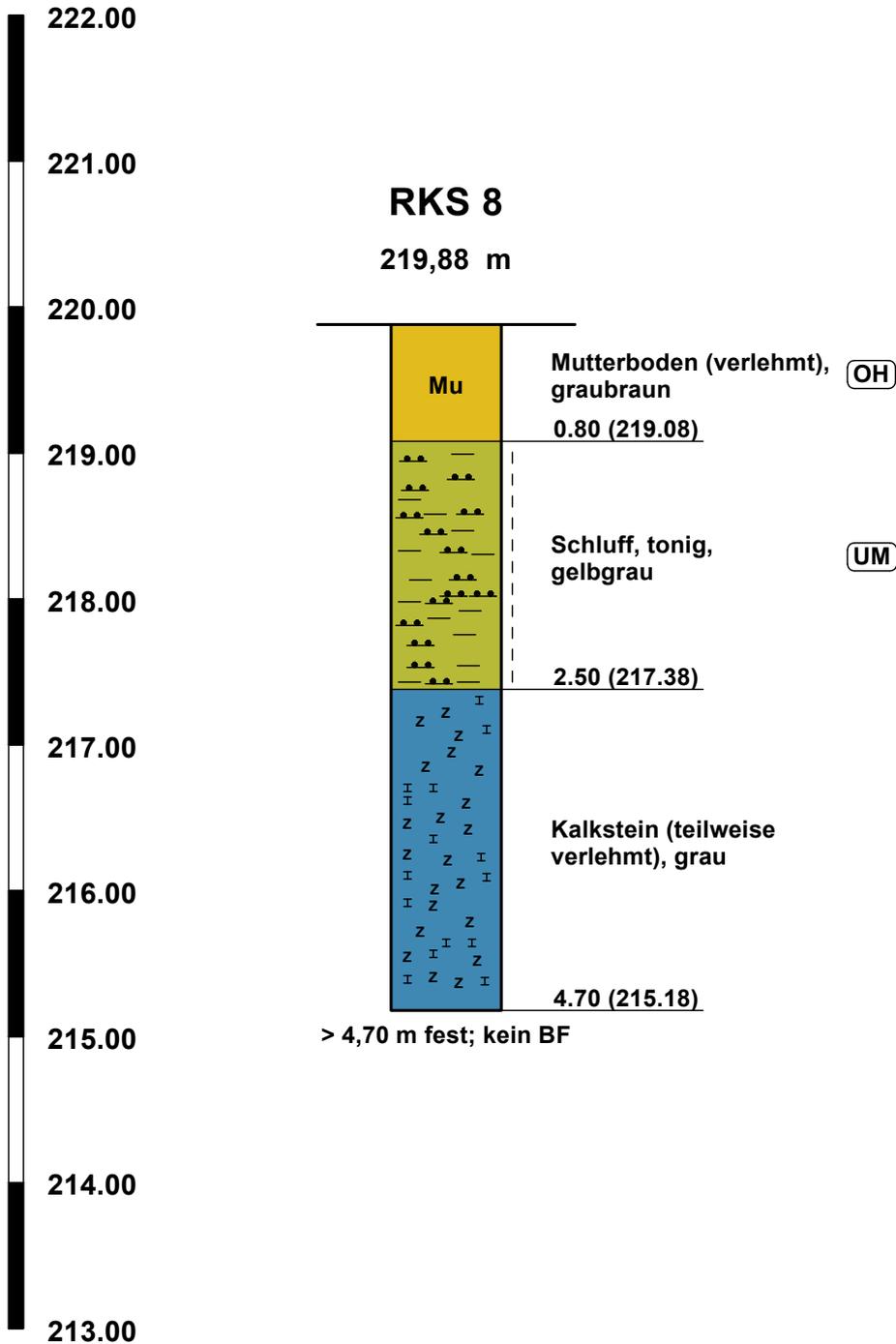
	steif - halbfest		Kies		Ton
	steif		Sand		Kalkstein
			Schluff		humos

Legende DPL

	sehr locker
	locker
	mitteldicht
	dicht
	sehr dicht

conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn Ellerwinkel Bodenuntersuchung	Projekt-Nr.: 270520-PAD-ELL
		Anlage-Nr.: 2.8
		Maßstab: 1:100/50

Höhe in m+NN



Legende Rammkernsondierungen

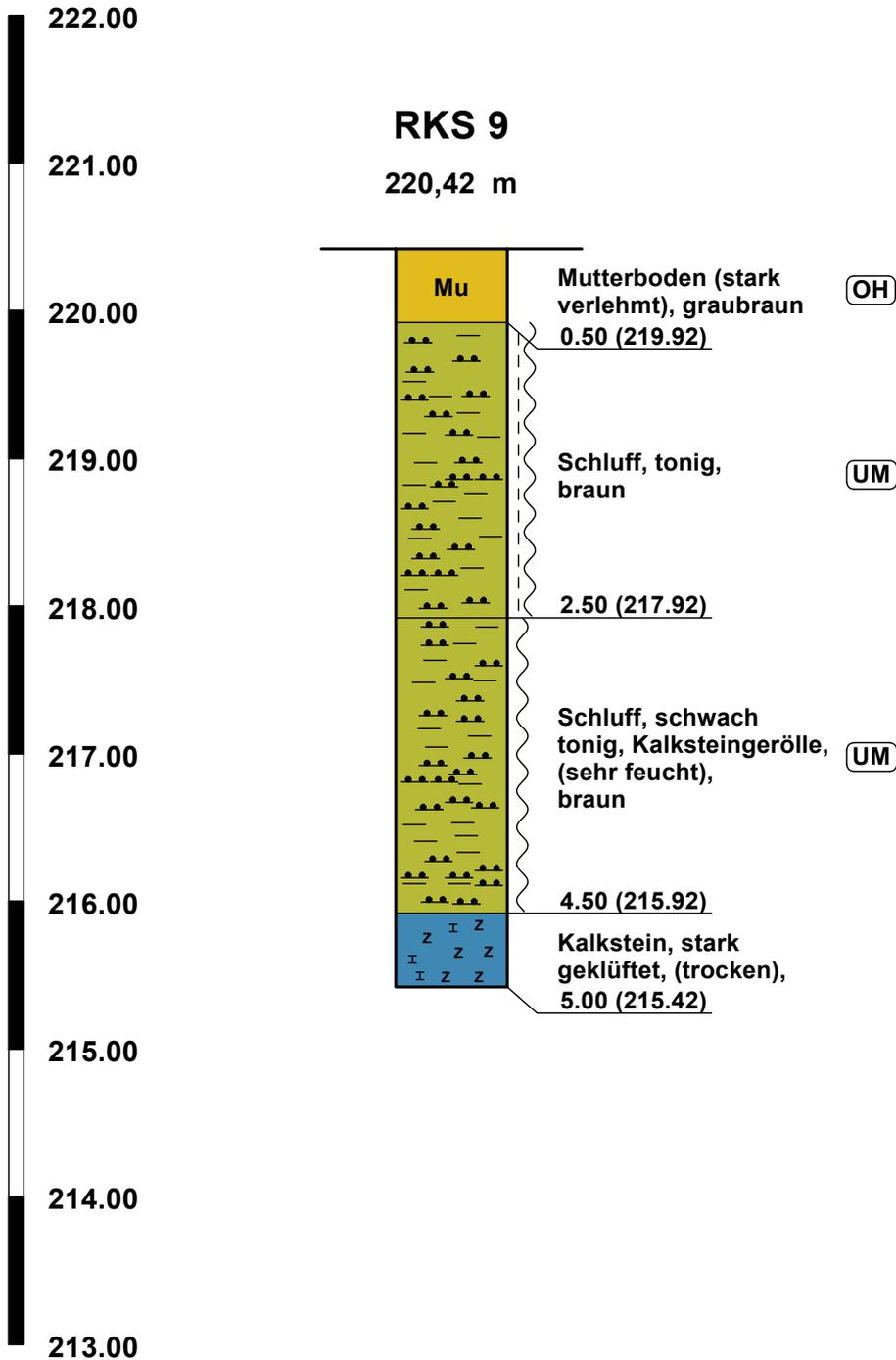
steif	Kies	Ton
Sand	Kalkstein	humos
Schluff		

Legende DPL

sehr locker
locker
mitteldicht
dicht
sehr dicht

conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn Ellerwinkel Bodenuntersuchung	Projekt-Nr.: 270520-PAD-ELL
		Anlage-Nr.: 2.9
		Maßstab: 1:100/50

Höhe in m+NN



Legende Rammkernsondierungen

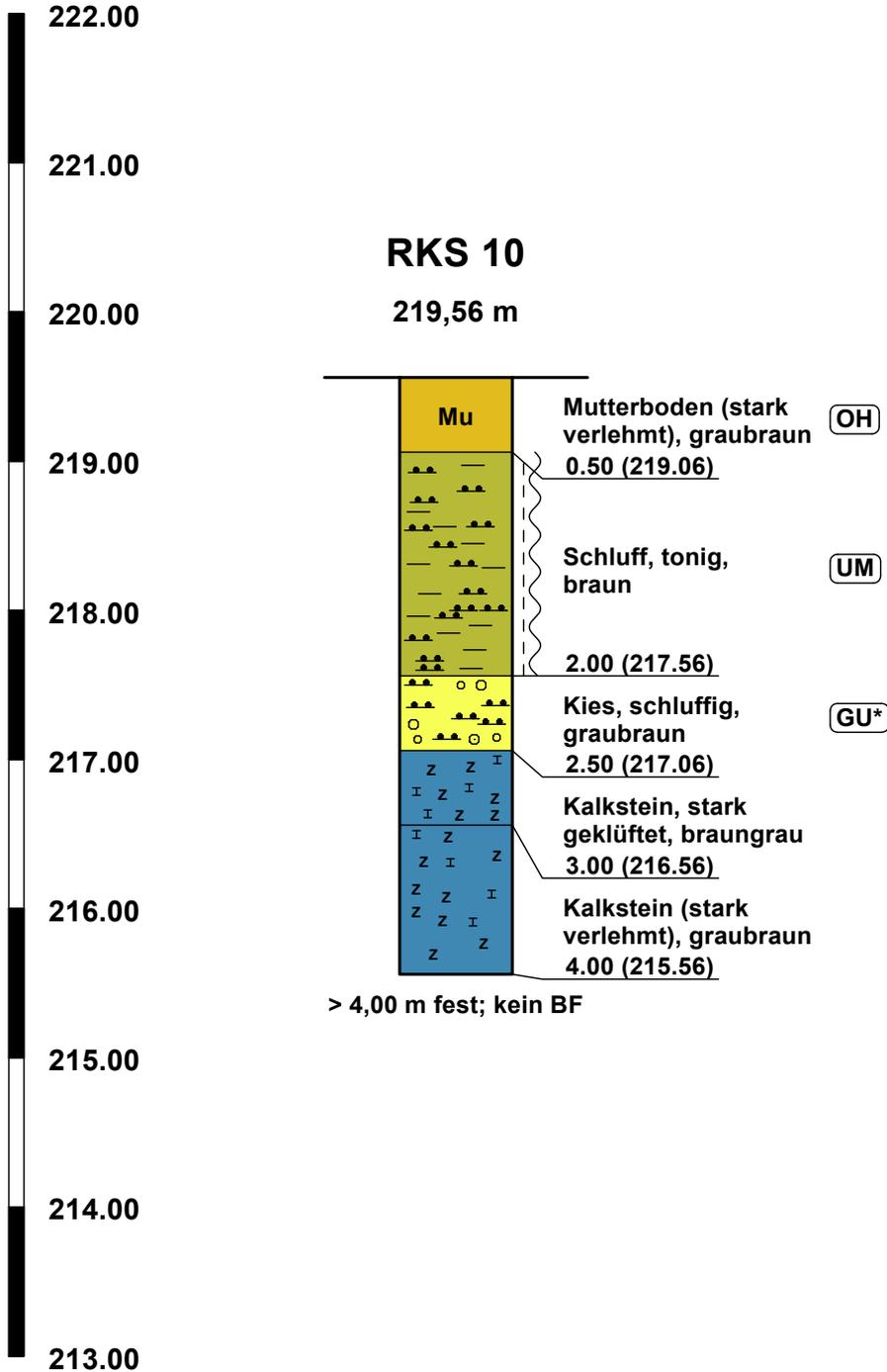
	weich - steif		Kies		Ton
	weich		Sand		Kalkstein
			Schluff		humos

Legende DPL

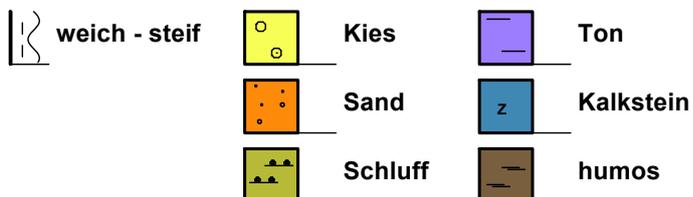
	sehr locker
	locker
	mitteldicht
	dicht
	sehr dicht

conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn Ellerwinkel Bodenuntersuchung	Projekt-Nr.: 270520-PAD-ELL
		Anlage-Nr.: 2.10
		Maßstab: 1:100/50

Höhe in m+NN



Legende Rammkernsondierungen

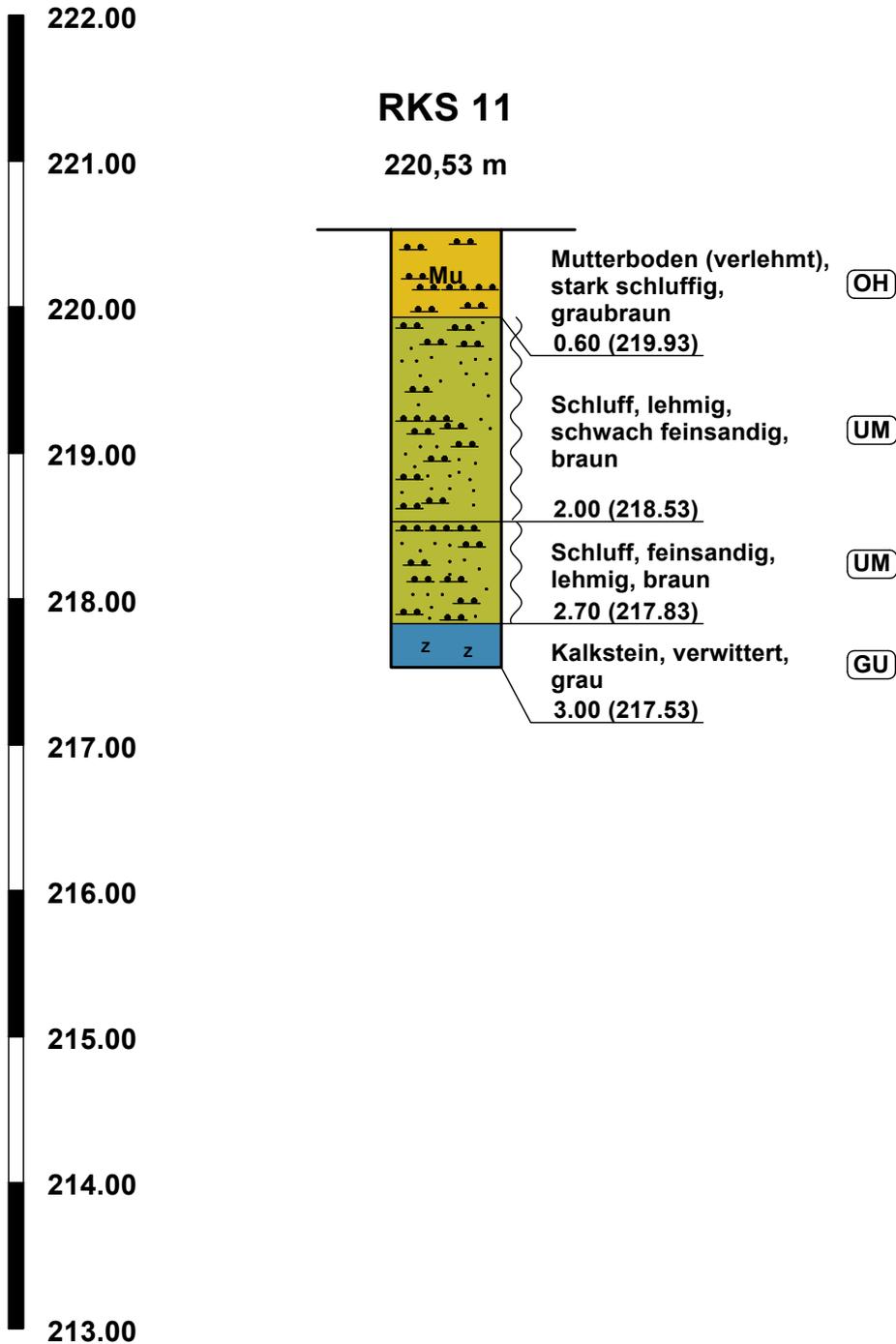


Legende DPL



conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH 48268 Greven, Schützenstraße 65 Tel.: 02571-952855 Fax: 02571-952856	Paderborn Ellerwinkel Bodenuntersuchung	Projekt-Nr.: 270520-PAD-ELL
		Anlage-Nr.: 2.11
		Maßstab: 1:100/50

Höhe in m+NN



weich	Kies	Ton
Sand	Kalkstein	humos
Schluff		

sehr locker
locker
mitteldicht
dicht
sehr dicht

BESTIMMUNG DER DURCHLÄSSIGKEIT



Geotechnische Gesellschaft mbH

Open-End Test: Verfahren mit fallender Druckhöhe

Bauvorhaben:

Kontr.-Nr.: 270520-PAD-ELL

Erschließung/Erweiterung Ellerwinkel

Anlage Nr.: 3

Paderborn-Dahl

EDV-Nr.:

Durchgeführt von: Graf Meßpunkt: VS4-VS10

am: 22./23.07.20

Berechnungsgrundlage:

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

mit: Δt Versuchsdauer [s]
 D Innendurchmesser des Pegelrohres [cm]
 h_1 Wasserstand bei Versuchsbeginn [cm]
 h_2 Wasserstand bei Versuchsende [cm]

Versuch	Wasserstand			Innendurchmesser des Pegelrohres [mm]	Versuchsdauer [s]	Durchlässigkeit k_f [m/s]
	in Ruhe [m GOK]	bei Versuchsbeginn [m GOK]	ende [m GOK]			
VS 4 (3,00 m)	-5,00	0,00	-1,35	50	60	7,49E-05
	-5,00	-1,35	-1,75	50	60	2,76E-05
	-5,00	-1,75	-2,50	50	120	3,12E-05
	Mittelwert:					4,46E-05
VS 7 (3,30 m)	-7,00	0,00	-3,30	50	60	1,52E-04
VS 8 (4,70 m)	-7,00	0,00	-4,70	50	60	2,65E-04
VS 9A (0,80 m)	-7,00	0,00	-0,001	50	1200	1,70E-09
VS 9B (5,00 m)	-7,00	0,00	-5,00	50	120	1,49E-04
VS 10 (4,00 m)	-7,00	0,00	-0,58	50	60	2,06E-05
	-7,00	-0,58	-1,62	50	240	1,05E-05
	-7,00	-1,62	-2,04	50	300	3,87E-06
	Mittelwert:					1,17E-05

WESSLING GmbH, Oststr. 7, 48341 Altenberge

conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH
Frau Sarah Lentfort
Schützenstraße 65
48268 Greven

Geschäftsfeld: Umwelt
Ansprechpartner: M. Germer
Durchwahl: +49 2505 89 156
Fax: +49 2505 89 185
E-Mail: Maria.Germer@wessling.de

Prüfbericht

Projekt-Nr.: 270520-PAD-ELL

Prüfbericht Nr.	CAL20-094954-1	Auftrag Nr.	CAL-15344-20	Datum	17.07.2020
Probe Nr.	20-104149-01				
Eingangsdatum	07.07.2020				
Bezeichnung	SCH/RKS 1 (0,00-0,08m)				
Probenart	Asphalt				
Probenahme durch	Auftraggeber				
Probengefäß	500 ml Braunglas				
Anzahl Gefäße	1				
Untersuchungsbeginn	07.07.2020				
Untersuchungsende	17.07.2020				

Probenvorbereitung

Probe Nr.	20-104149-01		
Bezeichnung	SCH/RKS 1 (0,00-0,08m)		
Volumen des Auslaugungsmittel	ml	OS	1000
Frischmasse der Messprobe	g	OS	100,0
Feuchtegehalt	%	TS	<0,1

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Probe Nr.	20-104149-01		
Bezeichnung	SCH/RKS 1 (0,00-0,08m)		
Naphthalin	mg/kg	OS	<1,0
Acenaphthylen	mg/kg	OS	<1,0
Acenaphthen	mg/kg	OS	<1,0
Fluoren	mg/kg	OS	<1,0
Phenanthren	mg/kg	OS	<1,0
Anthracen	mg/kg	OS	<1,0
Fluoranthen	mg/kg	OS	<1,0
Pyren	mg/kg	OS	<1,0
Benzo(a)anthracen	mg/kg	OS	<1,0

Prüfbericht Nr.	CAL20-094954-1	Auftrag Nr.	CAL-15344-20	Datum	17.07.2020
Probe Nr.	20-104149-01				
Chrysen	mg/kg	OS	<1,0		
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg	OS	<1,0		
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg	OS	<1,0		
Benzo(a)pyren	mg/kg	OS	<1,0		
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	OS	<1,0		
Benzo(ghi)perylen	mg/kg	OS	<1,0		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	OS	<1,0		
Summe nachgewiesener PAK	mg/kg	OS	-/-		

Im Eluat

Summenparameter

Probe Nr.	20-104149-01		
Bezeichnung	SCH/RKS 1 (0,00-0,08m)		
Phenol-Index nach Destillation	mg/l	W/E	<0,01

Prüfbericht Nr. **CAL20-094954-1** Auftrag Nr. **CAL-15344-20** Datum **17.07.2020**

Abkürzungen und Methoden

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	DIN 38414 S23 (2002-02) ^A
Auslaugung, Schüttelverfahren W/F-10 l/kg	DIN EN 12457-4 (2003-01) ^A
Feuchtegehalt	DIN EN 12457-4 (2003-01) ^A
Phenol-Index in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 14402 (1999-12) ^A
OS	Originalsubstanz
TS	Trockensubstanz
W/E	Wasser/Eluat

ausführender Standort

Umweltanalytik Altenberge
 Umweltanalytik Altenberge
 Umweltanalytik Altenberge
 Umweltanalytik Altenberge



Maria Germer
 Chemotechnikerin
 Sachverständige Umwelt

WESSLING GmbH, Oststr. 7, 48341 Altenberge

conTerra Geotechnische Gesellschaft mbH
Frau Sarah Lentfort
Schützenstraße 65
48268 Greven

Geschäftsfeld: Umwelt
Ansprechpartner: M. Germer
Durchwahl: +49 2505 89 156
Fax: +49 2505 89 185
E-Mail: Maria.Germer@wessling.de

Prüfbericht

Projekt-Nr.: 270520-PAD-ELL

Prüfbericht Nr.	CAL20-094955-1	Auftrag Nr.	CAL-15344-20	Datum	17.07.2020
Probe Nr.	20-104155-01				
Eingangsdatum	07.07.2020				
Bezeichnung	SCH/RKS 1 (0,60-2,40m)				
Probenart	Boden				
Probenahme durch	Auftraggeber				
Probengefäß	500 ml Braunglas				
Anzahl Gefäße	1				
Untersuchungsbeginn	07.07.2020				
Untersuchungsende	17.07.2020				

Probenvorbereitungsprotokoll nach DIN 19747

Probe Nr.	20-104155-01	
Bezeichnung	SCH/RKS 1 (0,60-2,40m)	
Ordnungsgemäße Probenanlieferung	nein	
Fremdbestandteile	nein	
Anzahl der Prüfproben	2	
Zerkleinerung	nein	
Siebung	nein	
homogenisierte Laborprobe	Frakt. Teilen	
Rückstellprobe	g	50
Lufttrocknung (40°C)	für GV, TOC, Elemente	
Trocknung (105°C)	für TS, GV	
Mahlen	für GV, TOC, Elemente	
Gesamtmasse der Originalprobe	g	350

Probenvorbereitung

Prüfbericht Nr. **CAL20-094955-1** Auftrag Nr. **CAL-15344-20** Datum **17.07.2020**

Probe Nr.	20-104155-01		
Bezeichnung	SCH/RKS 1 (0,60-2,40m)		
Volumen des Auslaugungsmittel	ml	OS	1000
Frischmasse der Messprobe	g	OS	123,0
Königswasser-Extrakt		TS	10.07.2020
Feuchtegehalt	%	TS	20,7

Physikalische Untersuchung

Probe Nr.	20-104155-01		
Bezeichnung	SCH/RKS 1 (0,60-2,40m)		
Trockenrückstand	Gew%	OS	82,8
Glühverlust (550°C)	Gew%	TS	2,60

Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)

Probe Nr.	20-104155-01		
Bezeichnung	SCH/RKS 1 (0,60-2,40m)		
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.	20-104155-01		
Bezeichnung	SCH/RKS 1 (0,60-2,40m)		
Cyanid (CN), ges.	mg/kg	TS	<0,1
EOX	mg/kg	TS	<0,5
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg	TS	<30
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg	TS	<30
Lipophile Stoffe, schwerflüchtig	Gew%	OS	<0,025
TOC	Gew%	TS	0,46

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Probe Nr.	20-104155-01		
Bezeichnung	SCH/RKS 1 (0,60-2,40m)		
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

Prüfbericht Nr. **CAL20-094955-1** Auftrag Nr. **CAL-15344-20** Datum **17.07.2020**

Probe Nr.	20-104155-01		
Summe der 6 PCB	mg/kg	TS	-/-
PCB gesamt (Summe 6 PCB x 5)	mg/kg	TS	-/-
Summe der 7 PCB	mg/kg	TS	-/-

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)

Probe Nr.	20-104155-01		
Bezeichnung	SCH/RKS 1 (0,60-2,40m)		
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.	20-104155-01		
Bezeichnung	SCH/RKS 1 (0,60-2,40m)		
Arsen (As)	mg/kg	TS	9,1
Blei (Pb)	mg/kg	TS	29
Cadmium (Cd)	mg/kg	TS	<0,4
Chrom (Cr)	mg/kg	TS	37
Kupfer (Cu)	mg/kg	TS	11
Nickel (Ni)	mg/kg	TS	26
Thallium (Tl)	mg/kg	TS	<0,4
Zink (Zn)	mg/kg	TS	92
Quecksilber (Hg)	mg/kg	TS	<0,1

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Probe Nr.	20-104155-01		
Bezeichnung	SCH/RKS 1 (0,60-2,40m)		
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	<0,02
Anthracen	mg/kg	TS	<0,02
Fluoranthen	mg/kg	TS	<0,02
Pyren	mg/kg	TS	<0,02
Benzo(a)anthracen	mg/kg	TS	<0,02
Chrysen	mg/kg	TS	<0,02

Prüfbericht Nr. **CAL20-094955-1** Auftrag Nr. **CAL-15344-20** Datum **17.07.2020**

Probe Nr.	20-104155-01		
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg	TS	<0,02
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg	TS	<0,02
Benzo(a)pyren	mg/kg	TS	<0,02
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	TS	<0,02
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	TS	<0,02
Benzo(ghi)perylen	mg/kg	TS	<0,02
Summe nachgewiesener PAK	mg/kg	TS	-/-

Im Eluat**Physikalische Untersuchung**

Probe Nr.	20-104155-01		
Bezeichnung	SCH/RKS 1 (0,60-2,40m)		
pH-Wert		W/E	7,4
Messtemperatur pH-Wert	°C	W/E	24
Leitfähigkeit [25°C], elektrische	µS/cm	W/E	136
Gesamtgehalt gelöster Feststoffe	mg/l	W/E	<200

Kationen, Anionen und Nichtmetalle

Probe Nr.	20-104155-01		
Bezeichnung	SCH/RKS 1 (0,60-2,40m)		
Chlorid (Cl)	mg/l	W/E	<1,0
Cyanid (CN), l. freis.	mg/l	W/E	<0,005
Cyanid (CN), ges.	mg/l	W/E	<0,005
Sulfat (SO₄)	mg/l	W/E	1,4

Summenparameter

Probe Nr.	20-104155-01		
Bezeichnung	SCH/RKS 1 (0,60-2,40m)		
DOC	mg/l	W/E	3,4
Fluorid (F)	mg/l	W/E	0,2
Phenol-Index nach Destillation	mg/l	W/E	<0,01

Elemente

Probe Nr.	20-104155-01		
Bezeichnung	SCH/RKS 1 (0,60-2,40m)		
Antimon (Sb)	µg/l	W/E	<2,0
Arsen (As)	µg/l	W/E	<5,0
Barium (Ba)	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
Molybdän (Mo)	µg/l	W/E	<5,0

Prüfbericht Nr.	CAL20-094955-1	Auftrag Nr.	CAL-15344-20	Datum	17.07.2020
Probe Nr.	20-104155-01				
Nickel (Ni)	µg/l	W/E	<5,0		
Selen (Se)	µg/l	W/E	<5,0		
Zink (Zn)	µg/l	W/E	<5,0		
Quecksilber (Hg)	µg/l	W/E	<0,2		

Prüfbericht Nr.	CAL20-094955-1	Auftrag Nr.	CAL-15344-20	Datum	17.07.2020
Probe Nr.	20-104155-02				
Eingangsdatum	07.07.2020				
Bezeichnung	RKS 3 (0,60-2,50m)				
Probenart	Boden				
Probenahme durch	Auftraggeber				
Probengefäß	500 ml Braunglas				
Anzahl Gefäße	1				
Untersuchungsbeginn	07.07.2020				
Untersuchungsende	17.07.2020				

Probenvorbereitungsprotokoll nach DIN 19747

Probe Nr.				20-104155-02
Bezeichnung				RKS 3 (0,60-2,50m)
Ordnungsgemäße Probenanlieferung				nein
Fremdbestandteile				nein
Anzahl der Prüfproben				2
Zerkleinerung				nein
Siebung				nein
homogenisierte Laborprobe				Frakt. Teilen
Rückstellprobe	g			100
Lufttrocknung (40°C)				für GV, TOC, Elemente
Trocknung (105°C)				für TS, GV
Mahlen				für GV, TOC, Elemente
Gesamtmasse der Originalprobe	g			400

Probenvorbereitung

Probe Nr.				20-104155-02
Bezeichnung				RKS 3 (0,60-2,50m)
Volumen des Auslaugungsmittel	ml	OS	1000	
Frischmasse der Messprobe	g	OS	126,0	
Königswasser-Extrakt			TS	10.07.2020
Feuchtegehalt	%	TS	23,3	

Physikalische Untersuchung

Probe Nr.				20-104155-02
Bezeichnung				RKS 3 (0,60-2,50m)
Trockenrückstand	Gew%	OS	81,1	
Glühverlust (550°C)	Gew%	TS	2,30	

Prüfbericht Nr. **CAL20-094955-1** Auftrag Nr. **CAL-15344-20** Datum **17.07.2020**
Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)

Probe Nr.				20-104155-02
Bezeichnung				RKS 3 (0,60-2,50m)
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.				20-104155-02
Bezeichnung				RKS 3 (0,60-2,50m)
Cyanid (CN), ges.	mg/kg	TS	<0,1	
EOX	mg/kg	TS	<0,5	
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg	TS	<30	
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg	TS	<30	
Lipophile Stoffe, schwerflüchtig	Gew%	OS	<0,025	
TOC	Gew%	TS	0,58	

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Probe Nr.				20-104155-02
Bezeichnung				RKS 3 (0,60-2,50m)
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	-/-	

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)

Probe Nr.				20-104155-02
Bezeichnung				RKS 3 (0,60-2,50m)
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	

Prüfbericht Nr.	CAL20-094955-1		Auftrag Nr.	CAL-15344-20		Datum	17.07.2020	
Probe Nr.	20-104155-02							
Trichlorethen	mg/kg	TS	<0,1					
Tetrachlorethen	mg/kg	TS	<0,1					
Summe nachgewiesener LHKW	mg/kg	TS	-/-					
Im Königswasser-Extrakt								
Elemente								
Probe Nr.	20-104155-02							
Bezeichnung	RKS 3 (0,60-2,50m)							
Arsen (As)	mg/kg	TS	4,7					
Blei (Pb)	mg/kg	TS	16					
Cadmium (Cd)	mg/kg	TS	<0,4					
Chrom (Cr)	mg/kg	TS	24					
Kupfer (Cu)	mg/kg	TS	7,3					
Nickel (Ni)	mg/kg	TS	15					
Thallium (Tl)	mg/kg	TS	<0,4					
Zink (Zn)	mg/kg	TS	55					
Quecksilber (Hg)	mg/kg	TS	<0,1					
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)								
Probe Nr.	20-104155-02							
Bezeichnung	RKS 3 (0,60-2,50m)							
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	<0,02					
Anthracen	mg/kg	TS	<0,02					
Fluoranthren	mg/kg	TS	<0,02					
Pyren	mg/kg	TS	<0,02					
Benzo(a)anthracen	mg/kg	TS	<0,02					
Chrysen	mg/kg	TS	<0,02					
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	TS	<0,02					
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	TS	<0,02					
Benzo(a)pyren	mg/kg	TS	<0,02					
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	TS	<0,02					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	TS	<0,02					
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	TS	<0,02					
Summe nachgewiesener PAK	mg/kg	TS	-/-					

Prüfbericht Nr. **CAL20-094955-1** Auftrag Nr. **CAL-15344-20** Datum **17.07.2020**
Im Eluat**Physikalische Untersuchung**

Probe Nr.	20-104155-02		
Bezeichnung	RKS 3 (0,60-2,50m)		
pH-Wert	W/E		7,3
Messtemperatur pH-Wert	°C	W/E	24
Leitfähigkeit [25°C], elektrische	µS/cm	W/E	110
Gesamtgehalt gelöster Feststoffe	mg/l	W/E	<200

Kationen, Anionen und Nichtmetalle

Probe Nr.	20-104155-02		
Bezeichnung	RKS 3 (0,60-2,50m)		
Chlorid (Cl)	mg/l	W/E	<1,0
Cyanid (CN), l. freis.	mg/l	W/E	<0,005
Cyanid (CN), ges.	mg/l	W/E	<0,005
Sulfat (SO4)	mg/l	W/E	1,2

Summenparameter

Probe Nr.	20-104155-02		
Bezeichnung	RKS 3 (0,60-2,50m)		
DOC	mg/l	W/E	1,2
Fluorid (F)	mg/l	W/E	0,3
Phenol-Index nach Destillation	mg/l	W/E	<0,01

Elemente

Probe Nr.	20-104155-02		
Bezeichnung	RKS 3 (0,60-2,50m)		
Antimon (Sb)	µg/l	W/E	<2,0
Arsen (As)	µg/l	W/E	<5,0
Barium (Ba)	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
Molybdän (Mo)	µg/l	W/E	<5,0
Nickel (Ni)	µg/l	W/E	<5,0
Selen (Se)	µg/l	W/E	<5,0
Zink (Zn)	µg/l	W/E	<5,0
Quecksilber (Hg)	µg/l	W/E	<0,2

Prüfbericht Nr. CAL20-094955-1	Auftrag Nr. CAL-15344-20	Datum 17.07.2020
---------------------------------------	---------------------------------	-------------------------

20-104155-01
und -02

Eine parameterspezifische Analysenprobe zur Bestimmung leichtflüchtiger organischer Stoffe, d.h. eine mit Methanol überschichtete Stichprobe, ist nicht angeliefert worden. Minderbefunde der vorgenannten Stoffe können nicht ausgeschlossen werden. Ergänzend ist anzumerken, dass die Entnahme einer parameterspezifischen Analysenprobe in Abhängigkeit von der Körnigkeit des zu beprobenden Materials u.U. nicht möglich ist.

Abkürzungen und Methoden

Abkürzungen und Methoden	DIN	ausführender Standort
Probenvorbereitung DepV	DIN 19747 (2009-07) ^A	Umweltanalytik Walldorf
Trockenrückstand/Wassergehalt in Abfällen	DIN EN 14346 Verf. A (2007-03) ^A	Umweltanalytik Walldorf
Königswasser-Extrakt vom Feststoff (Abfälle)	DIN EN 13657 (2003-01) ^A	Umweltanalytik Walldorf
Metalle/Elemente in Feststoff	DIN EN ISO 17294-2 (2005-02) ^A	Umweltanalytik Walldorf
Quecksilber (AAS) in Feststoff	DIN EN ISO 12846 (2012-08) ^A	Umweltanalytik Walldorf
Cyanide gesamt und leichtfreisetzbar im Boden (CFA)	DIN ISO 17380 (2013-10) ^A	Umweltanalytik Walldorf
Extrahierbare organische Halogenverbindungen (EOX)	DIN 38414 S17 (2017-01) ^A	Umweltanalytik Walldorf
LHKW (leichtfl. halogen. Kohlenwasserstoffe)	DIN ISO 22155 (2016-07) ^A	Umweltanalytik Rhein-Main
Glühverlust von Abfall	DIN EN 15169 (2007-05) ^A	Umweltanalytik Walldorf
Gesamter organischer Kohlenstoff (TOC) in Abfall	DIN EN 13137 (2001-12) ^A	Umweltanalytik Walldorf
BTEX (leichtfl. arom. Kohlenwasserst.)	DIN ISO 22155 (2016-07) ^A	Umweltanalytik Rhein-Main
Polychlorierte Biphenyle (PCB)	DIN EN 15308 (2008-05) ^A	Umweltanalytik Walldorf
Kohlenwasserstoffe in Abfall und Boden	DIN EN 14039 i.V. mit LAGA KW/04 (2005-01 / 2009-12) ^A	Umweltanalytik Walldorf
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	DIN ISO 18287 (2006-05) ^A	Umweltanalytik Walldorf
Extrahierbare lipophile Stoffe	LAGA KW/04 (2009-12) ^A	Umweltanalytik Walldorf
Auslaugung, Schüttelverfahren W/F-10 l/kg	DIN EN 12457-4 (2003-01) ^A	Umweltanalytik Walldorf
Feuchtegehalt	DIN EN 12457-4 (2003-01) ^A	Umweltanalytik Walldorf
pH-Wert in Wasser/Eluat	DIN 38404-5 (2009-07) ^A	Umweltanalytik Rhein-Main
Leitfähigkeit, elektrisch	DIN EN 27888 (1993-11) ^A	Umweltanalytik Rhein-Main
Cyanide gesamt	DIN EN ISO 14403-2 (2012-10) ^A	Umweltanalytik Rhein-Main
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	DIN EN 1484 (1997-08) ^A	Umweltanalytik Altenberge
Phenol-Index in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 14402 (1999-12) ^A	Umweltanalytik Rhein-Main
Metalle/Elemente in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 17294-2 (2005-02) ^A	Umweltanalytik Rhein-Main
Quecksilber (AAS)	DIN EN 12846 (E 12) (2012-08) ^A	Umweltanalytik Rhein-Main
Gelöste Anionen, Chlorid in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07) ^A	Umweltanalytik Rhein-Main
Gelöste Anionen, Sulfat in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07) ^A	Umweltanalytik Rhein-Main
Cyanide leicht freisetzbar in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 14403-2 (2012-10) ^A	Umweltanalytik Rhein-Main
Gelöste Anionen, Fluorid in Wasser/ Eluat	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07) ^A	Umweltanalytik Rhein-Main
Metalle/Elemente in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 17294-2 (2005-02) ^A	Umweltanalytik Rhein-Main
Gesamtgehalt gelöster Feststoffe	DIN EN 15216 (2008-01) ^A	Umweltanalytik Rhein-Main
OS	Originalsubstanz	
TS	Trockensubstanz	
W/E	Wasser/Eluat	

Prüfbericht Nr. **CAL20-094955-1** Auftrag Nr. **CAL-15344-20** Datum **17.07.2020**



Maria Germer
Chemotechnikerin
Sachverständige Umwelt

