



Rubel & Partner - Management für Umwelt und Technologie

Geo-/umwelttechnischer Bericht

***Erschließung
Neubaugebiet
„Schulwiesengraben 2019“
in Hettenleidelheim***

Auftraggeber: WVE GmbH
Blechhammerweg 50
D-67659 Kaiserslautern

Auftragnehmer: Rubel & Partner
Hermannstraße 65
D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980
Fax: 06732 961098

Projektnummer: 200927

Projektleiter: Dipl.-Geol. S. Lahham

Wörrstadt, den 26. Januar 2021



Inhaltsverzeichnis

1	Auftrag	1
2	Verwendete Unterlagen	1
3	Situation	2
4	Durchgeführte Untersuchungen	3
4.1	Erkundung / Probenahme	3
4.2	Umwelttechnik	4
5	Schichtenaufbau	5
5.1	Oberboden	5
5.2	Auffüllung	5
5.3	Schluff (Quartär)	6
5.4	Hangschutt (Quartär)	6
5.5	Ton/Sand (Tertiär)	7
6	Bodenklassifizierung und Kennwerte	8
6.1	Klassifizierung der Schichten	8
6.2	Bodenmechanische Kennwerte	8
6.3	Erdbebenzone	9
7	Hydrogeologische Verhältnisse / Grundwasser	9
8	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	10
8.1	Baugrund / Erdarbeiten	10
8.2	Wasserhaltung	11
8.3	Leitungsgräben	11
8.3.1	Verbau	11
8.3.2	Grabensohle / Bettung	12
8.3.3	Verfüllmaterial / Wiederverwertung Erdaushub	12
8.3.4	Querriegel	13
8.4	Bauwerksgründung	13
8.5	Bauwerksabdichtung	14
8.6	Verkehrsflächen	14
8.6.1	Erdplanum	14
8.6.2	Oberbau	15
8.7	Versickerung	15
8.8	Beweissicherung	17
8.9	Umwelttechnik	17



8.9.1	Bewertung Asphalt.....	17
8.9.2	Bewertung Boden	18
9	Zusammenfassung	20

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lagepläne
Anlage 1.1	Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 25.000
Anlage 1.2	Lageplan der Aufschlusspunkte, Maßstab 1 : 1.000
Anlage 2	Geotechnische Profilschnitte, Maßstab 1 : 50
Anlage 2.1	NBG Bereich Nord: RKS 1 – RKS 2 – RKS 3 – DPH 1 – RKS 4
Anlage 2.2	NBG Bereich Süd: RKS 5 – RKS 6 – DPH 2 – RKS 7 – RKS 8
Anlage 3	Bodenmechanische Laborversuche
Anlage 3.1	Bestimmung der Wassergehalte nach DIN EN ISO 17892-1
Anlage 3.2	Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4
Anlage 4	Auswertung Versickerungsversuch
	Protokoll Doppelring-Infiltrrometer, Versickerungsversuch VS1
Anlage 5	Homogenbereiche nach DIN 18 300 und DIN 18 320
Anlage 6	Analysenergebnisse Umwelttechnik, Eurofins Umwelt Ost GmbH,
Anlage 6.1	Prüfbericht Nr. AR-21-FR-000039-01 (Asphalt), vom 04.01.2021
Anlage 6.2	Prüfbericht Nr. AR-21-FR-000802-01 (LAGA Boden), vom 11.01.2021
Anlage 7	Probenahmeprotokolle gemäß LAGA PN 98, vom 24.11.2020



1 Auftrag

Das Büro Rubel & Partner, Wörrstadt, wurde auf Grundlage des Angebotes vom 23.09.2020 von der WVE GmbH, Kaiserslautern, beauftragt, geotechnische Untersuchungen für die geplante Erschließung des Neubaugebietes (NBG) „Schulwiesengraben 2019“ in Hettenleidelheim auszuführen. Die Beauftragung erfolgte mit Schreiben vom 07.10.2020.

Auf Grundlage der durchgeführten Feld- und Laboruntersuchungen sind Angaben zur Bodenbeschaffenheit und zu den hydrogeologischen Verhältnissen zu machen. Der geotechnische Bericht soll insbesondere Angaben zur Gründung von Straßen/Wegen und Ver- und Entsorgungsleitungen (Kanal) sowie zur Versickerung von Oberflächenwasser liefern.

Des Weiteren werden auf Basis der ausgeführten orientierenden, umweltchemischen Analysen Hinweise zur umwelt-/abfalltechnischen Einstufung der zum Abtrag vorgesehenen Schichten (Asphalt/Boden) gegeben.

Die Ergebnisse werden im vorliegenden Bericht zusammengefasst und bewertet.

2 Verwendete Unterlagen

Von der WVE GmbH Kaiserslautern wurde Rubel & Partner folgende Planunterlage zur Verfügung gestellt:

[P1] WVE GmbH Kaiserslautern und Ortsgemeinde Hettenleidelheim, „NBG Schulwiesengraben 2019“ (Konzept mit eingetragenen Untersuchungspunkten), Maßstab 1 : 1.000, Stand 10.09.2020

Des Weiteren standen Rubel & Partner folgende Unterlagen zur Verfügung:

[U1] Topographische Karte, Blatt 6414 Grünstadt West, Maßstab 1 : 25.000

[U2] Geologische Übersichtskarte Rheinland-Pfalz, Maßstab 1 : 100.000

[U3] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau ZTVE-StB 17, Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV)

[U4] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen, ZTVA-StB 97/12, Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV)

[U5] Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen RStO 12, Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV), 2012

[U6] Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 127, Statische Berechnung von Abwasserkanälen und -leitungen, Stand August 2000

[U7] Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Arbeitsblatt DWA-A 138, April 2005



- [U8] Handlungsempfehlung zum Umgang mit Regenwasser, Merkblatt DWA-M 153, August 2007
- [U9] Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen“, Teil II, Technische Regeln für die Verwertung, Stand 05.11.2004

3 Situation

Die WVE GmbH plant mit der Ortsgemeinde Hettenleidelheim das Neubaugebiet „Schulwiesengraben 2019“ in der westlichen Ortsrandlage von Hettenleidelheim zu erschließen. Die Planung obliegt der WVE GmbH in Kaiserslautern.

Die Lage des Projektareals kann dem Übersichtslageplan im Maßstab 1 : 25.000 (Anlage 1.1) und dem Lageplan in der Anlage 1.2 im Maßstab 1 : 1.000 entnommen werden.

Das Bebauungsplangebiet befindet sich in der westlichen Ortsrandlage von Hettenleidelheim.

Etwa mittig verläuft in Ost-West-Richtung die Gartenstraße, welche das Neubaugebiet (NBG) in einen nördlichen und südlichen Bereich unterteilt.

Im Südwesten grenzt das NBG an den Friedhof von Hettenleidelheim an. Südlich schließt Wohnbebauung an. Im Norden und Westen wird das NBG durch landwirtschaftliche Nutzflächen begrenzt. Im Nordwesten wird die vorgesehene Ausgleichs- und Erholungsfläche (A+E) neben dem NBG durch bestehende Waldflächen begrenzt.

Aktuell wird das Projektareal landwirtschaftlich (Ackerbau) genutzt. Die östliche Begrenzung wird zunächst durch den renaturierten Bereich des Schulwiesengrabens gebildet, dem sich Bebauung anschließt.

Insgesamt überstreicht der Gesamtgeltungsbereich des geplanten NBG gemäß [P1] eine Fläche von ca. 6,67 ha.

Gemäß [P1] soll die Erschließung über den „Stauferweg“/ „In der Union“ im Norden sowie die Straße „Schulwiesengraben“ im Süden erfolgen.

Detaillierte Planunterlagen zur Maßnahme lagen zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch nicht vor.

Nach Angabe der WVE GmbH wurde der Verlauf des im Jahre 2003 vorverlegten Hauptsammlers im Projektgebiet für die verkehrstechnische Erschließung des NBG berücksichtigt.

Der bestehende Hauptsammler (Kanal SB DN 600 / SB DN 500 / SB DN 600) weist Sohlthiefen zwischen 1,42 m unter Gelände und 3,54 m unter Gelände auf. Es werden dementsprechende Verlegetiefen der Kanalanschlüsse an den bestehenden Hauptsammler angenommen.

Im Norden des Neubaugebietes ist nach [P1] die Herstellung eines Regenrückhaltebeckens (RRB) mit Abmessungen von ca. 100 m x 15 m geplant. Im direkten Anschluss befindet sich im Norden/Nordosten ein Wirtschaftsweg in Verlängerung des Staufer Weges.



Die durchgeführten Baugrundaufschlüsse wurden mittels differentielltem GPS nach Lage und Höhe eingemessen.

Mit den aufgenommenen Höhen an den Untersuchungsstellen von 242,35 mNN (RKS 7) im Süden bis zu 225,85 mNN im Bereich des RRB (RKS 1) wird ein Geländeanstieg nach Süden dokumentiert.

4 Durchgeführte Untersuchungen

4.1 Erkundung / Probenahme

Am 23. und 24.11.2020 wurden zur Erkundung der Baugrundverhältnisse am Projektstandort folgende Baugrundaufschlüsse durchgeführt:

- 8 Kleinbohrungen in Form von Rammkernsondierungen (RKS): RKS 1 bis RKS 8
- 2 Rammsondierungen (Typ DPH nach DIN EN ISO 22476-2): DPH 1 – DPH 2
- 1 Versickerungsversuch (Doppelring-Infiltrrometer): VS 1

Die Rammkernsondierungen (RKS) wurden mit einem Durchmesser von $d = 80 \text{ mm}$ bis 40 mm niedergebracht. Sie dienten zur Probenentnahme und zur Erkundung des Baugrundes bis maximal $5,0 \text{ m}$ unter Geländeoberkante.

Aus den Rammkernsondierungen wurden gestörte Bodenproben entnommen. Im bodenmechanischen Labor Rubel & Partner erfolgte eine bodenmechanische Ansprache der Proben zum Zweck einer einheitlichen Benennung und Beschreibung nach DIN EN ISO 14688 sowie eine bautechnische Klassifizierung nach DIN 18 196 und DIN 18 300.

Die Sondierungen RKS 5 und RKS 7 wurden aufgrund von Bohrhindernissen bei der Tiefe von $3,5 \text{ m}$ bzw. $4,5 \text{ m}$ unter Gelände abgebrochen. Die Bohrung RKS 8 wurde aufgrund der unklaren Leitungslage der Gasleitung vor Ort nach der Freigabe eines Mitarbeiters der Pfalzgas GmbH um ca. 70 m nach Norden in der Straße Schulwiesengraben versetzt.

Zur Bestimmung der Lagerungsdichte der anstehenden Böden wurden 2 schwere Rammsondierungen Typ DPH (Dynamic-Probing-Heavy) ausgeführt. Die Rammsondierungen erfolgte mit einem Spitzenquerschnitt von 15 cm^2 und einem Fallgewicht von 50 kg . Die Rammsondierungen erfolgten bis zu einer maximalen Endteufe von $5,0 \text{ m}$ unter Geländeoberkante.

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Die Lage der Aufschlusspunkte und des Versickerungsversuchs können dem Lageplan der Anlage 1.2 entnommen werden.

Die Schlagzahlen der Rammsondierungen je 10 cm Eindringtiefe (N_{10}) sowie die zeichnerische Darstellung der Bohrergergebnisse nach DIN 4023 erfolgt in den geotechnischen Profilschnitten der Anlage 2.

Zur Bestimmung von Bodenkennwerten wurden ausgewählte Bodenproben im bodenmechanischen Labor Rubel & Partner auf ihren Wassergehalt gemäß DIN EN ISO 17892-1 und die



Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 untersucht. Die Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen sind in Anlage 3 dargestellt.

Zur in-situ Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit der anstehenden Böden wurde am Projektstandort des RRB ein Versickerungsversuch (VS) durchgeführt. Der Versuch (VS 1) wurde mittels Doppelring-Infiltrometer unterhalb der Oberbodenauflage durchgeführt und die Infiltrationsrate der oberflächennah anstehenden Böden bestimmt. Die Auswertung des Versickerungsversuchs ist in Anlage 4 dokumentiert.

4.2 Umwelttechnik

Zur orientierenden umwelt-/abfalltechnischen Beurteilung der anstehenden und auszuhebenden Böden wurden Untersuchungen gemäß den LAGA-Richtlinien durchgeführt. Hierzu wurden aus den entnommenen Bodenproben zwei Mischproben hergestellt, die einen möglichen Aushubbereich im Rahmen der Erdarbeiten zur Erschließung repräsentieren.

Die zur umwelttechnischen Untersuchung vorgesehenen Proben wurden in Kunststoffdeckelbehältern luftdicht verschlossen, gekühlt aufbewahrt dem Labor zur Analyse bereitgestellt und nach der LAGA-Richtlinie Tabelle II, 1.2-4, -5 (2004) untersucht.

Tabelle 1: Zusammenstellung der Boden-Mischproben mit Untersuchungsumfang

Probenbezeichnung	aus Einzelprobe	Untersuchungsumfang
MP 1: Schottertragschicht	RKS 3/2 RKS 8/2	- LAGA Tabelle II, 1.2-4, -5
MP 2: Bodenaushub	RKS 1/2 - RKS 1/4 RKS 2/2 – RKS 2/5 RKS 3/3 + RKS 3/4 RKS 4/2 – RKS 4/4 RKS 5/2 + RKS 5/3 RKS 6/2 – RKS 6/5 RKS 7/2 – RKS 7/5 RKS 8/3	

Darüber hinaus wurden die zwei entnommenen Asphaltproben der Sondierungen RKS 3 und RKS 8 der Zufahrtbereiche Nord und Süd zur Teerererkennung auf polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im Feststoff und Phenolindex im Eluat untersucht.

Tabelle 2: Zusammenstellung der Asphaltproben mit Untersuchungsumfang

Probenbezeichnung	Lage	aus Einzelprobe	Untersuchungsumfang
RKS 3 (0-11 cm)	Zufahrt Nord	RKS 3/1 (Asphalt)	- PAK im Feststoff, Phenolindex
RKS 8 (0-8 cm)	Zufahrt Süd	RKS 8/1 (Asphalt)	

Die Analysen wurden von dem akkreditierten chemischen Labor Eurofins Umwelt Ost GmbH, durchgeführt. Die Originalberichte des Labors sind Gegenstand der Anlage 6.



Die zugehörigen Probenahmeprotokolle der Mischproben in Anlehnung an die LAGA PN 98 sind der Anlage 7 zu entnehmen.

5 Schichtenaufbau

Nach den Ergebnissen der Baugrundaufschlüsse, dem vorhandenen Kartenwerk und der eingehenden Geländeaufnahme vor Ort kann der allgemeine Schichtenaufbau wie folgt zusammengefasst werden:

Die Basis wird im Untersuchungsgebiet durch triassische Ablagerungen (Bundsandstein) gebildet. Diese wurden im Rahmen der Aufschlussarbeiten nicht angetroffen. Darüber folgen tertiäre Ablagerungen in Form von Tonen und Sanden (Klebsande) mit variierenden Schluff- und Tongehalten. Hierauf folgen quartäre Ablagerungen in Form von Hangschutt (Kiese/Kiessande, Sande) sowie pleistozänen Lößablagerungen (Schluff).

Abschließend liegt im Bereich der landwirtschaftlichen Flächen Oberboden auf. Im Bereich der Zufahrten Nord und Süd ist eine künstliche Auffüllung in Form von Sanden und Kiesen (u.a. Verkehrswegeoberbau) vorhanden. Die Zufahrtsbereiche sind abschließend mit einer Asphaltversiegelung versehen.

Nachfolgend wird der angetroffene Schichtenaufbau beschrieben.

5.1 Oberboden

Das oberste Glied der Schichtenabfolge wird in der landwirtschaftlich genutzten Fläche von einem ca. 0,20 m (RKS 6) bis 0,55 m (RKS 7) mächtigen, umgelagerten Oberboden eingenommen. Der Oberboden liegt bodenmechanisch als feinsandiger, schwach toniger Schluff mit schwach organischen Beimengungen vor. Er besitzt eine dunkelbraune Farbe und ist in seiner gesamten Mächtigkeit durchwurzelt.

5.2 Auffüllung

Im Bereich der geplanten Zufahren Nord (RKS 3) und Süd (RKS 8) wurde eine 8 cm bis 11 cm starke Asphaltversiegelung mit unterlagerndem Tragschichtmaterial aufgeschlossen. Die Kiese der Tragschichten liegen bodenmechanisch in Form von schwach schluffigen, sandigen Kiesen in grauer und graubrauner Farbe vor. Die Unterkante der Tragschicht wurde bei der Tiefe von 0,5 m (RKS 8) bis 0,6 m unter Gelände (RKS 3) erreicht. Darunter folgen aufgefüllte Sande mit schwach schluffigen, schwach bis stark kiesigen Nebenanteilen in rotgrauer Farbe. Anthropogene Fremdanteile innerhalb der aufgefüllten Sande wurden vereinzelt in Form von Ziegel- und Schlackebruchstücken sowie vereinzelt Holzresten festgestellt. Die Unterkante der Auffüllung wurde in RKS 3 bei der Tiefe von 1,2 m unter Gelände festgestellt und in RKS 8 bis zur Endteufe von 2,0 m unter Gelände nicht erreicht.



5.3 Schluff (Quartär)

Bis auf RKS 1 wird der Oberboden von quartären Schluffen (Löß/Lößlehm) unterlagert. Bodenmechanisch handelt es sich um sehr schwach bis schwach tonige, feinsandige bis stark feinsandige Schluffe mit hellbrauner bis brauner Farbe.

An einer charakteristischen Probe (RKS 2/2) des Schluff wurde die Korngrößenverteilung analysiert (siehe Anlage 3.2). Die Anteile der einzelnen Kornfraktionen wurden wie folgt bestimmt:

- Ton: 7,5 Gew.-%
- Schluff: 65,5 Gew.-%
- Sand: 25,6 Gew.-%
- Kies: 1,4 Gew.-%

Die anstehenden Schluffe sind nach DIN 18 196 einer Bodengruppe UL/TL zuzuordnen. Die Konsistenz wurde zum Zeitpunkt der Bohrarbeiten mit steif, steif bis halbfest und halbfest erkundet.

Der Wassergehalt der exemplarisch untersuchten Bodenprobe (RKS 2/2) liegt bei $w_n = 11,19 \%$ (siehe Anlage 3.1).

Nach der ausgeführten schweren Rammsondierungen (DPH 2) und unter Berücksichtigung der Konsistenzen ist den Schluffen mit Schlagzahlen $N_{10} = 1 - 6$ eine geringe Tragfähigkeit zuzuordnen.

Die Schichtunterkante der quartären Schluffe verläuft zwischen den Tiefen von 0,9 m in RKS 6 und 3,2 m unter Gelände in RKS 7.

5.4 Hangschutt (Quartär)

Unterlagert wird der quartäre Schluff sowie die Oberbodenauflage in RKS 1 und die künstliche Auffüllung in RKS 3 von quartären Hangschuttablagerungen in Form von Kiesen/Kiessanden und Sanden. Bodenmechanisch handelt es sich um schwach schluffige, stark sandige Kiese und schwach tonige, schwach schluffige, stark kiesige Sande mit rotbrauner, rotgrauer und braungrauer Farbe. Innerhalb der Schicht wurden durchgehend Sandsteinbruchstücke dokumentiert.

An zwei exemplarischen Proben und des Kiessandes (RKS 4/3) und des Sandes (RKS 1/2) wurde die Korngrößenverteilung analysiert (siehe Anlage 3.2). Die Anteile der einzelnen Kornfraktionen wurden wie folgt bestimmt:

- Ton: 4,2 – 9,8 Gew.-%
- Schluff: 13,8 – 15,0 Gew.-%
- Sand: 40,2 – 41,7 Gew.-%
- Kies: 35,1 – 40,3 Gew.-%



Die anstehenden Sande und Kiese sind nach DIN 18 196 den Bodengruppen SU/SU*/GU/GU* zuzuordnen.

Nach den ausgeführten schweren Rammsondierungen (DPH 1 – DPH 2) ist den Kiesen und Sanden mit Schlagzahlen $N_{10} = 4 - 19$ eine mitteldichte Lagerung sowie eine geringe bis mittlere Tragfähigkeit zuzuordnen.

Der Wassergehalt der exemplarisch untersuchten Bodenproben (RKS 4/3) liegt bei $w_n = 5,37 \%$ (RKS 4/3) und $w_n = 9,20 \%$ (RKS 1/2) (siehe Anlage 3.1).

Die Schichtunterkante der quartären Sande und Kiese verläuft in Tiefen von 1,3 m (RKS 6) und 3,9 m unter Gelände (RKS 2 und RKS 4) und wurde in den Sondierungen RKS 1, RKS 3 und RKS 5 bis zur Sondierendteufe bei 2,0 m und 3,5 m nicht erkundet.

5.5 Ton/Sand (Tertiär)

Unterhalb der quartären Kiese und Sande folgen in RKS 2, RKS 4, RKS 6 und RKS 7 tertiäre Ablagerungen in Form von Tonen und untergeordnet Sanden (RKS 2). Die tertiären Tone liegen in Form von stark schluffigen, feinsandigen Tonen mit bereichsweise kiesigen Nebenanteilen vor. Die Farbe der Tone ist mit hellbraun sowie rotgrau anzugeben. Der tertiäre Sand, sogenannter Klebsand, in RKS 2 ist bodenmechanisch als schwach toniger, schwach schluffiger Feinsand mit weißgrauer Farbe zu charakterisieren.

An einer charakteristischen Probe (RKS 6/5) der Tone wurde die Korngrößenverteilung analysiert (siehe Anlage 3.2). Die Anteile der einzelnen Kornfraktionen wurden wie folgt bestimmt:

- Ton: 42,4 Gew.-%
- Schluff: 30,9 Gew.-%
- Sand: 25,5 Gew.-%
- Kies: 1,2 Gew.-%

Die anstehenden Tone sind nach DIN 18 196 einer Bodengruppe TA/TM zuzuordnen. Der untergeordnet anstehende Klebsand ist nach DIN 18 196 einer Bodengruppe SU zuzuordnen.

Nach der ausgeführten schweren Rammsondierungen (DPH 1 – DPH 2) und unter Berücksichtigung der Bohrgutansprache im Gelände ist den Tonen mit Schlagzahlen $N_{10} = 5 - > 40$ eine steif bis halbfeste bzw. halbfest bis feste Konsistenz sowie eine geringe bis mittlere Tragfähigkeit zuzuordnen.

Die Schichtunterkante der tertiären Schichten wurde in den bis 5,0 m Tiefe geführten Bohrungen (RKS 2, RKS 4, RKS 6 und RKS 7) nicht erreicht.



6 Bodenklassifizierung und Kennwerte

6.1 Klassifizierung der Schichten

In der nachfolgenden Tabelle 3 wird eine Unterteilung der Schichten und eine Klassifizierung nach den Bodengruppen der DIN 18 196 sowie der Bodenklasse nach DIN 18 300 (alt/neu) vorgenommen. Die Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche nach DIN 18 300: 2016-09 sind der Anlage 5 zu entnehmen. Des Weiteren folgt eine Zuordnung der Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 17 und der Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVA-StB 97.

Tabelle 3: Erdbautechnische Klassifizierung der Schichten

Schichten	Bodengruppe DIN 18 196	Bodenklasse DIN 18 300		Frostempfindlichkeit ZTVE-StB 17 ³⁾	Verdichtbarkeitsklasse ZTVA-StB 97 ⁴⁾
		alt ¹⁾	neu ²⁾		
Oberboden	OH	1	A	/	/
Auffüllung Kies, Sand	A: ⁵⁾ [SU / GU]	3	B	F 2	V 1
Schluff (Quartär)	UL / TL	4, wenn breiig 2	C	F 3	V 3
Hangschutt (Quartär)	SU / SU* / GU / GU*	3, 4	D	F 2 – F 3	V 1 – V 2
Ton/Sand (Tertiär)	TA / TM / SU	4, 5, wenn breiig 2	E	F 2 – F 3	V 3

¹⁾ Homogenbereiche nach DIN 18 300: 2019-09, Anlage 4

²⁾ Bodenklassen nach DIN 18300: 2012-09

Bodenklasse 1: Oberboden (Mutterboden); Bodenklasse 2: Fließende Bodenarten; Bodenklasse 3: Leicht lösbare Bodenarten; Bodenklasse 4: Mittelschwer lösbare Bodenarten; Bodenklasse 5: Schwer lösbare Bodenarten;

³⁾ F 1 = nicht frostempfindlich; F 2 = gering bis mittel frostempfindlich; F 3 = sehr frostempfindlich

⁴⁾ V 1 = nicht bindige bis schwach bindige, grobkörnige und gemischtkörnige Böden; V 2 = bindige gemischtkörnige Böden, V 3 = bindige, feinkörnige Böden

⁵⁾ Großformatige Auffüllungen (Bauschutt, Mauerwerks- bzw. Fundamentreste o.ä.) sind durch die Klassifizierung nach DIN 18 300 nicht erfasst und müssen daher in der Ausschreibung besonders erwähnt werden.

6.2 Bodenmechanische Kennwerte

Auf Grundlage der durchgeführten bodenmechanischen Feld- und Laborversuche können die in der nachfolgenden Tabelle 4 zusammengestellten mittleren Bodenkennwerte in Abstimmung mit DIN 1055 für erdstatische Berechnungen in Ansatz gebracht werden.

**Tabelle 4:** Bodenmechanische Kennwerte (charakteristisch)

Schichten	Wichte (feucht) γ_k [kN/m ³]	Wichte (unter Auftrieb) γ'_k [kN/m ³]	Reibungswinkel (dräniert Boden) ϕ'_k [Grad]	Kohäsion (dräniert Boden) c'_k [kN/m ²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]
Oberboden	18	10	/	/	/
Auffüllung <i>Kies, Sand</i>	20 – 21	11 – 12	32,5 – 37,5	/	/
Schluff (Quartär)	19,5	9,5	22,5 – 27,5	2 – 5	5 – 10
Kies/Sand (Quartär)	20 – 21	11 – 12	32,5 – 35	0 – 2	10 – 60
Ton (Tertiär)	20	10	22,5 – 25	10 – 25	15 – 30
Sand (Tertiär)	20	11,5	25 – 27,5	0 – 2	/

6.3 Erdbebenzone

Nach DIN EN 1998 liegt das Baugelände in der Erdbebenzone 0. Die Untergrundverhältnisse sind der Untergrundklasse R (Gebiete mit felsartigem Gesteinsuntergrund) zuzuordnen. Der Baugrund kann in die Baugrundklasse C (stark verwittert) zugeordnet werden.

7 Hydrogeologische Verhältnisse / Grundwasser

Zum Zeitpunkt der Baugrundaufschlussarbeiten im November 2020 wurde lediglich in RKS 8 in direkter Nähe zum Schulwiesengraben Grund-/Schichtwasser bei der Tiefe von 0,84 m unter Gelände angetroffen. Bei dem angetroffenen Wasser in der RKS 8 handelt es sich vermutlich um einen Schichtwasserzufluss.

Grundsätzlich kann es im gesamten Projektgebiet temporär zu Schichtwasserführungen und Stauwasserbildungen kommen, da die erteuften, bindigen Böden (Tone/Schluffe) bzw. Sande und Kiese mit bereichsweise bindigen Nebenteilen Niederschlagswasser aufstauen können. Insbesondere nach längeren Niederschlägen ist nicht auszuschließen, dass örtlich und zeitlich begrenzt Schichtwasser aus versickerndem Niederschlagswasser in geringen Tiefen auftritt.

Es wird darauf hingewiesen, dass erfahrungsgemäß sandigere Partien in den bindigen Schichten temporär wasserführend sein können.



8 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

8.1 Baugrund / Erdarbeiten

In den geotechnischen Profilschnitten der Anlage 2 ist der erkundete Schichtenverlauf graphisch dargestellt. Die im Kapitel 6 angegebenen bodenmechanischen Kennwerte sind dem jeweiligen Schichtglied zuzuordnen.

Zur Herstellung des geplanten Kanals und des neuen Verkehrsflächenaufbaus sind im Vorfeld Geländeabtragsarbeiten auszuführen. Bei einer angenommenen Tiefenlage der Kanalsohle von ca. 1,42 m und 3,54 m unter Gelände und einer Ausbaustärke der Fahrbahn mit ca. 0,5 – 0,6 m (siehe Kapitel 9.5.2) werden im Niveau des Erdplanums natürlich anstehende, quartäre Schluffe und Kiese/Kiessande sowie untergeordnet tertiäre Tone auftreten. Für die Schluffe und Tone wurde eine steife bis halbfeste Konsistenz festgestellt. Entsprechend sind die Schluffe und Tone als gering tragfähig zu klassifizieren. Den Kiesen ist aufgrund der mitteldichten Lagerung eine geringe bis mittlere Tragfähigkeit zuzuweisen.

Der im Baufeld liegende Oberboden ist bautechnisch nicht relevant. Er ist getrennt von sonstigem Bodenmaterial aufzunehmen und entsprechend seiner natürlichen Funktion zu verwerten.

Die im Baufeld anstehenden Böden sind als leicht bis schwer lösbarer Boden (Bodenklasse 3, 4 und 5 gemäß DIN 18 300 alt) einzustufen. Erdarbeiten sind in der Regel mit üblichen Hydraulikbaggern und sonstigen Baugeräten auszuführen.

Im Rahmen der Planung und Bauausführung ist grundsätzlich die Witterungsempfindlichkeit der im Planumsbereich anstehenden bindigen und gemischtkörnigen Böden zu beachten. Diese können bei Wasserzutritt und dynamischer Beanspruchung mit Verbreiung reagieren. Auch bei dynamischer Beanspruchung durch Baufahrzeuge wird das Porenwasser mobilisiert und die Konsistenz entsprechend reduziert. Die bauausführende Firma muss die Bauarbeiten daher mit entsprechender Sorgfalt ausführen und die Aushubsohle vor zufließendem Oberflächenwasser schützen, damit die Tragfähigkeit des Planums nicht beeinträchtigt wird. Grundsätzlich ist rückschreitend auszuheben und eine dynamische Beanspruchung bei der Verdichtung der anstehenden bindigen Böden auszuschließen.

Das freigelegte Bauplanum sollte sofort nach seiner Freilegung mit einer Arbeitsschicht aus Schotter oder durch eine Betonsauberkeitsschicht geschützt und stabilisiert werden. Sofern das Arbeitsplanum nicht sofort geschützt werden kann, ist eine Sicherheitsschutzschicht von mindestens 0,3 m zu belassen.

Aufgeweichte, vernässte oder verfahrene Bereiche im Tiefenbereich der Gründungssohlen sind auszutauschen oder nachzuarbeiten.

Die beim Baugrubenaushub anfallenden Böden der Verdichtbarkeitsklasse V 3 sind hinsichtlich einer Wiederverwertung/Rückverfüllung in setzungsempfindlichen Bereichen nicht geeignet und daher abzufahren.



8.2 Wasserhaltung

Die Aushubarbeiten bewegen sich teilweise innerhalb bindiger Schichten (Bodenklasse 4 und 5 nach DIN 18300 alt), die eine geringe Wasserdurchlässigkeit besitzen und entsprechend Niederschlagswasser temporär aufstauen können.

Generell kann es im gesamten Projektareal temporär zu Schichtwasserführungen und Stauwasserbildungen kommen, da die bereichsweise erteuften gemischtkörnigen und bindigen Böden Niederschlagswasser aufstauen können. Insbesondere nach längeren Niederschlägen und in der Nähe des Schulwiesengrabens ist nicht auszuschließen, dass örtlich und zeitlich begrenzt Schichtwasser aus versickerndem Niederschlagswasser in geringen Tiefen auftritt.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Tagwasserhaltung eine kostenfreie Nebenleistung gemäß VOB, Teil C, DIN 18 299 ist. Alle Zusatzmaßnahmen, die durch eine unsachgemäße Tagwasserhaltung entstehen, sind deshalb von der bauausführenden Firma zu tragen.

8.3 Leitungsgräben

8.3.1 Verbau

Die Sohle des geplanten Kanals wird zwischen ca. 1,42 m bis 3,54 m unter Gelände im jeweiligen Tiefenbereich des bestehenden Hauptsammlers angenommen. Für die notwendigen Kanalarbeiten sind die Gräben in Abstimmung mit der DIN 4124 anzulegen.

Soweit Böschungen anzulegen sind, sollten gemäß DIN 4124 folgende maximale Böschungsneigungen berücksichtigt werden:

- | | |
|----------------------------------|-------|
| - Auffüllung/Sande | ≤ 45° |
| - Schluff (Quartär), mind. steif | ≤ 60° |
| - Kies/Kiessand (Quartär) | ≤ 45° |
| - Ton (Tertiär), mind. steif | ≤ 60° |

Diese Angaben gelten grundsätzlich nur bis zur Grundwasseroberfläche.

Sollte ein Grabenverbau durchgeführt werden ist folgendes zu berücksichtigen:

Zwischen Verbau und Hinterfüllung ist ein Kraftschluss herzustellen. Eventuell auftretende Hohlräume sind mit abgestuftem Material der Körnung 0/16 mm zu verfüllen und zu verdichten, damit ein kraftschlüssiger Kontakt der Verbauelemente zur Grabenwand gewährleistet ist. Alternativ kann Splitt der Körnung 2/5 mm verwendet werden.

Für die Bemessung der Verbauwand können die im Kapitel 6.2, Tabelle 4 angegebenen Bodenkennwerte zugrunde gelegt werden. Dabei ist im Allgemeinen der aktive Erddruck anzusetzen. Bei im Einflussbereich des Verbaues liegenden Gebäuden bzw. Ver- und Entsorgungsleitungen ist der erhöhte aktive Erddruck wie folgt anzusetzen:

$$E = 0,5 \times (E_{0h} + E_{ah})$$



Zusätzlich sind bei der statischen Bemessung zum Endzustand auch alle Bauphasen des Ein- und Ausbaues zu berücksichtigen. Für die erdstatische Berechnung des Verbausystems sind die bodenmechanischen Kennwerte in Abstimmung mit dem Bohrprofil in Ansatz zu bringen.

Die Verbauelemente sind sukzessive mit dem Verfüllen zu ziehen. Hierdurch wird eine ausreichende Verdichtung des Verfüllmaterials gegen die Grabenwände sichergestellt.

Generell ist bei den Aushubarbeiten an angrenzende Bebauungen bzw. im Einflussbereich von Bauwerken in den Anschlussbereichen darauf zu achten, dass die Bodenaushubgrenzen nach DIN 4123, Gebäudesicherung im Bereich von Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen, Bild 1, eingehalten sind.

8.3.2 Grabensohle / Bettung

Die Grabensohle muss eben und frei von Aushubboden sein sowie die für das Leitungsaufleger erforderliche Tragfähigkeit aufweisen. Aufgelockertes Material im Bereich der Grabensohle ist nachzuverdichten bzw. gegen geeignetes Material auszutauschen. Auf die Steinfreiheit ist zu achten.

Um eine Auflockerung / Aufreißen der Aushubsohle zu vermeiden, ist der Aushub bei anstehenden bindigen Böden mit glatter Schneide vorzunehmen.

Nach den Erkenntnissen der Baugrunduntersuchung ist davon auszugehen, dass die Kanalsohle überwiegend innerhalb der steifen und steif bis halbfesten, quartären Schluffe sowie mitteldicht gelagerten Kiese/Kiessande zu liegen kommt. Für diese ist von einer ausreichenden Tragfähigkeit der Leitungssohle auszugehen. Für die bereichsweise anstehenden, tertiären Tone mit mindestens steif bis halbfester Konsistenz ist ebenfalls von einer ausreichenden Grundtragfähigkeit auszugehen.

Sofern weichkonsistente Bereiche angeschnitten werden ist zur Erhöhung der Tragfähigkeit ein Bodenaustausch durchzuführen. Der Bodenaustausch ist in einer Mindeststärke von 0,25 m auszuführen. Aufgeweichte Böden sind gegen geeignetes Austauschmaterial gemäß DIN EN 1610 zu ersetzen. Empfohlen wird Schottermaterial (Naturstein) der Körnung 0/32 mm bis 0/45 mm.

Schachtbauwerke sollten generell auf einer Ausgleichsschicht (Schotter 0/32 – 0/45 mm) in $\geq 0,2$ m Stärke bzw. auf Magerbeton $d \geq 0,1$ m gegründet werden.

Die DIN EN 1610 „Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen“ ist zu beachten.

8.3.3 Verfüllmaterial / Wiederverwertung Erdaushub

Die Leitungszone reicht von der Grabensohle bis zur Oberkante der Rohrabdeckung. Die Stärke der Abdeckung über der Rohrleitung sollte im Regelfall 300 mm, mindestens aber 150 mm über dem Rohrschaft betragen. Die Anforderungen an die Baustoffe der Leitungszone sind in



DIN EN 1610 (Abschnitt 5.3) aufgeführt. Demnach sind insbesondere im Bereich der Leitungszone für Rohre mit einem Durchmesser von $DN > 200$ bis $DN \leq 600$ nur Baustoffe zulässig, die keine Bestandteile enthalten, die größer sind als 40 mm.

Für die Hauptverfüllung sind nach DIN EN 1610 grundsätzlich alle Baustoffe geeignet, die auch in der Leitungszone verwendet werden dürfen.

Generell sollte zum Erreichen einer einheitlichen Tragfähigkeit nur Material der Verdichtbarkeitsklasse V 1 und V 2 gemäß ZTV-A-StB 97 verwendet werden.

Die angetroffenen bindigen Böden sind nur mittels einer Bodenverbesserung (Konditionierung mit ca. 2-3 % Kalkzement, ggf. mit einer Wasserzugabe) im Bereich der Kanalgrabenverfüllung wiedereinbaubar.

Alternativ ist für die Rückverfüllung ein verdichtungs- und tragfähiges Liefermaterial in Form eines weitgestuften Kies-Sand-Gemisches mit einem Feinkornanteil von max. 10 Gew.-% oder Schottermaterial zu verwenden und die anstehenden Böden entsprechend der vorliegenden Analytik abzufahren.

Als Verdichtungskriterium des Verfüllmaterials gelten die Anforderungen der ZTVE-StB 17, Abschnitt 9.5. Demnach ist das Verfüllmaterial auf $D_{Pr} \geq 97\%$ zu verdichten. Hierzu muss der Wassergehalt des Einbaumaterials etwa dem optimalen Wassergehalt entsprechen.

Bei ordnungsgemäßer Verdichtung der genannten Verfüllmaterialien ist eine ausreichende Grundtragfähigkeit zum Verkehrsflächenaufbau im Bereich des Kanalgrabens gegeben.

Die Verdichtung von Leitungs- und Kanalgrabenverfüllungen ist mittels Verdichtungsprüfungen nach DIN 18125 bzw. mit Rammsondierungen nach DIN EN ISO 22476-2 zu kontrollieren.

8.3.4 Querriegel

Um eine Veränderung der hydrogeologischen Verhältnisse durch den Kanalgraben zu verhindern sind in den Bereichen des Kanalneubaus mit stärkerem Gefälle in den Tiefenlagen der quartären Schluffe und tertiären Tone Querriegel vorzusehen. Der Querriegel sollte aus Beton bzw. Ton bestehen und ist jeweils mindestens 0,2 m in Sohle und Böschung einzubinden. Vorab ist von Abständen von 30 m - 50 m auszugehen.

Die Abstände der Querabdichtungen sind ggf. im Bauablauf anzupassen.

8.4 Bauwerksgründung

Bei Vorlage von Detailplanungen mit den Bauwerkslasten, der Spannungsverteilung und den Einbindetiefen von Bauwerken sind objektbezogene, bauwerksspezifische Baugrunduntersuchungen anzufordern. Eine normgerechte Baugrunderkundung ist durchzuführen. Diesbezüglich werden nachfolgend nur allgemeine Empfehlungen zur Gründung beschrieben.



Bei den anstehenden Böden kann grundsätzlich eine Gründung sowohl über Einzel-/Streifenfundamente als auch über eine tragende Bodenplatte ausgeführt werden.

Sofern eine Gründung über Einzel-/Streifenfundamente planseits favorisiert wird, sind die Fundamente einheitlich bis auf die ausreichend tragenden Schichten zu führen. Bei der Dimensionierung von Streifenfundamente ist die zulässige Bodenpressung bzw. der Bemessungswert des Sohlwiderstands objektspezifisch anzusetzen.

Die abdichtungstechnischen Erfordernisse sind entsprechend zu prüfen.

Grundsätzlich ist eine frostfreie Gründungstiefe von 0,8 m zu beachten.

8.5 Bauwerksabdichtung

Bauwerksabdichtungen sind auf das jeweilige Bauwerk individuell angepasst zu planen. Je nach Positionierung der Gebäude und unterkellert geplanter Ausführung sind objektbezogene Angaben und Empfehlungen auszusprechen.

8.6 Verkehrsflächen

8.6.1 Erdplanum

Das Projektareal liegt gemäß Bild 6 der RStO 12 in der Frostepfindlichkeitszone I. Die auf Planumsniveau anstehenden Böden werden in die Frostepfindlichkeitsklasse F 2 – F 3 eingestuft. Im Folgenden wird einheitlich von einem Aufbau der Böden der Frostepfindlichkeitsklasse F 3 ausgegangen. Gemäß RStO 12 (Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen) ist auf dem Erd-/Rohplanum eine Grundtragfähigkeit mit einem Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Hierauf kann dann der Aufbau der Verkehrsflächen erfolgen.

Unter der Annahme einer Belastungsklasse BK 1,0 – BK 3,2 (Wohnstraße, Sammelstraße) ist ein frostsicherer Oberbau mit einer Mindeststärke von 0,6 m erforderlich.

Nach den Erkenntnissen der Baugrunderkundung werden im Niveau des Planums Schluffe in steifplastischer und steif bis halbfester Konsistenz und schwach bis stark schluffige Sande erwartet. Die geforderte Grundtragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ im Fahrbahnbereich kann bei den anstehenden Schluffen mit den festgestellten Konsistenzen sowie den gemischtkörnigen Böden vermutlich nicht erreicht werden. Die Schluffe reagieren zudem sehr empfindlich auf Niederschläge und können schnell aufweichen, so dass eine Grundtragfähigkeit dann nicht mehr gegeben ist. Die Tragfähigkeit des Planums ist mit Plattendruckversuchen nach DIN 18 134 vorab zu prüfen.

Die erforderliche Grundtragfähigkeit kann durch eine Konditionierung der anstehenden Böden erreicht werden. Erfahrungsgemäß ist die Zugabemenge eines Bindemittels (Kalk/Zement) von ca. 2-3 % Zugabe auf die Trockendichte vorzunehmen. Hierfür ist im Vorfeld eine Eignungsuntersuchung auszuführen und die Bindemittelart-/menge festzulegen.



Alternativ zur Konditionierung kann die Tragfähigkeit durch einen Bodenaustausch mit einer Stärke von mindestens $d = 0,3 \text{ m}$ erreicht werden. Als Bodenaustauschmaterial bzw. Bodenauftragsmaterial wird Schottermaterial der Körnung 0/45 – 0/56 mm empfohlen. Der empfohlene Einbau ist zu Beginn der Baumaßnahme in einem Probefeld zu überprüfen und festzulegen. Die Tragfähigkeit des Planums ist mit Plattendruckversuchen nach DIN 18 134 zu prüfen.

8.6.2 Oberbau

Die Ausbildung des Oberbaues erfolgt unter der Annahme der Belastungsklasse BK 1,0 – BK 3,2 (RStO 12). Dieser Ansatz ist planseits zu prüfen.

Aufgrund der anstehenden bindigen und gemischtkörnigen Schichten (Schluffe, schluffige Sande) im Planum ist der Tragschichtaufbau nach den Kriterien für F 3 Böden nach RStO 12 festzulegen. Die Mindeststärke des frostsicheren Straßenaufbaus richtet sich nach Tabelle 6 der RStO 12.

In Anlehnung an Tabelle 6 ist mit der angesetzten Frostempfindlichkeitsklasse F 3 und der Frosteinwirkungszone I eine Mindeststärke des frostsicheren Straßenaufbaus von

$$d = 0,60 \text{ m} \quad \text{Belastungsklasse Bk1,0 – Bk3,2}$$

vorgegeben.

Für den Aufbau der Frostschutzschichten wird ausschließlich gebrochenes Natursteinmaterial empfohlen, da mit rundkörnigen Materialien die geforderten Verformungsmodule nicht gewährleistet werden können.

Die gemäß RStO 12 geforderten Verformungsmodule für die einzelnen Schichten sind mittels Plattendruckversuchen gemäß DIN 18 134 nachzuweisen.

8.7 Versickerung

Die Versickerung des Niederschlagswassers über geeignete Sickersysteme ist dem Arbeitsblatt DWA-A 138 (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, April 2005) in Verbindung mit DWA-M 153 (Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, August 2007) zu entnehmen.

Eine wesentliche Voraussetzung für die Versickerung ist die Durchlässigkeit des anstehenden Bodens. Generell liegt die entwässerungstechnisch relevante Durchlässigkeit in einem k_f -Bereich von $1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ bis $1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$.

In Anlage 3.2.1 und 3.2.2 sind die Kornverteilungskurven der im Bereich des geplanten Regenrückhaltebeckens (RRB) und der im Erschließungsgebiet anstehenden Kiese/Kiessande entnommenen Proben (RKS 1/2, RKS 2/2, RKS 4/3) zusammengestellt. Die hieraus rechnerisch abgeleiteten Durchlässigkeitsbeiwerte nach Mallet und Paquant für die gemischtkörnigen Böden und nach Seelheim für die bindigen Böden sind mit dargestellt. Darüber hinaus wurde die



Durchlässigkeit im Versickerungsversuch VS 1 mittels Doppelring-Infiltrometer bestimmt. In Anlage 4 ist das Ergebnis des Versickerungsversuchs VS 1 dokumentiert.

Die in nachfolgender Tabelle 5 dargestellten, relevanten Durchlässigkeitsbeiwerte werden aus der Kornverteilung und dem Versickerungsversuch abgeleitet:

Tabelle 5: Durchlässigkeitsbeiwerte und Versickerungsleistung

Probenbezeichnung / Position	Untersuchungstiefe [m u. GOK]	Substrat	Durchlässigkeitsbeiwert (kf-Wert)
RKS 1/2	0,25 – 1,1	Sand, stark kiesig, schluffig, schwach tonig	$1,0 \times 10^{-6}$ m/s (nach Mallet/Paquant)
RKS 2/2	0,3 – 1,6	Schluff, sandig, schwach tonig	$2,5 \times 10^{-6}$ m/s (nach Seelheim)
RKS 4/3	1,5 – 3,9	Sand/Kies, schwach schluffig bis schluffig	$1,2 \times 10^{-5}$ m/s (nach Mallet/Paquant)
VS 1	0,50 m	Sand, stark kiesig, schwach schluffig, schwach tonig	$8,89 \times 10^{-6}$ m/s

Im Bereich des geplanten Versickerungsbeckens stehen sowohl stark kiesige, schluffige Sande der Bodengruppe SU*, als auch stark sandige, schwach schluffige Kiese der Bodengruppe GU an, die in RKS 2 von stark feinsandigen Schluffen überlagert werden. Die Versickerungsfähigkeit der Böden ist stark abhängig vom Feinkornanteil der Böden. Es ist von einer heterogenen Zusammensetzung der Oberböden und anstehenden Böden auszugehen.

Gegebenenfalls sind höhere Durchlässigkeiten in den schwach schluffigen, stark sandigen, kiesigen Bereichen (Bodengruppe GU) und den schwach schluffigen sanden (Bodengruppe SU) zu erwarten. Da die einzelnen Schichten jedoch nicht horizontbeständig vorliegen, werden im Folgenden, auf der sicheren Seite liegend, die Böden dieser Bodengruppen bei der Bewertung der Durchlässigkeit nicht mit aufgenommen.

Anhand der vorliegenden Untersuchungsergebnisse aus der Korngrößenverteilung (siehe Kapitel 5.3, 5.4) können für die quartären sandigen Schluffe sowie für die stark kiesigen, schluffigen Sande und das schluffige Sand-Kies-Gemisch der quartären Deckschicht im Untersuchungsgebiet Durchlässigkeitsbeiwerte zwischen $k_f = 1,0 \times 10^{-6}$ m/s bis $1,20 \times 10^{-5}$ m/s abgeleitet werden. Der aus dem oberflächennah durchgeführten Versickerungsversuch mittels Doppelring-Infiltrometer gewonnene k_f -Wert (VS 1 bei RKS 1) liegt bei $k_f = 8,89 \times 10^{-6}$ m/s.

Für die quartären Sande und Schluffe im Bereich des geplanten RRB kann aufgrund der o.g. Durchlässigkeitsbeiwerte ein gemittelter k_f -Wert mit $6,1 \times 10^{-6}$ m/s abgeleitet werden.

Im DWA Arbeitsblatt A 138 wird für die Versickerung von Niederschlagswasser eine Durchlässigkeit größer $1,0 \times 10^{-6}$ m/s gefordert. Diese Durchlässigkeit ist in den natürlich anstehenden Sanden, Kiesen mit bindigen Nebenanteilen und sandigen Schluffen gerade gegeben.

Der angegebene k_f -Wert gilt für Fließvorgänge in der wassergesättigten Zone. Die Durchlässigkeit eines nicht wassergesättigten Bodens ist geringer als die eines wassergesättigten Bodens.



Für die Ausbreitung der Wasserinhaltsstoffe in der ungesättigten Zone und für die Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung ist demzufolge nicht der für die gesättigte Zone bestimmte k_f -Wert anzusetzen, sondern der in der ungesättigten Zone geringere $k_{f,u}$ -Wert. Vereinfacht wird der Durchlässigkeitsbeiwert für einen ungesättigten Zustand zu $k_{f,u} = k_f / 2$ berechnet.

Für die anstehenden, quartären Sande und sandigen Schluffe ergibt sich damit ein mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert von

$$k_{f,u} = 3,05 \times 10^{-6} \text{ m/s.}$$

8.8 Beweissicherung

Als vorbeugende Maßnahme wird empfohlen, zur Beweissicherung vor Beginn der Bauarbeiten unter Mitwirkung aller Beteiligten den Zustand der an das Baufeld unmittelbar angrenzenden Gebäude, Straßen und Bauwerke festzustellen.

Alle Bauten, die durch die geplanten Baumaßnahmen Schaden erleiden können (vorwiegend bei der Verdichtung der Einbaumaterialien), sind während der Bauarbeiten zu beobachten.

Durch die Beweissicherung können mögliche Schadensrisiken abgeschätzt, Bauverfahren gezielt angepasst und vor allem unbegründete Schadenersatzansprüche abgewehrt werden.

8.9 Umwelttechnik

8.9.1 Bewertung Asphalt

Zur abfallrechtlichen Einstufung der vorhandenen Schwarzdecke des bestehenden Straßenoberbaus wurden zwei der entnommenen Asphaltproben auf polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) untersucht. Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle aufgenommen und im Rahmen einer abfallrechtlichen Einstufung interpretiert.

Tabelle 6: Analysenergebnisse und abfallrechtliche Einstufung Asphalt

Probenbezeichnung	PAK-Konzentration [mg/kg]	Phenolindex [mg/l]	Abfallrechtliche Einstufung (AVV-Schlüssel)
RKS 3 (0-11 cm)	n.b.	< 0,001	17 03 02
RKS 8 (0-8 cm)	0,5	< 0,001	17 03 02

n.b.) nicht berechenbar, da alle Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze liegen

Der PAK-Gehalt der untersuchten Asphaltproben liegt unter dem Grenzwert von PAK = 30 mg/kg zur Unterscheidung zwischen nicht gefährlichem und gefährlichem Abfall. Bei einem Ausbau ist der Asphalt mit der AVV-Schlüssel-Nr. 17 03 02, Bitumengemische zu verwerten. Der Phenolindex der untersuchten Proben ist kleiner 0,1 mg/l. Der Asphalt kann gemäß RuVA-StB 01 als Ausbauasphalt der Verwertungsklasse A zugeordnet werden.



8.9.2 Bewertung Boden

Die Basis für die Entsorgung von anfallendem Bauaushub bilden die „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen“ der Ländergemeinschaft Abfall (LAGA). Die Beurteilung erfolgt auf der Basis einer Mischprobe typischer Zusammensetzung.

In diesen Regeln wird unter anderem die Verwertung wie folgt definiert:

- uneingeschränkter Einbau (Z 0)
- offener eingeschränkter Einbau (Z 1)
- eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen (Z 2)
- abgekapselter Einbau entsprechend der Deponie Verordnung Klasse I (Z 3)
- abgekapselter Einbau entsprechend der Deponie Verordnung Klasse II (Z 4)

Werden im gewachsenen oder aufgefüllten Boden die Z 0-Werte unterschritten, so ist eine uneingeschränkte Verwertung des Bodens zulässig. Es wird davon ausgegangen, dass keinerlei Schutzgüter beeinträchtigt werden.

Für die Verfüllung von Abgrabungen unterhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht darf darüber hinaus auch Bodenmaterial verwertet werden, das die Zuordnungswerte Z 0 im Feststoff überschreitet, jedoch die Zuordnungswerte Z 0* im Feststoff einhält, wenn folgende Bedingungen eingehalten werden:

- die Zuordnungswerte Z 0 im Eluat der Tabelle II.1.2-3 werden eingehalten
- oberhalb des verfüllten Bodenmaterials wird eine Schicht aus Bodenmaterial, das die Vorsorgewerte der BBodSchV einhält und somit alle natürlichen Bodenfunktionen übernehmen kann, aufgebracht. Diese Bodenschicht oberhalb der Verfüllung muss eine Mindestmächtigkeit von 2 m aufweisen.
- die Verfüllungen liegen außerhalb folgender Gebiete:
 - festgesetzte, vorläufig sichergestellte oder fachbehördlich geplante Trinkwasserschutzgebiete, Zone I bis III A,
 - festgesetzte, vorläufig sichergestellte oder fachbehördlich geplante Heilquellenschutzgebiete, Zone I bis III,
 - Wasservorranggebiete, die im Interesse der künftigen Wasserversorgung raumordnerisch ausgewiesen worden sind,
 - Karstgebiete und Gebiete mit stark klüftigem, besonders wasserwegsamem Untergrund.

Werden im gewachsenen oder aufgefüllten Boden die Z 1.1-Werte unterschritten und sind keine Abfälle enthalten, so ist die Verwertung des Bodens unter der Einschränkung möglich, dass eine Beeinträchtigung des Schutzgutes Grundwasser ausgeschlossen wird und eine Ablagerung in wasserwirtschaftlich genutzten Gebieten oder im Grundwasser ausgeschlossen ist. Für die Verwertung von Boden auf Flächen, die landwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzt werden, muss die Unterschreitung der Z 1.1-Werte sichergestellt sein. Hierbei stellen grundsätzlich die



Z 1.1-Werte die Obergrenze dar. Nur in Ausnahmefällen gelten bei Beachtung des Verschlechterungsverbot (vorbelastete Umgebung) sowie in hydrologisch günstigen Gebieten die Z 1.2-Werte als Obergrenze, wobei der Abstand zwischen Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand in der Regel mindestens 2 m betragen soll.

Boden, der hinsichtlich möglicher Belastungen einer Z 2-Klasse zugeordnet werden muss, darf nur in Verbindung mit technischen Sicherungsmaßnahmen verwertet werden. Dies bedingt einen Einbau z.B. in Lärmschutzwälle mit mineralischer Oberflächenabdichtung, in Straßendämme mit wasserun- oder geringdurchlässiger Fahrbahndecke und mineralischer Oberflächenabdichtung und gegebenenfalls auch einen Einsatz im Straßen- und Wegebau.

Der Einsatz in geplanten oder festgesetzten Trinkwasserschutz-, Heilquellenschutz- oder Überschwemmungsgebieten ist nicht zulässig. Der Abstand zwischen Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand soll mindestens 1 m betragen.

Boden, der Belastungen über dem Z 2-Wert beinhaltet (Z 3 und höher), kann in der Regel nicht verwertet werden. Hier wird eine Bodenreinigung bzw. Deponierung notwendig.

In der nachfolgenden Tabelle werden die Ergebnisse im Rahmen einer abfallrechtlichen Einstufung interpretiert. Die zur Einstufung relevanten Analysenparameter sind in der zweiten Spalte aufgenommen.

Tabelle 7: Analysenergebnisse und abfallrechtliche Einstufung Boden

Probenbezeichnung	Stoffkonzentration > Z 0 ¹⁾ (Sand)	Abfallrechtliche Einstufung (LAGA / AVV-Schlüssel)
MP 1: Schottertragschicht	Chrom = 88 mg/kg (Z 0*) Kupfer = 32 mg/kg (Z 0*) Nickel = 44 mg/kg (Z 0*) Zink = 61 mg/kg (Z 0*) pH-Wert = 9,9 (Z 1.2)	Z 1.2 / 17 05 04
MP 2: Bodenaushub	/	Z 0 / 17 05 04

¹⁾ Bei Mehrfachnennung ist der einstufigsrelevante Parameter fett und kursiv gedruckt.

Die durch die Probe „MP 1 Schottertragschicht“ repräsentierten, aufgefüllten Aushubmaterialien sind nach der vorliegenden Analytik einer LAGA-Klasse Z 1.2 zuzuordnen und entsprechend zu verwerten / entsorgen. Einstufungsrelevant ist der gemessene pH-Wert im Eluat im Feststoff. Weitere Schadstoffgehalte über einer LAGA-Klasse Z 0* wurden nicht festgestellt.

Das Aushubmaterial, repräsentiert durch die Mischprobe „MP 2: Bodenaushub“ ist einer LAGA-Klasse Z 0 zuzuordnen und entsprechend zu verwerten.

Gemäß dem Gesetz zur Förderung für Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen, Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) §7 besteht eine Verwertungspflicht, wenn dies technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist. Falls eine Verwertung nicht möglich ist und eine Deponierung notwendig wird, können die ergänzenden Parameter gemäß Deponieverordnung (DepV) anhand der vorliegenden Rückstellproben (Rückstellung: 6 Monate) erfolgen.



9 Zusammenfassung

Die WVE GmbH plant mit der Ortsgemeinde Hettenleidelheim das Neubaugebiet „Schulwiesengraben 2019“ in der westlichen Ortsrandlage von Hettenleidelheim zu erschließen.

Zur Beurteilung der Baugrundverhältnisse wurden am Projektstandort Ramm- und Rammkernsondierungen sowie ein Versickerungsversuch ausgeführt. Auf der Grundlage der durchgeführten bodenmechanischen Feld- und Laborversuche werden Empfehlungen hinsichtlich der Erd- und Gründungsarbeiten sowie der Eignung des Untergrundes im Hinblick auf seine Versickerungsfähigkeit für den Bereich des geplanten RRB gegeben.

Aufgrund der im Erd-/Rohplanum anstehenden bindigen und gemischtkörnigen Böden ist die Mindestbreite des frostsicheren Straßenaufbaues für die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 auszubilden.

Für die im Planumbereich der Verkehrsflächen anstehenden bindigen Böden wird die Grundtragfähigkeit mit einem nach RStO 12 geforderten Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erfahrungsgemäß nicht durchgängig erreicht. Maßnahmen zur Erhöhung der Tragfähigkeit sind einzuplanen.

Im Bereich der Kanalgräben anfallendes bindiges Aushubmaterial (Schluff, schluffiger Kies) ist nicht zum Wiedereinbau geeignet und durch Liefermaterial zu ersetzen bzw. ist nur konditioniert wieder einzubauen.

Hinsichtlich ihrer Durchlässigkeit und Versickerungsfähigkeit sind die anstehenden Böden im Baufeld gemäß DIN 18 130 als durchlässig bis schwach durchlässig zu klassifizieren.

Die abzufahrenden Aushubmassen (Asphalt, Boden) sind entsprechend der vorliegenden Analytik zu verwerten / entsorgen.

Im Rahmen der Eigen- und Fremdüberwachung ist die erreichte Verdichtung von Kanal-/Leitungsverfüllungen sowie Tragfähigkeiten der Verkehrsflächen nachzuweisen.

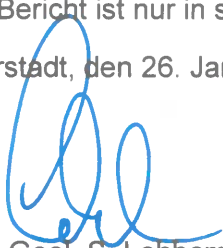
Mit Beginn der Baumaßnahme sollte Rubel & Partner zur Überprüfung der Aufschlusssituation und Abnahme des Planums und der Tragschichten herangezogen werden.

Abschließend wird nochmals darauf hingewiesen, dass für alle geplanten Bauwerke eine normgerechte Baugrunderkundung auszuführen ist.

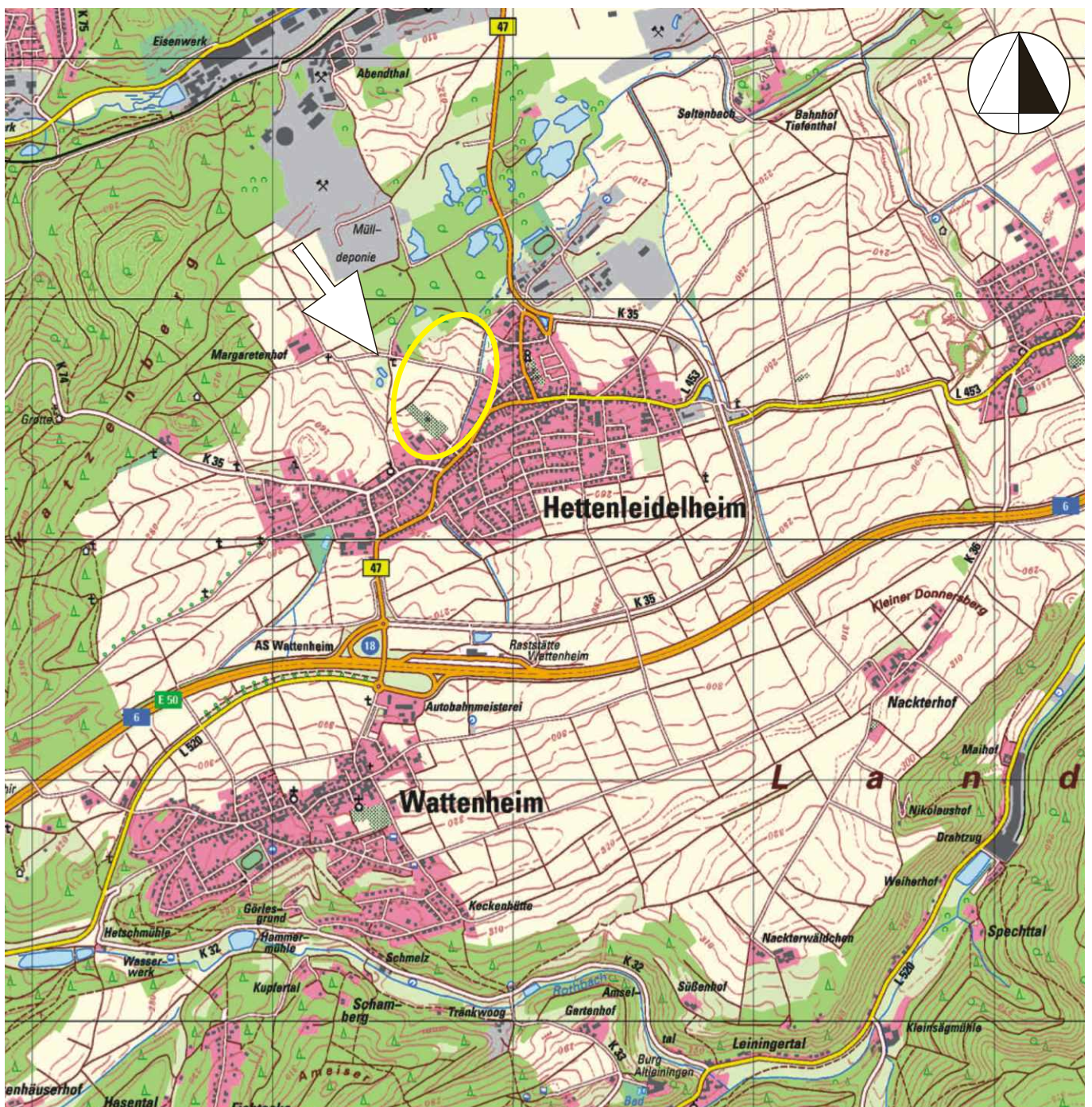
Sollten sich im Zuge der weiteren Planungsphase Änderungen in ausführungstechnischer Hinsicht ergeben, so sind auf Basis der vorliegenden Untersuchung ergänzende Empfehlungen anzufordern.

Der Bericht ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich.

Wörrstadt, den 26. Januar 2021

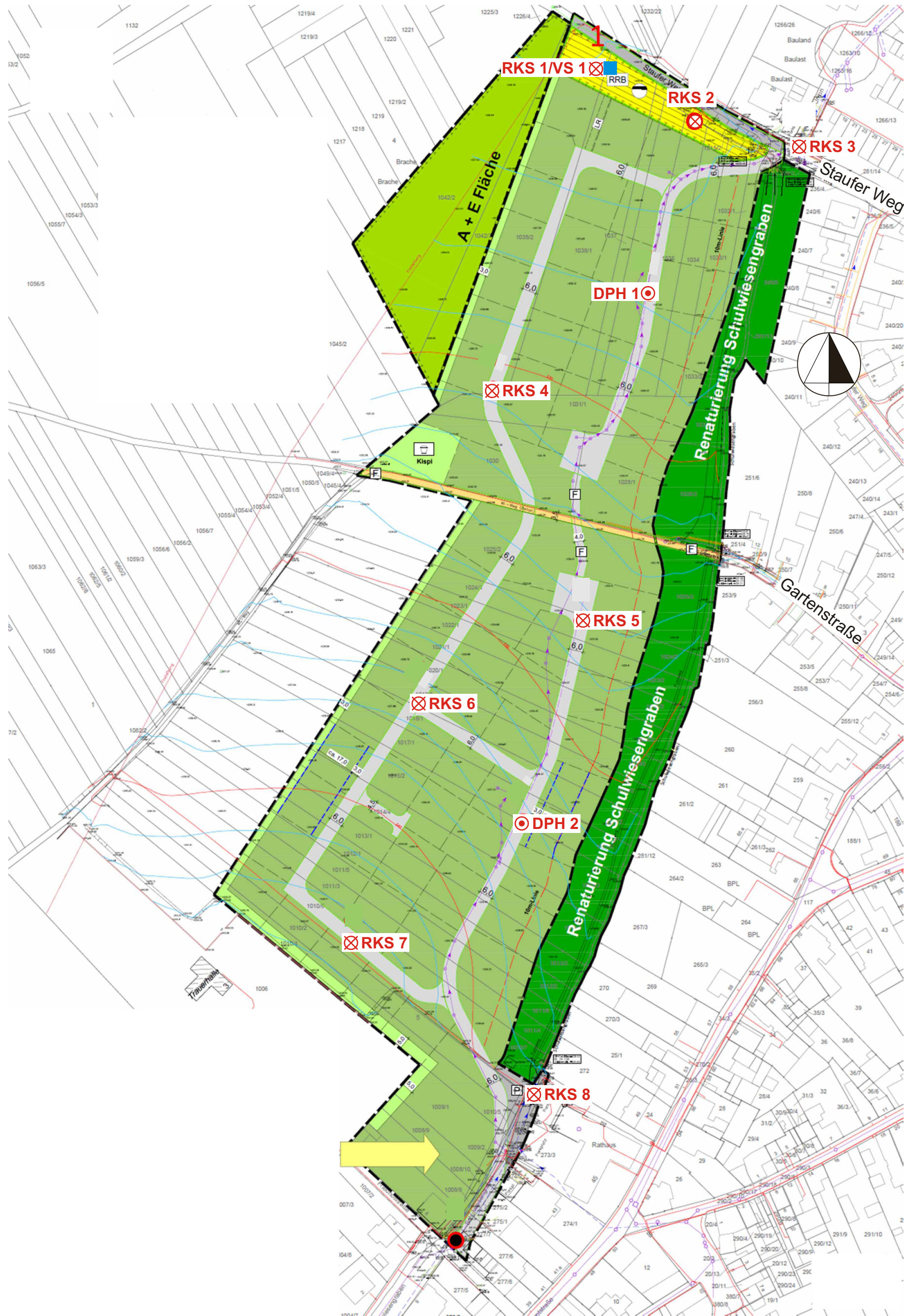

Dipl.-Geol. S. Lahham


M. Schwarz-Trunk, M.Sc.



Datengrundlage: Tk25plus - Copyright 2007, LVermGeo RLP (Daten verändert)

Index	Datum	gezeichnet	geprüft	Änderung			
Auftraggeber:  WVE GmbH Kaiserslautern Blechhammerweg 50 D-67659 Kaiserslautern						Datum	Name
					bearbeitet:		
					gezeichnet:		
					geprüft:		
Planer:  Rubel & Partner Management für Umwelt und Technologie Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098						Datum	Name
					bearbeitet:	23.11.2020	GBM
					gezeichnet:	17.12.2020	AH
					geprüft:	26.01.2021	LA
Projekt: Geo-/umwelttechnischer Bericht Erschließung NBG "Schulwiesengraben 2019" in Hettenleidelheim Übersichtslageplan							
Leistungsphase:		Maßstab:		Projekt-Nr.:		Anlage-Nr.:	
Geo-/umwelttechnische Erkundung		1 : 25.000		200927		1.1	

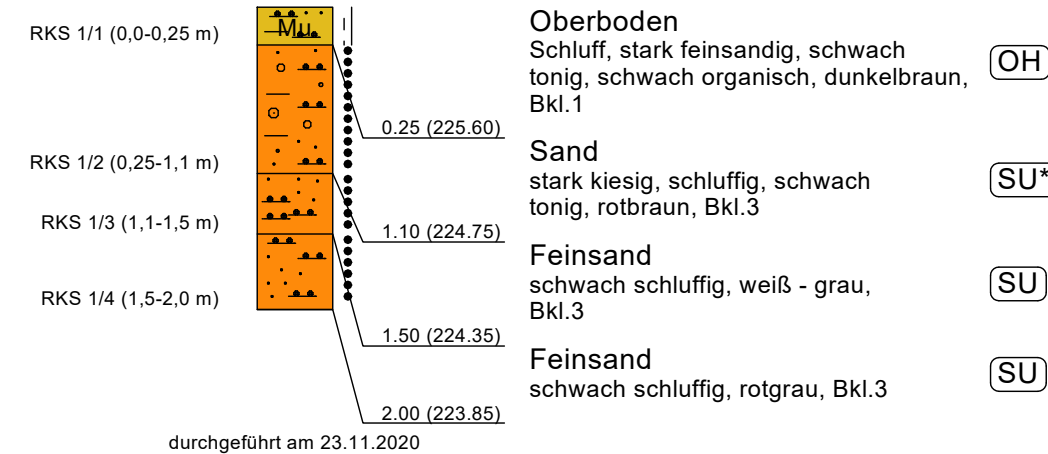
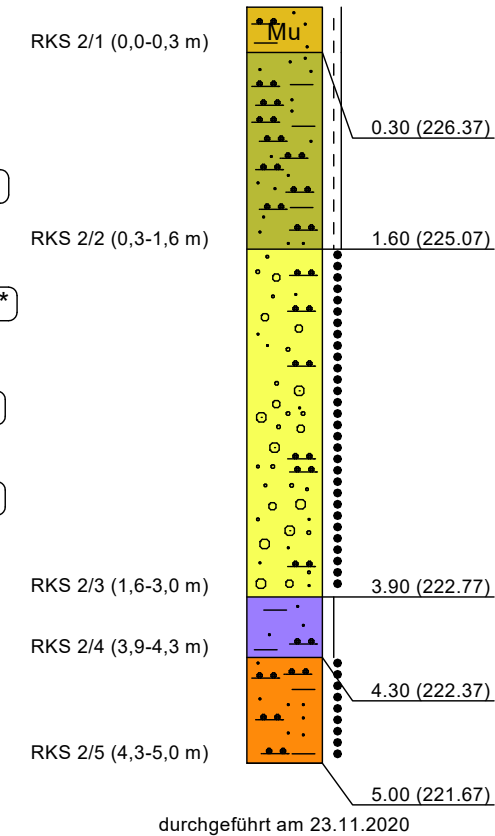
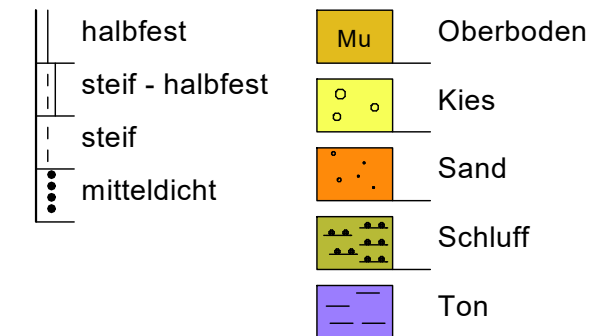
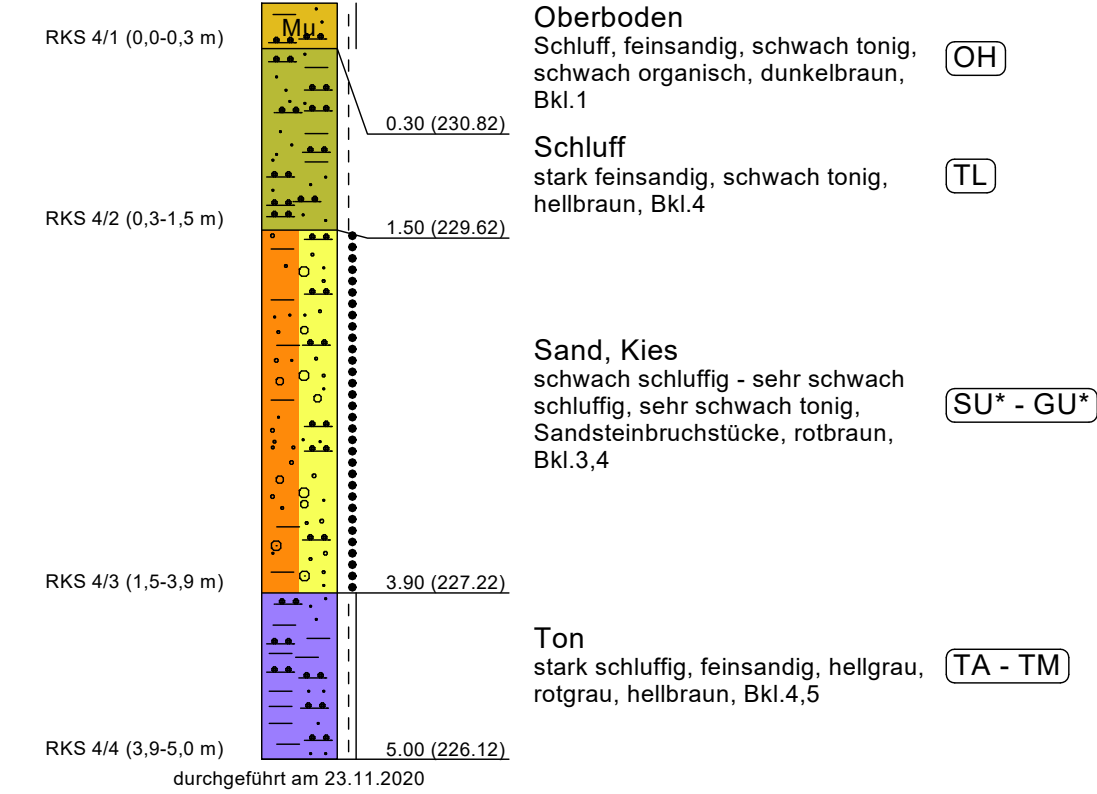
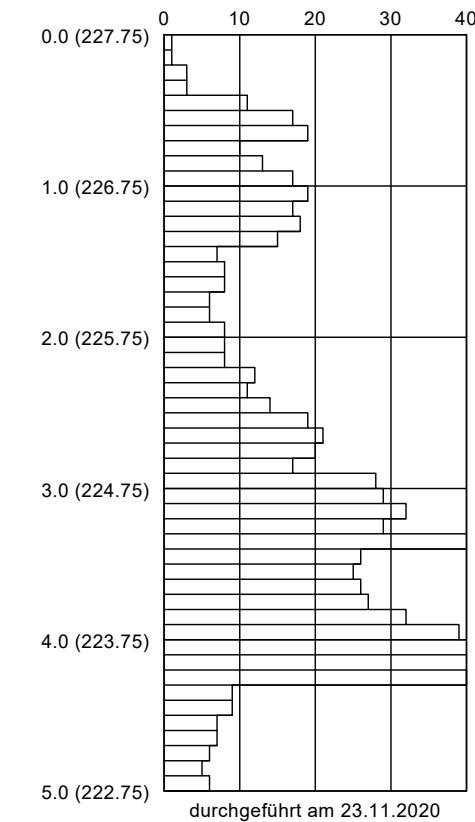
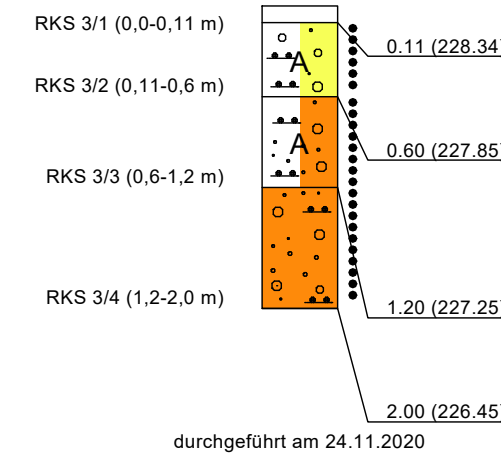


Legende

- Rammkernsondierung (RKS)
- Schwere Rammsondierung (DPH)
- Versickerungsversuch (VS)

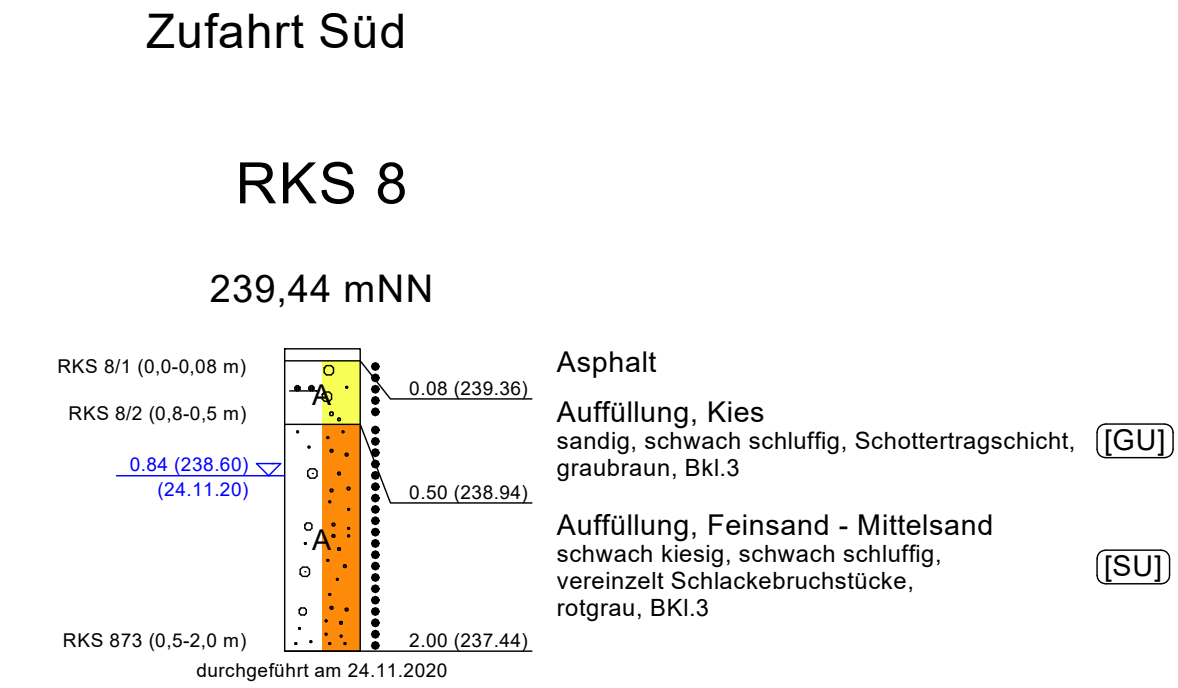
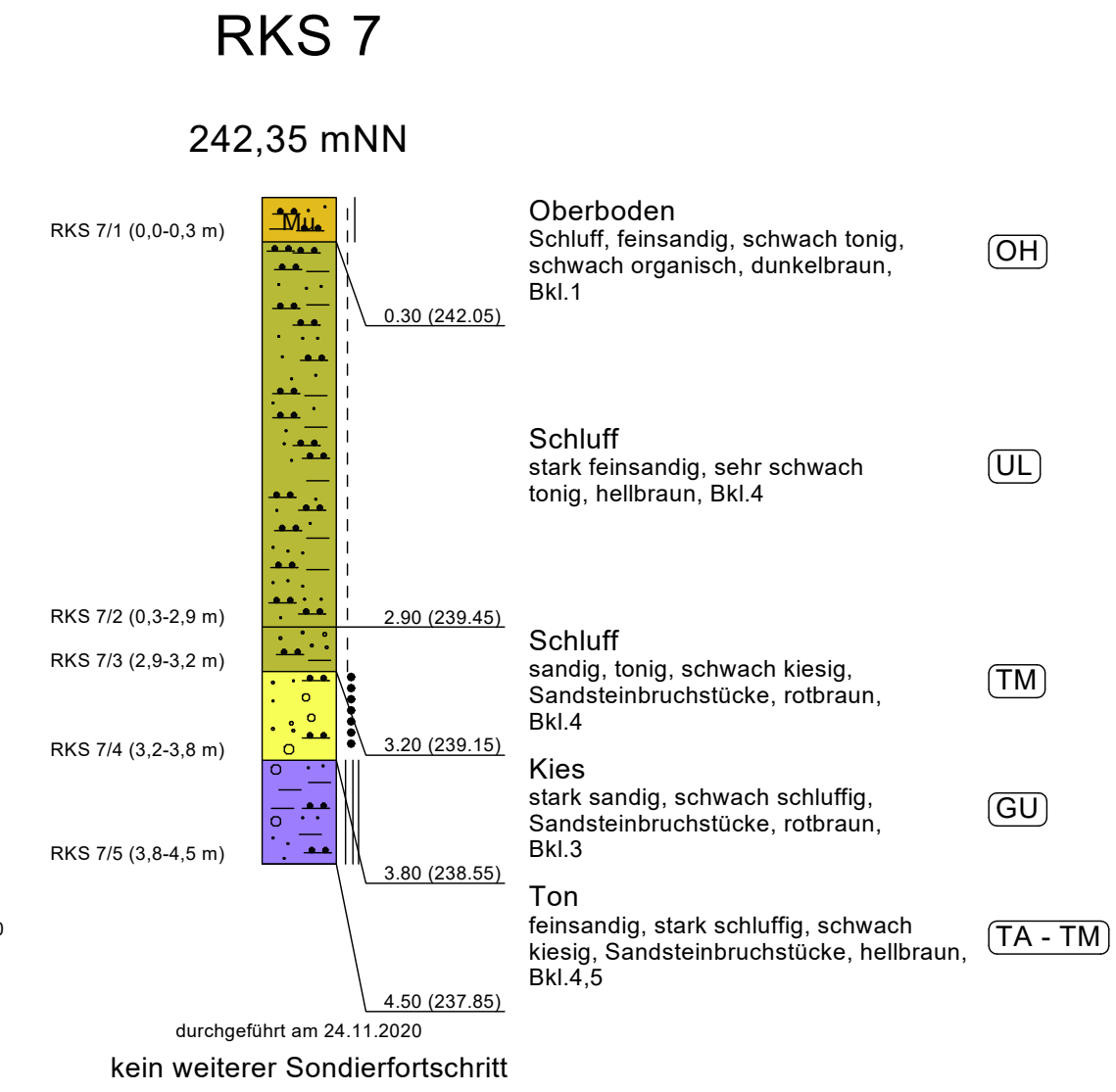
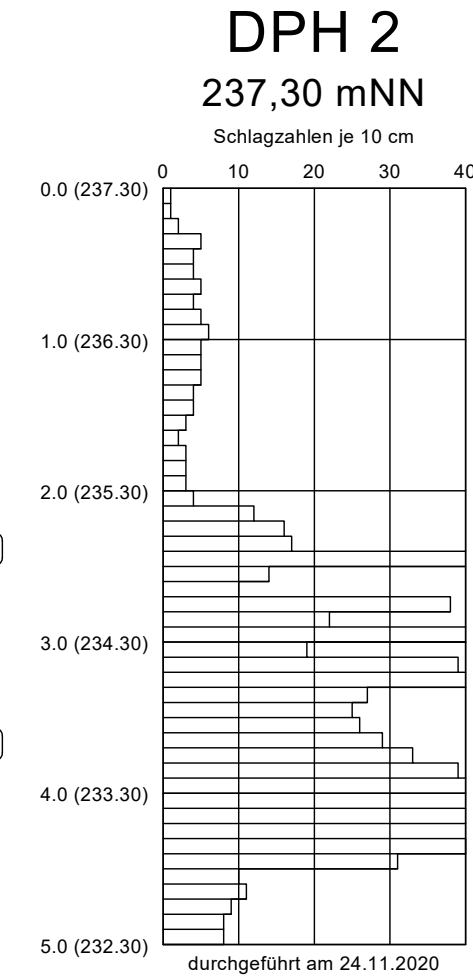
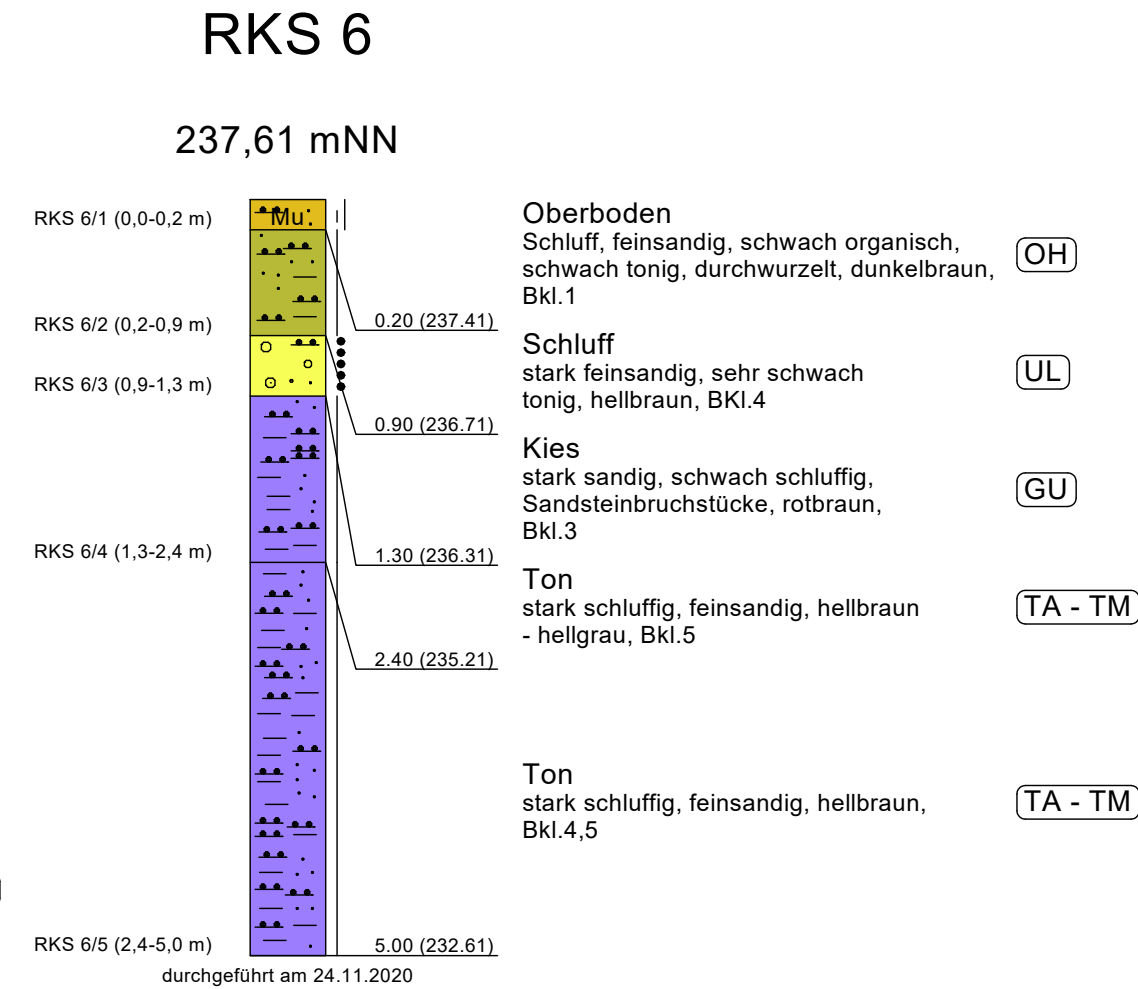
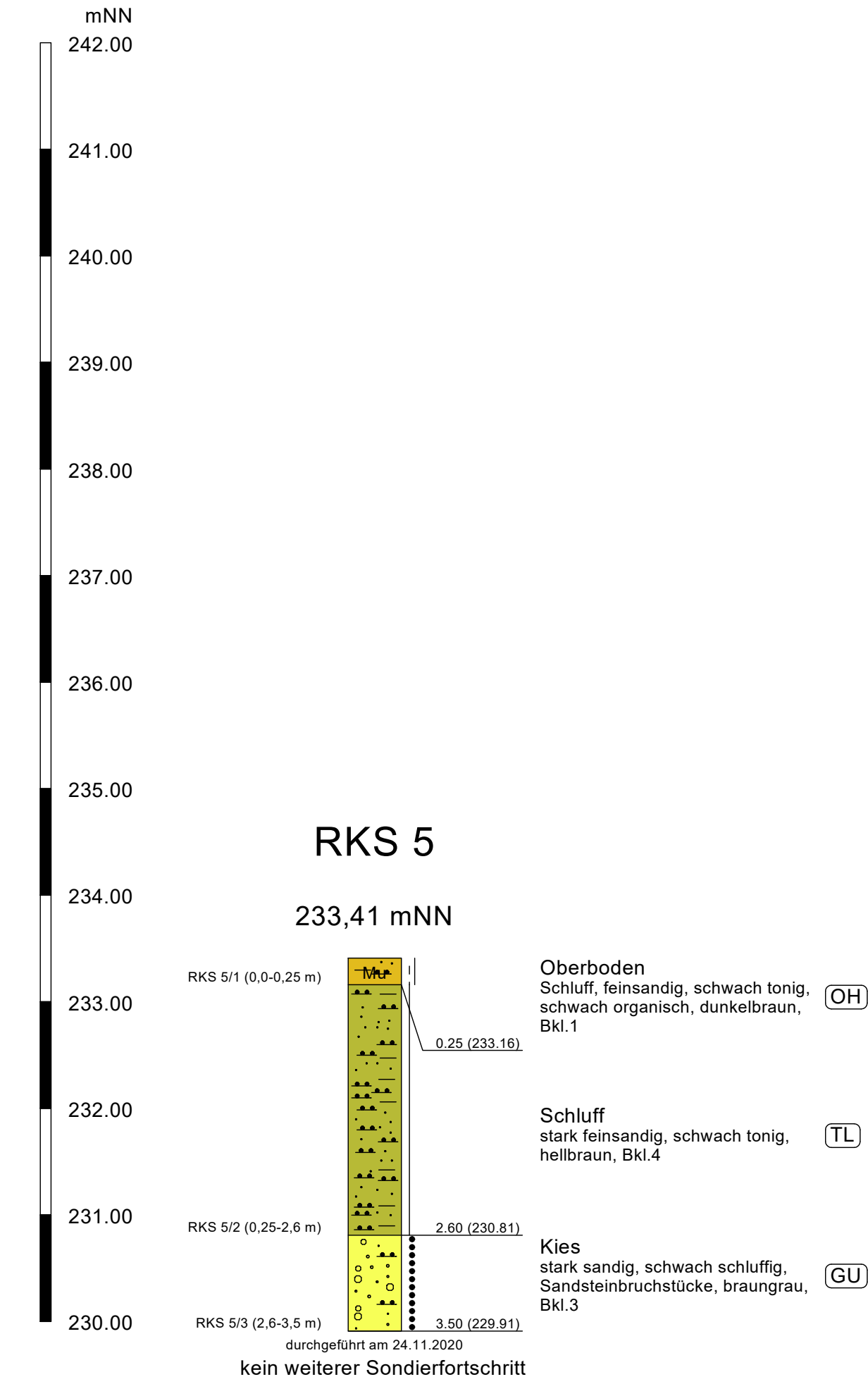
Datengrundlage: WVE GmbH, Ortsgemeinde Hettenleidelheim, NBG "Schulwiesengraben 2019", Konzept vom 10.09.2020(Daten verändert)

	Datum	gezeichnet	geprüft	Änderung
Auftraggeber:	 WVE GmbH Kaiserslautern Blechhammerweg 50 D-67659 Kaiserslautern		Datum	Name
		bearbeitet:		
		gezeichnet:		
		geprüft:		
Planer:	 Rubel & Partner Management für Umwelt und Technologie Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098		Datum	Name
		bearbeitet:	23.11.2020	GBM
		gezeichnet:	17.12.2020	AH
		geprüft:	26.01.2021	LA
Projekt:		Geo-/umwelttechnischer Bericht Erschließung NBG "Schulwiesengraben 2019" in Hettenleidelheim Lageplan der Aufschlusspunkte		
Leistungsphase:		Maßstab:	Projekt-Nr.:	Anlage-Nr.:
Geo-/umwelttechnische Erkundung		1 :1.000	200927	1.2

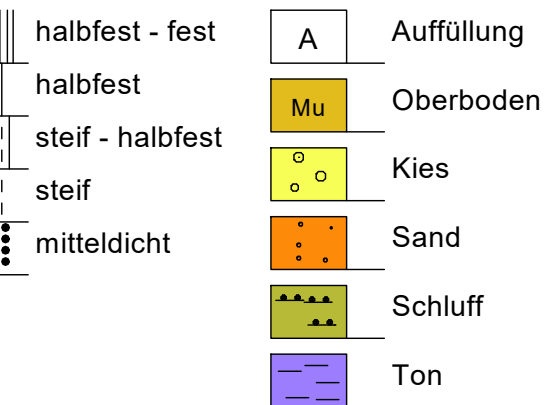


Index	Datum	gezeichnet	geprüft	Änderung		
Auftraggeber:	 WVE GmbH Kaiserslautern Blechhammerweg 50 D-67659 Kaiserslautern				bearbeitet:	Datum
					gezeichnet:	Name
					geprüft:	
Planer:	 Rubel & Partner Management für Umwelt und Technologie Hermannstraße 65, D-55286 Würzburg Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098				bearbeitet:	Datum
					gezeichnet:	Name
					geprüft:	
Projekt:	Geo-/umwelttechnischer Bericht Erschließung NBG "Schulwiesengraben 2019" in Hettenleidelheim Geotechnischer Profilschnitt NBG Bereich Nord: RKS 1 - RKS 2 - RKS 3 - DPH 1 - RKS 4					
Leistungsphase:	Maßstab:	Projekt-Nr.:		Anlage-Nr.:		
Geo-/umwelttechnische Erkundung		1 : 50		200927	2.1	

Neubaugebiet Bereich Süd



Legende



0.84 (238.60) GW angebohrt
24.11.2020

Index	Datum	gezeichnet	geprüft	Änderung					
Auftraggeber:	WVE GmbH Kaiserslautern Blechhammerweg 50 D-67659 Kaiserslautern				Datum	Name			
					bearbeitet:				
					gezeichnet:				
					geprüft:				
Planer:	Rubel & Partner Management für Umwelt und Technologie Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098				Datum	Name			
					bearbeitet:	23.11.2020	GBM		
					gezeichnet:	17.12.2020	AH		
					geprüft:	26.01.2021	LA		
Projekt:	Geo-/umwelttechnischer Bericht Erschließung NBG "Schulwiesengraben 2019" in Hettenleidelheim Geotechnischer Profilschnitt NBG Bereich Süd: RKS 5 - RKS 6 - DPH 2 - RKS 7 - RKS 8								
Leistungsphase:	Maßstab:		Projekt-Nr.:		Anlage-Nr.:				
Geo-/umwelttechnische Erkundung	1 : 50		200927		2.2				

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Erschließung NBG "Schulwiesengraben 2019" in Hettenleidelheim

Bearbeiter: WO

Datum: 04.01.2021

Entnahmestelle: RKS

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 23.11.2020

Probenbezeichnung:	RKS 1/2	RKS 2/2	RKS 4/3	RKS 6/5
Entnahmetiefe [m]:	0,25 - 1,10 m	0,30 - 1,60 m	1,50 - 3,90 m	2,40 - 5,00 m
Bodenart:	S, g*, u', t'	U, s, t'	S, G, u'	T, u*, s'
Feuchte Probe + Behälter [g]:	1243.50	551.20	1231.00	525.30
Trockene Probe + Behälter [g]:	1168.90	505.90	1180.90	496.20
Behälter [g]:	358.40	216.60	247.80	236.20
Porenwasser [g]:	74.60	45.30	50.10	29.10
Trockene Probe [g]:	810.50	289.30	933.10	260.00
Wassergehalt [%]	9.20	15.66	5.37	11.19

Rubel & Partner

Management für Umwelt und Technologie
Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098

Bearbeiter: WO

Datum: 05.01.2021

Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

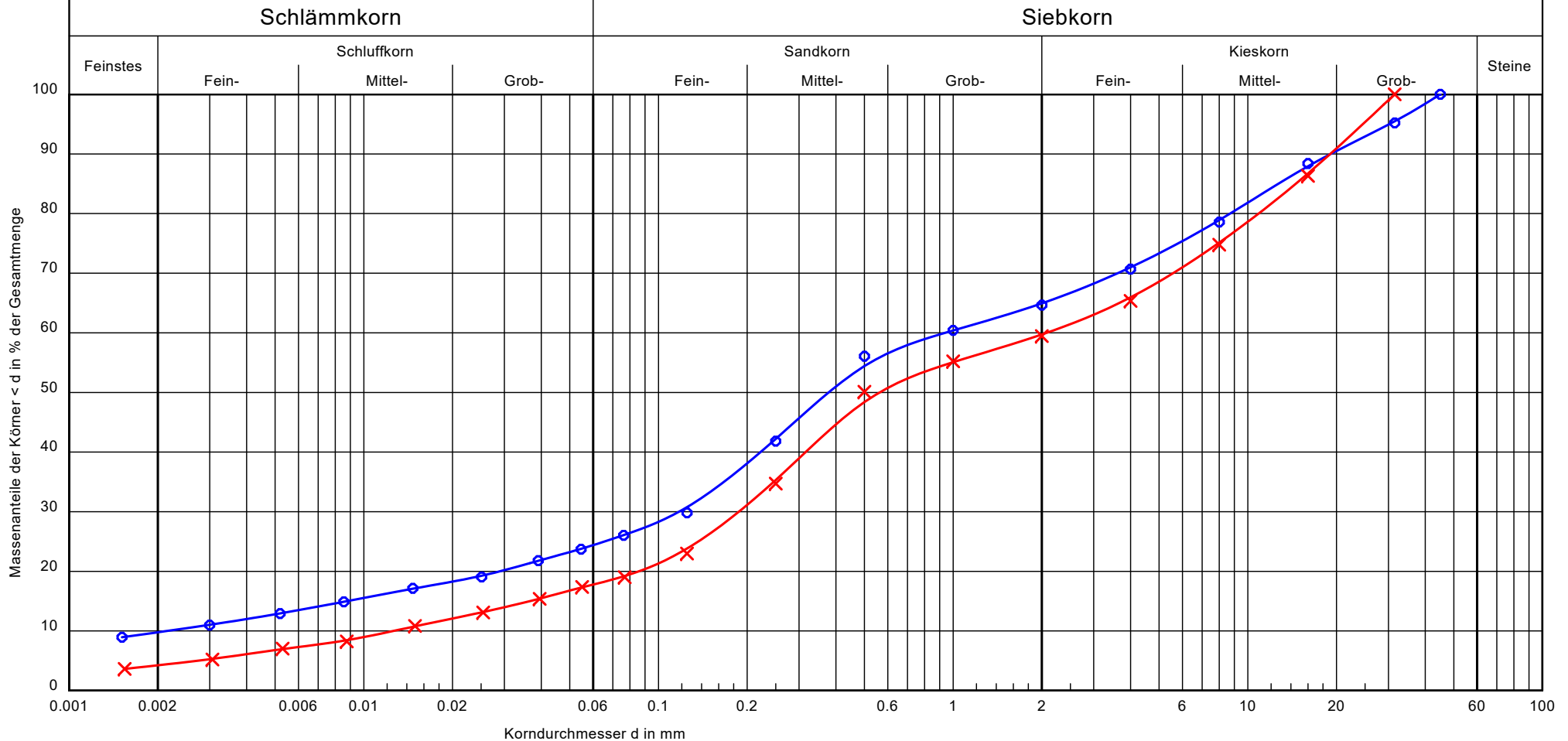
Erschließung NBG "Schulwiesengraben 2019"

in Hettenleidelheim

Probe entnommen am: 23.11.2020

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: kombinierte Sieb-/Schlämmanalyse



Bezeichnung:	RKS 1/2	RKS 4/3	Bemerkungen:	Bericht: 200927 Anlage 3.2.1
Entnahmetiefe:	0,25 - 1,10 m	1,50 - 3,90 m		
Bodenart:	S, g, u', t'	S, G, u'		
T/U/S/G [%]:	9.8/15.0/40.2/35.1	4.2/13.8/41.7/40.3		
Bodengruppe:	SU*	SU* / GU*		
Signatur:	○—○	×—×		
k-Wert (nach Mallet/Paquant) [m/s]	1.0 * 10 ⁻⁶	1.2 * 10 ⁻⁵		

Rubel & Partner

Management für Umwelt und Technologie
Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098

Bearbeiter: WO

Datum: 05.01.2021

Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

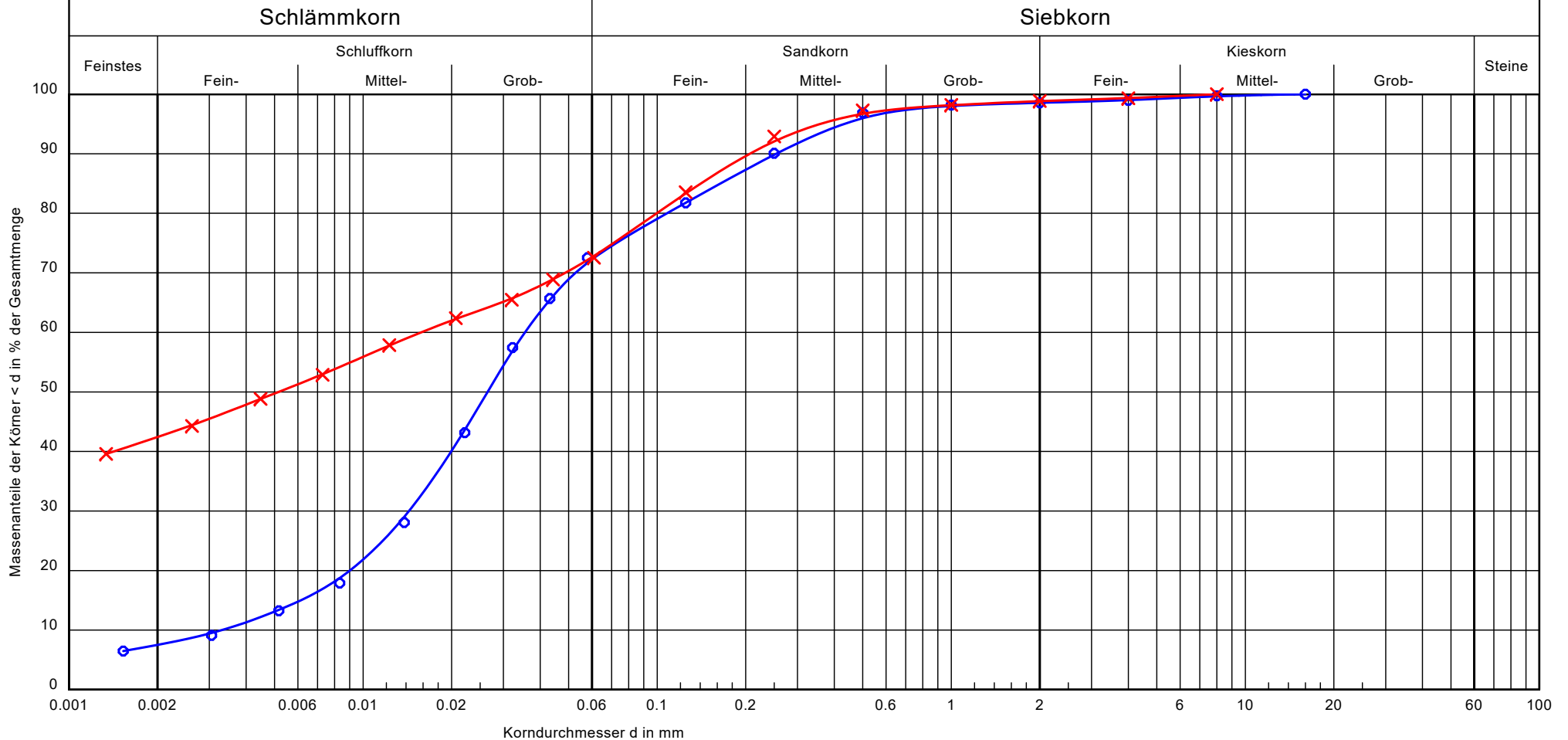
Erschließung NBG "Schulwiesengraben 2019"

in Hettenleidelheim

Probe entnommen am: 23.11.2020

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: kombinierte Sieb-/Schlämmanalyse



Bezeichnung:	RKS 2/2	RKS 6/5	Bemerkungen:	Bericht: 200927 Anlage 3.2.2
Entnahmetiefe:	0,30 - 1,60 m	2,40 - 5,00 m		
Bodenart:	U, s, t'	T, $\bar{u}$, s		
T/U/S/G [%]:	7.5/65.5/25.6/1.4	42.4/30.9/25.5/1.2		
Bodengruppe:	TL	TA / TM		
Signatur:				
k-Wert (nach Seelheim) [m/s]	$2.5 \cdot 10^{-6}$	$9.5 \cdot 10^{-8}$		

Protokoll Doppelring-Infiltrometer					Anlage 4
Projekt:		OG Hettenleidelheim, NBG "Schulwiesengraben 2019"			
Projektnummer:		200927			
Datum:		24.11.2020			
Bearbeiter:		GBM			
Versuch:		VS 1 (bei RKS 1)			
0,20 m unter GOK - UK Oberboden (U,t,s,g")					
Messungen					
Zeit	Wasserhöhe	Zeitabschnitte	Infiltration	Infiltrationskapazität	Infiltrationskapazität
h : min : sek	in cm	in min	in mm	in mm/min	in m/s
00 : 00 : 00	40,0				
00 : 05 : 00	40,1	5,00	1,00	0,20	3,33E-06
00 : 10 : 00	40,5	5,00	4,00	0,80	1,33E-05
00 : 15 : 00	40,7	5,00	2,00	0,40	6,67E-06
00 : 20 : 00	41,0	5,00	3,00	0,60	1,00E-05
00 : 25 : 00	41,2	5,00	2,00	0,40	6,67E-06
00 : 30 : 00	41,5	5,00	3,00	0,60	1,00E-05
00 : 35 : 00	41,8	5,00	3,00	0,60	1,00E-05
00 : 40 : 00	42,2	5,00	4,00	0,80	1,33E-05
00 : 50 : 00	42,6	10,00	4,00	0,40	6,67E-06
Mittelwert					8,89E-06

**Homogenbereiche nach DIN 18 300, DIN 18 320 (Oberboden)**

Homogenbereiche	A	B	C	D	E
Bezeichnung [-]	Oberboden	Auffüllung (Kies, Sand)	Schluff (Quartär)	Kies/Sand (Quartär)	Ton/Sand (Tertiär)
Bodengruppe DIN 18 196 [-]	OH	[GU / SU]	TL / UL	SU/SU*/GU/ GU*	TA / TM / SU
Bodengruppe DIN 18 915 [-]	4a, 5a	/	/	/	/
Kornkennziffer [-]	/	0/2/5/3 bis 0/0/2/8	2/7/1/0 bis 0/5/4/1	1/2/5/2 bis 0/0/2/8	5/3/2/0 bis 0/1/6/3
Anteil Steine, D > 63 mm [Ma.-%]	≤ 5	≤ 20	≤ 5	≤ 20	≤ 10
Anteil Blöcke, D > 200 mm [Ma.-%]	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 10	≤ 5
Anteil große Blöcke, D > 630 mm [Ma.-%]	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5
Organischer Anteil V_{GI} [Ma.-%]	≤ 6	≤ 6	≤ 6	≤ 6	≤ 6
Wassergehalt w_L [Ma.-%]	/	5 – 20	10 – 25	5 – 20	5 – 30
Wichte γ_k [kN/m³]	18	20 – 21	19,5	20 – 21	20,5
Lagerungsdichte I_D [-]	/	35 – 65	/	35 – 65	35 – 85 ¹⁾
Plastizitätszahl I_p [-]	/	/	4 – 15	/	15 – 40 ²⁾
Konsistenzzahl I_c [-]	/	/	0,5 > 1,0	/	0,75 > 1,0 ²⁾
Undrainede Scherfestigkeit c_u [kN/m²]	/	/	15 – 75	/	30 – 150 ²⁾

1) rollige Bereiche

2) bindige Bereiche

Eurofins Umwelt Ost GmbH - Lindenstraße 11
Gewerbegebiet Freiberg Ost - D-09627 - Bobritzsch-Hilbersdorf

Rubel & Partner
Hermannstraße 65
55286 Wörrstadt

Titel: **Prüfbericht zu Auftrag 12046543**
Prüfberichtsnummer: **AR-21-FR-000039-01**
Auftragsbezeichnung: **200927 OG Hettenleidelheim, Erschl NBG**
Anzahl Proben: **2**
Probenart: **Straßenbelag**
Probenahmedatum: **24.11.2020**
Probenehmer: **Auftraggeber**
Probeneingangsdatum: **18.12.2020**
Prüfzeitraum: **18.12.2020 - 04.01.2021**
Kommentar: **"Schulwiesengraben 2019"**

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. Die Ergebnisse beziehen sich in diesem Fall auf die Proben im Anlieferungszustand. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur 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 17025:2018 DAkkS akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14081-01-00) aufgeführten Umfang.

Dr. Ulrich Erler
Prüfleitung
Tel. +49 37312076510

Digital signiert, 04.01.2021
Annett Rietschel
Prüfleitung



Probenbezeichnung	RKS 3 (0-11 cm)	RKS 8 (0-8 cm)
Probenahmedatum/ -zeit	24.11.2020	24.11.2020
Probennummer	120175902	120175903

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	BG	Einheit		
-----------	------	------	---------	----	---------	--	--

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	FR	RE000 FY	DIN EN 14346: 2007-03	0,1	Ma.-%	96,6	98,0
--------------	----	----------	-----------------------	-----	-------	------	------

PAK aus der Originalsubstanz

Naphthalin	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5
Acenaphthylen	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5
Acenaphthen	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5
Fluoren	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5
Phenanthren	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	0,5
Anthracen	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5
Fluoranthren	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5
Pyren	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5
Benzo[a]anthracen	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5
Chrysen	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5
Benzo[b]fluoranthren	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5
Benzo[k]fluoranthren	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5
Benzo[a]pyren	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5
Indeno[1,2,3-cd]pyren	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5
Dibenzo[a,h]anthracen	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5
Benzo[ghi]perylene	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5
Summe 16 EPA-PAK exkl.BG	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	0,5
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl.BG	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	0,5

Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schüttteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Phenolindex, wasserdampflich	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	0,01	mg/l	< 0,01	< 0,01
------------------------------	----	----------	---------------------------------	------	------	--------	--------

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akk. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Kommentare zu Ergebnissen

¹⁾ nicht berechenbar, da alle Werte < BG.

Die mit FR gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt Ost GmbH (Bobritzsch-Hilbersdorf) analysiert. Die Bestimmung der mit RE000FY gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14081-01-00 akkreditiert.

Eurofins Umwelt Ost GmbH - Lindenstraße 11
Gewerbegebiet Freiberg Ost - D-09627 - Bobritzsch-Hilbersdorf

Rubel & Partner
Hermannstraße 65
55286 Wörrstadt

Titel: **Prüfbericht zu Auftrag 12046549**
Prüfberichtsnummer: **AR-21-FR-000802-01**
Auftragsbezeichnung: **200927 OG Hettenleidelheim, Erschl NBG**
Anzahl Proben: **2**
Probenart: **Boden**
Probenahmedatum: **24.11.2020**
Probenehmer: **Auftraggeber**
Probeneingangsdatum: **18.12.2020**
Prüfzeitraum: **18.12.2020 - 06.01.2021**
Kommentar: **"Schulwiesengraben 2019"**

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. Die Ergebnisse beziehen sich in diesem Fall auf die Proben im Anlieferungszustand. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur 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 17025:2018 DAkkS akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14081-01-00) aufgeführten Umfang.

Dr. Ulrich Erler
Prüfleitung
Tel. +49 37312076510

Digital signiert, 11.01.2021
Dr. Ulrich Erler
Prüfleitung



Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte							Probenbezeichnung		MP 1: Schotter- tragschicht	MP 2: Bodenaus- hub
				Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum/ -zeit		24.11.2020	24.11.2020
											Probennummer		120175910	120175911
											BG	Einheit		

Probenvorbereitung

Probenmenge inkl. Verpackung	FR	RE000 FY	DIN 19747: 2009-07									kg	2,0	2,4
Fremdstoffe (Art)	FR	RE000 FY	DIN 19747: 2009-07										nein	nein
Fremdstoffe (Menge)	FR	RE000 FY	DIN 19747: 2009-07									g	0,0	0,0
Siebrückstand > 10mm	FR	RE000 FY	DIN 19747: 2009-07										Ja	Ja

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	FR	RE000 FY	DIN EN 14346: 2007-03								0,1	Ma.-%	92,9	92,1
--------------	----	-------------	-----------------------	--	--	--	--	--	--	--	-----	-------	------	------

Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01*

Arsen (As)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	10	15	20	15 ²⁾	45	45	150	0,8	mg/kg TS	4,3	7,8
Blei (Pb)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	40	70	100	140	210	210	700	2	mg/kg TS	6	8
Cadmium (Cd)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,4	1	1,5	1 ³⁾	3	3	10	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2
Chrom (Cr)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	30	60	100	120	180	180	600	1	mg/kg TS	88	15
Kupfer (Cu)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	20	40	60	80	120	120	400	1	mg/kg TS	32	9
Nickel (Ni)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	15	50	70	100	150	150	500	1	mg/kg TS	44	14
Thallium (Tl)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,4	0,7	1	0,7 ⁴⁾	2,1	2,1	7	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2
Quecksilber (Hg)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,1	0,5	1	1	1,5	1,5	5	0,07	mg/kg TS	< 0,07	< 0,07
Zink (Zn)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	60	150	200	300	450	450	1500	1	mg/kg TS	61	28

Anionen aus der Originalsubstanz

Cyanide, gesamt	FR	RE000 FY	DIN ISO 17380: 2013-10					3	3	10	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5
-----------------	----	-------------	------------------------	--	--	--	--	---	---	----	-----	----------	-------	-------

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte							Probenbezeichnung		MP 1: Schotter- tragschicht	MP 2: Bodenaus- hub
				Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum/ -zeit		24.11.2020	24.11.2020
											Probennummer		120175910	120175911
											BG	Einheit		
Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz														
TOC	FR	RE000 FY	DIN EN 15936: 2012-11	0,5 ⁵⁾	0,5 ⁵⁾	0,5 ⁵⁾	0,5 ⁵⁾	1,5	1,5	5	0,1	Ma.-% TS	0,1	0,1
EOX	FR	RE000 FY	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	1	1	1	1 ⁶⁾	3 ⁶⁾	3 ⁶⁾	10	1,0	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0
Kohlenwasserstoffe C10-C22	FR	RE000 FY	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	100	100	100	200	300	300	1000	40	mg/kg TS	< 40	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	FR	RE000 FY	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09				400	600	600	2000	40	mg/kg TS	< 40	< 40
BTEX aus der Originalsubstanz														
Benzol	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 22155: 2016-07								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Toluol	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 22155: 2016-07								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Ethylbenzol	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 22155: 2016-07								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
m-/p-Xylol	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 22155: 2016-07								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
o-Xylol	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 22155: 2016-07								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 22155: 2016-07	1	1	1	1	1	1	1		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

											Probenbezeichnung		MP 1: Schotter- tragschicht	MP 2: Bodenaus- hub
											Probenahmedatum/ -zeit		24.11.2020	24.11.2020
											Probennummer		120175910	120175911
				Vergleichswerte										
Parameter	Lab.	Akk.	Methode	Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	BG	Einheit		
LHKW aus der Originalsubstanz														
Dichlormethan	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 22155: 2016-07								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 22155: 2016-07								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 22155: 2016-07								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Chloroform (Trichlormethan)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 22155: 2016-07								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 22155: 2016-07								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Tetrachlormethan	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 22155: 2016-07								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Trichlorethen	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 22155: 2016-07								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Tetrachlorethen	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 22155: 2016-07								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
1,1-Dichlorethen	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 22155: 2016-07								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
1,2-Dichlorethan	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 22155: 2016-07								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Summe LHKW (10 Parameter)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 22155: 2016-07	1	1	1	1	1	1	1		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

											Probenbezeichnung		MP 1: Schotter- tragschicht	MP 2: Bodenaus- hub
											Probenahmedatum/ -zeit		24.11.2020	24.11.2020
											Probennummer		120175910	120175911
Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	BG	Einheit		
PCB aus der Originalsubstanz														
PCB 28	FR	RE000 FY	DIN EN 15308: 2016-12								0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 52	FR	RE000 FY	DIN EN 15308: 2016-12								0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 101	FR	RE000 FY	DIN EN 15308: 2016-12								0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 153	FR	RE000 FY	DIN EN 15308: 2016-12								0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 138	FR	RE000 FY	DIN EN 15308: 2016-12								0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
PCB 180	FR	RE000 FY	DIN EN 15308: 2016-12								0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	FR	RE000 FY	DIN EN 15308: 2016-12	0,05	0,05	0,05	0,1	0,15	0,15	0,5		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾
PCB 118	FR	RE000 FY	DIN EN 15308: 2016-12								0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01
Summe PCB (7)	FR	RE000 FY	DIN EN 15308: 2016-12									mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

											Probenbezeichnung		MP 1: Schotter- tragschicht	MP 2: Bodenaus- hub
											Probenahmedatum/ -zeit		24.11.2020	24.11.2020
											Probennummer		120175910	120175911
Parameter	Lab.	Akk.	Methode	Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	BG	Einheit		
PAK aus der Originalsubstanz														
Naphthalin	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Acenaphthylen	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Acenaphthen	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Fluoren	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Phenanthren	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Anthracen	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Fluoranthen	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Pyren	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]anthracen	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Chrysen	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Benzo[b]fluoranthen	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Benzo[k]fluoranthen	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]pyren	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05	0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	0,9	3	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Dibenzo[a,h]anthracen	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Benzo[ghi]perylen	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05								0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05
Summe 16 EPA-PAK exkl.BG	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05	3	3	3	3	3 ⁷⁾	3 ⁷⁾	30		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl.BG	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05									mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

Parameter	Lab.	Akk.	Methode	Vergleichswerte							Probenbezeichnung		MP 1: Schotter- tragschicht	MP 2: Bodenaus- hub
				Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probenahmedatum/ -zeit		24.11.2020	24.11.2020
											Probennummer		120175910	120175911
											BG	Einheit		

Physikal.-chem. Kenngrößen a.d. 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

pH-Wert	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12			9,9	8,9
Temperatur pH-Wert	FR	RE000 FY	DIN 38404-4 (C4): 1976-12									°C	19,1	19,2
Leitfähigkeit bei 25°C	FR	RE000 FY	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	250	250	250	250	250	1500	2000	5	µS/cm	96	52

Anionen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Chlorid (Cl)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	30	30	30	30	30	50	100 ⁸⁾	1,0	mg/l	< 1,0	< 1,0
Sulfat (SO ₄)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	20	20	20	20	20	50	200	1,0	mg/l	2,7	< 1,0
Cyanide, gesamt	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	5	5	5	5	5	10	20	5	µg/l	< 5	< 5

Elemente aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Arsen (As)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	14	14	14	14	14	20	60 ⁹⁾	1	µg/l	4	2
Blei (Pb)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	40	40	40	40	40	80	200	1	µg/l	< 1	< 1
Cadmium (Cd)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	3	6	0,3	µg/l	< 0,3	< 0,3
Chrom (Cr)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	25	60	1	µg/l	< 1	2
Kupfer (Cu)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	20	20	20	20	20	60	100	5	µg/l	< 5	< 5
Nickel (Ni)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	15	15	15	15	15	20	70	1	µg/l	< 1	1
Quecksilber (Hg)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	2	0,2	µg/l	< 0,2	< 0,2
Zink (Zn)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	150	150	150	150	150	200	600	10	µg/l	< 10	< 10

Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Phenolindex, wasserdampfllüchtig	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	20	20	20	20	20	40	100	10	µg/l	< 10	< 10
-------------------------------------	----	-------------	------------------------------------	----	----	----	----	----	----	-----	----	------	------	------

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akk. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Aufschluss mittels temperaturregulierendem Graphitblock

Kommentare zu Ergebnissen

¹⁾ nicht berechenbar, da alle Werte < BG.

Die mit FR gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt Ost GmbH (Bobritzsch-Hilbersdorf) analysiert. Die Bestimmung der mit RE000FY gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14081-01-00 akkreditiert.

Erläuterungen zu Vergleichswerten

Untersuchung nach LAGA TR Boden (2004) Tabelle II.1.2-2/-4 + -3/ -5.

Zuordnungswerte für Grenzwerte Z0*: Maximale Feststoffgehalte für die Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen (siehe "Ausnahmen von der Regel" für die Verfüllung von Abgrabungen in Nr. II.1.2.3.2).

- ²⁾ Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 20 mg/kg.
- ³⁾ Der Wert 1 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,5 mg/kg.
- ⁴⁾ Der Wert 0,7 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,0 mg/kg.
- ⁵⁾ Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%.
- ⁶⁾ Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.
- ⁷⁾ Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.
- ⁸⁾ Bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 300 mg/l.
- ⁹⁾ Bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/l.

Bei der Darstellung von Grenz- bzw. Richtwerten im Prüfbericht handelt es sich ausschließlich um eine Serviceleistung der EUROFINS UMWELT. Eine rechtsverbindliche Zuordnung der Prüfberichtsergebnisse im Sinne der zitierten Regularien wird ausdrücklich ausgeschlossen. Diese liegt allein im Verantwortungsbereich des Auftraggebers. Die zitierten Grenz- und Richtwerte sind teilweise vereinfacht dargestellt und berücksichtigen nicht alle Kommentare, Nebenbestimmungen und/oder Ausnahmeregelungen des entsprechenden Regelwerkes.

Probenahmeprotokoll (gem. LAGA PN 98)



Entnahme von abgelagerten Stoffen oder Abfällen

1. Veranlasser / Auftraggeber Herr Zettl		Betreiber / Betrieb WVE GmbH		
2. Anschrift: Postleitzahl: 67659 Ort: Kaiserslautern		Straße: Nr. 50	Blechhammerweg	
3. Grund der Probenahme: Umwelttechnische Materialeinstufung, Festlegung des Entsorgungsweges				
4. Probenahmetag 24. November 2020		Uhrzeit 8:30 - 16:30		
5. Probenehmer M. Schwarz-Trunk		Rubel & Partner	Hermannstrasse 65 55286 Wörrstadt	
6. Herkunft des Abfalls Ort: Hettenleidelheim Straße: /		Örtlichkeit: NBG "Schulwiesengraben 2019"		
7. Anwesende Personen keine		Firma /		
8. vermutete Schadstoffe: keine		vermutete Gefährdungen: keine		
9. Untersuchungsstelle Postleitzahl: Eurofins Umwelt Ost GmbH D-09627 Ort: Bobritzsch-Hilbersdorf				Straße: Lindenstraße Nr. 11
10. Beschreibung des Abfalles bei der Probenahme: Abfallart: Boden Herkunft: RKS 3, RKS 8 Farbe: grau Festigkeit: fest Homogenität: homogen				Fremdanteile: / Sonstiges: / Geruch: arteigen Konsistenz: / Korngröße: G, s, u"-u'
11. Gesamtvolumen /		Form der Lagerung In-Situ		
12. Lagerungsdauer unbekannt				

13. Einflüsse auf das Abfallmaterial ☐ ist der Witterung ausgesetzt ☒ keine Witterungseinflüsse (Asphaltversiegelung)			
14. Probenahmegerät und -material ☐ Handbohrer mit Hohlsonde (DN 70) ☐ Handbohrer mit Schnecke ☒ Rammkernsondierung ☐ laufendes Band ☐ Probenahmeschaufel ☐ Schaufel ☐ Folienunterlage bei Teilung ☐ PE-Homogenisierungsbehältnisse			
15. Probenahmeverfahren Rammkernsondierung			
16. Anzahl der Einzelproben: 40 Stück Anzahl der Sammelpuben: / Anzahl der Sonderproben: /		Anzahl der Mischproben: 1 Stück Beschreibung der Sonderproben:	
17. Anzahl der Einzelproben je Mischprobe: 40 Stück Anzahl der Mischproben je Laborprobe: / Projekt-Nr.: 200927		Anzahl der Laborproben: 1 Stück Laborprobemenge: 1,7 Liter Bezeichnung: MP 1: Schottertragschicht	
18. Probenvorbereitungsschritte Verjüngung durch Teilung und Homogenisierung			
19. Probentransport und -lagerung 1 x 1,7 ltr. Kunststoffdeckelbehälter		Probenkühlung ca. 4°C in Kühlbox	
20. Vor-Ort-Analytik keine		Labor-Analytik LAGA Boden (2004) Tab. 1.2-4,-5	
21. Beobachtungen bei der Probenahme keine			
22. Topographische Karte als Anhang ☐ ja ☒ nein Hochwert: _____ Rechtswert: _____			
23. Lageskizze siehe Lageplan Anlage 1.2 zum Projekt 200927 Erschließung NBG "Schulwiesengraben 2019", Hettenleidelheim Geo-/ Umwelttechnischer Bericht			
Hettenleidelheim, den 24.11.2020 Ort / Datum		 Unterschrift Probennehmer	

Probenahmeprotokoll (gem. LAGA PN 98)



Entnahme von abgelagerten Stoffen oder Abfällen

1. Veranlasser / Auftraggeber Herr Zettl		Betreiber / Betrieb WVE GmbH																					
2. Anschrift: Postleitzahl: 67659 Ort: Kaiserslautern		Straße: Blechhammerweg Nr. 50																					
3. Grund der Probenahme: Umwelttechnische Materialeinstufung, Festlegung des Entsorgungsweges																							
4. Probenahmetag 23./24.11.2020		Uhrzeit 8:30 - 16:30																					
5. Probenehmer M. Schwarz-Trunk		Rubel & Partner Hermannstrasse 65 55286 Wörrstadt																					
6. Herkunft des Abfalls Ort: Hettenleidelheim Straße: /		Örtlichkeit: NBG "Schulwiesengraben 2019"																					
7. Anwesende Personen keine		Firma /																					
8. vermutete Schadstoffe: keine		vermutete Gefährdungen: keine																					
9. Untersuchungsstelle Postleitzahl: Eurofins Umwelt Ost GmbH D-09627 Ort: Bobritzsch-Hilbersdorf Straße: Lindenstraße Nr. 11																							
10. Beschreibung des Abfalles bei der Probenahme: <table><tr><td>Abfallart:</td><td>Boden</td><td>Fremdanteile:</td><td>sehr vereinzelt Holzreste u. Ziegel- und Schlackebruchstücke</td></tr><tr><td>Herkunft:</td><td>RKS 1 - RKS 8</td><td>Sonstiges:</td><td></td></tr><tr><td>Farbe:</td><td>(hell-)grau, (hell-)braun, braungrau, rotbraun</td><td>Geruch:</td><td>arteigen</td></tr><tr><td>Festigkeit:</td><td>fest</td><td>Konsistenz:</td><td>steif bis halbfest (bei Schluff / Ton)</td></tr><tr><td>Homogenität:</td><td>homogen</td><td>Korngröße:</td><td>Kies, Sand, Schluff, Ton</td></tr></table>				Abfallart:	Boden	Fremdanteile:	sehr vereinzelt Holzreste u. Ziegel- und Schlackebruchstücke	Herkunft:	RKS 1 - RKS 8	Sonstiges:		Farbe:	(hell-)grau, (hell-)braun, braungrau, rotbraun	Geruch:	arteigen	Festigkeit:	fest	Konsistenz:	steif bis halbfest (bei Schluff / Ton)	Homogenität:	homogen	Korngröße:	Kies, Sand, Schluff, Ton
Abfallart:	Boden	Fremdanteile:	sehr vereinzelt Holzreste u. Ziegel- und Schlackebruchstücke																				
Herkunft:	RKS 1 - RKS 8	Sonstiges:																					
Farbe:	(hell-)grau, (hell-)braun, braungrau, rotbraun	Geruch:	arteigen																				
Festigkeit:	fest	Konsistenz:	steif bis halbfest (bei Schluff / Ton)																				
Homogenität:	homogen	Korngröße:	Kies, Sand, Schluff, Ton																				
11. Gesamtvolumen /		Form der Lagerung In-Situ																					
12. Lagerungsdauer unbekannt																							

13. Einflüsse auf das Abfallmaterial ☒ ist der Witterung ausgesetzt (RKS 1, RKS 2, RKS 4 - RKS 7) ☒ keine Witterungseinflüsse (Asphaltversiegelung, RKS 3 / RKS 8)			
14. Probenahmegerät und -material ☐ Handbohrer mit Hohlsonde (DN 70) ☐ Handbohrer mit Schnecke ☒ Rammkernsondierung ☐ laufendes Band ☐ Probenahmeschaufel ☐ Schaufel ☐ Folienunterlage bei Teilung ☐ PE-Homogenisierungsbehältnisse			
15. Probenahmeverfahren Rammkernsondierung			
16. Anzahl der Einzelproben: 40 Stück Anzahl der Sammelpuben: / Anzahl der Sonderproben: /		Anzahl der Mischproben: 1 Stück Beschreibung der Sonderproben:	
17. Anzahl der Einzelproben je Mischprobe: 40 Stück Anzahl der Mischproben je Laborprobe: / Projekt-Nr.: 200927		Anzahl der Laborproben: 1 Stück Laborprobemenge: 1,7 Liter Bezeichnung: MP 2: Bodenaushub	
18. Probenvorbereitungsschritte Verjüngung durch Teilung und Homogenisierung			
19. Probentransport und -lagerung 1 x 1,7 ltr. Kunststoffdeckelbehälter		Probenkühlung ca. 4°C in Kühlbox	
20. Vor-Ort-Analytik keine		Labor-Analytik LAGA Boden (2004) Tab. 1.2-4,-5	
21. Beobachtungen bei der Probenahme keine			
22. Topographische Karte als Anhang ☐ ja ☒ nein Hochwert: Rechtswert:			
23. Lageskizze siehe Lageplan Anlage 1.2 zum Projekt 200927 Erschließung NBG "Schulwiesengraben 2019", Hettenleidelheim Geo-/ Umwelttechnischer Bericht			
Hettenleidelheim, den 24.11.2020 Ort / Datum		 Unterschrift Probenehmer	



Rubel & Partner - Management für Umwelt und Technologie

Geotechnischer Bericht

Erschließung Neubaugebiet „Schulwiesengraben 2019“ in Hettenleidelheim Versickerungsfähigkeit

Auftraggeber: WVE GmbH
Blechhammerweg 50
D-67659 Kaiserslautern

Auftragnehmer: Rubel & Partner
Hermannstraße 65
D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980
Fax: 06732 961098

Projektnummer: 200927_B

Projektleiter: Dipl.-Geol. S. Lahham

Wörrstadt, den 28. Oktober 2021



Inhaltsverzeichnis

1	Auftrag	1
2	Verwendete Unterlagen	1
3	Situation	1
4	Durchgeführte Untersuchungen	2
4.1	Erkundung / Probenahme	2
5	Schichtenaufbau	3
5.1	Oberboden	3
5.2	Schluff (Quartär)	3
5.3	Hangschutt (Quartär)	4
6	Bodenklassifizierung und Kennwerte	4
7	Hydrogeologische Verhältnisse / Grundwasser	4
8	Wasserdurchlässigkeit	4
8.1	Ermittelte Wasserdurchlässigkeiten aus den Korngrößenverteilungen	5
8.2	Ermittelte Wasserdurchlässigkeiten aus den Versickerungsversuchen	5
9	Folgerungen und Empfehlungen	5
10	Zusammenfassung	7

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lagepläne
Anlage 1.1	Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 25.000
Anlage 1.2	Lageplan der Aufschlusspunkte, Maßstab 1 : 1.000
Anlage 2	Geotechnischer Profilschnitt, RKS 1/VS 1 – RKS 2/VS 2, Maßstab 1 : 25
Anlage 3	Wassergehalt und Korngrößenverteilung
Anlage 3.1	Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1
Anlage 3.2	Korngrößenverteilung nach DIN ISO 17892-4
Anlage 4	Protokolle Versickerungsversuche
Anlage 4.1	Versickerungsversuch VS1 (RKS 1)
Anlage 4.2	Versickerungsversuch VS2 (RKS 2)



1 Auftrag

Das Büro Rubel & Partner, Wörrstadt, wurde auf Grundlage des Angebotes vom 03.08.2021 von der WVE GmbH, Kaiserslautern, beauftragt, zu [U6] ergänzende geotechnische Untersuchungen für die geplante Erschließung des Neubaugebietes (NBG) „Schulwiesengraben 2019“ in Hettenleidelheim auszuführen. Die Beauftragung erfolgte mit Schreiben vom 05.08.2021

Auf Grundlage der durchgeführten Feld- und Laboruntersuchungen sind Angaben zur Bodenbeschaffenheit und zu den hydrogeologischen Verhältnissen zu machen. Der geotechnische Bericht soll insbesondere Angaben zur Versickerung von Oberflächenwasser an zwei zusätzlich von der WVE GmbH festgelegten Punkten liefern.

Die Ergebnisse werden im vorliegenden Bericht zusammengefasst und bewertet.

2 Verwendete Unterlagen

Von der WVE GmbH Kaiserslautern wurde Rubel & Partner folgende Planunterlage zur Verfügung gestellt:

[P1] WVE GmbH Kaiserslautern und Ortsgemeinde Hettenleidelheim, „NBG Schulwiesengraben 2019“, Maßstab 1 : 1.000, Stand 10.09.2020

Des Weiteren standen Rubel & Partner folgende Unterlagen zur Verfügung:

[U1] Topographische Karte, Blatt 6414 Grünstadt West, Maßstab 1 : 25.000

[U2] Geologische Übersichtskarte Rheinland-Pfalz, Maßstab 1 : 100.000

[U3] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau ZTVE-StB 17, Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV)

[U4] Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Arbeitsblatt DWA-A 138, April 2005

[U5] Handlungsempfehlung zum Umgang mit Regenwasser, Merkblatt DWA-M 153, August 2007

[U6] Rubel & Partner, Geo-/umwelttechnischer Bericht, Erschließung Neubaugebiet „Schulwiesengraben 2019“ in Hettenleidelheim, vom 26.01.2021

3 Situation

Die WVE GmbH plant mit der Ortsgemeinde Hettenleidelheim das Neubaugebiet „Schulwiesengraben 2019“ in der westlichen Ortsrandlage von Hettenleidelheim zu erschließen. Die Planung obliegt der WVE GmbH in Kaiserslautern.

Die Lage des Projektareals kann dem Übersichtslageplan im Maßstab 1 : 25.000 (Anlage 1.1) und dem Lageplan in der Anlage 1.2 im Maßstab 1 : 1.000 entnommen werden.



Das Bebauungsplangebiet befindet sich in der westlichen Ortsrandlage von Hettenleidelheim.

Etwa mittig verläuft in Ost-West-Richtung die Gartenstraße, welche das Neubaugebiet (NBG) in einen nördlichen und südlichen Bereich unterteilt. Mit [U6] liegt für die Erschließung des Neubaugebietes ein geo-/umwelttechnischer Bericht vor.

Im Norden des Neubaugebietes ist nach [P1] die Herstellung eines Regenrückhaltebeckens (RRB) mit Abmessungen von ca. 100 m x 15 m geplant. Die Wasserdurchlässigkeit der dort vorzufindenden Böden ist in [U6] beschrieben. Ergänzend hierzu möchte die WVE GmbH in zwei weiteren Bereichen die Wasserdurchlässigkeit der Böden in ca. 1 m Tiefe unter dem derzeitigen Geländeniveau überprüfen lassen. Die Untersuchungspunkte befinden sich im nördlichen und südlichen Zentrum des Neubaugebietes und sind in Anlage 1.2 mit VS 1 / RKS 1 bzw. VS 2 / RKS 2 gekennzeichnet.

Die Ansatzpunkte der ausgeführten Aufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Als Höhenbezugspunkt wurde ein Kanaldeckel (H24M08) in der Gartenstraße am Ortsausgang von Hettenleidelheim verwendet. Die Lage der Aufschlusspunkte und des Höhenbezugspunktes kann dem Lageplan der Anlage 1.2 entnommen werden.

4 Durchgeführte Untersuchungen

4.1 Erkundung / Probenahme

Am 21.09.2021 wurden zur Erkundung der Baugrundverhältnisse am Projektstandort folgende Baugrundaufschlüsse durchgeführt:

- 2 Kleinbohrungen in Form von Rammkernsondierungen (RKS): RKS 1 und RKS 2
- 2 Versickerungsversuche (Standrohr): VS 1 und VS 2

Die Rammkernsondierungen (RKS) wurden mit einem Durchmesser von $d = 31$ mm niedergebracht. Sie dienen zur Probenentnahme und zur Erkundung des Baugrundes bis maximal 1,0 m unter Geländeoberkante sowie zur Vorbereitung des Versickerungsversuches.

Aus den Rammkernsondierungen wurden gestörte Bodenproben entnommen. Im bodenmechanischen Labor Rubel & Partner erfolgte eine bodenmechanische Ansprache der Proben zum Zweck einer einheitlichen Benennung und Beschreibung nach DIN EN ISO 14688 sowie eine bautechnische Klassifizierung nach DIN 18 196 und DIN 18 300.

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Die Lage der Aufschlusspunkte und des Versickerungsversuchs können dem Lageplan der Anlage 1.2 entnommen werden.

Die zeichnerische Darstellung der Bohrerergebnisse nach DIN 4023 erfolgt im geotechnischen Profilschnitt der Anlage 2.

Zur Bestimmung von Bodenkennwerten wurden ausgewählte Bodenproben die im Bereich der festgelegten Sohle liegen werden (1 m Tiefe) im bodenmechanischen Labor Rubel & Partner auf ihren Wassergehalt gemäß DIN EN ISO 17892-1 und die Korngrößenverteilung nach



DIN EN ISO 17892-4 untersucht. Die Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen sind in Anlage 3 dargestellt.

Zur in-situ Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit der anstehenden Böden wurde an den festgelegten Standorten jeweils ein Versickerungsversuch (VS) durchgeführt. Die Versuche (VS 1 und VS 2) wurden mittels Standrohr in einer Tiefe von 1,0 m unter Gelände durchgeführt und die Infiltrationsrate der dort anstehenden Böden bestimmt. Die Auswertung der Versickerungsversuche ist in Anlage 4 dokumentiert.

5 Schichtenaufbau

Nach den Ergebnissen der Baugrundaufschlüsse, dem vorhandenen Kartenwerk und [U6] kann der allgemeine Schichtenaufbau wie folgt zusammengefasst werden:

Die Basis wird im Untersuchungsgebiet durch triassische Ablagerungen (Bundsandstein) gebildet. Diese wurden im Rahmen der Aufschlussarbeiten nicht angetroffen. Darüber folgen tertiäre Ablagerungen in Form von Tonen und Sanden (Klebsande) mit variierenden Schluff- und Tongehalten, die mit den Sondierungen bis 1,0 m unter Gelände ebenfalls nicht erteuft wurden. Hierauf folgen quartäre Ablagerungen in Form von Hangschutt (Kiese/Kiessande, Sande) sowie pleistozänen Lößablagerungen (Schluff).

Abschließend liegt Oberboden auf.

Nachfolgend wird der angetroffene Schichtenaufbau beschrieben.

5.1 Oberboden

Das oberste Glied der Schichtenabfolge wird bei den beiden durchgeführten Sondierungen von einem ca. 0,20 m mächtigen Oberboden eingenommen. Der Oberboden liegt bodenmechanisch als sehr schwach feinkiesiger, feinsandiger, schwach toniger Schluff mit organischen Beimengungen vor. Er besitzt eine dunkelbraune Farbe und ist in seiner gesamten Mächtigkeit durchwurzelt.

5.2 Schluff (Quartär)

Der Oberboden wird von quartären Schluffen unterlagert. Bodenmechanisch handelt es sich um schwach tonige, schwach kiesige, feinsandige Schluffe mit brauner Farbe.

Die anstehenden Schluffe sind nach DIN 18 196 einer Bodengruppe TL zuzuordnen. Die Konsistenz der Böden wurde zum Zeitpunkt der Geländearbeiten mit steif bis halbfest erkundet.

Die Schichtunterkante der quartären Schluffe verläuft bei 0,7 m in RKS 1 / VS 1 bzw. 0,8 m unter Gelände in RKS 2 / VS 2.



5.3 Hangschutt (Quartär)

Unterlagert wird der quartäre Schluff von quartären Hangschuttablagerungen in Form von Kiesen. Bodenmechanisch handelt es sich um schluffige, stark sandige Kiese in brauner bis braungrauer Farbe. Innerhalb der Schicht wurden durchgehend Sandsteinbruchstücke dokumentiert.

An zwei exemplarischen Proben der Kiese wurde die Korngrößenverteilung analysiert (siehe Anlage 3.2). Die Anteile der einzelnen Kornfraktionen wurden wie folgt bestimmt:

- Ton: 1,0 – 2,3 Gew.-%
- Schluff: 16,5 – 21,1 Gew.-%
- Sand: 32,3 – 34,1 Gew.-%
- Kies: 42,6 – 50,2 Gew.-%

Die anstehenden Kiese sind nach DIN 18 196 der Bodengruppe GU* zuzuordnen. Der Kiesanteil ist gegenüber den Ergebnissen aus [U6] erhöht.

Der Wassergehalt der exemplarisch untersuchten Bodenproben liegt bei $w_n = 5,27 \%$ (RKS 2/3) und $w_n = 8,12 \%$ (RKS 1/3) (siehe Anlage 3.1).

Die Schichtunterkante der Kiese wurde in den bis 1,0 m Tiefe geführten Bohrungen nicht erreicht.

6 Bodenklassifizierung und Kennwerte

Angaben zu der Klassifizierung der angetroffenen Schichten sowie deren bodenmechanischen Kennwerten sind [U6] zu entnehmen.

7 Hydrogeologische Verhältnisse / Grundwasser

Zum Zeitpunkt der Baugrundaufschlussarbeiten im September 2021 wurde in den bis 1,0 m unter Gelände geführten Sondierungen kein Grund- bzw. Schichtwasser angetroffen.

Grundsätzlich kann es im gesamten Projektgebiet temporär zu Schichtwasserführungen und Stauwasserbildungen kommen, da die erteuften, bindigen Böden (Schluffe) Niederschlagswasser aufstauen können.

8 Wasserdurchlässigkeit

Gemäß der Abstimmung mit der WVE GmbH wurden ergänzend zu [U6] an zwei Standorten die Wasserdurchlässigkeit des Bodens in einer Tiefe von 1,0 m unter Gelände bestimmt. In diesem Bereich lagen jeweils die quartären Hangschuttablagerungen (Kiese) vor.



8.1 Ermittelte Wasserdurchlässigkeiten aus den Korngrößenverteilungen

In Anlage 3.2 sind die Kornverteilungskurven der Proben aus dem quartären Kies und die hieraus rechnerisch abgeleiteten Durchlässigkeitsbeiwerte nach Mallet / Paquant dargestellt.

Folgende Durchlässigkeiten können hierbei berechnet werden:

Tabelle 1: Durchlässigkeitsbeiwerte aus den Korngrößenverteilungen

Position	Untersuchungstiefe	Substrat	Durchlässigkeitsbeiwerte (k _r -Wert)
RKS 1/3	0,70 – 1,0 m	Kies, stark sandig, schluffig	$3,0 \times 10^{-6}$ m/s
RKS 2/3	0,80 – 1,00 m	Kies, stark sandig, schluffig	$1,2 \times 10^{-5}$ m/s

8.2 Ermittelte Wasserdurchlässigkeiten aus den Versickerungsversuchen

In Anlage 4 sind die Ergebnisse der Versickerungsversuche VS 1 bis VS 2 dokumentiert.

Aus den Versickerungsversuchen können nachfolgend angegebene Durchlässigkeitsbeiwerte (k_r-Werte) berechnet werden:

Tabelle 2: Durchlässigkeitsbeiwerte aus den Versickerungsversuchen

Position	Untersuchungstiefe	Substrat	Durchlässigkeitsbeiwerte (k _r -Wert)
VS 1 / RKS 1	1,00 m	Kies, stark sandig, schluffig	$4,3 \times 10^{-5}$ m/s
VS 2 / RKS 2	1,00 m	Kies, stark sandig, schluffig	$4,7 \times 10^{-5}$ m/s

9 Folgerungen und Empfehlungen

Die Versickerung des Niederschlagswassers über geeignete Sickersysteme ist dem Arbeitsblatt DWA-A 138 (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, April 2005) in Verbindung mit DWA-M 153 (Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, August 2007) zu entnehmen.

Eine wesentliche Voraussetzung für die Versickerung ist die Durchlässigkeit des anstehenden Bodens. Generell liegt die entwässerungstechnisch relevante Durchlässigkeit in einem k_r-Bereich von $1,0 \times 10^{-3}$ m/s bis $1,0 \times 10^{-6}$ m/s.

Anhand der vorliegenden Untersuchungsergebnisse aus der Korngrößenverteilung können für die erteuften stark sandigen, schluffigen Kiese im Untersuchungsgebiet in einer Teufe von ca. 1,0 m mittlere Durchlässigkeitsbeiwerte zwischen k_r = $1,2 \times 10^{-5}$ m/s bzw. $3,0 \times 10^{-6}$ m/s abgeleitet werden.

Die aus den Versickerungsversuchen VS 1 und VS 2 ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte liegen bei k_r = $4,3 \times 10^{-5}$ m/s bzw. k_r = $4,7 \times 10^{-5}$ m/s.



Gemäß DIN 18 130 ist die Wasserdurchlässigkeit aus der ermittelten Korngrößenverteilung und den Versickerungsversuchen als durchlässig zu klassifizieren.

Die aus der Korngrößenverteilung berechneten Durchlässigkeitsbeiwerte und die in Versickerungsversuchen ermittelten Durchlässigkeiten stellen realistische Werte für die untersuchten stark sandigen, schluffigen Kiese dar.

Für die stark sandigen, schluffigen Kiese lässt sich ein gemittelter Durchlässigkeitsbeiwert $k_f = 2,6 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ berechnen.

Der angegebene k_f -Wert gilt für Fließvorgänge in der wassergesättigten Zone. Die Durchlässigkeit eines nicht wassergesättigten Bodens ist geringer als die eines wassergesättigten Bodens. Für die Ausbreitung der Wasserinhaltsstoffe in der ungesättigten Zone und für die Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung ist demzufolge nicht der für die gesättigte Zone bestimmte k_f -Wert anzusetzen, sondern der in der ungesättigten Zone geringere $k_{f,u}$ -Wert. Vereinfacht wird der Durchlässigkeitsbeiwert für einen ungesättigten Zustand zu $k_{f,u} = k_f / 2$ berechnet.

Für die bei den beiden Untersuchungsstellen anstehenden stark sandigen, schluffigen Kiese ergibt sich damit ein mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert von

$$k_{f,u} = 1,3 \times 10^{-5} \text{ m/s.}$$

Im DWA Arbeitsblatt A 138 wird für die Versickerung von Niederschlagswasser eine Durchlässigkeit größer $1,0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ gefordert. Diese Durchlässigkeit ist in den untersuchten Böden ab 1,0 m unter Gelände gegeben. Die Schichtstärke der in diesen Bereichen anstehenden stark sandigen schluffigen Kiesen ist aus den Sondierungen nicht bekannt und ist, falls die Standorte zur Versickerung herangezogen werden sollen, feststellen zu lassen.



10 Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht enthält Angaben zur Geologie im Bereich von zwei festgelegten Standorten bei 1,0 m Tiefe unter Gelände.

Anhand der ausgeführten Sondierungen werden die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse dargestellt.

Im Bereich der Sondierungen stehen unter einem Oberboden quartäre Schluffe an. Darunter folgen quartäre Kiese (Hangschutt).

Hinsichtlich ihrer Durchlässigkeit und Versickerungsfähigkeit sind die in 1,0 m Tiefe unter Gelände anstehenden stark sandigen, schluffigen Kiese gemäß DIN 18 130 als durchlässig zu klassifiziert.

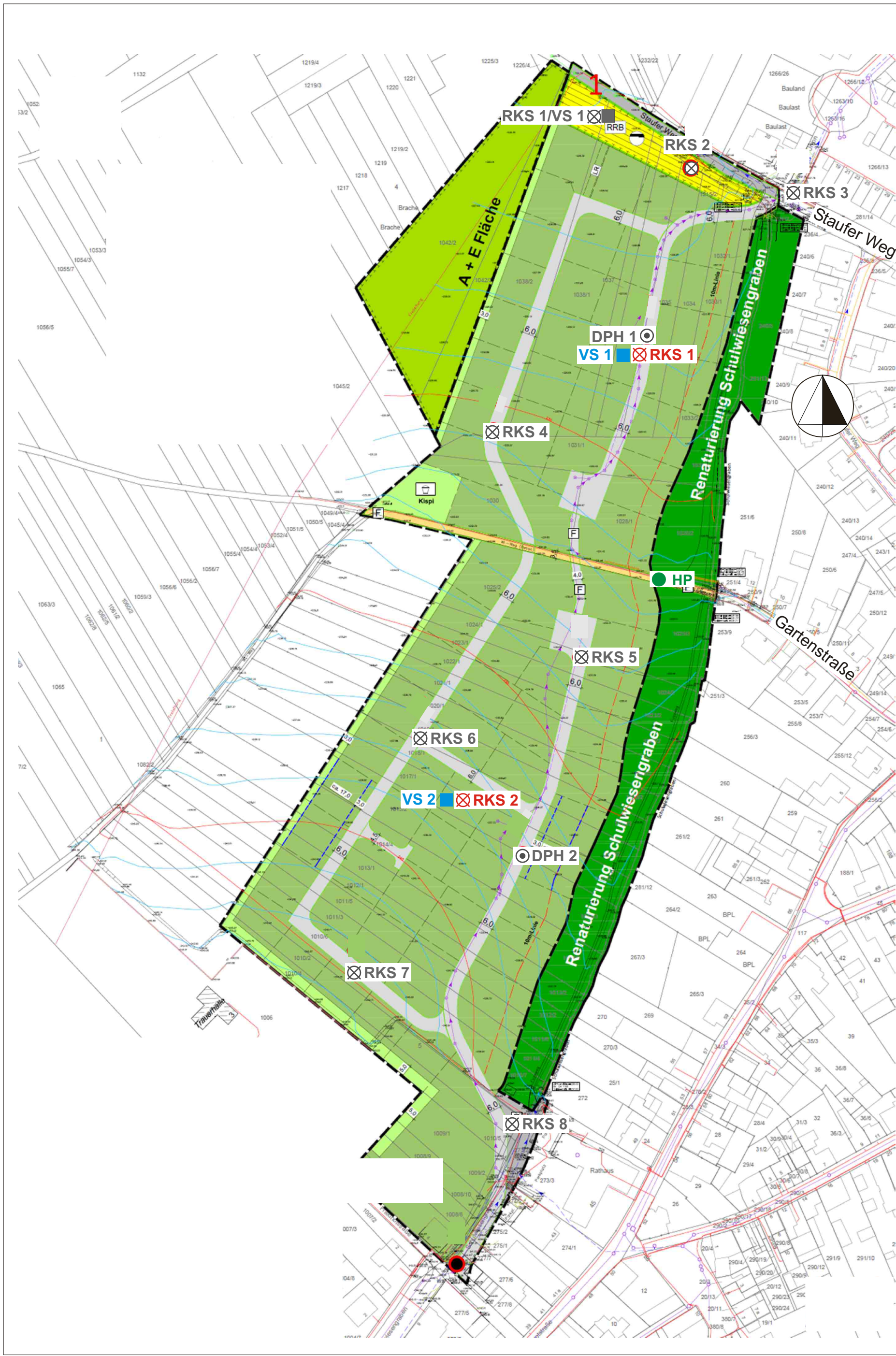
Die gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 für die Versickerung von Niederschlagswasser geforderte Durchlässigkeit $k_f \geq 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ ist im Untersuchungsabschnitt vorhanden.

Der Bericht ist nur in seiner Gesamtheit und mit [U6] verbindlich.

Wörrstadt, den 28. Oktober 2021

Dipl.-Geol. S. Lahham

Dipl.-Geol. H. Wagner



Legende

- Rammkernsondierung (RKS)
- Versickerungsversuch (VS)
- Rammkernsondierung (RKS), aus [U6]
- Schwere Rammsondierung (DPH), aus [U6]
- Versickerungsversuch (VS), aus [U6]
- Höhenbezugspunkt (HP)
OK Kanaldeckel H24M08 = 231,70 mNN

Datengrundlage: WVE GmbH, Ortsgemeinde Hettenleidelheim, NBG "Schulwiesengraben 2019", Konzept vom 10.09.2020(Daten verändert)

	Datum	gezeichnet	geprüft	Änderung		
Auftraggeber:	 WVE GmbH Kaiserslautern	WVE GmbH Kaiserslautern Blechhammerweg 50 D-67659 Kaiserslautern			Datum	Name
				bearbeitet:		
				gezeichnet:		
				geprüft:		
Planer:	 Rubel & Partner Management für Umwelt und Technologie Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098				Datum	Name
				bearbeitet:	21.09.2021	GeoT
				gezeichnet:	07.10.2021	AH
				geprüft:	28.10.2021	WA
Projekt:		Geo-/umwelttechnischer Bericht - Versickerung Erschließung NBG "Schulwiesengraben 2019" in Hettenleidelheim Lageplan der Aufschlusspunkte				
Leistungsphase:		Maßstab:		Projekt-Nr.:		Anlage-Nr.:
Geo-/umwelttechnische Erkundung		1 :1.000		200927_B		1.2

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Erschließung NBG "Schulwiesengraben 2019" in Hettenleidelheim - Versickerung

Bearbeiter: WO

Datum: 05.10.2021

Entnahmestelle: RKS

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 21.09.2021

Probenbezeichnung:	RKS 1/3	RKS 2/3
Entnahmetiefe [m]:	0,70 - 1,00 m	0,90 - 1,00 m
Bodenart:	G, s*, u	G, s*. u
Feuchte Probe + Behälter [g]:	568.50	460.40
Trockene Probe + Behälter [g]:	544.20	450.30
Behälter [g]:	244.80	258.60
Porenwasser [g]:	24.30	10.10
Trockene Probe [g]:	299.40	191.70
Wassergehalt [%]	8.12	5.27

Rubel & Partner

Management für Umwelt und Technologie
Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098

Bearbeiter: WO

Datum: 11.10.2021

Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

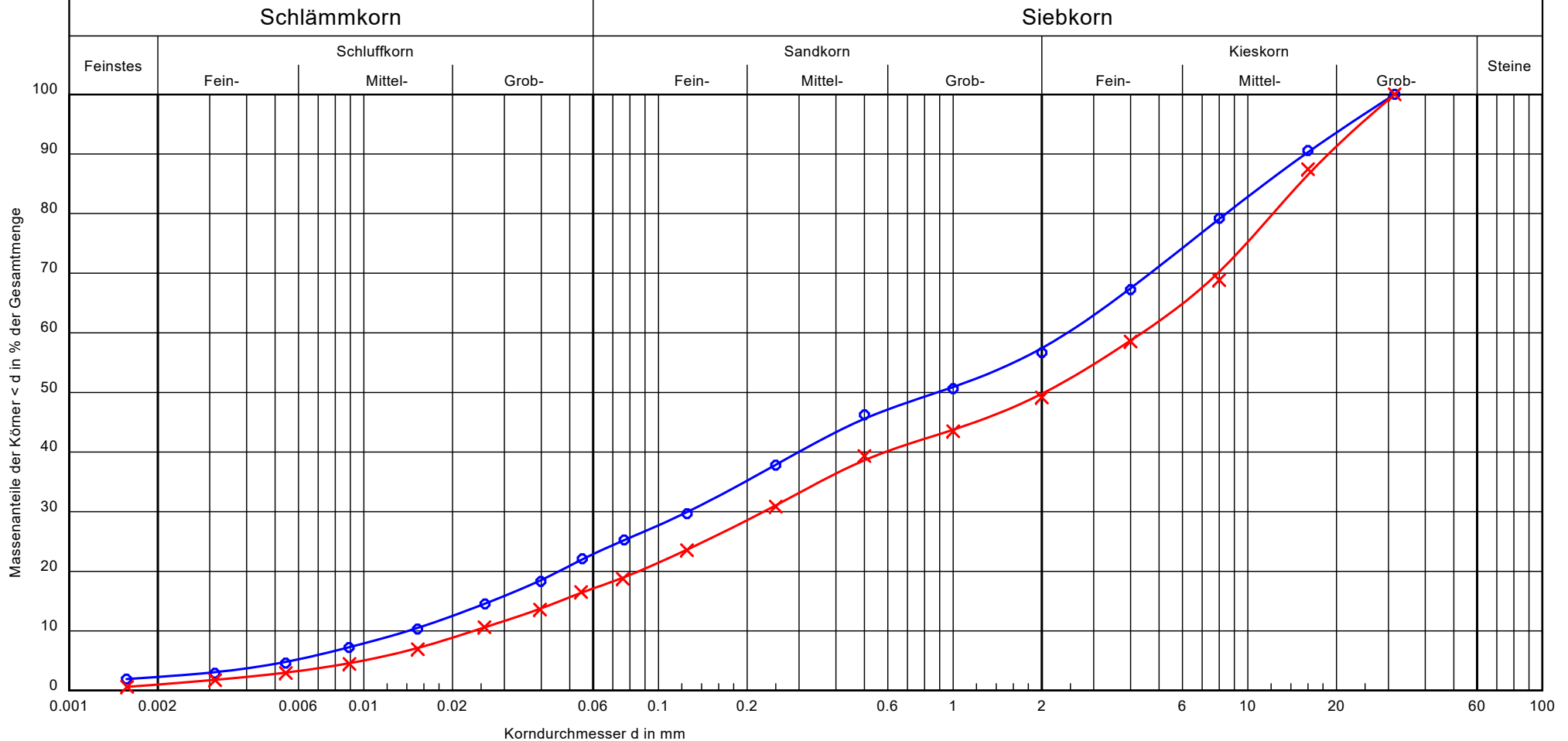
Erschließung NBG "Schulwiesengraben 2019"

in Hettenleidelheim - Versickerung

Probe entnommen am: 21.09.2021

Art der Entnahme: gestörte Probe

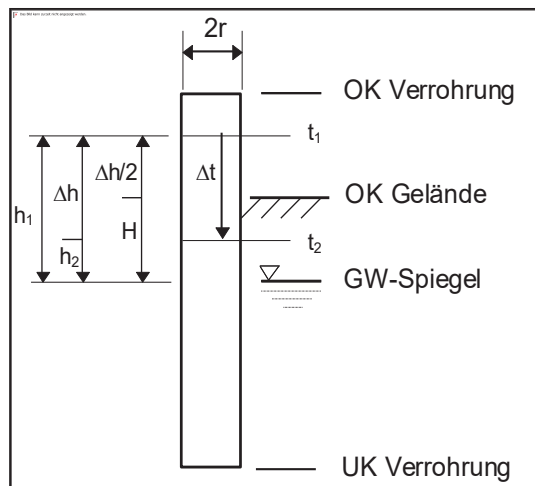
Arbeitsweise: kombinierte Sieb-/Schlämmanalyse



Bezeichnung:	RKS 1/3	RKS 2/3	Bemerkungen:	Bericht: 200927_B Anlage 3.2
Entnahmetiefe:	0,70 - 1,00 m	0,90 - 1,00 m		
Bodenart:	G, s, u	G, s, u		
T/U/S/G [%]:	2.3/21.1/34.1/42.6	1.0/16.5/32.3/50.2		
Bodengruppe:	GU*	GU*		
Signatur:				
k-Wert (nach Mallet/Paquant) [m/s]	$3.0 \cdot 10^{-6}$	$1.2 \cdot 10^{-5}$		

Versickerungsversuch und Kf-Wert Berechnung

Projekt:	Hettenleidelheim, Schulwiesengraben		Datum:	21.09.2021
Projekt-Nr.:	200927			
Meßstelle:	RKS VS 2			
ROK	0,30	m.ü. GOK		
GOK		m.ü. NN		
GW-Spiegel		m.u. ROK		
Bohrlochsohle	1,00	m.u. GOK		



Versickerung	
Zeit t [s]	Wasserstand unter ROK [m]
0	0,000
60	0,320
120	0,390
300	0,530
600	0,820
1200	1,010
1500	1,300

Rohrdurchmesser :	DN 1 1/4 "
Ausbaumaterial :	PVC, 1,30 m insg.

r_i [m]	Δt [s]	h_1 [m]	Δh [m]	H [m]	Q [m ³ /s]	K [m/s]
0,031	60	1,30	0,32	1,140	1,6E-05	8,3E-05
0,031	60	0,98	0,07	0,945	3,5E-06	2,2E-05
0,031	180	0,91	0,14	0,840	2,3E-06	1,6E-05
0,031	300	0,77	0,29	0,625	2,9E-06	2,7E-05
0,031	600	0,48	0,19	0,385	9,6E-07	1,5E-05
0,031	300	0,29	0,29	0,145	2,9E-06	1,2E-04

Kf-Wert :	Mittelwert =	4,7E-05
------------------	--------------	----------------

Berechnungsformeln:

$$H = h_1 - (\Delta h/2) \text{ [m]}$$

$$Q = (r^2 \times \pi \times \Delta h) / \Delta t \text{ [m}^3/\text{s]}$$

$$K = Q / (5,5 \times r_i \times H) \text{ [m/s]}$$

gez. A. Geuder