

ICP – Johannes-Kepler-Straße 7 – 54634 Bitburg

Verbandsgemeindeverwaltung
Verbandsgemeindewerke Schweich
Brückenstraße 46

54338 Schweich



Geschäftsführer
Frank Neumann
Diplom-Geologe
(Ingénieur-Conseil
OAI Luxembourg)

Amtsgericht
Kaiserslautern
HRB 2687

USt-Id-Nr. DE 152749803
USt-Id-Nr. LU 18399128

Geotechnischer Bericht

Projekt-Nr.: SB16094
Projekt: Erschließung des Baugebiets „Zur Kiesgrube“ in der Stadt Schweich
Betreff: Baugrunderkundung mit Geotechnischem Bericht
Bearbeiter: B. Eng, B. Sc. UGW Pascal Begon
Datum: 24.11.2016
Verteiler: vorab per e-mail an info@jakobs-fuchs.de
Kopie per e-mail an tapp@jakobs-fuchs.de

ICP, Zentrale

Am Tränkwald 27 - 67688 Rodenbach
Telefon 06374-80507-0 - Telefax 06374-80507-7
e-mail info@icp-geologen.de

www.icp-geologen.de

ICP, Büro Eifel

Johannes-Kepler-Straße 7 - 54634 Bitburg
Telefon 06561-18824 - Telefax 06561-942558
e-mail bitburg@icp-geologen.de

Kreissparkasse Kaiserslautern
Volksbank Kaiserslautern-Nordwestpfalz eG

IBAN DE89 5405 0220 0000 971531
IBAN DE60 5409 0000 0001 555600

BIC MALA DE 51 KLK
BIC GENO DE 61 KL1

Inhaltsverzeichnis

1	Vorgang und Leistungsumfang	4
2	Aufschlussergebnisse und Kenngrößen	7
3	Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung	11
3.1	Allgemein	11
3.2	Gründung von Gebäuden	12
3.3	Leitungsgräben	16
4	Erdbautechnische Hinweise	17
4.1	Baugruben und Gräben, Wasserhaltung	17
4.2	Grabenverfüllung	20
4.3	Rohr- und Schachtgründung	22
4.4	Anordnung von Sperrriegeln	23
4.5	Wiedereinbaubarkeit von Aushubböden	23
5	Gebäudeabdichtung	25
6	Versickerungseignung der anstehenden Böden	26
6.1	Allgemeines	26
6.2	Ermittlung des k_f -Wertes anhand der Korngrößenverteilung nach DIN 18123	27
6.3	Ermittlung des k_f -Wertes im Feld	28
6.4	Ermittlung der Durchlässigkeiten nach DIN 18130	29
6.5	Interpretation der Ergebnisse	30
6.6	Hinweise zum Bau von Erddämmen bei Versickerungsmulden	30
7	Hinweise zum Bau von Verkehrsflächen	31
7.1	Erdplanum	31
7.2	Straßenoberbau	32
7.3	Gehwege	33
8	Orientierende abfallrechtliche Voruntersuchung	33
8.1	Straßenaufbruch/Ausbauasphalt	33
8.2	Aushub	34
9	Radonpotential	35
10	Schlussbemerkung	37

Anlagen:

1. Schichtenverzeichnisse nach DIN 4022
2. Bohrprofile nach DIN 4023
sowie Rammdiagramme in Anlehnung an DIN EN ISO 22476-2
3. Korngrößenverteilungen nach DIN 18123
4. Proctorversuch nach DIN 18127
5. Wassergehalt nach DIN EN IO 17892-1
6. Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18130 -ZY -ES –ST
7. Versuchsprotokolle Versickerung im Bohrloch
8. Bohrkernaufnahme
9. Prüfberichte der SGS Institut Fresenius GmbH, Taunusstein
Nr. 3134661 vom 31.10.2016 und Nr. 3133015 vom 28.10.2016
10. Lageplan

1 Vorgang und Leistungsumfang

Die Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH (ICP) wurde von Herrn Tapp, jakobs-fuchs Architektur- und Ingenieurbüro, im Namen der Verbandsgemeindeverwaltung Schweich, Verbandsgemeindewerke hinsichtlich der beabsichtigten Erschließung des Baugebiets „Zur Kiesgrube“ im Stadtteil Issel der Stadt Schweich mit der orientierenden Baugrunderkundung und der Erstellung eines geotechnischen Berichts beauftragt.

Für die Bearbeitung standen folgende Entwurfsunterlagen auftraggeberseitig zur Verfügung:

- [1] Lageplan, Position von Bohrkernen und Baggerschürfen, M.: 1 : 500, aufgestellt durch jakobs-fuchs, Architektur- und Ingenieurbüro, Stand 12.07.2016
- [2] Lageplan, Wasserversorgung und Abwasser, M.: 1 : 1000, aufgestellt durch VG Schweich, Stand 26.09.2016
- [3] Lageplan Entwässerung Variante 1, M.: 1 : 500, aufgestellt durch jakobs-fuchs, Architektur- und Ingenieurbüro, Stand 26.10.2016

Es wird darauf hingewiesen, dass sich der Umfang der durchgeführten Untersuchungen auftragsgemäß im Wesentlichen auf die Erschließung des Baugebietes (Straßenbau und Kanalbau) sowie die Versickerungseignung beschränkte und nicht auf die Bebaubarkeit der einzelnen Grundstücke. Die Angaben zur Gebäudegründung haben lediglich orientierenden Charakter und sollen zu einer Ersteinschätzung der Baugrundsituation dienen. Detailangaben bezüglich der Wohnbebauung (Grundstücksgrößen, Gebäudeabmessungen, Gründungstiefen, Bauwerkslasten, etc.) liegen im derzeitigen Projektstadium nicht vor, so dass zu Gründungsfragen bzw. zur baugeologischen und hydrogeologischen Beurteilung nachfolgend nur in allgemeiner Form Stellung genommen werden kann.

In diesem Zusammenhang wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die beauftragten punktuellen Erkundungsarbeiten lediglich eine Voruntersuchung im Sinne der DIN 4020 darstellen. Sie können keinesfalls weitergehende, im Zuge der Bebauung der Einzelgrundstücke objektspezifisch erforderlich werdende Hauptuntersuchungen und Standsicherheitsberechnungen als Grundlage für den Entwurf der Bauwerksgründungen ersetzen.

Nach [3] soll im südwestlichen Bereich des Projektgebiets die Versickerung zentral mittels Rigolelementen und Raintank stattfinden.

Die in [1] erwähnten Baggerschürfe wurden in Absprache mit Herrn Tapp durch Kleinrammbohrungen ersetzt. An einem gemeinsamen Ortstermin am 4.10.2016 sind die letztlich durchzuführenden Arbeiten sowie die Lage der Ausschlusspunkte vereinbart worden.

Die im vorliegenden Bericht getroffenen Aussagen beziehen sich ausschließlich auf die punktuellen Aufschlussergebnisse und Geländehöhen zum Zeitpunkt der Untersuchung.

Zur Erkundung des Untergrundes wurden am 05.10.2016 insgesamt **-8-** Kleinrammbohrungen RB 1 bis RB 8 (DN 80/60/50) mit durchgehendem Gewinn gekernter Bodenproben nach DIN EN ISO 22475-1 abgeteuft. Die Bohrungen RB 3, RB 5, RB 6 und RB 8 endeten in Tiefen von 2,50 m bis 3,00 m uGOK (Bohrstillstand), die Bohrungen RB 1 und RB 2 wurden in Tiefen von 0,60 m und 1,00 m uGOK abgebrochen, da keine weiterer Bohrfortschritt zu erzielen war. Zur Beurteilung des Straßenoberbaus wurden die Bohrungen RB 4 und RB 7 durchgeführt, wobei RB 7 nach Erreichen der Zieltiefe bei 1,00 m uGOK planmäßig beendet und RB 4, aufgrund Bohrstillstand, bei 0,50 m uGOK abgebrochen wurde.

Weiterhin kamen zur Beurteilung der Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der im Bereich des Baufeldes anstehenden Lockergesteinsböden insgesamt **-3-** schwere Rammsondierungen DPH 1 bis DPH 3 nach DIN EN ISO 22476-2 zur Ausführung. Die Sondierungen wurden in Tiefen zwischen 2,30 m und 4,90 m uGOK abgebrochen, da dort ausreichend tragfähige Schichten anstanden.

Die Aufschlussergebnisse wurden in Schichtenverzeichnissen und Bohrprofilen nach DIN 4022 und DIN 4023 sowie in Messwertdiagrammen für Rammsondierungen in Anlehnung an DIN EN ISO 22476-2 dargestellt (Anlagen 1 und 2).

Zur Bodenklassifikation nach DIN 18196 wurden im bodenmechanischen Labor an **-3-** charakteristischen Bodenproben die Körnungslinien durch kombinierte Sieb-/Schlämmanalysen gemäß DIN 18123 bestimmt (Anlage 3).

An **-1-** charakteristischen Probe wurde ein Proctorversuch DIN 18127 an bindigen Böden, Durchmesser 100 mm, durchgeführt (Anlage 4).

An **-3-** Bodenroben wurden die natürlichen Wassergehalte nach DIN EN ISO 17892-1 bestimmt (Anlage 5).

Ferner wurde an **-1-** weiteren Bodenprobe die Durchlässigkeit nach DIN 18130 im Versuch mit veränderlicher Druckhöhe bestimmt (Anlage 6).

Der an Pos. C6 des LV aufgeführte zweite Durchlässigkeitsversuch wurde, aufgrund eines defekten Stechzylinders, durch eine Siebanalyse gemäß DIN 18123 ersetzt.

Bei RB 2 wurde im geplanten Versickerungsbereich zudem **-1-** Versickerungsversuch / Auffüllversuch im verrohrten Bohrloch nach USBR Earth Manual (Open-End-Test) durchgeführt. Das Versuchsprotokoll ist als Anlage 7 beigelegt.

Die vorhandene Oberflächenbefestigung (Schwarzdecke) bei den Ansatzpunkten RB 1, RB 4 und RB 7 wurde mittels Kernbohrgerät „aufgebrochen“. Die Dokumentation der Bohrkerne ist in Anlage 8 beigelegt.

Zur orientierenden Überprüfung einer Kontamination des anstehenden Bodens im Hofbereich des ansässigen Karosseriebetriebes wurde **-1-** Mischprobe **MP1** des aufgeschlossenen Erdreichs aus RB 5 und RB 6 zur orientierenden abfallrechtlichen Voruntersuchung nach LAGA¹ (2004) Tab.II.1.2-4/-5 (Feststoff und Eluat) der SGS Institut Fresenius GmbH, Taunusstein übergeben. **-1-** weitere Mischprobe **MP2** aus den übrigen Bohrungen wurde zur orientierenden abfallrechtlichen Voruntersuchung nach LAGA¹ (2004) Tab.II.1.2-1 (Feststoff und Eluat) der SGS Institut Fresenius GmbH, Taunusstein übergeben. Der Prüfbericht 3133015 vom 28.10.2016 ist als Anlage 9 beigelegt.

Zur orientierenden Überprüfung der Verwertungsmöglichkeiten des Straßenaufbruchs wurden die entnommenen Bohrkern RB 4 / BK 1 und RB 7 / BK 1 (Straßenaufbruch) auf den Gehalt an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK nach EPA) durch die SGS Institut Fresenius GmbH, Taunusstein analysiert. Die Analyseergebnisse sind im Prüfbericht Nr. 3134661 vom 31.10.2016 ebenfalls in Anlage 9 enthalten.

Die Aufschlusspunkte wurden nach ihrer Lage und Höhe mittels GNSS-Vermessung eingemessen. Die Lage der Aufschlüsse geht aus dem Lageplan in Anlage 10 hervor.

Für die erbohrten Bodenschichten wurden die charakteristischen Bodenkenngößen nach DIN 1055, die Bodengruppen nach DIN 18196, die Bodenklassen nach DIN 18300:2012-09, die Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTV E-StB 09 sowie die Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ nach DIN 1054:2010-12 ermittelt, weiterhin wurden Homogenbereiche nach DIN 18300:2015-08 gebildet.

Die Ansatzhöhen und Endteufen der niedergebrachten Aufschlüsse gehen aus nachfolgender Tabelle 1 hervor.

Tabelle 1: Höhenangaben

Höhenangaben			
Kleinrammbohrung (RB) Schwere Rammsondierung (DPH) Baggerschurf (BS)	Ansatzpunkt (AP) [m üNN]	Endteufe [m u AP]	Endteufe [m üNN]
RB 1 / DPH 1	130,63	0,60 / 2,30	130,03 / 127,33
RB 2	131,39	1,00	130,39
RB 3 / DPH 2	129,94	2,50 / 2,90	127,44 / 127,04
RB 4	130,88	0,50	130,38
RB 5	131,39	3,00	128,39
RB 6	131,27	3,00	128,27
RB 7	131,58	1,00	130,58
RB 8 / DPH 3	128,95	3,00 / 4,90	125,95 / 124,05

¹ Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln

Der vorliegende geotechnische Bericht fasst die Ergebnisse der voran genannten Untersuchungen zusammen und gibt Hinweise und Empfehlungen zur Bauausführung.

2 Aufschlussergebnisse und Kenngrößen

Der Untergrund im Untersuchungsgebiet ist durch die Mosel überprägt. Gemäß der Geologischen Übersichtskarte 1:200000 Blatt CC 6302 Trier stehen im Hangenden fluviatile Talfüllungen (f; Quartär) in Form von Kiesen, Sanden und Schluffen (z. T. tonig, humos) über jungpleistozänen fluviatilen Ablagerungen der Niederterrassen der Mosel (N, Quartär; Sande, Kiese) im Liegenden an.

Auf Grundlage der Aufschlussergebnisse lässt sich das nachfolgende Grundsatzprofil unterhalb der Oberbodendecke ableiten:

SG I: Auffüllungen (nur bei RB 1 und RB 4 bis RB 7 aufgeschlossen)

Sand, ± kiesig, ± schluffig, ± steinig
Bodengruppen: [GU],[SU] nach DIN 18196
Lagerung: mitteldicht bis sehr dicht
Farbe: graubraun, rotbraun, bunt

SG II: bindige Böden

Schluff, ± sandig, ± tonig
Sand, ± schluffig, ± kiesig, ± tonig
Bodengruppen: SU*, TL nach DIN 18196
Konsistenz: weich, steif bis halbfest
Farbe: rotbraun, braun

SG III: nichtbindige Böden

Sand, ± schluffig, ± kiesig, ± tonig
Kies, ± schluffig, ± tonig, ± sandig,
Bodengruppen: SU, GU nach DIN 18196
Lagerung: locker bis sehr dicht
Farbe: rotbraun, braun

Bei der Ausschreibung der Erdarbeiten sowie den ggfs. erforderlichen erdstatischen Berechnungen kann von den in Tabelle 2 angegebenen Bodenkennwerten (Rechenwerte) und den dort tabellarisch nach DIN 18196 und 18300:2012-09 dokumentierten Bodengruppen/-klassen ausgegangen werden. Die Festlegung der Frostschutzklassen erfolgte auf der Grundlage der ZTV E-StB 09-Klassifizierung. In Bezug auf die Rohrstatik bzw. die Eignung als Verfüllmaterial wurden die Bodenarten nach DIN 18196 den Bodengruppen G1 bis G4 gemäß ATV – A127 zugeordnet.

Die charakteristischen Kenngrößen der anstehenden Schichtglieder sind in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengestellt. Die Auffüllungen des Schichtgliedes SG I scheinen sich, neben der Funktion als Tragschicht unter den asphaltierten Wegen (ca. 15 cm), nur unmittelbar auf einen Teil des Geländes des Karosseriebetriebes zu beschränken und sind von geringer Mächtigkeit (0,90 m-1,20 m).

Tabelle 2: Charakteristische Kenngrößen und Parameter

	SG I Auffüllungen	SG II Bindige Böden	SG III Nichtbindige Böden
Bodengruppe (DIN 18196)	[SU], [GU]	SU*, TL	SU, GU
Boden-/Felsklasse (DIN 18300:2012-09)	3	4, (2) ⁺	3
Homogenbereich ^{*)} (DIN 18300:2015-09)	3a-1	4, (2) ⁺	3a-0
Bodengruppe (ATV DVWK-A 127)	G2	SU*: G3 TL: G4	G2
Konsistenz Lagerungsdichte	-- mitteldicht bis sehr dicht	weich, steif bis halbfest	-- locker bis sehr dicht
Plastizität	--	leicht plastisch	--
Wichte (DIN 1055) cal γ [kN/m ³] cal γ' [kN/m ³]	20,0 – 22,0 12,0 – 14,0	20,0 – 21,0 10,0 – 11,0	18,0 – 22,0 10,0 – 14,0
Reibungswinkel cal φ' [Grad] (DIN 1055)	32,5 – 35,0	27,5	30,0 – 35,0
Kohäsion (DIN 1055) cal c_u [kN/m ²] cal c' [kN/m ²]	-- --	0 - 40 0 - 5	-- --
Steifemodul cal E_s [MN/m ²]	25 - 60	15 – 30	10 - 60
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 09)	F2 ^{**})	F3	F2 ^{**})
Durchlässigkeitsbeiwert cal k_f [m/s] (Literaturangaben)	10 ⁻⁴ – 10 ⁻⁷	10 ⁻⁵ – 10 ⁻⁹	10 ⁻⁴ – 10 ⁻⁷
Massenanteil (M.-%) Steine Blöcke große Blöcke	0 - 30 0 0	0 - 30 0 0	0 - 30 0 0
Zuordnungsklasse nach LAGA (siehe Kapitel 6)	Z1.2	Z0	Z0
Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] nach DIN 1054:2010-12	380 ¹⁾	SU*: 250 ²⁾ TL: 200 ³⁾	380 ¹⁾

- ^{*)} Fein- und gemischtkörnige Böden verändern ihre Konsistenz bereits bei geringer Veränderung des Wassergehaltes. Wasserentzug lässt sie rasch austrocknen und schrumpfen, Wasserzufuhr und dynamische Belastung lässt sie in die Bodenklasse 2 übergehen.
- ⁺⁺⁾ Nur wenn ≥ 5 Gew.-% $< 0,063$ mm bei $U \geq 15$ oder ≥ 15 Gew.-% $< 0,063$ mm bei $U \leq 6$, sonst zu F1 gehörend.
- ^{*)} Die Einteilung der Böden in Homogenbereiche erfolgte nicht nur entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen, sondern aufgrund der ausgeführten LAGA-Analytik auch in Bezug auf die umweltrelevanten Inhaltsstoffe, siehe Kapitel 8. Die für Baumaßnahmen der Geotechnischen Kategorie GK 1 nach DIN 4020 anzugebenden Eigenschaften und Kennwerte sowie deren Bandbreite (sofern eine Ermittlung der Bandbreite möglich war) sind in obiger Tabelle enthalten.
- ¹⁾ Dieser Wert gilt nur für Streifenfundamente mit b bzw. $b' = 0,5$ m und kleinster Fundamenteinbindetiefe von 1,0 m, bei Einhaltung sämtlicher Anwendungsvoraussetzungen der DIN 1054:2010-12, die vor Anwendung der Tabellenwerte zu prüfen sind. Insbesondere wird auf die erforderliche ausreichende Festigkeit des Baugrunds nochmals hingewiesen. Für andere Einbindetiefen gelten analog die Werte nach DIN 1054:2010-12, Tab. A 6.1. Unter bestimmten Voraussetzungen sind die Tabellenwerte abzumindern oder können erhöht werden. Bei Anwendung der Werte nach Tabelle A 6.1 ist bei Fundamentbreiten bis 1,5 m mit Setzungen von etwa 2 cm, bei breiteren Fundamenten mit ungefähr proportional zur Fundamentbreite stärkeren Setzungen zu rechnen. Bei wesentlicher Beeinflussung benachbarter Fundamente können auch größere Setzungen auftreten.
- ²⁾ Dieser Wert gilt nur für Streifenfundamente mit b bzw. $b' = 0,5$ bis 2,0 m und kleinster Fundamenteinbindetiefe von 1,0 m bei Einhaltung sämtlicher Anwendungsvoraussetzungen der DIN 1054:2010-12, die vor Anwendung der Tabellenwerte zu prüfen sind. Insbesondere wird auf die erforderliche ausreichende Festigkeit des Baugrunds nochmals hingewiesen. Der angegebene Tabellenwert gilt für eine mindestens steife Konsistenz. Für andere Einbindetiefen und höhere Festigkeit des Baugrunds (halb-feste oder feste Konsistenz) gelten analog die Werte nach DIN 1054:2010-12, Tab. A. 6.6.
- ³⁾ Dieser Wert gilt nur für Streifenfundamente mit b bzw. $b' = 0,5$ bis 2,0 m und kleinster Fundamenteinbindetiefe von 1,0 m bei Einhaltung sämtlicher Anwendungsvoraussetzungen der DIN 1054:2010-12, die vor Anwendung der Tabellenwerte zu prüfen sind. Insbesondere wird auf die erforderliche ausreichende Festigkeit des Baugrunds nochmals hingewiesen. Der angegebene Tabellenwert gilt für eine mindestens steife Konsistenz. Für andere Einbindetiefen und höhere Festigkeit des Baugrunds (halb-feste oder feste Konsistenz) gelten analog die Werte nach DIN 1054:2010-12, Tab. A. 6.7.
- ^{2,3)} Unter bestimmten Voraussetzungen sind die Tabellenwerte abzumindern oder können erhöht werden. Die Anwendung der Werte der Tabellen A 6.6 und A 6.7 kann zu Setzungen in einer Größenordnung von 2 cm bis 4 cm führen. Bei wesentlicher Beeinflussung benachbarter Fundamente können auch größere Setzungen auftreten.

Tabelle 3: Allgemeine Zusammenfassung der Kennwerte der zugrunde gelegten Homogenbereiche

Homogenbereich	Kennwerte
1	Oberboden
(2)	Böden der Bodengruppen TL und SU* in flüssiger oder breiiger Konsistenz ohne LAGA-Zuordnungsklasse
3a-0	Böden der Bodengruppen SU, GU in lockerer bis sehr dichter Lagerung, Steinanteil 0-30 %, LAGA Zuordnungsklasse Z0
3a-1	Auffüllungen der Bodengruppen [GU] und [SU] in lockerer bis sehr dichter Lagerung, Steinanteil 0-30 %, LAGA Zuordnungsklasse Z1.2
4	Böden der Bodengruppen SU*, TL in weicher bis halbfester Konsistenz, leicht plastisch, Steinanteil 0-30 %, LAGA Zuordnungsklasse Z0

Durch die im bodenmechanischen Labor an den charakteristischen Bodenproben ausgeführten Laborversuche wurden die Kenngrößen nach Tabelle 2 verifiziert.

Die im tieferen Untergrund anstehenden Sande und Kiese wurden mit den durchgeführten Kleinrammbohrungen verfahrensbedingt nicht direkt aufgeschlossen und können somit bei derzeitigem Kenntnisstand nicht weitergehend nach DIN 18300 klassifiziert werden. Erfahrungsgemäß ist jedoch davon auszugehen, dass die sich im Einzugsbereich der Mosel befindlichen fluviatilen Sande und Kiese mit der Tiefe zunehmend in eine dichte bis sehr dichte Lagerung übergehen.

Bodengruppen nach ATV-A127

Bindige Böden der Bodengruppen G3 und G4 können bei zu hohem Wassergehalt durch ungünstige Witterungseinflüsse (Regen, Frost, Austrocknung) für den Einbau unbrauchbar werden. Sie sind vor entsprechenden Einflüssen zu schützen.

Wasserstände

Grund-, Schicht- oder Stauwasser war zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (05.10.2016) bei den Sondierungen DPH 1 bis DPH 3 und den Kleinrammbohrungen RB 1 bis RB 8 bis zur jeweiligen Endteufe nicht nachweisbar. Gleichwohl ist eine zeitweilige, jahreszeitlichen Schwankungen unterliegende Schichtwasserführung bzw. die Ausbildung staunasser Horizonte nicht generell auszuschließen.

Des Weiteren ist zu beachten, dass der Grundwasserspiegel Schwankungen unterliegt. Innerhalb eines Jahres ist in der Regel ein jahreszeitlicher Wechsel von hohen Grundwasserständen (Maximum meistens im Frühjahr) und niedrigen Grundwasserständen (Minimum meistens im Herbst) gegeben. Ursache ist die Grundwasserneubildung aus Niederschlag im Winterhalbjahr und die fehlende bzw. nur eine geringe Grundwasserneubildung im Sommerhalbjahr.

In mehreren Trockenjahren hintereinander kommt es in der Regel zu einem insgesamt über mehrere Jahre fallenden Trend, in mehreren Nassjahren hintereinander zu einem insgesamt über mehrere Jahre steigenden Trend der Grundwasserstände. Dabei wird dieser längerzeitige Trend vom jahreszeitlichen Wechsel der Grundwasserstände innerhalb eines Jahres überlagert.

In diesem Zusammenhang weisen wir ferner darauf hin, dass auch die zeitweilige Ausbildung lokaler Staunässehorizonte auf Schichtlagen oberhalb eines geschlossenen Grundwasserspiegels, insbesondere nach andauernden Niederschlagsperioden, im gesamten Baufeld nicht generell auszuschließen ist.

Diesbezüglich sei auch auf das Auskunftssystem „Geoportal Wasser“ (<http://www.geoportal-wasser.rlp.de>) der Wasserwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz verwiesen.

Da das Baufeld am Rande des Einflussbereichs der Mosel liegt, sollte für die statische Bemessung von Bauwerken und insbesondere für den Nachweis der Auftriebssicherheit mindestens der bei der zuständigen Fachbehörde zu erfragende 100-jährige Hochwasserstand zugrunde gelegt werden.

Beispielhaft zeigt der nachfolgende Kartenausschnitt (Quelle: Wasserwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz) die Überflutungsbereiche bei einem 100-jährigen Hochwasser.

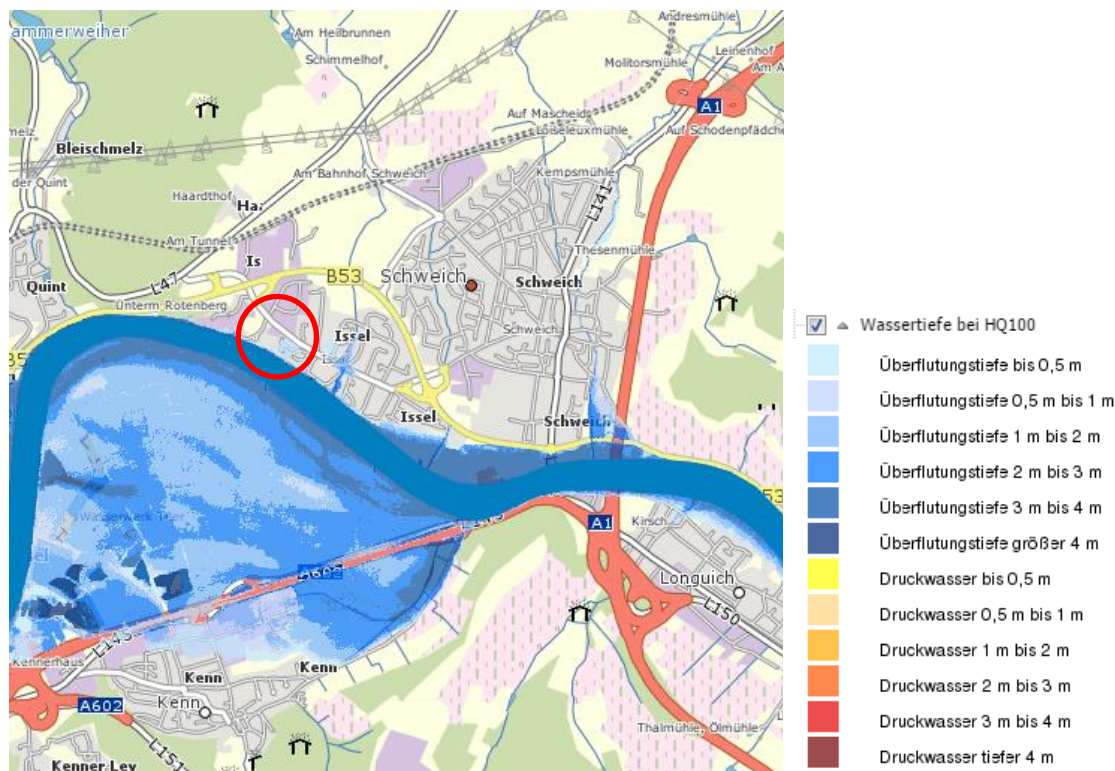


Abbildung 1: Überschwemmungsbereiche bei HQ100

3 Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung

3.1 Allgemein

Bezüglich der Erdbebeneinwirkung gehört das Untersuchungsgebiet gemäß DIN EN 1998-1/NA: 2011-01 zur keiner Erdbebenzone.

Wie der Rutschungsdatenbank Rheinland-Pfalz, herausgegeben vom Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz, zu entnehmen ist, liegt das geplante BG nicht im *direkten* Bereich eines vermuteten oder nachgewiesenen Rutschgebiets.

Im östlichen Teil der Gemarkung Schweich *Rupperoth* wurde jedoch eine Rutschung im Jahr 2001 verzeichnet, bei welcher es, hervorgerufen durch Gleiten, zu Massenbewegungen in den devonischen Tonschiefern bzw. Sandsteinen kam.

Aufgrund der regionalgeologischen Situation ist die Gefahr von weiteren Massebewegungen in der näheren Umgebung daher nicht grundsätzlich auszuschließen. Im Untersuchungsgebiet haben sich jedoch nach den Aufschlussergebnissen vornehmlich Terrassen ausgebildet, welche im Allgemeinen weniger gefährdet sind.

Generell liegen im Baufeld den locker bis sehr dicht gelagerten Sande und Kiese der Bodengruppen SU und GU Böden mit mäßigem bis sehr hohem Feinkornanteil der Bodengruppen SU* und TL in Mächtigkeiten bis zu 1,00 m uGOK auf.

Die Lagerung der unterhalb der ca. 0,10 m mächtigen Oberbodendecke aufgeschlossenen Böden sind auf Grundlage der schweren Rammsondierungen DPH 2 und DPH 3 bis in eine Tiefe von ca. 2,00 m uAP als überwiegend lediglich locker bis mitteldicht zu beurteilen. Zur Tiefe hin ist eine deutliche Erhöhung der Lagerungsdichte festzustellen. Ausgenommen davon ist der Bereich um die DPH 1, welcher durchgängig als mitteldicht bis sehr dicht anzusprechen ist.

Die Konsistenz, bedingt durch den hohen Schluffanteil, der bei RB 6 unterhalb der 0,90 m mächtigen Auffüllung aufgeschlossenen fluviatilen Sande (Bodengruppe SU*) ist bis in eine Tiefe von von 3,00 m uAP als weich anzusprechen.

Die gemischt- und feinkörnigen Böden der Bodengruppen SU* und TL des Schichtgliedes SG II stellen ab mindestens steifer Konsistenz allgemein einen mäßig tragfähigen, zu Setzungen neigenden Baugrund dar. Bindige Böden von weicher bzw. breiiger Konsistenz sind aufgrund ihrer ausgeprägten Setzungswilligkeit hingegen nicht belastbar und als ungeeignet für Gründungszwecke zu beurteilen. Die aufgeschlossenen bindigen Böden gehören nach DIN 18300:2012-09 in die Bodenklasse 4. Durchnässte, breiige Böden sind in die Bodenklasse 2 einzuordnen. Sie sind als stark wasserempfindlich einzustufen, d. h., Schichten mit erhöhtem Feinkornanteil weichen bei Wasserzutritten bzw. Durchfeuchtung (z. B. durch Durchwalkungen während des Baubetriebes) rasch auf und verlieren so ihre in ungestörtem Zustand ab mindestens steifer Konsistenz befriedigenden bodenmechanischen Eigenschaften.

Die aufgeschlossenen gemischtkörnigen Böden der Bodengruppe SU und GU des Schichtgliedes SG III stellen ab mindestens mitteldichter Lagerung einen vergleichsweise setzungsunempfindlichen und daher gut tragfähigen Baugrund dar, sie gehören nach DIN 18300:2012-09 in die Bodenklasse 3.

3.2 Gründung von Gebäuden

Bei sämtlichen Gründungselementen ist zur Gewährleistung der Frostsicherheit eine Mindesteinbindetiefe von 80 cm zu gewährleisten. Generell ist auf ein einheitliches, ggf. zu homogenisierendes Gründungssubstrat zu achten.

Für typische Gründungsarten, häufig vorkommende Bodenarten und Fundamentabmessungen – sogenannte Regelfälle – enthält DIN 1054:2010 Tabellenwerte für Bemessungswerte des Sohlwiderstands (Tabellen A 6.1 – A 6.8).

Die aufgeführten Werte gehen zurück auf Grundbruch- und Setzungsberechnungen, so dass für Regelfälle auf die Nachweise für die Grenzzustände Grundbruch (GEO-2), Gleiten (GEO-2) und der Gebrauchstauglichkeit (SLS) verzichtet werden kann. Da das Regelfallverfahren ein vereinfachter Nachweis ist, muss vor jeder Bemessung sorgfältig geprüft werden, ob die in der DIN 1054:2010 angeführten Anwendungsgrenzen eingehalten sind. Sind diese Voraussetzungen nicht erfüllt, oder werden die Bemessungswerte des Sohlwiderstands überschritten, sind die o.g. Nachweise alle zu führen.

Als eine wesentliche Anwendungsvoraussetzung der Tabellenwerte gilt eine ausreichende Festigkeit des Baugrunds in einer Tiefe unter der Gründungssohle, die der zweifachen Fundamentbreite, mindestens aber 2,0 m entspricht. Bei nichtbindigen Böden wird dies durch die in Tabelle A 6.3 von DIN 1054 angegebenen Werte für die Lagerungsdichte, den Verdichtungsgrad und den Spitzenwiderstand der Drucksonde nachgewiesen. Bei bindigen Böden muss eine mindestens steife Konsistenz bzw. eine einaxiale Druckfestigkeit von mindestens 120 kN/m² ermittelt worden sein.

Die auf der Grundlage der Tabelle A 6.1 für nichtbindige Böden bemessenen Fundamente können sich bei Fundamentbreiten bis 1,50 m um etwa 2 cm, bei breiteren Fundamenten ungefähr proportional zur Fundamentbreite stärker setzen. Die Anwendung der Werte der Tabellen A 6.5 bis A 6.8 für bindigen Boden kann zu Setzungen in einer Größenordnung von 2 cm bis 4 cm führen.

Liegt ein Regelfall nicht vor, oder sollen die in DIN 1054:2010 angegebenen Werte überschritten werden, so ist der Nachweis zu führen, dass die zu erwartenden Setzungen für das Gebäude unschädlich sind und die Grundbruchsicherheit gewährleistet ist.

Als Hilfskriterium zur Beurteilung einer durchgängig ausreichenden Festigkeit des Baugrunds wurde der Sondierwiderstand N_{10} (Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe) mit der schweren Rammsonde bestimmt. Hierbei ist bodenspezifisch in Anlehnung an PLACZEK (1985) erfahrungsgemäß folgende Mindestanforderung an die Schlagzahlen zu stellen:

Schwere Rammsonde:	steife Konsistenz:	Schlagzahlen $N_{10} \geq 5 \pm 1$
	mitteldichte Lagerung	Schlagzahlen $N_{10} \geq 4 \pm 1$

Nach Auswertung der Ergebnisse der drei niedergebrachten Rammsondierungen (DPH 1 bis DPH 3) ergeben sich die in nachfolgender Tabelle 4 dargestellten Sachverhalte hinsichtlich der Tiefenlage des Baugrunds mit durchgängig mindestens steifer Konsistenz bzw. mitteldichter Lagerung (bis zur Endteufe der ausgeführten Sondierungen).

Tabelle 4: Tiefenlage des Baugrunds mit durchgängig ausreichender Festigkeit

Schwere Rammsondierung (DPH)	Baugrund mit durchgängig ausreichender Festigkeit [m unter Ansatzpunkt]	Baugrund mit durchgängig ausreichender Festigkeit [m ü NN]
DPH 1	0,90	ca. 129,7
DPH 2	2,10	ca. 127,8
DPH 3	2,10	ca. 126,8

Auf Grundlage der Aufschlussergebnisse ist die Anwendung des vereinfachten Verfahrens nicht möglich.

Eine Gründung von Gebäuden ist jedoch selbstverständlich auch in Böden möglich, die nicht den Vorgaben der DIN 1054 entsprechen. Allerdings sind bei einer Gründung in Erdstoffen weichsteifer Konsistenz bzw. lockerer Lagerung die Bauwerksverträglichkeit der zu erwartenden Setzungen und die Sicherheit gegen Grundbruch gesondert nachzuweisen. Eine objektbezogene Baugrunderkundung ist daher unerlässlich.

Auf Grundlage der Aufschlussergebnisse raten wir von Gebäudegründungen mittels Streifenfundamenten bei nicht unterkellerten Gebäuden ab und empfehlen die Gründung mittels elastisch gebetteter, tragender Stahlbetonbodenplatten auf entsprechend ausreichend dimensionierten Gründungspolstern (Bodenaustausch) aus gut verdichtbaren, nichtbindigen Erdstoffen. Die genaue Dimensionierung der erforderlichen Gründungspolster (abhängig nach Größe der auftretenden Lasten und der zulässigen Absolut- und Differenzsetzungen) kann jedoch nur auf Grundlage ergänzender objektbezogener Baugrundaufschlüsse und detaillierten Setzungsberechnungen erfolgen.

Beim Einbau eines Gründungspolsters werden die oberflächennah z.T. anstehenden gering tragfähigen Böden zum Teil durch Fremdmaterial ausgetauscht. Dies führt zur Reduzierung der Absolutbeträge der Setzungen und zur Vergleichmäßigung der Differenzsetzungen.

Zur Ausführung des Gründungspolsters empfehlen wir die Verwendung von gut verdichtbaren grob- bzw. gemischtkörnigen, gut kornabgestuften Erdstoffen der Bodengruppen SW, GW (z. B. Sandsteinbruch, Kies-Sand oder Hartsteinmaterial der Lieferkörnung 0/45, 0/56, 0/100 oder vergleichbares) als Fremdmaterial.

Die Gründungspolster sind lagenweise (Schüttstärke maximal 30 cm) herzustellen und zu verdichten. Dabei ist ein Verdichtungsgrad von mindestens $D_{Pr} \geq 98 \%$ zu gewährleisten. Der Verdichtungsgrad ist zu kontrollieren und nachzuweisen (mittels Plattendruckversuch nach DIN 18134).

Bei Verwendung des o. g. Materials und lagenweise verdichtetem Einbau ist basierend auf Erfahrungswerten ein Steifemodul in der Größenordnung $E_s = 35 \text{ MN/m}^2$ für den Polster-/Verfüllkörper ansetzbar.

Bei einem in der Höhe gestaffelten Gründungspolster ist dieses abgetreppt einzubauen.

Das Gründungspolster ist über den Fundamentrand bzw. Plattenrand hinaus im Lastausbreitungswinkel von 45° herzustellen.

Die Austauschsohle ist durch ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 3 (Trennvlies mit $\geq 150 \text{ g/m}^2$) vom anschließend herzustellenden Bodenaustauschkörper zu trennen. Das anstehende Planum ist vor Einbau des Geotextils grundsätzlich nachzuverdichten.

Es sollte nur statisch wirkendes Verdichtungsgerät eingesetzt werden, um die Tragfähigkeit des Untergrundes nicht zu verschlechtern.

Die Gründungssohlen bzw. die Austauschsohlen sind durch den Gutachter abnehmen zu lassen.

Bei Wahl einer Gründung von nicht unterkellerten Gebäuden mittels tragender, elastisch gebetteter Stahlbetonbodenplatte und Gründungspolster können basierend auf Erfahrungswerten bei vergleichbaren Bauvorhaben bei ähnlicher Baugrundsichtung unter der Platte ansetzbare Bettungsmoduln von etwa $2 - 5 \text{ MN/m}^3$ abgeschätzt werden, die jedoch abhängig von den Belastungen der Platte und den zu erwartenden Setzungen sind. Bei genauer Berechnung ergeben sich die ansetzbaren Bettungsmoduln aus der rechnerischen Sohlspannungsverteilung nach der Beziehung $k_s = \sigma/s$.

Hinweis

Die in der Literatur angegebenen Tabellenwerte der Bettungsmoduln (z. B. Schneider, Bautabellen für Ingenieure, 20. Auflage) basieren auf einer Bestimmung der Bettungsmoduln im Verkehrswegebau mittels Plattendruckversuch (762 mm Plattendurchmesser) und sind i. d. R. für die Bemessung von Fundamentplatten nicht zutreffend und durch Setzungsberechnungen mit realer Geometrie und Belastung zu ermitteln. Bettungsmoduln für Fundamentbemessungen dürfen ohnehin nur dann auf Grundlage der Ergebnisse von Plattendruckversuchen ermittelt werden, wenn der durch das Bauwerk beanspruchte Teil des Baugrunds nur von einer homogenen Schicht gebildet wird.

Schlussbemerkungen zur Gebäudegründung

Bei jeder Art von Gründung sind die Gründungsaufstandsflächen vor dem Einbringen der kapillarbrechenden Schicht bzw. des Fundamentbetons nachzuverdichten. Aufgeweichte bzw. durchnässte Partien von breiig-weicher Konsistenz im Bereich der Gründungssohlen sind gegen gut verdichtbaren Kiessand oder vergleichbares Material (Magerbeton, Schotter) auszutauschen.

Zur Vermeidung einer Verschlechterung der bodenmechanischen Eigenschaften des Untergrundes durch Witterungseinflüsse empfehlen wir das Einbringen einer Sauberkeitsschicht aus rolligem Material (z. B. Körnung 0/32) bzw. besser Magerbeton (Stärke ca. 5 cm).

Die dauerhafte Entwässerung des jeweiligen Arbeitsplanums ist während der gesamten Bauphase sicherzustellen.

3.3 Leitungsgräben

Den Planunterlagen [3] zufolge beträgt die vorläufige maximale Grabentiefe (Rohrsohle) ca. 3,20 m bis 3,80 m.

Nach den Aufschlussergebnissen befindet sich die geplante Leitungstrasse des Kanalgrabens nicht im Grund- oder Schichtwassereinflussbereich, jedoch wird aufgrund der geplanten Grabentiefen ein verformungsarmer Verbau erforderlich, welcher unter Berücksichtigung der erdstatischen Parameter der Tabelle 1 für den Erdruchdruck zu bemessen und dementsprechend konstruktiv auszubilden ist (siehe auch Abschnitt 4.1).

Es können z. B. gleitschienegeführte Verbauplatten oder großformatige Verbaufeln Verwendung finden. Verschiedene Herstellerfirmen bieten für unterschiedliche Grabentiefen und Anwendungsbereiche entsprechende Gleitschienensysteme an, so dass eine Vielzahl von Kombinationen der Einzelelemente möglich ist. In der verbauten Baugrube gegebenenfalls anfallendes Grund-, Schicht- bzw. Stauwasser ist zusammen mit Niederschlagswasser mittels **offener Wasserhaltung** (z.B. einem Draingraben mit Pumpensumpf) ordnungsgemäß zu fassen und aus dem Kanalgraben abzuleiten. Die entsprechende Ausrüstung ist vorzuhalten. Bei einem stärkeren Wasserzufluss ist der Grabenverbau so zu wählen, dass sichergestellt ist, dass kein Erdreich mit dem zulaufenden Wasser ausgeschwemmt wird, da dies zu Sackungen und Setzungen führen kann. Lücken im Verbau (z. B. im Bereich von Hausanschlüssen) sind mittels geeigneter Maßnahmen zu sichern.

Zur Herstellung der Leitungsgräben ist die DIN 4124 zu beachten! Für die weitere Planung und Ausführung ist die DIN EN 1610 mit ATV, Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen sowie das Regelwerk ATV-DVWK-A139, Einbau und Prüfung von Kanälen zu beachten.

4 Erdbautechnische Hinweise

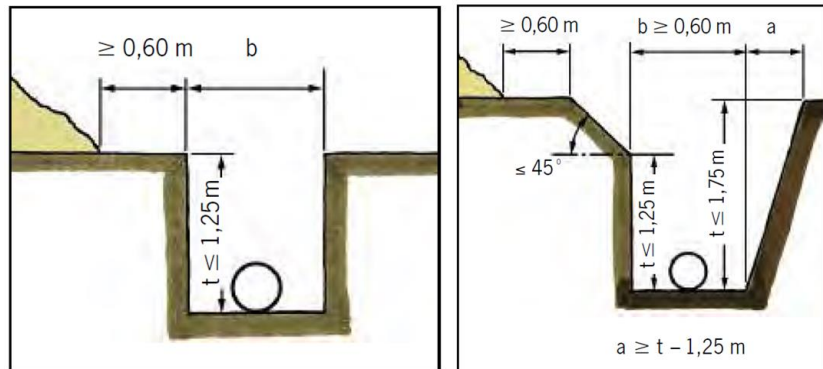
4.1 Baugruben und Gräben, Wasserhaltung

Grundsätzlich ist bei Aushubarbeiten die DIN 4124 zu beachten. Diese Norm gibt an, nach welchen Regeln Baugruben und Gräben zu bemessen und auszuführen sind.

Nicht verbaute senkrechte Baugrubenwände

Diese können bei Einhaltung der Regelabstände für Verkehrslasten gemäß DIN 4124 bis zu einer Tiefe von 1,25 m hergestellt werden, wenn die anschließende Geländeoberfläche die folgenden Höchstwerte für die Neigung einhält:

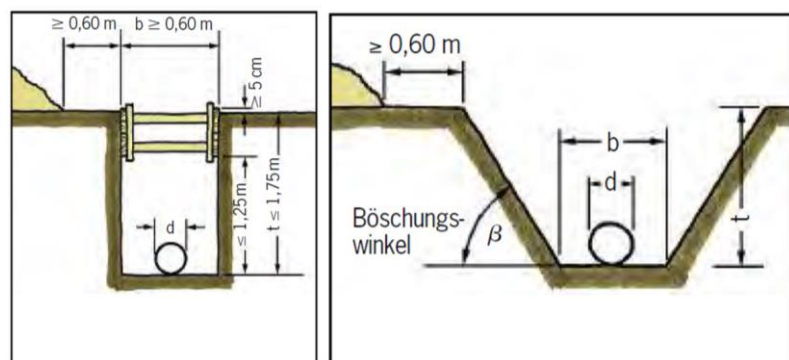
- nichtbindige und weiche bindige Böden maximal 1:10
- mindestens steife bindige Böden maximal 1:2



In mindestens steifen bindigen Böden sowie bei Fels darf die Aushubtiefe bis zu 1,75 m betragen, wenn der mehr als 1,25 m über der Sohle liegende Bereich unter einem Winkel von maximal 45° (1:1) geböscht wird und die anschließende Geländeneigung nicht mehr als 1:10 beträgt.

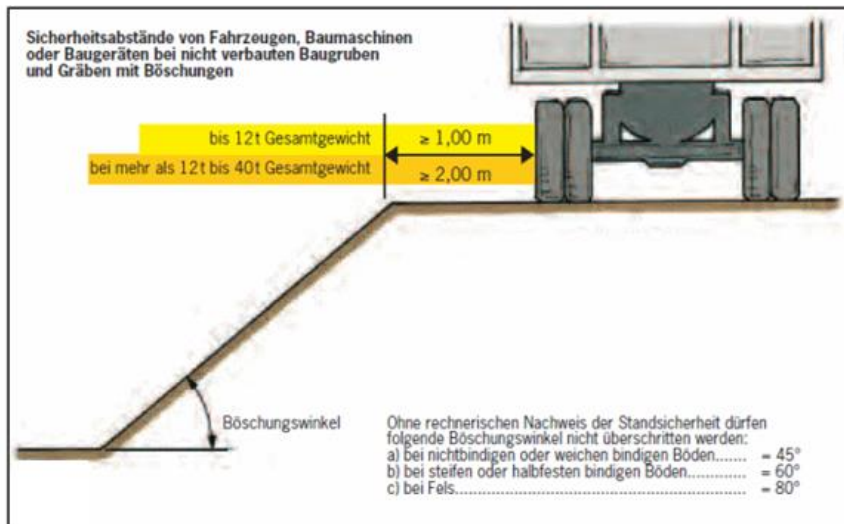
Baugruben mit einer Tiefe > 1,25 m bzw. > 1,75 m

Diese müssen mit abgeböschten Wänden hergestellt oder verbaut werden. Die Böschungsneigung richtet sich nach den bodenmechanischen Eigenschaften der zu böschenden Böden und nach den äußeren Einflüssen, die auf die Baugrubenböschung wirken.



In Regelfällen dürfen Kurzzeitböschungen von Baugruben bis maximal 5 m Böschungshöhe über dem Grundwasser ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit bei Einhaltung der Regelabstände für Verkehrslasten gemäß DIN 4124 unter folgenden maximalen Böschungswinkeln hergestellt werden:

nichtbindige Böden	$\leq 45^\circ$
bindige Böden	$\leq 45^\circ$ bei weicher Konsistenz
	$\leq 60^\circ$ bei mindestens steifer Konsistenz



Verbau

Sind die Platzverhältnisse für die Herstellung einer entsprechend den obigen Angaben geböschten Baugrube nicht ausreichend, oder befindet sich die Baugrube im Einflussbereich bestehender Bebauung, so ist die Baugrube durch einen ausgesteiften, statisch ausreichend bemessenen Verbau zu sichern.

Die Standsicherheit des Verbaus muss in jedem Bauzustand bis zum Erreichen der endgültigen Aushubsohle und des Rückbaus bis zur vollständigen Verfüllung des Grabens bzw. Arbeitsraumes sichergestellt sein.

Der Verbau muss für die höchsten zu erwartenden Belastungen in ungünstigster Stellung bemessen sein. Hierbei sind insbesondere zusätzliche Belastungen durch Bagger, Hebezeuge, Lagerstoffe usw. zu berücksichtigen.

Alle Teile des Verbaus müssen während der Bauausführung regelmäßig überprüft, nötigenfalls instand gesetzt und verstärkt werden. Dies gilt insbesondere nach längeren Arbeitsunterbrechungen, nach starken Regenfällen, bei einsetzendem Tauwetter sowie bei wesentlichen Änderungen der Belastung.

Werden beim Baugrubenaushub Böden unterschiedlicher Bodengruppen oder steife und weiche Partien in Wechsellagerung angeschnitten, so ist über die gesamte Böschungshöhe der zulässige Neigungswinkel des ungünstigsten Schichtpakets auszuführen (d. h. $\leq 45^\circ$).

Die angegebenen zulässigen Böschungswinkel gelten nur für Regelfälle. Geringere Böschungseigungen sind vorzusehen **und nach DIN 4084 rechnerisch nachzuweisen**, wenn besondere Einflüsse die Standsicherheit gefährden. Dies gilt beispielsweise bei

- Schichtwassereinflüssen, Anschnitt von Staunässehorizonten,
- Böschungen von mehr als 5 m Höhe,
- Baumaschinen oder Baugeräten bis einschließlich 12 t Gesamtgewicht, die nicht einen Abstand von mindestens 1 m zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Graben- bzw. Böschungskante einhalten,
- Baumaschinen oder Baugeräten von mehr als 12 t bis 40 t Gesamtgewicht, die nicht einen Abstand von mindestens 2 m zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Graben- bzw. Böschungskante einhalten,
- Steigung des an die Böschungskante anschließenden Geländes von mehr als 1:10.

Bei zusätzlichen Belastungen nicht verbauter Grubenwände durch Bagger, Hebezeuge, Übergänge, Lagerstoffe oder dergleichen ist die Standsicherheit nach DIN 4084 nachzuweisen.

Liegen Baugruben länger offen, so sind die Böschungen durch sorgfältige Folienabdeckung vor Erosion durch Witterungseinflüsse zu schützen. In der Baugrube gegebenenfalls anfallendes Schichtwasser ist zusammen mit zufließendem Niederschlagswasser mittels offener Wasserhaltung (Pumpensümpfe) ordnungsgemäß zu fassen und dauerhaft abzuleiten.



Gegebenenfalls anfallendes Schicht- bzw. Stauwasser ist zusammen mit Niederschlagswasser mittels **offener Wasserhaltung** ordnungsgemäß zu fassen und aus dem Baufeld abzuleiten. Liegen Baugruben länger offen, so sind die Böschungen durch sorgfältige Folienabdeckung vor Erosion durch Witterungseinflüsse zu schützen.

Hinweis

Die im Abschnitt 4.1 „Baugruben und Gräben, Wasserhaltung“ verwendeten Graphiken wurden der Info-CD-ROM BG Bau 2012 der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft entnommen.

4.2 Grabenverfüllung

In den ZTV A-StB 12 und in den ZTV E-StB 09 wird im Graben unterschieden zwischen der „Leitungszone“ und der „Verfüllzone“. Die Leitungszone umfasst den Bereich unter und neben dem Rohr sowie bis zu 30 cm über dem Rohrscheitel. In dieser Zone sind Verfüllmaterialien nach den Vorschriften der Veranlasser, d. h. in der Regel der Leitungsbetreiber, zu verwenden.

Gemäß ZTV E-StB 09 sollte hier grobkörniger Boden bis zu einem Größtkorn von 22 mm eingesetzt werden. Darüber hinaus sind ebenfalls die Vorgaben der DIN EN 1610 zu beachten. Wegen der beengten Platzverhältnisse und um eine Beschädigung der Leitung zu vermeiden, sollten sowohl in der Leitungszone als auch im Bereich der Verfüllzone bis rund 1,0 m über Rohrscheitel nur leichte Verdichtungsgeräte eingesetzt werden.

Sollen in der über der Leitungszone liegenden Verfüllzone fein- und gemischtkörnige Böden verwendet werden, muss der Einbauwassergehalt nach ZTV A-StB 12 im Bereich von $0,9 \cdot w_{Pr} \leq w \leq 1,1 \cdot w_{Pr}$ liegen. Der optimale Wassergehalt ist durch Proctorversuche gesondert zu ermitteln und zu dokumentieren.

Die aufgeschlossenen Lockergesteinsböden der Bodengruppen SU und GU sind als mäßig wasserempfindlich einzustufen. Die Böden, die für den späteren Wiedereinbau verwendet werden sollen, sind mit Planen oder Folien gegen Durchfeuchtung oder Austrocknung zu schützen.

Die aufgeschlossenen nichtbindigen Böden der Bodengruppe SU und GU sind bei geeignetem Wassergehalt gut verdichtbar und daher für die Wiederverfüllung der Gräben geeignet. Partiiell auftretende bindigere Bereiche der Bodengruppe SU* und TL sind nur bedingt geeignet. Es sollte daher eine Bodenverbesserung mit hydraulischem Bindemittel erfolgen oder stattdessen ein weitgestuftes, gut verdichtbares Korngemisch eingebaut werden.

Bindige aufgeweichte Böden, die höchstens eine weiche Konsistenz aufweisen, sind nicht verdichtbar und dürfen als Kanalraumverfüllung nicht eingebaut werden, da dies z. B. im späteren Straßenkörper zu Setzungen und somit zu Straßenschäden führen wird.

Der Wiedereinbau solcher Böden ist nur bei Einsatz von Weißfeinkalk oder hydraulischen Mischbindern zur Reduzierung der Wassergehalte und zur Verbesserung der Verdichtungswilligkeit der Böden möglich. Erfahrungsgemäß ist hierbei von einem Bedarf an Weißfeinkalk oder Mischbinder von ca. 2,0 bis 3,5 M.- % bzw. 40 bis 70 kg/m³ (bei weicher Konsistenz des Erdstoffes) auszugehen.

Gemäß den Richtlinien der ZTV E StB 09 werden an die Verfüllung von Leitungsgräben in Abhängigkeit von der Bodenart (Bodengruppe nach DIN 18196) die in nachfolgender Abbildung 1 angegebenen Mindestanforderungen bezüglich des Verdichtungsgrades D_{Pr} in den jeweiligen Tiefenbereichen gestellt:

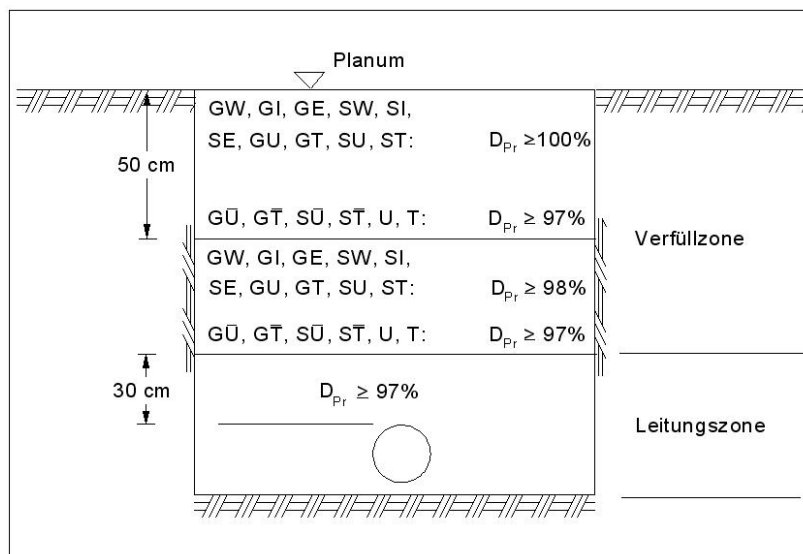


Abb. 1: Verdichtungsanforderungen nach ZTV E-StB 09

Wird der Kanalgraben mit grobkörnigem Ersatzmaterial verfüllt, empfiehlt es sich, im Abstand von rund 30 m Querschlüge aus Beton/Lehm/Ton einzubauen. Diese verhindern eine Dränwirkung des grobkörnigen Verfüllmaterials.

Auf dem Planum, d.h. der Verfüllzone, ist ein Verformungsmodul von mindestens 45 MN/m² nachzuweisen.

Der Verdichtungsgrad ist zu kontrollieren!

In den Leitungsgräben ist nach den vorliegenden Erkundungsergebnissen nicht mit Wasserzutritten zu rechnen. Erfahrungsgemäß können jedoch Schichtwasserführungen angeschnitten werden. Diese schichtgebundenen Wasserzutritte sind jedoch mit offenen Wasserhaltungsmaßnahmen ableitbar. Sollten hierzu Drainageleitungen in den Leitungsgräben verlegt werden, müssen diese im Endzustand durch Sperrriegel unterbrochen werden.

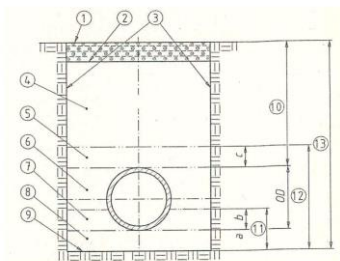
4.3 Rohr- und Schachtgründung

Eine Rohrbettung in den Lockergesteinsböden der Schichtglieder SG II (Bodengruppe SU, GU) kann bei mindestens mitteldichter Lagerung grundsätzlich ohne zusätzliche Baugrundverbesserungsmaßnahmen erfolgen.

Nasse bzw. durchweichte Gründungsbereiche sind mit einer Mächtigkeit von mindestens 30 bis 40 cm gegen geeignetes Austauschmaterial (z. B. Sandsteinbruch oder Vorsiebmaterial, Bodengruppe GU oder GW, im Bereich der Leitungszone maximal 22 mm Größtkorn gemäß ZTV E-StB 09) auszutauschen. Kann die Filterstabilität gegenüber dem anstehenden Erdreich nicht gewährleistet werden, ist der Austauschkörper in ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 3 (Trennvlies mit $\geq 150 \text{ g/m}^2$) einzuschlagen oder durch Magerbeton zu ersetzen. Alternativ zum Bodenaustausch kann eine 10 cm mächtige Magerbetonschicht hergestellt werden. Das Rohrauf-lager ist nachzuverdichten. Die Ausbildung (Auflagerwinkel) ist entsprechend den Anforderungen des Rohrtyps zu wählen. Die Verlegehinweise und Richtlinien, insbesondere die statische Berechnung des Rohrherstellers sind zu beachten.

Bei der Rohrbettung ist auf die Steinfreiheit des Bettungsmaterials zu achten.

Die Dicke der unteren Bettungsschicht a und der Abdeckung c ergibt sich gemäß DIN EN 1610 wie folgt:



$a \geq 100 \text{ mm}$ bei normalen
Bodenverhältnissen

bzw.

$a \geq 150 \text{ mm}$ bei Fels oder
Böden fester Konsistenz

$c \geq 100 \text{ mm}$ über Verbin-
dung

bzw.

$c \geq 150 \text{ mm}$ über Rohr-
schaft

Die Dicke der oberen Bettungsschicht b orientiert sich am Außendurchmesser OD und muss der statischen Berechnung entsprechen.

Schachtbauwerke sollten generell auf einer Ausgleichsschicht (verdichteter Schotter 0/56, mindestens 0,2 m mächtig) bzw. Magerbeton gegründet werden.

4.4 Anordnung von Sperrriegeln

Bei Wasserzutritten in Leitungsgräben müssen Maßnahmen vorgesehen werden, um die dränierende Wirkung des Rohraufagers, der Leitungszone und der Kanalgrabenverfüllung zu unterbinden.

In solchen Bereichen sind Sperrriegel aus Beton oder bindigem Material anzuordnen. Sie müssen die Rohraufagerschicht, die Leitungszone und die durchlässige Kanalgrabenverfüllung vollständig durchtrennen und an der Grabensohle sowie den Flanken in den anstehenden Boden einbinden.

Verlegte Drainagen zur Wasserhaltung während des Bauzustandes müssen auch durch die Sperrriegel unterbrochen werden.

4.5 Wiedereinbaubarkeit von Aushubböden

Die Aushubböden der Bodengruppen SU und GU sind **bei geeignetem Wassergehalt** (erdfeuchter Zustand) für die lagenweise verdichtete Arbeitsraum-, Kanal- bzw. Leitungsgrabenverfüllung sowie zur Geländeauffüllung entsprechend den Verdichtungsanforderungen der ZTV E-StB 09 geeignet.

Die gewonnenen Erdstoffe der Bodengruppen SU* und TL können erfahrungsgemäß nur **bei geeignetem Wassergehalt** (erdfeuchter Zustand) prinzipiell bis $\approx 0,50$ m unter Planum entsprechend den Verdichtungsanforderungen der ZTV E-StB 09 für die lagenweise verdichtete Arbeitsraum-, Kanal- bzw. Leitungsgrabenverfüllung verwendet werden. Diese bindigen Böden sind aufgrund ihres Feinkorngehalts als stark wasserempfindlich einzustufen und nur innerhalb eines eng begrenzten Wassergehaltsbereichs optimal verdichtbar (steif-halbfeste Konsistenz, $I_c \approx 1$).

An -3- Bodenproben wurden die natürlichen Wassergehalte nach DIN EN IO 17892-1 bestimmt (s. Tabelle 5 und Anlage 5).

Tabelle 5: Natürliche Wassergehalte

Prüfungsnummer	WG 1	WG 2	WG 3
Entnahmestelle	RB 7 / P 2	RB 1 / P 2	RB 3 / P 1
Entnahmetiefe [m]	0,20 – 1,00	0,16 – 0,60	0,10 – 2,30
Bodengruppe	SU*	SU	SU
Bodenart	fS,u,g'	S,g,u'	fS,g',u'
Wassergehalt w [M.-%]	17,9	12,2	14,8

Ebenso wurde an **-1-** Probe nahe RB 2 (0,10 – 0,45 m uAP) ein Proctorversuch nach DIN 18127 an den bindigen Böden der Bodengruppe SU* (S,u*,t,g'), Durchmesser 100 mm, durchgeführt (Anlage 4).

Bei der Bodenprobe für den Proctorversuch wurde der natürliche Wassergehalt mit 5,7 M.-% bestimmt und ist damit als sehr trocken einzustufen. Der optimale Wassergehalt zur Verdichtung dieser Böden der Bodengruppe SU* liegt bei einem Wassergehalt von 10,6 M.-%.

Der Wassergehalt WG 1 aus RB 7 / P 2 ist mit 17,9 M.-% somit als zu hoch einzustufen und in diesem Zustand nicht, bzw. erst nach Trocknung oder nach Einbringen von Bindemitteln, verdichtbar. Gemischtkörnige Böden mit hohem Feinkornanteil der Bodengruppen SU* und feinkörnige Böden der Bodengruppe TL können dabei mehr und länger Wasser gegen die Schwerkraft halten, als grob- und gemischtkörnige Böden der Bodengruppen SU und GU.

Sollten Böden mit zu hohem oder zu geringem Wassergehalt umgelagert werden, sind diese vor Wiedereinbau entweder zu wässern oder zu trocknen um ein optimales Verdichtungsergebnis erzielen zu können.

Bindige Böden von breiig-weicher Konsistenz sowie aufgeweichte oder durchnässte nichtbindige Böden sind nicht verdichtbar und dürfen nicht wieder eingebaut werden, da dies langfristig zu Setzungen führen wird. Der Wiedereinbau bindiger Aushubböden von weicher Konsistenz ist grundsätzlich nur nach entsprechender Konditionierung mit Kalk bzw. Kalk-Zement-Mischbindern zur Reduzierung des Wassergehalts möglich. Die sachgerechte Verdichtung erfordert auch bei günstigen Einbauwassergehalten den Einsatz geeigneter, auf die stark bindige Ausbildung der Böden abgestimmter Gerätschaften (z. B. Schafffußwalze, abschließende Übergänge mit Glattmantelwalze).

Aushubböden mit verdichtungsfähigem Wassergehalt, die für den späteren Wiedereinbau verwendet werden sollen, sind durch geeignete Maßnahmen (z. B. Abdecken mit Planen oder Folien, Zwischenlagerung auf abgewalzten Halden) gegen Witterungseinflüsse (Durchfeuchtung oder Austrocknung) zu schützen. Der Wiedereinbau von Aushubböden muss generell lagenweise erfolgen. Dabei sollte die Schütthöhe nicht größer als 0,30 m sein.

Im Bereich angrenzender Bebauung ist mit statisch wirkenden Verdichtungsgeräten zu arbeiten. Die Grundsätze und Vorgaben der DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ sind zu beachten.

Hinweis

Die Angaben beziehen sich ausschließlich auf die bodenmechanischen Eigenschaften der Aushubböden. Um Aufschluss über die Verwertungsmöglichkeiten geben zu können, wurden orientierende Deklarationsanalysen nach LAGA Tab.II.1.2-4/5 und LAGA Tab.II.1.2.1 ausgeführt (siehe Kapitel 8).

5 Gebäudeabdichtung

Hochwertig genutzte, in das Erdreich einbindende Gebäudeteile (z. B. Kellerräume) müssen dauerhaft gegen Feuchtigkeit aus dem Erdreich geschützt sein. Die Anforderungen an die Abdichtung richten sich nach der Feuchtebelastung. Mit der im August 2000 veröffentlichten Fassung der DIN 18195 ist eine Einstufung der Lastfälle der Feuchtebelastung erfolgt. Unterschieden wird zwischen Bodenfeuchtigkeit, nichtstauendem Sickerwasser, vorübergehend aufstauendem Sickerwasser und drückendem Wasser. Mit Bodenfeuchte ist jedoch immer zu rechnen.

Der Ansatz des Lastfalls „Bodenfeuchte“ setzt nach DIN 18195, Teil 4 eine sehr gute Durchlässigkeit ($k_f > 10^{-4}$ m/s) des anstehenden Bodens und der Arbeitsraumverfüllung voraus.

Bei den in die feinkörnigen Böden ($k_f < 10^{-4}$ m/s) einbindenden Gebäudeteilen besteht die Gefahr des sog. „Badewanneneffekts“, d. h., versickerndes Niederschlagswasser staut sich im verfüllten Arbeitsraum ein und kann nicht abfließen. In derartigen Fällen sind im Regelfall Abdichtungen nach DIN 18195, Teil 6 erforderlich.

Wird ein Aufstauen von Sickerwasser im verfüllten Arbeitsraum durch eine Dränung nach DIN 4095, deren Funktionsfähigkeit auf Dauer sichergestellt ist, verhindert, können Sohle und Außenwände des Erdgeschosses auch in Böden mit $k_f \leq 10^{-4}$ m/s nach DIN 18195, Teil 4 unter Beachtung der nachfolgenden Hinweise abgedichtet werden:

Die Abdichtung muss planmäßig bis 30 cm über Gelände hochgeführt werden, um ausreichende Anpassungsmöglichkeiten der Geländeoberfläche sicherzustellen. Im Endzustand darf dieser Wert das Maß von 15 cm nicht unterschreiten. Ist dies im Einzelfall nicht möglich (z. B. Hauseingänge), sind dort besondere Maßnahmen gegen das Eindringen von Wasser oder das Hinterlaufen der Abdichtung einzuplanen.

Zur Vermeidung von Gebäudeschäden infolge von Durchfeuchtung bzw. Vernässung sind darüber hinaus bei allen Gebäudeteilen die üblichen Abdichtungsmaßnahmen gemäß DIN 18195, Teil 4 zu beachten (Schutz von Außen- und Innenwänden gegen aufsteigende Feuchtigkeit durch mindestens eine waagerechte Abdichtung (Querschnittsabdichtung) u.a.m.).

Die Bodenplatte ist grundsätzlich gegen aufsteigende Feuchtigkeit nach DIN 18195, Teil 4, Abs. 7.4 abzudichten. Als Untergrund für die Abdichtungen ist eine Betonschicht oder ein gleichwertiger standfester Untergrund erforderlich. Die fertig gestellten Abdichtungen sind vor mechanischen Beschädigungen zu schützen, z. B. durch Schutzschichten nach DIN 18195, Teil 10.

Für die Dränanlage unter Bodenplatten ist die DIN 4095 zu beachten. Gemäß DIN 4095 ist bei Flächen über 200 m² ein Flächendrän zu planen, der über Drainageleitungen entwässert wird. Bei Flächen bis 200 m² darf eine Flächendrängeschicht ohne Dränleitungen zur Ausführung kommen, wenn die Entwässerung sichergestellt ist, z. B. durch Durchbrüche in den Streifenfundamenten bzw. Betonschürzen.

Die Flächendränge vor Wänden, die in das Erdreich einbinden (z. B. Dränplatten aus bituminös

verklebten Polystyrolkugeln oder Dränmatten aus Kunststoff-Noppenbahnen) und die Ringdränge am Fundament sind in entsprechender Qualität auszuführen. Dazu gehören auch: Sicherstellung einer funktionsfähigen Vorflut, Herstellung von Kontrollschächten in ausreichender Zahl und jährliche Kontrolle der Funktionsfähigkeit der Dränung.

Zur Ableitung kapillar aufsteigender Wässer ist unter der Bodenplatte eine kapillARBrechende Schicht vorzusehen (z. B. ≥ 15 cm Kies/Schotter 8/16 DIN EN 12620).

Zwischen anstehendem Untergrund und Kapillarschicht ist ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 3 anzuordnen.

6 Versickerungseignung der anstehenden Böden

6.1 Allgemeines

Nach Auskunft von Herrn Tapp ist die Versickerung zentral im Flurstück 131/12 mittels Raintank und Rigolenelmenten mit Überlauf an den vorhandenen RW – Kanal in der Straße zur Kiesgrube geplant. Im Bereich der geplanten Versickerung wurden die Stechzylinder SZ 01 und SZ 02 entnommen, sowie die Kleinrammbohrung RB 2 niedergebracht und ein Versickerungsversuch SV 1 im ausgebauten Bohrloch der RB 2 durchgeführt.

Die Menge des zur Versickerung gelangenden Wassers wird von zwei Faktorengruppen bestimmt. Die eine besteht aus der *Menge und Verteilung des zu versickernden Wassers* und der *Evapotranspiration (Boden- und Pflanzenverdunstung)*. Die andere besteht aus Bodeneigenschaften, wie dem Zusammenhang zwischen *Wasserspannung* einerseits, *Wasserleitfähigkeit* und *Wassergehalt* andererseits und dazu dem *Infiltrationsvermögen*. Des Weiteren spielen die *Tiefe der Grundwasseroberfläche* und die *Topographie der Bodenoberfläche* (Anfall von Oberflächenwasser) eine Rolle.

Nach dem ARBEITSBLATT DWA-A 138 kommen für die Versickerung Lockergesteinsböden in Frage, deren k_f -Werte im Bereich von $1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen (Flächenversickerung $2 \cdot 10^{-5}$ m/s).

Weiterhin muss zur Reinigung der eingeleiteten Niederschlagswässer eine ausreichend mächtige, belebte Bodenzone vorhanden sein (ca. 0,3 m bis 0,5 m). Bei einer Bodenpassage in entsprechender Größenordnung wird ein Großteil der zumeist partikelgebundenen Schadstoffe zurückgehalten.

Der Feinkorngehalt des Bodens auf der Muldensohle sollte so gering wie möglich sein, um eine Verstopfung der Poren in diesem Bereich zu verhindern. Die Sohle der Muldenfläche sollte bei der Herstellung der Mulde zur Einbringung des Raintanks so wenig wie möglich verdichtet werden. Bei Aushub von gewachsenem Boden ist beim Abziehen der Oberfläche eine Verdichtung durch die Baggerschaufel zu vermeiden.

Bei der Kleinrammbohrung RB 2, sowie den Stechzylindern SZ 01 und SZ 02 wurden Böden der Bodengruppen TL und SU bis SU* aufgeschlossen, die durch schwache bis gute Durchlässigkeiten und Wasserleitfähigkeiten gekennzeichnet sind.

Generell ist die Infiltration in den Oberboden, aufgrund des erhöhten Schluffanteils, erschwert. Der Feinkornanteil nimmt jedoch ab einer Tiefe von 0,30 - 0,80 m u GOK stark ab und geht in locker bis mitteldicht gelagerte Sande über, die als gut wasserdurchlässig anzusprechen sind. Ab Tiefen von 1,50 m (DPH 1 bei RB 1) bis 4,50 m (DPH 3 bei RB 8) gehen die Sande in dichte bis sehr dichte Lagerung über und die Durchlässigkeit ist sehr stark herabgesetzt.

6.2 Ermittlung des k_f -Wertes anhand der Korngrößenverteilung nach DIN 18123

Die Bestimmung der k_f -Werte erfolgte unter anderem näherungsweise anhand der Kornverteilung über die empirischen Verfahren nach BEYER, HAZEN, SEELHEIM und MALLET/PAQUANT. Zur näherungsweisen Bestimmung der charakteristischen Durchlässigkeit der im Untersuchungsgebiet anstehenden Böden wurden daher an drei Bodenproben im Bereich der Versickerungsmulden die Korngrößenverteilungen mittels kombinierter Sieb-/Schlämmanalyse nach DIN 18123 bestimmt (s. Anlage 3).

Bei den genannten Bestimmungsverfahren sind verschiedene Gültigkeitsgrenzen zu beachten, zudem ist zu berücksichtigen, dass die Genauigkeit der Verfahren sehr unterschiedlich zu bewerten ist. So sind die meisten Verfahren nur für sandig-kiesige Böden anwendbar (BEYER, HAZEN, SEELHEIM), haben in diesem Kornspektrum jedoch die höhere Aussagegenauigkeit. Für bindige Böden steht nur das Verfahren nach MALLET/PAQUANT zur Verfügung – die Aussagegenauigkeit wird jedoch hier als mäßig eingestuft.

Tabelle 6: Gültigkeitsgrenzen

Hazen	$U > 1$	$U < 5$	$d_{10} > 0,1$	$d_{10} < 0,5$
Beyer	$U > 1$	$U < 20$	$d_{10} > 0,06$	$d_{10} < 0,6$
Seelheim	$U < 5$			

Tabelle 7: Ergebnisse der k_f -Wert-Bestimmung anhand der Korngrößenverteilung

Proben-Nr.	Entnahmetiefe [m uGOK]	Berechnungs- methode	k_f - Wert [m/s]	Bemessungs- k_f ^{*)} [m/s]	Bodengruppe (DIN 18196)
RB 2 / P 1	0,10 – 1,00	MALLET/PAQUANT	$1,9 \cdot 10^{-6}$	$3,8 \cdot 10^{-7}$	SU*
RB 8 / P 1	0,10 – 3,00	MALLET/PAQUANT	$3,9 \cdot 10^{-5}$	$7,8 \cdot 10^{-6}$	GU
SZ 1	0,00 – 0,20	MALLET/PAQUANT	$3,4 \cdot 10^{-8}$	$6,8 \cdot 10^{-9}$	TL

^{*)} Zur Festlegung des Bemessungs- k_f -Wertes über eine Sieblinienauswertung ist nach dem Anhang B des Regelwerkes DWA A 138 jedoch noch ein Korrekturfaktor von 0,2 zu berücksichtigen, um der Ungenauigkeit des empirischen Bestimmungsverfahrens über die Korngrößenverteilung Rechnung zu tragen.

Die untersuchten anstehenden Böden sind auf Grundlage der Bestimmung der Durchlässigkeit durch Sieblinienauswertung nach MALLET/PAQUANT nach DIN 18130 als „schwach durchlässig (Bodengruppen SU*, TL) bis durchlässig (Bodengruppe GU)“ zu klassifizieren.

6.3 Ermittlung des k_f -Wertes im Feld

Open-End-Test

Zur Ermittlung der Infiltrationsrate wurde im Bereich der westlich geplanten Versickerungsfläche **-1-** Schluckversuch, sog. Open-End-Test, **SV 1** bei RB 2 durchgeführt. Das Versuchsprotokoll liegt in Anlage 7 bei.

Der Open-End-Test ist ein vom U.S. Bureau of Reclamation (USBR) 1963 vorgestellter, unter stationären Bedingungen durchzuführender Auffüllversuch im verrohrten Bohrloch, bei welchem, im Gegensatz zu anderen Verfahren, die infiltrierte Wassermenge bei konstanter Druckhöhe direkt in die Bestimmungsgleichung eingeht (vgl. Lexikon der Geowissenschaften 2016).

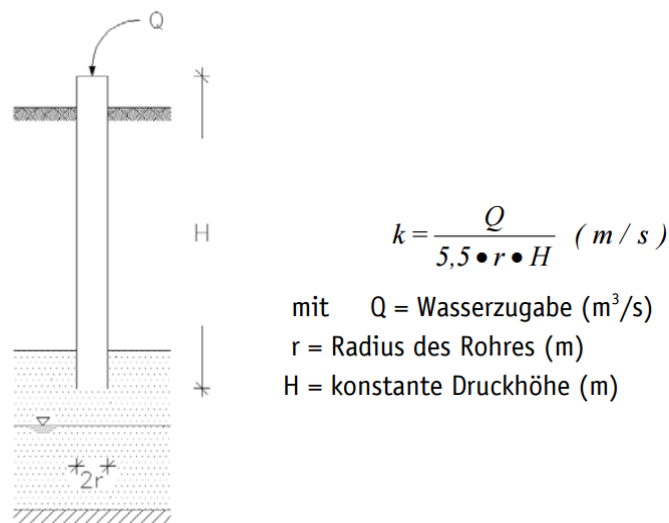


Abb. 4: Versuchsanordnung Open-End-Test und Bestimmungsgleichung

Bei dem durchgeführten Versuch lag die Rohrsohle in einer Tiefe von 1,00 m u GOK. Bei den in diesem Tiefenbereich anstehenden Böden handelt es sich um schwach tonige, schwach kiesige, schluffige Sande der Bodengruppe SU* nach DIN 18196 mit Feinkornanteilen von 25,6 M.-%.

Die Durchführung dieses Versickerungsversuchs ergab eine Durchlässigkeit von $k_f = 8,07 \cdot 10^{-6}$.

Aufgrund der bei Feldbedingungen erschwerte kontrollierbaren vollständigen Aufsättigung des Bodens vor der Versuchsdurchführung wird ein Korrekturfaktor von 2,0 berücksichtigt, woraus sich eine Durchlässigkeit von $k_f = 1,6 \cdot 10^{-5}$ ergibt.

6.4 Ermittlung der Durchlässigkeiten nach DIN 18130

Für die Bestimmung der oberflächennahen Versickerungseigenschaften (ca. 0,30 - 0,45 m uGOK) wurde eine ungestörte Bodenprobe mittels Ausstechzylinder SZ 1 entnommen die Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18130 im bodenmechanischen Labor bestimmt. Zur ersten Beurteilung der Versickerungseignung können die Durchlässigkeiten der nach DIN 18130 berechneten Durchlässigkeiten aus den untersuchten Bodenproben herangezogen werden.

Tabelle 8: Ergebnis der k_f -Wert-Bestimmung nach DIN 18130

Probe	Tiefe [m uGOK]	Luftporengehalt [%]	Bodenart DIN 4022	Bodengruppe DIN 18196	Durchlässigkeitsbeiwert k_f nach DIN 18130 [m/s]
SZ 1 bei RB 2	ca. 0,30 – 0,45	26,1	U, t, s, g'	TL	$3,3 \cdot 10^{-9}$

Der errechnete k_f -Wert entspricht nach DIN 18130 einem schwach durchlässigen Boden.

6.5 Interpretation der Ergebnisse

Das DWA-A 138 Regelwerk (Ausgabe April 2005) gibt eine Mindestdurchlässigkeit für gezielte Regenwasserversickerungen von $1 \cdot 10^{-6}$ m/s an, demnach sind die anstehenden Lockergesteinsböden zum Teil für eine Versickerung (SV1 bei RB 2 und RB 8 / P 1) nach diesem Regelwerk **geeignet**.

Nach dem Merkblatt DWA-A 138 kommen für die Versickerung Lockergesteine in Frage, deren k_f -Werte im Bereich von ca. $1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen. Sind die k_f -Werte $< 1 \cdot 10^{-6}$ m/s, stauen Versickerungsanlagen lange ein, und es können anaerobe Verhältnisse auftreten, die Rückhalte- und Umwandlungsvermögen negativ beeinflussen.

Wie bereits dargelegt, sind die anstehenden Böden nach den geltenden Vorschriften für eine Versickerung zum Teil geeignet. Es wird empfohlen die aufliegenden stark feinkörnigen Schichten bis partiell ca. 1 m u GOK zu entfernen, sodass eine Versickerung in den Sanden höherer Durchlässigkeit erfolgen kann, welche eine lockere bis mitteldichte Lagerung aufweisen. Bei Sanden mit zunehmend dichter werdender Lagerung sinkt die Durchlässigkeit, sodass auch Versickerungsvorgänge stark abnehmen.

Sollte ein Versickerungsbecken errichtet werden, ist dies durch weiterführende Berechnungen zu dimensionieren. Es ist auf einen ausreichenden Abstand der Versickerungsanlage zur Bebauung und der Verkehrswege zu achten.

6.6 Hinweise zum Bau von Erddämmen bei Versickerungsmulden

Homogene Dammtypen (ungegliederte Dämme ohne separate Dammdichtung) mit kurzen Einstauzeiten sind mit Erdstoffen herzustellen, deren Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte nicht größer sind als $1 \cdot 10^{-7}$ m/s. Bei den aufgeschlossenen Erdstoffen ist z.T. jedoch mit höheren Durchlässigkeiten zu rechnen (vgl. Kapitel 6). Da bei Versickerungsbecken mit längeren Einstauzeiten zu rechnen ist, besteht die Gefahr dass die Dämme aufweichen. Wir empfehlen daher, bei der Herstellung der Dämme die Erdstoffe mit hydraulischem Bindemittel zu verbessern. Die Bindemittelart und Bindemittelzusammensetzung (Verhältnis Kalk/Zement) sowie die in Abhängigkeit vom Wassergehalt der zu verbessernden Böden erforderliche Zugabemenge sind im Rahmen einer im Vorfeld der Baumaßnahmen durchzuführenden **Eignungsprüfung** festzulegen! Alternativ besteht die Möglichkeit die Dämme mit einer Dammdichtung zu versehen.

Die Verwendung von bindigen Erdstoffen der Bodenklasse 4 nach DIN 18300:2012-09 zur Herstellung der Dämme ist in hohem Maße abhängig vom Einbauwassergehalt. Die Dämme sind in Lagen von maximal 30 cm zu schütten, wobei die nachfolgende Verdichtungsanforderung zu gewährleisten ist:

$$D_{Pr} \geq 100 \%$$

bindige Erdstoffe (BKL 4)

Der Verdichtungsgrad ist bereits im Zuge der Erdarbeiten kontinuierlich zu kontrollieren und nachzuweisen!

Abschließend weisen wir auf die Erfordernis von Standsicherheitsnachweisen für die Erddämme der Versickerungsanlagen hin.

7 Hinweise zum Bau von Verkehrsflächen

7.1 Erdplanum

Im Bereich des Erdplanums sind auf Grundlage der Aufschlussergebnisse der Kleinrammbohrungen überwiegend Böden der Bodenklassen 3 und 4 nach DIN 18300:2012-09 zu bearbeiten. Basierend auf Erfahrungswerten mit vergleichbaren Böden muss davon ausgegangen werden, dass die anstehenden bindigen Böden (Bodengruppen **SU*** und **TL**) die Tragfähigkeitsanforderung $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ selbst bei optimalen Wassergehalten (erdfeuchter Zustand, mindestens steife Konsistenz) und ordnungsgemäßer Verdichtung nicht bzw. nicht dauerhaft erfüllen. Vielmehr sind auch bei optimalen Witterungsbedingungen und fachgerechter Bauausführung lediglich erzielbare Tragfähigkeiten in der Größenordnung $E_{v2} \approx 25 \text{ MN/m}^2$ (- 35 MN/m^2) zu erwarten.

Böden der Bodenklasse **SU** und **GU** können bei geeignetem Wassergehalt und entsprechender ordnungsgemäßer Verdichtung die Tragfähigkeitsanforderung $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erreichen.

Zur Herstellung eines den Anforderungen der RStO 12 genügenden Erdplanums sollte aus diesem Grund im Rahmen der Ausschreibung für Teilbereiche ein Bodenaustausch mit grobkörnigem Material (z. B. gebrochenes Hartgestein der Lieferkörnung 0/56) vorgesehen werden. Kann auf dem anstehenden, unverbesserten Erdplanum eine Tragfähigkeit von $E_{v2} \approx 25 \text{ MN/m}^2$ nachgewiesen werden, so ist basierend auf Erfahrungswerten und Literaturangaben (z. B. FLOSS-Kommentar zur ZTVE) von einer erforderlichen Austauschmächtigkeit von **ca. 25-35 cm** zum Erreichen der geforderten Tragfähigkeit $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auszugehen. Der Bodenaustausch ist durch ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 3 (Trennvlies mit $\geq 150 \text{ g/m}^2$) vom anstehenden Untergrund zu trennen, oder die Filterstabilität des Austauschmaterials gegenüber dem anstehenden Erdreich ist nachzuweisen.

Alternativ zum Bodenaustausch ist zur Herstellung eines den Anforderungen der ZTV E-StB 09 genügenden Erdplanums auch eine Bodenverbesserung mit hydraulischen Bindemitteln möglich. Dabei ist von einer erforderlichen **Einfrästiefe von 40 cm** auszugehen. Die Bindemittelart und Bindemittelzusammensetzung (Verhältnis Kalk/Zement) sowie die in Abhängigkeit vom Wassergehalt der zu verbessernden Böden erforderliche Zugabemenge sind im Rahmen einer im Vorfeld der Baumaßnahmen durchzuführenden **Eignungsprüfung** festzulegen!

Wir empfehlen grundsätzlich, die auf dem anstehenden, bauseits nachzuverdichtenden Erdplanum vorhandenen Tragfähigkeiten mittels statischer Lastplattendruckversuche nach DIN 18134

zu überprüfen, um erforderliche Austausch- oder Bodenverbesserungsmaßnahmen im Einzelfall benennen und wirtschaftlich dimensionieren zu können.

Das Erdplanum ist generell mit ausreichendem Längs- bzw. Quergefälle entsprechend den Empfehlungen der ZTV E-StB 09 herzustellen, und es ist auf eine ausreichende Drainage- bzw. Entwässerungsmöglichkeit zu achten.

7.2 Straßenoberbau

Für den frostsicheren Oberbau sind die *Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen* (RStO 12) zugrunde zu legen. Lokal zu erwartende besondere Beanspruchungen sind bei der Bemessung zu berücksichtigen.

Nach den Planunterlagen und Auskunft von Herrn Tapp ist für die Dimensionierung der Verkehrsflächen im Baugebiet die Belastungsklasse Bk0,3 vorgesehen.

Als **Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus** schlagen wir bei Einstufung in die **Belastungsklasse Bk0,3** entsprechend Tabelle 2 der RStO 12 (Wohnstraße) für die basierend auf den punktuellen Aufschlussergebnissen der Kleinrammbohrungen anstehenden F2- und F3-Böden sowie aufgrund der Lage des Projektgebiets in der Frosteinwirkungszone I, in Verbindung mit Tabelle 6 der RStO 12 vor:

Belastungsklasse Bk0,3: 50 cm

Gemäß den standardisierten Ausbauvarianten für Bauweisen mit Asphaltdecke für Fahrbahnen auf F3-Untergrund/Unterbau ergibt sich gemäß RStO 12, Tafel 1, Zeile 1 in Verbindung mit RStO 12, Tabelle 8 beispielsweise folgender Regelaufbau für die **Belastungsklasse Bk0,3** auf F3-Untergrund:

Belastungsklasse Bk0,3: 50cm

4 cm Asphaltdecke

10 cm Asphalttragschicht

36 cm Frostschutzschicht

$E_{V2} \geq 100 \text{ MPa}, E_{V2}/E_{V1} \leq 2,2 (D_{Pr} \geq 103 \%)$

Erdplanum

$E_{V2} \geq 45 \text{ MPa}, E_{V2}/E_{V1} \leq 2,3$

Der Verdichtungsgrad sowie die Verformungsmoduln sind zu kontrollieren und nachzuweisen!

Bei Einstufung in eine andere Belastungsklasse wird analog auf den entsprechenden Regelaufbau nach RStO 12 verwiesen.

Sofern auf F3-Böden im Bereich des Erdplanums zur Gewährleistung der erforderlichen Tragfähigkeitsanforderung jedoch ein Bodenaustausch oder eine qualifizierte Bodenverbesserung nach den ZTV E-StB 09 in einer Stärke von ≥ 25 cm ausgeführt wird, wird diese durch Einstufung des Erdplanums in die Frostempfindlichkeitsklasse F2 berücksichtigt (Kapitel 3.2.1 der RStO 12). Demnach kann die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus der einzelnen Belastungsklassen um jeweils 10 cm reduziert werden. Die Einsparung wird durch Reduktion der Schichtdicke der Frostschutzschicht realisiert, die erforderliche Mindestdicke der Frostschutzschicht zur Gewährleistung der erforderlichen Tragfähigkeit ist jedoch einzuhalten (vgl. Tabelle 8 der RStO 12).

7.3 Gehwege

Sofern im Zuge der Baumaßnahme Gehwege hergestellt werden sollen, beträgt die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus für Gehwege innerhalb geschlossener Ortschaften 30 cm. Steht im Untergrund ein F2- oder F3-Boden an, so ist eine Mindesttragfähigkeit von **80 MN/m²** unterhalb der Befestigung zu erreichen.

Um Schäden durch häufige Überfahr- oder Parkvorgänge zu vermeiden, empfehlen wir für die Gehwege den gleichen Aufbau zu wählen wie für den Straßenbereich.

8 Orientierende abfallrechtliche Voruntersuchung

8.1 Straßenaufbruch/Ausbauasphalt

Das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz fordert eine möglichst hochwertige, umweltverträgliche Verwertung von Ausbauasphalt bzw. Straßenaufbruch. Die Verwertungsmöglichkeiten von teerhaltigem Straßenaufbruch sind in den Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA-StB 01) beschrieben. Auf Länderebene sind diese Regelungen im „Leitfaden für die Behandlung von Ausbauasphalt und Straßenaufbruch mit teer-/pechtypischen Bestandteilen“ („Teer-Richtlinie“) für Rheinland-Pfalz formuliert.

Hierin wird grundsätzlich zwischen zwei Verwertungsklassen unterschieden, wobei als Grenzwert ein PAK-Gehalt von 30 mg/kg TS festgelegt wurde:

- **< 30 mg/kg TS Verwertungsklasse A** (Wiederverwendung im Heißmischverfahren)
- **≥ 30 mg/kg TS Verwertungsklasse B** (Wiederverwendung im Kaltmischverfahren mit hydraulischem Bindemittel)

Zur Prüfung der Verwertungsmöglichkeiten des im Rahmen der Erschließung anfallenden Straßenaufbruchs wurden abfalltechnische Untersuchungen nach den folgenden Regelwerken / Richtlinien durchgeführt:

- [1] LUWG RLP: Handbuch Entsorgungsplanung für den kommunalen Tief und Straßenbau.
- [2] Landesbetrieb Straßen und Verkehr Rheinland-Pfalz: Leitfaden für die Behandlung von Ausbauasphalt und Straßenaufbruch mit teer-/pechtypischen Bestandteilen.
- [3] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall: Mitteilung M32, Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfall.
- [4] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall: Mitteilung M20, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln.

Zur abfallrechtlichen Beurteilung wurde der Straßenaufbruch aus dem Anwohnerweg zu den Grundstücken Zur Kiesgrube 6 und 8 (Bohrkerne RB 4 / BK 1 und RB 7 / BK 1) auf den Gehalt an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK nach EPA) durch die SGS Institut Fresenius GmbH, Taunusstein analysiert. Der Prüfbericht Nr. 3134661 vom 31.10.2016 ist in Anlage 9 enthalten.

Die nachfolgenden Prüfgegenstände werden gemäß den geltenden Bestimmungen unabhängig vom gewählten Entsorgungsweg folgendermaßen eingestuft:

Tabelle 7: Untersuchungsergebnisse und orientierende Einstufung Schwarzdecke

Beschreibung	RB 4 / BK 1	RB 7 / BK 1
Entnahmestelle	RB 4 / BK 1	RB 7 / BK 1
Probenart	Straßenaufbruch	Straßenaufbruch
Beurteilung		
PAK [mg/kg]	1,72	0,11
AVV	17 03 02 (nicht teerhaltig)	17 03 02 (nicht teerhaltig)
Teerrichtlinie RLP	Verwertungsklasse A	Verwertungsklasse A

Bei der Untersuchung der Bohrkerne wurden nur geringe teerstämmige Bestandteile, < 30 mg/kg, nachgewiesen. Somit ist der Straßenaufbruch im Bereich der Kleinrammbohrungen RB 4 und RB 7 als nicht teerhaltig einzustufen und kann unter der Abfallschlüsselnummer AVV 17 03 02 als nicht teerhaltig entsorgt werden bzw. im Heißmischverfahren (Verwertungsklasse A) wiederverwertet werden.

8.2 Aushub

Zur orientierenden Überprüfung der Verwertungsmöglichkeiten des anfallenden Aushubs wurden von der SGS Institut Fresenius GmbH, Taunusstein an **-1-** repräsentativen Mischprobe **MP2** des aufgeschlossenen Erdreichs chemische Schadstoffuntersuchungen nach LAGA (2004) Tab.II.1.2-1 (Feststoff und Eluat), sowie getrennt davon an **-1-** repräsentativen Mischprobe **MP1**, aus den Kleinrammbohrungen RB 5 und RB 6, des aufgeschlossenen Erdreichs des Hofbereiches des ansässigen Karosseriebetriebes chemische Schadstoffuntersuchungen nach LAGA (2004) Tab.II.1.2.-4/-5 (Feststoff und Eluat), durchgeführt.

Die Prüfgegenstände werden gemäß den geltenden Bestimmungen unabhängig vom gewählten Entsorgungsweg folgendermaßen eingestuft:

Tabelle 8: Untersuchungsergebnis und orientierende Einstufung Boden

Beschreibung	MP2	MP1
Probenart	Boden (schluffige Sande)	Auffüllungen (stark schluffige Sande)
Entnahme durch	ICP	ICP
Entnahmedatum	05.10.2016	05.10.2016
Entnahmestelle	RB 2 / P1 RB 3 / P1 RB 4 / P1 RB 8 / P1	RB 5 / P1 RB 6 / P1
Entnahmetiefe [m]	0,20 – 3,00	RB 5: 0,00 – 1,20 RB 6: 0,00 – 0,90
Befund	--	Chrom im Feststoff: 110 mg/kg TM Sulfat im Eluat: 25 mg/l
Beurteilung		
LAGA	Z0	Z1.2
AVV	17 05 04	17 05 04

Der Prüfbericht 3133015 vom 28.10.2016 ist als Anlage 9 beigelegt.

Sollten im Zuge der Erdarbeiten Auffälligkeiten bei den Erdstoffen bezüglich Zusammensetzung, Färbung, Geruch usw. auftreten, so ist unverzüglich der Gutachter zur abfallrechtlichen Deklaration hinzuzuziehen.

9 Radonpotential

Die Untersuchungsfläche liegt nach der Radonprognosekarte, herausgegeben vom Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz, in einem Gebiet mit erhöhtem ($40 - 100 \text{ kBq/m}^3$), lokal mit hohem Radonpotential ($> 100 \text{ kBq/m}^3$). In diesem Bereich ist in und über einzelnen Gesteinshorizonten ein erhöhtes bis hohes Radonpotential bekannt bzw. kann nicht ausgeschlossen werden.

Radonmessungen in der Bodenluft des Bauplatzes oder Baugebietes werden dringend empfohlen. Die Ergebnisse sollten Grundlage für die Bauplaner und Bauherren sein, sich ggf. für bauliche Vorsorgemaßnahmen zu entscheiden.

(Anmerkung: der Begriff „lokal“ bedeutet hierbei, dass ein erhöhtes bis hohes Radonpotenzial meist eng an geologisch-tektonische Einheiten gebunden ist. Solche Bereiche besitzen deshalb eine sehr begrenzte Ausdehnung.).

Empfehlungen des Landesamts für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz für die Regional- und Bauleitplanung bzw. Bauausführung:

Effiziente und preiswerte Maßnahmen zum Schutz gegen Radon lassen sich am besten beim Bau eines Gebäudes verwirklichen. Nachträgliche Sanierungsmaßnahmen sind in der Regel wesentlich teurer und weniger wirksam. Frühzeitige Kenntnisse über die räumliche Verteilung der Radonkonzentration und Gasdurchlässigkeit des Baugrundes können mit dazu beitragen, dass Neubauten nicht in unangepasster Bauweise errichtet werden. Deshalb wird bereits bei der Planung von Wohnbaugebieten grundsätzlich eine orientierende Radonmessung empfohlen.

Studien des Landesamtes für Geologie und Bergbau haben ergeben, dass für Messungen im Gestein/Boden unbedingt Langzeitmessungen (ca. 3-4 Wochen) notwendig sind. Kurzzeitmessungen sind hierbei nicht geeignet, da die Menge des aus dem Boden entweichenden Radons in kurzen Zeiträumen sehr stark schwankt. Dafür sind insbesondere Witterungseinflüsse wie Luftdruck, Windstärke, Niederschläge oder Temperatur verantwortlich. Nur so können aussagefähige Messergebnisse erzielt werden.

Die bisher gemessenen Radonkonzentrationen in der Bodenluft lassen den Schluss zu, dass bei geeigneter Bauausführung praktisch überall in Rheinland-Pfalz Gebäude errichtet werden können, die bei angepasster Bauweise den notwendigen Schutz vor Radon bieten.

*Bei der Ausweisung von Wohnsiedlungsgebieten – sei es auf Ebene der Regional- oder der Bauleitplanung – sollten diese geologischen Informationen berücksichtigt werden. **So sollten bei der Planung von Neubaugebieten in den Bereichen mit einem möglicherweise erhöhten Radonpotenzial im Rahmen der kommunalen Bauleitplanung in jedem Fall Untersuchungen der Radonkonzentration in der Bodenluft durchgeführt werden.***

Die erzielten Messergebnisse sollten an das Landesamt für Geologie und Bergbau übermittelt werden, damit sie in die Weiterentwicklung der Radonprognosekarte des Landes einfließen können.

Wirkungsvolle Vorsorgemaßnahmen bedeuten bei Neubauten in den meisten Fällen keine wesentlichen zusätzlichen Kosten. Entsprechend der Ausgangslage ist es zweckmäßig, die Radonprävention mit unterschiedlichem Aufwand zu betreiben.

10 Schlussbemerkung

Entsprechend den vielfältigen Wechselbeziehungen zwischen Baugrund und Bauwerk ist der vorliegende geotechnische Bericht nur in seiner Gesamtheit verbindlich. Änderungen in den Bearbeitungsunterlagen und vom Bericht abweichende Bauausführungen bedürfen deshalb stets der Überprüfung und der Zustimmung des Gutachters. Auszugsweise Vervielfältigungen dieses Berichts bedürfen der Zustimmung des Unterzeichners.

Baugrundaufschlüsse basieren auch bei Einhaltung der nach den gültigen Vorschriften vorgegebenen Rasterabstände zwangsläufig auf punktförmigen Aufschlüssen, so dass Abweichungen in Bezug auf Schichtmächtigkeit, Ausbildung sowie Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der aufgeschlossenen Bodenschichten zwischen den Aufschlusspunkten nicht generell ausgeschlossen werden können. Insbesondere sind jahreszeitlichen Schwankungen unterliegende Grund- und Schichtwasserzuflüsse nicht auszuschließen. Die Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH behält sich daher eine Überprüfung der Gründungssituation im Zuge einer förmlichen Abnahme der Aushub- und Gründungssohlen (nach DIN 4020 gefordert), gegebenenfalls auch ergänzende Ausführungshinweise vor.

Wird im Zuge der Erdarbeiten ein anderer als im vorliegenden Bericht dargestellter Aufbau des Untergrunds angetroffen, ist der Gutachter unverzüglich zu benachrichtigen und durch die ICP mbH eine Bestandsaufnahme vor Ort durchzuführen.

Der geotechnische Bericht gilt für das angegebene Objekt nur im Zusammenhang mit den Projektdaten. Eine Übertragung der Untersuchungsergebnisse auf andere Projekte ist ohne Zustimmung der Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH nicht zulässig.

Bei Unsicherheiten/Unklarheiten oder der Gefahr der Fehlauslegung ist der Gutachter heranzuziehen.

ICP Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH



Frank Neumann
(Dipl.-Geologe/Berat. Geowissenschaftler)

gez.
Pascal Begon
(B. Eng., B. Sc. UGW)

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Bericht: SB16094 Anlage: 1
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: Erschließung des Baugebietes "Zur Kiesgrube", Stadt Schweich, Stadtteil Issel

Bohrung RB 1 / Blatt: 1							Datum: 05.10.2016			
1	2					3	4	5	6	
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen					Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾						Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang		e) Farbe					
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung ¹⁾		h) ¹⁾ Gruppe i) Kalk- gehalt					
0.06	a) Schwarzdecke						bp3	BK1	0.06	
	b)									
	c)		d)		e)					
	f)		g)		h) i)					
0.16	a) Auffüllung, Kies, schwach schluffig, sandig					DN 80	bp3	P1	0.16	
	b) mäßig locker gelagert - dicht gelagert									
	c)		d) mäßig schwer zu bohren		e) braun					
	f)		g)		h) [GU] i)					
0.60	a) Sand, kiesig, schwach schluffig					DN 80 Bohrstillstand, kein Wasser messbar	bp3	P2	0.60	
	b) dicht gelagert									
	c)		d) sehr schwer zu bohren		e) braun					
	f)		g)		h) SU i)					
	a)									
	b)									
	c)		d)		e)					
	f)		g)		h) i)					
	a)									
	b)									
	c)		d)		e)					
	f)		g)		h) i)					

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Bericht: SB16094 Anlage: 1
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: Erschließung des Baugebietes "Zur Kiesgrube", Stadt Schweich, Stadtteil Issel

Bohrung RB 2 / Blatt: 1							Datum: 05.10.2016			
1		2				3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen					Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾						Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang		e) Farbe					
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung ¹⁾		h) ¹⁾ Gruppe i) Kalk-gehalt					
0.10	a) Feinsand, schluffig, humos, Wurzeln,Gras					DN 80	bp3		0.10	
	b)									
	c) weich		d) leicht zu bohren		e) dunkelbraun					
	f) Oberboden		g)		h) OU i)					
1.00	a) Feinsand, sandig, schwach kiesig, schwach schluffig, Wurzeln					DN 80 Bohrstillstand, kein Wasser messbar	bp3	P1	1.00	
	b) dicht gelagert - sehr dicht gelagert									
	c)		d) mäßig schwer zu bohren		e) braun					
	f)		g)		h) SU* i)					
	a)									
	b)									
	c)		d)		e)					
	f)		g)		h) i)					
	a)									
	b)									
	c)		d)		e)					
	f)		g)		h) i)					
	a)									
	b)									
	c)		d)		e)					
	f)		g)		h) i)					

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Bericht: SB16094 Anlage: 1
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: Erschließung des Baugebietes "Zur Kiesgrube", Stadt Schweich, Stadtteil Issel

Bohrung RB 3 / Blatt: 1							Datum: 05.10.2016			
1		2				3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen					Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾						Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang		e) Farbe					
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung ¹⁾		h) ¹⁾ Gruppe i) Kalk-gehalt					
0.10	a) Feinsand, schwach schluffig, humos, Wurzeln,Gras					DN 80	bp3		0.10	
	b)									
	c) weich		d) leicht zu bohren		e) dunkelbraun					
	f) Oberboden		g)		h) OU i)					
2.30	a) Feinsand, sandig, schwach kiesig, schwach schluffig					DN 80 bis 1,0 m DN 60 ab 1,0 m	bp3	P1	2.30	
	b) locker gelagert - mäßig locker gelagert									
	c)		d) schwer zu bohren		e) rotbraun					
	f)		g)		h) SU i)					
2.50	a) Sand, kiesig, schwach schluffig					DN 60 Bohrstillstand, kein Wasser messbar	bp3	P2	2.50	
	b) dicht gelagert - sehr dicht gelagert									
	c)		d) sehr schwer zu bohren		e) rotbraun					
	f)		g)		h) SU i)					
	a)									
	b)									
	c)		d)		e)					
	f)		g)		h) i)					
	a)									
	b)									
	c)		d)		e)					
	f)		g)		h) i)					

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Bericht: SB16094 Anlage: 1
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: Erschließung des Baugebietes "Zur Kiesgrube", Stadt Schweich, Stadtteil Issel

Bohrung RB 4 / Blatt: 1							Datum: 05.10.2016			
Höhe: 0,00 m ü FP										
1	2					3	4	5	6	
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen					Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾						Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang		e) Farbe					
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung ¹⁾		h) ¹⁾ Gruppe i) Kalk-gehalt					
0.06	a) Schwarzdecke						bp3	BK1	0.06	
	b)									
	c)		d)		e)					
	f)		g)		h) i)					
0.20	a) Auffüllung, Kies, steinig, sandig, schluffig					DN 80	bp3	P1	0.20	
	b) sehr dicht gelagert									
	c)		d) schwer zu bohren		e) graubraun					
	f)		g)		h) [GU] i)					
0.50	a) Sand, kiesig, schluffig, reingedrückte Kiese von oben					DN 80 Bohrstillstand, kein Wasser messbar	bp3	P2	0.50	
	b) mäßig locker gelagert - dicht gelagert									
	c)		d) sehr schwer zu bohren		e) rotbraun					
	f)		g)		h) SU i)					
	a)									
	b)									
	c)		d)		e)					
	f)		g)		h) i)					
	a)									
	b)									
	c)		d)		e)					
	f)		g)		h) i)					

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Bericht: SB16094 Anlage: 1
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: Erschließung des Baugebietes "Zur Kiesgrube", Stadt Schweich, Stadtteil Issel

Bohrung RB 5 / Blatt: 1							Datum: 05.10.2016			
Höhe: 0,00 m ü FP										
1	2					3	4	5	6	
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen					Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾						Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang		e) Farbe					
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung ¹⁾		h) ¹⁾ Gruppe i) Kalk-gehalt					
1.20	a) Auffüllung, Sand, kiesig, steinig, schluffig, Betonbruch, Ziegelbruch					DN 80 bis 1,0 m, DN 60 ab 1,0 m	bp3	P1	1.20	
	b) mäßig locker gelagert - dicht gelagert									
	c)		d) schwer zu bohren		e) rotbraun					
	f)		g)		h) [SU] i)					
3.00	a) Sand, kiesig, schluffig					DN 60 Bohrstillstand, kein Wasser messbar	bp3	P2	3.00	
	b) mäßig locker gelagert									
	c)		d) sehr schwer zu bohren		e) rotbraun					
	f)		g)		h) SU i)					
	a)									
	b)									
	c)		d)		e)					
	f)		g)		h) i)					
	a)									
	b)									
	c)		d)		e)					
	f)		g)		h) i)					
	a)									
	b)									
	c)		d)		e)					
	f)		g)		h) i)					

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Bericht: SB16094 Anlage: 1
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: Erschließung des Baugebietes "Zur Kiesgrube", Stadt Schweich, Stadtteil Issel

Bohrung RB 6 / Blatt: 1							Datum: 05.10.2016			
Höhe: 0,00 m ü FP										
1	2					3	4	5	6	
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen					Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾						Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang		e) Farbe					
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung ¹⁾		h) ¹⁾ Gruppe i) Kalk-gehalt					
0.90	a) Auffüllung, Sand, kiesig, steinig, schluffig, Betonbruch, Ziegelbruch					DN 80	bp3	P1	0.90	
	b) mäßig locker gelagert - dicht gelagert									
	c)		d) schwer zu bohren		e) bunt					
	f)		g)		h) [SU] i)					
3.00	a) Schluff, stark sandig, kiesig					DN 80 bis 1,0 m, DN 60 ab 1,0 m Bohrstillstand, kein Wasser messbar	bp3	P2	3.00	
	b)									
	c) weich		d) sehr schwer zu bohren		e) rotbraun					
	f)		g)		h) SU* i)					
	a)									
	b)									
	c)		d)		e)					
	f)		g)		h) i)					
	a)									
	b)									
	c)		d)		e)					
	f)		g)		h) i)					
	a)									
	b)									
	c)		d)		e)					
	f)		g)		h) i)					

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Bericht: SB16094 Anlage: 1
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: Erschließung des Baugebietes "Zur Kiesgrube", Stadt Schweich, Stadtteil Issel

Bohrung	RB 7	/ Blatt: 1	Höhe: 0,00 m ü FP	Datum: 05.10.2016
---------	------	------------	-------------------	----------------------

1	2					3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen					Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾						Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt					
0.09	a) Schwarzdecke						bp3	BK1	0.09
	b)								
	c)	d)	e)						
	f)	g)	h)	i)					
0.20	a) Auffüllung, Sand, kiesig, schwach schluffig					DN 80	bp3	P1	0.20
	b) mäßig locker gelagert								
	c)	d) schwer zu bohren	e) rotbraun						
	f)	g)	h) [SU]	i)					
1.00	a) Schluff, stark feinsandig, schwach kiesig, Torflinsen					DN 80 Zieltiefe erreicht	bp3	P2	1.00
	b)								
	c) steif - halbfest	d) schwer zu bohren	e) braun						
	f)	g)	h) SU*	i)					
	a)								
	b)								
	c)	d)	e)						
	f)	g)	h)	i)					
	a)								
	b)								
	c)	d)	e)						
	f)	g)	h)	i)					

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Bericht: SB16094 Anlage: 1
--	---	--------------------------------------

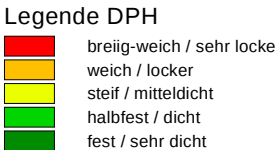
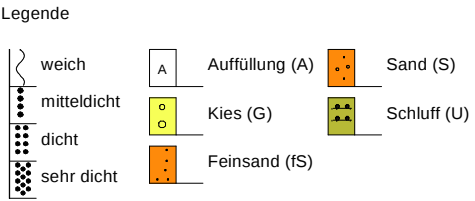
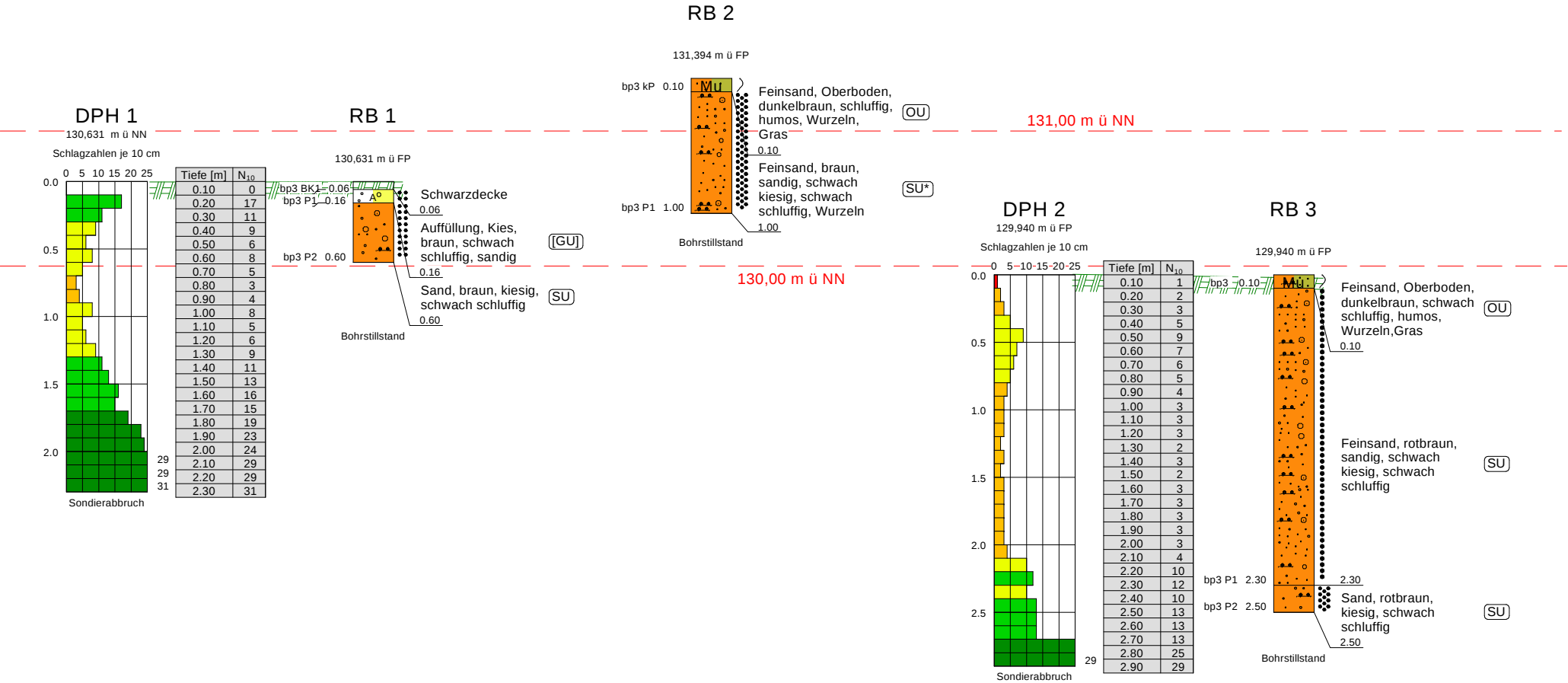
Vorhaben: Erschließung des Baugebietes "Zur Kiesgrube", Stadt Schweich, Stadtteil Issel

Bohrung RB 8 / Blatt: 1	Höhe: 0,00 m ü FP	Datum: 05.10.2016
-----------------------------------	----------------------	----------------------

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk-gehalt				
0.10	a) Feinsand, schluffig, humos, Wurzeln, Gras				DN 80	bp3		0.10
	b)							
	c) weich	d) mäßig schwer zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Oberboden	g)	h) OU	i)				
3.00	a) Kies, sandig, schluffig, Wasserleitende Kiesadern				DN 80 bis 1,0 m, DN 60 ab 1,0 m Bohrstillstand	bp3	P1	3.00
	b) locker gelagert - dicht gelagert							
	c)	d) schwer zu bohren	e) rotbraun					
	f)	g)	h) GU	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

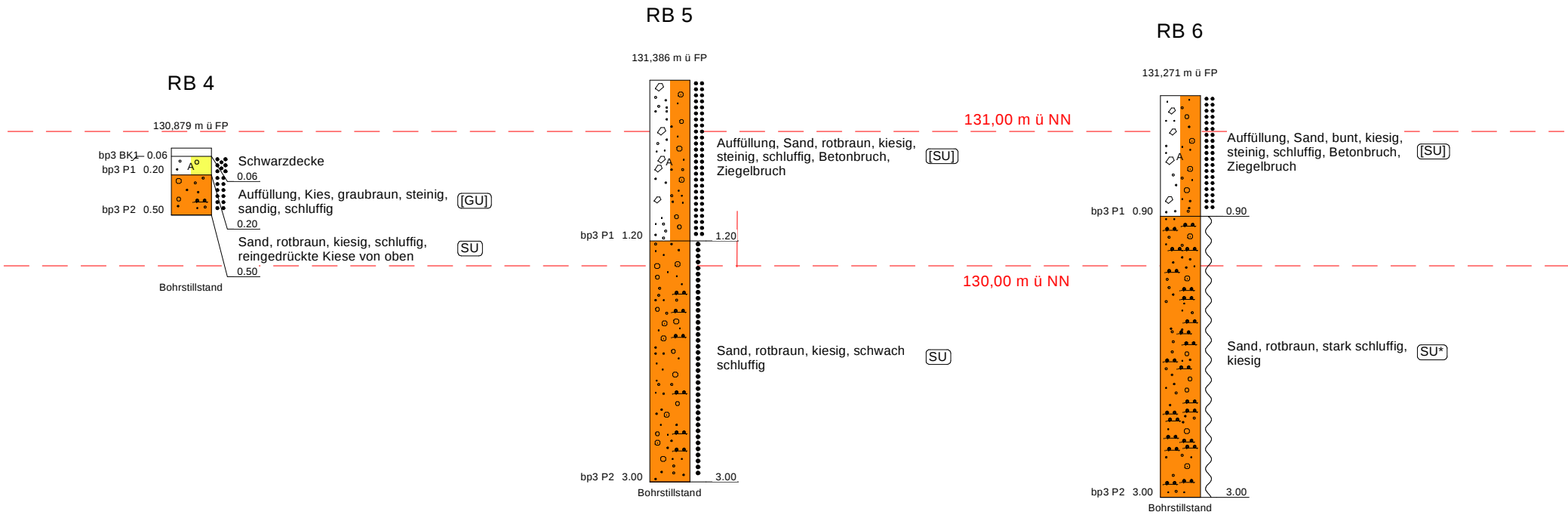
Grund-, Schicht- oder Stauwasser wurde zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (05.10.2016) bis zur jeweiligen Endteufe nicht angetroffen!



Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

 Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH ICP Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel. (06561) 18824 Fax 942558	Objekt: Erschließung Baugebiet "Zur Kiesgrube" Stadt Schweich Stadtteil Issel	Anlage 2.1
		zu Bericht Nr.: SB16094
	Bohrprofile / Rammdiagramme	Dat.:05.10.2016
	Höhenmaßstab: 1: 30	Bearb.: Fabry

Grund-, Schicht- oder Stauwasser wurde zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (05.10.2016) bis zur jeweiligen Endteufe nicht angetroffen!



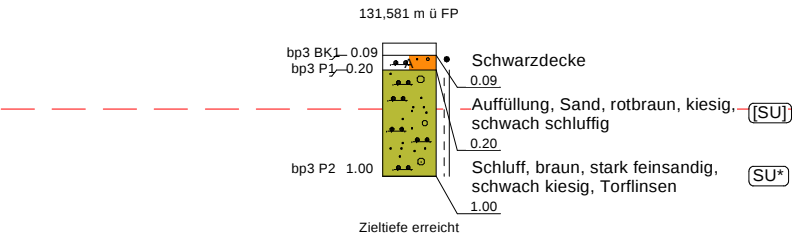
Legende

Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel. (06561) 18824 Fax 942558	Objekt: Erschließung Baugebiet "Zur Kiesgrube" Stadt Schweich Stadtteil Issel	Anlage 2.2
		zu Bericht Nr.: SB16094
	Bohrprofile	Dat.:05.10.2016
	Höhenmaßstab: 1: 30	Bearb.: Fabry

Grund-, Schicht- oder Stauwasser wurde zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (05.10.2016) bis zur jeweiligen Endteufe nicht angetroffen!

RB 7

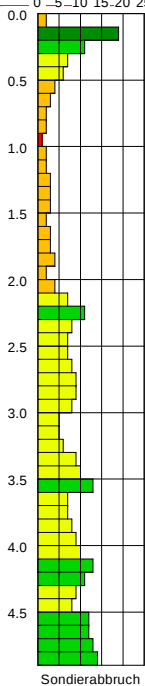


DPH 3

128,947 m ü FP

Schlagzahlen je 10 cm

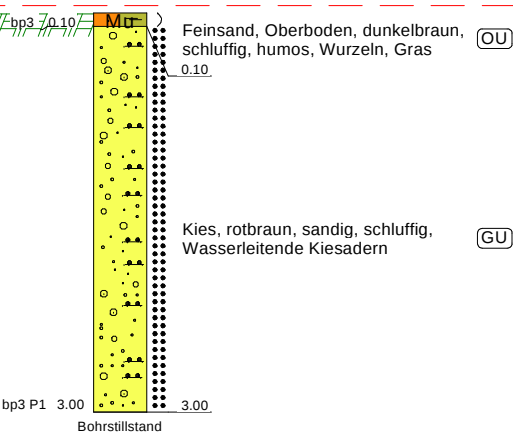
129,00 m ü NN



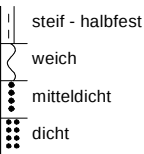
Sondierabbruch

RB 8

128,947 m ü FP



Legende



A

Auffüllung (A)

G

Kies (G)

FS

Feinsand (FS)

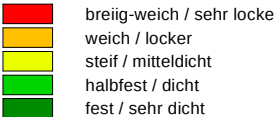
S

Sand (S)

U

Schluff (U)

Legende DPH



Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

Ingenieurgesellschaft
Prof. Czurda und
Partner mbH
ICP
Geologen und Ingenieure
für Wasser und Boden
Johannes-Kepler-Straße 7
54634 Bitburg
Tel. (06561) 18824 Fax 942558

Objekt:
Erschließung Baugebiet "Zur Kiesgrube"
Stadt Schweich
Stadtteil Issel

Bohrprofile / Rammdiagramme

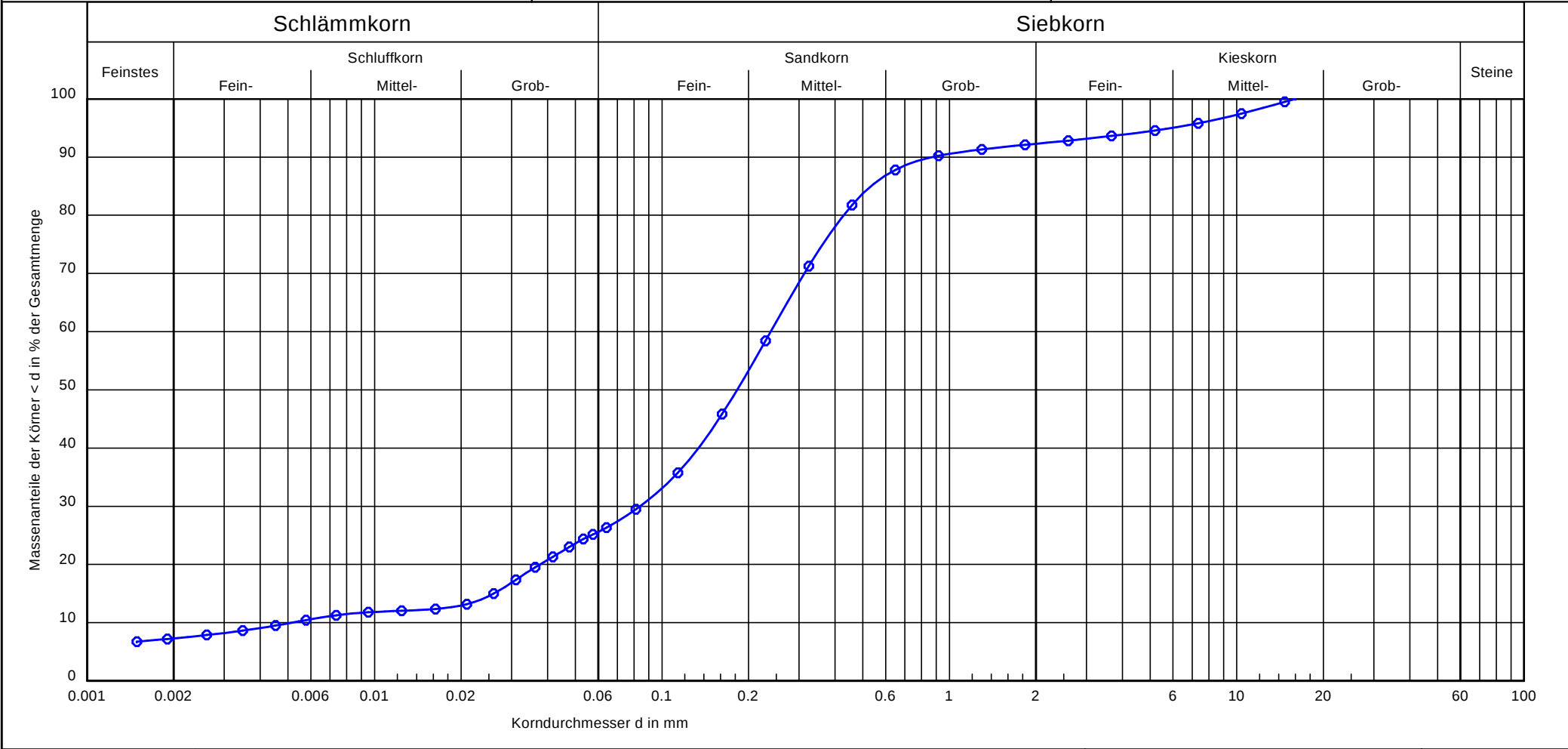
Höhenmaßstab: 1: 40

Anlage 2.3

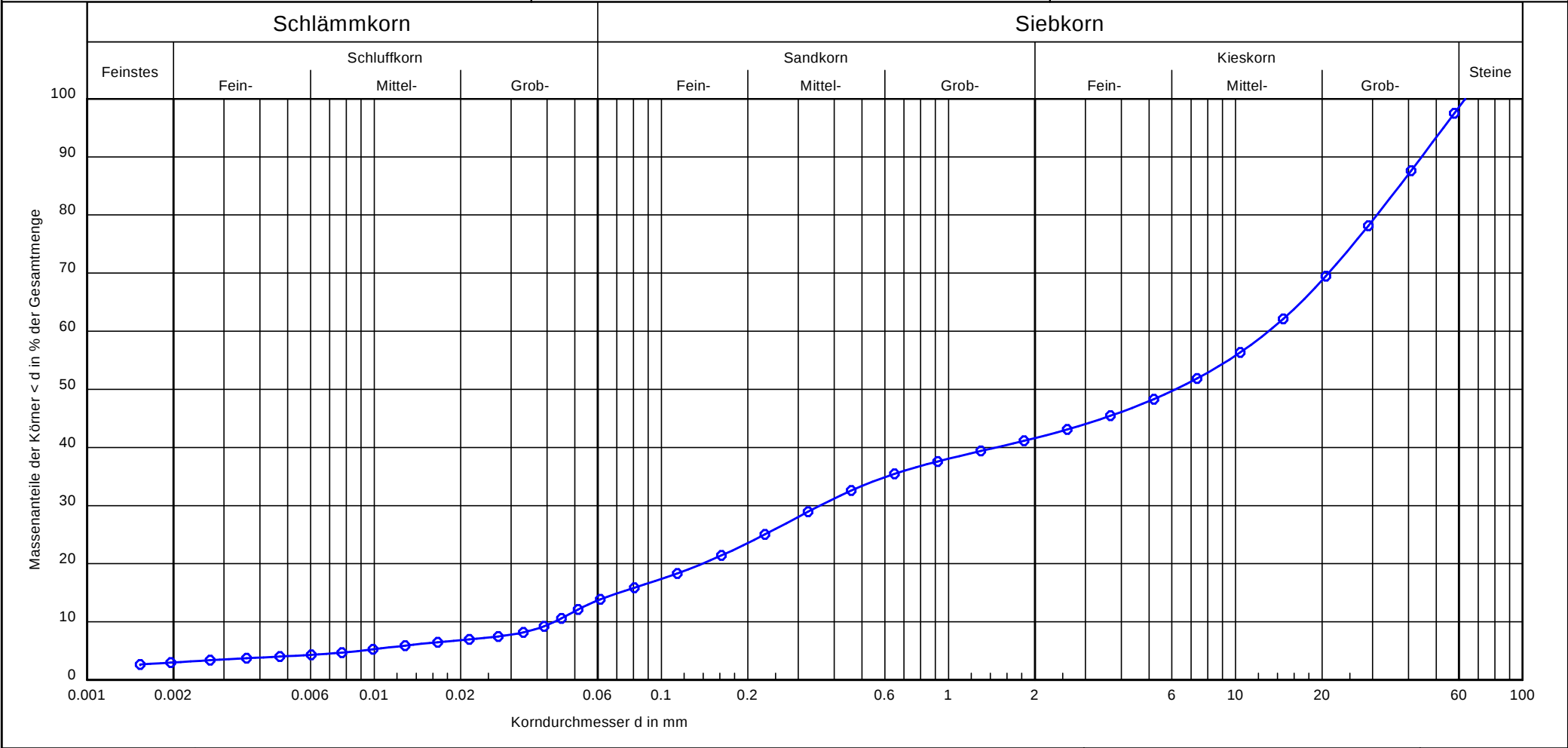
zu Bericht Nr.:
SB16094

Dat.:05.10.2016

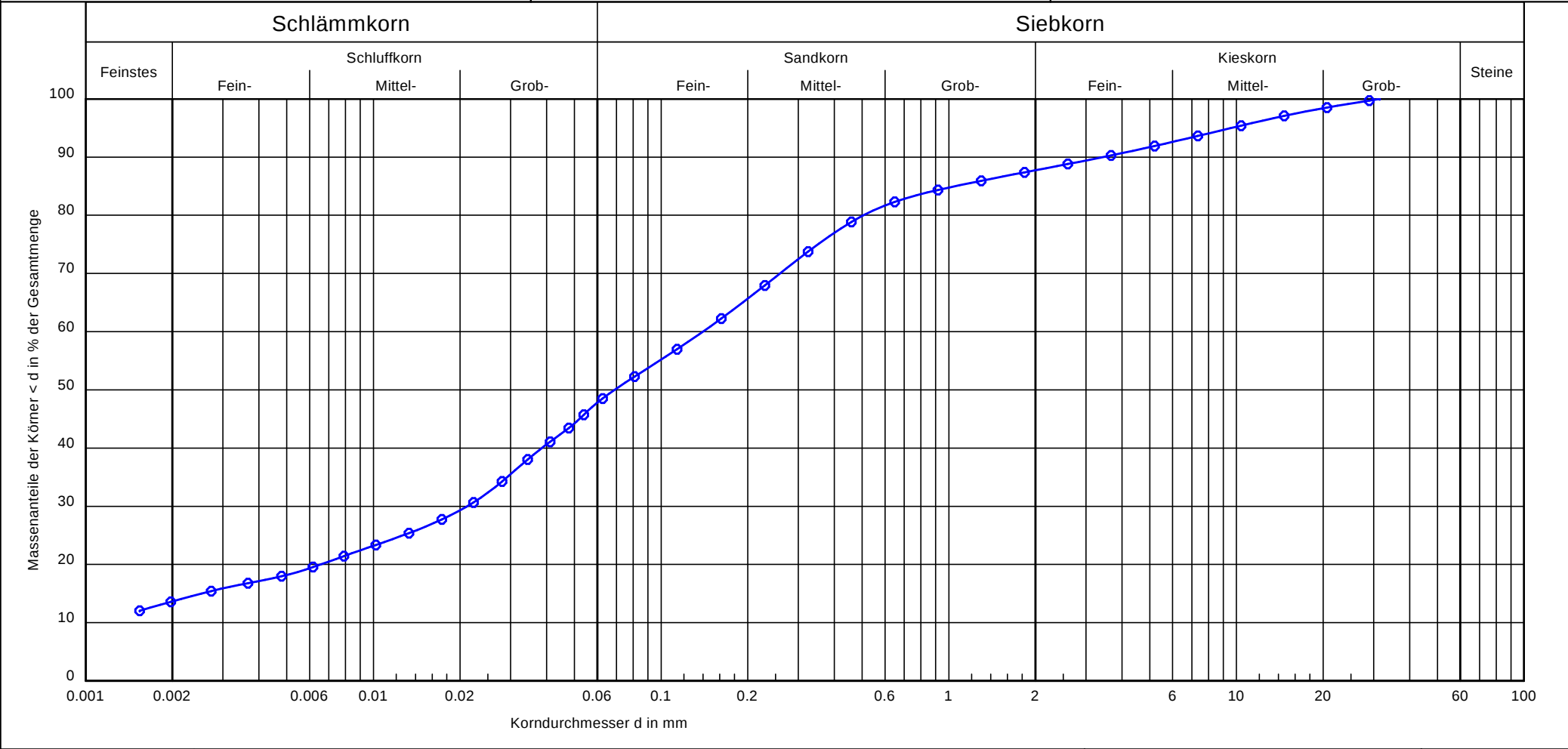
Bearb.: Fabry



Bezeichnung:	RB2/P1	Bemerkungen: Wassergehalt: 9,5 M.-% Feinkornanteil: 25,6 M.-%	Bericht: SB16094 Anlage: 3.1
Tiefe:	0,10 - 1,00 m		
Bodenart:	S, u, t', g'		
kf [m/s] nach Mallet/Paquant	1.9 * 10 ⁻⁶		
U/Cc:	46.3/5.7		
Bodengruppe:	SU*		
T/U/S/G [%]:	7.3/18.3/66.7/7.7		
Frostempfindlichkeitsklasse:	F3		



Bezeichnung:	RB8/P1	Bemerkungen: Wassergehalt: 11,2 M.-% Feinkornanteil: 13,7 M.-%	Bericht: SB16094 Anlage: 3.2
Tiefe:	0,10 - 3,00 m		
Bodenart:	G, u', fs', ms', gs'		
kf [m/s] nach Mallet/Paquant	3.9 * 10 ⁻⁵		
U/Cc:	307.1/0.2		
Bodengruppe:	GU		
T/U/S/G [%]:	3.0/10.7/27.9/57.0		
Frostempfindlichkeitsklasse:	F2		



Bezeichnung:	SZ 1	Bemerkungen: Wassergehalt: 8,4 M.-% Feinkornanteil: 47,8 M.-%	Bericht: SB16094 Anlage: 3.3
Tiefe:	0,00 - 0,20 m		
Bodenart:	S, ü, t', mg'		
kf [m/s] nach Mallet/Paquant	3.4 * 10 ⁻⁸		
U/Cc:	-/-		
Bodengruppe:	TL		
T/U/S/G [%]:	13.7/34.1/39.9/12.3		
Frostempfindlichkeitsklasse:	F3		

Proctorversuch nach DIN18127

Stadt Schweich
Zur Kiesgrube, Stadtteil Issel

Bearbeiter: ES

Datum: 25.10.2016

Prüfungsnummer: SB16094

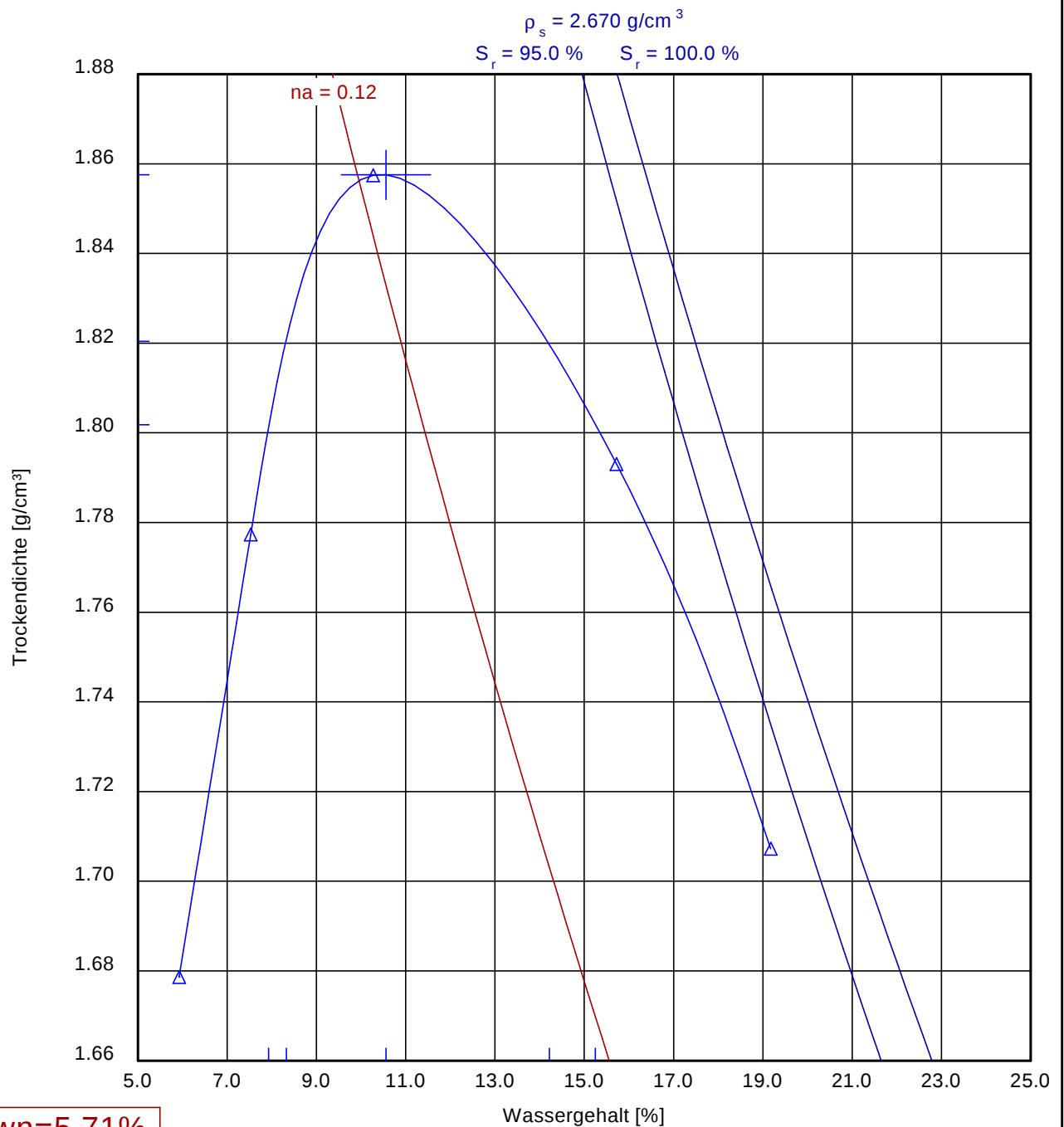
Entnahmestelle: RB 2

Entnahmetiefe: 0,10 - 0,45 m

Bodenart: S,u*,t,g'

Entnahme am: 20.10.2016

Proctortopfdurchmesser: 100 mm



100 % der Proctordichte $\rho_{pr} = 1.858 \text{ g/cm}^3$

Optimaler Wassergehalt $w_{pr} = 10.6 \%$

98.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.820 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = 8.3 / 14.2 \%$

97.0 % der Proctordichte $\rho_d = 1.802 \text{ g/cm}^3$

min/max Wassergehalt $w = 7.9 / 15.2 \%$

Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17892-1

Ofentrocknung

Projekt:	Stadt Schweich - Zur Kiesgrube, Stadtteil Issel	Projektnummer:	SB16094
Prüfdatum:	05.10.2016	Prüfer:	Klug
			Anlage 5

Prüfungsnummer

Prüfungsnummer:	WG 1	WG 2	WG 3
Entnahmestelle:	RB 7 / P 2	RB 1 / P 2	RB 3 / P 1
Entnahmetiefe [m]:	0,20 - 1,00	0,16 - 0,60	0,10 - 2,30

Bestimmung des Wassergehaltes

Behälterbezeichnung	--	503	520	517
Behälter m(b)	[g]	98,62	97,61	96,14
Feuchte Probe m(f) + Behälter m(b)	[g]	315,68	374,74	321,25
Trockene Probe m(d) + Behälter m(b)	[g]	282,72	344,69	292,27
Wasser m(w)	[g]	32,96	30,05	28,98
Trockenmasse m(d)	[g]	184,10	247,08	196,13
Wassergehalt w	[%]	17,90%	12,16%	14,78%

Projekt:	SB16094 Stadt Schweich - Zur Kiesgrube, Stadtteil Issel	Probennahme:	20.10.2016
		durch:	Begon
Material:	U,t,s,g	Prüf.-Nr.:	SB16094
			Anlage 6

Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18 130 -ZY -ES -ST

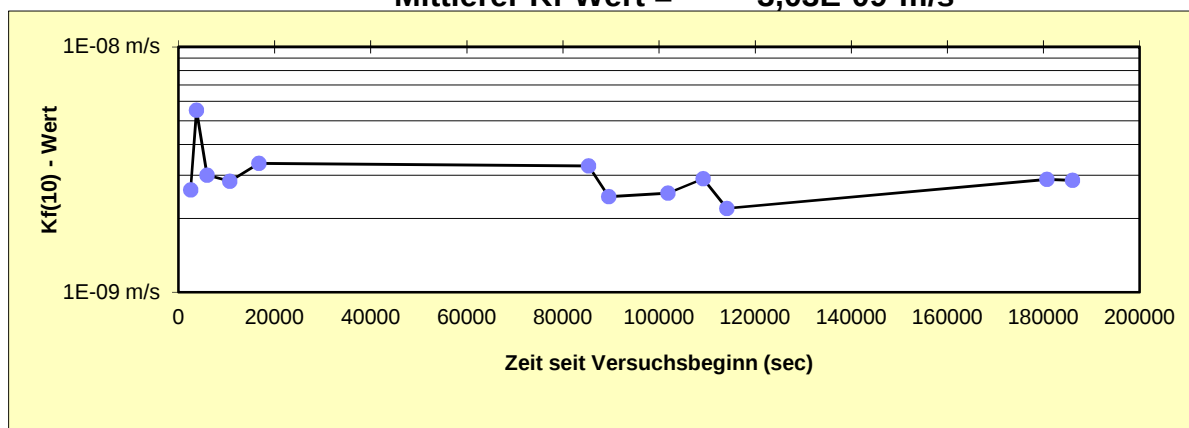
Daten der geprüften Probe	
Probenlänge	12,01 cm
Probendurchmesser	9,4 cm
Probenquerschnitt	6,940E-03 m ²
Feuchtdichte	1,804 g/cm ³
Wassergehalt (Einbau)	5,71 %
Trockendichte	1,707 g/cm ³
Wassergehalt (Ausbau)	17,82 %
Porenanteil n	0,358
Sättigungszahl (Einbau)	0,27
Sättigungszahl (Ausbau)	0,85
Standrohrdurchmesser	8 mm
Standrohrquerschnitt	5,027E-05 mm ²

Bestimmung des Luftporengehaltes	
n(a) Einbau	26,1 %
n(a) Ausbau	5,4 %

Vordruck WS 0,05 m

Zeit 1	Zeit 2	Temp. 1	Temp. 2	h1 [cm]	h2 [cm]	Kf (10)
26. Okt 09:18:00	26. Okt 10:00:00	20,6°C	21,0°C	1.000,00	990,00	2,61E-09
26. Okt 10:00:00	26. Okt 10:20:00	21,0°C	21,0°C	990,00	980,00	5,51E-09
26. Okt 10:20:00	26. Okt 10:57:00	21,0°C	21,3°C	980,00	970,00	3,00E-09
26. Okt 10:57:00	26. Okt 12:16:00	21,3°C	21,8°C	970,00	950,00	2,83E-09
26. Okt 12:16:00	26. Okt 13:57:00	21,8°C	22,7°C	950,00	920,00	3,35E-09
26. Okt 13:57:00	27. Okt 09:00:00	22,7°C	20,0°C	920,00	650,00	3,27E-09
27. Okt 09:00:00	27. Okt 10:10:00	20,0°C	20,3°C	650,00	640,00	2,45E-09
27. Okt 10:10:00	27. Okt 13:36:00	20,3°C	21,5°C	640,00	610,00	2,53E-09
27. Okt 13:36:00	27. Okt 15:38:00	21,5°C	22,1°C	610,00	590,00	2,90E-09
27. Okt 15:38:00	27. Okt 17:00:00	22,1°C	22,2°C	590,00	580,00	2,20E-09
27. Okt 17:00:00	28. Okt 11:30:00	22,2°C	20,7°C	580,00	430,00	2,88E-09
28. Okt 11:30:00	28. Okt 12:59:00	20,7°C	21,2°C	430,00	420,00	2,86E-09

Mittlerer Kf-Wert = 3,03E-09 m/s



Projekt:	BG Zur Kiesgrube, Schweich Rückbau 100er Bereich			Datum:	30.09.2016
				Bearbeiter:	Kn/Fa
Projektnr.	SB16094	Versuch:	SV 1	Anlage	7
Messtelle	bei RB 2				

Versickerungsversuch im Bohrloch: Open-End-Test

Allgemein	
Versickerungstiefe unter GOK [m]	1
Versickerungszeit [s]	69
verbrauchte Wassermenge [l]	0,193
Druckhöhe [cm]	180
Schüttmenge pro Zeit [cm ³ /s]	2,80
Innenradius Prüfrohr [cm]	3,5

kf Wert [m/s]	8,07E-06
---------------	----------

Bohrkernaufnahme

Anlage 8.1

Bauvorhaben:	SB16094 Stadt Schweich - Zur Kiesgrube, Stadtteil Issel	
Projektnummer:	SB16094	
Ausgeführt am, durch:	26.10.2016	Klug
Entnahmestelle:	RB4/BK1	
Entnahme am, durch:	05.10.2016	Knauf
Gesamthöhe:	70 mm	
Durchmesser:	145 mm	

Bilder	Höhe
	S1 70

Bohrkernaufnahme

Anlage 8.2

Bauvorhaben:	SB16094 Stadt Schweich - Zur Kiesgrube, Stadtteil Issel	
Projektnummer:	SB16094	
Ausgeführt am, durch:	26.10.2016	Klug
Entnahmestelle:	RB7/BK1	
Entnahme am, durch:	05.10.2016	Knauf
Gesamthöhe:	104 mm	
Durchmesser:	145 mm	

Bilder	Höhe
	S1 104

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Postfach 1261 D-65220 Taunusstein

ICP - Ingenieurgesellschaft
Prof. Czurda und Partner mbH
Am Tränkwald 27
67688 Rodenbach

Prüfbericht 3133015
Auftrags Nr. 3926698
Kunden Nr. 10040865

Susanne Bürgel
Telefon +49 6128-744-709
Fax +49 6128-744-9499
susanne.buergel@sgs.com



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14115-02-00
D-PL-14115-03-00
D-PL-14115-06-00
D-PL-14115-07-00
D-PL-14115-08-00
D-PL-14115-10-00
D-PL-14115-13-00
D-PL-14115-14-00

Environment, Health and Safety

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Im Maisel 14
D-65232 Taunusstein

Taunusstein, den 28.10.2016

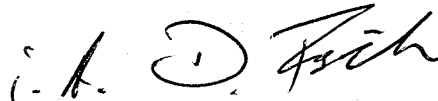
Ihr Auftrag/Projekt: NBG Schweich - Issel
Ihr Bestellzeichen: SB16094
Ihr Bestelldatum: 20.10.2016

Untersuchungsumfang:
1 x LAGA-Boden 2004 Tab.II.1.2-4/1.2-5
1 x LAGA (2004), Tab.II.1.2-1

Prüfzeitraum von 24.10.2016 bis 27.10.2016
erste laufende Probennummer 160200126
Probeneingang am 24.10.2016

SGS INSTITUT FRESENIUS


Susanne Bürgel
Customer Services



NBG Schweich - Issel
SB16094

Prüfbericht Nr. 3133015
Auftrag Nr. 3926698

Seite 2 von 6
28.10.2016

Probe 160200126

MP 1

Eingangsdatum: 24.10.2016 Eingangsart durch IF-Kurier abgeholt

Probenmatrix

Boden

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
-----------	---------	----------	------------------------	---------	-----------------

Feststoffuntersuchungen :

Trockensubstanz	Masse-%	90,0	0,1	DIN EN 14346	HE
Cyanide, ges.	mg/kg TR	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 17380	HE
TOC	Masse-% TR	0,2	0,1	DIN EN 13137	HE

Metalle im Feststoff :

Königswasseraufschluß

Arsen	mg/kg TR	7	2	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/kg TR	30	2	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/kg TR	110	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	34	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/kg TR	23	1	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/kg TR	0,1	0,1	DIN EN 1483	HE
Thallium	mg/kg TR	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 17294-2	HE
Zink	mg/kg TR	66	1	DIN EN ISO 11885	HE

KW-Index C10-C40	mg/kg TR	< 10	10	DIN EN 14039	HE
KW-Index C10-C22	mg/kg TR	< 10	10	DIN EN 14039	HE
EOX	mg/kg TR	< 0,5	0,5	DIN 38414-17	HE

LHKW Headspace :

cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Dichlormethan	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Tetrachlormethan	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
1,1,1-Trichlorethen	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Trichlorethen	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Tetrachlorethen	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Trichlormethan	mg/kg TR	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 22155	HE
Summe nachgewiesener LHKW	mg/kg TR	-			HE

NBG Schweich - Issel
SB16094

Prüfbericht Nr. 3133015
Auftrag 3926698 Probe 160200126

Seite 3 von 6
28.10.2016

Probe
Fortsetzung

MP 1

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
-----------	---------	----------	------------------------	---------	-----------------

BTEX Headspace :

Benzol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
Toluol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
Ethylbenzol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
1,2-Dimethylbenzol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
1,3+1,4-Dimethylbenzol	mg/kg TR	< 0,02	0,02	DIN EN ISO 22155	HE
Summe Xylole	mg/kg TR	-		DIN EN ISO 22155	HE
Summe BTEX	mg/kg TR	-			HE
Styrol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
iso-Propylbenzol	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 22155	HE
Summe nachgewiesener BTEX	mg/kg TR	-			HE

PAK (EPA) :

Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg TR	0,11	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	0,09	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	0,09	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	0,10	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TR	0,15	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	0,10	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TR	0,06	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	0,75		DIN ISO 18287	HE

PCB :

PCB 28	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 52	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 101	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 118	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 138	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 153	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 180	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
Summe 6 PCB (DIN)	mg/kg TR	-		DIN 38414-20	HE
Summe PCB nachgewiesen	mg/kg TR	-			HE

NBG Schweich - Issel
SB16094

Prüfbericht Nr. 3133015
Auftrag 3926698 Probe 160200126

Seite 4 von 6
28.10.2016

Probe
Fortsetzung

MP 1

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
-----------	---------	----------	------------------------	---------	-----------------

Eluatuntersuchungen :

Eluatansatz				DIN EN 12457-4	HE
pH-Wert		9,5		DIN 38404-5	HE
Elektr. Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	124	1	DIN EN 27888	HE
Chlorid	mg/l	< 2	2	DIN ISO 15923-1	HE
Sulfat	mg/l	25	5	DIN ISO 15923-1	HE
Cyanide, ges.	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 14403-2	HE
Phenol-Index, wdf.	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 14402	HE

Metalle im Eluat :

Arsen	mg/l	0,007	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/l	< 0,001	0,001	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/l	0,006	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/l	< 0,0002	0,0002	DIN EN 1483	HE
Zink	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE

NBG Schweich - Issel
SB16094

Prüfbericht Nr. 3133015
Auftrag Nr. 3926698

Seite 5 von 6
28.10.2016

Probe 160200127

MP 2

Eingangsdatum: 24.10.2016 Eingangsart durch IF-Kurier abgeholt

Probenmatrix Boden

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
-----------	---------	----------	------------------------	---------	-----------------

Feststoffuntersuchungen :

Trockensubstanz	Masse-%	93,9	0,1	DIN EN 14346	HE
TOC	Masse-% TR	< 0,1	0,1	DIN EN 13137	HE

Metalle im Feststoff :

Königswasseraufschluß

Arsen	mg/kg TR	6	2	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/kg TR	12	2	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/kg TR	21	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	13	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/kg TR	16	1	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/kg TR	< 0,1	0,1	DIN EN 1483	HE
Zink	mg/kg TR	28	1	DIN EN ISO 11885	HE

KW-Index C10-C40	mg/kg TR	< 10	10	DIN EN 14039	HE
EOX	mg/kg TR	< 0,5	0,5	DIN 38414-17	HE

PAK (EPA) :

Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	-		DIN ISO 18287	HE

NBG Schweich - Issel
SB16094

Prüfbericht Nr. 3133015
Auftrag 3926698 Probe 160200127

Seite 6 von 6
28.10.2016

Probe
Fortsetzung

MP 2

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
-----------	---------	----------	------------------------	---------	-----------------

Eluatuntersuchungen :

Eluatansatz				DIN EN 12457-4	HE
pH-Wert		7,9		DIN 38404-5	HE
Elektr. Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	73	1	DIN EN 27888	HE
Chlorid	mg/l	< 2	2	DIN ISO 15923-1	HE
Sulfat	mg/l	7	5	DIN ISO 15923-1	HE

Metalle im Eluat :

Arsen	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/l	< 0,001	0,001	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/l	< 0,0002	0,0002	DIN EN 1483	HE
Zink	mg/l	0,02	0,01	DIN EN ISO 11885	HE

Die Laborstandorte der SGS Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter <http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs2.pdf>.

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Postfach 1261 D-65220 Taunusstein

ICP - Ingenieurgesellschaft
Prof. Czurda und Partner mbH
Am Tränkwald 27
67688 Rodenbach

Prüfbericht 3134661
Auftrags Nr. 3931692
Kunden Nr. 10040865

Susanne Bürgel
Telefon +49 6128-744-709
Fax +49 6128-744-9499
susanne.buergel@sgs.com

Environment, Health and Safety

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Im Maisel 14
D-65232 Taunusstein



Taunusstein, den 31.10.2016

Ihr Auftrag/Projekt: NBG Schweich - Issel
Ihr Bestellzeichen: SB16094
Ihr Bestelldatum: 25.10.2016

Untersuchungsumfang: PAK

Prüfzeitraum von 26.10.2016 bis 28.10.2016
erste laufende Probennummer 160200128
Probeneingang am 26.10.2016

SGS INSTITUT FRESENIUS

Susanne Bürgel
Customer Services

NBG Schweich - Issel
SB16094

Prüfbericht Nr. 3134661
Auftrag Nr. 3931692

Seite 2 von 3
31.10.2016

Probe 160200128
RB4/BK1

Probenmatrix

Straßenaufbruch

Eingangsdatum: 26.10.2016 Eingangsart durch IF-Kurier abgeholt

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
-----------	---------	----------	------------------------	---------	-----------------

Feststoffuntersuchungen :

Trockensubstanz	Masse-%	99,1	0,1	DIN EN 14346	HE
-----------------	---------	------	-----	--------------	----

PAK (EPA) :

Naphthalin	mg/kg	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg	< 0,1	0,1	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg	0,28	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg	0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg	0,29	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg	0,22	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg	0,16	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg	0,16	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	0,19	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	0,07	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,13	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg	0,11	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg	0,06	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK gesamt	mg/kg	1,72		DIN ISO 18287	HE

NBG Schweich - Issel
SB16094

Prüfbericht Nr. 3134661
Auftrag Nr. 3931692

Seite 3 von 3
31.10.2016

Probe 160200129
RB7/BK1

Probenmatrix Straßenaufbruch

Eingangsdatum: 26.10.2016 Eingangsart durch IF-Kurier abgeholt

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
-----------	---------	----------	------------------------	---------	-----------------

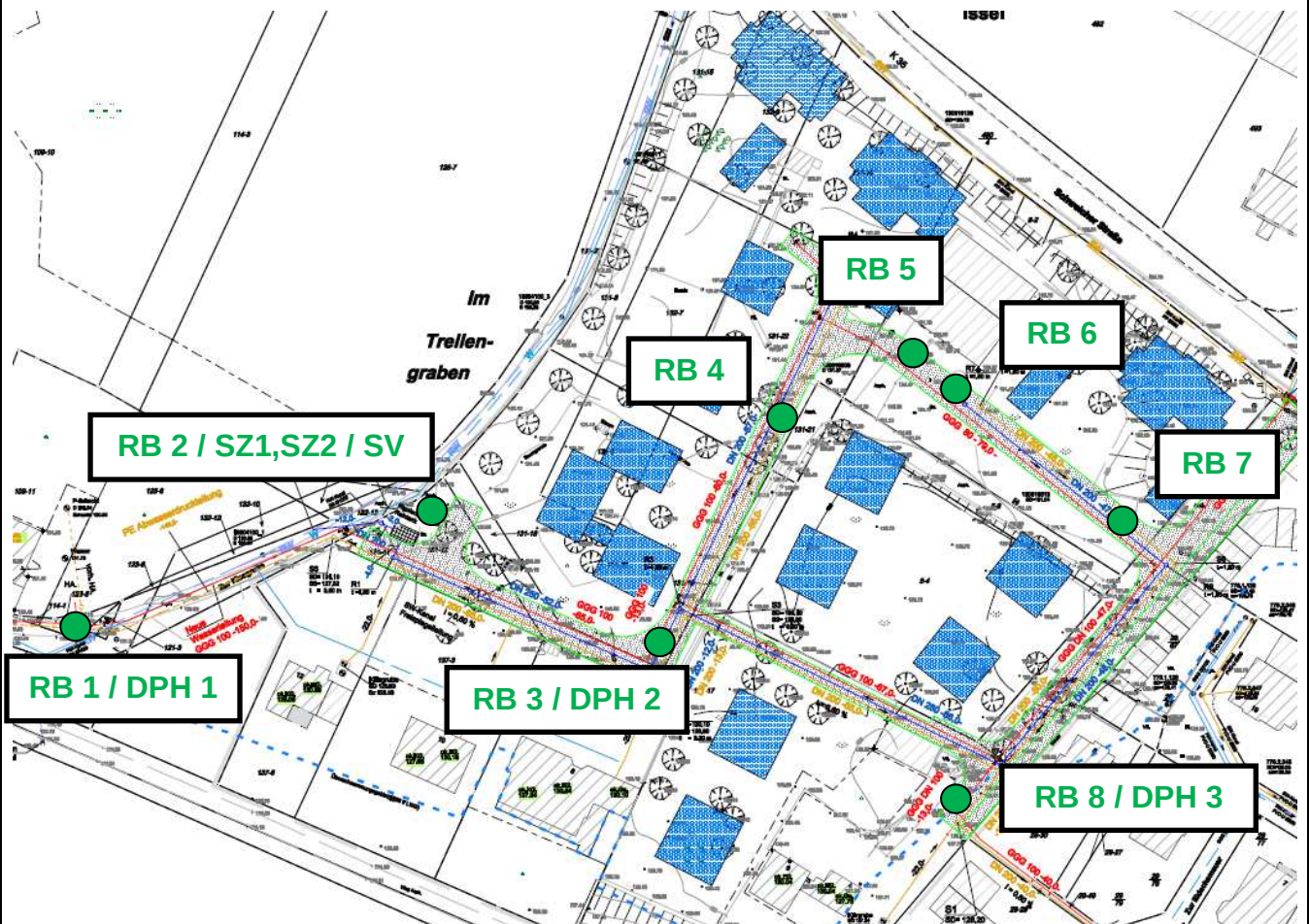
Feststoffuntersuchungen :

Trockensubstanz	Masse-%	99,3	0,1	DIN EN 14346	HE
-----------------	---------	------	-----	--------------	----

PAK (EPA) :

Naphthalin	mg/kg	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg	< 0,1	0,1	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg	0,06	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK gesamt	mg/kg	0,11		DIN ISO 18287	HE

Die Laborstandorte der SGS Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter <http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs2.pdf>.



Legende

- RB Kleinrammbohrung
DN 80/60
- DPH Schwere Rammsondierung
- SZ Stechzylinder
- SV Versickerungsversuch

Objekt	BG Zur Kiesgrube; Stadtteil Schweich-Issel Schweich
Proj.-Nr.	SB16094
Aufschlussdatum	05.10.2016
Maßstab	schematisch
Anlage	10
Bearbeiter	PB