

ICP – Johannes-Kepler-Str. 7 – 54634 Bitburg
Ortsgemeinde Longuich
über Verbandsgemeindeverwaltung Schweich
Brückenstraße 26

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.: SB20166
Projekt: Erschließung NBG „Rioler Weg“, OG Longuich
Betreff: Baugrunderkundung mit geotechnischem Bericht
Bearbeiter: Pascal Begon (B.Eng., B.Sc. UGW) / mm
Datum: 25.02.2021
Verteiler: Kopie per e-mail an buergemeister@longuich.de
vorab per e-mail an rainer.burkhart@bfh-ingenieure.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	6
2.1	Straßenoberbau	6
2.2	Untergrund	7
3	Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung	14
3.1	Allgemein	14
3.2	Gebäudegründung	16
3.3	Schlussbemerkungen zur Gebäudegründung	20
3.4	Leitungsgräben	20
4	Erdbautechnische Hinweise	22
4.1	Baugruben und Gräben, Wasserhaltung	22
4.2	Grabenverfüllung	25
4.3	Rohr- und Schachtgründung	27
4.4	Anordnung von Sperrriegeln	28
4.5	Wiedereinbaubarkeit von Aushubböden	28
5	Orientierende abfallrechtliche Voruntersuchung	30
5.1	Anstehender Boden	31
5.2	Straßenaufbruch/Ausbauasphalt	33
6	Hinweise zum Bau von Verkehrsflächen	35
6.1	Erdplanum	35
6.2	Straßenoberbau	38
6.3	Gehwege	40
7	Versickerungseignung der anstehenden Böden	40
7.1	Allgemeines	40
7.2	Ermittlung des k_f -Wertes im Feld	41
7.3	Ermittlung des k_f -Wertes anhand der Korngrößenverteilung nach DIN 18123 ...	42
7.4	Interpretation der Ergebnisse	43
8	Qualitätssicherung	44
9	Schlussbemerkung	45

Anlagen:

1. Schichtenverzeichnisse nach DIN 4022
2. Bohrprofile nach DIN 4023
3. Korngrößenverteilung nach DIN 18123
4. Zustandsgrenzen nach DIN 18122
5. Glühverluste nach DIN 18128
6. Versickerungsversuche im verrohrten Bohrloch nach USBR Earth Manual (Open-End-Test)
7. Lageplan
8. Prüfbericht der SGS Institut Fresenius GmbH, Taunusstein, Nr. 5170481 vom 22.02.2021

1 Vorgang und Leistungsumfang

Die Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH (ICP), Johannes-Kepler-Straße 7, 54634 Bitburg, wurde vom Ingenieurbüro BFH Ingenieure GmbH aus Trier im Namen und auf Rechnung der OG Longuich mit der Erkundung des Baugrundes sowie der Erstellung eines geotechnischen Berichts für das oben genannte Bauvorhaben beauftragt.

Für die Ausarbeitung des Berichts standen folgende Planunterlagen auftraggeberseitig zur Verfügung:

- [1] Übersichtslageplan - NBG „Rioler Weg“, M. 1 : 1000,
BFH Ingenieure GmbH, Wilhelm-Leuschner-Str. 52, 54292 Trier, 02.02.2021

In der OG Longuich ist die Erschließung des Neubaugebiets „Rioler Weg“, welches südöstlich der bisherigen Erschließung nahe der Mosel vorgesehen ist, geplant. An insgesamt -6- vom IB BFH Ingenieure in [1] vorgegebenen Untersuchungspunkten sollten Erkundungen des Untergrunds bis in Zieltiefen zwischen 3,0 m und 3,5 m stattfinden. Die Aufschlusspunkte 1, 3, 5 und 6 liegen in teils versiegelten Zufahrtsstraßen (Schwarzdecken, Pflaster oder Schotter) und mussten an den Punkten 1, 5 und 6 mittels Kernbohrgerät (DN150) aufgebrochen werden. Die übrigen Aufschlusspunkte verteilen sich auf den Wingert, wobei Aufschlusspunkt 4 im Bereich eines geplanten Versickerungsbereichs vorgesehen ist.

Zur Erkundung des Untergrundes wurden am 10.02.2021 im Projektgebiet insgesamt -6- Kleinrammbohrungen ohne durchgehenden Gewinn gekernter Bodenproben nach DIN EN ISO 22475-1 abgeteuft. Alle Bohrungen erreichten die jeweiligen Zieltiefen von 3,0 m und bei RB 6 3,5 m uAP. RB 6 wurde nachträglich telefonisch durch den Planer Richtung Longuicher Bach versetzt.

Die Aufschlussergebnisse wurden in Schichtenverzeichnissen und Bohrprofilen nach DIN 4022 und DIN 4023 dargestellt (Anlagen 1 und 2).

An -1- charakteristischen Bodenprobe wurde die Körnungslinie durch kombinierte Sieb-/Schlammanalyse nach DIN 18123 bestimmt (Anlage 3).

Zur Bodenklassifikation nach DIN 18196 wurden im bodenmechanischen Labor an -1- charakteristischen Bodenprobe die Zustandsgrenzen nach ATTERBERG gemäß nach DIN EN ISO 17892-12 bestimmt (Anlage 4).

Zur Ermittlung des organischen Anteils wurde an -1- auffälligen Bodenprobe der Glühverlust nach DIN 18128-GL bestimmt (Anlage 5).

Zudem wurde vor Ort -1- Versickerungsversuch SV 1 im verrohrten Bohrloch nach USBR Earth Manual (Open-End-Test) durchgeführt. Das Versuchsprotokoll ist als Anlage 6 beigelegt.

Sämtliche Aufschlusspunkte wurden nach Lage und Höhe durch Herrn Knauf, ICP, mittels GNSS-Vermessung eingemessen. Alle Aufschlusspunkte sind im Lageplan (Anlage 7) dargestellt.

Für den Bohrpunkt 5 im asphaltierten Wirtschaftsweg nahe der Mosel mussten gesonderte Genehmigungen und Leitungsplananfragen an das Wasser- und Schifffahrtsamt sowie der NGN Fibernetwork KG eingeholt werden, welches sich als zeitlich aufwendig dargestellt hat.

Zur orientierenden Überprüfung der Verwertungsmöglichkeiten des anfallenden Aushubs wurden **-2-** Mischproben **MP1** und **MP2** zur orientierenden abfallrechtlichen Voruntersuchung nach LAGA Mitteilung 20¹ (2004) Tab.II.1.2-4/5 (Feststoff und Eluat), der SGS Institut Fresenius GmbH, Taunusstein übergeben. An **-2-** Schwarzdeckenkernen wurde zudem der Gehalt an teerstämmigen Bestandteilen (PAK) analysiert. Der Prüfbericht der Analytik Nr. 5170481 vom 22.02.2021 ist als Anlage 8 beigefügt.

Für die aufgeschlossenen Bodenschichten wurden die charakteristischen Kenngrößen nach DIN 1055, die Bodengruppen nach DIN 18196, die Bodenklassen nach DIN 18300:2012-09 sowie die Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTV E-StB 17 ermittelt. Weiterhin wurden Homogenbereiche nach DIN 18300:2019-09 gebildet.

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

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

2 Aufschlussergebnisse und Kenngrößen

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

Tabelle 1: Koordinaten, Ansatzhöhen und Endteufen der niedergebrachten Aufschlüsse

UTM – Koordinaten (WGS 84) und Endteufen				
Beobachter: Knauf				
UTM-Zone 32				
Punkt	Rechtswert	Hochwert	Höhe üNN [m]	Endteufe (Zieltiefe) [m uAP]
RB1	339989,025	5519185,127	131,07	3,0 (3,0)
RB2	340038,435	5519233,985	128,87	3,0 (3,0)
RB3	340083,384	5519276,170	128,57	3,0 (3,0)
RB4	340132,012	5519306,341	126,88	3,0 (3,0)
RB5	340161,923	5519329,557	124,59	3,0 (3,0)
RB6	340051,222	5519333,900	126,21	3,5 (3,5)
SV	340132,670	5519306,051	126,87	1,0

2.1 Straßenoberbau

Der im Rahmen der Erkundungsarbeiten untersuchte Oberbau im Projektgebiet wies die in Tabelle 2 aufgeführten Schichtdicken bzw. Mächtigkeiten auf.

Tabelle 2: Schichtdicken des Oberbaus

Aufschluss	Schwarzdecke [cm]	ungebundener Oberbau [cm]	Oberbau gesamt [cm]
RB 1	11	19 ([GU*])	30
RB 5	9	1,01 ([GU])	110
RB 6	Pflaster 8	72 ([GU])	90

Ungebundener Oberbau:

Der Straßenoberbau wurde in Mächtigkeiten von ca. 30 cm bis 110 cm aufgeschlossen.

Für die Wiederverwendung als Frostschutzmaterial nach ZTV SoB-StB 04/07 eignet sich lediglich Material mit abschlämmbaren Bestandteilen ($\varnothing < 0,063$ mm) von ≤ 5 M.-% bzw. im verdichteten Zustand von < 7 M.-%.

Gemäß visueller Analyse liegen die Auffüllungen der Bodengruppe [GU] und [GU*] mit abschlämmbaren Bestandteilen ($\varnothing < 0,063 \text{ mm}$) von $> 7 \text{ M.-%}$ vor. Neben der teils zu geringen Mächtigkeit als Frostschuttschicht ist der Straßenaufbau insgesamt auch durch den zu hohen Feinkornanteil als nicht frostsicher einzustufen.

Eine genaue Aussage kann jedoch nur anhand einer Schotterseibung erfolgen. Für eine repräsentative Probenahme wären hierzu Handschürfe in der Straße erforderlich, da im Rahmen von Rammbohrungen diese nicht möglich ist.

Im Bereich des geschotterten Wirtschaftsweges sind Auffüllungen von ca. 70 cm in dichter Lagerung aufgeschlossen worden, welche der Bodengruppe [SW] zugeordnet werden. Als Baustraße sind diese im Ist-Zustand geeignet. Des Weiteren kommen die Böden dieser Bodengruppe auch als Frostschuttsmaterial in Frage.

Für eine Wiederverwendung der Materialien sind auch die Angaben in Kapitel 5 zu beachten.

2.2 Untergrund

Gemäß der geologischen Übersichtskarte von Rheinland-Pfalz 1:300000 (herausgegeben vom Landesamt für Geologie und Bergbau, Rheinland-Pfalz) liegt das Untersuchungsgebiet in den fluviatilen Ablagerungen der jungpleistozänen Niederterrassen der Mosel mit Sanden und Kiesen.

Überwiegend muss davon ausgegangen werden, dass das NBG von den Mittelterrassen der Mosel überprägt ist. Neben Sanden und Kiesen lagern sich in diesen Terrassen auch kleinere Korngrößen im Schluff- und Tonbereich an, wodurch auch lehmige Horizonte auftreten.

Der Anteil an Feinkorn bestimmt die Einstufung in die jeweilige Bodengruppe, wobei bei gemischt- und grobkörnigen Böden dieser Anteil ausschlaggebend dafür ist, ob die Eigenschaften von eher bindigen oder eher nichtbindigen Böden gegeben sind.

Basierend auf den Ergebnissen der Kleinrammbohrungen lässt sich hinsichtlich der Baugrundsichtung im Untersuchungsgebiet unterhalb des Oberbodens (ca. 0,1 m bis 0,4 m) sowie unterhalb der Schwarzdecke in den Zufahrtsstraßen, das nachfolgende Grundsatzprofil ableiten:

SG I: bindige Böden

Schluffe, tonig, ± sandig, ± kiesig,
Sande, ± schluffig, ± tonig, ± kiesig
Plastizität: leicht
Farbe: braun, rotbraun
Konsistenz: weich bis steif
Bodengruppen: TL, SU*, ST* nach DIN 18196

SG II: nichtbindige Böden und Auffüllungen – Schotter (Straßenbereiche)

Kiese und Sande, ± schluffig
Farbe: braun, rotbraun, rotgrau, graubraun
Lagerungsdichte: mitteldicht, dicht, sehr dicht
Bodengruppen: SW, GU, SU, SU* sowie [SW], [GU], [GU*] nach DIN 18196

Die Übergangszone zum Festgestein bzw. das Festgestein selbst wurde mit den durchgeführten Erkundungsarbeiten verfahrensbedingt nicht direkt aufgeschlossen. Diese können somit bei derzeitigem Kenntnisstand nicht weitergehend nach DIN 18300 klassifiziert werden.

Da prinzipiell zur Tiefe hin eher die fluviatilen Ablagerungen der Niederterrassen mit Sanden und Kiesen auf Grundlage der Aufschlussergebnisse angenommen werden, ist davon auszugehen, dass diese eine zunehmend dichter werdende Lagerung annehmen. **Im Zuge der Baumaßnahmen ist auf Grundlage der Aufschlussergebnisse nicht mit dem Lösen von Fels der Bodenklassen 6 und 7 zu rechnen. Stattdessen werden bereichsweise Sande und Kiese in sehr dichter Lagerung bis zu den Zieltiefen erwartet.**

Bei der Ausschreibung der Erdarbeiten sowie den ggfs. erforderlichen erdstatischen Berechnungen kann von den in Tabelle 3 angegebenen Bodenkennwerten (Rechenwerte) und den dort tabellarisch nach DIN 18196 und 18300:2012-09 dokumentierten Bodengruppen ausgegangen werden. Die Festlegung der Frostschutzklassen erfolgte auf der Grundlage der ZTV E-StB 17-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.

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.

Die charakteristischen Kenngrößen und Parameter der aufgeschlossenen Schichtglieder sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 3: Charakteristische Kenngrößen und Parameter

	SG I Bindige Böden	SG II Nichtbindige Böden Auffüllungen
Bodengruppe (DIN 18196)	TL, SU*, ST*	SW, [GU], GU, SU, [GU*]
Boden-/Felsklasse (DIN 18300:2012-09)	4, 2 ⁺)	SW, GU, SU: 3 [GU*]: 4, 2 ⁺)
Homogenbereich ¹⁾ (DIN 18300:2019-09)	B1	A B2
Bodengruppe (ATV DVWK-A 127)	SU*, ST*: G3 TL: G4	SW: G1 GU, SU: G2 SU*, [GU*]: G3
Lagerungsdichte	--	mitteldicht – sehr dicht
Konsistenz	weich – steif-halbfest	--
Plastizität	leicht	--
Wichte (DIN 1055) erdfeucht γ_k [kN/m ³] unter Auftrieb γ'_k [kN/m ³]	20,0 – 21,0 10,0 – 11,0	19,0 – 22,0 11,0 – 14,0
Scherfestigkeit Reibungswinkel $\text{cal } \varphi'$ [Grad] (DIN 1055)	27,5	32,5 – 35,0
Scherfestigkeit Kohäsion (DIN 1055) $c_{u,k}$ [kN/m ²] c'_k [kN/m ²]	0 - 15 0 - 2	-- -
Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]	TL Weich: 5 – 8 Steif: 8 – 15 SU*, ST* Weich: 10 - 30 Steif: 30 - 50	25 - 60
Bemessungswert des Sohlwiderstands für Streifenfundamente $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] (DIN 1054:2010-12)	TL: 200 ²⁾ SU*, ST*: 250 ²⁾	SW, SU, GU: 380 ³⁾ [GU*]: 250 ²⁾
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17)	F3	SW: F1 GU: F2 [GU*]: F3
Durchlässigkeitsbeiwert $\text{cal } k_f$ [m/s] (Literaturangaben)	10 ⁻⁶ bis 10 ⁻⁹	10 ⁻⁴ bis 10 ⁻⁹
Massenanteil (M.-%) Steine Blöcke große Blöcke	0 - 30 0 - 30 0	0 - 30 0 - 30 0
Wassergehalt (M.-%)	10 - 20	4 - 10
Dichte feucht (kg/m ³)	1800 bis 2200	1900 bis 2300
Zuordnungsklasse nach LAGA (siehe Kapitel 5)	Z0	Z0 / Z0*

- +) 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.
- 1) Die Einteilung der Böden in Homogenbereiche erfolgte nur entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen. 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.
- 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 hingewiesen. Der angegebene Tabellenwert gilt für eine mindestens steife Konsistenz. Für andere Einbindetiefen und höhere Festigkeit des Baugrunds (halbfeste oder feste Konsistenz) gelten analog die Werte nach DIN 1054:2010-12, Tab. A 6.6 und A 6.7. Unter bestimmten Voraussetzungen sind die Tabellenwerte abzumindern oder können erhöht werden (s. Angaben der DIN 1054:2010-12).

Die Anwendung der in DIN 1054:2010-12, Tab. A 6.6 und A 6.7 genannten Werte kann bei mittig belasteten Fundamenten je nach Fundamentbreite zu **Setzungen in der Größenordnung $s \approx 2$ bis 4 cm** führen. Bei wesentlicher Beeinflussung benachbarter Fundamente können auch größere Setzungen auftreten.

- 3) 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 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 (s. Angaben der DIN 1054:2010-12). 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.

,

Tabelle 4: Allgemeine Zusammenfassung der Kennwerte der zugrunde gelegten Homogenbereiche

Homogenbereich	Kennwerte
O	Oberboden
B1	<p>Bindige Böden</p> <p>Erdstoffe der Bodengruppe TL, SU*, ST* weiche bis halbfeste Konsistenz leichte Plastizität Steinanteil 0 – 30 % Blockanteil 0 – 30 %</p> <p>LAGA Zuordnungsklasse Z0</p>
B2	<p>Nichtbindige Böden</p> <p>Erdstoffe der Bodengruppe SW, SU, GU Lockere bis sehr dichte Lagerung Steinanteil 0 – 30 % Blockanteil 0 – 30 %</p> <p>LAGA Zuordnungsklasse Z0 / Z0*</p>
A	<p>Auffüllungen – Schotter - bindige Kiese</p> <p>Erdstoffe der Bodengruppe [SW], [GU], [GU*] Lockere bis sehr dichte Lagerung Steinanteil 0 – 30 % Blockanteil 0 – 30 %</p> <p>LAGA Zuordnungsklasse Z0*</p>

Durch die im bodenmechanischen Labor an den charakteristischen Bodenproben ausgeführten Laborversuche wurden die Kenngrößen des SG I und SG II nach Tabelle 3 verifiziert.

Hydrogeologische Verhältnisse und Versickerungseignung

Grund-, Schicht- oder Stauwasser konnte zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (10.02.2021) bis zur jeweiligen Endteufe bei den Punkten 1 bis 5 nicht nachgewiesen werden. Bei RB 6 kollabierte das Bohrloch in einer Tiefe von 2,0 m uAP. Bis zu dieser Tiefe wurde kein Wasser angetroffen. Gleichwohl ist eine zeitweilige, jahreszeitlichen Schwankungen unterliegende Schichtwasserführung bzw. die Ausbildung staunasser Horizonte nicht generell auszuschließen, da das NBG unmittelbar neben der Mosel liegt.

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 diesem Zusammenhang weisen wir ferner darauf hin, dass auch die zeitweilige Ausbildung lokaler Staunässehorizonte auf Schichtlagen oberhalb des 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

Nach dem ARBEITSBLATT DWA-A 138 kommen für die gezielte Regenwasserversickerung 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).

Die Böden des SG I weisen gemäß Literaturangaben Durchlässigkeitsbeiwerte k_f zwischen 10^{-6} und 10^{-9} m/s auf. Sie sind demnach gemäß DIN 18130 als *schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig* zu klassifizieren und für eine gezielte Versickerung nur **mäßig geeignet** bis überwiegend **ungeeignet** zu beurteilen. Die Böden des SG II weisen gemäß Literaturangaben Durchlässigkeitsbeiwerte k_f zwischen 10^{-4} und 10^{-9} m/s auf und sind erfahrungsgemäß überwiegend als durchlässig zu beurteilen.

Die genaue Einschätzung der Durchlässigkeiten wurde anhand von Labor- und/oder Felduntersuchungen ermittelt – siehe dazu Kapitel 7.

Glühverlust

An -1- Bodenprobe wurde mittels Glühverlust der Gehalt an organischen Bestandteilen (zersetzte Pflanzenreste) ermittelt. Organische Bestandteile bedingen eine ungünstige Beeinflussung der bodenphysikalischen Eigenschaften durch Volumenverlust infolge Verrottung, verringerte Verdichtbarkeit und Wasserdurchlässigkeit sowie Zunahme der Kompressibilität infolge von erhöhtem Porenanteil mit entsprechend verringerter Tragfähigkeit.

Die Einflussnahme organischer Bestandteile wirkt sich bei nichtbindigen Böden erfahrungsgemäß ab einem Glühverlust von 3 M.-% und bei bindigen Böden ab einem Glühverlust von 5 M.-% maßgeblich aus (vgl. DIN 1054).

Vor diesem Hintergrund wurde zur weitergehenden Beurteilung an genannten entnommenen Bodenproben im bodenmechanischen Labor der Glühverlust nach DIN 18128-GL bestimmt (Anlage 5). Der Glühverlust entspricht dem Masseverlust des bei 105°C getrockneten Bodens bei einer Glühtemperatur von 550°C .

Das Ergebnis stellt sich wie folgt dar:

Tabelle 5: Glühverlust

Probe	Prüfnr.	Tiefe [m unter GOK]	Bodengruppe	Glühverlust [Masse-%]
RB 2 - P 1	GL-1	0,1 – 0,7	SU* (bindig bis nichtbindig)	2,42

Die untersuchte Bodenprobe unterschreitet die in DIN 1054 angegebenen Grenzwerte des Glühverlusts, womit keine Beeinträchtigung der Tragfähigkeit durch organische Anteile anzunehmen ist.

3 Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung

3.1 Allgemein

Im Zuge der Erdarbeiten sind voraussichtlich überwiegend Böden der Bodenklasse 3 und 4 nach DIN 18300:2012-09 zu bearbeiten. Die aufgeschlossenen Böden sind überwiegend als Sande und Kiese mit variierendem Feinkorngehalt anzusprechen, die je nach Anteil des Feinkorngehaltes Eigenschaften von nichtbindigen Böden und mitteldichte bis sehr dichte Lagerungen annehmen oder Eigenschaften von bindigen Böden aufweisen und in weicher bis steif-halbfester Konsistenzen vorliegen. Im Hinblick auf Festgestein wurden die Bodenklassen 6 und 7 nicht direkt aufgeschlossen und sind aufgrund der Aufschlussresultate auch nicht zu erwarten. Es werden zur Tiefe überwiegend sehr dicht gelagerte Sande und Kiese der Niederterrassen zu lösen sein.

Die aufgeschlossenen teils anstehenden bindigen Böden – leicht plastische sandige Lehme oder lehmige Sande - des SG I besitzen gemäß Bodenansprache eine weiche bis maximal steif-halbfeste Konsistenz. **Erst ab mindestens steifer Konsistenz stellen bindige Böden allgemein einen mäßig tragfähigen, zu Setzungen neigenden Baugrund dar.** Bindige Böden von weicher bzw. breiiger Konsistenz sind aufgrund ihrer ausgeprägten Setzungswilligkeit hingegen kaum belastbar.

Die als Auffüllungen im vorhandenen Straßenbau (Asphaltstraßen und Wirtschaftswege) aufgeschlossenen Böden (z.T. Schotter) und die bereichsweise die bindigen Böden unterlagernden Kiese und Sande werden zusammengefasst als nichtbindige Böden bezeichnet. Sie wurden in mitteldichter, aber überwiegend in dichter bis sehr dichter Lagerung angetroffen. **Nichtbindige Böden stellen ab mindestens mitteldichter Lagerung einen vergleichsweise setzungsunempfindlichen und daher gut tragfähigen Baugrund dar.**

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 $N_{10} \geq 4 \pm 1$

Für eine Bebauung eignet sich das Gelände des geplanten NBG. Teils stehen durchgängig gut tragfähige Kiese und Sande in mindestens mitteldichter Lagerung (RB 2) an und teils sind jedoch auch bindige Böden mit zu hohem Wassergehalt und dadurch bedingter nur weicher Konsistenz angetroffen worden, welche verstärkt zu Setzungen neigen (RB 3). Außer bei den Punkten 3 und 4 weist der Baugrund unterhalb des Oberbodens bereits relativ gute Tragfähigkeiten auf.

Die anstehenden bindigen Böden des SG I sind als stark wasserempfindlich einzustufen, d. h., sie 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. Aus diesem Grund sollten die Erdarbeiten nach Möglichkeit in der trockeneren, wärmeren Jahreszeit durchgeführt werden. Aufgeweichte bindige Böden sind aufgrund ihrer ausgeprägten Setzungswilligkeit hingegen kaum belastbar und als ungeeignet für bautechnische Zwecke zu beurteilen.

Zur Verdeutlichung und Übersicht der Ergebnisse ist die Anlage 2 heranzuziehen.

Für herzustellende Langzeitböschungen ohne zusätzliche Last

Sofern im Zuge der Baumaßnahme Langzeitböschungen entstehen oder angeschüttet werden, können in Abhängigkeit von der Bodenart und der Böschungshöhe hinsichtlich der Böschungneigung die nachfolgenden Anhaltswerte in Anlehnung an den FLOSS-Kommentar zur ZTVE-StB 17 zugrunde gelegt werden. Diese gelten nur für unbelastete Langzeitböschungen ohne Strömungsdruck.

Grobkörnige Böden:

Kiese, Sande: 1 : 1,5

Feinsande: 1 : 2,0

Gemischtkörnige Böden:

Schluffig-tonige Böden (GU, SU): 1 : 1,5

Bindige, feinkörnige Böden (UL, TL, TM) und gemischtkörnige Böden (GU*, SU, SU*):

h < 3 m: 1 : 1,25

für 3 m < h < 10 m: 1 : 1,5

für 10 m < h < 15 m: 1 : 1,8 bis 2,0

Die Standsicherheit steilerer Böschungen, von Böschungen mit Strömungsdruck bzw. von belasteten Langzeitböschungen ist im Einzelfall gemäß DIN 4084 nachzuweisen. Ggf. sind die Böschungen durch geeignete Maßnahmen, z. B. Stützwände, Gabionen, usw. zu sichern, wobei diese Sicherungsmaßnahmen nachzuweisen sind.

Die Böschungen sind durch Ausrundung ihrer Übergangsbereiche gut in das Gelände einzupassen. Neben dem gestalterischen Element wirken ausgerundete Übergänge der Erosion und den Spreizspannungen im Böschungsbereich entgegen.

Zum Schutz vor Erosion durch Witterungseinflüsse sind Langzeitböschungen umgehend zu begrünen.

Der Abstand eines Gebäudes von der Böschungskante muss so groß sein, dass die Böschung keine Belastung durch das Gebäude erfährt. Bei einer Böschungshöhe von ca. 1,00 m wäre das je nach Böschungsmaterial ein Abstand von ca. 1,60 m bis ca. 2,40 m. Für größere Böschungshöhen sind die Abstände entsprechend zu vergrößern.

Sollten die Platzverhältnisse dafür nicht ausreichend sein, sind die Böschungen durch geeignete Maßnahmen, z. B. Stützwände, zu sichern, wobei diese Sicherungsmaßnahmen nachzuweisen sind (s. oben).

3.2 Gebäudegründung

Auf Grundlage der Aufschlussergebnisse sind Gebäudegründungen sowohl mittels Streifenfundamenten als auch Gründungen mittels elastisch gebetteter, tragender Stahlbetonbodenplatten auf entsprechend ausreichend dimensionierten Gründungspolstern (Bodenaustausch) aus gut verdichtbaren, nichtbindigen Erdstoffen möglich.

Einzel-/ Streifenfundamente

Sollten bei Gründung mittels Einzel-/Streifenfundamenten in Höhe der Fundamentsohlen Böden von nicht ausreichender Tragfähigkeit anstehen (bindige Böden von weicher bzw. weich-steifer Konsistenz oder nichtbindige Böden von lockerer Lagerungsdichte), sind die Fundamente bis zum Erreichen der Böden von mindestens ausreichender Tragfähigkeit (Böden mit mindestens steifer Konsistenz bzw. mitteldichter Lagerung) tieferzuführen, oder es ist unterhalb der Fundamente ein Gründungspolster einzubauen.

Da der Baugrund im Projektgebiet inhomogen bzgl. der Zusammensetzung der Böden und Schichtmächtigkeiten sein kann, sind orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach DIN 4017 und DIN 4019 wenig aussagekräftig. Diese sollten bei einer objektbezogenen Baugrunderkundung erfolgen.

Auf der sicheren Seite liegend ist allgemein ein Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ mit 200 kN/m^2 und ein Sohlreibungswinkel φ' von $27,5^\circ$ für Streifenfundamente anzunehmen. Dabei wird angenommen, dass die Fundamente in bindigen Böden von mindestens steifer Konsistenz zu liegen kommen.

Im Plangebiet stehen oberflächennah überwiegend bindige Böden der Bodengruppen TL und SU* an, weshalb orientierend zur Bemessung der Einzel- und Streifenfundamente die Tabellenwerte nach DIN 1054:2010-12, Tab. 6.6 und 6.7 herangezogen werden können.

Tabelle A 6.6 — Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf gemischtkörnigem Boden (SU*, ST, ST*, GU*, GT* nach DIN 18196; z. B. Geschiebemergel) mit Breiten b bzw. b' von 0,50 m bis 2,00 m

kleinste Einbindetiefe des Fundaments m	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands kN/m ²		
	mittlere Konsistenz		
	steif	halbfest	fest
0,50	210	310	460
1,00	250	390	530
1,50	310	460	620
2,00	350	520	700
mittlere einaxiale Druckfestigkeit $q_{u,k}$ in kN/m ²	120 bis 300	300 bis 700	> 700

ACHTUNG — Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.

Tabelle A 6.7 — Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf tonig schluffigem Boden (UM, TL, TM nach DIN 18196) mit Breiten b bzw. b' von 0,50 m bis 2,00 m

kleinste Einbindetiefe des Fundaments m	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands kN/m ²		
	mittlere Konsistenz		
	steif	halbfest	fest
0,50	170	240	390
1,00	200	290	450
1,50	220	350	500
2,00	250	390	560
mittlere einaxiale Druckfestigkeit $q_{u,k}$ in kN/m ²	120 bis 300	300 bis 700	> 700

ACHTUNG — Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.

Die Gründungsaufstandsflächen sind vor dem Einbringen des Fundamentbetons gründlich nachzuverdichten.

Zur Vermeidung einer Verschlechterung der bodenmechanischen Eigenschaften des Untergrundes durch Witterungseinflüsse empfehlen wir bei Gründung mittels Streifenfundamenten, eine Sauberkeitsschicht aus Magerbeton (Stärke ca. 5 – 10 cm) unverzüglich nach Aushub und Abnahme der Fundamentgräben einzubauen.

Tragende, elastisch gebettete Stahlbetonbodenplatte

Sollten bei Gründung mittels tragender Stahlbetonbodenplatte in Höhe der Gründungssohle Lockergesteinsböden von nicht ausreichender Tragfähigkeit anstehen, empfehlen wir unterhalb der Bodenplatte den Einbau eines Gründungspolsters aus 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).

Nachfolgende Bemessungswerte sind lediglich orientierend zu verstehen und ersetzen keine detaillierte objektbezogene Baugrunderkundung!

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

Wir empfehlen, auch in den Bereichen, in denen kein Gründungspolster erforderlich ist, generell ein Gründungspolster unterhalb der Bodenplatte in einer Mächtigkeit von ca. 0,3 m – 0,5 m zur Homogenisierung des Baugrunds, zur Vermeidung von Spannungsspitzen und zur Reduzierung von Setzungen einzubringen.

Gründungspolster fallen je nach Baugrund, Gründungshöhe und Lasten des Gebäudes unterschiedlich mächtig aus und können somit auch ein Vielfaches der angegebenen Mächtigkeiten annehmen.

Je nach Größe der auftretenden Lasten und zulässigen Absolut- und Differenzsetzungen kann die genaue Dimensionierung eines Gründungspolsters jedoch nur auf Grundlage von Setzungsberechnungen erfolgen.

Bei Wahl einer Gründung mittels tragender, elastisch gebetteter Stahlbetonbodenplatte und Gründungspolster können für die statische Vorbemessung basierend auf Erfahrungswerten bei ähnlicher Baugrundsichtung **unter der Platte ansetzbare Bettungsmoduln k_s von etwa 3 – 6 MN/m³ für bindige Böden** abgeschätzt werden, die jedoch abhängig von den Belastungen der Platte und den zu erwartenden Setzungen sind. Für **nichtbindige Böden** unterhalb der Platte können die angegeben Werte erfahrungsgemäß um den Faktor 2 erhöht werden.

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 Bettungszahl (z. B. Schneider, Bautabellen für Ingenieure, 20. Auflage) basieren auf einer Bestimmung der Bettungszahl im Verkehrswegebau mit Plattendruckversuch (762 mm Plattendurchmesser) und sind i. d. R. für die Bemessung von Fundamentplatten nicht zutreffend. Die Bettungszahlen sind durch Setzungsberechnung mit realer Geometrie und Belastung zu ermitteln.

Bettungszahlen 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.

Bei Wahl dieser Gründungsmethode sind nach einer objektbezogenen Baugrunderkundung sowie bei entsprechender Planungsreife und nach Vorlage der tatsächlichen Wand- und Stützenlasten ergänzende Setzungsberechnungen zu beauftragen. Auf Grundlage dieser Berechnungen kann ein optimierter Gründungsvorschlag erarbeitet werden und die genau ansetzbaren Bettungsmodule ermittelt werden.

Ggf. einzubauendes Gründungspolster und ggf. Arbeitsraumverfüllung

Wir empfehlen 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.

Das Gründungspolster und die ggf. erforderliche Arbeitsraumverfüllung sind lagenweise (Schüttstärke maximal 30 cm) herzustellen und zu verdichten. Dabei ist ein Verdichtungsgrad von mindestens $D_{Pr} \geq 98 \%$ im Bereich des Gründungspolsters und $D_{Pr} \geq 100 \%$ im Bereich der Arbeitsraumverfüllung zu gewährleisten. Der Verdichtungsgrad ist zu kontrollieren und nachzuweisen (z.B. mittels Plattendruckversuch nach DIN 18134).

Bei Verwendung des o. g. Materials und lagenweise verdichtetem Einbau ist basierend auf Erfahrungswerten ein Steifemodul in der Größenordnung $E_s = 30 \text{ MN/m}^2$ für den Polsterkörper ansetzbar.

Bei einem in der Höhe gestaffelten Gründungspolster ist dieses abgetreppt einzubauen. Das Schotterpolster ist über den Fundament- / Plattenrand hinaus im **Lastausbreitungswinkel von 45°** herzustellen.

Die Austauschsole ist durch ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 3 (Trennvlies mit $\geq 150 \text{ g/m}^2$) vom anschließend herzustellenden Bodenaustauschkörper zu trennen, falls die Filterstabilität nicht gewährleistet ist. Das anstehende Planum ist vor Einbau des Geotextils grundsätzlich nachzuverdichten. Dabei sollte ggf. nur statisches Verdichtungsgerät verwendet werden.

3.3 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. Generell ist auf ein einheitliches, gegebenenfalls zu homogenisierendes Gründungssubstrat zu achten.

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 Bau-phase sicherzustellen.

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

3.4 Leitungsraben

Nach den Aufschlussergebnissen befinden sich die vorgesehenen Leitungstrassen überwiegend nicht im Grund- oder Schichtwassereinflussbereich, wobei Schichtwasser generell aber nicht ausgeschlossen werden kann. Insbesondere bei RB 6 kann über den Tiefenbereich > 2 m unter Geländeoberkante (uGOK) keine Aussage getroffen werden.

Je nach Grabentiefen ist ein verformungsarmer Verbau zu empfehlen, welcher unter Berücksichtigung der erdstatischen Parameter der Tabelle 2 für den Erdruchdruck zu bemessen und dementsprechend konstruktiv auszubilden ist (siehe auch Abschnitt 4.1).

So kann z.B. auf ein Kammerdielenverbausystem zurückgegriffen werden.

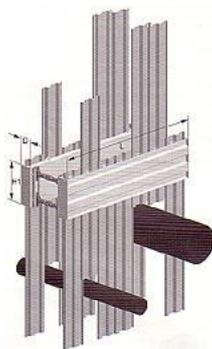


Abbildung 2: Kammerdielenverbau

Das Kammerdielenelement ist ein universelles und wirtschaftliches Verbausystem und für die meisten Böden und Baustellenbedingungen einsetzbar.

Dieses System eignet sich besonders im innerstädtischen Bereich mit vielen kreuzenden Querleitungen, da je nach Lage der Leitung eine Diele "ausgespart" werden kann.

Die Dielen werden, in Abhängigkeit der Baustellengegebenheit, mit dem Baggerlöffel oder einem Vibrator auf Sohlentiefe gebracht. Je nach Tiefe des Grabens bildet die Einbindung der Kanaldielen unter die Grabensohle ein Widerlager, oder es werden, sofern statisch erforderlich, Gurte und Streben zur weiteren Aussteifung eingebaut.

Nach dem Verlegen der Leitung wird der Graben zwischen den Kanaldielen lagenweise verfüllt und verdichtet. Erst nach vollständiger Verfüllung und Verdichtung werden die Kanaldielen gezogen, danach die Kammerplatten ausgebaut und die Restverfüllung ausgeführt. Die Verfüllung und Verdichtung ist ohne Hohlräume möglich.

Sofern die örtliche Situation es zulässt, können bei der Herstellung des Kanalgrabens in offener Bauweise bei der Wahl des Kanalgrabenverbau auch Standardverfahren wie z. B. Grabenverbaugeräte Verwendung finden (z. B. gleitschiengenführte Verbauplatten oder großformatige Verbautafeln). Verschiedene Herstellerfirmen bieten für unterschiedliche Grabentiefen und Anwendungsbereiche entsprechende Gleitschienensysteme an, so dass eine Vielzahl von Kombinationen der Einzelelemente möglich ist.

Lücken im Verbau (z. B. im Bereich von Hausanschlüssen) sind mittels geeigneter Maßnahmen zu sichern. Es ist davon auszugehen, dass eine zusätzliche Entwässerung der Grabensohle durch eine mitgeführte Drainageleitung (PVC-Sickerstrang) nicht erforderlich wird.

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.

4 Erdbautechnische Hinweise

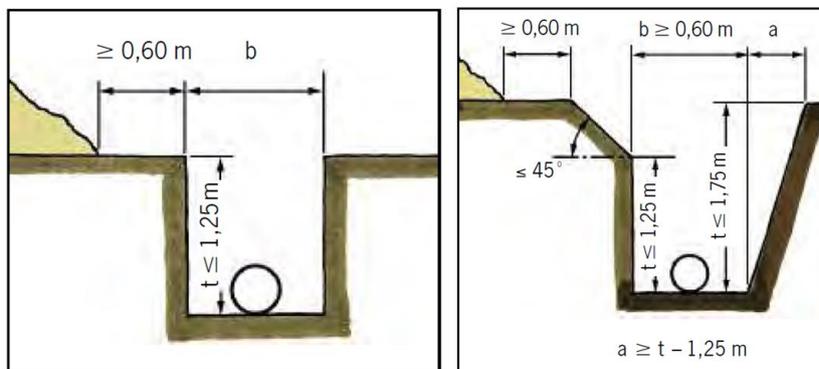
4.1 Baugruben und Gräben, Wasserhaltung

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:

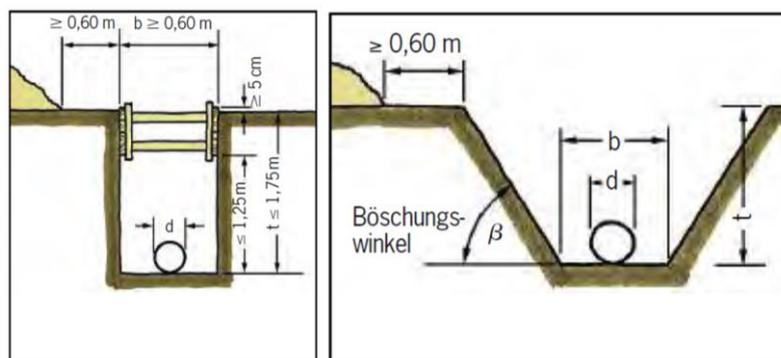
- nichtbindige und weiche bindige Böden maximal 1:10
- mindestens steife bindige Böden maximal 1:2



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.

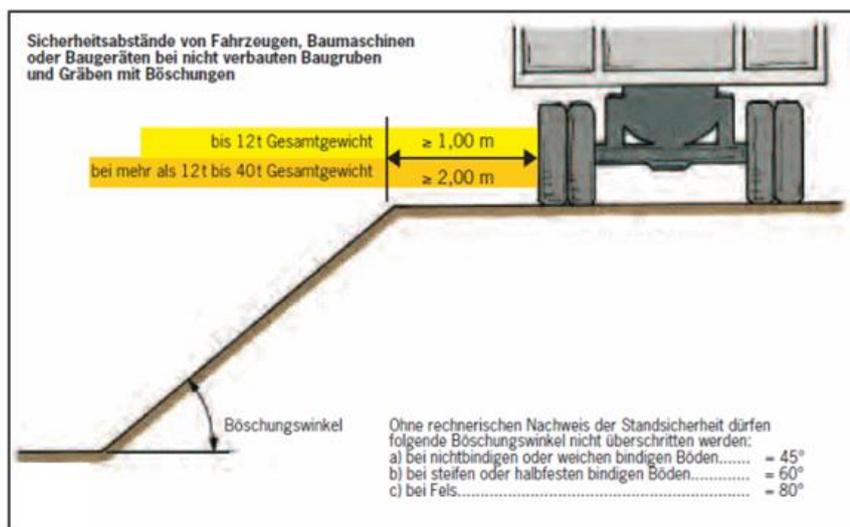
Baugruben mit einer Tiefe > 1,25 m bzw. > 1,75 m

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	≤ 45°
bindige Böden	≤ 45° bei weicher Konsistenz ≤ 60° bei mindestens steifer Konsistenz
Festgestein (Fels)	≤ 80°



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 Aushubsole 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 Böschungsneigungen 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.



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 17 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 17 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.

Überwiegend werden nichtbindige Böden, Sande und Kiese, beim Aushub anfallen und können auch wieder zur Verfüllung herangezogen werden. Der Wassergehalt sollte dabei nicht zu hoch und nicht zu niedrig sein.

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 – hier insbesondere bei RB 3 und RB 4 angetroffen.

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 17 werden an die Verfüllung von Leitungsgräben in Abhängigkeit von der Bodenart (Bodengruppe nach DIN 18196) die in nachfolgender Abbildung 3 angegebenen Mindestanforderungen bezüglich des Verdichtungsgrades D_{Pr} in den jeweiligen Tiefenbereichen gestellt:

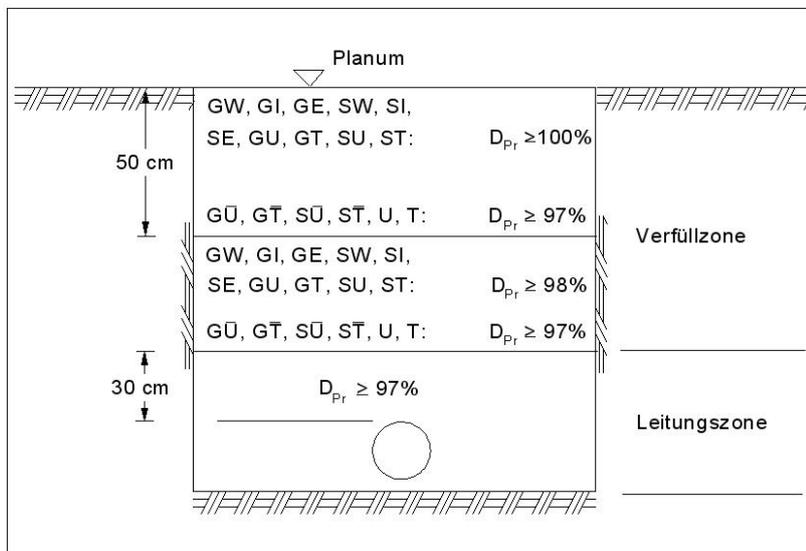


Abb. 3: Verdichtungsanforderungen nach ZTV E-StB 17

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 des Schichtgliedes SG I und SGII kann bei mindestens steifer Konsistenz / mitteldichter Lagerung (wie bei den Aufschlüssen mehrheitlich angetroffen) grundsätzlich ohne zusätzliche Baugrundverbesserungsmaßnahmen erfolgen.

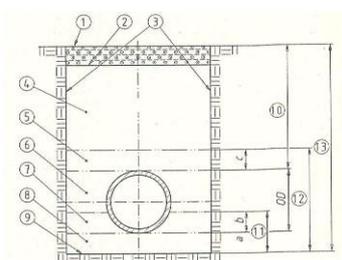
Da der Untergrund bereichsweise nur geringe Tragfähigkeiten besitzt, sind je nach Anforderung der verschiedenen Leitungssparten unter Umständen entsprechende Auflager auszubilden. Auf die entsprechenden Vorschriften zur Ausbildung des Auflagers je nach Leitungssparte (z.B. DIN EN 1610, Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen, ATV-DVWK-A127) wird verwiesen. Die Ausbildung (Auflagerwinkel) ist entsprechend den Anforderungen des Rohrtyps zu wählen. Die Verlegehinweise und Richtlinien, insbesondere die statische Berechnung des Rohrherstellers sind zu beachten.

Weiche Partien (nasse bzw. durchweichte Gründungsbereiche) sind mit einer Mächtigkeit von mindestens 30 bis 40 cm gegen geeignetes gut verdichtbares Austauschmaterial (z. B. Sandsteinbruch oder Vorsiebmaterial, Bodengruppe GU oder GW) auszutauschen. Diese Trag- und Drainschicht dient zum Schutz des Planums und kann zur Entwässerung des Grabens herangezogen werden. Das eingebaute Material ist durch ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 3 vom anstehenden Boden zu trennen. Das Rohraufleger ist nachzuverdichten.

Es wird jedoch davon ausgegangen, dass die Rohrbettung überwiegend in dicht gelagerten Sanden und Kiesen erfolgt. Bereichsweise kann bei aufgeweichten bindigen Böden auch ein Bodenaustausch erforderlich werden (RB 3 – weiche Böden zwischen 1,0 m und 3,0 m uAP).

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 Leitungsräben müssen nach DWA-A 139 Maßnahmen vorgesehen werden, um die dränierende Wirkung des Rohraufagers, der Leitungszone und der Kanalgrabenverfüllung zu unterbinden.

Leitungsräben in Böden mit geringer Wasserdurchlässigkeit (hier: bindige Böden des SG I bei RB 3 und RB 4) können in der Regel nicht wieder mit dem anstehenden Boden verfüllt werden; es werden dafür verdichtungsfähige Austauschböden verwendet. Diese haben i.d.R. eine wesentlich höhere Wasserdurchlässigkeit. Der Leitungsraben wirkt dadurch wie eine Drainage und kann damit zu einer Beeinflussung der Grundwassersituation führen. Sollte es dadurch zum Absenken des Grundwasserspiegels kommen, können Setzungen an Bauwerken die Folge sein.

In solchen Bereichen sind an geeigneten Stellen Sperrriegel/Dichtriegel 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. Die Ausführungshinweise des DWA-A 139 Merkblatts sind zu beachten.

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

4.5 Wiedereinbaubarkeit von Aushubböden

Nichtbindige Böden / Ungebundene Tragschicht

Die Böden der Bodengruppen [GU], [GU*] im Bereich der Zufahrtsstraßen und Wirtschaftswege weisen augenscheinlich zu hohe Feinkornanteile auf und sind deshalb als Frostschutzmaterial ungeeignet. Die Böden der Bodengruppe [SW], welche bei RB3 bis 0,7 m uAP aufgeschlossen worden sind, können augenscheinlich jedoch als frostsicher eingeschätzt werden. Generell können die nichtbindigen Böden der Bodengruppen SW, GU, SU und GU* bei geeignetem Wassergehalt (erdfeuchter Zustand) für die lagenweise verdichtete Arbeitsraum-, Kanal- bzw. Leitungsrabenverfüllung sowie zur Geländeauffüllung entsprechend den Verdichtungsanforderungen der ZTV E-StB 17 wiederverwendet werden.

Bindige Böden

Die im Bereich des Erdplanums teils anstehenden bindigen Böden der Bodengruppe TL und SU*, ST* können erfahrungsgemäß **nur bei geeignetem Wassergehalt** (erdfeuchter Zustand) prinzipiell bis $\approx 0,50$ m unter Planum entsprechend den Verdichtungsanforderungen der ZTV E-StB 17 für die lagenweise verdichtete Arbeitsraum-, Kanal- bzw. Leitungsrabenverfüllung 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, $I_c \approx 1$).

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).

Innerhalb von Ortslagen ist eine Aufbereitung des Materials mit hydraulischem Bindemittel jedoch oft nicht möglich bzw. unwirtschaftlich. Bindige Böden mit nicht verdichtungsfähigem Wassergehalt bzw. Konsistenz sind gegen gut verdichtbare Austauschböden zu ersetzen.

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. 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.

Hinweis

Die o. a. Angaben beziehen sich ausschließlich auf die bodenmechanischen Eigenschaften der Aushubböden. Einschränkungen der Verwertungsmöglichkeiten des anfallenden Aushubs wurden durch eine Deklarationsanalytik bestimmt (siehe Abschnitt 5).

5 Orientierende abfallrechtliche Voruntersuchung

Bei Baumaßnahmen anfallendes Aushubmaterial ist bei externer Entsorgung hinsichtlich einer Verwertung in Rheinland-Pfalz nach den Kriterien der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall LAGA TR Boden 2004 zu beurteilen. Hier sind anhand von Zuordnungswerten (Z-Werten) Einbauklassen definiert, die unterschiedliche technische Anforderungen an die Verwertung stellen, wobei die Verwertung von Boden und Bauschutt unterschiedlich geregelt sind. Boden-Gemische mit über 10 Vol.-% Fremdbestandteilen sind in RLP nach LAGA M20 (1997) zu beurteilen.

Bei Überschreitung des Zuordnungswertes Z2 ist i.d.R. eine Verwertung außerhalb des Grundstücks nicht möglich, und das Material ist zu deponieren.

Tabelle 6: Einbauklassen nach LAGA

Einbauklasse	Entsorgung
Z0	ohne Einschränkungen, Verwertung in bodenähnlichen Anwendungen, Verfüllung von Abgrabungen
Z0*	Für die Verfüllung von Abgrabungen darf Z0-Material uneingeschränkt verwendet werden. Darüber hinaus darf auch Bodenmaterial bis zu den Zuordnungswerten Z0* verwertet werden, wenn folgende Bedingungen eingehalten sind: <ul style="list-style-type: none"> – Oberhalb des verfüllten Bodenmaterials wird eine Abdeckung aus Bodenmaterial, das die Vorgewerte der BBodSchV einhält, aufgebracht (Mindestmächtigkeit von 2 m) – Die Sohle der Verfüllung hat einen Mindestabstand zum höchsten Grundwasserstand von 1 m. – Die Verfüllungen liegen außerhalb folgender (Schutz-)Gebiete: Trinkwasserschutzgebiete, Zone III A; Heilquellenschutzgebiete, Zone III oder III/1, Wasservorranggebiete, die im Interesse der künftigen Wasserversorgung raumordnerisch ausgewiesen worden sind; Karstgebieten ohne ausreichende Deckschichten und Randgebieten, die im Karst entwässern, sowie in Gebieten mit stark klüftigem, besonders wasserwegsamem Untergrund. Letztere Bedingung entfällt, wenn das eingebaute Bodenmaterial die Z0*III A-Zuordnungswerte einhält, keiner Staunässe ausgesetzt wird und über hinreichend Säureneutralisationskapazität verfügt, z.B. bei Bodenmaterial mit mehr als 20 % Kalkgehalt.
Z1.1	Offener Einbau in technischen Bauwerken ohne definierte technische Sicherungsmaßnahmen
Z1.2	Offener Einbau in technischen Bauwerken ohne definierte technische Sicherungsmaßnahmen in hydrogeologisch günstigen Gebieten.
Z2	Verwertung in technischen Bauwerken bei definierten technischen Sicherungsmaßnahmen, i.d.R. unter versiegelten Flächen.
> Z2	keine Verwertung – Beseitigung, z.B. Deponierung

Materialien der LAGA-Einbauklassen Z0 bis Z2 sind grundsätzlich für den Erd-, Straßen-, Landschaftsbau oder vergleichbaren Anwendungen für den Wiedereinbau verwertbar.

Bei Unterschreitung der Zuordnungswerte Z0 ist im Allgemeinen ein **uneingeschränkter Einbau** möglich.

Werden die Zuordnungswerte der Einbauklasse Z1 unterschritten, sind die Materialien im Allgemeinen für den **eingeschränkten offenen Einbau** in technischen Bauwerken, bei Unterschreitung der Zuordnungswerte Z1.2 **in hydrogeologisch günstigen Gebieten**, bei Unterschreitung der Zuordnungswerte Z1.1 auch **in hydrogeologisch ungünstigen Gebieten** geeignet.

Bei Unterschreitung der Zuordnungswerte Z2 ist unter bestimmten Voraussetzungen **ein eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen in wasserundurchlässiger bzw. sehr gering durchlässiger Bauweise** möglich.

Das Kreislaufwirtschaftsgesetz regelt die Verpflichtung zur Abfallvermeidung und schadlosen Abfallverwertung. Die Beseitigung von Abfällen kommt nur dann in Betracht, wenn eine Verwertung technisch nicht möglich oder wirtschaftlich nicht zumutbar ist. Demzufolge ist die mögliche Verwertung von Aushub- und Abbruchmaterialien der Deponierung vorzuziehen.

5.1 Anstehender Boden

Hinweis:

Die nachfolgend dokumentierten Untersuchungsbefunde dienen lediglich als Grundlage zur Klärung der möglichen Entsorgungswege sowie etwaiger Verwertungsmöglichkeiten im Rahmen der Baumaßnahme bzw. zur Erstellung eines Leistungsverzeichnisses und Abschätzung der Entsorgungskosten. Auf Grundlage dieser Ersteinstufung ist im Regelfall keine Verwertung/Deponierung möglich.

Zur orientierenden Überprüfung der Verwertungsmöglichkeiten des anfallenden Aushubs wurden **-2-** Mischproben (MP1 und MP2) zur orientierenden abfallrechtlichen Voruntersuchung nach LAGA² (2004) Tab.II.1.2-4/5 (Feststoff und Eluat) der SGS Institut Fresenius GmbH, Tausenstein übergeben.

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

² Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln

Tabelle 7: Untersuchungsergebnisse und orientierende Einstufung Boden, Analytik nach LAGA

Beschreibung	MP1	MP2
Probenart	Sande, Kiese / Schotter Straßenbereiche	bindige Sande / Lehme Wingert
Analyseumfang	LAGA (2004) Tab.II.1.2-4/5 (Feststoff und Eluat) Bewertung nach S	LAGA (2004) Tab.II.1.2-4/5 (Feststoff und Eluat) Bewertung nach L/U
Entnahme durch	Knauf / (ICP)	Knauf / (ICP)
Entnahmedatum	10.02.2021	10.02.2021
Entnahmestelle	Straßenbereiche RB 1 / 3 / 5 / 6	Wingert RB 2 / 4
Beurteilung		
Befund	Kupfer: 27 mg/kg TR (>20 mg/kg TR) Nickel: 31 mg/kg TR (>15 mg/kg TR) Zink: 66 mg/kg TR (>60 mg/kg TR)	--
LAGA	Z0*	Z0
DepV	Nicht untersucht	Nicht untersucht
AVV	17 05 04	17 05 04

Allgemeiner Hinweis

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

An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass die durchgeführten Probenahmen und chemischen Untersuchungen nur punktuelle Anhaltspunkte für eine Bewertung ergeben, die räumlich interpretiert wurden. Abweichungen in Bezug auf Ausbildung und Belastungsgrad zwischen den Aufschlusspunkten können nicht ausgeschlossen werden.

Beide Chargen sind im Falle der Entsorgung unter dem Abfallschlüsse **17 05 04** (Boden und Steine) als **nicht gefährlicher** Abfall zu entsorgen.

5.2 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 (Ausgabe 2001, Fassung 2005) beschrieben.

Auf Länderebene werden diese Regelungen im „*Leitfaden für die Behandlung von Ausbauasphalt und Straßenaufbruch mit teer-/pechtypischen Bestandteilen*“ für Rheinland-Pfalz (2. Auflage 09/2006 mit Aktualisierung August 2008) ergänzt. Demnach beträgt der maßgebliche Grenzwert zur Unterschreitung zwischen nicht gefährlichem und gefährlichem Abfall **30 mg/kg** PAK nach EPA.

In der RuVA-StB 01 werden grundsätzlich zwei Verwertungsklassen unterschieden, in denen als Grenzwert zwischen Ausbauasphalt und Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen zur Einstufung in die Verwertungsklassen A und B **25 mg/kg** PAK nach EPA festgelegt wurden:

- **< 25 mg/kg TS Verwertungsklasse A** (Wiederverwendung im Heißmischverfahren)
- **≥ 25 mg/kg TS Verwertungsklasse B** (Wiederverwendung im Kaltmischverfahren mit hydraulischem Bindemittel)

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

- [2] LUWG RLP: Handbuch Entsorgungsplanung für den kommunalen Tief und Straßenbau.
- [3] Landesbetrieb Straßen und Verkehr Rheinland-Pfalz: Leitfaden für die Behandlung von Ausbauasphalt und Straßenaufbruch mit teer-/pechtypischen Bestandteilen
- [4] Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer- / pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau“ - RuVA-StB 01
- [5] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall: Mitteilung M32, Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfall
- [6] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall: Mitteilung M20, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln

Zur abfallrechtlichen Beurteilung wurden **-4-** Bohrkerne (Straßenaufbruch) auf den Gehalt an polzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK nach EPA) durch die SGS Institut Fresenius GmbH, Taunusstein analysiert.

PAK ist die Abkürzung für „Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe“. Bisher sind mehrere hundert Einzelverbindungen nachgewiesen worden. Da von der amerikanischen Umweltbehörde EPA 16 Einzelkomponenten mit unterschiedlicher chemischer Struktur als repräsentativer Standard festgelegt wurden, werden diese auch nur untersucht.

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

Tabelle 8: Untersuchungsergebnisse und orientierende Einstufung Schwarzdecke

Beschreibung	RB 1 / BK1	RB 5 / BK1
Entnahmestelle	RB 1	RB 5
Probenart	Straßenaufbruch	Straßenaufbruch
Entnahmetiefe [m u Fok]	0,00 – 0,11	0,00 – 0,09
Beurteilung		
PAK [mg/kg]	809,6	3,61
Benzo(a)pyren [mg/kg]	52	0,20
AVV	17 03 01* (teerhaltig)	17 03 02 (nicht teerhaltig)
RuVA-StB 01	Verwertungsklasse B	Verwertungsklasse A

Bei dem Straßenaufbruch bei RB 5 (Wirtschaftsweg neben Mosel) wurden keine teerstämmigen Bestandteile oberhalb der Grenzwerte nachgewiesen, sodass der Straßenaufbruch unter **AVV 17 03 02** als **nicht teerhaltig** behandelt werden kann.

Bei dem Straßenaufbruch bei RB 1 im Rioler Weg wurden teerstämmige Bestandteile oberhalb der Grenzwerte nachgewiesen, sodass der Straßenaufbruch unter **AVV 17 03 01*** als **teerhaltig** behandelt werden muss. Es ist dringend zu empfehlen, die Schotterschicht bis ca. 0,3 m uFOK gleichwertig als belastet zu behandeln.

PAK ist die Abkürzung für „Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe“. Bisher sind mehrere hundert Einzelverbindungen nachgewiesen worden. Da von der amerikanischen Umweltbehörde EPA 16 Einzelkomponenten mit unterschiedlicher chemischer Struktur als repräsentativer Standard festgelegt wurden, werden diese auch nur untersucht.

Die Leitkomponente der PAK ist das Benzo(a)pyren, das aufgrund seines Gefährdungspotentials als krebserzeugend der Kategorie 1B eingestuft ist. Materialien oder Produkte mit einem Gehalt an **Benzo(a)pyren von > 50 mg/kg** sind entsprechend dem derzeit gültigen Gefahrstoffrecht als krebserzeugend einzustufen.

Bei RB1 / BK1 wurde dieser Schwellenwert von 50 mg/kg überschritten. Daher sind bei den erforderlichen Ausbauarbeiten in dem betroffenen Bereich um **RB 1 (Rioler Weg) gesonderte Arbeitsschutzmaßnahmen** für Arbeiten in kontaminierten Bereichen nach BGR 128, TRGS 905 und TRGS 551 (Teer und andere Pyrolyseprodukte aus organischem Material) zu ergreifen.

6 Hinweise zum Bau von Verkehrsflächen

6.1 Erdplanum

Bei Erdarbeiten im Bereich von Verkehrswegen müssen die in der ZTV E-StB 17, Tabelle 2 genannten, bodenartspezifischen Verdichtungsanforderungen eingehalten werden. Es gelten somit folgende Verdichtungsanforderungen:

bindige Böden:	Verdichtungsgrad $D_{PR} \geq 97\%$ Luftporengehalt $n_a \leq 12\%$ Planum bis Dammsohle und bis 0,5 m Tiefe bei Einschnitten
nichtbindige Böden	Verdichtungsgrad $D_{PR} \geq 100\%$ Planum bis 1,0 m Tiefe bei Dämmen und bis 0,5 m Tiefe bei Einschnitten Verdichtungsgrad $D_{PR} \geq 98\%$ 1,0 m unter Planum bis Dammsohle

Gleichermaßen muss entsprechend der ZTV E-StB 17 auf dem Planum ein Verformungsmodul **$E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$** dauerhaft erreicht werden.

Es wird von einem Erdplanum von -0,60 m unter jetziger GOK ausgegangen.

Im gesamten Bereich des Plangebietes stehen unterhalb des Erdplanums (-0,60 m uGOK) überwiegend Böden der Bodenklasse 3 und 4 nach DIN 18300:2012-09 an. Basierend auf Erfahrungswerten mit vergleichbaren Böden muss davon ausgegangen werden, dass die in Höhe des Erdplanums anstehenden bindigen Böden der Bodengruppen TL die Tragfähigkeitsanforderung **$E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$** 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 $E_{v2} \approx 30 \text{ MPa}$ (- 35 MPa) zu erwarten.

Die Bereiche mit nichtbindigen Böden der Bodengruppen SU, GU und SU*, GU* können je nach Wassergehalt und Feinkorngehalt bei optimaler Verdichtung die Tragfähigkeitsanforderung **$E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$** erreichen.

In diesen Bereichen sollte zur Herstellung eines den Anforderungen der RStO 12 genügenden Erdplanums im Rahmen der Ausschreibung ein Bodenaustausch mit grobkörnigem Material (z. B. gebrochenes Hartgestein der Lieferkörnung 0/56) vorgesehen werden. Kann auf dem anstehenden, unverbesserten Erdplanum eine Tragfähigkeit von $E_{v2} \approx 30 \text{ MN/m}^2$ nachgewiesen werden, so ist basierend auf Erfahrungswerten und Literaturangaben (z. B. FLOSS-Kommentar zur ZTVE) von einer erforderlichen Austauschmächtigkeit von ca. **30-40 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. Falls keine Austauschmaßnahme notwendig sein sollte, ist dennoch die Frostschuttschicht durch ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 3 vom anstehenden Erdreich zu trennen, wenn die Filterstabilität nicht gewährleistet werden kann.

Bei Verwendung von grobkörnigem Bodenaustauschmaterial der Bodengruppen GW oder GI ist wie o.a. auf dem Planum ein Verformungsmodul von mindestens 100 MPa erforderlich.

Kann auf dem anstehenden, unverbesserten Erdplanum eine Tragfähigkeit von $E_{v2} \approx 30 \text{ MPa}$ nachgewiesen werden, so ist basierend auf Erfahrungswerten und Literaturangaben (z. B. FLOSS-Kommentar zur ZTV E, Bild 83)

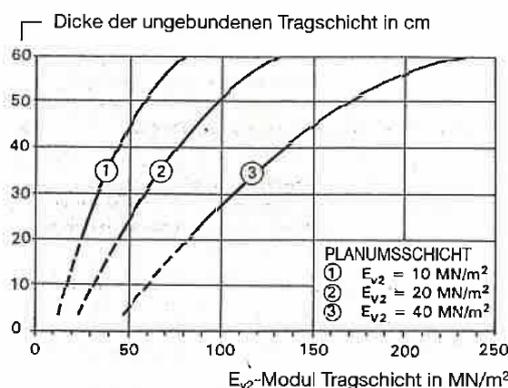


Bild 83: Verformungsmodul E_{v2} auf der Frostschuttschicht in Abhängigkeit von deren Dicke und vom Verformungsmodul auf dem Planum

von einer erforderlichen Austauschmächtigkeit von **ca. 40 cm** zum Erreichen der geforderten Tragfähigkeit $E_{v2} \geq 100 \text{ MPa}$ auszugehen.

Bei einem Untergrund bzw. Unterbau aus grobkörnigem Boden kann gemäß RStO die Frostschuttschicht entfallen, wenn

- der grobkörnige Boden bis zu einer ausreichenden Tiefe vorhanden ist und
- die Anforderungen gemäß ZTV SoB-StB hinsichtlich Verdichtungsgrad und Verformungsmodul erfüllt werden und
- das Grundwasser einen ausreichenden Abstand zum Planum hat.

Durch den erforderlichen Bodenaustausch wäre dies im vorliegenden Fall durch Verwendung von gebrochenem Hartgestein der Frostempfindlichkeitsklasse F1 der Bodengruppe GW möglich.

Zum Erreichen der bei Einstufung in die Belastungsklasse Bk1,0 bei einer Bauweise mit Asphaltdecke (Straße) erforderlichen Anforderungen gemäß ZTV SoB-StB ($E_{v2} \geq 120 \text{ MPa}$) wäre die Stärke des Bodenaustauschs gemäß o.a. Abbildung auf mind. ca. 50 cm zu erhöhen.

Wir empfehlen einen zweischichtigen Aufbau, untere Lage Lieferkörnung 0/56, obere Lage Lieferkörnung 0/32.

Als Ergänzung zu einem Bodenaustausch kann eine Stabilisierung der ungebundenen Tragschichten durch die Anwendung von Geogittern erfolgen.

Die Anwendung von Geogittern ermöglicht in vielen Fällen die Reduzierung der Tragschichtdicken bzw. der erforderlichen Bodenaustauschmächtigkeiten um ein wirtschaftliches Maß, kann somit im gesamten Bereich des Erdplanums Anwendung finden und bietet eine wirtschaftliche Alternative.

Um dies optimal durchführen zu können, werden Geogitter projektspezifisch anhand mittels Lastplattendruckversuchen nach DIN 189134 ermittelter Tragfähigkeiten durch die Herstellerfirmen bemessen. Zur Herstellung eines den Anforderungen der RStO 12 genügenden Erdplanums kann im Rahmen der Ausschreibung die Verlegung eines **monolithischen, knotensteifen Geogitters** (z. B. Geogitter TriAx TX150 der Marke Tensar) vorgesehen werden.

Die Betrachtung einer Bodenverbesserung mittels hydraulischer Bindemittel, wird im Hinblick auf die nur partiell aufgeschlossenen bindigen Böden von weicher Konsistenz aus wirtschaftlichen Gründen nicht erwogen.

Grundsätzlich ist zu empfehlen, die erreichbaren Tragfähigkeiten zu Beginn der Baumaßnahme mittels statischer Plattendruckversuche nach DIN 18134 auf entsprechend angelegten Testfeldern (nachverdichtetes Planum) zu überprüfen, um gegebenenfalls die lokal erforderlich werdenden zusätzliche Maßnahmen festlegen zu können.

Da die Verdichtbarkeit der anstehenden Böden wesentlich von ihrem Wassergehalt abhängt, ist das Erfordernis derartiger Zusatzmaßnahmen generell stark witterungsabhängig.

Das Erdplanum ist mit ausreichendem Längs- bzw. Quergefälle entsprechend den Empfehlungen der ZTV E-StB 17 herzustellen, und es ist auf eine ausreichende Drainage- bzw. Entwässerungsmöglichkeit zu achten.

Die im Bereich des Erdplanums anstehenden fein- und gemischtkörnigen Böden sind allgemein als stark wasserempfindlich einzustufen. Aus diesem Grund kann empfohlen werden, das Erdplanum dauerhaft vor Feuchteschäden durch die Verlegung einer Drainage zu schützen.

Der Verdichtungsgrad und die Verformungsmoduln sind zu kontrollieren und nachzuweisen.

Aufgrund der unmittelbar angrenzenden Bebauung ist mit statisch wirkenden Verdichtungsgeräten zu arbeiten. Die Grundsätze und Vorgaben der DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ sind zu beachten!

6.2 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.

Es wird für die Dimensionierung der Verkehrsflächen im Baugebiet die Belastungsklasse Bk1,0 und der Bau in Asphaltbauweise angenommen.

Als **Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus** schlagen wir bei Einstufung in die **Belastungsklasse Bk1,0** entsprechend Tabelle 2 der RStO 12 (Wohnstraße) für die basierend auf den punktuellen Aufschlussergebnissen der Kleinrammbohrungen anstehenden F3-Böden sowie aufgrund der Lage des Projektgebiets in der Frosteinwirkungszone I, in Verbindung mit Tabelle 6 der RStO 12 vor:

Belastungsklasse Bk1,0: 60 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 Bk1,0** auf F3-Untergrund:

Variante 1:

Belastungsklasse Bk1,0: 60cm

4 cm Asphaltdecke

14 cm Asphalttragschicht

42 cm Frostschutzschicht

$E_{V2} \geq 120 \text{ MPa}$, $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,2$ für $D_{Pr} \geq 103 \%$

Erdplanum

$E_{V2}/E_{V1} \leq 2,3$

$D_{Pr} \geq 100 \%$ (Bodengruppe SU, GU, SW)

($\geq 25 \text{ cm}$ Unterbau / Bodenaustausch (bei Bedarf))

--- Geogitter (z.B. Tensar TriAx TX150 GD)

Erdplanum

$E_{V2} > 25 \text{ MPa}$

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.

Wird auf F3-Böden im Bereich des Erdplanums zur Gewährleistung der erforderlichen Tragfähigkeitsanforderung jedoch ein **Bodenaustausch** oder eine **qualifizierte Bodenverbesserung** nach den ZTV E-StB 17 in einer Stärke von $\geq 25 \text{ cm}$ ausgeführt, so 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).

Variante 2:

Bei Einstufung in die **Belastungsklasse Bk1,0** entsprechend Tabelle 2 der RStO 12, Unterbau durch Bodenaustausch der Bodengruppe GW/GI und der Lage des Projektgebiets in der Frosteinwirkungszone I schlagen wir in Verbindung mit Tabelle 6 der RStO 12 beispielsweise folgenden Regelaufbau vor:

Bauweise mit Asphaltdecke:

Belastungsklasse Bk1,0: Gesamtaufbaustärke 78 cm

4 cm Asphaltdecke

14 cm Asphalttragschicht

60 cm Bodenaustausch Erdplanum $E_{V2} \geq 120 \text{ MPa}$, $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,2$ ($D_{Pr} \geq 103 \%$)

--- Geogitter (z.B. Tensar TriAx TX150 GD)

Erdplanum $E_{V2} > 25 \text{ MPa}$

Variante 3:

Wird eine **qualifizierte Bodenverbesserung** im Bereich des Erdplanums vorgenommen, ergibt sich beispielsweise folgender Regelaufbau nach RStO für die Belastungsklasse Bk1,0:

Bauweise mit Asphaltdecke:

Belastungsklasse Bk1,0: 50cm

4 cm Asphaltdecke

14 cm Asphalttragschicht

32 cm Frostschutzschicht $E_{V2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$, $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,2$ ($D_{Pr} \geq 103 \%$)

Bodenverbesserung Erdplanum $E_{V2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$, $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,3$

Allgemein:

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.

6.3 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.

7 Versickerungseignung der anstehenden Böden

7.1 Allgemeines

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 von Muldenflächen sollte bei der Herstellung der Mulde so wenig wie möglich verdichtet werden. Bei Aushub von gewachsenem Boden ist beim Abziehen der Oberfläche eine Verdichtung durch die Baggerschaufel zu vermeiden.

7.2 Ermittlung des k_f -Wertes im Feld

Open-End-Test

Zur Ermittlung der Infiltrationsrate wurde im Projektgebiet -1- Schluckversuch, sog. Open-End-Test, **SV 1** im Bereich der vorgegebenen Erkundungsstelle [1] durchgeführt. Das Versuchsprotokoll liegt in Anlage 6 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).

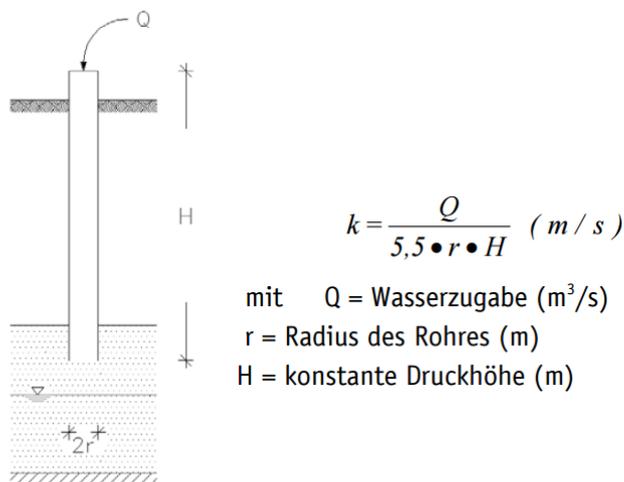


Abb. 4: Versuchsanordnung Open-End-Test und Bestimmungsgleichung

Bei dem durchgeführten Versuch lag die Rohrsohle in einer Tiefe von 1,0 m uGOK. Bei den ab diesem Tiefenbereich anstehenden Böden handelt es sich um tonige und schluffige Sande der Bodengruppe ST* nach DIN 18196 (s. Laborversuch Anl. 3).

Bei der Durchführung des Versickerungsversuches wurde ein Durchlässigkeitsbeiwert von $2,1 \times 10^{-7}$ m/s ermittelt, womit diese Böden als schwach durchlässig zu bezeichnen sind.

Gemäß dem Arbeitsblatt der DWA-A 138 wird zum Abgleich der unterschiedlichen Methoden der k_f -Wert-Bestimmung (z.B. Labormethoden, Feldversuche) zur Ermittlung des Bemessungs- k_f -Wertes für Feldversuche ein Korrekturfaktor von 2 vorgegeben.

Dies beruht auf der Annahme, dass die bei Feldversuchen in der ungesättigten Zone bestimmte Durchlässigkeit ($k_{f,u}$ -Wert) nur halb so groß wie die des gesättigten Bodens ist (k_f -Wert).

Da sich die Bemessungsalgorithmen nach DWA-A 138 auf den ungesättigten Durchlässigkeitsbeiwert beziehen und der k_f -Wert in den Formeln halbiert wird, ist zum Ausgleich bei den Feldmethoden der o.g. genannte Korrekturfaktor anzusetzen, d.h., die Versickerungsanlagen werden dann mit genau dem Durchlässigkeitsbeiwert bemessen, wie im Gelände ermittelt. **Es ergibt sich somit ein Bemessungs- k_f -Wert von $k_{f,b} = 4,2 \times 10^{-7}$.**

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

Neben den Feldversuchen erfolgte die Bestimmung des k_f -Wertes näherungsweise anhand der Kornverteilung über die empirischen Verfahren nach BEYER, HAZEN, SEELHEIM und MALLETT/PAQUANT. Zur näherungsweisen Bestimmung der charakteristischen Durchlässigkeit der im Untersuchungsgebiet anstehenden Böden wurde daher an -1- Bodenprobe aus dem Bereich des angedachten Versickerungsbereiches die Korngrößenverteilung 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, HARZEN, SEELHEIM), haben in diesem Kornspektrum jedoch die höhere Aussagegenauigkeit. Für bindige Böden steht nur das Verfahren nach MALLETT/PAQUANT zur Verfügung – die Aussagegenauigkeit wird jedoch hier als mäßig eingestuft.

Tabelle 9: 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	$U < 5$			

Zur Festlegung des Bemessungs- k_f -Wertes über eine Sieblinienauswertung ist nach dem Anhang B des Regelwerkes DWA A 138 ein Korrekturfaktor von 0,2 zu berücksichtigen, um der Ungenauigkeit des empirischen Bestimmungsverfahrens über die Korngrößenverteilung Rechnung zu tragen. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 10: Ergebnisse der k_f -Wert-Bestimmung anhand der Korngrößenverteilung im Bereich

Versuch	Tiefe	Berechnungsmethode	Bodengruppe nach DIN 18196	k_f – Wert nach Laborversuch [m/s]	Korrekturfaktor nach DWA-A 138	Bemessungs- k_f -Wert [m/s]
RB 4 / P1	0,4 – 2,7	MALLETT/PAQUANT	ST*	$1,6 \times 10^{-8}$	0,2	$3,2 \times 10^{-9}$

7.4 Interpretation der Ergebnisse

Nach Beachtung der Korrekturfaktoren ergeben sich für die untersuchten Tiefenbereiche bei dem Feldversuch ein k_f -Wert von $4,2 \times 10^{-7}$ m/s und bei dem Laborversuch ein k_f -Wert von $3,2 \times 10^{-9}$ m/s. Da die Laborversuche eine nur bedingte Aussagekraft besitzen, wird der Fokus auf die Feldversuche gelegt.

Das DWA-A 138 Regelwerk (Ausgabe April 2005) gibt eine Mindestdurchlässigkeit für gezielte Regenwasserversickerungen von 1×10^{-6} m/s an. Demnach sind die anstehenden und untersuchten Lockergesteinsböden für eine Versickerung nach diesem Regelwerk **ungeeignet**.

Grundsätzlich ist der Bereich der angedachten Versickerung aber in einen wenig durchlässigen oberen Horizont und einen mäßig bis gut durchlässigen unteren Horizont zu unterscheiden.

Die bindigen Sande bis 2,7 m sind als sehr gering durchlässig einzuschätzen. Der k_f -Wert liegt hier im Bereich 10^{-8} m/s (Mittelwert) → „schwach durchlässig“ gem. DIN 18130, Tl. 1.

Die unterlagernden kiesigen Sande der Bodengruppe SW ab 2,7 m sind jedoch als allgemein durchlässig zu bezeichnen. Erfahrungsgemäß und nach Literaturangaben sind hier k_f -Werte von bspw. 10^{-5} m/s bis 10^{-6} m/s zu erwarten. Je dichter die Sande gelagert sind, umso geringer wird die Durchlässigkeit.

Es wird vorgeschlagen bei der Planung einer Versickerungsanlage den bindigen Boden bis ca. 2,7 m uGOK mittels Sickerfenstern, bspw. aus Sanden oder Kiesen (z.B. Körnung 2 / 16) zu durchstoßen und den Untergrund somit für die Abführung von Niederschlagswasser zu optimieren. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass das Verfüllmaterial keinen zu hohen Durchfluss generiert, da sonst die Reinigungswirkung der einzutragenden Wässer stark nachlässt bzw. nicht mehr gegeben ist.

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. Unter Umständen sind lokal bindige Böden gegen nichtbindige sickerfähige Böden auszutauschen.

Versickerungsanlagen sind, vor allem bei wie hier oberflächlich niedrigen Durchlässigkeitsbeiwerten, entsprechend groß zu dimensionieren, und die Einstautiefe ist möglichst groß zu wählen, so dass ein möglichst großes Rückhaltevolumen zur Verfügung steht. Durch eine angepasste Bepflanzung (Pflanzen mit hoher Wasseraufnahme) kann die Verdunstung durch Transpiration unterstützt werden. Durch den Bau von Pflanzstreifen mit Pflanzgranulat kann weiterhin ein zusätzliches ansetzbares Rückhaltevolumen geschaffen werden.

8 Qualitätssicherung

Für die durchzuführenden Erdarbeiten wird empfohlen, folgende Prüfungen vorzunehmen:

- Abnahme der Grabensohle im Bereich der geplanten Kanaltrasse durch einen geotechnischen Sachverständigen
- Prüfung des Verdichtungsgrades der Leitungs- sowie der Verfüllzonen (je Haltung ein Versuch/je eingebauter Lage), bei Bauwerken Prüfung der Hinterfüllbereiche mittels Rammsondierungen
- Die Eignung von Bodenaustauschmaterial, Verfüllsanden und Hartsteinmaterial für Frostschutzschichten bzw. Schottertragschichten ist durch die Bestimmung von Korngrößenverteilungen nachzuweisen. Die Körnungslinien müssen den Anforderungen der ZTV E-StB bzw. der TL SoB-StB entsprechen.
- Für die Verwendung von mineralischen Abfällen (Boden) als Bodenaustauschmaterial oder Verfüllsand sind Deklarationsanalysen nach LAGA TR Boden (2004) vorzulegen bzw. anfertigen zu lassen.
- Es sind Tragfähigkeitskontrollen auf dem Planum und den ungebundenen Tragschichten mittels Plattendruckversuchen nach DIN 18134 durchzuführen (im Bereich des Kanalbaus ein Versuch je Haltung und Schicht, im Bereich des Straßenbaus ein Versuch je angefangene 1000 m², mindestens aber je 100 m und mindestens 2 Prüfungen).
- Im Bereich von ungebundenen Tragschichten ggfs. ergänzende Prüfung des Verdichtungsgrades mittels direkter Verfahren
- Nachweis der Eignung der Geotextilien (Flächengewicht, Stempeldurchdrückkraft) nach Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaus, (M Geok E), Ausgabe 2016 (FGSV-Nr. 535)

9 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.

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.

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

Bei Unsicherheiten/Unklarheiten oder der Gefahr der Fehlinterpretation 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	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: SB21007 Anlage: 1
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: Erschließung NBG "Rioler Weg", OG Longuich

Bohrung RB 1 / Blatt: 1	Höhe: 131,07 m ü NN Datum: 10.02.2021
--------------------------------	--

1	2				3	4	5	6					
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾		Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben						
c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe		Art		Nr	Tiefe in m (Unter- kante)					
f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt									
0.11	a) Schwarzdecke, PAK									DN 150		BK1	0.11
b)													
c)		d)	e)										
f)		g)	h)	i)									
0.30	a) Auffüllung, Kies, stark sandig, schluffig					DN 80; naß		P1	0.30				
b) sehr dicht gelagert													
c)		d) sehr schwer zu bohren	e) rotbraun										
f)		g)	h) [GU*]	i)									
1.00	a) Sand, schluffig, kiesig					DN 80		P2	1.00				
b)													
c) steif		d) mäßig schwer zu bohren - schwer zu	e) rotbraun										
f)		g)	h) [SU*]	i)									
3.00	a) Sand, schwach schluffig, schwach kiesig					DN 60; Zieltiefe erreicht; kein Wasser messbar; feucht		P3	3.00				
b) mäßig locker gelagert													
c)		d) mäßig schwer zu bohren	e) rotbraun										
f)		g)	h) SU	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	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: SB21007 Anlage: 1
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: Erschließung NBG "Rioler Weg", OG Longuich

Bohrung RB2 / Blatt: 1	Höhe: 128,87 m ü NN Datum: 10.02.2021
-------------------------------	--

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	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) Sand, humos, schluffig, kiesig, Wurzeln; Gras			DN 80; sehr feucht				
	b) locker gelagert - mäßig locker gelagert							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) dunkelbraun					
	f)	g)	h) OH	i)				
0.70	a) Sand, stark kiesig, schluffig, schwach tonig, Wurzeln			DN 80; feucht			P1	0.70
	b) dicht gelagert							
	c)	d) schwer zu bohren	e) rotbraun					
	f)	g)	h) SU*	i)				
1.00	a) Grobsand, feinsandig - mittelsandig, schwach kiesig			DN 80; sehr feucht			P2	1.00
	b) mäßig locker gelagert							
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) rotbraun					
	f)	g)	h) SW	i)				
3.00	a) Grobsand, mittelsandig, kiesig, feinsandig			DN 60; Zieltiefe erreicht; kein Wasser messbar; feucht - sehr feucht			P3	3.00
	b) dicht gelagert - sehr dicht gelagert							
	c)	d) schwer zu bohren sehr schwer zu bo	e) rotbraun					
	f)	g)	h) SW	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	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: SB21007 Anlage: 1
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: Erschließung NBG "Rioler Weg", OG Longuich

Bohrung RB3 / Blatt: 1	Höhe: 128,57 m ü NN Datum: 10.02.2021
-------------------------------	--

1	2				3	4	5	6		
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen		Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges			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						
0.70	a) Auffüllung, Sand, stark kiesig			DN 80; schwach feucht			P1	0.70		
	b) dicht gelagert - sehr dicht gelagert									
	c)	d) schwer zu bohren sehr schwer zu bo	e) rotbraun							
	f)	g)	h) [SW]	i)						
1.00	a) Sand, stark schluffig, schwach kiesig			DN 80			P2	1.00		
	b)									
	c) steif - halbfest	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun							
	f)	g)	h) SU*	i)						
3.00	a) Schluff, tonig, schwach feinsandig			DN 60; Zieltiefe erreicht; kein Wasser messbar			P3	3.00		
	b)									
	c) weich	d) mäßig schwer zu bohren	e) rotbraun							
	f)	g)	h) TL	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	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben</p>	Bericht: SB21007 Anlage: 1
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: Erschließung NBG "Rioler Weg", OG Longuich

Bohrung RB 4 / Blatt: 1	Höhe: 126,88 m ü NN Datum: 10.02.2021
--------------------------------	--

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					
0.40	a) Sand, humos, stark schluffig, Wurzeln				DN 80; feucht				0.40
b)									
c) weich - steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) dunkelbraun							
f)	g)	h) OU	i)						
2.70	a) Sand, tonig, schluffig				DN 60; feucht			P1	2.70
b)									
c) weich	d) mäßig schwer zu bohren	e) rotbraun							
f)	g)	h) ST*	i)						
3.00	a) Grobsand, kiesig, feinsandig - mittelsandig				DN 60; ;Zieltiefe erreicht; kein Wasser messbar; feucht - sehr feucht			P2	3.00
b) dicht gelagert									
c)	d) schwer zu bohren	e) rotbraun							
f)	g)	h) SW	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	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben</p>	Bericht: SB21007 Anlage: 1
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: Erschließung NBG "Rioler Weg", OG Longuich

Bohrung SV / Blatt: 1	Höhe: 126,87 m ü NN Datum: 10.02.2021
------------------------------	--

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	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					
0.40	a) Mutterboden, Sand, stark schluffig, schwach humos, schwach kiesig, Wurzeln			DN 80				
	b)				DN 60; Zieltiefe erreicht, kein Wasser messbar; feucht	bp3	P1	1.00
c) weich	d) leicht zu bohren	e) braun						
f)	g)	h) [OU]	i)					
1.00	a) Sand, schluffig			DN 60; Zieltiefe erreicht, kein Wasser messbar; feucht		bp3	P1	1.00
	b) locker gelagert				DN 60; Zieltiefe erreicht, kein Wasser messbar; feucht	bp3	P1	1.00
c)	d) mäßig 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	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben</p>	Bericht: SB21007 Anlage: 1
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: Erschließung NBG "Rioler Weg", OG Longuich

Bohrung RB 5 / Blatt: 1	Höhe: 124,59 m ü NN Datum: 10.02.2021
--------------------------------	--

1	2				3	4	5	6	
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾		Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe		Art	Nr		Tiefe in m (Unter- kante)		
f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt						
0.09	a) Schwarzdecke - Asphalt						DN 150		BK1
	b)								
	c)	d)	e)						
	f)	g)	h)	i)					
1.10	a) Auffüllung, Kies, stark sandig, schluffig					DN 80; DN 60; schwach feucht - feucht		P1	1.10
	b) dicht gelagert - sehr dicht gelagert								
	c)	d) schwer zu bohren sehr schwer zu bo	e) rotgrau						
	f)	g)	h) [GU]	i)					
3.00	a) Sand, schluffig, schwach kiesig					DN 60; Zieltiefe erreicht; kein Wasser messbar; sehr feucht		P2	3.00
	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)					

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben</p>	Bericht: SB21007 Anlage: 1
--	---	----------------------------------

Vorhaben: Erschließung NBG "Rioler Weg", OG Longuich

Bohrung RB 6 / Blatt: 1	Höhe: 126,21 m ü NN Datum: 10.02.2021
--------------------------------	--

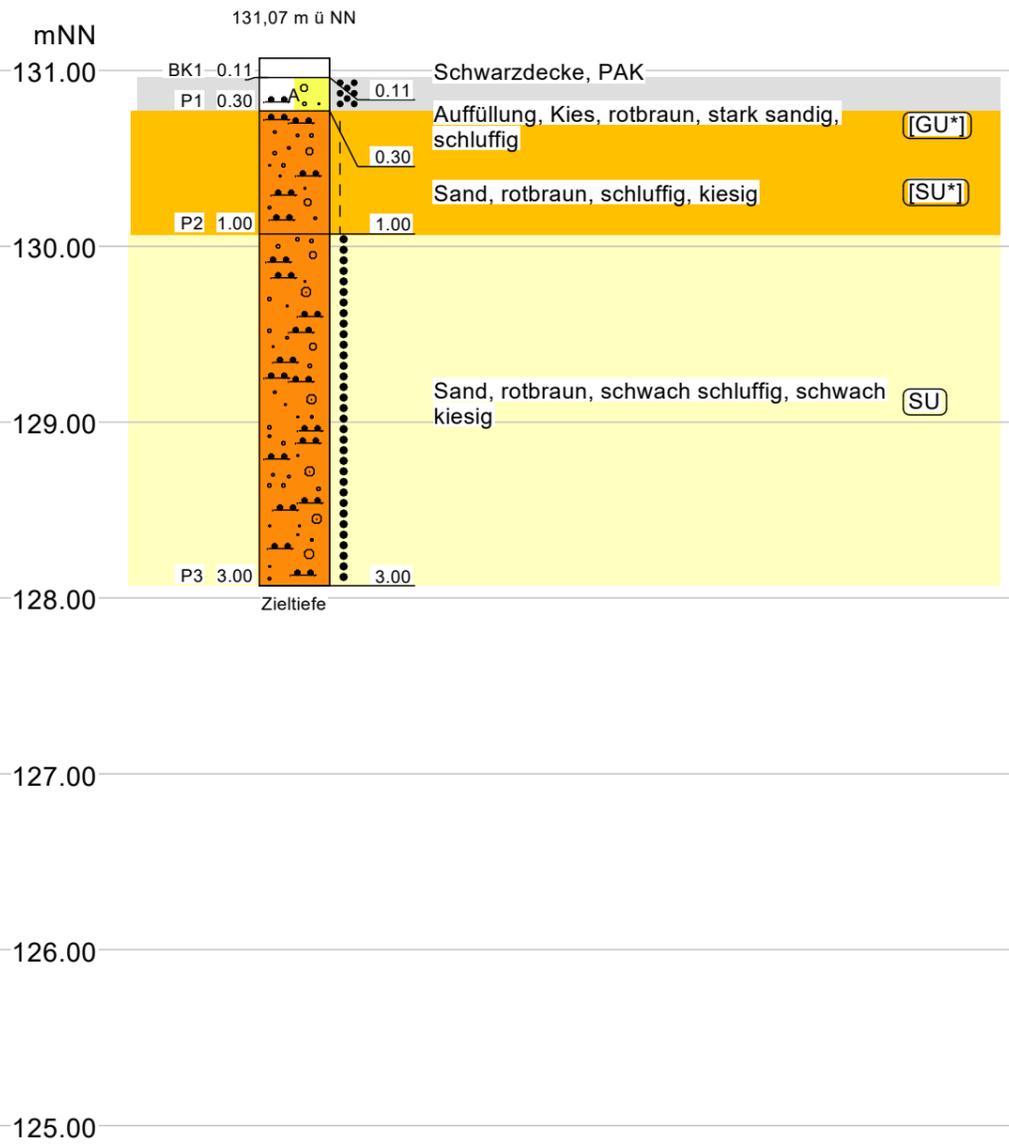
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt					
0.08	a) Pflaster			DN 150				
0.90	a) Auffüllung, Kies, stark sandig, schwach schluffig, Schotter			DN 80; schwach feucht			P1	0.90
3.50	a) Kies, Sand, schwach schluffig			DN 60; Zieltiefe erreicht; Loch zu bei 2,0 m; sehr feucht			P2	3.50
	b) dicht gelagert							
	c) schwer zu bohren			e) braun, grau				
	f) g) h) i)			h) [GU] i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Grund-, Schicht- oder Stauwasser wurde zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (10.02.2021) bei den dargestellten Aufschlüssen bis zur jeweiligen Endteufe nicht nachgewiesen.

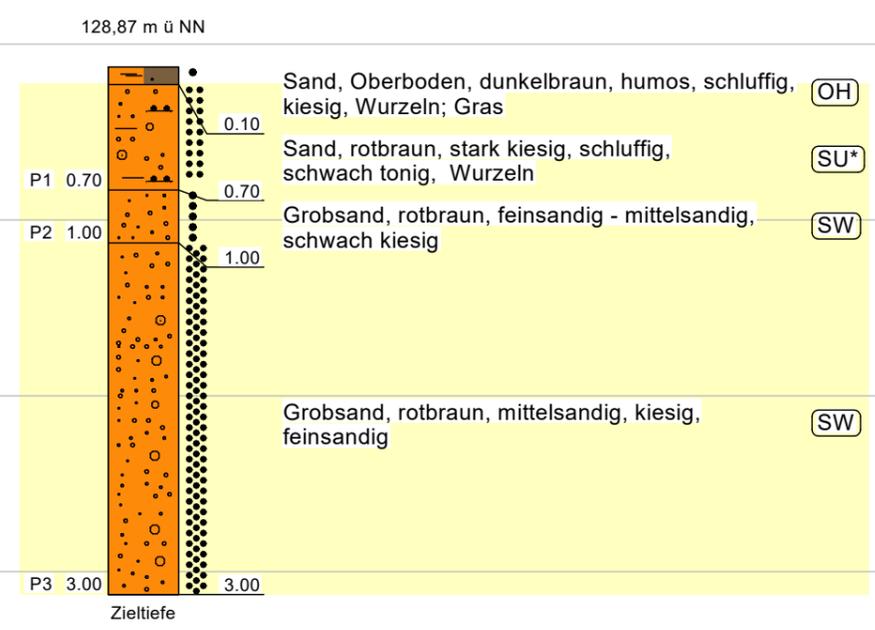
Rioler Weg

RB 1



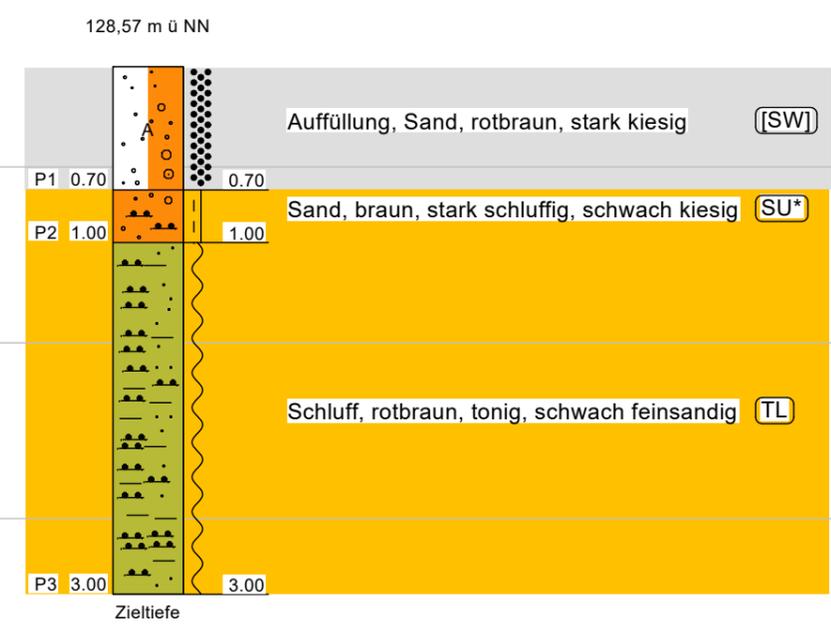
Wingert

RB2



Wirtschaftsweg (geschottert)

RB3



- Homogenbereich A: Auffüllungen
- Homogenbereich B1: bindige Böden
- Homogenbereich B2: nichtbindige Böden

Legende

	steif - halbfest		U (Schluff)
	steif		G (Kies)
	weich		h (humos)
	mitteldicht		S (Sand)
	dicht		A (Auffüllung)
	sehr dicht		

Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

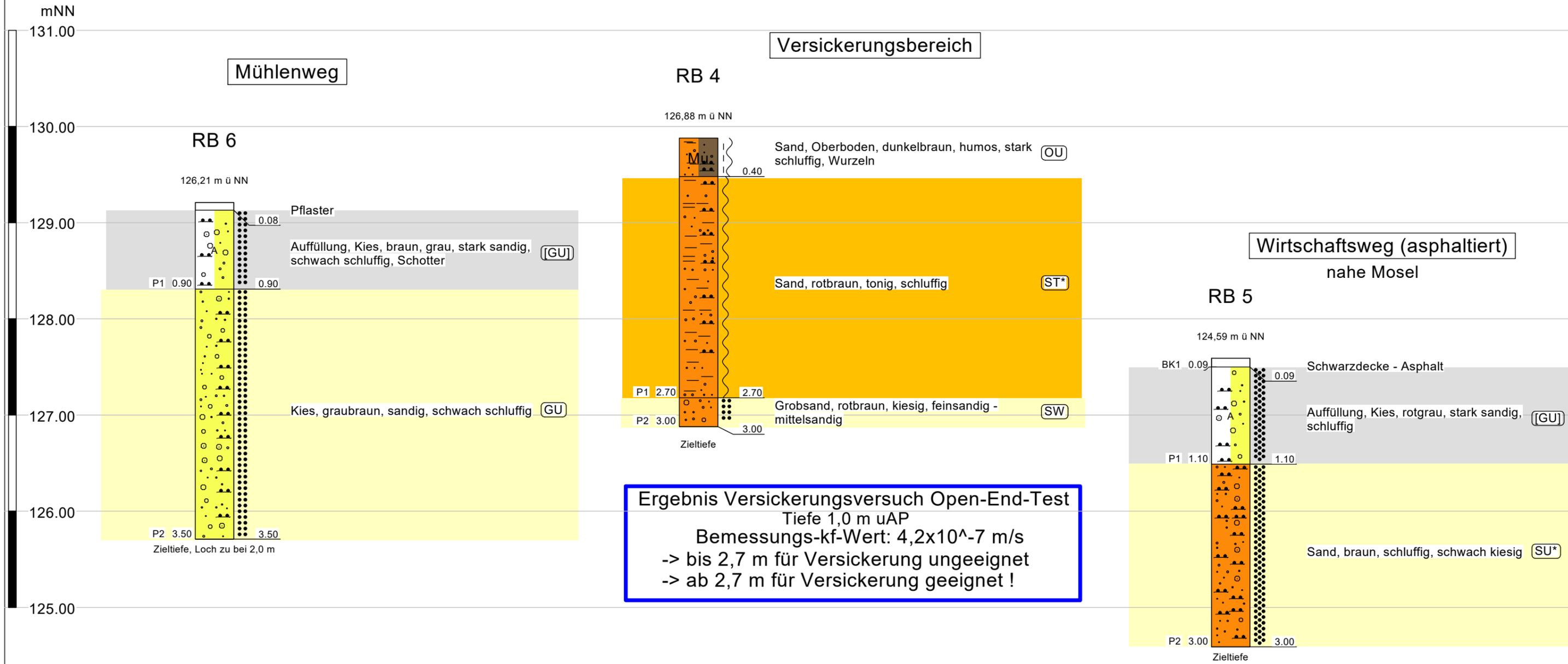
Ingenieurgesellschaft
Prof. Czurda und
Partner mbH
ICP
Geologen und Ingenieure
für Wasser und Boden
Johannes-Kepler-Straße 7
54634 Bitburg
Tel. (06561) 18824 Fax 942558

Objekt:
Erschließung NBG "Rioler Weg"
OG Longuich
Baugrunduntersuchung
Bohrprofile / Rammdiagramm
Höhenmaßstab: 1: 40

Anlage 2.1
zu Bericht Nr.:
SB21007
Dat.: 10.02.2021
Bearb.: PB

LAGA Analytik		
Bezeichnung [-]	Proben [-]	Zuordnungsklasse [-]
MP1	RB 1/3/5/6	Z0
MP2	RB 2/4	Z0*

Grund-, Schicht- oder Stauwasser wurde zum Zeitpunkt der Feldarbeiten (10.02.2021) bei den Aufschlüssen 4 und 5 bis zur jeweiligen Endteufe nicht nachgewiesen.
Bei RB 6 kollabierte das Bohrloch in einer Tiefe von 2,0 m uAP. Über tiefere Bereiche kann somit keine Aussage getroffen werden.



- Homogenbereich A: Auffüllungen
- Homogenbereich B1: bindige Böden
- Homogenbereich B2: nichtbindige Böden

Legende

	weich - steif		U (Schluff)
	weich		G (Kies)
	dicht		h (humos)
	sehr dicht		S (Sand)
			A (Auffüllung)

Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

 Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel. (06561) 18824 Fax 942558	Objekt: Erschließung NBG "Rioler Weg"	Anlage 2.2
	OG Longuich Baugrunduntersuchung	zu Bericht Nr.: SB21007
Bohrprofile / Rammdiagramm	Dat.: 10.02.2021	Bearb.: PB
Höhenmaßstab: 1: 40		

LAGA Analytik		
Bezeichnung [-]	Proben [-]	Zuordnungsklasse [-]
MP1	RB 1/3/5/6	Z0
MP2	RB 2/4	Z0*

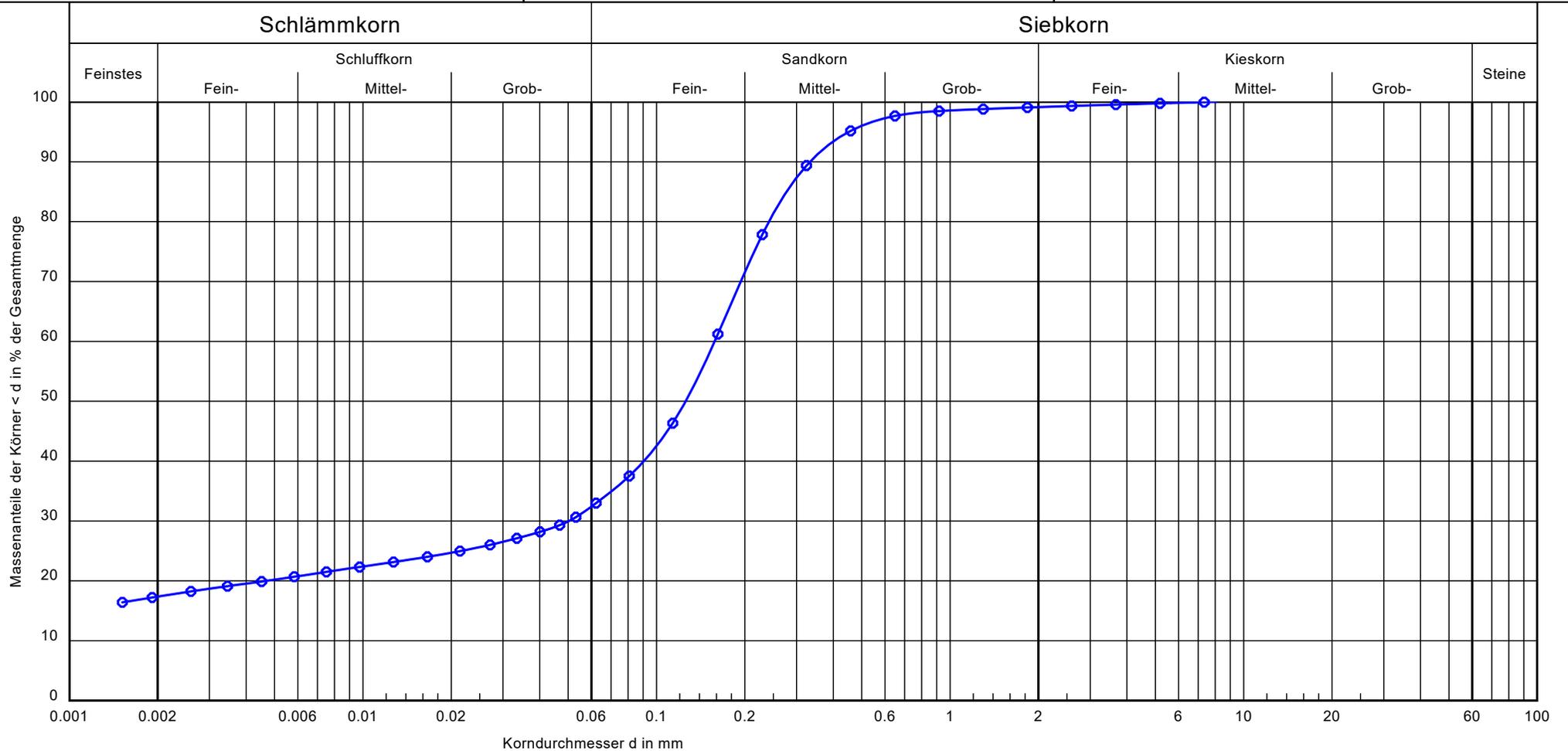
ICP - Ingenieurgesellschaft
 Prof. Czurda und Partner mbH
 Johannes-Kepler-Straße 7
 54634 Bitburg

Körnungslinie Erschließung NBG "Rioler Weg" OG Longuich

Prüfungsnummer: SB21007 RB4/P1
 Probe entnommen am: 10.02.2021
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Sieb-/Schlammanalyse

Bearbeiter: Hienerwadel

Datum: 18.02.2021



Bezeichnung:	RB4 / P1
Tiefe:	0,40 - 2,70 m
Bodenart:	S, t, u
kf [m/s] nach Mallet/Paquant	$1.6 \cdot 10^{-8}$
U/Cc:	-/-
Bodengruppe:	ST*
T/U/S/G [%]:	17.4/15.0/66.7/0.9
Frostempfindlichkeitsklasse:	F3

Bemerkungen:
 Wassergehalt: 18,1 M.-%
 Feinkornanteil: 32,4 M.-%

Bericht:
 SB21007
 Anlage:
 3

Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17 892 - 12

Erschließung NBG "Rioler Weg"

OG Longuich

Bearbeiter: AP

Datum: 22.02.2021

Prüfungsnummer: SB21007

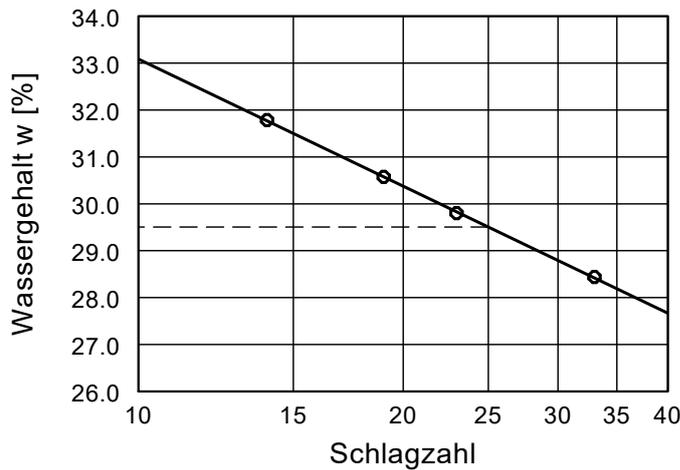
Entnahmestelle: RB 3 / P 2

Tiefe: 1,00 - 3,00 m

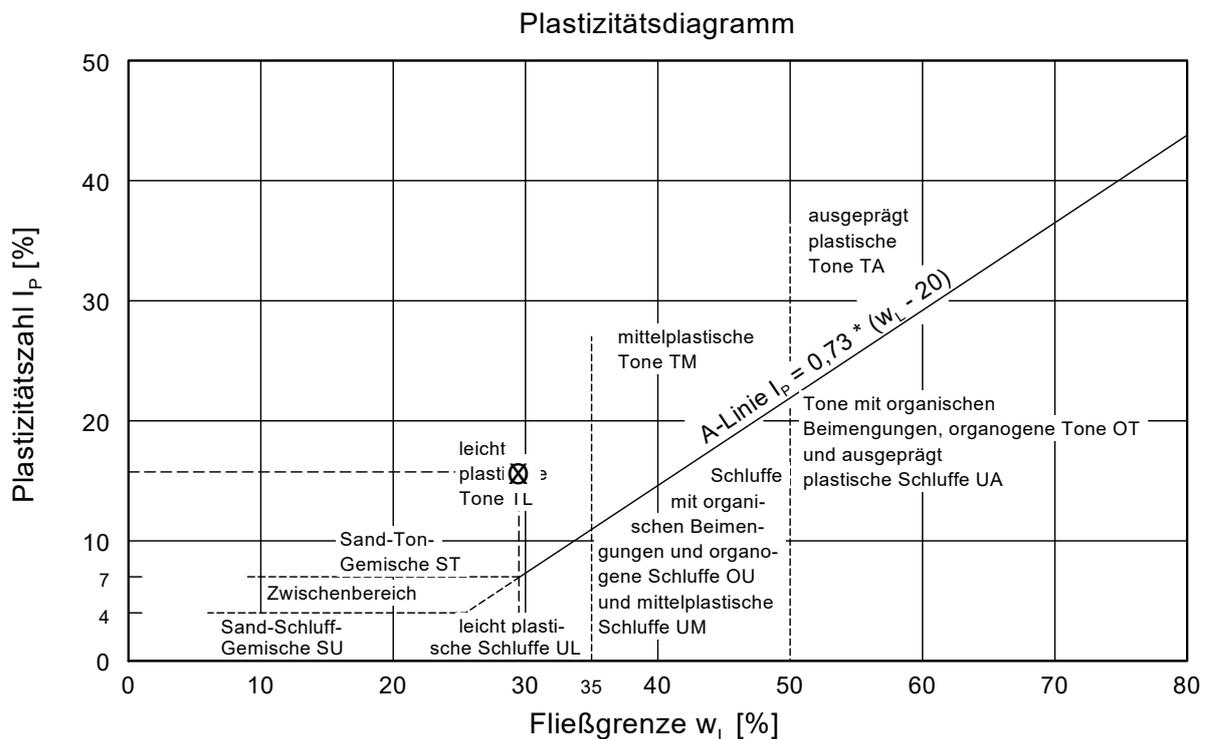
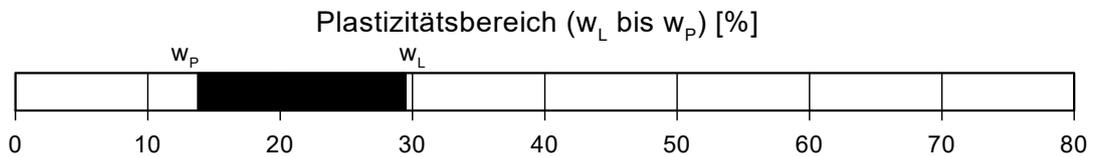
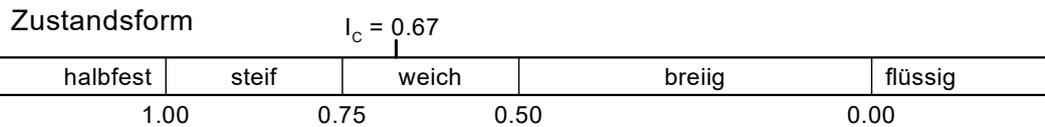
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: U,t,fs'

Probe entnommen am: 10.02.2021



Wassergehalt w =	18.1 %
Fließgrenze w_L =	29.5 %
Ausrollgrenze w_P =	13.8 %
Plastizitätszahl I_P =	15.7 %
Konsistenzzahl I_C =	0.67
Anteil Überkorn \ddot{u} =	4.6 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ =	1.5 %
Korr. Wassergehalt =	18.9 %



Bestimmung des Glühverlustes DIN 18128 - GL

Bauvorhaben:	Erschließung NBG "Rioler Weg" OG Longuich	Projekt: SB21007 Anlage 5
Messung am:	16.02.2021	
Prüfer:	Hienerwadel	
Bemerkungen:		

Prüfungsnummer	GL-1			
Entnahmestelle:	RB 2			
Probenbezeichnung:	P 1			
Entnahmetiefe:	0,1 - 0,7 m			
Bodenart:	S;g*,u,t'			
nat. Wassergehalt	11,6%			
Glühzeit 550°C	4 h			
Bestimmung des Glühverlustes				
Teilprobe 1				
Tara T	[g]	63,42		
Einwaage m(d)+T	[g]	113,65		
Auswaage m(gl)+T	[g]	112,36		
m(d)	[g]	50,23		
m(gl)	[g]	48,94		
V(gl)	[%]	2,57%		
Bestimmung des Glühverlustes				
Teilprobe 2				
Tara T	[g]	33,45		
Einwaage m(d)+T	[g]	66,57		
Auswaage m(gl)+T	[g]	65,78		
m(d)	[g]	33,12		
m(gl)	[g]	32,33		
V(gl)	[%]	2,39%		
Bestimmung des Glühverlustes				
Teilprobe 3				
Tara T	[g]	30,59		
Einwaage m(d)+T	[g]	69,24		
Auswaage m(gl)+T	[g]	68,35		
m(d)	[g]	38,65		
m(gl)	[g]	37,76		
V(gl)	[%]	2,30%		
Mittelwert V(gl)				
	[%]	2,42%		

Grenzwerte nach DIN 1054: V(gl) < 3% für nichtbindige , V(gl) < 5 % für bindige Böden

Versickerungsversuch im ausgebauten Bohrloch

Open-End-Test

(nach USBR Earth-Manual 1974)

Anlage 6

Projekt:	Erschließung NBG „Rioler Weg“, OG Longuich		
Projektnummer:	SB21007		
Ausgeführt am, durch:	19.01.2021	JK, NL	
Messstelle:	SV1 bei RB 4		
Versickerungstiefe u GOK [m]	1		
Druckhöhe H [m]	1,8	Innenradius Prüfrohr [m]	0,035
Versickerungszeit [s]	1800		
Versickerungsmenge	130 [ml]	<=>	0,00013 [m³]
Wasserzugabe Q [m³/s]	0,072 [ml/s]	<=>	7,22222E-08 [m³/s]

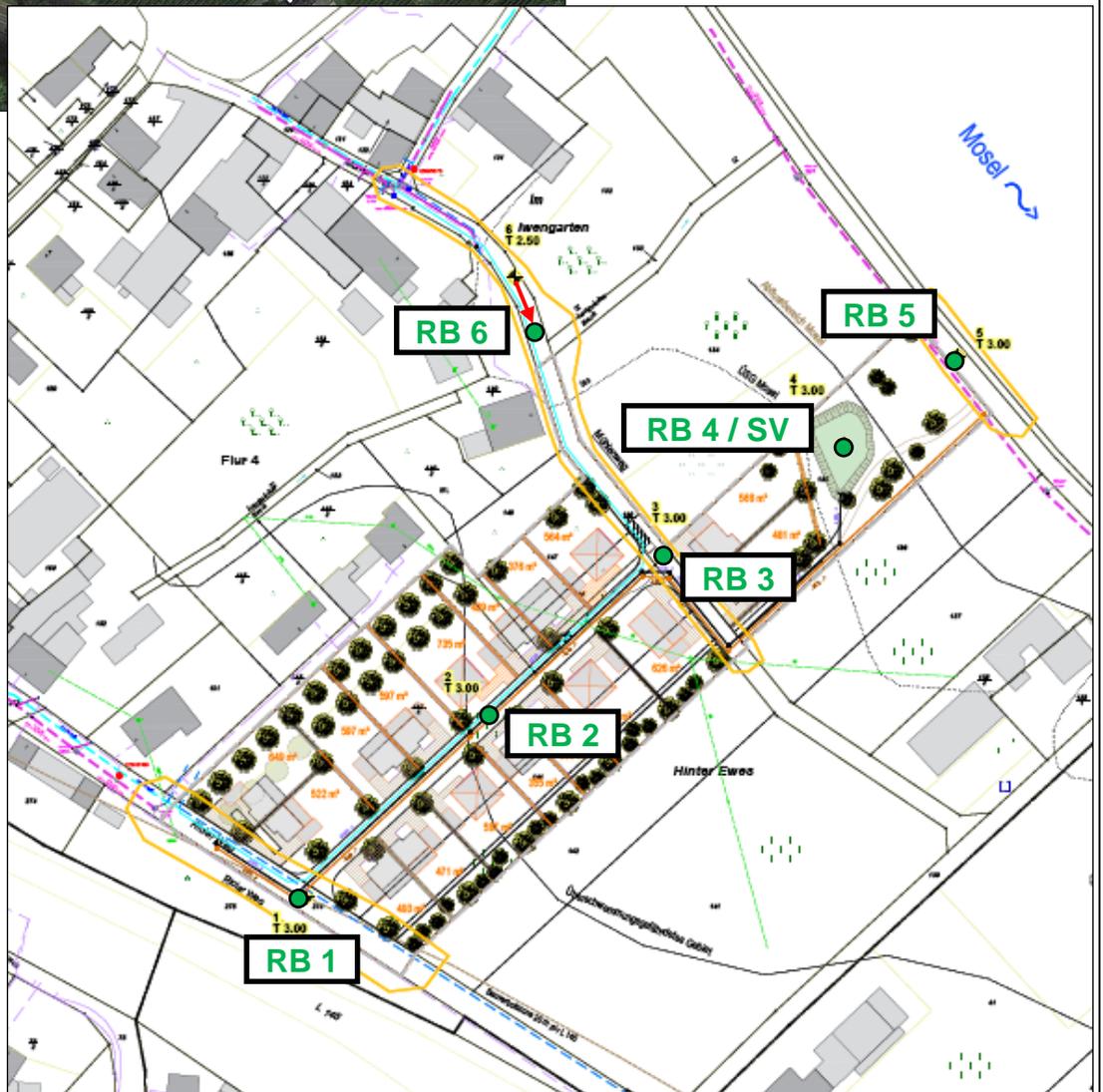
(unmaßstäbliche Prinzipskizze)

$$k = \frac{Q}{5,5 \cdot r \cdot H}$$

mit

- k = Infiltrationsrate [m/s]
- Q = Wasserzugabe [m³/s]
- r = Radius [m]
- H = konstante Druckhöhe [m]

k_f [m/s]	2,08E-07
Bemessungswert k_f [m/s] (Faktor 2)	4,17E-07



Legende

- RB Kleinrammbohrung
DN 80/60
- DPH Schwere Rammsondierung
- SV Schluckversuch
(Versickerungsversuch)

Objekt	Erschließung NBG „Rioler Weg“, OG Longuich
Proj.-Nr.	SB21007
Aufschlussdatum	10.02.2021
Maßstab	schematisch
Anlage	7
Bearbeiter	Begon



SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Postfach 1261 D-65220 Taunusstein

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

Prüfbericht 5170481
Auftrags Nr. 5666077
Kunden Nr. 10040865

Vanessa Kullik
Telefon +49 6128-744-335
Fax +49 6128-744-9499
Vanessa.Kullik@sgs.com



Environment, Health and Safety

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH
Im Maisel 14
D-65232 Taunusstein

Taunusstein, den 22.02.2021

Ihr Auftrag/Projekt: .
Ihr Bestellzeichen: SB21007
Ihr Bestelldatum: 15.02.2021

Erschließung NBG "Rioler Weg", OG Longuich

Untersuchungsumfang:
LAGA 2004 Tab.II.1.2-4/5
PAK

Prüfzeitraum von 15.02.2021 bis 18.02.2021
erste laufende Probenummer 210011417
Probeneingang am 16.02.2021

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

i.A. Vanessa Kullik
Kundenbetreuung

Seite 1 von 10

Probe 210011417

BK bei RB 5

Eingangsdatum:

16.02.2021

Eingangsart

Probenmatrix

Asphalt

durch IF-Kurier abgeholt

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
PAK (EPA) :					
Naphthalin	mg/kg	0,11	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	0,08	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg	0,68	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg	0,08	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthen	mg/kg	0,69	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg	0,53	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg	0,19	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg	0,21	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg	0,34	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg	0,07	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,20	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg	0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg	0,23	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg	0,15	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK gesamt	mg/kg	3,61		DIN ISO 18287	HE

Probe 210011418

BK bei RB 1

Eingangsdatum:

16.02.2021

Eingangsart

Probenmatrix

Asphalt

durch IF-Kurier abgeholt

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
PAK (EPA) :					
Naphthalin	mg/kg	13	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg	3,9	0,1	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg	25	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg	33	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg	120	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg	30	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthen	mg/kg	150	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg	100	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg	59	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg	55	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg	81	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg	23	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg	52	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg	9,7	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg	28	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg	27	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK gesamt	mg/kg	809,6		DIN ISO 18287	HE

Probe 210011419

MP2 - Wingert

Eingangsdatum:

16.02.2021

Eingangsart

Probenmatrix

Boden

durch IF-Kurier abgeholt

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

Feststoffuntersuchungen :

Trockensubstanz	Masse-%	90,5	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 15936	HE

Metalle im Feststoff :

Königswasseraufschluß				DIN EN 13657	HE
Arsen	mg/kg TR	9	2	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/kg TR	13	2	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/kg TR	30	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	15	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/kg TR	31	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	50	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-Trichlorethan	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

SB21007

Prüfbericht Nr. 5170481

Seite 5 von 10

Auftrag 5666077 Probe 210011419

22.02.2021

Probe MP2 - Wingert
Fortsetzung

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	< 0,05	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

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

SB21007

Prüfbericht Nr. 5170481
Auftrag 5666077 Probe 210011419

Seite 6 von 10
22.02.2021

Probe MP2 - Wingert
Fortsetzung

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

Eluatuntersuchungen :

Eluatansatz				DIN EN 12457-4	HE
pH-Wert		8,3		DIN EN ISO 10523	HE
Elektr.Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	46	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
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	< 0,005	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 ISO 12846	HE
Zink	mg/l	0,02	0,01	DIN EN ISO 11885	HE

Probe 210011420

MP1 - Straßen

Eingangsdatum:

16.02.2021

Eingangsart

Probenmatrix

Boden

durch IF-Kurier abgeholt

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

Feststoffuntersuchungen :

Trockensubstanz	Masse-%	90,4	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 15936	HE

Metalle im Feststoff :

Königswasseraufschluß				DIN EN 13657	HE
Arsen	mg/kg TR	10	2	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/kg TR	15	2	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/kg TR	25	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	27	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/kg TR	32	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	13	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-Trichlorethan	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

SB21007

Prüfbericht Nr. 5170481
Auftrag 5666077 Probe 210011420

Seite 8 von 10
22.02.2021

Probe MP1 - Straßen
Fortsetzung

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	0,12	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthren	mg/kg TR	0,06	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	0,18		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

SB21007

Prüfbericht Nr. 5170481
Auftrag 5666077 Probe 210011420

Seite 9 von 10
22.02.2021

Probe MP1 - Straßen
Fortsetzung

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

Eluatuntersuchungen :

Eluatansatz				DIN EN 12457-4	HE
pH-Wert		8,5		DIN EN ISO 10523	HE
Elektr.Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	139	1	DIN EN 27888	HE
Chlorid	mg/l	14	2	DIN ISO 15923-1	HE
Sulfat	mg/l	7	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	< 0,005	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 ISO 12846	HE
Zink	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE

Zusammenfassung der verwendeten Prüfmethode(n):

DIN 38414-17	1981-05
DIN 38414-20	1996-01
DIN EN 12457-4	2003-01
DIN EN 13657	2003-01
DIN EN 14039	2005-01
DIN EN 14346	2007-03
DIN EN 1483	2007-07
DIN EN 15936	2012-11
DIN EN 27888	1993-11
DIN EN ISO 10523	2012-04
DIN EN ISO 11885	2009-09
DIN EN ISO 12846	2012-08
DIN EN ISO 14402	1999-12
DIN EN ISO 14403-2	2012-10
DIN EN ISO 17294-2	2014-12
DIN EN ISO 17380	2013-10
DIN EN ISO 22155	2016-07
DIN ISO 15923-1	2014-07
DIN ISO 18287	2006-05

Die Laborstandorte mit den entsprechenden Akkreditierungsverfahrensnummern der SGS-Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter

<http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs2.pdf>.

*** Ende des Berichts ***

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter www.sgsgroup.de/agb zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbegrenzung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen. Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

Hinweis: Die Probe(n), auf die sich die hier dargelegten Erkenntnisse (die "Erkenntnisse") beziehen, wurde(n) ggf. durch den Kunden oder durch im Auftrag handelnde Dritte entnommen. In diesem Falle geben die Erkenntnisse keine Garantie für den repräsentativen Charakter der Probe bezüglich irgendwelcher Waren und beziehen sich ausschließlich auf die Probe(n). Die Gesellschaft übernimmt keine Haftung für den Ursprung oder die Quelle, aus der die Probe(n) angeblich/tatsächlich entnommen wurde(n).