

ICP – Johannes-Kepler-Straße 7 – D-54634 Bitburg

Verbandsgemeindeverwaltung Gerolstein
Kyllweg 1

54568 Gerolstein



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

Amtsgericht
Kaiserslautern
HRB2687

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

Geotechnischer Bericht

Projekt-Nr.: SB21238
Projekt: Erschließung NBG, Auf der Kirstheck, OG Oberehe-Stroheich
Betreff: Baugrunderkundung mit geotechnischem Bericht
Bearbeiter: Pascal Begon (B.Eng., B.Sc. UGW) /ns
Datum: 16.02.2022
Verteiler: vorab per E-Mail an elke.boumediene@gerolstein.de
Kopie per E-Mail an dirk.thiex@gerolstein.de

Inhaltsverzeichnis

1	Vorgang und Leistungsumfang	4
2	Baugrundbeschreibung.....	7
2.1	Geologie, Baugrundsichtung und Bodenkenngrößen.....	7
2.2	Hydrogeologische Verhältnisse und Versickerungseignung.....	11
3	Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung	13
4	Gebäudegründung.....	16
5	Erdbautechnische Hinweise	19
5.1	Baugruben und Gräben, Wasserhaltung.....	19
5.2	Wiederverwendung von Aushubböden	21
5.3	Grabenverfüllung	22
5.4	Rohr- und Schachtgründung.....	24
5.5	Anordnung von Sperrriegeln	25
6	Orientierende abfallrechtliche Voruntersuchung	26
6.1	Allgemeines.....	26
6.2	Aushub.....	27
6.3	Straßenaufbruch/Ausbauasphalt/Betonaufbruch	28
7	Empfehlungen zum Straßenbau / Bodenverbesserung.....	30
8	Qualitätssicherung	31
9	Versickerungseignung der anstehenden Böden	32
9.1	Allgemeines.....	32
9.2	Ermittlung des kf-Wertes im Feld	33
9.3	Ermittlung des kf-Wertes anhand der Korngrößenverteilung nach DIN 18123 ...	34
9.4	Interpretation der Ergebnisse	35
10	Schlussbemerkung	36

Anlagen:

1. Lageplan
2. Schichtenverzeichnisse nach DIN 4022
3. Bohrprofile nach DIN 4023 und
Rammdiagramme in Anlehnung an DIN EN ISO 22476-2
4. Korngrößenverteilung nach DIN 18123
5. Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12
6. Glühverlust nach DIN 18128
7. Versickerungsversuche
 - Auffüllversuche im verrohrten Bohrloch nach USBR Earth Manual (Open-End-Test)
8. Analytik: LAGA und PAK - Prüfberichtsnummer: AR-22-JN-000247-01 vom 10.01.2022 sowie
Prüfberichtsnummer: AR-22-JN-000213-01 vom 06.01.2022, Eurofins Umwelt Südwest
GmbH

Abkürzungen

<i>RB</i>	-	<i>Kleinrammbohrung (DN80/60)</i>
<i>DPH</i>	-	<i>Schwere Rammsondierung (dynamic probe heavy)</i>
<i>m üNN</i>	-	<i>Meter über Normalnull</i>
<i>m üAP</i>	-	<i>Meter über Ansatzpunkt</i>
<i>m üGOK</i>	-	<i>Meter über Geländeoberkante</i>
<i>OK</i>	-	<i>Oberkante</i>
<i>EG / UG / KG</i>	-	<i>Erdgeschoss / Untergeschoss / Kellergeschoss</i>
<i>FFB</i>	-	<i>Fertigfußboden</i>
<i>FP / BP / KD</i>	-	<i>Festpunkt / Bezugspunkt / Kanaldeckel</i>

1 Vorgang und Leistungsumfang

Die Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH (ICP) wurde im Namen und auf Rechnung der OG Oberehe-Stroheich über die VGV Gerolstein mit der Baugrunderkundung und der Erstellung eines geotechnischen Berichts mit einem Gründungsvorschlag für das obige Bauvorhaben beauftragt.

Vorhaben

Die OG Oberehe-Stroheich plant die Erschließung des Neubaugebietes „Auf der Kirstheck“ im Ortsteil Stroheich.

Alle Ansatzpunkte und der Untersuchungsumfang wurden mit dem AG abgesprochen.

Planunterlagen (AG-seitig)

- [1] Luftbild mit Schraffierung des NBG (Straßenführung, Baugrundstücke); M. 1 : 1000, erstellt von Landschaft-Objekt-Planung Im Faller 13, 56841 Traben-Trarbach (ohne Datum)

Fotos (Feldarbeiten)



Feldarbeiten (am 21.12.2021)

Zur Erkundung des Untergrundes wurden im Baufeld insgesamt **-3-** Kleinrammbohrungen RB 1 bis RB 3 (DN 80/60) nach DIN EN ISO 22475-1 bis in Tiefen von 0,6 m bis 1,8 m uAP abgeteuft – Bohrstillstand.

Weiterhin kamen zur Beurteilung der Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der im Bereich des Baufeldes anstehenden Lockergesteinsböden sowie zur Erkundung der Tiefenlage der nicht mehr rammbaren Übergangszone zum Festgestein insgesamt **-3- schwere Rammsondierungen** DPH 1 bis DPH 3 nach DIN EN ISO 22476-2 zur Ausführung. Die Sondierungen endeten in Tiefen zwischen 1,0 m und 2,5 m uAP, da kaum weiterer Sondierfortschritt zu verzeichnen war (Schlagzahlen $n_{10} > 50$).

In der Anschlussstraße „Zur Schirp“ wurde zusätzlich die Asphaltdecke zur Entnahme einer Probe mittels Kernbohrgerät „aufgebrochen“ (DN150) und anschließend mit Kaltasphalt wieder verfüllt.

Im westlichen Bereich der angedachten Bebauungsflächen wurden Versickerungsversuche, hier - **2-** Schluckversuche / Auffüllversuche SV 1 und SV 2 im verrohrten Bohrloch nach USBR Earth Manual (Open-End-Tests) zur Bestimmung der Durchlässigkeit durchgeführt. Die Versuchsprotokolle sind als Anlage 7 beigelegt.

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden mittels GNSS-Vermessung nach Lage (UTM-Koordinaten) und Höhe (m üNN) ermittelt.

Bodenmechanisches Labor

Zur Bodenklassifikation nach DIN 18196 wurden im bodenmechanischen Labor an **-1-** charakteristischen Bodenprobe die Korngrößenverteilung mittels Sieb- / Schlämmanalyse sowie an **-1-** charakteristischen Bodenprobe die Korngrößenverteilung mittels Siebanalyse nach DIN 18123 bzw. DIN EN 933 bestimmt (Anlage 4).

Zudem wurden an **-1-** charakteristischen Bodenprobe die Zustandsgrenzen nach ATTERBERG gemäß DIN EN ISO 17892-12 bestimmt (Anlage 5).

Zur Ermittlung des organischen Anteils wurde an **-1-** auffälligen Bodenprobe der Glühverlust nach DIN 18128-GL bestimmt (Anlage 6).

Analytik

Zur orientierenden abfalltechnischen Einstufung des voraussichtlich anfallenden Erdaushubs wurde **-1-** Mischprobe MP1 der aufgeschlossenen Böden erstellt und der Eurofins Umwelt Südwest GmbH zur laborchemischen Untersuchung nach LAGA¹ (2004) Tab.II.1.2-4/5 (Feststoff und Eluat) übergeben.

Der aus der Schwarzdecke entnommene Bohrkern wurde zur Durchführung quantitativer Untersuchungen auf teerhaltige Bestandteile (PAK) an Eurofins übermittelt.

Die Prüfberichte sind als Anlage 8 beigelegt.

¹ Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln

Bericht

Die Ansatzhöhen, Endteufen und Koordinaten der niedergebrachten Aufschlüsse (m uAP und m üNN) werden in der Tabelle 1 aufgeführt. Die Lage ist dem beigefügten Lageplan zu entnehmen (Anlage 1).

Tabelle 1: Höhen- und Koordinatenangaben

Höhen- und Koordinatenangaben				
Datum:	21.12.2021			
Beobachter:	Knauf			
Koordinatensystem:	UTM-Koordinatensystem			
Kleinrammbohrung (RB) Schwere Rammsondierung (DPH) Schluckversuch (SV)	UTM-Koordinaten		Ansatzpunkt (AP)	Endteufe
	Rechtswert [m]	Hochwert [m]	[m uAP]	[m uAP]
BK - Bohrkern	340023,156	5572559,350	523,744	0,11
RB1 / DPH1	340026,141	5572553,307	524,514	0,6 / 0,9
RB2 / DPH2	340056,959	5572469,209	532,576	0,7 / 1,3
RB3 / DPH3	340030,658	5572432,797	533,792	1,8 / 2,4
SV1	339994,244	5572529,316	523,441	1,0
SV2	339999,393	5572417,942	533,346	1,0

Die Aufschlussergebnisse wurden in Schichtenverzeichnissen nach DIN 4022 (Anlage 2) und Bohrprofilen nach DIN 4023 sowie in Schlagzahldiagrammen für Rammsondierungen in Anlehnung an DIN EN ISO 22476-2 dargestellt (Anlage 3).

Für die erbohrten Bodenschichten wurden die charakteristischen Bodenkenngößen nach DIN 1055, die Bodengruppen nach DIN 18196, die Bodenklassen nach DIN 18300: 2012-09, die Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTV E-StB 17 sowie die Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ nach DIN 1054:2010-12 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.

2 Baugrundbeschreibung

2.1 Geologie, Baugrundsichtung und Bodenkenngößen

Gemäß der Geologischen Übersichtskarte 1:200000 Blatt CC 6302 Trier (herausgegeben von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe; 1987) befindet sich das Untersuchungsgebiet in den sog. *Klerf-Schichten* der Unterems-Stufe (KL, Devon), die aus oft glimmerreichem Ton-schiefer, Siltsteinen und Sandsteinen sowie häufig rot gefärbten quarzitisches Sandsteinen bestehen. Westlich schließt sich der untere Teil des Eifelium an, welcher überwiegend aus gelblichem Kalk- und Mergelstein sowie Kalksandstein gebildet wird.

Im oberen Abschnitt der Festgesteinsoberfläche entstand durch physikalisch-chemische Entfestigung eine Felsübergangszone mit graduell entfestigtem Gesteinsverband. Das Festgestein wird flächig von seinen chemisch-physikalischen Verwitterungsprodukten überlagert, welche entsprechend der Kornzusammensetzung des Ausgangsgesteins allgemein als sandig, kiesige Lehme und lehmige Kiese mit erfahrungsgemäß zur Tiefe hin steigendem Anteil an tonig und sandig verwittertem Festgesteinsbruch zu charakterisieren sind.

Abfrage Bodenkarte BFD50 (Landesamt für Geologie RLP):

Böden aus gravitativ bewegten Sedimenten und Böden über Festgestein - Ranker aus flachem lössarmem, bimsascheführendem Gruslehm (Hauptlage) über Schutt aus Schiefer oder Sandstein (Devon).

In situ aufgeschlossene Baugrundsichtung

Unter Berücksichtigung der geschilderten regionalgeologischen Situation sowie auf Grundlage der Aufschlussergebnisse lassen sich die angetroffenen Baugrundverhältnisse in nachfolgende Schichtglieder (SG) unterteilen:

SG 0 - Oberboden

Der Oberboden ist durchwurzelt und wurde in einer Mächtigkeit von ca. 0,2 m aufgeschlossen, wobei die Dicke der Oberbodenschicht im Bau Feld darüber hinaus variieren kann. Wurzeln sind auch in tieferen Schichten aufgeschlossen worden (siehe Glühverlust).

SG I – Bindige Böden

Im Bau Feld wurden unterhalb des Oberbodens bis max. ca. 1,8 m uAP überwiegend $\pm$ sandige, $\pm$ kiesige und tonige Schluffe von mittlerer bis ausgeprägter Plastizität und $\pm$ schluffige, tonige, sandige Kiese von (ocker-)brauner Färbung in steifer bis fester Konsistenz aufgeschlossen, welche zusammenfassend als **Bindige Böden (Verwitterungslehme / -grus)** bezeichnet werden. Zur Tiefe nimmt der Verwitterungsgrad und damit der Feinkornanteil ab. Bereits ab 0,5 m uGOK liegt ein höherer Anteil an entfestigtem Ausgangsgestein vor, der mit der Tiefe weiter zunimmt.

SG II - Übergangszone zum Festgestein / Festgestein

Die **Übergangszone zum Festgestein bzw. das Festgestein** im Liegenden ist gemäß der Aufschlussergebnisse ab ca. 1,0 m bis 2,5 m uAP (unterhalb der Sondierstillstände) zu erwarten und wurde verfahrensbedingt nicht direkt aufgeschlossen.

Glühverlust

An -1- Bodenprobe (verstärktes Wurzelwachstum, dunkle Färbung) 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 6). 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 2: Glühverlust

Probe	Prüfnr.	Tiefe [m unter GOK]	Bodengruppe	Glühverlust [Masse-%]
RB 2 - P 1	GL-1	0,2 – 1,2	TM-TA / OU (bindig)	5,06

Die untersuchte bindige Bodenprobe mit der Prüfnummer GL-1 überschreitet den in DIN 1054 angegebenen Grenzwert des Glühverlusts von 5 M.-% für bindige Böden leicht.

Der Boden muss damit nicht zwangsläufig bis in diese Tiefe wie Oberboden behandelt werden, jedoch ist ein gewisses Augenmaß beim Aushub notwendig – Boden mit starkem Wurzelwachstum ist wie Oberboden zu separieren. Evtl. reichen die Wurzeln auch nicht bis in die Tiefe von 1,2 m und die Schicht, die als Oberboden betrachtet werden muss, kann bzgl. der Mächtigkeit verringert werden.

Die charakteristischen Kenngrößen für Baumaßnahmen der Geotechnischen Kategorie GK 1 der anstehenden Schichtglieder sind in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 3: Kenngrößen und Bodenparameter

	SG I Bindige Böden	SG II Übergangszone/ Festgestein¹⁾
Bodengruppe (DIN 18196)	TM-TA, GU*	--
Bodenklasse (DIN 18300:2012-09)	4	6, 7
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E-StB 17	F3	--
Homogenbereiche ²⁾ (DIN 18300:2019-09)	B1	X1, X2
Lagerungsdichte	--	--
Konsistenz	steif – fest	--
Plastizität	leicht - ausgeprägt	--
Wichte (DIN 1055) [kN/m ³]		
cal γ	19,5 – 21,0	22,0 – 24,0
cal γ'	9,5 – 11,0	12,0 – 14,0
Reibungswinkel cal ϕ' [Grad] (DIN 1055)	22,5 - 27,5	35,0 – 37,5 Kluftreibungswinkel
undrained Scherfestigkeit cal cu [kN/m ²] (DIN 1055)	15 – 40	--
Kohäsion cal c' [kN/m ²] (DIN 1055)	2 - 5	--
Steifemodul cal Es [MN/m ²]	TM-TA: 8 – 20 GU*: 30 - 60	>100
Bemessungswert des Sohlwiderstands für Streifenfundamente $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] (DIN 1054:2010-12) in Höhe der Gründungssohle	250 ¹⁾	700
Massenanteil (M.-%) (Schätzwerte)		
Steine	0 - 30	---
Blöcke	--	---
große Blöcke	--	---
LAGA / DepV Zuordnungsklasse	Z1.1 / nicht durchgeführt	---

¹⁾ 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 6.7. 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 6.7 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.

²⁾ Die Einteilung der Böden in Homogenbereiche erfolgte entsprechend nach ihrem Zustand vor dem Lösen und gemäß umweltrelevanter Inhaltsstoffe. 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.

³⁾ Auf Grundlage der regionalgeologischen Situation angenommene Werte

Tabelle 4: Allgemeine Zusammenfassung der Kennwerte der zugrunde gelegten Homogenbereiche

Homogenbereich	Kennwerte
O	Oberboden Durchwurzelt, humos
B1	Verwitterungslehme / -grus - bindige Böden der Bodengruppe TL, TM, TA, GU* leichte bis ausgeprägte Plastizität weiche bis halbfeste Konsistenz Steinanteil 0-30% LAGA Zuordnungsklasse: Z1.1 Bodenklasse 4 und 3
X1*	Fels mit sehr kleinen bis mittleren ($\triangle$ Würfel < 46 cm bzw. Kugel < 60 cm) Abmessungen der Gesteinskörper, vollständig bis mäßig verwittert, Trennflächenabstand <10 cm Bodenklasse 6
X2*	Fels mit mittleren ($\triangle$ Würfel < 46 cm bzw. Kugel < 60 cm) bis sehr großen Abmessungen der Gesteinskörper, schwach verwittert bis frisch, Trennflächenabstand >10 cm Bodenklasse 7

*nicht aufgeschlossen

2.2 Hydrogeologische Verhältnisse und Versickerungseignung

Grund-, Schicht- oder Stauwasser war zum Zeitpunkt der Feldarbeiten bei den durchgeführten Aufschlüssen bis zur jeweiligen Endteufe nicht nachweisbar. Gleichwohl ist eine zeitweilige, jahreszeitlichen Schwankungen unterliegende Schichtwasserführung bzw. die Ausbildung stauwasser Horizonte nicht generell auszuschließen.

Per Definition ist als Bemessungswasserstand der höchste aus langjähriger Beobachtung ermittelte Grundwasser-, Hochwasser- bzw. Schichtwasserstand – bezogen auf einen Beobachtungszeitraum von mindestens 20 Jahren – zuzüglich eines Sicherheitszuschlages von mindestens 0,40 m anzusetzen.

Der genaue Bemessungswasserstand für das Projektgebiet ist ggf. kostenpflichtig bei der zuständigen Behörde zu erfragen. Alternativ kann dieser auf der sicheren Seite auf Höhe der Geländeoberkante angesetzt werden.

Orientierend wurde eine Abfrage über www.wasserportal.rlp-umwelt.de durchgeführt:

Grundwassermessstelle Oberehe-Stroheich, Ortsrand Stroheich


Rheinland-Pfalz
LANDESAMT FÜR UMWELT

Stammdaten

Hauptwerte

Quellschüttungen

Analysen

Download

Messstellennummer	2718231600
Messstellenbezeichnung	Oberehe-Stroheich, Ortsrand Stroheich
Messstellenart	Quellen
Landkreis/Gemeinde	Oberehe-Stroheich
Rechtswert	339852
Hochwert	5572686
Messstelle aktiv	ja
Quantitative Beobachtung	-
Tiefe (m unter MPH)	-
FOK/FUK (m unter MPH)	-/-
Messpunkthöhe (MPH) (NN+m)	-
Geländehöhe (NN+m)	500
Grundwasserstockwerk	1
TK-Blatt-Nr	5706
Download Stammdaten	Download



Für weitere Fotos bitte Bild anklicken

Die Grundwassermessstelle liefert jedoch aktuell keine Daten. Lediglich eine chem. Analyse ist abrufbar.

Allgemeines

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

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

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

Versickerung

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^{-11} m/s auf. Sie sind demnach gemäß DIN 18130 als *schwach durchlässig* bis *sehr schwach durchlässig* zu klassifizieren und für eine gezielte Versickerung als **ungeeignet** zu beurteilen. Weiteres hierzu unter dem entsprechenden Kapitel 9.

3 Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung

Erdbebeneinwirkung

Oberehe-Stroheich (PLZ: 54578) in Rheinland-Pfalz gehört, bezogen auf die Koordinaten der Ortsmitte, zur Erdbebenzone 0 sowie zur Untergrundklasse R gemäß DIN EN 1998-1/NA:2011-01. Die Erdbebenzone 0 umfasst Gebiete, denen gemäß des zugrunde gelegten Gefährdungsniveaus ein Intensitätsintervall von 6,0 bis < 6,5 zugeordnet ist.

Die Gefährdung innerhalb jeder Erdbebenzone wird als einheitlich angenommen, abgesehen von Variationen, die sich durch unterschiedliche Untergrundbedingungen ergeben. Dazu wird zwischen den geologischen Untergrundklassen R - Fels, S - weicher Untergrund und T - Untergrund vom Übergangstyp unterschieden.

Im Einzelnen sind die Untergrundklassen wie folgt definiert:

- R :** Gebiete mit felsartigem Gesteinsuntergrund
- S :** Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung
- T :** Übergangsbereiche zwischen Gebieten der Untergrundklasse R und der Untergrundklasse S sowie Gebiete relativ flachgründiger Sedimentbecken

Allgemeines

Ab durchgehend 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 und als ungeeignet für Gründungszwecke zu beurteilen. Bindige Böden von weicher bis halbfester Konsistenz sind der Bodenklasse 4, bei breiig-weicher Konsistenz der Bodenklasse 2 und bei fester Konsistenz der Bodenklasse 6 nach DIN 18300: 2012-09 zugehörig.

Bindige Böden 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.

Nichtbindige Böden (unterhalb der Lehme anzunehmen) stellen ab mindestens mitteldichter Lagerung einen gut tragfähigen, unter statischer Belastung im Allgemeinen nur zu geringen Setzungen neigenden Baugrund dar. Sie sind in die Bodenklasse 3 einzuordnen.

Bereich geplante Erschließungsstraße

Unterhalb des Oberbodens sind oberflächlich (0,3 – 1,2 m) bindige Böden, mittel-ausgeprägt plastische Lehme (TM, TA) von steifer bis halbfester Konsistenz und darunter schluffiger Verwitterungsgrus (GU*) des SG I, von halbfester bis fester Konsistenz anzutreffen. Sie gehören der Bodenklasse 4 an. Ab fester Konsistenz auch der Bodenklasse 6. Die Aufschlussergebnisse weisen darauf hin, dass die anstehenden bindigen Böden relativ schnell in die Übergangszone wechseln (zwischen 1,0 m im Süden und 0,5 m im Norden).

Zur Tiefe ist eine zunehmende Festigkeit zu erwarten, die mit einem sinkenden Feinkornanteil und einer dichten bis sehr dichten Lagerung des anstehenden Verwitterungsgruses der Bodengruppe GU* / GU einhergeht, welcher dann auch zur Bodenklasse 3 und 6 zugeordnet werden kann.

Unterhalb des Verwitterungshorizonts ist die graduell entfestigte Übergangszone zu erwarten, die zur Tiefe in das Festgestein übergeht. Gemäß der schweren Rammsondierungen gehen die Böden **ab ca. 1,0 m bis ca. 2,5 m uGOK in die Übergangszone zum Festgestein bzw. das Festgestein selbst** (siehe Anlage 3 – Tiefenlage der Sondierungen) über.

Der Festgesteinshorizont im Liegenden stellt einen sehr gut tragfähigen, kaum zu Setzungen neigenden Baugrund dar. Eine genaue Differenzierung zwischen Bodenklasse 6 und 7 ist auf Grundlage der beauftragten Aufschlussverfahren nicht möglich.

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 sind bodenspezifisch in Anlehnung an PLACZEK (1985) und durch Korrelation zwischen Bohrung und schweren Rammsondierungen erfahrungsgemäß folgende Schlagzahlen zu erreichen:

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

Eine steife Konsistenz ist ab ca. 0,3 m anzunehmen.

Fazit

Allgemein ist der Baugrund ab ca. 0,3 m unter Geländeoberkante (uGOK) als durchgehend mäßig tragfähig (mind. steife Konsistenz) bis gut tragfähig (halfeste Konsistenz) zu bewerten. Eine Gründung sollte immer auf gleichwertig tragfähigem Baugrund stattfinden, um zu große Setzungsunterschiede zu vermeiden, welches im vorliegenden Fall gegeben sein kann. Bereichsweise liegt der Oberboden aufgrund hohen Wurzelwachstums evtl. bis in Stärken von ca. 1,0 m vor und ist entsprechend zu behandeln (siehe. Glühverlust).

Je nach angedachter Bebauung ist der Boden grundsätzlich gut tragfähig, jedoch ein erhöhter Aufwand beim Aushub zu berücksichtigen, bspw. bei Errichtung von Kellergeschossen, da teils bereits ab 1,0 m mit Festgestein (Bk6 und Bk7) zu rechnen ist.

Im Bereich der geplanten Straße ist ein mäßig (Süden) bis gut (Norden) tragfähiges Planum gegeben.

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 Böschungsneigung 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): 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 Abrundung 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).

4 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/m² und ein Sohlreibungswinkel α φ' von 22,5° für Streifenfundamente anzunehmen. Dabei wird angenommen, dass die Fundamente in bindigen Böden (Lehme) von mindestens steifer Konsistenz zu liegen kommen.

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

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 Sohlwiderstandes, 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 5 – 10 MN/m³ für bindige Böden** abgeschätzt werden, die jedoch abhängig von den Belastungen der Platte und den zu erwartenden Setzungen in Abhängigkeit der tatsächlichen Gründungshöhe sind.

Bei genauer Berechnung ergeben sich die ansetzbaren Bettungsmoduln aus der rechnerischen Sohlspannungsverteilung nach der Beziehung $k_s = \sigma/s$.

Hinweis

Die in der Literatur angegebenen Tabellenwerte der 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 Bettungsmoduln ermittelt werden.

5 Erdbautechnische Hinweise

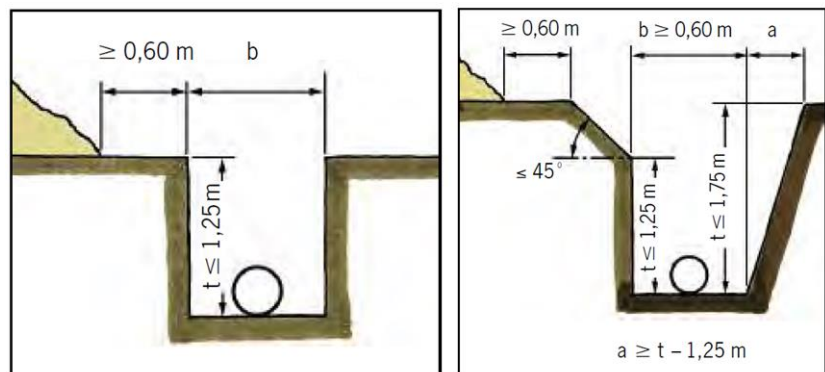
5.1 Baugruben und Gräben, Wasserhaltung

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 dürfen in Böden über dem Grundwasser 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

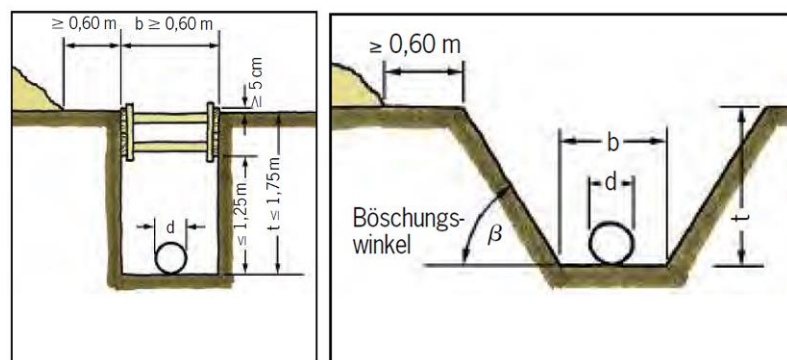


In mindestens steifen bindigen

Böden über dem Grundwasser sowie bei Fels darf die Aushubtiefe bis zu 1,75 m betragen, wenn der mehr als 1,25 m über der Sohle liegende Bereich der Wand unter einem Winkel von maximal 45° (1:1) geböschst 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 abgeboßten Wänden hergestellt oder verbaut werden. Die Böschungsneigung richtet sich unabhängig von der Lösbarkeit des Bodens nach dessen bodenmechanischen Eigenschaften unter Berücksichtigung der Zeit, während der die Baugrube offen zu halten ist und nach den äußeren Einflüssen, die auf die Baugrubenböschung wirken.



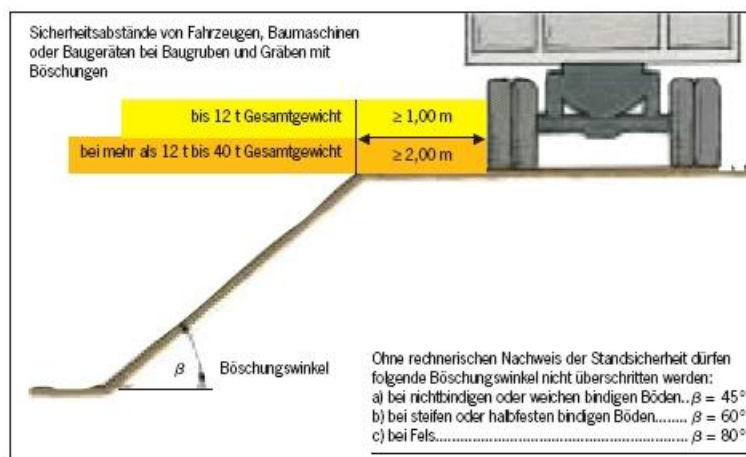
In Regelfällen dürfen Kurzzeitböschungen von Baugruben bis maximal 5 m Böschungshöhe über dem Grundwasser ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit bei Einhaltung der Regelabstände für Verkehrslasten gemäß DIN 4124 unter folgenden maximalen Böschungswinkeln hergestellt werden:

nicht bindige Böden	$\leq 45^\circ$
bindige Böden	$\leq 45^\circ$ bei weicher Konsistenz
	$\leq 60^\circ$ bei mindestens steifer Konsistenz
Festgestein	$\leq 80^\circ$

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

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

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



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

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

5.2 Wiederverwendung von Aushubböden

Bindige Böden - SGI

Böden mit hohem Feinkornanteil (u.a. Bodengruppe TL und TM, GU*), können durch Wassergehaltsänderungen schnell unbrauchbar werden und nur innerhalb eines eng begrenzten Wassergehaltsbereichs (steif-halbfeste Konsistenz, $I_c \approx 1$) verdichtbar, welches zum Zeitpunkt der Feldarbeiten gegeben war. *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).*

Je höher der Anteil an Sand / Kies / Stein in den Böden umso besser sind diese hinsichtlich des Wiedereinbaus geeignet.

Festgestein (±verwittert) - SGII

Der im Zuge der Erdarbeiten zu lösende **Fels** kann grundsätzlich für größere Schüttungen im Erd- und Straßenbau wiederverwendet werden, sofern im Rahmen der Verdichtungsarbeiten eine hinreichende Zerkleinerung des Festgesteins gewährleistet ist. Größere Steine/Findlinge/Blöcke können nur nach entsprechender Aufbereitung im Brecher oder Überfahung mit schwerem Gerät (Bagger, Raupe) wieder eingebaut werden.

Nach erfolgter Zerkleinerung kann das gebrochene Material prinzipiell bei geeignetem Wassergehalt auch für die lagenweise verdichtete Verfüllung von Arbeitsräumen bzw. die Kanal- und Leitungsgrabenverfüllung entsprechend den Verdichtungsanforderungen der ZTVE-StB 17 wiederverwendet werden. Gegebenenfalls ist eine dosierte Anfeuchtung des gebrochenen Festgesteins auf einen verdichtungsfähigen Wassergehalt (erdfeuchter Zustand) vor dem Wiedereinbau erforderlich.

Die Böden, 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.

Sofern zusätzlich Fremdmaterial eingebaut werden muss, empfehlen wir die Verwendung von gut verdichtbaren, grob- bzw. gemischtkörnigen, gut kornabgestuften Erdstoffen der Bodengruppen SU, GU, SW, GW (z. B. Sandsteinbruch, Kies-Sand, Hartsteinmaterial oder güteüberwachtes Recyclingmaterial der Lieferkörnung 0/45, 0/56 oder 0/100 oder vergleichbares).

Im Rahmen der Erdarbeiten ist grundsätzlich auf eine hinreichende Entwässerungsmöglichkeit des jeweiligen Arbeitsplanums (Längs- bzw. Quergefälle, Entwässerungsgräben) zu achten. Die allgemeinen Empfehlungen und Richtlinien zum Schutz des Erdplanums vor Witterungseinflüssen (z. B. ZTV E-StB 17) sind zu beachten.

Hinweis

Die Angaben beziehen sich ausschließlich auf die bodenmechanischen Eigenschaften der Aushubböden. Um Aufschluss über die Verwertungsmöglichkeiten geben zu können, ist eine orientierende Deklarationsanalyse nach LAGA Tab.II.1.2-4/5 durchgeführt worden.

5.3 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.

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

Die nichtbindigen Böden unterhalb der Lehme sind für den Wiedereinbau bei optimalem Wassergehalt generell geeignet und sollten vor Witterung durch Abplanen geschützt werden.

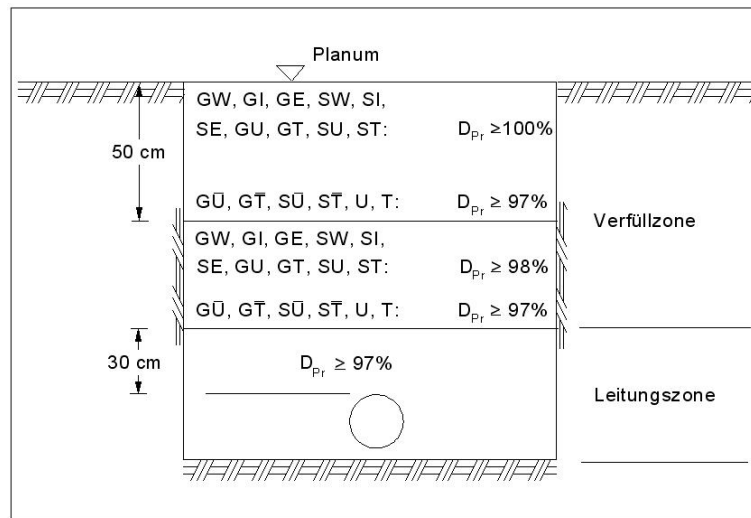
Überwiegend werden nichtbindige Böden, Sande und Kiese, beim Aushub anfallen und können auch wieder zur Verfüllung herangezogen werden. Der Wassergehalt sollte dabei nicht zu hoch und nicht zu niedrig sein.

Allgemeiner Hinweis

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

Der Wiedereinbau solcher Böden ist nur bei Einsatz von Weißfeinkalk oder hydraulischen Mischbindern zur Reduzierung der Wassergehalte und zur Verbesserung der Verdichtungswilligkeit der Böden möglich. Erfahrungsgemäß ist hierbei von einem Bedarf an Weißfeinkalk oder Mischbinder von ca. 2 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 angegebenen Mindestanforderungen bezüglich des Verdichtungsgrades D_{Pr} in den jeweiligen Tiefenbereichen gestellt:



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.

Der Verdichtungsgrad ist zu kontrollieren!

Das Zufließen von Oberflächenwasser aus Niederschlägen sollte durch die Anordnung von Sperrriegeln verhindert werden.

5.4 Rohr- und Schachtgründung

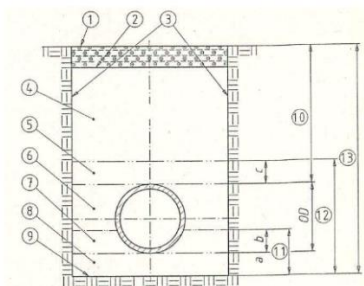
Eine Rohrbettung in den Lockergesteinsböden des Schichtglieds SG I kann bei **mindestens mitteldichter Lagerung oder steifer Konsistenz (gemäß Aufschlüssen überall gegeben)** ohne zusätzliche Baugrundverbesserungsmaßnahmen erfolgen. Dabei ist auf die Steinfreiheit des Bettungsmaterials zu achten. Partiiell wird auch eine Bettung in der Übergangszone / auf Festgestein erforderlich werden. Hier ist darauf zu achten, dass der Fels entsprechend abgehobelt wird und eine Bettungsschicht vorgesehen wird, sodass keine Punktlagerungen / Spannungsspitzen entstehen, die Schäden am Rohr verursachen können.

Für den Fall, dass bereichsweise weiche, nicht standfeste Partien auftreten, sind diese mit einer Mächtigkeit von mindestens 30 bis 40 cm gegen geeignetes gut verdichtbares Austauschmaterial (z. B. Sandsteinbruch oder Vorsiebmaterial, Bodengruppe GU oder GW, Das Rohraufleger ist nachzuverdichten.

Kann die Filterstabilität gegenüber dem anstehenden Erdreich nicht gewährleistet werden, ist der Austauschkörper in ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 3 (Trennvlies mit $\geq 150 \text{ g/m}^2$) einzuschlagen oder durch Magerbeton zu ersetzen.

Die Ausbildung (Auflagerwinkel) ist entsprechend den Anforderungen des Rohrtyps zu wählen. Die Verlegehinweise und Richtlinien, insbesondere die statische Berechnung des Rohrherstellers sind zu beachten.

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 Verbindung

bzw.

$c \geq 150 \text{ mm}$
über Rohrschaft

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

5.5 Anordnung von Sperrriegeln

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

Leitungsgräben in Böden mit geringer Wasserdurchlässigkeit (bindige Böden) 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 Leitungsgraben 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.

6 Orientierende abfallrechtliche Voruntersuchung

6.1 Allgemeines

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 5: Einbauklassen nach LAGA

Einbauklasse	Entsorgung
Z0	ohne Einschränkungen, Verwertung in bodenähnlichen Anwendungen, Verfüllung von Abgrabungen
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. Auf einer Deponie

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.

6.2 Aushub

Zur orientierenden abfalltechnischen Einstufung des voraussichtlich anfallenden Erdaushubs wurde **-1-** Mischprobe MP1 aus den aufgeschlossenen Böden erstellt. Die Mischprobe setzt sich hauptsächlich aus Lehmen und lehmigen Kiesen (Bewertung nach L/U) zusammen.

Der Analyseumfang ist nachfolgender Tabelle zu entnehmen. Die Ergebnisse (Analysebericht und Vergleichstabelle) sind in Anlage 8 beigelegt.

Gemäß den geltenden Bestimmungen wird unabhängig vom gewählten Entsorgungsweg folgende Einstufung vorgenommen:

Tabelle 6: Untersuchungsergebnisse und orientierende Einstufung - Boden

Beschreibung	MP 1
Probenart	Boden – U,G,s,t
Homogenbereich	B1
Entnahme durch	Knauf (ICP)
Entnahmedatum	21.12.2021
Entnahmestelle	RB1, RB 2, RB 3
Analyseumfang	LAGA (2004)
Beurteilung	
Befund	Arsen: 18,4 mg/kg TS → maßgebend Nickel: 51 mg/kg TS
LAGA- / DepV-Zuordnungsklasse	Z1.1 / nicht ermittelt
AVV	17 05 04

Bewertung:

Bei der Mischprobe wurde als für die Einstufung maßgebender, leicht erhöhter, Parameter Arsen im Feststoff festgestellt, welcher eine Einstufung in die **LAGA-Zuordnungsklasse Z1.1** bedingt.

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

6.3 Straßenaufbruch/Ausbauasphalt/Betonaufbruch

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)

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 K2 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.

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

Tabelle 7: Untersuchungsergebnis und orientierende Einstufung - Asphalt

Beschreibung	BK
Entnahmestelle	BK nördlich von RB 1 Straße „Zur Schirp“ 
Probenart	Straßenaufbruch
Bohrkern (Dicke)	 (11 cm)
Beurteilung	
Σ PAK [mg/kg]	-/-
Benzo(a)pyren [mg/kg]	-/-
AVV	17 03 02
Teerrichtlinie RLP	Verwertungsklasse A

Bewertung:

Es wurden keine Gehalte an PAK oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen. Der anfallende Straßenaufbruch ist demnach als **nicht teerhaltig** einzustufen!

7 Empfehlungen zum Straßenbau

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

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

Im Bereich des Erdplanums sind nach den Aufschlussergebnissen überwiegend Böden der Bodenklasse 4 und 3 nach DIN 18300:2012-09 zu bearbeiten.

Auf Grundlage der durchgeführten Aufschlussarbeiten, basierend auf Erfahrungswerten mit vergleichbaren Böden, muss davon ausgegangen werden, dass die in Höhe des Erdplanums überwiegend anstehenden bindigen Böden der Bodengruppen TM, TA und GU* nach DIN 18196 die Tragfähigkeitsanforderung $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$ auch unter optimalen Bedingungen (geeigneter Wassergehalt, gute Witterungsbedingungen, geeignetes Verdichtungsgerät, etc.) **im südlichen Bereich (RB1) teils nicht erfüllen. Erfahrungsgemäß muss davon ausgegangen werden, dass vielmehr auch bei optimalen Witterungsbedingungen und fachgerechter Bauausführung lediglich erzielbare Tragfähigkeiten in der Größenordnung von ca. $E_{v2} \approx 20 \text{ MPa}$ bis ca. $E_{v2} \approx 35 \text{ MPa}$ zu erwarten sind. Im Bereich der RB 2 und RB 3 können die Werte auf Höhe des Planums nach aktueller Einschätzung erfüllt werden!**

Die Einschätzung der Tragfähigkeit des Erdplanums von Verkehrsflächen im Rahmen der geotechnischen Baugrunduntersuchung ist schwierig und kann im Vorfeld nur abgeschätzt werden, gleichzeitig ist die Bestimmung der Tragfähigkeit des Erdplanums eine wichtige Aufgabenstellung im Rahmen der Straßenplanung, um gegebenenfalls erforderliche Mehrdicken zur Herstellung ausreichend tragfähiger Unterbauten benennen zu können.

Zur Herstellung eines den Anforderungen der RStO 12 / ZTV E-StB 17 genügenden Erdplanums sollte aus diesem Grund im Rahmen der Ausschreibung ein Bodenaustausch mit grobkörnigem Material aufgeführt werden.

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

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 Versickerungseignung der anstehenden Böden

9.1 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 *Topografie der Bodenoberfläche* (Anfall von Oberflächenwasser) eine Rolle.

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 kommen für die Versickerung Lockergesteinsböden in Frage, deren k_f -Werte (Durchlässigkeitsbeiwerte) im Bereich von 1×10^{-3} bis 1×10^{-6} m/s liegen (Flächenversickerung 2×10^{-5} m/s). Weiterhin muss zur Reinigung der eingeleiteten Niederschlagswässer eine ausreichend mächtige, belebte Bodenzone vorhanden sein (ca. 0,3 m). Bei einer Bodenpassage in entsprechender Größenordnung wird ein Großteil der zumeist partikelgebundenen Schadstoffe zurückgehalten.

Der Abstand zwischen höchstem Grundwasserstand und Sohle der Versickerungsanlage muss mindestens 1 m betragen.

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

9.2 Ermittlung des kf-Wertes im Feld

Open-End-Test

Zur Ermittlung der Infiltrationsrate wurden **-2-** Schluckversuche, sog. Open-End-Tests, **SV 1** und **SV 2** durchgeführt. Die Versuchsprotokolle liegen in Anlage 7 bei.

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



$$k = \frac{Q}{5,5 \cdot r \cdot H} \quad (m/s)$$

mit Q = Wasserzugabe (m^3/s)
 r = Radius des Rohres (m)
 H = konstante Druckhöhe (m)

Versuchsanordnung Open-End-Test und Bestimmungsgleichung

Bei dem durchgeführten Versuch lag die Rohrsohle in einer Tiefe von 1,0 m uAP. Bei den in diesem Tiefenbereich anstehenden Böden handelt es sich um tonige, sandige, stark kiesige Schluffe. Der erzielte kf-Wert liegt bei $1,54/1,70 \times 10^{-7} \text{ m/s}$.

Bei der Durchführung der Versickerungsversuche wurden Durchlässigkeitsbeiwerte ermittelt. Zur Festlegung des Bemessungs-kf-Wertes eines Feldversuches ist nach dem Anhang B des Regelwerkes DWA A 138 ein Korrekturfaktor von 2 zu berücksichtigen, um der Ungenauigkeit durch evtl. nicht ausreichende Aufsättigung der anstehenden Böden entgegenzuwirken. **Unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors ergibt sich somit ein Bemessungs-kf-Wert von $3,1/3,4 \times 10^{-7} \text{ m/s}$, womit die Böden ab dieser Tiefe als schwach durchlässig zu bezeichnen sind.**

9.3 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 die Korngrößenverteilung mittels kombinierter Sieb-/Schlammanalyse nach DIN 18123 bestimmt (s. Anlage 4).

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

Tabelle 8: 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 9: Ergebnisse der k_f -Wert-Bestimmung anhand der Korngrößenverteilung

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]
RB3 / P2	1,2-1,8	MALLETT/PAQUANT	GU*	$1,3 \cdot 10^{-7}$	0,2	$2,6 \cdot 10^{-8}$

9.4 Interpretation der Ergebnisse

Der anstehende Boden unterhalb des Oberbodens setzt sich zunächst mehrheitlich aus feinkörnigen Verwitterungslehmen zusammen, welche einen hohen Feinkornanteil aufweisen. Je höher der Feinkornanteil umso geringer stellt sich die Durchlässigkeit dar. Zur Tiefe nimmt der Feinkornanteil ab, dafür jedoch die Lagerungsdichte der Böden enorm zu.

Die Feldversuche Open-End-Test (Schluckversuche) wurden in einer Tiefe von 1,0 m in den anstehenden Verwitterungslehmen von steifer/halbfester Konsistenz durchgeführt. Unterhalb sind Böden der Bodengruppe GU* wie bei allen Bohrungen anzunehmen. Die Schluckversuche ergaben gemittelt einen korrigierten Durchlässigkeitsbeiwert von $k_{f,k} = 3,3 \times 10^{-7} \text{ m/s}$. Nach Beachtung des Korrekturfaktors bei den Korngrößenverteilungen ergibt sich des Weiteren für den untersuchten Tiefenbereich >1,0 m ein k_f -Wert von nur $2,6 \times 10^{-8} \text{ m/s}$. Da die Aussagegenauigkeit wie bereits erwähnt nach Mallet/Paquant gering ist, sollte der Fokus zunächst auf das Ergebnis der Feldversuche gelegt werden.

Das DWA-A 138 Regelwerk (Ausgabe April 2005) gibt eine Mindestdurchlässigkeit für gezielte Regenwasserversickerungen von $1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ an, demnach sind die anstehenden Lockergesteinsböden in der Tiefe für eine Versickerung nach diesem Regelwerk **nicht geeignet!**

Sind die k_f -Werte $< 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$, stauen Versickerungsanlagen lange ein, und es können anaerobe Verhältnisse auftreten, die Rückhalte- und Umwandlungsvermögen negativ beeinflussen.

Gemäß den wasserwirtschaftlichen Zielvorgaben und Forderungen der Wassergesetze (Wasserhaushaltsgesetz und Landeswassergesetz Rheinland-Pfalz) soll das anfallende, nicht behandlungsbedürftige Niederschlags- bzw. Oberflächenwasser möglichst dezentral zurückgehalten und, wenn möglich, am Entstehungsort versickert werden. Es sind alle vertretbaren Möglichkeiten einer Niederschlagswasserverwertung und -versickerung bzw. Zwischenspeicherung auszuschöpfen.

Neue Flächenbefestigungen sind wasserdurchlässig herzustellen.

Bei dezentralen Anlagen erfolgt die Versickerung auf dem Grundstück, auf dem das Niederschlagswasser anfällt. Voraussetzung ist in allen Fällen, dass die Versickerung hinsichtlich der Durchlässigkeit und Aufnahmefähigkeit des Bodens möglich und hinsichtlich der Grundwassergefährdung tolerierbar ist.

Neben dem Umstand, dass durch die geringe Durchlässigkeit der anstehenden Böden, lange Verweilzeiten von Niederschlagswasser in Versickerungsanlagen entstehen und deshalb ein ständiges Überlaufen der Anlagen zu erwarten wäre, ist zudem eine Vernässung des Untergrundes eine weitere Folge, wodurch angrenzende Bebauung evtl. negativ beeinträchtigt werden könnte. Sollten Versickerungsanlagen hergestellt werden, sind diese entsprechend groß zu dimensionieren und die Situation im Versagensfall (Überlaufen der Anlagen) hinreichend zu prüfen und entsprechende Vorkehrungen bei den Planungen zu berücksichtigen.

Es sollte bspw. ein schadloser Überlauf in angrenzende unbebaute Areale, welche eine zeitweise Vernässung gefahrlos zulassen oder in das Kanalnetz vorgesehen werden.

10 Schlussbemerkung

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

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

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

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

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

ICP Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH



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

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



Legende

- RB Kleinrammbohrung DN 80/60
- DPH Schwere Rammsondierung
- BK Bohrkern (Schwarzdecke)
- SV Schluckversuch (Versickerung)

Objekt	Erschließung NBG Auf der Kirstheck, OG Oberehe-Stroheich
Proj.-Nr.	SB21238
Aufschlusssdatum	21.12.2021
Maßstab	schematisch
Anlage	1
Bearbeiter	PB

ICP mbH Am Tränkwald 27 67688 Rodenbach Tel.: 06374-80507-0 Fax: 06374-80507-7	Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkten Proben	Bericht: SB21238 Anlage: 2
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: Erschließung NBG, Auf der Kirstheck, OG Oberehe-Stroheich

Bohrung SV 1 / Blatt: 1							Höhe: 523,44 m üNN			Datum: 21.12.2021		
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							
0.20	a) Mutterboden, Schluff, tonig, sandig, kiesig, humos, Wurzeln, Gras					DN 80		kp	0.20			
	b)											
	c) steif		d) mäßig schwer zu bohren		e) dunkelbraun							
	f)		g)		h) OU i)							
1.00	a) Schluff, tonig, sandig, stark kiesig					DN 80		P1	1.00			
	b)											
	c) halbfest		d) sehr schwer zu bohren		e) ockerbraun							
	f)		g)		h) TM 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 Am Tränkwald 27 67688 Rodenbach Tel.: 06374-80507-0 Fax: 06374-80507-7	Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Bericht: SB21238 Anlage: 2
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: Erschließung NBG, Auf der Kirstheck, OG Oberehe-Stroheich

Bohrung RB 1 / Blatt: 1							Höhe: 524,51 m üNN		Datum: 21.12.2021		
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						
0.20	a) Mutterboden, Schluff, tonig, sandig, kiesig, humos, Wurzeln, Gras					DN 80		kp	0.20		
	b)										
	c) steif		d) mäßig schwer zu bohren		e) dunkelbraun						
	f)		g)		h) OU i)						
0.60	a) Kies, stark schluffig, tonig, sandig					DN 80		P1	0.60		
	b)										
	c) fest		d) sehr schwer zu bohren		e) ockerbraun						
	f)		g)		h) GU* i)						
	a)										
	b)										
	c)		d)		e)						
	f)		g)		h) i)						
	a)										
	b)										
	c)		d)		e)						
	f)		g)		h) i)						
	a)										
	b)										
	c)		d)		e)						
	f)		g)		h) i)						

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Am Tränkwald 27 67688 Rodenbach Tel.: 06374-80507-0 Fax: 06374-80507-7	Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Bericht: SB21238 Anlage: 2
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: Erschließung NBG, Auf der Kirstheck, OG Oberehe-Stroheich

Bohrung RB 2 / Blatt: 1							Höhe: 532,58 m üNN			Datum: 21.12.2021		
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		
0.20	a) Mutterboden, Schluff, tonig, sandig, kiesig, humos, Wurzeln, Gras					DN 80		kp	0.20			
	b)											
	c) steif		d) mäßig schwer zu bohren		e) dunkelbraun							
	f)		g)		h) OU					i)		
0.70	a) Kies, schluffig, schwach feinsandig, schwach mittelsandig					DN 80 feucht		P1	0.70			
	b)											
	c) fest		d) sehr schwer zu bohren		e) ockerbraun							
	f)		g)		h) GU*					i)		
	a)											
	b)											
	c)		d)		e)							
	f)		g)		h)					i)		
	a)											
	b)											
	c)		d)		e)							
	f)		g)		h)					i)		
	a)											
	b)											
	c)		d)		e)							
	f)		g)		h)					i)		

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Am Tränkwald 27 67688 Rodenbach Tel.: 06374-80507-0 Fax: 06374-80507-7	Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben	Bericht: SB21238 Anlage: 2
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: Erschließung NBG, Auf der Kirstheck, OG Oberehe-Stroheich

Bohrung RB 3 / Blatt: 1							Höhe: 533,79 m üNN			Datum: 21.12.2021		
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		
0.20	a) Mutterboden, Schluff, tonig, sandig, kiesig, humos, Wurzeln, Gras					DN 80		kp	0.20			
	b)											
	c) steif		d) mäßig schwer zu bohren		e) dunkelbraun							
	f)		g)		h) OU					i)		
1.20	a) Schluff, tonig, sandig, kiesig, feine Wurzeln					DN 80, DN 60		P1	1.20			
	b)											
	c) steif		d) schwer zu bohren		e) braun							
	f)		g)		h) TM - TA					i)		
1.80	a) Kies schluffig, schwach tonig, schwach feinsandig, schwach grobsandig											
	b)											
	c) fest		d)		e) ockerbraun							
	f)		g)		h) GU*					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 Am Tränkwald 27 67688 Rodenbach Tel.: 06374-80507-0 Fax: 06374-80507-7	Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Bericht: SB21238 Anlage: 2
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: Erschließung NBG, Auf der Kirstheck, OG Oberehe-Stroheich

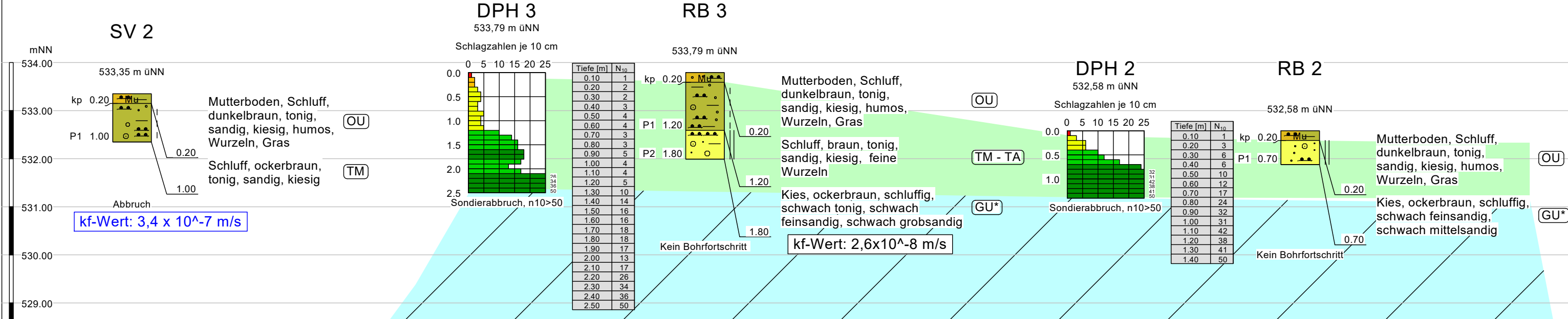
Bohrung SV 2 / Blatt: 1							Höhe: 533,35 m üNN		Datum: 21.12.2021		
1	2					3	4	5	6		
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen					Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾						Art	Nr	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						
0.20	a) Mutterboden, Schluff, tonig, sandig, kiesig, humos, Wurzeln, Gras					DN 80		kp	0.20		
	b)										
	c) steif		d) leicht zu bohren		e) dunkelbraun						
	f)		g)		h) OU i)						
1.00	a) Schluff, tonig, sandig, kiesig					DN 80		P1	1.00		
	b)										
	c) steif		d) schwer zu bohren		e) ockerbraun						
	f)		g)		h) TM i)						
	a)										
	b)										
	c)		d)		e)						
	f)		g)		h) i)						
	a)										
	b)										
	c)		d)		e)						
	f)		g)		h) i)						
	a)										
	b)										
	c)		d)		e)						
	f)		g)		h) i)						

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

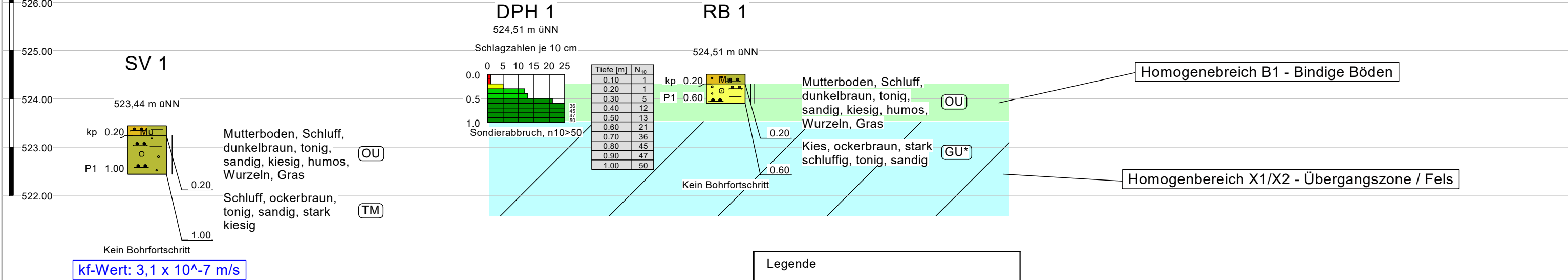
Grund-, Schicht- oder Stauwasser war zum Zeitpunkt der Feldarbeiten bis zur Endteufe der jeweiligen Aufschlüsse nicht nachweisbar.

Bereich Süd

Bereich SüdOst



Bereich Nord



Legende DPH

	weich
	weich-steif
	steif
	halbfest
	fest

Legende

	fest		Ton (T)
	halbfest		Schluff (U)
	steif		Kies (G)
			Mutterboden (Mu)

Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich! von West nach Ost

 Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel. (06561) 18824 Fax 942558	Objekt: Erschließung NBG Auf der Kirstheck OG Oberehe-Stroheich	Anlage 3
	Baugrunderkundung	zu Bericht Nr.: SB21238
	Bohrprofile / Rammdiagramme	Dat.: 21.12.2021
	Höhenmaßstab: 1: 80	Bearb.: PB

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

Bearbeiter: Unterberg

Datum: 19.01.2022

Körnungslinie

OG Oberehe-Stroheich

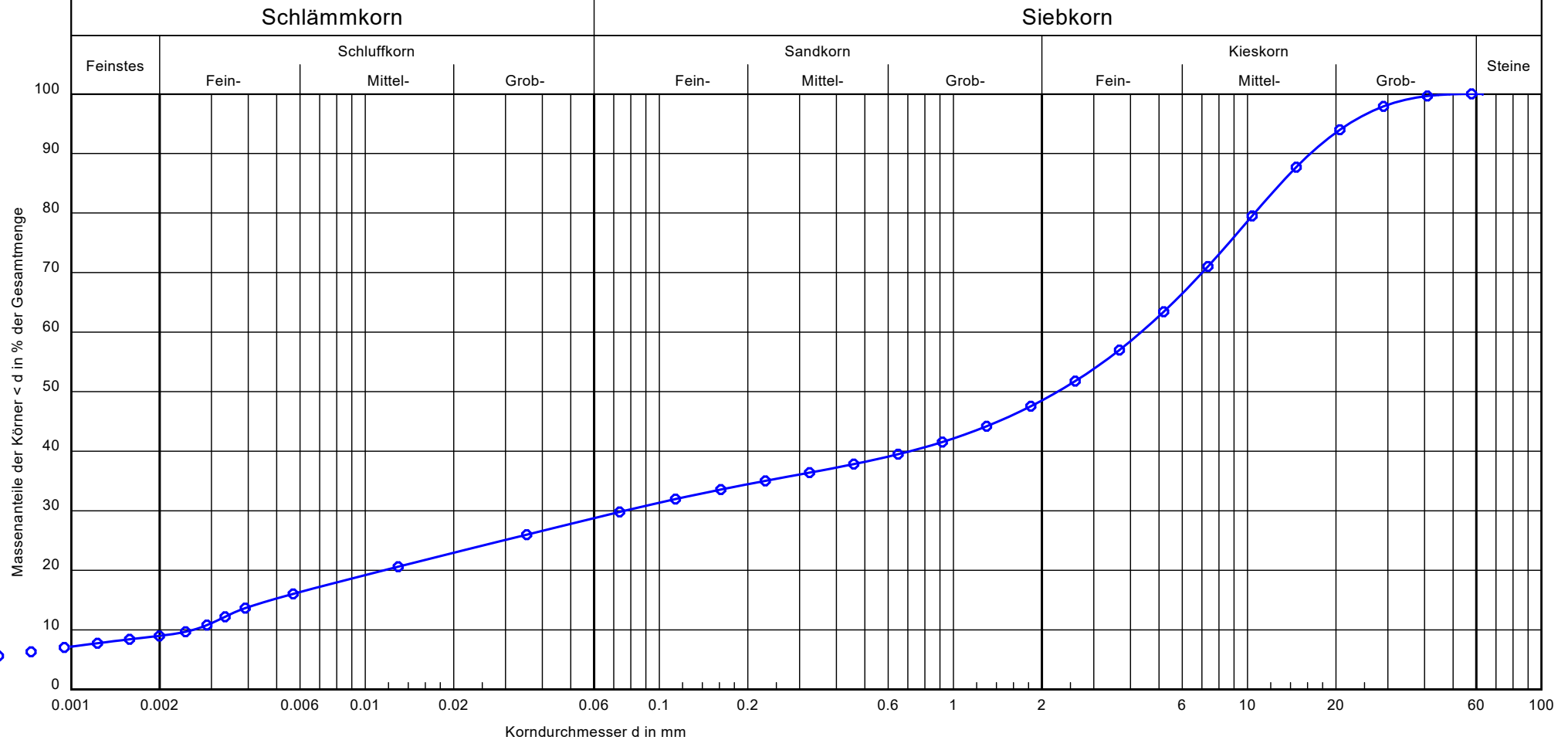
Erschließung NBG Auf der Kirstheck

Prüfungsnummer: SB21238 RB3/ P2

Probe entnommen am: 21.12.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb- Schlämmanalyse



Bezeichnung:	RB3 / P2
Tiefe:	1,2 - 1,8 m
Bodenart:	G, u, t', fs', gs'
kf [m/s] nach Mallet/Paquant	$1,3 \cdot 10^{-7}$
U/Cc:	1676.7/0.5
Bodengruppe:	GU*
T/U/S/G [%]:	9.0/19.7/19.8/51.5
Frostempfindlichkeitsklasse:	F3

Bemerkungen:

Wassergehalt: 9,4 M.-%

Feinkornanteil: 28,7 M.-%

Bericht:
SB21238
Anlage:
4

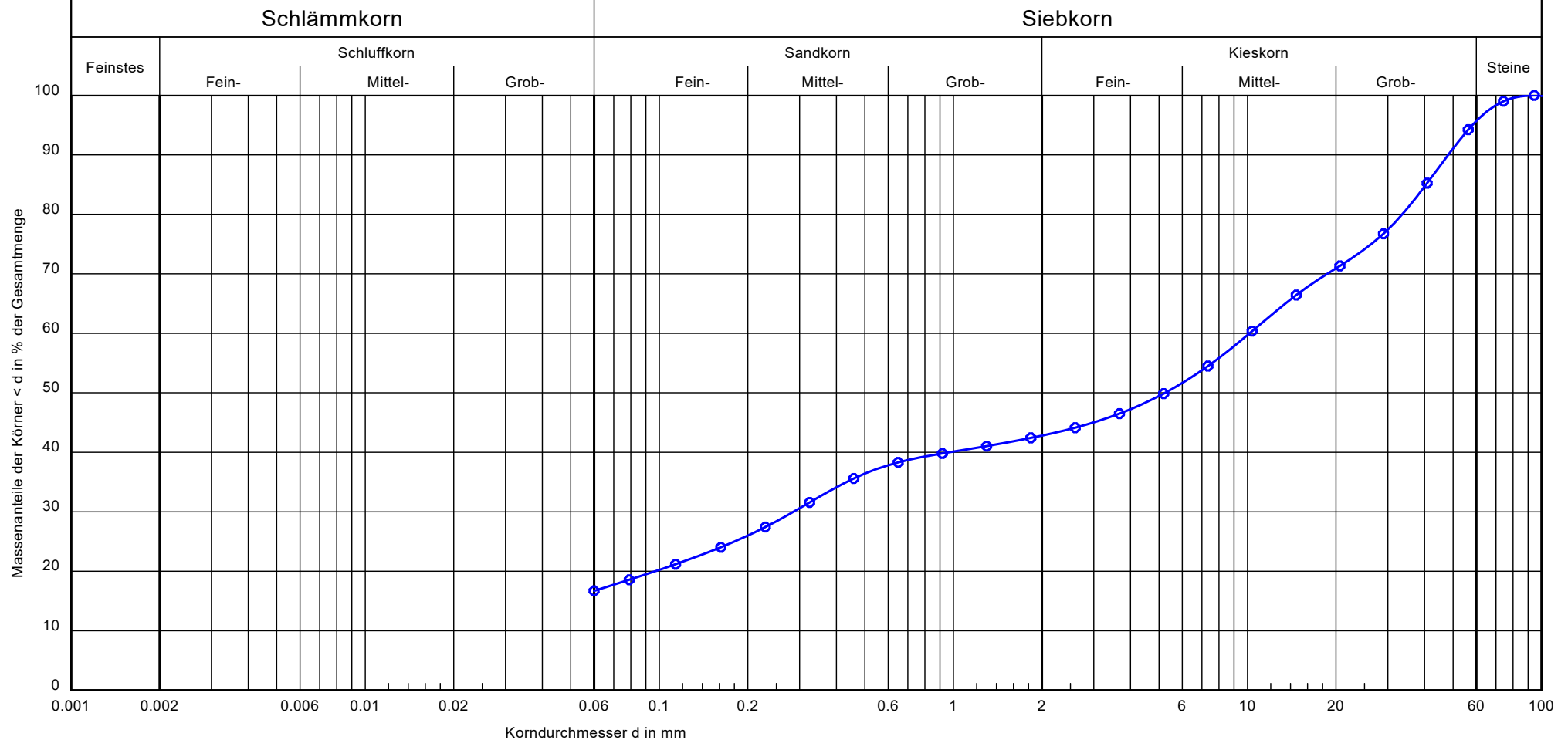
ICP - Ingenieurgesellschaft
Prof. Czurda und Partner mbH
Johannes-Kepler-Straße 7
54634 Bitburg

Bearbeiter: Unterberg

Datum: 19.01.2022

Körnungslinie
OG Oberehe-Stroheich
Erschließung NBG Auf der Kirstheck

Prüfungsnummer: SB21238 RB2/ P1
Probe entnommen am: 21.12.2021
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Siebanalyse



Bezeichnung:	RB2 / P1
Tiefe:	0,2 - 0,7 m
Bodenart:	G, u, fs', ms'
kf [m/s] nach Mallet/Paquant	$1,7 \cdot 10^{-5}$
U/Cc:	-/-
Bodengruppe:	GU*
T/U/S/G [%]:	- /16.7/26.1/52.9
Frostempfindlichkeitsklasse:	F3

Bemerkungen:

Wassergehalt: 9,0 M.-%

Feinkornanteil: 16,7 M.-%

Bericht:
SB21238
Anlage:
4

Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17 892 - 12

Erschließung NBG Auf der Kistheck -

OG Oberehe-Stroheich

Bearbeiter: Unterberg

Datum: 21.01.2022

Prüfungsnummer:

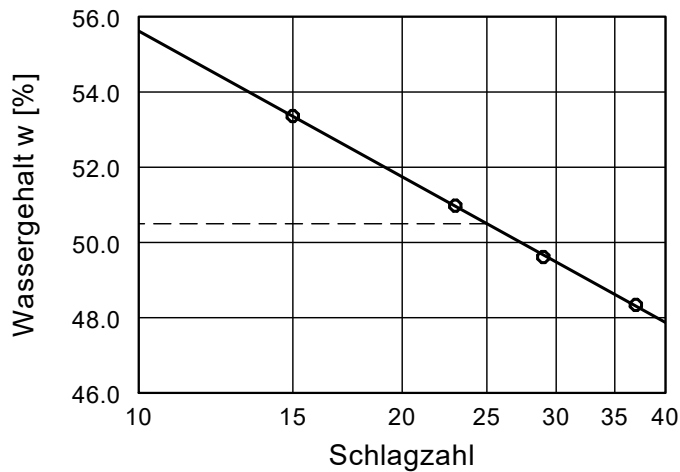
Entnahmestelle: RB3 / P1

Tiefe: 0,2 m - 1,2 m

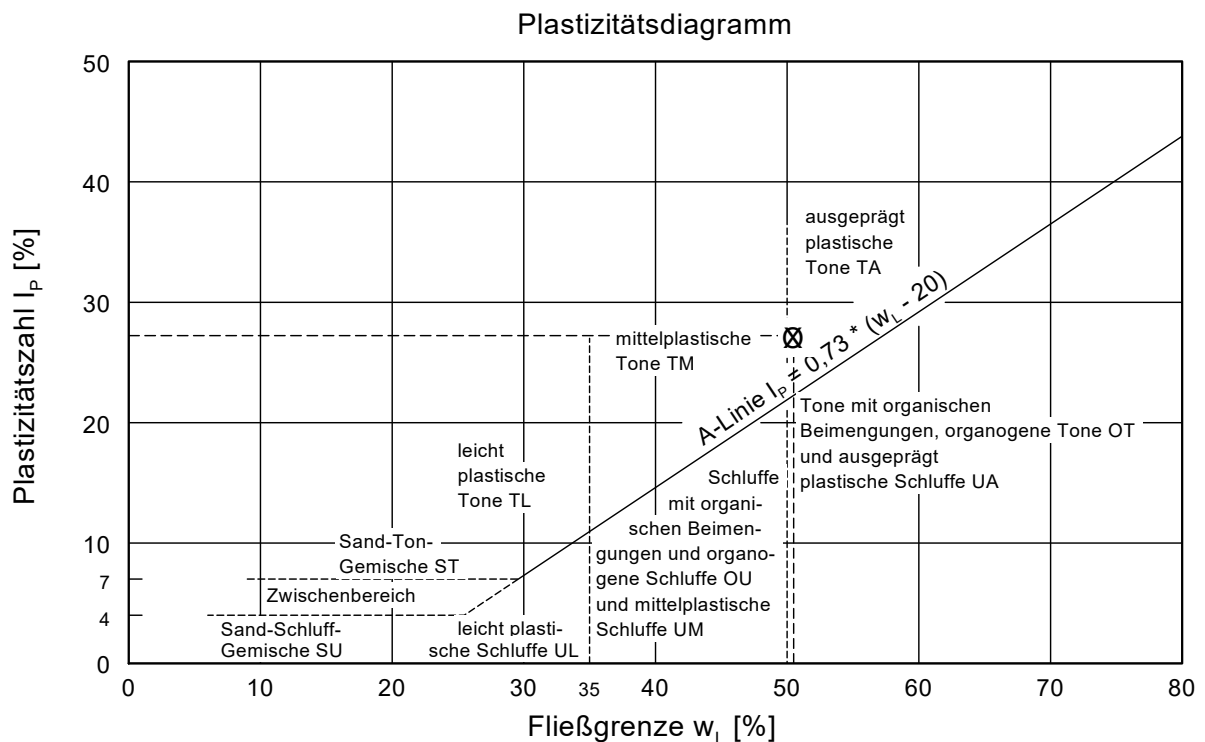
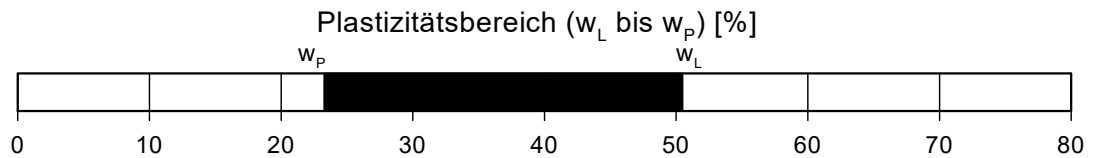
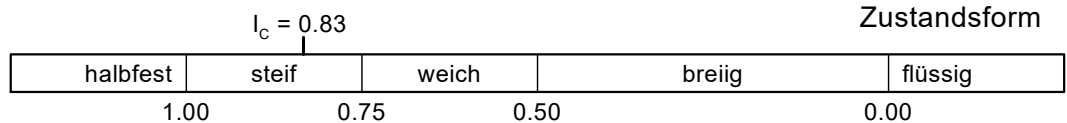
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: T, u*, fg, s'

Probe entnommen am: 21.12.2021



Wassergehalt $w = 18.8 \%$
 Fließgrenze $w_L = 50.5 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 23.3 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 27.2 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.83$
 Anteil Überkorn $\ddot{u} = 32.4 \%$
 Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}} = 0.0 \%$
 Korr. Wassergehalt $= 27.8 \%$



Bestimmung des Glühverlustes DIN 18128 - GL

Bauvorhaben:	OG Oberehe-Stroheich Erschließung NBG Auf der Kirstheck	Projekt: SB21238 Anlage 6
Messung am:	19.01.2022	
Prüfer:	Unterberg	
Bemerkungen:		

Prüfungsnummer		GL-1		
Entnahmestelle:		RB 3		
Probenbezeichnung:		P 1		
Entnahmetiefe:		0,2 - 1,2 m		
Bodenart:		U,t,fs',g'		
nat. Wassergehalt		18,8%		
Glühzeit 550°C		4 h		
Bestimmung des Glühverlustes				
Teilprobe 1				
Tara T	[g]	38,77		
Einwaage m(d)+T	[g]	64,38		
Auswaage m(gl)+T	[g]	63,11		
m(d)	[g]	25,61		
m(gl)	[g]	24,34		
V(gl)	[%]	4,96%		
Bestimmung des Glühverlustes				
Teilprobe 2				
Tara T	[g]	40,04		
Einwaage m(d)+T	[g]	66,70		
Auswaage m(gl)+T	[g]	65,36		
m(d)	[g]	26,66		
m(gl)	[g]	25,32		
V(gl)	[%]	5,03%		
Bestimmung des Glühverlustes				
Teilprobe 3				
Tara T	[g]	38,83		
Einwaage m(d)+T	[g]	62,72		
Auswaage m(gl)+T	[g]	61,48		
m(d)	[g]	23,89		
m(gl)	[g]	22,65		
V(gl)	[%]	5,19%		
Mittelwert V(gl)				
	[%]	5,06%		

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

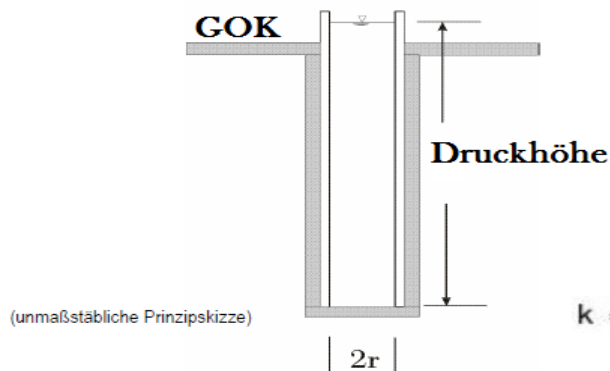
Versickerungsversuch im ausgebauten Bohrloch

Open-End-Test

(nach USBR Earth-Manual 1974)

Anlage 7

Projekt:	Erschließung NBG Auf der Kirstheck, OG Oberehe-Stroheich		
Projektnummer:	SB21238		
Ausgeführt am, durch:	21.12.2021	JK, LG	
Messstelle:	SV2		
Versickerungstiefe u GOK [m]	1		
Druckhöhe H [m]	1,8	Innenradius Prüfrohr r [m]	0,035
Versickerungszeit [s]	1800		
Versickerungsmenge	96 [ml]	<=>	0,000096 [m³]
Wasserzugabe Q [m³/s]	0,053 [ml/s]	<=>	5,33333E-08 [m³/s]



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

mit k = Infiltrationsrate [m/s]

Q = Wasserzugabe [m³/s]

r = Radius [m]

H = konstante Druckhöhe [m]

k_f [m/s]	1,54E-07
Bemessungswert k_f [m/s] (Faktor 2)	3,08E-07

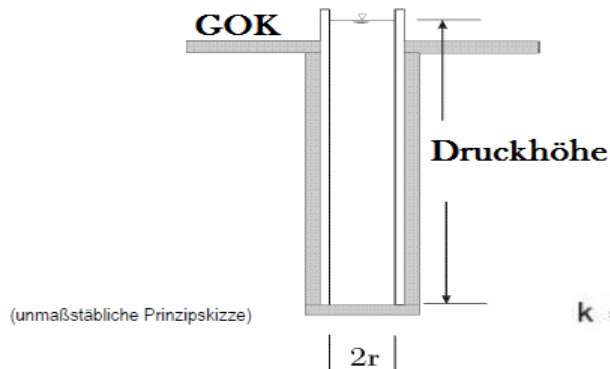
Versickerungsversuch im ausgebauten Bohrloch

Open-End-Test

(nach USBR Earth-Manual 1974)

Anlage 7

Projekt:	Erschließung NBG Auf der Kirstheck, OG Oberehe-Stroheich		
Projektnummer:	SB21238		
Ausgeführt am, durch:	21.12.2021	JK, LG	
Messstelle:	SV1		
Versickerungstiefe u GOK [m]	1		
Druckhöhe H [m]	1,8	Innenradius Prüfrohr r [m]	0,035
Versickerungszeit [s]	1800		
Versickerungsmenge	106	[ml]	<=> 0,000106 [m³]
Wasserzugabe Q [m³/s]	0,059	[ml/s]	<=> 5,88889E-08 [m³/s]



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

mit k = Infiltrationsrate [m/s]

Q = Wasserzugabe [m³/s]

r = Radius [m]

H = konstante Druckhöhe [m]

k_f [m/s]	1,70E-07
Bemessungswert k_f [m/s] (Faktor 2)	3,40E-07

Eurofins Umwelt Südwest GmbH - Hasenpfühlerweide 16 - DE-67346 - Speyer

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

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 72200018
Prüfberichtsnummer: AR-22-JN-000247-01

Auftragsbezeichnung: NBG Auf der Kirstheck, OG Oberehe-Stroheich

Anzahl Proben: 1
Probenart: Boden
Probenahmedatum: 21.12.2021
Probenehmer: angeliefert vom Auftraggeber

Probeneingangsdatum: 04.01.2022
Prüfzeitraum: 04.01.2022 - 07.01.2022

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Die Ergebnisse beziehen sich in diesem Fall auf die Proben im Anlieferungszustand. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

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

Sebastian Mempel
Niederlassungsleiter
Tel. +49 6232 8767721

Digital signiert, 10.01.2022
Yannick Haage
Prüfleitung

Probenbezeichnung	MP1
Probenahmedatum/ -zeit	21.12.2021
Probennummer	722000027

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

Probenvorbereitung Feststoffe

Probenmenge inkl. Verpackung	AN/f	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07		kg	3,1
Fremdstoffe (Art)	AN/f	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07			nein
Fremdstoffe (Menge)	AN/f	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07		g	0,0
Siebrückstand > 10mm	AN/f	RE000 GI	DIN 19747: 2009-07			ja
Königswasseraufschluss	AN/f	RE000 GI	DIN EN 13657: 2003-01			X

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	AN	RE000 GI	DIN EN 14346: 2007-03	0,1	Ma.-%	89,3
pH in CaCl ₂	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 10390: 2005-12			7,2

Anionen aus der Originalsubstanz

Cyanide, gesamt	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 17380: 2013-10	0,5	mg/kg TS	< 0,5
-----------------	------	-------------	------------------------	-----	----------	-------

Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01[#]

Arsen (As)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,8	mg/kg TS	18,4
Blei (Pb)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	2	mg/kg TS	15
Cadmium (Cd)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	< 0,2
Chrom (Cr)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	33
Kupfer (Cu)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	17
Nickel (Ni)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	51
Quecksilber (Hg)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,07	mg/kg TS	< 0,07
Thallium (Tl)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,2	mg/kg TS	< 0,2
Zink (Zn)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1	mg/kg TS	76

Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz

TOC	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15936: 2012-11 (AN, LB: Ver.A; FG, F5: Ver.B)	0,1	Ma.-% TS	0,3
EOX	AN/f	RE000 GI	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	1,0	mg/kg TS	< 1,0
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN/f	RE000 GI	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	40	mg/kg TS	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN/f	RE000 GI	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	40	mg/kg TS	< 40

BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz

Benzol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Toluol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Ethylbenzol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
m-/p-Xylol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
o-Xylol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Summe BTEX	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾

Probenbezeichnung	MP1
Probenahmedatum/ -zeit	21.12.2021
Probennummer	722000027

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

LHKW aus der Originalsubstanz

Dichlormethan	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Chloroform (Trichlormethan)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Tetrachlormethan	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Trichlorethen	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Tetrachlorethen	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
1,1-Dichlorethen	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
1,2-Dichlorethan	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	0,05	mg/kg TS	< 0,05
Summe LHKW (10 Parameter)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾

PAK aus der Originalsubstanz

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

Probenbezeichnung	MP1
Probenahmedatum/ -zeit	21.12.2021
Probennummer	722000027

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

PCB aus der Originalsubstanz

PCB 28	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 52	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 101	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 153	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 138	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01
PCB 180	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾
PCB 118	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,01	mg/kg TS	< 0,01
Summe PCB (7)	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾

Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

pH-Wert	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			8,2
Temperatur pH-Wert	AN/f	RE000 GI	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	20,0
Leitfähigkeit bei 25°C	AN/f	RE000 GI	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	5	µS/cm	162

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

Chlorid (Cl)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	< 1,0
Sulfat (SO ₄)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	1,4
Cyanide, gesamt	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	0,005	mg/l	< 0,005

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

Arsen (As)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001
Blei (Pb)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001
Cadmium (Cd)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,0003	mg/l	< 0,0003
Chrom (Cr)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001
Kupfer (Cu)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,005	mg/l	< 0,005
Nickel (Ni)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	< 0,001
Quecksilber (Hg)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,0002	mg/l	< 0,0002
Thallium (Tl)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,0002	mg/l	< 0,0002
Zink (Zn)	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,01	mg/l	< 0,01

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

Phenolindex, wasserdampfflüchtig	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	0,01	mg/l	< 0,01
-------------------------------------	------	-------------	------------------------------------	------	------	--------

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akk. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

X - durchgeführt

Aufschluss mittels temperaturregulierendem Graphitblock

Kommentare zu Ergebnissen

¹⁾ nicht berechenbar, da alle Werte < BG.

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) analysiert. Die Bestimmung der mit RE000GI gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

/f - Die Analyse des Parameters erfolgte in Fremdvergabe.

Eurofins Umwelt Südwest GmbH - Hasenpfühlerweide 16 - DE-67346 - Speyer

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

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 02200132
EOL Auftragsnummer: 006-10544-9059
Prüfberichtsnummer: AR-22-JN-000213-01

Auftragsbezeichnung: NBG Auf der Kirstheck, OG Oberehe-Stroheich

Anzahl Proben: 1
Probenart: Asphalt
Probenehmer: angeliefert vom Auftraggeber

Probeneingangsdatum: 04.01.2022
Prüfzeitraum: 04.01.2022 - 06.01.2022

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Die Ergebnisse beziehen sich in diesem Fall auf die Proben im Anlieferungszustand. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

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

Sebastian Mempel
Niederlassungsleiter
Tel. +49 6232 8767721

Digital signiert, 06.01.2022
Sebastian Mempel
Prüfleitung

Probenbezeichnung	BK1
EOL Probennummer	005-10544-38480
Probennummer	022000634

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

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	AN	RE000 GI	DIN EN 14346: 2007-03	0,1	Ma.-%	99,6
--------------	----	-------------	-----------------------	-----	-------	------

PAK aus der Originalsubstanz

Naphthalin	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5
Acenaphthylen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5
Acenaphthen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5
Fluoren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5
Phenanthren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	0,7
Anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5
Fluoranthren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5
Pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5
Benzo[a]anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5
Chrysen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5
Benzo[b]fluoranthren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5
Benzo[k]fluoranthren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5
Benzo[a]pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5
Dibenzo[a,h]anthracen	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5
Benzo[ghi]perylene	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05	0,5	mg/kg TS	< 0,5
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	0,7
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	AN/f	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05		mg/kg TS	0,7

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akk. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) analysiert. Die Bestimmung der mit RE000GI gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

/f - Die Analyse des Parameters erfolgte in Fremdvergabe.

angewendete Vergleichstabelle: LAGA TR Boden (2004) Tabelle II.1.2.-2/-4 + -3/-5

Bezeichnung	Einheit	BG	Methode	MP1	Z0 Lehm/ S	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
Probennummer				722000027					
Überschreitung für:				Z0*					
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz									
Trockenmasse	Ma.-%	0,1	DIN EN 14346: 2007-03	89,3					
Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01									
Arsen (As)	mg/kg TS	0,8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	18,4	15	15	45	45	150
Blei (Pb)	mg/kg TS	2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	15	70	140	210	210	700
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,2	1	1	3	3	10
Chrom (Cr)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	33	60	120	180	180	600
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	17	40	80	120	120	400
Nickel (Ni)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	51	50	100	150	150	500
Thallium (Tl)	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,2	0,7	0,7	2,1	2,1	7
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	0,07	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	< 0,07	0,5	1	1,5	1,5	5
Zink (Zn)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	76	150	300	450	450	1500
Anionen aus der Originalsubstanz									
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	0,5	DIN ISO 17380: 2013-10	< 0,5			3	3	10
Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz									
TOC	Ma.-% TS	0,1	DIN EN 15936: 2012-11 (AN, L8: Vg	0,3	0,5	0,5	1,5	1,5	5
EOX	mg/kg TS	1,0	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	< 1,0	1	1	3	3	10
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg TS	40	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW	< 40	100	200	300	300	1000
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	40	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW	< 40	400	600	600	600	2000
BTEX aus der Originalsubstanz									
Benzol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05					
Toluol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05					
Ethylbenzol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05					
m-/p-Xylol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05					
o-Xylol	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05					
Summe BTEX	mg/kg TS		DIN EN ISO 22155: 2016-07	(n. b.)	1	1	1	1	1
LHKW aus der Originalsubstanz									
Dichlormethan	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05					
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05					
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05					
Chloroform (Trichlormethan)	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05					
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05					
Tetrachlormethan	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05					
Trichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05					
Tetrachlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05					
1,1-Dichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05					
1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,05	DIN EN ISO 22155: 2016-07	< 0,05					
Summe LHKW (10 Parameter)	mg/kg TS		DIN EN ISO 22155: 2016-07	(n. b.)	1	1	1	1	1
PCB aus der Originalsubstanz									
PCB 28	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01					
PCB 52	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01					
PCB 101	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01					
PCB 153	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01					
PCB 138	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01					
PCB 180	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01					
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	mg/kg TS		DIN EN 15308: 2016-12	(n. b.)	0,05	0,1	0,15	0,15	0,5
PAK aus der Originalsubstanz									
Naphthalin	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05					
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05					
Acenaphthen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05					
Fluoren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05					
Phenanthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05					
Anthracen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05					
Fluoranthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05					
Pyren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05					
Benzo[a]anthracen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05					
Chrysen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05					
Benzo[b]fluoranthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05					
Benzo[k]fluoranthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05					
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05	0,3	0,6	0,9	0,9	3
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05					
Dibenzo[a,h]anthracen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05					
Benzo[ghi]perylen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	< 0,05					
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	mg/kg TS		DIN ISO 18287: 2006-05	(n. b.)	3	3	3	3	30
Physikal.-chem. Kenngrößen a.d. 10:1-Schüttteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01									
pH-Wert			DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04	8,2	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	5	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	162	250	250	250	1500	2000
Anionen aus dem 10:1-Schüttteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01									
Chlorid (Cl)	mg/l	1,0	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-0	< 1,0	30	30	30	50	100
Sulfat (SO4)	mg/l	1,0	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-0	1,4	20	20	20	50	200
Cyanide, gesamt	µg/l	5	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	< 5	5	5	5	10	20
Elemente aus dem 10:1-Schüttteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01									
Arsen (As)	µg/l	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 1	14	14	14	20	60
Blei (Pb)	µg/l	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 1	40	40	40	80	200
Cadmium (Cd)	µg/l	0,3	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,3	1,5	1,5	1,5	3	6
Chrom (Cr)	µg/l	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 1	12,5	12,5	12,5	25	60
Kupfer (Cu)	µg/l	5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 5	20	20	20	60	100
Nickel (Ni)	µg/l	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 1	15	15	15	20	70
Quecksilber (Hg)	µg/l	0,2	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	< 0,2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	2
Zink (Zn)	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 10	150	150	150	200	600
Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schüttteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01									
Phenolindex, wasserdampfflüchtig	µg/l	10	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	< 10	20	20	20	40	100
Zusätzliche Messungen: Probenvorbereitung Feststoffe									
Probenmenge inkl. Verpackung	kg		DIN 19747: 2009-07	3,1					
Fremdstoffe (Art)			DIN 19747: 2009-07	nein					
Fremdstoffe (Menge)	g		DIN 19747: 2009-07	0,0					
Siebrückstand > 10mm			DIN 19747: 2009-07	ja					
Aufschluss			DIN EN 13657: 2003-01	X					
Zusätzliche Messungen: Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz									
pH in CaCl2			DIN ISO 10390: 2005-12	7,2					
Zusätzliche Messungen: PAK aus der Originalsubstanz									
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	mg/kg TS		DIN ISO 18287: 2006-05	(n. b.)					
Zusätzliche Messungen: PCB aus der Originalsubstanz									
PCB 118	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308: 2016-12	< 0,01					
Summe PCB (7)	mg/kg TS		DIN EN 15308: 2016-12	(n. b.)					
Zusätzliche Messungen: Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schüttteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01									
Temperatur pH-Wert	°C		DIN 38404-4 (C4): 1976-12	20,0					
Zusätzliche Messungen: Elemente aus dem 10:1-Schüttteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01									
Thallium (Tl)	mg/l	0,0002	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,0002					

n.b. : nicht berechenbar

n.u. : nicht untersucht

Detaillierte Informationen zu den verwendeten Grenz-, Zuordnungs-, Parameter-, Maßnahme- oder Richtwerten sind dem Original-Regelwerk zu entnehmen