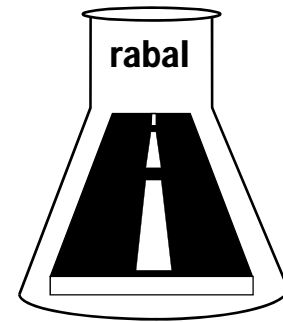


Anerkannte Prüfstelle gemäß RAP Stra 15

	Fachgebiet										
	A	BB	BE	C	D	E	F	G	H	I	K
	Räden einschließl. Bodenverbesserungen	Strassenbau-bitumen und gebrauchsfertige Polymer-modifizierte Bitumen	Rillumen-emulsionen, Fließbitumen	Fugenfüllstoffe	Gesteinskörnungen	Fahrhahndecken aus Beton, Betontragschichten	Oberflächenbehandlungen, Dünne Asphaltdeckschichten in Kaltbauweise, Dünne Asphaltdeckschichten in Heißbauweise auf Versiegelung	Asphalt	Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln, Bodenverfestigungen	Schichten ohne Bindemittel sowie Baustoffgemische und Bodenmaterial für den Erdbau	Geokunststoffe im Erdbau
Anwendungsbereich	ZTV E-SiB	ZTV Asphalt-SiB, ZTV BEA-SiB	ZTV Asphalt-SiB, ZTV BEA-SiB, ZTV Beton-SiB	ZTV Fug-SiB	ZTV SoB-SiB, ZTV Pflaster-SiB, ZTV Beton-SiB, ZTV Asphalt-SiB, ZTV BEA-SiB, ZTV BEB-SiB	ZTV Beton-SiB	ZTV BEA-SiB	ZTV Asphalt-SiB, ZTV BEA-SiB	ZTV Beton-SiB, ZTV E-SiB	ZTV SoB-SiB, ZTV E-SiB, ZTV Pflaster-SiB	ZTV E-SiB
Prüfungsart											
0 Baustoffeinstangsprüfungen					DO ²⁾						
1 Eignungsprüfungen	A1								H1	I1	
2 Fremdüberwachungsprüfungen							F2			I2	
3 Kontrollprüfungen	A3	BB3	BE3		D3			G3	H3	I3	
4 Schiedsuntersuchungen	A4	BB3	BE4		D4				H4	I4	

²⁾ Nur bei Gesteinskörnungen für Baustoffgemische, die einer Güteüberwachung nach den TL G SoB-SiB unterliegen.



Untersuchungsbefund-Nr.: 10-031/22 vom 29.03.2022

Auftraggeber:

Stadtverwaltung Rabenau
Bauamt
Markt 3
01734 Rabenau

**Bauvorhaben:
Rabenau, „KITA Rabenau“ an der Obernaundorfer Straße**

Baugrund- und Deklarationsuntersuchungen

Der Untersuchungsbefund 10-031/22 umfasst 27 Seiten und die Anlagen-Nr. 1 bis 5.

Kieler Str. 41 a
01109 Dresden
Tel.: 03 51 / 880 08 95
Fax: 03 51 / 880 08 98

Bankverbindung:
Sparkasse Meißen
BLZ: 850 550 00
Konto - Nr.: 30 11 05 90 03

Sitz der Gesellschaft:
Dresden
Amtsgericht Dresden
HRB 12 758

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Torsten Gleitz
Dr.-Ing. Lutz Langhammer

Inhaltsverzeichnis:

1. Aufgabenstellung und Baumaßnahme
2. Erkundungsmethoden und -ergebnisse
3. Bodenklassifikation, Baugrundsichtungen und Bodeneigenschaften
4. Untersuchung und Bewertung der Versickerungseignung
5. Baugrundeignungen und Hinweise zur Bauausführung
6. Deklarationsuntersuchungen
7. Schlussbemerkungen

Unterlagen:

- [1]
Lageplan der Baumaßnahme, Aufgabenstellung: Stadtverwaltung Rabenau und Ingenieurbüro Matthias Maut – Gesellschaft für Bauwesen mbH; Rabenau, 02/2022
- [2]
Geologische Spezialkarte des Königreichs Sachsen, Maßstab 1 : 25.000, Nr. 81, Sektion Tharandt, Leipzig, 1912
- [3]
Geologische Karte des Freistaates Sachsen, 1:25.000, Blatt 5047 Freital, LfULG Freiberg 2012
- [4]
Lithofazieskarten Quartär, Maßstab 1:50.000, Blatt Nr. 2688, Dresden, Ausgabe ZGI Berlin 1975
- [5]
Hydrogeologische Karten der DDR, 1 : 50.000, Blatt Freital / Pirna (1309-1/2), ZGI Berlin, 1984
- [6]
RStO 12; Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012, FGSV Köln

[7]

Anforderungen an die stoffliche Verwertung mineralischer Abfälle; hier: Bodenmaterial – Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, 27.09.2006; Zur Anwendung von: „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen – Teil II: Technische Regeln für die Verwertung – 1.2 Bodenmaterial), Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), 05.11.2004

[8]

Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Baustoff-Recyclingmaterial, Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft, 09.01.2020, verlängert bis 01.08.2023

[9]

Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen, Mitteilungen der LAGA 32, 12/2001

[10]

Verordnung zur Umsetzung des europäischen Abfallverzeichnisses (Abfallverzeichnis – Verordnung – AVV); Drucksache Deutscher Bundestag 14/7091, 10.10.2001

[11]

RuVA-StB 01; Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauspalt im Straßenbau, Ausgabe 2001, Fassung 2005

[12]

ZTV E-StB 17; Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2017; FGSV Köln

[13]

DIN 1054:2021-04: Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1; Ausgabe April 2021, Beuth Verlag GmbH Berlin

1. Aufgabenstellung und Baumaßnahme

Die rabal-Ingenieurgesellschaft für Baustoffprüfungen mbH erhielt im Februar 2022 von der Stadtverwaltung Rabenau den Auftrag zu Baugrund- und Deklarationsuntersuchungen für den Neubau einer Kindertagesstätte auf den Flurstücken 412/3 und 416 an der Obernaundorfer Straße in Rabenau entsprechend den in der Anlage 1 enthaltenen Baugrenzen. Neben der Errichtung des KITA-Gebäudes sind der Bau von Verkehrs-, Park- und Spielflächen sowie die Verlegung von Entwässerungs- und Medienleitungen und ein Kanalbau geplant. Weiterhin war die Möglichkeit der Versickerung von anfallenden Oberflächenwässern im Untersuchungsgebiet zu prüfen [1].

Im Untersuchungsgebiet befindet sich derzeit eine Grünfläche, deren Geländeoberkante von ca. 350,0 m DHHN2016 am Hochpunkt im Norden auf ca. 342,0 m DHHN2016 am Tiefpunkt im Westen abfällt. Entlang der Obernaundorfer Straße steigt die Geländeoberkante von Ost nach West von ca. 347,0 m DHHN2016 auf ca. 349,5 m DHHN2016 an.

Im Untersuchungsgebiet wurden insgesamt vier Kleinrammbohrungen und drei Schwere Rammsondierungen abgeteuft sowie zwei Versickerungsversuche in den Kleinrammbohrungen durchgeführt.

Die in dem vorliegenden Bericht dokumentierten Untersuchungen umfassen die Ansprache der vorhandenen Auffüllungs- und Baugrundsichten, die Bodenklassifikation sowie die Beurteilung der Eigenschaften und der bautechnischen Eignung der Schichten für die geplanten Baumaßnahmen. Des Weiteren sind Angaben zur hydrologischen Situation, zu Homogenbereichen nach DIN 18300, zur Versickerungseignung der Baugrundsichten, zur Bemessung, Gründungsempfehlungen sowie Hinweise zur Bauausführung enthalten.

Weiterhin werden im vorliegenden Bericht die Ergebnisse der Deklarationsuntersuchungen dargestellt. Diese umfassen die Bestimmung der umweltrelevanten Kennwerte der Ausbaustoffe gemäß der LAGA-TR Boden [7].

2. Erkundungsmethoden und -ergebnisse

Zur Ansprache der vorhandenen Auffüllungs- und Baugrundsichten sowie zur Entnahme von Proben für die Baugrund- und Deklarationsuntersuchungen wurden im Untersuchungsgebiet insgesamt vier Kleinrammbohrungen (KRB 1 bis KRB 4) und drei Schwere Rammsondierungen (DPH 1 bis DPH 3) bis zu einer Tiefe von max. 4,00 m unter GOK abgeteuft. Weiterhin wurden zwei Versickerungsversuche (V 1 und V 4) in den jeweiligen Kleinrammbohrungen durchgeführt.

In der Anlage 1 ist die Lage der Aufschlusspunkte grafisch dargestellt. Die Aufschlussprofile, die Schichtenverzeichnisse und die Rammdiagramme sind in der Anlage 2 ersichtlich. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 1 zusammengefasst.

Aufschluss	Tiefe [m unter GOK] (m DHHN2016)	Schi.	Schichtung
KRB 1 / V 1 (Verkehrs- fläche/ Parkplatz + Kanal- bau + Ver- sickerung)	0,00-0,40 (347,56-347,16)	1.1	0,40 m Oberboden mit Wurzelresten
	0,40-0,70 (347,16-346,86)	1.2	0,30 m Felsersatz: Schluff, stark feinsandig, schwach mittelsandig, schwach tonig
	0,70-1,20 (346,86-346,36)	1.3	0,50 m Felsersatz: Sand, stark schluffig, feinkiesig, schwach mittelkiesig
	ab 1,20 (346,36)	1.4	auf Felsersatz, zerbohrt zu: Kies, sandig, schluffig
	2,20 (345,36)		Abbruch der Bohrung bei –2,20 m unter GOK im Felsersatz! kein Grundwasser aufgeschlossen!
KRB 2 (Verkehrs- fläche/ Parkplatz + Kanal- bau)	0,00-0,40 (347,78-347,38)	2.1	0,40 m Oberboden mit Wurzelresten
	0,40-0,80 (347,38-346,98)	2.2a	0,40 m Felsersatz: Kies, stark schluffig, sandig
	0,80-1,80 (346,98-345,98)	2.2b	1,00 m Felsersatz: Kies, stark schluffig, sandig
	ab 1,80 (345,98)	2.3	auf Felsersatz, zerbohrt zu: Kies, sandig, schluffig
	2,50 (345,28)		Abbruch der Bohrung bei –2,50 m unter GOK im Felsersatz! kein Grundwasser aufgeschlossen!

Aufschluss	Tiefe [m unter GOK] (m DHHN2016)	Schi.	Schichtung
KRB 3 (KITA- Gebäude)	0,00-0,60 (349,03-348,43)	3.1	0,60 m Oberboden mit Wurzelresten
	0,60-1,50 (348,43-347,53)	3.2	0,90 m Felsersatz: Kies, schwach schluffig, schwach sandig
	ab 1,50 (347,53)	3.3	auf Felsersatz, zerbohrt zu: Kies, sandig, schluffig
	1,80 (347,23)		Abbruch der Bohrung bei -1,80 m unter GOK im Felsersatz! kein Grundwasser aufgeschlossen!
KRB 4 / V 4 (Versicke- rung)	0,00-0,50 (344,83-344,33)	4.1	0,50 m Auffüllung: Sand, stark schluffig, schwach kiesig mit Recyclaten < 10 Vol.-% und mit Wurzelresten
	0,50-0,80 (344,33-344,03)	4.2	0,30 m Schluff, stark feinsandig, schwach mittelsandig, schwach kiesig
	0,80-3,50 (344,03-341,33)	4.3	2,70 m Felsersatz: Sand, stark schluffig, stark kiesig
	ab 3,50 (341,33) 4,00 (340,83)	4.4	auf Felsersatz: Sand, kiesig, schluffig Ende der Bohrung bei -4,00 m unter GOK kein Grundwasser aufgeschlossen!

Tab. 1: Ansprache der Schichten der Kleinrammbohrungen

Es ist zu erkennen, dass die Kleinrammbohrungen KRB 1 bis KRB 3 und die Schweren Rammsondierungen DPH 1 bis DPH 3 im sehr dicht gelagerten Felsersatz/Übergang zum Fels abgebrochen werden mussten, da kein Bohr- bzw. Sondierfortschritt mit den vereinbarten Aufschlussverfahren mehr zu erzielen war.

Von allen Schichten wurden Einzelproben für bodenmechanische Untersuchungen bzw. für die Deklarationsuntersuchungen entnommen. Bei den Aufschlüssen ist die Schichtenfolge:

- **Oberböden bzw. Auffüllungen bis zu Tiefen unter GOK von min. 0,40 m bis max. 0,60 m**
- **auf Gehängelehmen (nur bei KRB 4 aufgeschlossen!)**
- **auf Felsersatz (Gneis-Porphyr-Zersatz)**
- **auf Fels, verwittert bis angewittert (Gneis-Porphyr – nicht aufgeschlossen!):**

aufgeschlossen worden. Die Baugrundsichtung entspricht den Angaben des geologischen Kartenmaterials [2] – [4]. Danach wird das Grundgebirge von Gneis-Porphyr-Konglomeraten des Mittelrotliegenden gebildet, welche unterschiedliche Verwitterungsstufen aufweisen und von geringmächtigen pleistozänen Ablagerungen (Löß- bzw. Gehängelehme) überdeckt sein können. Es wurden keine Auffüllungsschichten (z. B. Haldenmaterialien, o. ä.) aufgeschlossen, die erfahrungsgemäß hinsichtlich einer radioaktiven Belastung auffällig wären.

Grundwasser wurde an keinem Aufschlusspunkt angetroffen. In der Wasserführung ist zu unterscheiden zwischen:

- einer Wasserführung im Gneis des Grundgebirges und der ihm aufsitzenden Klüfte und Gänge, die z. T. in Form von Quellen (vor allem an Talhängen) zutage tritt sowie
- einer Wasserführung / Schichtwasser in und auf den pleistozänen Sedimenten, die meist nur lokale, untereinander nicht zusammenhängende Vorkommen bilden.

Hierbei wirken Löß- und Gehängelehme sowie die lehmigen Verwitterungsbildungen des Gneises, vor allem in Mächtigkeiten über 1 m, als Wasserstauer / Geringleiter, die die Bildung von Schichtwässern in Abhängigkeit von der Witterungssituation bedingen.

3. Bodenklassifikation, Baugrundsichtungen und Bodeneigenschaften

Korngrößenverteilungen wurden mittels Nasssiebanalysen an folgenden Proben von relevanten Baugrundsichten bestimmt:

Labor-Probe 51-053: Felsersatz: Sand, stark schluffig, feinkiesig, schwach mittelkiesig aus KRB 1, Schicht 1.3, Tiefe: 0,70-1,20 m

Labor-Probe 51-054: Felsersatz: Kies, stark schluffig, sandig aus KRB 2, Schicht 2.2b, Tiefe: 0,80-1,80 m

Labor-Probe 51-055: Felsersatz: Kies, schwach schluffig, schwach sandig aus KRB 3, Schicht 3.2, Tiefe: 0,60-1,50 m

Labor-Probe 51-056: Felsersatz: Sand, stark schluffig, stark kiesig aus KRB 4, Schicht 4.3, Tiefe: 0,80-3,50 m

Der Verlauf der Kornverteilungslinien ist in der Anlage 3 enthalten. In der Tabelle 2 erfolgt eine Bodenbenennung nach der DIN 18 196 und eine Klassifikation der Frostempfindlichkeit nach den ZTV E-StB 17 [12]. Bodenmechanische Berechnungswerte können der Tabelle 3a entnommen werden.

Labor-Probe	Bezeichnung	Anteil < 0,063 mm [M.-%]	Anteil < 2,0 mm [M.-%]	U/Cc	Benennung	F1/F2/F3
51-053	Felsersatz: Sand, stark schluffig, feinkiesig, schwach mittelkiesig aus KRB 1, Schicht 1.3, Tiefe: 0,70-1,20 m	30,8	76,5	- / -	SU*	F3
51-054	Felsersatz: Kies, stark schluffig, sandig aus KRB 2, Schicht 2.2b, Tiefe: 0,80-1,80 m	24,2	50,2	- / -	GU*	F3

Labor-Probe	Bezeichnung	Anteil < 0,063 mm [M.-%]	Anteil < 2,0 mm [M.-%]	U/Cc	Benennung	F1/F2/F3
51-055	Felszersatz: Kies, schwach schluffig, schwach sandig aus KRB 3, Schicht 3.2, Tiefe: 0,60-1,50 m	8,1	27,2	124,2 / 2,9	GU	F2
51-056	Felszersatz: Sand, stark schluffig, stark kiesig aus KRB 4, Schicht 4.3, Tiefe: 0,80-3,50 m	22,3	64,1	- / -	SU*	F3

Tab. 2: Bodenklassifikation der untersuchten Baugrundsichten

Bewertung:

Die untersuchten, **im Planumbereich der Verkehrsflächen, im Gründungsbereich des Gebäudes sowie im Bereich möglicher Versickerungsanlagen vorhandenen Schichten des anstehenden Felszersatzes** sind nach der DIN 18196 anhand ihrer Korngrößenverteilungen als **Sand-Schluff-Gemische (SU*) bzw. Kies-Schluff-Gemische (GU, GU*)** einzuordnen und nach den ZTV E-StB 17 [12] **größtenteils als sehr frostempfindlich (F3-Böden) zu bewerten**. Bei den in der Anlage 3 angegebenen Durchlässigkeitsbeiwerten k_f ist darauf hinzuweisen, dass bei der Ermittlung mittels der Siebanalysen keine Lagerungsdichten der Schichten berücksichtigt werden und somit der tatsächliche Durchlässigkeitsbeiwert vom angegebenen Wert abweichen kann. Für eine exakte Bestimmung der Durchlässigkeitsbeiwerte k_f der Schichten wurden in-situ-Versickerungsversuche durchgeführt (s. Abschnitt 5 des Gutachtens).

Es kann folgende **idealisierte Baugrundsichtung** für das Untersuchungsgebiet angesetzt werden:

Auffüllungen (bis zu Tiefen unter GOK von 0,50 m – nur bei KRB 4 aufgeschlossen):

- stark schluffige Sande mit Recyclaten und Wurzelresten; eingeschätzte lockere Lagerung

Oberböden (bis zu Tiefen unter GOK von min. 0,40 m bis max. 0,60 m):

- stark schluffige Sande mit Wurzelresten; entsprechend der Ergebnisse der Schweren Rammsondierungen: lockere Lagerung

Gehängelehme (nur bei KRB 4 aufgeschlossen):

- stark feinsandige, schwach mittelsandige, schwach kiesige Schluffe; steifplastische bis halbfeste Konsistenz

Felsersatz (Gneis-Porphyr-Zersatz):

- stark feinsandige, schwach mittelsandige, schwach tonige Schluffe; steifplastische bis halbfeste Konsistenz
- stark schluffige, schwach feinkiesige bis stark kiesige Sande; entsprechend der Ergebnisse der Schweren Rammsondierungen:
 - DPH 1 (Schlagzahlen N_{10} zwischen 3 und 6): lockere bis mitteldichte Lagerung (0,70-1,20 m)
- schwach schluffige bis stark schluffige, schwach sandige bis sandige Kiese; entsprechend der Ergebnisse der Schweren Rammsondierungen:
 - DPH 1 (Schlagzahlen N_{10} zwischen 7 und 11): mitteldichte Lagerung (1,20-1,60 m)
 - DPH 1 (Schlagzahlen N_{10} zwischen 18 und >100): dichte bis sehr dichte Lagerung (1,60-2,60 m)
 - Übergang zum Fels!
 - DPH 2 (Schlagzahlen N_{10} zwischen 5 und 14): mitteldichte Lagerung (0,40-1,80 m)
 - DPH 2 (Schlagzahlen N_{10} zwischen 16 und >100): dichte bis sehr dichte Lagerung (1,80-2,70 m)
 - Übergang zum Fels!
 - DPH 3 (Schlagzahlen N_{10} zwischen 6 und 13): mitteldichte Lagerung (0,70-1,50 m)
 - DPH 3 (Schlagzahlen N_{10} zwischen 19 und >100): dichte bis sehr dichte Lagerung (1,50-2,10 m)
 - Übergang zum Fels!

Fels, verwittert bis angewittert (Gneis-Porphyr – nicht aufgeschlossen!):

- verwitterter bis angewitterter Fels; dicht bis sehr dicht gelagert, klüftig bis schwach klüftig, z. T. oberflächlich zersetzt, fest

Berechnungswerte der Auffüllungs- und Baugrundsichten:

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Feld- und Laboruntersuchungen sind den einzelnen relevanten Schichten folgende Berechnungswerte entsprechend der Tabelle 3a zuzuordnen. Die in Tabelle 3a enthaltenen Werte sind Rechenwerte, die u. a. unter Nutzung gesicherter korrelativer Beziehungen aus den erdstoffphysikalischen Kennwerten abgeleitet werden.

Kennwert	Dimension	Oberböden	Auffüllungen (Sande mit RC)	Gehängelehme
Bodenklasse nach DIN 18300:2012	-	1	3-4	4
Bodengruppe nach DIN 18196	-	SU*, OU	SU*	TL
Wichte γ	[kN/m ³]	18,5-19	18,5-19,5	18-19
wirksamer Reibungswinkel φ'	[°]	25-27	26-28	25-27
wirksame Kohäsion c'	[kN/m ²]	0-2	0-2	5-8
Steifemodul E_s	[MN/m ²]	-	5-10	5-10
Durchlässigkeits- beiwert k_f	[m/s]	$1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-9}$

Kennwert	Dimen- sion	bindiger Felsersatz (Gneis-Porphyr- Zersatz)	sandig-kiesiger Felsersatz (Gneis-Porphyr- Zersatz)
Bodenklasse nach DIN 18300:2012	-	4	4-6
Bodengruppe nach DIN 18196	-	TL, TM	SU, SU*, GU, GU*
Wichte γ	[kN/m ³]	18,5-19,5	19-21
wirksamer Reibungswinkel φ'	[°]	26-28	28-32
wirksame Kohäsion c'	[kN/m ²]	6-10	0-3
Steifemodul E_s	[MN/m ²]	5-15	20-60
Durchlässigkeits- beiwert k_f	[m/s]	$5 \cdot 10^{-9} - 1 \cdot 10^{-10}$	$5 \cdot 10^{-7} - 5 \cdot 10^{-8}$ s. Abschnitt 5

Tab. 3a: Berechnungswerte der Auffüllungs- und Baugrundsichten

Bei der Ausschreibung der Bauleistungen „Erdarbeiten“ nach der DIN 18300:2016-09, können **hinsichtlich des Aufwandes beim Lösen und Laden** den aufgeschlossenen Auffüllungs- und Baugrundsichten - bei **Ansatz einer Geotechnischen Kategorie GK 2** nach DIN 4020 für die Baumaßnahme - die in Tabelle 3b angegebenen **Homogenbereiche** mit den zugehörigen Kennwerten zugeordnet werden.

Kennwert	Dimen- sion	Oberböden	Auffüllungen (Sande mit RC)	Gehängelehme
Homogenbereich DIN 18300:2016	-	B1	B1	B2
Bodengruppe nach DIN 18196	-	SU*, OU	SU*	TL
Anteil Steine und Blöcke	M.-%	0	0	0
Korngrößen- verteilungen	[M.-%]	Feinstkorn: 30-45, Sand: 50-65, Kies: 0-10, Steine: 0	Feinstkorn: 30-40, Sand: 50-70, Kies: 5-10, Steine: 0	Feinstkorn: 70-80, Sand: 20-30, Kies: 0-10, Steine: 0
Dichte / Wichte γ	[kN/m ³]	18,5-19	18,5-19,5	18-19
Lagerungsdichte	-	locker	locker	nicht erforderlich
Konsistenz	-	nicht erforderlich	nicht erforderlich	steifplastisch bis halbfest
Wassergehalt	[M.-%]	7-10	6-10	15-22
undrainierte Scherfestigkeit c_u	[kN/m ²]	0	0	40-80
Organischer Anteil	[%]	5-15	4-10	0-1

Kennwert	Dimension	bindiger Felsersatz (Gneis-Porphyr-Zersatz)	sandig-kiesiger Felsersatz (Gneis-Porphyr-Zersatz)
Homogenbereich DIN 18300:2016	-	B2	B3
Bodengruppe nach DIN 18196	-	TL, TM	SU, SU*, GU, GU*
Anteil Steine und Blöcke	M.-%	0-5	0-10
Korngrößenverteilungen	[M.-%]	Feinstkorn: 70-85, Sand: 15-25, Kies: 0-10, Steine: 0-5	Feinstkorn: 5-35, Sand: 15-50, Kies: 20-80, Steine: 0-10
Dichte / Wichte γ	[kN/m ³]	18,5-19,5	19-21
Lagerungsdichte	-	nicht erforderlich	mitteldicht bis sehr dicht
Konsistenz	-	steifplastisch bis halbfest	nicht erforderlich
Wassergehalt	[M.-%]	12-20	7-15
undrainierte Scherfestigkeit c_u	[kN/m ²]	50-100	0
Organischer Anteil	[%]	0-1	0-1

Kennwert / Ortsübliche Bezeichnung	Dimension	Fels (Gneis-Porphyr)
Homogenbereich nach DIN 18300:2016 (Lösen)	-	F1
Bodengruppe nach DIN 18196	-	X
Benennung von Fels	-	Fels, steinig, stark klüftig bis schwach klüftig
Dichte (Wichte γ)	[kN/m ³]	21-23
Einaxiale Druckfestigkeit	MN/m ²	ca. 10-80 *
Gesteinskörperform	-	plattig *
Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand	-	Trennflächenrichtung nicht erkundet *, Trennflächenabstand nicht erkundet, voraussichtlich < 5 cm bis etwa 50 cm *
Verwitterungsgrad	-	verwittert bis unverwittert *
Klüftigkeit	-	stark klüftig bis kompakt *

*... Bemerkung: Für eine Bestimmung von Kennwerten des Felses nach DIN EN ISO 14689-1 sind ggf. weiterführende Untersuchungen erforderlich.

Tab. 3b: Kennwerte für Homogenbereiche nach DIN 18300:2016

Hinsichtlich der **Scherfestigkeit, Verformbarkeit und Frostsicherheit** werden die Auffüllungs- und Baugrundsichten allgemein wie folgt beurteilt:

Die Oberböden, die aufgefüllten Sande, die Gehängelehme und der bindige Felsersatz besitzen eine geringe Scherfestigkeit und eine hohe Verformbarkeit. Der sandig-kiesige Felsersatz ist durch eine mittlere bis hohe Scherfestigkeit und eine geringe bis mittlere Verformbarkeit gekennzeichnet.

Die im Untersuchungsgebiet aufgeschlossenen Auffüllungs- und Baugrundsichten sind nach den ZTV E-StB 17 [12] größtenteils als sehr frostempfindlich (F3-Böden) einzustufen.

Bautechnische Eignung der Auffüllungs- und Baugrundsichten

Oberböden:

Die im Untersuchungsgebiet vorhandenen **Oberböden** können aus bautechnischer Sicht **zur Geländeangleichung** im Bauvorhaben **wiederverwendet** werden. **Die Oberböden sind für die geplanten Baumaßnahmen vollständig auszubauen.**

Auffüllungen (Sande, mit Recyclaten durchsetzt):

Die im Untersuchungsgebiet **aufgefüllten, mit Recyclaten durchsetzten Sande** sind nach den ZTV E-StB 17 als **F3-Böden** einzustufen. Diese Schichten können aus bautechnischer Sicht **zur Geländeangleichung** im Bauvorhaben bei entsprechender Umweltverträglichkeit (siehe Abschnitt 6 des Gutachtens) **wiederverwendet** werden. Überschüssige Aushubmassen sind entsprechend der Deklarationen zu entsorgen.

Die aufgefüllten Sande sind für die geplanten Baumaßnahmen vollständig auszubauen.

Gehängelehme und bindiger Felsersatz (Gneis-Porphyr-Zersatz):

Die im Untersuchungsgebiet **anstehenden Gehängelehme und der bindige Felsersatz** sind nach den ZTV E-StB 17 als **F3-Böden** einzustufen. Diese Schichten können aus bautechnischer Sicht **zur Geländeangleichung** im Bauvorhaben bei entsprechender Umweltverträglichkeit (siehe Abschnitt 6 des Gutachtens) **wiederverwendet** werden. Überschüssige Aushubmassen sind entsprechend der Deklarationen zu entsorgen.

Auf diesen **in Teilbereichen im Planumbereich für einen grundhaften Ausbau der Verkehrsflächen** vorhandenen bindigen Baugrundsichten wird die Mindestanforderung an eine **Planumtragfähigkeit** (E_{v2} -Wert des Plattendruckversuches nach DIN 18134 von 45 MN/m²) **nicht erreicht** werden, so dass in diesen Bereichen **Maßnahmen zur Bodenverbesserung erforderlich** sind.

Dafür kann empfohlen werden:

Planum der Fahrbahnen und Parkflächen:

- **Vorzugsvariante: vollständiger Austausch bis auf OK sandig-kiesiger Felsersatz bzw.**
- **Bodenaustausch** (Gesteinskorngemische der Körnungen 0/32 oder 0/45 mm) in einer Dicke von **0,30 m** (mit Einbau eines geotextilen Vliesstoffes GRK 3 zur Schichtentrennung) **bzw.**
- Einbau einer **hydraulisch gebundenen Schicht** (frostbeständige Verfestigung nach den ZTV E-StB 17 als Neumaterial mit einer Druckfestigkeit von 9-11 N/mm² nach 28 Tagen) in einer Dicke von **0,20 m** (Empfehlung: 100 % Anrechnung auf frostsicheren Oberbau, damit Reduzierung der Dicke der Frostschuttschicht möglich)

Planum von Gehwegen:

- **Bodenaustausch** (frostsichere Gesteinskorngemische der Körnungen 0/22 oder 0/32 mm) in einer Dicke von **mind. 0,15 m**

sandig-kiesiger Felsersatz (Gneis-Porphyr-Zersatz):

Der **im Untersuchungsgebiet anstehende sandig-kiesige Felsersatz** ist als **F2- bzw. F3-Boden** nach den ZTV E-StB 17 einzustufen und kann aus bautechnischer Sicht zur Verfüllung von Leitungsgräben von der OK Rohrleitungszone bis zur OK Planum bei entsprechender Umweltverträglichkeit (siehe Abschnitt 5 des Gutachtens) **wiederverwendet** werden. Die hier anfallenden Aushubmassen sind entsprechend der Deklarationen (siehe Abschnitt 6 des Gutachtens) **zu entsorgen**.

Der **größtenteils im Planumbereich für einen grundhaften Ausbau der Verkehrsflächen sowie im Gründungsbereich des Gebäudes, beim Kanalbau und bei der Medienverlegung anstehende sandig-kiesige Felsersatz** stellt eine **tragfähige Gründungsschicht** dar. Ein Bodenaustausch ist in diesen Schichten nicht erforderlich. Es ist jedoch eine Auflockerung des Sohlbereiches zu verhindern und ein zügiges Überbauen mit der nächsten Schicht erforderlich. **Aufgelockerte Schichten** des Felsersatzes sind ggf. unter Einbau einer Schicht aus gebrochenen Gesteinskorngemischen der Körnungen 0/22 oder 0/32 mm als Gründungspolster **nachzuverdichten**. Beim Kanalbau und der Medienverlegung ist zu empfehlen, abbaubedingte Unregelmäßigkeiten der Sohle im Felsersatz der Bodenklasse 6 bzw. im Fels (Bodenklasse 6 – 7) mit Beton C 12/15 auszugleichen.

Allgemeine Hinweise:

Die **bindigen Schichten** neigen im freiliegenden Planum bei Wasserzutritt zum Aufweichen. Die Planums- und Sohlbereiche sowie die Grabenwände sind vor Durchfeuchtungen zu schützen. **Aufgeweichte Schichten dürfen nicht überbaut werden. Diese sind zusätzlich auszutauschen.**

Aufgrund der geringen Wasserdurchlässigkeiten der **im Planums- und Gründungsbereich vorhandenen Baugrundsichten** sind in diesen Schichten **Entwässerungsmaßnahmen** (Quer- und Längsneigungen, Drainagen – Tiefenlage in Abhängigkeit von den Maßnahmen zur Bodenverbesserung!) **erforderlich.**

Hinsichtlich der Lösbarkeit sind für die erkundeten Auffüllungs- und Baugrundsichten bis in Tiefen von ca. 1,50 m unter GOK keine Schwierigkeiten zu erwarten. **Erhöhte Aufwendungen sind für das Lösen des dicht gelagerten Felsersatzes** (bis Bodenklasse 6) sowie des darunter liegenden Felses (Bodenklasse 7) zu erwarten. Hinsichtlich des **Aufwandes beim Lösen und Laden** sind die Auffüllungs- und Baugrundsichten den in Tabelle 3b angegebenen **Homogenbereichen** zuzuordnen.

Die aufgeschlossenen Auffüllungs- und Baugrundsichten sind bis in Tiefen von ca. 1,50 m unter GOK rammbar. Rammprobleme können im darunter liegenden dicht gelagerten Felsersatz und im Fels auftreten.

4. Untersuchung der Versickerungseignung der Baugrundsichten

Im Zusammenhang mit dem Neubau der KITA sollte überprüft werden, ob eine Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers nach DWA A 138 im Untersuchungsgebiet möglich ist. Hierzu wurden zwei in-situ-Versickerungsversuche realisiert.

Dafür wurden die Kleinrammbohrungen KRB 1 und KRB 4 mit Pegeln ausgebaut und darin die in-situ-Versickerungsversuche V 1 und V 4 in verrohrten Filterstrecken durchgeführt. Die Versickerung erfolgte nach einer ausreichenden Wassersättigung des Untergrundes in einer Tiefe von 1,00 – 2,00 m unter GOK im sandig-kiesigen Felsersatz. Die graphische und tabellarische Darstellung der gemäß dem Verfahren nach Kollbrunner und Maag (1946) durchgeführten und ausgewerteten in-situ-Versickerungsversuche ist in der Anlage 4 des Gutachtens enthalten. Folgende Durchlässigkeitsbeiwerte k_f wurden bei den Versickerungsversuchen ermittelt:

- V 1: $k_f = 6,9 \times 10^{-7} \text{ m/s}$
- V 4: $k_f = 4,5 \times 10^{-7} \text{ m/s}$

Bewertung:

Aufgrund der geringen Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte der anstehenden Baugrundsichten (nach DWA A 138 ist ein k_f -Wert von mind. $1,0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ erforderlich!) und des möglichen Schichtwassereinflusses ist im Untersuchungsgebiet die Errichtung von Versickerungsanlagen nach DWA A 138 auszuschließen.

Anstelle dessen sollte geprüft werden, ob mittels Regenrückhaltebecken nach DWA A 117 eine gedrosselte Ableitung in einen Vorfluter möglich ist. Grundsätzlich sollten die Ableitungen des anfallenden Niederschlagswassers minimiert werden. Hierzu ist eine Verminderung der Spitzenabflusswerte sinnvoll. Geeignet können folgende Maßnahmen sein:

- Sickerpflaster bzw. Rasengittersteine für befestigte Flächen (Spitzenabflusswerte $\sim 0,5$ bzw. $< 0,2$)
- Dachbegrünungen, zum Beispiel bei Garagen/Carports (Spitzenabflusswert $< 0,5$)
- Grünflächen (Spitzenabflusswert $< 0,2$)

Hierbei muss jedoch die konkrete Situation (Gefälle, Bauwerksabdichtungen, Leitungsbestand) berücksichtigt werden.

5. Baugrundeignungen und Hinweise für die Bauausführung

Hinsichtlich der Baugrundverhältnisse ist das **Untersuchungsgebiet für die geplanten Baumaßnahmen bedingt geeignet.**

Die Planien bei einem **grundhaften Ausbau der Verkehrsflächen, bei der Gründung von Medien- und Entwässerungsleitungen und beim Kanalbau** liegen größtenteils **in ausreichend tragfähigen Baugrundsichten des sandig-kiesigen Felszersatzes**, so dass in diesen Schichten **keine Maßnahmen zur Bodenverbesserung** nach den ZTV E-StB 17 **erforderlich** sind. Es ist jedoch eine Auflockerung des Sohlbereiches zu verhindern und ein zügiges Überbauen mit der nächsten Schicht erforderlich. **Aufgelockerte Schichten** des Felszersatzes sind ggf. unter Einbau einer Schicht aus gebrochenen Gesteinskornmischen der Körnungen 0/22 oder 0/32 mm als Gründungspolster **nachzuverdichten.**

Liegen die Planien bei einem **grundhaften Ausbau der Verkehrsflächen in Teilbereichen in bindigen Baugrundsichten** auf denen die Mindestanforderung an eine Planumtragfähigkeit (E_{v2} -Wert des Plattendruckversuches nach DIN 18134 von 45 MN/m^2) nicht erreicht wird, so sind in diesen Bereichen **Maßnahmen zur Bodenverbesserung** nach den ZTV E-StB 17, wie im Abschnitt 3 beschrieben (vorzugsweise vollständiger Bodenaustausch bis auf OK sandig-kiesiger-Felsersatz), **erforderlich.** Die entsprechenden Bereiche sind baubegleitend auf der Grundlage von Tragfähigkeitsmessungen festzulegen.

Die im Untersuchungsgebiet aufgeschlossenen Auffüllungs- und Baugrundsichten sind nach den ZTV E-StB 17 [12] größtenteils als sehr frostempfindlich (F3-Böden) einzustufen.

Bei einem **grundhaften Ausbau der Verkehrsflächen** wird für die Bemessung des Oberbaus nach der RStO 12 der **Ansatz F3-Boden** empfohlen, so dass aus Gründen der Frostsicherung **eine Frostschuttschicht erforderlich** ist. Dabei ist die Lage in der **Frosteinwirkungszone III** zu berücksichtigen.

Die **Wasserverhältnisse** sind nach den RStO für die geplanten Baumaßnahmen als **ungünstig** einzuschätzen, da insbesondere bei Starkregenereignissen oder in Tauperioden mit Grundwasser/Schichtwasser oberhalb einer Tiefe von 1,5 m unter Planum nicht zu rechnen ist.

Der **Kanalbau** kann teilweise **im dicht bis sehr dicht gelagerten Felsersatz** bzw. im aufragenden Fels erfolgen. Es sind demzufolge für diese Bereiche **erhöhte Aufwendungen für das Lösen und Bohren des Felsersatzes** bzw. ggf. des darunter liegenden Felses einzuplanen. Es ist zu empfehlen, abbaubedingte Unregelmäßigkeiten der Sohle im Felsersatz der Bodenklasse 6 bzw. im Fels (Bodenklasse 6 – 7) mit Beton C 12/15 auszugleichen.

Das Material der Rohrleitungszone (Sande) sollte beim Kanalbau in den bindigen Baugrundsichten in gewissen Abständen durch einen Betonriegel (Wassersperre) vertikal getrennt werden, um Suf-fusionserscheinungen auszuschließen bzw. zu minimieren. **Filterstabilitäten** zwischen anstehenden Böden (auch Auffüllungen), Materialien der Rohrleitungszone und der Verfüllung oberhalb der Rohrleitungszone sind erforderlich.

Hinweise zur Gebäudegründung:

Bei der Errichtung des KITA-Gebäudes mittels Flachgründung stehen in der angenommenen frostsicheren Gründungstiefe der Fundamente von 1,00 m unter GOK **mitteldicht bis dicht gelagerte Schichten des sandig-kiesigen Felsersatzes** an. Ein Bodenaustausch mittels Gründungspolster ist in diesen Schichten nicht erforderlich. Es ist jedoch eine Auflockerung der Sohlbereiche zu verhindern und ein zügiges Überbauen mit der nächsten Schicht erforderlich. **Aufgelockerte Schichten** des Felsersatzes sind ggf. unter Einbau einer Schicht aus gebrochenen Gesteinskörnungsmischen der Körnungen 0/22 oder 0/32 mm als Gründungspolster **nachzuverdichten**. Ggf. ist zu empfehlen, abbaubedingte Unregelmäßigkeiten der Sohle im Felsersatz der Bodenklasse 6 bzw. im Fels (Bodenklasse 6 – 7) mit Beton C 12/15 auszugleichen.

Für die Bemessung der Gründungen auf **Streifen- oder Einzelfundamenten** bei Anwendung der **Bemessungswerte für den Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$** nach DIN 1054:2021-04 [13] sind die Bemessungswerte für die Gründungsschichten (**sandig-kiesiger Felsersatz, ohne Grundwasser-einfluss!**) der nachfolgenden Tabelle 4 zu entnehmen.

Kleinste Einbindetiefe des Fundamentes [m]	Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] bei Streifenfundamenten mit Breiten b bzw. b' von 0,5 m bis 3,0 m					
	0,50 m	1,00 m	1,50 m			
0,5	280	420	460			
1,0	380	520	500			

Tab. 4: Bemessungswerte des Sohlwiderstandes für die Gründungsschichten nach [13]

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.

Der angegebene Bemessungswert des Sohlwiderstandes gilt für lotrechte Belastung der Fundamente. Bei einer geneigten Lasteinleitung ist dieser Wert entsprechend zu reduzieren. Sollte eine wirtschaftliche Fundamentbemessung auf Grundlage des Bemessungswerts des Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$ nicht möglich sein, sind Berechnungen mit konkreten Belastungen für den Nachweis des Grundbruchs nach DIN 4017 und der Setzung nach DIN 4019 vorzunehmen.

Zwischenwerte in den Tabelle 4 hinsichtlich der Einbindetiefe dürfen linear interpoliert werden. Fundamentbreite b' ist die reduzierte Fundamentbreite bei außermittig belasteten Fundamenten (kleinere Grundrissabmessung der Ersatzfläche des Fundamentes). Bei waagerechten Beanspruchungen sind die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes entsprechend der Angaben in den jeweiligen Regelwerken ggf. abzumindern. Bei Rechteckfundamenten mit einem Seitenverhältnis $b_B / b_L < 2$ bzw. $b_B' / b_L' < 2$ dürfen die vorgenannten Bemessungswerte des Sohlwiderstandes um 20 % erhöht werden.

Die auf der Grundlage der Bemessungswerte des Sohlwiderstandes für Streifen- und Einzelfundamente bemessenen Fundamente können zu **Setzungen** führen, die bei Fundamentbreiten bis 1,50 m ca. 1 cm und bei breiteren Fundamenten ca. 2 cm nicht übersteigen und die größtenteils bereits während der Bauphase abklingen werden. Die Setzungen beziehen sich auf allein stehende Fundamente mit mittiger Belastung und können sich bei gegenseitiger Beeinflussung benachbarter Fundamente vergrößern.

Bei außermittig belasteten Fundamenten treten Verdrehungen auf, die entsprechend des Grenzzustandes der Gebrauchstauglichkeit nachgewiesen werden müssen, sofern sie den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit wesentlich beeinflussen.

Für die Bemessung der Gründungen auf der **Grundlage des Nachweises für den Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Bemessung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit** entsprechend der Angaben der DIN 1054:2021-04 [13] sind die in die Berechnungen einzuführenden Berechnungswerte der Tabelle 3a (Baugrundkennwerte und Berechnungswerte) in Abschnitt 3 des Berichtes zu entnehmen. Als Berechnungsprofile können die Bohrprofile in Anlage 2 verwendet werden.

Für den Ansatz des **Bettungsmoduls** zur Bemessung eines **Plattenfundamentes als Gründung des Gebäudes** kann für die in der Gründungssohle vorhandenen Schichten (**sandig-kiesiger Felsersatz, ohne Grundwassereinfluss!**) aufgrund von Erfahrungswerten der folgende Bettungsmodul verwendet werden:

$$\text{Bettungsmodul } k_s = 15 \text{ MN/m}^3$$

Allgemeine Hinweise:

Die **bindigen Schichten** neigen im freiliegenden Planum bei Wasserzutritt zum Aufweichen. Die Planums- und Sohlbereiche sowie die Grabenwände sind vor Durchfeuchtungen zu schützen. **Aufgeweichte Schichten dürfen nicht überbaut werden. Diese sind zusätzlich auszutauschen.**

Aufgrund der geringen Wasserdurchlässigkeiten der **im Planums- und Gründungsbereich vorhandenen Baugrundsichten** sind in diesen Schichten **Entwässerungsmaßnahmen** (Quer- und Längsneigungen, Drainagen – Tiefenlage in Abhängigkeit von den Maßnahmen zur Bodenverbesserung!) **erforderlich.**

Bei der Bauausführung anfallendes Niederschlags- und **mögliches Schicht- oder Sickerwasser** ist mit einer **offenen Wasserhaltung** im Graben ordnungsgemäß zu fassen und abzuführen.

Gräben und Baugruben können unter einem Böschungswinkel $\leq 45^\circ$ bzw. im Bereich der steifen bis halbfesten Lehme und im Felsersatz unter einem Böschungswinkel von 60° frei geböscht werden, jeweils bei Einhaltung des lastfreien Streifens von $\geq 1,00$ m. Bei anderen Randbedingungen und bei Grabentiefen $> 1,75$ m sind **Verbaumaßnahmen** nach der DIN 4124 (z. B. Plattenverbausysteme) vorzusehen. Ein gerammter Verbau kann nicht empfohlen werden.

Ggf. sind **Standsicherheitsnachweise** für die Grabenwände und Baugruben erforderlich.

Zur **Verfüllung von Gräben und Baugruben** sind neben dem im Bauvorhaben anfallenden sandig-kiesigen Felsersatz abgestufte Böden bzw. Gesteinskorngemische mit einem Größtkorn von 16 bis 63 mm zu verwenden, mit denen neben den Anforderungen an den Verdichtungsgrad in den verschiedenen Tiefenlagen auf der OK Verfüllung (ca. OK Planum der Verkehrsflächenbefestigungen) ein E_{v2} -Wert von 45 MN/m^2 erreicht wird.

6. Deklarationsuntersuchungen

6.1 Bestimmung der Zuordnungswerte nach LAGA [7]

Von den aufgeschlossenen Auffüllungs- und Baugrundsichten erfolgte eine Bestimmung der Zuordnungswerte nach LAGA-TR Boden [7]. Folgende Mischproben (MP) wurden in Anlehnung an die LAGA PN 98 [9] gebildet und mit nachstehendem Untersuchungsauftrag an die ERGO Umweltinstitut GmbH Dresden (Prüfzeugnis 22/1045_01/01, siehe Anlage-Nr. 5) übergeben.

Volluntersuchungsprogramm für Bodenmaterial mit mineralischen Fremdbestandteilen (bis 10 Vol-%) nach [7]:

MP 1: Auffüllungen (Sande mit Recyclaten < 10 Vol.-%) und Schluffe und Felszersatz aus Schichten 1.2 + 2.2a + 4.1 + 4.2

MP 2: Felszersatz aus Schichten 1.3 + 1.4 + 2.2b + 2.3 + 3.2 + 3.3 + 4.3 + 4.4

In der Tabelle 5 werden die Ergebnisse der chemischen Analysen – die ermittelten Zuordnungswerte nach LAGA-TR Boden [7] – zusammengefasst.

Probe	Bezeichnung	Zuordnungswert	Wesentliche Überschreitungen
MP 1	Auffüllungen (Sande mit Recyclaten < 10 Vol.-%) und Schluffe und Felszersatz aus Schichten 1.2 + 2.2a + 4.1 + 4.2	Z1.2	Z1.2: Chrom (Eluat) Z1: Arsen (Feststoff) Z1: Chrom (Feststoff) Z1: Nickel (Feststoff) Z1: Zink (Feststoff) Z1: Kohlenstoff, organ. (Feststoff)
MP 2	Felszersatz aus Schichten 1.3 + 1.4 + 2.2b + 2.3 + 3.2 + 3.3 + 4.3 + 4.4	Z1	Z1: Chrom (Feststoff) Z1: Nickel (Feststoff) Z1: Thallium (Feststoff) Z1: Zink (Feststoff)

Tab. 5: Zuordnungswerte nach LAGA-TR Boden [7]

Bewertung:

Die **im Untersuchungsgebiet bis in eine Tiefe von ca. 0,70 m unter GOK vorhandenen Auffüllungs- und Baugrundsichten der Mischprobe MP 1** entsprechen den Anforderungen an einen **Zuordnungswert Z1.2** nach LAGA-TR Boden [7]. Es gilt der Abfallschlüssel 17 05 04 (Boden und Steine) nach AVV [10].

Die **im Untersuchungsgebiet ab einer Tiefe von ca. 0,70 m unter GOK vorhandenen Baugrundsichten der Mischprobe MP 2** entsprechen den Anforderungen an einen **Zuordnungswert Z1** nach LAGA-TR Boden [7]. Es gilt der Abfallschlüssel 17 05 04 (Boden und Steine) nach AVV [10].

7. Schlussbemerkungen

Die durchgeführten Untersuchungen repräsentieren die vorhandenen **Baugrundverhältnisse** verfahrensbedingt **nur punktuell**, so dass Abweichungen von den vorstehend beschriebenen Verhältnissen nicht ausgeschlossen werden können. Begründete Abweichungen von den beschriebenen Verhältnissen sind dem Auftraggeber anzuzeigen. Die **Deklaration der Ausbaustoffe** erfolgte unter Berücksichtigung der LAGA PN 98 [9]. Die Mischproben, welche für die Deklarationsuntersuchungen gebildet wurden, können damit als **repräsentativ** für die Gesamtmenge der im Bauvorhaben anfallenden Aushubmassen angesehen werden.

rabal

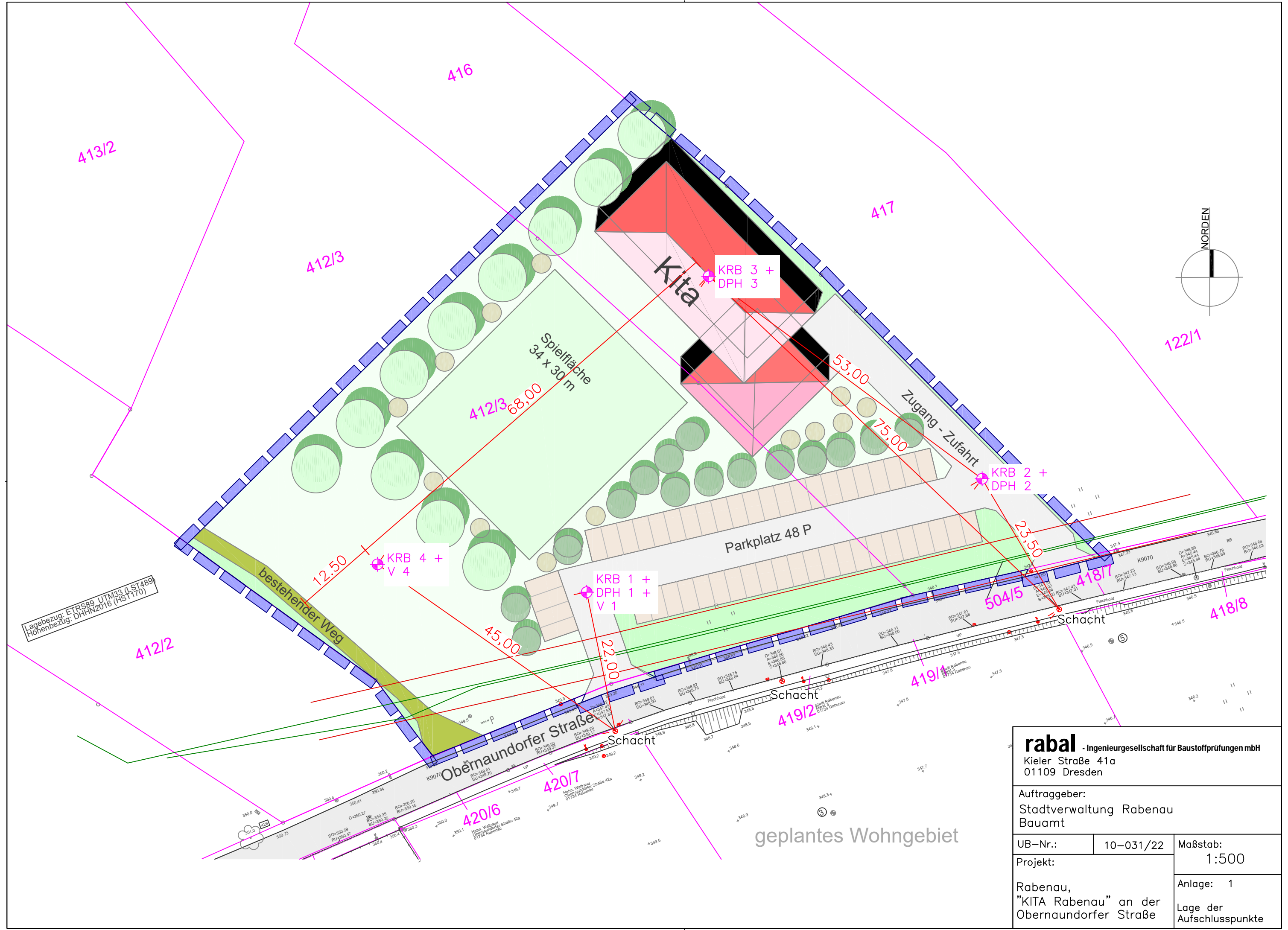
Ingenieurgesellschaft für Baustoffprüfungen mbH

(Dipl.-Ing. (FH) D. Hoffmann)
- Bearbeiter -

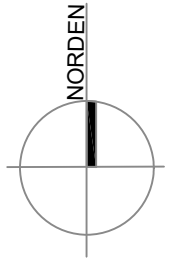
(Dr.-Ing. T. Gleitz)
- Stellv. Prüfstellenleiter -

Anlage 1 zum UB – Nr.: 10-031/22

Lage der Aufschlusspunkte



Lagebezug: ETRS89 UTM33 (LST489)
 Höhenbezug: DHHN2016 (HST170)



rabal - Ingenieurgesellschaft für Baustoffprüfungen mbH Kieler Straße 41a 01109 Dresden		
Auftraggeber: Stadtverwaltung Rabenau Bauamt		
UB-Nr.:	10-031/22	Maßstab: 1:500
Projekt:		Anlage: 1
Rabenau, "KITA Rabenau" an der Obernaundorfer Straße		Lage der Aufschlusspunkte

geplantes Wohngebiet

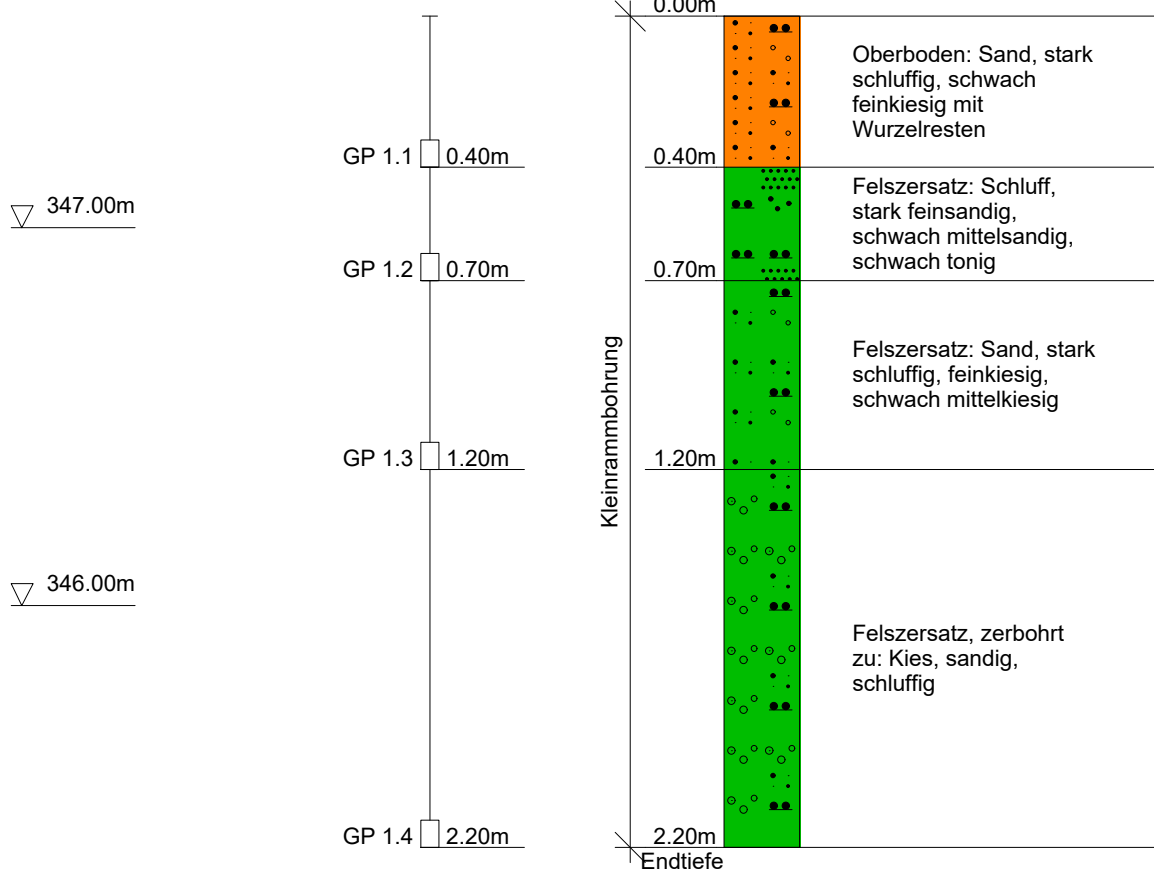
Anlage 2 zum UB – Nr.: 10-031/22

**Bohrprofile, Schichtenverzeichnisse
und Rammdiagramme**

rabal - Ingenieurgesellschaft	Projekt : Rabenau, "KITA Rabenau" an der Obernaundorfer Straße
für Baustoffprüfungen mbH	Projektnr.: 10-031/22
Kieler Straße 41a, 01109 Dresden	Anlage : 2.1
Tel. / Fax: 0351 8800 895 / 898	Maßstab : 1: 20

KRB 1 / V 1

Ansatzpunkt: 347.56 m DHHN2016



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Rabenau, "KITA Rabenau" an der Obernaundorfer Straße**

Bohrung Nr. KRB 1 / V 1

Blatt 3

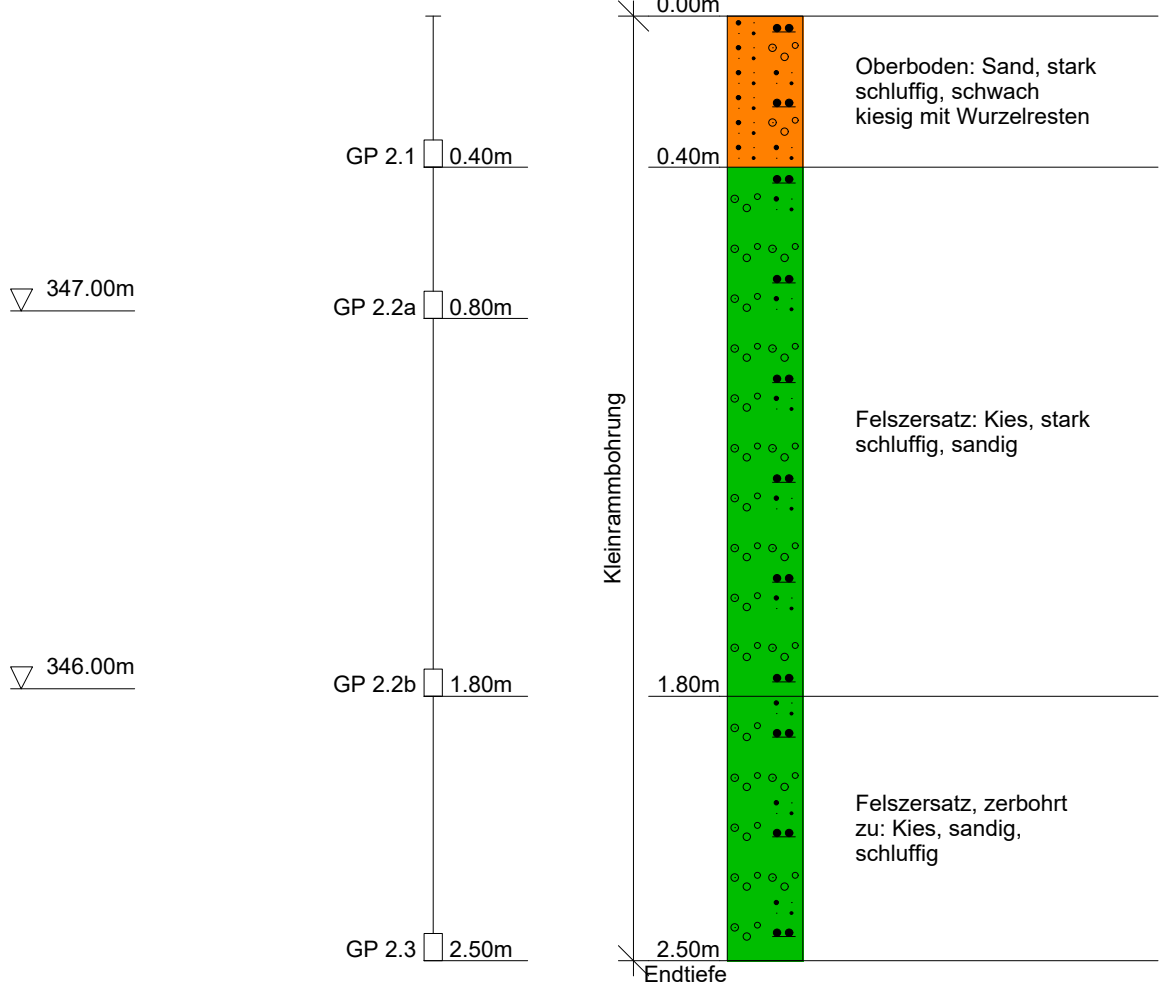
Datum:
09.03.2022

1	2	3	4	5	6
Bis ...m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen c) Beschaffenheit nach Bohrgut d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang e) Farbe f) Übliche Benennung g) Geologische Benennung h) Gruppe i) Kalk- gehalt	Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
			Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
0.40	a) Oberboden: Sand, stark schluffig, schwach feinkiesig mit Wurzelresten b) c) verbacken d) mittel zu bohren e) braun f) Oberboden g) Mutterboden h) i)	KRB d = 80 mm erdfeucht	GP	1.1	0.00 -0.40
0.70	a) Felsersatz: Schluff, stark feinsandig, schwach mittelsandig, schwach tonig b) c) steif bis halbfest d) mittel zu bohren e) rotbraun f) Gneis-Porphyr- Zersatz g) Rotliegendes h) i)	KRB d = 80 mm erdfeucht	GP	1.2	0.40 -0.70
1.20	a) Felsersatz: Sand, stark schluffig, feinkiesig, schwach mittelkiesig b) c) Kiese kantig d) mittel zu bohren e) rotbraun f) Gneis-Porphyr- Zersatz g) Rotliegendes h) i)	KRB d = 80 mm erdfeucht	GP	1.3	0.70 -1.20
2.20 Endtiefe	a) Felsersatz, zerbohrt zu: Kies, sandig, schluffig b) c) Kiese kantig d) schwer zu bohren e) rotgrau f) Gneis-Porphyr- Zersatz g) Rotliegendes h) i)	KRB d = 80 mm, ab 2,0 m d = 60 mm erdfeucht Abbruch im Felsersatz!	GP	1.4	1.20 -2.20

rabal - Ingenieurgesellschaft	Projekt : Rabenau, "KITA Rabenau" an der Obernaundorfer Straße
für Baustoffprüfungen mbH	Projektnr.: 10-031/22
Kieler Straße 41a, 01109 Dresden	Anlage : 2.2
Tel. / Fax: 0351 8800 895 / 898	Maßstab : 1: 20

KRB 2

Ansatzpunkt: 347.78 m DHHN2016



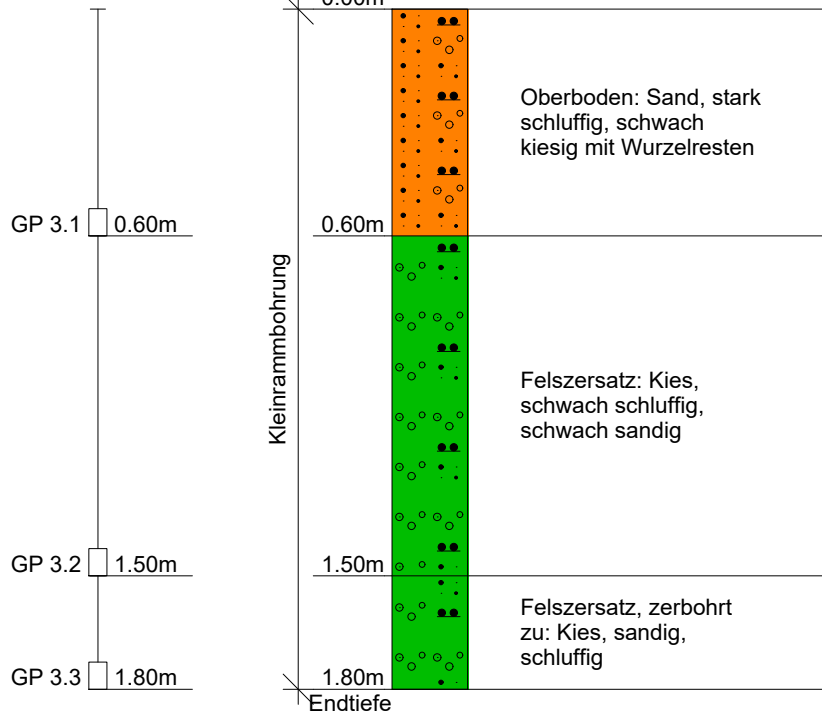
rabal - Ingenieurgesellschaft	Projekt : Rabenau, "KITA Rabenau" an der Obernaundorfer Straße
für Baustoffprüfungen mbH	Projektnr.: 10-031/22
Kieler Straße 41a, 01109 Dresden	Anlage : 2.3
Tel. / Fax: 0351 8800 895 / 898	Maßstab : 1: 20

KRB 3

Ansatzpunkt: 349.03 m DHHN2016

▽ 349.00m

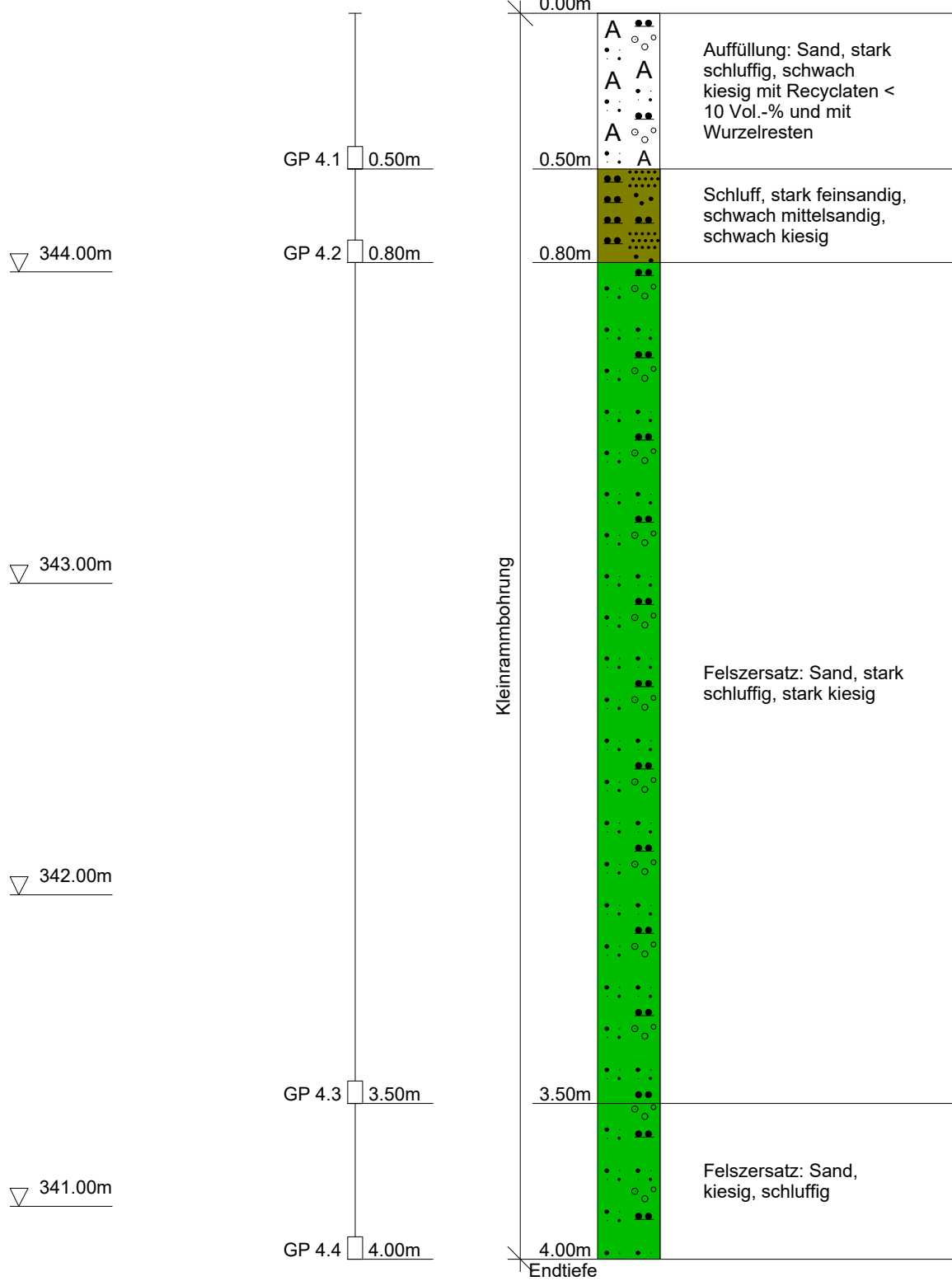
▽ 348.00m



rabal - Ingenieurgesellschaft	Projekt : Rabenau, "KITA Rabenau" an der Obernaundorfer Straße
für Baustoffprüfungen mbH	Projektnr.: 10-031/22
Kieler Straße 41a, 01109 Dresden	Anlage : 2.4
Tel. / Fax: 0351 8800 895 / 898	Maßstab : 1: 20

KRB 4 / V 4

Ansatzpunkt: 344.83 m DHHN2016



Anlage 3 zum UB – Nr.: 10-031/22

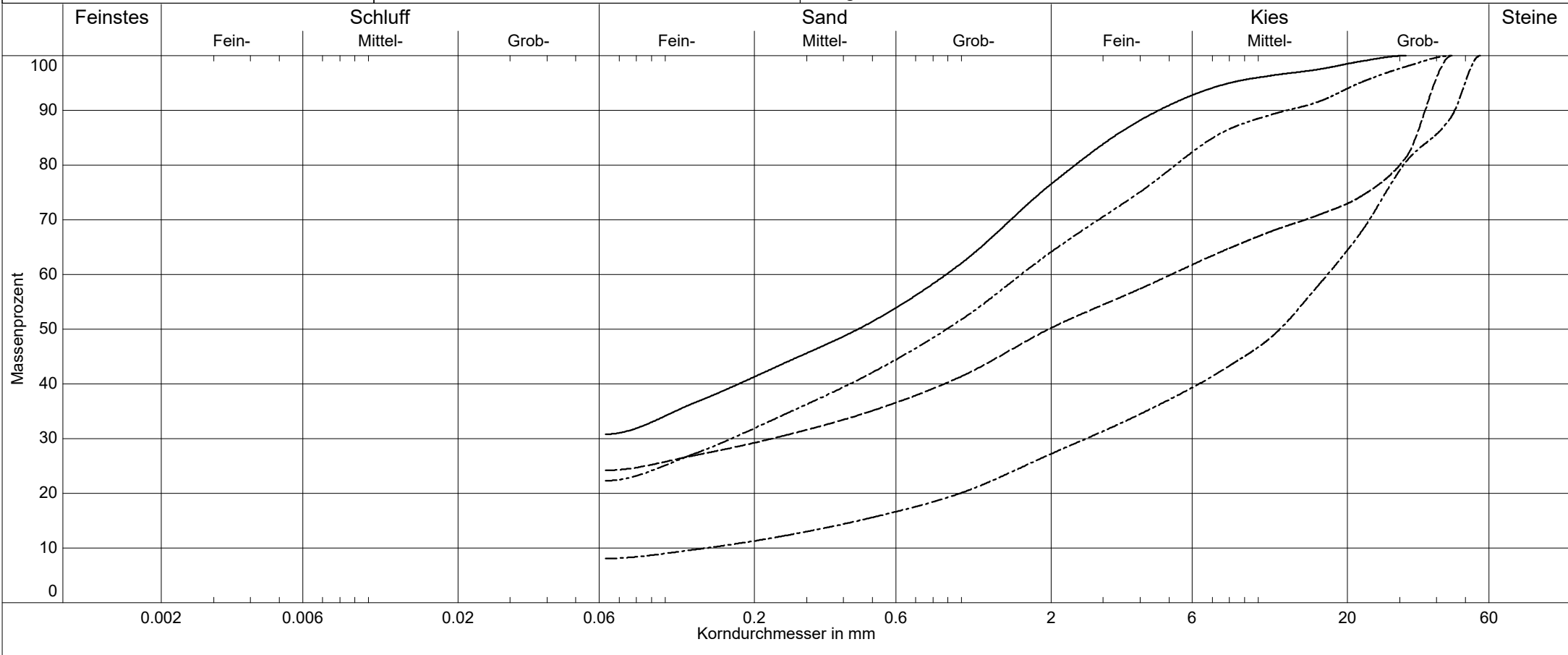
Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen

rabal - Ingenieurgesellschaft
für Baustoffprüfungen mbH
Kieler Straße 41a, 01109 Dresden
Tel. / Fax: 0351 8800 895 / 898

Kornverteilung

DIN 18 123-5

Projekt : Rabenau, "KITA Rabenau" an der Obernaundorfer Straße
Projektnr.: 10-031/22
Datum : 09.03.2022
Anlage : 3



Labornummer	51-053/22	51-054/22	51-055/22	51-056/22
Entnahmestelle	KRB 1, Schicht 1.3	KRB 2, Schicht 2.2b	KRB 3, Schicht 3.2	KRB 4, Schicht 4.2
Entnahmetiefe	0,70-1,20 m unter GOK	0,80-1,80 m unter GOK	0,60-1,50 m unter GOK	0,80-3,50 m unter GOK
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/30.8/45.7/23.5 %	0.0/24.2/26.0/49.8 %	0.0/8.1/19.1/72.8 %	0.0/22.3/41.8/35.9 %
Ungleichförm. Cu	-	-	124.2	-
Krümmungszahl Cc	-	-	2.9	-
Bodengruppe	SU	GU	GU	SU
Frostempfindl.klasse	F3	F3	F2	F3
kf nach Kaubisch	1.5E-007 m/s	6.3E-007 m/s	-(0.063 <= 10%)	9.6E-007 m/s

Anlage 4 zum UB – Nr.: 10-031/22

Ergebnisse der Versickerungsuntersuchungen

Protokoll Versickerungsversuch

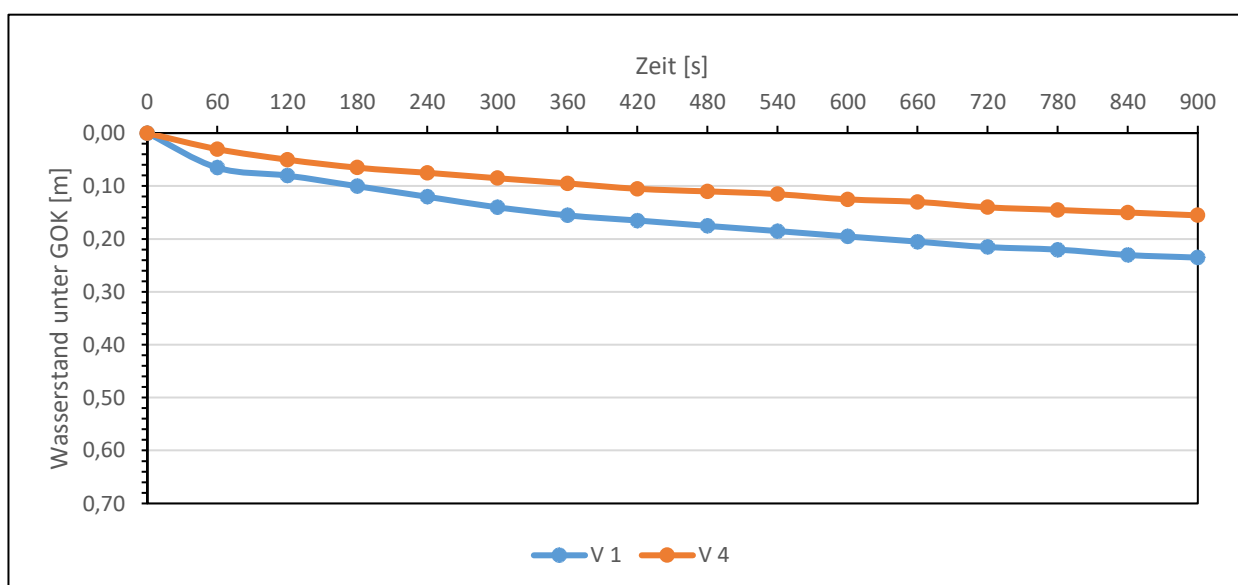
Baumaßnahme: Rabenau, "KITA Rabenau" an der Obernaundorfer Straße

Projekt-Nr.: 10-031/22

Anlage: 4

Versickerungsversuch nach 15 min Wassersättigung

Versuchs-Nr.	V 1	V 4
Datum	09.03.2022	09.03.2022
Tiefe [m unter GOK]	1,00-2,00	1,00-2,00
Schicht	Felszersatz	Felszersatz
Rohrdurchmesser [m]	0,05	0,05
Zeit [s]	Wasserstand unter GOK [m]	
0	0,00	0,00
60	0,07	0,03
120	0,08	0,05
180	0,10	0,07
240	0,12	0,08
300	0,14	0,09
360	0,16	0,10
420	0,17	0,11
480	0,18	0,11
540	0,19	0,12
600	0,20	0,13
660	0,21	0,13
720	0,22	0,14
780	0,22	0,15
840	0,23	0,15
900	0,24	0,16
kf-Wert [m/s]	6,85E-07	4,51E-07



Anlage 5 zum UB – Nr.: 10-031/22

Ergebnisse der chemischen Analysen

ERGO Umweltinstitut GmbH, Lauensteiner Straße 42, 01277 Dresden

rabal - Ingenieurgesellschaft für Baustoffprüfungen mbH

Kieler Str. 41a
01109 Dresden

Prüfbericht Nr. 22/1045_01/01

Ausstellungsdatum des Prüfberichtes: 29.03.2022
Gesamtseitenzahl des Prüfberichtes: 2 Seite(n)
Anlagenzahl des Prüfberichtes: 1 Anlage(n)

Kunden-Nr.: 11564

Auftrags-Nr. des AG:

Bestell-Nr. des AG:

Objekt: Rabenau, „KITA Rabenau“ an der Obernaundorfer Straße

Beschreibung des Prüfgegenstandes: Untersuchung von Bodenproben

Prüfauftrag: Prüfung nach LAGA TR Boden komplett

Probenahme: durch Auftraggeber

Probeneingang: 24.03.2022

Analysenmethoden:

Parameter	Probenvorbereitung	Verfahren
- Trockenmasse		DIN ISO 11465:1996-02
- Arsen	Königswasseraufschluss	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
- Cadmium	Königswasseraufschluss	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
- Chrom-ges	Königswasseraufschluss	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
- Kupfer	Königswasseraufschluss	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
- Quecksilber	Königswasseraufschluss	DIN EN 16175-1:2016-12
- Nickel	Königswasseraufschluss	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
- Blei	Königswasseraufschluss	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09
- Thallium	Königswasseraufschluss	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Zink	Königswasseraufschluss	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09

ERGO Umweltinstitut GmbH
Lauensteiner Straße 42
01277 Dresden
Telefon (0351) 33 68 60
Telefax (0351) 33 68 610
eMail info@ergo-dresden.de
Internet www.ergo-dresden.de

Handelsregister Dresden HRB 320
Steuer-Nr. 203/108/08165
Ust-IdNr. DE140131094
Geschäftsführer
Dipl.-Chem. Michael Frind
Dr. rer. nat. Robert Frind
Dipl.-Ing. (BA) André Kieseewalter

Bankverbindungen
Deutsche Bank
BLZ 870 700 00
Kto 7701709 00
IBAN DE65 870 700 000 7701709 00
BIC/SWIFT DEUT DE 8CXXX

Commerzbank Dresden
BLZ 850 800 00
Kto 04 025 593 00
IBAN DE76 8508 0000 0402 5593 00
BIC/SWIFT DRES DE FF 850

Parameter	Probenvorbereitung	Verfahren
- Cyanid, gesamt		DIN ISO 11262:2012-04
- BETX	Extraktion mit Methanol	DIN EN ISO 22155: 2016-07
- Kohlenstoff, organisch		DIN 19539; 2016-12
- extr. org. Halogenverbindungen (EOX)		DIN 38414 (S 17):2004-03
- leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe	Extraktion mit Methanol	HLUG Band 7, Teil 4
- Mineralölkohlenwasserstoffe C10 bis C22	Extraktion mit Heptan-Aceton-Gemisch	DIN EN ISO 16703:2011-09
- Mineralölkohlenwasserstoffe C10 bis C40	Extraktion mit Heptan-Aceton-Gemisch	DIN EN ISO 16703:2011-09
- PAK nach EPA		DIN ISO 18287:2006-05
- PCB		DIN EN 16167:2012-11
- elektrische Leitfähigkeit	Eluatherstellung	DIN EN 27888 (C 8):1993-11
- pH-Wert	Eluatherstellung	DIN EN ISO 10523 (C 5):2012-04
- Arsen	Eluatherstellung	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Cadmium	Eluatherstellung	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Chrom-ges	Eluatherstellung	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Kupfer	Eluatherstellung	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Quecksilber	Eluatherstellung	DIN EN ISO 12846 (E 12):2012-08
- Nickel	Eluatherstellung	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Blei	Eluatherstellung	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Zink	Eluatherstellung	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2017-01
- Chlorid	Eluatherstellung	DIN EN ISO 10304-1 (D 20):2009-07
- Cyanid, gesamt	Eluatherstellung	DIN EN ISO 14403-1 (D 2):2012-10
- Sulfat	Eluatherstellung	DIN EN ISO 10304-1 (D 20):2009-07
- Phenolindex	Eluatherstellung	DIN EN ISO 14402 (H 37):1999-12

(*) nicht akkreditiertes Prüfverfahren; (**) Untersuchung erfolgte durch Nachauftragnehmer

Prüfergebnisse: siehe Anlage(n) zum Prüfbericht 22/1045_01/01

Prüfdatum: vom 24.03.2022 bis 28.03.2022

Bemerkungen:

- Messwerte mit „<“ entsprechen der Bestimmungsgrenze des angewendeten Analysenverfahrens.
- Aufbewahrungszeiten (wenn nicht anders vereinbart):
 - Feststoffproben - drei Monate
 - wässrige Proben - zwei Wochen
 - Altholzproben - sechs Monate
- Die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchte(n) Probe(n).
- Der Prüfbericht darf nicht ohne schriftliche Genehmigung des Prüflabors auszugsweise vervielfältigt werden.
- n. b.: Summe nicht berechnet, da alle Einzelergebnisse unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenzen.

ERGO Umweltinstitut GmbH

Michael Frind
Laborleiter

Parameter	Einheit	Messwert MP 1 D-22-03-2188	LAGA- Zuordnung	LAGA-Zuordnungswerte für Boden			
				Z0 Sand	Z1	Z2	
Feststoffuntersuchungen							
Arsen	[mg/kg TM]	12,6	Z1	10	45	150	
Cadmium	[mg/kg TM]	0,39	Z0	0,4	3	10	
Chrom-ges.	[mg/kg TM]	40,6	Z1	30	180	600	
Kupfer	[mg/kg TM]	15,7	Z0	20	120	400	
Quecksilber	[mg/kg TM]	0,08	Z0	0,1	1,5	5	
Nickel	[mg/kg TM]	20,4	Z1	15	150	500	
Blei	[mg/kg TM]	27,4	Z0	40	210	700	
Thallium	[mg/kg TM]	0,3	Z0	0,4	2,1	7	
Zink	[mg/kg TM]	80	Z1	60	450	1500	
Cyanid, gesamt	[mg/kg TM]	<0,4	Z0	-	3	10	
EOX	[mg/kg TM]	0,05	Z0	1	3 ⁴⁾	10	
Mineralölkohlenwasserstoffe	[mg/kg TM]	<20 (<20)	Z0	100	300(600) ²⁾	1000(2000) ²⁾	
Summe BETX	[mg/kg TM]	<0,5	Z0	1	1	1	
Summe LHKW	[mg/kg TM]	<0,5	Z0	1	1	1	
Summe PAK nach EPA	[mg/kg TM]	0,18	Z0	3	3(9) ³⁾	30	
- Naphthalin	[mg/kg TM]	0,0095	-	-	-	-	
- Benzo(a)pyren	[mg/kg TM]	0,013	-	0,3	0,9	3	
Summe PCB ₆	[mg/kg TM]	<0,05	Z0	0,05	0,15	0,5	
Kohlenstoff - organisch	[% der TM]	0,52	Z1	0,5(1) ¹⁾	1,5	5	
				Z0	Z1.1	Z1.2	Z2
Eluatuntersuchungen							
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	27	Z0	250	250	1500	2000
pH-Wert		6,87	Z0	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12
Chlorid	[mg/l]	<5	Z0	30	30	50	100 ⁵⁾
Sulfat	[mg/l]	<10	Z0	20	20	50	200
Cyanid	[µg/l]	<5	Z0	5	5	10	20
Phenolindex	[µg/l]	13	Z0	20	20	40	100
Arsen	[µg/l]	<10	Z0	14	14	20	60 ⁶⁾
Cadmium	[µg/l]	<0,5	Z0	1,5	1,5	3	6
Chrom-ges.	[µg/l]	20	Z1.2	12,5	12,5	25	60
Kupfer	[µg/l]	20	Z0	20	20	60	100
Quecksilber	[µg/l]	<0,2	Z0	<0,5	<0,5	1	2
Nickel	[µg/l]	12	Z0	15	15	20	70
Blei	[µg/l]	13	Z0	40	40	80	200
Zink	[µg/l]	49	Z0	150	150	200	600
Gesamteinschätzung (*)			Z1.2				

MP 1: Auffüllungen (Sande mit Recyclaten < 10 Vol.-%) und Schluffe und Felsersatz aus Schichten 1.2 + 2.2a + 4.1 + 4.2

(1) bei einem C:N-Verhältnis >25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%

(2) Die angegebenen Zuordnungswerte gelten für KW-Verbindungen mit einer Kettenlänge von C₁₀ bis C₂₂. Der Gesamtgehalt, bestimmt nach E DIN EN 14039 (C₁₀-C₄₀) darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten.

(3) Bodenmaterial mit Zuordnungswerten >3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.

(4) Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen

(5) bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 300 mg/l

(6) bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/l

Bewertungsgrundlage: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln für die Verwertung (TR Boden) Stand: 5. November 2004

(*) = auf Grundlage der bestimmten Parameter

Frind
Laborleiter

Parameter	Einheit	Messwert MP 2 D-22-03-2189	LAGA- Zuordnung	LAGA-Zuordnungswerte für Boden			
				Z0 Sand	Z1	Z2	
Feststoffuntersuchungen							
Arsen	[mg/kg TM]	4	Z0	10	45	150	
Cadmium	[mg/kg TM]	<0,3	Z0	0,4	3	10	
Chrom-ges.	[mg/kg TM]	44,7	Z1	30	180	600	
Kupfer	[mg/kg TM]	9,88	Z0	20	120	400	
Quecksilber	[mg/kg TM]	<0,03	Z0	0,1	1,5	5	
Nickel	[mg/kg TM]	21,3	Z1	15	150	500	
Blei	[mg/kg TM]	12,4	Z0	40	210	700	
Thallium	[mg/kg TM]	0,45	Z1	0,4	2,1	7	
Zink	[mg/kg TM]	66,1	Z1	60	450	1500	
Cyanid, gesamt	[mg/kg TM]	<0,4	Z0	-	3	10	
EOX	[mg/kg TM]	<0,05	Z0	1	3 ⁴⁾	10	
Mineralölkohlenwasserstoffe	[mg/kg TM]	<20 (<20)	Z0	100	300(600) ²⁾	1000(2000) ²⁾	
Summe BETX	[mg/kg TM]	<0,5	Z0	1	1	1	
Summe LHKW	[mg/kg TM]	<0,5	Z0	1	1	1	
Summe PAK nach EPA	[mg/kg TM]	<0,05	Z0	3	3(9) ³⁾	30	
- Naphthalin	[mg/kg TM]	<0,001	-	-	-	-	
- Benzo(a)pyren	[mg/kg TM]	0,0016	-	0,3	0,9	3	
Summe PCB ₆	[mg/kg TM]	<0,05	Z0	0,05	0,15	0,5	
Kohlenstoff - organisch	[% der TM]	<0,1	Z0	0,5(1) ¹⁾	1,5	5	
				Z0	Z1.1	Z1.2	Z2
Eluatuntersuchungen							
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	10	Z0	250	250	1500	2000
pH-Wert		6,8	Z0	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12
Chlorid	[mg/l]	<5	Z0	30	30	50	100 ⁵⁾
Sulfat	[mg/l]	<10	Z0	20	20	50	200
Cyanid	[µg/l]	<5	Z0	5	5	10	20
Phenolindex	[µg/l]	<5	Z0	20	20	40	100
Arsen	[µg/l]	<10	Z0	14	14	20	60 ⁶⁾
Cadmium	[µg/l]	<0,5	Z0	1,5	1,5	3	6
Chrom-ges.	[µg/l]	<10	Z0	12,5	12,5	25	60
Kupfer	[µg/l]	<10	Z0	20	20	60	100
Quecksilber	[µg/l]	<0,2	Z0	<0,5	<0,5	1	2
Nickel	[µg/l]	<10	Z0	15	15	20	70
Blei	[µg/l]	<10	Z0	40	40	80	200
Zink	[µg/l]	<10	Z0	150	150	200	600
Gesamteinschätzung (*)			Z1				

MP 2: Felszersatz aus Schichten 1.3 + 1.4 + 2.2b + 2.3 + 3.2 + 3.3 + 4.3 + 4.4

(1) bei einem C:N-Verhältnis >25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%

(2) Die angegebenen Zuordnungswerte gelten für KW-Verbindungen mit einer Kettenlänge von C₁₀ bis C₂₂. Der Gesamtgehalt, bestimmt nach E DIN EN 14039 (C₁₀-C₄₀), darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten.

(3) Bodenmaterial mit Zuordnungswerten >3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.

(4) Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen

(5) bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 300 mg/l

(6) bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/l

Bewertungsgrundlage: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen -
Technische Regeln für die Verwertung (TR Boden)
Stand: 5. November 2004

(*) = auf Grundlage der bestimmten Parameter

Frind
Laborleiter