Kunde xy

Musterstr. XX

XXXXX Musterstadt

**Untersuchungsbericht Nr. XX-XXXX-X Datum: XX.XX.XXXX**

interne Nr. XX-XXXX

|  |  |
| --- | --- |
| Auftrag vom: | 14. November 2019 // Herr Kronz, LBM Trier |
| Beprobung am: | 3. – 5. Dezember 2019 // Hr. Hagemeister und Hr. Malburg, sbt |
| **Projekt:** | L 155 Berglicht - Thalfang  SAP Projekt-Nr.: A.22-17-0045.01 |
| **Hier:** | **Straßenoberbau und Untergrund** |
| Zweck der Untersuchung: | **Vorerkundung** |
| Untersuchungsumfang: | **Bit. / Hydr. gebundener Oberbau:** |
|  | * Probenahme, Bohrkern ∅ 400/250/150/100 mm () * Schichtdicken () * Erweichungspunkt Ring und Kugel, Deckschicht () * Mischgutzusammensetzung, Deck-/Binder-/Tragschicht () * Verdichtungsgrad/Hohlraumgehalt, Deck-/Binder-/Tragsch. () * Pechnachweis, qualitativ/halbquantitativ (/) |
|  | **Pflasterdecke / Tragschicht ohne Bindemittel:** |
|  | * Plattendruckversuche, dynamisch/statisch () * Probenahme, Handschurf () * Schichtdicken () * Korngrößenverteilung () * Chemie – LAGA, Tab. II.1.2-1 () * Chemie – LAGA, Tab. II.1.2-4 u. II.1.2-5 () * Chemie – LAGA, Tab. II.1.4-1, II.1.4-5 u. II.1.4-6 () * Chemie – DepV, Anhang 3, Tabelle 2, Spalte 5-8 () |
|  | **Oberboden / Bankettandeckung / Untergrund / Unterbau:** |
|  | * Rammsondierung () * Probenahme, Kleinrammbohrung () * Ingenieurgeologische Bodenansprache () * Natürlicher Wassergehalt () * Proctorversuch () * Korngrößenverteilung () * Zustandsgrenzen () * Chemie – LAGA, Tab. II.1.2-1 () * Chemie – LAGA, Tab. II.1.2-4 u. II.1.2-5 () * Chemie – LAGA, Tab. II.1.4-1, II.1.4-5 u. II.1.4-6 () * Chemie – DepV, Anhang 3, Tabelle 2, Spalte 5-9 () |

**INHALTSVERZEICHNIS**

Seite

1 Kurzbeschreibung der Maßnahme und Untersuchungsauftrag 3

2 Erkundungsprogramm 3

3 Probenzusammenstellung und Untersuchungsumfang 4

4 Tabellarische Darstellung der Untersuchungsergebnisse 5

5 Ergänzende Angaben zu technischen Merkmalen 12

6 Ergänzende Angaben zu umwelttechnischen Merkmalen 17

7 Angaben zur Entsorgung 21

8 Hinweise zur Planung und Ausführung 26

9 Schlusssatz 31

# Kurzbeschreibung der Maßnahme und Untersuchungsauftrag

Der LBM Gerolstein beabsichtigt die K 33 im Bereich der Ortdurchfahrt Idenheim zu erneuern. Hierbei ist eine Erneuerung bei vollständigem Ersatz der vorhandenen Befestigung nach den Vorgaben der RStO[5] geplant.

Unser Institut wurde mit Erkundungsuntersuchungen beauftragt, um den vorhandenen Schichtenaufbau, die wasserwirtschaftlichen bzw. umwelttechnischen Merkmale der angetroffenen Schichten etc. als Grundlage für die Planung und Ausführung der Baumaßnahme zu ermitteln und die Untersuchungsergebnisse in einem Bericht zusammenzustellen. Weiterhin sollen Aussagen zu eventuellen Verwertungs- bzw. Beseitigungswegen der einzelnen Materialien getroffen sowie eine ergänzende geo- bzw. straßenbautechnische Stellungnahme erstellt werden.

# Erkundungsprogramm

Die Beprobung und Untersuchung des Oberbaus sowie des Untergrundes erfolgte an den Erkundungsstellen mittels folgender Verfahren:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Schichtquerschnitt** | **Probenahme- und  Untersuchungsverfahren** | **Erkundungsstellen** |
| Gebundener Straßenoberbau | Kernbohrung ∅ 400/250/150/100 mm | FB1, FB2, FB3 |
| Tragschicht ohne Bindemittel | Plattendruckversuch, dynamisch | FB1, FB3 |
| Handschurf | FB1, FB2, FB3 |
| Untergrund | Rammsondierung, DPH | GE2 |
| Kleinrammbohrung ∅ 50 – 80 mm | FB1, FB3, GE1, GE2 |

Auftragsgemäß wurde auf Bohrungen mit durchgehendem Kerngewinn verzichtet, sodass Aussagen zum anstehenden Festgestein nicht möglich sind. Es sollte lediglich die Erkundung der Felsüberlagerung durchgeführt werden.

Die Aufschlüsse wurden unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten / in Abstimmung mit dem Auftraggeber / entsprechend den Vorgaben des Auftraggebers an den nachfolgend aufgeführten Stellen ausgeführt:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **UTM** [[1]](#footnote-1) | | |
| **Erk.-St.** | **Zone** | **Ostwert** | **Nordwert** |
| FB1 | K 40, NK 6107 036 – NK 6107 002, Station 0+020, FS FR Hetzerath | | |
| 32U | 344961 | 5523384 |
| FB2 |  | | |
|  |  |  |
| FB3 |  | | |
|  |  |  |
| FB4 |  | | |
|  |  |  |
| GE1 |  | | |
|  |  |  |
| GE2 |  | | |
|  |  |  |

Die Lage der Erkundungsstellen ist in dem beigefügten Luftbild gekennzeichnet (Anlage 1).

In der Anlage 2 sind Fotos der Erkundungsbereiche, der Aufschlüsse und der entnommenen Proben abgebildet.

# Probenzusammenstellung und Untersuchungsumfang

Die an den Erkundungsstellen entnommenen Proben sind in der Anlage 7 im Probenahmeprotokoll aufgelistet.

Die Bestimmung der chemischen Parameter erfolgte unter dem Aspekt einer orientierenden Untersuchung. Die Zusammenstellung der Laborproben erfolgte unter Berücksichtigung der Lage der Erkundungsstellen und der Zusammensetzung der aufgeschlossenen Schichtquerschnitte.

An den aus den entnommenen Proben hergestellten Laborproben sowie an den Aufschlüssen wurden die nachstehend aufgeführten Untersuchungen durchgeführt:

***Bit. gebundener Oberbau:***

* Schichtdicke (an Einzelschichten) – Angabe mit einer Genauigkeit von 0,5 cm
* Pechnachweis, qualitativ/halbquantitativ
* Erweichungspunkt RuK, Deck-, Binder-, Tragschicht

***Tragschicht ohne Bindemittel:***

* Plattendruckversuch, dynamisch
* Schichtdicke (materialspezifisch)
* Korngrößenverteilung
* Chemie – LAGA[11], Tab. II.1.2-1
* Chemie – LAGA[11], Tab. II.1.2-4 u. II.1.2-5
* Chemie – LAGA[28], Tab. II. II.1.4-1, II.1.4-5 u. II.1.4-6
* Chemie – DepV[15], Anhang 3, Tabelle 2, Spalte 5 – 8

Für die chemische Untersuchungsdurchführung nach LAGA[11] und DepV[15] wurde die nachstehend aufgeführte Sammelprobe zusammengestellt bzw. die angegebene Mischprobe verwendet:

C1: Gem. a. G. (LS/NS) – Erkundungsstelle FB1 + FB2 (Sammelprobe, P2 + P8)

***Untergrund / Unterbau:***

* Rammsondierung
* Schichtdicke (nach Bodengruppe)
* Ingenieurgeologische Bodenansprache
* Natürlicher Wassergehalt
* Proctorversuch
* Korngrößenverteilung
* Zustandsgrenzen
* Chemie – LAGA [11], Tab. II.1.2-1
* Chemie – LAGA[11], Tab. II.1.2-4 u. II.1.2-5
* Chemie – LAGA[28], Tab. II. II.1.4-1, II.1.4-5 u. II.1.4-6
* Chemie – DepV [15], Anhang 3, Tabelle 2, Spalte 5 – 9

Für die chemische Untersuchungsdurchführung nach LAGA[11] und DepV[15] wurde die nachstehend aufgeführte Sammelprobe zusammengestellt bzw. die angegebene Mischprobe verwendet:

C2: Untergrund – Erkundungsstelle FB1 (Mischprobe, P3)

Unter Berücksichtigung des § 8 Ziffer 3 der DepV[15] ist festzustellen, dass zeitnahe Untersuchungen grundsätzlich nur für kontinuierlich anfallende Abfälle wie z.B. aus Abfallbeseitigungsanlagen erforderlich sind. „Bei Abfällen, die nicht regelmäßig anfallen, ist eine Untersuchung nach Satz 1 nicht erforderlich, wenn die gesamte zu deponierende Abfallmenge im Rahmen der grundlegenden Charakterisierung nach Anhang 4 beprobt und untersucht worden ist“. Dieser Grundsatz wird in der Regel im Zuge der durchgeführten Voruntersuchungen und der ergänzenden Untersuchung nach DepV[15] eingehalten. Entsprechend ist hier auch zunächst keine zeitliche Begrenzung der Gültigkeit der Untersuchungsergebnisse gegeben, sofern der Umfang den gültigen Regelwerken entspricht und in der Örtlichkeit keine maßgeblichen Veränderungen vorliegen. Die vorgenannten Aussagen gelten analog für Untersuchungen gemäß LAGA[11].

Im Zuge der Probenvorbereitung wurden zusätzlich zu den Laborproben Rückstellproben der ToB, des Oberbodens sowie des Untergrundes hergestellt, welche für ggf. notwendige weitere Untersuchungen bis zum XX.XX.XXXX in unserem Haus aufbewahrt werden.

Die Bestimmung der chemischen Parameter erfolgte über die Eurofins Umwelt Südwest GmbH, Niederlassung Trier.

# Tabellarische Darstellung der Untersuchungsergebnisse

Im folgenden Abschnitt werden die Untersuchungsergebnisse tabellarisch zusammengefasst und bewertet. Für weitere Details wird auf die Anlagen 3 bis 5 verwiesen.

## Bit. gebundener Oberbau

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Erkundungsstelle** | | | | **FB1** | **FB2** | **FB3** | **FB4** | **GW1** | **GW2** |
| Aufschlussart | | | | **BK Ø 400 mm** |  |  |  |  |  |
| **Technische Merkmale** | | | |  |  |  |  |  |  |
| Gesamtdicke geb. Oberbau cm | | | | **17,0** |  |  |  |  |  |
| RStO[5], [[2]](#footnote-2) Belastungsklasse | | | | **Bk0,3** |  |  |  |  |  |
| Erweich.-pkt. RuK[31] °C | Ist | | DS [[3]](#footnote-3) | **65,2** |  |  |  |  |  |
| BS 3 | **69,6** |  |  |  |  |  |
| TS 3 | **78,4** |  |  |  |  |  |
| Soll Einzelwert | | | **77** |  |  |  |  |  |
| Soll Mittelwert | | | **70** |  |  |  |  |  |
| RuVA[6],[[4]](#footnote-4)  Heißmisch-verfahren (Ziffer 4.1)[6] | Deckschicht | | | **JA** | **Nachweis erforderl.** |  |  |  |  |
| Binderschicht | | | **JA** |  |  |  |  |  |
| Tragschicht | | | **NEIN** |  |  |  |  |  |
| **Umwelttechn. Merkmale** | | | |  |  |  |  |  |  |
| Nachweis-führung Pech | | qualitativ | | **x** | **x** | **x** | **x** | **x** | **x** |
| halbquantitativ | | **-** | **x** | **-** | **-** | **x** | **-** |
| **pechfreier Querschnitt** | | | |  |  |  |  |  |  |
| Dicke cm | | | |  | **14** |  |  |  |  |
| Schreiben des MUFV[11] Abgrenzung Gefährlichkeit | | | |  | **nicht gefährlich** |  |  |  |  |
| RuVA[6] Verwertungsklasse | | | |  | **A** |  |  |  |  |
| AVV[14] Abfallschlüssel | | | |  | **17 03 02** |  |  |  |  |
| **pechhaltiger Querschnitt** | | | |  |  |  |  |  |  |
| Dicke cm | | | | **4** |  |  |  |  |  |
| Schreiben des MUFV[11],[[5]](#footnote-5) Abgrenzung Gefährlichkeit | | | | **gefährlich** |  |  |  |  |  |
| RuVA[6], [[6]](#footnote-6) Verwertungsklasse | | | | **B** |  |  |  |  |  |
| AVV[14] Abfallschlüssel | | | | **17 03 01\*** |  |  |  |  |  |

## Tragschicht ohne Bindemittel

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Erkundungsstelle** | | | **FB1** | **FB2** | **FB3** | **FB4** | **GW1** | **GW2** |
| Aufschlussart | | | **Hand-schurf** |  |  |  |  |  |
| **Technische Merkmale** | | |  |  |  |  |  |  |
| Plattendruckversuch  MN/m² | EVdyn | |  |  |  |  |  |  |
| EVdyn(85%) | |  |  |  |  |  |  |
| EV2 | Ist [[7]](#footnote-7) |  |  |  |  |  |  |
| Soll [[8]](#footnote-8) | **120** |  |  |  |  |  |
| Dicke  cm | obere Zone | | **20** |  |  |  |  |  |
| untere Zone | | **36** |  |  |  |  |  |
| Gesamtdicke cm | frostsicherer Oberbau | | **70** |  |  |  |  |  |
| Soll [[9]](#footnote-9) | **≥ 60** |  |  |  |  |  |
| Material | | | **Gem. a. G. (NS)**  **BK, ug, 0/80**  **„Rüttel-schotter“** | **Gem. a. G. (LS)**  **BK, sg, 0/32** | **Gem. a. G. (NS)**  **RK, sg, 0/56** |  |  |  |
| Korngrößenverteilung Kornanteil < 0,063 mm | | |  |  |  |  |  |  |
| Gesamtaufschlusstiefe cm | | | **70** |  |  |  |  |  |
| **Umwelttechn. Merkmale** | | |  |  |  |  |  |  |
| Laborprobe | | | **-** | **C1** |  |  |  |  |
| Schreiben des MUFV[18], [[10]](#footnote-10)  Abgrenzung Gefährlichkeit | | | **gefährlich** | **nicht  gefährlich** |  |  |  |  |
| LAGA Boden[11], [[11]](#footnote-11)  Zuordnungsklasse | | |  |  |  |  |  |  |
| LAGA Bauschutt[28],  Zuordnungsklasse | | |  |  |  |  |  |  |
| LAGA Bauschutt[28],  Orientierungswerte | | |  |  |  |  |  |  |
| TL Gestein[27], [[12]](#footnote-12) Verwertungsklasse | | | **-** |  |  |  |  |  |
| DepV[15], [[13]](#footnote-13) Deponieklasse | | |  |  |  |  |  |  |
| Entscheidungshilfe[17] DepV, Tab. 2 | | | **Sp. 6 ≡  DK I** |  |  |  |  |  |
| AVV[14], [[14]](#footnote-14)  Abfallschlüssel | | | **17 03 01\* (17 05 03\*)** [T: 7 – 17] |  |  |  |  |  |

Anmerkung: Gem. a. G. = Gemisch aus Gesteinskörnungen,

NS = Naturstein, LS = Lavaschlacke, RC = Rezyklierte Gesteinskörnung, HO = Hochofenschlacke,

BK = Brechkorn, RK = Rundkorn, sg = stetig gestuft, ug = unstetig gestuft

## Bankettandeckung *ODER* Oberboden

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Erkundungsstelle** | **GE1** | **GE2** | **GE3** | **BA1** | **BA2** | **BA3** |
| Aufschlussart | **Handschurf** |  |  |  |  |  |
| erkundete Dicke  cm | **15** |  |  |  |  |  |
| **Technische Merkmale** |  |  |  |  |  |  |
| DIN 18196[22], Bodengruppe | **OH, SU** [T: 0 – 15] |  |  |  |  |  |
| DIN 18915[37], Bodengruppe | **3b** [T: 0 – 15] |  |  |  |  |  |
| DIN 18320:2019-09[36], Homogenbereich | **O** |  |  |  |  |  |
| **Umwelttechn. Merkmale** |  |  |  |  |  |  |
| Laborprobe | **C2** |  |  |  |  |  |
| LAGA Boden[11], [[15]](#footnote-15)  Zuordnungsklasse |  |  |  |  |  |  |
| DepV[15], [[16]](#footnote-16) Deponieklasse | **DK II (DK I)** |  |  |  |  |  |
| Entscheidungshilfe[17],DepV, Tab. 2 | **Sp. 6 ≡  DK I** |  |  |  |  |  |
| AVV[14],  Abfallschlüssel |  |  |  |  |  |  |

## Untergrund

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Erkundungsstelle** | | **FB1** | **FB2** | **FB3** | **FB4** | **GE1** | **GE2** |
| Aufschlussart | | **Klein-rammb.** |  |  |  |  |  |
| erkundete Dicke [[17]](#footnote-17) cm | | **300** |  |  |  |  |  |
| Gesamtaufschlusstiefe  cm | | **350** |  |  |  |  |  |
| Zieltiefe  cm | |  |  |  |  |  |  |
| **Technische Merkmale** | |  |  |  |  |  |  |
| DIN 18196[22], Bodengruppe | | **GT\*/ST\*** [T: 0 – 70] |  |  |  |  |  |
| **GT\*** [T: 70 – 170] |  |  |  |  |  |
| **GT\*/ST\*** [T: 170 – 300] |  |  |  |  |  |
| DIN 18300[23], (informativ) Bodenklasse | | **4** |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| DIN 19682-2[24], Bodenarten-Hauptgruppe | | **Tone** | **Lehme** | **Schluffe** | **Sande** |  |  |
| DIN 18300:2019-09[34], Homogenbereich | | **A** |  |  |  |  |  |
| ZTV E[2],  Frostempfindlichkeitsklasse | | **F 3** |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| Wassergehalt | M.-% |  |  |  |  |  |  |
| Feuchtezustand | - |  |  |  |  |  |  |
| Konsistenz | - |  |  |  |  |  |  |
| Proctordichte | Mg/m3 |  |  |  |  |  |  |
| Differenz wn - wopt | M.-% |  |  |  |  |  |  |
| Verdichtungsfähigkeit [[18]](#footnote-18) | | **JA** |  |  |  |  |  |
| Tragfähigkeit Planum [[19]](#footnote-19)  Soll: EV2 ≥ 45 NM/m²;  Ansatz Planum: FOK -60 cm | |  |  |  |  |  |  |
| Tragfähigkeit Grabensohle 19  Ansatz Sohle: FOK -200 cm | |  |  |  |  |  |  |
| **Umwelttechn. Merkmale** | |  |  |  |  |  |  |
| Laborprobe | | **C3** |  |  |  |  |  |
| Schreiben des MUFV[18], Abgrenzung Gefährlichkeit | | **nicht gefährlich** |  |  |  |  |  |
| LAGA Boden[11], [[20]](#footnote-20) Zuordnungsklasse | | **Z 0** |  |  |  |  |  |
| DepV[15], Deponieklasse | | **DK 0** |  |  |  |  |  |
| Entscheidungshilfe[17] DepV, Tab. 2 | | **-** |  |  |  |  |  |
| DepV[15], Rekultivierung | | **nicht eingeh.** |  |  |  |  |  |
| AVV[14], Abfallschlüssel | | **17 05 04** |  |  |  |  |  |

## Beschichtung

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Erkundungsstelle** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| Aufschlussart | **BK Ø 100 mm** | **BK Ø 100 mm** | **BK Ø 100 mm** | **BK Ø 100 mm** | **BK Ø 100 mm** | **BK Ø 100 mm** |
| **Technische Merkmale** |  |  |  |  |  |  |
| Dicke  cm | **0,3** | **0,3** | **0,3** | **0,3** | **0,3** | **0,3** |
| Verbund zur Unterlage | **fest** | **fest** | **fest** | **fest** | **fest** | **fest** |
| **Umwelttechn. Merkmale** |  |  |  |  |  |  |
| Laborprobe | **C5** |  |  |  |  |  |
| Dicke cm | **0,2** | **-** | **0,6** | **-** | **-** | **-** |
| Schreiben des MUFV[18] Abgrenzung Gefährlichkeit | **gefährlich** | **-** | **gefährlich** | **-** | **-** | **-** |
| AVV[14] querschnittsbez. Abfallschlüssel | **17 01 06\*** | **-** | **17 01 06\*** | **-** | **-** | **-** |

## Betonbefestigung

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Erkundungsstelle** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| Aufschlussart | **-** | **Aufbruch** | **-** | **Aufbruch** | **-** | **Aufbruch** |
| **Technische Merkmale** |  |  |  |  |  |  |
| Dicke [[21]](#footnote-21)  cm | **10,7** | **18,2** | **17,7** | **10,7** | **18,2** | **17,7** |
| Druckfestigkeit N/mm² | **110,1** | **87,7** | **56,7** | **110,1** | **87,7** | **56,7** |
| Druckfestigkeitsklasse | **C55/67** |  |  |  |  |  |
| **Umwelttechn. Merkmale** |  |  |  |  |  |  |
| Laborprobe | **-** | **C6** |  |  |  |  |
| Dicke cm | **-** | **3** | **-** | **2,5** | **-** | **2,5** |
| Schreiben des MUFV[18] Abgrenzung Gefährlichkeit | **-** | **nicht gefährlich** | **-** | **nicht  gefährlich** | **-** | **nicht  gefährlich** |
| LAGA Bauschutt[28], Zuordnungsklasse | **-** | **Z 1.2** | **-** | **Z 1.2** | **-** | **Z 1.2** |
| LAGA Bauschutt[28] Orientierungswerte | **-** | **eingeh.** | **-** | **eingeh.** | **-** | **eingeh.** |
| TL Gestein[27]  Verwertungsklasse | **-** | **RC 2** | **-** | **RC 2** | **-** | **RC 2** |
| DepV[15], Deponieklasse | **-** | **DK 0** | **-** | **DK 0** | **-** | **DK 0** |
| AVV[14]  querschnittsbez. Abfallschlüssel | **-** | **17 01 01** | **-** | **17 01 01** | **-** | **17 01 01** |
| Gesamtaufschlusstiefe cm | **11,0** | **18,5** | **18,0** | **11,0** | **18,5** | **18,0** |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Mess-Stelle** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| **Technische Merkmale** |  |  |  |  |  |  |
| Karbonatisierungstiefe mm | **0** | **0** |  |  |  | **0** |
| Rückprallhammerprüfung Druckfestigkeitsklasse | **C40/50** | **C50/60** |  |  |  | **C50/60** |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Mess-Stelle** | **Z1** | **Z2** | **Z3** | **Z4** | **Z5** | **Z9** |
| **Technische Merkmale** |  |  |  |  |  |  |
| Oberflächenzugfestigkeit N/mm² | **4,2** | **3,5** | **4,9** | **4,8** | **4,4** | **3,9** |
| Oberflächenzugfestigkeit N/mm² (Mittelwert) | **4,3** | | | | | |
| Karbonatisierungstiefe mm | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **-** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Erkundungsstelle** | **1** | **2** | **3** | **4** | | **5** | **6** |
| Aufschlussart | **Bohrmehl-entnahme** | **Bohrmehl-entnahme** | **Bohrmehl-entnahme** | **Bohrmehl-entnahme** | **Bohrmehl-entnahme** | | **Bohrmehl-entnahme** |
| **Umwelttechn. Merkmale [[22]](#footnote-22)** |  |  |  |  |  | |  |
| Chloridgehalt 0 – 20 mm nach DAfStb-Richtlinie (Zement) | **0,30** | **2,32** | **3,99** | **3,70** | **0,47** | | **0,73** |
| Chloridgehalt 20 – 40 mm nach DAfStb-Richtlinie (Zement) | **1,31** | **3,34** | **4,79** | **2,61** | **0,22** | | **2,76** |
| Chloridgehalt 40 – 60 mm nach DAfStb-Richtlinie (Zement) | **0,57** | **0,80** | **0,87** | **0,25** | **< 0,04** | | **0,94** |

## Bit. Dichtungsschicht

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Erkundungsstelle** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| Dicke  cm | **-** | **0,3** | **0,4** | **-** | **0,2** | **0,3** |
| **Umwelttechn. Merkmale** |  |  |  |  |  |  |
| Laborprobe | **-** | **C7** |  |  |  |  |
| Schreiben des MUFV[11] [[23]](#footnote-23) Abgrenzung Gefährlichkeit | **-** | **gefährlich (Asbest, PAK)** | **gefährlich (PAK)** | **-** | **gefährlich (Asbest, PAK)** | **gefährlich (Asbest, PAK)** |
| AVV[14] Abfallschlüssel | **-** | **17 06 05\*** | **17 03 03\*** | **-** | **17 06 05\*** | **17 06 05\*** |

## Kalotte

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Erkundungsstelle** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| Dicke  cm | **-** | **0,1** | **0,1** | **-** | **0,1** | **0,1** |

## Fugenfüllung

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Erkundungsstelle** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| **Aufschlussart** | **Aufbruch** | **Aufbruch** | **Aufbruch** | **Aufbruch** | **Aufbruch** | **Aufbruch** |
| **Umwelttechn. Merkmale** |  |  |  |  |  |  |
| Laborprobe | **-** | **-** | **-** | **-** | **-** | **C8** |
| Dicke cm | **-** | **-** | **-** | **-** | **-** | **1,5** |
| Schreiben des MUFV[10] Abgrenzung Gefährlichkeit | **-** | **-** | **-** | **-** | **-** | **nicht gefährlich** |
| AVV[11] [[24]](#footnote-24) querschnittsbez. Abfallschlüssel | **-** | **-** | **-** | **-** | **-** | **17 03 02 (17 09 04)** |

## Natursteinverblendung

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Erkundungsstelle** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| Aufschlussart | **BK Ø 100 mm** | **BK Ø 100 mm** | **BK Ø 100 mm** | **BK Ø 100 mm** | **BK Ø 100 mm** | **BK Ø 100 mm** |
| **Technische Merkmale** |  |  |  |  |  |  |
| Dicke  cm | **18** | **21** | **21** | **17** | **14** | **21** |

# Ergänzende Angaben zu technischen Merkmalen

Die technische Bewertung der entsprechenden Schichthorizonte ist unter Berücksichtigung der gültigen Regelwerke unter Ziffer 4 aufgeführt.

## Bit. gebundener Oberbau

Der Nachweis der bautechnischen Eignung der vorgefundenen Baustoffe hinsichtlich möglicher Verwertungswege war nicht Gegenstand dieser Untersuchung. Wir empfehlen im Bedarfsfall ein auf den gepl. Verwertungsweg abgestimmtes Prüfprogramm durchzuführen. Für die Verwendung der als „pechfrei“ einzustufenden Querschnitte im Asphaltmischgut sind i. d. R. weitere Untersuchungen zur bautechnischen Eignung (z. B. Ermittlung des Erweichungspunktes Ring-und-Kugel) entsprechend dem M WA[9] sowie den TL AG[8] erforderlich.

Entsprechend den Vorgaben des LBM Rheinland-Pfalz wurde an Einzelproben der Deck- und Binderschichten der Erweichungspunkt RuK bestimmt. Die Werte wurden mit 59,2 °C bis 82,5 °C ermittelt (siehe Anlage 3.1). Nach den TL AG[8], Abschnitt 4.3.3.1 bzw. dem Schreiben des LBM darf der Einzelwert für den Erweichungspunkt Ring und Kugel nicht größer als 77 °C sein, der Mittelwert darf 70 °C nicht überschreiten. Die Anforderung an den Einzelwert sowie an den berechneten Mittelwert wird mit Ausnahme der Proben A9 (Deckschicht BK 5) und A15 (Deckschicht BK 8) eingehalten. Eine Wiederverwertung dieses Materials ist nur noch im Rahmen eines erweiterten Eignungsnachweises möglich.

Eine anbschließende Bewertung des Mittelwertes kann nicht durchgeführt werden, da hierzu Angaben zum Rückbauverfahren und zum zeitlichen Ablauf des Rückbaus berücksichtigt werden müssen. Es ist jedoch grundsätzlich unter der Berücksichtigung aller Messwerte davon auszugehen, dass die Deck- und Tragschicht mit hoher Wahrscheinlichkeit einer Verwertung im Heißmischgut zugeführt werden können.

ODER:

Da die materialspezifische Mittelwertbildung abhängig von der baustellenbezogenen Ausführung des Rückbaus (z. B. Länge der Fräsabschnitte etc.) ist, haben wir auf eine diesbezügliche Bewertung verzichtet.

## Beton

Physikalische Untersuchungen bzw. körperliche Prüfungen (z. B. Bestimmung der Druckfestigkeit, Angaben zu Bewehrung etc.) waren nicht Gegenstand dieser Untersuchung.

## Tragschicht ohne Bindemittel

Die Überprüfung hinsichtlich der Kornzusammensetzung erfolgte durch eine visuelle Begutachtung in Anlehnung an die DIN 4022-1[30]. Physikalische Untersuchungen bzw. körperliche Prüfungen (z. B. Bestimmung der Korngrößenverteilung, Ermittlung der Frostbeständigkeit etc.) waren nicht Gegenstand dieser Untersuchung.

Die Tragschicht ohne Bindemittel besteht an den Erkundungsstellen 1 und 2 aus einem natürlichen, stetig gestuften Gesteinskörnungsgemisch (Lavaschlacke).

Der Kornanteil < 0,063 mm der vorgefundenen Schichtquerschnitte ist nach der ermittelten Korngrößenverteilung mit ~ 7 M.-% zu bewerten.

### Plattendruckversuche, dynamisch

Aufgrund von vorliegenden Erfahrungen nach dem Kommentar zur ZTV E[2] ist eine Korrelation von EVdyn zu EV2 bei den nachstehenden Bodengruppen möglich:

* grobkörnige Böden
* gemischtkörnige Böden mit einem Anteil an Korn < 0,063 mm von < 15 M.-%

Bei den untersuchten Materialien handelt es sich um stetig abgestufte, natürliche Gemische aus Gesteinskörnungen.

Zu den durchgeführten Versuchen ist weiterhin anzumerken, dass der dynamische Plattendruckversuch nur im Bereich von Verformungsmoduln zwischen EVdyn 15 bis 75 MN/m²Anwendung finden soll. Extrapolationen für EV2-Werte > 120 MN/m² sind gemäß den Angaben der ZTV E[2] nicht zulässig.

Bei den Versuchen wurden Verformungsmodule EVdyn von 44,5 MN/m² bis 58,9 MN/m² ermittelt.

Erfahrungsgemäß muss bei der Bewertung des Verformungsmoduls aufgrund der Einspannung, welche in dem vorhandenen bit. gebundenen Oberbau begründet ist, von einer zusätzlichen Reduzierung der tatsächlichen Tragfähigkeit in einer Größenordnung von ca. 15 % ausgegangen werden.

Entsprechend den vorgenannten Einschränkungen ist festzustellen, dass in den überprüften Flächenbereichen eine Tragfähigkeit (gemessen als EVdyn-Modul und umgerechnet in ein EV2-Modul) im Bereich von ~ 79 bis ~ 94 MN/m² nachgewiesen wurde.

## Untergrund

Für die erkundeten Boden- und Felsschichten wird eine Einteilung in drei Homogenbereiche vorgeschlagen. Bei der Einteilung werden insbesondere die Lösbarkeit und die Wiedereinbaufähigkeit des Materials berücksichtigt. Die Homogenbereiche werden auf Basis der Erkundungsergebnisse gemäß den Anforderungen der DIN 18300:2019[34] bzw. der DIN 18320:2019[36] an Baumaßnahmen der Geotechnischen Kategorie GK 1 spezifiziert. Im Rahmen der Planung und Ausschreibung ist zu prüfen, ob ggf. eine Modifikation der Homogenbereichseinteilung sinnvoll ist.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Homogenbereich** | **O1** | **B1** | **B2** |
| übliche Bezeichnung | **Oberboden** | **Ton, Kies-Ton-Gem.** | **Ton, Kies-Ton-Gem.** |
| Bodengruppen  nach DIN 18196[22] | **OH, SU** | **GT, TL** | **GT, TL** |
| Bodengruppe  nach DIN 18915[37] | **3b** | **-** | **-** |
| Anteil Steine (Co) / Blöcke (Bo) / große Blöcke (lBo) in M.-% [[25]](#footnote-25) | **≤ 30 / 0 / 0** | **≤ 30 / 0 / 0** | **≤ 30 / 0 / 0** |
| Plastizität | **-** | **leicht plastisch  (TL)** | **leicht plastisch  (TL)** |
| Konsistenz | **-** | **halbfest (TL)** | **halbfest (TL)** |
| Lagerungsdichte | **-** | **locker – mitteldicht  (GT)** | **locker – mitteldicht  (GT)** |
| **Einstufungsrelevante Kriterien** |  |  |  |
| Verdichtungsfähigkeit | **-** | **JA** | **NEIN** |
| wasserwirtschaftliche  Merkmale | **-** | **Z 2** | **Z 0** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Homogenbereich** | **B1** | **B2** | **B3** |
| Ortsübliche Bezeichung | **Hanglehm** | **Hangschutt** | **Hangschutt** |
| Bodengruppen  nach DIN 18196[22] | **SU\*/UL/TL** | **GU/GU\*/GT/SU\*** | **GU/GU\*/GT/SU\*** |
| Anteil Steine (Co) / Blöcke (Bo) / große Blöcke (lBo) in M.-% [[26]](#footnote-26) | **≤ 30 / ≤ 5 / 0** | **≤ 30 / ≤ 5 / 0** | **≤ 30 / ≤ 5 / 0** |
| Korngrößenanteile  in M.-% - Kies (2 - 63 mm)  - Sand (0,063 – 2 mm)  - Schluff und Ton (< 0,063 mm) | **0 – 10**  **5 – 40**  **40 – 90** | **20 – 90**  **5 – 90**  **5 – 40** | **20 – 90**  **5 – 90**  **5 – 40** |
| Wassergehalt  in M.-% | **10 – 20** | **5 – 12** | **5 – 12** |
| Wichte  in kN/m³ | **n. e.** | **n. e.** | **n. e.** |
| undränierte Scherfestigkeit cu in kN/m² | **n. e.** | **n. e.** | **n. e.** |
| Plastizität | **leicht-plastisch** | **-** | **-** |
| Konsistenz | **steif** | **-** | **-** |
| organischer Anteil in M.-% | **≤ 3** | **≤ 3** | **≤ 3** |
| Lagerungsdichte | **-** | **locker-mitteldicht** | **locker-mitteldicht** |
| **Einstufungsrelevante Kriterien** |  |  |  |
| Verdichtungsfähigkeit | **-** | **JA** | **NEIN** |
| wasserwirtschaftliche  Merkmale | **-** | **Z 2** | **Z 0** |

Die geplanten Endtiefen der Aufschlüsse konnten an den Erkundungsstellen x und y aufgrund der hohen Rammwiderstände nicht erreicht werden. Die Bohr- und Sondierergebnisse legen nahe, dass die Bohrungen in der Verwitterungszone des anstehenden Sandsteins endeten.

Eine vollumfängliche Beschreibung des Festgesteins gemäß den Vorgaben der DIN 18300:2019[34] ist auf Grundlage der durchgeführten Aufschlüsse verfahrensbedingt nicht möglich. Hierzu sind ggf. ergänzende Felsaufschlüsse mittels Baggerschürfen oder Bohrungen mit durchgehendem Kerngewinn notwendig.

In der nachfolgenden Tabelle wird der anstehende Fels auf Grundlage der Angaben in der Geologischen Übersichtskarte sowie unter Berücksichtigung allgemeiner regionalgeologischer Erfahrungswerte spezifiziert.

|  |  |
| --- | --- |
| **Homogenbereich** | **X1** |
| Ortsübliche Bezeichnung | **Untersiegen-schichten** |
| Benennung von Fels | **Tonstein** |
| Dichte  in t/m3 | **2,3 – 2,6** |
| Verwitterung  nach DIN EN ISO 14689[45], Tab. 15 | **schwach bis mäßig verwittert** |
| Veränderungen  nach DIN EN ISO 14689[45], Tab. 3 | **zerfallen bis**  **verfärbt** |
| Veränderlichkeit  nach DIN EN ISO 14689[45], Tab. 5 | **nicht veränderlich bis**  **veränderlich** |
| Einaxiale Druckfestigkeit  nach DIN EN ISO 14689[45], Tab. 2 | **gering bis hoch** |
| Trennflächenrichtung, Schichten | **söhlig bis flach**  **(0° - 20°)** |
| Trennflächenrichtung, Klüfte | **geneigt bis steil**  **(40° - 80°)** |
| Trennflächenabstand, Schichten  nach DIN EN ISO 14689[45], Tab. 7 | **sehr dünn bis mittel** |
| Trennflächenabstand, Klüfte  nach DIN EN ISO 14689[45], Tab. 8 | **sehr engständig bis mittelständig** |
| Gesteinskörperform  nach DIN EN ISO 14689[45], Tab. C1 | **vielfältiger bis**  **tafelförmiger**  **Gesteinskörper** |

Anmerkung: n. e. = nicht erkundet bzw. mit den ausgeführten Kleinrammbohrungen nicht feststellbar

Kanal:

Die an der Erkundungsstelle 1 aufgeschlossenen Böden des Homogenbereichs B1 wiesen zum Erkundungszeitpunkt augenscheinlich Wassergehalte oberhalb des optimalen Wassergehaltes nach Proctor (w­opt) auf. Zudem ist nach der Rammsondierung im Bereich der Erkundungsstelle 1 von locker gelagerten bzw. schwach konsolidierten Böden auszugehen. Die Böden an der Erkundungsstelle 1 werden daher im Abschnitt 4.4 als nicht tragfähig und nicht verdichtungsfähig bewertet.

Die Böden an den Erkundungsstellen 2 und 3 (Homogenbereich B2) wiesen zum Erkundungszeitpunkt im Hinblick auf die Trag- und Verdichtungsfähigkeit günstige Wassergehalte auf (s. Einstufungen im Abschnitt 4.4).

Straße:

An den Erkundungsstellen 1 und 8 ist nach einer visuellen und haptischen Überprüfung festzustellen, dass der Untergrund im Hinblick auf das Anforderungsprofil (Planum Verkehrsweg) mit hoher Wahrscheinlichkeit eine unzureichende Tragfähigkeit aufweist.

An Erkundungsstellen 3, 5 und 7 ist im Bereich der Planumszone (FOK -60 cm) nach einer entsprechend den örtlichen Bedingungen ausgeführten Nachverdichtung von einer ausreichenden Tragfähigkeit auszugehen.

Es ist zu berücksichtigen, dass der Wassergehalt durch jahreszeitliche Einflüsse unter Umständen reduziert bzw. erhöht sein kann. Aus diesem Grund sollten im Bauverlauf kontinuierlich Kontrollen des Wassergehaltes durchgeführt werden, um im Bedarfsfall geeignete Maßnahmen zur Sicherstellung einer ausreichenden Wiedereinbau- bzw. Verdichtungsfähigkeit ergreifen zu können.

Die aufgeschlossenen bindigen Bodenschichten sind als sehr wasserempfindlich zu beschreiben. Schon eine geringe Wasserzufuhr (z. B. durch Niederschlagsereignisse) führt hier i.d.R. zu einer signifikanten Zustandsänderung mit Einfluss auf die Verdichtungs- und die Tragfähigkeit.

# Ergänzende Angaben zu umwelttechnischen Merkmalen

## Bit. gebundener Oberbau

Bei der Bewertung der ermittelten Untersuchungsergebnisse wurden die Ausführungen des vom LBM Rheinland-Pfalz herausgegebenen Leitfadens Ausbauasphalt[13] entsprechend berücksichtigt. Demnach sind pechfreie Schichtquerschnitte von weniger als 6 cm mit dem belasteten Material auszubauen und zusammen zu entsorgen.

Die organoleptischen Auffälligkeiten an der Unterseite des bit. geb. Oberbaus sind nach unserer Auffassung nicht auf die Zusammensetzung des entsprechenden Schichtquerschnittes zurückzuführen, sondern in dem unterlagernden Rüttelschotter begründet. Die an der Unterseite des gebundenen Oberbaus festgestellten Auffälligkeiten können daher mit hoher Wahrscheinlichkeit vernachlässigt werden.

## Betonbefestigung

Der erhöhte Parameter elektrische Leitfähigkeit ist auf freien Kalk und vergleichbare Erdalkaliverbindungen, die beim Zerkleinern freigesetzt werden, zurückzuführen. Während der Lagerung des Betons führt aus der Luft aufgenommenes Kohlendioxid zur Bildung von schwerer löslichen Alkali- und Erdalkalicarbonaten. Die Leitfähigkeit im Eluat der Probe wird somit maßgeblich verringert. Aufgrund dessen kann unserer Auffassung nach der erhöhte Leitfähigkeitswert bei der Einstufung vernachlässigt werden.

Weiterhin stellen die Parameter pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit in Rheinland-Pfalz dann kein Ausschlusskriterium dar, wenn der Betonanteil des untersuchten Materials mindestens 60 % beträgt. Dies ist im vorliegenden Fall gegeben.

## Tragschicht ohne Bindemittel

Unter Berücksichtigung der Angaben des Leitfadens Boden[12] des LBM Rheinland-Pfalz sind die oberen ca. 10 cm der unmittelbar unter dem kontaminierten, gebundenen Oberbau vorhandenen ungebundenen Schichten generell als „gefährlicher Abfall“ einzustufen.

Der pH-Wert der Probe XX überschreitet den Z 0 / Z 0\* - Zuordnungswert (6,5 – 9,5) nach LAGA[11]. Unter Berücksichtigung des ermittelten pH-Wertes ist das untersuchte Material der Zuordnungsklasse Z 1.2 nach LAGA[11] zuzuordnen. In begründeten Einzelfällen ist eine Vernachlässigung des pH-Wertes bei der abfalltechnischen Einstufung von Bodenmaterial möglich.

Es wird empfohlen, die Relevanz des pH-Wertes frühzeitig mit dem Entsorger bzw. der Bodenschutzbehörde anwendungsbezogen und unter Berücksichtigung der vorliegenden Untersuchungsergebnisse abzustimmen. Auf diese Weise können sich die Voraussetzungen für eine bautechnische Verwertung verbessern.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Labor-probe** | **Erkundungsstelle** | **Einstufung nach LAGA[11]** | |
| **unter Berücksichtigung des Parameters pH-Wert** | **unter Vernachlässigung des Parameters pH-Wert** |
| **pH-Wert < 6,5** | |  |  |
| C2 | 1 – 3 | **Z 1.2** | **Z 0** |

Unter Berücksichtigung des an der Probe XX ermittelten TOC-Gehaltes ist das untersuchte Material der Klasse Z X nach LAGA[11] zuzuordnen. In begründeten Einzelfällen ist eine Vernachlässigung des TOC-Gehaltes bei der abfalltechnischen Einstufung von Bodenmaterial möglich.

Es wird empfohlen, die Relevanz des TOC-Gehalts frühzeitig mit dem Entsorger bzw. der Bodenschutzbehörde anwendungsbezogen und unter Berücksichtigung der vorliegenden Untersuchungsergebnisse abzustimmen. Auf diese Weise können sich die Voraussetzungen für eine bautechnische Verwertung verbessern.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Labor-probe** | **Erkundungsstelle** | **Einstufung nach LAGA[11]** | |
| **unter Berücksichtigung des Parameters TOC** | **unter Vernachlässigung des Parameters TOC** |
| **TOC > 1,0 M.-%** | |  |  |
| C35 | MS1 – MS7 T: 0 – 20 cm | **Z 2** | **Z 1.2** |
| **TOC 0,5 – 1,0 M.-%** | |  |  |
| C30 | B10 – B18 T: 20 – 40 cm | **Z 1.1** | **Z 0** |
| C38 | MS8 – MS16 T: 20 – 40 cm | **Z 1.1** | **Z 0\*** |

Die Zuordnung der Tragschicht ohne Bindemittel zu einer Deponie der Klasse DK I erfolgte unter Berücksichtigung des AT4-Wertes bzw. des Brennwertes (H0). Gemäß DepV[15], Anhang 3, Nr. 2, Satz 11 sind „Überschreitungen bei den Parametern Glühverlust oder TOC mit Zustimmung der zuständigen Behörde zulässig, wenn“ die dort genannten Grenzwerte für die Atmungsaktivität bzw. den Brennwert eingehalten werden.

Aufgrund der vorgefundenen Korngrößen (bis ca. 200 mm) ist ein Separieren der Tragschicht ohne Bindemittel entsprechend den Angaben der unter Ziffer 4.2 aufgeführten Tabelle ggf. nicht uneingeschränkt möglich. Zur Gewährleistung einer ordnungsgemäßen Beseitigung der als gefährlich einzustufenden Abfälle (pechhaltiger Straßenaufbruch) ist daher davon auszugehen, dass zumindest in Teilbereichen der komplette Schichtquerschnitt der Tragschicht ohne Bindemittel ausgebaut und entsorgt werden muss, auch wenn die LAGA[11]-Einstufung dieser Zonen ≤ Z 2 ist. Wir empfehlen das für die Maßnahme sinnvollste Ausbauverfahren im Beisein des für die Entsorgung der gefährlichen Abfälle Verantwortlichen bzw. Bevollmächtigten zu Beginn der Maßnahme im Rahmen eines Probefeldes festzulegen.

Es ist anzumerken, dass das Material der Erkundungsstellen 1 trotz einer möglichen Verwertung zunächst der SAM anzudienen ist.

## Oberboden

Der pH-Wert der Probe XX überschreitet den Z 0 / Z 0\* - Zuordnungswert (6,5 – 9,5) nach LAGA[11]. Unter Berücksichtigung des ermittelten pH-Wertes ist das untersuchte Material der Zuordnungsklasse Z 1.2 nach LAGA[11] zuzuordnen. In begründeten Einzelfällen ist eine Vernachlässigung des pH-Wertes bei der abfalltechnischen Einstufung von Bodenmaterial möglich.

Es wird empfohlen, die Relevanz des pH-Wertes frühzeitig mit dem Entsorger bzw. der Bodenschutzbehörde anwendungsbezogen und unter Berücksichtigung der vorliegenden Untersuchungsergebnisse abzustimmen.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Labor-probe** | **Erkundungsstelle** | **Einstufung nach LAGA[11]** | |
| **unter Berücksichtigung des Parameters pH-Wert** | **unter Vernachlässigung des Parameters pH-Wert** |
| **pH-Wert < 6,5** | |  |  |
| C2 | GE2 | **Z 1.2** | **Z 0** |

Der TOC-Gehalt der Proben XX und XX überschreiten den Z 0 / Z 0\* - Zuordnungswert (0,5 M.-%) nach LAGA[11]. Gemäß dem aktualisierten gemeinsamen Rundschreiben des MUFV zu den Anforderungen an die bodenähnliche Verfüllung von Abgrabungen mit Bodenmaterial (Schreiben des MUFV[46] vom 12.12.2006, AZ 1072/1075-89 702-30 mit ergänzenden Regelungen zum TOC-Gehalt vom 15.01.2016) ist eine Verwertung in bodenähnlichen Anwendung jedoch auch bei TOC-Gehalten bis einschließlich 1,0 M.-% möglich.

Unter Berücksichtigung des an der Probe XX ermittelten TOC-Gehaltes ist das untersuchte Material der Klasse Z X nach LAGA[11] zuzuordnen. In begründeten Einzelfällen ist eine Vernachlässigung des TOC-Gehaltes bei der abfalltechnischen Einstufung von Bodenmaterial möglich.

Es wird empfohlen, die Relevanz des TOC-Gehalts frühzeitig mit dem Entsorger bzw. der Bodenschutzbehörde anwendungsbezogen und unter Berücksichtigung der vorliegenden Untersuchungsergebnisse abzustimmen.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Labor-probe** | **Erkundungsstelle** | **Einstufung nach LAGA[11]** | |
| **unter Berücksichtigung des Parameters TOC** | **unter Vernachlässigung des Parameters TOC** |
| **TOC > 1,0 M.-%** | |  |  |
| C35 | GE1 | **Z 2** | **Z 1.2** |
| **TOC 0,5 – 1,0 M.-%** | |  |  |
| C30 | GE2 | **Z 1.1** | **Z 0** |
| C38 | MS8 – MS16 T: 20 – 40 cm | **Z 1.1** | **Z 0\*** |

Die Zuordnung des Oberbodens zu einer Deponie der Klasse DK I erfolgte unter Berücksichtigung des AT4-Wertes bzw. des Brennwertes (H0). Gemäß DepV[15], Anhang 3, Nr. 2, Satz 11 sind „Überschreitungen bei den Parametern Glühverlust oder TOC mit Zustimmung der zuständigen Behörde zulässig, wenn“ die dort genannten Grenzwerte für die Atmungsaktivität bzw. den Brennwert eingehalten werden.

## Untergrund

Der pH-Wert der Probe XX überschreitet den Z 0 / Z 0\* - Zuordnungswert (6,5 – 9,5) nach LAGA[11]. Unter Berücksichtigung des ermittelten pH-Wertes ist das untersuchte Material der Zuordnungsklasse Z 1.2 nach LAGA[11] zuzuordnen. In begründeten Einzelfällen ist eine Vernachlässigung des pH-Wertes bei der abfalltechnischen Einstufung von Bodenmaterial möglich.

Es wird empfohlen, die Relevanz des pH-Wertes frühzeitig mit dem Entsorger bzw. der Bodenschutzbehörde anwendungsbezogen und unter Berücksichtigung der vorliegenden Untersuchungsergebnisse abzustimmen. Auf diese Weise können sich die Voraussetzungen für eine bautechnische Verwertung verbessern.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Labor-probe** | **Erkundungsstelle** | **Einstufung nach LAGA[11]** | |
| **unter Berücksichtigung des Parameters pH-Wert** | **unter Vernachlässigung des Parameters pH-Wert** |
| **pH-Wert < 6,5** | |  |  |
| C2 | FB1 | **Z 1.2** | **Z 0** |

Der TOC-Gehalt der Proben XX und XX überschreiten den Z 0 / Z 0\* - Zuordnungswert (0,5 M.-%) nach LAGA[11]. Gemäß dem aktualisierten gemeinsamen Rundschreiben des MUFV zu den Anforderungen an die bodenähnliche Verfüllung von Abgrabungen mit Bodenmaterial (Schreiben des MUFV[46] vom 12.12.2006, AZ 1072/1075-89 702-30 mit ergänzenden Regelungen zum TOC-Gehalt vom 15.01.2016) ist eine Verwertung in bodenähnlichen Anwendung jedoch auch bei TOC-Gehalten bis einschließlich 1,0 M.-% möglich.

Unter Berücksichtigung des an der Probe XX ermittelten TOC-Gehaltes ist das untersuchte Material der Klasse Z X nach LAGA[11] zuzuordnen. In begründeten Einzelfällen ist eine Vernachlässigung des TOC-Gehaltes bei der abfalltechnischen Einstufung von Bodenmaterial möglich.

Es wird empfohlen, die Relevanz des TOC-Gehalts frühzeitig mit dem Entsorger bzw. der Bodenschutzbehörde anwendungsbezogen und unter Berücksichtigung der vorliegenden Untersuchungsergebnisse abzustimmen. Auf diese Weise können sich die Voraussetzungen für eine bautechnische Verwertung verbessern.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Labor-probe** | **Erkundungsstelle** | **Einstufung nach LAGA[11]** | |
| **unter Berücksichtigung des Parameters TOC** | **unter Vernachlässigung des Parameters TOC** |
| **TOC > 1,0 M.-%** | |  |  |
| C35 | FB2 T: 0 – 20 cm | **Z 2** | **Z 1.2** |
| **TOC 0,5 – 1,0 M.-%** | |  |  |
| C30 | GE1 T: 20 – 40 cm | **Z 1.1** | **Z 0** |
| C38 | GE3 T: 20 – 40 cm | **Z 1.1** | **Z 0\*** |

Die Zuordnung des Untergrundes zu einer Deponie der Klasse DK I erfolgte unter Berücksichtigung des AT4-Wertes bzw. des Brennwertes (H0). Gemäß DepV[15], Anhang 3, Nr. 2, Satz 11 sind „Überschreitungen bei den Parametern Glühverlust oder TOC mit Zustimmung der zuständigen Behörde zulässig, wenn“ die dort genannten Grenzwerte für die Atmungsaktivität bzw. den Brennwert eingehalten werden.

Es ist nicht auszuschließen, dass seitens der Entsorgungseinrichtung der Aushubbereich im Hinblick auf eine Verwertung des Bodens als Rekultivierungsmaterial als Verdachtsfläche definiert ist und eine diesbezügliche Verwertung von vorneherein ausgeschlossen ist.

# Angaben zur Entsorgung

## Allgemeines

### Wiederverwertung

Grundsätzlich sind beim Einbau bautechnisch verwertbarer Materialien die jeweiligen Ausschlusskriterien der LAGA[11] für die entsprechenden Einbaubereiche (z. B. Wasserschutz- und Wassergewinnungsgebiete, Kinderspielplätze etc.) zu beachten.

Die Verwertung auf der Baustelle hängt maßgeblich von den wasserwirtschaftlichen Merkmalen ab. Wir empfehlen bei einer Zuordnungsklasse > Z 0\* ggf. Rücksprache mit der zuständigen Behörde zu halten.

Wir empfehlen im Weiteren bei einer geplanten Aufbereitung von rückgebauten Materialien in technischen Anlagen aufgrund unterschiedlicher Zulassungsbescheide und damit verschiedener Annahmekriterien der Verwertungsanlagen, schon im Zuge der Ausschreibung bzw. des Bieterverfahrens zu klären, ob die Annahme unter Berücksichtigung der ermittelten Eluat- und Feststoffparameter möglich ist, um so ggf. auftretende Probleme frühzeitig ausschließen zu können.

### Beseitigung

Die Zuordnung zu einem Abfallschlüssel hängt letztlich von den Annahmebedingungen und der Abfalleinstufung der vorgesehenen Entsorgungseinrichtung ab. Wir empfehlen rechtzeitig vor Beginn der Maßnahme die möglichen Entsorgungsverfahren und -wege mit der vorgesehenen Entsorgungseinrichtung insbesondere im Hinblick auf die Abfallmenge und die ggf. geforderten technischen Eigenschaften abzustimmen.

Bautechnisch verwertbare Materialien können im Fall einer Entsorgung aufgrund ihrer technischen Eigenschaften grundsätzlich zur Herstellung von Deponieersatzbaustoffen oder als Deponieersatzbaustoff verwendet werden. Es ist zu beachten, dass neben wasserwirtschaftlichen Anforderungen u. U. die technische Eignung für die jeweilige Einsatzmöglichkeit nachzuweisen ist.

Im Falle einer Beseitigung von gefährlichen Abfällen ist nach den Vorgaben bzw. Anforderungen des eANV (elektronisches Abfallnachweisverfahren) vorzugehen.

Zur Gewährleistung eines ordnungsgemäßen Ablaufs, sind bezogen auf die jeweilige Abfallmenge unter Berücksichtigung der Vorgaben der jeweiligen Entsorgungseinrichtung unter Umständen weitere Analysen durchzuführen (z. B. 1 Analyse je 500 m³).

*ODER (wenn keine DepV da):*

Für den Fall einer Beseitigung sind die ausgebauten Materialien nach LAGA Boden[11] einzustufen und gemäß den entsprechenden Richtlinien der vorgesehenen Deponierungsstätte unter Umständen auf weitere Parameter zu untersuchen (Deklarationsanalyse nach DepV[15]). Zur Gewährleistung eines ordnungsgemäßen Ablaufs, sind bezogen auf die jeweilige Abfallmenge unter Berücksichtigung der Vorgaben der jeweiligen Entsorgungseinrichtung unter Umständen weitere Analysen durchzuführen (z. B. 1 Analyse je 500 m³).

## Bit. gebundener Oberbau

### Wiederverwertung

Grundsätzlich ist pechfreier Straßenaufbruch nach der Separierung und einer entsprechenden Aufbereitung in Granulat oder als Fräsgut höchstmöglich zu verwerten.

Sortenrein gewonnenes Material, d. h. Asphalt ohne andere mineralische Bestandteile, ist, sofern die technischen Eigenschaften es zulassen (siehe Ziffer 5.1), i. d. R. in neuem Asphaltmischgut (Verwertungsklasse A[6],Verwertungsverfahren Ziffer 4.1[6]) einzusetzen.

Nachrangige Verwertungsmöglichkeiten sind

* Verwertung in einer ungebundenen Deckschicht (ehemalige Verwertungsklasse A1, Verwertungsverfahren Ziffer 4.3[6])
* in Recycling-Baustoffen und -Gemischen für ungebundene Schichten, z. B. Frostschutzmaterial

Wir weisen darauf hin, dass die Verwendung in einer ungebundenen Deckschicht oder in einer Tragschicht unter einer wasserdurchlässigen Deckschicht (ehem. Verwertungsklasse A1[6], Verwertungsverfahren Ziffer 4.3[6]) nur dann möglich ist, wenn ausschließlich Ausbauasphalt aus Straßen weitergegeben wird, in denen keine pechhaltigen Schichten angetroffen wurden. Diese Anforderung wird im vorliegenden Fall nicht / für die Erkundungsstellen 5 und 6 / für den Bereich xy eingehalten. Weiterhin muss durch eine repräsentative Probenahme am Haufwerk sichergestellt werden, dass der PAK-Gehalt ≤ 10 mg/kg ist.

Der Ablauf für die Verwertung von Ausbauasphalt ist dem Leitfaden Ausbauasphalt[13] zu entnehmen.

*ODER (WENN PECHHALTIG):*

Gemäß ARS 16/2015[43] des BMVI ist eine Wiederverwertung von mit teer-/pechhaltigen Bestandteilen kontaminierten Materialgemischen in Tragschichten von Bundesfernstraßen seit dem 01.01.2018 nicht mehr zugelassen.

Im Sinne des KrWG sind Materialien mit teer-/pechhaltigen Bestandteilen einer Verwertung zuzuführen. Dabei ist die thermische Verwertung (z. B. bei der Zementherstellung) oder thermische Behandlung (vollständiges Verbrennen der Schadstoffe und Wiederverwertung der Gesteinskörnung) zu bevorzugen.

Bestehende Alternativverfahren der stofflichen Verwertung (z.B. auf Deponien) oder Beseitigung nach KrWG können bei Bedarf weiterhin angewendet werden, sollen jedoch in Abhängigkeit der verfügbaren Anlagenkapazität für thermische Verwertung bzw. thermische Behandlung durch dieses Verfahren schrittweise ersetzt werden. Das Einbringen, z. B. in das interne Verkehrswegenetz einer Deponie (als Deponieersatzbaustoff), gilt nicht als Deponierung / Beseitigung sondern als Verwertung.

Die Verwertung im Landes- und Kreisstraßenbau kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt wie bisher entsprechend den Vorgaben der RuVA[6] erfolgen. Wir empfehlen die Durchführbarkeit zum Zeitpunkt der Umsetzung der geplanten Maßnahme nochmals zu überprüfen, da es hier aufgrund der Novellierung der zugrundeliegenden Gesetze und Verordnungen zu kurzfristigen Änderungen bzw. Anpassungen kommen kann.

Im Bereich des kommunalen Straßenbaus sollte die Entsorgung aufgrund der vergleichsweise höheren Anzahl von Eingriffen in den Straßenkörper (z. B. durch Unterhaltungsarbeitenam bestehenden Ver- und Entsorgungsnetz) analog dem für Bundesfernstraßen vorgesehenen Verfahrensweisen erfolgen.

Inwiefern mit teer-/pechhaltigen Bestandteilen kontaminiertes Aushubmaterial aus dem kommunalen Straßenbau für einen späteren Einsatz im Landes- und Kreisstraßenbau auf einem genehmigten Zwischenlager entsorgt werden kann bedarf unter Berücksichtigung bestehender Regelungen zu Lagerquoten i.d.R. einer Einzelfallentscheidung.

## Beton

### Wiederverwertung

Aufgrund unterschiedlicher Zulassungsbescheide und damit verschiedener Annahmekriterien der Verwertungsanlagen, sollte schon im Zuge der Ausschreibung bzw. des Bieterverfahrens geklärt werden, ob die Annahme unter Berücksichtigung der ermittelten Eluat- und Feststoffparameter möglich ist, um so ggf. auftretende Probleme frühzeitig ausschließen zu können.

Der erhöhte Parameter elektrische Leitfähigkeit ist auf freien Kalk und vergleichbare Erdalkaliverbindungen, die beim Zerkleinern freigesetzt werden, zurückzuführen. Während der Lagerung des Betons führt aus der Luft aufgenommenes Kohlendioxid zur Bildung von schwerer löslichen Alkali- und Erdalkalicarbonaten. Die Leitfähigkeit im Eluat der Probe wird somit maßgeblich verringert. Aufgrund dessen kann unserer Auffassung nach der erhöhte Leitfähigkeitswert bei der Einstufung vernachlässigt werden.

Weiterhin stellen die Parameter pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit in Rheinland-Pfalz dann kein Ausschlusskriterium dar, wenn der Betonanteil des untersuchten Materials mindestens 60 % beträgt. Dies ist im vorliegenden Fall gegeben.

Das vorgefundene Material kann aufgrund der ermittelten chemischen Untersuchungsparameter zur weiteren Aufbereitung und Wiederverwendung einer für diesen Zweck genehmigten Bauabfallaufbereitungsanlage zugeführt und dort unter Beachtung der Vorgaben der TL Gestein-StB[27] zur Herstellung von RC-Baustoffen bzw. RC-Gemischen verwendet werden.

Das rezyklierte Material bzw. ein damit hergestelltes Gemisch kann unter Berücksichtigung der Angaben der RuA[35] anschließend z. B. als

* Recycling-Baustoffen für ungebundene Schichten, sowie
* im Straßen-, Wege- und Verkehrswegebau (z. B. als Bodenaustauschmaterial)

eingesetzt werden.

WENN Z 2:

Aufgrund der ermittelten LAGA[28]-Einstufung für den Bordstein bestehen ggf. Einschränkungen hinsichtlich der Annahme des Materials an Bauabfallaufbereitungsanlagen.

## Tragschicht ohne Bindemittel

### Wiederverwertung

#### Allgemeines

Wir empfehlen im Hinblick auf eine Wiederverwertung im Straßenkörper die jeweils günstigste Zuordnungsklasse (LAGA Boden[11] oder LAGA Bauschutt[28]) anzusetzen. Unter Umständen sind Einschränkungen in Bezug auf die hydrogeologischen Gegebenheiten am Ort der Verwertung gegeben, die eine Berücksichtigung der Einstufung nach LAGA Boden[11] bzw. der Anwendung nach den Vorgaben der RuA[35] erfordern.

Entsprechend der Ausführungen der LAGA[11] ist bei einer Überschreitung des Zuordnungswertes Z 2 (unterhalb der im Vorhinein als gefährlich einzustufenden Schicht) das weitere Vorgehen mit der zuständigen Behörde abzustimmen.

Es ist anzumerken, dass trotz einer möglichen Verwertung des Materials der Erk.-St.   
xy (unterhalb der im Vorhinein als gefährlich einzustufenden Schicht) dieses zunächst der SAM anzudienen ist.

#### Verwertung ohne Aufbereitung

Die vorgefundenen Materialien (unterhalb der im Vorhinein als gefährlich einzustufenden Schicht) können unter Berücksichtigung der hydrogeologischen Gegebenheiten am Verwertungsort im Straßen- und Wegebau (z. B. als Bodenaustauschmaterial) eingesetzt werden. Der Einbau von Materialien, welche in die LAGA-Zuordnungsklasse Z 2 einzustufen sind, muss unterhalb von wasserundurchlässigen Schichten erfolgen.

Eine abschließende Bewertung der Verwendbarkeit als Frostschutzschichtbaustoff ist aufgrund fehlender dezidierter Untersuchungen hinsichtlich weiterer technischer Merkmale (Wasserdurchlässigkeit, Frostbeständigkeit etc.) nicht abschließend möglich. Dazu ist anzumerken, dass eine Verwendung des Materials als Frostschutzschichtbaustoff unter Berücksichtigung einer sich bei einem Wiedereinbau einstellenden Kornverfeinerung ggf. ohne weitere technische Aufbereitung nicht möglich ist.

#### Aufbereitung in technischen Anlagen

Die Tragschicht ohne Bindemittel der Erkundungsstellen x und y (unterhalb der im Vorhinein als gefährlich einzustufenden Schicht) könnte unter Berücksichtigung der wasserwirtschaftlichen und technischen Merkmale im Falle eines Rückbaus entsprechend der chemischen Einstufung und nach einer Aufbereitung in

* Recycling-Baustoffen für ungebundene Schichten

eingesetzt werden.

Da es sich bei dem in Frage stehenden Baustoff um die ungebundene Tragschicht handelt, könnte eine Wiederverwendung des Materials

* als Baustoff in einer Verfestigung mit hydraulischem Bindemittel

erfolgen.

Gemäß den Angaben der LAGA Tabelle II.1.4-5 ist eine Verwertung von pechhaltigem Straßenaufbruch ungebunden bis zu einem PAK-Gehalt nach EPA von bis zu 75 mg/kg (unterhalb der im Vorhinein als „gefährlich“ einzustufenden Schicht) möglich. Hierbei sind neben der Einhaltung der Anforderungen für die Einbauklasse 2 die nachfolgenden Einschränkungen zu beachten:

* Einbau nur bei Großbaumaßnahmen
* vollflächige Überbauung durch eine wasserundurchlässige Schicht.

Eine Bewertung unter Berücksichtigung der Angaben der TL Gestein[27] bzw. der TL SoB[16] war nicht Gegenstand dieser Untersuchung. Die entsprechend den vorgenannten Regelwerken zu überprüfenden Parameter sind im Bedarfsfall im Rahmen eines Eignungsnachweises zu kontrollieren.

Aufgrund der ermittelten LAGA-Einstufung bestehen ggf. Einschränkungen hinsichtlich der Annahme der betroffenen Materialien an Bauabfallaufbereitungsanlagen.

### Beseitigung

Im Falle einer Beseitigung ist das Material nach LAGA Boden[11] zu bewerten.

Wir empfehlen unter Berücksichtigung der Angaben unter Ziffer 6.1 die oberen ca. 10 cm der unmittelbar unter dem kontaminierten, gebundenen Oberbau vorhandenen ungebundenen Schichten zusammen mit dem gebundenen pechhaltigen Oberbau zu entsorgen.

## Bankettandeckung

### Wiederverwendung

In Anlehnung an die Richtlinie zum Umgang mit Bankettschälgut[38], Anlage A, Tab. 4 kann Bankettmaterial bzw. Oberboden bis zu der Zuordnungsklasse Z 0\* sowie einem PAK Gehalt ≤ 20 mg/kg bei einer kleinräumigen Umlagerung als Reprofilierungsmaterial bzw. im Straßenseitenraum eingesetzt werden. Hierbei darf die Schichtdicke 20 cm und die Einbaubreite 5 m nicht überschreiten. Bei einer Überschreitung der Zuordnungsklasse Z 0\* bzw. des PAK-Gehaltes von 20 mg/kg gelten die Regelungen der LAGA[11] bzw. des Leitfadens Boden[12]. Analog gilt dies auch bei einer Beseitigung von der Baustelle.

## Oberboden

### Wiederverwendung

Entsprechend den Angaben des BauGB § 202 ist „Mutterboden, der bei der Errichtung und Änderung baulicher Anlagen sowie bei wesentlichen anderen Veränderungen der Erdoberfläche ausgehoben wird, in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung oder Vergeudung zu schützen.“ Organoleptisch unauffälliges Oberbodenmaterial kann einer Wiederverwendung innerhalb oder außerhalb des Projektgebietes zugeführt werden.

Eine Beseitigung (Deponierung) von Oberbodenmaterial ist grundsätzlich zu vermeiden.

## Untergrund

### Wiederverwertung

Bodenmaterial das in die Zuordnungsklasse Z 0 / Z 0\* eingestuft wird, kann im Zuge einer bodenähnlichen Anwendung unterhalb der durchwurzelbaren Schicht verwertet werden. Weiterhin ist gemäß den Angaben der LAGA[11] eine Verwertung von Böden bis zu dem Zuordnungswert Z 2 in Technischen Bauwerken möglich.

Die möglichen Verwertungswege in technischen Bauwerken sind unter Zugrundelegung der ermittelten Zuordnungsklassen der LAGA[11] zu entnehmen.

Verwertungsempfehlungen bezogen auf technische Eigenschaften (Wassergehalt, Kornzusammensetzung etc.) waren nicht Gegenstand unseres Untersuchungsauftrages.

# Hinweise zur Planung und Ausführung

## Sicherung und Trockenhaltung der Gräben

Beim Aushub der Kanalgräben ist nach den Untersuchungsergebnissen mit gemischt- und feinkörnigen Böden zu rechnen. Die gemischtkörnigen Böden (Bodengruppen GU, GU\*, GT, GT\*, SU\* nach DIN 18196) sind an den Erkundungsstellen überwiegend locker gelagert und daher als wenig standfest zu bewerten. Die an den Erkundungsstellen 4 und 6 aufgeschlossenen feinkörnigen Schichten (Bodengruppen UL, TL und TM nach DIN 18196) weisen bei den festgestellten Konsistenzen günstige Standfestigkeiten auf.

In den Bohr- und Sondierlöchern wurden an den Erkundungstagen keine Grund- oder Schichtwasserzutritte festgestellt. Es ist allerdings nicht auszuschließen, dass der Untergrund zeitweilig Schichtwasser und Staunässe führt. Das ggf. bauzeitliche anfallende Sicker- und Niederschlagswasser ist mit einer offenen Wasserhaltung zu fassen und mit Pumpen abzuleiten. Die Notwendigkeit eines wasserdichten Grabenverbaus besteht nach den Erkundungsergebnissen nicht.

Im Hinblick auf die Grabensicherung wird auf die Vorgaben der DIN 4124[29] verwiesen. Demnach sind Gräben mit einer Tiefe > 1,25 m vor dem Betreten grundsätzlich standsicher zu verbauen oder abzuböschen. Aufgrund der Lage der Abgrabungen im Straßenraum und des geringen Abstandes zur Bebauung kommt eine Abböschung der Gräben im vorliegenden Fall nicht in Betracht.

Für die Grabensicherung wird auf Grundlage der Erkundungsergebnisse ein Verbaugerät empfohlen, das in Abhängigkeit von der bauzeitlichen Standfestigkeit der Böden wahlweise im Einstellverfahren oder kraftschlüssig im Absenkverfahren eingebaut werden kann. Beim Absenkverfahren ist das Voreilmaß des Aushubs gegenüber der Verbauunterkante nach örtlicher Feststellung an die Standfestigkeit des Boden anzupassen. In sehr weichen oder stark aufgelockerten Böden muss der Verbau ggf. dem Aushub vorauseilend eingedrückt werden.

Im Rahmen der Planung ist zu prüfen, ob im Hinblick auf benachbarte Bauwerke und Bestandsleitungen Verformungen des Baugrunds im Nahbereich des Grabens zugelassen werden können. Ggf. muss eine Gefährdung der Standsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit von nahegelegenen Bauwerken durch aufwändigere verformungsarme Verbausysteme (vorlaufend hergestellter Verbau) ausgeschlossen werden.

## Tragfähigkeit des Rohrauflagers der Kanäle

Nach den Erkundungsergebnissen ist in der Grabensohle größtenteils mit wenig tragfähigen, locker gelagerten und überfeuchten Böden zu rechnen (s. Abschnitt 4.4). In den entsprechenden Böden wird ein ≥ 0,3 m mächtiger Teilbodenaustausch zur Gewährleistung einer ausreichenden Tragfähigkeit des Rohrauflagers empfohlen. Als Austauschmaterial werden kornabgestufte, gebrochene Gesteinskörnungsgemische mit Feinkornanteilen ≤ 5 % und einem Größtkorn ≤ 60 mm (z.B. Frostschutzschichtbaustoffe FS 0/45 – 0/56 nach TL SoB-StB[16]) empfohlen.

In sehr weichen bzw. breiigen Böden muss die Grabensohle ggf. zusätzlich durch Eindrücken einer groben Gesteinskörnung (z.B. Korngrößen z.B. 60/120 mm) stabilisiert werden.

Nach den Erkundungsergebnissen kommt die Rohrsohle voraussichtlich teilweise im Fels zu liegen. In den betroffenen Abschnitten ist die gleichmäßige Auflagerung der Rohre über eine entsprechende Rohrbettung zu gewährleisten. Ansonsten besteht die Gefahr einer ungleichmäßigen punkt- oder linienförmigen Rohrauflagerung.

## Grabenverfüllung

Aus umwelttechnischer Sicht bestehen auf Grundlage der durchgeführten Analysen und der organoleptischen Prüfung der aufgeschlossenen Böden gegen einen Wiedereinbau des Aushubmaterials in der Verfüllzone der geplanten Gräben keine Bedenken.

Die Verdichtungsfähigkeit der beim Aushub anfallenden Böden hängt allerdings aufgrund der zumeist hohen Feinkornanteile stark vom bauzeitlichen Wassergehalt ab.

Zum Zeitpunkt der Erkundung waren die Böden des Homogenbereiches B2 überfeuchtet, so dass ihre Verdichtungsfähigkeit bei einer Wiederverwendung in den geplanten Gräben ggf. durch eine Bindemittelkonditionierung mittels Schaufelseparator verbessert werden müsste.

Die Böden der Homogenbereiche B1 und B3 sind bei den erkundeten Wassergehalten für einen Wiedereinbau in der Verfüllzone geeignet.

Wir weisen darauf hin, dass ein Wiedereinbau der erkundeten mittelplastischen Tone im natürlichen Zustand aufgrund ihrer allgemeinen bautechnischen Eigenschaften (geringe Verdichtungsfähigkeit nach DIN 18196[22]; Verdichtungsklasse V3 nach ZTV-A-StB[[27]](#footnote-27) grundsätzlich Einschränkungen unterliegt. Es ist daher anzuraten, für diese Böden auch bei zum Erkundungszeitpunkt günstigen Wassergehalten von vornherein eine Bindemittelverbesserung vorzusehen.

Die zum Wiedereinbau vorgesehenen Böden müssen witterungsgeschützt zwischengelagert werden. Ihre Verdichtungsfähigkeit würde bereits bei relativ geringen Wassergehaltserhöhungen stark beeinträchtigt werden.

Eine abschließende Bewertung der Wiedereinbaufähigkeit der Aushubmassen ist wegen der saisonalen Wassergehaltsschwankungen und aufgrund bauzeitlicher Witterungseinflüsse erst im Zuge der Bauausführung möglich.

Für eine setzungsarme Verfüllung der Gruben mit Liefermassen werden grob- oder gemischtkörnige Böden wie Kiese und Sande der Bodengruppen SW, SU, ST, GW, GU und GT nach DIN 18196[22] oder gebrochene Gesteinskörnungsgemische mit einer stetigen Kornverteilung und Feinkornanteilen[[28]](#footnote-28) ≤ 15 % empfohlen, die mit einem Wassergehalt w ≈ wPr einzubauen sind. Diese Materialempfehlung gilt im Straßenbereich grundsätzlich für die oberen 0,5 m des Grabens, um die erforderliche Tragfähigkeit des Planums erzielen zu können. Alternativ können in dieser Zone auch mit Mischbindemitteln verbesserte feinkörnige Böden eingesetzt werden.

Mit grobkörnigem Boden verfüllte Rohrgräben, die von Böden geringer Durchlässigkeit umgeben sind, können eine unerwünschte Dränwirkung in Längsrichtung haben. Dies muss ggf. durch Querschotten aus Beton oder bindigem Boden in der Verfüll- und Leitungszone verhindert werden.

Die Verfüllböden sind lagenweise einzubauen und entsprechend den Anforderungen an die Verfüllung von Aufgrabungen im Straßenbereich zu verdichten. Das Verdichtungsgerät und die Dicke der Verdichtungslagen sind an die verwendeten Böden anzupassen.

## Tragfähigkeit der Planumszone

Im Bereich nicht verdichtungs- bzw. nicht tragfähiger Böden (Im Zuge der Erkundung: an der Erk.-St. X nachgewiesen) kann für eine Verbesserung bzw. Herstellung einer ausreichenden Trag- bzw. Wiedereinbaufähigkeit folgende Bauweise durchgeführt werden:

- Straßenkörper

Bodenaustausch, d = 40 – 50 cm, 2 – schichtig[[29]](#footnote-29), ab OK Planum neu:

gebrochene Gesteinskörnung, z. B. aus Recyclingmaterial[[30]](#footnote-30)

z. B. grobe Gesteinskörnung Kleinstkorn d = 60 - 80 / Größtkorn D = 120 - 160 mm (untere Zone) und kornabgestuftes Gesteinskörnungsgemisch 0/60 mm bis 0/80 mm mit Feinkornanteil < 15 % (obere Zone)

Bei entsprechender bautechnischer Eignung können in der oberen Einbaulage auch die vorhandenen Materialien der Tragschicht ohne Bindemittel ggf. nach einer entsprechenden Aufbereitung verwertet werden.

alternativ:

Bodenaustausch, d = 40 cm, 1 – schichtig, 2-lagig[[31]](#footnote-31), ab OK Planum neu:

kornabgestuftes Gesteinskörnungsgemisch, z. B. aus Recyclingmaterial[[32]](#footnote-32)

z. B. 0/100 oder 0/150 mm (Anteil < 0,063 mm max. 15 %)

oder:

Bodenverbesserung mittels Bindemittelzugabe, d = ca. 40 cm,  
  
z. B. Mischbindemittel 70/30 (Kalk/Zement)[[33]](#footnote-33), ca. 1,5 M.-% bis 2,5 M.-%[[34]](#footnote-34)

- Gehweg

Bodenaustausch, d = 20 cm, 1 – schichtig[[35]](#footnote-35), ab OK Planum neu:

kornabgestuftes Gesteinskörnungsgemisch, z. B. aus Recyclingmaterial[[36]](#footnote-36)

z. B. 0/120 mm (Anteil < 0,063 mm max. 15 %)

Auf die Empfehlung einer Bodenverbesserung mittels Bindemittelzugabe wurde aufgrund der örtlichen Gegebenheiten (Ortskern, angrenzende Bebauung) verzichtet, da Bindemittelverwehungen im Rahmen des Arbeitsverfahrens auch bei Verwendung staubreduzierter Bindemittel nicht vollends auszuschließen sind.

Im Zusammenhang mit der empfohlenen Bindemittelkonditionierung sind folgende Sachverhalte zu berücksichtigen:

* Im Umfeld der Baumaßnahme können Beeinträchtigungen durch Bindemittelverwehungen auftreten.
* Der sowohl kurz- wie auch langfristige auftretende Verfestigungseffekt der Bindemittelverbesserung kann bei nachfolgenden Aushubarbeiten zu Erschwernissen führen.

Für den Fall eines Bodenaustausches bzw. einer Bodenverbesserung empfehlen wir, zur Überprüfung der tatsächlich vorzunehmenden Aushubtiefe, Kontrollen durch Abrollversuche durchzuführen und bei Bedarf ein Probefeld anzulegen.

Es ist zu berücksichtigen, dass der Wassergehalt durch jahreszeitliche Einflüsse unter Umständen reduziert bzw. erhöht sein kann. Aus diesem Grund sollten im Bauverlauf kontinuierlich Kontrollen des Wassergehaltes durchgeführt werden, um so die Bodenaustausch- bzw. Bodenverbesserungsmaßnahmen anpassen zu können.

Die aufgeschlossenen bindigen Bodenschichten sind als sehr wasserempfindlich zu beschreiben. Schon eine geringe Wasserzufuhr (z. B. durch Niederschlagsereignisse) führt hier i.d.R. zu einer signifikanten Zustandsänderung mit Einfluss auf die Verdichtungs- und die Tragfähigkeit. **(Aufgrund dessen empfehlen wir im Zuge der Ausschreibung mindestens 50 % der Ausbaustrecke an bodenverbessernden Maßnahmen vorzusehen.)**

## Erneuerung bei teilweisem Ersatz der vorhandenen Befestigung

Unter Berücksichtigung der ermittelten Untersuchungsergebnisse kann für die im Bereich der Fahrbahn vorgesehene Erneuerung bei teilweisem Ersatz der vorhandenen Befestigung folgendes festgestellt werden:

* Die Dicke des gebundenen Oberbaues hält die für die vorgesehene Belastungsklasse   
  Bk1,8 vorgesehene Mindesteinbaudicke von 20 cm (gemäß RStO[5],Tafel 1, Zeile 1) unter Vernachlässigung einer geringfügigen Unterschreitung an den Erk.-St. 5 und 6 ein.
* Die Dicke des Straßenoberbaues entspricht mit Ausnahme der Erk.-St. 2 und 6 unter Berücksichtigung einer Frostempfindlichkeitsklasse F 3 für den anstehenden Bodens den Anforderungen der RStO[5], bei Straßen der Belastungsklasse Bk 1,8.
* Aufgrund der ermittelten Schicht- und Mischgutkennwerte ist die Asphalttragschicht grundsätzlich für eine Überbauung geeignet. Weiterhin ist aufgrund der ermittelten Erweichungspunkte Ring + Kugel von einer ausreichenden Wärme- bzw. Kältestandfestigkeit der Schicht auszugehen.

### Fräsarbeiten

|  |  |
| --- | --- |
| **Erkundungsstellen** | **1 bis 10** |
| Konstruktiver Aufbau | Schichtdicken des Asphaltoberbaues in cm |
| Grundl. für die Dimens. Mittelw. Schichtdicken Bohr. 1 bis 10 [[37]](#footnote-37) | 21,1 cm |
| Abtrag durch Fräsen, gebundener Oberbau | 12,0 cm |
| Verbleibende alte Substanz | 9,1 cm |
| neue Asphaltschichten | 12,0 cm |
| Gesamtdicke | 21,1 cm |

Die Durchführung der Fräsarbeiten erfolgt unter Berücksichtigung des MFA[32]. Folgende Randbedingungen sind bei den Fräsarbeiten zu berücksichtigen:

* Entsorgung des Fräsgutes der Asphaltdeck- und Binderschicht als pechfrei
* Ausbau von Flächenbereichen mit klaffenden Rissen oder schollenförmigen Bruchbildern bzw. Nachfräsung von aufgelockerten Tragschichtresten, gleichmäßiges Fräsprofil
* Abstand zwischen der oberen und der unteren Frästiefe maximal ca. 8 mm
* Anpassung der Vorschubgeschwindigkeit beim Einsatz von Standardfräswalzen (Normalvorschub ca. 5 bis 6 m/min)
* Staubfreies Reinigen der Fräsfläche von losen Teilen (im Bedarfsfall nass)

### Anspritzbindemittel

Gemäß den Angaben der ZTV Asphalt[1] ist zur Erzielung eines besseren Schichtenverbundes die Unterlage grundsätzlich anzusprühen.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Schicht | Bindemittelsorte | Bindemittelmenge |
| Fräsfläche/Tragschicht | C40BF1-S | 350 – 450 g/m² |
| Tragschicht/Deckschicht | 200 – 300 g/m² |

### Asphaltschichten

Die Auswahl der Mischgüter bzw. Bindemittel erfolgte unter Berücksichtigung der ZTV Asphalt[1].

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Schicht | Mischgutart | Bindemittelsorte | Einbaudicke |
| Asphaltdeckschicht | AC 11 D N | 50/70 | 4,0 cm |
| Asphalttragschicht | AC 22 T N | 70/100 | 8,0 cm |
| - cm [[38]](#footnote-38) |

### Asphalteinbau

Unter Berücksichtigung der Angaben der ZTV Asphalt[1] kann der Asphalteinbau wie folgt durchgeführt werden:

* Einbau der Asphalttragschicht aus AC 22 T N in einer Dicke von 8,0 cm
* Ansprühen der Asphalttragschicht mit einer Bitumenemulsion C40BF1-S
* Einbau der Asphaltdeckschicht aus AC 11 D N in einer Dicke von 4,0 cm

# Schlusssatz

Für die orientierende Erkundung des Straßenkörpers und des Untergrundes wurden punktuelle Aufschlüsse und Messungen unter Berücksichtigung der Vorgaben des Auftraggebers ausgeführt. Kleinräumig abweichende Baugrundverhältnisse und Materialbeschaffenheiten können selbst bei einer detaillierteren Erkundung grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden.



\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

B.Sc. Stephan Ritz Dipl.-Ing. Jörg Leinenbach

Bearbeiter

1. UTM-Koordinaten anhand ermittelter GPS-Koordinaten berechnet [↑](#footnote-ref-1)
2. Einstufung unter Berücksichtigung der Tafel 1, Zeile 1 der RStO[5] [↑](#footnote-ref-2)
3. an Sammelprobe der Erk.-St. 1 – 6 bestimmt [↑](#footnote-ref-3)
4. Für den Einsatz als Asphaltgranulat im Heißmischverfahren sind weitere Anforderungen der TL AG-StB[8] (z. B. an den Erweichungspunkt Ring und Kugel) zu beachten (vgl. Ausführungen unter Ziffer 5.1). [↑](#footnote-ref-4)
5. Unter Berücksichtigung der Vorgaben des Leitfadens Ausbauasphalt[13] werden pechfreie Querschnitte < 6 cm zusammen mit dem pechhaltigen Querschnitt im Falle eines Rückbaus gesamtheitlich als „gefährlicher Abfall“ eingestuft. [↑](#footnote-ref-5)
6. Verwertungsklasse C vernachlässigt [↑](#footnote-ref-6)
7. unter Berücksichtigung einer ca. 15 % Reduzierung aufgrund der Einspannung durch den gebundenen Oberbau, EVdyn umgerechnet auf E­V2 [↑](#footnote-ref-7)
8. Bewertung der LP-Versuche gemäß Anforderungen der ZTV SoB für Frostschutzschichten bei Straßen der

   Bauklassen SV, I bis IV bzw. der RStO[5] bei Straßen der Belastungsklassen Bk100 bis Bk1,0, Soll EV2 ≥ 120

   MN/m2 [↑](#footnote-ref-8)
9. Ohne Berücksichtigung projektspezifischer Zu- und Abschläge gemäß RStO[5] [↑](#footnote-ref-9)
10. Unter Berücksichtigung der Vorgaben des Leitfadens Boden[12] werden die oberen 10 cm der Tragschicht ohne Bindemittel bei unmittelbar darüber liegenden pechhaltigen Schichten im Falle des Rückbaus grundsätzlich als „gefährlicher Abfall“ eingestuft. [↑](#footnote-ref-10)
11. An den Erk.-St. 1, 2 und 4: ggf. günstigere Einstufung nach Rücksprache mit der Behörde möglich [↑](#footnote-ref-11)
12. An den Erk.-St. 1, 2 und 4: Aufgrund der Überschreitung eines Orientierungswertes (Nickel, Feststoff) ist eine Aufbereitung (z. B. als RC-

    Gemisch) ggf. nicht möglich. Absprache mit Behörde empfohlen. [↑](#footnote-ref-12)
13. An den Erk.-St. 1, 2 und 4: Es ist anzumerken, dass bei einer Untersuchung des AT4 -Wertes bzw. des Brennwertes (H0) unter der Voraussetzung, dass die entsprechenden Grenzwerte eingehalten werden, eine Einstufung in die Deponieklasse DK I möglich wäre. [↑](#footnote-ref-13)
14. An den Erk.-St. 1, 2 und 4: Wir empfehlen den oberen als „gefährlich“ einzustufenden Schichtquerschnitt zusammen mit dem darüber befindlichen, pechhaltigen gebundenen Oberbau unter dem AVV-Schlüssel 17 03 01\* zu beseitigen. [↑](#footnote-ref-14)
15. An den Erk.-St. 1, 2 und 4: ggf. günstigere Einstufung nach Rücksprache mit der Behörde möglich [↑](#footnote-ref-15)
16. An den Erk.-St. 1, 2 und 4: Es ist anzumerken, dass bei einer Untersuchung des AT4 -Wertes bzw. des Brennwertes (H0) unter der Voraussetzung, dass die entsprechenden Grenzwerte eingehalten werden, eine Einstufung in die Deponieklasse DK I möglich wäre. [↑](#footnote-ref-16)
17. An den Erk.-St. 1, 2 und 4: Rammhindernis; keine tiefere Entnahme möglich [↑](#footnote-ref-17)
18. Die Einstufung der Verdichtungsfähigkeit erfolgt unter Berücksichtigung der Bodenfeuchtigkeit und der Konsistenz des Materials zum Erkundungszeitpunkt. [↑](#footnote-ref-18)
19. für nicht tragfähige Böden / Materialien sind zusätzliche Maßnahmen zur Verbesserung / Herstellung einer ausreichenden Tragfähigkeit durchzuführen [↑](#footnote-ref-19)
20. An den Erk.-St. 1, 2 und 4: ggf. günstigere Einstufung nach Rücksprache mit der Behörde möglich [↑](#footnote-ref-20)
21. An den Erk.-St. 1, 2 und 4: Nur Teilquerschnitt [↑](#footnote-ref-21)
22. Messergebnisse auf 0,01 gerundet [↑](#footnote-ref-22)
23. Für die Asbestuntersuchung wurde auf ein qualitatives Verfahren mittels Rasterelektronenmikroskop (REM) zurückgegriffen. [↑](#footnote-ref-23)
24. Nicht gefährliche und nicht getrennte Bauteile können i.d.R. unter dem AVV 17 09 04, gemischte Bau- und Abbruchabfälle zusammen entsorgt werden (siehe Klammerwert). [↑](#footnote-ref-24)
25. Aufgrund des Durchmessers der Kleinrammbohrungen ist die Gewinnung von Stein- und Blockanteilen nicht möglich. An den Aufschlussstellen wurden nach den Bohrfortschritten keine Stein- oder Blockanteile angetroffen. Die Angaben beruhen auf Erfahrungen mit ähnlichen Böden. [↑](#footnote-ref-25)
26. Aufgrund des Durchmessers der Kleinrammbohrungen ist die Gewinnung von Stein- und Blockanteilen nicht möglich. An den Aufschlussstellen wurden nach den Bohrfortschritten keine Stein- oder Blockanteile angetroffen. Die Angaben beruhen auf Erfahrungen mit ähnlichen Böden. [↑](#footnote-ref-26)
27. Ausgabe 97/06 – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen [↑](#footnote-ref-27)
28. Die Angabe bezieht sich auf das Material im eingebauten, verdichteten Zustand. [↑](#footnote-ref-28)
29. Einbaudicken sind ggf. an die örtlichen Gegebenheiten anzupassen (Leitungssysteme, Verdichtungsgeräte). [↑](#footnote-ref-29)
30. sofern dies die wasserwirtschaftlichen Rahmenbedingungen zulassen [↑](#footnote-ref-30)
31. Einbaudicken sind ggf. an die örtlichen Gegebenheiten anzupassen (Leitungssysteme, Verdichtungsgeräte). [↑](#footnote-ref-31)
32. sofern dies die wasserwirtschaftlichen Rahmenbedingungen zulassen [↑](#footnote-ref-32)
33. Mischbindemittel gem. Merkblatt zur Herstellung, Wirkungsweise u. Anwendung von Mischbindemitteln, Tab. 7 [↑](#footnote-ref-33)
34. maßgebliche Bindemittelstreumenge ist im Bauverlauf festzulegen bzw. anzupassen [↑](#footnote-ref-34)
35. Einbaudicken sind ggf. an die örtlichen Gegebenheiten anzupassen (Leitungssysteme, Verdichtungsgeräte). [↑](#footnote-ref-35)
36. sofern dies die wasserwirtschaftlichen Rahmenbedingungen zulassen [↑](#footnote-ref-36)
37. Erk.-St. 9 nicht berücksichtigt, da Erkundung nicht durchgeführt [↑](#footnote-ref-37)
38. Einbau von Tragschichtmischgut bei Flickstellen bzw. als Profilausgleich [↑](#footnote-ref-38)