Gutachten Nr.: 21-4728-05

Projekt: **Stadtbahn Linie 4**
Straßenbau
in Bielefeld

Untersuchungs-auftrag: **Erweiterte Bestandsuntersuchung und Substanzbewertung**

Auftraggeber: **Bielefelder Beteiligungs- und Vermögensverwaltungs-GmbH**
Jahnplatz 5
33602 Bielefeld

Dieses Gutachten enthält 56 Seiten Text und 401 Blatt Anlagen.

Prüfberichte und Gutachten dürfen grundsätzlich nur ungekürzt vervielfältigt werden.
Die auszugsweise Wiedergabe und jede Veröffentlichung bedarf unserer schriftlichen Zustimmung.

Dortmund, 18. Januar 2022

Sachbearbeiter: Dipl. Lök. N. Kosfeld, I. Stewen, M.Sc.,
K. Schauerte, M.Eng., M. Siebers, M.Sc.

INGENIEURGRUPPE PTM

- ASPHALTPRÜFSTELLE
- BAUSTOFFPRÜFUNGEN
- BAUGRUND
- GEOTECHNIK
- GEORADAR
- ZERSTÖRUNGSFREIE MESSUNGEN
- ERDBAULABORATORIUM
- ALTLASTEN
- DEPONIEWESEN
- FACHBAULEITUNGEN
- FACHPLANUNGEN
- ROHSTOFFGEOLOGIE
- HYDROGEOLOGIE
- FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG
- SEMINARE UND SCHULUNGEN

INGENIEURGESELLSCHAFT PTM DORTMUND MBH

frische luft 155
44319 dortmund
telefon: 0231/92 71210
fax: 0231/92 712122
e-mail: dortmund@ptm.net
internet: www.ptm.net

geschäftsführung:
sarah mörchen
dr. daniel gogolin

st.-nr. fa unna 316/5741/0813
ust.-id-nr.: de 8147 53 914
hbr 19971 ag dortmund

national bank ag dortmund
BIC: NBAGDE3E
IBAN: DE23 3602 0030 0008 5309 71

sparkasse arnsberg-sundern
BIC: WELADED1ARN
IBAN: DE86 4665 0005 0001 0267 72

prüfstelle nach rap-stra 15
anerkannt für die fachgebiete

- A1 · A3 · A4
- BB3 · BB4
- F2 · F3 · F4
- G3 · G4
- H1 · H3 · H4
- I1 · I2 · I3 · I4

mitglied im bundesverband unabhängiger prüfinstitute bup
ingenieurkammer nrw nr. 102497

WEITERE STANDORTE

- ARNSBERG
- BAUTZEN
- DANZIG
- HAMBURG
- JENA
- RIGA
- STADE
- TOSTEDT

Inhaltsverzeichnis

1 Auftrag, Vorgang und Situationsbeschreibung 6

2 Untersuchungsschritte und -beschreibungen 7

2.1 Probennahme 7

2.2 Homogenbereiche nach DIN 18300 (2015) 10

2.3 Chemische Untersuchungen im Labor 11

2.3.1 Untersuchung für die Verwertung von Ausbauasphalt 12

2.3.2 Untersuchungen zur Wiederverwertung und Deponierung 14

2.4 Substanzielle Untersuchungen im Labor 16

2.4.1 Hinweise zur Bewertung der Asphaltstruktur (Bohrkerne) 16

2.4.2 Substanzbewertung der ungebundenen Materialien 17

3 Ergebnisse der Untersuchungen 17

3.1 Vorhandene Schichtdicken und Zusammensetzung des Oberbaus 17

3.1.1 Gebundener Oberbau (Bohrkerne) 17

3.1.2 Ungebundener Oberbau (Rammkernbohrungen, Schürfe) 18

3.2 Schichtenfolge 22

3.3 Grundwasserstand 22

3.4 Grundwasserwassermessstelle 23

3.5 Bodenmechanische Kennwerte 24

3.6 Chemische Untersuchungen 27

3.6.1 Teer-/pechhaltige Bestandteile im Bindemittel 27

3.6.2 Chemische Untersuchungen gemäß LAGA und DepV 29

4 Straßenoberbau 40

4.1 Zusammenfassende Bewertung des vorhandenen Bestands bzw. Planums für den Straßenoberbau 40

4.1.1 Bewertung der vorhandenen Substanz.....40
4.2 Erneuerungsempfehlungen.....41
4.2.1 Dimensionierung des Oberbaus.....41
4.2.2 Auswahl der Bauweisen.....42
4.2.3 Stabilisierung von nicht tragfähigen Erdplanien.....45
4.2.4 Fahrbahn Bereich 5 (gelb markiert, ÖPNV-Straße, FH / CITEC).....46
4.2.5 Fahrbahn Bereich 6 (lila markiert, Straße Tiefgarage Süd).....47
4.2.6 Fahrbahn Bereich 7 (dunkelrot markiert, Zufahrt Tiefgarage Nord).....49
4.2.7 Fahrbahn Bereiche 4 und 13 (lila markiert, Haupttrasse Dürerstraße)..50
4.2.8 Fahrbahn Bereich 12 (grün markiert, Schloßhofstraße).....51
4.2.9 Kreisverkehrsplatz (türkis markiert Kreuzung Dürerstraße / Schloßhofstraße).....53
4.2.10 Rad- und Gehweg (südlich der Stadtbahn verlaufend).....54
4.3 Nutzung der Verkehrsflächen als Baustraße.....55

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Zuordnung der Frostempfindlichkeitsklassen [ZTV E-StB 17].....17
Abbildung 2: Planausschnitt für den Teilbereich 5 (ÖPNV-Straße / CITEC).....46
Abbildung 3: Oberbaukonzept Bk3,2– Bereich 5.....47
Abbildung 4: Planausschnitt für den Teilbereich 6 (Straße Tiefgarage Süd).....48
Abbildung 5: Oberbaukonzept Bk3,2– Bereich 6.....48
Abbildung 6: Planausschnitt für den Teilbereich 7 (Zufahrt Tiefgarage Nord).....49
Abbildung 7: Oberbaukonzept Bk3,2– Bereich 7.....49
Abbildung 8: Planausschnitt für den Teilbereich 4 und 13 (Haupttrasse Dürerstraße) 50
Abbildung 9: Oberbaukonzept Bk3,2– Bereich 4.....51
Abbildung 10: Planausschnitt für den Teilbereich 12 (Schloßhofstraße).....52

Abbildung 11: Oberbaukonzept Bk10– Bereich 12 52
Abbildung 12: Planausschnitt für den Teilbereich Kreisverkehr (Dürerstraße / Schloßhofstraße).....53
Abbildung 13; Oberbaukonzept Bk10– KVP 54
Abbildung 14: Oberbaukonzept Rad- und Gehwege 55

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Entnahmestellen der Bohrkerne und Rammkernbohrungen / Schürfe, Ansatzpunkte der Rammsondierung und Errichtung der Grundwassermessstelle.....7
Tabelle 2: Einstufung von Asphaltausbaumaterialien in Abhängigkeit der Schadstoffgehalte.....12
Tabelle 3: Abfallschlüsselnummern gemäß AVV.....13
Tabelle 4: Zuordnungsklassen gemäß den LAGA-Bestimmungen.....14
Tabelle 5: Abfallschlüsselnummern gemäß AVV.....15
Tabelle 6: Gesamtstärken des gebundenen Oberbaus (Bohrkerne) 18
Tabelle 7: Bodenmechanische Laborprogramm (Rammkernbohrungen).....18
Tabelle 8: Grundwasserstände und Besonderheiten innerhalb der Bohrlöcher.....22
Tabelle 9: Wasserstand der Grundwassermessstelle GWMS 11 23
Tabelle 10: Charakteristische Bodenkennwerte GK 2/3, Lockergesteine.....24
Tabelle 11: Ergebnisse der Analyse auf teer-/pechhaltige Bestandteile 27
Tabelle 12: Probenzusammenstellung 29
Tabelle 13: Deklarationsanalyse nach LAGA-Bauschutt.....34
Tabelle 14: Deklarationsanalyse nach LAGA-Boden (2004) 35
Tabelle 15: Deklarationsanalyse nach DepV 37
Tabelle 16: Orientierungswerte für die Ablagerung in Deponien der DK I bis DK II (maximal zulässige Schadstoffkonzentration im abzulagernden Abfall) 39

Anlagen

Anlage 1:	Lagepläne	(9 Blatt)
Anlage 2:	Bohrkerndokumentation und -analyse	(16 Blatt)
Anlage 3:	Rammkern-/Schurfprofile	(13 Blatt)
	Grundwassermessstelle	(1 Blatt)
Anlage 4:	Chemische Analyse Bohrkerne / Boden	(68 Blatt)
Anlage 5:	Analysenprotokolle GBA	(230 Blatt)
Anlage 6:	Probenentnahmeprotokoll	(11 Blatt)
Anlage 7:	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	(53 Blatt)

1 Auftrag, Vorgang und Situationsbeschreibung

Die Ingenieurgesellschaft PTM Dortmund mbH wurde von der Bielefelder Beteiligungs- und Vermögensverwaltungs-GmbH, beauftragt,

- den vorliegenden Bestand des gebundenen Oberbaus und ungebundenen Oberbaus für die Stadtbahn Linie 4 in Bielefeld zu erfassen,
- die anstehenden Böden in Homogenbereiche einzuteilen,
- die Substanz in Hinblick auf die Formulierung von Erhaltungs- bzw. Erneuerungsmaßnahmen im Sinne der „Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“, Ausgabe 2012 (RStO 12) zu bewerten und
- eine Aussage über eine Wiederverwertung für die gebundenen Schichten nach RuVA-StB 01 sowie für die ungebundenen Schichten nach LAGA-Bauschutt / LAGA-Boden bzw. über eine Entsorgung gemäß den Vorgaben der Deponieverordnung zu treffen.

Für die Bewertung der Restsubstanz bzw. für die darauf aufbauenden Empfehlungen für Erneuerungsmaßnahmen ist es von entscheidender Bedeutung, detaillierte Kenntnisse über die im Nutzungszeitraum der einzuplanenden Verkehrsbelastung im Sinne der RStO 12 zu haben.

Für die Bestandsuntersuchung wurden die nachfolgend aufgeführten Untersuchungsschritte in situ durchgeführt:

- Begutachtung der Flächen und Festlegung der Probeentnahmestellen am 15.07.2021 und 26.07.2021
- Probenahme (Bohrkernentnahme, Rammkernbohrungen, Schurfbeprobung) am 15.07.2021, 27.07.2021, 28.07.2021, 29.07.2021, 03.08.2021, 04.08.2021, 05.08.2021, 09.08.2021, 10.08.2021, 11.08.2021 und 13.09.2021

Die gewonnenen Proben wurden labortechnisch für weitere Materialanalysen (chemisch und substantiell) untersucht. Die detaillierten Beschreibungen zu den einzelnen Arbeits- und Untersuchungsschritten werden in dem nachfolgenden Kapitel 2 erläutert.

2 Untersuchungsschritte und -beschreibungen

2.1 Probennahme

Zur Substanzbewertung des vorhandenen gebundenen Aufbaus der Straße und zur Bestimmung von Straßenpech wurden an den in der nachfolgenden Tabelle 1 sowie in den Lageplänen (Anlage 1) aufgeführten Untersuchungspunkten Asphaltbohrkerne entnommen und im Anschluss Rammkernbohrungen bzw. Schürfe durchgeführt. Zur Beobachtung von Grundwasserschwankungen wurde die Bohrungen RKB 11 zu einer Grundwassermessstellen ausgebaut.

Bezüglich der Gewerke Straßen-, Wege- und Platzbau ist die Bohrtiefe von max. 2,00 m relevant. Die Rammkernbohrungen RKB G6 sowie DPH G6, RKB F1, RKB E1 bis E5, RKB A6 bis RKB A13, RKB A15 bis RKB A19, RKB B1 bis RKB B5, RKB C1 bis RKB C3, RKB N1 bis RKB N2 und RKB N5 bis RKB N6 überschreiten diese Untersuchungstiefe, da die Bohrungen ebenfalls für die Gewerke Kanalbau genutzt werden und daher tiefer abgeteuft wurden.

Bedingt durch die Lage einer Gasleitung musste der Bohransatzpunkt G4 auf den Rand der Ackerfläche Richtung Westen verlegt werden. Die Entnahme eines Bohrkernes aus dem Straßenkörper konnte durchgeführt werden.

Tabelle 1: Entnahmestellen der Bohrkerne und Rammkernbohrungen / Schürfe, Ansatzpunkte der Rammsondierung und Errichtung der Grundwassermessstelle

Proben-bezeichnung [BK / RKB / SCH / DPH / GWMS] (*)	**Durchmesser BK / RKB** (*) [mm]	**Gewünschte Bohrtiefe** [m]	**Erzielte Bohrtiefe** [m]	**Gewerk**
BK I1 / RKB I1	100 / 80	2,00	2,00	Straßenbau
BK G4	100	-	-	
BK G6 / RKB G6 / DPH G6	100 / 80 / 43	10,00 / 12,00	8,10 / 12,00	
BK I2 / RKB I2	100 / 80	2,00	2,00	
BK I3 / RKB I3	100 / 80	2,00	2,00	
BK I4 / RKB I4	100 / 80	2,00	2,00	

Proben-bezeichnung [BK / RKB / SCH / DPH / GWMS] (*)	**Durchmesser BK / RKB** (*) [mm]	**Gewünschte Bohrtiefe** [m]	**Erzielte Bohrtiefe** [m]	**Gewerk**
BK I5 / RKB I5	100 / 80	2,00	2,00	
BK J1 / RKB J1	100 / 80	2,00	2,00	
BK J2 / RKB J2	100 / 80	2,00	2,00	
BK J3 / RKB J3	100 / 80	2,00	2,00	
RKB M1	80	1,00	1,00	Wegebau
RKB M2	80	1,00	1,00	
RKB M3	80	1,00	1,00	
RKB M4	80	1,00	1,00	
SCH M5	-	0,50	0,50	
SCH M6	-	0,50	0,50	
SCH M7	-	0,70	0,70	
RKB D1	80	2,00	2,00	Wege- oder Straßenbau
RKB D2	80	2,00	2,00	
RKB F1	80	4,50	4,50	Kreisverkehr
BK F2 / RKB F2	100 / 80	2,00	2,00	
BK F3 / RKB F3	100 / 80	2,00	2,00	
RKB P1	80	1,00	1,00	Wegebau
RKB P2	80	1,00	1,00	
RKB P3	80	1,00	1,00	
RKB E1	80	6,00	5,10	Straßenbau
RKB E2	80	3,50	3,50	Straßenbau
RKB E3	80	3,50	4,50	
RKB E4	80	3,50	3,50	
RKB E5	80	4,50	4,50	
RKB A6	80	5,00	5,00	
RKB A7	80	5,50	5,00	
RKB A8	80	5,50	5,00	
RKB A9	80	6,00	4,70	

Proben-bezeichnung [BK / RKB / SCH / DPH / GWMS] (*)	**Durchmesser BK / RKB** (*) [mm]	**Gewünschte Bohrtiefe** [m]	**Erzielte Bohrtiefe** [m]	**Gewerk**
RKB A10	80	5,00	5,00	
RKB A11	80	6,00	4,70	
RKB A12	80	5,50	5,30	
RKB A13	80	6,50	6,50	
RKB A15	80	5,00	5,00	
RKB A16	80	5,50	4,60	
RKB A17	80	5,50	4,30	
RKB A18	80	6,00	4,70	
RKB A19	80	6,00	5,30	
RKB B1	80	4,50	4,00	Straßen- und Platzbau
RKB B2	80	5,00	5,00	
RKB B3	80	5,50	5,50	
RKB B4	80	7,00	5,60	
RKB B5	80	7,00	4,70	
RKB B6	80	2,00	2,00	
RKB B7	80	2,00	2,00	
RKB C1	80	5,00	5,00	Straßenbau
RKB C2	80	5,50	5,50	
RKB C3	80	5,50	5,50	
RKB N1	80	5,50	5,40	
RKB N2	80	5,50	5,50	Straßenbau
RKB N5	80	7,00	6,30	
RKB N6	80	6,00	5,30	
GWMS 11	60	6,50	6,00	-

(*) BK = Bohrkern; RKB = Rammkernbohrung; SCH = Schurf; GWMS = Grundwassermessstelle

Durch die durchgeführten Rammkernbohrungen bzw. Schürfe werden nur punktuelle Aufschlüsse des ungebundenen Untergrundes dargestellt. Bei inhomogenen Bodenstrukturen können im angrenzenden Bereich der Entnahmestelle deutliche Abweichungen der Materialzusammensetzung und Schichtenfolge auftreten.

Die Einstufung der Materialien in Bodengruppen gemäß DIN EN 18196 erfolgt zunächst nach organoleptischer Analyse der Materialien. Im Anschluss wird eine Verifizierung der qualitativen Bewertung durch Sieb-/Schlämmungen, Erfassung der Zustandsgrenzen (Atterberg), Proctordichte, Glühverlust, Wassergehalte und Wasseraufnahmevermögen (Enslin) im Zuge eines erweiterten Laborprogramms durchgeführt (vgl. Tabelle 7).

2.2 Homogenbereiche nach DIN 18300 (2015)

Nach VOB/C DIN 18300 (August 2015) werden die Boden- und Felsarten gemäß dem Zustand vor dem Lösen in Homogenbereiche (HB) eingestuft. Der Homogenbereich definiert einen begrenzten Bereich bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für das jeweilige Baugewerk bzw. Bauverfahren vergleichbare Eigenschaften aufzeigt. Diese bodenmechanischen Eigenschaften werden auf der Grundlage von geotechnischen Feld- und Laboruntersuchungen ermittelt und mit Erfahrungswerten ergänzt. Des Weiteren sind die umweltrelevanten Parameter zu beachten.

Folgende bodenmechanische Eigenschaften und Kennwerte sind für Erdarbeiten (Boden) nach DIN 18300 (August 2015) relevant:

- Kornverteilungskurven nach DIN ISO 17892-4 (für Boden) und DIN EN 933-1 (für Baustoffgemische)
- Steine / Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1
- Bodengruppen nach DIN 18196
- Ortsübliche Bezeichnungen
- Dichte nach DIN 18125-2 / DIN EN ISO 17892-2
- Undränierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-9 / DIN 18136 / DIN 18137-2

- Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1
- Plastizitätszahl nach DIN 18122-1
- Konsistenzgrenzen, Konsistenzzahl nach DIN 18122-1 / DIN EN ISO 14688-1
- Lagerungsdichte nach DIN EN ISO 15488-2 / DIN 18126
- Organischer Anteil nach DIN 18128

Folgende bodenmechanische Eigenschaften und Kennwerte sind für Erdarbeiten (Fels) nach DIN 18300 (August 2015) relevant:

- Benennung nach DIN EN ISO 14689-1
- Ortsübliche Bezeichnungen
- Dichte nach DIN 18125-1 oder -2
- Verwitterung, Veränderlichkeit nach DIN EN ISO 14689-1
- Druckfestigkeit nach DGGT Nr. 1
- Trennflächen nach DIN EN ISO 14689-1

Zuvor wurde die DIN 18300 (2012) verwendet, die eine Einstufung in 7 Bodenklassen nach dem Schwierigkeitsgrad der Bearbeitung (Lösen, Laden, Fördern, Einbauen und Verdichten) zusammenfasst.

2.3 Chemische Untersuchungen im Labor

Mit den chemischen Untersuchungen der Proben gemäß RuVA-StB 01/05[(1)], LAGA-Bestimmungen für Bauschutt[(2)] und Boden[(3)] sowie DepV wurde die Gesellschaft für Bioanalytik mbH (GBA), Bruchstraße 5c in 45883 Gelsenkirchen beauftragt. Die Ergebnisprotokolle liegen als Anlage 5 bei.

---

(1) Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA-StB 01/Fassung 2005)

(2) Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20, 4. erw. Auflage, 6.11.1997.

(3) Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20; überarbeitete Endfassung vom 06.11.2003 (Allgemeiner Teil), Teile II (Boden) und III vom 05.11.2004.

Nach Abgabe des Gutachtens werden die verbliebenen Bohrkernproben / Bodenproben der Laborversuche 24 Monate aufbewahrt und dann, falls vom Auftraggeber nicht anders gewünscht, entsorgt.

2.3.1 Untersuchung für die Verwertung von Ausbauasphalt

An den entnommenen Bohrkernen aus der Straßenkonstruktion wurde jeweils ein Nachweis auf teer-/pechhaltige Bestandteile im Bindemittel mittels Farbindikationsverfahren gemäß dem FGSV-Arbeitspapier 27/2[(4)] durchgeführt.

Die Ergebnisse dieser qualitativen Untersuchung sind zumindest stichprobenartig durch quantitative chemische Untersuchungen auf PAK im Feststoff und Phenole im Eluat entsprechend den RuVA-StB 01/05 zu bestätigen.

Bei Bestätigung der qualitativ negativ geprüften Einbaulagen/Bohrkerne können diese nach RuVA-StB 01 der Verwertungsklasse A zugeordnet werden und im Heißmischverfahren wiederverwertet werden.

Positiv getestete Einbaulagen sind in Abhängigkeit von der PAK- und Phenol-Konzentration in die Verwertungsklassen B und C einzustufen und können nur im Kaltmischverfahren wiederverwertet werden. Die Tabelle 2 führt die Einstufungen nach RuVA-StB 01 sowie die resultierenden Verwertungsverfahren auf.

Tabelle 2: Einstufung von Asphaltausbaumaterialien in Abhängigkeit der Schadstoffgehalte

Verwertungsklasse nach RuVA-StB 01		Verwertungsverfahren
A	< 25 mg/kg PAK < 0,1 mg/l Phenole	Heißmischverfahren
B	> 25 mg/kg PAK < 0,1 mg/l Phenole	Kaltmischverfahren
C	PAK-Gehalt ist anzugeben > 0,1 mg/l Phenole	

(4) Prüfung von Straßenbaumaterial auf carbostämmige Bindemittel – Schnellverfahren, FGSV AP 27/2, 2000

Die Untersuchungen gemäß RuVA-StB 01 sowie die detaillierten Bewertungen und Grenzwertkriterien liegen als Anlage 4.1 bis Anlage 4.4 vor.

Ab dem 01.01.2018 wird von dem Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur empfohlen, auf den Wiedereinbau von Baustoffgemischen mit teer-/pechhaltigen Bestandteilen (Verwertungsklasse B und C gemäß RuVA-StB 01) in Bundesfernstraßen zu verzichten. Des Weiteren gilt dies für die Verwendung in Straßenkörper, wie zum Beispiel als Verfüllmaterial in Widerlagern von Brücken oder zur Herstellung von Dammschüttungen und Lärmschutzwällen.

Die thermische Verwertung (z.B. bei der Zementherstellung) oder die thermische Behandlung (vollständige Verbrennung der Schadstoffe und Wiederverwendung der enthaltenen Gesteinskörnungen) werden empfohlen.

Zusätzlich sind in den Anlagen 4.1 bis 4.4 die Konzentrationen von Benzo$_{(a)}$pyren und $\sum$PAK$_{16}$ den Grenzwerten nach BMU-Hinweis gegenübergestellt und die jeweiligen Abfallschlüssel gemäß der AVV[(5)] aufgeführt. In der Tabelle 3 sind die relevanten Abfallschlüsselnummern für Asphalt aufgelistet.

Tabelle 3: Abfallschlüsselnummern gemäß AVV

Asphalt	17 03 02	Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01* fallen
	17 03 01*	kohlenteerhaltige Bitumengemische

Für die Einstufung von teerhaltigen Straßenaufbrüchen nach der Abfallverzeichnisverordnung als gefährlichen Abfall (Abfallschlüssel 17 03 01* - kohlenteerhaltige Bitumengemische-) ist gemäß dem Rundschreiben „Abfallrechtliche Zuordnung von teerhaltigem Straßenaufbruch“ vom Oktober 2007 des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW) der PAK-Gehalt von 1.000 mg/kg und der Benzo$_{(a)}$pyren-Gehalt von 50 mg/kg entscheidend.

(5) Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung - AVV) vom 10.12.2001, BGBl. I S. 3379), zuletzt geändert: 22.12.2016

Gemäß den Runderlassen „Güteüberwachung von mineralischen Stoffen“ und „Anforderungen für die Verwertung von mineralischen Stoffen aus Bautätigkeiten“ vom 09.10.2001sind Verwertungen von teerhaltigen Straßenaufbrüchen als Recycling-Baustoff (RCL) bis zu einer PAK-Konzentration von maximal 100 mg/kg zulässig.

2.3.2 Untersuchungen zur Wiederverwertung und Deponierung

Zwecks einer Aussage zur Wiederverwertbarkeit von Untergrundmaterialien / Böden / Bauschutt greifen die Beschlüsse der LAGA (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall). Im Jahre 1997 hat die LAGA in der Mitteilung 20 (LAGA M 20) s. g. Zuordnungskriterien (Z 0 bis Z 2) definiert in denen die Wiederverwertbarkeit von Boden und Bauschutt geregelt ist. Die Tabelle 4 führt die Zuordnungsklassen gemäß den LAGA-Bestimmungen und die zugehörigen Wiederverwertungen auf.

Tabelle 4: Zuordnungsklassen gemäß den LAGA-Bestimmungen

Z 0	Wiederverwertung im uneingeschränkten, offenen Einbau
Z 1.1	Wiederverwertung im eingeschränkten, offenen Einbau unter ungünstigen hydrologischen Standortbedingungen; z.B. Wegebau, Unterbau von Gebäuden, unterhalb durchwurzelter Bodenschichten
Z 1.2	Wiederverwertung im eingeschränkten, offenen Einbau unter günstigen hydrologischen Standortbedingungen; z.B. Standorte, bei denen der Grundwasserleiter nach oben durch ausreichend mächtige Deckschichten mit hohem Rückhaltevermögen gegenüber Schadstoffen überdeckt ist oder Standorte mit hohem Grundwasserflurabstand.
Z 2	Wiederverwertung im eingeschränkten Einbau definierten technischen Sicherungsmaßnahmen; z.B. bei einer Anlage von befestigten Flächen in Industrie- und Gewerbegebieten sowie sonstige Verkehrsflächen als Tragschicht unter wasserundurchlässiger Deckschicht oder gebundener Tragschicht unter weniger durchlässiger Deckschicht. Der Abstand zwischen Unterkante des Schüttkörpers und maximalem Grundwasserstand sollte mindestens 2 m betragen.
> Z 2	Wiederverwertung nicht zulässig, Material muss Entsorgung zugeführt werden.

Die gewonnenen Materialien aus den Rammkernbohrungen und den Schürfen werden zu repräsentative Einzel- und Mischproben zusammengestellt und homogenisiert.

In den Anlagen 4.5 bis 4.8 sind die Untersuchungsergebnisse den Zuordnungswerten der Einbauklassen Z 0 - Z 2 nach LAGA-Bauschutt (Boden mit einem Fremdanteil ≥ 10 %) gegenübergestellt.

In den Anlagen 4.9 bis 4.36 sind die Untersuchungsergebnisse den Zuordnungswerten der Einbauklassen Z 0 - Z 2 nach LAGA-Boden für die Bodenarten Sand bzw. Lehm/Schluff bzw. Ton gegenübergestellt.

Zur Bestimmung der Deponieklasse werden die Proben einer Deklarationsanalyse nach DepV unterzogen. Gemäß § 2 der DepV werden für die Ablagerung folgende Deponieklassen (DK) unterschieden:

- DK 0 - Deponie: Oberirdische Deponie für Inertabfälle (z. B. unbelasteter Boden und unbelasteter Bauschutt)
- DK I bis DK II – Deponie: Oberirdische Deponie für nicht gefährliche Abfälle
- DK III – Deponie: Oberirdische Deponie für nicht gefährliche und gefährliche Abfälle

In der deutschen Abfallverzeichnisverordnung (AVV) sind die Abfallarten nach der Herkunft und dem Entstehungsprozess in 20 Hauptgruppen unterteilt. Jeder Abfallart wird ein sechsstelliger Zahlencode (Abfallschlüsselnummer) zugeordnet. Des Weiteren werden die Abfälle als gefährliche Abfälle (durch einen Stern * gekennzeichnet) und als nicht gefährliche Abfälle klassifiziert. Diese Einstufung erfolgt über den Gehalt an gefährlichen Inhaltsstoffen oder Eigenschaften.

In den Anlagen 4.37 bis 4.56 sind die detektierten Schadstoffgehalte den Zuordnungswerten der Deponieklassen DK 0 – DK III gegenübergestellt und die jeweiligen Abfallschlüssel gemäß der AVV[6] aufgeführt. In der Tabelle 5 sind die relevanten Abfallschlüsselnummern aufgeführt.

Tabelle 5: Abfallschlüsselnummern gemäß AVV

Boden	17 05 04	Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03* fallen
	17 05 03*	Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten

(6) Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung - AVV) vom 10.12.2001, BGBl. I S. 3379), zuletzt geändert: 22.12.2016

2.4 Substanzielle Untersuchungen im Labor

2.4.1 Hinweise zur Bewertung der Asphaltstruktur (Bohrkerne)

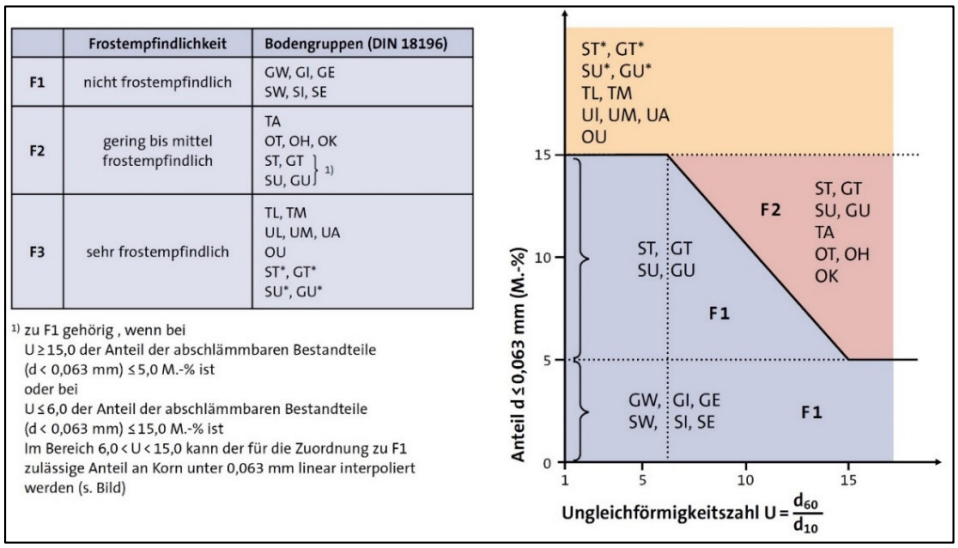
Nachfolgend werden die zur Bewertung der Asphaltstruktur (Bohrkerne) herangezogenen Strukturmerkmale erläutert:

- **Offenporigkeit:**
  (offensichtliche, über das übliche Maß hinausgehende Hohlraumstrukturen)
  Die in diesem Gutachten als offenporig beschriebenen Bohrkernabschnitte zeigen aufgrund ihrer Struktur ein erhöhtes Risiko für Verformung und Rissbildung. Zudem wird durch das Eindringen von Luft und Wasser die Alterung des Bindemittels (Bitumen) beschleunigt und damit Schädigungen in Form von Ausmagerungen und Versprödung begünstigt.
- **Schichtenverbund:**
  (*fehlender Schichtenverbund zwischen zwei Einbaulagen)*
  Schädigungen dieser Art führen zwangsläufig zu einer Reduzierung der Nutzungsdauer durch eine verminderte Aufnahme von Schub- und Scherkräften bzw. Biegebeanspruchungen (kein monolithischer Aufbau).
- **Unterdimensionierung:**
  (signifikante Unterschreitung der Mindestdicke nach den RStO 12)
  Die Mindestdicke richtet sich nach Belastungsklassen, die sich durch die vorherrschende Verkehrsbeanspruchung ermittelt. Eine Unterdimensionierung führt zu verminderter Nutzungsdauer durch geringere Tragfähigkeit.
- **Rissbildung:**
  (Auftreten bzw. Verlauf eines Risses durch eine einzelne Schicht oder die Gesamtkonstruktion)
  Risse in Form von Ermüdungs-, Spannungs- und/oder Reflexionsrissen haben u.a. durch eindringendes Wasser in die Konstruktion einen wesentlichen Einfluss auf die Nutzungsdauer einer Straße.

2.4.2 Substanzbewertung der ungebundenen Materialien

Die Einstufung der Materialien in Bodengruppen gemäß DIN EN 18196 erfolgt nach organoleptischer Analyse der Materialien. Falls eine eindeutige Feststellung der Bodengruppe nicht möglich ist, wird eine Siebanalyse nach DIN ISO 17892-4 (für Boden) und DIN EN 933-1 (für Baustoffgemische) empfohlen, sodass die Korngrößenanteile verifiziert werden können.

Die folgende Abbildung 1 entsprechend den ZTV E-StB 17 führt die Bewertung der Frostempfindlichkeit in Abhängigkeit der Bodengruppe auf und bilden die Bewertungsgrundlage für die untersuchten Bodenproben.



	Frostempfindlichkeit	Bodengruppen (DIN 18196)
F1	nicht frostempfindlich	GW, GI, GE SW, SI, SE
F2	gering bis mittel frostempfindlich	TA OT, OH, OK ST, GT } 1) SU, GU }
F3	sehr frostempfindlich	TL, TM UL, UM, UA OU ST*, GT* SU*, GU*

1) zu F1 gehörig , wenn bei
U ≥ 15,0 der Anteil der abschlämmbaren Bestandteile (d < 0,063 mm) ≤ 5,0 M.-% ist
oder bei
U ≤ 6,0 der Anteil der abschlämmbaren Bestandteile (d < 0,063 mm) ≤ 15,0 M.-% ist
Im Bereich 6,0 < U < 15,0 kann der für die Zuordnung zu F1 zulässige Anteil an Korn unter 0,063 mm linear interpoliert werden (s. Bild)

Abbildung 1: Zuordnung der Frostempfindlichkeitsklassen [ZTV E-StB 17]

3 Ergebnisse der Untersuchungen

3.1 Vorhandene Schichtdicken und Zusammensetzung des Oberbaus

3.1.1 Gebundener Oberbau (Bohrkerne)

Die Gesamtstärken des gebundenen Oberbaus und die angrenzende ungebundene Schicht sind für alle entnommenen Bohrkerne in nachfolgender Tabelle 6 zusammengefasst.

Tabelle 6: Gesamtstärken des gebundenen Oberbaus (Bohrkerne)

Bohrkern [n]	**Gesamtstärken des gebundenen Oberbaus** [cm]	**Art der Befestigung**	**Unterlagerndes ungebundenes Material**
BK I1	15,0	Asphalt	Schotter
BK I2	9,8	Asphalt	Schotter
BK I3	10,1	Asphalt	Schotter
BK I4	12,1	Asphalt	Schotter
BK I5	23,5	Asphalt	Schotter
BK J1	16,1	Asphalt	Schotter
BK J2	24,4	Asphalt	Schotter
BK J3	27,1	Asphalt	Schotter
BK F2	8,0	Asphalt	Schotter
BK F3	8,5	Asphalt	Schotter
BK G4	29,2	Asphalt	Schotter
BK G6	6,2	Asphalt	Schotter

Für die detaillierte Schichtenfolge und Strukturanalyse ist die Anlage 2 heranzuziehen.

3.1.2 Ungebundener Oberbau (Rammkernbohrungen, Schürfe)

Auf Grundlage von Rammkernbohrungen (RKB) und Schürfe (SCH) wurde das ungebundene Material des Oberbaus analysiert. Die Schichtdicken und -zusammensetzungen sowie die vorgetroffene Bodengruppe und die entsprechende Einteilung in die Frostempfindlichkeitsklasse jeder Bohrung sind im Detail den Säulenprofilen der Anlage 3 zu entnehmen. Die Bodenansprache der einzelnen Schichten erfolgte organoleptisch. Die Tabelle 7 listet das bodenmechanische Laborprogramm sowie die dafür verwendeten Einzelproben bzw. die hergestellten Mischproben auf.

Tabelle 7: Bodenmechanische Laborprogramm (Rammkernbohrungen)

Labor-Nr. (*)	**Zusammensetzung** (RKB, Einbaulage)	**Teufe** von - bis [m]	**Bodengruppe** DIN 18196	**Untersuchungsumfang**	**Analyse-Methode**
002	A14.2 A5.2 A6.2 A7.2	0,28 – 4,40 0,38 – 4,60 0,45 – 3,10 0,40 – 3,00	UL (Lösslehm)	Wassergehalt Proctorversuch Sieb-/Schlämmung	DIN 18 121 DIN 18 127 bzw. DIN EN 13286-2

Labor-Nr. (*)	**Zusammen-setzung** (RKB, Einbaulage)	**Teufe** von - bis [m]	**Bodengruppe** DIN 18196	**Untersuchungs-umfang**	**Analyse-Methode**
				Zustandsgrenzen Glühverlust	DIN EN ISO 17892-4 DIN 18 122 DIN 18 128
003	A9.2 A10.2 A11.2	0,36 – 3,10 0,24 – 3,50 0,36 – 4,10	UL (Lösslehm)	Wassergehalt Proctorversuch Sieb-/Schlämmung Zustandsgrenzen Glühverlust Enslin	DIN 18 121 DIN 18 127 bzw. DIN EN 13286-2 DIN EN ISO 17892-4 DIN 18 122 DIN 18 128 DIN 18132
004	A17.2 A18.2 A19.2	0,58 – 3,00 0,26 – 3,00 0,21 – 0,38	UL (Lösslehm)	Wassergehalt Proctorversuch Sieb-/Schlämmung Zustandsgrenzen Enslin	DIN 18 121 DIN 18 127 bzw. DIN EN 13286-2 DIN EN ISO 17892-4 DIN 18 122 DIN 18132
005	B2.3 B3.2	0,90 – 2,70 0,90 – 2,60	GU (Auffüllung)	Sieb-/Schlämmung	DIN EN ISO 17892-4
007	A6.3 – A6.4	3,10 – 5,00	UL (Geschiebe-lehm)	Wassergehalt Proctorversuch Sieb-/Schlämmung Zustandsgrenzen	DIN 18 121 DIN 18 127 bzw. DIN EN 13286-2 DIN EN ISO 17892-4 DIN 18 122
008	A9.3 A10.3	3,10 – 4,50 3,50 – 4,70	UL (Geschiebe-lehm)	Wassergehalt Proctorversuch Sieb-/Schlämmung Enslin	DIN 18 121 DIN 18 127 bzw. DIN EN 13286-2 DIN EN ISO 17892-4 DIN 18132
009	A17.3 A18.3	3,00 – 4,30 3,00 – 4,30	UL (Geschiebe-lehm)	Wassergehalt Proctorversuch Sieb-/Schlämmung Zustandsgrenzen	DIN 18 121 DIN 18 127 bzw. DIN EN 13286-2 DIN EN ISO 17892-4 DIN 18 122
010	C1.3 C2.4 B4.3	2,40 – 3,00 2,90 – 3,20 1,00 – 3,00	UL (Geschiebe-lehm)	Wassergehalt Proctorversuch Sieb-/Schlämmung Zustandsgrenzen Enslin	DIN 18 121 DIN 18 127 bzw. DIN EN 13286-2 DIN EN ISO 17892-4 DIN 18 122 DIN 18132
011	E1.2 E3.2 E5.2	0,43 – 4,10 0,55 – 3,90 0,45 – 3,00	UL (Lösslehm)	Wassergehalt Sieb-/Schlämmung Zustandsgrenzen	DIN 18 121 DIN EN ISO 17892-4 DIN 18 122

Labor-Nr. (*)	**Zusammen-setzung** (RKB, Einbaulage)	**Teufe** von - bis [m]	**Bodengruppe** DIN 18196	**Untersuchungs-umfang**	**Analyse-Methode**
~~012~~	~~F1.2~~	~~0,33 – 3,80~~	~~SU~~	~~Nass- oder Trockensiebung Glühverlust~~	~~DIN EN ISO 17892-4 DIN 18 128~~
013	F2.1 F3.1	0,08 – 0,52 0,09 – 0,50	GU	Nass- oder Trockensiebung	DIN EN ISO 17892-4
016	G4.2 G5.3 G6.3	0,18 – 4,30 3,00 – 4,10 2,50 – 4,70	UL (Lösslehm)	Wassergehalt Proctorversuch Sieb-/Schlämmung Zustandsgrenzen	DIN 18 121 DIN 18 127 bzw. DIN EN 13286-2 DIN EN ISO 17892-4 DIN 18 122
020	G6.4 G7.4	4,70 – 7,60 3,90 – 6,00	TM (Geschiebe-mergel)	Wassergehalt Sieb-/Schlämmung	DIN 18 121 DIN EN ISO 17892-4
027	I3.1 I4.1 I5.1	0,10 – 0,40 0,12 – 0,65 0,24 – 0,42	GU (Auffüllung)	Nass- oder Trockensiebung	DIN EN ISO 17892-4
028	J1.1 J2.1 J3.1	0,16 – 0,46 0,24 – 0,43 0,27 – 0,48	GU (Auffüllung)	Nass- oder Trockensiebung	DIN EN ISO 17892-4
029	I1.2 I3.3	0,28 – 2,00 0,70 – 2,00	UL (Lösslehm)	Wassergehalt Sieb-/Schlämmung Zustandsgrenzen Glühverlust	DIN 18 121 DIN EN ISO 17892-4 DIN 18 122 DIN 18 128
030	J1.3 J2.3	1,08 – 2,00 0,72 – 2,00	UL (Lösslehm)	Wassergehalt Sieb-/Schlämmung Zustandsgrenzen Glühverlust	DIN 18 121 DIN EN ISO 17892-4 DIN 18 122 DIN 18 128
031	M1.1 M6.1	0,00 – 0,07 0,00 – 0,09	GU (Auffüllung)	Nass- oder Trockensiebung	DIN EN ISO 17892-4
032	M1.2 M2.2 M3.1 M4.1 M5.1	0,07 – 0,34 0,06 – 0,48 0,00 – 0,27 0,00 – 0,24 0,00 – 0,15	GU (Auffüllung)	Nass- oder Trockensiebung	DIN EN ISO 17892-4
033	N1.2 – N1.3 N5.2	0,10 – 1,30 0,40 – 0,80	SU	Nass- oder Trockensiebung Glühverlust	DIN EN ISO 17892-4 DIN 18 128
034	N1.4 N2.2 N5.3	1,30 – 2,50 0,56 – 4,20 0,80 – 4,70	UL (Lösslehm)	Wassergehalt Proctorversuch Sieb-/Schlämmung Zustandsgrenzen Glühverlust Enslin	DIN 18 121 DIN 18 127 bzw. DIN EN 13286-2 DIN EN ISO 17892-4 DIN 18 122 DIN 18 128 DIN 18132

Labor-Nr. (*)	**Zusammen-setzung** (RKB, Einbaulage)	**Teufe** von - bis [m]	**Bodengruppe** DIN 18196	**Untersuchungs-umfang**	**Analyse-Methode**
036	N1.6 N2.3 – N2.4	3,40 – 5,40 4,20 – 5,50	UL (Geschiebe-lehm)	Wassergehalt Sieb-/Schlämmung Zustandsgrenzen Enslin	DIN 18 121 DIN EN ISO 17892-4 DIN 18 122 DIN 18132
037	N5.5 N6.3	5,10 – 6,30 3,30 – 4,80	UL (Geschiebe-lehm)	Wassergehalt Sieb-/Schlämmung Zustandsgrenzen	DIN 18 121 DIN EN ISO 17892-4 DIN 18 122
044	P1.2 P2.2 P3.3	0,39 – 1,00 0,34 – 1,00 0,50 – 1,00	UL (Lösslehm)	Wassergehalt Proctorversuch Sieb-/Schlämmung	DIN 18 121 DIN 18 127 bzw. DIN EN 13286-2 DIN EN ISO 17892-4
049	A2.1 A4.1 A6.1 A7.1 A9.1 A10.1 A11.1 A12.1	0,00 – 0,34 0,00 – 0,47 0,00 – 0,45 0,00 – 0,40 0,00 – 0,36 0,00 – 0,24 0,00 – 0,36 0,00 – 0,48	Oberboden	Wassergehalt Glühverlust	DIN 18 121 DIN 18 128
050	B2.1 B4.1	0,00 – 0,20 0,00 – 0,60	Oberboden	Glühverlust	DIN 18 128
051	A13.1	0,00 – 0,38	Oberboden	Glühverlust	DIN 18 128
052	D1.1 D2.1	0,00 – 0,10 0,00 – 0,10	Oberboden	Glühverlust	DIN 18 128
053	E1.1 E3.1 E5.1	0,00 – 0,43 0,00 – 0,55 0,00 – 0,45	Oberboden	Glühverlust	DIN 18 128
056	N2.1 N6.1	0,00 – 0,56 0,00 – 0,30	Oberboden	Glühverlust	DIN 18 128
057	P1.1 P2.1 P3.1	0,00 – 0,39 0,00 – 0,34 0,00 – 0,10	Oberboden	Glühverlust	DIN 18 128

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen sind in der Anlage 7 dargestellt. Ebenfalls sind die Bohrprofile (RKB) sowie Schurfprofilen (SCH) daraufhin angepasst (siehe Anlage 3).

Bedingt durch eine zu geringe Menge an Probenmaterial konnte das Bodenlaborprogramm für die Laborprobe 012 nicht durchgeführt werden.

3.2 Schichtenfolge

Allgemein wird in allen Teilgutachten im Rahmen des Bauvorhabens „Stadtbahn Linie 4“ zwischen folgenden Baugrundschichten differenziert und einheitlich unterschieden:

Schicht I: Oberboden
Schicht II: Auffüllungen
Schicht III: fluviatile Talablagerungen
Schicht IV: Lösslehme (Weichsel - Kaltzeit)
Schicht V: Geschiebelehme / -mergel (Saale - Kaltzeit)
Schicht VI: Beckenschluff (Saale - Kaltzeit)
Schicht VII: Tonmergel / Tonstein (Jura, Lias)

Eine ausführliche Beschreibung der regionalen Geologie ist in dem Teilgutachten 21-4728-01 enthalten. Die einheitliche Bodeneinteilung wird in allen Teilgutachten vorgenommen, um Verwechslungen im späteren Bauverlauf auszuschließen.

3.3 Grundwasserstand

Grundwasser wurde im Rahmen der Bohrungen in variierenden Tiefen von etwa 1,10 m bis 4,80 m unter Geländeniveau innerhalb der Lösslehme der Schicht IV sowie teils auch innerhalb der Geschiebelehme / -mergel der Schicht V erbohrt. Teilweise wurden, insofern der Wasserstand innerhalb des Bohrloches nicht mit Hilfe des Kabellichtlotes messbar war, die Grundwasserstände auch anhand von „zugefallenen“ Bohrlöchern oder besonders „nassen“ Böden abgeleitet. Die ermittelten Grundwasserstände entsprechen absoluten Grundwasserständen von 100,8 mNN bis 113,4 mNN. Die nachfolgende Tabelle gibt die entsprechenden Grundwasserhöhen für die entsprechenden Bohrungen detailliert an.

Tabelle 8: Grundwasserstände und Besonderheiten innerhalb der Bohrlöcher

Rammkern-bohrung [n]	**Tiefe GW unter GOK** [m]	**Absolute GW-Höhe** [mNN]	**Besonderheit** (unter GOK / absolute Höhe)	**Baugrundschicht**
I2	1,10	103,9	-	Lösslehme

Rammkern-bohrung [n]	**Tiefe GW unter GOK** [m]	**Absolute GW-Höhe** [mNN]	**Besonderheit** (unter GOK / absolute Höhe)	**Baugrundschicht**
F1	2,30	100,8	-	„Sandlinse“
F2	1,60	101,7	-	Lösslehme
E 2	-	-	feucht (2,3 m / 111,4 mNN)	Lösslehme
E4	1,60	102,9	-	Lösslehme
E5	2,00	101,9	-	Lösslehme
A 6	-	-	zugefallen (3,1 m / 112,4 mNN)	Geschiebelehme / -mergel
A 7	3,80	111,8	-	Geschiebelehme / -mergel
A 8	-	-	zugefallen (2,1 m / 113,1 mNN)	Geschiebelehme / -mergel
A 13	3,80	113,4	-	Lösslehme
A 15	4,80	110,2	-	Geschiebelehme / -mergel

(*) GW = Grundwasser; GOK = Geländeoberkante

Aufgrund der Feinkörnigkeit der überwiegend angetroffenen Lehme (Lösslehme / Geschiebelehme / -mergel) und der damit verbundenen geringen Wasserdurchlässigkeit ist außerdem jahreszeitlich bedingt mit Schichtenwasser und Staunässe zu rechnen.

3.4 Grundwasserwassermessstelle

Die Grundwassermessstelle GWMS 11 wurde am 13.09.2021 im Bereich der zukünftig geplanten Lärmschutzwand eingerichtet (siehe Lageplan 1). Der Aufbau des Pegels und die Verfüllung sind in der Anlage 3.14 dargestellt. Insgesamt wurde an zwei Tagen der Wasserstand gemessen (vergleiche Tabelle 9).

Tabelle 9: Wasserstand der Grundwassermessstelle GWMS 11

Datum [n]	**Grundwasserstand POK** [m]	**Grundwasserstand GOK** [m]	**Grundwasserstand GOK** [mNN]
13.09.2021	-	-	-
21.10.2021	3,00	2,20	101,3

(*) POK = Pegeloberkante; GOK = Geländeoberkante

3.5 Bodenmechanische Kennwerte

Die charakteristischen Bodenkennwerte sowie die Homogenbereiche werden aufgrund der Bohr- und Sondierergebnisse sowie regionaler Erfahrungen und einschlägiger Tabellenwerke wie folgt abgeschätzt:

Tabelle 10: Charakteristische Bodenkennwerte GK 2/3, Lockergesteine

Parameter		Schicht I:	Schicht II:	Schicht IV:	Schicht V:	Schicht VI:	Schicht VII:
1	Homogenbereich (DIN 18300 und 18319:2015-08) **Lösbarkeit**	DIN 18320 Landschaftsbauarbeiten	LÖS-A				LÖS-B
2	Homogenbereich (DIN 18300 und 18319:2015-08) **Einbaufähigkeit**	DIN 18320 Landschaftsbauarbeiten	EIN-A (Lehme: EIN-B)	EIN-B	EIN-C	EIN-D	EIN-E
3	Ortsübliche Bezeichnung	Oberboden	Auffüllungen	Lösslehme (Weichsel - Kaltzeit)	Geschiebelehme / -mergel (Saale - Kaltzeit)	Beckenschluff (Saale - Kaltzeit)	Tonmergel / Tonstein (Jura, Lias) hier: oberste Verwitterungsrinde in Form von Tonen
4	Bodengruppe (DIN 18196)	OU, OH, (UL, SU)	sehr heterogen: vgl. Bohrprofile	UL, (SU)	TM, (TL, UM, GT*)	UL, UM	TM
5	Korngrößenverteilungen/Bodenarten	U, t'', s' - s, g'' - g', h' - h bis S, u' - u, g'', h' - h	U, t'' - t', s' - s, g'' - g bis G, s - s*, u'' - u (S und T, s', g'' - g*)	U, t'' - t', s' - s*, g'' - g (S, u', g'' - g')	T, u - u*, s' - s*, g'' - g* (T, U, s* - T, G s' - s, u)	U, t, s	T, u, s' - s, g''
6	Anteil Steine und Blöcke [%]	0 - 10	0 - 15	0 - 5	10 - 20	5 - 10	10 - 20
7	Anteil große Blöcke [%]	0 - 1	0 - 2	0 - 1	5 - 15	0 - 5	5 - 15
8	Dichte, feucht [g/cm³]	1,7 - 1,9	1,9 - 2,1	1,9 - 2,0	1,9 - 2,0	1,9 - 2,0	1,9 - 2,1

Parameter		Schicht I:	Schicht II:	Schicht IV:	Schicht V:	Schicht VI:	Schicht VII:
9	Undränierte Scherfestigkeit c_u [kN/m²]	-	sehr heterogen	20 - 150	60 - 400	20 - 200	150 - 400
10	Wassergehalt [%]	5 - 15	10 - 30	15 - 25	15 - 25	10 - 30	20 - 40
11	Konsistenz	-	Lehmanteile: weich - steif; (halbfest - fest)	weich - steif (breiig, weich)	steif, weich - steif (weich, halbfest - fest)	weich - steif, steif - halbfest	halbfest - fest
12	Konsistenzzahl I_c [-]	-	Lehmanteile: 0,50 - >1,00	0,50 - 1,00	0,50 - 1,00	0,50 - >1,00	> 1,00
13	Plastizitätszahl I_p [-]	-	Lehmanteile: 0,04 - 0,20	0,05 - 0,10	0,15 - 0,25	0,04 - 0,10	0,15 - 0,30
14	Lagerungsdichte bzw. Lagerung	-	-	-	-	-	-
15	Organischer Anteil v_{gl} [%]	2 - 10	0 - 3	0 - 3	0 - 2	0 - 2	-
16	Kalkgehalt [/]	-	-	-	Geschiebelehme: kalkfrei Geschiebemergel: kalkhaltig	-	-
17	Wichte γ_k [kN/m³]	15 - 17	18 - 20	18 - 19	18 - 19	18 - 19	18 - 20
18	Reibungswinkel φ'_k [Grad]	-	27,5 - 32,5	27,5 - 30,0	25,0 - 27,5	27,5 - 30,0	25,0 - 30,0
19	Kohäsion c'_k [kN/m²]	-	0 - 5	3 - 5	8 - 10	3 - 5	10 - 20
20	Steifeziffer $E_{s,k}$ [MN/m²]	-	3 - 7	3 - 7	10 - 30	5 - 10	20 - 60
21	Probenbezeichnung chemische Analysen	MP D1 MP P1 MP E1 MP A5 MP A9 MP B1 MP C1	MP I1 MP I3 MP I5 EP G6 MP J1 EP J2 EP J4	MP I2 MP I4 MP G7 MP J3 MP M3 MP D2 MP D3	MP G8 EP F3 MP E3 MP A7 MP A10 MP B3 MP B4	MP G9	MP A8 MP A10 EP A11 EP C5

Parameter		Schicht I:	Schicht II:	Schicht IV:	Schicht V:	Schicht VI:	Schicht VII:
		MP N1	MP M1 MP M2 EP M4 MP M5 MP F4 MP B2 MP B6 MP B7 MP B8 MP B10 EP B11 EP B12	EP F1 EP F2 MP F5 MP P2 MP E2 MP A6 MP A10 MP B4 MP B5 MP B9 MP C2 MP C3 MP N2	MP B5 EP B13 MP C3 MP C4 MP N3		
22	Einbau-klasse nach LAGA (ungüns-tigst)	Z 1.1 Z 1.1 Z 1.1 Z 1.1 Z 1.1 Z 1.1 Z 1.1 Z 1.1	> Z 2 Z 0 Z 0 Z 1.1 Z 0 Z 0 Z 1.1 Z 0 Z 1.1 Z 1.1 Z 2 Z 0 Z 1.2 Z 1.2 Z 2 Z 2 Z 1.2 Z 0 Z 0	Z 2 Z 0 Z 0 Z 0 Z0 Z 0 Z 0 Z 0 Z 1.1 Z 0 Z 1.1 Z 0 Z 0 Z 1.1 Z 0 Z 0 Z 0 Z 0 Z 0	Z 1.2 Z 1.1 Z 0+ Z 1.1 Z 1.1 Z 1.1 Z 0 Z 1.1 Z 0 Z 0 Z 1.1	Z 2	Z 1.2 Z 1.1 Z 1.1 Z 1.1
23	Deponie-klasse nach DepV	DK 0° DK 0° DK 0° DK 0° DK 0 DK 0 DK 0 DK 0	DK I DK 0 DK 0 DK 0° DK 0 DK 0 DK 0 DK 0 DK 0° DK 0° DK 0 DK 0 DK 0 DK 0°	DK 0 DK 0 DK 0 DK 0 DK 0 DK 0 DK 0 DK 0 DK 0 DK 0 DK 0 DK 0° DK 0 DK 0 DK 0	DK 0° DK 0° DK 0° DK 0° DK 0° DK 0° DK 0 DK 0° DK 0° DK 0 DK 0°	DK 0	DK 0° DK 0° DK 0° DK 0°

Parameter		Schicht I:	Schicht II:	Schicht IV:	Schicht V:	Schicht VI:	Schicht VII:
			DK I	DK I DK 0° DK 0 DK 0 DK 0 DK 0° DK 0			

Zu Parameter: 3 - 5, 11: nach Bodenansprache

Zu Parameter 14: nach Schwerer Rammsondierung (DPH)

Restliche Parameter: Schätzwerte

3.6 Chemische Untersuchungen

Die gebundenen sowie ungebundenen Schichten wurden entsprechend der geltenden Vorschriften Deklarationsanalysen unterzogen. Die Ergebnisse werden dabei entsprechend der Art des untersuchten Materials und der Untersuchungsmethode getrennt in den nachfolgenden Unterkapiteln aufgeführt.

3.6.1 Teer-/pechhaltige Bestandteile im Bindemittel

An den entnommenen Bohrkernen wurde jeweils ein Nachweis auf teer-/pechhaltige Bestandteile im Bindemittel mittels Farbindikationsverfahren nach FGSV-Arbeitspapier 27/2 durchgeführt (vgl. Anlage 2) und eine quantitative Bestimmung der PAK- und Phenolgehalte vorgenommen (vgl. Anlage 4.1 bis Anlag 4.4). Die Tabelle 11 fasst die Analyse auf teer-/pechhaltige Bestandteile zusammen.

Tabelle 11: Ergebnisse der Analyse auf teer-/pechhaltige Bestandteile

Bohrkern [n]	**Gesamtstärke des Bohrkerns** [cm]	**Nachweis auf teer-/ pechhaltige Bestandteile** (**)		**Abweichende Proben-bezeichnung** [n]	**Verwertungs-klasse** gemäß RuVA-StB 01	**Abfall-schlüssel** gemäß AVV
		[cm]	+/-			
BK I1	15,0	0,0 – 2,6	negativ	BK I1.1	A	17 03 02
		2,6 – 6,3	negativ	BK I1.2	A	17 03 02
		6,3 – 15,0	negativ	BK I1.3	A	17 03 02
BK I2	9,8	0,0 – 4,1	negativ	BK I2.1	A	17 03 02
		4,1 – 9,8	negativ	BK I2.2	A	17 03 02
BK I3	10,1	0,0 – 4,1	negativ	BK I3.1	A	17 03 02

Bohrkern [n]	**Gesamtstärke des Bohrkerns** [cm]	**Nachweis auf teer-/ pechhaltige Bestandteile** (**)		**Abweichende Proben-bezeichnung** [n]	**Verwertungs-klasse** gemäß RuVA-StB 01	**Abfall-schlüssel** gemäß AVV
		[cm]	+/-			
		4,1 – 10,1	negativ	BK I3.2	A	17 03 02
BK I4	12,1	0,0 – 5,0	negativ	BK I4.1	A	17 03 02
		5,0 – 12,1	negativ	BK I4.2	A	17 03 02
BK I5	23,5	0,0 – 4,0	negativ	BK I5.1	A	17 03 02
		4,0 – 14,6	negativ	BK I5.2	A	17 03 02
		14,6 – 17,6	negativ	BK I5.3	A	17 03 02
		17,6 – 23,5	n.e.	BK I5.4	A	17 03 02
BK J1	16,1	0,0 – 6,2	negativ	BK J1.1	A	17 03 02
		6,2 – 16,1	negativ	BK J1.2	A	17 03 02
BK J2	24,4	0,0 – 4,4	negativ	BK J2.1	A	17 03 02
		4,4 – 13,7	negativ	BK J2.2	A	17 03 02
		13,7 – 17,5	negativ	BK J2.3	A	17 03 02
		17,5 – 24,4	negativ	BK J2.4	A	17 03 02
BK J3	27,1	0,0 – 2,1	negativ	BK J3.1	A	17 03 02
		2,1 – 5,4	negativ	BK J3.2	A	17 03 02
		5,4 – 14,8	negativ	BK J3.3	A	17 03 02
		14,8 – 20,7	negativ	BK J3.4	A	17 03 02
		20,7 – 27,1	negativ	BK J3.5	A	17 03 02
BK F2	8,0	0,0 – 4,0	negativ	BK F2.1	A	17 03 02
		4,0 – 8,0	negativ	BK F2.2	A	17 03 02
BK F3	8,5	0,0 – 3,9	negativ	BK F3.1	A	17 03 02
		3,9 – 8,5	negativ	BK F3.2	A	17 03 02
BK G4	29,2	0,0 – 5,9	negativ	BK G4.1	A	17 03 02
		5,9 – 13,1	negativ	BK G4.2	A	17 03 02
		13,1 – 16,2	negativ	BK G4.3	A	17 03 02
		16,2 – 29,2	n.e.	BK G4.4	A	17 03 02
BK G6	6,2	0,0 – 1,4	negativ	BK G6.1	A	17 03 02
		1,4 – 4,4	negativ	BK G6.2	A	17 03 02

Bohrkern [n]	Gesamtstärke des Bohrkerns [cm]	Nachweis auf teer-/ pechhaltige Bestandteile (**)		Abweichende Proben-bezeichnung [n]	Verwertungs-klasse gemäß RuVA-StB 01	Abfall-schlüssel gemäß AVV
		[cm]	+/-			
		4,4 – 6,2	positiv	BK G6.3	A	17 03 02

(**) mittels Farbindikationsverfahren Analyse geprüft n.e. = nicht eindeutig

Die durchgeführten Untersuchungen nach RuVA-StB 01 an den aufgelisteten Bohrkernen (siehe Tabelle 11) stellen eine stichprobenartige Untersuchung des gesamten Untersuchungsabschnittes dar.

In Bereichen von Ausbesserungsstellen, Aufgrabungen, alten Asphaltdecken, etc. besteht die Möglichkeit einer abweichenden PAK-Belastung bzw. Verwertungsklasse im Ausbaumaterial.

Es wird empfohlen, beim Ausbau der Asphaltbefestigung die aufgenommenen Materialien kontinuierlich einer organoleptischen Prüfung zu unterziehen und ggf. durch den Schnelltest mittels Farbindikationsverfahren gemäß dem FGSV-Arbeitspapier 27/2 auf eventuell mögliche Belastungsbereiche zu überprüfen.

3.6.2 Chemische Untersuchungen gemäß LAGA und DepV

Hinsichtlich der Wiederverwertung und Deponierung der Ausbaumaterialien wurden für chemische Untersuchungen repräsentative Einzel- und Mischproben wie folgt zusammengestellt und homogenisiert (vgl. Tabelle 12):

Tabelle 12: Probenzusammenstellung

Proben-bezeichnung (*)	Zusammensetzung (RKB, Einbaulage)	Teufe von - bis [m]	Material	Untersuchungsumfang
MP I1	I1.1 I2.1	0,15 – 0,28 0,10 – 0,35	Auffüllung Kies, Felsbruch, Asphaltbruch <10%, Kaltasphalt <10% Schlacke <10%	LAGA-Boden / DepV
MP I2	I1.2 I2.2	0,28 – 2,00 0,35 – 2,00	Schluff	LAGA-Boden / DepV
MP I3	I3.1 – I3.2 I4.1 I5.1	0,10 – 0,70 0,12 – 0,65 0,24 – 0,42	Auffüllung Kies, Felsbruch	LAGA-Boden / DepV

Proben-bezeichnung (*)	**Zusammensetzung** (RKB, Einbaulage)	**Teufe** von - bis [m]	**Material**	**Untersuchungsumfang**
MP I4	I3.3 I5.3	0,70 – 2,00 0,93 – 2,00	Schluff	LAGA-Boden / DepV
MP I5	I4.2 – I4.3 I5.2	0,65 – 2,00 0,42 – 0,93	Auffüllung Sand, Schlacke <10%, Betonbruch <10%	LAGA-Boden / DepV
EP G6	G6.1	0,06 – 0,25	Auffüllung Kies, Schlacke, Felsbruch, Asphaltbruch <10%	LAGA-Bauschutt / DepV
MP G7	G6.2 – G6.3 G7.2 – G7.3 G8.2 G9.2 – G9.3 G10.2	0,25 – 4,70 0,14 – 3,90 0,14 – 3,10 0,08 – 3,00 0,31 – 3,70	Schluff	LAGA-Boden / DepV
MP G8	G6.4 G7.4 G8.3 – G8.4 G9.4 G10.3 – G10.4	4,70 – 7,60 3,90 – 6,00 3,10 – 7,20 3,00 – 7,70 3,70 – 6,90	Ton	LAGA-Boden / DepV
MP G9	G6.5 G7.5 – G7.7 G8.5 G9.5 G10.5 – G10.6	7,60 – 8,10 6,00 – 7,90 7,20 – 7,70 7,70 – 8,30 6,90 – 9,00	Schluff	LAGA-Boden / DepV
MP J1	J1.1 J2.2 J3.1 – J3.2	0,16 – 0,46 0,43 – 0,72 0,27 – 0,63	Auffüllung Kies, Felsbruch	LAGA-Boden / DepV
EP J2	J1.2	0,46 – 1,08	Auffüllung Sand	LAGA-Boden / DepV
MP J3	J1.3 J2.3 J3.3	1,08 – 2,00 0,72 – 2,00 0,63 – 2,00	Schluff	LAGA-Boden / DepV
EP J4	J2.1	0,24 – 0,43	Auffüllung Kies, Felsbruch, Asphaltbruch	LAGA-Bauschutt / DepV
MP M1	M1.1 M3.1 M6.1	0,00 – 0,07 0,00 – 0,27 0,00 – 0,09	Auffüllung Kies, Felsbruch	LAGA-Boden / DepV
MP M2	M1.2 M2.1 – M2.2 M4.1 M5.1	0,07 – 0,34 0,00 – 0,48 0,00 – 0,24 0,00 – 0,15	Auffüllung Kies, Felsbruch, Schlacke, Betonbruch, Asphaltbruch <10%, Ziegelbruch, Schamottsteinbruch <10% Auffüllung Sand, Felsbruch, Ziegelbruch <10%	LAGA-Bauschutt / DepV
MP M3	M1.3 M2.3 M3.2	0,34 – 1,00 0,48 – 1,00 0,27 – 1,00	Schluff	LAGA-Boden / DepV

Proben-bezeichnung (*)	**Zusammensetzung** (RKB, Einbaulage)	**Teufe** von - bis [m]	**Material**	**Untersuchungsumfang**
	M4.2 M5.2 M7.2 – M7.3	0,24 – 1,00 0,15 – 0,50 0,30 – 0,70		
EP M4	M6.2	0,09 – 0,50	Auffüllung Schluff, Ziegelbruch <10%, Felsbruch	LAGA-Boden / DepV
MP M5	M7.1	0,00 – 0,30	Auffüllung Schluff	LAGA-Boden / DepV
MP D1	D1.1 – D1.2 D2.1	0,00 – 0,40 0,00 – 0,10	Oberboden, Schluff Sand	LAGA-Boden / DepV
MP D2	D1.3 D2.2	0,40 – 1,00 0,10 – 1,00	Schluff	LAGA-Boden / DepV
MP D3	D1.4 D2.3	1,00 – 2,00 1,00 – 2,00	Schluff	LAGA-Boden / DepV
EP F1	F1.1	0,00 – 0,33	Schluff	LAGA-Boden / DepV
EP F2	F1.2	0,33 – 3,80	Sand	LAGA-Boden / DepV
EP F3	F1.3	3,80 – 4,50	Ton	LAGA-Boden / DepV
MP F4	F2.1 F3.1 – F3.2	0,08 – 0,52 0,09 – 0,68	Auffüllung Kies, Fels-bruch, Flusskies	LAGA-Boden / DepV
MP F5	F2.2 F3.3	0,52 – 2,00 0,68 – 2,00	Schluff	LAGA-Boden / DepV
MP P1	P1.1 P2.1 P3.1	0,00 – 0,39 0,00 – 0,34 0,00 – 0,10	Oberboden Schluff	LAGA-Boden / DepV
MP P2	P1.2 P2.2 P3.2 – P3.3	0,39 – 1,00 0,34 – 1,00 0,10 – 1,00	Schluff	LAGA-Boden / DepV
MP E1	E1.1 E2.1 E3.1 E4.1 E5.1	0,00 – 0,43 0,00 – 0,38 0,00 – 0,55 0,00 – 0,32 0,00 – 0,45	Oberboden	LAGA-Boden / DepV
MP E2	E1.2 E2.2 – E2.3 E3.2 – E3.3 E4.2 E5.2 – E5.3	0,43 – 4,10 0,38 – 3,50 0,55 – 4,50 0,32 – 2,40 0,45 – 4,00	Schluff	LAGA-Boden / DepV
MP E3	E1.3 – E1.4 E4.3 E5.4	4,10 – 5,10 2,40 – 3,50 4,00 – 4,50	Ton	LAGA-Boden / DepV
MP A5	A6.1 A7.1 A8.1 A9.1 A11.1 A15.1	0,00 – 0,45 0,00 – 0,40 0,00 – 0,33 0,00 – 0,36 0,00 – 0,36 0,00 – 0,44	Oberboden	LAGA-Boden / DepV

Proben-bezeichnung (*)	**Zusammensetzung** (RKB, Einbaulage)	**Teufe** von - bis [m]	**Material**	**Untersuchungsumfang**
	A16.1 A17.1 A18.1 A19.1 A10.1	0,00 – 0,24 0,00 – 0,58 0,00 – 0,26 0,00 – 0,21 0,00 – 0,24		
MP A6	A6.2 A7.2 A8.2 A9.2 A11.2 – A11.3 A15.2 A16.2 A17.2 A18.2 A19.2 A10.2	0,45 – 3,10 0,40 – 3,00 0,33 – 1,70 0,36 – 3,10 0,36 – 4,70 0,44 – 4,00 0,27 – 1,30 0,58 – 3,00 0,26 – 3,00 0,21 – 0,38 0,24 – 3,50	Schluff	LAGA-Boden / DepV
MP A7	A6.3 – A6.4 A7.3 – A7.4 A8.3 A9.3 A15.3 – A15.4 A16.3 A17.3 A18.3 A19.3 A10.3 – A10.4	3,10 – 5,00 3,00 – 5,00 1,70 – 5,00 3,10 – 4,50 4,00 – 5,00 1,30 – 4,60 3,00 – 4,30 3,00 – 4,30 0,38 – 4,90 3,50 – 5,00	Schluff	LAGA-Boden / DepV
MP A8	A9.4 A18.4 A19.4	4,50 – 4,70 4,30 – 4,70 4,90 – 5,30	Ton	LAGA-Boden / DepV
MP A9	A12.1 A13.2	0,00 – 0,48 0,00 – 0,38	Oberboden	LAGA-Boden / DepV
MP A10	A12.2 A13.2 – A13.6	0,48 – 4,80 0,38 – 6,50	Schluff	LAGA-Boden / DepV
EP A11	A12.3	4,80 – 5,30	Ton	LAGA-Boden / DepV
MP B1	B2.1 B4.1 B5.1	0,00 – 0,20 0,00 – 0,60 0,00 – 0,58	Oberboden	LAGA-Boden / DepV
MP B2	B2.2 – B2.3	0,20 – 2,70	Auffüllung Schluff, Felsbruch, Flusskies, Ziegelbruch <10% Auffüllung Kies, Felsbruch, Verfestigung <10%, Ziegelbruch <10%	LAGA-Boden / DepV
MP B3	B1.4 B2.4 B3.4	1,30 – 3,40 2,70 – 4,30 2,80 – 3,60	Schluff	LAGA-Boden / DepV
MP B4	B2.5 B3.5	4,30 – 5,00 3,60 – 5,50	Schluff	LAGA-Boden / DepV

Proben-bezeichnung (*)	**Zusammensetzung** (RKB, Einbaulage)	**Teufe** von - bis [m]	**Material**	**Untersuchungsumfang**
	B4.3 – B4.4 B4.6 B5.3 – B5.4	1,00 – 4,10 5,30 – 5,60 3,00 – 4,70		
MP B5	B3.3 B4.5 B5.2	2,60 – 2,80 4,10 – 5,30 0,58 – 3,00	Schluff	LAGA-Boden / DepV
MP B6	B1.3 B3.1 – B3.2	0,93 – 1,30 0,00 – 2,60	Auffüllung Sand, Bausand Auffüllung Schluff, Felsbruch, Flusskies Auffüllung Kies, Felsbruch	LAGA-Boden / DepV
EP B7	B1.5 B4.2	3,40 – 4,00 0,60 – 1,00	Ton	LAGA-Boden / DepV
MP B8	B1.2 B6.1 – B6.2	0,48 – 0,93 0,00 – 0,90	Auffüllung Kies, Felsbruch, Ziegelbruch, Fliesenbruch <10%, Betonbruch, Asphaltbruch <10% Auffüllung Sand, Felsbruch, Flusskies, Betonbruch	LAGA-Bauschutt / DepV
MP B9	B6.3 – B6.4	0,90 – 2,00	Schluff	LAGA-Boden / DepV
MP B10	B7.1 – B7.2	0,00 – 1,10	Auffüllung Schluff, Ziegelbruch, Betonbruch, Verfestigung <10%, Felsbruch Auffüllung Kies, Ziegelbruch, Verfestigung, Gummi	LAGA-Bauschutt / DepV
EP B11	B7.3	1,10 – 2,00	Auffüllung Schluff, Felsbruch, Ziegelbruch <10%	LAGA-Boden / DepV
EP B12	B1.1	0,00 – 0,48	Auffüllung Kies, Felsbruch	LAGA-Boden / DepV
EP B13	B1.5	3,40 – 4,00	Ton	LAGA-Boden / DepV
MP C1	C1.1 C2.1 – C2.2 C3.1	0,00 – 1,00 0,00 – 1,20 0,00 – 0,09	Oberboden	LAGA-Boden / DepV
MP C2	C1.2 C2.3 C3.2	1,00 – 2,40 1,20 – 2,90 0,09 – 3,60	Schluff	LAGA-Boden / DepV
MP C3	C1.3 C2.4	2,40 – 3,00 2,90 – 3,20	Schluff	LAGA-Boden / DepV

Proben-bezeichnung (*)	Zusammensetzung (RKB, Einbaulage)	Teufe von - bis [m]	Material	Untersuchungsumfang
MP C4	C1.4 – C1.5 C2.5 C3.3 – C3.4	3,00 – 5,00 3,20 – 5,50 3,60 – 4,90	Schluff	LAGA-Boden / DepV
EP C5	C3.5	4,90 – 5,50	Ton	LAGA-Boden / DepV
MP N1	N1.1 – N1.3 N2.1 N5.1 – N5.1 N6.1	0,00 – 1,30 0,00 – 0,56 0,00 – 0,80 0,00 – 0,30	Oberboden / Sand	LAGA-Boden / DepV
MP N2	N1.4 N2.2 N5.3 N6.2	1,30 – 2,50 0,56 – 4,20 0,80 – 4,70 0,30 – 3,30	Schluff	LAGA-Boden / DepV
MP N3	N1.5 – N1.6 N2.3 – N2.4 N5.4 – N5.5 N6.3 – N6.4	2,50 – 5,40 4,20 – 5,50 4,70 – 6,30 3,30 – 5,30	Schluff	LAGA-Boden / DepV

(*) EP = Einzelprobe; MP = Mischprobe

3.6.2.1 LAGA-Bauschutt

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen nach LAGA-Bauschutt sind in den Anlagen 4.5 bis 4.8 den Zuordnungswerten Z 0 bis Z 2 gegenübergestellt. Daraus lassen sich folgende Zuordnungsklassen (siehe Tabelle 13) gemäß LAGA-Bauschutt ableiten.

Tabelle 13: Deklarationsanalyse nach LAGA-Bauschutt

Proben-bezeichnung	Ursachen für die Zuordnungsklasse		Einbauklasse
	Feststoff	Eluat	
EP J4	Kohlenwasserstoffe	-	**Z 1.1**
EP G6	Kupfer, $\sum PAK_{16}$	-	**Z 1.1**
MP M2	$\sum PAK_{16}$	-	**Z 1.1**
MP B8	$\sum PAK_{16}$	-	**Z 2**
MP B10	Chrom gesamt	-	**Z 1.2**

3.6.2.2 LAGA-Boden

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen nach LAGA-Boden sind in den Anlagen 4.9 bis 4.36 den Zuordnungswerten Z 0 bis Z 2 gegenübergestellt. Es lassen

sich folgende Zuordnungsklassen (siehe Tabelle 14) gemäß LAGA-Boden (2004) ableiten.

Tabelle 14: Deklarationsanalyse nach LAGA-Boden (2004)

Proben-bezeichnung	Ursachen für die Zuordnungsklasse		Einbauklasse
	Feststoff	Eluat	
MP I1	∑PAK$_{16}$, Benzo$_{(a)}$pyren		**> Z 2**
MP I2	-	Sulfat	**Z 2**
MP I3	-	-	**Z 0**
MP I4	-	-	**Z 0**
MP I5	-	-	**Z 0**
MP G7	-	-	**Z 0**
MP G8	-	Sulfat	**Z 1.2**
MP G9	Arsen	-	**Z 2**
MP J1	-	-	**Z 0**
EP J2	-	-	**Z 0**
MP J3	-	-	**Z 0**
MP M1	-	-	**Z 0**
MP M3	-	-	**Z 0**
EP M4	TOC	-	**Z 1.1**
MP M5	TOC	-	**Z 2**
MP D1	TOC	-	**Z 1.1**
MP D2	-	-	**Z 0**
MP D3	-	-	**Z 0**
EP F1	-	-	**Z 0**
EP F2	TOC	-	**Z 1.1**
EP F3	TOC	-	**Z 1.1**
MP F4	-	-	**Z 0**
MP F5	-	-	**Z 0**
MP P1	TOC	-	**Z 1.1**
MP P2	TOC	-	**Z 1.1**

Proben-bezeichnung	Ursachen für die Zuordnungsklasse		Einbauklasse
	Feststoff	Eluat	
MP E1	TOC	-	**Z 1.1**
MP E2	-	-	**Z 0**
MP E3	-	-	**Z 0+**
MP A5	TOC	-	**Z 1.1**
MP A6	-	-	**Z 0**
MP A7	Arsen, Nickel	-	**Z 1.1**
MP A8	-	Leitfähigkeit, Sulfat	**Z 1.2**
MP A9	TOC	-	**Z 1.1**
MP A10	-	-	**Z 0**
EP A11	TOC	-	**Z 1.1**
MP B1	TOC	-	**Z 1.1**
MP B2	-	pH-Wert, Leitfähigkeit, Sulfat	**Z 1.2**
MP B3	-	-	**Z 0**
MP B4	Arsen	-	**Z 1.1**
MP B5	-	-	**Z 0**
MP B6	-	Sulfat	**Z 1.2**
EP B7	-	Sulfat	**Z 2**
MP B9	-	-	**Z 0**
EP B11	-	-	**Z 0**
EP B12	-	-	**Z 0**
EP B13	TOC	-	**Z 1.1**
MP C1	TOC	-	**Z 1.1**
MP C2	-	-	**Z 0**
MP C3	-	-	**Z 0**
MP C4	-	-	**Z 0**
EP C5	TOC, Arsen	-	**Z 1.1**
MP N1	TOC, Nickel	-	**Z 1.1**
MP N2	-	-	**Z 0**

Proben-bezeichnung	Ursachen für die Zuordnungsklasse		Einbauklasse
	Feststoff	Eluat	
MP N3	Arsen	-	**Z 1.1**

+ : Zulässige Anpassungen der Einbauklassen können der Anlage 4.32 entnommen werden.

3.6.2.3 Deponieverordnung (DepV)

In den Anlagen 4.37 bis 4.56 sind die jeweils analysierten Schadstoffgehalte den Zuordnungswerten der DK 0 – DK III gegenübergestellt.

Die ableitbaren Deponieklassen - unter Berücksichtigung zulässiger Ausnahmeregelungen gemäß der DepV - für die durch die Proben jeweils repräsentierten Materialien können der nachfolgenden Tabelle 15 entnommen werden.

Tabelle 15: Deklarationsanalyse nach DepV

Proben-bezeichnung	Ursachen für die Deponieklasse		Deponieklasse gem. DepV	Abfallschlüssel gem. AVV
	Feststoff	Eluat		
MP I1	∑ PAK_{16} (1)	-	**DK I**	**17 05 04**
MP I2	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP I3	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP I4	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP I5	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
EP G6	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
MP G7	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP G8	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
MP G9	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP J1	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
EP J2	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP J3	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
EP J4	Lipophile Stoffe	-	**DK I°**	**17 05 04**
MP M1	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP M2	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP M3	-	-	**DK 0**	**17 05 04**

Proben-bezeichnung	Ursachen für die Deponieklasse		Deponieklasse gem. DepV	Abfallschlüssel gem. AVV
	Feststoff	Eluat		
EP M4	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
MP M5	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
MP D1	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
MP D2	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP D3	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
EP F1	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
EP F2	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
EP F3	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
MP F4	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP F5	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP P1	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
MP P2	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP E1	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
MP E2	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP E3	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
MP A5	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
MP A6	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP A7	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
MP A8	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
MP A9	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP A10	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
EP A11	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
MP B1	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP B2	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP B3	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
MP B4	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
MP B5	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP B6	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
EP B7	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**

Proben-bezeichnung	Ursachen für die Deponieklasse		Deponieklasse gem. DepV	Abfallschlüssel gem. AVV
	Feststoff	Eluat		
MP B8	Lipophile Stoffe	-	**DK I**	**17 05 04**
MP B9	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP B10	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
EP B11	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
EP B12	Lipophile Stoffe	-	**DK I**	**17 05 04**
EP B13	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
MP C1	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP C2	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP C3	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
MP C4	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
EP C5	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
MP N1	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP N2	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP N3	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**

° : Zulässige Anpassungen der Deponieklassen, die z. T. einer behördlichen Zustimmung bedürfen, können den Anlagen 4.39 bis 4.44, 4.46 bis 4.51 und 4.53 bis 4.56 entnommen werden.

(1) In der aktuellen Deponieverordnung (Stand: September 2017) sind für die Deponieklasse DK I bis DK III keine Zuordnungswerte für die Feststoffparameter BTEX, ∑ PCB_7, Kohlenwasserstoff (MKW C_{10}-C_{40}) und ∑ PAK_{16} definiert. In der Vollzugshilfe vom 6. Dezember 2011 „Ablagerungsempfehlungen für Abfälle mit organischen Schadstoffen“ des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, werden in Tabelle 1, Kapitel 3, Orientierungswerte für die Deponieklasse DK I und DK II angegeben (siehe Tabelle 16).

Tabelle 16: Orientierungswerte für die Ablagerung in Deponien der DK I bis DK II (maximal zulässige Schadstoffkonzentration im abzulagernden Abfall)

Deponieklasse	**BTEX** [mg/kg]	∑ **PCB_7** [mg/kg]	**MKW C_{10}-C_{40}** [mg/kg]	∑ **PAK_{16}** [mg/kg]
DK I	30	5	4.000	500
DK II	60	10	8.000	1.000

4 Straßenoberbau

4.1 Zusammenfassende Bewertung des vorhandenen Bestands bzw. Planums für den Straßenoberbau

Für die einzelnen Teilbereiche, die den geplanten Straßenoberbau betreffen, liegen unterschiedliche Voraussetzungen und Beanspruchungen vor. So ist in Bereichen (12, Schloßhofstraße und 13, Dürerstraße östl. d. KVP) eine bestehende Oberbaubefestigung mit Asphaltdecke vorzufinden. Die weiteren und somit überwiegenden Teilbereiche liegen in neuen geplanten Trassen. Es liegen natürliche (Ober-)Böden vor. Mitunter ist die Trassenführung von Einschnitten geprägt.

Es ist beabsichtigt, Bereiche der neuen Verkehrswege als Baustraßen zu nutzen. Dies ist insbesondere bei der Ausbildung der temporären und endgültigen Fahrbahndecken zu berücksichtigen.

In Abhängigkeit der vorhandenen Rahmenbedingungen und der vorhandenen Substanz werden auf Grundlage der RStO 12 abschnittsweise der Oberbau dimensioniert und zweckmäßige Baustoffgemische für die Ausbildung der einzelnen Einbaulagen (Asphaltmischgüter und Schichten ohne Bindemittel) ausgewählt.

Seitens des AG gibt es diesbezüglich Vorgaben, die bei der Konzeptionierung des Oberbaus berücksichtigt werden.

4.1.1 Bewertung der vorhandenen Substanz

In Hinblick auf die neuen Trassenverläufe liegt lediglich im Bereich der Schloßhofstraße und der Dürerstraße sowie westlich des geplanten Kreisverkehrs partiell in einer Querung des alten Verlaufs der Dürerstraße und im Anschluss an die Straße Wittebreite ein vorhandener Straßenoberbau vor.

Der vorhandene Oberbau wurde im Zuge der Bestandsuntersuchungen in den Untersuchungspunkten I 1 bis I 5 sowie J 1 bis J 3 in der Schloßhofstraße sowie der Dürerstraße ermittelt.

In allen Punkten im Bereich des bestehenden Oberbaus liegt keine ausreichende Tragfähigkeit und Frostsicherheit vor, sodass auch dort eine vollständige Erneuerung des Straßenoberbaus erforderlich ist.

Eine Nutzung der vorhandenen Substanz ist dementsprechend in allen Teilbereichen ausgeschlossen.

Für den Rückbau des vorhandenen Oberbaus bzw. der natürlichen (Ober-)Böden sind die bodenmechanischen und chemischen Analysen dieses Gutachtens (Teile 3.1.2, Teil 3.5 und 3.6) zu berücksichtigen.

4.2 Erneuerungsempfehlungen

4.2.1 Dimensionierung des Oberbaus

Grundsätzlich sind die neuen Verkehrsflächen in unterschiedliche Kategorien wie folgt zu unterteilen:

- Fahrbahnen der Belastungsklasse Bk3,2
- Fahrbahnen der Belastungsklasse Bk10
- Bushaltebereiche
- Rad- und Gehwege

Gemäß RStO 12, Tabelle 6 ergibt sich bei zugrunde liegendem Boden der Frostempfindlichkeitsklasse F3 für Verkehrsflächen in Abhängigkeit der Belastungsklasse eine Dicke des frostsicheren Oberbaus von

- 60 cm (Bk3,2) bzw.
- 65 cm (Bk10)
- 40 cm (Rad- und Gehwege)

Weitere Randbedingungen in Bezug auf Klima, Wasserverhältnisse im Untergrund, Lage der Gradiente sowie Entwässerung der Fahrbahn und die Ausführung der Randbereiche sind zusätzlich bei der Festlegung des frostsicheren Oberbaus zu berücksichtigen und ergeben gemäß Tabelle 7 der RStO 12 Mehr- oder Minderdicken infolge der örtlichen Gegebenheiten.

- Frosteinwirkungszone II → + 5 cm
- Kleinräumige Klimaunterschiede
  - Keine besonderen Klimaeinflüsse → ± 0 cm
  - Günstige Klimaeinflüsse bei geschl. seitlicher Bebauung → - 5 cm
- Kein Grund- oder Schichtenwasser → ± 0 cm
- Lage der Gradiente
  - Einschnitt / Anschnitt → + 5 cm
  - Geländehöhe bis Damm ≤ 2,0 m → ± 0 cm
- Entwässerung der Fahrbahn und Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen → - 5 cm

Für eine zielsichere Planung und Ausführung des Straßenoberbaus sicherzustellen, wird empfohlen, eine einheitliche, auf der sicheren Seite liegende Dicke des ungebundenen Oberbaus über alle Fahrbahn- und Haltestellenbereiche der Belastungsklassen Bk3,2 festzulegen. Dadurch wird eine kleinteilige Stückelung mit bereichsweisen Unterschieden von wenigen Zentimetern Einbaudicke der Frostschutz- bzw. Schottertragschicht vermieden. Beim Asphaltoberbau sollten die Einbaudicken der einzelnen Schichten belastungsklassenabhängig und nach den Anforderungen der RStO 12 / bzw. ZTV Asphalt-StB 07/13 erfolgen.

Bk 10?? FÜR Bk10: auch 65cm.

Für den frostsicheren Oberbau der Fahrbahn- und Haltestellenbereiche sind unter Berücksichtigung der Mehr- und Minderdicken **65 cm** als maßgebliche Mindestdicke zu empfehlen.

4.2.2 Auswahl der Bauweisen

Seitens des Auftraggebers / Straßenbaulastträgers sind für die Verkehrswege Bauweisen mit Asphaltdecke beabsichtigt.

4.2.2.1 Fahrbahn- und Haltestellenbereiche Bk3,2 und Bk10

Für die Fahrbahn- und Haltestellenbereiche ist die Tafel 1 der RStO 12 maßgebend.

Die Bauweisen mit Asphaltdecke unterscheiden sich - beginnend mit der untersten Einbaulage - zunächst hinsichtlich der Schichten ohne Bindemittel bzw. ungebundenen Tragschichten oder hydraulisch gebundenen Tragschichten.

qualifizierte Schottertragschicht in gleicher Stärke.

Die Unterzeichner empfehlen eine Bauweise mit ungebundener Unterlage gemäß RStO 12, Tafel 1, Zeile 1 (Asphalttragschicht auf Frostschutzschicht). Diese hat den Vorteil eines homogenen ungebundenen Oberbaus aus einer Frostschutzschicht mit gleichbleibenden Anforderungen hinsichtlich des Materials und Verformungsmoduls sowie einer höheren Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit des Asphaltoberbaus und somit des Gesamtsystems.

nutzen wir nicht. PUFFER.

Optional können die Zeile 3 (Asphalttragschicht und Schottertragschicht auf Frostschutzschicht) oder die Zeile 5 (Asphalttragschicht und Schottertragschicht auf Schicht aus frostunempfindlichem Material) zur Anwendung kommen. Diese Bauweisen haben reduzierte Dicken der Asphaltschichten bei erhöhten Anforderungen an die ungebundenen Schichten (Schottertragschicht) zur Folge.

Für die Asphalttragschicht und Asphaltbinderschicht wird über alle Fahrbahn- und Haltestellenbereiche eine einheitliche Ausführung und Auswahl der Asphaltmischgüter empfohlen, um eine Stückelung zu vermeiden und eine hohe Prozesssicherzeit zu gewährleisten. Lediglich die Einbaudicken variieren in Abhängigkeit der Belastungsklasse

SG: stetig gestuft. WARUM?? KOSTEN?? PUFFER. von uns so gewollt. wird in zukünftiger ZTV den Binder ersetzen. Vermutlich 2023.

Es werden folgende Asphaltmischgutsorten empfohlen:

- Asphalttragschicht **AC 22 T S** gemäß TL Asphalt-StB 07/13
  - mit Straßenbaubitumen **30/45**
- Asphaltbinderschicht **AC 16 B S SG** (stetig gestuft) gemäß

VL: Das Ziel der Anwendung ist anzugeben. Die ergänzenden Anforderungen sind zu formulieren und in der Baubeschreibung festzulegen. Seit 2016. Wenig Erfahrungen bei den Mischwerken?? Und erreichte veränderte verdichtbarkeit ist zu kontrolieren. : Verdichtung kontrollieren!!!!

ɡ und Ausführung von Alternativen Asphaltbinderschichten

ısgabe 2015]

skositätsverändertem polymermc

E KvB Empfehlungen für die Klassifikation von viskositätsveränderten Bindemitteln

es ist gezielt ausschreiben. dies Bitumen liefert Vorteile für Uqualifizierte Untersuchungen/ Ansprüche: phasenübergangstemperatur, Bitumen über termeraturspanne überprüfen.
VL: viskositätsverändert. eigentlich für kleine Flächen, Handeinbau Tunnel

Bei der Auswahl der Asphaltdeckschicht wird in Abhängigkeit der Belastung und des Nutzungsverhaltens eine Unterscheidung empfohlen, zumal Fahrbahndecken mit lärmreduzierenden Eigenschaften vorgeben sind, die insbesondere in Fahrbahnbereichen mit hohen Torsions- und Schubbeanspruchungen ungeeignet sind. Folgende Asphaltmischgutsorten werden empfohlen: SP: KOSTEN?? PUFFER

- Asphaltdeckschicht **AC 11 D SP** (splittreich) gemäß dem Arbeitspapier für die Planung und Ausführung von Asphaltdeckschichten aus splittreichem Asphaltbeton für den Einsatz in Verkehrsflächen mit besonderen Beanspruchungen [AP AC D SP, Ausgabe 2019]
    - mit viskositätsverändertem polymermod. Bindemittel **PmB 25/45 VL**
        - geeignet für Kreisverkehrsflächen, Haltestellen, Kreuzungen und kurvenreiche Abschnitte mit Torsions- und Schubbeanspruchung sowie erhöhtem ÖPNV- bzw. Schwerverkehr
- Asphaltdeckschicht aus **SMA 8 LA** (lärmarm) gemäß den Empfehlungen für die Planung und Ausführung von lärmtechnisch optimierten Asphaltdeckschichten [E LA D, Ausgabe 2014]
    - mit viskositätsverändertem polymermod. Bindemittel **PmB 45/80 VL**
        - geeignet zur Lärmreduzierung auf geraden Strecken ohne signifikante Torsions- und Schubbeanspruchungen und Schwerverkehr

Bei der Auswahl der Bindemittel für die Asphaltbinder- und Asphaltdeckschicht werden wachsmodifizierte Bindemittel gemäß den Empfehlungen zur Klassifizierung von viskositätsveränderten Bindemitteln [E KvB, Ausgabe 2016] empfohlen. Diese eignen sich insbesondere für Verkehrsflächen mit besonderen Beanspruchungen sowie hochstandfeste und lärmoptimierte Asphaltmischgutsorten.

Neben einer Optimierung der Verformungsbeständigkeit im Gebrauchs- und Niedrigtemperaturbereich bieten sie beim Einbau den Vorteil einer verbesserten Verdichtungswilligkeit sowie eines längeren Einbautemperaturfenster bzw. geringere Einbautemperaturen.

4.2.2.2 Rad- und Gehwege

Für die Geh- und Radwege ist die Tafel 6 der RStO 12 maßgebend. Es wird nach Zeile 1 eine Asphaltdecke auf einer Schottertragschicht empfohlen. Die erforderliche Gesamtdicke des Oberbaus beträgt 40 cm.

Für ein verbessertes Nutzungsverhalten für den Radverkehr wird ein zweischichtiger Asphaltoberbau mit einer Asphaltdeckschicht auf einer Asphalttragschicht empfohlen:

Dazu bietet sich eine Asphaltdeckschicht mit geringem Größtkorn (5 mm oder 8 mm) an, die den Vorteil einer ebenen und geschlossenen Oberfläche aufweist. Zu Vermeidung von Spurrinnen wird, abweichend von dem zweckmäßigen Bindemittel 70/100 gemäß ZTV Asphalt-StB 07/13, Tabelle 2, ein Bindemittel der nächst härteren Sorte 50/70 empfohlen

- Asphalttragschicht AC 16 T N gemäß TL Asphalt-StB 07/13
  - mit Straßenbaubitumen **70/100**
- Asphaltdeckschicht AC 8 D N gemäß TL Asphalt-StB 07/13
  - mit Straßenbaubitumen **50/70**

4.2.3 Stabilisierung von nicht tragfähigen Erdplanien

In allen Bereichen der bestehenden und insbesondere der neugeplanten Verkehrsflächen ist auf Grundlage der Baugrund- und Bodenerkundungen davon auszugehen, dass auf dem lehmigen Planum in 65 cm (Fahrbahnbereiche) bzw. 40 cm (Rad- und Gehwege) Tiefe der erforderliche E_{v2}-Wert von 45 MPa nicht erreicht werden kann. Daher werden Bodenverbesserungsarbeiten unter Zugabe von Bindemittel oder ein Austausch des Bodens mit Mineralstoffgemischen, z.B. Hartsteinbrüche der Korngrößenverteilungen 0/45 oder 0/56 mm mit einem maximal zulässigen Feinteilgehalt ($d \leq 0{,}063$ mm) von 5 M.-% empfohlen.

Bei ersterer Variante wird mit Bodenfräsen das Erdplanum 30 – 40 cm tief aufgefräst und unter Bindemittelzugabe (schätzungsweise 2 – 4 Gew.-%) das Erdplanum zu

einem homogenen Boden-Bindemittelgemisch aufgearbeitet und anschließend verdichtet.

Es wird empfohlen, einen Mischbinder (70% Weißfeinkalk + 30% Zement) zu verwenden, um die Tragfähigkeiten auf den im Erdbau üblichen Verformungsmodul von E_{v2} = 45 MN/m² zu steigern. Die erforderliche Zugabemenge ist durch eine Eignungsprüfung festzulegen.

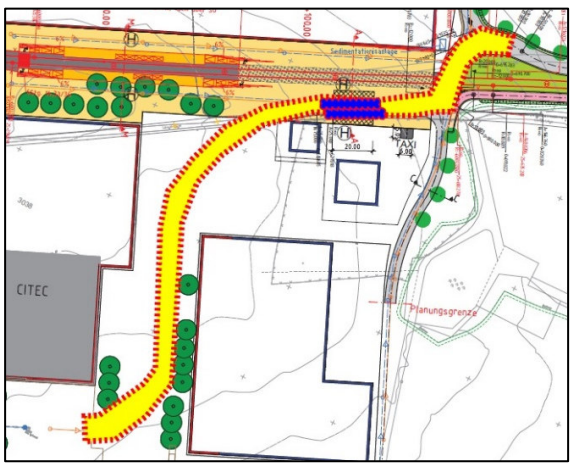
Bei einer qualifizierten Bodenverbesserung im Erdplanum, mit der auf dem Rohplanum ein Mindestverformungsmodul von E_{v2} = 70 MN/m² sichergestellt wird und die Frostempfindlichkeitsklasse von F 3 auf F 2 verbessert wird, führt dies zu einer Reduzierung des erforderlichen Gesamtoberbaus gemäß RStO 12, Tabelle 6.

Bei dem Bodenaustauschverfahren wird zusätzlich die Verwendung eines Geogitters als Trennschicht und Bewehrung empfohlen.

ist dies berücksichtigt?? oder PUFFER? 10 CM WENIGER!!!

4.2.4 Fahrbahn Bereich 5 (gelb markiert, ÖPNV-Straße, FH / CITEC)

Der Teilbereich 5 bezieht sich auf die neu geplante Straße ausgehend der neuen Trasse der Dürerstraße / Lange Lage Richtung Süden zum Platzbereich CITEC mit ÖPNV-Verkehr und ist der Belastungsklasse Bk3,2 zuzuordnen. Hierzu gehören die Bohransatzpunkte B1, B2, B3, B4, B5, N6 und A13. Die Trassenführung beinhaltet Kurven mit engen Radien < 35 m. In diesem Abschnitt sind außerdem zwei Bushaltestellen vorgesehen.



ist hiermit das Vlies gemeint?? Wird das Vlies auch bei Vermörtelung benötigt??

Abbildung 2: Planausschnitt für den Teilbereich 5 (ÖPNV-Straße / CITEC)

Unter Berücksichtigung der vorliegenden Randbedingungen wird folgendes Oberbaukonzept für den Bereich 5 empfohlen (vgl. Abbildung 3):

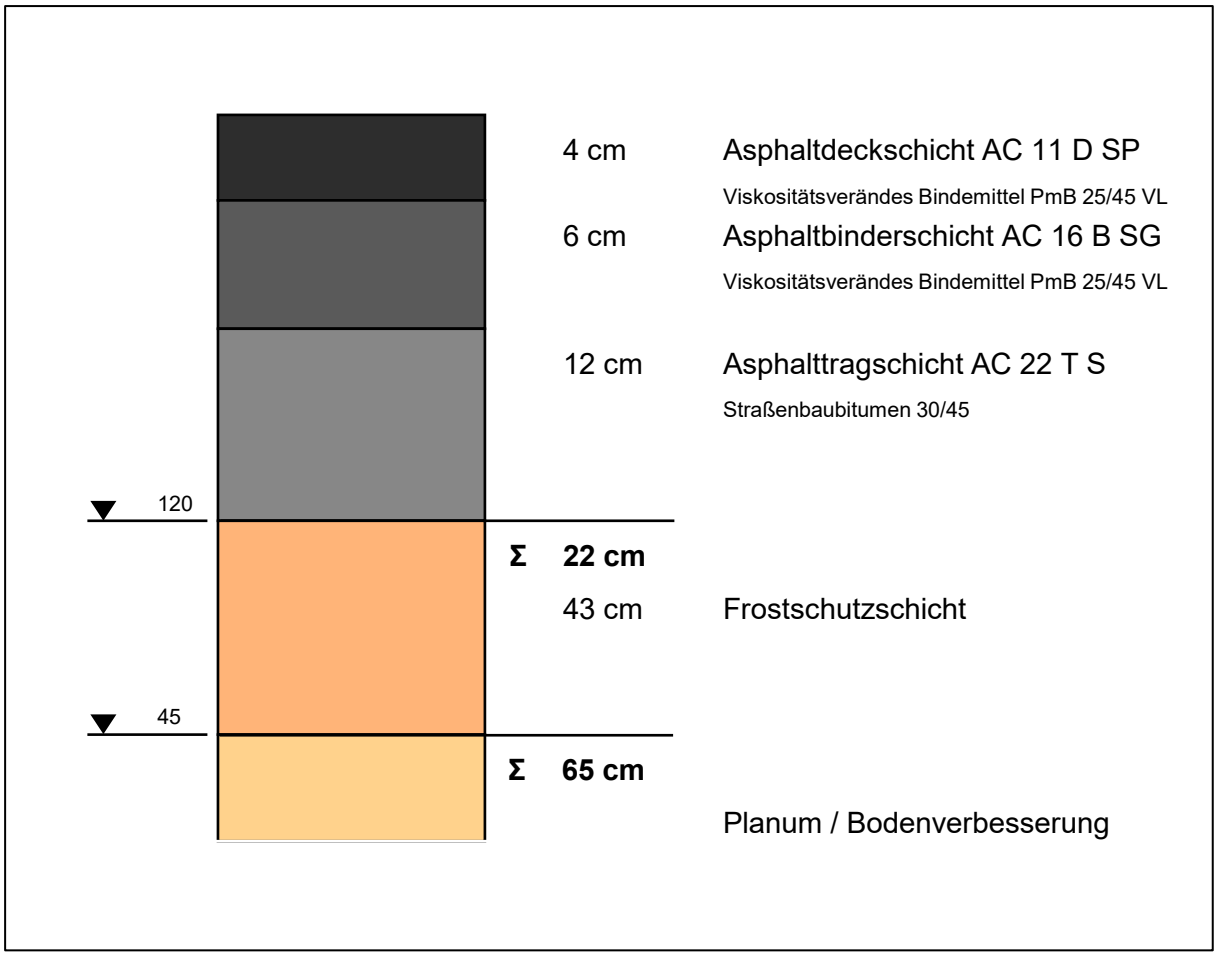


Abbildung 3: Oberbaukonzept Bk3,2– Bereich 5

4.2.5 Fahrbahn Bereich 6 (lila markiert, Straße Tiefgarage Süd)

Der Teilbereich 6, der von der neuen Haupttrasse der Dürerstraße südlich in Richtung FH verläuft ist der Belastungsklasse Bk3,2 zuzuordnen. Hierzu gehören die Bohransatzpunkte C1, C2 und C3. Der Trassenverlauf ist gerade ohne Kurven oder Kreuzungen. Es sind keine Bushaltestellen bzw. ÖPNV-Verkehr vorgesehen.

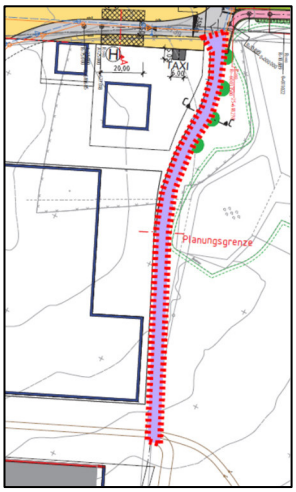


Abbildung 4: Planausschnitt für den Teilbereich 6 (Straße Tiefgarage Süd)

Unter Berücksichtigung der vorliegenden Randbedingungen wird folgendes Oberbaukonzept für den Bereich 6 empfohlen (vgl. Abbildung 5).

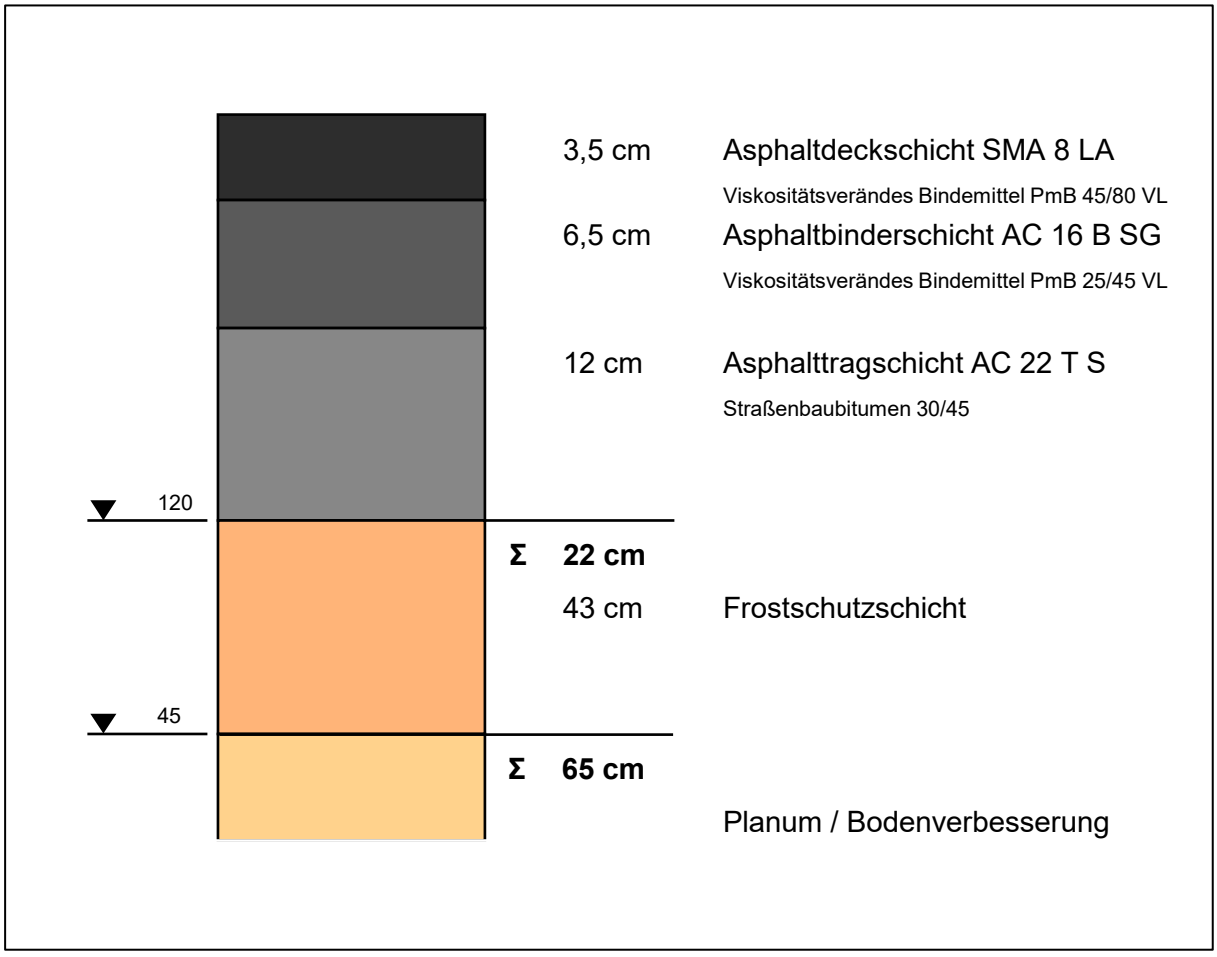


Abbildung 5: Oberbaukonzept Bk3,2– Bereich 6

4.2.6 Fahrbahn Bereich 7 (dunkelrot markiert, Zufahrt Tiefgarage Nord)

Der Teilbereich 7 bezieht sich auf die neu geplante Zufahrt zur Tiefgarage Nord ausgehend der neuen Trasse der Dürerstraße Richtung Norden und ist der Belastungsklasse Bk3,2 zuzuordnen. Hierzu gehört der Bohransatzpunkt A12. Die Trassenführung beinhaltet Kurven mit engen Radien < 35 m sowie eine erhöhte Längsneigung.

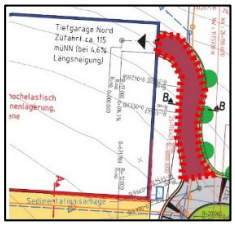


Abbildung 6: Planausschnitt für den Teilbereich 7 (Zufahrt Tiefgarage Nord)

Unter Berücksichtigung der vorliegenden Randbedingungen wird folgendes Oberbaukonzept für den Bereich 7 empfohlen (vgl. Abbildung 7).

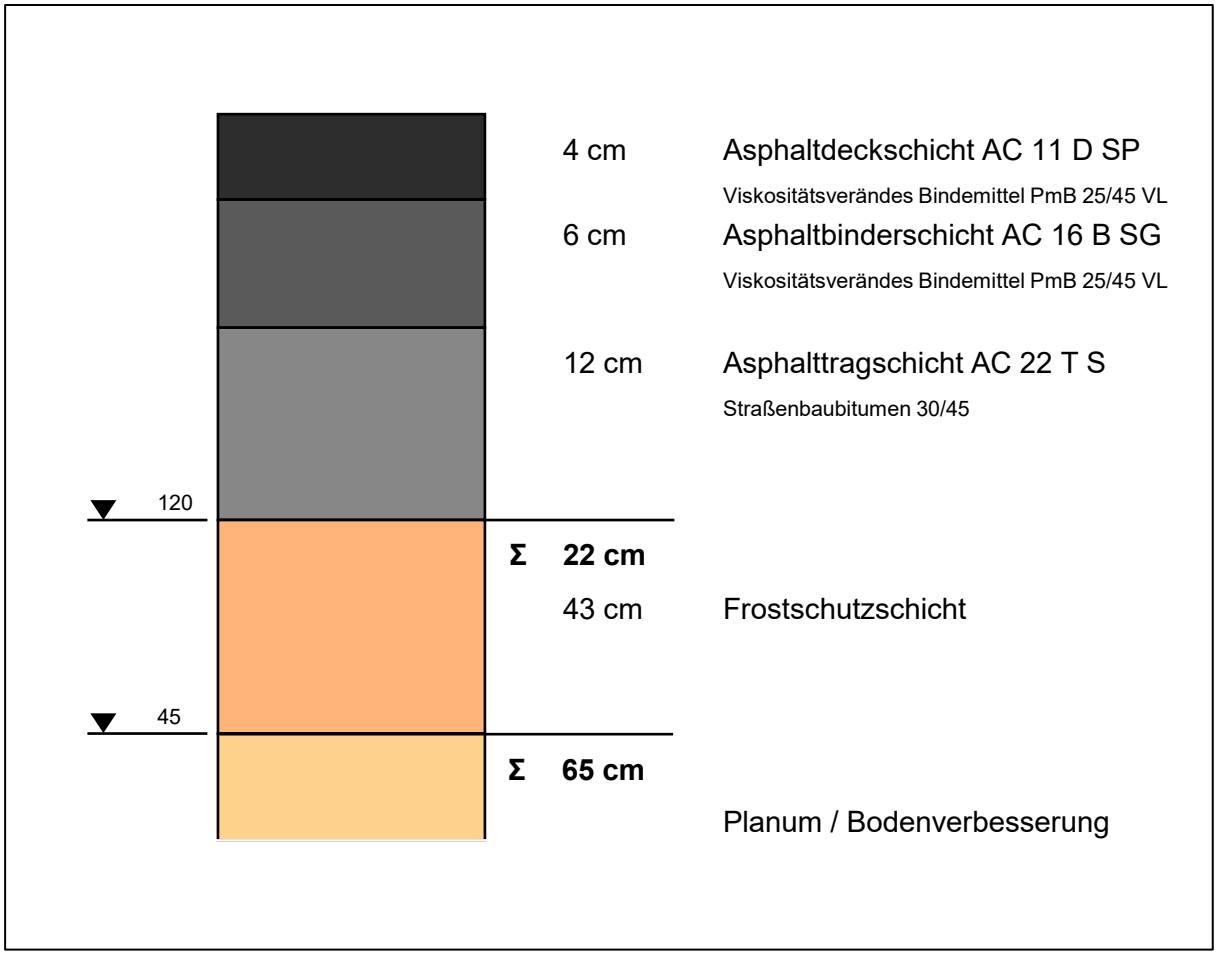


Abbildung 7: Oberbaukonzept Bk3,2– Bereich 7

4.2.7 Fahrbahn Bereiche 4 und 13 (lila markiert, Haupttrasse Dürerstraße)

Der Teilbereich 4, betrifft den neuen Trassenverlauf der Dürerstraße westlich des KVP sowie den bestehenden Verlauf östlich des KVP. Die Verkehrsbeanspruchungen entsprechen der Belastungsklasse Bk3,2. Hierzu gehören die Bohransatzpunkte E1, E2, E3, E4, E5, G6, I3, I4 und I5. Der Trassenverlauf ist gerade ohne Kurven oder Kreuzungen. Für jede Fahrtrichtung ist eine Bushaltestelle nahe dem Kreisverkehr vorgesehen.

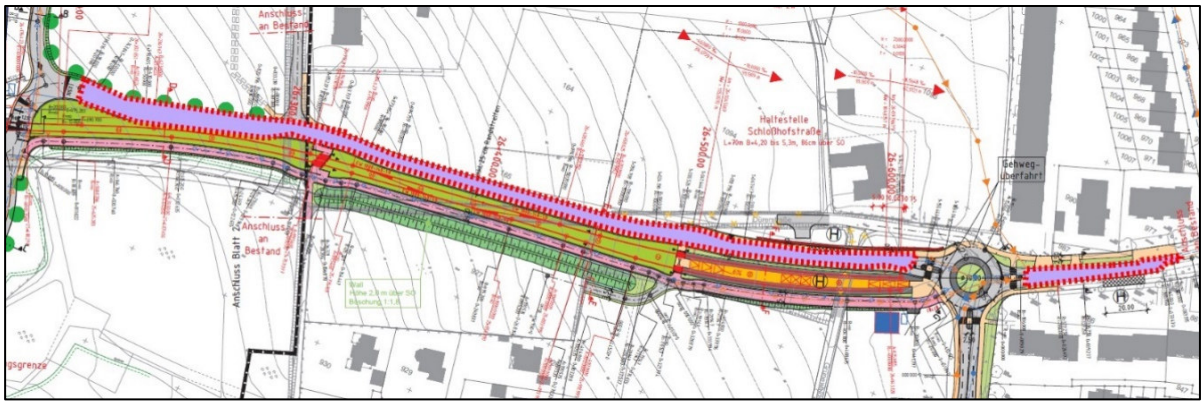


Abbildung 8: Planausschnitt für den Teilbereich 4 und 13 (Haupttrasse Dürerstraße)

Unter Berücksichtigung der vorliegenden Randbedingungen wird folgendes Oberbaukonzept für den Bereich 4 empfohlen (vgl. Abbildung 9).

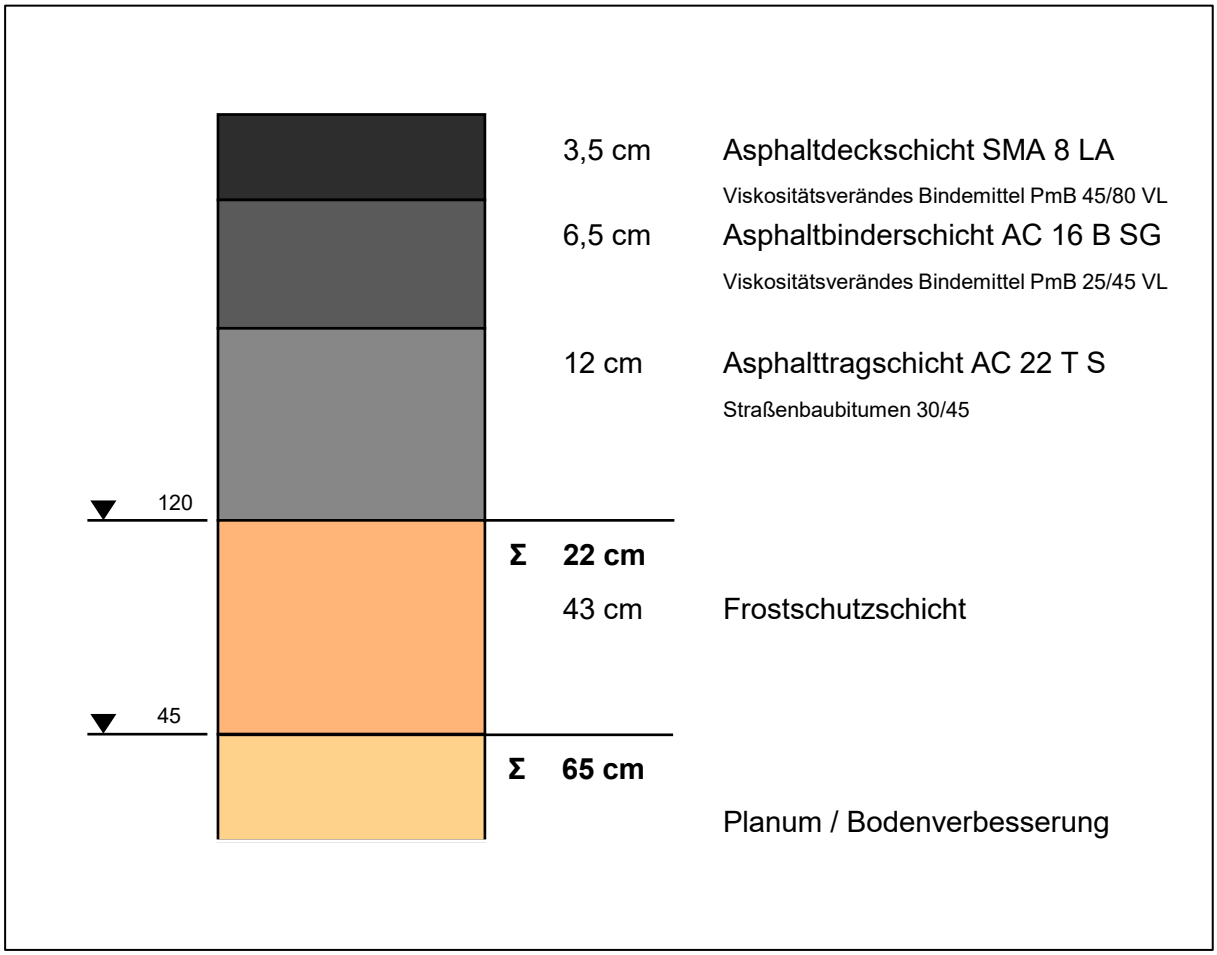


Abbildung 9: Oberbaukonzept Bk3,2– Bereich 4

Für die Bushaltestellen wird eine von der Fahrbahn abweichende Asphaltdeckschicht aus splittreichem Asphaltbeton AC 11 D SP entsprechend dem Konzept für die Bereiche 5 und 7 empfohlen.

4.2.8 Fahrbahn Bereich 12 (grün markiert, Schloßhofstraße)

Der Teilbereich 12, betrifft den bestehenden Trassenverlauf der Schloßhofstraße südlich des KVP. Die Verkehrsbeanspruchungen entsprechen der Belastungsklasse Bk10. Hierzu gehören die Bohransatzpunkte J1, J2 und J3. Der Trassenverlauf ist gerade ohne Kurven oder Kreuzungen. Unmittelbar nach dem Anschluss an den KVP ist eine Bushaltestelle vorgesehen.

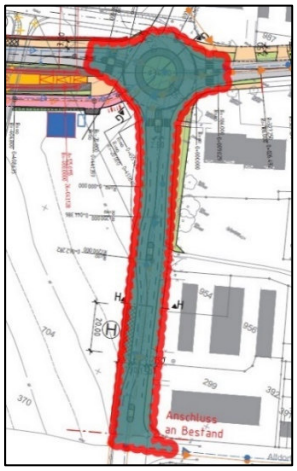


Abbildung 10: Planausschnitt für den Teilbereich 12 (Schloßhofstraße)

Unter Berücksichtigung der vorliegenden Randbedingungen wird folgendes Oberbaukonzept für den Bereich 12 empfohlen (vgl. Abbildung 9).

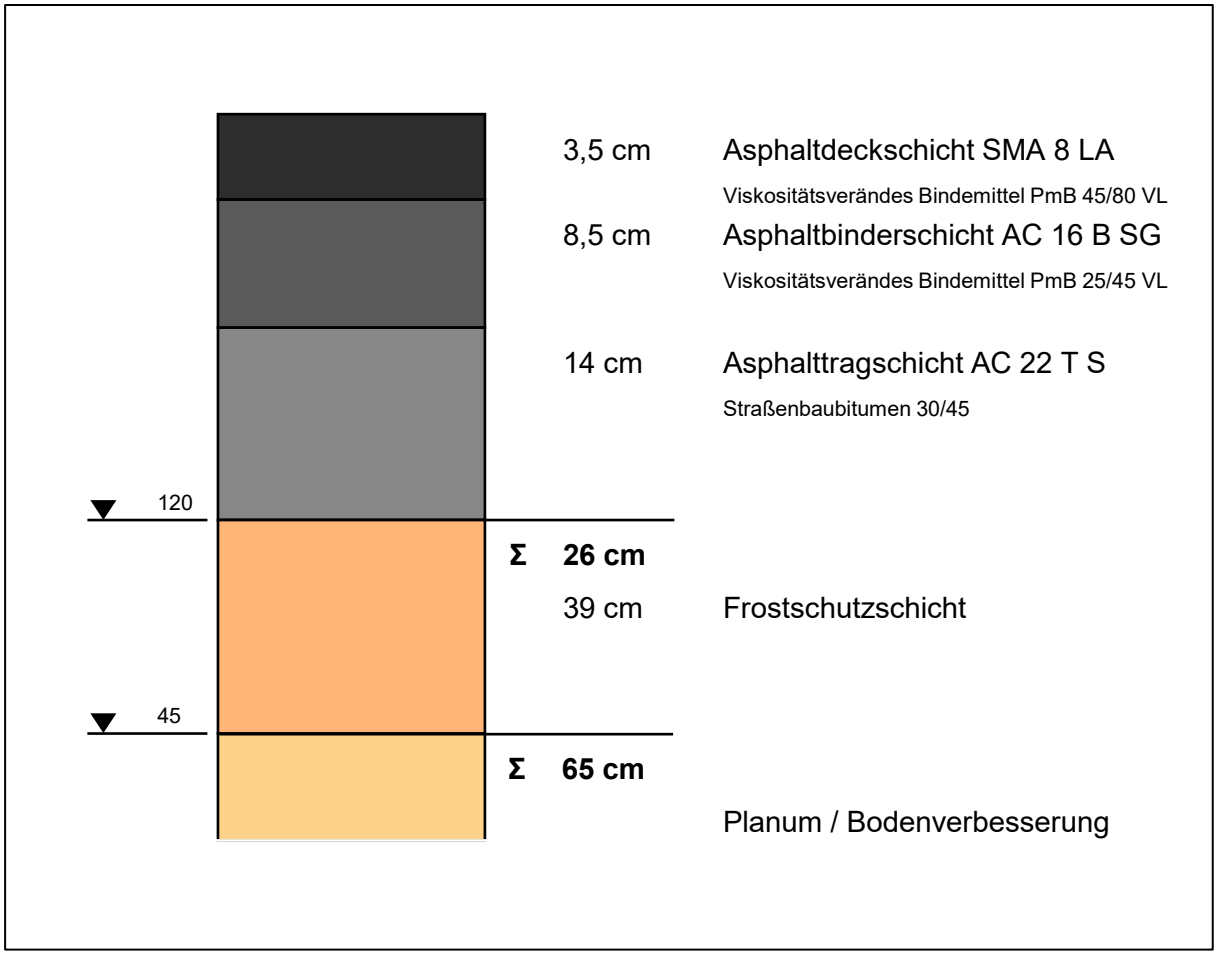


Abbildung 11: Oberbaukonzept Bk10– Bereich 12

Für die Bushaltestelle wird eine von der Fahrbahn abweichende Asphaltdeckschicht aus splittreichem Asphaltbeton AC 11 D SP entsprechend dem Konzept für den KVP empfohlen.

4.2.9 Kreisverkehrsplatz (türkis markiert Kreuzung Dürerstraße / Schloßhofstraße)

Der neu geplante KVP in der Kreuzung Dürerstraße / Schloßhofstraße ist durch einen engen Kurvenradius sowie erhöhte Schub- und Torsionsbeanspruchungen geprägt. Es liegen Beanspruchungen durch ÖPNV-Verkehr vor. Die Verkehrsbeanspruchungen entsprechen der Belastungsklasse Bk10. Hierzu gehören die Bohransatzpunkte F1, F2 und F3.

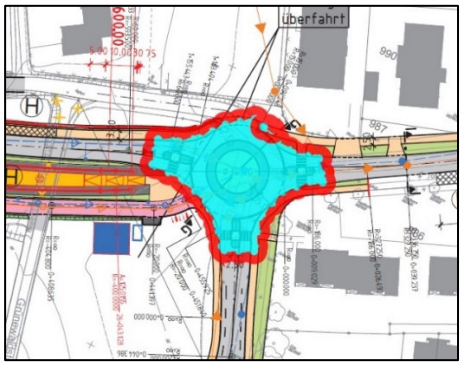


Abbildung 12: Planausschnitt für den Teilbereich Kreisverkehr (Dürerstraße / Schloßhofstraße)

Unter Berücksichtigung der vorliegenden Randbedingungen wird folgendes Oberbaukonzept für den KVP sowie die Ein- und Ausfahrten empfohlen (vgl. Abbildung 9).

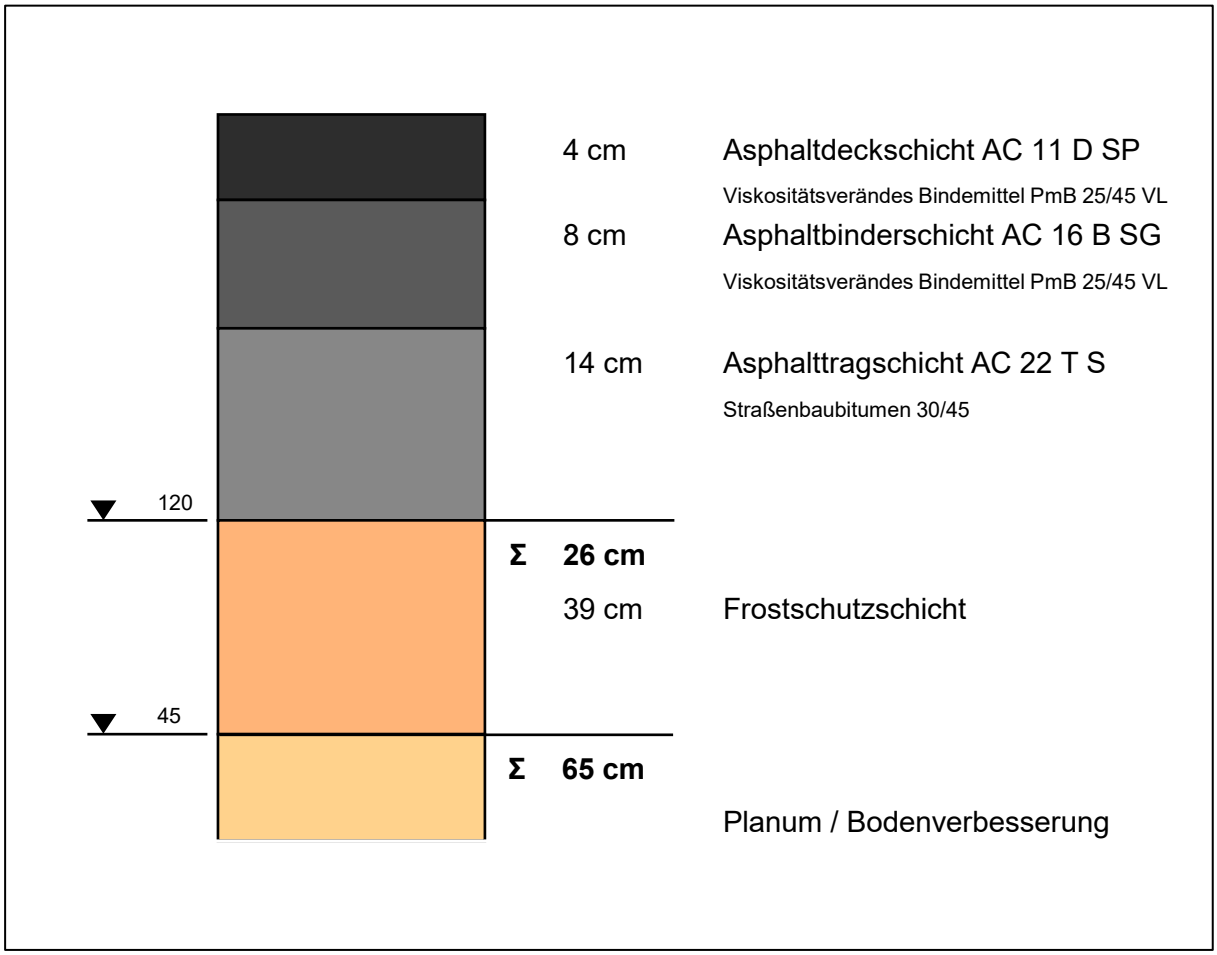


Abbildung 13; Oberbaukonzept Bk10– KVP

Aufgrund der nah gelegenen Haltestellen in der Schloßhofstraße und Dürerstraße wird empfohlen, die Asphaltdeckschicht aus splittreichem Asphaltbeton AC 11 D SP in den Ein- und Ausfahrten des KVP bis einschließlich über die Haltestellenbereich einzubauen. Dadurch werden kleinteilige Stückelungen sowie Fugenbildungen vermieden, und somit Schwachstellen des Gesamtsystems verringert.

4.2.10 Rad- und Gehweg (südlich der Stadtbahn verlaufend)

Für den neu geplanten Geh- und Radweg wird folgendes Oberbaukonzept empfohlen (vgl. Abbildung 14):

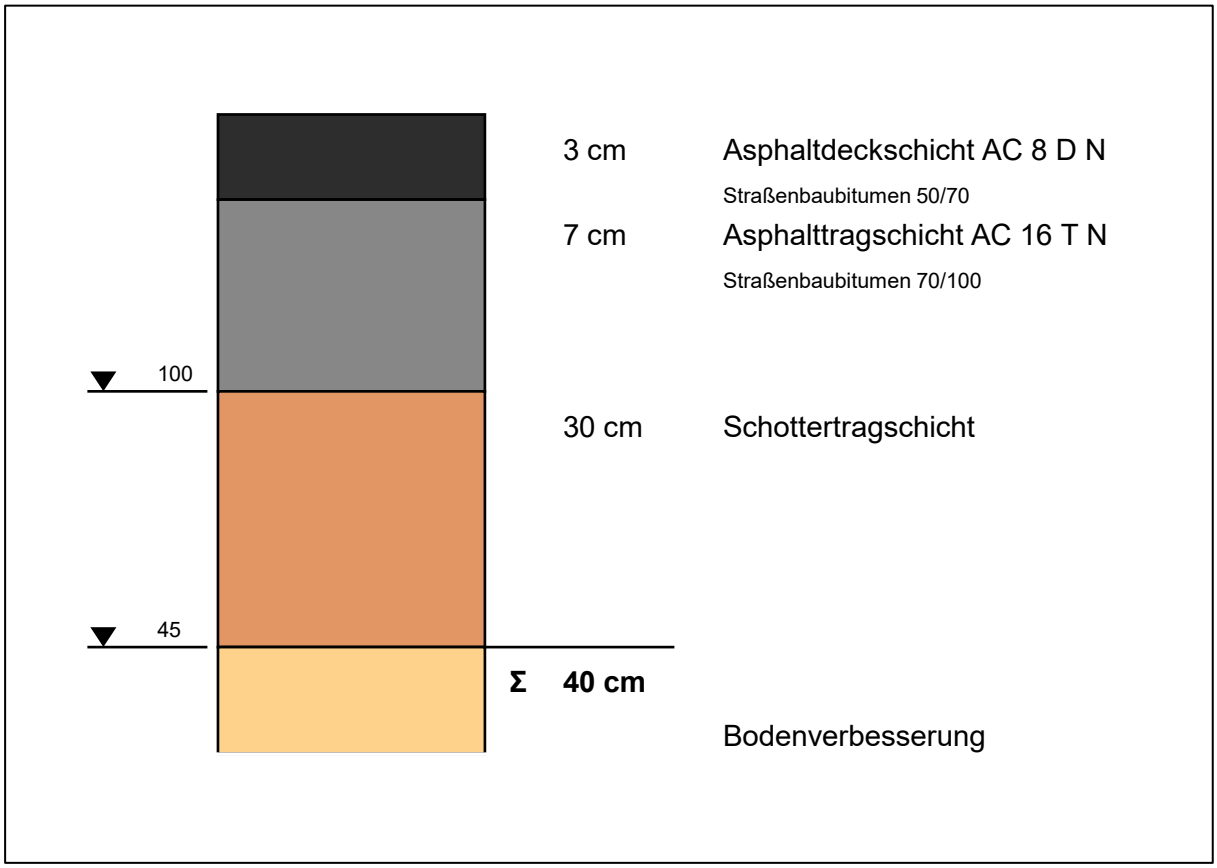


Abbildung 14: Oberbaukonzept Rad- und Gehwege

4.3 Nutzung der Verkehrsflächen als Baustraße

Für die zu erneuernden und neu auszubildenden Fahrbahnbereiche wurden in den vorherigen Abschnitten Empfehlungen für den Oberbau formuliert. Diese Empfehlungen zielen auf den endgültigen Ausbau sowie das damit verbundene Nutzungsverhalten der Strecken nach Fertigstellung der Gesamtmaßnahme.

Für einen Zeitraum von ca. 6 Jahren fungieren weite Teile der Verkehrsflächen als Baustraßen und Zufahrten zu sonstigen Baumaßnahmen im Zuge des Stadtbahnbaus.

Für die zielsichere Dimensionierung und Ausführung der Baustraßen sind die für den temporären Nutzungszeitraum zu erwartenden Verkehrsbeanspruchungen von entscheidender Bedeutung. Diesbezügliche Kennzahlen liegen den Unterzeichnern aktuell nicht vor.

Für die temporäre Nutzung als Baustraße über einen Zeitraum von etwa 6 Jahren wird allerdings grundsätzlich empfohlen, eine Verschleißschicht einzubauen. Dazu bietet es sich an - je nach zu erwartender Beanspruchung durch den Baustellenverkehr - die Asphalttragschicht der Mischgutsorte AC 22 T S um 4 – 6 cm erhöht einzubauen und darauf als Oberflächenschutzschicht eine Asphaltdeckschicht aus Asphaltbeton AC 8 D N oder eine dünne Deckschicht in Kaltbauweise (DSK) aufzubringen.

Nach Fertigstellung der Gesamtmaßnahme erfolgt der Rückbau der temporären Asphaltbefestigung.

Anschließend erfolgt der Einbau der hochwertigen Schichten der Asphaltdecke (Asphaltbinder- und Asphaltdeckschicht).

INGENIEURGESELLSCHAFT **PTM** DORTMUND MBH

.....	.....
Dipl. Lök. Natascha Kosfeld	Isabel Stewen, M.Sc.
.....	.....
Kristin Schauerte, M.Eng.	Marvin Siebers, M.Sc.