



INGENIEURGRUPPE PTM

Gutachten Nr.: 25-0569

Projekt: Brandbruchstraße
in Dortmund

**Untersuchungs-
auftrag:** Bestandsuntersuchung

Auftraggeber: Stadt Dortmund
Tiefbauamt
Königswall 14
44137 Dortmund

- 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

Dieses Gutachten enthält 26 Seiten Text und 72 Blatt Anlagen.

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

Dortmund, 11. März 2026

Sachbearbeiter: D. Wlecklik, M.Sc.; D. John, M.Sc.

WEITERE STANDORTE

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



Inhaltsverzeichnis

1 Auftrag, Vorgang und Situationsbeschreibung.....	5
2 Untersuchungsschritte und -beschreibungen.....	6
2.1 Zerstörungsfreie Substanzerfassung mit dem Georadar (GPR)	6
2.1.1 Verfahrenserläuterung des Georadar-Messprinzips	6
2.1.2 Hinweise	9
2.2 Probennahme	9
2.3 Chemische Untersuchungen im Labor	10
2.3.1 Untersuchung für die Verwertung von Ausbauasphalt.....	11
2.3.2 Untersuchungen zur Wiederverwertung und Deponierung	13
2.4 Substanzielle Untersuchungen im Labor.....	18
2.4.1 Hinweise zur Bewertung der Asphaltstruktur (Bohrkerne)	18
2.4.2 Substanzbewertung der ungebundenen Materialien.....	19
3 Ergebnisse der Untersuchungen.....	20
3.1 Vorhandene Schichtdicken und Zusammensetzung des Oberbaus.....	20
3.1.1 Georadar-Ergebnisse.....	20
3.1.2 Gebundener Oberbau (Bohrkerne)	22
3.1.3 Ungebundener Oberbau (Schürfe).....	22
3.2 Chemische Untersuchungen	22
3.2.1 Teer-/pechhaltige Bestandteile im Bindemittel	22
3.2.2 Chemische Untersuchungen gemäß EBV und DepV.....	24
3.3 Bewertung der gebundenen Restsubstanz	26
3.3.1 Bewertung der Asphaltstruktur (Bohrkerne).....	26



Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1:	Georadar-Messprinzip	6
Abbildung 2:	Radargramm mit Asphaltuntergrenzen in Korrelation zum Bohrkern. 7	
Abbildung 3:	Hornantennen mit den Frequenzen 1 GHz und 2 GHz.....	8
Abbildung 4:	Schaubild der Mantelverordnung.....	13
Abbildung 5:	Zuordnung der Frostempfindlichkeitsklassen [ZTV E-StB 17]	19

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1:	Entnahmestellen der Bohrkerns und Schürfe	9
Tabelle 2:	Einstufung von Asphaltausbaumaterialien in Abhängigkeit der Schadstoffgehalte.....	11
Tabelle 3:	Abfallschlüsselnummern gemäß AVV	12
Tabelle 4:	Mindesteinbaumenge von bestimmten mineralischen Ersatzbaustoffen 15	
Tabelle 5:	Einbauklassen gemäß den Bestimmungen der EBV	17
Tabelle 6:	Abfallschlüsselnummern gemäß AVV	18
Tabelle 7:	Parameter der Georadar-Messung	20
Tabelle 8:	Klassifizierung gemäß den Belastungsklassen der RStO 12, Tafel 1, Zeile 1	21
Tabelle 9:	Gesamtstärken des gebundenen Oberbaus (Bohrkerne)	22
Tabelle 10:	Ergebnisse der Analyse auf teer-/pechhaltige Bestandteile	23
Tabelle 11:	Probenzusammenstellung	24
Tabelle 12:	Deklarationsanalyse nach Ersatzbaustoffverordnung (2021).....	25
Tabelle 13:	Deklarationsanalyse nach DepV	25
Tabelle 14:	Bewertung des gebundenen Oberbaus anhand der Bohrkernstruktur .	26



Anlagen

Anlage 1:	Lagepläne	(3 Blatt)
Anlage 2:	Bohrkerndokumentation und -analyse	(6 Blatt)
Anlage 3:	Schurfprofile	(1 Blatt)
Anlage 4:	Chemische Analyse Bohrkerne (RuVA)	(1 Blatt)
Anlage 5:	Chemische Analyse Boden (EBV)	(5 Blatt)
Anlage 6:	Chemische Analyse Boden (DepV)	(3 Blatt)
Anlage 7:	Schichtenprofile GEORADAR	(4 Blatt)
Anlage 8:	Schichtenverzeichnis GEORADAR	(Excel)
Anlage 9:	Prüfberichte SGS	(47 Blatt)
Anlage 10:	Probenentnahmeprotokoll	(1 Blatt)



1 Auftrag, Vorgang und Situationsbeschreibung

Die Ingenieurgesellschaft PTM Dortmund mbH wurde von Stadt Dortmund beauftragt,

- den vorliegenden Bestand des gebundenen Oberbaus und ungebundenen Oberbaus für die Brandbruchstraße in Dortmund zu erfassen und
- eine Aussage über eine Wiederverwertung für die gebundenen Schichten nach RuVA-StB 01 sowie für die ungebundenen Schichten nach Ersatzbaustoffverordnung sowie über eine Entsorgung gemäß den Vorgaben der Deponieverordnung zu treffen.

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

- Begutachtung der Verkehrsflächen und Festlegung der Probeentnahmestellen am 21.10.2025
- Zerstörungsfreie Substanzerfassung mit dem Georadar (GPR) am 07.08.2025
- Probenahme (Bohrkerne, Schürfe) am 21.10.2025

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 Zerstörungsfreie Substanzerfassung mit dem Georadar (GPR)

Die Georadar-Messung bietet – gerade bei ständig variierenden Straßenbauverhältnissen – durch eine lückenlose und flächendeckende Aufnahme grundsätzlich den Vorteil einer deutlich gesteigerten Aussagekraft gegenüber einer punktuellen Bohrkernentnahme.

2.1.1 Verfahrenserläuterung des Georadar-Messprinzips

Durch das Georadarverfahren können Leitungen, Einzelobjekte und strukturelle Veränderungen im Boden wie Korngrößenänderungen und Grenzhorizonte detektiert werden. Die Ansprache und Zuordnung einzelner Lagen / Materialien basiert auf Erfahrungswerten und den Ergebnissen der Bohrkernentnahmen bzw. Rammkernbohrungen.

Zur Bestimmung der geologischen Daten (bspw. die Stärke einzelner Schichten) wird die Laufzeit der durch die Antennen in den Untergrund initiierten Radarwellen, d.h. die Zeit, die die Wellen zu einem bestimmten Objekt und zurück benötigen, gemessen (vgl. Abbildung 1).

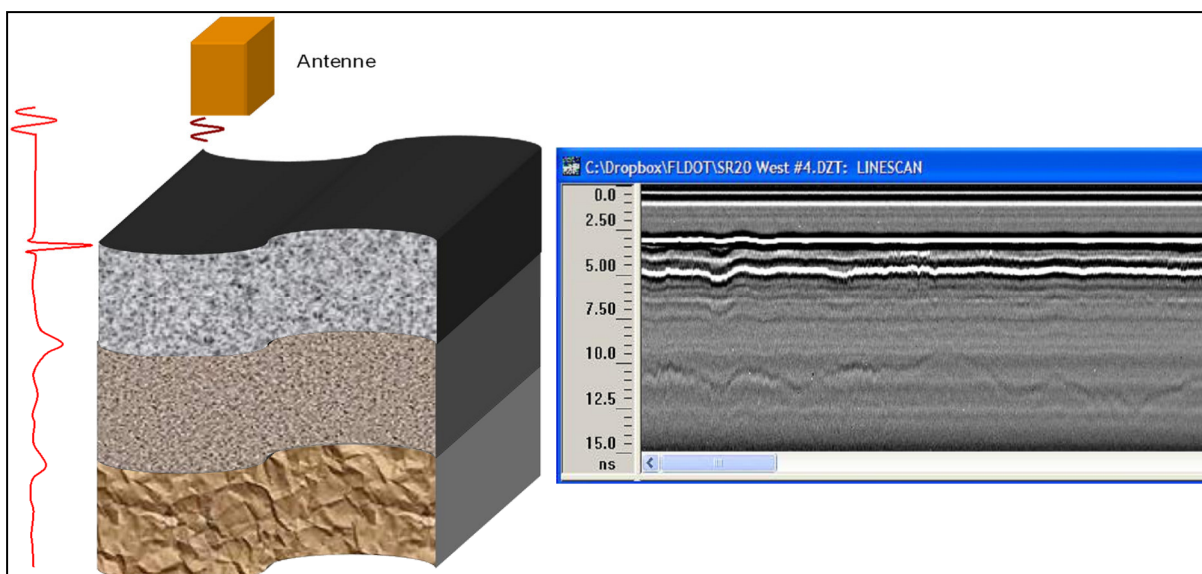


Abbildung 1: Georadar-Messprinzip

Durch die Kenntnis der Ausbreitungsgeschwindigkeit für bestimmte Materialien werden aus den aufgenommenen Laufzeiten Tiefenangaben berechnet, wobei es durch Inhomogenitäten im Untergrund zu Abweichungen in der Ausbreitungsgeschwindigkeit bzw. in der Tiefenbestimmung von 5% bis zu 10% kommen kann.

Die Laufzeiten der elektromagnetischen Wellen werden aufgezeichnet und in Form von Radargrammen dargestellt, wodurch eine Interpretation der Lage vorhandener Schichtgrenzen oder Objekte (z.B. Leitungen) ermöglicht wird.

Ein exemplarischer Radargramm-Ausschnitt für die Messung von gebundenen Schichten (Straßenkörper) ist in Abbildung 2 zu sehen.

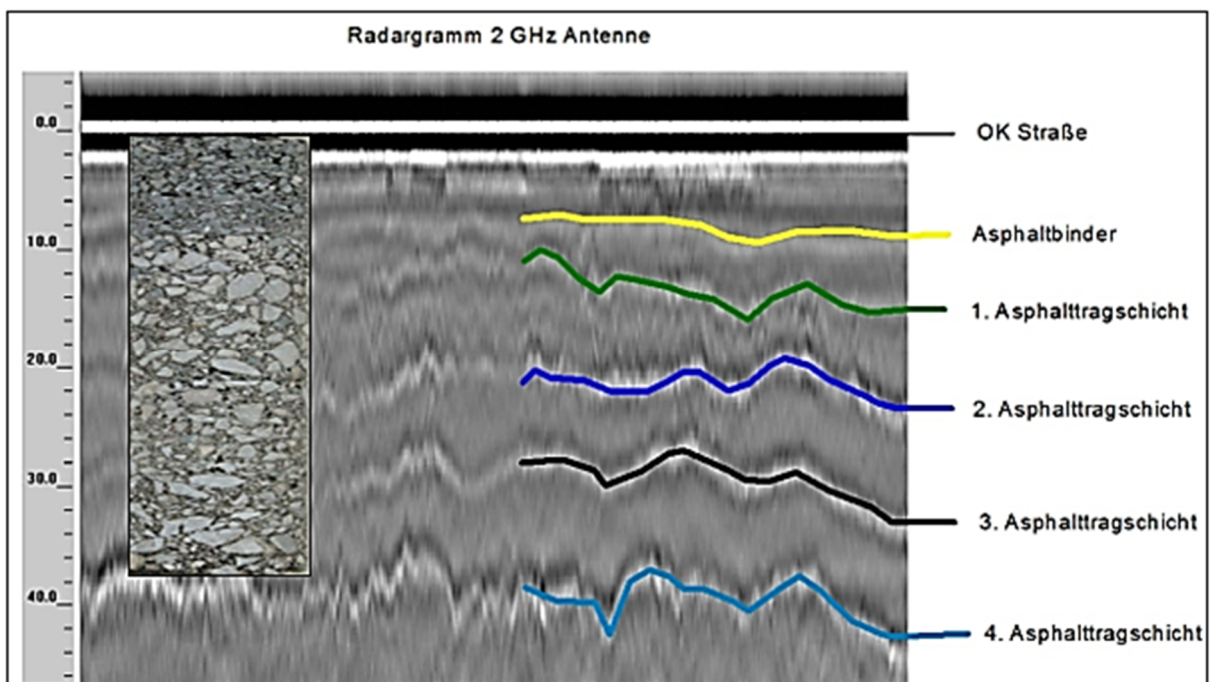


Abbildung 2: Radargramm mit Asphaltuntergrenzen in Korrelation zum Bohrkern.

Die Tiefenerfassung liegt bei der 1 GHz-Antenne bei bis zu einem Meter und lässt somit Aussagen zu den ungebundenen Schichten zu.

Zur Detektion der gebundenen Schichten wird die höher auflösende 2 GHz-Antenne mit einer Wirtiefe von bis zu ca. 0,5 m verwendet.

Die an das Messfahrzeug der Ingenieurgesellschaft PTM Dortmund mbH gekoppelten hochfrequenten 1 GHz- und 2 GHz-Antennen sind in der Abbildung 3 aufgeführt.



Abbildung 3: Hornantennen mit den Frequenzen 1 GHz und 2 GHz

Das eingesetzte Georadarmesssystem erlaubt Messgeschwindigkeiten von bis zu 140 km/h und kann somit im fließenden Verkehr eingesetzt werden. Gemessen werden je nach Messgeschwindigkeit zwischen 15 scans/m (z.B. Autobahn bei 140 km/h) und 30 scans/m (z.B. Stadtstraßen bei 50 Km/h).

Anzumerken hierbei ist, dass es während des Messvorgangs aufgrund von Störquellen (z.B. parkende oder vorbeifahrende Autos, Kanaldeckel oder Funksignale von anderen Antennen) zu Diskrepanzen in den Messdateien kommen kann.

Im ersten Arbeitsschritt wird die Fahrbahnoberfläche als Nulllinie gesetzt. Damit werden aus der Fahrdynamik hervorgerufene Schwingungen des Senders eliminiert, die ansonsten zu fehlerhaften Schichttiefenbestimmungen führen würden.

Nach der Oberflächenreflexion, die naturbedingt immer am größten ausfällt, ist die Reflexion der Asphaltgrenze (Grenze zwischen gebundenem und ungebundenem Aufbau) im Allgemeinen am deutlichsten ausgeprägt. Ausnahmen bilden die Bereiche, in



denen einzelne Asphaltsschichten aufgrund substanzieller Schäden strukturell stark von angrenzenden Schichten differieren oder wo zwischen zwei Asphaltsschichten kein Haftverbund besteht.

Bei den in den Schnitten angegebenen Schichtwechseln handelt es sich um Grenzhorizonte, an denen ein eindeutiger Materialwechsel festgestellt werden konnte. Dabei handelt es sich in der Regel um Grenzflächen, an denen sich z.B. die Verdichtungsgrade, die Korngrößen etc. ändern.

2.1.2 Hinweise

Mit Hilfe des GEORADAR-Verfahrens kann der Straßenaufbau zentimetergenau erfasst werden. Die aufgeführten Ergebnisse sind als ergänzende Empfehlungen zu verstehen. Falls im Zuge des Ausbaus weitere Erkenntnisse gewonnen werden, die unsere Aussagen präzisieren oder ergänzen können, bitten wir um Rückmeldung.

2.2 Probennahme

Zur Substanzbewertung des vorhandenen gebundenen Aufbaus der Straße, zur Bestimmung von Straßenpech und zur Kalibrierung der Georadardaten wurden an den in der nachfolgenden Tabelle 1 sowie im Lageplan (Anlage 1) aufgeführten Untersuchungspunkten Asphaltbohrkerne entnommen und im Anschluss Schürfe durchgeführt.

Tabelle 1: Entnahmestellen der Bohrkerne und Schürfe

Proben- bezeichnung [BK / SCH]*	Durchmesser [mm]	Positionierung			
		Entnahmestelle	Ausrichtung	Ort	Anmerkungen
BK 1 / SCH 1	100 / -	St. 0+040	Links	Fahrbahn	-
BK 2 / SCH 2	100 / -	St. 0+110	Rechts	Fahrbahn	-
BK 3 / SCH 3	100 / -	St. 0+250	Links	Fahrbahn	-
BK 4 / SCH 4	100 / -	St.-. 0+020	Mittig	Fahrbahn	-
BK 5 / SCH 5	100 / -	St. 0+020	Mittig	Fahrbahn	-
BK 6 / SCH 6	100 / -	St. 0+040	Mittig	Fahrbahn	-



(*) BK = Bohrkern; SCH = Schurf

Durch die durchgeführten 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 nach organoleptischer Analyse der Materialien ohne eine Siebanalyse, sodass die Korngrößenanteile lediglich qualitativ geschätzt werden und abweichen können. Eine Verifizierung ist mittels eines erweiterten Laborprogramms (Siebung / Schlämmung) möglich.

2.3 Chemische Untersuchungen im Labor

Mit den chemischen Untersuchungen

- der gebundenen Proben (Asphalt) gemäß RuVA-StB 01/05⁽¹⁾,
- der ungebundenen Proben (Bodenproben ohne Fremdbestandteile, mit Fremdbestandteilen <10%, mit Fremdbestandteilen >10% sowie Stoffklassen aus Rammkernbohrungen, Schürfe, Haufwerke, Bankette) gemäß EBV⁽²⁾ sowie DepV⁽³⁾

wurde die SGS Institut Fresenius GmbH, Joseph-von-Frauenhofer-Straße 13 in 44227 Dortmund beauftragt. Die Ergebnisprotokolle liegen als Anlage 9 bei.

Nach Abgabe des Gutachtens werden die verbliebenen Bohrkernproben / Bodenproben der Laborversuche 6 Monate aufbewahrt und dann, falls vom Auftraggeber nicht anders gewünscht, entsorgt.

(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) Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung, Berlin 11. Juni 2021

(3) Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung, DepV) vom 16.07.2009, BGBl. I 2009; zuletzt geändert: 03.2016.



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	

Die Untersuchungen gemäß RuVA-StB 01 sowie die detaillierten Bewertungen und Grenzwertkriterien liegen als Anlage 4 vor.

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



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 der Anlage 4 die Konzentrationen von Benzo_(a)pyren und Σ PAK₁₆ den Grenzwerten nach VM-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

2.3.2 Untersuchungen zur Wiederverwertung und Deponierung

Am 1. August 2023 ist die Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke, die sogenannte Ersatzbaustoffverordnung (EBV) in Kraft getreten (siehe Abbildung 4) und ersetzt damit die LAGA M20. Hierdurch soll die Kreislaufwirtschaft gefördert, natürliche Ressourcen geschont und Boden sowie Grundwasser nachhaltig geschützt werden.

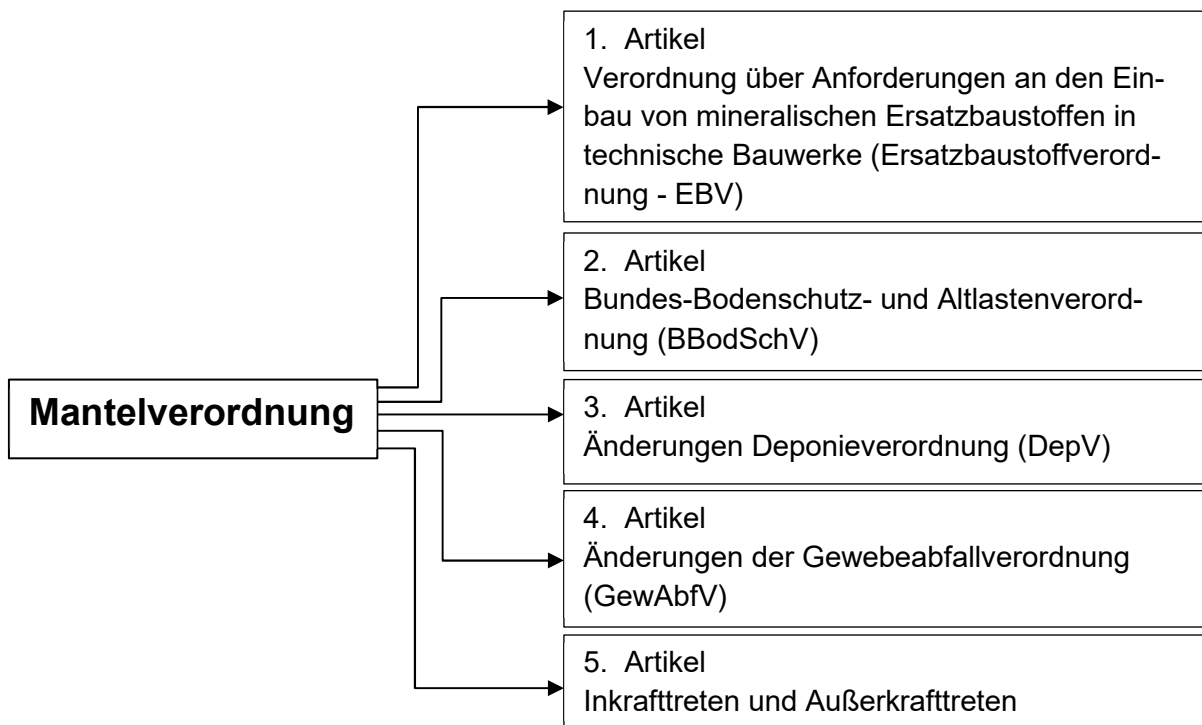


Abbildung 4: Schaubild der Mantelverordnung

Die bundeseinheitliche Verordnung regelt

1. die Herstellung von mineralischen Ersatzbaustoffen.
2. das Inverkehrbringen von mineralischen Ersatzbaustoffen sowie nicht aufbereitete Bodenmaterialien (Böden und Baggergut).
3. den Einbau unterhalb oder außerhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht in technischen Bauwerken.



Als technisches Bauwerk wird eine mit dem Boden verbundene Anlage oder Einrichtung bezeichnet, die aus Bauprodukten und / oder mineralischen Abfällen hergestellt wird und technische Funktionen erfüllt. Hierzu zählen:

- Straßen, Wege, Plätze, Parkplätze,
- Baustraßen
- Verkehrs, Industrie- und Gewerbeflächen
- Schienenverkehrswege
- Lager-, Stell- und sonstige befestigte Flächen
- Erdbaumaßnahmen: Lärmschutzwände und Sichtschutzwälle
- Kabel- und Leitungsgraben
- Kanalgraben
- Baugruben und Hinterfüllungen
- Aufschüttungen zur Stabilisierung von Böschungen und Bermen

Als mineralischer Ersatzbaustoff gelten die Baustoffe, die als Abfall oder Nebenprodukt aus Aufbereitungsanlagen hergestellt werden oder bei einer Baumaßnahme anfallen und die Anforderung der Schadlosigkeit der definierten Stoffkategorien einhält. Somit dürfen nur Baustoffe verwendet werden, die eine nachteilige Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit und schädliche Bodenveränderung nicht verursachen können.

Die Stoffkategorien umfassen folgende Materialklassen:

- Hochofenstückschlacke (HOS)
- Hüttensand (HS)
- Stahlwerksschlacke (SWS)
- Kupferhüttenmaterial (CUM)
- Gießerei-Kupolofenschlacke (GKOS)
- Gießereirestsand (GRS)
- Schmelzkammergranulat aus der Schmelzfeuerung von Steinkohle (SKG)
- Steinkohlenkesselasche (SKA)
- Steinkohlenflugasche (SFA)
- Braunkohlenflugasche (BFA)
- Hausmüllverbrennungsasche (HMVA)



- Recycling-Baustoff (RC)
- Bodenmaterial (BM)
- Baggergut (BG)
- Gleisschotter (GS)
- Ziegelmaterial (ZM)

Wird das Gesamtvolumen von 250 m³ von einem mineralischen Ersatzbaustoffe (Recycling-Baustoff der Klasse 3 – RC-3) oder ein Gemisch (Bodenmaterial der Klasse F3 – BM-F3 bzw. Baggergut der Klasse F3 – BG-F3) bei einem Einbau überschritten, muss dies bei der zuständigen Behörde vier Wochen vor Baubeginn schriftlich oder elektronisch angezeigt werden. Hierzu kann die Vorlage aus der Ersatzbaustoffverordnung (Anlage 8: Voranzeige) verwendet werden.

Bei einer Verwendung von bestimmten mineralischen Ersatzbaustoffen in einem technischen Bauwerk sind von der Materialklasse gewisse Mindesteinbaumengen zu beachten (siehe Tabelle 4). Liegt ein Gemisch aus mineralischen Ersatzbaustoffen vor, muss für die jeweilige Materialklasse die dementsprechende Mindesteinbaumenge berücksichtigt werden. Diese Vorgaben gelten nicht für Instandsetzungs- oder Ergänzungsmaßnahmen an technischen Bauwerken, wenn am Einbauort der benötigte mineralische Ersatzbaustoff bereits verwendet wird.

Tabelle 4: Mindesteinbaumenge von bestimmten mineralischen Ersatzbaustoffen

Materialklasse	Mindesteinbaumenge
Hausmüllverbrennungsasche der Klasse 2 (HMVA-2)	250 m ³
Stahlwerksschlacke der Klasse 2 (SWS-2)	
Kupferhüttenmaterial der Klasse 2 (CUK-2)	
Braunkohlenflugasche (BFA)	500 m ³
Steinkohlenkesselasche (SKA)	
Steinkohlenflugasche (SFA)	
Hausmüllverbrennungsasche der Klasse 1 (HMVA-1)	
Stahlwerksschlacke der Klasse 1 (SWS-1)	



Hochofenstückschlacke der Klasse 2 (HOS-2)	
Kupferhüttenmaterial der Klasse 1 (CUM-1)	
Gießereirestsand (GRS)	
Gießerei-Kupolofenschlacke (GKOS)	

Die Ersatzbaustoffverordnung gilt nicht für die nachfolgenden Anwendungsbereiche:

- Gewinnung von natürlichen Bodenschätzen
- Ein- und Aufbringen auf oder in durchwurzelbare Bodenschichten
- Aufgrabungsverfüllung unterhalb oder außerhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht ohne technisches Bauwerk
- Zwischen- und Umlagerungen innerhalb von Flächen vergleichbarer Bodenverhältnisse
- Sanierung von Bodenaltlasten
- Als Deponieersatzbaustoff
- Halden oder Absetzbecken des Bergbaus
- Bergbaulichen Hohlräumen
- Deichbau
- Gewässerbau
- Tagebergbau
- Ausbauasphalt

In Abhängigkeit der günstigen (grundwasserfreie Sickerstrecke > 1,0 m zuzüglich 0,5 m Sicherheitsabstand) respektive ungünstigen Grundwasserdeckschichten und der Lage zu Wasserschutzgebieten sind für die Materialgruppen in der Anlage 2 (27 Tabellen für technische Bauwerke) und in der Anlage 3 (13 Tabellen für spezifische Bahnbauweisen) die möglichen Einbauweisen aufgelistet.

Die Tabelle 5 stellt nachfolgend die Zuordnungsklassen BM-0 bis > BM-F3 dar.

**Tabelle 5: Einbauklassen gemäß den Bestimmungen der EBV**

BM-0	Gleichbedeutend mit der Einhaltung der Vorsorgewerte der BBodSchV
BM-0* / BM-F0*	Wiederverwertung im <u>uneingeschränkten, offenen</u> Einbau
BM-F1	Wiederverwertung im <u>eingeschränkten Einbau</u> : siehe Tabelle 6 der EBV
BM-F2	Wiederverwertung im <u>eingeschränkten Einbau</u> : siehe Tabelle 7 der EBV
BM-F3	Wiederverwertung im <u>eingeschränkten Einbau</u> : siehe Tabelle 8 der EBV <u>Es herrscht Anzeigepflicht</u>
> BM-F3	Keine Wiederverwertung möglich

Die gewonnenen Materialien aus den Schürfen werden zu repräsentativen Mischproben zusammengestellt und homogenisiert.

In den Anlagen 5.1 bis 5.5 sind die Untersuchungsergebnisse den Zuordnungswerten der Einbauklassen BM-0 bis BM-F3 der Ersatzbaustoffverordnung 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 der Anlage 6 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 6 sind die relevanten Abfallschlüsselnummern aufgelistet.

Tabelle 6: 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

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 12/24)

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

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

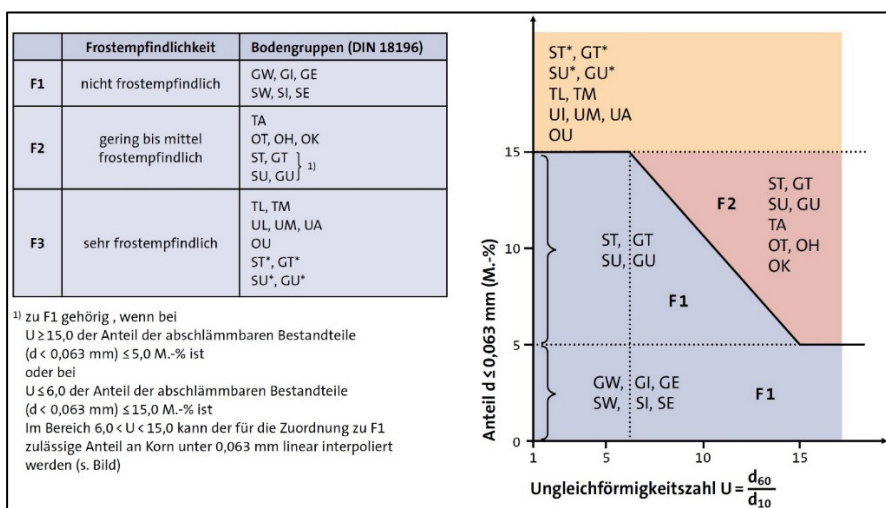


Abbildung 5: Zuordnung der Frostempfindlichkeitsklassen [ZTV E-StB 17]



3 Ergebnisse der Untersuchungen

3.1 Vorhandene Schichtdicken und Zusammensetzung des Oberbaus

3.1.1 Georadar-Ergebnisse

Die zu untersuchenden Streckenabschnitte der Brandbruchstraße wurden jeweils mit dem Georadarsystem erkundet. Dabei wurde der Abschnitt Brandbruchstraße Teil 1 von der Vinklöther Mark bis ans Ende der Sackgasse und in beiden Fahrtrichtungen gemessen. Die Nebenäste Brandbruchstraße Teil 2 bis 4, die von Teil 1 abgehen, sind aufgrund ihrer schmalen Fahrbahn jeweils nur in eine Richtung gemessen worden. Die Abschnitte starten jeweils an der Kreuzung zu Teil 1 und Enden am Ende der jeweiligen Sackgasse.

Die Randbedingungen zur Georadar-Aufzeichnung des zu untersuchenden Abschnitts sind in der folgenden Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Parameter der Georadar-Messung

Antennensysteme	Hornantennen 1 GHz und 2 GHz
Messgeschwindigkeit	< 30 km/h
Abtastfrequenz	50 scans/m
Anzahl der Messungen	5 Längsprofile
Gemessene Strecke gesamt	774 m (Längsprofil)

Die Auswertungen der Georadar-Messung sind

- in Form von Schichtenprofilen
- Bildung homogener Abschnitte
- einer Klassifizierung des gebundenen Oberbaus in Anlehnung an die RStO 12/24

den Anlagen 7 bis 8 zu entnehmen.



Die Ergebnisse der GEORADAR-Messung konnten anhand der durchgeführten Bohrkernanalysen verifiziert werden. Die detektierten Schichtgrenzen werden in schematischer Form in Streckenbänder im Anlagenteil 7 dargestellt.

In der Anlage 8 sind die jeweiligen Schichttiefen in tabellarischer Form aufgelistet.

Folgende Schichten wurden unterschieden:

- **Asphalttragschichten:** Unterkante (Blautöne)
- **Auffüllung / Kies:** Unterkante (gelb)
- **Untergrund / unterlagerndes Material:**
orange

In Anlehnung an den Soll-Aufbau für die Belastungsklassen gemäß den RStO 12/24 wurde die Gesamtstärke des asphaltgebundenen Oberbaus meterweise nach dem folgenden Schema eingestuft (vgl. Tabelle 8, Anlagen 5 bis 6):

Tabelle 8: Klassifizierung gemäß den Belastungsklassen der RStO 12, Tafel 1, Zeile 1

Gesamtmächtigkeit des gebundenen Oberbaus [cm]	Korrespondierende Belastungsklassen in Anlehnung an die RStO 12/24	Farbschema
≥ 30	Bk32 bis Bk100	
≥ 26 bis < 30	Bk10	
≥ 22 bis < 26	Bk3,2	
≥ 20 bis < 22	Bk1,8	
≥ 18 bis < 20	Bk1,0	
≥ 14 bis < 18	Bk0,3	
≤ 14	< Bk0,3	

(kommunal, geringe Verkehrsbeanspruchung)



3.1.2 Gebundener Oberbau (Bohrkerne)

Die Gesamtstärken des gebundenen Oberbaus und die angrenzende ungebundene Schicht sind für alle entnommenen Bohrkerne in nachfolgender Tabelle 9 zusammengefasst.

Tabelle 9: Gesamtstärken des gebundenen Oberbaus (Bohrkerne)

Bohrkern	Gesamtstärke des gebundenen Oberbaus [cm]	Art der Befestigung	Unterlagerndes ungebundenes Material
BK 1	6,1	Asphalt	Schotter
BK 2	7,2	Asphalt	Schotter
BK 3	7,2	Asphalt	Schotter
BK 4	11,0	Asphalt	Schotter
BK 5	7,4	Asphalt	Schotter
BK 6	7,5	Asphalt	Schotter

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

3.1.3 Ungebundener Oberbau (Schürfe)

Auf Grundlage von Schürfen (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.

3.2 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.

3.2.1 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).

Die Tabelle 10 fasst die Analyse auf teer-/pechhaltige Bestandteile zusammen.

Tabelle 10: Ergebnisse der Analyse auf teer-/pechhaltige Bestandteile

Bohrkern	Gesamtstärke des Bohrkerns [cm]	Nachweis auf teer-/ pechhaltige Bestand- teile (**)		Abweichende Proben -bezeichnung	Verwertungs- klasse gemäß RuVA-StB 01	Abfall- schlüssel gemäß AVV
		[cm]	+/-			
BK 1	6,1	0,0 - 6,1	negativ	BK 1	A	17 03 02
BK 2	7,2	0,0 - 7,2	negativ	BK 2	A	17 03 02
		7,2 - 7,2				
BK 3	7,2	0,0 - 7,2	negativ	BK 3	A	17 03 02
BK 4	11,0	0,0 - 5,7	negativ	BK 4.1	A	17 03 02
		5,7 - 11,0		BK 4.2	A	17 03 02
BK 5	7,4	0,0 - 7,4	negativ	BK 5	A	17 03 02
BK 6	7,5	0,0 - 7,5	negativ	BK 6	A	17 03 02

(**) mittels Farbindikationsverfahren Analyse geprüft

Die durchgeführten Untersuchungen nach RuVA-StB 01 an den aufgelisteten Bohrkernen (siehe Tabelle 10) 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.



3.2.2 Chemische Untersuchungen gemäß EBV und DepV

Hinsichtlich der Wiederverwertung und Deponierung der Ausbaumaterialien wurden für chemische Untersuchungen repräsentative Mischproben wie folgt zusammengestellt und homogenisiert (vgl. Tabelle 11):

Tabelle 11: Probenzusammenstellung

Probenbezeichnung ^(*)	Zusammensetzung (SCH, Einbaulage)	Teufe von - bis [m]	Material	Untersuchungsumfang
MP 1	1.1 2.1 3.1	0,06 – 0,26 0,07 – 0,25 0,06 – 0,24	Auffüllung, Kies, Schlacke	EBV (BM-F0) / DepV
MP 2	1.2 2.2 3.2	0,26 – 0,50 0,25 – 0,32 0,24 – 0,50	Auffüllung, Kies, Schlacke	EBV (BM-F0) / DepV
MP 3	4.1 – 4.2	0,10 – 0,50	Auffüllung, Kies, Schlacke	EBV (BM-F0) / DepV
MP 4	5.1 – 5.2	0,07 – 0,50	Auffüllung, Kies, Schlacke	EBV (BM-F0) / DepV
MP 5	6.1 – 6.3	0,07 – 0,50	Auffüllung, Kies, Schlacke	EBV (BM-F0) / DepV

^(*) MP = Mischprobe

Die Zusammenstellungen der Mischproben und die daraus folgende Deklarationen gemäß EBV / DepV beruhen auf den punktuellen Aufschlüssen des ungebundenen Untergrundes. Bei inhomogenen Bodenstrukturen und insbesondere Auffüllungen mit unterschiedlichen Fremdstoffanteilen können Schwankungen in den Parameterkonzentrationen der jeweiligen Deklarationsanalyse auftreten.

Sollten im Zuge der Baumaßnahme andersartige Böden oder Fremdstoffe angetroffen werden, wird empfohlen, eine weitere Analytik durchzuführen, um mögliche Schadstoffquellen zu überprüfen.



3.2.2.1 Ersatzbaustoffverordnung

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen nach Ersatzbaustoffverordnung sind in den Anlagen 5.1 bis 5.5 den Zuordnungswerten BM-0 bis BM-F3 gegenübergestellt. Es lassen sich folgende Einbauklassen (s. Tabelle 12) gemäß EBV (2021) ableiten.

Tabelle 12: Deklarationsanalyse nach Ersatzbaustoffverordnung (2021)

Proben- bezeichnung	Ursachen für die Einbauklasse		Einbauklasse	Einbauweise
	Feststoff	Eluat		
MP 1	-	-	BM-F0*+	Anhang 2 Tabelle 5
MP 2	-	-	BM-F0*+	Anhang 2 Tabelle 5
MP 3	-	-	BM-F0*+	Anhang 2 Tabelle 5
MP 4	-	PAK ₁₅	BM-F1+	Anhang 2 Tabelle 6
MP 5	-	-	BM-F0*+	Anhang 2 Tabelle 5

+ : Zulässige Anpassungen der Einbauklassen können den Anlagen 5 entnommen werden.

3.2.2.2 Deponieverordnung (DepV)

In der Anlage 6 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 13 entnommen werden.

Tabelle 13: Deklarationsanalyse nach DepV

Proben- bezeichnung	Ursachen für die Deponieklasse		Deponieklasse gem. DepV	Abfallschlüssel gem. AVV
	Feststoff	Eluat		
MP 1	-	-	DK 0°	17 05 04
MP 2	-	-	DK 0°	17 05 04
MP 3	-	-	DK 0	17 05 04



Proben- bezeichnung	Ursachen für die Deponieklasse		Deponieklasse gem. DepV	Abfallschlüssel gem. AVV
	Feststoff	Eluat		
MP 4	-	-	DK 0	17 05 04
MP 5	-	-	DK 0	17 05 04

° : Zulässige Anpassungen der Deponieklassen, die z. T. einer behördlichen Zustimmung bedürfen, können der Anlage 6 entnommen werden.

3.3 Bewertung der gebundenen Restsubstanz

3.3.1 Bewertung der Asphaltstruktur (Bohrkerne)

Um Aussagen über die nutzbare Restsubstanz einer Asphaltbefestigung zu treffen, muss die Bewertung/Prüfung generell aufsteigend - von der untersten Lage ausgehend - erfolgen. Die nachfolgende Tabelle 14 zeigt zusammenfassend die Bewertung des jeweils vorgefundenen gebundenen Oberbaus auf Grundlage der in Anlage 2 aufgeführten und analysierten Strukturen.

Die Bohrkerne BK 1 bis BK 5 weisen keine substanziellen Auffälligkeiten auf.

Tabelle 14: Bewertung des gebundenen Oberbaus anhand der Bohrkernstruktur

Entnahme- stelle	Stärke [cm]	Vorhandene strukturelle Störungen		
		Merkmal	Betroffene Lagen	Bereich / Lage [cm]
BK 6	7,5	Offenporigkeit	ACT	2,0 – 7,5

ACT = Asphalttragschicht

INGENIEURGESELLSCHAFT **PTM** DORTMUND MBH

D. Wlecklik, M.Sc.;

D. John, M.Sc.