Gutachten Nr.: 21-4728-06

Projekt: **Stadtbahn Linie 4**
Chemische Nachanalysen
in Bielefeld

Untersuchungs-auftrag: **Bestandsuntersuchung**

Auftraggeber: **Bielefelder Beteiligungs- und Vermögensverwaltungs-gesellschaft mbH BBVG**
Jahnplatz 5
33602 Bielefeld

Dieses Gutachten enthält 13 Seiten Text und 69 Blatt Anlagen.

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

Dortmund, 17. Dezember 2021

Sachbearbeiterinnen: Dipl. Lök. N. Kosfeld, I. Stewen, 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....4

2 Untersuchungsschritte und -beschreibungen....4

2.1 Probennahme....4

2.2 Chemische Untersuchungen im Labor....5

2.2.1 Untersuchungen zur Wiederverwertung und Deponierung....6

2.3 Substanzbewertung der ungebundenen Materialien....8

3 Ergebnisse der Untersuchungen....8

3.1 Vorhandene Schichtdicken und Zusammensetzung der ungebundenen Materialen (Rammkernbohrungen)....8

3.2 Chemische Untersuchungen....9

3.2.1 Chemische Untersuchungen gemäß LAGA und DepV....9

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Zuordnung der Frostempfindlichkeitsklassen [ZTV E-StB 17] 8

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Entnahmestellen der Rammkernbohrungen 5
Tabelle 2: Zuordnungsklassen gemäß den LAGA-Bestimmungen 6
Tabelle 3: Abfallschlüsselnummern gemäß AVV 7
Tabelle 4: Bodenmechanische Laborprogramm (Rammkernbohrungen / Schürfe) ..9
Tabelle 5: Probenzusammenstellung 9
Tabelle 6: Deklarationsanalyse nach LAGA-Bauschutt 10
Tabelle 7: Deklarationsanalyse nach LAGA-Boden (2004) 11
Tabelle 8: Deklarationsanalyse nach DepV 11

Anlagen

Anlage 1:	Lagepläne	(3 Blatt)
Anlage 2:	Rammkernprofile	(2 Blatt)
Anlage 3:	Chemische Analyse Boden	(13 Blatt)
Anlage 4:	Analysenprotokolle GBA	(48 Blatt)
Anlage 5:	Probenentnahmeprotokoll	(2 Blatt)
Anlage 6:	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	(1 Blatt)

1 Auftrag, Vorgang und Situationsbeschreibung

Die Ingenieurgesellschaft PTM Dortmund mbH wurde von der Bielefelder Beteiligungs- und Vermögensverwaltungsgesellschaft BBVG, beauftragt,

- in spezifischen Bereichen, die durch die durchgeführten Analysen, im Zuge des Gutachtens der igb Gey & John GbR (2010), Zonen mit erhöhten $\sum PAK_{16}$ – Werten aufweisen, den vorliegenden Bestand des ungebundenen Oberbaus für die Stadtbahn Linie 4 in Bielefeld zu erfassen und
- eine Aussage über eine Wiederverwertung für die ungebundenen Schichten nach LAGA-Bauschutt / LAGA-Boden bzw. über eine Entsorgung gemäß den Vorgaben der Deponieverordnung zu treffen.

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

- Begutachtung der Flächen und Festlegung der Probeentnahmestellen am 15.07.2021 und 26.07.2021
- Probenahme (Rammkernbohrungen) am 22.07.2021 und 14.09.2021

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 ungebundenen Bodenaufbaus wurden an den in der nachfolgenden Tabelle 1 sowie im Lageplan (Anlage 1) aufgeführten Untersuchungspunkten Rammkernbohrungen durchgeführt.

Tabelle 1: Entnahmestellen der Rammkernbohrungen

Probenbe-zeichnung [RKB] (*)	**Durchmesser RKB** (*) [mm]	**Gewünschte Bohrtiefe** [m]	**Erzielte Bohrtiefe** [m]	**Gewerk**
RKB S1	80	1,00	1,00	Gleistrasse
RKB Q6	80	1,00	1,00	
RKB S2	80	1,00	1,00	
RKB L2	80	1,00	1,00	Lärmschutzwand

(*) RKB = Rammkernbohrung

Durch die durchgeführten Rammkernbohrungen 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.

2.2 Chemische Untersuchungen im Labor

Mit den chemischen Untersuchungen der Proben gemäß LAGA-Bestimmungen für Bauschutt(1) und Boden(2) sowie DepV(3) wurde die Gesellschaft für Bioanalytik mbH (GBA), Bruchstraße 5c in 45883 Gelsenkirchen beauftragt. Die Ergebnisprotokolle liegen als Anlage 4 bei.

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

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

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

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

2.2.1 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 2 führt die Zuordnungsklassen gemäß den LAGA-Bestimmungen und die zugehörigen Wiederverwertungen auf.

Tabelle 2: 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 werden zu repräsentative Einzel- und Mischproben zusammengestellt und homogenisiert.

In der Anlage 3.1 sind die Untersuchungsergebnisse den Zuordnungswerten der Einbauklassen Z 0 - Z 2 nach LAGA-Bauschutt (Boden mit einem Fremdanteil ≥ 10 %) gegenübergestellt.

In den Anlagen 3.2 bis 3.5 sind die Untersuchungsergebnisse den Zuordnungswerten der Einbauklassen Z 0 - Z 2 nach LAGA-Boden für die Bodenarten Sand bzw. Lehm/Schluff 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 3.6 bis 3.9 sind die detektierten Schadstoffgehalte den Zuordnungswerten der Deponieklassen DK 0 – DK III gegenübergestellt und die jeweiligen Abfallschlüssel gemäß der AVV[(4)] aufgeführt. In der Tabelle 3 sind die relevanten Abfallschlüsselnummern aufgeführt.

Tabelle 3: Abfallschlüsselnummern gemäß AVV

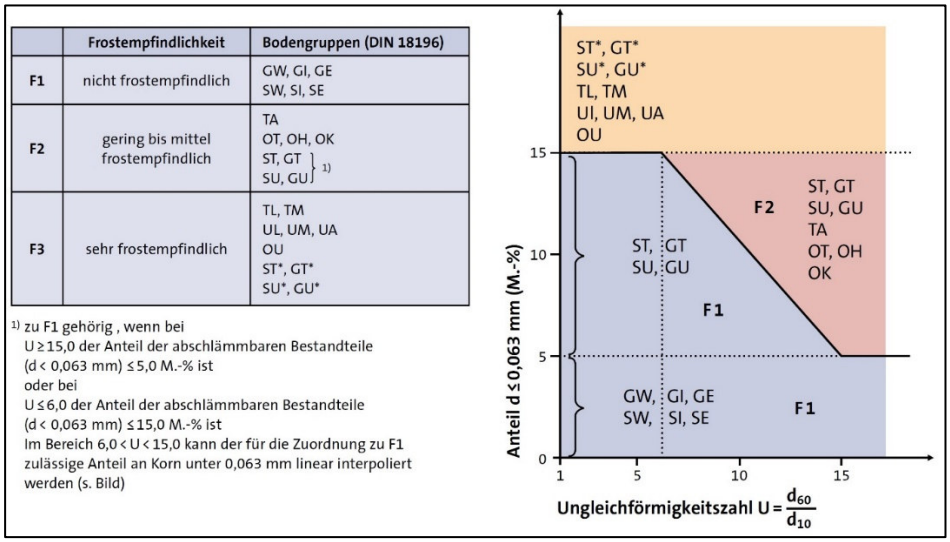
Boden	17 05 04	Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03* fallen
	17 05 03*	Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten

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

2.3 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 } 1)
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 der ungebundenen Materialien (Rammkernbohrungen)

Auf Grundlage von Rammkernbohrungen (RKB) wurde das ungebundene Material 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 2 zu entnehmen. Die Bodenansprache der einzelnen Schichten erfolgte organoleptisch.

Die Tabelle 4 listet das bodenmechanische Laborprogramm sowie die dafür verwendete Einzelprobe auf. Das Ergebnis der bodenmechanischen Untersuchung ist in der Anlage 6 dargestellt.

Tabelle 4: Bodenmechanische Laborprogramm (Rammkernbohrungen / Schürfe)

Proben-bezeichnung (*)	**Zusammen-setzung** (RKB, Einbaulage)	**Teufe** von - bis [m]	**Bodengruppe** DIN 18196	**Untersuchungs-umfang**	**Analyse-Methode**
055	L2.1	0,00 – 0,20	OU-SU*	Glühverlust	DIN 18 128

3.2 Chemische Untersuchungen

Die 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 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 5):

Tabelle 5: Probenzusammenstellung

Proben-bezeichnung (*)	**Zusammensetzung** (RKB, Einbaulage)	**Teufe** von - bis [m]	**Material**	**Untersuchungsumfang**
MP S1	S1.1 S2.1	0,00 – 0,20 0,00 – 0,20	Oberboden Schluff	LAGA-Boden / DepV
MP S2	S1.2 S2.2	0,20 – 0,40 0,20 – 0,40	Schluff	LAGA-Boden / DepV
MP S3	S1.3 Q6.3 S2.3	0,40 – 0,60 0,38 – 0,60 0,40 – 0,60	Auffüllung Ton, Schluff	LAGA-Boden / DepV
MP S4	S1.4 Q6.4 S2.4	0,60 – 0,80 0,60 – 0,80 0,60 – 0,80	Auffüllung Ton, Schluff	LAGA-Boden / DepV
MP S5	S1.5 Q6.5 S2.5	0,80 – 1,00 0,80 – 1,00 0,80 – 1,00	Auffüllung Ton, Schluff	LAGA-Boden / DepV

Proben-bezeichnung (*)	Zusammensetzung (RKB, Einbaulage)	Teufe von - bis [m]	Material	Untersuchungsumfang
EP S6	Q6.1	0,00 – 0,24	Oberboden Schluff, Ziegelbruch	LAGA-Bauschutt / DepV
EP S7	Q6.2	0,24 – 0,38	Auffüllung Kies, Ziegelbruch	LAGA-Bauschutt / DepV
MP L0	L2.1	0,00 – 0,20	Oberboden Sand	LAGA-Boden / DepV
EP L5	L2.2	0,20 – 0,40	Auffüllung Schluff	LAGA-Boden / DepV
EP L6	L2.3	0,40 – 0,60	Schluff	LAGA-Boden / DepV
EP L7	L2.4	0,60 – 0,80	Schluff	LAGA-Boden / DepV
EP L8	L2.5	0,80 – 1,00	Schluff	LAGA-Boden / DepV

(*) EP = Einzelprobe; MP = Mischprobe

3.2.1.1 LAGA-Bauschutt

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen nach LAGA-Bauschutt sind in der Anlage 3.1 den Zuordnungswerten Z 0 bis Z 2 gegenübergestellt. Daraus lassen sich folgende Zuordnungsklassen (siehe Tabelle 6) gemäß LAGA-Bauschutt ableiten.

Tabelle 6: Deklarationsanalyse nach LAGA-Bauschutt

Proben-bezeichnung	Ursachen für die Zuordnungsklasse		Einbauklasse
	Feststoff	Eluat	
EP S6	$\sum PAK_{16}$	-	**Z 2**
EP S7	$\sum PAK_{16}$	-	**Z 1.1**

3.2.1.2 LAGA-Boden

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen nach LAGA-Boden sind in den Anlagen 3.2 bis 3.5 den Zuordnungswerten Z 0 bis Z 2 gegenübergestellt. Es lassen sich folgende Zuordnungsklassen (siehe Tabelle 7) gemäß LAGA-Boden (2004) ableiten.

Tabelle 7: Deklarationsanalyse nach LAGA-Boden (2004)

Proben-bezeichnung	Ursachen für die Zuordnungsklasse		Einbauklasse
	Feststoff	Eluat	
MP S1	TOC	-	**Z 1.1+**
MP S2	TOC	-	**Z 1.1**
MP S3	TOC	-	**Z 1.1**
MP S4	TOC	-	**Z 1.1**
MP S5	-	-	**Z 0**
MP L0	TOC	-	**Z 1.1**
EP L5	$\sum PAK_{16}$	-	**Z 2**
EP L6	-	-	**Z 0**
EP L7	-	-	**Z 0**
EP L8	-	-	**Z 0+**

+ : Zulässige Anpassung der Einbauklasse kann den Anlagen 3.3 und 3.5 entnommen werden.

3.2.1.3 Deponieverordnung (DepV)

In den Anlagen 3.6 bis 3.9 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 8 entnommen werden.

Tabelle 8: Deklarationsanalyse nach DepV

Proben-bezeichnung	Ursachen für die Deponieklasse		Deponieklasse gem. DepV	Abfallschlüssel gem. AVV
	Feststoff	Eluat		
MP S1	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
MP S2	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
MP S3	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
MP S4	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
MP S5	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
EP S6	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**

Proben-bezeichnung	Ursachen für die Deponieklasse		Deponieklasse gem. DepV	Abfallschlüssel gem. AVV
	Feststoff	Eluat		
EP S7	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
MP L0	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
EP L5	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
EP L6	-	-	**DK 0°**	**17 05 04**
EP L7	-	-	**DK 0**	**17 05 04**
EP L8	-	-	**DK 0**	**17 05 04**

° : Zulässige Anpassungen der Deponieklassen, die z. T. einer behördlichen Zustimmung bedürfen, können den Anlagen 3.6 bis 3.8 entnommen werden.

Die hier beprobten Bereiche wurden einer zonierten Beprobung (alle 0,20 m) unterzogen, da durch das Gutachten der igb Gey & John Gbr. (2010) erhöhte Schadstoffgehalte im Untergrund bekannt wurden und dementsprechende Zuordnungen der Mischproben (MP 2 und MP 4 bis max. 0,70 m Tiefe) in die Deponieklasse DK I vorgenommen worden sind.

Die zonierte Beprobung weist folgende Ergebnisse auf:

- Überschreitungen der Werte für die Einbauklasse Z 0 der Proben S1 bis S4 gehen auf erhöhte TOC – Gehalte zurück; die Probe S5 hält die Werte der Einbauklasse Z 0 ein.
- Im Bereich der RKB Q6 sind anthropogene Auffüllungen (Oberboden mit Ziegelbruch bis 0,2 m (EP S6) und kiesige Auffüllungen mit Ziegelbruch bis 0,38 m (EP S7)) vorgefunden worden.
- EP S6 weist einen erhöhten $\sum PAK_{16}$ – Gehalt (20 mg/kg) auf und wird in die Einbauklasse Z 2 eingeordnet; die Probe hält die Grenzwerte der Deponieklasse DK 0 ein.
- EP S7 weist ebenfalls einen geringfügig erhöhten $\sum PAK_{16}$ – Gehalt (4,8 mg/kg) auf. Die Probe kann der Einbauklasse Z 1.1 und der Deponieklasse DK 0 zugeordnet werden.
- Im Bereich der Lärmschutzwand ist der erste Meter der Rammkernbohrung RKB L2 zoniert beprobt worden.

- Der Oberboden ist als Mischprobe (MP L0) gemeinsam mit dem Oberboden der RKB L1 beprobt worden, die Überschreitung der Werte für die Einbauklasse Z 0 wird durch die Überschreitung des TOC – Gehaltes verursacht.
- Die EP L5 (0,20 - 0,40 m) weist einen erhöhten $\sum PAK_{16}$ – Gehalt (8,1 mg/kg) auf und wird in die Einbauklasse Z 2 eingeordnet; die Probe hält die Grenzwerte der Deponieklasse DK 0° ein, wenn die Zusatzanalysen (GBR21 und H0) greifen; hierzu erfolgt eine Aktualisierung, sobald die Ergebnisse vorliegen, die betroffenen Werte sind derzeit rot gekennzeichnet.
- Die Proben L6 bis L8 halten die Grenzwerte für die Einbauklasse Z 0 und die Deponieklasse DK $0^{(°)}$ ein.

INGENIEURGESELLSCHAFT **PTM** DORTMUND MBH

.....	.....
Dipl. Lök. Natascha Kosfeld	Isabel Stewen, M.Sc.