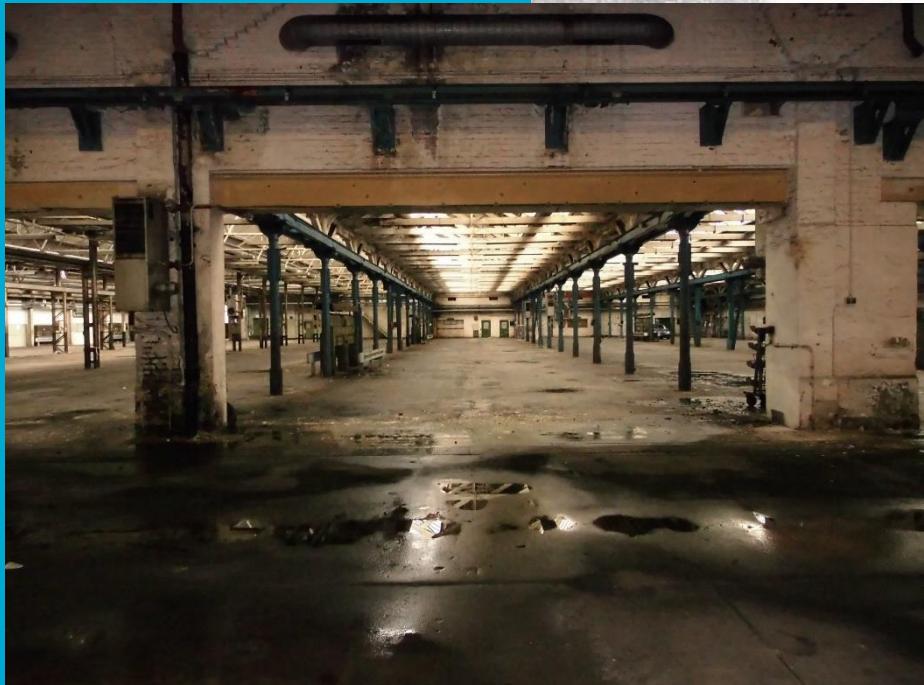


## BV „Deutz-Quartiere“ in Köln-Mülheim - Sanierungsdetailplan gem. § 13 BBodSchG -



Angefertigt im Auftrag der  
GERCHGROUP Einkaufs-GbR Köln DQ



---

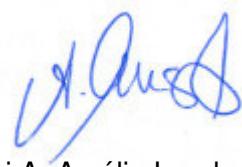
**BV „Deutz-Quartiere“ in Köln-Mülheim  
- Sanierungsdetailplan gem. § 13 BBodSchG -**

<b>Projektnummer</b>	181196 (interne Projektnummer)
<b>Bearbeitung</b>	Dipl.-Geol. Ingo Treml Amélie Lenders, M.Sc. Angew. Geow.
<b>Umfang</b>	65 Seiten Text, 21 Tabellen, 11 Anlagen
<b>Auftragsdatum</b>	31.01.2019
<b>Auftraggeber</b>	GERCHGROUP Einkaufs-GbR Köln DQ Emmericher Straße 26 40474 Düsseldorf
<b>Auftragnehmer</b>	Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH Widdersdorfer Straße 190 50825 Köln Fon: 0221/17 09 17-0 Fax: 0221/17 09 17-99 e-mail: koeln@mullundpartner.de Homepage: www.mullundpartner.de

Köln, den 29.03.2019



i.V. Dipl.-Geol. Ingo Treml  
-Gutachter-



i.A. Amélie Lenders, M.Sc.  
-Gutachterin-

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>INHALTSVERZEICHNIS .....</b>	<b>II</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>V</b>
<b>ANLAGENVERZEICHNIS .....</b>	<b>V</b>
<b>1 ANLASS, VORGANG .....</b>	<b>1</b>
1.1 Veranlassung, Geltungsbereich .....	1
1.2 Schutz- und Sanierungsziele .....	1
1.3 Aufgabenstellung, Auftragsumfang .....	2
1.4 Auftraggeber, Auftragsdatum .....	3
<b>2 VERWENDETE UNTERLAGEN .....</b>	<b>3</b>
2.1 Planunterlagen, Gutachten, Berichte .....	3
2.2 Literatur / Gesetze / Verordnungen .....	4
2.3 Datenbanken, CD ROM .....	5
<b>3 STANDORTBESCHREIBUNG .....</b>	<b>5</b>
3.1 Lage, Größe, Zustand .....	5
3.2 Schutzzonen / Restriktionen .....	6
3.3 Stadtgeographische Situation .....	6
3.4 Naturräumliche Ausstattung .....	7
3.4.1 Morphologie .....	7
3.4.2 Geologie, Hydrogeologie .....	7
3.5 Historische, aktuelle und geplante Nutzung .....	8
3.5.1 Historische Nutzung .....	8
3.5.2 Aktuelle Nutzung .....	8
3.5.3 Geplante Folgenutzung .....	8
<b>4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE .....</b>	<b>8</b>
4.1 Zusammenfassung vorangegangener Untersuchungen .....	8
4.2 Gefährdungsabschätzung und Sanierungsuntersuchungen 2016 .....	10
4.3 Abfalltechnische Untersuchungen 2019 .....	10
4.4 Grundwasseruntersuchungen 2017 und 2019 .....	12
4.5 Untersuchungsbericht zu Bodenuntersuchungen auf dem Gewerbegrundstück Deutz-Mülheimer-Straße 186 .....	13
4.6 Zusammenfassung und Differenzierung sanierungsrelevanter Ergebnisse .....	14
4.6.1 Verunreinigung mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) .....	14
4.6.1.1 Freiflächenbereich vor Gebäude 67 (Fasslager) .....	14
4.6.1.2 PAK-Verunreinigung an Gebäude 70 .....	15
4.6.1.3 PAK-Verunreinigung im nordöstlichen Grundstücksbereich (Parkplatzfläche) .....	17
4.6.2 Verunreinigung mit Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW) .....	17
4.6.2.1 Ehemalige Betriebstankstelle vor Geb. 70 .....	17
4.6.2.2 Fasslager an Gebäude 67 .....	19
4.6.2.3 Gebäude 100 .....	20
4.6.3 Verunreinigung mit leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen .....	20

4.6.3.1	Ehemalige Lackierkabine.....	20
4.6.3.2	Fasslager/Abfallsammelstelle .....	22
4.6.3.3	Gebäude 71 .....	23
4.6.4	Diffuse BTEX- und LHKW-Auffälligkeiten .....	24
4.6.5	Flächenhafte Verunreinigung mit Schwermetallen.....	25
5	FACHLICHE BEURTEILUNG DER ERGEBNISSE .....	26
5.1	Beurteilungskriterien .....	26
5.1.1	Schutzgutbetrachtung .....	26
5.1.2	Abfallrechtliche Betrachtung.....	28
5.1.2.1	LAGA TR Boden (2004) und LAGA Bauschutt (1997) .....	28
5.2	Schadstoffinventar Boden, Bodenluft und Grundwasser .....	29
5.2.1	Abfalltechnische Einstufungen der Auffüllungsmaterialien.....	29
5.2.2	Verunreinigungen mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen .....	30
5.2.2.1	Schadensbereich SB 1.1: Fasslager.....	30
5.2.2.2	Schadensbereich SB 1.2: PAK-Verunreinigung an Gebäude 70.....	31
5.2.2.3	Schadensbereich SB 1.3: PAK-Verunreinigung Parkplatzfläche .....	32
5.2.3	Verunreinigungen mit Mineralölkohlenwasserstoffen.....	33
5.2.3.1	Schadensbereich SB 2.1: Ehem. Betriebstankstelle vor Geb. 70.....	33
5.2.3.2	Schadensbereich SB 2.2: Fasslager vor Geb. 67 .....	34
5.2.3.3	Schadensbereich SB 2.3: Gebäude 100 .....	35
5.2.4	Verunreinigungen mit leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen .....	36
5.2.4.1	Schadensbereich SB 3.1: Ehem. Lackierkabine .....	36
5.2.4.2	Schadensbereich SB 3.2: Fasslager/Abfallsammelstelle .....	36
5.2.4.3	Schadensbereich SB 3.3: Gebäude 71 .....	37
5.2.5	Flächenhafte Verunreinigung mit Schwermetallen.....	38
5.2.6	Grundwasser.....	39
5.3	Beurteilung der Schutzgutgefährdungen .....	39
5.3.1	Schadstoffe .....	40
5.3.2	Potenzielle Transferpfade .....	40
5.3.3	Sanierungsrelevanzen - Wirkungspfad Boden → Mensch.....	40
5.3.4	Sanierungsrelevanzen - Wirkungspfad Boden → Grundwasser .....	41
5.4	Ableitung von Sanierungsbereichen.....	42
5.4.1	Sanierungsbereiche 1.1 - 1.3: Verunreinigungen mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen .....	43
5.4.2	Sanierungsbereiche 2.1 - 2.3: Verunreinigung mit Mineralölkohlenwasserstoffen .....	44
5.4.3	Sanierungsbereiche 3.1 - 3.3: Verunreinigungen mit leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen .....	45
5.4.4	Sanierungsbereich 4: Flächenhafte Verunreinigung mit Schwermetallen .....	45
5.5	Kubaturen und Massenbilanzen der Sanierungsbereiche .....	46
6	SANIERUNGSKONZEPT .....	47
6.1	Zielsetzung, Vorgehensweise .....	47
6.2	Vorbereitende Maßnahmen.....	48
6.3	Baustelleneinrichtung.....	49
6.4	Bodenaushub.....	50
6.5	Wasserhaltung .....	51
6.6	Verfüllung und Geländeprofilierung .....	51
6.7	Bauzeit und Reihenfolge .....	52

7	SANIERUNGSZIELWERTE .....	53
7.1	Schadensbereiche / Kontaminanten.....	53
7.1.1	LHKW und BTEX .....	53
7.1.2	MKW .....	54
7.1.3	PAK .....	54
7.1.4	Boden .....	54
7.2	Folgenutzung Schule / Kinderspielflächen.....	55
7.3	Folgenutzung Mischnutzung Wohnen / Gewerbe .....	55
7.4	Folgenutzung Park- und Freizeitanlagen.....	55
8	SICHERHEITS-, GESUNDHEITS- UND UMGEBUNGSSCHUTZ .....	56
8.1	Allgemeines / Hygiene .....	56
8.2	Technische und organisatorische Schutzmaßnahmen .....	57
8.2.1	Schwarz-Weiß-Bereiche.....	58
8.2.2	Bereitstellungsflächen .....	59
8.2.3	Staubemissionen .....	59
8.2.4	Lärm- und Erschütterungsemissionen .....	59
8.2.5	Verkehrsbelastung .....	60
8.3	Persönliche Arbeitsschutzmaßnahmen .....	60
9	ENTSORGUNGSKONZEPT .....	61
9.1	Rechtliche Grundlagen.....	61
9.2	Materialien zur Entsorgung .....	62
9.2.1	Gemische aus oder getrennte Fraktionen von Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik, die gefährliche Stoffe enthalten (AVV 170106*) .....	62
9.2.2	Gemische aus oder getrennte Fraktionen von Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik, mit Ausnahme derjenigen die unter 170106* fallen (AVV 170107) .....	62
9.2.3	Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten (AVV 170503*) .....	62
9.2.4	Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, ... (AVV 170504) .....	62
9.2.5	Sonstige.....	63
9.3	Nachweise, Genehmigungsverfahren .....	63
10	QUALITÄTSSICHERUNG UND KONTROLLANALYSEN .....	64
10.1	Allgemeines .....	64
10.2	Umgebungs- und Arbeitsschutz .....	64
10.3	Kontrollen im Bauablauf / Einbaumaterial.....	64



## Tabellenverzeichnis

Tabelle 01:	Relevante Befunde der Voruntersuchungen .....	9
Tabelle 02:	Relevante Befunde der abfalltechnischen Untersuchungen 2018/2019 .....	10
Tabelle 03:	Untersuchungsumfang und Analysenergebnisse Grundwasseruntersuchung.....	12
Tabelle 04:	Max. PAK-Gehalte, Schadensbereich 1.1.....	30
Tabelle 05:	Max. BaP-Gehalt, Schadensbereich 1.1 .....	31
Tabelle 06:	Max. PAK-Gehalte, Schadensbereich 1.2.....	31
Tabelle 07:	Max. BaP-Gehalt, Schadensbereich 1.2 .....	32
Tabelle 08:	Max. PAK-Gehalte, Bereich Schurf 71.....	32
Tabelle 09:	Max. BaP-Gehalt, Schadensbereich 1.2.....	33
Tabelle 10:	Max. MKW-Gehalte, Schadensbereich 2.1 .....	34
Tabelle 11:	Max. MKW-Gehalte, Schadensbereich 2.2 .....	34
Tabelle 12:	Max. MKW-Gehalte, Schadensbereich 3.3 .....	35
Tabelle 13:	Max. BTEX-Gehalt, Schadensbereich 3.1.....	36
Tabelle 14:	Max. BTEX/LHKW-Gehalte, Schadensbereich 3.2 .....	37
Tabelle 15:	Max. BTEX-Gehalte, Schadensbereich 3.3.....	38
Tabelle 16:	Max. Schwermetall-Gehalte, Schadensbereich 4.....	38
Tabelle 17:	Aushubkubaturen Mengenangaben .....	46
Tabelle 18:	Sanierungszielwerte für Boden als Prüfwerte der BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt), Nutzungsart "Kinderspielplätze" .....	55
Tabelle 19:	Sanierungszielwerte für Boden als Prüfwerte der BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt), Nutzungsart "Wohngebiet" .....	55
Tabelle 20:	Sanierungszielwerte für Boden als Prüfwerte der BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt), Nutzungsart "Industrie- und Gewerbegrundstücke" .....	56
Tabelle 21:	Maßnahmen zur Qualitätssicherung .....	64

## Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Abbildung 1: Lage des Objektes im Stadtgebiet von Köln
	Abbildung 2: Lageplan der Aufschlusspunkte
	Abbildung 3.a: Lageplan des Sanierungsbereichs 4
	Abbildung 3.b: Lageplan der Sanierungsbereiche 1.3, 2.1, 2.3, 3.3 und 4
	Abbildung 3.c: Lageplan der Sanierungsbereiche 1.1, 2.1, 3.2 und 4
	Abbildung 3.d: Lageplan des Sanierungsbereichs 2.3
	Abbildung 3.e: Lageplan des Sanierungsbereichs 1.3



Abbildung 4.a:	Sanierungsbereich 1.1, Profilschnitt A - A'
Abbildung 4.b:	Sanierungsbereich 2.1, Profilschnitt B - B'
Abbildung 4.c:	Sanierungsbereich 2.1, Profilschnitt C - C'
Abbildung 4.d:	Sanierungsbereich 2.2, Profilschnitt D - D'
Abbildung 4.e:	Sanierungsbereich 2.2, Profilschnitt E - E'
Abbildung 5:	Grundwasserbeprobung inkl. Grundwassergleichen

- Anlage 2: MULL UND PARTNER Ingenieurgesellschaft mbH: "Nutzungs- und planungsorientierte Gefährdungsabschätzung für das BV "Quartiersentwicklung Deutz-Areal" in Köln - Mülheim, *Mai 2016*.
- Anlage 3: MULL UND PARTNER Ingenieurgesellschaft mbH: "BV Quartiersentwicklung Deutz-Areal in Köln – Mülheim – Sanierungsplan gem. §13 BBodSchG-, *Dezember 2016*.
- Anlage 4: MULL UND PARTNER Ingenieurgesellschaft mbH: Städtebauliches Planungskonzept „Deutz-Areal“, Köln-Mülheim - Untersuchungsergebnisse zur Feststellung von Art und Umfang möglicher lokaler Grundwasserbeeinträchtigungen bzw. zur Überprüfung der Grundwasserqualität, Gutachterliche Stellungnahme, *November 2017*.
- Anlage 5: MULL UND PARTNER Ingenieurgesellschaft mbH: BV Deutz Quartiere – Abfalltechnische Untersuchungen, *Februar 2019*
- Anlage 6: IGC GEOCONSULT GmbH: Untersuchungsbericht zu Bodenuntersuchungen auf dem Gewerbegrundstück Deutz-Mülheimer-Straße 186 in 51063 Köln („Deutzer Autoservice Canli e.K“), *Januar 2019*
- Anlage 7: MULL UND PARTNER Ingenieurgesellschaft mbH: "Städtebauliches Planungskonzept „Deutz-Areal“, Köln-Mülheim, Ergebnisse der Detailuntersuchungen Sanierungsbereich 3.3, *Januar 2018*
- Anlage 8: MULL UND PARTNER Ingenieurgesellschaft mbH: "Städtebauliches Planungskonzept „Deutz-Areal“, Köln-Mülheim, Ergebnisse der Detailuntersuchungen Gebäude 56, ehemalige Lackierkabine, *Dezember 2017*
- Anlage 9: Probenahmeprotokolle und Analysenergebnisse Grundwasserbeprobung 2019
- Anlage 10: Gefahrstoffdatenblätter
- Anlage 11: Grundwasserauskunft LANUV NRW vom 18.02.2019



## 1 ANLASS, VORGANG

### 1.1 Veranlassung, Geltungsbereich

Die GERCHGROUP AG plant eine Umnutzung des ehemaligen Deutz-Areals an der Deutz-Mülheimer Straße 202. Zukünftig sind eine Mischnutzung aus Wohnen und Gewerbe mit der Einrichtung von Bildungseinrichtungen und Kindertagesstätten sowie einer öffentlichen Park- und Freizeitanlage geplant.

Das Areal weist eine 150 jährige industrielle Nutzungshistorie auf. Vorrangig wurde das Gelände als Betriebsstätte zur Motorenherstellung genutzt. Die Grundstücksfläche ist zu einem Großteil als Altlastverdächtige Fläche mit der Nummer 90124\_003 (FIS AlBo-Status 3) im Altlastenkataster der Stadt Köln erfasst.

Zum Zeitpunkt der Feldarbeiten von November 2018 bis Januar 2019 wurde der vorhandene Gebäudebestand auf dem Areal bis auf die denkmalgeschützten Hallen / Gebäude zurückgebaut.

Der Sanierungsdetailplan basiert auf Ergebnissen von im Jahr 2016 bis 2019 auf dem Grundstück durchgeführten umwelttechnischen Untersuchungen der Kompartimente Boden, Bodenluft und Grundwasser. Die Befunde werden durch die Ergebnisse von Voruntersuchungen aus dem Zeitraum 1992 bis 2008 ergänzt.

Der vorliegende Sanierungsdetailplan gilt ausdrücklich für die bei den Untersuchungen 2016 bis 2019 festgestellten Schadensbereiche. Die nachgewiesenen abgegrenzten, sanierungspflichtigen Untergrundbelastungen werden hierbei hauptsächlich durch die Parameter aliphatische Kohlenwasserstoffe (MKW), polzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und Schwermetalle sowie für die nachgewiesenen Bodenluftverunreinigungen durch LHKW und BTEX hervorgerufen. Die sanierungsrelevanten Schadensbereiche sind ab Kapitel 4 ausführlich aufgeführt.

Für die Baureifmachung des Grundstücks sind Sanierungsarbeiten des Untergrundes vorgesehen. Die Spezifizierungen dieser Sanierungsleistungen sind Gegenstand der vorliegenden Sanierungsdetailplanung.

Die Ausführung der Sanierungsmaßnahmen soll in Abhängigkeit von Art und Umfang der geplanten Neubebauung und Erschließung unter Berücksichtigung von Schutzgutbetrachtungen erfolgen und stellt damit eine nutzungs- und planungsbezogene Maßnahme dar.

### 1.2 Schutz- und Sanierungsziele

Das Ziel der Sanierung ist in erster Linie der Boden- und Grundwasserschutz und dient der Abwehr von Gefahren für die menschliche Gesundheit sowie der Unterbindung eines Schadstoffein-

trages über den Transferpfad Boden - Grundwasser in Bezug auf die detektierten Schadstoffe:

- aliphatische Kohlenwasserstoffe (MKW),
- polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK),
- Schwermetalle (i. W. Blei)
- leichtflüchtige chlorierte bzw. aromatische Kohlenwasserstoffe (LHKW, BTEX).

Die Sanierungsmaßnahmen zur Gefahrenabwehr der jeweiligen sanierungsbegründenden Kontaminanten der einzelnen Schadensbereiche sollen auch in Bezug auf die geplanten Folgenutzungen hinreichend ausgelegt werden.

Zum Erreichen der Schutz- und Sanierungsziele werden berücksichtigt:

- die allgemeine Boden- und Grundwasserbelastungssituation auf dem Gelände,
- die Schutzgüter menschliche Gesundheit, Boden und Grundwasser gemäß der Vorgaben und Prüfwerte des Bundes-Bodenschutzgesetzes / der Bundes-Bodenschutz-Verordnung,
- die geplante Folgenutzung mit dem zukünftigen Bebauungs- / Flächenzustand.

Die Sanierungsmaßnahmen umfassen nutzungsbedingt verunreinigte Bodenmaterialien sowie Auffüllungsmaterialien mit unterschiedlichen chemischen Belastungen und diversen stofflichen Zusammensetzungen.

### 1.3 Aufgabenstellung, Auftragsumfang

Der Auftrag umfasst die folgend aufgeführten wesentlichen Leistungen.

#### **Sanierungsdetailplan:**

- Auswertung und zusammenfassende Darstellung bereits vorliegender Ergebnisse,
- Beurteilung der nachgewiesenen Schadstoffe hinsichtlich der resultierenden Schutzgutgefährdungen,
- Erarbeitung und Darstellung der Sanierungsverfahren unter Berücksichtigung des Sanierungsziels und von Genehmigungserfordernissen,
- Ableitung von Maßnahmenplänen,



- Darstellung der Qualitätssicherung.

Der Bericht zum Sanierungsdetailplan wird hiermit vorgelegt.

## 1.4 Auftraggeber, Auftragsdatum

Die GERCHGROUP AG beauftragte am 31.01.2019 die Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH mit der Erstellung eines Sanierungsdetailplanes nach BBodSchG § 13 für das ehemalige Deutz-Areal an der Deutz-Mülheimer Straße. Dies beinhaltet sowohl die Planung, Konzeptionierung und Ausführung der Sanierungsmaßnahmen.

## 2 VERWENDETE UNTERLAGEN

Im Folgenden sind die für die Bearbeitung des Auftrages verwendeten Unterlagen aufgeführt.

### 2.1 Planunterlagen, Gutachten, Berichte

#### I. Planunterlagen

- [1] Lageplan, SEAD Vermessung; *10. Februar 2016*
- [2] Masterplan; *11. August 2018 (Entwurfsplanung B-Plan)*

sowie div. Lagepläne aus den unter II. aufgeführte Gutachten.

#### II. Gutachten

- [3] DR. TILLMANNS UND PARTNER GMBH: "Bodenluft- und Bodenuntersuchungen zur Erfassung möglicher Bodenverunreinigungen auf dem KHD-Gelände zwischen Deutz-Mülheimer-Str., Danziger Straße und Grünstraße in Köln-Deutz", *April 2002*.
- [4] DR. TILLMANNS UND PARTNER GMBH: "Bodenluft- und Bodenuntersuchungen zur Erfassung möglicher Bodenverunreinigungen auf dem KHD-Gelände zwischen den Gebäuden 287 und 292 an der Deutz-Mülheimer Straße in Köln-Deutz", *Juni 2005*.
- [5] DR. TILLMANNS UND PARTNER GMBH: "Baugrund- und orientierende alblastentechnische Untersuchungen für den Neubau einer Halle auf dem Betriebsgelände der Deutz AG an der Deutz-Mülheimer Straße in Köln", *Oktober 2007*.
- [6] DR. TILLMANNS UND PARTNER GMBH: "Baugrund- und orientierende alblastentechnische Untersuchungen für den Neubau eines Langgutlagers im Werk Deutz, Deutz-Mülheimer Straße in Köln", *November 2008*.



- [7] MULL UND PARTNER Ingenieurgesellschaft mbH: "Nutzungs- und planungsorientierte Gefährdungsabschätzung für das BV "Quartiersentwicklung Deutz-Areal" in Köln - Mülheim, Mai 2016.
- [8] MULL UND PARTNER Ingenieurgesellschaft mbH: Städtebauliches Planungskonzept „Deutz-Areal“, Köln-Mülheim - Untersuchungsergebnisse zur Feststellung von Art und Umfang möglicher lokaler Grundwasserbeeinträchtigungen bzw. zur Überprüfung der Grundwasserqualität, Gutachterliche Stellungnahme, November 2017.
- [9] MULL UND PARTNER Ingenieurgesellschaft mbH: "BV Quartiersentwicklung Deutz-Areal in Köln – Mülheim – Sanierungsplan gem. §13 BBodSchG-, Dezember 2016.
- [10] MULL UND PARTNER Ingenieurgesellschaft mbH: BV Deutz Quartiere – Abfalltechnische Untersuchungen, Februar 2019.
- [11] IGC GEOCONSULT GmbH: Untersuchungsbericht zu Bodenuntersuchungen auf dem Gewerbegrundstück Deutz-Mülheimer-Straße 186 in 51063 Köln („Deutzer Autoservice Canli e.K“), Januar 2019
- [12] MULL UND PARTNER Ingenieurgesellschaft mbH: "Städtebauliches Planungskonzept „Deutz-Areal“, Köln-Mülheim, Ergebnisse der Detailuntersuchungen Sanierungsbereich 3.3, Januar 2018.
- [13] MULL UND PARTNER Ingenieurgesellschaft mbH: "Städtebauliches Planungskonzept „Deutz-Areal“, Köln-Mülheim, Ergebnisse der Detailuntersuchungen Gebäude 56, ehemalige Lackerkabine, Dezember 2017.

## 2.2 Literatur / Gesetze / Verordnungen

BBodSchG - Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz) vom 17.03.1998 (BGBl 24.03.1998, S. 502), zuletzt geändert am 27.09.2017.

BBodSchV - Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 17. Juli 1999; (BGBl vom 16.7.1999, S. 1554), zuletzt geändert am 27.09.2017.

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) (Hrsg.) (2006): Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten - Informationsblatt für den Vollzug vom 21.03.2006.

Gefahrstoffliste 2014; BGIA Report 1/2014; HVBG (Hrsg.) St. Augustin.

Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) (Hrsg.) (1997) (Allgemeiner Teil: 06.11.2003 / Teil II, TR Boden 05.11.2004): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln -; LAGA Mitteilung 20.

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (Hrsg.) (1994): Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden; Stuttgart.



Länderarbeitsgemeinschaft Wasser LAWA (2004): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser. Herausgegeben unter Vorsitz von NRW, Dezember 2004.

Landesumweltamt NW (Hrsg.) (1995): Materialien zur Ermittlung und Sanierung von Altlasten, Band 11: Anforderungen an Gutachter, Untersuchungsstellen und Gutachten bei der Altlastenbearbeitung; Essen.

LBodSchG - Gesetz zur Ausführung und Ergänzung des Bundes-Bodenschutzgesetzes in Landesbodenschutzgesetz für das Land Nordrhein-Westfalen (Landesbodenschutzgesetz); Ministerium für Umwelt, Raumplanung und Landwirtschaft NRW (2000): Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Nordrhein-Westfalen – Stand 01.03.2019.

Verordnung über das europäische Abfallverzeichnis (AVV): BGBl. I 2001, 3379, zuletzt geändert 17.07.2017.

Verordnung über gefährliche Stoffe (GefStoffV) vom 26. Nov. 2010; (BGBl. I S. 1643), zuletzt geändert 29.03.2017 (BGBl. I, S. 626)

Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV) vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), zuletzt geändert 27.09.2017 (BGBl. I S. 3465)

## 2.3 Datenbanken, CD ROM

Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft (Hrsg.): Gefahrstoff-Informationssystem (GISBAU), Version 2.15; BC Verlags- und Mediengesellschaft mbH, Wiesbaden.

BGVR Gesamtausgabe, 84. Ausgabe; Carl Heymanns Verlag.

## 3 STANDORTBESCHREIBUNG

### 3.1 Lage, Größe, Zustand

Das gegenständliche Grundstück befindet sich östlich des Stadtzentrums von Köln im Stadtteil Mülheim und umfasst eine Fläche von ca. 164.800 m<sup>2</sup>. Die Grundstücksfläche ist annähernd dreieckig angelegt und wird im Nordwesten durch die Deutz-Mülheimer Straße, im Südosten durch eine ICE-Bahntrasse und im Nordwesten durch die Danziger Straße begrenzt.

Bis auf die denkmalgeschützten Hallen (Geb. 46, 47, 53) wurden sämtliche Gebäude zwischenzeitlich oberirdisch zurückgebaut.

Im Wesentlichen ist das gesamte Grundstück mit Ausnahme vereinzelter, kleiner Grünflächen versiegelt. Entlang der angrenzenden Straßen und der südlich gelegenen Bahnlinie verlaufen Begrenzungsmauern bzw. Zäune.



Die Lage des Grundstücks im Stadtgebiet von Köln ist in der Abbildung 01 in Anlage I dargestellt.

### 3.2 Schutzzonen / Restriktionen

#### Gewässerschutz:

Das Untersuchungsgelände befindet sich nicht innerhalb einer ausgewiesenen Wasserschutzzzone. Das nächstgelegene Wasserschutzgebiet "Köln Höhenhaus" befindet sich in nord- bzw. nordöstlicher Richtung. Die Grenze der dazugehörigen Wasserschutzzone IIIb liegt in ca. 2,7 km Entfernung vom Standort.

#### Landschaftsschutz

Das Untersuchungsgelände befindet sich in 0,2 km Entfernung zum Landschaftsschutzgebiet "Rhein, Rheinauen und Uferbereiche von Flittard bis Rodenkirchen".

#### Altlastenkataster:

Die Grundstücksfläche ist aufgrund der langjährigen industriellen Nutzung zu einem Großteil als altlastverdächtige Fläche mit der Nummer 90124\_003 (FIS AlBo-Status 3) im Altlastenkataster der Stadt Köln erfasst. Die im südlichen Teil des Grundstücks liegende Fläche im Bereich des Parkplatzes und des Gebäudes 47 ist als Altablagerung mit der Nummer 901264 (FIS AlBo-Status 1) erfasst (vgl. Anlage III). Im östlichen Bereich des Grundstückes befindet sich ein Altstandort mit der Nummer 90124\_004 (FIS AlBo-Status 7). Die zuletzt genannte Fläche wurde bereits saniert.

#### Gebäudedenkmalschutz:

Die drei noch auf dem Gesamtgelände befindlichen Gebäude (46, 47 und 53) stehen unter Denkmalschutz. Es ist vorgesehen die Gebäude umzunutzen.

### 3.3 Stadtgeographische Situation

Das gegenständliche ehemalige Gelände der Deutz AG befindet sich östlich der Kölner Innenstadt im Stadtteil Mülheim (s. Abbildung 01 in Anlage I).

Die östliche Umgebung ist durch dichte Bebauung und eine gemischte Nutzung aus Wohnen und Gewerbe geprägt. Westlich und nördlich schließen sich ehemals durch die KHD-Werke genutzte Industrie- bzw. Brachflächen an.

Die Zufahrt auf das Gelände erfolgt aktuell über die Baustellenzufahrt an der Danzigerstraße. Die überregionale Verkehrsanbindung erfolgt über die Bundesstraße B55a sowie die BAB A3 und A4.



## 3.4 Naturräumliche Ausstattung

### 3.4.1 Morphologie

Das Grundstück weist aktuell, bei einer nahezu ebenen Geländeoberfläche maximale Höhenunterschiede von ca. 0,5 - 1,0 m auf. Die mittlere Geländehöhe beträgt ca. 46 - 47 m NHN.

### 3.4.2 Geologie, Hydrogeologie

Das Stadtgebiet von Köln gehört zur physiogeographischen Einheit der Niederrheinischen Bucht und liegt tektonisch auf der Kölner Scholle.

Der geogene Untergrund des näheren Untersuchungsgebietes wird in erster Linie von quartären, glazifluviatilen Lockersedimenten aufgebaut, die stratigraphisch der Niederterrasse des Rheins zuzuordnen sind. Die durchschnittliche Mächtigkeit der Niederterrassen beträgt etwa 15 m. Die Sedimente der Niederterrasse bestehen aus kiesigen Sanden und sandigen Kiesen. Die Terrassensedimente sind mit Hochflutlehm (Schluff mit unterschiedlichen Sandanteilen) überdeckt. Die Mächtigkeit liegt bei ca. 1-3 m und kann im Bereich von lokalen Hochflutrinnen höhere Mächtigkeiten erreichen.

Im Bereich des Untersuchungsgebietes sind drei Grundwasserstockwerke ausgebildet. Grundwässer der quartären Deckschicht bilden das oberste, lokale Grundwasserstockwerk mit freier Grundwasseroberfläche und guter bis sehr guter Durchlässigkeit (Literaturwert:  $K = 3 \times 10^{-2}$  bis  $5 \times 10^{-5}$  m/s). In den tertiären Ablagerungen sind 2 weitere Grundwasserstockwerke zu unterscheiden.

Die hydrogeologischen Verhältnisse werden im weiteren Untersuchungsgebiet im obersten Grundwasserleiter durch den Rhein im Westen als Hauptvorfluter bestimmt. Als überregionale Grundwasserfließrichtung ist daher eine in nordwestliche zum Rhein gerichtete Grundwasserströmung ausgebildet. Eine Ausnahme bilden influente Bedingungen bei Hochwassereignissen, während derer sich die Grundwasserfließrichtung beim Durchgang der Hochwasserwelle gänzlich umkehrt und sich so eine vom Rhein nach Osten gerichtete Strömung ausbildet.

Aus den Befunden der aktuellen Grundwasserbeprobung (Februar 2019) ergibt sich für das Gelände ein mittlerer Flurabstand von ca. 9-10 m unter Geländeoberkante. Dies entspricht einem Grundwasserspiegel von 37 bis 38 m NHN.

Gemäß Grundwasserauskunft des LANUV NRW (s. Anlage 11 vom 18.02.2019) liegt der maximale Grundwasserstand bei 41,8 m NHN. Bei einer mittleren Geländehöhe von ca. 47 m NHN entspricht dies einem minimalen Flurabstand von ca. 5 m u. GOK.



### 3.5 Historische, aktuelle und geplante Nutzung

#### 3.5.1 Historische Nutzung

Die industrielle bzw. gewerbliche Nutzung des Geländes in Form eines Standortes zur Motorenherstellung ist seit Ende des 19. Jahrhunderts dokumentiert. Einzelheiten sind der Recherche der Dr. Tillmanns & Partner GmbH aus dem Jahr 2002 [1] zu entnehmen.

#### 3.5.2 Aktuelle Nutzung

Bis auf die denkmalgeschützten Gebäude wurden sämtliche Gebäude im Zeitraum November 2018 bis Februar 2019 zurückgebaut. Die denkmalgeschützten Werkshallen (Gebäude 46, 47 und 53) stehen seit mehreren Jahren überwiegend leer und unterliegen aktuell keiner Nutzung.

#### 3.5.3 Geplante Folgenutzung

Für das Gesamtgrundstück ist eine Umnutzung im Rahmen eines städtebaulichen Entwicklungskonzeptes geplant. Dabei sind eine Mischnutzung aus Wohnen und Gewerbe mit integrierten Grünflächenbereichen sowie die Eingliederung einer Schule und einer Kindertagesstätte geplant.

## 4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

### 4.1 Zusammenfassung vorangegangener Untersuchungen

Aufgrund der langjährigen umweltrelevanten Nutzungen auf dem gegenständlichen Grundstück wurden im Zeitraum 2001 bis 2008 bereits umfangreiche Voruntersuchungen der Kompartimente Boden und Bodenluft durchgeführt. Die einzelnen Untersuchungen beschäftigten sich schwerpunktmäßig mit Fragestellungen zur Altlastensituation, aber auch zum Baugrund bei Neu- bzw. Erweiterungsbauten.

Eine umfangreiche Zusammenfassung der Voruntersuchungen des gegenständlichen Untersuchungsgebietes für den Zeitraum zwischen 2001 bis 2008 wird in der Gefährdungsabschätzung von 2016 der M&P Ingenieurgesellschaft dargestellt und ist dieser zu entnehmen [7].

Insgesamt wurden im Zuge der vorangegangenen Untersuchungen zwischen 2001 und 2008 auf dem gegenständlichen Gelände 145 Rammkernsondierungen niedergebracht und teilweise zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut.

Durch die Sondierungen wurden flächendeckend anthropogene Auffüllungen erbohrt, deren Mächtigkeit in der Regel zwischen 1 und 2 m beträgt. Im Umfeld unterirdischer Bauwerke bzw. ehemaliger Bebauungen wurden Auffüllungsmächtigkeiten von bis zu 5 m angetroffen.

Im Zuge der chemischen Untersuchungen von Bodenproben wurden in mehreren Bereichen er-

höhte Schadstoffgehalte nachgewiesen. Dabei handelte es sich vornehmlich um Schwermetallbelastungen überwiegend in Form von erhöhten Blei- und Zink-Gehalten. Die Schwermetallbelastungen wurden in weiten Teilen des Werksgeländes identifiziert und sind auffüllungsgebunden. Des Weiteren wurden erhöhte MKW- und PAK-Gehalte festgestellt, bei denen es sich vermutlich um lokale, nutzungsspezifische oder auffüllungsgebundene Verunreinigungen handelt. Weiterhin wurden lokal erhöhte Schadstoffkonzentrationen in der Bodenluft (LHKW) nachgewiesen. Eine Zusammenfassung der relevanten Laborbefunde aus dem Zeitraum 2001 bis 2008 ist der folgenden Tabelle 01 zu entnehmen.

Tabelle 01: Relevante Befunde der Voruntersuchungen

RKS/Probe	Jahr	Lage	relevante Befunde
17	2001/2002	Fasslager / Gebäude 67	LHKW (BL): 1.620 mg/m <sup>3</sup> MKW: 5.480 mg/kg (1,0-2,0 m u. GOK) 3.980 mg/kg (2,0-3,0 m u. GOK) 10.300 mg/kg (3,0-4,0 m u. GOK) 6.860 mg/kg (4,0-4,9 m u. GOK) < 10 mg/kg (4,9-6,0 m u. GOK)
21	2001/2002	Fasslager / Gebäude 67	LHKW (BL): 386 mg/m <sup>3</sup>
22	2001/2002	Fasslager / Gebäude 67	MKW: 6.710 mg/kg (3,0-4,0 m u. GOK) 2.170 mg/kg (5,1-6,3 m u. GOK)
23	2001/2002	Fasslager / Gebäude 67	LHKW (BL): 78,8 mg/m <sup>3</sup>
30	2001/2002	Gebäude 66	PAK: 138 mg/kg (0,3-1,1 m u. GOK)
34	2001/2002	Abfallsammelstelle / eh. Holzlager	LHKW (BL): 1.792 mg/m <sup>3</sup>
80	2001/2002	Lagerfläche westlich von Gebäude 100	LHKW (BL): 315 mg/m <sup>3</sup>
107	2001/2002	Lagerfläche südlich von Gebäude 75	LHKW (BL): 423 mg/m <sup>3</sup>
109	2001/2002	Lagerfläche südlich von Gebäude 75	Sulfat: 1.380 mg/kg (0,3-1,7 m u. GOK)
121	2001/2002	Westteil Halle 71	LHKW (BL): 93 mg/m <sup>3</sup>
123	2001/2002	ehemalige Betriebstankstelle bei Geb. 70	MKW: 1.230 mg/kg (5,0-6,0 m u. GOK)
124	2001/2002	ehemalige Betriebstankstelle bei Geb. 70	MKW: 1.900 mg/kg (4,0-5,0 m u. GOK) 1.570 mg/kg (5,0-6,0 m u. GOK) 73 mg/kg (6,3-7,0 m u. GOK)
MP 1	2007	Neubau Geb. 75	Pb: 5.720 mg/kg Zn: 12.900 mg/kg
MP 2	2007	Neubau Geb. 75	Pb: 3.070 mg/kg Zn: 7.290 mg/kg
MP 1	2008	Langgutlager westl. Geb. 96	EOX: 48 mg/kg $\Sigma$ PCB: 8,03 mg/kg Leitfähigkeit: 3.020 $\mu$ S/cm

Von den vorgenannten Boden- und Bodenluftverunreinigungen wurde seitens der Dr. Tillmanns

und Partner GmbH bei Beibehaltung des Status quo der gewerblich-industriellen Nutzung kein Gefährdungspotenzial für die Schutzgüter Grundwasser und menschliche Gesundheit bzw. kein akuter Handlungsbedarf abgeleitet. Laboruntersuchungen am Eluat auffälliger Bodenproben zeigten unauffällige Analysenergebnisse.

#### 4.2 Gefährdungsabschätzung und Sanierungsuntersuchungen 2016

Nach Auswertung und Defizitanalyse der bereits vorliegenden Untergrunderkundungen wurde ein Untersuchungskonzept zur Spezifizierung von Boden-/ Bodenluft- Schadensbereichen (Verifizierung bekannter Schäden bzw. Eingrenzung) sowie zur flächigen Abdeckung von Untersuchungslücken (Bohrrasterverdichtung) aufgestellt. Auf Basis des Untersuchungskonzeptes wurden im Rahmen der nutzungs- und planungsorientierten Gefährdungsabschätzung im Zeitraum März / April 2016 auf dem gegenständlichen Grundstück 63 Kleinrammbohrungen niedergebracht. Weitere 11 Sondierungen wurden zur Eingrenzung der Schadensbereiche im Rahmen der Sanierungsuntersuchung im August 2016 abgeteuft.

#### 4.3 Abfalltechnische Untersuchungen 2019

Auf dem gegenständlichen Grundstück wurden im Rahmen einer rasterförmigen abfalltechnischen Untersuchung (Rastergröße ca. 20 x 20 m) von November 2018 bis Februar 2019 insgesamt 78 Schürfe angelegt sowie 21 Kleinrammbohrungen (KRB) niedergebracht. Die maximale Schurftiefe betrug ca. 3,5 m u. GOK (S 77), die max. Bohrungstiefe 7,0 m u. GOK (KRB 328). Die durchschnittliche Erkundungstiefe lag bei 3,0 m bis 4,0 m u. GOK.

Anhand der entnommenen Proben wurden abfalltechnische Einstufungen der beim Erdaushub anfallenden Aushubmaterialien vorgenommen, die gleichzeitig der Eingrenzung der im Sanierungs-gutachten (vgl. [10]) festgelegten Sanierungsbereiche 1 bis 4 dienen.

Darüber hinaus wurden weitere sanierungsrelevante Bereiche auf dem Grundstück im Rahmen der Untersuchungen aus 2018/2019 erkundet.

Im Folgenden werden die relevanten Ergebnisse zur abfalltechnischen Einstufung sowie zur Verifizierung der Schadensbereiche für die Parameter MKW, PAK und Schwermetalle (i.W. Blei) sowie leichtflüchtige Kohlenwasserstoffe (LHKW) der Untersuchungsfläche dargestellt.

**Tabelle 02: Relevante Befunde der abfalltechnischen Untersuchungen 2018/2019**

Auf-schluss	Lage (gepl. Bebauung)	relevante Befunde	Auffüllungs-mächtigkeit	LAGA Bauschutt / DepV.
S3	Nördlich Block 2	Blei: 22.900 mg/kg	1,5 m	> Z 2 / DK I
S11	Block 7 (westlich)	Blei: 7.070 mg/kg	1,75 m	> Z 2 / DK I
S12	Block 7 (nördlich)	Blei: 9.510 mg/kg	1,8 m	> Z 2 / DK I

S17	Block 10 (nördlich)	MKW: 2.400 mg/kg LHKW: 23,3 mg/kg	1,7 m	> Z 2 / DK I
S19	Gesamtschule (südlich)	MKW: 2.300 mg/kg	0,45 m	> Z 2 / DK I
S25	Block 3 (südlich)	MKW: 27.000 mg/kg	1,2 m	> Z 2 / DK III
S27	Block 7 (nördlich)	Zink (Eluat): 1.140 µg/l Blei (Eluat): 138 µg/l	0,7 m	> Z 2 / DK I
S28	Block 7 (südöstlich)	Blei: 12.700 mg/kg	1,5 m	> Z 2 / DK I
S40	Zw. Block 5 und Block 7	PAK: 45 mg/kg EOX: 13 mg/kg	0,7 m	> Z 2 / DK I
S45	Gesamtschule (östlich)	Blei: 2.580 mg/kg PAK: 96,1 mg/kg BaP 7,8 mg/kg	1,45 m	> Z 2 / DK I
S46	Block WA 2	PAK: 117 mg/kg BaP 8,2 mg/kg	0,5 m	> Z 2 / DK I
S48	Block WA 2 (südlich)	Blei: 8.520 mg/kg Zink: 15.000 mg/kg	0,5 m	> Z 2 / DK I
S49	Block 4 (südlich)	Blei: 2.450 mg/kg	0,9 m	> Z 2 / DK I
S50	Block 5 (südwestlich)	Blei: 11.200 mg/kg	1,2 m	> Z 2 / DK I
S53	Block 9	Blei: 3.970 mg/kg	4,0 m	> Z 2 / DK I
S60	Block 5 (zentral)	Blei: 5.960 mg/kg	0,55 m	> Z 2 / DK I
S61	Block WA 3 (südlich)	PAK: 103 mg/kg	0,6 m	> Z 2 / DK I
S64	Block WA 3 (südlich)	Quecksilber (Eluat): 3,6 µg/l	0,5 m	> Z 2 / DK I
S66	Block 5 (zentral)	Blei: 4.870 mg/kg LHKW: 2,9 mg/kg	0,7 m	> Z 2 / DK I
S67	Block 5 (nördlich)	EOX: 15 mg/kg LHKW: 3,4 mg/kg	0,6 m	> Z 2 / DK 0
S71	Block WA 4 (südlich)	PAK: 751 mg/kg	2,1 m	> Z 2 / DK II
KRB 313	Block 5 (zentral)	Blei: 12.600 mg/kg	0,9 m	> Z 2 / DK I
S75	Grundschule	Blei: 13.200 mg/kg Blei (Eluat): 1.570 µg/l	0,9 m	> Z 2 / DK III
S76	Grundschule	Blei: 7.020 mg/kg Blei (Eluat): 621 µg/l	2,2 m	> Z 2 / DK II
S77	Grundschule	Blei: 3.040 mg/kg Blei (Eluat): 101 µg/l PAK: 53,2 mg/kg	3,5 m	> Z 2 / DK I
S81	Block 3 (nordwestlich)	LHKW: 11,1 ,g/kg EOX: 21 mg/kg	1,2 m	> Z 2 / DK I

Das Material der in der Tabelle 02 aufgeführten Proben aus der Auffüllung weist Schadstoffgehalte der Güte > Z 2 nach LAGA Bauschutt bzw. oberhalb der vorgeschlagenen Sanierungszielwerte sowie Überschreitungen der Grenzwerte zur Einstufung als gefährlicher Abfall (u.a. in Anlehnung an den HAZARD-Check) auf. Bodenmaterial mit Schadstoffgehalten oberhalb der Sanierungszielwerte (Nutzung: Wohnen) bzw. > Z2 nach LAGA Bauschutt (1997) kann auf dem Gelände nicht wiedereingebaut werden und muss fachgerecht entsorgt werden. Zur Einstufung der Bodenmaterialien in die entsprechenden Deponieklassen sei ergänzend zur DepV. auf die Ablagerungsemp-

fehlung - NRW verwiesen.

Bodenmaterialien welche die Zuordnungskriterien für Z 1.1 und Z 1.2 gemäß LAGA Bauschutt (1997) sowie die Sanierungszielwerte der maßgeblichen Parameter in der BBodSchV für Wohnnutzung, Park- und Freiflächen oder für Gewerbe/Industrie einhalten, können in den entsprechend für die Nutzung vorgesehenen Bereichen wiedereingebaut werden.

Bodenmaterialien mit der Zuordnung der LAGA-Klasse Z 2 bzw. der Einhaltung von Sanierungszielwerten gemäß abfalltechnischem Bericht [vgl. 10] können unter versiegelten Flächen wie z.B. Straßen oberhalb von 1 m über dem höchsten Grundwasserspiegel wiedereingebaut werden.

#### 4.4 Grundwasseruntersuchungen 2017 und 2019

Im Oktober 2017 und Februar 2019 wurde von der Mull und Partner Ing.-Ges. mbH jeweils eine Beprobungskampagne zur Überprüfung einer möglichen Verunreinigung des Grundwassers mit polzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen in neu errichteten Grundwassermessstellen durchgeführt [8]. In der folgenden Tabelle 03 sind die Analysenergebnisse beider Beprobungskampagnen aufgeführt.

**Tabelle 03: Untersuchungsumfang und Analysenergebnisse Grundwasseruntersuchung**

SB	GWMS	Probenahmedatum	Untersuchungsumfang	Analysenergebnisse [ $\mu\text{g/l}$ ]						
				$\Sigma\text{PAK n. LAWA}$	Naphthalin	B[a]P	MKW	LHKW ges.	TCE+ PCE	BTEX
<b>SB 1.1 SB 2.2 SB 3.2</b>	GWMS 3	26.10.2017	PAK, MKW, LHKW, BTEX	n.b.	< BG	< BG	< BG	1,8	1,8	n.b.
		12.02.2019		n.b.	< BG	< BG	< BG	1,9	1,9	n.b.
	GWMS 4	26.10.2017		n.b.	< BG	< BG	< BG	2,3	2,3	n.b.
		12.02.2019		n.b.	< BG	< BG	< BG	2,4	2,4	n.b.
	GWMS 5	26.10.2017		n.b.	< BG	< BG	< BG	2,6	2,6	n.b.
		12.02.2019		n.b.	< BG	< BG	< BG	2,7	2,7	n.b.
	GWMS 7	26.10.2017		n.b.	< BG	< BG	< BG	2,1	2,1	n.b.
		12.02.2019		n.b.	< BG	< BG	< BG	2,1	2,1	n.b.
<b>SB 2.1</b>	GWMS 6	26.10.2017	MKW	-	-	-	< BG	-	-	-
		12.02.2019					< BG			
Geringfügigkeitsschwellenwert (GFS) LAWA, 2017				0,2	2	0,01	100	20	10	1*

Im Jahr 2017 [8] sowie in der aktuellen Grundwasserbeprobung (s. Anlage 7) wurden keine Schadstoffkonzentrationen oberhalb der Geringfügigkeitsschwellenwerte der LAWA (2017) fest-

gestellt.

#### **4.5 Untersuchungsbericht zu Bodenuntersuchungen auf dem Gewerbegrundstück Deutz-Mülheimer-Straße 186**

Im November 2018 wurden durch die IGC Geoconsult GmbH, Dortmund, auf dem ca. 1.800 m<sup>2</sup> großen, südlich des ehemaligen Deutz-Areals liegenden Grundstück an der Deutz-Mühlheimer Straße 186 ("Canli-Grundstück") insgesamt 8 Kleinrammbohrungen bis in eine Tiefe von max. 4 m u. GOK abgeteuft. Das Grundstück wurde bis zuletzt als Kfz-Stellfläche genutzt.

Unterhalb der ca. 2 cm mächtigen Versiegelung aus Schwarzdecke und Beton wurden bis in eine Tiefe von max. 2,70 m Auffüllungsmaterialien in Form von Kiesigen, schwach schluffigen Sanden mit Fremdbestandteilen an Gesteinsbruchstücken, Ziegelresten und vereinzelt Schlacke mit unterlagerndem Hochflutlehm bzw. Terrassensedimenten erbohrt. Die durchschnittliche Auffüllungsmächtigkeit liegt bei ca. 1,8 - 2,0 m.

An dem entnommenen Probenmaterial wurden keine signifikanten organoleptischen Auffälligkeiten erfasst. Es wurden insgesamt 4 Mischproben aus dem Auffüllungsmaterial zusammengestellt und jeweils einer Analytik auf den Parameterumfang der LAGA TR Boden (2004) und der Deponeieverordnung unterzogen, um Rückschlüsse auf mögliche Gefährdungen von Schutzgütern führen zu können.

In allen Auffüllungsmischproben wurden stark erhöhte Bleigehalte im Feststoff nachgewiesen (5.100 bis 26.800 mg/kg), die die Vergleichswerte des Wirkungspfads Boden-Mensch der BBodSchV für sämtliche Nutzungsszenarien überschreiten.

Eine Gefährdung des Schutzwertes Mensch war in Bezug auf die derzeitige Nutzung aufgrund der aktuell vorhandenen Oberflächenversiegelung nicht zu erkennen.

Die Blei-Konzentrationen im Eluat liegen ebenfalls in allen Mischproben oberhalb der Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden - Grundwasser. Eine Gefährdung für das Schutzwert Grundwasser wurde durch den Gutachter aufgrund der vorhandenen Oberflächenversiegelungen und des Flurabstandes von 7 m bis 8 m nicht abgeleitet. Bei einer Nutzungsänderung des Grundstücks wurde die Neubewertung der Situation angeregt.

Aufgrund fehlender olfaktorischer Indizien wurde auf die Entnahme von Bodenluftproben verzichtet.

Für eine zukünftige Nutzungsänderung ist gem. [11] damit zu rechnen, dass es zu einer Entsiegelung des Grundstücks und damit zu einem Abfuhrerfordernis der belasteten Böden kommen wür-



de.

Im Falle einer Entsiegelung wurden durch den bearbeitenden Gutachter Gefährdungen der Schutzgüter Mensch und Grundwasser abgeleitet.

Die Abfuhr von hoch belasteten Aushubmaterialien führen gem. [11] zu deutlich erhöhten Abfallkosten, da die Materialien aufgrund der enthaltenen Schadstoffe in die Deponieklassen DK II, III und DK > III einzustufen sind. Aus Sicht des Unterzeichners können vorbehaltlich weiterführender abfalltechnischer Untersuchungen hinsichtlich Gasbildungs- oder Gärrate ggf. höherwertige Deponieinstufungen erzielt werden.

Die überschlägige Aushubkubatur bei vollständigem Aushub der Auffüllungsmaterialien liegt gem. [11] bei ca. 3.600 m<sup>3</sup> (ca. 6.500 t).

## 4.6 Zusammenfassung und Differenzierung sanierungsrelevanter Ergebnisse

Im Folgenden sind die sanierungsrelevanten Ergebnisse sämtlicher Untersuchungen differenziert nach den identifizierten Schadstoffparametern, zusammenfassend aufgeführt.

### 4.6.1 Verunreinigung mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK)

#### 4.6.1.1 Freiflächenbereich vor Gebäude 67 (Fasslager)

##### Ergebnisse Gefährdungsabschätzung

Im Bereich des Fasslagers (Gebäude 67) wurde im April 2016 bei der Bohrgutansprache der Sondierung KRB 218 ein starker Teergeruch wahrgenommen [7]. Die Analyse der organoleptisch auffälligen Bodenprobe KRB 218/2 aus dem Tiefenbereich 0,1 - 1,6 m u. GOK ergab einen stark erhöhten PAK-Gehalt von 5.460 mg/kg (Maßnahmenschwellenwert der LAWA: 100 mg/kg). Die Einzelparameter Naphthalin und Benzo(a)pyren überschreiten den jeweiligen Maßnahmenschwellenwert bzw. Prüfwert um ein Vielfaches. Anhand der unterlagernden Probe des Terrassenmaterials (KRB 218/4: 2,5 - 3,0 m u. GOK) konnte eine Tiefeneingrenzung der PAK-Verunreinigung erfolgreich durchgeführt werden (PAK: 0,20 mg/kg).

##### Ergebnisse Sanierungsuntersuchung

Zur Eingrenzung des Schadensbereichs wurden im August 2016 die KRB 269 bis 271 in einem Radius von 3 m um die auffällige Kleinrammbohrung KRB 218 vom Frühjahr 2016 abgeteuft. Das entnommene Bohrgut der drei eingrenzenden Sondierungen zeigte keine geruchlichen Auffälligkeiten. Zur Eingrenzung des mit der Probe KRB 218/4 identifizierten Schadens erfolgten PAK-Bestimmungen an den optisch auffälligen Einzelproben der Auffüllung der KRB 269 - 271 (Schwarzfärbung).



In den Proben vom August 2016 wurden mit 107 mg/kg in der KRB 271 maximal geringfügig erhöhte PAK-Gehalte festgestellt (Tiefe: 1,1 - 1,4 m u. GOK). Alle weiteren untersuchten Bodenproben liegen hinsichtlich PAK im Prüfwertbereich (8,78 mg/kg in KRB 269, 2,37 mg/kg in KRB 270).

### **Ergebnisse abfalltechnische Untersuchungen, 2019**

Im Bereich des ehem. Fasslagers wurde 2019 der Schurf S45 angelegt. Das Auffüllungsmaterial war dunkelgrau bis schwarz verfärbt. Von der Auffüllung wurde eine Probe zur laboranalytischen Untersuchung auf den Parameterumfang der LAGA Bauschutt (1997) entnommen.

Bei den laborchemischen Untersuchungen wurden in der Probe erhöhte PAK-Gehalte von 96,1 mg/kg ermittelt. Die Auffüllungsmächtigkeit beim Schurf 45 beträgt ca. 1,6 m. Die Untersuchungen bestätigen somit die vorangegangenen Ergebnisse aus 2016 zur Sanierungsuntersuchung.

### **Beurteilung**

Im Bereich südwestlich des ehemaligen Gebäudes 67 wurde eine lokal eng begrenzte Verunreinigung der Auffüllung mit PAK festgestellt. Die Verunreinigung ist aus gutachterlicher Sicht vermutlich auf Fremdgemenge wie Aschen und Schlacken im Auffüllungsmaterial zurückzuführen. Eine Migration der Schadstoff in größere Tiefen bzw. in das unterlagernde geogene Terrassenmaterial wurde nicht festgestellt.

Aufgrund der vorhandenen Versiegelung ist aktuell eine Gefährdung des Schutgutes Mensch nicht zu besorgen. Im Falle einer sensiblen Folgenutzung zu Wohnzwecken, bzw. als Kinderspielflächen sind die nachgewiesenen lokalen Verunreinigungen innerhalb der Auffüllung fachgerecht zu separieren und abfallrechtlich zu behandeln.

Aufgrund der karzinogenen Eigenschaften von Benzo(a)Pyren ist bei einem Direktkontakt insbesondere im Falle von Erdarbeiten eine Gefährdung des Schutgutes Mensch zu besorgen. Hierzu sind die Erdarbeiten gutachterlich zu überwachen. Die zu ergreifenden Maßnahmen werden im Rahmen der vorliegenden Sanierungsdetailplanung erläutert.

Aufgrund der Versiegelung, des sehr geringen Lösungsverhalten sowie des großen Grundwasserflurabstandes ist aktuell eine Gefährdung des Schutgutes Grundwasser aus gutachterlicher Sicht nicht zu besorgen.

#### **4.6.1.2 PAK-Verunreinigung an Gebäude 70**

##### **Ergebnisse Gefährdungsabschätzung**

Im Bereich eines Vorbefundes der Dr. Tillmanns GmbH wurde im Zuge der Untersuchungen durch M&P im Gebäude 70 die Kleinrammbohrung KRB 228 abgeteuft.

In der oberflächennahen Auffüllungsprobe wurde mit 660 mg/kg ein deutlich erhöhter PAK-Gehalt



nachgewiesen (Tiefe 0,16 - 1,2 m u. GOK). Die Probe des unterlagernden Hochflutlehms (KRB 228/2: 1,2 - 1,9 m u. GOK) wies mit 13,3 mg/kg noch einen leicht erhöhten PAK-Gehalt auf. Im weiter unterlagernden Terrassensand wurden mit 0,29 mg/kg nur noch Spuren an PAK ermittelt.

### **Ergebnisse Sanierungsuntersuchung**

Die erhöhten Gehalte in der Bohrung KRB 228 sind aus gutachterlicher Sicht auf lokal, heterogen verteilte Fremdbestandteile in der Auffüllung zurückzuführen. Auf eingrenzende Bohrungen wurde daher in Zusammenschau mit den absoluten Gehalten verzichtet.

### **Ergebnisse abfalltechnische Untersuchungen, 2019**

Nahe der KRB 228 aus 2016 wurden die Schürfe S40, S50 und S51 zur Erkundung der Auffüllung angelegt. Es wurde jeweils eine Probe der Auffüllung laborchemisch auf den Parameterumfang der LAGA Bauschutt (1997) untersucht. Der westlich der Bohrung KRB 228 angelegte Schurf S40 zeigte eine Auffüllungsmächtigkeit von ca. 0,9 m. Der östlich der Bohrung KRB 228 ausgeführte Schurf S50 weist eine Auffüllungsmächtigkeit von ca. 1,5 m auf. Die Auffüllungsmächtigkeit im Bereich des Schurfs S51 beträgt ca. 2,5 m. Im Zuge der Durchführung des Schurfs wurde die Seitenwand eines Erdtanks angetroffen.

Die Ergebnisse der untersuchten Proben wiesen PAK-Gehalte von max. 45,1 mg/kg (S 40) auf. Im Bereich des S51 der Tankgrubenverfüllung wurden PAK-Gehalte von 32,7 mg/kg festgestellt. Die Untersuchungen der Probe aus der Auffüllung von S50 wiesen geringe PAK-Gehalte von 21,2 mg/kg auf.

### **Beurteilung**

Im westlichen Bereich von Gebäude 70 wurde eine Verunreinigung der Auffüllung mit PAK festgestellt. Die Verunreinigung ist aus gutachterlicher Sicht vermutlich auf lokal auftretende, heterogen verteilte Fremdgemenge wie Aschen und Schlacken im Auffüllungsmaterial zurückzuführen. Eine Migration der Schadstoffe in größere Tiefen bzw. in das unterlagernde geogene Terrassenmaterial wurde nicht festgestellt.

Aufgrund der vorhandenen Versiegelung und der geringen Löslichkeit der Schadstoffe ist aktuell eine Gefährdung des Schutzwesens Grundwasser sowie der menschlichen Gesundheit nicht gegeben.

Bei den geplanten Erdarbeiten sind Schutzmaßnahmen für den Direktkontakt Boden - Mensch zu ergreifen und die nachgewiesenen lokalen Verunreinigungen innerhalb der Auffüllung fachgerecht zu separieren und abfallrechtlich zu behandeln. Hierzu sind die Erdarbeiten gutachterlich zu überwachen.



#### 4.6.1.3 PAK-Verunreinigung im nordöstlichen Grundstücksbereich (Parkplatzfläche)

##### **Ergebnisse abfalltechnische Untersuchungen, 2019**

Im südlichen Bereich des ehemaligen Parkplatzes (Gebäude 189) im nordwestlichen Grundstücksbereich wurde der Schurf 71 angelegt. Die Auffüllungsmächtigkeit im Schurf 71 betrug 2,3 m. Eine Probe der Auffüllung wurde laborchemisch auf den Parameterumfang der LAGA Bau-schutt (1997) untersucht.

Die untersuchte Probe wies PAK-Gehalte von max. 751 mg/kg auf. Der Benzo(a)pyren-Gehalt lag bei 38 mg/kg.

##### **Beurteilung**

Im nordöstlichen Grundstücksbereich wurde auf der ehemaligen Parkplatzfläche nahe dem ehem. Gebäude 189 eine Verunreinigung des Bodens mit PAK erfasst. Die Verunreinigung ist aus gut-achterlicher Sicht vermutlich auf lokal auftretende, heterogen verteilte Fremdgemenge wie Aschen und Schlacken im Auffüllungsmaterial zurückzuführen. Eine Migration der Schadstoffe in größere Tiefen bzw. in das unterlagernde geogene Terrassenmaterial wurde nicht festgestellt.

Aufgrund der vorhandenen Versiegelung und der geringen Löslichkeit der Schadstoffe ist aktuell eine Gefährdung des Schutzwesens Grundwasser sowie der menschlichen Gesundheit nicht gegeben.

Bei den geplanten Erdarbeiten sind Schutzmaßnahmen für den Direktkontakt Boden - Mensch zu ergreifen und die nachgewiesenen lokalen Verunreinigungen innerhalb der Auffüllung fachgerecht zu separieren und abfallrechtlich zu behandeln. Hierzu sind die Erdarbeiten gutachterlich zu überwachen.

#### 4.6.2 Verunreinigung mit Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW)

##### 4.6.2.1 Ehemalige Betriebstankstelle vor Geb. 70

##### **Ergebnisse Gefährdungsabschätzung**

Die im Bereich einer ehemaligen Betriebstankstelle bei Gebäude 70 durch die Dr. Tillmanns GmbH identifizierte Bodenverunreinigung mit MKW wurde anhand von weiteren Bohrungen durch M&P im Jahr 2016 verifiziert. In der KRB 226 wurden in einer Tiefe von 2,5 - 3,2 m u. GOK mit 8.700 mg/kg stark erhöhte MKW-Gehalte festgestellt. Der Grad der Belastung nimmt mit zunehmender Tiefe ab. In der Probe 226/6 aus 4,5 - 5,5 m u. GOK wurden noch 3.300 mg/kg MKW ermittelt. In der unterlagernden Probe KRB 226/8 (6,5 - 7,5 m u. GOK) wurden keine MKW-Gehalte oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen.

Der Schaden wurde im Zuge der Gefährdungsabschätzung durch die unauffälligen Sondierungen KRB 225 und KRB 262 in nordöstlicher und nordwestlicher Richtung erfolgreich eingegrenzt. In



den untersuchten Proben wurden hier keine MKW-Gehalte oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen.

### **Ergebnisse Sanierungsuntersuchung**

Die Bodenverunreinigung im Bereich der ehem. Betriebstankstelle wurde im August 2016 mit Hilfe der Sondierungen KRB 267 und KRB 268 weitergehend eingegrenzt. Die KRB 267 wurde in unmittelbarer Umgebung westlich der KRB 226 positioniert. Die KRB 268 wurde in ca. 8 m Entfernung südöstlich der KRB 226 vom Frühjahr 2016 abgeteuft. Aus Sicherheitsgründen war eine geringere Entfernung aufgrund der hier verlegten Starkstromleitungen nicht möglich.

In den beiden Bohrungen wurde der Schadensbereich erfolgreich weiter eingegrenzt. In der Bodenprobe KRB 267/5 aus einer Tiefe von 3,75 bis 4,75 m u. GOK wurden noch 420 mg/kg MKW und in der Probe KRB 268/7 aus 5,0 - 6,0 m u. GOK noch 780 mg/kg MKW nachgewiesen. Eine Tiefeneingrenzung erfolgte jeweils anhand der unterlagernden Proben, in denen keine MKW nachgewiesen wurden.

### **Ergebnisse abfalltechnische Untersuchungen, 2019**

In direkter Nähe zur Betriebstankstelle wurde der Schurf S 51 zur Erkundung der Auffüllung angelegt. Die Probe der Auffüllung wurde laborchemisch auf den Parameterumfang der LAGA Bau-schutt (1997) untersucht. Die Auffüllungsmächtigkeit im Bereich des Schurfs S51 beträgt ca. 2,5 m. Während der Durchführung des Schurfs wurde die Seitenwand eines Erdtanks angetroffen.

Im Bereich von S51, der die Tankgrubenverfüllung erfasste, wurden geringe MKW-Gehalte von 58 mg/kg festgestellt.

### **Beurteilung**

Die südlich von Gebäude 70 festgestellte Beaufschlagung mit MKW ist als nutzungsbedingte Verunreinigung zu betrachten, die aus gutachterlicher Sicht auf Handhabungsverluste bei Befüllvorgängen oder auf Leckagen an den Erdtanks einer hier ehemals lokalisierten Betriebstankstelle zurückzuführen ist. Entsprechend der Sanierungsuntersuchungen ist die schädliche Bodenveränderung auf das Umfeld der ehem. Betriebstankstelle bzw. der zugehörigen Tanks beschränkt. Die tatsächliche Eintragsquelle konnte bisher nicht hinreichend ermittelt werden.

Eine Gefährdung des Schutrgutes menschliche Gesundheit ist aktuell aufgrund der Oberflächenversiegelung nicht zu besorgen.

Die Belastung reicht zum Teil bis in eine Tiefe von 6,5 m u. GOK und liegt somit im Grundwasserschwankungsbereich. Daher ist eine lokale Grundwasserbeaufschlagung nicht auszuschließen. Die laterale Verlagerung von MKW mit dem Grundwasserstrom ist grundsätzlich gering.

Im aktuellen Zustand ist jedoch in Zusammenschau der Standortrahmenbedingungen erfahrungsgemäß von einer stationären Belastung mit MKW ohne Verlagerungstendenz auszugehen.



#### 4.6.2.2 Fasslager an Gebäude 67

##### Ergebnisse Gefährdungsabschätzung

Mit den Bohrungen RKS 21 und RKS 22 wurde im Bereich des Fasslagers (Geb. 67) durch die Tillmanns GmbH im Jahr 2002 eine schädliche Bodenveränderung mit MKW identifiziert.

Die vorgenannte Verunreinigung wurde im Rahmen der Gefährdungsabschätzung mit der Sondierung KRB 259 bestätigt. Es wurde in 2,0 - 3,0 m u. GOK mit 20.000 mg/kg ein massiv erhöhter MKW-Gehalt festgestellt (Probe 259/4). Die unterlagernde Bodenprobe KRB 259/5 (3,0 - 3,8 m u. GOK) zeigte noch einen Gehalt von 5.900 mg/kg MKW. In den Bohrproben aus 3,8 bis 7,0 m u. GOK wurden MKW-Gehalte zwischen 2.000 mg/kg und 3.000 mg/kg MKW ermittelt. Eine weitere Tiefeneingrenzung war in diesem Fall nicht möglich, da ab einer Tiefe von 7,0 m u. GOK kein weiterer Bohrvortrieb möglich war.

##### Ergebnisse Sanierungsuntersuchung

Für eine Eingrenzung der im Bereich des Fasslagers festgestellten Beaufschlagung mit Mineralöl-kohlenwasserstoffen wurden im August 2016 die KRB 272, 273, 274 und 277 bis in eine Tiefe von 8,0 m u. GOK abgeteuft. Es wurden tiefenorientierte Proben für eine Analytik ausgewählt.

Im Rahmen der Analysen auf MKW wurden keine signifikant erhöhten Gehalte bzw. Prüfwertüberschreitungen festgestellt.

##### Ergebnisse Abfalltechnische Untersuchung, 2019

Im Nahbereich zum ehem. Fasslager wurde der Schurf S45 zur Erkundung der Auffüllung angelegt. Die Probe der Auffüllung wurde laborchemisch auf den Parameterumfang der LAGA Bau-schutt (1997) untersucht. Die Auffüllungsmächtigkeit im Bereich des Schurf S45 beträgt ca. 1,5 m.

In der Auffüllung von Schurf S45 wurden MKW-Gehalte von 520 mg/kg mg/kg festgestellt. Die LHKW-Gehalte wurden mit max. 11,1 mg/kg ermittelt.

Des Weiteren wurden PAK-Gehalte von 96,1 mg/kg in der Auffüllung festgestellt.

##### Beurteilung

Bei der festgestellten Beaufschlagung mit MKW (untergeordnet LHKW und PAK) im Nahbereich des ehemaligen Fasslagers (Geb. 67) handelt es sich um eine nutzungsbedingte Verunreinigung, die aus gutachterlicher Sicht auf Handhabungsverluste und / oder Leckagen im Zuge der Nutzung des Fasslagers zurückzuführen sind. Der genaue Eintragspunkt bzw. die tatsächliche Eintragsquelle konnte aber bisher nicht ermittelt werden. Anhand der Untersuchungsergebnisse aus Schurf 45 ist davon auszugehen, dass auf der unüberdachten Lagerfläche ebenfalls Handhabungsverluste oder Leckagen aufgetreten sind.

Aufgrund der vorhandenen Versiegelung und der Tiefenlage der Belastung ist eine Gefährdung



des Schutzbütes menschliche Gesundheit bei Direktkontakt derzeit nicht zu besorgen.

Aufgrund der Lage der Haupt-MKW-Belastung im Grundwasserschwankungsbereich ist eine negative Beeinträchtigung des Grundwassers nicht auszuschließen. Im aktuellen Zustand ist jedoch in Zusammenschau der Standortrahmenbedingungen erfahrungsgemäß von einer stationären Belastung mit MKW ohne Verlagerungstendenz auszugehen.

#### 4.6.2.3 Gebäude 100

Im Bereich des ehemaligen Gebäudes 100 wurde der Schurf S25 zur Erkundung der Auffüllung angelegt. Die Probe der Auffüllung wurde auf den Parameterumfang der LAGA Bauschutt (1997) untersucht. Die Auffüllungsmächtigkeit im Bereich des Schurfs S25 beträgt ca. 1,5 m.

In der Auffüllung wurde sowohl organoleptisch ein deutlicher MKW-Geruch festgestellt als auch bei der laborchemischen Untersuchung ein MKW-Gehalt von 27.000 mg/kg gemessen. Die Verunreinigung reicht bis ins Geogen (Terrasse).

#### Beurteilung

Bei der festgestellten Beaufschlagung mit MKW unter der Bodenplatte des ehemaligen Gebäudes 100 handelt es sich um eine nutzungsbedingte Verunreinigung, die aus gutachterlicher Sicht auf Handhabungsverluste und / oder Leckagen im Zuge der Motorenfertigung zurückzuführen ist.

Aufgrund der vorhandenen Versiegelung und der Tiefenlage der Belastung ist eine Gefährdung des Schutzbütes menschliche Gesundheit bei Direktkontakt derzeit nicht zu besorgen.

Da bisher keine Tiefeneingrenzung erfolgte, kann eine negative Beeinträchtigung des Grundwassers nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Im aktuellen Zustand ist jedoch in Zusammenschau der Standortrahmenbedingungen erfahrungsgemäß von einer stationären Belastung mit MKW ohne Verlagerungstendenz auszugehen.

#### 4.6.3 Verunreinigung mit leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen

##### 4.6.3.1 Ehemalige Lackierkabine

###### Ergebnisse Gefährdungsabschätzung

Im Bereich der ehemaligen Lackierkabine im Gebäude 53 wurde im Zuge der Gefährdungsabschätzung eine organoleptische Auffälligkeit am Bohrgut der KRB 213 in Form eines starken Lösemittelgeruches wahrgenommen. Die Untersuchung der Bodenluft ergab mit 81,8 mg/m<sup>3</sup> eine BTEX-Konzentration oberhalb des Maßnahmenschwellenwertes der LAWA. Ferner wurden in der Bodenluft der KRB 213 chlorierte Kohlenwasserstoffe in geringen Mengen festgestellt.



Bei der Ausführung der KRB 213 bzw. KRB 213a wurde in 0,9 m bzw. 2,9 m u. GOK jeweils ein massives Bohrhindernis angetroffen.

### **Ergebnisse Sanierungsuntersuchung**

Zur Eingrenzung der Beaufschlagung mit aromatischen Kohlenwasserstoffen wurden im August 2016 zwei weitere Kleinrammbohrungen im Bereich der ehemaligen Lackierkabine in Gebäude 53 abgeteuft und die Ansatzpunkte zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut (KRB 275 bzw. 275a, 276). Aufgrund von Bohrhindernissen im Untergrund im Bereich der Lackierkabine wurden die eingrenzenden Bohrungen außerhalb der eigentlichen Lackierkabine niedergebracht. Das Bohrgut wurde auf BTEX sowie MKW und die Bodenluftproben auf die Parameter LHKW und BTEX untersucht.

Die Boden- und Bodenluftuntersuchungen der eingrenzenden Bohrungen ergaben lediglich geringfügig erhöhte Gehalte an BTEX und MKW. Maximal wurden 5,72 mg/m<sup>3</sup> BTEX in der Bodenluft sowie 340 mg/kg MKW in einer oberflächennahen Bodenprobe ermittelt.

### **Ergebnisse Detailuntersuchungen, 2017**

Im November 2017 wurden weiterführende Detailuntersuchungen im Bereich der ehemaligen Lackierkabine durchgeführt [13]. Zur Überwindung von potenziellen Bohrhindernissen wurden zunächst Baggerschürfe an den Ansatzpunkten der Kleinrammbohrungen 282, 283 und 284 innerhalb der Lackierkabine durchgeführt. Die Bohrungen KRB 282 und 284 wurden anschließend bis auf 3 m u. GOK abgeteuft. In den untersuchten Bodenproben wies lediglich die Probe KRB 282/3 (2,0 - 3,0 m u. GOK) einen BTEX-Gehalt im Prüfwertbereich gem. LAWA (1994) auf. Alle weiteren Analysenergebnisse waren unauffällig.

In der Bodenluftprobe der KRB 282 wurden leicht erhöhte BTEX- und TMB-Konzentrationen oberhalb des Prüfwertebereichs der LAWA (1994) nachgewiesen. Die restlichen Bodenluftproben waren unauffällig.

Zur Überprüfung einer möglichen Grundwasserbeaufschlagung wurde zudem unmittelbar nordwestlich der ehemaligen Lackierkabine eine Grundwasserbeprobung mittels Direct-Push-Verfahren durchgeführt, bei der drei horizontierte Grundwasserproben entnommen und auf LHKW und BTEX untersucht wurden [13]. In den Wasserproben wurden keine relevanten Schadstoffkonzentrationen und keine Überschreitungen von Geringfügigkeitsschwellenwerten festgestellt.

### **Ergebnisse Abfalltechnische Untersuchung, 2019**

Es wurden keine abfalltechnischen Untersuchungen in unmittelbarer Umgebung der ehemaligen Lackierkabine durchgeführt.



## **Beurteilung**

Am Standort der ehemaligen Lackierkabine liegt eine geringfügige, oberflächennahe und engräumig begrenzte Beaufschlagung mit Lösemitteln vor. Ein Eintrag von BTEX in das Grundwasser über den Wirkungspfad Boden – Grundwasser hat ausweislich der Direct-Push-Untersuchungsergebnisse nicht stattgefunden. Die vorhandene Beaufschlagung ist im Wesentlichen an die unterirdische Bausubstanz gebunden und zeigt keine Verlagerungstendenzen.

Die im Untergrund der Lackierkabine festgestellte Verunreinigung mit BTEX und MKW ist aus gutachterlicher Sicht auf die hier eingesetzten Produktions- und Hilfsmittel zurückzuführen (i.W. Lösemittel und Lacke).

Aufgrund der aktuell vorhandenen Oberflächenversiegelung und des im Bohrvorgang angetroffenen Bohrwiderstands ist derzeit keine Gefährdung von Schutzgütern zu besorgen. Dennoch ist eine Diffusion des leichtflüchtigen Schadstoffs in den tieferen Untergrund im unmittelbaren Bereich der Eintragsstelle nicht gänzlich auszuschließen.

### **4.6.3.2 Fasslager/Abfallsammelstelle**

#### **Ergebnisse Gefährdungsabschätzung**

Im Umfeld des Fasslagers wurden im Zuge der Voruntersuchungen der Dr. Tillmanns GmbH auffällige Konzentrationen an leichtflüchtigen Schadstoffen, überwiegend LHKW, in der Bodenluft festgestellt. Die ermittelten Maximalwerte im Jahr 2002 lagen bei bis zu 1.792 mg/m<sup>3</sup> LHKW (RKS 34). Zur Verifizierung wurden im Rahmen der Gefährdungsabschätzung durch M&P im Jahr 2016 weitere Sondierungen in diesem Bereich abgeteuft und Bodenluftproben entnommen. Die Untersuchungen der Bodenluft belegten lediglich geringfügig erhöhte LHKW-Konzentrationen von bis zu 22,2 mg/m<sup>3</sup> in der KRB 218. Vereinzelt wurden mit bis zu 84,4 mg/m<sup>3</sup> in KRB 215 erhöhte BTEX-Konzentration oberhalb des Maßnahmenschwellenwertes der LAWA ermittelt.

#### **Ergebnisse Sanierungsuntersuchung**

Aus den geschilderten Gründen wurden weitere Untersuchungen in diesem Sachverhalt als nicht erforderlich erachtet und auf diese daher im Rahmen der Sanierungsdetailplanung verzichtet.

#### **Ergebnisse Abfalltechnische Untersuchung, 2019**

In direkter Nähe zum ehem. Fasslager wurde der Schurf S45 zur Erkundung der Auffüllung angelegt. Die Probe der Auffüllung wurde laborchemisch auf den Parameterumfang der LAGA Bau schutt (1997) untersucht. Die Auffüllungsmächtigkeit im Bereich des Schurf S 45 beträgt ca. 1,5 m.



Es wurden LHKW-Gehalte mit max. 11,1 mg/kg ermittelt. BTEX-Gehalte oberhalb der Nachweisgrenze wurden nicht festgestellt.

Im Rahmen der abfalltechnischen Untersuchungen 2018 / 2019 wurden keine Bodenluftuntersuchungen durchgeführt.

### **Beurteilung**

Die Bodenluftuntersuchungen ergaben lediglich geringfügig erhöhte Konzentrationen an BTEX und LHKW im gegenständlichen Bereich, welche nicht unmittelbar mit den Vorbefunden korrelieren. Sowohl im Zuge der Voruntersuchungen als auch im Rahmen der Gefährdungsabschätzung wurden im Nahbereich bzw. zwischen auffälligen Bohrungen diverse unauffällige Laborbefunde ermittelt, so dass eine großflächige bzw. tiefreichende Verunreinigung als unwahrscheinlich zu erachten ist.

Im Feststoff wurde ein leicht erhöhter LHKW-Gehalt analysiert, der aufgrund der Lage im Umgebungsbereich des Fasslagers und des Außenlagers auf Leckagen bzw. Handhabungsverluste von ehemals gelagerten Fässern zurückzuführen sein kann.

Aus gutachterlicher Sicht ist aus den vorliegenden Ergebnissen zu folgern, dass im Bereich des Fasslagers und der Abfallsammelstelle diffuse, punktuelle Oberflächeneinträge durch die Lagerung von Gefahrstoffen, das Reinigen von Gebinden etc. erfolgt sind, was zu einer heterogenen Belastung der oberen Auffüllungsschichten mit leichtflüchtigen Schadstoffen geführt hat. Die zukünftigen Erdarbeiten sind hier gutachterlich und messtechnisch zu überwachen damit die vorhandenen bzw. möglichen weiteren Belastungen ordnungsgemäß saniert bzw. fachgerecht entsorgt werden.

Aufgrund der aktuell vorhandenen Oberflächenversiegelung ist derzeit keine Gefährdung von Schutzgütern zu besorgen. Dennoch ist eine Diffusion des leichtflüchtigen Schadstoffs in den tieferen Untergrund nicht gänzlich auszuschließen.

#### **4.6.3.3 Gebäude 71**

##### **Ergebnisse Gefährdungsabschätzung**

Die im Westteil von Gebäude 71 durch die Dr. Tillmanns GmbH identifizierte Belastung der Bodenluft mit leichtflüchtigen Schadstoffen ( $93 \text{ mg/m}^3$  LHKW in RKS 121) wurde mit der Bodenluftprobe der KRB 229 bestätigt ( $93,6 \text{ mg/m}^3$  LHKW).

##### **Ergebnisse Sanierungsuntersuchung**

Das Gebäude 71 befand sich zum Zeitpunkt der Sanierungsuntersuchungen noch vollständig in Nutzung. Nach Stilllegung des Betriebes in Gebäude 71 wurden Detailuntersuchungen zur Eingrenzung der Verunreinigung durchgeführt [12]. Hierzu wurden vier Kleinrammbohrungen um die

alte KRB 229 positioniert und zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut (KRB 278 bis 281). Mit Ausnahme der Spurenkonzentrationen in BL 278 und BL 281, die jeweils deutlich unterhalb des Prüfwertes gem. LAWA (1994) liegen, wurden keine BTEX/TMB erfasst. In den Sondierungen BL 278 und BL 279 wurden mit 7,2 mg/m<sup>3</sup> bzw. 9,4 mg/m<sup>3</sup> LHKW-Konzentrationen im Prüfwertebereich detektiert. In den Proben BL 280 und BL 281 waren mit 0,091 mg/m<sup>3</sup> bzw. 1,00 mg/m<sup>3</sup> jeweils LHKW-Konzentrationen in Spuren vorhanden, die unterhalb der Prüfwerte gem. LAWA liegen.

### **Ergebnisse Abfalltechnische Untersuchung, 2019**

Nahe dem Gebäude 71 (Sanierungsbereich 3.3) wurden die Schürfe S11, S26 und S27 zur Erkundung der Auffüllung angelegt. Die Proben der Auffüllungen wurden laborchemisch auf den Parameterumfang der LAGA TR Boden (2004) untersucht. Die Auffüllungsmächtigkeit im Bereich des Sanierungsbereichs 3.3 beträgt ca. 0,9 m, beim Schurf S11 bis ca. 1,8 m

Lediglich in der Probe aus der Auffüllung von Schurf S26 sind erhöhte Gehalte an LHKW (1,10 mg/kg) und MKW (710 mg/kg) erkundet worden.

### **Beurteilung**

In Zusammenschau aller vorliegenden Untersuchungsergebnisse liegen im Bereich von Gebäude 71 vereinzelte punktuelle Beaufschlagungen des Untergrundes mit LHKW und BTEX durch Handhabungsverluste vor, die augenscheinlich kein zusammenhängendes Schadensbild aufweisen.

Die durch die ergänzenden Untersuchungen erfassten LHKW- und BTEX-Konzentrationen liegen sämtlich unterhalb der durch die vorangegangenen Untersuchungen detektieren Konzentrationen. Grundsätzlich ist von den festgestellten Konzentrationen in Zusammenschau der vorliegenden geologischen und hydrogeologischen Bedingungen keine Gefährdung für das Grundwasser abzuleiten.

Die zukünftigen Erdarbeiten sind hier gutachterlich und ggf. messtechnisch zu überwachen damit die vorhandenen bzw. möglichen weiteren Belastungen ordnungsgemäß saniert bzw. fachgerecht entsorgt werden.

#### **4.6.4 Diffuse BTEX- und LHKW-Auffälligkeiten**

In weiteren Bereichen wurden im Zuge der Voruntersuchungen lokal auffällige LHKW- bzw. BTEX-Konzentrationen in der Bodenluft festgestellt, welche im Rahmen der Gefährdungsabschätzung bzw. Sanierungsuntersuchung nicht oder nur in geringem Ausmaß belegt werden konnten.

Es ist anzunehmen, dass in diesen Bereichen diffuse Oberflächeneinträge durch die industrielle Nutzung / Lagerung von Gefahrstoffen erfolgt sind, was zu räumlich eng begrenzten Belastungen



der oberen Auffüllungsschichten mit leichtflüchtigen Schadstoffen geführt hat.

Die zukünftigen Erdarbeiten sind daher gutachterlich auch unter dem Einsatz geeigneter Vor-Ort-Messtechnik zu überwachen, damit die vorhandenen bzw. möglichen weiteren Belastungen ordnungsgemäß saniert bzw. fachgerecht entsorgt werden.

#### 4.6.5 Flächenhafte Verunreinigung mit Schwermetallen

Im gesamten Untersuchungsgebiet wurden sowohl im Zuge der Voruntersuchungen durch die Dr. Tillmanns GmbH, als auch im Rahmen der Gefährdungsabschätzung an einer Vielzahl von Auffüllungsproben erhöhte Schwermetallgehalte festgestellt. Insbesondere die festgestellten Bleigehalte zeigen mit bis zu 38.900 mg/kg Sanierungsrelevanz. Als Belastungsschwerpunkte wurden folgende Bereiche identifiziert:

- südlich von Gebäude 47
- zwischen ehem. Hallenkomplex 50 - 56

Des Weiteren treten auch außerhalb der vorgenannten Belastungsschwerpunkte im Auffüllungsmaterial Schwermetall- bzw. Bleigehalte deutlich oberhalb der orientierend heranzuziehenden Prüfwerte der Bundes-Bodenschutzverordnung auf.

#### Ergebnisse Bodenuntersuchungen Deutz-Mülheimer-Straße 186, 2018

Im Rahmen der Bodenuntersuchungen durch die IGC Geoconsult GmbH wurden stark erhöhte Bleigehalte von bis zu 26.800 mg/kg im Feststoff und 211 µg/l im Eluat erfasst. Die Ausdehnung der flächenhaften Verunreinigung mit Schwermetallen südlich von Gebäude 47 kann dementsprechend vollflächig auf das sog. „Canli-Grundstück“ ausgeweitet werden.

#### Ergebnisse Abfalltechnische Untersuchung, 2019

Neben den unter Abschnitt 4.6.5 detektierten Bereichen mit Schwermetallbelastungen (i.W. Blei und Zink) wurden in folgenden Bereichen Bleigehalte von bis zu 22.900 mg/kg im Feststoff und maximal 1.570 µg/l (S 75) im Eluat festgestellt:

- Nordwestlicher Grundstücksbereich (Grünfläche, Schurf S3)
- Südöstlich der ehem. Gebäude 92, 100 und 71

Die in Abschnitt 4.6.5 detektierten Bereiche wurden anhand der aktuellen Untersuchungen verifiziert. Der Sanierungsbereich 4 wurde aufgrund der Ergebnisse aus 2018 / 2019 Richtung Norden bis an das ehem. Gebäude 100 erweitert.



## **Beurteilung**

Die Schwermetallverunreinigungen sind aus gutachterlicher Sicht auf die Schlacken und untergeordnet Aschen im Auffüllungsmaterial zurückzuführen. Die Schlacken und Aschen treten heterogen verteilt annähernd im gesamten Untersuchungsgebiet auf und sind in der Regel an einer dunklen Färbung des Auffüllungsmaterials erkennbar.

Eine Gefährdung des Schutzbütes menschliche Gesundheit bei Direktkontakt nach BBodSchV ist aufgrund der überwiegend vorhandenen Oberflächenversiegelung aktuell nicht zu besorgen.

Bei der Durchführung von Erdarbeiten nach der Entsiegelung ist eine Gefährdung des Schutzbütes Mensch aufgrund des möglichen direkten Kontaktes zu besorgen. Im Zuge der Ausführung von Erdarbeiten sind entsprechende Schutzmaßnahmen zu ergreifen.

Eine Beeinträchtigung des Schutzbütes Grundwasser ist in Verbindung mit der vorhandenen Oberflächenversiegelung, dem Grundwasserflurabstand (minimaler Flurabstand: ca. 5 m) und einer sehr geringen Löslichkeit der Schadstoffe nicht gegeben.

## **5 FACHLICHE BEURTEILUNG DER ERGEBNISSE**

### **5.1 Beurteilungskriterien**

#### **5.1.1 Schutzbütbetrachtung**

Im **Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG)** werden nach § 8 bundesweite Prüf- und Maßnahmenwerte für den Boden angesetzt. Diese Werte sind im untergesetzlichen Regelwerk der **Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)** enthalten. Bei Überschreiten der Prüfwerte ist zu prüfen, ob eine schädliche Bodenveränderung oder Altlast vorliegt. Bei Überschreiten von Maßnahmenwerten sind, unter Berücksichtigung der jeweiligen Bodennutzung, Maßnahmen erforderlich (z. B. Einleiten einer Sanierung). Dabei sind insbesondere Art und Konzentration der Schadstoffe, die Möglichkeit ihrer Ausbreitung in die Umwelt und ihrer Aufnahme durch Menschen, Tiere und Pflanzen unter Berücksichtigung der Nutzung zu untersuchen und zu bewerten.

Zur Beurteilung der Belastung mit humantoxikologisch relevanten Schadstoffen im oberflächennahen Untergrund werden die Prüfwerte der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) für den Wirkungspfad Boden - Mensch (orale und inhalative Aufnahme) herangezogen.

Diese werden für die folgenden Nutzungsvarianten angegeben:

- Kinderspielplätze,
- Wohngebiete,

- Park- u. Freizeitanlagen und
- Industrie- u. Gewerbegrundstücke

Die Ableitung der Prüfwerte erfolgte unter umwelthygienisch-toxikologischen Gesichtspunkten unter Annahme von Expositionsszenarien und der Auswertung umweltmedizinisch-epidemiologischer Studien. Eine Überschreitung der Prüfwerte gibt Anlass zu einer näheren Sachverhaltsermittlung. Die Prüfwerte beziehen sich auf die Trockenmasse der Kornfraktion 0-2 mm der Beprobungstiefen 0 - 10 cm und 10 - 35 cm zzgl. 0 - 2 cm bei Relevanz des inhalativen Aufnahmepfades. Sie gelten zudem für den Oberboden nach Einstellung einer abschließenden Geländemorphologie, d. h. nach Abschluss des eigentlichen Flächenrecyclings.

Für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser gibt die Bundesbodenschutzverordnung Prüfwerte für die Konzentration gelöster Stoffe im Kontaktgrundwasser bzw. im Sickerwasser am Übergangsreich von der ungesättigten zur wassergesättigten Zone an. Eine Abschätzung der Sickerwasserbeschaffenheit und -frachten für den Übergangsbereich von der ungesättigten zur wassergesättigten Zone ist im Einzelnen darzulegen und zu begründen. Für die Bewertung durchgeführter Eluatanalysen werden ebenfalls die in der BBodSchV angegebenen Prüfwerte herangezogen.

Die "Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden" der **Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)** dienen einer ersten Einstufung von Untergrundverunreinigungen im Hinblick auf eine potenzielle Grundwassergefährdung. Sie enthält neben Prüf- und Maßnahmenschwellenwerten für Bodeneluate bzw. Grundwasser auch Orientierungswerte für Bodenluftbelastungen durch LHKW, die mit Einschränkung auch für die Beurteilung von Belastungen mit leichtflüchtigen aromatischen Kohlenwasserstoffen (BTEX) herangezogen werden können.

Auch für Bodenbelastungen durch organische Schadstoffe in der Originalsubstanz gibt die LAWA Hinweise zur Bewertung der Grundwassergefährdung.

Durch einen Arbeitskreis der LAWA wurden zudem mit der BBodSchV harmonisierte Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS) für das Grundwasser (Dezember 2004) abgeleitet. Sie sind ein Maßstab, bis zu welcher Stoffkonzentration anthropogene, räumlich begrenzte Änderungen der Beschaffenheit des Grundwassers als geringfügig einzustufen sind und ab welcher Konzentration eine Grundwasserverunreinigung vorliegt. Die ausgewiesenen Konzentrationen liegen i. d. R. im Bereich der LAWA Prüfwerte (1994).

Im vorliegenden Fall werden die Prüfwerte für die Wirkungspfade Boden → Mensch (direkter Kontakt), jeweils zum geplanten Nutzungsszenario zur Beurteilung herangezogen und die resultierenden Gefährdungen im Kapitel 5.3.3 diskutiert.



Zur stoffbezogenen Beurteilung der analytisch nachgewiesenen Schadstoffkonzentrationen ist auch die geogene und anthropogene Hintergrundbelastung der Umgebung der Untersuchungsfläche (Referenzwertcharakter) zu berücksichtigen.

Die bisherige und zukünftige Nutzung der Untersuchungsflächen ist in die Beurteilung mit einzubeziehen. Die Nutzungsabsicht, in Kombination mit der Betrachtung der potenziell oder akut gefährdeten Schutzgüter (z. B. Boden, menschliche Gesundheit, Kulturpflanzen, Grundwasser), ergeben die grundsätzlichen Kriterien zur Beurteilung tolerierbarer Schadstoffgehalte.

Weitere wichtige Aspekte zur Gefährdungsabschätzung sind die allgemeinen physiko-chemischen Standortbedingungen (z. B. Durchlässigkeit und Aufbau des Untergrundes, Grundwasserflurabstand, Versiegelungsgrad etc.). Diese Standortbedingungen haben sowohl Einfluss auf die Einwirkungsmöglichkeiten der Schadstoffe auf Schutzgüter (Schutzgutexposition: Weg eines Schadstoffs von der Schadstoffquelle im Boden oder der Altlast bis zu dem Ort einer möglichen Wirkung auf ein Schutzgut) sowie auch auf das Ausmaß des zeitlichen und räumlichen Schadstofftransfers.

Des Weiteren ist die Umweltrelevanz und Umweltschädlichkeit der nachgewiesenen Schadstoffe zu betrachten. Hierzu sind die Art und Menge sowie ihre physikalischen, chemischen, toxikologischen und biologischen Eigenschaften sowie mögliche Synergieeffekte zu beurteilen.

Zur abschließenden Beurteilung der Kontamination ist eine Zusammenschau der genannten Kriterien nötig. Alle zur Verfügung stehenden und verwendeten Vergleichswerte, insbesondere die i. d. R. weiteren Handlungsbedarf signalisierenden Prüf- und Höchstwerte, sind vor diesem Hintergrund kritisch zu diskutieren.

## 5.1.2 Abfallrechtliche Betrachtung

### 5.1.2.1 LAGA TR Boden (2004) und LAGA Bauschutt (1997)

Zur Beurteilung der anfallenden Boden(aushub)materialien werden die "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen -Technische Regeln-" der **Länderarbeitsgemeinschaft Abfall** (LAGA Mitteilung 20, Stand 1997) zu Grunde gelegt.

In den Technischen Regeln sind Analysenumfang, zulässige Schadstoffkonzentrationen für gestaffelte Zuordnungswert-Bereiche Z 0 bis Z 2 und hieraus abgeleitete (technische) Anforderungen für verschiedene Einbauklassen ausgewiesen. Herangezogen werden in Abstimmung mit dem Umweltamt der Stadt Köln die Zuordnungswerte für Feststoff und Eluat für Boden sowie für Recyclingbaustoffe / nicht aufbereiteten Bauschutt, Stand 1997.

Die Einbauklassen bis Z 2 lauten im Einzelnen wie folgt:



Einbauklasse 0 Uneingeschränkter Einbau; Verwertung von Bodenmaterial in bodenähnlichen Anwendungen

Einbauklasse 1.1 Eingeschränkter offener Einbau in technischen Bauwerken bei ungünstigen hydrogeologischen Standortbedingungen

Einbauklasse 1.2 Eingeschränkter offener Einbau in technischen Bauwerken bei günstigen hydrogeologischen Standortbedingungen

Einbauklasse 2 Eingeschränkter Einbau in technischen Bauwerken mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen

Oberhalb der Zuordnungswerte Z 2 ist ein Wiedereinbau nicht zulässig. Reststoffe und Abfälle, deren Schadstoffgehalte eine Zuordnung zur stofflichen Wiederverwertung nicht ermöglichen, sind gemäß Deponieverordnung zu klassifizieren. Hierzu sind umfangreiche Analysen gemäß Anhang 3 der Deponieverordnung (DepV, April 2009) notwendig.

## 5.2 Schadstoffinventar Boden, Bodenluft und Grundwasser

Im Folgenden werden die im Rahmen sämtlicher Untersuchungen ermittelten relevanten Schadstoffe im Boden aufgeführt und den schutzwertbezogenen Vergleichswerten gegenübergestellt.

### 5.2.1 Abfalltechnische Einstufungen der Auffüllungsmaterialien

Im Rahmen der Bodenuntersuchungen wurden Auffüllungsmächtigkeiten zwischen ca. 0,2 m und > 6,2 m erkundet. Bei einer durchschnittlichen Auffüllungsmächtigkeit von 1,35 m und einer sanierungsrelevanten Fläche von 150.000 m<sup>2</sup> ergibt sich ein Gesamtvolumen von ca. 200.000 m<sup>3</sup> Auffüllungsmaterial (ca. 365.000 t).

Die aus den Voruntersuchungen (2002 und 2016) detektierten Bereiche mit Schadstoffbelastungen durch Blei, PAK und MKW bzw. LHKW wurden anhand der Schurfbeprobungen verifiziert. Neben den bereits bekannten Bereichen mit Bodenbelastungen wurden weitere sanierungsrelevante Bereiche wie z.B. der nördliche Grundstücksbereich (aktuelle Parkplatzfläche) festgestellt [10].

Über das gesamte Areal wurden Auffüllungsmaterialien mit Überschreitungen des Gefährlichkeitsmerkmals für den Parameter Blei von 2.500 mg/kg festgestellt. Die Materialien sind als gefährliche Abfälle zu bewerten.

Weiterhin wurde ein lokaler Bereich (Schurfs S25) mit Bodenbelastungen durch MKW festgestellt, deren Auffüllungsmaterialien als gefährlicher Abfall zu bewerten sind.

Aufgrund der flächig vorhandenen heterogenen Auffüllung mit Fremdbestandbeimengungen von > 10 % in Form von Bauschutt, Schlacken, Aschen, Glasresten, etc. wurden die laborchemischen

Untersuchungen des Auffüllungsmaterials aus abfalltechnischer Sicht nach LAGA Bauschutt (1997) bewertet.

Nach Auswertung der Ergebnisse aus den chemischen Untersuchungen der Auffüllungsmaterialien sind ca. 30 % der gesamten Auffüllung gemäß LAGA Bauschutt (1997) der LAGA-Klasse > Z 2 zuzuordnen bzw. aufgrund des Gefährlichkeitsmerkmals für den Parameter Blei (> 2.500 mg/kg) als gefährlicher Abfall zu betrachten und müssen auf einer Deponie entsorgt werden. Eine Wiederverwertung der Materialien ist nicht möglich.

Die übrigen 70 % der Auffüllungsmaterialien halten sowohl die Sanierungszielwerte als auch die chemischen Kriterien zum eingeschränkten offenen Einbau (LAGA-Klasse ≤ Z 1.2) für die geplanten Grünflächen bzw. die Kriterien für den eingeschränkten Einbau mit technischen Sicherungsmaßnahmen (LAGA-Klasse Z 2), z. B: unter Planstraßen mit zukünftiger Versiegelung ein.

## 5.2.2 Verunreinigungen mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen

### 5.2.2.1 Schadensbereich SB 1.1: Fasslager

Im Bereich des Fasslagers wurden auffüllungsgebunden PAK-Belastungen vorgefunden. Der maximale PAK-Gehalt (5.460 mg/kg) wurde im Zuge der Gefährdungsabschätzung am organoleptisch auffälligen Material der Bohrung KRB 218 detektiert. Die oberen Maßnahmenschwellenwerte für PAK bzw. Naphthalin gem. LAWA bzw. Prüfwerte der BBodSchV für Benzo(a)pyren werden deutlich überschritten (vgl. folgende Tabellen). Die Proben der drei eingrenzenden Bohrungen der Sanierungsuntersuchungen zeigten maximale Gehalte geringfügig oberhalb des Maßnahmenschwellenwertes.

Der Untergrundaufbau im SB 1.1 entspricht grundsätzlich einer 2-schichtigen Teilung aus einem Auffüllungshorizont über Terrassensedimenten. Der ehemals vorhandene Hochflutlehm wurde in diesem Bereich offensichtlich ausgeräumt. Die Auffüllung besitzt hier eine durchschnittliche Mächtigkeit von ca. 2,0 m.

**Tabelle 04: Max. PAK-Gehalte, Schadensbereich 1.1**

Schadstoff	max. Analysenbefunde [mg/kg]	Maßnahmenschwellenwert LAWA [mg/kg]	Tiefe [m u. GOK]	Lage auf der Fläche
PAK	5.460	10 - 100	0,1 - 1,6	Nördlich Fasslager, Geb. 67
Naphthalin	580	5	0,1 - 1,6	KRB 218



**Tabelle 05: Max. BaP-Gehalt, Schadensbereich 1.1**

Schadstoff	max. Analysenbefunde [mg/kg]	Prüfwert BBodSchV Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt) Wohngebiete [mg/kg]	Lage auf der Fläche
Benzo(a)pyren	260	4	Nördlich Fasslager, Geb. 67 KRB 218

Im aktuellen Flächenzustand ist von den erhöhten PAK-Gehalten aufgrund der vorhandenen Versiegelung keine Gefährdung von Schutzgütern zu besorgen.

Aufgrund der festgestellten PAK- und Naphthalin-Gehalte deutlich oberhalb der Maßnahmenschwellenwerte der LAWA kann trotz der geringen Löslichkeit der Schadstoffe aufgrund der fehlenden Deckschichten eine Gefährdung für das Grundwasser nach einer Flächenentsiegelung nicht ausgeschlossen werden.

Bei der Entsiegelung der Fläche ist entsprechend der deutlichen Prüfwertüberschreitungen der BBodSchV eine mögliche Gefährdung der menschlichen Gesundheit bei Direktkontakt bzw. inhalativer Aufnahme gegeben. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit zum Austausch der schadstoffhaltigen Auffüllungsmaterialien im oberflächennahen Bereich in später nicht versiegelten Bereichen.

Entsprechend sind beim Umgang mit den Materialien zusätzliche Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz zu treffen.

### 5.2.2.2 Schadensbereich SB 1.2: PAK-Verunreinigung an Gebäude 70

Im südlichen Bereich von Gebäude 70 wurden auffüllungsgebundene PAK-Belastungen vorgefunden. Der maximale PAK-Gehalt (660 mg/kg) wurde am oberflächennahen Material der Bohrung KRB 228 detektiert. Die oberen Maßnahmenschwellenwerte für PAK bzw. Naphthalin gem. LAWA bzw. Prüfwerte der BBodSchV für Benzo(a)pyren werden überschritten (vgl. folgende Tabellen).

Der Untergrundaufbau im SB 1.2 entspricht grundsätzlich einer 3-schichtigen Teilung aus einem Auffüllungshorizont über Hochflutlehm- und Terrassensedimenten. Die Auffüllung besitzt hier eine durchschnittliche Mächtigkeit von ca. 2,0 m.

**Tabelle 06: Max. PAK-Gehalte, Schadensbereich 1.2**

Schadstoff	max. Analysen- befunde [mg/kg]	Maßnahmen- schwellenwert LAWA [mg/kg]	Tiefe [m u. GOK]	Lage auf der Fläche
PAK	660	10 - 100	0,16 - 1,2	Südteil Geb. 70 KRB 228
Naphthalin	11	5	0,1 - 1,6	

**Tabelle 07: Max. BaP-Gehalt, Schadensbereich 1.2**

Schadstoff	max. Analysenbefunde [mg/kg]	Prüfwert BBodSchV Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt) Wohngebiete [mg/kg]	Lage auf der Fläche
Benzo(a)pyren	46	4	Südteil Geb. 70 KRB 228

Im aktuellen Flächenzustand ist von den erhöhten PAK-Gehalten aufgrund der vorhandenen Versiegelung keine Gefährdung von Schutzgütern besorgen.

Aufgrund der festgestellten PAK- und Naphthalin-Gehalte oberhalb der Maßnahmenschwellenwerte der LAWA kann trotz der geringen Löslichkeit der Schadstoffe eine Gefährdung für das Grundwasser nach einer Flächenentsiegelung nicht ausgeschlossen werden

Bei der Entsiegelung der Fläche ist entsprechend der deutlichen Prüfwertüberschreitungen der BBodSchV eine mögliche Gefährdung der menschlichen Gesundheit bei Direktkontakt bzw. inhalativer Aufnahme gegeben. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit zum Austausch der schadstoffhaltigen Auffüllungsmaterialien im oberflächennahen Bereich.

Entsprechend sind beim Umgang mit den Materialien zusätzliche Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz zu treffen.

### 5.2.2.3 Schadensbereich SB 1.3: PAK-Verunreinigung Parkplatzfläche

Im südlichen Bereich des ehem. Parkplatzes (Gebäude 189) wurden auffüllungsgebundene PAK-Belastungen vorgefunden. Der maximale PAK-Gehalt (751 mg/kg) wurde in der Auffüllung des Schurfs S71 detektiert. Die oberen Maßnahmenschwellenwerte für PAK bzw. Naphthalin gem. LAWA bzw. Prüfwerte der BBodSchV für Benzo(a)pyren werden überschritten (vgl. folgende Tabellen).

Der Untergrundaufbau im Bereich S71 entspricht grundsätzlich einer 2-schichtigen Teilung aus einem Auffüllungshorizont über Terrassensedimenten. Die Auffüllung besitzt hier eine erkundete Mächtigkeit von ca. 2,3 m.

**Tabelle 08: Max. PAK-Gehalte, Bereich Schurf 71**

Schadstoff	max. Analysen- befunde [mg/kg]	Maßnahmen- schwellenwert LAWA [mg/kg]	Tiefe [m u. GOK]	Lage auf der Fläche
PAK	751	10 - 100	0 - 2,3	Ehem. Parkplatz (Schurf 71)
Naphthalin	4,1	5	0 - 2,3	



**Tabelle 09: Max. BaP-Gehalt, Schadensbereich 1.2**

Schadstoff	max. Analysenbefunde [mg/kg]	Prüfwert BBodSchV Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt) Wohngebiete [mg/kg]	Lage auf der Fläche
Benzo(a)pyren	38	4	Ehem. Parkplatz (Schurf 71)

Im aktuellen Flächenzustand ist von den erhöhten PAK-Gehalten aufgrund der vorhandenen Versiegelung keine Gefährdung von Schutzgütern besorgen.

Aufgrund der festgestellten PAK-Gehalte oberhalb der Maßnahmenschwellenwerte der LAWA kann trotz der geringen Löslichkeit der Schadstoffe eine Gefährdung für das Grundwasser nach einer Flächenentsiegelung nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Bei der Entsiegelung der Fläche ist entsprechend der deutlichen Prüfwertüberschreitungen der BBodSchV eine mögliche Gefährdung der menschlichen Gesundheit bei Direktkontakt bzw. inhalativer Aufnahme gegeben. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit zum Austausch der schadstoffhaltigen Auffüllungsmaterialien im oberflächennahen Bereich in künftig nicht versiegelten Bereichen.

Entsprechend sind beim Umgang mit den Materialien zusätzliche Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz zu treffen.

### 5.2.3 Verunreinigungen mit Mineralölkohlenwasserstoffen

#### 5.2.3.1 Schadensbereich SB 2.1: Ehem. Betriebstankstelle vor Geb. 70

Südöstlich von Gebäude 70 wurde im Bereich einer ehem. Betriebstankstelle eine nutzungsbedingte MKW-Belastung im Untergrund vorgefunden. Der maximale MKW-Gehalt (8.700 mg/kg) wurde im Zuge der Gefährdungsabschätzung am Material der Bohrung KRB 226 detektiert. Die maximale Belastung wurde hier in Tiefen von 2,5 - 3,3 m u. GOK identifiziert, was auf einen Eintrag in Folge von Leckagen an Erdtanks oder Handhabungsverlusten hindeutet.

Der obere Maßnahmenschwellenwert für MKW wird überschritten (vgl. folgende Tabelle).

Der Untergrundaufbau im SB 2.1 entspricht grundsätzlich einer 2-schichtigen Teilung aus einem Auffüllungshorizont über Terrassensedimenten. Lokal sind noch Reste des ehem. flächendeckend verbreiteten Hochflutlehms vorhanden. Die Auffüllung besitzt hier eine maximale Mächtigkeit von bis zu bis 4,5 m u. GOK. Die Eingrenzung des Schadensbereiches mit weiteren Bohrungen und chemischen Analysen im August 2016 war aus gutachterlicher Sicht hinreichend erfolgreich.



**Tabelle 10: Max. MKW-Gehalte, Schadensbereich 2.1**

Schadstoff	max. Analysenbefunde [mg/kg]	Maßnahmenschwellenwert LAWA [mg/kg]	Tiefe [m u. GOK]	Lage auf der Fläche
MKW	1.900	1.000 - 5.000	4,0 - 5,0	Südl. Geb. 70, ehem. Betriebstankstelle, KRB 124
MKW	8.700	1.000 - 5.000	2,5 - 3,2	Südl. Geb. 70, ehem. Betriebstankstelle, KRB 226

Im aktuellen Flächenzustand ist von den erhöhten MKW-Gehalten aufgrund der vorhandenen Versiegelung keine Gefährdung von Schutzgütern besorgen. Im Rahmen der Grundwasseruntersuchungen in 2017 und 2019 wurden keine MKW-Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen.

Aufgrund der festgestellten MKW-Gehalte deutlich oberhalb des Maßnahmenschwellenwertes der LAWA und der großen Tiefenerstreckung der Belastung bis in den Grundwasserschwankungsreich kann eine Gefährdung des Schutzwertes Grundwasser nach einer Entsiegelung nicht ausgeschlossen werden.

### 5.2.3.2 Schadensbereich SB 2.2: Fasslager vor Geb. 67

Westlich von Gebäude 67 wurde im Bereich des ehem. Fasslagers eine nutzungsbedingte MKW-Belastung im Untergrund vorgefunden. Der maximale MKW-Gehalt (20.000 mg/kg) wurde im Zuge der Gefährdungsabschätzung am Material der Bohrung KRB 259 in einer Tiefe von 2,0 - 3,0 m u. GOK detektiert.

Der obere Maßnahmenschwellenwert der LAWA für MKW wird deutlich überschritten (vgl. folgende Tabelle).

Der Untergrundaufbau im SB 2.2 entspricht grundsätzlich einer 2-schichtigen Teilung aus einem Auffüllungshorizont über Terrassensedimenten. Die Auffüllung besitzt hier eine Mächtigkeit von 3,0 – 4,0 m. Die Eingrenzung des Schadensbereiches mit weiteren Bohrungen und chemischen Analysen im August 2016 war aus gutachterlicher Sicht hinreichend erfolgreich.

**Tabelle 11: Max. MKW-Gehalte, Schadensbereich 2.2**

Schadstoff	max. Analysenbefunde [mg/kg]	Maßnahmenschwellenwert LAWA [mg/kg]	Tiefe [m u. GOK]	Lage auf der Fläche
MKW	10.300	1.000 - 5.000	3,0 - 4,0	Westlich Fasslager, RKS 21
MKW	20.000	1.000 - 5.000	2,0 - 3,0	Westlich Fasslager, RKS 259

Schadstoff	max. Analysenbefunde [mg/kg]	Maßnahmenschwellenwert LAWA [mg/kg]	Tiefe [m u. GOK]	Lage auf der Fläche
MKW	2.100	1.000 - 5.000	6,0 - 7,0	Westlich Fasslager, RKS 259

Im aktuellen Flächenzustand ist von den erhöhten MKW-Gehalten aufgrund der vorhandenen Versiegelung keine Gefährdung des Schutzwesens menschliche Gesundheit zu besorgen.

Aufgrund der festgestellten MKW-Gehalte deutlich oberhalb des Maßnahmenschwellenwertes der LAWA und der großen Tiefenerstreckung der Belastung bis in den Grundwasserschwankungsreich kann eine Gefährdung des Schutzwesens Grundwasser nicht ausgeschlossen werden. Die Löslichkeit und damit auch die Mobilität von MKW im Grundwasser sind jedoch verhältnismäßig gering, so dass von einer stationären Belastung auszugehen ist.

### 5.2.3.3 Schadensbereich SB 2.3: Gebäude 100

Unterhalb der Bodenplatte des Gebäudes 100 (Schurf 25) wurden nutzungsbedingte MKW-Belastungen im Untergrund vorgefunden. Der maximale MKW-Gehalt (27.000 mg/kg) wurde im Zuge der abfalltechnischen Untersuchungen innerhalb der Auffüllung des Schurfs 25 detektiert. Die Verunreinigungen ziehen sich nach organoleptischer Ansprache bis ins Geogen (Terrasse). Eine Tiefeneingrenzung erfolgte bisher nicht.

Der obere Maßnahmenschwellenwert der LAWA für MKW wird deutlich überschritten (vgl. folgende Tabelle).

Der Untergrundaufbau im SB 2.3 entspricht grundsätzlich einer 3-schichtigen Teilung aus einem Auffüllungshorizont über Hochflutlehm und Terrassensedimenten. Die Auffüllung besitzt hier eine Mächtigkeit von ca. 1,5 m. Weitere Schürfe zur Eingrenzung wurden nicht gemacht.

**Tabelle 12: Max. MKW-Gehalte, Schadensbereich 3.3**

Schadstoff	max. Analysenbefunde [mg/kg]	Maßnahmenschwellenwert LAWA [mg/kg]	Tiefe [m u. GOK]	Lage auf der Fläche
MKW	27.000	1.000 - 5.000	0,0 – 1,5	Unter Bodenplatte Gebäude 100 (Schurf 25)

Im aktuellen Flächenzustand ist von den erhöhten MKW-Gehalten aufgrund der vorhandenen Versiegelung keine Gefährdung des Schutzwesens menschliche Gesundheit zu besorgen.

Aufgrund der festgestellten MKW-Gehalte deutlich oberhalb des Maßnahmenschwellenwertes der LAWA und der ungeklärten Tiefenerstreckung der Belastung kann eine Gefährdung des Schutzwesens Grundwasser nicht ausgeschlossen werden.



gutes Grundwasser nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

## 5.2.4 Verunreinigungen mit leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen

### 5.2.4.1 Schadensbereich SB 3.1: Ehem. Lackierkabine

Im Bereich der ehem. Lackierkabine in Gebäude 53 wurde eine nutzungsbedingte Belastung des Untergrundes mit leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen (i. W. BTEX) identifiziert.

Die maximale BTEX-Konzentration in der Bodenluft wurde mit 81,8 mg/m<sup>3</sup> in der Probe der KRB 213 im Zuge der Gefährdungsabschätzung festgestellt. Der Maßnahmenschwellenwert der LAWA für BTEX wird überschritten (vgl. folgende Tabelle).

In der Bodenluft der zwei Sondierungen, welche im Zuge der Sanierungsdetailplanung unmittelbar außerhalb der Lackierkabine entnommen wurden, wurden nur Spuren an leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen detektiert.

Der Untergrundaufbau im SB 3.1 entspricht grundsätzlich einer 2- bis 3-schichtigen Teilung aus einem Auffüllungshorizont über Hochflutlehm- und Terrassensedimenten. Innerhalb der Lackierkabine wurde jedoch aufgrund massiver Bohrhindernisse in 0,8 bzw. 2,9 m Tiefe die anthropogene Auffüllung nicht durchteuft.

**Tabelle 13: Max. BTEX-Gehalt, Schadensbereich 3.1**

Schadstoff	max. Analysenbefunde [mg/m <sup>3</sup> ]	Maßnahmenschwellenwert LAWA [mg/m <sup>3</sup> ]	Tiefe [m u. GOK]	Lage auf der Fläche
BTEX	81,8	50	0 - 2,9	Lackierkabine in Geb. 53, KRB 213

Im aktuellen Flächenzustand ist von den erhöhten BTEX-Gehalten aufgrund der vorhandenen Versiegelung keine Gefährdung von Schutzgütern besorgen. Die identifizierten Bohrhindernisse deuten auf Fundamente/Bodenplatten im Untergrund hin, auf denen eine Anreicherung der Schadstoffe stattgefunden haben könnte.

### 5.2.4.2 Schadensbereich SB 3.2: Fasslager/Abfallsammelstelle

Im südöstlichen Untersuchungsbereich wurden nutzungsbedingte Belastungen des Untergrundes mit leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen (BTEX und LHKW) identifiziert.

Die maximale LHKW-Konzentration in der Bodenluft wurde mit 1.792 mg/m<sup>3</sup> in der Probe der RKS 34 der Dr. Tillmanns GmbH im Jahr 2002 festgestellt. Die maximale BTEX-Konzentration in



der Bodenluft wurde mit 84,4 mg/m<sup>3</sup> in der Probe der KRB 215 im Zuge der Gefährdungsabschätzung festgestellt. Der Maßnahmenschwellenwert der LAWA für BTEX bzw. LHKW wird jeweils überschritten (vgl. folgende Tabelle).

Sowohl im Zuge der Voruntersuchungen als auch im Rahmen der Gefährdungsabschätzung wurden hier im Nahbereich bzw. zwischen Bohrungen mit auffälligen Konzentrationen an leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen diverse unauffällige Laborbefunde ermittelt.

Aus gutachterlicher Sicht ist aus den vorliegenden Ergebnissen zu folgern, dass im Bereich des Fasslagers und der Abfallsammelstelle diffuse, punktuelle Oberflächeneinträge durch die Lagerung von Gefahrstoffen, das Reinigen von Gebinden etc. erfolgt sind, was zu einer heterogenen Belastung der oberen Auffüllungsschichten mit leichtflüchtigen Schadstoffen geführt hat.

Der Untergrundaufbau im SB 3.2 entspricht grundsätzlich einer 2- bis 3-schichtigen Teilung aus einem Auffüllungshorizont über Hochflutlehm- und Terrassensedimenten. Die Auffüllungsmächtigkeit im SB 3.2 beträgt im Mittel 2,0 m.

**Tabelle 14: Max. BTEX/LHKW-Gehalte, Schadensbereich 3.2**

Schadstoff	max. Analysenbefunde [mg/m <sup>3</sup> ]	Maßnahmenschwellenwert LAWA [mg/kg]	Tiefe [m u. GOK]	Lage auf der Fläche
LHKW	1.792	50	0 - 3,0	Abfalllager, KRB 34
BTEX	84,4	50	0 - 3,0	Westlich Fasslager, KRB 215

Im aktuellen Flächenzustand ist von den erhöhten BTEX-Gehalten aufgrund der vorhandenen Versiegelung keine Gefährdung von Schutzgütern besorgen. Dennoch ist eine Diffusion des leichtflüchtigen Schadstoffs in den tieferen Untergrund nicht gänzlich auszuschließen. Die zukünftigen Erdarbeiten sind hier gutachterlich und ggf. messtechnisch zu überwachen, damit die vorhandenen bzw. möglichen weiteren Belastungen ordnungsgemäß saniert bzw. fachgerecht entsorgt werden.

#### 5.2.4.3 Schadensbereich SB 3.3: Gebäude 71

Im Westteil der Produktionshalle 71 wurden nutzungsbedingte Belastungen des Untergrundes mit leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen (LHKW) identifiziert.

Die maximale LHKW-Konzentration in der Bodenluft wurde mit 93,6 mg/m<sup>3</sup> in der Probe der KRB 229 im Zuge der Gefährdungsabschätzung festgestellt. Der Maßnahmenschwellenwert der LAWA

für LHKW wird überschritten (vgl. folgende Tabelle).

Das Gebäude 71 befand sich zum Zeitpunkt der Sanierungsuntersuchungen noch vollständig in Nutzung. Nach Stilllegung des Betriebes wurden eingrenzende Boden- und Bodenluftuntersuchungen durchgeführt [12].

Der Untergrundaufbau im SB 3.3 entspricht grundsätzlich einer 2-schichtigen Teilung aus einem Auffüllungshorizont über und Terrassensedimenten. Lokal wurden Reste des ehemals flächendeckend vorhandenen Hochflutlehms identifiziert. Die Auffüllungsmächtigkeit im SB 3.3 beträgt im Mittel 2,0 m.

**Tabelle 15: Max. BTEX-Gehalte, Schadensbereich 3.3**

Schadstoff	max. Analysenbefunde [mg/m³]	Maßnahmenschwellenwert LAWA [mg/kg]	Tiefe [m u. GOK]	Lage auf der Fläche
LHKW	93,6	50	0 - 3,0	Halle 71, West, KRB 229

Im aktuellen Flächenzustand ist von den erhöhten BTEX-Gehalten aufgrund der vorhandenen Versiegelung keine Gefährdung von Schutzgütern besorgen. Dennoch ist eine Diffusion des leichtflüchtigen Schadstoffs in den tieferen Untergrund nicht gänzlich auszuschließen.

Aus gutachterlicher Sicht sind die vorliegenden Befunde durch weitere Feld- und Laboruntersuchungen nach Stilllegung der Produktion in Halle 71 zu verdichten. Die zukünftigen Erdarbeiten sind ferner gutachterlich und ggf. messtechnisch zu überwachen damit die vorhandenen bzw. möglichen weiteren Belastungen ordnungsgemäß saniert bzw. fachgerecht entsorgt werden.

## 5.2.5 Flächenhafte Verunreinigung mit Schwermetallen

Im gesamten Untersuchungsgebiet wurden sowohl im Zuge der Voruntersuchungen durch die Dr. Tillmanns GmbH, als auch bei allen nachfolgenden Untersuchungen an einer Vielzahl von Auffüllungsproben erhöhte Schwermetallgehalte festgestellt. Insbesondere die festgestellten Bleigehalte zeigen mit bis zu 38.900 mg/kg Sanierungsrelevanz. Die identifizierten Belastungsschwerpunkte mit den jeweiligen maximalen Schadstoffgehalten sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

**Tabelle 16: Max. Schwermetall-Gehalte, Schadensbereich 4**

Schadstoff	max. Analysenbefunde [mg/kg]	Prüfwert BBodSchV Boden-Mensch Wohngebiete [mg/kg]	Tiefe [m u. GOK]	Lage auf der Fläche
Blei	38.900	400	0 - 2,7	Südlich von Gebäude 47, KRB 201, inkl. Grundstück "Canli"

Schadstoff	max. Analysenbefunde [mg/kg]	Prüfwert BBodSchV Boden-Mensch Wohngebiete [mg/kg]	Tiefe [m u. GOK]	Lage auf der Fläche
Blei	28.000	400	0,6 - 0,8	zw. Hallenkomplex 50 - 56 und Geb. 75, KRB 223
Blei	22.900	400	0 - 1,5	Grünfläche nordwestlicher Bereich (Schurf 3)

Außerhalb der vorgenannten Belastungsschwerpunkte treten im Auffüllungsmaterial weiterhin lokal ebenfalls Schwermetall- bzw. Bleigehalte z.T. deutlich oberhalb der orientierend heranzuhenden Prüfwerte der Bundes-Bodenschutzverordnung auf. Es liegen bereichsweise Überschneidungen mit anderen Sanierungsbereichen der vorgenannten organischen Schadstoffe vor.

Die Schwermetallverunreinigungen sind aus gutachterlicher Sicht auf industrielle Ablagerungen (Schlacken, Aschen, Stäube) im Auffüllungsmaterial zurückzuführen. Die schadstoffhaltigen Fremdbestandteile treten heterogen verteilt annähernd im gesamten Untersuchungsgebiet auf und sind in der Regel an einer dunklen Färbung des Auffüllungsmaterials erkennbar.

Eine Gefährdung von Schutzgütern ist aufgrund der überwiegend vorhandenen Oberflächenversiegelung sowie der äußerst geringen Mobilität der Schadstoffe aktuell nicht zu besorgen.

Bei der Durchführung möglicher Erdarbeiten nach einer Entsiegelung ist eine Gefährdung des Schutzgutes Mensch aufgrund des möglichen direkten Kontaktes zu besorgen. Im Zuge der Ausführung von Erdarbeiten sind entsprechende Schutzmaßnahmen zu ergreifen.

Separationsarbeiten im Zuge der Erdarbeiten sind gutachterlich zu überwachen, um eine möglichst hochwertige Verwertung der Aushubmaterialien zu erreichen und die ordnungsgemäße Sanierung im Sinne gesunden Wohnens gewährleisten zu können.

## 5.2.6 Grundwasser

Im Rahmen der Grundwasserbeprobungen in 2017 und 2019 wurden keine signifikant erhöhten Schadstoff-Konzentrationen und keine Vergleichswertüberschreitungen festgestellt. Eine Verunreinigung des Grundwassers wurde nicht nachgewiesen.

## 5.3 Beurteilung der Schutzgutgefährdungen



### 5.3.1 Schadstoffe

Hinsichtlich des Gesundheits-, Arbeits- und Umgebungsschutzes sind aufgrund der im Boden nachgewiesenen Gehalte / Konzentrationen die folgenden Schadstoffe bzw. Schadstoffgruppen als relevant zu betrachten:

- Schwer- und Halbmetalle: i.W. Blei
- PAK - polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe; Einzelstoffe Benzo(a)pyren und Naphthalin)
- MKW - Mineralölkohlenwasserstoffe
- LHKW - leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe
- BTEX – leichtflüchtige aromatischer Kohlenwasserstoffe

Ihre maßgeblichen Eigenschaften und Grenzwerte sind den beigefügten Gefahrstoffdatenblättern in Anlage IV zu entnehmen.

### 5.3.2 Potenzielle Transferpfade

Grundsätzlich sind hinsichtlich einer Einwirkung der nachgewiesenen Schadstoffe auf Schutzgüter die folgenden potenziellen Transferpfade zu betrachten:

#### **Transferpfad Boden → Mensch:**

Direkter, oraler und dermaler Kontakt.

#### **Transferpfad Boden → Atmosphäre → Mensch:**

Inhalative Aufnahme von (Fein)staub und Gasen.

#### **Transferpfad Boden → Grundwasser:**

Eintrag löslicher oder gelöster Schadstoffe in das Grundwasser durch Gravitation oder Perkolation.

Die vorgenannten Transferpfade Boden → Mensch und Boden → Atmosphäre → Mensch sind prinzipiell nur bei bzw. nach Offenlegung und / oder Entsiegelung der schadstoffhaltigen Bodenbereiche bzw. bei Bodeneingriffen in den tieferen Untergrund gegeben. Auf Basis der Betrachtung der Transferpfade erfolgt im Anschluss die Berücksichtigung der Sanierungsrelevanzen.

### 5.3.3 Sanierungsrelevanzen - Wirkungspfad Boden → Mensch

Eine Beeinträchtigung des Schutzgutes "menschliche Gesundheit" über die o. g. Transferpfade setzt grundsätzlich voraus, dass ein Direktkontakt mit dem Boden, eine Auswehung belasteter Stäube oder Ausgasung leichtflüchtiger Schadstoffe möglich ist. Hierzu ist eine Entsiegelung der

Oberfläche oder bei tiefer liegenden Belastungen die Offenlegung der entsprechenden Horizonte Voraussetzung.

Im Rahmen der geplanten Bau- / Erdbau- und Bodensanierungsarbeiten ist grundsätzlich eine Einwirkung über den Direktkontakt auf die Beschäftigten möglich. Durch das Potenzial der Ausweitung schadstoffbelasteter Partikel bzw. die Ausgasung leichtflüchtiger Schadstoffe ist eine Gesundheitsgefährdung durch inhalative Aufnahme prinzipiell gegeben.

Bei sämtlichen Erdarbeiten mit verunreinigten Bodenmaterialien ist der Wirkungspfad Direktkontakt (dermal, oral oder inhalativ) durch geeignete Maßnahmen zu unterbinden. Es ist anzustreben, anfallenden Erdaushub unmittelbar zur ordnungsgemäßen Entsorgung in geeignete Transportbehälter zu verladen. Vorübergehend auf dem Gelände zu lagernde schadstoffhaltige Aushubchargen sind gegen Feinpartikelauswehung zu sichern. Resultierende Arbeits- und Emissionsschutzmaßnahmen sind im Kap. 7 dargelegt.

Bei einer Betrachtung der geplanten Folgenutzung (Wohngebiete, Parkanlagen, Kinderspielplätze, Gewerbe) hinsichtlich einer Beeinträchtigung des Schutzzgutes "menschliche Gesundheit" ist Folgendes anzumerken:

Im Rahmen der zukünftigen Erdarbeiten wird das Auffüllungsmaterial sämtlicher Teilbereiche vollständig ausgekoffert und entsprechend der chemischen und physikalischen Zusammensetzung einer fachgerechten Verwertung / Beseitigung (on-site oder off-site) zugeführt. In diesen Bereichen ist ein Direktkontakt über den Wirkungspfad Boden → Mensch unterbunden und keine Gesundheitsgefährdung für die geplante Folgenutzung zu besorgen.

### 5.3.4 Sanierungsrelevanzen - Wirkungspfad Boden → Grundwasser

Die vorliegenden Untersuchungen im Bearbeitungsgebiet geben Hinweise auf potenzielle Beaufschlagungen des Grundwassers über den Sickerwasserpfad mit den Schadstoffen PAK und MKW sowie untergeordnet mit LHKW und BTEX.

Die durchgeföhrten Grundwasseruntersuchungen ergaben, dass das Grundwasser bei dem aktuellen Versiegelungsgrad bisher nicht durch die im Grundwasserschwankungsbereich erfassten Schadstoffe beeinträchtigt wurde.

Die festgestellten Beaufschlagungen in den Schadensbereichen SB 2.1 und 2.2 reichen jeweils bis in die Tiefen des Grundwasserschwankungsbereichs, so dass eine negative Beeinträchtigung des Grundwassers, insbesondere bei Grundwasserhochständen, nicht ausgeschlossen werden kann. Die Löslichkeit und damit auch die Mobilität von MKW im Grundwasser sind jedoch verhältnismäßig gering, so dass aus gutachterlicher Sicht von stationären Belastungen auszugehen ist.



In den durchgeführten Grundwasseruntersuchungen wurden bisher auch keine relevanten Beeinträchtigungen des Grundwassers festgestellt, die auf ein Abströmen von etwaig gelösten Schadstoffen der nachgewiesenen Auffüllungsbelastungen hinweisen.

Da die Unterkante der Verunreinigung im Schadensbereich 2.3 bisher nicht abschließend erfolgte, eine Erstreckung bis in das Geogen (Terrasse) jedoch wahrscheinlich ist, kann eine negative Beeinträchtigung des Grundwassers in diesem Bereich nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Die weiteren Bodenbelastungen mit MKW und PAK reichen nicht bis in Tiefen, die vom Grundwasser beeinflusst sind, so dass beim aktuellen Flächenzustand (Versiegelung) keine Beaufschlagung des Grundwassers zu besorgen ist. Gleichermaßen ist aus gutachterlicher Sicht von den in der Bodenluft festgestellten LHKW- und BTEX-Belastungen anzunehmen. Nach der Entseiegelung ist jedoch aufgrund der Überschreitung der jeweiligen LAWA-Maßnahmenschwellenwerte eine Grundwassergefährdung durch eine Verlagerung der Schadstoffe mit dem Sickerwasserstrom theoretisch gegeben.

Daher wird die Bodensanierung zeitlich kurzfristig nach Aufbruch der Oberflächenversiegelung ausgeführt, um eine Mobilisierung der Schadstoffe über den Sickerwasserpfad zu unterbinden.

#### 5.4 Ableitung von Sanierungsbereichen

Aufgrund der nachgewiesenen Gehalte der vorgenannten Schadstoffe liegt grundsätzlich eine Sanierungsverpflichtung vor.

Für die geplante Maßnahme ist ein vollflächiger Aushub sämtlicher Auffüllungsmaterialien inklusive vorheriger Entseiegelung und Tiefenentrümmерung vorgesehen. Die Sanierungsbereiche werden aufgrund des vorhandenen Schadstoffpotenzials dennoch gesondert ausgewiesen.

Es erfolgt eine Beurteilung und Zuordnung von Sanierungsbereichen anhand des Verunreinigungsstatus auf Basis der Ergebnisse aller durchgeführten Untersuchungen.

Grundsätzlich werden die nachgewiesenen Boden- / Untergrundkontaminationen in nutzungsbedingt verursachte und auffüllungs- oder stoffbedingte unterschieden.

Nutzungsbedingte Kontaminationen, hervorgerufen durch den unsachgemäßen Umgang mit flüssigen Betriebsstoffen, stellen sich in Form von i. d. R. auch geruchlich wahrnehmbaren, leicht-flüchtigen chlorierten bzw. aromatischen Kohlenwasserstoffen (LHKW, BTEX) und/oder Ölen (MKW) dar.

Die nutzungsbedingten Verunreinigungen beginnen vertikal betrachtet in Auffüllungshorizonten ab GOK bzw. OK Geschoßbodenplatten (Ort des Eintrags) bzw. in Abhängigkeit von der Nutzung



ggf. geringfügig unterhalb der Erdoberfläche (z.B. Tankleckagen). Die Tiefe der jeweiligen Kontamination ist abhängig von der eingetragenen Schadstoffmenge und -dauer sowie ihrer physiko-chemischen Eigenschaften in Verbindung mit dem Rückhaltevermögen der Auffüllungsmaterialien. Die Kontaminationen sind zumeist flächig zusammenhängend und oberflächennah.

Da die nutzungsbedingten Kontaminationen durch den Eintrag von schadstoffhaltigen Flüssigphasen hervorgerufen sind, ist grundsätzlich eine Mobilität der Schadstoffe zu unterstellen. In Teilbereichen sind MKW bereits bis in den Grundwasserschwankungsbereich vorgedrungen.

Die Sanierung der nutzungsbedingten Kontaminationen ist aus Gründen des Grundwasserschutzes bzw. zur Gefahrenabwehr erforderlich.

Demgegenüber werden die stoffbürtigen Kontaminationen durch ortsfeste Inhaltsstoffe im Verfüllkörper selbst hervorgerufen. Es handelt sich im Gegensatz zu den nutzungsbedingten Kontaminanten um Feststoffe. Zu nennen sind hier in erster Linie teerhaltige Produkte, wie die erbohrten Aschen und Schlacken (PAK, Schwermetalle) sowie ggf. Rückstände bzw. Staubablagerungen eines benachbarten bleiverarbeiteten Industriestandortes (Schwermetalle und ggf. Arsen). Die stoffbürtigen Kontaminationen, z. B. oxidisch gebundene Schwermetalle in Schlacken, zeichnen sich i. d. R. durch geringe oder keine Eluierbarkeit aus. Ihre räumliche Verteilung ist heterogen, durch die Verfüllhistorie und durch die Nutzungshistorie bestimmt. Auffüllungsmaterialien mit erhöhten Schadstoffgehalten sind daher zumeist lokal begrenzt bzw. punktuell anzutreffen.

Bei dem derzeitigen Versiegelungsgrad ist keine negative Beeinflussung des Grundwassers durch Niederslagswässer und auch kein direkter Kontakt des Grundwassers mit dem Auffüllungskörper anzunehmen.

Die Sanierung / Sicherung der stoffbürtigen Kontaminationen ist aus Gründen des vorbeugenden Grundwasserschutzes und des Gesundheitsschutzes zur Gefahrenabwehr erforderlich.

Eine Übersicht über die Lage und Erstreckung der Sanierungsbereiche ist der Abbildung 02 in Anlage I zu entnehmen. Die daraus entwickelten Ausschnittspläne der einzelnen Sanierungsbereiche sind in den Abbildungen 3.a bis 3.e und die Profilschnitte in den Abbildungen 4.a bis 4.e der Anlage I zu entnehmen.

Resultierende vorbeugende Arbeits- und Emissionsschutzmaßnahmen sind im Kap. 8 dargelegt.

#### **5.4.1 Sanierungsbereiche 1.1 - 1.3: Verunreinigungen mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen**

Bei den **Sanierungsbereichen 1.1** (Fasslager), **1.2** (Gebäude 70) handelt es sich um kleinräumige Sanierungsflächen von jeweils ca. 5 m x 5 m. Der **Sanierungsbereich 1.3** (nordöstlicher Park-

platzbereich) weist vermutlich eine Fläche von 100 m<sup>2</sup> auf. Die PAK-Verunreinigungen sind hier auf Fremdbestandteile in Form von Aschen und Schlacken zurückzuführen, so dass die maximale Tiefenerstreckung des Sanierungsbereiches jeweils mit der Unterkante der anthropogenen Auffüllung korreliert (ca. 1,5 bis 2 m).

Die Sanierung der kontaminierten Bereiche erfolgt durch vollständiges Entfernen der Auffüllungsmaterialien unter gutachterlicher Begleitung und chargenweiser Beprobung und Deklaration der Aushubmaterialien.

Aufgrund der heterogenen Verteilung der schadstoffhaltigen Fremdbestandteile im Auffüllungskörper sind hier ebenfalls Separationsarbeiten unter gutachterlicher Begleitung vorzunehmen.

#### 5.4.2 Sanierungsbereiche 2.1 - 2.3: Verunreinigung mit Mineralölkohlenwasserstoffen

Das Umfeld einer ehem. Betriebstankstelle südöstlich von Gebäude 70 stellt den **Sanierungsbereich 2.1** dar, welcher eine Fläche von ca. 130 m<sup>2</sup> aufweist. Die MKW-Beaufschlagung liegt im Schadenszentrum bis in den Grundwasserschwankungsbereich bis 5,5 m u. GOK vor.

Die MKW-Verunreinigung wird bis zum Erreichen der Sanierungszielwerte durch vollständigen Aushub saniert. Aufgrund der Tiefenlage der Verunreinigung im Grundwasserschwankungsbereich wird nach Aushub des Auffüllungsmaterials die entstandene Grube mit natürlichem, anthropogen unverändertem Bodenmaterial oder ein Kies-Sand-Gemisch der Qualität Z 0 gem. LAGA TR Boden (2004) bis auf eine Höhe von 1 m über HGW (= höchstem Grundwasserstand) wiederverfüllt.

Der **Sanierungsbereich 2.2** nimmt eine Fläche von ca. 56 m<sup>2</sup> unmittelbar westlich des ehem. Fasslagers an Gebäude 67 ein. Die MKW-Kontamination wurde bis in eine Tiefe von ca. 7,0 m u. GOK bis in die gesättigte Bodenzone erfasst.

Der MKW-Schaden im Umfeld des ehemaligen Fasslagers wird bis in die gesättigte Zone saniert. Die anschließende Wiederverfüllung erfolgt ebenfalls mit natürlichem, anthropogen unverändertem Bodenmaterial oder einem Kies-Sand-Gemisch der Qualität Z 0 gem. LAGA TR Boden (2004).

Für den **Sanierungsbereich 2.3** wird eine Fläche von ca. 200 m<sup>2</sup> angenommen. Die MKW-Kontamination wurde bis in das Geogen erfasst. Die genaue Tiefenerstreckung wurde bisher nicht ermittelt.

Der MKW-Schaden unterhalb der Bodenplatte des ehemaligen Gebäudes 100 wird bis in das Geogen saniert. Die anschließende Wiederverfüllung erfolgt mit natürlichem, anthropogen unverändertem Bodenmaterial oder einem Kies-Sand-Gemisch der Qualität Z 0 gem. LAGA TR Boden

(2004).

#### 5.4.3 Sanierungsbereiche 3.1 - 3.3: Verunreinigungen mit leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen

Der **Sanierungsbereich 3.1** liegt im nördlichen Teil von Gebäude 53 im Bereich einer ehem. Lackierkabine. Der BTEX-Schaden begrenzt sich aus gutachterlicher Sicht auf den unmittelbaren Untergrund der Lackierkabine mit einer Fläche von ca. 65 m<sup>2</sup>. Es wird angenommen, dass auf einer bis in 2,9 m u. GOK identifizierten Bodenplatte eine Anreicherung der Schadstoffe erfolgt ist und der Schaden durch diesen Baukörper nach unten abgegrenzt wird.

Der Sanierungsbereich wird als Schwarz-Weiß-Bereich eingerichtet. Die Aushubarbeiten werden gutachterlich und messtechnisch überwacht.

Der **Sanierungsbereich 3.2** setzt sich aus mehreren punktuellen, nicht zusammenhängenden Oberflächeneinträgen von LHKW bzw. untergeordnet BTEX auf einer Gesamtfläche von ca. 3.200 m<sup>2</sup> im Bereich des Fasslagers bzw. der Abfallsammelstelle zusammen und ist jeweils auf den Bereich der Auffüllung maximal bis zur sperrenden Schicht des Hochflutlehmes in durchschnittlich 2,0 m Tiefe beschränkt.

Die Sanierungsarbeiten in Form von Bodenaushub werden auch im Hinblick auf die Detektion von möglichen weiteren, heterogen vorhandenen Verunreinigungen mit leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen gutachterlich und messtechnisch überwacht

Die Ausdehnung des **Sanierungsbereiches 3.3** im Westteil von Gebäude 71 wurde bisher nicht abschließend eingegrenzt. Die LHKW-Belastung wird daher baubegleitend in Form einer gutachterlichen und messtechnischen Überwachung eingegrenzt und anschließend durch Bodenaustausch saniert.

#### 5.4.4 Sanierungsbereich 4: Flächenhafte Verunreinigung mit Schwermetallen

Der Sanierungsbereich 4 erstreckt sich in Teilbereichen über das gesamte Untersuchungsgrundstück. Eine genaue laterale Eingrenzung des Sanierungsbereichs ist aufgrund der heterogenen Auffüllungszusammensetzungen schwierig und wird daher in der Massenbilanz nicht gesondert betrachtet, sondern findet sich innerhalb der Massen der allgemeinen Auffüllungsmaterialien. In der Tiefe reicht der Sanierungsbereich jeweils maximal bis zur Auffüllungsbasis.

Die Schwermetallverunreinigungen sind aus gutachterlicher Sicht auf die Schlacken und untergeordnet Aschen im Auffüllungsmaterial zurückzuführen. Die Schlacken und Aschen treten heterogen verteilt annähernd im gesamten Untersuchungsgebiet (auch außerhalb der Belastungsschwerpunkte) auf und sind in der Regel an einer dunklen Färbung des Auffüllungsmaterials er-

kennbar.

Die Erdaushubarbeiten werden gutachterlich überwacht, um eine möglichst hochwertige Verwertung der Aushubmaterialien zu erreichen und die ordnungsgemäße Sanierung im Sinne gesunden Wohnens gewährleisten zu können.

## 5.5 Kubaturen und Massenbilanzen der Sanierungsbereiche

Die im Rahmen der Sanierung anfallenden Kubaturen und Massen sind überschlägig in der folgenden Tabelle zusammenfassend dargestellt. Alle Angaben sind ca.-Angaben.

**Tabelle 17: Aushubkubaturen Mengenangaben**

Material	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Aushubvolumen [m <sup>3</sup> ]	Aushubmasse [t]	Güte gem. LAGA BS / DepV
<b>Massen Entsiegelung / Tiefenenttrümmerung</b>				
Schwarzdecke	30.000	4.600	8.700	/
Beton (Bodenplatte + Verkehrsflächen)	95.000	25.000	54.150	/
Plaster	12.000	1.800	4.000	/
Oberboden	13.000	2.200	3.500	/
<b>Massen Boden</b>				
Auffüllungsmaterialien (chemisch für einen Wiedereinbau geeignet)	160.100	ca. 5.200	ca. 9.400	Z 0
		ca. 37.100	ca. 66.500	Z 1.1
		ca. 44.400	ca. 80.000	Z1.2
		ca. 48.200	ca. 98.700	Z 2
Auffüllungsmaterialien (chemisch nicht für einen Wiedereinbau geeignet)		ca. 2.850	ca. 5.100	DK 0
		ca. 46.770	ca. 86.400	DK I
		ca. 6.800	ca. 12.200	DK II
		ca. 2.950	ca. 6.000	DK III
SB 1.1	25	50	95	DK III
SB 1.2	25	50	95	DK I

Material	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Aushubvolumen [m <sup>3</sup> ]	Aushubmasse [t]	Güte gem. LAGA BS / DepV
SB 1.3	100	230	437	DK I
SB 2.1 (Auffüllung)	130	455	865	DK I
SB 2.1 (Geogen)		260	494	DK I
SB 2.2 (Auffüllung)	48	209	397	DK I
SB 2.2 (Geogen)		128	243	DK I
SB 2.3 (Auffüllung)	200	300	570	DK III
SB 2.3 (Geogen)		400	760	DK III
SB 3.1	65	190	360	Z 2
SB 3.2	3.200	6.400	12.150	Z 2
SB 3.3	25	50	95	Z 2
<b>Summe (Boden, Auffüllung)</b>		<b>~ 202.200</b>	<b>~ 384.200</b>	
<b>Summe (Boden, Geogen)</b>		<b>~ 800</b>	<b>~ 1.520</b>	

Es wurden die für eine Sanierung erforderlichen Gesamtvolumina abgeschätzt. Unbelastete Deckschichten, die zur Sanierung unterlagernder kontaminiertes Horizonten ausgehoben werden müssen, oder Zwischenbereiche wurden mit einberechnet.

## 6 SANIERUNGSKONZEPT

### 6.1 Zielsetzung, Vorgehensweise

Das Ziel ist die Beseitigung sämtlicher Bodenbelastungen unter Berücksichtigung der Schutzgüter für eine spätere Mischnutzung aus Wohnen und Gewerbe mit integrierten Grünflächenbereichen sowie einer Schule und einer Kindertagesstätte.

Für das Gesamtgrundstück ist eine Umnutzung im Rahmen eines städtebaulichen Entwicklungskonzeptes geplant. Dabei sind eine Mischnutzung aus Wohnen und Gewerbe mit integrierten Grünflächenbereichen sowie die Eingliederung einer Schule und einer Kindertagesstätte geplant.

Zum Erreichen dieses Sanierungsziels wird aus gutachterlicher Sicht die Vorgehensweise wie

folgt abgeleitet:

Die nutzungsbedingten und auffüllungsbedingten Verunreinigungen, wie analytisch und organoleptisch belegt, existieren flächendeckend in nach unten begrenzbaren Bodenkörpern. Auf Grundlage der vorliegenden Erkenntnisse beschränken sich die Verunreinigungen im Wesentlichen auf die anthropogen aufgefüllten Bodenhorizonte, die im Durchschnitt bis etwa 3,4 m Tiefe reichen. Lokal begrenzt reichen die Sanierungsbereiche bis in den Grundwasserschwankungsreich (ca. 7 m).

Als Sanierungsmaßnahme werden ein vollflächiger Aushub der belasteten Bodenhorizonte, Deklaration der Aushubmaterialien und die externe Entsorgung der kontaminierten Aushubmassen bzw. der Wiedereinbau von (chemisch) geeigneten Materialien ausgeführt. Die Sanierungsmaßnahmen werden unter fachgutachterlicher Begleitung durch Bodenaushub soweit durchgeführt, bis die definierten Sanierungszielwerte innerhalb der ungesättigten Bodenzone erreicht und laboranalytisch nachgewiesen werden.

Sämtliche belasteten Aushubmaterialien sind entsprechend ihrer jeweiligen abfalltechnischen Einstufung einer ordnungsgemäßen Verwertung / Entsorgung zugeführt. Hierzu werden die Materialien aufgemietet, laboranalytisch untersucht und anschließend abgefahrene.

Zur Überprüfung und Dokumentation des Sanierungserfolges (Einhaltung der Sanierungszielwerte) erfolgen Beprobungen der Baugrubenwände und -sohlen.

Bei Bedarf können im Bauablauf Einzelfallentscheidungen sowohl zum Proben- als auch zum Parameterumfang hinsichtlich des Erreichens des Sanierungsziels mit der zuständigen Behörde herbeigeführt werden.

In der Ausführung ergeben sich Anforderungen an Qualitäten, Qualitätssicherungen und Kontrollen. Diese sind in den Folgekapiteln näher beschrieben.

## 6.2 Vorbereitende Maßnahmen

Die Bodensanierungsmaßnahmen werden zeitlich eng mit den vorlaufenden Rückbauarbeiten zur Tiefenenttrümmerung und Freiflächenentsiegelung koordiniert und ausgeführt.

Zur Unterbindung von Niederschlagswasserzutritt in belastete Bodenhorizonte kommen Flächenentsiegelungen, d.h. die Aufnahme von Betonbodenplatten und Schwarzdecken, erst zur Ausführung, wenn gewährleistet ist, dass die Bodensanierungsmaßnahmen zeitnah nach der Entiegelung beginnen.



Zudem werden die vg. zeitlich ineinandergrifenden Maßnahmen der Entsiegelung und Bodensanierung abschnittsweise ausgeführt, um die Fläche des jeweils offen liegenden Untergrundes zu minimieren.

Sollten im Rahmen von Erdarbeiten bisher nicht bekannte Anlagen oder Behälter mit wassergefährdenden Stoffen angetroffen werden, erfolgt umgehend die Einstellung der Arbeiten in diesem Bereich. Nach Prüfung der entsprechenden Anlage bzw. deren Inhalte wird über die weitere Verfahrensweise, wie die Reinigung durch einen Fachbetrieb und ggf. erforderliche Stilllegung durch einen Sachverständigen nach AwSV, entschieden.

Im Vorfeld der Baumaßnahme ist in Anbetracht der ermittelten Schadstoffgehalte ein umfassender Arbeits- und Sicherheitsplan gem. DGUV Regel 101-004 zu erstellt.

### **6.3 Baustelleneinrichtung**

Die Baustelleneinrichtung, bestehend aus der Schwarz-Weiß-Anlage mit Büro-, Sozial- und Magazincontainer, wird außerhalb der eigentlichen Sanierungsbereiche installiert. Es wird ein fortlaufendes, abschnittsweises Schwarz-Weiß-Anlagen-Konzept für die ausgewiesenen Sanierungsbereiche ausgeführt.

Die Zufahrt erfolgt von Norden über die Danziger Straße.

Der Baustellenbereich wird während der gesamten Sanierungserarbeiten durch blickdichte, fest verankerte Bauzäune, H=2,5 m, fest verschraubt, gegen unbefugtes Betreten gesichert. Die zu errichtenden, inneren Schwarzbereiche werden ebenfalls mittels Bauzaun und fest positioniertem Ein- und Ausfahrtsbereich gegen unbefugtes Betreten gesichert.

Baustraßen oder Logistikflächen werden bei Bedarf mit vor Ort vorhandenem geeignetem geogenem Material bzw. mit güteüberwachtem RCL-Material ertüchtigt. Es empfiehlt sich die Verwendung eines Trennvlieses. Gebundene oder versiegelte Flächen werden für die Sanierungsmaßnahme nicht hergestellt. Der temporäre Einbau von güteüberwachtem RCL-Material ist unversiegelt nur für einen Zeitraum von maximal 2 Monaten zulässig. Im Fall des Einbaus von RCL-Material bedarf es einer wasserrechtlichen Erlaubnis.

Für die Sanierungsmaßnahme ist im Baufeld der Einsatz folgender Großgeräte vorgesehen: 4 Bagger, 2 Radlader. Das Aushubmaterial wird mit LKW zur externen Verwertung / Entsorgung abtransportiert. Für den Abtransport des Aushubmaterials dürfen nur LKW mit Plane zur Verhinderung von Ausweihungen eingesetzt werden. Der Abtransport ist abgeplant auszuführen.



## 6.4 Bodenaushub

Die Sanierungsarbeiten sind grundsätzlich durch Bodenaushub so weit durchzuführen, bis die definierten Sanierungszielwerte erreicht werden.

Die Aushubarbeiten umfassen sämtliche Auffüllungsbereiche bis zum unbelasteten gewachsenen Boden, bei im Mittel etwa 3,4 m Tiefe sowie die punktuellen und tieferen Belastungsbereiche in gewachsenen Horizonten bis zu einer maximalen Aushubtiefe von ca. 7 m u. GOK. Die Baugrubensicherung der Aushubbereiche erfolgt mittels Böschungen und bei Erfordernis mit Bermen. Im Nahbereich des Bahndamms wird die Baugrube unter Berücksichtigung der Standsicherheit des Damms errichtet.

Die Aushubmaterialien sind sehr heterogen ausgeprägt als Schluffe bis Kiese mit kiesigen bis schluffigen sowie teilweise steinigen Nebenbestandteilen. Anthropogene Fremdbeimengungen sind flächig in Form von Ziegel, Trümmereschutt, Asche, Schlacke und Beton vorhanden. Dabei beträgt der Anteil an Fremdbeimengungen im oberflächennahen Auffüllungshorizont i.d.R. mehr als 10 %. Es ist vorgesehen, höher belastete Materialien zu separieren, um eine möglichst hochwertige Verwertung des Aushubmaterials zu gewährleisten.

Die Erdarbeiten zur Sanierung erfolgen zum Schutz vor Schadstoffausweihungen und Schadstoffverlagerung mit eindringendem Niederschlagswasser kleinräumig, abschnittsweise und unmittelbar nach Freilegung der jeweiligen Abschnitte.

Aus logistischen Gründen wird derzeit ein zeitgleicher Beginn der Sanierungserdarbeiten südlich der denkmalgeschützten Hallen und im Nordosten des Grundstücks und fortschreitend in südlicher, bzw. südwestlicher Richtung festgelegt. Die jeweiligen Bodenaushubmaterialien werden vor Ort, bzw. auf versiegelter Fläche zu Haufwerken je 500 m<sup>3</sup> aufgemietet, laboranalytisch untersucht und nach abfallrechtlicher Deklaration entsprechend einer Verwertung oder Entsorgung zugeführt.

Die Sanierungserdarbeiten werden unter permanenter fachgutachterlicher Begleitung und mess-technischer Überwachung ausgeführt, um eine ordnungsgemäße Separation von Belastungsgraden der anfallenden Aushubmassen im Sinne einer möglichst hochwertigen off-site-Entsorgung zu gewährleisten und den Sanierungserfolg zu dokumentieren.

Probenahme und chemische Untersuchungen zur Identifikation, bzw. Beweissicherung und zur abfallrechtlichen Deklaration erfolgen durch den Fachgutachter bzw. durch ein akkreditiertes Labor. Bis zur Vorlage der chemischen Untersuchungsergebnisse bei einer vollständigen Abfalldeklaration wird hierbei ein Zeitraum von bis zu 2 Wochen eingeplant.

Die Überprüfung des Sanierungserfolges erfolgt mittels Bodenmischproben der Sanierungsgrubensohle und -wände. Je nach den Ergebnissen der Sanierungsüberprüfung wird bei Bedarf

durch weiteren lateralen/vertikalen Bodenaushub bis zum Erreichen des Sanierungserfolges nachsaniert. Nach Erreichen des Sanierungserfolges erfolgt kein weiterer Bodenaushub.

Nach Aushub der Auffüllungsmaterialien und vor Verfüllung der entstandenen Baugruben wird eine Flächendetektion auf Kampfmittel durchgeführt.

## 6.5 Wasserhaltung

Der höchste gemessene Grundwasserstand liegt bei 41,8 m NHN, was einem Flurabstand von ca. 7 m entspricht. Der Aushub kann somit im Bereich der tiefliegenden Auffüllungen (bis 7 m u. GOK) bei saisonal hohen Grundwasserständen temporär in der wassergesättigten Zone liegen.

Eine Wasserhaltung während der Sanierungserarbeiten wird dennoch voraussichtlich nicht notwendig.

Es empfiehlt sich, die geplanten Bodeneingriffe bei niedrigen Grundwasserstand > 8 m u. GOK durchzuführen ( $\leq$  40,8 m NHN).

## 6.6 Verfüllung und Geländeprofilierung

Folgende Aspekte sind hier zu berücksichtigen:

- die allgemeinen Standort- und Umgebungsbedingungen,
- die konkrete Flächenfolgenutzung,
- Richtlinien und Technische Regeln und
- gesetzliche und behördliche Vorgaben.

Im Rahmen der Sanierungserarbeiten können Hohlräume und Baugruben entstehen, die zum Schutz des Grundwassers bzw. zur Vermeidung der Entstehung von offenen Grundwasserbereichen bis 1 m über dem höchsten Grundwasserleiter wieder zu verfüllen sind (HGW 41,80 m NHN). Die Verfüllung in der gesättigten Bodenzone und im Grundwasserschwankungsbereich muss mit natürlichem, anthropogen unverändertem Bodenmaterial oder einem geogenen Kies-Sand-Gemisch der Qualität Z 0 gemäß LAGA TR Boden (2004) erfolgen.

Innerhalb der ungesättigten Bodenzonen ist in künftig unversiegelten Bereichen (Wohngärten, Parkanlagen) bis zu einer Tiefe von mindestens einem Meter oberhalb des Grundwasserspiegels (ca. 42,80 m NHN) Bodenmaterial bis LAGA Z 1.2 (Bauschutt / Boden) zulässig. Die durchwurzelbaren Bodenschichten an der Oberfläche müssen entsprechend der geplanten Folgenutzung, den



Vorsorgewerten gem. BBodSchV entsprechen.

In zukünftig versiegelten Verkehrsflächen ist der Einbau von Material bis zur Güte Z 2 gem. LAGA Bauschutt zulässig.

Vor dem Einbau von Fehlmengenmaterial sind im Vorfeld Kontrollanalysen je ca. 500 m<sup>3</sup> auf den v. g. Parameterumfang nach LAGA TR Boden (2004) Tabellen II.1.2-2/4 bzw. nach LAGA M20 (1997) Tabellen 1.4-6 vorzulegen. Die entsprechenden Mengen werden vor dem Einbau vom begleitenden Gutachter mindestens organoleptisch geprüft und freigegeben.

Der Nachweis der chemischen Eignung ist vor Anlieferung je 500 m<sup>3</sup> und mindestens je Anfall-/Herkunftsart zu erbringen.

Die Bestimmungen des §12 BBodSchV sind zu beachten.

Die Auffüllung des Geländes auf das geplante Niveau der Folgenutzung mit Oberboden wird vorraussichtlich im Rahmen der Erschließungs- und Hochbaurbeiten und nicht im Zuge der Sanierungsarbeiten ausgeführt.

Im unmittelbaren Nachgang der Sanierungserdarbeiten ist in den Bereichen der zukünftigen Erschließungsstraßen die Herstellung der jeweiligen Höhe des Planums mit tragfähigem Material der Güte bis Z 2 gem. LAGA Bauschutt vorgesehen. In zukünftigen Bereichen mit unterschiedlicher Nutzung ist hingegen lediglich die Sicherung der durch die Sanierung entstandenen Aushubgruben vorgesehen. Die endgültige Herstellung der Baugruben und Baureifmachung erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt.

## 6.7 Bauzeit und Reihenfolge

Der Beginn der Bodensanierungsmaßnahmen steht zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht fest.

Im Hinblick auf einen angestrebten niedrigen Grundwasserstand (> 8 m u. GOK) sollte die Durchführung der Aushubarbeiten mit Eingriffen in größeren Tiefen in Abhängigkeit der Grundwasserstände festgelegt werden.

Vor Beginn der Arbeiten werden die Medientrennung und Baufeldfreimachung durchgeführt und schriftlich bescheinigt.

Die allgemeine Reihenfolge richtet sich im Wesentlichen auf die zeitliche Verzahnung von einander abhängige bzw. aufeinander folgende Bauphasen. Der Bauablauf gliedert sich in die folgenden Bauphasen:

1. Allgemeine Baustelleneinrichtung, Einrichtung der Schwarz-Weiß-Bereiche.

2. Beginn der Bodensanierungsarbeiten;

Reihenfolge: gleichzeitiger Beginn des Aushubs südlich des Gebäudes 46 / 47 und gleichzeitig im nordöstlichen Grundstücksbereich fortschreitend in südliche bzw. westliche Richtung inkl. Flächenbereinigung, abschnittsweises Einrichten von Schwarz-Weiß-Bereichen nach Erfordernis.

a. Freiflächenentsiegelung, Aufnahme der Bodenplatten und Tiefenenttrümmerung; seitliche Lagerung des Bauschutts auf versiegelter oder abgeplanter Fläche mittels Folie; abfalltechnische Deklaration des Bauschutts nach LAGA Bauschutt (1997) und ggf. DepV (2013) zur ordnungsgemäßen Verwertung/Entsorgung.

b. Abschnittsweiser Aushub bis auf das Niveau des sauberen gewachsenen Bodens (bereichsweise bis maximal 7 m u. GOK); Separation des Materials unter organoleptischen Gesichtspunkten auf Anweisung des begleitenden Fachgutachters und messtechnischer Überwachung; Aufmietung, Abtransport des Bodenaushubes nach laboranalytischer Untersuchung und abfallrechtlicher Deklaration zur Entsorgung bzw. ggf. Quertransport zum Wiedereinbau.

c. Parallel Probenahme und chemische Überprüfung der Sanierungssohlen und -wände auf Erreichen der Sanierungszielwerte.

3. Flächendetektion durch den Kampfmittelräumdienst

4. Verfüllung der Aushubbereiche nach Erreichen der Sanierungszielwerte mit geeignetem, extern zu lieferndem Material (Z 0 - Material) bis ca. 1 m über dem höchsten Grundwasserstand (Verfüllebene: 42,80 m NHN).

5. Verfüllung und Herstellung des Planums der Erschließungsstraße

6. Abbau der Baustelleneinrichtung sowie ggf. Rückbau von installierten Baustraßen / Logistikflächen.

## 7 SANIERUNGSZIELWERTE

### 7.1 Schadensbereiche / Kontaminanten

Im Folgenden werden für die definierten Schadensbereiche die Sanierungszielwertdiskussionen in Bezug auf die maßgeblichen Kontaminanten (LHKW, MKW, PAK und Schwermetalle) geführt.

#### 7.1.1 LHKW und BTEX



Aus Sicht der Unterzeichner werden für die oberflächennahen Sanierungsbereiche 3.1, 3.2 und 3.3 die folgenden Sanierungszielwerte für die Umweltmedien Boden, Bodenluft und vorsorglich auch Grundwasser in Bezug auf eine nachhaltige Sanierung bzw. Gefahrenabwehr vorgeschlagen:

Boden:	< 30 mg/kg
Bodenluft:	< 10 mg/m³
Grundwasser:	< 10 µg/l (Summe BTEX)

Die Sanierungszielwerte sind jeweils für alle Kompartimente zu erreichen.

### 7.1.2 MKW

Aus Sicht der Unterzeichner werden für die Sanierungsbereiche 2.1 und 2.2 die folgenden Sanierungszielwerte im Feststoff und Eluat für MKW (KW-GC) in Bezug auf eine nachhaltige Sanierung bzw. Gefahrenabwehr vorgeschlagen:

Eluat:	200 µg/l
Boden:	≤ 500 mg/kg* im Bereich des HGW
Boden:	≤ 1.000 mg/kg* im Bereich oberhalb des HGW

\*= Gesamtgehalt C10 - C40

### 7.1.3 PAK

Aus Sicht der Unterzeichner werden für die auffüllungsgebundenen PAK-Kontaminationen für die Sanierungsbereiche 1.1 bis 1.3 die folgenden Sanierungszielwerte im Feststoff für PAK in Bezug auf eine nachhaltige Sanierung bzw. Gefahrenabwehr vorgeschlagen:

PAK (EPA):	20 mg/kg
Naphthalin	5 mg/kg

### 7.1.4 Boden

Zur Orientierung für die Sanierungszielwertdiskussion für Boden gilt generell die BBodSchV für die Nutzungsart Wohngebiete für die gesamte Grundstücksfläche, da bei einer Mischnutzung grundsätzlich die sensiblere Nutzung zur Bewertung zugrunde gelegt wird. Für den geplanten Grünzug werden die Grenzwerte der Nutzungsart Park- und Freizeitanlagen angesetzt. In den Bereichen der geplanten Schulen (Grundschule und Gesamtschule) werden die Grenzwerte der BBodSchV für die Nutzungsart Kinderspielplätze zugrunde gelegt.



Die Überprüfung des Erreichens der Sanierungszielwerte erfolgt gutachterlicherseits (vgl. Qualitätssicherung, Kap. 9).

## 7.2 Folgenutzung Schule / Kinderspielflächen

Für die Bereiche der zukünftigen Schulen wird nach BBodSchV die Nutzungsart Kinderspielflächen mit folgenden Sanierungszielwerten für den Boden vorgeschlagen.

**Tabelle 18: Sanierungszielwerte für Boden als Prüfwerte der BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt), Nutzungsart "Kinderspielflächen"**

Parameter	Einheit	Prüfwert BBodSchV
Benzo(a)pyren	mg/kg	2
Cyanide	mg/kg	50
Arsen	mg/kg	25
Blei	mg/kg	200
Cadmium	mg/kg	10 <sup>1)</sup>
Chrom gesamt	mg/kg	200
Nickel	mg/kg	70
Quecksilber	mg/kg	10
Polychlorierte Biphenyle (PCB <sub>6</sub> )	mg/kg	0,4

Alle Angaben bezogen auf den Feinboden < 2mm Trockenmasse;

1): im Aufenthaltsbereich für Kinder, der zugleich dem Nutzpflanzenanbau dient, gilt als Prüfwert 2 mg/kg

## 7.3 Folgenutzung Mischnutzung Wohnen / Gewerbe

Aus Sicht der Unterzeichner werden nach BBodSchV für die Nutzungsart Wohngebiete folgende Sanierungszielwerte für den Boden für die zu Wohnzwecken zu entwickelnde Teilflächen vorgeschlagen.

**Tabelle 19: Sanierungszielwerte für Boden als Prüfwerte der BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt), Nutzungsart "Wohngebiet"**

Parameter	Einheit	Prüfwert BBodSchV
Benzo(a)pyren	mg/kg	4
Cyanide	mg/kg	50
Arsen	mg/kg	50
Blei	mg/kg	400
Cadmium	mg/kg	20 <sup>1)</sup>
Chrom gesamt	mg/kg	400
Nickel	mg/kg	140
Quecksilber	mg/kg	20
Polychlorierte Biphenyle (PCB <sub>6</sub> )	mg/kg	0,8

Alle Angaben bezogen auf den Feinboden < 2mm Trockenmasse;

1): im Aufenthaltsbereich für Kinder, der zugleich dem Nutzpflanzenanbau dient, gilt als Prüfwert 2 mg/kg

## 7.4 Folgenutzung Park- und Freizeitanlagen

Aus Sicht des Unterzeichners werden folgende Sanierungszielwerte nach BBodSchV für die Nutzungsart Park- und Freizeitanlagen vorgeschlagen.

**Tabelle 20: Sanierungszielwerte für Boden als Prüfwerte der BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt), Nutzungsart "Park- und Freizeitanlagen"**

Parameter	Einheit	Prüfwert BBodSchV
Benzo(a)pyren	mg/kg	10
Cyanide	mg/kg	50
Arsen	mg/kg	115
Blei	mg/kg	1.000*
Cadmium	mg/kg	50
Chrom gesamt	mg/kg	1.000
Nickel	mg/kg	350
Quecksilber	mg/kg	50
Polychlorierte Biphenyle (PCB <sub>6</sub> )	mg/kg	2

Alle Angaben bezogen auf den Feinboden < 2 mm Trockenmasse,

\* sofern das Verschlechterungsverbot eingehalten wird

## 8 SICHERHEITS-, GESUNDHEITS- UND UMGEBUNGSSCHUTZ

### 8.1 Allgemeines / Hygiene

Nach den vorliegenden Erkenntnissen handelt es sich bei den anstehenden Sanierungsarbeiten generell um "Arbeiten in kontaminierten Bereichen" gem. TRGS 524 und der DGUV-Regel 101-004 (ehem. BGR 128), da der ermittelte und zu erwartende maximale Benz(a)pyren-Gehalt in den Auffüllungsmaterialien > 50 mg/kg (entsprechend > 1.000 mg/kg PAK(EPA)) liegt. In den Sanierungsbereichen 3.1 bis 3.3 sind deutlich erhöhte Schadstoffgehalte an LHKW und / oder BTEX, zu erwarten, die ebenfalls zu einer Einstufung der Sanierungstätigkeiten in kontaminierten Bereichen gem. TRGS 524 bzw. DGUV-Regel 101-004 führen. Darüber hinaus ist in den Sanierungsbereichen 2.1 bis 2.2 im Rahmen der Erdarbeiten mit dem Anfall von Aushubmaterialien (Auffüllung und Geogen) mit MKW-Gehalten > 8.000 mg/kg zu rechnen. Entsprechendes gilt bezüglich der in Teilbereichen nachgewiesenen Bleigehalte (> 2.500 mg/kg) im Sanierungsbereich 4. Die Grenzwerte zur Zuordnung von gefahrenrelevanten Eigenschaften für MKW und Blei werden jeweils überschritten. Entsprechend liegen gem. Gefahrstoffverordnung Gefahrstoffe vor, die beim Aushub als "gefährlicher Abfall" einer geeigneten Beseitigung zuzuführen sind.

Die DGUV-Regel 101-004 bzw. die TRGS 524 fordern die Erstellung eines Arbeits- und Sicherheitsplanes (A+S-Plan) für die anstehenden Sanierungserdarbeiten. Er beinhaltet Gefährdungsanalysen hinsichtlich der Gefahrstoffe und aller Tätigkeiten und die Darstellung der resultierenden Schutzmaßnahmen. Die Arbeiten sind von einem qualifizierten Koordinator nach TRGS 524 / DGUV-Regel 101-004 zu begleiten.

Alle im Baufeld Beschäftigten sind zu unterweisen (Sicherheitsbelehrung), Unterweisungen und Anweisungen müssen auf der Baustelle gut sichtbar aushängen.

Technische und organisatorische Schutzmaßnahmen haben prinzipiell Vorrang vor der Nutzung persönlicher Schutzausrüstungen.

Tätigkeiten mit unmittelbarer Gefahrstoffexposition sind durch technische Schutzmaßnahmen zeitlich zu minimieren. Bei Bedarf sind eine blasende Baugrubenbelüftung sowie Bagger mit Filterkabinen gem. BGR 581 einzusetzen.

Die grundsätzliche Notwendigkeit einer permanenten messtechnischen Überwachung der Arbeits- oder Umgebungsatmosphäre ist aus den bisher vorliegenden Ergebnissen nicht abzuleiten. Aus vorsorglichem Arbeitsschutz wird eine PID-Überwachung in den bekannten und relevanten Sanierungsbereichen eingesetzt.

Bei Anlage der Baugruben ist die DIN 4124 zu beachten.

Der Auftragnehmer (Bauausführender) ist für die Einhaltung der Bestimmungen der Unfallverhütungsvorschriften verantwortlich. Zu nennen sind insbesondere:

§§ 3, 4, 8, 9 ArbschG

Arbeitsmedizinische Vorsorge-Verordnung – ArbMedVV,

DGUV Vorschrift 1 - Grundsätze der Prävention

DGUV Vorschrift 38 - Bauarbeiten

Nötig ist ferner der arbeitsmedizinische Nachweis der Eignung des in kontaminierten Bereichen eingesetzten Personals. Der erforderliche Untersuchungsumfang ist vom Bauausführenden mit dem Arbeitsmedizinischen Dienst o. glw. abzustimmen.

Die im Folgenden beschriebenen Minimalanforderungen werden fachgutachterlich vorgegeben. Die mögliche Anwendung gleichwertiger Verfahren bleibt unbenommen.

Straßen- und Arbeitskleidung sind getrennt aufzubewahren, Sanitär- / Umkleide- und Pausenräume sind sauber zu halten.

Es sind rückfettende Hautschutzsalben bereit zu stellen und zu benutzen.

Mit allen Schutzausrüstungen ist pfleglich umzugehen. Bei Verlust, Defekt oder Verschmutzung der persönlichen Schutzausrüstung ist diese zu wechseln und ordnungsgemäß zu entsorgen.

## 8.2 Technische und organisatorische Schutzmaßnahmen



### 8.2.1 Schwarz-Weiß-Bereiche

Für die Dauer der Sanierungserarbeiten werden gemäß dem Schwarz-Weiß-Bereich-Konzept Schutzzonen ausgewiesen. Die Einrichtung dieser Schutzzonen ist insbesondere notwendig, um Verschleppungen von gefahrstoffhaltigen Abfällen zu unterbinden und einen Kontakt mit Dritten zu verhindern.

Grundsätzlich werden die Bereiche folgendermaßen unterschieden:

- |                 |  |
|-----------------|--|
| Schwarz-Bereich | = belastete Zone: Baugrube und unmittelbares Arbeitsumfeld |
| Grau-Bereich    | = Reinigungszone / Verladezone / Unterstützungszone        |
| Weiß-Bereich    | = unbelasteter Bereich.                                    |

Der Baustellenbereich besteht aus den Grubengrundflächen, den Bereitstellungsflächen für Aushub zur Kontrollbeprobung (bei Bedarf), den Übergabe- / Ladezonen zum Abtransport kontaminiert Materialien sowie der Flächen für die Schwarz-Weiß-Container. Der gesamte Baustellenbereich des jeweiligen Sanierungsabschnitts ist durch Bauzäune zu sichern, die Bauzäune sind vollflächig mit opaker Folie zu verkleiden.

In die Bauzaunumschließung ist die Schwarz-Weiß-Anlage gemäß Arbeitsstättenverordnung (Schwarz-Weiß-Container) zu integrieren und für die Dauer aller kontaminationsbezogenen Arbeiten vorzuhalten und ordnungsgemäß zu betreiben. An der Schwarz-Weiß-Anlage ist eine Stiefelwaschanlage zu installieren.

Permanent eingesetzte Arbeitsgeräte sind auf der Schwarzseite zu lagern. Es ist eine Sammelstelle für kontaminierte Reinigungswässer einzurichten.

Das im jeweiligen Schwarzbereich tätige Personal darf das eingezäunte Baufeld nur über die Personalschleuse der Schwarz-Weiß-Anlage betreten/verlassen, in dem eine Lagerung der Schutzkleidung erfolgt.

Das Essen, Trinken und Rauchen in ausgewiesenen Schwarzbereichen ist nicht zulässig. Es gilt das Verbot der Alleinarbeit.

Haut- oder Augenkontakt mit verunreinigtem Boden ist in jedem Fall zu vermeiden. Bei Kontakt ist die betroffene Stelle sofort zu reinigen, die Augen mit Wasser zu spülen und ein Augenarzt aufzusuchen.

Atemschutzausrüstungen sind nach jedem Gebrauch zu reinigen und vor jeder Benutzung auf ihre Funktionsfähigkeit zu prüfen. Bei Einsatz von Atemschutzgeräten ist ein Filterbuch zu führen.



Die Arbeiten sind vom Unternehmer der Bezirksregierung Köln und der zuständigen Berufsgenossenschaft fristgerecht anzugeben. Es sind gefahrstoffbezogene Betriebsanweisungen gem. §14 Gefahrstoffverordnung zu erstellen. Diese werden allen im Schwarzbereich Beschäftigten vor Aufnahme der Arbeiten mündlich erläutert (Unterweisung) und zusätzlich durch Aushang bekannt gemacht. Die Kenntnis der Inhalte der Betriebsanweisungen ist von den Beschäftigten schriftlich zu bestätigen.

### 8.2.2 Bereitstellungsflächen

Die Einrichtung von Bereitstellungsflächen für Aushub zur Kontrollbeprobung, Übergabe- und Ladezonen sind nur auf befestigter, flüssigkeitsdichter Fläche zulässig. Schadstoffhaltige Aushubmieten sind abzuplanen. Alle Baugrubenböschungen und -sohlen sind (witterungsabhängig) auf Anweisung der AG-Bauleitung bei Schichtende arbeitstäglich mit Folie abzuplanen und zu sichern. Dies dient der Unterbindung von Verwehungen belasteter Stäube in die Umgebung sowie der Verhinderung von Vertikalverlagerungen von Schadstoffen mit Niederschlags- / Sickerwasser in den tieferen Untergrund.

Die Beladung von LKW / Containern mit kontaminiertem Aushub erfolgt unter Aufsicht an gekennzeichneten Verladezonen bzw. der Bereitstellungsfläche. Verunreinigungen an erdberührten Teilen der Transportfahrzeuge und im Bereich der Beladestellen sind unmittelbar zu entfernen und in den Schwarzbereich zurück zu verbringen.

Ggf. auf den Bereitstellungsflächen zur Kontrollbeprobung lagernde Aushubmassen sind permanent abzuplanen.

### 8.2.3 Staubemissionen

Im Rahmen der Tiefenenttrümmerung und des Bodenaushubs sind insbesondere im Umfeld der ausgewiesenen Sanierungsbereiche Anlagen zur Erzeugung von Sprühnebel zum Niederschlagen von Stäuben / Aerosolen betriebsbereit vorzuhalten und auf Anweisung der AG-Bauleitung einzusetzen. Zur Überprüfung der Emissionen durch Stäube und Aerosole sind Kontrollmessungen im Bereich angrenzender Wohnbebauungen durchzuführen.

### 8.2.4 Lärm- und Erschütterungsemissionen

Durch die auszuführende Tiefenenttrümmerung ist die Entstehung von umgebungsrelevanten Erschütterungen und Lärm nicht auszuschließen. Insbesondere bei Antreffen größerer Fundamente kann der Einsatz von erschütterungs- und lärmintensiven Gerätschaften (z. B. hydraulischer Stemmhammer) erforderlich werden. Der Einsatz von erschütterungs- und lärmintensiven Gerätschaften ist auf das erforderliche Minimum zu reduzieren. Zur Überwachung von besonders er-



schüttungs- und lärmintensiven Tätigkeiten werden im Bereich der ehemaligen Lackierkabine (Gebäude 56, Nahbereich „The New Yorker“ Hotel) sowie im nordwestlichen Grundstücksbereich begleitend Online-Messungen durchgeführt, um auf etwaige Belastungsspitzen umgehend durch Reduzierung des Arbeitsumfangs oder ggf. durch Einsatz von Ersatzmaßnahmen reagieren zu können.

### 8.2.5 Verkehrsbelastung

Im Hinblick auf den Abtransport der nicht vor Ort verwertbaren Aushub- und Abbruchmaterialien ist mit erhöhtem Verkehrsaufkommen im näheren Umfeld des Baufelds zu rechnen (ca. 40 LKW-Touren / Tag). Ein unkontrolliertes, direktes Anfahren der Baustelle sollte vermieden werden, um eine Reduzierung von Umgebungsbelastungen (Lärm und Emissionen durch wartende LKW) zu gewährleisten.

Mögliche Varianten:

- Anmeldeverfahren für LKW um zu gewährleisten, dass ausschließlich erfasste und freigegebene Transporte das Gebiet ansteuern und / oder
- Pufferzonen als erster Anfahrtspunkt, um Rückstau oder ähnliche Störungen im direkten Umfeld zu vermeiden.

Eine Behinderung des fließenden Verkehrs auf der Deutz-Mülheimer Straße sowie der Danziger Straße ist unbedingt zu vermeiden.

### 8.3 Persönliche Arbeitsschutzmaßnahmen

Bei den Arbeiten im Schwarzbereich besteht grundsätzlich die Gefahr der Körperaufnahme gesundheitsschädlicher Substanzen. Wirkpfade sind die Einatmung schadstoffhaltiger Stäube oder Gase oder die Resorption über die Haut. Alle Arbeiten im Schwarzbereich sind daher unter Nutzung der persönlichen Schutzausrüstung auszuführen. Die Mindestschutzkleidung muss den ganzen Körper ausschließlich des Gesichts bedecken. Sie umfasst

staubdichte Schutzkleidung  
Bausicherheitsstiefel oder -schuhe  
Schutzhelm  
Arbeitshandschuhe

Bei direktem Kontakt mit kontaminiertem Material müssen Schutzhandschuhe (z. B. Butylkautschuk) getragen werden.

Ist bei entsprechenden Witterungslagen eine Staubbela stung der Arbeitsatmosphäre technisch

nicht zu unterbinden, sind auf Anweisung der AG-Bauleitung Staubschutzmasken zu tragen

filtrierende Halbmaske, Filter P2/P3

Die Tragezeitbegrenzungen sind zu beachten. Die arbeitsmedizinische Eignung (G 26.2) ist nachzuweisen.

Sämtliche Schutzausrüstungen müssen resistent (chemikalienbeständig) gegen die vorhandenen Schadstoffe sein.

Folgende Bestimmungen sind in diesem Zusammenhang zu beachten:

DGUV Regel 112-189 "Einsatz von Schutzkleidungen"

DGUV Regel 112-190 "Benutzung von Atemschutzgeräten"

Die Gestellung, Vorhaltung, der ordnungsgemäße Einsatz und die Entsorgung sämtlicher eingesetzten Reinigungsmedien, Emissionsschutzeinrichtungen und persönlichen Schutzausrüstungen ist Sache des Unternehmers.

Der Bauablauf und der Einsatz technischer und organisatorischer Schutzmaßnahmen sind so zu gestalten, dass Tätigkeiten unter erweiterter persönlicher Schutzausrüstung zeitlich minimiert werden.

Haut- oder Augenkontakt mit verunreinigtem Boden ist zu vermeiden. Bei Kontakt ist die betroffene Stelle zu reinigen, die Augen mit Wasser zu spülen und ein Augenarzt aufzusuchen.

Das Erfordernis des Einsatzes erweiterter persönlicher Arbeitsschutzausrüstungen besteht nach derzeitigem Kenntnisstand nicht. Bei Veränderungen der Gefährdungssituation im Bauablauf sind bei Bedarf weitere Maßnahmen nötig und anzuweisen (z. B. Atemschutz, Einweg-Schutzanzug).

## 9 ENTSORGUNGSKONZEPT

### 9.1 Rechtliche Grundlagen

Das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) des Bundes von Februar 2012: Es schreibt die Pflicht zur Abfallvermeidung durch Mengenminderung vor und gibt der Verwertung Vorrang vor der Entsorgung. Anzustreben ist jeweils die umweltverträglichste Verwertung. Unterschieden werden die



(Bau-)Abfälle in "Abfälle zur Verwertung" und "Abfälle zur Beseitigung".

Das Landesabfallgesetz für das Land Nordrhein-Westfalen (LAbfG): Es schreibt die Getrennthaltung von Bauabfällen bei ihrer Entstehung zur ordnungsgemäßen Verwertung vor.

Des Weiteren gelten u. a. die folgenden Gesetze, Verordnungen und Richtlinien mit: Gewerbeabfallverordnung, BBodSchG / BBodSchV, BlmSchG, DepV, AVV, AltholzV, NachwV, TgV, EfbV, BaustellV, GefStoffV, eANV ArbStättV sowie die UVV'en und TRGS in jeweils gültiger Fassung bzw. letztem Änderungsstand.

Seit dem 1. April 2010 besteht die Pflicht zur elektronischen Nachweisführung für die Entsorgung gefährlicher Abfälle. Das elektronische Abfallnachweisverfahren (eANV) ist entsprechend durchzuführen.

## 9.2 Materialien zur Entsorgung

### 9.2.1 Gemische aus oder getrennte Fraktionen von Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik, die gefährliche Stoffe enthalten (AVV 170106\*)

Dieser Abfall fällt ggf. in Teilbereichen beispielsweise in Form von MKW getränkten Bodenplatten oder unterirdischen Bauwerksresten aus den Sanierungsbereichen 2.1 - 2.2 an, welche vorbehaltlich einer Deklarationsanalyse über v. g. AVV-Schlüssel als gefährlicher Abfall zu entsorgen.

### 9.2.2 Gemische aus oder getrennte Fraktionen von Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik, mit Ausnahme derjenigen die unter 170106\* fallen (AVV 170107)

Hierunter fallen sämtliche Aushubmaterialien der anthropogenen Auffüllungsmaterialien der Sanierungsbereichen, die aufgrund der Schadstoffgehalte und -konzentrationen nicht als gefährlicher Abfall zu deklarieren sind und nicht vor Ort wieder eingebaut werden können.

### 9.2.3 Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten (AVV 170503\*)

Unter v. g. Abfallschlüssel sind die geogenen Aushubmaterialien zu entsorgen, die gemäß den maximal festgestellten Schadstoffgehalten und -konzentrationen "Gefahrstoffcharakteristika" aufweisen und als "gefährlichen Abfall" einzustufen sind.

### 9.2.4 Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, ... (AVV 170504)

Hierunter fallen sämtliche Aushubmaterialien der anthropogenen Auffüllungsmaterialien in Form von Erdaushub sowie der sanierungspflichtigen und verunreinigten, geogenen Aushubmaterialien die aufgrund der Schadstoffgehalte und -konzentrationen nicht als gefährlicher Abfall zu deklarie-



---

ren sind und nicht vor Ort wieder eingebaut werden können.

### **9.2.5 Sonstige**

Weitere Abfallarten wie Sperrmüll aus der Flächenräumung sowie bis dato nicht bekannte Abfälle sind getrennt zu halten und einer ordnungsgemäßen Entsorgung zuzuführen. Insbesondere sind hierbei die im Zuge der Entsiegelung anfallenden Schwarzdecken zu nennen, die entsprechend durchzuführender begleitender PAK-Analysen entweder als kohlenteerhaltige Bitumengemische (AVV 170301\*) oder als Bitumengemische, mit Ausnahme derjenigen, die unter 170301\* fallen (AVV 170302) zu klassifizieren sind.

### **9.3 Nachweise, Genehmigungsverfahren**

Die Abfallsatzung der Stadt Köln mit Anschluss- und Benutzungszwang ist zu beachten.

Die ordnungsgemäße Entsorgung (Verwertung oder Beseitigung) ist durch Führung gesetzlich geforderter Nachweisverfahren (Entsorgungsnachweis, Begleit-, Übernahmeschein) zu belegen.

Die behördlichen Genehmigungen, Nachweise, Begleitschein- / Übernahmescheinverfahren etc. zur Durchführung geplanter Entsorgungsleistungen sind vom ausführenden Unternehmen zu erbringen und durchzuführen. Der Transporteur benötigt die Genehmigungen zum Transport der anfallenden Abfallarten.



## 10 QUALITÄTSSICHERUNG UND KONTROLLANALYSEN

### 10.1 Allgemeines

Die Sanierungsmaßnahme ist fortlaufend zu dokumentieren und in einem abschließenden gutachterlichen Bericht inkl. der Massenbilanzen darzustellen.

Die Festlegung von Art und Umfang aller Probenahmen und zu untersuchender Parameter erfolgt durch die Fachbauleitung in Absprache mit dem Entsorger und den Fachbehörden. Bei der Probengewinnung hat der bauausführende Unternehmer bei Bedarf mitzuwirken. Die Analysen erfolgen im Auftrag des Bauherrn. Sämtliche für die Entsorgung und Beweissicherung nötigen Analysen werden von der Fachbauleitung durchgeführt bzw. veranlasst. Ggf. vom Unternehmer veranlasste Analysen haben nur interne Bedeutung.

Alle chemischen Analysen sind von einem akkreditierten Labor auszuführen.

### 10.2 Umgebungs- und Arbeitsschutz

Sämtliche ggf. für den Umgebungs- und Arbeitsschutz nötig werdende Analysen werden von der Fachbauleitung durchgeführt bzw. veranlasst. Ggf. vom bauausführenden Unternehmer veranlasste Analysen haben nur interne Bedeutung.

### 10.3 Kontrollen im Bauablauf / Einbaumaterial

Die Überprüfung und Dokumentation des Sanierungserfolgs erfolgt durch Beprobungen der Sanierungsoberfläche nach erfolgtem Abtrag der sanierungspflichtigen Aushubmaterialien. Des Weiteren werden die durch die Sanierung entstandenen Baugrubenwände und -sohlen beprobt. Es erfolgen Analysen auf die maßgeblichen Parameter gemäß Kapitel 6.3.

Überprüfungen sowie die Dokumentation erfolgen des Weiteren durch chemische Untersuchungen an zum Wiedereinbau vorgesehenen, umzulagernden geogenen Materialien und / oder an von extern angeliefertem Fehlmengenmaterial.

Zur Qualitätssicherung werden zusammenfassend folgende Maßnahmen empfohlen:

Tabelle 21: Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Maßnahme:	Anzahl	Parameter
<b>Chemische Analysen:</b>		
Kontrollanalysen anthropogener Bodenaushub und Bauschutt	je nach Verwertungs- / Entsorgungsstelle	gem. LAGA / DepV / Anforderungen des Entsorgers



<b>Maßnahme:</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Parameter</b>
Kontrollanalysen Sanierungsoberfläche (Flächenabtrag)	je 1.000 m <sup>2</sup>	Sanierungszielwerte / LAGA Boden
Kontrollanalysen geogene Oberfläche (Grubensohlen der Tiefenenttrümmerung)	je 500 m <sup>2</sup> / mind. 1 x je Baugruben; ergänzt nach organoleptischem Befund	Sanierungszielwerte / LAGA Boden
Kontrollanalysen der Baugrubenböschungen der Sanierungsbereiche	je 50 Ifm / mind. 1 x je Baugruben; ergänzt nach organoleptischem Befund	Sanierungszielwerte / LAGA Boden
Kontrollanalysen Wiedereinbaumaterial (vor Ort umgelagert oder von extern)	je 500 m <sup>3</sup>	LAGA Boden / LAGA Bau-schutt RC-Richtlinie *)
<b>Sonstige Maßnahmen:</b>		
Dokumentation der Maßnahme	nach Abschluss	
Gutachterliche Überwachung	nach Baufortschritt	
Sicherheits-, Gesundheits- und Umgebungsschutz	s. Kap. 8	

\*) erfolgt nicht im Zuge der Sanierungs-, sondern bei der Neubaumaßnahmen

Die Freimeßungen der im Zuge der Sanierungsaushubarbeiten entstehenden Baugruben werden sowohl an den Grubewänden als auch an den Grubensohlen durch die Entnahme gestörter Bodenproben bzw. Bodenmischproben durchgeführt. In den LHKW- und BTEX-Sanierungsbereichen erfolgt direkt bei der Entnahme der Bodenproben eine Überschichtung des Probenmaterials mit Methanol. In den BTEX- und LHKW-Sanierungsbereichen sind Erfolgskontrollen mittels der Entnahme von Bodenluftproben aus der ungesättigten Bodenzone unterstützt durch PID-Vor-Ort-Messungen vorzunehmen.

