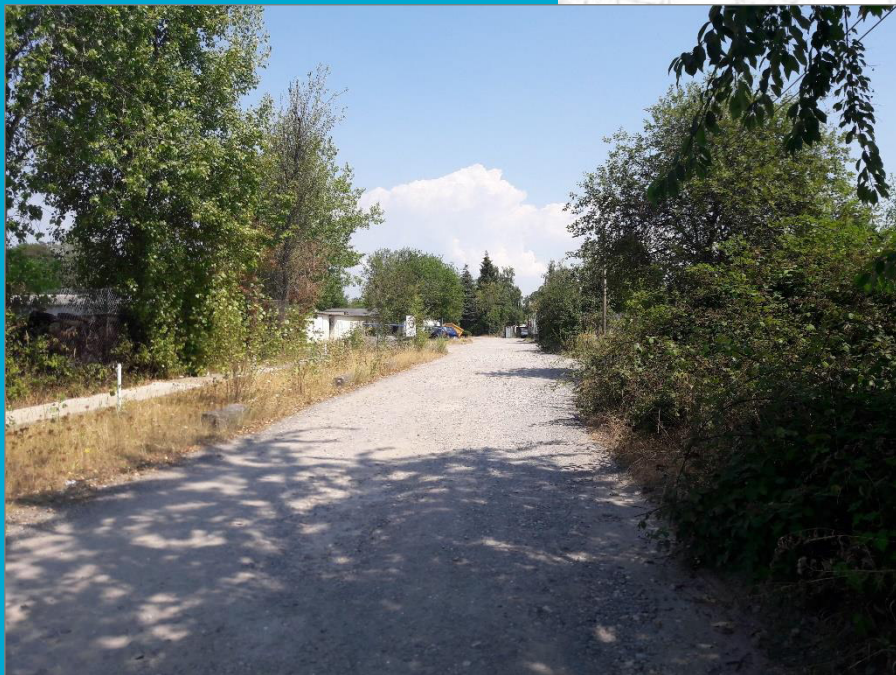


BV Simonskaul in Köln-Weidenpesch - Sanierungsplan gem. § 13 BBodSchG -



Angefertigt im Auftrag der
Bonava Deutschland GmbH



**BV Simonskaul in Köln-Weidenpesch
- Sanierungsplan gem. § 13 BBodSchG -**

Projektnummer 180297 (interne Projektnummer)

Bearbeitung Claire Schneider, M. Sc.
Andreas Jansen, M. Sc.
Dipl.-Geol. Dr. Jürgen Topp

Umfang 99 Seiten Text, 19 Tabellen, 12 Abbildungen, 10 Anlagen

Auftragsdatum 12.11.2020

Auftraggeber Bonava Deutschland GmbH
Am Nordstern 1
15517 Fürstenwalde

Auftragnehmer Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH
Widdersdorfer Straße 190
50825 Köln
Fon: 0221/17 09 17-0
Fax: 0221/17 09 17-99
E-Mail: info.koeln@mup-group.com
Homepage: www.mullundpartner.de

Köln, den 28.01.2022



Dr. Jürgen Margane
- Geschäftsführer -



i. A. Claire Schneider, M.Sc.
- Gutachterin -



i. A. Dipl.-Geol. Dr. Jürgen Topp
- Gutachter -



i. A. Andreas Jansen, M.Sc.
- Gutachter -



INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	I
TABELLENVERZEICHNIS	IV
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	V
ANLAGENVERZEICHNIS	VI
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VIII
1 ANLASS, VORGANG	1
1.1 Veranlassung, Geltungsbereich	1
1.2 Schutz- und Sanierungsziele	2
1.3 Aufgabenstellung, Auftragsumfang	2
1.4 Auftraggeber, Auftragsdatum	3
2 VERWENDETE UNTERLAGEN	3
2.1 Planunterlagen	3
2.2 Gutachten, Berichte und Stellungnahmen	4
2.3 Literatur / Gesetze / Verordnungen	5
2.4 Datenbanken	6
3 STANDORTBESCHREIBUNG	7
3.1 Lage, Größe, Zustand	7
3.2 Schutzzonen / Restriktionen	10
3.3 Stadtgeographische Situation	10
3.4 Naturräumliche Ausstattung	11
3.4.1 Morphologie / Topographie	11
3.4.2 Geologie, Hydrogeologie	11
3.5 Historische, aktuelle und geplante Nutzung	13
3.5.1 Historische Nutzung	13
3.5.2 Aktuelle Nutzung	14
3.5.3 Geplante Folgenutzung	14
4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	14
4.1 Überblick vorangegangener Untersuchungen	14
4.2 Gefährdungsabschätzung der Altdeponie 50503 „Simonskaul“ in Köln-Longerich	16
4.3 Orientierendes Gutachten zur Baugrundsituation inkl. abfalltechnischer Deklaration	17
4.4 Bericht zur geotechnischen Voruntersuchung des Baugrunds und zur orientierenden Altlastenuntersuchung	17
4.5 Bericht zu den durchgeführten Bodenluftuntersuchungen	18
4.6 Verbal-argumentative Sickerwasserprognose	20
4.7 Sicherungskonzept Bodenluft	20

Bericht vom 28.01.2022

4.8	Planungsbezogene Gefährdungsabschätzung inkl. abfalltechnischer Voreinstufung der Aushubmaterialien.....	21
4.9	Abfalltechnische Deklaration des Bohrguts aus den Großbohrungen für die Entsorgung	25
4.10	Nutzungsbezogene Gefährdungsabschätzung inkl. abfalltechnischer Voreinstufung der Aushubmaterialien - Teilfläche C	26
4.11	Pumpversuch	30
4.12	Grundwasseruntersuchung Juli 2021	31
4.13	Zusammenfassung und Differenzierung sanierungsrelevanter Ergebnisse.....	32
5	FACHLICHE BEURTEILUNG DER ERGEBNISSE.....	36
5.1	Beurteilungskriterien.....	36
5.1.1	Schutzgutbetrachtung	36
5.1.2	Abfallrechtliche Betrachtung.....	40
5.2	Schadstoffinventar im Boden und in der Bodenluft	41
5.2.1	Schadstoffinventar hinsichtlich der Gefährdung menschlicher Gesundheit.....	41
5.2.2	Schadstoffinventar hinsichtlich der Gefährdung des Grundwassers	44
5.2.3	Abfalltechnische Einstufungen anthropogener Auffüllungsmaterialien und geogener Böden	47
5.3	Schadstoffinventar im Grundwasser	48
5.4	Beurteilung der Schutzgutgefährdungen.....	49
5.4.1	Schadstoffe	49
5.4.2	Potenzielle Transferpfade	49
5.4.3	Sanierungsrelevanzen - Wirkungspfad Boden → (Bodenluft →) Mensch	50
5.4.3.1	Baugrundstück	50
5.4.3.2	Grün- und Ausgleichsfläche.....	51
5.4.4	Sanierungsrelevanzen - Wirkungspfad Boden → Grundwasser	52
5.5	Ableitung von Bodensanierungsbereichen.....	53
6	SANIERUNGSMASSNAHMEN	54
6.1	Sanierungsverfahren	54
6.2	Sanierungsziel.....	55
6.3	Sanierungszielwerte	55
7	GRUNDWASSERMONITORING UND ABSTROMSICHERUNG.....	55
7.1	Errichtung neuer Messstellen/Brunnen.....	56
7.2	Monitoring	57
7.3	Auslöseschwellen für Aktivierung hydraulische Abstromsicherung	58
7.4	Hydraulische Abstromsicherung	60
7.4.1	Dimensionierung der Brunnen und Messstellen	63
7.4.2	Abreinigung des Förderwassers.....	63
8	BAUABLAUF / HERRICHTUNG DES GRUNDSTÜCKS.....	65
8.1	Sanierungsvorbereitende Maßnahmen.....	66
8.2	Sanierungserdarbeiten	67
8.3	Ausführung und Sicherung der Sanierungsgrube (Amt 63).....	70
8.3.1	Annahmen für Berechnungen	70

8.3.2	Grenzsituationen.....	72
8.3.3	Geplante Baugrubensicherungen.....	72
8.3.3.1	Böschung in Altablagerung (Schnitte 1 – 4).....	73
8.3.3.2	Böschung innerhalb des Baufeldes in Terrasse (Schnitte 1 – 4).....	74
8.3.3.3	Westliche Grundstücksgrenze zur Straße (Schnitt A).....	74
8.3.3.4	Südwestliche und westliche Grundstücksgrenze (Schnitte 1 – 4).....	74
8.3.3.5	Östliche Grundstücksgrenze.....	75
8.4	Abdichtung und passive Entgasung.....	76
8.4.1	Visuelle Kennzeichnung der Ausbisslinie der Böschung/Abdichtung.....	80
8.5	Zustand der Fläche nach Abschluss der Sanierung.....	81
8.6	Nördliche Grün- und Ausgleichsfläche.....	81
9	BODENMANAGEMENT- UND ENTSORGUNGSKONZEPT	82
9.1	Rahmenbedingungen	82
9.2	Rechtliche Grundlagen	83
9.3	Kubaturen und Massenbilanzen des Sanierungsbereiches (<i>Amt 572</i>)	83
9.4	Materialien Einbau.....	85
9.4.1	Vor-Ort anfallende Materialien (interne Verwertung)	85
9.4.2	Externe Materialien	87
9.4.3	Einbau von Material in Versickerungsbereichen.....	87
9.5	Materialien externe Verwertung / Beseitigung (<i>Amt 572</i>)	89
9.6	Anfallende Abfallarten (<i>Amt 572</i>)	90
9.6.1	Gemische aus oder getrennte Fraktionen von Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik, die gefährliche Stoffe enthalten (AVV 170106*).....	90
9.6.2	Gemische aus oder getrennte Fraktionen von Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik, mit Ausnahme derjenigen die unter 170106* fallen (AVV 170107)	90
9.6.3	Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten (AVV 170503*)	90
9.6.4	Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, ... (AVV 170504).....	90
9.6.5	Baustoffe auf Gipsbasis, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind (AVV 170801*)	90
9.6.6	Baustoffe auf Gipsbasis mit Ausnahme derjenigen, ... (AVV 170802).....	91
9.6.7	Sonstige.....	91
9.7	Nachweise, Genehmigungsverfahren.....	91
9.8	Kontrollen im Bauablauf / (Wieder)einbaumaterialien	91
10	QUALITÄTSMANAGEMENTPLAN.....	92
11	SICHERHEITS-, GESUNDHEITS- UND UMGEBUNGSSCHUTZ	92
11.1	Allgemeines / Hygiene.....	92
11.2	Technische und organisatorische Schutzmaßnahmen.....	94
11.2.1	Schwarz-Weiß-Bereiche.....	94
11.2.2	Bereitstellungsflächen	96
11.2.3	Staubemissionen	97
11.2.4	Lärm- und Erschütterungsemissionen.....	97
11.2.5	Verkehrliche Situation im Baustellenbetrieb	97
11.3	Persönliche Arbeitsschutzmaßnahmen.....	98

12 DOKUMENTATIONSMAßNAHMEN	99
----------------------------------	----

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Kenndaten der Untersuchungsfläche.....	9
Tabelle 2:	Übersicht durchgeführter Geländearbeiten	15
Tabelle 3:	Abfalltechnische Deklaration Entsorgung Bohrgut Großbohrungen	25
Tabelle 4:	Zusammenfassung der abfalltechnischen Voreinstufungen aus Vorgutachten	34
Tabelle 5:	Max. Analysenbefunde BaP, PCB und Schwermetalle, Boden, Baugrundstück.....	42
Tabelle 6:	Max. Analysenbefunde Methan, Bodenluft, gesamtes Plangebiet.....	42
Tabelle 7:	Max. Analysenbefunde BaP, PCB und Schwermetalle, Boden, Grün- und Ausgleichsfläche.....	43
Tabelle 8:	Max. Analysenbefunde BTEX/TMB-Einzelparameter, Bodenluft, Grün- und Ausgleichsfläche.....	43
Tabelle 9:	Max. Analysenbefunde BTEX/TMB-Einzelparameter), Boden, Grün- und Ausgleichsfläche.....	44
Tabelle 10:	Maximale Analysenbefunde im 2:1 Bodeneluat, Baugrundstück.....	45
Tabelle 11:	Maximale Analysenbefunde, organische Schadstoffe, Boden (Baugrundstück)	46
Tabelle 12:	Maximale Analysenbefunde, organische Schadstoffe, Boden (Grün- und Ausgleichsfläche)	46
Tabelle 13:	Maximale Analysenbefunde, Σ BTEX und TMB, Bodenluft	47
Tabelle 14:	Dimensionierung neue Messstelle und Brunnen	63
Tabelle 15:	Aufbau der Abdichtungen von oben nach unten	77
Tabelle 16:	Mengenangaben.....	84
Tabelle 17:	Mengenangaben Grün- und Ausgleichsfläche	85
Tabelle 18:	Qualitätsanforderungen an das Verfüllmaterial	85
Tabelle 19:	Maßnahmen zur Qualitätssicherung	92



ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Ungefähre Lage der Altablagerung Nr. 50503 und der Teilflächen (Kartengrundlage: Geobasisdaten der Kommunen und NRW © GeoBasis NRW, Tim Online 2.0, Stand: 25.03.2020)	7
Abbildung 2: Ungefähre Lage der Altablagerung Nr. 50503 und der Teilflächen mit Darstellung der Planung aus dem VEP (Stand: 16.08.2021) (Kartengrundlage: Geobasisdaten der Kommunen und NRW © GeoBasis NRW, Tim Online 2.0, Stand: 25.03.2020)..	8
Abbildung 3: Darstellung der Grundwasserstände (Mai 2020 – Oktober 2021) Fehler! Textmarke nicht definiert.	
Abbildung 4: Luftbildaufnahme (Quelle: Google Earth, Bildaufnahmedatum: 30.03.2021, abgerufen am 10.08.2021)	56
Abbildung 5: Darstellung der Grundwassergleichen bei Mittelwasser (Auszug HygrisC, zur Verfügung gestellt durch das Umwelt – und Verbraucherschutzamt, Stadt Köln)...	61
Abbildung 6: Prinzip der Berechnung der Entnahmebreite nach Todd, 1964 (https://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/entnahmebreite/4117 , Aufgerufen: 16.07.2021)	62
Abbildung 7: Fließschema Abreinigung Förderwasser	65
Abbildung 8: Lage der Blindgängerverdachtspunkte, gelb markiert (Bezirksregierung Düsseldorf, AZ 22.5-3-531500-3/17, Datum: 12.02.2017)	69
Abbildung 9: Prinzipskizze der Abdichtung	76
Abbildung 10: Systemschnitt Versickerungsbereiche (Quelle: Fredersdorf Consulting, Köln)	88
Abbildung 11: Auszug aus Lageplan private Entwässerung mit ergänzter Darstellung des Einbaus von Z0-Material im Bereich der Rigolen Haus 2 bis 4 (blau hinterlegt), (Quelle: Lageplan private Entwässerung - Grundstück Haus 2 bis 7, LK 038a, Fredersdorf Consulting, Stand: 24.11.2021)	89
Abbildung 12: Exemplarische Darstellung mobile Reifenwaschanlage (Quelle: Stonetec Industries GmbH)	95



ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage I	Abbildungen Abbildung 01: Lage im Stadtgebiet von Köln Abbildung 02: Lageplan der Aufschlusspunkte (Bestand) Abbildung 03: Lageplan der Aufschlusspunkte (Planung) Abbildung 04.1: Ergebnisse der Bodenluftuntersuchungen - Methan Abbildung 04.2: Ergebnisse der Bodenluftuntersuchungen - BTEX Abbildung 05: Isolinienkarte der Auffüllungsunterkante Abbildung 06: Lageplan des Sanierungsbereiches Abbildung 07: Lageplan der der Abdichtung und Entgasungseinrichtungen Abbildung 08: Regelaufbau des Abdichtungssystems Abbildung 09: Kamine zur Entgasung Abbildung 10: Lage der geplanten Grundwassermessstellen und Brunnen mit Darstellung des Standorts der Grundwassersanierungsanlage
Anlage II	Abbildungen und Berechnungen Baugrubenplanung Abbildung 02.0: Lageplan Baugrubenplanung Abbildung 02.1: Profilschnitt A - A' Abbildung 02.2: Profilschnitt 1 - 1' Abbildung 02.3: Profilschnitt 2 - 2' Abbildung 02.4: Profilschnitt 3 - 3' Abbildung 02.5: Profilschnitt 4 - 4' Erdstatische Berechnungen Böschung und Verbau
Anlage III	Vorläufiger Qualitätsmanagementplan (Stand: 29.10.2021)
Anlage IV	Statik Kamine
Anlage V	Gefahrstoffdatenblätter
Anlage VI	Grundwasserauskunft LANUV NRW vom 25.06.2021 und StEB Köln vom 25.06.2018
Anlage VII	Ergebnisse des Pumpversuchs
Anlage VIII	Chemische Prüfberichte und Probenahmeprotokolle Grundwasseruntersuchung Juli 2021



Anlage IX Untersuchungsberichte der Voruntersuchungen

- Anlage IX.1: GFM-Umwelttechnik GmbH & Co. KG (30.01.2007): Gefährdungsabschätzung der Altdeponie 50503 „Simonskaul“ in Köln-Longerich.
- Anlage IX.2: Althoff & Lang GbR (September 2016): Orientierendes Gutachten zur Baugrundsituation inkl. abfalltechnischer Deklaration.
- Anlage IX.3: HPC AG (10.04.2017): BV Simonskaul in Köln-Weidenpesch - Bericht zur geotechnischen Voruntersuchung des Baugrunds und zur orientierenden Altlastenuntersuchung.
- Anlage IX.4: HPC AG (27.09.2017): BV Simonskaul in Köln-Weidenpesch - Bericht zu den durchgeführten Bodenluftuntersuchungen.
- Anlage IX.5: HPC AG (27.09.2017): BV Simonskaul in Köln-Weidenpesch – Verbal-argumentative Sickerwasserprognose.
- Anlage IX.6: HPC AG (20.12.2017): BV Simonskaul in Köln-Weidenpesch – Sicherungskonzept Bodenluft.
- Anlage IX.7: HPC AG (21.12.2017): BV Simonskaul in Köln-Weidenpesch – Isolierenplan, Auffüllungsmächtigkeiten (Stand: August 2017).
- Anlage IX.8: Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH (30.01.2020): BV Simonskaul in Köln – Weidenpesch, Planungsbezogene Gefährdungsabschätzung inkl. abfalltechnischer Voreinstufung der Aushubmaterialien.
- Anlage IX.9: Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH (2019): Chemische Prüfberichte zur Deklaration des Bohrguts aus den Großbohrungen für die Entsorgung
- Anlage IX.10: Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH (17.02.2020): BV Simonskaul in Köln – Weidenpesch, Bericht zur Baugrundvorerkundung.
- Anlage IX.11: Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH (26.10.2020): BV Simonskaul in Köln – Weidenpesch, Nutzungsbezogene Gefährdungsabschätzung inkl. abfalltechnischer Voreinstufung der Aushubmaterialien - Teilfläche C.
- Anlage IX.12: Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH (30.10.2020): BV Simonskaul, Teilfläche A - Geotechnischer Bericht.
- Anlage IX.13: Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH (30.10.2020): BV Simonskaul, Teilfläche B - Geotechnischer Bericht.

Anlage X Orientierender Bauablaufplan (Stand: 20.01.2022)



ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ALA	Altlastenausschuss
BaP	Benzo(a)pyren
BBodSchG	Bundes-Bodenschutzgesetz
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
BL	Bodenluft
BTEX	Leichtflüchtige aromatische Kohlenstoffe (Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol)
DepV	Deponieverordnung
DiBt	Deutsches Institut für Bautechnik
DPH	schwere Rammsondierung
EOX	Extrahierbare organisch gebundene Halogene
GFS	Geringfügigkeitsschwelle
GW	Grundwasser
GWM/GWMS	Grundwassermessstelle
KDB	Kunststoffdichtungsbahn
KRB	Kleinrammbohrungen
LABO	Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz
LAGA	Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Abfall
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
LAWA	Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LHKW	Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe
MKW	Mineralölkohlenwasserstoffe
MP	Mischprobe
m u. GOK	Meter unter Geländeoberkante
OB	Oberboden
OEG	Obere Explosionsgrenze
QMP	Qualitätsmanagementplan
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	Polychlorierte Biphenyle
RKS	Rammkernsondierung
TMB	Trimethylbenzole
TOC	Total Organic Carbon (gesamter organischer Kohlenstoff)
UEG	Untere Explosionsgrenze
ü. NHN	über Normalhöhennull



1 ANLASS, VORGANG

1.1 Veranlassung, Geltungsbereich

Die Bonava Deutschland GmbH plant die Entwicklung des Grundstücks am Simonskaul 38a bis 50c in Köln-Weidenpesch.

Gemäß der aktuellen Planung ist die Errichtung von sieben Mehrfamilienhäusern inkl. Kindertagesstätte und Tiefgaragen sowie öffentlicher Erschließung im Bereich des Baugrundstücks (ehem. Teilflächen A, B, A+B) vorgesehen. Für die nördlich an das Baugrundstück angrenzende Fläche des Plangebiets ist eine Umgestaltung als Grün- und Ausgleichsfläche inkl. Kinderspielflächen (ehem. Teilfläche C) vorgesehen. Die Gesamtfläche des Bebauungsplangebiets beläuft sich auf ca. 3,6 ha.

Ein Teilbereich des Plangebiets befindet sich im südlichen Ausläufer einer verfüllten Kiesgrube, die als Altablagerung Nr. 50503 „Simonskaul“ im Altlastenkataster der Stadt Köln geführt wird. Die Altablagerung ist in den FIS-Albo-Status (Fachinformationssystem „Altlasten und schädliche Bodenveränderungen“) 6 (Altlast / schädliche Bodenveränderung mit dauerhaften Schutz- und Beschränkungs- oder Überwachungsmaßnahmen) eingeordnet.

Die Fläche wurde nach der Verfüllung zu gewerblichen Zwecken und vereinzelt zu Wohnzwecken genutzt. Der vorhandene Gebäudebestand im Bereich der Altablagerung wurde größtenteils im Herbst 2021 zurückgebaut.

Für die Baureifmachung des Grundstücks sind Sanierungsarbeiten des Untergrundes vorgesehen. 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.

Die Spezifizierung dieser Sanierungsleistungen ist Gegenstand des hiermit vorgelegten Sanierungsplanes.

Der Sanierungsplan basiert auf Ergebnissen von im Jahr 2019 bis 2021 auf dem Grundstück durchgeführten umwelttechnischen Untersuchungen der Kompartimente Boden, Bodenluft und Grundwasser (GW) sowie auf den Ergebnissen von Voruntersuchungen aus dem Zeitraum 2007 bis 2017.

Um im Sinne des Umwelt- und Umgebungsschutzes den Baustellenverkehr möglichst zu reduzieren, sollen die Aushubmaterialien (sofern chemisch und geotechnisch geeignet) aus den Baugruben für den Hochbau zur Wiederverfüllung der Sanierungsgrube genutzt werden. Der Sanierungsplan

schließt daher die Herstellung der Baugruben auf den Baugrundstücken der Bonava Deutschland GmbH (Haus 2 bis 7) mit ein.

Der exakte Geltungsbereich des Sanierungsplans ist den Abbildungen in Anlage I entnehmen. Die UTM-Mittelpunkts-Koordinaten lauten wie folgt: Z 32U, E: 355477, N: 5650637.

1.2 Schutz- und Sanierungsziele

Das Ziel der Sanierung ist die dauerhafte Her- bzw. Sicherstellung gesunder Wohn-, Aufenthalts- und Arbeitsverhältnisse für die Folgenutzung (Wohngebiet und Park- und Freizeitanlagen mit Kinderspielflächen) sowie der Boden- und Grundwasser-Schutz. Die Überplanungen des Grundstücks müssen gemäß BBodSchG sicherstellen, dass keine Gefährdungen für zukünftige Nutzer (Schutzgut „menschliche Gesundheit“, Wirkungspfad Boden / Bodenluft – Mensch) vorhanden sind.

Hierzu werden berücksichtigt:

- die allgemeine Boden-, Bodenluft- und Grundwasser-Belastungssituation auf dem Gelände,
- die geplante Folgenutzung mit dem zukünftigen Bebauungs- / Flächenzustand,
- die Schutzgüter „menschliche Gesundheit“, „Boden“ und „Grundwasser“ gemäß den Vorgaben und Prüfwerten des Bundes-Bodenschutzgesetzes / der Bundes-Bodenschutz-Verordnung.

Die Sanierungsmaßnahme umfasst den Aushub der anthropogenen Auffüllungsmaterialien der Alt-ablagerung sowie das Ausbaggern und Umlagern geogener Sedimente im Zuge eines Bodenmanagements.

1.3 Aufgabenstellung, Auftragsumfang

Es ist ein Sanierungsplan mit den folgend aufgeführten wesentlichen Leistungen zu erstellen.

- Auswertung und zusammenfassende Darstellung aller bereits vorliegenden Ergebnisse,
- Beurteilung der Ergebnisse und der nachgewiesenen Schadstoffe hinsichtlich der resultierenden Schutzgutgefährdungen,
- Erarbeitung und Darstellung der Sanierungsverfahren unter Berücksichtigung des Sanierungsziels und von Genehmigungserfordernissen,
- Darstellung des allgemeinen Bauablaufs,
- Erarbeitung und Darstellung des Bodenmanagement- und -entsorgungskonzepts,



- Ableitung von Maßnahmenplänen, insbesondere auch zum Grundwasserschutz sowie zum Sicherheits-, Gesundheits- und Umgebungsschutz,
- Darstellung der Qualitätssicherungsmaßnahmen.

1.4 Auftraggeber, Auftragsdatum

Die Bonava Deutschland GmbH beauftragte am 12.11.2020 die Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH, Köln, mit der Erstellung eines Sanierungsplanes nach § 13 BBodSchG für das Plangebiet zwischen Simonskaul und Neusser Straße in Köln-Weidenpesch.

2 VERWENDETE UNTERLAGEN

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

2.1 Planunterlagen

Grünordnungsplan (Zwischenstand zur Beteiligung nach § 4 Abs. 2 BauGB) zum vorhabenbezogenen B-Plan (Entwurf) Nr. 66509/10, "Simonskaul in Köln Weidenpesch", Stand: 13.07.2021.

Vermessungsbüro RLS: Lageplan zur Planung, Bauvorhaben Simonskaul, Maßstab 1:500, Stand: 22.02.2021.

Vorhaben- und Erschließungsplan - Entwurf 66509/10 zum Vorhabenbezogenen Bebauungsplan-Entwurf „Simonskaul“ in Köln-Weidenpesch, Maßstab 1:500, Stand: 16.08.2021.

Folgende Unterlagen wurden durch das Umweltamt der Stadt Köln zur Verfügung gestellt:

Neunerkarte, Maßstab 1:1.000, Stand: ca. 1930.

Luftbild 1945, Maßstab ca. 1:4.000.

Über das Online-Portal des Landesarchivs NRW Abteilung Rheinland wurden darüber hinaus folgende Luftbilder eingesehen:

HANSA LUFTBILD AG (1951): Luftbildpläne Köln-Niehl und Köln-Weidenpesch, Maßstab 1:5.000.

HANSA LUFTBILD AG (1956): Luftbildpläne Köln-Niehl und Köln-Weidenpesch, Maßstab 1:5.000.

HANSA LUFTBILD AG (1959): Luftbildpläne Köln-Niehl und Köln-Weidenpesch, Maßstab 1:5.000.

HANSA LUFTBILD AG (1969): Luftbildpläne Köln-Niehl und Köln-Weidenpesch, Maßstab 1:5.000.

HANSA LUFTBILD AG (1970): Luftbildpläne Köln-Niehl und Köln-Weidenpesch, Maßstab 1:5.000.

sowie div. Lagepläne aus den nachfolgend aufgeführten Gutachten.

2.2 Gutachten, Berichte und Stellungnahmen

- [1] Althoff & Lang GbR (September 2016): Orientierendes Gutachten zur Baugrundsituation inkl. abfalltechnischer Deklaration.
- [2] GFM-Umwelttechnik GmbH & Co. KG (30.01.2007): Gefährdungsabschätzung der Altdeponie 50503 „Simonskaul“ in Köln-Longerich.
- [3] HPC AG (10.04.2017): BV Simonskaul in Köln-Weidenpesch - Bericht zur geotechnischen Voruntersuchung des Baugrunds und zur orientierenden Altlastenuntersuchung.
- [4] HPC AG (27.09.2017): BV Simonskaul in Köln-Weidenpesch - Bericht zu den durchgeführten Bodenluftuntersuchungen
- [5] HPC AG (27.09.2017): BV Simonskaul in Köln-Weidenpesch – Verbal-argumentative Sickerwasserprognose.
- [6] HPC AG (20.12.2017): BV Simonskaul in Köln-Weidenpesch – Sicherungskonzept Bodenluft.
- [7] HPC AG (21.12.2017): BV Simonskaul in Köln-Weidenpesch – Isolinienplan, Auffüllungsmächtigkeiten (Stand: August 2017).
- [8] Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH (30.01.2020): BV Simonskaul in Köln – Weidenpesch, Planungsbezogene Gefährdungsabschätzung inkl. abfalltechnischer Voreinstufung der Aushubmaterialien.
- [9] Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH (2019): Chemische Prüfberichte zur Deklaration des Bohrguts aus den Großbohrungen für die Entsorgung
- [10] Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH (17.02.2020): BV Simonskaul in Köln – Weidenpesch, Bericht zur Baugrundvorerkundung.
- [11] Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH (26.10.2020): BV Simonskaul in Köln – Weidenpesch, Nutzungsbezogene Gefährdungsabschätzung inkl. abfalltechnischer Voreinstufung der Aushubmaterialien - Teilfläche C.



- [12] Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH (30.10.2020): BV Simonskaul, Teilfläche A - Geotechnischer Bericht.
- [13] Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH (30.10.2020): BV Simonskaul, Teilfläche B - Geotechnischer Bericht.
- [14] Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH (06.2021): BV Simonskaul, Pumpversuch an Messstelle GWM 1802.
- [15] Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH (07.2021): BV Simonskaul, Grundwasseruntersuchung GWM 1801, GWM 1802 und GWM 1804.
- [16] Stadt Köln - Die Oberbürgermeisterin, Amt für Landschaftspflege und Grünflächen (17.05.2021): Bebauungsplan Nr. 66509/10 „Simonskaul“ - Bodenaustausch im Bereich der Teilfläche C Schreiben, Informationen von Fr. Werfling (Büro Raskin) und Ergänzungen von Fr. Becher (Gesellschaft für Umweltplanung)

2.3 Literatur / Gesetze / Verordnungen

- Abfallgesetz für das Land Nordrhein-Westfalen (Landesabfallgesetz - LAbfG) vom 21.06.1988, zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 7. April 2017 (GV. NRW. S. 442).
- Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 17. Juli 1999; (BGBl. vom 16.7.1999, S. 1554), zuletzt geändert durch Artikel 126 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328).
- Bund-/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.
- Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) (Hrsg.) (1999): Technische Regeln für die Überwachung von Grund-, Sicker- und Oberflächenwasser sowie oberirdischer Gewässer bei Abfallentsorgungsanlagen, WÜ 98 Teil 1: Deponien, zuletzt geändert im Februar 2008 LAGA Mitteilung 28.
- Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz, LABO, Ständiger Ausschuss Altlasten (2008): Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten, Informationsblatt für den Vollzug, Stand 01.09.2008, zuletzt ergänzt im Juni 2009.
- Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG) vom 24. Februar, zuletzt geändert durch Artikel 15 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146).

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz - BBodSchG) vom 17.03.1998 (BGBl. 24.03.1998, S. 502), zuletzt geändert am 25. Februar 2021.

Ground Water Hydrology, Todd (1964), 2. Aufl. 1980, New York.

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

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser LAWA (2016): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser, Stuttgart.

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) (Hrsg.) (1992): Handbuch Altlasten und Grundwasserschadensfälle, Band 10. Der Deponiegashaushalt in Altablagerungen, Leitfaden Deponiegas.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV): Ablagerungsempfehlung für Abfälle mit organischen Schadstoffen - Vollzugshilfe -, Stand: 06.12.2011.

Verordnung über das europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung - AVV) vom 10. Dezember 2001 (BGBl. I S. 3379), zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 30. Juni 2020 (BGBl. I S. 3005) geändert.

Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV) vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 30. Juni 2020 (BGBl. I S. 1533) geändert.

Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TrinkwV) vom 10.03.2016, zuletzt durch Artikel 99 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert.

Verordnung über gefährliche Stoffe (GefStoffV) vom 26. Nov. 2010; (BGBl. I S. 1643), zuletzt durch Artikel 148 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I S. 626) geändert).

Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung - GrwV) vom 9. November 2010 (BGBl. I S. 1513), zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 4. Mai 2017 (BGBl. I S. 1044) geändert.

2.4 Datenbanken

GESTIS-Stoffdatenbank (<https://gestis.dguv.de/>), Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Stand: 13.08.2021.



Bericht vom 28.01.2022

3 STANDORTBESCHREIBUNG

3.1 Lage, Größe, Zustand

Das gegenständliche Plangebiet befindet nördlich des Stadtzentrums von Köln im Stadtteil Weidenpesch.

Im Rahmen von Voruntersuchungen wurde das Plangebiet in die Teilflächen A, B, A+B und C untergliedert, die allerdings inzwischen nicht mehr Deckungsgleich mit den Flächen der verschiedenen Baugrundstücke sind. Zum besseren Verständnis sind die Teilflächen sowie die Lage der Altablagerung in der nachfolgenden Abbildung 1 (Bestand) und Abbildung 2 (Planung) dargestellt.

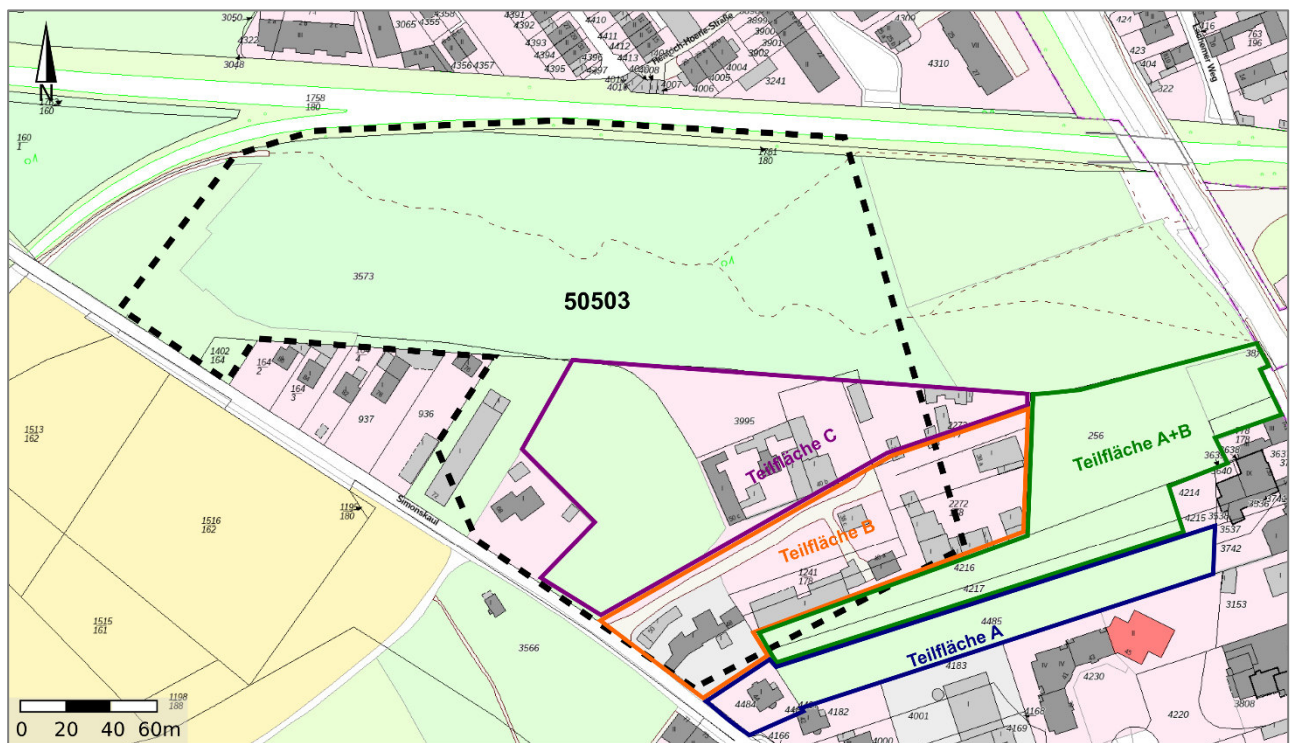


Abbildung 1: Ungefähre Lage der Altablagerung Nr. 50503 und der Teilflächen (Kartengrundlage: Geobasisdaten der Kommunen und NRW © GeoBasis NRW, Tim Online 2.0, Stand: 25.03.2020)

Bericht vom 28.01.2022

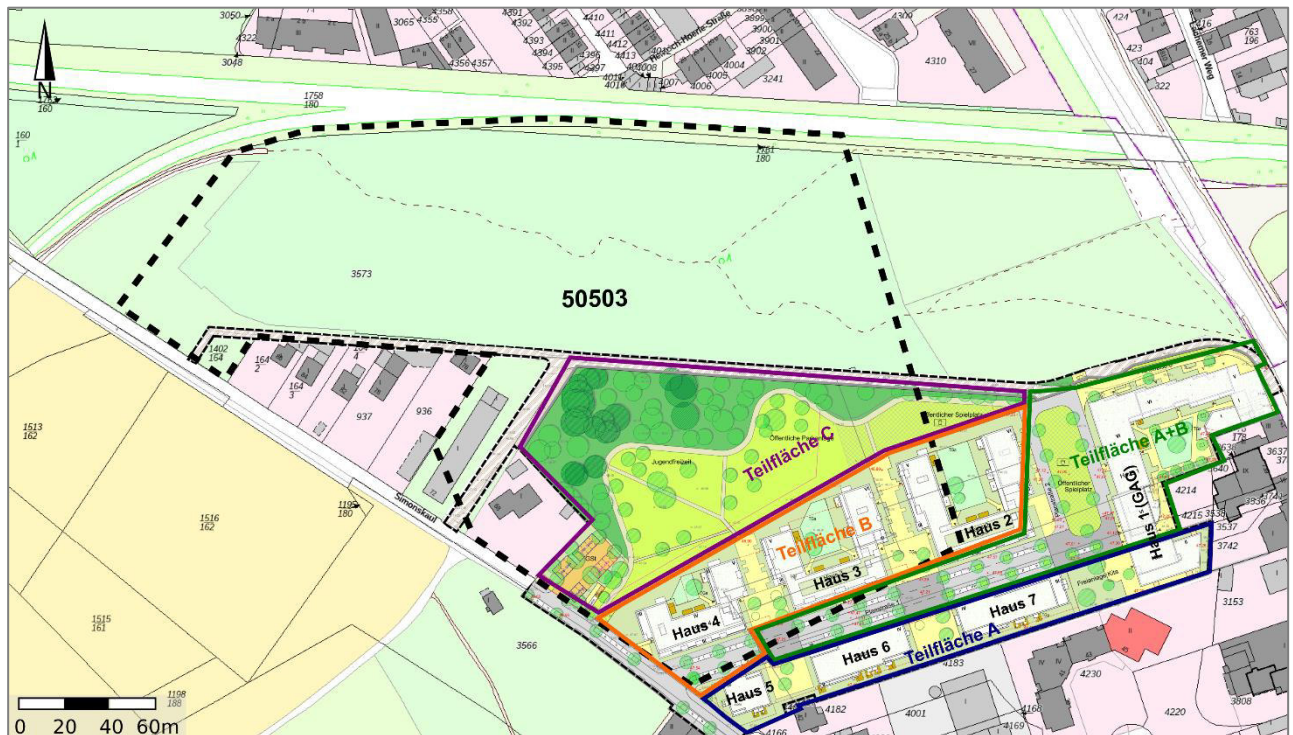


Abbildung 2: Ungefähre Lage der Altablagerung Nr. 50503 und der Teilflächen mit Darstellung der Planung aus dem VEP (Stand: 16.08.2021) (Kartengrundlage: Geobasisdaten der Kommunen und NRW © GeoBasis NRW, Tim Online 2.0, Stand: 25.03.2020)

Das gesamte Bebauungsplangebiet weist eine Größe von ca. 3,6 ha auf und ist anhand der geplanten Nutzung in folgende Teilflächen zu untergliedern. Die ehemaligen Teilflächen A, A+B, B und C sind in der nachstehenden Tabelle entsprechend in kursiver Schrift gekennzeichnet.

Bericht vom 28.01.2022

Tabelle 1: Kenndaten der Untersuchungsfläche

Adresse des Objekts	Simonskaul 37a, 38a, 38c, 40a, 40b, 40c, 44, 48, 50, 50c 50737 Köln	
Grundstück (gem. Auszug Liegenschaftskataster)	Gemarkung:	Longerich
	Flur:	96
	Flurstücke:	256, 1241/178, 2272/178, 2273/177, 3995, 4216, 4217, 4484, 4485
Flächengröße	<u>Baugrundstücke Bonava</u>	ca. 13.150 m ²
	Baufeld Haus 2 – 4	ca. 9.400 m ²
	<i>Teilfläche B, Randbereiche Teilfläche A + B</i>	
	Baufeld Haus 5 – 7	ca. 3.750 m ²
	<i>Teilfläche A (West + Zentral)</i>	
	<u>Baugrundstücke GAG (Haus 1 + Kita)</u>	ca. 5.000 m ²
	<i>Teilfläche A+B (Ost) Teilfläche A (Ost)</i>	
	<u>Öffentliche Erschließungsfläche</u>	ca. 5.100 m ²
	<i>Teilfläche A+B (West + Zentral), Teilfläche B (Südwest)</i>	
	<u>Grün-/Ausgleichsfläche</u>	ca. 12.500 m ²
	<i>Teilfläche C</i>	
Flächenzustand	Teilfläche A:	ca. 5 % bebaut und versiegelt ca. 95 % unbebaut und unversiegelt
	Teilfläche B:	ca. 20 % bebaut ca. 20 % unbebaut und versiegelt ca. 60 % unbebaut und unversiegelt
	Teilfläche A+B:	100 % unbebaut und unversiegelt
	Teilfläche C:	ca. 10 % bebaut ca. 25 % unbebaut und versiegelt ca. 65 % unbebaut und unversiegelt

Die Fläche wird im Norden durch die KVB-Trasse, im Osten durch die Neusser Straße, im Süden und Nordwesten durch die angrenzende Bestandsbebauung und im Westen durch die Simonskaul begrenzt.

Bis auf das Wohnhaus an der Simonskaul 44 werden sämtliche Gebäude im Herbst 2021 oberirdisch zurückgebaut. Das Gebäude an der Simonskaul 44 wird voraussichtlich im Frühjahr 2022 zurückgebaut. Im Zuge des Rückbaus werden die gesamten Oberflächenversiegelungen bis auf den Verkehrsübungsplatz entfernt.

Das Grundstück ist zu großen Teilen unversiegelt. Im Bereich der nördlichen Teilfläche befindet sich ein partiell mit Schwarzdeckenbelag versiegelter Verkehrsübungsplatz. Im südlichen Teil ist



das Grundstück stark mit Sträuchern und Bäumen bewachsen. Im Norden und Westen sind ebenfalls Strauchwerk und Bäume vorhanden.

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

3.2 Schutzzonen / Restriktionen

Gewässerschutz:

Die Fläche befindet sich nicht innerhalb einer ausgewiesenen Wasserschutzzone. Die nächstgelegene Trinkwasserschutzzone "Weiler" befindet sich in östlicher- bzw. nordöstlicher Richtung. Die Grenze der dazugehörigen Wasserschutzzone IIIB liegt in ca. 2 km Entfernung vom Standort.

Landschaftsschutz

Der nördliche und nordöstliche Teil der Planungsfläche liegt im Landschaftsschutzgebiet „Nordfriedhof und Ginsterpfad-Gelände“ (LSG-5007-0008).

Altlastenkataster:

Ein Großteil der geplanten nördlichen Grün- und Ausgleichsfläche sowie das Baufeld 1 liegen im südlichen Ausläufer der Altablagerung mit der Nummer 50503. Die Altablagerung 50503 Simonskaul ist lt. Altlastenkataster in den FIS-Albo-Status 6 (Altlast / schädliche Bodenveränderung mit dauerhaften Schutz- und Beschränkungs- oder Überwachungsmaßnahmen) eingeordnet. Es handelt sich um eine verfüllte Kiesgrube.

3.3 Stadtgeographische Situation

Die Plangrundstücke befinden sich nördlich der Kölner Innenstadt im Stadtteil Weidenpesch (s. Abbildung 01 in Anlage I).

Die südliche und östliche Umgebung ist durch Bebauung und eine gemischte Nutzung aus Wohnen inkl. Kinder- und Jugendzentrum und einer Kindertagesstätte sowie Gewerbe geprägt. Nordwestlich schließt eine Fläche mit gemischter Nutzung aus einzelnen Wohnhäusern und zum Teil Gewerbe an. Nördlich der neuen KVB-Trasse sowie südwestlich der Simonskaul befinden sich Grün- und Parkflächen bzw. Kleingartennutzung.

Die regionale Verkehrsanbindung erfolgt über die Bundesstraße B 9 (Neusser Straße) sowie die BAB A1 und A57. Die Zufahrt auf das Gelände erfolgt aktuell über die Straße Simonskaul.

3.4 Naturräumliche Ausstattung

3.4.1 Morphologie / Topographie

Die Flächen weisen aktuell eine relativ ebene Geländeoberfläche mit Höhen von ca. 47 m NHN (+/- 1,0 m) auf. Nennenswerte Geländeversprünge existieren nicht.

3.4.2 Geologie, Hydrogeologie

Das Stadtgebiet von Köln gehört zum südlichen Teil der Niederrheinischen Bucht, die im Süden und Westen von der Eifel und im Osten vom Bergischen Land begrenzt wird. Die Niederrheinische Bucht stellt ein junges Senkungsfeld dar, in dem seit dem Oligozän bis zu 1.300 m mächtige marine und terrestrische Sedimente auf paläozoischem und mesozoischem Grundgebirge abgelagert wurden.

Zahlreiche, in der Regel NW-SE-streichende und zum Teil noch aktive Verwerfungen und Staffeldbruchsysteme zerlegen die südliche Niederrheinische Bucht in vier Schollen. Den östlichen Teil der Niederrheinischen Bucht bildet die Kölner Scholle, in der auf devonischem Untergrund bis zu 400 m mächtige tertiäre und quartäre Sedimente lagern. Die prätertiären Festgesteine setzen sich überwiegend aus unterdevonischen Schiefern und Grauwacken, mitteldevonischen Sandsteinen und oberdevonischen Kalken und Schiefern zusammen.

Bei den tertiären Schichten handelt es sich als Folge fortwährender Regressionen und Transgressionen um eine flache Wechsellagerung von Sanden, Tonen und geringmächtigen Braunkohleflözen.

Im Zuge starker Absenkungsvorgänge während des Quartärs erfolgte eine Sedimentation von Lockersedimenten des Rheins (Haupt-, Mittel- und Niederterrassen). In der Kölner Scholle blieben die jeweils älteren Terrassen mit einer neuen Taleinkerbung und Schotterausträumung an den Rändern in einem höher liegenden Niveau erhalten. Periodische Wiederholungen dieser Vorgänge mit tektonischen Hebungen im Bereich der Ville und des Rheinischen Schiefergebirges führten zu einer Terrassenlandschaft beiderseits des Rheins, die in Kaltzeiten mit einem Lössschleier überdeckt wurde.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Bereich der älteren Niederterrasse. Die Sedimente der Niederterrasse bestehen aus kiesigen Sanden und sandigen Kiesen. Die Terrassensedimente sind mit holozänem Hochflutlehm (Schluff mit unterschiedlichen Sandanteilen) in geringer Mächtigkeit von wenigen Metern überdeckt. Die Hochflutlehmablagerungen sind lokal in Bereichen tieferer Abgrabungen durch Baukörper bzw. Auffüllungen substituiert.

Der hydrogeologische Aufbau der Niederrheinischen Bucht passt sich im Wesentlichen dem bekannten geologischen Schollenaufbau an. Beckenstrukturen, schnell ausstreichende Tone und Verwerfungen innerhalb der hydrogeologischen Teilräume führten zu einer vertikalen Aufteilung der Schollen in einzelne Grundwasserstockwerke.

Im Bereich des Untersuchungsgebietes sind drei der insgesamt sechs Grundwasserstockwerke ausgebildet. Grundwässer der quartären Deckschichten (Untere Mittel- und Niederterrasse) bilden das oberste, lokale Grundwasserstockwerk, mit freier Grundwasseroberfläche und guter bis sehr guter Durchlässigkeit. In den tertiären Ablagerungen sind zwei weitere Grundwasserstockwerke zu unterscheiden.

Die hydrogeologischen Verhältnisse werden im weiteren Untersuchungsgebiet im obersten Grundwasserleiter durch den Rhein im Osten als Hauptvorfluter bestimmt. Als überregionale Grundwasserfließrichtung ist daher eine in östliche, zum Rhein gerichtete Grundwasserströmung ausgebildet.

Im Untersuchungsgebiet strömt das GW generell von Südwest nach Nordost. Bei Rheinhochwasser kann es kurzzeitig zu Abweichungen von dieser Fließrichtung kommen, die sich unter Umständen in einer Umkehrung der Fließrichtung äußern.

Der langjährige mittlere Grundwasserstand des obersten Grundwasserstockwerks liegt gemäß Auskunft des LANUV bei ca. 38 m NHN (vgl. Anlage VI). Dies entspricht einem Flurabstand von ca. 9 m im Bereich des Grundstücks. Der niedrigste Grundwasserstand wird mit 36,5 m NHN +/- 0,5 m NHN angegeben.

Seit Mitte 2020 werden die Grundwasserstände an den bestehenden Messstellen GWMS 1800 bis 1804 monatlich gemessen. Die Darstellung der Grundwasserstände ist der nachfolgenden Abbildung 3 zu entnehmen. Die Messstellen GWMS 1800 und 1801 waren dabei mehrmals zugesperrt, weshalb hier keine regelmäßigen Daten ermittelt werden konnten.

Bericht vom 28.01.2022

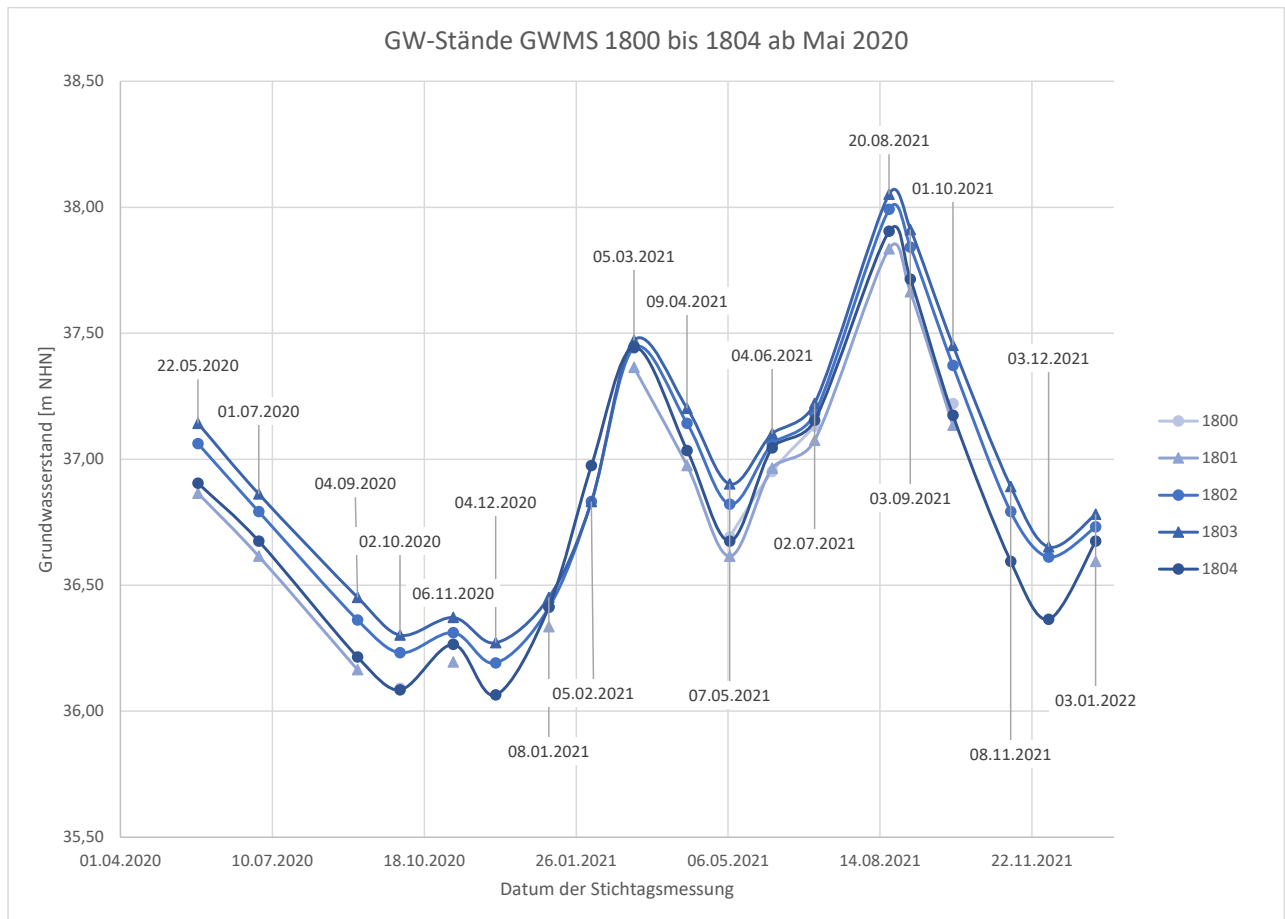


Abbildung 3: Darstellung der Grundwasserstände (Mai 2020 – Januar 2022)

Gemäß der Auskunft des LANUV liegt der geschätzte höchste Grundwasserstand bei 39,4 m NHN. Mit einem Sicherheitszuschlag von 0,5 m wurde der Bemessungsgrundwasserstand mit dem Umwelt- und Verbraucherschutzamt der Stadt Köln in Vorabstimmungen zur Sanierung auf 39,9 m NHN festgelegt.

3.5 Historische, aktuelle und geplante Nutzung

3.5.1 Historische Nutzung

Die Fläche befindet sich im südlichen Ausläufer einer Altdeponie, die bei der Stadt Köln als Altablagerung Nr. 50503 geführt wird.

Es handelt sich um eine verfüllte Kiesgrube der Stadt Köln. Gemäß der vorliegenden Neunerkarte (von ca. 1930) bestand die Kiesgrube schon in den 1930er Jahren. Die Luftbilddauswertung ergab, dass die Kiesgrube in den 1950er Jahren nach Norden und Nordwesten erweitert wurde und in den

1960er Jahren verfüllt wurde. Die Verfüllung erfolgte überwiegend mit Boden-Bauschutt-Gemischen, die teilweise Beimengungen von Glasbruch, Plastikabfall etc. enthielten. In Teilbereichen wurden auch Industrieabfälle verfüllt. Die Unterkante der Auffüllung liegt im Bereich des Baugrundstücks bei bis zu 14,0 m u. GOK. Zur maximalen Mächtigkeit der Auffüllung in anderen Bereichen der Altablagerung liegen keine Informationen vor.

Die Bestandsbebauung wurde überwiegend gewerblich, in Teilbereichen auch zu Wohnzwecken, genutzt. Auf der Fläche befanden sich u.a. Reifenlager, alte Autos, Gebinde unbekannten Inhalts und Metallschrott.

3.5.2 Aktuelle Nutzung

Die Fläche wird aktuell nicht mehr genutzt. Die Gewerbebetriebe sind stillgelegt und die bestehenden Gebäude sind bis auf das Wohngebäude an der Simonskaul 44 leergezogen.

Ausnehmend das Wohngebäude an der Simonskaul 44 wurden sämtliche Gebäude im Herbst 2021 zurückgebaut. Das Wohngebäude mit der Hausnummer 44 wird aktuell noch bewohnt. Der Leerzug und der anschließende Rückbau sind für Anfang 2022 vorgesehen.

3.5.3 Geplante Folgenutzung

Im Zuge der durch die Bonava Deutschland GmbH geplanten Entwicklung des Plangebiets ist die Errichtung von sieben Mehrfamilienhäusern inkl. Kindertagesstätte und Tiefgaragen im Bereich des Baugrundstücks (ehem. Teilflächen A, B, A+B) vorgesehen. Die nördlich an das Baugrundstück angrenzende Fläche des Plangebiets soll als Grün- und Ausgleichsfläche inkl. Kinderspielflächen (ehem. Teilfläche C) umgestaltet werden.

4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

4.1 Überblick vorangegangener Untersuchungen

Im Bereich des Plangebiets wurden zwischen 2005 und 2021 Untersuchungen durchgeführt. Eine Übersicht der Geländearbeiten ist der nachfolgenden Tabelle 2 zu entnehmen. Die einzelnen Untersuchungen beschäftigten sich schwerpunktmäßig mit Fragestellungen zur Altlastensituation, aber auch zum Baugrund bei Neu- bzw. Erweiterungsbauten.

Bericht vom 28.01.2022

Tabelle 2: Übersicht durchgeführter Geländearbeiten

Gutachten	Jahr	Untersuchte Fläche	Bohrungen	Bodenluft	Oberboden	Grundwasser
GFM-Umwelttechnik GmbH [2]	2005-2007	Gesamte Altablagerung (in damals bekannter Ausdehnung) Grün- und Ausgleichsfläche und außerhalb Plangebiet	RKS 1 – 25 (RKS 1 – 4 im Plangebiet)	BL 1, 3, 4, 7, 12, 14, 17 (zerstört), 18, 19, 22 (BL 1, 3 und 4 im Plangebiet)	OB 1 - 15 (14 und 15 im Plangebiet)	GWM 1800 – 1804 errichtet und in drei Messreihen beprobt
Althoff & Lang GbR [1]	2016	Baugrundstück Bonava Haus 2 bis 4	RKS 01 – 10	keine	keine	keine
HPC AG [3]	2017	Baugrundstück Haus 1 bis 7 (Bonava und GAG)	RKS 1 – 25	BL 2, 4, 7 - 10, 14, 23	keine	Messung GW-Stände in GWM 1802 bis 1804
HPC AG [4]	2017	Gesamte Altablagerung Baugrundstück Bonava Haus 2 bis 4, Grün- und Ausgleichsfläche und außerhalb Plangebiet	RKS 26 – 35 (RKS 26 – 34 im Plangebiet)	BL 26 – 35 (BL 26 – 34 im Plangebiet)	keine	keine
M&P [8]	2019	Baugrundstück Bonava Haus 2 bis 4	B 01 – B 06	keine	keine	GWM 1800 - 1804 beprobt
M&P [11]	2020	Grün- und Ausgleichsfläche	KRB 101 – 116	BL 101 – 110	OB 101 – 103	keine
M&P [14]	2021	Pumpversuch GWM 1802				
M&P [15]	2021	Grundwasseruntersuchung GWM 1801, GWM 1802, GWM 1804				

Eine umfangreiche Zusammenfassung der Voruntersuchungen ist den nachfolgenden Kapiteln zu entnehmen.

In Anlage I sind diverse Abbildungen enthalten, die die bisherigen Ergebnisse visualisieren. Abbildung 2 und Abbildung 3 ist eine Darstellung der bisherigen Bohransatzpunkte zu entnehmen. Abbildung 4.1 und Abbildung 4.2 enthalten die vorliegenden Bodenluftergebnisse. Ein Modell der Isolinen der Auffüllungsunterkante ist Abbildung 5 zu entnehmen.

4.2 Gefährdungsabschätzung der Altdeponie 50503 „Simonskaul“ in Köln-Longerich

Die GFM-Umwelttechnik GmbH führte eine Gefährdungsabschätzung [2] für die Altablagerung durch. Im Rahmen der Gefährdungsabschätzung wurden 25 Rammkernsondierungen und 15 Oberflächenbeprobungen gem. BBodSchV durchgeführt. Es wurden 10 Sondierungen zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut und 5 Grundwassermessstellen (GWM) errichtet.

Ziel der Sondierungen war die Erkundung der Deckschicht der Altablagerung und die Errichtung der Bodenluftmessstellen, weshalb die Bohrungen bis maximal 4,0 m u. GOK abgeteuft wurden. Zwei im Randbereich der ehemaligen Deponie abgeteuften Sondierungen erreichten die Unterkante der Auffüllung bei 0,7 m bzw. 1,6 m. Die übrigen Sondierungen durchteuften die Altablagerung nicht. In den meisten Sondierungen wurden olfaktorische Auffälligkeiten (Lackgeruch, modriger, fauliger und chemischer Geruch) festgestellt.

Die Oberflächenproben wurden auf PAK und Halb-/Schwermetalle gem. BBodSchV, Wirkungspfad Boden - Mensch (Anhang 2 Nr. 1.4) untersucht. Eine Überschreitung von Prüfwerten für das Nutzungsszenario Park- u. Freizeitanlagen wurde nicht ermittelt.

Bei den Bodenluftproben wurde die Bodenluft auf Aktivkohle angereichert und auf BTEX und LHKW untersucht. Die Bestimmung der Deponiehauptgase erfolgte durch Vor-Ort-Bestimmungen und an drei Messstellen durch Gasfallen, die im chemischen Labor analysiert wurden. Im südlichen Bereich der Altablagerung wurden bis zu 28 Vol.-% Methan und 361 mg/m³ Summe BTEX/TMB ermittelt (Teilfläche C). Die maximale LHKW-Konzentration in der Bodenluft lag bei 3,65 mg/m³ im zentralen Deponiebereich.

Die errichteten Grundwassermessstellen wurden im November 2005, Februar 2006 und November 2006 beprobt. Die chemische Analytik erfolgte gemäß WÜ 98 Teil 1: Deponien (Parameterpakete A und BÜ). Prüfwertüberschreitungen wurden für die Stoffgruppe der LHKW in An- und Abstrom ermittelt. Darüber hinaus zeigten die abstromigen Messstellen im Vergleich zum Anstrom erhöhte Mangan-Konzentrationen.

Es wurde keine Gefährdung für die Wirkungspfade Boden - Mensch und Boden - Grundwasser abgeleitet. Eine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden - Bodenluft - Mensch konnte nicht ausgeschlossen werden, weshalb eine messtechnische Überprüfung in den Kellerräumen der Bestandsgebäude empfohlen wurde.

4.3 Orientierendes Gutachten zur Baugrundsituation inkl. abfalltechnischer Deklaration

Die Althoff & Lang GbR erstellte 2016 ein orientierendes Baugrundgutachten [1]. Im Zuge dessen wurden 9 Rammkernsondierungen und 9 schwere Rammsondierungen bis maximal 9 m u. GOK (RKS) bzw. 7 m u. GOK (DPH) niedergebracht. Die Aufschlüsse erfolgten in der Teilfläche B und dem östlichen Bereich der Teilfläche C. Es wurden zwei Mischproben aus den Bodenproben (Auffüllung) erstellt und eine chemische Analytik zur abfalltechnischen Einstufung gem. LAGA TR Boden (2004) durchgeführt.

Die Auffüllungsmächtigkeit in den Rammkernsondierungen lag zwischen 0,4 m im südlichen Randbereich der Altablagerung und > 8,6 m (kein Bohrfortschritt) im zentralen Bereich der Teilfläche B.

Die abfalltechnische Einstufung der Mischproben ergab eine Zuordnung in die Zuordnungs-kategorie Z 2 der LAGA TR Boden (2004). Einstufungsrelevant war der TOC-Gehalt (Auffüllung im Randbereich) sowie die Gehalte von Cyanid, PAK und Sulfat (tieferer Auffüllungsbereich).

4.4 Bericht zur geotechnischen Voruntersuchung des Baugrunds und zur orientierenden Altlastenuntersuchung

Im Zuge der Untersuchung durch die HPC AG [3] wurden im März 2017 35 Rammkernsondierungen und 17 schwere Rammsondierungen in den Teilflächen A, B und A+B durchgeführt. Zudem wurden 8 RKS zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut.

Aus den Bodenproben wurden 16 Mischproben zusammengestellt und gemäß LAGA TR Boden (2004) sowie z. T. gemäß Deponieverordnung (2009) untersucht. Darüber hinaus wurden Einzelproben auf ausgewählte Parameter (Schwermetalle, Arsen, MKW, Cyanide, PAK, Phenolindex, TOC) untersucht.

Die Entnahme der Bodenluftproben erfolgte auf Aktivkohle und Gasmäuse. Die Bodenluft wurde auf BTEX, LHKW, Naphthalin und Deponiegase untersucht.

Es wurde eine maximale Auffüllungsmächtigkeit von 12,2 m erbohrt. In Teilfläche B konnte ein Großteil der Bohrungen aufgrund von Bohrhindernissen nicht bis ins Geogen abgeteuft werden, sodass in diesem Teilbereich nur Mindestmächtigkeiten der Auffüllung (ca. 9 m) ermittelt wurden. In diesen Bereichen wurden teilweise olfaktorische Auffälligkeiten am Auffüllungsmaterial festgestellt.

Im Zuge der Untersuchungen durch HPC AG wurde festgestellt, dass die Auffüllung weiter als ursprünglich angenommen nach Süden ragt und auch im Bereich des Baugrundstücks der Bonava (Teilfläche B) ansteht.

In den Bodeneinzelproben wurden bis zu 4.900 mg/kg MKW, 38 mg/kg Arsen und 710 mg/kg Blei ermittelt. Der maximale Cyanid-Gehalt lag bei 0,5 mg/kg. Der Summerparameter PAK wies einen maximalen Gehalt von 0,64 mg/kg auf. Die PAK-Einzelparameter Naphthalin und Benzo(a)pyren sowie die übrigen Schwermetalle und der Phenolindex wiesen in keiner Einzelprobe Auffälligkeiten auf. Der TOC-Gehalt lag bei maximal 1,7 Ma.-%.

Die Bodenluftuntersuchungen ergaben maximale Methan-Konzentrationen von 20 Vol.-% und BTEX-Konzentrationen von 0,355 mg/m³. LHKW und Naphthalin wurden nicht nachgewiesen.

Die abfalltechnische Einstufung ergab für die Mischproben der Auffüllung eine Zuordnung in die Zuordnungsklassen Z 0 bis > Z 2 nach LAGA TR Boden (2004). Die Einstufung der Mischproben nach DepV (2009) führte zu einer Einstufung in die Deponieklassen DK 0 und DK I. Die Einstufungen sind u.a. auf erhöhte MKW-Gehalte zurückzuführen.

Die untersuchten Mischproben des Geogens wurden als Z 0 bzw. Z 1.2 nach LAGA TR Boden (2004) eingestuft.

Die Bodenproben wurden zusätzlich mit den Prüfwerten der LAWA (1994) verglichen. Der Prüfwert für MKW (1.000 mg/kg) wird in mehreren Einzel- und Mischproben überschritten.

Zur Beurteilung einer potenziellen Gefährdung des Schutzgutes Grundwasser wurden die von der GFM-Umwelttechnik GbR (2007) durchgeführten Untersuchungen herangezogen. Es wurde keine negative Beeinträchtigung der Altablagerung auf das Grundwasser abgeleitet.

Aufgrund der unzureichenden Datengrundlage wurde durch die HPC AG eine detaillierte Erkundung der Altablagerung durch weitere Untersuchungen empfohlen, u.a. um die Mächtigkeit des Auffüllungskörpers im Bereich des Baugrundstücks der Bonava zu ermitteln.

4.5 Bericht zu den durchgeführten Bodenluftuntersuchungen

Zur Erkundung der Bodenluftbelastungssituation wurden im August 2017 zehn weitere Rammkernsondierungen durch die HPC AG [4] abgeteuft und zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut. Eine Bohrung wurde westlich der Auffüllung abgeteuft. Drei Bohrungen wurden im südlichen Randbereich des Auffüllungskörpers und zwei im südlichen Teilbereich der Deponie (Teilfläche B) abgeteuft. Im nördlichen Teil des Deponiekörpers wurden vier weitere Bohrungen niedergebracht (3 RKS

in Teilfläche C, 1 RKS außerhalb des Baufeldes). Die Endteufe der Bohrungen lag bei maximal 9,2 m.

Die Bodenluftproben wurden im Labor auf Deponiegase, BTEX und LHKW sowie Naphthalin untersucht. Darüber hinaus wurden Vor-Ort-Messungen auf Deponiegase durchgeführt.

Die Auswertung erfolgte unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus den ersten Bodenluftuntersuchungen durch die HPC AG im März 2017.

Außerhalb des Deponiekörpers (Teilfläche A und A+B) wurde kein Methan und kein Naphthalin nachgewiesen. In zwei Messstellen wurden geringe BTEX-Konzentrationen (max. 0,085 mg/m³) und in einer Messstelle geringe LHKW-Konzentrationen (0,016 mg/m³) detektiert.

Im südlichen Randbereich der Altablagerung (Teilfläche B) lag die Methan-Konzentration in einer Messstelle bei 21 Vol.-%. In den übrigen drei Messstellen wurde kein Methan nachgewiesen. Die Summe der BTEX lag bei maximal 0,98 mg/m³, LHKW bei maximal 1,667 mg/m³. Naphthalin wurde in einer Messstelle mit 0,5 mg/m³ detektiert, die übrigen Werte lagen unterhalb der Nachweisgrenze.

Im südlichen zentralen Teil der Altablagerung (Teilfläche B) ergaben die Analysen Methan-Konzentrationen zwischen 2,4 Vol.-% und 20 Vol.-%. BTEX und LHKW sowie Naphthalin wurden in geringfügigen Konzentrationen (max. 0,08 mg/m³) nachgewiesen.

Im nördlichen Bereich der Altablagerung (Teilfläche C) wurden in 2017 Methan-Konzentrationen zwischen 0,7 Vol.-% und 12 Vol.-% analysiert. Die BTEX-Konzentration lag zwischen 0,31 mg/m³ und 2,16 mg/m³. LHKW wurden mit maximal 0,043 mg/m³ nachgewiesen. Die Naphthalin-Konzentrationen bewegten sich zwischen 0,02 mg/m³ und 0,23 mg/m³.

In den aus dem nördlichen Bereich des Deponiekörpers (außerhalb des Plangebiets) entnommenen Bodenluftproben wurden 3 Vol.-% Methan, 157,5 mg/m³ BTEX und 0,017 mg/m³ LHKW sowie 0,38 mg/m³ Naphthalin gemessen.

Der Prüfwert der LAWA (1994) für LHKW wurde nicht überschritten (5 - 10 mg/m³). Auch die Naphthalin-Konzentrationen wurden als unauffällig bewertet. Im nördlichen Teil (außerhalb des Plangebiets) überschreiten die BTEX-Konzentrationen den Maßnahmenschwellenwert (10 - 50 mg/m³) der LAWA (1994).

Für den Wirkungspfad Bodenluft - Atmosphärenluft (Bodennahe Außenluft) - Mensch wurde trotz der erhöhten Schadstoffkonzentrationen keine Gefährdung abgeleitet, da die Bodenluft bei Übergang in die Außenluft stark verdünnt wird.



Hinsichtlich des Wirkungspfads Bodenluft - Innenraumluft - Mensch wurde die Gefährdung nicht ausgeschlossen, da trotz des Verdünnungseffekts eine Aufkonzentrierung in geschlossenen Räumen möglich ist. Die HPC AG empfahl im Zuge der Bebauung den Einbau von Gasdränagen unter Gebäuden als technische Sicherungsmaßnahme.

4.6 Verbal-argumentative Sickerwasserprognose

Im September 2017 führte die HPC AG eine verbal-argumentative Sickerwasserprognose in Anlehnung an die Arbeitshilfe Sickerwasserprognose bei orientierenden Untersuchungen (Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) - Altlastenausschuss (ALA) - Unterausschuss Sickerwasserprognose, Juli 2003) durch [5].

Dabei wurden das Schadstoffinventar im Boden, das Freisetzungsverhalten der Schadstoffe, die Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und die vorliegenden Grundwasseruntersuchungen berücksichtigt.

Hinsichtlich des Schadstoffinventars wurden erhöhte Schwermetall- und MKW-Gehalte ermittelt. Für die Schwermetalle wurde keine Freisetzung angenommen. In Schichten mit stark erhöhten MKW-Gehalten wurde davon ausgegangen, dass eine Mobilisierung durch das Sickerwasser grundsätzlich möglich ist. Die Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone wurde als unterschiedlich stark bewertet. In Bereichen mit Einbau von belastetem Material bis in den Grundwasserschwankungsbereich ist kein Schutz gegeben. Für Bereiche mit bindigen Auffüllungsmaterialien wurde eine geringe bis mittlere Schutzfunktion abgeleitet. Zudem wurden die Stoffeigenschaften von MKW als günstig bewertet, da diese durch die geringe bis mittlere Mobilität und die gute biologische Abbaubarkeit vergleichsweise kurze Schadstoffbahnen bilden.

Auf Basis der vorgenannten Parameter wurde davon ausgegangen, dass es kleinräumig und lokal zu Prüfwertüberschreitungen am Ort der Beurteilung kommt. Unter Betrachtung des Gesamtstandortes wurde durch die HPC AG jedoch kein hinreichender Verdacht für eine Grundwassergefährdung ermittelt. Es wurden keine besonderen Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers bei der Umsetzung des Vorhabens festgelegt. Durch das geplante Wohnbauvorhaben wurde keine Gefährdung des Schutzgutes Grundwasser abgeleitet.

4.7 Sicherungskonzept Bodenluft

Die HPC AG erarbeitete im Dezember 2017 ein Sicherungskonzept für die Bodenluft [6]. Das Plangebiet wurde in drei Zonen (Zone 0, Zone I, Zone II) unterteilt.



Für Zone 0 wurden keine Auffälligkeiten festgestellt. Daher wären in diesem Bereich keine Maßnahmen erforderlich, sofern keine Anbindung zu Zone II gegeben ist. Der Zone 0 wurden die Teilfläche A sowie der östliche Teil der Teilfläche A+B zugeordnet.

Zone I stellt den Übergangsbereich zwischen Zone 0 und Zone II dar. In dieser Zone wurden ebenfalls keine Auffälligkeiten in der Bodenluft ermittelt. Um Gasmigrationen aus Zone II in Zone 0 zu vermeiden, sollten in diesem Übergangsbereich Gassperren eingebaut werden. Als Optionen für die Gassperre wurden der Einbau von bindigen Materialien oder der Einbau einer Dichtungsbahn genannt. Zone I verläuft in den Randbereichen der Teilfläche B sowie im westlichen Bereich der Teilfläche A+B.

Für die Zone II sollten Schutzmaßnahmen ergriffen werden. Diese würden den Einbau von Gasflächendränagen unter Gebäuden, die Errichtung von Entgasungsmöglichkeiten bei größeren Freiflächen, den Einbau eines Drainagegrabens parallel zur nördlichen Grundstücksgrenze sowie die Zwangsbelüftung kleiner, nicht zu Wohnzwecken genutzter Gebäude beinhalten. Die Errichtung von Kellern in Zone II wäre nicht gestattet. Sofern eine Gasflächendränage eingebaut würde, könnten jedoch Tiefgaragen errichtet werden. Die Teilfläche B wurde bis auf randliche Bereiche der Zone II zugeordnet.

Die Errichtung der beschriebenen Sicherungsmaßnahmen soll unter fachgutachtlicher Begleitung erfolgen. Außerdem sind die Dränagen von Bewuchs und Verschlammung freizuhalten.

4.8 Planungsbezogene Gefährdungsabschätzung inkl. abfalltechnischer Voreinstufung der Aushubmaterialien

Durch den Unterzeichner wurden im September und Oktober 2019 Untersuchungen zur Erstellung einer planungsbezogenen Gefährdungsabschätzung inkl. abfalltechnischer Voreinstufung der Aushubmaterialien durchgeführt [8].

Dabei wurden sechs Großbohrungen (DN 900) bis maximal 15,8 m u. GOK abgeteuft. Ziel der Erkundung war die Schutzgutbetrachtung nach BBodSchV für die Materialien in der gesättigten Bodenzone, die Ermittlung der Auffüllungsunterkante sowie die abfalltechnische Vordeklaration der Aushubmaterialien. Darüber hinaus sollte das Material in der gesättigten Bodenzone hinsichtlich der geotechnischen Eignung beurteilt werden (vgl. [10]). Die Bohrungen wurden im von der Altablagerung betroffenen Bereich des Baugrundstücks für Haus 2 bis 4 abgeteuft.

Zur Lagerung des Bohrguts wurden Container bereitgestellt. Nach einer ordnungsgemäßen abfalltechnischen Deklaration (vgl. Kapitel 4.9) wurde das Bohrgut einer fachgerechten Entsorgung zugeführt. Die Bohrlöcher wurden mit sauberem Kiessand verfüllt.



Die Bohrgutansprache der sechs Großbohrungen ergab einen heterogenen Auffüllungshorizont mit verschiedenen Fremdbestandteilen. Grundsätzlich zeigten sich zwischen dem Auffüllungsmaterial im westlichen Bereich (B 01 bis B 04) und dem Auffüllungsmaterial im östlichen Bereich (B 05 und B 06) deutliche Unterschiede. Im Bereich der B 01 bis B 04 besteht die Auffüllung überwiegend aus Sand und Kies mit Bauschutt, Betonresten und Ziegelbruch in wechselnden Anteilen. Bereichsweise wurden bis zu 0,6 m lange Betonbrocken angetroffen. Darüber hinaus wurden Fremdbestandteile wie Metallreste, Glasreste, Holz, Schlacke, Kunststoffreste, Bims, organische Reste, Fliesenbruch, Asche und Wurzeln erbohrt.

Das im östlichen Teil der Altablagerung (B 05 und B 06) angetroffene Auffüllungsmaterial weist eine deutlich abweichende Zusammensetzung auf. Oberflächennah (bis 1,0 m u. GOK) besteht die Auffüllung aus kiesigem Sand mit Beimengungen von Ziegelbruch, Bauschutt, Beton- und Metallresten sowie Holz. Ab ca. 1,0 m u. GOK bis zur Unterkante setzt sich die Auffüllung aus weichen, schwarzen Materialien, weichen, gipsartigen Lagen, Strahlgut und pastösen Massen zusammen. Es handelt sich vermutlich um Industrieabfälle. Ziegelreste/-brocken, Bauschutt, Plastikteile, Holz, Eisenreste, Asche, Schlacke, Glasbruchstücke, Kabel- und Textilreste wurden ebenfalls erbohrt. Bereichsweise enthielt das Material sandige und steinige Anteile.

Organische Beimengungen wie Holz wurden vor allem in der ungesättigten Bodenzone angetroffen. Im Grundwasserschwankungsbereich und der gesättigten Bodenzone wurden in allen Bohrungen nur wenig Holz oder kleinere Holzreste angetroffen. Das Material in den Bohrungen B 05 und B 06 zeigte deutliche olfaktorische Auffälligkeiten (teerartiger Geruch, MKW-Geruch).

Die Oberkante des gewachsenen Bodens wurde zwischen 11,0 m u. GOK und 14,1 m u. GOK erbohrt. Das Grundwasser wurde zwischen 10,2 m u. GOK und 10,76 m u. GOK angetroffen.

Die Auffüllungsproben B01 bis B 04 und die oberflächennahen Proben der B 05 und B 06 wurden chemisch auf die Parameter gemäß LAGA TR Boden (2004) untersucht. In den Bereichen mit Schlämmen wurde eine Analytik gemäß Parameterumfang der Deponieverordnung (2009) durchgeführt, da eine Verwertbarkeit des Materials aufgrund der Konsistenz nicht anzunehmen ist.

Die Mischproben aus Tiefen unterhalb des mittleren Grundwasserstands (ca. 9,0 m u. GOK) wurden zudem auf den Parameterumfang gemäß BBodSchV Anhang 2, Tab. 3.1, Prüfwerte Boden - Grundwasser im 2:1 Schütteleluat bzw. im 2:1 Säuleneluat untersucht.

Des Weiteren wurden den 5 bestehenden Grundwassermessstellen GWM 1800 bis GWM 1804 Grundwasserproben entnommen und diese gem. Parameterumfang der WÜ 98 Teil 1: Deponien (Anhang 2 Grundwasser Paket A + BÜ) analysiert.

Die Gefährdungsabschätzung erfolgte im Hinblick auf die geplante Sanierungsmaßnahme, die Alt-
ablagerung bis zum Grundwasseranstich auszuheben und anschließend bis zur Planungshöhe mit
chemisch zulässigem und geotechnisch geeignetem Material zu verfüllen. Der Direktkontakt über
den Wirkungspfad Boden - Mensch wird somit unterbunden und eine Gesundheitsgefährdung für
die geplante Folgenutzung durch die Altablagerung ausgeschlossen.

Neben dem Direktkontakt wurde der Wirkungspfad Boden – Bodenluft – Mensch im Hinblick auf die
erhöhten Konzentrationen der Deponiegase sowie BTEX betrachtet. Entsprechend der Gaszusam-
mensetzung in den Voruntersuchungen ([2], [6]) befindet sich die Altablagerung in den Gasbildungs-
phasen IV bis VI (Methanoxidationsphase, Kohlendioxidphase, Luftphase). Die aktive Methangas-
bildung ist in diesen Phasen weitgehend abgeschlossen. Die Phasen sind durch das verstärkte
Eindringen von Luft in den Deponiekörper geprägt, sodass Methan oxidiert und vermehrt Kohlen-
stoffdioxid produziert wird. Typische Methan-Konzentrationen in Phase IV (Methanoxidationsphase)
betragen ca. 20 Vol.-%. In den weiteren Phasen nimmt die Methan-Konzentration weiter ab bis in
Phase VI (Luftphase) kein Methan mehr nachgewiesen wird und die Beeinflussung des Bodenluft-
bzw. Porenbereichs in der Deponie durch Deponiegas abgeschlossen ist. Erhöhte Methan-Kon-
zentrationen wurden in Teilfläche B nur punktuell nachgewiesen (max. 21 Vol.-%). Darüber hinaus
wurde in der gesättigten Bodenzone überwiegend Auffüllungsmaterial mit mineralischer Zusam-
mensetzung und geringen organischen Anteilen erbohrt, sodass davon auszugehen ist, dass keine
relevante Deponiegasbildung mehr stattfindet. Dementsprechend wurde für die zukünftige Bebau-
ung mit einhergehendem Aushub der Altablagerung bis zum Grundwasseranstich keine Gefähr-
dung des Schutzgutes Mensch über den Wirkungspfad Boden - Bodenluft - Mensch abgeleitet.

Hinsichtlich des Wirkungspfads Boden – Grundwasser wurden die Eluate der Auffüllungsmischpro-
ben aus dem Grundwasserschwankungsbereich und der gesättigten Bodenzone sowie die Ergeb-
nisse der Grundwasseruntersuchungen betrachtet.

Im Eluat der Auffüllungsmischproben aus dem Grundwasserschwankungsbereich und der gesättig-
ten Bodenzone wurden PAK- und Halb-/Schwer-/Übergangsmetall-Konzentrationen (Antimon, Ar-
sen, Blei, Chrom_{ges}, Chrom (VI), Cobalt, Kupfer, Molybdän, Nickel) ermittelt, die zum Teil die Prüf-
werte der BBodSchV (Wirkungspfad Boden - Grundwasser) sowie die Geringfügigkeitsschwellen-
werte der LAWA überschreiten.

In den untersuchten Grundwasserproben wurden keine Auffälligkeiten bezüglich der zuvor genann-
ten Parameter festgestellt.

In allen Grundwasserproben wurden erhöhte LHKW- und Bor-Konzentrationen ermittelt. Da diese Parameter bereits im Anstrom erhöhte Konzentrationen aufweisen, ist diese Auffälligkeit nicht auf die Altablagerung zurückzuführen.

In GW 1801 wurden geringfügige Erhöhungen für MKW und Mangan ermittelt. Aufgrund der Lage der Grundwassermessstelle GWM 1801 wurde jedoch nicht davon ausgegangen, dass die erhöhten Konzentrationen auf die gegenständliche Teilfläche B zurückzuführen sind. Die im Abstrom der Teilfläche B gelegene Messstelle GWM 1804 wies keine Auffälligkeiten hinsichtlich dieser Parameter auf, sodass die Ursache im weiter nördlich gelegenen Teil des Deponiekörpers zu vermuten ist.

Ein Abströmen von PAK, Halb-/Schwer-/Übergangsmetallen oder MKW, ausgehend vom Auffüllungskörper mit dem Grundwasserstrom, wurde nicht festgestellt. In Zusammenschau aller vorliegenden Ergebnisse und den Rahmenbedingungen vor Ort liegt eine geringfügig negative Veränderung des Grundwassers innerhalb des grundwassergesättigten Auffüllungskörpers vor. Ein Abströmen von Schadstoffen, ausgehend vom Altablagerungskörper mit dem Grundwasserstrom, wurde jedoch nicht festgestellt. Eine ursächlich vom Auffüllungskörper ausgehende Grundwasserverunreinigung ist aus gutachterlicher Sicht gemäß den vorliegenden Untersuchungsergebnissen daher nicht abzuleiten. Die im Zuge der vorangegangenen Untersuchungen innerhalb des grundwasserdurchströmten Auffüllungskörper erfassten PAK (max. 9,82 µg/l) sowie Halb-, Übergangs- und Schwermetalle (u. a. max. 278 µg/l Antimon, 23 µg/l Chrom (VI), 71,1 µg/l Molybdän) weisen augenscheinlich keine Verlagerungstendenzen mit dem Grundwasserstrom auf.

Da durch die geplante Baumaßnahme zum einen belastete Auffüllungshorizonte durch Aushub entfernt werden und zum anderen ein Großteil der Grundstücksfläche durch Gebäude und Verkehrsflächen künftig oberflächendicht versiegelt werden soll bzw. eine nahezu flächendeckende Tiefgarage in Teilfläche B errichtet werden soll, wurde grundsätzlich von einer deutlichen Verringerung des Gefährdungspotentials ausgegangen. Eine Grundwassergefährdung wurde durch die dann verbleibenden Auffüllungsmaterialien in der gesättigten Bodenzone als nicht zu erwarten eingestuft.

Gemäß LAGA TR Boden (2004) wurden die Auffüllungsmischproben der B 01 bis B 04 und die oberflächennahe Probe aus B05/B06 als Z 2 und > Z 2 und -vorbehaltlich der Ergebnisse von Analysen gemäß Deponieverordnung- in die Deponieklassen DK 0 bis DK II eingestuft. Aufgrund erhöhter Bauschuttanteile erfolgte ebenfalls eine Einstufung nach LAGA BS (1997), die Güten zwischen Z 1.1 und > Z 2 ergab.

Für die gem. DepV (2009) untersuchten Mischproben der B 05 erfolgt eine Einstufung in die Deponieklassen DK I und DK II. Das Material aus den oberflächennahen Horizonten ab 1,0 m u. GOK

Bericht vom 28.01.2022

der B 06 ist aufgrund des MKW-Gehalts von 11.000 mg/kg gem. Ablagerungsempfehlung für Abfälle mit organischen Schadstoffen in DK III und als gefährlicher Abfall einzustufen (Grenzwert: 8.000 mg/kg). Die übrigen Mischproben der B 06 sind der Deponieklasse DK I zuzuordnen.

4.9 Abfalltechnische Deklaration des Bohrguts aus den Großbohrungen für die Entsorgung

Im Zuge der Großbohrungen wurden abfalltechnische Deklarationen zur Entsorgung des Bohrguts durchgeführt. Das Bohrgut wurde vor Ort in Containern gelagert und containerweise beprobt. Eine Deklarationsanalytik erfolgte bereits anhand des Aushubmaterials aus der Vorschachtung zur Kampfmittelsondierung (MP-S6). Die Ergebnisse der abfalltechnischen Deklaration sind in der nachfolgenden Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Abfalltechnische Deklaration Entsorgung Bohrgut Großbohrungen

Probenbezeichnung	Bohrgut aus	Einstufung gem.			Maßgebliche Parameter
		LAGA TR Boden (2004)	LAGA Bau-schutt (1997)	DepV (2013/2020)	
MP-B01-Con1	B01	> Z 2	Z 2	DK I	PAK: 31,7 mg/kg Antimon: 0,007 mg/l
MP-B01-Con2	B01	Z 1.1	Z 1.2	DK 0	TOC: 0,6 Ma.-% Arsen: 11 µg/l
MP-B03-Con3	B03	Z 2	Z 1.2	DK I	PAK: 14,9 mg/kg BaP: 0,94 mg/kg Antimon: 0,015 mg/l
MP-B03-Con4	B03	> Z 2	Z 1.2	DK I	Sulfat: 220 mg/l KW C10 -C40: 330 mg/kg PAK: 14,4 mg/kg Chlorid: 220 mg/l Antimon: 0,014 mg/l Gesamtgehalt an gel. FS: 430 mg/l
MP-B02-Con5	B02	> Z 2	> Z 2	DK I	PAK: 181 mg/kg BaP: 13 mg/kg Sulfat: 230 mg/l
MP-B02-Con6	B02	Z 2	Z 1.2	DK 0	PAK: 12,2 mg/kg Blei: 683 mg/kg

Bericht vom 28.01.2022

Probenbezeichnung	Bohrgut aus	Einstufung gem.			Maßgebliche Parameter
		LAGA TR Boden (2004)	LAGA Bau-schutt (1997)	DepV (2013/2020)	
MP-B04-Con7	B04	> Z 2	Z 1.2	DK I	Sulfat: 250 mg/l PCB ₆ : 0,2 mg/kg PAK: 6,98 mg/kg Gesamtgehalt an gel. FS: 460 mg/l
MP-B04-Con8	B04	> Z 2	Z 2	DK II	PAK: 49,8 mg/kg BaP: 3,1 mg/kg Glühverlust: 5,0 Ma.-% TOC: 3,9 Ma.-%
MP-B05-Con9	B05	n.u.	n.u.	DK III	Glühverlust: 6,5 Ma.-% TOC: 3,6 Ma.-%
MP-B05-Con10	B05	n.u.	n.u.	DK II	Antimon: 0,033 mg/l
MP-S6	B06	> Z 2	> Z 2	DK III (gef. Abfall)	Blei: 2.450 mg/kg Quecksilber: 20,6 mg/kg Zink: 5.400 mg/kg EOX: 24 mg/kg KW C10 -C20: 3.300 mg/kg KW C10 -C40: 24.000 mg/kg PCB ₆ : 9,24 mg/kg PAK: 53,1 mg/kg BaP: 5,1 mg/kg Extrahierbare lipophile Stoffe: 1,5 Ma.-%
MP-B06-Con12	B06	n.u.	n.u.	DK 0	-

n.u.: nicht untersucht

4.10 Nutzungsbezogene Gefährdungsabschätzung inkl. abfalltechnischer Voreinstufung der Aushubmaterialien - Teilfläche C

Im Juli 2020 wurden durch den Unterzeichner Geländearbeiten zur Erstellung einer nutzungsbezogenen Gefährdungsabschätzung für die nördliche Teilfläche C durchgeführt [11].

Da das Sanierungskonzept bereits die Herstellung einer Böschung zur Sicherung der Sanierungsgrube am nördlichen Rand der Teilfläche B in Teilfläche C vorsah, wurde der Untersuchungsumfang erweitert, um auch geotechnische und abfalltechnische Belange zu erfassen.



Insgesamt wurden 20 KRB (KRB 101 bis 116) bis maximal 16 m u. GOK sowie 20 DPH durchgeführt. Aus den Kleinrammbohrungen wurden 7 Mischproben der Auffüllung und des Geogens zusammengestellt und gem. Parameterumfang der LAGA TR Boden (2004) untersucht. Eine weitere Auffüllungsmischprobe wurde gem. Deponieverordnung untersucht. Darüber hinaus wurden an ausgewählten Einzelproben aufgrund organoleptischer Auffälligkeiten Analysen auf MKW (3 Stück), LHKW (3 Stück) und BTEX (5 Stück) durchgeführt.

Zehn KRB wurden als temporäre Bodenluftmessstelle eingerichtet, um Bodenluftproben durch Anreicherung auf Aktivkohle und in Gasballons zu entnehmen. Die Analyse der Proben erfolgte auf Permanentgase (Deponiegase) sowie leichtflüchtige halogenierte und aromatische Kohlenwasserstoffe (LHKW + BTEX).

Außerdem wurden in drei Bereichen Oberbodenmischproben (3-fach horizontiert; 0 – 2 cm, 0 – 10 cm, 10 – 35 cm) entnommen (OB-101/1 – 3, OB-102/1 – 3, OB-103/1 – 3). Die Oberbodenmischproben aus den Horizonten 0 – 10 cm und 10 – 35 cm wurden jeweils auf den Parameterumfang gemäß BBodSchV Anhang 2 Tab. 1.4 Prüfwerte Wirkungspfad Boden - Mensch (direkter Kontakt) analysiert.

Im westlichen Bereich der Teilfläche C wurde ein ca. 30 – 40 cm mächtiger humoser Auffüllungshorizont angetroffen, der als Oberboden aus schwach kiesigem und schwach schluffigem Fein- bis Mittelsand, bereichsweise stark feinsandiger Schluff, mit anthropogener Überprägung (Mörtel- und Ziegelbruch in geringen Anteilen) angesprochen wurde.

Die Bohrgutansprache der Kleinrammbohrungen ergab einen heterogenen Auffüllungshorizont mit verschiedenen Fremdbestandteilen. Im Großteil der Bohrungen wurde Auffüllungsmaterial aus Boden-Bauschutt-Gemischen mit unterschiedlichen Fremdbeimengungen erbohrt.

Die Auffüllung besteht überwiegend aus Sand und Kies mit einem Bauschuttanteil aus Beton- und Ziegelbruch in variierenden Zusammensetzungen. Darüber hinaus wurden Fremdbestandteile wie Metall, Mörtel, Glasscherben, Holzreste, Schamotte, Schlacke, Schwarzdeckenbruchstücke, Bruchstücke/Reste von Kunststoff, Folien, Polystyrol, PVC, Gips, Bims, Kabeln, Organik, Fliesenbruch, Asche und Wurzeln erbohrt. Organische Beimengungen wie Holz wurden vor allem in der ungesättigten Bodenzone angetroffen.

Im östlichen Bereich zeigte sich eine lokal abweichende Zusammensetzung der Auffüllung. In KRB 106 (3,0 – 6,7 m u. GOK), KRB 114 (4,2 – 7,0 m u. GOK) und KRB 115 (2,5 – 8,0 m u. GOK) wurde gipsartiges Auffüllungsmaterial erbohrt. Das Material wies eine weiße bis graue Färbung und eine weiche bis breiige Konsistenz auf. In KRB 106 enthielten die gipsartigen Lagen zusätzlich Strahlgut. Zwischen 3,4 m und 8,2 m u. GOK wurde auch in KRB 113 Strahlgut erbohrt. Gipsartige

Lagen wurden hier nicht angetroffen. Es handelt sich bei diesen Auffüllungsmaterialien vermutlich um Industrieabfälle, die bereits im Zuge der Großbohrungen B 05 und B 06 in diesem Bereich des Plangebiets erbohrt wurden.

In mehreren Bohrungen wurden olfaktorische Auffälligkeiten festgestellt, u.a. Lack- und Lösemittel-Geruch, Kohlenwasserstoff-Geruch, aromatischer Geruch und weiterer Fremdgeruch.

Die geogene Oberkante wurde nur in den östlichen Bohrungen KRB 107b, 108 und 113 – 116 erreicht, die im Randbereich der Altablagerung angesetzt wurden. Das Geogen stand hier ab Tiefen zwischen 1,3 m u. GOK (KRB 108) und 13,4 m u. GOK (KRB 115) an. In den übrigen Bohrungen wurde die Auffüllung nicht durchteuft, da Bohrungen aufgrund von Bohrhindernissen abgebrochen werden mussten und/oder die Endteufe im Hinblick auf das Erkundungsziel als ausreichend bewertet wurde.

Das Grundwasser wurde bei ca. 9,1 – 9,7 m u. GOK (ca. 36,6 – 36,8 m NHN) angetroffen.

Die Gefährdungsabschätzung erfolgte im Hinblick auf die geplante Nutzung der Teilfläche C als Park- und Freizeitanlagen mit Kinderspielflächen bezogen auf das Schutzgut Mensch für die Wirkungspfade Boden - Mensch (Direktkontakt) und Boden - Bodenluft - Mensch.

Hinsichtlich des Direktkontakts wurden die Bereiche betrachtet, die außerhalb des geplanten Böschungsbereichs liegen. Neben den Oberbodenmischproben wurden die Mischproben MP-101 und MP-102 den Vergleichswerten der BBodSchV orientierend gegenübergestellt.

Die Prüfwerte der BBodSchV für das Nutzungsszenario Park- und Freizeitanlagen werden in allen Oberbodenproben sowie in allen betrachteten Auffüllungsmischproben eingehalten. Für das Nutzungsszenario Kinderspielflächen liegen zum Teil Überschreitungen der Prüfwerte für die Parameter PCB, Blei und Nickel sowie Benzo(a)pyren vor.

Da Kinderspielflächen planungsseitig nur im Bereich der Böschung und somit in Bereichen mit Bodenaustausch vorgesehen sind, wurde aus gutachterlicher Sicht keine Besorgnis der Gefährdung des Schutzgutes Mensch über direkten Kontakt im Hinblick auf die geplante Nutzung als Grün- und Ausgleichsfläche abgeleitet.

Hinsichtlich des Wirkungspfads Boden - Bodenluft - Mensch sind die erhöhten Konzentrationen der Deponiegase sowie BTEX inkl. TMB relevant. Für LHKW wurden mit maximal 1,34 mg/m³ unauffällige Gehalte ermittelt.

Die nachgewiesenen Methan-Konzentrationen lagen zwischen 1,7 Vol.-% und 11,8 Vol.-%. Kohlenstoffdioxid wurde mit bis zu 15 Vol.-% nachgewiesen. Zum Teil wurden außerdem reduzierte Sauerstoff-Konzentrationen (0,2 Vol.-% bis 8,1 Vol.-%) detektiert. Schwefelwasserstoff und Kohlenmonoxid wurden nicht nachgewiesen.

Im Hinblick auf die rückläufige Deponiegasbildung in Kombination mit der starken Verdünnung beim Austritt der Bodenluft (bis zu 10.000fach) wurde bei der geplanten Nutzung als Park- und Grünflächen, sofern keine Gebäude auf der Fläche errichtet werden, keine Gefährdung des Schutzgutes Mensch aufgrund der erhöhten Methan- und Kohlenstoffdioxid-Konzentrationen abgeleitet.

BTEX inkl. TMB wurden in allen Bodenluftproben nachgewiesen. In BL 104 wurde die maximale Konzentration von 540 mg/m³ (Summe BTEX + TMB) detektiert. Hauptsummenbildend waren dabei die Einzelverbindungen Ethylbenzol und m-/p-Xylol sowie 1,2,4-Trimethylbenzol. In BL 103 wurden im Vergleich zu den umliegenden Bodenluftproben ebenfalls erhöhte Konzentrationen nachgewiesen (13 mg/m³ Summe BTEX + TMB). In den übrigen Proben liegen die Konzentrationen für die Summe BTEX + TMB zwischen 0,17 mg/m³ in BL 105a und 3,47 mg/m³ in BL 107b.

Aufgrund der zum Teil erhöhten BTEX- und TMB-Konzentrationen wurden die Konzentrationen der Einzelverbindungen den orientierenden Hinweisen der LABO (2008) gegenübergestellt. Die orientierenden Hinweise der LABO (2008) werden in keiner Probe überschritten. Für 1,2,4-Trimethylbenzol und 1,2,3-Trimethylbenzol gibt die LABO keine orientierenden Hinweise.

An besonders olfaktorisch auffälligen Proben wurden Analysen auf Einzelparameter durchgeführt. Dabei wurden MKW-Gehalte zwischen 840 mg/kg und 2.400 mg/kg ermittelt sowie Summen für BTEX+TMB zwischen 1,36 mg/kg und 31,6 mg/kg. Die auf BTEX/TMB untersuchten Feststoffproben wurden ebenfalls mit den orientierenden Hinweisen der LABO (2008) verglichen. In einer Probe lag der Benzol-Gehalt mit 0,1 mg/kg in Höhe des ersatzweise herangezogenen Orientierungswertes der LABO (2008) für Wohngebiete, in einer weiteren Probe wurde mit einem Gehalt von 0,53 mg/kg der Orientierungswert überschritten.

Bei einer zukünftigen Nutzung der Fläche als Park- und Grünflächen inkl. Kinderspielflächen wurde aufgrund der starken Verdünnung von Bodenluft bei Übergang in die Außenluft keine Gefährdung des Schutzgutes Mensch über den Wirkungspfad Boden - Bodenluft - Mensch durch die erhöhten BTEX+TMB-Konzentrationen abgeleitet. Für den Böschungskörper an der Grenze der Teilfläche B zur Teilfläche C ist eine Abdichtung vorgesehen, sodass in den Bereichen mit besonders sensibler Nutzung als Kinderspielflächen eine zusätzliche Unterbindung des Transferpfades Boden - Bodenluft - Mensch erfolgt. Aus Vorsorgegründen wurde empfohlen, auf der betrachteten Teilfläche C jegliche Arten von Gasfallen, wie z.B. Hohlformen, zu vermeiden, Schachtbauwerke etc. gasdicht

auszuführen und keine Feuerstellen/Grillplätze zu errichten (Kennzeichnung durch entsprechende Beschilderung vor Ort).

Gemäß LAGA TR Boden (2004) sind die Auffüllungsmischproben (Boden-Bauschutt-Gemische mit verschiedenen Fremdbestandanteilen) als Z 2 und > Z 2 einzustufen. Eine Einstufung nach LAGA BS (1997) ergibt Güten zwischen Z 1.1 und > Z 2. Vorbehaltlich der vollständigen Analytik gemäß Deponieverordnung ist das Material > Z 2 in die Deponieklasse DK II einzustufen.

Für die gemäß DepV (2009) untersuchten Mischproben der MP-108 aus den gipsartigen Auffüllungsbereich (Industrieabfälle) erfolgt eine Einstufung in die Deponieklassen DK I.

Die aufgrund organoleptischer Auffälligkeiten exemplarisch durchgeführten Einzelanalysen ergaben erhöhte Gehalte organischer Schadstoffe (MKW, BTEX), die einen Wiedereinbau des Materials ausschließen (Zuordnungswert Z 2 LAGA für BTEX bei 1 mg/kg und für MKW bei 2.000 mg/kg). Die vorbehaltlich einer im Zuge der Ausführung durchzuführenden vollständigen Untersuchung gem. DepV durchgeführte Einstufung anhand der Ablagerungsempfehlungen für Abfälle mit organischen Schadstoffen (Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, 2011) ergab eine Einstufung in die Deponieklassen DK 0 bis DK II.

4.11 Pumpversuch

Am 24.06.2021 wurde an der Bestandsmessstelle 1802 ein Kurzzeit-Pumpversuche durchgeführt, um die hydraulische Durchlässigkeit des anstehenden Untergrundes der Rheinterrasse in situ zu bestimmen.

Der Ausbau der GWM 1802 und die Daten des Pumpversuchs sind in Anlage VII dargestellt. Die Versuchstiefe von 18 m unter POK wurde gewählt, um eine Aussage bzgl. hydraulischen Durchlässigkeit der Terrassensedimente zu bestimmen, die sich unterhalb der Altablagerung befinden.

Zur Durchführung wurden die Förderrate und die Entwicklung der Standrohrspiegelhöhe in der GWM aufgezeichnet. Die Erfassung der Standrohrspiegellage erfolgt mittels Lichtlotmessungen (manuell). Zur Erfassung der Fördervolumenstroms wurde eine Wasseruhr eingesetzt. Hierbei wurde die Grundwasserabsenkung bis zur Beharrung und der Wiederanstieg bis zum Ausgangswasserspiegel (9,58 m u. POK) erfasst. Aufgrund der hohen hydraulischen Durchlässigkeit des anstehenden Bodens konnte mit der maximalen Förderrate keine signifikante Grundwasserabsenkung erzielt werden. Bei einer Förderleistung von ca. 12,5 m³/h ergab sich lediglich eine Grundwasserabsenkung von 0,06 m.



In dem genannten Kurzpumpversuch wurde über einen Zeitraum von ca. 190 Minuten mit einer konstanten Fördermenge von 12,5 m³/h Grundwasser aus der GWM 1802 gefördert. Die Grundwasserabsenkung wurde innerhalb des Pumpbrunnens händisch mittels Lichtlot sowie mittels Datenlogger gemessen. Nach Abstellen der Pumpe (Förderrate = 0,00 m³/h) beginnt die Phase des Grundwasserwiederanstiegs, bei dem sich im Idealfall der Ausgangswasserspiegel wiedereinstellt. Der Wiederanstieg wurde entsprechend ebenfalls aufgezeichnet.

Mittels Brunnenformel nach Dupuit-Thiem kann die hydraulische Durchlässigkeit berechnet werden. Unter Annahme eines Absenkbetrags von 0,06 m im Zeitraum von ca. 190 Minuten sowie einer Fördermenge von 12,5 m³/h ergibt sich eine hydraulische Durchlässigkeit von $k_f = 2,8 \cdot 10^{-3}$ m/s. Der Absenkbetrag wird dafür als stationär angenommen. Die Aquifermächtigkeit beträgt für die Rechnung etwa 11,5 m und der Aquifer wird als heterogen angenommen.

Hierbei gilt es zu erwähnen, dass es sich bei den genannten Durchlässigkeitsbeiwerten um rein rechnerische Werte handelt, die nur für den vom Pumpversuch erfassten Bereich gelten. Den verwendeten Gleichungen liegen Voraussetzungen zugrunde, die unter natürlichen Verhältnissen selten gegeben sind. Inhomogenitäten des Grundwasserleiters, wie unterschiedliche Schichtmächtigkeiten und uneinheitliche Korngrößenverteilungen sind in den Berechnungsmethoden nicht ausreichend berücksichtigt.

4.12 Grundwasseruntersuchung Juli 2021

Am 02.07.2021 wurden Grundwasserproben aus den Messstellen GWM 1801, GWM 1802 und GWM 1804 entnommen. Die entnommenen Grundwasserproben wurden gekühlt dem Labor Eurofins Umwelt West GmbH zur Untersuchung übergeben.

Die Grundwasserproben zeigten keine Auffälligkeiten hinsichtlich Färbung, Trübung, Bodensatz, Geruch oder Ausgasung. Die Wassertemperatur lag zwischen 12,8 °C und 13,4 °C, der pH-Wert zwischen 6,83 und 6,91 das Redoxpotential zwischen 227 mV und 247 mV und die elektrische Leitfähigkeit zwischen 981 µS/cm und 1.137 µS/cm. Der Sauerstoffgehalt wies in der im weiteren Abstrom gelegenen Messstelle GWM 1801 mit 0,23 mg/l den niedrigsten Wert auf. In der abstromigen Messstelle GWM 1802 lag der Sauerstoffgehalt bei 6,01 mg/l und in der abstromigen Messstelle GWM 1804 bei 2,69 mg/l.

Die Proben wurden auf die Parameter PAK, PCB, MKW, BTEX, LHKW, Schwermetalle, Bor, Antimon, Chrom (VI) und Molybdän untersucht.

PCB, Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Chrom (VI), Molybdän und Quecksilber waren in keiner Probe nachweisbar. Antimon, Kupfer, Nickel und Zink wurden in einzelnen Proben in niedrigen Konzentrationen nachgewiesen (jeweils kleiner GFS).

Die Summe PAK (15 Verbindungen gem. LAWA ohne Naphthalin) lag zwischen 0,03 µg/l und 0,11 µg/l (GFS: 0,2 µg/l). Der PAK-Einzelparameter Anthracen liegt in GW 1802 mit 0,02 µg/l knapp über dem GFS-Wert von 0,01 µg/l.

MKW und BTEX wurden in den Proben GW 1802 und GW 1804 nicht nachgewiesen. In der Probe GW 1801 liegt die MKW-Konzentration bei 0,49 mg/l (GFS: 0,1 mg/l) und die Summe BTEX+TMB bei 1,1 mg/l (nachgewiesener Parameter: m-/p-Xylol, ohne GFS).

In allen Proben wurden LHKW und Bor nachgewiesen. Die Summe aus Tri- und Tetrachlorethen lag zwischen 12,0 µg/l und 15,1 µg/l (GFS: 10 µg/l). Andere LHKW-Verbindungen wurden nicht nachgewiesen. Die Bor-Konzentration lag zwischen 0,24 mg/l und 0,32 mg/l (GFS: 0,18 mg/l).

Die Ergebnisse der Grundwasserbeprobungen bestätigen die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen: LHKW und Bor sind bereits im anströmenden Grundwasser oberhalb der GFS-Werte nachweisbar und in GWM 1801 liegt ein positiver MKW-Befund vor.

4.13 Zusammenfassung und Differenzierung sanierungsrelevanter Ergebnisse

Im Folgenden sind die sanierungsrelevanten Ergebnisse sämtlicher Untersuchungen differenziert nach den Kompartimenten Boden, Oberboden, Bodenluft und Grundwasser, zusammenfassend aufgeführt.

Ergebnisse der Geländearbeiten

Baugrundstück:

Der Großteil der im Bereich der Altablagerung durchgeführten Bohrungen durchteufte den Auffüllungskörper nicht, weshalb nur punktuell Anhaltspunkte zur Gesamtmächtigkeit der Auffüllung vorliegen. Die Bohrgutansprache ergab im Bereich der Altablagerung einen heterogenen Auffüllungshorizont mit verschiedenen Fremdbestandteilen. Im Großteil der Bohrungen wurde Auffüllungsmaterial aus Boden-Bauschutt-Gemischen mit unterschiedlichen Fremd Beimengungen erbohrt. Die Auffüllung besteht in diesen Bereichen überwiegend aus Sand und Kies mit einem Bauschuttanteil aus Beton- und Ziegelbruch in variierenden Zusammensetzungen. Darüber hinaus wurden Fremd-

bestandanteile wie Metall, Mörtel, Glasscherben, Holzreste, Schamottestein, Schlacke, Schwarzdeckenbruchstücke, Bruchstücke/Reste von Kunststoff, Folien, Polystyrol, PVC, Gips, Bims, Kabeln, Organik, Fliesenbruch, Asche und Wurzeln erbohrt. Organische Beimengungen wie Holz wurden vor allem in der ungesättigten Bodenzone angetroffen.

Im östlichen Bereich zeigte sich eine lokal abweichende Zusammensetzung der Auffüllung aus weichen, gipsartigen Materialien, die bereichsweise auch Strahlgut enthielten. Es handelt sich dabei vermutlich um Industrieabfälle.

Außerhalb der Altablagerung (südlicher Teil des Baugrundstücks, Haus 5 bis 7) besteht die Auffüllung überwiegend aus umgelagertem Bodenaushub mit wechselnden Anteilen aus Sand, Kies und Schluff, die bereichsweise humos ausgebildet sind. Vereinzelt wurden Ziegelbruch und Bauschutt in geringen Anteilen erbohrt.

Im Bereich der Teilfläche B (Haus 2 bis 4) ist anhand der vorliegenden Untersuchungen von maximalen Auffüllungsmächtigkeiten zwischen 11 m (B 06) und 14 m (B 04) auszugehen. Die Mächtigkeit der Auffüllung nimmt nach Süden, Osten und Westen radial ab. Im südlichen Bereich des Baugrundstücks (Haus 5 bis 7) wurden Auffüllungsmächtigkeiten < 1 m erbohrt. Im westlichen Grundstücksbereich (Haus 1) wurde keine Auffüllung angetroffen. Hier steht ein 0,3 m bis 0,4 m mächtiger Oberbodenhorizont an.

Im Liegenden der Auffüllung im südlichen Grundstücksteil und in Randbereichen der Altablagerung sowie im Liegenden des Oberbodenhorizonts wurden Hochflutsedimente erbohrt. Die Sedimente setzen sich aus feinsandigem, schwach tonigem Schluff bis stark schluffigem Fein- bis Mittelsand zusammen. Die Mächtigkeit der Hochflutsedimente liegt zwischen 0,7 m und 2,2 m.

Unterhalb der Auffüllung (sofern diese durchteuft wurde) bzw. unterhalb der Hochflutsedimente wurden die Kiese und Sande der Rheinterrasse erbohrt. In B 01 wurde ab 13,0 m u. GOK Ton erbohrt.

Nördliche Grün- und Ausgleichsfläche:

Im Bereich der Teilfläche C liegen nur punktuell bzw. in Randbereichen der Altablagerung Informationen zur Mächtigkeit der Auffüllung vor. Es ist davon auszugehen, dass im zentralen Bereich der Altablagerung Mächtigkeiten von >> 10 m anstehen, da zum Teil trotz Endteufen von bis zu 16 m die Unterkante der Auffüllung nicht erreicht wurde. Die Zusammensetzung der Auffüllungsmaterialien ist den o.g. Erläuterungen zum Baugrundstück zu entnehmen.

Im östlichen Randbereich wurden unterhalb der Auffüllung Hochflutsedimente in einer Mächtigkeit zwischen 0,9 m und 1,0 m erbohrt. Im Liegenden der Auffüllung (sofern durchteuft) bzw. der Hochflutsedimente stehen die Kiessande der Rheinterrasse an.



Bericht vom 28.01.2022

Boden

Die Auffüllungsmaterialien und geogenen Sedimente wurden primär im Hinblick auf eine abfalltechnische Bewertung untersucht.

Insgesamt wurden im Zuge der durchgeführten Untersuchungen ([1], [3], [8], [11]) 67 Proben einer abfalltechnischen Analyse unterzogen. 60 abfalltechnische Analysen wurden an den Auffüllungsmaterialien der Altablagerung durchgeführt. In drei Proben wurden die Terrassensedimente und in zwei Proben die Hochflutsedimente erfasst. Zwei weitere Mischproben wurden aus der Auffüllung außerhalb der Altablagerung entnommen. In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der abfalltechnischen Einstufung aus den bisherigen Gutachten zusammengefasst.

Tabelle 4: Zusammenfassung der abfalltechnischen Voreinstufungen aus Vorgutachten

Material	Abfalltechnische Voreinstufung		
	LAGA M20		DepV
	LAGA TR Boden	LAGA Bauschutt	
Auffüllung Altablagerung	Z 1.1 bis > Z 2 <ul style="list-style-type: none"> • Primär Z 2 und > Z 2 • Vereinzelt Z 1.1 und Z 1.2 	Z 0 bis > Z 2 <ul style="list-style-type: none"> • Primär Z 1.2 und Z 2 • Untergeordnet Z 1.1 und > Z 2 • Vereinzelt Z 0 	Bei > Z 2 nach LAGA M20: <ul style="list-style-type: none"> • Primär DK I und DK II • Vereinzelt DK 0, DK III und DK III (gefährlicher Abfall)
Auffüllung außerhalb Altablagerung	Z 0	-	-
Hochflutlehm	Z 0 und Z 1.1	-	-
Terrassensediment	Z 0 und Z 1.1	-	-

Darüber hinaus wurden im Zuge der Untersuchungen von HPC [3] und M&P [11] an ausgewählten Einzelproben der Altablagerung chemische Analysen durchgeführt.

Zusammenfassend wurden in den Auffüllungsmaterialien im Bereich der Altablagerung vor allem erhöhte Gehalte der Parameter PAK, MKW, PCB und BTEX sowie verschiedener Schwermetalle (z.B. Blei) ermittelt.



Erhöhte BTEX/TMB-Gehalte wurden nur in Einzelproben aus der Teilfläche C festgestellt. In den Auffüllungsmischproben der übrigen Bereiche wurden keine Auffälligkeiten bzgl. der BTEX-Gehalte detektiert.

Im Bodeneluat der gesättigten Bodenzone sowie des Grundwasserschwankungsbereichs wurden zudem erhöhte Konzentrationen für PAK, Antimon und Molybdän sowie in einzelnen Proben für die Parameter Arsen, Blei, Chrom (gesamt), Chrom (VI), Cobalt, Kupfer und Nickel.

Die maximalen Gehalte sind in Kapitel 5.2 dargestellt.

Oberboden

Im Bereich der Teilfläche C (zukünftige Grün- und Ausgleichsfläche) wurden durch GFM [2] und M&P [11] Untersuchungen des Oberbodens an insgesamt 5 Bereichen durchgeführt.

Die Prüfwerte der BBodSchV für das Nutzungsszenario Park- und Freizeitanlagen wurden in allen Oberbodenproben eingehalten.

Im Hinblick auf das Nutzungsszenario Kinderspielflächen liegen Überschreitungen für die Prüfwerte PCB (max. 0,54 mg/kg), Blei (max. 473 mg/kg) und Nickel (max. 106 mg/kg) vor.

Bodenluft

In den im Bereich der Altablagerung entnommenen Bodenluftproben wurden lokal erhöhte Depo-niegas- und BTEX+TMB-Konzentrationen festgestellt. Die maximale BTEX-Konzentration (inkl. TMB) wurde im Bereich der Teilfläche C festgestellt. Hier wurden 2006 durch die GFM Umwelttechnik GmbH [2] 362 mg/m³ und 2020 durch M&P [11] 540 mg/m³ für die Summe der BTEX+TMB ermittelt.

Die maximal detektierte Methan-Konzentration lag im Bereich der Teilfläche B bei 20 Vol.-% [3] und im Bereich der Teilfläche C bei 28 Vol.-% [2]. Zudem wurden erhöhte CO₂-Konzentrationen (bis zu 20 Vol.-% [4]) sowie reduzierte O₂-Konzentrationen (z.T. < 1 Vol.-% [2], [3], [4], [11]) ermittelt.

Grundwasser

Die im Zuge der Voruntersuchungen durchgeführten Grundwasserbeprobungen ergaben sowohl im Anstrom als auch im Abstrom der Altablagerung erhöhte LHKW- und Bor-Konzentrationen ([2], [8]),



die nicht auf die Altablagerung zurückzuführen sind. Dabei wurden primär die LHKW-Einzelparameter Tri- und Tetrachlorethen nachgewiesen. Die Summe dieser Parameter bewegt sich in Größenordnungen zwischen 8,4 µg/l und 18,7 µg/l. Die maximal detektierte Summe der 10 LHKW-Parameter liegt bei 18,7 µg/l. Die Bor-Konzentrationen lagen zwischen 170 µg/l und 320 µg/l.

In der im Abstrom des nördlichen Teils der Altablagerung gelegenen Messstelle GWM 1801 wurden geringfügige Erhöhungen für MKW und Mangan im Vergleich zum Anstrom ermittelt. Aufgrund der Lage der Grundwassermessstelle GWM 1801 wurde jedoch nicht davon ausgegangen, dass die erhöhten Konzentrationen auf die gegenständliche Teilfläche B zurückzuführen sind.

In der Messstelle GWM 1804 im Abstrom des Plangebiets wurden in den vorliegenden Untersuchungen keine über das beschriebene hinausgehende Auffälligkeiten detektiert.

5 FACHLICHE BEURTEILUNG DER ERGEBNISSE

5.1 Beurteilungskriterien

5.1.1 Schutzgutbetrachtung

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.

Wirkungspfad Boden → Mensch

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 Herstellung einer abschließenden Geländemorphologie, d. h. nach Abschluss der eigentlichen Flächenumnutzung.

Wirkungspfad Boden → Bodenluft → Mensch

Die Länder haben hinsichtlich verschiedener Schadstoffe den dringenden Bedarf zur Aufstellung von Prüfwerten benannt, die bisher in der BBodSchV nicht berücksichtigt wurden. Zur allgemein verbindlichen Festlegung von Prüfwerten bedarf es einer Änderung der BBodSchV. Für die Übergangszeit hat der **Altlastenausschuss (ALA)** der **Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO)** ein Informationsblatt für den Vollzug mit Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten veröffentlicht. Darin werden orientierende Hinweise zur Bewertung flüchtiger Stoffe im Bodenfeststoff und in der Bodenluft gegeben. Diese orientierenden Hinweise sind hinsichtlich der rechtlichen Verbindlichkeit nicht mit Vorgaben gleichzusetzen, die auf der BBodSchV basieren.

Im Informationsblatt des ALA werden für die Stoffe orientierende Hinweise aufgeführt, bei denen im Vergleich verschiedener Aufnahmepfade der Expositionspfad „Anreicherung in geschlossenen Räumen“ und inhalative Aufnahme ausschlaggebend ist. Orientierende Hinweise für flüchtige Schadstoffe im Feststoff werden für die Nutzungsszenarien Wohngebiete und Industrie- u. Gewerbegrundstücke angegeben. Aufgrund der starken Verdünnung der Bodenluft beim Übergang in die Außenluft bzw. bei oraler Bodenaufnahme ist gem. Informationsblatt eine Gefährdung von Kindern im Außenbereich (Nutzungskategorien Kinderspielflächen, Wohngebiete, Park- und Freizeitanlagen) erst bei hohen Konzentrationen möglich. Der ALA benennt daher keine Konzentrationen für diese Nutzung und stuft diese Konzentrationen aufgrund ihrer Höhe in der Regel als nicht bewertungsrelevant ein. Soweit Kinderspielflächen an Wohngebäude angrenzen, sind die Flächen bezüglich einer möglichen Innenraumbelastung als Wohngebiete zu untersuchen und zu bewerten.

Die Bewertungshinweise des ALA für Schadstoffkonzentrationen in der Bodenluft beziehen sich auf eine Anreicherung in der Innenraumluft (Szenario Wohngebiete). Für Schadstoffkonzentrationen in der Bodenluft wurde eine Obergrenze von 1.000 mg/m³ als Kappungsgrenze ausgewiesen, die als Hinweis auf eine massive Verunreinigung zu werten ist. Bei Erreichen dieser Größenordnung von

Schadstoffen ist ggf. das Vorhandensein von Begleitsubstanzen oder die Verteilung der Schadstoffe (ggf. Phasen) zu prüfen. Außerdem wird auf Geruchsschwellen einzelner Stoffe verwiesen.

Zur Bewertung der Gehalte der flüchtigen organischen Schadstoffe im Bodenfeststoff und in der Bodenluft werden die orientierenden Hinweise der LABO (2008) herangezogen, die sich jedoch überwiegend auf eine Nutzung für das Szenario Wohngebiete beziehen und somit nur ersatzweise für eine Nutzung hinsichtlich Park- und Freizeitanlagen mit Kinderspielflächen genutzt werden können.

Zur Bewertung der Gefährdung durch Deponiegase werden die Methan-Konzentrationen mit dem explosiven Bereich von Methan verglichen. Das brennbare Gas bildet zwischen 4,4 Vol.-% (UEG) und 16,5 Vol.-% (OEG) und Vorhandensein von mindestens 12 Vol.-% Sauerstoff ein explosives Gas-Luft-Gemisch. Die Explosionsfähigkeit wird zusätzlich durch Kohlendioxid und Stickstoff beeinflusst.

Zur Beurteilung der Deponiegase Kohlenstoffdioxid und Schwefelwasserstoff werden die Arbeitsplatzgrenzwerte der TRGS 900 orientierend herangezogen.

Wirkungspfad Boden → Grundwasser

In der BBodSchV werden zur Beurteilung der Umweltrelevanz von Schadstoffen im Hinblick auf eine potenzielle Grundwassergefährdung (Wirkungspfad Boden → Grundwasser) Prüfwerte für Konzentrationen in Sickerwässern angeführt, die im Übergangsbereich der ungesättigten zur wassergesättigten Bodenzone (Ort der Beurteilung) gelten. Die Analytik von organischen und anorganischen Parametern in Eluatn wird mit den Prüfwerten gegenübergestellt. Eine Beurteilung kann für Teile des Materials jedoch nur in Anlehnung ausgeführt werden, da das Probenmaterial u.a. aus der ungesättigten Bodenzone entnommen wurde.

Die „Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden“ der **Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA 1994)** enthalten Prüf- und Maßnahmenschwellenwerte für Boden- und Grundwasserbelastungen.

Die Prüf- und Maßnahmenschwellenwerte nach LAWA dienen einer ersten Einstufung von Bodenverunreinigungen im Hinblick auf eine potenzielle Grundwassergefährdung. Bei Maßnahmenschwellenwertüberschreitungen besteht die Veranlassung, Sanierungsuntersuchungen anzusetzen. Eine Gefährdung für das Schutzgut Grundwasser muss bei ungünstigen hydrogeologischen Standortbedingungen für diesen Fall abgeleitet werden.

Darüber hinaus sind Differenzwerte enthalten, die angeben, ab welcher Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit gegenüber dem Oberstrom eine mögliche Untergrundverunreinigung vorliegen kann.

Durch einen Arbeitskreis der LAWA wurden zudem mit der BBodSchV harmonisierte Geringfügigkeitsschwellenwerte für das Grundwasser (**LAWA 2016**) 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 Grundwasser-
verunreinigung vorliegt. Die Geringfügigkeitsschwelle (GFS) wird definiert als Konzentration, bei der trotz einer Erhöhung der Stoffgehalte gegenüber regionalen Hintergrundwerten keine relevanten ökotoxischen Wirkungen auftreten können und die Anforderungen der Trinkwasserverordnung oder entsprechend abgeleitete Werte eingehalten werden.

Darüber hinaus werden die Schwellenwerte der **Grundwasserverordnung (GrwV)** als Prüfwert herangezogen. Schwellenwerte sind die Konzentrationen eines Schadstoffes, einer Schadstoffgruppe oder der Wert eines Verschmutzungsindikators im Grundwasser, die zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt festgelegt werden.

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

Zur stoffbezogenen Beurteilung der analytisch nachgewiesenen Schadstoffkonzentrationen sind auch -sofern bekannt- die geogenen und anthropogenen Hintergrundbelastungen der Umgebung der betrachteten Fläche (Referenzwertcharakter) zu berücksichtigen.

Die bisherige und zukünftige Nutzung der Flächen 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 sind 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 Kontaminationen 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

Zur Beurteilung der im Rahmen der Umnutzung anfallenden Boden(aushub)materialien werden die Zuordnungswerte der technischen Regeln der LAGA herangezogen (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, 1997 „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen“ - Technische Regeln; Technische Regeln für die Verwertung von Bodenmaterial (TR Boden), Stand 2004). Hier werden Zuordnungskriterien für eine Wiederverwendung angegeben.

Die Einbauklassen 0 bis 2 mit den zugehörigen Zuordnungswerten Z 0 bis Z 2 lauten im Einzelnen wie folgt:

Einbauklasse 0	Uneingeschränkter Einbau; Verwertung von Bodenmaterial in bodenähnlichen Anwendungen
Einbauklasse 1	Eingeschränkter offener Einbau in technischen Bauwerken
Einbauklasse 2	Eingeschränkter Einbau in technischen Bauwerken mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen

Der Zuordnungswert Z 2 stellt die Obergrenze der Verwertbarkeit von Aushubmaterialien dar, oberhalb derer eine Entsorgungsverpflichtung/Deponierung bzw. Aufbereitung gemäß den Vorgaben der Deponieverordnung (DepV 2009) besteht.

Bei Abfällen mit organischen Schadstoffen ist zudem die Ablagerungsempfehlung des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen zu berücksichtigen (Ablagerungsempfehlungen für Abfälle mit organischen Schadstoffen – Vollzugshilfe, 06.12.2011). Hier werden Orientierungswerte der zulässigen Schadstoffgehalte für die verschiedenen Deponieklassen gegeben.

Gemäß DepV wird in die folgenden Deponieklassen unterschieden:

DK 0	Oberirdische Deponie für Inertabfälle, die die Zuordnungskriterien nach Anhang 3 Nummer 2 für die Deponieklasse 0 einhalten
DK I	Oberirdische Deponie für Abfälle, die die Zuordnungskriterien nach Anhang 3 Nummer 2 für die Deponieklasse I einhalten
DK II	Oberirdische Deponie für Abfälle, die die Zuordnungskriterien nach Anhang 3 Nummer 2 für die Deponieklasse II einhalten
DK III	Oberirdische Deponie für nicht gefährliche Abfälle und gefährliche Abfälle, die die Zuordnungskriterien nach Anhang 3 Nummer 2 für die Deponieklasse III einhalten
DK IV	Untertagedeponien

5.2 Schadstoffinventar im Boden und in der Bodenluft

Die analytischen Untersuchungen der Auffüllungsmaterialien ergaben generell ein sehr inhomogenes Bild des Schadstoffinventars. Während in einigen Proben einzelne Schadstoffe gar nicht oder nur in geringen Konzentrationen/Gehalten nachweisbar sind, liegen in anderen Proben die Gehalte oberhalb der Vergleichswerte. In den nachfolgenden Tabellen sind nur die maximalen Analysebefunde dargestellt, die jedoch häufig nur lokale Bereiche repräsentieren und nicht die gesamte Auffüllung.

5.2.1 Schadstoffinventar hinsichtlich der Gefährdung menschlicher Gesundheit

Die im Rahmen vorangegangener Untersuchungen ermittelten Schadstoffe, welche Überschreitungen schutzgutbezogener Vergleichswerte aufweisen, sind der PAK-Einzelparameter Benzo(a)pyren, PCB und Schwermetalle (u.a. Blei).

Baugrundstück

Im Bereich der Altablagerung auf dem Baugrundstück wurden die in der nachfolgenden Tabelle dargestellten maximalen Analysebefunde ermittelt.

Bericht vom 28.01.2022

Tabelle 5: Max. Analysenbefunde BaP, PCB und Schwermetalle, Boden, Baugrundstück

Schadstoff	Vergleichswerte		Max. Analysenbefund		
	BBodSchV (1999)		Untersuchung in Einzel- und Mischproben*		
	Kinderspielflächen mg/kg	Wohngebiete mg/kg	mg/kg	Probe (m u. GOK)	Referenz
BaP	2	4	13	MP-B02-Con 5 (ca. 0 - 7,5)	[9]
PCB ₆	0,4	0,8	9,24	Schurf an B 06 (0 - 1,0)	[9]
Arsen	25	50	38	RKS 17, P1 (0 - 0,8)	[3]
Blei	200	400	2.450	Schurf an B 06 (0 - 1,0)	[9]
Quecksilber	10	20	20,6	Schurf an B 06 (0 - 1,0)	[9]

* orientierende Gegenüberstellung, da Untersuchung nicht gem. Vorgaben der BBodSchV

Fett: Überschreitung Prüfwert BBodSchV für Kinderspielflächen**Fett:** Überschreitung Prüfwert BBodSchV für Kinderspielflächen

Darüber hinaus wurden in der Bodenluft erhöhte Methan-Konzentrationen ermittelt, die in der nachfolgenden Tabelle dargestellt sind und bzgl. der Ausbildung explosionsfähiger Gemische relevant sind. Die Ergebnisse werden nach Bereichen des Baugrundstücks mit und ohne Altablagerung sowie für die nördliche Grün- und Ausgleichsfläche betrachtet.

Tabelle 6: Max. Analysenbefunde Methan, Bodenluft, gesamtes Plangebiet

Schadstoff	Explosiver Bereich Methan *	Max. Analysenbefund		
		Baugrundstück (mit AA)	Baugrundstück (ohne AA)	Grün- und Ausgleichsfläche
		Vol.-% (Probe, Jahr, Referenz)		
Methan (CH ₄)	4,4 - 16,5	21 (BL 27, 2017, [4])	n.n. (2017, [4])	28,0 (BL 4, 2005, [2])
				12,0 (BL 33, 2017, [4])
				11,8 (BL 103, 2020, [11])

* Ausbildung eines explosionsfähigen Gemisches bei ausreichend Sauerstoff (> ca. 12 Vol.-% O₂) möglich**Rot:** Konzentration im explosiven Bereich**Fett:** Konzentration oberhalb des explosiven Bereichs

n.n.: nicht nachweisbar

Grün- und Ausgleichsfläche

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die maximalen Analysenbefunde der Parameter (BaP, PCB, Blei und Nickel) mit Überschreitung der Vergleichswerte im Bereich der zukünftigen Grün- und Ausgleichsfläche mit Kinderspielflächen.

Bericht vom 28.01.2022

Tabelle 7: Max. Analysenbefunde BaP, PCB und Schwermetalle, Boden, Grün- und Ausgleichsfläche

Schadstoff	Vergleichswerte		Max. Analysenbefund			
	BBodSchV (1999)		Untersuchung in Mischproben*		Untersuchung Oberboden	
	Kinderspielflächen mg/kg	Park- und Freizeitanlagen mg/kg	mg/kg	Probe (m u. GOK) Referenz: [11]	mg/kg	Probe (m u. GOK) Referenz: [11]
BaP	2	10	5,0	MP-101 (0,1 - 4,0)	1,6	OB 103/3 (0,1 - 0,35)
PCB ₆	0,4	2	1,17	MP-101 (0,1 - 4,0)	0,54	OB 103/3 (0,1 - 0,35)
Blei	200	1.000	649	MP-101 (0,1 - 4,0)	473	OB 102/3 (0,1 - 0,35)
Nickel	70	350			106	OB 103/3 (0,1 - 0,35)

* orientierende Gegenüberstellung, da Untersuchung nicht gem. Vorgaben der BBodSchV
Fett: Überschreitung Prüfwert BBodSchV für Kinderspielflächen

Im Bereich der geplanten Grün- und Ausgleichsfläche wurden zudem bis 540 mg/m³ für die Summe BTEX+TMB in der Bodenluft sowie 31,6 mg/kg im Bodenfeststoff ermittelt. Für die Summe BTEX existieren lediglich Vergleichswerte für das Schutzgut Grundwasser, weshalb bzgl. der Summen auf das nachfolgende Kapitel 5.2.2 verwiesen wird. Die Einzelparameter werden in den nachfolgenden Tabelle 8 und Tabelle 9 den orientierenden Hinweisen der LABO (2008) gegenübergestellt.

Die Einzelverbindungen überschreiten weder in den Bodenluftproben noch in den Bodenproben die herangezogenen Vergleichswerte. Die Darstellung erfolgt zur Vollständigkeit.

Tabelle 8: Max. Analysenbefunde BTEX/TMB-Einzelparameter, Bodenluft, Grün- und Ausgleichsfläche

Schadstoff	Vergleichswerte	Max. Analysenbefund		
		mg/m ³	Probe	Jahr, Referenz
	LABO (2008) - Orientierende Hinweise in mg/m ³			
Benzol	10	4,4	BL 4	2005, [2]
		0,56	BL 33	2017, [4]
		8,1	BL 104	2020, [10]
Toluol	1.000	2,4	BL 4	2005, [2]
		0,1	BL 33	2017, [4]
		0,3	BL 104	2020, [10]
Ethylbenzol	200	58	BL 4	2005, [2]
		0,48	BL 33	2017, [4]
		100	BL 104	2020, [10]
Σ m-/p-/o-Xylol	1.000	126,6	BL 4	2005, [2]
		1,02	BL 33	2017, [4]
		301,6	BL 104	2020, [10]

Bericht vom 28.01.2022

Schadstoff	Vergleichswerte	Max. Analysenbefund		
	LABO (2008) - Orientierende Hinweise in mg/m³	mg/m³	Probe	Jahr, Referenz
1,3,5-Trime- thylbenzol	<i>1.000</i>	34	BL 4	2005, [2]
		11	BL 104	2020, [10]

kursiv: Kappungsgrenze

Die Orientierenden Hinweise der LABO (Bodenfeststoff) für das Nutzungsszenario „Wohngebiete“ im Vergleich zu den maximal analysierten BTEX-Gehalten im Bereich der nördlichen Grün- und Ausgleichsfläche sind der nachfolgenden Tabelle 9 zu entnehmen.

Tabelle 9: Max. Analysenbefunde BTEX/TMB-Einzelparameter), Boden, Grün- und Ausgleichsfläche

Schadstoff	Vergleichswerte	Max. Analysenbefunde	
	LABO (2008) - Orientierende Hinweise „Wohngebiete“ in mg/kg	mg/kg	Probe (m u. GOK), Referenz: [10]
Benzol	0,1	0,53	MP-101 (0,3 - 4,0)
Toluol	10	0,13	BP-107b/4 (2,4 - 2,9)
Ethylbenzol	3	2,0	BP-104/4 (3,2 - 4,0)
Σ m-/p-/o-Xylol	10	4,86	MP-113 (0,0 - 8,3)
Trimethylbenzole	200	24,6	MP-113 (0,0 - 8,3)

5.2.2 Schadstoffinventar hinsichtlich der Gefährdung des Grundwassers

Baugrundstück

Im Eluat der Auffüllungsmischproben aus dem Grundwasserschwankungsbereich und der gesättigten Bodenzone wurden PAK- und Halb-/Schwer-/Übergangsmetall-Konzentrationen ermittelt, die zum Teil die Prüfwerte der BBodSchV (Wirkungspfad Boden - Grundwasser) sowie die Geringfügigkeitsschwellenwerte der LAWA überschreiten. In der nachfolgenden Tabelle 10 sind die maximalen Analysebefunde der relevanten Parameter den Vergleichswerten gegenübergestellt.



Bericht vom 28.01.2022

Tabelle 10: Maximale Analysenbefunde im 2:1 Bodeneluat, Baugrundstück

Schadstoff	Vergleichswerte		Max. Analysenbefunde	
	BBodSchV (1999) Boden - Grundwas- ser	LAWA (2016) GFS-Werte	2:1 Bodeneluat	Probe (m u. GOK) Referenz: [8]
	µg/l	µg/l	µg/l	
Phenolindex	20	8	12	MP-B01-5 (8,4 - 11,1)
PAK, gesamt	0,2	0,2	9,82	MP-B01-5 (8,4 - 11,1)
Anthracen	-	0,1	0,53	MP-B01-5 (8,4 - 11,1)
Benzo[ghi]perylen + Indeno[1,2,3-cd]pyren	-	0,002	0,08	MP-B06-4 (7,4 - 9,0)
Fluoranthren	-	0,1	1,4	MP-B06-5 (9,0 - 11,0)
Antimon	10	5	278	MP-B03-5 11,0 - 13,6)
Arsen	10	5	10	MP-B01-5 (11,1 - 13,0)
Blei	25	1,2	3	MP-B03-4 (9,0 - 11,0)
Chrom, ges.	50	3,4	19	MP-B02-4 (8,2 - 10,5)
Chrom (VI)	8	-	23	MP-B02-4 (8,2 - 10,5)
Cobalt	50	2,0	2,3	MP-B05-4 (8,5 - 10,4)
Kupfer	50	5,4	35	MP-B02-4 (8,2 - 10,5)
Molybdän	50	35	71,1	MP-B06-5 (9,0 - 11,0)
Nickel	50	7	9	MP-B05-5 (10,4 - 13,4)

fett: Überschreitung Geringfügigkeitsschwellenwert

fett: Überschreitung Prüfwert BBodSchV (Boden - Grundwasser)

Überschreitungen der Vergleichswerte hinsichtlich des Schutzgutes Grundwasser wurden für den PAK-Gesamtgehalt, Kohlenwasserstoffe sowie PCB ermittelt. Die maximalen Analysenbefunde im Feststoff aus dem Bereich des Baugrundstücks sind der Tabelle 11 zu entnehmen.



Bericht vom 28.01.2022

Tabelle 11: Maximale Analysenbefunde, organische Schadstoffe, Boden (Baugrundstück)

Schadstoff	Vergleichswerte		Max. Analysenbefunde	
	LAWA (1994)		mg/kg	Probe (Tiefe in m u. GOK) [Referenz]
	Prüfwert	Maßnahmenschwellenwert		
	mg/kg	mg/kg		
Σ PAK*	2 - 10	10 -100	181	MP-B02-Con5 (ca. 0 - 7,5) [9]
Kohlenwasserstoffe	300 - 1.000	1.000 – 5.000	24.000	Schurf an B 06 (0 - 1,0) [9]
PCB ₆	0,1 - 1,0	1,0 - 10	9,24	Schurf an B 06 (0 - 1,0) [9]

* 16 PAK nach EPA ohne Naphthalin

Fett: Überschreitung Prüfwert LAWA (1994)**Fett:** Überschreitung Maßnahmenschwellenwert LAWA (1994)

Grün- und Ausgleichsfläche

Überschreitungen der Vergleichswerte hinsichtlich des Schutzgutes Grundwasser wurden auch im Bereich der Grün- und Ausgleichsfläche ermittelt. Dabei sind die Parameter PAK-Gesamtgehalt, Kohlenwasserstoffe, PCB und BTEX relevant (vgl. Tabelle 12).

Tabelle 12: Maximale Analysenbefunde, organische Schadstoffe, Boden (Grün- und Ausgleichsfläche)

Schadstoff	Vergleichswerte		Max. Analysenbefunde	
	LAWA (1994)		mg/kg	Probe (Tiefe in m u. GOK) [Referenz]
	Prüfwert	Maßnahmenschwellenwert		
	mg/kg	mg/kg		
Σ PAK*	2 - 10	10 -100	69	MP-101 (0,3 - 4,0) [11]
Kohlenwasserstoffe	300 - 1.000	1.000 – 5.000	2.400	BP-116/4 (2,2 - 3,2) [11]
Σ BTEX	2 – 10	10 – 30	31,6 (inkl. TMB)	MP-113 (0,0 - 8,3) [11]
Benzol	0,1 – 0,5	0,5 – 3	0,1	MP-113 (0,0 - 8,3) [11]
PCB ₆	0,1 - 1,0	1,0 - 10	1,17	MP-101 (0,3 - 4,0) [11]

* 16 PAK nach EPA ohne Naphthalin

Fett: Überschreitung Prüfwert LAWA (1994)**Fett:** Überschreitung Maßnahmenschwellenwert LAWA (1994)

Darüber hinaus wurden in der nördlichen Grün- und Ausgleichsfläche BTEX-Konzentrationen in der Bodenluft ermittelt, die Vergleichswerte überschreiten. Die maximalen Befunde sind der nachfolgenden Tabelle 13 zu entnehmen.

Bericht vom 28.01.2022

Tabelle 13: Maximale Analysenbefunde, Σ BTEX und TMB, Bodenluft

Schadstoff	Vergleichswerte		Max. Analysenbefunde	
	LAWA (1994)			
	Prüfwert	Maßnahmenschwellenwert		
	mg/m³	mg/m³	mg/m³	Probe (Jahr, Referenz)
Σ BTEX	5 - 10	50	191	BL 4 (2005, [2])
			2,16	BL 33 (2017, [4])
			410	BL 104 (2020, [10])
Σ BTEX+TMB	5 - 10	50	361	BL 4 (2005, [2])
			540	BL 104 (2020, [10])

Rot: Überschreitung Maßnahmschwellenwert LAWA (1994)

5.2.3 Abfalltechnische Einstufungen anthropogener Auffüllungsmaterialien und geogener Böden

Im Rahmen der Bodenuntersuchungen wurden Auffüllungsmächtigkeiten zwischen ca. 0,2 m und > 16 m erkundet.

Im Bereich des Baugrundstücks umfasst die Altablagerung eine Fläche von ca. 9.000 m² und ein Volumen von ca. 66.000 m³ (ca. 119.000 t), wovon ca. 62.000 m³ (ca. 112.000 t) im Zuge der Sanierung ausgehoben werden sollen.

Die gesamte Altablagerung reicht im Norden über die Grenzen des Baugrundstücks und auch über die Grenzen des Bebauungsplangebiets hinaus. In der nördlichen Grün- und Ausgleichsfläche sind nur punktuell Informationen über die Mächtigkeiten der Auffüllung bekannt. Für die Sanierung ist vor allem der südliche Teil der Grün- und Ausgleichsfläche, der von der Böschung der Sanierungsgrube betroffen ist, relevant sowie die ersten Meter unter Geländeoberkante im nördlichen Teil dieser Fläche.

In diesem Bereich wurden daher abfalltechnische Vordeklarationen durchgeführt. Für die Böschung ist der Aushub von ca. 20.000 m³ auf einer Fläche von ca. 4.000 m² erforderlich.

Punktuell wurden im östlichen Bereich des Baugrundstücks der Bonava (Haus 2 bis 4) Überschreitungen des Gefährlichkeitsmerkmals für den Parameter Zink von 2.500 mg/kg und des Gefährlichkeitsmerkmals für den Parameter MKW von 8.000 mg/kg festgestellt. Die Materialien sind als gefährliche Abfälle zu bewerten.

Die im Bereich der Altablagerung flächig vorhandene heterogene Auffüllung mit Fremdbestandbeimengungen von bereichsweise > 10 % in Form von Bauschutt, Schlacken, Aschen, Glasresten, etc.



wurden aus abfalltechnischer Sicht nach LAGA TR Boden (2004) und LAGA Bauschutt (1997) bewertet. Auffüllungsmaterial, das aufgrund der Zusammensetzung aus geotechnischer Sicht für einen Wiedereinbau nicht geeignet ist, wurde gem. DepV (2020) bewertet.

Über das gesamte Areal wurden Auffüllungsmaterialien mit Überschreitungen der Zuordnungswerte der LAGA M20 festgestellt. Der Zuordnungswert Z 2 stellt die Obergrenze der Verwertbarkeit von Aushubmaterialien dar, oberhalb derer eine Verpflichtung zur Entsorgung/Deponierung besteht. Die Materialien sind dementsprechend einer externen Entsorgung zuzuführen.

Nach Auswertung der Ergebnisse aus den chemischen Untersuchungen der Auffüllungsmaterialien sind ca. 40 % der gesamten Auffüllung gemäß LAGA Bauschutt (1997) der LAGA-Klasse > Z 2 zuzuordnen. Gemäß LAGA TR Boden (2004) überschreiten ca. 50 % die Zuordnungswerte der LAGA-Zuordnungsklasse Z 2.

Die übrigen Auffüllungsmaterialien halten die chemischen Kriterien zum eingeschränkten offenen Einbau (LAGA-Klasse \leq Z 1.1) für die geplanten Grünflächen bzw. die Kriterien für den eingeschränkten Einbau mit technischen Sicherungsmaßnahmen (LAGA-Klasse \leq Z 2), z. B. unter Tiefgaragen und Freiflächen mit zukünftiger Versiegelung ein.

Die Baugrube für Haus 2 bis 7, die im Zuge der Sanierung hergestellt werden soll, ist der Abtrag der oberflächennahen Auffüllung (LAGA \leq Z 1.1) sowie der unterlagernden geogenen Schichten (Hochflutsedimente, Kiessand) erforderlich, die ausweislich der bisher durchgeführten Untersuchungen in Zuordnungsclassen Z 0 und Z 1.1 nach LAGA TR Boden einzustufen sind. Die Kubatur beläuft sich auf überschlägig 22.500 m³.

Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass die abfalltechnische Voreinstufung der Auffüllungsmaterialien und geogenen Materialien auf Basis von punktuellen Aufschlüssen erfolgte. Bei Baubegleitenden Untersuchungen in der Ausführungsphase sind ggf. abweichende abfalltechnische Einstufungen sowie Kubatur-Verschiebungen möglich.

5.3 Schadstoffinventar im Grundwasser

Gemäß den vorangegangenen GW-Untersuchungen weist das Grundwasser eine geringe Hintergrundbelastung durch LHKW und Bor auf, die bereits im Anstrom enthalten ist. Aus gutachterlicher Sicht ist dadurch keine wesentliche Einschränkung der geplanten Folgenutzung zu begründen.

5.4 Beurteilung der Schutzgutgefährdungen

5.4.1 Schadstoffe

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

- aliphatische Kohlenwasserstoffe (MKW),
- aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX+TMB),
- polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK),
- polychlorierte Biphenyle (PCB),
- Schwermetalle (v.a. Blei, Zink),
- Deponiegase (CH_4 , CO_2 , CO , H_2S).

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

5.4.2 Potenzielle Transferpfade

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

Transferpfad Boden → Mensch:

direkter dermaler Kontakt bei Bauarbeiten und durch zukünftige Bewohner / Nutzer.

Transferpfad Boden → Atmosphäre → Mensch:

inhalative Aufnahme von (Fein)staub und Gasen bei Bauarbeiten und durch zukünftige Bewohner / Nutzer.

Transferpfad Boden → Grundwasser:

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

Vorgenannte Transferpfade sind -mit Ausnahme gravitativer Verlagerung löslicher Schadstoffe bei Überschreitung des Bodenrückhaltevermögens- prinzipiell erst bei bzw. nach Offenlegung und/oder Entsiegelung der schadstoffhaltigen Horizonte gegeben. Auf Basis der Betrachtung der Transferpfade erfolgt im Anschluss die Berücksichtigung der Sanierungsrelevanzen.

5.4.3 Sanierungsrelevanzen - Wirkungspfad Boden → (Bodenluft →) 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 tieferen 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 Auswehung 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 Feinpartikel auswehung zu sichern. Resultierende Arbeits- und Emissionsschutzmaßnahmen sind im Kap. 11 dargelegt.

Bei einer Betrachtung der geplanten Folgenutzung (Wohnbebauung, Park- und Freizeitanlagen mit Kinderspielflächen) hinsichtlich einer Beeinträchtigung des Schutzgutes "menschliche Gesundheit" ist Folgendes festzustellen:

5.4.3.1 Baugrundstück

In dem Bereich des Baugrundstücks, der von der Altablagerung betroffen ist, ist die Errichtung von drei Mehrfamilienhäusern mit einer zusammenhängenden Tiefgarage (Haus 2 bis 4) vorgesehen. Unabhängig von der geplanten Sanierungsmaßnahme würde im Zuge der Errichtung der Tiefgarage zur Herstellung der Baugrube das Auffüllungsmaterial nahezu flächendeckend im Bereich der Altablagerung in einer Mächtigkeit von mehreren Metern entfernt und entsprechend der chemischen und physikalischen Zusammensetzung einer fachgerechten Verwertung / Beseitigung (on-site oder off-site) zugeführt. In diesem Bereich ist somit ein Direktkontakt über den Wirkungspfad Boden → Mensch unterbunden und keine Gesundheitsgefährdung für die geplante Folgenutzung zu besorgen.

Ohne eine Sanierung oder tiefer reichende Auskofferung der Auffüllung besteht jedoch die Möglichkeit, dass es durch die verbleibenden Auffüllungsmaterialien im Untergrund zu anhaltender Bildung

von Deponie- und Spurengasen sowie zu Setzungserscheinungen kommt. Aus Sicht des Unterzeichners besteht daher Handlungsbedarf, um eine Migration und Ansammlung von Gasen in geschlossenen Räumen (Tiefgaragen, Wohngebäuden) zu verhindern und somit den Wirkungspfad Boden → Bodenluft → Mensch zu unterbinden.

Aus gutachterlicher Sicht ist nach Durchführung der geplanten Sanierungsmaßnahme (Aushub der Auffüllungsmaterialien bis zum Grundwasseranstich mit Separation der für eine Wiederverfüllung ungeeigneten Materialien) keine Gefährdung des Schutzgutes Mensch über den Direktkontakt oder den Wirkungspfad Boden → Bodenluft → Mensch abzuleiten.

5.4.3.2 Grün- und Ausgleichsfläche

Die Gefährdungsabschätzung für diesen Bereich des Plangebiets erfolgt im Hinblick auf die geplante Nutzung der Fläche als Park- und Freizeitanlagen mit Kinderspielflächen bezogen auf das Schutzgut Mensch für die Wirkungspfade Boden - Mensch (Direktkontakt) und Boden - Bodenluft - Mensch.

Die Prüfwerte der BBodSchV für das Nutzungsszenario Park- und Freizeitanlagen werden in allen Oberbodenproben sowie in allen betrachteten Auffüllungsmischproben eingehalten. Für das Nutzungsszenario Kinderspielflächen wurden in einzelnen Proben Überschreitungen der Prüfwerte für PCB, Blei, Nickel und BaP vor.

Im Bereich von Kinderspielflächen ist daher aus gutachterlicher Sicht ein Bodenaustausch erforderlich.

Im Zuge der geplanten Sanierungsmaßnahme für die Altablagerung im Bereich des Baugrundstücks wird durch das Herstellen der Böschung zur Baugrubensicherung ein Bodenaustausch im Bereich der zukünftigen Kinderspielflächen vorgenommen. Die Wiederverfüllung des Böschungskörpers erfolgt mit chemisch geeigneten Auffüllungsmaterialien (Qualitäten in Abstimmung mit der zuständigen Behörde). Im Bereich von Spielflächen und Grünflächen wird eine Oberbodenschicht gemäß den Vorgaben der BBodSchV aufgebracht.

Aus gutachterlicher Sicht ist eine Gefährdung des Schutzgutes Mensch über direkten Kontakt im Hinblick auf die geplante Nutzung als Grün- und Ausgleichsfläche mit partiellen Kinderspielflächen bei Durchführung des zuvor beschriebenen Bodenaustauschs nicht zu besorgen.

Im Hinblick auf den Wirkungspfad Boden → Bodenluft → Mensch ist bei einer zukünftigen Nutzung der Fläche als Park- und Grünflächen inkl. Kinderspielflächen ohne Bebauung oder Ausbildung anderweiter Gasfallen (z.B. überdachte Hohlformen) aufgrund der starken Verdünnung von Bodenluft

bei Übergang in die Außenluft keine Gefährdung des Schutzgutes Mensch über den Wirkungspfad Boden → Bodenluft → Mensch durch die erhöhten BTEX+TMB- oder Deponiegas-Konzentrationen abzuleiten. Für den Böschungskörper an der Grenze des Baugrundstücks zur nördlichen Grün- und Ausgleichsfläche ist eine Abdichtung vorgesehen, sodass in den Bereichen mit besonders sensibler Nutzung als Kinderspielflächen eine zusätzliche Unterbindung des Transferpfads Boden → Bodenluft → Mensch erfolgt.

5.4.4 Sanierungsrelevanzen - Wirkungspfad Boden → Grundwasser

Gemäß den Ergebnissen der vorangegangenen Grundwasser- und Bodeneluat-Untersuchungen ist keine Sanierungsrelevanz für das Grundwasser unter Berücksichtigung der aktuellen und zukünftigen Nutzung abzuleiten.

In allen Grundwasserproben wurden erhöhte LHKW- und Bor-Konzentrationen ermittelt. Da diese Parameter bereits im Anstrom erhöhte Konzentrationen aufweisen, ist diese Auffälligkeit nicht auf die Altablagerung zurückzuführen und im Hinblick auf das Bauvorhaben als nicht sanierungsrelevant zu bewerten. Die in der GWM 1801 ermittelten Auffälligkeiten (MKW- und Mangan-Konzentration) wurden im Hinblick auf das Plangebiet als nicht relevant eingestuft, da aufgrund der Lage der Grundwassermessstelle GWM 1801 nicht davon auszugehen ist, dass die erhöhten Konzentrationen auf das Plangebiet zurückzuführen sind. Die im Abstrom des Baugrundstücks gelegene Messstelle GWM 1804 weist keine Auffälligkeiten hinsichtlich dieser Parameter auf, sodass die Ursache im weiter nördlich gelegenen Teil des Deponiekörpers zu vermuten ist.

In den Boden-Eluaten wurden Konzentrationen der Parameter PAK und Halb-/Schwer-/Übergangsmetallen ermittelt, die die Vergleichswerte überschreiten. Ein Abströmen von PAK und Halb-/Schwer-/Übergangsmetallen, ausgehend vom Auffüllungskörper mit dem Grundwasserstrom, wurde jedoch nicht festgestellt. In Zusammenschau aller vorliegenden Ergebnisse und den Rahmenbedingungen vor Ort liegt eine geringfügig negative Veränderung des Grundwassers innerhalb des grundwassergesättigten Auffüllungskörpers vor. Ein Abströmen von Schadstoffen, ausgehend vom Altablagerungskörper mit dem Grundwasserstrom, wurde jedoch nicht festgestellt. Eine ursächlich vom Auffüllungskörper ausgehende Grundwasserverunreinigung ist aus gutachterlicher Sicht gemäß den vorliegenden Untersuchungsergebnissen daher nicht abzuleiten. Die im Zuge der vorangegangenen Untersuchungen innerhalb des grundwasserdurchströmten Auffüllungskörpers erfassten PAK sowie Halb-, Übergangs- und Schwermetalle weisen augenscheinlich keine Verlagerungstendenzen mit dem Grundwasserstrom auf.

Durch die geplante Baumaßnahme werden zum einen belasteter Auffüllungshorizonte durch Aushub entfernt und zum anderen ein Großteil der Grundstücksfläche durch Gebäude und Verkehrsflächen künftig oberflächendicht versiegelt bzw. eine nahezu flächendeckende Tiefgarage in Teilfläche B errichtet, sodass grundsätzlich von einer deutlichen Verringerung des Gefährdungspotentials für das Grundwasser auszugehen ist. Eine weitere Grundwassergefährdung ist durch die dann verbleibenden Auffüllungsmaterialien in der gesättigten Bodenzone nicht zu erwarten.

Da jedoch nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann, dass es während der Baumaßnahme zu einer vorübergehenden Mobilisierung von Schadstoffen aus der Altablagerung in das Grundwasser kommt, ist die Baumaßnahme durch ein Grundwassermonitoring zu begleiten. Sollte im Zuge des Monitorings eine durch die Baumaßnahme bedingte Schadstoffmobilisierung ermittelt werden, die sanierungsrelevante Größenordnungen erreicht, ist eine temporäre Grundwassersanierung / Abstromsicherung vorgesehen (vgl. Kapitel 7).

5.5 Ableitung von Bodensanierungsbereichen

Die klassische Ableitung von einzelnen Bodensanierungsbereichen entfällt im vorliegenden Fall, da der Sanierungsbereich als der Bereich des Baugrundstücks definiert wird, der von der Altablagerung betroffen ist.

Der zu sanierende Bereich der Altablagerung weist eine heterogene Zusammensetzung mit unterschiedlichen Schadstoffgehalten auf.

Die Abgrenzung des Sanierungsbereichs erfolgt durch die Lithologie, d.h. anhand der Grenze zwischen Geogen und Auffüllung, und zur Tiefe bei 37,0 m NHN. Die Aushubtiefe wurde auf Basis der bisherigen Grundwasserstände (vgl. Kapitel 3.4.2) abgeleitet und ist bereits vorabgestimmt.

Nach Norden hin reicht die Altablagerung über das Grundstück und das Plangebiet hinaus. Der Sanierungsbereich endet mit der Begrenzung des Baugrundstücks. Zur Sicherung der Baugrube ist die Herstellung einer Grubenböschung vorgesehen, die sich in der nördlichen Grün- und Ausgleichsfläche und somit außerhalb des Baugrundstücks befindet.

Für die nördlichen Grün- und Ausgleichsfläche ergibt sich aus Schutzgutsicht kein Erfordernis zur Sanierung, sofern im Bereich der Kinderspielflächen durch die Herstellung der Böschung ein Bodenaustausch erfolgt. Um die Nutzbarkeit der Fläche als Park- und Freizeitanlage mit Begrünung inkl. Baum und Strauchwerk jedoch zu ermöglichen, ist in kleineren Teilbereichen ein oberflächennaher Bodenaustausch erforderlich, der jedoch nicht als flächiger Sanierungsbereich ausgewiesen wird. Die Arbeiten erfolgen nicht im Rahmen der Sanierungstätigkeiten.

6 SANIERUNGSMASSNAHMEN

6.1 Sanierungsverfahren

Der Vergleich verschiedener Sanierungsverfahren kann im vorliegenden Fall entfallen, da das Verfahren bereits feststeht und vorabgestimmt ist.

Die Sanierung erfolgt im Bereich des Baugrundstücks durch Aushub des Auffüllungskörpers bis knapp oberhalb des Grundwasseranstichs. Auf Basis der durchgeführten Grundwasserstandsmessungen wird die Aushubgrenze auf 37 m NHN festgelegt.

Die entstandene Hohlform soll bis zur geplanten Geländehöhe mit sauberen, inerten mineralischen Materialien mit Hilfe eines Bodenmanagements vor Ort, sowie mit externen Materialien verfüllt werden. Materialien, die aus chemischen oder geotechnischen Gründen für eine Verwertung vor Ort ungeeignet sind, werden extern verwertet/entsorgt.

Im Zuge des Aushubs wird im Norden zur Baugrubensicherung eine freie Böschung erstellt. Diese reicht in die zukünftige Grün- und Ausgleichsfläche, sodass die Böschung im Deponiekörper errichtet wird. Der Böschungswinkel ist dem hier anstehenden Auffüllungsmaterial anzupassen. Nach Süden, Osten und Westen wird die Baugrube zum Teil geböscht und zum Teil durch Verbau gesichert. Details sind dem Kapitel 8.3 zu entnehmen.

Auf die nördliche Böschung wird eine Gassperre (Abdichtung und passive Entgasung) aufgebracht, sodass kein Deponiegas aus dem verbleibenden Teil der Altablagerung in den für die Bebauung vorgesehenen Teil des Plangebiets migrieren kann.

In Abbildung 6 der Anlage I sind der Hauptsanierungsbereich sowie die Baugrube der Häuser 2 bis 7, die Böschungen, Bereitstellungs- und temporäre Lagerflächen etc. dargestellt.

Im aktuellen Zustand besteht kein Erfordernis einer Grundwassersanierung. Für den Fall einer Schadstoffmobilisierung durch den Eingriff in den Untergrund wird eine aktive GW-Sanierungs-/Sicherungsmaßnahme mittels pump & treat vorgesehen. Nähere Erläuterungen dazu sind Kapitel 7 zu entnehmen.

Vorgenannte gewählte Sanierungsvarianten sind im Falle einer Ausführung aus gutachterlicher Sicht nutzungs- und planungsorientiert zielführend und ordnungsbehördlich genehmigungsfähig. Auf eine Diskussion weiterer Sanierungsvarianten wird hier verzichtet.

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

6.2 Sanierungsziel

Ziel der Sanierung ist es, die Nutzung der Fläche als Wohn-, Park- und Freizeitfläche sowie als Kinderspielflächen gefahrlos und dauerhaft zu ermöglichen.

Die Überplanungen des Grundstücks müssen gemäß BBodSchG sicherstellen, dass keine Gefährdungen für zukünftige Nutzer (Schutzgut „menschliche Gesundheit“, Wirkungspfad Boden / Bodenluft – Mensch) vorhanden sind.

Im Rahmen der Sanierungserdarbeiten werden die in Kap. 5.5 genannten Auffüllungsmaterialien entfernt und - sofern ein Wiedereinbau unzulässig ist - extern entsorgt. Umlagerungen anthropogener Materialien auf dem Grundstück sind grundsätzlich vorgesehen, wenn anfallende Aushubmaterialien der chemischen Güte und der physikalischen Eigenschaften für einen Wiedereinbau vor Ort entsprechen.

6.3 Sanierungszielwerte

Das Sanierungsziel ist funktional und bezieht sich auf die Sicherstellung der geplanten Folgenutzung als Wohnbebauung mit anschließenden Park- und Freizeitflächen sowie Kinderspielflächen. Auf die Festlegung konkreter Sanierungszielwerte und Schwellenwerte wird daher verzichtet.

7 GRUNDWASSERMONITORING UND ABSTROMSICHERUNG

Vor Beginn der Baumaßnahme ist ein Grundwasser-Überwachungsmonitoring durchzuführen und eine hydraulische Abstromsicherung in Form von Grundwassermessstellen /-brunnen und entsprechender Sanierungstechnik einzurichten und betriebsbereit vorzuhalten.

Hydraulische Maßnahmen im Sinne einer Abstromsicherung des Grundwassers sind dann zu ergreifen, wenn durch die ausgeführten baulichen Tätigkeiten eine Mobilisierung der Schadstoffe und dadurch die Stationarität der Grundwasserbeeinträchtigung durch die Altablagerung zu besorgen ist.

7.1 Errichtung neuer Messstellen/Brunnen

Zur Durchführung des GW-Monitorings ist im Zuge von Vorabstimmungen zum Sanierungsplan von behördlicher Seite die Errichtung neuer GWM gefordert worden. Vorgesehen ist die Errichtung einer neuen Messstelle im Anstrom (GWM_Anstrom) und zweier Messstellen im Abstrom des Sanierungsbereichs, die zugleich auch als potentielle Entnahmefrühen im Falle einer erforderlichen hydraulischen Sicherung dienen sollen (Br_1 und Br_2). Eine weitere Messstelle bzw. ein weiterer Brunnen ist im Osten an der Neusser Straße geplant (Br_3) und soll im Falle einer hydraulischen Sicherung als Versickerungsbunnen dienen.

Aufgrund der bereits errichteten Stadtbahn-Trasse nördlich des B-Plan-Gebiets gestaltete sich die Standortsuche für die abstromigen Messstellen als schwierig. In der nachfolgenden Abbildung 4 ist ein Luftbild der Fläche im März 2021 dargestellt. Bis auf einen Fuß-/Radweg ist von der Neusser Straße keine Zuwegung mehr zur Fläche nördlich der Trasse gegeben. Im Norden beschränkt die Bahntrasse die Zuwegung. Von der Simonskaul kommend schränkt der dichte Bewuchs die Erreichbarkeit dieser Fläche stark ein. Hier ist lediglich ein schmaler Fußweg zwischen den Bäumen vorhanden.



Abbildung 4: Luftbildaufnahme (Quelle: Google Earth, Bildaufnahmedatum: 30.03.2021, abgerufen am 10.08.2021)

Eine Errichtung von Messstellen nördlich der Trasse ist nicht möglich, da die Fläche aufgrund des dichten Bewuchses und die südliche und östliche Begrenzung durch die Trasse mit (größeren) Fahrzeugen nicht mehr erreicht werden kann. Die Errichtung kleinerer Messstellen, für die der Einsatz kleinerer Fahrzeuge möglich ist, wurde ebenfalls geprüft. Hier ergeben sich aus der ggf. erforderlichen Errichtung der Sanierungsanlage weitere Zwangspunkte. Die Aufstellung der Anlage nördlich der Trasse ist aufgrund der fehlenden Anfahrbarkeit der Fläche für große Fahrzeuge nicht möglich. Daher stellt eine Platzierung südlich der Trasse im Sanierungsgebiet die einzige Option dar. Sollten die Messstellen/Brunnen nördlich der Trasse errichtet werden und die Anlage südlich, müsste im Falle einer erforderlichen hydraulischen Sanierung die Leitungsverlegung oberhalb/unterhalb der Trasse erfolgen. Diese Option würde einen hohen technischen und organisatorischen Aufwand mit sich bringen und wird aus gutachterlicher Sicht als unverhältnismäßig und nicht realisierbar ausgeschlossen. Aus den beschriebenen Gründen werden daher Brunnenstandorte unmittelbar am Sanierungsbereich vorgeschlagen (vgl. Abbildung 10 in Anlage I). Um im Falle der hydraulischen Sicherung eine ausreichende Entnahmebreite zu gewährleisten, sollten die Brunnen ausreichend Abstand zueinander aufweisen. Der westliche Brunnen befindet sich daher noch im Bereich der Altablagerung. Die Mächtigkeit an dieser Stelle ist unbekannt, weshalb anzunehmen ist, dass zumindest Teile der Filterstrecke von der Altablagerung betroffen sind, was sich auf die Bewertung der Analyseergebnisse auswirkt (vgl. nachfolgende Kapitel).

7.2 Monitoring

Für das Grundwassermonitoring wird folgender Umfang vorgeschlagen.

Ausgewählte Messstellen

Zu beprobende Messstellen:

- Anstrom: GWM 1802, GWM_Anstrom
- Abstrom: GWM 1804, Br_1 bis Br_3

Turnus

Vor Beginn der aktiven Baumaßnahmen sind in den neu zu errichtenden Förderbrunnen und dem Versickerungsbrunnen sowie in der neu zu errichtenden anstromigen GWM der Status Quo der Grundwasserbeschaffenheit im Hinblick auf die relevanten Schadstoffparameter zu untersuchen. Um den natürlichen Schwankungsbereich der Grundwasserbeschaffenheit beurteilen zu können,

empfehlen wir die Beprobung an drei Terminen durchzuführen. Der zeitliche Abstand der Beprobungen richtet sich nach der Vorlaufzeit bis zum Beginn der Baumaßnahme.

Mit Beginn der aktiven Sanierung ist eine 14-tägige Probenahme vorzunehmen. Im weiteren Verlauf der Baumaßnahmen wird entsprechend der Untersuchungsergebnisse das Beprobungsintervall überprüft und in Abstimmung mit dem Umweltamt der Stadt Köln ggf. angepasst.

Im Falle einer notwendigen aktiven hydraulischen Sicherung ist eine wöchentliche Anlagenbeprobung (Rohwasser und Reinwasser) durchzuführen. In Abhängigkeit von der Konzentrationsentwicklung und des Sicherungserfolges ist das Beprobungsintervall zu überprüfen und in Abstimmung mit dem Umweltamt der Stadt Köln anzupassen.

Nach Beendigung der Baumaßnahmen sind nachlaufend monatliche Kontrollanalysen für die Dauer von 6 Monaten durchzuführen.

Parameterumfang

- Vor-Ort-Parameter
- Metalle: Antimon, Arsen, Blei, Cadmium, Chrom ges., Chrom (VI), Kupfer, Molybdän, Nickel, Quecksilber, Zink
- PAK
- MKW
- BTEX
- LHKW und Bor (monatlich)

7.3 Auslöseschwellen für Aktivierung hydraulische Abstromsicherung

Die Notwendigkeit zur Aktivierung der hydraulischen Abstromsicherung und die Vorgehensweise bei auffälligen Befunden wird abgeleitet von:

- Status-Quo der Grundwasserbeschaffenheit → Schwankungsbreite der Konzentrationen, die sich aus dem vorlaufenden Monitoring ergibt,
- der Konzentrationen im Anstrom im Vergleich zum Abstrom,
- den Geringfügigkeitsschwellenwerten nach LAWA (2016).

Insbesondere bei der Bewertung der chemischen Kontrollanalysen in Brunnen Br_1, der innerhalb der Altablagerung errichtet wird, ist die Erhebung des Status-Quo bedeutsam, da die Auffüllungsmächtigkeit in diesem Bereich derzeit nicht bekannt ist und die Möglichkeit besteht, dass die Filterstrecke zumindest teilweise in der Auffüllung liegen wird.

Die Inbetriebnahme der Sanierungstechnik erfolgt nach Überschreitung von entsprechenden Auslöseschwellenwerten, gemessen an den Geringfügigkeitsschwellenwerten nach LAWA (2016) für die weiter oben genannten, relevanten Parameter.

Vor die Auslöseschwellenwerte wird eine Alarmstufe gelegt, die vor Erreichen der Auslöseschwellenwerte konkrete Vorgehensweisen bedingt.

Festlegung Alarmstufe:

- Überschreitung GFS-Werte im Abstrom,
- Verdopplung der Konzentration im Abstrom im Vergleich zum Anstrom (sofern GFS überschritten wird),
- falls das vorlaufende Monitoring (Erhebung Status-Quo) bereits im Vorfeld erhöhte Werte im Abstrom aufzeigt, wird die Alarmstufe an eine Verdreifachung der Konzentration im Vergleich zum vorlaufenden Monitoring geknüpft.

Festlegung Auslöseschwellenwerte:

- 3-fache-Überschreitung GFS-Wert im Abstrom,
- Vervierfachung der Konzentration im Abstrom im Vergleich zum Anstrom (sofern GFS überschritten wird),
- falls das vorlaufende Monitoring (Erhebung Status-Quo) bereits im Vorfeld erhöhte Werte im Abstrom aufzeigt, werden die Auslöseschwellenwerte an die Verfünffachung der Konzentration im Vergleich zum vorlaufenden Monitoring geknüpft.

Maßnahmen bei Überschreitung der Alarmstufe in abstromigen Messstellen:

- weitere Beprobungskampagne unmittelbar veranlassen,
- Abstand zwischen Beprobungen auf wöchentlich reduzieren,
- zeigt sich bei den weiteren Messungen, dass die Werte wieder konstant unter der ersten Alarmstufe liegen, kann wieder auf den ursprünglichen 2-wöchigen Turnus umgestellt werden.



Maßnahmen bei Überschreitung der Auslöseschwellenwerte in abstromigen Messstellen:

- zur Verifizierung der Schwellenwertüberschreitung und Betrachtung der weiteren Konzentrationsentwicklung sind unmittelbar nach Vorliegen der Ergebnisse zwei weitere Beprobungskampagnen mit einem zeitlichen Abstand von max. 3 Tagen zu veranlassen.
 - bestätigt sich das Überschreiten der Auslöseschwellenwerte erneut, ist die hydraulische Abstomsicherung unmittelbar in Betrieb zu nehmen.
 - zeigt sich bei der erneuten Messung eine rückläufige Tendenz in der Konzentrationsentwicklung, mit Unterschreitung der Auslöseschwellenwerte, ist eine aktive hydraulische Sicherung nicht erforderlich.
- die Dauer der aktiven hydraulischen Sicherung ist abhängig von den Ergebnissen des baubegleitenden Monitorings. Bei rückläufiger Konzentrationsentwicklung bis unterhalb der Auslöseschwellen kann in Abstimmung mit der zuständigen Behörde der Betrieb zunächst ggf. intermittierend fortgeführt und bei konstant niedrigen Konzentrationen unterhalb der Auslöseschwellen eingestellt werden.

7.4 Hydraulische Abstomsicherung

Das Sicherungskonzept sieht die Vorhaltung einer hydraulischen Abstomsicherung während der gesamten Erdbaumaßnahmen vor. Eine aktive hydraulische Abstomsicherung empfehlen wir mittels „pump and treat“ mit anschließender Förderwasserreinigung über Schwermetalladsorber und mittels Aktivkohleadsorption.

Diese wird dann erforderlich, wenn im Rahmen eines Monitorings im Vergleich zum Status Quo maßgeblich veränderte Konzentrationen im Abstrombereich des Sanierungsbereichs festgestellt werden (siehe Kap. 7.3)

Zwecks Festlegung der optimalen Brunnenstandorte für eine Grundwassersicherung im Abstrom des Aushubbereiches, werden die Ergebnisse des in Kapitel 4.11 beschriebenen Pumpversuchs verwendet. Die Auswertung wird nach Todd (1964) durchgeführt. Hieraus ergibt sich eine entsprechende Entnahmebreite bei einer definierten Grundwasserfördermenge.

Die Breite des Altablagerungsbereiches, der ausgehoben werden soll, beträgt senkrecht zur Grundwasserfließrichtung ca. 110 m, inklusive des Sanierungsböschungsbereiches. Für Mittelwasser kann das hydraulische Gefälle anhand der Isolinien zu 0,5 ‰ berechnet werden (vgl. Abbildung 5).



Bericht vom 28.01.2022

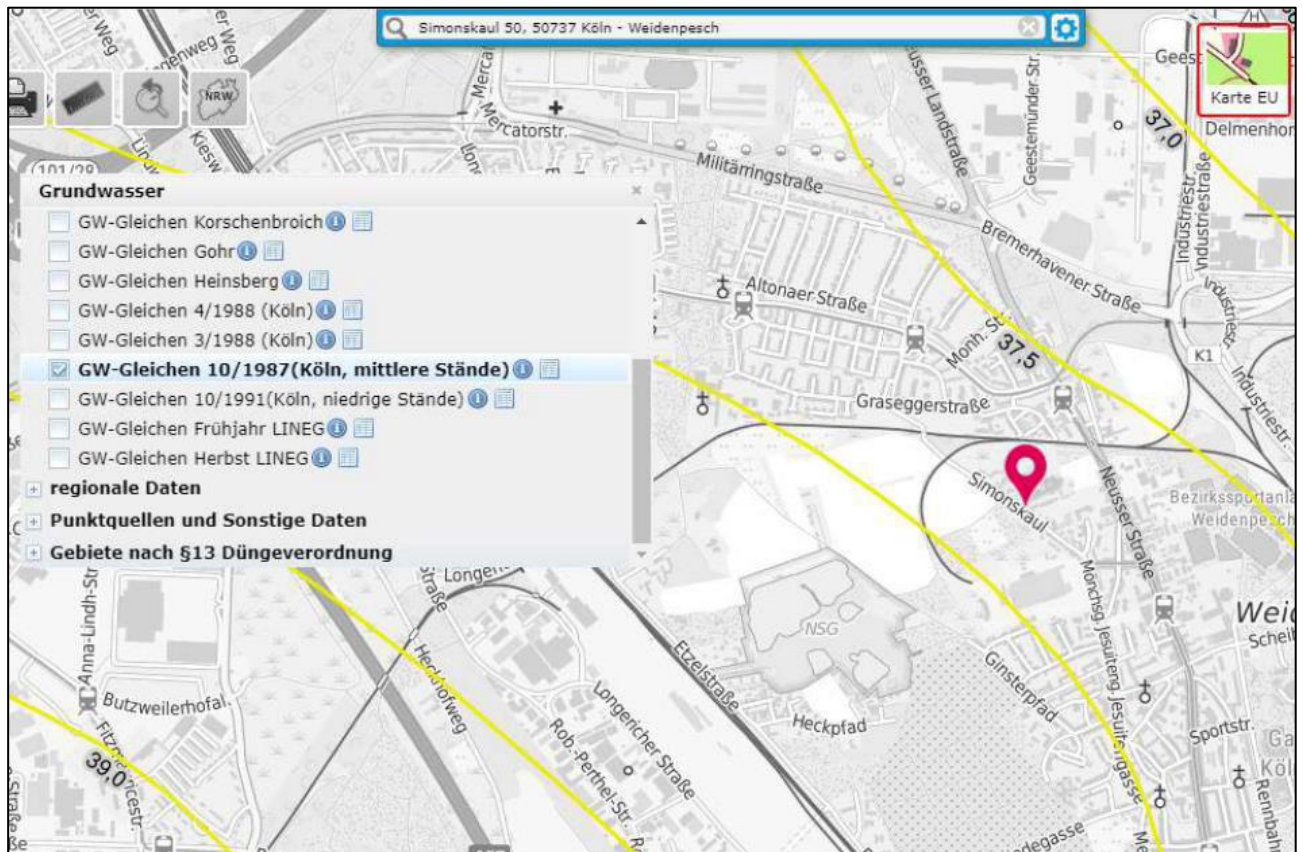


Abbildung 5: Darstellung der Grundwassergleichen bei Mittelwasser (Auszug HygrisC, zur Verfügung gestellt durch das Umwelt – und Verbraucherschutzamt, Stadt Köln)

Nach Todd (1964) kann unter Berücksichtigung einer Aquifermächtigkeit von 11,5 m und bei vorgegebener Förderleistung des Brunnens zu 7 m³/h eine Entnahmebreite von 121 m bestimmt werden (vgl. Abbildung 6). Die Entfernung des unteren Kulminationspunktes zum Brunnen beträgt demnach rund 19 m. Für die Abstromsicherung sollten zwei Förderbrunnen eingeplant werden, die für die Erfassung der gesamten Entnahmebreite mit einer Förderrate von jeweils mindestens 7 m³/h betrieben werden müssen.

Bericht vom 28.01.2022

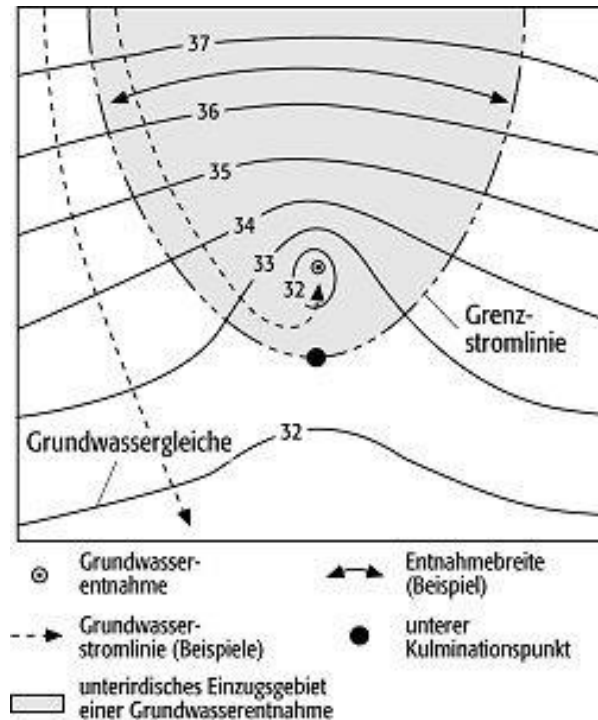


Abbildung 6: Prinzip der Berechnung der Entnahmbreite nach Todd, 1964 (<https://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/entnahmbreite/4117>, Aufgerufen: 16.07.2021)

Die Lage der beiden Förderbrunnen (Br_1 und Br_2) wird anhand der Grundwasserfließrichtung nach Nordosten bei Mittelwasser unmittelbar im Abstrom des Sanierungsbereiches festgelegt.

Zudem soll eine Reinfiltration des Förderwassers stattfinden, um den natürlichen Wasserkreislauf so gering wie möglich zu stören. Als potenzielle Infiltrationsfläche wird die Grünfläche östlich des Auskofferungsbereiches in Betracht gezogen. Für die Reinfiltration ist ein Versickerungsbrunnen im nordöstlichen Teil des B-Plangebiets, im Zwickel zwischen neuer KVB-Trasse und der Neusser Str. vorgesehen (Br_3). Aus hydraulischer Sicht führt eine Reinfiltration im Abstrom dort zu keinen nachteiligen Effekten auf den Förderbetrieb und ein hydraulischer Kurzschluss ist aufgrund der sehr durchlässigen Schichten sowie wegen der Entfernung zu den Förderbrunnen auszuschließen.

Für die Berechnung der Abstomsicherung mittels zweier Förderbrunnen wird davon ausgegangen, dass ein Brunnen nur dann in Förderbetrieb geschaltet wird, wenn während des Monitorings in einer der Messstellen ein Auslöseschwellenwert überschritten wird.

7.4.1 Dimensionierung der Brunnen und Messstellen

An dieser Stelle wird noch einmal darauf hingewiesen, dass die durchgeführte Brunnenbemessung lediglich orientierenden Charakter aufweist. Ggf. erforderliche Anpassungen an die örtlichen Rahmenbedingungen sind jedoch möglich.

Entsprechend ergibt sich folgende Dimensionierung der Förder- und Versickerungsbrunnen.

Tabelle 14: Dimensionierung neue Messstelle und Brunnen

	Anstromige Messstelle	Entnahmebrunnen	Versickerungsbrunnen
	GWM_Anstrom	Br_1 und Br_2	Br_3
Brunnentiefe	bis Unterkante Aquifer (ca. 20 m), vollkommener Ausbau		
Ausbaudurchmesser	125 mm (5 Zoll)	150 mm (6 Zoll)	200 mm (8 Zoll)
Durchmesser Bohrung	350 mm	600 mm	600 mm
PVC-Vollwandrohr	0 m - 8 m u. GOK	0 m - 8 m u. GOK 13 m - 15 m u. GOK	0 m - 8 m u. GOK
PVC-Filterrohr	8 m - ca. 20 m u. GOK	8 m - 13 m u. GOK 15 m - 20 m u. GOK	8 m - ca. 20 m u. GOK
Tonabdichtung	1 m - 3 m u. GOK	1 m - 3 m u. GOK 13 m - 15 m u. GOK	1 m - 3 m u. GOK
Filterkies	3 m - 20 m u. GOK	3 m - 13 m u. GOK 15 m - 20 m u. GOK	3 m - 20 m u. GOK

Die Messstellen werden unterflurig ausgebaut.

7.4.2 Abreinigung des Förderwassers

Da die Grundwassersanierungsanlage nur präventiv angeliefert und vorgehalten wird, ist im Vergleich zu Maßnahmen im Dauerbetrieb eine vereinfachte Bauweise vorgesehen.

Die Förderung des Grundwassers erfolgt je Brunnen mittels einer ausreichend dimensionierten Unterwasserförderpumpe (Pumpendurchmesser 6 Zoll). Die Abreinigung des Förderwassers erfolgt über einen Schwermetalladsorber und eine Aktivkohlefiltereinheit. Als Abreinigungs-/ bzw. Einleitgrenzwert gelten die jeweiligen Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS) nach LAWA der Einzelparameter. Das gereinigte Wasser wird über einen Versickerungsbrunnen wieder eingeleitet.

Die Anlage wird bereits zu Baubeginn vor Ort errichtet, um im Bedarfsfall kurzfristig in Betrieb gehen zu können. Die Leitungsverlegung erfolgt zeitlich parallel zur Anlageninstallation bei Baubeginn.



Die Anlagentechnik besteht im Wesentlichen aus:

- ein Stück Wasserfilter á 5m³ Fassungsvermögen, befüllt mit Aktivkohle,
- ein Stück Wasserfilter á 5m³ Fassungsvermögen, befüllt mit Adsorberharz,
- zwei Stück Brunnenpumpen SP 8A 12 oder gleichwertig, mit Steigleitungen und Probenahmehähnen für Roh- und für Reinwasser,
- zwei Stück Kleinschaltkästen mit Trockenlauf- und Motorschutz sowie Ein-/Ausschalter für die Förderpumpen (in verschließbaren, kleinen Containern),
- zwei Wasserzähler für die Mengenerfassung nach MID (Europäische Messgeräte-richtlinie).

Genauere Angaben zu Herstellern und erforderlicher Fundamentierung sind erst nach Auftragsvergabe an den AN möglich.

Die Anlagentechnik wird aufgrund der Maße der Filterbehälter voraussichtlich nicht in einem Container untergebracht werden können, stattdessen werden befestigte Stellflächen im Freien errichtet, mit tragfähigen Fundamenten für die Filterbehälter. Die entsprechenden Leitungen (Materialspezifikationen: bis 10 bar druckbeständig, 3“ Zuleitung, 4“ Ableitung) werden zu Beginn der Bauarbeiten während der wärmeren Jahreszeit oberirdisch – innerhalb von Leerrohren - im Entwässerungskanal im Bahnseitengraben der KVB-Trasse verlegt. Zu Beginn der kalten Jahreszeit erfolgt zwecks Wintersicherung, unter Berücksichtigung der dann gültigen Eingriffsmöglichkeiten in den geschützten Landschaftsbereich, eine Umverlegung auf das Baugrundstück in Leerrohren, in einer Tiefe von mind. 0,8 m u. GOK. Die exakte Lage der Leitungsverläufe wird dem laufenden Baufortschritt ggf. angepasst.

Auf eine umfangreiche Wintersicherung der Anlagentechnik wird im Rahmen der nur bedarfsweise einzusetzenden und temporären Maßnahme aufgrund des hohen technischen Aufwandes verzichtet. Empfindliche Bauteile, wie Probenahmehähne, Wasseruhren etc., können falls erforderlich mit einem zusätzlichen Frostschutz versehen werden. Solange die Anlage in Betrieb ist, besteht bei den üblicherweise auftretenden Witterungsbedingungen in den Wintermonaten in Köln sowie den üblichen Grundwassertemperaturen kein Bedarf eine weitere Wintersicherung für die Wasserfilter vorzusehen. Wenn die Anlage nicht in Betrieb ist, wird diese i.d.R. nach dem letzten Betrieb vollständig entwässert, sodass auch außerhalb des Betriebs keine Wintersicherung erforderlich ist.

Anlagentechnik und Brunnen werden durch einen Bauzaun gesichert.

Bericht vom 28.01.2022

Für die komplette Anlage ist bei entsprechendem Betrieb ein regelmäßiger (monatlicher, ggf. wöchentlicher) Service vorgesehen, inklusive Pumpenkontrolle und Dichtigkeitsprüfungen der Verschlauchungen und Anschlüsse. Über den Betrieb der Anlage wird ein Betriebstagebuch geführt, in welchem Fördermengen, Wartungsarbeiten, Reparaturen etc. dokumentiert werden.

Eine schematische Darstellung der Anlagentechnik ist der nachfolgenden Abbildung 7 zu entnehmen.

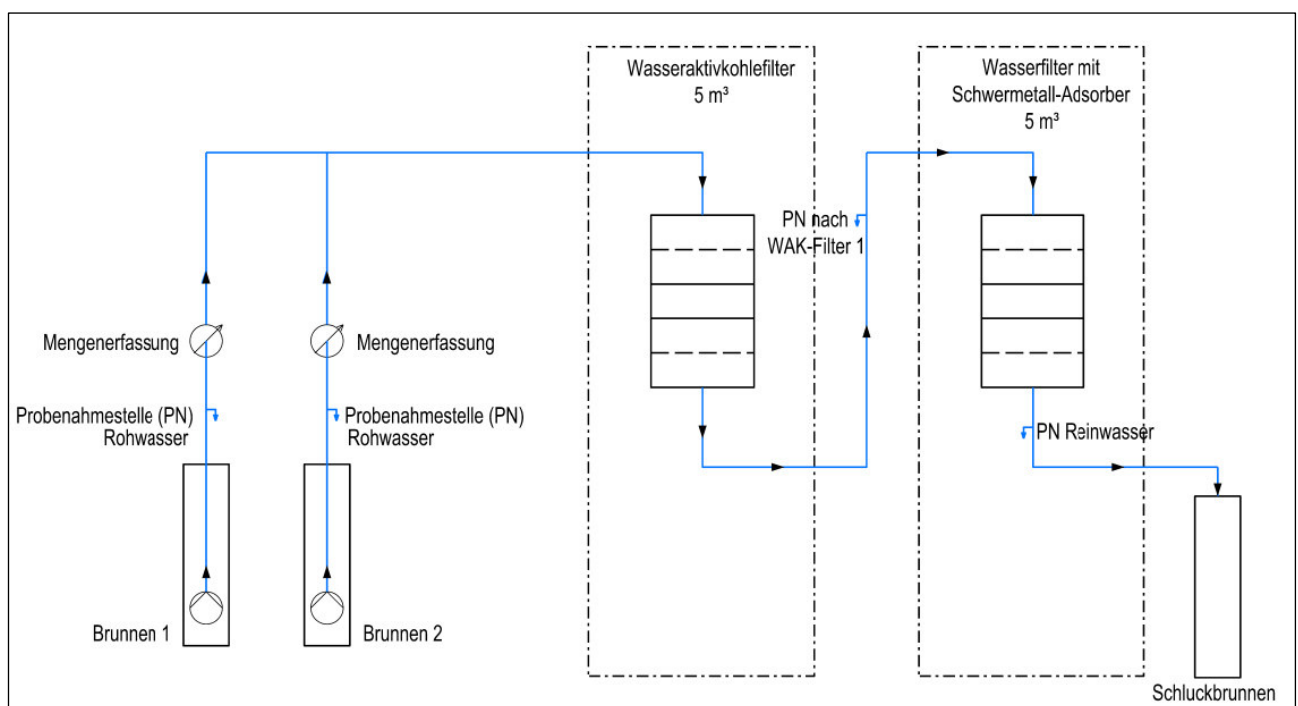


Abbildung 7: Fließschema Abreinigung Förderwasser

8 BAUABLAUF / HERRICHTUNG DES GRUNDSTÜCKS

Der vorliegende Sanierungsplan gilt nach erfolgtem ober- und unterirdischem Rückbau aller Bestandsgebäude und Teilrückbauten der Freiflächenversiegelungen für die anschließenden Untergrundsanierungsmaßnahmen. Davon ausgenommen ist die Entsiegelung des nördlichen Verkehrsübungsplatzes. Diese Oberflächenbefestigungen werden erst später, nach Abschluss der Hochbautätigkeiten entfernt.

Die in den folgenden Kapiteln beschriebenen Teilgewerke bilden die prinzipielle Vorgehensweise der Sanierungsmaßnahme.

Ein Bauablaufplan ist der Anlage X zu entnehmen. Dieser hat orientierenden Charakter und stellt nur eine grobe Reihenfolge dar. Ein detaillierter Bauablaufplan wird durch den noch zu benennenden Auftragnehmer erstellt. Daher kann es dann zu einer gegenüber dem beigelegten Plan abweichenden Reihenfolge bzw. Dauer der einzelnen Sanierungsschritte kommen.

8.1 Sanierungsvorbereitende Maßnahmen

Für die Sanierung ist vorlaufend die Bestandsbebauung auf dem Grundstück zurückzubauen und der Baumbestand auf dem Grundstück flächig zu fällen.

Die Rückbau- und Entsiegelungsarbeiten werden im Herbst 2021 erfolgen. Hierbei bleibt der Verkehrsübungsplatz in der nördlichen Grünfläche zunächst erhalten, da dieser während der Sanierungsarbeiten als Baustelleneinrichtungs- und -verkehrsfläche / Lagerfläche / Containerstellfläche genutzt werden soll.

Neben dem Baumbestand im Hauptsanierungsbereich und der Böschung sind auch Bäume zu fällen, die im Bereich der öffentlichen Erschließung und der Baugrundstücke Haus 2 bis 7 liegen.

Die Baugruben für diese Gebäude sollen bereits während der Sanierung hergestellt werden, um den hierbei anfallenden geogenen Aushub zur Verfüllung der Sanierungsgrube und von Böschungsbereichen nutzen zu können.

Aufgrund des einzurichtenden „Schwarz-Weiß-Bereichs“ sind die Platzverhältnisse sehr eingeschränkt. Daher soll das Grundstück der GAG (Flurstück 256) bis zum Beginn der Hochbautätigkeiten in Teilen als Bewegungsfläche und Bereitstellungsfläche für unbelastete Materialien genutzt werden.

Die Nutzung des Flurstücks 256 unterliegt folgenden Beschränkungen. Grundsätzlich ist die Nutzung im Vorhinein mit dem dann tatsächlichen Eigentümer (vermutlich GAG) abzustimmen, beispielsweise über eine Verfügungsberechtigung. Darüber hinaus zählen Teile des Flurstücks zum geschützten Landschaftsbestandteil LB 5.04, weshalb ein Eingriff in diesem Teilbereich grundsätzlich nicht zulässig ist und erst im weiteren Verfahrensverlauf möglich sein wird. Die Flächen sind entsprechend in Abbildung 6 der Anlage I gekennzeichnet.

Vor Beginn der Sanierungsarbeiten wird auf dem gesamten Grundstück der Oberboden abgetragen und zur externen Verwertung abgefahren.

8.2 Sanierungserdarbeiten

Die Sanierungserdarbeiten umfassen den Aushub anthropogener Auffüllungsmaterialien im Bereich der Altablagerung und von geogenen Bodenmaterialien zur Herstellung der Baugruben für Haus 2 bis 7, sowie die Verwertung (intern und extern) oder Beseitigung der Aushubmassen. (vgl. Kap. 9).

Die Auffüllung weist eine heterogene Zusammensetzung auf und besteht aus einem Boden-Bauschutt-Gemisch in wechselnder Körnung (bindig und nicht bindig) mit verschiedenen Fremdbestandteilen. Bereichsweise sind auch weiche, gipsartige Materialien verfüllt worden, bei denen es sich vermutlich um Industrieabfälle handelt.

Die geogenen Materialien bestehen aus Hochflutsedimenten (feinsandiger, schwach toniger Schluff, stark schluffiger Feinsand) sowie den Terrassenmaterialien (kiesiger Sand, sandiger Kies)

Der Aushub erfolgt mittels Großgeräte (Bagger, Radlader, LKW etc.) unter Anlage einer offenen, geböschten (Sanierungs-)Baugrube.

Generell sollte der Bauablauf möglichst so strukturiert werden, dass der Aushub in tiefen Bereichen bevorzugt in Jahreszeiten mit natürlicherweise niedrigen Grundwasserständen durchgeführt wird. Sollten kurzzeitig höhere Grundwasserstände (über 37 m NHN), z.B. aufgrund von Rheinhochwasser, auftreten, ist eine Umstrukturierung des Bauablaufs erforderlich bis die Wasserstände wieder sinken. Ggf. ist eine Bauzeitenunterbrechung notwendig. Sollten über einen längeren Zeitraum erhöhte Grundwasserstände auftreten, ist in Abstimmung mit der Behörde ggf. eine Anpassung der Aushubtiefe zu prüfen. Für diesen Fall wird eine Aushubtiefe bis 38 m NHN vorgeschlagen, um längere Bauzeitenunterbrechungen zu vermeiden.

Die Herstellung der nördlichen Baugrubenböschung richtet sich zum einen nach den Anforderungen für die aufzubringende Abdichtung und zum anderen nach der Beschaffenheit der Auffüllungsmaterialien, sowie den Abständen zur Straßenbahntrasse. Zum Aufbringen der Abdichtung ist eine Böschungsneigung von 30° oder flacher erforderlich. Am Böschungskopf muss zudem ein ca. 5 m breiter Arbeitsbereich gewährleistet sein. In Bereichen weicher und gipsartiger Auffüllungsmaterialien ist die Böschung flacher anzulegen (17,5° bis 20°).

Die Ausführung und Sicherung der Baugrube ist dem nachfolgenden Kapitel 8.3 zu entnehmen.

Die Sanierungserdarbeiten sind unter fachgutachterlicher Begleitung auszuführen, um eine ordnungsgemäße Separation der anfallenden Aushubmassen im Sinne einer möglichst hochwertigen Entsorgung zu gewährleisten. Chemisch und bautechnisch geeigneter Aushub wird im Anschluss zur Wiederverfüllung verwendet, um den Antransport benötigter Materialien von extern zu minimieren.



Sollte auf der projektierten Sanierungsgrubensohle (37 m NHN) Material anstehen, dessen Verbleib im Untergrund aus Schutzgutsicht bedenklich erscheint, sind in Absprache mit der zuständigen Behörde und dem AG Einzelfallentscheidungen zu ggf. weiterführenden Maßnahmen herbeizuführen (z. B. lokale Übertiefung / weiterer Bodenaustausch).

Die Bereitstellungsflächen für ausgebaute Materialien vor Ort müssen geeignet sein, das Wohl der Allgemeinheit, insbesondere den Grundwasserschutz, nicht zu beeinträchtigen.

Hierbei sind folgende Mindestanforderungen zu beachten:

- Wasserundurchlässige Grundfläche in Straßenbauweise und/oder Abdeckung des Untergrundes mit Kunststoffdichtungsbahn, Mindestdicke 1,0 mm,
- Gezielte und ggf. kontrollierte Ableitung des Oberflächenwassers,
- Schutz gegen Niederschlagswasser und Verwehungen, z. B. durch Abdeckung mit Kunststoffbahnen,
- Abfüllung in verschließbare Container.

Grundsätzlich sind belastete Aushubmaterialien innerhalb des Schwarzbereichs zu lagern, um eine Verschleppung in den Weißbereich zu vermeiden. Unbelasteter geogener Aushub ist hingegen außerhalb des Schwarzbereichs zu lagern. Lagerflächen werden je nach Baufortschritt in Abstimmung mit dem Fachgutachter ausgewiesen.

Grundsätzlich ist im Rahmen von Bauarbeiten eine Einwirkung über Direktkontakt auf die Beschäftigten möglich, weshalb Maßnahmen zum Arbeits-/Gesundheitsschutz einzuhalten sind (vgl. Kapitel 11).

Im Zuge der Sanierungserdarbeiten sind die Kampfmittelverdachtspunkte VP 2753 und VP 2754 mit ausreichendem zeitlichem Vorlauf abzubohren, freizumessen und für die Aushubarbeiten freizugeben. Die Veranlassung und Koordination dieser Maßnahmen mit der zuständigen Behörde erfolgt durch vom Bauherrn beauftragte Unternehmen (z.B. Bauleiter Sanierung oder fachgutachterliche Begleitung Sanierung). VP 2754 befindet sich im östlichen Ausläufer des Hauptsanierungsbereichs, VP 2753 im südlichen Grundstücksbereich (Baugrube Haus 5 bis 7). Die Lage der Verdachtspunkte ist der nachfolgenden Abbildung 8 zu entnehmen.

Bericht vom 28.01.2022

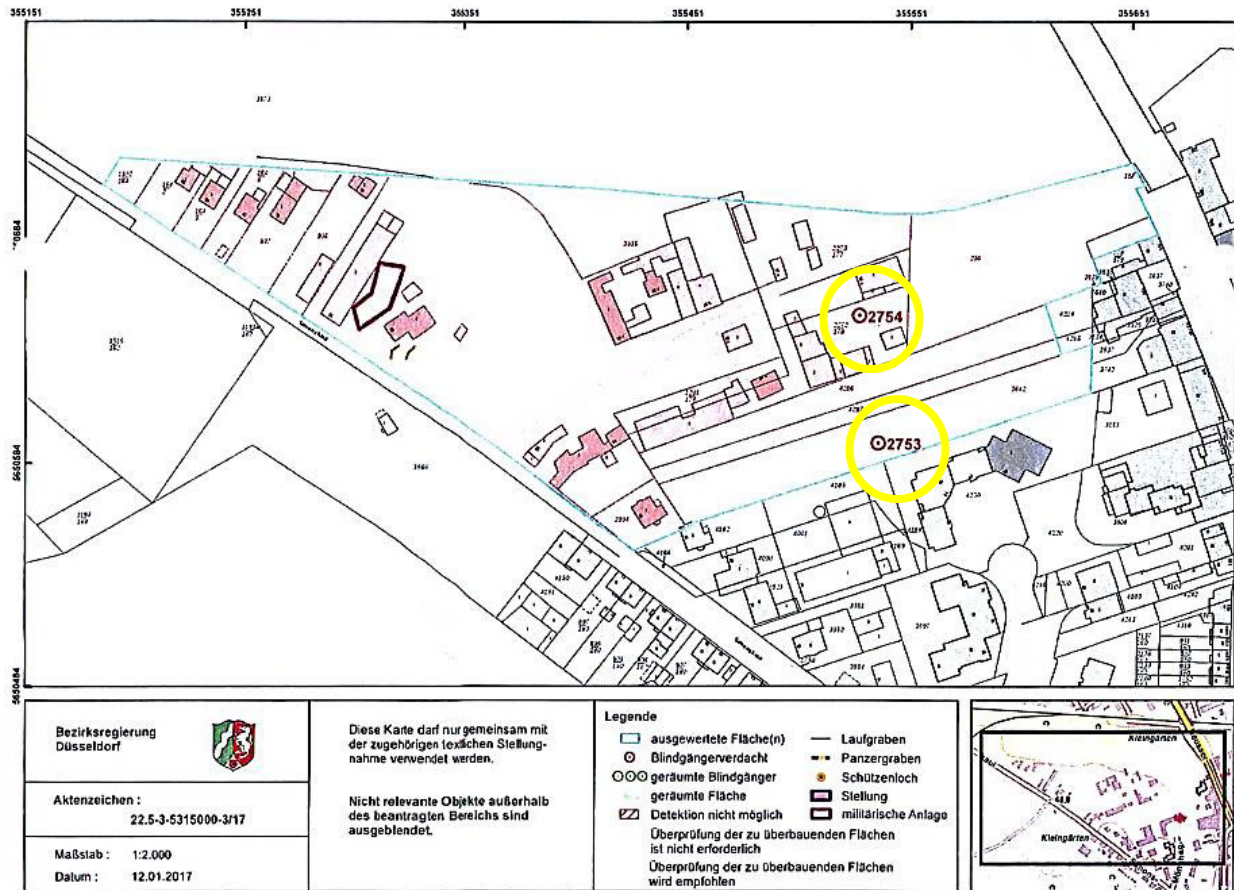


Abbildung 8: Lage der Blindgängerverdachtspunkte, gelb markiert (Bezirksregierung Düsseldorf, AZ 22.5-3-531500-3/17, Datum: 12.02.2017)

Bericht vom 28.01.2022

8.3 Ausführung und Sicherung der Sanierungsgrube (Amt 63)

Die geplante Ausführung der Baugrube wird in den Abbildungen der Anlage II visualisiert. Im Weiteren folgt die textliche Erläuterung.

8.3.1 Annahmen für Berechnungen

Zur Herstellung der Sanierungsgrube ist vorerst im Bereich der Altablagerungen ein Aushub bis auf 37,0 m NHN geplant. Außerhalb der zu bebauenden Flurstücke wird die Sanierungsgrube frei geböscht. Die Böschungswinkel werden an das anstehende Material angepasst. Nach Freilegung der Böschungen erfolgt die Aufbringung einer Gasdränage und -abdichtung inkl. Kunststoffdichtungsbahn (KDB). Hiernach wird die Baugrube bis zu den geplanten Projekthöhen der Häuser verfüllt. Außerhalb der Altablagerungen wird teilweise frei geböscht, teilweise verbaut.

Gemäß dem vorliegenden Planungsentwurf, [12][13] gelten für die Häuser 2 - 4 die folgenden Projekthöhen:

OKFF EG	+/- 0,0 m	47,75 m NHN
UK RD UG	- 5,35 bis 4,15 m	42,40 bis 43,6 m NHN
Gründungssohle	- 5,45 bis 4,25 m	42,30 bis 43,5 m NHN

Für die Häuser 5 – 7 gelten die folgenden Projekthöhen:

OKFF EG	+/- 0,0 m	47,05 m NHN
UK RD UG	- 3,25 m	43,80 m NHN
UK Aufzug	- 4,40 m	rd. 42,70 m NHN

Zur Baugrundsituation liegen die geotechnischen Berichte aus unserem Haus vor. Die Felduntersuchungen ergaben einen dreischichtigen Bodenaufbau.

() Angaben in Klammern = mögliche, nicht dominante Zuordnung

Schicht 1a: Boden- Bauschuttgemisch

Bodenarten:		G,s,u'; S,g,u',S,g'-g; (U,fs), (Y und X)
Zustand		locker - mitteldicht sehr locker bis locker (Schicht 1.2)
Wichte	γ / γ'	18 bis 20 / 8 bis 9 kN/m ³
Scherfestigkeit	φ_k / c_k	30 bis 32,5° / 0 kN/m ²
Steifigkeit	E_s	15 bis 50 MPa Ansatz nach örtlichem Zustand, punktuell instabile Zonen möglich, Mittelwertansatz nicht sinnvoll

Bericht vom 28.01.2022Schicht 1b: Gips

Bodenarten:		T,s,u,(g'); U,t,s,(g')
Zustand		weich bis halbfest nach Wasserzutritt, breiig
Wichte	γ / γ'	22 bis 24 / 12 bis 14 kN/m ³
Scherfestigkeit	φ_k / c_k	13° / 15 kN/m ²
Steifigkeit	E_s	< 2 MPa Ggf. unterkonsolidierter Zustand: langfristig anhaltende Eigengewichtssetzungen (Konsolidierung) möglich.

Schicht 2: Hochflutlehm

Bodenarten:		U, s*, (t')
Zustand		weich bis steif
Wichte	γ / γ'	17 bis 18 / 7 bis 8 kN/m ³
Scherfestigkeit	φ_k / c_k	22,5 bis 27,5° / 5 bis 0 kN/m ²
Steifigkeit	E_s	8 bis 15 MPa

Schicht 3: Terrassenablagerungen

Bodenarten:		G,s,(u); S,g,(u)	Schicht 3a
		T	Schicht 3b
Wichte	γ / γ'	18 bis 20 / 8 bis 10 kN/m ³	
Scherfestigkeit	φ_k / c_k	32,5 bis 35° / (10) bis 0 kN/m ²	
Steifigkeit	E_s	80 bis 100 MN/m ²	Ton: 10 bis 20 MN/m ²

Die Scherfestigkeit des Gipses ist anhand eines Laborversuches bestimmt worden und gilt es im Gelände bei großflächiger Freilegung zu bestätigen. Das Versuchsprotokoll ist der Anlage II angehängt.

Der höchste Grundwasserstand außerhalb von Hochwasserereignissen liegt bei $GW_{max} = 39,9$ m NHN und ist somit für die Bauausführung der späteren Gebäude irrelevant. Für die Berechnung der Erdwiderstände vor Verbauwänden muss die Auftriebswichte der Böden (reduzierter Erdwiderstand) angesetzt werden.

Für den Hochwasserfall sind Prognosewerte bis 44,12 m NHN zu beachten. Hierbei handelt es sich um einen Hochwasserfall mit geringer Wahrscheinlichkeit (200-jähriges Hochwasserereignis). Im Falle eines Hochwassers kann gemäß Auskunft der SteB das Grundwasser in Verbindung mit dem Hochwasser auf 40,25 m NHN ansteigen.

Für das Bauvorhaben im Endzustand für die Gebäude gilt



$$\begin{aligned} \text{GW}_{\max} &= 39,9 \text{ m NHN} \\ \text{Vorläufiger Bau-GW} &= 36,4 \text{ m NHN (im Jahreszyklus selten überschritten)} \end{aligned}$$

Der höchste regelmäßige Grundwasserstand (Bau-GW) kann vorübergehenden Bauzuständen (z.B. Baugrube, Rohbau) als Bemessungswasserstand zugrunde gelegt werden, wenn durch Überwachungsmaßnahmen und / oder entsprechende konstruktive Sicherheiten (Überlaufkanten) ein höherer Grundwasserstand für die Standsicherheit unkritisch bleibt und hieraus entstehende baubetriebliche Erschwernisse toleriert werden.

Die Berechnungen sind in der Anlage II beigelegt. Für die Berechnungen wurden die Bemessungssituationen BS-T und BS-A betrachtet. Die Bemessungssituation BS-T ist für die erstellte Böschung verwendet worden mit den Wasserständen Vorläufiger Bau-GW. Im Falle eines kurzzeitig eintretenden Hochwassers wird die Situation BS-A als Bemessungssituation herangezogen.

8.3.2 Grenzsituationen

Nördlich der Grundstücksgrenze verläuft eine KVB-Trasse. Anhand von mehreren Besprechungen zwischen dem Erschließungsplaner und der KVB ist ein Sicherheitsabstand zwischen der Gleismitte und der Planfeststellungsgrenze von mind. 4,5 m gefordert.

Der Baugrubenaushub greift im Südwesten einzig in den Lastausbreitungsbereich des Wohnhauses Simonskaul 44 ein. Dieses wird jedoch zurückgebaut und wäre zum Zeitpunkt der Baugrubenerstellung nicht mehr relevant.

Bei den Baugruben, welche an die Straße „Simonskaul“ angrenzen, kommt es zu einem Eingriff in den Lastauswirkungsbereich der Straße.

8.3.3 Geplante Baugrubensicherungen

Wegen der Sanierung inkl. Aufbringen der Abdichtung erfolgt die Baugrubensicherung im nördlichen Bereich durch eine Böschung. Je nach angetroffenem Material variieren die Böschungswinkel zwischen 17,5 bis 30°. Der Böschungsfuß orientiert sich an der Grundstücksgrenze. Bei der Rückverfüllung soll entlang des geplanten Gebäudegrundrisses eine Böschung mit 0,8 m Arbeitsraum und 45° entstehen.

Die vorhandenen Abstände im Bereich der Straße „Simonskaul“ und den südlichen Grundstücken zu den Grundstücksgrenzen und die Randbedingungen (Nachbarbestand/Straßen) sind für die Ausbildung von umlaufender Böschung nicht ausreichend, so dass eine Verbauwand erforderlich wird.



Die zwischen den Baufeldern geplante Baustraße soll über Rampen erreicht werden. Zum Erreichen des geplanten Niveaus wird daher im Baufeld ein abgetreppter Verbau notwendig.

Böschungen innerhalb des Baufeldes, z.B. zur Herstellung der Arbeitsebenen nach der Sanierung, werden mit 45° hergestellt. Aufgrund der Höhe der Böschungen von > 5 m, welche im Baufeld der natürlichen Abgrabungslinie folgen sollen, ist ein Abflachen der Böschungen auf max. 30° notwendig.

Details zur Sicherung der Baugrube mit den gewählten Verbausystemen und andere Randbedingungen sind den nachfolgenden Detailbeschreibungen zu entnehmen. Die Lage der Bauabschnitte sind dem Lageplan in Anlage II Abbildung 2.0 und die Systemschnitte der Anlage II Abbildungen 2.1 bis 2.5 zu entnehmen.

8.3.3.1 Böschung in Altablagerung (Schnitte 1 – 4)

Die geplanten Böschungswinkel stützen sich auf die in den Bohrkampagnen angetroffenen Böden und den Vorgaben für die Verlegung der KDB. Das Boden-Bauschuttgemisch kann nach aktuellen Erkenntnissen mit 30° geböscht werden.

Aufgrund der lokal im östlichen Bereich der Grube auftretenden Schicht 1b, welche vom Baugrundstück nach Norden in den Deponiekörper auftritt, muss die Böschung über die o.g. 30° hinaus auf 17,5° bzw. 20° abgeflacht werden. Hierbei wurden die notwendigen Sicherheitsabstände zur KVB-Trasse und die Arbeitsebene berücksichtigt. Maßgebend für die Ausprägung der Böschung ist die Schicht 1b. Diese besteht aus Gips, welcher je nach Feuchtigkeit unterschiedliche Eigenschaften aufweist. Für die Entwurfsplanung sind Erfahrungswerte sowie Laborversuche herangezogen worden. Während der Ausführung sind diese im großen Maßstab weiter zu beobachten und eventuell zu untersuchen. Hierzu ist die Herstellung von Pilotgrabungen und Probeböschungen vorzusehen. Etwaige Zwischenuntersuchungen können eine Aushubpause in den betroffenen Bereichen bedingen.

Die rechnerische Betrachtung erfolgte aufgrund der potentiellen Gleitkörper des Gipses so wieder aufzubringenden Drainageschicht im Starrkörpermechanismus. Die dabei bestimmten Ausnutzungsgrade müssen $\mu \leq 1,0$ sein, um eine standsichere Böschung zu gewährleisten. Sowohl für den Fall BS-T sowie BS-A wird der o.g. Ausnutzungsgrad nicht überschritten. Schnitt 2 wurde dabei nicht gesondert betrachtet, da er sich nicht von Schnitt 1 unterscheidet.

8.3.3.2 Böschung innerhalb des Baufeldes in Terrasse (Schnitte 1 – 4)

Zur mittig verlaufenden Baustraße wird eine Böschung innerhalb des Baufeldes in die Terrassenablagerungen notwendig werden. Zur Sicherstellung einer standfesten Böschung wird diese mit einem Böschungswinkel von 30° ausgeführt.

Die angehangene Berechnung ist mittels Gleitkreisen von Bishop durchgeführt worden, da hier anders als bei den Böschungen in die Altablagerung, ein tieferer Versagensmechanismus vermutet wird. Anhand der Berechnungen konnte sowohl für den Fall BS-T sowie BS-A eine ausreichend standsichere Böschung nachgewiesen werden.

8.3.3.3 Westliche Grundstücksgrenze zur Straße (Schnitt A)

Aufgrund der Nähe des Haus 4 zur Straße „Simonskaul“ muss zur Sicherung ein Verbau ausgeführt werden. Das Straßenniveau liegt auf rd. 47,00 m NHN. Zum Erreichen der geplanten Aushubtiefe von 42,9 m NHN muss somit ein Höhenunterschied von rd. 4,1 m abgefangen werden. Der Abstand zur Straße beträgt rd. 3,0 m. Im Lastbereich befinden sich keine verformungsempfindlichen Leitungen, weshalb ein Trägerbohlwandverbau ohne Rückverankerung zur Ausführung kommt. Im Straßenbelag unvermeidbar entstehende Risse sind nach Verfüllung der Arbeitsräume zu sanieren, z.B. mit einer Deckschichterneuerung.

Die Vorbemessung der Trägerbohlwand ist in der Anlage II beigefügt.

8.3.3.4 Südwestliche und westliche Grundstücksgrenze (Schnitte 1 – 4)

Die geplante Tiefgarage von Haus 5 grenzt an der südwestlichen Grundstücksgrenze sowohl an die Straße „Simonskaul“ als auch mit einer Entfernung von ca. 6,8 m an die südliche Grundstücksgrenze an.

Zur Sicherung der Baugrube in Richtung Simonskaul wird ein Trägerbohlwandverbau notwendig. An der Gebäudeecke ragt dieser in den Gehweg, weshalb die Einholung einer Gestattung notwendig wird. Des Weiteren liegt eine Stromleitung im Bereich des geplanten Verbaus. Diese muss im Zuge der Baumaßnahme umverlegt werden.

Im weiteren Grenzverlauf nach Osten wird ebenfalls ein Verbau notwendig. Der Abstand zum Nachbargrundstück wird dann rd. 1,8 m betragen. Da sich im Bereich der Trägerbohlwand keine Gebäude befinden ist keine Rückverankerung notwendig. Die Stützhöhe beträgt hier ca. 3,3 m.

Die Vorbemessung der Trägerbohlwand ist in der Anlage II beigefügt.



8.3.3.5 Östliche Grundstücksgrenze

Die im östlichen Grundstücksbereich liegenden Außenseiten der Gebäude 2 und 7 werden aufgrund der angrenzend geplanten Baueinrichtungsflächen ebenfalls mit einem Trägerbohlwandverbau gesichert. Es befinden sich keine Bauwerke in der Nähe, weshalb eine nicht rückverankerte Ausführung gewählt werden kann. Für die Bereiche mit Baustellenverkehr sind die Sicherheitsabstände der BG Bau einzuhalten.

Die Vorbemessung der Trägerbohlwand ist in der Anlage II beigefügt.



8.4 Abdichtung und passive Entgasung

Eine Sicherung des Baugrundstücks nach Norden zur verbleibenden Altablagerung erfolgt durch eine geneigte Kombinationsabdichtung aus Kunststoffdichtungsbahn (KDB) und Tondichtungsbahn, die auf die Böschung aufgebracht wird. Die Entgasung wird über eine hierfür geeignete Trag- und Ausgleichsschicht sowie Dränrohre zum Böschungskopf hin hergestellt. Hier wird evtl. auftretendes Deponiegas über Kamine mit Aspiratorhaube abgeleitet. In der Abbildung 7 der Anlage I ist die Lage der Abdichtung sowie der Kamine und Gasdränageleitungen dargestellt. Um etwaige Gas-mengen, die nicht in die Dränageleitungen migrieren, ebenfalls abzufangen und kontrolliert abzuleiten, wird die Abdichtung nach Norden hin verlängert und in den Untergrund gezogen. So entsteht im Bereich der geschlitzten Gassammelleitung ein Hochpunkt, der die gezielte Ableitung über die Gassammelstellen (Kamine) fördert. Die KDB wird kraftschlüssig mit dem Kaminrohr verbunden

Detaillierte Regelschnitte sind in Abbildung 8 der Anlage I zu entnehmen.

Die nachfolgende Abbildung 9 zeigt das Abdichtungsprinzip.

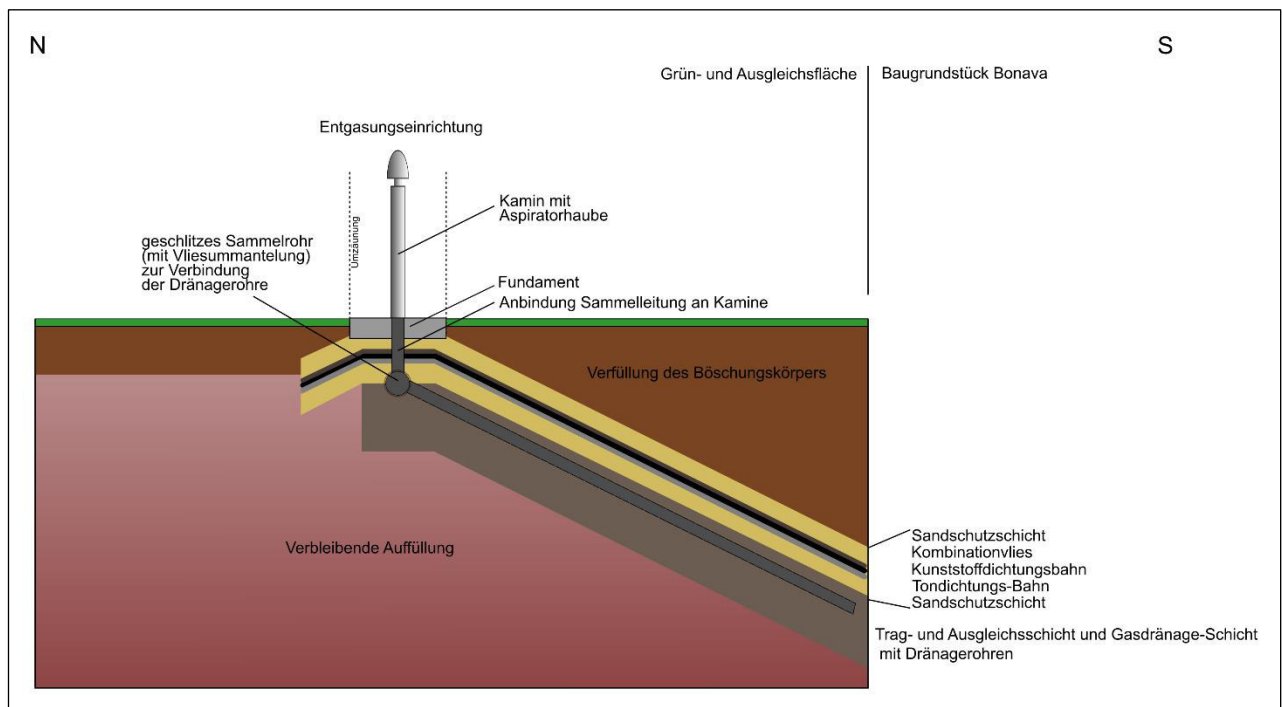


Abbildung 9: Prinzipskizze der Abdichtung

Die Abdichtung umfasst im Einzelnen folgende Komponenten:

Bericht vom 28.01.2022

Tabelle 15: Aufbau der Abdichtungen von oben nach unten

Abdichtung	Mächtigkeit	Chem. Anforderung
Auftrag von Oberboden	0,35 m	Vorsorgewerte BBodschV
Verfüllung des Böschungskörpers	variiert	$\leq Z\ 1.1$
Schutzschicht aus Sand 0/8 mm	0,15 m	$\leq Z\ 1.1$
Kombinationsvlies (Schutzvlies und Dränmatte) 1.200 g/m ² *		
Kunststoffdichtungsbahn (KDB)	2,5 mm	-
Geosynthetische Tondichtungs-Bahn		
Schutzschicht aus Sand 0/8 mm	0,15 m	$\leq Z\ 2, \leq RCL\ II$
Trag- und Ausgleichsschicht: 0/45 bis 0/63 mm, abschlämmbare Anteile < 5% als Gasdränage	ca. 0,50 m	$\leq Z\ 2, \leq RCL\ II$
Auffüllungsmaterial der Altablagerung, nachverdichtet und profiliert		

*: final festgelegt durch Schutzwirkungsnachweis

Trag- und Ausgleichsschicht/Gasdränage

Die Entgasung unterhalb der KDB erfolgt im Wesentlichen durch die Trag- und Ausgleichsschicht. Die Trag- und Ausgleichsschicht stellt das Planum bzw. das mineralische Auflager für die aufzubringende (mineralische) Dichtungsschicht und die darüber herzustellenden Elemente des Dichtungssystems dar und ist erforderlich, um Unebenheiten der Oberfläche des abgelagerten Schüttgutes auszugleichen. Gleichzeitig kann durch den Verzicht auf abschlämmbare Anteile verbleibendes Deponiegas den Entgasungseinrichtungen zugeführt werden, wodurch die Schicht als Gasdränage fungiert. Die Trag- und Ausgleichsschicht muss verformungsstabil sein, damit die darauf aufliegende mineralische Dichtungsschicht keinen unzutraglichen mechanischen Belastungen ausgesetzt ist und eine daraus eventuell resultierende Rissbildung vermieden wird.

Folgende Spezifikationen sind zu berücksichtigen:

- Schichtstärke $\geq 0,50$ m (Korngröße 0/45 bis 0/63 mm, in lageweise verdichtet)
- $E_{v2} \geq 45$ MN/m² und $E_{v2}/E_{v1} \leq 3$ gemäß ZTVE oder $D_{Pr} \geq 95$ %
- Reibungswinkel ϕ_k ca. 32,5°
- Abschlämmbare Anteile < 5%



- Chemische Anforderungen: $\leq Z\ 2$, $\leq RCL\ II$

Die Trag- und Ausgleichsschicht kann aus aufbereitetem Material (flächeneigenes Material aus Rückbau/Sanierung) hergestellt werden.

Sandschutzschichten

Zum Schutz vor Lasten wird oberhalb und unterhalb der Abdichtung eine Sandschutzschicht aufgebracht.

- Schichtstärke $\geq 0,15\ m$ der oberen Schutzschicht (Korngröße bis $0/8\ mm$, in 1 Lage)
- Schichtstärke $\geq 0,15\ m$ der unteren Schutzschicht (Korngröße bis $0/8\ mm$, in 1 Lage)
- $EV2 \geq 45\ MN/m^2$ und $EV2/EV1 \leq 3$ gemäß ZTVE oder $DPr \geq 95\ \%$
- Reibungswinkel ϕ_k ca. $30,0^\circ$
- Chemische Anforderungen: unterhalb Abdichtung $\leq Z\ 2$, $\leq RCL\ II$, oberhalb Abdichtung $\leq Z\ 1.1$

Kunststoffdichtungsbahn

- Stärke $\geq 2,5\ mm$
- Reibungswinkel (gem. Statik)
- Material: Polyethylen hoher Dichte
- Zulassung nach DiBt

Geosynthetische Tondichtungs-Bahn

- Flächenmasse $\geq 4.500\ g/m^2$
- Durchlässigkeitsbeiwert: $k_f \leq 3,5 \cdot 10^{-11}\ m/s$
- Tonmaterial: Bentonit
- Reibungswinkel (gem. Statik)



- Zulassung für Sanierungs- und/oder Deponiebau

Dränage- und Sammelleitung

Zusätzlich werden Gas-Dränagerohre in die Trag- und Ausgleichsschicht mit einem Abstand von ca. 20 m zueinander eingebaut. Die Dränagerohre bestehen aus geschlitzten PE-HD Rohren DN 100. Am Böschungskopf werden die Dränagerohre mit geschlitzten Sammelrohren (PE-HD DN 100) verbunden.

- Durchmesser: DN 100 geschlitzt (Dränageleitung und Sammelleitung)
- Material: PE-HD
- Druckstufe SDR (früher PN) gemäß Statik (noch zu erstellen)

Geotextile Vliese

Da die Fläche oberhalb der Abdichtung weitestgehend unversiegelt hergerichtet wird, ist der Einbau eines Kombinationsvlies vorgesehen, wodurch die Ableitung des versickernden Niederschlagswassers begünstigt wird und zusätzlich die KDB geschützt wird.

- Flächengewicht gemäß den zukünftig zu führenden Nachweisen mit dem tatsächlichen Einbaumaterial (Annahme $\geq 1.200 \text{ g/m}^2$, abhängig vom Schutzwirksamkeitsnachweis)
- mechanisch verfestigter Vliesstoff, PP oder PE
- Robustheitsklasse mind. GRK 3
- Schutzwirksamkeitsnachweis für den gewählten Aufbau
- Zulassung nach DiBt

Kamine

Eventuell auftretende Gase werden primär über Kamine, die im Abstand von ca. 50 m zueinander am Böschungskopf installiert werden, abgeleitet. Die Kamine werden mit einer Aspirator-Haube versehen, um eine zusätzliche Saugwirkung zu schaffen, und die Entgasung somit zu begünstigen. Die Kaminöffnung wird dabei etwa 3,0 m über geplanten Geländeoberkante liegen. Die Kamine werden eingezäunt (Abstand zwischen Zaun und Kamin von ca. 1,5 m). Der Zaun erhält ein Tor, sodass die Kamine zugänglich sind, um z.B. Rasenmäharbeiten etc. durchführen zu können.



Aufgrund der im nördlichen Bereich geplanten Kinder- und Jugendspielflächen wurde die Positionierung der Kamine im Vorfeld mit Amt 52 abgestimmt. Die Abstimmung erfolgte im Rahmen der Außenanlagenplanung.

Zur Verhinderung eines Flammendurchschlags in Richtung der Gasdränage sind Deflagrationssicherungen an den Kaminen vorgesehen. Im unteren Teil der Kamine sind jeweils Absperrklappen vorgesehen, um bei Bedarf einzelne Kamine aus dem System nehmen zu können. Jeder Kamin erhält einen Messgasstutzen, der mit einem Kugelhahn verschlossen wird.

Die Kamine werden auf einem Fundament gegründet und zusätzlich mit einer Fußplatte aus Edelstahl verschraubt. In der Mitte der Platte befindet sich ein Loch, durch welches die PE-Sammelleitung zum oberirdischen HD-Rohr geführt wird. Zum Schutz des Rohres und zur Gewährleistung der Statik der Gesamtkonstruktion wird über das Rohr ein Edelstahlrohr gestülpt und auf der Fußplatte kraftschlüssig verschweißt. Der Hohlraum zwischen äußerem Stahlrohr und innerem Rohr wird gasdicht mit Beton ausgegossen, so dass es zu keinen undefinierten Gasströmen am Rand der PE-Leitung kommen kann.

In Anlage I Abbildung 9 ist eine entsprechende Zeichnung der Kamine dargestellt.

Zwischen den Kaminen ist der Böschungskopf mit gasdurchlässigem Material auszubilden. Für die Oberflächengestaltung ist hier Schotterrassen in einer Breite von ca. 2 m vorgesehen, um die Entgasung von ggf. auftretenden minimalen Restmengen zu gewährleisten und zugleich den Verlauf der Böschung (und der Sammelleitungen) zu kennzeichnen.

Zur Qualitätssicherung ist ein Qualitätsmanagementplan (QMP) zu erstellen. Dieser Qualitätsmanagementplan beinhaltet die Spezifikationen der Dichtungskomponenten, das Prüfraster sowie die Prüfmechanismen zur Sicherstellung der Einhaltung der Qualitätsanforderungen. Der Entwurf ist dem Sanierungsplan in Anlage III beigefügt. Der QMP wird im Zuge der weiteren Planung und Ausführung fortgeschrieben bzw. angepasst.

8.4.1 Visuelle Kennzeichnung der Ausbisslinie der Böschung/Abdichtung

Um langfristig eine Kennzeichnung der Ausbisslinie als Baulast zu gewährleisten, wird folgende Markierung vorgeschlagen. Die Kamine werden möglichst an Knickpunkten im Verlauf der Ausbisslinie gesetzt, sodass die Flucht zwischen zwei Kaminen die Ausbisslinie markiert. Sollte dies nicht möglich sein oder der Abstand zwischen Kaminen zu groß ausfallen, können zusätzlich Findlinge



zur Markierung gesetzt werden. Des Weiteren markiert auch der im vorgenannten Kapitel beschriebene Schotterrasenstreifen die Ausbisslinie. Es besteht die Option (falls gestalterisch gewünscht) diesen zu verbreitern und zusätzlich durch Betonborden einzufassen.

8.5 Zustand der Fläche nach Abschluss der Sanierung

Der Abschluss der Hauptsanierungsmaßnahme befindet sich auf der für den Hochbau hergerichteten Fläche: Baugrube inkl. Böschungen und Verbau für die Häuser 2 bis 7.

8.6 Nördliche Grün- und Ausgleichsfläche

Aus Schutzgutsicht ist im Bereich der nördlichen Grün- und Ausgleichsfläche keine Sanierungserfordernis abzuleiten. Um die Fläche als Park- und Freizeitanlage nutzen zu können sind jedoch Maßnahmen erforderlich, um das Wachstum von Bäumen und Sträuchern zu gewährleisten. Die nachfolgenden Erläuterungen basieren auf den Informationen des Büro Raskin und der Gesellschaft für Umweltplanung [16].

Für die Entwicklung von Baumbestand von größerer Langlebigkeit ist ein Bodenaustausch notwendig. Bei Einzelbäumen ist die Auskofferung am jeweiligen Standort ausreichend. Der Bodenaustausch sollte in Mächtigkeiten zwischen 1,2 m und 1,5 m erfolgen. Der notwendige Bodenaustausch orientiert sich an der Baumart und der Baumgröße und beträgt zwischen 12 m³ und 36 m³ je Standort. Der Übergang zwischen dem eingebrachten Pflanzsubstrat zur Auffüllung hin ist, je nach anstehendem Material, durch Verzahnung oder Wurzelsperren auszubilden.

Für Sträucher ist ein Bodenaustausch mit Mächtigkeiten von ca. 0,4 m erforderlich. Für Extensivwiesen ist ein Bodenaustausch nicht zwingend erforderlich.

Die zuvor beschriebenen Maßnahmen werden nicht im Zuge der Ausführung der Sanierungsarbeiten durchgeführt, sondern nach Abschluss der Tief- und Hochbaumaßnahmen.

Die Bodenaustauscharbeiten sind ebenfalls unter fachgutachterlicher Begleitung auszuführen, um eine ggf. erforderliche Separation der anfallenden Aushubböden sicherzustellen. Das Material ist für eine fachgerechte Entsorgung zu deklarieren. Für eine etwaige temporäre Lagerung sind die Anforderungen in Kapitel 8.2 zu beachten. Grundsätzlich sind bei Bodenaustauscharbeiten auch die Anforderungen in Kapitel 9 und 10 zu berücksichtigen. Die Dokumentation der Arbeiten erfolgt separat zur Dokumentation der Sanierungsmaßnahme.

Der ein-/aufzubringende Oberboden, z. B. zur Erreichung der geplanten Geländehöhe oder im Bereich des Bodenaustauschs für Bäume/Sträucher, hat die Vorsorgewerte der BBodSchV zu erfüllen.

9 BODENMANAGEMENT- UND ENTSORGUNGSKONZEPT

9.1 Rahmenbedingungen

Die im Zuge der Sanierungserdarbeiten anfallenden Aushubmassen sind entsprechend der jeweiligen Deklaration verschiedenen Entsorgungswegen (interne Verwertung, externe Verwertung, externe Beseitigung) zuzuführen. Die entstehende Baugrube ist zur Realisierung der Folgenutzung wieder zu verfüllen. Die Verfüllungen müssen mit chemisch und bodenmechanisch geeigneten standorteigenem Bodenmaterial oder einem von extern zugelieferten geogenen Kies-Sand-Gemisch erfolgen.

Folgende Aspekte sind hier zu berücksichtigen:

- Allgemeine Standort- und Umgebungsbedingungen,
- Die konkrete Flächenfolgenutzung,
- Richtlinien und Technische Regeln,
- Gesetzliche und behördliche Vorgaben.

Aus gutachterlicher Sicht wird als einzubauende Qualität ein Material der Güte $LAGA \leq Z\ 2$ gem. M 20 angesetzt. Es gelten die Spezifikationen zum eingeschränkten Einbau unter definierten technischen Sicherungsmaßnahmen nach LAGA. Hinsichtlich der Wiedereinbauqualitäten ist zwischen zukünftig versiegelten ($LAGA \leq Z\ 2$) und nicht versiegelten Flächen ($LAGA \leq Z\ 1.1$) zu differenzieren.

Prinzipiell besteht die Möglichkeit, den vor Ort gebrochenen, mineralischen Bauschutt aus den vorangegangenen Gewerken des oberirdischen und unterirdischen Rückbaus bzw. aus Separationsmaßnahmen im Zuge der Sanierung zum Aufbau und zur Wiederverfüllung zu verwenden. Für den Einbau von standorteigenem, aufbereitetem Abbruchmaterial/Bauschuttmaterial gelten die Güteanforderungen für RCL II – Material des Verwertererlasses NRW. RCL-Material darf nur unter versiegelten Flächen eingebaut werden.

Der Abstand der Wiederauffüllungsbasis zum höchsten GW-Spiegel muss bei o.g. Qualität mindestens 1 m betragen. Bei Einbau von Ausgleichsmassen mit weniger Abstand zum GW ist Bodenmaterial der Qualität LAGA TR Boden Z 0 zu verwenden. In Ausnahmefällen kann auch mit behördli-

cher Einzelfallprüfung/-zustimmung standorteigenes, geogenes Bodenmaterial der Güte Z 1.1 eingesetzt werden. Der bereits vorabgestimmte Bemessungswasserstand beträgt 39,9 m NHN (39,4 m NHN + 0,5 m Sicherheitszuschlag). Dementsprechend ist bis 40,9 m NHN Z 0 Material einzubauen.

Die Bestimmungen des §12 BBodSchV sind zu beachten.

Die weitere Auffüllung des Geländes auf das geplante Niveau der Folgenutzung mit Oberboden (Grünstreifen) wird im Rahmen der Erschließungs- und Hochbauarbeiten bzw. bei der Herrichtung der Grün- und Ausgleichsfläche und nicht im Zuge der Sanierungsarbeiten ausgeführt.

9.2 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, BImSchG, 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.

9.3 Kubaturen und Massenbilanzen des Sanierungsbereiches (*Amt 572*)

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

Es wurden die für eine Sanierung erforderlichen Gesamtmengen abgeschätzt. Die geogenen Materialien, die zur Herstellung der Baugruben (Haus 2 bis 7) ausgehoben werden müssen und anschließenden Verfüllung der Sanierungsgrube benötigt werden, sind eingerechnet.



Bericht vom 28.01.2022

Tabelle 16: Mengenangaben

Material	Fläche [m²]	Aushubvolumen [m³]	Aushubmasse [t]	Güte gem. LAGA M 20 / DepV
Vorarbeiten				
Oberboden	3.500	500 - 1.000	900 - 1.800	-
Sanierung (Hauptsanierungsbereich + Böschung)				
Auffüllungsmaterialien (chemisch für einen Wiedereinbau geeignet)	13.000	3.000	5.400	≤ Z 1.1
		9.000	16.200	Z1.2
		27.000	48.600	Z 2
Auffüllungsmaterialien (chemisch nicht für einen Wiedereinbau geeignet)		4.000	7.200	DK 0
		18.500	32.400	DK I
		16.500	28.800	DK II
		4.000	7.200	DK III / Gef. Abfall
Summe Auffüllung		82.000	147.600	
Geogen				
Baugruben Randbereiche Haus 2 bis 4 und Haus 5 bis 7	9.000	22.500	40.500	≤ Z 1.1

Da die Herstellung der geplanten Grün- und Ausgleichsfläche nachlaufend zur Hauptsanierungsmaßnahme erfolgt, werden die Mengen dafür separat in der nachfolgenden Tabelle ausgewiesen. Es handelt sich um ca.-Angaben, die unter der Annahme berechnet wurden, dass auf einer Fläche von rund 4.600 m² ein Aushub von 1,5 m erforderlich ist, um die Begrünung zu gewährleisten. Diese Annahme basiert auf dem Zwischenstand des Grünordnungsplans vom 13.07.2021.



Bericht vom 28.01.2022

Tabelle 17: Mengenangaben Grün- und Ausgleichsfläche

Material	Fläche [m²]	Aushubvolumen [m³]	Aushubmasse [t]	Güte gem. LAGA M 20 / DepV
Auffüllungsmaterialien (chemisch und bodenmechanisch für einen Wiedereinbau geeignet)	4.600			≤ Z 1.1
		700	1.260	Z1.2
		2.800	5.040	Z 2
Auffüllungsmaterialien (chemisch und/oder bodenmechanisch nicht für einen Wiedereinbau geeignet)		700	1.260	DK 0
		1.400	2.520	DK I
		1.400	2.520	DK II
Summe Auffüllung		7.000	12.600	

9.4 Materialien Einbau

9.4.1 Vor-Ort anfallende Materialien (interne Verwertung)

Anfallendes Bodenmaterial oder Recyclingmaterial kann vor Ort eingebaut werden, sofern die in Tabelle 18 genannten Vorgaben eingehalten werden.

Tabelle 18: Qualitätsanforderungen an das Verfüllmaterial

Einbaubereich	Herkunft des Materials	Qualität
Gesättigte Bodenzone (UK Aushub bis 40,9 m NHN) und Versickerungsbereiche	Herkunfts-unabhängig	Z 0 gem. LAGA TR Boden (2004)
	Standorteigenes, geogenes Material	Z 1.1 gem. LAGA TR Boden (2004)*
Unversiegelte Flächen / Grünflächen Mineralische Einheiten der Abdichtung (oberhalb KDB)		
40,9 m NHN bis geplante GOK	Herkunfts-unabhängig	≤ Z 1.1 gem. LAGA M20

Bericht vom 28.01.2022

Einbaubereich	Herkunft des Materials	Qualität
Versiegelte Flächen Mineralische Einheiten der Abdichtung (unterhalb KDB)		
40,9 m NHN bis geplante GOK	Herkunfts-unabhängig	$\leq Z\ 2$ LAGA M20 und $\leq RCL\ II$
temporäre Baustraßen	Herkunfts-unabhängig	RCL I**
Verwendung von Natursteinschotter		Vorlage eines Herkunftszertifikats
* bei geringfügiger Überschreitung Z 0, nach individueller Bewertung, Begründung und Dokumentation sowie behördlicher Abstimmung		
** mit unterlagerndem Vlies zur späteren Trennung vom anstehenden Boden		

Die Sanierungserdarbeiten sind unter fachgutachterlicher Begleitung auszuführen, um eine ordnungsgemäße Separation von qualitativ und quantitativ unterschiedlich belasteten Aushubmassen im Sinne einer möglichst hochwertigen on- und off-site Entsorgung zu gewährleisten. Die Separation des Materials erfolgt unter organoleptischen Gesichtspunkten auf Anweisung des begleitenden Fachgutachters und ggf. gemäß messtechnischer Überwachung.

Aufgrund der erfahrungsgemäß heterogenen Zusammensetzung der anthropogenen Auffüllungsmaterialien ist eine abfalltechnische Einstufung im Vorfeld der Erdarbeiten oft schwierig, sodass auf dem Gelände zusätzlich gesicherte und gekennzeichnete Flächen zur Bereitstellung von auffälligen Bodenmaterial vorzusehen sind.

In Abhängigkeit von der Abfallart und der Abfallmenge sind temporäre Aufhaldungen mit basaler Abdichtung und Oberflächenabplanung mittels Folien ($\geq 0,4\text{ mm}$) vorzuhalten. Alternativ können abgeplante bzw. verschleißbare Mulden eingesetzt werden. Als Flächen eignen sich hierzu bestehende Versiegelungen wie Bodenplatten (nach oberirdischem Abbruch), zumindest solange diese bis zu deren Abbruch zur Verfügung stehen.

Die Flächen bzw. Aufhaldungen sind zu kennzeichnen und zu sichern (z.B. Bauzaun).

Im nördlichen Bereich des Grundstücks befinden sich versiegelte Flächen (ehem. Verkehrsübungsplatz), die potentiell als temporäre Lagerflächen geeignet sind. Die Eignung der Flächen ist vor Beginn der Arbeiten durch die fachgutachterliche Begleitung zu prüfen.

Das für den Wiedereinbau vorgesehene Material soll, soweit möglich, wie folgt aufbereitet werden:

- Abtrennung von (FE-) Metallen,
- Aussortieren von Holz und sonstigen organischen Bestandteilen,



- Aussortieren von sonstigen Fremdbestandteilen,
- ggf. Brechen auf geeignete Kornfraktion, z.B. $\leq 0/65$ mm, ggf. Absieben ≤ 8 mm,
- ggf. externe Entsorgung von Material, welches nicht den oben angeführten Anforderungen entspricht.

9.4.2 Externe Materialien

Nach aktuellem Kenntnisstand ergibt sich aus den Aushub- und Verfüllberechnungen ein Defizit von Materialien der Qualität Z 0 gemäß LAGA M20 zur Verfüllung in der gesättigten Bodenzone und in Versickerungsbereichen sowie Z 1.1 gemäß LAGA M20 zur Verfüllung in unversiegelten Bereichen.

Die endgültige Fehlmenge ergibt sich erst in der Ausführung nach erfolgter Deklaration des Aushubmaterialien.

Es ist davon auszugehen, dass überschlägig ca. 17.000 m³ Z 0 Material für den Einbau in der gesättigten Bodenzone (bis 40,9 m NHN) und ca. 6.000 m³ bis 7.000 m³ zur Verfüllung der Versickerungsbereiche benötigt werden sowie ca. 16.000 m³ Z 1.1 Material zur Verfüllung des Böschungskörpers. Unter der Annahme, dass sämtliche geogenen Materialien sowie die Auffüllungsmaterialien \leq Z 1.1 (ca. 22.500 m³ + 3.000 m³) wiederverwertet werden können, ergibt sich ein Defizit von ca. 14.500 m³ bis 15.500 m³.

Die Materialanforderungen ergeben sich aus dem jeweiligen Einbaubereich. In Versickerungsbereichen, der gesättigten Bodenzone und dem Grundwasserschwankungsbereich sind Materialien einzubauen, die eine entsprechende Wasser-Durchlässigkeit gewährleisten (z.B. Kiessand).

Unterboden für zukünftige Grünflächen ist so zu wählen, dass die Erfüllung der Bodenfunktion gewährleistet ist.

9.4.3 Einbau von Material in Versickerungsbereichen

In Versickerungsbereichen ist Material der Qualität Z 0 nach LAGA M20 einzubauen. Im Grundwasserschwankungsbereich ist flächendeckend Z 0 einzubauen (bis 40,9 m NHN). Zusätzlich wird auch zwischen 40,9 m NHN und der UK Rigole Z 0 eingebaut, und um einen möglichen Aufstaukegel abzudecken auch um die Rigole herum. Nachfolgend ist dieser Sachverhalt in einem Systemschnitt in Abbildung 10 dargestellt. Der Systemschnitt ist mit Amt 572, Herr Sohnus, abgesprochen.



Bericht vom 28.01.2022

In Abbildung 11 ist darüber hinaus ein Lageplan der Entwässerung mit den Einbaubereichen von Z0-Material im Bereich der Rigolen dargestellt.

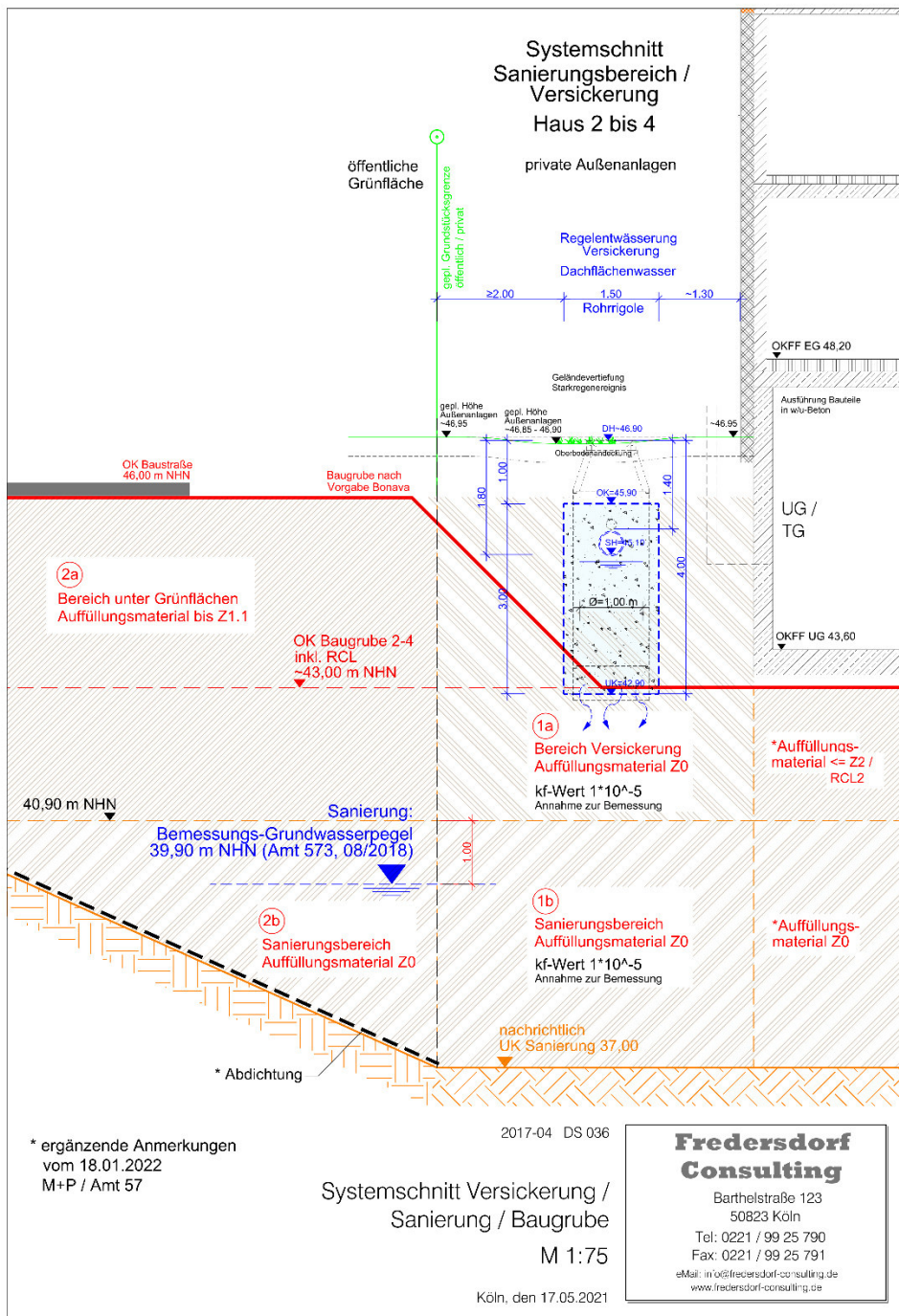


Abbildung 10: Systemschnitt Versickerungsbereiche (Quelle: Fredersdorf Consulting, Köln)

Bericht vom 28.01.2022

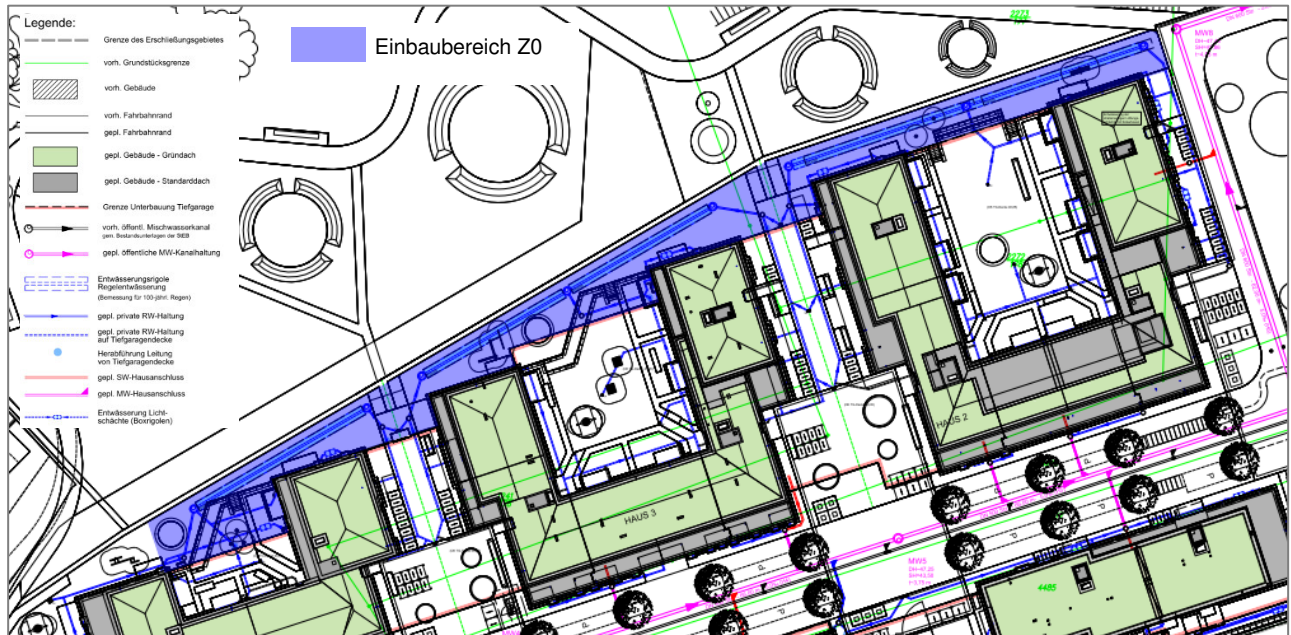


Abbildung 11: Auszug aus Lageplan private Entwässerung mit ergänzter Darstellung des Einbaus von Z0-Material im Bereich der Rigolen Haus 2 bis 4 (blau hinterlegt), (Quelle: Lageplan private Entwässerung - Grundstück Haus 2 bis 7, LK 038a, Fredersdorf Consulting, Stand: 24.11.2021)

9.5 Materialien externe Verwertung / Beseitigung (Amt 572)

Das Bodenmanagementkonzept sieht die externe Verwertung / Beseitigung aller Aushubmaterialien vor, die die Zuordnungswerte der LAGA M20 (bis Z 2) bzw. des Verwertererlasses NRW (bis RCL II) nicht einhalten und/oder aus bodenmechanischer Sicht für eine Wiederverfüllung ungeeignet sind.

Die Auffüllungsmaterialien, die eine Verwertung vor Ort aus chemischer oder bodenmechanischer Sicht nicht zulassen, werden am Aushubort verladen und unmittelbar entsprechend der Deklaration der externen Verwertung / Beseitigung zugeführt. Organoleptisch auffälliges Material ist grundsätzlich zu separieren. Eine temporäre Lagerung kann zur Klärung der Entsorgung erforderlich sein. Für diese sind die Erläuterungen in Kapitel 11.2.2 zu beachten.

Die Sanierungserdarbeiten sind unter fachgutachterlicher Begleitung auszuführen, um eine ordnungsgemäße Separation von qualitativ und quantitativ unterschiedlich belasteten Aushubmassen im Sinne einer möglichst hochwertigen off-site Entsorgung zu gewährleisten.

Im Fall der Beseitigung werden die Materialien entsprechend der Abfallsatzung angedient bzw. es ist der Anschluss- und Benutzungszwang gemäß Abfallentsorgungssatzung zu beachten. Weitere, gemäß dem gewählten Entsorger erforderliche Deklarationsanalysen werden im Bauablauf durch den begleitenden Fachgutachter veranlasst.

9.6 Anfallende Abfallarten (Amt 572)

9.6.1 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 verunreinigten Bau-
schuttresten an, welche vorbehaltlich einer Deklarationsanalyse über v. g. AVV-Schlüssel als ge-
fährlicher Abfall zu entsorgen sind.

9.6.2 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, die auf-
grund der Schadstoffgehalte und -konzentrationen nicht als gefährlicher Abfall zu deklarieren sind
und nicht vor Ort wieder eingebaut werden können.

9.6.3 Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten (AVV 170503*)

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

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

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

9.6.5 Baustoffe auf Gipsbasis, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind (AVV 170801*)

Unter vorgenanntem Abfallschlüssel sind Baustoffe auf Gipsbasis und anthropogene Auffüllungs-
materialien (z.B. Industrieabfälle) zu entsorgen, die gemäß den maximal festgestellten Schadstoff-
gehalten und -konzentrationen "Gefahrstoffcharakteristika" aufweisen und als "gefährlicher Abfall"
einzustufen sind.

9.6.6 Baustoffe auf Gipsbasis mit Ausnahme derjenigen, ... (AVV 170802)

Hierunter fallen Baustoffe auf Gipsbasis und anthropogene Auffüllungsmaterialien (z.B. Industrieabfälle), die aufgrund der Schadstoffgehalte und -konzentrationen nicht als gefährlicher Abfall zu deklarieren sind und nicht vor Ort wieder eingebaut werden können.

9.6.7 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 ggf. anfallenden Schwarzdecken zu nennen, die entsprechend durchzuführender begleitender PAK-Analysen entweder als kohlenteeerhaltige Bitumengemische (AVV 170301*) (Teerdecke) oder als Bitumengemische, mit Ausnahme derjenigen, die unter 170301* fallen (AVV 170302) (Asphalt) zu klassifizieren sind. Des Weiteren sind auch gemischte Bau- und Abbruchabfälle (AVV 170904) sowie Holz (AVV 170201) hinzuzurechnen.

9.7 Nachweise, Genehmigungsverfahren

Die Abfallsatzung der Stadt Köln 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.

9.8 Kontrollen im Bauablauf / (Wieder)einbaumaterialien

Die Überprüfung und Dokumentation des Sanierungserfolgs erfolgt durch Beprobungen der Sanierungsoberfläche nach erfolgtem Abtrag der sanierungspflichtigen Aushubmaterialien. Es erfolgen Analysen auf die maßgeblichen Parameter gemäß Kapitel 5.4.1.

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

Bericht vom 28.01.2022

Vor dem Einbau sind im Vorfeld Kontrollanalysen je ca. 500 m³ und mindestens je Anfall-/ Herkunftsort auf den vorgenannten Parameterumfang nach LAGA M20 bzw. Verwertererlass NRW vorzulegen. Die entsprechenden Mengen werden vor dem Einbau vom begleitenden Fachgutachter geprüft und freigegeben.

Zur Qualitätssicherung werden zusammenfassend folgende Maßnahmen empfohlen:

Tabelle 19: Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Maßnahme:	Anzahl	Parameter
Chemische Analysen:		
Kontrollanalysen anthropogener Bodenaushub und Bauschutt	je nach Verwertungs- / Entsorgungsstelle	gem. LAGA / DepV / Anforderungen des Entsorgers
Analysen zur Erfassung Status Quo an Aushubsohle Sanierungsgrube	Mischprobe je 400 m ² ; ergänzt nach organoleptischem Befund	Feststoff- und Eluatuntersuchung auf ausgewählte Parameter: PAK, PCB, BTEX+TMB, MKW, Schwermetalle
Analysen zur Erfassung Status Quo der Baugrubenböschungen (geogene Oberfläche) der Sanierungsgrube		
Kontrollanalysen Wiedereinbaumaterial (vor Ort umgelagert oder von extern)	je 500 m ³	LAGA M 20 / RC-Richtlinie
Sonstige Maßnahmen:		
Dokumentation der Maßnahme	nach Abschluss	
Gutachterliche Überwachung	nach Baufortschritt	
Sicherheits-, Gesundheits- und Umgebungsschutz	s. Kap. 11	

10 QUALITÄTSMANAGEMENTPLAN

Der Qualitätsmanagementplan ist Anlage III zu entnehmen.

11 SICHERHEITS-, GESUNDHEITS- UND UMGEBUNGSSCHUTZ

11.1 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 Methan-Konzentrationen in der Bodenluft ermittelt wurden, die potenziell zur Ausbildung explosionsfähiger Gemische führen können. Im zentralen Bereich der zukünftigen Grün- und Ausgleichsfläche wurden zudem BTEX im Boden und der Bodenluft ermittelt, die vorsorgliche



Maßnahmen zum Arbeitsschutz erfordern. Darüber hinaus ist im östlichen Bereich der Altablagerung im Rahmen der Erdarbeiten mit dem Anfall von Aushubmaterialien mit MKW-Gehalten > 8.000 mg/kg und Blei-/Zinkgehalten (> 2.500 mg/kg) zu rechnen. Die Grenzwerte zur Zuordnung von gefahrenrelevanten Eigenschaften für MKW und Zink (und ggf. Blei) werden jeweils überschritten. Entsprechend liegen gem. Gefahrstoffverordnung Gefahrstoffe vor, die beim Aushub als "gefährlicher Abfall" einer geeigneten Beseitigung zuzuführen sind. Aufgrund der heterogenen Zusammensetzung der Auffüllung sind auch gefahrenrelevante Gehalte anderer Schadstoffe, wie z. B. PCB, PAK und BTEX, nicht auszuschließen.

Die DGUV-Regel 101-004 bzw. die TRGS 524 fordern die Erstellung eines Arbeits- und Sicherheitsplanes (A+S-Plan) für die anstehenden Sanierungsarbeiten. 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.

Während der Bauausführung ist eine messtechnische Kontrolle der Arbeits- und Umgebungsluft, insbesondere in der Baugrube, erforderlich. Die hierfür nötigen Maßnahmen werden ebenfalls in dem Arbeits- und Sicherheitsplan gemäß TRGS 524 / DGUV-Regel 101-004 vor Ausführung festgelegt.

Messungen zur Auslösung von Schutzmaßnahmen bei Überschreitung von Schwellenwerten sind ausschließlich mittels direkt anzeigender Messgeräte durchzuführen.

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 oder Gleichwertigem 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.

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

11.2 Technische und organisatorische Schutzmaßnahmen

11.2.1 Schwarz-Weiß-Bereiche

Für die Dauer der Sanierungserdarbeiten 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 inkl. Böschungsflächen, den Bereitstellungsflächen für Aushub zur Kontrollbeprobung (bei Bedarf), den Übergabe- / Ladezonen zum Abtransport kontaminierter Materialien sowie der Flächen für die Schwarz-Weiß-Container. Der ge-

Bericht vom 28.01.2022

samte Baustellenbereich des jeweiligen Sanierungsabschnitts ist durch Bauzäune zu sichern. Bereits sanierte Bereiche sind nicht mehr Teil des Schwarzbereichs und entsprechend abzutrennen, um eine Verschleppung von Materialien zu vermeiden.

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.

Mindestanforderungen Reifenwaschanlage:

- Mobile Anlage für Einsätze mit niedrigen bis mittleren Durchfahrffrequenzen,
- Auslegung für enge bis sehr enge Platzverhältnisse und starke Verschmutzungen,
- Wasserrecycling.

Eine exemplarische Darstellung einer mobilen Reifenwaschanlage ist der nachfolgenden Abbildung 12 zu entnehmen.

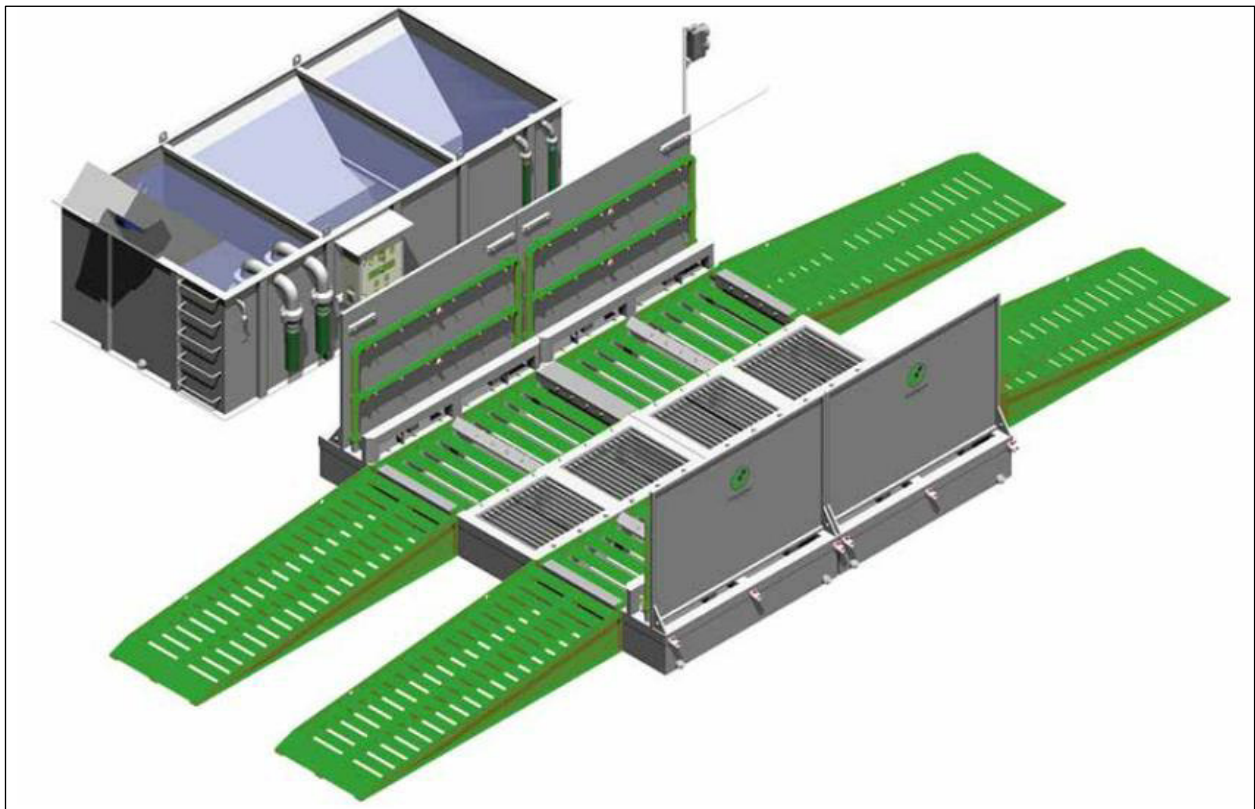


Abbildung 12: Exemplarische Darstellung mobile Reifenwaschanlage (Quelle: Stonetec Industries GmbH)

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 sind 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 anzuzeigen. 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.

11.2.2 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.

Die Separation und Ablage von belastetem bzw. unbelastetem Aushub hat entsprechend des Schwarz-Weiß-Konzeptes zu erfolgen.

11.2.3 Staubemissionen

Die Verfahren zur Sanierung sind so zu wählen, dass Staubemissionen möglichst vermieden werden. Zudem sollten Staubemissionen durch organisatorische und technische Schutzmaßnahmen minimiert werden.

11.2.4 Lärm- und Erschütterungsemissionen

Durch die auszuführenden Erdarbeiten ist die Entstehung von umgebungsrelevanten Erschütterungen und Lärm nicht auszuschließen. Insbesondere bei Antreffen größerer Bauschuttbrocken in der Auffüllung 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.

11.2.5 Verkehrliche Situation im Baustellenbetrieb

Im Hinblick auf den Abtransport der nicht vor Ort verwertbaren Aushubmaterialien sowie die Anlieferung von Bodenmaterialien für den Wiedereinbau ist mit erhöhtem Verkehrsaufkommen im näheren Umfeld des Baufelds zu rechnen. 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 Simonskaul ist unbedingt zu vermeiden.



Zu den Details zum Thema Verkehrsentwicklung wird auf die Verkehrsplanung verwiesen, die nicht Teil des Sanierungsplans ist.

11.3 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 Staubbelastung 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).

12 DOKUMENTATIONSMAßNAHMEN

Die Sanierungsmaßnahme ist fortlaufend zu dokumentieren. Es ist ein Bautagebuch zu führen, in dem insbesondere auch darauf zu achten ist, dass besondere Vorkommnisse, durchgeführte Kontrollanalysen und Mengenbilanzen, soweit arbeitstäglich möglich, vermerkt werden (z.B. Unfälle, Ausfälle, Beprobungen der Abfälle etc.). Dies ist auf der Baustelle für die behördliche Kontrolle bereitzuhalten und zudem mindestens 3 Jahre durch den Bauherrn – bzw. dessen eventuellem Rechtsnachfolger – sicher aufzubewahren. Die für die Führung des Bautagebuchs verantwortliche Person ist durch den Auftragnehmer zu Beginn der Maßnahme namentlich dem Bauherren, der AG-Fachbauleitung und der Behörde mitzuteilen. Änderungen sind nur nach Abstimmung mit der AG-Fachbauleitung und mit der Behörde zulässig.

Die Mengenbilanzen sind darüber hinaus in monatlichen Zwischenbilanzen zusammenfassend darzustellen.

Nach Abschluss ist die Sanierung in einem abschließenden gutachterlichen Bericht inkl. der Mengenbilanzen darzustellen. Die Dokumentation zur Herstellung der Grün- und Ausgleichsfläche erfolgt separat, da diese Maßnahme erst nach Abschluss des Hochbaus durchgeführt werden kann.

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 Probenengewinnung 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.

