

BV INquartier Ingolstadt

Sanierungsplan nach § 13 BBodSchG



Auftraggeber: GERCH Einkaufs GbR Ingolstadt INquartier
Emmericher Straße 26
D - 40474 Düsseldorf



BV INquartier in Ingolstadt - Sanierungsplan gem. § 13 BBodSchG -

Projektnummer 200678 (interne Projektnummer)

Bearbeitung Dipl.-Geol. Ingo Tremel

Umfang 114 Seiten Text, 54 Tabellen, IX Anlagen

Auftragsdatum 15.03.2021

Auftraggeber GERCH Einkaufs GbR Ingolstadt INquartier
Emmericher Straße 26
D-40474 Düsseldorf

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: koeln@mullundpartner.de
Homepage: www.mullundpartner.de

Köln, den 30.10.2021



Dipl.-Geol. Ingo Tremel
-Gutachter-



Bericht vom 30.10.2021

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	1
TABELLENVERZEICHNIS	5
ANLAGENVERZEICHNIS	7
1 ANLASS, VORGANG	9
1.1 Veranlassung, Geltungsbereich	9
1.2 Schutz- und Sanierungsziele.....	10
1.3 Aufgabenstellung, Auftragsumfang	10
1.4 Auftraggeber, Auftragsdatum	11
2 VERWENDETE UNTERLAGEN	11
2.1 Planunterlagen, Gutachten, Berichte.....	11
2.2 Literatur / Gesetze / Verordnungen	12
3 STANDORTBESCHREIBUNG	13
3.1 Lage, Größe, Zustand	13
3.2 Schutzzonen / Restriktionen.....	14
3.3 Stadtgeographische Situation	15
3.4 Naturräumliche Ausstattung	15
3.4.1 Morphologie	15
3.4.2 Geologie, Hydrogeologie.....	16
3.5 Nutzung	16
3.5.1 Historische Nutzung.....	16
3.5.2 Aktuelle Nutzung.....	17
3.5.3 Geplante Folgenutzung.....	17
4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	18
4.1 Zusammenfassung vorangegangener Untersuchungen, Fremdgutachten	18
4.2 Grundwasseruntersuchungen 2020 (exkl. PFAS).....	20
4.3 Detailuntersuchung Boden- und Grundwasseruntersuchung, PFAS-Schaden	20
4.4 Gefährdungsabschätzung und abfalltechnische Untersuchungen 2020-2021	21
4.5 Zusammenfassung und Differenzierung sanierungsrelevanter Ergebnisse	22
4.5.1 Verunreinigung mit per- und polyfluorierten Alkylverbindungen (PFAS)	23
4.5.1.1 Nordöstliche Grundstücksgrenze / ehem. Galvanik	23
4.5.1.2 Freifläche südl. Gebäude M10.....	23
4.5.1.3 Freifläche südl. M28	24
4.5.1.4 Freifläche südl. ehem. Kinogebäude (M63)	24
4.5.1.5 Freifläche südl. M69	24
4.5.2 Verunreinigung mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK)	25
4.5.2.1 Keller ehem. Kühlraum Gebäude 8+9, Bäumler-Areal	25
4.5.2.2 Ehem. Kesselhaus, Lehrwerkstatt (M67)	26
4.5.2.3 Einfahrtbereich Friedrich-Ebert-Straße	26
4.5.2.4 Südöstlicher Parkplatz.....	27
4.5.2.5 Südliche Grundstückshälfte	27
4.5.2.6 Freifläche östlicher Kantinenbereich	29

Bericht vom 30.10.2021

4.5.2.7	Schreinerei (M28), Kohlelager (Fläche 33)	29
4.5.2.8	Flächige Verunreinigung mit PAK zwischen M22 und M24 (altes Kesselhaus)	30
4.5.2.9	Sonstige lokale, geringfügige Verunreinigungen mit PAK	30
4.5.2.10	Beaufschlagungen mit Benzo(a)pyren	31
4.5.3	Verunreinigung mit Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW)	31
4.5.3.1	Südlicher Hallenbereich M2 / M3 (Metallverarbeitung)	31
4.5.3.2	Nördlicher Hallenbereich M3 (Metallverarbeitung)	32
4.5.3.3	Grünfläche zwischen M22 und M24 (altes Kesselhaus)	32
4.5.4	Verunreinigung mit Schwer- und Halbmetallen	33
4.5.4.1	Flächige Schwermetall-Verunreinigung im Einfahrtsbereich Friedrich- Ebert-Straße	33
4.5.4.2	Flächige Schwermetall-Verunreinigung im Bereich ehemalige Schießanlage und Gießerei	33
4.5.4.3	Flächige Schwermetall-Verunreinigung zwischen M22 und M24 (altes Kesselhaus)	35
4.5.4.4	Schwermetall-Verunreinigung südliche Grundstückshälfte	36
4.5.4.5	Flächige Schwermetall-Verunreinigung zwischen M69 und ehem. Kesselhaus M67	36
4.5.4.6	Freifläche nördlich M1	37
4.5.4.7	Freifläche ehem. Krätzeler	37
4.5.4.8	Freifläche um M69	38
4.5.4.9	Freifläche westl. M56	38
4.5.4.10	Geringfügige Verunreinigungen mit Schwermetallen	39
4.5.5	Verunreinigungen durch sonstige Stoffe (Cyanide, Phenole)	39
4.5.5.1	Keller Halle M10, ehem. Zylinderhärtereier	39
4.5.5.2	Nördlicher Hallenbereich M2 / M3 (Metallverarbeitung)	40
5	FACHLICHE BEURTEILUNG DER ERGEBNISSE	40
5.1	Beurteilungskriterien	40
5.1.1	Schutzgutbetrachtung	40
5.1.2	LAGA TR Boden (1997)	42
5.1.3	Abfallrechtliche Betrachtung	44
5.1.4	Deponieverordnung (DepV, 2020)	46
5.2	Schadstoffinventar Boden und Grundwasser	47
5.2.1	Abfalltechnische Einstufungen der Auffüllungsmaterialien	48
5.2.2	Verunreinigungen mit per- und polyfluorierten Alkylverbindungen (PFAS)	48
5.2.2.1	Galvanik	48
5.2.2.2	Freifläche südl. Gebäude M10	49
5.2.2.3	Freifläche südl. M28	49
5.2.2.4	Freifläche südl. ehem. Kinogebäude (M63)	50
5.2.2.5	Freifläche südl. M69	50
5.2.3	Verunreinigungen mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen	51
5.2.3.1	Keller ehem. Kühlraum Gebäude 8+9, Bäumler-Areal	51
5.2.3.2	Ehem. Kesselhaus (M67)	52
5.2.3.3	Einfahrtsbereich Friedrich-Ebert-Straße	53
5.2.3.4	Südöstlicher Parkplatz	53
5.2.3.5	Südliche Grundstückshälfte	54
5.2.3.6	Freifläche östlicher Kantinenbereich	55

Bericht vom 30.10.2021

5.2.3.7	Ehemalige Schreinerei (M28), Kohlelager (Fläche 33).....	55
5.2.3.8	Flächige Verunreinigung mit PAK zwischen M22 und M24 (altes Kesselhaus).....	56
5.2.3.9	ehemalige Aschegruben (M26).....	56
5.2.3.10	Sonstige lokale, geringfügige Verunreinigungen mit PAK.....	57
5.2.3.11	Benzo(a)pyren auf der Grundstücksfläche.....	58
5.2.4	Verunreinigungen mit Mineralölkohlenwasserstoffen.....	58
5.2.4.1	Südlicher Hallenbereich M2 / M3 (Metallverarbeitung).....	58
5.2.4.2	Nördlicher Hallenbereich M2 / M3 (Metallverarbeitung).....	59
5.2.4.3	ehemalige Gießerei.....	60
5.2.4.4	Bereich ehem. Anschusshäuschen.....	60
5.2.4.5	ehem. Gleisdrehscheibe Nord.....	61
5.2.5	Verunreinigungen mit Schwermetallen.....	61
5.2.5.1	Flächige Schwermetall-Verunreinigung im Einfahrtsbereich Friedrich-Ebert-Straße.....	61
5.2.5.2	Flächige Schwermetall-Verunreinigung im Bereich ehemalige Gießerei.....	62
5.2.5.3	Flächige Schwermetall-Verunreinigung im Bereich ehemalige Schießbahn.....	63
5.2.5.4	Flächige Schwermetall-Verunreinigung zwischen M22 und M24 (altes Kesselhaus).....	64
5.2.5.5	Schwermetall-Verunreinigung südliche Grundstückshälfte.....	65
5.2.5.6	M7, Verzinnerie und Trockenöfen.....	66
5.2.5.7	Lager für Brennmaterial / Späne.....	66
5.2.5.8	Flächige Schwermetall-Verunreinigung zwischen M69 und ehem. Kesselhaus M67.....	67
5.2.5.9	Freifläche nördlich M1.....	67
5.2.5.10	Freifläche ehem. Krätzelager.....	68
5.2.5.11	Freifläche um M69.....	69
5.2.5.12	Freifläche westl. M56.....	70
5.2.5.13	Geringfügige Verunreinigungen mit Schwermetallen.....	70
5.2.6	Verunreinigungen durch sonstige Stoffe (Cyanide, Phenole).....	71
5.2.6.1	Keller Halle M10, ehem. Zylinderhärterei.....	71
5.2.6.2	Nördlicher Hallenbereich M2 / M3 (Metallverarbeitung).....	71
5.2.7	Grundwasser.....	72
5.3	Beurteilung der Schutzgutgefährdungen.....	74
5.3.1	Schadstoffe.....	74
5.3.2	Potenzielle Transferpfade.....	74
5.3.3	Sanierungsrelevanzen - Wirkungspfad Boden → Mensch.....	75
5.3.4	Sanierungsrelevanzen - Wirkungspfad Boden → Grundwasser.....	75
5.4	Ableitung von Sanierungsbereichen.....	76
5.4.1	Sanierungsbereiche 1.1 - 1.5: Verunreinigungen mit per- und polyfluorierten Alkylverbindungen (PFAS).....	78
5.4.2	Sanierungsbereiche 2.1 - 2.30: Verunreinigungen mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK).....	79
5.4.3	Sanierungsbereiche 3.1 - 3.6: Verunreinigung mit Mineralölkohlenwasserstoffen.....	80
5.4.4	Sanierungsbereiche 4.1 - 4.16: Verunreinigungen mit Schwer- und Halbmetallen.....	81

Bericht vom 30.10.2021

5.4.5	Sanierungsbereich 5.1 - 5.2: Verunreinigungen mit sonstigen Stoffen	82
5.5	Kubaturen und Massenbilanzen der Sanierungsbereiche	82
6	SANIERUNGSKONZEPT	84
6.1	Sanierungsverfahren: Variantenvergleich.....	84
6.1.1	Beurteilung der Sanierungsverfahren	85
6.1.2	Verfahrenstechnische Eignungen.....	85
6.1.3	Umgebungsbedingungen und Flächenfolgenutzung.....	86
6.1.4	Kostenüberschlag	86
6.1.5	Zusammenfassende fachliche Beurteilung der Sanierungsszenarien.....	86
6.2	Präferiertes Verfahren.....	87
6.3	Sanierungsziel, Vorgehensweise	88
6.3.1	Allgemein	88
6.3.2	Sanierungsbereiche 1.1 - 1.5: Verunreinigungen mit PFAS.....	89
6.3.3	Sanierungsbereiche 2.1 - 2.30: Verunreinigungen mit PAK.....	92
6.3.4	Sanierungsbereiche 3.1 - 3.6: Verunreinigung mit Mineralölkohlenwasserstoffen	92
6.3.5	Sanierungsbereiche 4.1 - 4.16: Verunreinigungen mit Schwer- und Halbmetallen	93
6.3.6	Sanierungsbereich 5.1 - 5.2: Verunreinigungen mit sonstigen Stoffen	93
6.4	Vorbereitende Maßnahmen.....	93
6.5	Baustelleneinrichtung.....	94
6.6	Kampfmittel.....	95
6.7	Bodenaushub.....	95
6.8	Wasserhaltung.....	97
6.9	Verfüllung und Geländeprofilierung	98
6.10	Bauzeit und Reihenfolge	99
7	SANIERUNGSZIELWERTE	100
7.1	Schadensbereiche / Kontaminanten.....	100
7.1.1	PFAS	100
7.1.2	PAK	101
7.1.3	MKW	102
7.1.4	Schwer- und Halbmetalle	102
7.1.5	Sonstige.....	103
7.1.6	Boden	103
7.2	Folgenutzung Wohnen	105
8	SICHERHEITS-, GESUNDHEITS- UND UMGEBUNGSSCHUTZ.....	106
8.1	Allgemeines / Hygiene	106
8.2	Technische und organisatorische Schutzmaßnahmen	107
8.2.1	Schwarz-Weiß-Bereiche.....	107
8.2.2	Bereitstellungsflächen	108
8.2.3	Staubemissionen	109
8.2.4	Lärm- und Erschütterungsemissionen.....	109
8.2.5	Verkehrsbelastung	109
8.3	Persönliche Arbeitsschutzmaßnahmen	110
9	ENTSORGUNGSKONZEPT	111

Bericht vom 30.10.2021

9.1	Rechtliche Grundlagen.....	111
9.2	Materialien zur Entsorgung	111
9.2.1	Kohlenteerhaltige Bitumengemische (AVV 170301*) oder Bitumengemische, mit Ausnahme derjenigen, die unter 170301* fallen (AVV 170302)	111
9.2.2	Gemische aus oder getrennte Fraktionen von Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik, die gefährliche Stoffe enthalten (AVV 170106*).....	112
9.2.3	Gemische aus oder getrennte Fraktionen von Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik, mit Ausnahme derjenigen die unter 170106* fallen (AVV 170107) ..	112
9.2.4	Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten (AVV 170503*)	112
9.2.5	Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, ... (AVV 170504).....	112
9.2.6	Sonstige.....	112
9.3	Nachweise, Genehmigungsverfahren	113
10	QUALITÄTSSICHERUNG UND KONTROLLANALYSEN	113
10.1	Allgemeines	113
10.2	Umgebungs- und Arbeitsschutz	113
10.3	Kontrollen im Bauablauf / Einbaumaterial.....	114

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Grundstückskenndaten	13
Tabelle 2: Relevante Befunde der Voruntersuchungen	19
Tabelle 3: Zuordnungswerte der Klassen Z 0 bis Z 2 nach LAGA TR Boden (1997).....	42
Tabelle 4: Zuordnungswerte Z 0 bis Z 2 nach Verfüll-Leitfaden (2021).....	44
Tabelle 5: Zuordnungswerte der Deponieklassen 0 bis III nach Deponieverordnung (2020).....	47
Tabelle 6: Max. PFOS-Konzentrationen KRB 11, Bereich Galvanik.....	48
Tabelle 7: Max. PFOS-Konzentrationen Schurf 299, westliche Leichtbauhalle	49
Tabelle 8: Max. PFAS-Konzentrationen Freifläche südlich M28	50
Tabelle 9: Max. PFOS-Konzentrationen Schurf 117, südwestlich M63	50
Tabelle 10: Max. PFOS-Konzentrationen Schurf 134, südwestlich M63	51
Tabelle 11: Max. PAK-, Naphthalin und B(a)P-Gehalte, KRB 8	51
Tabelle 12: Max. PAK-, Naphthalin-, MKW- und B(a)P-Gehalte, KRB 38a	52
Tabelle 13: Max. PAK-Gehalt, Einfahrtsbereich.....	53
Tabelle 14: Max. PAK- und B(a)P-Gehalte, Schurf 38	53
Tabelle 15: Max. PAK- und B(a)P-Gehalte, südliche Grundstückshälfte	54
Tabelle 16: Max. PAK- und B(a)P-Gehalte, Schurf 127	55
Tabelle 17: Max. PAK-Gehalte, Schreinerei und Kohlelager.....	55
Tabelle 18: Max. PAK-Gehalt, Fläche altes Kesselhaus	56
Tabelle 19: Max. PAK-, Naphthalin-, MKW- und B(a)P-Gehalte, Bereich Aschegruben.....	57
Tabelle 20: Max. PAK-Gehalt, lokale Verunreinigungen	57

Bericht vom 30.10.2021

Tabelle 21: MKW-Gehalte, M2 / M3 Süd, KRB 24	59
Tabelle 22: MKW-Gehalte, M2 / M3 Nord, KRB 24	59
Tabelle 23: Max. MKW-Gehalt, Freifläche Gießerei.....	60
Tabelle 24: Max. MKW-Gehalt, Bereich ehem. Anschusshäuschen	60
Tabelle 25: Max. MKW-Gehalt, zentrale Grünfläche	61
Tabelle 26: Max. Schwermetalle, Schurf 65 Einfahrtbereich Friedrich-Ebert-Straße	62
Tabelle 27: Schwermetall-Befunde, Bereich ehemalige Gießerei	62
Tabelle 28: Schwermetall-Befunde, Bereich ehemalige Schreinerei	63
Tabelle 29: Schwermetall-Befunde, Bereich ehemalige Gießerei	63
Tabelle 30: Schwermetall-Befunde, Bereich altes Kesselhaus	64
Tabelle 31: Schwermetall-Befunde, südliche Grundstückshälfte.....	65
Tabelle 32: Schwermetall-Befunde, Bereich Halle M7	66
Tabelle 33: Schwermetall-Befunde, Bereich ehemalige Gießerei	66
Tabelle 34: Schwermetall-Befunde, Bereich zwischen M69 und ehem. Kesselhaus M67	67
Tabelle 35: Schwermetall-Befunde, Bereich Freifläche nördlich M1	68
Tabelle 36: Schwermetall-Befunde, Freifläche ehem. Krätzelager.....	68
Tabelle 37: Schwermetall-Befunde, Freifläche um M69.....	69
Tabelle 38: Schwermetall-Befunde, Freifläche westl. M56.....	70
Tabelle 39: Geringfügige Schwermetall-Verunreinigungen auf der Untersuchungsfläche	70
Tabelle 40: Max. Cyanid-Gehalte, ehem. Zylinderhärterei	71
Tabelle 41: Phenol-Gehalte, KRB 56.....	71
Tabelle 42: PFAS-Konzentrationen der Abstromsicherung	72
Tabelle 43: LHKW-Konzentrationen der Abstromsicherung	73
Tabelle 44: Zusammenfassung der PFAS-Sanierungsbereiche auf dem Untersuchungsgelände.....	78
Tabelle 45: Zusammenfassung der PAK-Sanierungsbereiche auf dem Untersuchungsgelände... ..	79
Tabelle 46: Zusammenfassung der MKW-Sanierungsbereiche auf dem Untersuchungsgelände ..	80
Tabelle 47: Zusammenfassung der Schwermetall-Sanierungsbereiche auf dem Untersuchungsgelände	81
Tabelle 48: Zusammenfassung weiterer Sanierungsbereiche auf dem Untersuchungsgelände....	82
Tabelle 49: Mengenangaben der jeweiligen Aushubkubatur.....	83
Tabelle 50: Verfahrensvergleich der Sanierungsvarianten	87
Tabelle 51: Sanierungszielwerte Boden Z1.1, ungesättigte Bodenzone.....	104
Tabelle 52: Sanierungszielwerte Boden Z 0, gesättigte Bodenzone bis 1 m über MGHW.....	105
Tabelle 53: Sanierungszielwerte für Boden als Prüfwerte der BBodSchV, Wirkungspfad Boden- Mensch (direkter Kontakt), Nutzungsart "Wohngebiet"	105
Tabelle 54: Maßnahmen zur Qualitätssicherung	114

Bericht vom 30.10.2021

Anlagenverzeichnis

- Anlage I: Abbildung 1: Lage der Untersuchungsfläche im Stadtgebiet von Ingolstadt
Abbildung 2: Lageplan aller Aufschlusspunkte
Abbildung 3: Übersichtsplan der Sanierungsbereiche und Lage der Profilschnitte
Abbildung 3.1: Ausschnitt NW, Lageplan der Sanierungsbereiche
Abbildung 3.2: Ausschnitt NE, Lageplan der Sanierungsbereiche
Abbildung 3.3: Ausschnitt SW, Lageplan der Sanierungsbereiche
Abbildung 3.4: Ausschnitt SE, Lageplan der Sanierungsbereiche
Abbildung 4.1: Sanierungsbereich 1.1, Profilschnitte A - A', B - B' und C - C'
Abbildung 4.2: Sanierungsbereiche 1.2, SB 2.6 und SB 5.1, Profilschnitte D - D' und E - E'
Abbildung 4.3: Sanierungsbereich 2.1, Profilschnitt F - F'
Abbildung 4.4: Sanierungsbereiche 3.2, SB 3.3 und SB 5.2, Profilschnitt G - G'
Abbildung 4.5: Sanierungsbereich 4.3, Profilschnitt H - H'
Abbildung 4.6: Sanierungsbereich 1.3 und SB 4.2, Profilschnitt I - I'
Abbildung 4.7: Sanierungsbereich 1.3, SB 1.5, SB 2.11 und SB 4.2, Profilschnitt J - J'
Abbildung 4.8: Sanierungsbereich 1.5 und SB 2.11, Profilschnitt K - K'
Abbildung 4.9: Sanierungsbereich 2.2 und SB 4.8, Profilschnitt L - L'
Abbildung 5.1: Sanierungsbereich 1.1, Aushubplan 3D-Modell
Abbildung 5.2: Sanierungsbereich 1.1, Aushubplan Aufsicht
- Anlage II: MULL UND PARTNER INGENIEURGESELLSCHAFT MBH: "Nutzungs- und planungsorientierte Gefährdungsabschätzung mit abfalltechnischer Untersuchung" für das BV INquartier in Ingolstadt, März 2021.
- Anlage III: MULL UND PARTNER INGENIEURGESELLSCHAFT MBH: „BV INquartier Ingolstadt: Boden- und Grundwasserbelastung mit PFAS – Vertiefende Detailuntersuchung“, Oktober 2020.
- Anlage IV: MULL UND PARTNER INGENIEURGESELLSCHAFT MBH: „BV INquartier Ingolstadt: Boden- und Grundwasserbelastung mit PFAS - Vertiefende Detailuntersuchung“, ergänzende Schreiben B200678_04 vom 16.11.2020 und B200678_10 vom 06.01.2021 zu weiteren Grundwasseruntersuchungen
- Anlage V: Wasserrechtliche Erlaubnis für die Grundwasserabstromsicherung und Wiedereinleiten von gereinigtem Grundwasser (Fl.-Nr. 3737/1, Gemarkung Ingolstadt - ehem. Rietergelände) vom 26.01.2021
- Anlage VI: MULL UND PARTNER INGENIEURGESELLSCHAFT MBH: 1. und 2. Monitoringbericht zur Abstromsicherung von Juli und September 2021
- Anlage VII: KISTER SCHEIDTHAUER GROSS (KSG) ARCHITEKTEN UND STADTPLANER GMBH: INquartier Rahmenplan, vom 18.02.2021



Bericht vom 30.10.2021

Anlage VIII Gefahrstoffdatenblätter

Anlage IX: Ingolstädter Kommunalbetriebe AöR: Grundwasserauskunft vom 16.02.2021

Bericht vom 30.10.2021

1 ANLASS, VORGANG

1.1 Veranlassung, Geltungsbereich

Die GERCHGROUP AG, Düsseldorf, plant eine Umnutzung der ehemaligen Rieter- und der Bäumler-Liegenschaften an der Friedrich-Ebert-Straße 84 in Ingolstadt. Zukünftig sind eine Mischnutzung aus Wohnen und Gewerbe mit der Einrichtung von Bildungseinrichtungen und Kindertagesstätten sowie einer öffentlichen Park- und Freizeitanlage geplant.

Die Areale weisen eine 150-jährige industrielle Nutzungshistorie auf. Vorrangig wurden die gegenständlichen Areale als Betriebsstätte zur Munitions-, Großspinnereimaschinen- und Bekleidungsherstellung genutzt. Die Grundstücksfläche ist zu einem Großteil als Rüstungsaltnast erfasst.

Zum Zeitpunkt der Erstellung des gegenständlichen Sanierungsplans war der Gebäudebestand auf dem Areal teilweise noch durch Vermietung in Nutzung und bereichsweise großflächig im Leerstand.

Der vorliegende Sanierungsplan basiert im Wesentlichen auf Ergebnissen von im Jahr 2020 bis 2021 auf dem Grundstück durchgeführten umwelttechnischen Untersuchungen der Kompartimente Boden und Grundwasser. Die Befunde werden durch die Ergebnisse von Voruntersuchungen aus dem Zeitraum 2005 bis 2020 ergänzt.

Der vorliegende Sanierungsplan gilt ausdrücklich für die bei den Untersuchungen 2020 bis 2021 festgestellten Schadensbereiche. Die nachgewiesenen, abgegrenzten und sanierungspflichtigen Untergrundbelastungen werden hierbei hauptsächlich durch die Parameter aliphatische Kohlenwasserstoffe (MKW), polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Schwer- und Halbmetalle, Cyanide und per- und polyfluorierte Alkylverbindungen (PFAS) hervorgerufen.

Die sanierungsrelevanten Schadensbereiche sind ab Kapitel 4 ausführlich aufgeführt.

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

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.

Bericht vom 30.10.2021

1.2 Schutz- und Sanierungsziele

Das Ziel der Sanierung ist in erster Linie der Boden- und Grundwasserschutz und dient der Abwehr von Gefahren für die menschliche Gesundheit sowie der Unterbindung eines Schadstoffeintrages über den Transferpfad Boden - Grundwasser in Bezug auf die detektierten Schadstoffe:

- aliphatische Kohlenwasserstoffe (MKW),
- polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK),
- Schwer- und Halbmetalle (i. W. Antimon, Blei, Kupfer, Zink, Cadmium, Chrom, Nickel, Quecksilber),
- Per- und polyfluorierte Alkylverbindungen (PFAS),
- Cyanide,
- Phenole.

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

Zum Erreichen der Schutz- und Sanierungsziele werden berücksichtigt:

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

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

1.3 Aufgabenstellung, Auftragsumfang

Der Auftrag umfasst die folgend aufgeführten wesentlichen Leistungen.

Sanierungsplan:

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

Bericht vom 30.10.2021

- Darstellung der Qualitätssicherung.

Der Bericht zum Sanierungsplan wird hiermit vorgelegt.

1.4 Auftraggeber, Auftragsdatum

Die GERCH Einkaufs-GbR Ingolstadt INquartier beauftragte am 15.03.2021 die Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH mit den zur Erstellung eines Sanierungsplanes nach BBodSchG § 13 erforderlichen Leistungen für das ehemalige Rieter- und Bäumler-Areal an der Friedrich-Ebert-Straße in Ingolstadt. Dies beinhaltet sowohl die Planung, Konzeptionierung als auch die Erstellung des vorliegenden Sanierungsplans.

2 VERWENDETE UNTERLAGEN

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

2.1 Planunterlagen, Gutachten, Berichte

I. Planunterlagen

- Bestandsplan INquartier Ingolstadt, Ingenieurbüro Schmechtig; 01.03.2021
- Masterplan zu BV INquartier; Kister Scheithauer Gross Architekten und Stadtplaner GmbH, 22.02.2021

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

II. Gutachten

- [1] R&H UMWELT GMBH: "Altlasten- und Gebäudeschadstoffuntersuchung auf der „Bäumler“-Liegenschaft in Ingolstadt, Friedrich-Ebert-Straße", *Oktober 2007*.
- [2] FA. LOTOX UMWELT GMBH & CO KG: "Projekt 295: Historische Erkundung des Betriebsgeländes der Firma Rieter in Ingolstadt. Teil 1: Heizöl- und Kraftstofftanks, Öllager", *Juni 2009*.
- [3] FA. LOTOX UMWELT GMBH & CO KG: "Projekt 295: Historische Erkundung des Betriebsgeländes der Firma Rieter in Ingolstadt. Teil 2: Farben, Lacke, Lösungsmittel und Metallverarbeitung", *Dezember 2010*.
- [4] UMWELTAMT INGOLSTADT: "Historische Erhebung zum ehemaligen Hauptlaboratorium der Bayerischen Armee Ingolstadt", *Dezember 2017*.
- [5] DR. ZERBES UMWELTTECHNIK: "Altlastenuntersuchung Fa. Rieter, Ingolstadt", *Oktober 2018*.

Bericht vom 30.10.2021

- [6] TAUW GMBH: "Phase I+II EDD, Rieter AG, Ingolstadt", *Januar 2019*.
- [7] TAUW GMBH: "Environmental Due Diligence Phase I+II, ehemaliges Gelände der Fa. Bäumler AG, Ingolstadt", *März 2019*.
- [8] ANGERMEIER INGENIEURE GMBH: "Bestandsplan Index 01/02 und 02/02", *Juli 2019*.
- [9] MULL & PARTNER INGENIEURGESELLSCHAFT MBH: "BV INquartier Ingolstadt: Boden- und Grundwasserbelastung mit PFAS - Detailuntersuchung", *Oktober 2020*.
- [10] TAUW GMBH: "Ingolstadt INquartier; ehem. Betriebsgelände der Fa. Rieter AG, Erkundung PFAS-Verunreinigung im Bereich der ehemaligen Galvanik, Detailuntersuchung gemäß BBodSchG", *Oktober 2020*.
- [11] MULL & PARTNER INGENIEURGESELLSCHAFT MBH: "BV INquartier Ingolstadt: Boden- und Grundwasserbelastung mit PFAS - Vertiefende Detailuntersuchung", *November 2020*.
- [12] MULL & PARTNER INGENIEURGESELLSCHAFT MBH: "BV INquartier Ingolstadt: Abfalltechnische Untersuchung und Gefährdungsabschätzung", *März 2021*.
- [13] MULL & PARTNER INGENIEURGESELLSCHAFT MBH: 1. und 2. Monitoringbericht zur Abstromsicherung von Juli und September 2021

Weitere Gutachten, Berichte, Literatur, Planunterlagen und Karten sind in den [1] bis [13] aufgeführten Unterlagen enthalten.

2.2 Literatur / Gesetze / Verordnungen

- [14] BUNDES-BODENSCHUTZGESETZ (BBODSCHG): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten, 17. März 1998, zuletzt geändert am 27.09.2017.
- [15] BUNDES-BODENSCHUTZ- UND ALTLASTENVERORDNUNG: (BBODSCHV): Maßnahmen-, Prüf- und Vorsorgewerte, 17. Juli 1999, zuletzt geändert am 27.09.2017.
- [16] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT: MERKBLATT NR. 3.4/1: Umweltfachliche Beurteilung der Lagerung, Aufbereitung und Verwertung von Straßenaufbruch, Stand 01.03.2019.
- [17] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT: MERKBLATT NR. 3.8/1: Untersuchung und Bewertung von Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen und Gewässerverunreinigungen - Wirkungspfad Boden-Gewässer, Stand 31.10.2001.
- [18] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT: MERKBLATT NR. 3.8/4: Probenahme von Boden und Bodenluft bei Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen für die Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Gewässer, Stand 15.11.2017.



Bericht vom 30.10.2021

- [19] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT: MERKBLATT NR. 3.8/5: Untersuchung von Bodenproben und Eluatn bei Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen für die Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Gewässer, Stand 21.04.2017.
- [20] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT: MERKBLATT: Beprobung von Boden und Bauschutt, Stand November 2017, Ifu_abfall_00220.
- [21] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT: Anforderung an die Verwertung von recycling-Baustoffen in technischen Bauwerken (RC-Leitfaden) vom 15. Juni 2005.
- [22] BERUFGENOSSENSCHAFTEN DER BAUWIRTSCHAFT (HRSG.): Gefahrstoff-Informationssystem (GISBAU), Version 2.15; BC Verlags- und Mediengesellschaft mbH, Wiesbaden. BGVR Gesamtausgabe, 2008. Ausgabe; Carl Heymanns Verlag, letzte Änderung 13.01.2021.
- [23] BAYRISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ: Einführung des evaluierten Leitfadens für die Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen, Stand 01. September 2021 in der Fassung vom 15.07.2021.

3 STANDORTBESCHREIBUNG

3.1 Lage, Größe, Zustand

Das gegenständliche Grundstück befindet sich ca. 1,8 km nordöstlich der Ingolstädter Innenstadt und ist ca. 700 m westlich der Bundesautobahn A9 gelegen. Es wird im Norden durch die Römerstraße und im Süden durch die Anzengruberstraße sowie wohnbaulich genutzte Grundstücke begrenzt. Im Westen schließt das Areal an die Friedrich-Ebert-Straße, die Lessingstraße sowie weitere wohnbaulich und gewerblich genutzte Flurstücke an. Im Osten grenzt die Liegenschaft an die Wohn- und Gewerbebebauung an der Dörfler- und Despagstraße.

In der folgenden Tabelle 1 sind die Grundstückskennndaten aufgeführt.

Tabelle 1: Grundstückskennndaten

Katasterbezeichnung	Gemarkung: Ingolstadt Flurstücke: 3721/2, 3737/1, 3737/13, 3737/3, 3737/4, 3866 (teilweise), 3728/8, 3737/2, 3729, 3728/9, 3897/1, 3733/3	
Amtliche Grundstücksgröße	3721/2:	2.489 m ²
	3737/1:	107.973 m ²
	3737/13:	788 m ²
	3737/3:	793 m ²
	3737/4:	1.270 m ²
	3866 (teilweise):	1.270 m ²
	3728/8:	380 m ²
	3737/2:	11.732 m ²
	3729:	1.230 m ²
	3728/9:	1.266 m ²

Bericht vom 30.10.2021

Katasterbezeichnung	Gemarkung: Ingolstadt Flurstücke: 3721/2, 3737/1, 3737/13, 3737/3, 3737/4, 3866 (teilweise), 3728/8, 3737/2, 3729, 3728/9, 3897/1, 3733/3	
	3897/1:	9.557 m ²
	3733/3:	973 m ²
	insgesamt:	153.239 m²
Flächenversiegelung	Beton / Asphalt:	53.448 m ²
	Dachflächen:	66.837 m ²
	Pflasterflächen:	3.048 m ²
	Betonplatten:	445 m ²
unversiegelte Fläche	Rasengittersteine:	2.450 m ²
	Schotterfläche:	7.277 m ²
	Grünfläche:	18.737 m ²

Im Wesentlichen ist das gesamte Gelände mit Ausnahme vereinzelter, kleinerer Grünflächen versiegelt. Entlang der angrenzenden Straßen und der nördlichen und südlichen Grundstücksgrenze verlaufen Begrenzungsmauern bzw. Zäune.

Die Lage der gegenständlichen Fläche im Stadtgebiet von Ingolstadt ist in der Abbildung 01 in Anlage I dargestellt.

3.2 Schutzzonen / Restriktionen

Gewässerschutz:

Das Untersuchungsgelände befindet sich nicht innerhalb einer ausgewiesenen Wasserschutzzone. Das nächstgelegene Wasserschutzgebiet "Am Krautbuckel" (Wasserwerk I) befindet sich in nördlicher Richtung. Die Grenze der dazugehörigen Wasserschutzzone IIIb liegt in ca. 0,8 km Entfernung vom Standort.

Naturschutz- und Landschaftsschutz

Das Untersuchungsgelände befindet sich in 2,5 km Entfernung zum Naturschutzgebiet "Donauauen an der Kälberschütt". Das nächstgelegene Landschaftsschutzgebiet, das LSG "Donauschütt im Roten Gries", liegt ca. 4,3 km in südwestlicher Richtung.

Altlastenkataster:

Im Altlasten-, Bodenschutz- und Deponieinformationssystem ABuDIS des Landesamtes für Umwelt Bayern ist die Rieter-Fläche als Rüstungsaltlast unter den Nummern 16100109, 16100741, 16100742, 16100743 und 16100745 aufgeführt.

Gebäudedenkmalsschutz:

Zwei der auf dem Gesamtgelände befindlichen Gebäude stehen unter Denkmalschutz. Es handelt sich um das Gebäude M69 im nordöstlichen Grundstücksteil ("Shedd-Dach-Halle" bzw.

Bericht vom 30.10.2021

"Armaturenhalle") mit Anbau sowie um den Wasserturm an der Grenze zum Bäumler-Areal (M21) im südwestlichen Grundstücksteil. Bodeneingriffe unterhalb dieser Gebäude ist aufgrund des Denkmalschutzes sind nicht geplant. Die Grundfläche der beiden Gebäude beträgt zusammen 8.847 m².

3.3 Stadtgeographische Situation

Das gegenständliche Grundstück befindet sich nordöstlich der Altstadt von Ingolstadt im Stadtteil Nordost und umfasst eine Gesamtfläche von ca. 153.000 m². Die Grundstücksfläche ist annähernd rechteckig angelegt.

Die nördliche Umgebung ist durch Wohnbebauung (Nordwest) und Gewerbegrundstücke (Nordost) mit unterschiedlichen ansässigen Firmen geprägt. Im Osten schließt der ehemals ebenfalls zur Rieter-AG gehörende, bereits entwickelte Teil eines Gewerbegrundstückes an. Hier befinden sich ein Discounter und ein Supermarkt sowie die IHK-Akademie Ingolstadt. Hinter dem Gebäude der IHK grenzt der Nordpark an. Das Gelände der ehemaligen Produktionshalle M8 unmittelbar östlich an den Hallenkomplex M1 - M7 angrenzend wurde aus dem Bestand veräußert und nach dessen Rückbau aktuell neu bebaut.

Im Süden des gegenständlichen Grundstücks schließt sich dichte Wohnbebauung und ein Supermarkt bis an die nahe Bundesstraße 16a (Goethestraße) an. Die westliche Umgebung ist durch eine gemischte Nutzung aus Wohnen und (Klein-)Gewerbe geprägt. Des Weiteren ist an der südwestlichen Grundstücksecke ein Bolzplatz an der Lessingstraße vorhanden.

Die Haupteinfahrt über die Friedrich-Ebert-Straße erschließt das komplette Rieter-Werksgebiet. Das Bäumler-Gelände kann zum einen über die Zufahrt von der Lessingstraße und zum anderen über den Parkplatz im Zufahrtsbereich des ehemaligen Rieter Areals erreicht werden.

Die überregionale Verkehrsanbindung erfolgt über die Bundesstraße B16a (Goethestraße), die Römerstraße nördlich des Rieter-Areals und der BAB A9 mit der Anschlussstelle Ingolstadt Nord.

3.4 Naturräumliche Ausstattung

3.4.1 Morphologie

Das Grundstück weist aktuell, bei einer nahezu ebenen Geländeoberfläche maximale Höhenunterschiede von ca. 1,0 m auf. Die mittlere Geländehöhe beträgt ca. 371,5 m - 372,5 m NHN. Geländehochpunkt ist eine Bodenmitte im zentralen Grundstücksbereich mit ca. 375 m NHN. Höchstes Gebäude ist der denkmalgeschützte Wasserturm im südwestlichen Teil des Areals mit einer Giebelhöhe von 395,58 m NHN (= ca. 24 m Höhe).

Bericht vom 30.10.2021

3.4.2 Geologie, Hydrogeologie

Im Stadtgebiet Ingolstadt steht das tertiäre Gestein der "Oberen Süßwassermolasse" in 4 m - 13 m u. GOK an. Das Tertiär besteht aus limnisch-fluviatilen Sedimenten aus Sand, Kies, Schluff, Mergel und Ton [12]. Aufgrund der heterogenen Zusammensetzung und Erosionsempfindlichkeit unterlag die tertiäre Oberfläche einer starken Reliefbildung. Die verfestigten Sedimente bilden eine grundwasserstauende Schicht und damit die Basis des oberen Aquifers.

Der obere Aquifer über dem Tertiär befindet sich innerhalb quartären, fluvioglazialen Hochterrassensedimente (Fluss- und Schmelzwasserschotter) der Donau. Der dort gebildete freie Porengrundwasserleiter besitzt eine mittlere bis gute Durchlässigkeit von ca. 1×10^{-5} m/s. Die risseiszeitlichen Sedimente bestehen überwiegend aus Sand und Schotter, die sowohl vertikal als auch horizontal abhängig von der ehemaligen, stark variierenden Fließdynamik der quartären Gewässer heterogen ausgeprägt sind. Die zwischengeschalteten Schluff- und Tonschichten lassen die Durchlässigkeit lokal variieren. Es sind weitere Grundwasserstockwerke in größerer Tiefe innerhalb des Tertiärs ausgebildet.

Oberhalb der Terrassensedimente ist großflächig ein bis zu 1,5 m mächtiger verlehmteter Bachschotter anzutreffen. Auflagernd befinden sich die anthropogenen Füllhorizonte.

Die Donau ist für das gegenständliche Grundstück der Hauptvorfluter, wodurch die Grundwasserfließrichtung allgemein in östliche bis südöstliche Richtung ausgeprägt ist. Im Norden befindet sich eine kleinregional wirksame Grundwasserscheide, wo ein Teil des Grundwassers in nordöstliche Richtung zum Mailingener Bach abgelenkt wird.

Das Grundwasser wurde in Pegelmessungen auf dem Gelände in rund 4 m Tiefe angetroffen.

Laut Auskunft der Ingolstädter Kommunalbetriebe AÖR vom 16.02.201 liegt der mittlere höchste Grundwasserstand bei 367,5 - 368,5 m NHN im obersten Grundwasserstockwerk. Dies entspricht einem Grundwasserflurabstand von ca. 4 - 5 m.

3.5 Nutzung

3.5.1 Historische Nutzung

Die industrielle bzw. gewerbliche Nutzung des Rieter-Geländes begann ab 1883 mit der Produktion von Waffen und Munition als "königlich bayerisches Hauptlaboratorium". Mit Waffenstillstand 1918 zum Ende des 1. Weltkrieges erfolgte die Konversion des Geländes. 1919 erfolgte die Eingliederung als "Reichswerk Ingolstadt II" in die "deutsche Werke AG". Am Standort wurden Reparaturarbeiten für die Reichsbahn und zivile Produktionen wie die Armaturenherstellung durchgeführt.

Bericht vom 30.10.2021

Ab 1920 erfolgte am Standort die Produktion von industriellen Spinnereimaschinen, die bis zuletzt unter der Firmenbezeichnung Rieter Ingolstadt GmbH ausgeführt wurde.

Einzelheiten sind der historischen Erhebung zum ehemaligen Hauptlaboratorium der Bayerischen Armee Ingolstadt aus dem Jahr 2017 [4] zu entnehmen.

Das "Bäumler-Areal", südwestlich angrenzend an das ehemalige Rieter-Gelände, wurde seit ca. 1910 gewerblich genutzt. Seit 1944 wurde auf dem Areal Herrenbekleidung produziert, 1976 wurde das Gelände nach vorlaufendem Rückbau der Bestandgebäude neu bebaut. Auf einem Teil des Geländes wurde zuvor eine Wäscherei und spätestens ab 1970 eine chemische Reinigung betrieben. Das Grundstück ging ebenfalls 2019 in den Besitz der GerchGroup AG über.

3.5.2 Aktuelle Nutzung

Einige Gebäude aus beiden Arealen sind derzeit noch an die Rieter GmbH, Audi und weiteren Gewerbebetreibern vermietet und in Teilnutzung. Ein Großteil der Gebäude (z. B. Werkhallen im Süden des Rieter-Geländes, Wohnhäuser Friedrich-Ebert-Straße 70 und 73) stehen leer.

3.5.3 Geplante Folgenutzung

Für das Gesamtgrundstück ist eine Umnutzung im Rahmen eines städtebaulichen Entwicklungskonzeptes geplant. Dabei sind eine Mischnutzung aus Wohnen und Gewerbe mit integrierten Grünflächenbereichen sowie die Eingliederung einer Schule und einer Kindertagesstätte unter Erhalt der denkmalgeschützten Gebäude Wasserturm und Shedd-Dachhalle (M69) sowie des ehemaligen Kinogebäudes (M63) geplant.

Bericht vom 30.10.2021

4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

4.1 Zusammenfassung vorangegangener Untersuchungen, Fremdgutachten

Aufgrund der langjährigen umweltrelevanten Nutzungen auf dem gegenständlichen Grundstück wurden im Zeitraum 2005 bis 2020 bereits umfangreiche Voruntersuchungen der Kompartimente Boden und Bodenluft durchgeführt. Die einzelnen Untersuchungen beschäftigten sich schwerpunktmäßig mit Fragestellungen zur Altlastensituation.

Eine umfangreiche Zusammenfassung der Voruntersuchungen des gegenständlichen Untersuchungsgebietes für den Zeitraum zwischen 2005 bis 2020 wird in der Gefährdungsabschätzung von 2021 der M&P Ingenieurgesellschaft dargestellt und ist dieser zu entnehmen [12]. Dokumente früheren Datums liegen dem Unterzeichner nicht vor. Zu erwähnen ist an dieser Stelle ein Abschlussbericht über eine LHKW-Sanierung von 2005, die in Teilen auch in der denkmalgeschützten Halle M69 stattfand.

Insgesamt wurden im Zuge der vorangegangenen Untersuchungen zwischen 2005 und 2020 auf dem gegenständlichen Gelände 193 Rammkernsondierungen niedergebracht.

Durch die Sondierungen wurden flächendeckend eine anthropogene Auffüllung erbohrt, deren Mächtigkeit nach Dr. Zerbes Umwelttechnik (2018) zwischen 0,3 m und 4,5 m beträgt. Die mittlere Auffüllungsmächtigkeit betrug gemäß den Altgutachten ca. 1,5 m.

Im Zuge der chemischen Untersuchungen an Bodenproben wurden in mehreren Bereichen erhöhte Schadstoffgehalte nachgewiesen. Dabei handelt es sich vornehmlich um Schwermetallbelastungen überwiegend durch erhöhte Quecksilber-, Kupfer- und Zink-Gehalte. Die Schwermetallbelastung durch Kupfer und Zink wurden in weiten Teilen des Werksgeländes identifiziert und wurden als auffüllungsgebunden eingestuft. Des Weiteren wurden erhöhte MKW- und PAK-Gehalte festgestellt, bei denen es sich um lokale, nutzungsspezifische als auch um auffüllungsgebundene Verunreinigungen handelt. Weiterhin wurden erhöhte Schadstoffkonzentrationen im Grundwasser (LHKW) nachgewiesen.

Eine Zusammenfassung der relevanten Laborbefunde aus dem Zeitraum 2005 bis 2020 ist der folgenden Tabelle 02 zu entnehmen.

Bericht vom 30.10.2021

Tabelle 2: Relevante Befunde der Voruntersuchungen

RKS/Probe	Jahr / Gutachterbüro	Lage	relevante Befunde
B11	2007 R&H Umwelt GmbH	Bäumler-Areal unter Gebäude 4, ehem. Kühlraum	<u>0,18 m - 0,95 m u. GOK:</u> PAK: 162 mg/kg
130/2	2018 Dr. Zerbes Umwelt-technik	Zentrale Grünfläche (altes Kesselhaus)	<u>0,5 m - 1,15 m u. GOK:</u> Kupfer: 812 mg/kg
F/06	2018 Dr. Zerbes Umwelt-technik	Freifläche südl. M24, Aschegruben	<u>1,0 - 1,2 m u. GOK:</u> MKW: 2.200 mg/kg PAK: 308 mg/kg Naphthalin: 44 mg/kg
F/13	2018 Dr. Zerbes Umwelt-technik	Freifläche südl. Gebäude M28, Rieter-Areal	<u>0,35 - 1,0 m u. GOK:</u> Kupfer: 812 mg/kg
F/14	2018 Dr. Zerbes Umwelt-technik	Freifläche südl. Gebäude M28, Rieter-Areal	<u>0,8 m - 1,3 m u. GOK:</u> Kupfer: 1.860 mg/kg Kupfer (Eluat): 108 µg/l Zink: 2.870 mg/kg
F/27	2018 Dr. Zerbes Umwelt-technik	Freifläche südlich Gebäude M67, Rieter-Areal	<u>1,1 m - 1,8 m u. GOK:</u> Arsen: 150 mg/kg Arsen (Eluat): 12 µg/l Kupfer: 2.260 mg/kg
H/03/02	2018 Dr. Zerbes Umwelt-technik	ehem. Produktionshalle M3, Rieter-Areal	<u>0,21 m - 0,45 m u. GOK:</u> MKW: 16.000 mg/kg
H/07/1	2018 Dr. Zerbes Umwelt-technik	ehem. Produktionshalle M7, Osten, Rieter-Areal	<u>1,5 m - 2,0 m u. GOK:</u> Quecksilber: 193 mg/kg PAK: 25,8 mg/kg Benzo(a)pyren: 2,0 mg/kg
M/22/2	2018 Dr. Zerbes Umwelt-technik	Keller Gebäude M22	<u>1,2 m - 2,2 m u. GOK:</u> MKW: 4.100 mg/kg Kupfer: 2.280 mg/kg Kupfer: 61 µg/l Quecksilber: 122 mg/kg Quecksilber (Eluat) 2,1 µg/l
M/26/1	2018 Dr. Zerbes Umwelt-technik	Freifläche ehem. Gießerei M26, zwischen M24 und M28, Rieter-Areal	<u>0,5 m - 1,0 m u. GOK:</u> MKW: 7.400 mg/kg

Von den vorgenannten Bodenverunreinigungen wurde seitens der zuständigen Gutachterbüros unter Beibehaltung des Status quo der gewerblich-industriellen Nutzung kein Gefährdungspotenzial für die Schutzgüter Grundwasser und menschliche Gesundheit bzw. kein akuter Handlungsbedarf abgeleitet.

Bericht vom 30.10.2021

4.2 Grundwasseruntersuchungen 2020 (exkl. PFAS)

Im Juli, August und Oktober 2020 fanden durch M&P vollumfängliche Beprobungen aller Grundwassermessstellen auf und im Abstrom des Rieter-Geländes statt, darunter die Messstellen A1, A2, B1neu bis B4neu, GWM 5 bis GWM 10, GWM 0, A, C und KP2. Es wurden die Parameter Chlorid, Cyanid, Schwermetalle, MKW, PAK, BTEX/TMB und LHKW analysiert.

Es wurden, außer einer erhöhten Quecksilberkonzentration in der Messstelle A1 im August 2020 und Oktober 2020 (max. 6,1 µg/l), keine erhöhten Schwermetall-, PAK-, BTEX/TMB- oder MKW-Konzentrationen im Grundwasser festgestellt.

Aktuell findet ein monatliches Grundwassermonitoring der Sanierungsanlage (s. Kap. 4.3) zur Abstomsicherung der PFAS-Beaufschlagung statt, bei dem die Messstellen B1, B2 und B3 beprobt und auf Chrom, LHKW und PFAS untersucht werden. Aus den drei Messstellen wird Grundwasser im Zuge der Abstomsicherung entnommen, abgereinigt und anstromig in den Aquifer reinfiltiert. In der Messstelle B2 unterhalb des Gebäudes M69 wurden bereits im Oktober 2020 erhöhte Konzentrationen an LHKW angetroffen (10 µg/l und 15,6 µg/l). Ab März 2021 und mit Beginn des GW-Förderbetriebes zur Abstomsicherung wurden regelmäßig LHKW-Konzentrationen oberhalb des Stufe-2-Werts (bis max. 120 µg/l) gemessen.

4.3 Detailuntersuchung Boden- und Grundwasseruntersuchung, PFAS-Schaden

Im Zuge vorlaufender Boden- und Grundwasseruntersuchungen wurden auf dem ehemaligen Werksgelände der Rieter GmbH Verunreinigungen durch poly- und perfluorierte Alkylverbindungen (PFAS) und hierbei insbesondere mit dem Einzelparameter Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) festgestellt. Die Kontaminationen wurden im nordöstlichen Grundstücksbereich bei der ehemaligen Galvanik identifiziert. Der Kernschadensbereich liegt im Umfeld eines ehemaligen Schlammabsetzbeckens und einer ehemaligen Kammerfilterpresse.

Im Jahr 2020 fand durch M&P eine horizontale und vertikale Eingrenzung des gesamten Schadensbereichs statt. Insgesamt wurden 29 Kleinrammbohrungen bis auf 9,0 m u. GOK abgeteuft, schichtweise beprobt und auf PFAS untersucht. Die umliegenden Grundwassermessstellen wurden ebenfalls beprobt. Zusätzlich wurden insgesamt 19 Direct-Push-Sondierungen mit Grundwasserentnahme in "flach" (ca. 4-5 m u. GOK) und "tief" (ca. 5 - 7 m u. GOK) durchgeführt.

Der Bodenbelastungskörper wurde durch die Untersuchungen hinreichend eingegrenzt und seine Ausmaße erfasst. Die PFOS-Belastungen reichen demnach in sanierungsrelevanten Konzentrationen bis in Tiefen von ca. 9,2 m u. GOK. Sanierungsrelevante Konzentrationen liegen ab > 0,4 µg/l PFOS als vorläufiger Stufe-2-Wert gem. LfU 2017 vor. Bei einer Fläche von ca. 3.250 m² ergibt sich bei der Sanierungstiefe von max. 9,20 m u. GOK eine Kubatur von 12.700 m³ Aushubmaterial aus

Bericht vom 30.10.2021

dem Schadensbereich. Die Maximalkonzentration, die durch M&P (2020) im Bodeneluat festgestellt wurde, betrug 120 µg/l PFOS im oberflächennahen Bereich der KRB 11.

Durch die umfassende Probenahme konnte die sich vom Schadenszentrum ausbildende PFOS-Fahne, die in den GWM 0 und B1 feststellbar ist und in südsüdöstlicher Fließrichtung auf das Nachbargelände abströmt, genauer eingegrenzt werden. Die Grundwassermessstelle B3 bildet hierbei den südlichen Randbereich. Die Fahne ist demnach ca. 220 m lange mit Konzentrationen zwischen 0,19 µg/l und 3,0 µg/l PFOS im Grundwasser (Messstellen A1, A2, GWM 5).

Der Schadensdurchtritt auf das Nachbargrundstück findet insbesondere im oberen Strömungsbereich der DP 5 (22 µg/l) unmittelbar südöstlich der Kammerfilterpresse statt. In der DP 5 befindet sich außerdem eine Überschreitung des Stufe-2-Werts für Kupfer in Höhe von 232 µg/l (Stufe-2-Wert bei 200 µg/l). Weitere Grundwasserergebnisse von M&P (2020) wurden bereits in Kapitel 4.2 dargestellt.

Zur Unterbindung einer weiteren Schadstoffverlagerung auf das Nachbargrundstück wird seit März 2021 eine Abstromsicherung als Grundwassersicherungsmaßnahme betrieben. Dazu wurden in den Messstellen B1(neu), B2(neu) und B3(neu) Tauchpumpen installiert, die das beaufschlagte Grundwasser fördern und über eine Abreinigungsanlage mit Aktivkohle und Adsorberharz führen. Es bildete sich durch die GW-Entnahme ein hydraulisch wirksamer Absenktrichter aus, der das beaufschlagte Grundwasser abfängt und ein weiteres Abströmen der Schadstoffe mit dem natürlichen Grundwasserstrom verhindert. Das abgereinigte Grundwasser wird anstromig in einem hierzu errichteten Sickerschacht im Aquifer reinfiltiert. Die Sanierungsanlage (Messstellen vor der Anlage und Reinwasser) wird monatlich beprobt und auf PFAS, LHKW, Schwermetalle und Chromat analysiert. Berichte werden hierzu vierteljährlich erstellt und den zuständigen Behörden vorgelegt [13].

4.4 Gefährdungsabschätzung und abfalltechnische Untersuchungen 2020-2021

Im März 2021 wurde von der Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH, Köln, ein Gutachten zur abfalltechnischen Untersuchung und zur nutzungs- und planungsorientierten Gefährdungsabschätzung für die Auffüllungsmaterialien im Bauvorhaben INquartiere in Ingolstadt an der Friedrich-Ebert-Straße vorgelegt [12].

Auf dem gegenständlichen Grundstück wurden im Rahmen einer rasterförmigen abfalltechnischen Untersuchung (Rastergröße ca. 20 x 20 m) von Juli 2020 bis Februar 2021 insgesamt 318 Schürfe angelegt und 86 Kleinrammbohrungen (KRB) niedergebracht. Das hierbei jeweils gewonnene Bodenmaterial wurde geologisch-organoleptisch angesprochen und repräsentative Bodenmisch-

Bericht vom 30.10.2021

proben einer chemischen Analytik gem. Verfüll-Leitfaden (2020), LAGA Boden (1997) bzw. Deponieverordnung (2020) zugeführt.

Nachdem im Zuge der ersten beiden Schurf- und Bohrkampagnen (Juli / August 2020 und November 2020) alle Proben ausgewertet waren, wurde ein Untersuchungskonzept für die Eingrenzung bekannter Schäden und die Bohrrasterverdichtung aufgestellt. Die hier ergänzend konzipierten Untersuchungspunkte wurden im Zeitraum Januar 2021 bis Februar 2021 auf dem gegenständlichen Grundstück in Form von 42 zusätzlichen Kleinrammbohrungen realisiert. Die im Rahmen der rasterförmigen Beprobung und in den Voruntersuchungen angetroffenen sanierungsrelevanten Bereiche konnten weitestgehend eingegrenzt werden.

Anhand der Bodenuntersuchungen wurde eine Auffüllungsmächtigkeit von ca. 0,05 m bis 3,19 m erkundet, wobei sich insgesamt eine durchschnittliche Auffüllungsmächtigkeit von 0,77 m ergibt. Abzüglich der Flächen der denkmalgeschützten Gebäude bleiben von 153.000 m² Gesamtfläche noch 144.390 m² sanierungsrelevante Fläche. Im Zuge der rasterförmigen Beprobung wurden insgesamt ca. 111.000 m³ auszuhebendes Auffüllungsmaterial und somit ca. 200.000 t Boden (exkl. Kalksteinschotterlagen als Gründungsunterbau mit einer Mächtigkeit > 0,2 m) ermittelt.

Etwa 75 % der Materialien können in eine Güteklasse nach Verfüll-Leitfaden und damit als verwertbar eingestuft werden. Die restlichen ca. 25 % sind in eine der Deponieklassen (DK 0 - DK III) einzustufen. Hauptparameter für die jeweilige Einstufung in die Güteklassen sind gleichzeitig die identifizierten Schadstoffklassen auf dem Gelände, darunter Schwer- und Halbmetalle (Kupfer, Zink, Blei, Arsen, Quecksilber, Antimon), MKW, PAK und PFAS. Lokal liegen Gefährlichkeitsmerkmale aufgrund mindestens einer dieser Parameter vor.

Derzeit sind auf dem Untersuchungsgelände große Flächen mit Oberflächenversiegelung befestigt oder mit Gebäuden bebaut, zudem liegt eine gewerblich / industrielle Nutzung des Standorts vor. Eine akute Gefährdung der Schutzgüter menschliche Gesundheit (Direktkontakt) und Grundwasser über den Wirkungspfad Boden-Sickerwasser-Grundwasser nach BBodSchV ist im aktuellen Bebauungszustand überwiegend nicht gegeben. Vereinzelt liegen unversiegelte Bereiche vor oder Schadstoffgehalte befinden sich im Grundwasserschwankungsbereich, so dass lokal eine latente Gefährdung des Schutzguts Grundwasser vorliegt.

Die einzelnen sanierungsrelevanten Bereiche werden im folgenden Kapitel 4.5 differenziert dargestellt und das jeweilige Gefährdungspotenzial aufgeführt.

4.5 Zusammenfassung und Differenzierung sanierungsrelevanter Ergebnisse

Im Folgenden sind die sanierungsrelevanten Ergebnisse der abfalltechnischen Untersuchung und Gefährdungsabschätzung (M&P 2021, [12]), differenziert nach den identifizierten Schadstoff-

Bericht vom 30.10.2021

parametern, zusammenfassend aufgeführt. Die in den Altuntersuchungen ermittelten sanierungsrelevanten Bereiche sind nicht näher eingegrenzt worden. Auf eine genauere Beschreibung als die in Kap. 4.1 dargestellte Tabelle wird daher verzichtet. Zusammenhängende Schadensbereiche werden in Kapitel 5 dargestellt.

4.5.1 Verunreinigung mit per- und polyfluorierten Alkylverbindungen (PFAS)

4.5.1.1 Nordöstliche Grundstücksgrenze / ehem. Galvanik

In insgesamt drei Untersuchungskampagnen (Juli, September und November 2020) wurde der Anfang des Jahres 2020 durch die Tauw GmbH identifizierte Schaden mit PFAS durch M&P vertikal und horizontal eingegrenzt. Dazu wurden insgesamt 29 Kleinrammbohrungen bis in 9,0 m u. GOK abgeteuft, Bodenproben entnommen und das erbohrte Material geologisch-organoleptisch angesprochen.

Die Analysen ausgewählter Bodenproben ergaben eine überwiegende Beaufschlagung des PFAS-Einzelparameters Perfluorooctansäure (PFOS) mit Konzentrationen bis zu 120 µg/l in KRB 11 im Bodeneluat (Tiefe 0,05 m - 1,2 m u. GOK). Der eingegrenzte Schadensbereich erstreckt sich von der nordöstlichen Grundstücksecke ca. 70 m in südlicher Richtung bei einer Breite von ca. 22 m sowie 85 m in westlicher Richtung bei einer Breite von ca. 15 m jeweils entlang der Grundstücksgrenze.

4.5.1.2 Freifläche südl. Gebäude M10

Im Rahmen der zweiten Untersuchungskampagne (November 2020) wurden die Auffüllungsproben stichprobenartig auf PFAS untersucht. Hierbei ergab die Untersuchung der Auffüllung von Schurf S299 einen Belastungsschwerpunkt des Einzelparameters PFOS. Der Schurf liegt an der südlichen Grundstücksgrenze westlich der Leichtbauhalle und südlich der Gebäudeecke M10.

In der Auffüllung wurde eine PFOS-Konzentration von 17 µg/l ermittelt (Tiefe 0,0 m - 0,6 m u. GOK). Die Verunreinigung im Schurf wurde nicht gänzlich vertikal eingegrenzt. Technisch bedingt lag lediglich die unmittelbar unterlagernde Geogenprobe vor (Tiefe 0,6 - 1,0 m u. GOK), die eine Konzentration von 5,1 µg/l PFOS enthielt.

Aufgrund der deutlichen Überschreitung des Prüfwerts für PFOS (0,4 µg/l nach PFAS-Leitlinie) war eine horizontale Eingrenzung angezeigt. Hierzu wurden die umliegenden Schürfe auf PFAS untersucht und ergänzend die Bohrungen KRB 98 bis KRB 104 im Februar 2021 abgeteuft. Die Detailuntersuchung ist bereits in der abfalltechnischen Untersuchung und Gefährdungsabschätzung (M&P, 2021 [12]) genau beschrieben. Innerhalb des Schadensbereiches liegen die KRB 98 (max.

Bericht vom 30.10.2021

0,38 µg/l PFOS) und KRB 101 (max. 0,9 µg/l PFOS). Der Bereich wurde horizontal hinreichend eingegrenzt.

Bei der Verunreinigung handelt es sich möglicherweise um unwissentlich mit PFOS belasteten auf-gebrachten Boden, der eventuell beim Bau der Leichtbauhalle aufgeschüttet bzw. aus einem ande-rem Bereich hier umgelagert sein könnte.

4.5.1.3 Freifläche südl. M28

Durch die stichprobenartige Analyse einzelner Auffüllungsproben auf PFAS wurden in Schurf S171 (Tiefe 0,3 m - 1,9 m u. GOK) 0,47 µg/l und in Schurf S172 (Tiefe 0,2 m - 0,6 m u. GOK) 0,18 µg/l PFOS nachgewiesen. Während das Geogen (1,9 m - 2,0 m u. GOK) in S171 unauffällig ist, wurden im Geogen von S172 PFOS-Konzentrationen in der Höhe von 0,21 µg/l analysiert (0,6 m - 1,0 m u. GOK). Eine detaillierte Beschreibung der eingrenzenden Detailuntersuchungen ist der abfalltechni-schen Untersuchung und Gefährdungsabschätzung (M&P, 2021 [12]) zu entnehmen.

Der Bereich wurde durch die umliegenden Schürfe eingegrenzt. Lediglich die Auffüllung in S187 (Tiefe 0,15 m - 1,5 m u. GOK) wies anstelle von PFOS H4PFOS in höherer Konzentration auf (0,25 µg/l). Zu erwähnen ist außerdem die KRB 128 östlich des Bereichs, die im unteren Auffül-lungsbereich und tieferliegenden Geogen nachweisbare Gehalte von PFOS enthält (bis 1,3 µg/l zwischen 3,1 und 4,1 m u. GOK). Der Bereich ist horizontal abgegrenzt und beschränkt sich auf die Schürfe S171, S172 und S187 sowie die KRB 128.

4.5.1.4 Freifläche südl. ehem. Kinogebäude (M63)

Südlich des Bestandsgebäudes M63 wurden die drei Schürfe S117 bis S119 angelegt. Die Auffül-lung ist sehr heterogen ausgeprägt. So besteht sie in S117 aus organoleptisch auffälligem Kiessand ohne weitere Auffälligkeiten (Tiefe bis 1,2 m u. GOK), in S118 aus einer Lage Kalksteinblöcken mit unterlagerndem sandigem Lehm und in S119 nur aus Kalksteinschotter als Unterbau. In den drei Schürfen wurden PFOS-Konzentrationen zwischen 0,67 µg/l und 1,1 µg/l im Eluat nachgewiesen, die sich nach Analyse der unterlagernden Geogenproben auf die Auffüllung beschränken. Die Be-lastungen liegen oberhalb des vorläufigen Stufe-2-Werts gem. PFAS-Leitfaden und sind damit als sanierungsrelevant einzustufen.

4.5.1.5 Freifläche südl. M69

Bei der exemplarischen Analyse von Auffüllungsmaterialien wurde in S133 und S134 neben der bekannten PFOS-Beaufschlagung im Bereich ehemaliger Galvanik jeweils eine diffuse Beaufschla-gung mit der Einzelverbindung PFOS nachgewiesen. Die Fläche liegt südlich von M69 und umfasst

Bericht vom 30.10.2021

einen engräumig begrenzten Bereich mit Konzentrationen zwischen dem vorläufigen-Stufe-1 und Stufe-2-Wert (0,15 µg/l - 0,28 µg/l PFOS). Die umliegenden Schürfe waren unauffällig. In der Bohrkampagne im Februar 2021 wurden zusätzlich die KRB 123 bis KRB 127 abgeteuft und schichtweise auf PFAS untersucht. Der Schadensbereich erstreckt sich demnach im Wesentlichen auf die Auffüllung und das Geogen in S134 sowie das Geogen in S133. Eine Tiefenabgrenzung der Belastung erfolgte verfahrensbedingt nicht. Eine erhöhte PFOS-Konzentration in Höhe von 0,15 µg/l wurde auch in der Tiefe zwischen 3,2 - 4,5 m u. GOK in KRB 123 im Geogen angetroffen.

Der Bereich liegt angrenzend der PFOS-Beaufschlagung an der Galvanik und die Beaufschlagung vermutlich der gleichen Schadensgenese zuzuordnen.

4.5.2 Verunreinigung mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK)

4.5.2.1 Keller ehem. Kühlraum Gebäude 8+9, Bäumler-Areal

Im Keller wurde unterhalb eines ehemaligen Kühlraums der Gebäude 8 und 9 der ehem. Bäumler AG im November 2020 bei der Bohrgutansprache der Sondierung KRB 80 organoleptische Auffälligkeiten in Form von Teergeruch bzw. PAK-Geruch festgestellt [13]. Das Auffüllungsmaterials aus KRB 80 wurde im Rahmen abfalltechnischer Untersuchungen nach Verfüll-Leitfaden (2020) analysiert. Für eine vollständige Analyse nach Deponieverordnung (2020) reichte das Material nicht aus. Anhand der vorliegenden Ergebnisse waren eine abfalltechnische Einstufung und gutachterliche Bewertung dennoch möglich.

Die Analyse der Bodenprobe KRB 80/1 - 3 (Mischprobe) aus dem Tiefenbereich 0,14 m - 1,4 m u. GOK ergab einen stark erhöhten PAK-Gehalt von 6.890 mg/kg (Hilfswert 2 für PAK nach LfW-Merkblatt 3.8/1 25 mg/kg). Die Einzelparameter Naphthalin und Benzo(a)pyren überschreiten den jeweiligen Hilfswert bzw. Prüfwert um ein Vielfaches. Anhand der unterlagernden Probe des Terrassenmaterials (KRB 80/4: 1,4 - 2,0 m u. GOK) konnte eine hinreichende Tiefeneingrenzung der PAK-Verunreinigung erzielt werden (PAK: 2,20 mg/kg).

Zur horizontalen Eingrenzung des Schadensbereichs wurden im Februar 2021 die KRB 105 bis KRB 108 im Umfeld der auffälligen Kleinrammbohrung KRB 80 im KG abgeteuft. Das entnommene Bohrgut der vier eingrenzenden Sondierungen zeigte mit Ausnahme der Auffüllung in KRB 106 keine geruchlichen Auffälligkeiten. Zur Eingrenzung des identifizierten Schadens erfolgten PAK-Bestimmungen an den jeweiligen Auffüllungsproben aus den KRB 106 - KRB 108.

In den Proben vom Februar 2021 wurden mit 4.940 mg/kg in der KRB 106 ebenfalls erhöhte PAK-Gehalte festgestellt (Tiefe: 0,23 m - 0,5 m u. GOK). Hinzu kommt eine Beaufschlagung mit 6.900 mg/kg MKW. Die weiteren untersuchten Bodenproben liegen hinsichtlich PAK im Hilfswertbereich (9,46 mg/kg in der unterlagernden Probe 106/2) bzw. waren PAK nicht bestimmbar (KRB 105, KRB 107 und KRB 108). Der Schaden wurde horizontal eingegrenzt. Die Probe B11 aus dem

Bericht vom 30.10.2021

Gutachten von R&H (2007) wird mit 162 mg/kg PAK nahe der aktuellen KRB 106 ebenfalls als begrenzender Aufschlusspunkt für den Schadensbereich verwendet. Vermutlich ist die PAK-Beaufschlagung baulichen Ursprungs (Teerkorkdämmungen in den Kellern an Wänden Böden und Decke).

4.5.2.2 Ehem. Kesselhaus, Lehrwerkstatt (M67)

Bei den Untersuchungen für die abfalltechnische Untersuchung im Jahr 2020 wurde im ehemaligen Kesselhaus M67 im November 2020 die Bohrung KRB 38a abgeteuft. Aus den Einzelproben KRB 38a/1 - 3 (Tiefe 0,3 m - 2,6 m u. GOK) wurde eine Mischprobe erstellt und laborchemisch auf den Parameterumfang des Verfüll-Leitfadens (2020) untersucht.

In der Auffüllungsmischprobe unterhalb der Bodenplatte wurde mit 3.940 mg/kg PAK und mit 7.200 mg/kg MKW in der Kornfraktion < 2 mm deutlich erhöhte Gehalte nachgewiesen. Die Probe des unterlagernden Terrassenkieses (KRB 38a/4: 2,6 m - 3,8 m u. GOK) wies mit 5,19 mg/kg einen deutlich geringeren PAK-Gehalt auf. Im weiter unterlagernden Terrassensand wurden mit 1,25 mg/kg nur noch geringfügige Gehalte an PAK ermittelt. MKW wurden in beiden Proben nicht mehr oberhalb der Nachweisgrenze nachgewiesen. Anhand der umliegenden Aufschlüsse (S111 - S113, S121, S130 - S132, KRB 7a und KRB 48) wurde die Belastung auf einen engräumig begrenzten Bereich unterhalb des ehemaligen Kesselhauses eingegrenzt.

Der Belastungsbereich weist eine vielfache Überschreitung der Hilfwerte für PAK und Naphthalin (19 mg/kg) neben einer deutlichen Erhöhung des Einzelparameters Benzo(a)pyren (39 mg/kg) auf. Daneben ist der Prüfwert für Phenol mit 27 µg/l geringfügig überschritten.

Am Standort der KRB 38a befand sich bis mindestens 1917 ein Kesselhaus. Später wurde das Gebäude zu einer (Lehr-)Werkstatt und Zieherei umfunktioniert. Es handelt sich bei der vorgefundenen Verunreinigung vermutlich um Einträge von PAK- und MKW-haltigen Abbruchmaterialien sowie Aschen und Schlacken aus dem ehemaligen Kesselhaus. Sie zeigen sich in Form von schwarz verfärbtem Sand mit Fremd Beimengungen aus Bauschutt.

4.5.2.3 Einfahrtsbereich Friedrich-Ebert-Straße

Während der beiden Schurfkampagnen wurden im Einfahrtsbereich des Grundstücks nahe der Friedrich-Ebert-Straße mehrere Baggerschürfe durchgeführt und die Auffüllungsmaterialien abfalltechnisch nach Verfüll-Leitfaden (2020) untersucht. Die Ergebnisse wurden für die Gefährdungsabschätzung herangezogen.

Im Einfahrtsbereich wiesen die zwei Schürfe S65 und S212 erhöhte PAK-Gehalte auf. In S65 betrug der PAK-Gehalt 111 mg/kg (Tiefe 0,0 m - 1,0 m u. GOK). In der unterlagernden Geogenprobe wurden keine PAK oberhalb der Bestimmungsgrenze festgestellt. Auch wurden in den umliegenden Schürfen keine erhöhten PAK-Gehalte nachgewiesen.

Bericht vom 30.10.2021

S212 (Tiefe 0,0 m - 0,6 m) wies neben einem PAK-Gehalt von 1.590 mg/kg auch erhöhte Gehalte von Benzo(a)pyren (= BaP) von 130 mg/kg oberhalb des Grenzwerts für Wohngebiete (BaP: 0,5 mg/kg) auf. Zusätzlich liegt eine Beaufschlagung mit 4.000 mg/kg MKW vor. Unterhalb der Auffüllung wurden in S212 Altfundamente (Ziegel) angetroffen. Das tiefer unterlagernde Geogen wurde hier durch den Baggerschurf nicht erfasst und daher nicht chemisch untersucht. In den umliegenden Schürfen S64, S205, S206 und S211 wurden keine erhöhten PAK-Gehalte festgestellt.

Bei beiden Verunreinigungen handelt es sich um lokale, eng begrenzte Beaufschlagung, die auf die schlackenhaltige Auffüllungen zurückzuführen sind.

4.5.2.4 Südöstlicher Parkplatz

In der südöstlichen Grundstücksecke neben dem Hallenabschnitt M13 befindet sich eine überwiegend geschotterte Parkplatzfläche. In der ersten Schurfkampagne (Juli / August 2020) wurde dort in S38 eine ca. 1,5 m mächtige Auffüllung mit heterogener Zusammensetzung aus kiesig-sandig-schluffiger Matrix und Beimengungen aus Müll (Glas, Holz, Kleidung, Metall, Bauschutt) angetroffen.

Die chemischen Untersuchungen der Auffüllungen erbrachten einen PAK-Gehalt von 745 mg/kg und 56 mg/kg B(a)P (Tiefe: 0,0 m - 1,5 m u. GOK). Die unterlagernde Geogenprobe (1,5 m - 1,8 m u. GOK) wies keine erhöhten PAK-Gehalte auf.

Bei der Kontamination handelt es sich um auffüllungs- und stoffgebundene Belastungen. Die Belastungen treten lokal auf und wurde durch die unterlagernde Geogenprobe sowie die umliegenden Schürfe hinreichend eingegrenzt.

4.5.2.5 Südliche Grundstückshälfte

Auf der gesamten südlichen Grundstückshälfte, insbesondere im Bereich zwischen der Halle M10 und dem Parkplatz des Bäumler-Areals, liegen vermehrt lokale Beaufschlagungen durch PAK vor. Diese wurden im Rahmen der 2. Schurfkampagne infolge der Verdichtung des Beprobungsrasters identifiziert. Insgesamt handelt es sich hierbei um 7 Schürfe.

Südwestliche Gebäudeecke M10

An der südwestlichen Gebäudeecke der Halle M10 wurde der Schurf 277 durchgeführt. Die hierbei angetroffene Auffüllung bestand aus Kies und Sand sowie Ziegelbruch und war braun bis grau gefärbt. Die abfalltechnische Untersuchung der Auffüllungsprobe (Tiefe 0,08 m - 1,3 m u. GOK) ergab Gehalte von 648 mg/kg PAK und 25 mg/kg Benzo(a)pyren.

Anhand der unterlagernden Geogenprobe (Tiefe 1,3 m - 1,5 m u. GOK), die keine nachweisbaren PAK enthielt, wurde der Bereich in der Tiefe eingegrenzt.

Bericht vom 30.10.2021

Ehem. Gärtnerei, südl. M12

Der Schurf 281 ist südlich des großen Hallenkomplexes M12 an der südlichen Grundstücksgrenze lokalisiert. Die Auffüllung erstreckt sich in der Tiefe unterhalb der Oberflächenversiegelung zwischen 0,07 m und 1,0 m. Der kiesig-sandigen Matrix sind Ziegel- und zum Teil Glasreste beige-mengt. Im unteren Bereich ist das Auffüllungsmaterial dunkelgrau verfärbt.

Es wurde ein PAK-Gehalt von 323 mg/kg und 34 mg/kg B(a)P im Rahmen der abfalltechnischen Untersuchung ermittelt. Die unauffällige, unterlagernde Geogenprobe wurde nicht untersucht. Eine weitere vertikale wie auch horizontale Eingrenzung erfolgte nicht.

Bäumler-Parkplatz

Auf dem südwestlichen Parkplatzgelände befinden sich insgesamt 3 Schürfe, die erhöhte PAK-Gehalte aufwiesen. In S254 an der Grundstücksgrenze zum Rieter-Areal wurden in der Auffüllungsprobe (Tiefe 0,1 m - 0,9 m u. GOK) 112 mg/kg PAK und 8,1 mg/kg B(a)P nachgewiesen. Der benachbarte Schurf S255 wies 29 mg/kg PAK (Tiefe 0,08 m - 0,6 m u. GOK) auf. Auf weitere Untersuchungen wurde aufgrund der moderaten Gehalte verzichtet.

Der Schurf S311 liegt an der südwestlichen Grundstücksgrenze an einer Baumallee als Parkplatzbegrenzung. Die Auffüllung reicht hier bis 2,0 m Tiefe. Im Rahmen der abfalltechnischen Untersuchung und Gefährdungsabschätzung wurden 193 mg/kg PAK und 14 mg/kg B(a)P analytisch nachgewiesen.

Die Auffüllung besteht in den drei vorgenannten Aufschlusspunkten unter anderem aus unterschiedlichen Anteilen an Bauschuttresten (Ziegel, Beton) sowie Schlackenanteilen. Zur genauen historischen Entwicklung des Parkplatzbereichs vor Erwerb der Fa. Krehle 1976 liegen dem Unterzeichner keine Informationen vor. Eine gewerbliche Nutzung des Geländes besteht bereits seit ca. 1910. Bei den gegenständlichen Belastungen wird daher von stoffbedingten Belastungen in Zusammenhang mit den angetroffenen Schlacken ausgegangen.

Wasserturm

Auf dem Hof zwischen dem denkmalgeschützten Wasserturm und dem Hauptgebäudekomplex des Bäumler-Areals befindet sich unter anderem der Schurf S213. Die hierin angetroffene, bauschutt- und schlackenhaltige Auffüllung (Tiefe 0,08 m - 1,0 m u. GOK) wies 94 mg/kg PAK auf. Der Gehalt des karzinogenen Einzelparameters B(a)P beträgt 7,7 mg/kg. Durch die unterlagernde Geogenprobe (Z 0 nach LAGA Boden, 1997) wurde der Bereich in der Tiefe eingegrenzt.

Keller unter Halle M10

Der Schurf S225 wurde Anfang Dezember 2020 innerhalb der südlichen Hallenkomplexe M10 - M13 angelegt und ist im Hallenbereich M10 (M10C-001, Kaizen-Werkstatt) lokalisiert. In S225 wurde in ca. 2,0 m Tiefe u. GOK eine Betonbodenplatte angetroffen. Der Bereich war bis unterhalb des

Bericht vom 30.10.2021

Hallenbodens mit Bauschutt aus Ziegelstein- und Betonbruch verfüllt. Die mutmaßliche Kellerverfüllung weist 74 mg/kg PAK mit einem Anteil von 5,5 mg/kg B(a)P auf. Anhand der Sichtung aller verfügbaren Unterlagen war ein Keller in diesem Bereich nicht bekannt. Im Plan von 1923 (Historische Recherche Umweltamt, 2017) sind nördlich der Gärtnerei in diesem Bereich einige nicht näher benannte Gebäude zu erkennen, deren Nutzung unklar ist.

4.5.2.6 Freifläche östlicher Kantinenbereich

Im Rahmen der rasterförmigen Untersuchungen für die Abfalltechnik und Gefährdungsabschätzung wurde 2020 der Schurf S127 östlich der Kantine M58 angelegt und die Auffüllung einer chemischen Untersuchung durchgeführt.

Es wurde ein PAK-Gehalt von 242 mg/kg und 13 mg/kg Benzo(a)pyren analysiert (Tiefe 0,1 m - 0,5 m u. GOK). Die Auffüllung besteht im Wesentlichen aus tonigem Schluff. Im Liegenden der Auffüllung wurde eine Ziegellage angetroffen (ggf. alte Kellerbodenplatte). Die unterlagernde, organoleptisch unauffällige Geogenprobe wurde nicht untersucht.

4.5.2.7 Schreinerei (M28), Kohlelager (Fläche 33)

Zwischen den Gebäuden M28 (Schreinerei, Beizerei) und der denkmalgeschützten Halle M69 befinden sich zwei Lokationen mit erhöhten PAK-Gehalten. Beide Schürfe wurden während der zweiten Schurfkampagne im November 2020 durchgeführt. Die jeweilige Auffüllung sowie das Geogen wurden beprobt und die Proben einer chemischen Analyse gem. Verfüll-Leitfaden (2020) bzw. LAGA Boden (1997) durchgeführt.

Der Schurf S156 wies in der Auffüllung (Tiefe 0,1 m - 1,2 m u. GOK) 149 mg/kg PAK auf. Der B(a)P-Gehalt betrug hierbei 13 mg/kg. Mögliche Quelle der Belastungen könnte eine der alten Schreinerei (ab 1904) im nördlichen Gebäudeteil von M28 gewesen sein, in der möglicherweise auch Teeröle und Imprägnier-Mittel, die PAK und Naphthalin enthielten, eingesetzt wurden. Die gleiche Ursache der PAK-Beaufschlagung könnte auch in S158 vorliegen. Der nördlich der ehemaligen Schreinerei gelegene Schurf besitzt in der Auffüllung (Tiefe 0,0 - 1,1 m u. GOK) noch 29,9 mg/kg PAK und einen Benzo(a)pyren-Gehalt oberhalb des Prüfwerts für Wohngebiete (0,5 mg/kg) von 1,5 mg/kg.

Auch südlich des ehemaligen Schreinerei- und Beizerei-Gebäudes wurde eine lokale PAK-Verunreinigung lokalisiert. Der Schurf S31 liegt innerhalb der südlich an das Gebäude angrenzenden Grünfläche und wurde aufgrund der Heterogenität der Auffüllung in 2 Proben geteilt. Während der schlackenhaltige untere Auffüllungsbereich (Tiefe 0,7 m - 3,0 m u. GOK) vorwiegend erhöhte Schwermetall-Gehalte aufweist (s. Kap. 4.4.4.2), liegt im oberen Auffüllungsbereich (Tiefe 0,0 m - 0,7 m u. GOK) ein PAK-Gehalt mit 41,5 mg/kg oberhalb des Hilfswert 2 nach LfW Merkblatt 3.8/1

Bericht vom 30.10.2021

für den Wirkungspfad Boden - Grundwasser vor. Auf das karzinogene Benzo(a)pyren entfallen 2,4 mg/kg. Die Belastung ist auffüllungs- und somit stoffbedingt einzustufen. Sie ist möglicherweise auf die historische Nutzung mit den Gebäuden der nördlichen Schreinerei (M28) oder der ehemals westlich gelegenen Gießerei mit Schmelzöfen (M26, rückgebaut) zurückzuführen.

Der Schurf S133 liegt weiter nördlich im Bereich der ehemaligen Fläche mit der Nummer 33. Aus der historischen Recherche geht eine Nutzung als Kohlelager ab 1893 hervor. Die beprobte, vor allem bauschutthaltige Auffüllung ergab 171 mg/kg PAK in der Fraktion < 2 mm sowie 15 mg/kg B(a)P (Tiefe: 0,06 m - 1,0 m u. GOK).

4.5.2.8 Flächige Verunreinigung mit PAK zwischen M22 und M24 (altes Kesselhaus)

In der ersten Schurfkampagne (Juli / August 2020) wurde in den Schürfe S10 und S28 eine Beaufschlagung durch PAK festgestellt. Anhand der Verdichtung der Untersuchungen wurde ein mutmaßlich zusammenhängender, flächenhafter Bereich mit PAK-Verunreinigungen im Bereich der zentralen Grünfläche zwischen den Gebäuden M22 und M24 identifiziert. Der Bereich umfasst 7 Schürfe mit einer heterogen verteilten PAK-Belastung zwischen 29,4 mg/kg PAK in Schuf 10 und 140 mg/kg PAK im direkt benachbarten Schurf 152.

Die Auffüllung besteht aus einer Matrix aus Sand, Kies und Schluff mit Bauschuttresten (Ziegel, Beton) und heterogen verteilten Schlacken. Lokal ist die Auffüllung auch schwarz verfärbt. Der Bereich erstreckt sich im nördlichen Teil der Grünfläche (S10, S28, S152, S165, S167) über deren westlichen Bereich über S179 bis zu S178 südlich von M22. Auf der Grünfläche bestand Anfang des 20. Jahrhunderts ein altes Kesselhaus und ein Metallspäne-Lager, wobei westlich ein Bahn-Gleis von Nord nach Süd führte. Aus gutachterlicher Sicht handelt es sich um stoffbedingte Verunreinigungen, möglicherweise auf Kohlen, Aschen und Schlacken aus dem ehemaligen Kesselhaus. Die PAK-Gehalte sind nach vereinzelt Analysen des Geogens auffüllungsgebunden und an die vorhandenen Kohlen, Aschen und Schlacken gebunden.

4.5.2.9 Sonstige lokale, geringfügige Verunreinigungen mit PAK

Auf der Untersuchungsfläche befinden sich neben den bereits erwähnten PAK-Verunreinigungen weitere PAK-Einzelbefunde mit geringfügiger Überschreitung des Hilfswert 2. Es handelt sich um insgesamt 14 Aufschlusspunkte, wovon die 13 Schürfe S12, S16, S31, S106 - S108, S115, S158, S174, S196, S258, S285, S291 und S292 und die KRB 53 aus der abfalltechnischen Untersuchung und Gefährdungsabschätzung (M&P, 2021) stammen. Die Schürfe S31 und S158 wurden bereits in den obigen Kapiteln näher beschrieben. Die Bohrung M/07/01 stammt aus dem Gutachten von Dr. Zerbes Umwelttechnik (2018).

Bericht vom 30.10.2021

Es handelt sich bei den Einzelbefunden um Auffüllungen mit einer Mächtigkeit von min. 0,3 m bis > 2 m. Die Beprobungspunkte verteilen sich über die gesamte Untersuchungsfläche. Die Gehalte bewegen sich zwischen 25,8 mg/kg und 52,6 mg/kg PAK. Aufgrund der langjährigen und wechselnden Nutzungsgeschichte sowie dem Vorkommen im Auffüllungsmaterial handelt es sich um stoffbedingte Verunreinigungen. Die Bereiche wurden nicht weiter eingegrenzt.

4.5.2.10 Beaufschlagungen mit Benzo(a)pyren

Über die gesamte Untersuchungsfläche verteilt treten, neben den bereits erwähnten erhöhten Gehalten an Benzo(a)pyren, weitere Überschreitungen des Prüfwerts für Wohngebiete nach Merkblatt Altlasten 1 im Sinne der BBodSchV für B(a)P auf (0,5 mg/kg). Die Gehalte wurden oberflächennah und auffüllungsgebunden mit Gehalten zwischen 0,53 mg/kg und 2,4 mg/kg B(a)P festgestellt.

4.5.3 Verunreinigung mit Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW)

4.5.3.1 Südlicher Hallenbereich M2 / M3 (Metallverarbeitung)

Im Rahmen der abfalltechnischen Untersuchung und Gefährdungsabschätzung wurde in der ersten Bohrkampagne im Juli 2020 die KRB 24 abgeteuft. Im unteren Auffüllungsbereich wurden organoleptische Auffälligkeiten (aromatischer Geruch) festgestellt, weshalb die Auffüllung anhand zweier Mischproben auf den Parameterumfang des Verfüll-Leitfadens (2020) untersucht wurde. Die erste Probe deckt den Bereich zwischen 0,15 m - 1,0 m u. GOK (KRB 24/2-3) und die zweite Probe den organoleptisch auffälligen Bereich zwischen 1,0 m - 1,5 m u. GOK (KRB 24/4) ab. MKW wurden in beiden Proben festgestellt, wobei der obere Horizont mit 5.500 mg/kg MKW etwas weniger stark belastet ist im Vergleich zum unteren Auffüllungshorizont mit 19.000 mg/kg MKW. Das unterliegende Geogen (KRB 24/5) ist Teil einer Mischprobe aus dem Geogen der weiträumigen Umgebung. Hierin wurden keine MKW-Gehalte oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen.

In der zweiten Bohrkampagne im November 2020 wurden auch in den umliegenden KRB 74 und KRB 75 auffällige MKW-Gehalte in Höhe von 2.400 mg/kg und 2.700 mg/kg identifiziert. In der parallel durchgeführten Gebäudebegehung für das Rückbau und Entsorgungskonzept fielen in diesem Bereich Öl-Beaufschlagungen auf dem Beton auf. Daraufhin wurde der Bereich im Rahmen von Detailuntersuchungen durch die KRB 116 bis KRB 122 eingegrenzt. Alle eingrenzenden Untersuchungen aus dem Februar 2021 wiesen keine MKW-Gehalte oberhalb der Bestimmungsgrenze auf. Der Schaden konnte horizontal und vertikal weiter eingegrenzt werden und ist auf Tropfverluste bei der Metallverarbeitung zurückzuführen (nutzungsbedingt). Die tatsächliche Eintragsstelle konnte jedoch nicht genau ermittelt werden.

Bericht vom 30.10.2021

4.5.3.2 Nördlicher Hallenbereich M3 (Metallverarbeitung)

Mit der Bohrung KRB 55 wurde im November 2020 im Bereich der nördlichen Halle M3/M4 eine weitere schädliche Bodenveränderung mit MKW identifiziert. Es wurde im Unterbau der Betonplatte zwischen 0,25 m - 0,3 m u. GOK mit 11.000 mg/kg ein massiv erhöhter MKW-Gehalt festgestellt (KRB 55/2). Die unterlagernde Bodenprobe KRB 55/3 (0,3 m - 1,4 m u. GOK) wies keine MKW-Gehalte oberhalb der Bestimmungsgrenze mehr auf.

Für die Eingrenzung wurden im Februar 2021 die KRB 112 bis KRB 115 jeweils bis in eine Tiefe von 3,0 m u. GOK abgeteuft. Es wurden tiefenorientierte Proben für eine Analytik ausgewählt. Im Rahmen der Analysen wurden keine signifikant erhöhten MKW-Gehalte bzw. Prüfwertüberschreitungen festgestellt. Die Verunreinigung konnte genauer eingegrenzt werden.

Bei der festgestellten Beaufschlagung mit MKW im nördlichen Hallenbereich (Übergang Geb. M3 und M4) handelt es sich um eine engräumig begrenzte, nutzungsbedingte Öl-Verunreinigung, die auf Handhabungsverluste und / oder Leckagen im Zuge der Maschinenproduktion und Metallverarbeitung zurückzuführen ist. Im Zuge der Gebäudebegehungen wurden in diesem Bereich Öl-Beaufschlagungen auf der Bodenplatte festgestellt.

4.5.3.3 Grünfläche zwischen M22 und M24 (altes Kesselhaus)

Im Bereich des ehemaligen Gebäudes 130 (Kesselhaus, Baujahr mind. 1923) wurden rasterförmig die Schürfe zur Erkundung der Auffüllung angelegt. Die Proben der Auffüllung wurden auf den Parameterumfang des Verfüll-Leitfadens (2020) untersucht. In zwei Schürfen dieses Bereichs wurden lokale Verunreinigungen durch MKW festgestellt. Die Auffüllung bestand aus kiesig-sandigem Material mit Schlacken und Bauschuttresten mit dunkelgrau bis schwarz Verfärbung.

In S152 wies die Auffüllung eine Mächtigkeit bis 1,3 m u. GOK und einen MKW-Gehalt von 1.700 mg/kg auf. In S178 (Tiefe 0,13 m - 2,0 m u. GOK) wurden 1.100 mg/kg MKW detektiert. Die jeweils unterlagernden Geogenproben wiesen keine MKW oberhalb der Bestimmungsgrenze auf. Der Bereich wurde horizontal nicht näher eingegrenzt, da die Verunreinigung auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen augenscheinlich auf den Auffüllungskörper beschränkt ist.

Bei der festgestellten Beaufschlagung mit MKW nahe dem alten Kesselhaus handelt es sich vermutlich um eine nutzungsbedingte Verunreinigung, die aus gutachterlicher Sicht auf Handhabungsverluste und / oder Leckagen zurückzuführen ist. Möglicherweise steht sie in Zusammenhang mit der ehemals nördlich angrenzenden Gleisanlage. Beispielsweise liegt S152 direkt im Bereich einer ehemaligen Gleisdrehscheibe.

Bericht vom 30.10.2021

4.5.4 Verunreinigung mit Schwer- und Halbmetallen

4.5.4.1 Flächige Schwermetall-Verunreinigung im Einfahrtsbereich Friedrich-Ebert-Straße

Im Einfahrtsbereich der Friedrich-Ebert-Straße wurden an einer Vielzahl von Auffüllungsproben erhöhte Schwermetall-Gehalte festgestellt. Betroffen sind die Schürfe S62, S64, S65, S205 - S207, S211, S212, S215 und S216 mit S65 als Belastungsschwerpunkt. Es treten Belastungen durch Kupfer (bis 37.200 mg/kg), Zink (bis 40.000 mg/kg), Blei (bis 571 mg/kg) und Cadmium (bis 92 mg/kg) oberhalb von Prüfwerten des Merkblatts Altlasten 1 für den Wirkungspfad Boden-Mensch und des Merkblatts 3.8/1 für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser auf.

Die stichprobenartig durchgeführten Geogenproben (S62, S65, S211, S216) ergaben keine Hinweise auf eine Migration der Schwermetalle in tiefere Bodenschichten.

Die maximale Auffüllungstiefe beträgt ca. 1,0 m u. GOK. Die Schwermetallverunreinigungen sind auf die Schlacken und untergeordnet Aschen im Auffüllungsmaterial zurückzuführen. Die Schlacken und Aschen treten an verschiedenen Lokationen im gesamten Untersuchungsgebiet auf und sind in der Regel an einer dunklen Färbung des Auffüllungsmaterials erkennbar.

4.5.4.2 Flächige Schwermetall-Verunreinigung im Bereich ehemalige Schießanlage und Gießerei

Im Umfeld der ehemaligen Gießerei und der Schießanlage wurde anhand der Schurfbeprobungen eine flächige Beaufschlagung des Bereichs durch verschiedene Schwermetalle festgestellt. Der Bereich besteht aus insgesamt 16 Schürfen (S31, S34, S148, S156 - S158, S169 - S172, S187, S189, S202 - S204, S316). Es treten teils massive Überschreitungen der Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Mensch und Boden-Grundwasser auf. Die Belastungen durch Kupfer und Zink treten hier flächig auf, wobei andere Schwermetalle lokal hinzukommen.

In den Untersuchungen wurden im Bereich um die Gebäude M26 (bereits rückgebaut, ehem. Gießerei) und M28 vor allem erhöhte Gehalte von Kupfer und Zink festgestellt. Schwerpunkt bildet hier vor allem S156 mit Gehalten von 7.740 mg/kg Kupfer und 9.870 mg/kg Zink (Tiefe 0,1 m - 1,2 m u. GOK). Zusätzlich treten hier geringfügige Überschreitungen der Prüfwerte für Wohngebiete für Cadmium (35,7 mg/kg) und Blei (811 mg/kg) auf.

Der Belastungsschwerpunkt für Zink liegt in S187 (Tiefe 0,0 m - 1,5 m u. GOK), wo mit Gehalten von 11.600 mg/kg der Hilfswert 2 nach Merkblatt 3.8/1 für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser um ein Vielfaches überschritten wird.

Bericht vom 30.10.2021

Auf der Grünfläche südlich von Gebäude M28 tritt im oberen Auffüllungsbereich von S31 (Tiefe 0,0 m - 0,7 m u. GOK) eine Beaufschlagung mit 127 mg/kg Arsen auf, wobei der Prüfwert für Arsen im Sickerwasser nicht überschritten wird. In der unterlagernden Auffüllungsprobe (Tiefe 0,7m - 3,0 m u. GOK) wurde keine Überschreitung des Prüfwertes für Arsen mehr festgestellt.

Die Altuntersuchungspunkte F/13 und F/14 auf der Fläche südlich von M28 (Dr. Zerbes Umwelttechnik, 2018) wiesen ebenfalls erhöhte Kupfer- und Zinkgehalte auf und wurden daher für die Eingrenzung herangezogen.

Im südöstlichen Bereich der Fläche tritt an der Grundstücksgrenze eine Bodenbelastung durch Quecksilber auf (S34, S189, S202 - S204). Der Bereich ist teilweise unversiegelt (S34, S203, S189). Schwerpunkt bildet hier S34 (Tiefe 0,0 m - 1,0 m u. GOK) mit 639 mg/kg Quecksilber im Feststoff und 80,4 µg/l im Eluat. Hier werden der Prüfwert für Wohngebiete (20 mg/kg) sowie der Hilfwert 2 (10 mg/kg) und der Stufe-2-Wert für Grundwasser (4 µg/l) für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser massiv überschritten.

Stichprobenartig wurden die unterlagernden Geogenproben der Schürfe S31, S148, S157, S170, S189 und S203 auf den Parameterumfang der LAGA Boden (1997) untersucht. Eine Verlagerung von Schwermetallen in die Tiefe konnte nicht festgestellt werden. Lediglich in S170 wurde eine Quecksilber-Konzentration von 0,5 µg/l im Bereich der Güte Z 1.2 festgestellt werden. In 2 Schürfen tritt zudem eine Chlorid-Konzentration bis 19 mg/l auf. In S34 konnte das Geogen aufgrund einer bestehenden Starkstromleitung nicht erreicht werden. Die umliegenden Schürfe besitzen Auffüllungsmächtigkeit zwischen 1,0 m und 1,8 m u. GOK. In S189 war das unterlagernde Geogen (Tiefe 1,0 m - 1,3 m u. GOK) ohne nachweisbare Schwermetallgehalte, während in S203 (Tiefe 1,8 m - 2,0 m u. GOK) 2,3 µg/l Quecksilber im Bodeneluat oberhalb des Prüfwertes für das Schutzgut Grundwasser detektiert wurden.

Die Auffüllung besteht aus einem Kies-Sand-Schluff Gemisch mit Ziegel-, Betonbruch und Schlackenresten. In S31 wurde im mittleren Auffüllungsbereich (Tiefe 0,7 m - 2,0 m u. GOK) eine Munitionshülse vorgefunden. Lokal konnten auch Holz- und Kohlenreste (S157) angetroffen werden. Bei Auftreten von Schlacke trat eine ausgeprägte Schwarzfärbung der Auffüllungsmaterialien auf.

Die Quecksilber-Belastungen sind möglicherweise durch Munitions Herstellung bzw. Schusserproben (Knallquecksilber) verursacht worden. Die weiteren Schwermetalle sind vermutlich stoffgebunden und auf die Schlacken- und Aschenanteile in der Auffüllung zurückzuführen.

Der Bereich der alten Gießerei wurde seit 1894 genutzt, darunter auch als Verzinnerei und Verkupfererei. Die alten Gießereisande wurden laut der historischen Untersuchung auch zur Auffüllung der Fläche verwendet.

Bericht vom 30.10.2021

4.5.4.3 Flächige Schwermetall-Verunreinigung zwischen M22 und M24 (altes Kesselhaus)

Die abfalltechnische Untersuchung, anhand derer auch eine Gefährdungsabschätzung durchgeführt wurde, ergab im Bereich der zentralen Grünfläche eine großflächige Beaufschlagung durch Schwermetalle. Es handelt sich um das gleiche Schadstoffspektrum wie im Bereich weiter östlich (Schießanlage und Gießerei) mit Kupfer, Zink, Blei, Arsen, Quecksilber und Cadmium. Hinzu kommen lokale Beaufschlagungen durch Antimon. Die Verunreinigungen wurden in den Schürfen S10 und S28 im Juli / August 2020 und S152, S153, S164, S167 und S181 im November 2020 identifiziert.

Die Verunreinigungen treten heterogen verteilt auf, wobei zumindest durch Kupfer und Zink auch flächige Verunreinigungen vorliegen. Der Schwerpunkt der Kupfer- und Zink-Gehalte liegt in der Auffüllung von S152 (Tiefe 0,1 m - 1,3 m u. GOK) mit 2.750 mg/kg Kupfer und 8.500 mg/kg Zink. Zusätzlich liegt hier der höchste Bleigehalt mit 1.450 mg/kg auf der Fläche vor. Im unterlagernden Geogen wurden keine relevanten Schwermetallgehalte nachgewiesen.

Der Altuntersuchungspunkt 130/2 (Dr. Zerbes Umwelttechnik, 2018) liegt ebenfalls innerhalb dieser flächigen Schwermetall-Verunreinigung. Die Ergebnisse der Altuntersuchung wurden somit verifiziert. Ergänzend wurde der gesamte Bereich um die Fläche unterhalb des Gebäudes M22 aufgrund der Altbohrung M22/2 durch eingrenzende Untersuchungen erweitert. Hier befindet sich ein Bereich mit ca. 2.280 mg/kg Kupfer, 61 µg/l Kupfer im Eluat, sowie 122 mg/kg Quecksilber und 2,1 µg/l im Eluat (1,2 m - 2,2 m u. GOK). Das Gebäude M22 wurde zwischen 1907 und 1923 auf der ehemaligen Schießbahn direkt im Bereich des ehemaligen Anschusshäuschens gebaut.

Arsen wurde mit 58,6 mg/kg im Feststoff (Hilfswert 2: 50 mg/kg) und 17 µg/l (Prüfwert Sickerwasser: 10 µg/l) in S167 (zentrale Grünfläche) nachgewiesen (Tiefe 0,0 m - 1,4 m u. GOK).

Neben geringfügigen Prüfwertüberschreitungen tritt Antimon mit deutlichen Überschreitungen des Stufe-2-Werts für Grundwasser (40 µg/l) in Höhe von 325 µg/l in S153 auf. Antimon wurde erst im Rahmen der weiterführenden abfalltechnischen Analytik nach DepV untersucht und daher nicht im Feststoff ermittelt.

Die Auffüllung setzt sich hier aus Sand mit unterschiedlichen Anteilen an Schluff sowie anthropogenen Fremdbeimengungen aus Beton- und Ziegelbruch oder unterirdischen Bauwerken (Altfundamente) zusammen. Lokal sind Schlacken untergemischt. In S181 wurde seitlich eine Kellerwand aus Ziegelmauerwerk bis in eine Tiefe von 2,7 m u. GOK angetroffen.

Auf dem zentralen Rieter-Gelände ist aus der historischen Recherche die Nutzung als Schießplatz durch das ehemalige Königliche Hauptlaboratorium bis Ende des 1. Weltkriegs bekannt. Im Bereich

Bericht vom 30.10.2021

des heutigen Gebäudes M22 befand sich zu damaliger Zeit das Anschusshäuschen (Schussrichtung: Ost → West).

Aus der historischen Recherche des Umweltamtes geht weiterhin hervor, dass 1923 ein Kesselhaus sowie ein Metallspäne-Lager (Schwermetalle) auf der ehemaligen Grünfläche bestand (Schadstoffpotenzial für PAK, MKW). Zusätzlich kann es in der Kunststoffspritzerei (M24) zum Umgang mit schwermetallhaltigen Farbzusätzen (Schadstoffpotenzial für Kupfer, Blei, Cadmium) gekommen sein.

4.5.4.4 Schwermetall-Verunreinigung südliche Grundstückshälfte

Die Schürfe S242, S261, S263, S280 und S287 liegen innerhalb der südlichen Hallenkomplexe M10 - M13. Die Schürfe S300, S302 und S310 befinden sich südlich der Bestandshallen. Die Auffüllung besteht meist aus kiesigem Sand ohne viele Fremdbestandteile. Die Auffüllungsunterkanten befinden sich maximal in 0,8 m Tiefe u. GOK.

Auf der gesamten südlichen Grundstückshälfte wurden lokale Verunreinigungen durch Quecksilber zwischen 24 mg/kg und 26 mg/kg festgestellt. In S300 befindet sich ein Belastungsschwerpunkt mit 90,3 mg/kg Quecksilber im Feststoff und 1,3 µg/l Quecksilber im Schütteleuat. Arsen wurde mit 57 mg/kg (Tiefe 0,0 m - 0,6 m u. GOK) im Feststoff detektiert.

Vor dem Bau der Produktionshallen befand sich auf dem Gelände eine Gärtnerei. Über die weitere Nutzungshistorie liegen dem Unterzeichner keine Informationen vor. Das Schadstoffspektrum deutet wiederum auf die ehemalige Schiessanlage (Knallquecksilber) als mögliche Quelle der Belastungen.

4.5.4.5 Flächige Schwermetall-Verunreinigung zwischen M69 und ehem. Kesselhaus M67

Der Bereich zwischen dem ehemaligen Kesselhaus und der denkmalgeschützten Halle M69 (Galvanik) wurde vor allem im November 2020 durch Bohrungen (KRB38a) und Schürfe (S110 - S113) untersucht. In den Schürfen wurde eine stark bauschutthaltige Auffüllung angetroffen.

Die abfalltechnische Untersuchung gemäß dem Parameterumfang des Verfüll-Leitfadens, ergab heterogen verteilte Beaufschlagungen von Schwermetallen, i. W. Blei, Kupfer und Zink.

Blei weist einen Belastungsschwerpunkt in S111 mit 1.220 mg/kg (Tiefe 0,2 m - mind. 1,0 m u. GOK) auf, wobei das Geogen hier aufgrund eines Hindernisses (ggf. Altbodenplatte) nicht erreicht wurde. Auch Kupfer mit 1.550 mg/kg und Zink mit 3.050 mg/kg wurden jeweils mit den höchsten Gehalten in Schurf 111 detektiert.

Bericht vom 30.10.2021

Die naheliegende Bohrung F/27 (Dr. Zerbes Umwelttechnik, 2018) westlich des Kesselhauses wies zusätzlich Arsen (150 mg/kg) sowie Kupfer in Höhe von 2.260 mg/kg auf.

Auffällig ist vor allem S110 durch eine erhöhte Konzentration von Kupfer im Eluat oberhalb des Stufe-2-Werts. In der Auffüllung (Tiefe 0,06 m - 0,8 m u. GOK) treten 785 µg/l Kupfer auf. Auch im Geogen wurden erhöhte Konzentrationen im Eluat für Blei, Kupfer und Quecksilber detektiert. Die Werte mit 77 µg/l Blei und 1,5 µg/l Quecksilber liegen oberhalb des Prüfwerts. Der Stufe-2-Wert für Grundwasser wird mit 430 µg/l Kupfer überschritten.

Das Geogen der anderen Untersuchungspunkte wurde exemplarisch durch S113 auf den Parameterumfang der LAGA Boden (1997) untersucht. Hierbei wurden keine Beaufschlagungen festgestellt.

4.5.4.6 Freifläche nördlich M1

Der Schurf S178 wurde im Rahmen der zweiten Schurfkampagne östlich von M20, südlich von M22 und nördlich von M1 auf der freien Asphaltfläche angelegt. Der Bereich befindet sich im Bereich der ehemaligen Schießbahn und der späteren Gleisanlagen.

Unterhalb der Schwarzdecke mit Unterbau (Tiefe 0,0 m - 0,3 m u. GOK) wurde eine 1,7 m mächtige Auffüllung aus sandig-schluffiger Matrix mit Beimengungen von Ziegel- und Betonbruch angetroffen. Die chemische Analyse am Feinkorn ergab einen Kupfer-Gehalt von 908 mg/kg über dem Hilfswert 2 nach LfW Merkblatt 3.8/1 (500 mg/kg). Der Gehalt an Quecksilber überschreitet zwar mit 18,6 mg/kg den Hilfswert 2 für Grundwasser (10 mg/kg), nicht jedoch den Prüfwert für Wohngebiete (20 mg/kg). Begleitet wird dieser mit einer Konzentration von 5,8 µg/l Quecksilber im Eluat. Die Antimonkonzentration in S178 ist im Vergleich zum Stufe-2-Wert (40 µg/l) mit 184 µg/l stark erhöht. Aufgrund der vorherigen Analysen auf die Parameterumfänge gem. Verfüll-Leitfaden (2020) und Deponieverordnung (2020) wurde Antimon nicht im Feststoff bestimmt.

4.5.4.7 Freifläche ehem. Krätzelager

Südlich von Gebäude M24 befand sich bis in die 1970er Jahre ein unterschiedlich genutztes Gebäude. Das Gebäude 28c wurde auf der alten Schießbahn als Beschussanlage zum Wasserbeschuss genutzt. Bei Errichtung der Gießerei in den 1920er Jahren wurde das Gebäude umfunktionierte. Die genaue Nutzung ist unklar, möglich ist eine Nutzung als Krätzelager für die Gießerei [4]. Direkt östlich davon wurden 1962 Öltanks für die Gießerei installiert.

Bei der rasterförmigen Beprobung wurde im beschriebenen Bereich S184 angelegt, dokumentiert und beprobt. Die Zusammensetzung der Auffüllung war heterogen und bestand neben der sandig-

Bericht vom 30.10.2021

kiesigen Matrix aus Beton- und Ziegelbruch, Keramikresten, Metallteilen, Glas, Holz sowie nicht näher bestimmbar, weißen Rückständen. Der gesamte Auffüllungshorizont war schwarz verfärbt.

Die abfalltechnische Untersuchung ergab auffällige Konzentrationen vor allem für verschiedene Schwermetalle. In der Auffüllung (Tiefe 0,1 m - 2,7 m) wurden durch die laborchemische Analyse nach Verfüll-Leitfaden unter anderem 1.600 mg/kg Blei, 3.650 mg/kg Kupfer, 3.140 mg/kg Zink und 15,4 mg/kg Quecksilber identifiziert. Hinzu kam ein deutlich erhöhter Wert von Antimon im Eluat (171 µg/l).

4.5.4.8 Freifläche um M69

In der 2. Schurfkampagne wurde zwischen M69 und M65 S96 angelegt. Es wurde eine Auffüllung aus Sand und Kies mit untergeordneten Anteilen an Ziegelbruch angetroffen. Trotz der unauffälligen Auffüllung wurden vor allem erhöhte Schwermetallgehalte (Blei, Kupfer, Quecksilber, Zink) im Eluat identifiziert.

Die chemische Laboranalyse ergab 1.390 mg/kg Blei, parallel zu 917 µg/l Blei im Schütteleluat. Eine etwas mehr als doppelte Überschreitung des Stufe-2-Werts nach LfW Merkblatt 3.8/1 ergab sich für Kupfer (573 µg/l) und Quecksilber (8,4 µg/l). Untergeordnet wurden die Prüfwerte für Zink und Antimon überschritten.

Die Auffüllung (Tiefe 0,05 m - 0,5 m u. GOK) wird von einer ca. 0,1 m mächtigen Schicht aus tonigem Schluff unterlagert. Dieser entspricht der Güte Z 0 nach LAGA Boden (1997). Eine Migration der Schwermetalle in die Tiefe ist entsprechend nicht zu unterstellen.

Die Verunreinigung tritt stellenweise um das gesamte Gebäude M69 auf und ist vermutlich auf die in der Halle ausgeführten Tätigkeiten zurückzuführen (Metallverarbeitung, u. a. Armaturenhalle). Zu erwähnen ist hier auch S94 nördlich von M69, in dem der Stufe-2-Wert für Kupfer mit 285 µg/l geringfügig überschritten wird (Tiefe 0,08 m - 0,7 m u. GOK), und S114 östlich von M69, in dessen Auffüllung (Tiefe 0,15 m - 1,2 m u. GOK) eine Beaufschlagung durch 883 mg/kg Kupfer detektiert wurde.

4.5.4.9 Freifläche westl. M56

S136 ist direkt an der westlichen Grundstücksecke nördlich des Pfortnerhauses und westlich von M56 (Verwaltung / Büro) lokalisiert. In diesem Bereich standen Gebäude unbekannter Nutzung.

Die im Baggerschurf angetroffene Auffüllung (Tiefe 0,04 m - 0,8 m u. GOK) wurde beprobt und im Rahmen der abfalltechnischen Untersuchung und Gefährdungsabschätzung auf Parameterumfang des Verfüll-Leitfadens untersucht. Es wurden 1.340 mg/kg Blei im Feststoff analysiert.

Bericht vom 30.10.2021

4.5.4.10 Geringfügige Verunreinigungen mit Schwermetallen

Lokal wurden im Rahmen der abfalltechnischen Untersuchung und Gefährdungsabschätzung durch die Analysen von Auffüllung und Geogen geringfügige Verunreinigungen mit Schwermetallen identifiziert. Dazu gehört S8, in dessen Auffüllung (Tiefe 0,2 m - 0,8 m u. GOK) eine Arsen-Konzentration im Eluat von 43 µg/l oberhalb des Stufe-2-Werts (40 µg/l) für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser festgestellt wurde. Arsen ist auch im unterlagernden Geogen in Höhe von 12 µg/l analysiert worden.

Ein weiterer Bereich ist S13, dessen Auffüllung (Tiefe 0,05 m - 1,2 m u. GOK) Kupfer-Gehalte bis zu 673 mg/kg im Feststoff aufweist. Es wird auch der Prüfwert für Sickerwasser, jedoch nicht der Stufe-2-Wert nach Merkblatt 3.8/1 für Kupfer im Eluat überschritten (86 µg/l).

Die anderen Schürfe (S94, S114) wurden bereits im Zusammenhang mit anderen Lokalisationen in den vorangegangenen Kapiteln aufgeführt.

4.5.5 Verunreinigungen durch sonstige Stoffe (Cyanide, Phenole)

4.5.5.1 Keller Halle M10, ehem. Zylinderhärtere

Während der Gebäudebegehungen für das Rückbau- und Entsorgungskonzept (M&P, 2020) fielen im Keller der Halle M10 an der Gebäudesubstanz Salz-Ausblühungen an Wänden und Fußboden auf. Im Rahmen der nachfolgenden 2. Bohrkampagne (November 2020) wurde in diesem Bereich die KRB 67 abgeteuft.

Zunächst wurde die Auffüllung (Tiefe 0,2 m - 0,7 m u. GOK) nach Parameterumfang des Verfüll-Leitfadens untersucht. Unter anderem wurde eine Cyanid-Konzentration von 1.500 µg/l detektiert. Der Stufe-2-Wert für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser (200 µg/l) wird um ein Vielfaches überschritten. Die abfalltechnische Untersuchung machte eine Erweiterung des Analyseumfangs nach DepV (2020) notwendig, wobei zusätzlich eine Konzentration von leicht freisetzbaren Cyaniden in Höhe von 61 µg/l ermittelt wurde.

Um die Cyanid-Belastung vertikal abzugrenzen, wurden die unterlagernden 2 Geogenproben KRB 67/2 (Tiefe 0,7 m - 2,0 m u. GOK) und KRB 67/3 (Tiefe 2,0 m - 2,3 m u. GOK) auf Cyanide und leicht freisetzbare Cyanide untersucht. In KRB 67/2 konnten noch 9 mg/kg Cyanid(ges.) und 1,6 mg/kg leicht freisetzbare Cyanide im Feststoff analysiert werden. Im Eluat betrug die Cyanid-Konzentration 570 µg/l. Sie liegt damit noch oberhalb des Stufe-2-Werts für Grundwasser. Die Konzentrationen der unterlagernden Probe KRB 67/3 lagen unterhalb der Hilfs- und Prüfwerte.

Mit den umliegenden Bohrungen und den oben dargestellten Untersuchungen kann der Belastungsbereich eingegrenzt werden. Es handelt sich demnach um eine lokale, punktuelle Belastung, die

Bericht vom 30.10.2021

nutzungsbedingten Ursprungs ist. In der historischen Recherche wird dieser Bereich der Halle M10 als Zylinderhärterei benannt, wo das Härten in Bädern unter dem Einsatz von Cyanid- und Nitrit-Salzen durchgeführt wurde.

4.5.5.2 Nördlicher Hallenbereich M2 / M3 (Metallverarbeitung)

Östlich des mit MKW-belasteten Bereichs (KRB 55, s. Kap. 4.4.3.2) in der Produktionshalle M2 / M3 wurde KRB 56 abgeteuft. Die Bohrgutansprache ergab eine geringmächtige Auffüllung (Tiefe 0,25 m - 0,3 m u. GOK) unterhalb der Betonbodenplatte der Halle. Aufgrund der geringen Mächtigkeit der Auffüllung und der entsprechend geringen Menge an gewonnenem Bohrgut aus der KRB 56 wurde ersatzweise die oberste Geogenschicht (Tiefe 0,35 - 1,2 m u. GOK) beprobt und laboranalytisch untersucht.

Der kiesig-schluffige Bachschotter ergab einen Phenolindex von 350 µg/l. Es liegt daher eine 3,5-fache Überschreitung des Stufe-2-Werts für den Wirkungspfad Boden-Sickerwasser-Grundwasser vor. Der Bereich wurde vertikal und horizontal nicht weiter eingegrenzt.

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. Im Freistaat Bayern werden die Bestimmungen von BBodSchG und BBodSchV für den Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt) im Merkblatt Altlasten 1 umgesetzt.

Bei Überschreiten der Prüfwerte ist zu prüfen, ob eine schädliche Bodenveränderung oder Altlast vorliegt. Bei Überschreiten von Maßnahmenwerten sind, unter Berücksichtigung der jeweiligen Bodennutzung, Maßnahmen erforderlich (z. B. Einleiten einer Sanierung). Dabei sind insbesondere Art und Konzentration der Schadstoffe, die Möglichkeit ihrer Ausbreitung in die Umwelt und ihrer Aufnahme durch Menschen, Tiere und Pflanzen unter Berücksichtigung der Nutzung zu untersuchen und zu bewerten.

Zur Beurteilung der Belastung mit humantoxikologisch relevanten Schadstoffen im oberflächennahen Untergrund werden die Prüfwerte des Merkblatts Altlasten 1 für den Wirkungspfad Boden - Mensch (direkter Kontakt) herangezogen.

Bericht vom 30.10.2021

Diese werden für die folgenden Nutzungsvarianten angegeben:

- Kinderspielplätze,
- Wohngebiete,
- Park- u. Freizeitanlagen und
- Industrie- u. Gewerbegrundstücke

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

Für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser gibt das Merkblatt M3.8/1 Prüfwerte für die Konzentration gelöster Stoffe im Kontaktgrundwasser bzw. im Sickerwasser am Übergangsbereich von der ungesättigten zur wassergesättigten Zone an. Eine Abschätzung der Sickerwasserbeschaffenheit und -frachten für den Übergangsbereich von der ungesättigten zur wassergesättigten Zone ist im Einzelnen darzulegen und zu begründen. Für die Bewertung durchgeführter Eluat-Analysen werden ebenfalls die im Merkblatt M3.8/1 angegebenen Prüfwerte herangezogen. Auch für Bodenbelastungen in der Fraktion < 2 mm gibt das Merkblatt Hinweise zur Bewertung der Grundwassergefährdung in Form von Hilfwerten. Alle angegebenen Werte sind in Relation zueinander zu bewerten.

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

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

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

Weitere wichtige Aspekte zur Gefährdungsabschätzung sind die allgemeinen physikochemischen 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

Bericht vom 30.10.2021

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

5.1.2 LAGA TR Boden (1997)

Zur Beurteilung der anfallenden Bodenaushubmaterialien bzgl. des Wiedereinbaus vor Ort bzw. des geogenen Materials werden die "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen -Technische Regeln-" der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA Mitteilung 20, Stand 1997) zu Grunde gelegt.

In den Technischen Regeln sind Analysenumfang, zulässige Schadstoffkonzentrationen für gestaffelte Zuordnungswert-Bereiche Z 0 bis Z 2 und hieraus abgeleitete (technische) Anforderungen für verschiedene Einbauklassen ausgewiesen. Herangezogen werden die Zuordnungswerte für Feststoff und Eluat für Boden, Stand 1997. Für die Zuordnung der Aushubmaterialien gelten die in der LAGA M 20 angegebenen Zuordnungswerte der Tabellen II.1.2-2 und der Tabelle II.1.2-3:

Tabelle 3: Zuordnungswerte der Klassen Z 0 bis Z 2 nach LAGA TR Boden (1997)

Parameter	Einheit	Zuordnungswerte LAGA TR Boden (1997)			
		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Feststoff					
Arsen	mg/kg	20	30	50	150
Blei	mg/kg	100	200	300	1.000
Cadmium	mg/kg	0,6	1	3	10
Chrom (ges.)	mg/kg	50	100	200	600
Kupfer	mg/kg	40	100	200	600
Nickel	mg/kg	40	100	200	600
Thallium	mg/kg	0,5	1	3	10
Quecksilber	mg/kg	0,3	1	3	10
Zink	mg/kg	120	300	500	1.500
Cyanid, ges.	mg/kg	1	10	30	100
EOX	mg/kg	1	3	10	15
KW (C10-C40)	mg/kg	100	300	500	1.000
Summe BTEX	mg/kg	< 1	1	3	5

Bericht vom 30.10.2021

Parameter	Einheit	Zuordnungswerte LAGA TR Boden (1997)			
		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Feststoff					
Summe LHKW	mg/kg	< 1	1	3	5
PAK n. EPA	mg/kg	1	5	15	20
Benzo(a)pyren	mg/kg		< 0,5	< 1	
Naphthalin	mg/kg		< 0,5	< 1	
PCB (6)	mg/kg	0,02	0,1	0,5	1
Eluat		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert	-	6,5 - 9,0	6,5 - 9,0	6,0 - 12	5,5 - 12
El. Leitf.	µS/cm	500	500	1.000	1.500
Chlorid	mg/l	10	10	20	30
Sulfat	mg/l	50	50	100	150
Cyanid, ges.	µg/l	< 10	10	50	100
Arsen	µg/l	10	10	40	60
Blei	µg/l	20	40	100	200
Cadmium	µg/l	2	2	5	10
Chrom (ges.)	µg/l	15	30	75	150
Kupfer	µg/l	50	50	150	300
Nickel	µg/l	40	50	150	200
Quecksilber	µg/l	0,2	0,2	1	2
Thallium	µg/l	< 1	1	3	5
Zink	µg/l	100	100	300	600
Phenolindex	µg/l	< 10	10	50	100

Analog zum Verfüll-Leitfaden ist auch gem. LAGA Boden oberhalb der Zuordnungswerte Z 2 ein Wiedereinbau nicht zulässig. Reststoffe und Abfälle, deren Schadstoffgehalte eine Zuordnung zur stofflichen Wiederverwertung nicht ermöglichen, sind dann ebenso gemäß Deponieverordnung zu klassifizieren.

Für einen möglichen Wiedereinbau lauten die Einbauklassen bis Z 2 wie folgt:

- Einbauklasse 0 Uneingeschränkter Einbau; Verwertung von Bodenmaterial in bodenähnlichen Anwendungen
- Einbauklasse 1.1 Eingeschränkter offener Einbau in technischen Bauwerken bei ungünstigen hydrogeologischen Standortbedingungen
- Einbauklasse 1.2 Eingeschränkter offener Einbau in technischen Bauwerken bei günstigen hydrogeologischen Standortbedingungen
- Einbauklasse 2 Eingeschränkter Einbau in technischen Bauwerken mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen

Bericht vom 30.10.2021

5.1.3 Abfallrechtliche Betrachtung

Verfüll-Leitfaden (2021)

Zur Beurteilung der anfallenden Bodenaushubmaterialien werden in der Voruntersuchung die Bestimmungen des Verfüll-Leitfadens [23] "Anforderungen an die Verfüllung von Gruben, Brüchen sowie Tagebauen" in der Fassung vom 15.07.2021, zu Grunde gelegt.

Der Verfüll-Leitfaden dient dem Zweck des Boden- und Grundwasserschutzes und regelt die Verfüllung von Abgrabungen im Zuge der Verwertung mineralischer Abfälle. Er ersetzt in Bayern die Technischen Regeln der LAGA M 20 (s. Abschnitt 5.4.3) in Bezug auf die Verfüllung von Gruben (externe Entsorgung). In ihm sind Analysenumfang, zulässige Schadstoffkonzentrationen für gestaffelte Zuordnungswerte, Bereiche Z 0 bis Z 2 und deren erlaubte Einbaubereiche nach der Standortbewertung (A bis C) enthalten. Herangezogen werden die in Anlage 2 und 3 des Verfüll-Leitfadens enthaltenen Zuordnungswerte für Feststoff (Boden \leq 2 mm) und Eluat (Boden Gesamtfraktion). Nach dem Verfüll-Leitfaden gelten für Böden folgende Zuordnungswerte:

Tabelle 4: Zuordnungswerte Z 0 bis Z 2 nach Verfüll-Leitfaden (2021)

Parameter	Einheit	Zuordnungswerte Verfüll-Leitfaden (2021)					
		Z 0			Z 1.1	Z 1.2	Z 2
		Sand	Lehm / Schluff	Ton			
Arsen	mg/kg	20	20	20	30	50	150
Blei	mg/kg	40	70	100	140	300	1.000
Cadmium	mg/kg	0,4	1	1,5	2	3	10
Chrom (ges.)	mg/kg	30	60	100	120	200	600
Kupfer	mg/kg	20	40	60	80	200	600
Nickel	mg/kg	15	50	70	100	200	600
Quecksilber	mg/kg	0,1	0,5	1	1	3	10
Zink	mg/kg	60	150	200	300	500	1.500
Cyanid, ges.	mg/kg	1	1	1	10	30	100
EOX	mg/kg	1	1	1	3	10	15
KW (C10-C40)	mg/kg	100	100	100	300	500	1.000
PAK n. EPA	mg/kg	3	3	3	5	15	20
Benzo(a)pyren	mg/kg	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1,0	< 1,0
PCB (6)	mg/kg	0,05	0,05	0,05	0,1	0,5	1
Eluat		Z 0			Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert	-	6,5 - 9,0			6,5 - 9,0	6,0 - 12,0	5,5 - 12,0
el. Leitf.	μ S/cm	500			500	1.000	1.500
Chlorid	mg/l	250			250	250	250
Sulfat	mg/l	250			250	250	250
Cyanid (ges.)	μ g/l	10			10	50	100
Arsen	μ g/l	10			10	40	60

Bericht vom 30.10.2021

Parameter	Einheit	Zuordnungswerte Verfüll-Leitfaden (2021)					
		Z 0			Z 1.1	Z 1.2	Z 2
		Sand	Lehm / Schluff	Ton			
Blei	µg/l	20			25	100	200
Cadmium	µg/l	2			2	5	10
Chrom (ges.)	µg/l	15			30	75	150
Kupfer	µg/l	50			50	150	300
Nickel	µg/l	40			50	150	200
Quecksilber	µg/l	0,2			0,2	1	2
Zink	µg/l	100			100	300	600
Phenolindex	µg/l	10			10	50	100

Die Einbauklassen bis Z 2 dienen der Wiederverwertung in den Standortkategorien A bis C. Diese lauten im Einzelnen wie folgt:

Bis Z 0 bzw. Hintergrundwert	Standortkategorie A (sehr empfindlich)	<ul style="list-style-type: none"> • Grundwasserflurabstand > 1,5 m • sehr geringe bis geringe Schutzfunktion der Deckschichten • Geringe Sorptionsfähigkeit, starke Durchlässigkeit des Untergrundes
Bis Z 1.1 bzw. Hintergrundwert	Standortkategorie B (mittel empfindlich)	<ul style="list-style-type: none"> • Grundwasserflurabstand > 1,5 m • geringe bis mittlere Schutzfunktion der Deckschichten • Nachweis ausreichend natürlicher Sorptionsfähigkeit und Homogenität
Bis Z 1.2 bzw. Hintergrundwert	Standortkategorie C1 (wenig empfindlich)	<ul style="list-style-type: none"> • Grundwasserflurabstand > 3 m • mittlere bis hohe Schutzfunktion der Deckschichten • Nachweis ausreichend natürlicher Sorptionsfähigkeit und Homogenität
Bis Z 2 bzw. Hintergrundwert	Standortkategorie C2 (wenig empfindlich, Ausnahmestandort)	<ul style="list-style-type: none"> • Grundwasserflurabstand > 8 m • hohe bis sehr hohe Schutzfunktion der Deckschichten, Ausnahmestandort • Nachweis ausreichend natürlicher Sorptionsfähigkeit und Homogenität

Da noch keine Standorte für die Verfüllung des Materials bekannt sind, wird im Rahmen dieser Untersuchung zunächst die Einbauqualität (Einbauklasse) festgestellt. Oberhalb der Zuordnungswerte Z 2 ist ein Wiedereinbau grundsätzlich nicht zulässig. Reststoffe und Abfälle, deren Schadstoffgehalte eine Zuordnung zur stofflichen Wiederverwertung nicht ermöglichen, sind gemäß

Bericht vom 30.10.2021

Deponieverordnung zu klassifizieren. Hierzu sind umfangreiche Analysen gemäß Anhang 3 der Deponieverordnung (DepV, 2020) notwendig.

5.1.4 Deponieverordnung (DepV, 2020)

Zur Beurteilung der anfallenden Bodenaushubmaterialien mit Zuordnungswerten > Z 2 nach LAGA Mitteilung 20 wird die "Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung- DepV, Juni 2020)" zu Grunde gelegt. Die Bestimmungen zur Ablagerung von u.a. "gefährlichen Abfällen" sind im Teil 2, § 6 der Deponieverordnung (2020) beschrieben.

Die Deponieklassen (DK) lauten im Einzelnen wie folgt:

- | | |
|-------------------|--|
| Deponieklasse 0 | Oberirdische Deponie für Inertabfälle, die die Zuordnungskriterien nach Anhang 3 Nummer 2 für die Deponieklasse 0 einhalten |
| Deponieklasse I | Oberirdische Deponie für Abfälle, die die Zuordnungskriterien nach Anhang 3 Nummer 2 für die Deponieklasse I einhalten |
| Deponieklasse II | Oberirdische Deponie für Abfälle, die die Zuordnungskriterien nach Anhang 3 Nummer 2 für die Deponieklasse II einhalten |
| Deponieklasse III | Oberirdische Deponie für nicht gefährliche Abfälle und gefährliche Abfälle, die die Zuordnungskriterien nach Anhang 3 Nummer 2 für die Deponieklasse III einhalten |
| Deponieklasse IV | Untertagedeponie, in der Abfälle
a) in einem Bergwerk mit eigenständigem Ablagerungsbereich, der getrennt von einer Mineralgewinnung angelegt ist, oder
b) in einer Kaverne, vollständig im Gestein eingeschlossen, abgelagert werden. |

Die Zuordnungswerte einzelner Parameter für die Einstufung in die jeweiligen Deponieklassen sind dem Anhang 3, Tabelle 2 der Deponieverordnung (DepV, 2020) zu entnehmen. Des Weiteren sind die entsprechenden Sätze im Anhang 3, Absatz 2 für die Einstufung und Bewertung organischer Parameter zu beachten. Die Zuordnungswerte der Deponieklassen lauten wie folgt:

Bericht vom 30.10.2021

Tabelle 5: Zuordnungswerte der Deponieklassen 0 bis III nach Deponieverordnung (2020)

Parameter	Einheit	Zuordnungswerte DepV (2020)			
		DK 0	DK I	DK II	DK III
Feststoff					
Glühverlust	Ma.-%	≤ 3	≤ 3	≤ 5	≤ 10
TOC	Ma.-%	≤ 1	≤ 1	≤ 3	≤ 6
KW (C10-C40)	mg/kg	≤ 500			
Summe BTEX	mg/kg	≤ 6			
PAK n. EPA	mg/kg	≤ 30			
Extrahierbare lipophile Stoffe	Ma.-%	≤ 0,1	≤ 0,4	≤ 0,8	≤ 4
PCB (7)	mg/kg	≤ 1			
Eluat					
pH-Wert	-	5,5 - 13	5,5 - 13	5,5 - 13	4,0 - 13
Chlorid	mg/l	≤ 80	≤ 1.500	≤ 1.500	≤ 2.500
Sulfat	mg/l	≤ 100	≤ 2.000	≤ 2.000	≤ 5.000
Fluorid	mg/l	≤ 1	≤ 5	≤ 15	≤ 50
Barium	mg/l	≤ 2	≤ 5	≤ 10	≤ 30
Cyanid, leicht freisetzbar	mg/l	≤ 0,01	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 1
Antimon	mg/l	≤ 0,006	≤ 0,03	≤ 0,07	≤ 0,5
Antimon-C ₀ -Wert	mg/l	≤ 0,1	≤ 0,12	≤ 0,15	≤ 1,0
Arsen	mg/l	≤ 0,05	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 2,5
Blei	mg/l	≤ 0,05	≤ 0,2	≤ 1	≤ 5
Cadmium	mg/l	≤ 0,004	≤ 0,05	≤ 0,1	≤ 0,5
Chrom (ges.)	mg/l	≤ 0,05	≤ 0,3	≤ 1	≤ 7
Kupfer	mg/l	≤ 0,2	≤ 1	≤ 5	≤ 10
Molybdän	mg/l	≤ 0,05	≤ 0,3	≤ 1	≤ 3
Nickel	mg/l	≤ 0,04	≤ 0,2	≤ 1	≤ 4
Quecksilber	mg/l	≤ 0,001	≤ 0,005	≤ 0,02	≤ 0,2
Selen	mg/l	≤ 0,01	≤ 0,03	≤ 0,05	≤ 0,7
Zink	mg/l	≤ 0,4	≤ 2	≤ 5	≤ 20
Phenole	mg/l	≤ 0,1	≤ 0,2	≤ 50	≤ 100
DOC	mg/l	≤ 50	≤ 50	≤ 80	≤ 100
Gelöste Feststoffe	mg/l	≤ 400	≤ 3.000	≤ 6.000	≤ 10.000

5.2 Schadstoffinventar Boden und Grundwasser

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

Bericht vom 30.10.2021

5.2.1 Abfalltechnische Einstufungen der Auffüllungsmaterialien

Im Rahmen der Bodenuntersuchungen (M&P, 2020 - 2021) wurde eine Auffüllungsmächtigkeit zwischen ca. 0,05 m und 3,19 m erkundet. Bei einer durchschnittlichen Auffüllungsmächtigkeit von 0,77 m und einer sanierungsrelevanten Fläche von ca. 144.390 m² ergibt sich ein Gesamtvolumen von ca. 111.000 m³ Auffüllungsmaterial (ca. 200.000 t).

Einige der aus den Voruntersuchungen bekannten verunreinigten Bereiche (130/2, F/13, F/14, B11) konnten verifiziert werden, der Rest der detektierten Bereiche aus den Voruntersuchungen (F/06, H/07/01, H/03/02, M/22/2, M/26/1, F/27) wurden in die Liste der Schadensbereiche integriert oder ergänzen die detektierten Schadstoffbelastungen aus 2020 / 2021.

Es treten Belastungen bei den Parametern PAK / Benzo(a)pyren, MKW, Kupfer, Zink und Quecksilber auf, die als gefährliche Abfälle zu bewerten sind.

Für eine Wiederverwertung vor Ort sind die Materialien im Bauablauf nach LAGA Boden (1997) zu bewerten. Für eine orientierende Erstbewertung der Auffüllung erfolgte die abfalltechnische Bewertung der Auffüllungsmaterialien nach Verfüll-Leitfaden (2020) für die externe Entsorgung anhand der Feinfraktion < 2 mm.

Nach Auswertung der Ergebnisse aus den chemischen Untersuchungen der Auffüllungsmaterialien sind ca. 25 % der gesamten Auffüllung gemäß Verfüll-Leitfaden (2020) der Güteklasse > Z 2 zuzuordnen bzw. aufgrund eines Gefährlichkeitsmerkmals als gefährlicher Abfall zu betrachten und müssen auf einer Deponie entsorgt werden. Eine Wiederverwertung der Materialien ist nicht möglich.

Die übrigen 75 % der Auffüllungsmaterialien halten eine der Z-Klassen Z 0 bis Z 2 ein.

5.2.2 Verunreinigungen mit per- und polyfluorierten Alkylverbindungen (PFAS)

5.2.2.1 Galvanik

Von Juli bis November 2020 wurde der in Voruntersuchungen identifizierte Schaden durch PFAS, hauptsächlich verursacht durch die Einzelverbindung PFOS, eingegrenzt. Der Schadensbereich befindet sich an der nordöstlichen Grundstücksecke und liegt flächig um die Schadenskerne der ehemaligen Galvanik bzw. der Kammerfilterpresse und Schlammabsetzbecken mit ehemaligen Trockenbeeten vor. Es wurden maximale Gehalte von 120 µg/l PFOS im Boden-Schütteleluat festgestellt.

Tabelle 6: Max. PFOS-Konzentrationen KRB 11, Bereich Galvanik

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	PFOS [µg/l]	Vorläufiger Stufe-2-Wert PFAS-Leitfaden [µg/l]
KRB 11, nordöstliche Grundstücksgrenze	0,05 - 1,2	120	0,4

Bericht vom 30.10.2021

Flächig wurden teils massive Überschreitungen des vorläufigen Stufe-2-Werts für PFOS (0,4 µg/l) nach PFAS-Leitfaden (LfU 2017) festgestellt. Der Schaden reicht mit einer Tiefe von bis zu 9,2 m u. GOK lokal bis an die Aquiferbasis und befindet sich damit in den geogenen Terrassensedimenten bis an die Tertiärgrenze. Eine Grundwasserverunreinigung mit sich ausbildender Schadstofffahne in südöstlicher Richtung wurde nachgewiesen. Entsprechen liegt eine sanierungsrelevante Boden- und Grundwasserverunreinigung im Wesentlichen mit PFOS vor.

Als Sanierungssofortmaßnahmen und zur Minimierung der weiteren Migration der Schadstoffe wurden die unversiegelten Bereiche um die Galvanik mit Folien abgedeckt und die Abstromsicherung im März 2021 mit der Entnahme und Abreinigung von Grundwasser installiert und in Betrieb genommen (s. Kapitel. 4.3 und [13]).

5.2.2.2 Freifläche südl. Gebäude M10

Bei der stichprobenartigen Untersuchung von Auffüllungsproben auf PFAS wurde in S299 ein weiterer Belastungsschwerpunkt identifiziert. Der Schurf liegt an der südlichen Grundstücksgrenze westlich der Leichtbauhalle und südlich der Gebäudeecke M10. In der Auffüllung wurde ein PFOS-Gehalt von 17 µg/l ermittelt.

Tabelle 7: Max. PFOS-Konzentrationen Schurf 299, westliche Leichtbauhalle

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	PFOS [µg/l]	Vorläufiger Stufe-2-Wert PFAS-Leitfaden [µg/l]
S299, westl. Leichtbauhalle	0,15 - 0,6	17	0,4

Die Überschreitung des Prüfwerts für PFOS (0,4 µg/l nach PFAS-Leitlinie) wurde horizontal eingegrenzt. Eine vertikale Eingrenzung des Bereichs war in den umliegenden KRB 98 - KRB 104 möglich, nicht jedoch im Schadstoffzentrum in S299. Die unmittelbar unterlagernde Geogenprobe wies hier mit 5,1 µg/l noch erhöhte PFOS-Gehalte auf.

Es handelt sich bei der Verunreinigung womöglich um unwissentlich mit PFOS belastete, aufgebrauchte Böden, die beim Bau der Leichtbauhalle aufgeschüttet bzw. umgelagert wurden. Aufgrund der Konzentrationshöhe der PFOS im oberflächennahen, unversiegelten Bereich ist ein latente Grundwassergefährdung durch Sickerwässer nicht auszuschließen.

5.2.2.3 Freifläche südl. M28

Südlich von M28 wurde auf der Freifläche der ehemaligen Gleisdrehscheibe ein weiterer PFOS-Schadensbereich ermittelt. Es handelt sich um auffüllungsgebundene Belastungen, die sich über 4

Bericht vom 30.10.2021

Aufschlusspunkte erstrecken. Des Weiteren wurde hier eine H4PFOS-Beaufschlagung (S187) detektiert.

Tabelle 8: Max. PFAS-Konzentrationen Freifläche südlich M28

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	Schadstoff	max. Analysenbefunde [$\mu\text{g/l}$]	Vorläufiger Stufe-1-Wert PFAS-Leitfaden [$\mu\text{g/l}$]	Vorläufiger Stufe-2-Wert PFAS-Leitfaden [$\mu\text{g/l}$]
S171	0,3 - 1,9	PFOS	0,47	0,1	0,4
KRB 128	3,2 – 4,1	PFOS	1,3	0,1	0,4
S187	0,15 - 1,5	H4PFOS	0,25	0,1	0,4

Die oberflächennahe Maximalkonzentration liegt in S171 vor. Der Einzelparameter H4PFOS ist in S187 geringfügig erhöht. Durch 2 Bohrungen wurde der Bereich auch nach Osten abgegrenzt. In KRB 128 liegt erst in größerer Tiefe (Grundwasserschwankungsbereich) eine Beaufschlagung durch PFOS vor. Eine latente Gefährdung des Schutzguts Grundwasser für den Bereich kann nicht ausgeschlossen werden.

5.2.2.4 Freifläche südl. ehem. Kinogebäude (M63)

In den Schürfen S117 bis S119 liegen auf der Freifläche südlich des Kinos (M63) erhöhte Konzentrationen von PFOS innerhalb der Auffüllung vor.

Tabelle 9: Max. PFOS-Konzentrationen Schurf 117, südwestlich M63

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	PFOS [$\mu\text{g/l}$]	Vorläufiger Stufe-2-Wert PFAS-Leitfaden [$\mu\text{g/l}$]
S 117, südwestlich M63	0,2 - 1,2	1,1	0,4

Die Belastungen liegen oberhalb des vorläufigen Stufe-2-Werts gem. PFAS-Leitfaden. Aufgrund der aktuell großflächigen Oberflächenversiegelung ist keine Gefährdung für das Schutzgut Grundwasser abzuleiten. Im Falle von Erdarbeiten und im Zuge dessen Entsiegelungsarbeiten ist eine Tiefenmigration mit dem Sickerwasser nicht auszuschließen.

5.2.2.5 Freifläche südl. M69

In S133 und S134, einschließlich der KRB 123, liegen eingegrenzt sanierungsrelevante Konzentrationen von PFOS vor. Eine Tiefenabgrenzung der Belastung erfolgte nicht. Der Bereich liegt angrenzend der PFOS-Beaufschlagung an der Galvanik und ist vermutlich auch der gleichen Genese zuzuschreiben.

Bericht vom 30.10.2021

Tabelle 10: Max. PFOS-Konzentrationen Schurf 134, südwestlich M63

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	PFOS [µg/l]	Vorläufiger Stufe-1-Wert PFAS-Leitfaden [µg/l]	Vorläufiger Stufe-2-Wert PFAS-Leitfaden [µg/l]
S134	1,5 - 2,0	0,28	0,1	0,4

Ein erhöhter PFOS-Gehalt in Höhe von 0,15 µg/l wurde auch in der Tiefe zwischen 3,2 m - 4,5 m u. GOK in KRB 123 im Geogen angetroffen. Da der vorläufige Stufe-2-Wertes (0,4 µg/l) nach PFAS-Leitfaden nicht überschritten wurde, kann nicht von einer maßgeblichen Gefährdung des Grundwassers ausgegangen werden. Ein latente Grundwassergefährdung ist nicht auszuschließen, insbesondere da die Belastungen im Geogen in den Schürfen vertikal nicht abgegrenzt sind.

5.2.3 Verunreinigungen mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen

5.2.3.1 Keller ehem. Kühlraum Gebäude 8+9, Bäumler-Areal

Im Bereich unterhalb des Kellers von Gebäude 8 und 9 auf dem Bäumler-Areal wurde eine Verunreinigung der Auffüllung mit PAK im Bereich ehemaliger Kühlräume festgestellt. Der maximale PAK-Gehalt (6.890 mg/kg) wurde im Zuge der Gefährdungsabschätzung am organoleptisch auffälligen Material der Bohrung KRB 80 detektiert. Die Hilfswerte 2 für PAK bzw. Naphthalin gem. LfW Merkblatt 3.8/1 bzw. Prüfwerte des Merkblatts Altlasten 1 für B(a)P werden deutlich überschritten (vgl. folgende Tabellen). Der Bereich wurde horizontal und vertikal abgegrenzt, die KRB 106 und der Punkt B11 fallen ebenfalls in diesen Schadensbereich.

Tabelle 11: Max. PAK-, Naphthalin und B(a)P-Gehalte, KRB 8

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	PAK [mg/kg] *	Naphthalin [mg/kg] **	Benzo(a)pyren [mg/kg] ***
KRB 80, Keller Gebäude 8+9, Bäumler-Areal	0,14 - 1,4	6.890	42	12

*Hilfswert 2 Merkblatt 3.8/1: 25 mg/kg

**Hilfswert 2 Merkblatt 3.8/1: 5 mg/kg

***Prüfwert Merkblatt Altlasten 1, Wirkungspfad Boden-Mensch, Wohngebiete: 0,5 mg/kg

Die Verunreinigung ist auf das Auffüllungsmaterial begrenzt und vermutlich auf die Teerkorkdämmungen in den Kühlräumen zurückzuführen. Eine Migration der Schadstoffe in größere Tiefen bzw. in das unterlagernde geogene Terrassenmaterial wurde nicht festgestellt. Der Bereich liegt in der Tiefenlage des Grundwasserschwankungsbereiches. Eine Verlagerung in die umliegenden abstromigen Messstellen wurde bisher nicht festgestellt. Aufgrund der Lage ist eine engräumig begrenzte Grundwasserbeeinträchtigung dennoch nicht gänzlich auszuschließen.

Aufgrund der aktuellen Überbauung ist eine Gefährdung des Schutzgutes Mensch nicht zu besorgen. Im Falle einer sensiblen Folgenutzung zu Wohnzwecken sind die nachgewiesenen lokalen

Bericht vom 30.10.2021

Verunreinigungen innerhalb der Auffüllung fachgerecht zu separieren und abfallrechtlich zu behandeln.

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

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

5.2.3.2 Ehem. Kesselhaus (M67)

Unterhalb des ehemaligen Kesselhauses (Gebäude M67) wurden PAK- und MKW-Belastungen vorgefunden. Der maximale PAK-Gehalt (3.940 mg/kg) wurde am Auffüllungsmaterial von KRB 38a (0,3 m - 2,6 m u. GOK) detektiert. Die Prüf- und Hilfswerte für PAK, Naphthalin, B(a)P und MKW werden überschritten. Aufgrund der karzinogenen Eigenschaften von B(a)P und der Löslichkeit von Naphthalin wird der Bereich vorrangig als PAK-Schadensbereich behandelt.

Der Bodenaufbau unterhalb der Bodenplatte entspricht einem 2-teiligen Aufbau aus Auffüllung und unterlagerndem Terrassenkiessand.

Tabelle 12: Max. PAK-, Naphthalin-, MKW- und B(a)P-Gehalte, KRB 38a

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	PAK [mg/kg] *	Naphthalin [mg/kg] **	MKW [mg/kg] ***	Benzo(a)pyren [mg/kg] ****
KRB 38a, ehem. Kesselhaus M67	0,3 - 2,6	3.940	19	2.700	39

*Hilfswert 2 Merkblatt 3.8/1: 25 mg/kg

**Hilfswert 2 Merkblatt 3.8/1: 5 mg/kg

***Hilfswert 2 Merkblatt 3.8/1: 1.000 mg/kg

****Prüfwert Merkblatt Altlasten 1, Wirkungspfad Boden-Mensch, Wohngebiete: 0,5 mg/kg

Eine Migration der Schadstoffe in größere Tiefen bzw. in das unterlagernde, geogene Terrassenmaterial wurde nicht festgestellt.

Aufgrund der vorhandenen Versiegelung und der geringen Löslichkeit der Schadstoffe ist aktuell eine Gefährdung der Schutzgüter Grundwasser und menschliche Gesundheit nicht zu besorgen.

Aufgrund der erhöhten Gehalte an PAK, MKW und Naphthalin ist bei geplanten Erdarbeiten durch Öffnung des Transferpfades Boden - Grundwasser eine Gefährdung des Schutzguts Grundwasser zu besorgen. Zusätzlich sind bei Eingriffen in den Untergrund Schutzmaßnahmen für den Direktkontakt Boden - Mensch zu ergreifen. Die belasteten Bodenmaterialien müssen im Zuge von Erdarbeiten vollständig ausgetauscht werden.

Bericht vom 30.10.2021

5.2.3.3 Einfahrtsbereich Friedrich-Ebert-Straße

Im Einfahrtsbereich des Geländes an der Friedrich-Ebert-Straße wurden zwei verunreinigte Bereiche mit PAK festgestellt. Die zwei voneinander getrennt liegenden, punktuellen Belastungen weisen maximale PAK-Gehalte in der Höhe von 111 mg/kg (S62) und 1.590 mg/kg (S212) auf. In beiden Schürfen liegen Überschreitungen des Prüfwerts für B(a)P für Wohngebiete vor.

Tabelle 13: Max. PAK-Gehalt, Einfahrtsbereich

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	PAK [mg/kg] *	Benzo(a)pyren [mg/kg] **
S65	0 - 1,0	111	0,64
S212	0 - 0,6	1.590	130

*Hilfswert 2 Merkblatt 3.8/1: 25 mg/kg

**Prüfwert Merkblatt Altlasten 1, Wirkungspfad Boden-Mensch, Wohngebiete: 0,5 mg/kg

Eine Schadstoffmigration in die Tiefe wurde in S65 nicht festgestellt und in S212 nicht näher untersucht. Aufgrund der vorhandenen Versiegelung und der geringen Löslichkeit der Schadstoffe ist aktuell keine akute Gefährdung der Schutzgüter Grundwasser und menschliche Gesundheit gegeben. Langfristig kann eine latente Gefahr der Schutzgüter durch die fehlende Versiegelung in dem Bereich jedoch nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Bei der Entsiegelung der Fläche ist entsprechend der deutlichen Prüfwertüberschreitungen der BBodSchV bzw. Merkblatt Altlasten 1 eine mögliche Gefährdung der menschlichen Gesundheit bei Direktkontakt bzw. inhalativer Aufnahme gegeben.

Aus den vorliegenden möglichen Gefährdungen für die Schutzgüter ergibt sich die Notwendigkeit zum Austausch der schadstoffhaltigen Auffüllungsmaterialien im oberflächennahen Bereich. Entsprechend sind beim Umgang mit den Materialien zusätzliche Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz zu treffen.

5.2.3.4 Südöstlicher Parkplatz

Der Schurf S38 liegt auf dem südöstlichen Parkplatz des Rieter-Geländes und ist gekennzeichnet durch eine lokale auftretende, heterogene Auffüllung aus Bauschutt und anderen Abfällen (Glas, Keramik, Metall...), die eine PAK-Belastung von 745 mg/kg aufweisen. Es liegt eine beinahe 30-fache Überschreitung des Hilfswert 2 für PAK nach Merkblatt 3.8/1 vor.

Tabelle 14: Max. PAK- und B(a)P-Gehalte, Schurf 38

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	PAK [mg/kg] *	Benzo(a)pyren [mg/kg] **
S38, südöstlich Parkplatz	0 - 1,5	745	56

*Hilfswert 2 Merkblatt 3.8/1: 25 mg/kg,

**Prüfwert Merkblatt Altlasten 1, Wirkungspfad Boden-Mensch, Wohngebiete: 0,5 mg/kg

Bericht vom 30.10.2021

Mit 56 mg/kg Benzo(a)pyren liegt die Überschreitung des Prüfwerts für Wohngebiete bei über Faktor 100. Der Hauptbelastungspunkt liegt in der heterogenen Auffüllung unterhalb der später aufgebrauchten Schotterschicht (0,3 m - 1,5 m). Hierdurch ist eine akute Gefährdung des Schutzguts Mensch nach BBodSchV aktuell unterbunden. Da der Bereich lediglich mit Schotter befestigt und somit unversiegelt ist, kann eine Tiefenmigration der PAK und damit ein Eintritt in Grundwasser nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Im aktuellen Zustand ist jedoch in Zusammenschau der Standortrahmenbedingungen erfahrungsgemäß von einer stationären Belastung mit PAK ohne relevante Verlagerungstendenz auszugehen.

5.2.3.5 Südliche Grundstückshälfte

Die südliche Grundstückshälfte weist lokale, nur teilweise horizontal und vertikal eingegrenzte Verunreinigungen mit PAK auf, die vor allem außerhalb der Bestandsgebäude auftreten. In den insgesamt 7 Schürfen liegen die PAK-Belastungen zwischen 74 mg/kg und 648 mg/kg. Sie treten nach aktuellem Wissensstand als punktuell und nicht zusammenhängend auf.

Tabelle 15: Max. PAK- und B(a)P-Gehalte, südliche Grundstückshälfte

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	PAK [mg/kg]*	Benzo(a)pyren [mg/kg]**
S277, südwestliche Gebäudeecke M10	0,08 - 1,3	648	25
S281, ehem. Gärtnerei, südl. M12	0,07 - 1,0	323	34
S254, Parkplatz Bäumler-Areal	0,1 - 0,9	112	8,1
S255, Parkplatz Bäumler-Areal	0,1 - 0,6	29	0,33
S311, Parkplatz Bäumler-Areal	0,0 - 2,0	193	14
S213, am Wasserturm	0,08 - 1,0	93,8	7,7
S225, Altkeller in Halle M10	0,25 - 2,0	73,8	5,5

*Hilfswert 2 Merkblatt 3.8/1: 25 mg/kg

**Prüfwert Merkblatt Altlasten 1, Wirkungspfad Boden-Mensch, Wohngebiete: 0,5 mg/kg

Die Schürfe 254 und 255 bilden einen zusammenhängenden Bereich. In Schurf 255 tritt keine Prüfwertüberschreitung für Benzo(a)pyren auf. Die Untersuchungspunkte wurden nur teilweise vertikal eingegrenzt. In den Schürfen 277 und 213 wurden die unterlagernden Bodenproben untersucht und die PAK-Belastung hinreichend abgegrenzt. Der Schurf 225 wird nach unten durch eine alte Bodenplatte begrenzt.

Die lokalen Verunreinigungen durch PAK sind auffüllungsgebunden und ohne Verlagerungstendenz. Alle Bereiche sind aktuell versiegelt, eine Gefährdung der Schutzgüter menschliche Gesundheit und Grundwasser ist daher derzeit nicht zu besorgen. Im Falle von Erdarbeiten ist ein direkter menschlicher Kontakt sowie ein Eintritt ins Grundwasser über den Sickerwasserpfad nicht auszuschließen.

Bericht vom 30.10.2021

5.2.3.6 Freifläche östlicher Kantinenbereich

Östlich der Kantine (Gebäude M58) liegt S127 mit einer auffüllungsgebundene PAK-Verunreinigung bis in 0,5 m Tiefe.

Tabelle 16: Max. PAK- und B(a)P-Gehalte, Schurf 127

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	PAK [mg/kg] *	Benzo(a)pyren [mg/kg] **
S127, östlich Kantine	0,1 - 0,5	242	13

*Hilfswert 2 Merkblatt 3.8/1: 25 mg/kg

**Prüfwert Merkblatt Altlasten 1, Wirkungspfad Boden-Mensch, Wohngebiete: 0,5 mg/kg

Eine aktuelle Gefährdung der Schutzgüter menschliche Gesundheit und Grundwasser ist aufgrund der bestehenden weiträumigen Oberflächenversiegelung und dem ausreichenden Grundwasserflurabstand nicht zu besorgen. Bei Erdarbeiten ist eine Migration durch das Sickerwasser ins Grundwasser sowie ein menschlicher Direktkontakt nicht auszuschließen. Es sind entsprechende Maßnahmen bei der Durchführung von Arbeiten zu ergreifen. Das Material ist für einen Verbleib vor Ort bei einer Umnutzung zum Wohngebiet aufgrund des B(a)P-Gehalts nicht geeignet.

5.2.3.7 Ehemalige Schreinerei (M28), Kohlelager (Fläche 33)

An der östlichen Grundstücksgrenze wurden weitere PAK-Beaufschlagungen identifiziert. Diese liegen im Bereich der ehemaligen Schreinerei vor (M28 Nord), aber auch im Bereich der ehemaligen Gießerei (S31 südl. von M28) bzw. dem ehemaligen Kohlelager nördlich von M28 (Fläche 33, S133).

Tabelle 17: Max. PAK-Gehalte, Schreinerei und Kohlelager

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	PAK [mg/kg] *	Benzo(a)pyren [mg/kg] **
S156, ehem. Schreinerei	0,1 - 1,2	149	13
S158, ehem. Schreinerei	0,0 - 1,1	29,9	1,5
S31, ehem. Schreinerei / Gießerei	0,0 - 0,7	41,5	2,4
S133, Kohlelager	0,06 - 1,0	171	15

*Hilfswert 2 Merkblatt 3.8/1: 25 mg/kg

**Prüfwert Merkblatt Altlasten 1, Wirkungspfad Boden-Mensch, Wohngebiete: 0,5 mg/kg

Die PAK-Gehalte liegen zwischen 29,9 mg/kg und 171 mg/kg. Es handelt sich um lokale Verunreinigungen, die nach der abfalltechnischen Untersuchung und Gefährdungsabschätzung nicht weiter abgegrenzt wurden. Mit den erhöhten PAK-Gehalten gehen auch erhöhte Gehalte des karzinogenen B(a)P einher, die oberhalb des Prüfwerts für Wohngebiete liegen.

Eine aktuelle Gefährdung der Schutzgüter menschliche Gesundheit und Grundwasser ist aufgrund der bestehenden weiträumigen Oberflächenversiegelung und dem ausreichenden Grundwasser-

Bericht vom 30.10.2021

flurabstand nicht zu besorgen. Die Bereiche um S31 und S158 sind nicht versiegelt, jedoch handelt es sich bei PAK-Belastungen erfahrungsgemäß um stationäre Belastungen ohne Verlagerungstendenz. Der unterlagernde Auffüllungsbereich bis 3,0 m Tiefe in S31 weist geringere PAK-Gehalte (17,2 mg/kg) auf, im Geogen wurden keine PAK-Gehalte oberhalb von Prüf- und Hilfwerten detektiert. Eine latente Gefährdung für das Grundwasser kann dennoch nicht ausgeschlossen werden. Bei Erdarbeiten ist eine Migration durch das Sickerwasser ins Grundwasser sowie ein menschlicher Direktkontakt nicht gänzlich auszuschließen.

5.2.3.8 Flächige Verunreinigung mit PAK zwischen M22 und M24 (altes Kesselhaus)

Auf und um die Fläche des alten Kesselhauses (abgebrochen vor 1950) liegt eine flächige Verunreinigung durch PAK vor. Der Bereich umfasst 7 Schürfe (S10, S28, S152, S165, S167, S178, S179), die im Bereich der zentral angelegten Grünfläche durchgeführt wurden.

Tabelle 18: Max. PAK-Gehalt, Fläche altes Kesselhaus

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	PAK [mg/kg] *	Benzo(a)pyren [mg/kg] **
S152, nördliche Grünfläche, altes Kesselhaus	0,1 - 0,5	140	12

*Hilfswert 2 Merkblatt 3.8/1: 25 mg/kg

**Prüfwert Merkblatt Altlasten 1, Wirkungspfad Boden-Mensch, Wohngebiete: 0,5 mg/kg

Es liegen nur lokal Untersuchungen am Geogen vor. Diese weisen auf keine relevanten Verlagerungstendenzen der PAK hin. Der maximale PAK-Gehalt liegt in der Auffüllung bei 140 mg/kg mit 12 mg/kg Benzo(a)pyren in S152.

Der PAK-verunreinigte Bereich ist nur teilweise versiegelt. Durch den offenen Sickerwasserpfad und die fehlende Befestigung ist eine latente Gefährdung der Schutzgüter menschliche Gesundheit (Direktkontakt) und Grundwasser nicht auszuschließen. Die PAK-Gehalte sind nach vereinzelt Analysen des Geogens ortsstabil und wahrscheinlich an die vorhandenen Schlacken gebunden.

5.2.3.9 ehemalige Aschegruben (M26)

Durch Dr. Zerbes Umwelttechnik wurde 2018 der Aufschlusspunkt F/06 im Zuge von Bohrungen auf der Fläche durchgeführt. Die Bohrung wurde im Bereich vermuteter ehemaliger Aschegruben der ehemaligen Gießerei (M26), die sich südlich von M24 befanden (historische Recherche Umweltamt, 2017), durchgeführt. Im unteren Auffüllungsbereich (1,0 m - 1,2 m u. GOK) wurde in F/06 eine Belastung durch PAK und MKW festgestellt. Aufgrund der karzinogenen Eigenschaften von PAK bzw. dem Einzelparameter Benzo(a)pyren wird der Bereich den PAK-Verunreinigungen zugewiesen und nicht parallel als MKW-Schadensbereich behandelt.

Bericht vom 30.10.2021

Der Schurf 196 (M&P, 2021) wurde ebenfalls in diesem Bereich angelegt. Hier liegt eine geringfügige Überschreitung für die Parameter PAK und Benzo(a)pyren vor.

Tabelle 19: Max. PAK-, Naphthalin-, MKW- und B(a)P-Gehalte, Bereich Aschegruben

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	PAK [mg/kg] *	Naphthalin [mg/kg] **	MKW [mg/kg] ***	Benzo(a)pyren [mg/kg] ****
KRB F/06 (Dr. Zerbes) Aschegruben	1,0 - 1,2	308	44	2.200	7,1
S196 (M&P) Aschegruben	0,1 - 0,6	27,8	-	-	2,5

*Hilfswert 2 Merkblatt 3.8/1: 25 mg/kg

**Hilfswert 2 Merkblatt 3.8/1: 5 mg/kg

***Hilfswert 2 Merkblatt 3.8/1: 1.000 mg/kg

****Prüfwert Merkblatt Altlasten 1, Wirkungspfad Boden-Mensch, Wohngebiete: 0,5 mg/kg

Der PAK-Gehalt in F/06 beträgt 308 mg/kg mit 7,1 mg/kg Benzo(a)pyren. Es liegt ein Naphthalin-Gehalt von 44 mg/kg vor. Der MKW-Gehalt ist nur auf langkettige MKW (C₂₂-C₄₀) zurückzuführen und beträgt 2.200 mg/kg. Alle Werte überschreiten den Hilfswert 2 nach Merkblatt 3.8/1 bzw. den Prüfwert für Wohngebiete nach Altlasten 1.

Der Bereich ist aktuell versiegelt, daher ist nach aktuellem Wissenstand keine Gefährdung für die Schutzgüter Mensch und Grundwasser (durch Sickerwasser) zu besorgen. Die Bohrung konnte aufgrund eines Bohrhindernisses in 1,2 m Tiefe nicht bis ins Geogen abgeteuft werden. Der Bereich ist horizontal und vertikal nicht eingegrenzt. Das genaue Ausmaß der Belastung muss im weiteren Bauablauf erkundet bzw. abgegrenzt werden. Der identifizierte Teerölgeruch wird durch den PAK-Gehalt bestätigt. Bei Entfernung der Oberflächenversiegelung ist eine potenzielle Mobilisierung der Schadstoffe, speziell von Naphthalin, und damit ein Eintritt ins Grundwasser nicht ausgeschlossen.

5.2.3.10 Sonstige lokale, geringfügige Verunreinigungen mit PAK

Lokal treten weitere geringfügige Beaufschlagungen mit PAK-Gehalten oberhalb des Hilfswert 2 nach Merkblatt 3.8/1 auf. Es liegen bereichsweise Überschneidungen mit anderen sanierungsrelevanten Bereichen (Schwermetalle) vor. Die folgende Tabelle 20 listet alle betroffenen Aufschlusspunkte auf, die nicht in den vorher genannten Schadensbereichen liegen, aber einen PAK-Gehalt oberhalb des Hilfswert 2 nach LfW-Merkblatt 3.8/1 aufweisen.

Tabelle 20: Max. PAK-Gehalt, lokale Verunreinigungen

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	PAK [mg/kg] *	Benzo(a)pyren [mg/kg] **
KRB 53, Halle M1	0,1 - 0,5	46,7	4
S12, Tank bei M59	0,0 - 1,0	31,5	2,2

Bericht vom 30.10.2021

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	PAK [mg/kg] *	Benzo(a)pyren [mg/kg] **
S16, ehem. Revision / Schraubenlager	0,0 - 3,0	25,8	1,9
S106 Parkplätze westl. Grundstücksgrenze nördl. M55	0,0 - 2,0	39,6	2,6
S107, S108, zwischen M63 und M65 (Kino)	0,0 - 0,6	28,3	2,6
S115, Grünfläche westl. M55	0,0 - 0,4	38,7	3,8
S174, ehem. Gleisanlage / Einfahrt	0,08 - 0,3	52,6	2,7
S258, ehem. Gärtnerei / M11	0,18 - 0,6	28,3	1,7
S285, ehem. Gärtnerei, südl. M13	0,08 - 1,4	45,6	3,8
S291, ehem. Kistenlager, südöstl. Parkplatz	0,0 - 2,0	33	2,4

*Hilfswert 2 Merkblatt 3.8/1: 25 mg/kg

**Prüfwert Merkblatt Altlasten 1, Wirkungspfad Boden-Mensch, Wohngebiete: 0,5 mg/kg

Eine Gefährdung von Schutzgütern ist aufgrund der überwiegend vorhandenen Oberflächenversiegelung sowie der äußerst geringen Mobilität der PAK aktuell nicht zu besorgen. Ein Sanierungserfordernis im Hinblick auf die Umnutzung ist angezeigt.

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

5.2.3.11 Benzo(a)pyren auf der Grundstücksfläche

An 38 weiteren Untersuchungspunkten (außer den oben genannten) liegen die Gehalte von Benzo(a)pyren oberhalb des Prüfwerts für Wohngebiete (> 0,5 mg/kg), zum Teil mit bis zu 5-facher Überschreitung. Die PAK-Gehalte in diesen Untersuchungspunkten stellen keine Grundwassergefährdung nach LfW Merkblatt 3.8/1 dar. Für einen Verbleib vor Ort ist dieses Material im Rahmen der Umnutzung nicht geeignet und muss daher ausgetauscht werden.

5.2.4 Verunreinigungen mit Mineralölkohlenwasserstoffen

5.2.4.1 Südlicher Hallenbereich M2 / M3 (Metallverarbeitung)

Im südlichen Hallenbereich von Gebäude M2 / M3 wurde eine nutzungsbedingte MKW-Belastung im Untergrund vorgefunden. Der maximale MKW-Gehalt (19.000 mg/kg) wurde im Zuge der

Bericht vom 30.10.2021

Gefährdungsabschätzung am Material der Bohrung KRB 24 detektiert. Die maximale Belastung wurde hier in eine Tiefe bis 1,5 m u. GOK identifiziert. Die oberste Geogenschicht wies noch einen leichten Öl-Geruch auf, das Material wies in der Mischprobe jedoch keine nachweisbaren MKW-Gehalte mehr auf. Der Bereich wurde um die KRB 74 und KRB 75 erweitert und horizontal im Rahmen der Detailuntersuchung erfolgreich eingegrenzt.

Tabelle 21: MKW-Gehalte, M2 / M3 Süd, KRB 24

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	MKW [mg/kg] *
KRB 24, südl. Hallenbereich M2 / M3	0,15 - 1,5	19.000

*Hilfswert 2 Merkblatt 3.8/1: 1.000 mg/kg

Der Hilfswert 2 nach Merkblatt 3.8/1 ist 19-fach überschritten. Eine aktuelle Gefährdung der Schutzgüter menschliche Gesundheit und Grundwasser ist aufgrund der bestehenden weiträumigen Oberflächenversiegelung und dem ausreichenden Grundwasserflurabstand nicht zu besorgen. Bei Erdarbeiten ist eine Migration durch das Sickerwasser ins Grundwasser sowie ein menschlicher Direktkontakt nicht auszuschließen.

5.2.4.2 Nördlicher Hallenbereich M2 / M3 (Metallverarbeitung)

Im Unterbau der beaufschlagten Betonbodenplatte ergab in KRB 55 die chemische Analyse einen massiv erhöhten MKW-Gehalt (11.000 mg/kg). Zwischen KRB 56 und KRB 57, die sich im selben Hallenkomplex befinden und keine MKW-Gehalte über dem Hilfswert 2 aufweisen, befindet sich der Untersuchungspunkt H/03/02 (Dr. Zerbes Umwelttechnik, 2018). Auch hier wurden MKW-Gehalte oberhalb des Hilfswert 2 festgestellt. Weitere Untersuchungen an einer Probe der unterlagernden Auffüllung (Tiefe bis 1,5 m u. GOK) wurde bei H/03/02 nicht durchgeführt.

Tabelle 22: MKW-Gehalte, M2 / M3 Nord, KRB 24

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	MKW [mg/kg] *
KRB 55 (M&P), nördl. Hallenbereich M2	0,15 - 1,5	11.000
H/03/02, nördl. Hallenbereich M3 (Dr. Zerbes Umwelttechnik)	0,21 - 0,45	16.000

*Hilfswert 2 Merkblatt 3.8/1: 1.000 mg/kg

Die KRB 55 wurde im Rahmen einer Detailuntersuchung erfolgreich eingegrenzt. Es handelt sich um eine lokale nutzungsbedingte Verunreinigung, die sich auf die Bodenplatte und deren Unterbau beschränkt.

Aufgrund der vorhandenen Versiegelung und der Tiefenlage der Belastung ist eine Gefährdung des Schutzgutes menschliche Gesundheit bei Direktkontakt sowie eine Verlagerung ins Grundwasser

Bericht vom 30.10.2021

durch das Eindringen von Sickerwasser derzeit nicht zu besorgen. Die Löslichkeit und damit auch die Mobilität von MKW im Grundwasser sind jedoch verhältnismäßig gering, so dass von einer stationären Belastung auszugehen ist. Bei einer Entsiegelung im Rahmen von Erdarbeiten ist ein Eintrag in unterlagernde Geogenschichten durch eintretendes Sickerwasser bzw. ein Eintrag ins Grundwasser nicht auszuschließen. Eine Sanierung ist angezeigt.

5.2.4.3 ehemalige Gießerei

Die Untersuchung im Jahr 2018 ergab eine Verunreinigung durch MKW auf dem Gelände der ehemaligen Gießerei M26. Diese wurde an der Bodenprobe M/26/1 (0,5 m - 1,0 m u. GOK) festgestellt. Der obere Auffüllungsbereich (0,11 m - 0,5 m u. GOK) und das unterlagernde Geogen wurden nicht untersucht.

Tabelle 23: Max. MKW-Gehalt, Freifläche Gießerei

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	MKW [mg/kg] *
M/26/1, Freifläche ehem. Gießerei (Dr. Zerbes Umwelttechnik)	0,5 - 1,0	7.400

*Hilfswert 2 Merkblatt 3.8/1: 1.000 mg/kg

Der Hilfswert 2 nach LfW-Merkblatt 3.8/1 wird um das 7,4-fache überschritten. Die Verunreinigung ist vermutlich nutzungsbedingten Ursprungs.

Aufgrund der bestehenden Asphaltdecke ist eine Gefährdung des Grundwassers über den Wirkungspfad Boden-Sickerwasser-Grundwasser nicht zu besorgen. Im Falle von Erdarbeiten ist das Eindringen von Sickerwasser und damit ein Transport der Schadstoffe möglich. Eine Bodensanierung ist angezeigt.

5.2.4.4 Bereich ehem. Anschusshäuschen

Bei Gebäude M22 befindet sich der Untersuchungspunkt M/22/2 (2018). Hier wurden in ca. 1,2 m - 2,2 m Tiefe u. GOK 4.100 mg/kg MKW analysiert. Die angetroffene Auffüllung besteht im Wesentlichen aus Sand u.a. mit Asche, Glas, Bauschutt und organischen Resten. Es handelt sich um eine insgesamt tiefreichende Auffüllung bis ca. 4,5 m u. GOK.

Tabelle 24: Max. MKW-Gehalt, Bereich ehem. Anschusshäuschen

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	MKW [mg/kg] *
M/22/2, Freifläche ehem. Gießerei	1,2 - 2,2	4.100

*Hilfswert 2 Merkblatt 3.8/1: 1.000 mg/kg

Bericht vom 30.10.2021

Die MKW setzen sich vorwiegend aus langkettigen MKW (3.950 mg/kg) zusammen, was auf einen Eintrag durch Heizöl, Schmieröl oder gealtertem Diesel hinweist. In diesem Bereich befand sich ursprünglich das Anschusshäuschen der ehemaligen Schießbahn, später dann ein Nord-Süd-Strang einer ehemaligen Gleisanlage. Der Bereich wurde wahrscheinlich im Zuge mehrmaliger Umnutzung aufgefüllt.

Durch die aktuelle Versiegelung ist keine Gefährdung des Grundwassers durch eindringendes Sickerwasser gegeben. Mit Entsiegelung im Rahmen der anstehenden Erdarbeiten kann eine Verlagerung der Schafstoffe und damit eine latente Gefährdung des Grundwassers nicht ausgeschlossen werden. Eine Bodensanierung ist aufgrund der Schadstoffgehalte angezeigt.

5.2.4.5 ehem. Gleisdrehscheibe Nord

Im Bereich des alten Kesselhauses (abgebrochen vor 1964) wurde durch die rasterförmig angelegten Schürfe eine lokale Verunreinigung durch MKW in S152 detektiert. Die bauschutthaltige Auffüllung in diesem Schurf wird von geogenem Kies unterlagert, der keine MKW mehr aufweist. Der Bereich wurde horizontal nicht näher eingegrenzt.

Tabelle 25: Max. MKW-Gehalt, zentrale Grünfläche

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	MKW [mg/kg] *
S152, zentrale Grünfläche	0,1 - 1,3	1.700

*Hilfswert 2 Merkblatt 3.8/1: 1.000 mg/kg

Aufgrund der vorhandenen Versiegelung ist eine Gefährdung des Schutzguts Grundwasser durch den Sickerwasserpfad derzeit nicht zu besorgen. Bei Erdarbeiten ist eine Migration durch das Sickerwasser ins Grundwasser sowie ein menschlicher Direktkontakt nicht auszuschließen. Eine Bodensanierung ist aufgrund der Schadstoffgehalte angezeigt.

5.2.5 Verunreinigungen mit Schwermetallen

5.2.5.1 Flächige Schwermetall-Verunreinigung im Einfahrtsbereich Friedrich-Ebert-Straße

Im Einfahrtsbereich der Friedrich-Ebert-Straße wurde an einer Vielzahl von Bodenproben ein erhöhter Schwermetallgehalt festgestellt, die auf Beimengungen in der Auffüllung zurückzuführen sind. Der Schurf S65 bildet hier den Belastungsschwerpunkt. Hauptkomponenten der Belastung sind Kupfer, Zink, Blei und Cadmium, welche oberhalb von Prüf- und Hilfswerten für die Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Grundwasser liegen. In der folgenden Tabelle sind die maximalen Analysengehalte der Verunreinigung in S65 dargestellt.

Bericht vom 30.10.2021

Tabelle 26: Max. Schwermetalle, Schurf 65 Einfahrtsbereich Friedrich-Ebert-Straße

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	Schadstoff	Analysenbefunde [mg/kg]	Hilfswert 2 Merkblatt 3.8/1 [mg/kg]	Prüfwert * [mg/kg]
S65 Einfahrtsbereich Friedrich-Ebert-Straße	0,0 - 1,0	Kupfer	37.200	500	-
		Zink	40.000	2.500	-
		Blei	571	500	400
		Cadmium	92	50	20

*gem. Merkblatt Altlasten 1 Wirkungspfad Boden-Mensch Wohngebiete

Die lokal entnommenen Geogenproben wiesen keine Beaufschlagungen auf. Horizontale Eingrenzungen wurden nicht durchgeführt. In Bezug auf den Wirkungspfad Boden-Mensch (Direktkontakt) werden die jeweiligen Prüfwerte für die Parameter Blei und Cadmium in der Auffüllung überschritten.

Eine Gefährdung der Schutzgüter bei Direktkontakt nach BBodSchV sowie eine mögliche Tiefenmigration ist aufgrund der überwiegend fehlenden Oberflächenversiegelung nicht gänzlich auszuschließen und zumindest latent vorhanden. Die Ergebnisse der Beprobungen der umliegenden Grundwassermessstellen und die unbedenklichen Schwermetallgehalte des unterlagernden Geogens lassen den Schluss zu, dass bisher keine relevante Verlagerungen stattgefunden haben und demnach keine akuten Gefährdungen vorliegen. Bei den Bodenverunreinigungen handelt es sich um auffüllungsgebundene Belastungen. Aufgrund der Höhe der nachgewiesenen Schadstoffe ist eine Sanierung angezeigt.

5.2.5.2 Flächige Schwermetall-Verunreinigung im Bereich ehemalige Gießerei

Im Bereich der ehemaligen Gießerei (M26, abgebrochen) und Schreinerei (M28) befindet sich an der östlichen Grundstücksgrenze eine großflächige Belastung mit Schwermetallen, darunter Kupfer, Zink, Arsen und Blei. Da die Bereiche nicht räumlich zusammenhängen, wird der in Kapitel 4.4.4.2 insgesamt beschriebene Bereich in die zwei separaten Schadensbereiche Gießerei und alte Schießbahn unterteilt. Der Bereich alte Schießbahn (vorw. Belastung durch Quecksilber) wird im folgenden Kapitel näher behandelt. Eine Aufstellung aller Sanierungsbereiche befindet sich in Kapitel 5.4.

Tabelle 27: Schwermetall-Befunde, Bereich ehemalige Gießerei

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	Schadstoff	Analysenbefunde [mg/kg]	Hilfswert 2 Merkblatt 3.8/1 [mg/kg]
S156, alte Gießerei / Schreinerei	0,0 - 1,0	Kupfer	7.740	500
		Blei	811	500
S187, Gleisanlage / Drehscheibe	0,0 - 1,5	Zink	11.600	2.500
S31, Gießerei / Schreinerei / Gleis	0,0 - 0,7	Arsen	127	50

Bericht vom 30.10.2021

Die Auffüllung im Bereich alte Gießerei ist geprägt durch Bauschuttreste und Schlacken, wodurch auch eine Schwarzfärbung der Auffüllungsmaterialien vorliegt. Den Schwerpunkt der Kupfer-, Blei- und Cadmium-Belastungen bildet S156, wobei Cadmium nur den Hilfwert 1 nach Merkblatt 3.8/1 überschreitet. Zink besitzt den Belastungsschwerpunkt in S187, Arsen in S31. Nicht alle Schwermetalle kommen in allen Schürfen in relevanten Mengen vor. Die Belastungen sind sehr heterogen verteilt.

Tabelle 28: Schwermetall-Befunde, Bereich ehemalige Schreinerei

Lage auf der Fläche	Schadstoff	Analysenbefunde [mg/kg]	Prüfwert * [mg/kg]
S156, alte Gießerei / Schreinerei	Blei	811	400
	Cadmium	35,7	20
S31, Gießerei / Schreinerei / Gleis	Arsen	127	50

*gem. Merkblatt Altlasten 1 Wirkungspfad Boden-Mensch Wohngebiete

Es treten teils vielfache Überschreitungen der Hilfwerte für den Wirkungspfad Boden-Sickerwasser-Grundwasser auf. Nur vereinzelt wurden geringfügige Verlagerungen ins unterlagernde Geogen festgestellt (Schurf 170). Der überwiegende Teil der unterlagernden Proben ist unbelastet.

Ein Großteil der flächigen Beaufschlagung ist mit Schwarzdecke versiegelt oder aufstehenden Gebäuden bebaut. Lokal liegen Grünflächen vor, beispielsweise im Bereich S31 / S187 südlich von M28. Es kann grundsätzlich von einer auffüllungsgebundenen Belastung ausgegangen werden. Eine Mobilisation der Schadstoffe aus diesem Bereich kann speziell an unversiegelten Aufschlusspunkten nicht gänzlich ausgeschlossen werden, wodurch langfristig eine latente Gefährdung für das Schutzgut Grundwasser zu besorgen ist. Aufgrund der Höhe der nachgewiesenen Schadstoffe ist grundsätzlich eine Sanierung angezeigt.

5.2.5.3 Flächige Schwermetall-Verunreinigung im Bereich ehemalige Schießbahn

An der östlichen Grundstücksgrenze, direkt nördlich der Hallenkomplexe, wurde ein quecksilberbelasteter Bereich detektiert. Der Belastungsschwerpunkt wurde in S34 mit 639 mg/kg Quecksilber identifiziert. Es werden der Prüf-, Hilfwert und der Stufe-2-Wert für die Schutzgüter Grundwasser und Mensch überschritten.

Tabelle 29: Schwermetall-Befunde, Bereich ehemalige Gießerei

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	Quecksilber [mg/kg]
S34, ehemalige Schießbahn	0,0 - 1,0	639 mg/kg *
		80,4 µg/l **

*Hilfwert 2 nach LfW-Merkblatt 3.8/1: 10 mg/kg, Prüfwert Merkblatt Altlasten 1, Wirkungspfad Boden-Mensch, Wohngebiete: 20 mg/kg

**Stufe-2-Werte für Sicker- und Grundwasser LfW-Merkblatt 3.8/1: 4 µg/l

Bericht vom 30.10.2021

Die Fläche ist teilweise nicht versiegelt. Die Quecksilber-Belastung ist lokal im unterlagernden Geogen in Form von erhöhten Eluat-Werten (> Prüfwert) nachweisbar. Eine latente Gefahr für das Schutzgut Grundwasser über den Sickerwasserpfad ist nicht auszuschließen. Aufgrund der bereits auftretenden Verlagerungs- und Lösungstendenzen in Verbindung mit den sanierungsrelevanten Belastungen ist der Bereich zeitnah zu sanieren. Das Aushubmaterial ist aufgrund der hohen Schwermetallgehalte als gefährlicher Abfall einzustufen. Bei Erdarbeiten sind entsprechende Schutzmaßnahmen zu treffen.

5.2.5.4 Flächige Schwermetall-Verunreinigung zwischen M22 und M24 (altes Kesselhaus)

Die abfalltechnische Untersuchung und Gefährdungsabschätzung (M&P, 2021) ergab im Bereich um das alte Kesselhaus, Metallspäne-Lager, Kunststoffspritzerei und Anschusshäuschen eine großflächige und heterogen ausgeprägte Belastung mit verschiedenen Schwermetallen. Betroffen sind Gehalte an Kupfer, Blei, Zink, Arsen, Quecksilber, Antimon und untergeordnet Cadmium.

Besonders Kupfer und Zink treten auf der gesamten Fläche in unterschiedlichen Konzentrationen auf. Den Belastungsschwerpunkt bildet S152, wobei dieser auch den höchsten Bleigehalt aufweist. Ein zweiter Belastungsschwerpunkt aufgrund einer erhöhten Mobilität (Eluat-Konzentration mit 2,1 µg/l Hg > Prüfwert) tritt zusätzlich im Punkt M/22/2 (2018) auf. Dieser bildet den Hauptbelastungspunkt für Quecksilber.

Tabelle 30: Schwermetall-Befunde, Bereich altes Kesselhaus

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	Schadstoff	Analysenbefunde	Hilfswert 2 / Stufe-2-Wert Merkblatt 3.8/1 *	Prüfwert ** [mg/kg]
S152 altes Kesselhaus / Metallspänelager	0,1 - 1,3	Kupfer	2.750 mg/kg	500 mg/kg	-
		Blei	1.450 mg/kg	500 mg/kg	400
		Zink	8.500 mg/kg	2.500 mg/kg	-
M/22/2, ehem. Anschusshäuschen	1,2 - 2,2	Quecksilber	122 mg/kg	10 mg/kg	20
S167, altes Kesselhaus / Metallspänelager	0,0 - 1,4	Arsen	58,6 mg/kg	50 mg/kg	50
			17 µg/l	10 µg/l	-
S153, altes Kesselhaus / Metallspänelager	0,0 - 1,1	Antimon	325 µg/l	40 µg/l	-

*Hilfswerte nach LfW-Merkblatt 3.8/1 gelten für Feststoffe, Stufe-2-Werte für Sicker- und Grundwasser

**gem. Merkblatt Altlasten 1 Wirkungspfad Boden-Mensch Wohngebiete

Arsen tritt vor allem auf der zentralen Grünfläche im Bereich des alten Kesselhauses (S167) auf. Auch hier wird der Prüfwert im Eluat für den Wirkungspfad Boden-Sickerwasser-Grundwasser überschritten. Antimon weist in S153 massive Überschreitungen des Stufe-2-Werts für Grundwasser auf

Bericht vom 30.10.2021

(325 µg/l). Der Feststoffgehalt von Antimon wurde aufgrund des gewählten Untersuchungsumfangs nicht ermittelt.

Am unterlagernden Geogen wurden bei exemplarischen Untersuchungen keine Schadstoffmigrationen in die Tiefe festgestellt. Eine latente Gefährdung des Grundwassers über den Eintritt von Sickerwasser in die unversiegelten Bereiche ist dennoch nicht gänzlich auszuschließen. Die Auffüllung ist bei Entfernung der Versiegelung und Offenlegung aufgrund der Gefährdung für das Grundwasser und den offenen Direktkontakt Boden - Mensch zeitnah zu entfernen. Eine Sanierung ist entsprechend angezeigt.

5.2.5.5 Schwermetall-Verunreinigung südliche Grundstückshälfte

Auf der gesamten südlichen Grundstückshälfte treten lokal Verunreinigungen durch Schwermetalle, i. W. Quecksilber, mit ähnlichen Feststoffgehalten auf. In S300 liegt, abweichend zu den anderen, ein Belastungsschwerpunkt mit 90,3 mg/kg Quecksilber vor. Die verschiedenen Flächen als ein Bereich behandelt. Die enthaltenen Schurfpunkte sind in der folgenden Tabelle vollständig aufgelistet.

Tabelle 31: Schwermetall-Befunde, südliche Grundstückshälfte

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	Schadstoff	Analysenbefunde [mg/kg]	Hilfswert 2, Merkblatt 3.8/1 [mg/kg]	Prüfwert * [mg/kg]
Südl. M10 S300	0,0 - 0,6	Quecksilber	90,3	10	20
		Arsen	57	50	50
M10 - M13 S242	0,2 - 0,6	Quecksilber	25,7	10	20
M10 - M13 S261	0,2 - 0,8	Quecksilber	25,8	10	20
M10 - M13 S263	0,17 - 0,6	Quecksilber	24,4	10	20
S280	0,13 - 0,5	Quecksilber	27,3	10	20
M10 - M13 S287	0,17 - 0,6	Quecksilber	24,9	10	20
Südöstl. M13 S302	0,0 - 0,6	Quecksilber	25,4	10	20
Leichtbauhalle S310	0,0 - 0,6	Quecksilber	26,1	10	20

*gem. Merkblatt Altlasten 1 Wirkungspfad Boden-Mensch Wohngebiete

In Bezug auf den Prüfwert für Wohngebiete liegen in allen Fällen Überschreitungen vor. Eine Gefährdung von Schutzgütern ist aufgrund der überwiegend vorhandenen Oberflächenversiegelung aktuell nicht zu besorgen. S300 liegt in einem nicht versiegelten Bereich, so dass eine latente Gefährdung des Grundwassers infolge eintretender Sickerwässer nicht ausgeschlossen werden kann.

Bericht vom 30.10.2021

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

5.2.5.6 M7, Verzinnerei und Trockenöfen

Unterhalb von M7 wurde im Jahr 2018 mit der Bohrung H/07/01 ein Bereich mit Schwermetall-Belastung und untergeordnet mit PAK erfasst. Der Bereich wurde vertikal oder horizontal nicht abgegrenzt. Die ca. 2 m mächtige Auffüllung weist neben Bauschutt (Ziegel) auch Aschen und Schieferbruch auf. Aufgrund der vielfachen Überschreitung des Hilfwert 2 von Quecksilber wird der Bereich unter den PAK-Belastungspunkten nicht noch einmal aufgezeigt.

Tabelle 32: Schwermetall-Befunde, Bereich Halle M7

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	Schadstoff	max. Analysenbefunde [mg/kg]	Hilfwert 2 Merkblatt 3.8/1 [mg/kg]	Prüfwert* [mg/kg]
H/07/01 Verzinnerei / Trockenöfen	1,5 - 2,0	Quecksilber	193	10	20
		PAK	25,8	25	-
		Benzo(a)pyren	2,0	-	0,5

*gem. Merkblatt Altlasten 1 Wirkungspfad Boden-Mensch Wohngebiete

Aktuell ist aufgrund der bestehenden Versiegelung keine Gefährdung für das Grundwasser über den Sickerwasserpfad oder für Menschen durch Direktkontakt zu besorgen. Bei Offenlegung des Bereichs sind mögliche Mobilisierung der Schadstoffe und menschlicher Direktkontakt nicht auszuschließen. Es sind entsprechende Maßnahmen im Zuge von Erdarbeiten zu ergreifen. Eine Sanierung ist angezeigt.

5.2.5.7 Lager für Brennmaterial / Späne

Südlich von M67 (Kesselhaus) wurde im Zuge der abfalltechnischen Untersuchung und Gefährdungsabschätzung (M&P, 2021) S316 auf der Fläche eines ehemaligen Lagers für Brennmaterial und Späne angelegt. Die Auffüllung ist durch Bauschutt und Metallreste geprägt und weist eine Belastung durch Kupfer auf.

Tabelle 33: Schwermetall-Befunde, Bereich ehemalige Gießerei

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	Kupfer [mg/kg]	Hilfwert 2 Merkblatt 3.8/1 [mg/kg]
S316, Lager für Brennmaterial / Späne	0,0 - 0,8	1.970	500

Bericht vom 30.10.2021

Für Kupfer existiert kein nutzungsbezogener Prüfwert nach BBodSchV. Aufgrund der Höhe der Schadstoffquelle im Feststoff und der fehlenden Versiegelung liegt eine latente Gefährdung des Grundwassers über den Sickerwasserpfad vor. Zwar liegt der Wert im Eluat über dem Prüfwert (58 µg/l), jedoch nicht über den Stufe-2-Wert für Grundwasser (200 µg/l).

5.2.5.8 Flächige Schwermetall-Verunreinigung zwischen M69 und ehem. Kesselhaus M67

Zwischen der ehemaligen Galvanik (M69) und dem ehemaligen Kesselhaus (M67) liegen Verunreinigungen durch Schwermetalle vor. Die Belastung ist flächig im gesamten Bereich, auch unterhalb des Gebäudes M67, ausgebildet und umfasst die Parameter Blei, Kupfer, Zink und Arsen.

Tabelle 34: Schwermetall-Befunde, Bereich zwischen M69 und ehem. Kesselhaus M67

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	Schadstoff	max. Analysenbefunde	Hilfswert 2 und Stufe-2-Wert *	Prüfwert** [mg/kg]
F/27 (2018)	1,1 - 1,8	Kupfer	2.260 mg/kg	500 mg/kg	-
		Arsen	150 mg/kg	50 mg/kg	50
S110	0,08 - 0,4	Kupfer	785 µg/l	200 µg/l	-
S111	0,2 - 1,0	Blei	1.220 mg/kg	500 mg/kg	400
S112	0,06 - 0,8	Zink	3.050 mg/kg	2.500 mg/kg	-

*Hilfswerte nach LfW-Merkblatt 3.8/1 gelten für Feststoffe, Stufe-2-Werte für Sicker- und Grundwasser

**gem. Merkblatt Altlasten 1 Wirkungspfad Boden-Mensch Wohngebiete

Belastungsschwerpunkt für Kupfer im Feststoff und Arsen liegt in der KRB F/27 (2018). S110 an der südwestlichen Gebäudeecke von M69 weist zusätzlich erhöhte Eluat-Konzentrationen für Schwermetalle bis ins unmittelbar unterlagernde Geogen auf. Der höchste Blei-Gehalt liegt in S111; der höchste Zink-Gehalt in S112.

Die Belastungen sind auffüllungsgebunden und zeigen nur geringfügig lokale Verlagerungstendenzen auf. Aufgrund der aktuellen Versiegelung der Fläche (Schwarzdecke, aufstehende Gebäude) ist weder für den Wirkungspfad Boden-Mensch noch für den Wirkungspfad Boden-Sickerwasser-Grundwasser aktuell eine akute Gefährdung zu besorgen. Bei Erdarbeiten sind eine Migration durch eindringendes Sickerwasser ins Grundwasser sowie ein menschlicher Direktkontakt nicht auszuschließen. Der Bereich ist zeitnah zu sanieren.

5.2.5.9 Freifläche nördlich M1

Auf der ehemaligen Schießbahn wurden im S178 Belastungen durch verschiedene Komponenten ermittelt, darunter Schwermetalle und MKW. Der Bereich wird in die mit Schwermetallen belasteten Zonen kategorisiert und nicht ergänzend als MKW-Schadensbereich aufgeführt.

Bericht vom 30.10.2021

Tabelle 35: Schwermetall-Befunde, Bereich Freifläche nördlich M1

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	Schadstoff	Analysenbefunde	Hilfswert 2 und Stufe-2-Wert *	Prüfwert ** [mg/kg]
S178, ehem. Schießbahn und Gleisanlage	0,13 - 2,0	Kupfer	908 mg/kg	500 mg/kg	-
		Quecksilber	18,6 mg/kg	10 mg/kg	20
		Quecksilber	5,8 µg/l	4 µg/l	-
		Antimon	184 µg/l	40 µg/l	-
		MKW	1.100 mg/kg	1.000 mg/kg	-
		Blei	425 mg/kg	-	400

*Hilfswerte nach LfW-Merkblatt 3.8/1 gelten für Feststoffe, Stufe-2-Werte für Sicker- und Grundwasser

**gem. Merkblatt Altlasten 1 Wirkungspfad Boden-Mensch Wohngebiete

Eine akute Gefährdung der Schutzgüter liegt durch die aktuell vorhandene Oberflächenbefestigung in S178 nicht vor. Bei einer Entsiegelung im Rahmen von Erdarbeiten ist ein Transport über das Sickerwasser ins Grundwasser möglich und daher eine latente Schutzgutgefährdung gegeben. Aktuell liegt bereits eine geringfügige Verlagerung in die unterlagernde Geogene Schicht in Form von Quecksilber im Eluat (1,8 µg/l) vor. Die Sanierung dieses Bereichs ist grundsätzlich aufgrund der Höhe der nachgewiesenen Schadstoffgehalte angezeigt.

5.2.5.10 Freifläche ehem. Krätzelager

Südlich von Gebäude M24 liegt in S184 eine Verunreinigung mit Schwermetallen im Bereich des ehemaligen Krätzelagers der Gießerei vor. Die Auffüllung besteht größtenteils aus anthropogenen Beimengungen. Die chemische Analyse wies Belastungen von Blei, Kupfer, Zink, Quecksilber und Antimon auf.

Tabelle 36: Schwermetall-Befunde, Freifläche ehem. Krätzelager

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	Schadstoff	max. Analysenbefunde	Hilfswert 2 und Stufe-2-Wert ¹⁾ Merkblatt 3.8/1	Prüfwert* [mg/kg]
S184, ehem. Krätze-lager	0,1 - 2,7	Kupfer	3.650 mg/kg	500 mg/kg	-
		Blei	1.600 mg/kg	500 mg/kg	400
		Quecksilber	15,4 mg/kg	10 mg/kg	20
		Zink	3.140 mg/kg	2.500 mg/kg	-
		Antimon	171 µg/l	40 µg/l	-

*Hilfswerte nach LfW-Merkblatt 3.8/1 gelten für Feststoffe, Stufe-2-Werte für Sicker- und Grundwasser

**gem. Merkblatt Altlasten 1 Wirkungspfad Boden-Mensch Wohngebiete

Die Gehalte von Kupfer, Blei und Zink führen zu einer Einstufung von anfallenden Aushubmassen aus diesem Bereich als gefährlichen Abfall. Ein Sanierungserfordernis ist grundsätzlich angezeigt. Es liegen insbesondere Überschreitungen der Hilfswerte 2 nach LfW-Merkblatt 3.8/1 für das Schutzgut Grundwasser vor.

Bericht vom 30.10.2021

Durch die aktuelle Versiegelung in Verbindung mit dem Grundwasserflurabstand sind keine Gefährdungen für die Schutzgüter Mensch (Direktkontakt) und Grundwasser (Sickerwasserpfad) zu erwarten. Bei Offenlegung des Bereichs ist eine Mobilisierung der Stoffe über eintretendes Sickerwasser bzw. ein menschlicher Kontakt nicht auszuschließen.

5.2.5.11 Freifläche um M69

Um die ehemalige Galvanik (M69) treten vereinzelt Verunreinigungen mit verschiedenen Schadstoffen auf, darunter u. a. Schwermetalle.

Es werden der Hilfwert 2 und Stufe-2-Wert für Grundwasser für den Parameter Blei überschritten. Des Weiteren werden die Stufe-2-Werte im Schüttel-Eluat für Kupfer und Quecksilber überschritten. Die Auffüllung wird von einer ca. 0,1 m mächtigen Schicht aus tonigem Schluff unterlagert. Die Ergebnisse der chemischen Analyse gibt keine Hinweise auf eine bereits erfolgte Tiefenmigration der vorhandenen Verunreinigungen.

Tabelle 37: Schwermetall-Befunde, Freifläche um M69

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	Schadstoff	max. Analysenbefunde	Hilfwert 2 und Stufe-2-Wert *	Prüfwert ** [mg/kg]
S96, westlich M69	0,05 - 0,5	Blei	1.390 mg/kg	500 mg/kg	400
		Blei	917 µg/l	100 µg/l	-
		Kupfer	573 µg/l	200 µg/l	-
		Quecksilber	8,4 µg/l	4 µg/l	-
S94, nördlich M69	0,08 - 0,7	Kupfer	285 µg/l	200 µg/l	-
S114, östlich M69	0,15 - 1,2	Kupfer	883 mg/kg	500 mg/kg	-

*Hilfswerte nach LfW-Merkblatt 3.8/1 gelten für Feststoffe, Stufe-2-Werte für Sicker- und Grundwasser

**gem. Merkblatt Altlasten 1 Wirkungspfad Boden-Mensch Wohngebiete

In S94 und S114 liegen jeweils geringfügige Belastungen mit Schwermetallen vor. Die Schürfe liegen räumlich nicht zusammen und sind daher als separate Bereiche anzusehen. Die maximalen Analysewerte werden in der Tabelle 37 zusammenfassend dargestellt.

Eine Verlagerung der Verunreinigung ins Grundwasser über den Sickerwasserpfad bei Entfernen der Versiegelung ist in allen 3 Fällen (S94, S96, S114) nicht auszuschließen. Bei Erdarbeiten ist auch eine Gefährdung über direkten Kontakt (Wirkungspfad Boden-Mensch) möglich. Eine akute Gefährdung ist aktuell durch die aufliegende geschlossene Schwarzdecke und die unterlagernde tonige Schicht (S96, S114) für die Schutzgüter menschliche Gesundheit und Grundwasser nicht zu besorgen.

Bericht vom 30.10.2021

5.2.5.12 Freifläche westl. M56

Nördlich des Pfortnerhauses und westlich von M56 ist S136 positioniert. Die in S136 ermittelte Bleibelastung von 1.340 mg/kg im Feststoff überschreitet den Hilfswert 2 für den Wirkungspfad Boden-Sickerwasser-Grundwasser und den Prüfwert für Wohngebiete nach Merkblatt Altlasten 1. Ein Sanierungserfordernis ist entsprechend angezeigt.

Tabelle 38: Schwermetall-Befunde, Freifläche westl. M56

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	Schadstoff	max. Analysenbefunde [mg/kg]	Hilfswert 2 Merkblatt 3.8/1 [mg/kg]	Prüfwert * [mg/kg]
Westlich M56 S136	0,04 - 0,8	Blei	1.340	500	400

*gem. Merkblatt Altlasten 1 Wirkungspfad Boden-Mensch Wohngebiete

Das Material ist für einen Verbleib vor Ort im Falle der Nutzungsänderung in ein Wohngebiet nicht geeignet. Der Direktkontakt des Schutzguts Mensch, aber auch ein Transport ins Grundwasser durch eindringenden Niederschlag ist im Falle von Erdarbeiten möglich, entsprechend liegt ein latentes Gefährdungspotenzial vor. Aktuell ist unter den derzeitigen Rahmenbedingungen keine Gefährdung der Schutzgüter Mensch und Grundwasser zu besorgen.

5.2.5.13 Geringfügige Verunreinigungen mit Schwermetallen

Im Rahmen der abfalltechnischen Untersuchung und Gefährdungsabschätzung (M&P, 2021) wurden durch die umfassenden Analysen weitere Bereiche mit sanierungsrelevanten Schadstoffgehalten identifiziert. Diese sind in der folgenden Tabelle 39 aufgelistet.

Tabelle 39: Geringfügige Schwermetall-Verunreinigungen auf der Untersuchungsfläche

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	Schadstoff	Analysenbefunde	Hilfswert 2 und Stufe-2-Wert *	Prüfwert ** [mg/kg]
S8, M61 Werkstatt	0,05 - 0,5	Arsen	43 µg/l	40 µg/l	-
S13, östl. M57	0,15 - 1,2	Kupfer	673 mg/kg	500 mg/kg	-
KRB 73, Halle M1	0,22 - 0,5	Blei	486 mg/kg	500 mg/kg	400 mg/kg

*Hilfswerte nach LfW-Merkblatt 3.8/1 gelten für Feststoffe, Stufe-2-Werte für Sicker- und Grundwasser

**gem. Merkblatt Altlasten 1 Wirkungspfad Boden-Mensch Wohngebiete

In S8 liegt die Konzentration von Arsen oberhalb des Stufe-2-Werts und weist eine vierfache Überschreitung des Prüfwerts für Sickerwasser von 10 µg/l auf. Der Feststoff-Gehalt ist nicht erhöht. In S13 tritt eine lokale, auffüllungsgebundene Beaufschlagung durch Kupfer im Feststoff (673 mg/kg) auf. Eine geringfügige Überschreitung des Blei-Prüfwerts für Wohngebiete liegt außerdem in KRB 73 vor, wobei der Hilfswert 2 für Grundwasser (500 mg/kg) nach LfW-Merkblatt nicht überschritten ist. Die Auffüllung ist für einen Verbleib vor Ort nicht geeignet.

Bericht vom 30.10.2021

Aufgrund der aktuellen Oberflächenversiegelung bzw. der aufstehenden Gebäude in S8 und KRB 73 ist aktuell eine Gefährdung der Schutzgüter menschliche Gesundheit und Grundwasser nicht zu besorgen. Eine Tiefenmigration der Beaufschlagungen im Rahmen der Erdarbeiten ist aufgrund der Prüf- und Hilfwertüberschreitungen nicht auszuschließen. Eine Sanierung der Bereiche ist entsprechend angezeigt.

5.2.6 Verunreinigungen durch sonstige Stoffe (Cyanide, Phenole)

5.2.6.1 Keller Halle M10, ehem. Zylinderhärterei

Die ehemalige Zylinderhärterei liegt im südwestlichen Bereich der Halle M10 im Keller. Im Zuge der abfalltechnischen Untersuchung (M&P, 2021) wurde die KRB 67 dort abgeteuft und das Bohrgut schichtweise beprobt und analysiert. Die erfasste Cyanid-Belastung (gesamt und leicht freisetzbare Cyanide) weist eine vielfache Überschreitung des Stufe-2-Werts für Grundwasser nach LfW-Merkblatt 3.8/1 auf. Die Belastung wurde vertikal durch die unterlagernden Proben eingegrenzt.

Tabelle 40: Max. Cyanid-Gehalte, ehem. Zylinderhärterei

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	Schadstoff	max. Analysenbefunde [µg/l]	Stufe-2-Wert Merkblatt 3.8/1 [µg/l]
KRB 67 KG Halle M10	0,2 - 0,7	Cyanid (ges.)	1.500	200
		Cyanid, leicht freisetzbar	61	50

Aufgrund der bestehenden Versiegelung durch die Kellerbodenplatte ist aktuell keine Gefährdung für das Schutzgut Mensch zu besorgen. Die Cyanid-Belastung bindet in den oberen Teil des Grundwasserschwankungsbereichs ein. Eine bereits eingetretene, geringe und lokale Beeinträchtigung des Grundwassers kann daher nicht ausgeschlossen werden. Bei den erforderlichen Erdarbeiten zur Sanierung sind entsprechende Maßnahmen zu ergreifen.

5.2.6.2 Nördlicher Hallenbereich M2 / M3 (Metallverarbeitung)

In der Produktionshalle am Übergang von M2 zu M3 wurde in der KRB 56 in der obersten Lage des Geogens eine Beaufschlagung durch Phenole nachgewiesen, nachdem aus der darüberliegenden Auffüllung (Mächtigkeit ca. 0,10 m) zu wenig Material für eine Analyse gewonnen werden konnte. Der Belastungspunkt liegt zwischen den MKW-Schadensbereichen in KRB 55 und M/03/02 und wurde nicht weiter eingegrenzt.

Tabelle 41: Phenol-Gehalte, KRB 56

Lage auf der Fläche	Tiefe [m u. GOK]	Phenolindex [µg/l]	Stufe-2-Wert Merkblatt 3.8/1 [µg/l]
KRB 56, Halle M2 / M3	0,35 - 1,2	350	100

Bericht vom 30.10.2021

Aufgrund der aktuellen Lage unterhalb der Halle und oberhalb des Grundwasserspiegels ist aktuell eine Gefährdung des Schutzguts Grundwasser durch die oberste Geogenschicht nicht zu besorgen. Eine mögliche Tiefenmigration wurde nicht untersucht. Bei Offenlegung im Rahmen von Bauarbeiten ist eine Migration der löslichen Phenole nicht auszuschließen. Dies ist im Zuge der Sanierungsarbeiten zu überprüfen.

5.2.7 Grundwasser

Im Rahmen der 2020 und 2021 durchgeführten Detailuntersuchungen wurden für PFAS (PFOS) und LHKW sanierungsrelevante Konzentrationen im Grundwasser im Bereich der ehemaligen Galvanik festgestellt.

Die Konzentrationen von PFAS im Grundwasser wurden mit Hilfe der bestehenden Messstellen auf dem gegenständlichen und dem Nachbargrundstück eingegrenzt bzw. die bereits erfolgte Fahnenentwicklung aufgezeigt. Die ca. 220 m lange, nach Südosten ausgerichtete Fahne weist Konzentrationen zwischen 2,0 µg/l und 6,0 µg/l PFOS und 2,7 µg/l und 7,0 µg/l PFAS (Summe) auf. Die erfassten Belastungsschwerpunkte liegen in der GWM 0 und der B1(neu) unterhalb bzw. im Nahbereich der ehemaligen Galvanik (M&P, vertiefende Detailuntersuchung 2020). Die Untersuchungen des Grundwassers fanden am 16.07.2020 und 05.08.2020 statt. In der folgenden Tabelle 42 sind nur die aus der vertiefenden Detailuntersuchung von M&P (2020) deutlichen Schwellenwertüberschreitungen $\geq 1,0$ µg/l PFOS und Summe PFAS dargestellt.

Tabelle 42: PFAS-Konzentrationen der Abstomsicherung

Messstelle	Verbindung	PFOS	Summe PFAS*
	Einheit	µg/l	µg/l
	SW	0,1	0,1
A1		3,0	3,7
B1(neu)*		6,0	7,0
B1(neu)**		2,2	2,8
GWM 0*		2,0	2,5
GWM 0**		3,3	5,8
GWM 5(neu)		0,96	1,4

SW = Schwellenwert

$\geq 1,0$ µg/l PFOS (deutliche Überschreitung des Schwellenwertes)

Summe PFAS* = 13 Parameter exkl. BG

* = erste Beprobung 16.07.2020; ** = zweite Beprobung 05.08.2020

Als Sanierungssofortmaßnahme wurden die unversiegelten randlichen Bereiche im Dezember 2020 gegen eindringende Niederschlagswässer mittels Bau-Folie gesichert. Seit März 2021 wird eine Abstomsicherung mittels einer pump-and-treat-Anlage durchgeführt. Im Zuge der Abstomsicherung erfolgte im März 2021 in Abstimmung mit den zuständigen Behörden ein wöchentliches

Bericht vom 30.10.2021

Grundwassermonitoring in den ersten 4 Wochen, welches im Anschluss in ein monatliches Monitoring überging. Die ersten beiden Monitoringberichte hierzu wurden den zuständigen Behörden zugestellt [13].

Im Rahmen des Monitorings der Abstomsicherung für den PFOS-Schadensbereich wurden die Messstellen B1(neu), B2(neu) und B3(neu) im März 2021 wöchentlich auf PFAS, LHKW und Schwermetalle zzgl. Chrom VI untersucht, im Anschluss ab April 2021 monatlich. Die wöchentliche Beprobung der drei Messstellen im März erbrachte schwankende PFOS-Konzentrationen zwischen 2,0 µg/l und 15 µg/l. Es ergab sich des Weiteren eine durchgängige Beaufschlagung durch LHKW oberhalb des Stufe-2-Werts für Grundwasser (Stufe-2-Wert > 40 µg/l). Die LHKW-Konzentrationen lagen zwischen 87 µg/l und 120 µg/l in B2(neu). In B3(neu) liegen die LHKW-Konzentrationen oberhalb des Stufe-1-Werts für Grundwasser zwischen 23,3 µg/l und 27,4 µg/l. Hauptbestandteil ist Tetrachlorethen und ungeordnet Trichlorethen.

Tabelle 43: LHKW-Konzentrationen der Abstomsicherung

Untersuchungsstelle und Zeitpunkt	LHKW [µg/l]	Prüfwert / Stufe-1-Wert Merkblatt 3.8/1 [µg/l]	Stufe-2-Wert Merkblatt 3.8/1 [µg/l]
B2(neu) 23.04.2021	120	10	40
B3(neu) 18.03.2021	27,4		

Die erhöhten Konzentrationen bis 15,7 µg/l LHKW wurden bereits im Oktober 2020 festgestellt. Die Messstelle B3(neu) liegt im seitlichen Abstrom der Messstelle B2(neu) und weist geringere Konzentrationen im Grundwasser auf. Die Messstelle B2(neu) befindet sich im denkmalgeschützten Bereich der Halle M69. Eine Bodensanierung durch Bodenaustausch ist hier nicht vorgesehen. Das aus den drei Messstellen geförderte Grundwasser wird aktuell über eine Sanierungsanlage abgereinigt und eine Ausbreitung der Schadstoffe, auch der LHKW, mit dem weiteren Abstrom verhindert.

Die restlichen Messstellen auf dem Gelände wiesen an den durchgeführten Untersuchungstagen keine Vergleichswertüberschreitungen für Schwermetalle, PAK, MKW, LHKW und BTEX/TMB auf.

Bericht vom 30.10.2021

5.3 Beurteilung der Schutzgutgefährdungen

5.3.1 Schadstoffe

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

- Per- und polyfluorierte Alkylverbindungen (PFAS)
- Schwer- und Halbmetalle: i.W. Kupfer, Zink, Blei, Arsen, Cadmium, Quecksilber, Antimon
- PAK - polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe; Einzelstoffe Benzo(a)pyren und Naphthalin)
- MKW - Mineralölkohlenwasserstoffe
- Cyanide
- Phenole

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

5.3.2 Potenzielle Transferpfade

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

Transferpfad Boden → Mensch:

Direkter, oraler und dermalen Kontakt.

Transferpfad Boden → Atmosphäre → Mensch:

Inhalative Aufnahme von (Fein)staub und Gasen.

Transferpfad Boden → Grundwasser:

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

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

Bericht vom 30.10.2021

5.3.3 Sanierungsrelevanzen - Wirkungspfad Boden → Mensch

Eine Beeinträchtigung des Schutzgutes "menschliche Gesundheit" über die o. g. Transferpfade setzt grundsätzlich voraus, dass ein Direktkontakt mit dem Boden, eine Auswehung belasteter Stäube oder Ausgasung leichtflüchtiger Schadstoffe möglich ist. Hierzu ist eine Entsiegelung der Oberfläche oder bei tieferliegenden 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-Auswehungen zu sichern. Resultierende Arbeits- und Emissionsschutzmaßnahmen sind im Kap. 7 und 8 dargelegt.

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

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

5.3.4 Sanierungsrelevanzen - Wirkungspfad Boden → Grundwasser

Die vorliegenden Untersuchungen im Bearbeitungsgebiet geben Hinweise auf Beaufschlagungen des Grundwassers über den Sickerwasserpfad mit den Schadstoffen PFAS sowie untergeordnet mit LHKW und Schwermetallen (Kupfer). Es liegen lokal potenzielle Schadstoffeintragsquellen vor, deren Ausdehnung nicht genau erfasst ist.

Die durchgeführten Grundwasseruntersuchungen ergaben, dass das Grundwasser außerhalb der ehemaligen Galvanik bei dem aktuellen Versiegelungsgrad bisher nicht durch die im Grundwasserschwankungsbereich erfassten Schadstoffe beeinträchtigt wurde.

Bericht vom 30.10.2021

Potenzielle Gefährdungen durch PFOS können in den Schadensbereichen SB 1.1 bis SB 1.5 nicht ausgeschlossen werden. Die Verunreinigungen liegen teilweise in unversiegelten Abschnitten vor, die nicht flächendeckend vertikal abgegrenzt sind (SB 1.1, 1.2, 1.3, 1.5), bis in größeren Tiefen > 4 m u. GOK reichen (SB 1.3, 1.5) und somit den Grundwasserschwankungsbereich tangieren.

Daneben liegen einige Schadensbereiche mit weiteren Schadstoffen innerhalb des Grundwasserschwankungsbereichs. Dazu gehören der SB 2.1 auf dem Bäumlner-Gelände (PAK, MKW) und die nutzungsbedingte Cyanid-Verunreinigung in SB 5.1. Einige der Sanierungsbereiche sind vertikal nicht abgegrenzt (u. a. SB 4.3, 4.9, 4.10, 5.2).

Eine negative Beeinträchtigung des Grundwassers durch die vorliegenden Schadstoffe kann insbesondere bei Grundwasserhochständen nicht ausgeschlossen werden. Einige der Schadstoffe (MKW, PAK, Schwermetalle oxidisch gebunden) sind nur gering löslich und damit eingeschränkt mobil, so dass aus gutachterlicher Sicht von stationären Belastungen ohne Verlagerungstendenzen auszugehen ist. In den durchgeführten Grundwasseruntersuchungen wurden bisher keine relevanten Beeinträchtigungen des Grundwassers festgestellt, die auf ein Abströmen von etwaig gelösten Schadstoffen der nachgewiesenen Auffüllungsbelastungen hinweisen. Allerdings fehlen in einigen Bereichen geeignete Messstellen im Abstrom bzw. der Untersuchungsumfang muss um den entsprechenden Parameter erweitert werden (SB 5.1, Cyanid). Bei geringmobilen Schadstoffen wie MKW und PAK ist es zudem möglich, dass die bestehenden Messstellen zu weit entfernt liegen, um eine eventuell bereits eingetretene Beeinträchtigung des Grundwassers (z.B. SB 2.1, PAK / MKW) erfassen zu können.

Die weiteren Bodenbelastungen mit MKW und PAK reichen im Wesentlichen nicht bis in Tiefen, die vom Grundwasser beeinflusst sind, so dass beim aktuellen Flächenzustand (Versiegelung) keine Beaufschlagung des Grundwassers zu besorgen ist. Nach der Entsiegelung ist jedoch aufgrund der Überschreitung der jeweiligen Hilfswerte eine Grundwassergefährdung durch eine Verlagerung der Schadstoffe mit dem Sickerwasserstrom theoretisch gegeben.

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

5.4 Ableitung von Sanierungsbereichen

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

Für die geplante Maßnahme ist flächendeckend (ohne Denkmalschutzbereiche und Gebäude M63) ein vollständiger Aushub sämtlicher Auffüllungsmaterialien inklusive vorheriger Entsiegelung und

Bericht vom 30.10.2021

Tiefenenttrümmerung vorgesehen. Aufgrund des detektierten Schadstoffpotenzials werden die Sanierungsbereiche dennoch gesondert ausgewiesen.

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

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

Nutzungsbedingte Kontaminationen, hervorgerufen durch den unsachgemäßen Umgang mit flüssigen Betriebsstoffen, stellen sich in Form von i. d. R. auch geruchlich wahrnehmbaren Kohlenwasserstoffen in Form von Ölen (MKW) dar.

Die nutzungsbedingten Verunreinigungen beginnen vertikal betrachtet in Auffüllungshorizonten ab GOK bzw. OK Geschosbodenplatten (Ort des Eintrags) bzw. in Abhängigkeit von der Nutzung ggf. geringfügig unterhalb der Erdoberfläche (z. B. Tankleckagen). Die Tiefe der jeweiligen Kontamination ist abhängig von der eingetragenen Schadstoffmenge und -dauer sowie ihrer physiko-chemischen Eigenschaften in Verbindung mit dem Rückhaltevermögen der Auffüllungsmaterialien. Die Kontaminationen sind zumeist flächig zusammenhängend und oberflächennah.

Da die nutzungsbedingten Kontaminationen durch den Eintrag von schadstoffhaltigen Flüssigphasen hervorgerufen sind, ist grundsätzlich eine Mobilität der Schadstoffe zu unterstellen.

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

Demgegenüber werden die stoffbürtigen Kontaminationen durch ortsfeste Inhaltsstoffe im Verfüllkörper selbst hervorgerufen. Es handelt sich im Gegensatz zu den nutzungsbedingten Kontaminanten um Feststoffe. Zu nennen sind hier in erster Linie teerhaltige Produkte, wie die erbohrten Aschen und Schlacken (PAK, Schwermetalle, Dachpappenreste) sowie anderweitige nutzungsbedingt eingetragene Rückstände benachbarter Gewerke innerhalb des Geländes (Kesselhäuser, Gießerei, Metallverarbeitung). Die stoffbürtigen Kontaminationen, z. B. oxidisch gebundene Schwermetalle in Schlacken, zeichnen sich i. d. R. durch geringe bis keine Eluierbarkeit aus. Ihre räumliche Verteilung ist heterogen, durch die Verfüllhistorie und durch die Nutzungshistorie bestimmt. Auffüllungsmaterialien mit erhöhten Schadstoffgehalten sind daher zumeist lokal begrenzt oder punktuell anzutreffen.

Bei dem derzeitigen Versiegelungsgrad ist lokal eine negative Beeinflussung des Grundwassers durch Niederschlagswässer und auch ein direkter Kontakt des Grundwassers mit dem Auffüllungskörper (SB unter Kellern) nicht auszuschließen.

Bericht vom 30.10.2021

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

Eine Übersicht über die Lage und Erstreckung der Sanierungsbereiche ist der Abbildung 3 in Anlage I zu entnehmen. Die daraus entwickelten Ausschnittpläne mit den jeweils darin befindlichen Sanierungsbereichen sind in den Abbildungen 3.1 bis 3.4 und die Profilschnitte in den Abbildungen 4.1 bis 4.9 der Anlage I zu entnehmen.

Ergänzend sind zum Sanierungsbereich SB 1.1 in den Abbildungen 5.1 und 5.2 Aushubpläne mit den prognostizierten Aushubtiefen als 3D-Modell und als Aufsicht aufgeführt.

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

5.4.1 Sanierungsbereiche 1.1 - 1.5: Verunreinigungen mit per- und polyfluorierten Alkylverbindungen (PFAS)

Die kartierten PFAS-Schäden schließen in der Regel mehrere Schürfe und Bohrungen ein, so dass immer ein größerer Flächenanteil betroffen ist. Der belastete Bereich der Galvanik wurde in mehreren Gutachten von M&P (2020, 2021) auskartiert und umschließt eine Fläche von ca. 3.250 m². Der Schaden befindet sich in den Kompartimenten Boden und Grundwasser. Es liegt hierzu bereits ein separates Sanierungskonzept [11] vor. Die darin vorgeschlagenen Maßnahmen werden in den gegenständlichen Sanierungsplan integriert.

Die anderen Schäden besitzen vermutlich die gleiche Genese der nutzungsbedingten Kontamination durch die nahe gelegene Galvanik (Sanierungsbereich 1.5) oder stehen mit dieser zumindest in Zusammenhang, da womöglich Material aus diesem Bereich an anderen Orten verfüllt bzw. abgelagert wurde (SB 1.2, 1.3, 1.4).

Tabelle 44: Zusammenfassung der PFAS-Sanierungsbereiche auf dem Untersuchungsgelände

SB	Kennung (Nutzung / Lokation)	Aufschlusspunkte	Fläche ca. (m ²)	max. Tiefe ca. (m u. GOK)
1.1	Galvanik	> 10 Stück KRB	3.250	9,2
1.2	Leichtbau-Lagerhalle	S299, KRB 98, KRB 101	250	1,0
1.3	Gleisdrehscheibe	S171, S172, S187, KRB 128	440	1,9
1.4	Freifläche südl. M63	S117 - S119	600	1,2
1.5	Kohlelager	S133, S134, KRB 123	220	1,5

Die Sanierung der kontaminierten Bereiche erfolgt durch das vollständige Entfernen der Auffüllungshorizonte und geogene Materialien unter permanenter, gutachterlicher Begleitung und char- genweiser Beprobung und Deklaration der Aushubmaterialien bis zum Erreichen der Sanierungszielwerte gemäß Ausführungen in Kapitel 6.3.2.

Bericht vom 30.10.2021

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

5.4.2 Sanierungsbereiche 2.1 - 2.30: Verunreinigungen mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK)

Insgesamt liegen gemäß dem derzeitigen Kenntnisstand rund 30 Sanierungsbereiche für PAK vor. In einigen Bereichen liegen Belastungen vor, die eine Einstufung der kontaminierten Materialien als Gefahrstoffe bzw. gefährlicher Abfälle (SB 2.1, 2.2, 2.3) bei zur Folge haben.

Es liegen im Wesentlichen stoffbedingte bzw. auffüllungsbedingte Ursachen innerhalb der Auffüllung bzw. deren Beimengungen (z. B. Schlacken) vor, die bereichsweise auf die ehemaligen Nutzungen in den jeweiligen Bereichen bzw. deren Ausstattung zurückzuführen sind. So zum Beispiel im Bereich der Kühlräume, des ehemaligen Kesselhauses, des Kohlelagers, der Aschegruben oder der Schreinerei. Besonders in einigen kleineren Bereichen (SB 2.15 - SB 2.30) ist teilweise keine eindeutig identifizierbare Ursache der PAK-Belastung erkenntlich.

Die Kontaminationen sind zum Teil eingegrenzt und die Flächen wurden anhand der umliegenden Schürfe und Untersuchungspunkte interpoliert. Die genauen Belastungsausdehnungen sind im Bauablauf zu überprüfen und die Sanierung ist gutachterlich zu überwachen. Die Sanierung erfolgt durch vollständiges Entfernen der Auffüllungsmaterialien bis zum Erreichen der Sanierungsziele und chargenweiser Beprobung und Deklaration der Aushubmaterialien.

Tabelle 45: Zusammenfassung der PAK-Sanierungsbereiche auf dem Untersuchungsgelände

SB	Kennung (Nutzung / Lokation)	Aufschlusspunkte	Fläche ca. (m ²)	max. Tiefe ca. (m u. GOK)
2.1	Kühlraum Keller, Gebäude 8+9, Bäumler-Areal	KRB 80, KRB 106, B11	260	1,4 m unter Kellerboden- platte
2.2	Kesselhaus (M67)	KRB 38a	180	2,6
2.3	Einfahrt Friedrich-Ebert-Straße, ehem. Gleis	Schurf 212	50	0,6
2.4	Einfahrt Friedrich-Ebert-Straße, ehem. Gleis	Schurf 65	50	1,0
2.5	Südöstlicher Parkplatz	Schurf 38	60	1,5
2.6	Südwestliche Gebäudeecke M10	Schurf 277	55	1,3
2.7	Südliche Grundstücksgrenze, ehem. Gärtnerei	Schurf 281	60	1,0
2.8	ehem. Aschegruben	F/06	35	> 1,2
2.9	Östlich Kantine (M57)	Schurf 127	60	0,5
2.10	Bäumler-Parkplatz	Schurf	60	2,0
2.11	ehem. Kohlelager	Schurf 133	50	1,0
2.12	ehem. Schreinerei	Schurf	50	1,2

Bericht vom 30.10.2021

SB	Kennung (Nutzung / Lokation)	Aufschlusspunkte	Fläche ca. (m ²)	max. Tiefe ca. (m u. GOK)
2.13	ehemaliges Kesselhaus (abgebrochen)	S10, S28, S152, S165, S167, S179, S178	2.560	2,0
2.14	Tiefgarage, Grenze Rieter-Bäumler	S254, S255	275	0,9
2.15	Wasserturm	S213	50	1,0
2.16	Altkeller unter M10	S225	55	2,0
2.17	Halle M1	KRB 53	50	0,4
2.18	Zwischen M63 und M65 (Kino)	S107, S108	200	0,6
2.19	Tank bei M59	S12	50	1,0
2.20	Revision / Schraubenlager	S16	50	3,0
2.21	Gießerei / Schreinerei südl. M28	S31	30	0,7
2.22	Westl. M56	S106	50	2,0
2.23	Westl. M56	S115	50	0,4
2.24	Schreinerei nördl. M28	S158	50	1,1
2.25	Ehem. Gleisanlage / Einfahrt	S174	55	0,3
2.26	Aschegruben	S196	55	0,6
2.27	Ehem. Gärtnerei / M11	S258	55	0,7
2.28	Ehem. Gärtnerei, südl. M13	S285	55	1,4
2.29	Ehem. Kistenlager südöstl. Parkplatz,	S291	55	>2,0
2.30	Ehem. Kistenlager südöstl. Parkplatz,	S292	55	0,7

5.4.3 Sanierungsbereiche 3.1 - 3.6: Verunreinigung mit Mineralölkohlenwasserstoffen

Die mit MKW kontaminierten Bereiche liegen, neben vorhandenen Begleitbelastungen zusätzlich zu einigen vorgenannten PAK-Schadensbereichen, vor allem im zentralen Grundstücksbereich. Die nördlichen Produktionshallen M1 - M7 unterlagen einer langjährigen industriellen Nutzung seit den 1920er Jahren. Am Beton der Bodenplatten wurden hier visuell fleckenhafte Beaufschlagungen mit Maschinenölen festgestellt und analytisch belegt (Rückbau- und Entsorgungskonzept, M&P 2020). Die Sanierungsbereiche 3.1 - 3.3 liegen im Bereich mit nutzungsbedingten Kontaminationen im Zuge der Maschinenproduktion. Auch die anderen Schadensbereiche sind mit großer Wahrscheinlichkeit durch die ehemaligen Nutzungen, zum Beispiel im Bereich von Gleisanlagen (Schmierstoffe) oder Gießereischmelzöfen (Schweröle als Brennstoffe), entstanden.

Tabelle 46: Zusammenfassung der MKW-Sanierungsbereiche auf dem Untersuchungsgelände

SB	Kennung (Nutzung / Lokation)	Aufschlusspunkte	Fläche ca. (m ²)	max. Tiefe ca. (m u. GOK)
3.1	Produktionshalle / Metallverarbeitung	KRB 24, KRB 74, KRB 75	400	1,5
3.2	Produktionshalle / Metallverarbeitung	H/03/02	50	1,5

Bericht vom 30.10.2021

SB	Kennung (Nutzung / Lokation)	Aufschlusspunkte	Fläche ca. (m ²)	max. Tiefe ca. (m u. GOK)
3.3	Produktionshalle / Metallverarbeitung	KRB 55	50	0,3
3.4	Gießerei	M/26/1	50	1,0
3.5	Anschusshäuschen	M/22/2	50	3,0
3.6	Gleisdrehscheibe Nord	152	50	1,3

Die kontaminierten Bereiche sind teilweise eingegrenzt und die flächige Ausdehnung wurde entsprechend der vorliegenden Befunde interpoliert (SB 3.2 - 3.6). Die Sanierung erfolgt unter gutachterlicher Begleitung, Separation und chargenweiser Beprobung des Materials.

5.4.4 Sanierungsbereiche 4.1 - 4.16: Verunreinigungen mit Schwer- und Halbmetallen

Insgesamt liegen 16 verunreinigte Bereiche mit sanierungsrelevanten Schwermetallgehalten und -konzentrationen vor. Davon sind 6 Bereiche flächenhaft ausgeprägt mit Flächengrößen teilweise über 3.000 m². Die höchsten Gehalte und Konzentrationen liegen im Bereich der ehemaligen Gleisanlage im Einfahrtsbereich vor (SB 4.1). Daneben sind auch auf dem zentralen Grundstück die Bereiche um die ehemaligen Schießbahn (SB 4.3), das alte Kesselhaus und Metallspäne-Lager (SB 4.4) und die alte Gießerei (SB 4.2) mit hohen Schwermetallbeaufschlagungen betroffen. Im südlichen Bereich treten punktuelle Schadensbereiche mit ähnlichen Werten an Quecksilber auf (SB 4.5). Die restlichen Kontaminationen lassen sich ebenfalls auf die ehemalige Nutzung als metallverarbeitende Industrie bzw. deren Abfälle zurückführen, wobei diese deutlich kleinräumiger sind (4.9 - 4.16).

Tabelle 47: Zusammenfassung der Schwermetall-Sanierungsbereiche auf dem Untersuchungsgelände

SB	Kennung (Nutzung / Lokation)	Aufschlusspunkte	Fläche ca. (m ²)	max. Tiefe ca. (m u. GOK)
4.1	Einfahrt Friedrich-Ebert-Straße, ehem. Gleiskörper	S62, S65, S212, S205 - S207, S64, S211, S216, S215	Insgesamt 1.850	1,0
4.2	Gleisanlage und Gießerei	S31, S148, S156 - S158, S169 - S172, S187, F/13, F/14	ca. 3.500	3,0
4.3	Schießbahn und Pulvermagazin	S34, S189, S202 - S204	ca. 680	1,8
4.4	altes Kesselhaus (abgebrochen)	S10, S28, S152, S153, S164, S167, S181, M/22/2, 130/2	ca. 2.300	2,7
4.5	Östl. Leichtbauhalle Südliche Grundstückshälfte, ehem. Gärtnerei / Pionierplatz	S300, S242, S310, S287, S302, S261, S263, 280	Insgesamt 700	0,8
4.6	Verzinnerei, Trockenöfen	H/07/01	60	2,0
4.7	Lager für Brennmaterial / Späne	S316	55	0,8
4.8	Kesselhaus, Galvanik	110, 111, 112, 113, KRB 7a, KRB 38a, F/27	1.560	2,6

Bericht vom 30.10.2021

SB	Kennung (Nutzung / Lokation)	Aufschlusspunkte	Fläche ca. (m ²)	max. Tiefe ca. (m u. GOK)
4.9	Gleisanlage	S178	70	2,0
4.10	Krätzelerlager für Gießerei	S184	60	2,7
4.11	Galvanik / Metallverarbeitung	S96	70	0,5
4.12	Westl. M56	S136	90	0,8
4.13	Werkstatt	S8	60	1,0
4.14	Galvanik / Metallverarbeitung	S94	70	0,7
4.15	Galvanik / Metallverarbeitung	S114	70	1,2
4.16	Östl. M57	S13	95	1,2

5.4.5 Sanierungsbereich 5.1 - 5.2: Verunreinigungen mit sonstigen Stoffen

Im Bereich der Produktionshallen kam es nutzungsbedingt zu Kontaminationen des Untergrundes mit MKW. Im Bereich der MKW-Kontaminationen liegt auch der Schadensbereich mit Phenol (SB 5.2). Die Kontamination ist nur teilweise durch die umliegenden Probenahmestellen abgegrenzt. Die Belastungsfläche wurde daher abgeschätzt.

Im Bereich der ehemaligen Zylinderhärterei kam es zu einer nutzungsbedingten Beaufschlagung der Bausubstanz (Rückbau- und Entsorgungskonzept, M&P 2020) der Wände und des Bodens sowie des unterlagernden Bodenmaterials (abfalltechnische Untersuchung und Gefährdungsabschätzung, M&P 2021) durch Cyanide. Da die Eintragsstelle visuell identifizierbar war, ist von einer flächig engräumig begrenzten Belastung im SB 5.1 auszugehen.

Tabelle 48: Zusammenfassung weiterer Sanierungsbereiche auf dem Untersuchungsgelände

SB	Kennung (Nutzung / Lokation)	Aufschlusspunkte	Fläche ca. (m ²)	max. Tiefe ca. (m u. GOK)
5.1	Zylinderhärterei	KRB 67	50	2,0
5.2	Produktionshalle / Metallverarbeitung	KRB 56	50	1,2

Die Sanierung erfolgt durch vollständiges Entfernen der Auffüllungsmaterialien bis in das angrenzende Geogen unter gutachterlicher Begleitung und chargenweiser Beprobung und Deklaration der Aushubmaterialien.

In diesen Bereichen liegt teilweise eine Gefährdung des Grundwassers aufgrund der Tiefenlage der Belastung vor. Baubegleitend ist im Zuge der für SB 5.1 erforderlichen Bauwasserhaltung zu prüfen, ob und wenn ja, in welchem Umfang eine negative Veränderung des Grundwassers bereits eingetreten ist.

5.5 Kubaturen und Massenbilanzen der Sanierungsbereiche

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

Bericht vom 30.10.2021

auf Grundlage der abfalltechnischen Untersuchung und Gefährdungsabschätzung (M&P, 2021)
 Zuge der Bodenmanagementplanung ermittelt.

Tabelle 49: Mengenangaben der jeweiligen Aushubkubatur

Material	Fläche ca. [m ²]	Aushubvolumen ca. [m ³]	Aushubmasse ca. [t]	Güte gem. LAGA BS / DepV
Massen Entsiegelung / Tiefenenttrümmerung				
Schwarzdecke	30.000	4.600	8.700	/
Gebäude	66.848	-	-	-
Beton (Platten)	1.445	318	636	Z 0*
Pflaster	3.048	335	670	Z 0*
Rasengittersteine	2.450	270	540	Z 0*
Schwarzdecke (teerhaltig)	18.838	1.884	3.768	teerhaltig
Schwarzdecke (teerfrei)	34.594	3.459	6.919	teerfrei
Oberboden	18.737	4.497	6.745	-
Massen Boden				
Auffüllungsmaterialien** (chemisch für einen Wieder- einbau geeignet)	144.390	23.737	42.727	Z 0
		28.605	51.489	Z 1.1
		17.902	32.223	Z1.2
		11.068	19.923	Z 2
Auffüllungsmaterialien (chemisch nicht für einen Wiedereinbau geeignet)	144.390	10.566	19.019	DK 0
		14.115	25.407	DK I
		1.241	2.233	DK II
		3.600	6.479	DK III
Geogenes Material, nicht Z 0***	-	545	982	Z 1.1
		2.259	4.066	Z1.2
		606	1.090	Z 2
		905	629	> Z 2
Summe (Boden, Auffüllung) **ohne SB 1.1		~ 110.834	~ 199.500	-
Summe (Boden, Geogen) ***ohne SB 1.1		~ 4.315	~ 7.767	-
Auffüllungsmaterialien und Geogen, PFAS-Sanierung Bereich Galvanik SB 1.1	3.250	1.413	2.545	> Z 2 / DK 0
		9.866	17.759	> Z 2 / DK I
		1.318	2.372	> Z 2 / DK II
		84	151	> Z 2 / DK III

Bericht vom 30.10.2021

Material	Fläche ca. [m ²]	Aushubvolumen ca. [m ³]	Aushubmasse ca. [t]	Güte gem. LAGA BS / DepV
Gesamtsumme inklusive SB 1.1		~ 126.417	~ 227.549	-

*Annahme

**ohne Kalkschotter > 0,2 m

***Das Geogen wurde nicht flächendeckend untersucht, inklusive PFAS-Sanierungsbereiche außerhalb Galvanik

Im Rahmen der abfalltechnischen Untersuchung erfolgte die rasterförmige Einteilung der Fläche und eine entsprechende Deklaration pro Rasterfeld. Die resultierenden Massen der Sanierungsbereiche sind in den angegebenen Gesamtmassen der Auffüllungsmaterialien bereits enthalten und entsprechen der jeweilig für das Rasterfeld berechneten Menge an Aushub.

Die Zuordnung der Deklaration zu einem Rasterfeld betrachtet entspricht somit einem "Worst-Case-Szenario". Die in den Sanierungsbereichen anfallenden Massen werden nicht separat ausgewiesen. Durch die laboranalytische, höherauflösende Eingrenzung mit engerem Beprobungsraster und durch die Separationsarbeiten im Bauablauf sind Massenverschiebungen naturgemäß zu erwarten.

6 SANIERUNGSKONZEPT

6.1 Sanierungsverfahren: Variantenvergleich

Aufgrund der grundsätzlichen Zielrichtung des Eigentümers, ein vollständig alllastenfreies Grundstück zu schaffen in Verbindung mit den bereits ergriffenen Sicherungsmaßnahmen (Abstromsicherung) ist im Grunde nach das Sanierungsverfahren, die vollständige Dekontamination des Grundstückes, bereits festgelegt.

Allgemein ist zwischen einer Sicherung / Immobilisierung und der Dekontamination zu unterscheiden. Beide Vorgehensweisen werden im Folgenden in ihrer grundsätzlichen Eignung, unter Berücksichtigung des Stoffverhaltens, der Standortbedingungen und der Sanierungszielvorgaben, beurteilt.

Als potenziell geeignete Sanierungsvarianten werden die im Folgenden beschriebenen, zwei gängigen Verfahren betrachtet.

Dekontaminationsverfahren

Das Dekontaminationsverfahren umfasst den konventionellen Aushub der kontaminierten Feststoffe und ihre off-site Entsorgung / Behandlung.

Aufgrund der Schadstoffzusammensetzung (i. W. PFAS, Schwermetalle, PAK und KW) ist entweder eine Beseitigung auf einer zugelassenen Abfalldeponie oder eine Behandlung einzusetzen.

Bericht vom 30.10.2021

Sicherungsverfahren

Das Sicherungsverfahren umfasst die Immobilisierung der Schadstoffe durch Injektion oder Zugabe einer verfestigenden Substanz (z. B. Zementsuspension).

Mit dem Injektionsverfahren ist des Weiteren eine Einkapselung der schadstoffhaltigen Bereiche möglich (Vertikal-, Horizontalabdichtung mittels Tonsuspension oder Silikatgel).

6.1.1 Beurteilung der Sanierungsverfahren

Die vorgenannten, hinsichtlich ihrer grundsätzlichen Eignung ausgewählten Sanierungsverfahren entsprechen dem Stand der Technik und sind ordnungsbehördlich genehmigungsfähig. Weiterhin werden die Verfahren hinsichtlich ihrer allgemeinen technischen Durchführbarkeit sowie unter dem Aspekt der langfristigen Flächenfolgenutzung und ihrer Wirtschaftlichkeit geprüft.

Es wird unterstellt, dass die Bodensanierung nach erfolgtem vollständigem Rückbau der oberirdischen und z. T. der unterirdischen Bausubstanz zur Ausführung kommt. Hinsichtlich des Platzbedarfs und der Baustelleninfrastruktur ergeben sich daher keine Nachteile für eine der beiden Verfahren.

6.1.2 Verfahrenstechnische Eignungen

Dekontamination:

Der Aushub kann grundsätzlich mittels Großgeräte erfolgen. Im Untergrund angetroffene Bauwerke (z. B. Becken, Leitungskanäle) sind bei Erfordernis manuell zu dekontaminieren und abzubrechen. Der belastete Aushub kann nach Deklaration zur off-site-Entsorgung oder Behandlung verladen werden.

Im Zuge der Sanierungserdarbeiten sind Arbeits- und Emissionsschutzmaßnahmen (z. B. Abplanen der Baugrube, Staubbeseitigung u. Ä.) auszuführen.

Sicherung:

Zur Verfestigung (Immobilisierung) kommt grundsätzlich ein in-situ- oder ein on-site - Verfahren in Frage.

Bautechnisch durchführbar ist das in-situ-Verfahren z. B. mittels Hochdruckinjektionen. Hierbei wird die der Verfestigung der Inhaltsstoffe bzw. der Herstellung der Abdichtung dienende Zementsuspension o. Ä. über Lanzen eingepresst. Der zur vollkommenen Durchdringung der Materialien nötige Abstand der Lanzen ist vorab zu bestimmen. Des Weiteren ist in Vorversuchen im Labormaßstab die zu erzielende Druckfestigkeit und in chemischer Hinsicht die vollständige Fixierung der Schadstoffe und die Beständigkeit nachzuweisen.

Bericht vom 30.10.2021

Die Eignung einer in-situ Verfestigung ist aufgrund der heterogenen Zusammensetzung der Auffüllung bzw. der verunreinigten Schichten grundsätzlich eingeschränkt, da hierbei die Homogenisierung des Verfestigungskörpers erschwert ist.

Letztgenannter Nachteil ist durch eine on-site Verfestigung zu umgehen. Hierbei wird das zu verfestigende Material ausgehoben, homogenisiert, auf der Baustelle in geeigneten Geräten mit der verfestigenden Substanz versetzt und im verfestigten Zustand wieder eingebaut. Nachteil hierbei ist die entstehende, zusätzlich einzubauende Massenerhöhung.

Eine Dichtung oder Kapselung der Sanierungsbereiche kann ebenfalls mittels Injektionen erfolgen. Hierbei wird der schadstoffhaltige Körper an der Basis und in vertikaler Richtung abgedichtet, um Schadstoffverlagerungen zu unterbinden. Das belastete Material selbst bleibt unbehandelt.

6.1.3 Umgebungsbedingungen und Flächenfolgenutzung

Zur Ausführung beider Sanierungsverfahren steht im Baufeld ausreichend Fläche zur Verfügung.

Die Standsicherheit der angrenzenden Bereiche der denkmalgeschützten Gebäude sowie angrenzende Bebauungen (z. B. Römerstraße bei SB 1.1) sind zu prüfen, resultierend sind bereichsweise statische Sicherungsmaßnahmen nötig.

Im Hinblick auf die vorgesehene Flächenfolgenutzung ist festzuhalten, dass bei künftigen Erdarbeiten in den Sanierungsbereichen, z. B. Anlage von Fundamenten, im Falle der Sicherungsverfahren kontaminierter Aushub anfällt, der zu erhöhten Bau- und Entsorgungskosten führt. Eine spätere Nutzung der Fläche ist nach Ausführung der Dekontamination ohne verfahrensbedingte Zusatzkosten realisierbar.

6.1.4 Kostenüberschlag

Unter Berücksichtigung der in vergleichbaren Projekten gesammelten Erfahrungen kann angenommen werden, dass die Variante "Sicherung" (Verfestigung, Kapselung) gegenüber einer herkömmlichen Sanierung durch Aushub im vorliegenden Fall die kostenintensivere ist.

6.1.5 Zusammenfassende fachliche Beurteilung der Sanierungsszenarien

Die grundsätzliche Realisierbarkeit ist gemäß den vorliegenden Daten und Rahmenbedingungen für beide betrachteten Sanierungsszenarien "Sicherung / Verfestigung" und "Dekontamination / Aushub" gegeben.

Bericht vom 30.10.2021

Die fachliche Beurteilung der beiden Sanierungsszenarien wird im Folgenden anhand der jeweiligen Verfahrensnachteile erfolgen:

Hinsichtlich der Überwachbarkeit und Qualitätssicherung ist die Verfestigung als die geringwertigere Maßnahme einzustufen. Insbesondere der Nachweis ausreichender Verfestigung, aufgrund der heterogenen stofflichen Zusammensetzung der verunreinigten Schichten, stellt ein technisches Problem dar. Zudem führt eine ggf. stattfindende langfristige Entfestigung zur Notwendigkeit weiterer Grundwasserüberwachung und birgt eine nicht unerhebliche Planungsunsicherheit hinsichtlich der Folgekosten.

Das Dekontaminations- / Aushubverfahren besitzt den Nachteil der entstehenden Abfallentsorgungskosten.

Bei Betrachtung der Verfahrensabläufe ist festzuhalten, dass ggf. nötige Ergänzungen oder Erweiterungen der Sanierungsmaßnahmen im Bauablauf, z. B. die Entfernung kontaminierter Bauwerkspartien, nur im Rahmen der Dekontamination vorgenommen werden können, da ggf. vorhandene Bauwerkskörper bei einer in-situ Verfestigung unzugänglich bleiben.

6.2 Präferiertes Verfahren

Zur Gesamtbeurteilung der entwickelten Sanierungsszenarien sind die Beurteilungsgrundlagen Sanierungszielerfüllung, Sanierungskosten, Wirkungsdauer, Überwachbarkeit, Beeinträchtigung Betroffener und der Umwelt, Abfallentstehung und Nutzungsmöglichkeiten in der folgenden Tabelle 50 qualitativ gewichtet in einer vierstufigen Skala dargestellt.

Tabelle 50: Verfahrensvergleich der Sanierungsvarianten

Sanierungsverfahren	Dekontamination durch Austausch	Sicherung durch Verfestigung
Sanierungskosten	+	-
Sanierungszielerfüllung	+	+
Wirkungsdauer	++	+
Überwachbarkeit	++	-
Beeinträchtigung Betroffener und der Umwelt	-	-
Abfallentstehung	--	+
Nutzungsmöglichkeiten	++	-
Folgekosten (Monitoring)	++	-
Zusammenschau	+	-

++ gut geeignet; + geeignet; - weniger geeignet; -- ungeeignet

Unter Berücksichtigung des Ziels der Schaffung eines vollständig alllastenfreien Grundstückes, der Verhältnismäßigkeit, der angestrebten Vermarktung und der Akzeptanz künftiger Eigentümer ist die

Bericht vom 30.10.2021

konventionelle Sanierung durch Aushub der Abfälle und Reststoffe und ggf. kontrolliertem Rückbau von unterirdischen Bauwerksteilen sowie anschließender Wiederverfüllung der Baugruben daher zu präferieren.

Den folgenden Ausführungen liegen diese Variante zugrunde.

6.3 Sanierungsziel, Vorgehensweise

6.3.1 Allgemein

Für das Gesamtgrundstück ist eine Umnutzung im Rahmen des städtebaulichen Entwicklungskonzeptes durch Bodensanierung geplant. Das Ziel ist die Beseitigung sämtlicher Bodenbelastungen unter Berücksichtigung der Schutzgüter für eine spätere Mischnutzung aus Wohnen und Gewerbe mit integrierten Grünflächenbereichen.

Zum Erreichen dieses Sanierungsziels wird aus gutachterlicher Sicht die Vorgehensweise wie folgt abgeleitet:

Die nutzungs- und auffüllungsbedingten Verunreinigungen, wie analytisch und organoleptisch belegt, existieren flächendeckend in nur teilweise nach unten begrenzbaren Bodenkörpern. Auf Grundlage der vorliegenden Erkenntnisse beschränken sich die Verunreinigungen im Wesentlichen auf die anthropogen aufgefüllten Bodenhorizonte, die im Durchschnitt bis etwa 0,77 m Tiefe reichen. Lokal begrenzt reichen die Sanierungsbereiche bis in die grundwassergesättigte Zone (ca. 9,2 m Tiefe, Bereich ehemalige Galvanik SB 1.1).

Als Sanierungsmaßnahme werden im Wesentlichen ein vollflächiger Aushub der belasteten Bodenhorizonte, die Deklaration der entsprechenden Aushubmaterialien und die externe Entsorgung / Verwertung der kontaminierten Aushubmassen bzw. die interne Verwertung durch Wiedereinbau von (chemisch) geeigneten Materialien ausgeführt. Die Sanierungsmaßnahmen werden unter permanenter Begleitung durch einen erfahrenen Fachgutachter durch Bodenaushub soweit durchgeführt, bis die definierten Sanierungszielwerte innerhalb der ungesättigten und bei Erfordernis innerhalb der gesättigten Bodenzone erreicht und laboranalytisch nachgewiesen werden.

Sämtliche belasteten Aushubmaterialien sind entsprechend ihrer jeweiligen abfalltechnischen Einstufung einer ordnungsgemäßen Verwertung / Entsorgung zuzuführen. Hierzu werden alle Aushubmaterialien zu Haufwerken je 500 m³ aufgemietet, gemäß LAGA PN 98 beprobt (auch unter Anwendung der Deponie Info 3 des Bayerischen LfU "Hinweise zur erforderlichen Probenanzahl"), laboranalytisch untersucht, entsprechend deklariert und anschließend abgefahren. Die Erkenntnisse der vorangegangenen Bodenuntersuchungen hinsichtlich der zu erwartenden Belastungssituation fließen in die Ausführungsplanung zur Bodensanierung mit ein.

Bericht vom 30.10.2021

Zur Überprüfung und Dokumentation des Sanierungserfolges und zur Beweissicherung erfolgen Beprobungen der Baugrubenwände und -sohlen der Sanierungsbereiche, wobei die Analysenergebnisse unter Berücksichtigung der organoleptischen Materialansprache der Proben mit Unterscheidung in nutzungs- und auffüllungsbedingte Verunreinigungen zu interpretieren sind. Für die Sanierungsbereiche sind jeweils, je nach Größe des Sanierungsbereiches, mindestens vier Wand- und eine Sohlbeprobung vorzusehen und auf die sanierungsbegründenden Parameter (PFAS, PAK, MKW, Schwermetalle, Cyanide und Phenole) im Feststoff und im Eluat zu analysieren.

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

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

6.3.2 Sanierungsbereiche 1.1 - 1.5: Verunreinigungen mit PFAS

Das Sanierungskonzept für den SB 1.1 umfasst den konventionellen Bodenaustausch im Bereich des erkundeten Belastungskörpers, lokal bis in die tertiären Schichten an der Aquiferbasis. Aufgrund der Sanierungstiefe und der dicht bebauten Lage um den Sanierungsbereich sind bautechnische Sicherungsmaßnahmen in Form von Unterfangungen / Verbau / Spundwände, Trockenlegung der Baugrube bzw. eine Bauwasserhaltung, etc., durchzuführen. Es sind in diesem Zusammenhang entsprechend benötigte behördliche und nachbarschaftliche Genehmigungen (z.B. Gestattungsverträge) einzuholen.

Im Vorfeld der Bodensanierung muss der im Sanierungsbereich stehende Gebäudeteil der unterkellerten Galvanik (M69F) rückgebaut werden. Der Galvanikanbau M69F steht im baulichen Verbund mit der denkmalgeschützten Haupthalle M69 sowie dem westlichen Anbau, der ebenfalls unter Denkmalschutz steht. Der Rückbau sowie die Bodensanierung müssen daher unter Berücksichtigung der denkmalschutzrechtlichen Belange und in Abstimmung mit der Denkmalschutzbehörde und ggf. unter nicht unerheblichen statische Sicherungsmaßnahmen (z.B. Unterfangungen) erfolgen.

Die Sanierung der ungesättigten Zone erfolgt mittels Bagger und dem Aushub von Bodenmaterial.

Mit Erreichen der grundwassergesättigten Zone sind entsprechende Maßnahmen oder Aushubmethoden zu wählen, die die vollständige Quellsanierung ermöglichen. Als mögliche Sanierungsmaßnahmen kommen zum Beispiel das Ausbohren der Belastung mittels überschneidenden Großbohrungen, der Aushub über sich überschneidende Verbaukästen, z. B. im Gleitschienen- oder Wabenverbau, in Frage. Weiterhin ist die vollständige, wasserdichte Abspundung des Sanierungs-

Bericht vom 30.10.2021

bereiches und das Trockenlegen durch eine Grundwasserabsenkung im abgespundeten Bereich möglich. Hierbei ist das zu entnehmende Grundwasser ebenfalls der bereits vorhandenen Abstomsicherungsanlage zuzuführen und über diese abzureinigen. Nachfolgend können die belasteten Bereiche bis zum Erreichen der Sanierungszielwerte ausgehoben und mit geogenem Bodenmaterial der Güte Z 0 gem. LAGA Boden rückverfüllt werden.

PFAS und insbesondere PFOS besitzen eine hohe Adsorptionsfähigkeit und lagern sich verstärkt an Oberflächen an. Es ist grundsätzlich eine Schadstoffverschleppung von PFAS möglich, daher ist das Personal und der Maschineneinsatz im Bereich der PFAS-Sanierungsbereiche auf ein Minimum zu begrenzen und die Maschinen bis zur Fertigstellung der Sanierung innerhalb des entsprechenden zugeteilten Sanierungsbereichs zu belassen. Bei Verlassen des Schwarzbereichs sind die Maschinen zu reinigen und die anfallenden Wässer fachgerecht aufzufangen und zu entsorgen bzw. der Abstomsicherungsanlage zuzuführen. Belastetes Aushubmaterial mit Eluat-Konzentrationen $> 0,4 \mu\text{g/l}$ PFOS darf den Schwarzbereich nicht verlassen. Der Schwarzbereich ist um eine Lager- und Verladefläche im Nahbereich der Sanierungsbaugrube zu erweitern. Am Ausgang des PFAS-Schwarzbereiches ist eine Reifenwaschanlage zu installieren und zu betreiben.

Jegliches mit PFAS belastete Aushubmaterial ist bis zu seinem Abtransport mit Baufolie vor dem Eintrag von Niederschlagswässern abzudecken. Eine wassersperrende Schicht ist unterhalb der Haufwerke zu installieren (flüssigkeitsdichte Unterlagen) bzw. weitere technische Maßnahmen, wie das Auffangen und Ableiten von Niederschlagswässern, zu ergreifen. Die Baugrubensohle ist, sofern die Sanierungszielwerte noch nicht eingehalten werden, arbeitstäglich mit Baufolie abzudecken, um einen Eintritt von Sicker- und Niederschlagswasser zu verhindern.

Mit Vorliegen der Deklarationsergebnisse sind die entsprechenden Entsorgungswege aufzubauen und bei Erfordernis der zuständigen Behörde anzuzeigen.

Auch beim Umgang mit PFAS-kontaminiertem Material gelten die Bestimmungen gem. der TRGS 524 bzw. der DGUV 101-004. PFAS, insbesondere PFOS, besitzt adsorptive Eigenschaften und kann sich bei Aufnahme (z. B. bei Direktkontakt Boden-Mensch, inhalativ oder dermal) im Organismus anreichern. Es sind im Tierversuch lebertoxische, reproduktionstoxische und krebserregende Eigenschaften nachgewiesen (BfR, 2008). Der Direktkontakt mit Boden durch Beschäftigte im Sanierungsbereich ist daher auf das Notwendigste zu reduzieren und geeignete, staubdichte Kleidung und Handschuhe zu tragen. Durch die Fachbauleitung kann das Tragen von Atemschutzmasken angewiesen werden. Die Kleidung ist bei Verlassen des Schwarzbereichs zu wechseln.

Während des Betriebes der Abstomsicherung und der eigentlichen Bodensanierungsmaßnahme ist ein begleitendes Grundwassermonitoring mit Entnahme von Grundwasserproben und Untersuchung auf die sanierungsrelevanten Parameter durchzuführen, um die Wirksamkeit der Sicherungsmaßnahme überprüfen zu können und ggf. bei Erfordernis Anpassungen bzw. Optimierungen der

Bericht vom 30.10.2021

Grundwasserentnahme durchführen zu können. Für die Quellsanierung wurde die im März 2021 installierte Sanierungsanlage (Abstromsicherung) so konzipiert, dass die bei den Bodeneingriffen zu erwartenden Mobilisierungen der Schadstoffe und die daraus resultierenden, erhöhten Schadstofffrachten abgefangen werden. Für die Reinfiltration des gereinigten Grundwassers auch im Rahmen der Bauwasserhaltung sind die Reinigungsziele gemäß den vorläufigen Schwellenwerte für die Beurteilung von PFAS im Grundwasser einzuhalten.

Aus fachgutachterlicher Sicht sind weitere Beobachtungsmessstellen im unmittelbaren Abstrom des Sanierungsbereiches zu errichten, um die Wirksamkeit der Abstromsicherung frühzeitig und belastbar dokumentieren zu können. Aktuell stehen hier lediglich die im weiteren Abstrom befindlichen Grundwassermessstellen A1 und A2 sowie GWM 5 auf den östlich angrenzenden Grundstücken zur Verfügung. Die beiden Grundwassermessstellen B1(neu) und B3(neu), die derzeit zur Abstromsicherung als Entnahmebrunnen fungieren, sind im Zuge der weiteren Bodensanierungsmaßnahmen rückzubauen, da diese innerhalb des PFAS-Sanierungsbereiches liegen. In Abstimmung mit der Behörde sind ersatzweise Messstellen zur Beobachtung und auch zur weiteren Abstromsicherung zu errichten.

Die Abstromsicherung ging am 04.03.2021 in Betrieb und im ersten Betriebsmonat wurde eine wöchentliche Beprobung durchgeführt. Es folgt eine monatliche Beprobung bis zum Beginn der Baumaßnahmen. Während der Erdarbeiten im Sanierungsbereich sind Eingriffe in die gesättigte Bodenzone wird die Erhöhung des Beprobungsintervalls auf eine vierzehntägige Beprobung an der Sanierungsanlage und den Entnahmebrunnen bzw. den Beobachtungsmessstellen vorgeschlagen.

Nach Abschluss der Bodensanierungsmaßnahmen ist ein Nachlauf der Abstromsicherung erforderlich, um ggf. austretende Restbelastungen auffangen und Abreinigen zu können. Es wird Grundstücksgrenzscharf der Bodenbelastungskörper (Quellsanierung) durch Bodenaustausch saniert. Eine Sanierung der PFOS-Fahne auf dem Nachbargrundstück ist nicht Bestandteil der Gesamtsanierungsmaßnahme. Der Nachlauf der Abstromsicherung wird für ca. 6 Monate mit 14-tägiger Beprobungsfrequenz in den Monaten 1 - 3 nach Sanierungsabschluss empfohlen, sowie die weitere monatliche Beprobung in den Monaten 4 - 6 nach Sanierungsabschluss und je eine weitere Beprobung nach 9 und 12 Monaten. Die vorgeschlagenen Sanierungszielwerte gelten für Messstellen innerhalb des gegenständlichen Grundstückes.

Im SB 1.2 ist ähnlich zu verfahren. Aus gutachterlicher Sicht empfiehlt sich die Errichtung von 1 - 2 Messstellen im näheren Abstrom der Schadensbereiche, die die Überwachung des SB 1.2 und des SB 5.1 (Cyanid im KG der Halle M10) einschließen. Die Errichtung dieser Messstellen sollte zwingend vor Beginn der Baumaßnahmen erfolgen, um die ggf. vorhandenen Ausgangsbelastungen des Grundwassers in diesen Bereich zu kennen.

Bericht vom 30.10.2021

Für die Sanierung der SB 1.3 - 1.5 werden gemäß derzeitigem Kenntnisstand keine Grundwasser-sicherungsmaßnahmen erforderlich sein, das jeweilige Erfordernis ist jedoch nicht gänzlich auszuschließen. Es erfolgt der Aushub der Auffüllung und anschließend die Abgrabung und Entsorgung eventuell beaufschlagten Geogens bis zum Erreichen der Schadenssohle bzw. bis zur Feststellung der hinreichenden Sanierung.

Aufgrund der Konzentrationswirkung des Sanierungsplans sind für etwaige weitere erforderliche Bauwasserhaltungen und damit verbundene Neerrichtungen von Grundwassermessstellen keine zusätzlichen umweltschutzrechtlichen Genehmigungen (wasserrechtliche Erlaubnisse) erforderlich. Sollte sich ein Erfordernis für weitere Bauwasserhaltungen abzeichnen, ist das Umweltamt der Stadt Ingolstadt hierüber in Kenntnis zu setzen.

6.3.3 Sanierungsbereiche 2.1 - 2.30: Verunreinigungen mit PAK

Die auffüllungs- und stoffbedingten Verunreinigungen der Sanierungsbereiche 2.1 - 2.30 existieren überwiegend in Form begrenzter Schadstoffnestern (z. B. Dachpappennester, Schlacken- und Aschelagen) im Auffüllungskörper des Standortes. Diese Verunreinigungen sind nicht räumlich zusammenhängend. Analytisch wurden die Sanierungsbereiche weitgehend eingegrenzt. Darüber hinaus sind die PAK in den Sanierungsbereichen 2.1 - 2.30 überwiegend auf visuell wahrnehmbare und teilweise geruchlich auffällige Bestandteile (z. B. SB 2.1, SB 2.10) zurückzuführen und eine grenzscharfe Sanierung bis zum unbelasteten unterlagernden Geogen ist durch fachgutachterliche Begleitung realisierbar.

Beim Umgang mit PAK-kontaminiertem Material gelten die Bestimmungen gem. der TRGS 524 bzw. der DGUV 101-004 in Verbindung mit der TRGS 551.

6.3.4 Sanierungsbereiche 3.1 - 3.6: Verunreinigung mit Mineralölkohlenwasserstoffen

Es kann eine flächenscharfe Sanierung der in den Abbildungen 03 und Abb. 03.1 - 4 in Anlage I ausgewiesenen Sanierungsbereiche 3.1 - 3.6, gekennzeichnet durch organoleptisch wahrnehmbare Kontaminationen (Öl-Geruch, Verfärbung des Bodens), erfolgen. Das Erreichen der Sanierungsziele, d. h. hinsichtlich vorgenannter Verunreinigungen geruchlich unauffällige Baugrubenböschungen und -sohlen, kann daher im Bauablauf festgestellt werden. Hierzu ist eine fachgutachterliche Begleitung der Sanierung zwingend erforderlich. Die nutzungsbedingten Kontaminationen sind bis zum chemischen Nachweis der Sanierungszielwerte durch Bodenaushub zu entfernen.

Bericht vom 30.10.2021

6.3.5 Sanierungsbereiche 4.1 - 4.16: Verunreinigungen mit Schwer- und Halbmetallen

Die auffüllungs- und stoffbedingten Verunreinigungen der Sanierungsbereiche 4.1 - 4.16 existieren ebenfalls in Form begrenzter Schadstoffnester und sind überwiegend optisch erkennbar an Schlacken- und Aschelagen im Auffüllungskörper des Standortes gebunden. Diese Verunreinigungen liegen bereichsweise großflächig räumlich zusammenhängend vor (z.B. SB 4.1 - S 4.4), zum Teil aber auch engräumig begrenzt (z. B. SB 4.9 - SB 4.16). Analytisch wurden die Sanierungsbereiche weitgehend eingegrenzt. Eine grenzscharfe Sanierung bis zum unmittelbar unterlagernden, unbelasteten Geogen ist durch Bodenaushub unter fachgutachterlicher Begleitung realisierbar.

Beim Umgang mit schwermetallbelastetem Material gelten analog zu den übrigen Kontaminanten die Bestimmungen gem. der TRGS 524 bzw. der DGUV 101-004.

6.3.6 Sanierungsbereich 5.1 - 5.2: Verunreinigungen mit sonstigen Stoffen

Die Verunreinigungen der Sanierungsbereiche 5.1 und 5.2 mit Cyaniden bzw. Phenolen sind jeweils auf nutzungsbedingte Einträge zurückzuführen. Aufgrund der Migration der Schadstoffe in die unterlagernden Geogenschichten ist die Sanierung bis in das Geogen soweit durchzuführen, bis analytisch die Sanierungsziele erreicht werden. Da eine visuelle Identifikation der belasteten Schichten mangels organoleptischer Auffälligkeiten in Verbindung mit dem Gefährdungspotenzial der Schadstoffe gegenüber dem Mensch nicht möglich ist, kann die hinreichende Sanierung nur durch Identifikations- und Beweissicherungsproben erfolgen.

Für den Sanierungsbereich SB 5.1 ist aufgrund der Tiefenlage der Belastung unter der Kellerbodenplatte bis in den Grundwasserschwankungsbereich eine Wasserhaltung ggf. in Verbindung mit einer engräumigen Spundung oder einem Gleitschienen-Verbau vorzusehen. Das im Zuge der Bauwasserhaltung zu entnehmende Grundwasser ist hinsichtlich seiner Cyanid-Belastung zu überprüfen und entsprechend der Untersuchungsbefunde ggf. vor der Ableitung (offene Reinfiltration oder Kanaleinleitung) abzureinigen. In Abhängigkeit der Cyanid-Belastung des Grundwassers sind, wie zuvor beschrieben, Grundwassermessstellen im nahen Abstrom zu errichten und zu beproben, um den Sanierungserfolg überwachen und dokumentieren zu können.

6.4 Vorbereitende Maßnahmen

Die Bodensanierungsmaßnahmen werden zeitlich eng mit den vorlaufenden Rückbauarbeiten zur Tiefenenttrümmerung und Freiflächenentsiegelung koordiniert und ausgeführt. Sollte zwischen der Rückbauausführung der Bodensanierung eine zeitliche Lücke entstehen, sind die Flächenentsiegelungen in den belasteten Bereiche zurückzustellen und erst unmittelbar vor Beginn der Bodensanierungen abschnittsweise auszuführen. Die zuständige Behörde ist unmittelbar über zeitliche Ablaufveränderungen schriftlich zu informieren.

Bericht vom 30.10.2021

Zur Unterbindung von Niederschlagswasserzutritt in belastete Bodenhorizonte kommen Flächenentsiegelungen, d. h. die Aufnahme von Betonbodenplatten und Schwarzdecken, erst zur Ausführung, wenn gewährleistet ist, dass die Bodensanierungsmaßnahmen zeitnah nach der Entsiegelung beginnen. Zudem werden die vorgenannten zeitlich ineinandergreifenden Maßnahmen der Entsiegelung und Bodensanierung abschnittsweise ausgeführt, um die Fläche des jeweils offen liegenden Untergrundes zu minimieren.

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

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

6.5 Baustelleneinrichtung

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

Die Zufahrt erfolgt von Westen über die Friedrich-Ebert-Straße.

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

Temporäre Baustraßen oder Logistikflächen werden bei Bedarf mit vor Ort vorhandenem geeignetem geogenem Material bzw. in Abstimmung mit der zuständigen Behörde mit güteüberwachtem RCL-Material oder unbelasteten, vor Ort aufbereiteten Betonbauschutt der vorlaufenden Abbruchmaßnahme ertüchtigt. Es empfiehlt sich die Verwendung eines Trennvlieses unterhalb der einzubringenden Befestigungslage.

Der temporäre Einbau von güteüberwachtem RCL-Material ist unversiegelt nur für einen Zeitraum von maximal 2 Monaten zulässig. Im Fall des Einbaus von RCL-Material bedarf es einer wasserrechtlichen Erlaubnis. Bei Einbau von zuvor zertifizierten, eigenhergestelltem RCL-Material kann auf eine wasserrechtliche Erlaubnis verzichtet werden.

Bericht vom 30.10.2021

Gebundene oder versiegelte Flächen werden für die Sanierungsmaßnahme mit Ausnahme der PFAS-Sanierungsbereiche nicht zusätzlich hergestellt. Für die Zwischenlagerung der mit PFAS beaufschlagten Aushubmaterialien sind im Nahbereich von SB 1.1 ausgewiesene, separate und oberflächendichte Bereitstellungsflächen herzustellen. Das auf den Bereitstellungsflächen anfallende Niederschlagswasser und aus dem Aushub austretende Wässer sind abzufangen und der Abstromsicherungsanlage zuzuführen.

Am Ausgang des separaten Schwarz-Bereiches von SB 1.1 ist eine Reifenwaschanlage zu installieren und zu betreiben. Für die Gesamtbodensanierungsmaßnahme ist eine weitere LKW-Reifenwaschanlage unmittelbar an der Ausfahrt der Baustelle zu installieren und zu betreiben.

Für die Sanierungsmaßnahme ist im Baufeld der Einsatz mindestens folgender Großgeräte vorgesehen: 4 Bagger, 2 Radlader. Das Aushubmaterial wird nach Beprobung gem. LAGA PN 98 und expliziter Freigabe durch den Fachgutachter mit LKW zur externen Verwertung / Entsorgung abtransportiert. Für den Abtransport des Aushubmaterials dürfen nur LKW mit Plane zur Verhinderung von Auswehungen eingesetzt werden. Der Abtransport ist abgeplant auszuführen.

6.6 Kampfmittel

Das gegenständliche Areal ist im Altlasten-, Bodenschutz- und Deponieinformationssystem ABuDIS des Landesamtes für Umwelt Bayer als Rüstungsaltnast unter den Nummern 16100109, 16100741, 16100742, 16100743 und 16100745 ausgewiesen.

Aufgrund der ehemaligen militärischen Nutzung besteht der Verdacht auf das Vorhandensein von Kampfmittel im Untergrund. Aus diesem Grund sind alle Bodeneingriffe in den Untergrund unter kampfmitteltechnischer Baubegleitung durch einen Befähigungsscheininhaber gem. § 20 Spreng durchzuführen. Dies bedeutet, dass Aushubarbeiten (Baggerarbeiten etc.) durch einen Befähigungsscheininhaber visuell kontrolliert und sofern dabei Kampfmittel etc. erkannt werden sollten, diese geborgen werden.

Nach Beendigung der entsprechenden Aushubarbeiten wird die freigelegte Sohle vor Verfüllung einer Flächendetektion auf Kampfmittel unterzogen. Für die Aushubsohle erteilt der Auftragnehmer nach der durchgeführten, erfolgreichen Flächendetektion eine schriftliche Freigabeerklärung.

6.7 Bodenaushub

Die Sanierungsarbeiten sind grundsätzlich durch Bodenaushub so weit durchzuführen, bis die definierten und für verbindlich erklärten Sanierungszielwerte erreicht und laboranalytisch belegt werden.

Bericht vom 30.10.2021

Die Aushubmaterialien sind sehr heterogen als Sande bis Kiese mit kiesigen bis schluffigen sowie teilweise steinigen Nebenbestandteilen ausgeprägt. Anthropogene Fremdbeimengungen sind großflächig in Form von Ziegel, Trümmerschutt, Asche, Schlacke und / oder Beton vorhanden. Dabei beträgt der Anteil an Fremdbeimengungen im oberflächennahen Auffüllungshorizont lokal mehr als 10 %. Es ist grundsätzlich vorgesehen, höher belastete Materialien zu separieren, um eine möglichst hochwertige Verwertung des Aushubmaterials zu gewährleisten. Aufgrund der heterogenen Beimengungen von Fremdbestandteilen kann zukünftig bei einem Bauschuttanteil von > 10 % im Bauablauf der Recycling-Leitfaden angewendet werden.

Die Aushubarbeiten umfassen sämtliche Auffüllungsbereiche bis in die unbelasteten, gewachsenen geogenen Bodenhorizonte. Die erforderliche Aushubtiefe schwankt von wenigen 10er cm bis in die tieferliegenden Belastungen in gewachsenen Horizonten bis zu einer maximalen Aushubtiefe von ca. 9,2 m u. GOK im Bereich der ehemaligen Galvanik. Die Baugrubensicherung der Aushubbereiche erfolgt in der Regel mittels Böschungen und bei Erfordernis mit Bermen. Im Bereich der Galvanik sind aufgrund der Tiefenlage der Belastungen in Verbindung mit den angrenzenden Baulichkeiten baustatischer Sicherungsmaßnahmen erforderlich (z.B. Verbaue oder Unterfangungen) erforderlich. Entsprechendes gilt für derzeit nicht bekannte Kontaminationen, die bis in größere Tiefe reichen, sodass eine konventionelle Bodensanierung mit offener Baugrube nicht möglich oder sinnvoll ist.

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

Der zeitliche Ablauf der Maßnahmen ist noch nicht geplant.

Aus logistischen Gründen ist derzeit ein zeitgleicher Beginn der Sanierungserdarbeiten im Bereich der ehemaligen Galvanik nördlich der denkmalgeschützten Halle M69 und im Südosten des Grundstücks um die Produktionshallen sinnvoll. Der weitere Fortgang der Sanierungsarbeiten könnte im Anschluss fortschreitend in nördlicher bzw. südlicher und westlicher Richtung zur Baustellenausfahrt erfolgen.

Die jeweiligen Bodenaushubmaterialien werden vor Ort, bzw. auf versiegelter Fläche zu Haufwerken je 500 m³ aufgemietet, gem. LAGA PN 98 beprobt, laboranalytisch untersucht und nach abfallrechtlicher Deklaration entsprechend einer Verwertung oder Entsorgung zugeführt.

Die Sanierungserdarbeiten erfolgen unter permanenter Begleitung durch einen erfahrenen Fachgutachter und messtechnischer Überwachung, um eine ordnungsgemäße Separation von Belastungsgraden der anfallenden Aushubmassen im Sinne einer möglichst hochwertigen off-site-Entsorgung zu gewährleisten und den Sanierungserfolg zu dokumentieren.

Bericht vom 30.10.2021

Probenahme und chemische Untersuchungen zur Identifikation, bzw. Beweissicherung und zur abfallrechtlichen Deklaration erfolgen durch den Fachgutachter in Verbindung mit einem akkreditierte Untersuchungslabor. Bis zur Vorlage der chemischen Untersuchungsergebnisse bei einer vollständigen Abfalldeklaration ist hierbei ein Zeitraum von bis zu 3 Wochen einzuplanen.

Die Überprüfung des Sanierungserfolges erfolgt mittels Bodenmischproben der Sanierungsgrubensohle und -wände. Je nach den Ergebnissen der Sanierungsüberprüfung wird bei Erfordernis durch weiteren lateralen / vertikalen Bodenaushub bis zum Erreichen des Sanierungserfolges bzw. Nachweise der Sanierungszielwert nachsaniert. Mit Erreichen des Sanierungserfolges erfolgt kein weiterer Bodenaushub im Zuge der Bodensanierungsmaßnahme. Weitere Aushubmaßnahmen, z. B für Erschließungs- oder Gründungsmaßnahmen sind baurechtlich zu beantragen und sich genehmigen zu lassen.

6.8 Wasserhaltung

Der höchste gemessene Grundwasserstand liegt aufgrund des natürlichen Grundwassergefälles zwischen 368,5 m NHN (West) und 367,5 m NHN (Ost), was einem Flurabstand von ca. 3,5 m - 5 m entspricht.

Die Aushubsohlen im Bereich der tiefliegenden Auffüllungen, insbesondere unterhalb von Kellern und in Sanierungsbereichen bis in das anstehende Geogen liegen teilweise in der wassergesättigten Zone. Dies betrifft neben dem PFAS-Sanierungsbereich SB 1.1, in dem die Bauwasserhaltung zwingend erforderlich sein wird, auch die Sanierungsbereiche SB 2.1 unter dem Keller auf dem Bäumler-Gelände und SB 5.1 im KG von Halle M10. Es ist davon auszugehen, dass auch in diesen Sanierungsbereichen Maßnahmen zur Bauwasserhaltung erforderlich werden. Neben den vorgeannten Bereichen kann dies auch auf weitere Sanierungs- oder Aushubbereiche zutreffen, wenn Belastungen bis in tiefere Lagen einen Sanierungsaushub erforderlich machen.

Um den Aufwand der Bauwasserhaltung möglichst gering zu halten, wird angeraten, die Sanierungsarbeiten bis in die tieferen, gesättigten Bereiche möglichst bei niedrigen Grundwasserständen auszuführen.

Für die Bauwasserhaltung ist die Kenntnis der Grundwasserqualitäten in den jeweilige Absenkbereichen erforderlich, um einen ggf. erforderlichen Abreinigungsaufwand des geförderten Grundwassers vor Einleitung in das Kanalnetz bzw. vor einer möglichen Reinfiltration ins Grundwasser durchführen zu können.

Für die Entnahme, Einleitung und/oder Reinfiltration werden voraussichtlich aufgrund der Konzentrationswirkung des Sanierungsplans mit der Verbindlich-Erklärung keine zusätzlichen wasserrechtlichen Genehmigungen für die Bauwasserhaltung während der Sanierung erforderlich.

Bericht vom 30.10.2021

6.9 Verfüllung und Geländeprofilierung

Folgende Aspekte sind hier zu berücksichtigen:

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

Im Rahmen der Sanierungserdarbeiten können Hohlräume und Baugruben entstehen, die zum Schutz des Grundwassers bzw. zur Vermeidung der Entstehung von offenen Grundwasserbereichen bis 1 m über dem höchsten Grundwasserleiter wieder zu verfüllen sind. Dies entspricht einer Höhenlage unter Berücksichtigung des natürlichen Grundwassergefälles zwischen ca. 368,5 m - 369,5 m NHN von Ost nach West. Die Verfüllung in der gesättigten Bodenzone und im Grundwasserschwankungsbereich bis einen Meter über höchstem Grundwasserstand (MHGW) muss mit natürlichem, anthropogen unverändertem Bodenmaterial oder einem geogenem Kies-Sand-Gemisch der Qualität Z 0 gemäß LAGA Boden (1997) erfolgen.

Innerhalb der ungesättigten Bodenzonen ist in künftig unversiegelten Bereichen (Wohngärten, Parkanlagen) bis zu einer Tiefe von mindestens einem Meter oberhalb des Grundwasserspiegels (ca. 368,5 - 369,5 m NHN von Ost nach West) Bodenmaterial bis LAGA Z 1.1 (Boden) außerhalb von Rückstau- und Versickerungsflächen zulässig.

In den geplanten Rückstau- und Versickerungsmulden für Starkregenereignisse ist der Einbau von unbelasteten Böden der Güte Z 1.1 im Feststoff in Verbindung mit der Güte Z 0 gem. LAGA Boden 1997 im Eluat zulässig, da davon ausgegangen werden kann, dass hievon dauerhaft keine Gefahr für die Schutzgüter ausgeht. Die durchwurzelbaren Bodenschichten an der Oberfläche müssen den Vorsorgewerten gem. BBodSchV entsprechen.

In zukünftig zu 100 % versiegelten Verkehrsflächen ist der Einbau von Material bis zur Güte Z 1.2 gem. LAGA Boden zulässig, wenn keine absehbaren zukünftigen Eingriffe (z. B. Kanäle, Leitungstrassen) in diesen Auffüllungsschichten erfolgen. In den nicht zu 100 % versiegelten Straßennebenflächen (z. B. Befestigung mit rasengittersteinen, Verbundpflaster, Natursteinpflaster) ist der Einbau von Material bis zur Güte Z 1.1 gem. LAGA M 20 (1997) zulässig

Vor dem Einbau von Fehlmengenmaterial sind im Vorfeld Kontrollanalysen je ca. 500 m³ auf den Parameterumfang nach LAGA Boden (1997) Tabellen II.1.2-2/4 vorzulegen. Die entsprechenden Mengen werden vor dem Einbau vom begleitenden Gutachter mindestens organoleptisch geprüft und freigegeben. Zusätzlich werden stichprobenartige Kontrolluntersuchungen durchgeführt.

Bericht vom 30.10.2021

Der Nachweis der chemischen Eignung ist vor Anlieferung je 500 m³ und mindestens je Anfall-/Herkunftsort zu erbringen.

Die Bestimmungen des §12 BBodSchV sind zu beachten. Die Auffüllung des Geländes auf das geplante Niveau der Folgenutzung mit Oberboden wird voraussichtlich im Rahmen der Erschließungs- und Hochbauarbeiten und nicht im Zuge der Sanierungsarbeiten ausgeführt.

Im unmittelbaren Nachgang der Sanierungserdarbeiten ist in den Bereichen der zukünftigen Erschließungsstraßen die Herstellung der jeweiligen Höhe des Planums mit tragfähigem Material der Güte bis Z 1.2 gem. LAGA Boden (1997) vorgesehen. In zukünftigen Bereichen mit unterschiedlicher Nutzung ist hingegen lediglich die Sicherung der durch die Sanierung entstandenen Aushubgruben vorgesehen. Die endgültige Herstellung der Baugruben und Baureifmachung erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt.

6.10 Bauzeit und Reihenfolge

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

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

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

1. Allgemeine Baustelleneinrichtung, Einrichtung der Schwarz-Weiß-Bereiche.
2. Beginn der Bodensanierungsarbeiten;
Reihenfolge (derzeitige Planung): Beginn des Aushubs im SB 1.1 / Galvanik und unmittelbar nach Abbruch der Bestandsgebäude im südlichen Grundstücksbereich fortschreitend in nördliche / südliche bzw. westliche Richtung inkl. Flächenbereinigung, abschnittsweises Einrichten von Schwarz-Weiß-Bereichen nach Erfordernis.
 - a. Freiflächenentsiegelung, Aufnahme der Bodenplatten und Tiefenenttrümmerung; seitliche Lagerung des Bauschutts auf versiegelter oder abgeplanter Fläche mittels Folie; abfalltechnische Deklaration des Bauschutts nach Verfüllleitfaden / RC-Leitfaden und ggf. DepV (2020) zur ordnungsgemäßen Verwertung / Entsorgung.
 - b. Abschnittsweiser Aushub bis auf das Niveau des sauberen gewachsenen Bodens (bereichsweise bis maximal 9,2 m u. GOK). Separation des Materials unter organoleptischen und laboranalytischen Gesichtspunkten auf Anweisung des begleitenden Fachgutachters

Bericht vom 30.10.2021

und messtechnischer Überwachung; Aufmietung, Abtransport des Bodenaushubes nach laboranalytischer Untersuchung und abfallrechtlicher Deklaration zur Entsorgung bzw. ggf. Quertransport zum Wiedereinbau.

- c. Parallele Probenahme und chemische Überprüfung der Sanierungssohlen und Sanierungswänden auf das Erreichen der Sanierungszielwerte.
3. Flächendetektion durch den Kampfmittelräumdienst
4. Verfüllung der Aushubbereiche nach Erreichen der Sanierungszielwerte mit geeignetem, extern zu lieferndem Material (Z 0 - Material) bis ca. 1 m über dem höchsten Grundwasserstand (Verfüllenebene: 369,5 - 368,5 m NHN entsprechend der Lage auf dem Grundstück).
5. Verfüllung und Herstellung des Planums der Erschließungsstraße (gem. vorläufiger Ausführungsplanung)
6. Abbau der Baustelleneinrichtung sowie ggf. Rückbau von installierten Baustraßen / Logistikflächen.

Bei dem vorgenannten grundsätzlichen Arbeitsablauf handelt es sich um den aktuellen Planungsstand. Abweichungen unmittelbar vor oder während der Ausführung sind möglich und werden mit der zuständigen Behörde im Vorfeld der Umsetzung abgestimmt.

7 SANIERUNGSZIELWERTE

7.1 Schadensbereiche / Kontaminanten

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

7.1.1 PFAS

Aus Sicht der Unterzeichner werden für den tiefgehenden Schaden in Sanierungsbereich 1.1 die folgenden Sanierungszielwerte für die Umweltmedien Boden und Grundwasser in Bezug auf eine nachhaltige Sanierung bzw. Gefahrenabwehr vorgeschlagen. Diese beziehen sich auf den Einzelparameter Perfluorooctansulfonsäure (PFOS):

PFOS Bodeneluat:	≤ 0,4 µg/l
PFOS Grundwasser:	≤ 0,1 µg/l

Bericht vom 30.10.2021

Im Zuge der vertiefenden Detailuntersuchung zum Schadensbereich wurde ein Sanierungszielwert von 0,4 µg/l für PFOS im Bodeneluat vorgeschlagen. Nach der Sanierung bis zum vorgeschlagenen Sanierungszielwert verbleibende Emissionsquellen weisen ein nur noch geringes Freisetzungspotenzial auf, so dass keine Gefährdung für das Schutzgut Grundwasser mehr zu besorgen ist und der Sanierungszielwert für das Grundwasser innerhalb des gegenständlichen Grundstückes eingehalten wird. Die vorgeschlagenen Sanierungszielwerte gelten für Messstellen innerhalb des gegenständlichen Grundstückes und unter Beachtung eventuell von Norden (Anstrom) eingetragener (Vor)Belastungen.

Für die oberflächennahen Sanierungsbereiche 1.2 bis 1.5 sowie die Gesamtfläche außerhalb von SB 1.1 werden ergänzend die folgenden Sanierungszielwerte für PFOS und H4PFOS in Hinblick auf eine nachhaltige Sanierung bzw. Gefahrenabwehr vorgeschlagen:

PFOS Bodeneluat:	≤ 0,2 µg/l
PFOS Grundwasser:	≤ 0,1 µg/l
H4PFOS Bodeneluat:	≤ 0,2 µg/l
H4PFOS Grundwasser:	≤ 0,1 µg/l

Entscheidend für den Nachweis des Sanierungszieles ist der jeweilige Schwellenwert im Grundwasser.

7.1.2 PAK

Aus Sicht der Unterzeichner werden für die auffüllungsgebundenen PAK-Kontaminationen für die Sanierungsbereiche 2.1 bis 2.30 die folgenden Sanierungszielwerte im Feststoff für PAK in Bezug auf eine nachhaltige Sanierung bzw. Gefahrenabwehr vorgeschlagen:

PAK (EPA):	≤ 5 mg/kg (Feststoff) ≤ 0,2 µg/l (PAK ges. o. Naphthalin, im Eluat und Grundwasser)
Naphthalin:	< 0,5 mg/kg (Feststoff) ≤ 2 µg/l (im Eluat und Grundwasser)
Benzo(a)pyren:	< 0,5 mg/kg (Feststoff) ≤ 0,01 µg/l (im Eluat und Grundwasser)

Bericht vom 30.10.2021

7.1.3 MKW

Aus Sicht der Unterzeichner werden für die Sanierungsbereiche 3.1 bis 3.6 die folgenden Sanierungszielwerte im Feststoff und Eluat für MKW* (KW-GC) in Bezug auf eine nachhaltige Sanierung bzw. Gefahrenabwehr vorgeschlagen:

Eluat:	≤ 200 µg/l
Boden:	≤ 300 mg/kg*

*= Gesamtgehalt C₁₀ - C₄₀

7.1.4 Schwer- und Halbmetalle

Die Schwer- und Halbmetallbelastungen in den Sanierungsbereichen 4.1 bis 4.16 liegen im Wesentlichen auffüllungsgebunden vor. Die Verunreinigungen bilden teils erhöhte Eluat-Werte mit Gefährdung für das Grundwasser bei Offenlegung aus. Als Sanierungszielwerte werden daher in Anlehnung an das Merkblatt 3.8/1 im Zuge der Gefahrenabwehr für das Schutzgut Grundwasser sowie in Hinblick auf den Verbleib des Materials für die zukünftige Nutzung (Merkblatt Altlasten 1 in Anlehnung an die BBodSchV und LAGA Boden 1997) folgende Sanierungszielwerte für Schwermetalle im Feststoff, Bodeneluat und (vorsorglich) auch Grundwasser vorgeschlagen:

Arsen (Feststoff):	≤ 30 mg/kg
Arsen (Eluat und Grundwasser):	≤ 10 µg/l
Blei (Feststoff):	≤ 200 mg/kg
Blei (Eluat und Grundwasser):	≤ 40 µg/l
Cadmium (Feststoff):	≤ 1 mg/kg
Cadmium (Eluat und Grundwasser):	≤ 2 µg/l
Kupfer (Feststoff):	≤ 100 mg/kg
Kupfer (Eluat und Grundwasser):	≤ 50 µg/l
Nickel (Feststoff):	≤ 100 mg/kg
Nickel (Eluat und Grundwasser):	≤ 50 µg/l
Quecksilber (Feststoff):	≤ 1 mg/kg
Quecksilber (Eluat und Grundwasser):	≤ 0,2 µg/l
Antimon (Feststoff):	≤ 30 mg/kg
Antimon (Eluat und Grundwasser):	≤ 10 µg/l

Bericht vom 30.10.2021

7.1.5 Sonstige

Neben den vorgenannten Belastungen liegen lokal auch Verunreinigungen durch Cyanid und Phenole vor. Hier existieren vor allem Gefährdungen für das Schutzgut Grundwasser vor.

Es werden daher werden die folgenden Sanierungszielwerte für Cyanide und Phenol in Bezug auf eine nachhaltige Sanierung vorgeschlagen:

Cyanide gesamt:	≤ 10 mg/kg
Cyanide gesamt (Eluat und Grundwasser):	< 10 µg/l
Cyanide, leicht freisetzbar:	≤ 5 mg/kg
Cyanide, leicht freisetzbar (Eluat und Grundwasser):	≤ 10 µg/l
Phenolindex (Feststoff):	≤ 1 mg/kg
Phenolindex (Bodeneluat):	< 10 µg/l

7.1.6 Boden

Zur Orientierung für die Sanierungszielwertdiskussion für Boden gilt generell die BBodSchV für die Nutzungsart Wohngebiete für die gesamte Grundstücksfläche. Bei der geplanten Mischnutzung durch Wohnen und Gewerbe wird grundsätzlich die sensiblere Nutzungsart für die Bewertung zugrunde gelegt.

In der geplanten Grünanlage werden Versickerungsanlagen installiert, so dass hier grundsätzlich höchste Anforderungen an die Bodensanierung wie auch die Wiederverfüllung vorliegen. Aufgrund der höchsten Anforderungen an verbleibende und einzubringenden Böden (Güte = Z 0 gem. LAGA Boden) im Zuge der Errichtung der Versickerungsanlagen, wird automatisch auch die Einhaltung der Prüfwerte in Bezug auf den Wirkungspfad Boden - Mensch für jegliche Nutzungen gewährleistet.

Die BBodSchV gibt Werte für die oberen 0 cm - 30 cm vor. Für die geplante Schule im südwestlichen Bereich können die Werte nach BBodSchV für die Nutzungsart Kinderspielflächen vernachlässigt werden, da im Zuge der Außenanlagenplanung ein zusätzlicher Bodenauftrag erfolgen wird. Offen einzubringende Böden müssen dann den Vorsorgewerten gem. BBodSchV entsprechen. Für das unterlagernde anzufüllende Bodenmaterial genügen daher die Sanierungszielwerte für die Nutzungsart Wohngebiet.

Für die Wiederauffüllung bzw. einen Verbleib des Materials vor Ort auf dem gesamten geplanten Areal genügt die Einhaltung der Zielwerte gem. BBodSchV für die Nutzungsart Wohngebiete.

Die Überprüfung des Erreichens der Sanierungszielwerte erfolgt durch den die Maßnahme begleitenden, erfahrenen Fachgutachter (vgl. Qualitätssicherung, Kap. 9).

Bericht vom 30.10.2021

Grundsätzlich soll der Parameterumfang der LAGA M 20 Boden (1997) zur Bewertung der hinreichenden Sanierung mit Ergänzung sanierungsrelevanter Parameter im verbleibenden Geogen herangezogen werden.

Für die Bewertung der verbleibenden Geogenbereiche in der ungesättigten Bodenzone werden demnach die Grenzwerte für die Zuordnung Z 1.1 gem. LAGA Boden (1997) mit Ergänzung weiterer Grenzwerte der sanierungsrelevanten Parameter gemäß nachfolgender Tabelle 51 herangezogen

Tabelle 51: Sanierungszielwerte Boden Z1.1, ungesättigte Bodenzone

Leitparameter	Prüfwerte Feststoff				Sicker- und Grundwasser / Eluat			
	Einheit	HW 1	HW 2	LAGA Boden Z 1.1 (1997)	Einheit	Prüfwert SW/ Stufe-1GW	Stufe-2 GW	LAGA Boden Z 1.1 (1997)
Antimon	mg/kg	10	50	(30)	µg/l	10	40	(10)
Arsen	mg/kg	10	50	30	µg/l	10	40	10
Blei	mg/kg	100	500	200	µg/l	25	100	40
Cadmium	mg/kg	10	50	1	µg/l	5	20	2
Chrom (ges.)	mg/kg	50	1.000	100	µg/l	50	200	30
Chromat	-	-	-		µg/l	8	30	(8)
Kupfer	mg/kg	100	500	100	µg/	50	200	50
Molybdän	mg/kg	100	500	(100)	µg/l	50	200	(50)
Nickel	mg/kg	100	500	100	µg/l	50	200	50
Quecksilber	mg/kg	2	10	1	µg/l	1	4	0,2
Thallium	mg/kg	2	10	1	µg/l	1	4	1
Zink	mg/kg	500	2.500	300	µg/l	500	2.000	100
Cyanid (ges.)	mg/kg	50	-	10	µg/l	50	200	10
Cyanid, leicht freisetzbar	mg/kg	5	-	(5)	µg/l	10	50	(10)
Fluorid	mg/kg	500	-	-	µg/l	750	3.000	(750)
PAK (ges.)	mg/kg	5	25	5	µg/l	0,2	2	(0,2)
-Naphthalin	mg/kg	1	5	< 0,5	µg/l	2	8	(2)
-Benzo(a)pyren				< 0,5	µg/l	0,01	0,1	(0,01)
EOX	mg/kg	3	-	3	µg/l	-	-	-
LHKW	mg/kg	1	-	1	µg/l	10	40	(10)
PCB	mg/kg	1	10	0,1	µg/l	0,05	0,5	(0,05)
MKW	mg/kg	100	1.000	300	µg/l	200	1.000	(200)
BTEX	mg/kg	10	100	1	µg/l	20	100	(20)
Phenolindex	mg/kg	1	-	(1)	µg/l	20	100	10

Für die Geogenbereiche in der gesättigten Bodenzone bis 1 m über MGHW werden die Grenzwerte für die Zuordnung Z 0 gem. LAGA Boden (1997) mit Ergänzung weitere Grenzwerte der sanierungsrelevanten Parameter gemäß nachfolgender Tabelle 52 herangezogen.

Bericht vom 30.10.2021

Tabelle 52: Sanierungszielwerte Boden Z 0, gesättigte Bodenzone bis 1 m über MGHW

Leitparameter	Prüfwerte Feststoff		Sicker- und Grundwasser / Eluat	
	Einheit	LAGA Boden Z 0 (1997)	Einheit	LAGA Boden Z 0 (1997)
Antimon	mg/kg	(20)	µg/l	(10)
Arsen	mg/kg	20	µg/l	10
Blei	mg/kg	100	µg/l	20
Cadmium	mg/kg	0,6	µg/l	2
Chrom (ges.)	mg/kg	50	µg/l	15
Chromat	-		µg/l	(8)
Kupfer	mg/kg	40	µg/l	50
Molybdän	mg/kg	(100)	µg/l	(50)
Nickel	mg/kg	40	µg/l	40
Quecksilber	mg/kg	0,3	µg/l	0,2
Thallium	mg/kg	0,5	µg/l	< 1
Zink	mg/kg	120	µg/l	100
Cyanid (ges.)	mg/kg	1	µg/l	< 10
Cyanid, leicht freisetzbar	mg/kg	(5)	µg/l	(10)
Fluorid	mg/kg	(500)	µg/l	(750)
PAK (ges.)	mg/kg	1	µg/l	(0,2)
-Naphthalin	mg/kg	< 0,5	µg/l	(2)
-Benzo(a)pyren		< 0,5	µg/l	(0,01)
EOX	mg/kg	1	µg/l	-
LHKW	mg/kg	< 1	µg/l	(10)
PCB	mg/kg	0,02	µg/l	(0,05)
MKW	mg/kg	100	µg/l	(200)
BTEX	mg/kg	< 1	µg/l	(20)
Phenolindex	mg/kg	1	µg/l	< 10

7.2 Folgenutzung Wohnen

Aus Sicht der Unterzeichner werden nach BBodSchV für die Nutzungsart Wohngebiete folgende Sanierungszielwerte für den Boden für die zu Wohnzwecken zu entwickelnde Teilflächen vorgeschlagen. Die anderen Werte, die der BBodSchV zugrunde liegen, sind bereits in den o.g. Sanierungszielwerten enthalten. Ergänzend sind die fehlenden, für die Nutzungsart Wohngebiete geltenden Prüfwerte aufgeführt:

Tabelle 53: Sanierungszielwerte für Boden als Prüfwerte der BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt), Nutzungsart "Wohngebiet"

Parameter	Einheit	Prüfwert BBodSchV
Chrom gesamt	mg/kg	400
Polychlorierte Biphenyle (PCB6)	mg/kg	0,8

Alle Angaben bezogen auf den Feinboden < 2 mm Trockenmasse

Bericht vom 30.10.2021

8 SICHERHEITS-, GESUNDHEITS- UND UMGEBUNGSSCHUTZ

8.1 Allgemeines / Hygiene

Nach den vorliegenden Erkenntnissen handelt es sich bei den anstehenden Sanierungsarbeiten generell um "Arbeiten in kontaminierten Bereichen" gem. TRGS 524 und der DGUV-Regel 101-004 (ehem. BGR 128).

Für die Parameter Benzo(a)pyren (> 50 mg/kg) und PAK (> 1.000 mg/kg), MKW (> 8.000 mg/kg) und Schwermetalle (z.B. Blei > 2.500 mg/kg, Antimon 0,07 mg/l) liegen bereichsweise Gehalte und Konzentrationen vor, die die Grenzwerte zur Zuordnung von gefahrenrelevanten Eigenschaften jeweils überschreiten. Entsprechend liegen gem. Gefahrstoffverordnung Gefahrstoffe vor, die im Rahmen der Erdarbeiten beim Aushub als "gefährlicher Abfall" einer geeigneten Beseitigung zuzuführen sind.

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

Alle im Baufeld Beschäftigten sind durch den Koordinator gem. DGUV 101-004 zu unterweisen (Sicherheitsbelehrung). Die Unterweisungen und Anweisungen müssen auf der Baustelle gut sichtbar aushängen.

Die technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen haben prinzipiell Vorrang vor der Nutzung persönlicher Schutzausrüstungen.

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

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

Bei Anlage der Baugruben ist die DIN 4124 zu beachten.

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

Bericht vom 30.10.2021

§§ 3, 4, 8, 9 ArbSchG

Arbeitsmedizinische Vorsorge-Verordnung - ArbMedVV,

DGUV Vorschrift 1 - Grundsätze der Prävention

DGUV Vorschrift 38 - Bauarbeiten

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

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

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

Es sind rückfettende Hautschutzsalben bereit zu stellen und zu benutzen.

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

8.2 Technische und organisatorische Schutzmaßnahmen

8.2.1 Schwarz-Weiß-Bereiche

Für die Dauer der 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, den Bereitstellungsflächen für Aushub zur Kontroll- und Deklarationsbeprobung, den Übergabe- / Ladezonen zum Abtransport kontaminierter Materialien sowie der Flächen für die Schwarz-Weiß-Container. Der gesamte Baustellenbereich des jeweiligen Sanierungsabschnitts ist durch Bauzäune zu sichern, die Bauzäune sind vollflächig mit opaker Folie zu verkleiden.

Bericht vom 30.10.2021

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

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

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

Das Essen, Trinken und Rauchen in ausgewiesenen Schwarzbereichen 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.

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

Die Arbeiten sind vom Unternehmer dem zuständigen bayerischen Gewerbeaufsichtsamt 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.

8.2.2 Bereitstellungsflächen

Die Einrichtung von Bereitstellungsflächen für Aushub zur Deklaration und zur Kontroll-Beprobung, 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.

Bericht vom 30.10.2021

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.

Auf den Bereitstellungsflächen lagernde Aushubmassen sind permanent abzuplanen.

8.2.3 Staubemissionen

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

8.2.4 Lärm- und Erschütterungsemissionen

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

Zur Überwachung von besonders erschütterungs- und lärmintensiven Tätigkeiten werden im Bereich der denkmalgeschützten Gebäude Wasserturms und Shedd-Halle begleitend Online-Messungen durchgeführt, um auf etwaige Belastungsspitzen umgehend durch Reduzierung des Arbeitsumfangs oder ggf. durch Einsatz von Ersatzmaßnahmen reagieren zu können.

8.2.5 Verkehrsbelastung

Im Hinblick auf den Abtransport der nicht vor Ort verwertbaren Aushub- und Abbruchmaterialien ist mit erhöhtem Verkehrsaufkommen im näheren Umfeld des Baufelds zu rechnen (ca. 50 LKW-Touren / Tag). Ein unkontrolliertes, direktes Anfahren der Baustelle sollte vermieden werden, um eine Reduzierung von Umgebungsbelastungen (Lärm und Emissionen durch wartende LKW) zu gewährleisten.

Mögliche Varianten:

- Anmeldeverfahren für LKW, um zu gewährleisten, dass ausschließlich erfasste und freigegebene Transporte das Gebiet ansteuern und / oder

Bericht vom 30.10.2021

- Pufferzonen als erster Anfahrtspunkt, um Stau oder ähnliche Störungen im direkten Umfeld zu vermeiden.

Eine Behinderung des fließenden Verkehrs auf der Friedrich-Ebert-Straße ist unbedingt zu vermeiden.

8.3 Persönliche Arbeitsschutzmaßnahmen

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

- staubdichte Schutzkleidung
- Bausicherheitsstiefel oder -schuhe
- Schutzhelm
- Arbeitshandschuhe

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

Ist bei entsprechenden Witterungslagen eine 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.

Bericht vom 30.10.2021

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

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

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

9 ENTSORGUNGSKONZEPT

9.1 Rechtliche Grundlagen

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

Das Landesabfallgesetz für das Land Bayern (BayAbfG): 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 / DGUV's in jeweils gültiger Fassung bzw. letztem Änderungsstand.

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

9.2 Materialien zur Entsorgung

9.2.1 Kohlenteerhaltige Bitumengemische (AVV 170301*) oder Bitumengemische, mit Ausnahme derjenigen, die unter 170301* fallen (AVV 170302)

Die im Zuge der Entsiegelung anfallenden Schwarzdecken sind entsprechend durchzuführender begleitender PAK-Analysen entweder als kohlenteerhaltige Bitumengemische (AVV 170301*) oder als Bitumengemische, mit Ausnahme derjenigen, die unter 170301* fallen (AVV 170302) zu

Bericht vom 30.10.2021

klassifizieren sind. Die Einstufung des Straßenaufbruches erfolgt gem. dem Merkblatt Nr. 3.4/1 "Einteilung von Straßenaufbruch nach dem PAK-Gehalt des bayerischen Landesamtes für Umwelt.

9.2.2 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, Schwermetallen und Salzen getränkten Bodenplatten oder unterirdischen Bauwerksresten aus den Sanierungsbereichen SB 1.1, 3.1 - 3.6 sowie durch Beaufschlagung von Cyanid-Salzen oder Phenolen in SB 5.1 - 5.2 an, welche vorbehaltlich einer Deklarationsanalyse über v. g. AVV-Schlüssel als gefährlicher Abfall zu entsorgen.

9.2.3 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 aus Sanierungsbereichen mit hohem Bauschuttanteil oder unterirdische Bauwerke und -reste (Altkeller und -fundamente, Versorgungsgänge etc.), die aufgrund der Schadstoffgehalte und -konzentrationen nicht als gefährlicher Abfall zu deklarieren sind und nicht vor Ort wieder eingebaut werden können, z. B. mögliche Kellerverfüllungen in den SB 4.1 - 4.16.

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

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

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

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

9.2.6 Sonstige

Weitere Abfallarten wie Sperrmüll aus der Flächenräumung sowie bis dato nicht bekannte Abfälle sind getrennt zu halten und einer ordnungsgemäßen Entsorgung zuzuführen. Insbesondere sind hierbei die im Zuge der Entsiegelung anfallenden Schwarzdecken zu nennen, die entsprechend

Bericht vom 30.10.2021

durchzuführender begleitender PAK-Analysen entweder als kohlenteeerhaltige Bitumengemische (AVV 170301*) oder als Bitumengemische, mit Ausnahme derjenigen, die unter 170301* fallen (AVV 170302) zu klassifizieren sind.

9.3 Nachweise, Genehmigungsverfahren

Die Abfallwirtschaftssatzung der Stadt Ingolstadt mit Anschluss- und Benutzungszwang ist zu beachten.

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

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

10 QUALITÄTSSICHERUNG UND KONTROLLANALYSEN

10.1 Allgemeines

Die Sanierungsmaßnahme ist fortlaufend zu dokumentieren und in einem abschließenden gutachterlichen Bericht inkl. der Massenbilanzen darzustellen. Für einzelnen Sanierungsbereiche werden Kurz- bzw. Zwischenberichte als Sanierungsnachweise erstellt und der Behörde überstellt.

Die Festlegung von Art und Umfang aller Probenahmen, - die grundsätzlich gem. LAGA PN 98 durchzuführen sind -, und zu untersuchender Parameter erfolgt durch die Fachbauleitung in Absprache mit dem Entsorger und den Fachbehörden. Bei der Probengewinnung hat der bauausführende Unternehmer bei Bedarf mitzuwirken. Die Analysen erfolgen im Auftrag des Bauherrn. Sämtliche für die Entsorgung und Beweissicherung nötigen Analysen werden von der Fachbauleitung durchgeführt bzw. veranlasst. Ggf. vom Unternehmer veranlasste Analysen haben nur interne Bedeutung.

Alle chemischen Analysen sind von einem akkreditierten Labor auszuführen.

10.2 Umgebungs- und Arbeitsschutz

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

Bericht vom 30.10.2021

10.3 Kontrollen im Bauablauf / Einbaumaterial

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

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

Zur Qualitätssicherung werden zusammenfassend folgende Maßnahmen empfohlen:

Tabelle 54: Maßnahmen zur Qualitätssicherung

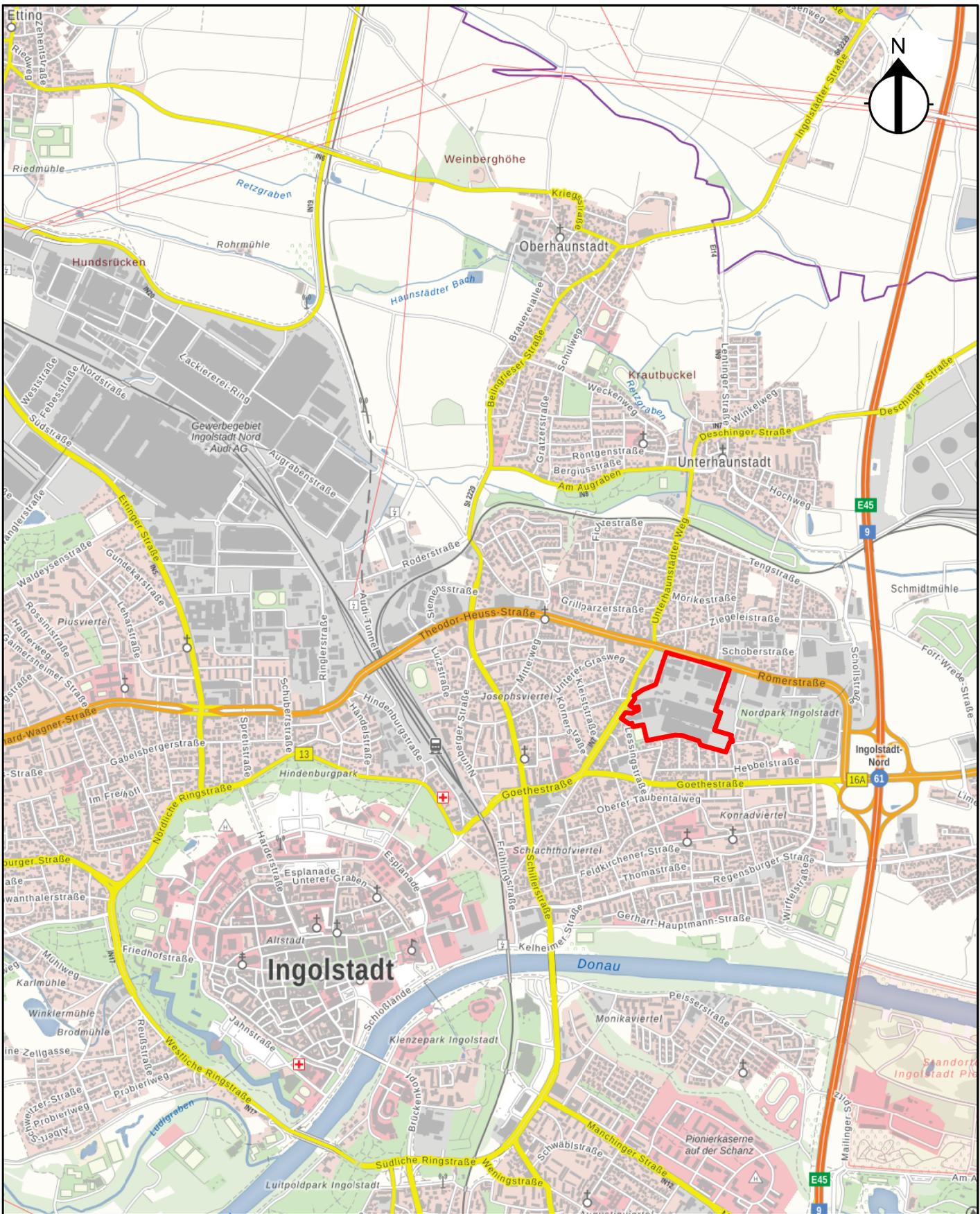
Maßnahme:	Anzahl	Parameter
Chemische Analysen:		
Kontrollanalysen anthropogener Bodenaushub und Bauschutt	je nach Verwertungs- / Entsorgungsstelle	gem. LAGA / DepV / Anforderungen des Entsorgers
Kontrollanalysen Flächenfreimessung außerhalb der Sanierungsbereiche	je 400 m ² pro Mischprobe aus 12 Einzelproben	Z. 1.1 LAGA (1997) (FS+EL) + zusätzliche Sanierungszielwerte gem. Tab. 51 + PFAS
Erfolgskontrollanalysen Baugruben der Sanierungsbereiche	mind. 1 x je Baugrube bzw. je 100 m ² pro Mischprobe aus 5 Einzelproben	Z. 1.1 LAGA (1997) (FS+EL) + zusätzliche Sanierungszielwerte gem. Tab. 51 + PFAS
Kontrollanalysen der Baugrubenböschungen der Sanierungsbereiche	je 25 lfd. m / mind. 1 x je Baugrube pro Mischprobe aus 5 Einzelproben; ergänzt nach organoleptischem Befund	Z. 1.1 LAGA (1997) (FS+EL) + zusätzliche Sanierungszielwerte gem. Tab. 51 + PFAS
Kontrollanalysen Wiedereinbaumaterial (vor Ort umgelagert oder von extern)	je 500 m ³	LAGA Boden zzgl. PFAS / RC-Richtlinie *)
Sonstige Maßnahmen:		
Dokumentation der Maßnahme	nach Abschluss	
Gutachterliche Überwachung	nach Baufortschritt	
Sicherheits-, Gesundheits- und Umweltschutz	s. Kap. 8	

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

Die Freimessungen der im Zuge der Sanierungsaushubarbeiten entstehenden Baugruben erfolgen sowohl an den Grubenwänden als auch an den Grubensohlen über die Entnahme gestörter Bodenproben bzw. Bodenmischproben und deren Analytik.



ANLAGEN



Legende



Lage des Objektes

Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH
 Hauptniederlassung Köln
 Widdersdorfer Straße 190
 50825 Köln
 Tel.: 0221/170917-0 Fax.: 0221/170917-99



Maßstab 1 : 25.000

Blattformat A4

Benennung
 Lage des Objekte im
 Stadtgebiet von Ingolstadt

Index	erstellt/geändert	Datum	Bearb.	Gutachter
-	-	06.10.20	bat	I. Tremel

Anlage	I	Abbildung	01
--------	---	-----------	----

Projekt
 BV INquartier, Ingolstadt

Auftraggeber
 GERCH Einkaufs-GbR Ingolstadt INquartier
 Cecilienpalais | Emmericher Straße 26
 40474 Düsseldorf, Germany



ENGINEERING FOR A BETTER TOMORROW

Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH · Widdersdorfer Straße 190 · 50825 Köln

Stadt Ingolstadt
Umweltamt

Rathausplatz 9

85049 Ingolstadt

Ihr Zeichen

Ihre Nachricht vom

Unser Zeichen
B200678_29.docx

Datum
07.04.2022

Bearbeiter, Telefon
I. Treml, -15
ingo.treml@mup-group.com



BV INquartier in Ingolstadt

Hier: Verbindlichkeitserklärung, Ergänzungen zum Sanierungsplan

Sehr geehrte [REDACTED],

bezugnehmend auf Ihr Schreiben (Mail vom 29.03.2022) an Herrn Congara und gemäß Abstimmungstermin im Umweltamt der Stadt Ingolstadt vom 31.03.2022 möchten wir im Folgenden die gewünschten Konkretisierungen und Ergänzungen ausführen

Wasserwirtschaft/Wasserrecht/Bodenschutz:

- Die Sanierung in der wassergesättigten Zone erfolgt ausschließlich unter Verwendung der technischen Einrichtungen Verbau/Spundung/Bohrpfahlwand mit erforderlichen Rückverankerungen oder Gleitschienen-Verbau unter aktiver Absenkung des Grundwasserspiegels im jeweils bautechnisch abgetrennten Bereich durch eine Bauwasserhaltung. Das zu entnehmende Grundwasser bei der Bauwasserhaltung wird der vorhandenen Abstromsicherungsanlage, die ein Abreinigungsvermögen von max. 20 m³ Grundwasser pro Stunde aufweist, zugeführt und nach Abreinigung über den vorhandenen Sickerschacht (Dimensionierung DN 150, 3 m tief eingebaut, maximales Einstauvermögen bei kf-Wert 10⁻³ - 10⁻⁴ m/sec max. 50 m³/h) anstromig im Aquifer reinfiltiert. Die Aushubarbeiten finden ausschließlich im "Trockenen" und maschinell statt. Nassaushub sowie händischer Aushub in der Sanierungsgrube sind grundsätzlich untersagt und kommen nicht zur Ausführung. Der Sanierungsaushub ist abschnittsweise in natürlicher Grundwasserfließrichtung auszuführen, so dass mit dem Grundwasserstrom keine bereits sanierten Bereiche

Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH
Widdersdorfer Straße 190
50825 Köln
Telefon: +49 221 / 170917-0
Telefax: +49 221 / 170917-99
info.koeln@mup-group.com
www.mup-group.com

Geschäftsführer:
Dipl.-Geol. Dr. Jürgen Margane
Dipl.-Geol. Christoph Richter
Dipl.-Geol. Axel Fahrenwaldt
Dipl.-Geol. Matthias von Herz

Sparkasse Köln-Bonn
IBAN DE36 3705 0198 0006 0329 73
SWIFT-BIC COLSDE33

Deutsche Bank
IBAN DE57 7007 0010 0999 4443 00
SWIFT-BIC DEUTDEMM

National-Bank
IBAN DE50 3602 0030 0006 0051 87
SWIFT-BIC NBAGDE3E

USt-IdNr. DE 120692212
Steuernummer: 217/5764/0582
Amtsgericht Köln HRB 51628





rekontaminiert und die abschnittsweise zu bearbeitenden grundwassergesättigten Bereiche von der Bauwasserhaltung vollständig erfasst werden.

- Die tatsächlich zur Ausführung kommende Methode der Baugrubensicherung für den Sanierungsaushub mit Bauwasserhaltung wird 2 Wochen vor Beginn der Gesamtmaßnahme in Textform der uBB und dem WWA Ingolstadt zur Kenntnis und Abstimmung überstellt. Bei einer Änderung der Vorgehensweise werden die uBB und das WWA 4 Wochen vor Ausführung in Kenntnis gesetzt und um Abstimmung gebeten.

- SB 1.1: Die Belastungsquellen für PFOS im Boden werden außerhalb der Denkmalhalle bis zum Erreichen der Sanierungszielwerte und der Grundstücksgrenzen entfernt. Unter der Denkmalhalle wurden mit Ausnahme der geringfügig höheren PFOS-Belastung im Bereich der südlichen Kellerwand der Galvanik (KRB 13, ursächlich vermutlich der Verbau bei Errichtung des Kellers) zur Denkmalhalle keine Bodenbelastungen mit PFOS > 0,4 µg/l im Eluat vorgefunden. Auch die PFOS-Konzentrationen innerhalb des GW unter der Denkmalhalle waren bisher durchweg niedrig und repräsentieren lediglich die gelöste Fracht aus dem nordwestlichen und unmittelbar östlich angrenzenden Kontaminationsbereichen, die mit dem Grundwasserstrom infolge der ehemaligen Brauchwasserentnahme auch in westlicher Richtung verlagert wurden bzw. weiterhin in ESE-SE-licher Richtung verlagert werden.

Ausdrücklich unberührt hiervon ist die LHKW-Belastung, die im Rahmen der Abstromsicherung ausschließlich an Brunnen B2 in der Denkmalhalle infolge der GW-Entnahme festgestellt wurde. Zur Bewertung und Sanierungskonzeptionierung der LHKW-Belastung sind aus fachgutachterlicher Sicht weitere Erkundungsmaßnahmen (historische Recherche, Detailuntersuchungen) erforderlich.

- Zur Leistungsfähigkeit der Abstromsicherungsanlage wurde ein wasserrechtlicher Antrag zur Abstromsicherung von der Tauw GmbH eingereicht (12/2020). In diesem ist u.a. eine Grundwassermodellierung beigefügt.

Die Grundwasserreinigungsanlage ist auf eine maximale Abreinigungskapazität von 20 m³/h ausgelegt, sodass Wassermengen sowohl aus der Abstromsicherung als auch der Bauwasserhaltung aufgenommen werden können. Durch die laufenden Abstromsicherung am neuen Brunnen B11 stellte sich heraus, dass der dauerhafte Pumpbetrieb bei einer maximalen Entnahme von 3,5 m³/h ohne Absenkung des Grundwasserstandes bis zum wasserstandbedingten Pumpstopp in B11 möglich ist. Dies bedeutet, dass mit einer

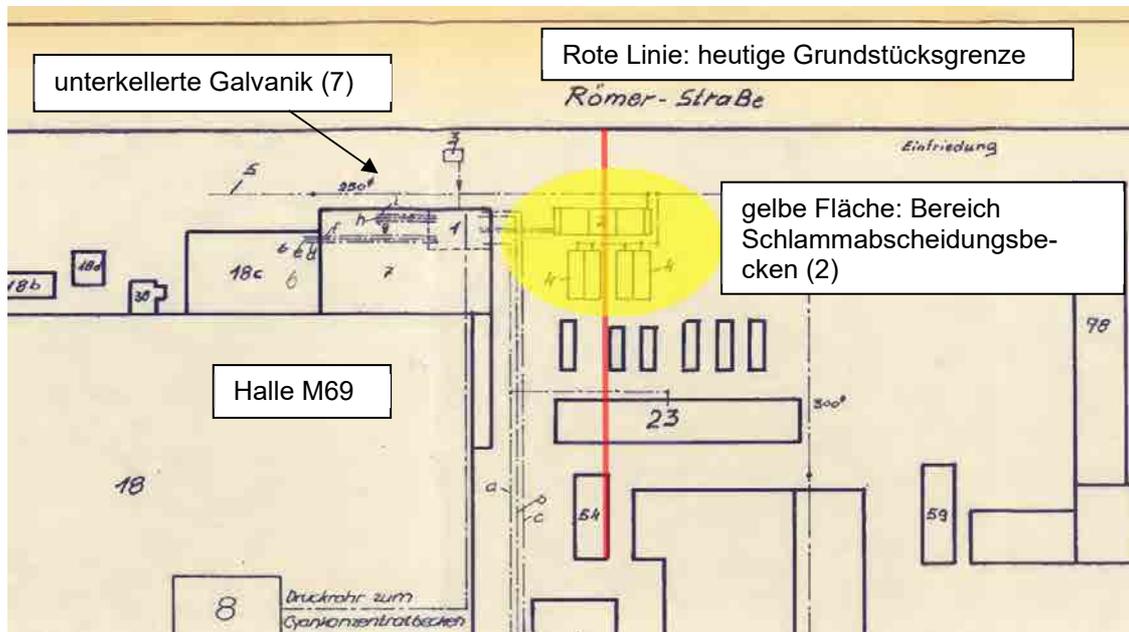




höheren Grundwasserentnahme bei der Bauwasserhaltung die Trockenlegung der zu bearbeitenden (Teil)Bereiche horizontal und vertikal voll erfasst werden können. Gemäß den hydraulischen Berechnungen der Tauw (12/2020) ist mit einer Entnahmemenge von 7,2 m³/h die Erfassung des gesamten Kontaminationsbereiches in SB 1.1 für die Abstomsicherung gewährleistet. Entsprechend ist eine ausreichende Gesamtkapazität vorhanden, auch die Bauwasserhaltung in ausreichender Dimensionierung abschnittsweise ausführen zu können. Um die Kapazität der Abstomsicherungsanlage nicht zu überschreiten, werden die Aushubmaßnahmen der einzelnen Schadensbereiche nicht zeitgleich, sondern nacheinander und bei Erfordernis (z.B. SB 1.1) abschnittsweise ausgeführt.

- Die Anpassung der Grundwassermessstellen für die Abstomsicherung im Zuge der Sanierungsaushubmaßnahmen soll gemäß beigefügtem Lageplan erfolgen. Demnach sind als Ersatz für durch den Aushub wegfallenden Grundwassermessstellen GWMS C, B4 und B1 die Neuerrichtungen einer Messstelle (GWMS "I") im weiteren Anstrom nordwestlich des kleinen Trafogebäudes (nordwestlich des Reinfiltrationsschachtes) und drei neuer Entnahmemessstellen entlang der östlichen Grundstücksgrenze im Abstand von ca. 25 m ausgehend von der nordöstlichen Grundstücksecke (GWMS "II - IV") geplant. Die Entnahme des Grundwasser zur Abstomsicherung kann dann nach Erfordernis gemäß dem fortlaufenden Arbeitsfortschritt angepasst und auf bis zu 4 Entnahmehäuser erweitert werden.
- Die neu zu errichtenden Grundwassermessstellen sind auch zum Nachweis der hinreichenden Sanierung des Schadens in SB 1.1 innerhalb der Grundstücksgrenzen geeignet. Die Bewertung der hinreichenden Sanierung des Grundwassers ausgehend von SB 1.1 kann im Abstrom ab der östlichen Grundstücksgrenze nicht durchgeführt werden, da keine hinreichenden Erkenntnisse über den Belastungszustand des Bodens und der gesättigten Bodenzone unmittelbar östlich der östlichen Grundstücksgrenze vorliegen. Aus der Historie ist bekannt, dass die potenziell als Eintragsquelle der PFOS-Kontamination in Frage kommenden, technischen Einrichtungen beiderseits der heutigen östlichen Grundstücksgrenze vorhanden waren.





Aus Lageplan Fa. Deutscher Spinnereimaschinenbau, Ingolstadt 1963

- Das sanierungsbegleitende Monitoringkonzept soll im Zuge der Aushubarbeiten innerhalb des SB 1.1 wöchentlich inklusive der Anlagenbeprobung ausgeführt werden. Das Grundwassermonitoring umfasst die jeweiligen Entnahmebrunnen sowie die jeweils noch vorhandenen, umgebenden GWM (B1, B2, B11 bzw. B2, B11, GWM III ggf. zzgl. GWM IV als Entnahmebrunnen und GWM I bzw. GWM C als anstromige GWM, GWM 0, B4, B3 bzw. GWM II und ggf. GWM IV als Monitoring-Messstelle sowie abstromig GWM A1, A2 und GWM5). Das voraussichtlich endgültige Konzept wird 4 Wochen vor Beginn der tatsächlichen Aushubarbeiten den Behörden zur Kenntnis vorgelegt. Im Zuge der Aushubmaßnahme ggf. erforderliche Anpassungen der Entnahmebrunnen erfolgen nur in Abstimmung mit den zuständigen Behörden (z. B. Entnahme auch an GWMS 0).
Aufgrund der grenzscharfen Sanierung und der Randbereiche an den Bestandsgebäuden sowie der unter der Denkmalhalle vorhandenen Restbelastungen kann die Anlage zur Abstromsicherung nicht unmittelbar nach Abschluss der eigentlichen Sanierungsmaßnahme abgeschaltet werden. Im Nachgang zur Sanierung wird die Abstromsicherungsanlage voraussichtlich noch 6 Monate in Betrieb sein. Während der Aushubmaßnahmen in SB 1.1 sind wöchentliche Beprobungen und Laboruntersuchungen an der Abstromsicherungsanlage und den o.g. GWM in Zusammenhang mit SB 1.1 durchzuführen.





- Böschungsbereiche: Die Sanierung der Böschungsbereiche wird so lange ausgeführt, bis die Sanierungszielwerte erreicht werden bzw. die Grundstücksgrenze genau tangiert wird. Etwaige Belastungen, die über die Grundstücksgrenze hinaus reichen bzw. in der Böschung außerhalb zur grenzscharfen Sanierung liegen, sind nicht Gegenstand der Sanierungsmaßnahmen. Eine Dokumentation der verbleibenden Böschungsbelastungen im Zuge der grenzscharfen Sanierung erfolgt im Zuge der Dokumentation der Gesamtmaßnahmen.
- Sollten im Rahmen des Vorabmonitorings bzw. während der Sanierungsarbeiten an B12 Schadstoffmobilisierungen aus den SB 1.2 und SB 5.1 mit Zielwertüberschreitungen festgestellt werden, sind in Abstimmung mit den zuständigen Behörden (2 Wochen Vorlaufzeit) weitere Maßnahmen zur Fassung der Schadstofffahne vorzunehmen. Hierzu sind dann z. B. die Errichtung von weiteren GWM zur Beurteilung der GW-Belastungen und die Installation einer Förderpumpe im direkten GW-Abstrom des Schadenzentrums mit nachfolgender GW-Förderung und -Abreinigung (ggf. über eine mobile Abreinigungsanlage oder Zuleitung zur vorhandenen Abstromsicherungsanlage) erforderlich. Das abgereinigte GW kann in nachweislich unbelasteten Bereichen in Abstimmung mit den zuständigen Behörden reinfiltiert werden. Dies Vorgehensweise gilt ausdrücklich auch für die weiteren Schadensbereiche SB 1.3, SB 1.5, SB 2.1 und SB 5.2 sowie weitere, derzeit unbekanntene Bereiche, die vor oder während der Sanierungsausführung Überschreitungen von Sanierungszielwerten im Grundwasser aufweisen sollten.
- Sanierungszielwerte:
 - Chrom (ges.): 15 µg/l Eluat und 50 µg/l GW
 - Chromat: 8 µg/l Eluat und GW
 - LHKW: 10 µg/l Eluat und GW
- Entsorgungskonzept:

Sämtliche anfallenden Aushubmassen werden entsprechend der abfalltechnischen Deklaration (PN gem. LAGA PN 98, max. 500 m³ Haufwerk pro Deklaration) einer ordnungsgemäßen Verwertung / Entsorgung zu geführt. Mögliche Verwertungs- / Entsorgungsstellen der zu erwartenden Abfall- und Verwertungsfraktionen werden kurzfristig unter Berücksichtigung des Anschluss- und Benutzungszwangs der Stadt Ingolstadt noch benannt. Das endgültige Entsorgungskonzept kann erst mit Kenntnis des ausführenden





Unternehmen erstellt und vorgelegt werden, da sämtliche Entsorgungsleistungen vom AN ausgeführt werden und daher die Andienungsstellen nach Wahl des AN erfolgen.

Die Vorlage des Entsorgungskonzeptes kann ca. 4 Wochen vor tatsächlichem Baubeginn bei den zuständigen Behörden erfolgen.

Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH

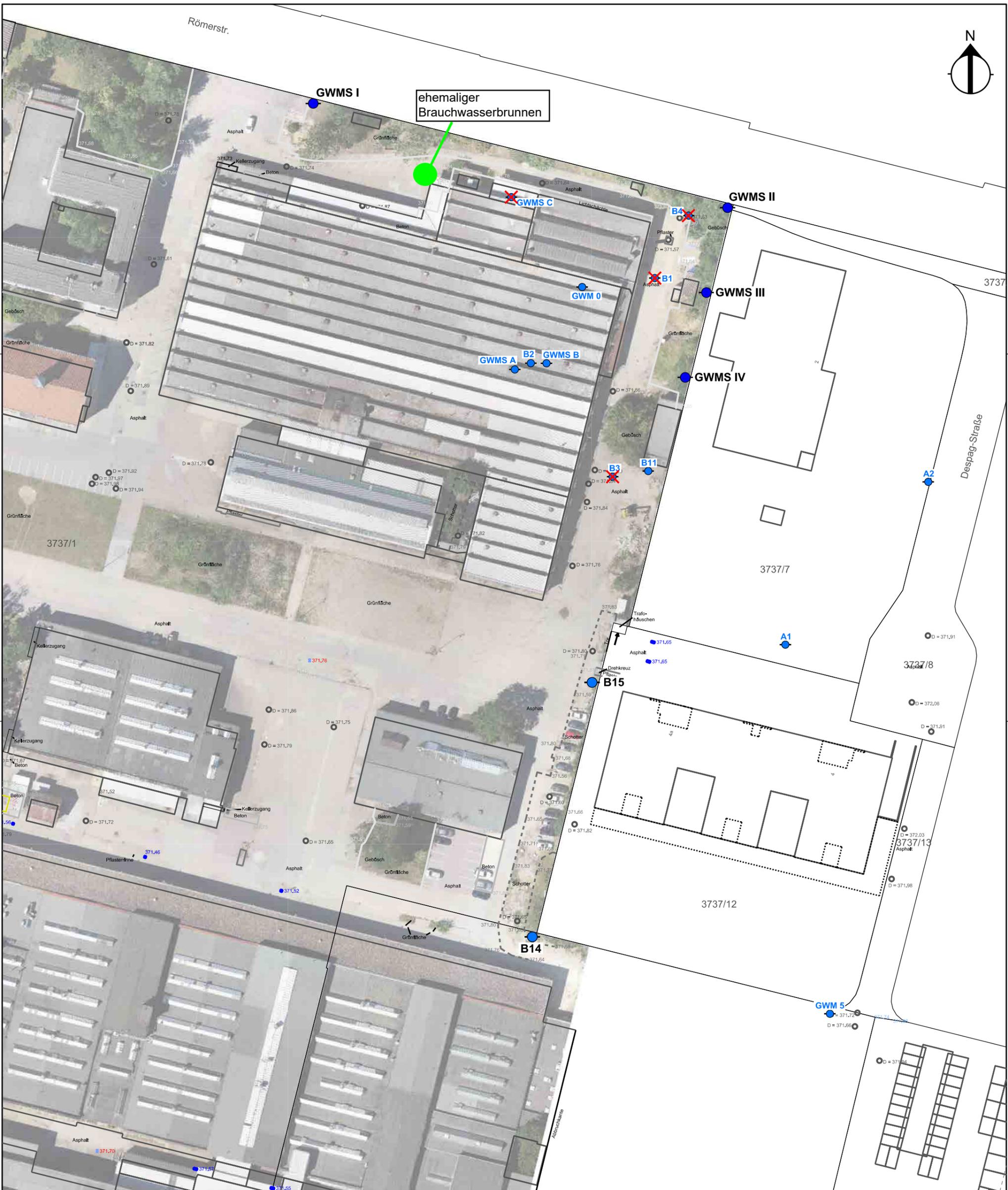
Mit freundlichen Grüßen

ppa. Dipl.-Geol. I. Treml

- Gutachter -

Anlage: Lageplan GWMS Konzept SB1.1





Legende

- Untersuchungsgebiet
- **GWMS A** Grundwassermessstelle / Brunnen **Bestand**
- **B3** Grundwassermessstelle **Wegfall durch Bodensanierung**
- **GWMS I** Grundwassermessstelle **Neu**

Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH
 Hauptniederlassung Köln
 Widdersdorfer Straße 190
 50825 Köln
 Tel.: 0221/170917-0 Fax.: 0221/170917-99

Index	erstellt/geändert	Datum	Bearb.	Gutachter
-	-	05.04.22	bat	I. Tremel
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

Auftraggeber
 GERCH Einkaufs GbR Ingolstadt INquartier
 Emmericher Straße 26, D-40474 Düsseldorf

M&P
INGENIEURGESSELLSCHAFT

Maßstab 1:1.000 Blattformat DIN A3

Benennung
GWMS - Konzept SB 1.1

Anlage	Abbildung
I	01
Projekt BV INquartier Ingolstadt	

Y:\MuP-West\NL_Koeln\CAD_GIS\Projekte\2020\bis200690\200678\2204_GWMS-Konzept\01a20067801.dgn

