

**Entwicklungsgesellschaft
Campbell Barracks mbH**

**Orientierende Erkundung und abfalltechnische Untersuchung
auf der Konversionsfläche Campbell Barracks**



Luftbild Copyright GoogleEarth 2016

Anzahl der Seiten: 60
Anzahl der Anlagen: 13
Anzahl der Abbildungen: 2
Exemplar: Digital

Auftraggeber:

**Entwicklungsgesellschaft
Campbell Barracks mbH
Marktplatz 10
69117 Heidelberg**

Auftrag vom 14.06.2016

Auftragnehmer:

**IBL Umwelt- und Biotechnik GmbH
Wieblinger Weg 21
69123 Heidelberg**

Verfasser:

**Dipl.-Geol. Bernhard Wagner
b.wagner@ibi-umweltfactory.de**

Projekt-Nr. 2054512

Heidelberg, 27.10.2016

Inhaltsverzeichnis

1 Anlass und Aufgabenstellung.....	9
1.1 Vorgang, Veranlassung.....	9
1.2 Grundlagen.....	9
1.3 Nachunternehmer.....	9
2 Kenntnisstand vor Untersuchungsbeginn.....	10
2.1 Vorhandene Unterlagen und Berichte.....	10
2.2 Liegenschaftsbeschreibung.....	10
2.2.1 Lage, Fläche und Nutzung.....	10
2.2.2 Historie.....	11
2.3 Standortsituation.....	12
2.3.1 Regionale Geologie.....	12
2.3.2 Regionale Hydrogeologie.....	12
2.4 Hydrologie.....	14
2.4.1 Umgebungsnutzung.....	14
3 Grundlagen der Ergebnisbeurteilung.....	15
3.1 Eigenschaften relevanter Schadstoffe.....	15
3.1.1 Mineralölkohlenwasserstoffe.....	15
3.1.2 Aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX).....	16
3.1.3 Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK).....	16
3.1.4 Leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW):.....	17
3.1.5 Polychlorierte Biphenyle (PCB):.....	18
3.1.6 Schwermetalle und Arsen.....	18
3.2 Bewertungsgrundlagen.....	19
4 Methodik durchgeführter Untersuchungen.....	20
4.1 Feldarbeiten.....	20
4.1.1 Geländebegehungen.....	20
4.1.2 Errichten von Aufschlüssen.....	20
4.1.3 Generelle Vorgehensweise bei den Probenahmen.....	23
4.1.4 Vermessungsarbeiten.....	23
4.1.5 Geophysikalische Untersuchungen.....	25
4.2 Begleitender Arbeits- und Emissionsschutz.....	25
4.3 Sofortmaßnahmen.....	25
4.4 Chemische Analytik.....	25
4.4.1 Probenauswahl.....	25
4.4.2 Bodenschutzrechtliche Untersuchung.....	30
4.4.3 Abfallrechtliche Untersuchungen.....	30

4.5 Untersuchungen zur Bestimmung hydraulischer Parameter.....	30
4.6 Berechnungen.....	30
4.7 Bodenmechanische Untersuchungen.....	30
5 Untersuchungsergebnisse und Beurteilungen.....	30
5.1 Liegenschaftsbezogene Untersuchungen.....	30
5.1.1 Ergebnisse von Recherchen und Datenaufbereitungen.....	30
5.1.2 Boden- und Untergrundaufbau des Untersuchungsgebietes.....	31
5.1.3 Hydrogeologische und hydrologische Beschreibung.....	32
5.2 Untersuchungsergebnisse einzelner KVF.....	32
5.2.1 KVF 5 Tankstelle / Zapfbereich (ehem. Geb. 21).....	32
5.2.1.1 Kontaminationshypothese.....	32
5.2.1.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise.....	32
5.2.1.3 Rechercheergebnisse.....	32
5.2.1.4 Boden- und Untergrundaufbau.....	33
5.2.1.5 Chemische Analytik.....	33
5.2.1.6 Bewertung der Ergebnisse / Gefährdungsabschätzung.....	34
5.2.1.7 Anwendung der Beurteilungskriterien.....	34
5.2.2 KVF 6 (Erdtank zur ehem. Tankstelle).....	35
5.2.2.1 Kontaminationshypothese.....	35
5.2.2.2 Untersuchungsumfang.....	35
5.2.2.3 Rechercheergebnisse.....	35
5.2.2.4 Boden- und Untergrundaufbau.....	35
5.2.2.5 Chemische Analytik.....	36
5.2.2.6 Bewertung der Ergebnisse / Gefährdungsabschätzung.....	36
5.2.2.7 Anwendung der Beurteilungskriterien.....	37
5.2.3 KVF 24 Leichtflüssigkeitsabscheider (LFA) (östl. Geb. 19).....	37
5.2.3.1 Kontaminationshypothese.....	37
5.2.3.2 Untersuchungsumfang.....	37
5.2.3.3 Rechercheergebnisse.....	38
5.2.3.4 Boden- und Untergrundaufbau.....	38
5.2.3.5 Chemische Analytik.....	38
5.2.3.6 Bewertung der Ergebnisse / Gefährdungsabschätzung.....	39
5.2.3.7 Anwendung der Beurteilungskriterien.....	39
5.2.4 KVF 42 Lager für entzündliches Material (bei Geb. 19).....	39
5.2.4.1 Kontaminationshypothese.....	39
5.2.4.2 Untersuchungsumfang.....	40
5.2.4.3 Rechercheergebnisse.....	40
5.2.4.4 Boden- und Untergrundaufbau.....	40

5.2.4.5 Chemische Analytik.....	41
5.2.4.6 Bewertung der Ergebnisse / Gefährdungsabschätzung.....	41
5.2.4.7 Anwendung der Beurteilungskriterien.....	41
5.2.5 KVF 43 Benzinabscheider (östlich Geb. 19).....	42
5.2.5.1 Kontaminationshypothese.....	42
5.2.5.2 Untersuchungsumfang.....	42
5.2.5.3 Rechercheergebnisse.....	42
5.2.5.4 Boden- und Untergrundaufbau.....	43
5.2.5.5 Chemische Analytik.....	43
5.2.5.6 Bewertung der Ergebnisse / Gefährdungsabschätzung.....	43
5.2.5.7 Anwendung der Beurteilungskriterien.....	44
5.2.6 KVF 44 Altöltank (bei Geb. 32).....	44
5.2.6.1 Kontaminationshypothese.....	44
5.2.6.2 Untersuchungsumfang.....	44
5.2.6.3 Rechercheergebnisse.....	45
5.2.6.4 Boden- und Untergrundaufbau.....	45
5.2.6.5 Chemische Analytik.....	45
5.2.6.6 Bewertung der Ergebnisse / Gefährdungsabschätzung.....	46
5.2.6.7 Anwendung der Beurteilungskriterien.....	46
5.2.7 KVF 45 Lager für CKW (Geb. 32).....	47
5.2.7.1 Kontaminationshypothese.....	47
5.2.7.2 Untersuchungsumfang.....	47
5.2.7.3 Rechercheergebnisse.....	47
5.2.7.4 Boden- und Untergrundaufbau.....	48
5.2.7.5 Chemische Analytik.....	48
5.2.7.6 Bewertung der Ergebnisse / Gefährdungsabschätzung.....	48
5.2.7.7 Anwendung der Beurteilungskriterien.....	48
5.2.8 KVF 49 Lagerschuppen (Anbau an Geb. 30).....	49
5.2.8.1 Kontaminationshypothese.....	49
5.2.8.2 Untersuchungsumfang.....	49
5.2.8.3 Rechercheergebnisse.....	49
5.2.8.4 Boden- und Untergrundaufbau.....	50
5.2.8.5 Chemische Analytik.....	50
5.2.8.6 Bewertung der Ergebnisse / Gefährdungsabschätzung.....	50
5.2.8.7 Anwendung der Beurteilungskriterien.....	51
5.2.9 KVF 50 Lagergebäude (Geb. 27).....	51
5.2.9.1 Kontaminationshypothese.....	51
5.2.9.2 Untersuchungsumfang.....	51

5.2.9.3 Rechercheergebnisse.....	52
5.2.9.4 Boden- und Untergrundaufbau.....	52
5.2.9.5 Chemische Analytik.....	52
5.2.9.6 Bewertung der Ergebnisse / Gefährdungsabschätzung.....	53
5.2.9.7 Anwendung der Beurteilungskriterien.....	53
5.2.10 KVF 51 Lagergebäude (Geb. 26).....	54
5.2.10.1 Kontaminationshypothese.....	54
5.2.10.2 Untersuchungsumfang.....	54
5.2.10.3 Rechercheergebnisse.....	55
5.2.10.4 Boden- und Untergrundaufbau.....	55
5.2.10.5 Chemische Analytik.....	55
5.2.10.6 Bewertung der Ergebnisse / Gefährdungsabschätzung.....	56
5.2.10.7 Anwendung der Beurteilungskriterien.....	56
5.2.11 KVF 56 Ehemaliger Antreterplatz.....	56
5.2.11.1 Kontaminationshypothese.....	56
5.2.11.2 Untersuchungsumfang.....	57
5.2.11.3 Rechercheergebnisse.....	57
5.2.11.4 Boden- und Untergrundaufbau.....	57
5.2.11.5 Chemische Analytik.....	57
5.2.11.6 Bewertung der Ergebnisse / Gefährdungsabschätzung.....	58
5.2.11.7 Anwendung der Beurteilungskriterien.....	59
6 Empfehlungen für das weitere Vorgehensweise.....	60
7 Zusammenfassung Bodenschutz.....	61
8 Abfallrechtliche Einstufung.....	63
8.1 Veranlassung.....	63
8.2 Vorgehensweise.....	63
8.3 Abfallrechtliche Deklarationsanalytik.....	63
8.4 Auswertung.....	63
8.5 Bewertung.....	64
8.5.1 Ableitung bodenschutzrechtlicher Aspekte aus der abfallrechtlichen Deklarationsanalytik.....	64
9 Zusammenfassung abfallrechtliche Untersuchungen.....	65
10 Literatur-/Quellenverzeichnis.....	67

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Pläne
Anlage 1.1	Übersichtslageplan
Anlage 1.2	Detailplan mit Lage der Untersuchungspunkte (Umwelttechnik)
Anlage 1.3	Detailplan mit Lage der Untersuchungspunkte (Abfallrecht)
Anlage 2	Dokumentation Kleinrammbohrung
Anlage 2.1	Profildarstellungen
Anlage 2.2	Schichtenverzeichnisse
Anlage 3	Probenahmeprotokolle
Anlage 3.1	Bodenluftprobenahmeprotokoll
Anlage 4	Tabellarische Zusammenfassung und Bewertung der Analysen
Anlage 4.1	Bodenanalysen (Umwelttechnik)
Anlage 4.2	Bodenluftanalysen (Umwelttechnik)
Anlage 4.3	Bodenanalysen (Abfallrecht)
Anlage 5	Grafische Bewertungsdarstellung
Anlage 5.1	Abfallrechtliche Bewertungen
Anhang 1	Kampfmitteltechnische Auswertung
Anhang 1.1	Darstellung Kampfmittelverdachtsflächen
Anhang 2	Berichte zur chemischen Analyse
Anhang 2.1	Boden (Umwelttechnik)
Anhang 2.2	Bodenluft (Umwelttechnik)
Anhang 2.3	Boden (Abfallrecht)

Abkürzungsverzeichnis

AG	Auftraggeber
AH BoGWS	Arbeitshilfe Boden- und Grundwasserschutz
AKW	aromatische Kohlenwasserstoffe
BAK	Boden- und Altlastenkataster
B(a)P	Benzo(a)pyren
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz-Verordnung
BG	Bestimmungsgrenze
BL	Bodenluft
BTEX	Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylole
ehem.	ehemalig
etc.	et cetera
GFS	Geringfügigkeitsschwellenwert
GW	Grundwasser
GWG	Grundwassergeringleiter
GWL	Grundwasserleiter
HGK	Hydrogeologische Kartierung
HgKurzR	Historisch-genetische Kurzrekonstruktion
HS	Headspace
IBL	IBL Umwelt- und Biotechnik GmbH
i.d.R.	in der Regel
i.W.	im Wesentlichen
KVF	Kontaminationsverdachtsfläche
KRB/RKS	Synonyme für „Kleinrammbohrung“
LCKW	leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe
LFA	Leichtflüssigkeitsabscheider
LUBW	Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
MGWL	Mittlerer Grundwasserleiter
MKW	Mineralölkohlenwasserstoffe
NN	Normalnull
OFD	Oberfinanzdirektion Niedersachsen, Hannover
o.g.	oben genannt
OGWL	Oberer Grundwasserleiter
OZH	Oberer Zwischenhorizont
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	Polychlorierte Biphenyle
Sch	Baggerschurf
SM	Schwermetalle
sog.	Sogenannte
u.a.	unter anderem
u. GOK	unter Geländeoberkante
ü. NN	über Normalnull
WG	Wohngebiete
WP	Wirkungspfad
WP Bo→GW	Wirkungspfad Boden→Grundwasser
WP Bo→M	Wirkungspfad Boden→Mensch
z.B.	zum Beispiel
z.T	zum Teil
ZH	Zwischenhorizont

1 ANLASS UND AUFGABENSTELLUNG

1.1 Vorgang, Veranlassung

Die ehemalige US-Liegenschaft „Campbell-Barracks“ in Heidelberg soll zeitnah einer Flächenkonversion und -entwicklung unterzogen werden. Auf Basis einer vom Büro Roth&Partner durchgeführten Phase I - Untersuchung wurden mehrere Kontaminationsverdachtsflächen identifiziert, die im Rahmen einer Phase IIa - Untersuchung näher untersucht werden sollen. Im Hinblick auf mögliche Bodeneingriffsmaßnahmen sollte zusätzlich eine orientierende, abfallrechtliche Untersuchung der Liegenschaft ausgeführt werden.

1.2 Grundlagen

Auf Basis der Ausschreibung „Orientierende Erkundung und abfallrechtliche Untersuchung im Bereich der Campbell Barracks“ vom 20.05.2016 wurde die IBL Umwelt und Biotechnik GmbH mit Schreiben vom 14.06.2016 von der Entwicklungsgesellschaft Campbell-Barracks mbH (EGC), Heidelberg beauftragt, die ausgeschriebenen Leistungen zur Phase IIa für eine erste Bewertung des Gefährdungspotentials der Schutzgüter Mensch, Boden und Grundwasser sowie eine abfallrechtliche Bewertung gemäß der Leistungsbeschreibung durchzuführen.

1.3 Nachunternehmer

Die folgenden Leistungen wurden von den nachstehend genannten und durch IBL beauftragten fachlich Beteiligten erbracht:

Tabelle 1: Liste der beteiligten Nachunternehmer

Leistung	Nachunternehmer
Kleinrammbohrungen, Entnahme von Boden- und Bodenluftproben, Vermessung	WST GmbH Elly-Beinhorn-Str.6 69214 Eppelheim
Laboranalytik	Wessling GmbH Labor Walldorf, Impexstr. 5 69190 Walldorf

2 KENNTNISSTAND VOR UNTERSUCHUNGSBEGINN

2.1 Vorhandene Unterlagen und Berichte

Die im Folgenden aufgelisteten Unterlagen und Berichte standen vor Untersuchungsbeginn zur Verfügung und wurden bei den Untersuchungen berücksichtigt.

- Leistungsbeschreibung „Orientierende Erkundung und abfallrechtliche Untersuchung im Bereich der Campbell Barracks“ der Entwicklungsgesellschaft Campbell Barracks mbH (EGC), Heidelberg, vom 20.05.2016 [U1]
- Erfassung von kontaminationsverdächtigen Flächen auf Bundesliegenschaften, Phase I, Schädliche Bodenveränderungen/ Grundwasserverunreinigungen/ Altlasten (BoGwS), Campbell Barracks, Heidelberg, Römerstraße 168, Ing.-Büro Roth & Partner GmbH, Karlsruhe, 10.12.2014 [U2]
- Stellungnahme zum Vorabzug „Erfassung kontaminationsverdächtiger Flächen auf Bundesliegenschaften, Phase I Schädliche Bodenveränderungen / Grundwasserverunreinigungen / Altlasten (BoGwS) – Campbell Barracks, Heidelberg“, von der OFD Niedersachsen, Hannover, vom 06.02.2015 [U3]
- Stellungnahme Stadt Heidelberg, Amt für Umweltschutz, Gewerbeaufsicht und Energie, Phase I BoGwS vom 28.04.2015 [U4]
- Geo-/abfalltechnische Untersuchung, Kostenermittlung, Konversion Mark-Twain-Village und Campbell Barracks, hagelauer+scheuerer geoconsult, 30.04.2015 [U5]
- Denkmalschutz, Archäologische Kulturdenkmäler, Heidelberg-Südstadt Kartierung Listenobjekt 3 Kulturdenkmale gemäß DSchG, Landesdenkmalpflege Baden-Württemberg, 12.05.2014 [U6]
- Historisch-genetische Kurzrekonstruktion (HgKurzR) [U11]

2.2 Liegenschaftsbeschreibung

2.2.1 Lage, Fläche und Nutzung

Die Liegenschaft Campbell Barracks befindet sich am östlichen Rand der Rheinebene ca. 3,2 km südlich des Stadtzentrums Heidelberg (Baden-Württemberg) im Stadtteil Heidelberg-Südstadt (Gemarkung 3320, Flur 0, Flurstück 2577).

Die im Rahmen der Ausschreibung zu untersuchende Fläche misst von Norden nach Süden ca. 500 m und von Westen nach Osten ca. 400 m. Die gesamte Liegenschaft umfasst eine Fläche von ca. 18,2 Hektar. Die mittlere Geländehöhe liegt bei 110 m ü. NN. Mit max. 110,62 m ü. NN im Nordosten und min. 109,37 m ü. NN im Südwesten weist die Liegenschaft nur geringe Höhendifferenzen auf. In Anlage 1.1 ist ein Übersichtslageplan beigelegt.

Die Liegenschaft wurde zuletzt von der US-Army als NATO-Headquarter genutzt.

2.2.2 Historie

Vor 1937 wurde das Gelände der ehemaligen Campbell Barracks am südlichen Ortsrand von Heidelberg landwirtschaftlich genutzt. 1937 errichtete die Wehrmacht die „Großdeutschland-Kaserne“. Die Kaserne diente im Wesentlichen als Standort des Regimentstabes des 110. Infanterie-Regimentes.

Abbildung 1: Campbell Barracks, ca. 1945 [U18]



Nach der Einnahme Heidelbergs durch US-Streitkräfte am 30. März 1945 waren verschiedene amerikanische Einheiten in der Kaserne untergebracht.

Von 1948 bis 1952 erfolgte der Ausbau der Kaserne zum Hauptquartier der US-Streitkräfte in Europa. Die Liegenschaft wurde von 1993 bis 2013 von der US-Army als NATO-Headquarter genutzt [U19].

Abgeleitet aus den vorliegenden Informationen wurde die Untersuchungsfläche im Wesentlichen als Wohn- und Verwaltungseinheit genutzt. Untergeordnet ist von Instandhaltung von Fahrzeugen (Personen- und Lastkraftwagen) auszugehen.

Die ehemaligen Kasernenbauwerke stehen unter Denkmalschutz [U19].

2.3 Standortsituation

2.3.1 Regionale Geologie

Die Liegenschaft befindet sich am Rand der tektonisch und lithostratigraphisch dominierenden Struktur der Region: dem Oberrheingraben. Diese ab dem Eozän angelegte Grabenstruktur ist durch mehrere großräumige Staffelbrüche geprägt, die an einer Zentralachse mehr oder weniger parallel ausgerichtet sind. Hierdurch werden einzelne, gegeneinander abgesetzte Schollen definiert. Die Campbell Barracks befinden sich auf der sog. Grabenscholle, der zentralen Scholle, die im Zuge der Grabenbildung die größten Absenkungsbeträge erfahren hat.

Unter jungquartären Deckschichten (i. W. mehrere Meter mächtige Schluffe und Tone aus ehemaligen, z. T. umgebildeten Lössablagerungen) stehen weitere quartäre Schichten unterlagert von pliozänen Lockergesteinsserien an. Die jüngste Lockergesteinsserie wird aus den kiesig-sandigen Ablagerungen der Mannheim-Formation gebildet und erreicht im Heidelberger Raum Mächtigkeiten zwischen ca. 50-55 m. Unterteilt wird diese Abfolge im Bereich Heidelberg durch einen schluffig-tonigen Zwischenhorizont, den ZH1. Dieser erreicht Mächtigkeiten zwischen 2-7 m im Untersuchungsbereich und unterteilt die Mannheim-Formation in hydrogeologischer Hinsicht (s.u.). Unterlagert wird die Mannheim-Formation durch den OZH, den sog. "Oberen Zwischenhorizont", einer Serie aus Ton- und Schluffschichten, in die lokal auch feinsandige Lagen eingeschaltet sind. Die Abfolge des OZH ist lithostratigraphisch der Ludwigshafen-Formation zuzuordnen. Der OZH erreicht laut Literaturangaben im Untersuchungsgebiet Mächtigkeiten von ca. 6-9 m. Im Liegenden des OZH schließt die sandig-kiesige Abfolge der Viernheim-Formation. Diese sandig-kiesige Abfolge kann, bedingt durch die Einschaltung eines oder mehrerer Schluff- und Tonhorizonte, nochmals lokal untergliedert werden. Im Untersuchungsbereich wird die Viernheim-Formation durch den sog. Zwischenhorizont 3 (ZH 3; der ZH 2 ist hier nicht ausgebildet) in einen oberen und unteren Anteil gegliedert. Diese Formation kann im Untersuchungsbereich Mächtigkeiten bis zu 160 m erreichen, der ZH 3 weist Mächtigkeiten von ca. 4-6 m auf.

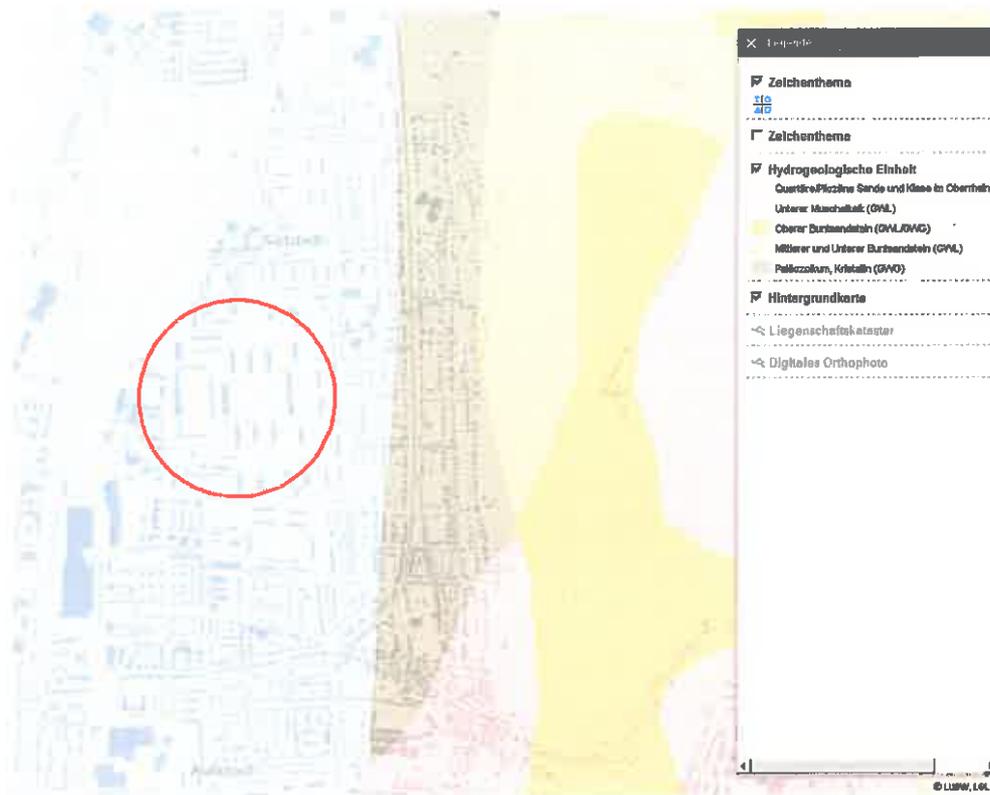
Im Rahmen der hier durchgeführten Untersuchungen wurden neben der künstlichen Auffüllung die umgelagerten Lößlehmschichten und lokal die obersten Bereiche der Mannheim-Formation erschlossen.

2.3.2 Regionale Hydrogeologie

Die Liegenschaft gehört zur hydrogeologischen Einheit „Quartäre / pliozäne Sande und Kiese im Oberrheingraben (GWL) [U8] und befindet sich ca. 2,6 km südlich des Neckars.

Die Liegenschaft liegt in der Zone IIIB des Wasserschutzgebiets WSG-031-WW Rheinau Rhein-Neckar AG MA, Dienststelle Mannheim [U8] (vgl. Anlage 3.1 des Berichts zur Erkundung Phase I, [U2]). Der Abstand zu den dortigen Entnahmebrunnen beträgt nach Auskunft des Umweltamtes der Stadt Heidelberg ca. 10 km [U2].

Abbildung 2: Hydrogeologische Einheiten nach Daten und Kartendienst der LUBW [U8]. Der Untersuchungsbereich ist rot markiert.



Die in Kapitel 2.3.1 beschriebenen Schichten des Untergrunds werden entsprechend ihrer lithologischen Ausprägung hydrologisch in Grundwasserleiter (GWL) und Grundwassergeringleiter eingeteilt. Das erste oder oberste Grundwasserstockwerk (Oberer Grundwasserleiter, OGWL) wird aus den Schichten der Mannheim-Formation aufgebaut. Bei Vorhandensein des ZH 1 kann der OGWL noch in einem OGWL_o („oben“) und OGWL_u („unten“) unterteilt werden. Unterlagert wird der OGWL durch den Trennhorizont des OZH (entspricht im Wesentlichen der Ludwigshafen-Formation). An diesen schließt sich das zweite Grundwasserstockwerk des Mittleren Grundwasserleiters (MGWL = unterer Abschnitt der Ludwigshafen-Formation und Viernheim-Formation) an, der in Abhängigkeit der Ausbildung von Zwischenhorizonten (s.o.) noch weiter unterteilt werden kann (vgl. [U2], Anlage 3.2).

In Tabelle 2 sind die hydrogeologischen Daten für den Oberen Grundwasserleiter (OGWL) nach Angabe des Amtes für Umweltschutz, Gewerbeaufsicht und Energie der Stadt Heidelberg zusammengestellt.

Tabelle 2: Hydrogeologische Daten Oberer Grundwasserleiter (OGWL)

Aquifermächtigkeit ¹	ca. 38 m
Art des Leiters	Freier Grundwasserleiter
Flurabstand ²	ca. 8-12 m
Grundwasserfließrichtung	NW bis W
Fließgeschwindigkeit ³	1 m/d
Transmissivität	60 – 100 x 10 ⁻³ m ² /s
Durchlässigkeitsbeiwert (k _f -Wert)	1,1 – 1,5 m/s

1 Wassererfüllter Bereich OGWL_o + OGWL_u ohne ZH 1

2 Datengrundlage Grundwasserstandsdaten GWM 3184 „Hasenleiser“ HD-Rohrbach, 1955-2013

3 Angabe der Stadt Heidelberg

Die Grundwasserneubildung beträgt weniger als 100 mm/a [U9].

Zum Grundwasserchemismus im Bereich der Liegenschaft liegen in der HGK [U9] folgende Daten vor:

Tabelle 3: Grundwasserchemismus im Bereich der Liegenschaft Campbell Barracks

Chloridgehalt	>50 – 100 mg/l
Nitratgehalt	>50 – 100 mg/l
el. Leitfähigkeit	>1.000 – 1.500 µS/cm
Sulfat-Konzentration	>150 – 240 mg/l

2.4 Hydrologie

Die Liegenschaft befindet sich ca. 2,6 km südlich des Neckars. Auf der Liegenschaft existieren keine Oberflächengewässer.

Die Grundwasserneubildung beträgt weniger als 100 mm/a [U9].

Rund 100 m südlich der Liegenschaft befindet sich die Grundwassermessstelle 66/356-7, rund 150 m nordwestlich befindet sich die Grundwassermessstelle 10/356-2.

2.4.1 Umgebungsnutzung

Die Liegenschaft Campbell Barracks befindet sich im Stadtteil Heidelberg-Südstadt. Besonders der südlich an die Liegenschaft Campbell Barracks angrenzende Teil von Heidelberg war in den letzten 10 Jahren geprägt von der Transformation von einer Mischnutzung als Gewerbe- und Wohngebiet zu moderner Wohnbebauung mit den nötigen Infrastruktureinrichtungen. Der südwestlich gelegene Bereich zwischen Sickingenstraße und Heinrich-Fuchs-Straße wurde komplett überplant und neu bebaut.

Im Südwesten direkt angrenzend an das Untersuchungsgelände befindet sich der Sickingenplatz (Flurstück Nr. 21330/1, 21330/4, 21325) sowie das hieran östlich angrenzende Gelände einer

ehem. Kindertagesstätte (Flurstück Nr.21330) [U8] [U23]. Im Boden- und Altlastenkataster (BAK) des Amtes für Umweltschutz, Gewerbeaufsicht und Energie der Stadt Heidelberg wird auf dem Flurstück 21330 eine ehemalige Kiesgrube als Altablagerung ausgewiesen. Die ausgewiesene Altablagerung nimmt den östlich an den Sickingenplatz angrenzenden Flächenbereich der ehem. Kindertagesstätte fast vollständig ein [U23].

Weiterhin wird im BAK ausgeführt, dass ein größerer Grundwasserschadensfall durch Leichtflüchtige Chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW) im Grundwasserzustrom den südlichen Bereich der Grundstücke am Sickingenplatz tangiert. An der Straßeneinmündung der Fabrikstraße in die Sickingenstraße (Messstelle 47/356-0 / 66/356-7) liegt noch eine LCKW-Belastung von rund 30 µg/l im Grundwasser vor [U23]. Laut [U23] ist der Grundwasserabfluss nach Nordwesten gerichtet.

Die Flurstücke im Osten der Liegenschaft Campbell Barracks sind geprägt von einer Mischnutzung als Gewerbe- und Wohngebiet. Im Norden und Westen der Liegenschaft befindet sich vorwiegend Wohnbebauung aus der Zeit ab 1950.

3 GRUNDLAGEN DER ERGEBNISBEURTEILUNG

3.1 Eigenschaften relevanter Schadstoffe

Nach Auswertung der Untersuchungsergebnisse der Phase I gehen potenzielle Schadstoffbelastungen von den nachfolgend genannten Stoffen/Stoffgruppen sowie deren Reaktionsprodukten aus:

3.1.1 Mineralölkohlenwasserstoffe

Kohlenwasserstoffe sind chemische Verbindungen, die nur aus den Elementen Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen und über ihre Bindungsform in mehrere Stoffgruppen eingeteilt werden. Unter der Bezeichnung Mineralölkohlenwasserstoffe werden im Allgemeinen die Verarbeitungsprodukte der Rohöle wie Ottokraftstoffe, Mitteldestillate (leichtes Heizöl, Diesel), Schmieröle sowie Verarbeitungsrückstände wie schweres Heizöl und Bitumen unterschieden. Hauptbestandteile der Mineralölkohlenwasserstoffe sind aliphatische und alicyclische Kohlenwasserstoffe sowie wechselnde Anteile an Aromaten (z.B. BTEX, PAK). Entscheidend für das Migrationsverhalten von Mineralölkohlenwasserstoffen im Untergrund sind ihre chemisch-physikalischen Stoffeigenschaften. Hierzu zählen, neben der Stoffdichte und dem Volatilitätsverhalten (Flüchtigkeit), die kinematische Viskosität, die die Versickerungsgeschwindigkeit im Untergrund bestimmt.

Mit steigender Anzahl der Kohlenstoffatome verändert sich der Aggregatzustand der einzelnen Kohlenwasserstoffverbindungen bzw. deren chemisch-physikalische Eigenschaften wie Flüchtigkeit, Löslichkeit und Siedebereich. Mit zunehmender Kettenlänge nimmt die Wasserlöslichkeit und Flüchtigkeit ab, die Viskosität zu. Mineralölkohlenwasserstoffe sind von C1 - C4 gasförmig und von C5 bis C16 Flüssigkeiten, während die höher molekularen MKW bis zur Ausbildung von z. T. wachsartigen Festkörpern (Paraffin) reichen.

Bezogen auf die Stoffmenge stellen Kohlenwasserstoffgemische mit Kettenlängen bis C20 (Heizöl/Diesel) die relevanteste Gruppe der Mineralölkohlenwasserstoffe dar. Kohlenwasserstoffe mit einer C-Zahl zwischen C10 und C20 werden den Mitteldestillaten zugeordnet. Mitteldestillate wie

Diesel (C10 - C21), Heizöl EL (C9 - C23) oder auch Kerosin (C10 - C16) sind wenig flüchtig und relativ viskos. Die Wasserlöslichkeit ist gering, so dass der MKW-Austrag über das Sickerwasser ebenfalls gering ist. Insgesamt ist die Mobilität im Untergrund nur mäßig. Höher molekulare MKW mit Kettenlängen > C20, z. B. Schmieröle und schwere Heizöle, sind bei Raumtemperatur zähflüssig bis fest. Die Mobilität im Untergrund ist gering.

Aufgrund klinisch-toxikologischer Befunde wird die toxische Wirkung als gering eingestuft. Der inhalativen Aufnahme der leichtflüchtigen Bestandteile muss die größte Beachtung geschenkt werden. Das Einatmen hoher Konzentrationen kann zu Lungenschädigungen führen. Die orale Aufnahme hoher Dosen kann Erbrechen und Schmerzen im Magen-Darmtrakt auslösen. Bei intakter Hautoberfläche kann die dermale Aufnahme vernachlässigt werden.

3.1.2 Aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)

Aromatische Kohlenwasserstoffe ist eine Sammelbezeichnung für zyklische Kohlenwasserstoffverbindungen, die als Grundkörper ein oder mehrere Kohlenwasserstoffmoleküle (Benzolring) der Summenformel C_6H_6 enthalten. Charakteristisch und namengebend ist der als "aromatisch" zu bezeichnende Geruch der Kohlenwasserstoffverbindungen. Zu der Stoffgruppe gehört als einfachste Bindungsform Benzol sowie u. a. die vom Benzol abgeleiteten Verbindungen Toluol, Xylol und Ethylbenzol.

Den aromatischen Kohlenwasserstoffen kommt aufgrund ihrer Wasserlöslichkeit, Toxizität, Persistenz, Akkumulierbarkeit etc. sowie ihres z. T. hohen, Kompartiment überschreitenden Migrationsverhaltens eine hohe Bewertungsrelevanz zu. Sie sind bedeutend besser wasserlöslich als die aliphatischen Mineralölkohlenwasserstoffe mit der gleichen Zahl von Kohlenstoffatomen. Die Mobilität von aromatischen Kohlenwasserstoffen (BTEX) im Untergrund ist hoch bis sehr hoch. Aufgrund des hohen Dampfdruckes können sie sich über die Bodenluft weiträumig verteilen.

Für alle o. g. Stoffe ist der Hauptbelastungspfad die inhalative Aufnahme. Aromatische Kohlenwasserstoffe führen bei einer Exposition zu erheblichen Gesundheitsgefahren. Akute Einwirkungen bereits geringer Mengen führen zu Schwindel, Erbrechen, Bewusstlosigkeit, Haut- und Schleimhautreizungen. BTEX verteilen sich recht schnell mit dem Blut im gesamten Körper. Anreicherungen finden sich aufgrund der Fettlöslichkeit im Fettgewebe, Gehirn und Knochenmark. Daneben können sie auch oral und dermal aufgenommen werden. Besondere Bedeutung besitzt die als giftig, krebserregend und stark wassergefährdend eingestufte Komponente Benzol (R45).

Aromatische Kohlenwasserstoffe werden vorwiegend unter aeroben, aber auch unter anaeroben Milieubedingungen abgebaut. Für die Sanierungspraxis ist allein der aerobe Abbau von Bedeutung. Der anaerobe Abbau ist meist unvollständig. Innerhalb der BTEX-Aromaten nimmt die Abbaubarkeit mit zunehmender Zahl von Alkylsubstituenten ab. Beim Benzol bestimmt die Bildung des gut abbaubaren Brenzkatechins die gesamte Umsatzgeschwindigkeit. Xylole sind am schlechtesten abbaubar.

3.1.3 Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Bei der Stoffgruppe der PAK handelt es sich um eine Gruppe von 40 Einzelverbindungen. Von diesen sind unter öko- und humantoxikologischen Aspekten 11 relevante Vertreter als stark karzinogen bzw. mutagen bekannt. 10 Verbindungen sind als schwache Karzinogene einzustufen. PAK

bestehen aus mindestens drei oder mehr kondensierten Benzolringen und enthalten im Molekül lediglich Kohlen- und Wasserstoffatome. Sie werden gebildet, wenn organische Strukturen höheren Temperaturen ($> 700^{\circ}\text{C}$) ausgesetzt sind oder einer Pyrolyse bzw. unvollständigen Verbrennung unterliegen. PAK sind mit Volumenanteilen von bis zu 10 % in Dieselkraftstoff enthalten. Im Boden zeigen PAK aufgrund geringer Wasserlöslichkeit, niedrigem Dampfdruck und starker Adsorption an organischem und anorganischem Material geringe Mobilität und verbleiben weitgehend in den Bodenschichten. Die Mobilität der PAK nimmt mit steigender Ringzahl ab. PAK können in das Grundwasser gelangen, wenn sie - adsorbiert an Kolloiden - mit dem Sickerwasser verfrachtet werden oder wenn Tenside bzw. Lösungsvermittler im Boden vorliegen. Dann können auch 4er- und 5er-Ringe im Grundwasser nachgewiesen werden. Die Grundwassergefährdung ist in der Regel jedoch gering. Naphthalin nimmt unter den PAK eine Sonderstellung ein, da es wesentlich wasserlöslicher als andere PAK ist. Die Mobilität von Naphthalin ist jedoch wesentlich geringer als die von aromatischen Kohlenwasserstoffen (BTEX) und entspricht etwa der von Heizöl.

Die nachfolgenden Verbindungen haben sich im Tierversuch als krebserregend erwiesen:

- Benz(a)anthracen Dibenz(ah)anthracen
- Benzo(b)fluoranthren Dibenzo(ae)pyren
- Benzo(j)fluoranthren Dibenzo(ah)pyren
- Benzo(k)fluoranthren Dibenzo(ai)pyren
- Benzo(a)pyren Dibenzo(al)pyren
- Chrysen Indeno(1,2,3-cd)pyren

3.1.4 Leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW):

Bei den chlorierten Kohlenwasserstoffen handelt es sich um eine Stoffgruppe, die u. a. durch ihren meist „süßlichen“ Geruch wahrgenommen werden kann. Aufgrund ihrer Viskosität und geringen Oberflächenspannung sind LCKW in der Lage, Beton und Asphalt zu durchdringen. Aufgrund ihrer Dichte können LCKW auf dem Boden von Grundwasserleitern persistente Pfützen bilden.

Bedingt durch ihre besonderen physikalischen und chemischen Stoffeigenschaften sind die Einsatzbereiche der LCKW äußerst vielfältig. Die LCKW sind nicht brennbar. Als Zersetzungsprodukt sind unter hohen Temperaturen jedoch Phosgen und Salzsäure zu erwarten. Als Aufnahmepfade kommt in erster Linie die Inhalation bei Ausgasungen über die Lunge in Betracht. Die orale Aufnahme findet durch unbeabsichtigten Hand-zu-Mund Kontakt statt. Aufgrund der fettlöslichen Eigenschaften besteht eine Gesundheitsgefährdung vor allem bei Hautkontakt durch Hautresorption. LCKW können sich in Fettgewebe, Gehirn und Leber anreichern. Die meisten LCKW rufen Hautreizungen und Leberschädigungen hervor. Ein Teil der LCKW gilt als krebserzeugend sowie fruchtschädigend. Gebrauch und Lagerung von LCKW sind bei der Metallbearbeitung (Reinigung, Lackiererei, Galvanik, Entfettung) und bei der Abwasserbehandlung verbreitet.

Als Schwerpunkt der Anwendung können folgende Bereiche genannt werden:

- Oberflächenreinigung (Metall)
- Kaltreiniger, Abbeizmittel

3.1.5 Polychlorierte Biphenyle (PCB):

Polychlorierte Biphenyle sind eine aus 209 Einzelkomponenten bestehende Verbindungsklasse von aromatischen organischen Chlorverbindungen. Die chemischen und physikalischen Eigenschaften der PCB (z.B. inert, temperaturstabil, geringe elektrische Leitfähigkeit) und die vergleichsweise einfache und preiswerte Herstellung öffneten der Substanzklasse ein breites Anwendungsspektrum.

PCB wurden u. a. als Zusatzdielektrikum in Kondensatoren, als Weichmacher in Lacken, Harzen und Kunststoffen, als Schmiermittel in Getriebeölen, in Hydraulikölen oder als Zusatz in Insektiziden und Holzschutzmitteln verwendet. Als Quellen sind die industrielle Produktion technischer PCB-Mischungen und das Auftreten unerwünschter Nebenprodukte bei einer Vielzahl von Verbrennungsprozessen zu nennen.

PCB stellen eine Gruppe schwerflüchtiger, persistenter aromatischer Chlorkohlenwasserstoffe dar. In der Toxikokinetik und -dynamik besitzen sie eine weitgehende Analogie zu Benzol u. a. aromatischen Kohlenwasserstoffen, jedoch eine wesentlich stärkere Speicherungsfähigkeit im Fettgewebe und eine entsprechend verzögerte Ausscheidung über Nieren und Darm. Die Exposition erfolgt über Nahrungsmittel, Wasser und Luft. PCB werden relativ schnell im Organismus absorbiert und verteilt. Sie sind durch eine hohe Biokonzentrationstendenz charakterisiert. PCB sind in der Hydro-, Atmo- und Biosphäre ubiquitär. Maßgebliches Transport- und Verteilungsprinzip der Kongenere ist das Wasser und die Luft. Ihre hohe Persistenz in Böden und Sedimenten wird durch eine ausgeprägte Sorptionstendenz hervorgerufen. PCB sind in die Wassergefährdungsklasse 3 (stark wassergefährdend) eingestuft.

Im Spektrum der ausgewiesenen KVF resultiert ein potenzielles Gefährdungspotenzial durch PCB aus Transformatorstationen, bzw. dem Betrieb mit PCB-haltigem Transformatoröl.

3.1.6 Schwermetalle und Arsen

Unter der Gruppe der Schwermetalle werden i.d.R. die nachfolgenden Elemente zusammengefasst: Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink. Schwermetalle werden im Boden als Kationen an die negativ geladenen Tonminerale, aber noch stärker an die organische Substanz und die Mn- und Fe-Oxide des Bodens adsorbiert. In der Regel werden Bodenuntersuchungen auf die o.g. Schwermetalle zusammen mit dem Halbmetall Arsen durchgeführt. In der Umwelt tritt Arsen in drei- bzw. fünfwertiger Form auf, wobei As (III) im Gegensatz zu dem kaum giftigen As (V) als stark warmblütertoxisch eingestuft wird.

Die genannten Elemente liegen geogen in unterschiedlichen Konzentrationen im Untergrund vor (Hintergrundbelastung). Darüber hinaus kann es über anthropogene Ablagerungen zu einer Anreicherung in Auffüllungsschichten kommen.

Hauptexpositionspfad für Schwermetalle ist die orale Aufnahme über Nahrung, Trinkwasser oder Boden/Staub. Über den inhalativen Pfad kann vor allem Quecksilber aufgenommen werden. Die Metalle werden im Körpergewebe (z.B. Knochen) angereichert. Schwermetalle sind nicht nur in der elementaren Form toxisch, sondern auch als lösliche Salze gesundheitlich gefährdend. Potenzielle Schadstoffeinträge resultieren insbesondere in metallbe- oder -verarbeitenden Technikbereichen (Werkstätten, Wartungs- und Montageeinrichtungen etc.).

3.2 Bewertungsgrundlagen

Zur bodenschutzrechtlichen Bewertung im Hinblick auf die Gefährdung über den **Wirkungspfad Boden->Mensch (WP Bo->M)** werden die folgenden rechtsverbindlichen Dokumente herangezogen:

- Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) – 12. Juli 1998
- Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) – 12. Juli 1998

Bei der Bewertung von Gefährdungen über den WP Bo->M ist zu beachten, dass die Entnahme von Bodenproben bei der Phase IIa im Wesentlichen schichtbezogen und nicht, wie in der BBodSchV gefordert, in definierten Tiefenintervallen erfolgt. Eine Bewertung für den WP Bo->M kann somit nur orientierend erfolgen. Weiter ist anzumerken, dass der WP bei der aktuellen Flächensituation und derzeitigen Nutzung aufgrund der vorhandenen Versiegelung nur in wenigen Fällen relevant ist.

Bei der Bewertung ist weiterhin zu berücksichtigen, dass die aktuelle Nutzung (militärische Liegenschaft = Nutzungskategorie Industrie und Gewerbe) nicht fortgeführt wird. Die zukünftige Nutzung ist noch nicht abschließend geklärt, eine sensiblere Nutzung ist wahrscheinlich. Die Bewertung erfolgt daher grundsätzlich über einen Abgleich mit den Prüfwerten für alle Nutzungskategorien und nicht bezogen auf eine konkrete Nutzung.

Die Bewertung des **Wirkungspfad**es **Boden->Grundwasser (WP Bo->GW)** erfolgt üblicherweise über die Bewertung von Eluatuntersuchungen aus Proben vom Ort der Beurteilung (Übergang von ungesättigter zu gesättigter Bodenzone). Im Rahmen der Phase IIa Untersuchung wurde das Grundwasser nicht erbohrt, Proben vom Ort der Beurteilung wurden nicht entnommen und Eluate wurden nicht hergestellt. Eine orientierende Gefährdungsabschätzung kann jedoch über die ermittelten Feststoffgehalte und eine verbal argumentative Sickerwasserprognose durchgeführt werden. Diese berücksichtigt die Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone, die biologische Abbaubarkeit des betrachteten Parameters, dessen Mobilität und die Stoffmenge. Über eine vorgegebene Bewertungsmatrix kann dann abgeleitet werden, ob eine Grundwassergefährdung „nicht zu erwarten“, „zu erwarten“ oder „wahrscheinlich“ ist. Da die von der LABO herausgegebene und in Baden-Württemberg angewendete „Arbeitshilfe zur Sickerwasserprognose“ [U21] nur für Detailuntersuchungen (Phase IIb) zur Anwendung kommt: Hierzu wird hilfsweise auf die folgende Handlungshilfe zurückgegriffen:

- Handbuch Altlasten, Band 3, Teil 3: Untersuchung und Beurteilung des Wirkungspfades Boden-Grundwasser, Sickerwasserprognose (SiWa), Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2002 [U15]

Für die Parameter Kupfer, Nickel, Summe PAK_{gesamt}, MKW im Feststoff und LCKW und BTEX in der Bodenluft sind in den o. g. Rechtsgrundlagen keine Beurteilungskriterien angegeben. Zur Gefährdungsbeurteilung wird hilfsweise auf folgende Grundlagen zurückgegriffen:

Boden:

- Verwaltungsvorschrift über Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen, Umweltministerium Baden-Württemberg, 1998 [U24]
- Bodenschutz ALEX-Merkblatt 02, Altablagerungen, Orientierungswerte für die abfall- und wasserwirtschaftliche Beurteilung, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland Pfalz, 2011 [U12]

Bodenluft:

- Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten – Informationsblatt für den Vollzug; Ständiger Ausschuss Altlasten der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO): Stand 01. September 2008 [U20]
- Bodenschutz ALEX-Merkblatt 02, Altablagerungen, Orientierungswerte für die abfall- und wasserwirtschaftliche Beurteilung, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland Pfalz, 2011 [U12]

Die orientierende, abfallrechtliche Einstufung der Mischproben erfolgt auf Basis der in Baden-Württemberg rechtsverbindlichen:

- Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (VwV Boden), Umweltministerium Baden-Württemberg, 14. März 2007 [U24]

4 METHODIK DURCHGEFÜHRTER UNTERSUCHUNGEN

4.1 Feldarbeiten

4.1.1 Geländebegehungen

Am 05.07.2016 erfolgte eine Geländebegehung (Fläche und Gebäude) zusammen mit dem Auftraggeber. Hierbei wurde die Zugänglichkeit zu den einzelnen Kontaminationsverdachtsflächen geprüft und die Beschreibung der KVF aus der Phase I - Untersuchung plausibilisiert.

Die genaue Festlegung der Bohransatzpunkte erfolgte erst mit Beginn der Bohrarbeiten am 07.07.2016.

4.1.2 Errichten von Aufschlüssen

Die Geländearbeiten für die umwelttechnischen Untersuchungen wurden vom 07.07. bis 08.07.2016 und für die abfallrechtlichen Untersuchungen vom 20.07. bis 22.07.2016 und am 03.08.2016 von der akkreditierten Firma WST GmbH, Eppelheim, unter fachgutachterlicher Begleitung der IBL ausgeführt.

Zur Gewinnung von Proben zur umwelttechnischen und abfallrechtlichen Untersuchung wurden maschinengeführte Kleinrammbohrungen mit einem Bohrdurchmesser von 60 mm niedergebracht. Der bei der Bohrung festgestellte Bodenaufbau wurde von einem Dipl.-Geologen oder Ingenieur vergleichbarer Qualifikation aufgenommen und in einer Profildarstellung gemäß DIN 4023 dokumentiert. Die Profile und Schichtenverzeichnisse sind in Anlage 2 beigelegt.

Die Entnahme von Bodenproben aus dem Bohrgut erfolgte unmittelbar nach dem Ziehen der Schappe.

Nach Fertigstellung der Bohrung wurde diese, sofern vorgesehen, als Bodenluftmessstelle ausgebaut.

Umwelttechnische Untersuchungen

Im Rahmen der umwelttechnischen Untersuchung wurden auf 11 KVF insgesamt 35 Kleinrammbohrungen bis max. 3 m Tiefe erstellt. Hieraus wurden 217 Bodenproben entnommen.

In der folgenden Tabelle sind die Untersuchungspunkte der umwelttechnischen Untersuchungen und der Untersuchungsaspekt aufgeführt.

Tabelle 4: Untersuchungspunkte umwelttechnische Untersuchungen und Flächenbezeichnung

Name	KVF	Nutzung
KRB 1, 2, 3, 4	KVF 24	Leichtflüssigkeitsabscheider
KRB 5, 6	KVF 5	Tankstelle / Zapfbereich
KRB 7A, 8A	KVF 6	Erdtanks (Tankstelle)
KRB 9	KVF 49	Lagerschuppen
KRB 10, 11, 12, 13, 14	KVF 50	Lagergebäude
KRB 15, 16, 17	KVF 44	Altöltank
KRB 18, 19, 20, 21, 22	KVF 45	Lager für LHKW (CKW)
KRB 23, 24	KVF 43	Benzinabscheider
KRB 25, 26, 27, 28, 29	KVF 56	Ehem. Antreterplatz
KRB 30, 31	KVF 42	Lager für entzündliches Material
KRB 32, 33, 34, 25	KVF 51	Lagergebäude

Die Lage der Bohransatzpunkte ist dem Detailplan in Anlage 1. zu entnehmen. Die Profildarstellungen und Schichtenverzeichnisse sind in Anlage 2 beigelegt.

Aus 30 Sondierungen erfolgte jeweils eine Entnahme von Bodenluft. In der folgenden Tabelle sind die Kleinrammbohrungen, an denen eine Bodenluftprobenahme stattfand, aufgeführt.

Tab. 5: Entnahme Bodenluftproben und Flächenbezeichnung

Probenbezeichnung	Nutzung
KRB 1, 2 (KVF 24)	Leichtflüssigkeitsabscheider
KRB 3, 4, 5, 6 (KVF 5)	Tankstelle / Zapfbereich
KRB 7A, 8A (KVF 6)	Erdtanks (Tankstelle)
KRB 9 (KVF 49)	Lagerschuppen
KRB 10, 11, 12, 13, 14 (KVF 50)	Lagergebäude
KRB 15, 16, 17 (KVF 44)	Altöltank
KRB 18, 19, 20, 21, 22 (KVF 45)	Lager für LHKW (CKW)

KRB 23, 24 (KVF 43)	Benzinabscheider
KRB 30, 31 (KVF 42)	Lager für entzündliches Material
KRB 32, 33, 34, 35 (KVF 51)	Lagergebäude

Abfallrechtliche Untersuchungen

Im Rahmen der abfallrechtlichen Untersuchung wurden inkl. Fehlansätze und Wiederholungsbohrungen insgesamt 60 Kleinrammbohrungen bis max. 3 m Tiefe erstellt und meterweise beprobt. Die Auswahl der Ansatzpunkte erfolgte auf Basis eines vorab festgelegten Rasters von 50 x 50 m, in jedem Rasterfeld wurde möglichst zentral eine Bohrung niedergebracht. Nicht berücksichtigt bei der Auswahl der Rasterfelder wurden solche, die einen wesentlichen Anteil überbauter Fläche aufwiesen und Rasterfelder, auf denen im Rahmen der umwelttechnischen Untersuchungen bereits Bohrungen niedergebracht wurden.

Zur abfallrechtlichen Einstufung wurden 24 Mischproben aus der Auffüllung hergestellt und analysiert.

Tabelle 6: Untersuchungspunkte abfallrechtliche Untersuchungen

Bezeichnung Mischprobe	Rasterfeld	KRB
MP1	A9 / A10	KRB A 01, KRB A 13, KRB A 14
MP2	A8 / B8	KRB A 15, KRB A 49
MP3	C8 / C9	KRB A 12, KRB A 16
MP4	D8 / D9	KRB A 11, KRB A 17
MP5	F8 / F9	KRB A8, KRB A 9
MP6	E1 / E2 / F1	KRB A42, KRB A 43, KRB A 44
MP7	G2 / G3	KRB A39, KRB A 41
MP8	H5 / H6	KRB A 23, KRB A 46
MP9	F4 / G4	KRB A 28, KRB A 38
MP10	D3 / E4 / E5	KRB A 29, KRB A 36, KRB A 37
MP11	D6 / D7	KRB A 20, KRB A 21, KRB A 27
MP12	B6 / C6	KRB A 25, KRB A 26
MP13	C4 / C5	KRB A 31, KRB A 33, KRB A 34
MP14	B4 / C3	KRB A 35, KRB A 47
MP15	A5 / A6	KRB A 24, KRB A 32
MP16	D5	KRB A 30
MP17	B7	KRB A 18, KRB A 19
MP18	G9 / H10	KRB A 6, KRB A 7
MP19	G7 / H8	KRB A 22, KRB A 48
MP20	B10 / C10	KRB A 2, KRB A 3
MP21	D10 / F10	KRB A 4, KRB A 5
MP22	E9	KRB A 10
MP23	F3 / G1	KRB A 40, KRB A 45
MP24	E6 / F6 / E7 / F7	KRB A 25, KRB A 26, KRB A 27, KRB A 28, KRB A 29

Die Lage der Bohransatzpunkte ist dem Detailplan in Anlage 1.3 zu entnehmen. Die Profildarstellungen und Schichtenverzeichnisse sind in Anlage 2 beigefügt.

4.1.3 Generelle Vorgehensweise bei den Probenahmen

Bodenprobenahme

Die Bodenprobenahme zur umwelttechnischen Untersuchung erfolgte meterweise bzw. bei Schichtwechsel und/oder organoleptischer Auffälligkeit in 500 ml Braungläsern sowie zum analytischen Nachweis leichtflüchtiger Substanzen in mit 2-Methoxy-Ethanol vorkonditionierten 20 ml-Headspacegefäßen.

Die Probennahme erfolgte durch Mitarbeiter des ausführenden Bohrunternehmens WST GmbH.

Die Proben wurden unmittelbar nach der Probennahme gekühlt und bis zum arbeitstäglichen Transport ins Labor dunkel gelagert. Insgesamt wurden 217 Bodenproben entnommen. Hiervon wurden 54 Proben als Einzelproben analysiert und 2 als Mischproben. Die restlichen 161 Proben wurden als Rückstellproben verwahrt.

Zur abfallrechtlichen Einstufung wurden 49 Kleinrammbohrungen bis auf max. 3 m unter GOK niedergebracht. Ziel war es, die Sondierungen durch die Auffüllschicht bis in den gewachsenen Boden niederzubringen. Die Probennahme erfolgte durch Mitarbeiter des ausführenden Bohrunternehmens WST GmbH. Die Bodenprobenahme zur abfallrechtlichen Untersuchung erfolgte meterweise bzw. bei Schichtwechsel und/oder organoleptischer Auffälligkeit in 500 ml Braungläsern sowie zum analytischen Nachweis leichtflüchtiger Substanzen in mit 2-Methoxy-Ethanol vorkonditionierten 20 ml-Headspacegefäßen.

Bodenluftprobenahme

Die Bodenluftprobenahme erfolgte gemäß VDI 3865 Blatt 2 mittels Bodenluftprobenahmeeinrichtung integrierend über die gesamte Bohrtiefe. Ergänzend wurden die Sauerstoff- und Kohlendioxidkonzentration mittels Deponiegasmonitor bestimmt. Zur Probengewinnung wurden 5 Liter Bodenluft in 5 Minuten über ein Aktivkohleröhrchen geleitet. Insgesamt wurden 30 Bodenluftproben entnommen. Die Probenahmeprotokolle sind in Anlage 3.1 beigefügt.

Grundwasserprobenahme

Aufgrund der Tiefenlage des Grundwasserspiegels in ca. 8-12 m unter Geländeoberkante wurde kein Grundwasser in den Bohrungen angetroffen und somit erfolgte keine Grundwasserbeprobung.

4.1.4 Vermessungsarbeiten

Alle Kleinrammbohrungen wurden durch die Fa. WST GmbH nach Lage eingemessen. In den nachfolgenden Tabellen 7 und 8 sind die Koordinaten (Gauß-Krüger) aufgeführt.

Tabelle 7: Vermessungsdaten der Kleinrammbohrungen (umwelttechnische Untersuchungen)

KRB	KVF	Rechtswert +/- 3 m	Hochwert +/- 3 m	KRB	KVF	Rechtswert +/- 3 m	Hochwert +/- 3 m
1	24	3477061	5472407	18	45	3476971	5472105

KRB	KVF	Rechtswert +/- 3 m	Hochwert +/- 3 m	KRB	KVF	Rechtswert +/- 3 m	Hochwert +/- 3 m
2	24	3477058	5472406	19	45	3476956	5472104
3	5	3477011	5472361	20	45	3476939	5472103
4	5	3477008	5472360	21	45	3476939	5472119
5	5	3476994	5472360	22	45	3476965	5472121
6	5	3476984	5472358	23	43	3477258	5472268
7	6	3476957	5472345	24	43	3477256	5472266
7A	6	3476959	5472343	25	56	3477180	5472233
8	6	3476954	5472348	26	56	3477173	5472273
8A	6	3476954	5472349	27	56	3477157	5472251
9	49	3476896	5472385	28	56	3477133	5472231
10	31	3476926	5472423	29	56	3477128	5472276
11	31	3476925	5472430	30	42	3476972	5472427
12	31	3476914	5472431	31	42	3476979	5472430
13	31	3476904	5472431	32	51	3476938	5472427
14	31	3476901	5472422	33	51	3476943	5472428
15	44	3476985	5472105	34	51	3476956	5472432
16	44	3476988	5472109	35	51	3476965	5472429
17	44	3476987	5472104				

Tabelle 8: Vermessungsdaten der Kleinrammbohrungen (abfallrechtliche Untersuchungen)

KRB	Rechtswert +/- 3 m	Hochwert +/- 3 m	KRB	Rechtswert +/- 3 m	Hochwert +/- 3 m
A01	3476917	5472079	A26	3477024	5472286
A02	3476980	5472069	A27	3477078	5472282
A03	3477038	5472089	A28	3477168	5472355
A03 neu	3477038	5472095	A29	3477103	5472320
A04	3477071	5472085	A30	3477070	5472315
A04 neu	3477071	5472089	A31	3477029	5472331
A05	3477181	5472066	A32	3476931	5472314
A06	3477278	5472081	A33	3477035	5472349
A06 neu	3477279	5472081	A34	3477029	5472357
A07	3477246	5472131	A35	3476993	5472395
A07 neu	3477247	5472131	A36	3477077	5472413
A08	3477189	5472134	A37	3477101	5472378
A09	3477172	5472158	A38	3477238	5472367
A10	3477115	5472128	A39	3477221	5472428
A11	3477066	5472125	A40	3477181	5472432
A12	3477037	5472122	A41	3477220	5472476
A13	3476900	5472121	A42	3477138	5472473
A14	3476907	5472135	A43	3477137	5472519
A15	3476973	5472174	A44	3477173	5472515

KRB	Rechtswert +/- 3 m	Hochwert +/- 3 m	KRB	Rechtswert +/- 3 m	Hochwert +/- 3 m
A16	3477033	5472180	A45	3477244	5472524
A17	3477064	5472165	A46	3477265	5472323
A18	3476956	5472246	A47	3477037	5472436
A18 neu	3476957	5472235	A48	3477279	5472184
A19	3476990	5472216	A48 neu	3477275	5472186
A20	3477080	5472206	A49	3476933	5472193
A21	3477095	5472211	25	3477180	5472233
A22	3477212	5472233	26	3477173	5472273
A23	3477279	5472255	27	3477157	5472251
A24	3476937	5472278	28	3477133	5472231
A25	3476970	5472283	29	3477128	5472276

4.1.5 Geophysikalische Untersuchungen

Gemäß [U2][U3] waren geophysikalische Untersuchungen zur Lokalisierung verschiedener Erdtanks vorgeschlagen. Die Leistung war nicht Bestandteil der Ausschreibung. Geophysikalische Untersuchungen wurden auf der Fläche nicht durchgeführt.

4.2 Begleitender Arbeits- und Emissionsschutz

Aufgrund der Ergebnisse der Phase I - Untersuchung war auf den KVF nicht von wesentlichen Emissionen auszugehen. Ein maßnahmenbegleitendes Arbeits- und Emissionsschutzkonzept wurde nicht erarbeitet bzw. angewendet.

Die bei der Ausführung obligatorische persönliche Schutzausrüstung bestand aus S3-Sicherheitsschuhen, Schutzbrille und chemikalienresistenten Arbeitshandschuhen.

4.3 Sofortmaßnahmen

Die Ausführung der Untersuchung erfolgte analog zum Untersuchungskonzept. Die Geländebefunde waren insoweit unauffällig, dass keine Sofortmaßnahmen zur weiteren Gefahrenerforschung bzw. Gefahrenabwehr erforderlich waren.

4.4 Chemische Analytik

Die Analytik wurde von dem nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 akkreditierten Labor WESSLING GmbH in Walldorf durchgeführt.

4.4.1 Probenauswahl

Die Anzahl der untersuchten Proben für bodenschutzrechtliche Fragestellungen orientierte sich am Vorschlag der Stellungnahme zur Phase I von MuP [U3]. Zur Analyse kamen Proben aus dem als relevant angesehenen Tiefenbereich aus der Auffüllung bzw. bei Verdacht auch aus dem anstehenden Boden. So wurden bei Lagerflächen üblicherweise die oberen Bodenhorizonte untersucht. Bei unterirdischen Einrichtungen (Lagertanks, Benzinabscheider) wurden Proben aus dem

vermuteten Tiefenbereich der max. Einbautiefe zur Analyse gegeben, um Undichtigkeiten an den Einrichtungen zu erfassen.

Tabelle 9: Probenahme und untersuchte Parameter umwelttechnische Untersuchung

Bezeichnung	Mischprobe	Medium	KVF F	MKW	PAK	PCB	SM	LCKW	AKW	Rück- stell- probe
KRB 1 KVF24 / 0,12-1		Bo	24							1
KRB 1 KVF24 / 1-2		Bo	24	1						
KRB 1 KVF24 / 2-3		Bo	24							1
KRB 1 KVF24 / BoLu		BoLu	24					1	1	
KRB 2 KVF24 / 0,0-0,5		Bo	24							1
KRB 2 KVF24 / 0,5-1		Bo	24							1
KRB 2 KVF24 / 1-2		Bo	24	1						
KRB 2 KVF24 / 2-3		Bo	24							1
KRB 2 KVF24 / BoLu		BoLu	24					1	1	
RKS 3 KVF5 / 0,2-0,6		Bo	5							1
RKS 3 KVF5 / 0,6-1,5		Bo	5							1
RKS 3 KVF5 / 1,5-2,1		Bo	5	1	1					
RKS 3 KVF5 / 2,1-3		Bo	5							1
RKS 3 KVF5 / BoLu		BoLu	5						1	
RKS 4 KVF5 / 0,15-0,6		Bo	5							1
RKS 4 KVF5 / 0,6-1,3		Bo	5							1
RKS 4 KVF5 / 1,3-2,1		Bo	5	1	1					
RKS 4 KVF5 / 2,1-3		Bo	5							1
RKS 4 KVF5 / BoLu		BoLu	5						1	
KRB 5 KVF5 / 0,19-1,2		Bo	5							1
KRB 5 KVF5 / 1,2-1,5		Bo	5	1	1					
KRB 5 KVF5 / 1,5-2,5		Bo	5							1
KRB 5 KVF5 / 2,5-3,0		Bo	5							1
KRB 5 KVF5 / BoLu		BoLu	5						1	
KRB 6 KVF5 / 0,19-1,2		Bo	5							1
KRB 6 KVF5 / 1,2-2,2		Bo	5							1
KRB 6 KVF5 / 2,2-2,7		Bo	5	1	1					
KRB 6 KVF5 / 2,7-3,5		Bo	5							1
KRB 6 KVF5 / 3,5-4,0		Bo	5							1
KRB 6 KVF5 / BoLu		BoLu	5						1	
KRB 7 KVF6 / 0,16-0,7		Bo	6							1
KRB 7A KVF6 / 0,15-1,2		Bo	6							1
KRB 7A KVF6 / 1,2-2,1		Bo	6	1	1					
KRB 7A KVF6 / 2,1-3		Bo	6							1
KRB 7A KVF6 / BoLu		BoLu	6							1
KRB 8 KVF6 / 0,14-0,7		Bo	6							1
KRB 8A KVF6 / 0,1-0,6		Bo	6							1
KRB 8A KVF6 / 0,6-1,5		Bo	6							1

Bezeichnung	Mischprobe	Medium	KVF F	MKW	PAK	PCB	SM	LCKW	AKW	Rück- stell- probe
KRB 8A KVF6 / 1,5-2,3		Bo	6	1	1					
KRB 8A KVF6 / 2,3-3		Bo	6							1
KRB 8A KVF6 / BoLu		BoLu	6							1
KRB 9 KVF49 / 0,18-1,2		Bo	49	1	1		1			
KRB 9 KVF49 / 1,2-1,9		Bo	49							1
KRB 9 KVF49 / BoLu		BoLu	49					1	1	
KRB 10 KVF50 / 0,13-0,6		Bo	50	1	1					
KRB 10 KVF50 / 0,6-1,2		Bo	50							1
KRB 10 KVF50 / 1,2-2		Bo	50							1
KRB 10 KVF50 / BoLu		BoLu	50					1	1	
KRB 11 KVF50 / 0,13-0,6		Bo	50	1	1		1			
KRB 11 KVF50 / 0,6-1,2		Bo	50							1
KRB 11 KVF50 / 1,2-2		Bo	50							1
KRB 11 KVF50 / BoLu		BoLu	50					1	1	
KRB 12 KVF50 / 0,16-0,6		Bo	50	1	1					
KRB 12 KVF50 / 0,6-1,2		Bo	50	1	1					
KRB 12 KVF50 / 1,2-2		Bo	50							1
KRB 12 KVF50 / BoLu		BoLu	50					1	1	
KRB 13 KVF50 / 0,13-0,5		Bo	50	1	1					
KRB 13 KVF50 / 0,5-1,2		Bo	50							1
KRB 13 KVF50 / 1,2-2,0		Bo	50							1
KRB 13 KVF50 / BoLu		BoLu	50					1	1	
KRB 14 KVF50 / 0,16-1,3		Bo	50	1	1					
KRB 14 KVF50 / 1,3-2		Bo	50							1
KRB 14 KVF50 / BoLu		BoLu	50					1	1	
KRB 15 KVF44 / 0-0,5		Bo	44							1
KRB 15 KVF44 / 0,5-1,6		Bo	44	1	1	1				
KRB 15 KVF44 / BoLu		BoLu	44					1	1	
KRB 16 KVF44 / 0-0,6		Bo	44							1
KRB 16 KVF44 / 0,6-1,7		Bo	44	1	1	1				
KRB 16 KVF44 / 1,7-2,7		Bo	44							1
KRB 16 KVF44 / 2,7-3,0		Bo	44							1
KRB 16 KVF44 / BoLu		BoLu	44					1	1	
KRB 17 KVF44 / 0-0,5		Bo	44							1
KRB 17 KVF44 / 0,5-1,5		Bo	44							1
KRB 17 KVF44 / 1,5-1,9		Bo	44	1	1	1				
KRB 17 KVF44 / 1,9-3,0		Bo	44							1
KRB 17 KVF44 / BoLu		BoLu	44					1	1	
KRB 18 KVF45 / 0,12-0,7		Bo	45							1
KRB 18 KVF45 / 0,7-1,2		Bo	45							1
KRB 18 KVF45 / 1,2-1,6		Bo	45							1
KRB 18 KVF45 / 1,6-2,0		Bo	45							1

Bezeichnung	Mischprobe	Medium	KVF F	MKW	PAK	PCB	SM	LCKW	AKW	Rück- stell- probe
KRB 18 KVF45 / BoLu		BoLu	45					1		
KRB 19 KVF45 / 0,12-1,1		Bo	45							1
KRB 19 KVF45 / 1,1-2,0		Bo	45							1
KRB 19 KVF45 / BoLu		BoLu	45					1		
KRB 20 KVF45 / 0,12-1,2		Bo	45							1
KRB 20 KVF45 / 1,2-1,5		Bo	45							1
KRB 20 KVF45 / 1,5-2		Bo	45							1
KRB 20 KVF45 / BoLu		BoLu	45					1		
KRB 21 KVF45 / 0-0,6		Bo	45							1
KRB 21 KVF45 / 0,6-1,2		Bo	45							1
KRB 21 KVF45 / 1,2-2,0		Bo	45							1
KRB 21 KVF45 / BoLu		BoLu	45					1		
KRB 22 KVF45 / 0-0,5		Bo	45							1
KRB 22 KVF45 / 0,5-1,3		Bo	45							1
KRB 22 KVF45 / 1,3-2		Bo	45							1
KRB 22 KVF45 / BoLu		BoLu	45						1	
RKS 23 KVF43 / 0,0-0,1		Bo	43							1
KRB 23 KVF43 / 0,1-0,6		Bo	43							1
KRB 23 KVF43 / 0,6-1,8		Bo	43	1						
KRB 23 KVF43 / 1,8-3		Bo	43							1
KRB 23 KVF43 / BoLu		BoLu	43					1	1	
KRB 24 KVF43 / 0,0-0,1		Bo	43							1
KRB 24 KVF43 / 0,1-1,3		Bo	43							1
KRB 24 KVF43 / 1,3-2,1		Bo	43	1						
KRB 24 KVF43 / 2,1-3		Bo	43							1
KRB 24 KVF43 / BoLu		BoLu	43					1	1	
KRB 25 KVF 56 / 0-0,5	MP KVF 56-A	MP Bo- den	56				1			
KRB 25 KVF 56 / 0,5-1,0	MP KVF 56-B	MP Bo- den	56				1			
KRB 25 KVF 56 / 1,0-1,5			56							1
KRB 25 KVF 56 / 1,5-2,0			56							1
KRB 26 KVF 56 / 0-0,5	MP KVF 56-A	MP Bo- den	56				1			
KRB 26 KVF 56 / 0,5-1,5			56							1
KRB 26 KVF 56 / 1,5-2,0			56							1
KRB 27 KVF 56 / 0,-0,4	MP KVF 56-A	MP Bo- den	56				1			
KRB 27 KVF 56 / 0,4-1,1	MP KVF 56-B	MP Bo- den	56		1		1			
KRB 27 KVF 56 / 1,1-1,9			56							1
KRB 27 KVF 56 / 1,9-2,0			56							1
KRB 28 KVF 56 / 0-1,0	MP KVF 56-A	MP Bo- den	56				1			

Bezeichnung	Mischprobe	Medium	KVF F	MKW	PAK	PCB	SM	LCKW	AKW	Rück- stell- probe
KRB 28 KVF 56 / 1,0-2,0			56							1
KRB 29 KVF 56 / 0-0,7	MP KVF 56-A	MP Bo- den	56				1			
KRB 29 KVF 56 / 0,7-1,2	MP KVF 56-B	MP Bo- den	56				1			
KRB 29 KVF 56 / 1,2-1,8			56							1
KRB 29 KVF 56 / 1,8-2,0			56							1
KRB 30 KVF42 / 0-0,7		Bo	42	1						
KRB 30 KVF42 / 0,7-1,8		Bo	42							1
KRB 30 KVF42 / 1,8-2		Bo	42							1
KRB 30 KVF42 / BoLu		BoLu	42					1	1	
KRB 31 KVF42 / 0-1,1		Bo	42	1						
KRB 31 KVF42 / BoLu		BoLu	42					1	1	
KRB 32 KVF51 / 0,18-0,6		Bo	51	1						
KRB 32 KVF51 / 0,6-1,1		Bo	51							1
KRB 32 KVF51 / 1,1-1,9		Bo	51							1
KRB 32 KVF51 / 1,9-2		Bo	51							1
KRB 32 KVF51 / BoLu		BoLu	51					1	1	
KRB 33 KVF51 / 0,16-0,5		Bo	51	1						
KRB 33 KVF51 / 0,5-0,9		Bo	51							1
KRB 33 KVF51 / 0,9-1,8		Bo	51							1
KRB 33 KVF51 / 1,8-3		Bo	51							1
KRB 33 KVF51 / BoLu		BoLu	51					1	1	
KRB 34 KVF51 / 0,1-0,6		Bo	51	1						
KRB 34 KVF51 / 0,3-0,9		Bo	51							1
KRB 34 KVF51 / 0,9-2,0		Bo	51							1
KRB 34 KVF51 / BoLu		BoLu	51					1	1	
KRB 35 KVF51 / 0,14-0,3		Bo	51	1						
KRB 35 KVF51 / 0,3-0,9		Bo	51	1						
KRB 35 KVF51 / 0,9-2,0		Bo	51							1
KRB 35 KVF51 / BoLu		BoLu	51					1	1	

Zur abfallrechtlichen Bewertung wurden, von wenigen Ausnahmen abgesehen, Mischproben aus Einzelproben hergestellt. Grundsätzlich fanden nur Proben aus dem Bereich der künstlichen Auffüllung Berücksichtigung. Bei der Zusammenstellung der Mischproben wurde neben der Lage (benachbarte Rasterfelder) auch die Mächtigkeit und Zusammensetzung der Auffüllung betrachtet. Die Mischproben beinhalten die Einzelproben aus einem bis max. vier Rasterfeldern.

Gemäß VwV Boden BaWü [U24] ist je 500 m³ eine Deklarationsanalytik durchzuführen. Bei dem ausgeschriebenen Vorgehen – 1 Mischprobe aus zwei Rasterfeldern – bzw. bei der tatsächlichen Umsetzung – 1 Mischprobe für 1 bis 4 Rasterfelder – liegt die repräsentierte Kubatur deutlich über der vorgegebenen Obergrenze von 500 m³.

Die hier durchgeführte abfallrechtliche Einstufung hat daher orientierenden Charakter und ersetzt nicht die vorgeschriebene Deklarationsanalytik, die im Fall von Bodeneingriffsmaßnahmen durchzuführen ist.

4.4.2 Bodenschutzrechtliche Untersuchung

Die zur Untersuchung vorgesehenen Einzelproben wurden auf die KVF-spezifischen Parameter gezielt untersucht.

Je nach Nutzung der KVF wurden Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW), polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Schwermetalle (SM) polychlorierte Biphenyle (PCB), aromatische Kohlenwasserstoffe (AKW) und leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW) in der Originalsubstanz bestimmt. Der jeweilige Parameterumfang richtet sich nach der aus der Phase I bekannten Nutzung. Die Berichte zur chemischen Analyse sind in Anhang 2 beigefügt.

Die Bodenluftproben wurden ebenfalls auf die beiden Parameter AKW und BTEX analysiert. Die Bewertung der AKW erfolgt hilfsweise gemäß ALEX 02 über den Parameter AKW. Dieser setzt sich zusammen aus der Summe BTEX und der Summe der Testbenzine.

4.4.3 Abfallrechtliche Untersuchungen

Die Analyse der Mischproben wurde von dem nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 akkreditierten Labor WESSLING GmbH in Walldorf nach dem Parameterumfang gemäß der Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 13.03.2007 (VwV Boden) [U24] durchgeführt.

4.5 Untersuchungen zur Bestimmung hydraulischer Parameter

Im Rahmen der Phase IIa - Untersuchung wurden keine hydraulischen Parameter bestimmt.

4.6 Berechnungen

Im Rahmen der Phase IIa - Untersuchung wurden keine Modelle erstellt.

4.7 Bodenmechanische Untersuchungen

Im Rahmen der Phase IIa - Untersuchung wurden keine bodenmechanischen Untersuchungen durchgeführt.

5 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE UND BEURTEILUNGEN

5.1 Liegenschaftsbezogene Untersuchungen

5.1.1 Ergebnisse von Recherchen und Datenaufbereitungen

Für eine erste Einschätzung des Stoffinventars oder der Baugrundsituation der Konversionsfläche lagen neben einer probenlosen, historischen Erhebung mit Ausweisung von 57 Kontaminationsverdachtsflächen (KVF), (Phase I) [U2] bisher lediglich die geo-/abfalltechnischen Untersuchungen des Kieselrot-Schlackenbelags des Paradeplatzes (KVF 56) vor [U5].

In ihrer Stellungnahme zur Phase I - Untersuchung stuft die OFD Niedersachsen 32 Flächen der Liegenschaft in die Kategorie A und 25 Flächen in der Kategorie E ein [U3]. Der ausgeschriebenen Leistungsumfang sah vor, neun seitens des AG ausgewählte und von der OFD Niedersachsen als E eingestufte Verdachtsflächen im Rahmen einer Phase IIa - Untersuchung zu betrachten. Der im Leistungsverzeichnis [U10] beschriebene Untersuchungsumfang von neun Flächen wurde in Absprache mit dem AG um KVF 6 und KVF 56 auf insgesamt 11 KVF erweitert.

Im Leistungsverzeichnis vorgegeben waren Anzahl, Bohrtiefe und Umfang der chemischen Analysen. Von diesen Vorgaben wurde nur in begründeten Fällen abgewichen.

In der HgKurzR [U11] wurden für einige Bereiche der Liegenschaft ein Kampfmittelverdacht festgestellt bzw. vermutet. Die hier beschriebenen Untersuchungen lagen jedoch ausnahmslos außerhalb dieser Verdachtsflächen, so dass keine weiteren Kampfmitteluntersuchungen durchgeführt wurden. Der Kampfmittelverdacht für die auskartierten Flächen bleibt daher bestehen. Eine Darstellung der durch die HgKurzR ermittelten Kampfmittelverdachtsflächen ist in Anhang 1 beigefügt.

5.1.2 Boden- und Untergrundaufbau des Untersuchungsgebietes

Der im Folgenden beschriebene Bodenaufbau ist über die gesamte Untersuchungsfläche vergleichbar. Die Beschreibung erfolgt auf Basis der in Anlage 2 beigefügten Schichtenverzeichnisse und Profildarstellungen aus den Bohrkampagnen.

Im Rahmen der hier durchgeführten Untersuchungen wurden neben der künstlichen Auffüllung die umgelagerten Lößlehmschichten und lokal die obersten Bereiche der Mannheim-Formation erschlossen.

An den Erkundungspunkten beginnt die Schichtenfolge zumeist mit künstlich aufgebrachtener Versiegelung von unterschiedlicher Mächtigkeit, i.d.R. aber min. 0,10 m bis max. 0,18 m Stärke (Beton, Schwarzdecken, Verbundsteine). Diese wird durch Auffüllmassen in sandig-kiesiger, aber auch bindiger Beschaffenheit in stark variierender Mächtigkeit (bis max. 1,30 m u. GOK) unterlagert. In dieser Auffüllungsschicht wurden Beimengungen von Bauschutt (Ziegelbruchstücke, Schlackereste) angetroffen.

Unter den Auffüllungen folgen die in Heidelberg bekannten Schluffe und Tone aus ehemaligen, z. T. umgebildeten Lössablagerungen (Schwemmlößlehme) von min. 1,30 m bis max. 2,10 m, in Ausnahmefällen bis max. 3,50 m u. GOK. Diese Schluffschichten werden ab min. 1,30 m bis max. 2,00 m u. GOK unterlagert von quartären Kiesen und Sanden des Oberrheingrabens (Lockergesteinsereihen).

Die Endtiefe der Kleinrammbohrungen orientierte sich an der sicheren Ansprache des anstehenden Sedimentes. Die Auffüllung wurde in allen Bohrungen vollständig durchteuft.

In den Bodenaufschlüssen wurden sensorisch keinerlei Hinweise auf das Vorliegen von nutzungsspezifischen Schadstoffen in den erkundeten Bereichen festgestellt.

5.1.3 Hydrogeologische und hydrologische Beschreibung

In den aktuellen Bohrsondierungen wurde bis zu der max. Endteufe von 3,00 m u. GOK kein Grund- oder Schichtwasser angetroffen. Auf eine separate Beschreibung der Hydrogeologie bei jeder einzelnen KVF wird daher verzichtet.

Die im Bereich des Untersuchungsgebiets ermittelten Grundwasserstände werden mit < 6 m angegeben [U14].

5.2 Untersuchungsergebnisse einzelner KVF

5.2.1 KVF 5 Tankstelle / Zapfbereich (ehem. Geb. 21)

5.2.1.1 Kontaminationshypothese

Aufgrund der langjährigen Nutzung der Fläche als Tankstelle besteht die Möglichkeit von Untergrundverunreinigung durch Handhabungsverluste und Undichtigkeiten. Die Umweltrelevanz sollte erforscht werden.

5.2.1.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In der Phase I Untersuchung [U2] wurden vier KRB mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf MKW und PAK sowie der Bodenluftproben auf AKW empfohlen. Diese Vorgehensweise wird von der im Wesentlichen OFD bestätigt, Untersuchungen auf PAK wurden nicht für nötig erachtet [U3]. Das Umweltamt der Stadt Heidelberg sah einen Bedarf für eine orientierende Untersuchung [U4].

Im Bereich der ehemaligen Tankstelle wurden die Sondierungen KRB 3 bis KRB 6 durchgeführt. Die Sondierungen wurden im vermuteten ehemaligen Bereich der Zapfsäulen positioniert. KRB 3 bis KRB 5 wurden bis zu einer Tiefe von jeweils 3,0 m u. GOK niedergebracht. Aufgrund der lokal erhöhten Auffüllungsmächtigkeit wurde die KRB 6 bis auf 4 m gebohrt.

Aus allen vier Bohrungen wurden Bodenproben aus dem oberflächennahen Bereich und teilweise von der Basis der Auffüllung auf MKW untersucht. Aufgrund einer räumlich nicht weit entfernten PAK-Verunreinigung (verursacht durch teerhaltige Versiegelung) wurde ergänzend Untersuchungen auf PAK durchgeführt.

Alle vier Bohrungen wurden zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut. Die entnommenen Bodenluftproben wurden auf AKW untersucht.

5.2.1.3 Rechercheergebnisse

Die Tankstelle wurde 1947 errichtet. Der Nutzungszeitraum der Tankstelle wird mit 1947 – 1981 angegeben. Die oberirdischen Einrichtungen wurden 1981 rückgebaut. Die Fläche der KVF 5 umfasst ca. 250 m² (Anlage 1.2). Laut [U2] ist nicht bekannt, wie viele Zapfsäulen auf der Fläche vorhanden waren. Derzeit wird der Bereich z.T. als Parkfläche genutzt. Es existiert eine Oberflächenversiegelung (Beton).

5.2.1.4 Boden- und Untergrundaufbau

Mit den Sondierungen KRB 3 und KRB 4 wurden im Bereich der KVF bis in eine Tiefe von 0,60 m u. GOK reichende Auffüllungen festgestellt. Die Auffüllungsschicht wird hier unterlagert von tonigen und sandigen Schluffen bis 2,10 m u. GOK. Darunter folgen die quartären Sande und Kiese des Oberrheingrabens.

In KRB 5 fehlt die tonige Schluffschicht (umgelagerte Lößlehme) unter der Auffüllung vollständig. Die 1,50 m mächtigen Auffüllungsschichten werden indirekt von den quartären Kiesen und Sanden des Oberrheingrabens unterlagert.

In Sondierung KRB 6 erreicht die Auffüllung eine Mächtigkeit von 2,70 m u. GOK. Darunter folgen die quartären Sande und Kiese des Oberrheingrabens.

In den kiesig und schluffig ausgebildeten Auffüllungen sind in geringem Umfang Fremdbestandteile (Ziegelbruchstücken und Schlacke) enthalten. Organoleptische Auffälligkeiten wurden nicht festgestellt.

5.2.1.5 Chemische Analytik

Ergebnisse Bodenanalysen

MKW war von den 8 untersuchten Proben nur in der Probe 2,2-2,7 m aus KRB6 mit 164 mg/kg nachweisbar. In den weiteren Proben lag der Stoffgehalt unter der Nachweisgrenze.

PAK wurde in 4 von untersuchten 6 Proben mit max. 2,5 mg/kg in der Probe 2,2-2,7 m aus KRB6 nachgewiesen (BaP mit 0,26 mg/kg).

BTEX wurde in zwei Feststoffproben analysiert und war in keiner Probe nachweisbar.

Die Befunde der Bodenanalysen sind der Tabelle der Analyseergebnisse in Anlage 4.1 zu entnehmen.

Ergebnisse Bodenluftanalysen

In der Sondierung KRB 4 wurden für AKW 2,48 mg/m³ festgestellt. Hiervon entfallen 2,06 mg/m³ auf den Summenparameter BTEX. Hauptkomponente ist Toluol mit 0,87 mg/m³.

Die gemessenen AKW-Stoffgehalte in KRB 3, KRB 5 und KRB 6 liegen mit 0,15 mg/m³ bis 0,39 mg/m³ in wesentlich niedrigeren Konzentrationen vor. Auch in diesen drei Proben war Toluol der Hauptbestandteil

LCKW war in keiner der vier Proben nachweisbar.

Die Befunde der Bodenluftanalysen sind der Tabelle der Analyseergebnisse in Anlage 4.2 zu entnehmen.

5.2.1.6 Bewertung der Ergebnisse / Gefährdungsabschätzung

Der Prüfwert für Benzo(a)pyren für die sensibelste Nutzung gemäß BBodSchV ist in allen untersuchten Proben unterschritten. Der PAK-Gehalt wird auf Basis der hilfsweise herangezogenen VwV Orientierungswerte bewertet. Der sensibelste Orientierungswert P-M1 ist unterschritten. Zur Bewertung des MKW-Gehaltes wurde hilfsweise das Merkblatt ALEX02 herangezogen. Der OPW1 gemäß ALEX 02 für MKW ist unterschritten.

Die Bewertung der Stoffkonzentration in der Bodenluft gemäß den in [U20] festgeschriebenen Werten ergab, keine Prüfwertüberschreitung für die Parameter LHKW bzw. BTEX. Eine Bewertung auf Basis der ALEX02 ergab eine Überschreitung des „unbedenklichen“ Wertes von 1 mg/m³. Die Behörde kann somit weitere Untersuchungen fordern.

Im Hinblick auf Bewertung des WP Bo->GW wird hilfsweise auf [U15] zurückgegriffen.

Die gemessenen Stoffgehalte bzw. -konzentrationen sind für alle Parameter als gering einzustufen. Eine Grundwassergefährdung wäre gemäß HLUG SiWa nicht zu erwarten.

5.2.1.7 Anwendung der Beurteilungskriterien

Im Hinblick auf die langjährige Nutzung konnten schädliche Bodenveränderungen auf der Fläche nicht ausgeschlossen werden. Jedoch ist davon auszugehen, dass aufgrund der Stilllegung der Tankstelle vor bereits mehr als 30 Jahren eventuell ausgetretene Mineralöle oder Treibstoffe weitgehend abgebaut sind.

Eine Gefährdung über den WP Bo->M bzw. Bo->GW konnte auf Basis der durchgeführten Untersuchungen nicht abgeleitet werden.

Die punktuell nachgewiesenen Stoffgehalte von PAK und MKW sind vermutlich auf anthropogene Bestandteile in der Auffüllung zurückzuführen und nicht auf den Tankstellenbetrieb.

Die BTEX-Konzentrationen in der Bodenluft sind möglicherweise auf Handhabungsverluste zurückzuführen. Hinweise auf ein größeres Schadstoffpotential im Bereich der KVF lassen sich aus den punktuellen Befunden nicht ableiten.

Begründung für die Kategorisierung:

Auf Basis der durchgeführten Untersuchungen konnte kein Gefährdungspotential abgeleitet werden. Weitere Handlungsbedarf ist nicht abzuleiten. Nutzungseinschränkungen ergeben sich nicht.

Tabelle 10: Kategorisierung der Fläche nach Phase IIa

Einstufung Roth&Partner (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	E	A

Bodenaushub- und Abbruchmassen sind abfallrechtlich zu deklarieren.

5.2.2 KVF 6 (Erdtank zur ehem. Tankstelle)

5.2.2.1 Kontaminationshypothese

Aufgrund der langjährigen Nutzung der Fläche als unterirdisches Tanklager ist der Verdacht einer Untergrundverunreinigung gegeben. Kontaminationsträchtige Faktoren sind Undichtigkeiten in Zuleitungen und Verluste von Diesel- und Vergaserkraftstoffen durch Überfüllung.

5.2.2.2 Untersuchungsumfang

In der Phase I - Untersuchung [U2] wurden geophysikalische Messungen zum Auffinden der Tanks empfohlen. Diese Vorgehensweise wird von der OFD bestätigt [U3]. Das Umweltamt der Stadt Heidelberg sieht einen Bedarf für eine orientierende Untersuchung [U4].

Trotz des festgestellten Untersuchungsbedarfs durch das UA Heidelberg war die KVF nicht Gegenstand des ausgeschriebenen Untersuchungsumfangs. In Abstimmung mit dem Auftraggeber (EHC) wurde dennoch eine Untersuchung der Fläche durchgeführt. Die Untersuchung beschränkte sich auf Leistungen, die in der Ausschreibung aufgeführt wurden und beschränkte sich daher auf die Durchführung von Kleinrammbohrungen. Geophysikalischen Messungen zur Lokalisierung der Tanks erfolgten somit nicht.

Da die Lage der Tanks unbekannt war, wurden die KRB auf der versiegelten Fläche zwischen der ehem. Zapfinsel und Gebäude 28 niedergebracht, die gemäß Phase I als KVF ausgewiesen wurden. Die Sondierungen wurden bis zu einer Tiefe von jeweils 3,0 m u. GOK niedergebracht.

Von dem erbohrten Bodenmaterial wurde pro Sondierung eine Bodenprobe aus dem mutmaßlichen Tiefenbereich der Tanksohle zur chemischen Analyse auf die Schadstoffe MKW und PAK gegeben. Die restlichen Proben wurden als Rückstellproben verwahrt.

Die Lage der genauen Ansatzpunkte der Bodenaufschlüsse ist aus Anlage 1.2 ersichtlich. Die Probebezeichnungen und die Entnahmetiefen sind aus der Tabelle 9 und der Anlage 4 zusammen mit den Ergebnisdarstellungen zu entnehmen.

5.2.2.3 Rechercheergebnisse

Die Tankstelle wurde 1947 errichtet. Die oberirdischen Einrichtungen wurden 1981 rückgebaut. Es liegen keine Informationen zu Anzahl, Lage, Volumen und Inhalt des/der Tanks der ehem. Tankstelle vor. Weiterhin ist nicht bekannt, ob der/die Tanks noch im Untergrund vorhanden sind.

Zur Zeit wird die Fläche z. T. als Parkplatz genutzt. Es existiert eine Oberflächenversiegelung (Schwarzdecke). Die Lage der KVF 6 ist Anlage 1.2 zu entnehmen.

5.2.2.4 Boden- und Untergrundaufbau

Die Bohrungen KRB 7A und KRB 8A konnten erst beim zweiten Versuch durchgeführt werden. Der jeweils erste Ansatz (Bohrungen KRB 7 und KRB 8) endete nach dem Durchbohren der Schwarzdecke (max. 0,16 m) jeweils bei einer Tiefe von 0,70 m u. GOK im Bereich der Auffüllung wegen Bohrhindernis

Die Mächtigkeit der Versiegelung liegt zwischen 0,10 und 0,16 m. In KRB 7A erreichte die Auffüllungsmächtigkeit 2,1 m bei KRB 8A reicht die Mächtigkeit der Auffüllung nur bis 0,60 m u. GOK, so dass diese Bohrung vermutlich nicht im direkten Umfeld der Tanks niedergebracht wurde. In den kiesig bis schluffig ausgebildeten Auffüllungen sind in geringem Umfang Fremdbestandteile (Ziegelbruchstücken) enthalten.

Die Auffüllung wird unterlagert von bindigen Böden Die sandigen Kiese der quartären Talfüllung wurden in KRB 7A ab 2,10 m und in KRB 8A ab 2,30 m erbohrt.

Beide Bohrungen waren organoleptisch unauffällig.

5.2.2.5 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Anzahl der Rückstellproben können Tabelle 9 entnommen werden.

Aus der Bohrung KRB7A wurde eine Bodenprobe aus dem mutmaßlichen Tiefenbereich der Tanksohlen zur chemischen Analyse auf die Schadstoffe MKW und PAK gegeben. Aus KRB8A wurde eine Probe des Anstehenden untersucht. Die restlichen Proben wurden als Rückstellproben verwahrt.

Ergebnisse Bodenanalysen

In KRB 7A wurde ein PAK-Gehalt von 7 mg/kg in der Auffüllung in einer Tiefe von 1,20 m-2,10 m u. GOK festgestellt. Der Einzelparameter mit den höchsten Stoffgehalten ist Benzo(a)pyren mit (0,84 mg/kg). In der Probe aus KRB8 wurde PAK mit 0,02 mg/kg bestimmt (BaP < Nachweisgrenze).

Der MKW-Gehalt in KRB 7A liegt bei 52 mg/kg. In KRBA unterschreitet der Gehalt die Nachweisgrenze

Die Befunde der Bodenanalysen sind der Tabelle der Analyseergebnisse in Anlage 5.1 zu entnehmen.

5.2.2.6 Bewertung der Ergebnisse / Gefährdungsabschätzung

Gemäß BBodSchV ist der sensibelste Prüfwert für Benzo(a)pyren in den beiden untersuchten Proben eingehalten. Gemäß der hilfsweise herangezogenen VwV Orientierungswerte [20] liegt in KRB 7A bezüglich des Summenparameters PAK im Boden eine Überschreitung des P-M1 (Kinderspielflächen) vor. Der PM2 (Siedlungsflächen) ist eingehalten.

Der MKW-Gehalt unterschreitet den hilfsweise herangezogenen oPW1 gemäß Alex02.

Im Hinblick auf Bewertung des WP Bo->GW wird hilfsweise auf [15] zurückgegriffen. Die gemessenen Stoffgehalte sind für alle Parameter als gering einzustufen. Eine Grundwassergefährdung wäre gemäß HLUG SiWa nicht zu erwarten.

5.2.2.7 Anwendung der Beurteilungskriterien

Im Hinblick auf die langjährige Nutzung konnten schädliche Bodenveränderungen auf der Fläche nicht ausgeschlossen werden. Mit den durchgeführten Untersuchungen wurden keine Hinweise auf Handhabungsverluste festgestellt. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Lage der Tanks nicht verifiziert wurde und somit nicht ausgeschlossen werden kann, dass kleinräumige Kontaminationen vorliegen, die im Rahmen der Phase IIa - Untersuchung nicht erfasst wurden.

Eine Gefährdung über den WP Bo->M ist auf Basis der Untersuchungsergebnisse nicht abzuleiten. Eine Gefährdung über den WP Bo->GW besteht nach dem aktuellen Kenntnisstand nicht.

Bezüglich der Einschätzung des Gefährdungspotentials über den WP Bo->GW Boden-Grundwasser ist zu beachten, dass die üblicherweise auf der Fläche vorhandene Schluffschicht auf der KVF lokal nicht ausgebildet ist und die Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone somit herabgesetzt ist. Zum derzeitigen Zeitpunkt ist dies nicht relevant, da die Fläche vollständig versiegelt ist. Bei einer Entsigelung und Flächenentwicklung ist der Sachverhalt zu berücksichtigen.

Begründung für die Kategorisierung:

Die Tanks wurden nicht lokalisiert, eine Gefährdung konnte nicht abschließend ausgeschlossen werden. Für die gegenwärtige Nutzung konnte keine Gefährdung abgeleitet werden. Aushub- und Rückbaumaßnahmen im Bereich der Verdachtsfläche sollten fachgutachterlich begleitet werden.

Tabelle 11: Kategorisierung der Fläche nach Phase IIa

Einstufung Roth&Partner (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	E	B

Bodenaushub- und Abbruchmassen sind abfallrechtlich zu deklarieren.

5.2.3 KVF 24 Leichtflüssigkeitsabscheider (LFA) (östl. Geb. 19)

5.2.3.1 Kontaminationshypothese

Aufgrund der Möglichkeit von Leckagen, ungenügender Wartung und Unterdimensionierung sowie der Tatsache, dass sich der Abscheider noch im Boden befindet, kann eine Verunreinigung des Untergrunds nicht ausgeschlossen werden. Die Umweltrelevanz sollte geklärt werden.

5.2.3.2 Untersuchungsumfang

In [U2] werden zwei Bohrungen zur Untersuchung der Bodenluft auf LHKW und AKW empfohlen. Bei Auffälligkeiten sollen zudem ergänzende Untersuchungen des Bodens durchgeführt werden. Diese Vorgehensweise wird von der OFD bestätigt. Es wurden zusätzlich Untersuchungen des Bodens auf MKW empfohlen [U3]. Das Umweltamt der Stadt Heidelberg sieht einen Bedarf für eine orientierende Untersuchung [U4].

Die KVF wurde mittels den aktuellen Sondierungen KRB 1 und KRB 2 an Einlauf und Auslauf untersucht.

Die beiden KRB erreichten jeweils eine Tiefe von 3,0 m u. GOK. Beide Bohrungen wurden zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut. Die entnommenen Bodenluftproben wurden auf AKW und LCKW untersucht. Aus jeder Bohrung wurde zusätzlich eine Feststoffprobe aus dem mutmaßlichen Schlbereich des Abscheiders auf MKW analysiert.

Die Lage der genauen Ansatzpunkte der Bodenaufschlüsse ist aus Anlage 1.2 ersichtlich. Die genauen Probebezeichnungen und die Entnahmetiefen sind aus der Tabelle 9 und der Anlage 4.1 zusammen mit den Ergebnisdarstellungen zu entnehmen.

5.2.3.3 Rechercheergebnisse

Der Leichtflüssigkeitsabscheider (NG 30, Sandfang 6000 l) liegt östlich der Gebäude 19 und 20 in einem Kreisverkehr. Die Fläche der KVF wird mit ca. 20 m² angegeben [U2] (Anlage 1.2). Der LFA wurde im Jahr 2013 stillgelegt, die Nutzungsdauer ist unbekannt [U2]. Die Oberfläche der KVF ist teils versiegelt (Asphalt), teils begrünt.

5.2.3.4 Boden- und Untergrundaufbau

Die KVF weist in wesentlichen Bereichen eine Oberflächenversiegelung aus Schwarzdecke mit einer Mächtigkeit zwischen 0,12-0,19 m auf. Darunter folgt eine ca. 1m mächtige Auffüllung. Bodenfremde Stoffe wurden in den Bohrungen nicht nachgewiesen.

Unterhalb der Auffüllung folgen bis 2,00 m feinsandige Schluffe. Bis zur Bohrendtiefe in 3 m folgen Sande und Kiese des Oberrheingrabens, deren Unterkante in den Sondierungen nicht erreicht wurde.

5.2.3.5 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Anzahl der Rückstellproben können Tabelle 9 entnommen werden.

Ergebnisse der Bodenanalysen

In beiden Proben lag der analysierte MKW-Gehalt unter der Nachweisgrenze.

Die Befunde der Bodenanalysen sind der Tabelle der Analyseergebnisse in Anlage 5.1 zu entnehmen.

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In KRB 1 wurde für den Summenparameter AKW 1,16 mg/m³ festgestellt. Hiervon entfallen 0,96 mg/m³ auf die Summe BTEX. Der Einzelparameter mit dem höchsten Wert ist Toluol (0,41 mg/m³). Die gemessenen AKW-Konzentrationen in KRB 2 betragen 0,13 mg/m³.

LCKW wurde mit 0,1 mg/m³ in KRB 1 analysiert, in KRB2 lag der Parameter unter der Nachweisgrenze

Die Befunde der Bodenluftanalysen sind der Tabelle der Analyseergebnisse in Anlage 5.2 zu entnehmen.

5.2.3.6 Bewertung der Ergebnisse / Gefährdungsabschätzung

Mit dem durchgeführten Untersuchungsumfang ist eine Bewertung über den WP Bo->M nicht möglich.

Die MKW-Gehalte liegen in beiden Bohrungen unter der Nachweisgrenze. Der hilfswise herangezogenen oPW1 gemäß ALEX02 ist unterschritten.

Die Bodenluftkonzentrationen unterschreiten die Werte gemäß [U20] für die Einzelparameter der BTEX und LCKW. Gemäß der hilfswise herangezogenen ALEX02 ist der als „unbedenklich“ eingestufte Wert in Höhe von 1 mg/m³ für AKW überschritten. Von der Behörde können weitere Untersuchungen gefordert werden.

Im Hinblick auf Bewertung des WP Bo->GW wird hilfswise auf [15] zurückgegriffen. Die gemessenen Stoffkonzentrationen sind für BTEX, LCKW bzw. deren bewertbare Einzelsubstanzen als gering einzustufen. Eine Grundwassergefährdung wäre gemäß HLUG SiWa nicht zu erwarten.

5.2.3.7 Anwendung der Beurteilungskriterien

Im Hinblick auf die vermutete langjährige Nutzung des Leichtflüssigkeitsabscheiders konnten schädliche Bodenveränderungen auf der Fläche nicht ausgeschlossen werden.

Auf Basis der Untersuchungsergebnisse lässt keine Gefährdung über den WP Bo->GW ableiten. Der WP Bo->M ist derzeit nicht relevant.

Die AKW-Konzentration in KRB1 konnte in KRB2 nicht bestätigt werden. Es ist zu vermuten, dass es sich um einen kleinräumigen Befund handelt.

Begründung für die Kategorisierung:

Mit den punktuell nachgewiesenen Stoffkonzentrationen konnte keine Wirkungspfad relevante Kontamination nachgewiesen werden. Weiterer Handlungsbedarf ist nicht abzuleiten. Da sich der Abscheider nach wie vor im Boden befindet, ist nicht auszuschließen, dass bei Rückbaumaßnahmen bisher nicht erkannte, kleinräumige Kontaminationen nachweisen lassen. Es wird daher empfohlen den Rückbau dieser umweltrelevanten Einrichtung unter gutachterlicher Begleitung durchführen zu lassen.

Tabelle 12: Kategorisierung der Fläche nach Phase IIa

Einstufung Roth&Partner (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	E	B

Bodenaushub- und Abbruchmassen sind abfallrechtlich zu deklarieren.

5.2.4 KVF 42 Lager für entzündliches Material (bei Geb. 19)

5.2.4.1 Kontaminationshypothese

Es besteht der Verdacht der Lagerung brennbarer Substanzen auf Mineralöl- bzw. Chlorkohlenwasserstoffbasis. Der Betonboden des Lagers ist schadhafte und weist dunkle Verfärbungen auf.

Es werden daher Verunreinigungen durch Handhabungsverluste und Undichtigkeiten von Behältern vermutet. Die Umweltrelevanz sollte geklärt werden.

5.2.4.2 Untersuchungsumfang

In [U2] werden zwei KRB zur Untersuchung der Bodenluft auf LHKW und AKW sowie des Bodens auf MKW empfohlen. Diese Vorgehensweise wird von der OFD bestätigt [U3]. Das Umweltamt der Stadt Heidelberg sieht einen Bedarf für eine orientierende Untersuchung [U4].

Die KVF wurde mit den zwei Bohrungen KRB30 und KRB31 untersucht. KRB 30 wurde bis in eine Tiefe von 2 m niedergebracht und erreichte den anstehenden Boden.

KRB31 konnte aufgrund von Bohrhindernissen nur bis max. 1 m in vorgetrieben werden und wurde nach drei Bohrversuchen an unterschiedlichen Positionen (KRB 31, KRB 31A und KRB 31B) abgebrochen. Die Auffüllung wurde nicht durchteuft.

Von dem erbohrten Bodenmaterial wurde pro Sondierung eine ausgewählte Bodenprobe zur chemischen Analyse auf den Schadstoff MKW gegeben. Die restlichen Proben wurden als Rückstellproben verwahrt.

Die Bohrlöcher der Sondierungen wurden zur Entnahme von Bodenluftproben zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut. Aus den Bohrungen wurden gemäß Ausschreibung und Empfehlung von Roth und Partner entgegen der Empfehlung von MuP auf AKW und LCKW in der Bodenluft untersucht. Hintergrund des Vorgehens war, dass nicht möglich, innerhalb des Gebäudes zu Bohren. Um dennoch Aussagen über den Untergrund unterhalb des Gebäudes zu erhalten, wurde den Bodenluftproben der Vorzug gegeben.

Die Lage der genauen Ansatzpunkte der Bodenaufschlüsse ist aus Anlage 1.2 ersichtlich. Die genauen Probebezeichnungen und die Entnahmetiefen sind aus der Tabelle 9 und aus Anlage 4 zusammen mit den Ergebnisdarstellungen zu entnehmen.

5.2.4.3 Rechercheergebnisse

Bei der KVF handelt sich um einen ca. 10 m² großen Anbau an Gebäude 19 (Kfz-Halle), in dem laut Aufschrift auf der Tür entzündliches Material gelagert wurde. Das Baujahr des Anbaus sowie der Nutzungszeitraum sind laut [U2] nicht bekannt. Gebäude 19 wurde im Jahr 1937 errichtet. Die Oberfläche der KVF ist versiegelt (Beton), aber schadhaft (Risse).

5.2.4.4 Boden- und Untergrundaufbau

In KRB 30 wurde von der Geländeoberfläche bis 0,70 m u. GOK eine aus tonigen Schluffen und anthropogenen Beimengungen (Glasbruchstücke) zusammengesetzte Auffüllungsschicht erbohrt. Unter der Auffüllung folgen von 0,70 m bis 1,80 m feinsandige Schluffe. Im Liegenden folgen quartären Sande und Kiese des Oberrheingrabens deren Unterkante in den Sondierungen nicht erreicht wurde.

In KRB 31, KRB 31A und KRB 31B wurde die mindestens 1 m mächtige Auffüllung nicht durchteuft. Diese wird beschrieben als tonige, kiesige Schluffe.

5.2.4.5 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Anzahl der Rückstellproben können Tabelle 9 in der Anlage 4 entnommen werden.

Ergebnisse der Bodenanalysen

Von dem erbohrten Bodenmaterial wurde pro Sondierung eine ausgesuchte Bodenprobe zur chemischen Analyse auf MKW gegeben. Die restlichen Proben wurden als Rückstellproben verwahrt.

MKW wurde in den beiden untersuchten Proben aus dem oberflächennahen Auffüllungsbereich mit 118 mg/kg respektive 61 mg/kg nachgewiesen. Die Befunde der Bodenanalysen sind der Tabelle der Analyseergebnisse in Anlage 5.1 zu entnehmen.

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In KRB 30 wurde für den Summenparameter AKW 0,47 mg/m³ festgestellt. Hiervon entfallen 0,39 mg/m³ auf die Summe BTEX. Der Einzelparameter mit dem höchsten Wert ist Toluol (0,22 mg/m³). Die gemessenen AKW-Konzentrationen in KRB 31 betragen 0,16 mg/m³. Die Befunde der Bodenluftanalysen sind der Tabelle der Analyseergebnisse in Anlage 5.2 zu entnehmen.

LCKW wurde in KRB31 mit 0,13 mg/m³ analysiert. In KRB 30 lag die Konzentration unter der Nachweisgrenze.

5.2.4.6 Bewertung der Ergebnisse / Gefährdungsabschätzung

Eine Bewertung gemäß BBodSchV auf Basis der Feststoffuntersuchungen ist nicht möglich. Hilfsweise wird zur Bewertung des WP Bo->M auf die Werte gemäß ALEX02 zurückgegriffen: Der oPW1 (Nutzung als Kinderspielfläche möglich) für MKW ist in beiden Proben unterschritten

Die in der Bodenluft gemessenen Konzentrationen von AKW und LCKW unterschreiten die in [U20] festgelegten Werte deutlich. Gemäß der hilfsweise hinzugezogenen ALEX02 lässt sich für keinen der beiden Parameter weiterer Handlungsbedarf ableiten.

Im Hinblick auf Bewertung des WP Bo->GW wird hilfsweise auf [15] zurückgegriffen. Die gemessenen Stoffkonzentrationen sind für BTEX, LCKW bzw. deren bewertbare Einzelsubstanzen als gering einzustufen. Eine Grundwassergefährdung wäre gemäß HLUg SiWa nicht zu erwarten.

5.2.4.7 Anwendung der Beurteilungskriterien

Im Hinblick auf die vermutete Nutzung der KVF als Gefahrstofflager konnten schädliche Bodenveränderungen auf der Fläche nicht ausgeschlossen werden.

Auf Basis der im Rahmen der Phase IIa festgestellten Stoffgehalte respektive -konzentrationen ließ sich keine Gefährdung über die Wirkungspfade Bo->M und Bo->GW ableiten.

Begründung für die Kategorisierung:

Der ursprüngliche Kontaminationsverdacht konnte mit den empfohlenen bzw. durchgeführten Untersuchungen nicht bestätigt werden. Auf Basis der vorliegenden Untersuchungsergebnisse ist eine uneingeschränkte Nutzung möglich.

Tabelle 13: Kategorisierung der Fläche nach Phase IIa

Einstufung Roth&Partner (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	E	A

Bodenaushub- und Abbruchmassen sind abfallrechtlich zu deklarieren.

5.2.5 KVF 43 Benzinabscheider (östlich Geb. 19)

5.2.5.1 Kontaminationshypothese

Der Benzinabscheider diente der Reinigung des Abwassers der Liegenschaft. Vermutlich waren technische Bereiche angeschlossen, bei denen mit wassergefährdenden Stoffen umgegangen wurde [U3]. Es besteht der Verdacht von Leckagen an Zu- und Ableitungen, ungenügende Wartung oder Unterdimensionierung des Abscheiders. Die Umweltrelevanz sollte geklärt werden.

5.2.5.2 Untersuchungsumfang

In der Phase I - Untersuchung [U2] wurden zwei KRB zur Untersuchung der Bodenluft auf LHKW und AKW empfohlen. Im Falle von Auffälligkeiten in der Bodenluft wurden ergänzende Bodenuntersuchungen empfohlen. Diese Vorgehensweise wird von der OFD bestätigt. Zusätzlich wird die Untersuchung des Bodens auf MKW vorgeschlagen [U3]. Das Umweltamt der Stadt Heidelberg sieht einen Bedarf für eine orientierende Untersuchung [U4].

Die KVF wurde mittels der Sondierung KRB 23 und KRB 24 untersucht. Diese Sondierungen konnten bis zu einer Tiefe von 3,00 m u. GOK niedergebracht werden.

Von dem erbohrten Bodenmaterial wurde pro Sondierung eine ausgewählte Bodenprobe zur chemischen Analyse auf den Schadstoff MKW gegeben. Die restlichen Proben wurden als Rückstellproben verwahrt. Die Bohrlöcher der Sondierungen wurden zur Entnahme von Bodenluftproben zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut. Die entnommenen Bodenluftproben wurden auf AKW und LCKW untersucht.

Entgegen der Empfehlung von MuP wurden zur Analyse auf AKW und BTEX Bodenluftproben statt Bodenproben herangezogen. Da die exakte, Lage, Konfiguration und Größe des Abscheiders nicht bekannt ist, wurden die Bohrungen mit einem gewissen Sicherheitsabstand niedergebracht. Um dennoch Aussagen über mögliche Belastungen treffen zu können, wurde daher auf Bodenluftuntersuchungen zurückgegriffen.

Die Lage der genauen Ansatzpunkte der Bodenaufschlüsse ist aus Anlage 1.2 ersichtlich. Die genauen Probebezeichnungen und die Entnahmetiefen sind aus der Tabelle in Anlage 4 zusammen mit den Ergebnisdarstellungen zu entnehmen.

5.2.5.3 Rechercheergebnisse

Bei der KVF handelt sich um eine ca. 10 m² große Fläche östlich von Gebäude 7 (Zufahrtbereich Bürogebäude). Der Abscheider wird noch im Boden vermutet. Es gibt keinerlei Informationen zu Datum des Einbaus oder der Nutzungsdauer des Abscheiders. Er diente der Reinigung des Ab-

wassers der Liegenschaft. Vermutlich waren technische Bereiche angeschlossen, bei denen mit wassergefährdenden Stoffen umgegangen wurde [U3]. Die Oberfläche der KVF ist gepflastert.

5.2.5.4 Boden- und Untergrundaufbau

In KRB 23 und KRB 24 wurde unter dem grauem Verbundsteinpflaster ein Auffüllung erbohrt die aufgrund anthropogener Bestandteile (Ziegelbruchstücke) als solche angesprochen wurden. In KRB23 reicht die Auffüllung bis mindestens 0,6 m. Darunter folgen bis zur Endtiefe schwach tonige Schluffe, die nicht eindeutig als Auffüllung oder Anstehendes angesprochen werden können. Die standorttypischen Kiese wurden in KRB 23 nicht erbohrt. In KRB 24 folgte unter der 1,3 m mächtigen Auffüllung die vom Standort her bekannte Lösslehmschicht, die ab 2,1 m von den natürlich anstehenden quartären Kiesen unterlagert wird.

5.2.5.5 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Anzahl der Rückstellproben können Tabelle 9 entnommen werden.

Ergebnisse der Bodenanalysen

Der MKW-Stoffgehalt in KRB 23 und KRB 24 liegt unter der Nachweisgrenze (< 50 mg/kg). Die Befunde der Bodenanalysen sind der Tabelle der Analyseergebnisse in Anlage 5.1 zu entnehmen.

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der Sondierung (KRB 24) wurde für den Summenparameter AKW (1,51 mg/m³) festgestellt. Hiervon entfallen 1,15 mg/m³ auf die Summe BTEX. Der Einzelparameter mit dem höchsten Wert ist m-, p-Xylol (0,48 mg/m³). In der Sondierung (KRB 23) wurde für den Summenparameter AKW (1,04 mg/m³) festgestellt. Hiervon entfallen 0,76 mg/m³ auf die Summe BTEX. Der Einzelparameter mit dem höchsten Wert ist m-,p-Xylol (0,32 mg/m³). Die Befunde der Bodenluftanalysen sind der Tabelle der Analyseergebnisse in Anlage 5.2 zu entnehmen.

5.2.5.6 Bewertung der Ergebnisse / Gefährdungsabschätzung

Eine Bewertung des einzigen, im Feststoff untersuchten Parameters MKW wäre gemäß BBod-SchV möglich. Hilfsweise wurde zur Bewertung des WP Bo->M auf die Werte gemäß ALEX02 zurückgegriffen: Der oPW1 (Nutzung als Kinderspielfläche möglich) für MKW ist in beiden Proben unterschritten

Die in der Bodenluft gemessenen Konzentrationen von AKW und LCKW unterschreiten die gemäß [U20] festgeschriebenen Werte mehrfach. Gemäß der ergänzend hinzugezogenen ALEX02 könnte die Behörde aufgrund der AKW-Konzentration in der Bodenluft weitere Maßnahmen zur Untersuchung fordern, da für diesen Parameter der als „unbedenklich“ angesehene Wert in Höhe von 1 mg/m³ überschritten ist.

Zur Bewertung des WP Bo->GW wurde Hilfsweise auf [15] zurückgegriffen. Die gemessenen Stoffkonzentrationen waren für BTEX, LCKW bzw. deren bewertbare Einzelsubstanzen als gering einzustufen. Eine Grundwassergefährdung wäre gemäß HLUG SiWa nicht zu erwarten.

5.2.5.7 Anwendung der Beurteilungskriterien

Im Hinblick auf die vermutete langjährige Nutzung des Leichtflüssigkeitsabscheiders konnten schädliche Bodenveränderungen auf der Fläche nicht ausgeschlossen werden.

Auf Basis der vorliegenden Untersuchungsergebnisse ließ sich keine Gefährdung über den WP Bo->GW ableiten. Der WP Bo->M ist derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich nicht ableiten.

Begründung für die Kategorisierung:

Mit den Ergebnissen der in der Phase IIa durchgeführten Untersuchungen wurden keine bodenschutzrechtlich relevanten Schadstoffgehalte bzw. -konzentrationen festgestellt. Ob es sich bei den AKW-Konzentrationen in der Bodenluft um eine diffuse Hintergrundbelastung handelt oder ob es durch den Betrieb des Abscheiders zu Schadstoffeinträgen in den Untergrund kam, war mit den durchgeführten Untersuchungen nicht zu klären. Aus gutachterlicher Sicht ist kein Gefährdungspotential abzuleiten, es wird jedoch empfohlen, bei Bodeneingriffsmaßnahmen in diesem Bereich eine gutachterliche Begleitung vorzusehen.

Tabelle 14: Kategorisierung der Fläche nach Phase IIa

Einstufung Roth&Partner (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	E	B

Bodenaushub- und Abbruchmassen sind abfallrechtlich zu deklarieren.

5.2.6 KVF 44 Altöltank (bei Geb. 32)

5.2.6.1 Kontaminationshypothese

Es ist nicht bekannt, ob es sich bei der ehemaligen Altölsammelvorrichtung um eine Überflur – oder eine Unterflureinrichtung handelte [U3]. Es besteht die Möglichkeit von Undichtigkeiten am Tank sowie von Handhabungsverlusten bei Um- und Abfüllvorgängen. Die Umweltrelevanz sollte geklärt werden.

5.2.6.2 Untersuchungsumfang

In der Phase I - Untersuchung [U2] wurden geophysikalische Messungen zum Auffinden der/des Tanks sowie weitere Maßnahmen in Abhängigkeit von den Ergebnissen empfohlen. Im Falle von Auffälligkeiten in der Bodenluft wurden ergänzende Bodenuntersuchungen empfohlen. In der Stellungnahme der OFD [U3] werden zwei bis drei KRB vorgeschlagen. Untersuchungen auf MKW und PAK sollten jedoch nur bei Auffälligkeit der Bodenproben durchgeführt werden. Das Umweltamt der Stadt Heidelberg sieht einen Bedarf für eine orientierende Untersuchung [U4].

Analog zum ausgeschriebenen Leistungsumfang wurden keine geophysikalischen Messungen auf der Fläche durchgeführt. Die Untergrund der KVF wurde mit den drei Bohrungen KRB 15, KRB 16 und KRB 17 untersucht.

Von dem erbohrten Bodenmaterial wurde pro Sondierung eine ausgewählte Bodenprobe zur chemischen Analyse gegeben. Bedingt durch die vermutete Nutzung wurden die Parameter MKW, PAK und PCB untersucht. Die restlichen Proben wurden als Rückstellproben verwahrt.

Ergänzend wurden die Bohrlöcher der Sondierungen wurden zur Entnahme von Bodenluftproben zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut. Die entnommenen Bodenluftproben wurden auf AKW und LCKW untersucht.

Die Lage der genauen Ansatzpunkte der Bodenaufschlüsse ist aus Anlage 1.2 ersichtlich. Die genauen Probebezeichnungen und die Entnahmetiefen sind aus der Tabelle 9 und der Anlage 4 zusammen mit den Ergebnisdarstellungen zu entnehmen.

5.2.6.3 Rechercheergebnisse

Bei der KVF handelt sich um eine ca. 5 m² große Fläche in der Nähe der südlichen Liegenschaftsgrenze. Auf der Fläche wurden ein oder mehrere unterirdische Tanks vermutet. Es gibt keinerlei Informationen zu Datum des Einbaus oder der Nutzungsdauer. Laut Angaben der US-Army wurde um 1990 in diesem Bereich ein Altölsammeltank unbekannter Größe und Lage (ober- oder unterirdisch) durch einen neuen 250 l Tank ersetzt. [U3]. Die Oberfläche der KVF ist betoniert.

5.2.6.4 Boden- und Untergrundaufbau

Entgegen der Beschreibung von Roth&Partner bzw. MuP handelt es sich bei der in den übergebenen Plänen als KV44 gekennzeichneten Fläche nicht um eine betonierte sondern vielmehr um eine unversiegelte Fläche.

Im Untergrund der Fläche wurde in den beiden Bohrungen KRB16 und KRB17 eine ca. 0,5 m bis 0,6 m mächtige kiesig-sandige Auffüllung mit Beton- und Ziegelbruchstücken angetroffen. Darunter folgen bis 1,7 m bzw. 1,9 m Tiefe die standorttypischen Lösslehme die wiederum bis zur Bohrendtiefe von 3 m von den quartären Sanden und Kiesen unterlagert werden. In KRB15 reichte die künstliche Auffüllung mit >1,6 m deutlich tiefer. Die Bohrung wurde vor durchteufen der Auffüllung in 1,6 m Tiefe wegen eines Bohrhindernisses abgebrochen.

5.2.6.5 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Anzahl der Rückstellproben können Tabelle 9 entnommen werden.

Ergebnisse der Bodenanalysen

Die Stoffgehalte von MKW und PCB lagen in den drei untersuchten Proben unterhalb der parameterspezifischen Nachweisgrenze. PAK wurde in den Proben aus KRB16 und KRB17 in Gehalten von 0,28 mg/kg bzw. 0,02 mg/kg analysiert. Benzo(a)pyren war nur in KRB16 mit 0,02 mg/kg nachweisbar. In KRB 15 lag der PAK-Gehalt unter der Nachweisgrenze.

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der Sondierung (KRB17) wurde für den Summenparameter AKW (2,09 mg/m³) festgestellt. Hiervon entfallen 1,99 mg/m³ auf die Summe BTEX. Der Einzelparameter mit dem höchsten Wert

ist m-, p-Xylol (1,1 mg/m³). In den Sondierungen (KRB 15 und KRB 16) lagen die AKW-Gehalte unter 1 mg/m³. Die Befunde der Bodenluftanalysen sind der Tabelle in Anlage 4.2 zu entnehmen.

LCKW war nur in KRB16 und KRB17 in Konzentrationen mit 0,14 mg/m³ respektive 0,07 mg/m³ nachweisbar. In KRB15 lag die LCKW-Konzentration unter der Nachweisgrenze.

5.2.6.6 Bewertung der Ergebnisse / Gefährdungsabschätzung

Der sensibelste Prüfwert gemäß BBodSchV für BaP ist in allen drei Proben eingehalten. Gemäß der hilfsweise herangezogenen VwV Orientierungswerte ist der P-M1 für den Summenparameter PAK ebenfalls unterschritten. MKW wurde auf Basis der hilfsweise herangezogenen ALEX02 bewertet. Die nachgewiesenen Gehalte unterschreiten in allen untersuchten Proben den oPW1.

Die in der Bodenluft gemessenen Konzentrationen von AKW und LCKW unterschreiten die in [20] angegebenen Werte mehrfach. Gemäß der hilfsweise hinzugezogenen ALEX02 lässt sich für LCKW kein weiterer Handlungsbedarf ableiten. Aufgrund der BTEX-Konzentration in KRB17 könnten durch die Behörde weiter Untersuchungen veranlasst werden.

Im Hinblick auf Bewertung des WP Bo->GW wird hilfsweise auf [15] zurückgegriffen. Die gemessenen Stoffgehalte bzw. -konzentrationen sind für PAK, MKW, BTEX, LCKW bzw. deren bewertbare Einzelsubstanzen als gering einzustufen. Eine Grundwassergefährdung wäre gemäß HLUG SiWa nicht zu erwarten.

5.2.6.7 Anwendung der Beurteilungskriterien

Im Hinblick auf die Nutzung der KVF als Altölsammelstelle wurden schädliche Bodenveränderungen auf der Fläche nicht ausgeschlossen.

Auf Basis der ermittelten Schadstoffgehalte war im untersuchten Bereich keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden-Mensch abzuleiten.

Die Grundlage zur Festlegung der Ansatzpunkte bildete die im Plan (Anlage X [y]) dargestellte Lage der KVF. Die Beschreibung der KVF im Gutachten von Roth&Partner (versiegelte Fläche) weicht von der aktuellen vor-Ort-Situation ab, derzeit ist die eingezeichnete Fläche nur geschottert. Unklar ist, ob es im Gutachten von Roth&Partner um einen Übertragungsfehler handelt, oder ob die Versiegelung bereits zurückgebaut ist.

Es verbleibt somit das Risiko, dass die vermutete Lage der Tanks mit der durchgeführten Untersuchung nicht erfasst wurde. Eine abschließende Gefährdungsabschätzung kann somit an dieser Stelle nicht erfolgen.

Begründung für die Kategorisierung:

Mit den nachgewiesenen Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über die Wirkungspfade Bo->M oder Bo->GW nachgewiesen werden. Weiterer Handlungsbedarf lässt sich nicht ableiten.

Aufgrund der vor-Ort-Situation konnte mit den Untersuchungen der Phase IIa keine abschließende Gefährdungsbeurteilung erfolgen. Es wird empfohlen, bei Bodeneingriffsmaßnahmen in diesem Bereich eine gutachterliche Begleitung vorzusehen.

Tabelle 15: Kategorisierung der Fläche nach Phase IIa

Einstufung Roth&Partner (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	E	B

Bodenaushub- und Abbruchmassen sind abfallrechtlich zu deklarieren.

5.2.7 KVF 45 Lager für CKW (Geb. 32)

5.2.7.1 Kontaminationshypothese

Gebäude 32 wurde möglicherweise über einen nicht bekannten Zeitraum als Lagergebäude für LHKW genutzt [U3]. Es besteht die Möglichkeit von Bodenverunreinigungen durch Undichtigkeiten der Behälter, Undichtigkeiten im Boden sowie von Handhabungsverlusten bei Um- und Abfüllvorgängen. Die Umweltrelevanz sollte geklärt werden.

5.2.7.2 Untersuchungsumfang

In der Phase I - Untersuchung [U2] wurden vier KRB zur Untersuchung der Bodenluft auf LCKW empfohlen. Diese Vorgehensweise wird von der OFD bestätigt. Es wird vorgeschlagen, die Untersuchungen möglichst nah um das Gebäude herum durchzuführen [U3].

Die KVF wurde mittels der Sondierungen KRB 18 bis KRB 22 untersucht. Alle Sondierungen (außer KRB 21) endeten in einer Tiefe von 2,00 m u. GOK. Die Sondierung KRB 21 erreichte eine Tiefe von 3,00 m u. GOK.

Die den Sondierungen entnommenen Bodenproben wurden als Rückstellproben verwahrt.

Die Bohrlöcher der Sondierungen wurden zur Entnahme von Bodenluftproben zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut. Die entnommenen Bodenluftproben wurden auf LCKW untersucht.

Die Lage der genauen Ansatzpunkte der Bodenaufschlüsse ist aus Anlage 1.2 ersichtlich. Die genauen Probebezeichnungen und die Entnahmetiefen sind aus der Tabelle 9 und Anlage 4 zusammen mit den Ergebnisdarstellungen zu entnehmen.

5.2.7.3 Rechercheergebnisse

Bei der KVF handelt sich um eine ca. 600 m² große Fläche im südlichen Liegenschaftsbereich. Das Gebäude wurde laut [1] als Lagergebäude errichtet.

Nach Auskunft des Umweltamtes der Stadt Heidelberg wurde das Gebäude laut US-Army zur Lagerung von CKW-haltigen Stoffen genutzt. Zum Nutzungszeitraum liegen laut [U2] keine Informationen vor. Im Jahr 1994 wurde durch das Bundesvermögensamt Karlsruhe ausgesagt, dass sich der Verdacht auf Umweltschäden bzw. Altlasten nach durchgeführten Untersuchungen nicht erhärtet hätte. Die Details der Untersuchungen liegen nicht vor. Das Umweltamt der Stadt Heidelberg sah einen Bedarf für eine orientierende Untersuchung [U3].

5.2.7.4 Boden- und Untergrundaufbau

Das Gebäude selbst war nicht zugänglich. Das Umfeld der Halle ist betoniert. Die Sondierungen KRB 18 und KRB 20 wurden bis zu einer Tiefe von 2,00 m u. GOK geführt und zeigten unter einer max. 1,20 m mächtigen Auffüllungsschicht den in Kap. 3.3 beschriebenen Bodenaufbau (Schwemmlößlehme unterlagert von quartären Sanden und Kiesen des Oberrheingrabens).

In den Sondierungen KRB 19, KRB 21 und KRB 22 wurden die Kiese und Sande bis zur jeweiligen Bohrendtiefe in 2 m bzw. 3 m nicht angetroffen.

5.2.7.5 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Anzahl der Rückstellproben können Tabelle 9 entnommen werden.

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

Die aus den Bodenluftpegeln entnommenen Bodenluftproben wurden laborchemisch auf LCKW analysiert. Mit Konzentrationen von maximal 0,04 mg/m³ war der Parameter nur in Spuren nachweisbar.

Die Befunde der Bodenluftanalysen sind der Tabelle 4.2 zu entnehmen.

5.2.7.6 Bewertung der Ergebnisse / Gefährdungsabschätzung

Die in der Bodenluft gemessenen Konzentrationen von LCKW unterschreiten die in [20] angegebenen Werte signifikant. Auch bei Berücksichtigung der hilfsweise herangezogenen Werte gemäß ALEX02 lässt sich kein weiterer Handlungsbedarf ableiten, da der als „unbedenklich“ geltende Wert von 1 mg/m³ deutlich unterschritten ist.

Im Hinblick auf Bewertung des WP Bo->GW wird hilfsweise auf die [15] zurückgegriffen. Die gemessenen Stoffkonzentrationen - LCKW bzw. deren bewertbare Einzelsubstanzen - sind als gering einzustufen. Eine Grundwassergefährdung wäre gemäß HLUG SiWa nicht zu erwarten.

5.2.7.7 Anwendung der Beurteilungskriterien

Im Hinblick auf die vermutete Nutzung der KVF als LCKW-Lager konnten schädliche Bodenveränderungen auf der Fläche nicht ausgeschlossen werden. Angesichts der vorgefundenen geringen Schadstoffkonzentrationen ist jedoch davon auszugehen, dass keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden-Mensch zu besorgen ist.

Begründung für die Kategorisierung:

Mit den nachgewiesenen Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über die Wirkungspfade Bo->M oder Bo->GW nachgewiesen werden. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich nicht ableiten.

Auf Basis der vorliegenden Informationen bzw. Untersuchungsergebnisse konnte keine Anforderung für weitere Untersuchungsmaßnahmen abgeleitet werden.

Tabelle 16: Kategorisierung der Fläche nach Phase IIa

Einstufung Roth&Partner (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	E	A

Bodenaushub- und Abbruchmassen sind abfallrechtlich zu deklarieren.

5.2.8 KVF 49 Lagerschuppen (Anbau an Geb. 30)

5.2.8.1 Kontaminationshypothese

Der Lagerschuppen wurde möglicherweise über einen nicht bekannten Zeitraum als Lager für schädliche, brennbare Substanzen auf Mineralöl- bzw. Chlorkohlenwasserstoffbasis genutzt. Der Boden ist schadhaft mit dunklen Verfärbungen. Es besteht die Möglichkeit von Bodenverunreinigungen durch Undichtigkeiten der Behälter, Undichtigkeiten (Risse) im Betonboden sowie durch Handhabungsverluste bei Um- und Abfüllvorgängen [U2]. Die Umweltrelevanz sollte geklärt werden.

5.2.8.2 Untersuchungsumfang

In der Phase I - Untersuchung [U2] wurden zwei KRB zur Untersuchung des Bodens auf MKW sowie der Bodenluft auf LHKW und AKW empfohlen. Diese Vorgehensweise wird von der OFD bestätigt. Es wird vorgeschlagen, den Untergrund an besonders auffälligen Stellen zu untersuchen [U3]. Das Umweltamt der Stadt Heidelberg sieht einen Bedarf für eine orientierende Untersuchung [U4].

Die KVF wurde mittels der Sondierung KRB 9 untersucht. Von dem erbohrten Bodenmaterial wurde eine Bodenprobe unmittelbar unterhalb der Versiegelung zur Analyse auf den Schadstoff MKW, PAK und SM gegeben. Die restlichen Proben wurden als Rückstellproben verwahrt.

Das Bohrloch der Sondierung wurden zur Entnahme von Bodenluftproben zu einer temporären Bodenluftmessstelle ausgebaut. Die entnommenen Bodenluftproben wurden auf AKW- und LCKW untersucht.

Mit der Sondierung wurde der anstehende Boden nicht erreicht. Ab 1,9 m konnte kein weiterer Bohrfortschritt mehr erzielt werden. Die Bohrung wurde nicht neu angesetzt.

Die Lage der genauen Ansatzpunkte der Bodenaufschlüsse ist aus Anlage 1.2 ersichtlich. Die genauen Probebezeichnungen und die Entnahmetiefen sind aus der Tabelle 9 und der Anlage 4 zusammen mit den Ergebnisdarstellungen zu entnehmen.

5.2.8.3 Rechercheergebnisse

Bei der KVF handelt sich um eine ca. 10 m² große Fläche an der westlichen Liegenschaftsgrenze. Der Anbau (Lagerschuppen) wurde 1948 erbaut und befindet sich im technisch genutzten Teil der Liegenschaft hinter Geb. 30. Bei der Ortsbegehung im Rahmen der Phase I wurden Regale und eine leere Öldose festgestellt [U2]. Bei den Untersuchungen zur Phase IIa war der Raum völlig leer. Der Betonboden im Schuppen weist Risse auf. Zur Nutzung und zum Nutzungszeitraum liegen keine Informationen vor.

5.2.8.4 Boden- und Untergrundaufbau

Die Mächtigkeit der Versiegelung (Schwarzdecke) der KRB 9 beträgt 0,18 m. Die Sondierung KRB 9 endete innerhalb der Auffüllungsschicht in einer Tiefe von 1,90 m u. GOK. Organoleptische Auffälligkeiten wurden bis zur Bohrendtiefe nicht festgestellt.

5.2.8.5 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Anzahl der Rückstellproben können Tabelle 9 und der Anlage 4 entnommen werden.

Ergebnisse der Bodenanalysen

Der PAK-Gehalt in KRB 9 beträgt 21,4 mg/kg. MKW wurde mit 69,6 mg/kg bestimmt. Von den untersuchten acht Schwermetallen waren Cadmium und Quecksilber nicht nachweisbar. Die weiteren Schwermetalle Arsen, Blei, Chrom, Kupfer, Nickel und Zink waren mit geringen Stoffgehalten nachweisbar. Die Befunde der Bodenanalysen sind der Tabelle der Analyseergebnisse in Anlage 4.1 zu entnehmen.

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

Die aus den Bodenluftpegeln entnommenen Bodenluftproben wurden laborchemisch auf LCKW und AKW analysiert. Die LCKW-Konzentration lag unter der Nachweisgrenze. AKW wurde mit 0,81 mg/m³ analysiert wobei auf die Summe BTEX 0,75 mg/m³ entfielen. Der Einzelparameter Benzol lag unter der Nachweisgrenze, Toluol war mit 0,35 mg/m³ der dominierende Parameter. Die Befunde der Bodenluftanalysen sind der Tabelle der Analyseergebnisse in Anlage 4.2 zu entnehmen.

5.2.8.6 Bewertung der Ergebnisse / Gefährdungsabschätzung

Die Stoffgehalte der Schwermetalle bzw. von Benzo(a)pyren unterschreiten den sensibelsten Prüfwert gemäß BBodSchV.

Zur Bewertung des Summenparameters PAK wird hilfsweise auf die VwV Orientierungswerte zurückgegriffen. Bei Zugrundelegung dieser Bewertungsgrundlage ist der sensibelste Prüfwert P-M1 (Kinderspielflächen) für PAK überschritten, der P-M2 (Siedlungsflächen) ist eingehalten.

Zur Bewertung des MKW-Gehaltes wird hilfsweise auf die länderspezifische ALEX02 zurückgegriffen. Der sensibelste Bodenwert oPW1 ist in der Probe aus KRB9 deutlich unterschritten.

Die in der Bodenluft gemessenen Konzentrationen von AKW und LCKW unterschreiten die in [20] angegebene Werte deutlich. Gemäß der ergänzend hinzugezogenen ALEX02 liegen die LCKW- und AKW-Konzentrationen unterhalb des als „unbedenklich“ angesehenen Wertes von 1 mg/m³. Weitere Maßnahmen zur Untersuchung sind nicht abzuleiten.

Im Hinblick auf Bewertung des WP Bo->GW wird hilfsweise auf [15] zurückgegriffen. Die gemessenen Stoffgehalte bzw. -konzentrationen sind für Schwermetalle, MKW, BTEX, LCKW bzw. deren bewertbare Einzelsubstanzen als gering einzustufen. Eine Grundwassergefährdung wäre gemäß HLUG SiWa nicht zu erwarten.

Die Stoffgehalte für PAK und Benzo(a)pyren sind gemäß [15] als hoch einzustufen. Bei der hohen Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone, der vorhandenen der mittleren bis geringen Mobilität der nachgewiesenen Einzelsubstanzen wäre trotz der geringen biologischen Abbaubarkeit eine Grundwassergefährdung nicht zu erwarten.

5.2.8.7 Anwendung der Beurteilungskriterien

Im Hinblick auf die vermutete Nutzung der KVF als Lager für schädliche, brennbare Substanzen auf Mineralöl- bzw. Chlorkohlenwasserstoffbasis konnten schädliche Bodenveränderungen auf der Fläche nicht ausgeschlossen werden.

Aufgrund der Versiegelung ist der WP Bo->M derzeit nicht relevant, weiter sind die sensibelsten Prüfwerte eingehalten, so dass eine Gefährdung über den Wirkungspfad nicht zu besorgen ist.

Im Hinblick auf die Bewertung des WP Bo->GW lässt sich bei der derzeitigen vor-Ort-Situation keine Gefährdung ableiten.

Begründung für die Kategorisierung:

Mit den nachgewiesenen Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über die Wirkungspfade Bo->M oder Bo->GW nachgewiesen werden.

Auf Basis der vorliegenden Informationen bzw. Untersuchungsergebnisse konnte keine Anforderung für weitere Untersuchungsmaßnahmen abgeleitet werden.

Tabelle 17: Kategorisierung der Fläche nach Phase IIa

Einstufung Roth&Partner (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	E	A

Bodenaushub- und Abbruchmassen sind abfallrechtlich zu deklarieren.

5.2.9 KVF 50 Lagergebäude (Geb. 27)

5.2.9.1 Kontaminationshypothese

Das Lagergebäude wurde möglicherweise über einen nicht bekannten Zeitraum als Lager für schädliche, brennbare Substanzen auf Mineralöl- bzw. Chlorkohlenwasserstoffbasis genutzt. Der Boden ist schadhaf mit dunklen Verfärbungen. Es besteht die Möglichkeit von Bodenverunreinigungen durch Undichtigkeiten der Behälter, Undichtigkeiten (Risse) im Betonboden sowie durch Handhabungsverluste bei Um- und Abfüllvorgängen [U2]. Die Umweltrelevanz sollte geklärt werden.

5.2.9.2 Untersuchungsumfang

In der Phase I - Untersuchung [U2] wurden sechs KRB zur Untersuchung des Bodens auf MKW sowie der Bodenluft auf LHKW und AKW empfohlen. Diese Vorgehensweise wird von der OFD bestätigt. Es wird vorgeschlagen, den Untergrund an besonders auffälligen Stellen zu untersuchen [U3]. Das Umweltamt der Stadt Heidelberg sieht einen Bedarf für eine orientierende Untersuchung [U4].

Die KVF wurde mittels der Sondierungen KRB 10 bis KRB 14 untersucht. Von dem erbohrten Bodenmaterial wurde von KRB 10, KRB 11, KRB 13 und KRB 14 je eine ausgewählte Bodenprobe zur chemischen Analyse auf den Schadstoff MKW, PAK und SM gegeben. Von den aus KRB 12 entnommenen Proben wurden zwei Proben analysiert. Die restlichen Proben wurden als Rückstellproben verwahrt.

Die Bohrlöcher der Sondierungen wurden zur Entnahme von Bodenluftproben zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut. Die entnommenen Bodenluftproben wurden auf AKW und LCKW untersucht.

Die Lage der genauen Ansatzpunkte der Bodenaufschlüsse ist aus Anlage 1.2 ersichtlich. Die genauen Probebezeichnungen und die Entnahmetiefen sind aus der Tabelle 9 und der Anlage 4 zusammen mit den Ergebnisdarstellungen zu entnehmen.

5.2.9.3 Rechercheergebnisse

Bei der KVF handelt sich um eine ca. 450 m² große Halle an der nördlichen Liegenschaftsgrenze. Das Lagergebäude wurde 1956 erbaut und befindet sich im technisch genutzten Teil der Liegenschaft. Der Boden der Halle ist betoniert. Der Betonboden weist Risse und dunkle Verfärbungen auf. Zur Nutzung und zum Nutzungszeitraum liegen keine Informationen vor.

5.2.9.4 Boden- und Untergrundaufbau

Die Mächtigkeit der Versiegelung (Betonboden) beträgt zwischen 0,13 m und 0,18 m. Der Bodenaufbau aller KRB ist wie in Kap. 2.3 beschrieben. Die Sondierungen endeten nach Durchbohren der Auffüllungsschichten alle innerhalb der Schicht der anstehenden Lösslehme in einer Tiefe von 2,00 m u. GOK. Die Auffüllungen enthalten Beton- und Ziegelbruchstücke.

5.2.9.5 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Anzahl der Rückstellproben können Tabelle 9 entnommen werden.

Ergebnisse der Bodenanalysen

Die analysierten PAK-Gehalte lagen zwischen 0,1 mg/kg und 29,2 mg/kg (KRB13). Der karzinogene Einzelparameter Benzo(a)pyren lag hierbei zwischen 0,01 mg/kg und 2,1 mg/kg (KRB11).

MKW wurde mit max. 274 mg/kg in KRB 11 analysiert.

Die Schwermetalle wurden stichprobenartig in der Probe aus KRB11 untersucht. Alle acht zu Untersuchung vorgesehenen Schwermetalle waren nachweisbar.

Die Befunde der Bodenanalysen sind der Tabelle der Analyseergebnisse in Anlage 4.1 zu entnehmen.

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

Die aus den Bodenluftpegeln entnommenen Bodenluftproben wurden laborchemisch auf LCKW und AKW analysiert. LCKW wurde mit Konzentrationen zwischen 0,13 mg/m³ und 0,6 mg/m³ ana-

lysiert. Die AKW-Konzentrationen lagen zwischen 0,22 mg/m³ und 0,48 mg/m³. Die Summe der BTEX lag hierbei zwischen 0,15 mg/m³ und 0,4 mg/m³. Die wesentlichen BTEX-Einzelparameter waren Toluol und m,-p-Xylol.

Die Befunde der Bodenluftanalysen sind der Tabelle der Analyseergebnisse in Anlage 4.2 zu entnehmen.

5.2.9.6 Bewertung der Ergebnisse / Gefährdungsabschätzung

Da der Hallenboden derzeit versiegelt ist, ist der WP Bo->M bei der aktuellen Nutzung nicht relevant. Eine orientierende Gefährdungsabschätzung für den WP gemäß BBodSchV ergab für eine Probe eine Überschreitung für Benzo(a)pyren für die Kategorie Kinderspielflächen. Der Prüfwert für die Kategorie Wohngebiete in dieser Probe ist eingehalten. In den weiteren Proben ist auch der Prüfwert für die Kategorie Kinderspielflächen eingehalten. Die beiden Parameter Arsen und Blei wiesen Gehalte auf, die die Prüfwerte für die Kategorie Kinderspielflächen überschreiten, die Prüfwerte für die Kategorie Wohngebiete sind eingehalten. Die nachgewiesenen Gehalte der weiteren, gemäß BBodSchV bewertbare Schwermetalle halten die Prüfwerte für die Kategorie Kinderspielflächen ein.

Zur Bewertung des PAK-Gehaltes wird hilfsweise auf die VwV Orientierungswerte zurückgegriffen. Unter Berücksichtigung dieser Bewertungsgrundlage ist in KRB 12 und 14 der P-M1 (Kinderspielflächen) eingehalten. In KRB10 wird nur der P-M2 (Siedlungsgebiete) eingehalten. In den weiteren Proben ist der P-M1 eingehalten.

Die Bewertung des MKW- und Zink-Gehaltes erfolgt hilfsweise auf Basis der ALEX02. Für MKW wurde in allen Proben der oPW1 unterschritten. Für Zink ist der oPW1 überschritten, der oPW2 ist eingehalten.

Die in der Bodenluft gemessenen Konzentrationen von LCKW unterschreiten die in [20] angegebenen Werte deutlich. Bei Berücksichtigung der hilfsweise herangezogenen Werte gemäß ALEX02 lässt sich kein weiterer Handlungsbedarf ableiten.

Im Hinblick auf Bewertung des WP Bo->GW wird hilfsweise auf [15] zurückgegriffen. Die gemessenen Stoffgehalte bzw. -konzentrationen sind für Schwermetalle, MKW, BTEX und LCKW bzw. deren bewertbare Einzelsubstanzen als gering einzustufen. Eine Grundwassergefährdung wäre nicht zu erwarten.

Die Stoffgehalte für PAK und Benzo(a)pyren sind gemäß [15] als hoch bzw. sehr einzustufen. Bei der hohen Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone, der vorhandenen der mittleren bis geringen Mobilität der nachgewiesenen Einzelsubstanzen wäre trotz der geringen biologischen Abbaubarkeit eine Grundwassergefährdung nicht zu erwarten.

5.2.9.7 Anwendung der Beurteilungskriterien

Im Hinblick auf die vermutete Nutzung der KVF als Lagergebäude für schädliche, brennbare Substanzen auf Mineralöl- bzw. Chlorkohlenwasserstoffbasis konnten schädliche Bodenveränderungen auf der Fläche nicht ausgeschlossen werden.

Bei der derzeitigen Nutzung besteht keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden-Mensch bzw. Boden->Grundwasser. Im Hinblick auf die Konversion kann eine zukünftige Gefährdung nicht ausgeschlossen werden.

Begründung für die Kategorisierung:

Mit den nachgewiesenen Stoffkonzentrationen konnte keine unmittelbare Gefährdung über die Wirkungspfade Bo->M oder Bo->GW nachgewiesen werden. Die Fläche ist vollständig versiegelt, der Zutritt von Sickerwasser ist somit unterbunden. Oraler und/oder dermalen Kontakt mit kontaminiertem Bodenmaterial ist nicht möglich. Ein akuter Handlungsbedarf lässt sich nicht ableiten.

Die durchgeführten Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass auf der Fläche lokal mit erhöhten Stoffgehalten zu rechnen sind. Diese stellen bei der derzeitigen Nutzung keine Einschränkung dar, erfordern bei einer Konversion ggf. eine Neubewertung.

Tabelle 18: Kategorisierung der Fläche nach Phase IIa

Einstufung Roth&Partner (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	E	B

Aushub- und Rückbaumaßnahmen im Bereich der Verdachtsfläche sollten fachgutachterlich überwacht werden. Bodenaushub- und Abbruchmassen sind abfallrechtlich zu deklarieren.

5.2.10 KVF 51 Lagergebäude (Geb. 26)

5.2.10.1 Kontaminationshypothese

Das Lagergebäude wurde möglicherweise über einen nicht bekannten Zeitraum als Lager für schädliche, brennbare Substanzen auf Mineralöl- bzw. Chlorkohlenwasserstoffbasis genutzt. Es wurde die Möglichkeit von Bodenverunreinigungen durch Undichtigkeiten der Behälter, Undichtigkeiten (Risse) im Betonboden sowie durch Handhabungsverluste bei Um- und Abfüllvorgängen gesehen [U2]. Die Umweltrelevanz sollte geklärt werden.

5.2.10.2 Untersuchungsumfang

In der Phase I - Untersuchung [U2] wurden vier KRB zur Untersuchung des Bodens auf MKW sowie der Bodenluft auf LHKW und AKW empfohlen. Diese Vorgehensweise wird von der OFD bestätigt. Es wurde vorgeschlagen, den Untergrund an besonders auffälligen Stellen zu untersuchen [U3]. Das Umweltamt der Stadt Heidelberg sah einen Bedarf für eine orientierende Untersuchung [U4].

Die KVF wurde mit den vier Bohrungen KRB 32 bis KRB 35 untersucht. Von dem erbohrten Bodenmaterial wurde je eine ausgewählte Bodenprobe zur Analyse auf MKW gegeben. Von den aus KRB 35 entnommenen Proben wurden zwei Proben analysiert, da hier die Auffüllung nicht eindeutig abgegrenzt werden konnte. Die restlichen Proben wurden als Rückstellproben verwahrt.

Die Bohrlöcher der Sondierungen wurden zur Entnahme von Bodenluftproben zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut. Die entnommenen Bodenluftproben wurden auf AKW und LCKW untersucht.

Die Lage der genauen Ansatzpunkte der Bodenaufschlüsse ist aus Anlage 1.2 ersichtlich. Die genauen Probebezeichnungen und die Entnahmetiefen sind aus der Tabelle 9 und der Anlage 4 zusammen mit den Ergebnisdarstellungen zu entnehmen.

5.2.10.3 Rechercheergebnisse

Bei der KVF handelt es sich um eine ca. 300 m² große Fläche an der nördlichen Liegenschaftsgrenze. Das Lagergebäude wurde 1949 erbaut und befindet sich im technisch genutzten Teil der Liegenschaft. Die Oberfläche der KVF ist versiegelt (Zementestrich). Die KVF wurde von 1949 bis ca. 2013 als Warenlager genutzt. Das Gebäude konnte im Rahmen der Phase I nicht begangen werden.

5.2.10.4 Boden- und Untergrundaufbau

Die Sondierungen KRB 32, KRB 34 und KRB 35 endeten in einer Tiefe von 2,00 m u. GOK. KRB 33 wurde bis zu einer Tiefe von 3,00 m u. GOK gebohrt. Die Mächtigkeit der Versiegelung (Beton) betrug zwischen 0,10 m und 0,18 m. Die Auffüllungsmächtigkeit lag zwischen 0,3 und 0,9 m. In der heterogen zusammengesetzten Auffüllung wurden Schlackereste nachgewiesen. Unterhalb der Auffüllung standen Lösslehmschichten an die in den Bohrungen 32 und 33 in einer Tiefe von ca. 1,8 m von Kiesen unterlagert wurden. In KRB 34 und KRB35 wurde der Lösslehm nicht durchteuft.

Organoleptische Auffälligkeiten wurden nicht festgestellt.

5.2.10.5 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Anzahl der Rückstellproben können Tabelle 9 entnommen werden.

Ergebnisse der Bodenanalysen

Der maximale MKW-Gehalt belief sich auf 256 mg/kg (KRB34). Die Befunde der Bodenanalysen sind der Tabelle der Analyseergebnisse in Anlage 4.1 zu entnehmen.

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In KRB 33 wurde für den Summenparameter AKW eine Konzentration von 8,7 mg/m³ festgestellt. Hiervon entfallen 8,57 mg/m³ auf die Summe BTEX. Der Einzelparameter mit dem höchsten Wert ist m-, p-Xylol (5,2 mg/m³). In der KRB 34 wurde für den Summenparameter AKW eine Konzentration von 2,45 mg/m³ festgestellt. Hiervon entfallen 2,41 mg/m³ auf die Summe BTEX. Der Einzelparameter mit dem höchsten Wert ist m-, p-Xylol (1,3 mg/m³). In der KRB 32 wurde für den Summenparameter AKW ein Schadstoffgehalt von 1,51 mg/m³ festgestellt. Hiervon entfallen 1,39 mg/m³ auf die Summe BTEX. Der Einzelparameter mit dem höchsten Wert ist m-, p-Xylol (0,74 mg/m³). In KRB 30 lagen die AKW-Gehalte unter 1 mg/m³.

LCKW wurde in KRB 32, 33 und 35 mit max. 0,39 mg/m³ nachgewiesen. In KRB34 lag die Konzentration unter der Nachweisgrenze.

Die Befunde der Bodenluftanalysen sind der Tabelle der Analyseergebnisse in Anlage 4.2 zu entnehmen.

5.2.10.6 Bewertung der Ergebnisse / Gefährdungsabschätzung

Für den im Feststoff untersuchten Parameter MKW liegt in der BBodSchV keine Bewertungsgrundlage vor. Zur Bewertung wird hilfsweise auf die ALEX02 zurückgegriffen. Gemäß dieser Bewertungsgrundlage ist der sensibelste Wert (oPW1) in allen Proben unterschritten.

Die in der Bodenluft gemessenen Konzentrationen von LCKW unterschreiten die in [U20] angegebenen Werte deutlich.

Bei Berücksichtigung der hilfsweise herangezogenen Werte gemäß ALEX02 könnte die Behörde über weiteren Handlungsbedarf im Hinblick auf die BTEX-Konzentration entscheiden.

Zur Bewertung des Wirkungspfades Boden-Grundwasser wird hilfsweise auf die HULUG SiWa zurückgegriffen. Die Stoffkonzentration von BTEX ist lokal als hoch einzustufen. Aufgrund der hohen Mobilität der Schadstoffe ist trotz der hohen Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und des mittleren Grundwasserflurabstandes wäre eine Grundwassergefährdung gemäß HLUG SiWa zu erwarten.

5.2.10.7 Anwendung der Beurteilungskriterien

Ein Gefährdung über den Wirkungspfad Boden-Mensch besteht bei der aktuelle Nutzung nicht, da durch die Versiegelung ein oraler, dermal oder inhalativer Kontakt mit dem Bodenmaterial wirkungsvoll unterbunden wird. Grundsätzlich kann bei einer Entsiegelung eine zukünftige Gefährdung nicht ausgeschlossen werden. Da die zur Untersuchung ausgeschrieben Parameter ein (hier nur MKW im Feststoff und BTEX und LCKW in der Bodenluft) auf Basis der BBodSchV nicht zu bewerten sind, kann keine abschließende Gefährdungsabschätzung erfolgen.

Begründung für die Kategorisierung:

Eine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden-Grundwasser ist aufgrund der Sickerwasserprognose für BTEX zu erwarten, gemäß ALEX02 könnte die Behörde zudem über weiteren Untersuchungsbedarf bzgl. der BTEX-Konzentration in der Bodenluft entscheiden. Mit den durchgeführten Untersuchungen wurde weder lateral noch vertikal eine Eingrenzung der BTEX-Kontamination in der Bodenluft durchgeführt. Es wurden keine Hinweise auf eine ausgedehnte Bodenverunreinigung nachgewiesen. Zudem ist von einer zeitnahen Entwicklung der Fläche auszugehen. Im Rahmen der Flächenentwicklung empfehlen wir eine gutachterliche Begleitung für den Bereich der KVF. Ein sofortiger Handlungsbedarf ist aus den Befunden nicht abzuleiten

Tabelle 19: Kategorisierung der Fläche nach Phase IIa

Einstufung Roth&Partner (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	E	B

5.2.11 KVF 56 Ehemaliger Antreteeplatz

5.2.11.1 Kontaminationshypothese

Die oberste Schicht auf dem ehemaligen Antreteeplatz wird von einer roten Sandschicht gebildet. Es besteht der Verdacht, dass es sich hierbei um Kieselrot handeln könnte und damit um problematische Substanzen wie Schwermetalle und Dioxin. Es besteht der Verdacht von Staubemissionen [U2]. Die Umweltrelevanz sollte geklärt werden.

5.2.11.2 Untersuchungsumfang

In der Phase I - Untersuchung [U2] wurden vier Handschürfe zur Untersuchung des Bodens auf Kupfer und Dioxin (Mischprobe) sowie bei auffälligem Ergebnis ggf. weitere Untersuchungen empfohlen. Diese Vorgehensweise wird von der OFD bestätigt [U3].

Die KVF wurde mittels der Sondierungen KRB 25 bis KRB 29 untersucht. Von dem erbohrten Bodenmaterial wurden zwei horizontierte Mischproben entsprechend der Zusammensetzung erstellt (MP KVF 56-A und MP KVF 56-B) Beide Mischproben wurden auf Schwermetalle und Dioxine/Furane untersucht. Eine Einzelprobe aus KRB 27 wurde zusätzlich auf den Gehalt von Schwermetallen und PAK analysiert, da in diesem Bereich der Bodenaufbau von den weiteren KRBs abwich. Die restlichen Proben wurden als Rückstellproben verwahrt.

Die Lage der genauen Ansatzpunkte der Bodenaufschlüsse ist aus Anlage 1.2 ersichtlich. Die genauen Probebezeichnungen und die Entnahmetiefen sind aus der Tabelle 9 und der Anlage 4 zusammen mit den Ergebnisdarstellungen zu entnehmen.

5.2.11.3 Rechercheergebnisse

Bei der KVF handelt sich um eine ca. 300 m² große Fläche im Zentrum der Liegenschaft. Der Anreterplatz wurde 1937 erbaut. Der Zeitpunkt des Belagaauftrags mit dem aktuell vorhandenen Material ist nicht bekannt. Die Oberfläche ist unversiegelt.

5.2.11.4 Boden- und Untergrundaufbau

Die Mächtigkeit der Auffüllungsschicht beträgt zwischen 0,70 m und 1,10 m. Lokal wurden mit 1,9 m noch höhere Auffüllmächtigkeiten nachgewiesen. Der Bodenaufbau aller KRB ist wie in Kap. 2.3 beschrieben. Die Bohrungen 25, 26 und 28 endeten nach Durchbohren der Auffüllungsschichten alle innerhalb der Schicht der anstehenden Lösslehme in einer Tiefe von 2,00 m u. GOK. KRB 27 und KRB 29 erreichten in einer Tiefe von 1,9 m bzw. 1,8 m die anstehenden Kiese. In KRB 27 waren die Lösslehme nicht anzutreffen. Die Auffüllung lagerte direkt auf den Kiesen. Eine durchgehende, bindige und gering durchlässige Schicht war somit nicht nachweisbar.

Die Auffüllung setzte sich aus Kiesen und Sanden mit schluffigen Beimengungen und Lagen zusammen. Als anthropogene Bestandteile wurde Schlacke und Ziegelbruch nachgewiesen.

5.2.11.5 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Anzahl der Rückstellproben können Tabelle 9 entnommen werden.

Ergebnisse der Bodenanalysen

In beiden Mischproben wurden alle untersuchten Schwermetalle nachgewiesen. Die Gehalte in der Mischprobe B aus dem tieferen Auffüllbereich waren gegenüber der Mischprobe A aus dem oberen Bereich für alle Schwermetalle z.T. mehrfach erhöht. In der Einzelprobe aus KRB27 lagen die Schwermetalle in vergleichbarer Größenordnung wie in MP-56A vor.

Im Einzelnen stellen sie die Schwermetallgehalte wie folgt dar:

Tabelle 20: Schwermetallgehalte KVF56

	Arsen	Blei	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Quecksilber	Zink
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
MP-56A	17	37	0,49	23	15	21	0,1	72
MP-56B	370	250	4,3	44	72	47	1,2	840
KRB27	15	22	<0,4	55	20	38	<0,1	68

Der PAK-Stoffgehalt der analysierten Probe aus Sondierung KRB 27 liegt bei 0,08 mg/kg.

Die Analysenergebnisse der Mischproben MP KVF 56-A und MP KVF 56-B sind in Tabelle 21 mit dem Maßnahmewerten bei direktem Kontakt für Dioxine und Furane für den Wirkungspfad Boden-Mensch nach BBodSchV [U16] zusammen mit dem zur Bewertung relevanten rechnerischen Wert des beprobten Materials angegeben. Hierbei wurde die Toxizitätsäquivalente nach NATO/CCMS (inkl. Bestimmungsgrenze) verwendet.

Tabelle 21 Maßnahmewerte nach BBodSchV sowie Analysenwerte (rechnerische Werte I-TE NATO/CCMS inkl. BG) des Probenmaterials

	Einheit	Kinderspiel-flächen	Wohngebiete	Park- und Frei-zeitanlagen	Industrie- und Gewerbegebiete
Maßnahmewert BBodSchV	Ng I-TE/kg TM	100	1000	1000	10.000
MP KVF 56-A	Ng I-TE/kg TM	8,39			
MP KVF 56-B	Ng I-TE/kg TM	5,95			

Die Befunde der Bodenanalysen sind der Tabelle der Analyseergebnisse in Anlage 4.1 zu entnehmen.

5.2.11.6 Bewertung der Ergebnisse / Gefährdungsabschätzung

In der oberen Probe KVF-56A unterschreiten die Schwermetallgehalte des sensibelsten Prüfwert für die Kategorie Kinderspielflächen.

In der Mischprobe MP KVF 56-B überschreitet der Arsen-Gehalt den Prüfwert für die Kategorie Park und Freizeit. Der Prüfwert für die Kategorie Industrie und Gewerbe ist eingehalten. Der Blei-Gehalt in der Mischprobe überschreitet die Kategorie Kinderspielflächen, der Prüfwert für die Kategorie Wohnen ist eingehalten.

In der Probe aus KRB27 ist der Prüfwert für die Kategorie Kinderspielflächen für Schwermetalle und BaP ebenfalls eingehalten.

Zur Bewertung des Zink-Gehaltes wird hilfsweise auf die ALEX02 zurückgegriffen. Der in MP KVF 56-B analysierte Zink-Gehalt überschreitet den sensibelsten oPW1, hält aber den oPW2 (i.d.R. eine sensible Nutzung möglich) ein.

Im Hinblick auf die Analyseergebnisse für Dioxine und Furane liegen die Einstufungswerte für das beprobte Material deutlich unterhalb der Maßnahmewerte der BBodSchV (vgl. Tabelle 21). Die ak-

tuellen Ergebnisse bestätigen die Untersuchungsergebnisse der umwelttechnischen Untersuchungen des Paradeplatzes im Jahre 2015 [U5].

Die Bewertung des WP Bo->GW erfolgt auf Grundlage der „HLUG SiWa“ [U15]. Gemäß dieser Bewertungsgrundlage sind die Stoffgehalte von Arsen und Blei als hoch, die aller weiteren nachgewiesenen Parameter als gering zu beurteilen. Die Mobilität der Schwermetalle ist abhängig von verschiedenen Umgebungsfaktoren. Für die Sickerwasserprognose wird von geringer Mobilität ausgegangen. Bei einer mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone, einer geringen biologischen Abbaubarkeit und geringen bis hohen Schadstoffgehalten wäre eine Grundwassergefährdung nicht zu erwarten..

5.2.11.7 Anwendung der Beurteilungskriterien

Es handelt sich bei der gesamten Liegenschaft um eine militärische Liegenschaft (gleichzusetzen mit der Nutzungskategorie Industrie und Gewerbe). Die Nutzung in den vergangenen Jahren war jedoch eher die einer Freizeitfläche (Deutsch-Amerikanisches Freundschaftsfest). Somit wird die Nutzungskategorie Park- und Freizeitanlagen als relevant angesehen. Eine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden-Mensch durch die untersuchten Parameter besteht derzeit nicht. Beim Entfernen der oberen Bodenschichten (=MP-56A) und Freilegen der unteren Auffüllschichten (MP-56B) ist der Prüfwerte für Arsen für die Kategorie Park- und Freizeit überschritten. Bei einer Nutzungsparallelität kann dann eine Gefährdung über den Wirkungspfad nicht ausgeschlossen werden.

Gleiches gilt für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser, unter den derzeitigen Standortbedingungen wurde keine Gefährdung abgeleitet werden. Bei Bodeneingriffsmaßnahmen kann nicht ausgeschlossen werden, dass es zu Mobilisierungsprozessen bei den Schwermetallen kommt. Eine Gefährdung über den WP wäre dann möglich.

Begründung für die Kategorisierung:

Eine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden-Mensch besteht bei der derzeitigen Nutzung und Flächensituation nicht. Sofortiger Handlungsbedarf ist nicht abzuleiten. Bei einer Umwidmung der Fläche, insbesondere in Verbindung mit Bodeneingriffsmaßnahmen ist eine Neubewertung und weitere Untersuchung der Arsen und Bleiproblematik erforderlich, da diese bei der Phase IIa-Untersuchung nur in Mischproben untersucht wurden. Lokal ist somit mit deutlich höheren Arsengehalten in der Auffüllung zu rechnen.

Tabelle 22: Kategorisierung der Fläche nach Phase IIa

Einstufung Roth&Partner (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	E	B

Wir empfehlen zudem eine gutachterliche Begleitung von Bodeneingriffsmaßnahmen.

Aushubmassen sind abfallrechtlich zu deklarieren.

6 EMPFEHLUNGEN FÜR DAS WEITERE VORGEHENSWEISE

In der folgenden Tabelle 23 sind die Einstufungen der KVF nochmals zusammenfassend dargestellt und der ggf. erforderliche Untersuchungsumfang aufgeführt.

Tabelle 23: Kategorisierung der Fläche nach Phase IIa, alle KVF und weitere Maßnahmen

KVF	Einstufung IBL (Phase IIa)	Weitere Maßnahmen
5	A	keine
6	B	Neubewertung bei Flächenentwicklung
24	B	Neubewertung bei Flächenentwicklung
42	A	keine
43	B	Neubewertung bei Flächenentwicklung
44	B	Neubewertung bei Flächenentwicklung
45	A	keine
49	A	keine
50	B	Neubewertung bei Flächenentwicklung
51	B	Neubewertung bei Flächenentwicklung
56	B	Neubewertung bei Flächenentwicklung

Kategorie A: Der Kontaminationsverdacht hat sich nicht bestätigt. Im Hinblick auf bodenschutzrechtliche Fragestellungen ist auf Basis der durchgeführten Untersuchungen eine uneingeschränkte Nutzung möglich.

Kategorie B: Die festgestellte Kontamination stellt zum gegenwärtigen Zeitpunkt und für die gegenwärtige Nutzung keine Gefährdung dar. Sie ist in Form dieses Berichtes gegenüber dem Auftraggeber dokumentiert. Je nach zukünftiger Nutzung ist ggf. eine Neubewertung und weiterer, aktuell nicht abzuschätzender, Handlungsbedarf gegeben.

Kategorie E: Auf der Fläche wurden Kontaminationen festgestellt. Für die abschließende Gefährdungsabschätzung sind weitere Daten erforderlich (z.B. Ausdehnung, Mobilität etc...). Es besteht weiterer Untersuchungsbedarf. Für E-Flächen kann keine abschließende Gefährdungsabschätzung vorgenommen werden. Sie können aus der Bearbeitung nicht ausscheiden.

Grundsätzlich empfehlen wir aufgrund der langjährigen, militärischen Nutzung der Fläche, bei Bodeneingriffsmaßnahmen eine gutachterliche Begleitung vorzusehen.

Die oben vorgenommen bodenschutzrechtliche Betrachtung berücksichtigt keine abfallrechtlichen Fragestellungen. Wie in Kapitel 8 ausgeführt, ergaben die hinsichtlich Abfall durchgeführten Untersuchungen lokal ein erhöhtes Risiko im Hinblick auf entsorgungsbedingte Mehrkosten. Die hierbei festgestellten Feststoffgehalte einzelner Parameter lassen lokal auf weitere bodenschutzrechtliche Problematiken schließen.

Mit den durchgeführten Untersuchungen der KVF wurde den Vorschlägen von Roth und Partner, von MuP und den Vorgaben der Ausschreibung weitgehend gefolgt. Mit diesem Untersuchungsumfang konnten keine wesentlichen Verunreinigungen des Untergrundes, die zu Gefährdungen über die WP Bo->M und Bo->GW führen, nachgewiesen werden. Gleichwohl bleibt zu berücksich-

tigen, dass mit Bodenuntersuchungen nur punktuelle Befunde gewonnen werden und mit den ebenfalls durchgeführten Bodenluftuntersuchungen nur indirekte Hinweise auf möglich Bodenverunreinigungen nachgewiesen werden können.

Das Risiko lokaler schädlicher Bodenveränderungen kann mit dem durchgeführten Untersuchungsumfang somit nicht vollständig ausgeschlossen werden.

7 ZUSAMMENFASSUNG BODENSCHUTZ

Die ehemalige US-Liegenschaft „Campbell-Barracks“ in Heidelberg soll zeitnah einer Flächenkonversion und -entwicklung unterzogen werden. Auf Basis einer vom Büro Roth&Partner durchgeführten Phase I - Untersuchung wurden mehrere Kontaminationsverdachtsflächen identifiziert, die im Rahmen einer Phase IIa - Untersuchung näher untersucht werden sollen. Im Hinblick auf mögliche Bodeneingriffsmaßnahmen sollte zusätzlich eine orientierende, abfallrechtliche Untersuchung der Liegenschaft ausgeführt werden.

Die Untersuchungsfläche befindet sich am östlichen Rand der Rheinebene ca. 3,2 km südlich des Stadtzentrums Heidelberg. Die im Rahmen der Ausschreibung zu untersuchende Fläche misst von Norden nach Süden ca. 500 m und von Westen nach Osten ca. 400 m. Die gesamte Liegenschaft umfasst eine Fläche von ca. 18,2 Hektar. Vor 1937 wurde das Gelände der ehemaligen Campbell Barracks landwirtschaftlich genutzt. 1937 errichtete die Wehrmacht die „Großdeutschland-Kaserne“. Nach Kriegsende 1945 wurde die Liegenschaft bis in die jüngste Vergangenheit von der US-Army u. a. als NATO-Headquarter genutzt.

Die Geländearbeiten für die umwelttechnischen Untersuchungen erfolgten in Abstimmung mit dem Auftraggeber und wurden nach einem vorangegangene Ortstermin vom 07.07. bis 08.07.2016 und für die abfallrechtlichen Untersuchungen vom 20.07. bis 22.07.2016 sowie am 03.08.2016 von der akkreditierten Firma WST GmbH ausgeführt.

Im Rahmen der umwelttechnischen Untersuchung wurden auf 11 KVF insgesamt 35 Kleinrammbohrungen bis max. 3 m Tiefe erstellt. Unter der künstlichen Auffüllung mit einer mittleren Mächtigkeit von 0,8 m -1 m wurden umgelagerten Lößlehmschichten und lokal die Sande und Kiese der Mannheim-Formation erschlossen. Die Endtiefe der Kleinrammbohrungen orientierte sich an der sicheren Ansprache des anstehenden Sedimentes. Die Auffüllung wurde in allen Bohrungen vollständig durchteuft.

Aus den Bohrungen wurden 217 Bodenproben in 500 ml Braungläser sowie ergänzend in 20 ml Headspace-Gefäße entnommen. Die Proben wurden unmittelbar nach der Probennahme gekühlt und bis zum arbeitstäglichen Transport ins Labor dunkel gelagert. Hiervon wurden 54 Bodenproben als Einzelproben und zwei Mischproben analysiert. Die restlichen Proben wurden als Rückstellproben verwahrt.

Weiter erfolgte die Entnahme von 30 Bodenluftproben auf Aktivkohlesamplern gemäß VDI 3865 Blatt 2 integrierend über die gesamte Bohrtiefe.

In den Bodenaufschlüssen wurden sensorisch keinerlei Hinweise auf das Vorliegen von nutzungsspezifischen Schadstoffen festgestellt.

Die Anzahl der Bohrungen und untersuchten Proben für bodenschutzrechtliche Fragestellungen sowie die untersuchten Parameter orientierte sich am Vorschlag der Stellungnahme zur Phase I von MuP [U3] und erfolgten analog zur Ausschreibung. Zur Analyse kamen Proben aus dem als relevant angesehenen Tiefenbereich aus der Auffüllung bzw. bei Verdacht auch aus dem anstehenden Boden. So wurden bei Lagerflächen üblicherweise die oberen Bodenhorizonte untersucht. Bei unterirdischen Einrichtungen (Lagertanks, Benzinabscheider) wurden Proben aus dem vermuteten Tiefenbereich der max. Einbautiefe zur Analyse gegeben.

Je nach Nutzung der KVF wurden Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW), polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Schwermetalle (SM) polychlorierte Biphenyle (PCB), aromatische Kohlenwasserstoffe (AKW) und leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW) in der Originalsubstanz bestimmt. Der jeweilige Parameterumfang richtet sich nach der in Phase I beschriebenen Nutzung.

Die Bodenluftproben wurden auf die beiden Parameter AKW und BTEX analysiert.

Ergänzend zur der Bundesbodenschutz-Verordnung wurden weitere, länderspezifische Verordnungen und Arbeitshilfen herangezogen, um auch Parameter bewerten zu können, für die in der BBodSchV keine Prüfwerte angegeben waren.

Die Bewertung erfolgte orientierend im Hinblick auf den Wirkungspfad Boden-Grundwasser und Boden-Mensch.

Nach der Bewertung der einzelnen Flächen erfolgte eine Neueinstufung im Hinblick auf möglichen Handlungsbedarf. Das Ergebnis der Neueinstufung ist in der folgenden Tabelle aufgeführt.

KVF	Einstufung IBL (Phase IIa)	Weitere Maßnahmen
5	A	keine
6	B	Neubewertung bei Flächenentwicklung
24	B	Neubewertung bei Flächenentwicklung
42	A	keine
43	B	Neubewertung bei Flächenentwicklung
44	B	Neubewertung bei Flächenentwicklung
45	A	keine
49	A	keine
50	B	Neubewertung bei Flächenentwicklung
51	B	Neubewertung bei Flächenentwicklung
56	B	Neubewertung bei Flächenentwicklung

8 ABFALLRECHTLICHE EINSTUFUNG

8.1 Veranlassung

Ergänzend zur bodenschutzrechtlichen Untersuchung wurde eine orientierende abfallrechtliche Untersuchung durchgeführt, um Grundlageninformationen über mögliche entsorgungsbedingte Mehrkosten zur Verfügung zu stellen.

8.2 Vorgehensweise

Zur Probengewinnung wurde die Fläche in insgesamt 69 Rasterfelder mit einer Kantenlänge 50 m von unterteilt. Auf ausgewählten Rasterfeldern wurden insgesamt 49 Kleinrammbohrungen niedergebracht aus denen Bodenproben gewonnen wurden.

Aus den gewonnenen Einzelproben mehrerer Rasterfelder wurden für eine orientierende abfallrechtliche Bewertung Mischproben erstellt und gemäß VwV Boden BaWü analysiert (siehe Kap. 4).

8.3 Abfallrechtliche Deklarationsanalytik

Die Deklarationsanalytik erfolgte sowohl an Feststoffproben als auch im Eluat.

Die Einstufung in die Verwertungsklasse >Z2 ist in den entsprechenden Proben auf die PAK respektive Benzo(a)pyren-Gehalte zurückzuführen. Auch die als Z2 eingestuften Proben weisen generell hohe PAK-/Benzo(a)pyren-Gehalte auf. Punktuell wurden für die Parameter Blei, Chrom und Kohlenwasserstoff-Index Stoffgehalte ermittelt, die zur Einstufung in die Klasse Z2 respektive >Z2 führten. Die Einstufung der Stoffgehalte des weiteren Parameterumfangs (Arsen, Cadmium, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink, Thallium, EOX, PCB, Cyanid) ergab maximal eine Zuordnung zur Verwertungsklasse Z1.2.

Generell zeigten die Ergebnisse der Elutanalysen weniger Auffälligkeiten als die Feststoffanalysen. So wären die untersuchten Proben auf Basis der pH-Wert in den Eluaten maximal als Z2 einzustufen, weitere einstufigsrelevante Parameter im Eluat sind elektrische Leitfähigkeit, Sulfat, Arsen und Blei, die jedoch max. zu einer Zuordnung in die Verwertungsklasse Z1.2 führen.

8.4 Auswertung

Die Ergebnisse der Deklarationsanalytik gemäß Parameterumfang VwV Boden BaWü wurden abfallrechtlich eingestuft. Ergänzend wurden Einzelproben aus den bodenschutzrechtlichen Untersuchungen zur orientierenden abfallrechtlichen Einstufung herangezogen.

Die Ergebnisse der Einstufung ist in tabellarischer Form in Anlage 4.3 bzw. in grafischer Form in Anlage 5.1 beigefügt.

Von den 52 abfallrechtlich untersuchten und eingestuften Rasterfeldern wurde für

- 14 Rasterfelder die Einstufung in die Verwertungsklasse Z1.1
- 19 Rasterfelder die Einstufung in die Verwertungsklasse Z1.2
- 13 Rasterfelder die Einstufung in die Verwertungsklasse Z 2

- 6 Rasterfelder die Einstufung in die Verwertungsklasse >Z2

ermitteltet.

Die Verwertungsklasse Z0 wurde für kein Rasterfeld ermittelt.

Unter der Annahme, dass die auf 52 Rasterfeldern orientierend durchgeführte, abfallrechtliche Untersuchung repräsentativ für die Stoffverteilung auf der Gesamtfläche ist, lässt sich folgende prozentuale Quotelung der Verwertungsklassen für die Untersuchungsfläche ableiten:

Tabelle 24: Abfallrechtliche Einstufung, prozentualer Anteil der Verwertungsklassen

Verwertungsklasse	Prozentualer Anteil	Fläche (182.000 m ²)	Volumen*
Z0	0 %	0 m ²	0
Z1.1	~ 26,8 %	48.776 m ²	39.996 m ³
Z1.2	~ 36,5 %	66.430 m ²	54.472 m ³
Z2	~ 25 %	45.500 m ²	37.310 m ³
> Z2	~ 11,5 %	20.930 m ²	17.162 m ³

* Die Volumenberechnung beruht auf der Annahme einer arithmetisch gemittelten Auffüllungsmächtigkeit von 0,82 cm (abgeleitet aus allen Kleinrammbohrungen) über die gesamte Fläche. Nicht berücksichtigt sind abweichende Mächtigkeiten z.B. durch Verfüllung von unterirdischen Einrichtungen oder bereits ausgebaute Auffüllungen z. B. im Bereich der Bebauung, die Berechnung der Mächtigkeit erfolgte unter Berücksichtigung der Versiegelungsmächtigkeit.

8.5 Bewertung

Die Auswertung und abfallrechtliche Einstufung der Deklarationsanalytik ergab, dass für die Fläche ein grundsätzliches Risiko für entsorgungsbedingte Mehrkosten bei Bodeneingriffsmaßnahmen besteht.

Die in Tabelle 24 dargestellte Quotelung stellt eine worst-case-Situation dar, bei der angenommen wird, dass die über punktuelle Informationen (Mischproben aus Kleinrammbohrungen) gewonnen Aussage repräsentativ für für die jeweils betrachteten Rasterfelder sind und das gesamte Auffüllvolumen im Rahmen von Bodeneingriffsmaßnahmen behandelt wird.

Durch ein Bodenmanagement begleitend zur Flächenentwicklung ist davon auszugehen, dass die einer externen Verwertung zugeführten Massenströme (im Wesentlichen Boden der Verwertungsklasse Z2 und >Z2) durch die Separierung hochbelasteter Bereiche wesentlich verringert werden können. Weiter ist davon auszugehen, dass bei einem Stoffstrommanagement unter Berücksichtigung eines Bebauungsplanes wesentliche Anteile der geringer belasteten Chargen Z1.1 und Z1.2 einer Verwertung auf der Fläche zugeführt werden können und hierdurch die entsorgungsbedingten Mehrkosten geringer ausfallen, als in dem Fall, dass die vollständige Kubatur einer externen Verwertung zugeführt werden muss.

8.5.1 Ableitung bodenschutzrechtlicher Aspekte aus der abfallrechtlichen Deklarationsanalytik

Mit den durchgeführten abfallrechtlichen Untersuchungen wurden statistisch verteilt Proben gewonnen. Die Bohrungen wurden innerhalb der einzelnen Rasterfelder niedergebracht. Waren in

den Rasterfeldern Kontaminationsverdachtsflächen bekannt, wurden diese bei der Wahl der Ansatzpunkte nicht berücksichtigt. Eine zufällige Überschneidung der gewählten Ansatzpunkte mit Kontaminationsverdachtsflächen ist somit nur zufällig. Lediglich die Bohrungen A13 und A14 sowie die Bohrungen 25 bis 28 befinden wurden bewusst im direkten Umfeld (KRB A13 und A14 auf Feld A9, Verbrennungsplatz=KVF46) oder auf einer Kontaminationsverdachtsfläche (KRB 25-28, Rasterfeld E6/E7, F6/F7, Antreterplatz = KVF56) niedergebracht.

Für die KVF 56 konnten die Befunde der bodenschutzrechtlichen Untersuchung einer mit der abfallrechtlichen Untersuchung der Mischprobe MP24 (beinhaltet alle Proben aus der Auffüllung) nicht bestätigt werden. Die in der Probe MP KVF-56B (siehe Kap. 5.2.11.5, Tabelle 20) festgestellten Arsen-, Blei- und Zink-Gehalte haben keinen wesentlichen Einfluss auf die Ergebnisse der zur abfallrechtlichen Deklaration hergestellten und untersuchten Mischprobe MP24. Die auf dieser Fläche festgestellte stark variierende Auffüllungsmächtigkeit und die heterogene Zusammensetzung lässt vermuten, dass es sich bei den Schwermetallbelastungen um punktuelle Befunde handelt.

Im Bereich der KVF 46 wurden zwei Kleinrammbohrungen niedergebracht, die neben weiteren Kleinrammbohrungen in der Mischprobe MP1 berücksichtigt wurden. Ein PAK Gehalt von 125,1 mg/kg (9,6 mg/kg BaP) deutet auf ein bodenschutzrechtlich relevantes Schadstoffpotential im Rasterfelder A9 (Verbrennungsplatz, KVF46) und A10 hin. Ob der analysierte PAK-Gehalt im unmittelbaren Zusammenhang mit der KV46 steht, ist mit dem aktuellen Datenbestand nicht zu klären, weitere Untersuchungen wären erforderlich. Teerhaltige Oberflächenversiegelungen können als Quelle der PAK-Gehalte in der Mischprobe ausgeschlossen werden, da entweder keine Versiegelung oder eine Versiegelung aus Beton/Verbundstein im Bereich der Bohrungen angetroffen wurde.

Weitere bodenschutzrechtlich relevante Stoffgehalte wurden für PAK, Benzo(a)pyren und Chrom in der Mischprobe MP19 (Rasterfeld G7 und H8) ermittelt. Die hier in der Mischprobe analysierten Stoffgehalte überschreiten für Chrom den Prüfwert für die Kategorie Industrie und Gewerbe und für PAK den hilfsweise herangezogenen Prüfwert PM3 gemäß VwV Orientierungswerte Es ist nicht auszuschließen, dass lokal noch höhere Stoffgehalte im Bereich dieser beiden Rasterfelder vorliegen, die auch ohne klaren Bezug zu umweltrelevanten Einrichtungen bodenschutzrechtlich relevant sind.

Gemäß der hilfsweise herangezogenen HLUK SiWa sind die in den Mischproben MP1, MP4, MP9, MP10, MP13, MP17, MP 19 und MP22 nachgewiesenen Stoffgehalte von PAK, Benzo(a)pyren, Blei und Chrom als hoch bzw. sehr hoch zu beurteilen.

Aufgrund der hohen Schutzfunktion der geringen Mobilität und der biologischen Abbaubarkeit ist eine Grundwassergefährdung über den Wirkungspfad Boden-Grundwasser nicht zu erwarten.

9 ZUSAMMENFASSUNG ABFALLRECHTLICHE UNTERSUCHUNGEN

Zur abfallrechtlichen Untersuchung wurden 49 Kleinrammbohrungen, rasterförmig verteilt über die Fläche niedergebracht. Aus der Auffüllung wurden Proben entnommen und zu Mischproben vereinigt. Weiter wurden die Proben aus der Phase IIa - Untersuchung orientierend eingestuft. Hierdurch wurde für 52 Rasterfelder eine abfallrechtliche Einstufung ermöglicht.

Die Ergebnisse der Deklarationsanalytik sind in der folgenden Tabelle 25 dargestellt.

Tabelle 25: Abfallrechtliche Einstufung, prozentualer Anteil der Verwertungsklassen

Verwertungsklasse	Prozentualer Anteil	Fläche (182.000 m ²)	Volumen*
Z0	0 %	0 m ²	0
Z1.1	~ 26,8 %	48.776 m ²	39.996 m ³
Z1.2	~ 36,5 %	66.430 m ²	54.472 m ³
Z2	~ 25 %	45.500 m ²	37.310 m ³
> Z2	~ 11,5 %	20.930 m ²	17.162 m ³

Die prozentualen Anteile der Verwertungsklassen stellt eine worst-case Annahme dar, die durch ein Bodenmanagement auf Basis eines Bebauungsplanes erfahrungsgemäß deutlich zugunsten niedrigerer Einbauklassen verschoben werden kann. Weiter kann durch ein Bodenmanagement der Anteil der auf der Fläche wiederverwertbaren Massen erhöht werden, so dass der Anteil entsorgungsbedingter Mehrkosten erfahrungsgemäß deutlich gesenkt werden kann.

Eine orientierende bodenschutzrechtliche Bewertung der abfallrechtlichen Deklarationsanalytik zeigte, dass in verschiedenen Rasterfeldern Stoffgehalte vorliegen, die bei einer Flächenentwicklung (z. B. Entsiegelung) eine bodenschutzrechtliche Untersuchung und Neubewertung notwendig erscheinen lassen, sofern diese Bereich nicht vollständig über Bodeneingriffsmaßnahmen dekontaminiert werden.

IBL Umwelt- und Biotechnik GmbH
 Heidelberg

Dipl.-Geol. Stefan Mauch

Dipl.-Geol. Bernhard Wagner

Dipl.-Geol. Marion Göttert

10 LITERATUR-/QUELLENVERZEICHNIS

- [U1] Leistungsbeschreibung „Orientierende Erkundung und abfalltechnische Untersuchung im Bereich der Campbell Barracks“ der Entwicklungsgesellschaft Campbell Barracks mbH (EGC), Heidelberg, vom 20.05.2016
- [U2] Erfassung von kontaminationsverdächtigen Flächen auf Bundesliegenschaften, Phase I, Schädliche Bodenveränderungen/ Grundwasserverunreinigungen/ Altlasten (BoGwS), Campbell Barracks, Heidelberg, Römerstraße 168, Ing.-Büro Roth & Partner GmbH, Karlsruhe, 10.12.2014
- [U3] Stellungnahme zum Vorabzug „Erfassung kontaminationsverdächtiger Flächen auf Bundesliegenschaften, Phase I Schädliche Bodenveränderungen / Grundwasserverunreinigungen / Altlasten (BoGwS) – Campbell Barracks, Heidelberg“, von der OFD Niedersachsen, Hannover, vom 06.02.2015.
- [U4] Stellungnahme Stadt Heidelberg, Amt für Umweltschutz, Gewerbeaufsicht und Energie, Phase I BoGwS vom 28.04.2015
- [U5] Geo-/abfalltechnische Untersuchung, Kostenermittlung, Konversion Mark-Twain-Village und Campbell Barracks, hagelauer+scheuerer geoconsult, 30.04.2015
- [U6] Denkmalschutz, Archäologische Kulturdenkmäler, Heidelberg-Südstadt Kartierung Listenobjekt 3 Kulturdenkmale gemäß DSchG, Landesdenkmalpflege Baden Württemberg, 12.05.2014
- [U7] Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Rhein-Neckar-Raum, Landesamt für Geologie und Bergbau, Rheinland Pfalz, <http://www.lgb-rlp.de/rhein-neckar.html>, aufgerufen am 10.08.2016
- [U8] Daten- und Kartendienst der LUBW, © 2016 Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, aufgerufen am 10.08.2016
- [U9] Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Rhein-Neckar-Raum, Fortschreibung 1983-1998. Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaften und Forsten, Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz, 1999
- [U10] Leistungsbeschreibung „Durchführung einer orientierenden Erkundung und einer abfalltechnischen Untersuchung auf der Konversionsfläche Campbell Barracks“, Entwicklungsgesellschaft Campbell Barracks mbH (EGC), 20.05.2016
- [U11] Historisch-genetische Kurzrekonstruktion (HgKurzR) im Auftrag der OFD Niedersachsen, M&P Ingenieurgesellschaft, 18.11.2013; Ergänzende Luftbildauswertung zur Erkundung möglicher Kampfmittelbelastungen für ausgewählte Liegenschaften in Heidelberg, Campbell Barracks incl. NATO Headquarter, Mark-Twain-Village und Verwaltungsgebäude Römerstr. 104, M&P Ingenieurgesellschaft, 28.04.2014