ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

PFC BELASTUNGEN AUF DER GEMARKUNG BÜHL-BUßMATTEN

Erarbeitung eines Sanierungsplanes nach § 13 BBodSchG und § 6 bzw. Anhang 3 BBodschV

24. APRIL 2020

Ansprechpartner

CHRISTOPHER SCHENKEL
Projektingenieur

M 01725202800
E Christopher.Schenkel@arcadis.com

Arcadis Germany GmbH
Griesbachstraße 10
76185 Karlsruhe
Deutschland

ENTWURF

INHALT

1 VERANLASSUNG, AUFGABENSTELLUNG 7

2 VERWENDETE UNTERLAGEN 8

3 DARSTELLUNG DER AUSGANGSLAGE 10

3.1 Standortverhältnisse 10

3.1.1 Geographische Lage und Nutzung 10

3.1.2 Geologische und pedologische Standortsituation 12

3.1.3 Hydrogeologische Standortsituation 14

3.1.4 Historie 15

3.1.5 Grunddienstbarkeiten/ Wegerechte 15

3.1.6 Kampfmittel 15

3.1.7 Verkehrserschließung 15

3.2 Darstellung der Gefahrenlage 15

3.2.1 Bisherige Untersuchungen 15

3.2.2 Schadensbild Oberboden 18

3.2.3 Schadensbild Boden 19

3.2.4 Schadensbild Grundwasser 20

3.2.5 Gefährdungsabschätzung 21

3.3 Definition der Sanierungsziele 23

3.4 Getroffene behördliche Entscheidungen 23

3.5 Ergebnis der Sanierungsuntersuchung 24

4 DARSTELLUNG DER DURCHZUFÜHRENDEN MASSNAHMEN 25

4.1 Einwirkungsbereich der schädlichen Bodenveränderung und benötigte Flächen 25

4.2 Geltungsbereich des Sanierungsplans 25

4.3 Geplante Maßnahmen zur Gefahrenabwehr 26

5 ELEMENTE UND ABLAUF DER SANIERUNG 27

5.1 Kurzbeschreibung des Bauablaufs 27

5.2 Vorbereitende Maßnahmen 28

5.2.1 Sicherung der Leitungen 28

5.2.2 Gewährleistung der Kampfmittelfreiheit 28

5.2.3 Verkehrskonzept 28

5.2.4 Baustelleneinrichtung 29

5.2.5 Optionale Konditionierung des Untergrundes 29

ENTWURF

5.2.6 Bauwasser 30
5.3 Arbeitsschutz 30
5.4 Emissions- und Immissionsschutz 31
5.5 Erdarbeiten 31
5.5.1 Aushubsegmente (Belastungsbereiche) 31
5.5.2 Aushubtiefen 33
5.5.3 Vorgaben zum Aushub (Dokumentation und Sohlbeprobung) 33
5.5.4 Transport- und Logistikkonzept (Umlagerungen innerhalb des Gebietes) 34
5.5.5 Vorgaben zur Umlagerung von Bodenmaterial aus dem Sanierungsgebiet 35
5.6 Anlieferung und Einbau von Bodenmaterial <Z2 36
5.6.1 Annahmemodalitäten ohne gesonderte behördliche Zustimmung 36
5.6.2 Bereitstellung von angeliefertem Boden 37
5.6.3 Deklaration und Freigabemodalitäten 38
5.6.4 Einbau des angelieferten Bodens und Dokumentation 38
5.7 Kombination mit externen PFC-Sanierungen aus Mittelbaden– Annahme und Einbau von PFC-haltigen Böden 39
5.8 Grundsätzliche Anforderungen an die Oberflächenversiegelung 40
5.9 Volumenberechnungen 40
5.9.1 Digitales Geländemodell 40
5.9.2 Bodenaustausch Bereiche A1 und A2 41
5.9.3 Profilierung des Sanierungsgebietes 41
5.10 Geotechnisches Vorgutachten – Erörterung von Gründungsvarianten 42
5.10.1 Erkundungsarbeiten und Laborversuche 42
5.10.2 Baugrund 42
5.10.2.1 Geologischer Überblick 42
5.10.3 Baugrundschichtung 42
5.10.3.1 Auffüllung / Oberboden (Schicht 1) 42
5.10.3.2 Schluffe (Schicht 2) 42
5.10.3.3 Sande und Kiese (Schicht 3) 42
5.10.4 Grundwasserverhältnisse 43
5.10.5 Einschätzung zum Baugrund 44
5.10.6 Erforderliche geotechnische Untersuchungen und Gutachten 45
5.11 Entwässerungskonzept (Zink Ingenieure) 45

6 BEHÖRDLICHE ZULASSUNGSERFORDERNISSE 46

7 EIGENKONTROLLMASSNAHMEN IM RAHMEN DER SANIERUNG 46

ENTWURF

7.1 Grundsätzliches 46
7.2 Überwachungskonzept Eigenüberwachung 46
7.2.1 Bodenmanagement 46
7.2.2 Konzept für die Untersuchung von Materialien und Bauteilen bei der Ausführung von Bauwerken (Oberflächenabdichtung) 47
7.2.2.1 Prüfungen Oberflächenabdichtungen aus Asphalt 47
7.2.3 Dokumentation 48
7.3 Überwachungskonzept Fremdüberwachung 49

8 BETROFFENE 49

9 EIGENKONTROLLMAßNAHMEN IM RAHMEN DER NACHSORGE 50

10 BAUZEIT- UND KOSTEN 51

10.1 Zeitplan 51
10.2 Kostenschätzung 51

ENTWURF

TABELLEN

Tabelle 1	Übersicht Geologie und Pedologie des Untersuchungsgebiets	12
Tabelle 2	Übersicht Hydrogeologie des Untersuchungsgebiets	14
Tabelle 3	Bisherige Untersuchungen auf der Fläche des Sanierungsgebietes	15
Tabelle 4	Darstellung der von der Sanierung betroffenen Flächen:	25
Tabelle 5	Zusammenfassung der Aushubtiefen	33
Tabelle 6	Zuordnungswerte VwV Boden, Baden-Württemberg, [D 14]	36
Tabelle 7	Entsorgung von Bodenmaterial aus PFC (PFAS)-belasteten Flächen	37
Tabelle 8	Berechnung der Aushub- und Wiederverfüllungsmengen in den Bereichen A1 und A2	41
Tabelle 9	Abschätzung der anzuliefernden Materialmenge	41
Tabelle 10	Grundwasserstände während der Bodenuntersuchung im Sommer 2018	43
Tabelle 11	Bewertung der Tragfähigkeiten der einzelnen Bodenschichten	44
Tabelle 12	Rahmenzeitplan	51
Tabelle 13	Kostenschätzung	51

ABBILDUNGEN

Abbildung 1	Abgrenzung Untersuchungsgebiet	10
Abbildung 2	Wasserschutzgebiete (Kartenserver der LUBW D 3).	11
Abbildung 3	Bodentypen im Untersuchungsgebiet Bußmatten [D5]	12
Abbildung 4	Exemplarische Bodenprofile im Untersuchungsgebiet	13
Abbildung 5	Flächen des Sanierungsgebietes mit Bewertung	19
Abbildung 6	Lageplan zu Verkehrskonzept	29
Abbildung 7	Aushubsegmente bzw. Belastungsbereiche	32
Abbildung 8	Vorgangsbeschreibung Freigabe für angeliefertes Material	38
Abbildung 9	Lageplan Grundwassermonitoring	50

ANLAGEN

1. Lagepläne
   - 1.1. Übersichtslageplan
   - 1.2. Flächen des Sanierungsgebietes
   - 1.3. Umfeld des Sanierungsgebietes
   - 1.4. Entwässerungsplanung
   - 1.5. Lageplan der Belastungsbereiche
   - 1.6. Verkehrskonzept Sanierungsgebiet
   - 1.7. Leitungspläne

ENTWURF

1 VERANLASSUNG, AUFGABENSTELLUNG

Im Landkreis Rastatt und Stadtkreis Baden-Baden wurden im Herbst 2013 erhöhte PFC-Werte im Wasser verschiedener Trinkwasserbrunnen sowie im Grundwasser festgestellt und in der Folge umfangreiche Grundwasser- und Bodenanalysen durchgeführt. Hierbei wurde festgestellt, dass ein PFC- Eintrag aus Ackerböden in das Grundwasser stattfindet. Inzwischen sind rund 1.500 Hektar Ackerflächen untersucht, davon sind rund 800 Hektar mit PFC (Perfluorierte Chemikalien) belastet. Die belasteten Ackerflächen sind über den südlichen Landkreis Rastatt und über die Gemarkungen der Stadt Baden-Baden verteilt.

Im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen wurden auch auf verschiedenen Ackerflächen der Gemarkung Bühl zum Teil erhebliche PFC-Belastungen vorgefunden. Für hochbelastete Flächen nördlich von Bühl (Gemarkung Bußmatten) wurden eine Detail- sowie eine Sanierungsuntersuchung durchgeführt. Da seitens der Stadt Bühl für das zu betrachtende Sanierungsgebiet eine Erschließung geplant ist, ergibt sich Möglichkeit der Kombination einer Sanierung mit einer Erschließung als Gewerbegebiet. Durch diese Kombination wird eine verhältnismäßige Sanierung erst ermöglicht. Die behördliche Bewertungskommission stimmte am 06. Juni 2019 dieser Kombination sowie der dort vorgeschlagenen Sanierungsvariante, einer Sicherung der PFC- Belastung durch Oberflächenversiegelung zu und forderte die Stadt Bühl auf, einen Sanierungsplan zu erstellen.
Die Stadt Bühl beauftragte daraufhin die Arcadis Germany GmbH mit der Ausarbeitung eines Sanierungsplanes nach § 13 BBodSchG und § 6 bzw. Anhang 3 BBodSchV mit dem Ziel der Verbindlicherklärung durch die zuständige Behörde. Die hierfür notwendigen Leistungen wurden gemäß Anhang 3 BBodSchV Pkt. 2 aufgestellt.

Der Sanierungsplan wird hiermit vorgelegt.

ENTWURF

2 VERWENDETE UNTERLAGEN

D 1 Bundes-Bodenschutzgesetz vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), das zuletzt durch Artikel 5 Absatz 30 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist.

D 2 Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 31 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist.

D 3 https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/pages/map/default/index.xhtml

D 4 ARCADIS Deutschland GmbH Projekt: PFC- Belastungen im Raum Rastatt/ Baden-Baden; Bericht: Vorgezogene Sanierungsbetrachtung, 30.09.2015.

D 5 ARCADIS Deutschland GmbH Projekt: PFC- Belastungen im Raum Rastatt/ Baden-Baden; Bericht: Bewertung und Priorisierung von Schadensbereichen, Konzepte zu Detailuntersuchungen, 30.05.2016.

D 6 GHJ Ingenieurgesellschaft für Geo- und Umwelttechnik mbH & Co. KG: Gutachten Bühl, Gewerbegebiet Bußmatten, Detailuntersuchung von 2 Flächen auf PFC, 17.11.2017.

D 7 GHJ Ingenieurgesellschaft für Geo- und Umwelttechnik mbH & Co. KG: Gutachten Bodenuntersuchungen im Bereich Bußmatten (Bühl) auf PFC, Grünstreifen Fa. Picosens GmbH, Flst. Nr. 7750/1, 21.03.2018.

D 8 GHJ Ingenieurgesellschaft für Geo- und Umwelttechnik mbH & Co. KG: Untersuchungsergebnisse Untersuchung von 7 Flächen in den Bereichen Bußmatten und Waldhägenich (Bühl) 26.09.2016.

D 9 Arcadis Germany GmbH: PFC- Belastungen Gemarkung Bühl-Bußmatten – Detailuntersuchung, 15.11.2018.

D 10 Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz, Bodenschutz, ALEX-Informationsblatt 29 – Per- und Polyfluorierte Chemikalien (PFC) in der Umwelt, August 2016.

D 11 Von der Trenck (2012): „Begründung von Orientierungswerten für Boden und Grundwasser am Beispiel der perfluorierten Verbindungen (PFC) und Heterozyklen“ Vortrag in Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen HfWU, 02. 12. 2016 - https://www.hfwu.de/fileadmin/user_upload/FLUS/UW/pdf_UW/Umwelttage/Beitraege/PFC___NSO-Het_Pruefw_Nuertingen_2-12-2016_6.pdf (abgerufen am 02.10.2017).

D 12 Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Anwendung der Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS-Werte) für per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC) zur Beurteilung nachteiliger Veränderungen der Beschaffenheit des Grund- und Sickerwassers aus schädlichen Bodenveränderungen und Altlasten, (Erlass: 21.08.2018).

D 13 Arcadis Germany GmbH: PFC Belastungen Gemarkung Bühl Bußmatten – Sanierungsuntersuchung, 21.05.2019.

D 14 Umweltministerium Baden-Württemberg: Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial; 14. März 2007.

ENTWURF

D 15 Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg: Entsorgung von Bodenmaterial aus PFC (PFAS)-belasteten Flächen. Erlass vom 22.12.2014; Az.: 25-8980.05/15.

D 16 Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg: Entsorgung von PFC-haltigem Bodenmaterial II. Erlass vom 29.01.2016; Az.: 25-8980.05/15.

D 17 Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen (Baustellenverordnung) vom 10.06.1998.

D 18 Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm – Geräuschimmissionen – AVV Lärm; 19.08.1970.

D 19 Bundesverband unabhängiger Institute für bautechnische Prüfungen: Leitfaden: Prüfungen im Straßenbau; 5. Auflage 2017.

D 20 Arcadis Germany GmbH: PFC- Belastungen Gemarkung Bühl-Bußmatten – Ergänzende Oberbodenprobenahmen nördlich des Untersuchungsgebietes; 08.02.2019.

D 21 Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes; „Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 4. Dezember 2018 (BGBl. I S. 2254) geändert worden ist“.

D 22 Bayrisches Landesamt für Wasserwirtschaft: Merkblatt Nr. 3.8/1. Untersuchung und Bewertung von Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen und Gewässerverunreinigungen -Wirkungspfad Boden-Gewässer; Stand 31.10.2001.

D 23 Protokoll der Sitzung der Bewertungskommission vom 06. Juni 2019.

D 24 Technische Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen (TL Asphalt-StB 07/13) – (Ausgabe 2007/ Fassung 2013).

D 25 Daten aus dem PFC GIS Landratsamt Rastatt.

D 26 Zink Ingenieure: Sanierungsgebiet Bußmatten -Entwässerung- Erläuterungsbericht. 13.09.2019.

D 27 Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): LAGA PN 98 Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/ Beseitigung von Abfallen, Dezember 2001.

ENTWURF

3 DARSTELLUNG DER AUSGANGSLAGE

3.1 Standortverhältnisse

3.1.1 Geographische Lage und Nutzung

Das Sanierungsgebiet befindet sich nördlich des Gewerbegebiets Bühl-Bußmatten und ist rund 12,2 ha groß. Es entspricht dem durch die Stadt Bühl geplanten Erschließungsgebiet und orientiert sich an den Grenzen der betroffenen Ackerschläge. Außerhalb dieses Gebietes befinden sich im Norden und im Westen weitere belastete Ackerflächen. Im Süden ist die Untersuchungsfläche durch eine gewerbliche Nutzung (Fa. Luk) und im Osten durch den Engertgraben und die Bundesstraße B3 abgegrenzt.

Auf einem Großteil der Flächen wird aktuell Ackerbau betrieben, eine Teilfläche wird durch die Fa. Picosens genutzt. Diese betreibt dort ihr Forschungsgebäude, in dem Forschungs- und Entwicklungsarbeit für Grundlagentechnologien insbesondere im Bereich der zukünftigen Sensorik durchgeführt wird. Auf der Fläche des 2014/ 2015 gebauten Gebäudes der Firma Picosens wurde vor der Bebauung ebenfalls Ackerbau betrieben. Es wird nach den Ergebnissen der Oberbodenuntersuchungen davon ausgegangen, dass das gesamte Gebiet mit Ausnahme einer Wiese (Flurstück Nr. 7718) flächig mit PFC-haltigem Dünger/ Kompost beaufschlagt worden ist (Lage der Fläche vgl. Abbildung 1).

Das Gelände der Sanierungsfläche kann morphologisch in verschiedene Bereiche unterteilt werden. Das Gelände westlich des Picosens Gebäudes (siehe Abbildung 1) liegt in einer leichten Senke. Sowohl die südlich gelegene Zufahrtstraße wie auch der nördlich gelegene Wirtschaftsweg sind im Vergleich zum Feld leicht erhöht. Die Zufahrtstraße zum Picosens Gebäude sowie das Gebäude selbst sind ebenfalls erhöht. Auf der Dreiecksfläche südlich des Gebäudes sind mehrere Erdhügel vorhanden. Der mittlere Bereich des Sanierungsgebietes ist nur durch geringe Höhenunterschiede gekennzeichnet. Die Gesamtfläche neigt sich leicht nach Norden. Im nordöstlichen Bereich sind vermehrt hügelige Ackerflächen vorhanden. Die Flächen im östlichsten Bereich (östlich des Zufahrtsweges) sind gegenüber den mittleren Flächen leicht erhöht.

Abbildung 1 Abgrenzung Untersuchungsgebiet

ENTWURF

Im näheren Umkreis des Untersuchungsgebietes befinden sich zwei Wasserschutzgebiete. Das Wasserschutzgebiet Stadt „Baden-Baden, OT Steinbach“ liegt rund 500 m Luftlinie nordöstlich und damit nicht im Abstrom des Untersuchungsgebietes. Im Abstrom liegt im Nordwesten das 2 km entfernte Wasserschutzgebiet „Gemeinde Sinzheim Großer Bruch 222“ (vgl. Abbildung 2).

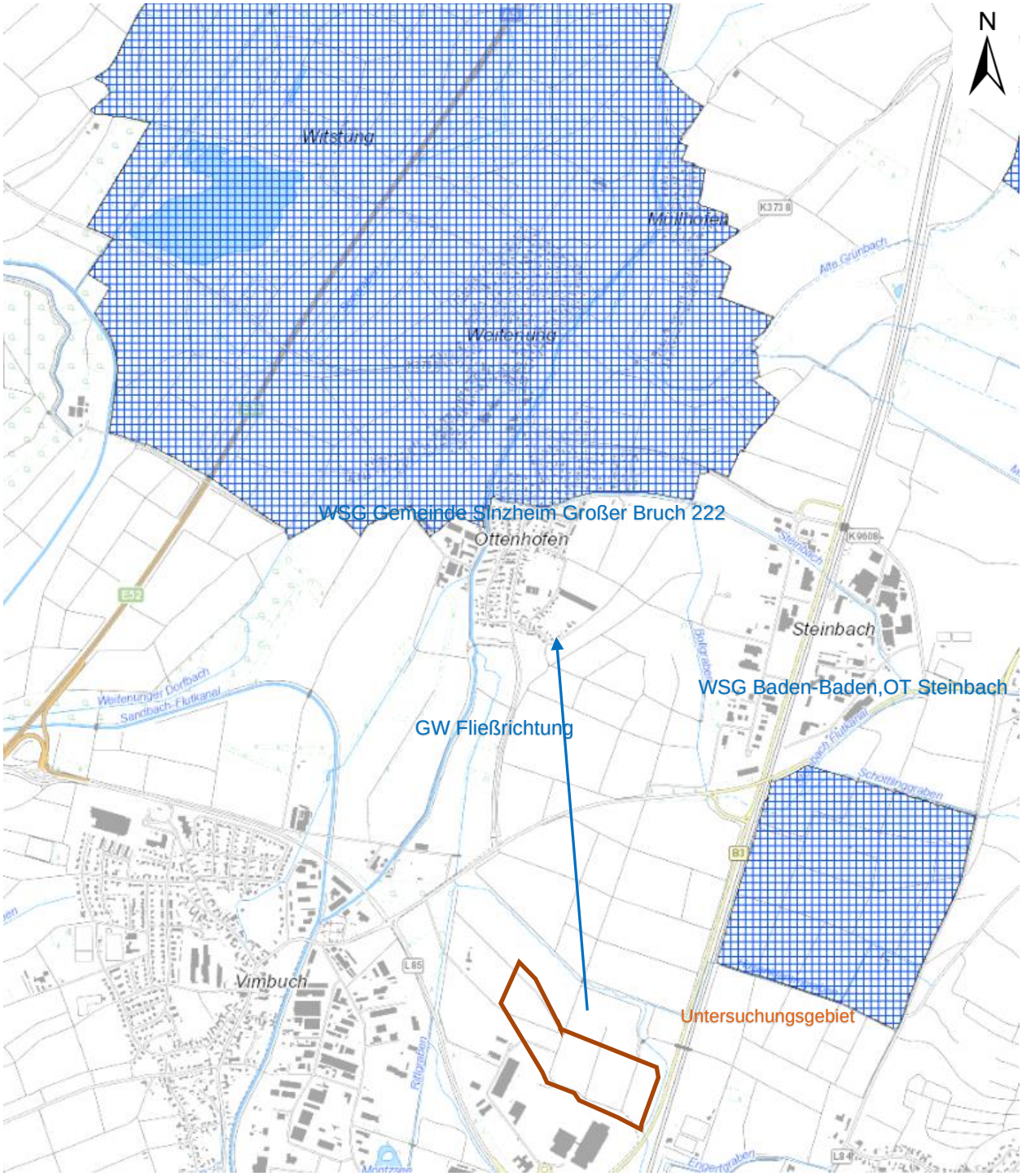

Abbildung 2 Wasserschutzgebiete (Kartenserver der LUBW D 3).

3.1.2 Geologische und pedologische Standortsituation

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im mittleren/ nördlichen Oberrheingraben. Die quartäre Grabenfüllung des Rheingrabens ist durch mächtige fluviatile Ablagerungen gekennzeichnet, die sich entsprechend der geologischen Klima- und Sedimentationsbedingungen aus grobkörnigeren sandig-kiesigen Schichtpaketen mit feinsandigen schluffig-tonig Zwischenhorizonten abwechseln.

Tabelle 1 Übersicht Geologie und Pedologie des Untersuchungsgebiets

Geologie [D 4, D 5]		
Morphologische Einheit:	Oberrheingraben. Eingetiefte Niederungen der Kinzig-Murg-Rinne.	
Regionale Geologie:	Quartäre sandig-kiesige Grabenfüllung des mittleren Oberrheingrabens. Abfolge sandige Kiese bis kiesige Sande, mit reinen Sandlagen. Teilweise vorhandene, aber nicht großflächig ausgebildete tonige Zwischenhorizonte.	
Pedologie [D 4, D 5]		
Auengley	Relief: Ausgangsmaterial: Bodenartenprofil:	Schwemmfächer der Flüsse Auenlehm Ut2-Lt3; Uls-Lts (6-15 dm)

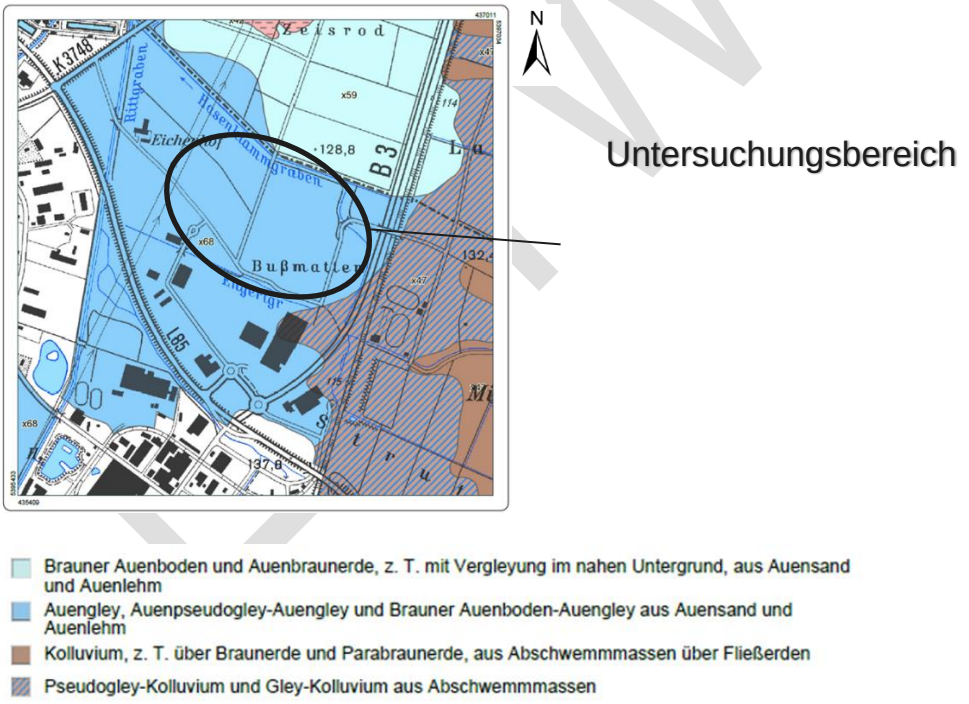

Abbildung 3 Bodentypen im Untersuchungsgebiet Bußmatten [D5]

ENTWURF

Durch insgesamt 16 Rammkernsondierungen wurde durch die Detailuntersuchung [D 9] folgender Aufbau der ungesättigten Bodenzone festgestellt:

- Auffüllung / Oberboden (Schicht 1)
- Schluffe (Schicht 2)
- Sande und Kiese (Schicht 3)

Bis zu einer Tiefe von 20 bis maximal 50 cm ist eine stark feinsandig ausgeprägte schwach humose Schluffschicht vorhanden, die als Pflughorizont angesehen werden kann. Innerhalb dieser Schicht sind vereinzelt anthropogene Beimengungen (Glasbruchstücke, Ziegelbruchstücke sowie Holzreste) enthalten. Im Liegenden folgt eine feinsandige bis tonige Schluffschicht. Die Mächtigkeit dieser Schluffschicht schwankt zwischen 40 cm und 160 cm (vgl. Abbildung 4; Profil RKS 13). Die Konsistenz der Schluffe ist überwiegend steif, vereinzelt weich bzw. halbfest.

Unterhalb und/ oder in der Schluffschicht treten fein- bis mittelsandige Lagen auf, die wahrscheinlich zu einem Teil mit der Schluffschicht verzahnen. Die Mächtigkeit der Sandlagen liegt bei 0,4 m bis 1,7 m (siehe Abbildung 4; Profil RKS 8). Im Liegenden folgen Fein- bis Mittelkiese.

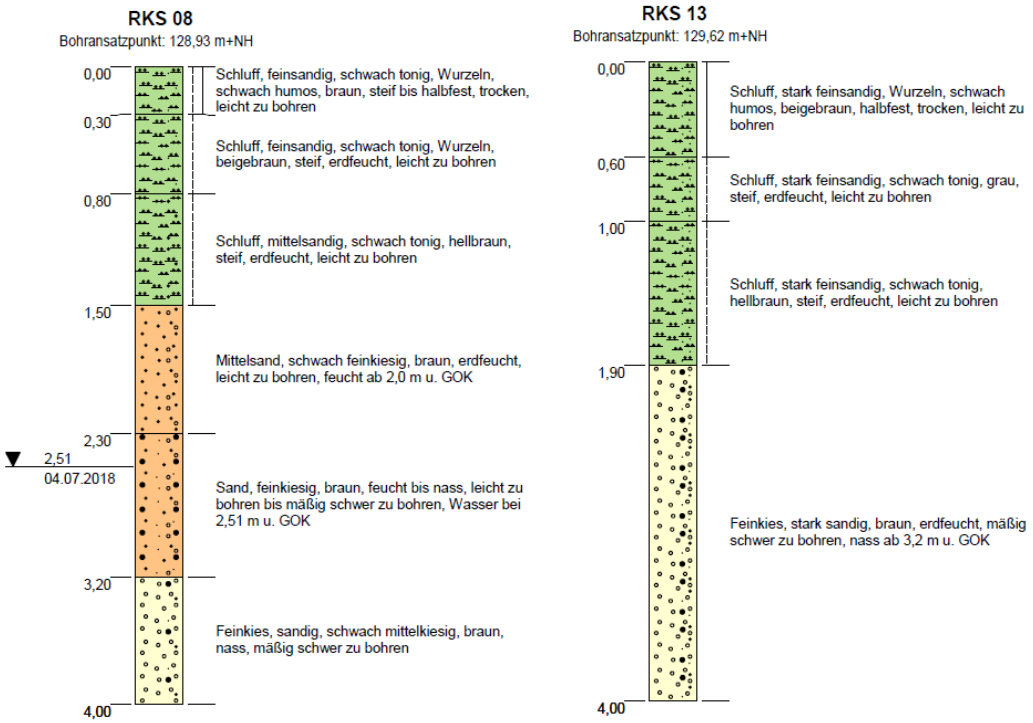

Abbildung 4 Exemplarische Bodenprofile im Untersuchungsgebiet

3.1.3 Hydrogeologische Standortsituation

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im mittleren/ oberen Oberrheingraben, welcher im Untersuchungsgebiet durch klare Grundwasserverhältnisse charakterisiert ist. In der folgenden Tabelle sind die hydrogeologischen Verhältnisse aufgezeigt.

Tabelle 2 Übersicht Hydrogeologie des Untersuchungsgebiets

Hydrogeologie [D 4, D5]	
Aquifer:	Sande und Kiese der Oberen Ortenau-Formation. Mächtigkeit des oberen Grundwasserleiters ca. 20 m.
Flurabstände:	Rund 2,5 m bis 4 m
Fließrichtung:	Nordnordwest bis Nord
Fließgeschwindigkeit:	Abstandsgeschwindigkeit: rd. 1m/d Filtergeschwindigkeit: rd. 0,2 bis 0,3 m/d
Grundwasserneubildung:	Rd. 350 bis 400 mm pro Jahr

Durch die auf dem Gelände durchgeführten Bohrungen zum Grundwassermessstellenbau [D 9] wurden die tieferen Schichten bis zum ersten Grundwasserstauer aufgeschlossen und folgender Aufbau der gesättigten Bodenzone festgestellt.

Unterhalb der Feinkiesschicht schließen sich bis zum ersten Stauer in rund 22 bis 25 m Tiefe mehrere Sand-Kies-Wechselschichten an.

Teilweise waren in den Bohrungen zu den Grundwassermessstellen (GWM) Steinlagen oder Blöcke (Buntsandstein) mit einer Mächtigkeit von maximal 30 cm zu finden.

Bei drei GWM wurde der erste Stauer bei einer Tiefe zwischen 18,4 m und 22,5 m u. GOK erbohrt. Einzig bei der Bohrung 3 konnte bei einer Endtiefe von 25,5 m kein Stauer erreicht werden (Lage der Bohrungen/GWM vgl. Abbildung 5 und Anlage 1.2).

Entscheidend für die Transportprozesse der Schadstoffe im Grundwasser am Standort sind die Verhältnisse im oberen Grundwasserleiter (Oberes Kieslager). Er besteht aus einer Wechsellagerung von sandigen Kiesen und kiesigen Sanden, in denen teilweise auch Schluffhorizonte eingelagert sind. Die Durchlässigkeit wird großräumig mit 3,46 x 10^{-3} bis 5,7 x 10^{-3} m/s angegeben.

Bei mehreren im Untersuchungsgebiet durchgeführten Stichtagsmessungen der Grundwasserstände in den Jahren 2018 und 2019 wurde die Fließrichtung Nordnordwest bestätigt. Es wurden Flurabstände von rund 2,7 m im Nordosten des Untersuchungsgebietes sowie von 3,7 m im Süden des Untersuchungsgebietes gemessen. Die Grundwasserhöhen betragen daher im Mittel mit 126,02 bis 126,51 m NN.

ENTWURF

3.1.4 Historie

Für die Flächen im Sanierungsgebiet sind ausschließlich landwirtschaftliche Nutzungen bekannt. Die Fläche der Firma Picosens war vor der Bebauung ebenfalls eine landwirtschaftlich genutzte Fläche.

3.1.5 Grunddienstbarkeiten/ Wegerechte

In Teilen des Sanierungsgebietes verläuft eine Hochdruckgasleitung der Firma terranets bw GmbH, welche das Leitungsrecht besitzt. Die Leitung verläuft im Westen quer durch die Sanierungsfläche. Leitungen der Stadtwerke Bühl und der Telekom sind aus dem Gewerbegebiet Bußmatten zu dem Picosens Gebäude geführt. Eine weitere Stromleitung kommt aus dem Gewerbegebiet Bußmatten und verläuft parallel zum Wirtschaftsweg zwischen Wirtschaftsweg und Picosens Gebäude in Richtung Gewerbegebiet Steinbach (Siehe Anlage 1.7).

3.1.6 Kampfmittel

Für das Sanierungsgebiet liegen keine Informationen zu Kampfmitteleinsätzen vor. Ein Verdacht auf Kampfmittel kann daher nicht vollständig ausgeräumt werden. Es sind daher im Zuge von zukünftigen Baumaßnahmen weitere Erkundungsmaßnahmen erforderlich.

3.1.7 Verkehrserschließung

Durch das Sanierungsgebiet verlaufen mehrere Wirtschaftswege, welche teilweise asphaltiert sind. Die Zufahrt ist durch das Gewerbegebiet Bußmatten möglich. Von Westen ist das Gebiet mittels einer beschränkten Zufahrtsstraße mit der K9608 angebunden. Von Osten aus ist das Sanierungsgebiet ebenfalls mit einer beschränkten Zufahrtstraße von der Gemeinde Eisental aus erreichbar.

3.2 Darstellung der Gefahrenlage

3.2.1 Bisherige Untersuchungen

Folgende Untersuchungen wurden bislang auf der Sanierungsfläche ausgeführt:

Tabelle 3 Bisherige Untersuchungen auf der Fläche des Sanierungsgebietes

Untersuchung	Ziel / Maßnahme/ Ergebnisse
Oberbodenprobenahmen des Landratsamts Rastatt (2014-2018) [D 25].	Ziel der Untersuchung: Überprüfung von verdächtigen Ackerflächen, für die eine Kompostaufbringung als mindestens wahrscheinlich angenommen werden kann. Durchgeführte Maßnahmen: Auf sieben der 15 Bewirtschaftungsflächen innerhalb des Untersuchungs-gebietes wurden durch das Landratsamt Rastatt Oberbodenproben in den Tiefenbereichen 0-30 cm und 30-60 cm entnommen. Untersuchung auf PFC im Eluat und im Feststoff. Ergebnisse: Es wurden bei fünf der untersuchten sieben Flächen Quotientensummen (QS) von größer 1 aus den Eluatkonzentrationen berechnet. Die höchste vorgefundene Eluatkonzentration beträgt 11,35 µg/l. Der höchste analysierte Feststoffgehalt liegt bei 279,2 µg/kg. Die anderen beiden Flächen werden als gering belastet mit einer Quotientensumme von kleiner 1 eingestuft.

ENTWURF

Untersuchung	Ziel / Maßnahme/ Ergebnisse
Oberbodenprobenahme durch das Gutachterbüro GHJ, Karlsruhe (26.09.2016) [D 8].	Ziel der Untersuchung: Überprüfung von verdächtigen Ackerflächen, für die eine Kompostaufbringung als mindestens wahrscheinlich angenommen werden kann. Durchgeführte Maßnahmen: Auf drei weiteren Bewirtschaftungsflächen innerhalb des Untersuchungsgebietes wurden durch das Büro GHJ Oberbodenproben in den Tiefenbereichen 0-30 cm und 30-60 cm entnommen. Untersuchung auf PFC im Eluat und im Feststoff. Ergebnisse: Es wurden bei allen drei untersuchten Flächen Quotientensummen von größer 1 aus den Eluatkonzentrationen berechnet. Die höchste vorgefundene Eluatkonzentration beträgt 19,25 µg/l. Der höchste analysierte Feststoffgehalt liegt bei 579,1 µg/kg.
Orientierende Untersuchung (Kleinrammkernbohrungen, temp- GW-Messstellen) von zwei Bewirtschaftungsflächen durch das Gutachterbüro GHJ, Karlsruhe (2017) [D 6}].	Ziel der Untersuchung: Erkundung der Schadstoffquelle, Überprüfung des GW-Wechselbereichs bzw. des Schadstoffübergangs in das Grundwasser, Ermittlung der Tiefenverteilung der Schadstoffe. Durchgeführte Maßnahmen: Abteufen von insgesamt 19 Rammkernsondierungen (RKS) bis in eine Tiefe von 5 m. Ausbau von sechs RKS zu temporären Grundwassermessstellen. Entnahme von Bodenproben, Erstellung von Mischproben, Analytik auf PFC im Eluat und in der Originalsubstanz, Entnahme von Grundwasserproben und Analytik auf PFC. Ergebnisse: Bei beiden untersuchten Flurstücken reichen im Eluat die Bodenbelastungen bis in den Grundwasserbereich. Bei den Proben des tiefsten Bohrbereichs wurden ebenfalls noch deutliche PFC- Belastungen (bis maximal 0,58 µg/l im Eluat) vorgefunden. Als Hauptschadstoffparameter im Boden wurden PFOA sowie PFOS identifiziert. Im Grundwasser ist ebenfalls PFOA die Hauptkomponente.
Orientierende Untersuchung (Oberbodenproben) Picosens Gelände, GHJ Karlsruhe Bericht 21.03.2018 [D 7].	Ziel der Untersuchung: Überprüfung von Grünflächen, welche früher ebenfalls als Ackerflächen genutzt wurden. Durchgeführte Maßnahmen: Auf Grünflächen um das Picosens Gebäude wurden durch das Büro GHJ Oberbodenproben in den Tiefenbereichen 0-30 cm und 30-60 cm entnommen. Untersuchung auf PFC im Eluat und im Feststoff. Ergebnisse: In sämtlichen untersuchten Bodenproben konnten PFC analytisch bestimmt werden. Die Eluatkonzentrationen lagen zwischen 3,4 µg/l und 5,7 µg/l, die Feststoffgehalte zwischen 35 µg/kg und 80 µg/kg.
Detailuntersuchung Schritt 1: Ergänzende Oberbodenprobenahme, Arcadis Germany GmbH, Juni 2018 [D 9].	Ziel der Untersuchung: Erkundung der umfassenden Belastungssituation auf den oberen 60 cm sämtlicher im Untersuchungsgebiet vorhandenen Flächen (Grün- und Ackerflächen).

ENTWURF

Untersuchung	Ziel / Maßnahme/ Ergebnisse
	Durchgeführte Maßnahmen: Ergänzung der Oberbodenprobenahmen auf sechs Flächen, die bisher noch nicht untersucht wurden. Es wurden Oberbodenproben in den Tiefenbereichen 0-30 cm und 30-60 cm entnommen. Untersuchung auf PFC im Eluat und im Feststoff. Ergebnisse: Fünf der sechs untersuchten Flächen wiesen eine Quotientensumme von größer 1 auf und gelten daher als belastet. Es wurden hierbei Eluatkonzentrationen von bis zu 10,66 µg/l bestimmt. Bei der sechsten Fläche konnten ebenfalls PFC bestimmt werden. Die Quotientensumme liegt für diese Fläche bei 0,6. Die Fläche wird daher als gering belastet eingestuft. Nur bei einer Fläche konnten Feststoffgehalte bestimmt werden, diese liegen bei 18 µg/kg.
Detailuntersuchung Schritt 2: Untersuchungen zur Tiefenverlagerung (Rammkern-sondierungen, temporäre Grundwassermessstellen), Arcadis Germany GmbH, Juli 2018 [D 9].	Ziel der Untersuchung: Erkundung für das komplette Untersuchungsgebiet: Überprüfung des GW-Wechselbereichs bzw. des Schadstoffübergangs in das Grundwasser, Ermittlung der Tiefenverteilung der Schadstoffe. Durchgeführte Maßnahmen: Durchführung von 16 Rammkernsondierungen bis in eine Tiefe von 4 m u. GOK. Entnahme von Bodenproben und Analyse von ausgewählten Proben auf PFC im Feststoff und Eluat. Ergänzende Bestimmung des TOC Gehaltes sowie der Kornfraktion bei ausgewählten Bodenproben. Ausbau von vier Rammkernsondierungen zu temporären Grundwassermessstellen. Entnahme von Grundwasserproben aus temporären Grundwassermessstellen aus den Bohrkampagnen GHJ 2017 und Arcadis 2018 sowie einer vorhandenen Grundwassermessstellen (an der nordwestlichen Grenze des Sanierungsgebietes), teilweise in mehreren Kampagnen. Ergebnisse: Bei den PFC Feststoffuntersuchungen wurden PFC bis in eine Tiefe von maximal 1,5 m bestimmt. Es handelt sich dabei um PFOA, PFNA, PFDA und PFOS. Der maximal vorgefundene Gesamtgehalt beträgt 664 µg/kg. Es zeigt sich beim Feststoffgehalt eine deutliche Abnahme mit der Tiefe, was durch den Rückhalt in der Schluffschicht erklärt werden kann. PFC Eluatkonzentrationen treten bis in eine Tiefe von maximal 1,7 m auf. Die PFC-Variation ist im Vergleich mit den Feststoffgehalten deutlich ausgeprägter. Ebenfalls kann generell eine tiefenbezogene Abnahme der Konzentration beobachtet werden. Bei einigen Rammkernsondierungen ist teilweise auch eine Zunahme der Belastung mit der Tiefe bzw. auch eine erneute Erhöhung der Konzentration im Grundwasserwechselbereich erkennbar. Die analytisch bestimmten Gesamtkonzentrationen befinden sich zwischen 0,03 µg/l und 50,54 µg/l. Hauptschadstoffparameter sind innerhalb der meisten Proben PFOS sowie in Teilen PFOA. Es wurden TOC Gehalte von 0,64 M.-% bis maximal 3,4 M.-% festgestellt. Die Durchlässigkeiten (kf-Werte) der untersuchten Proben werden anhand der Kornverteilung folgendermaßen abgeschätzt: - Schluffschicht: 1 x 10^{-7} bis 6 x 10^{-8} m/s (n. Beyer) - Sande in und unterhalb der Schluffschicht: 3 x 10^{-4} bis 1 x 10^{-5} m/s (n. Beyer) - Kiese: 5 bis 6 x 10^{-4} m/s

ENTWURF

Untersuchung	Ziel / Maßnahme/ Ergebnisse
	Bei drei belasteten Flächen wurden im An- und Abstrom liegende, temporäre, flache Grundwassermessstellen beprobt. Hierbei wurde bei allen drei Flächen nach dem Durchlauf im Untergrund der belasteten Fläche eine signifikante Erhöhung der PFC Konzentration und damit auch der Quotientensumme festgestellt. Die maximal festgestellte PFC- Konzentration im Grundwasser beträgt 6,42 µg/l.
Detailuntersuchung Schritt 3: Untersuchungen von Grundwasser-proben vollkommener Grundwasser-messstellen, Arcadis Germany GmbH, August/ September 2018 [D 9].	Ziel der Untersuchung: Erkundung der Grundwassersituation des oberen Grundwasserleiters bis in eine Tiefe von maximal 25 m. Durchgeführte Maßnahmen: Bau von vier vollkommenen Grundwassermessstellen, die den Tiefenbereich des oberen Grundwasserleiters erschließen (rund 25 m). Entnahme von Grundwasserproben und Analyse auf PFC. Ergebnisse: Nach dem Durchlauf unter den belasteten Flächen ist eine Erhöhung der PFC Konzentration und damit auch der Quotientensumme feststellbar. Die maximal analysierte PFC- Konzentration im Grundwasser beträgt 0,32 µg/l. Es findet somit ein Schadstoffeintrag aus den Ackerflächen statt, der zu einer über die gesamte Grundwassermächtigkeit tiefengemittelten Überschreitung der Quotientensumme von 1 führt.
Beprobung von Ackerflächen nördlich des Untersuchungs-gebietes, Arcadis Germany GmbH, Januar 2019 [D 20].	Ziel der Untersuchung: Überprüfung von Ackerflächen, die nördlich direkt an das Untersuchungs-gebiet angrenzen. Durchgeführte Maßnahmen: Entnahme von Oberbodenproben in den Tiefenbereichen 0-30 cm und 30-60 cm. Untersuchung des Tiefenhorizontes 0-30 cm auf PFC im Eluat und im Feststoff. Untersuchung des Tiefenhorizontes 30-60 cm auf PFC und Im Feststoff von Proben, welche im ersten Tiefenhorizont als gering belastet eingestuft wurden. Ergebnisse: Sechs von 13 untersuchten Flächen wurden mit einer Quotientensumme von größer 1 als belastet eingestuft. Die sieben Flächen wurden als gering belastet eingestuft. Die höchste vorgefundene Eluatkonzentration beträgt 35 µg/l. Der höchste analysierte Feststoffgehalt liegt bei 602 µg/kg.

ENTWURF

3.2.2 Schadensbild Oberboden

Zwischen den Jahren 2014 und 2018 wurde in dem Sanierungsgebiet im Zuge unterschiedlicher Kampagnen bei sämtlichen Flächen der Oberboden untersucht. Bei zwölf von 15 beprobten Flächen wird die Quotientensumme von 1 überschritten. Der maximal vorgefundene Feststoffgehalt beträgt 579,1 µg/kg.

Bei den Eluaten wurde eine maximale Konzentration von 19,25 µg/l analytisch bestimmt, was zu einer maximalen Quotientensumme von 152,8 führt. Die Lage der Flächen ist in Abbildung 5 und in der Anlage 1.2 dargestellt.

Nach den Ergebnissen der Oberbodenuntersuchungen ist das gesamte Gebiet bis auf die Fläche *Bühl BMA 11* (Wiese) flächig mit PFC-haltigen Düngern / Kompost beaufschlagt worden. Die auf der Fläche *Bühl BMA 11* festgestellten geringen PFC-Eluatkonzentrationen können möglicherweise auf eine allgemein vorhandene Hintergrundbeaufschlagung zurückgeführt werden. Die Ergebnisse wurden detailliert in den Arcadis Berichten der Detailuntersuchung [D 9] und der Sanierungsuntersuchung [D 13] vorgestellt.

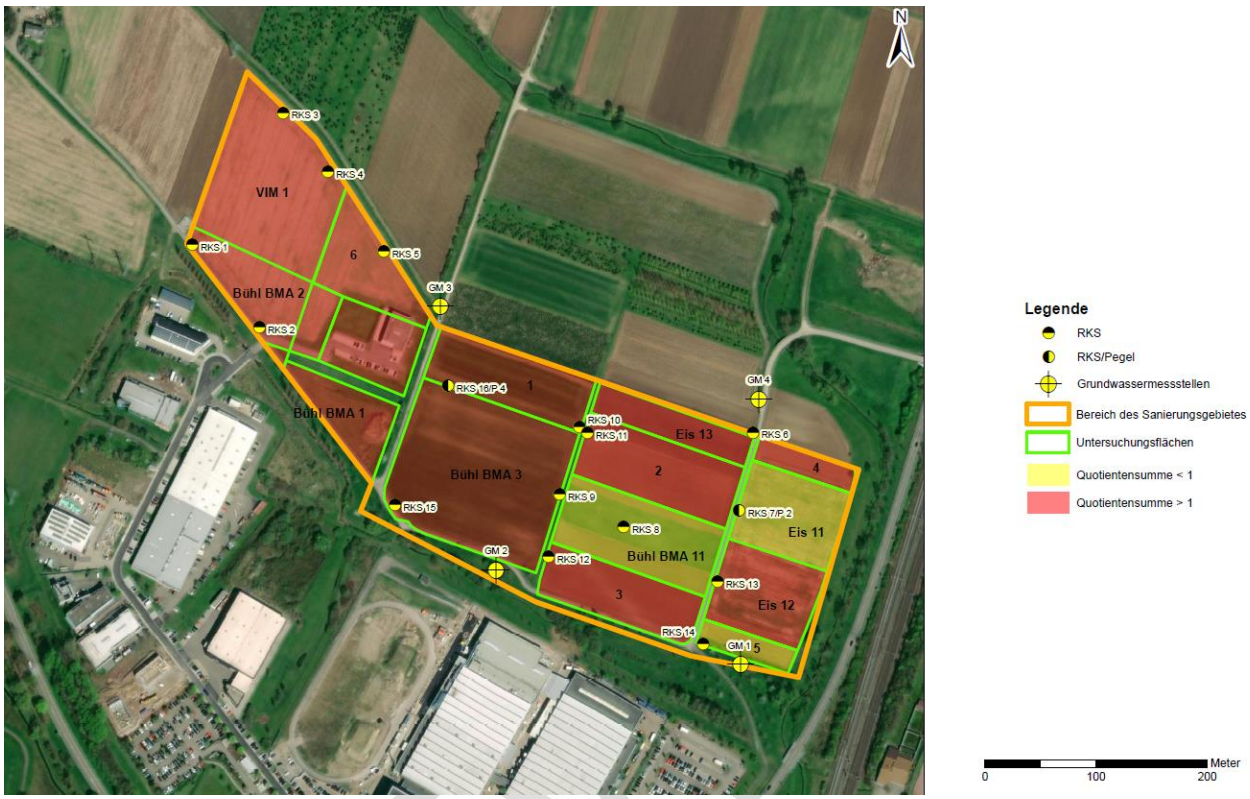

Abbildung 5 Flächen des Sanierungsgebietes mit Bewertung

3.2.3 Schadensbild Boden

Innerhalb des gesamten Sanierungsgebietes wurden im Zuge der Detailuntersuchung 16 Rammkern-sondierungen (Lage vgl. Abbildung 5 sowie Anlage 1.2) durchgeführt, sodass in sämtlichen Ackerschlägen mindestens eine Rammkernsondierung vorhanden ist. Es fanden an ausgewählten Proben Untersuchungen zu PFC-Feststoffgehalten sowie PFC-Eluatkonzentrationen statt.

Bei den PFC Feststoffuntersuchungen wurden PFC bis eine Tiefe von maximal einem Meter bestimmt. Es handelt sich dabei um PFOA, PFNA (teilweise), PFDA und PFOS. Der maximal vorgefundene Gesamtgehalt beträgt 664 µg/kg. Es zeigt sich beim Feststoffgehalt eine deutliche Abnahme der Schadstoffgehalte mit der Tiefe, was durch den Rückhalt in der Schluffschicht erklärt werden kann.

Bei den meisten RKS treten PFC Eluatkonzentrationen bis in eine Tiefe von rund 1,7 m auf. Die Variation der Einzelparameter ist im Vergleich mit den Feststoffgehalten deutlich ausgeprägter. Neben den bereits erwähnten Parametern treten von den Carbonsäuren hier zusätzlich PFBA, PFPeA, PFHxA und PFHpA in unterschiedlich hohen Konzentrationen sowie bei von den Sulfonsäuren zusätzlich PFHxS und PFHpS in geringen Konzentrationen auf. Eine tiefenbezogene Abnahme der Konzentration ist bei einigen RKS ebenfalls vorhanden. Daneben ist bei einigen Rammkernsondierungen auch eine Zunahme der Belastung mit der Tiefe bzw. auch eine erneute Erhöhung der Konzentration im Grundwasserwechselbereich feststellbar. Die analytisch bestimmten Gesamtkonzentrationen befinden sich zwischen 0,03 µg/l und 50,54 µg/l. Hauptschadstoffparameter sind PFOS sowie in Teilen PFOA.

Während die Feststoffgehalte die Schadstoffquelle definieren, kann die schadstoffbelastete Sickerwasserfront mit Hilfe der Bodeneluate verfolgt werden. Bei acht von 16 Sondierungen bzw. bei sechs Ackerschlägen kommt es nach den Bodeneluaten zu einem nachgewiesenen Eintrag von verunreinigtem Sickerwasser (Quotientensumme größer 1) in das Grundwasser. Bei zwei Flächen (*Buß 1* und *Bühl BMA 3*) befindet sich die Sickerwasserfront bei 0,9 bzw. 1,5 m Tiefe und hat etwa die halbe Sickerwasserstrecke zum Grundwasser zurückgelegt. Die rund 1,5 m mächtige Schluffschicht ist bereits weitgehend durchdrungen worden. Die Ergebnisse wurden detailliert in den Arcadis Berichten der Detailuntersuchung [D 9] und der Sanierungsuntersuchung [D 13] vorgestellt.

3.2.4 Schadensbild Grundwasser

Oberflächennahes Grundwasser
Für drei belastete Flächen wurden im An- und Abstrom flache Grundwasserhilfsmessstellen (Rammpegel) erstellt und beprobt (Lage der Flächen und Rammpegel vgl. Abbildung 5 und Anlage 1.2).

Für die Fläche *Eis 12* wurde im Anstrom eine Konzentration von 0,177 µg/l (QS 0,6) und im Abstrom eine Konzentration von 6,42 (QS 30,8) bestimmt.

Für die Fläche *Bühl BMA 3* wurde im Anstrom eine Konzentration von 0,03 µg/l (QS 0,3) und im Abstrom eine Konzentration von 0,38 (QS 2,6) bestimmt.

Für die Fläche *Bühl BMA 1* wurde im Anstrom eine Konzentration von 0,046 µg/l (QS 0,2) und im Abstrom eine Konzentration von 2,239 (QS 12,6) bestimmt.

Mit den drei betrachten Grundwasserabströmen werden drei unterschiedlich hohe Belastungsbereiche abgedeckt und können mit den Belastungen in den flachen Pegeln in Relation gesetzt werden:

a.	Bereich mit Fläche *Eis 12*: höchste Quotientensumme Eluat	12
(nach Rammkernsondierung Quotientensumme Eluat		80)
Grundwasserabstrom:	Quotientensumme	31
b.	Bereich mit Fläche *BMA 3*: höchste Quotientensumme Eluat:	7
Grundwasserabstrom:	Quotientensumme	3
c.	Bereich mit Fläche *BMA 1*: höchste Quotientensumme Eluat:	74
Grundwasserabstrom:	Quotientensumme	13

Bis auf a) sind erwartungsgemäß die Werte im Grundwasser niedriger als die Eluatwerte (Faktor 2 bis 5). Bei a) liegt wahrscheinlich der Eluatwert der Flächenprobe *Eis 12* zu niedrig. Bei der Rammkernsondierung wurde eine deutlich höhere Konzentration vorgefunden als bei der Flächenprobe. Der Eluatwert der Rammkernsondierung ist daher im Zusammenhang mit der Konzentration des Grundwasserabstroms plausibler.

Oberer Grundwasserleiter
Für den oberen Grundwasserleiter (Mächtigkeit maximal 25 m) wurden vier Grundwassermessstellen beprobt. Bei diesen vollkommenen Grundwassermessstellen wurden Konzentrationen von bis zu 0,3233 µg/l

ENTWURF

(QS 1,9) im Abstrom der belasteten Flächen festgestellt. Die zugehörige Anstrommessstelle weist dahingegen eine Konzentration 0,1822 µg/l (QS 1,0) auf. Für den mittleren Untersuchungsbereich findet somit ein Schadstoffeintrag aus den Ackerflächen in das Grundwasser statt. Dieser führt zu einer, über die gesamte Grundwassermächtigkeit tiefengemittelten, Überschreitung der Quotientensumme von 1.

Die Ergebnisse wurden in den Arcadis Berichten der Detailuntersuchung [D 9] und der Sanierungsuntersuchung [D 13] detailliert vorgestellt.

3.2.5 Gefährdungsabschätzung

Im Rahmen der Detailuntersuchung sowie der vorgelagerten Untersuchungen wurden Gefährdungsabschätzungen für die Wirkungspfade Boden-Mensch, Boden-Pflanze und Boden-Grundwasser durchgeführt.

Diese sind im Folgenden zusammengefasst.

Wirkungspfad Boden-Mensch
Auf Ackerflächen wird generell von keinem regelmäßigen Aufenthalt von Personen ausgegangen. Der Wirkungspfad Boden-Mensch ist daher nicht betroffen.

Für weitergehende Betrachtungen sowie spätere Nutzungsänderungen wurden die vorgefundenen Gehalte trotzdem weiter bewertet. Hierbei existieren für die Bewertung des Wirkungspfades Boden-Mensch derzeit keine bodenschutzrechtlichen Prüfwerte. Das Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz, Bodenschutz, hatte im August 2016 über das ALEX-Informationsblatt 29 vorläufige Prüfwerte herausgegeben [D 10]. Gleiche Ergebnisse veröffentlichte von der Trenck 2016 [D 11]. Für eine Nutzung als „Kinderspielfläche“ liegt der errechnete Wert für PFOS und PFOA bei 7 mg/kg bzw. 7.000 µg/kg [D 10]. Aufgrund ähnlicher Eliminationshalbwertszeiten sind die Verbindungen PFHxS, PFHpS, PFHpA, PFNoA und PFDeA wie PFOA und PFOS zu bewerten [D 10]. Der errechnete Wert für PFBA liegt bei 140 mg/kg [D 10]. Diese vorläufigen Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Mensch (Nutzung als Kinderspielflächen) liegen für PFOS mindestens 13mal höher als die bei der vorliegenden Untersuchung vorgefundenen Feststoffgehalte.

Nach den beschriebenen Bewertungsgrundlagen wäre bei einer eventuellen Nutzungsänderung eine Nutzung als Kinderspielfläche möglich**.**

Wirkungspfad Boden-Pflanze
Für den Wirkungspfad Boden-Pflanze existieren keine bodenschutzrechtlichen Prüfwerte. Nachdem seitens des zuständigen Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) keine Aussagen über die gesundheitliche Einstufung der kurzkettigen PFC getroffen werden konnten, hatte das Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (MLR) auf der Basis der Verzehrsgewohnheiten für Obst und Gemüse Ausgangswerte errechnet und daraus Beurteilungswerte abgeleitet.

Lebensmittel deren Gehalte mit kurzkettigen PFC analytisch sicher über den jeweils geltenden Beurteilungswerten liegen sind lebensmittelrechtlich nicht verkehrsfähig. Zwischenzeitlich wurden für Obst und Gemüse, für Lebensmittel aus tierischer Erzeugung (Fleisch, Milch, Eier) und für Getreide Beurteilungswerte (BUW) für die kurz- und mittelkettigen PFC festgelegt. Erste Untersuchungen der Lebensmittelüberwachungsbehörden aus den Vorjahren haben gezeigt, dass langkettige PFC kaum, kurzkettige jedoch in gewissem Umfang von den Pflanzen aufgenommen werden können. Die Flächen des Untersuchungsgebietes sind in das Vor-Ernte-Monitoring aufgenommen und es existieren zum Teil Anbaubeschränkungen.

ENTWURF

Wirkungspfad Boden-Grundwasser

Die Gefahrenbeurteilung für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser erfolgt auf Grundlage des Erlasses „Anwendung der Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS-Werte) für per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC) zur Beurteilung nachteiliger Veränderungen der Beschaffenheit des Grund- und Sickerwassers aus schädlichen Bodenveränderungen und Altlasten“ vom 21. August 2018 [D 12].

Mit dem Erlass werden die von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) empfohlenen GFS-Werte zur Beurteilung von schädlichen Boden- und Grundwasserveränderungen umgesetzt. Von der LAWA wurden 13 PFC für das Grundwasser als prioritär benannt. Für sieben der 13 PFC wurden in Anlehnung an das Trinkwasserbewertungskonzept GFS-Werte abgeleitet. Für die weiteren sechs PFC wurden gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) festgelegt. Die GOW fungieren als vorläufige GFS-Werte.

Zur Bewertung des gemeinsamen Auftretens mehrerer PFC (PFAS)-Substanzen ist die Quotientensumme (QS) analog der Additionsregel der Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 403) heranzuziehen (BAuA, 2010; EU, 2012; LAWA, 2010). Bei Überschreitung der Einzelwerte (GFS- und vorläufige GFS-Werte) im Grundwasser oder bei einer Quotientensumme > 1 liegt in der Regel eine nachteilige Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit gemäß Wasserhaushaltsgesetz (WHG) [D 21]vor.

Bei zehn Ackerflächen bzw. Flächen kommt es nach Auswertung der Bodeneluate zu einem nachgewiesenen Eintrag von verunreinigtem Sickerwasser (Quotientensumme größer 1) in das Grundwasser. Bei zwei weiteren Flächen befindet sich die belastete Sickerwasserfront bei 0,9 m bzw. 1,5 m Tiefe. Diese hat damit etwa die Hälfte der Sickerwasserstrecke zum Grundwasser zurückgelegt. Die rund 1,5 m mächtige, rückhaltende Schluffschicht ist damit schon weitgehend durchdrungen worden. Lediglich bei drei Flächen gibt es derzeit keine Nachweise für einen derzeitigen oder in naher Zukunft stattfindenden Schadstoffeintrag in das Grundwasser, bei dem die Quotientensumme von 1 überschritten wird.

Für drei Schadensbereiche mit unterschiedlichen Belastungsgraden (niedrig, mittel, hoch) wurde der Abstrom im oberflächennahen Grundwasser (rd. 2 m) bzw. in der Einmischzone ermittelt. Dabei zeigte sich in allen drei Bereichen eine Überschreitung der Quotientensumme von 1, während im Zustrom die Quotientensumme von 1 jeweils unterschritten war. Für den mittleren Grundwasserbereich führt der Schadstoffeintrag aus den Flächen zu einer, auch über die gesamte Grundwassermächtigkeit tiefengemittelten, Überschreitung der Quotientensumme von 1.

Für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser besteht daher ein Handlungsbedarf.

Die Abgrenzung der Schadstoffquelle kann durch die Feststoffgehalte erfolgen. Hierbei können insbesondere die höherkettigen PFC (ab der Nonansäure) herangezogen werden, die sehr immobil sind. Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass die Schadstoffquelle bei den belasteten Flächen bis in eine Tiefe von rund 1 m reicht.

ENTWURF

3.3 Definition der Sanierungsziele

Im Landkreis Rastatt und im Stadtkreis Baden-Baden existieren weiträumig bekannte schädliche Bodenveränderungen durch PFC aufgrund eines unzulässigen Aufbringens von PFC-verunreinigtem Material auf Ackerflächen. Aus diesen Flächen findet ein z. T. erheblicher Schadstoffeintrag von belastetem Sickerwasser in das Grundwasser statt. Die Grundwasserbeschaffenheit ist über große Teile hinweg nachteilig verändert.

Für diese belasteten Flächen ergibt sich grundsätzlich ein Sanierungsbedarf nach BBodSchV 0. Eine Sanierung von einzelnen Ackerschlägen ist jedoch generell weder verhältnismäßig noch sinnvoll (vgl. „Vorgezogene Sanierungsbetrachtungen“ [D 4, D 5]). Die fehlende Verhältnismäßigkeit begründet sich damit, dass sich die Fahnen aus den einzelnen Ackerschlägen überlagern und deshalb keine Einzelfallbearbeitung ohne Betrachtung des Gesamtzusammenhangs möglich und sinnvoll ist. Es müssen deshalb zusammenhängende Fahnenbereiche als Teilbearbeitungsgebiete betrachtet werden.

Eine Einzelfallbearbeitung kann verhältnismäßig werden, wenn mit einem gezielten Bodenmanagement im Vorfeld von geplanten Erschließungsmaßnahmen Synergien aus einer Kombination von Sanierung und Erschließung genutzt werden können. Eine mit der Bebauung einhergehende Versiegelung der Flächen stellt z. B. die Sicherung der Schadensquelle dar. Diese Sicherung wirkt sich dauerhaft positiv auf die Schadstoffeinträge in das Grundwasser aus.

Bei einer Sicherungsmaßnahme (wirkungsorientierte Sanierung) wird das Sanierungsziel dann erreicht, wenn die aus dem kontaminierten Bereich austretenden Stofffrachten dauerhaft keine Gefahr für das Grundwasser darstellen [D 22]. Dies wird im vorliegenden Fall durch die Versiegelung der oberflächennahen Schadensquelle erreicht. Jedoch können keine konkreten Sanierungsziele im Grundwasserabstrom festgelegt werden. Dies ist damit begründet, dass die Dynamik der Auflösung der vorhandenen Schadstofffahne wegen der noch fehlenden wissenschaftlichen Grundlagen nicht prognostiziert werden kann.

Für das aktuell bearbeitete Sanierungsgebiet nördlich des Gewerbegebietes Bühl-Bußmatten wird daher vorgeschlagen, folgendes grundsätzliches Ziel zu definieren:

> Für das Sanierungsgebiet ist eine Verhinderung von weiteren PFC-Einträgen in das Grundwasser maßgeblich. Hierfür wird die Schadstoffquelle mittels Oberflächenabdichtung gesichert und somit ein Eintritt von Niederschlagswasser verhindert. Dadurch ist im Abstrom des Sanierungsgebietes eine nachhaltige Verbesserung der Grundwasserqualität zu erreichen.

Das Ziel der Sanierung ist eine stetige Abnahme der PFC-Konzentration im oberflächennahen Abstrom der Sanierungsfläche. Innerhalb der ersten fünf Jahre ist eine Halbierung der Ausgangskonzentration (nach Abschluss der Sanierungsarbeiten) im abströmenden Grundwasser vorgesehen.

Ein weiteres Ziel der Sanierung ist die Entfernung der Schadstoffquelle aus der Zone des höchsten Grundwasserstandes. Diese Entfernung ist in einem Teilbereich der Sanierung durchzuführen (Ausführungen hierzu befinden sich in Kapitel 5.5). Der Sanierungszielwert für diese Zone ist mit 5 µg/kg (aktuelle Bestimmungsgrenze) im PFC Feststoff vorgegeben.

3.4 Getroffene behördliche Entscheidungen

Behördliche Entscheidungen i. e. Sinne liegen nicht vor. Durch die behördliche Bewertungskommission wurde am 06.06.2019 die horizontale Sicherung des PFC Schadens als bevorzugte Sanierungsvariante beschlossen [D 23].

ENTWURF

3.5 Ergebnis der Sanierungsuntersuchung

Für die Sanierungsfläche wurde durch die Arcadis Germany GmbH eine Sanierungsuntersuchung durchgeführt [D 13]. Datengrundlage der Sanierungsuntersuchung waren die Ergebnisse der Orientierenden Untersuchungen des Gutachterbüros GHJ Karlsruhe (D 6, D 7, D 8) und der Detailuntersuchung der Arcadis Germany GmbH [D 9].

Die wesentlichen Inhalte der Sanierungsuntersuchung werden im Folgenden zusammenfassend dargestellt.

Für das Untersuchungsgebiet bestand auf Grund der Belastungssituation grundsätzlich das Erfordernis zur Durchführung einer Sanierungsuntersuchung. Nach den vorgezogenen Sanierungsbetrachtungen [D 4; D 5] ist eine Bearbeitung von einzelnen Ackerschlägen nicht verhältnismäßig und fachlich nicht sinnvoll. Dies begründet sich auf die überlagernden und jahreszeitlich stark schwankenden Schadstoffeinträge aus den Einzelflächen in das Grundwasser. Hierbei wurde ebenfalls festgestellt, dass eine übergreifende, flächenhafte Sanierung aller belasteten Ackerschläge im Raum Rastatt und Baden-Baden nicht verhältnismäßig wäre.

Für das Untersuchungsgebiet in Bühl-Bußmatten ist eine Erschließung geplant. Daher ergibt sich die Möglichkeit der Kombination einer Sanierung mit einer Bebauung als Gewerbegebiet. Erst mit dieser Kombination von Erschließungsarbeiten und Sanierungsmaßnahmen kann eine verhältnismäßige Sanierung ermöglicht werden. Voraussetzung ist allerdings, dass das gesamte Untersuchungsgebiet berücksichtigt und mit einem gezielten Bodenmanagement in die Maßnahme integriert wird. Daher wurde die Sanierungsuntersuchung für das gesamte Untersuchungsgebiet durchgeführt.

Als Ergebnis der Sanierungsuntersuchung wurde identifiziert, dass sowohl Dekontaminationsverfahren wie auch Sicherungsverfahren als grundsätzliche Sanierungsmöglichkeiten in Betracht gezogen werden können. Da bei dem Dekontaminationsverfahren hohe Kosten entstehen sowie Kapazitäten zur Entsorgung fraglich sind, wurde die horizontale Sicherung der Schadstoffe als bevorzugte Variante ermittelt. Diese Einschätzung wurde durch die Bewertungskommission am 06.06.2019 bestätigt [D 23].

Bei dieser Sicherungsvariante wird das Versickern von Niederschlagswasser und damit der Schadstofftransport aus der Schadensquelle in den gesättigten Grundwasserbereich unterbunden. Es handelt sich somit um eine Sicherung der Schadstoffe im ungesättigten Bereich. Die Oberflächenabdichtung erfolgt durch eine vollflächige Bebauung/ Versiegelung der Sanierungsfläche.

Auf Grund der Kombination der Erschließung mit der Sanierung wird durch die geringen Sanierungskosten eine Sanierung des Untersuchungsgebietes erst verhältnismäßig.

ENTWURF

4 DARSTELLUNG DER DURCHZUFÜHRENDEN MASSNAHMEN

4.1 Einwirkungsbereich der schädlichen Bodenveränderung und benötigte Flächen

Der Einwirkungsbereich der schädlichen Bodenveränderung ist der kontaminierte Bereich auf den Flächen des Untersuchungsgebietes sowie dessen unmittelbarer Grundwasserabstrom innerhalb des Geltungsbereichs der Sanierung (siehe Ausführungen in Kapitel 4.2).

Neben den direkt von den Sanierungsmaßnahmen betroffenen Bereichen werden noch weitere Flächen zur Durchführung der Gesamtmaßnahme benötigt.

In Tabelle 4 sind alle für die Umsetzung dieses Sanierungsplanes zusätzlich benötigten Flächen mit der jeweiligen Nutzung im Zuge der Sanierung im Überblick dargestellt. Des Weiteren sind in dieser Tabelle die Eigentümer der entsprechenden Fläche angegeben und ob es sich um Betroffene nach § 12 BBodSchG [D 1] handelt (vgl. Kapitel 8).

Tabelle 4 Darstellung der von der Sanierung betroffenen Flächen:

Flur-Nr.	Geplante Nutzung	Nutzungsdauer	Eigentümer/ Betroffene
7760, 7761	Entwässerungsgraben für zukünftige Entwässerung des Sanierungsgebietes	dauerhaft	Stadt Bühl
7665	Mulde für zukünftige Entwässerung des Sanierungsgebietes	dauerhaft	Stadt Bühl
7677	Aufstellbereich Baubüro	während der Sanierung	Stadt Bühl
7655/ 0	Verlagerung Radweg	während der Sanierung	Stadt Bühl

4.2 Geltungsbereich des Sanierungsplans

Da eine vollflächige Versiegelung vorgesehen ist, werden weitere Grundstücke im Norden des Untersuchungsgebietes dauerhaft für technische Entwässerungsbauten (Entwässerungsgraben, Schmutzfangbecken, etc.) benötigt (vgl. Ausführungen in Kapitel 4.1 sowie Kapitel 5.11). Diese sind jedoch Gegenstand der Sanierung, sondern Bestandteil der späteren Erschließung. Der Geltungsbereich bzw. das Gebiet des Sanierungsplans ist im Wesentlichen durch die Grenzen der belasteten Ackerschläge definiert. Ein kleiner Randstreifen im Süden und Osten sowie die innenliegenden Wege sind aus bautechnischen Gründen ebenfalls zu dem Geltungsbereich des Sanierungsplans zugeordnet

Die zu sanierenden Flächen sind in Abbildung 5 und Anlage 1.2 dargestellt.

ENTWURF

4.3 Geplante Maßnahmen zur Gefahrenabwehr

Auf Grundlage der Ergebnisse der durchgeführten Sanierungsuntersuchung D 13 wurden für das Schutzgut Grundwasser für den Sanierungsbereich erforderliche, geeignete und angemessene Maßnahmen zur Gefahrenabwehr ermittelt. Im Folgenden sind diese Maßnahmen für den Sanierungsbereich verkürzt dargestellt. Detaillierte Beschreibungen der Maßnahmen finden sich in den nachfolgenden Kapiteln dieses Berichtes.

Im Sanierungsgebiet ist die Sicherung der Schadstoffquelle durch Überbauen der belasteten Fläche geplant.

Es sind folgende Maßnahmen zur Durchführung vorgesehen:

- Entfernung der Schadstoffquelle aus der Zone des höchsten Grundwasserstandes,
- Umlagerung von Bodenmaterialien innerhalb des Sanierungsgebietes,
- Zufuhr und Einbau von externem Bodenmaterial,
- Profilierung und Aufbau der Fläche bis zum Erreichen einer einheitlichen Geländehöhe,
- Lagenweise Verdichtung und bei bautechnischem Erfordernis Konditionierung des Materials,
- Aufbau und Installation einer geschlossenen Bodenplatte (im funktionalen Sinne, siehe auch nachfolgende Erläuterungen).

Der Bau der Entwässerungseinrichtungen für die Versiegelungsflächen und die Gründungen sind bautechnisch bzw. für die Erschließung erforderlich jedoch nicht Gegenstand des Sanierungsplans. Dies betrifft auch die zu errichtende Bodenplatte oder die Asphaltversiegelung. Hier wird im Sanierungsplan funktional vorgegeben, dass diese Elemente dauerhaft die versiegelnde Wirkung gewährleisten müssen. Die genannten Bauwerksteile müssen jedoch nach Baurecht getrennt genehmigt werden. Diese Genehmigung ist Voraussetzung für die Durchführung der Sanierung und somit mit dieser verknüpft.

ENTWURF

5 ELEMENTE UND ABLAUF DER SANIERUNG

5.1 Kurzbeschreibung des Bauablaufs

Als Sanierung ist eine Sicherung der Schadstoffquelle vorgesehen. Es sollen keine belasteten Böden aus dem Sanierungsgebiet zur Entsorgung anfallen. Um eine gleichmäßige Höhe des späteren Gewerbegebietes zu erreichen, sind Bodenumlagerungen innerhalb des Gebietes sowie Anlieferungen von Böden notwendig.

Weitere Bodenmassen fallen ggf. aus erforderlichen Gründungsmaßnahmen an. Diese sind ebenfalls innerhalb des Sanierungsgebietes umzulagern. Nach Profilierung der Fläche wird diese flächig mit Bodenplatten bzw. Asphaltflächen versiegelt.

Folgender Bauablauf ist, teilweise auch zeitlich parallellaufend, vorgesehen:

- Kennzeichnung und Sicherung der Gashochdruckleitung, welche das östliche Untersuchungsgebiet durchquert,
- flächige Kampfmittelerkundung durch einen zertifizierten Feuerwerker,
- Vermessung der für die Sanierung relevanten Bereiche (Sanierungsbereich, Entwässerungsflächen, gering belastete Flächen etc.),
- Vorbereiten der Baustelleneinrichtungsflächen, Herstellung der Verkehrssicherung, Herstellung von Park- und Zugangsflächen,
- Baustelleneinrichtung, Baubüro mit Sozialräumen, Umlegung bzw. Errichtung von Versorgungsleitungen,
- Aushub der Böden, Umlagerung, Einbau und Profilierung,
- Ggf. Gründungsarbeiten und Umlagerung des Aushubs innerhalb des Gebietes des Sanierungsplans,
- Herstellung der Oberflächenabdichtung durch Einbau von Bodenplatten bzw. Asphaltflächen inkl. erforderlicher Tragschicht,
- Bau von Grundwassermessstellen zur Überprüfung der Sicherungsmaßnahme.

In den nachfolgenden Kapiteln werden die einzelnen Bauabschnitte detailliert beschrieben. Ein vorläufiger Bauablaufplan der geplanten Maßnahmen ist in Kapitel10.1 enthalten.

ENTWURF

5.2 Vorbereitende Maßnahmen

5.2.1 Sicherung der Leitungen

Eine aktive Gashochdruckleitung durchquert das westliche Gebiet und begrenzt den östlichen Gebietsteil nach Norden hin. Die weiteren vorhandenen Leitungen liegen nach derzeitigen Planungen/ Kenntnissen außerhalb der geplanten Aushubbereiche.

Die Leitungstrasse ist zu kennzeichnen und zu sichern. Diese Maßnahme ist in Abstimmung mit dem Betreiber durchzuführen. Die Leitungen sind zu erhalten, bei Bedarf temporär umzulegen oder an anderer Stelle neu zu errichten. Die vorgegebenen Abstände sind einzuhalten.

Im Zuge der weiteren Planung und Ausführung sind die Angaben zu Leitungen, Kanälen etc. zu überprüfen und ggf. erforderliche Maßnahmen mit den zuständigen Versorgungsträgern abzustimmen.

5.2.2 Gewährleistung der Kampfmittelfreiheit

Es besteht ein genereller Kampfmittelverdacht. Vor Baubeginn oder baubegleitend sind Maßnahmen zur Sicherstellung der Kampfmittelfreiheit durch einen zertifizierten Feuerwerker zu ergreifen.

5.2.3 Verkehrskonzept

Als Zufahrtsmöglichkeit für das Sanierungsgebiet existieren sowohl der Zugang von Süden aus dem Gewerbegebiet Bußmatten über die Straße Bußmatten, der Zugang von Nordosten über die Straße Eichenhof sowie der Zugang von Osten über die Gemeinde Eisental und den Engertweg. Aus logistischen Gründen sind der südliche sowie der westliche Zugang zum Sanierungsgebiet zu favorisieren. Es ist zu beachten, dass die Zufahrt zur Firma Picosens während der Sanierungsmaßnahme uneingeschränkt möglich sein muss. Das Verkehrskonzept sieht daher folgende Wegeplanung vor:

- Getrennte asphaltierte Zu- und Abfahrten in bzw. aus dem Sanierungsgebiet,
- Vorgabe der Fahrtrichtung im Sanierungsgebiet,
- Aufstellen eines Bauzauns um das Gelände der Firma Picosens mit Zugangstoren,
- Zufahrt zum Picosens Gebäude muss uneingeschränkt frei möglich sein,
- Freihalten des west-ost querenden Wirtschaftsweges am südlichen Gebietsrand für Fahrradverkehr,
- Installation von zwei temporären Baustraßen zur Querung des Sanierungsgebietes (Lage vgl. Abbildung 6 sowie Anlage 1.5),
- Nutzen der vorhandenen Wirtschaftswege für Baustellenverkehr,
- Sperren der Wirtschaftswege für den öffentlichen Verkehr während der Sanierungsmaßnahme,
- Installation einer Reifenwaschanlage am Ausgangstor,
- Regelmäßige Reinigung der Zu- und Abfahrten.

Vor Beginn der Maßnahme ist ein Verkehrssicherungsplan zu erstellen und von der Stadt Bühl genehmigen zu lassen.

In der nachfolgenden Abbildung sind die Zu- bzw. Abfahren sowie die Lage der Zugangstore gekennzeichnet.

ENTWURF

Abbildung 6 Lageplan zu Verkehrskonzept

5.2.4 Baustelleneinrichtung

Das Gelände des Sanierungsgebietes umfasst eine Fläche von etwa 12.000 m².

Die gesamte Baustelle ist mit einem verschraubten Bauzaun gegen unbefugtes Betreten zu sichern. Der Zugang darf nur über verschließbare Tore möglich sein.

Folgende Arbeitsbereiche sind im Baufeld vorhanden:

- Zu- und Abfahrten auf das Baustellengelände,
- Baubüro, Baucontainer, Sanitärcontainer, Mannschaftscontainer,
- Sanierungsbereich,
- ggfs. temporäre Bereitstellungsflächen für umzulagernden Boden.

Die Lage der genannten Arbeitsbereiche ist in Abbildung 6 dargestellt.

5.2.5 Optionale Konditionierung des Untergrundes

Da die Erdarbeiten mit bindigen Böden stattfinden, die bei Zutritt von Wasser und/oder Befahren mit schwerem Gerät tiefgründig aufweichen können, kann eine Konditionierung des Bodenmaterials mittels Kalk/Zement-Zugabe erforderlich werden. Die Zugabemenge an Kalk-/Zement für das Erreichen der erforderlichen Bodenkennwerte ist anhand von Testfeldern vor Ort zu ermitteln.

ENTWURF

5.2.6 Bauwasser

Eine Bauwasserhaltung ist im Rahmen der Sanierung nicht erforderlich. Gebäudegründungen, bei denen ggf. eine Bauwasserhaltung bzw. die Förderung von verunreinigtem Wasser erforderlich sein könnte, sind nicht Gegenstand des Sanierungsplans. Es ist für diesen Fall neben der baurechtlichen Genehmigung dann auch eine wasserrechtliche Genehmigung einzuholen. Dabei ist der Belastungsgrad des geförderten Wassers zu berücksichtigen und ggf. vor Einleitung in die Vorflut eine Reinigung über eine Aktivkohleeinheit einzuplanen.

Die Entwässerung der Dachflächen der Baucontainer kann ohne vorherige Reinigung in das Entwässerungssystem des Engertgraben erfolgen. Die entsprechende Einleitgenehmigung wird im Rahmen dieses Sanierungsplanes beantragt.

5.3 Arbeitsschutz

Neben den allgemeinen Unfallgefahren auf der Baustelle, die sich u. a. aus der Durchführung der Erdarbeiten ergeben, sind aufgrund von Kontaminationen durch Boden- und Grundwasserverunreinigungen weitere Gefahrenpotentiale vorhanden.

Folgende relevanten und handlungsbestimmenden Schadstoffparameter können am Standort im Boden und Grundwasser auftreten:

- PFC (Perfluorierte Chemikalien)

Für den Wirkungspfad Boden-Mensch existieren derzeit keine bodenschutzrechtlichen Prüfwerte. Das Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz, Abteilung Bodenschutz, hatte im August 2016 im ALEX-Informationsblatt 29 [D 10] vorläufige Prüfwerte herausgegeben. Für eine Nutzung als „Kinderspielfläche“ liegt der nach den Methoden und Maßstäben für die Ableitung der Prüf- und Maßnahmenwerte nach der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 16. Juli 1999 [D 2] errechnete Wert für PFOS und PFOA bei 7 mg/kg bzw. 7.000 µg/kg [D 10]. Aufgrund ähnlicher Eliminationshalbwertszeiten sind die Verbindungen PFHxS, PFHpS, PFHpA, PFNA und PFDA wie PFOA und PFOS zu bewerten. Der errechnete Wert für PFBA liegt bei 140 mg/kg [D 10]. Diese vorläufigen Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Mensch (Nutzung als Kinderspielflächen) liegen für PFOS mindestens 13mal höher als die bei der vorliegenden Untersuchung vorgefundenen Feststoffgehalte. Nach den beschriebenen Bewertungsgrundlagen wäre bei einer eventuellen Nutzungsänderung eine Nutzung als Kinderspielfläche möglich. Nach dieser Bewertung sind besondere Schutzmaßnahmen nicht erforderlich.

Grundsätzlich sollen davon unabhängig technische Maßnahmen zur Vermeidung einer Staubentwicklung und Verunreinigungen von Fahrwegen vermieden werden. Geplant ist Einsatz von Nasskehrmaschinen zur Reinigung und Sauberhaltung der Fahrwege (Baustellenquertransport) und Befeuchtungsmaßnahmen bei trockener Witterung.

Eine übliche persönliche Schutzausrüstung (Sicherheitsschuhe, Helm und Handschuhe) ist vorgesehen.

Im Zuge der Ausführungsplanung ist ein Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan (SiGe-Plan) gemäß Baustellenverordnung [D 17] auszuarbeiten.

ENTWURF

5.4 Emissions- und Immissionsschutz

Während der durchzuführenden Sanierungsmaßnahme werden Vorkehrungen gegen folgende Emissionen und Immissionen getroffen:

- Lärmbelastung durch Baumaschinen und Baustellen-LKW.
- Staubentwicklung
- Verschmutzung Verkehrswege (nur bedingt relevant, da keine Abtransport von Material aus dem Sanierungsgebiet erfolgt)
- PFC Abschwemmungen durch Oberflächenabfluss bei Starkregenereignissen. Diese könnten in den Engertgraben gelangen.

In Abhängigkeit der prinzipiell möglichen Emissionen / Immissionen sind folgende Maßnahmen umzusetzen:

- Erarbeitung und Vollzug von Arbeits- und Betriebsschutzanweisungen zur Reduzierung von z.B. Staubemissionen auf der Baustelle (durch bspw. den Einsatz von Kehrmaschinen und von Befeuchtungsanlagen etc.),
- Einhaltung der AVV Baulärm [D 18], Reglementierung von Arbeitszeiten,
- Einrichtung eines staubdichten Sichtschutzbauzauns,
- bei langanhaltenden Trockenperioden das Verhindern von Staubverwehungen durch Befeuchten des Materials,
- Einsatz emissionsarmer Kraftfahrzeuge und lärmarmer Baumaschinen,
- Vermeidung ungünstiger Arbeitsfrequenzen bei Verdichtungsarbeiten zur Reduzierung von Erschütterungen mit Blick auf die Vermeidung von Bauwerksschäden in der Nachbarschaft und die Belästigung von Betroffenen,
- Einsatz einer Reifenwaschanlage für aus dem Sanierungsgebiet fahrende LKW,
- Aufbau eines Walls am östlichen Rand des Sanierungsgebietes entlang des Bauzauns, um Abschwemmungen von belasteten Oberflächenwässern in den Engertgraben zu verhindern.

Die zu ergreifenden Emissions- und Immissionsschutzmaßnahmen sowie die vorgesehenen Überwachungsmaßnahmen sind im Rahmen der Ausführungsplanung detailliert auszuarbeiten.

5.5 Erdarbeiten

5.5.1 Aushubsegmente (Belastungsbereiche)

Das gesamte Sanierungsgebiet wird aus logistischen Gründen in Aushubsegmente bzw. Belastungsbereiche eingeteilt (siehe Abbildung 7). Die mit „A“ gekennzeichneten Bereiche sind hoch, die mit „B“ gekennzeichneten mittel und die mit „C“ gekennzeichneten Bereiche gering belastet.

Die Aushubbereiche werden vermessen und gekennzeichnet (z. B. ausgepflockt).

Der Bereich A (westlichster Abschnitt des Sanierungsgebietes) ist dabei der Bereich in der die maximalen Belastungen vorgefunden wurden, in diesem Bereich findet bereits ein flächiger Übergang des Schadstoffes durch das Sickerwasser in das Grundwasser statt.

Der Bereich B (mittlerer Abschnitt des Sanierungsgebietes) ist der Bereich, bei dem größtenteils etwas geringere Belastungen als im Bereich A vorgefunden wurden. Auf dem westlichen Teil der Fläche (insbesondere im Bereich B1 Nord) wird die belastete Sickerwasserfront noch kurz vor Erreichen des Grundwassers zurückgehalten.

ENTWURF

Der Bereich C (östlichster Abschnitt des Sanierungsgebietes) ist der Bereich mit den beiden gering belasteten Flächen, welche für Versickerungsflächen in Frage kommen. Aus den übrigen in diesem Bereich liegenden, belasteten Flächen findet ebenfalls bereits ein Übergang von belastetem Sickerwasser in das oberflächennahe Grundwasser statt. Alle drei Abschnitte werden zusätzlich noch in einen Nord-Süd Bereich getrennt, um auf Unterschiede beispielsweise bei der Geländehöhe eingehen zu können.

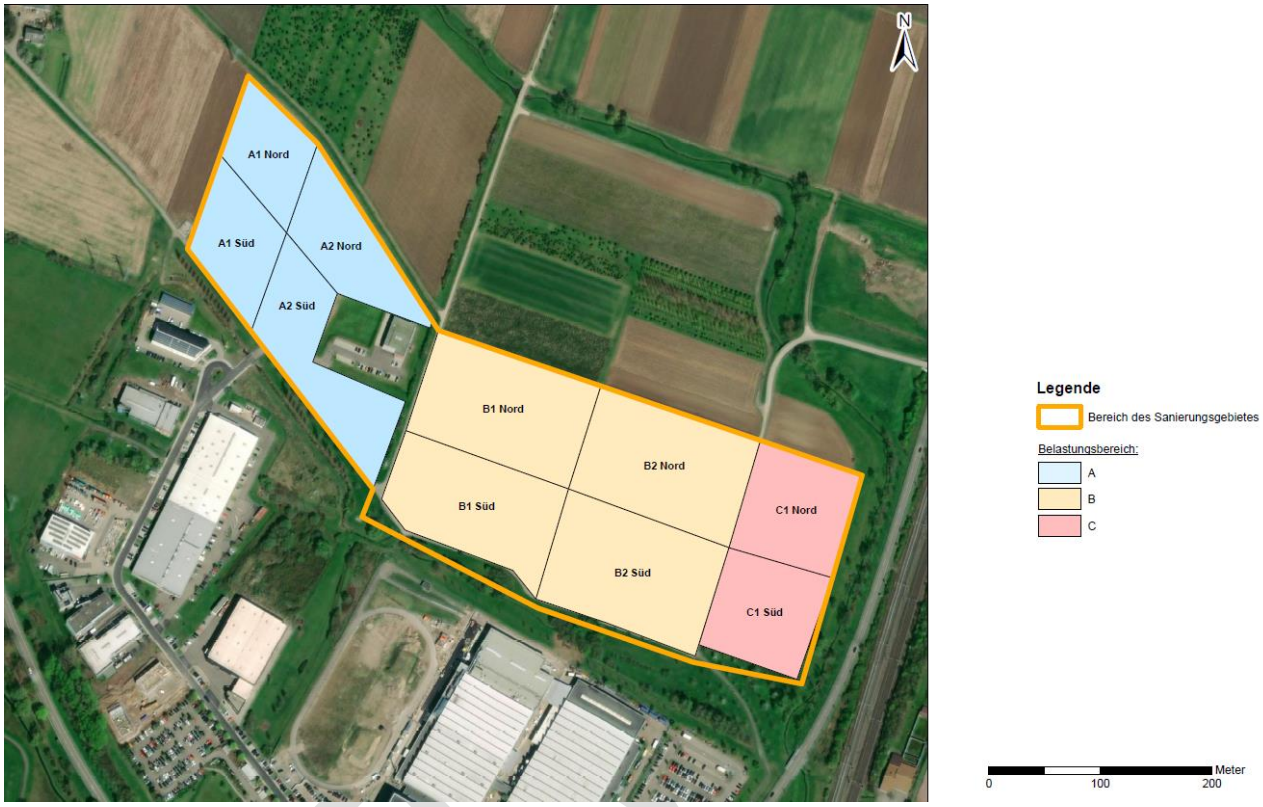

Abbildung 7 Aushubsegmente bzw. Belastungsbereiche

Die Teilung der Bereiche A, B und C erfolgt durch die befestigen Wirtschaftswege innerhalb des Sanierungsgebietes. Es ist somit nur eine gesonderte Kennzeichnung der Nord-Süd-Trennung sowie die Trennung der Bereiche A1 und A2 vor Ort notwendig.

Das Oberbodenmaterial der drei gering belasteten Flächen „C“ kann einer weiteren internen oder externen Verwertung zugeführt werden.

5.5.2 Aushubtiefen

Für die einzelnen Belastungsbereiche sind Aushubtiefen zu definieren.

Die Schadstoffquelle muss aus dem Schwankungsbereich eines „sehr hohen Grundwasserstandes“ (höchster gemessener Grundwasserstand der letzten 15 Jahre plus einen Meter Sicherheitszuschlag, (siehe Protokoll Bewertungskommissionssitzung [D 23] entfernt werden. Die Höhe beträgt 128,1 m NN.

Die Schadstoffquelle ist der Pflughorizont bzw. ist durch messbare bzw. analytisch bestimmbare Feststoffgehalte definiert. Böden unterhalb des Pflughorizontes, in denen keine PFC-Gehalte im Feststoff bestimmbar sind, sondern ausschließlich PFC-Eluatkonzentrationen gemessen werden, sind dem Sickerwasserpfad zugeordnet. Deshalb ist im Bereich A1 ein Bodenaushub bis in eine Tiefe von einem Meter unter Geländeoberkante (GOK) und im Bereich A2 bis auf eine Tiefe von 60 cm vorzunehmen.

Bei den übrigen Bereichen B und C liegt die Unterkante des Pflughorizontes oberhalb von 128,1 m NN. Hier ist eigentlich kein weiterer Aushub erforderlich. Zum Massenausgleich für die Aushubbereiche A1 und A2 soll aber der Boden aus den Bereichen aus den Flächen *Bühl BMA 11* (Bereich B2 Süd), *Eis 11* und *Buß 5* (Bereich C) verwendet werden. Diese Böden halten die Quotientensumme 1 ein und sind auch im Schwankungsbereich des „sehr hohen Grundwasserstands“ einbaubar.

Die Aushubtiefen sind in der folgenden Tabelle 5 zusammengefasst. Die Lage der Flächen geht aus Abbildung 7 hervor.

Tabelle 5 Zusammenfassung der Aushubtiefen

Belastungsbereich	Tiefe Aushubbereich [Tiefe unter GOK, bzw. m NN]	Bemerkung
A1	1 m unter derzeitiger GOK (variable NN Höhe wegen Geländeneigung)	Aushub da im Schwankungsbereich des sehr hohen Grundwassers
A2	0,6 m unter derzeitiger GOK (variable NN Höhe wegen Geländeneigung)	Aushub da im Schwankungsbereich des sehr hohen Grundwassers
B2 Süd (Fläche *Bühl BMA 11*)	Unterkante Pflughorizont (max. 128,1 m NN)	zur Verwendung zur Auffüllung für Fläche A1/ A2
C (Fläche *Eis11, Buß 5*)	Unterkante Pflughorizont (max. 128,1 m NN)	Zur Verwendung zur Auffüllung für Fläche A1/ A2

Die beschriebenen Aushubbereiche und -tiefen sind durch einen Vermesser zu bestimmen und deutlich zu kennzeichnen (bspw. durch Auspflockung). Hierbei ist darauf zu achten, dass die Kennzeichnung im Bauablauf nicht zerstört werden kann.

5.5.3 Vorgaben zum Aushub (Dokumentation und Sohlbeprobung)

Ziel der Erdarbeiten ist die Profilierung der Sanierungsfläche zur Installation einer geschlossenen Boden-versiegelung. Hierfür ist eine Geländeangleichung inklusive Profilierung notwendig. Die Profilierungsarbeiten erfolgen innerhalb der jeweiligen Belastungsbereiche A, B und C.

ENTWURF

Umlagerungen im Rahmen der Profilierung zwischen den Belastungsbereichen sind zu dokumentieren. Hierbei sind sowohl die Herkunft der Materialien wie auch der Ablagerungsort zu vermerken. Im Zuge des bei einer Gründung eventuell anfallenden Bodenaushubs ist ebenfalls soweit möglich im jeweiligen Belastungsbereich zu verwerten. Auch hier sind Materialumlagerungen zwischen unterschiedlichen Belastungsbereichen zu dokumentieren.

In der Dokumentation sind die Menge, die Herkunft des Materials, die Ablagerungstiefe sowie der Ablagerungsort mit Einbaumächtigkeit zu dokumentieren. Die Dokumentation ist je 500 m³ zu erstellen.

Die Belastungsbereiche der Fläche A1 sind bis in eine Tiefe von 1 m und der A2 bis in eine Tiefe von 0,6 m unter derzeitiger GOK auszuheben. Anschließend ist die Sohle im Nord- und Südbereich auf PFC Feststoffgehalte zu untersuchen. Es ist sinnvoll die Probenahme für die oberen 15 cm sowie weitere 15 cm mittels Bohrstock durchzuführen. Bei Gehalten von kleiner 5 µg/kg (derzeitige Bestimmungsgrenze für Feststoffanalytik) kann die Fläche zur Wiederverfüllung freigegeben werden. Bei Gehalten größer 5 µg/kg ist die Schadstoffquelle noch nicht entfernt und die belasteten Bereiche sind weiter auszuheben und erneut zu beproben. Eine Bildung von Teilflächen für die Untersuchungen ist möglich.

5.5.4 Transport- und Logistikkonzept (Umlagerungen innerhalb des Gebietes)

Folgende Umlagerungen sind mindestens notwendig:

1. Abschieben des Oberbodens der Flächen *Eis 11*, *Buß 5* und *Bühl BMA 11* (Bereiche B2 Süd und C). Innerhalb des Sanierungsgebietes sind keine Grünflächen vorgesehen. Dieses soll versiegelt werden. Der Boden aus den genannten nicht belasteten Flächen (Quotientensumme 1 ist nicht überschritten) kann extern verwertet oder zum Massenausgleich auf dem Gelände verwendet werden. Bei einer externen Verwertung ist ein fachgerechter Abtrag des Oberbodens sowie eine fachgerechte Lagerung der Bodenmieten mit max. 2 m Höhe vorzusehen.
2. Aushub von Bodenmaterial im Aushubbereich A1 bis in eine Tiefe von 1 m u GOK. Bereitstellung der belasteten Aushubmaterialien auf der belasteten Fläche A2.
3. Aushub von unbelastetem Bodenmaterial der Flächen *Eis 11*, *Buß 5* und *Bühl BMA 11*, Transport und Einbau in Aushubbereich A1 bis 128,1 m NN.
4. Wiederverfüllung des aus der Fläche A1 stammenden und auf der Fläche A2 zwischengelagerten belasteten Bodenmaterials in den Bereich A1 (> 128,1 m NN).
5. Aushub von Bodenmaterial im Aushubbereich A2 bis in eine Tiefe von 0,6 m u GOK. Bereitstellung der belasteten Aushubmaterialien auf der Fläche A1.
6. Aushub von unbelastetem Bodenmaterial der Flächen *Eis 11*, *Buß 5* und *Bühl BMA 11* bis zu einer maximalen Tiefe von 128,1 m NN, Transport und Einbau in Aushubbereich A2 bis 128,1 m NN.
7. Ggf. Wiedereinbau von belastetem Material aus dem Bereitstellungslager Bereich A1 in den Bereich A2 (> 128,1 m NN).
8. Ggf. Einbau von extern geliefertem Bodenmaterial zur Profilierung
9. Ggf. Materialumlagerung zur Profilierung der Fläche (ausschließlich innerhalb des Sanierungsgebietes)

Volumenberechnungen sind in Kapitel 5.9.1 beschrieben. Nach derzeitigem Planungsstand liegt die Unterkante der Versiegelung bei 129,6 m NN.

ENTWURF

5.5.5 Vorgaben zur Umlagerung von Bodenmaterial aus dem Sanierungsgebiet

Für die Bereitstellung von umzulagerndem Bodenmaterial gelten folgende Maßgaben:

- Das Material darf das Sanierungsgebiet nicht verlassen.
- Das Material ist soweit möglich auf der späteren Einbaufläche bereitzustellen.
- Die Sohle des bereitgestellten Haufwerks darf 128,1 m NN nicht unterschreiten.
- Sämtliche Lagerungen sind zu dokumentieren.

ENTWURF

5.6 Anlieferung und Einbau von Bodenmaterial <Z2

5.6.1 Annahmemodalitäten ohne gesonderte behördliche Zustimmung

Grundsätzlich kann Bodenmaterial, das die Zuordnungswerte der VwV Boden, Baden-Württemberg [D 14] einhält, ohne gesonderte behördliche Zustimmung angeliefert und eingebaut werden. Es gelten die Annahmemodalitäten der VwV Boden in der derzeit gültigen Fassung vom 14.03.2007, zuletzt berichtigt am 29.12.2017 des Umweltministeriums Baden-Württemberg [D 14]. Für die zulässige Einbauklasse Z2 in technische Bauwerke gelten daher folgende Zuordnungswerte:

Tabelle 6 Zuordnungswerte VwV Boden, Baden-Württemberg, [D 14]

Feststoff	**Einheit**	***Z2***
EOX	mg/kg	*10*
Mineralölkohlenwasserstoffe C 10-C 22	mg/kg	*1000*
Mineralölkohlenwasserstoffe C 10-C40	mg/kg	*2000*
Summe BTEX	mg/kg	*1*
Summe LHKW	mg/kg	*1*
Summe PAK n. EPA	mg/kg	*30*
Benzo(a)pyren	mg/kg	*3*
Summe PCB (nach DIN 51527)	mg/kg	*0,5*
Arsen	mg/kg	*150*
Blei	mg/kg	*700*
Cadmium	mg/kg	*10*
Chrom gesamt	mg/kg	*600*
Kupfer	mg/kg	*400*
Nickel	mg/kg	*500*
Quecksilber	mg/kg	*5*
Cyanide ges.	mg/kg	*10*
Zink	mg/kg	*1500*
Thallium	mg/kg	*7*
Eluat	**Einheit**	**Z2**
pH-Wert *		*5,5-12*
el. Leitfähigkeit *	µS/cm	*2000*
Chlorid	mg/l	*100*
Sulfat	mg/l	*150*
Cyanid gesamt	mg/l	*0,02*
Phenolindex	mg/l	*0,1*
Arsen	mg/l	*0,06*
Blei	mg/l	*0,2*
Cadmium	mg/l	*0,006*
Chrom gesamt	mg/l	*0,06*
Kupfer	mg/l	*0,1*
Nickel	mg/l	*0,07*
Quecksilber	mg/l	*0,002*
Zink	mg/l	*0,6*

* nach VwV Boden Tab 6-1; Fußnote 1 sind eine Überschreitung des pH-Wertes und der elektrischen Leitfähigkeit allein kein Ausschlusskriterium.

Es ist vorgesehen, Material einzubauen, das PFC-Verunreinigungen enthält und aus schädlichen Bodenveränderungen mit PFC stammt. Dieses Material wird entsprechend dem folgenden Erlass untersucht. Ein Einbau ohne gesonderte Zustimmung der Behörde kann erfolgen, wenn die Z2-Zuordnungswerte eingehalten sind. Die Einbaukriterien werden im Erlass vom 22.12.2014 „Entsorgung von Bodenmaterial aus PFC (PFAS)- belasteten Flächen“ [D 15] geregelt.

ENTWURF

Tabelle 7 Entsorgung von Bodenmaterial aus PFC (PFAS)-belasteten Flächen

Abkürzung	Verwertung durch Verfüllung von Aufgrabungen oder in Technischen Bauwerken Z0/Z1	Verwertung in Technischen Bauwerken Z2
µg/l im Perkolat/ Filtrat W/F 2:1 aus Schüttelverfahren nach DIN 19527 oder Säulenkurztest nach DIN 19528		
PFOS*	0,23	-
PFOS	0,3	1,0
PFOA	0,3	1,0
H4PFOS	0,3	1,0
PFNoA	0,3	1,0
PFDeA	0,3	1,0
PFHpS	0,3	1,0
PFHpA	0,3	1,0
PFHxS	0,3	1,0
PFHxA	1,0	4,0
PFPeS	1,0	4,0
PFPeA	3,0	12,0
PFBS	3,0	12,0
PFBA	7,0	28,0
Weitere per- und polyfluorierte Substanzen*	jeweils 1,0	jeweils 3,0
Quotient	1	entfällt

Zusätzlich zu der maximalen Z2 Zuordnung des Materials ist sicherzustellen, dass das Material bautechnisch einbaufähig und verdichtbar sein muss. Hier sind vor allem der organische Anteil (TOC) des Bodenmaterials sowie die Fremdstoffanteile (Größe, Menge etc.) zu beachten.

5.6.2 Bereitstellung von angeliefertem Boden

Für die Bereitstellung von externem Bodenmaterial gelten folgende Maßgaben:

- Die Bereitstellung von extern angelieferten Chargen ist auf ein Minimum zu begrenzen und beträgt höchstens ein Jahr.
- Das Material ist innerhalb des Sanierungsgebietes zu lagern und eindeutig zu kennzeichnen.
- Das Material ist soweit möglich auf der späteren Einbaufläche zu lagern.
- Die Sohle des bereitgestellten Haufwerks darf 128,1 m NN nicht unterschreiten.
- Sämtliche Lagerungen sind zu dokumentieren.

ENTWURF

5.6.3 Deklaration und Freigabemodalitäten

Externes Material, welches bei der Sanierungsmaßnahme zur Verwendung kommen soll, muss vor Antransport deklariert werden. Hierzu sind Probennahmen je 500 m³ Bodenmaterial in Anlehnung an die LAGA PN98 durchzuführen [D 27]. Die gewonnenen Proben sind auf die im Kapitel 5.6.1 genannten Parameter zu untersuchen. Sollte es sich ausschließlich um PFC verunreinigte Ackerflächen oder Grünflächen handeln, ist eine Untersuchung auf PFC ausreichend.

Der Bauüberwachung ist von der ausführenden Firma neben den Analyseprotokollen ebenfalls ein vollständiges Probenahmeprotokoll sowie ein Einbauplan mit Angabe des Einbauortes zur Verfügung zu stellen. Erst nach Freigabe durch die Bauüberwachung dürfen die Materialien angeliefert werden.

Der Vorgang ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

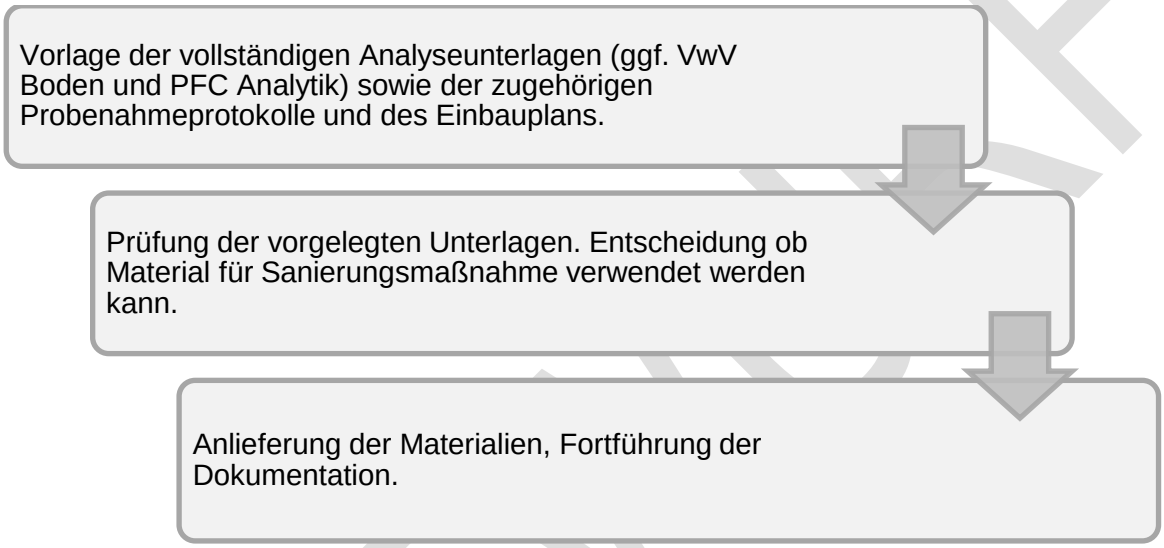

Abbildung 8 Vorgangsbeschreibung Freigabe für angeliefertes Material

5.6.4 Einbau des angelieferten Bodens und Dokumentation

Angeliefertes Bodenmaterial, welches den in Kapitel 5.7.1 getroffenen Annahmemodalitäten entspricht, kann im Sanierungsgebiet ab einer Höhe von 128,1 m NN eingebaut werden.

Nach der Freigabe durch die Bauüberwachung kann der Boden angeliefert werden. Das Bodenmaterial ist dabei entweder direkt an den Einbauort zu überführen oder auf wie in Kapitel 5.6.2 erwähnt bereitzustellen. Der Ort des direkten Einbaus ist zu dokumentieren und vor Ort messtechnisch mit einer Lagegenauigkeit von ± 5 cm und einer Höhengenauigkeit von ± 1cm zu erfassen.

Die Dokumentation des Einbaus erfolgt chargenweise (je 500 cbm) mit Angaben der Materialherkunft, der Materialqualität, des Einbauortes, der Einbauhöhe der Basis sowie der Mächtigkeit. Es ist ein Einbauplan zu erstellen, aus dem die räumliche Lage aller eingebauten Chargen dargestellt ist.

ENTWURF

5.7 Kombination mit externen PFC-Sanierungen aus Mittelbaden– Annahme und Einbau von PFC-haltigen Böden

Bei der Sanierung gibt es einen Materialunterschuss, der durch Anlieferung von Böden ausgeglichen werden muss. Es ist vorgesehen, für die Profilierung des Sanierungsbauwerks auch angelieferte PFC-verunreinigte von anderen Anfallstellen im Landkreis Rastatt und im Stadtkreis Baden-Baden zu verwenden, die die Z2-Werte für PFC überschreiten. Dieses wird nachfolgend kurz erläutert und begründet.

Die PFC-Bodenverunreinigungen auf landwirtschaftlichen Flächen im Landkreis Rastatt und im Stadtkreis Baden-Baden haben eine gemeinsame Herkunft und eine gleiche Zusammensetzung. Insofern können die mit PFC-verunreinigten Flächen als eine schädliche Bodenverunreinigung oder Altlast angesehen werden, auch wenn die Einzelflächen verteilt und nicht zusammenhängend sind. Nach § 13 Abs. 5 BBodSchG und § 5 Abs. 6 BBodSchV kann verunreinigtes Bodenmaterial derselben schädliche Bodenverunreinigung oder Altlast im Bereich der von der Sanierung betroffenen Fläche wieder eingebracht werden, ohne dass das KrWG Anwendung findet. Die formalen Anforderungen an das Material an sich als auch an den Aus- und Wiedereinbau werden ebenfalls von den genannten Bestimmungen des BBodSchG und der BBodSchV vorgegeben. Diese setzen voraus, dass der Einbau der Materialien Gegenstand eines für verbindlich erklärten Sanierungsplans ist.

Eine Gesamtsanierung aller PFC-Verunreinigungen auf landwirtschaftlichen Flächen im Landkreis Rastatt und im Stadtkreis Baden-Baden ist wegen ihrer Größe nicht verhältnismäßig. Dieses bestätigte die behördliche Bewertungskommission. Allerdings kann eine Teilsanierung durch besondere Umstände verhältnismäßig werden. Diese Umstände können Synergien bei Erschließungsmaßnahmen wie im vorliegenden Fall „Bußmatten“ oder die Möglichkeit sein, aus anderen Flächen verunreinigtes Material gesichert bei einer Sanierung mit zu verwenden.

So könnten zum Beispiel belastete Ackerschläge im Anstrom des Wasserwerks Balzhofen saniert werden, und die nachgelagerte Ausbreitung Trinkwassergewinnung geschützt werden.

Wenn nun Bodenmaterial einer anderen landwirtschaftlichen Flächen im Landkreis Rastatt und im Stadtkreis Baden-Baden im Gebiet des Sanierungsplans „Bußmatten“ eingebaut werden soll, wäre für die andere Fläche ebenfalls ein Sanierungsplan zu erstellen und die Pläne wären hinsichtlich der Materialumlagerung zu verknüpfen.

Ein solcher Sanierungsplan kann in einer vereinfachten Form verhältnismäßig schnell erstellt werden, wenn dafür die Vorgehensweise mit der zuständigen Bodenschutzbehörde vereinbart ist. Ein solcher Sanierungsplan müsste folgende Inhalte haben:

1. Vorgang und Veranlassung
2. Darstellung der Ausgangslage
    1. Standortverhältnisse, Eigentumsverhältnisse
    2. durchgeführte Untersuchungen
    3. Darstellung der Gefahrenlage/ Belastungssituation
    4. Charakterisierung der Bodenmaterialien
    5. Mengenbetrachtung
3. Darstellung der Sanierungsziele und der Flächennutzung nach erfolgter Sanierung (Aushub).
4. Ausführung zum Aushub- und Logistikkonzept.
5. Ausführung zum Ersatzboden und geplante Nachnutzung
6. Darstellung von Kontrollmaßnahmen während und/ oder nach der Sanierungsmaßnahme (Aushub).

ENTWURF

Die ergänzenden Sanierungspläne werden nach Vorlage und Prüfung durch die Stadt Bühl der genehmigenden Behörde vorgelegt, welche darüber entscheidet. Bei positivem Entscheid durchläuft das Material dieselben Vorgaben und Vorgänge sowie unterliegt den gleichen Einbaukonfigurationen wie in den Kapiteln 5.6.2 bis 5.6.4 beschrieben.

5.8 Grundsätzliche Anforderungen an die Oberflächenversiegelung

Die dauerhafte Sicherung hat durch eine durchgehende und flächige Oberflächenversiegelung zu erfolgen. Oberflächenabdeckungen oder Grünflächen sind im Sanierungsgebiet nicht vorgesehen.

Die Oberflächenversiegelung erfolgt mit einer Bodenplatte nach den statischen Erfordernissen des Bauwerks und durch asphaltierte Verkehrsflächen. Die Versiegelung ist nach den statischen Anforderungen so zu planen und bautechnisch auszuführen, dass ein Versickern von Niederschlagswasser dauerhaft ausgeschlossen werden kann. Durch die flächige Versiegelung muss die Entwässerung des Niederschlagswassers außerhalb des Sanierungsgebietes erfolgen. Aus diesem Grund sind Entwässerungsbauwerke einzurichten, die das anfallende Oberflächenwasser ableiten. Dies wird im Kapitel 5.11 ausgeführt.

Zurzeit ist geplant auf einem Teil des Geländes ein Produktionswerk für einen Kfz-Zulieferungsbetrieb zu errichten. Die notwendige Oberflächenabdichtung wird durch eine Versiegelung der Fläche durch Beton- oder Asphaltflächen erreicht. Zusätzliche Bauwerke, wie beispielsweise die Produktionshalle, verstärken die vorhandene Versiegelung. Bei Bedarf kann bei den Arbeiten abschnittsweise (analog zu den Bearbeitungsbereichen wie in Kapitel 5.5.2) vorgegangen werden. Die Implementierung von Entwässerungs-einrichtungen ist auch bei einem abschnittsweisen Vorgehen notwendig.

Die Stärke der Asphaltflächen außerhalb von Gebäuden richtet sich nach der Bauklasse. Die Stärke der gebundenen Schicht soll mindesten 18 cm betragen. Ein wesentlicher Aspekt für die Dichtheit und Integrität von Oberflächenabdichtungen ist die Tragfähigkeit des Untergrundes. Wenn sich dieser zu stark verformt, wird die Oberflächenabdichtung reißen, unabhängig davon wie gut diese ausgestaltet ist. Deshalb kommt ist Tragfähigkeitsprüfung des Planums von großer Bedeutung. Für das Planum der Frostschutzschicht sind mindestens 45 MN/m^2 einzuhalten.

Nach Fertigstellung der Versiegelung muss diese instandgehalten werden. Nachträgliche Eingriffe sind auf ein Minimum zu beschränken. Ist ein Eingriff in den Untergrund erforderlich, so ist auf eine vollständige Wiederherstellung der Schutzfunktion zu achten. Ein Eingriff sowie die Wiederherstellungsarbeiten sind gutachterlich zu begleiten und zu dokumentieren.

5.9 Volumenberechnungen

5.9.1 Digitales Geländemodell

Für die Volumenberechnungen wurde ein digitales Geländemodell erstellt. Dafür standen folgende Daten der Befliegung der COS GmbH, Ettlingen vom November 2018; Daten der erneuten Befliegung vom 09.12.2019; und ein Katasterauszug der betreffenden Flächen zur Verfügung. Mit dem Geländemodell wurden Flächenbereiche identifiziert, bei denen die Schadstoffquelle unterhalb der vorgegebenen Höhe von 128,1 m NN (höchster gemessener Grundwasserstand der letzten 15 Jahre zuzüglich einem Meter) liegt. Für die Profilierung des Geländes wurden unterschiedliche Planungshöhen angesetzt und die sich daraus ergebenden Volumenberechnungen durchgeführt.

ENTWURF

5.9.2 Bodenaustausch Bereiche A1 und A2

Für die im Kapitel 5.5.4 beschriebenen Umlagerungen in den Bereichen A1 und A2 ergeben sich nach Berechnungen des digitalen Geländemodells folgende umzulagernden Volumina.

Tabelle 8 Berechnung der Aushub- und Wiederverfüllungsmengen in den Bereichen A1 und A2

Fläche	Auf- / Abtrag	Volumen [m³] (fest eingebaut)
A1	*Abtrag des oberen Meters*	13.350
A2	*Abtrag der oberen 60 cm*	13.100
Eis 11	Nach Entfernung des Oberbodens Aushub bis zur maximalen Tiefe von 128,1 m NN.	4.500
Buß 5	Nach Entfernung des Oberbodens Aushub bis zur maximalen Tiefe von 128,1 m NN.	1.620
Bühl BMA 11	Nach Entfernung des Oberbodens Aushub bis zur maximalen Tiefe von 128,1 m NN.	5.900
A1	Einbau von Material bis zum Erreichen der Höhe von 128,1 m NN.	11.140
A2	Einbau von Material bis zum Erreichen der Höhe von 128,1 m NN.	9.205

Erforderliches Volumen für die Flächen A1 und A2:	rund 20.000 m³
Vorhandenes Material aus unbelasteten Flächen:	rund 12.000 m³

Es ergibt sich ein Volumendefizit von rund 8.000 m³. Diese wird mit angeliefertem unbelastetem Bodenmaterial mit der PFC-Quotientensumme <= 1 oder durch adäquates Bodenmaterial aus dem Sanierungsgebiet ausgeglichen.

5.9.3 Profilierung des Sanierungsgebietes

Es wurden für eine nach derzeitigem Planungsstand angenommene spätere Geländehöhe des Gewerbegebietes das anzuliefernde Bodenvolumen abgeschätzt.

Tabelle 9 Abschätzung der anzuliefernden Materialmenge

Variante	Höhe des Feinprofils der Bodenauffüllung unterhalb technischer Schichten (m NN)	Abtrag* [m³]	Auftrag** [m³]	Notwendige Materialmenge [m³] ***
1	129,65	1.570	104.100	102.530

*: Abzutragende Bodenkubatur (fest), um das jeweils projektierte Geländeniveau zu erreichen.
**: Aufzutragende Bodenkubatur (fest), um das jeweils projektierte Geländeniveau zu erreichen.
***: Zusätzlich einzubauende Bodenkubatur (fest). Da Materialanlieferungen unverdichtet erfolgen, ist ein materialabhängiger Auflockerungsfaktor zu beachten.

ENTWURF

5.10 Geotechnisches Vorgutachten – Erörterung von Gründungs-varianten

5.10.1 Erkundungsarbeiten und Laborversuche

Im Zuge der umwelttechnischen Bodenuntersuchungen wurden gemäß den Angaben in [D 9] insgesamt 18 Rammkernsondierungen mit einer maximalen Endteufe von 5 m unter GOK im Juli 2018 durch die Firma WST-GmbH, Eppelheim durchgeführt. Außerdem wurden im August 2018 vier Kernbohrungen mit einer maximalen Endteufe von 25,50 m unter GOK durch die Hettmannsperger Bohrgesellschaft mbH abgeteuft. Die gewerblichen Kernbohrungen wurden nach Erreichen der Endteufe zu Grundwassermessstellen ausgebaut. Im Zuge der Bodenuntersuchungen erfolgten an 15 Einzelproben aus unterschiedlichen Tiefen Bestimmungen der Kornverteilungen.

5.10.2 Baugrund

5.10.2.1 Geologischer Überblick

Das Projektgebiet liegt im mittleren / nördlichen Oberrheingraben. Die quartäre Grabenfüllung des Rheingrabens ist durch mächtige fluviatile Ablagerungen gekennzeichnet, die sich entsprechend der geologischen Klima- und Sedimentationsbedingungen aus Sanden und Kiesen sowie aus feinsandigen, bindigen Zwischenlagen aufbauen.

5.10.3 Baugrundschichtung

Der Baugrund ist gegliedert :

1. Auffüllung / Oberboden (Schicht 1)
2. Schluffe (Schicht 2)
3. Sande und Kiese (Schicht 3)

5.10.3.1 Auffüllung / Oberboden (Schicht 1)

Ab der Geländeoberfläche steht bis in eine Tiefe von ca. 0,10 bis 1,30 m unter GOK vorwiegend stark feinsandiger (vereinzelt feinsandiger), vereinzelt schwach humoser, schwach feinkiesiger schwach toniger Schluff von steifer bis halbfester Konsistenz an.

In einer Rammkernsondierung RKS 01 wurde schluffiger, feinkiesiger, schwach humoser Feinsand angetroffen. Innerhalb der Schicht wurden vereinzelt anthropogene Beimengungen in Form von Glas-bruchstücken, Ziegelbruchstückens sowie Holzresten festgestellt. Innerhalb der vorwiegend bindigen Böden wurden außerdem Wurzelreste erkundet.

5.10.3.2 Schluffe (Schicht 2)

Unterhalb der Schicht 1 folgen in allen ausgeführten Rammkernsondierungen bis in eine Tiefe von ca. 1,00 und 2,00 m unter GOK Schluffe. Die Schluffe weisen eine Mächtigkeit von ca. 0,30 bis 1,70 m auf. Gemäß der Bodenansprache sowie der Kornverteilungen handelt es sich bei den Böden der Schicht 2 überwiegend um schwach tonige bis tonige Schluffe mit variierenden Fein- bis Mittelsandgehalten. Die Konsistenz der Schluffe ist überwiegend steif, vereinzelt weich bzw. halbfest.

5.10.3.3 Sande und Kiese (Schicht 3)

Unterhalb der bindigen Böden der Schicht 2 folgen die Sande und Kiese der Schicht 3. Die Untergrenze der rolligen Böden wurde mit den ausgeführten Sondierungen nicht erkundet. Mit den gewerblichen Kernbohrungen B / GWM 1, B / GWM 2 und B / GWM 4 wurden aber einer Tiefe von ca. 18,40 bzw. 21,30

ENTWURF

und 21,40 m unter GOK bis zur jeweiligen Endteufe erneut bindige Böden mit variierenden organischen Beimengungen angetroffen. Vermutlich handelt es sich hierbei um eine Torflage innerhalb der Sande und Kiese. Für die Sande und Kiese der Schicht 3 ergibt sich eine Mächtigkeit von mindestens 16,90 m.

In den Sanden und Kiesen treten vereinzelt Stein- und Gerölllagen von wenigen Dezimetern Mächtigkeit auf.

Mit den Rammkernsondierungen RKS 03 und RKS 04 wurde innerhalb der Schicht 3 eine ca. 0,30 bis 0,70 m mächtigen Schlufflinse festgestellt. Gemäß der Bodenansprache handelt es sich bei der Linse um einen überwiegend feinkiesigen, feinsandigen, teils schwach tonigen Schluff von vorwiegend weicher Konsistenz.

Angaben zur Lagerungsdichte der rolligen Böden können mit den vorliegenden Sondierungen nicht gemacht werden. Hier wird die Ausführung von ergänzenden Rammkernsondierungen (DPH) empfohlen.

5.10.4 Grundwasserverhältnisse

Mit den im Juli 2018 ausgeführten Rammkernsondierungen und im August 2018 ausgeführten gewerblichen Kernbohrungen wurden die in Tabelle 10 aufgeführten Wasserstände festgestellt.

Tabelle 10 Grundwasserstände während der Bodenuntersuchung im Sommer 2018

Aufschluss	Datum	GWstand [m u. GOK]	GWstand[m NN]
P 01	05.07.2018	4,22	125,88
RKS 01	03.07.2018	2,66	126,04
RKS 02	03.07.2018	2,38	126,34
RKS 06	04.07.2018	2,32	126,83
RKS 07 – P 02	05.07.2018	3,47	126,23
RKS 08	04.07.2018	2,51	126,42
RKS 13	04.07.2018	3,20	126,42
RKS 14	05.07.2018	3,28	126,51
RKS 16 – P 04	05.07.2018	3,79	124,55
B / GWM 1 (GM 1)	22.08.2018	3,80	126,1
B / GWM 2 (GM 2)	30.08.2018	3,15	126,08
B / GWM 3 (GM 3)	27.08.2018	2,50	125,98
B / GWM 4 (GM 4)	24.08.2018	4,50	124,88

Das Grundwasser wurde während der Aufschlussarbeiten im Juli/August 2018 und Juli 2019 zwischen ca. 124,55 und 126,83 m NN (im Mittel 126,02 – 126,51 m NN), zwischen ca. 2,32 und 4,50 m u. GOK eingemessen.

Die Aussagen über den Wasserstand beruhen auf den Feststellungen während der Aufschlussarbeiten, wobei es sich aufgrund der eher trockenen Witterung um eher niedrige Grundwasserstände handelt.

ENTWURF

Gemäß [D 9] verläuft die Grundwasserfließrichtung etwa von Südosten nach Nordwesten, dem Rhein als Vorfluter zu.

5.10.5 Einschätzung zum Baugrund

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt liegen Arcadis keine konkreten Angaben zur geplanten Gründung sowie auftretenden Lasten vor. Im Folgenden wird von einer eingeschossigen Lagerhalle als Bebauung ausgegangen.

Nach den im Projektgebiet durchgeführten Baugrundaufschlüssen können die anstehenden Schichten hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit qualitativ wie in Tabelle 11 dargestellt eingestuft werden.

Tabelle 11 Bewertung der Tragfähigkeiten der einzelnen Bodenschichten

Schichten	Schichtuntergrenze [m unter GOK]	Schichtuntergrenze [m NN]	Tragfähigkeit
Auffüllung / Pflughorizont (Schicht 1)	0,2 – 1,3	127,85 – 129,49	nicht ausreichend
Schluffe (Schicht 2)	1,3 – 3,25	125,94 – 127,89	gering
Sande und Kiese (Schicht 3)	nicht erreicht		mittel – gut (sehr gut)[1)]

[1)] Tragfähigkeit abhängig von der Lagerungsdichte, wäre mit Rammsondierungen noch zu erkunden.

Der im Projektgebiet anstehende Oberboden bzw. die unterlagernde Auffüllung sind grundsätzlich zur Lastabtragung nicht geeignet. Grundsätzlich wäre der Oberboden gemäß seiner natürlichen Funktion zu verwerten. Aufgrund der im Projektgebiet angetroffenen hohen PFC-Belastung im Oberboden soll diese gemäß des Sanierungsplans mit einer Oberflächenversiegelung gesichert werden.
Die lokal erkundeten aufgefüllten Böden sind ebenfalls als nicht ausreichend tragfähig zu bewerten. Unterhalb der Auffüllung bzw. des Pflughorizonts folgt mit den quartären Schluffen ein gering tragfähiger Horizont. Die Schluffe werden bis zur Endteufe der Rammkernsondierungen und Kernbohrungen von mittel bis gut tragfähigen quartären Sanden und Kiesen unterlagert.
Prinzipiell wäre eine Flachgründung von Stützenfundamenten auf der Oberkante der angetroffenen Sande und Kiese möglich. Hierfür wäre ein Austausch der überlagernden Böden erforderlich. Als Bodenaustauschmaterial wäre weitgestufter Kiessand / Kies oder auch gebrochenes Material (Schotter) lagenweise verdichtet im Lastausbreitungswinkel der Fundamente und mit einem gewissen Überstand einzubauen.

Im Hinblick auf die PFC Belastung der oberen Bodenschichten wäre die Gründung der Bodenplatte auf Streifenfundamenten, welche ebenfalls in den Sanden und Kiesen abzusetzen wären, möglich. So wird ein vollständiger Lastenabtrag der Bodenplatte über die Streifenfundamente erreicht, statisch wäre das Tragsystem ähnlich einer tragenden Decke auszubilden. Die Bereiche zwischen den Streifenfundamenten könnten mit nicht tragfähigem Material (Oberboden/ Auffüllungen) verfüllt werden.

Fundierte Bemessungswerte können erst nach Vorliegen einer Planung und Lasten angeben werden.

Die Böden der Schicht 1 sind aufgrund ihres Organikgehalts (Wurzeln) für die Herstellung von Verkehrsflächen als Gründungshorizont nicht geeignet. Im Niveau des Planums werden gemäß den Erkenntnissen der Baugrunderkundung voraussichtlich bindige Böden (Schluffe) erwartet, die erfahrungsgemäß die geforderte Grundtragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45$ MN/m² nicht erreichen, so dass hier

ENTWURF

Zusatzmaßnahmen in Form eines Bodenaustauschs mit einer Stärke von mindestens d = 0,3 m zu berücksichtigen sind. Als Bodenaustauschmaterial wird Schottermaterial der Körnung 0/45 – 0/56 mm empfohlen.

Alternativ zum Bodenaustausch kann die erforderliche Grundtragfähigkeit durch eine Konditionierung der anstehenden Böden erreicht werden. Erfahrungsgemäß ist die Zugabemenge eines Bindemittels (Kalk/Zement) von ca. 2-3 % Zugabe auf die Trockendichte vorzunehmen. Hierfür ist im Vorfeld eine Eignungsuntersuchung auszuführen und die Bindemittelart-/menge festzulegen.

5.10.6 Erforderliche geotechnische Untersuchungen und Gutachten

Bei den Ausführungen in den obigen Unterkapiteln handelt es sich nicht um ein geotechnisches Vorgutachten mit qualitativer Einstufung der anstehenden Böden im Hinblick auf eine mögliche Bebauung. Es wird hier eine erste Einschätzung zu möglichen Gründungsvarianten einer möglichen Lagerhalle mit Verkehrsflächen angegeben.

Die vorliegenden Ausführungen ersetzen nicht die Erstellung eines Geotechnischen Berichts nach Eurocode 7. Gemäß aktueller Normung werden ergänzende Baugrunderkundungen (in Abhängigkeit der geplanten Bebauungen) notwendig.

Wir empfehlen aus geotechnischer Sicht zur Bestimmung der Lagerungsdichte der Sande und Kiese der Schicht 3 über das Projektgebiet verteilt Schwere Rammsondierungen bis in ca. 10 m Tiefe auszuführen. Außerdem empfehlen wir (im Bereich einer möglichen Lagerhalle) ergänzende Rammkernsondierungen bis in ca. 10 m Tiefe auszuführen und an den entnommenen Bodenproben bodenmechanische Laborversuche gemäß DIN 18300 auszuführen. Die Bodenansprache sollte hierbei durch einen geotechnischen Sachverständigen erfolgen.

Für weitere geotechnische Beurteilungen sind Informationen zu den geplanten Baumaßnahmen sowie die sich daraus ergebenden Anforderungen an den Untergrund notwendig.

5.11 Entwässerungskonzept (Zink Ingenieure)

Vom Büro Zink Ingenieure, Lauf, wurde im Hinblick auf die Entwässerung der Sanierungsfläche eine Machbarkeitsstudie erarbeitet [D 26]. Derzeit erfolgt die Entwässerung des Gewerbegebietes Bußmatten im Trennsystem. Die Schmutzwasserabflüsse werden über das Schmutzwasserkanalnetz zur Verbandskläranlage abgeleitet. Die Oberflächenabflüsse werden in Regenrückhaltebecken eingeleitet und gedrosselt zum Engertgraben abgeleitet. Die stärker verschmutzen Oberflächenabflüsse von Verkehrs- und Umschlagflächen werden zunächst in ein Regenklärbecken geleitet. Eine Entleerung des Beckens erfolgt im Beckenüberlauf zunächst zum Engertgraben, die Restentleerung über eine Entleerungspumpe in das Schmutzwasserkanalnetz.

Durch das Entwässerungskonzept von Zink Ingenieure wurde festgestellt, dass die Entwässerung der geplanten Erweiterung grundsätzlich möglich ist. Die Entwässerung erfolgt dabei, wie bisher auch im Trenn-system.

Der Schmutzwasserabfluss kann über das bestehende Schmutzwasserkanalnetz abgeleitet werden. Die nicht behandlungsbedürftigen Oberflächenabflüsse von den Dachflächen können direkt in den Engertgraben / den Hasenklammgraben eingeleitet werden. Behandlungsbedürftige Oberflächenabflüsse von den Verkehrs- und Umschlagflächen müssen voraussichtlich zunächst über ein Regenklärbecken gereinigt werden, bevor diese in Richtung Engertgraben/ Hasenklammgraben abgeleitet werden können. Hierbei kann auch geprüft werden ob eine gedrosselte Ableitung der Oberflächenabflüsse in Verbindung mit der Herstellung einer Regenwasserrückhaltung erforderlich ist. Die Regenwasserrückhaltung kann am nördlichen Rand der Sanierungsfläche hergestellt werden. Ein Regenklärbecken mit Überlauf zum Engert-

ENTWURF

graben/ Hasenklammgraben bzw. in die geplante Regenrückhaltung (falls erforderlich) könnte ebenfalls am nordwestlichen Rand der Sanierungsfläche hergestellt werden. Hinsichtlich der Notentlastung des RRB 2 ist zukünftig ein Ersatz zu finden. Denkbar wäre die Ableitung der Entlastungswassermenge über einen innerhalb des Plangebiets herzustellenden Regenwasserkanal zum Engertgraben/ Hasenklammgraben. Alternativ könnte die Entlastung zum weiterführenden Vorfluter erfolgen. In diesem Fall ist das Drossel-/ Entlastungsbauwerk des RRB 2 umzubauen und der weiterführende Vorfluter bereichsweise auszubauen.

6 BEHÖRDLICHE ZULASSUNGSERFORDERNISSE

Die Genehmigung der erforderlichen Maßnahmen erfolgt von behördlicher Seite aus in einer gebündelten Wirkung durch die Verbindlichkeitserklärung des Sanierungsplans.

Es sind folgende Zulassungserfordernisse betroffen:

- Antrag auf Genehmigung zur Errichtung von Grundwassermonitoringmessstellen.
- Antrag auf Genehmigung für das Einleiten der Entwässerung der Baucontainerdachflächen während der Sanierungsmaßnahme.

7 EIGENKONTROLLMASSNAHMEN IM RAHMEN DER SANIERUNG

7.1 Grundsätzliches

Die Sanierung ist durch Fachkräfte permanent zu überwachen, zu dokumentieren und in enger Abstimmung mit den Fachbehörden durchzuführen. Insbesondere erfolgen eine permanente örtliche Überwachung der Erdarbeiten. Chemische Analysen sind ausschließlich von akkreditierten Laboren vorzunehmen.

7.2 Überwachungskonzept Eigenüberwachung

7.2.1 Bodenmanagement

Deklaration. Die Böden im Sanierungsgebiet wurden durch umfangreiche Oberbodenprobenahmen sowie Rammkernsondierungen grundlegend untersucht und charakterisiert. Die grundsätzlichen Belastungsbereiche sind bekannt. Da keine Bodenmaterialien das Sanierungsgebiet verlassen, sondern nur intern umgelagert werden, ist in diesem Fall keine Deklaration notwendig. Sollte aus aktuell noch nicht absehbaren Gründen eine externe Verwertung von Bodenmaterial stattfinden müssen, ist zur abfallrechtlichen Deklaration vor Ort einer qualifizierten Beprobung nach LAGA PN98 durchzuführen und das Material nach den gesetzlichen Vorgaben zu deklarieren.

Das Vorgehen zur Deklaration von extern angeliefertem Material, welches innerhalb der Sanierungsmaßnahme verwendet werden soll, ist u.a. in Kapitel 5.6.1 beschrieben.

Vermessung. Für die Kontrolle der Aushubbereiche und -tiefen ist ein öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger hinzuzuziehen.

Baustellenverordnung. Es ist ein Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan (SiGe-Plan) gemäß Baustellenverordnung (D 17) auszuarbeiten. Ein von der ausführenden Firma unabhängiger Koordinator koordiniert die Tätigkeiten.

ENTWURF

Sohl- und Kontrollbeprobungen. Die Sohlbeprobungen und Kontrollbeprobungen zu Einstufung von umzulagerndem Material oder zur Kontrolle der Deklarationsanalysen von angeliefertem Material erfolgen durch den Gutachter des Bauherrn. Die Analytik erfolgt auf PFC mindestens nach dem Umfang des PFC GFS Erlasses vom August 2018 (D 12). Als Eluationsmethode für die Bodenmaterialien ist das 2:1 Schütteleluat (DIN 19529) vorgesehen.

7.2.2 Konzept für die Untersuchung von Materialien und Bauteilen bei der Ausführung von Bauwerken (Oberflächenabdichtung)

7.2.2.1 Prüfungen Oberflächenabdichtungen aus Asphalt

Für eine Qualitätskontrolle der Oberflächenabdichtung aus Asphalt ist eine Qualitätssicherung gemäß den Qualitätsuntersuchungen im Straßenbau durch zertifizierte Labore oder Prüfstellen durchzuführen. Die Prüfungen umfassen:

Typprüfung (Erstprüfung) und Eignungsprüfung. Zu Beginn der Arbeiten ist durch den Auftragnehmer durch Vorlage der Eignungsprüfungen der Nachweis zu führen, dass die zur Verwendung vorgesehenen Baustoffe und Baustoffgemische den vertraglichen Regelungen (Anforderungen) entsprechen.

Eigenüberwachungsprüfungen. Während und nach der Bauausführung prüft der Auftragnehmer die Güteeigenschaften der Baustoffe, Baustoffgemische und der fertigen Leistungen, ob diese den vertraglichen Anforderungen entsprechen. Die protokollierten Ergebnisse der Eigenüberwachungsprüfungen sind der Bauüberwachung vorzulegen. Sie beinhaltet zum Beispiel bei den ungebundenen Schichten die Ermittlung der Korngrößenverteilung, die Feststellung der Verdichtung sowie Tragfähigkeitsuntersuchungen. Beim Asphalt sind die Ergebnisse der Mischgutuntersuchungen entsprechend TL Asphalt-StB 07 [D 24] vorzulegen.
Eigenüberwachungsprüfungen beim Einbau von Asphalt beziehen sich entsprechend ZTV Asphalt-StB 07 Punkt 5.2 lediglich auf Temperaturmessungen, Beschaffenheit nach Augenschein, Einbaudicken, profilgerechte Lage und Ebenheit u. ä. Die Eigenüberwachungsprüfungen sind Sache des Auftragnehmers und dienen ihm zur Kontrolle und Einhaltung der Qualität der eigenen Bauleistungen. Die vertragsrelevanten Eigenschaften werden durch den Auftraggeber untersucht.

Kontrollprüfungen des Auftraggebers. Diese auftraggeberseitig beauftragten Prüfungen stellen die Grundlage für die Bewertung der Bauleistung darstellen. Die Kontrollprüfungen umfassen zum Beispiel eigenschaftsrelevante Kriterien wie Zusammensetzung der Baustoffe, des Mischgutes und anderes Baumaterial, Bindemittelgehalte und -sorte sowie Verdichtungsgrad, Querneigung, Ebenheit, Griffigkeit, Einbaudicken und Hohlraumanteil der hergestellten Schichten. Kontrollprüfungen schränken nicht die Verpflichtung des Auftragnehmers ein, Eigenüberwachungsprüfungen im erforderlichen Ausmaß durchzuführen.

Zusätzliche Kontrollprüfungen. Der Auftragnehmer kann zusätzliche Kontrollprüfungen verlangen, wenn der Grund zur Annahme besteht, dass das Ergebnis einer Kontrollprüfung nicht kennzeichnend für die gesamte zugeordnete Fläche ist. Unabhängig davon hat der Auftraggeber das Recht, nach seinem Ermessen zusätzliche Kontrollprüfungen durchführen zu lassen.

ENTWURF

7.2.3 Dokumentation

Für die Dokumentation gelten folgende Mindestanforderungen:

- Umgelagerte Bodenmaterialien:
  - Detaillierte Dokumentation des Bodenaushubs
  - Ausbauort
  - Ausbautiefe (Basis)
  - Einstufung des Materials anhand der durchgeführten Voruntersuchungen (belastet/ gering belastet)
  - Dokumentation einer eventuellen Zwischenlagerung (Ort, Dauer der Zwischenlagerung, Kubatur)
  - Detaillierte Dokumentation des Einbaus von Bodenmaterialien
  - Einbauort
  - Einbautiefe (Basis)
  - Einbaumächtigkeit Einstufung des Materials anhand der durchgeführten Vorunteruntersuchungen (belastet/ gering belastet)

- Angelieferte Bodenmaterialien:
  - Materialherkunft
  - Materialqualität
  - Dokumentation des Einbauortes
  - Einbautiefe (Basis)
  - Einbaumächtigkeit

- Zusätzliche Dokumentation der Aushubarbeiten im Bereich A:
  - Tiefe der Aushubbasis
  - Sohlbeprobungen und Analysen

- Dokumentation der Qualitätskontrolle der Oberflächenversiegelung:
  - Dokumentation der Ergebnisse und Zusammenfassung der Typprüfung, der Eignungsprüfung sowie der Eigenüberwachungsprüfung des Auftragnehmers,
  - Dokumentation der Ergebnisse der Kontrollüberprüfungen sowie der ggf. auftretenden zusätzlichen Kontrollüberprüfungen.

ENTWURF

7.3 Überwachungskonzept Fremdüberwachung

Zur Fremdüberwachung der Baumaßnahme gehören folgende Punkte:

- Fachtechnische Prüfung des Sanierungsplans inkl. der Genehmigungsanträge sowie der Ausschreibungs- und Ausführungsunterlagen.
- Prüfung der Qualitätssicherungspläne (SiGe-Plan und A+S Plan).
- Durchführung von regelmäßigen Baustellenbegehungen und fachgutachterliche Überwachung der Baumaßnahme u. a. hinsichtlich Baustellensicherheit, Einhaltung von Immissions- und Emissionsschutzvorgaben, Prüfung der Einhaltung vorgegebener NN-Höhen (v. a. im Belastungsbereich A1 mit Schwankungsbereich hoher Grundwasserstand), Freigabe des Belastungsbereiches A1 nach erfolgreicher Freimessung durch Sohlbeprobungen.
- Prüfen sämtlicher Unterlagen der Eigenüberwachung des ausführenden Unternehmens (z. B. Ergebnisse der Lastplattendruckversuche).
- Prüfung und Freigabe des zugelieferten Bodenmaterials sowie des geplanten Einbauortes auf Zulässigkeit.
- Prüfung der Dokumentationsscheine zur internen Bodenumlagerung.
- Fachtechnische Kontrolle und Abnahme der Oberflächenversiegelung.
- Behördliche Abstimmungen im Vorfeld, während und im Nachgang der Sanierungsmaßnahme.

Diese Arbeiten sind parallel zum Bauablauf durchzuführen.

8 BETROFFENE

Gemäß § 12 BBodSchG 0 haben die zur Sanierung der Altlast Verpflichteten die Pflicht, die Eigentümer der betroffenen Grundstücke, die sonstigen betroffenen Nutzungsberechtigten und die Nachbarschaft von der bevorstehenden Durchführung der geplanten Maßnahmen zu informieren.

Im Kapitel 4.1, Tabelle 4 sind die für die Umsetzung dieses Sanierungsplans benötigten Flächen inkl. Eigentümer dargestellt.

Folgende direkt Betroffene nach § 12 BBodSchG sind vorhanden:

- Stadt Bühl
- Firma Picosens

Außerdem gibt es folgende Inhaber von Nutzungsrechten:

- terranets bw GmbH (Leitungsrecht Gashochdruckleitung)
- Telekom (Leitungsrecht)
- Stadt Bühl: Stadtwerke Bühl (Leitungsrecht)

ENTWURF

9 EIGENKONTROLLMAßNAHMEN IM RAHMEN DER NACHSORGE

Eigenkontrollmaßnahmen im Rahmen der Nachsorge dienen zur Überwachung des Sanierungserfolgs. Diese Kontrollmaßnahmen werden nachlaufend zu den Sanierungsmaßnahmen durchgeführt. Als Eigenkontrollmaßnahmen zur weiteren Überwachung der Grundwassersituation hinsichtlich der einzuhaltenden Sanierungsziele (vgl. Kapitel 0) wird ein Grundwassermonitoring durchgeführt.

Die bestehenden Grundwassermessstellen (GWM 1 bis GWM 4, welche im August 2018 erstellt wurden sowie die Grundwassermessstelle P2 LUK am nordwestlichen Rand des Sanierungsgebietes) sind halbjährlich über einen Zeitraum von fünf Jahren zu beproben. Untersucht werden die 13 PFC Parameter des Erlasses vom 20. August 2018 [D 12]. Für die Kontrolle des oberflächennahen Grundwassers sind weitere sechs bis acht Grundwassermessstellen (ggf. können zwei vorhandene temporare Messstellen umgenutzt/ befestigt werden) zu errichten. Diese sind bis in eine Tiefe von rund 8 m auszubauen und zusammen mit den bereits vorhandenen zu beproben. Die Lage der Grundwassermessstellen ist in der nachfolgenden Abbildung sowie in Anlage 1.8 dargestellt. Die Lage der neu zu errichtenden Messstellen kann sich aufgrund der Begebenheiten vor Ort noch geringfügig ändern.

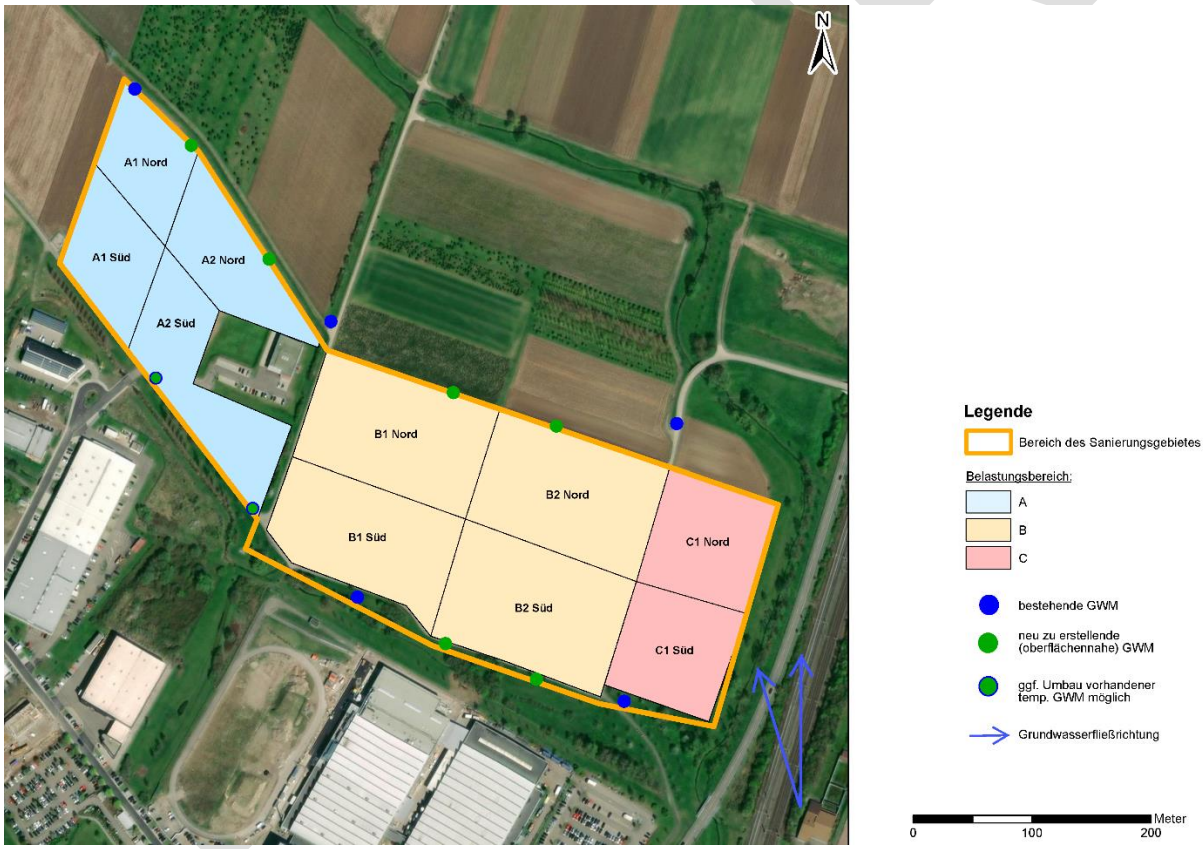

Abbildung 9 Lageplan Grundwassermonitoring

Im Rahmen der geplanten Maßnahme bildet die Oberflächenversiegelung das maßgebliche Sicherungsbauwerk. Auf Flächen ohne Aufbauten sind daher alle zwei Jahre Sichtkontrollen der Integrität der Oberfläche durchzuführen und das Begehungsprotokoll dem Landratsamt vorzulegen.

10 BAUZEIT- UND KOSTEN

10.1 Zeitplan

Der Rahmenzeitplan hängt von der geplanten Baumaßnahme ab und ist direkt mit dieser verknüpft. Der nachfolgende Rahmenzeitplan geht von einer einfachen Bebauung ohne witterungsbedingte Unterbrechungen aus.

Tabelle 12 Rahmenzeitplan

Monate	1				2				3				4				5				6			
Wochen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Baustelleneinrichtung (BE-Flächen, Stellen Bauzaun, Verkehrsicherung, Zugangsflächen, Sozialräume, Bürocontainer etc.)	■	■																						
Aushubsphase A1 /A2		■	■	■	■	■	■																	
Verfüllung Bereich A1 / A2				■	■	■	■	■	■															
Einbau, Umlagerung und Profilierung				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Räumung der Baustelle																					■	■		

10.2 Kostenschätzung

Für die grobe Kostenschätzung wurden folgende Ansätze herangezogen:

- Für die Kostenschätzung wurden aktuelle und auf Erfahrungswerte beruhende Baupreise verwendet.
- Ingenieurleistungen zur Planung, Überwachung, Erfolgskontrolle sowie zur immissionsschutzfachlichen Planung und Bauleitung werden vereinfacht mit 10 % der Bauleistungen veranschlagt.
- Kosten für Unvorhersehbares (contingency) werden mit 20 % der Baukosten angesetzt.
- Alle in der nachfolgenden Kostenabschätzung aufgeführten Angaben verstehen sich rein netto, zzgl. der jeweils geltenden gesetzlichen Mehrwertsteuer.
- Für Kostenabschätzungen zu Gründungen, zur Bodenplatte sowie den Entwässerungsanlagen sind weiterführende Kenntnisse der späteren Aufbauten notwendig. Hierdurch ergeben sich in abhängig der auszuführenden Gründungsvariante sowie der jeweiligen Ausführungen sehr variable Kostenberechnungen. Diese Kosten sind in der nachfolgenden Kostenabschätzung nicht berücksichtigt.

Die grobe Kostenschätzung ist in Tabelle 13 dargestellt.

Tabelle 13 Kostenschätzung

Nr.	Bezeichnung	Gesamtpreis geschätzt und gerundet
1	Baustelleneinrichtung	120.000 €
2	Erdarbeiten	880.000 €
3	Arbeits- und Immissionsschutz	50.000 €
4	Analytik	50.000 €
5	Ingenieurleistungen (Planung, Überwachung, Erfolgskontrolle, immissionsschutzfachliche Planung und Bauleitung etc.) mit 10 % der Bau- und Entsorgungsleistungen angesetzt	100.000 €
6	Unvorhersehbares und Risiken mit 20 % der Bauleistungen angesetzt	200.000 €

ENTWURF

Gesamtsumme netto	**1.400.000 €**

ENTWURF

IMPRESSUM

PFC BELASTUNGEN AUF DER GEMARKUNG BÜHL-BUßMATTEN
ERARBEITUNG EINES SANIERUNGSPLANES NACH § 13 BBODSCHG UND § 6 BZW. ANHANG 3 BBODSCHV

AUTOR
Christopher Schenkel

PROJEKTNUMMER
DE0117.001946.0126

UNSER ZEICHEN
senk/rh

DATUM
24 April 2020

GESEHEN

Michael Reinhard

Judith Zwigl

ERSTELLT

Christopher Schenkel

Arcadis Germany GmbH

Griesbachstraße 10
76185 Karlsruhe
Deutschland
0721 98580-0

www.arcadis.com

ENTWURF