
Projekt-Nr.	Ausfertigungs-Nr.	Datum
2120879(2)	Gesamt: 15	14.12.2012

**Sanierungsuntersuchung
der Altablagerung Kessler-Grube,
Grenzach-Wyhlen, Landkreis Lörrach**

Teilfläche Roche Pharma AG, Grenzach-Wyhlen – Perimeter 1

Auftraggeber **Roche Pharma AG, Grenzach-Wyhlen**

Anzahl der Seiten: 49
Anlagen: 4

INHALT:		Seite
1	Zusammenfassung.....	5
2	Ausgangssituation.....	6
3	Allgemeine Standortangaben.....	6
4	Aufgabenstellung	7
5	Rahmenbedingungen am Standort	8
6	Ermittlung der Sanierungsziele	9
	6.1 Grundsätze	9
	6.2 Wirkungspfad Boden – Grundwasser	10
	6.2.1 Gefährdungsabschätzung, Immissions-/Emissionsbetrachtung.....	10
	6.2.2 Grundlagen der Sanierungszielermittlung	11
	6.2.3 Ermittlung der Sanierungsziele	13
	6.3 Wirkungspfad Boden – Oberflächengewässer	17
	6.3.1 Grundlagen der Sanierungszielermittlung	17
	6.3.2 Ermittlung der Sanierungsziele	17
	6.4 Wirkungspfad Boden – Mensch.....	19
7	Variantenstudie	20
	7.1 Verfahrensübersicht mit erster Vorauswahl.....	20
	7.2 Beschreibung der am Standort einsetzbaren Verfahren.....	22
8	Bewertung der Varianten	24
	8.1 Technische Machbarkeit am Standort	24
	8.2 Eignung für den Grad der Kontamination und die Charakteristik des Schadstoffspektrums	24
	8.3 Erreichbarer Wirkungsgrad, Wirksamkeit der Dekontamination/Sicherung	24
	8.4 Kostenschätzung und Zeitrahmen der Maßnahmen.....	26
	8.5 Nicht-monetäre Bewertung	27
	8.5.1 Stärken-/Schwächenanalyse.....	28
	8.5.2 Worst-Case-Szenario	29
	8.5.3 Umweltrelevante Bewertung	29
	8.5.4 Auswirkungen auf die Betroffenen im Sinne des § 12 Satz 1 BBodSchG [15] (Grundstückseigentümer, Nutzer, Nachbarn).....	34
	8.5.4.1 Messtechnische Überwachung Gasemissionen.....	34
	8.5.4.2 Lärmschutz.....	34
	8.5.5 Genehmigungs- und Zulassungsbedarf	35
	8.5.6 Arbeitsschutz.....	36
	8.5.7 Nachsorgeerfordernis.....	36
	8.5.8 Korrektur- und Nachbesserungsmöglichkeiten	37
	8.5.9 Stand der Technik/Forschung	38
	8.5.10 Gesamtbewertung nicht-monetärer Kriterien	38
	8.6 Kosten-Wirksamkeitsbetrachtung = Effektivitätsanalyse	40
	8.7 Gesamtbewertung	43
9	Vorschlag des Gutachters.....	45
10	Geplante Zusatzuntersuchungen	47
11	Grobzeitenplan.....	48

TABELLEN:

Seite

Tabelle 1:	Ursprüngliche Rahmenbedingungen der drei Perimeter [23].....	8
Tabelle 2:	Ergebnisse aus Einzelparameteruntersuchung und GS/MS-Screening mit Prüf-/Beurteilungswertüberschreitung	14
Tabelle 3:	Stoffe aus Einzelparameteruntersuchung und GS/MS-Screening mit Überschreitung der tolerierbaren Frachten	14
Tabelle 4:	Standortspezifische Hauptparameter (Auswahl), Vergleich Ist – Soll	16
Tabelle 5:	Ergebnisse aus Einzelparameteruntersuchung und GS/MS-Screening mit Überschreitung der Orientierungswerte für Oberflächengewässer	18
Tabelle 6:	Stoffe aus Einzelparameteruntersuchung und GS/MS-Screening mit Überschreitung der tolerierbaren Frachten für Fließgewässer.....	18
Tabelle 7:	Einteilung der Toxizitätsklassen.....	19
Tabelle 8:	Gängige Dekontaminations- und Sicherungsverfahren	22
Tabelle 9:	Wirkungsweisen der einsetzbaren Verfahren	23
Tabelle 10:	Einsatzmöglichkeiten der ausgewählten Verfahren	23
Tabelle 11:	Wirksamkeit der ausgewählten Verfahren	25
Tabelle 12:	Kostenschätzung der Sanierungsvarianten bei 50-jähriger Laufzeit.....	26
Tabelle 13:	Vor- und Nachteile der Varianten.....	28
Tabelle 14:	Worst-Case-Szenarien der Varianten	29
Tabelle 15:	Lärm-Immissionsrichtwerte	35
Tabelle 16:	Erlaubnis- und Genehmigungsbedarf	35
Tabelle 17:	Nicht-monetäre Kriterien und deren Bewertung.....	40
Tabelle 18:	Effektivität der untersuchten Verfahren.....	41
Tabelle 19:	Gesamtbewertung der Verfahren.....	44
Tabelle 20:	Grobzeitenplan Stand Juni 2012.....	49

ABBILDUNGEN:

Abbildung 1:	Kostenentwicklung der Sanierungsvarianten.....	27
Abbildung 2:	Umweltbilanz der Sicherungs- und Dekontaminationsvarianten.....	33
Abbildung 3:	Kosten-Wirksamkeitsverteilung der Varianten	42
Abbildung 4:	Spezifische Kosten pro kg entferntem Schadstoff (Beispiel Chlorbenzol)	43
Abbildung 5:	Sensitivität der Bewertungskriterien.....	45
Abbildung 6:	Entscheidungsprozess Sanierungsvariante Kessler-Grube, Perimeter 1	46

ANHANG:

- 1 Quellen- und Literaturverzeichnis
- 2 Abkürzungsverzeichnis

ANLAGEN:

- 1 Planunterlagen
 - 1.1 Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 25.000
 - 1.2 Lageplan der Altablagerung mit Sanierungsperimetern, Maßstab 1 : 1.500
 - 1.3 Übersichtslageplan Kessler-Grube – Verkehrswege und Logistikflächen, Maßstab 1 : 3.000
 - 1.4 Lageplan der Zusatzuntersuchungen, Maßstab 1 : 750
- 2 Ergebnisse vorangegangener Untersuchungen
- 3 Beschreibung der Varianten
 - 3.1 Variante 1 – Aushub mit Entsorgung
 - 3.2 Variante 2 – Aushub mit onsite-Behandlung
 - 3.3 Variante 0B – Aktive Abstomsicherung
 - 3.4 Variante 0A – Passive Abstomsicherung
- 4 Projektablaufpläne
 - 4.1 Projektablaufplan Zusatzuntersuchungen
 - 4.2 Projektablaufplanung Sanierung

1 Zusammenfassung

Für die Altablagerung Kessler-Grube wurde im Anschluss an die zweite Stufe der Detailuntersuchung [12] ein Ideenwettbewerb zur Sanierungsuntersuchung ausgeschrieben. Ziel dieser technischen Variantenstudie war, denkbare Sanierungsmethoden aufzuzeigen und diese zu bewerten.

Da bei dem Ideenwettbewerb aufgrund der unterschiedlichen Rahmenbedingungen (Überbauung, langfristige Nutzung etc.) keine gemeinsame Lösung für alle Perimeter gefunden werden konnte, erfolgten die Entscheidungen für Perimeter 1 (Roche Pharma AG, Grenzach-Wyhlen) und Perimeter 2 (BASF Grenzach GmbH) unabhängig voneinander. Die Planung und Durchführung der Sanierungsaktivitäten wird aufgrund der direkten räumlichen Nachbarschaft und der zeitlichen Überschneidungen in engster Abstimmung, jedoch grundsätzlich eigenständig weiterverfolgt.

Auf Basis des Ideenwettbewerbs erfolgte eine formale Sanierungsuntersuchung zur Ermittlung und Bewertung geeigneter Verfahren separat für jeden der Perimeter. Die Bewertung für Perimeter 1 ergab, dass die Variante 1 (Aushub mit Entsorgung außerhalb des Sanierungsperimeters) die beste Gesamtbewertung erzielte. Den zweiten Rang teilen sich Variante 0A (passive Abstomsicherung) und Variante 0B (aktive Abstomsicherung).

Variante 0A erfüllt jedoch nicht die vorgegebenen Rahmenbedingungen des Auftraggebers und kommt aus Sicht der Sanierungspflichtigen Roche Pharma AG daher als Sanierungsvariante nicht infrage. Gründe hierfür sind:

- keine nennenswerte Entfernung von Schadstoffen aus dem Untergrund,
- unabsehbare Laufzeit, während der Auftraggeber einen Abschluss der Sanierung innerhalb weniger Jahre wünscht.

Bei Sicherungsmaßnahmen ist insbesondere zu gewährleisten, dass durch die verbleibenden Schadstoffe dauerhaft keine Gefahren entstehen. Das Gefahrenpotenzial der im Boden verbleibenden Schadstoffe und deren Umwandlungsprodukte sind dabei zu berücksichtigen.

Vor allem im Hinblick auf die Langzeitwirksamkeit über größere Laufzeiten als die betrachteten 50 Jahre und die tatsächliche Reduzierung des grundwasserwirksamen Schadstoffpotenzials, zeigt die Variante 1 (Aushub mit Entsorgung) daher innerhalb relativ kurzer Zeit wesentliche Vorteile. Diese Aspekte können bei der Beurteilung von „überschaubaren Zeiträumen“ und bei Gleichstellung von Dekontaminations- und Sicherungsmaßnahmen nur eingeschränkt berücksichtigt werden.

Unter Berücksichtigung der Gesamtbewertung und der unbestimmten zeitlichen Notwendigkeit von Sicherungsmaßnahmen empfehlen wir die Variante 1 (Aushub mit Entsorgung) für Perimeter 1.

2 Ausgangssituation

Für die Altablagerung Kessler-Grube war eine abschließende Gefährdungsabschätzung im Hinblick auf die Schutzgüter Grundwasser und Oberflächengewässer erforderlich. Diese hatte das Ziel, definitiv über einen Sanierungs- oder Überwachungsbedarf entscheiden zu können. Diese zweite Stufe der Detailuntersuchung [12] war Basis der Gefährdungsabschätzung und führte gemäß Beschluss der Altlastenbewertungskommission Baden-Württemberg vom 19. Juli 2011 zur Notwendigkeit einer Sanierungsuntersuchung für die Wirkungspfade Boden – Grundwasser und, sofern die Förderrate des Brunnens 49 verringert wird, Boden – Oberflächengewässer. Im Vorfeld der eigentlichen Sanierungsuntersuchung erfolgte ein Ideenwettbewerb bzw. eine Variantenstudie möglicher Sanierungsverfahren.

Da bei dem Ideenwettbewerb keine gemeinsame Lösung für alle Perimeter gefunden werden konnte, erfolgte die Entscheidung für Perimeter 1 (Roche Pharma AG, Grenzach-Wyhlen) und Perimeter 2 (BASF Grenzach GmbH) unabhängig voneinander. Die Planung und Durchführung der Sanierungsaktivitäten werden aufgrund der direkten räumlichen Nachbarschaft und der zeitlichen Überschneidungen in engster Abstimmung, jedoch grundsätzlich eigenständig weiterverfolgt.

Die Roche Pharma AG, Grenzach-Wyhlen beauftragte die HPC AG mit der Ausarbeitung einer formalen Sanierungsuntersuchung für den Perimeter 1 auf Grundlage des Ideenwettbewerbs zur Ermittlung und Bewertung geeigneter Sanierungsverfahren.

In Anlage 2 sind die Ergebnisse der Detailuntersuchung als Basis der Variantenstudie zusammengefasst.

3 Allgemeine Standortangaben

Name/Bezeichnung:	Altablagerung Kessler-Grube
Lage:	SW' des Ortsteils Grenzach, zwischen Bahnlinie und Rhein
Stadt/Landkreis/Adresse:	Grenzach-Wyhlen, Ortsteil Grenzach Salzländeweg bzw. Köchlinstraße
Gewann, Flurstücks-Nrn.:	Gewann Kessler, Flst.-Nrn. 878 teilweise, 1031, 1031/1, 1032, 1033, 1034, 1050
Flächengröße:	ca. 52.000 m ²
Rechts-/Hochwert:	33 98 300/52 69 150 (Zentrum)
Höhe:	ca. +261 m ü. NN, Rheinufer ca. +255 m ü. NN
Grundwasserniveau:	rd. +254 m ü. NN
Morphologie:	leichte Neigung von NE nach SW, Uferböschung zum Rhein hin
Versiegelung/Bebaute Fläche:	zu ca. 25 % überbaut (Kläranlage, BASF Grenzach GmbH)
Lage der Altablagerung:	in ehemaligen Kiesgruben
Auffüllmächtigkeit:	durchschnittlich 6 m, max. 13,2 m
Ablagerungsvolumen:	ca. 310.000 m ³

Frühere Nutzung:	Verfüllung ehem. Kiesgruben u. a. mit Erdaushub, Bauschutt, Hausmüll und Abfällen der chemischen Industrie
Aktuelle Nutzung:	Grünanlage/Brachland sowie BASF-Werksgelände
Geplante Nutzung:	im Zentrum keine konkrete Änderung bekannt, der nördliche Teil der AA wird zukünftig teilweise überbaut durch die neue Umgehungsstraße B 34
Zulässige Nutzung:	Industriegebiet
Umfeldnutzung:	Industriegebiet, Rheinufer-Wanderweg, Grüngürtel zu Wohnbebauung, Gemeindestraße/Bahnlinie
Vorfluter:	Rhein Der Rhein hat auf Höhe Kessler-Grube bei üblicher Grundwasserentnahme auf BASF-Werksgelände keine nennenswerte Vorflutwirkung.
Vorbehaltsgebiete:	außerhalb
Bisheriger Kenntnisstand:	OU, ergänzende HU [1], 1. und 2. Etappe DU [4] - [9], [12]

4 Aufgabenstellung

Ziel der vorliegenden technischen Variantenstudie ist, denkbare Sanierungsmethoden aufzuzeigen und diese zu bewerten. Insbesondere folgende Kriterien sind dabei zu berücksichtigen:

- technische Machbarkeit am Standort
- Eignung für den Grad der Kontamination und die Charakteristik des Schadstoffspektrums
- erreichbarer Wirkungsgrad, Wirksamkeit der Dekontamination/Sicherung
- Kostenschätzung der Maßnahme
- Zeitrahmen zur Realisation der Maßnahme
- Stärken-/Schwächenanalyse
- Worst-Case-Szenario
- Auswirkungen auf die Betroffenen im Sinne des § 12 Satz 1 BBodSchG [15] (Grundstückseigentümer, Nutzer, Nachbarn)
- Genehmigungs- und Zulassungsbedarf
- Arbeitsschutz
- Nachsorgeerfordernis
- Korrektur- und Nachbesserungsmöglichkeiten
- Kosten-Wirksamkeitsbetrachtung = Effektivitätsanalyse

Im Rahmen der nicht-monetären Kriterien wird auch die Beeinträchtigung der Umwelt betrachtet.

Neben den vorgenannten Inhalten sind im Anhang 3 der BBodSchV [14] und in der ehem. Verwaltungsvorschrift Orientierungswerte [16] die Grundlagen einer Sanierungsuntersuchung bzw. Variantenstudie detailliert beschrieben (vgl. auch Kap. 6.1).

Alle Varianten sind der Situation ohne weitere Eingriffe gegenüberzustellen.

5 Rahmenbedingungen am Standort

Das Areal der Kessler-Grube soll zukünftig in Teilbereichen verschiedenen Nutzungen zugeführt werden können. Die Sanierung der Teilbereiche soll aufeinander abgestimmt und ggf. synergistisch erfolgen. Nachfolgend werden, gemäß dem von Roche Pharma AG und BASF Grenzach GmbH im Jahr 2011 durchgeführten Ideenwettbewerb, die drei Teilbereiche, vgl. Anlage 1.2, und ihre spezifischen Rahmenbedingungen aufgeführt.

Kriterium	Perimeter 1	Perimeter 2	Perimeter 3
Lage	Brachfläche zwischen Salzländeweg und Werksareal	Werksareal und Kläranlage BASF Grenzach GmbH	Trasse der Umgehungsstraße B 34 und Randbereich
Flurstücks-Nrn.	1031, 1032, 1033, 1034, 1050	878	Trasse der Umgehungsstraße B 34 und 1031/1
Höhe nach Sanierung	GOK Anschluss an Salzländeweg, Uferweg und Kläranlage	GOK Anschluss an Salzländeweg, Uferweg und Kläranlage	GOK Anschluss an Salzländeweg, Uferweg und Kläranlage
Versiegelung/bebaute Fläche	weitgehend Brachfläche	zu ca. 50 % überbaut (Kläranlage der Gemeinde und der BASF Grenzach GmbH)	geplante Straßenbaumaßnahme
Geplante Nutzung	Nutzung höherwertig als Gewerbe, z. B. Grünfläche, keine Wohnnutzung oder Spielfläche	gewerbliche Nutzung	Umgehungsstraße
Abschluss aktive Sanierungsmaßnahmen	Ende 2014	Ende 2014	-
Abschluss insitu-Maßnahme	-	Ende 2019	-
Abschluss aktive Sicherungsmaßnahme	Ende 2019 (Ausnahme Betrieb Brunnen 49)	Ende 2024 (Ausnahme Betrieb Brunnen 49)	-

Tabelle 1: Ursprüngliche Rahmenbedingungen der drei Perimeter [23]

Im Weiteren wird nur noch der für diesen Bericht gegenständliche Perimeter 1 betrachtet.

Generell können und sollen für alle Baumaßnahmen mit Materialabtransport die auf dem Werksgelände der BASF vorhandenen Schienenwege genutzt werden. Ebenso ist unter Umständen ein Transport auf dem Rhein denkbar. Transporte auf dem Werksgelände können nur mit zwei-, maximal dreiachsigen Lkws erfolgen.

Bei Materialentnahmen sind die

- Zwischenlagerung wiederverwertbarer Materialien,
- Zwischenlagerung zu entsorgender Materialien,
- spezifische Entsorgungswege,
- Reinigung und Recycling von Materialien auf dem Gelände

zu berücksichtigen. Für die Maßnahmen im Perimeter 1 stehen Logistikflächen auf dem BASF-Werksgelände zur Verfügung.

Die vorhandene Kläranlage wird von der BASF Grenzach GmbH weiter betrieben und kann auch während der Sanierungsarbeiten genutzt werden. Gegebenenfalls ist für starke Verunreinigungen ein Aktivkohlefilter vorzusehen.

Auf dem Werksgelände der BASF Grenzach GmbH finden umfangreiche Rückbaumaßnahmen statt. Die frei werdenden Flächen sollen Berücksichtigung finden, sind allerdings zusammen mit weiteren Logistikflächen erst nach Ende der laufenden Rückbaumaßnahmen der Werkinfrastruktur ab 2014 voll verfügbar.

Energieträger stehen wie folgt zur Verfügung:

- Strom (6 kV, 500 V erdfrei)
- Dampf (5 bar)
- Fabrikwasser
- Druckluft (6 bar)
- Stickstoff

6 Ermittlung der Sanierungsziele

6.1 Grundsätze

Im Rahmen der Gefährdungsabschätzung wurden bei den gegebenen Standortverhältnissen in Verbindung mit den Untersuchungsergebnissen die folgenden Wirkungspfade als sanierungsrelevant bewertet:

- Wirkungspfad Boden – Grundwasser
- Wirkungspfad Boden – Oberflächengewässer

Die Sanierungszielbetrachtung erfolgt für diejenigen Wirkungspfade, für welche Gefahren bzw. Schäden bestehen.

Das BBodSchG [15] gibt diesbezüglich folgende Grundsätze vor:

„...Der Verursacher einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast sowie dessen Gesamtrechtsnachfolger, der Grundstückseigentümer und der Inhaber der tatsächlichen Gewalt über ein Grundstück sind verpflichtet, den Boden und Altlasten sowie durch schädliche Bodenveränderungen oder Altlasten verursachte Verunreinigungen von Gewässern so zu sanieren, dass dauerhaft keine Gefahren, erheblichen Nachteile oder erheblichen Belästigungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit entstehen. Hierzu kommen bei Belastungen durch Schadstoffe neben Dekontaminations- auch Sicherungsmaßnahmen in Betracht, die eine Ausbreitung der Schadstoffe langfristig verhindern. Soweit dies nicht möglich oder unzumutbar ist, sind sonstige Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen durchzuführen. ...“

In der BBodSchV [14] werden u. a. die folgenden Anforderungen an die Sanierungsmaßnahmen gestellt:

„...Dekontaminationsmaßnahmen sind zur Sanierung geeignet, wenn sie auf technisch und wirtschaftlich durchführbaren Verfahren beruhen, die ihre praktische Eignung zur umweltverträglichen Beseitigung oder Verminderung der Schadstoffe gesichert erscheinen lassen. Dabei sind auch die Folgen des Eingriffs insbesondere für Böden und Gewässer zu berücksichtigen. Nach Abschluss einer Dekontaminationsmaßnahme ist das Erreichen des Sanierungsziels gegenüber der zuständigen Behörde zu belegen. ...“

und

„...Sicherungsmaßnahmen sind zur Sanierung geeignet, wenn sie gewährleisten, dass durch die im Boden oder in Altlasten verbleibenden Schadstoffe dauerhaft keine Gefahren, erheblichen Nachteile oder erheblichen Belästigungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit entstehen. Hierbei ist das Gefahrenpotenzial der im Boden verbleibenden Schadstoffe und deren Umwandlungsprodukte zu berücksichtigen. Eine nachträgliche Wiederherstellung der Sicherungswirkung im Sinne des Satzes 1 muss möglich sein. Die Wirksamkeit von Sicherungsmaßnahmen ist gegenüber der zuständigen Behörde zu belegen und dauerhaft zu überwachen. ...“

In den nachfolgenden Abschnitten werden anhand der Relevanz der Wirkungspfade Sanierungsziele abgeleitet.

6.2 Wirkungspfad Boden – Grundwasser

6.2.1 Gefährdungsabschätzung, Immissions-/Emissionsbetrachtung

Sofern zu erwarten ist, dass die Prüfwerte im Grundwasser (Schadstoffherd bei kleinräumiger und kurzzeitiger Mittelwertbildung) zukünftig überschritten werden, besteht eine Gefahr für das Schutzgut Grundwasser. Im Falle einer nachgewiesenen Prüfwertüberschreitung besteht bereits ein Grundwasserschaden. In beiden Fällen (Gefahr und/oder Schaden) handelt es sich um den Tatbestand einer SBV/Altlast. Für Stoffe ohne veröffentlichten Prüfwert in der BBodSchV wurden analog orientierende Beurteilungswerte abgeleitet [12].

Da das Kontaktgrundwasser im Bereich der Kessler-Grube großräumige und langfristige, erhebliche Prüfwertüberschreitungen aufweist und somit ein Grundwasserschaden besteht, stellt die Altablagerung eine SBV/Altlast dar.

Wenn eine SBV/Altlast vorliegt, ist als Rechtsfolge der Umfang und die Verhältnismäßigkeit von Maßnahmen zur Gefahrenabwehr zu prüfen (Sanierung oder Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen). Grundsätzlich besteht die Anforderung einer Einhaltung der Prüfwerte am Ort der Beurteilung – Grundwasseroberfläche bzw. Kontaktgrundwasser im Schadenszentrum. Dies entspricht einer vollständigen Gefahrenabwehr und sinngemäß der allgemeinen Mindestanforderung der ehem. VwV „Orientierungswerte“ [16] bzw. der Untersuchungsstrategie Grundwasser [22]. Die allgemeine Mindestanforderung wird im Fall der Kessler-Grube nicht erfüllt.

Sofern allerdings im Grundwasser auf Dauer nur lokal begrenzt erhöhte Schadstoffkonzentrationen und nur geringe Schadstofffrachten zu erwarten sind, ist dies gemäß § 4 Abs. 7 BBodSchV bei der Prüfung der Verhältnismäßigkeit von Untersuchungs- und Sanierungsmaßnahmen zu berücksichtigen. In Baden-Württemberg wird dieser Ermessensspielraum im Regelfall durch die ehem. VwV Orientierungswerte begrenzt.

Demnach sind im direkten Grundwasserabstrom der SBV/Altlast die Prüfwerte der BBodSchV (Immissionsbedingung) und die maximal tolerierbaren Schadstofffrachten (E_{\max} -Werte, Emissionsbedingung) der ehem. VwV Orientierungswerte bzw. der Untersuchungsstrategie Grundwasser [22] einzuhalten (eingeschränkte Gefahrenabwehr bzw. einzelfallbezogene Mindestanforderung als niedrigste Anforderungsstufe). Als direkter Grundwasserabstrom ist der Rand der SBV/Altlast zu betrachten.

Die Immissionsbedingung gemäß [16] bzw. [22] ist im vorliegenden Fall nicht eingehalten. Die Emissionsbedingung wird ebenfalls nicht eingehalten.

6.2.2 Grundlagen der Sanierungszielermittlung

Zur Ableitung von Sanierungszielen wird neben BBodSchG [15] und BBodSchV [14] in Baden-Württemberg auf die ehem. VwV [16] zurückgegriffen. Danach sind anhand einer Abwägung die Sanierungsziele unter Berücksichtigung der Angemessenheit des Aufwands und der Umweltbilanz festzulegen. Für eine Sanierung bestehen folgende Zielstufen:

1. Stufe: Allgemeine Mindestanforderung = Prüfwerte

Nach § 4 Abs. 3 BBodSchG sind Gefahren vollständig abzuwehren. Eine vollständige Gefahrenabwehr wäre erreicht, wenn der Prüfwert am Ort der Beurteilung, nämlich an der Grundwasseroberfläche bzw. im Kontaktgrundwasser, eingehalten wird.

- Allgemeine Mindestanforderung an das Sanierungsziel ist es, die Schutzgüter Grundwasser und Grundwassernutzung zu berücksichtigen, ohne Besonderheiten des Einzelfalls einzubeziehen (z. B. Barrieren gegen Schadstoffausträge, Verdünnung, Nutzungsverzicht). Werden die angegebenen Prüfwerte unterschritten, ist ein ausreichender Schutz gewährleistet.

Die allgemeine Mindestanforderung würde am Standort zur Notwendigkeit führen, die Prüfwerte im Grundwasser und Kontaktgrundwasser – auch des Schadstoffherds – einzuhalten.

2. Stufe: Aus der einzelfallbezogenen Mindestanforderung abzuleitende Werte = eM-Werte

Aus Gründen der Verhältnismäßigkeit (§ 4 Abs. 7 BBodSchG) kann auch nur eine Gefahrenminderung akzeptiert werden, wenn erhöhte Schadstoffkonzentrationen im Sickerwasser oder andere Schadstoffausträge auf Dauer nur geringe Schadstofffrachten und nur lokal begrenzt erhöhte Schadstoffkonzentrationen im Gewässer erwarten lassen. In Kap. 6.2.1 wurde erläutert, dass dieser Ermessensspielraum in Baden-Württemberg durch die Immissions-/Emissionsbedingung begrenzt wird (einzelfallbezogene Mindestanforderung (eM)).

- Die eM-Werte berücksichtigen alle Umstände des Einzelfalls, wie Barrieren, Verdünnung, Nutzungswürdigkeit und vorhandene bzw. aufgegebene Nutzungen.

Demzufolge sind die eM-Werte keiner Liste als feste Werte zu entnehmen, sondern sind im Einzelfall zu berechnen. Kriterien für die eM-Werte zum Schutz von Grundwasser sind:

- Immissionsbegrenzung
- Emissionsbegrenzung

Immissionsbegrenzung:

In genutzten oder nutzungswürdigen Grundwasservorkommen dürfen durch die Zulassung von Schadstoffemissionen keine höheren Schadstoffkonzentrationen als die Prüfwerte auftreten. Die Ermittlung der Prüfwerte bezieht sich bei der einzelfallbezogenen Mindestanforderung rechnerisch auf die gesamte Aquifermächtigkeit bis zum nächsten Grundwasserstauer (max. jedoch 30 m), sodass im Falle eines nicht oder gering belasteten Teilstroms lokale Schadstoffkonzentrationen über dem Prüfwert tolerierbar wären.

Emissionsbegrenzung:

Die Emissionen (tägliche Frachten) aus kontaminiertem Boden/Ablagerungsgut in das Grundwasser dürfen nicht über den im Einzelfall maximal zulässigen Emissionswerten (E_{\max} -Werten) liegen. Die in der ehem. VwV bzw. Untersuchungsstrategie Grundwasser angegebenen E_{\max} -Werte sind so gewählt, dass damit maximal 25 l/s unbelastetes Wasser bis zum Prüfwert (rechnerisch) kontaminiert werden können.

Durch die Einhaltung beider o. a. Bedingungen und somit der einzelfallbezogenen Mindestanforderung wird gewährleistet, dass kein nutzungswürdiges Grundwasservorkommen durch eine Altlast auf Dauer nicht mehr nutzbar wird (Immissionsbedingung) sowie eine unangemessene Beanspruchung der Verdünnungsleistung großer Grundwasservorkommen nicht möglich ist (Emissionsbedingung).

Für Baden-Württemberg wird durch die Immissions- und Emissionsbegrenzung der § 4 (7) der BBodSchV konkretisiert, wonach geringe Schadstofffrachten und lokal begrenzt erhöhte Schadstoffkonzentrationen bei der Prüfung der Verhältnismäßigkeit von Sanierungsmaßnahmen zu berücksichtigen sind.

Im Fall der Kessler-Grube werden sowohl die allgemeine Mindestanforderung wie auch die einzelfallbezogene Mindestanforderung (Immissions- und Emissionskriterium) nicht eingehalten. Daher ist eine Dekontaminations- oder Sicherungsmaßnahme grundsätzlich auch auf der Stufe der einzelfallbezogenen Mindestanforderung erforderlich.

6.2.3 Ermittlung der Sanierungsziele

Allgemeine Mindestanforderung:

Um das Ziel der allgemeinen Mindestanforderung zu erreichen, wäre sicherzustellen, dass die Konzentrationen sowohl im Sickerwasser als auch im Grundwasser unterhalb der jeweiligen Prüfwerte liegen. Dies könnte im Perimeter 1 u. a. durch eine Dekontamination erreicht werden.

Einzelfallbezogene Mindestanforderung:

Bei Zugrundelegung der einzelfallbezogenen Mindestanforderung wären Überschreitungen des Prüfwerts innerhalb des Schadensherds noch zulässig, wenn im direkten Abstrom die Prüfwerte eingehalten werden (Immissionsbedingung) und die Emissionen aus dem Schadensherd (E_A) die im Einzelfall noch zulässigen Werte (E_{max} -Werte) unterschreiten (Emissionsbedingung).

Zur Einhaltung der Immissionsbegrenzung müsste entweder die vom Schadensherd ausgehende Schadstoffkonzentration c_{SH} auf tolerierbare Werte c_{SEM} reduziert (Dekontamination) oder der Volumenstrom Q_{SH} entsprechend zu Q_{SEM} vermindert werden (Sicherung).

Da sich die Altablagerung teilweise innerhalb des Grundwassers befindet, findet vom Schadensherd zum direkten Grundwasserabstrom eine vertikale Verdünnung über die Mächtigkeit des Grundwasserleiters statt. Die gemessenen Schadstoffkonzentrationen im Grundwasser stammen aus tiefengemittelten Proben, welche bei der Mehrzahl der beprobten Abstrompegel die gesamte Aquifermächtigkeit erfassen. Als Immissionsbegrenzung gelten daher auch bei der einzelfallbezogenen Mindestanforderung die Prüfwerte, die direkt mit den ermittelten Grundwasserkonzentrationen verglichen werden.

Die Sanierungszielwerte werden nachfolgend aus den ermittelten Konzentrationen und Frachten (Tabelle 2 und Tabelle 3) berechnet. Die Immissionsbegrenzung bezieht sich dabei auf alle Parameter mit Prüfwertüberschreitungen im direkten Grundwasserabstrom. Die Emissionsbegrenzung gilt entsprechend nur für diejenigen Stoffe, welche die maximal tolerierbaren Frachten (E_{max} -Werte) überschreiten.

Die nachfolgenden Tabellen enthalten Konzentrationen und Frachten der kompletten Altablagerung (Perimeter 1 und Perimeter 2), da sich das Konzept der Detailuntersuchung [12] auf die gesamte Kessler-Grube bezog. Für die Maximalkonzentrationen ist zur Orientierung der jeweilige Messpunkt mit angegeben. Bei den Frachten trägt der Perimeter 1 vornehmlich zum Abstrom der Kontrollebene Rhein bei.

Die für den Perimeter 1 relevanten Pegel und Parameter sind insbesondere KE 28, P 12 sowie randlich P 3 und in Abhängigkeit der Fließrichtung KE 38 mit den Schadstoffen Ammonium, Chrom, Zink, AOX und Phenolindex.

Parameter	Einheit	Mittelwert	Minimum	Maximum	Messpunkt Maximum	Prüf-/Beurteilungswert	(Max.) Faktor Überschreitung
Einzelparameteranalytik							
Ammonium	mg/l	24	< 0,05	347	KE 28	0,5	694
Arsen	mg/l	0,01	< 0,001	0,033	KE 29	0,01	3,3
Chrom gesamt	mg/l	0,007	< 0,001	0,051	KE 28	0,05	1,0
Nickel	mg/l	0,013	< 0,001	0,126	KE 41	0,05	2,5
Zink	mg/l	0,11	0,005	1,8	P 3	0,5	3,6
AOX	mg/l	0,27	< 0,01	3,6	KE 28	0,05	72
Aromatische Amine	µg/l	11	< 0,1	264	P 5	0,075/45 ¹	3.520/5,9
Phenolindex	mg/l	0,02	< 0,005	0,103	KE 38, P 12	0,02	5,2
Summe PAK	µg/l	0,92	< 0,01	7,5	P 16	0,2	37
Summe Chlorbenzole	µg/l	24	< 0,01	390	P 5	1	390
GS/MS-Screening							
ACP	µg/l	4,4				0,1	44
PMHPO	µg/l	15				0,1	150
Propyphenazon	µg/l	32				0,5	64
TTPCM	µg/l	183				0,1	1.830

¹ Schwellenwert je nach Einzelparameter: Schwellenwert aufgrund von Verdacht auf Gentoxizität oder TTC
fett hervorgehoben: Prüf-/Beurteilungswert überschritten

Tabelle 2: Ergebnisse aus Einzelparameteruntersuchung und GS/MS-Screening mit Prüf-/Beurteilungswertüberschreitung

Parameter	Aromatische Amine	TTPCM	PMHPO	Propyphenazon	Einheit
Fracht/ Emission E(A)	KE Rhein: 0,20 KE Werk: 0,26 Summe: 0,46	KE Rhein: 8,53 KE Werk: 0,58 Summe: 9,2	KE Rhein: 0,07 KE Werk: 0,7 Summe: 0,77	KE Rhein: 0,56 KE Werk: 1,05 Summe: 1,6	g/Tag
E _{max} -Wert	0,16*	0,22*	0,22*	1,1*	g/Tag
Überschreitung E _{max} -Wert	3-fach	41-fach	3,5-fach	1,5-fach	-
Hinweis: <u>keine</u> Überschreitung der E _{max} /orientierenden E _{max} -Werte für Ammonium, Chlorbenzole, ACP etc.					

* orientierender E_{max}-Wert

Tabelle 3: Stoffe aus Einzelparameteruntersuchung und GS/MS-Screening mit Überschreitung der tolerierbaren Frachten

Nachfolgend werden für Perimeter 1 (Note: Sanierungszielwerte gelten nicht automatisch für Perimeter 2) die einzelfallbezogenen Sanierungszielwerte aufgeführt für die Leitparameter Ammonium, AOX, aromatische Amine, PAK, Chlorbenzole und TTPCM (Immissionsbegrenzung) und aromatische Amine und TTPCM (Emissionsbegrenzung). Für Perimeter 1 sind insbesondere Ammonium und AOX relevant.

Dekontamination: $C_{SEM} \times Q_{SH} = \text{Prüfwert} \times Q_{SH}$ (Immissionsbegrenzung)

$$C_{SEM} = \text{Prüfwert}$$

Ammonium:	$C_{SEM} =$	500	$\mu\text{g/l}$
AOX:	$C_{SEM} =$	50	$\mu\text{g/l}$
Aromatische Amine:	$C_{SEM} =$	0,075	$\mu\text{g/l}$
PAK:	$C_{SEM} =$	0,2	$\mu\text{g/l}$
Chlorbenzole:	$C_{SEM} =$	1	$\mu\text{g/l}$
TTPCM	$C_{SEM} =$	0,1	$\mu\text{g/l}$

$$C_{SEM} \times Q_{SH} = E_{\text{max}}\text{-Wert} \quad (\text{Emissionsbegrenzung})$$

$$C_{SEM} = E_{\text{max}}\text{-Wert} : Q_{SH}$$

Aromatische Amine:	$C_{SEM} =$	1,8 $\mu\text{g/l}$	$=$	0,16 g/d : 90 m ³ /d
TTPCM:	$C_{SEM} =$	2,4 $\mu\text{g/l}$	$=$	0,22 g/d : 90 m ³ /d

Sicherung: $C_{SH} \times Q_{SEM} = \text{Prüfwert} \times Q_{SH}$ (Immissionsbegrenzung)

$$Q_{SEM} = \text{Prüfwert} \times Q_{SH} : C_{SH}$$

Ammonium:	$Q_{SEM} =$	0,13 m ³ /d = 500	$\mu\text{g/l}$	\times 90 m ³ /d :	347.000 $\mu\text{g/l}$
AOX:	$Q_{SEM} =$	1,25 m ³ /d = 50	$\mu\text{g/l}$	\times 90 m ³ /d :	3.600 $\mu\text{g/l}$
Aromatische Amine:	$Q_{SEM} =$	0,03 m ³ /d = 0,075	$\mu\text{g/l}$	\times 90 m ³ /d :	264 $\mu\text{g/l}$
PAK:	$Q_{SEM} =$	2,4 m ³ /d = 0,2	$\mu\text{g/l}$	\times 90 m ³ /d :	7,5 $\mu\text{g/l}$
Chlorbenzole:	$Q_{SEM} =$	0,23 m ³ /d = 1	$\mu\text{g/l}$	\times 90 m ³ /d :	390 $\mu\text{g/l}$
TTPCM	$Q_{SEM} =$	0,05 m ³ /d = 0,1	$\mu\text{g/l}$	\times 90 m ³ /d :	183 $\mu\text{g/l}$

$$C_{SH} \times Q_{SEM} = E_{\text{max}}\text{-Wert} \quad (\text{Emissionsbegrenzung})$$

$$Q_{SEM} = E_{\text{max}}\text{-W} : C_{SH}$$

Aromatische Amine:	$Q_{SEM} =$	0,6 m ³ /d = 0,16 g/d :	264 $\mu\text{g/l}$
TTPCM:	$Q_{SEM} =$	1,2 m ³ /d = 0,22 g/d :	183 $\mu\text{g/l}$

Q = Volumenstrom [m³/d]
 SEM = Sanierungszielwert einzelfallbezogene Mindestanforderung
 SH = Schadensherd
 c = Schadstoffkonzentration [$\mu\text{g/l}$]
 E_{max}-Wert = im Einzelfall zulässige maximale Schadstoffemission [g/d]

Die o. a. Berechnungen ergeben, dass die Immissionsbegrenzung als strengere Bedingung hinsichtlich einer Konzentrationsminderung (Dekontamination) oder Durchflussreduzierung (Sicherung) für die Festlegung der Sanierungszielwerte maßgebend ist. Nachfolgende Tabelle gibt zusammenfassend einen Vergleich der Ist-Situation mit den ermittelten einzelfallbezogenen Sanierungszielwerten.

Parameter		Schadensherd Volumenstrom Q_{SH}	Schadensherd Schadstoffkonzentration C_{SH}	Abstromfracht Emission E_A
		[m ³ /d]	[µg/l]	[g/d]
Ammonium	Ist	90	347.000	
	Soll	0,13	500	
AOX	Ist	90	3.600	
	Soll	1,25	50	
Aromatische Amine	Ist	90	264	0,46
	Soll	0,03	0,075	0,16
PAK	Ist	90	7,5	
	Soll	2,4	0,2	
Chlorbenzole	Ist	90	390	
	Soll	0,23	1	
TTPCM	Ist	90	183	9,2
	Soll	0,05	0,1	0,22

Tabelle 4: Standortspezifische Hauptparameter (Auswahl), Vergleich Ist – Soll

Die Gegenüberstellung der Ist- und Soll-Werte zeigt deutlich, dass in Bezug auf die Immissionsbegrenzung große Diskrepanzen bestehen. Für Chlorbenzole beispielsweise sind „Verbesserungen“ der Verhältnisse im Grundwasser um den Faktor ca. 400 erforderlich, um die Soll-Werte zu erreichen, was einer Anforderung an die Wirksamkeit von etwa 99,6 % entspricht. Auch für die Frachten sind Verbesserungen um Faktor 3 bis ca. 50 erforderlich, was einer Wirksamkeit von 66,6 - 98 % entspricht.

Eine derart hohe Wirksamkeit ist grundsätzlich nur durch eine vollständige Dekontamination oder Sicherung zu erreichen. Welche Wirkungsgrade technisch und mit verhältnismäßigen Mitteln erreicht werden können, wird in Kap. 8 betrachtet.

6.3 Wirkungspfad Boden – Oberflächengewässer

6.3.1 Grundlagen der Sanierungszielermittlung

Eine Gefährdung des Oberflächengewässers Rhein ist aufgrund des Brunnenbetriebs in BR 49 derzeit nicht gegeben. Gemäß den Untersuchungsergebnissen des Wirkungspfad Boden – Grundwasser ergeben sich für das Grundwasser im Abstrom aber Prüfwertüberschreitungen. Entsprechend den Vorgaben zur Bewertung des Wirkungspfad Boden – Oberflächengewässer, gem. Leitfaden Altlastenbewertung der LUBW [17] ist das Austragszenario ohne Brunnenbetrieb dem Austrag 1 (Schadstoffherd liegt im Grundwasser, Grundwasser infiltriert in das Oberflächengewässer) zuzuordnen. Dementsprechend ist als Ort der Beurteilung der Übergangsbereich des Kontaktgrundwassers in das Oberflächengewässer (OFG) anzunehmen. Aufgrund der unmittelbaren Nähe der Vorflut kann die Grundwasserkonzentration näherungsweise dem Ort der Beurteilung zugeordnet werden.

Als Sanierungszielwerte gelten hier die Orientierungswerte für Oberflächengewässer OW-OFG. Diese Orientierungswerte für Stoffe in der Wasserphase bezogen auf den Pfad Boden – Oberflächengewässer (Bewertung am Ort der Beurteilung = Übertritt in das Oberflächengewässer) haben nicht die gleiche Verbindlichkeit, in der baden-württembergischen Verwaltungspraxis jedoch die Bedeutung von Prüfwerten. Des Weiteren sind die im Einzelfall zu ermittelnden $E_{\max,FG}$ -Werte für die maximal tolerierbaren Frachten in Fließgewässern heranzuziehen. Die $E_{\max,FG}$ -Werte für Fließgewässer leiten sich aus den Orientierungswerten für Oberflächengewässer (OW-OFG) und dem mittleren Niedrigwasserabfluss des betroffenen Gewässers ab. Für alle Parameter, für die kein eigener OW-OFG definiert ist, wurde auf Basis von Prüfwerten, vorläufigen Prüfwerten, Schwellenwerten oder GFS-Werten ein orientierender $E_{\max,FG}$ -Wert hergeleitet. Dabei ist zu beachten, dass die Vergleichswerte für Oberflächengewässer bei einigen Substanzen nicht mit denjenigen für Grundwasser übereinstimmen.

6.3.2 Ermittlung der Sanierungsziele

Für den Pfad Boden – Oberflächengewässer gibt es keine einzelfallbezogene Mindestanforderung, vielmehr gelten die (orientierenden) OW-OFG-Werte als allgemeine Mindestanforderung für die Immission generell und die Emissionbegrenzung wird im Einzelfall in Bezug auf den Abfluss des Fließgewässers errechnet.

Die nachfolgenden Tabellen enthalten Konzentrationen und Frachten der kompletten Altablagerung (Perimeter 1 und Perimeter 2), da sich das Konzept der Detailuntersuchung [12] auf die gesamte Kessler-Grube bezog. Für die Maximalkonzentrationen ist zur Orientierung der jeweilige Messpunkt mit angegeben. Bei den Frachten trägt der Perimeter 1 vornehmlich zum Abstrom der Kontrollebene Rhein bei.

Die für den Perimeter 1 relevanten Pegel und Parameter sind insbesondere KE 28, P 12 sowie randlich P 3 und in Abhängigkeit der Fließrichtung KE 38 mit den Schadstoffen Ammonium, Chrom, Zink, AOX und Phenolindex.

Aus den Grundwasseranalysen ergeben sich folgende Überschreitungen der (orientierenden) OW-OFG-Werte und der (orientierenden) $E_{\max,FG}$ -Werte:

Parameter	Einheit	Mittelwert	Minimum	Maximum	Messpunkt Maximum	(orientierende) OW-OFG-Werte	(Max.) Faktor Überschreitung
Einzelparameteranalytik							
Ammonium	mg/l	24	< 0,05	347	KE 28	0,38	913
Arsen	mg/l	0,01	< 0,001	0,033	KE 29	0,0015	22
Chrom gesamt	mg/l	0,007	< 0,001	0,051	KE 28	0,00378	13
Nickel	mg/l	0,013	< 0,001	0,126	KE 41	0,02	6,3
Zink	mg/l	0,11	0,005	1,8	P 3	0,0108	167
AOX	mg/l	0,27	< 0,01	3,6	KE 28	-	
Aromatische Amine	µg/l	11	< 0,1	264	P 5	0,075	3.520
Phenolindex	mg/l	0,02	< 0,005	0,103	KE 38, P 12	0,008	13
Summe PAK	µg/l	0,92	< 0,01	7,5	P 16	BaP: 0,05/ Nap: 2,4	150/3,1
Summe Chlorbenzole	µg/l	24	< 0,01	390	P 5	1	390
GS/MS-Screening							
ACP	µg/l	4,4				0,1	44
PMHPO	µg/l	15				0,1	150
Propyphenazon	µg/l	32				0,5	64
TTPCM	µg/l	183				0,1	1.830

¹ Schwellenwert je nach Einzelparameter: Schwellenwert aufgrund von Verdacht auf Gentoxizität oder TTC
fett hervorgehoben: Prüf-/Beurteilungswert überschritten

Tabelle 5: Ergebnisse aus Einzelparameteruntersuchung und GS/MS-Screening mit Überschreitung der Orientierungswerte für Oberflächengewässer

Parameter	Orientierender E _{max,FG} -Werte	Fracht Kontrollebene Rhein	Fracht Kontrollebene Werksgelände	Fracht gesamt
	[g/d]	[g/d]	[g/d]	[g/d]
TTPCM	1,7	8,5	0,6	9,1

Tabelle 6: Stoffe aus Einzelparameteruntersuchung und GS/MS-Screening mit Überschreitung der tolerierbaren Frachten für Fließgewässer

Während bezogen auf die Immission am Übertritt vom Grundwasser ins Oberflächengewässer zum Teil erhebliche Überschreitungen der (orientierenden) OW-OFG-Werte auftreten würden (z. B. Chlorbenzole Faktor 390), zeigte der Emissionsabgleich mit den (orientierenden) E_{max,FG}-Werten nur für TTPCM eine Überschreitung um maximal Faktor 5,4. Dies ist auf die enorme Verdünnungsleistung des Rheins zurückzuführen.

Die Immission ist auch in Bezug auf das Oberflächengewässer das maßgebliche Sanierungskriterium. Zur Erreichung der (orientierenden) OW-OFG-Werte sind erhebliche Verbesserungen am potenziellen Übertritt des Grundwassers in das Oberflächengewässer erforderlich, was einer Wirksamkeit der Maßnahme von > 99 % entspricht.

Neben den einzelstoffbezogenen Sanierungszielwerten werden aufgrund der Vielfalt des Stoffgemisches im belasteten Wasser und seiner Wechselwirkungen auch gesamt-ökotoxikologische Sanierungszielwerte für das Oberflächengewässer angesetzt. Diese Biotoxizitätstests orientieren sich an den Trophiestufen [12]:

- Algen (Scenedesmus-Chlorophyll-Fluoreszenztest)
- Daphnien (Kurzzeit-Test)
- Fisch-Eier (Fisch-Ei-Test)

Verdünnungsstufe ohne Effekt	G-Wert	Toxizitätsklasse nach [20]	Toxizitätsklasse nach [18] und [19]
Originalprobe	≤ 1	Toxizität nicht nachweisbar	nicht toxisch
1 : 2	≤ 2	sehr gering toxisch belastet	
1 : 4	≤ 4	gering toxisch belastet	-
1 : 8	≤ 8	mäßig toxisch belastet	toxisch
1 : 16	≤ 16	erhöht toxisch belastet	
1 : 32	≤ 32	hoch toxisch belastet	
1 : 64	≤ 64	sehr hoch toxisch belastet	

Tabelle 7: Einteilung der Toxizitätsklassen

Im direkten Grundwasserabstrom der Altablagerung und somit am Übergang in das Oberflächengewässer sollen die folgenden Werte für die Algengiftigkeit G_A , die Daphniengiftigkeit G_D und die Fischeigiftigkeit G_{Ei} eingehalten werden:

$$G_{A, D, Ei} \leq 8$$

6.4 Wirkungspfad Boden – Mensch

Für den Wirkungspfad Boden – Mensch wurde bei der aktuellen Nutzung keine Gefährdung ermittelt. Im Hinblick auf die zukünftigen Nutzungen ist im Zuge von Baumaßnahmen sicherzustellen, dass auf Park- und Freizeitflächen (Grünflächen) sowie Gewerbe- und Industrie-flächen im Bereich der obersten 10 cm unbelastetes Material aufgebracht wird, welches die Prüfwerte nach BBodSchV einhält.

7 Variantenstudie

7.1 Verfahrensübersicht mit erster Vorauswahl

Das Sanierungsziel kann nur erreicht werden, wenn das Grundwasser die in Kap. 6.2 definierten Anforderungen erfüllt. Eingangsvoraussetzung für die Vorauswahl von Sanierungsverfahren ist somit, dass die Verfahren grundsätzlich – d. h. zunächst ohne Standortbezug – folgende Eignung zeigen:

- Dekontaminationsverfahren: Dekontamination des Bodenmaterials mit dem Ziel, dass zukünftig kein schadstoffbelastetes Grundwasser mit einer mehr als mäßigen Gesamttoxizität oder Konzentrationen über den Prüfwerten entsteht. Dies entspricht der Einhaltung der einzelfallbezogenen Mindestanforderung.
- Sicherungsverfahren: Verhinderung, dass schadstoffbelastetes Grundwasser mit einer mehr als mäßigen Gesamttoxizität oder mit Konzentrationen über dem Prüfwert bzw. in Mengen über den maximal zulässigen Frachten abströmt. Damit werden die Anforderungen der einzelfallbezogenen Mindestanforderung erfüllt.

Durch die bestehende Brauchwasserentnahme in BR 49 wird dies derzeit gewährleistet, allerdings werden Schadstoffe dabei von Perimeter 1 in das Werksgelände der BASF Grenzach GmbH verschleppt.

In einem 1. Schritt der Verfahrensvorauswahl erfolgt in einer Übersicht eine Auflistung aller marktgängigen, bei Altablagerungen bewährten Verfahren. Hierbei wird zwischen Dekontaminations- und Sicherungsverfahren (Tabelle 8) unterschieden und die nach unserer Ansicht technisch nicht einsetzbaren Verfahren werden mit Angabe einer Begründung ausgewiesen. Auf eine nähere Beschreibung der herausgefilterten Verfahren wird im Weiteren verzichtet.

Unter Beachtung der vorgenannten speziellen Standortverhältnisse, der chemisch-physikalischen Eigenschaften der vorliegenden Schadstoffe sowie der Vorgaben und Randbedingungen des Auftraggebers werden anschließend in einem 2. Schritt, Kap. 7.2, am Standort einsetzbare Verfahren aufgezeigt. Das Ergebnis des 2. Schritts ist in Tabelle 9 zusammengefasst.

In Anlage 3 werden die ausgewählten Varianten näher beschrieben und eine Grobkostenschätzung durchgeführt. Die Kosten für die zu untersuchenden Techniken wurden anhand gängiger Marktpreise bzw. aufgrund von Erfahrungswerten ermittelt und sind als eine erste, überschlägige Kostenschätzung zu verstehen. Für Sicherungsmaßnahmen wurden die laufenden Betriebskosten für eine zunächst 50-jährige Betriebszeit hochgerechnet. Die angegebenen Kosten sind Nettokosten ohne gesetzliche Mehrwertsteuer.

Aus diesen am Standort einsetzbaren Verfahren wird nachfolgend das am besten geeignete ermittelt, Kap. 8.

Verfahren	Technisch machbar	Bemerkung
Dekontaminationsverfahren		
a) Verfahren mit Materialentnahme (Aushub)		
Abtransport und Behandlung/Entsorgung außerhalb des Standorts	ja	ggf. unterschiedliche Verfahren für verschiedene Kontaminanten
Mechanisch/chemisch/biologische Behandlung mit Wiedereinbau	ja	evtl. unterschiedliche Verfahren für verschiedene Kontaminanten, Kombination insitu nicht möglich, Bodenbehandlung exsitu, onsite in mehreren Stufen möglich, Wiedereinbau
b) ohne Materialentnahme		
Thermische Behandlung (z. B. Heißdampf, feste Wärmequellen)	nein	bei vorliegendem Schadstoffinventar nicht Erfolg versprechend, Durchlässigkeit des Untergrunds sehr hoch, energieintensiv, Gefahr der Bildung von unbekanntem Abbauprodukten oder unkontrollierter Schadstoffmobilisierung, Erreichen der Sanierungsziele fraglich
Ausgasungsmaßnahmen (Bodenluftabsaugung)	nein	bei vorliegendem Schadstoffinventar nicht Erfolg versprechend, Schadenszentrum liegt teilweise im Grundwasser
Mikrobiologische Behandlung	nein	bei vorliegendem Schadstoffinventar nicht Erfolg versprechend, Schadstoffe zum Teil biologisch sehr schlecht abbaubar
Chemische Behandlung	nein	bei vorliegendem Schadstoffinventar nicht Erfolg versprechend, unterschiedliche Verfahren für verschiedene Kontaminanten, Kombination insitu nicht möglich, Gefahr der Bildung von unbekanntem Abbauprodukten oder unkontrollierter Schadstoffmobilisierung
Gezielte Durchspülung ggf. mit Mobilisierung	nein	schlechte Kontrollierbarkeit, nicht Erfolg versprechend, da bereits über BR 49 erfolgt, auch mit Mobilisierung sehr langwierig, Erreichen der Sanierungsziele fraglich
Elektrokinetik	nein	Gefahr unkontrollierter Schadstoffmobilisierung, sehr langwierig, Erreichen der Sanierungsziele fraglich
Sicherungsverfahren		
Immobilisierung/Verfestigung	nein	Konditionierung nur durch Entnahme und Wiedereinbau möglich, ungenügende Kontrollmöglichkeit, Langzeitverhalten nicht geklärt
Dränierung	nein	vollständige Trockenlegung wegen guter Durchlässigkeit hydraulisch umfangreich, aufgrund Höhenverhältnissen nur durch langfristige aktive Pumpmaßnahme vollständig möglich, Deckelung erforderlich, keine Dekontamination
Hydraulische Abstomsicherung mit Reinigung	ja	aktive Pumpmaßnahme oder passive Dränage kontaminierten Wassers
Oberflächenabdichtung	ja	alleine nicht ausreichend wegen Grundwasserdurchströmung, möglich in Kombination mit Dichtwand
Dichtwand	ja	technische Machbarkeit der Dichtwand gegeben in Kombination mit einer Wasserhaltung
Sohlabdichtung	nein	technisch schwierig; ausreichende Dichtigkeit langfristig nicht gewährleistet, Niederschlagseintritt und Grundwasserdurchströmung
Kapselung (Oberflächenabdichtung und Dichtwand) mit Wasserhaltung	ja	technische Machbarkeit gegeben
Funnel & Gate, reaktive Wand	ja	Dichtwand im Abstrom mit reaktivem Fenster/Wand, große Wassermengen, Dekontamination nur langfristig, aufgrund BR 49 abhängig von variabler Fließrichtung

Verfahren	Technisch machbar	Bemerkung
Entgasung	nein	nicht erforderlich, da nur geringe Gasemissionen festgestellt wurden

Tabelle 8: Gängige Dekontaminations- und Sicherungsverfahren

Maßnahmen zur insitu-Behandlung oder Mobilisierung der Schadstoffe bedingen ebenso wie ein baulicher Eingriff in den Untergrund eine zusätzliche temporäre Sicherungsmaßnahme, um den Abstrom kontaminierten Wassers zu verhindern sowie dessen Reinigung und sind daher nur in Kombination mit weiteren Maßnahmen denkbar.

Insbesondere in nicht zugänglichen/überbauten Bereichen ist die Wirksamkeit von insitu-Maßnahmen deutlich eingeschränkt und kann nur auf dem Wege einer Durchströmung erfolgen. Der advective Austrag von Schadstoffen ohne unterstützende Maßnahmen dauert für Chlorbenzole schätzungsweise noch 13.000 Jahre. Bei einer insitu-Beschleunigung um 90 % wären es immer noch 1.300 Jahre, was den angestrebten Zeitrahmen einer aktiven Sanierung weit übersteigt. Auch für den insitu-Abbau u. Ä. von Schadstoffen ist über die Durchströmung eine unrealistisch hohe Wirksamkeit >> 90 % erforderlich, um dauerhaft ohne weitere Sanierungs- oder Sicherungsmaßnahmen auszukommen. Wir halten insitu-Maßnahmen daher bei der gegebenen Aufgabenstellung generell nicht für geeignet.

7.2 Beschreibung der am Standort einsetzbaren Verfahren

Die aus den genannten Verfahren ausgewählten möglichen Varianten bestehen aus verschiedenen, teilweise kombinierten Wirkungsweisen und greifen in unterschiedliche Bereiche der Altablagerung ein. Allen gemein ist, dass sie die Entstehung oder den Abstrom von kontaminiertem Deponiewasser nachhaltig verhindern.

Die Varianten

- Oberflächenabdichtung,
- Dichtwand,
- Kapselung (Oberflächenabdichtung und Dichtwand) mit Wasserhaltung,
- Funnel & Gate, reaktive Wand

sind zwar technisch am Standort möglich, werden aber in der weiteren Betrachtung als technische Sanierungslösungen für Perimeter 1 ausgeschlossen.

Der Hauptgrund für das Ausscheiden dieser Varianten ist die vom Auftraggeber Roche Pharma AG geforderte Rahmenbedingung, dass längerfristige Wasserhaltungen bzw. aktive Maßnahmen, die einen Zeithorizont bis zum Jahr 2019 übersteigen, nicht gewünscht sind (Ausnahme ist nur der Betrieb des Brunnen 49), vgl. Tabelle 1. Die vier aufgelisteten Varianten sind innerhalb dieses Zeithorizonts realistischerweise nicht erfolgreich abzuschließen, für Perimeter 1 sind aber aktive Maßnahmen ohne langfristige Sicherung Erfolg versprechend und vollständig umsetzbar. Auf eine separate Betrachtung der genannten Varianten wird im Weiteren somit verzichtet.

In Tabelle 9 werden am Standort einsetzbare Verfahren betrachtet. Dabei werden – entgegen der Rahmenbedingungen – auch zwei Sondervorschläge genannt, die über den Zeithorizont 2019 hinausgehen. Es handelt sich um eine aktive und eine passive Abstomsicherung.

Variante	Wirkungsweise
Variante 0: Abstomsicherung BR 49	Aktuelle Sicherungsmaßnahme im entfernten Abstrom, Reinigung wegen Entfernung (Opferstrecke) und Verdünnung bis Entnahme BASF Brunnen BR 49 nicht erforderlich.
Variante 0A: passive Abstomsicherung (Sondervorschlag)	Über eine Dränage wird schadensherdnah schadstoffhaltiges Grundwasser durch Änderung des Potenzialgefälles gefasst und passiv abgeleitet zum Unterwasser der Staustufe Birsfelden. Das Wasser muss insitu in einem Reaktor gereinigt werden. Die Maßnahme muss dauerhaft betrieben werden (Sondervorschlag mit geringem Energieaufwand, da passiv).
Variante 0B: aktive Abstomsicherung (Sondervorschlag)	Über 1 - 2 schadensherdnah optimal im Deponiebereich positionierte Brunnen wird schadstoffhaltiges Grundwasser aus der Deponie aktiv gefasst. Das Wasser muss exsitu gereinigt werden. Die Maßnahme muss dauerhaft betrieben werden (Sondervorschlag mit geringerer Wassermenge und geringerer Opferstrecke).
Variante 1: Aushub mit Entsorgung außerhalb des Standorts	Durch Auskoffnung wird die Ursache beseitigt. Es kann eine den örtlichen Gegebenheiten entsprechende Wiederverfüllung (ggf. auch mit unbelastetem Aushubmaterial) und Renaturierung erfolgen. Restkontaminationen im Abstrom nehmen in der Folgezeit rasch ab. Bauwasserhaltung erforderlich.
Variante 2: Aushub mit onsite- Behandlung	Durch Auskoffnung und Bodenbehandlung wird die Ursache beseitigt. Unbelastetes bzw. gereinigtes Material kann teilweise wieder eingebaut werden. Es kann ggf. eine Renaturierung erfolgen. Restkontaminationen im Abstrom nehmen infolge rasch ab. Bauwasserhaltung erforderlich.

Eine detaillierte Beschreibung der Verfahren befindet sich in Anlage 3.

Tabelle 9: Wirkungsweisen der einsetzbaren Verfahren

Die aufgeführten Varianten sind nicht alle zwangsläufig in gleicher Weise und gleichem Umfang geeignet. Die für Perimeter 1 ausgewählten Verfahren und Kombinationen sind in nachfolgender Tabelle mit ihrer prinzipiellen (räumlichen) Einsetzbarkeit aufgeführt.

Variante	Perimeter 1
Variante 0: Abstomsicherung BR 49	Maßnahme integriert alle Perimeter zu 100 %
Variante 0A: passive Abstomsicherung	Maßnahme integriert ggf. alle Perimeter zu 100 %
Variante 0B: aktive Abstomsicherung	Maßnahme integriert ggf. alle Perimeter zu 100 %
Variante 1: Aushub mit Entsorgung außerhalb des Standorts	ca. 100 % möglich
Variante 2: Aushub mit onsite-Behandlung	ca. 100 % möglich

Eine detaillierte Beschreibung der Verfahren befindet sich in Anlage 3.

Tabelle 10: Einsatzmöglichkeiten der ausgewählten Verfahren

8 Bewertung der Varianten

Die Bewertung erfolgt anhand der in Kap. 4 genannten und nachfolgend detailliert betrachteten Kriterien.

8.1 Technische Machbarkeit am Standort

Die technische Machbarkeit der verschiedenen Varianten ist in Anlage 3 beschrieben. Die ausgewählten Varianten und Kombinationen von Verfahren sind in dieser Form am Standort bzw. für den/die jeweiligen Perimeter umsetzbar.

8.2 Eignung für den Grad der Kontamination und die Charakteristik des Schadstoffspektrums

In Kap. 6 werden für die Wirkungspfade Boden – Grundwasser und Boden – Oberflächengewässer Sanierungszielwerte definiert. Demnach ist für die Sanierungsmaßnahmen eine Wirksamkeit von > 99 % erforderlich, was einer vollständigen Dekontamination oder Sicherung entspricht.

Die ausgewählten Maßnahmen sind für derartige Kontaminationsgrade grundsätzlich geeignet. Am Standort bestehen jedoch Einschränkungen, vgl. Kap. 8.3. Die Maßnahmen sind darüber hinaus nicht spezifisch für bestimmte Schadstoffe, sondern wirken universell auf das vielfältige Schadstoffgemisch, vgl. Anlage 2.

Zur Wasserreinigung ist grundsätzlich Aktivkohle geeignet, ebenso die vorhandene Industriekläranlage. Bei Aktivkohle ist eine ausreichend große Dimensionierung erforderlich, die durch entsprechende Verweilzeiten und Beladungskapazitäten sowohl die Absorption gut wasserlöslicher Stoffe ermöglicht, wie auch die Ausbildung einer den Stoffabbau unterstützenden spezifizierten mikrobiologischen Fauna, z. B. in einem vorgeschalteten Biofilter.

8.3 Erreichbarer Wirkungsgrad, Wirksamkeit der Dekontamination/Sicherung

Die Wirksamkeit von Sicherungsmaßnahmen dokumentiert sich in der Unterbindung von Expositionspfaden zu den betroffenen Schutzgütern. Im vorliegenden Fall bedeutet das die Einhaltung einer mäßigen Gesamtoxizität und der Prüfwerte sowie maximal zulässiger Schadstofffrachten im direkten Abstrom der Altablagerung. Dies wird durch die Sanierungs- bzw. Sicherungsvarianten auf unterschiedliche Weise erreicht. Neben der grundsätzlichen technischen Systemwirksamkeit wird aufgrund des enormen Schadstoffpotenzials, der Persistenz vieler abgelagerter Stoffe und Emissionszeiträumen von mehreren hundert bis tausend Jahren auch die Langzeitwirksamkeit separat betrachtet.

Durch die Variante Aushub wird kontaminiertes Material entfernt und durch unbelastetes oder gereinigtes Material ausgetauscht. Während ein vollständiger Aushub das Schadstoffpotenzial zu 100 % entfernt, kann über einen Teilaushub entsprechend weniger erreicht werden. Es wird eine zufällige und daher im Mittel gleichmäßige Verteilung höher und weniger hoch belasteter Bereiche angesetzt. Die Reinigung von Material vor Ort erhält pauschal einen Wirksamkeitsabzug von 10 %. Die Langzeitwirksamkeit der Dekontamination beträgt 100 %.

Mittels der Variante Abstomsicherung verbleiben die Kontaminationen vollständig im Boden. Nur das kontaminierte Wasser wird entfernt und nach Vorreinigung dem Rhein oder direkt der Kläranlage zugeleitet. Durch eine Wasserhaltung werden theoretisch nahezu 100 % der Schadstoffemissionen erfasst. Anlagenausfälle und Verminderungen der Reinigungsleistung werden bei aktiven Maßnahmen mit 10 %, bei passiven mit 5 % Systemwirksamkeitsabzug berücksichtigt. Die aktive Wasserhaltung ist solange wirksam, wie sie betrieben wird. Bei der Langzeitwirksamkeit erfolgt aufgrund des unkalkulierbaren Zeitraums für die Pumpmaßnahmen ein Abzug von 25 %, bei der passiven Maßnahme von 10 %.

Variante	System-wirksamkeit [%]	Langzeit-wirksamkeit [%]	Gesamt-wirksamkeit [%]
Variante 0: Abstomsicherung BR 49	0 ¹	75	0 ¹
Variante 0A: passive Abstomsicherung	95	90	86
Variante 0B: aktive Abstomsicherung	90	75	68
Variante 1: Aushub mit Entsorgung außerhalb des Standorts	100 ²	100 ²	100 ²
Variante 2: Aushub mit onsite-Behandlung	90	100 ²	90

¹ Durch den Betrieb des Brunnens 49 werden weder Grundwassergefährdungen noch sonstige Gefahren hervorgerufen. Zudem wird die Wirksamkeit am Ort der Beurteilung betrachtet (ggf. nach Wiederherstellung von Gleichgewichtsbedingungen), das ist für die einzelfallbezogene Mindestanforderung der direkte Abstrom und dort bewirkt der Brunnen 49 keine Verbesserung.

² 100 % Wirksamkeit bezieht sich auf die ursprüngliche Ursache, also das Auffüllungsmaterial, nicht aber auch auf Sekundärkontaminationen.

Eine detaillierte Beschreibung der Verfahren befindet sich in Anlage 3.

Tabelle 11: Wirksamkeit der ausgewählten Verfahren

Das angestrebte Sanierungsziel, eine Reduzierung der Immissionen um > 99 % und der Emissionen um 67 - 98 % (einzelfallbezogene Mindestanforderung), wird insbesondere durch die Variante Aushub erreicht. Bei anderen Verfahren verbleiben je nach Parameter ggf. Restbelastungen, die größenordnungsmäßig den Beurteilungswerten (Emissionsbegrenzung, vgl. Kap. 6.2.3) entsprechen. Alle Sicherungsvarianten bergen hinsichtlich der Langzeitwirksamkeit der bautechnischen oder hydraulischen Maßnahmen ein Risiko.

8.4 Kostenschätzung und Zeitrahmen der Maßnahmen

Zusammenfassend sind die zu erwartenden Kosten und Bauzeiträume in der folgenden Tabelle nochmals wiedergegeben, vgl. Anlage 3:

Variante	Gesamtkosten Sanierungsmaßnahme [netto ca. €]
Variante 0: Abstomsicherung BR 49	0 ¹
Variante 0A: passive Abstomsicherung	6.000.000
Variante 0B: aktive Abstomsicherung	10.000.000
Variante 1: Aushub mit Entsorgung außerhalb des Standorts	125.000.000
Variante 2: Aushub mit onsite-Behandlung	130.000.000

¹ Unter der Annahme, dass der Betriebsbrunnen durch die BASF Grenzach GmbH weiterhin sowieso zur Kühlwassergewinnung betrieben wird.

Eine detaillierte Beschreibung der Verfahren befindet sich in Anlage 3.

Tabelle 12: Kostenschätzung der Sanierungsvarianten bei 50-jähriger Laufzeit

Für Sicherungsmaßnahmen wurden die laufenden Betriebskosten für eine zunächst 50-jährige Betriebszeit hochgerechnet. Die angegebenen Kosten sind Nettokosten ohne gesetzliche Mehrwertsteuer. Bei den Varianten mit Wasserhaltung ist von einer wesentlich längeren realen Laufzeit auszugehen.

Die Entwicklung der Kosten über die Zeit ist in der folgenden Abbildung aufgezeigt. Daraus ist zu entnehmen, dass alle Varianten mit einer Wasserhaltung bei einem längeren Betriebszeitraum zunehmend höhere Kosten bei nachlassender Austragsleistung verursachen, sog. Tailing-Effekt (Kostenentwicklung diskontiert bei 2 % Zinsen, Barwert). Die Aushubvarianten haben hohe Anfangskosten, sind aber langfristig als annähernd kostenneutral einzustufen.

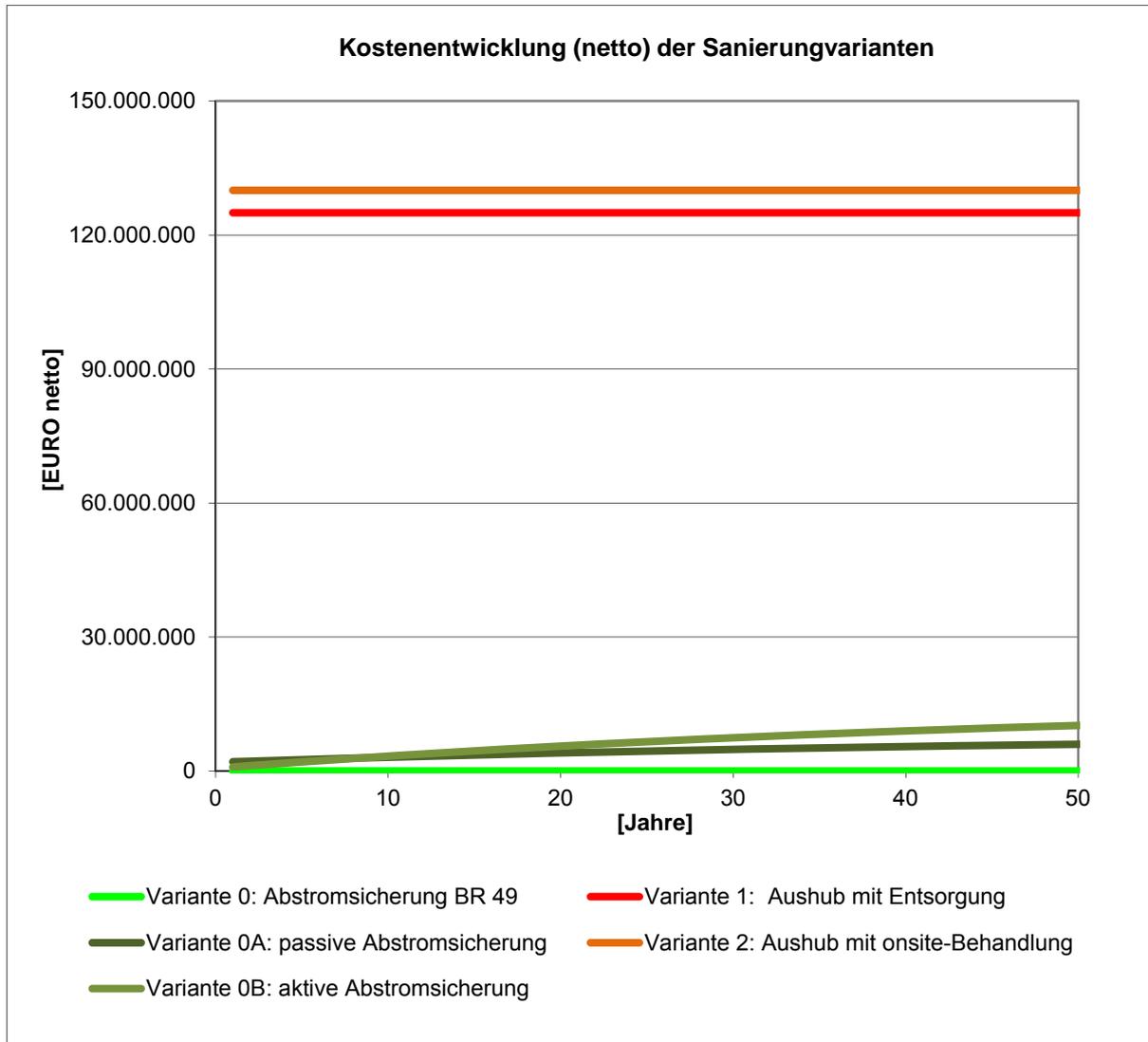


Abbildung 1: Kostenentwicklung der Sanierungsvarianten

8.5 Nicht-monetäre Bewertung

Für die Auswahl eines Verfahrens sind neben der Wirksamkeits- und Kostenbetrachtung auch nicht-monetäre Kriterien, wie z. B. Stärken-/Schwächenanalyse, Worst-Case-Szenario, Auswirkungen auf Grundstückseigentümer, Nutzer, Nachbarn und Umwelt, Arbeitsschutz, Nachsorgeerfordernis, Korrektur- und Nachbesserungsmöglichkeiten etc. ausschlaggebend.

8.5.1 Stärken-/Schwächenanalyse

Nachstehend werden für die einzelnen Varianten Vor- und Nachteile aufgeführt.

Variante	Stärken/Vorteile	Schwächen/Nachteile	Technische Erfahrung
Variante 0: Abstromsicherung BR 49	- keine zusätzlichen Maßnahmen und Kosten	- keine Sicherung oder Dekontamination der eigentlichen Altlast, keine Reduzierung von Konzentrationen und Frachten im direkten Abstrom - Verbleib des Materials vor Ort, keine Beseitigung der Ursache	- technisch ausgereift, Einzelfalllösung aufgrund räumlicher Entfernung
Variante 0A: passive Abstromsicherung	- überschaubarer Eingriff für Verlegung der Dränage - keine aufwendige Technik, die gewartet bzw. dauerhaft vorgehalten werden muss - sehr geringe und kalkulierbare Folgekosten (Monitoring)	- Verbleib des Materials vor Ort, keine Beseitigung der Ursache - langfristiges Monitoring und gelegentliche Wartung des insitu-Reaktors - Bewilligungsfähigkeit ggfs. schwierig	- experimentelle Technik, in Einzelfällen angewendet
Variante 0B: aktive Abstromsicherung	- geringer Eingriff, somit geringe Beeinträchtigung durch Bautätigkeit	- aufwendige Technik, die entsprechend gewartet bzw. ggf. dauerhaft vorgehalten werden muss - Verbleib des Materials vor Ort, keine Beseitigung der Ursache	- technisch ausgereift, weit verbreitet
Variante 1: Aushub mit Entsorgung außerhalb des Standorts	- dauerhafte Beseitigung der Ursache - kein Restrisiko für ausgehobenen Bereich - sehr geringe und kalkulierbare Folgekosten (Monitoring) - langfristige Sicherung der Nutzungsmöglichkeiten	- aufwendige Technik für die Baumaßnahme - massiver Eingriff während der Bautätigkeit - ggf. lokal verbleibende Restbelastungen in nicht zugänglichen Bereichen	- technisch ausgereift, weit verbreitet
Variante 2: Aushub mit onsite- Behandlung	- dauerhafte Beseitigung der Ursache - geringes Restrisiko - geringe und kalkulierbare Folgekosten (Monitoring) - langfristige Sicherung der Nutzungsmöglichkeiten	- sehr aufwendige Technik für die Baumaßnahme und Reinigung onsite - massiver Eingriff während der Bautätigkeit - ggf. lokal verbleibende Restbelastungen in nicht zugänglichen Bereichen	- technisch weitgehend ausgereift, limitiert verbreitet

Eine detaillierte Beschreibung der Verfahren befindet sich in Anlage 3.

Tabelle 13: Vor- und Nachteile der Varianten

Der Stand der Technik/Forschung in Bezug auf die einzelnen Verfahren ist in Kap. 8.5.9 nochmals erläutert.

8.5.2 Worst-Case-Szenario

Variante	Worst-Case-Szenario
Variante 0: Abstromsicherung BR 49	Brunnen BR 49 fällt aus, 100 % Abstrom des kontaminierten Wassers in den Rhein
Variante 0A: passive Abstromsicherung	Leistungsfähigkeit insitu-Reaktor wird überschritten, Abstrom teil-kontaminierten Wassers über Dränage in den Rhein
Variante 0B: aktive Abstromsicherung	Brunnen fallen aus, Abstromerfassung durch Brunnen BR 49 ohne Reinigung, bei Einspundung von Perimeter 2 nicht gewährleistet, Abstrom kontaminierten Wassers in den Rhein
Variante 1: Aushub mit Entsorgung außerhalb des Standorts	Restkontaminationen verbleiben im Untergrund, Abstromerfassung durch Brunnen BR 49 ohne Reinigung, bei Einspundung von Perimeter 2 nicht gewährleistet, Abstrom kontaminierten Wassers in den Rhein
Variante 2: Aushub mit onsite-Behandlung	Restkontaminationen verbleiben im Untergrund, Abstromerfassung durch Brunnen BR 49 ohne Reinigung, bei Einspundung von Perimeter 2 nicht gewährleistet, Abstrom kontaminierten Wassers in den Rhein, zu geringe Effizienz der onsite-Behandlung angesichts der Schadstoffvielfalt

Eine detaillierte Beschreibung der Verfahren befindet sich in Anlage 3.

Tabelle 14: Worst-Case-Szenarien der Varianten

Ein Ausschluss jedweder Gefährdung des Wasserhaushalts bedingt, dass zusätzlich zu Brunnen BR 49 weitere Maßnahmen ergriffen werden und auch eine Redundanz der Sicherung geschaffen wird, z. B. durch eine im Bedarfsfall zuschaltbare aktive Abstromsicherung mit Reinigung, die den Perimeter 1 unabhängig von weiteren Maßnahmen erfasst. Die einzelnen Maßnahmen werden Gegenstand der Detailplanung sein.

8.5.3 Umweltrelevante Bewertung

Insbesondere die Aushub-Varianten stellen einen Eingriff in den Untergrund mit nachhaltiger Störung der Untergrundverhältnisse dar. Da es sich um eine anthropogen entstandene Auffüllung ausgebeuteter Kiesgruben handelt, sind mittel- und langfristig jedoch eher Verbesserungen der Verhältnisse im Vergleich zum unbeeinflussten derzeitigen Zustand zu erwarten.

Die Gefahr der Schadstoffverschleppung besteht insbesondere bei der Variante 0: Abstromsicherung BR 49. Bereits seit mehreren Jahrzehnten wird die Schadstofffahne auf das BASF-Werksgelände verlagert.

Bei den betrachteten Sanierungsvarianten entstehen vor allem bei den Baumaßnahmen auch Auswirkungen auf andere Schutzgüter (Mensch, Pflanzen) in Form von Emissionen, vgl. Kap. 8.5.4 und 8.5.6. Deshalb ist vorgesehen, als technische Maßnahme eine Einhausung zur Emissionsminderung zu erstellen, vgl. Anlage 3.1. Nutzpflanzen sind in der industriell bebauten Gegend nur in nahe gelegenen Schrebergärten betroffen und durch die Emissionsschutzmaßnahmen berücksichtigt, allerdings bestehen im näheren Umfeld und auf dem Perimeter 1 auch einige Brachflächen, die potenziell wertvolle Natur- und Lebensräume darstellen. Während der Baumaßnahme ist hier direkt auf dem Perimeter 1 eine Beeinträchtigung gegeben und auch langfristig können zerstörte Lebensräume nur bedingt wieder hergestellt werden. Gegebenenfalls sind Ausgleichsmaßnahmen erforderlich.

Eine Veränderung des Landschaftsbilds ist nach Abschluss der Baumaßnahmen nicht mehr gegeben, im Gegenteil können rekultivierte Bereiche eine optische Aufwertung der Industrielandschaft bedeuten, vgl. Kap. 8.5.7.

Die Sicherungs- und Dekontaminationsvarianten werden nachfolgend in Form einer grundsätzlichen Umweltbilanz [21] der Variante 0 gegenübergestellt. Die Auswirkungen auf die Umwelt werden dabei in Form von Ungunstfaktoren im Vergleich zur Nullvariante angegeben. Das bedeutet, dass die Variante 0 keinerlei negative Auswirkungen auf die Umwelt hat und die verglichenen Varianten entsprechend ungünstiger sind. Die eigentliche negative Auswirkung der Altlast ist bei allen Varianten gleich und wird daher aus dieser Gegenüberstellung ausgeblendet. Selbst das in Relation der Sanierungsvarianten ungünstigste Verfahren kann absolut gesehen also eine Verbesserung der Gesamtsituation bedeuten.

Gemäß der Begleitliteratur zum Programm Umweltbilanzierung der LUBW [21] gilt:

*„Das Ziel von Sanierungsmaßnahmen sollte sein, einen Zustand zu schaffen, der nur noch Schadstoffkonzentrationen in den (ehemals) kontaminierten Umweltmedien aufweist, die den natürlichen oder anthropogenen Hintergrundwerten entsprechen oder diesen nahekommen“. [...] Weiterhin wird [...] festgestellt, dass „bei der Festlegung von Sanierungszielen die Abwägung aller Umstände des jeweiligen Einzelfalles“ [zu erfolgen hat], wobei (einzel-fallabhängig) neben der Verhältnismäßigkeit des wirtschaftlichen oder rechtlichen Aufwands auch ungünstige Umweltbelastungen durch negative Sekundärfolgen berücksichtigt werden müssen. **Negative Sekundärfolgen sind die Umweltbelastungen, die durch die Anwendung der Sanierungstechniken verursacht werden.** [...]*

[Das nachfolgend angewendete Programm zur Umweltbilanzierung bietet] eine Methode zur Erfassung, Strukturierung und Bewertung von sekundär durch Sanierungsverfahren hervorgerufenen Umweltauswirkungen. [...] Die Ergebnisse der Methode fließen gemäß den oben angeführten Erläuterungen in den Abwägungsprozess auf Beweisniveau 4 mit ein. [...] Betrachtet werden die Umweltauswirkungen, die durch die Sanierungstechniken selbst hervorgerufen werden. Demzufolge werden die Umweltauswirkungen der (sanierten) Altlast selbst mit dieser Methode nicht betrachtet, da dies bereits im Rahmen des Altlastenbewertungsverfahrens erfolgt. Methodisch steht damit die Umweltbilanzierung neben dem Altlastenbewertungsverfahren, ersetzt oder umfasst dieses jedoch nicht. [...]

Ausgangspunkt und Voraussetzung für die Anwendung dieser Methode ist die Notwendigkeit der Sanierung des Standortes. Die Sanierungsnotwendigkeit wird damit als gegeben vorausgesetzt. Der Zeitpunkt und damit auch das Informations- oder Datenniveau, das der Anwender zur Umweltbilanzierung von Altlastensanierungsverfahren benötigt, liegt bei der Auswertung der Sanierungsuntersuchung auf Beweisniveau 4 und der Abwägung zwischen verschiedenen Sanierungsverfahren beziehungsweise -konzepten. Dieses Datenniveau entspricht etwa der Vorplanung im Sinne der Leistungsphasen der deutschen Honorarordnung für Architekten und Ingenieure.

Durch technische Aktivitäten [...] im Rahmen von Sanierungen [...] werden immer zusätzliche Belastungen der Umwelt verursacht. Diese negativen Sekundärfolgen jeder Sanierungsmaßnahme unterscheiden sich im Einwirkungsbereich und hinsichtlich ihrer Wirkungsweise. Die Umweltauswirkungen sind dabei immer negativ (da zusätzliche Belastungen) und unterscheiden sich in der Regel sowohl

- im Wirkungsraum,*
- quantitativ als auch*
- qualitativ.*

[...] Jedes Sanierungsverfahren ver- oder gebraucht Energie beziehungsweise Energieträger und Materialien (Stoffe). Ohne diese Verbräuche kann keine technische Leistung erbracht werden. Es wird nachfolgend im Rahmen [der] Methode per Definition festgelegt, dass nur durch diese Stoff- oder Energieströme Umweltauswirkungen auftreten. [...] Die Methode der Umweltbilanzierung von Altlastensanierungsverfahren gliedert sich in fünf Schritte:

- 1. Ermittlung Verbräuche Stoffe und Energieträger*
- 2. Aggregierte Sachbilanz (mit Emissionen)*
- 3. Wirkungsbilanz*
- 4. Auswertung sekundäre Umweltauswirkungen*
- 5. Synopse primärer und sekundärer Umweltauswirkungen [...]*

Der größte Teil der Verbrauchsdaten wird im [...] Programm aus den Angaben des Anwenders automatisch berechnet. Der Anwender wählt für die Sanierung der Altlast geeignete Sanierungsvarianten aus. Jede Sanierungsvariante besteht aus einer unterschiedlich großen Anzahl von (Teil-)Leistungen. [...] Diese einzelnen Leistungen werden [...] Module genannt. Die einzelnen Module kombiniert der Anwender, um die Sanierungsvariante zu beschreiben. [...] Das Programm bietet 55 Module an, mit denen die meisten Verbrauchsdaten automatisch berechnet werden können. Die notwendigen Angaben des Anwenders entsprechen dabei der vorgesehenen bau- oder umwelttechnischen Leistung. [...]

Der entsprechende Stoff- und Energieaufwand [...] wird anschließend aus spezifischen Leistungsdaten berechnet. Als spezifische Leistungsdaten werden [...] auf die bautechnische Einheit (Quadratmeter Fläche, Kubikmeter Boden etc.) normierte Stoff- oder Energieverbräuche bezeichnet. So beträgt [z.B.] der spezifische Dieserverbrauch beim Erdaushub 0,123 Kilogramm/(m³ auszuhebenden Boden). Diese spezifischen Leistungsdaten wurden im Rahmen [der Programmentwicklung] [...] ermittelt. Damit wird auch die Hauptaufgabe der Module deutlich. Sie berechnen aus den Anwendereingaben (vorgesehene Bauleistungen) über normierte spezifische Leistungsdaten den Gebrauch/Verbrauch von Stoffen (Materialien) und Energie, das heißt die Verbrauchsdaten oder den Input. [...]

Damit ist im ersten Schritt das Ziel erreicht, für die verschiedensten bau- und umwelttechnischen Leistungen die entsprechenden Stoff- und Energieflüsse zu berechnen. Zur Berechnung von Umweltauswirkungen sind jedoch noch zwei weitere Schritte notwendig. Jede technische Leistung, [...] „verbraucht“ Stoffe (zum Beispiel Kraftstoffe) oder Energie **und** wandelt diese zum Teil dabei in **andere Stoffe oder Energiearten** (zum Beispiel Lärm) um. Das heißt, jede technische Leistung, die bei Sanierungsverfahren in Anspruch genommen wird, lässt sich als Prozess beschreiben, bei dem bestimmte Stoffströme als Input erforderlich sind (deren Berechnung oben dargestellt wurde) und bei dem diese Stoffströme verändert an die Umwelt abgegeben werden. Die an die Umwelt abgegebenen Stoff- und Energieströme sowie sonstigen Einwirkungen auf die Umwelt heißen zusammenfassend Output. Der einzelne Stoff wird Sachbilanzposition und die gegliederte Aufstellung aller betrachteten Sachbilanzpositionen wird Sachbilanz genannt.

[...] Die Berechnung der Outputs erfolgt über sogenannte generische Daten. Diese wurden zum großen Teil aus Literaturdaten übernommen. [...] **Die Berechnung des Outputs, das heißt der Sachbilanz erfolgt im [...] Programm automatisch.** [...]

[Negative Umweltauswirkungen], die infolge der technischen Leistungen in die Luft ins Wasser oder in den Boden emittiert werden, [...] werden im **dritten Schritt** mehreren Wirkungen (Wirkungsbilanz, Wirkungsabschätzung) zugeordnet. Dabei werden in erster Linie nicht reale Wirkungen, sondern potentielle Wirkungen berücksichtigt. [...] Da die Wirkungsintensität der Schadstoffe verschieden ist, werden die berechneten Massen (zum Beispiel Kilogramm CO₂-Emissionen) normiert. Als Normierungsfaktor werden zum Beispiel für die humantoxische Wirkung von Luftemissionen die von der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg entwickelten Prüfwerte verwendet. Dadurch ist es möglich, die Emissionen verschiedener Schadstoffe zu einer gemeinsamen Wirkungskategorie zusammenzufassen. **Die Berechnung dieser Wirkungsbilanz erfolgt automatisch.**

[...] Im **vierten Schritt** erfolgt die Auswertung der Wirkungsabschätzung und der Sachbilanz. Diese Auswertung ist ein Teil der Bilanzbewertung. Dabei werden alle Wirkungskategorien und die Sachbilanzpositionen Energieaufwand und Abfallentstehung berücksichtigt. Die Schritte eins bis vier können nach dem internationalen Standard ISO 14040 als Ökobilanz bezeichnet werden. Die Ökobilanz beschreibt nur die sekundären Umweltauswirkungen bedingt durch die Altlastensanierungsarbeiten. Ist es das Ziel, aus mehreren Varianten die hinsichtlich der sekundären Umweltauswirkungen „beste Variante“ auszuwählen, werden die Verhältnisse der Wirkungsbilanzresultate betrachtet. Die Verhältniszahlen werden **Ungunstkfaktoren** genannt. [Der Ungunstkfaktor gibt an, wievielfach ungünstiger eine Sanierungsvariante gegenüber der jeweils am wenigsten ungünstigsten Sanierungsvariante ist.] **Die Berechnung erfolgt automatisch.**

[...] Im **fünften Schritt** werden die primären Umweltauswirkungen der Altlastensanierung miteinbezogen. Es werden in einer Synopse die sekundären Umweltauswirkungen den Standortdaten gegenübergestellt. Auch diese Synopse ist im weiteren Sinne [...] Teil der Bilanzbewertung. [...] Die Bestimmung der primären Umweltauswirkungen ist nicht Teil dieser [Umweltbilanz].

Das Ergebnis der Umweltbilanzierung ist in nachfolgender Grafik veranschaulicht. Sie gibt, wie erläutert, nur die sekundären Umweltauswirkungen der betrachteten Sanierungsvarianten wieder. Die primäre Umweltauswirkung der Altlast Kessler-Grube steht allen Varianten unabhängig gegenüber. Das heißt, selbst die ungünstigste Variante (Großbaustelle über einen kurzen Zeitraum) stellt bei der Synopse mit den primären Umweltauswirkungen der Altlast eine Verbesserung der Gesamtsituation dar. Über lange Zeiträume betrachtet wiegen diese primären Umweltauswirkungen noch deutlich schwerer, was die Bewertung kurzfristig günstig erscheinender Sicherungsmaßnahmen mit geringen Eingriffen und sekundären Umweltauswirkungen nur unzulänglich wiedergibt.

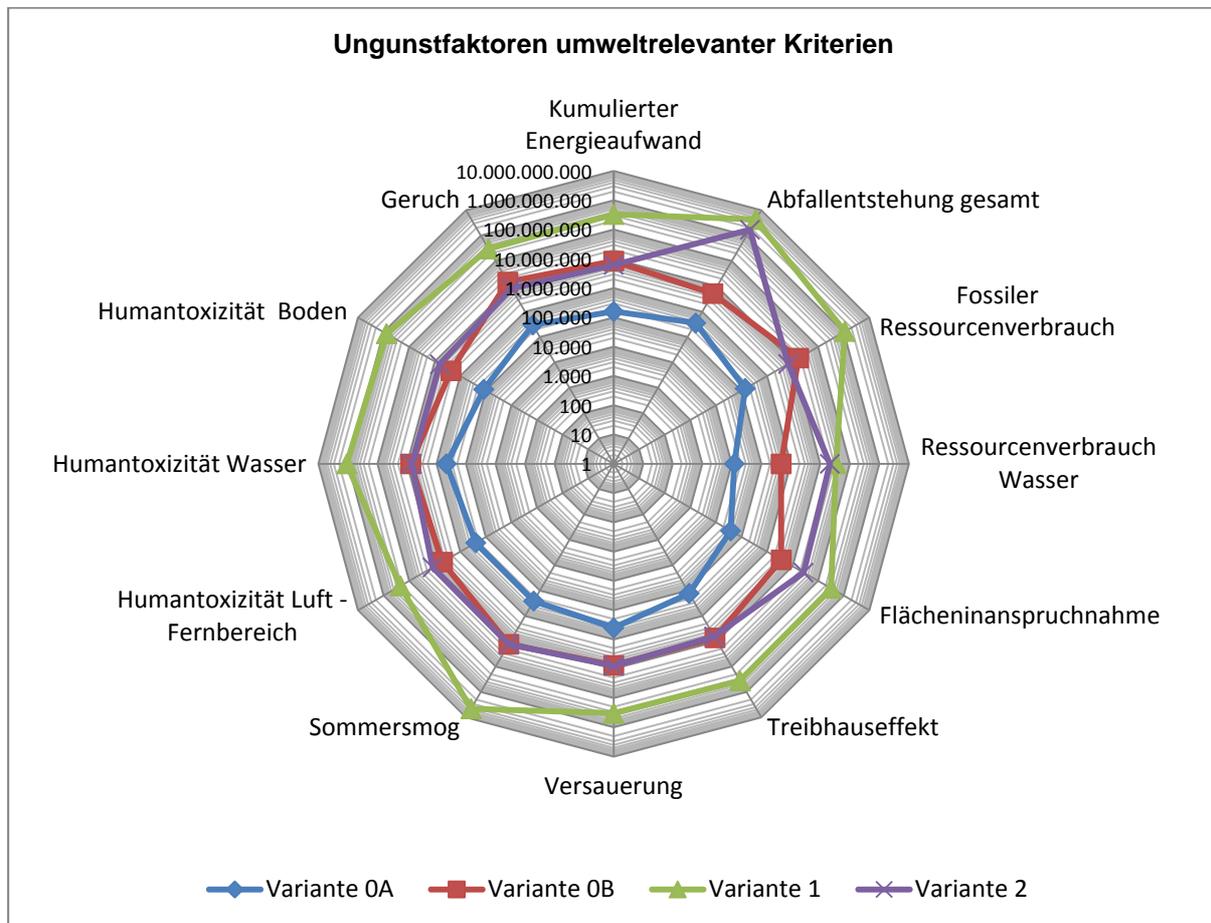


Abbildung 2: Umweltbilanz der Sicherungs- und Dekontaminationsvarianten

8.5.4 Auswirkungen auf die Betroffenen im Sinne des § 12 Satz 1 BBodSchG [15] (Grundstückseigentümer, Nutzer, Nachbarn)

Vor Beginn von Baumaßnahmen sind die Betroffenen (Grundstückseigentümer, Nutzer, Nachbarn) bei einer öffentlichen Informationsveranstaltung sowie ggf. in Form einer Bekanntmachung in den Gemeindenachrichten über die Sanierung zu informieren. Themen sind i. B. die Schadstoffsituation, Ablaufplanung und die geplanten Schutzmaßnahmen. Weiterhin werden die Ansprechpartner benannt. Gleichzeitig sollte die Sanierungsmaßnahme ggf. in Form einer Pressemitteilung ebenfalls mit Nennung der jeweiligen Ansprechpartner bekannt gegeben werden.

Auswirkungen auf die Umgebung sind ggf. durch Staub, Geruch und Baustellenlärm zu erwarten. Aufgrund der ggf. vorgesehenen Einhausung der Aushubbereiche zur Minimierung der Witterungseinflüsse ist nicht mit einer relevanten Emission von Staub zu rechnen. Geruchliche Auswirkungen beschränken sich durch die vorgesehene Ablufthaltung auf das direkte Umfeld der Baustelle. Der Baustellenquertransport von Material soll soweit möglich nicht über öffentliche Straßen erfolgen. Die Akzeptanz der Sanierungsmaßnahme wird durch die avisierte Materialabfuhr über die Schiene erhöht. Die Lärm- und Abgasbelastung für Anwohner ist dadurch minimiert.

8.5.4.1 Messtechnische Überwachung Gasemissionen

Die messtechnische Überwachung der Maßnahme auf dem und um das Baufeld stellt in Anbetracht des zeitlich und ortsbezogen nur schwer vorhersagbaren Schadstoffinhalts/-umfangs eine besondere Herausforderung dar. Zur Minimierung der Gefährdungen von Personen bei Eingriffen in den Untergrund sind daher weitestgehend technische und organisatorische, primär personenungebundene Schutzmaßnahmen angezeigt. Die ggf. vorgesehene Einhausung der Aushubflächen und Ablufthaltung stellt neben einer erfahrungsgemäß besseren Akzeptanz in der Öffentlichkeit in Verbindung mit einer umgebungsluftunabhängigen Maschinenführung das wesentliche Element zur Emissionskontrolle dar.

Auf Grundlage des § 18 GefStoffV werden die Arbeiten auf der Baustelle innerhalb des Schwarz-Bereichs auf Basis einer zu erstellenden Gefährdungsanalyse und in Abhängigkeit der im Einzelnen festzulegenden Arbeitsverfahren je nach Bedarf überwacht.

Für die Überwachung im Weiß-Bereich (Außenbereich der eingehausten Expositionsflächen) bzw. die Immissionsüberwachung des Bauumfelds werden ggf. geforderte Luftuntersuchungen mit den zuständigen Überwachungsbehörden abgestimmt und auf Basis der Gefährdungsanalyse im Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan (SiGe-Plan) nach BaustellV verankert.

Eine detaillierte Darstellung ist für spezifische Sanierungsverfahren in Anlage 3 enthalten.

8.5.4.2 Lärmschutz

Die Durchführung der Sanierungsarbeiten ist vorbehaltlich der Abstimmung mit der BASF Grenzach GmbH und den Behörden auf den Zeitraum von Montag bis Freitag (5-Tage-Woche) zwischen 07.00 und 20.00 Uhr (Tagzeit gemäß AVV Baulärm) beschränkt.

Es sind folgende Lärm-Immissionsrichtwerte einzuhalten:

Immissionsort/-bereich	Immissionsrichtwert in dB(a)
Allgemeine Wohngebiete	55
Mischgebiete	60
Gewerbegebiete	65

Tabelle 15: Lärm-Immissionsrichtwerte

Die eingesetzten Baumaschinen entsprechen den Anforderungen der 32. BImSchV analog den dort angeführten Richtlinien des Rates der Europäischen Gemeinschaft, wobei für diese Baumaschinen die Bescheinigung der EG-Baumusterprüfung vorliegt. Des Weiteren wird darauf geachtet, dass die eingesetzten Baumaschinen mit dem Umweltzeichen UZ 53 versehen sind.

Für Einwirkungen von Erschütterungen auf bauliche Anlagen sind die Anhaltswerte A_0 bzw. A_r der DIN 4150, Blatt 3 einzuhalten.

Eine detaillierte Darstellung ist für spezifische Sanierungsverfahren in Anlage 3 enthalten.

8.5.5 Genehmigungs- und Zulassungsbedarf

Für komplexe Sanierungsvorhaben mit mehreren Beteiligten empfiehlt sich u. E. die Erstellung eines Sanierungsplans, vgl. Anhang 3 BBodSchV [14]. Dieser bündelt alle Informationen und erleichtert ein koordiniertes Genehmigungsverfahren, was letztlich zu Planungs- und Rechtssicherheit führt. Im vorliegenden Fall ist folgender Genehmigungsbedarf zu berücksichtigen:

Maßnahme	Genehmigungsbedarf/ Bemerkungen
Sanierung der Altablagerung z. B. durch Aushub und Wiederverfüllung mit unbelastetem Material	bodenschutzrechtliche Verbindlicherklärung nach § 13 Nr. 6 BBodSchG
Abstromsicherung und Ableitung in den Rhein (nach Vorreinigung)	wasserrechtliche Erlaubnis nach § 8, 10 WHG,
Einleitung in die Kläranlage	Indirekteinleitergenehmigung (IndVO)
Abfalltransport und -entsorgung (Dekontamination durch Aushub)	Transportgenehmigung nachweisen (TgV)
	Entsorgungsnachweis (NachwV)
Baumaßnahmen in kontaminierten Bereichen	Anzeigepflicht Gewerbeaufsicht, BG
Eingriff in brachliegende und durch natürliche Sukzession bewachsene Flächen	ggf. Umweltverträglichkeitsprüfung UVP, naturschutzrechtliche Befreiung
Bodenzwischenlager	Genehmigung nach BImSchG

Tabelle 16: Erlaubnis- und Genehmigungsbedarf

8.5.6 Arbeitsschutz

Das Bauvorhaben wird auf einem kontaminierten Grundstück durchgeführt. Die Schadstoffbelastungen im Untergrund sind sowohl hinsichtlich der Arbeitssicherheit des beschäftigten Personals als auch hinsichtlich des Gesundheitsschutzes von Personen außerhalb der Baustelle (z. B. Beschäftigte auf dem Werksareal) relevant.

Die erforderlichen Maßnahmen werden ausführlich im Rahmen eines separaten, noch zu erstellenden Sicherheits- und Gesundheitsplans (SiGe-Plan) sowie eines Arbeits- und Sicherheitsplans nach BGR 128 dargestellt. Sie müssen im Übrigen dem Gewerbeaufsichtsamt (Vorankündigung) und der Berufsgenossenschaft angezeigt werden.

Die Arbeiten im Baustellenbereich werden permanent durch einen Koordinator gemäß BGR 128/BaustellV (SiGeKo) begleitet. Zur Sicherstellung der arbeitsschutzspezifischen Vorgaben gemäß BGR 128 ist er gegenüber den Beschäftigten weisungsbefugt.

Grundsätzlich sind v. a. bei Aushubmaßnahmen auf dem Standort erhebliche Arbeitsschutzvorkehrungen erforderlich, während die hydraulischen Sicherungsvarianten einen vergleichsweise geringen Aufwand bedingen (vgl. Gesamtbewertung Kap. 8.5.9 und [12]).

Eine detaillierte Darstellung ist für spezifische Sanierungsverfahren in Anlage 3 enthalten.

8.5.7 Nachsorgeerfordernis

Nach erfolgten Baumaßnahmen sind eine Rekultivierung des Geländes und eine Kontrolle des Sanierungserfolgs erforderlich.

- Rekultivierung

Für den Perimeter 1 (aktuell Brachfläche) kommt zukünftig eine höherwertige Nutzung z. B. als Grünfläche in Betracht, jedoch keine Kinderspielfläche o. Ä. In den relativ dicht besiedelten Niederungen des Rheintals sind kaum natürliche Grünbereiche vorhanden, die Talhänge sind vorzugsweise bewaldet. Aufgrund des anthropogen veränderten Wasserstands (Geländeauffüllung) ist eine ursprüngliche, natürliche Pflanzengesellschaft der Auen nicht möglich. Unter Berücksichtigung der umgebenden industriellen Nutzung könnte jedoch eine landschaftsraumtypische Rekultivierung mit locker gepflanzten Großgehölzen erfolgen, die in visuellem Zusammenhang mit dem angrenzenden Rhein bzw. dem Hochrheinwanderweg eine parkähnliche optische Einheit bilden.

- Sanierungskontrolle, Monitoring

Baubegleitend zur Sanierungsmaßnahme in der gesättigten Bodenzone wird im Zuge der Bau-/Grundwasserhaltung oder Abstromsicherung ein monatliches Grundwassermonitoring vorgesehen. Neben Aufzeichnungen der Wasserstände im Pegelfeld sollten die analytischen Untersuchungen zur Kontrolle und Überwachung auf die Reinigungsanforderungen vor Abgabe z. B. an die örtliche Kläranlage bzgl. wesentlicher Schadstoffleit- und Summenparameter (Chlorbenzole, AOX, DOC etc.) abgestellt werden.

Nach Abschluss der Baumaßnahmen bzw. begleitend zu Sicherungsmaßnahmen wird zur Überprüfung des Sanierungserfolgs ein zunächst sechsjähriges Monitoring vorgeschlagen, in Form eines Grundwassermonitorings mit zunehmend längeren Beprobungsintervallen in den Kontrollebenen. Es sollte sich am Umfang der Stichtagsmessung orientieren, die im Rahmen der DU [12] durchgeführt wurde. GC/MS-Screenings sind dabei nicht mehr erforderlich. Jedoch kann ggfs. die Gesamtoxizität der Grundwasserproben nach DIN EN ISO 38412 in drei unterschiedlich sensitiven und in ihrer Anreicherungscharakteristik differierenden Trophiestufen des aquatischen Lebensraums (Daphnien, Algen und Fischeier) sowie zur Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen der wirkungsbezogenen Analytik an Leuchtbakterien nach DIN EN ISO 11348 ermittelt werden.

Kontrollziele sind zunächst die bisher gemessenen Schadstoffgehalte, die etwa ein Jahr nach der Aushubsanierung auch im direkten Abstrom abnehmen sollten. Langfristig ist dort eine Unterschreitung der Prüfwerte anzustreben. Für hydraulische Sicherungsmaßnahmen gelten die Prüfwerte im direkten Grundwasserabstrom sowie die Einleitgrenzwerte für Oberflächengewässer nach erfolgter Reinigung als dauerhafter Beurteilungsmaßstab.

Während des Monitorings werden jährlich Zwischenberichte sowie nach sechs Jahren ein Gesamtbericht erstellt.

Im Falle von Sicherungsmaßnahmen kann der Standort auf dieser Grundlage von der Altlastenbewertungskommission auf Beweisniveau BN 4 bewertet werden. Hierbei kann entschieden werden, ob im Anschluss ein im Umfang reduziertes Monitoring möglich ist.

Im Falle einer Dekontamination soll der Standort auf dieser Grundlage von der Altlastenbewertungskommission auf Beweisniveau BN 5 bewertet werden. Hierbei kann entschieden werden, ob im Anschluss eine im Umfang reduzierte fachtechnische Kontrolle erforderlich ist.

Kurzfristig und mittelfristig unterscheiden sich die Nachsorgemaßnahmen für Dekontamination und Sicherung nicht wesentlich. Lediglich langfristig ist bei (vollständigen) Dekontaminationsmaßnahmen eine Kostenreduzierung in der Nachsorge zu erwarten.

8.5.8 Korrektur- und Nachbesserungsmöglichkeiten

Während bei Sicherungsmaßnahmen grundsätzlich relativ einfach Nachbesserungen erfolgen können, da diese zumeist keine größeren Eingriffe in den Untergrund erfordern, ist eine nachträgliche Korrektur von Baumaßnahmen schwierig, v. a. wenn die Flächen in der Folge überbaut wurden. Eine diesbezügliche Bewertung der Varianten wird in Kap. 8.5.10 durchgeführt.

8.5.9 Stand der Technik/Forschung

Im Wesentlichen kommen für den Perimeter 1 der Kessler-Grube entweder hydraulische Sicherungsmaßnahmen oder die Dekontamination durch Aushub in Betracht.

Klassische hydraulische Sicherungsvarianten mit aktiven Pumpmaßnahmen sind seit vielen Jahren Stand der Technik. Sie sind je nach Feinabstimmung auf die hydrogeologischen Gegebenheiten sehr wirksam, zeigen jedoch insbesondere bei längeren Betriebszeiten einen erhöhten Verschleiß und Störungen mit Betriebsausfällen. Langfristig ist regelmäßig mit einer Rundenerneuerung solcher Anlagen zu rechnen.

Passive hydraulische Maßnahmen sind nur bei hydrogeologisch günstigen Rahmenbedingungen möglich und daher deutlich weniger verbreitet. Sie sind für den Einzelfall konzipiert (oft Forschungsstadium) und hängen wesentlich von äußeren Faktoren ab. Sie bergen daher gewisse Risiken bei der Planung und Ausführung sowie der langfristigen Funktionsfähigkeit. Ein funktionierendes System ist in passiver Ausführung deutlich zuverlässiger wirksam als aktive Maßnahmen und bedingt einen geringeren, aber dennoch dauerhaften Wartungs- und Unterhaltungsaufwand.

Dekontaminationsmaßnahmen in Form von Aushub sind grundsätzlich ein bewährtes Verfahren zur Altlastensanierung. Die technische Ausführung von Verbau und Auskoffnung ist auf nicht-kontaminierten Standorten langjährig erprobt. Besonderheiten treten hier insbesondere durch die Kombination von Verfahren sowie den grundsätzlich zusätzlich zu berücksichtigenden Arbeitsschutz (z. B. Einhausung) auf. Aber auch für kontaminierte Standorte liegen mittlerweile vielfältige Erfahrungen von kleineren und größeren Aushubmaßnahmen vor (z. B. Hirschacker-Grube in unmittelbarer Nähe). Die Behandlung des Materials z. B. in thermischen Anlagen ist Stand der Technik, wohingegen die Behandlung vor Ort wiederum eine einzelfallspezifische und damit ggf. experimentelle Maßnahme darstellt.

8.5.10 Gesamtbewertung nicht-monetärer Kriterien

Die aus unserer Sicht relevanten Kriterien sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt und bewertet. Eine quantitative Erfassung der durch die Sanierungsverfahren beeinträchtigten oder veränderten Kriterien ist nicht möglich, daher wurde zur Beurteilung der nicht-monetären Aspekte eine halbquantitative Bewertung durchgeführt. Je nach Erfüllungsgrad einzelner Kriterien wurden die Einzelverfahren mit negativ (-1), neutral (0) und positiv (+1) bewertet.

Da eine Gewichtung der Kriterien durch die Wahl der Formulierung bereits implizit vorhanden ist, wurde zur Wahrung der Übersichtlichkeit auf eine Multiplikation mit Gewichtungsfaktoren verzichtet. In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Bewertung aufgelistet:

Nicht-monetäre Kriterien negativ (-1), neutral (0) und positiv (+1)	Variante 0: Abstomsicherung BR 49	Variante 0A: passive Abstoms.	Variante 0B: aktive Abstoms.	Variante 1: Aushub mit Ent- sorgung	Variante 2: Aushub m. onsite- Behandl.
Technische Machbarkeit:					
Entwicklungsstand, Verfügbarkeit	0	-1	0	0	-1
Arbeitsschutz:					
Anforderungen Arbeitsschutz	0	0	0	-1	-1
Belästigungen, trotz Arbeitsschutzmaßnahmen:					
a) Staub	0	0	0	-1	-1
b) Lärm	0	0	0	-1	-1
c) Geruch	0	0	0	-1	-1
Zeiträumen und Verlauf der Maßnahme:					
a) Herstellung	1	-1	0	-1	-1
b) Dauer der Wirkung	-1	-1	-1	1	1
Kontrollierbarkeit	1	0	1	1	1
Reststoffanfall	1	1	0	-1	-1
Worst-Case-Szenario	-1	-1	-1	1	1
Nachsorgeerfordernis	-1	-1	-1	1	1
Betriebssicherheit	-1	0	-1	1	1
Nachbesserungsmöglichkeiten	1	-1	1	-1	-1
Beeinträchtigung der zukünftigen Nutzung:					
Platzbedarf	-1	0	-1	1	1
Umweltrelevante Bewertung:					
Auswirkungen auf Betroffene (Verkehr, Lärm/Staub)	1	0	0	-1	-1
Ressourcenverbrauch	-1	0	0	-1	-1
Umweltbilanz	1	0	0	-1	-1
Nachhaltige Störung der Unter- grundverhältnisse	1	-1	-1	0	0
Gefahr der Stoffverschleppung	-1	0	0	1	1
Auswirkungen auf andere Schutzgüter	-1	0	0	-1	-1
Veränderung Landschaftsbild	0	0	0	1	1
Dauerhafte Beeinträchtigungen für Lebensräume	0	0	0	0	0
Beeinträchtigung während der Baumaßnahme	1	-1	0	-1	-1
Organisatorische Bewertung:					
Planungs-, Genehmigungs- und Zulassungsbedarf	1	-1	0	-1	-1
Öffentliche Akzeptanz	-1	0	0	-1	-1

Nicht-monetäre Kriterien negativ (-1), neutral (0) und positiv (+1)	Variante 0: Abstomsicherung BR 49	Variante 0A: passive Abstoms.	Variante 0B: aktive Abstoms.	Variante 1: Aushub mit Ent- sorgung	Variante 2: Aushub m. onsite- Behandl.
Verantwortungsübertragung auf nachfolgende Generationen	-1	-1	-1	1	1
Gesamtbewertung:	-1	-9	-5	-5	-6
Rangfolge der nicht-monetären Bewertung	1	5	2	2	4

Eine detaillierte Beschreibung der Verfahren befindet sich in Anlage 3.

Tabelle 17: Nicht-monetäre Kriterien und deren Bewertung

Aus der nicht-monetären Bewertung geht die Abstomsicherung über BR 49 als beste Sanierungsvariante hervor. Dies beruht insbesondere auf der geringen bzw. nicht erforderlichen zusätzlichen Beeinträchtigung des Umfelds. Dagegen fällt die umweltrelevante Bewertung bei allen Baumaßnahmen negativer aus.

8.6 Kosten-Wirksamkeitsbetrachtung = Effektivitätsanalyse

Durch die Gegenüberstellung der Kosten (Laufzeit 50 Jahre) und der jeweiligen Wirksamkeit der Verfahren wird die Effektivität bzw. die Kostenwirksamkeit verglichen.

Hierzu werden die reellen Kosten über einen Korrekturfaktor in Bezug auf eine 100%ige, vergleichbare Wirksamkeit hochgerechnet und die effektiven Kosten für diese (theoretische) 100%ige Wirksamkeit ermittelt. Die effektiven Kosten geben damit an, welche Aufwendungen für die jeweiligen Verfahren zu erwarten wären, wenn alle eine 100%ige Wirksamkeit erreichen würden.

Sanierungsvariante	Reelle Kosten	Gesamtwirksamkeit	Korrekturfaktor	Effektive Kosten für 100 % Wirksamkeit	Rang		
	[EUR netto]	[%]	[-]	[EUR]	Kosten	Wirksamkeit	Effektivität
Variante 0: Abstomsicherung BR 49	0	0	-	-	1	5	5
Variante 0A: passive Abstomsicherung	6.000.000	86	1,2	7.017.544	2	3	1
Variante 0B: aktive Abstomsicherung	10.000.000	68	1,5	14.814.815	3	4	2
Variante 1: Aushub mit Entsorgung außerhalb des Standorts	125.000.000	100	1,0	125.000.000	4	1	3
Variante 2: Aushub mit onsite-Behandlung	130.000.000	90	1,1	144.444.444	5	2	4

Eine detaillierte Beschreibung der Verfahren befindet sich in Anlage 3.

Tabelle 18: Effektivität der untersuchten Verfahren

Die effektiven Kosten für 100 % Wirksamkeit entsprechen in ihrem Verhältnis zueinander einem Vergleich der Kosteneffizienz für die jeweilige 100%ige Minimierung der Emission, d. h. von Schadstoffen im Abstrom der Altablagerung (einzelfallbezogene Mindestanforderung). Dies resultiert aus der gesetzlichen Gleichstellung von Dekontaminations- und Sicherungsmaßnahmen.

Die absoluten Kosten pro kg entferntem Schadstoff ergeben sich beispielhaft für Chlorbenzol wie folgt:

- ursprünglich vorhandene Masse an Chlorbenzol (ca. 1960): ca. 600 kg
- Zeitdauer bis zum vollständigen Austrag (lineare Abnahme): 1.800 Jahre
- Zeitdauer bis zum 99,9%igen Austrag (exponentielle Abnahme): 13.000 Jahre

In beiden Fällen beträgt die rechnerisch in den letzten 50 Jahren durch den Brunnen BR 49 ausgetragene Masse an Chlorbenzolen 16,5 bis 16,7 kg, entsprechend ca. 3 % der ursprünglichen Masse. Es handelt sich bei den Zeiten und Emissionen um Schätzwerte, die aufgrund der Unsicherheiten in den Annahmen mit einem Fehler von ca. +/- 50 % behaftet sind.

Es verbleiben derzeit noch geschätzt ca. 584 kg Chlorbenzole im gesamten Ablagerungsgut. Um diese vollständig zu entfernen, fallen z. B. im Rahmen der Variante 1 Aushub mit Entsorgung von Perimeter 1 (enthält ca. 50 % der Chlorbenzole in der Kessler-Grube) Kosten in Höhe von 125 Mio. Euro an, was pro kg Schadstoff ca. 0,4 Mio. Euro ergibt. Chlorbenzole treten in ähnlichen Konzentrationen auf wie Schwermetalle, Phenole, aromatische Amine, AOX und spezifische Stoffe der chemischen Industrie. Für diese gelten vergleichbare Kosten je kg. Ammonium tritt ca. 1.000-fach höher konzentriert auf, hier verringern sich die spezifischen Kosten pro kg entferntem Schadstoff um Faktor 1.000 auf ca. 400 Euro je kg.

Bei aktiven Sicherungsmaßnahmen werden Schadstoffe in Höhe der im Grundwasser gelösten Anteile ausgetragen. Für eine vollständige Entfernung der Chlorbenzole werden dabei schätzungsweise noch 13.000 Jahre benötigt. In den prognostizierten anfänglichen 50 Jahren ist dabei mit einem weiteren Austrag von ca. 16 kg zu rechnen (ohne Berücksichtigung von zusätzlichen Dekontaminationsmaßnahmen), für welchen spezifische Kosten in Höhe von ca. 0,6 Mio. Euro je kg entstehen.

In Abbildung 3 sind die Verfahren in Bezug auf ihre Effektivität zur Reduzierung der Emission grafisch dargestellt.

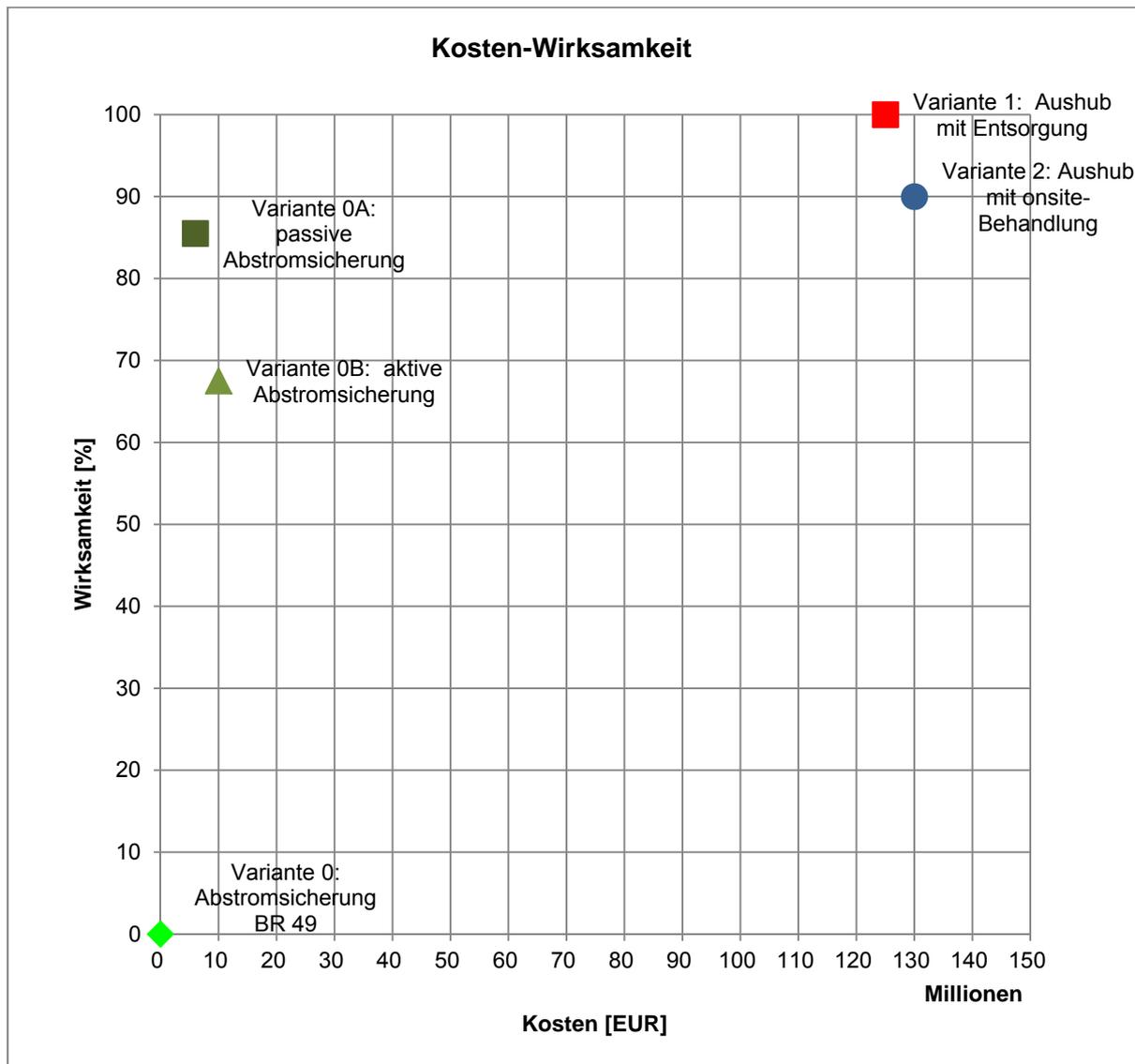


Abbildung 3: Kosten-Wirksamkeitsverteilung der Varianten

Die nachfolgende Abbildung 4 zeigt hingegen die spezifischen Kosten zur Entfernung von 1 kg Schadstoff und damit zur tatsächlichen Reduzierung der Immission.

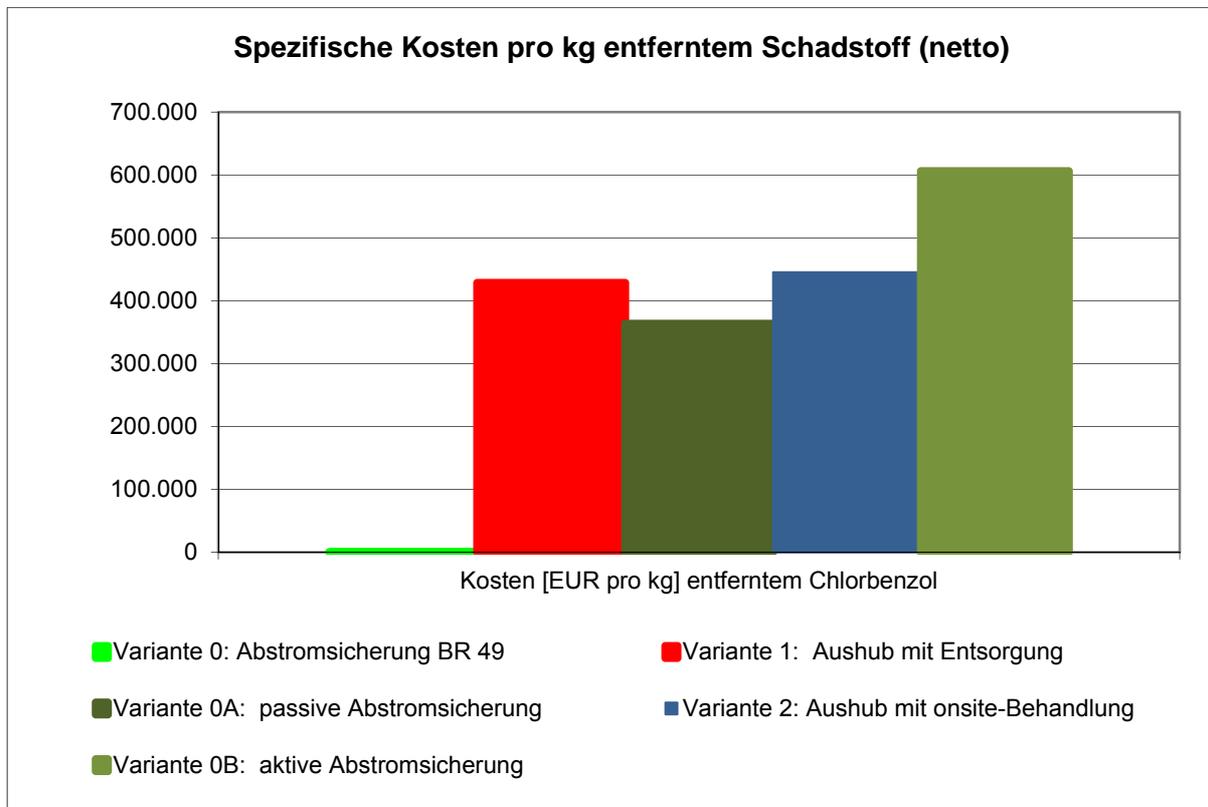


Abbildung 4: Spezifische Kosten pro kg entferntem Schadstoff (Beispiel Chlorbenzol)

Als effektivstes Verfahren für den betrachteten Betriebszeitraum von 50 Jahren geht die Variante 0A passive Abstomsicherung hervor, gefolgt vom Aushub mit Entsorgung. Insbesondere im gut zugänglichen Perimeter 1 ist durch eine Dekontamination eine hohe Wirksamkeit und nachhaltige Eliminierung der Schadstoffe erreichbar. Damit wird nicht nur die Emission reduziert, sondern auch das grundwasserwirksame Schadstoffpotenzial. Die spezifischen Kosten je kg Schadstoff liegen im Kalkulationszeitraum hierfür deutlich unter den Kosten für aktive hydraulische Sicherungsmaßnahmen.

8.7 Gesamtbewertung

Die Ergebnisse der einzelnen Bewertungen sind nachfolgend als Übersicht tabellarisch zusammengestellt und im Anschluss grafisch aufgezeigt:

Sanierungsvariante	Rang				Summe	Rang Gesamtbewertung
	Kosten	Wirksamkeit	Effektivität	nicht-monetäre Bewertung		
Variante 0: Abstromsicherung BR 49	1	5	5	1	12	4
Variante 0A: passive Abstromsicherung	2	3	1	5	11	2
Variante 0B: aktive Abstromsicherung	3	4	2	2	11	2
Variante 1: Aushub mit Entsorgung außerhalb des Standorts	4	1	3	2	10	1
Variante 2: Aushub mit onsite-Behandlung	5	2	4	4	15	5

Eine detaillierte Beschreibung der Verfahren befindet sich in Anlage 3.

Tabelle 19: Gesamtbewertung der Verfahren

Aus der Gesamtbewertung geht der Aushub mit Entsorgung als beste Sanierungsvariante hervor. Dies ist insbesondere durch die hohe Wirksamkeit und die positive nicht-monetäre Bewertung bedingt. Nach Ende der Baumaßnahme ist nur mit sehr geringen Folgekosten (Monitoring) über einen überschaubaren Zeitraum zu rechnen. Auf dem zweiten Rang folgen gleichauf die hydraulischen Sicherungsmaßnahmen.

Kosten und Wirksamkeit wurden bei der Gesamtbewertung stärker gewichtet, indem auch die Effektivität (Kostenwirksamkeit) gesondert berücksichtigt wurde. So geht neben der qualitativen Rangfolge bei Kosten und Wirksamkeit auch die jeweilige quantitative Differenz zwischen den einzelnen Rängen in die Bewertung ein. Abbildung 5 zeigt die Sensitivität der einzelnen Kriterien. Während Variante 0 bei den Kosten und den nicht-monetären Kriterien vorne liegt, weist Variante 1 (Aushub mit Entsorgung) die beste Wirksamkeit auf. Variante 0A (passive Abstromsicherung) hat die beste Effektivität.

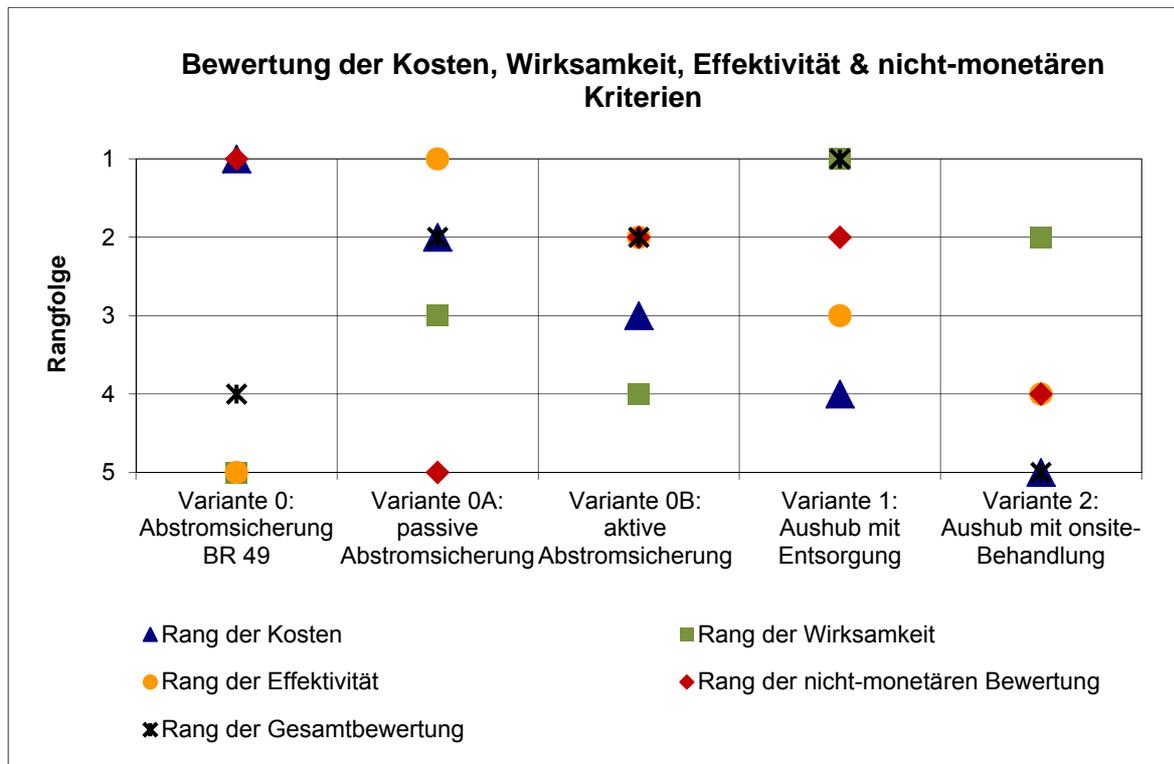


Abbildung 5: Sensitivität der Bewertungskriterien

9 Vorschlag des Gutachters

Die Bewertung der Verfahren ergab, dass für eine 50-jährige Laufzeit die Variante 1 (Aushub mit Entsorgung außerhalb des Standorts) insgesamt die beste Einstufung erlangt, gefolgt von den hydraulischen Sicherungsmaßnahmen 0A (passive Abstomsicherung) und 0B (aktive Abstomsicherung).

Variante 0A erfüllt jedoch nicht die vorgegebenen Rahmenbedingungen des Auftraggebers und kommt aus Sicht des Sanierungspflichtigen daher als Sanierungsvariante nicht infrage. Gründe hierfür sind:

- keine nennenswerte Entfernung von Schadstoffen aus dem Untergrund,
- unabsehbare Laufzeit, während der Auftraggeber einen Abschluss der Sanierung innerhalb weniger Jahre wünscht.

Bei Sicherungsmaßnahmen ist insbesondere zu gewährleisten, dass durch die verbleibenden Schadstoffe dauerhaft keine Gefahren entstehen. Das Gefahrenpotenzial der im Boden verbleibenden Schadstoffe und deren Umwandlungsprodukte sind dabei zu berücksichtigen.

Die Variante 1 (Aushub mit Entsorgung) zeigt daher vor allem im Hinblick auf die Langzeitwirksamkeit über größere Laufzeiten als die betrachteten 50 Jahre und der tatsächlichen Reduzierung des grundwasserwirksamen Schadstoffpotenzials wesentliche Vorteile. Diese Aspekte können bei der Beurteilung von „überschaubaren Zeiträumen“ und bei Gleichstellung von Dekontaminations- und Sicherungsmaßnahmen nur eingeschränkt berücksichtigt werden.

Das Sanierungsziel im Fall der Kessler-Grube ist ein dauerhafter Schutz des Grund- und Oberflächenwassers, der unter Berücksichtigung des vorhandenen Schadstoffpotenzials über viele Jahrhunderte bis Jahrtausende wirksam sein muss.

Unter Berücksichtigung der Gesamtbewertung und der unbestimmten zeitlichen Notwendigkeit von Sicherungsmaßnahmen empfehlen wir deshalb, die **Variante 1 (Aushub mit Entsorgung) für Perimeter 1** zu realisieren.

Nachfolgend ist der Entscheidungsprozess noch einmal grafisch aufgearbeitet.

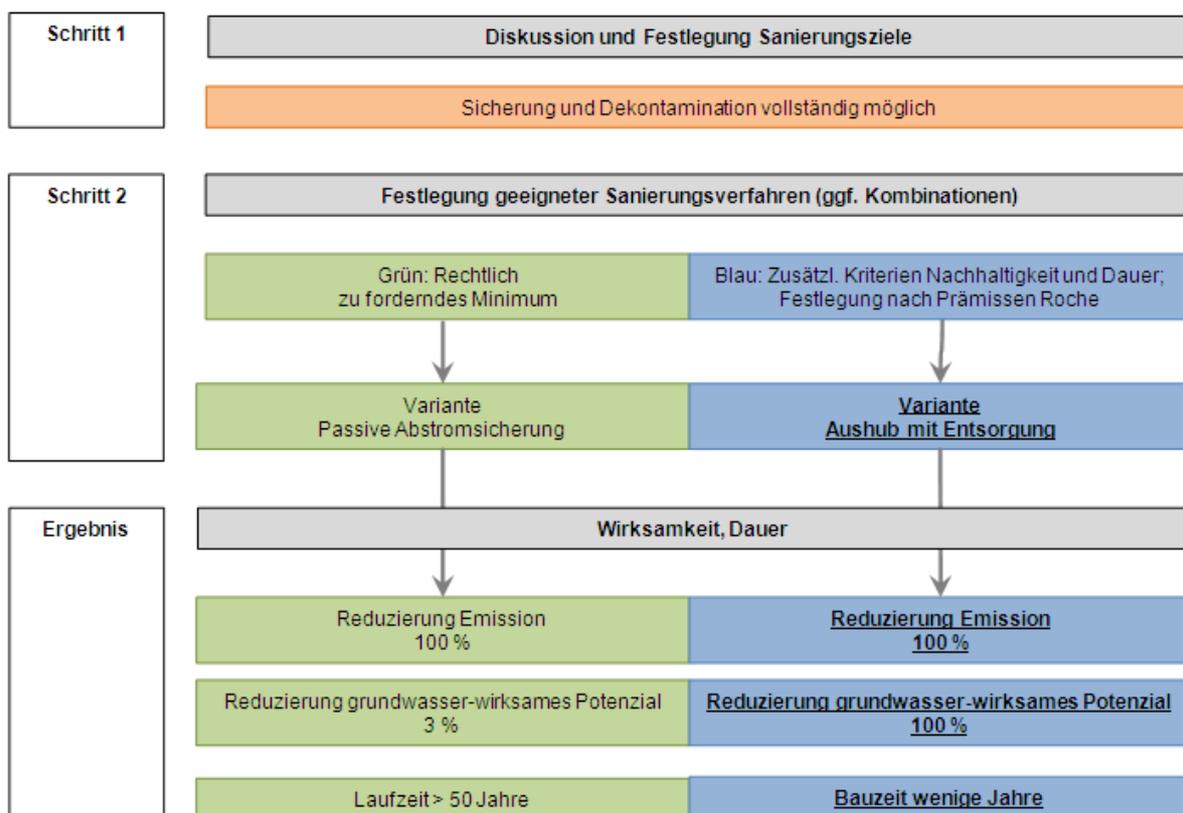


Abbildung 6: Entscheidungsprozess Sanierungsvariante Kessler-Grube, Perimeter 1

10 Geplante Zusatzuntersuchungen

Mit der Detailuntersuchung [12] wurden die atlasterrechtlichen Anforderungen an eine Gefährdungsabschätzung umfassend erfüllt. Als Planungsgrundlage für die Bodensanierung sind darüber hinaus Zusatzuntersuchungen vorgesehen (siehe auch Anlage 1.4). Die Zusatzuntersuchungen erfolgen parallel zur Vor- und Entwurfsplanung. Dabei sind folgende Fragestellungen im Hinblick auf die Sanierung zu klären:

- Natur- und Artenschutz bei Bohrarbeiten und Sanierung
- Geometrie der Auffüllung und ggf. Fasslagen oder andere Störelemente (z.B. Alt-Kanalisation)
- Baugrund, Grubenverbau
- Abfallcharakteristik (Entsorgungsplanung)
- Bauwasserhaltung
- Abwasserreinigung
- Arbeitsschutz, Abluftreinigung
- Erschütterungen Nachbarbebauung, Lärmemissionen (Anrainer)
- mit Rekultivierungsart und -umfang

Folgende Einzelmaßnahmen der Zusatzuntersuchungen erfolgen von Herbst 2012 bis Frühjahr 2013 (vgl. Zeitplan Anlage 4.1):

- Naturschutzrechtliche Untersuchungen (artenschutzrechtliche Relevanzprüfung und spezielle artenschutzrechtliche Prüfung) zur Ermittlung der Auswirkungen von Zusatzuntersuchungen und Sanierung auf das Ökosystem im Bereich der Kessler-Grube
- Schrittweise Baufeldfreimachung/Gehölzrückschnitte in Abhängigkeit der naturschutzrechtlichen Untersuchungen
- Geophysikalische Messungen (Geoelektrik, Refraktionsseismik, Ferromagnetik)
- Rammsondierungen zur Baugrundbeurteilung (zudem bodenmechanische Feld- und Laboruntersuchungen)
- Spundwandrütteltests
- Aufschlussbohrungen, Grundwassermessstellen, Bodenluftabsaugstellen
- Schrägbohrungen im Muschelkalk zur Suche nach Klüften
- Vermessung
- Bohrgutaufnahme und -beprobung, Analytikmanagement sowie Bohrgutentsorgung
- Pumpversuche und Datenloggermessungen des Grundwassers
- Bodenluftabsaugtests
- Chemische Analytik Boden/Abfall, Wasser, Luft

- Emissions- und Immissionsmessungen durch externe Messstelle nach § 26 BImSchG (diese Messung dient sowohl der Untersuchung im Hinblick auf die Sanierungsplanung als auch dem Nachweis des Immissionsschutzes bei den Bohrarbeiten)

Die Maßnahmen werden durch eine Bauoberleitung und örtliche Bauüberwachung koordiniert und überwacht, zudem besteht eine Koordination nach BGR 128 und Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination nach BaustellV.

Es ist vorgesehen, die Ergebnisse der Zusatzuntersuchungen in mehreren Teilberichten zu dokumentieren:

- Boden- und Abfalldeklaration, Emissionsmessungen, Gefährdungsanalyse
- Hydrochemie, Abwasserreinigung
- Hydrogeologie, Grundwassermodell
- Geotechnik, Spezialtiefbau

Zudem ist eine 3D-Visualisierung aller Daten der DU und der ZU für den Perimeter 1 und das nahe Umfeld vorgesehen. Sie wird interaktiv aufgebaut und ermöglicht die themenspezifische Anfrage von Fachinformationen zu jedem Aufschlusspunkt.

11 Grobzeitenplan

Ein Grobzeitenplan ist Gegenstand der nachfolgenden Tabelle 1, vgl. auch Anlage 4.2. Sowohl technisch als auch zeitlich besteht eine enge Beziehung zur parallelen Sanierung des Perimeters 2 (BASF) und gegebenenfalls zum Bauprojekt „Umgehungsstraße B 34“ (in Abklärung).

Zur Einhaltung des folgenden Zeitplans ist es notwendig, sich vorgängig mit der BASF Grenzach GmbH über den Kauf von Grundstücken im Perimeter 1 sowie über die Rahmenbedingungen der vielseitigen werksseitig angeforderten Dienstleistungen zu einigen.

Der Bau der Umgehungsstraße B 34 parallel zur Sanierung des Perimeters 1 würde die logistische Komplexität beider Vorhaben deutlich erhöhen und könnte beiderseits zu Verzögerungen im Zeitplan führen.

Der Projektzeitplan wird fortgeschrieben, wenn für alle drei Perimeter die Ergebnisse der Zusatzuntersuchungen vorliegen und die Planungen entsprechend weiterentwickelt werden.

Aktivität	Zeitraumen
Vorplanung/Entwurfsplanung	bis Frühjahr 2013
Zusatzuntersuchungen und Dokumentation	Sommer 2012 bis Frühjahr 2013
Genehmigungs- und Ausführungsplanung	Februar bis September 2013
Ausschreibungs- und Vergabeplanung	November 2013 bis Frühjahr 2014
Sanierung	ca. Mitte 2014 bis 2018
Erfolgskontrolle, Grundwassermonitoring	ca. 2018 bis 2020

Tabelle 20: Grobzeitenplan Stand Juni 2012

Für ergänzende Erläuterungen und Fragen im Verlauf der weiteren Planung stehen wir gerne zur Verfügung.

HPC AG

Niederlassungsleiter

ppa. 

Thomas Osberghaus
Dipl.-Geologe

ÖFFENTLICH BESTELLTER UND VEREIDIGTER
SACHVERSTÄNDIGER NACH § 36 GEWO FÜR
ALTLASTEN – ERKUNDUNG, BEWERTUNG

SACHVERSTÄNDIGER NACH § 18 BBODSCHG,
GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG
WIRKUNGSPFAD BODEN-GEWÄSSER
WIRKUNGSPFAD BODEN-MENSCH

Geschäftsleiterin
Altlasten/Flächenrecycling



Bernadette Bohnert
Dipl.-Ing. Umweltsicherung (FH)



Martin Steckermeier
Dipl.-Geologe

ANHANG

- 1 Quellen- und Literaturverzeichnis
- 2 Abkürzungsverzeichnis

Quellen- und Literaturverzeichnis

- [1] IBL: Bericht zu den Historischen Untersuchungen und zu den Bodenluftuntersuchungen auf der ehemaligen Kesslergrube in Grenzach vom 16.04.1991
- [2] IBL: Untersuchungen der Aufschüttung im Bereich der ehemaligen Kesslergrube, Ergebnisse der Boden- und Wasseruntersuchungen vom 11.11.1991
- [3] GIW: Bericht über die ergänzende historische Erkundung der Altablagerung „Kessler-Grube“ vom 24.11.2005
- [4] GIW: Pflichtenheft zur Detailuntersuchung (DU), 1. Etappe, der Altablagerung „Kessler-Grube“ vom 09.03.2005
- [5] GIW: Detailuntersuchung (DU) der Altablagerung „Kessler-Grube“, Ergebnisbericht der ersten Grundwasseruntersuchung vom 28.11.2006
- [6] GIW: Detailuntersuchung (DU) der Altablagerung „Kessler-Grube“, Ergebnisbericht über hydrogeologische Untersuchungen vom 13.09.2007
- [7] GIW: Detailuntersuchung (DU) der Altablagerung „Kessler-Grube“, 1. Untersuchungsetappe, Entwurf des Abschlussberichts vom 20.02.2008
- [8] GIW: Detailuntersuchung (DU) der Altablagerung „Kessler-Grube“, Abschlussbericht – 1. Untersuchungsetappe vom 07.05.2008
- [9] GIW: Detailuntersuchung (DU) der Altablagerung „Kessler-Grube“, Abschlussbericht – 1. Untersuchungsetappe vom 22.01.2009 (Ergänzung)
- [10] HPC AG: Bericht zur hydrogeologischen Situation der Altablagerung Kessler-Grube in Grenzach-Wyhlen (Konzeptionelles hydrogeologisches Standortmodell); Gutachten Nr. 2072321 vom 09.01.2009
- [11] HPC AG: Pflichtenheft zur Detailuntersuchung der Altablagerung Kessler-Grube in Grenzach-Wyhlen. Lörrach, 10.07.2009
- [12] HPC AG: Detailuntersuchung der Altablagerung Kessler-Grube – 2. Etappe in Grenzach-Wyhlen, Landkreis Lörrach. Lörrach, 29.06.2011
- [13] Oehme, M. (2010): Qualitätssicherungskonzept: Analyse von organischen Verbindungen in Oberflächen- und Grundwasser sowie Sickerwasser aus Böden
- [14] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999. BGBl I Nr. 36 S. 1554
- [15] Gesetz zum Schutz des Bodens vom 17. März 1998, BGBl. I Nr. 16 S. 502
- [16] Sozialministerium und Umweltministerium Baden-Württemberg: Verwaltungsvorschrift über Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen. Erlass vom 16.09.93 in der Fassung vom 01.03.98 mit Hinweisen der Landesanstalt für Umweltschutz, Stand 30.04.98. Die VwV ist seit Ende 2005 nicht mehr gültig, jedoch können Teile im Grundsatz weiterhin angewendet werden.
- [17] Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW): Altlastenbewertung – Priorisierungs- und Bewertungsverfahren Baden-Württemberg, Karlsruhe, März 2010
- [18] Kreysa, G. und J. Wiesner (1995): Biologische Testmethoden für Böden. Dechema e.V., Frankfurt a. M.

- [19] Arbeitshilfe Qualitätssicherung, Anhang 1: Biologische Verfahren in der Laboranalytik bei Altlasten, Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO), 2002
- [20] BfG Merkblatt Ökotoxikologische Baggergutuntersuchung, 08/2007, Bundesamt für Gewässerkunde, Koblenz
- [21] Umweltbilanzierung von Altlastensanierungsverfahren, Version 1.0 Rev. 16, LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, 1999
- [22] Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW): Untersuchungsstrategie Grundwasser. Karlsruhe, September 2008
- [23] F. Hoffmann-La Roche AG / BASF Schweiz AG/ BASF Grenzach GmbH: Altablagerung Kesslergrube Auftragsdefinition für den Ideenwettbewerb betreffend Sanierungs-Varianten sowie vorläufiges Angebot als Generalplaner, 23.08.2011

Abkürzungsverzeichnis

AA	Altablagerung
ACP	2-Amino-5-Chlorbenzo-phenon
AKW	Aromatische Kohlenwasserstoffe (s. auch BTEX)
AOX	Adsorbierbare organisch gebundene Halogene
AP	Ansatzpunkt
As	Arsen
BaP	Benzo(a)pyren (Einzelparameter der PAK)
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
Ben	Benzol
BG	Bestimmungsgrenze
BN	Beweisniveau
BRI	Brutto-Rauminhalt
BS	Baggerschurf
BSB	Biochemischer Sauerstoffbedarf
BTEX	Aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX-Aromaten)
CAS	Chemical Abstracts Service
Cd	Cadmium
Cr	Chrom
Cr VI	Chromat
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
C _{SiWa}	Sickerwasserkonzentration
C _{OdB}	Konzentration am Ort der Beurteilung
Cu	Kupfer
Cyan. ges.	Cyanide gesamt
DCEC	Cis-1.2-Dichlorethen
DDT	Dichlordiphenyltrichlorethan
DepV	Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV)
DK	Dieselmotortreibstoff
DOC	Gelöster organischer Kohlenstoff
DU	Detailuntersuchung
EOX	Extrahierbare organisch gebundene Halogene
E _{max} -Wert	Maximaler Emissionswert
ET	Endtiefe
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
Flrst	Flurstück
GFS	Geringfügigkeitsschwelle
GOK	Geländeoberkante
GOW	gesundheitliche Orientierungswerte
GR	Glührückstand
GV	Glühverlust
GW	Grundwasser
GWL	Grundwasserleiter
GWM	Grundwassermessstelle
GWN	Grundwasserneubildung
H-B	Hintergrundwert Boden
HCB	Hexachlorbenzol
HCBD	Hexachlorbutadien
HCE	Hexachlorethen
HCH	Hexachlorcyclohexan
γ-HCH	Gamma-Hexachlorcyclohexan = Lindan
HEL	Heizöl (leicht)
Hg	Quecksilber
HU	Historische Untersuchung
H-W	Hintergrundwert Wasser
IG DRB	Interessengemeinschaft Deponiensicherheit Region Basel

- Anhang 2 - zum Gutachten Nr. 2120879(2)
 Sanierungsuntersuchung der Altablagerung Kessler-Grube,
 Grenzach-Wyhlen, Landkreis Lörrach
 Teilfläche Roche Pharma AG, Grenzach-Wyhlen – Perimeter 1



IPV	Immissionspumpversuch
KE	Kontrollebene
KPV	Kurzpumpversuch
KRB	Kleinrammbohrung
KW (GC)	Kohlenwasserstoffe (Gaschromatograph)
Lf	Elektr. Leitfähigkeit
LHKW	Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe
MHW	Mittleres Hochwasser
MKW	Mineralölkohlenwasserstoffe
MNW	Mittleres Niedrigwasser
MP	bei Wasserstandsmessungen: Messpunkt
MP	bei Proben: Mischprobe
MTBE	Methyl-Tertiär-Butylether
m u. GOK	Meter unter Geländeoberkante
m u. POK	Meter unter Pegeloberkante
m ü. NN	Meter über Normalnull
MW	Mittelwasser
μ	„Mikro“, 10 ⁻⁶
n	„Nano“, 10 ⁻⁹
Nap	Naphthalin (Einzelparameter der PAK)
Ni	Nickel
NN	Normalnull
oGFS	orientierender Geringfügigkeitsschwellenwert
O ₂	Sauerstoff
OCP	Organochlorpestizide (Pflanzenschutzmittel)
OdB	Ort der Beurteilung
OK	Oberkante
OU	Orientierende Untersuchung
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PAK-16	16 PAK-Einzelparameter nach EPA
PAK-15	PAK-16 ohne Naphthalin
Pb	Blei
PBSM	Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PCDD	Polychlorierte Dibenzodioxine
PCDF	Polychlorierte Dibenzofurane
PCE	Tetrachlorethen
PCM	Tetrachlormethan
PCP	Pentachlorphenol
Per	Tetrachlorethen
pH	pH-Wert
PMHPO	1-Phenyl-3-methyl-4-hydroxy-(prop-2-yl)-2,5-dihydropyrazol-5-on
POK	Pegeloberkante
PP	Pumpprobennahme
PV	Pumpversuch
Redox	Redoxpotenzial
RC	Recycling
rIHV	reziprokes Isohemmvolumen
RKB	Rammkernbohrung
RKS	Rammkernsondierung
SBV	Schädliche Bodenveränderung
SG	Schürfgrube
SM	Schwermetalle
SPR	Simultane Pumprate
Stk.	Stück
SWM	Sickerwassermessstelle
T	Temperatur
TC	Gesamter Kohlenstoff

- Anhang 2 - zum Gutachten Nr. 2120879(2)
Sanierungsuntersuchung der Altablagerung Kessler-Grube,
Grenzach-Wyhlen, Landkreis Lörrach
Teilfläche Roche Pharma AG, Grenzach-Wyhlen – Perimeter 1

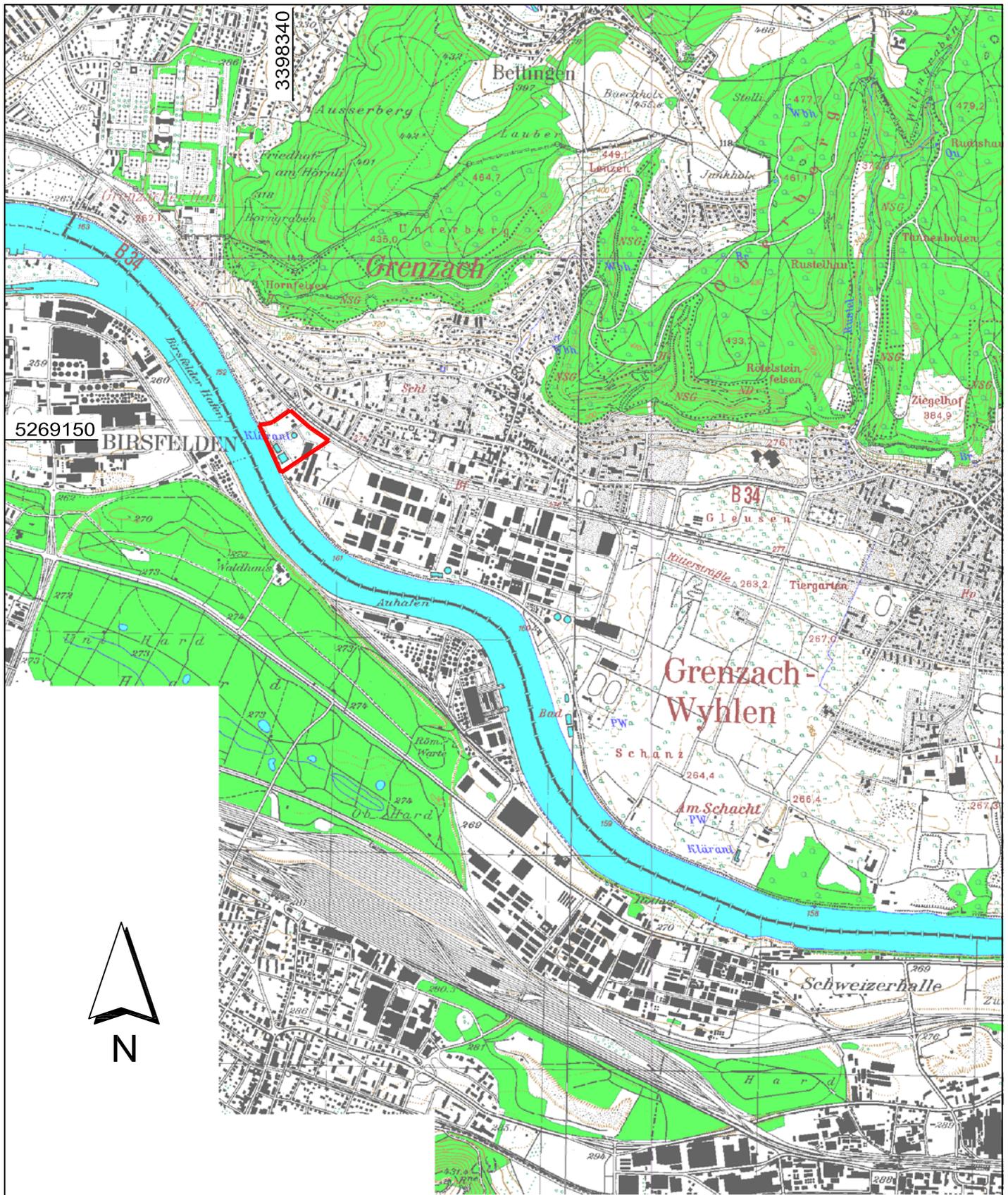


TTC	Threshold of Toxicological Concern
TCE	Trichlorethen
TK	Topografische Karte
TI	Thallium
TM	Trockenmasse (entspricht Trockensubstanz)
TOC	Gesamter organisch gebundener Kohlenstoff
TR	Trockenrückstand
Tri	Trichlorethen
TS	Trockensubstanz
TTPCM	2,2,5,5-Tetramethyl-tetrahydro-1,3,4,6,8-pentaoxacyclopenta [a]inden-8a-yl methanol; CAS-Nr. 17682-70-1
TU	Tritium Unit (Tritium-Einheit)
VC	Vinylchlorid
VwV	Verwaltungsvorschrift
VK	Vergaserkraftstoff
WBA	wirkungsbezogene Analytik
WA	Wiederanstieg
WGK	Wassergefährdungsklasse
Zn	Zink

ANLAGE 1

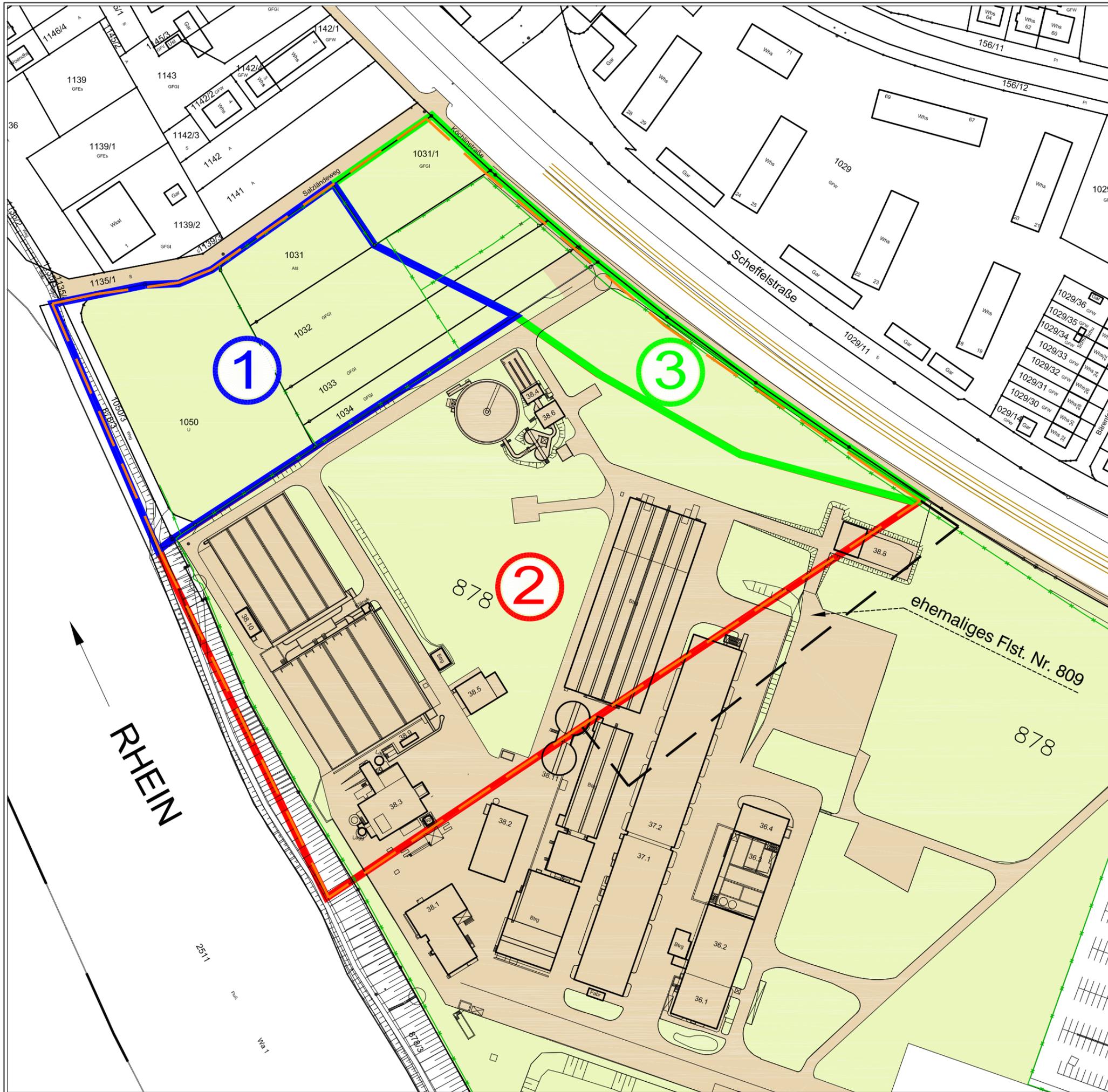
Planunterlagen

- 1.1 Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 25.000
- 1.2 Lageplan der Altablagerung mit Sanierungsperimetern, Maßstab 1 : 1.500
- 1.3 Übersichtslageplan Kessler-Grube – Verkehrswege und Logistikflächen,
Maßstab 1 : 3.000
- 1.4 Lageplan der Zusatzuntersuchungen, Maßstab 1 : 750

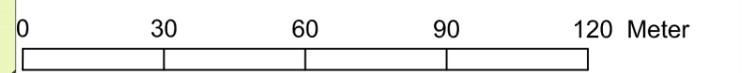


Altablagerung Kessler-Grube

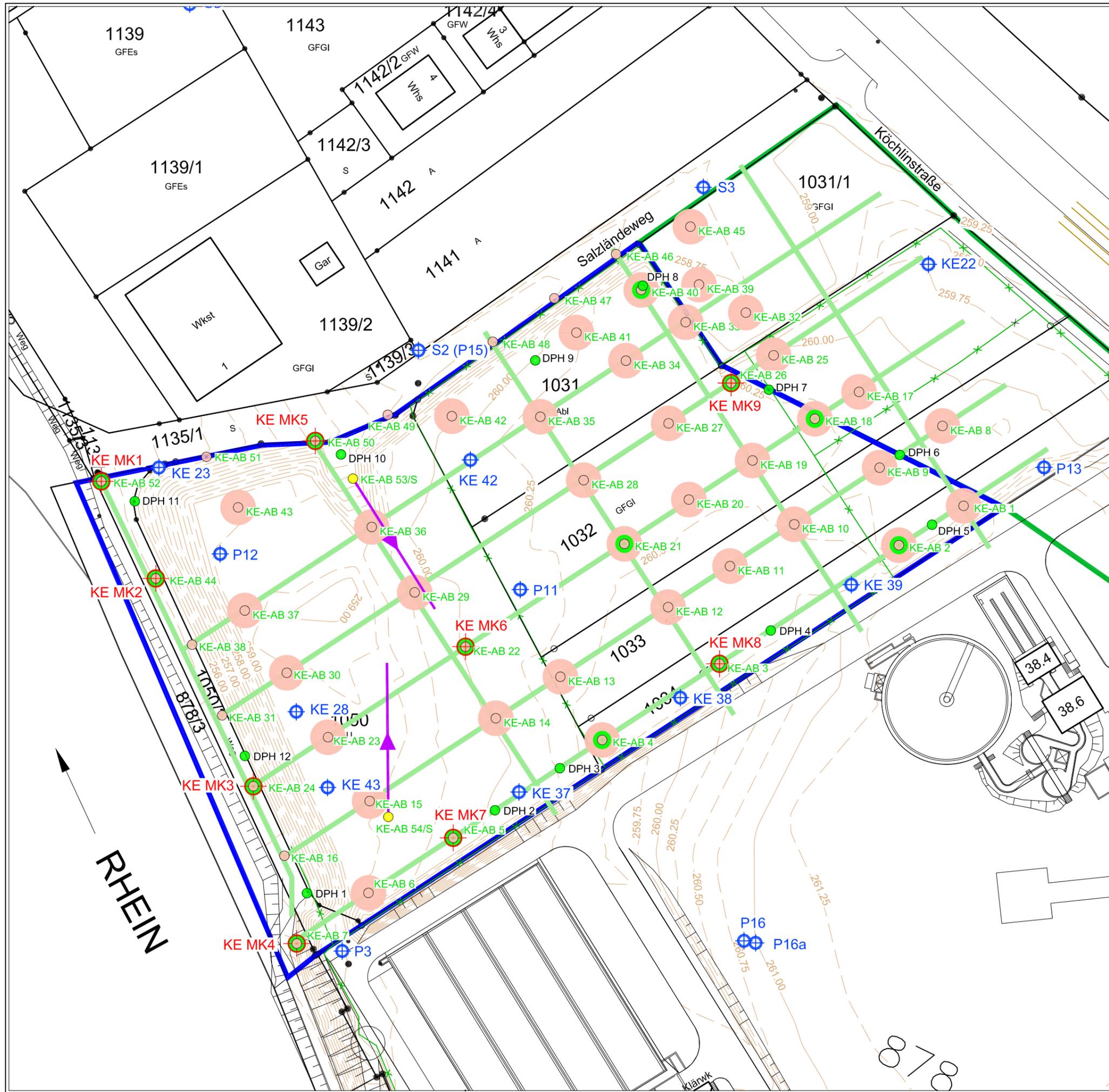
Projekt:	Sanierungsuntersuchung der Altablagerung Kessler-Grube, Grenzach-Wyhlen, Landkreis Lörrach		Anlage:	1.1
			Maßstab:	1:25000
Darstellung:	Übersichtslageplan		Projekt-Nr.:	2120879(2)
			Name	Datum
			Bearbeiter:	bb 04.10.12
			gezeichnet:	mdi 04.10.12
			geprüft:	
			DIN- / Plan- größe m²:	A4
Bauherr/Auftraggeber:		Planverfasser:		
Roche Pharma AG, Grenzach-Wyhlen		 HPC <small>DAS INGENIEURUNTERNEHMEN</small>		
		HPC AG Nansenstraße 5, 79539 Lörrach Tel. 07621/422379-0, Fax. 07621/422379-9		
Pfad/Zeichnungsnummer: H:\HPC_2120879(2)_Anl_1-1.dwg				



- Zeichenerklärung:**
- 1 Perimeter 1
 - 2 Perimeter 2
 - 3 Perimeter 3
 - Bestandsplan BASF Grenzach GmbH 2011
 - Katasterplan Gemeinde Grenzach-Wyhlen
 - Werksgleisanbindung BASF Grenzach GmbH
 - Werkszaun
 - versiegelte Flächen
 - Grünflächen



Index	Datum	Änderung	Gez.
Projekt: Sanierungsuntersuchung der Altablagerung Kessler-Grube, Grenzach-Wyhlen, Landkreis Lörrach			
Anlage: 1.2			
Maßstab: 1:1500			
Projekt-Nr.: 2120879(2)			
Darstellung: Lageplan der Altablagerung mit Sanierungsperimetern			
Name		Datum	
Bearbeiter: bb		04.10.12	
gezeichnet: mdi		04.10.12	
geprüft:			
DIN- / Plangröße m²:		A3	
Bauherr/Auftraggeber: Roche Pharma AG, Grenzach-Wyhlen		Planverfasser: HPC AG	
		Nansenstraße 5, 79539 Lörrach	
		Tel. 07621/422379-0, Fax. 07621/422379-9	
Pfad/Zeichnungsnummer: H:\HPC_2120879(2)_Anl_1-2.dwg			



Zeichenerklärung:

- Perimeter 1
- Perimeter 3
- ⊕ Grundwassermessstellen (Bestand)
- ⚡ geplante Schrägbohrung (45°)
- ⊕ geplante Muschelkalkmessstellen
- Baugrundsondierungen DPH
- Aufschlussbohrungen Lockergestein / Altablagerung
- Bohrlochsondierungen BDP
- Ausbau zu 2"-Bodenluftabsaugpegeln
- Geophysikalische Messprofile
- - - Geländemorphologie (Äquidistanz der Höhenlinien 0,25 m)



Index	Datum	Änderung	Gez.																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 85%;">Projekt: Sanierungsuntersuchung der Altablagerung Kessler-Grube, Grenzach-Wyhlen, Landkreis Lörrach</td> <td style="width: 15%;">Anlage: 1.4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Maßstab: 1:750</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Projekt-Nr.: 2120879(2)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Darstellung:</td> </tr> <tr> <td style="width: 85%;">Lageplan der Zusatzuntersuchungen</td> <td style="width: 15%;">Name Datum</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Bearbeiter: bb 09.11.12</td> </tr> <tr> <td></td> <td>gezeichnet: mdi 12.11.12</td> </tr> <tr> <td></td> <td>geprüft:</td> </tr> <tr> <td></td> <td>DN- / Plangröße m²: A3</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Bauherr/Auftraggeber: Roche Pharma AG, Grenzach-Wyhlen</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Planverfasser: HPC AG Nansenstraße 5, 79539 Lörrach Tel. 07621/422379-0, Fax. 07621/422379-9</td> </tr> </table>				Projekt: Sanierungsuntersuchung der Altablagerung Kessler-Grube, Grenzach-Wyhlen, Landkreis Lörrach	Anlage: 1.4		Maßstab: 1:750		Projekt-Nr.: 2120879(2)	Darstellung:		Lageplan der Zusatzuntersuchungen	Name Datum		Bearbeiter: bb 09.11.12		gezeichnet: mdi 12.11.12		geprüft:		DN- / Plangröße m²: A3	Bauherr/Auftraggeber: Roche Pharma AG, Grenzach-Wyhlen		Planverfasser: HPC AG Nansenstraße 5, 79539 Lörrach Tel. 07621/422379-0, Fax. 07621/422379-9	
Projekt: Sanierungsuntersuchung der Altablagerung Kessler-Grube, Grenzach-Wyhlen, Landkreis Lörrach	Anlage: 1.4																								
	Maßstab: 1:750																								
	Projekt-Nr.: 2120879(2)																								
Darstellung:																									
Lageplan der Zusatzuntersuchungen	Name Datum																								
	Bearbeiter: bb 09.11.12																								
	gezeichnet: mdi 12.11.12																								
	geprüft:																								
	DN- / Plangröße m²: A3																								
Bauherr/Auftraggeber: Roche Pharma AG, Grenzach-Wyhlen																									
Planverfasser: HPC AG Nansenstraße 5, 79539 Lörrach Tel. 07621/422379-0, Fax. 07621/422379-9																									
<p style="font-size: 10px;">Pfadt/Zeichnungsnummer: H:\HPC_2120879(2)_Anl_1-4.dwg</p>																									

RHEIN

8788

ANLAGE 2

Ergebnisse vorangegangener Untersuchungen

1 Ergebnisse vorangegangener Untersuchungen

1.1 Hydrogeologie

Die Altablagerung Kessler-Grube liegt in bzw. auf den Niederterrassenschottern des Rheins, welche das präquartäre Festgestein, meistens aus Dolomit und Mergelstein des Unteren Muschelkalks im Übergang zum Mittleren Muschelkalk, überdecken. Für die beiden hydrostratigrafischen Einheiten werden folgende mittlere hydraulische Durchlässigkeiten verwendet:

- Niederterrassenschotter $5,5 \cdot 10^{-3}$ m/s
- Muschelkalk $2,7 \cdot 10^{-5}$ m/s

Die beiden hydrostratigrafischen Einheiten sind in ihrer räumlichen Erstreckung begrenzt. Auf der einen Seite bildet der Talrand mit seiner tektonischen Zerrüttung eine Grenze gegen die nördlich angrenzende Dinkelbergscholle. Auf der anderen Seite schneidet der Rhein in die Niederterrassenschotter. Die Geometrie der Begrenzungsfläche zwischen Rheinsohle und Niederterrassenschotter ist von entscheidendem Einfluss auf das Strömungsgeschehen im Abstrom der Kessler-Grube. Aufgrund dieser Geometrie setzt sich der Hauptgrundwasserleiter in den Niederterrassenschottern unter dem Rheinbett fort. Dort ist er vom Rhein durch eine geringdurchlässige Kolmationsschicht getrennt.

Die durchgeführten Messungen ergaben keine Hinweise für einen, wie auch immer gerichteten hydraulischen Austausch zwischen Niederterrassenschottern und Rhein. Die Potenzialverhältnisse zwischen Rhein und Grundwasserleiter sprechen somit gegen einen Grundwasseraufstieg aus den Niederterrassenschottern in den Rhein im Bereich der Kessler-Grube.

Das Grundwasserpotenzial in den Niederterrassenschottern gleicht sich dem Rheinpegel an. Die Anpassungen der Grundwasserstände erfolgen zeitlich verzögert auf die Entwicklung des Rheinpegels. Selbst Schwankungen mit einer Periode weniger Stunden prägen sich – hinsichtlich der Amplituden auf weniger als 30 % gedämpft – auf den Grundwasserstand in den ufernahen Niederterrassenschottern aus.

Da sich die Potenzialentwicklung im Verhältnis zum Rheinpegel mit zunehmender Entfernung vom Rheinufer immer mehr verzögert, kommt es im Uferbereich zu ständigen Wechseln der Strömungsrichtung im Grundwasserleiter. Aufgrund der auffallend guten Korrelation zwischen Rheinwasser- und Grundwasserstand ist mit Richtungswechseln innerhalb weniger Stunden – in größerer Distanz vom Ufer innerhalb weniger Tage – zu rechnen. Die Folge hiervon sind rasch wechselnde Strömungsfelder im Bereich der Kessler-Grube. Die Ursache dieser raschen Richtungsänderungen ist weniger der Wasseraustausch zwischen Rhein und Grundwasserleiter am Ort der Beobachtung als vielmehr der sich mit dem Rheinwasserspiegel verändernde Erfassungsbereich des Brunnens BR 49.

Während aller Stichtagsmessungen war die Grundwasserströmung im Bereich der Kessler-Grube auf den Entnahmebrunnen BR 49 hin gerichtet. Im Uferbereich des Werksgeländes (Bereich um KE 24, CI 33 und südöstlich daran anschließend) zeigten alle Grundwassergleichenkarten Strömungskomponenten vom Rhein weg. Die Potenzialverhältnisse (Niederterrassenschotter mit deutlich niedrigeren Potenzialen als der Rhein) belegen entlang dieses Uferabschnitts eine erhebliche Infiltration aus dem Rhein in den Grundwasserleiter. Das Grundwasser der Niederterrassenschotter im Bereich der Kessler-Grube bewegt sich im Mittel nach Südosten in Richtung auf den Entnahmebrunnen BR 49. Die abströmende Menge an kontaminiertem Grundwasser kann mit ca. 90 m³/d angesetzt werden.

Die beobachtete Potenzialverteilung steht im Einklang mit der Aquifergeometrie: Aufgrund der Aquifergeometrie erstreckt sich unter dem Rheinbett ein zur deutschen Seite hin offener Keil aus Niederterrassenschottern, welcher hydraulisch gut leitend ist und gegenüber dem darüberliegenden Rhein durch eine geringdurchlässige Kolmationsschicht getrennt ist. Aus strömungsphysikalischen Gründen wird dieser Keil aus Niederterrassenschottern unter dem Rheinbett in das Strömungsgeschehen einbezogen. Es ist zu erwarten, dass eine auf das Rheinufer hin gerichtete Strömung im Bereich der Kessler-Grube sich in den Niederterrassenschottern unter dem Rheinbett fortsetzt und weiter südöstlich mit Annäherung an den Betriebsbrunnen BR 49 wieder in den Uferbereich auf das Werksgelände gezogen wird. Auch bei Berücksichtigung einer Restkiesmächtigkeit unter dem Talweg des Rheinbetts ist nach Einschätzung der HPC AG ein Einfluss auf die Trinkwasserressource Hardwald der Hardwasser AG nicht zu erwarten.

1.2 Hydrochemie, Einzelparameteranalytik

In den beiden Kontrollebenen, d. h. im unmittelbaren Grundwasserabstrom der Niederterrassenschotter wurden bei der 2. Etappe der DU folgende Prüf- und Beurteilungswertüberschreitungen festgestellt:

Kontrollebene Rhein

- Ammonium: Prüfwertüberschreitungen bei der Stichtagsbeprobung wurden in nahezu allen Grundwasseraufschlüssen durch die Immissionspumpversuche bestätigt und entsprechen den Ergebnissen aus der 1. Etappe der DU.
- Chlorbenzole: Überschreitungen des vorläufigen Prüfwerts von 1 µg/l liegen in fast allen Messstellen der Stichtagsbeprobung und den Immissionspumpversuchen vor.
- Aromatische Amine: Anilin-Derivate treten nahezu in allen Messstellen oberhalb des TTC-Werts (Threshold of Toxicological Concern) auf.
- BTEX, Benzol: Die BTEX-Summe wird nahezu ausschließlich vertreten durch Benzol. Punktueller Prüfwertüberschreitungen für Benzol beschränken sich sowohl bei der Stichtagsbeprobung als auch den Immissionspumpversuchen auf KE 28 und die benachbarten Messstellen P 12 und KE 43.
- Phenole (Index): Punktueller Prüfwertüberschreitungen (Stichtagsbeprobung und Immissionspumpversuche) liegen in den Messstellen P 12 und KE 29 vor.
- Halb-/Schwermetalle: Signifikante Prüfwertüberschreitungen liegen vor für Arsen in KE 28, KE 29, KE 30, P 3, P 4, P 12.
- AOX: Gehalte oberhalb des Warnwerts wurden bei der Stichtagsbeprobung bzw. den Immissionspumpversuchen in allen Messstellen gemessen, mit Ausnahme von KE 23a, P 4 und KE 31.

Die weiteren Summenparameter wie PAK, LHKW, aliphatische Amine und Chlorphenole liegen in der Kontrollebene Rhein unter den jeweiligen Prüfwerten.

Die unbelasteten Messstellen KE 23/23a am Nordwestrand der Altablagerung unterstreichen, dass es keine Hinweise auf einen nordwestlich gerichteten Grundwasserabstrom gibt.

Kontrollebene Werksgelände

- Ammonium: Mit Ausnahme von P 10a liegen in allen Grundwasseraufschlüssen Prüfwertüberschreitungen vor.
- Chlorbenzole: In den Messstellen zwischen KE 32 und KE 35, d. h. nahezu auf der ganzen Länge der Kontrollebene, bestehen Überschreitungen des vorläufigen Prüfwerts.
- Aromatische Amine: Anilin-Derivate treten mit der Stichtagsbeprobung von P 2 bis KE 35 und mit den Immissionspumpversuchen auch in KE 36 und P 10a oberhalb des TTC-Schwellenwerts auf.
- Halb-/Schwermetalle: Prüfwertüberschreitungen liegen ausschließlich für Arsen in KE 20, KE 21, KE 33, KE 34 vor.
- PAK: Geringfügige Prüfwertüberschreitungen wurden im Zuge des Immissionspumpversuchs in KE 34, KE 20 und KE 35 gemessen.
- AOX: Geringfügig über dem Warnwert liegende Gehalte wurden in KE 20 und KE 21 analysiert.

Die weiteren Summenparameter wie LHKW, Chlorphenole, Phenole, BTEX und aliphatische Amine liegen in der Kontrollebene Werksgelände unter den jeweiligen Prüfwerten.

Chlorbenzole und aromatische Amine finden sich in beiden Kontrollebenen jeweils nahezu über die gesamte Länge. An diesen beiden Beispielen wird erkennbar, dass sich die Kessler-Grube nicht auf isolierte Belastungsbereiche reduzieren lässt. Gleichzeitig deutet die Höhe der Schadstoffgehalte darauf hin, dass im Nordwestbereich (Umfeld P 12 und KE 28) sowie im Zentralbereich (KE 38, P 16, P 5) der größte Anteil des Schadstoffpools zu vermuten ist.

In nachfolgender Tabelle sind die relevanten Parameter und Schadstoffgehalte des Grundwassers im Hinblick auf eine evtl. Reinigung des Wassers nochmals aufgeführt:

Parameter	Einheit	Durchschnittswert	Minimum	Maximum	Anmerkungen
Vor-Ort-Parameter					
Temperatur	°C	14,4	11	20	
Leitfähigkeit	µS/cm	1.330	409	5.520	hohe Werte im Muschelkalk und in der Ablagerung, niedrige Werte im Abstrom im Niederterrassenschotter
pH-Wert		7	6,54	7,31	hohe Werte im Einfluss des Uferfiltrats
Sauerstoff	mg/l	2	0,0	7,9	niedrige Werte in der Ablagerung, hohe Werte im Einfluss des Uferfiltrats
Redoxspannung (H-Elektrode)	mV	-325	301	49	
Redoxmilieu					stark reduzierend (in der Ablagerung) bis indifferent
Anionen					
Chlorid	mg/l	131	11	1.510	hohe Werte im Muschelkalk und in der Ablagerung, niedrige Werte im Abstrom im Niederterrassenschotter
Nitrat	mg/l	8	0,1	30	
Nitrit	mg/l				unterhalb der Nachweisgrenze
Phosphat-P	mg/l	0,1	0,013	0,49	
Sulfat	mg/l	156	34	730	hohe Werte im Muschelkalk und in der Ablagerung, niedrige Werte im Abstrom im Niederterrassenschotter
Sulfid, leicht freisetzbar	mg/l	2,61	< 0,04	15	hohe Werte in der Ablagerung
Kationen					
Ammonium	mg/l	24	< 0,05	347	hohe Werte in der Ablagerung
Natrium	mg/l	94	8	930	hohe Werte im Muschelkalk und in der Ablagerung
Kalium	mg/l	9,4	1,7	81	
Magnesium	mg/l	29	9	85	
Calcium	mg/l	173	64	338	hohe Werte im Muschelkalk und in der Ablagerung
Eisen gesamt	mg/l	2,7	< 0,01	16	
Mangan gesamt	mg/l	1,2	< 0,01	8	

Parameter	Einheit	Durchschnittswert	Minimum	Maximum	Anmerkungen
Übergangs-/Halbmetalle					
Arsen	mg/l	0,01	< 0,001	0,033	
Blei	mg/l	0,002	< 0,001	0,004	
Cadmium	mg/l		< 0,0002	0,0004	
Chrom gesamt	mg/l	0,007	< 0,001	0,051	
Chrom(VI)	mg/l	< 0,008			
Kupfer	mg/l	0,003	< 0,001	0,011	
Nickel	mg/l	0,013	< 0,001	0,126	
Quecksilber	mg/l	< 0,0002			
Zink	mg/l	0,11	0,005	1,8	
Zinn	mg/l	< 0,001			
organische Summenparameter					
DOC	mg/l	15	0,45	290	Höchstwerte in der Ablagerung
AOX	mg/l	0,27	< 0,01	3,6	Höchstwerte in der Ablagerung
aromatische Amine	µg/l	11	< 0,1	264	
aliphatische Amine	µg/l	< 10			
LHKW	µg/l	2,2	< 1	5,7	
Summe BTEX inkl. Cumol, Styrol	µg/l	3,8	< 1	10	
Phenolindex	mg/l	0,02	< 0,005	0,103	
Summe Chlorphenole	µg/l	0,8	< 0,05	3,8	
Summe PAK	µg/l	0,92	< 0,01	7,5	
Summe Chlorbenzole	µg/l	24	< 0,01	390	Höchstwerte in der Ablagerung und in der Kontrollebene Werksgelände

Tabelle 1: Schadstoffgehalte im Grundwasser (Einzelstoffanalytik)

Muschelkalk-Messstellen

In der rheinnahen KE 41 wurden Schwellenwertüberschreitungen festgestellt (Ammonium, aromatische Amine, Phenolindex und AOX), welche qualitativ der Belastungssituation im dortigen überlagernden Quartär entsprechen. In KE 40 in der Kontrollebene Werksgelände und KE 42 am Nordrand der Roche-Grube tritt lediglich Ammonium oberhalb des Prüfwerts auf.

Da nach einmaliger, zeitnaher Beprobung noch eine Beeinflussung der Muschelkalk-Messstellen durch den Bohrvorgang gegeben sein kann, wird eine weitere Stichtagsbeprobung zur Plausibilisierung der Ergebnisse empfohlen.

1.3 Hydrochemie, GC/MS-Screenings

Durch das GC/MS-Screening wurden 185 Substanzen identifiziert, 80 davon gelten nach dem Qualitätssicherungskonzept [13] als sicher nachgewiesen. 131 Substanzen wurden durch das FoBiG, Freiburg (D), in einem Screening hinsichtlich der Toxizität bewertet, für zehn dieser Substanzen wurden orientierende GFS-Werte abgeleitet. Daneben wurden viele unbekannte Substanzen nachgewiesen, deren Anzahl sich nur bedingt durch Identifikation von mehrfach nachgewiesenen Unbekannten eingrenzen lässt. Die orientierenden GFS-Werte sind auch in den Messstellen, die keine Beurteilungswertüberschreitungen durch Chlorbenzole zeigen, überschritten (Kontrollebene Werksgelände in KE 35 und KE 36, und in denen der Kontrollebene Rhein in P 2, P 12, KE 23 und KE 43, sowie im Abstrom in KE 24, KE 25 und CI 35).

Aromatische Amine, insbesondere substituierte Aniline, wurden aufgrund ihrer zahlenmäßigen Verbreitung und ihrer Toxizität und Kanzerogenität als wichtige Stoffklasse identifiziert. In nachfolgender Tabelle sind die Ergebnisse der GC/MS-Screenings halbquantitativ zusammengefasst:

Substanzklassen	Name, Trivialname oder IUPAC	Anzahl	Minimum (µg/l)	Mittelwert (µg/l)	Maximum (µg/l)
Aromatische Amine		248	0,07	23,10	1.519
	Benzenamine, 3-chloro-2-methyl-	23	0,94	6,35	67
	1-Naphthalenamine	21	0,69	11,62	48
	Benzenamine, 3,5-dichloro-	19	0,24	15,51	205
	2-Benzoyl-4-chloranilin	18	0,38	13,31	61
	Benzenamine, 4-chloro-	15	0,38	13,70	83
	Benzenamine, 2,4,6-trimethyl-	14	0,31	19,89	165
	Benzenamine, 2,3-dichloro-	11	0,40	9,23	73
	3-Dibenzofuranamine	11	0,93	4,81	17
	Benzenamine, 4-chloro-2-methyl-	10	1,15	15,23	118
	Benzenamine	9	0,55	265,24	1.519
	Benzenamine, N-methyl-	9	0,40	2,14	14
	[1,1'-Biphenyl]-2-amine	7	0,92	9,67	23
	Benzenamine, 3,4-dimethyl-	6	6,25	124,23	448
	Benzenamine, 5-chloro-2-methyl-	6	0,32	20,46	104
	Benzenamine, 4-methyl-	6	0,53	15,14	41
	Benzenamine, 3-chloro-	5	4,07	66,21	289
	Benzenamine, 2,5-dichloro-	5	0,53	3,89	11
	Benzenamine, 2,4-dichloro-	4	0,26	3,27	6
	Benzenamine, 2-chloro-4-(methylsulfonyl)-	4	0,68	2,01	5
	2-Aminodiphenylsulfone	4	0,59	1,93	6
	Benzenamine, 3,4-dichloro-	3	0,81	3,73	7
	Benzenamine, 2-chloro-	3	1,02	1,64	2

Substanzklassen	Name, Trivialname oder IUPAC	Anzahl	Minimum (µg/l)	Mittelwert (µg/l)	Maximum (µg/l)
	unbekannt	19	0,25	2,86	20
Chloraromaten		111	0,03	9,69	275
	Benzene, 1,4-dichloro-	24	0,37	7,46	73
	Benzene, 1,1'-sulfonylbis[4-chloro-	22	0,32	32,17	275
	Benzene, 1-chloro-4-(methylsulfonyl)-	16	0,11	3,89	13
	Benzene, 1,2-dichloro-	10	0,31	2,87	9
	Benzene, 1,3-dichloro-	8	0,66	3,78	14
	Benzene, 1-chloro-2-methyl-	7	0,78	1,82	5
	Naphthalene, 1-chloro-	3	0,28	1,78	3
	unbekannt	12	0,03	3,30	22
Fettsäuren, -ester		36	0,18	58,75	1.000
	Octadecanoic acid	9	0,18	188,48	1.000
	n-Hexadecanoic acid	4	1,09	55,29	147
	i-Propyl hexadecanoate	3	1,38	2,05	3
	unbekannt	12	0,39	1,15	3
N-Heterocyclen		206	0,07	86,50	6.165
	Propyphenazone	30	1,48	41,06	229
	1-phenyl-3-methyl-4-hydroxy-(prop-2-yl)-2,5-dihydropyrazole-5-one	30	0,70	25,41	130
	Glutethimide	19	1,60	13,40	51
	Antipyrine	18	0,94	9,08	35
	Methyprylon	14	0,33	8,46	41
	Heptabarbital	5	0,60	34,40	160
	3-Ethoxycarbonyl-2,5-dimethylpyrrole	3	74,83	108,42	166
	2-methyl-4-phenyl-6-chloro-benzo[3]1,3-diazine	3	10,48	27,54	60
	5-Amino-1-phenylpyrazole	3	2,44	10,55	27
	Aprobarbital	3	3,43	8,28	15
	Nordazepam	3	2,29	7,16	11
	2-(p-Tolyl)pyridine	3	1,00	4,63	11
	3,5-Dimethyl-4-(2-furyl)pyridine	3	3,33	4,39	6
	1H-Isoindole, 3-methoxy-4,7-dimethyl-	3	0,39	1,91	3
	unbekannt	47	0,07	297,38	6.165
nicht identifiziert		1.731	0,13	59,49	17.533
	unbekannt	1.731	0,13	59,49	17.533

Substanzklassen	Name, Trivialname oder IUPAC	Anzahl	Minimum (µg/l)	Mittelwert (µg/l)	Maximum (µg/l)
Phenol-Derivate		101	0,20	25,86	1.040
	Phenol, 2-ethoxy-	31	0,20	49,74	1.040
	Phenol, 4-(1,1-dimethylpropyl)-	23	1,46	16,76	62
	2-Ethoxy-4-methylphenol	17	0,73	9,16	111
	[1,1'-Binaphthalene]-2,2'-diol	7	0,40	1,27	2
	3,5-di-tert-Butyl-4-hydroxyphenylpropionic acid	5	0,26	1,26	3
	Phenol, 2,2'-methylenebis[6-(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-	3	1,69	130,93	388
	Benzoic acid, 3,5-bis(1,1-dimethylethyl)-4-hydroxy-	3	0,49	3,19	8
	unbekannt	4	0,73	10,33	38
sonstige identifizierte		324	0,19	59,62	2.912
	Schwefel	51	0,19	131,43	1.623
	Triphenylphosphine oxide	30	0,40	17,13	184
	Benzene, (1,1-diethylpropyl)-	23	0,28	12,29	34
	2,2,7,7-Tetramethyl-tetrahydro-bis[1,3]dioxolo[4,5-b;4',5'-d]pyran-3a-carboxylic acid	22	0,26	39,19	644
	Benzenesulfonamide, 4-methyl-	21	0,46	9,10	36
	2,2,5,5-Tetramethyl-tetrahydro-1,3,4,6,8-pentaoxa-cyclopenta[a]inden-8a-yl methanol	15	1,07	438,23	2.912
	4-Chloro-2-methylthiophenol	12	0,54	1,54	3
	2,2,5,5-Tetramethyldihydro-1,3,4,6,8-pentaoxacyclopenta[a]indene-3a-carboxylic acid	9	0,56	11,32	61
	Benzenesulfonamide, N-butyl-	8	2,18	12,01	39
	D-Mannitol, 1,2:3,4:5,6-tris-O-(1-methylethylidene)-	7	0,52	16,96	104
	Pyrrole-3-carboxylic acid, 4-formyl-5-methyl-, ethyl ester	6	1,77	188,38	877
	Benzenesulfonamide, 2-methyl-	6	0,43	13,35	30
	Triethyl phosphate	6	3,41	10,91	36
	2,2,5,5-Tetramethyldihydro-1,3,4,6,8-pentaoxacyclopenta[a]inden-3a-yl methanol	6	0,33	5,34	14
	2-Propenoic acid, 2-methyl-, 1,2-ethanediybis(oxy-2,1-ethanediy) ester	6	0,99	3,63	7

Substanzklassen	Name, Trivialname oder IUPAC	Anzahl	Minimum (µg/l)	Mittelwert (µg/l)	Maximum (µg/l)
	Sulfone, methyl-phenyl-	6	0,24	2,14	9
	2-[2-Quinolylmethyleneamino]ethanol	4	0,53	5,34	10
	(+)-2-Phenylbutyronitrile	4	0,97	1,44	2
	Benzothiazole, 2-phenyl-	4	0,53	0,90	2
	Cyclopentene, 4,4-dimethyl-	3	2,52	48,24	138
	2H-Pyran-5-carboxylic acid, 4,6-dimethyl-2-oxo-, ethyl ester	3	12,78	13,71	15
	2,4,7,9-Tetramethyl-5-decyn-4,7-diol	3	0,86	2,26	4
Gesamtergebnis		2.757	0,03	55,00	17.533

Tabelle 2: Schadstoffgehalte im Grundwasser (GC/MS-Screening)

1.4 Hydrochemie, Emissionen/Frachten

Mit der exemplarischen Darstellung der Chlorbenzol-Konzentrationsganglinien und den iterativen Auswertungen der Immissionspumpversuche konnten in den Kontrollebenen zwei nachhaltige Chlorbenzol-Fahnen im Umfeld der Geigy-Grube sowie eine weitere Emissionsquelle im näheren Umfeld von KE 28 am Nordwestrand der Roche-Grube lokalisiert werden [12].

Es bestätigt sich durch die exemplarische Auswertung und Fahnnachbildung für Chlorbenzole, dass der überwiegende Frachtanteil in der Kontrollebene Werksgelände zwischen den Messstellen KE 32 bis KE 35 zu erwarten ist. In der Kontrollebene Rhein sind über die gesamte Länge zwischen P 12 und KE 31 ebenfalls signifikante Frachten zu erwarten.

Überschreitungen der im Einzelfall tolerierbaren Frachten (E_{max} -Werte) bzw. der analog für weitere relevante Parameter abgeleiteten orientierenden E_{max} -Werte, bei deren Herleitung teilweise sehr hohe Sicherheitsfaktoren berücksichtigt sind, ergaben sich für folgende Stoffe und Größenordnungen:

Parameter	aromat. Amine	TTPCM	PMHPO	Propyphenazon	Einheit
→ Fracht/ Emission E(A)	KE Rhein: 0,20 KE Werk: 0,26 Summe: 0,46	KE Rhein: 8,53 KE Werk: 0,58 Summe: 9,2	KE Rhein: 0,07 KE Werk: 0,7 Summe: 0,77	KE Rhein: 0,56 KE Werk: 1,05 Summe: 1,6	g/Tag
E_{max} -Wert	0,16*	0,22*	0,22*	1,1*	g/Tag
Überschreitung E_{max} -Wert	3-fach	41-fach	3,5-fach	1,5-fach	-
Hinweis: <u>keine</u> Überschreitung der E_{max} /orientierenden E_{max} -Werte für Chlorbenzole ACP					

* orientierender E_{max} -Wert

Tabelle 3: Überschreitung der tolerierbaren Frachten

1.5 Abstomszenarien bei Änderung des Pumpbetriebs Brunnen BR 49

Es bestehen folgende allgemeine Zusammenhänge:

- Bei einer Erhöhung der Entnahmeraten aus BR 49 über die derzeitigen Bedingungen weitet sich die Absenkung um den Entnahmebrunnen nach Nordwesten aus, sodass sich im Bereich der Kessler-Grube ein noch stärker auf den Entnahmebrunnen gerichtetes Strömungsfeld ausbildet.
- Bereits bei einer Reduzierung der Entnahmerate aus BR 49 auf 3.000 m³/Tag gelangt Grundwasser aus der Nordwestecke der Kessler-Grube in den Rhein. Diese Veränderung prägt sich mit weiterer Abnahme der Förderraten immer deutlicher aus. Bei einer Reduzierung auf 2.500 m³/Tag gelangen ca. 40 % des Abstroms aus dem Bereich der Kessler-Grube in den Rhein. Bei 2.000 m³/Tag sind es bereits 80 % des Abstroms. Bei 1.500 m³ pro Tag ist der Rhein die natürliche Vorflut im Bereich der gesamten Kessler-Grube.

Bei den aktuell gemessenen Fördermengen von durchschnittlich > 3.500 m³/Tag wird der Abstrom der Kessler-Grube nahezu vollständig von BR 49 erfasst. Solange im Betriebsbrunnen BR 49 dieser Zustand aufrechterhalten wird, haben natürliche Einflüsse (in erster Linie Veränderungen des Rheinpegels) keinen signifikanten Einfluss auf die Abstomsituation der Kessler-Grube.

1.6 Bewertung

Die Ergebnisse von Einzelstoffanalytik, GC/MS-Screenings und wirkungsbezogener Analytik zeigten ein übereinstimmendes Schadensbild, welches zusammen mit den Erkenntnissen zu den Strömungsverhältnissen die Basis der Gefährdungsabschätzung liefert.

Die direkte Emissionsermittlung für die Auffüllung oberhalb des Grundwasserspiegels sowie für Auffüllungsbereiche im Grundwasser („nasser Fuß“) ergab:

- **Allgemeine Mindestanforderung ($c_{\text{OdB}} \leq \text{Prüfwert/Beurteilungswert}$):** nicht erfüllt

Die indirekte Emissionsermittlung über abstromige Grundwassermessstellen zeigte anhand einer Rückrechnung, dass Sicker- und Kontaktgrundwasser etwa 65 % des Gesamtabstroms ausmachen, weshalb die dort gemessenen Gehalte knapp eineinhalb mal so hoch sind wie die im Abstrom gemessenen Konzentrationen. Auch die auf diesem Weg durchgeführte Sickerwasserprognose ergab Prüf- bzw. Beurteilungswertüberschreitungen am Ort der Beurteilung. Medium des Übergangs vom Schadstoffherd in das Grundwasser ist überwiegend das Kontaktgrundwasser, d. h. der „nasse Fuß“ der Altablagerung.

Die Prüfung der einzelfallbezogenen Mindestanforderung am abstromigen Rand der Altablagerung (Immissions-/Emissionsbetrachtung) ergab:

- **Immissionsbedingung ($c_A \leq \text{Prüf-/Beurteilungswert}$):** nicht erfüllt
- **Emissionsbedingung ($E \leq E_{\text{max}}\text{-Wert/orientierender } E_{\text{max}}\text{-Wert}$):** nicht erfüllt

Die Bewertung kommt zu folgendem Ergebnis:

Fläche	Kriterium/Frage	Ergebnis/Bewertung
Altablagerung Kessler-Grube (gesamt)	Untersuchungsziel	erreicht
	Wirkungspfad Boden – Nutzpflanze	keine Gefahr, da keine entsprechende Nutzung
	Wirkungspfad Boden – Mensch	keine Gefahr (→ keine Altlast)
	Gefahren durch Deponiegas	keine Gefahr (→ keine Altlast)
	Wirkungspfad Boden – Oberflächengewässer	aktueller Zustand: keine Gefahr (→ keine Altlast) bei signifikant geringeren Förderraten Brunnen BR 49: Gefahr (→ Altlast)
	Wirkungspfad Boden – Grundwasser	Gefahr und Schaden (→ Altlast)
	sonstige Feststellungen	Immissionsbedingung nicht erfüllt; Emissionsbedingung nicht erfüllt: Frachten > 1 % E _{max} -Wert bzw. > orientierender E _{max} -Wert
	Sofortmaßnahmen zur Gefahrenabwehr	nicht notwendig, sofern BR 49 näherungsweise bei gleicher Förderleistung weiterbetrieben wird
	Entsorgungsrelevanz	ja
Beweisniveau/Einstufung bzw. Handlungsbedarf	BN 3/SU (bezogen auf die Wirkungspfade Boden – Oberflächengewässer und Boden – Grundwasser)	

Tabelle 4: Bewertung, Wirkungspfade

1.7 Charakteristik des Perimeter 1

Nachfolgend werden die Ergebnisse früherer Untersuchungen speziell für den betrachteten Sanierungsperimeter 1 zusammengefasst.

Bodenzusammensetzung:

Sehr heterogene Altablagerungen; Durchmischung natürlicher Steine, Kiese, Sande, Schluffe und Tone mit unspezifischem Bauschutt und Erdaushub, in rund 30 % der erfassten Teufen auch mit sensorisch-organoleptisch auffälligem Material beaufschlagt: Schlacken, Ofenausbrüche, Ruß, diverse verschiedenfarbige pastöse Massen, Glasbruch (Ampullen, Laborglas), teerhaltiger Straßenaufbruch, Brandrückstände, verschiedenfarbige Schlämme, Textilreste bzw. Vliese, Plastik, Gummi etc., mit vereinzelt süßlichen oder PAK-artigen Gerüchen, Schichtwasservorkommen.

Festgestellte Schadstoffparameter im Boden (Roche-Grube)

• MKW	Ø	2.800 mg/kg	max. 55.060 mg/kg
• PAK	Ø	240 mg/kg	max. 3.800 mg/kg
• Phenole (Index)	Ø	3 mg/kg	max. 10 mg/kg
• Chlorbenzole	Ø	1 mg/kg	max. 8 mg/kg
• BTEX	Ø	82 mg/kg	max. 2.500 mg/kg
• LHKW	Ø	8 mg/kg	max. 118 mg/kg

Festgestellte Schadstoffparameter im Grundwasser – Kontrollebene Rhein

- Ammonium: Prüfwertüberschreitungen in allen Grundwasseraufschlüssen. KE 28 und P 12 markieren den Konzentrationsschwerpunkt
- Chlorbenzole: Überschreitungen des vorläufigen Prüfwerts von 1 µg/l in allen Messstellen
- Aromatische Amine: Anilin-Derivate treten in Konzentrationen über dem TTC-Schwellenwert auf
- BTEX, Benzol: Die BTEX-Summe wird nahezu ausschließlich durch Benzol vertreten. Punktuelle Prüfwertüberschreitungen für Benzol v. a. in KE 28 , P 12 und KE 43
- Phenole (Index): Punktuelle Prüfwertüberschreitungen liegen in den Messstellen P 12 und KE 29 vor
- Halb-/Schwermetalle: Signifikante Prüfwertüberschreitungen liegen für Arsen in KE 28 vor
- AOX Überschreitungen des Warnwerts

Vorkommen zahlreicher weiterer organischer Schadstoffe (GC/MS-Screening), Einzelparameter wie PAK, LHKW, aliphatische Amine und Chlorphenole liegen in der Kontrollebene Rhein i. d. R. unter den jeweiligen Prüfwerten, vereinzelt punktuelle Auffälligkeiten für Chrom (ges.) und Zink.

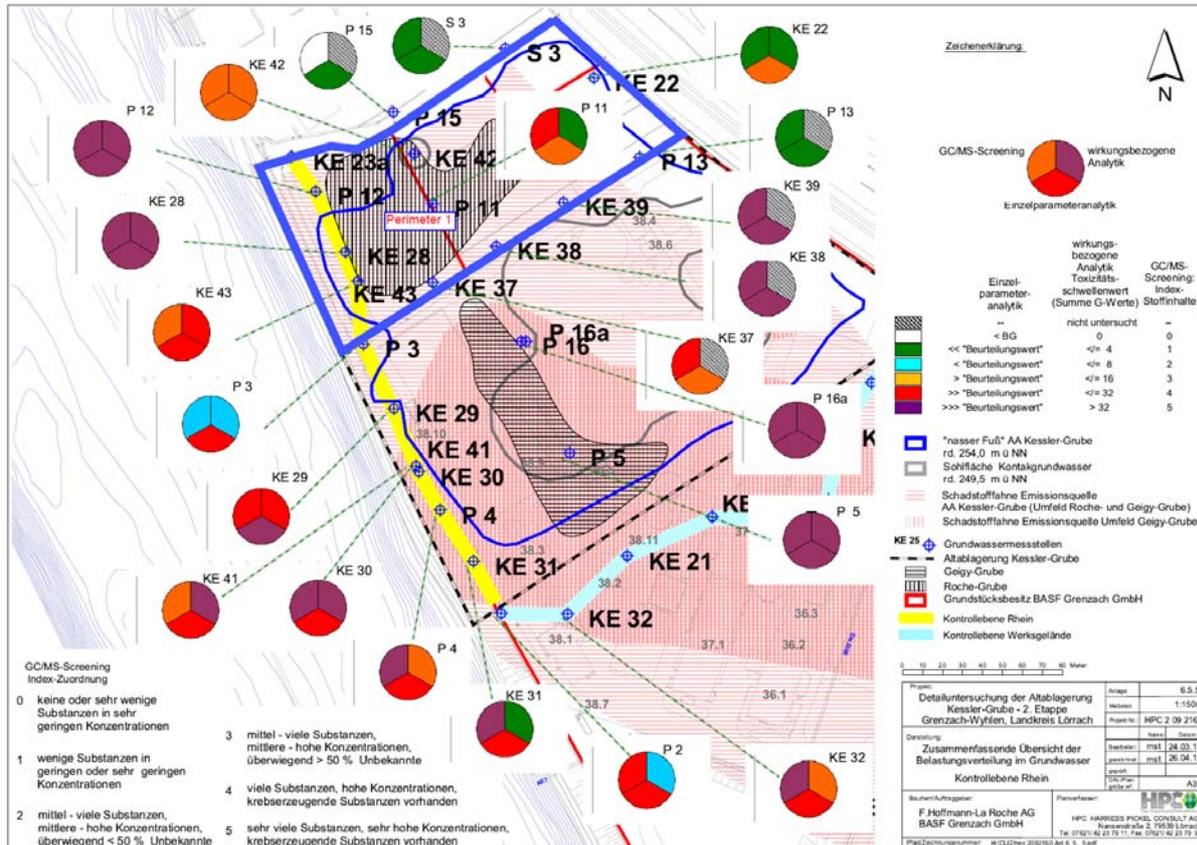


Abbildung 2: Belastungsverteilung im Grundwasser [12]

Zur Klärung noch vorhandener Kenntnislücken speziell im Hinblick auf die geplante Sanierung sind Zusatzuntersuchungen vorgesehen, vgl. hierzu Kapitel 10 des Gutachtens.

ANLAGE 3

Beschreibung der Varianten

- 3.1 Variante 1 – Aushub mit Entsorgung
- 3.2 Variante 2 – Aushub mit onsite-Behandlung
- 3.3 Variante 0B – Aktive Abstromsicherung
- 3.4 Variante 0A – Passive Abstromsicherung

Beschreibung der am Standort einsetzbaren Verfahren Variante 1 – Aushub mit Entsorgung

1 Rahmenbedingungen

Fläche Perimeter 1 rd. 12.000 m²
weitestgehend unversiegelt

Anrainerflächen: Rhein, Rheinuferweg, Salzländeweg, Köchlinstraße, BASF-Werksgelände (Perimeter 2), Trasse geplante Umgehungsstraße B 34 (Perimeter 3)

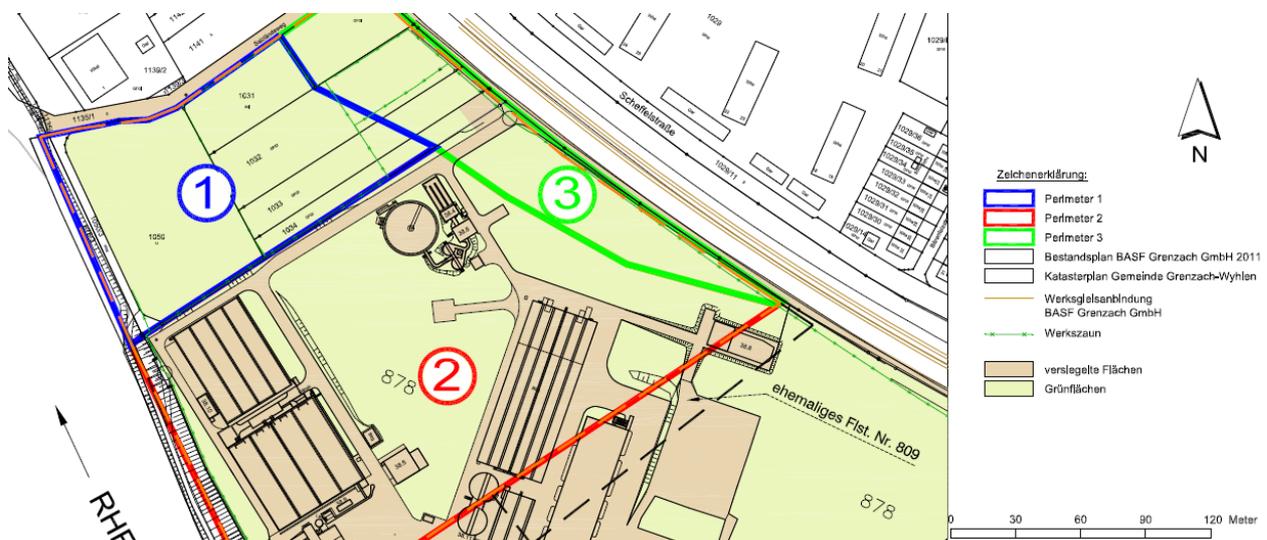


Abbildung 1: Übersicht der Sanierungsperimeter

Die Sanierungsvariante 1 sieht für den Perimeter 1 einen Bodenaustausch in der kontaminierten ungesättigten und gesättigten Bodenzone vor.

Eckdaten des Sanierungsprojekts sind nachfolgend zusammengefasst. Eine detailliertere Beschreibung der aktuell verfolgten Planungsvariante folgt im Anschluss.

Einzelne technische Aspekte dieser Aushubplanung können sich im weiteren Projektverlauf ggf. noch ändern aufgrund der fortlaufenden Verfeinerung der Planung und der Optimierung in Bezug auf die Rahmenbedingungen vor Ort, die Koordination mit dem Sanierungsprojekt der BASF Grenzach GmbH (Perimeter 2) sowie den Bau der Umgehungsstraße B 34 (Perimeter 3).

Thema	Randbedingung
Geologie/Untergrund	
0 bis z. T. > 10 m:	Auffüllung (Altlablagerung)
0 bis ca. 12 - 13 m:	Quartär (Lockergestein)
darunter:	Muschelkalk (Fels)
Grundwasserleiter:	Quartär und Muschelkalk
Grundwasser ab ca.:	5,5 bis 6,0 m Tiefe
Auffüllungsmaterial:	Bauschutt, Erdaushub, tlw. Hausmüll und Abfälle der chem. Industrie
Geometrie	
Aushubfläche ca.:	12.000 m ²
Aushubtiefe ca.:	8 bis max. 12 - 13 m, maximal bis Oberkante Muschelkalk
Aushubvolumen ca.:	96.000 bis 144.000 m ³ je nach Belastungs-/Aushubtiefe, basierend auf der folgenden Annahme: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Unges. Zone: rd. 66.000 m³ (0 - 5,5 m u. GOK) ➤ Ges. Zone: rd. 30.000 - 78.000 m³ (5,5 bis max. 12 - 13 m u. GOK) Vorliegend wird davon ausgegangen, dass die rd. 66.000 m ³ der ungesättigten Bodenzone sowie 54.000 m ³ der gesättigten Bodenzone (Mittelwert des möglichen Bereichs, s. o.), also gesamthaft ca. 120.000 m³ ausgehoben und behandelt werden müssen.
Geotechnik/Hydrrotechnik	
Grubenverbau:	vertikal allseitig mit mehrteiliger Baugrubenuntergliederung, wasserundurchlässig. Verbaufäche bis ca. 21.700 m ² bzw. bis ca. 1.085 lfm zur hydraulisch wirksamen Einbindung ins Muschelkalk-Festgestein
Verbauvarianten:	Bohrpfahlwand, Fangedamm, Spundwand, Schlitzwand
Schnittstellen:	Südosten: Perimeter 2. Dichtwand angrenzend. Ausführung als gemeinsames Bauwerk geplant Südwesten: Rheinuferweg, bauzeitliche Sperrung, gepl. Errichtung neue Slipanlage Nordwesten: Salzländeweg, bauzeitliche Teilspernung; gepl. Umbau Salzländeweg Nordosten: Perimeter 3. Neubau Umgehungsstraße B 34
Wasserhaltung:	Der Aushubbereich hat mangels geologischer Sperrschichten keine dichte Sohle. Bauwasserhaltung im Quartär und Muschelkalk Trockenlegung des Aushubbereichs, beschränkt auf Aushubzeit, ggf. Herstellung einer tiefliegenden Injektionssohle bei ca. 19 - 22 m u. GOK (Sohldichtung)
Aushub und Entsorgung	
Aushubverfahren:	Bagger, in Randbereichen und in Grundwasserhorizonten ggf. Sonderverfahren. Abschnittsweises Vorgehen in Teilbauabschnitten
Bereitstellung, Umschlag:	Perimeter 1 und BASF-Werksgelände
Logistik/Transport:	überwiegend per Schiene, Wiederinbetriebnahme Werksanschluss der BASF Grenzach GmbH, Prüfung einer Reaktivierung der Schiffsverladestation der BASF Grenzach GmbH
Entsorgung:	Hochtemperaturverbrennung (HT), Thermische Desorption (TD) und ggf. Deponierung je nach Belastungsklasse
Wiederverfüllung:	unbelastetes Fremdmaterial, Angleich an gewachsene Topografie
Arbeits-/ Immissionsschutz	
Aushubbereich:	Einhausung (Halle), umgebungsluftunabhängige Atemluftversorgung
Medien:	Abluftreinigung (Aktivkohle bzw. Katalytische Oxidation) Abwasserreinigung (Aktivkohle) und ggf. Mitnutzung Abwasserbehandlungsanlage BASF/Grenzach-Wyhlen
Immissionen:	Monitoring

Thema	Randbedingung
Sonstiges:	
Energieversorgung:	geplant via BASF Grenzach GmbH oder Direktanschluss über Salzlandweg (Energiedienst)
Bauzeit:	voraussichtlich 4 Jahre
Kontrolle/ Monitoring:	nach Wiederverfüllung voraussichtlich mind. 3 Jahre
Nachnutzung:	Grünfläche (noch nicht weiter spezifiziert)

Zur Dekontamination der Altablagerung sind im Einzelnen folgende baulichen Maßnahmen vorgesehen:

1.1 Vorbereitende Arbeiten

Bereits im Zuge der technischen Zusatzuntersuchungen war eine teilweise Rodung/Baufeldfreimachung erforderlich. Dies geschah unter Berücksichtigung der Ergebnisse einer artenschutzrechtlichen Relevanzprüfung sowie einer speziellen artenschutzrechtlichen Prüfung nur in Teilbereichen und außerhalb festgelegter Schutzzeiten. Die Überprüfung bezog sich neben den Zusatzuntersuchungen auch bereits auf die geplanten Sanierungsmaßnahmen.

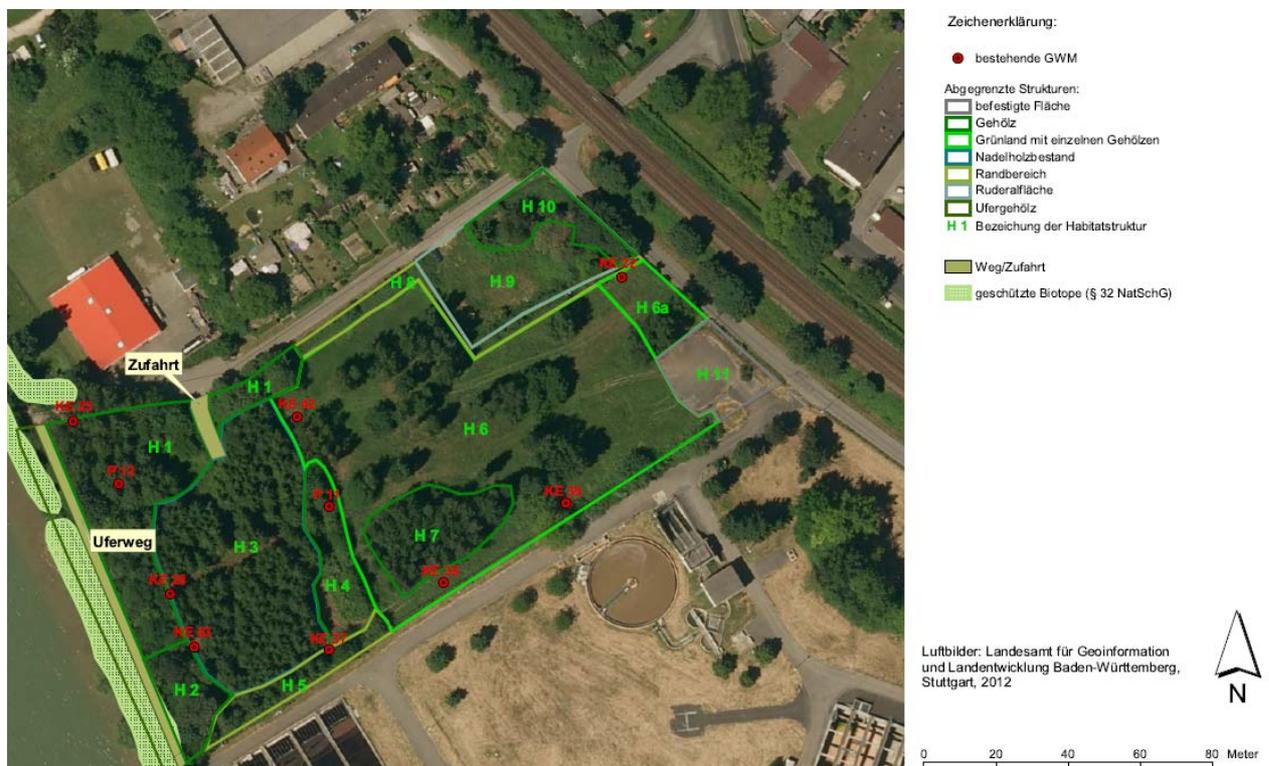


Abbildung 2: Übersicht der artenschutzrechtlichen Relevanzprüfung

Im Vorgriff der Sanierung des Perimeter 1 ist die Erhaltung des Gehölzstreifens direkt am Rheinuferaum zu prüfen, der ein nach § 30 BNatSchG geschütztes Biotop darstellt. Mit Ausnahme des Bewuchses an den Rändern des Perimeter 1 wird ein vollständiger Gehölzrückschnitt noch in der aktuellen Winterperiode 2012/2013 auch aus naturschutzrechtlichen Gründen als sinnvoll erachtet.

1.2 Arbeitsbereiche

Neben den Arbeiten auf dem Perimeter 1 sind auch Flächeninanspruchnahmen im direkten Umfeld nötig. Ein Großteil der Logistikflächen befindet sich zwar auf dem Werksgelände der BASF Grenzach GmbH (vgl. Kap. 1.2), aber auch die angrenzenden Flächen sind teilweise betroffen. Zur Inanspruchnahme z. B. des Rheinuferwegs wurde bereits ein entsprechender Nutzungsvertrag mit dem RP Freiburg, Abteilung 5 Wasserstrassen, in Bezug auf die Sanierungseingriffe abgeschlossen. Entsprechende Abstimmungen und Regelungen sind auch entlang der betroffenen Grundstücke am Salzländeweg und zu Perimeter 3 zu treffen.

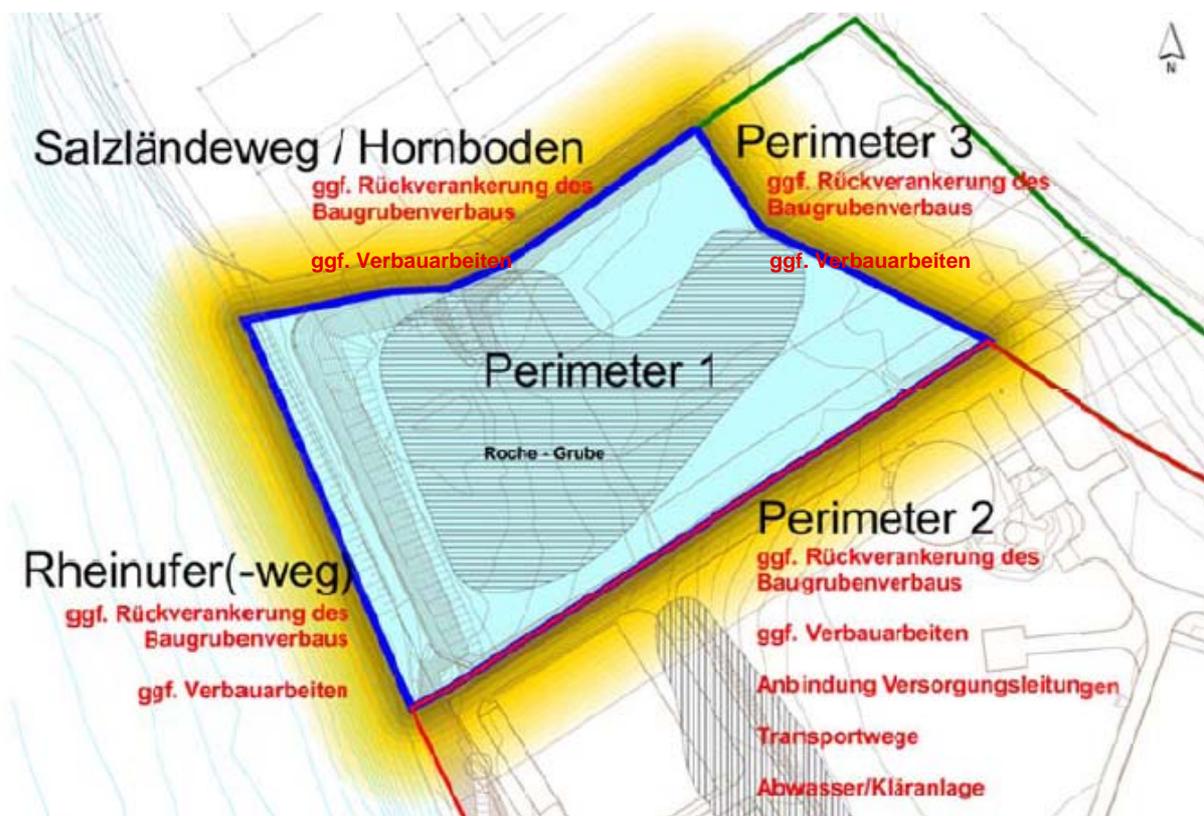


Abbildung 3: Flächeninanspruchnahme

1.3 Schwarz-/Weiß-Zonierung(en)

Mit aktuellem Planungsstand ist der komplette Sanierungsperimeter 1 als Schwarzbereich nach TRGS 524 bzw. BGR 128 zu betrachten. Alle Arbeiten sind auf Basis einer Gefährdungsanalyse und -beurteilung im Einzelnen zu bewerten und in der Planungsphase in einem Schutzstufenkonzept zu verankern und in der Ausführungsphase zu überwachen und fortzuschreiben. Von den baufeldvorbereitenden Arbeiten, der Baustelleneinrichtung, den Verbauarbeiten, den Infrastrukturanbindungen, dem Sanierungsaushub unter Einhausung, der Bau- und Grundwasserhaltung bis hin zur Wiederverfüllung sind die Arbeitsabläufe und resultierenden wechselseitigen Gefährdungen und zeitlichen und örtlichen Abhängigkeiten zu analysieren.

Der Materialfluss aus dem Sanierungsperimeter bzw. Schwarzbereich erfolgt je nach Deklaration (Emissionspotenzial) als Schüttgut oder in geschlossenen Transportsystemen. Die Abluft der Einhausung wird vor atmosphärischer Freisetzung gereinigt. Prozesswässer aus der Baugrubenentwässerung und der hydraulischen Standortsicherung werden vor Ableitung gereinigt. Das Schutzkonzept präferiert technische und organisatorische vor persönlichen Schutzmaßnahmen. Auf Grundlage der Gefährdungsanalyse sollen die Arbeiten innerhalb des Schwarzbereichs daher so weit wie möglich automatisiert und ferngesteuert erfolgen. Nach Planungsstand ist bei Eingriffen in den Untergrund i. d. R. von umgebungsluftunabhängigen Arbeitsweisen auszugehen.

Die Gefährdungsbeurteilung für alle Arbeiten und die notwendigen organisatorischen Maßnahmen sind umfassend in einem Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan gem. BaustellV sowie einem Arbeits- und Sicherheitsplan nach BGR 128 mit tätigkeitsbezogenen Arbeits- und Betriebsanweisungen festzulegen.

Vor, während und nach der Maßnahme sind alle vor Ort tätigen Personen turnusmäßig durch arbeitsmedizinische Untersuchungen zu begleiten.

Eine gesonderte Risikoabschätzung wird in eine umfassende Stör- und Notfallplanung eingehen, an der auch die Rettungskräfte der Kommune sowie der BASF Grenzach GmbH beteiligt sind.

1.4 Baustelleneinrichtung

Für die Baustelleneinrichtung sind umfassende Vorbereitungen erforderlich. So wurden bereits für die Zusatzuntersuchungen einzelne Arbeitstrassen auf dem Perimeter 1 durch Gehölzrückschnitt zugänglich gemacht. Für die Sanierungsarbeiten ist eine komplette Rodung des Areals erforderlich. In Abhängigkeit der Verzahnung der Arbeiten zur Errichtung der Baugrubenumschließungen und -unterteilungen für Teilaushubabschnitte sind Fahrwege und Arbeitsflächen einzurichten und zu unterhalten.

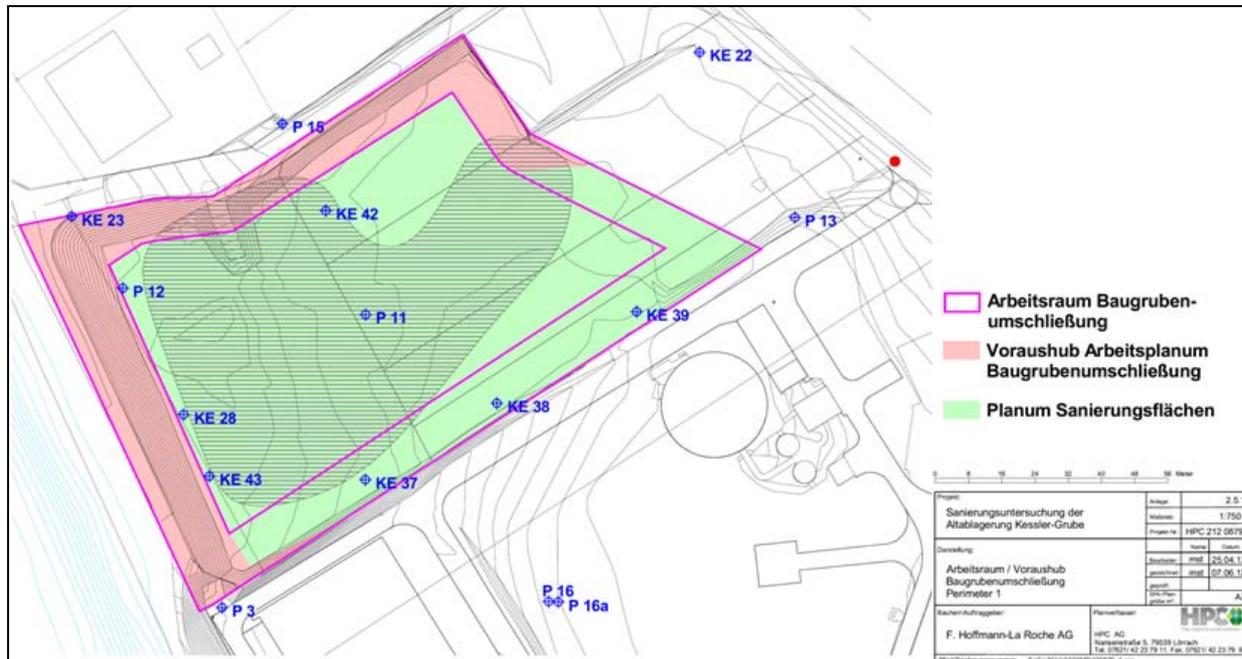


Abbildung 4: Flächen für das Arbeitsplan der Baugrubenumschließung

Die Baustelle hat nach aktuellem Planungsstand Schnittstellen sowohl mit der BASF Grenzach GmbH wie auch mit öffentlichen und privaten Bereichen. Der Zugang zur Gesamt-Baustelle ist vornehmlich über das Werksgelände der BASF Grenzach GmbH vorgesehen, von diesem zentralen Punkt der Baustelleneinrichtung verläuft ein Transport- und Logistikkreislauf zum Perimeter 1 und zurück zu den Logistikflächen und Transportanschlussstellen an Schiene und ggf. Schiff.

Nachfolgend ist das Flächennutzungskonzept sowohl für den Perimeter 1 wie auch für die bereitgestellten Flächen auf dem BASF Werksgelände dargestellt (Abbildung 6). Beim aktuellen Planungsstand ist eine 3-teilige Baugrube vorgesehen mit einmaligem Umsetzen der Baustelleninfrastruktur.

Die Baustelleneinrichtung besteht neben den drei Teilaushubbereichen aus einem Infrastrukturblock, der innerhalb des Schwarzbereichs eine Halle für die Vorbereitung und Verladung des Aushubs in Container umfasst. Daneben bestehen Schleusen für die Container mit Reinigungseinrichtungen, wenn diese den Schwarzbereich verlassen. Waschwasser und Grundwasser der Bauwasserhaltung werden vor Ort aufbereitet. Außerdem besteht eine Abluftreinigungsanlage, die Abluft der Hallenzwangsbelüftung reinigt, bevor diese an die Umgebung abgegeben wird.

Container und Abwasser verlassen den Schwarzbereich in Richtung Werksgelände. Hier bestehen diverse Lagerflächen und Übergabepunkte u. a. das Werksgleis, wo eine Verladung der Container erfolgt und anschließend der Transport per Schiene in die entsprechenden Entsorgungseinrichtungen.

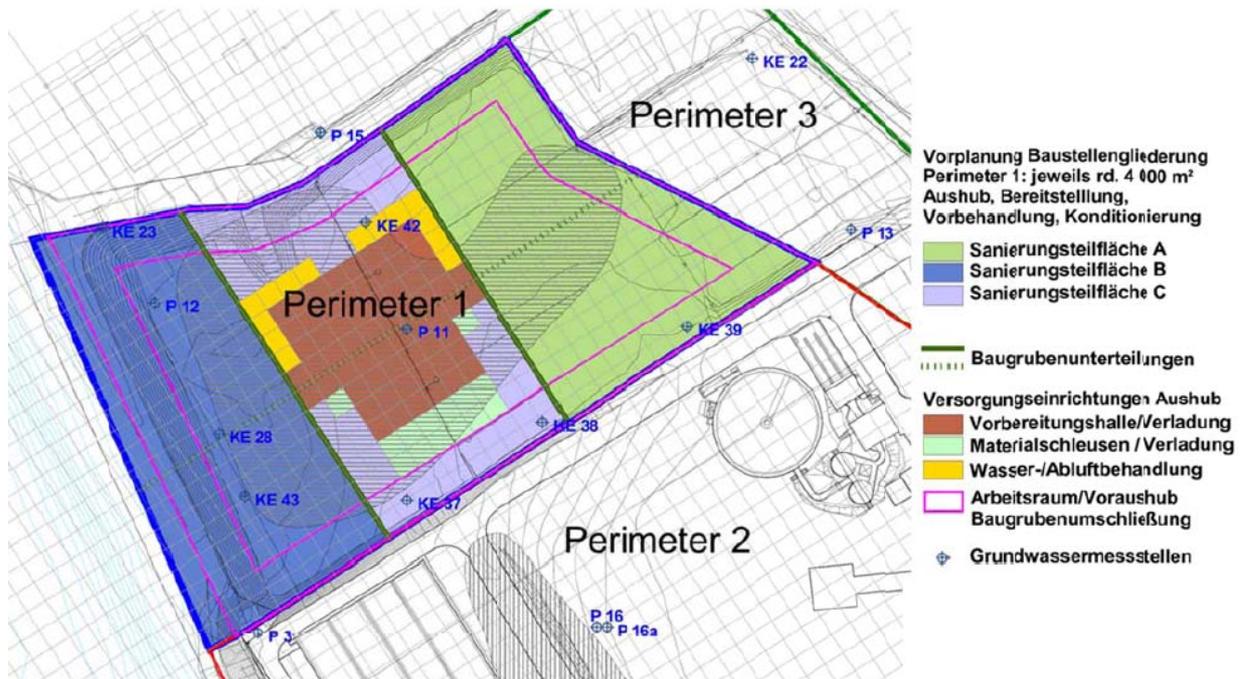


Abbildung 5: Planungsstand Baustellengliederung

Die Bereitstellungsflächen erfüllen unterschiedliche Aufgaben und haben daher verschiedene Anforderungen zu erfüllen:

- unbefestigte Bereitstellungsflächen in der Einhausung zur Zwischenlagerung bis zur Deklaration
- Zwischenlager ZWL 1: unbefestigte Zwischenlagerflächen außerhalb der Einhausung zur offenen Mietenbildung nach Deklaration bis zum Wiedereinbau (ggf. für Material Z 1)
- BRL 1: ggf. befestigtes, eingehaustes Bereitstellungs-lager außerhalb von Perimeter 1 zur Haufwerksbildung nach Deklaration bis zur Transportverladung auf Lkw (für emissionsfreies Material DK I - DK III)
- BRL 2: befestigte, eingehauste Bereitstellungsfläche außerhalb von Perimeter 1 zur Haufwerksbildung nach Deklaration bis zur Transportverladung auf Schiff
- CL 1/ 2: befestigtes Bereitstellungs- und Umschlaglager außerhalb von Perimeter 1 für gasdichte Transportcontainer zur Verladung auf Bahnwagen über zwei Verladegleise des reaktivierten Werksgleisanschlusses der BASF Grenzach GmbH

Die Baustelleneinrichtung für Baubüros, Sozial- und Sanitärräume befindet sich ebenfalls außerhalb des Perimeter 1 auf dem Werksgelände.



Abbildung 6: Logistikflächen und Transportwege auf dem BASF Werksgelände, Stand November 2012

1.5 Energieversorgung

Für die Energieversorgung sind nach aktuellem Planungsstand Schnittstellen sowohl mit der BASF Grenzach GmbH wie auch mit öffentlichen Versorgern vorgesehen. Der Bedarf an ankommenden und abgehenden Medien ist in einer separaten Schätzung des Umsatzes im Vorfeld mit den versorgenden Stellen abzustimmen. Benötigte Medien sind insbesondere:

- Wasser für Sanitäreinrichtungen, Waschvorgänge, Löscheinrichtungen etc.
- Strom für Beleuchtung, Wasserhaltung, Baumaschinen, Betrieb ex-geschützter Geräte etc.
- Erdgas, z. B. für Heizung während der Wintermonate und Abluftreinigung

Die Übergabepunkte sind einerseits in Richtung BASF Werksgelände geplant, soweit möglich über bestehende Schächte und Leitungstunnel bei den Kläranlagen, andererseits in Richtung Salzländeweg für öffentliche Anschlüsse.

1.6 Einhausung

Die Aushubarbeiten der kontaminierten Böden finden im Schutz einer Einhausung statt. Vorgesehen ist die Errichtung einer mehrfach untergliederten Leichtbauhallenkonstruktion über der gesamten Sanierungsfläche. Derzeit sind drei Teilabschnitte geplant. Die Halle umfasst neben den Baugruben für den Aushub auch Vorbereitungs- und Konditionierungseinrichtungen sowie Zwischenlagerflächen und Verladeeinrichtungen. Der Zugang zu den Hallenabschnitten erfolgt jeweils über getrennte Ein- und Ausfahrtschleusen.



Abbildung 7: Hallenkonstruktion mit umgebungsluftunabhängigem Bagger und Überwachung durch Bauaufsicht

Die Gründung der Halle erfolgt direkt auf dem Baugrubenverbau. Je nach ausgeführter Variante werden die entsprechenden Lasten bei der Planung der Verbauelemente direkt berücksichtigt. Dies ermöglicht innerhalb des Verbaus einen vollständigen Aushub bis an die vorher definierten Sanierungsgrenzen und damit einen senkrechten Aushub bis zur Auffüllungsbasis ohne Volumenverluste durch Böschungen und Hallenfundamente an den Baugrubenrändern.

Die Hallenkonstruktion und Außenhülle hat neben einer Wintersicherung (Schneelasten) auch Windlasten und eine Unterdruckhaltung durch die Abluftreinigung zu berücksichtigen. Zur Klimatisierung/Luftfeuchteregulierung der Atmosphäre in der/n Halle(n) sind neben einer Frostsicherung auch Heizvorrichtungen vorzusehen. Im Falle einer katalytischen Verbrennung der Hallenabluft kann saisonal die Abwärme ggf. zum Heizen genutzt werden.

1.7 Spezialtiefbau, Baugrubensicherung

Für die Baugrubenumschließung kommen prinzipiell mehrere Verfahren in Betracht:

- überschnittene Bohrfahlwand
- vorgebohrte Spundwand
- bewehrte Schlitzwand
- Fangedamm

Für die definitive Auswahl des Verfahrens finden derzeit noch Zusatzuntersuchungen statt. Anhand dieser Ergebnisse wird die Planung noch präzisiert.

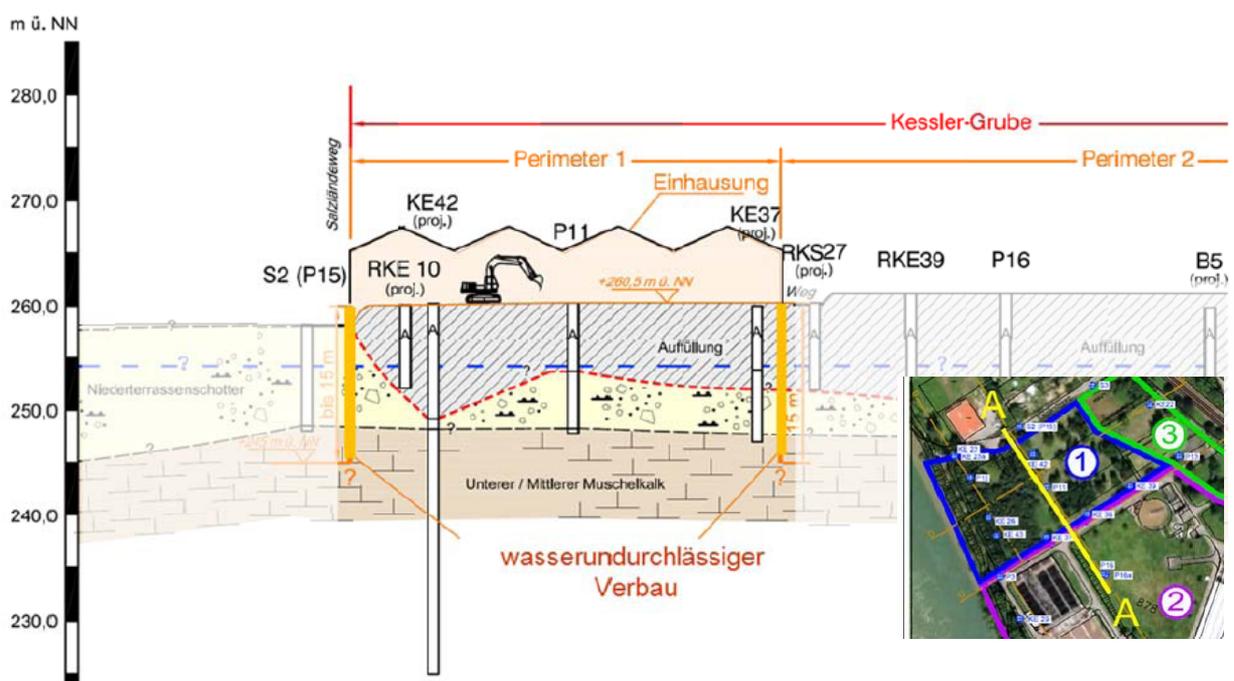


Abbildung 8: Prinzipdarstellung der Baugrubensicherung

Die Grafik veranschaulicht in Form einer Schnittdarstellung quer durch den Perimeter 1 das Prinzip des Baugrubenverbaus mit aufgesetzter Hallenkonstruktion.

Neben der Stützfunktion für den senkrechten Baugrubenaushub muss der Verbau bereits für den Sanierungsaushub von Perimeter 1 zusätzlich auch eine Dichtfunktion gewährleisten gegen eindringendes Grundwasser sowohl aus dem Niederterrassenschotter wie auch dem Muschelkalk. Aus rein statischen Gründen würde eine Einbindetiefe in den Muschelkalk von ca. 2 - 3 m ausreichen. Eine zusätzliche Dichtfunktion zur Reduzierung – im Idealfall bis hin zur Unterbindung – der Unterströmung wird durch eine Verlängerung der Einbindetiefe bis auf mindestens 5 - 7 m Tiefe in den Muschelkalk hinein angestrebt.

Die Detailplanung des Verbaus an den Perimetergrenzen zum Rhein, zum Salzländeweg und zu Perimeter 3 wird aktuell bzw. anhand der Ergebnisse aus den Zusatzuntersuchungen fortgeschrieben.

Spezielles Augenmerk gilt bereits jetzt dem Verbau an der Grenze zu Perimeter 2. Hier wurde von den Bauherren BASF Grenzach GmbH und Roche Pharma AG einvernehmlich bekundet, ein gemeinsames Bauwerk errichten zu wollen. Dieses muss jedoch sowohl technisch wie auch zeitlich die Anforderungen für beide Sanierungsmaßnahmen (Aushubverbau in Perimeter 1 und Dichtwand für Perimeter 2) erfüllen. Neben der tragenden Funktion für die Baugrubensicherung von Perimeter 1 entsprechend der statischen Anforderungen und der relativ kurzfristigen Dichtfunktion für den Verbau in Perimeter 1 muss zusätzlich eine langfristige Dichtfunktion für Perimeter 2 gewährleistet werden.

Diese Anforderungen erfüllt eine verankerte Stahlbetonschlitzwand mit Dichtfunktion. Neben einer Kostenoptimierung hat diese auch den Vorteil, dass die Dichtfunktion für Perimeter 2 während des Aushubs in Perimeter 1 an der offenen Wand überprüft und ggf. nachgebessert werden kann. Die bestehende Bebauung auf Perimeter 2 (Klärbecken) wird durch entsprechende Planung der Verankerung nicht beeinträchtigt. Im Zuge der Rückverfüllung des Perimeter 1 werden die Anker entspannt, die Ankerköpfe entfernt und die Ankerlöcher in der Dichtwand dauerhaft verschlossen. Die bauphysikalischen Langzeit-Eigenschaften der Stahlbetondichtwand sind auf eine entsprechende Charakterisierung der in Kontakt tretenden Böden und Wässer abzustellen (z. B. Betonaggressivität und Stahlkorrosivität).

Die Umsetzung dieser Variante setzt einen möglichst „trockenen“ Aushub in Perimeter 1 bis zur Auffüllungsbasis voraus. An die Baugrubenwandabdichtung, die Wasserhaltung oder die evtl. Sohlabdichtungen sind daher hohe Anforderungen zu stellen und bei der Planung zu berücksichtigen.

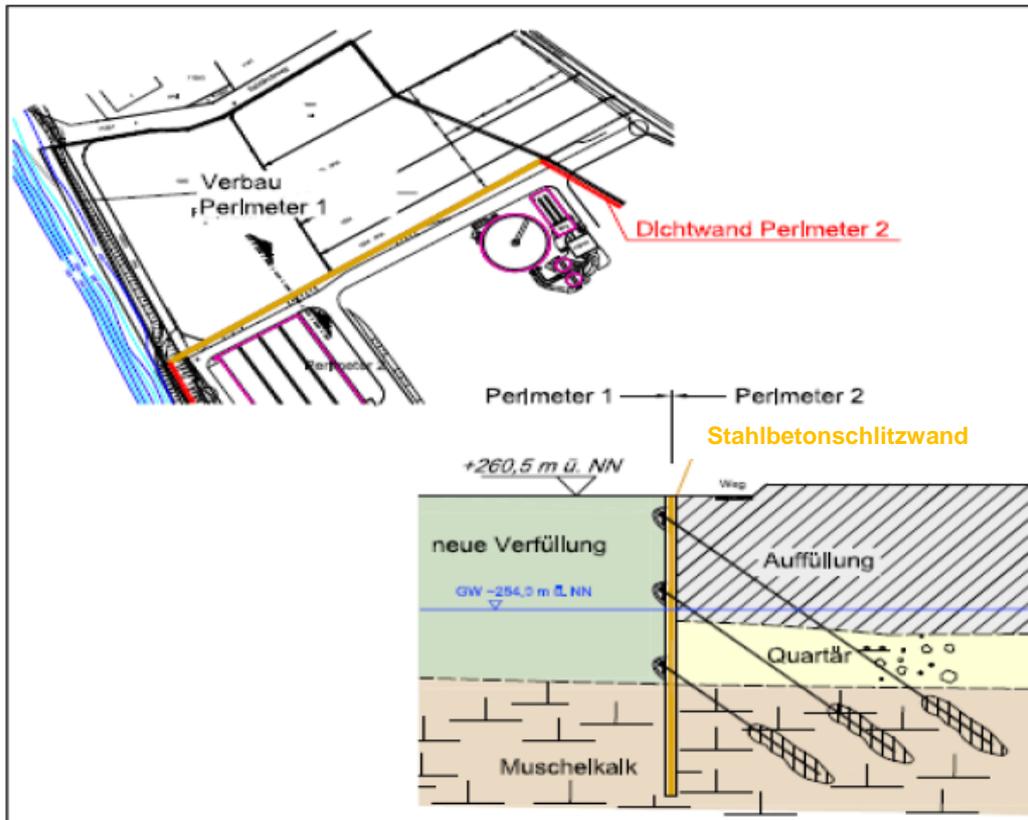


Abbildung 9: Aufsicht und schematischer Schnitt der Stahlbetonschlitzwand

Zur Absicherung der Klärbecken (Abstand der obersten Ankerlage) wurde eine erste überschlägige statische Berechnung vorgenommen.

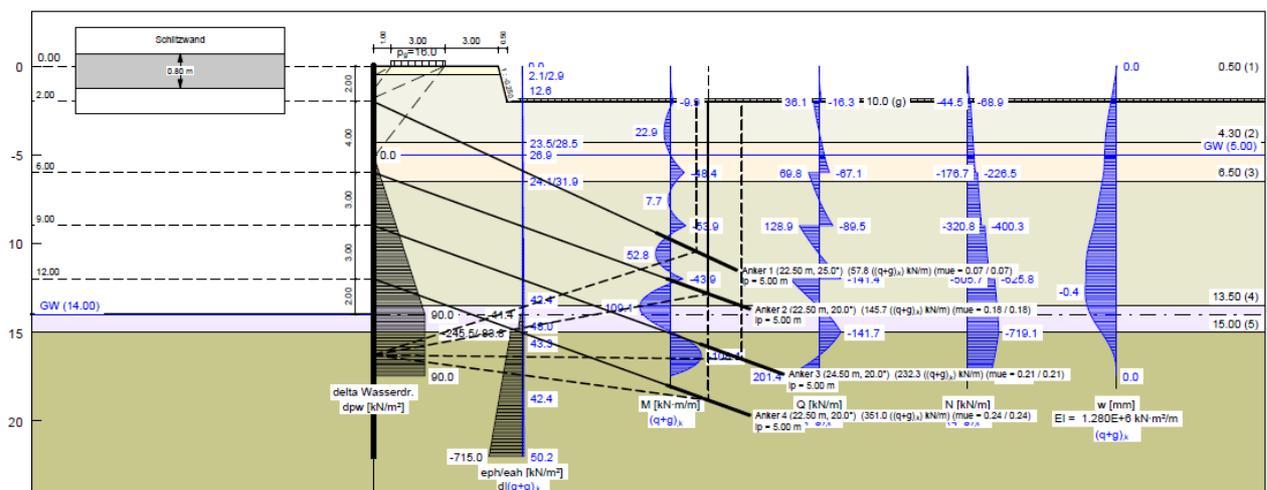


Abbildung 10: Statische Prüfung der Verankerung in Perimeter 2

Die Herstellung der Schlitzwand erfolgt als Stahlbetondichtwand mit einer Mindeststärke von $d = 80$ cm. Die Bewehrung orientiert sich an den statischen Anforderungen des Verbaus. An den Ecken und den „Drittelpunkten“ (vgl. Baugruben- und Hallenunterteilung) werden bereits bei den Sicherungsarbeiten für Perimeter 2 im Perimeter 1 Anschlussflügel mit einer Länge von ca. 5 - 10 m vorgesehen, an denen die restlichen Verbauelemente des Perimeter 1 ansetzen.

Die Anker werden schrittweise im Zuge des Aushubs in Perimeter 1 eingebracht (vgl. Abbildung 9 und Abbildung 10). Bei der Wiederverfüllung werden die Anker dann entspannt, gekappt und die Ankerlöcher dicht verpresst. Bauherr und Eigentümer der Stahlbetondichtwand ist die BASF Grenzach GmbH, sie wird damit dem Perimeter 2 zugeordnet. Für die Erstellung erhält BASF ein Pflichtenheft der Roche Pharma AG. Im Gegenzug wird BASF die Arbeiten zum Setzen, Kappen und Verpressen der Anker überwachen.

1.8 Sanierungsaushub

Sanierungsziel ist ein vollständiger Aushub der Deponie und der Kontamination im Lockergestein.

Bis zum Erreichen der wassergesättigten Bodenzone kann dies nach Planungsstand innerhalb der hergestellten Baugrubenumschließung unter einer Einhausung frei geböschert erfolgen. Erste Schätzungen gehen dabei von einer Aushubmenge von ca. 66.000 m³ aus und einer durchschnittlichen Austauschtiefe von 5,5 m.

Für den Aushub innerhalb der Halle sind herkömmliche Baumaschinen vorgesehen, die wahlweise umgebungsluftunabhängig bedient werden oder von außen ferngesteuert werden. Optional wird beim aktuellen Planungsstand auch ein kranmontierter Greifer berücksichtigt.

Das Aushubmaterial wird sortendifferenziert innerhalb der Hallen auf Haufwerken bereitgestellt und im Schnitt alle 100 m³ beprobt. Teilchargen (Belastungshotspots, Sonderchargen) werden nach Bedarf separiert und auch direkt in Spezialcontainer verladen. Die Beprobung erfolgt sowohl in der Aushubzone als auch im ebenfalls eingehausten Vorbereitungs- und Bereitstellungsbereich.

Je nach Analysenergebnis und Deklaration für die beprobten Haufwerke innerhalb der Halle(n) werden die Mieten und Container verladen und abgedeckt und emissionsfrei aus der Halle ausgeschleust auf eines der Bereitstellungslager für den Weitertransport zur Entsorgungsstelle.

Für den wassergesättigten Bereich ist eine analoge Arbeitsabfolge vorgesehen. Für einen Trockenaushub muss hier jedoch die Baugrube vollständig oder abschnittsweise aushubvorausseilend entwässert werden sowie bereichsweise auch eine Restentwässerung des Aushubs z. B. durch Unterdruckhaltung in Containern erfolgen.

Die Wasserhaltung ist zum derzeitigen Planungsstand noch mit quantitativen Unsicherheiten behaftet. Aus diesem Grund werden mehrere Alternativen parallel geprüft (vgl. Kap. 1.9). Eine gängige Alternative zum trockenen Aushub in einer oder mehreren Teilbaugruben ist ein „nasser“ Aushub z. B. mit Großlochbohrungen. Ausgehend von der Voraushubsohle nahe über dem freien Grundwasserspiegel sind in der gesättigten Bodenzone noch Aushubtiefen von weiteren ca. 2,5 bis max. 6,5 m (bis ca. 12 m u. GOK) zu realisieren, was bei entsprechender Ausführungsplanung der Einhausung auch mit Großlochbohrungen erfolgen könnte.

Neben den geplanten Aushubvarianten werden in der Ausführungsplanung auch Unternehmerlösungen zugelassen, die ggf. eine weitere Optimierung der Maßnahme erlauben.

Je nach Materialcharakteristik und Aushubverfahren müssen die geförderten Auffüllungen und Böden vor Ort ggf. homogenisiert, vorbehandelt oder konditioniert werden, was primär durch die Steuerung des Aushubs und die Chargenbildung des Aushubmaterials ohne Zugabe von Fremdstoffen erfolgen soll. Konkretisierungen zum ggf. notwendigen Einsatz von Zuschlagstoffen (z. B. Sägespäne, Kalk etc.) sind auf Basis der Bohrungen der Zusatzuntersuchungen zu entscheiden und auf der Baustelle vorzuhalten.

1.9 Bauwasserhaltung

Nach Errichtung der Dichtwandsicherung in Perimeter 2 und der Baugrubenumschließung in Perimeter 1 unter hydraulischer Standortsicherung sind für den Aushub in Perimeter 1 zwei grundlegend unterschiedliche Verfahren möglich:

- (1) Trockenaushub mit Grundwasserabsenkung unter die Aushubsohle
- (2) Nassaushub ohne Grundwasserabsenkung

Bei beiden Verfahren sind die Auswirkungen der Maßnahme auf das umgebende Grundwasser sowohl während als auch nach Abschluss der Baumaßnahmen zu prüfen. Beim Trockenaushub mit Grundwasserabsenkung sind darüber hinaus Fragen zur hydraulischen Durchführbarkeit und der hydraulischen Auswirkungen der Absenkung auf das Strömungsfeld zu beantworten.

Im Bereich der Baumaßnahmen bilden die quartären Niederterrassenschotter den obersten und zugleich hydraulisch vorherrschenden Grundwasserleiter. Aufgrund der im Vergleich zu den Niederterrassenschottern sehr geringen hydraulischen Durchlässigkeiten der Festgesteinsunterlage (Muschelkalk) kann deren Einfluss auf das Strömungsfeld des obersten Grundwasserleiters vernachlässigt werden. Die hydraulischen Auswirkungen der Baumaßnahmen auf das umgebende Grundwasser sowohl während als auch nach Abschluss der Arbeiten können daher auf der gegenwärtigen Informationsgrundlage mit Hilfe des vorliegenden numerischen HPC-Grundwassermodells abgeschätzt werden.

Anders sieht es bei den Fragen aus, welche sich wesentlich auf die hydraulischen Eigenschaften des Muschelkalks stützen. Hierzu liegen derzeit nur wenige Informationen vor, welche durch die aktuellen Zusatzuntersuchungen wesentlich erweitert werden. Grundsätzlich wird ein Trockenaushub favorisiert. Zur Beurteilung der technischen Durchführbarkeit eines Trockenaushubs sind folgende Fragen zu beantworten:

- Wasserandrang in die Baugrube(n) bei Absenkung bis unter die Aushubsohle
- Einbindetiefe des Verbaus in den Muschelkalk, um einen hydraulischen Grundbruch zu vermeiden und die Unterströmung in technisch handhabbaren Größenordnungen zu halten
- Wassermengen und Belastungen für die Abwasserreinigungsanlage

Diese Fragen sind nachfolgend anhand von Grafiken veranschaulicht. Für die im Zuge der Detailuntersuchung ermittelten Durchlässigkeiten ergeben sich dabei große Spannweiten, die wiederum erheblichen Einfluss auf die Dimensionierung der Bauwasserhaltung haben.

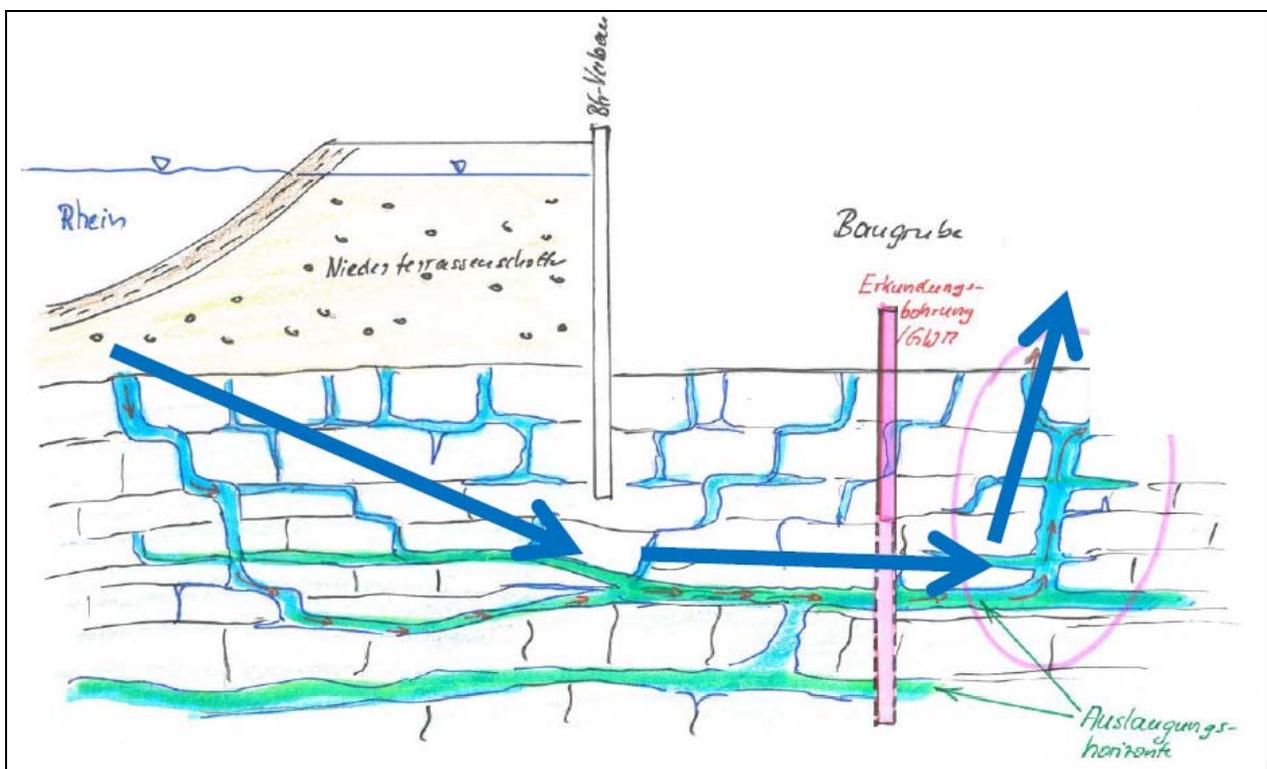


Abbildung 11: Schematischer Schnitt der möglichen Verbauunterströmung

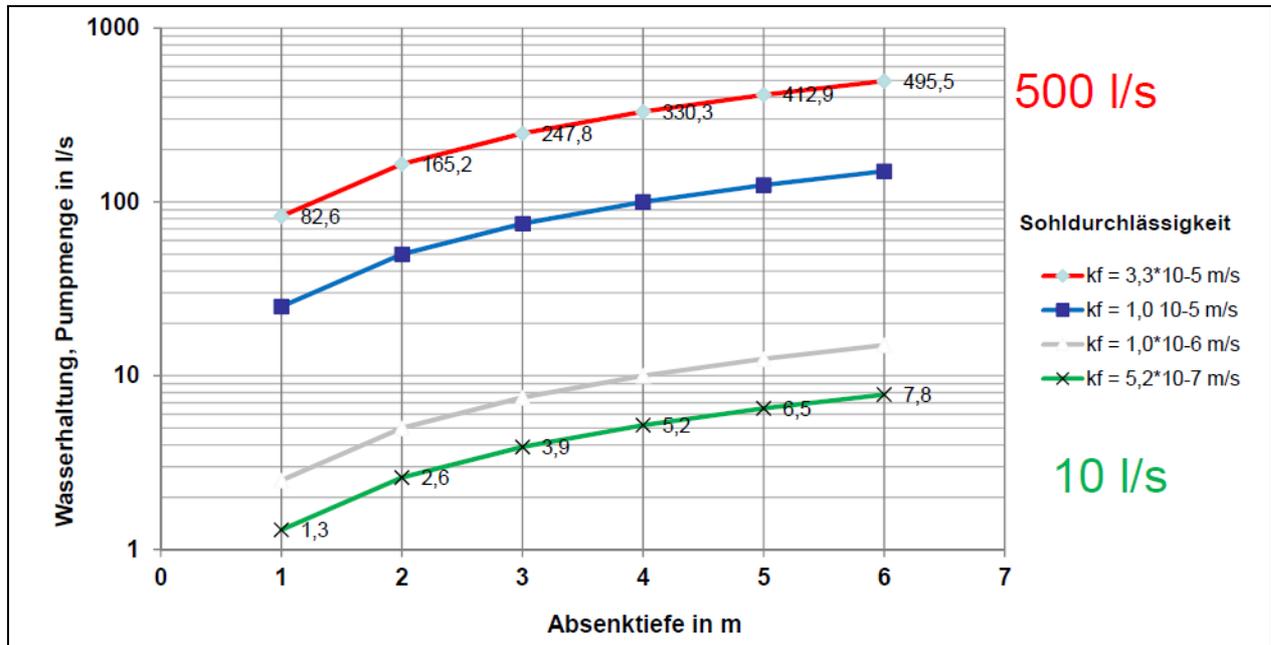


Abbildung 12: Pumpmenge auf ca. 10.000 m² Fläche in Abhängigkeit der Sohldurchlässigkeit (analytische Näherung)

Zur Beantwortung der Fragen erfolgen derzeit Zusatzuntersuchungen (vgl. auch Kapitel 10). Diese umfassen u. a.:

- Neun vertikale Grundwassermessstellen mit Filterstrecken von ca. 8 - 18 m unter OK Muschelkalk. Im unverrohrten Bohrloch werden WD-Tests und Flowmetermessungen durchgeführt. In der ausgebauten Messstelle erfolgen 4-stündige Kurzpumpversuche.
- Zwei Schrägbohrungen bis zur Endteufe 18 m u. OK Muschelkalk zur Erfassung von vertikalen Klufflächenscharen. Auch hier werden im unverrohrten Bohrloch WD-Tests und ggf. Flowmetermessungen durchgeführt.
- Analytische Untersuchungen der im Muschelkalk vorkommenden Grundwässer durch Beprobungen aus horizontalen Zwischenpumpversuchen im offenen Bohrloch im Bereich der späteren Abdichtungsstrecken des Messstellenausbaus sowie der im tieferen Muschelkalk ausgebauten Grundwassermessstellen.

Die Untersuchungen werden Informationen zu

- horizontalen und vertikalen hydraulischen Durchlässigkeiten im Muschelkalk, zur
- hydrostratigrafischen Korrelierbarkeit über das Baufeld, über
- Zuflusszonen im stratigrafischen Profil und zu eventuellen
- Potenzialunterschieden mit der Tiefe

erbringen. Mit Hilfe dieser Informationen kann der Wasserandrang in die Baugrube numerisch abgeschätzt und die erforderliche Einbindetiefe des Verbaus ermittelt werden.

Anhand dieser Ergebnisse kann die Durchführbarkeit eines Trockenaushubs weiter abgeschätzt werden. Dennoch sind die punktuellen Untersuchungsergebnisse nur Stichproben, welche ungünstigere Bedingungen nicht ausschließen. Die Ausführungsplanung und Durchführung der Sanierung erfordert jedoch eine hohe Sicherheit. Daher werden nach der Erstellung des Verbaus, aber noch vor Beginn des Aushubs zusätzlich Untersuchungen eingeplant, welche schrittweise diejenigen Wassermengen ermitteln, welche nach Erstellung der äußeren Verbauwände noch über die Baugrubensohle(n) zutreten können. Der Wasserandrang wird sowohl im umschlossenen Gesamtbaufeld als auch innerhalb der planmäßigen drei Teilbaugruben über Absenkversuche untersucht. Abhängig von den Ergebnissen dieser Absenkversuche kann der Wasserandrang bedarfsorientiert durch eine weitere Unterteilung der Baugruben in bis zu sechs Teilbaufelder und/oder ggf. mit Dichtmasse-Injektionen im Muschelkalk gezielt gesteuert werden.

Das stufenweise Vorgehen ermöglicht eine frühzeitige Anpassung des Aushub- und Wasserhaltungskonzepts an den Kenntnisstand und erlaubt frühzeitige Korrekturen.

1.10 Wasserreinigung

Sämtliches Wasser der Bauwasserhaltung wird gefasst und gereinigt. Hierzu wird eine kombinierte Bau- und Grundwasserreinigungsanlage erstellt und betrieben. Dies erfolgt zur hydraulischen Standortsicherung bereits ab Erstellung der Dichtwandumschließung in Perimeter 2, da mit der Dichtwandumschließung von Perimeter 2 vor Sanierungsbeginn in Perimeter 1 eine Entkoppelung von der derzeitigen hydraulischen Standortsicherung über den Betriebsbrunnen BR 49 möglich ist und damit ein unkontrollierter Abstrom von kontaminiertem Grundwasser aus Perimeter 1 nach Nordwesten in Richtung des Rheins zu besorgen wäre. Nach Abschluss der Verbauarbeiten in Perimeter 1 wird die Anlage dann im Vorgriff und begleitend zum Sanierungsaushub auch zur Baugrubenentwässerung in der gesättigten Bodenzone eingesetzt.

Die Anlage besteht planmäßig aus

- Vorlagebecken
- Absetzbecken
- Schlammfang
- rückspülbarem Mehrschichtfilter
- mehrstufiger Aktivkohlereinigungseinheit (Arbeits- u. Polizeifilter)

Die Durchsatzleistung wurde vorläufig mit 10 l/s kalkuliert, hängt aber direkt von den o. g. Rahmenbedingungen im Muschelkalkaquifer ab. Ein exemplarisches Verfahrensschema ist nachfolgend aufgeführt.

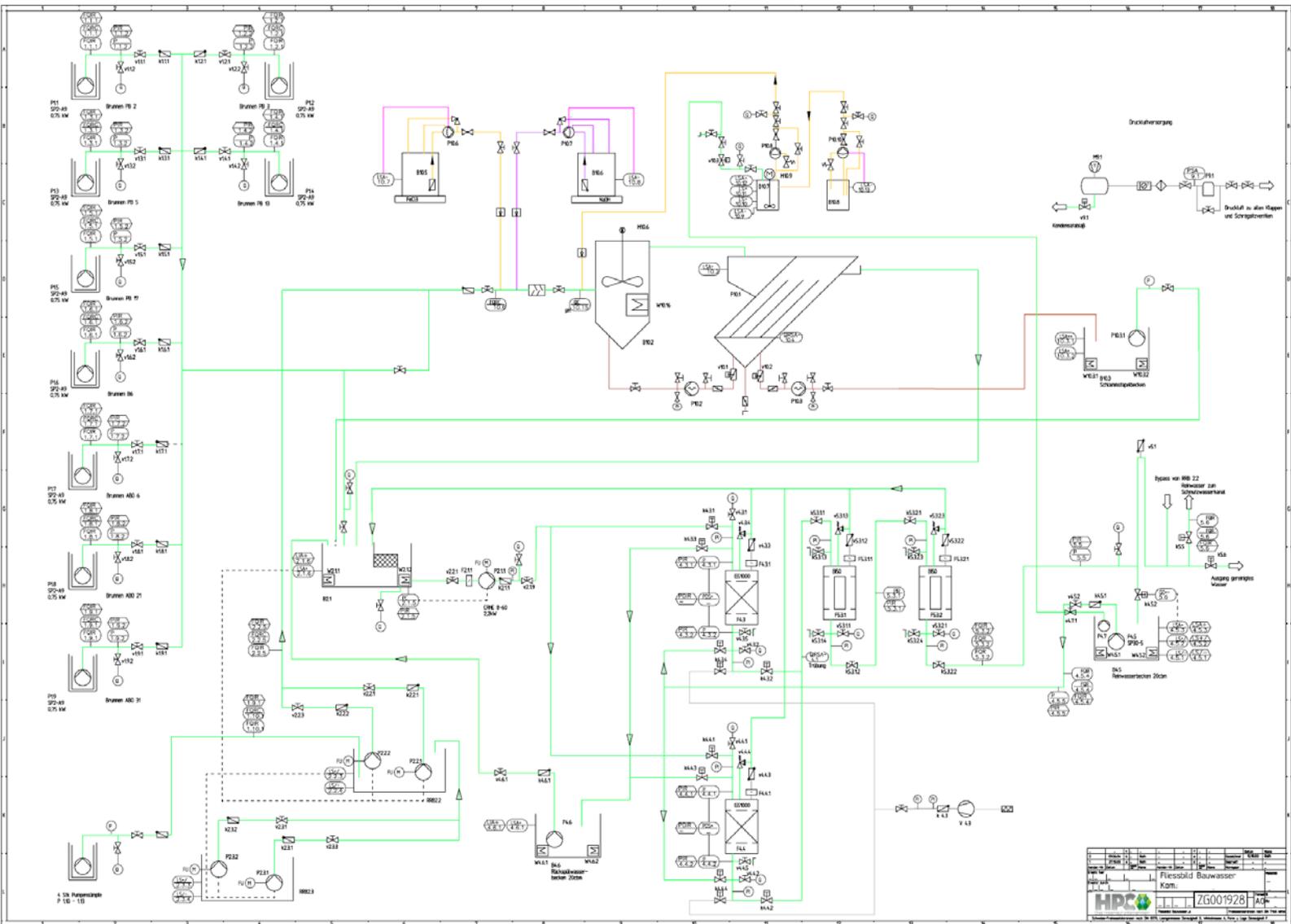


Abbildung 13: Modellschema Bau-/Grundwasserreinigungseinheit

HPC_2120879(2)_Anl_3-1.doc

Die Ableitung der Dachflächenwässer der Einhausungen erfolgt je nach Örtlichkeit außerhalb der Altablagerung entweder über Sickerrigolen/-schächte in den Untergrund oder in die bestehenden örtlichen Regenwasserkanalisationssysteme.

1.11 Immissionen/Emissionen

In Bezug auf den Schutz der Personen innerhalb der Baustelle wie auch im Bauumfeld sind hohe Anforderungen an den Immissionsschutz und an eine wirksame Emissionsbegrenzung zu stellen. Bereits im Zuge der Bohrkampagne der Zusatzuntersuchungen werden hierzu Messungen der Umgebungsluft innerhalb und außerhalb der Arbeitsbereiche wie auch „Nullmessungen“ ohne Tätigkeiten auf dem Perimeter 1 vorgenommen.

Für den Sanierungsaushub ist eine Zwangsbelüftung der Einhausung(en) mit Reinigung der Abluft über Staubfilter, Abluftwäscher und Aktivkohle und ggf. katalytische Nachverbrennung geplant.

Die Überwachung der Immissionen und Emissionen wird durch ein umfangreiches Messprogramm geregelt. Hier werden neben Luftmessungen auch Lärmbeeinträchtigungen der Umgebung berücksichtigt. Im Rahmen der Zusatzuntersuchungen wurden bereits Spundwandrammtests durchgeführt, um Lärmemissionen und auch Erschütterungswirkungen auf die umliegende Bebauung beurteilen zu können.

Nachfolgend ist exemplarisch eine Abluftreinigungsanlage schematisch dargestellt. Sie beinhaltet die Absaugstellen und Reinigungseinrichtungen für eine komplette Hallenbelüftung mit Be- und Entlüftungskonstruktionen im gesamten Hallenbereich.

Die elementaren Bauteile sind:

- Gebläse
- Aktivkohle-Arbeitsfilter
- Aktivkohle-Polizeifilter
- Schlauch- und Rohrverbindungen
- automatische und manuelle Steuerungseinrichtungen
- ggfs. Staubfilter und Abluftwäscher.

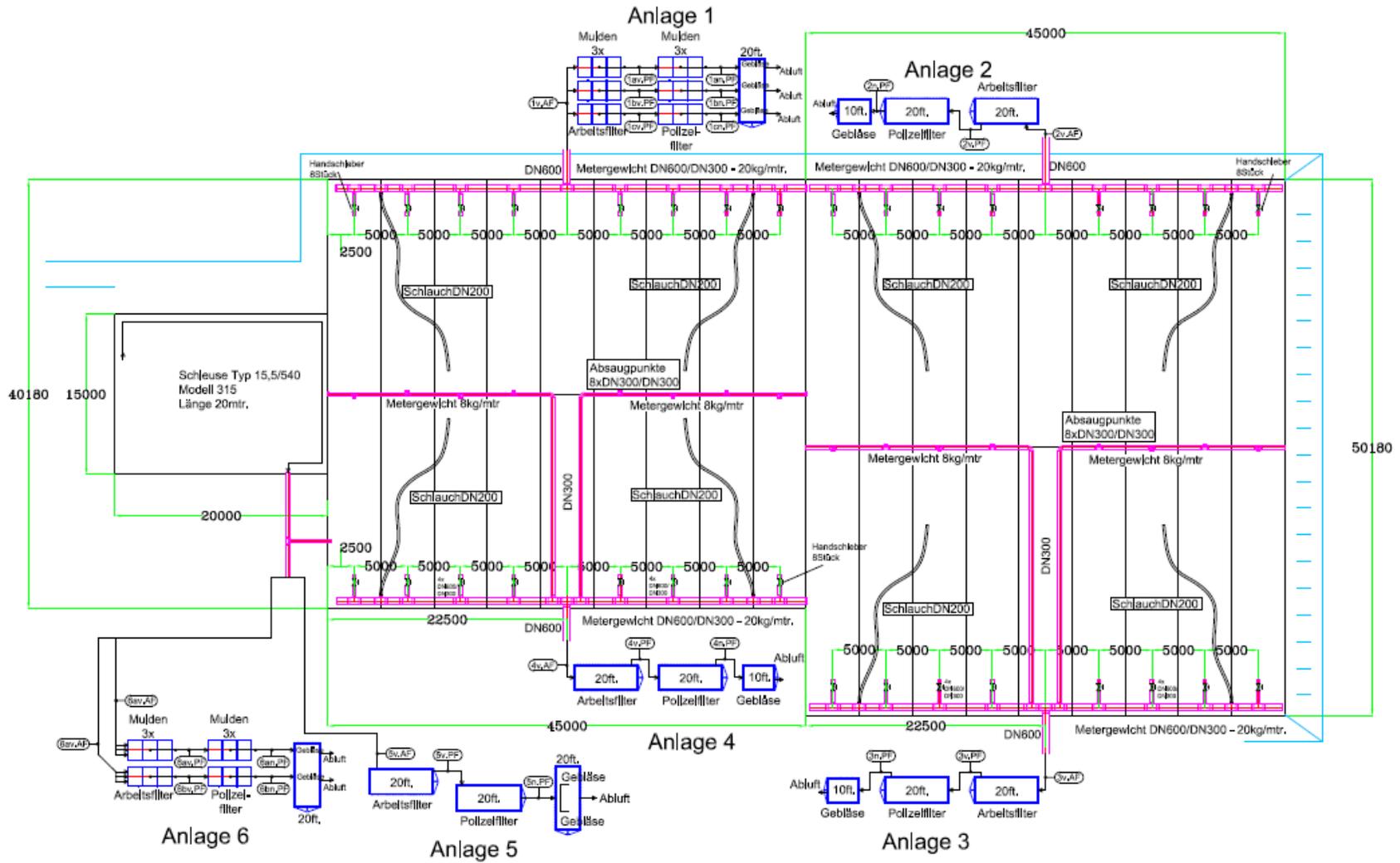


Abbildung 14: Modellschema einer Lüftungstechnischen Einrichtung einer Einhausung

1.12 Bereitstellung/Zwischenlagerung (vgl. auch Abbildung 6)

Die Vorlagerung des Aushubs innerhalb des Sanierungsperimeters 1 erfolgt ausschließlich unter Einhausung(en) oder direkt in Bereitstellungs-/Transportcontainern, womit ein witterungsunabhängiger Stoffstrom weitestgehend sichergestellt ist.

Für die Zwischenlagerung und Bereitstellung des Aushubmaterials stehen im Schwarz- und auch im Weißbereich Flächen zur Verfügung. Diese sind je nach Anforderung für das gelagerte Material teilweise befestigt und an eine Niederschlagswassersammlung und -reinigung angeschlossen.

Der Materialfluss des Sanierungsaushubs aus der Einhausung erfolgt je nach Deklaration bzw. Emissionspotenzial mit abgedichteten Spezial-Containern und Quertransport über das BASF-Werksgelände zur Bereitstellung und dem Umschlag auf die Schiene. Die Auslegung der nachfolgend illustrierten Container-Stellflächen basiert auf einem Tagesumsatz von ca. 250 bis 300 Tonnen, die über die Schiene zur Entsorgung gelangen.

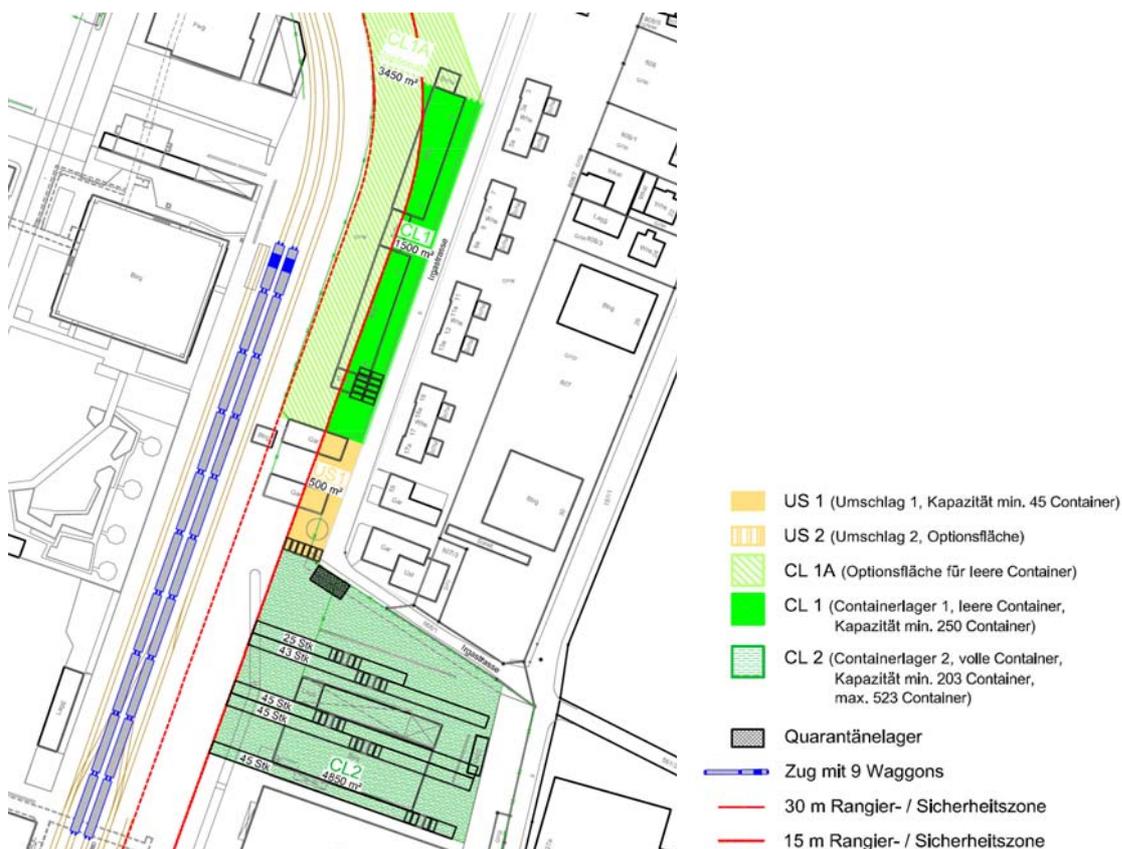


Abbildung 15: Entwurf Containerlager zur Bahnverladung über BASF-Werksgleisanschluss

Schwach belastete, emissionsarme Aushübe könnten ggf. alternativ zum Abtransport per Bahn für eine Entsorgung per Schiff vorgesehen werden. Hierzu findet eine Überprüfung zur Reaktivierung der Schiffsanlegestelle der BASF Grenzach GmbH statt. Planmäßig würde der Aushub als Schüttgut aus einer Einhausung an der Schiffsanlegestelle über gekapselte Förderbänder auf das Schiff verladen und an der Entsorgungsstelle je nach Abfallqualität zur Behandlung oder Deponierung umgeschlagen. Eine grundsätzliche Genehmigungsfähigkeit für den Schiffsverlad muss geprüft werden.

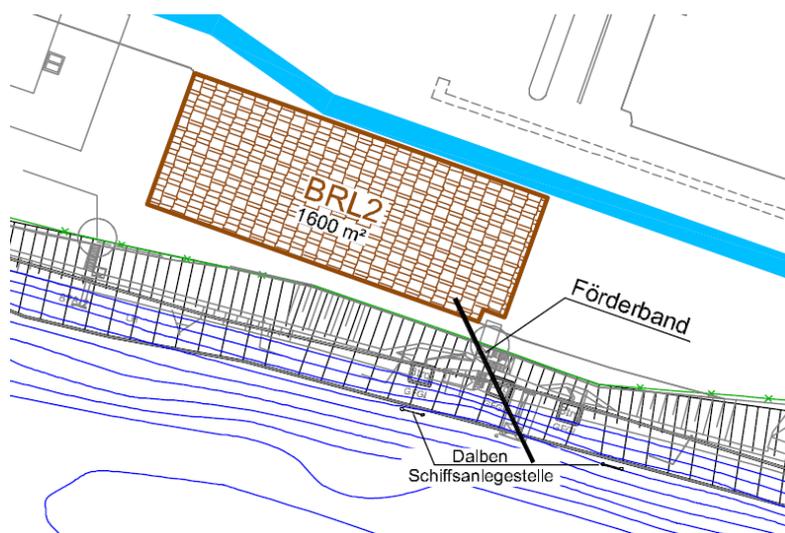


Abbildung 16: Entwurf Einhausung/Bereitstellungslager zur Schiffsverladung

Unkritische wiedereinbaufähige Materialien können ggf. auch offen transportiert und in Haufwerken auf unbefestigten Flächen zu Mieten aufgesetzt werden. Hier erfolgt zum Schutz des Materials vor Nässe und Windverwehung ggf. eine Abplanung.

1.13 Off-site Verladung/Transport/Entsorgung

Von den Zwischenlagern werden die gasdichten Behälter auf die Schiene verladen.

Der Transport und die Entsorgung des schwach kontaminierten Aushubs (> Z 1.2) erfolgt in Abhängigkeit der Deponieraum- bzw. Anlagenkapazitäten per Schiff, Bahn oder Lkw. Ggf. sind längere Zwischenlagerzeiten zu berücksichtigen.

Das Material zur Entsorgung wird je nach Deklarationsanalytik und Materialart auf Deponien der Klassen DK I, DK II, DK III oder in Behandlungsanlagen für Thermische Desorption bzw. in die Hochtemperaturverbrennung verbracht.

Für die Planung bzw. Grobkostenschätzung wird derzeit davon ausgegangen, dass 100 % des Materials thermisch behandelt werden. Davon werden angenommen wiederum 2/3 via Thermische Desorption und 1/3 via Hochtemperaturverbrennung entsorgt.

1.14 Wiederverfüllung/Rekultivierung

Für die Wiederverfüllung ist unbelastetes Fremdmaterial mit einer dem natürlichen Boden vergleichbaren Charakteristik vorgesehen. Sollte wider Erwarten auch einbaufähiges unkritisches Aushubmaterial anfallen bzw. gewonnen werden, kann dieses als Schüttgut zwischengelagert und wieder mit eingebaut werden.

Die Wiederverfüllung in der gesättigten Bodenzone erfolgt nach aktueller Konzeption mit einem inerten natürlichen Sand-Kies-Gemisch (Z 0), der Einsatz von vergleichbaren Ersatzbaustoffen ist in Abhängigkeit von Verfügbarkeit und Rechtslage zum Einbauzeitpunkt weiter zu prüfen.

In der ungesättigten Bodenzone wird lagenweise wiederverfüllt mit Material der Zuordnungsclassen Z 0/Z 1/Z 1.2.

Zuoberst erfolgt die Abdeckung und Rekultivierung mit humosem Oberboden. Die Geländemodellierung wird an angrenzende Geländehöhen angepasst und – sofern keine spezifische Nachnutzung erfolgen soll – nach ökologischen Gesichtspunkten im Hinblick auf die angrenzenden Pflanzen- und Tierlebensräume optimiert.

Falls erforderlich kann eine partielle Öffnung des dichten Verbaus durch Überbohren von einzelnen Partien und Wiederverfüllen mit durchlässigem Material erfolgen. Damit könnte der sanierte Bereich wieder an den quartären Grundwasserleiter angeschlossen werden.

1.15 Grobkostenschätzung

Momentan ist für das Sanierungsprojekt von folgenden Gesamtkosten auszugehen:

Teilleistung	Anz.	Einh.	E-Preis	Summe netto (ohne MwSt.)
Planung und Zusatzuntersuchungen inkl. Überwachung				
Naturschutzfachliche Belange, Ausholzungen	1	ca.	30.000 €	30.000 €
Geophysik, Spundwandrammtest	1	ca.	100.000 €	100.000 €
Bohrungen, Grundwassermessstellen	1	ca.	1.350.000 €	1.350.000 €
Absaug-, Pumpversuche, Emissionsmessungen, Kleinrammbohrungen, bodenmechan. Labortests	1	ca.	180.000 €	180.000 €
Chemische Analysen	1	ca.	530.000 €	530.000 €
Planungsleistungen nach HOAI	1	Stück	750.000 €	750.000 €
Arbeitsschutz- und SiGe-Planung	1	ca.	200.000 €	200.000 €
Weitere Fachplanungen ¹	1	ca.	500.000 €	500.000 €

Teilleistung	Anz.	Einh.	E-Preis	Summe netto (ohne MwSt.)
Sanierung 2014 - 2017				
Baustelleninfrastruktur	1	Stück	2.400.000 €	2.400.000 €
Energieversorgung	156	Wo.	10.000 €	1.560.000 €
Grubenverbau (vertikal, ggf. zusätzlich horizontal)	1	Stück	11.700.000 €	11.700.000 €
Techn. Schutz: Einhausungen, Abluftreinigung	1	Stück	7.500.000 €	7.500.000 €
Arbeitsschutzmaßnahmen	1	Stück	600.000 €	600.000 €
Aushub und Triage	120.000	m ³	45 €	5.400.000 €
Transport und Entsorgung, Thermik TD (Annahme 2/3 der Menge)	160.000	t	250 €	40.000.000 €
Transport und Entsorgung, Thermik HT (Annahme 1/3 der Menge)	80.000	t	350 €	28.000.000 €
Reaktivierung Werksgleis, Schiffsanleger	1	Stück	200.000 €	200.000 €
Wiederverfüllung	120.000	m ³	25 €	3.000.000 €
Grundwasserentnahme, -reinigung, Gebühren ²	1.000.000	m ³	4 €	4.000.000 €
Örtl. Bauüberwachung, Arbeitsschutz- und SiGeKo, Bauoberleitung und Dokumentation	1	Stück	2.150.000 €	2.150.000 €
Baubegleitende Fachplanerleistungen	1	Stück	250.000 €	250.000 €
Chemische Analytik (Abfall, Luft, Abwasser)	1	Stück	750.000 €	750.000 €
Nachsorge				
Erfolgskontrolle, Grundwassermonitoring	3	Jahre	40.000 €	120.000 €
Unvorhergesehenes	10	%	111.270.000 €	11.127.000 €
Sanierungs-Projektkosten Perimeter 1 netto zzgl. MwSt., gerundet				125.000.000 €

¹ Verbaustatik, Vermessung, Toxikologie, Immissionsprognosen etc.

² bei bis 10 l/s, Laufzeit bis 4 Jahre; Abwassergebühren Gemeinde Grenzach-Wyhlen/BASF vorl. angenommen für 2014 - 2018 mit 3,0 €/m³

Tabelle 1: Grobkostenschätzung Variante 1

Beschreibung der am Standort einsetzbaren Verfahren Variante 2 – Aushub mit onsite-Behandlung

Standortcharakteristik Perimeter 1

Fläche rd. 12.000 m²

weitestgehend unversiegelt

Anrainerflächen: Rhein, Rheinuferweg, Salzländeweg, Köchlinstraße, BASF-Werksgelände (Perimeter 2), Trasse geplante Umfahrungsstraße B 34 (Perimeter 3)

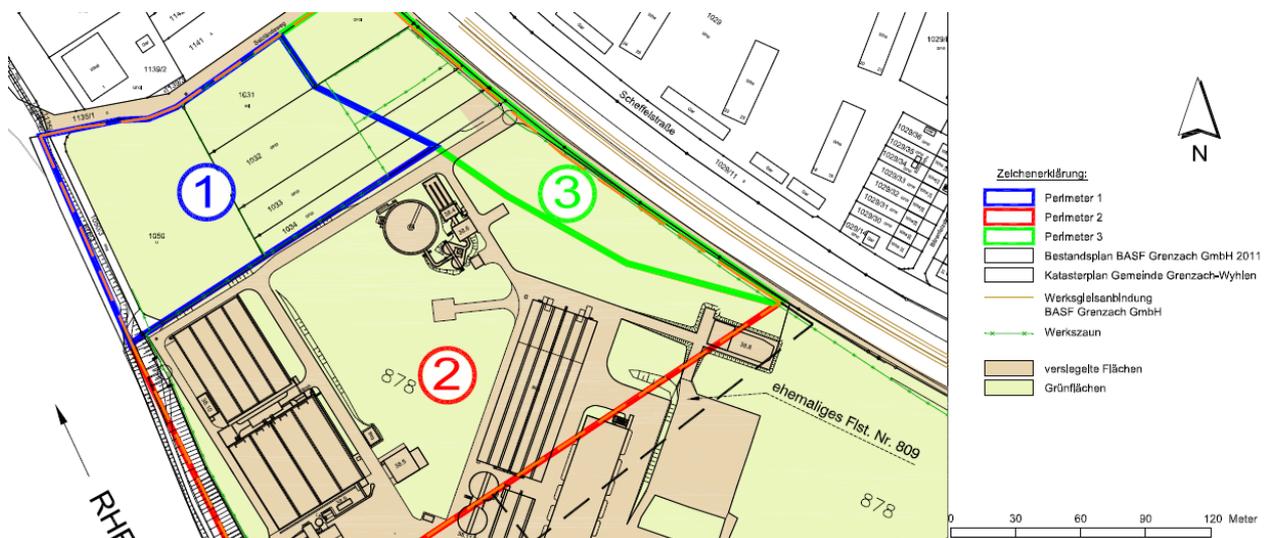


Abbildung 1: Übersicht der Sanierungsperimeter

Die Sanierungsvariante 2 sieht für den Perimeter 1 einen Bodenaustausch in der kontaminierten ungesättigten und gesättigten Bodenzone vor mit teilweiser Behandlung des Materials vor Ort und Wiedereinbau.

Die Aushubmaßnahme selbst erfolgt dabei in weiten Teilen analog zur Variante 1 Aushub mit Entsorgung, vgl. Anl. 3.1. Für die detaillierte Beschreibung wird auf diese Anlage verwiesen.

Während bei der Variante Aushub mit Entsorgung der wesentliche Teil des Materials in entsprechende Standort-externe Entsorgungsanlagen abtransportiert wird und nur im günstigen Fall ein kleiner Anteil des Aushubs ohne Behandlung wieder eingebaut werden kann, wird bei der Variante 2 ein weitaus größerer Anteil wieder eingebaut. Dies bedingt jedoch eine vorgängige Behandlung vor Ort.

Die Bodenreinigung vor Ort ist als alleinige Maßnahme für Perimeter 1 nur eingeschränkt umsetzbar, da sie einen großen Platzbedarf hat. Während für die Entsorgung bei Variante 1 lediglich Zwischenlagerflächen auf dem BASF Werksgelände erforderlich sind, benötigt eine Bodenbehandlungsanlage einen größeren zusammenhängenden Bereich, der neben einer soliden Sohlbefestigung eine Kompletteinhausung und infrastrukturelle Ausstattung entsprechend der Aushubhalle selbst benötigt. Die eigentliche, weitgehend zu automatisierende Reinigungsanlage in dieser Halle stellt einen zusätzlichen Schwerpunkt der Konzeption dar.

Eine Bodenreinigung wird aufgrund der extremen und teilweise nicht identifizierbaren Belastungen nur für einen Teil des Materials infrage kommen. Die Kalkulation geht hierbei von etwa 50 % des Aushubs aus, insbesondere z. B. Leerkiese etc. Der restliche Aushub geht in die Entsorgung analog Variante 1, wobei gegenüber Variante 1 (vgl. Anlage 3.1) der Anteil an der Hochtemperaturverbrennung belassen wurde und lediglich Anteile der Thermischen Desorption der Behandlung vor Ort zugeschlagen wurde.

Zur Reinigung der infrage kommenden Lockergesteine und auch der unauffälligen Böden bestehen neben mechanischen Verfahren (Waschen) auch physikalisch-thermische Verfahren in Kombination mit Einsatz von Substraten zur Förderung des biologischen Abbaus. Für eine konkrete Planung der Anlage wären noch ausführliche Voruntersuchungen im Labor- und Technikumsmaßstab erforderlich.

Ein kritischer Punkt des Verfahrens ist das Verhältnis von behandelbarem und zu entsorgendem Aushub bzw. das Verhältnis der Kosten für die Behandlungsanlage vor Ort zu den Kosten für Transport und Behandlung/Entsorgung offsite. Dieser Punkt bewirkt zwar für die onsite-Behandlung eine positivere Umweltbilanz, birgt aber das Risiko von erheblichen Mehrkosten. Das Konzept ist daher mit entsprechenden Unsicherheiten behaftet.

Nachfolgend sind exemplarisch Beispiele für Bodenreinigungsanlagen aufgeführt (Quelle: <http://www.zech-umwelt.com/>):



Abbildung 2: Beispiele für Bodenbehandlungsanlagen

Das Prinzip der Bodenwäsche und der biologischen Behandlung wird in folgenden Skizzen verdeutlicht (Quelle: <http://www.zech-umwelt.com/>):

Teilleistung	Anz.	Einheit	Summe netto (ohne MwSt.)
Planung	1	ca.	285.000 €
Zusatzuntersuchungen inkl. Überwachung/Dokumentation	1	ca.	3.400.000 €
Sanierung			
Baustelleninfrastruktur und Aushub analog Variante 1	1	ca.	32.500.000 €
onsite-Behandlung			
Techn. Schutz: Einhausungen, Abluftreinigung für Behandlungsanlage	1	ca.	7.500.000 €
Behandlungsanlage	1	ca.	10.000.000 €
Behandlung von Material vor Ort	120.000	t	24.000.000 €
Transport und Entsorgung, Thermik TD (Annahme 1/6 der Menge)	40.000	t	10.000.000 €
Transport und Entsorgung, Thermik HT (Annahme 2/6 der Menge)	80.000	t	28.000.000 €
Wiederverfüllung behandeltes Material	60.000	m ³	900.000 €
Wiederverfüllung sauberes Material	60.000	m ³	1.500.000 €
Zwischensumme onsite-Behandlung			81.900.000 €
Nachsorge	1	3 Jahre	120.000 €
Unvorhergesehenes	10	%	11.800.000 €
Sanierungs-Projektkosten Perimeter 1 netto, gerundet			130.000.000 €

Tabelle 1: Grobkostenschätzung Variante 2

Beschreibung der am Standort einsetzbaren Verfahren Variante 0B – Aktive Abstromsicherung

Standortcharakteristik Perimeter 1

Fläche rd. 12.000 m²

weitestgehend unversiegelt

Anrainerflächen: Rhein, Rheinuferweg, Salzländeweg, Köchlinstraße, BASF-Werksgelände (Perimeter 2), Trasse der geplanten Umfahrungsstraße B34 (Perimeter 3)

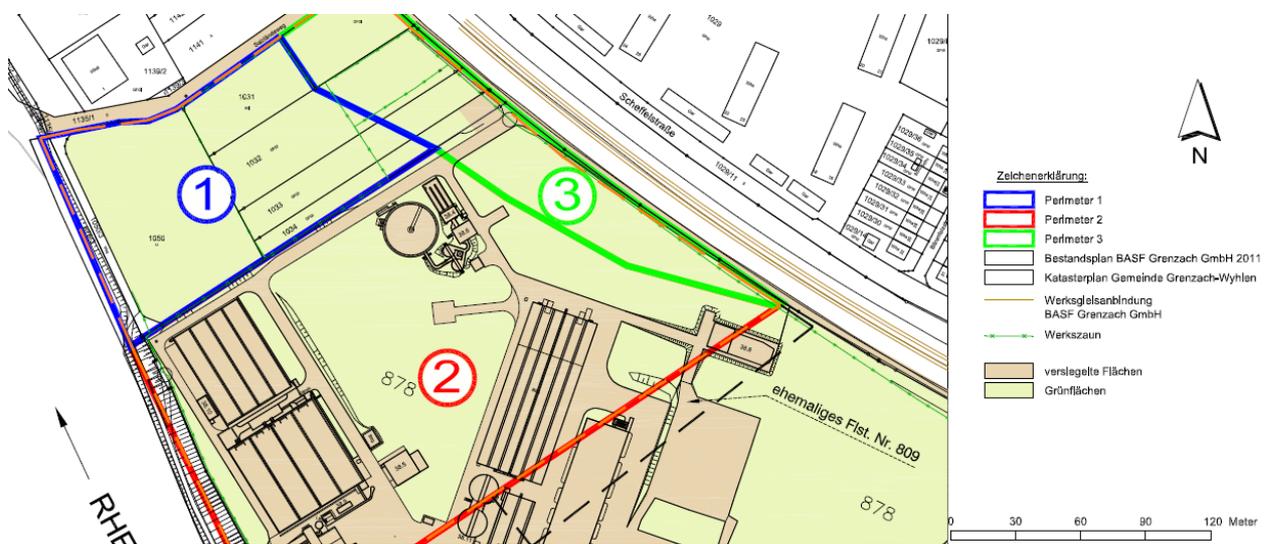


Abbildung 1: Übersicht der Sanierungsperimeter

Bei der Variante 0B ist vorgesehen, im Schadensherd bzw. im nahen Abstrom des Perimeter 1 eine hydraulische Standortsicherung und Grundwasserreinigung zu betreiben. Die Abreinigung des Grundwassers erfolgt über eine 2-stufige Aktivkohleeinheit zur Abgabe in die Kanalisation. Erste hydraulische Bemessungen ergeben eine notwendige Förderrate von insgesamt rd. 1,5 l/s bzw. 135 m³/d.

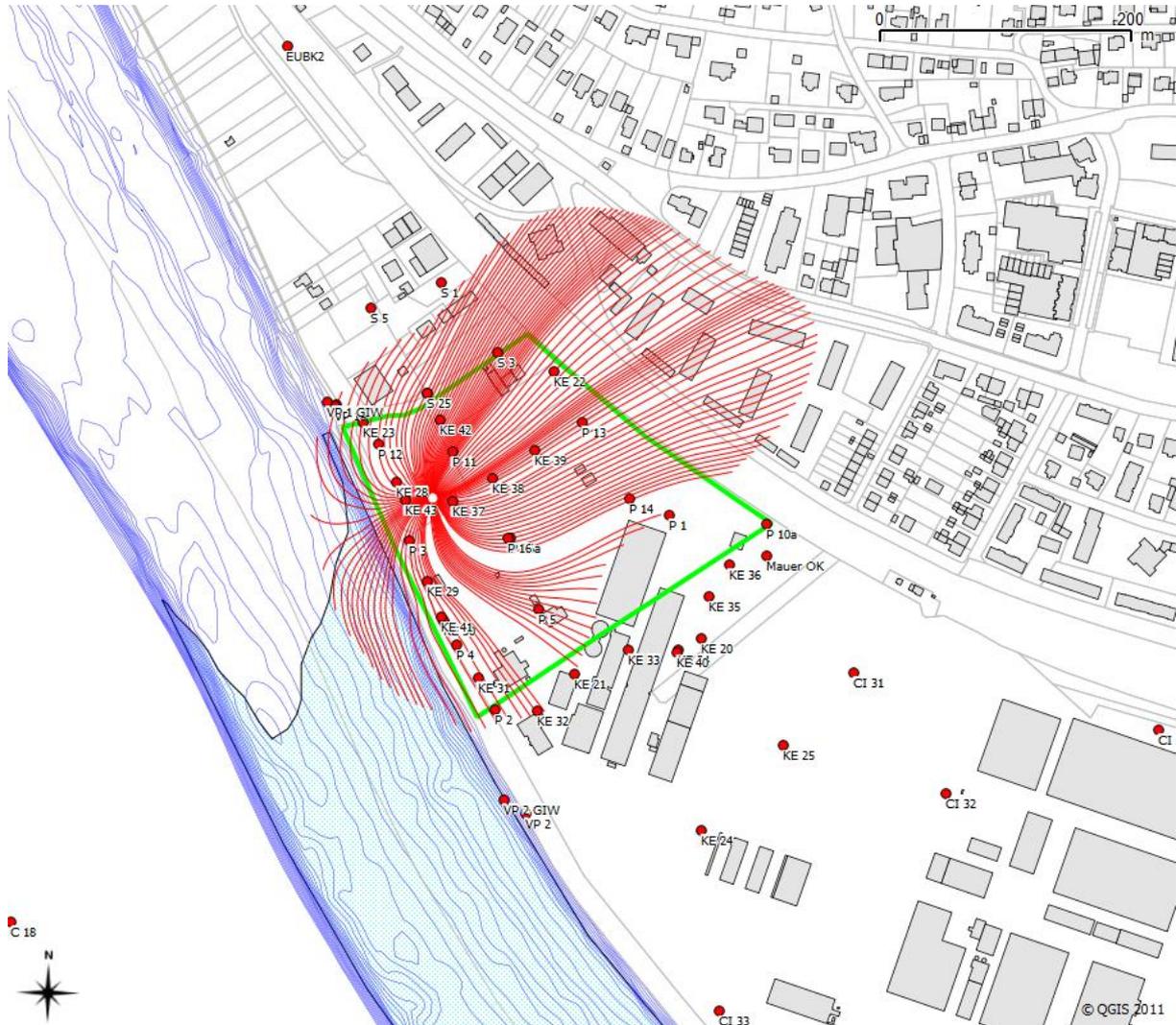


Abbildung 2: Einzugsbereich hydraulische Standortsicherung

Mit der Sanierungsvariante 0B ist ergänzend oder als Ersatz zur großflächigen hydraulischen Standortsicherung über die Betriebswasserförderung aus BR 49 eine Schadstoffrückhaltung und ein Austrag ohne weitere Verschleppung der Schadstoffe möglich. Im Einzelnen sind folgende Maßnahmen geplant:

- Errichtung und Betrieb einer Grundwasserreinigungsanlage (Vorlagebecken, 2-stufige Aktivkohleeinheit, Niveausteuern)
- Anbindung der Sanierungsbrunnen an das 2-stufige Aktivkohlereinigungsmodul, unterflurig, frostsicher verlegte Verrohrungen
- Inbetriebnahme einer Grundwasserförderung mit ca. 1,5 l/s
- Ableitung des gereinigten Abwassers in die örtliche Kanalisation

Bauleistungen	Schätzkosten [netto ca. €]	Bauzeit [Monate]
Verrohrungen, Anbindung an GWM	70.000	12
Grundwasserreinigungsanlage, (Neuanschaffung und einmalige Erneuerung)	530.000	
Wartung der Anlage, inkl. Reinvestition angenommen jährlich 25.000 € (Kalkulationszeitraum 50 Jahre, Summe diskontiert, Kalkulationszinsfuß 2 %)	800.000	
Abwassergebühren angenommen jährlich 120.000 € (Kalkulationszeitraum 50 Jahre, Summe diskontiert, Kalkulationszinsfuß 2 %)	3.900.000	
Stromverbrauch angenommen jährlich 5.000 € (Kalkulationszeitraum 50 Jahre, Summe diskontiert, Kalkulationszinsfuß 2 %)	160.000	
Aktivkohleverbrauch angenommen 40.000 €/a (Kalkulationszeitraum 50 Jahre, Summe diskontiert, Kalkulationszinsfuß 2 %)	1.300.000	
Summe Bauleistungen/Verbrauch	6.800.000	
Ingenieurleistungen	Gesamtkosten [netto ca. €]	[Monate]
Planung Reinigungsanlage, Ausschreibung	50.000	5
Sanierungsüberwachung (Grundwassermonitoring, Dokumentation, Berichte) angenommen jährlich 45.000 € (Kalkulationszeitraum 50 Jahre, Summe diskontiert, Kalkulationszinsfuß 2 %)	1.500.000	
Analytik nach Maßgabe der genehmigten Sanierungsplanung angenommen jährlich 60.000 € (Kalkulationszeitraum 50 Jahre, Summe diskontiert, Kalkulationszinsfuß 2 %)	1.900.000	
Gesamtsumme netto	10.000.000	

Tabelle 1: Grobkostenschätzung Variante 0B

Beschreibung der am Standort einsetzbaren Verfahren Variante 0A - Passive Abstomsicherung

Standortcharakteristik Perimeter 1

Fläche rd. 12.000 m²

weitestgehend unversiegelt

Anrainerflächen: Rhein, Rheinuferweg, Salzländeweg, Köchlinstraße, BASF-Werksgebiet (Perimeter 2), Trasse der geplanten Umgehungsstraße B 34 (Perimeter 3)

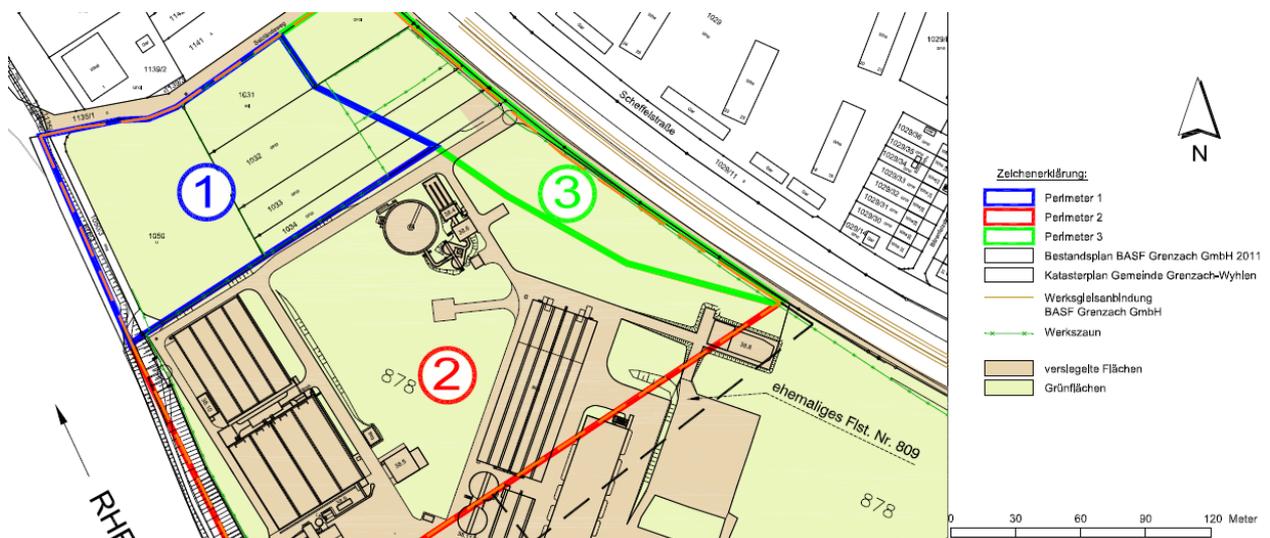


Abbildung 1: Übersicht der Sanierungsperimeter

Die Sanierungsvariante 0A sieht eine passive hydraulische Sicherung vor, um den weiteren Abstrom des kontaminierten Grundwassers ins BASF-Werksgebiet bei Betrieb von BR 49 zu minimieren. Die passive Abstomsicherung zielt entweder auf die Fassung des Schadstoffherds innerhalb der Kessler-Grube oder er erfasst die abstromige Schadstofffahne. Das kontaminierte Grundwasser passiert eine in-situ zu installierende Reinigungseinheit und wird in den Unterstrom der Staustufe Birsfelden abgeleitet.

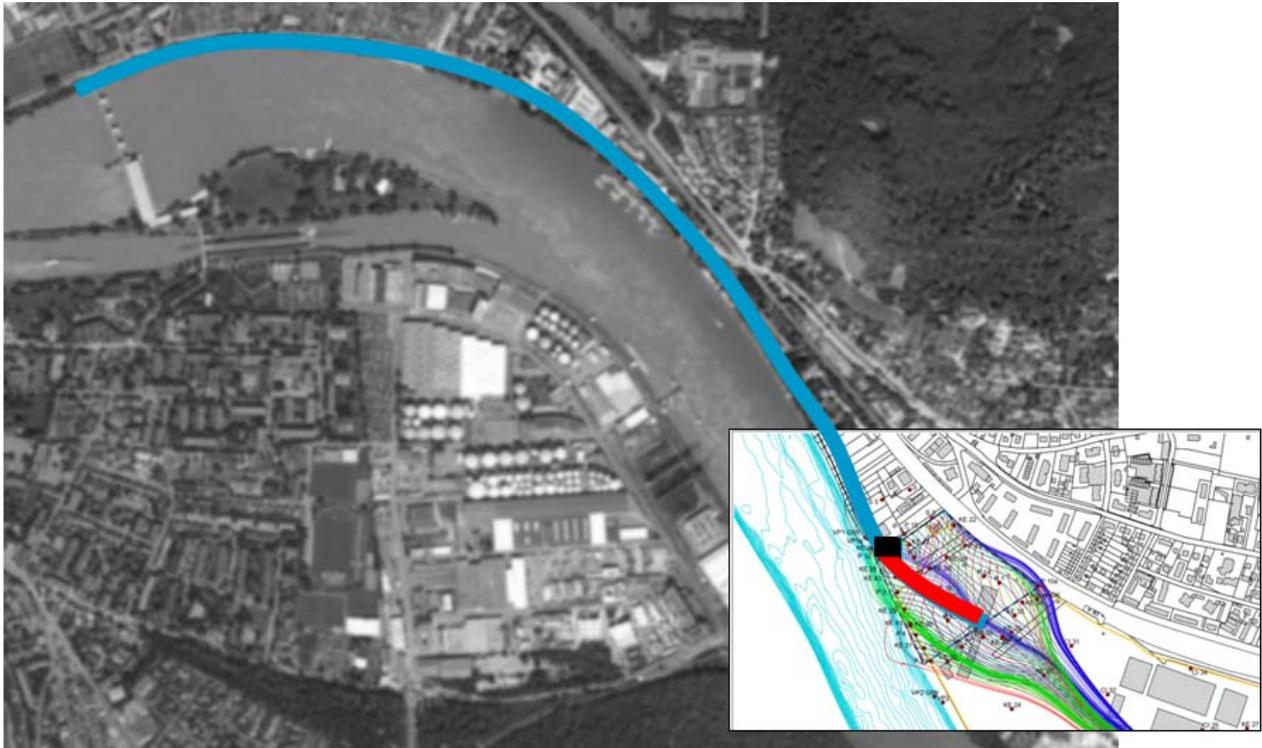


Abbildung 2: Schematischer Lageplan

Neben der noch zu klärenden prinzipiellen Genehmigungsfähigkeit der im Rhein bzw. am Rheinufer zu führenden Ablaufleitung mit Passage der Staustufe Birsfelden steht die Funktionalität der passiven Abstomsicherung in Abhängigkeit zum Ort der Fassung des kontaminierten Grundwassers.

Nachfolgend werden verschiedene Fassungsgebiete für die passive Abstomsicherung erörtert:

- Eine Fassung innerhalb des unbebauten Perimeters 1 würde die Leitungsverlegung bautechnisch weitestgehend barrierefrei zulassen. Die Entnahme müsste in Abhängigkeit der Rheinwasserspiegelschwankungen bei Betrieb von BR 49 und der vorherrschenden Grundwasserfließrichtung eine Potenzialumkehr bewirken.
- Eine alternative Installation des Fassungsgebietes unmittelbar am zugänglichen Rheinufer in der Kontrollebene Rhein müsste eine gleichzeitige oder vornehmliche Dränage des Rheins ausschließen.
- Eine Fassung im Abstrom außerhalb der Kessler-Grube ist ebenfalls erheblichen Einschränkungen durch den Baubestand unterworfen. Durch den geplanten Rückbau der Gebäude auf dem BASF-Werksgelände ergeben sich ggf. Möglichkeiten zur erleichterten Trassenführung.
- Die Errichtung einer umlaufenden Dichtwand in Perimeter 2 würde die Grundwasserfließverhältnisse maßgeblich verändern. Die Positionierung einer passiven Dränage für Perimeter 1 müsste in diesem Fall nochmals grundsätzlich auf ihre Machbarkeit geprüft und hydrogeologisch verifiziert werden.

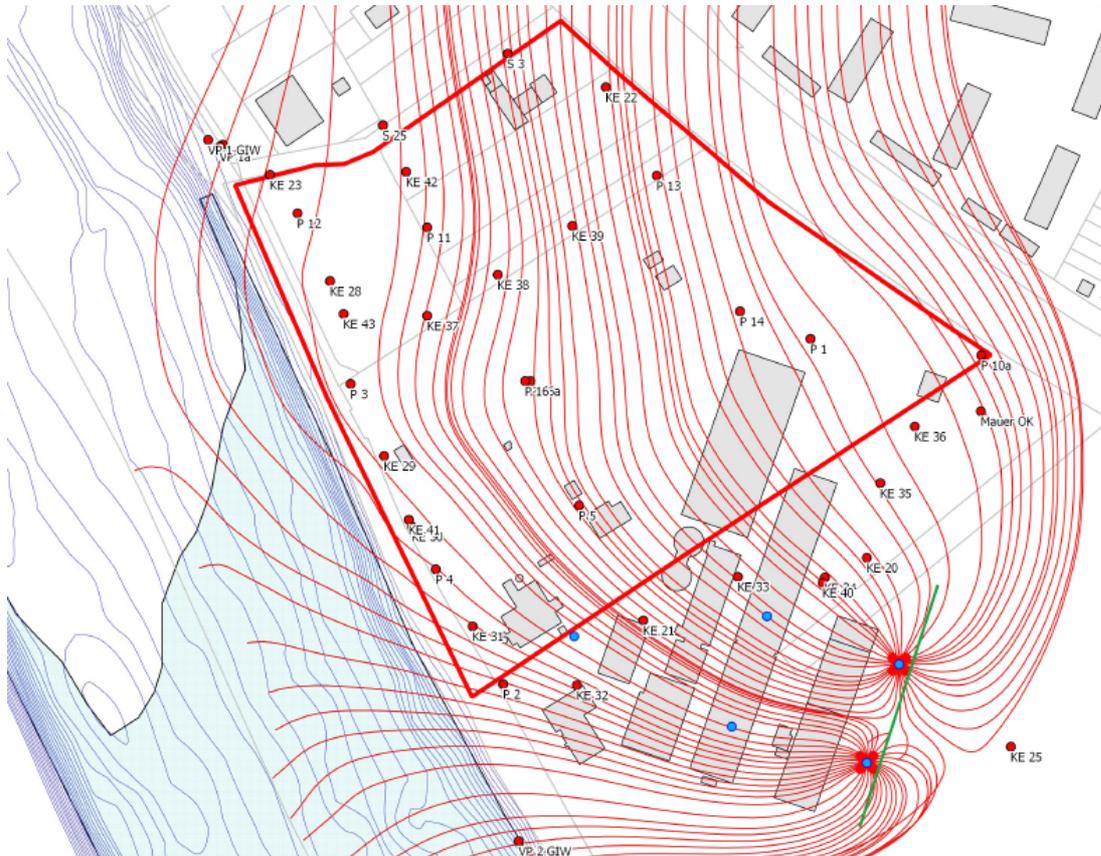


Abbildung 3: Simulation des Erfassungsbereichs (ohne Dichtwand Perimeter 2)

Die erörterten Fassungskbereiche unterscheiden sich aufgrund der unterschiedlichen geologischen/hydrogeologischen Situation und Lage zum Schadstoffherd bzw. dessen Abstromfahne.

Erste orientierende numerische Berechnungen an verschiedenen Fassungskbereichen zeigen eine große Bandbreite der nötigen Entnahmemengen von rund 1 l/s und bis weit über 10 l/s, um bei Betrieb von BR 49 und in Relation zum Mittelwasserstand des Rheins die nötige Grundwasserabsenkung zu erreichen.

Die gefasste Wassermenge ist bei Einsatz von Aktivkohle zur Redundanz in jedem Fall durch eine mehrstufige Reinigungseinheit zu leiten. Die Reinigungsleistung steht wiederum in Abhängigkeit der Durchsatzmenge bzw. der Verweilzeit sowie der ggf. zeitlich und räumlich konkurrierenden Schadstoffbandbreite und ist somit ein bestimmendes Element zur Auslegung der Anlage.

Alle angeführten Aspekte (Lage, resultierende Entnahmemenge und Schadstoffvariabilität) sind wiederum bestimmende Eingangsgrößen für die Auslegung des Leitungsquerschnitts der Ablaufleitung im/am Rhein.

Um mit der Potenzialdifferenz von rd. 4 m eine Reinigung und „passive“, nicht pumpenunterstützte Ableitung aus dem Bereich Kessler-Grube in den Unterlauf des Rheins der Staustufe Birsfelden auch mittel- und langfristig zu ermöglichen, wären im Vorgriff von belastbaren Kostenbetrachtungen weitere Erhebungen und Berechnungen zur Eingrenzung und Überprüfung der konkreten Realisierbarkeit durchzuführen.

Mit der Sanierungsvariante 0A wurde vorbehaltlich einer Wirksamkeits- und Detailprüfung folgender prinzipieller methodischer Ansatz gewählt:

- Fassung des Grundwassers des Perimeter 1 über Horizontalfilterrohre (PEHD)
- Durchleitung des gefassten Grundwassers durch ein zweistufiges Aktivkohle-Reinigungssystem (PEHD)
- Ableitung des gereinigten Grundwassers über eine im Rhein uferparallel verlaufende Leitung bis unter die Staustufe Birsfelden (PEHD)

Bauleistungen und Wartung/Reinvestition	Gesamtkosten [netto ca. €]	Bauzeit [Monate]
Ablaufleitung, Grundwasserfassung	1.600.000	12
Grundwasserreinigungsanlage	400.000	
Wartung der Anlage inkl. Reinvestition angenommen jährlich 35.000 € (Kalkulationszeitraum 50 Jahre, Summe diskontiert, Kalkulationszinsfuß 2 %)	1.100.000	
Summe	3.100.000	
Ingenieurleistungen und Analytik	Gesamtkosten [netto ca. €]	[Monate]
Erhebungen, Voruntersuchungen, Machbarkeitsstudie, Planung (Genehmigungs-, Ausführungs-, Vergabeplanung, Fachbauleitung, Dokumentation und Qualitätsüberwachung)	300.000	18
Sanierungsüberwachung (Grundwassermonitoring, Dokumentation, Berichte) angenommen jährlich 35.000 € (Kalkulationszeitraum 50 Jahre, Summe diskontiert, Kalkulationszinsfuß 2 %)	1.100.000	
Analytik nach Maßgabe der genehmigten Sanierungsplanung angenommen jährlich 50.000 € (Kalkulationszeitraum 50 Jahre, Summe diskontiert, Kalkulationszinsfuß 2 %)	1.500.000	
Summe	2.900.000	
Gesamtsumme netto	6.000.000	

Tabelle 1: Grobkostenschätzung Variante 0A

ANLAGE 4

Projektlaufpläne

- 4.1 Projektlaufplan Zusatzuntersuchungen
- 4.2 Projektlaufplanung Sanierung

Sanierung der Altablagerung Kessler-Grube, Grenzach-Wyhlen

Perimeter 1 - Vorläufiger Zeitplan - ENTWURF Stand Oktober 2012



Gutachten Nr. 2120879(2), Anlage 4.2

