

Sanierungsplan für Perimeter 2 der Altablagerung Kessler- Grube in Grenzach-Wyhlen, Baden-Württemberg

Sanierungsplan gemäß §13 BBodSchG

09. Mai 2014

www.erm.com

Altablagerung Kessler-Grube
Grenzach-Wyhlen, Baden-Württemberg



Sanierungsplan für Perimeter 2 der
Altablagerung Kessler-Grube in
Grenzach-Wyhlen,
Baden-Württemberg
Sanierungsplan gemäß §13 BBodSchG

Erstellt für:
BASF Grenzach GmbH
Köchlinstraße 1
79639 Grenzach-Wyhlen

ERM GmbH
Neu-Isenburg
09. Mai 2014

pp.a. Ulrich Desery
Ulrich Desery
Partner

pp.a. Reiner Melzer
Reiner Melzer
Project Director, Partner

i.A. Dr. Matthias Weede
Dr. Matthias Weede
Project Manager,
Principal Consultant

i.V. Thomas Wellmann
Thomas Wellmann
Project Manager,
Technical Director

Sitz der Gesellschaft:

Frankfurt
Siemensstrasse 9
D-63263 Neu-Isenburg
Tel.: +49 (0) 61 02/206-0
Fax.: +49 (0) 61 02/206-202
E-Mail: germany@erm.com
http://www.erm.com

Geschäftsführer
Martin Gundert

Amtsgericht Offenbach
HRB 42108

USt-IdNr. (VAT ID No.)
DE248679829

Bankverbindungen
Please remit to
Commerzbank, Neu-Isenburg
Konto-Nr.: 4 078 788
BLZ: 500 400 00
SWIFT: COBADEFF 504
IBAN DE24 5004 0000 0407 8788 00

Deutsche Bank, Darmstadt
Konto-Nr.: 2 100 840
BLZ: 508 700 05
SWIFT: DEUTSCHDEFF 508
IBAN DE12 5087 0005 0210 0840 00

Mitglied der
Environmental Resources
Management Group

Dieser Bericht wurde von ERM GmbH (ERM) mit der gebotenen Sorgfalt und Gründlichkeit im Rahmen der Allgemeinen Auftragsbedingungen für den Kunden und für seine Zwecke erstellt. ERM übernimmt keine Haftung für die Anwendungen, die über die im Auftrag beschriebene Aufgabenstellung hinausgehen. ERM übernimmt ferner gegenüber Dritten, die über diesen Bericht oder Teile davon Kenntnis erhalten, keine Haftung. Es können insbesondere von dritten Parteien gegenüber ERM keine Verpflichtungen abgeleitet werden.

PROJEKT NR. P0170487

ZUSAMMENFASSUNG

Environmental Resources Management (ERM) wurde im Mai 2012 durch die *BASF Grenzach GmbH (BASF)* mit der Erstellung eines Sanierungsplans für Perimeter 2 der Altablagerung Kessler-Grube auf dem BASF Standort in Grenzach-Wyhlen beauftragt.

Die rechtliche Grundlage des vorliegenden Sanierungsplans sind Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) und Bundes-Bodenschutzverordnung (BBodSchV). Das Ziel des Sanierungsplans ist es, die Ergebnisse der Gefährdungsabschätzung und der Sanierungsuntersuchungen zusammenzufassen, Angaben über die bisherige und zukünftige Nutzung des zu sanierenden Grundstücks zu machen, und die Sanierungsziele und die hierfür erforderlichen Maßnahmen sowie deren zeitlichen Ablauf darzustellen.

Im Zeitraum von etwa 1913 bis 1969 wurden lokale Kiesvorkommen im Bereich des heutigen BASF Standortes abgebaut. Die Kiesgruben wurden anschließend von 1950 bis in die 1970er Jahre hinein durch die Firmen Hoffmann-La Roche AG, Ciba AG und J. R. Geigy AG, Eberhard & Bösch, Pfirter, Kohler (Salubra) sowie die Gemeinde Grenzach verfüllt. Unter anderem wurden Gewerbeabfälle, Hausmüll, Bauschutt, Schlacken, Galvanikschlämme und Abfälle aus der chemischen Produktion (z.B. Filtrückstände) abgelagert.

Am 19. Juli 2011 wurde in einer Sitzung der Altlasten-Bewertungskommission Baden-Württemberg auf Grundlage der vorliegenden Ergebnisse der Detailuntersuchung offiziell eine Sanierungsrelevanz für die Altablagerung Kessler-Grube festgestellt. Zur Umsetzung der Sanierung wurde die Fläche der Kessler-Grube auf Grundlage der Ergebnisse der Detailuntersuchung im Folgenden in drei Perimeter aufgeteilt.

In den Untersuchungen zeigten sich im Bereich des Perimeters 2 (BASF) Überschreitungen von Prüf-/ Beurteilungswerten im Untergrund und von zulässigen Schadstofffrachten (E_{\max} -Werte) im Grundwasser. Als Hauptschadstoffe wurden Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX), Ammonium, Aromatische Amine, Aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX / Benzol), Chlorbenzole, Phenole (Index) und Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) identifiziert.

Im Ergebnis der 2012/2013 durchgeführten Sanierungsuntersuchung konnte gezeigt werden, dass die Sanierung des Abfallkörpers der ehemaligen Geigy-Grube in Perimeter 2 durch eine umlaufende Dichtwand mit mehrschichtiger Oberflächenabdichtung und zusätzlicher hydraulischer Sicherung eine

geeignete und angemessene Maßnahme zur Sanierung des Perimeters 2 darstellt. Am 01.03.2013 wurde im Rahmen einer Besprechung im LRA Lörrach diese Sanierungsvariante und die Ergebnisse der Sanierungsuntersuchung der Altlasten-Bewertungskommission Baden-Württemberg vorgestellt. Im Ergebnis der Besprechung bestätigte die Bewertungskommission, dass es sich bei der Einkapselung um eine zielführende und geeignete Sanierungsvariante handelt und erklärte für Perimeter 2 das Beweisniveau 4 (BN 4) für erreicht.

Der Bauablauf des gewählten Sanierungsansatzes gliedert sich in die folgenden Abschnitte:

- Bau einer Dichtwand, die die Altablagerung Geigy-Grube umschließt (Länge: 815 m, Dicke: 1 m; Tiefe: bis 21-31 m u. GOK) und bis etwa 9 m in den Muschelkalk hinein einbindet, zzgl. 400 m² Versuchskasten
- Aufbringen einer mehrschichtigen Oberflächenabdichtung mit einer Gesamtfläche von ca. 36.000 m² (3,6 ha)
- Installation und Betrieb einer hydraulischen Sicherung mit max. 9 Pumpbrunnen im Inneren der Kapsel und ca. 34 Kontrollmessstellen innerhalb und außerhalb der Kapsel, inkl. Errichtung und Betrieb einer Grundwasserreinigungsanlage in einer ca. 300 m² umfassenden Einhausung

Die für die Sanierung von Perimeter 2 erforderlichen Bauarbeiten werden voraussichtlich von Frühjahr 2015 bis Mitte 2017 dauern, also etwas länger als 2 Jahre. Während der gesamten Bauzeit kann die kommunale Kläranlage weiterbetrieben werden. Für Juni 2017 ist der Beginn des regulären Sanierungsbetriebs vorgesehen. Während der Sanierungsmaßnahme und darüber hinaus wird die Grundwasserqualität innerhalb und außerhalb der Kapsel durch ein Monitoringprogramm mit regelmäßigen Probenahmen überwacht.

Die Nachhaltigkeit der Sanierung von Perimeter 2 mittels Einkapselung wurde im Vergleich zum Aushub durch einen unabhängigen Gutachter bewertet. Das Resultat dieser vergleichenden Nachhaltigkeitsbewertung zeigt, dass die Nachhaltigkeit beider Varianten gegeben ist.

Für Perimeter 2 ist nach Abschluss der Bauarbeiten weiterhin eine gewerbliche/ industrielle Nutzung vorgesehen.

EXECUTIVE SUMMARY

In May 2012, *Environmental Resources Management (ERM)* was commissioned by *BASF Grenzach GmbH (BASF)* to conduct a remedial investigation (*Sanierungsuntersuchung*) and to prepare a remediation plan (*Sanierungsplan*) for Kessler-Grube, Perimeter 2. The former landfill is part of the active BASF production site located in Grenzach-Wyhlen, Germany.

The German Federal Soil Protection Act and Ordinance (*Bundes-Bodenschutzgesetz, BBodSchG* and *Bundes-Bodenschutzverordnung, BBodSchV*) are the legal basis of the remediation plan. It is the objective of the following report to summarise the outcome of the remedial investigation and risk assessment, to provide information on current and future Site usage and to list the remedial targets and the required remedial measures as well as the schedule.

From approximately 1913 until 1969, local gravel deposits in the area of today's BASF site were quarried. In the following years, companies as Hoffmann-La Roche AG, Ciba AG, J.R. Geigy AG, Eberhard & Bösch, Pfirter, Kohler (Salubra), as well as the village of Grenzach refilled the abandoned gravel pit with industrial waste, household waste, construction debris, slag, electroplating sludge and waste from chemical production processes (e.g. residues from filtration processes).

Based on the results of the detailed investigation (*Detailuntersuchung*), the evaluation committee for contaminated sites (*Altlasten-Bewertungskommission*) in Baden-Württemberg decided on 19 July, 2011 that the former landfill Kessler-Grube has to be remediated. Based on the results of the detailed investigation, the Kessler-Grube was then divided into 3 separate areas (*Perimeter 1-3*).

In the area of Perimeter 2 (BASF), the investigation revealed the exceedance of applicable reference values and contaminant mass flux in groundwater. Adsorbable organohalogenes (AOX), ammonia, aromatic amines, aromatic hydrocarbons (BTEX/benzene), chlorobenzenes, phenols and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) were identified as main contaminants of concern.

The remedial investigation conducted in 2012/2013 showed that the complete encapsulation of the former Geigy-landfill with a surrounding slurry wall, multi-layered surface sealing and hydraulic pump & treat measure is the most suitable, feasible and appropriate approach to remediate Perimeter 2. The

results of the remedial investigation (*Sanierungsuntersuchung*) and the favourite remedial approach were presented to the evaluation committee for contaminated sites in Baden-Württemberg on 1 March, 2013. The committee officially confirmed that the chosen remediation approach is expedient and suitable for Perimeter 2 and declared that the level of evidence (*Beweisniveau*) BN4 has been reached.

Milestones in the realization of the chosen remedial approach are listed in the following:

- Construction of a slurry wall enclosing the former landfill Geigy-Grube (length: 815 m, thickness: 1 m, depth: 21-31 m below ground level), reaching down to approx. 9 m below bedrock surface (*Muschelkalk*) and construction of a 400 m² test field
- Installation of 36,000 m² (3.6 ha) multi-layered surface sealing
- Installation and operation of a hydraulic pump & treat system with a maximum of 9 pumping wells within the capsule and approx. 34 groundwater monitoring wells both within and outside the capsule; installation and operation of a groundwater treatment plant in 300 m² housing

The planned construction works for the remediation of Perimeter 2 are scheduled to take approximately two years and to be completed in the period 2015-2017. Operation of the municipal waste water treatment plant will not be affected by the remediation works. The hydraulic remediation system is planned to start operation in June 2017. The groundwater quality within and in the surrounding area of the capsule will be continuously monitored, during the remediation works and beyond.

An independent expert evaluated the sustainability of the encapsulation approach in Perimeter 2, in comparison to a potential excavation. According to the expert's report, both remedial approaches are sustainable.

A commercial/industrial future site usage is planned for Perimeter 2.

INHALT

ZUSAMMENFASSUNG

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | EINFÜHRUNG | 14 |
| 1.1 | VERANLASSUNG UND HINTERGRUND | 14 |
| 1.2 | ZIELSETZUNG UND GLIEDERUNG | 14 |
| 1.3 | ALLGEMEINE ANGABEN ZUR ALTABLAGERUNG | 15 |
| 2 | DARSTELLUNG DER AUSGANGSLAGE | 16 |
| 2.1 | RECHTLICHE GRUNDLAGE | 16 |
| 2.2 | STANDORTVERHÄLTNISSE | 16 |
| 2.2.1 | <i>Lage und aktuelle Nutzung</i> | 16 |
| 2.2.2 | <i>Zukünftige Nutzungskonzepte</i> | 18 |
| 2.2.3 | <i>Planungsrechtliche Situation</i> | 19 |
| 2.2.4 | <i>Geologische Verhältnisse</i> | 19 |
| 2.2.5 | <i>Geotechnische Verhältnisse</i> | 21 |
| 2.2.6 | <i>Hydrogeologische Verhältnisse</i> | 22 |
| 2.2.7 | <i>Hydraulische Verhältnisse</i> | 23 |
| 2.2.8 | <i>Grundwasserchemismus</i> | 26 |
| 2.2.9 | <i>Vorbehalts- und Vorranggebiete</i> | 27 |
| 2.3 | ERGEBNISSE DER SANIERUNGSUNTERSUCHUNG | 28 |
| 2.4 | GEPLANTE DICHTWANDTRASSE | 32 |
| 2.4.1 | <i>Gepanter Dichtwandverlauf im Bereich der Grenze zu Perimeter 3</i> | 32 |
| 2.4.2 | <i>Dichtwandverlauf und Lage des Versuchskastens im Bereich des ehemaligen Gbd. 37</i> | 34 |
| 2.4.3 | <i>Dichtwandverlauf im Bereich der Rheinuferböschung</i> | 36 |
| 2.4.4 | <i>Fazit</i> | 37 |
| 2.5 | GEPLANTE EINBINDETIEFE DER DICHTWAND | 37 |
| 2.6 | ERGEBNISSE DER GRUNDWASSERMODELLIERUNG | 38 |
| 2.7 | GEFAHRENLAGEN | 41 |
| 2.7.1 | <i>Schadstoffinventar</i> | 42 |
| 2.7.2 | <i>Räumliche Verteilung der Schadstoffe</i> | 43 |
| 2.7.3 | <i>Wirkungspfad Boden – Grundwasser</i> | 49 |
| 2.7.4 | <i>Wirkungspfad Boden – Oberflächengewässer</i> | 50 |
| 2.7.5 | <i>Wirkungspfad Boden – Mensch</i> | 51 |
| 2.8 | BEHÖRDLICHE ENTSCHEIDUNGEN | 51 |
| 3 | SANIERUNGSZIELE | 53 |
| 3.1 | FORMULIERUNG DER SANIERUNGSZIELE | 53 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 3.1.1 | <i>Hintergrund</i> | 53 |
| 3.1.2 | <i>Wirkungspfad Boden-Grundwasser</i> | 54 |
| 3.1.3 | <i>Wirkungspfad Boden – Oberflächenwasser</i> | 61 |
| 3.1.4 | <i>Wirkungspfad Boden – Mensch</i> | 61 |
| 3.1.5 | <i>Wirkungspfad Boden – Nutzpflanze</i> | 62 |
| 3.2 | <i>BEURTEILUNG DES SANIERUNGSERFOLGS</i> | 62 |
| 4 | BESCHREIBUNG DER SANIERUNGSMASSNAHME | 63 |
| 4.1 | <i>GELTUNGSBEREICH DES SANIERUNGSPLANS</i> | 63 |
| 4.2 | <i>NUTZUNGS- UND SCHUTZGUTORIENTIERTE SANIERUNGSKONZEPTION</i> | 63 |
| 4.3 | <i>ABLAUF DER BAUMASSNAHMEN</i> | 65 |
| 4.3.1 | <i>Allgemeiner Bauablauf</i> | 65 |
| 4.3.2 | <i>Baustelleneinrichtung, Infrastruktur</i> | 67 |
| 4.3.3 | <i>Baustellenlogistik</i> | 73 |
| 4.3.4 | <i>Bodenmanagement und Beprobungskonzept</i> | 77 |
| 4.3.5 | <i>Bau der Dichtwand</i> | 80 |
| 4.3.6 | <i>Bau der Oberflächenabdichtung</i> | 87 |
| 4.3.7 | <i>Bau der hydraulischen Sicherung</i> | 104 |
| 4.4 | <i>FUNKTIONSPRINZIP DER HYDRAULISCHEN SICHERUNG</i> | 106 |
| 4.4.1 | <i>Methodik</i> | 106 |
| 4.4.2 | <i>Reinigungskonzept</i> | 110 |
| 4.4.3 | <i>Grenzwerte für die Einleitung in den Rhein</i> | 113 |
| 5 | ARBEITSSICHERHEITS- UND GESUNDHEITSSCHUTZ | 115 |
| 5.1 | <i>HINTERGRUND</i> | 115 |
| 5.2 | <i>BESCHREIBUNG DES SICHERHEITSKONZEPTES</i> | 116 |
| 5.2.1 | <i>Aufgabenstellung und Zielsetzung des Sicherheitskonzeptes</i> | 116 |
| 5.2.2 | <i>Struktur des Sicherheitskonzeptes</i> | 117 |
| 5.2.3 | <i>Beschreibung der Gefährdungsschwerpunkte</i> | 118 |
| 5.2.4 | <i>Beschreibung des Sicherheitsmanagementsystems für die Sanierung</i> | 120 |
| 5.3 | <i>LEISTUNGEN DER BEAUFTRAGTEN UNTERNEHMEN FÜR ARBEITSSICHERHEIT UND GESUNDHEITSSCHUTZ</i> | 124 |
| 5.3.1 | <i>Personal</i> | 124 |
| 5.3.2 | <i>Planungsleistungen, Planunterlagen</i> | 127 |
| 5.3.3 | <i>Messgeräte zur Arbeitsplatzüberwachung</i> | 128 |
| 5.3.4 | <i>Persönliche Schutzausrüstung (PSA)</i> | 129 |
| 5.3.5 | <i>Atemluftversorgung</i> | 131 |
| 5.4 | <i>IMMISSIONSSCHUTZ</i> | 131 |
| 5.4.1 | <i>Lärm</i> | 131 |
| 5.4.2 | <i>Staub und Schadstoffe</i> | 132 |
| 5.5 | <i>KAMPFMITTELSITUATION</i> | 133 |
| 5.6 | <i>STOFFDATEN DER HAUPTSCHADSTOFFKOMPONENTEN</i> | 133 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 5.7 | <i>EXPOSITIONSBETRACHTUNG UND RISIKOBEURTEILUNG</i> | 134 |
| 6 | <i>SANIERUNGSÜBERWACHUNG/EIGENKONTROLLMASSNAHMEN</i> | 134 |
| 6.1 | <i>BAULEITUNG</i> | 134 |
| 6.2 | <i>SICHERHEITS- UND GESUNDHEITSSCHUTZKOORDINATOR</i> | 134 |
| 6.3 | <i>QUALITÄTSMANAGEMENT OBERFLÄCHENABDICHTUNG UND DICHTWAND</i> | 134 |
| 6.3.1 | <i>Grundlagen</i> | 134 |
| 6.3.2 | <i>Eigenprüfung und Fremdprüfung</i> | 138 |
| 6.4 | <i>ENTSORGUNG DES ANFALLENDEN AUSHUBMATERIALS</i> | 141 |
| 6.5 | <i>DOKUMENTATION</i> | 142 |
| 7 | <i>NACHSORGE</i> | 142 |
| 7.1 | <i>HYDRAULISCHE SICHERUNG UND GRUNDWASSERMONITORING</i> | 142 |
| 7.1.1 | <i>Kontroll-Monitoring während der Baumaßnahmen</i> | 143 |
| 7.1.2 | <i>Nachsorge-Monitoring nach Beendigung der Baumaßnahmen</i> | 144 |
| 7.2 | <i>EINLEITUNG IN DEN RHEIN</i> | 146 |
| 7.3 | <i>INSTANDESETZUNG UND MÖGLICHKEITEN DER NACHTRÄGLICHEN VERBESSERUNG</i> | 149 |
| 7.3.1 | <i>Dichtwand</i> | 149 |
| 7.3.2 | <i>Oberflächenabdichtung</i> | 151 |
| 7.3.3 | <i>Hydraulische Sicherung</i> | 152 |
| 8 | <i>ARTENSCHUTZ UND NATURSCHUTZ</i> | 153 |
| 9 | <i>NACHHALTIGKEIT</i> | 154 |
| 10 | <i>ZEITLICHER ABLAUF DES SANIERUNGSPROJEKTES</i> | 157 |
| 11 | <i>KOSTEN DER SANIERUNGSMASSNAHME</i> | 158 |
| 12 | <i>BEHÖRDLICHE GENEHMIGUNGSERFORDERNISSE</i> | 159 |

TABELLEN

| | | |
|--------------|--|----|
| Tabelle 2-1: | Hydrogeologische Rahmenparameter | 23 |
| Tabelle 2-2: | Hydrochemische Rahmenparameter | 26 |
| Tabelle 2-3: | Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung Perimeter 2..... | 42 |
| Tabelle 2-4: | Belastungssituation Grundwasser..... | 46 |

| | | |
|---------------|--|-----|
| Tabelle 2-5: | Übersicht über die bisherigen behördlichen Entscheidungen | 51 |
| Tabelle 3-1: | Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung Perimeter 2..... | 54 |
| Tabelle 3-2: | Sanierungszielwerte Perimeter 2 (Wirkungspfad Boden-Grundwasser) | 58 |
| Tabelle 4-1: | Nutzungs- und schutzgutorientiertes Sanierungskonzept..... | 64 |
| Tabelle 4-2: | Geschätzter Energiebedarf Dichtwanderstellung | 73 |
| Tabelle 4-3: | Geschätzte Anzahl der Fahrzeugbewegungen im Baustellenanlieferverkehr | 75 |
| Tabelle 4-4: | Übersicht der geschätzten Gesamtmassen (gerundet in Tonnen) | 76 |
| Tabelle 4-5: | Regelquerschnitte der Oberflächenabdichtung Perimeter 2..... | 89 |
| Tabelle 4-6: | Analysenergebnisse (12/2013) Grundwasser Perimeter 2..... | 113 |
| Tabelle 4-7: | Ergebnisse (12/2013) der durchgeführten Ökotoxizitätstests..... | 114 |
| Tabelle 4-8: | Einleitgrenzwerte für Abwasser aus der hydraulischen Sicherung..... | 114 |
| Tabelle 6-1: | Eingangsprüfung der Dichtwandbaustoffe nach GDA-Empfehlung E 5-3..... | 136 |
| Tabelle 6-2: | Ausführungsprüfung der Dichtwandbaustoffe nach GDA-Empfehlung E 5-3.137 | |
| Tabelle 7-1: | Untersuchungsparameter im Kontroll-Monitoring während der Baumaßnahmen | 144 |
| Tabelle 7-2: | Untersuchungsparameter Nachsorge-Monitoring..... | 145 |
| Tabelle 7-3: | Untersuchungsprogramm Wasserqualität vor und hinter der Reinigungsanlage/Industriekläranlage in der Einlaufphase (6 Monate) | 147 |
| Tabelle 7-4: | Untersuchungsprogramm Wasserqualität vor und hinter der Reinigungsanlage/Industriekläranlage im regulären Sanierungsbetrieb..... | 148 |
| Tabelle 10-1: | Meilensteine der Sanierungsmaßnahme Einkapselung | 158 |
| Tabelle 11-1: | Geschätzte Sanierungskosten (Genauigkeit $\pm 15\%$) | 159 |

ABBILDUNGEN

| | | |
|----------------|---|----|
| Abbildung 2-1: | Schematische Darstellung der Sanierungsperimeter 1-3 | 17 |
| Abbildung 2-2: | Ergebnis der Kosten-Nutzen-Analyse in der SU (/33/) | 31 |
| Abbildung 2-3: | Ergebnis der Grobkostenschätzung in der SU (/33/) | 31 |
| Abbildung 2-4: | Geplanter Verlauf der Dichtwand auf der Grenze Perimeter 2-3 (nördlicher Teil) und Entwurfsplanung Umgehungsstraße B34. | 33 |
| Abbildung 2-5: | Geplanter Verlauf der Dichtwand auf der Grenze Perimeter 2-3 (südlicher Teil) und Entwurfsplanung Umgehungsstraße B34. | 34 |
| Abbildung 2-6: | Geplante Lage des Versuchskastens nördlich des ehemaligen Gbd. 37. | 35 |

| | | |
|-----------------|--|-----|
| Abbildung 2-7: | Anpassung der Dichtwandtrasse an den geplanten Verlauf der B34. | 36 |
| Abbildung 2-8: | Modellgebiet des numerischen Grundwassermodells (Lokalmodell TGF) | 39 |
| Abbildung 3-1: | Gegenüberstellung der allgemeinen und der einzelfallbezogenen Mindestanforderung | 55 |
| Abbildung 3-2: | Zusammenhang der Sanierungsziele Perimeter 2 (Boden-Grundwasser) | 57 |
| Abbildung 4-1: | Bentonitmischanlage mit Regenerierungsanlage..... | 69 |
| Abbildung 4-2: | Aufbau einer Entsandungsanlage mit Zyklonierung..... | 70 |
| Abbildung 4-3: | Aufbau einer Durchlaufmischanlage..... | 71 |
| Abbildung 4-4: | Typische Exzenter- und Tauchpumpen für die Bentonitsuspension..... | 72 |
| Abbildung 4-5: | Abbildung eines Direct-Push Gerätes für vorlaufende Beprobung | 78 |
| Abbildung 4-6: | Schlitzwandgreifer und -fräse (Beispielmodelle) | 81 |
| Abbildung 4-7: | Prinzipskizze für den Aushub mittels Greifer..... | 82 |
| Abbildung 4-8: | Veranschaulichung der Anordnung der einzelnen Stiche beim Dichtwandbau | 83 |
| Abbildung 4-9: | Abschalelement mit eingesetztem Fugenband..... | 84 |
| Abbildung 4-10: | Regelquerschnitt Abdichtungssystem Verkehrsfläche..... | 88 |
| Abbildung 4-11: | Regelquerschnitt Abdichtungssystem Grünfläche | 88 |
| Abbildung 4-12: | Querschnitt eines Dränvlieses..... | 91 |
| Abbildung 4-13: | Regelquerschnitt Entwässerung | 92 |
| Abbildung 4-14: | Kabeldurchführung mittels Doyma-Dichtung | 97 |
| Abbildung 4-15: | Durchdringung HDPE-Rohr | 98 |
| Abbildung 4-16: | Durchdringung Schachtbauwerke | 99 |
| Abbildung 4-17: | Durchdringung PVC- und Betonrohre | 100 |
| Abbildung 4-18: | Regelquerschnitt Verkehrsfläche an Dichtwand..... | 101 |
| Abbildung 4-19: | Regelquerschnitt Grünfläche an Dichtwand | 102 |
| Abbildung 4-20: | Regelquerschnitt Verkehrs-/Grünfläche an Bauwerk..... | 103 |
| Abbildung 4-21: | Funktionsprinzip der hydraulischen Sicherung | 108 |
| Abbildung 4-22: | Grundwasserdynamik im Niederterrassenschotter und theoretische Absenkungsgeschwindigkeit innerhalb der Kapsel | 110 |
| Abbildung 5-1: | Struktur des Sicherheitskonzeptes | 117 |
| Abbildung 5-2: | Prinzipskizze eines Schwarz-Weiß-Containers..... | 124 |
| Abbildung 9-1: | Das 3-Säulenmodell der Nachhaltigkeit..... | 155 |

ANHANG

- 1 - Quellen- und Literaturverzeichnis
- 2 - Abkürzungsverzeichnis

ANLAGEN

TEIL A - LAGEPLÄNE

1 - Allgemeine Lagepläne

- 1.1 - Übersichtslageplan, 1:30.000
- 1.2 - Lageplan mit Perimetergrenzen, 1: 2.000
- 1.3 - Luftbild der Kessler-Grube (2007/2009)
- 1.4 - Geltungsbereich des Sanierungsplans, 1:2.000

2 - Darstellung der Ausgangssituation

- 2.1 - Vorhandene Untergrundaufschlüsse
- 2.2 - Geologische Verhältnisse
- 2.3 - Grundwassergleichenplan März 2013
- 2.4 - Belastungssituation Boden
- 2.5.1 - Belastungssituation Grundwasser DU 2011:
Chlorbenzole, Phenole, BTEX, Benzol
- 2.5.2 - Belastungssituation Grundwasser SU 2012/2013:
Chlorbenzole, Phenole, BTEX, Benzol
- 2.5.3 - Belastungssituation Grundwasser DU 2011:
Ammonium, Aromatische Amine, PAK
- 2.5.4 - Belastungssituation Grundwasser SU 2012/2013:
Ammonium, Aromatische Amine, PAK
- 2.5.5 - Belastungssituation Grundwasser DU 2011:
Metalle
- 2.5.6 - Belastungssituation Grundwasser SU 2012/2013: Metalle
- 2.6 - Geplante Dichtwandtrasse und Ergebnisse der
Voruntersuchungen

3 - Details zur Sanierungsmaßnahme

3.1 - Baustellenpläne

3.1.1 - Baustelleneinrichtungsplan (M = 1:500)

3.1.2 - Verkehrslenkungsplan (1:500, 1:100)

3.1.3 - Aufstellflächen Seilbagger

3.2 - Oberflächenabdichtung

3.2.1 - Lageplan Oberflächenabdichtung 1:500

3.2.2 - Übersicht der Regelquerschnitte (Anschlüsse
Oberflächenabdichtung)

3.2.3 - Schnitte Oberflächenabdichtung 1:1.000/200

3.2.4 - Abdichtungssysteme Verkehrsflächen und Grünflächen
sowie Oberflächenabdichtung an Dichtwand

3.2.5 - Durchdringungen

3.2.6 - Anschluss an vorhandenen Bauwerke

3.3 - Ver- und Entsorgungsleitungen

3.3.1 - Bestehende Ver- und Entsorgungsleitungen

3.3.2 - Geplante Ver- und Entsorgungsleitungen

3.3.3 - Lageplan Entwässerung der Oberflächenabdichtung

3.3.4 - Längsschnitte Entwässerung (1:1.000/20),
Regelquerschnitt (1:20) und Schachtbauwerk (1:20)

3.4 - Dichtwand

3.4.1 - Bauablauf Dichtwand, 1:500

3.4.2 - Abwicklung Dichtwand, 1:200

3.4.3 - Hauptkreuzungspunkte der Dichtwand - Übersicht

3.4.4 - ELT-Kreuzung

3.4.5 - Kreuzung „Rheinauslauf“

3.4.6 - Kreuzung „Regenüberlauf“

3.4.7 - Kreuzung „Zulauf kommunale Kläranlage ARA“

3.5 - Hydraulische Sicherung

3.5.1 - Lageplan hydraulische Sicherung, 1:500

3.5.2 - Funktionsschema hydraulische Sicherung, GW-
Reinigungsanlage

3.5.3 - Ausbauprofil

4 - Weitere Lagepläne

4.1 - Konzept Grundwassermonitoring während der Baumaßnahmen

4.2 - Konzept Grundwassermonitoring Nachsorge

TEIL B - Allgemeine Anlagen

1 - Schlitzwandsequenzen Greifer/Fräse

2 - Spezifikationen der persönlichen Schutzausrüstung in den unterschiedlichen Schutzstufen

3 - Relevante Stoffdaten der Hauptschadstoffkomponenten

4 - Gefahrenhinweise (H-Sätze) und Sicherheitshinweise (P-Sätze) der Hauptschadstoffkomponenten

5 - Expositionsbeurteilung und Risikobeurteilung der Arbeitsplätze

6 - Zeitplan der Sanierungsmaßnahme

7 - Steckbrief der Sanierung Perimeter 2

1 EINFÜHRUNG

1.1 VERANLASSUNG UND HINTERGRUND

Environmental Resources Management (ERM) wurde im Mai 2012 durch die *BASF Grenzach GmbH (BASF)* mit der Durchführung einer Sanierungsuntersuchung und der Erstellung eines Sanierungsplans für Perimeter 2 der Altablagerung Kessler-Grube auf dem BASF Standort in Grenzach-Wyhlen beauftragt.

Im Ergebnis der Sanierungsuntersuchung (ERM, 2012) konnte gezeigt werden, dass die Sanierung des Abfallkörpers durch eine umlaufende Dichtwand mit Oberflächenabdeckung und zusätzlicher hydraulischer Sicherung eine geeignete und angemessene Maßnahme zur Sanierung des Perimeters 2 darstellt. Am 01.03.2013 wurde im Rahmen einer Besprechung im LRA Lörrach diese Sanierungsvariante der Altlasten-Bewertungskommission Baden-Württemberg vorgestellt. Im Ergebnis der Besprechung bestätigte die Bewertungskommission, dass es sich bei der Einkapselung um eine zielführende und geeignete Sanierungsvariante handelt und erklärte das Beweisniveau 4 (BN 4) für erreicht.

1.2 ZIELSETZUNG UND GLIEDERUNG

Das Ziel des vorliegenden Sanierungsplans ist es nach § 13 BBodSchG:

- die Ergebnisse der Gefährdungsabschätzung und der Sanierungsuntersuchungen zusammenzufassen,
- Angaben über die bisherige und zukünftige Nutzung des zu sanierenden Grundstücks zu machen, und
- die Sanierungsziele und die hierfür erforderlichen Sanierungs-, Schutz-, Beschränkungs- und Eigenkontrollmaßnahmen und ihren zeitlichen Ablauf darzustellen.

Der vorliegende Sanierungsplan fasst die relevanten Untersuchungsergebnisse in Perimeter 2 der Kessler-Grube zusammen. Er beschreibt die Rahmenbedingungen des Standortes (Kap. 2.2), die Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung (Kap. 2.5), die Sanierungsziele (Kap. 3) und die Maßnahmen, die umgesetzt werden müssen, um diese Ziele zu erreichen (Kap. 4). Darüber hinaus stellt er die Eigenkontrollmaßnahmen dar, die zur Überprüfung der Wirksamkeit der Sanierung geplant sind und die

Nachsorgemaßnahmen, mit denen die dauerhafte Einhaltung der Sanierungsziele überwacht und garantiert werden kann (Kap. 7). Schließlich wird die Umsetzung der Maßnahmen mit einem Zeitplan (Kap. 9) und einer orientierenden Kostenschätzung (Kap. 11) hinterlegt.

1.3

ALLGEMEINE ANGABEN ZUR ALTABLAGERUNG

Die Altablagerung Kessler-Grube befindet sich im südwestlichen Bereich von Grenzach-Wyhlen (Baden-Württemberg), etwa 4 km östlich des Stadtzentrums von Basel auf dem Firmengelände der *BASF Grenzach GmbH* (BASF). Die gesamte Kessler-Grube hat entlang des Rheins eine Ausdehnung von ca. 260 m, eine Gesamtoberfläche von ca. 52.000 m² (5,2 ha) und das geschätzte Ablagerungsvolumen beträgt insgesamt ca. 310.000 m³.

Angaben zur Standorthistorie deuten darauf hin, dass etwa im Zeitraum von 1913 bis 1969 lokale Kiesvorkommen im Bereich des heutigen BASF Standortes abgebaut und die Kiesgruben anschließend von 1950 bis in die 1970er Jahre hinein durch die Firmen Hoffmann-La Roche AG, Ciba AG und J. R. Geigy AG, Eberhard & Bösch, Pflirter, Kohler (Salubra) sowie die Gemeinde Grenzach verfüllt wurden. Unter anderem wurden verschiedene Gewerbeabfälle, Hausmüll, Bauschutt, Schlacken, Galvanikschlämme und Abfälle aus der chemischen Produktion (z.B. Produktionsabfälle sowie Filterrückstände, usw.) abgelagert.

Aufgrund einer Auswertung von historischen Luftaufnahmen, Bodenluft- und Bodenuntersuchungen wurde die Lage der ehemaligen Gruben durch die IBL GmbH (1991) und die GIW GmbH (2005) auskartiert (/31/, /32/). Hierbei zeigen sich ab den 1960er Jahren zwei räumlich getrennte Gruben. Die sogenannte Roche-Grube bildet den größten Teil des heutigen Perimeters 1 und befindet sich im westlichen Teil der Kessler-Grube. Im südwestlichen Teil des heutigen Perimeters 2 liegt dagegen die sogenannte Geigy-Grube. Der Weg entlang der heutigen Grenze von Perimeter 1 und 2 verläuft im Trennbereich zwischen den beiden ehemaligen Teilgruben (vgl. hierzu auch /1/). Die Festlegung der heutigen Grenzen von Perimeter 2 erfolgte 2011 anhand von Flurstücksgrenzen (im NW Grenze des Flurstücks 878 als Perimetergrenze) im Zuge der Sanierungsuntersuchung, anhand des geplanten Verlaufs der zukünftigen Umgehungsstraße B34 (NE) sowie anhand der vermuteten Grenze der Altablagerung (SE und SW). Die schematische Lage der Sanierungsperimeter ist in *Abbildung 2-1* dargestellt. Die relative Lage der geplanten Dichtwandtrasse zur Perimetergrenze wird in Kap. 2.4 vorgestellt.

2 *DARSTELLUNG DER AUSGANGSLAGE*

2.1 *RECHTLICHE GRUNDLAGE*

Die rechtliche Grundlage für den vorliegenden Sanierungsplan bildet das Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz, BBodSchG) vom 17.03.1998 und die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12.07.1999, beide zuletzt geändert am 24.02.2012.

Die Grundzüge der Sanierungsplanung und die Anforderungen an einen Sanierungsplan sind in § 13, BBodSchG und in Anhang 3, BBodSchV festgelegt. Demnach hat der Sanierungsplan eine Zusammenfassung der Gefährdungsabschätzung und der Ergebnisse der Sanierungsuntersuchung, Angaben über bisherige und zukünftige Nutzung der zu sanierenden Fläche sowie eine Darstellung des Sanierungsziels und der hierfür erforderlichen Maßnahmen inklusive der zeitlichen Abfolge zu enthalten.

2.2 *STANDORTVERHÄLTNISSE*

2.2.1 *Lage und aktuelle Nutzung*

Perimeter 2 ist Teil des BASF Werksgeländes und befindet sich ca. 300 m südwestlich des Ortszentrums von Grenzach-Wyhlen (Ortsteil Grenzach) in Baden-Württemberg (*Anlage 1.1, 1.2 und 1.3*). Er wird im Norden von Perimeter 3 begrenzt und im Süden vom Rheinuferstreifen. Im Westen folgt das als Perimeter 1 bezeichnete Gelände der ehemaligen Roche-Grube.



Abbildung 2-1: Schematische Darstellung der Sanierungsperimeter 1-3

Perimeter 2 mit der in *Abbildung 2-1* und *Anlage 1.2* dargestellten Abgrenzung umfasst eine Fläche von ca. 3,2 ha (32.000 m²). Er umschließt unter anderem den Bereich der ehemaligen Geigy-Grube und weite Teile der aktuell in Betrieb befindliche Abwassereinigungsanlage (ARA). In der ARA werden sowohl industrielle Abwässer der BASF als auch das kommunale Abwasser der Gemeinde Grenzach-Wyhlen behandelt. Die Geländeoberfläche innerhalb Perimeter 2 ist weitgehend eben und liegt auf ca. 259-261 m ü. NN (von Westen nach Osten leicht ansteigend). Eine etwa 5 m hohe Geländestufe in Richtung Rhein und eine nach Westen hin auf ca. 3 m anwachsende Geländestufe in Richtung Perimeter 1 begrenzen Perimeter 2 nach Südwesten und Nordwesten.

Die Anfänge der industriellen Nutzung gehen in Teilen des Standortes vermutlich bis in das späte 19. Jahrhundert zurück, als Firmen wie Hoffmann oder J. R. Geigy in diesem Bereich tätig waren. Der Standort wird aktuell von BASF für die Produktion von verschiedenen chemischen Substanzen verwendet. So gehörten z.B. bis in das Jahr 2011 hinein optische Aufheller, Pigmente und andere Zusatzstoffe für die Papierindustrie zu den Hauptprodukten des Standortes Grenzach.

Nach Umsetzung des momentan laufenden Umstrukturierungsprozesses werden noch die folgenden Gebäude und baulichen Strukturen in Perimeter 2 vorhanden sein:

- Einlaufbauwerk, Schneckenhebewerk, Klärwerk und Vorklärbecken der kommunalen ARA (Gbd. 38.4 und 38.6)
- Regenüberlaufbecken der ARA mit Einlaufgebäude 38.8
- Gbd. 38.1 (Steuerwarte der ARA, Labor), 38.2 (Rohstofflager), 38.5, 38.10 und 38.11
- Industriekläranlage BASF
- Nachklärbecken
- Rheinauslaufbauwerk bei Gbd. 38.7
- Begehbarer Leitungstunnel ELT (unterirdisch)
- Grünflächen und befestigte beleuchtete Fahrwege

Diese Gebäude sind im Rahmen der Sanierung zu erhalten. Der Betrieb der Industriekläranlage der BASF sowie der kommunalen ARA muss möglichst ohne Unterbrechungen weiterlaufen.

2.2.2 *Zukünftige Nutzungskonzepte*

Für den Standort in Grenzach sind von BASF bis Ende 2018 Investitionsmaßnahmen vorgesehen, die auf eine Neuausrichtung der Produktion auf dem Standort abzielen. Während die Pigmentproduktion bis zum Ende des ersten Halbjahres 2014 eingestellt werden soll, wird zeitgleich die Produktion im Bereich Care Chemicals, also die Herstellung von Inhaltsstoffen für Kosmetik- und Körperpflegeartikel, ausgebaut. Ebenso soll die Produktion von Spurennährstoffen für die Landwirtschaft am Standort ausgebaut werden.

Für Perimeter 2 ist demnach weiterhin eine gewerbliche/industrielle Nutzung als Teil des BASF Produktionsstandortes Grenzach geplant. Auch die in Perimeter 2 befindliche ARA (kommunaler Teil und Industriekläranlage) soll in Zukunft weiter betrieben werden. Umbaumaßnahmen an bestehenden Gebäuden oder der Neubau von Gebäuden sind auch nach Beendigung der Sanierungsmaßnahme in Perimeter 2 möglich, wenn diese entsprechend in die Oberflächenabdichtung integriert (Kap. 4.3.6) werden.

2.2.3 *Planungsrechtliche Situation*

Der als Perimeter 2 bezeichnete Bereich ist im Eigentum der BASF Grenzach GmbH. Die Schadstoffverunreinigungen in der ungesättigten und gesättigten Zone des obersten Aquifers („Schadstoffquellen“) in Perimeter 2 sind das Ziel der im vorliegenden Sanierungsplan beschriebenen Sanierung.

Es handelt sich um eine als Industriegebiet ausgewiesene Zone.

Der in Richtung Nordwesten angrenzende Perimeter 1 soll im 2. Quartal 2014 in das Eigentum der Roche Pharma AG übergehen. Der im Nordosten angrenzende Perimeter 3 (südöstlicher Teil) ist Eigentum der BASF Grenzach GmbH. Im Südwesten verläuft die Grenze von Perimeter 2 entlang des Böschungsfußes der Rheinuferböschung.

Zusammenfassend kann die Umgebung von Perimeter 2 wie folgt charakterisiert werden:

- Nordosten: Perimeter 3 [angrenzend]; Köchlinstraße (öffentlich) [ca. 50 m]; Bahnstrecke Basel-Rheinfelden [ca. 60 m]; Wohngebiet entlang der Scheffelstraße Grenzach [ca. 80 m]
- Südosten: Betriebsgelände der BASF Grenzach GmbH [angrenzend]; Wohngebiet entlang der Irgastrasse Grenzach [ca. 700 m]; Betriebsgelände der Firmen SFR, DSM und Roche [ca. 800 m]
- Südwesten: Rheinuferweg (öffentlich) [ca. 20 m]; Rhein; Schweizerischer Rheinhafen [ca. 200 m]
- Nordwesten: Perimeter 1 (Sanierungsgelände der Fa. Roche) [angrenzend]; Salzländeweg (öffentlich) [ca. 90 m]; gemischte Gewerbeflächen und Kleingärten [ca. 100 m]

2.2.4 *Geologische Verhältnisse*

Im Bereich des BASF Standortes Grenzach-Wyhlen werden die geologischen Verhältnisse oberflächennah von quartären Niederterrassenschottern des Rheins dominiert. Dieser Schotterkörper überdeckt das anstehende präquartäre Festgestein des Unteren Muschelkalks im Übergang zum Mittleren Muschelkalk im Untersuchungsbereich flächendeckend. Darüber hinaus finden sich mächtige künstliche Auffüllungen, die die heutige Geländeoberfläche bilden. Ausgehend von der heutigen Geländeoberkante (GOK) liegt die natürliche GOK im Bereich von Perimeter 2 ca. 6 Meter tiefer.

Alle drei geologischen Einheiten werden im Folgenden detaillierter beschrieben.

| | |
|--|--|
| <p><i>Künstliche Auffüllung (Anthropogen)</i></p> <p><i>Ca. 2-13 m mächtig</i></p> | <p>Bei dem an der GOK anstehenden Auffüllungsmaterial handelt es sich überwiegend um kiesige Ablagerungen mit schwankendem Sand- und Schluffanteil und Geröll. Stellenweise sind in der Auffüllung Beton- und Bitumenbruchstücke, Ziegelbruch, Glas, Schlackenreste und Kunststoffabfälle, wie z.B. Bruchstücke von Rohrleitungen, Kunststoffbehältern o.Ä. enthalten. In den Randbereichen von Perimeter 2 ist die künstliche Auffüllung weitgehend unbelastet von Schadstoffen. Die Mächtigkeit schwankt in diesen Bereichen zwischen ca. 2 m im Norden und Osten und ca. 7 m entlang der Rheinuferböschung.</p> <p>Im zentralen Bereich von Perimeter 2 befindet sich der Auffüllungskörper der ehemaligen Geigy-Grube. Aus den vorherigen Untersuchungen ist bekannt, dass der Auffüllungskörper im Zentralbereich neben den erwähnten Bauschuttabfällen auch Rückstände aus der chemischen Produktion enthält. Hierbei handelt es sich um Filtrerrückstände, Destillationsrückstände, schwermetallhaltiges Material, Galvanikschlämme, Schlacken, Verbrennungstäube und Teerabfälle. Die Mächtigkeit des Auffüllungskörpers im Zentralbereich liegt bei ca. 10-12 m und befindet sich somit ca. 5 m unter dem mittleren Wasserstand des Rheins.</p> |
| <p><i>Niederterrassenschotter (Quartär)</i></p> <p><i>Ca. 10-18 m mächtig</i></p> | <p>Die quartären Niederterrassenschotter bestehen aus sandigen Kiesen der Würm Kaltzeit mit teilweise beträchtlichem Anteil an Geröll. Vereinzelt sind eingeschaltete Feinsand- und Schlufflinsen anzutreffen. Mit zunehmender Tiefe nimmt der Korndurchmesser im Schotterkörper zu. Die Mächtigkeit der Schotter nimmt in Richtung Südwesten hin zu. Die Festgesteinsoberkante befindet sich im Norden und Osten bei ca. 12 m u. GOK, im Südwesten bei ca. 25 m u. GOK.</p> |
| <p><i>Festgestein (Muschelkalk)</i></p> <p><i>Ca. 50 m mächtig</i></p> | <p>Das Festgestein ist stratigraphisch dem Übergang vom Unteren zum Mittleren Muschelkalk zuzuordnen. Lithologisch handelt es sich um Ton- und Tonmergelsteine, sowie Kalk- und Kalkmergelsteine. Die bestehenden Bohrungen zeigen, dass nur von einer geringmächtigen Verwitterungsschicht im Festgestein ausgegangen werden muss und der Übergang in das unverwitterte Festgestein innerhalb weniger Meter zu verfolgen ist. Die Gesamtmächtigkeit des Unteren Muschelkalks wurde im Rahmen der Untersuchungen nicht erbohrt. Nach (/14/) kann davon ausgegangen werden, dass sie im Bereich des Standortes ca. 40-50 m beträgt.</p> |

Tektonisch befindet sich der Standort wenige Kilometer östlich der sogenannten Rheintalflexur, der östlichen tektonischen Begrenzung des Oberrheingrabens. Nach den zur Verfügung stehenden Informationen (/14/)

befinden sich weitere bedeutende tektonische Elemente ca. 200 m nördlich des Standortes (WNW-ESE streichende Bruchzone) und auch östlich des Standortes (in SSW-ENE-Richtung verlaufender Hard-Graben), aus der sich insgesamt eine starke tektonische Beanspruchung des Gebirges ergibt. Die sedimentären Trennflächen innerhalb des Festgesteins fallen im Bereich des Standortes überwiegend flach in südöstliche Richtung ein (ca. 135/010). Sekundäre Gefügeelemente bestehend aus dünnen Bruchflächen und partiell geschlossenen Klüften wurden verstärkt im oberen Bereich des Festgesteins angetroffen. Der größte Teil dieser sekundären Gefügeelemente wurde jedoch als hydraulisch unwirksam eingestuft (/34/).

2.2.5 *Geotechnische Verhältnisse*

Im Rahmen der Sanierungsuntersuchung wurden durch das Ingenieurbüro Smoltczyk & Partner boden- und felsmechanische Versuche an verschiedenen Proben durchgeführt (/12/), welche in Perimeter 2 aus den Niederterrassenschottern und dem Muschelkalk entnommen wurden.

Die quartären Niederterrassenschotter wurden auf Grundlage ihrer Korngrößenverteilungen gemäß DIN EN ISO 14 688 und DIN 18 196 als grobkörnige Böden bzw. als sandige bis stark sandige, teilweise schwach schluffige Mittel- und Grobkiese mit Feinanteilen von weniger als 10 % klassifiziert. Außerdem wurden weit- und intermittierend gestufte Kiese (GW/GI) festgestellt. Es wurde außerdem ein erheblicher Anteil an Steinen, Blöcken und Geröllen innerhalb der Niederterrassenschotter identifiziert.

Der in den oberen ca. vier Metern des Muschelkalks ausgebildete Verwitterungshorizont wurde gemäß DIN EN ISO 14 688 und DIN 18 196 als feinkörniger Boden klassifiziert. Fünf Proben mit Wassergehalten an der Fließgrenze w_L von etwa 23 % bis 47 % und an der Ausrollgrenze w_P von etwa 17 % bis 21 % wurden als plastische Tone bzw. als mittelpastische Tone klassifiziert.

An 46 aus den Ton- und Kalkmergelsteinen des Muschelkalks entnommenen Kernproben wurden Punktlastversuche (*point load test*) zur Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit durchgeführt. Die Punktversuche wurden überwiegend senkrecht zur Schichtung durchgeführt, da der Lösevorgang beim Schlitzaushub eher senkrecht zur Schichtung erfolgen wird. Die Auswertung der Punktlastversuche hat ergeben, dass das Festgestein des Muschelkalks mit einer mittleren Festigkeit von 38 MN/m² in den überwiegend kalkigen Bereichen bzw. 25 MN/m² in den tonig mergeligen Bereichen nach DIN 1054 als mäßig hart klassifiziert werden kann. Zusätzlich wurden an 6 Proben aus dem Tonmergelstein und an 19 Proben aus dem

Kalkmergelstein Einaxiale Druckversuche durchgeführt. Diese bestätigen mit einer mittleren Druckfestigkeit von 55 MN/m² in den Kalkmergelsteinen bzw. 36 MN/m² in den Tonmergelsteinen die Klassifizierung als mäßig hartes Festgestein. Aufgrund von vorhandenen Trennflächen im Festgestein wurde die resultierende Gebirgsfestigkeit kleiner als die Gesteinsfestigkeit eingestuft. An 5 Muschelkalkproben wurden schließlich Abrasivitätstests nach CERCHAR durchgeführt. Vier der Proben wurden als kaum abrasiv und eine als schwach abrasiv eingestuft.

2.2.6 *Hydrogeologische Verhältnisse*

Die quartären Niederterrassenschotter des Rheins stellen die jüngste hydrogeologische Einheit und den obersten Grundwasserleiter im Untersuchungsbereich dar. Mit ihrer Schichtunterkante bei ca. 12-20 m u. GOK und einem mittleren Flurabstand von ca. 6-7 m in Perimeter 2 ergibt sich eine gemittelte Mächtigkeit des wassergesättigten Bereichs an der Basis der Niederterrassenschotter von ca. 5-14 m. Nach den Ergebnissen der Detailuntersuchung handelt es sich bei diesem ersten Grundwasserleiter um einen stark bis sehr stark (nach DIN 18130) durchlässigen Porenaquifer mit hydraulischen Durchlässigkeitsbeiwerten von $2,2 \cdot 10^{-2}$ m/s bis $2,4 \cdot 10^{-4}$ m/s. Diese Werte wurden in Kurzpumpversuchen ermittelt (/1/), auf Grundlage derer die mittlere hydraulische Durchlässigkeit des Niederterrassenschotters mit $5,5 \cdot 10^{-3}$ m/s angegeben wird.

Das unterlagernde Festgestein bildet einen Kluftaquifer und die zweite hydrogeologische Einheit im Bereich des Standortes. Innerhalb dieser Einheit existieren in Perimeter 2 insgesamt sieben Grundwassermessstellen. Diese Messstellen wurden teilweise bis über 20 m in das anstehende Festgestein hinein abgeteuft und in verschiedenen Tiefen im Festgestein verfiltert. Durchgeführte Untersuchungen zeigen, dass im Bereich der Festgesteinsoberfläche eine im Mittel ca. 5-7 m mächtige Auflockerungszone im Muschelkalk vorhanden ist und die hydraulischen Durchlässigkeiten mit zunehmender Tiefe abnehmen.

Durchgeführte hydraulische Untersuchungen ergaben Durchlässigkeiten des Kluftaquifers zwischen 10^{-10} m/s und 10^{-5} m/s. Aufgrund der überwiegend flach einfallenden Trennflächen im Festgestein ist in vertikale Richtung von noch deutlich geringeren Durchlässigkeiten auszugehen. Geophysikalische Untersuchungen in EKB 21 belegen, dass sich die wasserführenden Horizonte auf einige wenige hydraulisch aktive Trennflächen konzentrieren. So konnte z.B. in EKB 21 innerhalb einer solchen aktiven hydraulischen Kluft ein k_f Wert (horizontal) von 10^{-4} m/s ermittelt werden.

Innerhalb des Muschelkalks wurde in Voruntersuchungen in Perimeter 1 ein Tonmergelhorizont (AT 2) angetroffen, der hydraulisch weniger durchlässig ist als das umgebende Festgestein. Dieser Horizont wurde auch im südlichen Teil von Perimeter 2 angetroffen. Aufgrund der in Richtung Süden einfallenden Schichten liegt der Horizont im Perimeter 2 relativ zur Geländeoberfläche tiefer als in Perimeter 1, mit einer Unterkante bei ca. 42 m u. GOK in EKB 21. Die Ergebnisse zeigen, dass es zwischen Perimeter 1 und dem südlichen Teil von Perimeter 2 keine tektonische Störung mit einem nennenswerten vertikalen Versatz der Schichtfolge gibt.

Niederterrassenschotter und Muschelkalk stehen untereinander in hydraulischem Kontakt und auch in hydraulischem Kontakt zum Rhein (Kap. 2.2.7). Im Rahmen der DU (/1/) wurden mehrmonatige Wasserstandsaufzeichnungen durchgeführt und ausgewertet. Die Ergebnisse dieser Auswertung sind im Kapitel 2.2.7 dargestellt. Die Lage der aufgeführten GWM geht aus dem Lageplan in *Anlage 2.2* hervor.

In der folgenden Tabelle sind die hydrogeologischen Rahmenparameter zusammengefasst.

Tabelle 2-1: Hydrogeologische Rahmenparameter

| Parameter | Niederterrassen- schotter | Muschelkalk |
|-----------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| Fließrichtung ¹⁾ | Ostsüdost | Ostsüdost |
| k_f | $5,5 \cdot 10^{-3}$ m/s | $1 \cdot 10^{-7}$ m/s |
| Gradient | 0,001 | 0,001 |
| Filtergeschwindigkeit | 0,5 m/Tag | $8,6 \cdot 10^{-6}$ m/Tag |
| Abstandsgeschwindigkeit | 2,5 m/Tag ²⁾ | $2 \cdot 10^{-4}$ m/Tag ³⁾ |

¹⁾ bei Weiterbetrieb von BR 49

²⁾ angenommene effektive Porosität 20%

³⁾ angenommene effektive Porosität 5%

2.2.7 Hydraulische Verhältnisse

In den folgenden Abschnitten werden die für die geplante Sanierung relevanten Eigenschaften im Hinblick auf die Grundwasserströmungsverhältnisse, die Interaktion Grundwasser-Oberflächenwasser sowie den Grundwasserchemismus erläutert.

Brunnen BR 49

Der Betriebsbrunnen der BASF Grenzach GmbH (BR 49) befindet sich im südöstlichen Teil des Betriebsgeländes und wird seit ca. 1961 betrieben. Die vorliegende wasserrechtliche Genehmigung datiert auf den 17.08.1961. Die natürlichen Strömungsverhältnisse im Bereich des gesamten Standortes werden durch die permanente Grundwasserentnahme von ca. 6.000-7.000 m³/Tag an BR 49 überlagert. Die Entnahmerate ist Schwankungen unterworfen, liegt jedoch dauerhaft > 3.500 m³/Tag. Durch den vorwiegend geringen hydraulischen Gradienten im Muschelkalk und in den Niederterrassenschottern wird so über eine Entfernung von mehreren hundert Metern die natürliche Grundwasserfließrichtung umgedreht und Grundwasser aus dem Bereich von Perimeter 2 strömt in Richtung Ostsüdost, BR 49 zu. Nach den Ergebnissen der Grundwassermodellierung der Tübinger Grundwasser Forschungsinstitut (TGF) befindet sich der untere Kulminationspunkt bei Beibehaltung der derzeitigen Entnahmerate an BR 49 im zentralen Bereich von Perimeter 2 (*Anhang 2.3*). Grundwasser aus dem nordwestlichen Teil von Perimeter 2 und aus Perimeter 1 strömt demnach bei einer Entnahmerate von ca. 3.500 m³/Tag an BR 49 in Richtung Nordwesten ab.

*Natürliche
Strömungs-
verhältnisse*

Ohne Berücksichtigung des Brunnens BR 49 ist im Bereich von Perimeter 2 von einer westlichen bis nordwestlichen Grundwasserfließrichtung auszugehen, in Richtung des Rheins. Durch den dauerhaften Betrieb von BR 49 (s.o.) dreht sich die Grundwasserfließrichtung in Perimeter 2 um, in Richtung Ost-südost. Dieser Strömungszustand konnte durch das laufende Grundwassermonitoring bestätigt werden und ist in *Anhang 2.3* grafisch dargestellt.

Der Wasserstand des Rheins ist zwischen der Staustufe Birsfelden und dem Kraftwerk Augst/Wyhlen künstlich reguliert. Nach den Ergebnissen der DU (/1/) und der laufenden Wasserstandsaufzeichnungen an Rheinpegel VP 2 unterliegt er permanenten Schwankungen um bis zu ca. 5 cm. Überlagert werden diese kurzfristigen Schwankungen von längerfristigen Schwankungen mit Amplituden von bis zu 25 cm innerhalb von ca. einer Woche. Die Dynamik der Rheinwasserstände hat Einfluss auf die lokalen Grundwasserströmungsverhältnisse im Bereich des BASF Geländes. So konnte im Rahmen der DU (/1/) in Phasen mit steigenden Wasserständen im Rhein eine vom Rhein weg gerichtete Grundwasserströmungskomponente (Exfiltration) festgestellt werden und eine in Richtung Rhein gerichtete Grundwasserströmungskomponente (Infiltration) während sinkender Rheinwasserstände.

*Interaktion
Grundwasser –
Oberflächenwasser*

Statistische Auswertungen durch HPC (/1/) haben gezeigt, dass im Bereich der Kessler-Grube ein hydraulischer Kontakt zwischen den drei hydrogeologischen Einheiten Niederterrassenschotter, Festgestein und Rhein besteht. Schwankungen im Rheinwasserstand spiegeln sich mit einer zeitlichen Verzögerung in den Grundwasserständen sowohl in den Niederterrassenschottern als auch im Muschelkalk wider. Steigt der Rheinwasserstand überwiegen die Strömungen aus dem Rhein in die Niederterrassenschotter und in den Muschelkalk hinein, bei fallendem Rheinwasserstand ist es umgekehrt.

*Interaktion
Niederterrass-
schotter und*

Statistische Auswertungen durch HPC (/1/) haben ebenfalls zweifelsfrei gezeigt, dass im Bereich der Kessler-

Muschelkalk Grube ein hydraulischer Kontakt zwischen Niederterrassenschottern und Muschelkalk besteht. In diesem Zusammenhang kann nicht von zwei komplett getrennten Grundwasserleitern (z.B. „flach“ und „tief“) gesprochen werden.

2.2.8 Grundwasserchemismus

Der pH-Wert des Grundwassers ist im Bereich Perimeter 2 mit Werten um 6,85 als etwa neutral einzustufen. Eine Untersuchung des im Grundwasser vorherrschenden Redoxpotenzials zeigte zum Teil erhebliche kleinräumige Schwankungen (ca. von +300 mV bis -300 mV). Insgesamt ist das gemittelte Redoxmilieu als uneinheitlich bis schwach reduzierend einzustufen. Verbunden hiermit sind entsprechende Schwankungen im Sauerstoffgehalt des Grundwassers festzustellen. Die Grundwasserklassifikation mit Hilfe des Diagramms nach Piper (/19/) und der Auswertung nach Furtak und Langguth (/20/) ergab für das Grundwasser im Niederterrassenschotter eine überwiegend hydrogencarbonatisch normal erdalkalische Einstufung, teilweise mit erhöhtem Alkaligehalt. Das Grundwasser im Muschelkalkaquifer wurde als sulfatisch-chloridisch alkalisch eingestuft. Aufgrund der gelösten Ionen ist die Leitfähigkeit des Grundwassers im Bereich des Muschelkalks und der Niederterrassenschotter im Vergleich zum Rheinwasser erhöht.

In der folgenden Tabelle sind die hydrochemischen Rahmenparameter des Grundwassers in den Niederterrassenschottern und im Muschelkalk auf Grundlage der bisherigen Untersuchungen aufgeführt und gegenübergestellt.

Tabelle 2-2: Hydrochemische Rahmenparameter

| Parameter | Niederterrassenschotter | | Muschelkalk | |
|--------------------------------|-------------------------|------|-------------|-------|
| pH | Min | 6,7 | Min | 6,9 |
| | Max | 7,4 | Max | 7,4 |
| | Mean | 7,0 | Mean | 7,0 |
| Elektrische Leitfähigkeit [mS] | Min | 745 | Min | 3000 |
| | Max | 2100 | Max | 5500 |
| | Mean | 1090 | Mean | 4400 |
| Redoxpotential [mV] | Min | -238 | Min | -18,1 |
| | Max | 390 | Max | -5,1 |
| | Mean | 3,5 | Mean | -12,6 |
| Temperatur [°C] | Min | 12,4 | Min | 15,8 |
| | Max | 17,8 | Max | 15,9 |
| | Mean | 14,6 | Mean | 15,9 |

| Parameter | Niederterrassenschotter | | Muschelkalk | |
|-------------------------|-------------------------|------|-------------|------|
| Sauerstoffgehalt [mg/l] | Min | 0,0 | Min | 0,2 |
| | Max | 6,6 | Max | 1,2 |
| | Mean | 1,0 | Mean | 0,6 |
| Anionen | | | | |
| Chlorid | Min | 12,6 | Min | 739 |
| | Max | 144 | Max | 1510 |
| | Mean | 50 | Mean | 1124 |
| Nitrat | Min | 0 | Min | 0 |
| | Max | 1,7 | Max | 0 |
| | Mean | 0,2 | Mean | 0 |
| Nitrit | Min | 0 | Min | 0 |
| | Max | 0 | Max | 0 |
| | Mean | 0 | Mean | 0 |
| Phosphat ges. | Min | 0,02 | Min | 0,01 |
| | Max | 0,49 | Max | 0,05 |
| | Mean | 0,16 | Mean | 0,03 |
| Sulfat | Min | 56 | Min | 319 |
| | Max | 375 | Max | 691 |
| | Mean | 158 | Mean | 505 |
| Kationen | | | | |
| Ammonium | Min | 0 | Min | 4,6 |
| | Max | 24,4 | Max | 44,8 |
| | Mean | 8,9 | Mean | 24,7 |
| Natrium | Min | 12 | Min | 430 |
| | Max | 96 | Max | 930 |
| | Mean | 50 | Mean | 680 |
| Eisen, ges. | Min | 0,06 | Min | 0,25 |
| | Max | 16 | Max | 0,47 |
| | Mean | 6,2 | Mean | 0,36 |
| Eisen II | Min | 0,04 | Min | 0,02 |
| | Max | 14,6 | Max | 0,23 |
| | Mean | 5,6 | Mean | 0,13 |

Die aufgeführten Werte beziehen sich auf Messungen an den GWM P1, P2, P3, P4, P5, P16, P16a, KE21, KE29, KE30, KE31, KE32, KE40 und KE41.

2.2.9 Vorbehalts- und Vorranggebiete

2.2.9.1 Wasserschutzgebiete

Perimeter 2 befindet sich ca. 1,4 km westlich (in Grundwasserabstromrichtung) von Schutzzone III und Schutzzone II des Wasserschutzgebietes Nr. 336024 Grenzach-Wyhlen.

Weitere Schutzgebiete auf der in Strömungsrichtung rechten (nördlichen) Seite des Rheins sind das Wasserschutzgebiet von Inzlingen (Nr. 336199), ca. 3,5 km in nordöstlicher Richtung und das Wasserschutzgebiet bei Weil am Rhein (Nr. 336198), ca. 3,7 km in Richtung Nordwesten. Auf der schweizerischen Seite des Rheins befinden sich die Trinkwasserbrunnen der Hardwasser AG, ca. 1 km in Richtung Südosten.

2.2.9.2 *Natur- und Landschaftsschutzgebiete*

In der näheren Umgebung von Perimeter 2 sind eine Reihe von Natur- und Landschaftsschutzgebieten zu nennen. Etwa 500 m nördlich befindet sich das Landschaftsschutzgebiet *Grenzacher Horn* (Nr. 3.36.003), sowie das Naturschutzgebiet *Buchswald bei Grenzach* (Nr. 3.018) mit dem FFH Gebiet *Wälder bei Wyhlen* (Nr. 8411341) in einer Entfernung von ca. 650 m.

Die Flächen entlang dem im Südwesten angrenzenden Rheinuferweg sind als Biotop gemäß § 32 NatSchG ausgewiesen (*Feldgehölze am Rheinufer beim Gewinn ,Weiden'*, Nr. 184113360046).

2.2.9.3 *Siedlungsgebiete*

Nur etwa 80 m nordöstlich von Perimeter 2 schließt, hinter den Bahngleisen, die Wohnbebauung von Grenzach/Scheffelstraße an. Davon abgesehen befinden sich einzelne Wohnhäuser und Mischgewerbe entlang des Salzländeweges, etwa 100 m in nordwestliche Richtung sowie ein Wohngebiet ca. 700 m in Richtung Südosten.

Weitere Siedlungsgebiete sind in der unmittelbaren Umgebung von Perimeter 2 nicht auszumachen. Das Untersuchungsgebiet grenzt im Nordwesten an Perimeter 1, im Südwesten an den Rhein und die schweizerischen Rheinhäfen und im Südosten und Osten an das Betriebsgelände der BASF Grenzach GmbH (vgl. Kap. 2.2.3).

2.3 **ERGEBNISSE DER SANIERUNGSUNTERSUCHUNG**

Im Rahmen der Sanierungsuntersuchung (SU) (/33/) wurden zu den gewonnenen Ergebnissen der DU (/1 /, /2/ und /6/) ergänzende Untersuchungen durchgeführt. Die übergeordnete Zielsetzung dieser Untersuchungen war es, geeignete und verhältnismäßige Sanierungsmaßnahmen für Perimeter 2 identifizieren zu können. Hierfür wurden insgesamt 37 Bohrungen innerhalb von Perimeter 2 abgeteuft, Bodenproben entnommen und sowohl geotechnische Versuche als auch

umweltanalytische Untersuchungen und hydraulische Pumpversuche durchgeführt. Ergänzt wurde dieses Untersuchungsprogramm durch eine weitere Erkundungsbohrung mit geophysikalischen und hydraulischen Bohrlochtests sowie seit März 2013 durch ein Grundwassermonitoringprogramm an ca. 20 GWM im Bereich Perimeter 2 und auf dem BASF Werksgelände. Die Ziele dieses Messprogramms sind die Dokumentation des Ist-Zustandes der Grundwasserverhältnisse vor Beginn der Sanierungsmaßnahmen und das Monitoring der Grundwasserverhältnisse während einer Sanierungsmaßnahmen, also die Messung eventueller Auswirkungen durch die Maßnahmen auf das Grundwasser. Die erhobenen Daten wurden für die Ausbildung eines detaillierten Grundwassermodells verwendet. Die Ergebnisse der Modellierung werden in Kap. 2.5 beschrieben.

Insgesamt konnte mit Hilfe der durchgeführten Untersuchungen das bestehende konzeptionelle hydrogeologische Modell des BASF-Standortes bestätigt und verfeinert werden.

Im Rahmen der SU wurde ein Sanierungsvariantenvergleich mit Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt. Hierbei wurde zunächst 10 Sanierungsvarianten identifiziert, die als grundsätzlich technisch machbar eingestuft werden können. Diese wurden im Rahmen der Vorauswahl hinsichtlich der Kriterien Eignung, Genehmigungsfähigkeit, Kosten und Dauer der Maßnahme beurteilt. Folgende Varianten wurden hierbei in Betracht gezogen:

- Totalaushub Perimeter 2
- Teilaushub der Belastungsschwerpunkte in Perimeter 2 kombiniert mit Einkapselung
- Optimierte hydraulische Maßnahme (Vertikalbrunnen mit Pump & Treat Verfahren)
- Horizontaldrainage mit Pump & Treat Verfahren
- Reaktive Wand
- Funnel & Gate
- Physikalische Stabilisierungsverfahren
- Chemische Stabilisierungsverfahren
- Einkapselung mit umlaufender Dichtwand, Oberflächenabdichtung und Grundwasserabsenkung im eingekapselten Bereich
- Weiterbetrieb Betriebsbrunnen BR 49 als hydraulische Sicherung

Im Rahmen der Vorauswahl wurden aus dieser Liste die fünf Sanierungsvarianten identifiziert, die nach den Kriterien Eignung, Genehmigungsfähigkeit, Kosten und Dauer positiv bewertet wurden. Es handelt sich um:

- Totalaushub Perimeter 2
- Teilaushub der Belastungsschwerpunkte in Perimeter 2 kombiniert mit Einkapselung
- Optimierte hydraulische Maßnahme (Vertikalbrunnen mit Pump&Treat Verfahren)
- Einkapselung mit umlaufender Dichtwand, Oberflächenabdichtung und Grundwasserabsenkung im eingekapselten Bereich
- Weiterbetrieb Betriebsbrunnen BR 49 als hydraulische Sicherung

Diese Varianten wurden anschließend einer ausführlichen Beurteilung, Beschreibung und Bewertung unterzogen. Außerdem wurden die mit den jeweiligen Sanierungsansätzen verbundenen Kosten geschätzt. Hierfür wurden anhand vergleichbarer Projekte und auf Grundlage der Ergebnisse der durchgeführten ergänzenden Untersuchungen Kosten für unterschiedliche Sanierungsvarianten in Perimeter 2 mit einer Genauigkeit von ca. $\pm 25\%$ geschätzt. Außerdem wurden die einzelnen Sanierungsansätze nach ihrer Eignung, Genehmigungsfähigkeit und der zu erwartenden Sanierungsdauer beurteilt und das Ergebnis dieser Beurteilung zu den jeweils geschätzten Kosten ins Verhältnis gesetzt. Die Ergebnisse dieser Auswertung sind der folgenden Abbildung 2-2 und Abbildung 2-3 dargestellt.

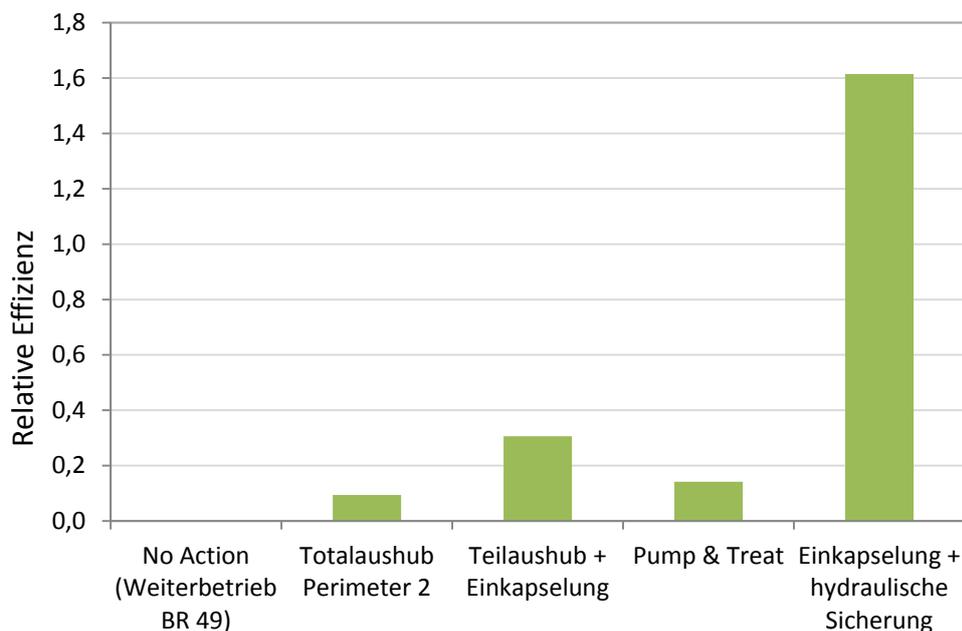


Abbildung 2-2: Ergebnis der Kosten-Nutzen-Analyse in der SU (33)

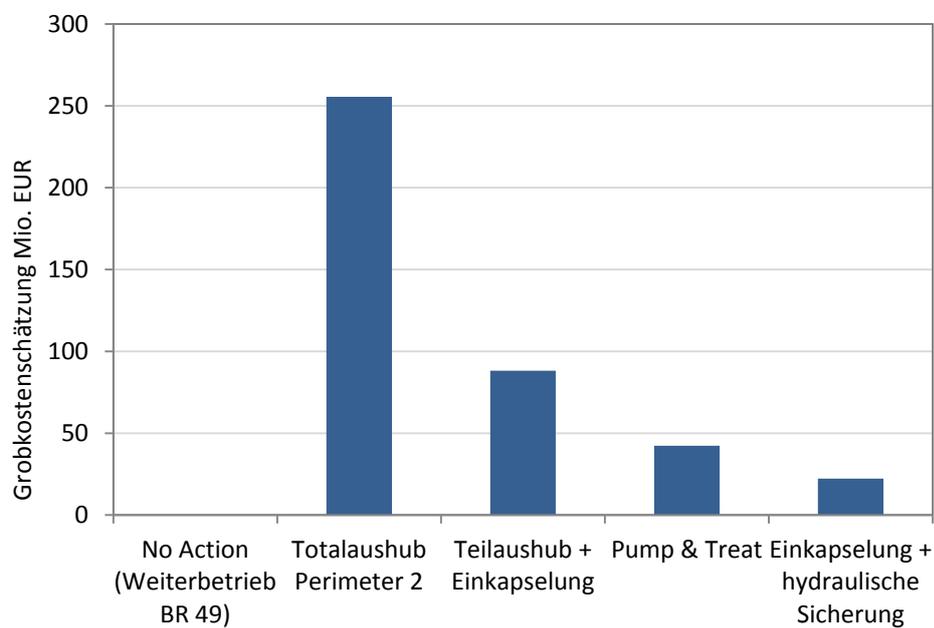


Abbildung 2-3: Ergebnis der Grobkostenschätzung in der SU (33)

Zusammenfassend wurde im Ergebnis der SU auf Grundlage der Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen und vor dem Hintergrund des durchgeführten Sanierungsvariantenvergleichs die Sanierungsvariante der Sicherung durch Einkapselung mittels Dichtwand und Aufbringen einer Oberflächenabdichtung in Kombination mit einer hydraulischen Sicherung als Vorzugsvariante für die Sanierung des Perimeters 2 identifiziert. Es konnte gezeigt werden, dass diese Herangehensweise einen sicheren, nachhaltigen, verhältnismäßigen und unter den gegebenen Rahmenbedingungen zu bevorzugenden Sanierungsansatz darstellt.

Dieser Sanierungsansatz wurde im Rahmen einer Besprechung im LRA Lörrach am 01.03.2013 der Altlasten-Bewertungskommission Baden-Württemberg vorgestellt. Im Ergebnis der Besprechung bestätigte die Bewertungskommission, dass es sich bei der Einkapselung um eine zielführende und geeignete Sanierungsvariante handelt und erklärte das Beweismiveau 4 (BN 4) für erreicht.

2.4 *GEPLANTE DICHTWANDTRASSE*

Der geplante Verlauf der Dichtwand ist in Anlage 1.2 zusammen mit den Perimetergrenzen dargestellt. Aus Gründen der Belastungssituation und aus bautechnischen Gründen deckt er sich nicht 1:1 mit der Grenze von Perimeter 2. Der Verlauf der Dichtwandtrasse wurde im Rahmen von Besprechungen am 18.12.2013 und am 19.02.2014 mit den Projektbeteiligten von BASF, dem LRA Lörrach und im Februar auch mit dem Referat Straßenplanung des RP Freiburg diskutiert. Im Rahmen dieser Besprechungen wurde durch BASF erläutert, wie sich mit der voranschreitenden Planung die Lage und Ausdehnung des Sanierungsbereichs und der Bezug zu den Perimetergrenzen verändert haben.

2.4.1 *Geplanter Dichtwandverlauf im Bereich der Grenze zu Perimeter 3*

Die Grenze von Perimeter 2 zu Perimeter 3 ist eine Linie, die grob anhand des angenommenen Verlaufs der zukünftigen Umgehungsstraße B34 festgelegt wurde. Ausgehend von der Grenze der Flurstücke 1031 und 1031/1 (Perimeter 1 und Nordteil Perimeter 3) verläuft die Perimetergrenze in südöstliche Richtung. In diesem Bereich richtet sie sich nicht nach Flurstücksgrenzen und nicht nach der festgestellten Belastungssituation im Untergrund (vgl. auch HPC, 2013). Die Entwurfsplanung der Umgehungsstraße B34 liegt vor (/5/, /9/, /10/) und wurde in den folgenden Darstellungen berücksichtigt. Die geplante Dichtwandtrasse ist hier deckungsgleich mit der Grenze Perimeter 2-3. Der vorgesehene Verlauf der

Dichtwand (rot gestrichelt) wird, zusammen mit den hier vorhandenen Untergrundaufschlüssen in den folgenden beiden Abbildungen veranschaulicht. Eine grafische Übersicht der gesamten Dichtwandtrasse zusammen mit den vorliegenden Informationen bzgl. der vorliegenden Bodenbelastungen ist in Anlage 2.6 beigefügt.

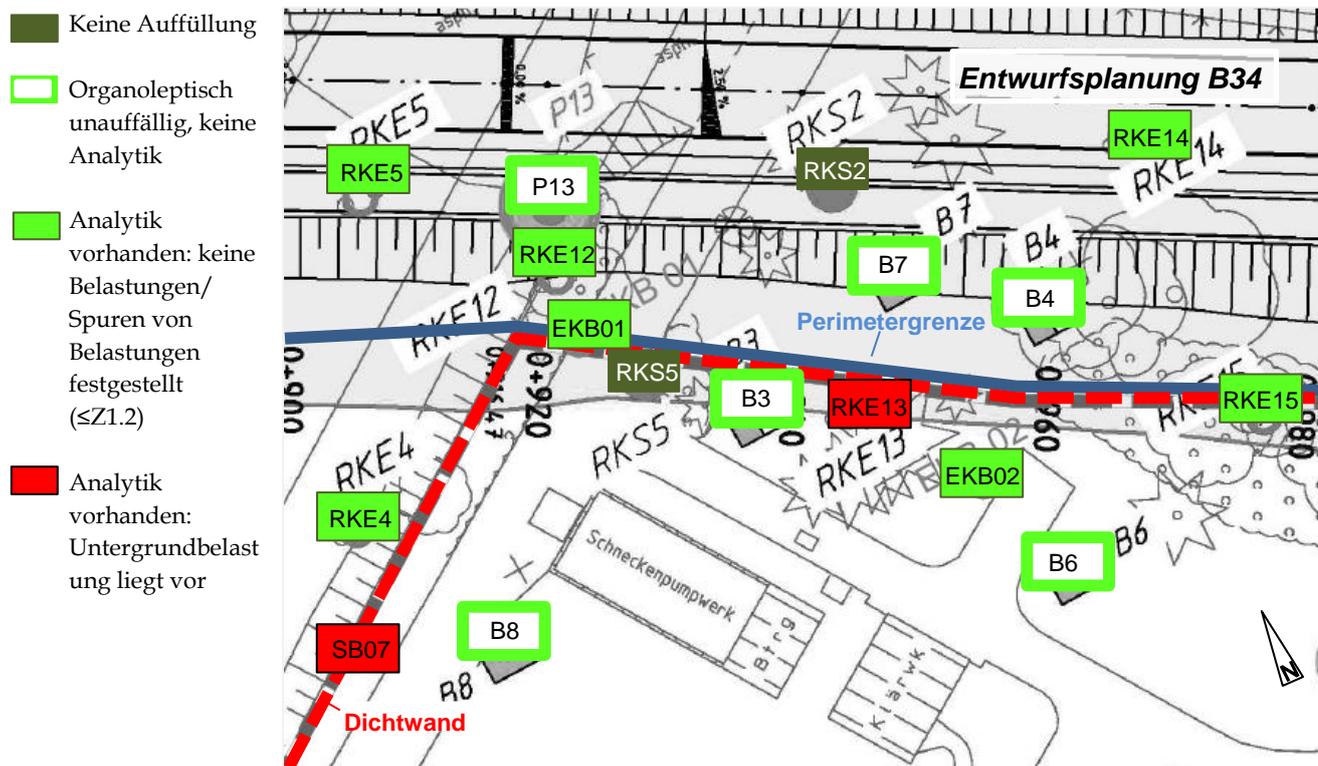


Abbildung 2-4: Geplanter Verlauf der Dichtwand auf der Grenze Perimeter 2-3 (nördlicher Teil) und Entwurfsplanung Umgehungsstraße B34.

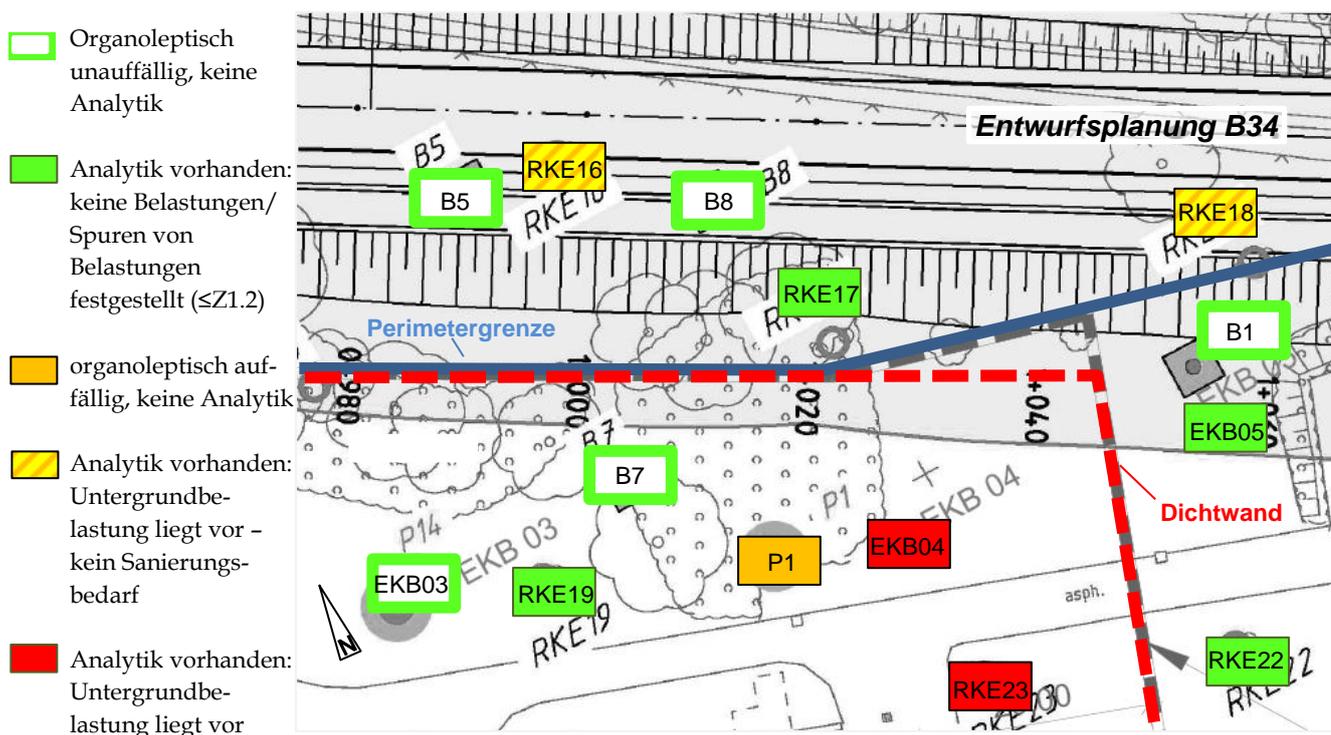


Abbildung 2-5: Geplanter Verlauf der Dichtwand auf der Grenze Perimeter 2-3 (südlicher Teil) und Entwurfsplanung Umgehungsstraße B34.

Die Belastungssituation in Perimeter 3 wurde im Jahr 2013 durch HPC eingehend untersucht. Hierbei zeigte sich, dass auch innerhalb Perimeter 3 Belastungen im Untergrund vorhanden sind, wenn auch wesentlich geringer als in der ehemaligen Roche- und Geigy-Grube. Die durch HPC durchgeführte Gefährdungsbeurteilung kommt zu dem Ergebnis, dass in Perimeter 3 Süd die Gefahrenlage im Hinblick auf den Wirkungspfad Boden – Grundwasser hinnehmbar ist. Für weitere Wirkungspfade wurde keine Schutzgutgefährdung festgestellt. Gemäß Ergebnisprotokoll der 43. Altlasten-Bewertungskommission (11.10.2013) wurde für Perimeter 3 Süd das Beweinsniveau 3 erreicht und die Fläche mit B-Entsorgungsrelevanz (= keine Anhaltspunkte auf schädliche Bodenveränderungen, aber Anhaltspunkte auf entsorgungsrelevante Bodenveränderungen) bewertet.

2.4.2 Dichtwandverlauf und Lage des Versuchskastens im Bereich des ehemaligen Gbd. 37

Für die Sanierung von Perimeter 2 mittels einer umlaufenden Dichtwand ist zu Beginn der Bauarbeiten die Errichtung eines Versuchskastens erforderlich (Kap. 4.3). Dieser soll nach aktuellem Planungsstand eine Fläche von ca. 400 m² umfassen und sich nordöstlich des ehemaligen Gbd. 37 befinden. Die

vorgesehene Lage des Kastens wird, zusammen mit den hier vorhandenen Untergrundaufschlüssen in der folgenden Abbildung veranschaulicht.

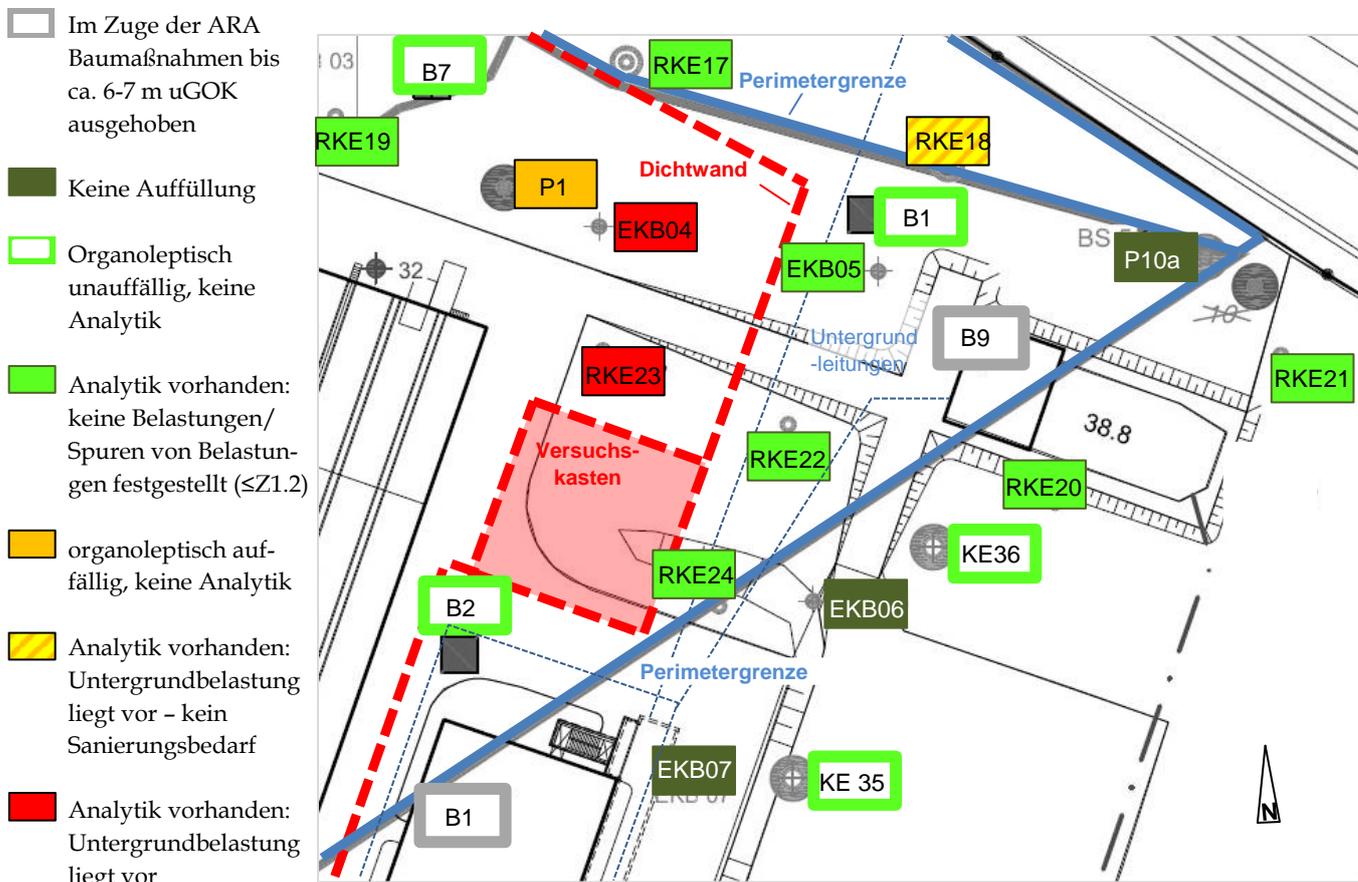


Abbildung 2-6: Geplante Lage des Versuchskastens nördlich des ehemaligen Gbd. 37.

Bei der Lage des Versuchskastens wurden die folgenden Punkte berücksichtigt:

- Die vorliegenden Ergebnisse aus Aufschlussbohrungen der letzten 40 Jahre deuten darauf hin, dass in diesem Bereich keine Hinweise auf Untergrundbelastungen festgestellt wurden.
- Sollte im Bereich von Gbd. 37 in der Vergangenheit Auffüllungsmaterial verfüllt worden sein, so kann mit hinreichender Sicherheit angenommen werden, dass dieses Material im Zuge der Baumaßnahmen bis auf den natürlich gewachsenen Boden ausgehoben worden ist: Die Kellerstrukturen von Gbd. 37 erreichen eine Tiefe von ca. 7 m u. GOK. Diese sollen auch nach dem Rückbau des Gebäudes im Untergrund verbleiben. Die Auffüllungsmächtigkeit in der benachbarten Bohrung B2 wurde mit

7,5 m angegeben, sodass davon auszugehen ist, dass bis hier die Baugrube von Gbd. 37 reichte und später verfüllt wurde.

- Südlich und östlich des geplanten Dichtwandverlaufs befindet sich eine Reihe von Untergrundleitungen (Abbildung 2-6). Bei einer Verlegung der Wand entstünden hierdurch zusätzliche Kreuzungspunkte mit der Wand. Die Verlegung der Dichtwand wäre daher mit erheblichem technischem Aufwand verbunden, der sich durch das zusätzlich eingekapselte Bodenmaterial nicht rechtfertigen lässt. Angesichts der geringen festgestellten Belastungen in diesem Bereich wäre diese Verschiebung daher nach Ansicht von ERM unverhältnismäßig.

Der Trassenverlauf weicht südöstlich der EKB17 von der Perimetergrenze ab, da sich diese nordwestlich von Gbd. 38.8 mit dem geplanten Böschungsfuß der B34 überschneidet (blau schraffierter Bereich in Abbildung 2-7). Um die spätere Ausführung der B34 zu vereinfachen und die Zugänglichkeit zur Dichtwand auch zukünftig zu gewährleisten, einigten sich die Vertreter der BASF, des LRA Lörrach und des RP Freiburg in einer Besprechung am 19.02.2014 darauf, den Verlauf der Dichtwand wie in der folgenden Abbildung dargestellt anzupassen. Aus den bisherigen Umweltuntersuchungen in P2 und P3 Süd lässt sich kein Hinweis auf eine relevante Untergrundverunreinigung in dem schraffierten Bereich ableiten.

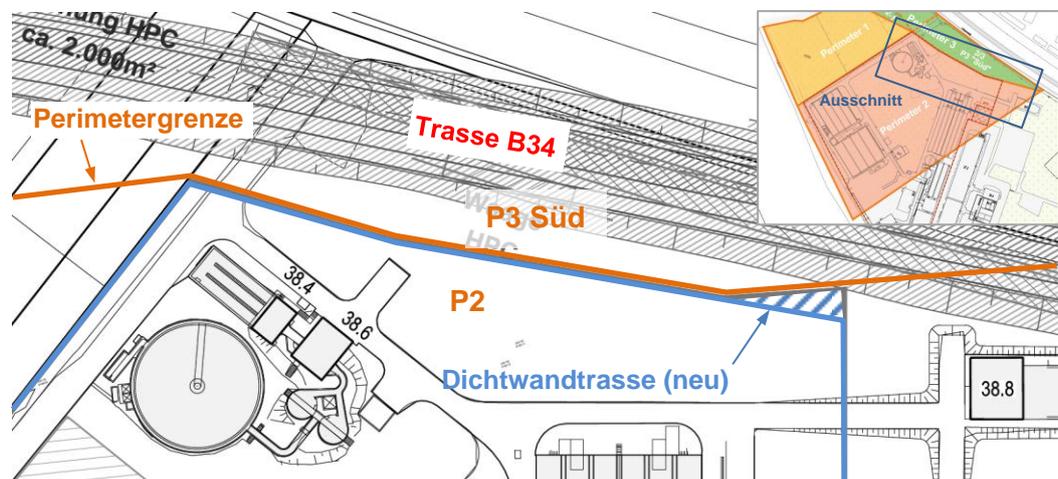


Abbildung 2-7: Anpassung der Dichtwandtrasse an den geplanten Verlauf der B34.

2.4.3 Dichtwandverlauf im Bereich der Rheinuferböschung

Zwischen EKB12 im Süden und P3 im Norden folgt die geplante Dichtwandtrasse der Hangkante der Rheinuferböschung und bleibt hierbei innerhalb des Werksgeländes. Im Rahmen der SU wurde der Aufbau der

Böschung mit 10 Schrägbohrungen, Bodenprobenahme und Schadstoffanalytik untersucht. Die Bohrungen wurden 10 m in die Böschung hinein vorgetrieben.

Lediglich in 2 der Bohrungen (SB14 und SB16) zeigten sich hierbei geringfügige lokale Verunreinigungen von wenigen Dezimetern Mächtigkeit innerhalb der Böschung (AOX max. 32 mg/kg, PAK 4,9 mg/kg und Organochlorverbindungen 0,248 mg/kg).

2.4.4 *Fazit*

Der hier dargestellte Verlauf der geplanten Dichtwandtrasse stellt sicher, dass alle sanierungsrelevanten Untergrundbelastungen in Perimeter 2 eingekapselt werden.

2.5 *GEPLANTE EINBINDETIEFE DER DICHTWAND*

Bei der Festlegung der Einbindetiefe der Dichtwand handelt es sich um eine Frage der Optimierung von Herstellungskosten (Fläche der Dichtwand) und Effizienz (Minimierung der zu erwartenden Restwassermenge bei der hydraulischen Sicherung). Für die in Zusammenhang mit der Sanierung von Perimeter 2 geplante Dichtwand ist eine Einbindetiefe von 9 m unter der Oberkante des Festgesteins (Muschelkalk) vorgesehen (vgl. *Anlage 3.4.2*). Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass bei dieser Einbindetiefe das oben erwähnte Optimum erreicht ist und ein sicherer, dauerhafter Einschluss des Abfallkörpers der ehemaligen Geigy-Grube gewährleistet ist.

Im Rahmen der Sanierungsuntersuchung wurde durch Smoltczyk & Partner ein geotechnischen Gutachten (/12/) erarbeitet. In diesem Gutachten werden die geologischen, hydrogeologischen und geotechnischen Eigenschaften des Untergrundes beschrieben und darauf aufbauend durch einen unabhängigen Sachverständigen Empfehlungen zur Ausführung der Dichtwand gegeben. Das Gutachten kommt zu dem Schluss, dass auf Grundlage der vorliegenden Ergebnisse eine Einbindetiefe von mindestens 7 m in das anstehende Festgestein (Muschelkalk) zu empfehlen ist. Diese Empfehlung basiert auf den folgenden Gründen:

- Ab einer Tiefe von ca. 3-7 m unter der Oberkante des Festgesteins wurden in den durchgeführten Erkundungsbohrungen Tonmergelsteine angetroffen, die eine relativ geringere vertikale hydraulische Durchlässigkeit erwarten lassen als die umliegenden Kalkmergelsteinbänke (vgl. *Anlage 3.4.2*)

- Ab einer Einbindetiefe von ca. 7 m unter der Oberkante des Festgesteins wird auf Grundlage der vorliegenden Informationen davon ausgegangen, dass eine weitere Vergrößerung der Einbindetiefe zu keiner signifikanten Reduzierung des Restwasserandrangs führt.

Die durchgeführte Grundwassermodellierung (Kap. 2.6) zeigt, dass die bei der geplanten Einbindetiefe von 9 m unter die Oberkante des Festgesteins (Muschelkalk) zu erwartenden Restwassermengen sich im Bereich von ca. 0,6-5,8 l/s bewegen.

2.6

ERGEBNISSE DER GRUNDWASSERMODELLIERUNG

Bei Umsetzung der geplanten Sanierungsvariante ist es notwendig, verschiedene hydraulische Fragestellungen zu klären. Hierfür wurde durch das Tübinger Grundwasser-Forschungsinstitut (TGF) ein numerisches Grundwassermodell erstellt und verschiedene Szenarien gerechnet (/8/). Das Modell wurde aus einem bereits existierenden großräumigen Modell ausgeschnitten, verfeinert und mit Randbedingungen versehen. Die folgende Abbildung 2-8 zeigt das Modellgebiet.

Auch für den Bereich Perimeter 1 existiert ein Grundwassermodell. Dieses wurde im Rahmen der 2. Etappe der DU (HPC, 2011) erstellt und mit den Ergebnissen aus den Zusatzuntersuchungen, die durch HPC in Perimeter 1 Ende 2012 durchgeführt wurden, ergänzt und verfeinert. Die beiden Grundwassermodelle wurden unabhängig voneinander erstellt, sodass kleinräumige Abweichungen in den Rechenergebnissen zu erwarten sind.

BASF hat sich für die Bearbeitung der Grundwassermodellierung durch das TGF entschieden, weil das lokale Grundwassermodell des TGF auf der stationären Modellvariante des bereits vorliegenden kalibrierten und validierten großräumigen Grundwassermodells „Grenzach-Wyhlen“ basiert. Das Lokalmmodell umfasst den nordwestlichen Teilbereich des großräumigen Modells mit einer von 25 m x 25 m auf 12,5 m x 12,5 m abgestuften Diskretisierung. Alle Modellparameter sowie die Randbedingungen werden aus dem großräumigen Modell übernommen. Da das lokale Modell auf Basis des bereits geeichten großräumigen Modells aufgebaut wurde, war eine erneute Modelleichung nicht erforderlich.

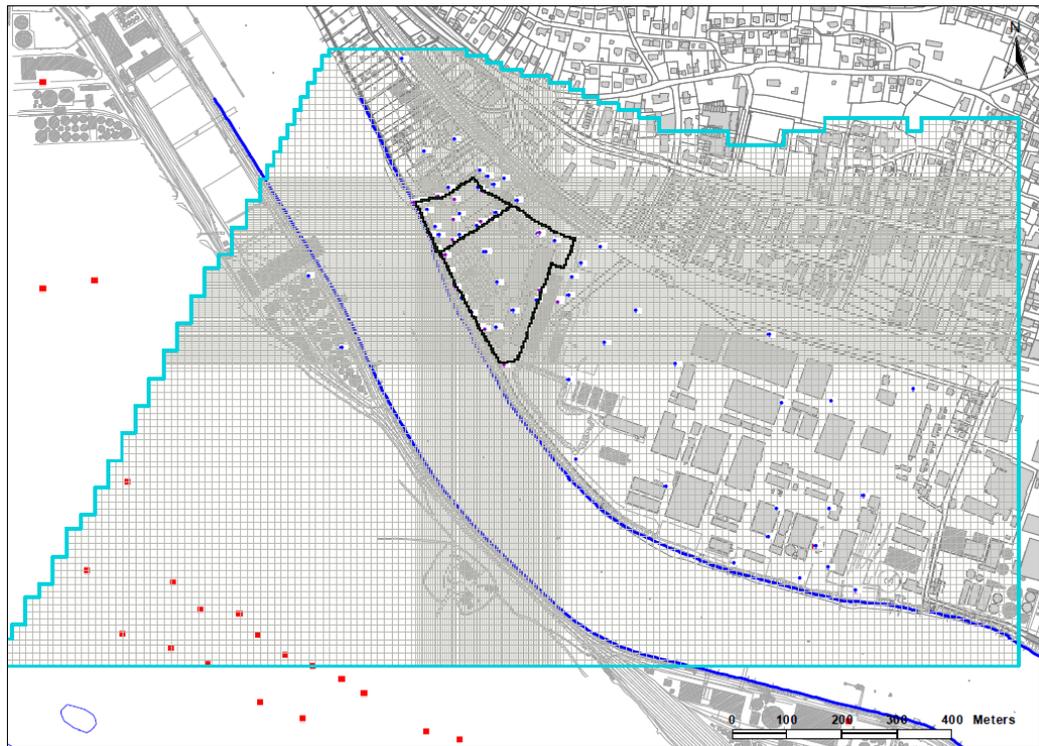


Abbildung 2-8: *Modellgebiet des numerischen Grundwassermodells (Lokalmodell TGF)*

Im Bereich des Werksgeländes BASF und der Kessler-Grube stehen die Gesteine des Unteren und Mittleren Muschelkalks an. Diese werden im Allgemeinen als gering durchlässig betrachtet. Diese Schichten wurden in der durchgeführten Modellsimulation im Bereich der geplanten Sanierungsmaßnahme durch aktive Zellen und zusätzliche Modellschichten, unter Berücksichtigung der Erkundungsergebnisse dargestellt. Somit ist das Lokalmodell in der Lage, Aussagen über die Fließverhältnisse im Muschelkalk zu treffen. Im Bereich der geplanten Dichtwand wurde eine weitere lokale horizontale Verfeinerung der Modelldiskretisierung durchgeführt, um die realen Verhältnisse adäquat abbilden zu können.

In der Vertikalen wurde die Modelldiskretisierung von 3 auf 8 Modellschichten verfeinert. Die einzelnen Schichten sind dabei den folgenden geologischen Einheiten zugeordnet:

- Schicht 1: Quartär (Parameterverteilung und Randbedingungen aus großräumigen Modell)
- Schicht 2 - 4: Festgestein bis Unterkante Dichtwand (ca. 9 m u. Oberkante Muschelkalk)

- Schicht 5: Festgestein von Unterkante Dichtwand bis Oberkante Horizont AT2
- Schicht 6, 7: Festgestein (Horizont AT2)
- Schicht 8: Festgestein Horizont AQ3 und tiefere Schichten

Die k_f -Werte der einzelnen Modellschichten im Festgestein wurden anhand der Ergebnisse aus hydraulischen Tests zugeordnet und interpoliert. Für die Durchlässigkeit der Dichtwand wurde in einem konservativen Ansatz ein k_f von $1 \cdot 10^{-8}$ m/s gewählt.

Mit Hilfe des numerischen Modells wurden die folgenden Fragestellungen untersucht:

- Wie viel Wasser wird von unten durch den Muschelkalk in die Kapsel nachströmen wenn innerhalb der Kapsel das Grundwasser abgesenkt wird? Welchen Einfluss haben unterschiedliche Durchlässigkeiten im Muschelkalk?
- Wie ist der Einfluss des Dichtwandbauwerks ohne Betrieb der hydraulischen Sicherung auf die ungestörten Grundwasserverhältnisse außerhalb der Kapsel?
- Wie ist der Einfluss der laufenden hydraulischen Sicherung auf die Grundwasserverhältnisse innerhalb und außerhalb der Kapsel?
- Welchen Einfluss haben die in Perimeter 1 geplanten Wasserhaltungsmaßnahmen während der Bauphase auf die hydraulischen Verhältnisse in Perimeter 2?
- Welche Auswirkungen hätte ein mögliches Abstellen des Betriebsbrunnens BR 49 auf die Auslegung der hydraulischen Sicherung in Perimeter 2?

Eine ausführliche Beschreibung des Modells und der Herangehensweise findet sich in /8/. Zusammenfassend zeigt das Grundwassermodell die folgenden Ergebnisse:

- In Abhängigkeit von den gewählten Aquiferkennwerten des Mittleren Muschelkalks (Verteilung der k_f -Werte) und lokaler Anisotropien wurde ein Wasserandrang für die hydraulische Sicherung zwischen 0,6 l/s und 5,8 l/s (ca. 50 – 500 m³/Tag) errechnet. Ferner wird von der TGF im Hinblick auf die Dimensionierung der Grundwasserreinigungsanlage ein Sicherheitszuschlag von einem 1 l/s empfohlen. Die für die Förderung und Behandlung des Grundwassers benötigten technischen Anlagen

sollten so ausgelegt werden, dass bei Bedarf eine Erhöhung der Gesamtentnahmemenge möglich ist.

- Durch den Betrieb von ca. 5 Förderbrunnen im Inneren der Kapsel mit einer Entnahmerate von jeweils 0,75 l/s kann der Grundwasserstand innerhalb der Dichtwand im langfristigen Mittel um ca. 10 cm abgesenkt werden. Es ist davon auszugehen, dass bei kurzfristigen Schwankungen der Grundwasserstände die auf das Innere der Kapsel gerichteten vertikalen und horizontalen hydraulischen Gradienten aufrechterhalten werden können. Die Planung der hydraulischen Sicherung mit insgesamt 8 Entnahmebrunnen ist somit mehr als ausreichend.
- Nach den Ergebnissen der Modellierung erfolgt durch die im Inneren der Kapsel betriebene Grundwasserentnahme außerhalb der Dichtwand eine geringfügige Grundwasserabsenkung im Quartär um maximal ca. 2 - 4 cm. Diese Absenkung kompensiert einen eventuell von der Dichtwand verursachten geringfügigen Anstieg des Grundwassers durch Aufstau um wenige cm. Im Ergebnis lassen sich somit keine nennenswerten Auswirkungen des Dichtwandbaus auf den Grundwasserstand außerhalb der Kapsel feststellen.
- Die Berechnungen zeigen ebenso, dass die Maßnahmen in Perimeter 1 keine bzw. nur geringfügige Auswirkungen auf die hydraulische Sicherung in Perimeter 2 haben werden.
- Im Falle einer Stilllegung des Betriebsbrunnens BR 49 würde sich auf dem gesamten Bereich der Kesslergrube eine nach Westen gerichtete Grundwasserströmung einstellen, ebenso würde der nordwestliche Teil des Betriebsgeländes zum Rhein hin entwässern. Der Rest des Betriebsgeländes würde im Einzugsgebiet der Brunnen von DSM (ca. 1,5 km ost-südöstlich von Perimeter 2) liegen. Die Abschaltung des Betriebsbrunnens würde im Bereich der Kesslergrube zu einem Grundwasseranstieg von ca. 3-7 cm, im Mittel ca. 4,5 cm, führen. Durch den Betrieb von 5 Förderbrunnen im Inneren der Kapsel mit einer Gesamtentnahmerate von 3,75 l/s könnte auch bei Abschaltung des Betriebsbrunnens BR 49 eine Absenkung im Inneren der Kapsel von im Mittel ca. 10 cm aufrecht erhalten werden.

2.7

GEFAHRENLAG E

Die Belastungssituation in der gesamten Altablagerung Kessler-Grube (Perimeter 1-3) wurde seit dem Beginn der historischen Erkundung im Jahr 1988 in mehreren darauf folgenden Erkundungen und schließlich in der von HPC im Jahr 2011 fertiggestellten DU (/1/ und /2/) ausführlich untersucht. Im Ergebnis der DU, die sich auf die gesamte Altablagerung Kessler-Grube

bezieht und keine einzelnen Sanierungsperimeter betrachtet, wurde eine Schutzgutgefährdung für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser festgestellt. Sofortmaßnahmen zur Gefahrenabwehr seien nicht notwendig, sofern BR 49 mit einer Förderleistung von mindestens ca. 3.500 m³/Tag weiterbetrieben wird (gemäß Entscheidung „Grundwasserentnahme durch Brunnen BR 49“ LRA Lörrach, 29.08.2011).

Die maximale Mächtigkeit der Auffüllung in der Kessler-Grube beträgt ca. 13 m. Die Grundwasseroberfläche ist etwa 6-7 m u. GOK anzutreffen. Auch im größten Teil von Perimeter 2 ist nach HPC (/1/) ein direkter Kontakt (nasser Fuß) zwischen Deponat und Grundwasser vorhanden und somit ein direkter Austrag der Schadstoffe über den Wirkungspfad Boden-Grundwasser gegeben. Eine Gefährdungsbeurteilung für Perimeter 2 wurde im Rahmen der SU durchgeführt (/33/). Die Gefährdungssituation für die einzelnen Wirkungspfade wird in den folgenden Kapiteln 2.7.3 bis 2.7.5 ausführlich beschrieben. Eine Zusammenfassung der Gefährdungssituation in Perimeter 2 ist der folgenden Tabelle zu entnehmen. Die Schutzgutbetrachtung für Perimeter 2 basiert größtenteils auf Informationen, Daten und Berechnungen, die im Rahmen der DU (/1/) durch HPC erhoben wurde.

Tabelle 2-3: *Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung Perimeter 2*

| Wirkungspfad - Schutzgut | Perimeter 2 |
|-----------------------------|------------------|
| Boden - Mensch | Keine Gefährdung |
| Boden - Oberflächengewässer | Ja |
| Boden - Grundwasser | Ja |
| Boden - Nutzpflanze | Nicht zutreffend |

2.7.1 *Schadstoffinventar*

In der Auffüllung der Altablagerung wurden während der DU durch HPC (/1/) und GIW (/6/) vornehmlich Wechsellagerungen aus kiesigen Bauschuttauffüllungen und schluffigen bis tonigen, abfallhaltigen Schichten durchteuft, in welchen ein heterogenes Abfallgemisch anzutreffen ist. Am 19. Juli 2011 wurde in einer Sitzung der Altlastenbewertungs-Kommission Baden-Württemberg auf Grundlage der vorliegenden Ergebnisse der Detailuntersuchung (DU) eine Sanierungsrelevanz für die Altablagerung Kessler-Grube festgestellt. Im Ergebnis der DU wurde im Bereich des

Perimeters 2 im Grundwasser eine Überschreitung von Prüf-/Beurteilungswerten und von zulässigen Schadstofffrachten (E_{\max} -Werte) für folgende sieben Hauptschadstoffgruppen festgestellt:

- Chlorbenzole
- Aromatische Amine
- Aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX / Benzol)
- Phenole (Index)
- Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)
- Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX)
- Ammonium

Daneben wurden im Grundwasser Belastungen durch Arsen, Zink, Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW), leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen (LHKW), polychlorierte Biphenyle (PCB) und aliphatische Amine festgestellt.

Außerdem wurden in Bodenproben die Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zinn und Zink, sowie die Halbmetalle Arsen und Antimon nachgewiesen. Erhöhte Konzentrationen wurden hierbei insbesondere für Zink und Arsen gemessen.

Im Rahmen der Detailuntersuchung durch HPC (/1/, /2/) wurden mittels GC/MS-Screenings weitere Substanzen im Grundwasser festgestellt. Hierbei sind insbesondere aromatische Amine, Anilin, N-Methylanilin und 3-Chlor-o-Toluidin zu nennen. Daneben finden sich Gehalte von den nicht aus den Produktionsprozessen der ehemaligen Ciba-Geigy stammenden Substanzen PMHPO (1-Phenyl-3methyl-4-hydroxy-(prop-2-yl)-2,5-dihydropyrazol-5-on), Propyphenazon, 2-Ethoxy-Phenol, 2-Amino-5-Chlorbenzophenon (ACP) und TTPCM (2,2,5,5-Tetramethyl-tetrahydro-1,3,4,6,8-pentaoxacyclopenta[a]inden-8a-yl-methanol).

2.7.2 *Räumliche Verteilung der Schadstoffe*

2.7.2.1 *Feststoff*

Die folgenden Informationen stammen aus insgesamt ca. 100 Bohrungen, die seit 1971 im Bereich Perimeter 2 niedergebracht wurden. Der Abfallkörper der ehemaligen Geigy-Grube befindet sich im Bereich der ARA Nachklärbecken

und nördlich davon. Hier wurden neben Industrieabfällen und Hausmüll auch Bauschutt sowie Chemieabfälle gefunden.

Die Feststoffbelastung in Perimeter 2 lässt sich wie folgt charakterisieren:

- Die Feststoffanalytik hat ergeben, dass es sich bei den organischen Schadstoffen hauptsächlich um MKW, LHKW, BTEX, Chlorbenzole, PAK, PCB und Phenole handelt. Im Zentralbereich von Perimeter 2 wurden PAK und Chlorbenzole mit Konzentrationen von 99 mg/kg bzw. 167 mg/kg gemessen und BTEX mit 275 mg/kg.
- Belastungen durch anorganische Schadstoffe wurden in Perimeter 2 durch die Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zinn und Zink, sowie die Halbmetalle Arsen und Antimon nachgewiesen, wobei Zink mit bis zu 15.000 mg/kg als Hauptschadstoff identifiziert wurde.

1971 wurden durch das Erdbaulaboratorium Frankfurt am Main (/22/) Untersuchungen im Bereich der heutigen ARA durchgeführt. Aus ihnen lassen sich Informationen über den Untergrundaufbau, die Belastungssituation und die Verbreitung des Abfallkörpers der ehemaligen Geigy-Grube ableiten. Die Bohrungen kommen zu dem Ergebnis, dass „Müll (Hausmüll und gewerblicher Müll) [...] in größerem Ausmaß nur in den Bohrungen 5 Bereich Nachklärbecken ARA) vorgefunden [wurde], in der dazwischen liegenden Bohrung 9 (Anm.: heute Grenzbereich Perimeter 1/2) weniger ausgeprägt.“ Das Gutachten führt auf Grundlage der Untersuchungen im Bereich der heutigen Abwasserreinigungsanlage (ARA) weiterhin aus, dass sich die „Bereiche mit Müll [...] wahrscheinlich auf Teilbereiche lokalisieren [lassen].“ Die räumliche Anordnung der Ansatzpunkte ist in Anlage 2.1 dargestellt.

Weitere Erkenntnisse bzgl. der Bodenbelastung in Perimeter 2 basieren auf den Ergebnissen der im Rahmen der ersten Etappe der DU im Jahr 2007 durchgeführten Beprobungskampagne (/6/). Damals wurden insgesamt 39 Rammkernsondierungen in der Altablagerung Kessler-Grube bis zu einer maximalen Tiefe von ca. 10 m niedergebracht. Die Lage der Ansatzpunkte kann Anlage 2.4 entnommen werden. Innerhalb von Perimeter 2 und im Grenzbereich zu Perimeter 3 wurden im Rahmen der Untersuchungen zwei Bereiche innerhalb der Auffüllung lokalisiert, in denen nennenswerte Beimengungen von Abfällen in der Auffüllung festgestellt werden konnten: Im nordöstlichen Teil von Perimeter 2 und im Übergangsbereich zu Perimeter 3 (Sondierungen RKE 16-19) wurden geringe Beimengungen von Hausmüll festgestellt, während bei den Bohrungen RKE 30-39 und RKE 23, etwa im Bereich der ehemaligen Geigy-Grube, neben Industrieabfällen und Hausmüll

auch organoleptisch auffälliger Bauschutt sowie Chemieabfälle identifiziert wurden.

Die Ergebnisse der Feststoffanalytik zeigen Belastungen des Untergrundes sowohl durch organische als auch durch anorganische Schadstoffe. Die Zone der höchsten Belastung in Perimeter 2 wurde im Bereich der ehemaligen Geigy-Grube lokalisiert (RKE 31, RKE 35-37 und RKE 39). Als dominierende organische Schadstoffe wurden hier MKW, LHKW, BTEX, Chlorbenzole, PAK, PCB und Phenole festgestellt. Ein Großteil dieser Schadstoffe liegt jedoch nur in verhältnismäßig geringen Konzentrationen vor. So wurden hier die größten Belastungen im Feststoff durch PAK und Chlorbenzole in der Bohrung RKE 36 mit Konzentrationen von 99 mg/kg bzw. 167 mg/kg gemessen. Die Analysenergebnisse der Beprobungskampagne weisen für BTEX eine maximale Konzentration von 0,4 mg/kg in RKE 35 aus. Im Rahmen der 1. Etappe der DU (/6/) wurden BTEX-Belastungen in Perimeter 2 von maximal 275 mg/kg festgestellt.

Die gemessenen Belastungen durch anorganische Schadstoffe konzentrieren sich auf die Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zinn und Zink, sowie die Halbmetalle Arsen und Antimon. Die 1. Etappe der DU (/6/) benennt Zink als die maßgebliche anorganische Belastung im Bereich der Geigy-Grube. Diese Aussage beruht auf den Analyseergebnissen der Feststoffproben aus dem Jahr 2007, bei denen Konzentrationen von bis zu 15.000 mg/kg in der Bohrung RKE 31 festgestellt wurden. Im Bereich der Geigy-Grube wurden daneben in den Bohrungen RKE 33, 35-37 und 39 Zinkgehalte von ca. 1.000 mg/kg nachgewiesen und maximale Konzentrationen von ca. 3.000 mg/kg Blei und 11 mg/kg Quecksilber.

2.7.2.2

Grundwasser

Die nachfolgend beschriebenen Ergebnisse der Grundwasserbelastungen entstammen einer Beprobungskampagne mit Schadstoffanalytik an ausgewählten GWM im Dezember 2013 und der von HPC durchgeführten Beprobung aus dem Februar 2010, die im Rahmen der 2. Etappe der DU durchgeführt wurde (/1/ und /2/). Die Bewertung der gemessenen Schadstoffkonzentrationen erfolgte auf Basis von /21/, in dem für einige der in Perimeter 2 festgestellten Schadstoffe Geringfügigkeitsschwellenwerte und Prüfwertkonzentrationen angegeben sind.

Eine grafische Darstellung der Grundwasserbelastungen ist in Anhängen 2.5.1 – 2.5.5 beigefügt.

Tabelle 2-4: *Belastungssituation Grundwasser*

| Parameter | Maximalwert | Messstelle | Datum | Prüfwert | GFS |
|--------------------|-------------|------------|-------|----------|----------|
| Chlorbenzole | 390 µg/l | P 5 | 2010 | - | 1 µg/l |
| Aromatische Amine | 265 µg/l | P 5 | 2010 | - | - |
| Aliphatische Amine | 16 µg/l | P 4 | 2010 | - | - |
| BTEX | 23 µg/l | P 5 | 2013 | 20 µg/l | 20 µg/l |
| Phenole | 100 µg/l | KE 38 | 2010 | 20 µg/l | 8 µg/l |
| Chlorphenole | 3,8 µg/l | P 5 | 2010 | - | 1 µg/l |
| PAK | 7,1 µg/l | P 5 | 2010 | 0,2 µg/l | 0,2 µg/l |
| LHKW | 5,7 µg/l | KE 27 | 2010 | 10 µg/l | 20 µg/l |
| AOX | 690 µg/l | EKB 17 | 2013 | - | - |
| Ammonium | 100 mg/l | EKB 17 | 2013 | 0,5 mg/l | - |

Chlorbenzole (GFS-Wert: 1 µg/l):

Im Grundwasser wurden im Rahmen der DU in Perimeter 2 auf dem BASF-Werksgelände teils stark erhöhte Konzentrationen an Chlorbenzolen mit bis zu 390 µg/l in Brunnen P 5 angetroffen. In dieser Messstelle wurden auch bei der Beprobung 2013 mit 300 µg/l die höchsten Chlorbenzol-Gehalte aller fünf untersuchten GWM nachgewiesen. In der Kontrollebene, die den südöstlichen Abstrom des Perimeters erfasst („Kontrollebene Werksgelände“ nach /1/) und entlang der südwestlichen Begrenzung von Perimeter 2 („Kontrollebene Rhein“ nach /1/) wurden Chlorbenzol-Konzentrationen von ca. 80 µg/l bzw. ca. 40 µg/l gemessen. Im Grundwasserabstrom auf Höhe der Messstellen KE 24 und CI 31 lagen die Chlorbenzol-Konzentrationen größten Teils unterhalb von 1 µg/l und damit unterhalb der Geringfügigkeitsschwelle. In den Muschelkalk-Messstellen wurde lediglich in der Messstelle KE 41 mit 1,4 µg/l eine geringfügig erhöhte Chlorbenzolbelastung festgestellt. Bei der Beprobung 2013 wurden Chlorbenzole in der neu errichteten Muschelkalk-Messstelle EKB 17 mit 2,6 µg/l festgestellt.

Aromatische Amine:

Eine weitere Belastung des Grundwassers geht auf eine Verunreinigung durch aromatische Amine zurück. Für diese Stoffe ist in /21/ keine Geringfügigkeitsschwelle festgelegt. Die Hauptbelastung wurde im Rahmen der DU in der im oberen Grundwasserleiter ausgebauten GWM P 5 mit 265 µg/l gemessen. Die Ausbreitung der aromatischen Amine erfolgt dem Abstrom des Grundwassers folgend über den südlichen/südöstlichen Rand der Altablagerung hinaus in Richtung des Betriebsbrunnens BR 49. In beiden Kontrollebenen wurden Konzentrationen von größer 1 µg/l gemessen, die jedoch mit der Entfernung zur Altablagerung weiter abnehmen. Bei der Beprobung 2013 wurden aromatische Amine nur im Bereich der ehem. Geigy-Grube in den Messstellen P 5 und P 16a mit 38,8 µg/l bzw. 8,6 µg/l nachgewiesen.

Aliphatische Amine:

Das Belastungszentrum der aliphatischen Amine wurde durch HPC nördlich von Perimeter 2 lokalisiert. Daher wurden in den Kontrollebenen von Perimeter 2 im Südwesten zum Rhein und an der südöstlichen Grenze im Abstrom der Altablagerung abnehmende Konzentrationen zwischen 2 und 16 µg/l bzw. bis zu 3 µg/l festgestellt. Im weiteren Abstrom wurden aliphatische Amine lediglich in den Messstellen P6 und CI 36 nachgewiesen, welche nach Ansicht der Gutachter (/1/) möglicherweise durch die sogenannte ehemalige „Werksdeponie“ beeinflusst sein könnten. Diese erstreckte sich nach (/1/) von dem Bereich südlich der GWM KE 26 entlang des ehemaligen Ufersaums am Rhein entlang bis in den Bereich von P 6.

BTEX (Prüfwert: 20 µg/l):

Aromatische Kohlenwasserstoffe wurden im Bereich Perimeter 2 im Rahmen der DU nur in untergeordneten Konzentrationen nachgewiesen (4,1 µg/l in P5 und 2,6 µg/l in P 16). Im Abstrom wurde BTEX nur in GWM P 6 gemessen, wobei in diesem Bereich ein Einfluss der ehemaligen Werksdeponie nicht ausgeschlossen werden kann. Bei der Beprobung 2013 wurde BTEX in P 5 mit 23 µg/l, und somit über dem Prüfwert, festgestellt. Außerdem wurde eine geringe BTEX-Konzentration von 3 µg/l in der Muschelkalk-Messstelle EKB 17 nachgewiesen.

Phenole (Prüfwert: 20 µg/l):

Der Schwerpunkt der Grundwasserbelastung durch Phenole wurde in der DU an der Grenze von Perimeter 1 zu Perimeter 2 im Bereich von Brunnen KE 38 mit 100 µg/l festgestellt. Weitere Belastungen über dem Prüfwert von 20 µg/l wurden im Bereich der Geigy-Grube an den Messstellen P 5 und P 16a, sowie

an der Kontrollebene zum Rhein in den Messstellen KE 29 und KE 30 gemessen. Eine erhöhte Phenolkonzentration von über 41 µg/l wurde auch in der Muschelkalk-Messstelle KE 41 verzeichnet. Bei der Beprobung 2013 wurden Phenole mit einer Konzentration von 70 µg/l ebenfalls in der an der Grenze von Perimeter 1 zu Perimeter 2 befindlichen Muschelkalk-Messstelle EKB 17 nachgewiesen.

Chlorphenole (GFS-Wert: 1 µg/l):

Chlorphenole wurden nur in den Messstellen P 5 und P 16 gemessen, wobei das Maximum der Chlorphenolbelastung bei P 5 mit 3,8 µg/l liegt und damit die Geringfügigkeitsschwelle von 1 µg/l übersteigt.

PAK (Prüfwert: 0,2 µg/l):

PAK-Belastungen mit Überschreitungen des Prüfwertes von 0,2 µg/l wurden an der nördlichen Perimetergrenze in der Messstelle KE 38 mit einer Konzentration von 0,85 µg/l, sowie im Bereich der Geigy-Grube in den Messstellen P 5, P 16 und P 16a mit Konzentrationen zwischen 4,8 und 7,1 µg/l festgestellt. Bei der Beprobung 2013 wurde PAK nur in P 5 mit 2 µg/l nachgewiesen. Östlich davon weist Messstelle P 1 mit 0,21 µg/l einen schwach erhöhten PAK-Gehalt auf. Im Abstrom wurde in der Messstelle KE 20 eine Konzentration von 1,5 µg/l gemessen.

LHKW (Prüfwert: 10 µg/l):

LHKW wurden lediglich im weiteren Abstrom von Perimeter 2 in den Messstellen KE 27, CI 37 und P 8 mit Konzentrationen von weniger als 5 µg/l festgestellt. Damit befinden sich die LHKW-Konzentrationen unterhalb des Prüfwertes von 10 µg/l.

AOX:

Das Zentrum der AOX-Belastung befindet sich nordwestlich von Perimeter 2, im Bereich von Perimeter 1. An der Kontrollebene zum Rhein wurden in der DU Konzentrationen von über 50 µg/l gemessen. Auch die Muschelkalk-Messstellen zeigen mit bis zu 620 µg/l in der Messstelle KE 41 deutlich erhöhte Schadstoffgehalte. Bei der Beprobung 2013 wurde AOX in der Muschelkalk-Messstelle EKB 17 mit 690 µg/l nachgewiesen. Im Bereich der Geigy-Grube wurden in P 5 360 µg/l nachgewiesen.

Ammonium (Prüfwert: 0,5 mg/l):

Das Zentrum der Ammonium-Belastung wurde im Bereich der Roche-Grube mit 347 mg/l in der Messstelle KE 28 festgestellt. Im Perimeter 2 wurden ebenfalls Konzentrationen deutlich über dem Prüfwert von 0,5 mg/l für

Ammonium festgestellt. Die höchste Belastung in diesem Bereich wurde in der Muschelkalk-Messstelle KE 41 mit 44,8 mg/l gemessen. In der westlichen Kontrollebene zum Rhein ist eine Abnahme der Ammonium-Belastung von 24,4 mg/l in der Messstelle KE 29 auf 3,1 mg/l in P 2 zu verzeichnen. Im Bereich der ehemaligen Geigy-Grube wurden in der Messstelle P 16 Belastungen von 24 mg/l festgestellt. In der südlichen Kontrollebene im Abstrom der Deponie liegen die gemessenen Ammonium-Konzentrationen zwischen 0,8 mg/l in KE 35 und 6,4 mg/l in KE 32, weiter abstromig überschreitet noch Messstelle KE 25 mit 2,6 mg/l den Prüfwert, während die weiter im Abstrom befindlichen Messstellen diesen nicht mehr erreichen. Auch 2013 wurde die höchsten Ammonium-Gehalte mit 100 mg/l in einer Muschelkalk-Messstelle, EKB 17, an der Grenze zu Perimeter 1 festgestellt.

Metalle (Prüfwert Arsen: 10 µg/l, Prüfwert Nickel: 50 µg/l, Prüfwert Zink: 500 µg/l):

Lokale Überschreitungen der Prüfwerte bis zu einem Faktor von maximal ca. 3 wurden für die Metalle Arsen, Nickel und Zink festgestellt. In KE 29 wurde eine Arsen-Konzentration von 33 µg/l nachgewiesen, in KE 41 im Muschelkalk eine Nickel-Konzentration von 126 µg/l und in P 2 eine Zink-Konzentration von 1,8 mg/l.

2.7.3 *Wirkungspfad Boden – Grundwasser*

Im Rahmen des Bearbeitungsschrittes DU (/1/ und /2/) wurde rechnerisch durch Betrachtung der maximalen und gemittelten Schadstoffkonzentrationen für den Bereich Kessler-Grube bestätigt, dass aufgrund der eingelagerten Abfallstoffe sowohl innerhalb der ungesättigten Auffüllung, als auch innerhalb der Auffüllung in der gesättigten Zone („nasser Fuß“) die Prüfwerte der BBodSchV überschritten werden.

Zur Beurteilung der Schadstoffemission wurden Immissionspumpversuche durchgeführt. Als Ergebnis der indirekten Emissionsberechnung ergab sich in /1/, dass die E_{\max} -Werte für alle betrachteten Hauptschadstoffparameter erreicht oder überschritten werden, mit Ausnahme der Chlorbenzole.

Die Immissionsbedingung wird nicht erfüllt, weil die über die Gesamtmächtigkeit des Aquifers gemittelten Schadstoffkonzentrationen im Grundwasserabstrom größer als die Prüf-/Beurteilungswerte sind. Die Emissionsbedingung wird nicht erfüllt, weil die Abstromfracht der Schadstoffparameter größer als die entsprechenden E_{\max} -Werte ist.

Nach den Ergebnissen der im Oktober 2011 in den Muschelkalkmessstellen durchgeführten weiteren Untersuchungen (/2/) ist auch innerhalb des Muschelkalks von einer messbaren Schadstoffbeeinflussung des Grundwassers auszugehen.

➔ Die vorliegenden Ergebnisse der DU zeigen, dass im Abfallkörper im Übergangsbereich zur grundwassergesättigten Zone, Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser überschritten werden. Nach Ansicht von ERM ist somit für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser eine Schutzgutgefährdung vorhanden.

Die Gefährdungssituation im Hinblick auf das Schutzgut Grundwasser wurde im Rahmen der SU (/33/) zusätzlich mit der Software XUMA-Bewertung 5.0 beurteilt. Es handelt sich hierbei um eine standortspezifische indikative Bewertung, die sich auf die gemessenen Schadstoffgehalte stützt und die Rahmenbedingungen der Altablagerung und die Bedeutung des Schutzgutes berücksichtigt. Es ergibt sich ein theoretisches prioritätssetzendes Risiko von 10,4.

2.7.4

Wirkungspfad Boden – Oberflächengewässer

Die Altablagerung Kessler-Grube und auch Perimeter 2 befinden sich in unmittelbarer Nähe zum Rhein. Unter natürlichen ungestörten Grundwasserströmungsverhältnissen strömt das Grundwasser der Kessler-Grube dem Rhein zu, einem Vorfluter von überregionaler Bedeutung. Zusätzlich werden die Grundwasserströmungsverhältnisse jedoch vom Betriebsbrunnen BR 49 beeinflusst.

Mit Hilfe einer numerischen Modellierung in der DU (/1/) wurde der erwartete Abstrom aus der Kessler-Grube in den Rhein in Abhängigkeit der gewählten Entnahmerate an BR 49 berechnet. Es zeigte sich, dass nach den getroffenen Modellannahmen die Förderrate von ca. 3.500 m³/Tag die unterste Grenze darstellt, um einen Grundwasserabstrom aus der Kessler-Grube in den Rhein zu unterbinden. Bei einer Reduzierung der Entnahmerate auf 3.000 m³/Tag (Kap. 1.4.6 in /1/) entwässert die NW-Ecke von Perimeter 1 in den Rhein. Bei einer Reduzierung der derzeitigen Entnahme auf 2.000 m³/Tag entwässern bereits etwa 80 % der Fläche der gesamten Kessler-Grube in den Rhein. Unter etwa 1.500 m³/Tag ist davon auszugehen, dass auch das Grundwasser aus dem Bereich Perimeter 2 in den Rhein strömt.

➔ Die vorliegenden Ergebnisse der DU zeigen, dass an der Basis des Abfallkörpers im Übergangsbereich zur grundwassergesättigten Zone, Prüfwerte überschritten werden. Aufgrund der räumlichen Nähe zum Rhein,

der sich im Fall einer verminderter Grundwasserentnahme in BR 49 im unmittelbaren Abstrom befindet, ist nach Ansicht von ERM für den Wirkungspfad Boden-Oberflächengewässer eine Schutzgutgefährdung vorhanden.

Die Gefährdungssituation im Hinblick auf das Schutzgut Oberflächenwasser wurde zusätzlich mit der Software XUMA-Bewertung 5.0 beurteilt. Es handelt sich hierbei um eine standortspezifische indikative Bewertung, die sich auf die gemessenen Schadstoffgehalte stützt und die Rahmenbedingungen der Ablagerung und die Bedeutung des Schutzgutes berücksichtigt. Es ergibt sich hierbei ein theoretisches prioritätssetzendes Risiko von 8,2.

2.7.5 *Wirkungspfad Boden – Mensch*

Auf Basis der vorliegenden Datengrundlage aus den bisher durchgeführten Untersuchungen ergaben sich in den oberflächennahen Bodenbereichen in Perimeter 2 keine Prüfwertüberschreitungen und keine organoleptischen Hinweise, die auf eine gesundheitsgefährdende Schadstoffbelastung im Boden schließen lassen (bodenschutzrechtlich relevante Beurteilungstiefe für Industrie- und Gewerbestandorte: 0,1 m). Bodenluftuntersuchungen zeigten lediglich im Bereich Perimeter 1 Überschreitungen der Orientierungswerte für Benzol und Chloroform in der Bodenluft.

➔ Aus den vorliegenden Informationen lässt sich im Bereich Perimeter 2 keine Gefährdung bzgl. des Wirkungspfades Boden – Mensch und im Hinblick auf eine mögliche Gefährdung durch Deponiegase bei Beibehaltung der Expositionsverhältnisse keine Gefährdung ableiten.

2.8 *BEHÖRDLICHE ENTSCHEIDUNGEN*

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die bisherigen behördlichen Entscheidungen im Sanierungsprozess Kessler-Grube Perimeter 2.

Tabelle 2-5: *Übersicht über die bisherigen behördlichen Entscheidungen*

| Datum | Beschluss / Ergebnis |
|-----------|---|
| Juni 2011 | Fertigstellung der 2. Etappe der DU durch HPC: Feststellung von Überschreitungen von Prüf-/Beurteilungswerten und zulässigen Schadstofffrachten im Bereich der Kessler-Grube |

| Datum | Beschluss / Ergebnis |
|---------------|--|
| 19. Juli 2011 | Feststellung der Sanierungsrelevanz der Kessler-Grube durch die Altlasten-Bewertungskommission Baden-Württemberg |
| 9. März 2012 | Vorstellung Ideenwettbewerb beim Landratsamt Lörrach |
| 15. Juni 2012 | Präsentationen der Ergebnisse der Variantenstudie für die Sanierung von Perimeter 2 durch ERM vor der Altlasten-Bewertungskommission Baden-Württemberg: Vorschlag der Sanierung mit Hilfe einer umlaufenden Dichtwand und einer zusätzlichen Oberflächenabdichtung in Kombination mit einer hydraulischen Sicherung |
| 01.03.2013 | Präsentation der Ergebnisse der SU durch ERM vor der Altlasten-Bewertungskommission Baden-Württemberg: Bestätigung durch die Kommission, dass die Einkapselung eine zielführende und geeignete Sanierungsvariante darstellt. Erreichen des Beweinsniveau 4 (BN 4) für Perimeter 2. |

Im Juni 2011 wurde durch HPC die 2. Etappe der Detailuntersuchung (DU) der Altablagerung Kessler-Grube erarbeitet, die im Oktober 2011 durch ergänzende Untersuchungen vervollständigt wurde. Im Ergebnis der DU wurde eine Überschreitung von Prüf-/Beurteilungswerten und zulässigen Schadstofffrachten (E_{\max} -Werte) festgestellt.

Am 19. Juli 2011 wurde in einer Sitzung der Altlasten-Bewertungskommission Baden-Württemberg auf Grundlage der vorliegenden Ergebnisse der DU offiziell eine Sanierungsrelevanz festgestellt. Als nächster Schritt war demnach eine Sanierungsuntersuchung zu erarbeiten.

Im Vorfeld der Sanierungsuntersuchung wurden durch die Firmen BASF und Roche ein Ideenwettbewerb und eine technische Variantenstudie initiiert, in der verschiedene Sanierungsvarianten für die Altablagerung hinsichtlich ihrer Verhältnismäßigkeit, generellen Eignung, und technischen Machbarkeit untersucht wurden. Am 9. März 2012 wurden die Ergebnisse des Ideenwettbewerbs durch BASF und Roche beim Landratsamt Lörrach vorgestellt. Am 15. Juni 2012 wurden schließlich die Ergebnisse der technischen Variantenstudie durch die Gutachter HPC (für Perimeter 1) und

ERM für Perimeter 2 der Altlasten-Bewertungskommission Baden-Württemberg präsentiert.

Im Ergebnis von Ideenwettbewerb und technischer Variantenstudie wurde von ERM eine vollständige Einkapselung des Perimeters 2 mit Hilfe einer umlaufenden Dichtwand und einer zusätzlichen Oberflächenabdichtung in Kombination mit einer Wasserhaltungsmaßnahme als die favorisierte Sanierungsvariante identifiziert.

Im Ergebnis der SU (ERM, 17.01.2013, Endbericht 07.05.2013, /33/) konnte gezeigt werden, dass die Sanierung des Abfallkörpers durch eine umlaufende Dichtwand mit Oberflächenabdeckung und zusätzlicher hydraulischer Sicherung eine geeignete und angemessene Maßnahme zur Sanierung des Perimeters 2 darstellt. Am 01.03.2013 wurde im Rahmen einer Besprechung im LRA Lörrach diese Sanierungsvariante der Altlasten-Bewertungskommission Baden-Württemberg vorgestellt. Im Ergebnis der Besprechung bestätigte die Bewertungskommission, dass es sich bei der Einkapselung um eine zielführende, rechtmäßige und genehmigungsfähige Sanierungsvariante handelt und erklärte für Perimeter 2 das Beweisniveau 4 (BN 4) für erreicht.

3 SANIERUNGSZIELE

3.1 FORMULIERUNG DER SANIERUNGSZIELE

3.1.1 Hintergrund

Die Definition des Sanierungsziels ist einer der Hauptbestandteile eines Sanierungsplans im Sinne des § 13 BBodSchG. Das BBodSchG gibt in §4 die allgemeinen Ziele vor, die einer jeden Sanierung zugrunde liegen sollten. Demnach sind Untergrundverunreinigungen so zu sanieren, dass „...durch sie dauerhaft keine Gefahren, erheblichen Nachteile oder erheblichen Belästigungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit entstehen.“

Die DU für die gesamte Kessler-Grube wurde im Auftrag von BASF und Roche gemeinsam durchgeführt. Im Ergebnis wurde aufgrund der festgestellten Schadstoffbelastungen ein Sanierungsbedarf festgestellt. Die für Perimeter 2 durchgeführte SU bestätigt die Notwendigkeit einer auf §4 BBodSchG begründeten Sanierung in Hinblick auf die Schutzgüter Grundwasser und Oberflächengewässer, wie in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 3-1: *Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung Perimeter 2*

| Wirkungspfad - Schutzgut | Perimeter 2 |
|-----------------------------|------------------|
| Boden - Mensch | Keine Gefährdung |
| Boden - Oberflächengewässer | Ja |
| Boden - Grundwasser | Ja |
| Boden - Nutzpflanze | Nicht zutreffend |

Im Rahmen der DU wurde aufgezeigt und vom LRA bestätigt, dass zum jetzigen Zeitpunkt keine akute Gefährdung besteht, da der Betriebsbrunnen BR 49 eine hydraulische Sicherung der Kesslergrube darstellt.

3.1.2 *Wirkungspfad Boden-Grundwasser*

In den folgenden zwei Kapiteln sind die Grundlagen und Rahmenbedingungen für die Festlegung von Sanierungszielen für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser in Perimeter 2 der Kesslergrube zusammengestellt.

3.1.2.1 *Rechtliche Rahmenbedingungen*

Das BBodSchG gibt in § 4 die allgemeinen Ziele vor, die einer jeden Sanierung zugrunde liegen sollten. Demnach sind Boden- und Grundwasserverunreinigungen so zu sanieren, dass durch sie keine Gefahren, erheblichen Nachteile oder erheblichen Belästigungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit entstehen und zwar dauerhaft. Hierzu kommen für historisch bedingte Altlasten neben einer Dekontamination auch Sicherungsmaßnahmen in Betracht, die eine Ausbreitung der Schadstoffe langfristig verhindern.

In Baden-Württemberg helfen verschiedene Regelwerke bei der Umsetzung von BBodSchG und BBodSchV, wie z.B. die *Untersuchungsstrategie Grundwasser* (LUBW, 2008) oder die ehemalige *Verwaltungsvorschrift (VwV) Orientierungswerte* (Sozial- und Umweltministerium BaWü, 1998). Es handelt sich hierbei um formlose ermessensleitende Regelungen und nicht um bindendes gesetzliches Regelwerk.

Da es sich bei dem von der Verunreinigung betroffenen Porenaquifer in Grenzach um ein genutztes/nutzungswürdiges Grundwasservorkommen handelt, wird für die Festlegung eines Sanierungsbedarfs zwischen der *allgemeinen Mindestanforderung* und der *einzelfallbezogenen Mindestanforderung* unterschieden, wie in der folgenden Gegenüberstellung veranschaulicht.

| Allgemeine Mindestanforderung | Einzelfallbezogene Mindestanforderung |
|---|--|
| <p>Kein Sanierungsbedarf, wenn</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prüfwerte am Ort der Beurteilung eingehalten werden. | <p>Kein Sanierungsbedarf, wenn</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prüfwerte direkt am abstromigen Rand des Schadstoffherdes tiefengemittelt¹⁾ eingehalten werden. („Immissionsbegrenzung“) - Die tägliche Schadstofffracht E, die den Schadstoffherd verlässt muss kleiner als E_{max} ist. („Emissionsbegrenzung“) |

Abbildung 3-1: *Gegenüberstellung der allgemeinen und der einzelfallbezogenen Mindestanforderung*

Da es unverhältnismäßig sein kann, das Ziel der allgemeinen Mindestanforderung zu erreichen, muss ggf. ein bestimmtes Schadensausmaß toleriert werden. Sofern 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 Sanierungsmaßnahmen zu berücksichtigen.

Wenn die Immissionsbedingung zugrunde liegt, dürfen in genutzten oder Nutzungswürdigen Grundwasservorkommen durch die Zulassung von Schadstoffemissionen keine höheren Schadstoffkonzentrationen als die Prüfwerte auftreten. Die Ermittlung der Prüfwerte bezieht sich bei der einzelfallbezogenen Mindestanforderung rechnerisch grundsätzlich auf die gesamte wassergesättigte Aquifermächtigkeit, sodass im Falle eines nicht oder gering belasteten Teilstroms lokale Schadstoffkonzentrationen über dem Prüfwert tolerierbar wären.

Wenn die Emissionsbedingung zugrunde liegt, dürfen die Emissionen (tägliche Frachten) aus kontaminiertem Boden/Ablagerungsgut in das Grundwasser nicht über den im Einzelfall maximal zulässigen Emissionswerten (E_{max} -Werten) liegen. Die E_{max} -Werte sind so gewählt, dass

¹ über die gesamte wassergesättigte Aquifermächtigkeit gemittelt

damit maximal 25 l/s unbelastetes Wasser bis zum Prüfwert (rechnerisch) kontaminiert werden können.

3.1.2.2 *Technische Rahmenbedingungen*

Frühere Untersuchungen haben gezeigt, dass die Basis des Abfallkörpers in Perimeter 2 teilweise unterhalb des Grundwasserspiegels liegt. Gegenstand der Sanierung ist der oberste, quartäre Grundwasserleiter innerhalb von Perimeter 2. Schadstofffahnen außerhalb des Perimeters 2 und Schadstofffahnen im Muschelkalk sind keine primären Schadstoffquellen und somit nicht Gegenstand des Sanierungskonzeptes. Deswegen werden für den Muschelkalkaquifer keine Sanierungsziele definiert. Nichtsdestotrotz trägt die für Perimeter 2 geplante Sanierungsmethode zu einer Verbesserung der Grundwasser-Qualität im Muschelkalkaquifer bei.

Das Erreichen der allgemeinen Mindestanforderung durch Dekontamination (Aushub) für Perimeter 2 ist unverhältnismäßig. Die Unverhältnismäßigkeit ergibt sich durch die erheblichen negativen Sekundärfolgen (z.B. einer nachteiligen Umweltbilanz) und die hohen Kosten einer Dekontamination, wie in der SU (/33/) ausführlich beschrieben wurde und in Kapitel 2.3 zusammenfassend dargestellt wird. In Kapitel 9 wird die Nachhaltigkeit der Sanierung durch Einkapselung mittels umlaufender Dichtwand, Oberflächenabdichtung und hydraulischer Sicherung beschrieben.

Eventuell im Anstrom von außerhalb der Kesslergrube vorhandene Belastungen im Grundwasser sind bei der Beurteilung des Sanierungserfolgs zu berücksichtigen (anströmende Konzentrationen sind auf die unten aufgeführten Sanierungsziele aufzuaddieren). Perimeter 1 und Perimeter 2 teilen sich den Grundwasserabstrom in Richtung Betriebsbrunnen BR 49.

Sollte der kontinuierliche Weiterbetrieb des Betriebsbrunnens BR 49 mit $\geq 3.500 \text{ m}^3/\text{Tag}$ in Frage gestellt werden, müsste die Grundwassersituation und die hydraulische Sicherungsfunktion der Kapsel neu beurteilt und das Überwachungsprogramm (Kap. 7) angepasst werden.

3.1.2.3 *Sanierungsziele*

Die für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser empfohlenen Sanierungsziele befinden sich auf zwei unterschiedlichen Ebenen, wie in der folgenden Abbildung dargestellt. Beide Ebenen stehen direkt miteinander im kausalen Zusammenhang und sollten daher nicht getrennt voneinander beurteilt werden.

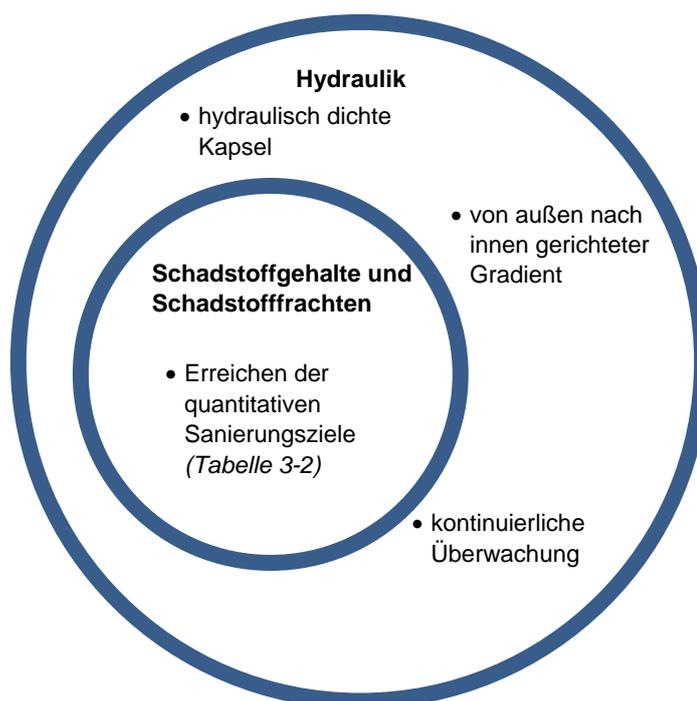


Abbildung 3-2: Zusammenhang der Sanierungsziele Perimeter 2 (Boden-Grundwasser)

Das übergeordnete Sanierungsziel für Perimeter 2 ist somit:

Verhinderung des Schadstoffaustrags über das Grundwasser über die Grenzen der Einkapselung hinaus. Im Hinblick auf die geplante Einkapselung lässt sich dieses Ziel durch Einhalten der folgenden vier Punkte erreichen:

- Einkapselung und sicherstellen einer dauerhaften Systemdichtigkeit der Kapsel;
- Aufrechterhalten eines von außen nach innen gerichteten hydraulischen Gradienten;
- Kontinuierliche Überwachung und Dokumentation des hydraulischen Gradienten (siehe Kap. 7.1);
- Überwachung der Grundwasserqualität im Abstrom (siehe Tabelle 3-2).

In der folgenden Tabelle sind die Sanierungszielwerte für Perimeter 2 dargestellt. Diese entsprechen numerisch den Prüfwerten gemäß BBodSchV, bzw. GFS-Werten der LAWA.

Tabelle 3-2: Sanierungszielwerte Perimeter 2 (Wirkungspfad Boden-Grundwasser)

| Parameter | Einheit | Ausgedrückt als Konzentration | | Ausgedrückt als Fracht bei 25 l/s | |
|----------------------------------|---------|---|------|-----------------------------------|-----|
| Ammonium | µg/l | 500 | µg/l | 1.100 | g/d |
| Summe PAK | µg/l | 0,2 | µg/l | 0,43 | g/d |
| Σ Chlorbenzole | µg/l | 1 | µg/l | 2,2 | g/d |
| Arsen | µg/l | 10 | µg/l | 21,6 | g/d |
| Σ BTEX | µg/l | 20 | µg/l | 43,2 | g/d |
| Phenole (Index) | µg/l | 20 | µg/l | 43,2 | g/d |
| Leitparameter | | | | | |
| Σ Aromatische Amine | | Algengiftigkeit, Daphniengiftigkeit, Fischeigiftigkeit: G_A und G_D und G_{Ei} -Werte ≤ 4 und umu-Test: $G_{eu} \leq 1,5$ | | | |
| PMHPO | | | | | |
| Propyphenazon | | und | | | |
| TTPCM | | | | | |
| Anilin | | Abnehmender Trend in der Summe der Konzentrationen und der Schadstofffrachten vom Inneren der Kapsel nach außen; Soweit die Summe der Konzentrationen/der Schadstofffrachten durch den Bau der Dichtwand dauerhaft $< 5\%$ derjenigen vor der Sanierung beträgt, entfällt das Trendkriterium. | | | |
| N-Methylanilin | | | | | |
| 3-Chlor-o-Toluidin | | | | | |
| 2-Ethoxy-Phenol | | | | | |
| 2-Amino-5-Chlorbenzophenon (ACP) | | | | | |

Die Konzentrationen sollen an Kontrollmessstellen im Quartär auf der Außenseite der in Abstromrichtung gelegenen Dichtwände (SW-Seite in Richtung des Rheins und SE-Seite in Richtung des Werksgeländes BASF) gemessen und über die wassergesättigte Mächtigkeit des Porenaquifers gemittelt werden. Eine Beschreibung des geplanten Grundwassermonitorings ist in Kap. 7.1 ausgeführt.

Aufgrund der Tatsache, dass ein nach innen gerichteter Gradient aufrecht gehalten wird, werden keine messbaren (durch advektiven Grundwasserstrom verursachten) Schadstoffemissionen aus der Kapsel stattfinden. Dennoch werden die E_{max} -Werte als Teil des geplanten Überwachungsprogramms überwacht. Sollte (und davon ist aus den besagten Gründen auszugehen) die Emission aus der Kapsel weniger als 1% des E_{max} -Wertes betragen, so kann nach *Untersuchungsstrategie Grundwasser* (LUBW, 2008, /21/) auf die Einhaltung der einzelfallbezogenen Mindestanforderung verzichtet werden. Das bedeutet, dass ggf. auch eine Überschreitung der in obiger Tabelle aufgeführten Konzentrationen außerhalb der Kapsel toleriert werden kann.

3.1.2.4 Überwachungskonzept Hydraulische Sicherung

Im Folgenden werden die Grundzüge des Überwachungskonzepts zur hydraulischen Sicherung dargestellt. Die Lage der Entnahmebrunnen und Kontrollmessstellen und ein mögliches Ausbauprofil sind in den *Anlagen 3.5.1 – 3.5.3* dargestellt.

Das Grundwasser wird innerhalb der Kapsel über acht Entnahmebrunnen aus dem Niederterrassenschotter kontinuierlich entnommen und über eine Grundwasserreinigungsanlage dem Rhein zugeführt. Momentan sind folgende Brunnen als Entnahmebrunnen geplant: P 16a, P 5, KE 29, KE 32 sowie die neu zu installierenden Brunnen EKB 22 (bei Gbd. 38.4), EKB 23 (östlich des Hubschrauberlandeplatzes), EKB 24 (nordöstlich von Gbd. 38.5) und EKB 25 (östlich von Gbd. 38.7).

Es ist vorgesehen, die Grundwasserabsenkung innerhalb der Kapsel und den dadurch entstehenden hydraulischen Gradienten an insgesamt 27 Grundwassermessstellen (9 außerhalb, 18 innerhalb der Dichtwand) mittels Drucksonden kontinuierlich zu bestimmen und zu steuern. Darüber hinaus werden sechs der Kontrollmessstellen innerhalb der Dichtwand als Doppelmessstelle ausgebaut, um auch den vertikalen Gradienten zwischen Muschelkalk und Schotterkörper dokumentieren zu können. Bei 18 der geplanten Kontrollmessstellen handelt es sich um bestehende GWM; diese werden von 16 zusätzlich installierten Kontrollmessstellen ergänzt.

Die Beurteilung der Absenkung erfolgt ausschließlich an GWM, die nicht selbst als Entnahmebrunnen dienen. Die gemessene Absenkung soll somit weitgehend vom direkten Absenktrichter eines Entnahmebrunnens unbeeinflusst sein.

Die Entnahmeraten der Absenkungsbrunnen sind variabel und werden nach zwei Aspekten eingestellt: (1) Einhaltung einer gemittelten relativen Mindestabsenkung im Vergleich zum unbeeinflussten Grundwasser außerhalb der Kapsel und (2) Einhaltung des Volumenstroms, auf den die Grundwasserreinigungsanlage ausgelegt wird (200-400 m³/Tag, max. 600 m³/Tag).

Die Aufzeichnung der Grundwasserstände erfolgt automatisch über Drucksonden mit Datenfernübertragung. Es ist vorgesehen, die Grundwasserstände in einem Intervall von ca. 30 Minuten aufzuzeichnen, jeweils zeitgleich an allen Kontrollmessstellen. Die aufgezeichneten Druckverhältnisse werden zentral erfasst und die bestehenden Gradienten kontinuierlich ausgewertet.

Eine gemittelte relative Mindestabsenkung des Grundwassers innerhalb der Kapsel von 10 cm dient als Sicherheitspuffer, um auf Schwankungen des Grundwasserstandes außerhalb der Kapsel reagieren zu können (vgl. Kap. 4.4). Sollte die relative Mindestabsenkung durch einen außerhalb der Kapsel rasch sinkenden Grundwasserstand unterschritten werden, wird die Förderrate in den Entnahmebrunnen automatisch erhöht (die Ergebnisse der DU (HPC, 2011) zeigen, dass die durchschnittlichen Schwankungen des Grundwasserstands im Schotterkörper und im Muschelkalk innerhalb von 12 Stunden deutlich geringer sind als 10 cm). Eine detaillierte Beschreibung der hydraulischen Sicherung findet sich in Kap. 4.4.

Per online-Zugriff kann das hydraulische Sicherungssystem kontrolliert und im Bedarfsfall korrigiert werden.

3.1.2.5 *Überwachungskonzept Grundwasserqualität*

Im Folgenden werden die Grundzüge des Überwachungskonzepts zur Grundwasserqualität dargestellt. Die Lage der Entnahmebrunnen und Kontrollmessstellen ist in *Anlage 3.5.1* dargestellt. Details zum Nachsorge-Monitoring sind in Kap. 7.1 ausgeführt.

Es ist geplant, dass für einen Zeitraum von zunächst 2 Jahren nach Beginn des Sanierungsbetriebs in Perimeter 2 ein vierteljährliches Grundwassermonitoring mit Einzelschadstoffanalytik an ausgewählten GWM durchgeführt wird. Nach 2 Jahren wird das Kontrollintervall auf halbjährliche Messungen verlängert werden. Die zu überwachenden GWM wurden dabei so ausgewählt, dass die folgenden Kriterien erfüllt sind:

- Erfassung des Grundwasserabstroms im Niederterrassenschotter
- Erfassung des Grundwasseranstroms im Niederterrassenschotter
- Erfassung der Grundwasserqualität in den Bereichen, in denen die geplante Kapsel umströmt wird
- Erfassung der Grundwasserqualität im Muschelkalk im Umfeld der Kapsel

Nach 5 Jahren sollte eine Neubewertung erfolgen und das Nachsorge-Monitoring weiter optimiert werden.

Die Konzentrationen der in Tabelle 3-2 unter der Rubrik *Leitparameter* aufgeführten Substanzen- oder Substanzgruppen sind zusätzlich jährlich zu untersuchen.

Sollte im Rahmen der ersten Neubewertung (nach 5 Jahren) kein abnehmender Trend oder eine Zunahme der Schadstoffgehalte/-frachten festzustellen sein, ist die Situation neu zu bewerten.

3.1.3 Wirkungspfad Boden – Oberflächenwasser

Der südwestliche Rand des Perimeters 2 befindet sich in einer horizontalen Entfernung von nur ca. 20 m zum Rheinufer und in der durchgeführten Gefährdungsbeurteilung (DU von HPC und SU von HPC, bzw. ERM) wurde eine Schutzgutgefährdung für den Wirkungspfad Boden-Oberflächengewässer festgestellt.

Die mögliche Schadstoffexposition erfolgt in diesem Fall von der Schadstoffquelle in das Grundwasser und vom Grundwasser in den Rhein. Zur Bewertung des Wirkungspfads Boden – Oberflächengewässer ist der Schadstoffaustrag somit der Austragsvariante 1 nach dem LUBW Leitfaden *Altlastenbewertung – Priorisierungs- und Bewertungsverfahren Baden-Württemberg* (März, 2010) zuzuordnen (Schadstoffherd liegt im Grundwasser, Grundwasser infiltriert in das Oberflächengewässer). Der Ort der Beurteilung befindet sich in diesem Fall am Rheinbett mit der Exfiltration von Grundwasser aus den Niederterrassenschottern in den Rhein hinein. Aufgrund der unmittelbaren Nähe des Rheins kann die Grundwasserkonzentration näherungsweise dem Ort der Beurteilung zugeordnet werden.

Da in der BBodSchV keine rechtsverbindlichen Prüfwerte für diesen Wirkungspfad vorliegen, wurden in Baden-Württemberg Grenzwerte definiert, die jedoch lediglich orientierenden Charakter haben (Orientierungswerte-Oberflächengewässer). Aufgrund dieser Werte und den Rahmenbedingungen von Perimeter 2 (Gewässernutzung und Gewässergröße) kann davon ausgegangen werden, dass keine Gefährdung des Schutzgutes Rhein besteht wenn die für das Grundwasser definierten Sanierungszielwerte eingehalten werden. Daher entfallen gesonderte Kriterien für das Oberflächengewässer und auch analytische Messungen im Rhein.

3.1.4 Wirkungspfad Boden – Mensch

Im Rahmen der durchgeführten Gefährdungsbeurteilung (DU von HPC und SU von HPC, bzw. ERM) wurde für den Wirkungspfad Boden – Mensch bei der aktuellen Nutzung des Geländes keine Gefährdung festgestellt.

3.1.5 *Wirkungspfad Boden - Nutzpflanze*

Aufgrund der aktuellen industriellen Nutzung des Areals ist der Wirkungspfad Boden - Nutzpflanze nicht relevant. Es liegen keine Informationen vor, die auf eine geplante Umnutzung und eine sich daraus ergebende zukünftige Relevanz dieses Wirkungspfades schließen lassen.

3.2 *BEURTEILUNG DES SANIERUNGSERFOLGS*

Das Ziel der im vorliegenden Sanierungsplan beschriebenen Sanierung ist es, die in Kap. 3.1.2.3 definierten Sanierungsziele für den Perimeter 2 zu erreichen und dauerhaft einzuhalten. Hierbei handelt es sich sowohl um Ziele hinsichtlich der Grundwasserqualität als auch hinsichtlich der hydraulischen Verhältnisse (dichte Kapsel und nach innen gerichteter hydraulischer Gradient).

Die hydraulische Wirksamkeit wird kontinuierlich überwacht, wohingegen sich die Auswirkungen der Sanierung auf die Grundwasserqualität im Abstrom von Perimeter 2 mit zeitlicher Verzögerung zeigen werden und zunächst vierteljährlich, später halbjährlich gemessen werden sollen (Kap. 3.1.2.5). Im regelmäßigen Abstand von zunächst 5 Jahren ist daher jeweils eine Beurteilung des Sanierungserfolgs im Hinblick auf die Grundwasserqualität vorgesehen. Diese hat jeweils auf Grundlage der in den vorhergehenden 5 Jahren erhobenen Datengrundlage zu erfolgen. Im Rahmen dieser Beurteilung wird der jeweilige Ist-Zustand der Sanierung mit den Sanierungszielen verglichen und die Effektivität der Sanierung beurteilt.

Wenn eine solche Bewertung ergibt, dass bereits ein Teil der Sanierungsziele erreicht wurde, sollte versucht werden, die Effizienz der Sanierung zu optimieren, indem z.B. die Entnahmerate der hydraulischen Sicherung oder die Anzahl der Entnahmehäuser reduziert wird. Sollte eine solche Beurteilung dagegen ergeben, dass kein abnehmender Trend in den Schadstoffgehalten im Abstrom oder eine Zunahme festzustellen ist, ist die Situation neu zu bewerten.

4 *BESCHREIBUNG DER SANIERUNGSMASSNAHME*

4.1 *GELTUNGSBEREICH DES SANIERUNGSPLANS*

Der räumliche Geltungsbereich des vorliegenden Sanierungsplans ist in Anlage 1.4 grafisch dargestellt. Er befindet sich auf dem BASF Betriebsgelände in der Köchlinstraße 1 in 79639 Grenzach-Wyhlen, Ortsteil Grenzach.

Der Sanierungsplan umfasst den von der Dichtwand umschlossenen Bereich des Flurstücks 878, Gewinn Kessler und die Teilflächen der als Perimeter 2 bezeichneten Zone (Anlage 1.2, bzw. Abbildung 2-1), die nicht von der Dichtwand umschlossen werden. Die Gesamtfläche dieses Bereichs beläuft sich auf ca. 38.400 m². Flächen, die außerhalb dieses Geltungsbereichs liegen, sind nicht Gegenstand des vorliegenden Sanierungsplans.

Die folgenden Baumaßnahmen sind Bestandteil des gewählten Sanierungsansatzes und werden in den folgenden Abschnitten im Detail beschrieben:

- Bau einer Dichtwand von ca. 815 m Länge, die die Altablagerung umschließt und bis etwa 9 m in den Muschelkalk hinein (entspricht ca. 21-31 m u. GOK) einbindet, zzgl. 400 m² Versuchskasten
- Aufbringen einer Oberflächenabdichtung mit einer Gesamtfläche von ca. 36.000 m² (3,6 ha)
- Installation und Betrieb einer hydraulischen Sicherung mit max. 9 Pumpbrunnen im Inneren der Kapsel und ca. 34 Kontrollmessstellen innerhalb und außerhalb der Kapsel, inkl. Errichtung und Betrieb einer Grundwasserreinigungsanlage in einer ca. 300 m² umfassenden Einhausung

4.2 *NUTZUNGS- UND SCHUTZGUTORIENTIERTE SANIERUNGSKONZEPTION*

Die Auswahl der favorisierten Sanierungskonzeption für Perimeter 2, die im vorliegenden Sanierungsplan ausführlich dargestellt wird, erfolgte im Rahmen der SU (/33/). Das Grundprinzip des gewählten Sanierungskonzeptes im Sinne des § 2 BBodSchG ist die langfristige Verhinderung der Ausbreitung von Schadstoffen, ohne die Schadstoffe zu beseitigen. Es handelt sich somit um eine Sicherungsmaßnahme, eine Maßnahme also, die im Sinne des BBodSchG einer Sanierung gleichzusetzen ist.

In der folgenden Tabelle sind die nutzungs- und schutzgutbezogenen Rahmenbedingungen für Perimeter 2 zusammengefasst, vor und nach Umsetzung der geplanten Sanierung.

Tabelle 4-1: Nutzungs- und schutzgutorientiertes Sanierungskonzept

| | Zustand vor Sanierung | Nach Umsetzung des Sanierungskonzeptes |
|--|-------------------------------|---|
| Zukünftige Nutzung | Gewerblich/industriell | Gewerblich/industriell nutzbar |
| Wirkungspfad Boden - Mensch | Keine Gefährdung festgestellt | Gefährdung durch Direktkontakt aufgrund Oberflächenabdichtung ausgeschlossen |
| Wirkungspfad Boden - Grundwasser | Gefährdung festgestellt | Grundwasserabstrom durch Dichtwand und hydraulische Sicherung unterbunden; Sickerwasserzutritt durch Oberflächenabdichtung unterbunden |
| Wirkungspfad Boden - Oberflächenwasser | Gefährdung festgestellt | Austritt von belastetem Grundwasser in den Rhein durch Dichtwand ausgeschlossen; Verunreinigung von abfließendem Oberflächenwasser durch Oberflächenabdichtung ausgeschlossen |

Nach Umsetzung der geplanten Sanierungsvariante ist der Standort weiterhin gewerblich/industriell nutzbar. Bei zukünftigen Baumaßnahmen im Bereich der Kapsel ist zu berücksichtigen, dass Neubauten entsprechend in die Oberflächenabdichtung integriert werden müssen. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Anschlüsse gemäß den Ausführungen in Kap. 4.3.6 ausgeführt werden, um Undichtigkeiten in der Oberflächenabdichtung zu verhindern. Wird zukünftig ein bestehendes Gebäude innerhalb der Kapsel abgerissen, muss die dadurch entstehende Öffnung in der Oberflächenabdichtung fachgerecht entsprechend der festgelegten Regelquerschnitte für das Abdichtungssystem (Kap. 4.3.6) geschlossen werden. Vegetation im Bereich der Oberflächenabdichtung sollte auf Grünflächen und Buschwerk reduziert bleiben, um Schäden an der Kunststoffdichtungsbahn durch tiefwurzelnende Bäume o.Ä. zu verhindern.

Durch das Errichten der Kapsel werden die nach der vorliegenden Gefährdungsbeurteilung für Perimeter 2 relevanten Wirkungspfade Boden-Grundwasser und Boden-Oberflächenwasser und darüber hinaus den Wirkungspfad Boden-Mensch effektiv und dauerhaft unterbrochen.

4.3 *ABLAUF DER BAUMASSNAHMEN*

In den folgenden Abschnitten wird der Ablauf der Baumaßnahmen beschrieben. Ein Grobzeitplan für die Maßnahme ist diesem Sanierungsplan als *Anlage 5* beigefügt, die wichtigsten zeitlichen Meilensteine im Projektablauf sind in Kap. 10 aufgeführt.

4.3.1 *Allgemeiner Bauablauf*

Es gibt auf dem Standort eine Reihe von Rahmenbedingungen, die für den Ablauf der Sanierung und den allgemeinen Bauablauf maßgeblich sind. Hierbei sind in erster Linie die folgenden Punkte zu nennen:

- Im Vorfeld und während der laufenden Maßnahmen ist der Bauablauf mit den Sanierungsarbeiten in Perimeter 1 abzustimmen.
- Der zu sanierende Bereich Perimeter 2 ist Teil eines in Betrieb befindlichen Produktionsstandortes der BASF Grenzach GmbH. Daher erfolgt eine enge Abstimmung und Koordination der Sanierungsarbeiten mit den am Standort tätigen Produktionseinrichtungen. Zu- und Abfahrt zum Perimeter 2 werden über die Hauptpforte der BASF erfolgen. Der weitere Baustellenverkehr wird über die bestehenden Werkstraßen geführt und so gelenkt, dass keine Behinderung des produktionsseitigen Werkverkehrs erfolgt. Die geplante Verkehrslenkung und die Anbindung der Baustelle werden im Übersichtsplan und im Baustelleneinrichtungsplan dargestellt (*Anlagen 3.1.1* und *3.1.2*).
- In dem zu sanierenden Bereich des Perimeters 2 befinden sich die kommunale Abwasserreinigungsanlage von Grenzach-Wyhlen und die Industriekläranlage der BASF, welche beide in Betrieb sind und auch während der Baumaßnahmen ohne Unterbrechung arbeiten werden. Die Planung der Sanierung ist so ausgelegt, dass die hierzu erforderliche Andienung der Kläranlage zu jedem Zeitpunkt der Baumaßnahmen erfolgen kann. Die entsprechenden Andienungsflächen und die jeweilige Anbindung während der Bauzeit sind in *Anlage 3.1.2* dargestellt.
- Den jetzigen Planungen entsprechend ist davon auszugehen, dass die Sanierungsarbeiten in Perimeter 1 etwa zeitgleich beginnen werden. Die Sanierung dort sieht einen Totalaushub unter Einhausung vor. Der

Baustellenverkehr zu und von der Baustelle in Perimeter 1 erfolgt nach derzeitigem Planungsstand ebenfalls über das BASF Werksgelände in Richtung der Hauptpforte, bzw. der Bahnverladung nahe der östlichen Grundstücksgrenze. Im Zuge der Sanierungsplanung beider Perimeter haben regelmäßig Abstimmungs- und Koordinationsgespräche stattgefunden, mit dem Ziel, Verkehrslenkung und Lagerflächen so zu planen, dass keine gegenseitigen Behinderungen erfolgen und die jeweiligen Baumaßnahmen auch zeitlich unabhängig voneinander durchgeführt werden können. Die Ergebnisse dieser gemeinsamen Abstimmungen sind in die Planung eingeflossen.

Nach dem derzeitigen Stand der Planung lässt sich der geplante Bauablauf wie folgt zusammenfassen. Änderungen im Rahmen der Ausführungsplanung sind möglich.

- **Vorlaufende Maßnahmen:**
 - Rodung des restlichen Baumbestandes und Buschwerks innerhalb von Perimeter 2
 - Abtrag der unbelasteten Böschung entlang der Perimetergrenze 1 und 2
 - Umschlüsse und Leitungsverlegung im ELT und Untergrund zur Versorgung der ARA und der verbleibenden Gebäude während und nach der Baumaßnahme als vorbereitende Maßnahmen durch die BASF
 - Herstellung der befestigten Baustelleneinrichtungs- und Lagerfläche im Bereich des ehemaligen Gebäude 37 und 36 durch die BASF
 - Rückbau der Dampf- und Kondensatleitungen entlang der Rheinuferböschung durch die BASF im Vorfeld der Sanierungsmaßnahme Perimeter 2
- **Baustelleneinrichtung** inklusive der Einrichtungen für den Arbeits- und Gesundheitsschutz, der Fremd- und Eigenüberwachung sowie der Aufbau und die Inbetriebnahme der erforderlichen Infrastruktur mit den zugehörigen Lager- und Entsorgungsflächen
- **Einrichten/Ausweisen von Baustraßen** und temporären Andienungsflächen zum kontinuierlichen Betrieb der ARA
- **Rückbau der Grundwassermessstellen**, die sich im Bereich der Dichtwandtrasse befinden und temporäres Verschließen der übrigen Grundwassermessstellen im Bereich Perimeter 2.
- **Mobilisierung** von zwei Seilbaggern

- **Bau eines Versuchskastens** mit einer geplanten Fläche von 400 m² im östlichen Teil des einzukapselnden Bereichs, nördlich der Baustelleneinrichtungsfläche; Durchführung von Pumpversuchen im Versuchskasten
- **Bau der Dichtwand** gemäß der festgelegten Bauabschnitte 1 - 6 und Demobilisierung der Seilbagger
- **Auskoffern des Geländes** bis zu einer Tiefe von 1,5 m u. GOK, Rückbau der nicht mehr benötigten Untergrundleitungen und Schächte entsprechend Werkleitungsplan und nach Angaben der BASF (*Anlage 3.3.1*)
- **Profilierung des Arbeitsplanums** und Herstellung der Hauptleitungstrassen
- **Umschluss** der jeweiligen Ver-, Entsorgungs- und Energieleitungen und Verlegung dieser in die neuen Hauptleitungsgräben (*Anlage 3.3.2 und 3.3.3*)
- **Lagenweises Aufbringen der Oberflächenabdichtung** einschließlich der Dichtungs-, Entwässerungs- und Rekultivierungsschichten sowie der befestigten Verkehrsflächen (*Anlage 3.2.1*)
- **Anschluss der Oberflächenentwässerung** an das Rheinauslaufbauwerk (bei Gbd. 38.7) und Herstellung aller Durchdringungen und Anschlüsse an die Dichtwand, die bestehenden Gebäude und die Becken der Kläranlage (*Anlagen 3.2.2-3.2.6*)
- **Einrichten der Entnahmebrunnen und Kontrollmessstellen** für die hydraulische Sicherung, der Grundwasserreinigungsanlage und Verlegung der erforderlichen Leitungen (*Anlage 3.5.1*)
- **Inbetriebnahme** der hydraulischen Sicherung (*Anlage 3.5.2*)
- **Demobilisierung**, Rückbau der Baustelleneinrichtung und Wiederherstellung der Flächen gemäß Nutzung vor Beginn der Sanierungsmaßnahme

4.3.2 *Baustelleneinrichtung, Infrastruktur*

Der Bereich der ehemaligen Gbd. 36 und 37 ist mit einer Gesamtfläche von ca. 4.800 m² für die Baustelleneinrichtung und als Zwischenlagerfläche für Container vorgesehen (BE-Flächen). Diese Flächen werden zu Sanierungsbeginn als versiegelte ebene Flächen übergeben. Eine zusätzliche unversiegelte Zwischenlagerfläche (2.000 m²) ist im nordwestlichen Teil von Perimeter 2 vorgesehen. Der aktuelle Planungsstand der Baustelleneinrichtung ist in *Anlage 3.1.1* dargestellt.

Die Baustelleneinrichtung besteht im Wesentlichen aus folgenden Elementen:

- Zwei bis drei Suspensionsbehälter zur Lagerung der Stützflüssigkeit: Die Stützflüssigkeit wird nach Rezeptur gemäß dem geotechnischen Gutachten (/12/) und den Anforderungen der Baustelle vor Ort aus Bentonit und Wasser hergestellt und mittels Pumpen in die Suspensionsbehälter gefüllt. Das Bentonit wird in Feststoffsilos gelagert und das notwendige Wasser wird vom Standort zur Verfügung gestellt. Für den gesamten Dichtwandbau sind ca. 3.000 m³ Stützflüssigkeit herzustellen, wenn ca. 3 Lamellen der Länge 6,8 m und der Breite 1,0 m gleichzeitig ausgehoben werden sowie eine durchschnittliche Tiefe der Dichtwand von 25 m angesetzt wird. Die Stützflüssigkeit wird im Kreislauf über eine Entsandungsanlage geführt und kann 6- bis 7-mal wiederverwendet werden. Zur Herstellung der Stützflüssigkeit können Trinkwasser und eventuell aufbereitetes Rheinwasser verwendet werden. Die Eignung des aufbereiteten Rheinwassers wird im Zuge der Ausführungsplanung mittels entsprechender Analysen festgestellt. Der Wasserbedarf beträgt im Durchschnitt über die gesamte Bauzeit zwischen und 15 m³ und 20 m³ pro Tag. Den schematischen Aufbau einer Bentonitmischanlage mit zugeschalteter Regenerierungsanlage (Entsandungsanlage) zeigt folgende Abbildung 4-1.

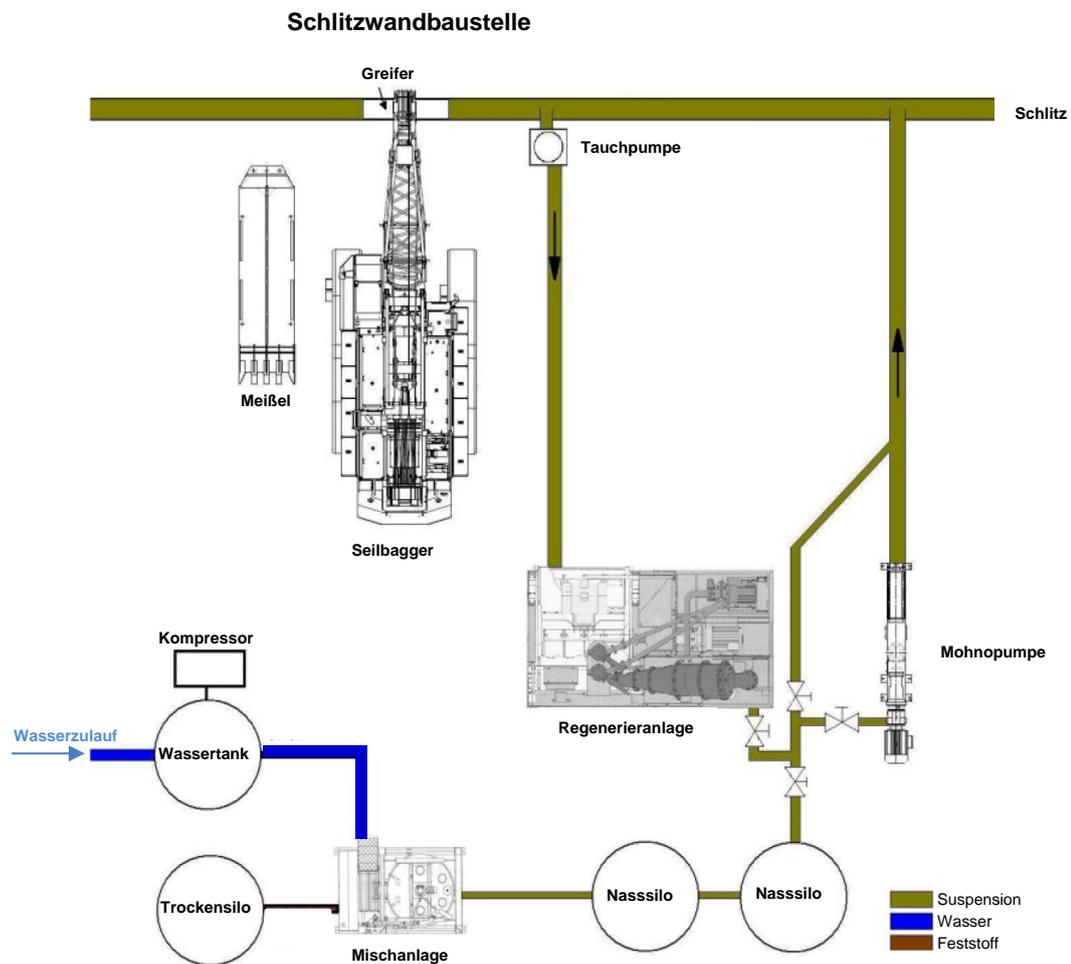


Abbildung 4-1: *Bentonitmischanlage mit Regenerieranlage*

Die wesentlichen Arbeitsschritte sind wie folgt:

- Anmischung der Frischsuspension
- Zwischenlagerung in Nassbehältern (Silos o. gleichwertig)
- Direkte Zugabe am offenen Schlitz über Ringleitung mittels Mohnpumpe
- Entnahme der aufgeladenen Suspension an UK Lamelle mittels Tauchpumpe bzw. SW Fräse
- Regenerierung des Bentonits und Rückleitung in Nassbehälter
- Je nach Verbrauch/Bedarf Zumischung von weiterer Frischsuspension
- Entsandungsanlage zur Wiederaufbereitung der Stützflüssigkeit:
 Die Entsandungsanlage wird zum Heraustrennen von Bodenteilchen aus

der Bentonitsuspension benötigt. Die Hauptkomponenten einer Entsandungsanlage sind:

- Grobsieb zur Vorabscheidung von Steinen größer 5 mm
- Auffangwanne des Grobsiebes mit Mengenteiler
- Zyklon mit Zyklonspeisepumpe zur Trennung von Feinteilchen und Suspension
- Feinsieb zur weiteren Entwässerung des Zyklonunterlaufes

Die folgende Abbildung 4-2 zeigt das Funktionsprinzip einer typischen Entsandungsanlage mit Zyklonierung.

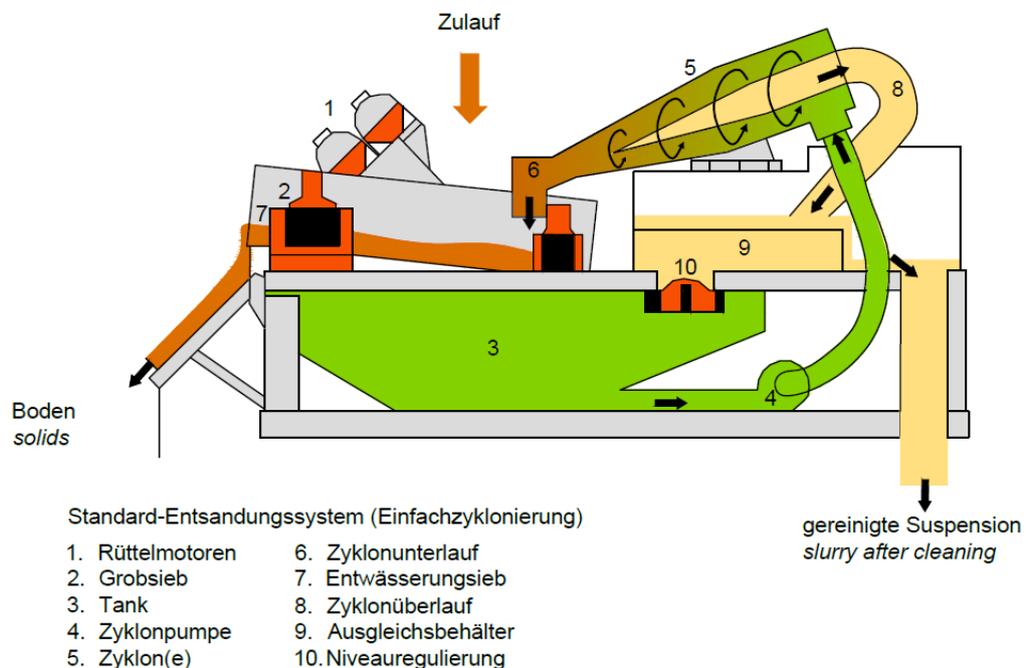


Abbildung 4-2: Aufbau einer Entsandungsanlage mit Zyklonierung

- Mehrere Nasssilos zur Lagerung der Dichtwandmasse:
 Die Dichtwandmasse wird vor Ort aus Feststoffen (Zement, Zuschlagstoffe) gemäß fester Rezeptur und Wasser hergestellt. Die Rezeptur der Dichtwandmasse wird in Anhängigkeit der geotechnischen Eigenschaften des Untergrundes, des angestrebten Durchlässigkeitskoeffizienten und der Lebensdauer der Dichtwand festgelegt. Für die Sanierung der Kesslergrube ist eine Zweimassenwand mit Durchlässigkeitskoeffizient von $1 \cdot 10^{-10}$ m/s geplant. Die Lebensdauer wird nach anerkannten Regeln der Technik mit ca. 100 Jahren angesetzt. Im geotechnischen Gutachten von S&P sind erste Aussagen zur Rezeptur

der Dichtwandmasse gemacht und Hinweise auf den Chemismus des Untergrundes gegeben (/12/). Demnach können für die Dichtwandmasse herkömmliche, bewährte Rezepturen verwendet werden. Die endgültige Rezeptur der Dichtwandmasse wird im Zuge der Ausführungsplanung festgelegt. Die Mischung der Dichtwandmasse erfolgt mit Durchlaufmischanlage mit vollautomatischer Dichteregelung und einer Mischleistung zwischen 50 m³ und 80 m³ pro Stunde. Die Einstellung der Dichte ist variable und wird vollautomatisch gesteuert. Ein Bild bzw. den schematischen Aufbau einer Durchlaufmischanlage verdeutlicht die folgende Abbildung 4-3.

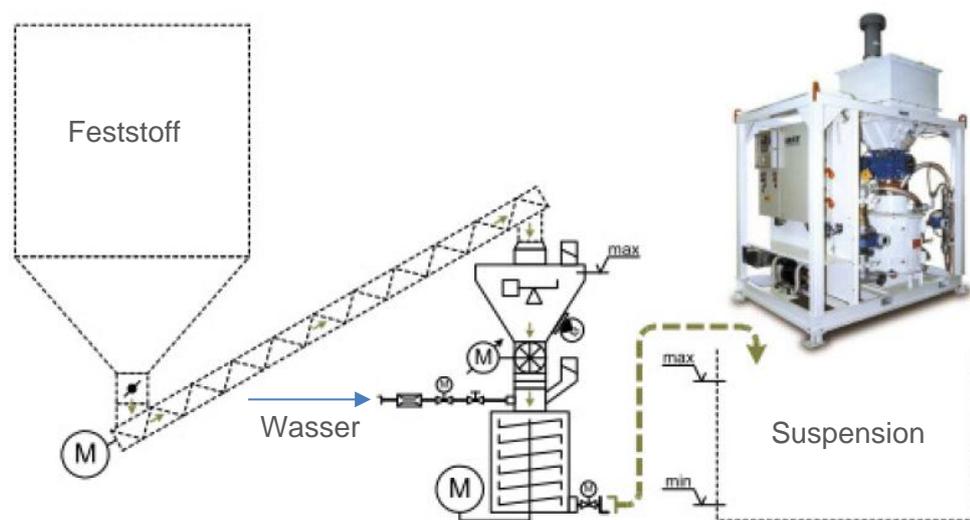


Abbildung 4-3: Aufbau einer Durchlaufmischanlage

- Silos zur Lagerung von Trockenbentonit und der Dichtwandfeststoffmischung sowie mehrere Mohnopumpen und Unterwasserpumpen zur Zu- und Ableitung der Bentonitsuspension und der Dichtwandmasse. Typische Exzenter und Tauchpumpen werden in der folgenden Abbildung 4-4 gezeigt.

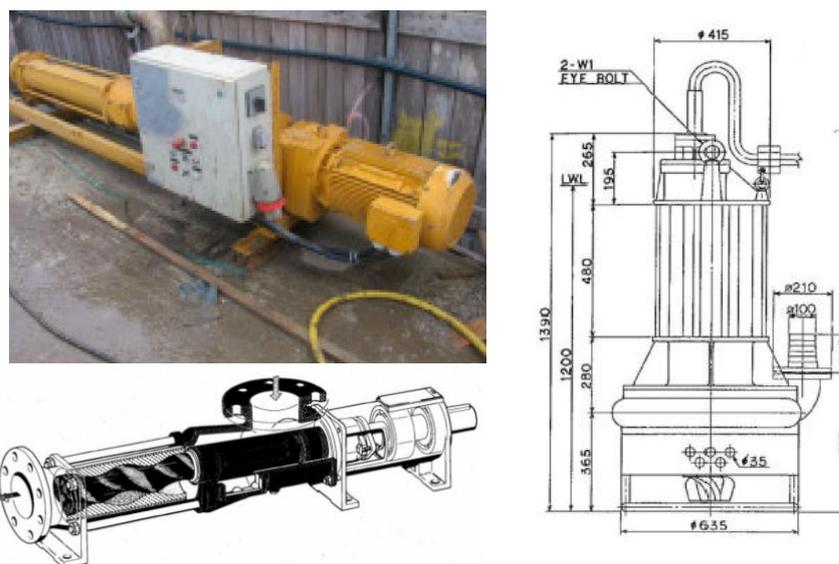


Abbildung 4-4: *Typische Exzenter- und Tauchpumpen für die Bentonitsuspension*

Daneben wird die Baustelleneinrichtung die folgenden weiteren Elemente umfassen:

- Mehrere Werkstattcontainer zur Wartung der Anlagen und Lagerung von Werkzeugen, Hebezeugen und Verbrauchsmaterialien.
- Laboreinrichtung für die Fremd- und Eigenüberwachung in Containerbauweise
- Weitere Baustellencontainer für Baustellenbüros, Besprechungsraum, Aufenthaltsraum sowie sanitäre Einrichtungen
- Schwarz-Weiß-Bereiche, die entsprechend der durchgeführten Voruntersuchungen, soweit erforderlich, aus eingezäunten Bereichen mit Sichtschutz bestehen werden. Der Zugang zu den Schwarz-Bereichen erfolgt durch ein separates Tor bzw. einen vorgestellten Schwarz-Weiß Container mit den entsprechenden Schleusen und Reinigungsvorrichtungen. Die Prinzipskizze eines typischen Schwarz-Weiß-Containers ist in Abbildung 5-2 dargestellt.

Die Anbindung der Baustelle erfolgt über das Werkstor der BASF, welches über ausreichend breite und befestigte Straßen der Gemeinde Grenzach-Wyhlen erreicht werden kann. Eine entsprechende Ausschilderung und Verkehrslenkung für Anlieferungen zum BASF Standort ist installiert und kann für den Baustellenverkehr genutzt werden. Ab dem Werkstor wird der Baustellenverkehr über befestigte und gut ausgebaute Werksstraßen direkt zur Baustelleneinrichtung geleitet (*Anlage 3.1.2*). Von der Baustelleneinrichtungs-

fläche ausgehend können die bisherigen Straßen und Wege zur Andienung der Kläranlage als Baustraßen genutzt werden.

An diese Baustraßen angebunden sind im westlichen Teil des Perimeters 2 weitere Lagerflächen ausgewiesen. Insgesamt stehen 6.800 m² als Baustelleneinrichtungs- und Lagerfläche zur Verfügung.

Die Energie- und Wasserversorgung wird über die Versorgungseinrichtungen des BASF Grenzach GmbH durchgeführt. Insgesamt ist mit dem in folgender Tabelle zusammengestellten Bedarf zu rechnen.

Tabelle 4-2: Geschätzter Energiebedarf Dichtwandherstellung

| Energie | Spitze (Elektro) | Durchschnitt (Wasser) | Bemerkungen |
|---------------------|------------------|-------------------------|---|
| WT (Trinkwasser) | | 1 m ³ /Tag | Baustelleneinrichtungscontainer |
| | | 25 m ³ /Tag | Mischanlage Stützflüssigkeit/Reinigung |
| | | 125 m ³ /Tag | Mischanlage Dichtwandmasse/Reinigung |
| WAS (Schmutzwasser) | | 2 m ³ /Tag | |
| Elektro | 20 KW | | Baustelleneinrichtungscontainer |
| | 30 KW | | Mischanlage |
| | 150 KW | | Pumpen |
| | 50 KW | | Entsandungsanlage |

Weitere Details hinsichtlich der infrastrukturellen Einrichtungen werden im Rahmen der Ausführungsplanung festgelegt werden.

4.3.3 Baustellenlogistik

Die Baustelle wird über das Werkstor der BASF Grenzach GmbH angefahren. Dort ist für jeden Werkszutritt eine Anmeldung der jeweiligen Personen und Fahrzeuge erforderlich. Beim Verlassen des Werkes sind Personen und Fahrzeuge wieder abzumelden. Der gesamte Baustellenverkehr und die Bau- und Sanierungsarbeiten werden werktäglich zwischen 7:00 und 19:00 Uhr durchgeführt. Der durch die Baumaßnahme induzierte Verkehr wird in erster Linie durch Anlieferung und Abtransport von Baugeräten, Baustellen-

einrichtungsgegenständen und einzubauendem bzw. zu entsorgendem Material verursacht.

Der Verkehr wird vom Werkstor kommend in südliche Richtung gelegt und biegt dann kurz vor der Rheinuferböschung rechts Richtung Westen ab. Von dort folgt er der Baustraße über die er nach ca. 730 m den südlichen Teil der Baustelleneinrichtungsfläche erreicht (*Anlage 3.1.2*). Die Verkehrslenkung wurde so gewählt, dass keine Behinderung des regulären täglichen Werkverkehrs erfolgt sowie die Querung des ELT nur an hierfür ertüchtigten Stellen ausreichender Tragfähigkeit für den Schwerverkehr erfolgt.

Während der Mobilisierung der Baustelleneinrichtung werden zwei Seilbagger mit einem Gewicht von je 80 to zur Baustelle transportiert, sowie zwei Radlader, eine Mischanlage, Silos und eine Entsandungsanlage einschließlich des erforderlichen Equipments und der erforderlichen Pumpen und Rohrleitungen. Weiter werden im Zuge der Baustelleneinrichtung ca. 20 Container für die Bauleitung des AG, des Auftragnehmers, der Qualitätsüberwachung und zur Lagerung auf die Baustelle gebracht. Die Mobilisierung erfolgt ca. über einen Monat, sodass täglich mit Anlieferungsverkehr gerechnet werden kann. Das größte Verkehrsaufkommen wird während der eigentlichen Bauarbeiten stattfinden und kann wie in untenstehender Tabelle 4-3 abgeschätzt werden. Die Grundlage der untenstehenden Abschätzung sind die geplanten Grün- und befestigten Flächen sowie die Querschnitte der geplanten Oberflächenabdichtung gemäß *Anlage 3.2.2*. Die Dichte wird mit im Mittel mit 1,75 to/m³ für Erdmaterial und mit 1,9 to/m³ für Asphaltaufbruch abgeschätzt. Das mittlere Transportgewicht wird zu 25 to pro Fahrt angesetzt. Ferner wird abgeschätzt, dass ca. 50 % des unbelasteten Materials für die Wiederverfüllung geeignet sind. Unter Zugrundlegung dieser Annahmen ergeben sich für die gesamte Sanierungsmaßnahme ungefähr 4.200 Fahrten für die Anlieferung und den Abtransport von Bodenmaterial. Über eine Bauzeit von insgesamt ca. 17 Monaten gerechnet ergeben sich bei Ansatz eines 8-Stunden-Tages näherungsweise 1 bis 2 Fahrten pro Stunde.

Tabelle 4-3: *Geschätzte Anzahl der Fahrzeugbewegungen im Baustellenanlieferverkehr*

| Baumaßnahme | Abtransport | Anlieferung | Lagerung für Wiedereinbau auf Baustelle | Bemerkung |
|-----------------------|---------------------------|-------------|---|---|
| Dichtwand | 4.200 to; 168 Fahrten | - | 4.200 to; 168 Fahrten | Aushub bis Grundwasser unbelastet; 50% für Wiedereinbau geeignet; Dichte 1,75 to/m ³ ; 25 to/Transport |
| | 14.000 to; 560 Fahrten | - | - | Aushub im Grundwasser belastet; 100% Entsorgung; Dichte 1,75 to/m ³ ; 25 to/Transport |
| | 6.300 to; 252 Fahrten | - | 6.300 to; 252 Fahrten | Aushub im Festgestein unbelastet; 50% für Wiedereinbau geeignet; Dichte 1,75 to/m ³ ; 25 to/Transport |
| Oberflächenabdichtung | 3.135 to; 125 Fahrten | - | - | Aufbruch befestigte Fläche; 100% Entsorgung; 16.500 m ² , Dichte 1,90 to/m ³ , 25 to/Transport |
| | 5.775 to; 231 Fahrten | - | 5.775 to; 231 Fahrten | Aufbruch min. Tragschichten; 16.500 m ² , 50% für Wiedereinbau geeignet; Dichte 1,75 to/m ³ , 25 to/Transport |
| | 8.663 to; 347 Fahrten | - | 8.663 to; 347 Fahrten | Aufbruch Bodenmaterial; 16.500 m ² , 50% für Wiedereinbau geeignet; Dichte 1,75 to/m ³ , 25 to/Transport |
| | - | - | 5.250 to; 210 Fahrten | Mutterboden; 12.000 m ² , 100% für Wiedereinbau geeignet; Dichte 1,75 to/m ³ , 25 to/Transport |

| Baumaßnahme | Abtransport | Anlieferung | Lagerung für Wiedereinbau auf Baustelle | Bemerkung |
|-------------|--------------------------|--|---|---|
| | 8.925 to; 357 Fahrten | - | 8.925 to; 357 Fahrten | Material; 12.000 m ² , 50% für Wiedereinbau geeignet; Dichte 1,75 to/m ³ , 25 to/Transport |
| | 5.775 to; 231 Fahrten | 22.313 - 4.200 - 6.300 - 8.663 - 8.925 = -5.775 to; entspricht Abtransport von überschüssigem Material | - | Ausgleichsschicht 30 cm, 28.500 m ² ; Auffüllboden 12.000 m ² ; Dichte 1,75 to/m ³ , 25 to/Transport |
| | - | 11.550 - 5.775 = 5.775 to; 231 Fahrten | - | Tragschicht/Frostschuttschicht 40 cm; 16.500 m ² ; Dichte 1,75 to/m ³ , 25 to/Transport |
| | - | 8.400 - 5.250 = 3.150 to; 126 Fahrten | - | Mutterboden 40 cm; 12.000 m ² ; Dichte 1,75 to/m ³ , 25 to/Transport |
| Summe | 2.271 Fahrten | 357 Fahrten | 1.565 Fahrten | 4.193 Fahrten für die Gesamtbaumaßnahme |

In der folgenden Tabelle 4-4 sind die geschätzten Gesamtmassen aus Tabelle 4-3 nach den Kriterien Wiederverwendung oder Entsorgung zusammengestellt.

Tabelle 4-4: Übersicht der geschätzten Gesamtmassen (gerundet in Tonnen)

| Baumaßnahme | Entsorgung | Wiedereinbau |
|-----------------------|------------|--------------|
| Dichtwand | 19.250 | 5.250 |
| Oberflächenabdichtung | 14.850 | 11.700 |
| Summe | 34.100 | 16.950 |

4.3.4 *Bodenmanagement und Beprobungskonzept*

Für den Bau der Dichtwand und der Oberflächendichtung sind ca. 51.350 m³ Erdmaterial zu bewegen. Dabei fallen ca. 20.000 m³ beim Aushub der Dichtwand an und ca. 31.350 m³ müssen für den Bau der neuen Oberflächenabdichtung ausgekoffert werden. Ausgehend von den bisherigen geotechnischen Untersuchungen entlang der Dichtwandtrasse und im Bereich der neu zu bauenden Oberflächenabdichtung kann in erster Näherung abgeschätzt werden, dass ca. 50% des Materials, nach Zwischenlagerung auf der Baustelle, wieder eingebaut werden können.

Belastetes Aushubmaterial, welches nicht für den Wiedereinbau geeignet ist (>Z1.2), wird auf dem Gelände nicht zwischengelagert.

Auf Grundlage der bisher durchgeführten Untersuchungen und im Sinne einer konservativen Abschätzung kann überschlagsmäßig davon ausgegangen werden, dass das gesamte anfallende Bodenmaterial in der grundwasser-gesättigten Zone des Niederterrassenschotters nach der VwV Boden (/30/) als Z2 Material zu klassifizieren ist. Im Bereich der aufzubringenden Oberflächenabdichtung wurden bis zu einer Tiefe von ca. 2,0 m meist nur geringe Belastungen (< Z1.1) festgestellt. Für das Lockerstein oberhalb des Grundwasserspiegels konnten i.d.R. Belastungen <Z2 nachgewiesen werden. Die diesbezüglichen Untersuchungen, Analysen auf die jeweiligen Leitparameter und gemäß VwV Boden sowie eine Auswertung hinsichtlich der Deponieklassen wurden in der Sanierungsuntersuchung durchgeführt. In Anlage 2.4 ist eine Darstellung der Belastungssituation Boden nach den Zuordnungsklassen der VwV dargestellt.

Für den Wiedereinbau darf nur angeliefertes Fremdmaterial bzw. aus der Baumaßnahme anfallendes Material der Zuordnungswerte Z0/Z1.1 und Z1.2 verwendet werden, sofern es geotechnisch geeignet und die Verunreinigung mit mineralischen Fremdstoffen kleiner 10 % ist.

Es ist das Ziel des Bodenmanagements, die Erdbewegungen zu, innerhalb und von der Baustelle weg auf ein Mindestmaß zu begrenzen. Deshalb ist eine vorlaufende Beprobung entlang der Dichtwandtrasse und innerhalb der für die Oberflächenabdichtung auszukoffernenden Bereiche vorgesehen. Die vorlaufende Beprobung orientiert sich an den Vorgaben der VwV Boden und wird feldweise für Chargen mit ca. 250 m³ durchgeführt werden. Dies entspricht Beprobungsfeldern mit einer Fläche von ca. 125 m² und einer Sondierungstiefe bis ca. 2 m u. GOK im Bereich der geplanten Oberflächenabdichtung. Es können Geräte von Geoprobe oder gleichwertig zur Entnahme ungestörter Bodenproben eingesetzt werden. Pro Feld werden

vier bis fünf Erkundungen und bei Bedarf und soweit erforderlich zusätzliche Baggerschürfe durchgeführt.

Mit der Erfahrung aus ähnlichen Projekten kann der Zeitbedarf für die Erkundung von fünf Chargen à 250 m³ mit ungefähr einem Tag angesetzt werden. Das bedeutet, dass für die Bereiche der Oberflächenabdichtung mit einer Fläche von ca. 28.500 m² ca. 45 Tage angesetzt werden müssen, sofern nur ein Gerät eingesetzt wird. Die vorlaufende Beprobung muss nicht in einem Vorgang durchgeführt werden, sondern kann dem Baufortschritt sukzessive folgen. Die folgende Abbildung 4-5 zeigt exemplarisch ein entsprechendes Gerät.



Abbildung 4-5: *Abbildung eines Direct-Push Gerätes für vorlaufende Beprobung*

Anhand der Analysenergebnisse der vorlaufenden Beprobung wird das anfallende Material vor dem eigentlichen Aushub einer Entsorgungsschiene zugeordnet und ohne weitere Zwischenlagerung direkt der Entsorgung zugeführt, sofern es nicht zum Wiedereinbau auf der Baustelle geeignet ist. Vorgesehen ist ein Transport mittels LKW, welcher bei Transport von Material der Zuordnungsklasse Z1.1 bis Z2 nur in abgedeckten Containern, erfolgen darf. Material, welches die Z2-Werte der VwV überschreitet, wird gemäß der Orientierungswerte zur Unterscheidung zwischen gefährlichen und nicht gefährlichen Abfällen aus den „Vorläufigen Vollzugshinweisen zur Zuordnung von Abfällen zu Abfallarten aus Spiegeleinträgen“ klassifiziert.

Der Transport von Material, das aufgrund seiner Belastung als gefährlicher Abfall zu deklarieren ist, erfolgt in zugelassenen geschlossenen Containern, die mit Aktivkohlefiltern ausgestattet sind. Dieses Material wird der thermischen Behandlung zugeführt.

Unbelastetes Material (Z0 - Z1.2) wird auf der Baustelle für einen möglichen Wiedereinbau aufgehaldet. Die jeweiligen Halden eindeutig beschildert und auf ein vorher ausgelegtes wasserdurchlässiges Geotextil aufgehäuft, um eine eindeutige Separierung zu ermöglichen. Im Bereich der Baustelle sind insgesamt ca. 6.800 m² für Baustelleneinrichtungs- und Lagerflächen vorgesehen. Zusätzlich können weitere Flächen innerhalb der Dichtwandtrasse für die Zwischenlagerung von Erdaushub genutzt werden. Insgesamt ist somit sichergestellt, dass ausreichend Platz für die Anlieferung und die Zwischenlagerung von Fremdmaterial zur Verfügung steht.

Im Bereich der Dichtwandtrasse wird vorlaufend standardmäßig bis zu einer Tiefe von ca. 6 m beprobt. Die tatsächliche Sondierungstiefe wird hierbei so gewählt, dass eine gesicherte Klassifizierung des durch den Schlitzwandgreifer auszuhebenden Materials bis zur Festgesteinsoberfläche möglich wird. Ausgehend von einer Charge bis zu 250 m³ entspricht eine Sondierungstiefe von im Mittel ca. 6 m einem Trassenabschnitt von ca. 50 m Länge. Das Material wird vorlaufend analysiert und einer Entsorgungsschiene zugeordnet, sofern es nicht für den Wiedereinbau geeignet und keine Zwischenlagerung auf der Baustelle vorgesehen ist.

Material, das nach den Ergebnissen der vorlaufenden Sondierung für den Wiedereinbau grundsätzlich geeignet aber als >Z0 zu klassifizieren ist, wird zur aushubbegleitenden Beprobung im Baustellenbereich zwischengelagert. Der Transport für Material der Zuordnungsklasse Z1.1 bis Z2 darf, wie schon erwähnt, nur in abgedeckten Containern durchgeführt werden.

Grundsätzlich wird, zusätzlich zu der vorlaufenden Beprobung, während des Aushubs und Verladens jeder LKW beprobt und aus jeweils 4 LKW-Ladungen eine Mischprobe gebildet, die rückgestellt und bei Bedarf analysiert wird.

Auch für das ausgefräste Material des Festgesteins ist eine begleitende Beprobung vorgesehen. Hierfür wird das gefräste Material im Baustellenbereich in abgedeckten Containern zwischengelagert. Darüber hinaus werden auch für das Festgestein, wie oben beschrieben, Rückstellproben gebildet.

Sofern eine Zuordnung Z1.1 bis Z2 vorliegt darf Material im Zuge der weiteren Verwertung nur eingeschränkt eingebaut bzw. einer zugelassenen

Deponie zugeführt werden. Dies wird eindeutig durch die entsprechenden Entsorgungsnachweise dokumentiert und belegt. Material, welches die Z2-Werte der VwV überschreitet wird gemäß Grenzwerten der DepV den Deponieklassen zugeordnet und entsprechend entsorgt.

4.3.5 *Bau der Dichtwand*

Im Rahmen der Baumaßnahmen wird der in *Anlage 1.2* dargestellte Bereich durch eine umlaufende Dichtwand und eine Oberflächenabdichtung allseitig umschlossen. Auf Grundlage der durchgeführten geotechnischen Untersuchungen zur Bewertung der Umsetzbarkeit der Sanierung (/12/) wurde als technische Vorzugsvariante für die seitliche Umwandlung eine 1 m dicke Dichtschlitzwand identifiziert. Die Dichtwand wird mit einer Restdurchlässigkeit $\leq 1 \cdot 10^{-10}$ m/s ausgeführt und ca. 9 m in den Muschelkalk einbinden, wodurch zusammen mit einer aufzubringenden Oberflächenabdichtung (Kap. 4.3.6) eine den Abfallkörper umschließende Kapsel entsteht.

Als vorgezogene Maßnahme wird vor dem Bau der eigentlichen Dichtwand zunächst ein geschlossener Versuchskasten (400 m²) nordöstlich der Baustelleneinrichtungsfläche erstellt und so konstruiert, dass die Außenwände in den planmäßigen Dichtwandverlauf einbinden können. Mit Hilfe des Versuchskastens werden die Rezepturen der Stützflüssigkeit und der Dichtwandmasse hinsichtlich Verarbeitbarkeit, Fugenausbildung und Dichtfunktion genauso wie die Arbeitsgeräte, Pumpen, Entsandungs- und Dosieranlagen sowie sonstige Einrichtungen getestet und optimiert. Ferner können die Zeitabläufe kontrolliert und die installierten Qualitätsmanagementsysteme der Fremd- und Eigenüberwachung in der Praxis getestet werden.

Wie in den geotechnischen und hydraulischen Versuchen der Sanierungsuntersuchung gezeigt wurde, eignet sich das anstehende Festgestein aufgrund seiner hydrogeologischen Eigenschaften als Basis der Einkapselung. Im Bereich der künstlichen Auffüllung und der darunter anstehenden quartären Niederterrassenschotter wird der Schlitzwandgraben mit Hilfe eines Schlitzwandgreifers ausgehoben. Im darunter anstehenden Festgestein erfolgt der Vortrieb mittels einer Schlitzwandfräse. In der folgenden Abbildung 4-6 sind Beispiele für diese Baumaschinen dargestellt.



Abbildung 4-6: *Schlitzwandgreifer und -fräse (Beispielmodelle)*

Die Seil- und Fräseinheit arbeiten im Wechsel und wechseln alternierend von Lamelle zu Lamelle. Bei einer angenommenen Lamellenlänge von 6,8 m und 0,5 m Überschnitt werden bei Stichelänge von 2,43 m und drei Stichen pro Lamelle während eines zwölf Stundentages mit dem Greifer im Mittel 115 m² fertiggestellt und mit der Fräse werden im Festgestein im Mittel ca. 65 m² gefräst. Auf diese Weise werden im Durchschnitt ca. 27 m Dichtwand pro Woche fertiggestellt, so dass für die Herstellung der gesamten Dichtwandlänge im Regelbetrieb ungefähr 29 Wochen benötigt werden. Zu diesen anzusetzenden Regelzeiten müssen jedoch erhöhte Aufwendungen für die Querung von Rohrleitungen und Kanälen sowie das Anfahren der jeweiligen Bauabschnitte berücksichtigt werden. In *Anlage B-1* sind auszugsweise die Schlitzwandsequenzen und das Wechselspiel zwischen Greifer und Fräse für einen Monat dargestellt. Die folgende Abbildung 4-7 veranschaulicht den Aushubvorgang mittels Schlitzwandgreifer.

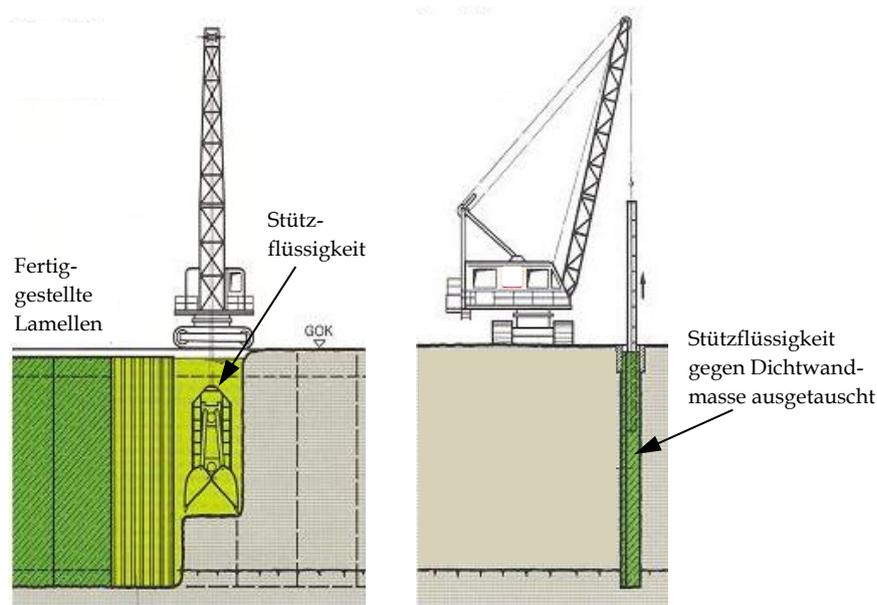


Abbildung 4-7: *Prinzipskizze für den Aushub mittels Greifer*

Die bauliche Ausführung der Dichtwand wird im sogenannte Zweiphasen- bzw. Zweimassenverfahren erfolgen. Hierbei wird der Schlitzwandgraben im Schutze einer Stützflüssigkeit (Bentonitsuspension) ausgehoben. Die Bentonitsuspension ist eine aus Wasser und quellfähigen Tonmineralien (u.a. Montmorillonit) bestehende Flüssigkeit, die sich durch ihre thixotropen Eigenschaften auszeichnet. Beim Einbringen oder Austausch im Schlitz stellt sich eine für den Einbau günstige kleine Fließgrenze ein. Im Ruhezustand, ohne äußere Energiezufuhr, erfolgt eine Zunahme der Fließgrenze und damit eine Vergrößerung der Scherfestigkeit. Die Standsicherheit des Schlitzwandgrabens ist gegeben, wenn die Stützflüssigkeit von der Grabensohle bis zur Geländeoberkante durchgehend im Graben ansteht und so mittels hydrostatischen Drucks die Grabenwände stützt. Da die Dichte der Stützflüssigkeit etwas höher ist als die von Wasser, wird ein Einströmen von Grundwasser in den Graben verhindert.

Im nächsten Arbeitsschritt wird im Kontraktorverfahren von unten nach oben eine Dichtwandmasse bestehend aus Wasser, Bentonit, Zement, Füller (Tonmehl, Gesteinsmehl), Sand und Kies eingebracht und die Stützflüssigkeit nach oben verdrängt und aufgefangen. Während des Schlitzwandbaues kann die Bentonitsuspension zwischen 6 und 7-mal wiederverwendet werden. Anschließend wird die nicht umweltgefährdende Suspension (ca. 3.000 m³) auf einer Deponie außerhalb des Standortes entsorgt oder der Wiederverwertung zugeführt. Die Anforderungen an die Tone speziell und die Vorgaben zur Schlitzwandbauweise sind in den DI Normen 4127

„Schlitzwandtöne für stützende Flüssigkeiten“ und 4126 „Konstruktion und Ausführung Ortbeton-Schlitzwände“ zusammengestellt.

Die Dichtwand wird im sogenannten Pilgerschrittverfahren hergestellt. Hierbei werden in der ersten Bauphase sogenannte Vorläuferlamellen in der Trassenachse versetzt gebaut. Die Lücken werden in der zweiten Bauphase durch die Nachläuferlamellen geschlossen. Jede Lamelle besteht aus einem oder mehreren Stichen, deren Breite in Abhängigkeit des Greiferwerkzeuges bzw. der Fräse zwischen ca. 2,4 m und 4,8 m schwankt (vgl. auch *Anlage B-1*, Schlitzwandsequenzen). Durch den festzulegenden Überschnitt der Stiche wird unter Zugrundelegung einer zulässigen vertikalen Messabweichung von der Lotrechten von i.d.R. 1,5 % der Wandtiefe die Überschnittlänge so definiert, dass der kürzeste Sickerweg größer als die gewählte Dichtwandbreite ist. Die folgende Abbildung veranschaulicht schematische den entsprechenden Sachverhalt gemäß Landesamt für Umweltschutz Baden Württemberg.

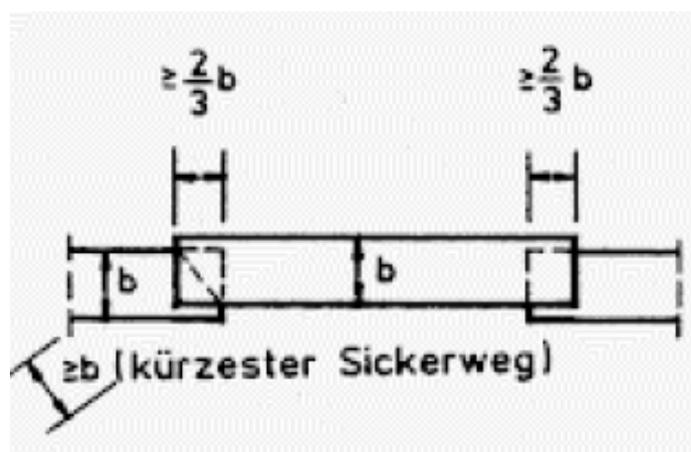


Abbildung 4-8: Veranschaulichung der Anordnung der einzelnen Stiche beim Dichtwandbau

Die Fugen werden soweit möglich durch Überschnitt bzw. durch sauberes Anfräsen ausgebildet. Wenn dies nicht möglich ist (z.B. Anschluss an die ELT-Wand) werden Fugenbandsysteme eingebaut, damit ein dichter An- bzw. Abschluss gewährleistet ist (Abbildung 4-9).



Abbildung 4-9: *Abschalelement mit eingesetztem Fugenband*

Entlang der geplanten Dichtwandtrasse werden sechs Bauabschnitte (*Anlage 3.4.1*) definiert, die durch ihre Lage und Funktion bestimmt, jeweils besondere Anforderungen an Bau und Planung der Dichtwand stellen.

Es ist derzeit geplant, dass die Arbeiten an der Dichtwand mit dem ersten Bauabschnitt begonnen werden. Dieser verläuft vom nordwestlich gelegenen Nachklärbecken entlang der Perimetergrenze 1/2 bis zur Grenze des Perimeters 3. Der genaue zeitliche Ablauf im Verhältnis zu den Arbeiten in Perimeter 1 ist im Rahmen der nächsten Planungsphase festzulegen, da in diesem Bereich die Dichtwand Perimeter 2 und die Baugrubenwand Perimeter 1 unmittelbar nebeneinander liegen. Die derzeitige Planung sieht grundsätzlich eine zeitliche Entflechtung der Arbeiten an der Perimetergrenze vor, sodass die Arbeiten an der Dichtwand Perimeter 2 eventuell in Bauabschnitt 2 begonnen werden. Roche/HPC bzw. BASF/ERM planen im Vorfeld der Arbeiten an der Perimetergrenze Austauschbohrungen durchzuführen, die sicherstellen, dass kein belastetes Bodenmaterial zwischen den beiden Wänden verbleibt.

Im Bauabschnitt 2 knickt die Trasse in südöstlicher Richtung der Grenze Perimeter 3 folgend ab. In diesem Bereich werden in erster Linie unbefestigte Flächen gequert.

Nach einem scharfen Knick in Richtung Süd-Westen folgt der Bauabschnitt 3 dem Straßenverlauf in unmittelbarer Nähe der Regenüberlaufbecken der ARA und parallel zum ehemaligen Gebäude 37.

Der Bauabschnitt 4 ist durch die Kreuzung mit dem ELT definiert, der nicht unterfräst werden kann, da die Breite von 6 m eine Unterfräsen bautechnisch nicht mehr zulässt. An dieser Stelle ist eine Sonderlösung (*Anlage 3.4.4*) geplant, die wie folgt aussieht:

- Der ELT wird durch einen Baugrubenverbau gesichert und auf einer Breite von ca. 2 m abgebrochen. Die Medien werden in die nördliche Bauwerksseite verlegt, damit die südliche Bauwerkshälfte für die Bohrpfahlarbeiten frei ist. Vor Beginn der Bohrpfahlherstellung werden die verlegten Medien gesichert und durch Einhausung gegen Beschädigung geschützt. Die Planungen für das Verlegen der Medien und der Umschluss selbst werden durch die BASF Grenzach GmbH im Vorfeld der geplanten Sanierungsbaumaßnahme durchgeführt.
- Die verbliebene Bodenplatte des ELT wird zunächst einseitig, hälftig abgebrochen. Danach wird in der ersten Bauwerkshälfte (voraussichtlich Süden) eine überschnittene Bohrpfahlwand mit einem Pfahldurchmesser von 1 m erstellt. Zuerst werden die unbewehrten Primärpfähle erstellt und danach in die Lücke der überschneidende Sekundärpfahl gesetzt. Der Sekundärpfahl wird mit konstruktiver Bewehrung ausgeführt. Anschließend wird über die Bohrpfahlköpfe der erste Teil der neuen ELT-Bodenplatte einschließlich der Wandsockel betoniert und die Medien des ELT in diesen Bereich verlegt, gesichert und geschützt. Auch diese Arbeiten werden durch die BASF Grenzach GmbH durchgeführt.
- Im nächsten Schritt wird die zweite Hälfte der Bodenplatte abgebrochen (voraussichtlich Norden) und die überschnittenen Bohrpfähle in diesem Bereich hergestellt. Anschließend werden der zweite Teil der Bodenplatte und die Wandsockel betoniert. Ggf. werden die Leitungen im ELT ein weiteres Mal verlegt und anschließend die aufgehenden Wände des ELT einschließlich der neuen Betondecke betoniert. Der Anschluss an den bestehenden ELT Stahlbetonrahmen erfolgt mittels nachträglicher Bewehrungsanschlüsse (z.B. System Hilti o. gleichwertig). Die Bohrpfähle binden wie der Regelquerschnitt der Dichtwand mindestens 9 m in das Festgestein ein. Nach dem Rückbau des Baugrubenverbau wird die Dichtwand überschneidend an die Bohrpfähle angeschlossen, indem die nicht bewehrten, äußeren Bohrpfähle sauber angefräst werden.
- Während der Arbeiten steht das Bohrgerät im Bereich des bestehenden ELT. In diesen Aufstandsbereichen wird der ELT durch lastverteilende

Hilfsbrücken entlastet, damit durch die hohen Eigenlasten des Bohrgerätes keine Bauwerksschäden entstehen.

Nach der Kreuzung des ELT biegt die Dichtwandtrasse wieder in westlicher Richtung ab und mündet in den 5. Bauabschnitt, der vom ELT zur Rheinuferböschung führt und unmittelbar neben dem Rheinauslaufbauwerk verläuft. Vor dort verläuft in nördlicher Richtung der sechste Bauabschnitt unmittelbar neben der Rheinuferböschung zurück zum Ausgangspunkt der Dichtwandtrasse. Hier werden unmittelbar die verbliebenen Gebäude zur Bewirtschaftung der Kläranlage (Gbd. 38.1) sowie die Nachklärbecken passiert.

Aufgrund der beengten Platzverhältnisse sind die Aufstellflächen des Schlitzwandgreifers und der Schlitzwandfräse genau zu planen. In der *Anlage 3.1.3* sind die Aufstellflächen im Detail angegeben. Wo immer möglich steht der Seilbagger neben dem auszuhebenden Erdschlitz, jedoch ist aufgrund der beengten Platzverhältnisse im Bauabschnitt 6, entlang des Rheines, teilweise eine Schlitzwandherstellung in reitender Bauweise erforderlich. Bei dieser Art der Herstellung steht der Seilbagger mittig über der Dichtwandtrasse.

Neben der schon beschriebenen Kreuzung des ELT müssen im Norden, Süd-Osten und Süd-Westen Wasserleitungen gequert werden (Zulauf zur kommunalen Kläranlage, Zulauf Regenüberlauf, Rheinauslauf). Diese Leitungen mit einem Durchmesser bis zu 1,8 m können unterfräst werden. In *Anlage 3.4.5* ist schematisch die Querung des DN 600 Rohrs am Rheinauslauf gezeigt. Zunächst erfolgt der Aushub oberhalb und beidseitig neben dem Rohrscheitel je nach Bodenbeschaffung mit Fräse oder Greifer, danach wird das Rohr mit der Fräseinheit bis auf die planmäßige Tiefe unterfräst. Während des Freilegens des Rohres sind Greifer und Fräse mit Sensoren ausgestattet, die ein Anfahren des Rohres verhindern. Die an das Rohr anhaftenden Erdreste werden mittels Hochdruckdüsen abgestrahlt. Mit dem Einfüllen der Dichtwandmasse wird das Rohr abschließend in der Wand vergossen. Während der Leitungskreuzung werden die entsprechenden Leitungen außer Betrieb genommen und soweit erforderlich oberirdische Bypässe gelegt. Der Zufluss zum Rhein wird geschlossen. Nach Fertigstellung des Kreuzungsabschnittes wird der Kanal mittels Kamerabefahrung bzw. Begehung auf Schäden untersucht und erst nach Feststellung der Unversehrtheit wieder umgeschlossen und in Betrieb genommen. Die Außerbetriebnahme und Inbetriebnahme der Leitungen werden durch die BASF Grenzach GmbH durchgeführt.

An mehreren Stellen kreuzen Elektroleitungen die geplante Dichtwandtrasse. Die Planung sieht vor, dass die Dichtwand ca. 60 bis 80 cm u. GOK endet und die Elektroleitungen ohne Durchdringung über die Dichtwand geführt werden können. Die *Anlage 3.4.3* zeigt alle entsprechenden Kreuzungspunkte der Lage nach und im Längsschnitt. In *Anlage 3.4.2* ist die Abwicklung der Dichtwand mit allen für den Bau erforderlichen Höhenkoten des Geländes, der Leitwände, der Dichtwandoberkante, der Kreuzungspunkte und der Einbindetiefe des Dichtwandfußes zeichnerisch konstruiert. Die Wandoberkante folgt weitgehend der bisherigen Geländeprofilierung und wird gleichmäßig fallend bzw. steigend ausgeführt, damit die Kunststoffdichtungsbahn (KDB) ohne Versatz über die Dichtwand gezogen werden kann.

4.3.6 *Bau der Oberflächenabdichtung*

Im von der Dichtwand umschlossenen Bereich wird eine Oberflächenabdichtung aufgebracht. Das Ziel dieser Abdichtung ist es, ein Einsickern von Niederschlagswasser und somit einen Austrag von Schadstoffen aus der ungesättigten Zone ins Grundwasser zu verhindern. Die Oberflächenabdichtung soll an die bestehenden Gebäude und Klärbecken der ARA anschließen. Durch diese zu integrierenden Bauwerke (Becken ca. 1 m über GOK) und die unterlagernden Abfälle (ca. 1,5 bis 2,0 m u. GOK) bedingt sind höhenmäßig Zwangspunkte zu berücksichtigen. Deshalb ist die Oberflächenabdichtung mit geringer Bauteildicke, aber hoher Dichtfunktion und geringer Setzungsempfindlichkeit geplant. Dem jetzigen Planungsstand entsprechend bleiben die heutigen Grün- und befestigten Flächen nach Lage und Größe bestehen, so dass zwei Regelquerschnitte der Oberflächenabdichtung geplant wurden, die jeweils in den befestigten bzw. begrünten Bereichen eingebaut werden. Bei zukünftigen Umbaumaßnahmen im Bereich der Einkapselung sind die in Kap. 4.2 aufgeführten Besonderheiten bzgl. Bebauungs- und Bepflanzungsmöglichkeiten zu beachten.

Wie in *Anlage 3.2.4* dargestellt, wird ein dichter Anschluss der Oberflächenabdichtung an die umlaufende Dichtwand erreicht, indem sowohl erste (Bentonitmatte) als auch zweite (HDPE Kunststoffdichtungsbahn) Abdichtungskomponente über die Dichtwand gezogen und auf der Außenseite verankert werden. Im Bereich der Grenze zu Perimeter 1 ist aufgrund der Aushubarbeiten in Perimeter 1 bis zur Beendigung der Sanierungsarbeiten keine außenliegende Verankerung möglich. Hier wird für den Zeitraum der Sanierungsarbeiten in Perimeter 1 eine vorübergehende Befestigung der Abdichtungskomponenten oberhalb der ca. 0,5 m u. GOK endenden Dichtwand realisiert.

Die folgenden Abbildungen und die untenstehende Tabelle zeigen den Grünflächenquerschnitt und den Straßenquerschnitt nach Aufbau, Funktion und der gewählten Dicke.

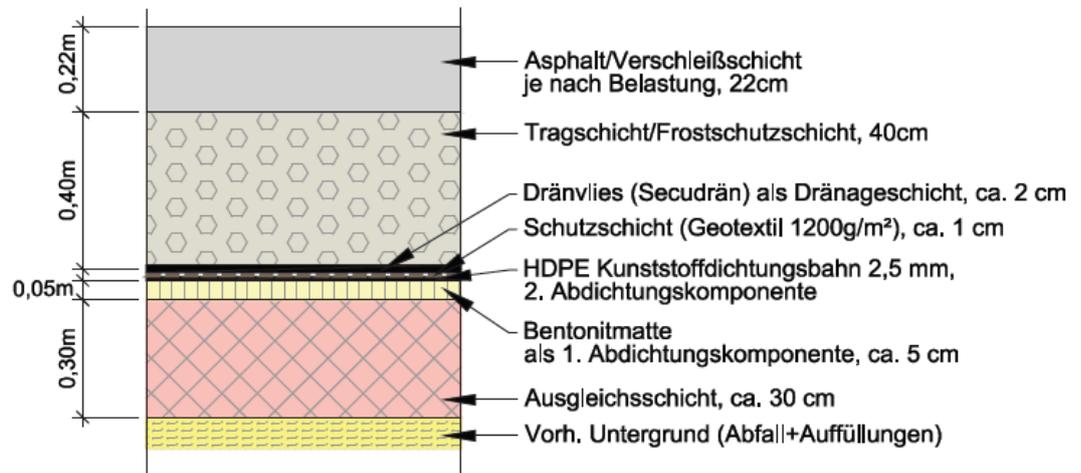


Abbildung 4-10: Regelquerschnitt Abdichtungssystem Verkehrsfläche

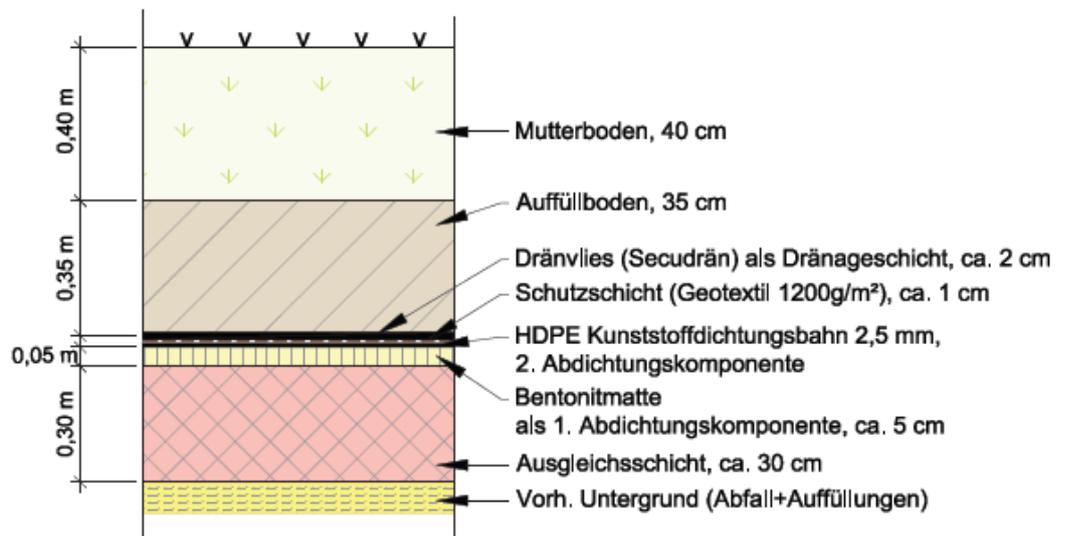


Abbildung 4-11: Regelquerschnitt Abdichtungssystem Grünfläche

Tabelle 4-5: Regelquerschnitte der Oberflächenabdichtung Perimeter 2

| Verkehrsfläche | | Grünfläche | | Bemerkung |
|----------------|--|------------|--|---|
| 22 cm | Asphalttragschicht/ Verschleißschicht | 40 cm | Mutterboden | Rekultivierungsschicht für Rasen und Kleinbewuchs ohne Durchwurzelungs- gefahr |
| 40 cm | Mineralische Tragschicht/Frostschutz- schicht | 35 cm | Auffüllboden | |
| ca. 2 cm | Entwässerungsschicht Dränvlies | ca. 2 cm | Entwässerungs- schicht Drainflies | Ersetzt die mineralische Entwässerungsschicht |
| ca. 1 cm | Schutzschicht (Geotextil 1.200g/m ²) | ca. 1 cm | Schutzschicht (Geotextil 1.200g/m ²) | |
| ≥2,5 mm | Zweite Abdichtungskomponente Kunststoffdichtungsbahn | ≥2,5 mm | Zweite Abdichtungs- komponente Kunststoff- dichtungsbahn | |
| ca. 5 cm | Erste Abdichtungskomponente Bentonitmatte | ca. 5 cm | Erste Abdichtungs- komponente Bentonitmatte | Ersetzt die mineralische Dichtung |
| ca. 30 cm | Ausgleichsschicht (nicht bindiges Material) | ca. 30 cm | Ausgleichsschicht | Auffüllung in Perimeter 2 größtenteils überbaut und verdichtet, deshalb keine Setzungsgefährdungen |

Damit ergibt sich im Bereich der Verkehrsflächen eine Regelquerschnittsdicke zwischen 80 cm und 100 cm. Die Grünflächen werden ca. 10 bis 15 cm höher als der Asphalt ausgebildet und sind geeignet, Rasen und Kleinbewuchs ohne Durchwurzelungsgefahr anzupflanzen.

Sollte eine zukünftige Planung das Pflanzen von Bäumen vorsehen, ist die Rekultivierungsschicht entsprechend zu erhöhen. Ebenso können ggf. zukünftige neue Bauwerke erstellt werden, sofern die Planung den unterliegenden Abfallkörper und eine Anbindung an die Oberflächenabdichtung berücksichtigt.

4.3.6.1 *Ableitung von Niederschlagswasser*

Bei der Ableitung von Niederschlagswasser sind befestigte Flächen und Grünflächen zu unterscheiden. Generell wird, um Durchdringungen der Kunststoffabdichtungsbahn (KDB) weitestgehend zu vermeiden und eine Zugänglichkeit zu gewährleisten, die Oberflächenentwässerung, wo möglich, oberhalb der KDB geplant. Dazu werden Entwässerungsleitungen bis zu einer Tiefenlage von ca. 1,5 m über die KDB gezogen und somit die Anzahl der erforderlichen Durchdringungen zu minimiert. Das Drainagevlies, der Durchmesser der Sickerrohre, die Anordnung an Grünflächenrändern und profilierten Tiefpunkten sowie die Anzahl der Regeneinläufe berücksichtigen im Entwurf Starkregenereignisse mit Tagesspitzenwerten bis 25 l/m² und Tag und die jährlichen Niederschlagsmengen der Region. Weitergehende Nachweise werden, soweit erforderlich, im Zuge der Ausführungsplanung geführt.

Verkehrs- und sonstige befestigte Flächen

Das oberflächlich anfallende Niederschlagswasser auf befestigten Flächen wird durch eine eigene Regenwasserkanalisation gefasst und über die bestehenden Leitungen in das Zulaufbauwerk der ARA geführt. Die Ableitung erfolgt über ein geschlossenes Rohrsystem, das weitestgehend oberhalb der Kunststoffabdichtungsbahn verlegt wird. Damit ist eine deutliche Trennung von der Entwässerung der Grünflächen gegeben und gleichzeitig gewährleistet, dass im Falle einer Havarie keine Verschmutzung des Untergrundes und des Vorfluters erfolgen kann.

Die vorliegende Einleitgenehmigung muss dementsprechend angepasst werden.

Grünflächen

Von dem auf Grünflächen auftreffenden Niederschlagswasser entsteht in der Regel nur bei sehr starken Regenfällen ein geringer Oberflächenwasserabfluss. Die weitaus größte Menge wird durch Evapotranspiration und Pflanzenwuchs verbraucht. Der Rest versickert weiter. Dieses Wasser trifft auf die Oberflächenabdichtung und wird auf der Dichtungsschicht über eine

Dränage abgeleitet. Die Menge des abzuleitenden Wassers ist von den jahreszeitlichen Witterungsbedingungen, von der Bepflanzung, der jeweiligen Geländeneigung, der Durchlässigkeit und des Speichervermögens des Bodens abhängig.

Aus Untersuchungen zur Grundwasserneubildung kann diese Wassermenge überschläglich mit etwa 30% der jährlichen Niederschlagsmenge angegeben werden.

- Jährliche Niederschlagshöhe für Lörrach/Grenzach: ca. 900 mm;
- Abgedichtete Grünfläche: ca. 12.000 m²

Für die vorliegende Sanierungsfläche bedeutet dies, dass mit einem durchschnittlichen Gesamtabfluss von etwa 0,10 l/sec zu rechnen ist.

Weitergehende Nachweise werden, soweit erforderlich, im Zuge der Ausführungsplanung geführt.

Dränschicht

Zur Sammlung und Ableitung des eingesickerten Niederschlagswassers wird ein geeignetes Dränvlies eingebaut. Vorgeschlagen für das Sanierungsprojekt wird der Einbau eines Dränvlieses mit innenliegendem Wirrgelege (z.B. Secudrän).

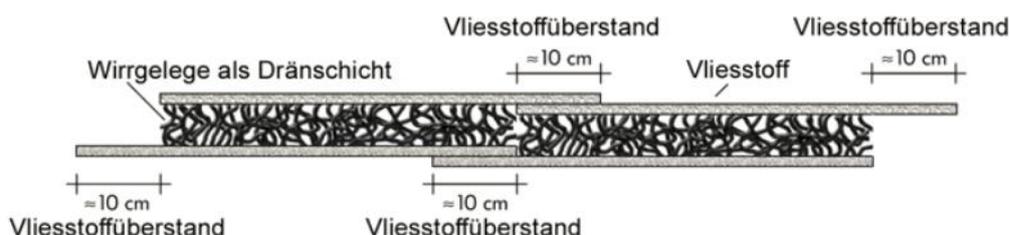


Abbildung 4-12: Querschnitt eines Dränvlieses

Vor dem Einbau ist die Filter- und Abflussleistung des eingesetzten Produktes nachzuweisen.

Dränrohre

Wegen der oben abgeschätzten geringen Abflussmengen wurden die Durchmesser der Dränrohre nicht bemessen sondern konstruktiv mit einem ausreichenden Durchmesser gewählt, um eine regelmäßige Kontrolle

Kamerabefahrung und Reinigung zu gewährleisten. Das Mindestgefälle ist mit 0,5 % geplant. Als Rohrmaterial kommen marktübliche Dränrohre aus HDPE-Material zum Einsatz.

Über das Dränvlies oberhalb der Kunststoffdichtungsbahn und die verlegten Dränrohre DN 150 wird das Wasser gefasst und über weitere Dränleitungen DN 200 und Sammelschächte abgeleitet wie folgende Abbildung 4-13 des Regelquerschnitts Entwässerung zeigt.

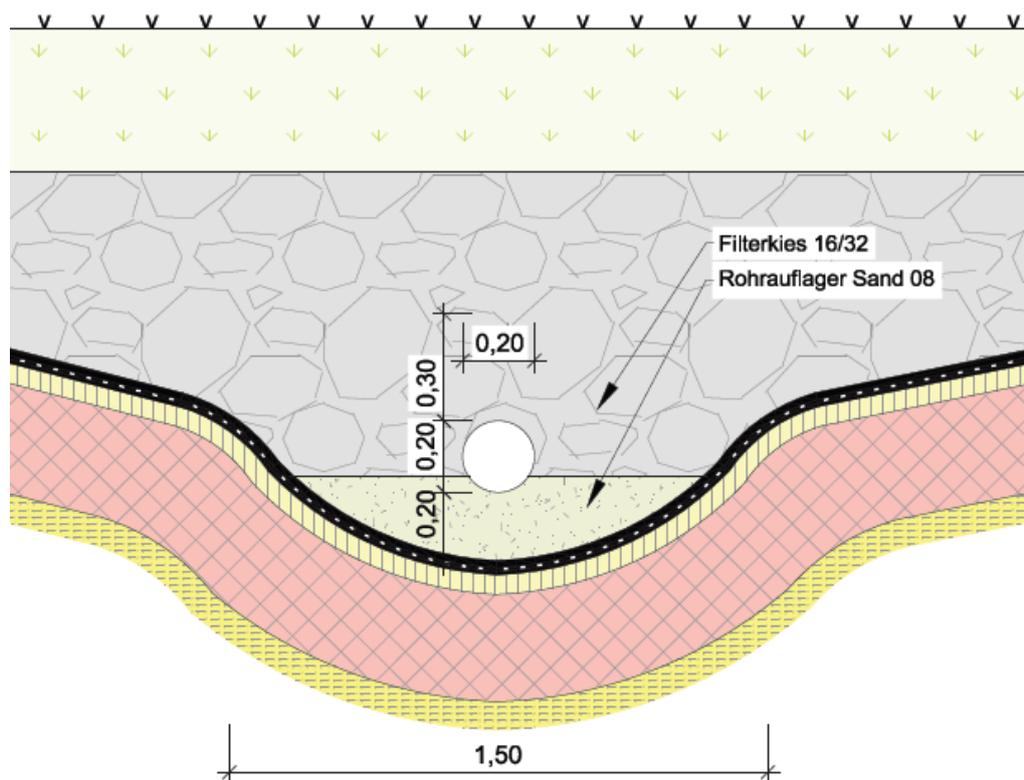


Abbildung 4-13: Regelquerschnitt Entwässerung

Vor der Einleitung in den Rhein werden Kontrollschächte mit Messeinrichtungen eingerichtet, über die die Funktionsfähigkeit der Oberflächenabdichtung geprüft werden kann. Das System der Entwässerung ist in Anlage 3.3.3 dargestellt.

Die Oberflächenabdichtung der Grünflächen wird durch eine dachflächenartige Geländeprofilierung mit Gefällen zwischen 3,7 % und 1,1 % ausgebildet. Über das Dränvlies und die verlegten Dränrohre DN 150/200 wird das Wasser abgeleitet, gefasst und in nördlicher Richtung in die neben den Straßen verlaufenden Sammelleitungen DN 200 geführt. Von dort wird

das versickerte Wasser zum nordwestlichen Geländetiefpunkt geführt. Eine Weiterführung entlang der Rheinuferböschung in das Rheinauslaufbauwerk (bei Gbd. 38.7) ist aus technischen Gründen wegen der erforderlichen Übertiefen nicht sinnvoll. Bei einer direkten Einleitung in den Rhein am nordwestlichen Tiefpunkt ist die Notwendigkeit einer gesonderten Einleitgenehmigung zu prüfen. In *Anlage 3.2.1* ist die Oberflächenabdichtung mit Gefälle, Grün- und befestigten Flächen sowie den Dränleitungen mit Fließrichtung eingetragen. Den Lageplan der Entwässerung zeigt *Anlage 3.3.3*.

4.3.6.2 *Qualitätssicherung beim Dichtungsbau*

Um die Wirksamkeit der Oberflächenabdichtung zu gewährleisten ist ein hohes Maß an die Qualitätssicherung beim Bau der Abdichtung erforderlich. Nach Stand der Technik und den behördlichen Vorschriften ist die Aufstellung eines Qualitätsmanagementplanes zwingend erforderlich, der die projektbezogenen Qualitätssicherungsmaßnahmen bei der Eigenkontrolle, örtlichen Bauüberwachung, Fremdprüfung und behördlichen Überwachung gewährleistet.

Durch die Qualitätssicherung soll die fach- und anforderungsgerechte Ausführung und damit die mit der Planung beabsichtigte Wirksamkeit und Funktion des Dichtungssystems sichergestellt werden.

Folgende Richtlinien der BAM (Bundesanstalt für Materialprüfung) sind grundsätzlich zu berücksichtigen:

- Richtlinie für die Zulassung von Kunststoffdichtungsbahnen für Deponieabdichtungen,
- Richtlinie für die Anforderungen an Fachbetriebe für den Einbau von Kunststoffdichtungsbahnen,
- Richtlinie für Anforderungen an die Qualifikation und die Aufgaben einer fremdprüfenden Stelle beim Einbau von Kunststoffkomponenten

Im Rahmen der Eigenüberwachung werden vom Hersteller, gemäß den Vorgaben im Zulassungsschein, an den Kunststoffdichtungsbahnen folgende Eigenschaften geprüft und dokumentiert:

- Oberflächenbeschaffenheit (DIN EN 1850-2) kontinuierlich
- Dicke (DIN EN ISO 9863-1 / E DIN EN 1849-2) kontinuierlich
- Geradheit und Planlage (DIN EN 1848-2) je Betriebsanlauf

- Spannungsrisssbest. (ASTM D 5397 / DIN EN 14576) gemäß DIN EN 13493, revidierte Fassung
- Dichte (DIN ISO 1183-1) alle 900 m
- Rußgehalt (DIN EN ISO 11358 / ASTM D 1603-06) alle 900 m
- Rußverteilung (DIN EN ISO 5596-03) alle 900 m
- Verhalten im Zugversuch (DIN EN ISO 527-3) alle 300 m
- Warmlagerungsverhalten (DIN EN 1107-2) alle 300 m
- Schmelze-Massefließrate (MFR) und deren Änderung alle 900 m (DIN EN ISO 1133)
- Stempeldurchdrückkraft (DIN EN ISO 12236) gemäß DIN EN 13493,

Die Ergebnisse der Eigenüberwachung werden durch den Fremdprüfer geprüft und durch Kontrollprüfungen ergänzt.

Lieferung und Lagerung

Die Kunststoffdichtungsbahnen sind in einer Liefereinheit oder in Liefermengen von mindestens 5.000 m² zu liefern. Die Liefermengen müssen aus zusammenhängenden Produktionseinheiten stammen. Der Fremdprüfer prüft bei oder nach Lieferung die Kennzeichnung der Kunststoffdichtungsbahnen.

Verlegung

Vor Verlegen der Kunststoffdichtungsbahnen ist die Oberfläche der Stüttschicht durch einen Fremdprüfer zu kontrollieren und für den Einbau der Kunststoffdichtungsbahnen freigegeben. Dabei wird die Oberfläche nach folgenden Kriterien beurteilt:

Bei Untergründen (nicht- oder schwach bindige Böden im Körnungsbereich 0 bis 32 mm, Recyclingmaterialien wie Bauschutt oder Glasbruch) muss die Oberfläche so beschaffen sein, dass sowohl im Einbauzustand als auch im Betriebszustand unzulässige mechanische Beanspruchungen der Dichtungsbahnen ausgeschlossen sind. Das ist projektbezogen durch Lastplattendruckversuche oder durch ausgewählte Beanspruchungszustände im Versuchsfeld nachzuweisen.

Die Kunststoffdichtungsbahnen werden nach einem Verlegeplan eingebaut. Dieser Plan wird vom Fachverleger unter Berücksichtigung des geplanten Bauablaufs erstellt. Der Verlegeplan wird vor Beginn der Arbeiten mit den Beteiligten abgestimmt und durch den Fremdprüfer zur Ausführung freigegeben.

Dichtungskontrollsystem

Für die Lokalisierung von Undichtigkeiten ist der Einbau eines elektronischen Dichtungskontrollsystems vorgesehen. Dieses misst über ein Netz von Elektroden, die in der Ausgleichsschicht und in der Tragschicht der Abdichtung eingesetzt werden, Schwankungen des elektrischen Widerstandes im Untergrund.

Verschweißen

Die Kunststoffdichtungsbahnen werden ausschließlich durch Schweißen miteinander verbunden. Diese Arbeiten erfolgen nach DVS 2225-4 und nur durch entsprechend geschulte und geprüfte Schweißer. Die Qualifikation der Schweißer ist durch Vorlage von Schweißerzeugnissen nach DVS 2212-3 nachzuweisen.

Die Prüfungen an den Schweißnähten erfolgen nach DVS 2225-4. Die Schweißnähte werden im Rahmen der Eigenkontrolle durchgehend und im Rahmen der Fremdprüfung stichprobenartig auf äußere Beschaffenheit, Abmessungen, Dichtigkeit und Festigkeit geprüft.

Freigaben

Vor Einbau der nachfolgenden Schichten werden die eingebauten Kunststoffdichtungsbahnen einschließlich aller konstruktiven Einzelheiten in Teilflächen durch den Fremdprüfer fachtechnisch freigegeben.

Überschüttung

Die Kunststoffdichtungsbahnen sind umgehend nach Freigabe durch den Fremdprüfer mit den nachfolgenden Schichten zu überbauen. Dabei ist auf folgendes zu achten:

- Temperaturbedingte Verformungen und Verschiebungen der Kunststoffdichtungsbahnen sind zu vermeiden.
- Die Oberfläche der Kunststoffdichtungsbahnen muss vor Einbau der nachfolgenden Schichten besenrein gesäubert werden.
- Geotextile Schutzlagen und geotextilverwandte Produkte wie Kunststoff Dränelemente, sind vom Fachverleger einzubauen.
- Das direkte Befahren der Kunststoffdichtungsbahnen mit Fahrzeugen und Baugeräten ist dabei nicht zulässig.
- Die mineralischen Schichten werden ausschließlich im Vor-Kopf-Verfahren eingebaut.

- Der Materialtransport zur Einbaustelle erfolgt durchweg über mindestens 1,0m hohe Baustraßen. Der Einbau der mineralischen Schichten ist auf die Geotextilien Produkte abzustimmen:
- Die mineralischen Schichten dürfen nicht eingeschoben sondern müssen aufgesetzt / aufgeschüttet werden.

4.3.6.3 *Bestehende Ver-und Entsorgungsleitungen*

Im Baufeld der Oberflächenabdichtung liegen, wie bei jedem gewachsenen Standort, eine Vielzahl von Ver-, Entsorgungs-, Produkt- und Energieleitungen. Im Zuge des Baus der Oberflächenabdichtung soll eine Neuordnung der bestehenden Leitungssituation geschaffen werden, damit die Anzahl der Durchdringungspunkte der KDB möglichst gering ausfällt. Diese Leistungsplanung wird von der BASF Grenzach GmbH durchgeführt und sieht getrennt nach Stromleitungen sowie in der Erde verlegten Medien (außerhalb des ELT) folgende Maßnahmen vor:

Energieleitungen (Stromleitungen)

Da die Abwasserreinigungsanlage durchgehend in Betrieb bleiben muss, ist eine unterbrechungsfreie Stromversorgung zu gewährleisten. Deshalb werden vor dem Bau der Oberflächenabdichtung die Elektroleitungen oberirdisch umgeschlossen und während der Auskofferungsarbeiten oberirdisch geführt. Sofern Straßenquerungen erforderlich sind, müssen diese Kabel über provisorische Hilfsbrücken geführt werden. Im Zuge der Auskofferungsarbeiten werden dann die alten Stromleitungen einschließlich der Rohre und Kabelzugschächte rückgebaut (gezogen). Der Regelquerschnitt der Oberflächenabdichtung ist, wie zuvor beschrieben, mit einer Dicke von ca. 1,0 m geplant. Im Bereich der Klärbecken und Gebäude werden entlang der Straßen neue Haupttrassen ausgebildet, die aus einem bis max. 2 m tiefen Graben (Stufengraben, soweit erforderlich) bestehen, in welchen die KDB und das Drainvlies wie beim Regelquerschnitt eingezogen werden. In dieser Haupttrasse werden Kabelkanäle nicht überdeckt mit Deckel (bzw. überdeckt) verlegt und die Stromleitungen dorthin umgelegt. Im Bereich von Straßenquerungen sind befahrbare Abdeckungen geplant.

Sofern unterhalb der KDB zum Beispiel Hausanschlüsse erforderlich werden, können diese Kabeldurchführungen mittels Doyma-Dichtungen oder gleichwertig durchgeführt werden. Die folgende Abbildung 4-14 zeigt schematisch eine entsprechende Kabeldurchführung.

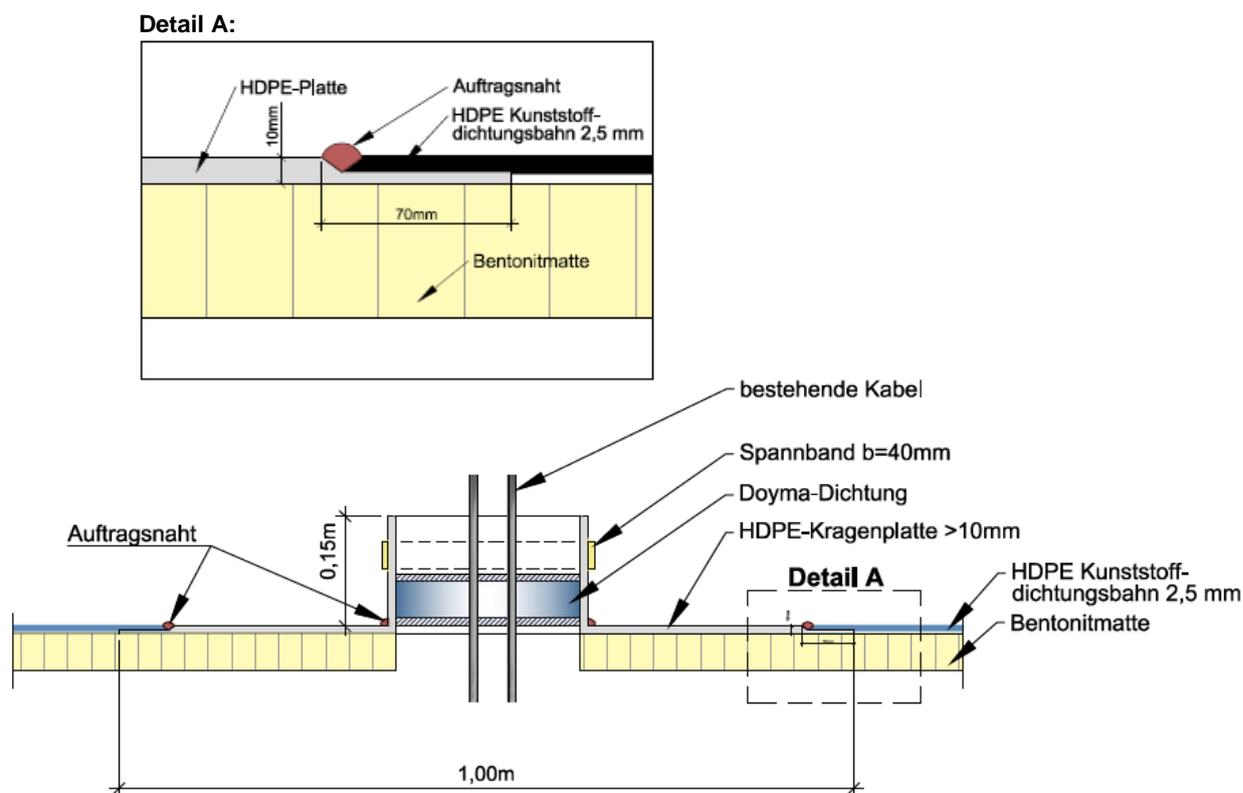


Abbildung 4-14: Kabeldurchführung mittels Doyma-Dichtung

Die weitere Neuplanung der Elektroleitungen ist in *Anlage 3.3.2* dargestellt.

Erdverlegte Medien außerhalb des ELT

Im Zuge der Neuplanung der Leitungen/Medien werden in Zukunft nicht mehr benötigte Leitungen identifiziert, in den Plänen gekennzeichnet und während der Auskofferung rückgebaut. Die weiterhin benötigten Leitungen werden, sofern bis zu einer Tiefe von ca. 1,50 m liegend, über der KDB gezogen und in den oben beschriebenen Haupttrassen entlang der Straßen neu verlegt. Tiefer liegende Leitungen bleiben nach Lage und Höhe erhalten. Bisher beidseitig der Straßen oder separat liegende Leitungen werden nach Möglichkeit in den neuen Kabeltrassen gebündelt. Die neue Leitungsplanung ist in *Anlage 3.3.2* dargestellt.

Zum Anschluss der tieferliegenden Leitungen an Gebäude und Becken sind Durchdringungen der KDB erforderlich. Hierfür wurden verschiedene Regeldetails für Durchdringungen von HDPE-, PVC-, Betonrohren und Schachtbauwerken entwickelt. Generell werden die durchzuführenden Rohre durch eine HDPE Kragenplatte gefasst und der Ringspalt abgedichtet. Die

Kragenplatte wird dann mit der HDPE Kunststoffdichtungsbahn verschweißt.
 Die folgenden Abbildungen und *Anlage 3.2.5* zeigen die geplanten Details.

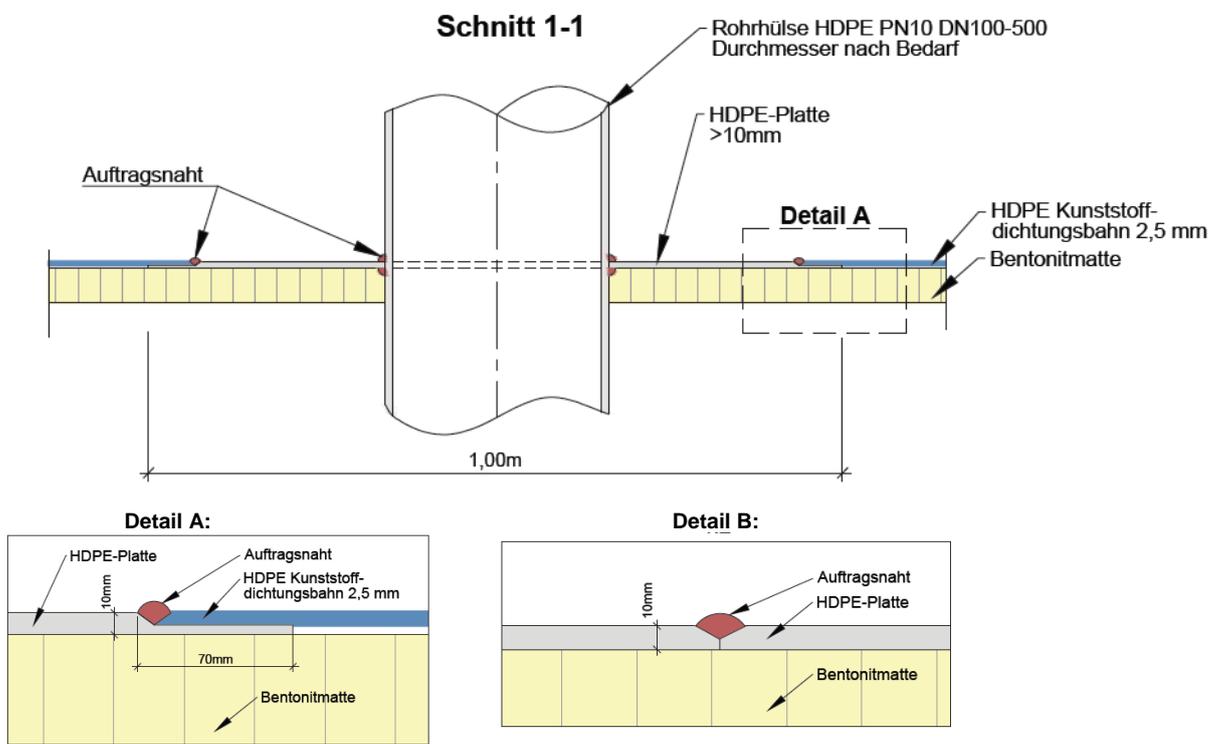


Abbildung 4-15: Durchdringung HDPE-Rohr

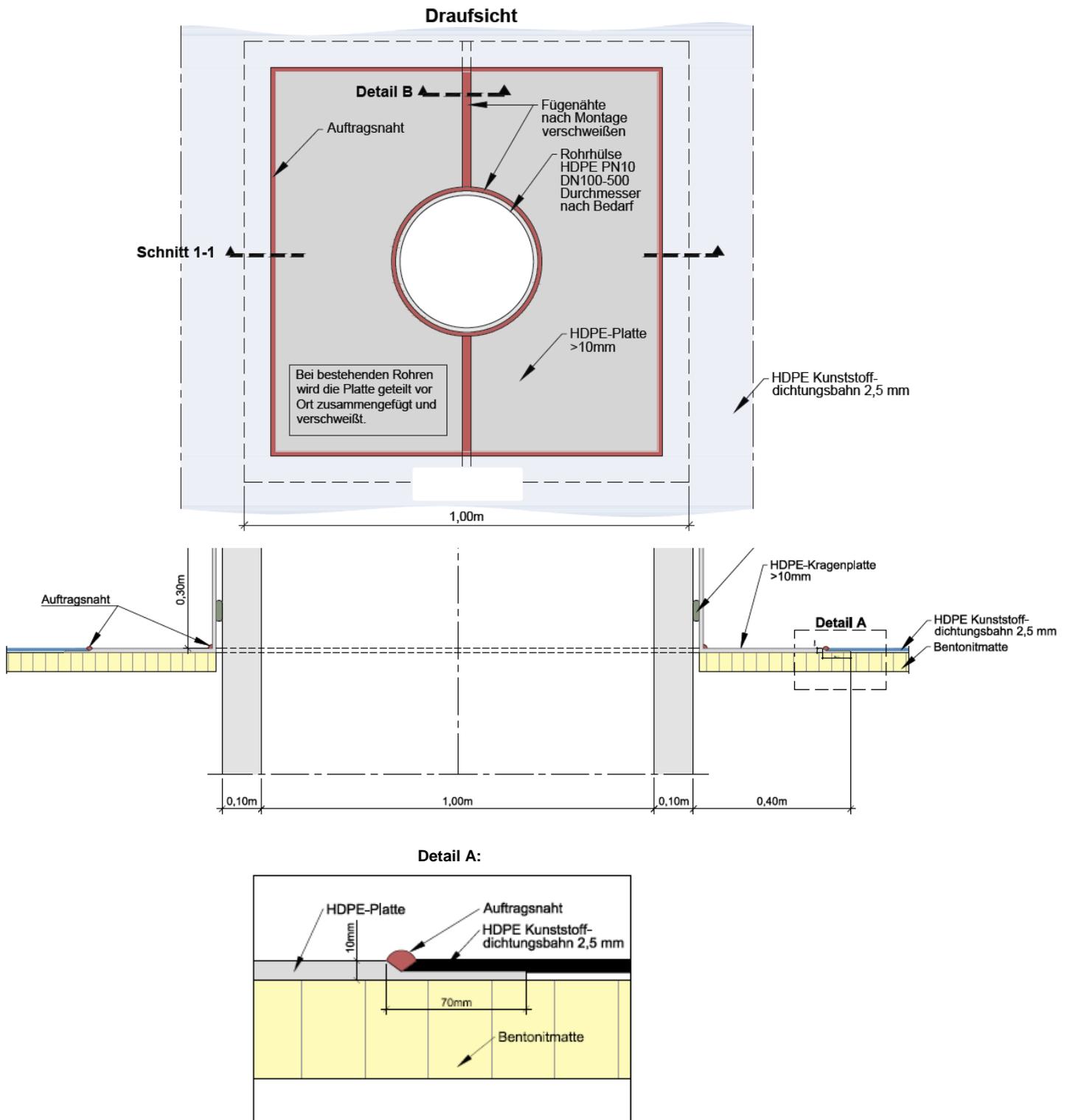


Abbildung 4-16: Durchdringung Schachtbauwerke

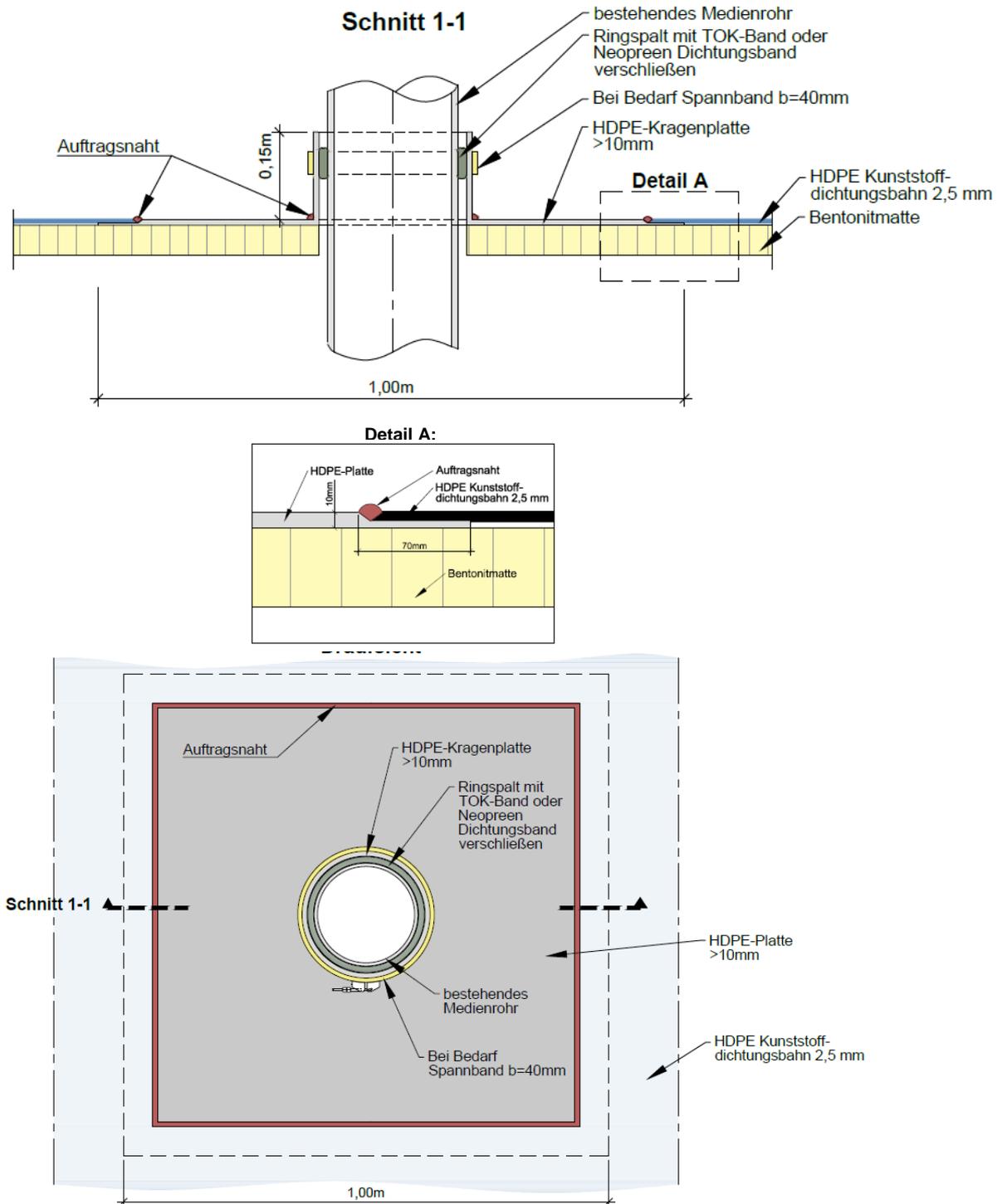


Abbildung 4-17: Durchdringung PVC- und Betonrohre

Im Weiteren erfordert der Bau der Oberflächenabdichtung die Planung verschiedener Übergänge und Anschlüsse, die nach Lage und Vorkommen in *Anlage 3.2.2* farblich dargestellt sind:

- **Verkehrsfläche an Dichtwand**

Bei diesem Anschluss wird die Ausgleichschicht an die Dichtwand gezogen und Bentonitmatte, Kunststoffdichtungsbahn, Schutzschicht und Dränvlies über die Dichtungswand gezogen und dahinter verankert. Danach werden Tragschicht/Frostschutzschicht sowie die Asphalt/Verschleißschicht gebaut. Die folgende Abbildung und *Anlage 3.2.4* zeigen den entsprechenden Querschnitt.

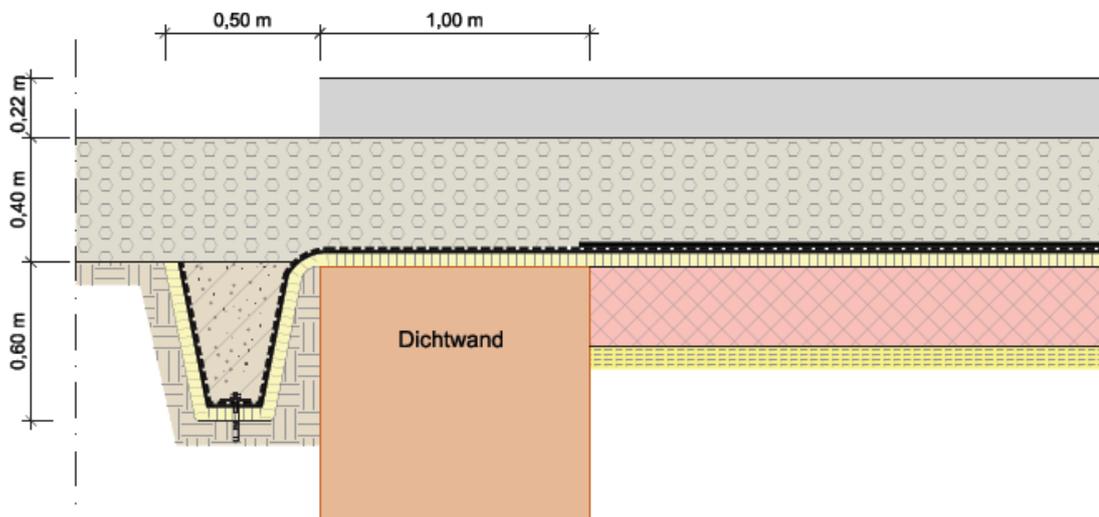


Abbildung 4-18: Regelquerschnitt Verkehrsfläche an Dichtwand

- **Grünfläche an Dichtwand**

Dieser Anschluss wird wie der Übergang der Verkehrsfläche ausgebildet. Auch hier werden die Abdichtungskomponenten über die Dichtwand gezogen und dahinter verankert. Abschließend werden Auffüllboden und Mutterboden aufgebracht. Die folgende Abbildung zeigt den entsprechenden Querschnitt.

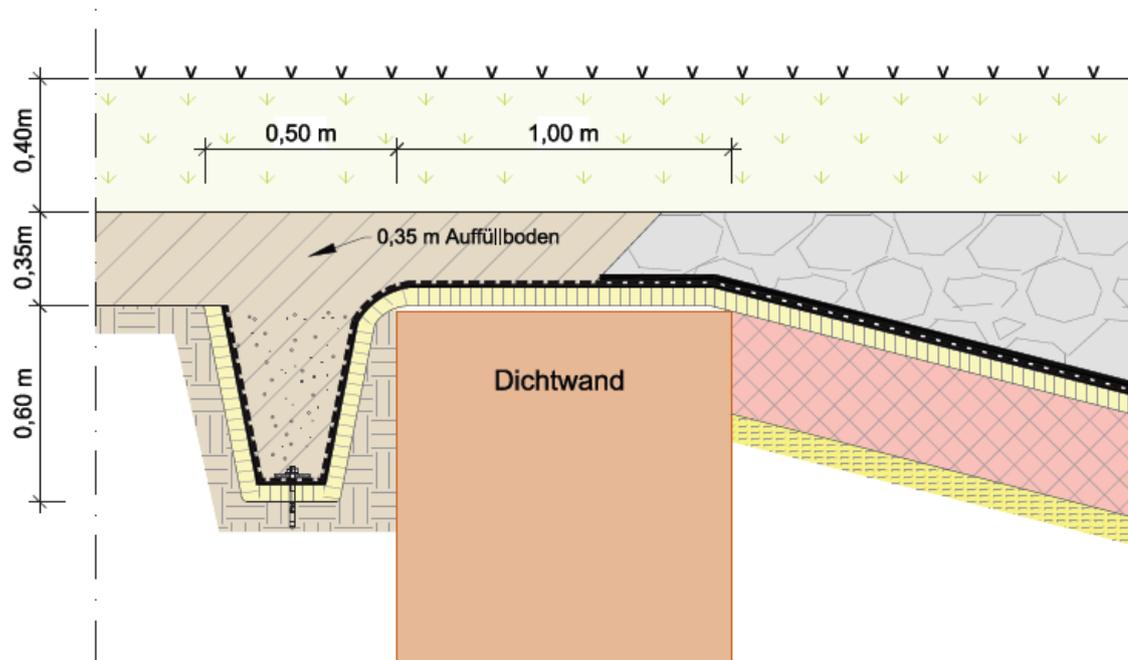


Abbildung 4-19: Regelquerschnitt Grünfläche an Dichtwand

- **Verkehrsfläche an Bauwerk/Grünfläche an Bauwerk**
Für den Anschluss der Oberflächenabdichtung an Bauwerke ist das folgende Detail geplant worden. Die HDPE Kunststoffdichtungsbahn und die Bentonitmatte werden an das Bauwerk gezogen und mittels Ankerbolzen und Flachstahl an das Gebäude geklemmt. Die folgende Abbildung und *Anlage 3.2.6* zeigen das entsprechende Detail.

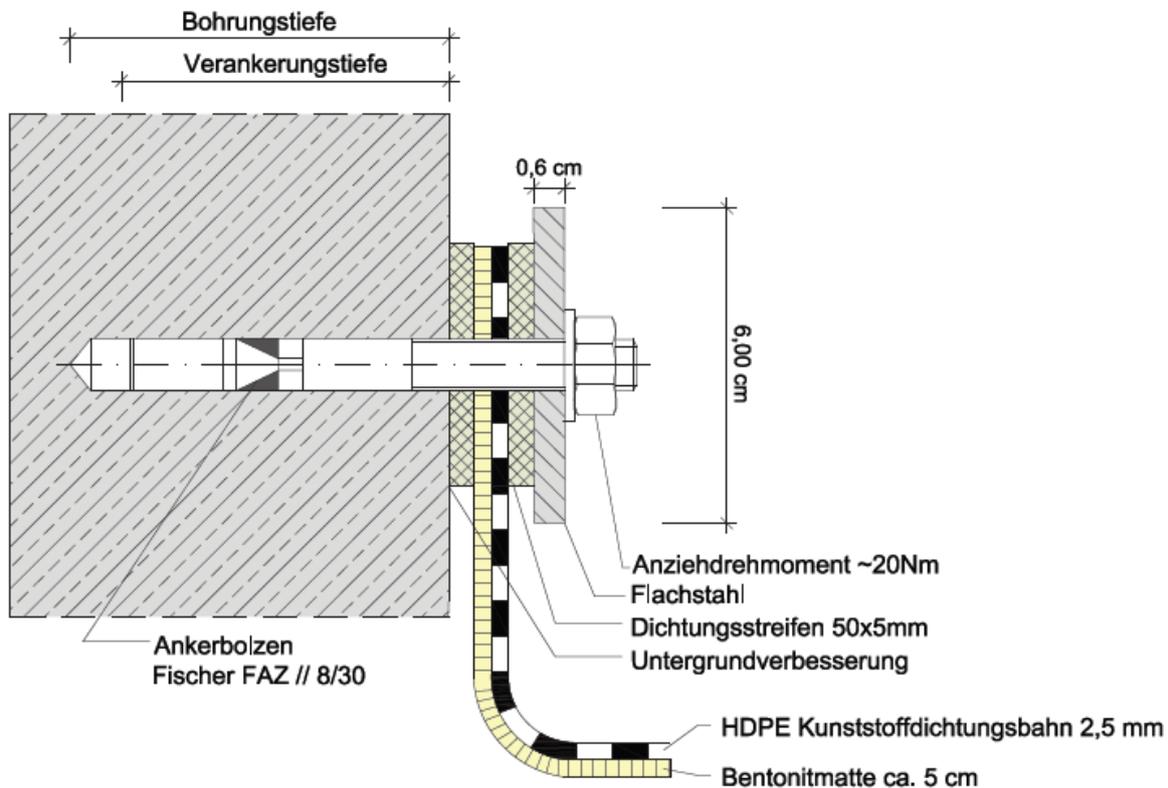


Abbildung 4-20: Regelquerschnitt Verkehrs-/Grünfläche an Bauwerk

- **Verkehrsfläche an ELT**
 An dieser Stelle sind je nach Überdeckung des ELT entweder Anschluss „Verkehrsfläche an Dichtwand“ oder „Bauwerksanschluss“ vorzusehen.
- **Verkehrsfläche an bestehende versiegelte, befestigte Fläche (z. Bsp. zwischen Becken)**
 Diese oft sehr kleinteiligen Zwischenräume zwischen Bauwerken und Becken sind bereits versiegelt, aber durch Fugen und Risse bedingt nicht ausreichend abdichtend. Deshalb wird bestehende Versiegelung aufgebrochen und der Zwischenraum mit Asphaltbeton und entsprechende Gefälle in Richtung Oberflächenabdichtung ausbetoniert und angeschlossen.
- **Grünfläche an bestehende versiegelte, befestigte Fläche (z.B. zwischen Becken)**
 In diesen Bereichen wird die bestehende Versiegelung aufgebrochen und die Dichtungsbahn an das angrenzende Bauwerk geführt und dort verankert. Anschließend wird die Versiegelung mit Gefälle zur Oberflächenabdichtung wieder hergestellt.

Ähnlich wie die Dichtwand kann auch die Oberflächenabdichtung nur in aufeinander folgenden Bauabschnitten hergestellt werden. Diese Abschnitte werden in erster Linie durch den aufrechtzuerhaltenden Betrieb der Kläranlage bestimmt. Im Verkehrslenkungsplan (*Anlage 3.1.2*) sind die neue Oberflächenabdichtung und die Anlagen der bestehenden Kläranlage dargestellt, die während des Baus angedient werden bzw. zugänglich sein müssen.

Die ausführende Baufirma hat die Bauausführung und die Bauabschnitt so zu planen, dass während der Bauzeit der Betrieb der Kläranlage und der angrenzenden Gebäude aufrechterhalten werden kann.

Wie im Verkehrslenkungsplan gezeigt ist dies ohne größere Probleme zu realisieren, da die bestehenden Straßen und befestigten Flächen auch zukünftig an gleicher Stelle in die Oberflächenabdichtung integriert werden und somit für alle Bauwerke zwei Anfahrmöglichkeiten bestehen. Im Zuge der weiteren Ausführungsplanung ist der Verkehrslenkungsplan weiter zu verfeinern und während der Sanierungsmaßnahme muss durch eine ausreichende Beschilderung und Absperrung der Bauabschnitte sichergestellt sein. Werksverkehr und Baustellenverkehr dürfen sich nicht gegenseitig behindern und Sicherheitsrisiken müssen ausgeschlossen werden.

4.3.7 *Bau der hydraulischen Sicherung*

Bereits vor Fertigstellung der Oberflächenabdichtung wird mit dem Verlegen von Rohrleitungen für die hydraulische Sicherung begonnen. Über die PE-Rohre (DN100-200) wird im späteren Sanierungsbetrieb das Wasser von den 8 Entnahmebrunnen zur Industriekläranlage der BASF, bzw. zur Grundwasserreinigungsanlage und von dort in den Sammelschacht zum Rheinauslauf bei Gbd. 38.7 geführt. Als Aufstellort für die Anlage ist die versiegelte Fläche des ehemaligen Gebäudes 38.3, südöstlich der Belebungsbecken der ARA vorgesehen. Die Rohrleitungen werden frostsicher oberhalb der KDB in das Oberflächenabdichtungssystem eingebaut, um für zukünftige Wartungsarbeiten ohne großen Aufwand erreichbar zu sein. Im zentralen und südlichen Teil der Kapsel ist es außerdem geplant, den bestehenden ELT zu nutzen und die Rohrleitung teilweise innerhalb des ELTs zu führen, um eine gute Zugänglichkeit zu gewährleisten. Die Details zur räumlichen Lage der Leitungen und zum Einbau in der Oberflächenabdichtung sind in den *Anlagen 3.2.3* und *3.3.3* dargestellt.

Nach Beendigung der Arbeiten an der Kapsel, werden insgesamt 4 weitere Brunnen (5"-Ausbau) gebohrt, die zusammen mit den vier bestehenden GWM P 5, P 16a, KE 29 und KE 32 ein Netz von 8 Entnahmebrunnen innerhalb des

eingekapselten Bereichs bilden. Die Brunnen werden bis zur Basis der Niederterrassenschotter abgeteuft und innerhalb der Schotter verfiltriert. Hierfür sind Bohrtiefen von ca. 13 m (EKB 22 beim Vorklärbecken der ARA) bis ca. 21 m (EKB 25 im südlichen Teil der Kapsel) erforderlich. Die neu zu installierenden Brunnen und alle bestehenden GWM werden in die Oberflächenabdeckung in der Art integriert, dass sich keine Undichtigkeiten an den Durchdringungspunkten ergeben. Die Ausbauezeichnung eines Entnahmebrunnens ist zur Veranschaulichung in *Anlage 3.5.3* beigelegt.

Zeitgleich mit der Installation der Entnahmebrunnen werden weitere Messstellen installiert, die zusammen mit den bestehenden GWM als Kontrollmessstellen für die Überwachung der Grundwasserverhältnisse verwendet werden. Hierfür werden insgesamt 16 weitere 5“-GWM gebohrt. Die Kontrollmessstellen befinden sich teilweise innerhalb teilweise außerhalb der Kapsel, um den nach innen gerichteten hydraulischen Gradienten zu dokumentieren. Zwei der GWM innerhalb der Kapsel werden als Doppelmessstelle ausgebaut, mit zwei unmittelbar nebeneinander liegenden unterschiedlich tiefen Bohrungen. Die flachere Bohrung ist jeweils an der Basis der Niederterrassenschotter zu beenden und innerhalb dieses Aquifers zur Messstelle auszubauen. Die tiefere der beiden Bohrungen sollte etwa 10 m weit in den Muschelkalk hinein reichen und zu einer GWM im Muschelkalk ausgebaut werden. So lässt sich beim späteren Sanierungsbetrieb der vertikale hydraulische Gradient zwischen Muschelkalk und Schotterkörper überwachen. Die Lage der insgesamt 34 Kontrollmessstellen ist im Lageplan in *Anlage 3.5.1* grafisch dargestellt.

Wenn das entnommene Wasser in einer eigenständigen Grundwasserreinigungsanlage behandelt wird (Szenario 1), wird im Bereich des ehemaligen Gbd. 38.2 eine isolierte Halle mit Satteldach in Leichtmetallbauweise errichtet, die als Einhausung für die Reinigungsanlage dient. Die Halle wird flach gegründet. Der geschätzte Platzbedarf der Halle ist 300 m² bei Abmessungen von 15 m x 20 m x 4,5 m (B x L x H). Im Anschluss wird die Anlagentechnik angeliefert und montiert. Wird das entnommene Wasser dagegen in die Industriekläranlage der BASF eingeleitet, sind hierfür außer der Leitungsverlegung keine zusätzlichen baulichen Maßnahmen notwendig.

Zusammenfassend sind im Folgenden die wichtigsten Schritte des Bauablaufs der hydraulischen Sicherung aufgelistet:

- Verlegen der Rohrleitungen zwischen den Entnahmebrunnen und der Reinigungsanlage im Rahmen der Arbeiten an der Oberflächenabdichtung: Die DN 100-200 PE-Rohre werden frostsicher oberhalb der KDB verlegt; Anordnung gemäß *Anlage 3.5.1*.

- Nur Szenario 1: Verlegen der Rohrleitung zwischen der Reinigungsanlage und dem Rheinauslaufbauwerk (bei Gbd. 38.7) im Rahmen der Arbeiten an der Oberflächenabdichtung: Das DN 100-200 Rohr wird frostsicher oberhalb der KDB verlegt; Anordnung gemäß *Anlage 3.5.1*.
- Nach Beendigung der Arbeiten an der Oberflächenabdichtung: Mobilisierung von 2 Bohrgeräten zum Abteufen der Bohrungen für die Entnahmebrunnen und Kontrollmessstellen; Bohrverfahren: schlagend, im Festgestein rotierend mit Spülung, Bohrdurchmesser ca. 300 mm; Anordnung der Brunnen gemäß *Anlage 3.5.1*;
- Einrichten von 5 zusätzlichen Entnahmebrunnen und 16 zusätzlichen Kontrollmessstellen: Ausbau der Bohrungen zu 5“-GWM: Voll-/Filterrohr DN 125, Unterflurausbau, bei Verfilterung im Muschelkalk: Verpressen des Ringraums im Niederterrassenschotter mit Ton-Zement-Suspension und Einbau eines permanenten Sperrohrs;
- Wasserdichtes Einbinden der neu gebohrten GWM in die Oberflächenabdichtung gemäß Anschlussdetail in *Anlage 3.2.5*;
- Lieferung und Installation der Drucksensoren mit Datenfernübertragung in die 34 Kontrollmessstellen;
- Lieferung und Installation der Brunnenpumpen und Drucksensoren mit Datenfernübertragung in die 9 Entnahmebrunnen;
- Szenario 1: Anlieferung/Errichtung der Einhausung für die Grundwasserreinigungsanlage;
- Szenario 1 und 2: Lieferung und Installation der entsprechenden Anlagentechnik;
- Inbetriebnahme der hydraulischen Sicherung im 6-monatigen Probebetrieb und Übergang in den regulären Sanierungsbetrieb.

Weitere Details hinsichtlich des Bauablaufs der hydraulischen Sicherung werden im Rahmen der Ausführungsplanung festgelegt werden.

4.4 *FUNKTIONSPRINZIP DER HYDRAULISCHEN SICHERUNG*

4.4.1 *Methodik*

Das Funktionsprinzip der hydraulischen Sicherung basiert auf dem Ansatz, dass der Grundwasserstand innerhalb des eingekapselten Bereichs dauerhaft relativ zum Grundwasserstand außerhalb der Dichtwand abgesenkt wird. Dadurch, dass der Grundwasserstand innerhalb des eingekapselten Bereichs

dauerhaft um einige Zentimeter tiefer steht als außerhalb, wird sichergestellt, dass belastetes Grundwasser aus dem Inneren der Kapsel nicht nach außen dringen kann, da es entgegen des hydraulischen Gradienten also „bergauf“ fließen müsste.

Die Entnahme des Grundwassers erfolgt über insgesamt 8 Entnahmebrunnen, deren Lage in *Anlage 3.5.1* grafisch dargestellt ist. Bei den Brunnen handelt es sich um die bereits bestehenden GWM P 5, P 16a, KE 29 und KE 32 sowie die Entnahmebrunnen GW 1 – GW 4, alle in den Niederterrassenschottern verfiltert. Durch die Grundwasserabsenkung innerhalb der Kapsel entsteht eine Potenzialdifferenz zwischen dem Grundwasser im Muschelkalk und im Niederterrassenschotter, die zu einem Aufsteigen von Grundwasser aus dem Muschelkalk in die Niederterrassenschotter führt. Ein Übertritt von belastetem Grundwasser aus den Schottern in den Muschelkalk wird verhindert.

Die Brunnenpumpen werden mit Hilfe von Drucksensoren über die Grundwasserabsenkung gesteuert. So kann eine definierte Grundwasserabsenkung innerhalb der Brunnen vorgegeben, über beliebige Zeiträume konstant gehalten und flexibel angepasst werden. Die erreichte Absenkung innerhalb der Kapsel wird mit Hilfe eines Netzes von Kontroll-GWM überwacht (*Anlage 3.5.1*). Die Kontroll-GWM finden sich hierbei sowohl innerhalb als auch außerhalb der Kapsel. Manche von ihnen sind in den Niederterrassenschottern verfiltert, andere im Muschelkalk.

Das Prinzip des nach innen und oben gerichteten hydraulischen Gradienten wird in der folgenden Abbildung 4-21 schematisch dargestellt. Die geplante Lage der Entnahmebrunnen ist *Anlage 3.5.1* zu entnehmen.

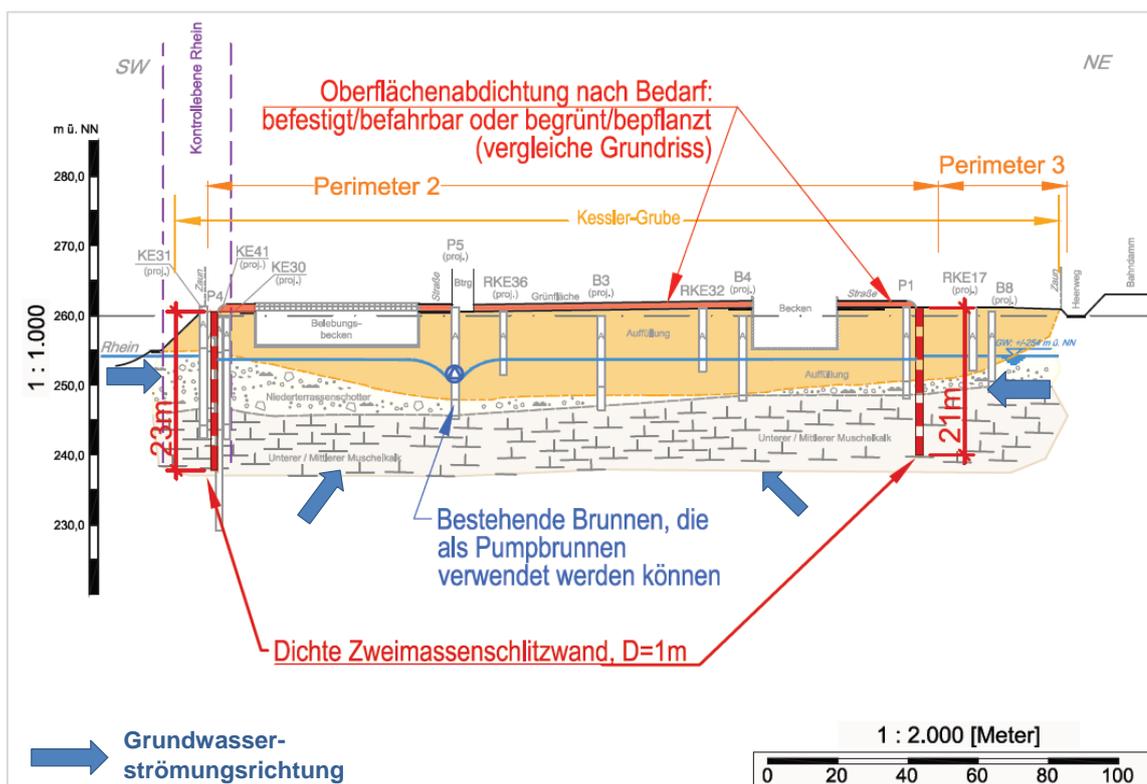


Abbildung 4-21: Funktionsprinzip der hydraulischen Sicherung

Die Entnahmeraten in den einzelnen Brunnen sind variabel und werden sich automatisch so anpassen, dass eine mittlere relative Mindestabsenkung von ca. 10 cm an den Kontrollmessstellen ergibt. Die Förderraten richten sich somit nach dem aktuellen Grundwasserstand außerhalb der Kapsel. Die Messungen von Drucksensoren in insgesamt 34 Kontrollmessstellen innerhalb und außerhalb der Kapsel werden hierfür in regelmäßigen Abständen aufgezeichnet, automatisch ausgewertet und in entsprechende Steuersignale an die Pumpen in den Entnahmehrunnen umgesetzt. Auf Grundlage der Erfahrungen aus den laufenden Grundwasserstandsaufzeichnungen wird ein Messintervall von ca. 5-10 Minuten während der Einlaufphase der hydraulischen Sicherung und ca. 30 Minuten im späteren Sanierungsbetrieb angestrebt. Sollte sich in der Einlaufphase zeigen, dass kürzere Messintervalle erforderlich sind, werden sie entsprechend verkürzt werden. So wird die hydraulische Sicherung flexibel auf die momentanen Grundwasserverhältnisse reagieren können.

Zum Beispiel können geringere Förderraten eingestellt werden, wenn der Grundwasserstand in den Niederterrassenschottern außerhalb der Kapsel steigt. Höhere Förderraten müssen dagegen gewählt werden, wenn der Grundwasserstand außerhalb der Kapsel sinkt, um die mittlere relative

Mindestabsenkung innerhalb der Kapsel aufrecht zu erhalten. Bei steigenden Grundwasserständen außerhalb der Kapsel wird der Wasserstand innerhalb angehoben aber dabei zeitlich dem äußeren Wasserstand „hinterherhinken“. Bei fallenden Grundwasserständen außerhalb der Kapsel wird der Wasserstand innerhalb abgesenkt und dem äußeren Wasserstand „vorweilen“. So wird ein dauerhaft nach innen und oben gerichteter Gradient garantiert.

Im Rahmen von DU (/1/, /2/) und SU (/33/) wurden mehrmonatige Aufzeichnungen des Rheinpegels und der Grundwasserstände im Bereich von Perimeter 2 durchgeführt. Dadurch ist die zeitliche Dynamik der Grundwasserverhältnisse bekannt. Auf der Grundlage dieser Auswertung konnte festgestellt werden, dass die durchschnittlichen Schwankungen des Grundwasserstands im Schotterkörper und im Muschelkalk innerhalb von 12 Stunden deutlich geringer als 10 cm, meistens nicht größer als 3-4 cm sind.

Im Juni 2013 wurde ein relativer Hochstand des Grundwassers im Muschelkalk aufgezeichnet. Im Nachgang kam es teilweise zu einem Fallen des Grundwasserspiegels in rheinnahen Quartärmessstellen von bis zu 5 cm innerhalb von 4 Stunden, wie in der folgenden Abbildung veranschaulicht (die Messungenauigkeit der eingesetzten Drucksonden beträgt etwa ± 5 mm). Für eine angenommene maximale Entnahmerate der hydraulischen Sicherung von bis zu 600 m³/Tag (Kap. 4.4.2) kann die Zeit abgeschätzt werden, die theoretisch erforderlich ist, um den Grundwasserstand innerhalb der Kapsel um die erwähnten 5 cm zu senken. Bei einer eingekapselten Fläche von ca. 36.000 m² und einer angenommenen effektiven Porosität der Niederterrassenschotter von 0,2, müssten 360 m³ aus der Kapsel gepumpt werden. Hierfür ist demnach ein rechnerischer Zeitraum von etwa 14 Stunden erforderlich. In Abbildung 4-22 ist die theoretische maximale Geschwindigkeit der Grundwasserabsenkung innerhalb der Kapsel den gemessenen Grundwasserschwankungen gegenübergestellt, exemplarisch für KE 30 und P 3. Es zeigt sich hierbei, dass der Grundwasserstand außerhalb der Kapsel etwas schneller fallen kann, als er innerhalb der Kapsel abgesenkt werden kann. Um auf rasch fallende Grundwasserspiegel außerhalb der Kapsel reagieren zu können, sollte daher eine gemittelte relative Mindestabsenkung des Grundwassers innerhalb der Kapsel von ca. 10 cm als Sicherheitspuffer eingehalten werden, um einen nach außen gerichteten hydraulischen Gradienten zu vermeiden.

Die Schritte zur Einrichtung der hydraulischen Sicherung können folgendermaßen zusammengefasst werden:

1. Absenken des Grundwasserspiegels innerhalb der Kapsel um ca. 10 cm
2. Halten des abgesenkten Grundwasserspiegels
3. Reagieren auf Schwankungen im natürlichen Grundwasserstand außerhalb der Kapsel durch Anpassung des Grundwasserstands innerhalb der Kapsel

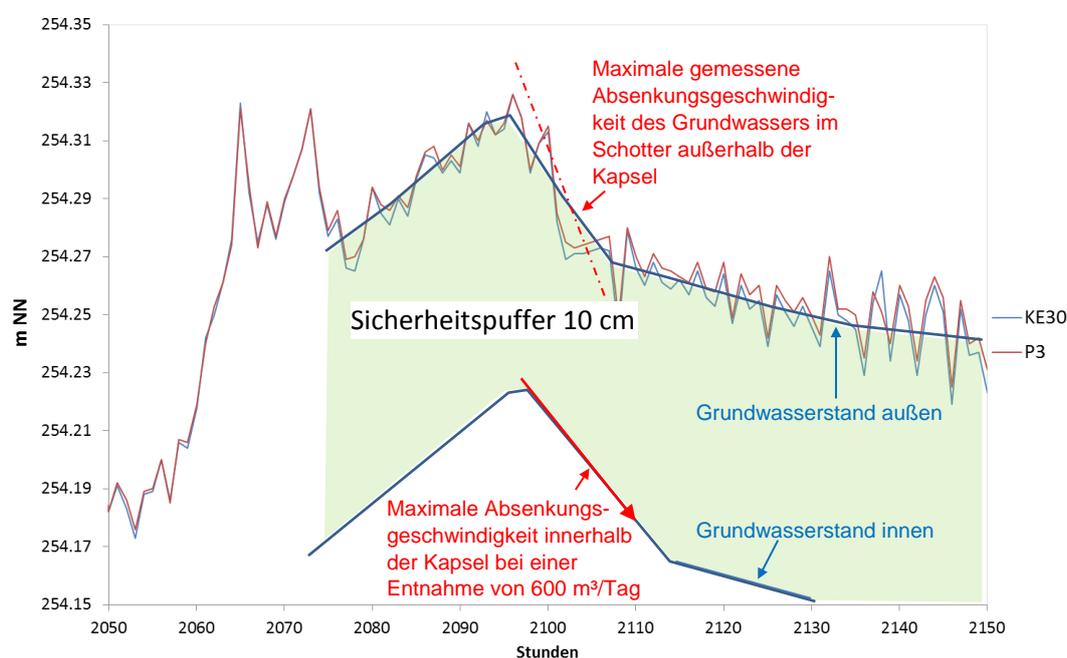


Abbildung 4-22: Grundwasserdynamik im Niederterrassenschotter und theoretische Absenkungsgeschwindigkeit innerhalb der Kapsel

4.4.2 Reinigungskonzept

Das bei der hydraulischen Sicherung anfallende Wasser soll mit Hilfe einer Grundwasserreinigungsanlage soweit behandelt werden, dass eine Einleitung des gereinigten Wassers in den Rhein möglich ist.

Für die Reinigung des Wassers wurden zwei voneinander unabhängige Szenarien evaluiert, die im vorliegenden Sanierungsplan vorgestellt werden:

- Szenario 1 Reinigung des entnommenen Wassers über eine eigenständige Reinigungsanlage und Einleitung in den Rhein über eine getrennte Zuleitung in das Rheinauslaufbauwerk der BASF (bei Gbd. 38.7)
- Szenario 2 Reinigung des entnommenen Wassers über die Industriekläranlage der BASF und Einleitung über den Rheinauslauf der BASF gemeinsam mit den Produktionsabwässern des Standortes.

4.4.2.1 Szenario 1

Wie in *Anlage 3.5.1* grafisch dargestellt, befindet sich der geplante Aufstellort der Reinigungsanlage im Bereich des ehemaligen Gbd. 38.3, südöstlich der Belebungsbecken der ARA. Die Rahmendaten der Anlage sind:

- Zwei redundant arbeitende Reinigungslinien, ausgelegt für eine Gesamtentnahmerate von zusammen ca. 200-400 m³/Tag (maximal ca. 600 m³/Tag)
- Wintersichere Einhausung der Anlage in einer Leichtbauhalle (Aufstellfläche ca. 20 m x 15 m)
- Reinigungskomponenten (u.a.): Sandfilter, Belüftungsbecken, Ammoniumoxidationsreaktor, Wasseraktivkohlefilter (Arbeits- und Polizeifilter), Schlammabsetzbecken mit Klarphasenrückförpumppe
- Druckerhöhungs- und Rückspülpumpen redundant ausgelegt
- Fernzugriff und Störmeldesystem

Das Verfahrensschema der Reinigungsanlage ist dem Sanierungsplan als *Anlage 3.5.2* beigefügt. Das Grundprinzip der Reinigungsanlage ist so ausgelegt, dass die Anlagentechnik flexibel an unterschiedliche Volumenströme angepasst werden kann. Zwei redundant arbeitenden Reinigungslinien sorgen außerdem dafür, dass ein kontinuierlicher Betrieb der hydraulischen Sicherung gegeben ist, auch bei technischen Problemen an der Reinigungsanlage. Sollten beide Reinigungslinien ausfallen, kann das entnommene Wasser über eine weitere Leitung vorübergehend dem Zulauf der Industriekläranlage der BASF in Abstimmung mit der Behörde zugeführt werden.

Das der Reinigungsanlage zugeführte Grundwasser wird zunächst in ein Mehrkammerbecken geleitet, in dem zum einen grobe Substanzen sedimentiert werden, zum anderen wird durch eine künstliche Belüftung die Oxidation der vorhandenen Eisenverbindungen erreicht. Die hierbei entstehende Abluft wird ihrerseits über einen Abscheider aufgefangen und mit Hilfe von Aktivkohlefiltern gereinigt. Das Wasser wird anschließend mittels zwei redundant arbeitenden Förderpumpen über rückspülbare Sandfilter zur Abtrennung der partikulären Verunreinigungen geleitet. Die Rückspülung der Filter erfolgt zeitgesteuert und automatisch. Das Wasser aus der Rückspülung wird in ein Schlammabsetzbecken geleitet und von dort zusammen mit dem übrigen Wasser in die Bioreaktoren. In zwei belüfteten Bioreaktoren erfolgt anschließend die mikrobielle Oxidation von Ammonium zu Nitrat. Auch die Bioreaktoren werden in regelmäßigen Abständen rückgespült, um sich bildende Biomasse von den Festbetten zu entfernen. Sowohl Sandfilter als auch Bioreaktoren können dabei während des laufenden Betriebs der Anlage rückgespült werden. Schließlich durchströmt das Wasser Wasseraktivkohlefiltereinheiten zur Entfernung der organischen Bestandteile und wird in einem Reinwasserbecken gesammelt. Das Reinwasserbecken dient zum einen als Reservoir für Rückspülwasser, zum anderen wird das Wasser von dort mit zwei Druckerhöhungspumpen dem BASF Ablaufschacht (Gbd. 38.7) zugeführt werden. Von dort fließt das Wasser in den Rhein.

An der Ablaufleitung des Reinwassers wird eine Probenahmestelle eingerichtet, mit deren Hilfe die Qualität des eingeleiteten Wassers vor Einleitung in den Ablaufschacht überwacht werden kann. Darüber hinaus werden die physikalischen Parameter des ungereinigten und des gereinigten Grundwassers (Temperatur, elektr. Leitfähigkeit, pH, Redoxpotenzial und Sauerstoffgehalt) kontinuierlich gemessen und aufgezeichnet. Hierfür ist die Installation eines automatischen Probenehmers vorgesehen, der mengenproportionale Wasserproben entnehmen kann. Auf diese Weise können die eingeleiteten Schadstofffrachten aus 24-Stunden-Mischproben bestimmt werden.

4.4.2.2

Szenario 2

Szenario 2 stellt eine optionale Reinigungsvariante dar. In diesem Szenario erfolgt die Reinigung des entnommenen Wassers dauerhaft in der Industriekläranlage der BASF. Eine unabhängige Reinigungsanlage ist nicht vorgesehen.

Wie in *Anlage 3.5.1* grafisch dargestellt, wird das an den Entnahmebrunnen geförderte Wasser über Rohrleitungen in den Einlauf der Industriekläranlage

der BASF geleitet. Hier werden zunächst Wasseraktivkohleeinheiten zwischengeschaltet, um die organischen Bestandteile aus dem Wasser zu entfernen. Bevor es anschließend mit dem Abwasserstrom aus der Produktion der BASF vermischt wird, wird die Qualität des Wassers gemäß den Ausführungen in Kap. 7 überprüft. Schließlich gelangt das Wasser zusammen mit dem Abwasser aus der Industriekläranlage über die bestehende Rohrleitung und das Auslaufbauwerk in den Rhein.

Vor Umsetzung dieser Variante sind zunächst Laborversuche vorgesehen, in denen die biologische Abbaubarkeit der Schadstoffe im geförderten Grundwasser untersucht werden sollen.

4.4.3 Grenzwerte für die Einleitung in den Rhein

In den folgenden beiden Tabelle sind zunächst die Schadstoffkonzentrationen und die Ergebnisse der Ökotoxizitätsuntersuchungen aus der Grundwasserbeprobung in Perimeter 2 im Dezember 2013 zusammengefasst und den Einleitgrenzwerten (siehe Tabelle 4-8) gegenübergestellt.

Tabelle 4-6: *Analysenergebnisse (12/2013) Grundwasser Perimeter 2*

| Parameter | | EKB 17 | KE 32 | P5 | P14 | P16a | Einleitgrenzwerte |
|--------------------------|------|--------|-------|------|--------|-------|-------------------|
| Ammonium | mg/l | 100 | 3,5 | 5,7 | < 0,05 | 3,2 | 10 |
| Aromatische Amine | µg/l | <BG | <BG | 38,8 | <BG | 8,6 | - |
| PAK | µg/l | <BG | <BG | 2 | <BG | 0,266 | 0,2 |
| Chlorbenzole | µg/l | 2,6 | 2,5 | 300 | 0,14 | 8,8 | 5 |
| Phenole | µg/l | 70 | < 8 | 28 | < 8 | < 8 | 15 |
| BTEX | µg/l | 3 | <BG | 23 | <BG | <BG | 50 |
| Arsen | µg/l | 8 | 3 | 9 | 1 | 8 | 100 |

Tabelle 4-7: Ergebnisse (12/2013) der durchgeführten Ökotoxizitätstests

| Parameter | EKB 17 | KE 32 | P5 | P14 | P16a | Einleitgrenzwerte |
|------------------------|--------|-------|-----|-----|------|-------------------|
| Fischeitoxizität | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Bakterienleuchthemmung | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 32 |
| Daphnientoxizität | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 |
| Algentoxizität | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 16 |
| umu-Test | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |

In der folgenden Tabelle sind die Grenzwerte zusammengestellt, die für eine Einleitung des gereinigten Wassers in den Rhein einzuhalten sind. Die Werte richten sich i.A. nach den Werten der Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserverordnung – AbwV). Wurden hiervon abweichende Werte gewählt, werden die entsprechenden Bezugsquellen in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 4-8: Einleitgrenzwerte für Abwasser aus der hydraulischen Sicherung

| Parameter | Einleitgrenzwert | Einheit |
|---|-------------------|---------|
| pH-Wert | 6 – 9,5 | - |
| Absetzbare Stoffe | 0,3 ¹ | ml/l |
| Abfiltrierbare Stoffe | 80 ² | mg/l |
| biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB₅) | 25 ² | mg/l |
| Anorganische Stoffe | | |
| Arsen | 100 | µg/l |
| Nickel | 500 | µg/l |
| Summe NH₄-, NO₂-, NO₃-Stickstoff | 70 ² | mg/l |
| Ammonium | 10 ² | mg/l |
| Organische Stoffe | | |
| Adsorbierbares organisch gebundenes Halogen (AOX) | 1 ² | mg/l |
| Aromatische Amine | - ⁶ | µg/l |
| Substanzen aus dem GC/MS Screening (z.B. Xylidin, Toluidin, Chloranilin, Phenacetin, Biphenylamin) | - ⁶ | µg/l |
| PAK | 0,2 ³ | µg/l |
| davon Benzo(a)pyren | 0,05 ⁵ | µg/l |

| <i>Parameter</i> | <i>Einleitgrenzwert</i> | <i>Einheit</i> |
|---|-------------------------|----------------|
| davon Summe Naphthaline | 2 ³ | µg/l |
| BTEX | 50 ² | µg/l |
| LHKW | 10 ³ | µg/l |
| Phenole (Index) | 150 ² | µg/l |
| organisch gebundener Kohlenstoff (TOC) | 40 ¹ | mg/l |
| Chlorbenzole | 5 ⁴ | µg/l |
| Ökotoxizität | | |
| Fischeigiftigkeit (G_{Ei}) | 2 | - |
| Daphniengiftigkeit (G_D) | 8 ¹ | - |
| Algengiftigkeit (G_A) | 16 ¹ | - |
| Bakterienleuchthemmung (G_L) | 32 ¹ | - |
| Umu-Test (G_{eu}) | 1,5 | - |

¹ Grenzwert ARA BASF

² Werte abgeleitet aus AbwasserVO, Anhänge 1-57

³ BBodSchV

⁴ LfW Bayern - Merkblatt

⁵ OGeVV oder Altlastenbearbeitung B.-W.

⁶ Beurteilung über Toxizität

Für die Einhaltung der Grenzwerte ist die einleitende Partei, also BASF als Sanierungspflichtiger verantwortlich. Im Hinblick auf die Einhaltung der Grenzwerte soll § 6 der AbwV zur Geltung kommen.

5 **ARBEITSSICHERHEITS- UND GESUNDHEITSSCHUTZ**

Da im Rahmen der Sanierung Arbeiten in kontaminierten Bereichen durchzuführen sind, gelten hierfür grundsätzlich die Bestimmungen gemäß TRGS 524, bzw. BGR 128.

5.1 **HINTERGRUND**

Die Ausführungen zur Arbeitssicherheit und zum Gesundheitsschutz sowie zum Brandschutz beinhalten alle erforderlichen Maßnahmen für das Einrichten und Betreiben der Baustelle zur Errichtung der Dichtwand mit Oberflächenabdichtung und hydraulischer Sicherung mit allen dafür erforderlichen technischen Einrichtungen.

Die für die Sanierung geltenden Grundlagen sowie die Grundzüge des Sicherheitskonzeptes der Sanierung sind in dem vorliegenden Kapitel

dargelegt. Nach Auftragsvergabe werden die Unternehmer die hier beschriebenen Planungen aufgreifen und zur Ausführungsreife präzisieren und vervollständigen. Sämtliche von den Unternehmern vorzulegenden Planunterlagen werden vor Baubeginn mit dem Bauherr und den zuständigen Behörden abgestimmt.

Perimeter 2 ist Teil eines aktiven Produktionsstandortes der BASF. Das gesamte Areal ist eingezäunt und mit einer zentralen Pforte mit Personenkontrolle und entsprechender Zutrittsbeschränkung versehen, um unbefugten Zutritt zu verhindern. Des Weiteren wird das Gelände 24 Stunden pro Tag, 7 Tage pro Woche durch den Werkschutz der BASF überwacht.

5.2 *BESCHREIBUNG DES SICHERHEITSKONZEPTES*

5.2.1 *Aufgabenstellung und Zielsetzung des Sicherheitskonzeptes*

Bei der Planung und Umsetzung der Sanierung des Perimeters 2 kommen der Arbeitssicherheit, dem Gesundheits- und Umweltschutz eine besondere Bedeutung zu. Neben den allgemein gültigen Gesetzen, Verordnungen und Regeln zur Unfallverhütung und Gesundheitsvorsorge am Arbeitsplatz ergeben sich im konkreten Fall zusätzliche Maßnahmen für den Gesundheitsschutz bei Arbeiten in kontaminierten Bereichen. Darüber hinaus ist auch der Schutz Dritter, konkret der Anwohner von Grenzach-Wyhlen, der Mitarbeiter von BASF und angrenzenden Firmen und von Spaziergängern bzw. Passanten zu betrachten.

Um allen oben genannten Anforderungen gerecht zu werden, wurde im Rahmen des Sanierungsplans eine mehrteilige Sicherheitskonzeption (sog. Übergeordnetes Sicherheitskonzept) für das Sanierungsvorhaben erarbeitet, deren Aufbau im vorliegenden Kapitel erläutert wird.

In Kapitel 5.2.3 werden die zu erwartenden Gefährdungsschwerpunkte kurz beschrieben. Darüber hinaus wird das geplante Sicherheitsmanagementsystem mit Arbeitsschutzorganisation und Verantwortlichkeiten für Arbeitssicherheit, Umwelt- und Gesundheitsschutz auf der Baustelle (Kapitel 5.2.4) beschrieben. Kapitel 5.2.4 enthält auch einen Abriss des verhaltensorientierten Sicherheitsprogramms, das bei dem Sanierungsvorhaben zum Tragen kommen soll.

5.2.2 Struktur des Sicherheitskonzeptes

Detailaspekte für die Gewährleistung der Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes bei der Sanierung von Perimeter 2 werden in einem Sicherheitskonzept vor Beginn der Arbeiten dargestellt werden. Zur besseren Übersichtlichkeit erfolgt eine grundlegende Unterscheidung nach Auswirkungen, die auf den unmittelbaren Bereich der Baustelle begrenzt sind, und Auswirkungen, die sich auf die weitere Umgebung der Baustelle erstrecken.



Abbildung 5-1: Struktur des Sicherheitskonzeptes

5.2.3 *Beschreibung der Gefährdungsschwerpunkte*

5.2.3.1 *Baustellen spezifische Gefährdungen*

Die während des Projektes zu erwartenden baustellenspezifischen Gefährdungen umfassen Aspekte, die sich ergeben aus:

- Erdbewegungen mit schweren Baumaschinen;
- dem Betrieb von elektrischen Baustelleneinrichtungen, Baustromverteilern etc.;
- Arbeiten auf einem aktiven Betriebsstandort der chemischen Industrie und Arbeiten auf dem Betriebsgelände einer aktiven Abwasserreinigungsanlage;
- zeitgleichen Arbeiten mehrerer Gewerke, die eine übergeordnete Koordination erfordern;

5.2.3.2 *Gesundheits- und Umweltgefährdungen durch Gefahrstoffe*

Gesundheits- und Umweltgefährdungen durch Gefahrstoffexposition können sich ergeben aus einer Gefahrstoffexposition bei:

- Arbeiten an Dichtwand und Oberflächenabdichtung angetroffen werden können (Gesundheitsgefährdung der Mitarbeiter);
- am Umschlagplatz bei der Vorbereitung der Gefahrstoffe zum Transport (Gesundheitsgefährdung der Mitarbeiter)
- aus den Sanierungsarbeiten resultieren können (Umweltgefährdung und Gefährdung der Nachbarschaft);
- einer Kontamination des Untergrunds durch Gefahrstoffe, z.B. Aushubmaterialien aber auch Hilfsstoffe wie Treib- oder Schmierstoffe (Umweltgefährdung).

Für die Festlegung der Schutzmaßnahmen sind möglichst genaue Kenntnisse der zu erwartenden Schadstoffe erforderlich, um daraus die Gefährdungen und mögliche Aufnahmepfade bewerten zu können. Im Vorfeld der Arbeiten wird darum ein Arbeitssicherheits- und Gesundheitsschutzkonzept erstellt werden, in dem die toxikologischen Eigenschaften der erwarteten Schadstoffe beschrieben und bewertet werden.

5.2.3.3 *Explosionsgefährdungen*

Aufgrund der Tatsache, dass sich die Dichtwandtrasse außerhalb des eigentlichen Abfallkörpers der Deponie befindet, ist nicht mit dem Vorhandensein explosionsfähiger Atmosphäre im Arbeitsbereich (Erstellung der Schlitzwand) zu rechnen.

Es bestehen keine Hinweise darauf, dass Sprengstoffe, Munition oder Explosivstoffe im Bereich der Grube eingelagert wurden oder dass mit solchen Materialien im Bereich der Trasse zu rechnen ist.

Das Thema Kampfmittel wird in Kap. 5.5 betrachtet.

5.2.3.4 *Brandgefährdungen*

Spezifische Brandgefährdungen können sich ergeben aus:

- Schweißarbeiten während der Anbindung an die Infrastruktur und der Errichtung der Leichtbauhallen;
- Dem Antreffen brennbarer oder selbstentzündlicher Stoffe im Untergrund;
- Der Konditionierung brennbarer Stoffe mit ungeeignetem Material;
- Der Betankung von Baumaschinen und Fahrzeugen.

Maßnahmen zum technischen und organisatorischen Brandschutz werden in einem Brandschutzkonzept zusammengestellt werden.

5.2.3.5 *Störfälle*

Im Rahmen der vorgesehenen Sanierung sind keine Tätigkeiten geplant, für die eine Abschätzung von Gefährdungen und Schutzmaßnahmen der Arbeitnehmer und der Umgebung in Bezug auf übergeordnete Schadensfälle größeren Ausmaßes relevant sind.

Der Betriebsstandort der BASF in Grenzach unterliegt der Störfallverordnung (StöV) und den darin festgelegten Maßnahmen, die Umwelt und Anwohner im Falle eines möglichen Austritts von gefährlichen Stoffen aus den technischen Anlagen schützen. Im Hinblick auf die für die Sanierung geplanten Baumaßnahmen wird sichergestellt werden, dass bei einem Störfall auf dem Betriebsgelände die Mitarbeiter der Baustelle informiert und vor Beginn der Arbeiten in das Schutzkonzept des Standortes integriert werden.

5.2.4 *Beschreibung des Sicherheitsmanagementsystems für die Sanierung*

5.2.4.1 *Planungselemente des Sicherheitsmanagementsystems*

Als wesentliches Element der Sicherheitsplanung ist die arbeitsplatzbezogene Gefährdungsbeurteilung (Bestandteil des Arbeits- und Gesundheitsschutzplans) zu nennen, in der die zu erwartenden mit den Arbeiten verbundenen Gefährdungen ermittelt und beurteilt sowie die zu treffenden baulichen, technischen, organisatorischen und persönlichen Schutzmaßnahmen festgelegt werden. Eine weitere Konkretisierung wird durch die beauftragten Unternehmen erstellt. Dies umfasst, u.a. die Erstellung eines baustellenspezifischen Sicherheits- und Gesundheitsschutzplans unter Einbindung der beteiligten Firmen nach Abschluss des Ausschreibungsverfahrens. Hier wird insbesondere auch analysiert werden, welche potenziellen Gefährdungen durch zeitgleich ablaufende Sanierungsarbeiten in Perimeter 1 zu berücksichtigen sind.

5.2.4.2 *Operative Umsetzung*

Sicherheitsorganisation und -verantwortlichkeiten

Die Bauoberleitung für die Sanierungsmaßnahme in Perimeter 2 obliegt der Bauherrin, BASF.

Alle beim Sanierungsprojekt eingesetzten Unternehmen haben einen weisungsbefugten Bauleiter zu benennen, der für die sichere Arbeit seiner Mitarbeiter, die Sicherheit von Dritten in seinem Arbeitsbereich und die Abstimmung mit der Bauleitung und Projektleitung der Bauherrin verantwortlich ist. Ein fachkundiger Bauleiter (in Ausnahmefällen ein namentlich benannter Stellvertreter) muss während des Baustellenbetriebs ständig auf der Baustelle anwesend sein.

Die BASF-Geschäftsführung wird die Verantwortlichkeit für die Arbeitssicherheit im Rahmen der gesetzlichen Bestimmungen in schriftlicher Form an die Bauleitung bzw. einen geeigneten Koordinator delegieren.

Die Position der Fachkraft für die Arbeiten in kontaminierten Bereichen (Sicherheitskoordinator) wird durch die Auftragnehmer besetzt werden.

Schulungen und Unterweisungen der beteiligten Mitarbeiter

Die beauftragten Firmen stellen sicher, dass alle auf der Sanierungsbaustelle tätigen Mitarbeiter über alle erforderlichen Schulungen und Unterweisungen für Ihre Tätigkeiten gemäß den einschlägigen gesetzlichen Bestimmungen verfügen. Dies betrifft insbesondere das Tragen von Atemschutz, elektrische Arbeiten, Umgang mit Gefahrstoffen, Arbeiten in kontaminierten Bereichen etc.

BASF wird im Rahmen der Überwachung stichprobenartige Überprüfungen bzw. Audits der Fremdfirmen durchführen um sicherzustellen, dass die gesetzlichen Anforderungen an Schulungen und Unterweisungen eingehalten werden.

Soweit im Projektverlauf projektspezifische Gefährdungen auftreten, wird BASF hierzu spezielle Unterweisungen durchführen. Dazu gehören insbesondere Einweisungen in die Alarm- und Notfallpläne. Die Teilnahme an diesen Unterweisungen ist für alle betroffenen Mitarbeiter verpflichtend.

Verfahrens- und Betriebsanweisungen

Die Erarbeitung von Verfahrens- und Betriebsanweisungen obliegt den beauftragten Fachfirmen. BASF wird im Rahmen der Überwachung der Fremdfirmen stichprobenartige Überprüfungen bzw. Audits der Fremdfirmen durchführen um sicherzustellen, dass die gesetzlichen Anforderungen sowie die Anforderungen des Sicherheitskonzepts eingehalten werden.

Arbeitsmedizinische Vorsorge

Der für die Sanierungsmaßnahme als Spezialist für die Arbeitssicherheit benannte Arbeitsmediziner wird die erforderlichen arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen ermitteln und den Unternehmern mitteilen. Die Pflicht zur Durchführung der erforderlichen Vorsorgeuntersuchungen obliegt den beauftragten Unternehmen.

Notfallvorsorge

Die Vorkehrungen zur Notfallvorsorge für die Sanierung des Perimeters 2 umfassen die Planung des Notfalleinsatzes für folgende Notfallszenarien:

- Brand (Bergen und Löschen),
- Unfall (einschließlich Bergen verunfallter Personen aus dem Schwarzbereich).

Diese Planungsmaßnahmen sind in den Ausschreibungsunterlagen zunächst konzeptionell dargestellt. Sie werden durch die beauftragten Unternehmen für die Ausführung konkretisiert und kontinuierlich fortgeschrieben, dem jeweiligen Planungsstand entsprechend.

Bei Eintritt von Notfällen greift das Schadensfallmanagement des BASF Standortes Grenzach, wobei auf die Notfall-Einsatzkräfte und die Einsatzzentrale des Standortes zugegriffen wird. BASF verfügt über eine interne Betriebsfeuerwehr, die je nach Art und Umfang des eingetretenen Schadens durch Einsatzkräfte der örtlichen Feuerwehren unterstützt wird. Die Einsatzkräfte sind in allen oben genannten Szenarien geschult und können jeden Punkt der Sanierungsbaustelle in weniger als 10 Minuten erreichen, so dass eine unverzügliche Hilfe gewährleistet ist. Das Alarmsystem der Sanierungsbaustelle wird auf das BASF-Alarmsystem aufgeschaltet, so dass die manuelle oder automatische Alarmierung bei Brand, Unfall oder sonstigen Störungen direkt bei der BASF aufläuft. Der Ersteinsatz bis zum Eintreffen der BASF-Rettungskräfte erfolgt entsprechend der Festlegungen des Bandschutzkonzepts.

Es wird darauf hingewiesen, dass alle unter Atemschutz arbeitenden Mitarbeiter über eine Grundausbildung im Retten von Personen aus dem Schwarzbereich verfügen müssen.

Die Notfall-Einsatzpläne für die o.g. Szenarien werden bei Beginn der Baumaßnahme durch die BASF unter Mitwirkung der beauftragten Unternehmen erstellt und in der Einsatzzentrale vorgehalten. Sie werden durch jeweils aktuelle Lagepläne, die die Anfahrt zur Sanierungsbaustelle sowie spezifische lokale Gegebenheiten enthalten, ergänzt.

Die vorhandenen Planungsmaßnahmen sind bislang konzeptionell dargestellt. Sie sind durch die beauftragten Unternehmen zu konkretisieren und kontinuierlich fortzuschreiben dem jeweiligen Planungsstand entsprechend.

5.2.4.3 *Umsetzungskontrolle und kontinuierliche Verbesserung*

Zur Sicherstellung der Einhaltung der Anforderungen des Sicherheitsmanagementsystems werden im Rahmen der Sanierungsmaßnahme durch die Bauleitung der Bauherrin verschiedene Maßnahmen zur Überwachung, Kontrolle und kontinuierlichen Verbesserung durchgeführt. Dazu gehören:

- Regelmäßige (z.B. wöchentliche) sowie außerplanmäßige Rundgänge durch Baustellen- und Betriebsbereiche zur Überprüfung des sicheren Zu-

stands von Maschinen, Werkzeugen, Betriebsmitteln, sonstiger Einrichtungen und persönlicher Schutzausrüstung;

- Stichprobenartige Überprüfungen der sicherheitsrelevanten Dokumentation, insbesondere Ausbildungs-, Schulungs- und Unterweisungsnachweise für Tätigkeiten mit besonderen Gefährdungen, Betriebs- und Verfahrensanweisungen sowie Inspektionsnachweise und/oder Prüfprotokolle für sicherheitsrelevante Betriebsmittel und Einrichtungen;
- Sicherheitsgespräche mit Mitarbeitern der Auftragnehmer und deren Vorgesetzten vor Ort.

5.2.4.4 *Verhaltensorientiertes Sicherheitsprogramm*

Um Unfällen und Berufskrankheiten nachhaltig und systematisch vorzubeugen, wird im Rahmen der Sanierung Perimeter 2 das verhaltensorientierte Sicherheitsprogramm *You See It – You Own It!* umgesetzt.

Verhaltensorientierte Sicherheitsprogramme basieren auf der Überlegung, dass Menschen ein Verhalten dann verinnerlichen, wenn sie eine kurzfristige positive Rückmeldung für dieses Verhalten erhalten. Dagegen wird ein Verhalten aufgegeben, wenn es kurzfristig eine negative Rückmeldung nach sich zieht. In Bezug auf die Arbeitssicherheit kann eine kurzfristige positive Rückmeldung für unsicheres Verhalten (das zu einer Verstärkung dieses Verhaltens führt) zum Beispiel darin bestehen, beim Verzicht auf persönliche Schutzausrüstung vermeintlich „angenehmer“ arbeiten zu können. Umgekehrt kann eine negative Rückmeldung darin bestehen, dass für die sichere Durchführung einer Arbeit ein größerer Zeitaufwand als erforderlich angesehen wird. Langfristige Rückmeldungen („gesund bleiben“) spielen dagegen in ihrem Einfluss auf alltägliches menschliches Handeln nur eine untergeordnete Rolle. Eines der Hauptziele eines verhaltensbasierten Sicherheitsprogramms ist es daher, diese Wahrnehmung umzukehren und kurzfristiges positives Feedback für sicheres Verhalten sicherzustellen.

Die Umsetzung des Programms im Rahmen der Sanierung Perimeter 2 erfolgt durch eine kurze Einführung in das System für alle beteiligten Mitarbeiter im Rahmen der allgemeinen Sicherheitseinweisungen zu Beginn der Maßnahme. Darüber hinaus werden Beobachtungen im Rahmen der täglichen Sicherheitsbesprechungen auf der Sanierungsbaustelle angesprochen.

5.2.4.5 *Schwarz-Weiß-Bereiche*

Teil des geplanten Sicherheitssystems ist die Ausweisung von Schwarz- und Weiß-Bereichen, je nach Verunreinigungsgrad des gehandhabten Materials.

Teilbereiche, in denen aufgrund der Vorsondierungen (Kap. 4.3.4) mit dem Antreffen des Abfallkörpers der ehemaligen Geigy-Grube gerechnet werden muss, werden als Schwarz-Bereiche ausgewiesen und mit entsprechender Zutrittsbeschränkung und Sichtschutz ausgeführt. Der Zugang zu den Schwarz-Bereichen erfolgt durch ein separates Tor bzw. einen vorgestellten Schwarz-Weiß Container mit den entsprechenden Schleusen und Reinigungsvorrichtungen. Der Grundriss eines solchen Schwarz-Weiß-Containers ist in der folgenden Abbildung 5-2 dargestellt.

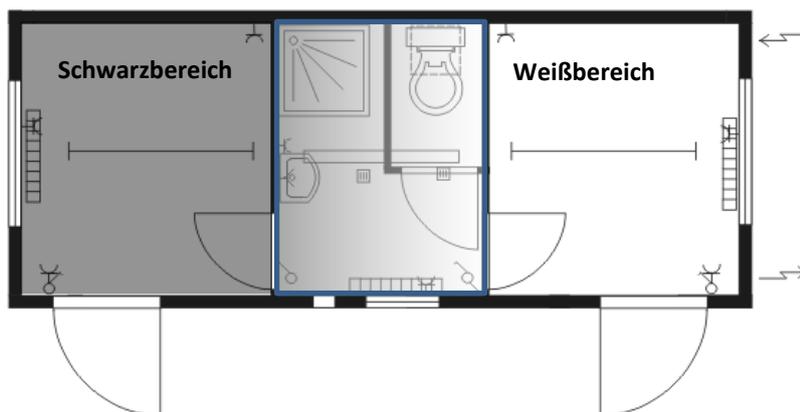


Abbildung 5-2: *Prinzipkizze eines Schwarz-Weiß-Containers*

Die für die Arbeiten im Schwarz-Bereich gelten Vorschriften bzgl. persönliche Schutzausrüstung und Arbeitsplatzüberwachung sind in den Kapiteln 5.3.3 und 5.3.4 beschrieben.

5.3 **LEISTUNGEN DER BEAUFTRAGTEN UNTERNEHMEN FÜR ARBEITSSICHERHEIT UND GESUNDHEITSSCHUTZ**

5.3.1 **Personal**

Die beauftragten Unternehmen haben geeignete und entsprechend qualifizierte Personen für die nachfolgend genannten Funktionen zu benennen (im Rahmen der Ausschreibung zu berücksichtigen):

- Sicherheitsbeauftragter
- Brandschutzbeauftragter
- Betriebssanitäter/Ersthelfer
- Gerätewart

5.3.1.1 *Sicherheitsbeauftragter der beauftragten Unternehmen*

Die beauftragten Unternehmen benennen jeweils einen Sicherheitsbeauftragten und einen Stellvertreter. Die Sicherheitsbeauftragte und seine Stellvertreter verfügen über eine entsprechende Qualifikation (Fachkraft für Arbeitssicherheit/Spezialist für Arbeitssicherheit) und die Erfahrung wird mit Angebotslegung nachgewiesen. Der Sicherheitsbeauftragte berät und unterstützt den Bauleiter der ausführenden Firmen in allen sicherheitsrelevanten Fragen.

Er muss nicht permanent auf der Baustelle anwesend sein. Grundsätzlich ist es auch möglich, dass der Bauleiter die Funktion des Sicherheitsbeauftragten mit übernimmt, wenn er über die erforderliche Ausbildung und Erfahrung verfügt. Bei entsprechender Qualifikation können auch andere Personen des AN diese Funktionen auf der Baustelle übernehmen. Der Sicherheitsbeauftragte kann bei Nachweis der Qualifikation auch die Funktion des Brandschutzbeauftragten wahrnehmen.

Verantwortlich für die Umsetzung aller Belange der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutz sind die Bauleiter der beauftragten Unternehmen. Der Sicherheitsbeauftragte unterstützt und berät den Bauleiter bei der Koordination der sicherheitstechnischen Fragen mit den Verantwortlichen anderer Lose, dem Bauherrn und Dritten. Er kümmert sich auch um die Durchführung der erforderlichen Schulungen/Unterweisungen der Besucher und sonstige Dritte und dokumentiert dies dem Bauherrn bzw. den Behörden.

Die Sicherheitsbeauftragten verfügen über eine spezielle Ausbildung als Spezialist/Fachkraft für Arbeitssicherheit und berät/unterstützt den Bauleiter bei der Planung und Umsetzung. Ferner muss er an den Sitzungen der Sicherheitskommission teilnehmen. Zusammen mit den Bauleitern sind die Sicherheitsbeauftragten verantwortlich für die Erstellung aller notwendigen Planunterlagen und Sicherheitsmaßnahmen. Dies betrifft insbesondere Fragen der Arbeitssicherheit, des Gesundheitsschutzes aber auch des Brandschutzes sowie des Notfall- und Krisenmanagements.

5.3.1.2 *Brandschutzbeauftragter*

Die beauftragten Unternehmen benennen je einen Brandschutzbeauftragten und dessen Stellvertreter. Die Qualifikation und die Erfahrung werden nachgewiesen. Die Brandschutzbeauftragten müssen bei der Ausführung nicht permanent auf der Baustelle anwesend sein. Die tägliche Überwachung der Einhaltung der Brandschutzmaßnahmen kann auch durch die Bauleiter und/oder Sicherheitsbeauftragte erfolgen.

Die Bauleiter sind letztlich der verantwortliche Ansprechpartner für die Bau- und Projektleitung des Bauherrn in Sachen Brand- und Explosionsschutz. Sie sind auch direkt verantwortlich für die Umsetzung und Einhaltung der Brandschutzmaßnahmen. Der Brandschutzbeauftragte berät die Bauleiter in den Belangen des Brandschutzes. Der Brandschutzbeauftragte berät und unterstützt ferner den Sicherheitsbeauftragten und ist gemeinsam mit dem Bauleiter verantwortlich für die Erstellung aller notwendigen Planunterlagen und Sicherheitsmaßnahmen für alle Fragen des Brand- und Explosionsschutzes sowie des Notfall- und Krisenmanagements.

Die tägliche Überwachung im Baustellenbetrieb kann bei entsprechender Qualifikation bzw. Unterweisung auch durch den Bauleiter und/oder den Sicherheitsbeauftragten erfolgen. Der Brandschutzbeauftragte hat den Bauleiter auch in der Koordination mit der BASF Feuerwehr, dem Bauherrn und Dritten zu unterstützen. Ferner hat er auch an den Sitzungen der Sicherheitskommission teilzunehmen. Er kümmert sich auch um die Durchführung der erforderlichen Schulungen/Unterweisungen anderer Mitarbeiter sowie Besucher und sonstige Dritte und dokumentiert dies dem Bauherrn bzw. den Behörden.

5.3.1.3 *Betriebssanitäter*

Die beauftragten Unternehmen benennen mindestens 2 Betriebssanitäter und Stellvertreter. Die Qualifikation und die Erfahrung der Mitarbeiter werden nachgewiesen. Auf der Baustelle müssen jeweils 2 ausgebildete Personen permanent anwesend sein. Bei Nachweis der entsprechenden Qualifikation kann die Funktion des Betriebssanitäters auch von Mitarbeitern mit einer weiteren Funktion wahrgenommen werden (z.B. Bauleiter, Geräteführer und Gerätewart).

5.3.1.4 *Gerätewart*

Die beauftragten Unternehmen benennen einen Gerätewart und dessen Stellvertreter. Die Qualifikation und die Erfahrung der Mitarbeiter werden nachgewiesen. Auf der Baustelle muss mindestens eine der beiden Personen permanent anwesend sein.

Dem Gerätewart obliegt die Wartung, Reinigung und Pflege aller Ausrüstungsgegenstände und Messgeräte zur Arbeitssicherheit/Gesundheitsschutz (insbesondere Atemschutz) sowie zum Brand- und Explosionsschutz. Er sorgt dafür, dass eine ausreichende Anzahl an Schutzausrüstungen und

Messgeräten zur Verfügung stehen. Dies umfasst auch die Vertreter der Bau- und Projektleitung sowie Besucher und Behördenvertreter.

5.3.2 *Planungsleistungen, Planunterlagen*

Die beauftragten Unternehmen werden vertraglich verpflichtet vor Beginn alle Anforderungen der einschlägigen Deutschen Vorschriften bezüglich Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz sowie Brandschutz zu erfüllen und dies zu dokumentieren. Insbesondere werden sofort nach der Auftragsvergabe die folgenden Aufgaben abgearbeitet bzw. die Unterlagen erstellt:

- Mitarbeiterverzeichnis und Qualifikationsnachweise
Benennung allen Personals inkl. der jeweiligen Funktion, auch für Nachunternehmer, mit nachvollziehbaren Nachweisen der Qualifikation und Erfahrung.
- Arbeitsmedizinische Begleitung
Planung, Durchführung und Dokumentation von arbeitsmedizinischen Untersuchungen für alle Beschäftigten, die in kontaminierten Bereichen arbeiten, vor Aufnahme der Tätigkeiten, während der Einsatzzeit und danach in regelmäßigen Abständen entsprechend den Deutschen Anforderungen und in Abstimmung mit dem Arbeitsmediziner der BASF.
- Gefahrenermittlung und Risikobeurteilung
Durchführung und Dokumentation einer detaillierten Tätigkeits- und arbeitsplatzbezogenen Gefahrenermittlung und Risikobeurteilung. Schnittstellen zu Perimeter 1 werden berücksichtigt und mit den Verantwortlichen koordiniert.
- Alarm- und Notfallplanung
Erstellung eines Alarm- und Notfallplanes mit Kurzanweisungen für bestimmte Notfall-Ereignisse und Angabe von Notfallrufnummern und dessen Aushang an geeigneten Stellen. Organisation von regelmäßigen Notfallübungen inkl. Evakuierungsübungen in Zusammenarbeit mit den Rettungskräften der BASF. Auswertung der Übungen und Anpassung der Pläne. Durchführung von Schulungen und Unterweisungen mit allen Mitarbeitern der Sanierungsbaustelle (eigene und fremde Mitarbeiter). Für die Rettungskräfte, Behörden, Krankenhäuser und Ärzte wird ein Notfallhandbuch erstellt. Dieses enthält alle wesentlichen Informationen zu den Baustellen-spezifischen Gefährdungen durch die vorkommenden Gefahrstoffe. Es dient der Bereitstellung der wesentlichen Informationen für die möglicherweise beteiligten Stellen.
Dies erfolgt in intensiver Abstimmung mit Feuerwehr und

Rettungskräften der BASF (z.B. über Brandabschnitte, Fluchtwege, Notausgänge, Lösch- und Brandmeldeanlagen, Sammelpätze).

- Sicherheitshandbuch für die Baustelle
Erstellung und Einführung eines Sicherheitshandbuchs, in dem das geplante Arbeitsschutzmanagementsystem ausführlich beschrieben ist. Dabei werden mindestens folgende Punkte berücksichtigt: Organisation, Verantwortlichkeiten, Schulungen/Unterweisungen, Überwachung und Kontrollen inkl. deren Aus- und Bewertung, Ermittlung von Handlungsbedarf und Korrekturmaßnahmen, Vorgehensweise zur Prüfung und Instandhaltung von Maschinen und Geräten, Notfallvorsorge und -planung, sowie die Unfallfassung und -auswertung. Das Handbuch enthält insbesondere auch die Anweisungen und Maßnahmen für kritische Arbeitsplätze bzw. Arbeiten in kontaminierten Bereichen.
- Schulungen und Unterweisungen von Mitarbeitern und Subunternehmern
Planunterlage mit konkreten Angaben über die Durchführung von Schulungen und Unterweisungen vor Beginn ihrer Tätigkeiten einschließlich Bestätigung durch deren Unterschrift. An alle Subunternehmer werden grundsätzlich dieselben Sicherheitsanforderungen gestellt.
- Schulungen und Unterweisungen von Besuchern
Planunterlage mit konkreten Angaben über die Durchführung von Schulungen und Unterweisungen für Besucher und Dritte.
- Betriebshandbuch
Erstellung einer Übersicht über die Tätigkeiten, für die eine Betriebsanweisung/ Arbeitsanweisung erforderlich ist. Erstellung sämtlicher Betriebs- und Arbeitsanweisungen und Erstellen eines Betriebshandbuches.

5.3.3 *Messgeräte zur Arbeitsplatzüberwachung*

Die beauftragten Unternehmen stellen, warten und betreiben sämtliche Mess- und Überwachungsgeräte. Der Gerätewart ist für den Betrieb, die Wartung und Instandhaltung verantwortlich.

Es handelt sich dabei mindestens um die nachfolgend genannten Geräte. Für die endgültige Anzahl an tatsächlich benötigten Geräten sind die beauftragten Unternehmen verantwortlich.

5.3.3.1 *Videüberwachung*

Die BASF übernimmt die Beschaffung, Installation und den Betrieb von Videokameras zur Überwachung und Aufzeichnung der Baustelle. Die Videosignale laufen in der Überwachungszentrale der Sanierungsbaustelle zusammen. In Ruhezeiten und am Wochenende wird zusätzlich eine Übertragung des Videosignals zur Rettungsleitstelle der BASF Feuerwehr vorgesehen.

5.3.3.2 *Photoionisationsdetektoren*

Auf der Baustelle werden drei tragbare Photoionisationsdetektoren (PID) eingesetzt. Die PIDs werden ausgelegt sein zum Erfassen der für die Deponie typischen gasförmigen Leitparameter (Chlorbenzol, LCKW).

5.3.3.3 *Probenahmeeinrichtung Gas/Staub*

Auf der Baustelle wird eine Probenahmeeinrichtung zur kombinierten Probenahme von Gas und Staub gem. VDI-Richtlinie 3498 vorgehalten und bei Bedarf eingesetzt.

5.3.4 *Persönliche Schutzausrüstung (PSA)*

Für den Gebrauch der Schutzausrüstung in kontaminierten Bereichen werden durch den Unternehmer Betriebsanweisungen erstellt. Das Personal ist durch den Unternehmer anhand der Betriebsanweisungen zu unterweisen.

Die beauftragten Unternehmen sind für die Beschaffung und die Ausgabe der persönlichen Schutzausrüstung (PSA) und von Arbeitskleidung für seine im Weißbereich beschäftigten Arbeitnehmer verantwortlich.

Es die Aufgabe der beauftragten Unternehmen die persönliche Schutzausrüstung (PSA) für alle im Schwarzbereich Beschäftigten zu beschaffen, zu warten und auszugeben. Der Bedarf für die Mitarbeiter der Bau- und Projektleitung sowie für Besucher ist wie folgt:

- 4 Stück PSA (Leichte Schutzstufe und Vollschutz) für Mitarbeiter der Bauleitung des Bauherrn und für Mitarbeiter des Bauherrn
- 5 Stück PSA (Leichte Schutzstufe und Vollschutz) für Besucher (z.B. Behörden). Die Benutzung sollte mit einem Besuch/Woche kalkuliert werden.

Im Weißbereich wird von allen Beschäftigten und Besuchern eine Grundausrüstung getragen (s.u.). Im Schwarzbereich bzw. bei Arbeiten in kontaminierten Bereichen wird unterschieden zwischen:

- Leichter Schutzstufe und
- Vollschutz

5.3.4.1 *Grundausrüstung für den Weißbereich*

Das Tragen einer Grundausrüstung für den Weißbereich, bestehend aus Schutzstiefel, Schutzhandschuhen, Gehörschutz, Wetterschutzbekleidung, Chemikalienschutzanzug und Kopfschutz wird vorausgesetzt. Genaue Spezifikationen können Anlage B-1 entnommen werden.

5.3.4.2 *Leichte Schutzstufe*

Die leichte Schutzausrüstung besteht aus Schutzstiefeln, Schutzhandschuhen, Gehörschutz, Chemikalienschutzanzug, Kopfschutz und ggf. Atemschutz. Genaue Spezifikationen können Anhang B-1 entnommen werden.

Über die genaue Auslegung des Atemschutzes kann im Einzelfall entsprechend der tätigkeitsbezogenen Gefährdungsabschätzung entschieden werden. Je nach Gefährdung bzw. Tätigkeit kann eine Halb- oder Vollmaske mit oder ohne Gebläseunterstützung getragen werden.

5.3.4.3 *Vollschutz*

Der Vollschutz besteht aus Schutzstiefeln inkl. Überziehschuhe, Schutzhandschuhe, Überziehhandschuhe, ggf. Unterziehhandschuhe aus Baumwolle, Gehörschutz, Chemikalienschutzanzug, Kopfschutz und Atemschutz. Genaue Spezifikationen können Anhang B-1 entnommen werden.

Der Vollschutz ist die Standard-Ausrüstung für alle Arbeiten im Schwarzbereich.

Nur in Ausnahmefällen kann über die genaue Auslegung der PSA im Einzelfall entsprechend der tätigkeitsbezogenen Gefährdungsabschätzung bzw. anhand von Arbeitsplatzmessungen entschieden werden.

5.3.5 Atemluftversorgung

Die Atemdruckluftversorgung wird einschließlich der dafür erforderlichen technischen Ausstattungen (z.B. Vorhalten, Befüllung und Wartung von Druckgasflaschen etc.) für alle im Schwarzbereich befindlichen Arbeitsplätze und tätigen Abbaugeräte und Fahrzeuge durch den Unternehmer berechnet und bereitgestellt. Der Unternehmer stellt auch einen Gerätewart und dessen Stellvertreter, der die o.g. Aufgaben übernimmt.

Der Betrieb beinhaltet alle Aufwendungen für die Betriebsstoffe, die allgemeinen Wartungsintervalle, die Aufwendungen für die Instandhaltung sowie die gesetzlichen und vom Hersteller geforderten Prüf- und Wartungsintervalle der Atemdruckluftversorgung über den vorgesehenen Einsatzzeitraum. Die Verfügbarkeit des zuständigen Servicedienstes ist innerhalb eines Arbeitstages sichergestellt.

Die nachfolgende Tabelle enthält eine beispielhafte Auflistung von geeignetem Atemschutz mit Zubehör und Spezifikation.

| Bestandteil der Ausrüstung | Spezifikation |
|---|------------------------|
| Atemschutzhelm bzw. Atemschutzhaube inkl. Grundgarnitur mit Gürtel und Anschlusskupplung für Schlauch, Schlauchaufrroller inkl. Atemdruckluftschlauch mit Sicherheitskupplungen | DIN EN 139 |
| Vollmaske | EN 148 bzw. DIN EN 136 |
| Halbmaske | EN 140 bzw. DIN EN 405 |
| Kombinationsfilter für Halbmaske (z.B. A2B2-P3) | EN 148 bzw. DIN EN 141 |
| Lungenautomat | EN 139 |
| Pressluftatmer für 2 l Flaschen (inklusive Rückentrag u. Anschlussgürtel mit Kupplung) | EN 137 |
| 2 Liter CFK-Druckluftflasche (300 bar) | z.B. Dräger |
| Pressluftatmer für 6,8 l Flaschen (inklusive Rückentrag u. Anschlussgürtel mit Kupplung) | EN 137 |
| 6,8 l CFK-Druckluftflasche (300 bar) | z.B. Dräger |

5.4 IMMISSIONSSCHUTZ

5.4.1 Lärm

Wie in Kap. 2.2.3 beschrieben, beträgt die Entfernung von Perimeter 2 zum nächstgelegenen Wohngebiet nur etwa 80 m. Nach der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm (VwV Baulärm, /35/) ist zwischen 7 Uhr und 20 Uhr in Gebieten, in denen überwiegend Wohnungen

untergebracht sind, ein Lärm-Immissionsrichtwert von 55 dB(A) einzuhalten. In Gebieten, in denen ausschließlich Wohnungen untergebracht sind beträgt der Richtwert 50 dB(A).

Im Rahmen der geplanten Sanierungsmaßnahme sind keine Ramm- und Vibrationsarbeiten vorgesehen. Die Lärmquellen beschränken sich in erster Linie auf den LKW-Verkehr und die zum Einsatz kommenden Aushubgeräte. Die weiteren Versorgungsanlagen wie Mischer, Pumpen und Aufbereitungsanlagen für die Stützflüssigkeit sind gekapselt und tragen nur unwesentlich zur Lärmemission bei. Die Arbeitszeiten erfolgen ausschließlich werktags zwischen 7:00 und 19:00 Uhr und es werden nur Maschinen und Geräte eingesetzt, die die gesetzlichen Standards der jeweiligen Lärmrichtlinien erfüllen.

Es kann davon ausgegangen werden, dass keines der vorgesehenen Geräte für sich betrachtet zu einer Überschreitung der Lärm-Immissionsrichtwerte im angrenzenden Wohngebiet führt. Nur bei einer Überlagerung der einzelnen Geräte kann eine kurzzeitige Überschreitung der Richtwerte nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden. Die Abläufe auf der Baustelle werden grundsätzlich so geplant, dass solche Überlagerungen möglichst vermieden werden. Dennoch wird im Rahmen der weiteren Planung eine Lärmimmissionsprognose durchgeführt werden, um die Abläufe auf der Baustelle im Hinblick auf die Lärmimmission optimieren zu können. So können Beeinträchtigungen der benachbarten Wohngebiete durch Baulärm soweit wie möglich reduziert werden.

5.4.2 *Staub und Schadstoffe*

Im Rahmen der geplanten Baumaßnahmen wird der Abfallkörper der ehemaligen Geigy-Grube nicht freigelegt, sodass es zu keinen Schadstoffemissionen aufgrund von offenliegenden belasteten Flächen kommen wird.

Entlang der Dichtwandtrasse ist insbesondere im Bereich der Bohrungen EKB19 und EKB20, auf der Grenze zu Perimeter 1, mit dem Antreffen von belastetem Bodenmaterial zu rechnen. Dennoch wird es im Zuge des Dichtwandbaus zu keinen nennenswerten Schadstoffemissionen kommen. Der auszuhebende Schlitz steht zu keinem Zeitpunkt offen sondern ist mit Stützflüssigkeit gefüllt, die eine Emission von Schadstoffen verhindert. Das vorlaufend beprobte Bodenmaterial wird im nassen Zustand aus dem Schlitz gehoben und in bereitstehende Container zum Abtransport verladen (vgl. Kap. 4.3.4). Nennenswerte Staubentwicklung wird hierbei durch die Stützflüssigkeit verhindert.

Die Freisetzung von Schadstoffen im Rahmen des Abtransports des beim Dichtwandbau und bei der Erstellung der Oberflächenabdeckung ausgehobenen Materials wird durch folgende Maßnahmen verhindert:

- Nur nachweislich unbelastetes Material wird als offenes Schüttgut im LKW abgefahren.
- Der Transport von leicht belastetem Material (Z1.1 bis Z2 nach VwV) erfolgt ausschließlich in abgedeckten Containern.
- Material, welches die Z2-Werte der VwV überschreitet, wird gemäß der Orientierungswerte zur Unterscheidung zwischen gefährlichen und nicht gefährlichen Abfällen aus den „Vorläufigen Vollzugshinweisen zur Zuordnung von Abfällen zu Abfallarten aus Spiegeleinträgen“ (/36/) klassifiziert. Der Transport von Material, das aufgrund seiner Belastung als gefährlicher Abfall zu deklarieren ist, erfolgt in zugelassenen geschlossenen Containern, die mit Aktivkohlefiltern ausgestattet sind. Dieses Material wird der thermischen Behandlung zugeführt.

Darüber hinaus sind die folgenden Maßnahmen zur Reduzierung der Staubentwicklung vorgesehen:

- Die BE-Fläche (ehem. Gbd. 36 und 37) sowie die Verkehrsanbindung der BE-Fläche an die Baustraße zur Hauptpforte BASF sowie zu Perimeter 1 sind befestigt und werden regelmäßig gereinigt.
- Bis zum Bau der Oberflächenabdichtung beschränkt sich der Baustellenverkehr auf die befestigten Verkehrswege im ARA-Gelände.

5.5 *KAMPFMITTELSITUATION*

Im Dezember 2011 wurde durch BASF eine multitemporale Luftbildauswertung veranlasst. Hierbei ergaben sich keine Hinweise auf das Vorhandensein von Bombenblindgängern im Bereich von Perimeter 2. Die Notwendigkeit für weitere Sondierungsmaßnahmen im Vorfeld der Bauarbeiten besteht daher nicht.

5.6 *STOFFDATEN DER HAUPTSCHADSTOFFKOMPONENTEN*

Die aus Sicht des Arbeits- und Gesundheitsschutzes relevanten Stoffdaten der Hauptschadstoffkomponenten sind in *Anlage B3* dargestellt. Die Gefährdungen (H-Sätze, *Hazard Statements*) und Sicherheitshinweise (P-Sätze, *Precautionary Statements*) wurden nach dem neuen GHS aufgelistet (*Globally*

Harmonized System of Classification, Labelling and Packaging of Chemicals) und in *Anlage B4* zusammengefasst.

5.7 EXPOSITIONSBETRACHTUNG UND RISIKOBEURTEILUNG

Eine vorläufige Expositionsbetrachtung und Risikobeurteilung für die einzelnen Arbeitsplätze gemäß BGR 128 ist zusammen mit möglichen technischen, organisatorischen und persönlichen Schutzmaßnahmen in *Anlage B5* dargestellt.

6 SANIERUNGSÜBERWACHUNG/EIGENKONTROLLMASSNAHMEN

6.1 BAULEITUNG

Die gesamte Baumaßnahme wird von einer erfahrenen Fachbauleitung überwacht, die vor Ort die Abläufe auf der Baustelle koordiniert und die Schnittstelle zu den Standortmitarbeitern von BASF (Bauoberleitung) und der Bauleitung der Sanierung in Perimeter 1 bildet.

6.2 SICHERHEITS- UND GESUNDHEITSSCHUTZKOORDINATOR

Die BASF wird als Bauherrin einen Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator (SiGeKo) bestellen. Dieser wird für die Festlegung und Einhaltung der Arbeitssicherheits- und Gesundheitsschutzmaßnahmen auf der Baustelle verantwortlich sein. Außerdem wird eine enge Abstimmung mit dem SiGeKo der Sanierungsmaßnahme in Perimeter 1 erfolgen.

6.3 QUALITÄTSMANAGEMENT OBERFLÄCHENABDICHTUNG UND DICHTWAND

Im Rahmen der Ausführungsplanung wird ein unabhängiger Sachverständiger in die Planung der Dichtwand mit einbezogen werden.

6.3.1 Grundlagen

Die schriftlichen Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (*GDA-Empfehlungen des AK 6.1 – Geotechnik der Deponiebauwerke*) bilden in Deutschland die allgemein anerkannte Grundlage für Arbeiten im Bereich von Deponien und Schlitzwänden. In diesen Empfehlungen werden u.a. die Grundsätze des Qualitätsmanagements im Deponiebau im Allgemeinen (E 5-

1), die Qualitätssicherung für vertikale Dichtwände aus mineralischen Stoffen (E 5-3) und die Aufgaben und Qualifikationen einer fremdführenden Stelle für mineralische Komponenten in Abdichtungssystemen (E 5-10) definiert.

Das allgemeine Ziel der Eigen- und Fremdüberwachung ist es, dass während der Bauarbeiten an der Kapsel die nach dem Stand der Technik festgelegten Qualitätsanforderungen eingehalten werden. Eine Erklärung der Begrifflichkeiten im Hinblick auf das Qualitätsmanagement findet sich in DIN EN ISO 8402 und DIN 55350-11.

Vor Beginn der Bauarbeiten wird ein Qualitätsmanagementplan (QM-Plan) nach den Bestimmungen der DepV erstellt werden und dem LRA Lörrach zur Genehmigung vorgelegt. In diesem QM-Plan werden die Details zu den Qualitätsanforderungen an die verwendeten Baustoffe für Dichtwand und Oberflächenabdichtung, die Ausführung und die erforderlichen Eignungsnachweise festgeschrieben sein. Diese Eignungsnachweise sind grundsätzlich für alle an der Kapsel eingesetzten Bauprodukte und Bauverfahren zu erbringen. Die Dichtigkeit der Dichtwand wird vor Beginn der Bauarbeiten in Bauabschnitt 1 unter Feldbedingungen in einem Versuchskasten geprüft. Hierzu werden nach Vervollständigung des Versuchskastens eine GWM im Zentrum des Versuchskastens und zwei Messstellenpaare jeweils auf der Innen- und auf der Außenseite des Kastens gesetzt und mit Drucksonden bestückt. Anschließend werden im Inneren des Versuchskastens Pumpversuche durchgeführt, um die Systemdichtigkeit des Versuchskastens zu ermitteln. Das bei den Pumpversuchen entnommene Wasser wird über mobile Aktivkohlefilter abgereinigt und der Industriekläranlage zugeführt.

Der QM-Plan wird u.a. die folgenden Elemente enthalten:

- Rahmenbedingungen der Qualitätsüberwachung bei der Fertigung von Bauprodukten durch Eigen- und Fremdüberwachung
- Aufgaben und Verantwortlichkeiten der Eigen- und Fremdprüfer
- Qualitätsanforderungen an das Bauprodukt
- Umfang der Qualitätsüberwachung bei Herstellung des Bauteils und bei angelieferten Bauteilen
- Dokumentation der Herstellung und Qualitätsüberwachung eines Bauteils

Neben der Eigen- und Fremdprüfung wird eine Überwachung durch die zuständige Behörde die Qualitätsüberwachung bei der Herstellung der Kapsel gewährleisten.

Auf Grundlage der Ergebnisse der Fremdüberwachung erfolgt eine Abnahme von Bauteilen durch den Auftraggeber. Elemente/Komponenten eines Bauteils können dagegen durch den Fremdprüfer freigegeben werden. Am Ende der Bauarbeiten erfolgt eine Schlussabnahme der Kapsel.

Die Grundlage der Qualitätssicherung und Überwachung werden in E 5-3 *Qualitätssicherung für vertikale Dichtwände aus mineralischen Stoffen* beschrieben. Vor Beginn der Bauarbeiten an der Dichtwand wird in einem Probeschlitz (Teil des Versuchskastens) die Verarbeitbarkeit der gemäß Eignungsprüfung untersuchten Dichtwandmischung geprüft.

Die für den Bau der Dichtwand angelieferten Baustoffe (Stützflüssigkeit und Dichtwandmasse) werden grundsätzlich bei Anlieferung auf der Baustelle geprüft. Nach E 5-3 sollten hierbei die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Parameter überwacht werden.

Tabelle 6-1: *Eingangsprüfung der Dichtwandbaustoffe nach GDA-Empfehlung E 5-3.*

| Material | Prüfung | Prüfgerät | Häufigkeit |
|--------------|--|--|--|
| Trinkwasser | entfällt | - | - |
| Brauchwasser | <ul style="list-style-type: none"> - pH-Wert - Leitfähigkeit - anorganische Parameter nach DIN 4030 | <ul style="list-style-type: none"> - Indikatorpapier - pH-Meter - Leitfähigkeits-Messgerät - chem. Analyse | <p>1 x vor Baubeginn, danach 1 x pro Woche</p> <p>1 x vor Baubeginn, danach nur bei signifikanten Änderungen von pH-Wert oder Leitfähigkeit</p> |

| Material | Prüfung | Prüfgerät | Häufigkeit |
|--------------------------|---|---|---|
| Bentonit | nach DIN 4127 - Fließgrenze (DIN V 4126-100) - Filtratwasserabgabe - Wasseraufnahmevermögen (DIN 18132) | - Kugelharfe - Filterpresse - Enslin-Neff-Gerät | 1x je Liefercharge sowie Rückstellproben |
| Mineralische Füllstoffe | u.U. Überkornanteil ($\varnothing > 0,125$ mm) | - Nasssiebung | 1 x je Liefercharge sowie Rückstellproben |
| Hydraulische Bindemittel | Angabe von Blaine-Wert und Hüttensandanteil auf Lieferschein | Im Bedarfsfall Nachprüfung der Werte durch ein Zementlabor an Rückstellproben | |
| Fertigmischungen | In Anlehnung an DIN 4127 - Fließgrenze (DIN V 4126-100) - Filtratwasserabgabe - Auslaufzeit (DIN V 4126-100) - Dichte | - Kugelharfe - Filterpresse - Marsh-Trichter - Standzylinder + Waage | 1x je Liefercharge sowie Rückstellproben |

Auch die aus den Baustoffen hergestellten Mischungen sind regelmäßig zu prüfen. Der Umfang der Ausführungsprüfungen nach E 5-3 ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 6-2: *Ausführungsprüfung der Dichtwandbaustoffe nach GDA-Empfehlung E 5-3.*

| Material | Prüfung | Prüfgerät | Häufigkeit |
|---------------------------|---|---|---------------------------|
| Phase 1 (Wasser/Bentonit) | nach DIN 4127 - Fließgrenze (DIN V 4126-100) - Filtratwasserabgabe - Dichte nach DIN 4127 | - Kugelharfe - Filterpresse - Standzylinder + Waage - Kugelharfe | am Zulauf 1 x pro Schicht |

| Material | Prüfung | Prüfgerät | Häufigkeit |
|--------------------------|--|--|--|
| | - Fließgrenze (DIN V 4126-100) - Dichte | - Standzylinder + Waage | aus dem Dichtwandschlitz 1 x pro Element ca. 0,3 m über Schlitzsohle vor Austausch gegen Phase 2 |
| Phase 2 (Dichtwandmasse) | - Dichte - Ausbreitmaß | Probewürfel (15 x 15 x 15 cm) und Waage Ausbreittisch | aus Anlieferung 1 x pro 250 m ² Wandfläche |
| | Durchlässigkeitsbeiwert einaxiale Druckfestigkeit | nach E 3-2 | aus Anlieferung 1 x pro 1.000 m ² Wandfläche |
| Lagegenauigkeit | Schichtenfolge Tiefe der Dichtwand Einbindemaß des Wandfußes Vertikalität der Wand Überschneidungsmaß der Wandelemente | Aushub Lotung Aushub, Probenentnahme Lotung mit 2 Messeilen an Greiferschalen bzw. Inklinometer Lotung mit 2 Messeilen an Greiferschalen bzw. Inklinometer | fortlaufend 1 x pro Element 1 x pro Element 1 x pro Element 1 x pro Element |

Die Dichtheitsprüfung der Dichtwand erfolgt durch Absenkung der Grundwasseroberfläche in einem Versuchskasten (vgl. Kap. 4.3.5). Details zu den Qualitätsanforderungen und Prüfungen während des Baus der Oberflächenabdichtung sind in Kap. 4.3.6 beschrieben.

6.3.2 *Eigenprüfung und Fremdprüfung*

Eine fachlich qualifizierte Qualitätssicherung wird erst durch das Zusammenspiel von Eigenprüfung und Fremdprüfung erreicht. Außerdem wird die zuständige Behörde in die Überwachung mit einbezogen.

Die Fremdprüfung stellt eine unabhängige prüfende Instanz dar, die neben der örtlichen Bauüberwachung auf der Baustelle für die Einhaltung der

festgeschriebenen Qualität zuständig ist. Die Fremdprüfung wird dabei durch die Bauherrin BASF nach Zustimmung der zuständigen Behörde beauftragt.

Die Fremdprüfung erfolgt gemäß den Ausführungen im Qualitätsmanagementplan und beinhaltet die Prüfung und Dokumentation der Qualität der auf der Baustelle eingebauten Stoffe und Bauteile. Die Parameter und die empfohlene Häufigkeit der Prüfungen, die im Rahmen der Eigen- und Fremdprüfung durchzuführen sind, sind in obiger Tabelle 6-1 und Tabelle 6-2 zusammengefasst.

Eine Auswahl an Aufgaben der Fremdprüfung ist im Folgenden aufgelistet. Eine ausführliche Zusammenstellung findet sich in E 5-10.

Vor Baubeginn:

| Eigenprüfung | Fremdprüfung |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Erstellung QM-Plan | <ul style="list-style-type: none"> • Prüfung QM-Plan |
| <ul style="list-style-type: none"> • Eignungsprüfungen der Baustoffe | <ul style="list-style-type: none"> • Prüfung der Ergebnisse der Eignungsprüfungen der Baustoffe |
| <ul style="list-style-type: none"> • Versuche zum Nachweis der Standsicherheit | <ul style="list-style-type: none"> • Prüfung der zum Nachweis der Standsicherheit vorgelegten Laborversuche |
| <ul style="list-style-type: none"> • Begleitung des Versuchskastenbaus | <ul style="list-style-type: none"> • Begleitung des Versuchskastenbaus |
| <ul style="list-style-type: none"> • Erarbeitung der Ergebnisse des Versuchskastens und Erarbeitung eines Einbauvorschlags | <ul style="list-style-type: none"> • Beurteilung der Ergebnisse des Versuchskastens und Erarbeitung eines Einbauvorschlags |

Während der Ausführung:

| Eigenprüfung | Fremdprüfung |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Fachtechnische Begleitung des Baus der mineralischen Komponenten des Abdichtungssystems • Überprüfung der Übereinstimmung der in der Eignungsprüfung geprüften Baustoffe mit den verwendeten Baustoffen • Dokumentation der Beprobung • Überwachung von Probenahme, Feld- und Laboruntersuchungen | <ul style="list-style-type: none"> • Fachtechnische Begleitung des Baus der mineralischen Komponenten des Abdichtungssystems • Überprüfung der Übereinstimmung der in der Eignungsprüfung geprüften Baustoffe mit den verwendeten Baustoffen • Prüfung der Ergebnisse der Eigenprüfung • Dokumentation der Beprobung • Überwachung von Probenahme, Feld- und Laboruntersuchungen |

Nach Fertigstellung des Baus:

| Eigenprüfung | Fremdprüfung |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Erarbeitung der Schlussdokumentation • Mitwirken bei der Freigabe fertig gestellter Flächen in Abstimmung mit der Behörde • Überwachung fertiggestellter Flächen • Mitwirken bei der Freigabe fertig gestellter Flächen in Abstimmung mit der Behörde | <ul style="list-style-type: none"> • Erarbeitung der Schlussdokumentation • Mitwirken bei der Freigabe fertig gestellter Flächen in Abstimmung mit der Behörde • Überwachung fertig gestellter Flächen • Erarbeitung der Schlussdokumentation inkl. Bericht für die Abnahme des Bauwerks (E 5-01) |

Die fremdprüfende Stelle muss die allgemeinen, personellen und technischen Anforderungen gemäß Empfehlung E 5-10 erfüllen.

6.4 *ENTSORGUNG DES ANFALLENDEN AUSHUBMATERIALS*

Details zum geplanten Bodenmanagement und begleitenden Beprobungskonzept werden in Kap. 4.3.4 ausführlich beschrieben.

Grundsätzlich gilt, dass das anfallende Aushubmaterial anhand der Analysenergebnisse der vorlaufenden Beprobung klassifiziert und direkt einer Entsorgungsschiene zugeordnet wird. Nur für den Wiedereinbau geeignetes Material wird auf der Baustelle bis zum Wiedereinbau aufgehaldet. Die jeweiligen Halden werden eindeutig beschildert und auf ein vorher ausgelegtes wasserdurchlässiges Geotextil aufgehäuft, um eine eindeutige Separierung zu ermöglichen. Im Bereich der Baustelle sind insgesamt ca. 6.800 m² für Baustelleneinrichtungs- und Lagerflächen vorgesehen. Zusätzlich können weitere Flächen innerhalb der Dichtwandtrasse für die Zwischenlagerung von Erdaushub genutzt werden.

Während des Aushubs und des Verladens wird jeder LKW beprobt und aus jeweils 4 LKW- Ladungen eine Mischprobe gebildet, die rückgestellt und bei Bedarf analysiert wird.

Belastetes Aushubmaterial, welches nicht für den Wiedereinbau geeignet ist (>Z1.2), wird auf dem Gelände nicht zwischengelagert.

Vorgesehen ist ein Transport mittels LKW, gemäß folgenden Kriterien:

- Der Transport von unbelastetem Material welches nicht wieder eingebaut werden soll/kann, erfolgt als offenes Schüttgut im LKW.
- Der Transport von leicht belasteten Materialien (<Z2 nach VwV) erfolgt ausschließlich in gedeckelten Containern, um eine sichere Abdeckung des gering belasteten Materials zu gewährleisten. Das Material wird gemäß den Maßgaben der Sonderabfallagentur Baden-Württemberg (SAA) auf zugelassenen Deponien abgelagert.
- Material, welches die Z2-Werte der VwV überschreitet, wird gemäß der Orientierungswerte zur Unterscheidung zwischen gefährlichen und nicht gefährlichen Abfällen aus den „Vorläufigen Vollzugshinweisen zur Zuordnung von Abfällen zu Abfallarten aus Spiegeleinträgen“ klassifiziert. Der Transport von Material, das aufgrund seiner Belastung als gefährlicher Abfall zu deklarieren ist, erfolgt in zugelassenen geschlossenen Containern, die mit Aktivkohlefiltern ausgestattet sind. Dieses Material wird der thermischen Behandlung zugeführt.

6.5 DOKUMENTATION

Alle Vorgänge auf der Baustelle werden in einem Bautagebuch protokolliert werden.

Zusätzlich wird der Fortgang der Bauarbeiten mit dem Erreichen von Meilensteinen im Projektablauf in Zwischenberichten durch die Bauherrin BASF dokumentiert.

7 NACHSORGE

7.1 HYDRAULISCHE SICHERUNG UND GRUNDWASSERMONITORING

Die Sanierungsziele für das Grundwasser sind in Kapitel 3.1.2.3 im Detail erläutert. Anhand dieser Sanierungsziele und eines Grundwassermonitorings wird der Sanierungserfolg beurteilt. Die Sanierungsziele enthalten sowohl hydraulische Ziele (nach innen gerichteter Gradient) als auch Ziele im Hinblick auf eine Verbesserung der Grundwasserqualität.

Im Folgenden werden die GWM aufgelistet, die im Rahmen dieses Grundwassermonitorings überwacht werden sollen. Die zu untersuchenden Parameter sind in den folgenden Kapiteln 7.1.1 und 7.1.2 beschrieben. Bei einem Teil der GWM handelt es sich um bestehende Messstellen, andere Messstellen werden im Rahmen der Sanierungsmaßnahme neu gebohrt werden müssen. Die Lage der GWM ist in *Anlage 4.1* dargestellt.

⇒ GWM in Richtung BASF Werksgelände zur Beurteilung der Grundwasserqualität
KE 36, KE 35, KE 20, KE 34, KE 40, EKB 21

Ferner werden folgende GWM im weiteren Abstrom bzw. Seitstrom und Zustrom für die Beurteilung der Grundwasserqualität berücksichtigt:

⇒ GWM im weiteren Abstrom, in Richtung BR 49
KE 24, KE 25, CI 31, CI 32, CI 33, CI 34, CI 35, KE 26, KE 27, CI 36, P 6, P 7, P 8, P 9, CI 37

⇒ GWM im Seitstrom der Kapsel, in Richtung Rhein und Perimeter 3
P 2, KE 31, P 4, KE 30, KE 41, P 14, EKB 03, P 1

⇒ GWM im Zustrom, in Richtung Perimeter 1
KE 37, KE 38, KE 39, P 13 (Anm.: Die Verfügbarkeit dieser GWM hängt

von den Bauarbeiten in Perimeter 1 ab. Nach Beendigung der Arbeiten in diesem Bereich sind entsprechend neue GWM als Ersatz zu installieren.)

Folgende GWM werden für die Beurteilung der hydraulischen Verhältnisse im Bereich der Kapsel verwendet:

⇒ 34 Kontrollmessstellen im Bereich Perimeter 2 zur Beurteilung der Grundwasserströmungsverhältnisse
CI 31, CI 33, CI 34, CI 35, CI 37, EKB 03, EKB08-2, EKB 14-2, EKB 17, EKB 20, EKB 21, KE 30, KE 33, KE 34, KE 35, KE 40, KE 41, P 1, P 2, P 3, P 4, P 5, P 10a, P 14, P 16a, zzgl. der noch zu installierende Kontrollmessstellen gemäß Anlage 3.5.1.

Grundsätzlich wird bei der Grundwasserüberwachung unterschieden zwischen:

- Kontroll-Monitoring während der Baumaßnahmen, und
- Nachsorge-Monitoring nach Beendigung der Bauarbeiten an der Kapsel.

7.1.1 *Kontroll-Monitoring während der Baumaßnahmen*

Um den Einfluss der Arbeiten auf die Grundwasserverhältnisse und eine ggf. mögliche kurzfristige Mobilisierung von Schadstoffen im Rahmen der Bauarbeiten erfassen zu können, wird ein Kontroll-Monitoring vor, während und nach der Phase der aktiven Baumaßnahmen durchgeführt. Die nachfolgenden Zusammenstellungen fassen den Plan für das Kontroll-Monitoring zusammen:

⇒ Aufzeichnung der Grundwasserströmungsverhältnisse im Bereich Perimeter 2 und Werksgelände BASF

(CI 31, CI 33, CI 34, CI 35, CI 37, EKB 03, EKB 08-2, EKB 17, EKB 20, EKB 21, KE 30, KE 34, KE 40, KE 41, P 2, P 3, P 5, P 10a, P 14, P 16a)

- Permanente Aufzeichnung der Wasserstände mittels Drucksonden, Beginn der Messungen im März 2013, Fortführung bis zum Beginn der hydraulischen Sicherung, Auslesen der Daten monatlich;

⇒ Grundwasserqualität im Abstrom der Baustelle

(KE 36, KE 35, KE 20, KE 34, KE 40, EKB 21)

- Vierteljährliche/halbjährliche Messung: vor-Ort-Parameter und die in der folgenden Tabelle aufgeführten Parameter.

Tabelle 7-1: *Untersuchungsparameter im Kontroll-Monitoring während der Baumaßnahmen*

| GWM | Messung halbjährlich | Messung vierteljährlich | Parameter |
|--|-------------------------|----------------------------|-------------------|
| Messung der aufgeführten Parameter an den folgenden GWM (Anlage 4.1): KE 36, KE 35, KE 20, KE 34, KE 40, EKB 21 | | X | AOX |
| | | X | PAK (EPA) |
| | | X | BTEX |
| | | X | LHKW (inkl. VC) |
| | | X | Phenole (Index) |
| | X | | Aromatische Amine |
| | | X | Schwermetalle |
| | | X | Ammonium |
| | | X | DOC |
| | | X | CSB |

Ein Kurzbericht mit den Messwerten wird vierteljährlich erstellt und der Behörde vorgelegt. Bei Auffälligkeiten wird die Behörde umgehend informiert.

7.1.2 *Nachsorge-Monitoring nach Beendigung der Baumaßnahmen*

Der Umfang des Nachsorge-Monitorings nach Beendigung der Baumaßnahmen an der Kapsel kann zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht abschließend festgelegt werden. Hierzu müssen die Ergebnisse des Kontroll-Monitorings berücksichtigt werden. Dies umfasst hydraulische und chemisch-analytische Untersuchungen.

Als Mindestanforderung für den Zeitraum bis zur ersten Neubewertung nach 5 Jahren (vgl. auch Kap. 3.1.2.5) soll die Übersicht in der nachfolgenden Tabelle dienen.

⇒ **Aufzeichnung der Grundwasserströmungsverhältnisse im Bereich der Kapsel**

(34 Kontrollmessstellen gemäß Anlage 3.5.1)

- Permanente Aufzeichnung der Wasserstände mittels Drucksonden; vorgesehene Messintervall: 30 Minuten; laufende Auswertung der Druckverhältnisse in Echtzeit und entsprechende Ansteuerung der Pumpen in den Entnahmebrunnen (vgl. Kap. 4.4);

⇒ **Grundwasserqualität im Abstrom von Perimeter 2**

(KE 36, KE 35, KE 20, KE 34, KE 40, EKB 21, KE 24, KE 25, CI 31, CI 32, CI 33, CI 34, CI 35, KE 26, KE 27, CI 36, P 6, P 7, P 8, P 9, CI 37)

- Vierteljährliche/halbjährliche Messung: vor-Ort-Parameter und die in der folgenden Tabelle aufgeführten Parameter.

In den ersten zwei Jahren nach Sanierungsbeginn sind vierteljährliche Messungen vorgesehen. Anschließend kann das Messintervall auf halbjährliche Messungen ausgeweitet werden.

Tabelle 7-2: Untersuchungsparameter Nachsorge-Monitoring

| GWM | Messung viertel- /halbjährlich ² | zusätzlich jährlich | Parameter | |
|---|--|------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| Messung der aufgeführten Parameter an den folgen- den GWM (Anlage 4.2): KE 36, KE 35, KE 20, KE 34, KE 40, EKB 21, KE 24, KE 25, CI 31, CI 32, CI 33, CI 34, CI 35, KE 26, KE 27, CI 36, P 6, P 7, P 8, P 9, CI 37 | X | | Ammonium | |
| | X | | PAK (EPA) | |
| | X | | Summe Chlorbenzole | |
| | X | | Arsen | |
| | X | | Summe BTEX | |
| | X | | Phenole (Index) | |
| | X | | Algengiftigkeit G _A | |
| | X | | Daphniengiftigkeit G _D | |
| | X | | Fischeigiftigkeit G _{Ei} | |
| | X | | Umu-Test G _{eu} | |
| | | | X | Summe aromatische Amine |
| | | | X | PMHPO |
| | | | X | Propyphenazon |
| | | | X | TTPCM |
| | | | X | Anilin |
| | | | X | N-Methylanilin |
| | | X | 3-Chlor-o-Toluidin | |
| | | X | 2-Ethoxy-Phenol | |
| | | X | ACP | |

² in den ersten zwei Jahren nach Sanierungsbeginn vierteljährliche Messungen, anschließend halbjährliche Messungen

Das endgültige Programm zum Nachsorge-Monitoring wird nach Abschluss der Bauarbeiten von der BASF erarbeitet und dem LRA Lörrach zur Genehmigung vorgelegt.

Die Ergebnisse des Monitorings werden in Jahresberichten zusammengestellt. Nach 5 Jahren erfolgt eine ausführliche Bewertung und ggf. eine Optimierung des Nachsorge-Monitorings.

7.2

EINLEITUNG IN DEN RHEIN

Das Wasser, das im Rahmen der hydraulischen Sicherung nach Beendigung der Baumaßnahmen entnommen wird, wird über eine separate Grundwasserreinigungsanlage (Szenario 1) oder die Industriekläranlage der BASF (Szenario 2) gereinigt werden. Anschließend erfolgt die Einleitung in den Rhein. Die Qualität des entnommenen Wassers wird vor und hinter der Reinigungsanlage/Industriekläranlage turnusmäßig überprüft, wie im Folgenden beschrieben.

In Szenario 1 ist es geplant, das gereinigte Wasser über eine neu zu verlegende Rohrleitung in das Auslaufbauwerk bei Gbd. 38.7 zu führen und von dort über eine bestehende Leitung in den Rhein (*Anlage 3.5.1*). Vor der Vermischung der beiden Abwässer werden beide getrennt analysiert. Die Zuführung in das Auslaufbauwerk wird hinter den Sensoren erfolgen, über die die BASF die Wasserqualität des ARA-Auslaufs routinemäßig bestimmt. So kann sichergestellt werden, dass die Wasserqualität des Wassers aus der hydraulischen Sicherung und des Wassers im ARA-Auslauf getrennt voneinander überwacht werden kann.

In Szenario 2 erfolgt eine Zusammenführung der Industrieabwässer der BASF und der (ggf. über Aktivkohlefilter vorbehandelten) Wässer aus der hydraulischen Sicherung bereits vor Einleitung in die Industriekläranlage. Die Überprüfung der Wasserqualität muss in diesem Szenario vor der Einleitung in die Kläranlage sowie am Auslauf der Kläranlage bestimmt werden. Nur so kann der Einfluss der Wässer aus der hydraulischen Sicherung auf die Wasserqualität am Auslauf beurteilt werden.

Die Inbetriebnahme der Grundwasserreinigungsanlage (Szenario 1) wird von täglichen Messungen von Schadstoffleitparametern (PAK, BTEX, LHKW, Ammonium, AOX, Chlorbenzole, Phenolindex) im Abwasser der Anlage begleitet. Umfang und Dauer dieser täglichen Messungen werden so gewählt, dass die ordnungsgemäße Funktion der Reinigungsanlage verlässlich dokumentiert werden kann.

Die nachfolgende Zusammenstellung fasst den Plan für die Kontrolle des in den Rhein eingeleiteten Wassers aus der hydraulischen Sicherung (nach der Inbetriebnahme) zusammen, vor und hinter der Behandlung in der Grundwasserreinigungsanlage (Szenario 1), bzw. Industriekläranlage (Szenario 2):

- Permanente Aufzeichnung der vor-Ort-Parameter Redoxpotenzial, elektrische Leitfähigkeit, pH und Temperatur;
- Messung der in der folgenden Tabelle aufgeführten Parameter gemäß der angegebenen Messintervalle

Die in der folgenden Tabelle aufgeführten Messintervalle beziehen sich auf die etwa 6-monatige Einlaufphase der Reinigungsanlage.

Tabelle 7-3: *Untersuchungsprogramm Wasserqualität vor und hinter der Reinigungsanlage/Industriekläranlage in der Einlaufphase (6 Monate)*

| Kontrollpunkt | Alle 2 Wochen | Monatlich | Vierteljährlich | Parameter |
|--|---------------|-----------|-----------------|---|
| Vor der Reinigungsanlage/ Industriekläranlage | X | | | CSB |
| | X | | | Arsen |
| | X | | | Nickel |
| | X | | | Ammonium |
| | X | | | AOX |
| | X | | | PAK (EPA) |
| | X | | | BTEX |
| | X | | | LHKW |
| | X | | | Phenole (Index) |
| | X | | | TOC |
| | X | | | Chlorbenzole |
| | X | | | Absetzbare Stoffe |
| | X | | | Abfiltrierbare Stoffe |
| | X | | | BSB ₅ |
| | X | | | CSB |
| | | X | | Arsen |
| | | X | | Nickel |
| | X | | | Summe NH ₄ ⁻ , NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ Stickstoff |
| | X | | | Ammonium |

| Kontrollpunkt | Alle 2 Wochen | Monatlich | Vierteljährlich | Parameter |
|--|---------------|-----------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Hinter der Reinigungsanlage/ Industrie- kläranlage | X | | | AOX |
| | | X | | PAK (EPA) |
| | | X | | BTEX |
| | | X | | LHKW |
| | | X | | Phenole (Index) |
| | X | | | TOC |
| | | X | | Chlorbenzole |
| | | | X | Fischeigiftigkeit G _{ei} |
| | | | X | Daphniengiftigkeit G _D |
| | | | X | Algengiftigkeit G _A |
| | | X | Bakterienleuchthemmung G _L | |
| | | X | Umu-Test G _{eu} | |

Tabelle 7-4: *Untersuchungsprogramm Wasserqualität vor und hinter der Reinigungsanlage/Industrie-
kläranlage im regulären Sanierungsbetrieb*

| Kontrollpunkt | Monatlich | Vierteljährlich | Halbjährlich | Parameter | |
|--|-----------|-----------------|--------------|-----------------------|-----------------|
| Vor der Reinigungsanlage/ Industrie- kläranlage | | X | | CSB | |
| | | | | X | Arsen |
| | | | | X | Nickel |
| | | | X | | Ammonium |
| | | | X | | AOX |
| | | | | X | PAK (EPA) |
| | | | | X | BTEX |
| | | | | X | LHKW |
| | | | | X | Phenole (Index) |
| | | | X | | TOC |
| Hinter der Reinigungsanlage/ Industrie- kläranlage | | | X | Chlorbenzole | |
| | | | X | Absetzbare Stoffe | |
| | | | X | Abfiltrierbare Stoffe | |
| | | | X | BSB ₅ | |
| | | | X | CSB | |
| | | | X | Arsen | |

| Kontrollpunkt | Monatlich | Viertel-jährlich | Halb-jährlich | Parameter |
|---------------|-----------|------------------|---------------|--|
| | | | X | Nickel |
| | | | X | Summe NH ₄ ⁻ , NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ -Stickstoff |
| | | | X | Ammonium |
| | | | X | AOX |
| | | | X | PAK (EPA) |
| | | | X | BTEX |
| | | | X | LHKW |
| | | | X | Phenole (Index) |
| | | | X | TOC |
| | | | X | Chlorbenzole |
| | | | X | Fischeigiftigkeit G _{ei} |
| | | | X | Daphniengiftigkeit G _D |
| | | | X | Algengiftigkeit G _A |
| | | | X | Bakterienleuchthemmung G _L |
| | | | X | Umu-Test G _{eu} |

Das endgültige Messprogramm zur Kontrolle der in den Rhein eingeleiteten Wässer aus der hydraulischen Sicherung wird nach Abschluss der Einlaufphase der Sanierung durch den Sanierungspflichtigen BASF erarbeitet und dem LRA Lörrach zur Genehmigung zur Genehmigung vorgelegt.

Nach Beendigung der Einlaufphase, spätestens nach 6 Monaten, erfolgt eine ausführliche Bewertung und ggf. Optimierung der Reinigungstechnik/der Qualitätsüberwachung der eingeleiteten Wässer aus der hydraulischen Sicherung.

7.3 *INSTANDSETZUNG UND MÖGLICHKEITEN DER NACHTRÄGLICHEN VERBESSERUNG*

7.3.1 *Dichtwand*

Der Bau der Dichtwand unterliegt den in Kap. 6.3 beschriebenen Qualitätsanforderungen. Diese stellen sicher, dass die Dichtwand dauerhaft eine verlässliche dichte Barriere bildet. Sollte es dennoch zu Undichtigkeiten in der Wand kommen, wird dies über die mit Drucksonden bestückten Kontrollmessstellen gemessen (Kap. 4.3.7 und 4.4). Die Kontrollmessstellen

sind so angeordnet, dass sie nicht von den Absenktrichtern beeinflusst werden, die sich unmittelbar im Umfeld der Entnahmebrunnen ausbilden werden. Da im Falle einer Beschädigung der Dichtwand Grundwasser von außen nach innen in die Kapsel hinein fließen würde, würde der Grundwasserspiegel im Inneren der Kapsel ansteigen. Außerhalb der Kapsel würde sich dagegen eine lokale Absenkung in der Grundwasseroberfläche ausbilden. Treten solche Abweichungen in der angestrebten Grundwasserabsenkung auf, wird zunächst das Messintervall der Drucksonden verkürzt und das Netz von Kontrollmessstellen in diesem Bereich verfeinert. Durch eine genaue räumliche Eingrenzung des Bereichs lässt sich feststellen, in welchem Teil der Dichtwand sich die Undichtigkeit befindet.

Es stehen unterschiedliche technische Methoden zur Verfügung, um im zukünftigen Sanierungsbetrieb schadhafte Stellen an der Dichtwand zu beheben. Je nach Tiefe und Ausdehnung des beschädigten Bereichs lassen sich die folgenden Ansätze unterscheiden:

- Beschädigungen im obersten Teil der Dichtwand können durch lokale Aufgrabungen zugänglich gemacht und korrigiert werden.
- Lassen die Messungen der Grundwasserverhältnisse im Sanierungsbetrieb darauf schließen, dass es zu Undichtigkeiten von größerem Ausmaß in der Dichtwand gekommen ist, oder bei Beschädigungen, die aufgrund ihrer Tiefe nicht in offener Bauweise erreicht werden können, muss dieser Bereich durch eine zweite Dichtwand ersetzt werden. Diese soll, ähnlich einem Bypass, die beschädigte Wand an der entsprechenden Stelle ersetzen. Der Anschluss der zweiten Wand an die erste ist so umzusetzen, dass im Bereich der Fugen keine Undichtigkeiten entstehen.
- Wenn das Setzen eines Bypasses (s.u.) aufgrund des beengten Platzangebots nicht möglich ist (z.B. in Bauabschnitt 5, zwischen den Nachklärbecken der ARA und der Rheinuferböschung), kann ein Teilbereich der fertig gestellten Wand überfräst und die abdichtende Funktion der Wand wieder hergestellt werden.

Es ist zu betonen, dass die Auswahl der skizzierten Methoden der nachträglichen Ausbesserungsarbeiten an der Dichtwand eine genaue Kenntnis von Ausmaß und Lage der Beschädigung voraussetzt. Diese muss durch entsprechende Sondierungen im Vorfeld der Reparaturmaßnahme gewonnen werden.

7.3.2 *Oberflächenabdichtung*

Im Gegensatz zur Dichtwand ist die Oberflächenabdichtung ohne erheblichen technischen Aufwand zugänglich. Sollte es zu einer Beschädigung der Kunststoffdichtungsbahn kommen, so können die schadhaften Stellen mit einer Aufgrabung freigelegt und ausgebessert werden.

Für die Lokalisierung von Undichtigkeiten ist der Einbau eines elektronischen Dichtungskontrollsystems vorgesehen. Dieses misst über ein Netz von Elektroden, die in der Ausgleichsschicht und in der Tragschicht der Abdichtung eingesetzt werden, Schwankungen des elektrischen Widerstandes im Untergrund. Tritt Sickerwasser durch die Kunststoffdichtungsbahn hindurch verringert sich der elektrische Widerstand in diesem Bereich. Mit Hilfe einer Software, die die Widerstandsschwankungen auswertet, können Beschädigungen in der Abdichtung aufgespürt und anschließend ausgebessert werden.

Die qualitativen Anforderungen an Dichtungskontrollsysteme werden durch den Arbeitskreis Dichtungskontrollsysteme (AKDKS) der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) beschrieben. Bei der Installation eines Dichtungskontrollsystems zur Überwachung der Oberflächenabdichtung in Perimeter 2 sind unter anderem die folgenden Elemente vorgesehen, um eine dauerhafte verlässliche Funktion des Kontrollsystems zu gewährleisten:

- modulare Sensorenanordnung mit unabhängig funktionierenden Teilabschnitten
- technische Begrenzung der Auswirkungen eines Systemfehlers
- redundanter Zugriff auf die Sensoren
- automatisierte Selbsttestfunktion
- Überprüfung von bestimmten technischen Mindestanforderungen nach dem Empfehlungen der AKDKS an die verwendeten Elektroden, Sensoren und Kontakte
- Langzeitlebensdauertests der verwendeten Kabel
- Berücksichtigung von Nachbesserungsmöglichkeiten bei Teilausfall des Systems

Unterstützend kann die Funktion der Oberflächenabdichtung außerdem auf Grundlage langjähriger Erfahrungswerte mit Hilfe einer Bilanzierung des anfallenden Niederschlags geprüft werden.

Bei der zukünftigen Errichtung von Gebäuden im Bereich der Abdichtung ist sicher zu stellen, dass die in Kap. 4.3.6 beschriebenen Details hinsichtlich der Anbindung der Dichtungsbahn an das Gebäude umgesetzt werden.

7.3.3 *Hydraulische Sicherung*

Die hydraulische Sicherung ist als zusätzliches Sicherungselement zur umlaufenden Dichtwand und der Oberflächenabdichtung zu sehen. Auch ohne die hydraulische Sicherung stellt die aus Dichtwand und Oberflächenabdichtung bestehende Kapsel ein dichtes Bauwerk dar, das den Abfallkörper der ehemaligen Geigy-Grube sicher einschließt. Details zum Prinzip und zur technischen Auslegung der hydraulischen Sicherung, der Grundwasserreinigungsanlage und der Einleitung in den Rhein, sind in Kapitel 4.4 beschrieben.

Die hydraulische Sicherung basiert darauf, dass über mehrere Pumpbrunnen im Inneren der Kapsel Grundwasser entnommen wird und der Grundwasserstand dadurch gegenüber dem Grundwasserstand außerhalb der Kapsel abgesenkt wird. Hierbei handelt es sich um eine Methode, die sehr flexibel ist. Die Anzahl und die Lage der Brunnen kann im späteren Sanierungsbetrieb mit verhältnismäßig geringem Aufwand angepasst werden, wenn dies erforderlich werden sollte. Hierbei ist jedoch darauf zu achten, dass alle Brunnen entsprechend den dargestellten Details in *Anlagen 3.2.5* und *3.5.3* in die Oberflächenabdichtung eingesetzt werden, um Undichtigkeiten zu vermeiden.

Die Einhaltung der Zielabsenkung innerhalb der Kapsel erfolgt über ein Netz von 34 Kontrollmessstellen, die mit Drucksonden und Datenloggern bestückt sind und die Grundwasserverhältnisse automatisch aufzeichnen. Die Lage der Kontrollmessstellen ist in *Anlage 3.5.1* dargestellt. Hierbei wurde darauf geachtet, dass sie möglichst über die gesamte Fläche der Kapsel verteilt sind, um ein vollständiges Bild von den Grundwasserverhältnissen wieder zu geben.

Sollte die Grundwasserabsenkung in bestimmten Teilbereichen der Kapsel nicht zufriedenstellend sein, könnte dieser Bereich durch die laufende Auswertung der Drucksonden rasch erkannt und eingegrenzt werden. Das Gleiche gilt für die Überwachung des hydraulischen Gefälles von außen ins Innere der Kapsel und von unten aus dem Muschelkalk nach oben in die überlagernden Schotter. Durch Messstellenpaare innerhalb und außerhalb der Kapsel und durch Doppelmessstellen, die in den Schottern und im Muschelkalk verfiltert sind, können diese Gradienten gemessen und kontinuierlich überwacht werden.

Zeigen sich in einem Bereich Abweichungen von der angestrebten Grundwasserabsenkung, wird zunächst das Messintervall verkürzt und das Netz von Kontrollmessstellen in diesem Bereich verfeinert. Durch eine genaue räumliche Eingrenzung des Bereichs lässt sich feststellen, ob die Abweichung möglicherweise durch eine Undichtigkeit in der Dichtwand verursacht wird (mögliche Gegenmaßnahmen siehe Kap. 7.3.1) oder durch geologische Besonderheiten im Muschelkalk. In diesem Fall muss geprüft werden, ob die Abweichungen von der angestrebten Absenkung so signifikant sind, dass durch das Setzen von weiteren Pumpbrunnen in diesem Bereich die Grundwasserentnahmerate erhöht werden sollte. Die geplante Grundwasserreinigungsanlage (Kap. 4.4.2) arbeitet mit zwei Reinigungslinien, ist modular aufgebaut und für Entnahmeraten von ca. 200-400 m³/Tag, max. 600 m³/Tag ausgelegt. Durch Austausch der entsprechenden Module lässt sie sich flexibel an kleinere und größere Grundwasserentnahmeraten anpassen.

8

ARTENSCHUTZ UND NATURSCHUTZ

Im Rahmen der bisher durchgeführten Untersuchungen wurden die zu berücksichtigende Belange des Artenschutzes nach §§ 44 ff. Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) auf Grundlage einer Habitatsstrukturanalyse geprüft (/11/).

Im Ergebnis der Analyse konnte nicht ausgeschlossen werden, dass als Folge von Bohr- und Baumaßnahmen im Bereich Perimeter 2 die Verbote des § 44 BNatSchG überschritten werden. So können Individuen und/oder Entwicklungsstadien der relevanten Tierarten unbeabsichtigt getötet werden und projektbedingt Quartiere verloren gehen. Zur Vermeidung dieser Tatbestände wurden durch den Gutachter Maßnahmen zur zeitlichen und räumlichen Einschränkung der Arbeiten in Perimeter 2 empfohlen, wie folgt:

- Gehölzrückschnitte und Bohrungen am Rheinuferweg sollten außerhalb der Brutzeit der Vögel stattfinden. Diese beginnt in der Region mit Anfang März und ist Ende August beendet.
- Die Rodung von Bäumen in Perimeter 2 [...] sollte auf den Zeitraum Herbst/Winter (November bis Mitte März) beschränkt werden, da dieser Zeitraum außerhalb der Aktivitätsperiode der Fledermäuse liegt.
- Der Biberbau südlich von Perimeter 2 sollte großräumig von Bohr- und Baumaßnahmen ausgenommen werden. Baumrodungen im Uferbereich des Rheins sollten generell unterbleiben, um nicht unnötig in den Lebensraum des Bibers einzugreifen.

Nach dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) müssen in Deutschland u.a. für Vorhaben vor der Ausführung die Auswirkungen auf die Umwelt ermittelt, beschrieben und bewertet werden. Hierfür ist eine *allgemeine Vorprüfung* gemäß § 3c UVPG durchzuführen. Die allgemeine Vorprüfung bedeutet, dass eine UVP dann durchzuführen ist wenn „...*das Vorhaben nach Einschätzung der zuständigen Behörde aufgrund überschlüssiger Prüfung [...] erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen haben kann.*“ Die zu berücksichtigen Prüfungskriterien werden dabei vom UVPG vorgegeben und beinhalten unter anderem unterschiedliche Standortmerkmale, die Größe des Vorhabens, Abfallerzeugung und Unfallrisiko sowie eine Reihe von Merkmalen zu möglichen Auswirkungen des Vorhabens.

Im Rahmen der durchgeführten Sanierungsplanung wurde untersucht, welche Auswirkungen das geplante Dichtwandbauwerk auf die Grundwasserverhältnisse im Bereich Perimeter 2 und darüber hinaus haben wird. Hierfür wurde ein numerisches Grundwassermodell erarbeitet, dessen Ergebnisse in Kap. 2.5 und in /8/ beschrieben sind. Zusammenfassend zeigt sich, dass das geplante Dichtwandbauwerk im späteren Sanierungsbetrieb keinen nennenswerten Einfluss auf den Grundwasserstand außerhalb des eingekapselten Bereichs haben wird.

9

NACHHALTIGKEIT

Der Grundgedanke der Nachhaltigkeit ist, die drei Belange

- Ökonomie
- Ökologie
- Soziale Verantwortung

in Einklang zu bringen. Im Laufe der Jahre hat es für verschiedene Lebensbereiche immer wieder Anpassungen der Nachhaltigkeitsdefinition gegeben. Eine grundlegende Definition der Nachhaltigkeit hat beispielsweise die Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt -- Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung“ (Deutscher Bundestag: Drucksache 13/11200 vom 26. Juni 1998) gegeben:

„Nachhaltigkeit ist die Konzeption einer dauerhaft zukunftsfähigen Entwicklung der ökonomischen, ökologischen und sozialen Dimension menschlicher Existenz. Diese drei Säulen der Nachhaltigkeit stehen miteinander in Wechselwirkung und bedürfen langfristig einer ausgewogenen Koordination.“



Abbildung 9-1: Das 3-Säulenmodell der Nachhaltigkeit

Dieser Ansatz kann auch auf die Sanierung von Altablagerungen übertragen werden. So hat beispielsweise das Altlastenforum Baden-Württemberg folgende Definition erarbeitet:

"Nachhaltigkeit bei der Sanierung" bezeichnet die Berücksichtigung von Umweltauswirkungen sowie ökonomischer und sozialer Aspekte bei der Sanierungsplanung und bei der Überprüfung und Optimierung laufender Sanierungen. Es beinhaltet die Umsetzung aller Möglichkeiten, um den ökologischen Fußabdruck von Projekten, die wirtschaftlichen Auswirkungen und die Auswirkungen auf Betroffene und spätere Generationen während und nach der Sanierung zu minimieren."

Auch wenn es keine Rechtsgrundlage dafür gibt, dass die genehmigende Behörde die Nachhaltigkeit (im Sinne von ökologisch/ökonomisch/sozial) fordern kann, so kann der Aspekte der Nachhaltigkeit im Rahmen der Verhältnismäßigkeitsprüfung (VP) betrachtet werden. In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, dass insbesondere im Bodenschutzrecht - welches auch die Belange der Altlastensanierung behandelt - die „Nachhaltigkeit“ im Sinne von „Dauerhaftigkeit“ beschrieben ist. Damit muss also die Auswahl der endgültigen Sanierungsvariante auch den Belangen der Nachhaltigkeit gerecht werden. Vor diesem Hintergrund wurde die Sanierungsvariante „Einkapselung“ erarbeitet und der Altlastenbewertungskommission des Landes Baden-Württemberg vorgestellt. Die Altlastenbewertungskommission hat dieser Sanierungsvariante zugestimmt und diese im März 2013 als zielführend, rechtmäßig und genehmigungsfähig bewertet.

Bezogen auf den vorliegenden Sanierungsplan kann der Sanierungsansatz also als nachhaltig bezeichnet werden, wenn die Auswirkungen der drei

verschiedenen Säulen (Abb. 9-1) in ausgeglichener Weise berücksichtigt sind. Dabei sind nicht nur die Auswirkungen der Sanierungsmaßnahme am Ort der Sanierung zu berücksichtigen sondern hier ist eine ganzheitliche Betrachtung vorzunehmen. So sind beispielsweise alle Effekte auf die 3 Aspekte der Nachhaltigkeit bezüglich An- und Abtransport von Material und Personal mit zu berücksichtigen (Kap. 4, Kap. 5 und Kap. 6). Darüber hinaus sind mögliche Sanierungsvarianten auch bezüglich ihrer Verhältnismäßigkeit zu betrachten. Für Perimeter 2 der Kessler-Grube wurde der geplante Sanierungsansatz unter den vorgenannten Gesichtspunkten geprüft und er wird diesen Ansprüchen gerecht.

Wesentliche Aspekte bei der ganzheitlichen Prüfung sind dabei beispielsweise:

- Wie schnell kann die gewählte Maßnahme eine weitere Ausbreitung der Schadstoffe dauerhaft unterbinden?
- Mit welcher Variante ist der Einfluss auf Mensch und Umwelt mit verhältnismäßigen Mitteln am besten zu minimieren?
- Mit welcher Variante kann eine zügige Folgenutzung der Fläche erreicht werden?
- Welche Auswirkung hat eine Verlagerung sowie die Behandlung und anschließende Deponierung des Aushubmaterials?
- Mit welcher Variante kann bei ganzheitlicher Betrachtung der Flächenverbrauch minimiert werden?
- Bei welcher Variante können Klimagas-relevante Emissionen minimiert werden (*carbon footprint*)?

Im Rahmen der durchgeführten SU (/33/) wurden zehn grundsätzlich mögliche Ansätze für die Sanierung von Perimeter 2 identifiziert. Diese wurden anschließend nach den Kriterien Effektivität, Zuverlässigkeit, technische Durchführbarkeit, Kosten, Risiken, spezifische Vor-/Nachteile, Dauer bis zum Erreichen der Sanierungsziele, Genehmigungsfähigkeit, Kosten und Möglichkeit der technischen Nachbesserung bewertet. Durch diese Bewertung wurde die Variante der Einkapselung mit Dichtwand, Oberflächenabdichtung und hydraulischer Sicherung als Vorzugsvariante identifiziert (Kap. 2.3).

Für Perimeter 2 wurde die Nachhaltigkeit der Einkapselung mittels Dichtwand, Oberflächenabdichtung und hydraulischer Sicherung im Vergleich zum Aushub durch einen unabhängigen Gutachter (/37/)

bewertet. Das Resultat dieser vergleichenden Nachhaltigkeitsbewertung zeigt, dass die Nachhaltigkeit beider Varianten gegeben ist.

Im Rahmen der vergleichenden Nachhaltigkeitsbewertung wurden auch Möglichkeiten identifiziert, wie die Nachhaltigkeit des gewählten Sanierungsansatzes weiter verbessert werden kann. Auf die im Folgenden aufgeführten Punkte wird daher im Zuge der Detailplanung der Sanierung von Perimeter 2 besonderes Augenmerk gelegt werden:

- Minimierung der Luftemissionen durch Verkehr: Die Anzahl der An-/Abfahrten der auf der Baustelle Beschäftigten und die Anzahl der LKW-Fahrten im Rahmen der Baumaßnahme werden optimiert.
- Minimierung der Luftemissionen durch den Betrieb: Im Rahmen der Ausschreibung und Vergabe der Grundwasserreinigungsanlage werden energieeffiziente Pumpen und Geräte zum Einsatz kommen.
- Minimierung der Auswirkungen auf Anwohner und Werksangehörige: Vorübergehende Beeinträchtigungen für Anwohner und Werksangehörige durch Staub, Lärm oder Erschütterungen werden so gering wie möglich gehalten (Kap. 5.4).
- Schonung natürlicher Ressourcen und Abfallvermeidung: Ein weiterer Schwerpunkt wird bei der Planung der Bauausführung auf abfallvermeidende Maßnahmen, eine Optimierung der erforderlichen Laboranalysen und, so weit möglich, einen Wiedereinbau des im Zuge der Baumaßnahmen ausgehobenen unbelasteten Bodenmaterials gelegt.

10

ZEITLICHER ABLAUF DES SANIERUNGSPROJEKTES

Der zeitliche Ablauf der Sanierung durch Einkapselung ist im Detail in *Anlage B-4* dargestellt.

Der Zeitraum zwischen der Bewilligung des Sanierungsplans und dem Beginn des regulären Sanierungsbetriebs beläuft sich demnach auf ca. 27 Monate, also etwas mehr als 2 Jahre. Die einzelnen Meilensteine des Projekts sind in der folgenden Tabelle aufgelistet. Details im Hinblick auf die Durchführung der Baumaßnahme sind in Kap. 4 beschrieben.

Tabelle 10-1: *Meilensteine der Sanierungsmaßnahme Einkapselung*

| Maßnahme | Von | Bis |
|---|--------------|---------|
| Bewilligung des Sanierungsplans | | 10/2014 |
| Vergabeplanung, Ausschreibung und Vergabe | 06/2014 | 03/2015 |
| Mobilisierung und Werkplanung | 03/2015 | 05/2015 |
| Baustelleneinrichtung | 05/2015 | 07/2015 |
| Bau der Dichtwand und Oberflächenabdichtung | 08/2015 | 12/2016 |
| Baustellenräumung und Demobilisierung | 12/2016 | 02/2017 |
| Installation der hydraulischen Sicherung | 05/2016 | 07/2016 |
| Sanierungsbetrieb – Einlaufphase | 08/2016 | 06/2017 |
| Beginn des regulären Sanierungsbetriebs | ab Juni 2017 | |

11

KOSTEN DER SANIERUNGSMASSNAHME

Im Rahmen der durchgeführten Sanierungsuntersuchung (/33/) konnte durch eine Kosten-Nutzen-Analyse gezeigt werden, dass das hier vorgestellte Sanierungskonzept das günstigste Kosten-Nutzen-Verhältnis der betrachteten Sanierungsansätze aufweist (vgl. Kap. 2.3 und Kap. 9). Die Gesamtkosten des im vorliegenden Sanierungsplan beschriebenen Sanierungsansatzes belaufen sich auf ca. 28 Millionen EUR (netto), wie in Tabelle 11-1 dargestellt. Hierbei wurden Betriebskosten für einen Zeitraum von 50 Jahren angesetzt.

Die in der folgenden Tabelle angegebenen Kosten wurden anhand vergleichbarer Projekte und auf Grundlage der Ergebnisse der Voruntersuchungen ermittelt. Die Genauigkeit der angegebenen Kostenschätzung liegt bei ca. ± 15 %.

Tabelle 11-1: Geschätzte Sanierungskosten (Genauigkeit ± 15 %)

| Nr. | Beschreibung | [€] |
|----------------------------|----------------------------------|-------------------|
| 1. | Baustelleneinrichtung | 700,000 |
| 2. | Vorbereitende Arbeiten | 1,520,000 |
| 3. | Dichtwand herstellen | 9,280,000 |
| 4. | Oberflächenabdichtung herstellen | 5,160,000 |
| 5. | Pumpbrunnen | 1,210,000 |
| 6. | Brunnen betreiben | 7,860,000 |
| 7. | Baunebenkosten | 2,200,000 |
| Gesamtsumme (netto) | | 27,930,000 |

12 **BEHÖRDLICHE GENEHMIGUNGSERFORDERNISSE**

Die Umsetzung des im vorliegenden Sanierungsplan beschriebenen Sanierungsansatzes beinhaltet Maßnahmen, für die behördliche Genehmigungen erforderlich sind.

Wie in Vorgesprächen mit dem LRA thematisiert (Besprechung vom 13.11.2013), sollen die im Folgenden aufgelisteten Genehmigungen unter den Sanierungsplan fallen und mit der Verbindlichkeitserklärung des Sanierungsplans miterteilt werden.

- Genehmigung für den Bau der umlaufenden Dichtwand mit Oberflächenabdichtung inkl. der für die Kreuzung der bestehenden Leitungen und unterirdischen Bauwerke ELT, kommunale Zulaufleitung zur ARA, Ablaufleitung der ARA in den Rhein und der Zulaufleitung von Gbd. 38.8 zum Regenüberlaufbecken der ARA erforderlichen Maßnahmen.
- Wasserrechtliche Genehmigung für die Neuerrichtung und Betrieb der für die hydraulischen Sicherung erforderlichen Grundwassermessstellen (Entnahmebrunnen und Kontrollmessstellen).
- Genehmigung für Bau und Betrieb der notwendigen Rohrleitungen für die Entwässerung der Oberflächenabdichtung sowie für den Betrieb der hydraulischen Sicherung.

- Genehmigung für die Errichtung einer isolierten Halle (300 m² Grundfläche) in Leichtmetallbauweise als wetterfeste Einhausung der Grundwasserreinigungsanlage.
- Genehmigung für den Betrieb einer Grundwasserreinigungsanlage mit Absetzbecken mit Enteisungsreaktor, Sandfiltern, biologischen Ammoniumoxidationsreaktoren und Wasseraktivkohlefiltern. Die Abluft aus dem Bereich der Absetzbecken wird mittels Aktivkohleeinheit gefiltert bevor sie in die Umgebung abgegeben wird.

Darüber hinaus werden die folgenden Genehmigungen gesondert beantragt, soweit erforderlich:

- Wasserrechtliche Genehmigung für die Einleitung von Oberflächenwasser aus der Entwässerung der Oberflächenabdichtung in den Rhein, gemäß Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz, WHG), 17.08.2013.
- Wasserrechtliche Genehmigung für die Einleitung des gereinigten Grundwassers aus der hydraulischen Sicherung nach der Grundwasserreinigungsanlage in den Rhein, gemäß Wassergesetz für Baden-Württemberg (WG), 28.02.2012.

Sollen die im Zuge der hydraulischen Sicherung anfallenden Wässer über die Industriekläranlage der BASF gereinigt und eingeleitet werden, muss die bestehende wasserrechtliche Erlaubnis für die Einleitung geändert werden. Hierfür ist bei Umsetzung von Szenario 2 ein entsprechender Antrag beim Regierungspräsidium in Freiburg zu stellen.

INHALT

ANHANG

1 - Quellen- und Literaturverzeichnis

2 - Abkürzungsverzeichnis

Anhang 1 – Quellen- und Literaturverzeichnis

Der vorliegende Bericht basiert auf den folgenden Dokumenten und Informationen:

- /1/ HPC AG: Detailuntersuchung der Altablagerung Kessler-Grube – 2. Etappe in Grenzach-Wyhlen, Landkreis Lörrach, 29.06.2011
- /2/ HPC AG: Detailuntersuchung der Altablagerung Kessler-Grube – 2. Etappe in Grenzach-Wyhlen, Landkreis Lörrach – Wiederholende Untersuchung der Muschelkalkmessstellen, 17.10.2011
- /3/ BASF/Roche: Auftragsdefinition für den Ideenwettbewerb betreffend Sanierungsvarianten sowie vorläufiges Angebot als Generalplaner, 23.08.2011
- /4/ BASF/Roche: Einführung in die Thematik und das Gutachten der HPC AG, Präsentation an Anbieter, Juni 2011.
- /5/ Pöry Infra GmbH: Neubau der Umgehungsstraße Grenzach-Wyhlen im Zuge der B34, BA I Umgehung Grenzach, Ausführungsentwurf, Oktober 2006.
- /6/ Geotechnisches Institut: Detailuntersuchung der Altablagerung „Kessler-Grube“ in Grenzach-Wyhlen – 1. Untersuchungsetappe, 22.01.2009.
- /7/ LfU Baden-Württemberg: Verwaltungsvorschrift über Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen, 01.03.1998.
- /8/ Tübinger Grundwasser-Forschungsinstitut (TGF): Grundwassermodell Grenzach-Wyhlen, Lokalmodell für die Sanierungsplanung Altablagerung Kesslergrube (Perimeter 2), 27.03.2014.
- /9/ Ingenieurgruppe Geotechnik: Geotechnischer Bericht – Neubau der Umgehungsstraße Grenzach-Wyhlen im Zuge der B34, Bauwerk Nr. 3: SÜ Salzländeweg, Bau-km 0+828, 24.07.2009.

- /10/ Ingenieurgruppe Geotechnik: Geotechnischer Bericht – Neubau der Umgehungsstraße Grenzach-Wyhlen im Zuge der B34, Streckengutachten für den Bereich zwischen km 0+700 und km 1+180, 11.03.2010.
- /11/ HPC AG: Artenschutzrechtliche Relevanzprüfung – BASF Werksgelände Grenzach-Wyhlen, 27.09.2012.
- /12/ Smoltczyk & Partner: Geotechnische Beurteilung der Untergrundverhältnisse im Bereich der Kessler-Grube, Perimeter 2, 2012.
- /13/ Roth & Partner: Ergebnisdokumentation Geotechnische Untersuchungen, November 2012.
- /14/ Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB): Geologische Karte 1:25.000, Blatt 8411 Weil am Rhein, 2. Ausgabe, 2004.
- /15/ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG), 17.03.1998.
- /16/ Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), 12.07.1999.
- /17/ LfU Baden-Württemberg: Handbuch Altlasten und Grundwasserschadensfälle – Eigehende Erkundung für Sanierungsmaßnahmen /Sanierungsvorplanung (E₃₋₄), 1994.
- /18/ Erlass des Sozialministeriums und des Umweltministeriums Baden-Württemberg: Verwaltungsvorschrift über Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen, 30.04.1998. Diese VwV ist seit Ende 2005 nicht mehr gültig, jedoch können Teile im Grundsatz weiter angewendet werden.
- /19/ Piper, A.M.: A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analysis. United States Geological Survey, Washington D.C., 1953.
- /20/ Furtak, H. & Langguth, H.R.: Zur hydrochemischen Kennzeichnung von Grundwässern und Grundwassertypen mittels Kennzahlen, Mem. IAH Congress 1965, 86-96, Hannover, 1967.

- /21/ LUBW: Altlasten und Grundwasserschadensfälle, Bd. 42, Untersuchungsstrategie Grundwasser, Karlsruhe 2008.
- /22/ Erdbaulaboratorium Frankfurt am Main: Baugrundvoruntersuchungen auf dem geplanten Kläranlagengelände, 13.10.1971 (*diesem Bericht als Anhang C 3 beigelegt*).
- /23/ Matula, M.: *Rock and Soil Description and Classification for Engineering Geological Mapping*; Report by the IAEG Commission on Engineering Geological Mapping, 1981.
- /24/ HPC AG: Bestandsaufnahme der Alttablagerung Kessler-Grube, Perimeter 3, in Grenzach-Wyhlen, Phase II, April 2013.
- /25/ HPC AG: Sanierungsuntersuchung der Alttablagerung Kessler-Grube, Grenzach-Wyhlen, Landkreis Lörrach - Teilfläche Roche Pharma AG, Grenzach-Wyhlen, 16.11.2012.
- /26/ BfG Merkblatt Ökotoxikologische Baggergutuntersuchung, 08/2007, Bundesamt für Gewässerkunde, Koblenz
- /27/ Kreysa, G. und J. Wiesner (1995): Biologische Testmethoden für Böden. Dechema e.V., Frankfurt a. M.
- /28/ Arbeitshilfe Qualitätssicherung, Anhang 1: Biologische Verfahren in der Laboranalytik bei Altlasten, Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO), 2002
- /29/ Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW): Altlastenbewertung - Priorisierungs- und Bewertungsverfahren Baden-Württemberg, Karlsruhe, März 2010
- /30/ Umweltministerium Baden-Württemberg: Verwaltungsvorschrift für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial, 14. März 2007.
- /31/ GIW: Bericht über die ergänzende historische Erkundung der Alttablagerung „Kessler-Grube“, November 2005.
- /32/ IBL: Bericht zu den Historischen Untersuchungen und zu den Bodenluftuntersuchungen auf der ehemaligen Kesslergrube in Grenzach, April 1991.
- /32/ HPC AG: Bestandsaufnahme der Alttablagerung Kessler-Grube,

Perimeter 3 in Grenzach-Wyhlen, Phase I, Januar 2013.

- /33/ ERM: Sanierungsuntersuchung der Altablagerung Kessler-Grube in Grenzach-Wyhlen, Perimeter2, Mai 2013.
- /34/ ERM: Sanierung der Kesslergrube - Perimeter 2: Ergänzende Erkundungsbohrung EKB 21, Juli 2013.
- /35/ Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm – Geräuschimmissionen (19.08.1970, Beilage zum BAnz. Nr. 160).
- /36/ LUBW: Einstufung der Gefährlichkeit von Abfällen in Baden-Württemberg, Abfallart: Bodenaushub, Baggergut, Gleisschotter; Vorläufige Vollzugshinweise zur Zuordnung von Abfällen zu Abfallarten aus Spiegeleinträgen (Reihe Abfall, Heft 69).
- /37/ Dr. Helmut Dörr Consult: Sanierung der Kessler-Grube Perimeter 2, Vergleichende Nachhaltigkeitsbewertung der Sanierungsvarianten „Einkapselung“ und „Aushub“, 13.04.2014.

Darüber hinaus wurde auf eine Reihe frei zugänglicher Informationsquellen zurückgegriffen (z.B. online Geoinformationsportale), die hier nicht im Detail aufgeführt werden.

Anhang 2 – Abkürzungsverzeichnis

| | |
|------------------------|--|
| ACP | 2-Amino-5-Chlorbenzo-phenon |
| AKW | Aromatische Kohlenwasserstoffe |
| AOX | Adsorbierbare organisch gebundene Halogene |
| AP | Ansatzpunkt |
| As | Arsen |
| BaP | Benzo(a)pyren (Einzelparameter der PAK) |
| BBodSchV | Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung |
| BG | Bestimmungsgrenze |
| BN | Beweisniveau |
| BSB | Biochemischer Sauerstoffbedarf |
| BTEX | Aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX-Aromaten) |
| CAS | Chemical Abstracts Service |
| Cd | Cadmium |
| Cr | Chrom |
| Cr VI | Chromat |
| CSB | Chemischer Sauerstoffbedarf |
| cs _{Wa} | Sickerwasserkonzentration |
| C _o dB | 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) |
| DOC | Gelöster organischer Kohlenstoff |
| DU | Detailuntersuchung |
| EOX | Extrahierbare organisch gebundene Halogene |
| E _{max} -Wert | Maximaler Emissionswert |
| FCKW | Fluorchlorkohlenwasserstoffe |
| Flrst | Flurstück |
| GFS | Geringfügigkeitsschwelle |
| GOK | Geländeoberkante |
| GOW | gesundheitliche Orientierungswerte |
| GW | Grundwasser |
| GWM | Grundwassermessstelle |
| 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 |
| IPV | Immissionspumpversuch |
| KE | Kontrollebene |
| KRB | Kleinrammbohrung |

| | |
|----------------|---|
| KW (GC) | Kohlenwasserstoffe (Gaschromatograph) |
| Lf | Elektr. Leitfähigkeit |
| LHKW | Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe |
| MHW | Mittleres Hochwasser |
| MKW | Mineralölkohlenwasserstoffe |
| MNW | Mittleres Niedrigwasser |
| MTBE | Methyl-Tertiär-Butylether |
| m u. GOK | Meter unter Geländeoberkante |
| m u. ROK | Meter unter Rohroberkante |
| 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 |
| PV | Pumpversuch |
| Redox | Redoxpotenzial |
| RKB | Rammkernbohrung |
| RKS | Rammkernsondierung |
| SBV | Schädliche Bodenveränderung |
| SM | Schwermetalle |
| SU | Sanierungsuntersuchung |
| SWM | Sickerwassermessstelle |
| T | Temperatur |
| TC | Gesamter Kohlenstoff |
| 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 |
| VC | Vinylchlorid |
| VwV | Verwaltungsvorschrift |
| VK | Vergaserkraftstoff |
| WBA | wirkungsbezogene Analytik |
| WA | Wiederanstieg |
| WGK | Wassergefährdungsklasse |
| Zn | Zink |

INHALT

ANLAGEN

TEIL A - Lagepläne

1 - Allgemeine Lagepläne

1.1 - Übersichtslageplan, 1:25.000

1.2 - Lageplan, 1: 2.000

1.3 - Luftbild der Kessler-Grube (2007/2009)

1.4 - Geltungsbereich des Sanierungsplans, 1:2.000

2 - Darstellung der Ausgangssituation

2.1 - Vorhandene Untergundaufschlüsse

2.2 - Geologische Verhältnisse

2.3 - Grundwassergleichenplan März 2013

2.4 - Belastungssituation Boden

2.5.1 - Belastungssituation Grundwasser DU 2011:
Chlorbenzole, Phenole, BTEX, Benzol

2.5.2 - Belastungssituation Grundwasser SU 2012/2013:
Chlorbenzole, Phenole, BTEX, Benzol

2.5.3 - Belastungssituation Grundwasser DU 2011: Ammonium,
Aromatische Amine, PAK

2.5.4 - Belastungssituation Grundwasser SU 2012/2013:
Ammonium, Aromatische Amine, PAK

- 2.5.5 – Belastungssituation Grundwasser DU 2011: Metalle
- 2.5.6 – Belastungssituation Grundwasser SU 2012/2013: Metalle
- 2.6 – Geplante Dichtwandtrasse und Ergebnisse der Voruntersuchungen

3 - Details zur Sanierungsmaßnahme

3.1 – Baustellenpläne

- 3.1.1 – Baustelleneinrichtungsplan (M = 1:500)
- 3.1.2 – Verkehrslenkungsplan (1:500, 1:100)
- 3.1.3 – Aufstellflächen Seilbagger

3.2 – Oberflächenabdichtung

- 3.2.1 – Lageplan Oberflächenabdichtung 1:500
- 3.2.2 – Übersicht der Regelquerschnitte (Anschlüsse Oberflächenabdichtung)
- 3.2.3 – Schnitte Oberflächenabdichtung 1:1.000/200
- 3.2.4 – Abdichtungssysteme Verkehrsflächen und Grünflächen sowie Oberflächenabdichtung an Dichtwand
- 3.2.5 – Durchdringungen
- 3.2.6 – Anschluss an vorhandenen Bauwerke

3.3 – Ver- und Entsorgungsleitungen

- 3.3.1 – Bestehende Ver- und Entsorgungsleitungen
- 3.3.2 – Geplante Ver- und Entsorgungsleitungen
- 3.3.3 – Lageplan Entwässerung der Oberflächenabdichtung
- 3.3.4 – Längsschnitte Entwässerung (1:1.000/20), Regelquerschnitt (1:20) und Schachtbauwerk (1:20)

3.4 – Dichtwand

- 3.4.1 – Bauablauf Dichtwand, 1:500
- 3.4.2 – Abwicklung Dichtwand, 1:200
- 3.4.3 – Hauptkreuzungspunkte der Dichtwand – Übersicht

3.4.4 - ELT-Kreuzung

3.4.5 - Kreuzung „Rheinauslauf“

3.4.6 - Kreuzung „Regenüberlauf“

3.4.7 - Kreuzung „Zulauf kommunale Kläranlage ARA“

3.5 - Hydraulische Sicherung

3.5.1 - Lageplan hydraulische Sicherung, 1:500

3.5.2 - Funktionsschema hydraulische Sicherung, GW-Reinigungsanlage

3.5.3 - Ausbauprofil

4 - Weitere Lagepläne

4.1 - Konzept Grundwassermonitoring während der Baumaßnahmen

4.2 - Konzept Grundwassermonitoring Nachsorge

TEIL B - Weitere Anlagen

1 - Schlitzwandsequenzen Greifer/Fräse

2 - Spezifikationen der persönlichen Schutzausrüstung in den unterschiedlichen Schutzstufen

3 - Relevante Stoffdaten der Hauptschadstoffkomponenten

4 - Gefahrenhinweise (H-Sätze) und Sicherheitshinweise (P-Sätze) der Hauptschadstoffkomponenten

5 - Expositions Betrachtung und Risikobeurteilung der Arbeitsplätze

6 - Zeitplan der Sanierungsmaßnahme

7 - Steckbrief der Sanierung Perimeter 2

**ERM has offices across the following
countries worldwide**

| | |
|------------|----------------------|
| Argentina | Netherlands |
| Australia | New Zealand |
| Belgium | Peru |
| Brazil | Poland |
| Canada | Portugal |
| Chile | Puerto Rico |
| China | Romania |
| Colombia | Russia |
| Ecuador | Singapore |
| France | South Africa |
| Germany | South Korea |
| Hong Kong | Spain |
| Hungary | Sweden |
| India | Taiwan |
| Indonesia | Thailand |
| Ireland | UK |
| Italy | United Arab Emirates |
| Japan | US |
| Kazakhstan | Venezuela |
| Malaysia | Vietnam |
| Mexico | |

ERM's Frankfurt Office

Siemensstrasse 9
63263 Neu-Isenburg
Germany

T: +49 6102 206 0
F: +49 6102 206 202

www.erm.com/germany