

Ehemalige Schachtanlage Grimberg 3/4 in Bergkamen

Erstellung eines Aufbereitungskonzeptes für eine Teilfläche der ehemaligen Schachtanlage Grimberg 3/4

- Sanierungsplan -

Auftraggeber: RAG Montan Immobilien GmbH
Im Welterbe 1-8
45141 Essen

Auftragnehmer: TABERG Ingenieure GmbH
Zeichenstraße 2
44536 Lünen

Tel.: 0231 / 98 70 73 - 0
Fax: 0231 / 98 70 73 - 17
E-Mail: info@taberg.de

Projekt-Nr.: 08292

Sachverständige: Dr. rer. nat. M. Kurtenacker
Dr.-Ing. R. Scherbeck
Dr. rer. nat. A. Pletz

Mitarbeiter: Dipl-Geogr. R. Winkler
G. Sczygiol

Datum: November 2008 mit Überarbeitung vom 17.04.2009,
03.12.2010 und 24.10.2012

Umfang: 67 Seiten, 5 Anlagen, 1 Anhang

INHALTSVERZEICHNIS		Seite
I	Inhaltsverzeichnis	2
II	Tabellenverzeichnis	5
III	Anlagenverzeichnis	5
IV	Verwendete Unterlagen und Literatur	7
I	Inhaltsverzeichnis	
1	Vorgang und Aufgabenstellung	10
2	Ausgangssituation	11
2.1	Untersuchungsgebiet	11
2.2	Standortkennzeichnung	12
2.2.1	Industriehistorie	12
2.2.2	Bergbauschächte Grimberg 3 und 4	13
2.2.3	Rückbau der Tagesanlagen	13
2.2.4	Querende Leitungen	13
2.2.5	Kampfmittel	15
2.3	Bauplanung	15
2.3.1	Art der Bebauung	15
2.3.2	Einteilung in Bauabschnitte	15
2.3.3	Entwässerungsplanung	16
2.3.4	Höhenplanung	17
2.4	Geologie und Hydrogeologie	17
2.4.1	Regionalgeologische Übersicht	17
2.4.2	Schichtenaufbau anhand vorhandener Aufschlüsse	18
2.4.3	Hydrogeologie	19
2.5	Vorliegender Kenntnisstand	19
2.5.1	Bodenchemische Beschaffenheit der Auffüllung	19
2.5.2	Hydrochemische Beschaffenheit des Grundwassers	20
2.5.3	Methanausgasung	20
2.6	Baugrundverhältnisse	21
2.6.1	Allgemeiner Schichtenaufbau anhand vorhandener Aufschlüsse	21
2.6.2	Baugrundaufbau in den beiden Bauabschnitten	22
2.6.2.1	Schichtenaufbau im 1. BA	22

2.6.2.2	Schichtenaufbau im 2. BA	22
2.6.3	Geotechnische Kennzeichnung	23
2.6.4	Baugrundrisiken	26
2.7	Bewertung der bodenchemischen Situation (Gefährdungsabschätzung)	27
2.7.1	Wirkungspfad Boden-Mensch	28
2.7.2	Wirkungspfad Boden-Grundwasser	29
2.7.3	Wirkungspfad Boden - Bodenluft	29
3	Gründungs- und Herrichtungskonzept	29
3.1	Allgemeines	29
3.2	Festlegung eines allgemeinen Gründungskonzeptes	30
3.2.1	Vorüberlegungen	30
3.2.2	Gründungsalternativen	30
3.2.2.1	Tiefgründung	31
3.2.2.2	Flachgründung mit Bodenaustausch	31
3.2.2.3	Flachgründung mit Bodenertüchtigung	32
3.2.2.4	Flachgründung mit Bodenverdichtung	33
3.2.3	Allgemeine Gründungsempfehlung	34
3.3	Baugrundverbesserung mit Fallplattenverdichtung	35
3.3.1	Verfahrensbeschreibung	35
3.3.2	Qualitätskontrollen und Arbeitssicherheit	36
3.4	Umfang der Verdichtungsarbeiten	37
3.5	Qualitätskontrollen Tragschichten	37
3.6	Gründungskennwerte	38
3.7	Weitergehende gründungstechnische Hinweise	39
3.7.1	Verkehrsflächen	39
3.7.2	Entwässerungsleitungen	39
3.8	Hinweise zur Bauausführung	39
3.8.1	Bodenklassen und Witterungsschutz	39
3.8.2	Reste alter Baulichkeiten und Baufeldräumung	40
3.8.3	Umgang mit Kontaminationen	40
3.8.4	Wiedereinbau des anfallenden Aushubs	40
3.9	Umgang mit Regenwasser	41
4	Sanierungsplan	41
4.1	Allgemeine gesetzliche Grundlagen und Rahmenbedingungen	41

4.2	Einbauwerte	44
4.3	Sonstige Randbedingungen bei der Flächenaufbereitung	46
4.4	Grundwasser	46
4.5	Aufbereitungskonzept	47
4.5.1	Grundsätzliche Vorgehensweise bei der Flächenaufbereitung	47
4.6	Flächenaufbereitung in den Bauabschnitten 1 und 2	49
4.6.1	Fläche 1 am Kuhbach im 1. und 2. Bauabschnitt	49
4.6.2	Flächen nördlich des Kuhbaches im 1. und 2. Bauabschnitt	52
4.6.3	Öffentliche Grünflächen und Straßenbegleitgrün	54
4.6.4	Allgemeines zu Straßen, Wegen, Plätzen	54
4.7	Umgang mit Flächen, in denen die Einbauwerte überschritten werden	55
4.8	Umgang mit Grubengas und sonstigen leichtflüchtigen chemischen Verbindungen	55
5	Bodenmanagementkonzept	57
5.1	Allgemeines	57
5.2	Aushub und interne Bodenumlagerung	58
5.3	Umgang mit kontaminiertem Material	58
5.4	Annahme von externem Material	59
5.4.1	Materialqualität	59
5.4.2	Eingangskontrolle und Einbauüberwachung (Qualitäts- und Gütesicherung)	60
5.5	Zwischenzustand und sonstige Festlegungen	60
5.6	Abnahme der aufbereiteten Flächen	61
5.7	Massenermittlung	61
5.8	Baustelleneinrichtung und -infrastruktur	63
5.9	Transport	63
6	Arbeitsschutz	64
7	Zusammenfassung	65

II Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenstellung der Grundflächen der beiden Bauabschnitte (nach Nutzungen)	16
Tabelle 2: Charakteristische Kennwerte (cal) der Bodenschichten	24
Tabelle 3: Charakteristische mittlere Kennwerte (cal) für Auffüllungen aus Bergematerial	25
Tabelle 4: Erdbautechnische Kennwerte der relevanten Bodenschichten	25
Tabelle 5: Ausgewählte Prüfwerte der BBodSchV /23/ (Tabelle 1.4) für verschiedene Nutzungen in [mg/kg TM]	42
Tabelle 6: Vorsorgewerte der BBodSchV /23/, (Tabelle 4.1*)	43
Tabelle 7: Vorsorgewerte der BBodSchV /23/, (Tabelle 4.2)	43
Tabelle 8: Mindestmächtigkeiten für Bodenüberdeckungen für unterschiedliche Nutzungen (Empfehlungen des Landes NRW /26/)	44
Tabelle 9: Einbauwerte /28/ für internes Material	45
Tabelle 10: Einbauwerte für externes Material – Einbau unterhalb des Vegetationsbodens und unter versiegelten Flächen /28/	46
Tabelle 11: Einbauwerte und -mächtigkeiten für Vegetationsboden /28/	46
Tabelle 12: Bodenaushub auf der Fläche	62
Tabelle 13: Aufteilung der Massen \geq Z 1.2	63

III Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Untersuchungsgebiet, 1:2.000
Anlage 2.1	Detaillageplan, Ergebnisse der chemischen Analysen nach LAGA, Betrachtungshorizont 0,0 – 1,0 m, 1:1.000
Anlage 2.2	Detaillageplan, Ergebnisse der chemischen Analysen nach LAGA, Betrachtungshorizont 1,0 – 4,0 m, 1:1.000
Anlage 2.3	Detaillageplan, Ergebnisse der chemischen Analysen nach BBodSchV, Betrachtungshorizont 0,0 – 1,0 m, 1:1.000
Anlage 2.4	Detaillageplan, Ergebnisse der chemischen Analysen nach BBodSchV, Betrachtungshorizont 1,0 – 4,0 m, 1:1.000

- Anlage 3 Auswertung der chemischen Laboranalysen
 - Anlage 3.1 Sanierungszielwerte im Feststoff
 - Anlage 3.2 Lageplan, Rückbau von vermuteten Altfundamenten im Bereich der neuen Bauwerke, 1:1000
 - Anlage 3.3 Prüfberichte der bodenchemischen Untersuchungen
 - Anlage 3.4 Einstufung nach LAGA (Kopie aus DMT 2008/1/)

- Anlage 4 Schematische Baugrundschnitte, 1:250/100 (2,5-fach überhöht)
 - Anlage 4.1 Schnitt S1-S1
 - Anlage 4.2 Schnitt S2-S2
 - Anlage 4.3 Schnitt S3-S3
 - Anlage 4.4 Schnitt S4-S4
 - Anlage 4.5 Schnitt S5-S5
 - Anlage 4.6 Schnitt S6-S6
 - Anlage 4.7 Schnitt S7-S7

- Anlage 5 Massenschätzung
 - Anlage 5.1 Massenbilanz

ANHANG

- A Ehemalige Schachtanlage Grimberg 3/4 in Bergkamen – ergänzende Grundwasseruntersuchungen, Bericht v. 22.11.2011

IV Verwendete Unterlagen und Literatur

- /1/ Deutsche Montan Technologie GmbH (2008). Ehemalige Schachtanlage Grimberg 3/4 in Bergkamen. Ergänzende Altlastenerkundung und Baugrundvorerkundung sowie Erstellung eines Aufbereitungskonzeptes für eine Teilfläche der ehemaligen Schachtanlage Grimberg 3/4. Gutachten vom 10.03.2008.
- /2/ Deutsche Montan Technologie GmbH (2000, 2001 und 2009). Gutachterliche Stellungnahme zum Schutz der Tagesoberfläche gegen Gefahren durch schädliche Gase im Bereich der verfüllten Schächte Grimberg 3 und 4 in Bergkamen. Gutachterliche Stellungnahmen vom 18.09.2000, 01.10.2001 und 14.12.2009, übermittelt als pdf-Datei.
- /3/ DMT-Gesellschaft für Forschung und Prüfung mbH (1998). Grundwasseruntersuchungen im Rahmen der Gefährdungsabschätzung für den Bereich der ehemaligen Schachtanlage Grimberg 3/4 in Bergkamen. Gutachten vom 30.03.1998, übermittelt als pdf-Datei.
- /4/ Ingenieurbüro Kühnert (2008): Planungsgrundlagen, übermittelt als dxf-Datei.
- /5/ Montan-Grundstücksgesellschaft mbH (2008): Fundamente, übermittelt als dxf-Datei.
- /6/ Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH (2007): Variantenuntersuchung Schachtanlage Grimberg 3/4. Lageplan Variante 2, übermittelt als pdf-Datei.
- /7/ Vermessungsbüro Tiemann und Partner (2007): Lageplan, Bestandsplan, übermittelt als dxf-Datei und pdf-Datei.
- /8/ Ingenieurbüro Kühnert (2006): Waldsiedlung Grimberg, Bergkamen, abwassertechnische Erschließung. Vorentwurf, Erläuterungsbericht, übermittelt als pdf-Datei.
- /9/ Ingenieurbüro Kühnert (2006): Waldsiedlung Grimberg, Bergkamen, Verkehrstechnische Erschließung. Vorentwurf, Erläuterungsbericht, übermittelt als pdf-Datei.
- /10/ Montan-Grundstücksgesellschaft mbH (2006): Waldsiedlung Grimberg, Bergkamen. Entwurf 2005, Variante E. Städtebaulicher Entwurf übermittelt als pdf-Datei.
- /11/ Montan-Grundstücksgesellschaft mbH (2006): Leitungen im Bereich des ehemaligen Bergwerks Grimberg 3/4. Schreiben vom 02.08.2006 inkl. Lageplan, übermittelt als pdf-Datei.
- /12/ Montan-Grundstücksgesellschaft mbH (2006): Waldsiedlung Grimberg, Bergkamen. Restriktionen und Konzept. Entwurf 2005 Variante E. Lageplan, übermittelt als pdf-Datei.

-
- /13/ Montan-Grundstücksgesellschaft mbH (2004): Grimberg 3/4. Kabel und Leitungen. Lageplan, übermittelt als pdf-Datei.
 - /14/ Montan-Grundstücksgesellschaft mbH (2004): Waldsiedlung Grimberg, Bergkamen. Restriktionen. Lageplan, übermittelt als pdf-Datei.
 - /15/ Ruhranalytik (2005): Abbruchmaßnahme Betriebsgebäude und –anlagen der Schachtanlage Grimberg 3/4 – Rückbaukonzept und Schadstofffassung/Untersuchungen zur Bausubstanz – Abschlussgutachten vom Oktober 2005; 19 Seiten.
 - /16/ Stadt Bergkamen (1996): Abschlussbetriebsplan Bergwerk Grimberg 3/4; Untersuchung durch den Kampfmittelräumdienst anlässlich der Entlassung aus der Bergaufsicht, Schreiben vom 18.11.1996, übermittelt als pdf-Datei.
 - /17/ Plan-Zentrum Umwelt (1994): Abschlussbetriebsplan Bergwerk Haus Aden/Monopol, Schachtanlage Grimberg 3/4.
 - /18/ Plan-Zentrum Umwelt (1994): Altstandort-Kataster Grimberg 3/4 Nr. 335.
 - /19/ Plan-Zentrum Umwelt (1995): Probenlose Erstbewertung Grimberg 3/4.
 - /20/ DMT (1997): Gefährdungsabschätzung für das Betriebsgelände der ehemaligen Schachtanlage Grimberg 3/4 in Bergkamen.
 - /21/ Preußische Geologische Landesanstalt (1939): Geologische Karten von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, 1:25.000, Blatt 4311, Lünen, mit Erläuterungen.
 - /22/ Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), 20, (1997, 2003). Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen. Technische Regeln. Stand. 6.11.1997 und Überarbeitung vom 6.11.2003.
 - /23/ BBodSchV - Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12.07.1999, Stand. 23.12.2004.
 - /24/ BBodSchG - Bundes-Bodenschutzgesetz vom 01.03.1999, Stand. 09.12.2004.
 - /25/ LbodSchG – Landesbodenschutzgesetz für das Land Nordrhein-Westfalen vom 09.05.2000, Stand: 30.04.2005
 - /26/ Ministerium für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2005). Berücksichtigung von Flächen mit Bodenbelastungen, insbesondere Altlasten, bei der Bauleitplanung und im Genehmigungsverfahren (Altlastenerlass), 14.03.2005.
 - /27/ Technische Regeln für Gefahrstoffe (1998): TRGS 524- Sanierung und Arbeiten in kontaminierten Bereichen.

-
- /28/ Kreis Unna (2007); Sanierungszielwerte für den Einbau von Material im Rahmen der Flächenaufbereitung für das ehemalige Betriebsgelände Haus Aden 1/2 in Bergkamen, 23.10.2007
 - /29/ KrWG - Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (KrWG), 24.02.2012
 - /30/ Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2003). Vollzugshilfe zur Gefährdungsabschätzung „Boden-Grundwasser“, Hinweise zur Untersuchung und Bewertung von Grundwassergefährdungen durch Altlasten nach Bodenschutzrecht. - Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz, Band 17.
 - /31/ Landesumweltamt NRW (2004). Anforderungen an das Aufbringen von Materialien auf oder in den Boden gemäß § 12 Bundes- Bodenschutz- und Altlastenverordnung, Merkblatt Nr. 44.
 - /32/ Abfallverzeichnisverordnung, Verordnung über das europäische Abfallverzeichnis (AVV), Stand. 15.07.2006.
 - /33/ Verordnung über Verwertungs- und Beseitigungsnachweise (Nachweisverordnung, NachwV), Stand. 20.10.2006.
 - /34/ Verordnung zum Schutz von Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung-GefStoffV) vom 23.12.2004 und 6.03.2007
 - /35/ BG Bau (2006). BGR 128, kontaminierte Bereiche, Februar 2006.
 - /36/ Verordnung über Deponien und Langzeitlager/Deponieverordnung - DepV vom 27.04.2009, Stand: 17.10.2011.
 - /37/ Verordnung zur Umsetzung der Ratsentscheidung vom 19. Dezember 2002 zur Festlegung von Kriterien und Verfahren für die Annahme von Abfällen auf Abfalldeponien, 13.12.2006.
 - /38/ Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2009): Erlass v. 09.12.2008 mit dem LABO-Informationsblatt „Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten – Informationsblatt für den Vollzug“ vom 01.09.2008
 - /39/ Kreis Unna (2012): Protokoll zum Termin vom 16.12.2011

1 Vorgang und Aufgabenstellung

Die RAG Montan Immobilien GmbH beabsichtigt, das Gelände der ehemaligen Schachtanlage Grimberg 3/4 in Bergkamen einer Folgenutzung zuzuführen, die als „Waldsiedlung Grimberg“ bezeichnet wird. Das ca. 6,3 ha große Gelände soll zukünftig als Wohnstandort genutzt werden (siehe Übersichtslageplan Anlage 1). Es ist geplant, das Gelände in einzelne Grundstücke mit freistehenden Einfamilienhäusern sowie Doppel- und Reihenhäusern aufzugliedern.

Mit Schreiben vom 11.03.2008 wurde die TABERG Ingenieure GmbH von der RAG Montan Immobilien GmbH beauftragt, für die ehemalige Schachtanlage Grimberg 3/4 in Bergkamen ein Aufbereitungskonzept/Sanierungsplan zu erstellen.

Im Einzelnen sind folgende Leistungen zu erbringen:

- Gefährdungsabschätzung mit zusammenfassender Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse im Hinblick auf den Ist-Zustand der Fläche sowie Empfehlungen für Sicherungs- und Sanierungsmaßnahmen für eine Wiederherrichtung der Fläche mit Wohnnutzung.
- Zusammenfassende Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse einer Baugrunduntersuchung im Hinblick auf den Ist-Zustand der Fläche sowie zur Wiederherrichtung der Fläche für eine Wohnbebauung.
- Baureifmachungskonzept.
- Erstellung eines Bodenmanagementkonzeptes.
- Sanierungsplan.

Im vorliegenden Gutachten sind die im Rahmen der Bearbeitung insgesamt erzielten Ergebnisse zusammengefasst. Zwischenergebnisse der Bearbeitung wurden dem Auftraggeber bis November 2008 regelmäßig vorgestellt und mit den sonstigen Projektbeteiligten vordiskutiert. Der Entwurf zum Sanierungsplan wurde mit Datum vom 17.04.2009 bei der Genehmigungsbehörde eingereicht. Mit Datum vom 04.10.2010 wurde der Entwurf diskutiert und ist in das hier vorliegende Gutachten eingearbeitet worden, so dass hiermit ein Sanierungsplan vorgelegt werden kann.

2 Ausgangssituation

2.1 Untersuchungsgebiet

Das ca. 6,3 ha große Gelände der ehemaligen Zeche Grimberg 3/4 liegt in Bergkamen im Stadtteil Weddinghofen (vgl. Abbildung 1) und wird im Osten durch den Kleiweg und die derzeitige verkehrliche Haupteinfahrt über die Schulstraße begrenzt. An der Nordseite grenzt die Projektfläche an die Gebäude des Berufskollegs der RAG, während an der Südseite der natürliche Vorfluter Kuhbach in Richtung Westen fließt. An der Westseite sind eine bewaldete Freifläche (ehemalige Haldenfläche) sowie in größerer Entfernung der Heidewassergraben-Sammler (Abwasser) vorhanden. Zwischen der zentralen Projektfläche (ehemalige Schachtanlage) und der nordöstlichen Teilfläche am Kleiweg befindet sich ebenfalls noch eine kleine Waldfläche, hinter der nach Osten die Wohnsiedlung "Unter den Tilgen" anschließt. Nach Norden hin schließt ebenfalls dann noch eine größere Waldfläche an ("Lüttke Holz").

Die mittlere Geländehöhe des Untersuchungsgebietes liegt bei ca. +59 m NN /1/. Im Nordosten liegt das Gelände etwas tiefer (+57 m NN bis +58 m NN) und im Westen werden Höhen von rund +60 m NN erreicht.

Trinkwasserschutzgebiete sind in unmittelbarer Nähe des Geländes nicht ausgewiesen.

Die derzeitige Planung sieht vor, das Untersuchungsgebiet in insgesamt zwei Bauabschnitten (BA 1 und BA 2) zu entwickeln. Hierzu siehe auch Anlage 1 sowie Kapitel 2.3.

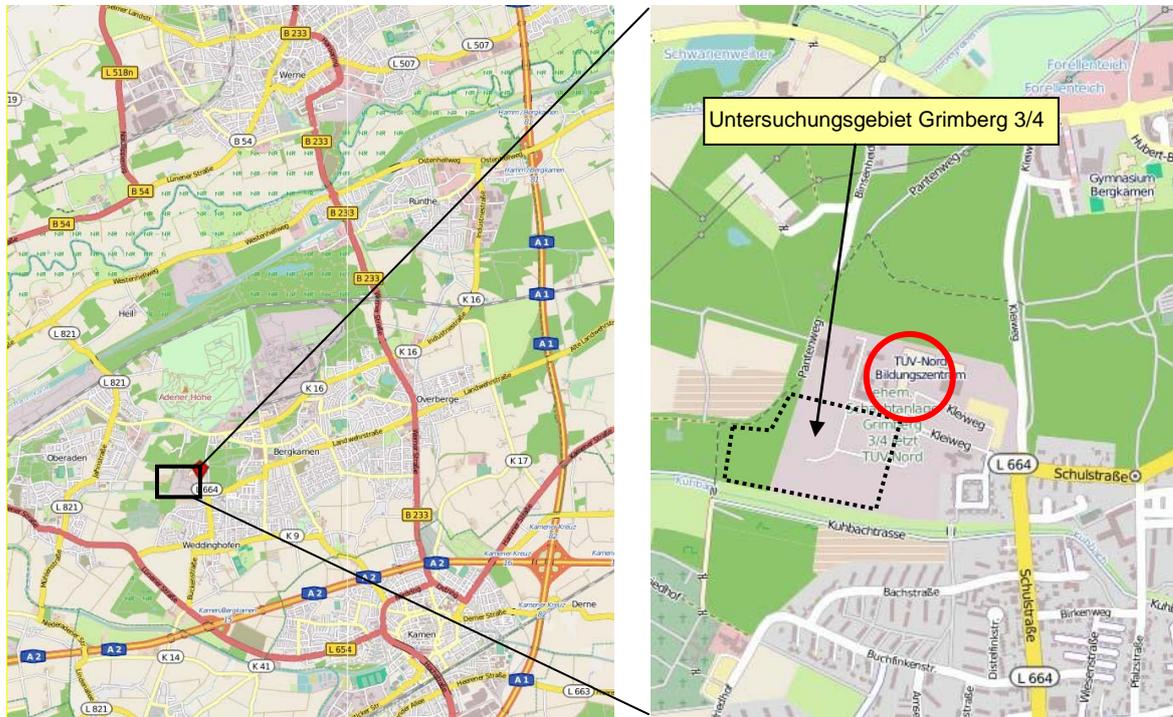


Abbildung 1: Lage des Untersuchungsgebietes (Quelle: OpenStreetMap 2016)

2.2 Standortkennzeichnung

2.2.1 Industriegeschichte

Die Zeche Monopol Schacht Grimberg 3/4 bildete gemeinsam mit der Zeche Monopol Schacht Grimberg 1/2 die Zeche Haus Aden, die 1993 in das Verbundbergwerk Haus Aden/Monopol aufging. Im Jahr 1998 wurde das Verbundbergwerk mit der Zeche Heinrich Robert zum mittlerweile stillgelegten Bergwerk Ost zusammengeführt. Im Jahr 1994 wurde die Steinkohleförderung auf der Schachtanlage Grimberg 3/4 eingestellt, die beiden Schächte verfüllt (1995) und die Tagesanlagen rückgebaut (2003).

Auf dem Gelände befanden sich Einrichtungen der Schachtanlage und der Kohlenaufbereitung sowie der Energieversorgung, Werkstätten, Sozial- und Verwaltungsgebäude und Ausbildungsstätten. Diese Gebäude und Anlagen wurden weitestgehend zurückgebaut. Lediglich nördlich der beiden geplanten Bauabschnitte (siehe Kapitel 2.3) werden einige Gebäude heute noch als Ausbildungsstätten der RAG Bildung Berufskolleg GmbH genutzt.

Eine detaillierte Beschreibung der Nutzungsgeschichte des Geländes kann den Ausführungen der Plan-Zentrum Umwelt GmbH von 1994 bis 1995 (Abschlussbetriebsplan Bergwerk Haus Aden/Monopol, Altstandort-Kataster Grimberg 3/4, Probenlose Erstbewertung Grimberg 3/4) entnommen werden /17 - 19/. Die Originalberichte liegen der TABERG Ingenieure GmbH nicht vor.

2.2.2 Bergbauschächte Grimberg 3 und 4

Im zentralen Projektgebiet befindet sich der Bergbauschacht Grimberg 4. Der Schacht Grimberg 3 liegt außerhalb der eigentlichen Untersuchungsfläche (vgl. Anlage 1). Im Jahre 1923 wurde mit dem Abteufen des Schachtes Grimberg 3 begonnen. Die flözführenden Schichten des Oberkarbons wurden 1925 in einer Tiefe von 411 m erreicht. Der Schacht wurde bis zum Jahr 1927 weiter abgeteuft und bis in 977 m Tiefe ausgebaut. Schacht Grimberg 4 wurde ab 1934 abgeteuft und 1936 in Betrieb genommen. Die Schächte Grimberg 3 und 4 wurden 1994 und 1995 standsicher verfüllt.

Weiterhin werden die aus den beiden Schächten austretenden Grubengase getrennt gefasst und über eine Entgasungseinrichtung explosionsgeschützt an die Atmosphäre abgegeben (insgesamt 2 Protegohauben /2/).

Im Umfeld der beiden Bergbauschächte sind geogene Methanausgasungen nachgewiesen (siehe Kapitel 2.5.3)

2.2.3 Rückbau der Tagesanlagen

Die Tagesanlagen wurden im Jahr 2003 abgebrochen /15/. Der dabei angefallene Bauschutt wurde gebrochen und die Keller mit diesem Material (Qualität überwiegend wie RC 1) wieder verfüllt.

Eine bauwerksbezogene Dokumentation der bei der Umsetzung des Abschlussbetriebsplanes wieder verfüllten Kellerbereiche liegt nicht vor, so dass diesbezügliche weitergehende Angaben zur Identifikation von Bauwerks- und Fundamentresten nicht zur Verfügung stehen.

2.2.4 Querende Leitungen

Im Bereich des Untersuchungsgebiets befinden sich zahlreiche Entwässerungs-, Fernheiz-, Produkten- und Kommunikationsleitungen /11/, die nachfolgend kurz aufgeführt werden. Da-

bei verlaufen im westlichen Teil des Grundstücks in Nord-Süd-Richtung drei Entwässerungsleitungen, die in den Kuhbach münden.

- Eine der drei in den Kuhbach mündenden Leitungen (E 527) dient als Verbindungssammler und ist als Druckleitung (DN 2200) ausgeführt. Sie befindet sich im Besitz des Lippeverbandes Essen und soll weiterhin genutzt werden /11, 8/.
- Die beiden anderen Leitungen (DN 2200, DN 300) befinden sich im Eigentum der RAG Montan Immobilien GmbH und sollen laut Planung stillgelegt werden, sofern sie noch nicht stillgelegt sind /8/.
- Weitere Entwässerungsleitungen (E 626, DN 300, EI 800/1200) der RAG Montan Immobilien GmbH verlaufen von den Ausbildungsstätten der RAG Bildung Berufskolleg GmbH im Norden in südliche Richtung und biegen nach ca. 75 m nach Südosten ab. Sie leiten im Bereich der Neubausiedlung „Unter den Tilgen“ ebenfalls in den Kuhbach ein. Diese Leitungen sollen bei der Aufbereitung der Fläche stillgelegt werden /8/.
- Die Fernheizleitung (FH 502) verläuft vom ehemaligen Kesselhaus Grimberg 3/4 bis zur Buchfinkenstraße und ist laut RAG Montan Immobilien GmbH /11/ außer Betrieb. Die Leitung verläuft zunächst über Flur und im weiteren Verlauf unter Flur. Im weiteren Verlauf ist sie im Besitz der VEBA-Wohnungsbau /11/.
- Die ehemalige Grubengasleitung G500 (DN 300) des Bergwerks Haus Aden verläuft im südlichen Bereich des Untersuchungsgebiets parallel zum Kuhbach bis zum ehemaligen Kesselhaus. Die Leitung ist außer Betrieb /11/.
- In der gleichen Trasse wie die Grubengasleitung G500 vom Bergwerk Haus Aden verlaufen ein Begleitkabel (Fernmeldekabel) und eine Rohbenzolleitung (S10, DN 50). Die Rohbenzolleitung ist außer Betrieb und befindet sich im Besitz der Harpen AG /11/.
- Des Weiteren befindet sich zwischen den ehemaligen Schächten Grimberg 3 und Grimberg 4 eine über Flur verlegte Grubengasleitung.
- Zu Grubenwasserleitungen im Bereich der Untersuchungsfläche liegen keine detaillierten Informationen vor. Planauszüge sind im DSK-Leitungsbestand vorhanden und zeigen eine Grubenwassereinleitung bei km 2,5 in den Kuhbach.
- Über Fernmeldeleitungen auf der Untersuchungsfläche liegen der TABERG Ingenieure GmbH keine Informationen vor.

2.2.5 Kampfmittel

Im Zuge des Abschlussbetriebsplans Bergwerk Grimberg 3/4 wurde die Stadt Bergkamen um eine Überprüfung des Geländes auf vorhandene Kampfmittel (Bombenabwürfe und Munitionsreste aus dem 2. Weltkrieg) gebeten. Es wurde eine erweiterte Luftbildauswertung durch den Kampfmittelräumdienst vorgenommen, welche keine neuen Erkenntnisse hinsichtlich vorhandener Kampfmittel ergab.

Das gesamte Gelände wurde komplett nach vermutlichen Einschlagstellen abgesucht /16/. Somit kann davon ausgegangen werden, dass die Fläche als kampfmittelfrei anzusehen ist.

Vor Maßnahmenbeginn sind die baulichen Tätigkeiten der Ordnungsbehörde vorzustellen und eine Freigabe einzuholen bzw. entsprechende Maßnahmen abzustimmen.

2.3 Bauplanung

2.3.1 Art der Bebauung

Für das Gelände der ehemaligen Schachtanlage Grimberg 3/4 ist eine Wohnbebauung geplant, die in der Anlage 1 hinsichtlich der Anordnung der Baukörper näher dargestellt ist. Gemäß vorliegender Planung /4, 8/ handelt es sich bei den geplanten, gründungsrelevanten Bauten um Wohnhäuser (freistehende Häuser, Doppelhaushälften). Eine Unterkellerung der Bauwerke in größerem Umfang ist nicht vorgesehen.

2.3.2 Einteilung in Bauabschnitte

Es ist geplant, das Gelände in insgesamt zwei Bauabschnitten BA 1 und BA 2 in chronologischer Reihenfolge zu entwickeln, die nachfolgend kurz vorgestellt werden:

Bauabschnitt BA 1:

Der Bauabschnitt BA 1 wird im Norden von der Schulstraße mit der geplanten Verlängerung der Erschließungsstraße und im Süden vom Kuhbach begrenzt. Im Osten grenzt der 1. BA an die Waldfläche „Unter den Tilgen“. Die westliche Grenze des 1. BA verläuft ca. 30 m westlich der beiden Bergbauschächte (vgl. Anlage 1). Der 1. BA ist insgesamt ca. 4,3 ha groß.

Bauabschnitt BA 2:

Der ca. 2 ha große BA 2 umfasst im Wesentlichen die restliche ehemalige Betriebsfläche westlich der beiden Bergbauschächte (vgl. Anlage 1).

Die Zusammenstellung in nachfolgender Tabelle 1 gibt eine Übersicht zu den beiden Bauabschnitten gemäß geplanter Folgenutzung und Rahmenplanung.

Tabelle 1: Zusammenstellung der Grundflächen der beiden Bauabschnitte (nach Nutzungen)

Art der Nutzung	BA 1 [m²]	BA 2 [m²]	Summe [m²]
Wohnen	13.900	7.100	21.000
Private Grünflächen / Garten	20.800	10.600	31.400
Öffentliches Grün	2.600	-	2.600
Straßen, Wege, Plätze, Kanaltrasse	5.600	2.400	8.000
Summe [m²]	42.900	20.100	63.000

Quelle: aus vorhandenen Lageplänen des Planers /4/. Da die Aufbereitung der Grünfläche um den Schacht IV bereits im Zuge der Ausführung 1. BA erfolgt, wurde sie auch flächenmäßig zum 1. BA gestellt (vgl. Kap. 4.7.2).

2.3.3 Entwässerungsplanung

Die Entwässerungsplanung für das Projektgebiet /8/ sieht folgende Aufteilung in Bezug auf die beiden Bauabschnitte vor.

- Der westliche Wohnbereich (Bauabschnitte BA 1 und BA 2) soll im Trennsystem entwässert werden. Die hierzu neu zu verlegenden Entwässerungskanäle werden im Wesentlichen straßenparallel in rund 2 m bis 3 m Tiefe erstellt. Der neue Mischwasserkanal (DN 300 bis DN 500) wird an den bestehenden Heidewassergraben-Sammler (im Westen der Fläche) angeschlossen und das Wasser aus dem neuen Regenwasserkanal (DN 300 bis DN 800) wird in den Kuhbach abgeschlagen.

2.3.4 Höhenplanung

Als Ergebnis zahlreicher Abstimmungen und Varianten zwischen den Projektbeteiligten wurde festgelegt, im Regelfall die vorhandenen Geländehöhen als zukünftigen Gründungshorizont anzunehmen. Hieraus ergibt sich, dass zur Sicherstellung der Frostfreiheit der Bauwerksgründung eine Anhöhung des Geländes um rund 1,0 m vorgenommen werden muss. Im südlichen Randbereich zum Kuhbach wird nur eine 0,5 m hohe Anhebung vorgenommen.

2.4 Geologie und Hydrogeologie

Die allgemeinen Untergrundverhältnisse im Untersuchungsgebiet lassen sich anhand der vorliegenden allgemeinen geologischen Grundlagendaten /21/ sowie anhand der vorliegenden Baugrunduntersuchung /1/ ableiten und werden nachfolgend erläutert.

2.4.1 Regionalgeologische Übersicht

Die ehemalige Zeche Grimberg 3/4 liegt regionalgeologisch im Münsterländer Kreidebecken. Hier überlagern die etwa 400 m mächtigen oberkretazischen Schichten diskordant die im tieferen Untergrund anstehenden flözführenden Schichten des Oberkarbons.

Die jüngsten kretazischen Schichteinheiten umfassen den sogenannten Emschermergel, einen schluffigen, graublauen bis hellgrauen Mergel, der teilweise auch sandig ausgebildet sein kann. Am Kopf des Emschermergels wird ein toniger Verwitterungshorizont angetroffen, der Lockergesteinseigenschaften und eine Mächtigkeit von ca. 1,0 m aufweist /21/.

Das Quartär besteht an der Basis aus Sedimenten der Lippe-Niederterrasse. Diese setzen sich aus schluffigen Feinsanden mit geringen Anteilen an Mittelsand, bereichsweise auch aus kiesigen Anteilen zusammen /21/. In Teilbereichen kann der Emschermergel auch von einer dünnen Decke aus Flugdecksand (fein- bis mittelkörniger Sand, z. T. verlehmt) überlagert werden. Im südlichen Bereich des Untersuchungsgebietes können weiterhin Auenablagerungen des Kuhbachs in Form von humosen, lehmigen Sanden /21/ angetroffen werden. Die Mächtigkeit der quartären Sedimente im Untersuchungsgebiet liegt im Dezimeter-, maximal im Meterbereich.

Das gesamte Untersuchungsgebiet wird von anthropogenen Anschüttungen überdeckt. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um ein Gemisch aus Bergematerial, Asche, Schlacke, Schot-

ter, Steine, Kies, Sand, Beton- und Ziegelreste sowie organischen Bestandteile. Die maximale Mächtigkeit der Anschüttungen beläuft sich auf ca. 4,5 m (vgl. /1/).

2.4.2 Schichtenaufbau anhand vorhandener Aufschlüsse

Der Untergrund der ehemaligen Schachtanlage Grimberg 3/4 wurde in mehreren Untersuchungskampagnen /1/ bis /3/ mittels Rammkernsondierungen, Schürfen und Bohrungen, die teilweise zu Grundwassermessstellen ausgebaut wurden, erkundet.

Die zuletzt ausgeführten 96 Rammkernsondierungen und 5 Schürfe /1/ zeigen Auffüllungsmächtigkeiten bis maximal 4,5 m mit Ausnahme einiger Sondierungen im Westen, die in einer Tiefe von 4,7 m an Hindernissen abgebrochen werden mussten.

Das angeschüttete Material setzt sich im Wesentlichen aus mineralischem Boden (Sand, Kies) vermischt mit Bergematerial (teilweise mit Kohlegrus), Aschen, Schlacken, Schotter, Flotationsschlamm, Ziegel- und Betonresten zusammen. Das Material ist überwiegend locker, in Teilbereichen auch mitteldicht bis dicht gelagert /1/.

Der natürlich anstehende Boden setzt mit den Niederterrassensedimenten der Lippe ein. Die schluffigen Feinsande weisen teilweise kiesige und sandige Anteile auf. Die Sande weisen eine lockere bis mitteldichte Lagerung auf. Am Kuhbach werden Auensedimente, tonig-schluffige Ablagerungen teilweise mit stark organischen Anteilen, angetroffen /1/. Die organischen Ablagerungen sind von weicher bis steifer Konsistenz.

Ab ca. 4 bis 5 m Tiefe wird der Verwitterungshorizont des Emschermergels erbohrt. Der Mergel wird als schluffiger Ton mit fein- bis mittelsandigen Anteilen angesprochen.

Organoleptische, speziell olfaktorische, Auffälligkeiten wurden nicht beschrieben bzw. traten nicht auf /1/ bis /3/.

2.4.3 Hydrogeologie

Im Untersuchungsgebiet lassen sich vermutlich zwei grundwasserführende Horizonte unterscheiden. Die quartären Sande und die Auffüllungen bilden einen Porengrundwasserleiter, der jedoch nicht zusammenhängend ausgebildet ist. Die quartären Sedimente weisen z. T. Stau-nässezonen auf. Der Emschermergel fungiert als Kluftgrundwasserleiter /3/.

Aufgrund der geringmächtigen und nicht flächenhaften Verbreitung der quartären Schichten wurde im Untersuchungsgebiet keine Grundwassermessstelle in diesem Stockwerk errichtet. Im Rahmen einer Grundwasseruntersuchung für das Untersuchungsgebiet /3/ wurden vier Grundwassermessstellen in der Kreide errichtet und im Oktober 1997 eingemessen. Der Grundwasserspiegel zeigt dabei ein Gefälle von Nordosten (GWM T3, 54,03 m NN) nach Südwesten (GWM T1, 49,91 m NN) auf den Kuhbach zu. Das Grundwasser wurde zwischen 4,86 m und 10,50 m unter GOK angetroffen.

2.5 Vorliegender Kenntnisstand

2.5.1 Bodenchemische Beschaffenheit der Auffüllung

Für das Untersuchungsgebiet liegen bereits diverse Gutachten /1 - 3/ vor, wobei die Untersuchungen über das hier betrachtete Gebiet hinaus reichten. So kann zum Beispiel auf die Ergebnisse von 96 Rammkernsondierungen aus der ergänzenden Altlastenuntersuchung /1/ zurückgegriffen werden.

Im Zuge dieser ergänzenden Altlastenuntersuchung wurde die Fläche mit einem Aufschlussraster versehen, das neun Teilflächen gemäß der bekannten Vornutzung und geplanten Neunutzung berücksichtigte /1/. Aus den entnommenen Bodenproben wurden 113 Misch- und Einzelproben zusammengestellt und entsprechend den Erkenntnissen aus der Gefährdungsabschätzung von 1997 /20/ analysiert. Bei spezifischem Verdacht wurde der Analysenumfang dahingehend erweitert. Die Bewertung der Ergebnisse erfolgte auf der Grundlage der Bundesbodenschutzverordnung /23/ im Hinblick auf die Gefährdungspotentiale sowie auf die Anforderungen bei Beendigung der Bergaufsicht und einer Herrichtung für eine Folgenutzung. Für die Parameter Σ PAK, EOX und Kohlenwasserstoffe wurden die Zuordnungswerte Z 2 nach LAGA Bauschutt /22/ herangezogen.

Zudem wurden 8 Rammkernsondierungen zu Bodenluftmessstellen ausgebaut und auf leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe und auf leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe untersucht /1/. Die Konzentrationen unterschreiten alle die jeweilige Bestimmungsgrenze.

Auffällige Konzentrationen wurden in der ergänzenden Altlastenuntersuchung /1/ hauptsächlich für die Polycyclen mit einem Maximalgehalt von 106 mg/kg PAK nach US-EPA (MP 13 AI, 0 – 1 m, vgl. Anlage 2.1) ermittelt. Des Weiteren wurden auffällige Konzentrationen an BTEX (max. 7,49 mg/kg in MP 57/58 AI, 0,5 – 1m) und Kohlenwasserstoffe (max. 1.300 mg/kg in MP 38/39AI, 1 – 1,8 m) sowie PCB (20,6 mg/kg in EP 55AI, 0 – 0,5 m) gemessen. In Bezug auf die gemessenen Schwermetalle ist der Kupfergehalt in der Probe EP 27AI (0 – 0,5 m) mit 900 mg/kg auffällig.

Bei den Eluatuntersuchungen wurden hauptsächlich erhöhte Sulfatkonzentrationen bis maximal 600 mg/l beobachtet /1/.

2.5.2 Hydrochemische Beschaffenheit des Grundwassers

Zur Bewertung des Gefährdungspfades Boden-Grundwasser wurde ein Grundwassermonitoring /3/ durchgeführt. Hierzu wurden 4 Grundwassermessstellen im kretazischen Klufftgrundwasserleiter eingerichtet. In den quartären Sedimenten wurde kein Grundwasser angetroffen. Die Messstellen wurden im Oktober 1997 beprobt und auf die Parameter nach der LOBA-Rundverfügung für Tagesanlagen analysiert (1994).

Die Grundwasserproben der kretazischen Messstellen ergaben eine Überschreitung des Maßnahmenschwellenwertes für Sulfat (GWM T2: 506 mg/l und GWM T3: 414 mg/l) und für Chlorid (GWM T1: 409 mg/l). Alle übrigen Messwerte sind unauffällig (vgl. /3/). Weitere Beprobungskampagnen wurden nicht durchgeführt.

2.5.3 Methanausgasung

Zur Methanausgasungsproblematik im Umfeld der beiden Bergbauschächte liegen gesonderte Untersuchungen vor /2/. An den Entgasungseinrichtungen wurden im Juli 2000 Methankonzentrationen von 9,0 Vol% (Schacht Grimberg 3) bzw. 28,8 Vol% (Schacht Grimberg 4) gemessen. In der Umgebung der Schachtköpfe wurden an der Tagesoberfläche bis zu 86 ppm festgestellt /2/.

Im Rahmen der Methangasuntersuchungen wurden an den Schachtstandorten ebenfalls CO₂-Messungen durchgeführt. Während am Schacht Grimberg 3 kein Kohlendioxid gemessen werden konnte, lag die Konzentration am Schacht Grimberg 4 bei 8,2 Vol%.

2.6 Baugrundverhältnisse

2.6.1 Allgemeiner Schichtenaufbau anhand vorhandener Aufschlüsse

Der Untergrund der ehemaligen Schachtanlage Grimberg 3/4 wurde in mehreren Untersuchungskampagnen /1/ bis /3/ mittels Rammkern- und Rammsondierungen, Schürfen und Bohrungen, die zu Grundwassermessstellen ausgebaut wurden, erkundet.

Zuletzt /1/ wurden 96 Rammkernsondierungen, 60 Rammsondierungen (DPH) und 8 Schürfe ausgeführt. Hierbei wurden die Rammsondierungen bis in Teufen von 6 m bis 7 m und die Rammkernsondierungen überwiegend bis in 3 m bis 5 m Teufe geführt.

Im Hinblick auf die notwendige Entwicklung eines überschaubaren Baugrundmodells für die geotechnische Bewertung der Standortsituation bietet sich bei Berücksichtigung der Altaufschlüsse eine Unterteilung in vier bautechnisch relevante Bodenschichten an:

Auffüllung

Am Standort zeigten sich in /1/ Auffüllungsmächtigkeiten bis zu 4,5 m mit Ausnahme einiger Sondierungen im Westen, die in einer Tiefe von 4,7 m hindernisbedingt abgebrochen werden mussten. Das angeschüttete Material setzt sich im Wesentlichen aus mineralischem Boden (Sand, Kies) vermischt mit Bergematerial (teilweise mit Kohlegrus), Aschen, Schlacken, Schotter, Flotationsschlamm, Ziegel- und Betonresten zusammen. Die Auffüllung ist überwiegend locker, lokal auch mitteldicht bis dicht gelagert /1/.

Nicht-bindiges bzw. schwach bindiges Quartär (Lippeterrasse)

Der natürlich anstehende Boden setzt mit den leicht bindigen Niederterrassensedimenten der Lippe ein. Die schluffigen Sande (Mittelsande, Feinkorngehalt < 10 %) weisen teilweise kiesige Anteile auf und sind locker bis mitteldicht gelagert.

Bindiges Quartär (Auensedimente Kuhbach)

Vornehmlich im südlichen Projektgebiet am Kuhbach werden zusätzlich Auensedimente als tonig-schluffige Ablagerungen - lokal teilweise mit stark organischen Anteilen - angetroffen /1/. Diese Ablagerungen (Schlammkornanteil zumeist 60 bis 80 %) sind von weicher bis zumeist steifer Konsistenz

Die Sondierungen zeigen keinen Hinweis auf einen zusammenhängenden Grundwasserhorizont im Quartär. Vielmehr wurde nahezu im gesamten Untersuchungsgebiet zwischen der Oberfläche und ca. 5 m Tiefe in den quartären Sedimenten Schichtenwasser angetroffen.

Kreideablagerungen (Festgestein und Verwitterungszone)

Ab ca. 4 bis 5 m Tiefe wurde der tonige Verwitterungshorizont des Emschermergels erbohrt. Der anschließende Mergel wird als schluffiger Ton mit fein- bis mittelsandigen Anteilen angesprochen, der mit der Tiefe in eine halbfeste Konsistenz übergeht.

Organoleptische Auffälligkeiten der aufgeführten Schichten wurden in den bisherigen Untersuchungen nicht angetroffen /1/ bis /3/.

2.6.2 Baugrundaufbau in den beiden Bauabschnitten

2.6.2.1 Schichtenaufbau im 1. BA

Im 1. BA (umfasst die Teilflächen 3 bis 7 gemäß /1/) befinden sich ehemalige Betriebsgebäude mit Grubenlüfter, Kompressoren sowie unterirdische Mannschaftsgänge und Wetterkanäle. Der außerhalb des 1. BA liegende, verfüllte Schacht 4 liegt in einem Übergangsbereich, der zusammen mit dem 1. BA aufbereitet werden soll.

Auffüllungen wurden hier bis in Tiefen von 4,5 m angetroffen. Es handelt sich dabei um heterogen zusammengesetzte, umgelagerte Böden mit Fremd Beimengungen (Waschberge, teilweise mit Kohleresten, Ziegel-, Betonresten und Flotationsschlämme). Hier stehen im Untergrund mit hoher Wahrscheinlichkeit noch Fundamentreste der ehemaligen Bebauung an.

Der natürliche Boden setzt mit den sandig-schluffigen Auensedimenten bzw. den sandigen Niederterrassensedimenten ein. Ab einer Tiefe von ca. 3,5 m bis 6,0 m wird der oberkretazische Emschermergel angetroffen /1/.

Lokal wurden in den Auensedimenten auch relevante organische Einlagerungen nachgewiesen (RKS 34 im Süden des 1. BA am Kuhbach).

Schichtenwasser wurde im 1. BA - wenn überhaupt - in größeren Tiefen von über 3 m angetroffen (siehe /1/). Lediglich in der Nähe zum Kuhbach wurde auch oberflächennahes Schichtenwasser aufgeschlossen (z. B. RKS 34: 3,0 – 4,5 m u. GOK).

2.6.2.2 Schichtenaufbau im 2. BA

Im Nordwesten des 2. BA (umfasst die Teilflächen 1 und 2 gemäß /1/) befanden sich die Aufbereitungs- und Verladeeinrichtungen der ehemaligen Schachtanlage (vgl. Anlage 2.1). Südlich davon ist zudem mit Resten des ehemaligen Sprengstoffbunkers zu rechnen. Westlich befanden sich eine Kohlentrocknungsanlage sowie der Eindicker /5/. Weitere unbewertete Anlagen und Gebäude wurden auf der Fläche lokalisiert /5/, es können jedoch keine Aussa-

gen zur jeweiligen Fundamentart gemacht werden. Mit Fundamentresten der Altbebauung ist im Untergrund zu rechnen.

Anthropogene Auffüllungen werden im 2. BA in Mächtigkeiten zwischen 2,8 m und > 4,7 m angetroffen. Sie setzen sich aus umgelagerten Böden (Sand, Kies, Schluff, Mergel) und Fremdbeimengungen aus Waschberge, Kohle-, Ziegel- und Betonresten sowie Flotations-schlämmen zusammen.

Die quartären Ablagerungen werden von einer Wechselfolge sandiger und toniger Sedimente gebildet, die bis in eine Tiefe von ca. 5,8 bis 6,0 m reicht. Darunter wurde der oberkretazische Emschermergel bis zur Endteufe erbohrt /1/. In den ausgeführten Rammkernsondierungen wurde lediglich in der RKS 34 im Übergang zum 1. BA Stauwasser in einer Tiefe von 3,0 bis 4,5 m angetroffen.

2.6.3 Geotechnische Kennzeichnung

Geotechnisch klassifizierende Beschreibungen der anstehenden Böden lassen sich aus den Aufschlüssen der Untersuchungen gemäß /1/ entnehmen. Hier wurden an insgesamt 22 Proben (Auensedimente, Niederterrasse sowie untergeordnet auch Auffüllungen) zusätzlich klassifizierende bodenmechanische und -physikalische Untersuchungen (Kornverteilungen, Plastizitätsgrenzen, Glühverluste, Wassergehalte) ausgeführt. Anhand dieser Untersuchungen kann die geotechnische Kennzeichnung der relevanten Schichtenglieder für die Zwecke dieser Bearbeitung mit hinreichender Genauigkeit vorgenommen werden.

Ausgehend von diesen Ergebnissen lassen sich die Bodenkennwerte der in den bautechnisch relevanten Untergrundbereichen angetroffenen Schichten angeben, die an allgemeine Angaben z. B. aus DIN 1055 bzw. Grundbau-Taschenbuch und EAU bzw. eigenen regionalen Erfahrungen angepasst wurden. Die Bodenkennwerte der natürlich anstehenden Bodenschichten sind als Rechenwerte (cal-Werte) in der nachfolgenden Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2: Charakteristische Kennwerte (cal) der Bodenschichten

Kennwert	Auffüllungen*	Quartär		Kreide	
		Lippterrasse	Auenlehm	Verwitterungskopf	Emscher-Mergel
Wichte $\gamma / \gamma' \text{ [kN/m}^3\text{]}$	18 bis 21 10 bis 11	19 / 11	20 / 12	21 / 11	22 / 11
Reibungswinkel $\varphi' \text{ [}^\circ\text{]}$	30 bis 32,5**	30 bis 32,5	22,5 bis 25	25 bis 27,5	45
Kohäsion $c' \text{ [kN/m}^2\text{]}$	0	0 bis 5	5 bis 10	5 bis 10	> 50
undrÄnirierte Kohäsion $c_u \text{ [kN/m}^2\text{]}$	0	0 bis 10	10 bis 20	10 bis 20	> 100
Steifemodul $E_s \text{ [MN/m}^2\text{]}$	5 bis 15	15 bis 20	10 bis 15	25 bis 30	> 100
Durchlässigkeit $k \text{ [m/s]}$	10^{-4} bis 10^{-6}	10^{-6} bis 10^{-7}	10^{-7} bis 10^{-9}	10^{-7} bis 10^{-9}	10^{-6***} bis 10^{-9}

*) Orientierungswerte. Kann tatsächlich in Abhängigkeit der Zusammensetzung stark schwanken.

***) Ersatzreibungswinkel

***) mittlere Durchlässigkeit bei Kluffgrundwasserleiter

Für die anstehenden Auffüllungen aus Bergematerialien kann aufgrund der diesbezüglich typischen geotechnischen Eigenschaften auch ein eigener Kennwertansatz erfolgen. So kann auf Grundlage der vorhandenen Erfahrungen mit den im Ruhrbergbau anfallenden Bergematerialien davon ausgegangen werden, dass die Scherfestigkeit der Bergematerialien insbesondere vom Verdichtungsgrad abhängt. Je nach Verdichtungsgrad kann der Reibungswinkel φ' zwischen 30° und 40° und die Kohäsion c' zwischen ca. 5 kPa und mehr als 30 kPa betragen. Dabei ist zu beachten, dass es sich bei der Kohäsion im Wesentlichen um eine Form der Gefügestärke (Verzahnung der Partikel untereinander) handelt, nicht aber um eine Kohäsion im eigentlichen bodenmechanischen Sinne, die auf der Bindung zwischen Tonmineralen beruht. Durch Quellen von Tonmineralien in den Bergen kann die Lagerungsdichte reduziert werden und die Scherfestigkeit abnehmen. Die charakteristischen Kennwerte der anzutreffenden Auffüllungen aus Bergematerial sind in Tabelle 3 in Abhängigkeit der unterschiedlichen Verdichtungsklassen zusammengestellt.

Tabelle 3: Charakteristische mittlere Kennwerte (cal) für Auffüllungen aus Bergematerial

Kennwert	Auffüllungen aus Bergematerial		
	mitteldicht mindestens steif	locker bis mitteldicht weich bis steif	locker weich
Wichte γ [kN/m ³]	20	19	18
Wichte unter Auftrieb γ'	10	9	8
Reibungswinkel ϕ' [°]	35	30	27,5
Kohäsion c' [kPa]	5 bis 10	2,5 bis 7,5	0
undrän. Kohäsion c_u [kPa]	10 bis 20	5 bis 15	2,5 bis 7,5

Die erdbautechnischen Kennwerte der anstehenden Bodenschichten ergeben sich aus der Klassifizierung nach DIN 18196 sowie DIN 18300 und sind in der Tabelle 4 für die relevanten Böden der Baumaßnahme zusammengefasst. Die dort ebenfalls aufgeführten technologischen Eigenschaften des anstehenden Baugrundes ergeben sich auf Basis der o. g. Kennwerte.

Tabelle 4: Erdbautechnische Kennwerte der relevanten Bodenschichten

Kennwert	Auffüllungen	Quartär		Kreide	
		Lippe- terrasse	Auenlehm	Verwitte- rungskopf	Emscher- Mergel
Boden- bzw. Felsart (DIN 4022)	A	S,u	U,s, T,u,	T,u	Mst
Bodengruppe (DIN 18196)	GW, GI, GU, SU, TL	SU, SU*	TM / TA	TM / TA	
Bodenklasse (DIN 18300)	3 bis 5	3 bis 4	4 bis 5	3, 4 bis 5	6 bis 7
<i>Bautechnische Eigenschaften:</i> - Verdichtungsfähigkeit - Erosionsempfindlichkeit - Frostepfindlichkeit	mittel gering mittel	hoch mittel mittel	mittel gering hoch	mittel gering hoch	mittel gering hoch
<i>Bautechnische Eignung als:</i> - Baustoff für Baustraßen - Baustoff für Straßendämme - Baugrund für Gründungen	o bis + - bis o o bis -	o o o bis -	- bis o - o	- - o	o o bis + +

Hinweise: + gut geeignet o mäßig geeignet - ungeeignet

2.6.4 Baugrundrisiken

Anhand der vorliegenden Erkundungen lassen sich folgende Baugrundrisiken anführen und berücksichtigen:

a) Unverdichtete Auffüllungen

Die Projektfläche wird durchgehend von Auffüllungen aus Bergematerialien und anderen anthropogenen Materialien mit Mächtigkeiten zwischen 0,5 m und 4,5 m überdeckt. Die Lagerungsverhältnisse des inhomogenen Materials variiert unsystematisch über die Tiefe zwischen locker und dicht. Hieraus ergibt sich besonders bei Auffüllungsmächtigkeiten größer als 1,0 m bis 1,5 m, die nicht mit Walzeneinsatz einfach nachverdichtet werden können, ein deutliches ungleichförmiges Setzungspotenzial der anstehenden Auffüllungen.

b) Reste alter Baulichkeiten

Die ehemalige Industriefläche war in der Vergangenheit in den beiden Bauabschnitten stark bebaut. Versorgungsleitungen sind überwiegend stillgelegt. Rückgebaute Keller wurden mit gebrochenem Bauschutt wieder verfüllt /15/. Die inzwischen oberflächennah komplett rückgebauten Bauwerke haben z. T. tief reichende Fundamentreste im Untergrund hinterlassen, die sich bezüglich ihrer genauen Lage nur ungefähr zuordnen lassen. Hieraus würden sich bei einer Überschneidung dieser Altfundamente mit der geplanten Überbauung relevante Bettungsinhomogenitäten des Baugrundes ergeben, die das Trag- und Setzungsverhalten der Neubebauung negativ beeinflussen würden.

c) Fließgefährliche Böden

Die Mittelsande der Lippeterrasse können bei sehr geringerem Feinkornanteil latent fließgefährdet sein und würden bei dynamischer Beanspruchung wasserempfindlich reagieren, sofern sie in einem nahezu wassergesättigten Zustand anstehen. Auf den organischen Anteil der Auensedimente wird hingewiesen.

d) Kontaminationen

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen wurden auf der Untersuchungsfläche lokale bergbautypische Verunreinigungen in den Auffüllungen angetroffen. Details dazu werden im Sanierungsplan (Kap. 4) aufgegriffen. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass bisher nicht aufgeschlossene Bereiche weitere Verunreinigungen aufzeigen. Im Rahmen der Baumaßnahme kann es daher erforderlich sein, bekannte Verdachtsbereiche durch Baggerschürfe oder Sondierungen in Verbindung mit Probenahmen und bodenchemischen Analysen weiter zu untersuchen.

e) Wiedereinbaufähigkeit von Bodenaushub

Ein ggf. anfallender Bodenaushub ist möglichst einer Verwertung innerhalb der künftigen Baufelder zuzuführen. Dies setzt die Möglichkeiten eines verdichteten Wiedereinbaus voraus. Der überwiegende Anteil an anfallendem Aushub besteht aus nicht bindigen Bergematerialien, die für einen Wiedereinbau gut geeignet sind. Die uneingeschränkte Wiedereinbaufähigkeit von bindigen Materialien ist aufgrund der hohen Wassergehalte, der möglichen organischen Anteile und der geringen Plastizitäten nicht gegeben.

Niederschläge und jahreszeitlich bedingte Schwankungen des Grundwasserspiegels können die Wiedereinbaufähigkeiten zudem weiter verschlechtern. Auf die beschriebenen Schwankungen kann allerdings jederzeit durch Anpassung des Verwertungsweges innerhalb der Bauflächen reagiert werden.

f) Grundwasser in Auffüllungen

Das anstehende Schichtenwasser innerhalb der Auffüllungen wurde weitgehend anhand von Bohrlochmessungen beobachtet. In den Auffüllungen und im Quartär wurde in den uns vorliegenden Schichtenprofilen kein Grundwasser angetroffen. Auf die herrschenden Wasserhältnisse des Baufeldes ist in Form von lokal wirksamen Wasserhaltungsmaßnahmen zu reagieren.

g) Ausgasungen

Im direkten Umfeld der verfüllten Schächte 3 und 4 wurden Methan- und Kohlendioxidausgasungen festgestellt. Gemäß den Empfehlungen des Gutachters /2/ sind entsprechende Maßnahmen (Gasdränagen) zu berücksichtigen. Generell kann jedoch eine Nutzung als Spielplatz erfolgen.

h) Erdbeben

Das Untersuchungsgebiet (nordöstliches Ruhrgebiet) befindet sich in keiner Erdbebenzone gemäß DIN 4149.

Unter Berücksichtigung der vorliegenden Aufschlussdichte und der geplanten Ausführung ist das im Untersuchungsgebiet vorhandene Baugrundrisiko insgesamt als typisch für Standorte alter Schachtanlagen im nördlichen Ruhrgebiet und somit als gering bis mittel einzustufen.

2.7 Bewertung der bodenchemischen Situation (Gefährdungsabschätzung)

Für die Gesamtfläche liegen diverse Untersuchungen (Gefährdungsabschätzung) vor, in der die derzeit bestehende Nutzung sowie eine geplante Wohnnutzung auf Grundlage der BBodSchV bewertet wurden /1/.

2.7.1 Wirkungspfad Boden-Mensch

Hinsichtlich des Wirkungspfades Boden-Mensch spielt die orale und inhalative Aufnahme von Schadstoffen eine bedeutende Rolle.

1. BA

Für den Bereich des 1. BA inklusive der Fläche entlang des Kuhbaches lassen sich drei Überschreitungen der Prüfwerte für Wohnen (BBodSchV) festhalten. Maßgebend sind dabei die Parameter Blei (MP 36/37 AI, 0,0 – 0,5 m, 420 mg/kg; EP 62 AI, 0,0 – 0,5 m, 530 mg/kg) sowie die polychlorierten Biphenyle (PCB; EP 55 AI, 0,0 – 0,5 m, 20,6 mg/kg Σ PCB₆). In Bezug auf den Wirkungspfad Boden-Mensch lassen sich für den 1. Bauabschnitt Überschreitungen des Prüfwertes für Park- und Freizeitflächen (EP 55 AI, 0,0 – 0,5 m, 20,6 mg/kg Σ PCB₆) sowie für Wohngebiete (MP 36//37 AI, 0,0 – 0,5, 420 mg/kg Blei; EP 62 AI, 0,0 – 0,5 m, 530 mg/kg Blei) beobachten.

Die ehemalige Industriefläche liegt derzeit brach. Legt man die Prüfwerte für Park- und Freizeitflächen zugrunde, wird eine Prüfwertüberschreitung (PCB, EP 55 AI, 0,0 – 0,5 m, 20,6 mg/kg) beobachtet. Eine orale und auch inhalative Aufnahme von Bodenpartikeln und damit von Schadstoffen wird aufgrund des Bewuchses stark minimiert. Eine Gefährdung oder ein akuter Handlungsbedarf hinsichtlich des Wirkungspfades Boden-Mensch wird trotz der Überschreitung einer Probe im 1. Bauabschnitt für die aktuelle Nutzung nicht gesehen.

2. BA

Der 2. BA liegt im Westen der Fläche und westlich der beiden Schachtstandorte. Auch dieser Teilbereich liegt derzeit brach und ist überwiegend mit Bäumen und Sträuchern bewachsen. Für diesen Bereich wird eine Überschreitung des Prüfwertes für Wohngebiete (MP 13 AI, 0,0 – 1,0 m, 4,9 mg/kg Benzo(a)pyren) ermittelt.

Unter Zugrundelegen der Prüfwerte für Park- und Freizeitflächen der BBodschV werden keine Überschreitungen festgestellt. Eine orale und auch inhalative Aufnahme von Bodenpartikeln und damit von Schadstoffen wird aufgrund des Bewuchses stark minimiert. Eine Gefährdung oder ein akuter Handlungsbedarf hinsichtlich des Wirkungspfades Boden-Mensch wird somit im 2. BA für die aktuelle Nutzung nicht gesehen.

Hinsichtlich der geplanten Nutzung des Schutzbereiches um die Schächte als öffentliche Grünflächen sind die Prüfwerte für Park- und Freizeitanlagen /23/ maßgebend. Diese werden nach bisherigem Kenntnisstand eingehalten (Konzentrationen < Prüfwerte Kinderspielplätze). Die Planung sieht für diesen Bereich einen Auftrag von 1 m vor, so dass

eine Gefährdung hinsichtlich des Wirkungspfades Boden-Mensch zukünftig nicht mehr gegeben ist.

2.7.2 Wirkungspfad Boden-Grundwasser

In Bezug auf den Wirkungspfad Boden-Grundwasser lassen sich aus den vorliegenden Untersuchungen keine Überschreitungen der Prüfwerte ermitteln. Eine Gefährdung für das Grundwasser wird hier derzeit nicht gesehen. Dies bestätigen auch die vorliegenden Grundwasseruntersuchungen, in denen keine auffälligen Konzentrationen gemessen wurden.

In Rücksprache mit der zuständigen Genehmigungsbehörde wurden auf der Untersuchungsfläche insgesamt 5 neue Grundwassermessstellen errichtet, da die ursprünglichen GW-messstellen nach Entlassung aus der Bergaufsicht ordnungsgemäß rückgebaut wurden. Die im Jahr 2011 durchgeführte Grundwasseruntersuchung zeigte hinsichtlich der untersuchten Parameter lediglich geringfügige Auffälligkeiten, die auf die z. T. starke Trübung der Proben zurückzuführen waren. Der ausführliche Bericht ist als Anhang A aufgeführt.

2.7.3 Wirkungspfad Boden - Bodenluft

Die vorliegenden Untersuchungen zur Bodenluft an insgesamt 8 Standorten zeigten keine Auffälligkeiten hinsichtlich der leichtflüchtigen Aromaten und leichtflüchtigen chlorierten Kohlenwasserstoffe.

Im Schachtumfeld wurden Methanausgasungen (geogen) nachgewiesen /2/. Zum Umgang mit den Methanausgasungen siehe Kap. 4.8.

3 Gründungs- und Herrichtungskonzept

3.1 Allgemeines

Der Detaillierungsgrad in diesem Planungsstadium (Rahmenplanung gemäß /8/) beinhaltet allgemeine planerische Vorgaben (z. B. Lage der Baufelder, Art der Bebauung etc.).

Detaillierte Gründungsanforderungen in konstruktiver und statischer Hinsicht sind in den weiteren Planungsschritten zu formulieren. Das nachfolgende Gründungs- und Herrichtungskonzept befasst sich daher mit der allgemeinen Vorgehensweise unter Berücksichtigung der er-

kundeten Untergrundverhältnisse bei Beachtung der bisher absehbaren Dimensionen der zu errichtenden Bauwerke.

Bei den derzeit geplanten gründungsrelevanten Bauten handelt es sich um Geschossbauten (Wohnen). Weiterhin sind die gründungsrelevanten Aspekte beim Bau der neuen Abwasserkanäle und Straßen zu berücksichtigen.

3.2 Festlegung eines allgemeinen Gründungskonzeptes

3.2.1 Vorüberlegungen

Das Projektgebiet der ehemaligen Zeche Grimberg 3/4 wird von Auffüllungen (hauptsächlich Bergematerialien) mit Mächtigkeiten bis zu 4,5 m überdeckt. Das bevorzugte Gründungsniveau der geplanten Wohnbebauung wird gemäß Planung auf diesen Auffüllungen liegen. Die anstehenden anthropogenen Materialien sind grundsätzlich aufgrund ihrer Inhomogenität hinsichtlich der Lagerungsverhältnisse sowie der bodenmechanischen Zusammensetzung und der damit verbundenen Setzungsgefährdung als unzuverlässiger Baugrund einzuschätzen. Eine unmittelbare Gründung auf den anstehenden Anschüttungen ist für ein sicheres Abtragen von Bauwerkslasten in den Untergrund nicht geeignet.

Der an die Auffüllung anschließende natürliche Baugrund besteht aus quartären Ablagerungen in einer Mächtigkeit von ca. 1 m bis 4 m und geht dann in den Kreideuntergrund (Em-schermergel) über. In Teilbereichen fehlt die quartäre Deckschicht völlig. Der quartäre Boden ist grundsätzlich zum setzungsarmen Abtrag von geringen Bauwerkslasten geeignet. Hier sind jedoch die organischen Anteile der quartären Auensedimente zu berücksichtigen.

Eine Baureifmachung der Untersuchungsfläche ist daher aufgrund der vorhandenen inhomogenen Untergrundverhältnisse nur in Verbindung mit untergrundverbessernden Maßnahmen für den Auffüllungsbereich möglich.

In Anbetracht der weitgehend einheitlichen Bauwerksplanung mit zu erwartenden Bauwerkslasten im Bereich „gering bis mäßig belastet“ (1 bis 2 Geschosse) ist in diesem Zusammenhang eine einheitliche und wirtschaftliche Gründungsgestaltung zweckmäßig.

3.2.2 Gründungsalternativen

Es bestehen grundsätzlich die beiden Möglichkeiten, Bauwerkslasten über eine Flachgründung oder über eine Tiefgründung in den Baugrund abzugeben. Dabei ist bei einer Flachgründung immer eine Baugrundertüchtigung der Auffüllung erforderlich.

3.2.2.1 Tiefgründung

Bei einer Tiefgründung werden die Bauwerkslasten über Bohr- oder Rammpfähle in den gesteinsfesten Baugrund (entspricht dem festen Emschermergel) eingeleitet. Die Tiefgründung (Bohrpfähle, Rammpfähle, Schraubpfähle etc.) erfordert für die Projektfläche typische Pfahllängen zwischen 8 m und 10 m Länge (einschließlich Einbindung im festen Emschermergel).

Als Pfahlsystem dürfte sich am Standort insbesondere das Bohrpfahlverfahren anbieten. Es liegt im Projektgebiet ein Baugrund vor, der keine ausreichende Festigkeit für die Mantelreibung entwickeln kann, so dass die Lasten nur über den Spitzendruck in den Untergrund abgeleitet werden. Auf den Ansatz einer nennenswerten Mantelreibung sollte daher im Bereich der Auffüllungen verzichtet werden. Im natürlich anstehenden Boden können Mantelreibungswerte (Gebrauchswerte) von 15 kPa (Quartär) bzw. 25 kPa (Kreide) für Vorbemessungszwecke angesetzt werden. Im Emschermergel kann bei einer ausreichenden Einbindung (> 3 m) ein Pfahlsitzenwiderstand von 2,0 MPa (Gebrauchswert) angenommen werden. Für tief über Bohrpfähle gegründete Lasten ist dann mit Setzungen von unter 1 cm zu kalkulieren.

Die Pfahlherstellung erfordert eine umfangreiche Baustelleneinrichtung sowie die Herstellung eines Arbeitsplanums. Wegen der lokal eingeschränkten Standsicherheiten im Bereich der vorhandenen Auffüllungen (z. B. Lockerzonen und Hohlräume) müsste diese vor Baubeginn zumindest teilweise ausgekoffert und ersetzt werden. Lokal vorhandene Altfundamente in diesen Bereichen sind vor Baubeginn mindestens teilweise rückzubauen.

Insbesondere für die vergleichsweise gering belasteten Ein- und Zweifamilienhäuser der Planung ist eine Pfahlgründung sehr aufwendig und unwirtschaftlich.

3.2.2.2 Flachgründung mit Bodenaustausch

Der Austausch des mindertragfähigen Untergrundes aus Auffüllungen durch eine Trag- bzw. Pufferschicht aus nicht bindigem, verdichtungsfähigem Material stellt grundsätzlich die technisch einfachste Möglichkeit zur Baugrundertüchtigung dar. Bei diesem Vorgehen wäre es jedoch sinnvoll, eine durchgehende Unterkellerung aller Gebäude vorzunehmen, da dann ohnehin ein tieferer Aushub erforderlich wird. Die komplette Unterkellerung aller Baukörper wurde in der Rahmenplanung jedoch ausgeschlossen, da eine wirtschaftliche Nutzung nicht gewährleistet ist.

Die Festlegung der Dicke der Trag- bzw. Pufferschicht hängt von den Anforderungen des Bauwerkes hinsichtlich der zulässigen Setzungen und Setzungsdifferenzen sowie von der Mächtigkeit der unterlagernden mindertragfähigen Schichten ab. Bei üblichen Geschossbau-

ten in Verbindung mit den vorliegenden Verhältnissen (Auffüllungen bis etwa 5 m Tiefe) wäre ein Austausch bis in rund 1,5 m bis 2,0 m Tiefe unter Gründungshorizont vermutlich flächen-deckend erforderlich.

Eine solche Bodenaustauschmaßnahme hätte signifikante Einflüsse auf den Umfang des Bodenmanagements sowie auf den Rückbau von alten Baulichkeiten. Zudem kann der Aushub lokal durch auftretendes Stauwasser, Schichtenwasser erschwert werden, da in diesem Fall eine Wasserhaltung erforderlich wird. Die uns vorliegenden Untersuchungen zeigen, dass das Grundwasser bei ca. 5 - 10 m unter heutiger GOK liegt. Auf dem Gelände wurden 5 GW-Messstellen errichtet, die im Oktober 2011 Grundwasserstände zwischen 4,2 und 8 m u. GOK zeigten (vgl. Kap. 2.7.2, Anhang A).

Um die Gründungsanforderungen zu erfüllen, scheidet ein Bodenaustausch in Verbindung mit dem Einbau einer Tragschicht als alleinige Maßnahme für die geplanten Baumaßnahmen aus Gründen der Wirtschaftlichkeit damit aus. Als ergänzende Maßnahme z. B. zur Verbesserung der Bettungsreaktion ist der Einbau von Trag- bzw. Pufferschichten unter Streifen- und Einzel-fundamenten jedoch sinnvoll.

3.2.2.3 Flachgründung mit Bodenertüchtigung

Die vorhandenen mindertragfähigen Auffüllungen können grundsätzlich durch Bodenverbesserungsmaßnahmen so ertüchtigt werden, dass das Abtragen der Bauwerkslasten ermöglicht wird. Durch das definierte Einbringen eines Stützkorns (Rüttelstopfsäulen, Schotterverdichtungssäulen) oder eines Baustoffes (Injektion bzw. Verfüllung) können die nicht tragfähigen Auffüllungen durch Verdrängung, Verdichtung bzw. Verfestigung so ertüchtigt werden, dass das Abtragen der Bauwerkslasten ermöglicht wird. Es wird somit ein tragfähiger Baugrund erstellt, ohne den gesamten, nicht tragfähigen Boden austauschen zu müssen. Dabei ist lokal mit Unwägsamkeiten aus den Resten der alten Bausubstanz innerhalb des Auffüllungsbe-reichs zu rechnen. Die einzelnen Verfahren lassen sich wie folgt kurz bewerten:

- Injektionsverfahren sind aus Kostengründen vor dem Hintergrund der Altfundamente im Untergrund und der Beschaffenheit der Auffüllungen ungeeignet. Die Kosten für Injektionsverfahren (Bohrungen mit Ausbau für Manschettenrohre, Injektionsgut Zement, Verpressung im mittleren und höheren Druckbereich bis ca. 50 bar) können bis über 100 bis 200 EUR/m³ liegen, so dass eine solche Maßnahme eindeutig unwirtschaftlich wird.
- Verdrängende Ertüchtigungsverfahren (z. B. Rüttelstopfverfahren) sind grundsätzlich gut für die vorhandenen Verhältnisse geeignet. Aus technischen Erwägungen sind beim Einsatz eines Rüttelstopfverfahrens besonders die vorhandenen Bohrhindernisse (Altfunda-

mente) zu beachten, die den Rüttel- und Stopferfolg lokal behindern können. Die Maßnahme erfordert den Einsatz von Großgerät, was für das Untersuchungsgebiet unproblematisch ist. Da Rüttelstopfsäulen zwingend bis in den tragfähigen Boden einbinden müssen, sind z. T. Einbindetiefen von ca. 5 - 7 m erforderlich, dass diese Maßnahme schnell unwirtschaftlich macht.

- Eine ähnliche Wirkung wie Rüttelstopfsäulen kann in Bezug auf die Baugrundverbesserung durch den Einsatz von Bohr-Ramm-Säulen erreicht werden. Bohr-Ramm-Säulen weisen gegenüber den Rüttelstopfsäulen etwas höhere Tragfähigkeiten auf und bieten ein definierteres Einbringverfahren (Bohrdurchmesser 0,75 m). Da es sich um ein Ersatzverfahren handelt, fällt bei der Herstellung ein zusätzlicher Aushub an, der jedoch bei dieser Baumaßnahme innerhalb des Baufeldes wiederverwertet werden kann. Typische Rastermaße und Achsabstände betragen zwischen 2 m und 3 m unter Bodenplatten und bis minimal 1,1 m im Fundamentbereich. Bohr-Ramm-Säulen erfordern zudem keine Einbindung in den tragfähigen Boden.

Insgesamt erscheinen die vorgestellten Bodenertüchtungsverfahren nur für die Anwendung bei mittleren und hohen Bauwerkslasten zielführend. Für eine flächenhafte Herrichtung ist die Wirtschaftlichkeit in Verbindung mit den abzutragenden Bauwerkslasten aus den geplanten Geschossbauten nicht gegeben.

3.2.2.4 Flachgründung mit Bodenverdichtung

Eine Bodenverdichtung hat das Ziel, die Porenräume im Boden zu verringern und damit die Festigkeit des Baugrundes zu erhöhen und das Setzungspotenzial zu verringern. Die anstehenden, zumeist nicht bindigen Auffüllungen eignen sich aufgrund ihrer guten Verdichtungsfähigkeit grundsätzlich für derartige Verbesserungsmaßnahmen. Dabei wird unterschieden zwischen statischen und dynamischen Verdichtungsmethoden, die nachfolgend kurz erläutert werden.

- Statische Oberflächenverdichtungen haben ihr Haupteinsatzgebiet im Straßenbau und dienen dem lagenweisen, verdichteten Einbau von Tragschichtmaterial mit Hilfe von Baugeräten mit statischer Wirkung, wie z. B. Glatt- und Rüttelwalze, Gummiradwalze oder Polygonbandagenwalze. Diese Walzen können auch - unter Ausnutzung einer Unwuchtwirkung - dynamische Lasten in den Baugrund eintragen. Aufgrund der relativ geringen Eindringwirkung eignet sich das Verfahren für Flächen mit geringmächtigen Auffüllungen mit Mächtigkeiten von maximal 1,0 m bis 1,5 m. Generell sind feinkörnige oder gemischtkörnige Böden mit einem hohen Feinanteil mit statischen Verfahren zu verdichten, wobei der Wassergehalt und der Sättigungsgrad eine entscheidende Rolle spielt.

- Zu den dynamischen Verdichtungen zählt die Stoßverdichtung, die auch als Fallplattenverdichtung bezeichnet wird. Bei diesem Verfahren werden kompakte Fallgewichte aus Stahl (ca. 2 m² bis 4 m² Grundfläche) von 10 t bis 20 t Masse aus einer vorher festgelegten Fallhöhe (üblich sind ca. 10 m bis 15 m) mit Hilfe eines Seilbaggers in einem festzulegenden Raster mehrmals fallengelassen. Vorteilhaft gegenüber anderen Baugrundverbesserungsmethoden sind die große Anpassungsfähigkeit bei heterogenen Baugrundverhältnissen, die Wirtschaftlichkeit bei großen Flächen und die Tiefenwirkung. Da bei feinkörnigen Böden mehr Verdichtungsübergänge benötigt werden, sind die im Untersuchungsgebiet an der Oberfläche hauptsächlich grobkörnig anstehenden Auffüllungen ideal für diese Verdichtung geeignet.

Die Masse der Fallplatte und die Fallhöhe kann den jeweiligen technischen und wirtschaftlichen Notwendigkeiten angepasst werden, wobei diesbezüglich auf die patentrechtlich relevante Abgrenzung zum geschützten DYNIV-Verfahren (Dynamische Intensivverdichtung) zu achten ist.

Erfahrungsgemäß können mehrere Meter mächtige, bergbautypische Auffüllungen ehemaliger Bergbaustandorte sehr effektiv und wirtschaftlich (Kosten < 5 EUR/m²) in einem Teufenbereich von rund 4 m bis 6 m verdichtet werden.

Die Fallplattenverdichtung hat sich auf Rückzugsflächen des Bergbaus in der Vergangenheit häufig bewährt, erfordert jedoch aufgrund der Emissionen (Erschütterungen, Lärm) ein entsprechend unsensibles Umfeld, wie es im vorliegenden Fall auch gegeben wäre.

3.2.3 Allgemeine Gründungsempfehlung

Es wird empfohlen, eine Verbesserung der anstehenden Auffüllungen in den beiden Bauabschnitten mit Hilfe von dynamischen Verdichtungsmaßnahmen (Fallplatte) durchzuführen, da dieses Vorgehen wirtschaftlich-technisch optimale Randbedingungen für die spätere Nutzung liefert. Diese Baugrundverbesserung ist dabei nur im Bereich von Baufeldern (Wohnhäuser sowie Verkehrsflächen) erforderlich. Grünflächen und Gärten müssen nicht verbessert werden. Bauwerke und Bauteile können dann auf dem verbesserten Untergrund über Einzel- und Streifenfundamente flach gegründet werden.

Die Verdichtungsarbeiten mit der Fallplatte können nicht in den Auffüllungsbereichen ausgeführt werden, in denen Reste alter Baulichkeiten bzw. Altfundamente vorhanden sind. In diesen aus der Standortrecherche bekannten Bereichen (s. Anlage 2.1) wird vor der Verdichtung eine Entfundamentierung bis in 2 m unter Gelände (Sicherstellen der Restriktionsfreiheit) vorgenommen, um eine negative Beeinflussung der Wohnbebauung (ungleichförmige Bettung)

ausschließen zu können. Nach der Entfundamentierung wird ein verdichtungsfähiges Trag-schichtmaterial lagenweise eingebracht, das im Gebäudebereich die Lastabtragung vergleichmäßig.

Unter den lastabtragenden Bereichen von Bauwerken und Straßen muss - außerhalb der entfundamentierten Bereiche - überall ein mindestens 1,0 m mächtiger, ausreichend tragfähiger Untergrundbereich hergestellt werden. Hierzu siehe das Aufbereitungskonzept der Sanierungsplanung in Kapitel 4. Die Basis dieser Verbesserungsschicht wird nachfolgend als "Aufbereitungsebene" bezeichnet, welche in den baugrundschematischen Schnittdarstellungen der Anlage 4 exemplarisch wiedergegeben ist.

In den beiden Bauabschnitten wird zum Massenausgleich durch die Bodenverdrängung der Fallplattenverdichtung entsprechendes Füllmaterial (z. B. Z 1.1) aufgebracht. Auf dieser Ebene (Aufbereitungsebene) kann die Bauwerksgründung erfolgen. In den Gartenbereichen wird kulturfähiger Vegetationsboden eingebracht.

3.3 Baugrundverbesserung mit Fallplattenverdichtung

3.3.1 Verfahrensbeschreibung

Die Verdichtungstechnik mit Fallplatte beruht darauf, dass ein von einem Seilbagger geführtes Fallgewicht (Masse > 10 t und Abmessungen > 1,5 m) aus größerer Höhe (z. B. bis zu 10 m) ausgeklinkt wird, so dass die Energie aus dem Freifall in eine impulshafte Schlagverdichtung umgewandelt wird. Als Maß für die einwirkende Verdichtungsenergie dient das Produkt aus Fallmasse und Fallhöhe, das mindestens 100 bis 150 [t·m] betragen sollte.

Durch die laterale Lastausbreitung führt die Schlagverdichtung sowohl zu einer vertikalen als auch horizontalen Verdichtung, so dass die Verdichtungspunkte üblicherweise in einem aufgelösten Raster angeordnet werden. Bei Auffüllungen aus Bergematerial hat sich eine Rastergröße von 20 bis 30 m² bewährt, was einem Rastermaß von etwa 5 m entspricht (bei einer 2,5 m² großen Fallplatte).

Die Schlagverdichtung erfolgt in 3 bis 4 Übergängen, die jeweils um ein halbes Rastermaß gegeneinander versetzt angeordnet werden. Die Schlagansatzpunkte des 3. Übergangs entsprechen somit denjenigen des 1. Übergangs. Jeder Übergang besteht üblicherweise aus 4 bis 6 einzelnen Schlägen, da nach dieser Anzahl von Einwirkungen die erreichbare Zusammendrückung deutlich abklingt. Muss nur eine geringmächtige Auffüllung verdichtet werden, kann die Schlagzahl entsprechend reduziert werden.

Die genauen Ausführungsdaten sollten unbedingt vor Beginn der Ausführung in einem Testfeld festgelegt werden, bei dem z. B. die Anzahl der Übergänge bzw. der Schläge sowie die Schlagenergie variiert werden kann. Anhand der Ergebnisse des Testfelds kann auch die Wirksamkeit der Verdichtung am Standort quantifiziert werden. Hier wird z. B. auch beurteilt, ob entsprechende Wartezeiten zum Abbau von Porenwasserdrücken zwischen den Durchgängen eingehalten werden müssen (z. B. bei bindigen Böden).

Erfahrungsgemäß wird durch die Fallplattenverdichtung eine Zusammendrückung von im Mittel etwa 5 % bis 7 % des beeinflussten Tiefenbereichs in der gesamten Fläche erzielt. Bei einer Einwirktiefe von 5 m dürfte somit durch die Verdichtung eine flächige Zusammendrückung von etwa 0,2 m bis 0,4 m erreichbar sein. Um diesen Betrag wäre somit das Setzungspotenzial der Auffüllung durch die Fallplattenverdichtung reduziert. Bei der Bodenbilanzierung ist zu berücksichtigen, dass durch die Porenraumreduzierung der anstehenden lockeren Auffüllungen die Geländeoberkante relativ absinkt und dadurch Mehrmassen für die Umsetzung des Höhenniveaus der Planungsebene erforderlich werden.

Nach jedem Übergang werden die entstandenen Schlagkrater flächig eingeebnet und wieder mit benachbartem Auffüllungsmaterial aufgefüllt. Nach Abschluss der Fallplattenverdichtung ist die Oberfläche einzuebnen und mit einem Walzenzug statisch/dynamisch abzufahren, um die verdichtete Auffüllung oberflächennah zu homogenisieren.

Die vorhandenen Baugrundrisiken lassen sich durch die empfohlene Verbesserung weitgehend eingrenzen:

- Die vorhandenen Setzungs- und Sackungspotenziale der Auffüllung werden durch die Fallplattenverdichtung nachhaltig reduziert.
- Die Bettungsreaktion des Untergrundes wird durch die technische Ertüchtigung und den Einbau einer Polsterschicht vergleichmäßigt.

3.3.2 Qualitätskontrollen und Arbeitssicherheit

Das Erreichen einer ausreichenden Tragfähigkeit über den verbesserten Teufenbereich kann über den Vergleich von Rammsondierprofilen (z. B. DPH oder DPM) vor und nach Ausführung der Fallplattenverdichtung bewertet werden. Die Bewertung berücksichtigt die in DIN 4094 vorliegenden Beziehungen zwischen Schlagzahlen und Lagerungsdichten.

Kleinere Hindernisse oder Inhomogenitäten in der Auffüllung können verfahrensspezifisch ausgeglichen werden und behindern den Verdichtungsfortschritt kaum. Liegen größere Störkörper im Baugrund vor (z. B. Fundamentreste oder Betonplatten), so sind diese im Vorfeld der Maßnahme auszukoffern (mindestens 2 m unter Schlagebene). Hierzu ist es zweckmäßig,

im Bereich der Projektfläche Grimberg 3/4 aufgrund der vermutlich vorhandenen Altbebauung die Schlagpunkte der Fallplattenverdichtung im Vorfeld z. B. über Rammsondierungen hinsichtlich der Fundamentreste nachzusondieren.

Die Schwingungsemissionen bei der Fallplattenverdichtung sind naturgemäß groß, so dass in Bezug auf Bestandsanlagen bei den Verdichtungsarbeiten entsprechende Beweissicherungsmessungen (insbesondere Schwinggeschwindigkeiten und -amplituden) von einem Fachgutachter durchgeführt werden sollten. Bestandsgebäude sind nur an der Nordseite der Projektfläche vorhanden. Eine Fotodokumentation sollte grundsätzlich Bestandteil einer Beweissicherung sein. Der Einflussbereich einer Fallplattenverdichtung liegt bei ca. 20 - 30 m.

Es wird ebenfalls empfohlen, an ausgewählten Neubauten Setzungsmessbolzen oder davon unabhängige Setzungspegel anzubringen und diese regelmäßig (z. B. halbjährlich, zu Beginn häufiger) zu kontrollieren, um bei Anzeichen übermäßiger Setzungen Gegenmaßnahmen einleiten zu können. Dies ist aus Sicht der Qualitätsüberwachung erforderlich.

3.4 Umfang der Verdichtungsarbeiten

Die zu verdichtenden Baufelder (Straßen und Wohnbauflächen) umfassen insgesamt eine Fläche von rund 21.000 m², die damit rund 30 % der gesamten Projektfläche (6,3 ha) betragen.

3.5 Qualitätskontrollen Tragschichten

Auf dem Ausgangsplanum der Auftragsbereiche bzw. Tragschichten sollte ein E_{V2} -Wert im Lastplattendruckversuch gemäß DIN 18134 von mindestens 45 MPa nachgewiesen werden. Das Verdichtungsverhältnis E_{V2}/E_{V1} sollte dabei $< 2,5$ betragen, so dass das Verdichtungspotenzial minimiert wird.

Um einen homogen tragfähigen Auffüllungskörper zu erreichen, sollten auch die weiteren Auftragslagen diese Verdichtungsanforderung sinngemäß erfüllen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass bei eher bindigen Böden ein E_{V2} -Wert von 45 MPa aus bodenmechanischen Gründen nicht immer sicher erreicht werden kann. Hier sind detailliertere Regelungen zu einem späteren Zeitpunkt noch festzulegen.

Auf dem Übergabeneiveau (Oberkante der Tragschicht) sollte ein E_{V2} -Wert im Lastplattendruckversuch gemäß DIN 18134 von mindestens $E_{V2} = 60$ MPa nachgewiesen werden, um die angedachte Tragschichteigenschaft im Bauwerksbereich nachzuweisen.

3.6 Gründungskennwerte

Das Fallplattenverfahren erlaubt eine Tiefeneinwirkung von i. d. R. 4 m bis 6 m unterhalb der Verdichtungsebene und erreicht im Projektgebiet Grimberg 3/4 somit sicher die Auffüllungsbasis. Erfahrungsgemäß verfügt bei Auffüllungen aus Bergematerial der verbesserte Untergrund im setzungsrelevanten Teufenbereich eine Bodensteifigkeit E_s (Steifemodul) von mindestens $E_s = 25$ MPa.

Durch die vorgeschlagene Bodenverbesserung (Fallplattenverdichtung) in Verbindung mit dem ohnehin erforderlichen Einbau einer Tragschicht (Polsterschicht) ist es möglich, für flach gegründete Einzel- und Streifenfundamente von Geschossbauten eine zulässige Bodenpressung zul. p von:

$$\text{zul. } p = 200 \text{ kPa}$$

zu erreichen. Dieser Pressungsansatz führt zu üblichen Fundamentabmessungen. Die zulässigen Kantenpressungen können noch um 20 % gegenüber dem angegebenen Wert erhöht werden. Bei Ansatz dieser Pressungen sind Lastsetzungen im Bereich von 2 cm bis 3 cm zu erwarten, die zum Großteil bereits während der Bauphase auftreten.

Bei der Anordnung einer Bodenplatte unter einem Gebäude (Flächengründung als Flachgründung) wird zusätzlich unter Beachtung der Anforderungen nach DIN 18195 die Ausführung einer kapillarbrechenden Schicht erforderlich. Die oberste Schichtlage des Unterbaus sollte zur Vergleichmäßigung der Bettungsbedingungen in mindestens 20 cm Stärke aus einem natürlichen, kornabgestuften, gebrochenen Mineralgemisch (z. B. gebrochener Hartkalkstein HKS der Körnung 0/45 mit Feinkornanteil < 5%) mit kapillarbrechender Wirkung ausgeführt werden. Planungsseitig kann die kapillarbrechende Schicht so ausgeführt werden, dass die Anforderungen an die passive Gasdränage erfüllt wird.

Die Verdichtungsanforderung für das Planum der kapillarbrechenden Polsterschicht kann maßnahmenbezogen wie folgt formuliert werden: Verdichtungsverhältnis $E_{v2} / E_{v1} < 3,0$ und $E_{v2} > 60$ MPa.

Für die Vordimensionierung von Bodenplatten von Geschossbauten kann bei dieser Aufbereitung mit einem Bettungsmodul k_s von 8 bis 10 MN/m³ gerechnet werden.

3.7 Weitergehende gründungstechnische Hinweise

3.7.1 Verkehrsflächen

Im Bereich von Verkehrsflächen ist unter dem Straßenoberbau ein ausreichend tragfähiger Unterbau aus verdichtungsfähigem, nicht bindigem Mineralgemisch herzustellen (Tragpolsterschicht). Dieses Material ist mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} > 98\%$ einzubauen. Der Nachweis der entsprechenden Einbauqualität kann auch über Lastplattendruckversuche erfolgen. Einzelheiten sind in einem Qualitätssicherungsplan festzulegen.

Für das Erdplanum im Bereich von geplanten Verkehrsflächen gelten die Anforderungen der RStO bzw. der ZTVE Stb zur Tragfähigkeit des jeweiligen Planums.

Um die Ansammlung von schädlichen Grubengasen zukünftig auszuschließen sind Maßnahmen vorzusehen, wie sie in Kapitel 4.8 beschrieben werden.

3.7.2 Entwässerungsleitungen

Die tiefste Lage der neuen Entwässerungsleitungen wird voraussichtlich etwa 3 m unter geplantem Gelände erwartet. Hier steht auch höchstwahrscheinlich Schichtenwasser an. Grundwasser steht nach den vorliegenden Untersuchungen /3/ ab ca. 4,8 m unter GOK an. Bei der Bauausführung ist ggf. eine lokale Grundwasserabsenkung einzuplanen. Aufgrund der vermutlich nur geringen Absenktiefe und der im Liegenden vorhandenen bindigen Bodenschichten dürfte hier eine offene Wasserhaltung bzw. eine Absenkung über Vakuumlanzen zielführend sein.

3.8 Hinweise zur Bauausführung

3.8.1 Bodenklassen und Witterungsschutz

Im Zuge der Geländeherrichtung sind nahezu ausschließlich Aushubarbeiten innerhalb der flächenhaft anstehenden Auffüllungen erforderlich. Die Materialien sind generell den Bodenklassen 3 bis 5 (leicht lösbare bis schwer lösbare Bodenarten) zuzuordnen.

Tritt beim Aushub verstärkt Niederschlagswasser zu bzw. liegt ein annähernd wassergesättigter Zustand vor, können Böden mit erhöhtem Feinanteil (Schluff und schluffige Auffüllungen) schnell entfestigen und die Merkmale der Bodenklasse 2 (fließende Bodenarten) annehmen.

Liegt die ausgehobene Baugrubensohle innerhalb von bindigen Bodenschichten, ist das freigelegte Erdplanum aufgrund der Wasser- und Witterungsempfindlichkeit an seiner Oberfläche vor Witterungseinflüssen zu schützen (z. B. mit Magerbetonschicht) und möglichst unmittelbar nach Fertigstellung planmäßig wieder aufzubauen. Etwaig entfestigte Schichten sind zu entfernen und durch geeignetes nicht bindiges, gut verdichtbares und frostunempfindliches Material zu ersetzen.

3.8.2 Reste alter Baulichkeiten und Baufeldräumung

Im Untersuchungsgebiet sind beim Rückbau der ehemaligen Tagesanlagen zahlreiche alte Baulichkeiten im Untergrund verblieben, deren ungefähre Lage der Anlage 3.2 entnommen werden kann.

Liegen unterhalb der geplanten Bauwerke noch massive Bauwerks- und Fundamentreste, sind diese bis mindestens 2 m unter der geplanten Gründungsebene abzubrechen, um das Setzungsverhalten durch Ausbilden von Spannungsspitzen nicht negativ zu beeinflussen. Der Mehraufwand für den Abbruch von Stahlbetonteilen (Bodenklasse 6 bis 7) ist zu berücksichtigen.

Es ist zudem nicht auszuschließen, dass im Zuge der Aushubarbeiten undokumentierte Baulichkeiten im Untergrund aufgeschlossen werden, wie bereits einige Kleinbohrungen im Zuge der Felduntersuchungen zeigten. Die Dokumentation zum Rückbau der Anlagen /15/ gibt keinen detaillierten Aufschluss über Art und Beschaffenheit des verfüllten Materials (Bauschutt, überwiegend RC 1) und die räumliche Verteilung der Altfundamente und Kellerräume.

Die auf der Fläche bekannten Versorgungsleitungen sind weitestgehend außer Betrieb und mit großer Wahrscheinlichkeit rückgebaut. Werden im Zuge der Baureifmachung Reste alter Leitungen angetroffen, sind diese zu dokumentieren und rückzubauen.

3.8.3 Umgang mit Kontaminationen

Der Umgang mit Kontaminationen wird in Kapitel 4 (Sanierungsplan) erläutert.

3.8.4 Wiedereinbau des anfallenden Aushubs

Gemäß der Massenbilanzierung (siehe Kapitel 5.7) besteht für die Geländegestaltung der geplanten Baumaßnahme insgesamt ein Massendefizit, so dass externes Material zugeführt werden muss.

Um den Bedarf an einzubauendem Material durch externe Anlieferungen zu minimieren, soll der anfallende Aushub auf der Fläche wieder verwendet werden. Aus bodenmechanischen Gesichtspunkten ist der Wiedereinbau der ausgehobenen Auffüllungsmaterialien generell möglich, nachdem Fundamente sowie größere Blöcke (> 200 mm) zunächst abgebrochen und anschließend in einer Brechanlage zerkleinert worden sind. Nicht mineralische Bestandteile (z. B. Holz, Stahl, etc.) sind aus der Aushubmasse zu separieren und ordnungsgemäß zu entsorgen. Stahleinbauten sind zu entfernen.

Grobes Material sollte auf eine Körnung 0/45 bis 0/56 mm mit einem geringen Feinanteil (< 0,06 mm unter 5 %) mittels Brechanlage zerkleinert werden, um die Wiedereinbaufähigkeit bzw. Verdichtungsfähigkeit zu gewährleisten.

Zu beachten ist, dass aus bodenchemischer Sicht der Wiedereinbau der Aushubböden nach den Festlegungen der Sanierungsplanung (siehe Kapitel 4) bzw. der Sanierungszielwerte zu erfolgen hat.

3.9 Umgang mit Regenwasser

Die erforderlichen Maßnahmen zur Ableitung des Regenwassers werden vom Planungsbüro Kühnert durchgeführt. Es ist derzeit geplant, Regenwasser über einen Regenwassersammler in den Kuhbach abzuleiten.

4 Sanierungsplan

4.1 Allgemeine gesetzliche Grundlagen und Rahmenbedingungen

Die gesetzliche Basis für den Sanierungsplan ist das BBodSchG /24/, die BBodSchV /23/, LbodSchG /25/, der Altlastenerlass NRW /26/, das LABO-Informationsblatt für den Vollzug /38/ sowie diverse technische Regeln /27/.

Für die geplante Neunutzung der Fläche der ehemaligen Schachtanlage Grimberg 3/4 sind überwiegend die Wirkungspfade „Boden-Mensch“, „Boden-Grundwasser“ und „Boden-Bodenluft“ relevant. Der Wirkungspfad Boden-Pflanze ist im Bereich von Hausgärten zu beachten.

In der BBodSchV /23/ werden Prüf- und Maßnahmenwerte für den Wirkungspfad Boden-Mensch (Tabellen 1.2 und 1.4) und Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser (Tabelle 3.1) angegeben, die der Entscheidung über das Vorliegen von Gefahren, die von Böden

ausgehen können, dienen (vgl. Tabelle 5). Für die Bewertung des Wirkungspfades Boden-Bodenluft kann das LABO-Informationsblatt für den Vollzug /38/ herangezogen werden.

Tabelle 5: Ausgewählte Prüfwerte der BBodSchV /23/ (Tabelle 1.4) für verschiedene Nutzungen in [mg/kg TM]

Chemischer Parameter	Kinderspielflächen	Wohngebiete	Park- und Freizeitanlagen	Industrie- und Gewerbe
Arsen	25	50 ³⁾	125	140
Blei	200	400 ³⁾	1.000	2.000
Cadmium	10 ¹⁾	20 ¹⁾	50	60
Chrom ges.	200	400	1.000	1.000
Nickel	70	140	350	900
Quecksilber	10	20 ³⁾	50	80
Cyanide ges.	50	50	50	100
Benzo(a)pyren	2	4 ³⁾	10	12
Polychlorierte Biphenyle (Σ PCB ₆) ²⁾	0,4	0,8	2	40
Pentachlorphenol (PCP)	50	100	250	250

¹⁾ In Haus- und Kleingärten, die sowohl als Aufenthaltsbereiche für Kinder als auch für den Anbau von Nahrungspflanzen genutzt werden, ist für Cadmium der Wert von 2,0 mg/kg TM als Prüfwert anzuwenden.

²⁾ Soweit PCB-Gesamtgehalte bestimmt werden, sind die ermittelten Messwerte durch den Faktor 5 zu dividieren.

³⁾ Nach dem Altlastenerlass NRW /26/ gelten in Wohngärten folgende Werte: Arsen 25 mg/kg, Blei 200 mg/kg, Quecksilber 5 mg/kg, Benzo(a)pyren (1 mg/kg).

Laut Altlastenerlass NRW /26/ wird die Unterschreitung der Prüfwerte der BBodSchV /23/ dem Anspruch des Baugesetzbuches auf gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse am ehesten gerecht. Eine Unterschreitung der Prüfwerte „...schließt bei repräsentativer Beprobung der Fläche eine Gefahr i. S. d. Bodenschutzrechtes aus. Sie können daher als Orientierung im bauplanungsrechtlichen Abwägungsprozess herangezogen werden. Grundsätzlich ist anzustreben, die Prüfwerte so weit wie möglich zu unterschreiten“ /26/. Des Weiteren sind in dem Altlastenerlass NRW /26/ für „Wohngärten“, d. h. für Nutzungen, die als Nutzgarten und auch zum Kinderspiel dienen, für den Wirkungspfad Boden-Mensch für Arsen 25 mg/kg und Blei 200 mg/kg und für den Wirkungsgrad Boden-Pflanze bei Quecksilber 5 mg/kg und Benzo(a)pyren 1 mg/kg festgelegt worden (vgl. auch Tabelle 5).

Neben den Prüfwerten enthält die BBodSchV /23/ in Anhang 2 allgemeingültige Vorsorgewerte, die bei der Auf- und Einbringung von Bodenmaterial zur Anwendung kommen und bei denen nicht von einer schädlichen Auswirkung auf den Boden auszugehen ist. Die Vorsorgewerte für Schwermetalle sind in der BBodSchV /23/ von der Bodenart und die Vorsorgewerte für die organischen Verbindungen (PCB, PAK, B(a)P) vom Humusgehalt abhängig. Werden die Vorsorgewerte der BBodSchV /23/, Anhang 2, Nr. 4 (Tabellen 4.1 und 4.2) überschritten, soll das Material nicht als Rekultivierungsschicht verwendet werden. Ausnahmen werden z. B. für Gebiete mit erhöhten Schadstoffgehalten (naturbedingt oder großflächig siedlungsbedingt) zugelassen.

Tabelle 6: Vorsorgewerte der BBodSchV /23/, (Tabelle 4.1*)

Chemische Parameter	Bodenart Ton [mg/kg]	Bodenart Lehm/Schluff [mg/kg]	Bodenart Sand [mg/kg]
Cadmium	1,5	1	0,4
Blei	100	70	40
Chrom	100	60	30
Kupfer	60	40	20
Quecksilber	1	0,5	0,1
Nickel	70	50	15
Zink	200	150	60

*) Boden mit naturbedingt und großflächig siedlungsbedingt erhöhten Hintergrundgehalten ist unbedenklich, soweit eine Freisetzung der Schadstoffe oder zusätzliche Einträge nach § 9 Abs. 2 und 3 der BBodSchV /23/ keine nachteiligen Auswirkungen auf die Bodenfunktionen erwarten lassen. Der Säuregrad ist zu berücksichtigen.

Tabelle 7: Vorsorgewerte der BBodSchV /23/, (Tabelle 4.2)

Chemischer Parameter	Humusgehalt > 8 %	Humusgehalt ≤ 8 %
Polychlorierte Biphenyle (Σ PCB ₆)	0,1 mg/kg	0,05 mg/kg
Benzo(a)pyren	1 mg/kg	0,3 mg/kg
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (Σ PAK ₁₆)	10 mg/kg	3 mg/kg

Die Vorsorgewerte der BBodSchV /23/ wurden unter Berücksichtigung ökotoxikologischer Aspekte abgeleitet und grenzen den für alle Wirkungspfade und Bodenverhältnisse geltenden Bereich unbedenklicher Schadstoffkonzentrationen in Böden (Unbedenklichkeitsbereich) vom Bereich der Besorgnis des Entstehens einer schädlichen Bodenveränderung (Besorgnisbereich) ab.

Das BBodSchG /24/ sieht die Möglichkeit vor (§ 13, Abs. 5), dass entnommenes Bodenmaterial im Bereich der von der Altlastensanierung betroffenen Fläche wieder eingebracht werden darf, wenn sichergestellt wird, dass das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird.

Für das Land Nordrhein-Westfalen existiert für Plangebiete mit Bodenbelastungen eine Handlungsempfehlung /26/. Darin sollen sensible Nutzungen (z. B. Kinderspielflächen, „Wohngärten“) nicht in belasteten Bereichen geplant werden. Um jedoch eine gefahrlose Folgenutzung zu gewährleisten wird für einen Bodenaustausch oder eine Bodenüberdeckung folgende Mächtigkeit empfohlen:

Tabelle 8: Mindestmächtigkeiten für Bodenüberdeckungen für unterschiedliche Nutzungen (Empfehlungen des Landes NRW /26/)

Folgenutzung	Mindestmächtigkeit der ein- bzw. aufzubringenden Bodenschicht	Zusätzlich erforderliche Maßnahmen
Haus- und Kleingärten	0,60 m	Geotextil o.ä. als Grabesperre
Kinderspielflächen	0,35 m	Geotextil o.ä. als Grabesperre
Vegetationsflächen in Grün- und Freizeitanlagen	0,35 m	Geotextil o.ä. als Grabesperre

4.2 Einbauwerte

Die vorliegende Planung sieht vor, den Standort einer Wohnnutzung (freistehende Häuser und Doppelhäuser) zuzuführen. Das Aufbereitungskonzept muss eine zukünftige Gefährdung, insbesondere der Schutzgüter (Mensch und Wasser/Grundwasser) ausschließen und die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme gewährleisten.

Die Ergebnisse der Untersuchungen, die aus gutachterlicher Sicht erforderlichen Aufbereitungsmaßnahmen sowie die Einbauwerte (vgl. Tabelle 9 und 10) wurden am 25.09.2008, am

04.10.2010 sowie am 16.12.2011 der Genehmigungsbehörde (Kreis Unna) vorgestellt, diskutiert und festgelegt.

Generell wird bei den Einbauwerten in internes Material und externes Material unterschieden.

Die Einbauwerte für den Einbau von internem Material, jeweils für die geplanten Nutzungen, können der Tabelle 9 entnommen werden.

Tabelle 9: Einbauwerte /28/ für internes Material

Chemische Parameter	Einbauwerte für den Einbau von internem Material für Wohnnutzung [in mg/kg im Feststoff]	Einbauwerte für Vegetationsboden ¹⁾ [in mg/kg im Feststoff]
Arsen	30	15
Cadmium	2	1
Blei	300	70
Chrom (ges.)	300	60
Kupfer	100	40
Nickel	100	50
Quecksilber	15	0,5
Zink	300	150
Cyanide ges.	10	1
EOX	1	1
KW	300	100
Σ BTEX	1 (Benzol 0,1)	1
LHKW	1	1
Σ PCB	0,6	0,05
Benzo(a)pyren	2	0,3
Σ PAK (EPA)	5	3

1) Vorsorgewerte der BBodSchV (Lehm/Schluff).

Eluatanalysen sind in der Regel nicht erforderlich.

Für die Anlieferung von externem Material zur Geländemodellierung wurden separate Einbauwerte definiert, die sich an der LAGA /22/ orientieren (vgl. Tabelle 10).

Tabelle 10: Einbauwerte für externes Material – Einbau unterhalb des Vegetationsbodens und unter versiegelten Flächen /28/

Nutzung	Einbauwerte für externes Material
Wohnbebauung	Prüfwerte Wohngebiete /39/
Öffentliche Grünflächen	LAGA Z 1 ^{*)} im Feststoff und Eluat. Sulfat wird ausgeschlossen.

^{*)} LAGA TR Boden (2004)

In der folgenden Tabelle werden die Einbauwerte des Vegetationsbodens definiert.

Tabelle 11: Einbauwerte und -mächtigkeiten für Vegetationsboden /28/

Nutzung	Einbauwerte für Vegetationsboden
Wohngärten	Vorsorgewerte der BBodSchV mit Berücksichtigung des Altlastenerlasses bzw. der Werte in Tabelle 9. Vegetationsboden mindestens 1 m dick (incl. Humusschicht).
öffentliche Grünflächen und Straßenbegleitgrün	Vorsorgewerte der BBodSchV. bzw. Werte in Tabelle 10 Vegetationsboden mindestens 0,35 m (incl. Humusschicht). Im Bereich von Bäumen mindestens 1,0 m dick (incl. Humusschicht). Im Bereich von Pflanztaschen max. 2 m.

4.3 Sonstige Randbedingungen bei der Flächenaufbereitung

Eine gezielte Regen- und Oberflächenwasserversickerung in den Auffüllungen wird seitens der Genehmigungsbehörde ausgeschlossen.

Das anzuliefernde Fremdmaterial soll möglichst sortenrein sein. Das Material darf nicht organoleptisch auffällig sowie nicht pastös sein.

4.4 Grundwasser

Die Bewertung des Grundwassers erfolgte durch den Gutachter des Grundstückbesitzers unter Begleitung der zuständigen Aufsichts- und Genehmigungsbehörde, dem Bergamt Kamen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Grundwasseranalysen wurden in dem vorangegangenen Kapitel 2.5.2 nachrichtlich aufgenommen und entsprechend bewertet. Im Grundwasser konn-

ten keine signifikanten Belastungen festgestellt werden, die einen Handlungsbedarf hinsichtlich einer Grundwassersanierung erfordern. Auf dem Gelände wurden insgesamt 5 Grundwassermessstellen errichtet und anschließend das Grundwasser beprobt. Diese Erkenntnisse werden in der Ausführungsplanung berücksichtigt (vgl. Anhang A).

Durch die geplante Neunutzung des Standortes werden ca. 50 % der Gesamtfläche mit Bauwerken versiegelt. Durch den Einbau eines natürlichen Vegetationsbodens mit Neuanpflanzung in den geplanten Grünflächen wird das Regenwasser zukünftig verstärkt zurückgehalten und somit der derzeitige unversiegelte Zustand deutlich verbessert. Die Wahrscheinlichkeit, dass Sickerwasser die im Boden verbleibenden Belastungen löst und in das Grundwasser einträgt ist zukünftig als sehr gering anzusehen.

4.5 Aufbereitungskonzept

4.5.1 Grundsätzliche Vorgehensweise bei der Flächenaufbereitung

Hinsichtlich der zukünftigen Höhenanordnung des Geländes sind einige „Zwangspunkte“ im Umfeld zu beachten (z. B. Anbindung an die Haupterschließungsachse, der Kuhbach, die beiden ehemaligen Bergbauschächte, Vorflut).

Bei der geplanten Baumaßnahme werden Auffüllungen angetroffen, die überwiegend aus Bergematerial und z. T. aus Schlacken, Beton, Bauschutt bestehen, die mit umgelagerten natürlichen Böden durchmischt sind. Die Auffüllungen können auch Fremdstoffe wie z. B. Eisen, Holz etc. enthalten. Im Untergrund sind Fundamente aus der Altbebauung (Stahlbeton und Mauerwerk, ehemalige Keller, Bodenplatten) sowie Ver- und Entsorgungsleitungen vorhanden (vgl. Anlage 3.2). Der vorliegende Fundamentplan zeigt die vermutete Lage von Altfundamenten und gliedert diese in Kategorien (Gebäude auf Stützen, Einzelfundamente, Gebäude mit Maschinenfundamenten, sonstige Gebäude, unterirdische Bauwerke). Über die Tiefenlage der Altfundamente liegen der TABERG Ingenieure GmbH keine Informationen vor.

Die Flächenreaktivierung hat zum Ziel, in Abhängigkeit von der geplanten Nutzung dem neuen Erwerber und Nutzer ein weitestgehend restriktionsfreies Grundstück zu übergeben. Folgende Randbedingungen sind dabei von wesentlicher Bedeutung:

- Die neuen Nutzer müssen unterhalb der Planungsebene bis zur Aufbereitungsebene einen bis in die benötigten Tiefen tragfähigen Baugrund vorfinden (restriktionsfreier Bereich), so dass eine wirtschaftliche Flachgründung der Häuser möglich wird. Die erforderlichen Gründungsmaßnahmen sind dann ausschließlich von den statischen Erfordernissen der zukünftigen Neubebauung abhängig. Somit dürfen bis in diese Tiefe keine Fundamente, Hohlräume etc. verbleiben, die eine spätere Gründung von Bau-

werken erschweren. Dies gilt auch für den Bereich der neuen Abwasserkanäle und Versorgungsleitungen.

- Nach der Flächenaufbereitung sollen beim Aushub für die neue Bebauung Restriktionen oder Erschwernisse durch alte Leitungen, Fundamente, Hohlräume. etc. ausgeschlossen werden.
- Die chemische Beschaffenheit des zukünftigen Baugrundes muss bekannt sein und die jeweiligen Nutzungen ermöglichen.
- Außerhalb der festgelegten Baufenster ist eine Bebauung mit Nebengebäuden (z. B. Fertiggaragen) möglich, wenn diese auf der aufbereiteten Ebene errichtet werden.
- Generell sollten für die Ausführungsplanung wirtschaftliche Einheiten für die geotechnische Aufbereitung zusammengeführt werden.

Durch die geplante Neunutzung des Geländes werden die derzeitigen Geländehöhen verändert. In den beiden Bauabschnitten 1 und 2 muss Material aufgebracht werden, um die neue Geländeoberfläche herzustellen.

Aufgrund der vorzunehmenden Andeckungen werden - bedingt durch die neue Geländetopographie - unter der Aushubebene heterogene Auffüllungen und Fundamente, aber auch Bodenbelastungen verbleiben (vgl. Anlage 3.2).

In vorher festgelegten Baufeldern, d. h. nur dort wo später Wohngebäude, Straßen und Kanäle gebaut werden sollen, werden bei der Geländeaufbereitung alle ehemaligen Keller und Fundamente bis zur einer jeweils definierten Aushubebene abgebrochen und rückgebaut (vgl. Anlage 3.2). Tiefer reichende Keller verbleiben ebenso wie Auffüllungen oder Fundamente im Untergrund. Werden oberflächennah Hohlräume (z. B. Keller oder Leitungen > DN 300) angetroffen, werden diese lagenweise mit sortiertem und bodenchemisch geeignetem Material (z. B. Auffüllungen) verfüllt oder verdämmt.

In den vorher festgelegten Baufeldern wird zur Verbesserung der locker anstehenden Auffüllungen empfohlen, nach Prüfung des Baugrundes mit einer Rammsondierung eine Fallplattenverdichtung durchzuführen. Diese höherwertige bautechnische Aufbereitung erfolgt dort wo Bauwerke entstehen (Häuser, Straßen, Kanäle), d. h. es sind hierfür entsprechende Baugrenzen auszuweisen.

Dort wo Grünflächen vorgesehen sind (z. B. Hausgärten), wird empfohlen Festigkeitsaufschlüsse durchzuführen und dann bei Bedarf ebenfalls eine Verdichtung des Untergrundes mit einer Walze durchzuführen, um größere Hohlräume zu beseitigen. Derzeit wird davon ausgegangen, dass hier keine Verdichtungen vorgenommen werden müssen.

Anhand der folgenden Kapitel werden für die Abtrags- und Auffüllungsbereiche anhand von schematischen Skizzen die grundsätzlichen Aufbereitungsvarianten für die 2 Bauabschnitte vorgestellt.

In den schematischen Baugrundschnitten S1-S1 bis S7-S7 der Anlagen 4.1 bis 4.7 sind die derzeitigen und die geplanten Geländehöhen überhöht dargestellt. Des Weiteren können den Geländeschnitten die jeweiligen Aufbereitungsebenen, die Abtragsbereiche, die Auffüllbereiche und die aus baugrundtechnischer Sicht erforderlichen Aufbereitungstiefen entnommen werden. In den Schnitten sind auch die relevanten Bodenbelastungen (> Z 2 nach LAGA /22/) mit Angabe der chemischen Parameter und der Tiefenlage dargestellt.

Aufgrund der prognostizierten Methanaustritte /2/ auf der Fläche sind entsprechende Maßnahmen zur Sicherung zu ergreifen (vgl. Kapitel 4.8).

4.6 Flächenaufbereitung in den Bauabschnitten 1 und 2

Für die Bauabschnitte 1 und 2 werden aufgrund der unterschiedlichen Aufbereitung insgesamt 2 Flächen betrachtet (vgl. Anlage 2.1, 4.1 – 4.7).

Fläche 1: Diese Fläche liegt in den Bauabschnitten 1 und 2 parallel zum Kuhbach. Hier kann aufgrund der derzeitigen Höhensituation nur eine Geländeanhebung im Mittel um 0,5 m erfolgen.

Fläche 2: nördlich an die Fläche 1 (Kuhbach) anschließend (vgl. Lageplan Anlage 2.1). Hier erfolgt eine Geländeanhebung im Mittel um 1 m.

Hinzuweisen ist auf die Gasproblematik (vgl. Kap. 4.8) auf der Gesamtfläche. Hier sind generell bei der Ausführungsplanung entsprechende Gasdränagen mit gasdichten Anschlüssen an Kanäle etc. vorzusehen. In den folgenden Aufbereitungsskizzen sind die Gasdränagen nur schematisch dargestellt. Detaillierte Zeichnungen dazu sind in der Ausführungsplanung vorzunehmen.

4.6.1 Fläche 1 am Kuhbach im 1. und 2. Bauabschnitt

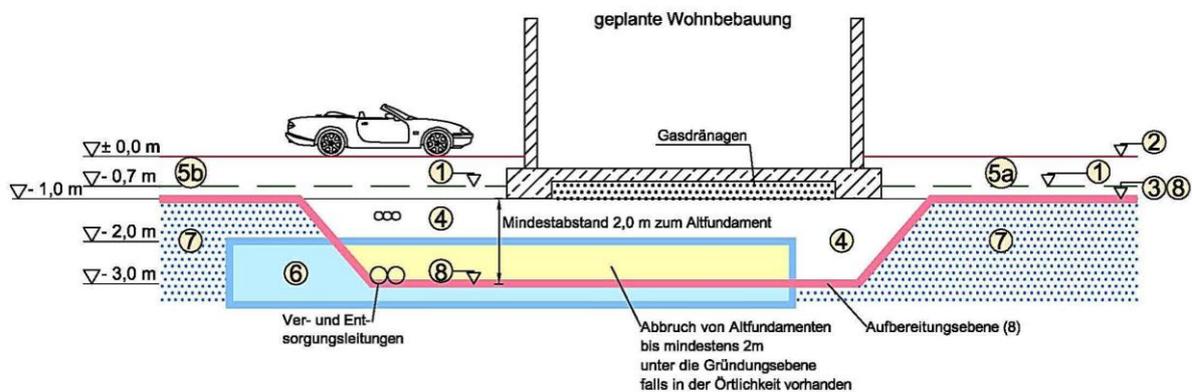
Die Fläche 1 liegt in den Bauabschnitten 1 und 2 und verläuft parallel zum Kuhbach. Sie reicht vom Kuhbachufer bis ca. 30 m in die Fläche hinein (vgl. Lageplan Anlage 2.1).

Unabhängig davon, wann der 2. Bauabschnitt zeitlich auf den 1. Bauabschnitt folgt, empfiehlt es sich in diesem Streifen die bautechnische Aufbereitung der Fläche zeitgleich mit der Aufbereitung im 1. Bauabschnitt vorzunehmen. Dies ist erforderlich, da parallel des Kuhbaches

neue Abwasserkanäle (Regenwasser-, Mischwasserkanäle) verlegt werden, die das Abwasser aus dem 1. Bauabschnitt aufnehmen, über die Fläche des 2. Bauabschnittes ableiten und die an den Sammler Heidegraben angeschlossen werden.

In der Fläche 1 kann aufgrund der derzeitig bestehenden Höhensituation (Kuhbachufer) nur eine Geländeanhebung im Mittel um 0,5 m erfolgen (vgl. Lageplan Anlage 2.1, Geländeschnitt Anlage 4.2).

Die Abbildung 2 zeigt in einer schematischen Skizze die grundsätzliche Vorgehensweise der Flächenaufbereitung für die geplante Wohnbebauung mit Gärten, in denen ein Bodenauftrag erfolgen soll. Die zukünftige Geländeoberfläche liegt hier ca. 0,5 m über der heutigen Geländeoberfläche (vgl. auch Geländeschnitt Anlage 4.2). In der Abbildung 2 ist in einer schematischen Skizze die Aufbereitung dargestellt, wie sie durchgeführt werden kann, wenn unter der zukünftigen Wohnbebauung eine Altbebauung (z. B. Betonfundament) liegen sollte.



Erläuterung: (1) heutige Geländeoberfläche, (2) zukünftige Benutzerebene (Planung), (3) Übergabeebene an den neuen Nutzer liegt bei ca. -1,0 m unter der zukünftigen neuen Benutzerebene (2), (4) Einbau von sortiertem, aufbereitetem Material, Einbau lagenweise, verdichtet. Einbau erfolgt bis zur Gründungssohle der Gebäude, (5a) Grünflächen (Hausgärten). Einbau von vegetationsfähigem, natürlichen Boden (mindestens 1,0 m dick). (5b) Versiegelte Flächen (Straßen, Wege, Plätze etc.). (7) nicht aufbereitete Bereiche, (8) Aufbereitungsebene.

Abbildung 2: schematische Skizze zur Aufbereitung am Kuhbachufer mit Altfundamenten

Für die Geländeaufbereitung müssen Altfundamente, die im Aushubbereich liegen so tief abgebrochen werden, dass zwischen der Gründungssohle der zukünftigen Gebäude und der Oberkante der Altfundamente mindestens ein Abstand von 2 m besteht (vgl. Abbildung 2). Generell verbleiben alle Fundamente wie auch Bodenverunreinigungen unterhalb dieser Aushubebene im Boden. Potentielle Flächen, in denen mit Fundamenten zu rechnen ist, sind aus der Anlage 3.2 ersichtlich.

Tiefer reichende Fundamente verbleiben unterhalb der Aushubebene im Boden.

Von der heutigen Geländeoberfläche ausgehend muss in den Flächen, in denen keine Fundamente unter der zukünftigen Wohnbebauung liegen, ein Bodenabtrag von ca. 0,5 m durchgeführt werden. Anschließend wird die Geländeoberfläche nachverdichtet (z. B. Fallplatte).

Auf diese Ebene kann der zukünftige Nutzer seine Gebäude gründen bzw. der erforderliche Straßenunterbau (5b) etc. aufgebracht werden.

Das Auffüllmaterial muss die Einbauwerte für „Wohnen“ (vgl. Tabelle 9) und die entsprechenden bodenmechanischen Anforderungen an die Tragfähigkeit einhalten.

In den Hausgärten (5a) erfolgt der Einbau von vegetationsfähigem, natürlichem Boden (mindestens 1,0 m dick incl. Humusschicht). Die bodenchemische Qualität des Vegetationsbodens muss die Einbauwerte für Vegetationsboden (vgl. Tabelle 9) einhalten.

Der einzubauende Vegetationsboden ist ordnungsgemäß zwischenzulagern. Die Abgabe des Bodens an die Erwerber sollte unter gutachterlicher Begleitung erfolgen. Zu beachten ist weiterhin, dass die Zwischenlagerung je nach Menge und Mietengröße genehmigungspflichtig (Bauantrag) ist.

In den zukünftigen Baufeldern (Gebäude, Straßen, Abwasserkanäle etc.) wird bei Erfordernis bis zur Übergabeebene (3) ein aufbereitetes Material (4) eingebaut. Dieses Auffüllmaterial muss die Sanierungszielwerte für „Wohnen“ /28/ und die entsprechenden bodenmechanischen Anforderungen an die Tragfähigkeit einhalten. Bei dem Auffüllmaterial kann es sich um sortiertes und aufbereitetes Material von der Fläche (Auffüllungen aus Bergematerial, Beton, Bauschutt etc.) oder um Fremdmaterial handeln. Der Einbau muss lagenweise und verdichtet erfolgen. Der Einbau erfolgt bis zur Übergabeebene (3), d. h. bis ca. 1,0 m unter die neue Benutzerebene (2).

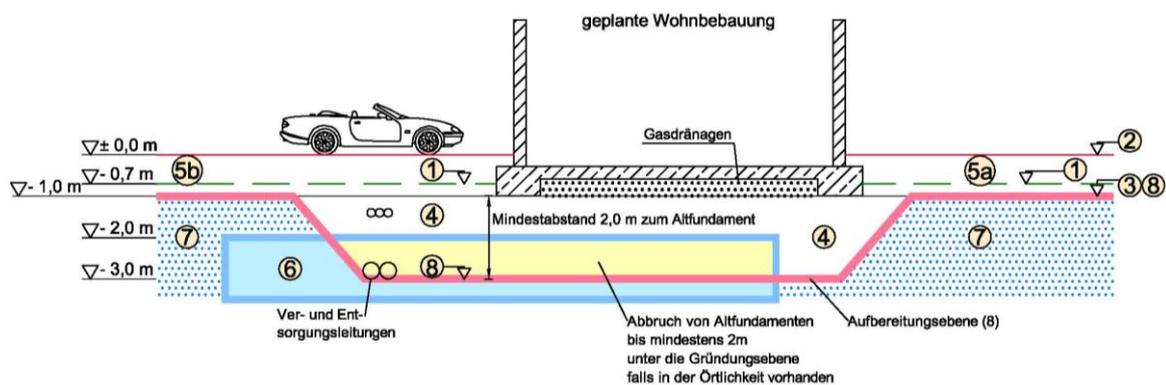
Wie bereits erläutert liegt die Aufbereitungsebene im Bereich der Hausgärten bei -0,5 m unter der neuen Benutzerebene. Das bedeutet, dass in den zukünftigen Hausgärten unmittelbar unter dem aufzutragenden Vegetationsboden das nicht aufbereitete „Ur-Gelände“ ansteht. Aufgrund dessen wird eine Grenze der baulichen Nutzung definiert, die an der Schnittstelle zwischen Baufläche und Gartennutzung liegt.

Wie bereits erläutert, wird die Flächenaufbereitung für den 2. Bauabschnitt zeitlich auf den 1. Bauabschnitt folgen. Es ist daher eine Baustraße zu erstellen, die gewährleistet, dass der 2. Bauabschnitt verkehrlich an die Schulstraße angeschlossen wird, da der Baustellenverkehr nicht durch den 1. Bauabschnitt abgeleitet werden kann.

4.6.2 Flächen nördlich des Kuhbaches im 1. und 2. Bauabschnitt

Mit Ausnahme der Fläche 1 am Kuhbach soll das gesamte übrige Gelände um ca. 1,0 m angehoben werden. Aufgrund des Nachbarschaftsschutzes (Erschütterung etc.) wird empfohlen, einen ca. 30 m breiten Streifen im 2. Bauabschnitt westlich der beiden Bergbauschächte zusammen mit dem 1. Bauabschnitt aufzubereiten. Die Aufbereitung wird im Wesentlichen genau so durchgeführt wie in der Fläche 1, die am Kuhbachufer liegt (siehe vorangegangenes Kapitel).

Im Folgenden wird die Aufbereitung jedoch nochmals auch für diese Flächen ausführlich erläutert.



(1) Heutige Geländeoberfläche, (2) zukünftige Benutzerebene liegt ca. 1,0 m über der heutigen GOK, (3) Übergabeebene an den neuen Nutzer liegt bei ca. -1 m unter der Ebene (2), (4) Auffüllungen lagenweise verdichtet einbauen, (5a) Hausgärten. Einbau von mindestens 1 m vegetationsfähigem natürlichen Boden, (5b) Versiegelte Flächen. Einbau von sortiertem, aufbereitetem Material, lagenweise verdichtet bis zur Gründungssole der Gebäude (3), (6) im Untergrund verbleibende Altfundamente, (7) Nicht aufbereitete Bereiche, (8) Aufbereitungsebene

Abbildung 3: Aufbereitung nördlich des Kuhbachufers

In der Abbildung 3 ist in einer schematischen Skizze die Aufbereitung dargestellt, wie sie durchgeführt werden kann, wenn unter der zukünftigen Wohnbebauung eine Altbebauung (z. B. ein Betonfundament) angetroffen wird. Die Flächenaufbereitung erfolgt hier wie auch im Bereich der Fläche 1 am Kuhbach so, dass Altfundamente, die im Aushubbereich liegen so tief abgebrochen werden, dass zwischen der Gründungssohle der zukünftigen Gebäude und der Oberkante der Altfundamente mindestens ein Abstand von 2 m besteht (vgl. Abbildung 3 und schematische Geländeschnitte in Anlage 4). Fundamente wie auch mögliche Bodenverunreinigungen unterhalb dieser Aushubebene verbleiben im Boden. Potentielle Flächen, in denen mit Fundamenten zu rechnen ist, sind aus der Anlage 3.2 ersichtlich.

In den Flächen, in denen keine Altfundamente unter der zukünftigen Wohnbebauung vermutet werden, wird die derzeitige Geländeoberfläche (vgl. (1) in der Abb. 3) nachverdichtet (z. B. Fallplatte). Auf dieser Ebene kann der zukünftige Nutzer die Gebäude gründen bzw. es kann der erforderliche Straßenunterbau (5b) aufgebracht werden.

Das Auffüllmaterial muss die Einbauwerte für „Wohnen“ (vgl. Tabelle 9) und die entsprechenden bodenmechanischen Anforderungen an die Tragfähigkeit einhalten. In den Hausgärten (5a) erfolgt der Einbau von vegetationsfähigem, natürlichem Boden (mindestens 1,0 m dick incl. Humusschicht). Die bodenchemische Qualität des Vegetationsbodens muss die Einbauwerte für Vegetationsboden (vgl. Tabelle 9) einhalten.

Der einzubauende Vegetationsboden ist ordnungsgemäß zwischenzulagern. Die Abgabe des Bodens an die Erwerber sollte unter gutachterlicher Begleitung erfolgen. Zu beachten ist weiterhin, dass die Zwischenlagerung je nach Menge und Mietengröße genehmigungspflichtig (Bauantrag) ist.

In den zukünftigen Baufeldern (Gebäude, Straßen, Abwasserkanäle etc.) wird bei Erfordernis bis zur Übergabeebene (3) ein aufbereitetes Material (4) eingebaut (z. B. Verdrängung durch Bodenverdichtung etc.). Dieses Auffüllmaterial muss die Einbauwerte für „Wohnen“ /28/ und die entsprechenden bodenmechanischen Anforderungen an die Tragfähigkeit einhalten. Bei dem Auffüllmaterial kann es sich um sortiertes und aufbereitetes Material von der Fläche (Auffüllungen) oder um Fremdmaterial handeln. Der Einbau muss lagenweise und verdichtet erfolgen. Der Einbau erfolgt bis zur Übergabeebene (3), d. h. bis ca. 1,0 m unter die neue Benutzerebene (2).

Wie bereits erläutert wird im Bereich der Hausgärten unmittelbar unter dem aufzutragenden Vegetationsboden (1,0 m Mächtigkeit) das nicht aufbereitete „Ur-Gelände“ anstehen. Aufgrund dessen wird eine Grenze der baulichen Nutzung definiert, die an der Schnittstelle zwischen Baufläche und Gartennutzung liegt.

4.6.3 Öffentliche Grünflächen und Straßenbegleitgrün

In den Grünbereichen soll die Herrichtung so erfolgen, dass ein einwandfreier und den Standortgegebenheiten entsprechender Wasserhaushalt im Boden für die Grünnutzung gegeben ist. Diesbezüglich ist z. B. eine ausreichende Dicke und bodenphysikalische Beschaffenheit des Oberbodens erforderlich, um die Pflanzenverfügbarkeit von Nährstoffen bzw. Wasser zu garantieren /30, 31/.

Dort wo zukünftig öffentliche Grünflächen geplant sind, kann im Wesentlichen eine tiefergehende Flächenaufbereitung entfallen, da hier keine Bauwerke geplant sind und somit kein hierfür tragfähiger Baugrund hergerichtet werden muss (Kosteneinsparung). Altfundamente können im Untergrund verbleiben. Die Flächen sind entsprechend der geplanten Höhenmodellierung um 1,0 m oder 0,5 m anzuheben. Lediglich in festzulegenden Pflanztaschen (Ausführungsplanung) muss eine tiefergehende Aufbereitung (max. 2 m) erfolgen.

In Grünflächen (auch Straßenbegleitgrün) soll laut Rücksprache mit der Genehmigungsbehörde der Vegetationsboden in einer Stärke von 0,35 m (incl. Humusschicht) aufgebracht werden. D. h. das darunter einzubauende Füllmaterial ist in einer Stärke von mindestens 0,65 m einzubauen.

Die bodenchemischen Einbauwerte können den Tabellen 9 und 10 entnommen werden. Im Bereich von Bäumen wird seitens der Genehmigungsbehörde empfohlen, dass die neue Vegetationsbodenschicht mindestens 1,0 m dick (incl. Humusschicht) sein soll.

Für Zwischenzustände kann eine Anspritzbegrünung vorgesehen werden. Beim Auftragen des Vegetationsbodens ist generell darauf zu achten, dass keine Vermischung mit Fremdmaterial stattfindet.

4.6.4 Allgemeines zu Straßen, Wegen, Plätzen

Der Schichtenaufbau im Bereich von Straßen, Wegen und Plätzen richtet sich nach der Verkehrsbelastung bzw. den gestalterischen Vorgaben. Im Rahmen des Bodenmanagementkonzeptes wird davon ausgegangen, dass:

- im Straßen- und Wegebereich ein typischer Schichtaufbau aus gebundenen und ungebundenen Materialien mit einer Aufbaumächtigkeit von im Mittel 0,5 m oberhalb des Erdplanums (Übergabeebene) realisiert wird.
- Erschließungstrassen insbesondere für Abwasser und Trinkwasser im Mittel in einer Tiefe von bis zu 3,0 m verlegt werden. Hier muss bei der Flächenaufbereitung ein entsprechender Tiefenbereich aus kontrolliertem Bodenmaterial hergestellt werden, damit bei

der Verlegung keine Hindernisse angetroffen werden und der Bodenaushub nicht belastet ist.

4.7 Umgang mit Flächen, in denen die Einbauwerte überschritten werden

Der Lageplan in Anlage 3.2 zeigt eine Auswertung aller für die Fläche vorliegenden chemischen Analysen hinsichtlich der LAGA Zuordnungswerte /22/ > Z 1.1. Der Tabelle in Anlage 3.1 sind die Überschreitungen der Einbauwerte /28/ zu entnehmen.

Wenn Böden, in denen die definierten Einbauwerte (vgl. Anlage 3.1) überschritten werden, aus bautechnischer Sicht herausgenommen werden müssen, dann können sie nicht mehr auf der Fläche wiederverwertet werden, sondern müssen extern entsorgt/verwertet werden.

Wie bereits erläutert wird der Direktkontakt zukünftig durch die Überdeckung mit sauberem Boden und die Versiegelung durch Bauwerke unterbunden. Es verbleiben jedoch auch leichtflüchtige Schadstoffe im Untergrund, so dass insbesondere der Gefährdungspfad Bodenluft-Mensch betrachtet werden muss. Die höchsten BTEX-Konzentrationen im Feststoff wurden im Bereich der Sondierungen 57 und 58 in 0,5-1,0 m Tiefe (7,49 mg/kg) nachgewiesen. D. h. es verbleiben auch Auffüllungen mit BTEX-Konzentrationen im Untergrund, die bis zum 7-fachen des Sanierungszielwertes (1 mg/kg im Feststoff) aufweisen. Da wie oben erläutert ein entsprechender Bodenauftrag vorgesehen ist und unter den zu errichtenden Bauwerken Gasdrainagen geplant werden (vgl. Kapitel 4.8), werden auch ggf. entstehende leichtflüchtige Schadstoffe kontrolliert abgeleitet und reichern sich nicht in Gebäuden an.

4.8 Umgang mit Grubengas und sonstigen leichtflüchtigen chemischen Verbindungen

Im Untersuchungsgebiet (Bereich des 1. Bauabschnittes) liegt der ehemalige Bergbauschacht Grimberg 4 und nördlich, außerhalb an der Grenze des Untersuchungsgebietes, der ehemalige Bergbauschacht Grimberg 3. In den Jahren 2000, 2001 und 2009 wurden Methangasmessungen im Bereich der beiden Schächte sowie im Umfeld vorgenommen /2/. An der Tagesoberfläche wurde Methan und untergeordnet Kohlendioxid nachgewiesen. Dabei wurde festgestellt, dass das Gas im Umfeld der Schächte mit hoher Wahrscheinlichkeit auch über Klüfte und Spalten großräumig im kreidezeitlichen Deckgebirge zur Tagesoberfläche aufsteigt /2/.

Der Gutachter empfiehlt daher entsprechende Maßnahmen gegen die Gefahren durch schädliche Gase im Bereich der geplanten Bebauung auf der gesamten Fläche vorzusehen /2/.

Des Weiteren ist durch die vorliegenden Untersuchungen bekannt, dass auf der Fläche im Feststoff auffällige BTEX-Konzentrationen vorliegen /1/. Die im Folgenden dargestellten Maß-

nahmen zur Vermeidung von schädlichen Gasansammlungen in Bauwerken gelten auch für die leichtflüchtigen Aromaten.

Unabhängig von einer noch durchzuführenden detaillierten Ausführungsplanung werden im Folgenden Hinweise auf entsprechende vorzusehende Maßnahmen gegeben, die aus dem vorliegenden Gutachten der DMT /2/ entnommen wurden.

- Anlage eines Drainagegrabens rings um den Schachtkopf zur Unterbrechung möglicher Strömungswege, Füllung des Grabens mit sehr durchlässigem Material ($k_f \geq 10^{-3}$ m/s).
- Gasdurchlässige Pflasterung im Bereich des geplanten befahrbaren Wendekreises.
- Einhaltung der Mindestabstände zu den Entgasungseinrichtungen.
- Verzicht auf die Verlegung von Ver- und Entsorgungsleitungen in ausgasungstechnischen Schachtschutzbereichen.
- Einführungen von Ver- und Entsorgungsleitungen in Gebäude müssen gegen Methan (Explosionsschutz) und andere Gase (z. B. CO₂, oder leichtflüchtige Aromaten) gasdicht ausgeführt werden.
- Straßen und Wege sollten zu beiden Seiten einen ca. 1 m breiten gasdurchlässigen Drainagestreifen erhalten. Dieser Drainagestreifen kann Bestandteil von Gehwegen werden, wenn ein gasdurchlässiges Pflaster verwendet wird. Dies gilt auch für den Unterbau (Tragschicht) von Zufahrten zur Wohnbebauung oder Stellplätzen. Für eine Oberflächenversiegelung können Rasengittersteine oder ein vergleichbares Pflaster verwendet werden.
- Die Dichtigkeit der Muffenverbindungen von Abwasserleitungen und die Anschlüsse von Rohrleitungen an Kanalschächte ist in Anlehnung an die DIN EN 1610 „Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen“ zu prüfen.
- Kanalschächte sind mit belüfteten Deckeln auszustatten und gegen unberechtigte Öffnung zu sichern.
- Arbeiten in Kanälen und Schächten sind nur unter Berücksichtigung von Gefahren durch schädliche Gase (Methan, Kohlendioxid, Sauerstoff und leichtflüchtige Aromaten) durchzuführen.
- Unter allen sonstigen Bauwerken (z. B. Wohnhäuser) sind Gasdrainagen vorzusehen, Die Gasdrainagefunktion kann dabei die Trag- und Frostschuttschicht übernehmen, die unter einer Bodenplatte sowieso erforderlich ist. Das Schotterpaket ist seitlich jeweils entsprechend hochzuziehen.
- Während der Durchführung der Bauarbeiten sind zum Schutz der Personen entsprechende Maßnahmen zu ergreifen (siehe auch Kapitel Arbeitsschutz).

5 Bodenmanagementkonzept

5.1 Allgemeines

Die Verwertung und Beseitigung von Böden wird durch das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) /29/ geregelt. Danach sind alle Böden, die aus dem Boden-, Gesteinsverband gelöst werden, als Abfall zu bezeichnen, unabhängig vom Grad der Verunreinigung. Es handelt sich jedoch nur dann um Abfall, wenn der Besitzer/Erzeuger sich der anfallenden Massen entledigen will (subjektiv) oder entledigen muss (objektiv). Grenzwerte für chemische Parameter werden im KrWG /29/ nicht genannt. Laut Sanierungsplan müssen alle Aushubmaterialien (Böden, Auffüllungen), die die Sanierungszielwerte/Einbauwerte überschreiten extern verwertet oder entsorgt werden. Für gefährliche Abfälle /32/, die beseitigt werden müssen (170503*), ist der kommunale Anschluss- und Benutzerzwang (Andienungs- und Überlassungspflichten nach § 17 KrWG) des Kreises Unna zu beachten.

Für die praktische Durchführung der Abfallentsorgung durch Dritte ist das gesetzlich vorgeschriebene (§§ 50-54 KrWG /29/) und in der Nachweisverordnung (NachwV) /33/ geregelte Nachweisverfahren zur Überwachung der Abfallentsorgung von Bedeutung. Das Nachweisverfahren enthält zwei Bestandteile, die für alle Verfahren gelten und wurde mit dem Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen /36, 37/ neu gefasst und ist seit dem 01.02.2007 in Kraft:

- Alle Abfälle werden nach dem EU-Recht in gefährliche und nicht gefährliche Abfälle unterteilt /32/:
 - Gefährliche Abfälle: Abfallschlüssel-Nr. 170503*
 - nicht gefährliche Abfälle: Abfallschlüssel-Nr. 170504.
- Das bisherige vereinfachte Nachweisverfahren für überwachungsbedürftige Abfälle entfällt. Das abfallrechtliche Nachweisverfahren wird auf gefährliche Abfälle beschränkt, so dass für alle nicht gefährlichen Abfälle keine vereinfachten Nachweise mehr zu führen sind /33/.
- Das bisher privilegierte Verfahren, d. h. die Nachweiserklärung ohne Beförderungsbestätigung wird vereinfacht.
- Es ist das elektronische Nachweisverfahren für gefährliche Abfälle zu beachten.

Es wird empfohlen vor Beginn der Baumaßnahme/Ausschreibung einen Qualitätssicherungsplan zu erstellen.

5.2 Aushub und interne Bodenumlagerung

Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse ist die bodenchemische Qualität der anstehenden Aushubmaterialien auf der Fläche weitestgehend bekannt.

Aufgrund der Heterogenität der anstehenden Auffüllungen wird eine vorherige bodenmechanische Aufbereitung der Aushubmaterialien erforderlich sein. Der Bodenaushub muss von Fremdstoffen (Stahl, Eisen, Holz, Müll etc.) befreit und möglichst nach Materialien (z. B. Bauschutt, Beton, Bergematerial) getrennt und auf einbaufähige Korngrößen gebrochen werden.

Der Materialfluss sollte nach jeweiliger Voreinschätzung (chemische Qualität aus der Sanierungsuntersuchung und bodenmechanische/organoleptische Ansprache beim Aushub) über eine Bereitstellungsfläche abgewickelt werden. Die Bereitstellungsfläche dient der Sortierung, Aufbereitung, Abtrocknung und Zwischenlagerung. Die Bodenmaterialien werden hier so lange gelagert, bis die Ergebnisse der chemischen Analysen vorliegen und aus bodenchemischen Gesichtspunkten eine Qualitätseinstufung erfolgt ist. Die Bereitstellungsfläche dient auch als Puffer. Bei der Dimensionierung der Bereitstellungsfläche ist der Auflockerungsfaktor der Bodenmaterialien zu berücksichtigen, der je nach Material zwischen 1,2 und 1,3 betragen kann.

Vom Aushub sind kontinuierlich repräsentative Rückstellproben zu entnehmen und zu Mischproben zusammenzufassen. Die Probenahme erfolgt am Haufwerk bzw. an den Mieten des Bodenlagers oder aber zur Optimierung des Massenflusses auch direkt vor Ort im Vorfeld in definierten Flächen und Tiefen z. B. über Baggerschürfe.

Es ist für je 1.000 m³ eine Deklarationsanalytik vorzunehmen. Die chemischen Analysenparameter entsprechen der Liste der Wiedereinbauwerte. Die Analyseergebnisse müssen zeitnah (maximal 3 Werkzeuge, Feststoff) vorliegen. Werden bei den chemischen Analysen unerhebliche oder nicht systematische Überschreitungen festgestellt, ist dies zu überprüfen.

Auf Anraten der Genehmigungsbehörde (Kreis Unna) sollen dort, wo auf der Fläche vorher Gleisanlagen bestanden (im Westen der Fläche), die anstehenden Böden auf Herbizide untersucht werden (Kontrollanalytik). Dies soll zusammen mit der Baureifmachung der Fläche geschehen.

Hinsichtlich der geotechnischen Eignung hat der AN zu untersuchen, ob die Güteeigenschaften der Baustoffe den vertraglichen Anforderungen entsprechen.

5.3 Umgang mit kontaminiertem Material

Organoleptisch auffälliges Material und Material, das die Sanierungszielwerte bzw. Einbauwerte für „Wohnflächen“ überschreitet (vgl. Tabelle 9), muss separiert werden.

Wenn eine temporäre Zwischenlagerung von belastetem Material (> Z 2) erfolgen muss, kann dies auf einer separaten und entsprechend gesicherten Fläche (wasserundurchlässig, z. B. asphaltiert oder betoniert) vorgesehen werden. Bei Kleinstmengen können Container verwendet werden. Das zwischengelagerte Material ist gegen Witterungseinflüsse abzudecken. Treten geruchliche Emissionen auf, sind Maßnahmen zu ergreifen, wenn die Gefahr besteht, dass leicht flüchtige Schadstoffe in arbeitsmedizinisch relevanten Konzentrationen emittieren. Werden Böden angetroffen, die eluieren (z. B. Öl in Phase etc.), sind diese zu separieren und in wasserdichte Container zu geben. Nach durchgeführter Analytik (Deklarationsanalytik, d. h. chemische Parameter der annehmenden Stelle/Deponie) wird über die weitere Verwertung und/oder Entsorgung entschieden.

5.4 Annahme von externem Material

5.4.1 Materialqualität

Das für die Geländemodellierung extern zu beschaffende Material muss laut Forderung der Genehmigungsbehörde möglichst sortenrein sein. Es muss gewährleistet sein, dass für den anzuliefernden Boden eine ordnungsgemäße Probennahme (Probennahmeprotokoll) und chemische Analysen erfolgt sind. Das Probenentnahmeprotokoll muss vergleichbar mit der Vorlage der LAGA /22/, Kapitel Probennahme und Analytik sein.

Es ist je 1.000 m³ Material mindestens eine Deklarationsanalyse vorweisen bzw. vorzunehmen. Bei nicht sortenreinem Material oder Material aus Herkunftsstellen, an denen weniger als 1.000 m³ anfallen ist der Analysenaufwand auch für weniger als 1.000 m³ vorzunehmen.

Die anzuliefernden Böden müssen nach den chemischen Parametern der LAGA (Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20, "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen" -technische Regeln- vom 06.11.2003/2004 im Feststoff und im Eluat) untersucht werden.

Die chemischen Analysen dürfen nur akzeptiert werden, wenn diese von einem analytischen Labor durchgeführt wurden, dass nach §25 des Landesabfallgesetzes zugelassen und gemäß DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert ist.

Der Gutachter hat das anzuliefernde Material ggf. vor Ort an der Entnahmestelle zu beurteilen. Mittels Transportbegleitscheinen muss zweifelsfrei der Nachweis geführt werden, dass es sich auch um das angeforderte Material handelt.

5.4.2 Eingangskontrolle und Einbauüberwachung (Qualitäts- und Gütesicherung)

Auf dem Untersuchungsgelände muss bei der Eingangskontrolle der Transportbegleitschein bzw. Lieferschein kontrolliert werden und die Anlieferung an das Bereitstellungslager oder an die jeweils zugeordnete Kippstelle weitergeleitet werden. Bei Anlieferung von auffälligem Material oder Unstimmigkeiten auf dem Begleitschein müssen die Fahrzeuge bzw. die Ladung zurückgewiesen werden. Von dem angelieferten Material sind Rückstellproben zu entnehmen damit im Rahmen einer Fremdüberwachung stichprobenartig Kontrolluntersuchungen durchgeführt werden können. Sollten die Kontrolluntersuchungen zu einer abweichenden Einstufung des angelieferten Materials führen, darf das Material nicht eingebaut werden.

Generell ist darauf zu achten, dass die unterschiedlichen Bodenarten und Qualitäten nicht vermischt werden und separat gelagert werden. Dies trifft insbesondere für den Vegetationsboden zu. Es ist unbedingt darauf zu achten, dass es durch die späteren Bautätigkeiten (Fundamentaushub, Hochbau) nicht zu einer Verschlechterung des Vegetationsbodens kommt, d. h. der Vegetationsboden ist vor Beginn der Bautätigkeiten sauber abzuschleifen und aufzumieten. Eine Vermischung mit Fremdmaterial muss ausgeschlossen werden.

5.5 Zwischenzustand und sonstige Festlegungen

Die Flächenaufbereitung erfolgt in insgesamt 2 Bauabschnitten.

Noch nicht aufbereitete Flächen müssen mittels Bauzäunen vor einer Betretung geschützt werden, insbesondere wenn Teilflächen schon neu genutzt werden.

Es müssen geeignete Einrichtungen zur Reinigung der Fahrzeuge beim Verlassen des Standortes bereitgestellt und unterhalten werden (z. B. Reifenwaschanlage, Hochdruckreiniger, längere Abrollstrecke). Die Regelzeiten für die Annahme der Böden sind festzulegen.

Es ist noch zu prüfen, inwieweit auf dem Gelände derzeit vorhandene Ver- und Entsorgungsleitungen erhalten, entfallen oder verlegt werden müssen. Kosten hierfür sind in der Kostenschätzung in Anhang 1 nicht enthalten.

Bei einem dauerhaften Verzicht auf eine Sanierung/Vermarktung ist der vorhandene Zaun zu erhalten, um die Gesamtfläche vor unbefugtem Zutritt zu schützen. Zum Schutz vor Staubverwehungen ist die Fläche mit einem unbelastetem Vegetationsboden zu übererden (nach BBodSchG mindestens 0,10 m) und mit einer Anspritzbegrünung zu versehen. Andernfalls ist nachzuweisen, dass eine Staubverwehung ausgeschlossen werden kann, z.B. durch vorhandene Ruderalvegetation.

5.6 Abnahme der aufbereiteten Flächen

Nach Abschluss der jeweiligen Bautätigkeiten in den Bauabschnitten muss für die Teilflächen eine Qualitätskontrolle durchgeführt werden. D. h. die jeweiligen Geländebereiche bzw. Aufbereitungsfelder in dem betreffenden Flächenabschnitt sind hinsichtlich der vorab definierten Einbauqualität zu kontrollieren. Dies kann sukzessive mit dem Baufortschritt geschehen. Die Qualitätskontrolle betrifft die definierten bodenchemischen Festlegungen aber auch die bodenmechanischen Parameter (z. B. Verdichtungsgrad). Art und Umfang der Qualitätskontrollen sollten in einem Qualitätssicherungsplan festgelegt werden.

Die Qualitätskontrollen sind gutachterlich zu begleiten und zu dokumentieren (Eigen- und Fremdüberwachung, Bodenbegleitscheine, Baustellentagebücher, Einbaufelder, Labor- und Feldversuche etc.). Neben der bodenchemischen Qualität des Materials ist auch der Einbau der Böden innerhalb des Geländes (Lage, Tiefe, Menge, Herkunft, Qualität) zu dokumentieren.

5.7 Massenermittlung

Für die Massenermittlung standen folgende Ausgangsdaten zur Verfügung:

- Digitaler Höhenplan vom 13.11.2006 vom Vermessungsbüro Thiemann /7/
- Höhenplanung mit textlichen Angaben als Isolinienplan, dxf-Datei, Büro Kühnert /4/
- Aufbereitungskonzept (siehe Kapitel 4.5).

Unter Berücksichtigung der Aufbereitungstiefen, der geplanten Geländeanhebung und der derzeitigen Geländehöhen sind die Aushubmassen abgeleitet worden. Für die Abschätzung der Massen, die sich aus dem Rückbau der Fundamente ergeben, wurde ein Pauschalansatz von 20 % der aus den vorliegenden Plänen abgeleiteten Fundamentflächen gewählt.

In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, dass es sich bei der Planung nicht um eine Ausführungsplanung handelt, so dass sich die Massen noch verschieben können.

Das vorliegende Aufbereitungskonzept geht davon aus, dass die Übergabeebene (3) an den neuen Nutzer in den Bereichen, die zukünftig durch Bauwerke (Gebäude, Straßen etc.) versiegelt werden, bei -1,0 m unter der zukünftigen Benutzerebene liegt. Somit ist der Wiedereinbau der Volumina zwischen Übergabeebene (3) und zukünftiger Benutzerebene (2) nicht in den nachfolgend ermittelten Massen erfasst (mit Ausnahme der Vegetationsböden).

Ausgehend von den Gesamtaushubmassen und unter Einbeziehung aller bisher vorliegenden chemischen Analyseergebnisse wurden die Massen ermittelt, die aufgrund der Sanierungs-

zielwerte unter den entsprechenden Nutzungen wieder eingebaut werden können. Davon wurde der externe Bodenbedarf abgeleitet.

Die Massenermittlung kann der Anlage 5.1 entnommen werden.

Tabelle 12: Bodenaushub auf der Fläche

Massen in [m³]	Bauabschnitt 1	Bauabschnitt 2	Gesamt
Gesamtaushub	16.700	3.910	20.610
Anteil der aufgrund der vorliegenden chemischen Analysen wiedereinbaufähig ist	10.100	3.085	14.185
Anteil der aufgrund der vorliegenden chemischen Analysen nicht wiedereinbaufähig ist (> Sanierungszielwert)	6.600	825	7.425
Bedarf an Füllboden extern	10.200	1.660	11.860
Bedarf an Vegetationsboden	15.900	7.400	23.300

Zahlen gerundet. Geschätzt auf der Basis der vorliegenden Ergebnisse.

Für die Umsetzung der derzeitigen Planung besteht ein externer Bedarf an Füllböden (LAGA Z 1.1 bzw. Prüfwerte für Wohnnutzung nach BBodSchV) von ca. 12.000 m³ und an natürlichem Vegetationsboden von ca. 24.000 m³.

Es wird derzeit geschätzt, dass insgesamt ca. 7.500 m³ an Auffüllungen angetroffen werden, die aufgrund der chemischen Inhaltsstoffe (\geq Z 1.2) auf der Fläche nicht mehr wiederverwertet werden können und extern verwertet werden müssen. Die Aufteilung in die LAGA Zuordnungsklassen /22/ können der folgenden Tabelle entnommen werden.

Tabelle 13: Aufteilung der Massen $\geq Z 1.2$

	Bauabschnitt 1	Bauabschnitt 2	Gesamt
	Massen in [m ³]		
LAGA Z 1.2	500	0	500
LAGA Z 2	2.400	0	2.400
LAGA > Z 2	3.700	825	4.525
Gesamt	6.600	825	7.425

Geschätzt auf der Basis der vorliegenden Ergebnisse.

5.8 Baustelleneinrichtung und -infrastruktur

Die Baustelleneinrichtung und benötigte Infrastruktur erfolgt in Abstimmung mit dem Auftraggeber. Für die gesamte Bauzeit werden innerhalb der Projektfläche Büroräume inkl. befestigter Zufahrt sowie Parkplätze benötigt (Besprechungen etc.).

Die Anordnung von Brechanlagen, Maschinenparkplatz, Reinigungs- und Wartungsflächen, Reifenwaschanlage, Tankplätze, Lagerraum für Rückstellproben etc. ist unter Berücksichtigung möglicher temporärer Veränderungen zu konzipieren. Alle für die Bauausführung benötigten Übergabepunkte für Strom (220 V/380 V), Wasser, Abwasser, Telefon etc. sind genau zu definieren.

5.9 Transport

Das Überschussmaterial und das extern anzuliefernde Material (Auffüllböden und Vegetationsböden) betragen in der Summe ca. 43.000 m³. Unter Berücksichtigung eines Auflockerungsfaktors von ca. 1,2 sind dies ca. 51.600 m³, die per LKW-Sattel transportiert werden müssen. Hierzu sind ca. 4.150 LKW-Fahrten erforderlich.

Nach derzeitigem Projektstand kann die Anbindung an das öffentliche Straßennetz über die Schulstraße erfolgen (vgl. Anlage 1). Die Verkehrsführung im Umfeld ist mit der Stadt Bergkamen abzusprechen.

6 Arbeitsschutz

Aufgrund der gemessenen Schadstoffgehalte in den Auffüllungen wird für den größten Teil der Bauarbeiten der obligatorische Arbeitsschutz, wie er auf Erdbaustellen gefordert wird, als ausreichend angesehen (z. B. Kopf- und Fußschutz). Sollte es je nach Witterungslage zu Staubverwehungen kommen, sind entsprechende Maßnahmen zu ergreifen (Befeuchtung mit Wasserfahrzeugen, selbstaufnehmende Kehmaschinen, Vorhalten und Einsatz von Staubmasken).

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit bei der Flächenherichtung punktuell auch kontaminierte Auffüllungen angetroffen werden. Hinsichtlich der Bodenbelastung dominieren die polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe, die leichtflüchtigen Aromaten (BTEX), Mineralölkohlenwasserstoffe sowie diverse Schwermetalle und Metalloide. Da es sich hierbei in der Regel um krebserzeugende Schadstoffe handelt, sind nach § 9 der Gefahrstoffverordnung /34/ bei den Bauarbeiten je nach Höhe der nachgewiesenen Belastungen und nach Art des angetroffenen Schadstoffes spezielle Arbeitsschutzmaßnahmen vorzusehen.

Alle Arbeiten in kontaminierten Bereichen sind dann nach den berufsgenossenschaftlichen Bestimmungen der BGR 128 /35/ und der TRGS 524 /27/ durchzuführen. Werden Arbeiten in kontaminierten Bereichen von mehreren Unternehmern (auch deren Subunternehmern) durchgeführt, hat der Auftraggeber einen Koordinator zu bestellen. Einzelheiten zum Arbeitsschutz regelt ein Arbeits- und Sicherheitsplan, der möglichst schon Bestandteil der Ausschreibungsunterlagen ist. Laut Gefahrstoffverordnung /34/ hat der Auftragnehmer eine Gefährdungsbeurteilung vorzunehmen und eine tätigkeitsbezogene Betriebsanweisung zu erstellen (vgl. auch BGR 128 /35/) und seine Beschäftigten zu unterweisen. Der Koordinator und der Bauleiter des Unternehmens müssen über einen Sachkundenachweis nach BGR 128 /35/ verfügen.

Die Arbeitsverfahren auf der Baustelle sind so zu gestalten, dass die Entstehung von gefährlichen Gasen, Dämpfen oder Stäuben vermieden oder auf ein Mindestmaß verringert wird.

In diesem Zusammenhang wird nochmals auf die Methan- und CO₂-Ausgasungen auf der Fläche hingewiesen. Auch hierfür sind bei den Bauarbeiten entsprechende Schutzmaßnahmen vorzusehen, d. h. Messungen von CH₄, CO₂, O₂ in allen Baugruben mittels tragbarer Messgeräte mit optischem und akustischem Alarm. Bei Überschreiten der Grenzwerte sind die Arbeiten einzustellen und der gefährdete Bereich ist zu räumen. Generell ist in tiefen Baugruben und in gefährdeten Bereichen schon aus Vorsorgegründen eine blasende Bewetterung vorzusehen bis die entsprechenden Grenzwerte unterschritten werden.

Es ist aufgrund des Verdünnungseffektes beim Übertritt von leichtflüchtigen organischen Verbindungen aus dem Boden in die Atemluft nicht damit zu rechnen, dass arbeitsmedizinisch relevante Konzentrationen z. B. an Aromaten in der Atemluft auftreten. Die leichtflüchtigen organischen Verbindungen in der Atemluft können mittels kontinuierlich messender Photoionisationsdetektoren (PID), die über einen optischen und akustischen Alarm verfügen und mit einem Datenspeicher versehen sind gemessen werden.

Technische Einrichtungen zur Vermeidung des Kontaktes mit Schadstoffen haben Vorrang vor persönlichen Schutzmaßnahmen. Auch wenn aus den derzeit vorliegenden Analysenergebnissen keine Notwendigkeit von speziellen Arbeitsschutzmaßnahmen für kontaminierte Böden abzuleiten sind, wird aus Vorsorgegründen empfohlen, bei der Ausschreibung der Baumaßnahmen auch Positionen für Baumaschinen mit einer Druckluftanlage sowie alle nach BGR 128 /35/ erforderlichen Anlagen vorzusehen.

Dann kann beim Antreffen von Kontaminationen ein Schwarz-Weiß-Bereich nach BGR 128 /35/ (Schwarz-Weiß-Container, Waschplatz für Baugeräte, ggf. automatische Reifenwaschanlage, Stiefelwaschplatz) eingerichtet werden.

7 Zusammenfassung

Für die geplante Neunutzung der Fläche der ehemaligen Schachtanlage Grimberg 3/4 als "Waldsiedlung Grimberg" sind Art und Umfang der Flächenaufbereitung zu planen. Neben der Erstellung eines genehmigungsfähigen Sanierungsplanes ist insbesondere als zentrale Aufgabe der Umgang mit den beim Aushub und Auftrag zu bewegendenden Bodenmassen im Rahmen eines Bodenmanagementkonzeptes zu beschreiben.

Die vorliegende Rahmenplanung sieht eine Nutzung mit Wohnflächen vor. Die Entwicklung der Fläche soll in 2 Bauabschnitten erfolgen, die räumlich und zeitlich getrennt sind.

Grundlage des vorliegenden Gutachtens bilden die seitens des AG zur Verfügung gestellten Untersuchungsergebnisse aus vorangegangenen Untersuchungen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass im Untersuchungsgebiet flächendeckend Auffüllungen bis maximal ca. 4,5 m anstehen. Dabei handelt es sich um natürliche umgelagerte Böden mit Fremdbeimengungen (Bergematerial, Bauschutt, etc.). Die anstehenden geringmächtigen quartären Sedimente setzen sich aus den Auenablagerungen des Kuhbaches und der Niederterrassensande der Lippe zusammen. Der oberkretazische Emschermergel wird in Tiefen von 3,5 bis 6,0 m erbohrt. In den quartären Sedimenten wird kein zusammen-

hängender Porengrundwasserleiter angetroffen, im kretazischen Emschermergel ist ein Klufftgrundwasserleiter ausgebildet. Der Kuhbach bildet den Vorfluter.

Im Untergrund sind in beiden Bauabschnitten umfangreiche und tiefreichende Fundamente aus der Altbebauung vorhanden.

Die Auffüllungen sind zum Teil mit polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen, leichtflüchtigen Aromaten (BTEX), Mineralölkohlenwasserstoffen und Schwermetallen belastet. Die maximal gemessenen Gehalte liegen bei 106 mg/kg PAK-EPA, 7,49 mg/kg BTEX, 1.300 mg/kg Mineralölkohlenwasserstoffe, 900 mg/kg Kupfer, 870 mg/kg Zink und 530 mg/kg Blei. Der im Liegenden anstehende natürliche Boden ist unauffällig.

Die überwiegende Mehrzahl der untersuchten Bodenproben hält die Prüfwerte der BBodSchV für Wohnen ein. Eine Überschreitung der Prüfwerte der BBodSchV für Wohngebiete wurde in insgesamt 4 Mischproben festgestellt.

Im Klufftgrundwasser wurden Überschreitungen der LAWA Geringfügigkeitsschwellenwerte für Sulfat und Chlorid nachgewiesen.

Aufgrund der Ergebnisse der bodenchemischen Untersuchungen bestehen somit gegen die Umsetzung der geplanten Folgenutzung keine grundsätzlichen Bedenken.

Die bodenchemischen Qualitäten der wieder einzubauenden, sowie der extern zuzuliefernden Böden/Auffüllungen orientieren sich tiefengestaffelt an den Folgenutzungen (Wohnen, Wohngärten, Begleitgrün) und wurden mit der zuständigen Umweltbehörde vorabgestimmt.

Die auf der Fläche im Rahmen der umfangreichen Massenbewegungen zur Baufeldherrichtung und -profilierung anfallenden Böden und Auffüllungen können wiederverwertet werden, solange die Einbauwerte, die mit der Genehmigungsbehörde (Kreis Unna) abgestimmt wurden, eingehalten werden.

Belastete Böden und Auffüllungen, die unter der für die geotechnische Flächenaufbereitung erforderlichen Aushubebene liegen, können im Untergrund verbleiben. Die neu herzustellende Geländeoberfläche liegt etwa 0,5 – 1,0 m über der derzeitigen Geländeoberfläche.

Hinsichtlich des Bodenmanagements haben die Massenermittlungen ergeben, dass zur Realisierung der derzeitigen Planung insgesamt ca. 33.000 m³ Aushubvolumen anfallen werden. Es werden ca. 12.000 m³ Füllböden und 24.000 m³ Vegetationsböden benötigt.

Die geotechnisch orientierte Aufbereitung der Fläche ist von der zukünftigen Geländehöhe und der geplanten Nutzung abhängig, so dass eine diesbezügliche Differenzierung vorgenommen wird.

In den geplanten Baufeldern (Wohnen, Verkehr) wird eine dynamische Verdichtung mit Fallplatten empfohlen, um eine Tiefeneinwirkung von mehreren Metern zu erhalten, so dass das Setzungspotenzial der Auffüllung im gründungsrelevanten Teufenbereich reduziert und das Bettungsverhalten homogenisiert wird.

Unterhalb des Gründungsniveaus in lastabtragenden Bereichen von Bauwerken und Straßen ist ein ausreichend tragfähiger, aber auch ein bodenchemisch unbedenklicher Untergrund herzustellen.

In den Baufeldern ist ein Mindestabstand von 2 m in der Vertikalen zwischen dem Fundamentniveau und Resten alter Baulichkeiten sicher zu stellen, um bauwerksschädliche ungleichförmige Bettungsreaktionen zu minimieren.

Lünen, den 24.10.2012

TABERG Ingenieure GmbH



Dr. M. Kurtenacker



i. V. Dr. A. Pletz